



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.991.2

(12/2003)

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 |
| CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO | G.1000–G.1999 |
| CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN | G.6000–G.6999 |
| EQUIPOS TERMINALES DIGITALES | G.7000–G.7999 |
| REDES DIGITALES | G.8000–G.8999 |

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 multipar para aplicaciones de alcance ampliado. Se especifican asimismo regeneradores de señal opcionales para funcionamiento monopar o multipar. Los transceptores SHDSL pueden manejar velocidades de datos de usuario simétricas seleccionadas, en el intervalo de 192 kbit/s a 2312 kbit/s con modulación de impulsos en amplitud con codificación reticular (TCPAM). Las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten alcanzar velocidades de datos de usuario de hasta 5696 kbit/s. Los transceptores SHDSL 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 para la coexistencia con el servicio telefónico ordinario (POTS) o con 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 el anexo H/G.992.1 [1] las especificaciones de los transceptores para las redes que utilizan el servicio RDSI-TCM actual (especificado en el apéndice III/G.961, bibliografía [B1]).

Antecedentes

Esta versión 1 (2001) de la Recomendación introduce, con respecto a la versión 2 anteriormente publicada, las siguientes adiciones y modificaciones:

- El modo opcional de cuatro hilos se ha ampliado al más general multipar que soporta opcionalmente conexiones de hasta cuatro pares. Véase 7.2.1.5. Obsérvese que se mantiene la integridad del modo opcional de cuatro hilos de la revisión 1. El modo de cuatro hilos es idéntico al modo de M pares con $M = 2$, excepto en el método de asignación de número de orden a los pares de hilos. En el modo de cuatro hilos el número de orden (números de identificación de los pares de hilos) se asigna conforme a lo descrito en 6.3, mientras que en el modo de M pares el número de orden de los pares de hilos se asigna conforme a lo descrito en 7.2.1.5.
- Se han actualizado los bucles y condiciones de prueba especificados en el anexo B (véase B.3.3) y se han añadido el apéndice IV y el cuadro de perfiles de ruido del anexo B.
- Las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten alcanzar velocidades de datos de usuario de hasta 5696 kbit/s.
- Se han añadido la desactivación y el arranque en caliente especificados en el anexo H.

- Se ha añadido al modo de portador dual, el soporte de redistribución dinámica de la velocidad. Véase E.10.3.
- Se han añadido definiciones TPS-TC para el modo de transferencia de paquetes (E.11), el modo de transferencia síncrono con un canal de señalización dedicado (E.12), y la RDSI o el POTS encapsulados en V5 (E.13).

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.991.2 fue aprobada el 14 de diciembre de 2003 por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2004

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

ÍNDICE

| | Página |
|---|---------------|
| 1 Alcance | 1 |
| 2 Referencias | 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..... | 9 |
| 6.1 Funcionamiento en modo datos..... | 9 |
| 6.2 Secuencia de activación de la capa PMD | 13 |
| 6.3 Secuencia de preactivación de la capa PMD..... | 19 |
| 6.4 Secuencia de preactivación G.994.1..... | 23 |
| 7 Características funcionales de la capa PMS-TC..... | 26 |
| 7.1 Funcionamiento en modo datos..... | 26 |
| 7.2 Activación de la capa PMS-TC | 32 |
| 8 Características funcionales de la capa TPS-TC | 34 |
| 8.1 Estructura de datos del bloque de cabida útil | 34 |
| 8.2 Intercalación de datos en el modo de M pares..... | 35 |
| 9 Gestión..... | 36 |
| 9.1 Modelo de referencia de gestión..... | 36 |
| 9.2 Primitivas de funcionamiento de la SHDSL | 36 |
| 9.3 Parámetros de la calidad de funcionamiento relativos a la línea SHDSL | 37 |
| 9.4 Almacenamiento de datos de la calidad de funcionamiento | 38 |
| 9.5 El canal de operaciones integrado | 39 |
| 10 Arquitectura del reloj..... | 64 |
| 10.1 Arquitectura del reloj de referencia..... | 64 |
| 10.2 Precisión del reloj..... | 65 |
| 10.3 Definición de las fuentes de reloj | 65 |
| 10.4 Sincronización con las fuentes de reloj | 66 |
| 11 Características eléctricas..... | 66 |
| 11.1 Balance longitudinal..... | 66 |
| 11.2 Tensión de salida longitudinal..... | 67 |
| 11.3 Pérdidas de retorno | 68 |
| 11.4 Prueba de la potencia de transmisión | 70 |

| | Página |
|---|---------------|
| 11.5 Retardo de transferencia de la señal | 72 |
| 12 Prueba de conformidad | 72 |
| 12.1 Microinterrupciones | 72 |
| Anexo A – Requisitos específicos de la Región 1 | 73 |
| A.1 Alcance | 73 |
| A.2 Bucles de prueba..... | 73 |
| A.3 Pruebas de funcionamiento..... | 74 |
| A.4 Plantillas de PSD | 89 |
| A.5 Características funcionales específicas de la región..... | 98 |
| Anexo B – Requisitos específicos de la Región 2 | 106 |
| B.1 Alcance | 106 |
| B.2 Bucles de prueba..... | 106 |
| B.3 Prueba de la calidad de funcionamiento | 109 |
| B.4 Plantillas de PSD | 127 |
| B.5 Características funcionales específicas de la Región | 132 |
| Anexo C – Requisitos específicos de la Región 3 | 135 |
| Anexo D – Funcionamiento del regenerador de señal | 135 |
| D.1 Diagrama de referencia..... | 135 |
| D.2 Procedimientos de arranque | 136 |
| D.3 Velocidades de símbolos | 140 |
| D.4 Plantillas de PSD | 140 |
| Anexo E – Alineación de las tramas TPS-TC específica de la aplicación..... | 140 |
| E.1 TPS-TC para datos de canal despejado | 140 |
| E.2 TPS-TC para datos orientados a bytes del canal despejado | 141 |
| E.3 TPS-TC para transporte de DS1 no alineados | 142 |
| E.4 TPS-TC para transporte de DS1 alineados/DS1 fraccionarios..... | 143 |
| E.5 TPS-TC para las líneas digitales arrendadas no estructuradas que funcionan en Europa a 2048 kbit/s (D2048U)..... | 144 |
| E.6 TPS-TC para las líneas digitales arrendadas estructuradas que funcionan en Europa a 2048 kbit/s en modo no alineado (D2048S)..... | 144 |
| E.7 TPS-TC para las líneas digitales arrendadas estructuradas (D2048S) y fraccionarias que funcionan en Europa a 2048 kbit/s en modo alineado | 145 |
| E.8 TPS-TC para RDSI de acceso a velocidad básica (AB de RDSI)..... | 146 |
| E.9 TPS-TC para el transporte ATM | 164 |
| E.10 Modo TPS-TC de portador doble | 171 |
| E.11 TPS-TC para transporte PTM..... | 187 |
| E.12 TPS-TC para STM con un canal de señalización dedicado (DSC) | 194 |
| E.13 TPS-TC para RDSI o POTS con envolvente LAPV5 | 196 |
| Anexo F – Requisitos de la región 1 para velocidades de datos útiles de hasta 5696 kbit/s ... | 201 |
| F.1 Alcance | 201 |

| | Página |
|---|---------------|
| F.2 Velocidad de datos | 201 |
| F.3 El traductor (<i>mapper</i>) | 203 |
| F.4 Plantillas de PSD | 204 |
| F.5 Requisitos para la interferencia de diafonía | 207 |
| F.6 Características funcionales | 208 |
| Anexo G – Reservado para los requisitos de la región 2 y velocidades de datos entre 2320 kbit/s y **velocidad máxima** | 209 |
| Anexo H – Desactivación y procedimiento de arranque en caliente | 209 |
| H.1 Desactivación al modo de potencia reducido | 209 |
| H.2 Activación del arranque en caliente | 211 |
| Apéndice I – Ejemplos de circuitos de prueba..... | 217 |
| I.1 Ejemplo de circuito de prueba para inyección de diafonía..... | 217 |
| I.2 Ejemplo de circuitos de acoplamiento para medir el equilibrio longitudinal y la tensión de salida longitudinal..... | 217 |
| I.3 Circuito de prueba de la pérdida de retorno | 218 |
| I.4 Circuito de prueba para la medición de la PSD/potencia total de transmisión | 218 |
| Apéndice II – Características típicas de los cables | 219 |
| II.1 Características típicas de los cables para el anexo B..... | 219 |
| Apéndice III – Descripción del arranque del regenerador de señal | 220 |
| III.1 Arranque iniciado en la STU-R..... | 221 |
| III.2 Arranque iniciado por la STU-C | 222 |
| III.3 Arranque iniciado por la SRU | 223 |
| III.4 Colisiones y reacondicionamientos | 223 |
| III.5 Activación del modo diagnóstico | 224 |
| Apéndice IV – Tabulación de los perfiles de ruido del anexo B | 224 |
| Bibliografía | 236 |

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*) como medio de transportar datos en 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 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 Rec. UIT-T G.995.1, bibliografía [B2] (de carácter informativo) 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 un par metálico trenzado (o varios, opcionalmente) de dos hilos de calibre mixto.
- Especifica la funcionalidad de la capa física, por ejemplo: códigos de línea y corrección de errores en recepción.
- 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 demás referencias contienen disposiciones que, por ser mencionadas en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y demás referencias son susceptibles de revisión, por lo que se invita a los usuarios de esta Recomendación a considerar la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y demás referencias citadas a continuación. Periódicamente se publica una lista de las Recomendaciones del UIT-T vigentes. En esta Recomendación la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [1] Recomendación UIT-T G.992.1 (1999), *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica*.
- [2] Recomendación UIT-T G.994.1 (2003), *Procedimiento de toma de contacto para transceptores de línea de abonado digital, más enmienda 1 (2004)*.
- [3] Recomendación UIT-T G.997.1 (2003), *Gestión de capa física para transceptores de línea de abonado digital*.

- [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] Recomendación UIT-T G.996.1 (2001), *Procedimientos de prueba para transceptores de línea de abonado digital*.
- [7] CEI 60950 (1999), *Information technology equipment – Safety*.
- [8] Recomendación UIT-T I.432.1 (1999), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha – Especificación de la capa física: Características generales*.
- [9] ETSI EN 300 324-1 (1994), *V Interfaces at the digital Local Exchange (LE); V5.1 interface for the support of Access Network (AN); Part 1: V5.1 Interface specification*.
- [10] ETSI EG 201 900-1 V1.1.1 (2001), *Services and Protocols for Advanced Networks (SPAN); Narrowband Services over ATM; Loop Emulation Service (LES) using AAL2; Part 1: LES interface specification [ATM Forum Specification af-vmoa-0145.000 (2000), modified]*.
- [11] Coded Identification of Equipment Entities of the North American Telecommunications System for Information Exchange [Revision of T1.213-1990 (R1996)], mayo de 2001.

3 Definiciones y abreviaturas

3.1 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

- 3.1.1 tasa de errores en los bits:** Relación del número de bits con errores al número de bits transmitidos en un periodo de tiempo.
- 3.1.2 sentido descendente:** El de la STU-C a la STU-R (de la central al terminal remoto).
- 3.1.3 bucle:** Inversión del sentido de la información de la 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 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 ecualizar 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 |
| CLEI™ | Identificador de equipos de lenguaje común (<i>common language equipment identifier</i>) |
| 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>) |
| DRR | Redistribución dinámica de la velocidad (<i>dynamic rate repartitioning</i>) |
| DS | Sentido descendente (<i>downstream</i>) |
| DSC | Canal de señalización dedicado (<i>dedicated signalling channel</i>) |
| DSL | Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>) |
| DUT | Dispositivo sometido a prueba (<i>device under test</i>) |

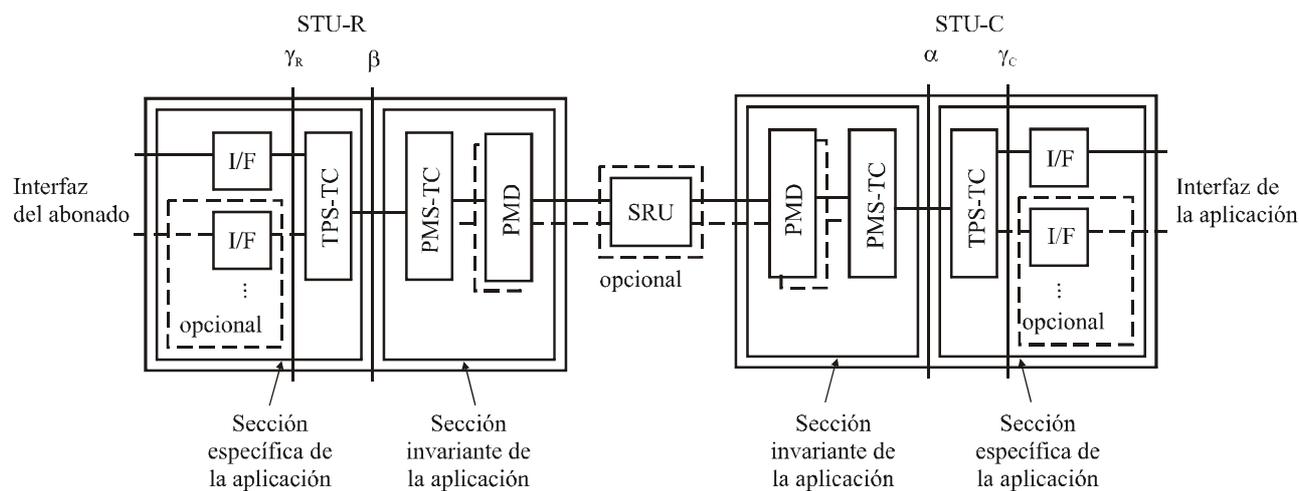
| | |
|-------------|---|
| EOC | Canal de operaciones integrado (<i>embedded operations channel</i>) |
| ES | Segundo con errores (<i>errored second</i>) |
| f_s | Velocidad de muestreo (<i>sampling rate</i>) |
| f_{sym} | Velocidad de símbolos |
| FCS | Secuencia de verificación de trama (<i>frame check sequence</i>) |
| FEC | Corrección de errores en recepción (<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 del medio físico (<i>physical medium 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 medium-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>] |
| PTM | Modo de transferencia por paquetes (<i>packet transfer mode</i>) |
| RDSI-TCM | Múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI (definida en el apéndice IV/G.961 [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 remoto (<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 remoto (<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



G.991.2_F4-1

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 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, por varios pares trenzados de cobre. En este último caso, cada STU contiene varias 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

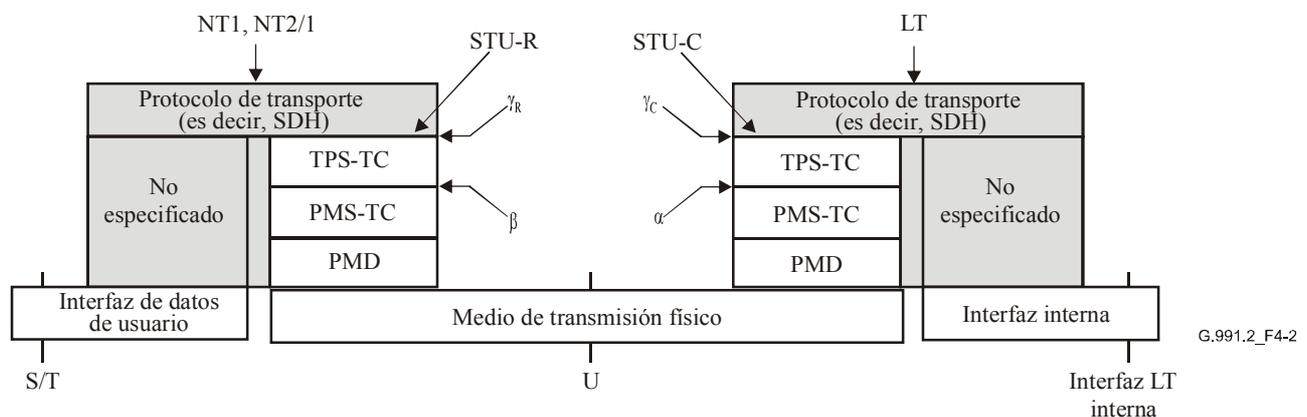
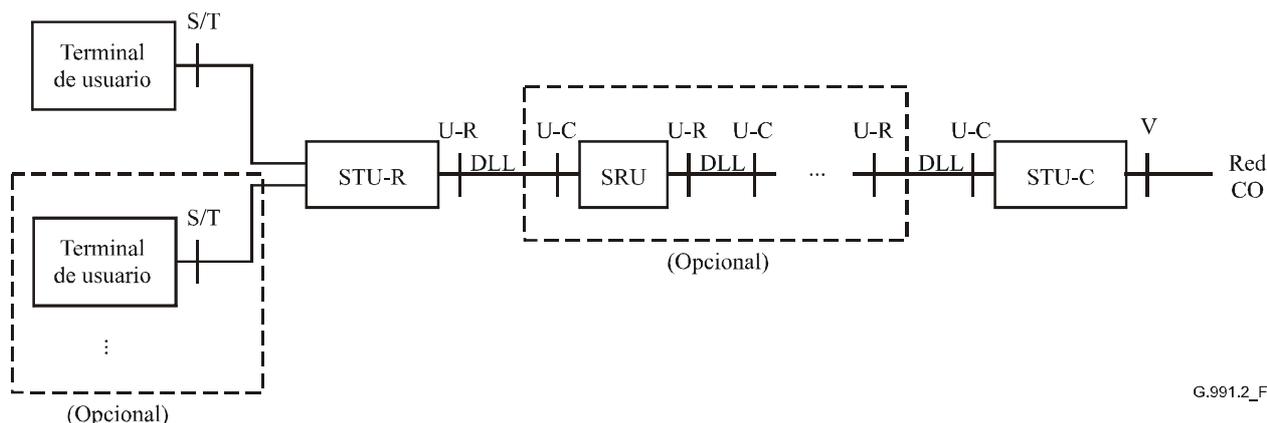


Figura 4-2/G.991.2 – Modelo de referencia del protocolo del plano de usuario

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 la Rec. UIT-T G.995.1 [B2].

4.3 Modelos de aplicación



G.991.2_F4-3

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. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten alcanzar velocidades de datos de usuario de hasta 5696 kbit/s.

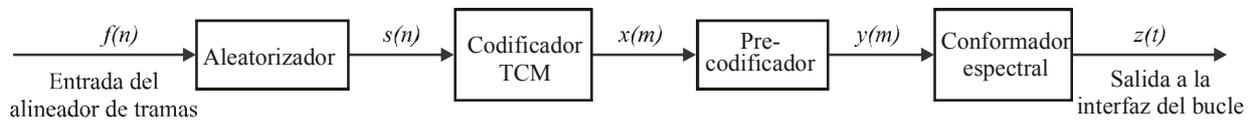
Esta Recomendación especifica asimismo un modo de funcionamiento opcional con M pares capaz de soportar velocidades de datos (cabida útil) de usuario de $M \times 192$ kbit/s a $M \times 2,312$ Mbit/s en incrementos de $M \times 8$ kbit/s, siendo $1 \leq M \leq 4$. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten alcanzar velocidades de datos de usuario de hasta $M \times 5696$ kbit/s. El modo de cuatro hilos es idéntico al modo de M pares con $M = 2$, salvo por el método de asignación de número de orden a los pares de hilos. En el modo de cuatro hilos, el número de orden (números de identificación de los pares de hilos) se asigna como se explica en 6.3, mientras que en el modo de M pares el número de orden se asigna a los pares de hilos como se explica en 7.2.1.5. Véanse asimismo en los anexos A y B los detalles de los requisitos regionales particulares y en el anexo F las velocidades de datos ampliadas.

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.



G.991.2_F6-1

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 de M pares, hay M 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. El funcionamiento de la capa PMD a las velocidades ampliadas opcionales especificadas en el anexo F, se ajustará a lo expuesto en F.2.

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 $x(m)$.

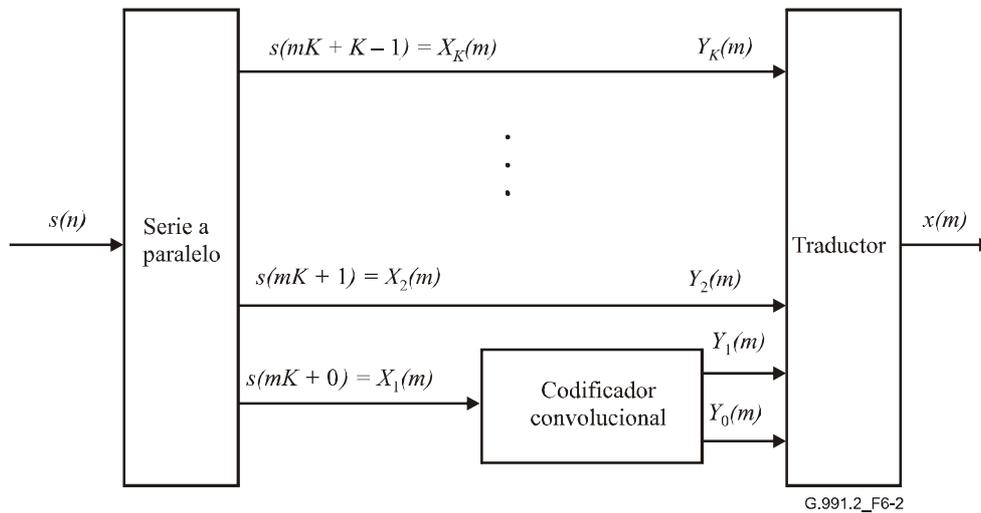


Figura 6-2/G.991.2 – Diagrama de bloques del codificador TCM

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.

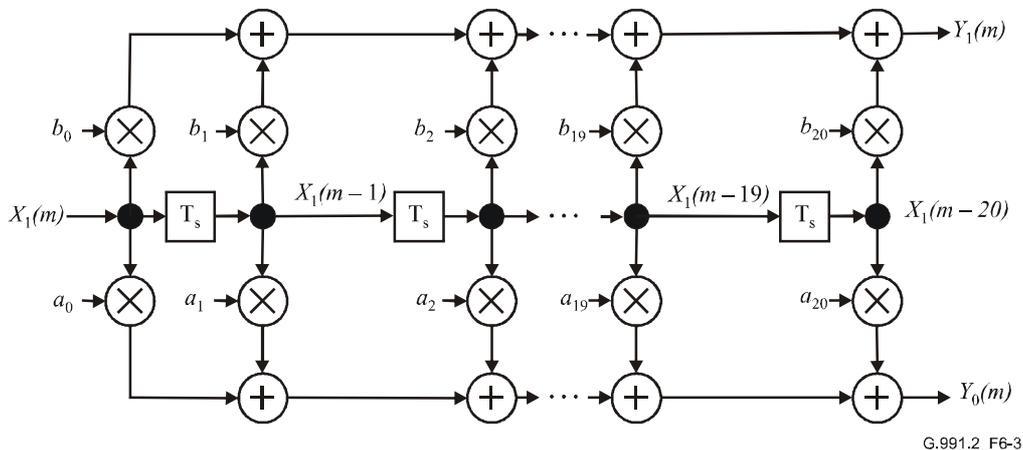


Figura 6-3/G.991.2 – Diagrama de bloques del codificador convolucional

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:

$$A = a_{20} \cdot 2^{20} + a_{19} \cdot 2^{19} + a_{18} \cdot 2^{18} + \dots + a_0 \cdot 2^0; y$$

$$B = b_{20} \cdot 2^{20} + b_{19} \cdot 2^{19} + b_{18} \cdot 2^{18} + \dots + b_0 \cdot 2^0$$

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 $Y_K(m)$, ..., $Y_1(m)$, 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.

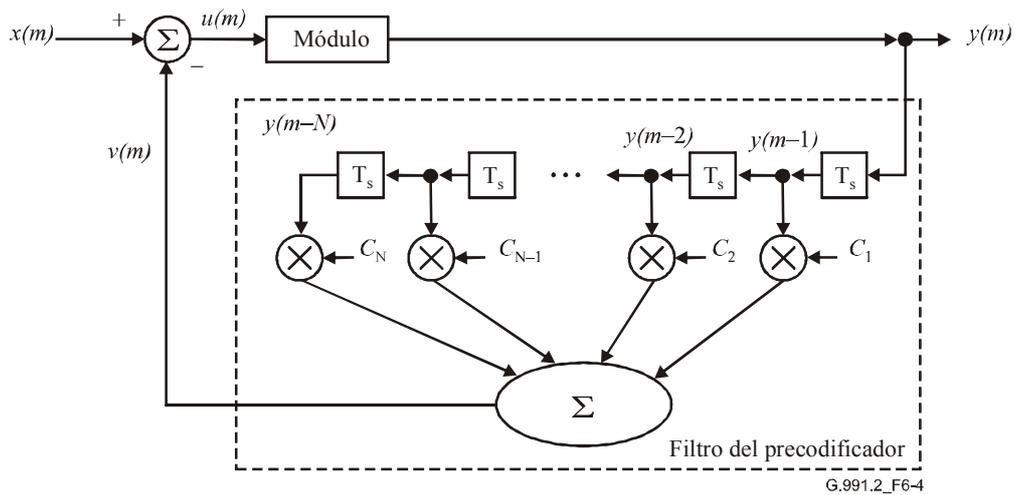


Figura 6-4/G.991.2 – Diagrama de bloques del precodificador de canal

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.4 y B.4. Los detalles de la PSD para las velocidades ampliadas opcionales del anexo F se encuentran en F.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

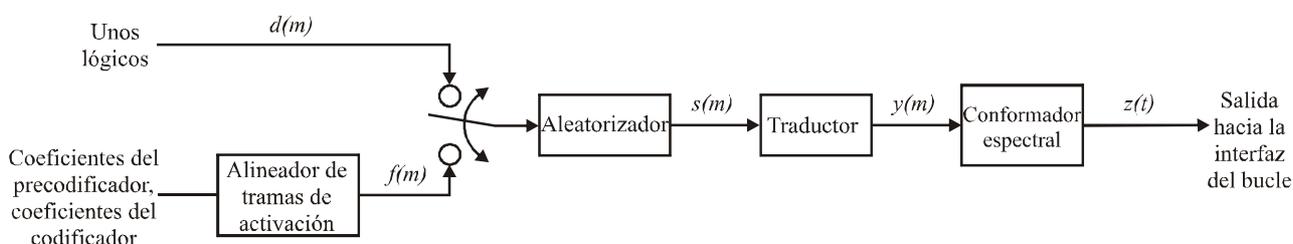
| Atenuación de potencia estimada (dB) | Reducción de potencia máxima (dB) | Reducción de potencia por defecto (dB) |
|--------------------------------------|-----------------------------------|--|
| $EPL > 6$ | 31 | 0 |
| $6 \geq EPL > 5$ | 31 | 1 |
| $5 \geq EPL > 4$ | 31 | 2 |
| $4 \geq EPL > 3$ | 31 | 3 |
| $3 \geq EPL > 2$ | 31 | 4 |
| $2 \geq EPL > 1$ | 31 | 5 |
| $1 \geq EPL > 0$ | 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.



G.991.2_F6-5

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 de M pares, el procedimiento de activación fundamental de cada par será independiente. Dichos dispositivos deberán poder detectar el fin de la activación de todos los pares iniciando acto seguido la transmisión de los datos del usuario por todos los 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.

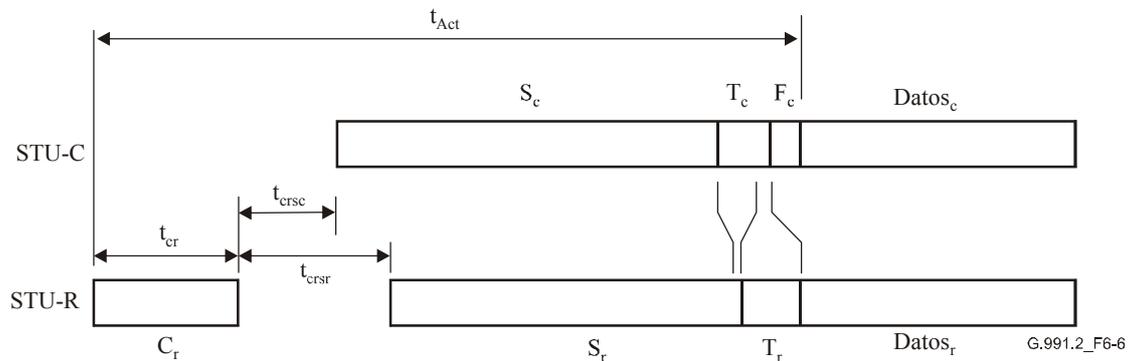


Figura 6-6/G.991.2 – Diagrama de temporización correspondiente a la secuencia de activación

La figura 6-6a muestra la secuencia de activación total a alto nivel según la Rec. UIT-T 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 la Rec. UIT-T G.994.1 y sondeo de línea.

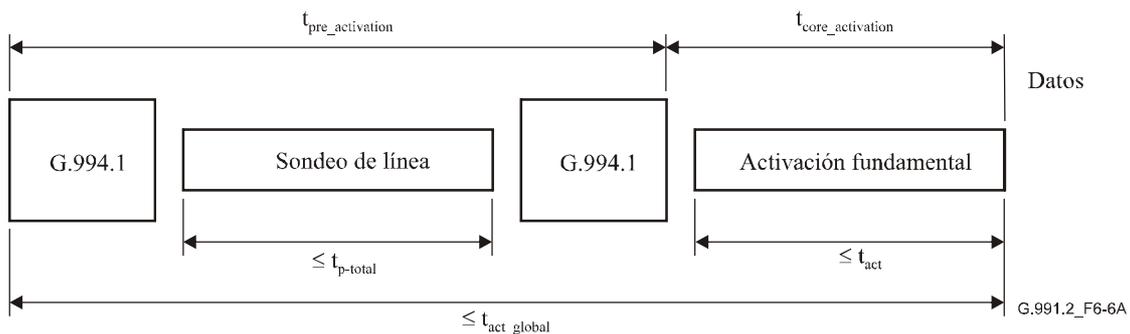


Figura 6-6a/G.991.2 – Secuencia de activación total G.991.2

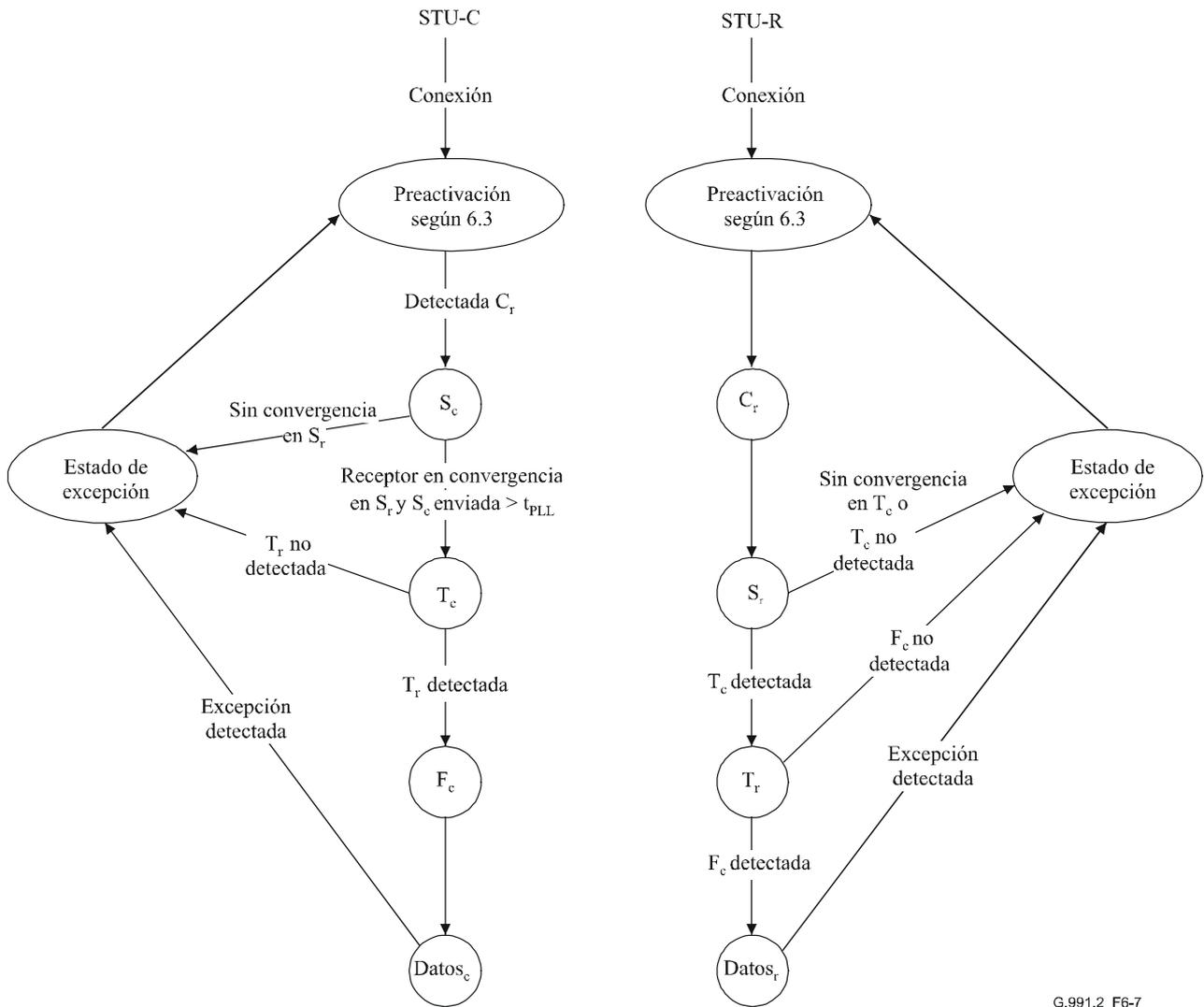
El tiempo de activación global es la suma de los tiempos de preactivación y activación fundamental. Por lo tanto, a partir de la figura 6-6a se concluye que:

$$t_{pre_activation} + t_{core_activation} \leq t_{act_global}$$

donde $t_{pre_activation}$ es la duración combinada de las sesiones G.994.1 (véase 6.4) y el sondeo de línea (véase 6.3), y $t_{core_activation}$ es la duración de la activación fundamental (véase 6.2). Los valores de T_{act} y t_{act_global} se definen en el cuadro 6-3. El valor de $t_{p-total}$ 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 | 6.2.2.1 | $1 \times \beta \text{ s}^{\text{a)}}$ | $\pm 20 \text{ ms}$ |
| t_{crsc} | Tiempo desde el final de C_r hasta el principio de S_c | 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 | 6.2.2.3 | $1,5 \times \beta \text{ s}^{\text{a)}}$ | $\pm 20 \text{ ms}$ |
| t_{act} | Tiempo máximo desde el comienzo de C_r a $Data_r$ | | $15 \times \beta \text{ s}^{\text{a)}}$ | |
| $t_{payloadValid}$ | 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 desde el comienzo de la sesión de preactivación inicial (6.3) hasta $Data_r^{\text{b)}}$ | | 30 s | |
| <p>a) β depende de la velocidad binaria. $\beta = 1$ para $n > 12$ y $\beta = 2$ para $n \leq 12$, donde n se define en la cláusula 5.</p> <p>b) En la mayor parte de los casos, t_{act_global} será menor que 30 segundos. No obstante, dado que la definición del mecanismo de toma de contacto que aparece en la Rec. UIT-T G.994.1 no es objeto de la presente Recomendación, no puede garantizarse un valor máximo para t_{act_global}.</p> | | | | |



G.991.2_F6-7

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 la Rec. 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 plantilla 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.

NOTA – El final de la preactivación puede definirse de dos maneras de acuerdo con la Rec. UIT-T G.994.1. A los efectos de la presente Recomendación, el final de la preactivación se definirá a partir el final de la transmisión del mensaje ACK(1) más los temporizadores necesarios. Los valores máximo y mínimo de dichos temporizadores serán 0,04 y 1,0 segundos. Por consiguiente, el tiempo total entre el final del mensaje ACK(1) y el comienzo de C_r debe encontrarse entre 0,34 y 1,3 segundos.

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 plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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 de cabida útil SHDSL deberán 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 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 lejano 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. Para las velocidades ampliadas opcionales del anexo F deberá utilizarse, en modo datos y en modo de activación, el mismo conformador espectral descrito en F.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 de cabida útil 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 la Rec. 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 con arreglo a los procedimientos definidos en el anexo B/G.994.1 titulado "Funcionamiento sobre varios pares de hilos". El par 1 se definirá como aquel en el que tenga lugar la última transacción G.994.1.

El modo de cuatro cables es idéntico al modo de M pares con $M=2$, salvo por el método de asignación de número de orden a los pares de hilos. En el modo opcional de M pares, el orden de los pares de hilos se determinará con arreglo a 7.2.1.5.

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.

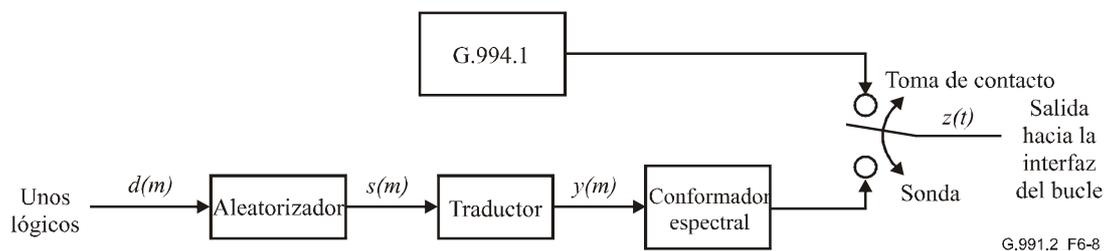


Figura 6-8/G.991.2 – Modelo de referencia de la preactivación

El índice temporal m representa el tiempo de símbolos y t representa el tiempo analógico. Como la señal de sondeo 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 la Rec. UIT-T G.994.1. El intercambio de los resultados del sondeo se efectuará con arreglo a la Rec. UIT-T G.994.1.

En el modo opcional de M pares, el intercambio G.994.1 deberá ajustarse a los procedimientos definidos para el funcionamiento multipar. En este caso, las señales P_{Ti} y P_{Ci} descritas a continuación se enviarán en paralelo sobre todos los 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.

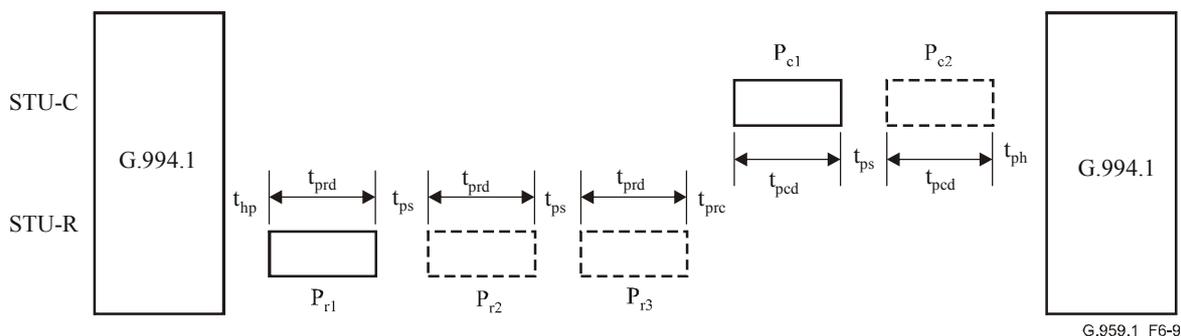


Figura 6-9/G.991.2 – Diagrama de temporización característico de la secuencia de preactivación

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 del sondeo remoto | 0,2 s | ± 10 ms |
| t_{prd} | Duración del sondeo remoto | 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 sondeo remoto y la primera central | 0,2 s | ± 10 ms |
| t_{pcd} | Duración del sondeo central | Seleccionable entre 50 ms y 3,1 s | ± 10 ms |
| t_{ph} | Tiempo desde el final del sondeo 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 opcional (véase más información en la Rec. UIT-T G.994.1 [2]), la STU-R enviará la señal de sondeo remoto. La velocidad de símbolos de la señal de sondeo remoto 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 el sondeo remoto, las diversas señales de sondeo se generarán comenzando con la mínima velocidad de símbolos negociada y terminando con la máxima. Si se seleccionan señales de sondeo de PSD tanto simétrica como asimétrica, deberán enviarse en primer lugar las señales de sondeo de PSD simétrica, por orden ascendente de velocidades símbolos, seguidas de las señales de sondeo de PSD asimétrica en orden ascendente de velocidades símbolos. Si se seleccionan señales de sondeo de PSD simétrica tanto del anexo A como del F, se enviarán en primer lugar las señales de sondeo de PSD simétrica del

anexo A, seguidas de las señales de sondeo de PSD simétrica del anexo F, todas ellas por orden ascendente de velocidades símbolos. Si se negocia "transmitir silencio", la señal de sondeo consistente en la transmisión de silencio precederá a todas las demás señales de sondeo. P_{ri} es la i -ésima señal de sondeo (correspondiente a la i -ésima velocidad de símbolos negociada o a silencio). 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 plantilla 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. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten seleccionar plantillas de P_{ri} correspondientes a velocidades de datos de hasta 5696 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 sondeo de 6 dB como mínimo. La primera señal de sondeo remoto 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 sondeo remoto sucesivas.

En el modo opcional de M pares, P_{ri} deberá enviarse en paralelo por todos los pares de hilos.

6.3.2.2 La señal P_{ci}

La STU-C deberá enviar la señal de sondeo central t_{prc} después del final de la última señal de sondeo remoto. La velocidad de símbolos correspondiente a la señal de sondeo 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 el sondeo central, las diversas señales de sondeo se generarán comenzando con la mínima velocidad de símbolos negociada y terminando con la máxima. Si se seleccionan señales de sondeo tanto de PSD simétrica como asimétrica, deberán enviarse en primer lugar las señales de sondeo de PSD simétrica, por orden ascendente de velocidades símbolos, seguidas de las señales de sondeo de PSD asimétrica en orden ascendente de velocidades símbolos. Si se seleccionan señales de sondeo de PSD simétrica tanto del anexo A como del F, se enviarán en primer lugar las señales de sondeo de PSD simétrica del anexo A, seguidas de las señales de sondeo de PSD simétrica del anexo F, todas ellas por orden ascendente de velocidades símbolos. Si se negocia "transmitir silencio", la señal de sondeo consistente en la transmisión de silencio precederá a todas las demás señales de sondeo. P_{ci} es la i -ésima señal de sondeo (correspondiente a la i -ésima velocidad de símbolos negociada o a silencio). 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 plantilla 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. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten seleccionar plantillas de P_{ci} correspondientes a velocidades binarias de hasta 5696 kbit/s. También puede seleccionarse la forma de onda P_{ci} 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 sondeo de 6 dB como mínimo. Entre dos señales sucesivas de sondeo remoto 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 sondeo central y el comienzo de la siguiente sesión G.994.1.

En el modo opcional de M pares, P_{ci} deberá enviarse en paralelo por todos los 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 (i_2, i_1, i_0) | 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 objetivo PMMS

El receptor utiliza el margen objetivo 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 objetivo, en dB. Si se especifican el margen objetivo del caso más desfavorable y el margen objetivo 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 perturbadores. Esto puede aplicarse cuando se sepa que el número de perturbadores 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

objetivo de las condiciones existentes puede provocar reacondicionamientos si el entorno de ruido cambia de una manera significativa.

La negociación de los márgenes objetivo se realiza del siguiente modo:

Los márgenes objetivo que deben utilizar tanto la STU-C como la STU-R para determinar las velocidades de datos soportadas están controlados por la STU-C. En el intercambio de parámetros PMMS, la STU-C establecerá valores idénticos para los márgenes objetivo de PMMS ascendente y descendente. Esto no supone que los márgenes objetivo correspondientes al caso más desfavorable y los correspondientes a las condiciones actuales sean iguales.

Para determinar las velocidades de datos que puede soportar la STU-C, ésta puede optar por utilizar el margen objetivo de PMMS ascendente transmitido por la STU-R en el intercambio de parámetros PMMS o bien por utilizar un valor interno alternativo para los márgenes objetivo PMMS. La STU-R utilizará los parámetros de margen objetivo PMMS descendentes enviados por la STU-C para determinar las velocidades binarias que puede soportar la STU-R.

Este procedimiento es aplicable tanto a los márgenes objetivo correspondientes a la situación actual como a los correspondientes al caso más desfavorable.

6.4 Secuencia de preactivación G.994.1

Como se explicó en 6.3, deberá utilizarse la Rec. UIT-T G.994.1 [2] para comenzar la secuencia de preactivación. El sondeo de línea de preactivación descrito en dicha cláusula deberá ir seguido de 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 sondeo 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 sondeo 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 la Rec. UIT-T G.994.1:

6.4.1.1 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 de línea;
- en acondicionamiento indican velocidades de datos útiles.

Hay bits independientes para las PSD simétricas y asimétricas.

NOTA – En CLR, los parámetros de acondicionamiento ascendente indican las velocidades en modo datos que es capaz de transmitir la STU-R, mientras que los parámetros de acondicionamiento descendente indican las velocidades en modo datos que es capaz de recibir la STU-R. En CL, los parámetros de acondicionamiento descendente indican las velocidades en modo datos que es capaz de transmitir la STU-C, mientras que los parámetros de acondicionamiento ascendente indican las velocidades en modo datos que es capaz de recibir la STU-C. Si se utiliza el sondeo de línea opcional, los parámetros de acondicionamiento del receptor quedarán a su vez limitados por los resultados del sondeo. Si se utilizan repetidores, los parámetros de acondicionamiento de la SRU-R quedarán a su vez limitados por los parámetros de acondicionamiento de todas las SRU descendentes y por la STU-R.

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

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

6.4.1.4 soporte de DRR: Indica si se soporta la DRR. Véase E.10.3.

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

6.4.1.6 tiempo de respuesta: Indica la demora de las respuestas del protocolo DRR, medida como número de tramas SHDSL. El intervalo de valores soportados es de 1 a 15. Véase E.10.3.5

6.4.1.7 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.

6.4.1.8 número de M pares: Indica el número de pares utilizados en el modo opcional de M pares.

6.4.1.9 funcionamiento multipar: Se activa para indicar el modo de M pares. El modo de cuatro hilos es idéntico al modo de M pares con $M=2$, salvo por el método de asignación de número de orden a los pares de hilos. En el modo de cuatro hilos, el número de orden (o sea el número de identificación de cada par de hilos) se asigna como se explica en 6.3, mientras que en el modo de M pares, el número de orden se asigna a los pares de hilos como se explica en 7.2.1.5.

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

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

6.4.1.12 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 sondeo de línea) con los parámetros asociados.

6.4.1.13 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.

6.4.1.14 margen objetivo de sesión de modulación para la medición de la potencia: Si se selecciona el margen objetivo del caso más desfavorable, el margen objetivo 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 objetivo de la condición existente, el margen objetivo especificado es un margen relativo con respecto al ruido medido durante el sondeo de la línea. El margen objetivo 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 objetivo PMMS del caso más desfavorable corresponde a un margen objetivo 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 G.994.1, se enviarán ambos octetos de margen objetivo. Los valores específicos del margen objetivo 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 objetivo.

6.4.1.15 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.

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

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

6.4.1.18 velocidad de datos secundaria: Para PSD simétrica, los octetos de velocidad de datos indican la velocidad de datos básica en incrementos de 64 kbit/s ($n \times 64 \text{ kbit/s}$). Los bits de velocidad de datos secundaria indican incrementos adicionales de 8 kbit/s ($i \times 8 \text{ kbit/s}$) de datos. La velocidad total de datos útiles 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 ó 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 útiles.

6.4.1.19 palabra de sincronismo: Indica el valor que deberán tener los bits $sw1$ – $sw14$ ascendentes y descendentes. Véase la explicación detallada en 7.1.2.1.

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

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

6.4.1.22 activación de arranque en caliente: Se activa para indicar la disponibilidad del arranque en caliente. Véase el anexo H.

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 DSL.

6.4.3 Transacciones G.994.1

Si la STU-R no dispone de capacidades de información *a priori*, 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 dos 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 $k = 12(i + n \times 8)$. La velocidad de datos útiles 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. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89. 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 de M pares, hay M subcapas PMS-TC activas – una para cada par de hilos. En este caso, la fórmula anterior representa la velocidad de datos útiles para cada par y no la velocidad de datos útiles total. Todos los pares funcionarán a la misma velocidad de datos útiles y los transmisores de todos los pares deberán mantener la alineación de las tramas 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 → k + 16 | ----- | <i>b1</i> | Bloque #1 | |
| | k + 17 | 17 | <i>eoc01</i> | Bit EOC #1 | |
| | k + 18 | 18 | <i>eoc02</i> | Bit EOC #2 | |
| | k + 19 | 19 | <i>eoc03</i> | Bit EOC #3 | |
| | k + 20 | 20 | <i>eoc04</i> | Bit EOC #4 | |
| | k + 21 | 21 | <i>crc1</i> | Verificación por redundancia cíclica #1 | CRC-6 |
| | k + 22 | 22 | <i>crc2</i> | Verificación por redundancia cíclica #2 | CRC-6 |
| | k + 23 | 23 | <i>fbit3/ps</i> | Bit indicador fijo #3 (Estado de la potencia) | |
| | k + 24 | 24 | <i>sbid1</i> | ID de bit de relleno #1 | De reserva en el modo síncrono |
| | k + 25 | 25 | <i>eoc05</i> | Bit EOC #5 | |
| | k + 26 | 26 | <i>eoc06</i> | Bit EOC #6 | |
| | k + 27 → 2k + 26 | ----- | <i>b2</i> | Bloque de cabida útil #2 | |
| | 2k + 27 | 27 | <i>eoc07</i> | Bit EOC #7 | |
| | 2k + 28 | 28 | <i>eoc08</i> | Bit EOC #8 | |
| | 2k + 29 | 29 | <i>eoc09</i> | Bit EOC #9 | |
| | 2k + 30 2k + 31 | 30 31 | <i>eoc10</i> <i>crc3</i> | Bit EOC #10 Verificación por redundancia cíclica #3 | CRC-6 |
| | 2k + 32 | 32 | <i>crc4</i> | Verificación por redundancia cíclica #4 | CRC-6 |
| | 2k + 33 | 33 | <i>fbit4/segd</i> | Bit indicador fijo #4 (Defecto en el segmento) | |
| | 2k + 34 | 34 | <i>eoc11</i> | Bit EOC #11 | |
| | 2k + 35 | 35 | <i>eoc12</i> | Bit EOC #12 | |
| | 2k + 36 | 36 | <i>sbid2</i> | ID de bit de relleno #2 | De reserva en el modo síncrono |
| | 2k + 37 → 3k + 36 | ----- | <i>b3</i> | Bloque #3 | |
| | 3k + 37 | 37 | <i>eoc13</i> | Bit EOC #13 | |
| | 3k + 38 | 38 | <i>eoc14</i> | Bit EOC #14 | |

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

| Tiempo | Bit de la trama # | Bit de tara # | Nombre | Descripción | Notas |
|-------------------|--------------------------|----------------------|---------------|---|---|
| 0 ms | 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 → 4k + 46 | ----- | <i>b4</i> | Bloque #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 integrado)

Se proporcionan 20 bits (*eoc01... eoc20*) como canal de mantenimiento independiente. Véase información detallada en 9.5. En el modo de *M* pares, *eoc01* – *eoc20* del par 1 deberá transportar los datos EOC primarios. Los bits *eoc* correspondientes de los pares 2 a *M* 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 de *M* pares, *losd* del par 1 deberá transportar la indicación *losd* primaria. El bit *losd* en todos los demás pares será 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 un corte de la alimentación en la STU-R deberá quedar energía suficiente para enviar el bit *ps* en una trama como mínimo, y, a ser posible en tres tramas consecutivas, a la STU-C. Obsérvese que si se produce un fallo de la alimentación, el bit *ps* debe ponerse a cero en tantas tramas como sea posible antes de la desactivación. Si el bit *ps* se pone en menos de tres tramas, corresponde a la aplicación del STU-C determinar la validez del mensaje. Los regeneradores deberán dejar intacto este bit. En el modo de *M* pares, *ps* del par 1 deberá transportar la indicación del estado de alimentación principal. El bit *ps* de cualquier otro par será 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 lejano 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.

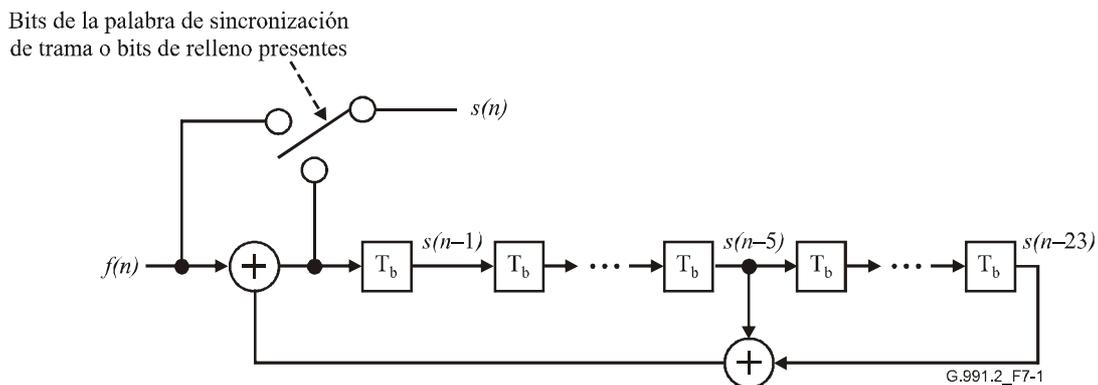


Figura 7-1/G.991.2 – Diagrama de bloques del aleatorizador de la STU-C

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.

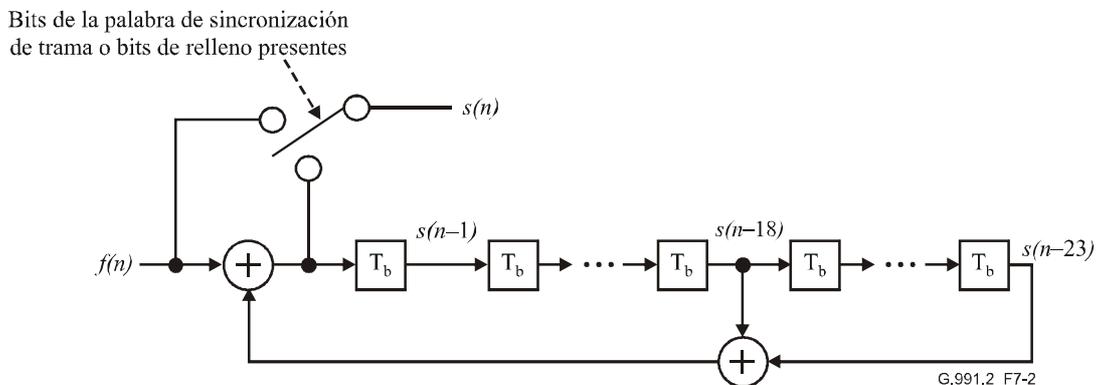


Figura 7-2/G.991.2 – Diagrama de bloques del aleatorizador de la STU-R

7.1.6 Memoria intermedia de retardo diferencial

En el modo opcional de M pares, se supone que las características de los M 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 dos pares cualesquiera. 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 de M pares, 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 intermedia de retardo diferencial es alinear las tramas SHDSL para que puedan volver a ensamblarse correctamente. Esta memoria intermedia 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 de M pares, la activación de cada M par de hilos se ejecutará en paralelo.

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

| Bits 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 | Coficiente 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 | Coficiente 2 del precodificador |
| 59:3952 | Coficiente 3-179 del precodificador |
| 3953:3974 | Coficiente 180 del precodificador |
| 3975:3995 | Coficiente A del codificador: 21 bits enviándose el LSB en primer lugar |
| 3996:4016 | Coficiente B del codificador: 21 bits enviándose el LSB en primer lugar |
| 4017:4144 | Datos del fabricante: 128 bits de información propietaria |
| 4145:4146 | Modo de M pares: STU-C: número de pares de hilos/STU-R: orden de los pares de hilos |
| 4147:4211 | Reservado: 65 bits puestos a cero lógico |
| 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 cinco 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 Modo de M pares: orden de los pares de hilos

En el modo opcional de M pares estos dos bits se utilizan para definir el orden de los M pares de hilos. Se utilizan para determinar cómo se dividen los datos de usuario entre los M bucles en el transmisor y cómo se combinan en el receptor con arreglo a lo especificado en 7.1.1. La asignación de los bucles 1 a M es peculiar de cada fabricante.

Los bits 4145 a 4146 de la trama de activación del dispositivo STU-C se utilizan para especificar el número M de pares de hilos. El LSB va en primer lugar. $M = 1$: 00_2 ; $M = 2$: 10_2 ; $M = 3$: 01_2 ; $M = 4$: 11_2 . Esta entrada de la trama de activación es idéntica en los M pares de hilos.

Los bits 4145 a 4146 de la trama de activación del dispositivo STU-R se utilizan para identificar el número de orden de cada uno de los M pares de hilos. El LSB va en primer lugar. Par de hilos 1: 00_2 ; par de hilos 2: 10_2 ; par de hilos 3: 01_2 ; par de hilos 4: 11_2 . Esta entrada de la trama de activación es distinta en cada uno de los M pares de hilos.

Si el sistema no funciona en el modo de M pares, estos dos bits se pondrán a cero lógico. En el modo de cuatro hilos, el número de orden se asigna como se explica en 6.3 mientras que los bits 4145 a 4146 de la trama de activación deberán ponerse a cero.

7.2.1.6 Reservado

Estos 65 bits se reservan para ser utilizados en el futuro y deberán ponerse a cero lógico.

7.2.1.7 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:

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

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,

$$crc(D) = c_1 D^{15} \oplus c_2 D^{14} \oplus \dots \oplus c_{15} D \oplus c_{16}$$

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 de cabida 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. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89. 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).

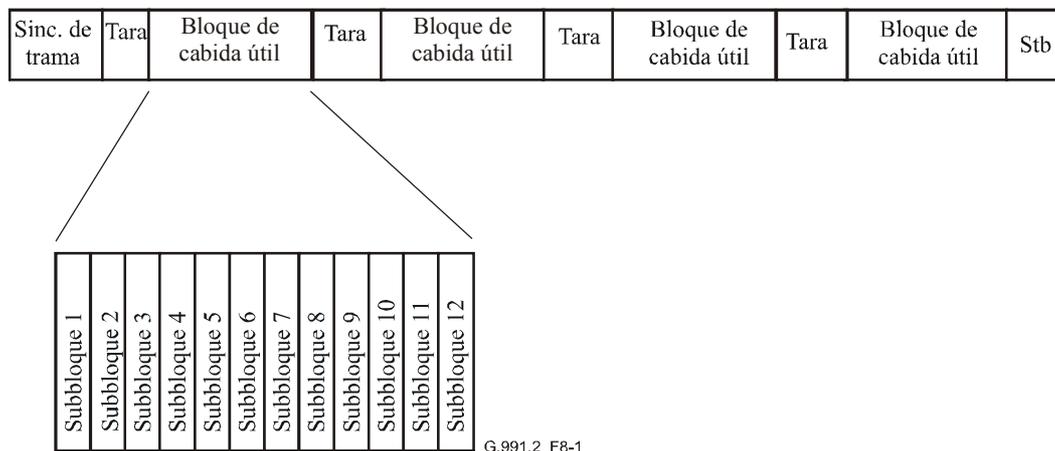


Figura 8-1/G.991.2 – Estructura de los bloques de cabida útil

8.2 Intercalación de datos en el modo de M pares

En el modo opcional de M pares, resulta imprescindible la intercalación de los datos de cabida útil entre pares. Esto se realiza dividiendo los subbloques de cabida útil entre todos los pares. De cada subbloque se transportarán k_s bits por el par 1 y otros tantos por cada uno de los demás pares, como muestra la figura 8-2 para el caso de $M=2$. El tamaño de cada subbloque de cabida útil se define como $M \times k_s$, siendo $k_s = i + n \times 8$. 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. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance un valor máximo de 89. 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).

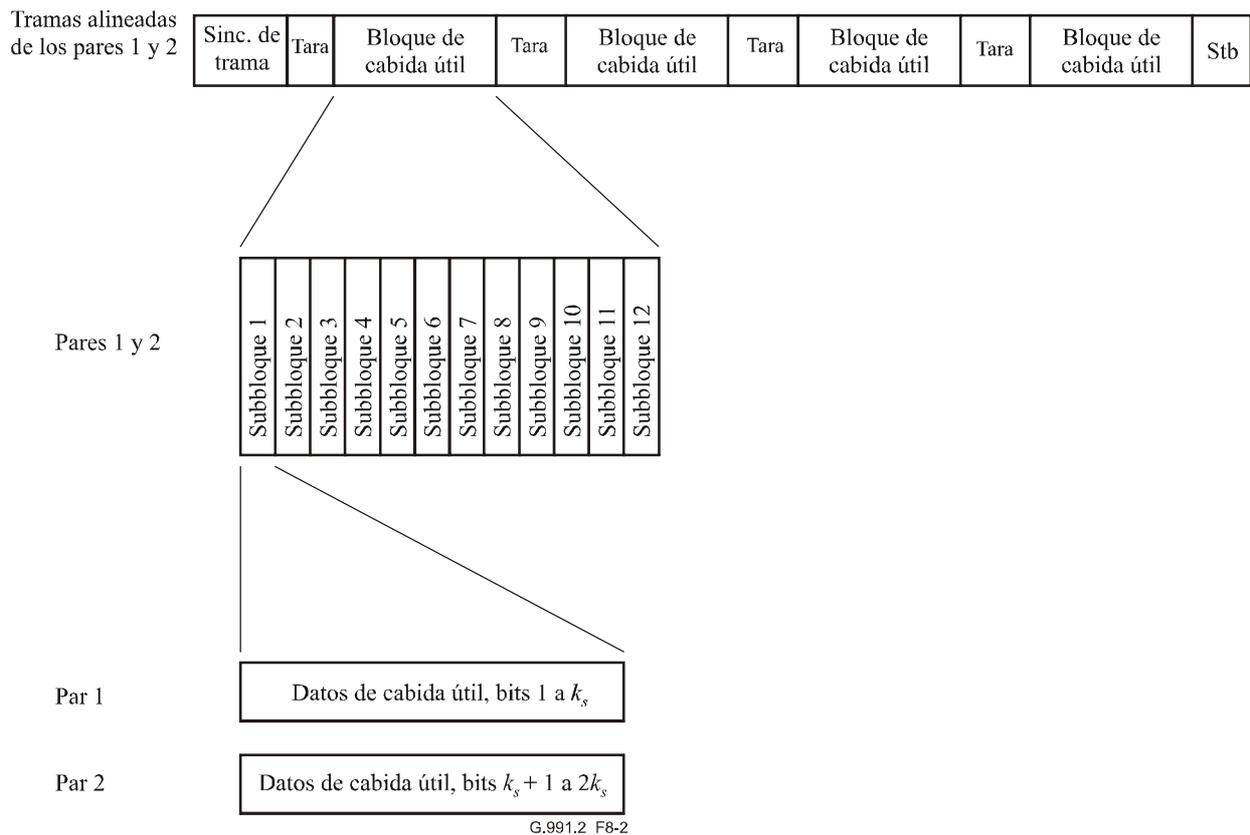


Figura 8-2/G.991.2 – Intercalación de datos en los bloques de cabida útil

9 Gestión

9.1 Modelo de referencia de gestión

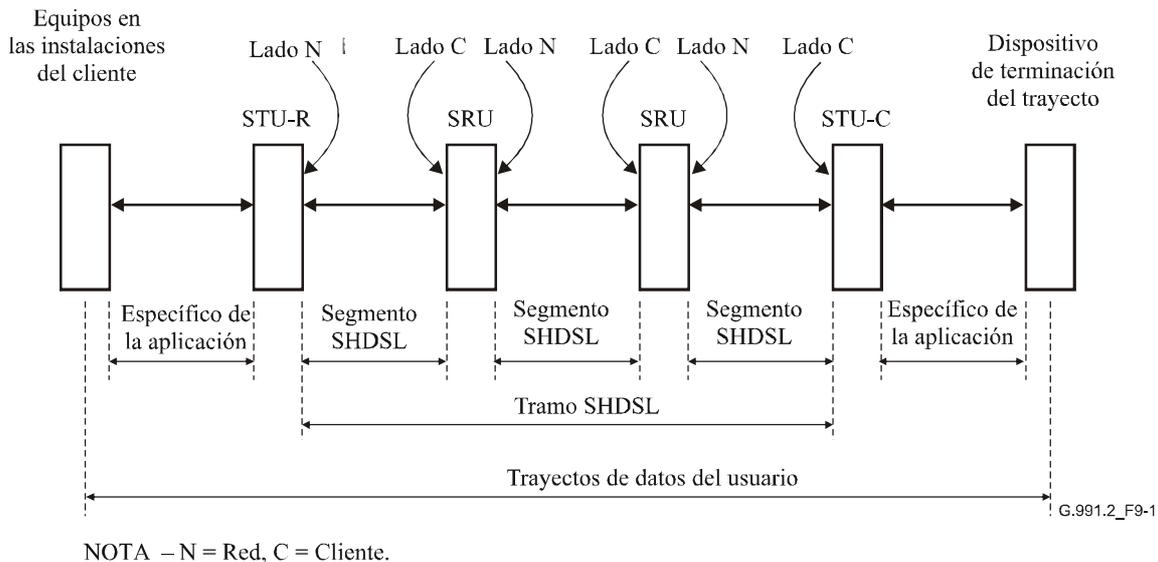


Figura 9-1/G.991.2 – Modelo de referencia de gestión

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, *CRC anomaly*)

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 *sgd* 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 entre 2 y 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].

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 255 s 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 integrado

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 de sondeo 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 sondeo de la STU-C y no de la STU-R entonces su dirección seguirá siendo 0 en el sentido de la unidad remota.

9.5.3 Arranque del canal de operaciones integrado (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 el sondeo de la STU-C antes de iniciar su propia fase de descubrimiento. La STU-R puede enviar su señal de sondeo a partir del 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 → | → Hacia adelante → | |

NOTA – DP = Sondeo de descubrimiento (*discovery probe*), DR = Respuesta de descubrimiento (*discovery response*), h = Saltos (*hop count*).

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 sondeo 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 remoto 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 remoto 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 con M pares, los mensajes del EOC se enviarán en paralelo de modo que los M 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 el "orden de octetos en 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 6.3/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 sondeo 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 | |
|------------------|--|--------------------------------|----------------------|
| Número de 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 ($7E_{16}$) y el patrón de escape de control $7D_{16}$ se obtendrá mediante relleno de octetos.

Antes de la transmisión:

- el patrón de octetos $7E_{16}$ se codificará como dos octetos $7D_{16}$, $5E_{16}$;
- el patrón de octetos $7D_{16}$ se codificará como dos octetos $7D_{16}$, $5D_{16}$.

En recepción:

- la secuencia de octetos $7D_{16}$, $5E_{16}$ se sustituirá por el octeto $7E_{16}$;
- la secuencia de octetos $7D_{16}$, $5D_{16}$ se sustituirá por el octeto $7D_{16}$;
- cualquier otra secuencia de dos octetos que empiece por $7D_{16}$ 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.

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 0_{16} y F_{16} . Las direcciones de las unidades deberán ajustarse a lo especificado en el cuadro 9-5. La dirección F_{16} sólo puede utilizarse como dirección de destino para especificar que el mensaje en cuestión se dirige a todas las unidades. La dirección 0_{16} 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 | Sondeo 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 E.13.3 |
| 21 | Petición de establecimiento de RDSI y POTS LAPV5 | STU-C | E.13.6 |
| 22 | Petición de desactivación | STU-C, STU-R | H.1.3.1 |
| 23 | Petición de correspondencia | STU-C, STU-R* | 9.5.5.7.27 |
| 24-63 | 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 |

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

| ID del mensaje (decimal) | Tipo de mensaje | Unidad de inicio | Referencia |
|--|--|-------------------------|-------------------|
| 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 | |
| 148 | Respuesta RDSI | STU-C, STU-R | E.8.7.1 E.13.3 |
| 149 | Establecimiento de RDSI y POTS LAPV5 | STU-R | E.13.6 |
| 150 | Respuesta de desactivación | STU-C, STU-R | H.1.3.2 |
| 151 | Respuesta de correspondencia | Todas | 9.5.5.7.28 |
| 152-191 | 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) | | |
| * Indica soporte opcional. La unidad puede iniciar este mensaje. | | | |

9.5.5.7 Contenido de los mensajes

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 Sondeo de descubrimiento – ID de mensaje 1

Al mensaje sondeo 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.

Cuadro 9-7/G.991.2 – Campo de información del sondeo 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 sondeo de descubrimiento. El campo cuenta de saltos se pondrá a una unidad más que el valor recibido en el mensaje sondeo 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 opcional con M pares, la indicación LOSW en sentido hacia adelante quiere decir que los M bucles descienden en dicho sentido desde la SRU. En ambos casos, la SRU no puede entregar el mensaje sondeo de descubrimiento a la unidad adyacente e informa de esto a la STU de inicio. El campo del octeto SLOW se pondrá a 00_{16} para las respuestas procedentes de las STU.

El campo ID del fabricante se utiliza para identificar al integrador del sistema, especificado en 9.5.5.7.4.

El número de versión SHDSL indica la norma SHDSL con arreglo a la que se construyó el sistema. Para la presente versión de esta Recomendación (12/2003), estos bits se pondrán a 00001000.

El fabricante del sistema, identificado por el ID del fabricante, asignará el número de versión de soporte lógico del EOC del fabricante. Los números de versión de soporte lógico se incrementarán para cada nueva norma SHDSL.

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

| Octeto # | 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 bits 7..1 | Reservado | | |
| 14 bit 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.

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.

El número de versión SHDSL indica la norma SHDSL con arreglo a la que se construyó el sistema. Para G.shdsl.bis (proyecto), estos bits se pondrán a 00001000.

El campo ID del fabricante se utiliza para especificar el integrador del sistema. En este contexto, se suele entender por integrador del sistema el fabricante de la unidad sustituible in situ más pequeña. Ésta suele coincidir con la señalada por el campo código de identificación de unidad (CLEI™). Por este motivo, el contenido del campo ID del fabricante puede no coincidir con el ID del fabricante indicado en G.994.1, que se refiere al fabricante de la interfaz de capa física. El número de serie, número de modelo, número de emisión, número de lista y número de revisión del soporte lógico se asignarán en relación con el integrador del sistema.

En Norteamérica se utilizan códigos de identificación de unidades especiales. Estos códigos de identificador de equipos de lenguaje común (CLEI, *common language equipment identifier*) los utilizan los proveedores de servicios de red para funciones de inventario, petición de recambios, suministro y mantenimiento. En Norteamérica, los códigos CLEI se utilizan como ID de producto del fabricante. Los códigos CLEI cumplen la norma ANSI T1.213, identificación codificada de entidades de equipos del sistema de telecomunicaciones norteamericana para el intercambio de información. En regiones distintas de Norteamérica estos campos pueden ponerse a cero.

La información sobre la versión de soporte lógico del módem, la lista del fabricante (versión del soporte físico del módem), la emisión del módem, el número de modelo, y el número de serie del módem son específicos del sistema. Así pues, esta información deberá asignarla el fabricante del sistema identificado por el ID de fabricante.

La versión de soporte lógico del fabricante indica la versión del soporte lógico del sistema SHDSL. La versión de soporte lógico del fabricante no tiene por qué coincidir con la versión de soporte lógico del EOC de 9.5.5.7.2. El número de lista del fabricante indica el número de versión del soporte físico del sistema. El campo emisión del fabricante indica el uso específico de la unidad. El número de modelo del fabricante es exclusivo del tipo de unidad de que se trate. El número de serie del fabricante identifica cada unidad individualmente.

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 transceptor 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:

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

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.

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

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

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|---------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 5 | ID de mensaje | |
| 2 bit 7 | Tipo de configuración | Bit | 0 = Normal, 1 = Lectura solamente. |
| 2 bits 6..4 | Reservado | | |
| 2 bits 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 |
| 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.

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|-------------|---|---------------|----------------------------|
| 1 | 131 | ID de mensaje | |
| 2 bits 7..1 | Reservado | | |
| 2 bit 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 bits 7..4 | Umbral del margen de la relación señal/ruido SHDSL (dB) | Numérico | 0 = Desactivado, 1 a 15 |
| 4 bits 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.

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

| Octeto # | Campo de información | Tipo de datos | Referencia |
|---------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 133 | ID de mensaje | |
| 2 bits 7..1 | Reservado | | |
| 2 bit 0 | UTC (Incapacidad de realizar) | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = UTC |
| 3 bits 7..4 | Reservado | | |
| 3 bits 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 |
| 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.

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

| Octeto # | Contenidos | Tipo de datos | Referencia |
|-------------|---------------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| 1 | ID de mensaje 18 | ID de mensaje | |
| 2 bit 7 | Tipo de configuración | Bit | 0 = Normal, 1 = Lectura solamente |
| 2 bits 6..1 | Reservado | | |
| 2 bit 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.

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|-------------|--|---------------|----------------------------------|
| 1 | ID de mensaje 146 | ID de mensaje | |
| 2 bits 7..1 | Reservado | | |
| 2 bit 0 | UTC (Insatisfactorio) | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = UTC |
| 3 bits 7..1 | Reservado | | |
| 3 bit 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 de M pares, los mensajes 139, 140 y 141 contienen información de estado específica de un par concreto. En tal caso, la unidad interrogada puede enviar M mensajes (uno por cada par) de los tipos 139, 140 y 141, en respuesta al mensaje de petición de estado. El elemento respondedor proporcionará la información del ID del bucle en los mensajes EOC 139, 140 y 141. El elemento respondedor deberá suministrar en primer lugar la información relativa al bucle 1, seguida poco después de la información solicitada para el bucle 2 (si $M \geq 2$), después para el bucle 3 (si $M \geq 3$), y a continuación para el bucle 4 (si $M = 4$).

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).

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 de M 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 a los bucles 2 a M (un mensaje por bucle).
- Estado de funcionamiento del lado cliente SHDSL (9.5.5.7.15) – relativo al bucle 1.
- Estado de funcionamiento del lado cliente SHDSL – relativo a los bucles 2 a M (un mensajes por bucle).
- Estado de mantenimiento (9.5.5.7.20).

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).

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, 3 = Bucle 3, 4 = Bucle 4) |

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.

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|----------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 1 | ID de mensaje 140 | ID de mensaje | |
| 2 bit 7 | Reservado | | |
| Bit 6 | Estado de reducción de potencia – N | Bit | 0 = Por defecto 1 = Seleccionado |
| Bit 5 | Avería de dispositivo | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = Avería |
| Bit 4 | Avería de continuidad en c.c. – N | Bit | 0 = Satisfactorio 1 = Avería |
| Bit 3 | Alarma del margen SNR – N | Bit | 0 = Satisfactorio 1 = Alarma |
| Bit 2 | Alarma de atenuación del bucle – N | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = Alarma |
| Bit 1 | Alarma de fallo LOSW SHDSL – N | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = Alarma |
| Bit 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 | |

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|-----------------|--|----------------------|---|
| 7-8 | Contador de anomalías CRC SHDSL módulo 65536 – N | Entero sin signo | |
| 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 bit 7 | Indicación a la STU-C de desbordamiento del contador – N | | 0 = Satisfactorio 1 = Desbordamiento |
| 11 bit 6 | Indicación a la STU-C de reiniciación del contador – N | | 0 = Satisfactorio 1 = Reiniciación |
| 11 bit 5 | Indicación a la STU-R de desbordamiento del contador – N | | 0 = Satisfactorio 1 = Desbordamiento |
| 11 bit 4 | Indicación a la STU-R de reiniciación del contador – N | | 0 = Satisfactorio 1 = Reiniciación |
| 11 bits 3..0 | Valor (dB) base de la reducción de potencia – N | Carácter sin signo | 0 .. 15 |
| 12 bit 7 | Ampliación (dB) de la reducción de potencia – N | Bit | 0 → PBO = Valor Base + 0 dB 1 → PBO = Valor Base + 16 dB |
| 12 bits 6..3 | Reservado | | |
| 12 bits 2..0 | ID del bucle | Carácter sin signo | 1 = Bucle 1 2 = Bucle 2 3 = Bucle 3 4 = Bucle 4 |

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 auto comprobaciones. 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.

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|-----------------|--|--|---|
| 1 | ID de mensaje 141 | ID de mensaje | |
| 2 bit 7 | Reservado | | |
| Bit 6 | Estado de reducción de potencia – C | Bit | 0 = Por defecto 1 = Seleccionado |
| Bit 5 | Avería de dispositivo | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = Avería |
| Bit 4 | Avería de continuidad en c.c. – C | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = Avería |
| Bit 3 | Alarma del margen de la SNR-C | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = Alarma |
| Bit 2 | Alarma de atenuación del bucle – C | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = Alarma |
| Bit 1 | Alarma de fallo de la LOSW de la SHDSL – C | Bit | 0 = Satisfactorio, 1 = Alarma |
| Bit 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 bit 7 | Indicación a la STU-C de desbordamiento del contador – C | | 0 = Satisfactorio 1 = Desbordamiento |
| 11 bit 6 | Indicación a la STU-C de reiniciación del contador – C | | 0 = Satisfactorio 1 = Reiniciación |
| 11 bit 5 | Indicación a la STU-R de desbordamiento del contador – C | | 0 = Satisfactorio 1 = Desbordamiento |
| 11 bit 4 | Indicación a la STU-R de reiniciación del contador – C | | 0 = Satisfactorio 1 = Reiniciación |
| 11 bits 3..0 | Valor (dB) base de la reducción de potencia – C | Carácter sin signo | 0...15 |
| 12 bit 7 | Extensión (dB) de la reducción de potencia – C | Bit | 0 → PBO = Valor Base + 0 dB 1 → PBO = Valor Base + 16 dB |
| 12 bits 6..3 | Reservado | | |
| 12 bits 2..0 | ID del bucle | Carácter sin signo | 1 = Bucle 1 2 = Bucle 2 3 = Bucle 3 4 = Bucle 4 |

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. La unidad de extremo que emite la petición de conexión (mensaje 6) deberá emitir la correspondiente petición (mensaje 7) para terminar la sesión de terminal virtual. La unidad de extremo lejano deberá responder con el estado "sin conexión" del virtual terminal (mensaje 134) cuando reciba un mensaje de teclado de la unidad de extremo próximo que termina la sesión de terminal virtual. (Esto permite que el extremo cercano se entere de que el extremo lejano ha terminado la conexión.) Si la unidad de extremo lejano hubiera abandonado la sesión de terminal y se hubiese recibido un mensaje de teclado, la unidad de extremo lejano deberá responder con el mensaje 134 – "sin conexión"

Para cada carácter de teclado que tenga un significado especial en el extremo próximo (por ejemplo un mandato de escape), se proporcionarán los medios para enviar dicho carácter de teclado al extremo lejano. (Esto es análogo al mandato CTRL-] escape utilizado en las sesiones TELNET. Cuando se vuelve al terminal local desde una sesión TELNET mediante escape, se puede emitir normalmente un mandato "enviar escape" u otro semejante a fin de enviar el carácter CTR-] al extremo lejano.)

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.

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 | |
| 2.. (L + 1) | Caracteres ASCII y secuencias de escape | Matriz de caracteres | |

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|-------------|---|----------------------|------------|
| 1 | ID de mensaje 136 – Pantalla | ID de mensaje | |
| 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 |

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|----------|--------------------------------|-----------------|-------------|
| 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 |
|------------------|--|
| 7 | Reservado |
| 6 | Borrar todos los estados de mantenimiento (incluidos los propietarios) |
| 5 | Iniciar bucle especial |
| 4 | Terminar bucle especial |
| 3 | Iniciar bucle hacia la red |
| 2 | Iniciar bucle hacia el cliente |
| 1 | Terminar bucle hacia la red |
| 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.

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|----------|--|---------------|------------------------------------|
| 1 | ID de mensaje 137 – Estado de mantenimiento-bucle | ID de mensaje | |
| 2 bit 7 | Estados de los límites temporales del bucle | Bit | 0 = Invariable, 1 = Modificado |
| 2 bit 6 | Activado el estado de mantenimiento propietario | Bit | 0 = Desactivado, 1 = Activado |
| 2 bit 5 | Activado el bucle especial | Bit | 0 = Desactivado, 1 = Activado |
| 2 bit 4 | Activado el bucle hacia la STU-R | Bit | 0 = Desactivado, 1 = Activado |
| 2 bit 3 | Activado el bucle hacia la STU-C | Bit | 0 = Desactivado, 1 = Activado |
| 2 bit 2 | Unidad alimentada localmente o por el tramo | Bit | 0 = Por el tramo 1 = Localmente |
| 2 bit 1 | Inversión del extremo/señal del cliente | Bit | 0 = Normal 1 = Invertido |
| 2 bit 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 plantilla de la densidad espectral de potencia relativa a la potencia recibida y a la configuración de su modalidad de PBO.

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

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

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

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|----------|--|---------------|---------------------------------------|
| 3 bit 1 | Valor de la reducción de potencia en el lado cliente | Bit | 0 = Por defecto 1 = Seleccionado |
| 3 bit 0 | Rearranque parcial en el lado cliente (tras 5 s) | Bit | 0 = Sin re arranque 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.

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 | |
| 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 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 FF₁₆ se reserva para indicar el transporte de los paquetes de protocolo de gestión de red simple (SNMP), como se describe en 6.4/G.997.1. Los paquetes SNMP pueden transmitirse utilizando uno o varios de estos mensajes.

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 | |
| 3.. (N + 2) | Datos del mensaje externo G.997.1 (N octetos) | | |

9.5.5.7.26 Mensaje genérico incapacidad de realizar (UTC) (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.

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 | |

9.5.5.7.27 Petición de correspondencia – ID de mensaje 23

El mensaje solicitud de correspondencia se utiliza para determinar la correspondencia entre el número de par físico (o bucle) etiquetado en el equipo y el número de orden del par de hilos (o bucle) lógico (7.2.1.5). Aunque esta correspondencia es específica del fabricante, esta información sirve para localizar averías en los circuitos. La respuesta a esta petición será el ID de mensaje 151.

Cuadro 9-32a/G.991.2 – Campo de información de petición de correspondencia

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|----------|-----------|---------------|------------|
| 1 | 23 | ID de mensaje | |

9.5.5.7.28 Respuesta de correspondencia – ID de mensaje 151

El mensaje respuesta de correspondencia se envía como respuesta a un mensaje de petición de correspondencia (ID de mensaje 23). Se utiliza para determinar la correspondencia entre el número de par (o bucle) físico y el número de orden del par de hilos (o bucle) lógico. El número del par físico es el número etiquetado en el exterior del equipo. El número de par de hilos lógico es el definido por los bits 4145 a 4146 de la trama de activación procedente del dispositivo STU-R, especificado en 7.2.1.5. El número de par físico está integrado por dos octetos, conteniendo el primero de ellos el byte más significativo y el segundo el menos significativo. Por ejemplo, si el número de 16 bits de los octetos 3/4 contiene el valor 4, entonces el par de hilos lógicos 1 de 7.2.1.5 se transporta por el par físico del equipo etiquetado como número 4. Si la unidad respondedora es un repetidor, la información de respuesta de correspondencia para el lado de red del repetidor se enviará primero con el bit 3 del octeto 2 puesto a cero, seguida inmediatamente por la información de respuesta de correspondencia para el lado cliente del repetidor con el bit 3 del octeto 2 puesto a uno.

Cuadro 9-32b/G.991.2 – Campo de información de respuesta de correspondencia

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|------------|-------------------|----------------|--|
| 1 | 151 | ID del mensaje | |
| 2 bit 7 | Lado de respuesta | Bit | 0 = información del lado de red, 1 = información del lado del cliente |
| 2 bits 6-3 | Reservado | | |

Cuadro 9-32b/G.991.2 – Campo de información de respuesta de correspondencia

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|--|--|--------------------|---|
| 2 bits 2-0 | Número de pares de hilos, M | Sin signo | 1 = par 1, 2 = par 2, 3 = par 3, 4 = par 4 |
| 3-4 | Número de par físico correspondiente al par 1 de hilos lógicos (7.2.1.5) | Carácter sin signo | |
| 5-6 | Número de par físico correspondiente al par 2 de hilos lógicos (7.2.1.5) | Carácter sin signo | |
| | . | . | |
| | . | . | |
| | . | . | |
| $2 \times M + 1 -$ $2 \times M + 2$ | Número de par físico correspondiente al par M de hilos lógicos (7.2.1.5) | Carácter sin signo | |

9.5.6 Ejemplos de funciones de control del terminal virtual

Esta nota informativa presenta ejemplos de secuencias de escape comunes ANSI X3.4-1986 (R1997) [B3].

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 | |
| Situar cursor (CUP) | ESC [RR;CCH | (Nota) |
| Situar cursor (en la columna 1) | ESC [RRH | Subconjunto de situar cursor |
| Cursor en posición de inicio | ESC [H | Subconjunto de situar cursor |
| NOTA – ESC tiene el valor $1B_{16}$. 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 $1B_{16}5B_{16}34_{16}3B_{16}31_{16}32_{16}48_{16}$. 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.

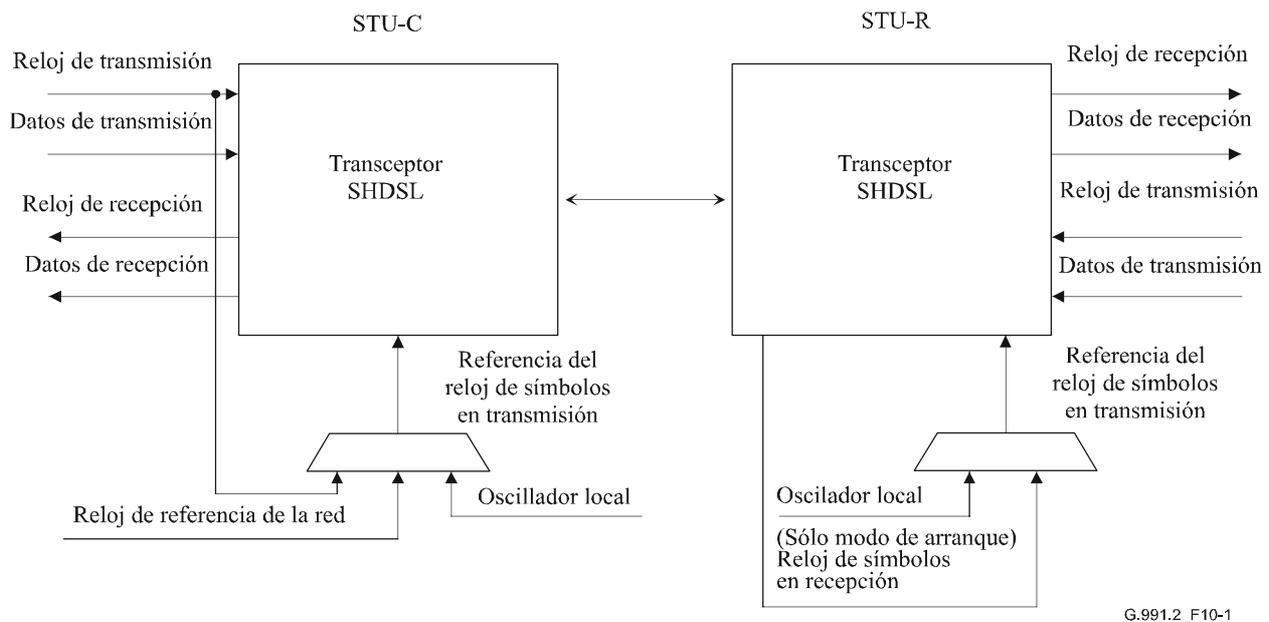


Figura 10-1/G.991.2 – Arquitectura del reloj de referencia

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:

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

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 $n = 3..36$, u, opcionalmente, $n = 37..89$, como se explica en el anexo F). 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.

El balance longitudinal en la interfaz del bucle SHDSL se medirá con un circuito de acoplamiento que tenga una terminación metálica de $135\ \Omega$ y una terminación longitudinal de $33,8\ \Omega$ (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 remotas) 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.

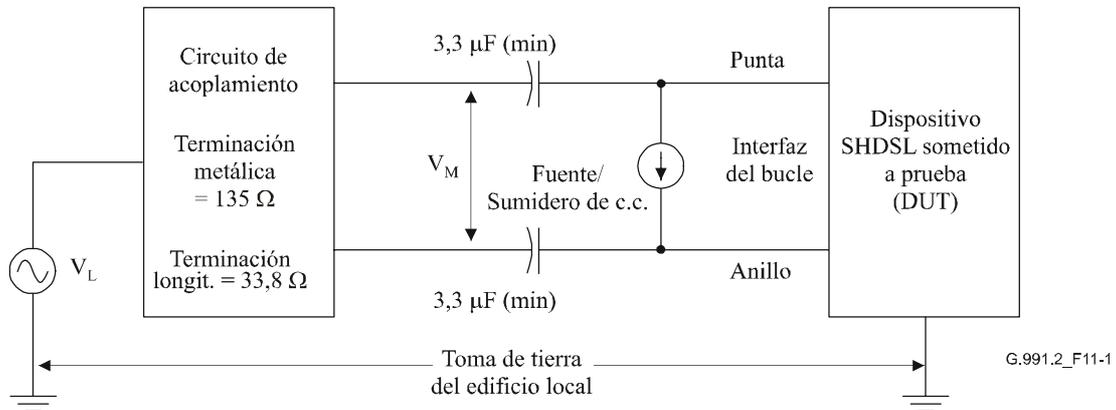


Figura 11-1/G.991.2 – Medición del balance longitudinal

El balance longitudinal medido en la interfaz de bucle SHDSL quedará por encima de la plantilla 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 $135\ \Omega$ (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 encima de la plantilla límite. El balance longitudinal se medirá en el intervalo de frecuencias de 20 kHz a 2 MHz.

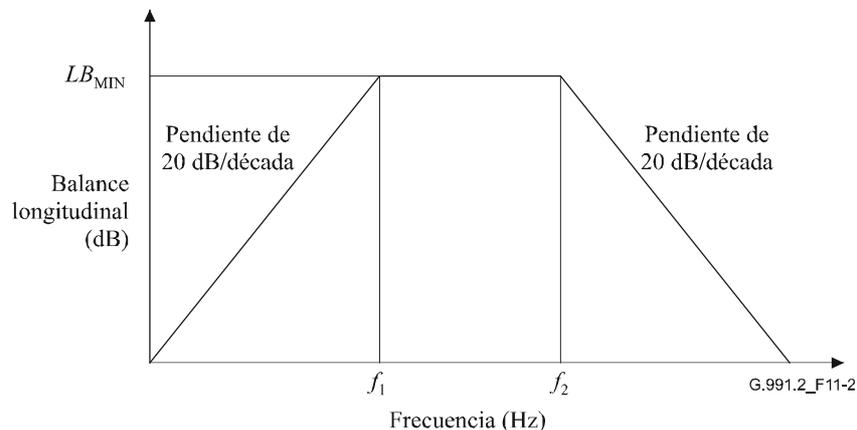


Figura 11-2/G.991.2 – Plantilla límite del balance longitudinal

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 $135\ \Omega$ y otra longitudinal de $33,8\ \Omega$ 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 remotos) 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.

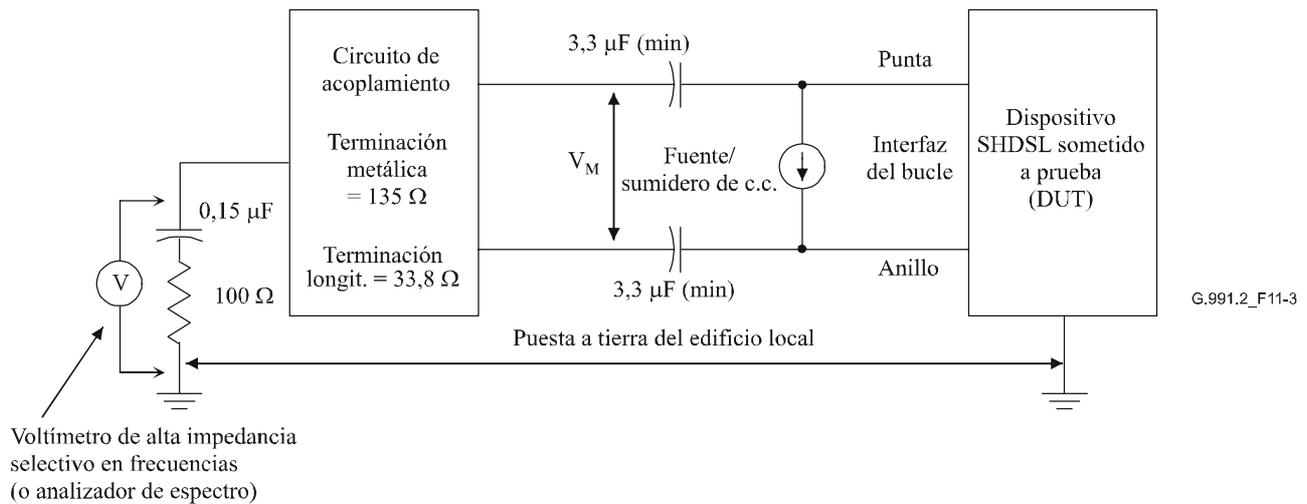


Figura 11-3/G.991.2 – Medición de la tensión de salida longitudinal

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 135Ω . 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

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

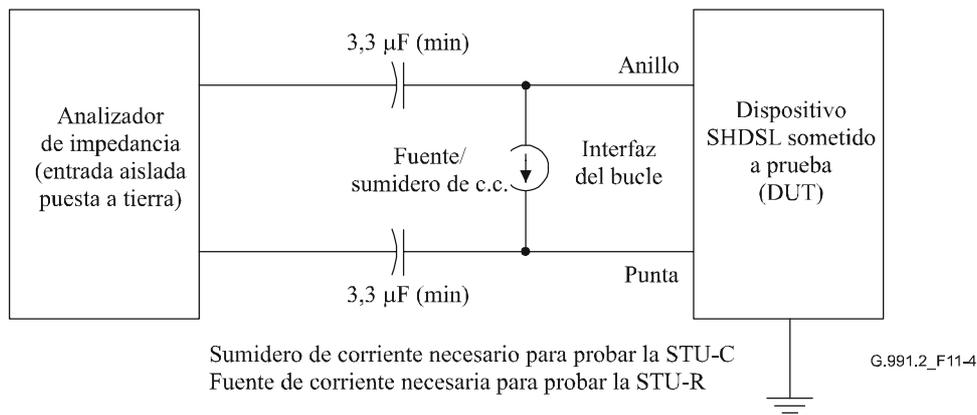


Figura 11-4/G.991.2 – Método de prueba de las pérdidas de retorno con analizador de impedancia

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

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

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

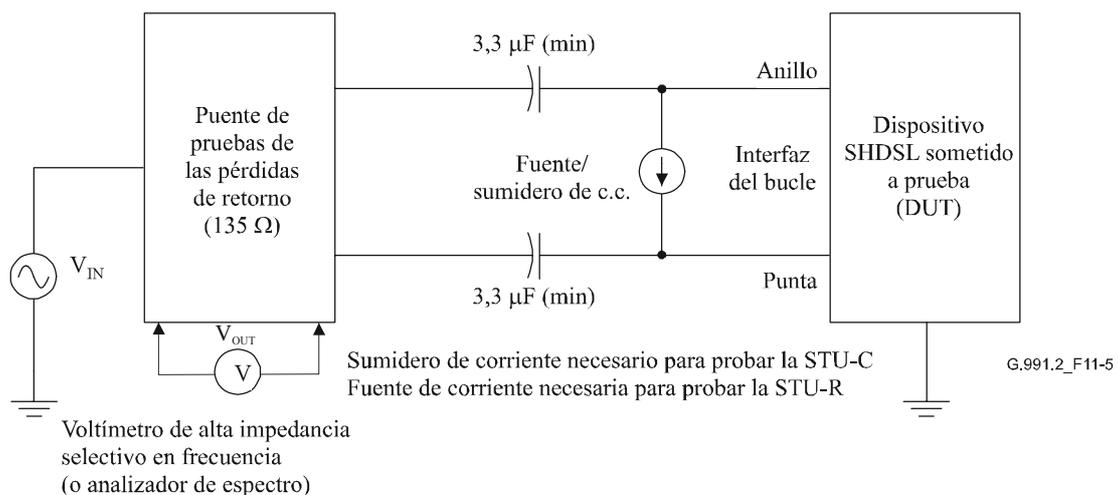


Figura 11-5/G.991.2 – Método de prueba de las pérdidas de retorno mediante puente

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 135Ω . 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 135Ω permanecerán por encima de la plantilla 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.

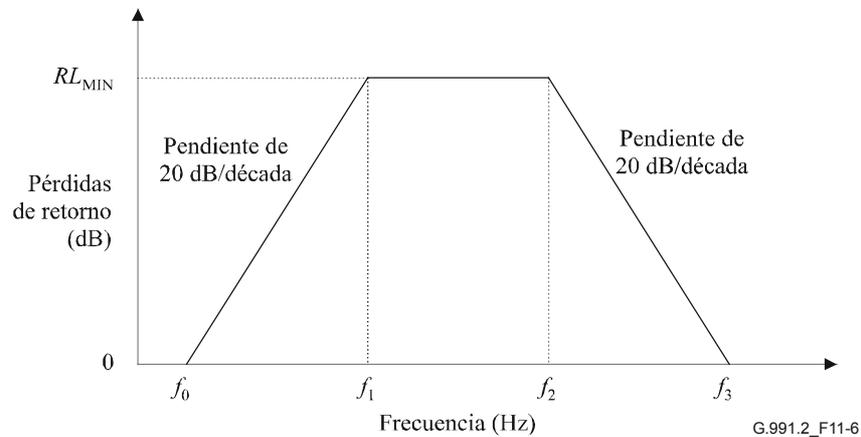


Figura 11-6/G.991.2 – Plantilla límite de las pérdidas de retorno

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.

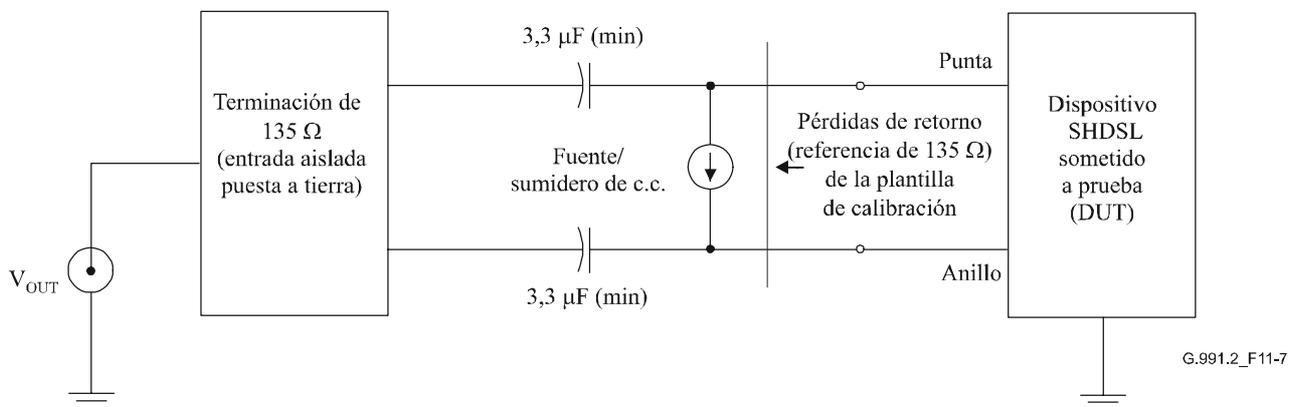


Figura 11-7/G.991.2 – Esquema de medición de la densidad espectral de potencia/potencia total

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 3 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 emitiendo ininterrumpidamente ya sea la señal S_c (6.2.2.2) o la señal $Data_c$ (6.2.2.7). Si se utiliza $Data_c$, la potencia total medida sobre 135Ω debe quedar dentro del intervalo ($P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB) especificado en A.4 y B.4. De utilizarse S_c , la potencia total medida sobre 135Ω deberá quedar dentro del intervalo ($P_{SHDSL} - 0,2$ dB $\pm 0,5$ dB). La potencia media de transmisión de la STU R se medirá mientras se emite ininterrumpidamente o bien la señal S_r (6.2.2.3) o bien la señal $Data_r$ (6.2.2.7). Si se utiliza $Data_r$, la potencia total medida sobre 135Ω deberá quedar dentro del intervalo ($P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB) especificada en A.4 y B.4. De utilizarse S_r , la potencia total medida sobre 135Ω deberá quedar dentro del intervalo ($P_{SHDSL} - 0,2$ dB $\pm 0,5$ dB). Esta medición de potencia en modo de activación será 0,2 dB inferior a la potencia de transmisión en modo datos asociada debido a la definición de la constelación PAM-2.

La densidad espectral de potencia de transmisión de la STU-C se medirá mientras se emite ininterrumpidamente o bien la señal S_c (6.2.2.2) o bien la señal $Data_c$ (6.2.2.7). La densidad espectral de potencia de transmisión de la STU-R se medirá mientras se emite ininterrumpidamente o bien la señal S_r (6.2.2.3) o bien la señal $Data_r$ (6.2.2.7). Si se utiliza $Data_c$ o $Data_r$, la PSD de transmisión medida sobre 135Ω deberá quedar por debajo de la correspondiente $PSDMask(f)$ de A.4 y B.4. Si se utilizan S_c o S_r , la PSD de transmisión medida sobre 135Ω deberá quedar por debajo de la correspondiente $PSDMask(f)$ de A.4 y B.4 reducida en 0,2 dB en la banda de paso (es decir $PSDMask(f)$ con un aumento de la PBO de 0,2 dB).

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.4 y B.4. La señal de transmisión de la STU-R se ajustará a los requisitos correspondientes de A.4 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 transeceptores 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.

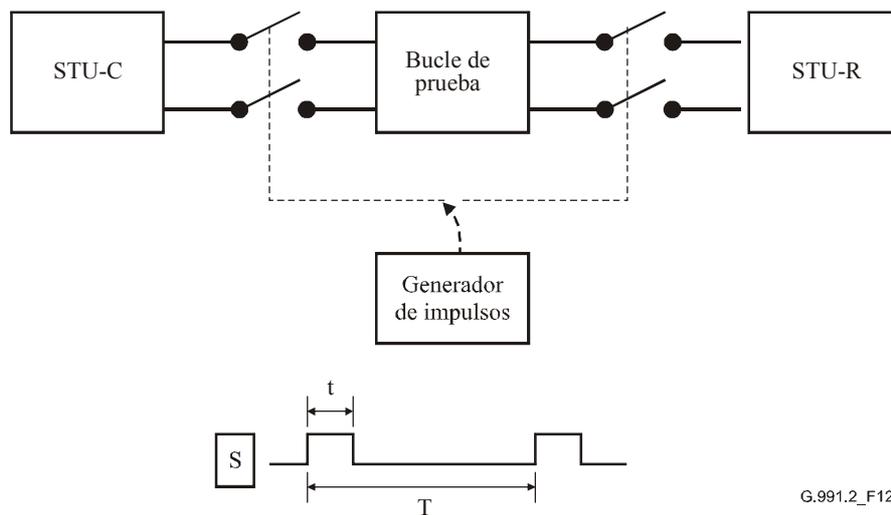


Figura 12-1/G.991.2 – Circuito de prueba de la microinterrupción

Anexo A

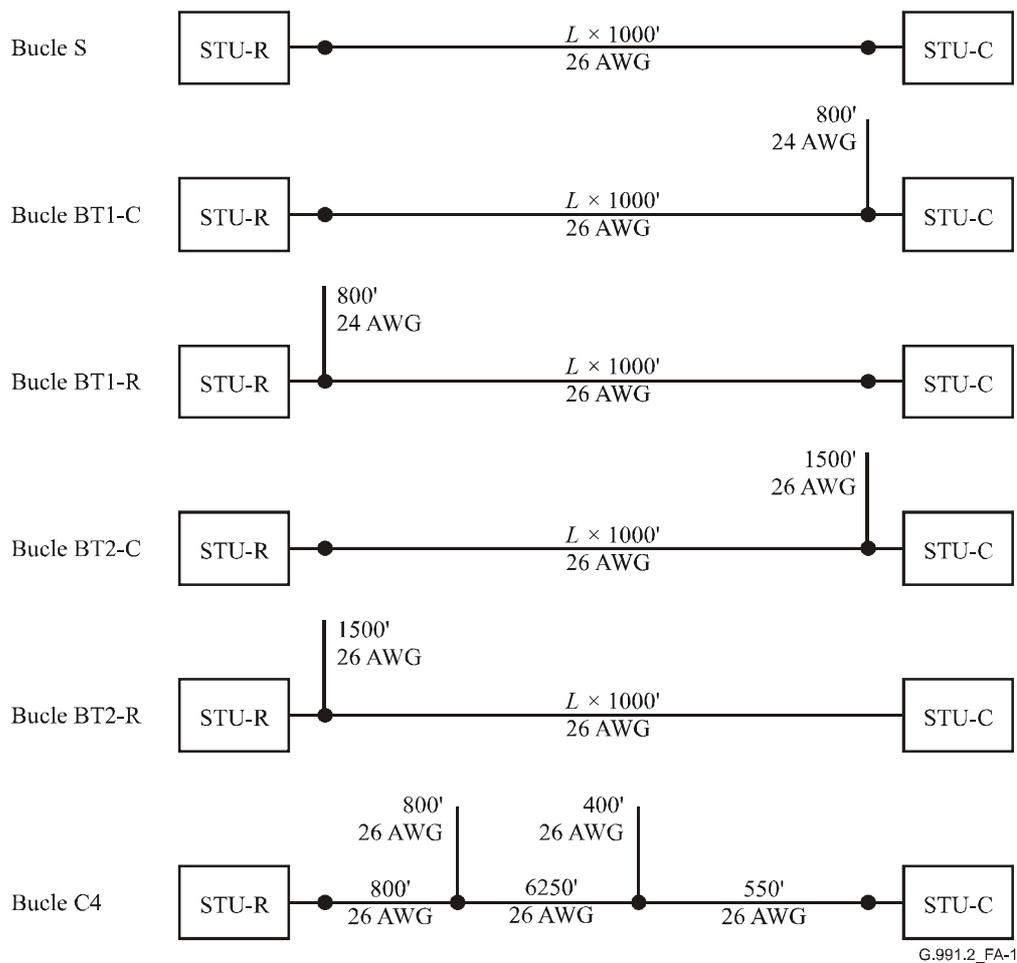
Requisitos específicos de la Región 1

A.1 Alcance

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.

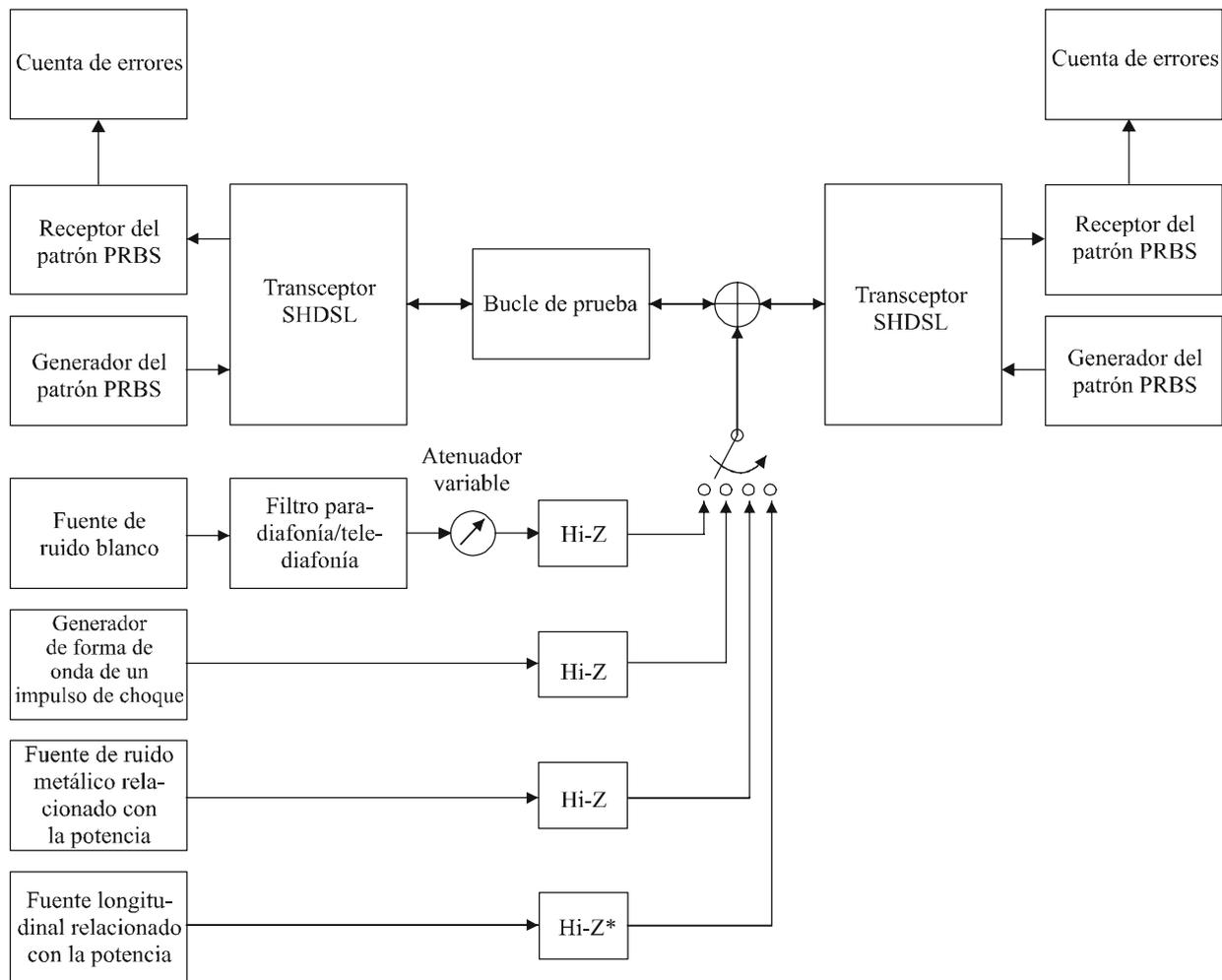
Figura A.1/G.991.2 – Bucles de prueba

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 transceptor SHDSL de oficina central (STU-C, *STU at the central office*) y un transceptor en el extremo remoto (STU-R, *STU at the remote end*). Los transceptores 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 transceptor 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 transceptor y detectando los errores en el tren de datos PRBS recibido en el otro transceptor. 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 transceptores 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.



G.991.2_FA-2

*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.

NOTA – La inyección de ruido tiene por objeto ajustar la PSD de ruido teórica cuando el transceptor que se prueba está conectado al bucle. Se ha demostrado que para velocidades de datos de cabida útil de 1024 kbit/s o inferiores en el bucle S, y para velocidades de datos de cabida útil de 192 kbit/s, en todos los bucles, el desacoplo de impedancias puede aumentar la PSD de ruido a bajas frecuencias. Uno de los métodos de compensación consiste en modificar el factor Δ definido en A.3.1.4 sustituyendo el ruido teórico $N(f)$, en el paso 3 de A.3.1.4, por la PSD de ruido medida en conexión con el bucle que se prueba. Otro método consiste en colocar un circuito pasivo, consistente en una resistencia R en paralelo con un condensador C, en serie con cada hilo del par de salida del generador de ruido. Se proponen para RC los valores R = 1,2 k Ω y C = 1 μ F, aunque deben adaptarse a cada generador de ruido de modo que el ruido inyectado se ajuste a la PSD de ruido teórica. Un tercer método consiste en calibrar la forma de onda del generador de ruido en el bucle que se prueba de modo que cuando se conecte al mismo, la forma de onda de ruido teórica esté presente en los terminales del transceptor.

A.3.1.4 Calibración del simulador de bucle

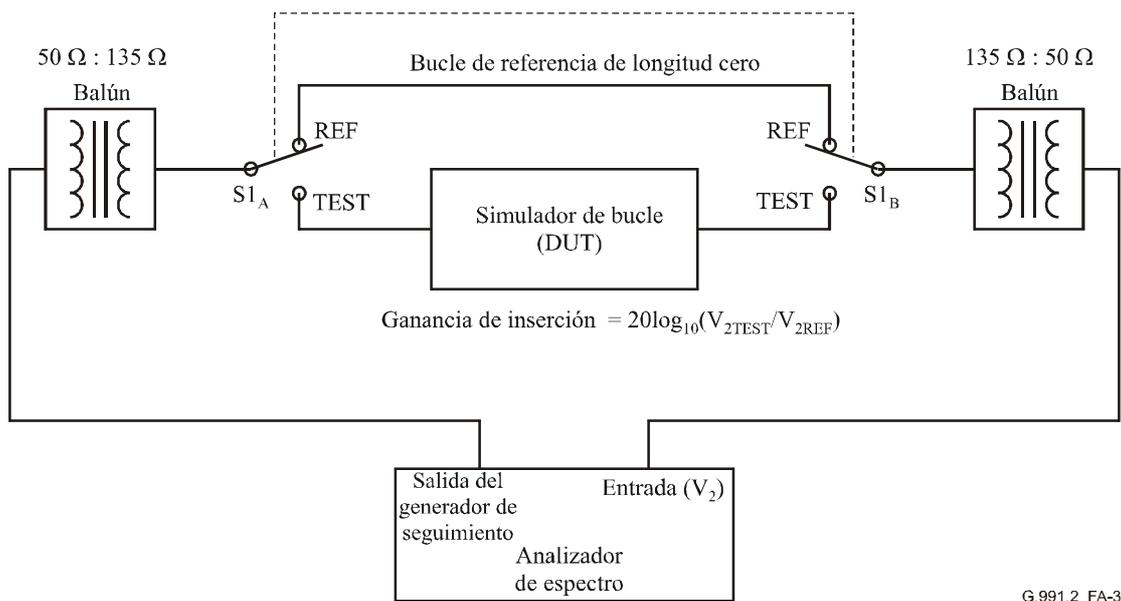
Hay una variación considerable de las pérdidas de inserción para el mismo modelo de bucle entre los simuladores de distintos fabricantes. Los simuladores de bucle típicos pueden presentar variaciones en las pérdidas de inserción superiores a $\pm 1,0$ dB respecto al modelo de bucle ideal en la banda 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 $SNR1$, relación señal-ruido ideal del receptor, haciendo $SNR1$ igual a SNR_{dB} siendo $S(f)$ la densidad espectral de potencia de la señal de transmisión en el extremo lejano ($NominalPSD(f)$ 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} .



G.991.2_FA-3

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 transeptores 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 $67,5 \Omega$) 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 de cabida útil (kbit/s) | PSD | Combinación de interferentes | Margen exigido (dB) |
|--------|------------------------------------|------------------------|------------------|--|------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 | C4 | – | STU-C | 1544 | Asimétrica | 24T1 + 24 SHDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 2 | C4 | – | STU-C | 1544 | Asimétrica | 39 SHDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 3 | C4 | – | STU-C | 1544 | Asimétrica | 24 FDD ADSL + 24 HDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 4 | S | 9,0 | STU-C | 1544 | Asimétrica | 24T1 + 24 SHDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 5 | S | 9,0 | STU-C | 1544 | Asimétrica | 39 SHDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 6 | S | 9,0 | STU-C | 1544 | Asimétrica | 24 FDD ADSL + 24 HDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 7 | C4 | – | STU-R | 1544 | Asimétrica | 24T1 + 24 SHDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 8 | S | 9,0 | STU-R | 1544 | Asimétrica | 24T1 + 24 SHDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 9 | S | 6,3 | STU-C | 2304 | Simétrica | 24-T1 + 24 SHDSL Asim 1544 | $5 + \Delta^*$ |
| 10 | BT1-C | 5,2 | STU-C | 2304 | Simétrica | 24-T1 + 24 SHDSL Asim 1544 | $5 + \Delta^*$ |
| 11 | BT1-C | 5,2 | STU-C | 2304 | Simétrica | 49-SHDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 12 | S | 6,3 | STU-R | 2304 | Simétrica | 49-SHDSL | $5 + \Delta^*$ |
| 13 | BT1-R | 5,2 | STU-R | 2304 | Simétrica | 49-SHDSL | $5 + \Delta^*$ |

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 de cabida útil (kbit/s) | PSD | Combinación de interferentes | Margen exigido (dB) |
|---------------|---|---|-------------------------|---|------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 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^* |
| 21 | S | 7,9 | STU-C | 1544 | Simétrica | 39-SHDSL Sim 1544 | 5 + Δ^* |
| 22 | BT1-C | 6,4 | STU-C | 1544 | Simétrica | 24-FDD ADSL + 24 SHDSL Asim 1544 | 5 + Δ^* |
| 23 | BT1-C | 6,4 | STU-C | 1544 | Simétrica | 24-SHDSL + 24-FDD ADSL | 5 + Δ^* |
| 24 | S | 7,9 | STU-R | 1544 | Simétrica | 49-SHDSL | 5 + Δ^* |
| 25 | BT1-R | 6,4 | STU-R | 1544 | Simétrica | 24-T1 + 24 SHDSL Asim 1544 | 5 + Δ^* |
| 26 | BT1-R | 6,4 | STU-R | 1544 | Simétrica | 49-SHDSL | 5 + Δ^* |
| 27 | S | 11,0 | STU-C | 768 | Simétrica | 49-HDSL | 5 + Δ^* |
| 28 | BT1-C | 10,2 | STU-C | 768 | Simétrica | 49-SHDSL | 5 + Δ^* |
| 29 | BT1-C | 10,2 | STU-C | 768 | Simétrica | 49-HDSL | 5 + Δ^* |
| 30 | S | 11,0 | STU-R | 768 | Simétrica | 49-HDSL | 5 + Δ^* |
| 31 | BT1-R | 10,2 | STU-R | 768 | Simétrica | 49-SHDSL | 5 + Δ^* |
| 32 | BT1-R | 10,2 | STU-R | 768 | Simétrica | 49-HDSL | 5 + Δ^* |
| 33 | S | 11,2 | STU-C | 768 | Asimétrica | 49-HDSL | 5 + Δ^* |
| 34 | BT1-C | 10,4 | STU-C | 768 | Asimétrica | 49-HDSL | 5 + Δ^* |
| 35 | BT1-C | 10,4 | STU-C | 768 | Asimétrica | 24-FDD ADSL + 24-HDSL | 5 + Δ^* |
| 36 | S | 11,2 | STU-R | 768 | Asimétrica | 24-T1 + 24 HDSL | 5 + Δ^* |
| 37 | BT1-R | 10,4 | STU-R | 768 | Asimétrica | 24-T1 + 24-SHDSL | 5 + Δ^* |
| 38 | BT1-R | 10,4 | STU-R | 768 | Asimétrica | 39-FDD ADSL | 5 + Δ^* |
| 39 | S | 14,8 | STU-C | 384 | Simétrica | 24-SHDSL + 24-DSL | 5 + Δ^* |
| 40 | BT2-C | 13,8 | STU-C | 384 | Simétrica | 24-SHDSL + 24-DSL | 5 + Δ^* |
| 41 | BT2-C | 13,8 | STU-C | 384 | Simétrica | 49-SHDSL | 5 + Δ^* |
| 42 | S | 14,8 | STU-R | 384 | Simétrica | 24-SHDSL + 24-DSL | 5 + Δ^* |
| 43 | BT2-R | 13,8 | STU-R | 384 | Simétrica | 24-SHDSL + 24-DSL | 5 + Δ^* |
| 44 | BT2-R | 13,8 | STU-R | 384 | Simétrica | 49-SHDSL | 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 de cabida útil (kbit/s) | PSD | Combinación de interferentes | Margen exigido (dB) |
|--------|------------------------------------|------------------------|------------------|--|-----------|------------------------------|---------------------|
| 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 | $5 + \Delta^*$ |

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.

* 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.

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 de cabida útil soportado y el siguiente conjunto de velocidades de datos de cabida útil: (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 cresta a cresta 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.

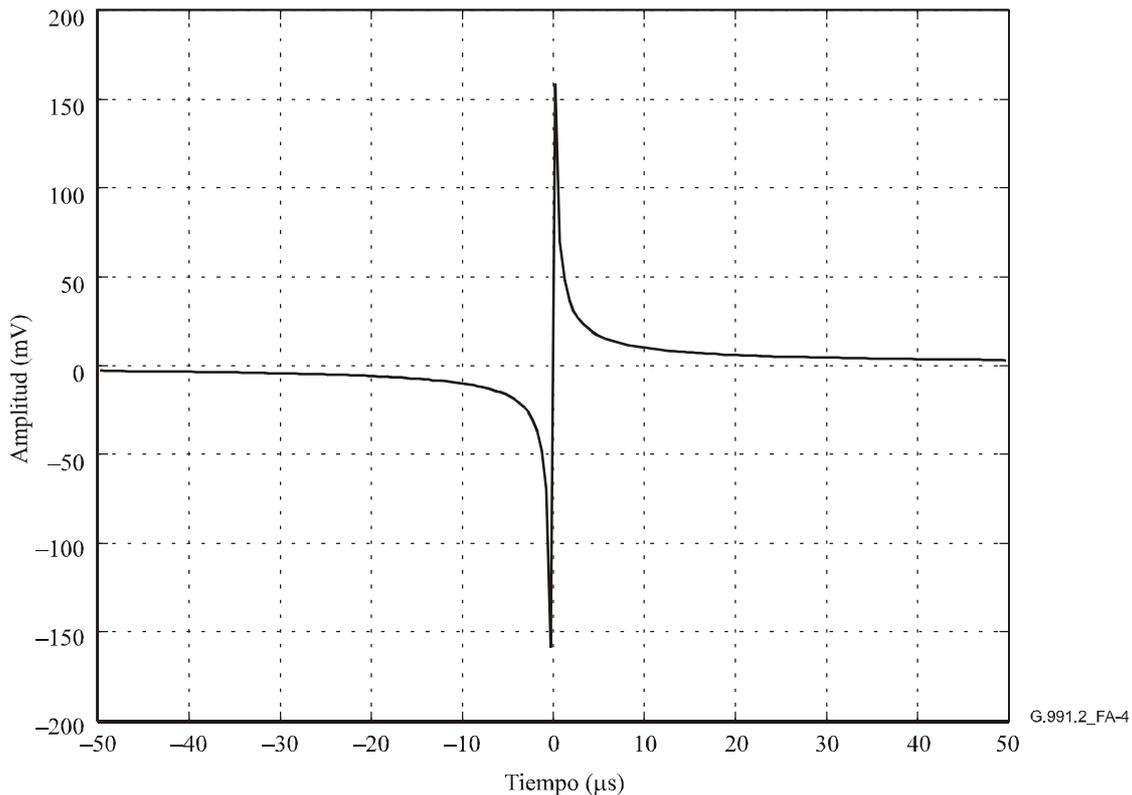


Figura A.4/G.991.2 – Representación del impulso de prueba muestreado a 2 Mmuestras/s, en el dominio del tiempo

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 Mmuestras/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:

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

siendo:

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

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 ksímbolos/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:

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

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 plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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 plantillas de 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 plantillas de 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:

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

siendo:

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

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:

$$|H_{NEXT-1-Piece}(f, N)|^2 = 0,8536 \times 10^{-14} \times f^{1,5} \times N^{0,6}$$

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
PSD_{Case-6} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad 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 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2 \\
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
\end{aligned}$$

$$PSD_{Case-19} = PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-20} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R5,6}, 5600)|^2$$

$$PSD_{Case-21} = PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{S7,9}, 7900)|^2$$

$$PSD_{Case-22} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$\frac{24 \times PSD_{ADSL-Up}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{FEXT}(f, 48, L_{BT1-C6,4}, 6400)|^2$$

$$PSD_{Case-23} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C6,4}, 6400)|^2$$

$$PSD_{Case-24} = PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-25} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R6,4}, 6400)|^2$$

$$PSD_{Case-26} = PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-27} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-28} = PSD_{SHDSL-768-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-29} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-30} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-31} = PSD_{SHDSL-768-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$PSD_{Case-32} = PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2$$

$$\begin{aligned}
PSD_{Case-33} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-34} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-35} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT_1-C10,4}, 10400)|^2 \\
PSD_{Case-36} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-37} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-768-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-768-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT_1-R10,4}, 10400)|^2 \\
PSD_{Case-38} &= PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{BT_1-R10,4}, 10400)|^2 \\
PSD_{Case-39} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-40} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-41} &= PSD_{SHDSL-384-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-42} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-43} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-44} &= PSD_{SHDSL-384-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-45} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-46} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-47} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-256-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2
\end{aligned}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A.4 Plantillas de PSD

Para cualquier velocidad de datos la PSD de transmisión de cada STU no superará las plantillas de 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).

La PSD dentro de banda para $0 < f < 1,5$ MHz deberá medirse con una anchura de banda de resolución de 10 kHz.

NOTA – Si las variaciones de PSD en intervalos de frecuencia estrechos son considerables (por ejemplo, cerca de la unión del lóbulo principal con el umbral mínimo de ruido) podría ser necesario utilizar una anchura de banda de resolución (RBW, *resolution bandwidth*) inferior. Una buena regla práctica consiste en seleccionar la RBW de modo que no haya más de 1 dB de alteración en la señal PSD en toda la RBW.

El soporte de las PSD simétricas especificadas 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 Plantillas de PSD simétrica

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

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \left\{ \begin{array}{l} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)} \right]^2}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Orden}}} \times 10^{\frac{\text{MaskedOffsetdB}(f)}{10}}, f < f_{\text{int}} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, f_{\text{int}} \leq f \leq 1,1 \text{ MHz} \end{array} \right\}$$

con $MaskOffsetdB(f)$ definida como:

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

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} , $Orden$, 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 plantillas de 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.

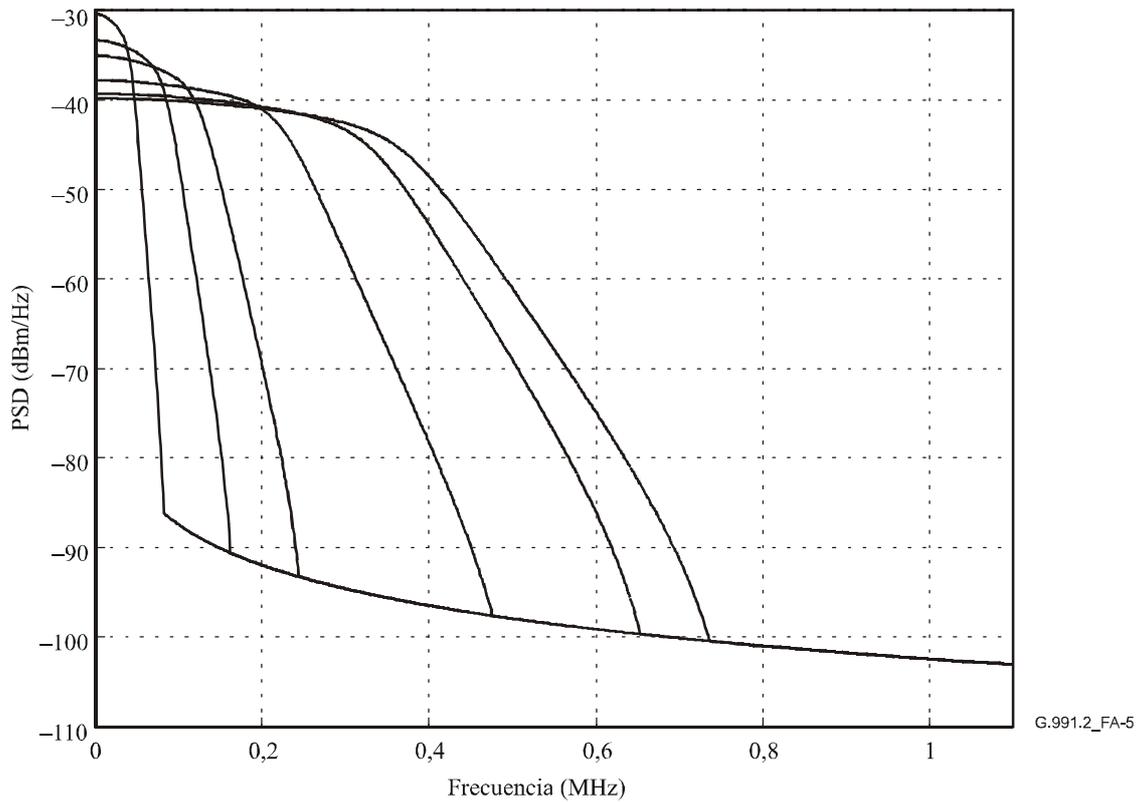


Figura A.5/G.991.2 – Plantillas de PSD con 0 dB de reducción de potencia

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

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

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.

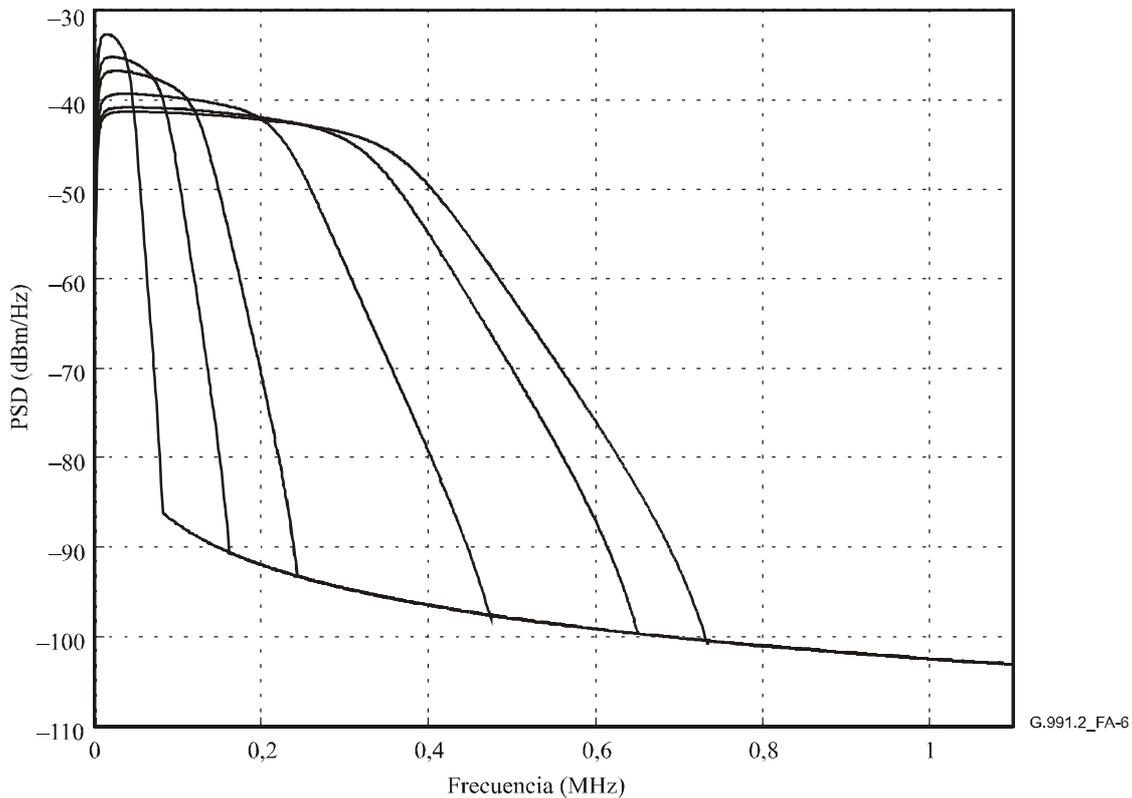


Figura A.6/G.991.2 – PSD nominales con 0 dB de reducción de potencia

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 Plantilla de PSD asimétrica de 1,536 ó 1,544 Mbit/s

El conjunto de plantillas de PSD asimétrica especificado en A.4.2.1 y A.4.2.2 deberá opcionalmente ser soportado para velocidades de datos de cabida útil de 1,536 y 1,544 Mbit/s (velocidades de datos en trama de 1,544 y 1,552 Mbit/s) en Norteamérica. Las plantillas de PSD corresponden a 0 dB de reducción de potencia. Para otros valores de reducción de potencia, las plantillas de PSD en la banda de paso quedarán desplazadas, aunque la plantilla 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 Plantilla 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 plantilla de la figura A.7. El cuadro A.5 contiene los valores numéricos de la plantilla de la figura A.7. La plantilla de PSD se genera interpolando linealmente las entradas de frecuencia y potencia (dBm/Hz) del cuadro A.5.

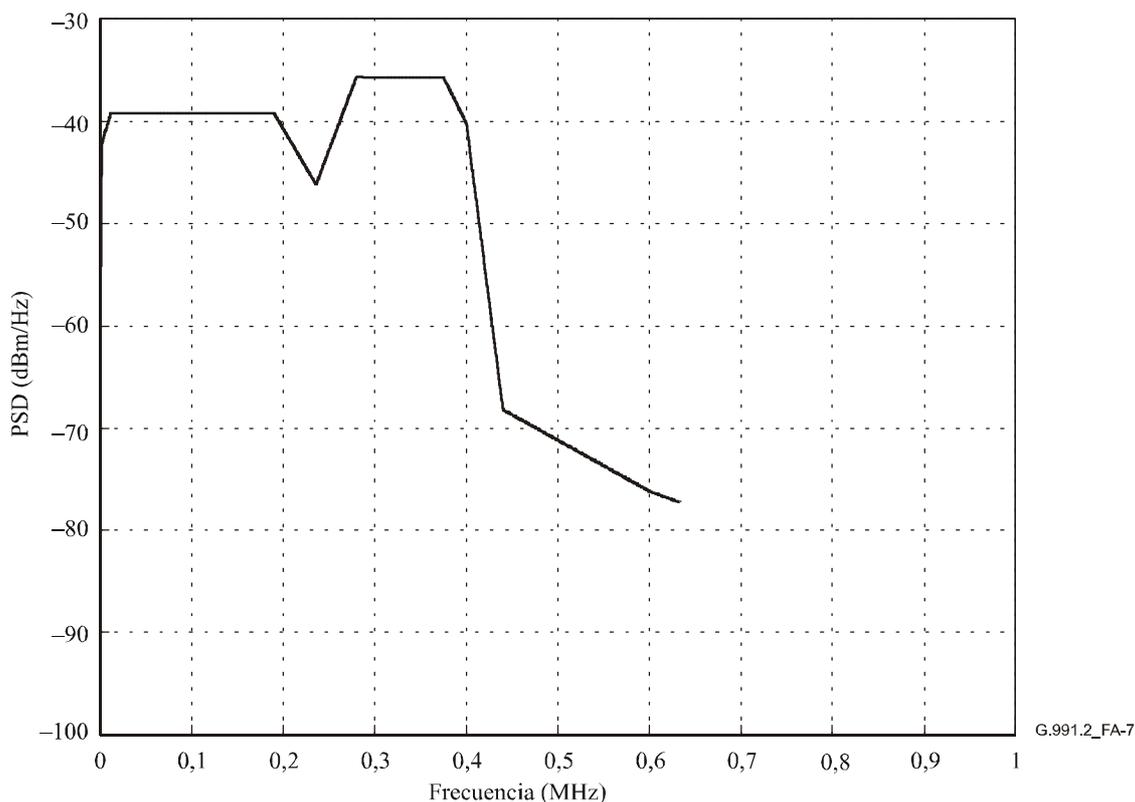


Figura A.7/G.991.2 – Plantilla de PSD de la STU-C para 1,536 ó 1,544 Mbit/s con 0 dB de reducción de potencia

Cuadro A.5/G.991.2 – Valores de la plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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 Plantilla 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 plantilla de la figura A.8. El cuadro A.6 contiene los valores numéricos correspondientes a la plantilla de la figura A.8. La plantilla de PSD se genera interpolando linealmente las entradas de frecuencia y potencia (dBm/Hz) del cuadro A.6.

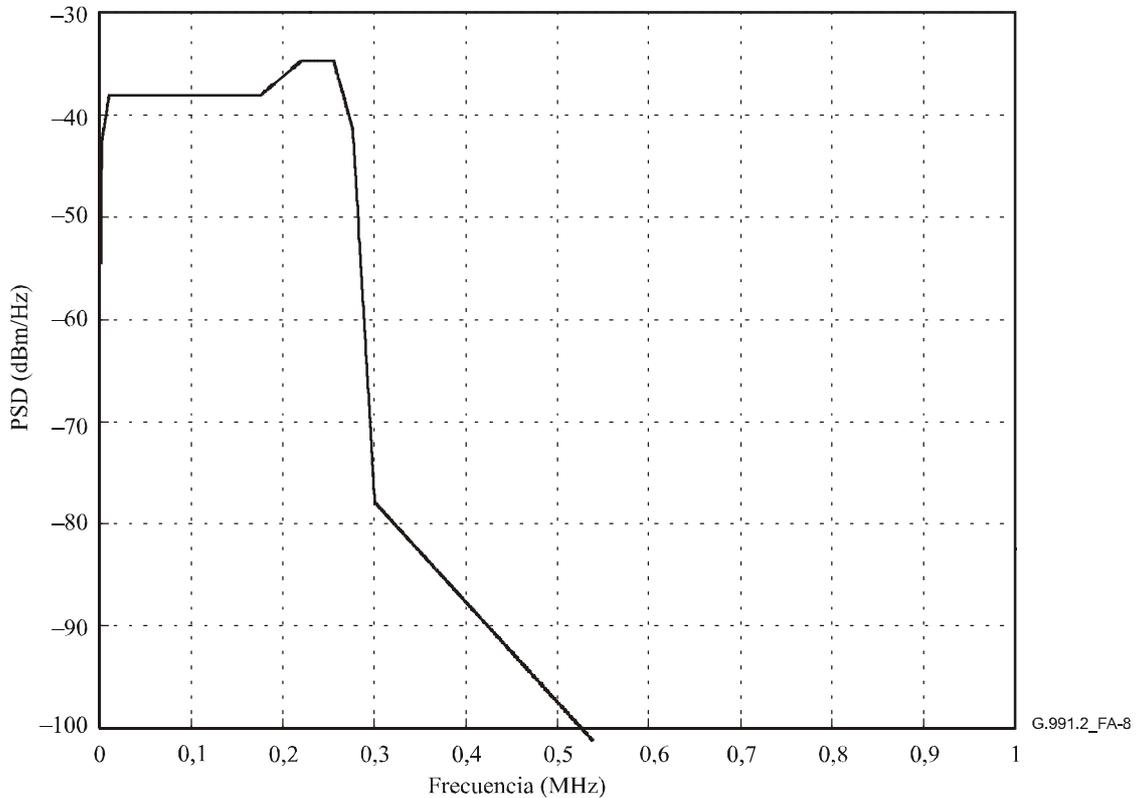


Figura A.8/G.991.2 – Plantilla de PSD de la STU-R para 1,536 ó 1,544 Mbit/s con 0 dB de reducción de potencia

Cuadro A.6/G.991.2 – Valores de la plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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 Plantillas de PSD asimétrica para velocidades de datos de 768 ó 776 kbit/s

El conjunto de plantillas de PSD asimétrica especificadas en A.4.3.1 y A.4.3.2 se soportará opcionalmente para las velocidades de datos de cabida útil de 768 kbit/s y 776 kbit/s (velocidades de datos en trama de 776 y 784 kbit/s) en Norteamérica. Las plantillas de PSD se describen para el caso de reducción de potencia igual a 0 dB. Para otros valores de reducción de potencia, las plantillas de PSD en la banda de paso se desplazarán, aunque la plantilla 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 Plantilla 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 plantilla de la figura A.9 El cuadro A.7 proporciona los valores numéricos correspondientes a la plantilla de la figura A.9. La plantilla de PSD se genera mediante la interpolación lineal de las entradas de frecuencia y potencia (dBm/Hz) del cuadro A.7.

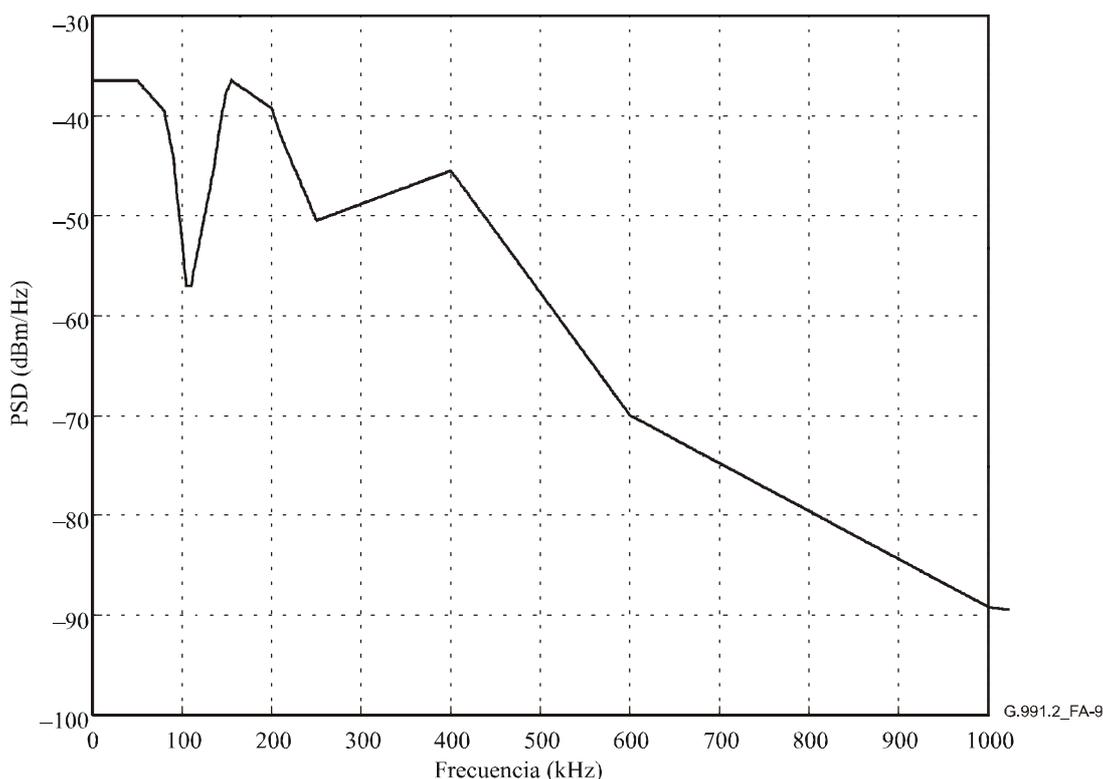


Figura A.9/G.991.2 – Plantilla de PSD de la STU-C para 768 ó 776 kbit/s con 0 dB de reducción de potencia

**Cuadro A.7/G.991.2 – Valores de la plantilla 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 plantilla 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 plantilla 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, 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 Plantilla 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 plantilla de la figura A.10. El cuadro A.8 contiene las ecuaciones de la plantilla de la figura A.10.

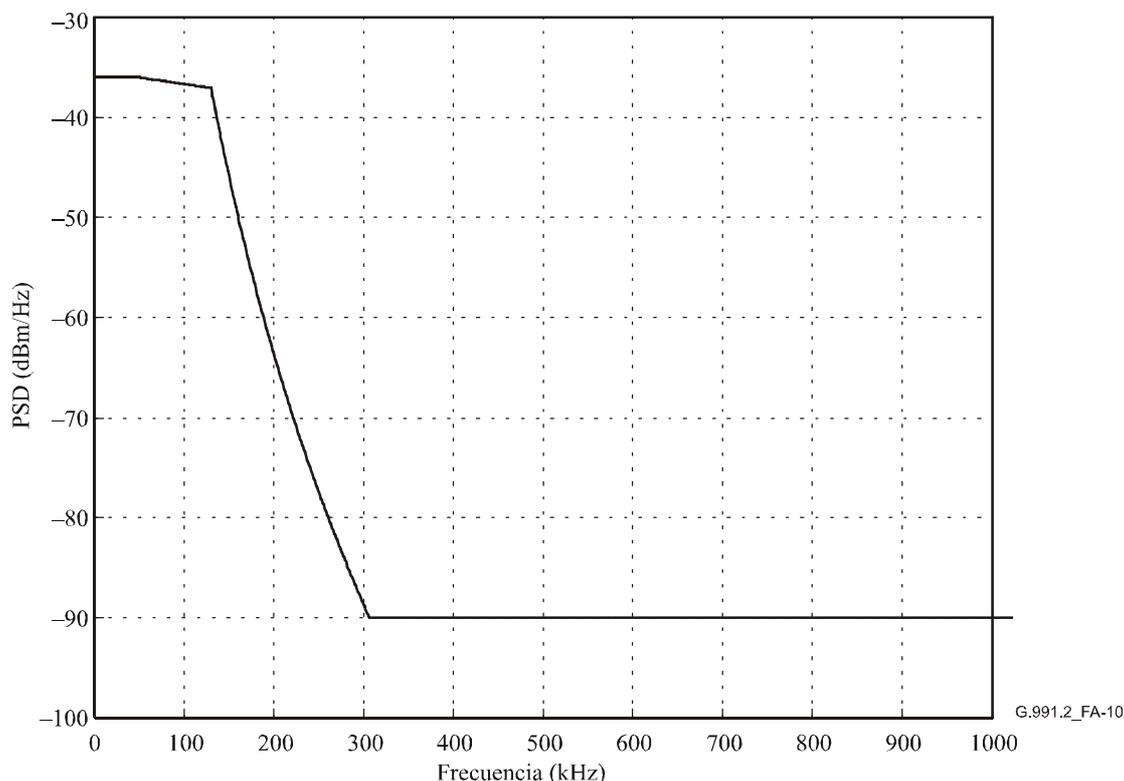


Figura A.10/G.991.2 – Plantilla de PSD de la STU-R para 768 ó 776 kbit/s con 0 dB de reducción de potencia

Cuadro A.8/G.991.2 – Valores de la plantilla 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 cresta, 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 cresta, con potencia máxima de -50 dBm en la ventana de $[f, f + 1\ \text{MHz}]$ |

La plantilla 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 plantilla 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:

$$RL_{\text{MÍN}} = 12 \text{ dB}$$

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

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

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

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

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 Rec. UIT-T K.50 [B4].

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 160 V.

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.

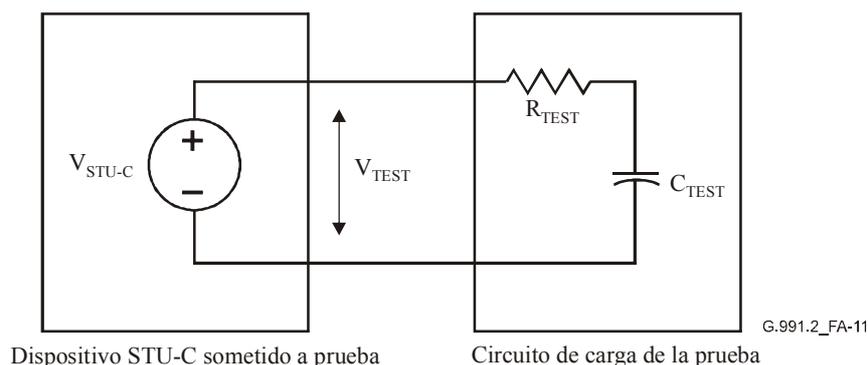


Figura A.11/G.991.2 – Circuito de prueba de la velocidad de variación de la tensión al conectar la STU-C

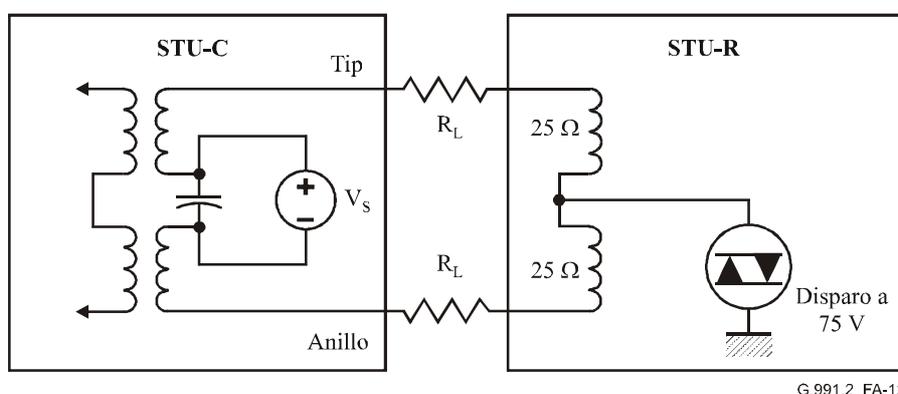
Cuadro A.10/G.991.2 – Condiciones de prueba de la velocidad de variación de la STU-C

| 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].

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.

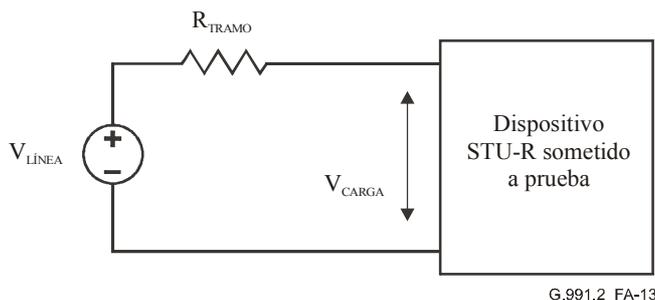


Figura A.13/G.991.2 – Circuito de prueba de la característica de carga de conexión de la STU-R

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 a distancia, 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 una tensión de -48 V nominales (medidos entre punta y anillo). La tensión máxima de la fuente de alimentación (de existir) debe limitarse a $-56,5$ V. La tensión mínima debe ser suficientemente elevada para obtener una tensión de -39 V como mínimo a la entrada de la STU-R (o SRU-R), medidos entre punta y anillo, para garantizar que el terminal

metálico de la STU-R (o SRU-R) se active permitiendo que circule la corriente de humectación. La fuente de corriente de humectación no deberá aplicar en ningún caso una tensión superior a -72 V entre punta y anillo. 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 $1,0 \mu\text{F} \pm 10\%$.

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

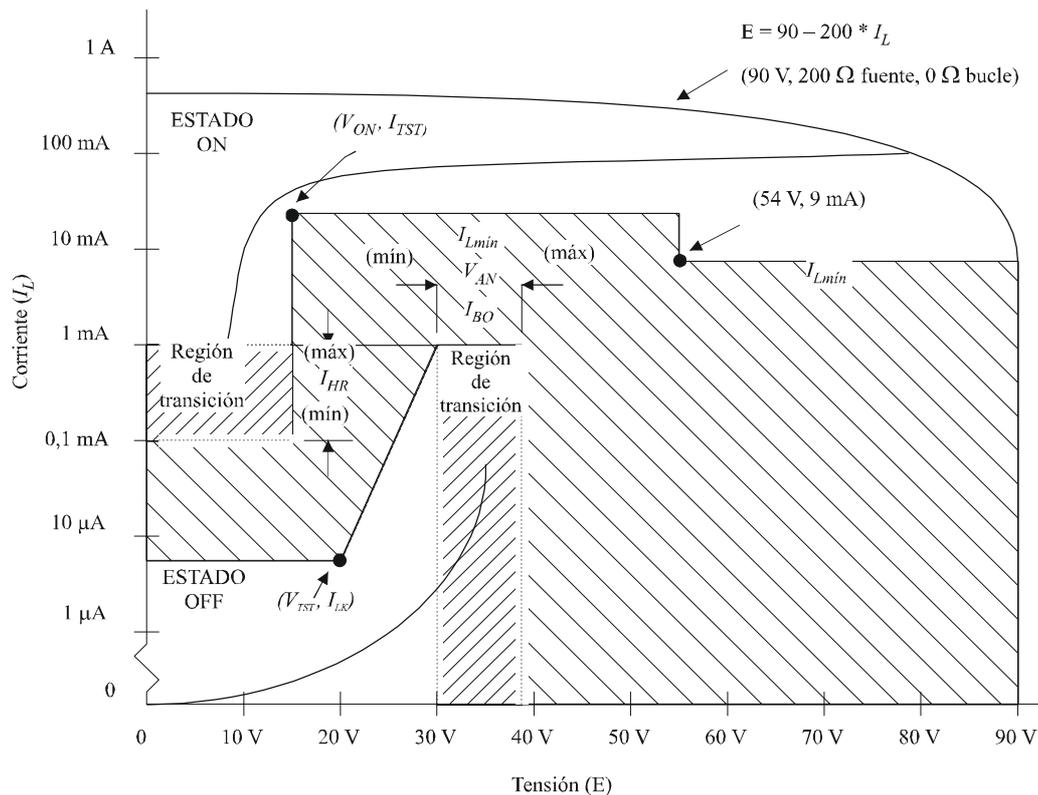
Durante la prueba metálica, la STU-R se comportará del siguiente modo:

- 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 cresta) 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 | $I_{LK} \leq 5 \mu A$ | $V_{TST} = 20 V$ | 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 | $V_{ON} \leq 15 V$ | $I_{TST} = 20 mA$ | Corriente de prueba |
| I_{Lmin} | Corriente mínima en ON | 9 mA | 54 V | |

G.991.2_FA-14

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 objetivo PMMS

Si se selecciona el sondeo de línea opcional durante una sesión G.994.1, el receptor utilizará el margen negociado. Si se selecciona el margen objetivo PMMS del caso más desfavorable, el receptor supondrá que están presentes los perturbadores indicados 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 objetivo.

Cuadro A.13/G.991.2 – Perturbadores de referencia utilizados durante la PMMS para el margen objetivo 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) |

A.5.7 Alimentación por tramo en el modo de M pares

En el modo opcional de M pares, los requisitos de alimentación de energía a distancia y de corriente de humectación para cada uno de los M pares deberán ser idénticos a los requisitos correspondientes a un único par especificados en A.5.3.

NOTA – Esto supone que la corriente de alimentación/humectación se suministra gracias a la diferencia de potencial entre punta y anillo en cada uno de los M pares.

Anexo B

Requisitos específicos de la Región 2

B.1 Alcance

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

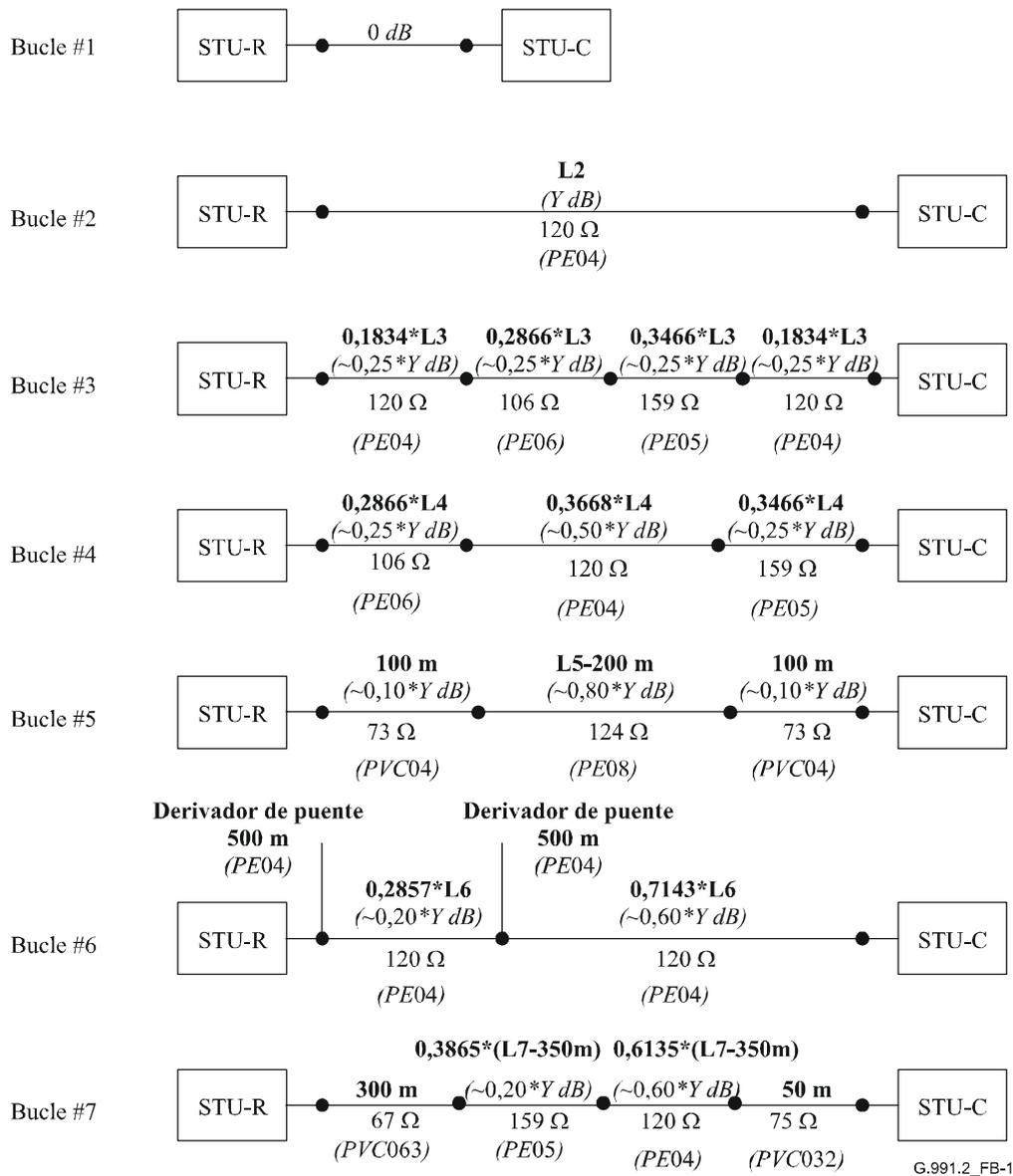
B.2.1 Descripción funcional

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.



G.991.2_FB-1

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 consignan 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 de cabida 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 SHDSL, cuando se efectúa la prueba de la SHDSL con el modelo de ruido A

| Velocidad binaria de cabida 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 | 9387 | 3996 | 115 | 35,0 | 2646 |
| 768 | 150 | 29,0 | <3 | 2773 | 3747 | 3753 | 7153 | 3062 | 275 | 34,5 | 1904 |
| 1024 | 150 | 25,5 | <3 | 2439 | 3285 | 3291 | 6174 | 2668 | 275 | 30,0 | 1547 |
| 1280 | 150 | 22,0 | <3 | 2105 | 2829 | 2837 | 5193 | 2266 | 275 | 26,0 | 1284 |
| 1536 | 150 | 19,0 | <3 | 1820 | 2453 | 2455 | 4357 | 1900 | 250 | 21,5 | 1052 |
| 2048 (s) | 200 | 17,5 | <3 | 1558 | 2046 | 2052 | 3285 | 1550 | 250 | 18,5 | 748 |
| 2304 (s) | 200 | 15,5 | <3 | 1381 | 1815 | 1820 | 2789 | 1331 | 250 | 16,5 | 583 |
| 2048 (a) | 250 | 21,0 | <3 | 1743 | 2264 | 2272 | 3618 | 1726 | 250 | 21,0 | 1001 |
| 2304 (a) | 250 | 18,0 | <3 | 1494 | 1927 | 1937 | 2915 | 1402 | 250 | 18,0 | 702 |

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.

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

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

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

| Velocidad binaria de cabida 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 | 8970 | 3815 | 275 | 42,0 | 2536 |
| 1024 | 150 | 32,0 | <3 | 3058 | 4135 | 4141 | 7990 | 3403 | 275 | 38,0 | 2223 |
| 1280 | 150 | 28,5 | <3 | 2725 | 3678 | 3684 | 7011 | 3006 | 275 | 33,5 | 1816 |
| 1536 | 150 | 25,5 | <3 | 2439 | 3285 | 3291 | 6174 | 2673 | 250 | 29,0 | 1680 |
| 2048(s) | 200 | 24,0 | <3 | 2135 | 2812 | 2820 | 4886 | 2271 | 250 | 25,5 | 1426 |
| 2304(s) | 200 | 21,5 | <3 | 1913 | 2509 | 2518 | 4257 | 2010 | 250 | 23,0 | 1208 |
| 2048(a) | 250 | 28,0 | <3 | 2323 | 3030 | 3034 | 5189 | 2389 | 250 | 28,0 | 1607 |
| 2304(a) | 250 | 25,0 | <3 | 2075 | 2699 | 2705 | 4514 | 2102 | 250 | 25,0 | 1387 |

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.

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

(a) Estas longitudes eléctricas se aplican a la PSD asimétrica.

B.3 Prueba de la calidad de funcionamiento

El objeto de las pruebas de la calidad de funcionamiento de la transmisión es cargar los transceptores 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 135Ω . Todos los espectros representan densidades espectrales de potencia (PSD) unilaterales.

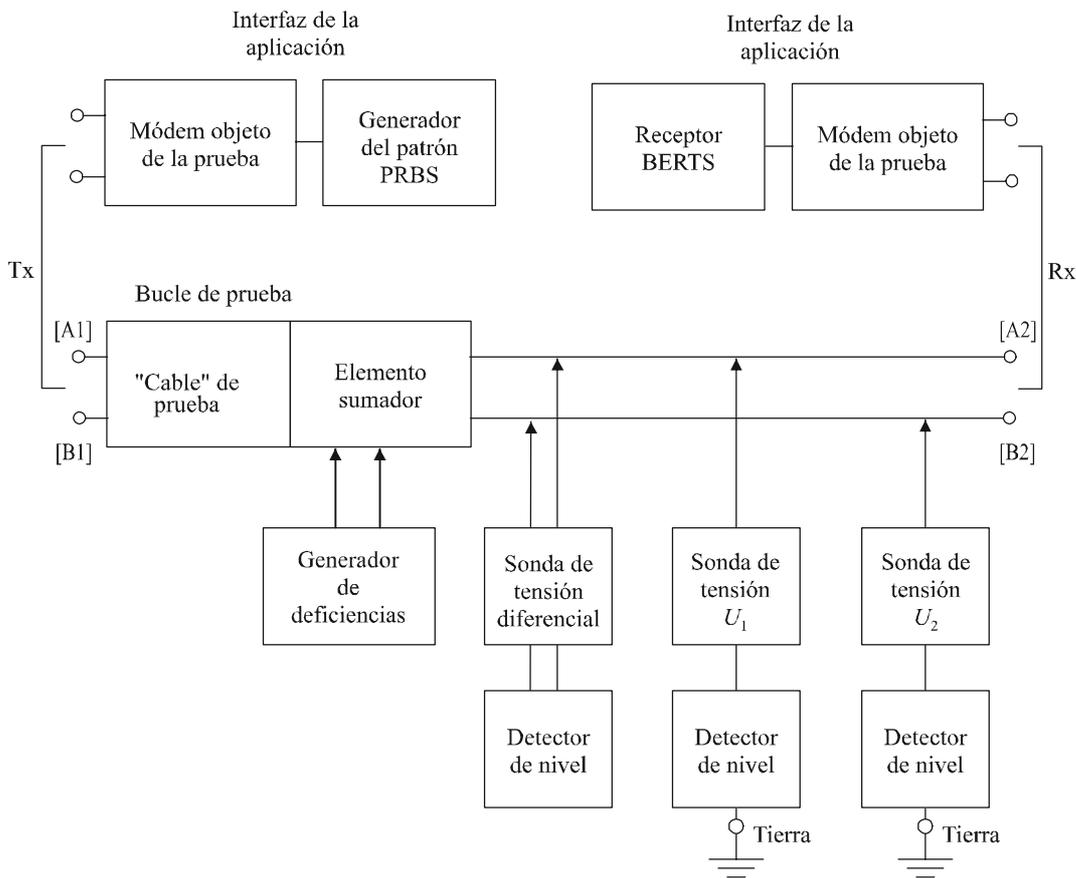
B.3.1 Procedimiento de prueba

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 (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) de $2^{15} - 1$ bits 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.



G.991.2_FB-2

NOTA – Para que sea posible reproducir la prueba, el equipo de pruebas y las unidades de terminación (STU-C y STU-R) deben referirse a una tierra artificial. Si las unidades de terminación no tienen tierra artificial, la prueba debe ejecutarse con las unidades de terminación colocadas sobre una superficie metálica (de tamaño suficiente) conectada a tierra.

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.3.5 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.

NOTA – Está previsto que el ruido inyectado se adapte a la PSD de ruido teórica cuando el transceptor sometido a prueba se conecta al bucle. En los bucles #2 y #3 para velocidades de cabida útil de 1024 kbit/s e inferiores se ha observado que la desadaptación de impedancias podría generar un aumento de la PSD de ruido en bajas frecuencias. Un método de compensación consiste en modificar el factor Δ , definido en A.3.1.4, sustituyendo el ruido teórico, $N(f)$, en el paso 3 de A.3.1.4 por la PSD de ruido medida cuando se conecta al bucle sometido a prueba. Un segundo método consiste en colocar un circuito pasivo formado por un resistor R en paralelo con un capacitor C , en serie con cada hilo del par de salida del generador de ruidos. Se proponen los siguientes valores: $R = 1,2$ Kohms y $C = 1$ μ F y se deben ajustar para cada generador de ruido de tal modo que el ruido aplicado se adapte al ruido PSD teórico. Un tercer método consiste en calibrar la forma de onda del generador de ruido a la entrada del bucle sometido a prueba de modo tal que cuando se conecta al bucle sometido a prueba, la forma de onda de ruido teórica está presente en los terminales del transceptor.

B.3.3 Definiciones de los niveles de señal y ruido

Los niveles de la señal y del ruido se miden con una sonda de tensión diferencial equilibrada. La impedancia diferencial entre las puntas de la sonda deberá ser mayor que la impedancia 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].

Las diversas PSD de las señales y ruidos especificados en la presente Recomendación se definen en el lado TX o RX del montaje. Los niveles se definen cuando se termina el montaje, como se ha explicado anteriormente, con la impedancia de diseño R_V o con los transceptores 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 medición de una tensión eficaz U_{rms} [V] en este montaje, dentro de una pequeña banda de frecuencias de Δf [en Hz], corresponde a un nivel de densidad espectral media de P [dBm/Hz] dentro de dicha banda filtrada, definido por:

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

La anchura de banda Δf identifica la anchura de banda de ruido del filtro, no la anchura de banda de -3 dB.

B.3.3.1 Red de inyección de ruido

B.3.3.1.1 Inyección en modo diferencial

El inyector de ruido en modo diferencial (que forma parte del elemento sumador representado en la figura B.2 que se utiliza para acoplar las degradaciones diferenciales a fin de probar el cable) se comporta como una red de dos puertos, que puede tener puertos adicionales conectadas al generador de deficiencias. El diagrama del circuito equivalente Norton se representa en la figura B.2a. El generador de corriente I_x se controla mediante el generador de deficiencias. La impedancia parásita en paralelo Z_{inj} deberá tener un valor de $|Z_{inj}| > 4 \text{ k}\Omega$ en el intervalo de frecuencias entre 100 Hz y 2 MHz.

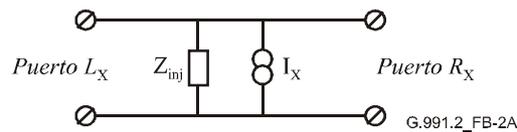


Figura B.2a/G.991.2 – Diagrama del circuito equivalente Norton para la inyección de ruido en modo diferencial

B.3.3.1.2 Inyección en modo común

La especificación de esta red de inyección queda en estudio.

B.3.3.2 Calibración de los niveles de ruido

B.3.3.2.1 Calibración del ruido en modo diferencial

La inyección de ruido en modo diferencial se calibra mediante la configuración representada en la figura B.2b. Durante la calibración, el lado RX del inyector de ruido se termina con la impedancia de diseño $R_V (= 135 \Omega)$ mientras que el lado LX (interfaz del bucle de prueba) del inyector de ruido se termina con la impedancia Z_{LX} . Los niveles de ruido indicados en B.3.5 especifican la PSD disipada en R_V en el lado RX cuando Z_{LX} en el lado LX es igual a la impedancia de calibración Z_{cal} . La impedancia Z_{cal} se define en la figura B.2c.

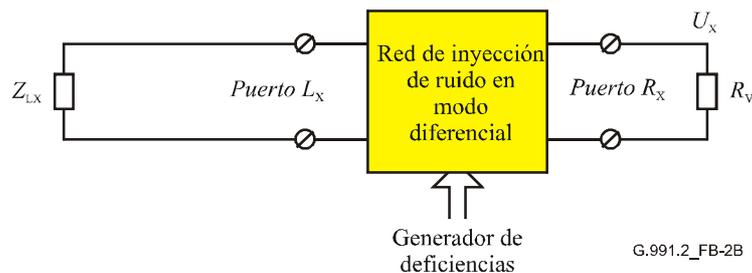


Figura B.2b/G.991.2 – Configuración para la calibración del nivel de ruido

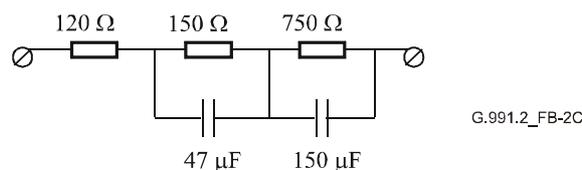


Figura B.2c/G.991.2 – Impedancia de calibración Z_{cal}

La impedancia Z_{LX} en el lado LX del circuito de inyección de ruido es igual a la impedancia de calibración Z_{cal} representada en la figura B.2c. La PSD disipada en la impedancia R_v será igual a la PSD del ruido diferencial $P_{xn}(f)$ definida en B.3.5.1.

NOTA – Esto equivale teóricamente a lo siguiente: para un valor arbitrario de la impedancia Z_{LX} , la PSD disipada en R_v es igual a:

$$P_{cal}(f) = G(f, Z_{LX}) P_{xn}(f)$$

siendo $G(f, Z_{LX})$ el factor de corrección dependiente de la impedancia, especificado por:

$$G(f, Z_{LX}) = \left| \frac{\frac{1}{Z_{LX}} + \frac{1}{Z_{inj}} + \frac{1}{R_v}}{\frac{1}{Z_{cal}} + \frac{1}{Z_{inj}} + \frac{1}{R_v}} \right|^2$$

siendo Z_{cal} la impedancia de calibración representada en la figura B.2c, Z_{inj} la impedancia equivalente de Norton del circuito de inyección de ruido (véase la figura B.2a) y $R_v = 135 \Omega$ la impedancia de diseño SHDSL.

En las pruebas de la calidad de funcionamiento deberán utilizarse los valores de ganancia del generador de ruido determinados en la calibración. En la prueba de la calidad de funcionamiento, el circuito de inyección de ruido se configurará como se representa en la figura B.2. Dado que la impedancia del bucle y la impedancia del módem objeto de la prueba pueden ser distintas de las impedancias Z_{LX} y R_v utilizadas en la calibración, la tensión en el puerto RX del módem puede ser diferente de la tensión U_x obtenida en la calibración.

B.3.3.2.2 Calibración del ruido en modo común

Este método de calibración queda en estudio.

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.

En el cuadro B.3, los sentidos ascendente y descendente determinan únicamente la topología del bucle de prueba. La STU-C y la STU-R deben pasar todas las pruebas de la 1 a la 12.

Una prueba se define como la medición de una terminada BER asociada a un único trayecto de prueba, sentido, ruido de la prueba, velocidad y margen. El conjunto de las pruebas asociadas a un valor particular de N en el cuadro B.3 se define como conjunto de pruebas.

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 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, 8) |
| 4 | #4 | Descendente | Y = Y1; ruidos de prueba A y C (notas 5, 7, 8) |
| 5 | #5 | Ascendente | Y = Y1; ruido de prueba B (notas 5, 7, 8) |
| 6 | #6 | Descendente | Y = Y1; ruidos de prueba A y C (notas 5, 7, 8) |
| 7 | #7 | Descendente | Y = Y1; ruidos de prueba A, B, C, y D (notas 5, 7, 8) |
| 8 | | | Prueba de rechazo en modo común (nota 4) |
| 9 | (Nota 3) | (Nota 3) | Y = Y2; El ruido de la prueba es el que corresponde a la de mayor BER en los conjuntos de prueba 1 a 7 (nota 7) |
| 10 | (Nota 3) | (Nota 3) | Y = Y3; No se añade degradación; El trayecto más desfavorable de las pruebas 1 a 7; BER < 10 ⁻⁸ |
| 11 | #2 | Ascendente | Y = Y1; Prueba de impulso descrita en B.3.5.3.7 |
| 12 | TBD | TBD | Prueba de microinterrupción descrita en 12.1 |

NOTA 1 – Trayecto de la prueba = #1 significa que el trayecto objeto de la prueba se conectará al bucle de prueba #1 definido en la figura B.1.

NOTA 2 – Y1 = Y 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 dB, Y3 = Y1 + 3 dB.

NOTA 3 – Las pruebas (para cualquier velocidad de datos) se realizan sobre el bucle en el que se obtiene la BER más elevada (para dicha velocidad de datos) en los conjuntos de prueba 1 a 7, cuando el ruido de pruebas se incrementa en 6 dB Si no se registran errores en los 109 bits en ninguna de las pruebas de los conjuntos de prueba 1 a 7, se utiliza para esta prueba por defecto el bucle el #3 ascendente.

NOTA 4 – El esquema de la medición correspondiente a esta prueba se especifica en la Rec. UIT-T O.9 [B8].

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

NOTA 6 – Se entiende por sentido ascendente que la unidad objeto de la prueba esté conectada al extremo STU-C del bucle de prueba mientras que por descendente se entiende que la unidad objeto de la prueba esté conectada al extremo STU-R del bucle de prueba. Por ejemplo, el conjunto de pruebas 5 para una STU-C conectaría la STU-C objeto de la prueba con el extremo STU-C del bucle como muestra la figura B.1 y aplicaría el modelo de ruido X.C.B. al extremo STU-C del bucle. La misma prueba para una STU-R conectaría la STU-R objeto de la prueba con el extremo STU-C del bucle como muestra la figura B.1 y aplicaría el modelo de ruido X.R.B. al extremo STU-C del bucle.

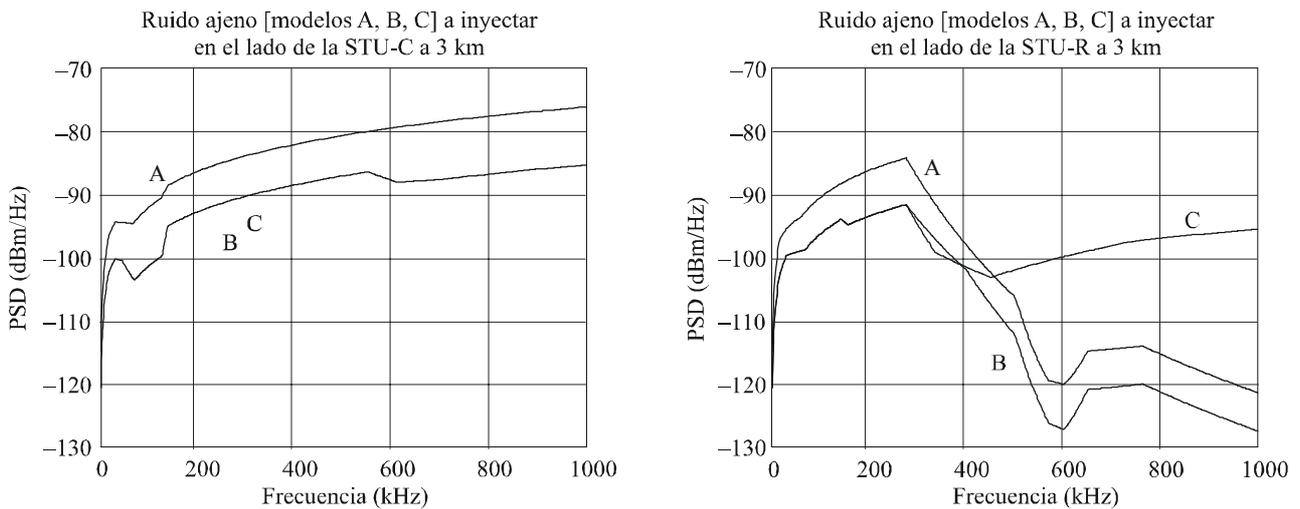
NOTA 7 – La BER deberá ser menor que 10⁻⁷ cuando se incremente el ruido de prueba en 6 dB (esto equivale a un margen de 6 dB).

NOTA 8 – Para reducir el número de formas de ruido utilizadas, se define en B.3.5.5 una regla de sustitución obligatoria de la forma de ruido.

NOTA 9 – En el modo de M pares, mientras se prueba un trayecto, los otros trayectos deben conectarse a bucles. Las características de los otros bucles no deben ser inferiores a las del trayecto objeto de la prueba. Además, el retardo diferencial entre el trayecto objeto de la prueba y los trayectos conectados al segundo bucle no deben sobrepasar el valor de la memoria intermedia de retardo diferencial especificado en 7.1.6.

B.3.5 El generador de deficiencias

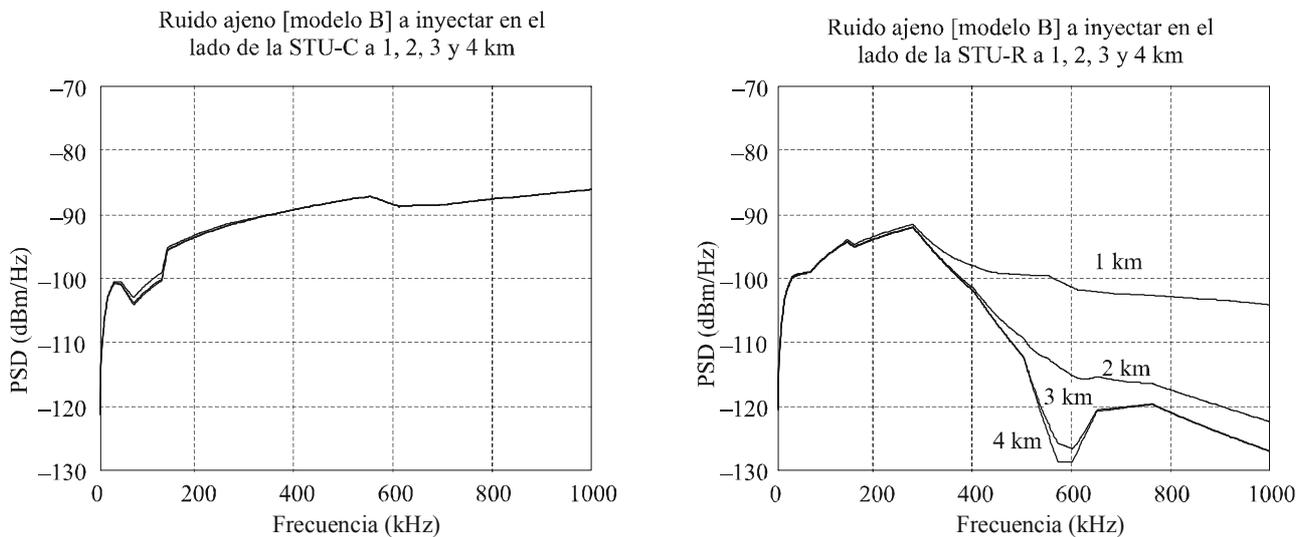
El ruido que el generador de deficiencias inyecta en el establecimiento de la prueba depende de la frecuencia, depende asimismo de la longitud del bucle de pruebas y es distinto para las pruebas de la calidad de funcionamiento en sentido ascendente y descendente. La figura B.3 ilustra esto para el ruido *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.



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.

G.991.2_FB-3

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



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 #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.

G.991.2_FB-4

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

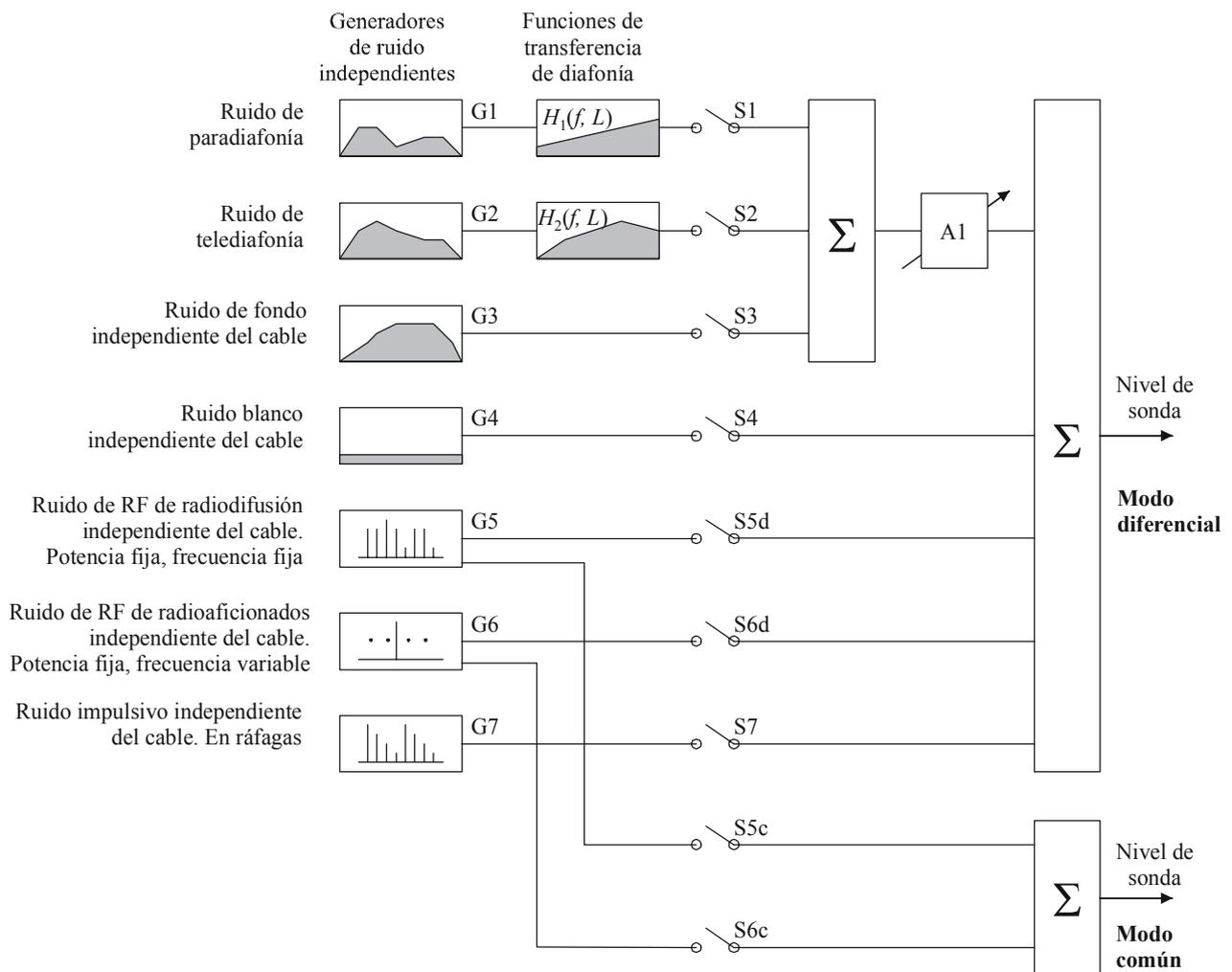
La figura B.5 define el diagrama funcional del ruido perturbador compuesto. Se trata de una descripción funcional del ruido perturbador combinado que debe medirse a la entrada receptora del transceptor SHDSL objeto de la prueba. La medición se describe en B.3.3.

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 paradiáfonía 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.



G.991.2_FB-5

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 de la PSD del ruido dependiente de la longitud y del bucle de la prueba. 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 del módem SHDSL sometido a prueba. Por consiguiente, algunos de los generadores de deficiencias G1 a G7 pueden representar distintos valores para cada modelo de ruido en el que se utilizan. Concretamente, G1 y G2 dependen de la unidad, STU-R o STU-C, sometida a prueba.

Los generadores G1-G4 representan el ruido de diafonía. La potencia espectral $P_{xn}(f)$ del ruido de diafonía viene caracterizada por la suma:

$$P_{xn}(f) = |A1|^2 \times \{ |H_1(f,L)|^2 \times P_{G1}(f) + |H_2(f,L)|^2 \times P_{G2}(f) + P_{G3}(f) \} + P_{G4}(f)$$

Cada uno de estos sumandos se especifica en las cláusulas siguientes. Sólo deben incluirse en la calibración los generadores de ruido que estén activos durante las pruebas. Este ruido de degradación combinado se aplica al receptor sometido a prueba, ya sea en el extremo STU-C (en el caso ascendente) o en el STU-R (en el caso descendente) del bucle de prueba. Los generadores G5 y G6 representan el ruido de entrada.

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 representa la frecuencia en Hz.
- La constante f_0 representa la frecuencia de referencia escogida, fijada en 1 MHz.
- La variable L representa la longitud física del bucle de prueba real 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 los cuadros B.1 y B.2 para cada combinación de velocidad binaria útil, modelo de ruido y bucle de prueba.
- La constante L_0 representa 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 terminado por 135 Ω .
- La constante K_{xn} representa un número obtenido empíricamente que ajusta a escala 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 hilos y perturbadores, esta función $H_1(f, L)$ se reduce de escala como si correspondiese a un solo perturbador en un único par de cables.
- La constante K_{xf} representa a un número obtenido empíricamente que ajusta a escala 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 varios perturbadores y pares de hilos, esta función $H_2(f, L)$ se reduce de escala como si correspondiese a un solo perturbador en un único 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.

$$\mathbf{G1.C.\#} = \mathbf{X.C.\#}$$

$$\mathbf{G1.R.\#} = \mathbf{X.R.\#}$$

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 remoto. 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.

$$\mathbf{G2.C.\#} = \mathbf{X.R.\#}$$

$$\mathbf{G2.R.\#} = \mathbf{X.C.\#}$$

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 un nivel comprendido entre -140 y -120 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]

NOTA 1 – Se está trabajando sobre una especificación relacionada con los métodos de prueba de RFI genérica. Se prevé que una próxima versión de la presente Recomendación contenga la especificación completa de las pruebas RFI, que será obligatoria. Actualmente la presente cláusula sólo tiene carácter informativo.

El generador de ruido de 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 a los hilos. Estas fuentes de interferencia son más estables en el tiempo que las interferencias de los radioaficionados (ham) (véase B.3.5.3.6), debido a que sus portadoras no están suprimidas. Su presencia provoca interferencia en modo diferencial así como en modo común.

La señal de ruido de entrada correspondiente a la degradación en modo diferencial (o a la degradación en modo común) consiste en una superposición de portadoras (AM) moduladas aleatoriamente. La tensión total $U(t)$ de esta señal viene definida por:

$$U(t) = \sum_{\mathbf{k}} U_{\mathbf{k}} \times \cos(2\pi \cdot f_{\mathbf{k}} \times t + \varphi_{\mathbf{k}}) \times (1 + m \times \alpha_{\mathbf{k}}(t))$$

Los componentes individuales de esta señal de ruido de entrada $U(t)$ se definen del siguiente modo:

- $U_{\mathbf{k}}$ – La tensión $U_{\mathbf{k}}$ de cada portadora individual debe corresponder a los niveles de potencia P (dBm) sobre una carga resistiva R , igual a la impedancia de diseño $R_V = 135 \Omega$, especificados en el cuadro B.5. Obsérvese que los analizadores de espectro detectarán niveles ligeramente superiores a los valores especificados en el cuadro B.5 cuando la anchura de banda de resolución sea de 10 kHz o más, ya que detectarán además la potencia de modulación.
- $f_{\mathbf{k}}$ – La frecuencia $f_{\mathbf{k}}$ de cada portadora individual debe ajustarse a lo especificado en el cuadro B.5. Los valores del cuadro B.5 no representan frecuencias reales de radiodifusión sino que se han escogido de modo que cubran la gama de frecuencias correspondientes a los módems SHDSL. Obsérvese que la relación armónica entre las portadoras del cuadro B.5 es mínima.
- $\varphi_{\mathbf{k}}$ – El desplazamiento de fase $\varphi_{\mathbf{k}}$ de cada portadora individual tendrá un valor aleatorio sin correlación con el desplazamiento de fase de ninguna otra portadora de señal de ruido de entrada.
- m – La profundidad de modulación m de cada portadora modulada individualmente será $m = 0,32$, para obtener un índice de modulación de 80% como mínimo durante los niveles de cresta de la señal de modulación $m \times \alpha_{\mathbf{k}}(t)$.

- $\alpha_k(t)$ – El ruido de modulación normalizado $\alpha_k(t)$ de cada portadora modulada individualmente deberá tener carácter aleatorio, ajustarse a una distribución gaussiana, tener un valor eficaz $\alpha_{\text{rms}} = 1$, y un factor de cresta de 2,5 o superior, y no guardar correlación alguna con el ruido de modulación de las demás portadoras moduladas en la señal de ruido de entrada.
- Δb – La anchura de modulación Δb de cada portadora modulada deberá ser como mínimo 2×5 kHz. Esto equivale a crear $\alpha_k(t)$ a partir de ruido blanco, filtrado por un filtro paso bajo con una frecuencia de corte de $\Delta b/2 = 5$ kHz. Esta anchura de modulación cubre toda la banda de modulación utilizada por las emisoras de radiodifusión en AM.

NOTA 2 – La especificación precisa de los requisitos de forma espectral de la señal de modulación queda en estudio.

Cuadro B.5/G.991.2 – Mínima potencia media de ruido RFI en función de la frecuencia

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Frecuencia (kHz) | 153 | 207 | 270 | 531 | 603 | 711 | 801 | 909 | 981 | 1296 |
| Potencia (dBm) | -70 | -44 | -70 | -70 | -49 | -70 | -70 | -44 | -70 | -49 |

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 transceptor 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 varios perturbadores reales, como si todos los perturbadores 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 subcláusula 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.

$$X.C.\# = (X.S.C.\# \blacklozenge X.A.C.\#)$$

$$X.R.\# = (X.S.R.\# \blacklozenge X.A.R.\#)$$

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 "X.S.C.#" y "X.S.R.#" se refieren a los perfiles de diafonía propia, definidos en B.3.5.4.1.1.
- Los símbolos "X.A.C.#" y "X.A.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, $P_X = (P_{XS}^{K_n} + P_{XA}^{K_n})^{1/K_n}$, 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 X.S.C.# y X.S.R.#, representan la perturbación equivalente de diafonía propia, y son específicos de los parámetros de PSD del sistema SHDSL objeto de la prueba, definiéndose por la parte útil específica, simetría y características de reducción de potencia. Para cumplir los requisitos de la presente Recomendación, deberá utilizarse la PSD nominal adecuada de B.4.

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, "#" es un comodín del 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 para el 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 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 | TODO | -∞ |
| 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 | | |
| | | 1104 k | -35,4 | 1104 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 en una escala *lineal* de dBm. Se definen para 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 | TODO | -∞ |
| 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 sobre una escala *lineal* de dBm. Se definen para 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 plantilla se especifican en el cuadro B.9.

Cabe esperar que los generadores de ruido produzcan señales aproximadamente gaussianas. Por consiguiente, la frontera superior de la figura B.6 es variable. Se prevé que las PDF de las señales de los generadores de ruido sean sensiblemente inferiores a la frontera superior permitida por la plantilla de PDF representada 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).

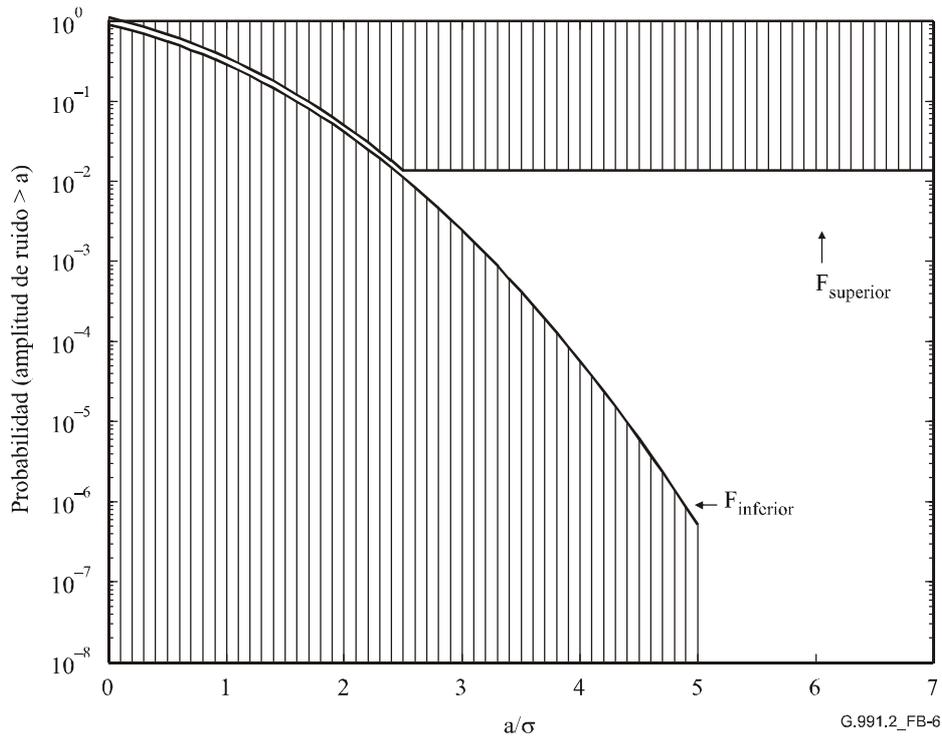


Figura B.6/G.991.2 – Plantilla de la función de distribución de amplitud

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 Regla de sustitución obligatoria de la forma de ruido

La aplicación estricta del procedimiento de prueba requiere una forma distinta de ruido para cada prueba aunque algunas de las formas de ruido sean muy parecidas. Para reducir el número de formas de ruido posibles, se impone con carácter obligatorio la siguiente regla de sustitución. Gracias a ella el número de formas de ruido se reduce de 280 a 22.

En el cuadro B.9a se tabula la regla de sustitución de ruido. La nomenclatura de descripción de formas es la siguiente:

"Lado (C o R) velocidad (384 a 2304) tipo de PSD (s corresponde a simétrica) modelo de ruido (A a D)"

Ejemplo 1: C384sA2 representa una forma de ruido en el lado de la STU-C con una velocidad de 384 kbit/s y PSD simétrica correspondiente al modelo de ruido A y al bucle 2.

Ejemplo 2: C384sAX representa una forma de ruido en el lado de la STU-C con una velocidad de 384 kbit/s y PSD simétrica correspondiente al modelo de ruido A en cualquier bucle.

Ejemplo 3: La regla 7 exige la sustitución por la forma de ruido R768sA2 de las siguientes formas de ruido: R384sA1, R384sA2, R384sA3, R384sA4, R384sA5, R384sA6, R384sA7, R512sA1, R512sA2, R512sA3, R512sA4, R512sA5, R512sA6 y R512sA7.

Ejemplo 4: Ejecución del conjunto de pruebas 3 del cuadro B.3 para 384 kbit/s en el extremo de la STU-C. El bucle y el transceptor se montarían con arreglo a la descripción de la prueba (bucle #3 ascendente puesto a 43 dB para 150 kHz, lo que resulta equivalente a una longitud de 5563 m). El transceptor se pondría a 384 kbit/s. La forma de ruido inyectada sería 'R768sC2' en vez de 'C384sD3' (regla 9).

Cuadro B.9a/G.991.2 – Regla de sustitución de las formas de ruido

| Regla # | Esta forma | Sustituye a las formas (fila por fila) | | | | | |
|---------|------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 'C768sA2' | 'C384sAX' | 'C512sAX' | | | | |
| 2 | 'C768sC2' | 'C384sBX' | 'C512sBX' | 'C384sCX' | 'C512sCX' | | |
| 3 | 'C1536sA2' | 'C768sAX' | 'C1024sAX' | 'C1280sAX' | | | |
| 4 | 'C1536sC2' | 'C768sBX' | 'C1024sBX' | 'C1280sBX' | 'C768sCX' | 'C1024sCX' | 'C1280sCX' |
| 5 | 'C2304sA2' | 'C1536sAX' | 'C2048sAX' | 'C2304sAX' | 'C1536sAX' | | |
| 6 | 'C2304sC2' | 'C1536sBX' | 'C2048sBX' | 'C2304sBX' | 'C1536sCX' | 'C2048sCX' | 'C2304sCX' |
| 7 | 'R768sA2' | 'R384sAX' | 'R512sAX' | | | | |
| 8 | 'R768sB2' | 'R384sBX' | 'R512sBX' | | | | |
| 9 | 'R768sC2' | 'R384sCX' | 'R512sCX' | 'C384sDX' | 'R384sDX' | 'C512sDX' | 'R512sDX' |
| 10 | 'R1536sA2' | 'R768sAX' | 'R1024sAX' | 'R1280sAX' | 'R1536sAX' | | |
| 11 | 'R1536sB2' | 'R768sBX' | 'R1024sBX' | 'R1280sBX' | 'R1536sBX' | | |
| 12 | 'R1536sC2' | 'R768sCX' | 'R1024sCX' | 'R1280sCX' | 'R1536sCX' | | |
| 13 | 'R2048sA2' | 'R2048sAX' | | | | | |
| 14 | 'R2048sB2' | 'R2048sBX' | | | | | |
| 15 | 'R2048sC2' | 'R2048sCX' | | | | | |
| 16 | 'R2304sA2' | 'R2304sAX' | | | | | |
| 17 | 'R2304sB2' | 'R2304sBX' | | | | | |
| 18 | 'R2304sC2' | 'R2304sCX' | | | | | |
| 19 | 'C1280sD2' | 'C768sDX' | 'R768sDX' | 'C1280sDX' | 'R1280sDX' | | |
| 20 | 'C1536sD2' | 'C1024sDX' | 'R1024sDX' | 'C1536sDX' | 'R1536sDX' | | |
| 21 | 'C2048sD2' | 'C2048sDX' | 'R2048sDX' | | | | |
| 22 | 'C2304sD2' | 'C2304sDX' | 'R2304sD' | | | | |

B.3.5.6 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 el puerto 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.3.5.6.1 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 B.3.5.4.1 se incrementará ajustando la ganancia del amplificador A1 de la figura B.5 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 Δ dB. El valor x se define como el margen de ruido de diafonía respecto al modelo de ruido normal. Los márgenes de ruido indicados deberán tener una tolerancia de 1,25 dB debido al efecto agregado de la tolerancia del generador de diafonía y de la del simulador de bucle calibrado. El desplazamiento Δ se define con arreglo al procedimiento definido en A.3.1.4.

Los márgenes de ruido se medirán (tras un plazo de ajuste fino de cinco minutos como mínimo) utilizando los bucles de prueba especificados en la figura B.1 y ajustándolos a escala con arreglo a los cuadros B.1 y B.2.

NOTA – Actualmente, el ruido inyectado, a los efectos de medición del margen de ruido de diafonía, consiste en la suma de los generadores G1, G2 y G4 descritos en B.3.5.1. El apéndice IV tabula los valores del ruido inyectado correspondientes a un margen de 0 dB y a un valor de generador de ruido blanco de -140 dBm/Hz. El ruido inyectado debe medirse con arreglo a B.3.3. Los casos de prueba obligatoria se definen en B.3.4. La regla obligatoria de sustitución de ruido se define en B.3.5.5.

B.3.5.6.2 Medición del margen de ruido impulsivo

Queda en estudio.

B.4 Plantillas de PSD

Para cualquier velocidad de datos, la PSD de transmisión medida en una STU no superará las plantillas de 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 especificada 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 simétrica | | PSD asimétrica | | | |
|---------------|----------|----------------|----------|------------|----------|
| 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 Plantillas de PSD simétrica

Para cualquier valor de velocidad de datos tramados disponible en la STU se podrá escoger entre el siguiente conjunto de plantillas de PSD [$PSDMASK_{SHDSL}(f)$]:

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{-\frac{PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\frac{\sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)} \right]^2}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Orden}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta con potencia máxima de } -50 \text{ dBm} & \text{en el intervalo } [f, f+1 \text{ MHz}] \end{cases}$$

1,5 MHz < $f \leq 11,04$ MHz

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 resolución de 10 kHz.

NOTA 1 – Si las variaciones de PSD en intervalos de frecuencia estrechos fueran considerables (por ejemplo, cerca de la unión del lóbulo principal con el umbral mínimo de ruido) podría ser necesario utilizar una anchura de banda de resolución (RBW) inferior. Una buena regla práctica es seleccionar la RBW de modo que no haya más de 1 dB de variación en la PSD de la señal en toda la RBW.

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 plantillas de 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.

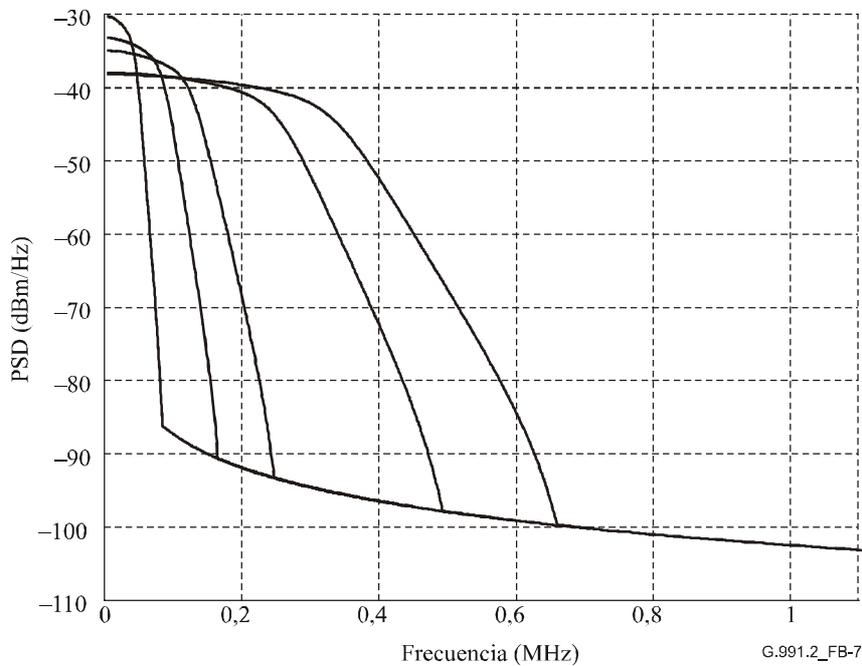


Figura B.7/G.991.2 – Plantillas de PSD para 0 dB de reducción de potencia

La PSD nominal medida en el terminal viene dada por la siguiente ecuación:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\text{sen}\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Orden}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta con potencia máxima de } -50 \text{ dBm} \\ \text{en el intervalo } [f, f+1 \text{ MHz}] & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

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 2 – La PSD nominal se proporciona a efectos informativos exclusivamente.

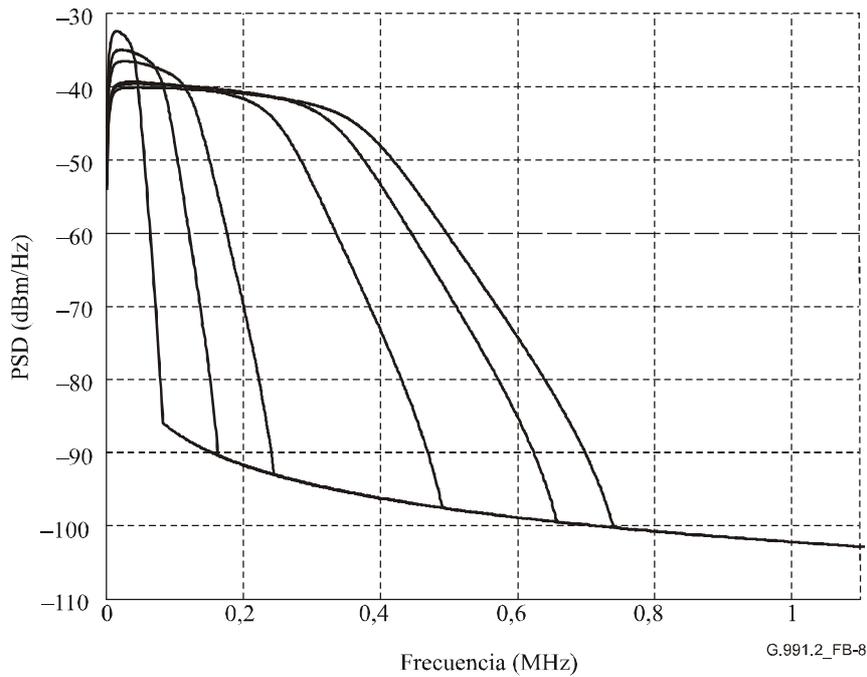


Figura B.8/G.991.2 – PSD simétricas nominales para 0 dB de reducción de potencia

NOTA 3 – 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 Plantillas de PSD asimétrica correspondientes a 2,048 Mbit/s y 2,304 Mbit/s

El conjunto de plantillas de PSD asimétrica 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 plantillas PSD [$PSDMASK_{SHDSL}(f)$]:

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_x} \times \frac{\left[\text{sen}\left(\frac{\pi f}{f_x}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_x}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Orden}}} \times 10^{\frac{\text{MaskedOffsetdB}(f)}{10}}, & f < f_{\text{int}} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, & f_{\text{int}} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta con potencia máxima de } -50 \text{ dBm} \\ \text{en el intervalo } [f, f + 1 \text{ MHz}], & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

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.

NOTA 1 – Si las variaciones de PSD en intervalos de frecuencia estrechos fueran considerables (por ejemplo, cerca de la unión del lóbulo principal con el umbral mínimo de ruido) podría ser necesario utilizar una anchura de banda de resolución (RBW) inferior. Una buena regla práctica es seleccionar la RBW de modo que no haya más de 1 dB de variación en la PSD de la señal en toda la RBW.

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 útiles.

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 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 de $P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB menos el valor en dB de la reducción de potencia. La PSD de transmisión medida sobre 135 Ω deberá ser inferior a $PSDMASK_{SHDSL}(f)$.

La figura B.9 muestra las plantillas de PSD con reducción de potencia de 0 dB para velocidades de datos útiles de 2048 y 2304 kbit/s.

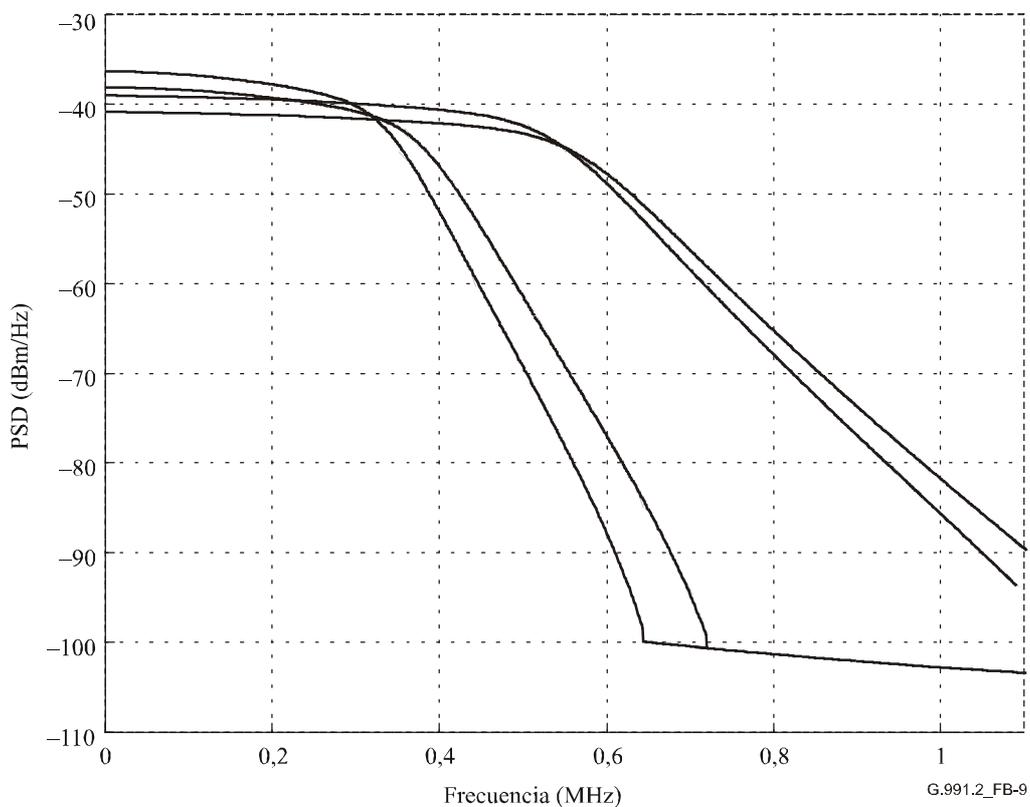


Figura B.9/G.991.2 – Plantillas de PSD para 0 dB de reducción de potencia

La PSD nominal medida en el terminal viene dada por la ecuación:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{-10} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_x} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{f_x}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_x}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Orden}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta con potencia maxima de } -50 \text{ dBm} \\ \text{en el intervalo } [f, f+1 \text{ MHz}], & 1,5 \text{ MHz} < f \leq 11,04 \text{ MHz} \end{cases}$$

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 2 – La PSD nominal se proporciona a efectos informativos exclusivamente.

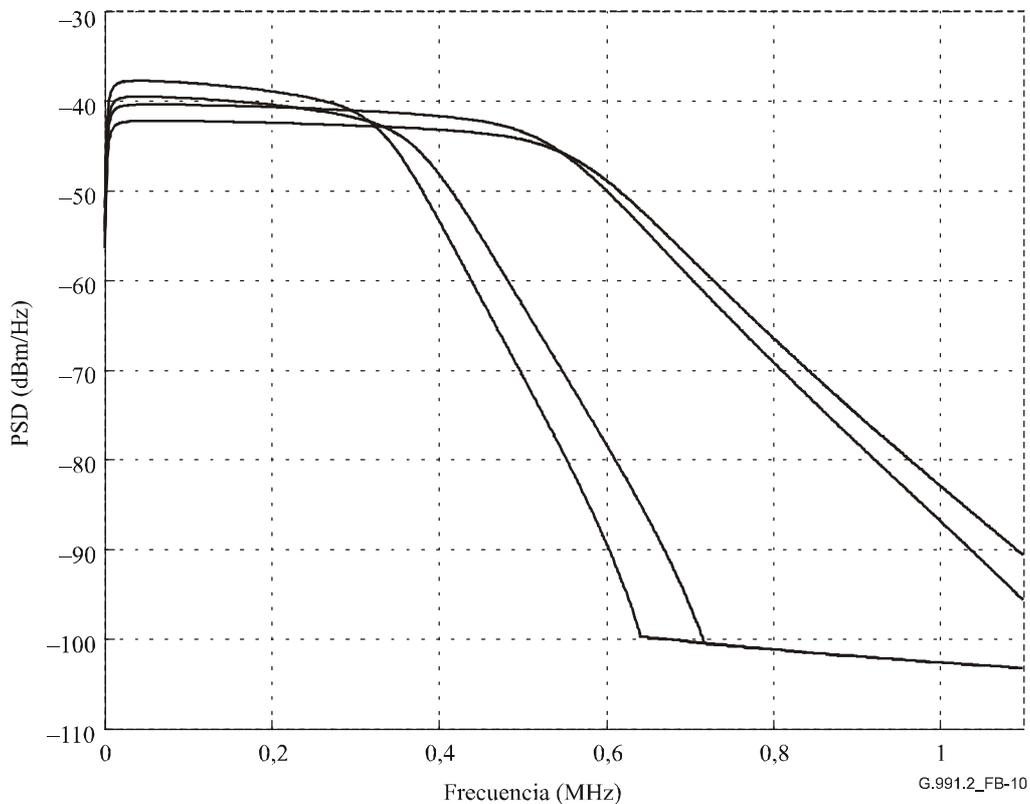


Figura B.10/G.991.2 – PSD asimétricas nominales para una reducción de potencia de 0 dB

NOTA 3 – 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:

$$RL_{\text{MÍN}} = 12 \text{ dB}$$

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

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

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

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

siendo f_{sym} la velocidad de símbolos.

NOTA – La especificación de las pérdidas de retorno pretende restringir la potencia en cierta medida, incluso en graves condiciones de desadaptación, cuando los módems SHDSL están conectados a cables reales. Las pérdidas de retorno mínimas limitan la impedancia (compleja) de salida Z_s a un intervalo restringido en torno a la impedancia de diseño $R_v = 135 \Omega$, y por lo tanto la potencia máxima disponible de dicha fuente. Por consiguiente cabe esperar que la potencia disipada en una impedancia de carga compleja Z_L no sobrepase en ningún caso las plantillas de PSD adecuadas y las potencias agregadas máximas para todos los valores Z_L comprendidos en el intervalo $10 \Omega < |Z_L| < 2000 \Omega$, especificados para $R_v = 135 \Omega$ en B.4 y en los cuadros B.12 y B.13. La extensión de las actuales restricciones de potencia al caso de grave desacople queda pendiente de estudio.

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 emergencia). 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 remoto cuando falle la alimentación de energía local.

NOTA – Tal vez no pueda utilizarse la alimentación a distancia con líneas excesivamente largas o con aquellas que tengan regeneradores. En estos casos pueden aplicarse métodos de alimentación específicos que quedan en estudio.

La STU-R deberá poder absorber un máximo de 10 mA de corriente humectante procedente del circuito de alimentación a distancia cuando se alimente localmente. Cuando falle la alimentación local, la máxima corriente absorbida por la STU-R del circuito de alimentación a distancia deberá limitarse al valor especificado en CEI 60950 [7].

Es opcional para la STU-C suministrar la corriente de humectación.

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 emergencia en modalidad de potencia restringida para un aparato telefónico como mínimo en caso de fallo de la fuente de alimentación local.

NOTA – Tal vez no pueda utilizarse la alimentación a distancia con líneas excesivamente largas o con aquellas 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 la alimentación a distancia, 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 remota 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 a distancia 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:

$$LB_{\text{MÍN}} = 40 \text{ dB}$$

$$f_1 = 5 \text{ kHz}$$

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

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 objetivo PMMS

Si se selecciona la sonda de línea opcional durante una sesión G.994.1, el receptor utilizará el margen objetivo negociado. Si se selecciona el margen objetivo PMMS del caso más desfavorable, el receptor supondrá que están presentes los perturbadores indicados 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 objetivo.

Cuadro B.14/G.991.2 – Perturbadores de referencia utilizados durante la PMMS para el margen objetivo del caso más desfavorable

| Velocidad (kbit/s) | PSD (sentido de transmisión) | Perturbador de referencia |
|--------------------|------------------------------|---|
| Todas | Simétrica (asc. desc.) | 49 SHDSL |
| 2048 | Asimétrica (asc.) | 49 SHDSL-SYM con $f_{\text{sym}} = 685\ 333\ \text{Hz}$ |
| 2048 | Asimétrica (desc.) | 49 SHDSL-SYM con $f_{\text{sym}} = 685\ 333\ \text{Hz}$ |
| 2304 | Asimétrica (asc.) | 49 SHDSL-SYM con $f_{\text{sym}} = 770\ 667\ \text{Hz}$ |
| 2304 | Asimétrica (desc.) | 49 SHDSL-SYM con $f_{\text{sym}} = 770\ 667\ \text{Hz}$ |

B.5.7 Alimentación por tramo en el modo de M pares

En el modo opcional de M pares, los requisitos de alimentación a distancia y de corriente de humectación para cada uno de los M pares deberán ser idénticos a los requisitos correspondientes a un único par especificado en B.5.3.

NOTA – Esto supone que la corriente de alimentación/humectación se suministra gracias a la diferencia de potencial entre punta y anillo en cada uno de los M pares.

Anexo C

Requisitos específicos de la Región 3

Véanse en el anexo H/G.992.1 [1] las especificaciones de los transeptores que han de utilizarse en las redes con servicios TCM-RDSI activos (como se especifica en el apéndice III/G.961 [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 de M pares, pueden utilizarse regeneradores de M 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.

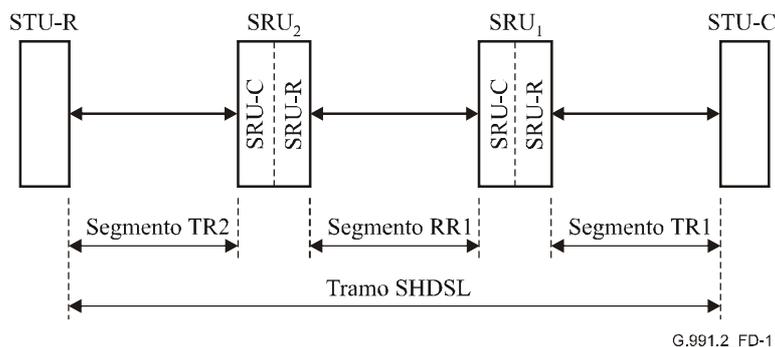


Figura D.1/G.991.2 – Diagrama de bloques de un tramo SHDSL con dos regeneradores de señal

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 1 G.994.1". 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 2 G.994.1".

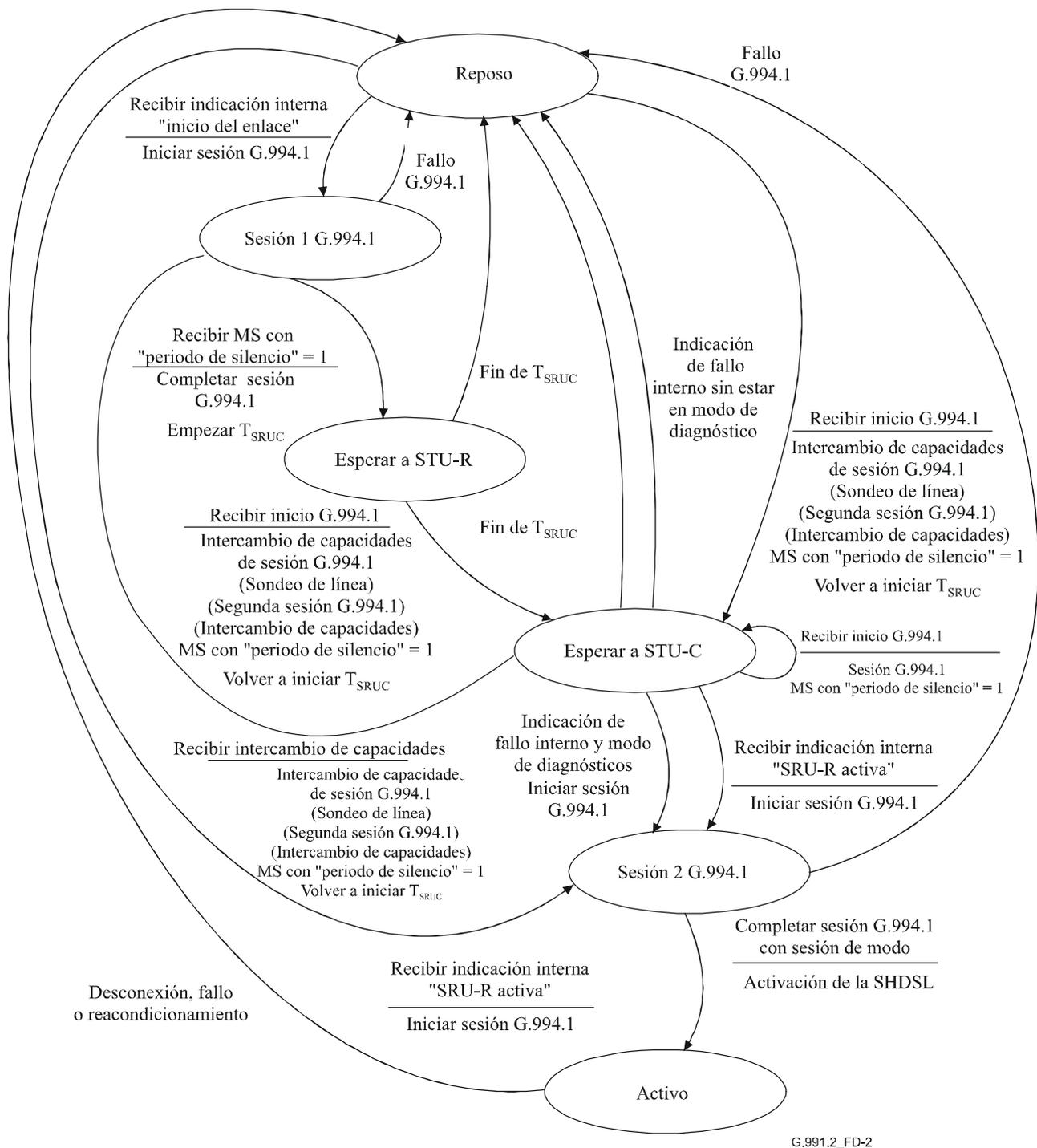


Figura D.2/G.991.2 – Diagrama de transiciones de estado de la SRU-C

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 1 G.994.1". Cuando es la STU-C la que inicia el acondicionamiento, la SRU-C pasa del estado de "reposo" al "sesión 2 G.994.1".

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 2 G.994.1".

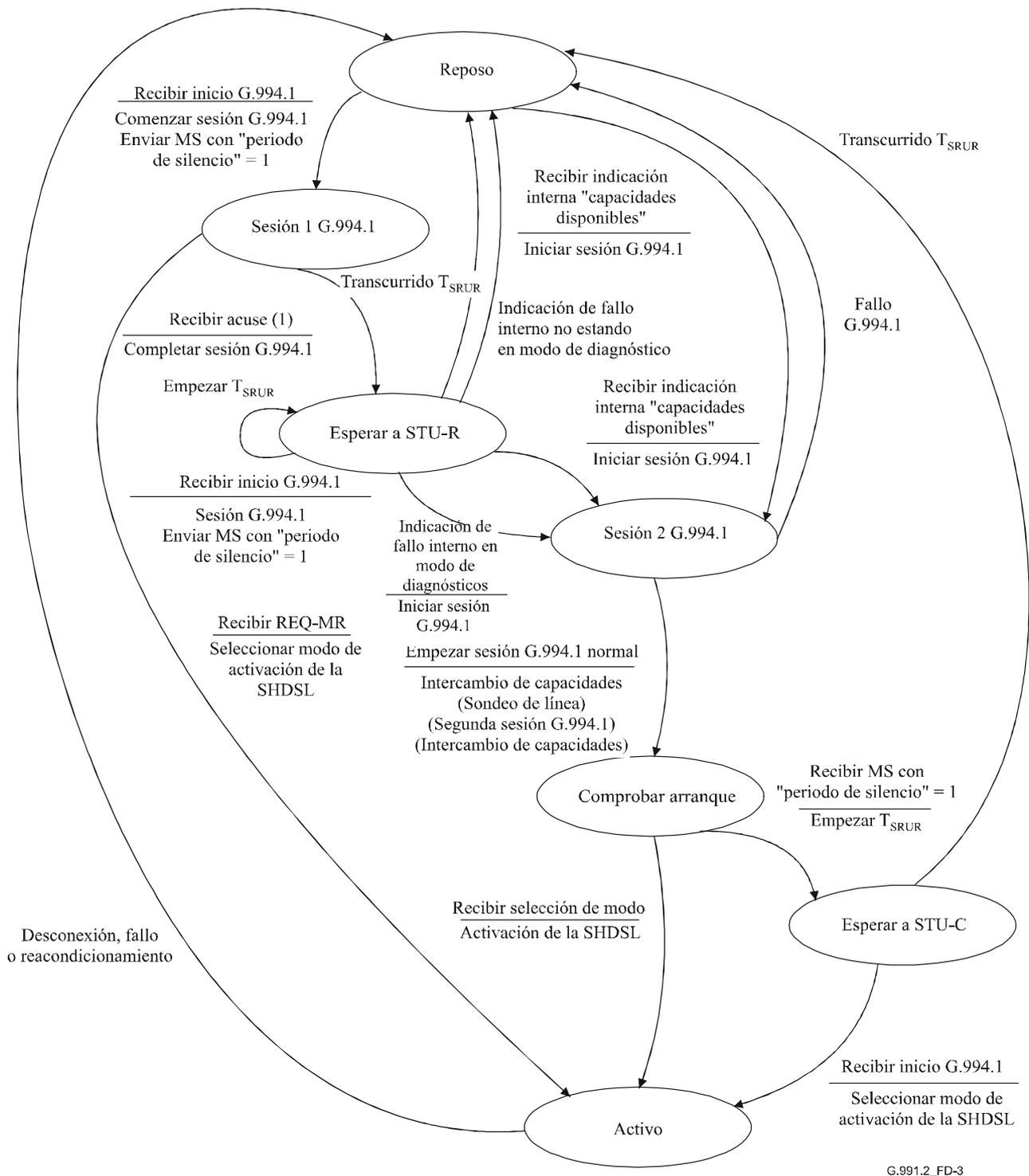


Figura D.3/G.991.2 – Diagrama de transición de estados de la SRU-R

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 la Rec. 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, *regenerator silent period*) especificado en la Rec. 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 re arranque 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 de M pares. Esto corresponde, para TCPAM-16, a velocidades de datos de usuarios máximas (excluyendo la tara de alineación de tramas) de 832 kbit/s y $M \times 832$ kbit/s para el funcionamiento a dos hilos con M pares respectivamente. El funcionamiento a velocidades de símbolos 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 de M pares. 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 $M \times 2,048$ Mbit/s para el funcionamiento a dos hilos y con M pares, respectivamente. El funcionamiento a velocidades de símbolos superiores queda en estudio.

En ambos casos, la STU y la SRU del tramo seleccionarán la misma velocidad de datos de funcionamiento.

D.4 Plantillas 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 de M pares, los datos de canal despejado se transportarán intercalados en todos los pares, como se explica en 8.2. El tren binario de datos de usuario que consta de $M \times k_s$ bits se traslada a los M pares colocando trenes binarios alternados con k_s bits de datos de usuario contiguos, en cada uno de los M canales SHDSL. Habrá k_s bits de datos de usuario contiguos en un subbloque del par 1, y los siguientes k_s bits de datos de usuario contiguos estarán en los subbloques correspondientes de los pares subsiguientes. Como se ha explicado anteriormente, cualquier estructura adicional de datos del usuario correrá a cargo de un protocolo de capa superior indeterminado y no es materia de esta Recomendación.

E.2 TPS-TC para datos orientados a bytes del canal despejado

En el modo de canal despejado orientado a bytes, el tren de bytes de entrada se alinearán con el subbloque de cabida útil SHDSL de modo que se mantengan los límites entre bytes. Los subbloques de cabida útil se tratan como si tuviesen n intervalos temporales de 8 bits. Los bytes 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 del intervalo temporal 2, del intervalo temporal 3, ..., y del intervalo temporal n . En cada subbloque habrá un total de k_s bits (o n bytes) de datos contiguos, de acuerdo con lo especificado en 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n \leq 36$. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89. La figura E.1 proporciona detalles adicionales.

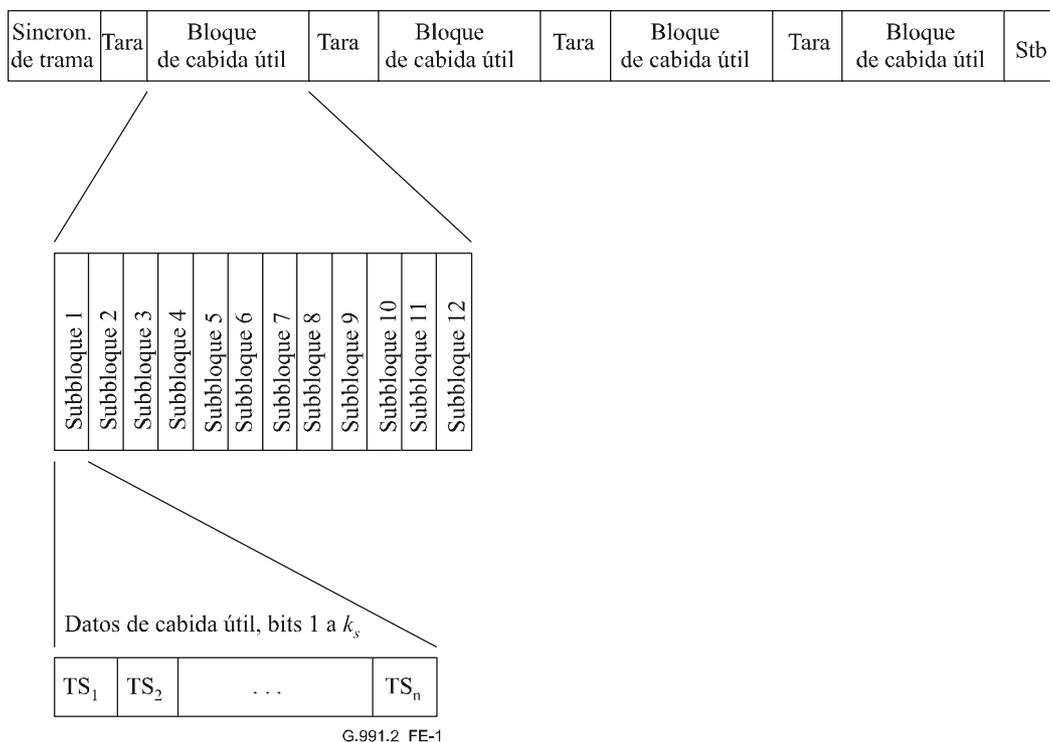
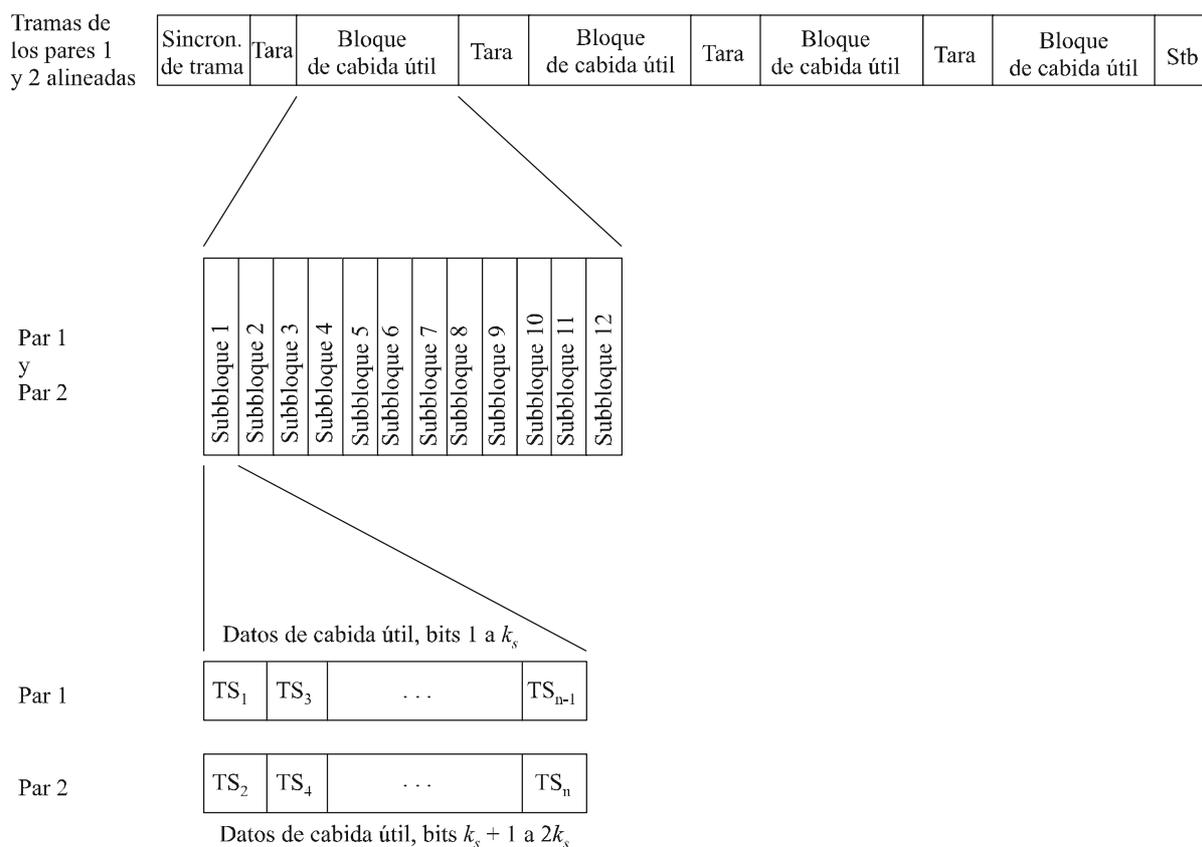


Figura E.1/G.991.2 – Alineación de tramas orientada a bytes en el canal despejado

En el modo opcional de M pares, los datos orientados a bytes se transportan intercalados en los M pares, de acuerdo con lo expuesto en 8.2. En cada subbloque de cabida útil SHDSL se transportará un total de $M \times k_s$ bits ($M \times n$ bytes) de datos orientados a bytes. $k_s = i + n \times 8$, y, en

este modo, $i = 0$ y $3 \leq n \leq 36$. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89. En el modo de M pares sólo se soportan los números de intervalos de tiempo divisibles por M . El tren de bytes de entrada deberá alinearse en el subbloque de cabida útil SHDSL de modo que se mantengan los límites entre bytes. Cada subbloque de cabida útil se trata como si tuviese $M \times n$ intervalos temporales de 8 bits. Cada byte del tren de datos de entrada se traslada al siguiente intervalo temporal con el bit menos significativo en primer lugar. El primer intervalo temporal empieza en la posición del primer bit del subbloque de cabida útil, seguido del intervalo temporal 2, del intervalo temporal 3, ..., y del intervalo temporal n . Cada subbloque contendrá un total de $M \times k_s$ bits (o $M \times n$ bytes) de datos contiguos, como especifica 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n \leq 36$. Los bytes del tren de datos de entrada deberán intercalarse entre los M pares, de modo que el par M transporte el M -ésimo byte de cada bloque de M bytes. Para una información más detallada véase la figura E.2.



G.991.2_FE-2

Figura E.2/G.991.2 – Alineación de tramas con M pares en el canal despejado orientado a bytes (caso particular de $M = 2$)

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 modo DS1 no alineado, no se especificarán relaciones entre las tramas DS1 y su posición en los subbloques de cabida útil. Cada subbloque contendrá un total de k_s bits de datos contiguos, como se especifica en 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $n = 24$ e $i = 1$. Los relojes de

alineación de tramas DS1 se sincronizarán con los relojes SHDSL de modo que la trama DS1 aparezca siempre en la misma posición del subbloque de cabida útil SHDSL; sin embargo no se especifica ninguna alineación especial. Se mantendrá la relación temporal entre el tren de datos DS1 y los datos de los subbloques, 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 de M pares, no se soporta el transporte de DS1 no alineados.

E.4 TPS-TC para transporte de DS1 alineados/DS1 fraccionarios

Como se indica en E.3, los "DS1" son trenes de datos de 1,544 Mbit/s con tramas de 8 kHz, cada una 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. El modo DS1 alineados/DS1 fraccionarios también es aplicable a la RDSI de velocidad primaria (PRI, *primary rate ISDN*) de 1,544 Mbit/s, descrita en 4.2/I.431 [B10].

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 del intervalo temporal 1, del intervalo temporal 2, ..., y del intervalo temporal n . Cada subbloque contendrá un total de k_s bits de datos contiguos, como se especifica en 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$, 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. Para una información más detallada véase la figura E.3.

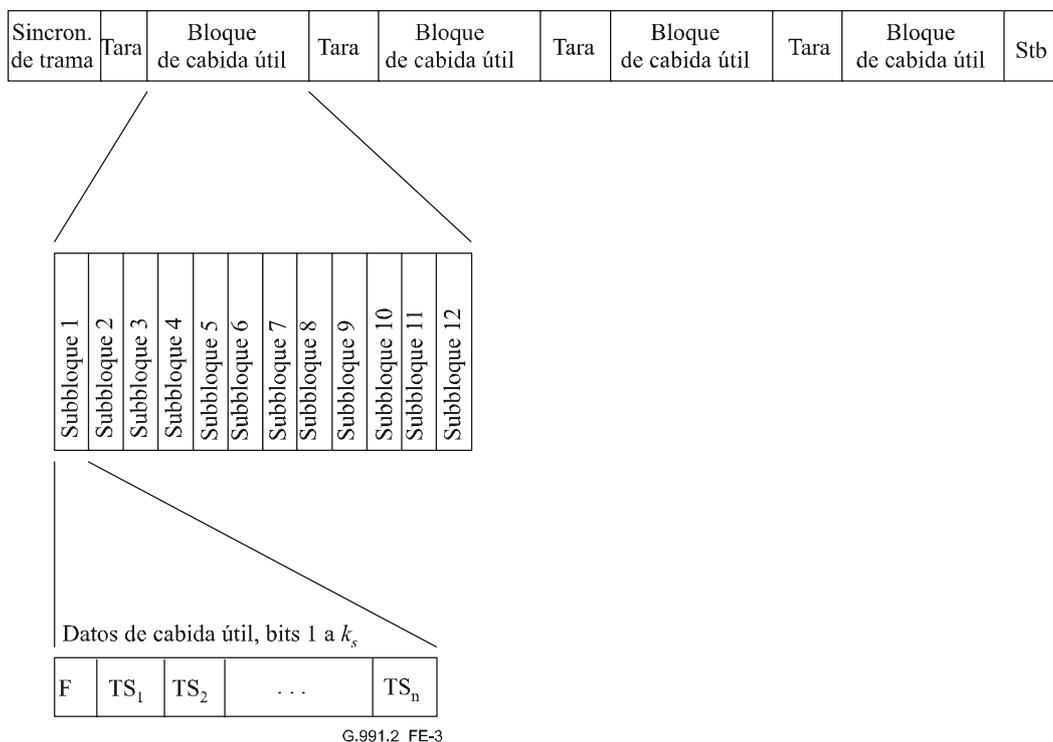


Figura E.3/G.991.2 – Alineación de tramas para DS1 alineados/DS1 fraccionarios

En el modo opcional de M pares, los datos DS1/DS1 fraccionarios se transportarán intercalados en los M pares, de acuerdo con lo descrito en 8.2. En cada subbloque de cabida útil SHDSL se transportará un total de $M \times (k_s - 1) + 1$ bits de datos DS1/DS1 fraccionarios. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 1$. En las aplicaciones DS1, $n = 24/M$, y en las aplicaciones DS1 fraccionarios,

$3 \leq n < 24/M$. En el modo de M pares sólo pueden soportarse múltiplos de M intervalos temporales DS1. 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 en cada uno de los M pares de hilos. Los intervalos temporales de la trama DS1 se intercalarán entre los M pares de hilos, de modo que el par M transporte el m -ésimo intervalo temporal de cada bloque de M intervalos. Para una información más detallada véase la figura E.4.

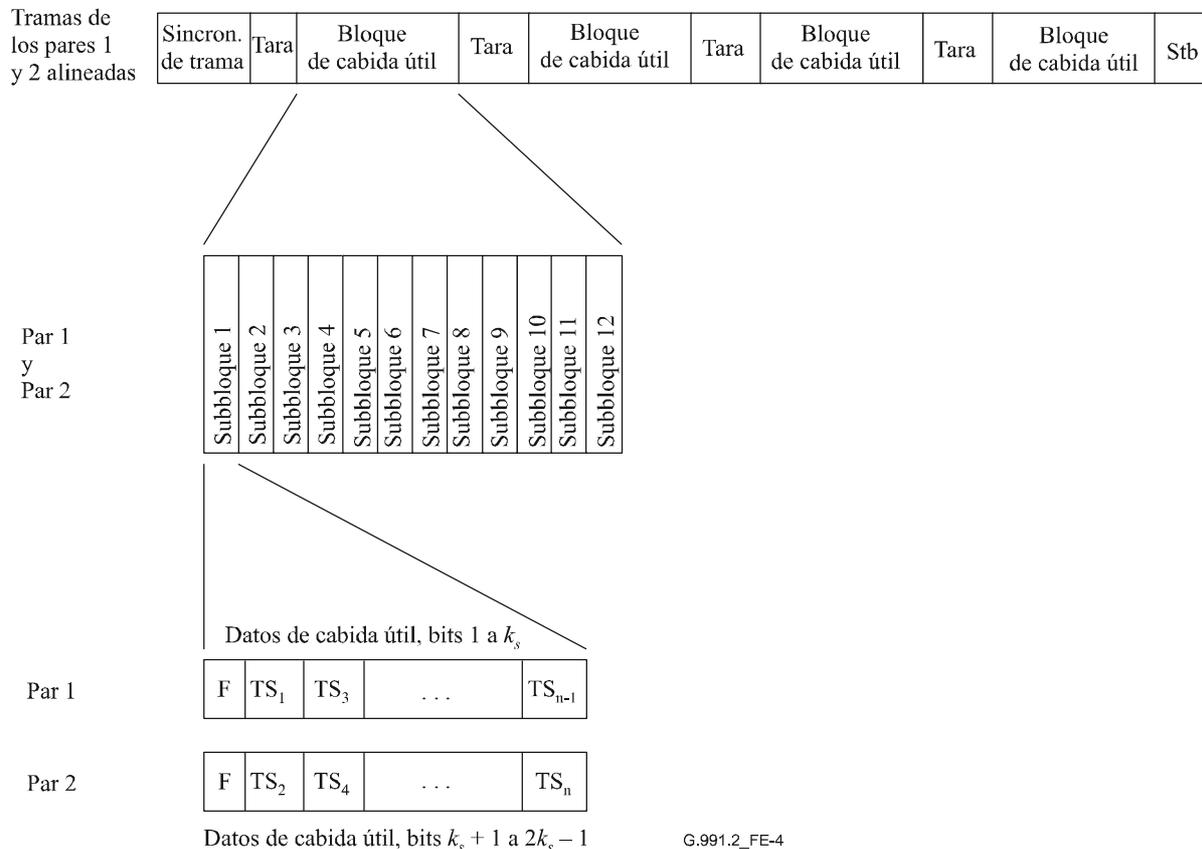


Figura E.4/G.991.2 – Alineación de tramas DS1/DS1 fraccionarios para M pares (caso particular de $M = 2$)

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 alineación de tramas específica. 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], se define la alineación de tramas D2048S y la estructura de datos asociada.

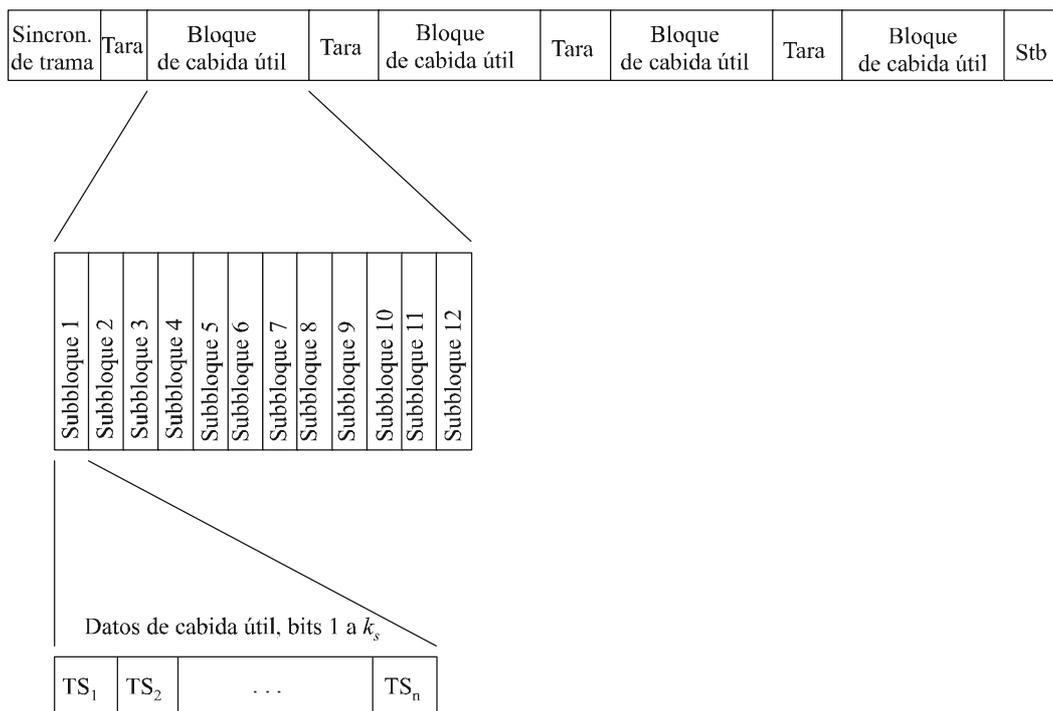
En el modo no alineado D2048S, no se especificará relación alguna entre las tramas D2048S y su posición en los subbloques de cabida útil. Cada subbloque contendrá un total de k_s bits de datos contiguos, como se especifica en 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $n = 32$ e $i = 0$. Los 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 de M pares no soportará el transporte D2048S no alineado.

E.7 TPS-TC para las líneas digitales arrendadas estructuradas (D2048S) y fraccionarias que funcionan en Europa a 2048 kbit/s en modo alineado

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. El modo D2048S alineado también es aplicable a la PRI (RDSI de velocidad primaria) de 2,048 Mbit/s descrita en 5.2/I.431 [B10].

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 del intervalo temporal 2, del intervalo temporal 3, ..., y del intervalo temporal n . En cada subbloque habrá un total de k_s bits de datos contiguos, de acuerdo con 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$, 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. Para una información más detallada véase la figura E.5.

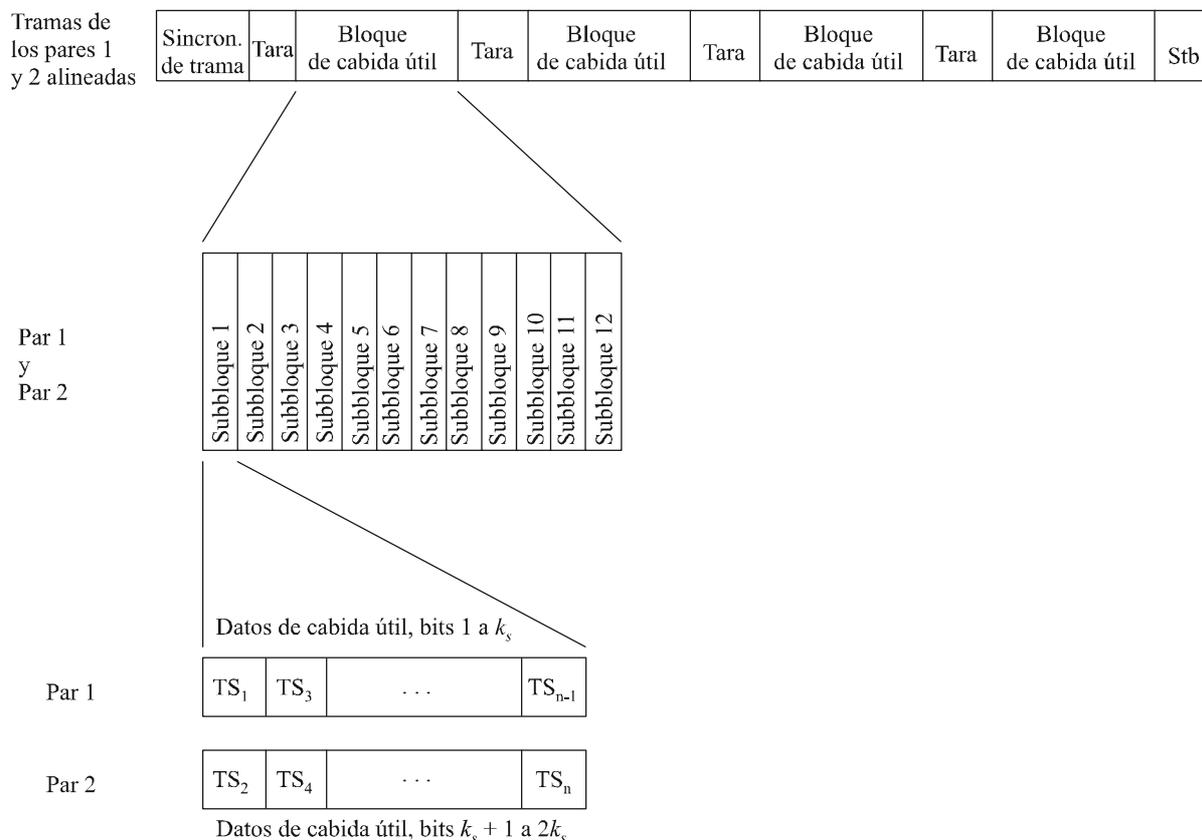


G.991.2_FE-5

Figura E.5/G.991.2 – Alineación de tramas D2048S alineadas/D2048S fraccionarias

En el modo opcional de M pares, los datos D2048S/D2048S fraccionarios se transportarán intercalados en los M pares, de acuerdo con lo descrito en 8.2. Cada subbloque de cabida útil SHDSL contendrá un total de $M \times k_s$ bits de datos D2048S/D2048S fraccionarios. $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$. En las aplicaciones D2048S, $n = 32/M$, y en las aplicaciones DS1 fraccionarios, $3 \leq n < 32/M$. En el modo de M pares sólo están soportados los múltiplos de M intervalos

temporales D2048S. Los intervalos temporales de la trama D2048S se intercalarán entre los M pares de hilos, de modo que el par M transporte el m -ésimo intervalo temporal de cada bloque de M intervalos. Para una información más detallada véase la figura E.6.



G.991.2_FE-6

Figura E-6/G.991.2 – Alineación de tramas D2048S alineadas/D2048S fraccionarias, para M pares (caso particular de $M = 2$)

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 parte 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 integrados 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 de 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:

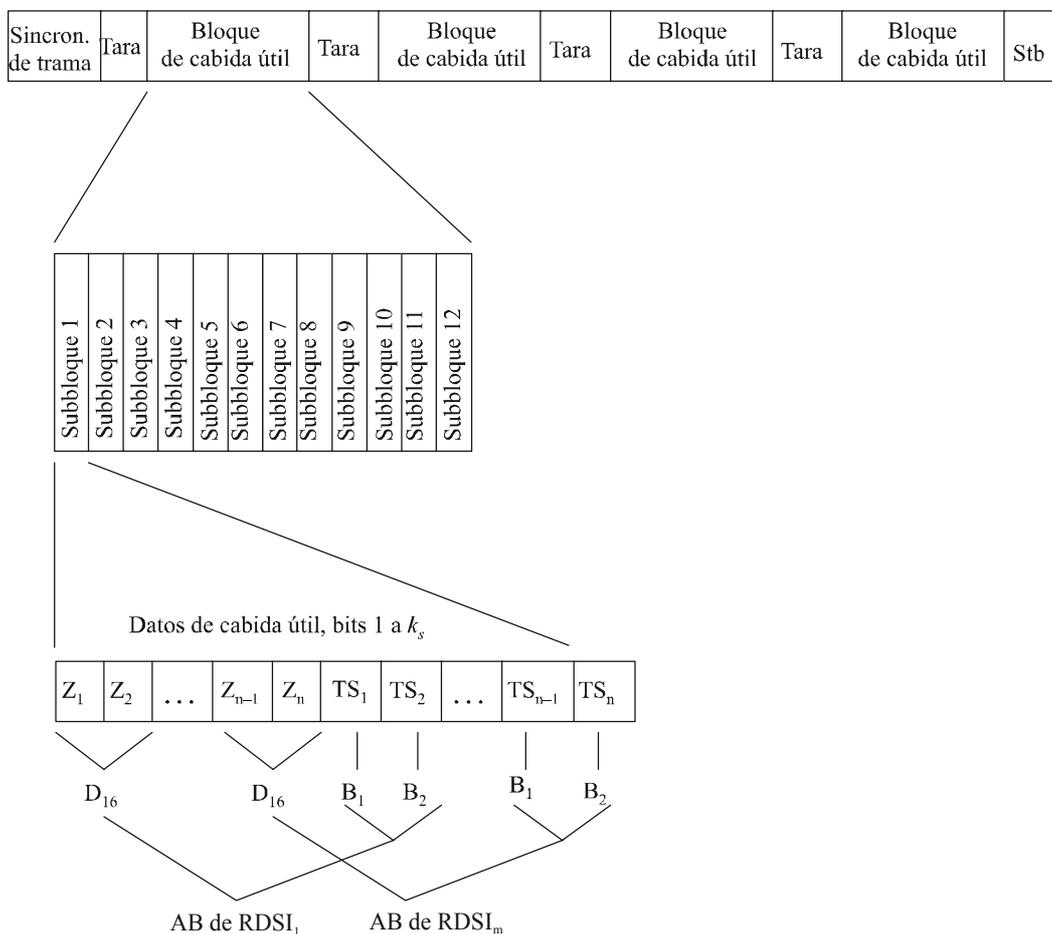
- Los canales B y D se introducen en canales de cabida útil SHDSL.
- El AB de RDSI no necesita una sincronización independiente porque las tramas SHDSL están sincronizadas con el mismo dominio de reloj. Por consiguiente, la palabra de trama RDSI (12 kbit/s) no es necesaria.

- 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 $n = 3..36$, u, opcionalmente, $n = 37..89$, conforme a lo descrito en el anexo F).
- 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 $TS_1 \dots TS_n$.



G.991.2_FE-7

Figura E.7/G.991.2 – Traslación 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.

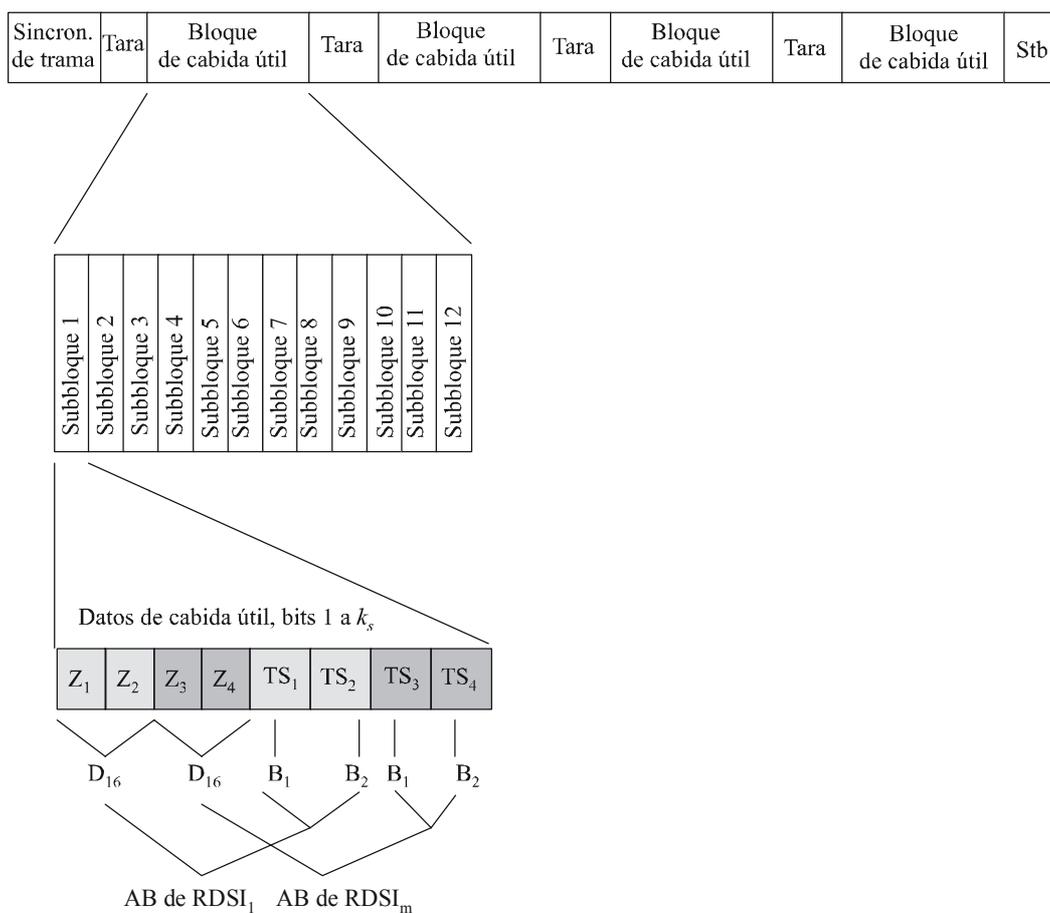
Esta estructura de cabida útil permite la introducción eficaz de canales de acceso básico RDSI en tramas SHDSL.

- 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 seis AB de RDSI. La figura E.8 muestra un ejemplo de introducción de dos AB de RDSI.



G.991.2_FE-8

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 del 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 emergencia

En caso de fallo de la alimentación local el servicio de emergencia puede prestarse mediante un AB de RDSI. El acceso a velocidad básica de emergencia 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 a distancia 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 cuatro AB. 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 intervalos temporales a un AB de RDSI

| Número del 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 dos AB de RDSI

| Número del 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 tres AB de RDSI

| Número del 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 cuatro AB de RDSI

| Número del 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 del EOC) en el modo de *M* pares

En el modo opcional de *M* pares, la atribución de hasta tres 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 cuatro AB de RDSI se muestra en el cuadro E.5a.

Cuadro E.5a/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a cuatro AB de RDSI

| Número del 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 deberán intercalarse entre los *M* pares de hilos. Para una información más detallada véase la figura E.8a.

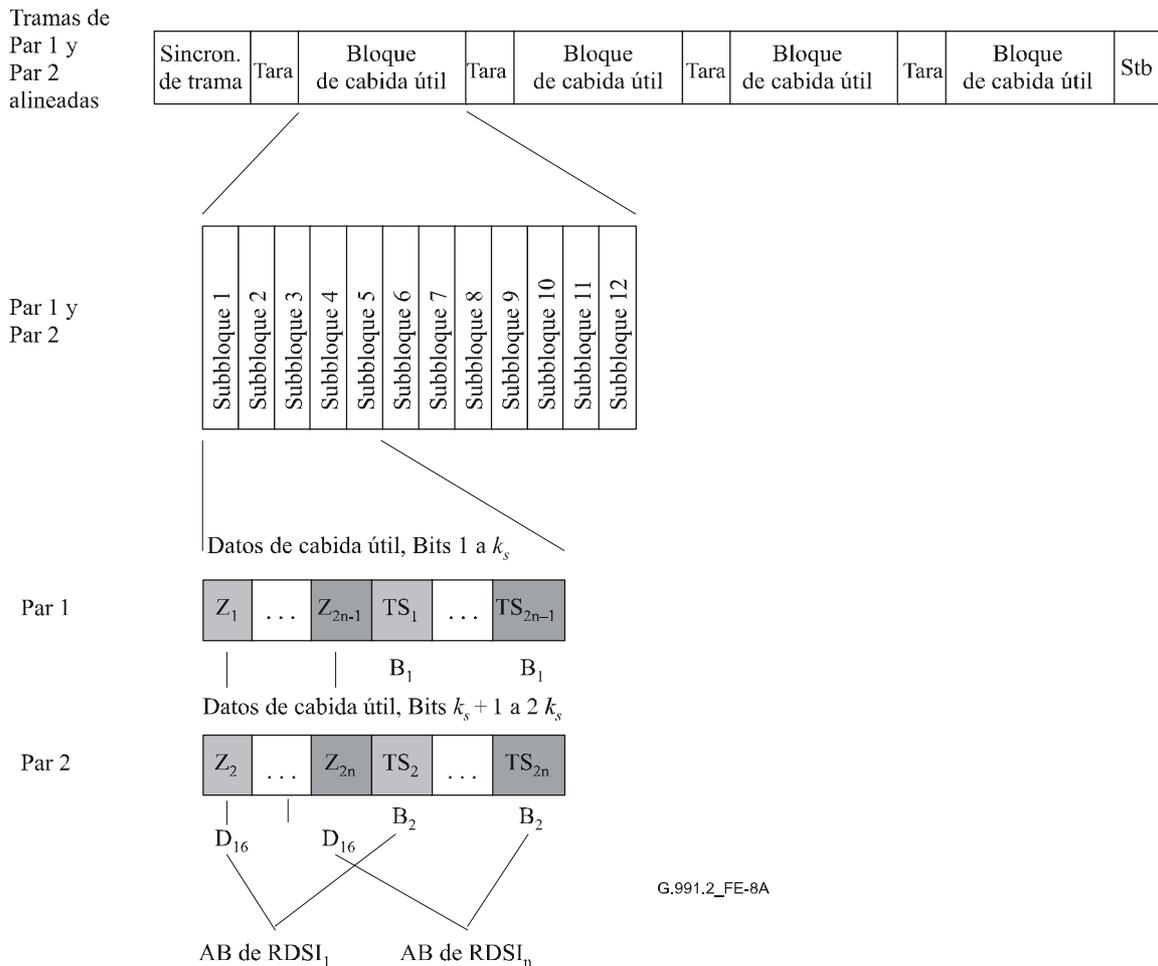


Figura E.8a/G.991.2 – Alineación de tramas con M pares para AB de RDSI (caso particular de $M = 2$)

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

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 seis 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).

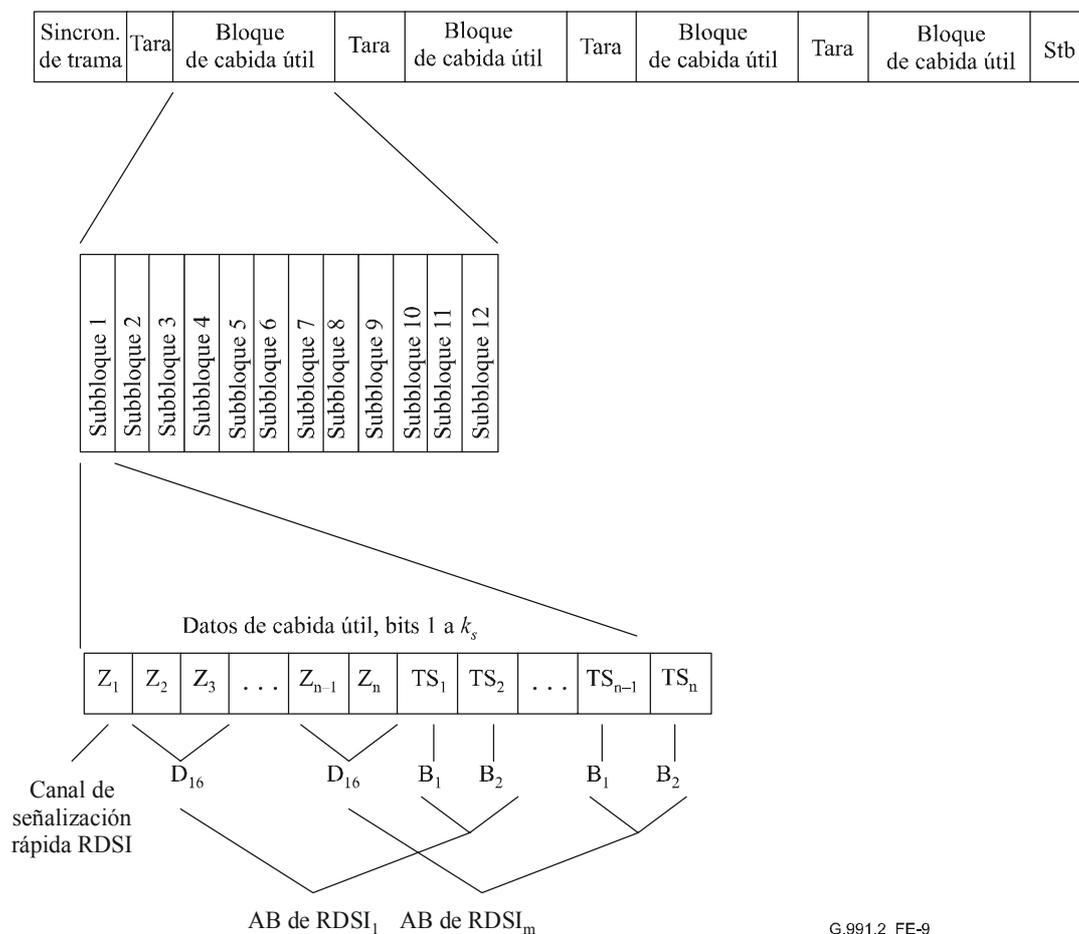


Figura E.9/G.991.2 – Introducción de los canales B y D de la RDSI en un canal de señalización rápida

Cuadro E.6/G.991.2 – Atribución de intervalos temporales a un AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 dos AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 tres AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 cuatro AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 cinco AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 seis AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 de M pares

En el modo opcional de M pares, la atribución de hasta tres 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 intervalos temporales a cuatro AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 intervalos temporales a cinco AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 intervalos temporales a seis AB de RDSI mediante el empleo del canal de señalización rápida

| Número del 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 se alinearán en los subbloques de cabida útil SHDSL de tal manera que el bit de señalización rápida Z₁ ocupe la posición del primer bit del subbloque de cabida útil en cada uno de los M pares. Los restantes intervalos temporales y bits Z deberán intercalarse alternados entre los M pares. Para una información más detallada véase la figura E.9a.

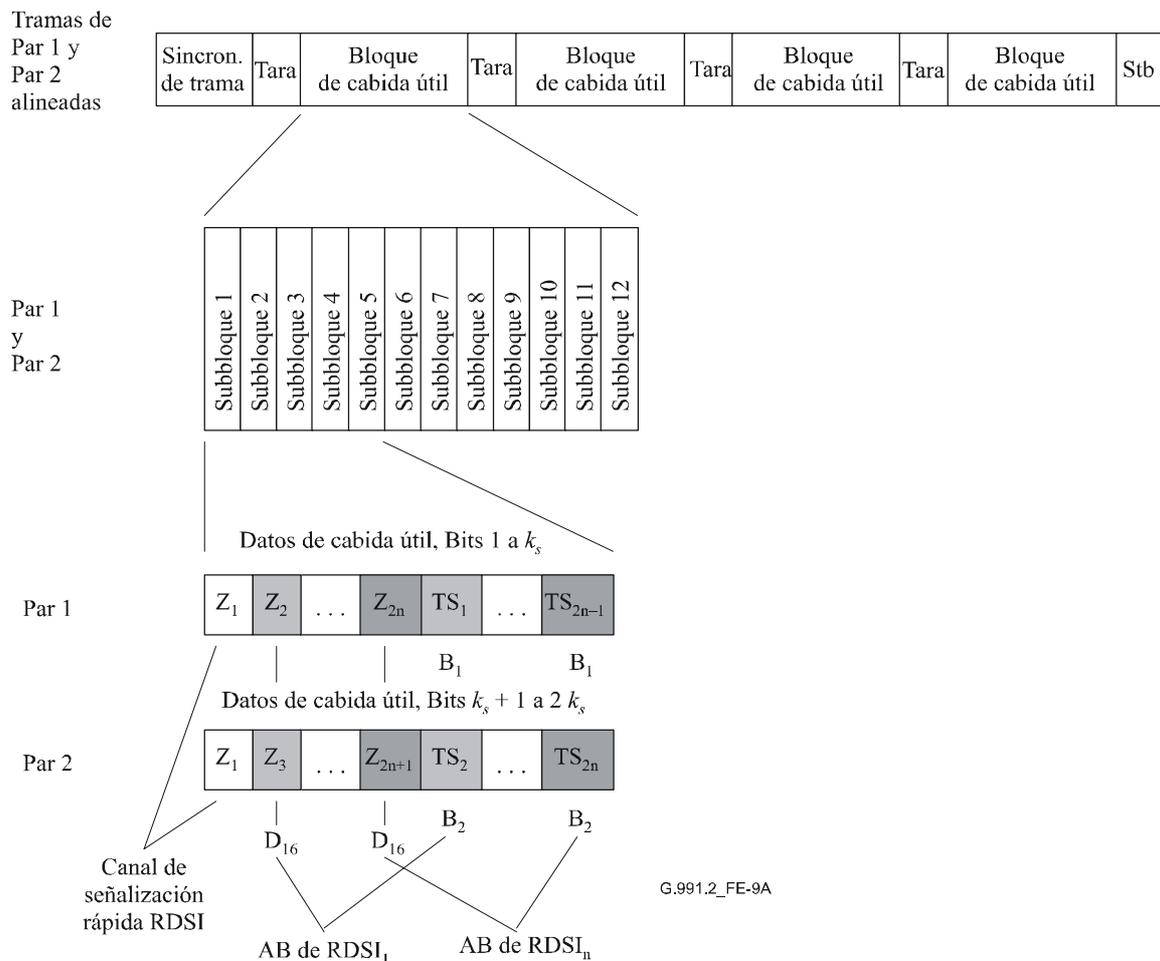


Figura E.9a/G.991.2 – Alineación de tramas con M pares para AB de RDSI (caso particular de $M = 2$)

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 # | 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 # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|------------|------------------------|--------------------|----------------------------|
| 1 | ID de mensaje 148 | ID de mensaje | |
| 2 bits 4-7 | Número del AB de RDSI | Carácter sin signo | |
| 2 bits 0-3 | No se utiliza | | Puesto a 0000 ₂ |
| 3 | Código de mensaje RDSI | | |

Número del AB de RDSI: Los AB de RDSI pueden direccionarse independientemente. Se asigna un número de cuatro cifras a cada AB de RDSI (AB 1 = 0000, ..., AB 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 transceptor 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) |

Cuadro E.14/G.991.2 – Códigos de mensaje de los mandatos de la RDSI

| Función | Mensaje | Código del mensaje EOC | Comentarios |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| 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 transceptor 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 |

Cuadro E.15/G.991.2 – Códigos de mensaje de las respuestas de la RDSI

| Función | Mensaje | Código del mensaje EOC | Comentarios |
|----------------------------|---|-------------------------------|---|
| Mensaje del EOC de la RDSI | Conectar en bucle 2B + D (éxito) | 1011 0001 | Interfaz S activada con bucle 2 |
| | Conectar en bucle 2B + D (fracaso) | 1111 0001 | |
| | Conectar en bucle el canal B1 (éxito) | 1011 0010 | Puede solicitarse funcionar con bucle de canal B1 siempre que el enlace SHDSL esté activado |
| | Conectar en bucle el canal B1 (fracaso) | 1111 0010 | |
| | Conectar en bucle el canal B2 (éxito) | 1011 0011 | Puede solicitarse funcionar con el bucle del canal B2 siempre que el enlace SHDSL esté activado |
| | 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 (AB 1 = 0000, ... AB 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, la respuesta correspondiente es SIA (interfaz S activada).

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, la respuesta correspondiente es SID (interfaz S desactivada).

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.

E.8.9 Reactivación de la terminación del AB

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 una reactivación. "Reactivación de la terminación del AB" pone a la unidad de control de la interfaz S en su estado por defecto (el de desactivación). Esto no repercute en los demás AB ni en los servicios.

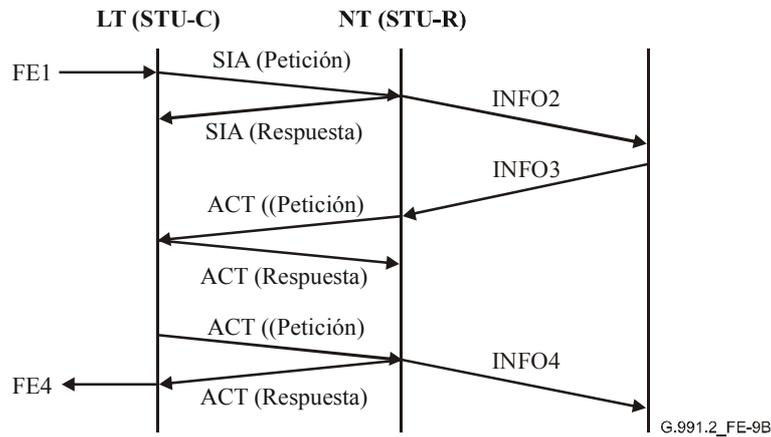


Figura E.9b/G.991.2 – Activación del AB del RDSI iniciada por la central

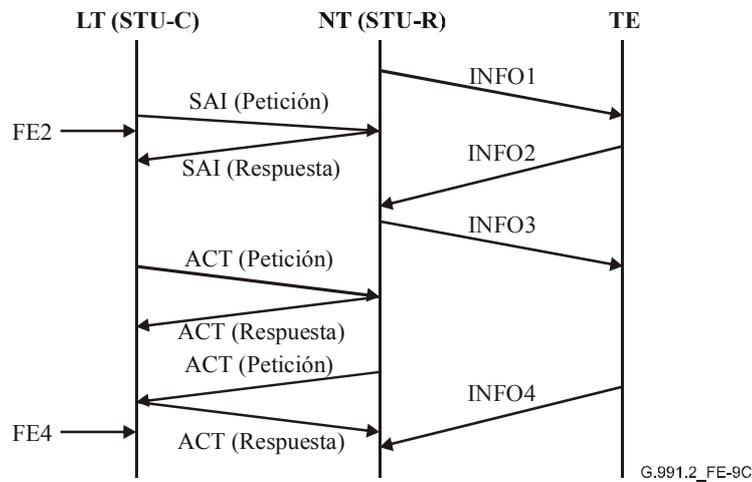


Figura E.9c/G.991.2 – Activación del AB del RDSI iniciada por el equipo terminal

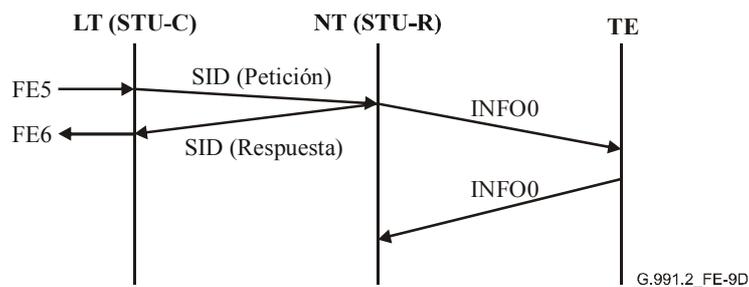


Figura E.9d/G.991.2 – Activación del AB del RDSI iniciada por el equipo terminal

Cuadro E.16/G.991.2 – Cuadro de transición de estados de la NT

| N.º de estado | NT1.1 | NT2.2 | NT1.3 | NT1.4 | NT1.5 | NT1.5A | NT1.6 | NT1.7 | NT1.8 | NT1.9 | NT2.0 | NT2.0A | NT2.1 |
|--------------------------------|--------------|---|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Nombre de estado | Reactivación | Servicio RDSI desactivado | Activación del servicio RDSI | | | | Servicio de RDSI activado | | | | Bucle 2 | | |
| | | | Iniciada | Interfaz T activada | Acuse de la interfaz T activada | Pendiente de activación | Activo | LOS/LFA en T pendiente | LOS/LFA en T | Desactivación iniciada | Bucle pendiente | Acuse de activación del bucle | Bucle en funcionamiento |
| INFO enviada (CP-IWF →TE) | INFO0 | INFO0 | INFO0 | INFO2 | INFO2 | INFO2 | INFO4 | INFO2 | INFO2 | INFO0 | INFO2 | INFO2 | INFO4 |
| Estado interno Evento | G1 | G1 | G1 | G2 | G2 | G2 | G3 | G2 | G2 | G4 | G4 | G4 | G4 |
| Recibiendo INFO0 | - | - | - | - | - | - | NT1.7 SDI (petición) | - | - | NT1.2 | - | - | - |
| Recibiendo INFO1 | - | NT1.3 SAI (petición) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recibiendo INFO3 | - | - | - | NT1.5 ACT (petición) | - | - | - | - | NT1.5 ACT (petición) | - | NT2.1 ACT (petición) | - | - |
| LOS/LFA en T | - | - | - | - | - | - | NT1.7 SID (petición) | - | - | - | - | - | - |
| SIA (petición) | - | NT1.4 SIA (respuesta) | - | - | - | - | - | - | - | NT1.4 SIA (respuesta) | - | - | - |
| SAI (respuesta) | - | - | NT1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SID (petición) | - | - | NT1.9 SID (respuesta) | NT1.9 SID (respuesta) | NT1.9 SID (respuesta) | NT1.9 SID (respuesta) | NT1.9 SID (respuesta) | NT1.9 SID (respuesta) | NT1.9 SID (respuesta) | - | NT1.9 SID (respuesta) | NT1.9 SID (respuesta) | NT1.9 SID (respuesta) |
| ACT (respuesta) | - | - | - | - | NT1.5 | - | - | - | - | - | - | NT2.1 | - |
| ACT (petición) | - | - | - | - | - | NT1.6 ACT (respuesta) | - | - | - | - | - | - | - |
| Conectar bucle 2B+D (petición) | - | NT2.0 Conectar bucle 2B+D (éxito) (respuesta) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Cuadro E.16/G.991.2 – Cuadro de transición de estados de la NT

| N.º de estado | NT1.1 | NT2.2 | NT1.3 | NT1.4 | NT1.5 | NT1.5A | NT1.6 | NT1.7 | NT1.8 | NT1.9 | NT2.0 | NT2.0A | NT2.1 |
|---------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Nombre de estado | Reactivación | Servicio RDSI desactivado | Activación del servicio RDSI | | | | Servicio de RDSI activado | | | | Bucle 2 | | |
| | | | Iniciada | Interfaz T activada | Acuse de la interfaz T activada | Pendiente de activación | Activo | LOS/LFA en T pendiente | LOS/LFA en T | Desactivación iniciada | Bucle pendiente | Acuse de activación del bucle | Bucle en funcionamiento |
| Reactivación S (petición) | - | NT1.1 Acuse reactivac. S (respuesta) |
| SDI (respuesta) | - | - | - | - | - | - | - | NT1.8 | | | - | | - |
| SHDSL: Data, no alcanzado | - | NT1.1 |
| SHDSL: Data, alcanzado | NT1.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Cuadro E.16a – Cuadro de transición de estados para la LT

| N.º de estado | LT1.1 | LT1.2 | LT1.3 | LT1.4 | LT1.5 | LT1.6 | LT1.7 | LT1.8 | LT2.0 | LT2.1 | LT2.2 |
|-------------------------------------|--------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Nombre de estado | Reactivación | Servicio RDSI desactivado | Activación del servicio RDSI | | | Servicio de RDSI activado | | | Bucle 2 | | |
| | | | Iniciada | Interfaz T activada | Pendiente de activación | Activo | LOS/LFA en T | Desactivación iniciada | Bucle solicitado | Bucle pendiente | Bucle conectado |
| FE enviado (CO-IWF -> ET) Evento | FE7 | FE6 | FE2 | FE2 | FE3 | FE4 | FE12 | (Nota 1) | FE3 | FE3 | FE4 |
| FE 1 | - | LT1.3 SIA (petición) | | - | - | - | - | LT1.3 SIA (petición) | - | - | - |
| FE 5 | - | - | Arrancar T2 LT1.8 SID (petición) | - | Arrancar T2 LT1.8 SID (petición) | Arrancar T2 LT1.8 SID (petición) | Arrancar T2 LT1.8 SID (petición) |

Cuadro E.16a – Cuadro de transición de estados para la LT

| N.º de estado | LT1.1 | LT1.2 | LT1.3 | LT1.4 | LT1.5 | LT1.6 | LT1.7 | LT1.8 | LT2.0 | LT2.1 | LT2.2 |
|---|--------------|---|------------------------------|--|---|---|--|------------------------|------------------|--------------------------|-----------------|
| Nombre de estado | Reactivación | Servicio RDSI desactivado | Activación del servicio RDSI | | | Servicio de RDSI activado | | | Bucle 2 | | |
| | | | Iniciada | Interfaz T activada | Pendiente de activación | Activo | LOS/LFA en T | Desactivación iniciada | Bucle solicitado | Bucle pendiente | Bucle conectado |
| FE 8 | - | LT2.0 Conectar bucle 2B+D (petición) | | | LT2.0 Conectar bucle 2B+D (petición) | LT2.0 Conectar bucle 2B+D (petición) | | | | | |
| Reactivar S | - | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 |
| SAI (petición) | - | LT1.4 SAI (respuesta) | LT1.3 SAI (respuesta) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ACT (petición) | - | - | - | LT1.5 ACT (respuesta) ACT (petición) | - | - | LT1.5 ACT (respuesta) ACT (petición) | - | - | LT2.2 ACT (respuesta) | - |
| SDI (petición) | - | - | - | - | - | LT1.7 SDI (respuesta) | - | - | - | - | - |
| SIA (respuesta) | - | - | LT1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SID (respuesta) | - | - | - | - | - | - | - | LT1.2 | - | - | - |
| ACT (respuesta) | - | - | - | - | LT1.6 | - | - | - | - | - | - |
| Conectar bucle 2B+D (éxito) (respuesta) | - | - | - | - | - | - | | | LT2.1 | - | - |
| Acusar reactivación S (respuesta) | LT1.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SHDSL: Data _c fallida | / | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 | LT1.1 |
| SHDSL: Data _c alcanzada | LT1.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Temporizador de plazo 2 | | - | - | - | - | - | - | LT1.3 | - | - | - |

Cuadro E.16b/991.2 – Leyendas de los cuadros de transición de estados

| Nombre | Descripción |
|-------------|--|
| – | Sin cambio de estado. |
| / | Imposible por definición de los procedimientos de capa física entre pares o por motivos internos del sistema. |
| | Imposible por definición del servicio de capa física. |
| Arrancar T2 | Arrancar temporizador T2 La nota 2 del cuadro 6 de ETSI ETS 300 012 [6] contiene una descripción del temporizador T2: "El temporizador 2 (T2) evita la reactivación fortuita. El primer valor cumple $25 \text{ ms} \leq \text{valor} \leq 100 \text{ ms}$. Esto supone que el TE tiene que reconocer INFO0 y manifestar su reacción antes de 25 ms. Si la NT es capaz de reconocer sin ambigüedad INFO1, el valor del temporizador 2 puede ser 0, y un MPH-DEACTIVATE REQUEST (petición GFI-desactivación) provocaría la transición directa de los estados G2 o G3 al G1. Debe tenerse en cuenta que la detección sin ambigüedades de INFO1 puede no ser posible en configuraciones de bus pasivo, considerando todas las implementaciones posibles." |
| Nota | El FE enviado a la red es idéntico al enviado antes de la emisión de FE5 desde la red. |
| FE1 | (LT ← ET) Activar acceso |
| FE2 | (LT → ET) Activación del acceso iniciada |
| FE3 | (LT → ET) Sección digital del acceso activada |
| FE4 | (LT → ET) Acceso o bucle activado |
| FE5 | (LT ← ET) Desactivar acceso |
| FE6 | (LT → ET) Acceso desactivado |
| FE7 | (LT → ET) LOS/LFA en DS o pérdida de potencia en NT1 |
| FE8 | (LT ← ET) Activar bucle 2 |
| FE12 | (LT → ET) LOS/LFA en el punto de referencia T |

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 la Rec. 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.
- Inserción/extracción⁵ del octeto de control de errores del encabezamiento (HEC, *header error check*) ATM.
- Aleatorización/desaleatorización de la cabida útil de las células en los sistemas basados en SDH.
- Delimitación de células en el canal de recepción.
- Temporización y orden 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:

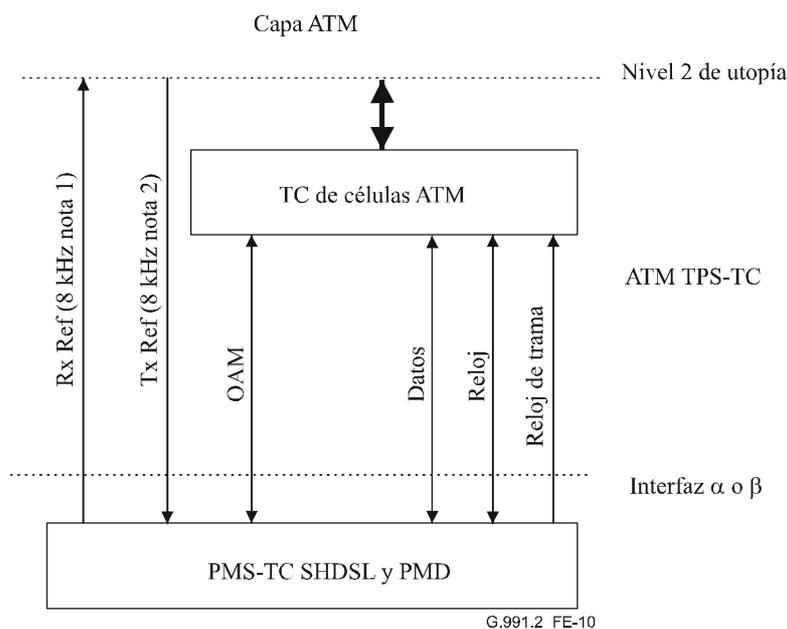
- corregir errores de un solo bit; o
- detectar errores de múltiples bits.

Se debe implementar la detección de error tal como se define en la Rec. 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.

⁴ Una célula de reposo insertada en el lado emisión debe ser extraída en el lado distante.

⁵ Un octeto HEC insertado en lado emisión debe ser extraído en el lado distante.

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 cabida útil de la SHDSL deberán respetarse en la interfaz utopía ATM. Se transmitirán en primer lugar los bits más significativos, de acuerdo con la Rec. UIT-T I.432.1 [8].

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 parte 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 del intervalo temporal 2, el intervalo temporal 3, ..., el intervalo temporal n . En cada subbloque habrá un total de k_s bits (o n octetos) de datos contiguos, de acuerdo con lo especificado en 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$, y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n \leq 36$. Téngase en cuenta que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89. Para una información más detallada véase la figura E.10a.

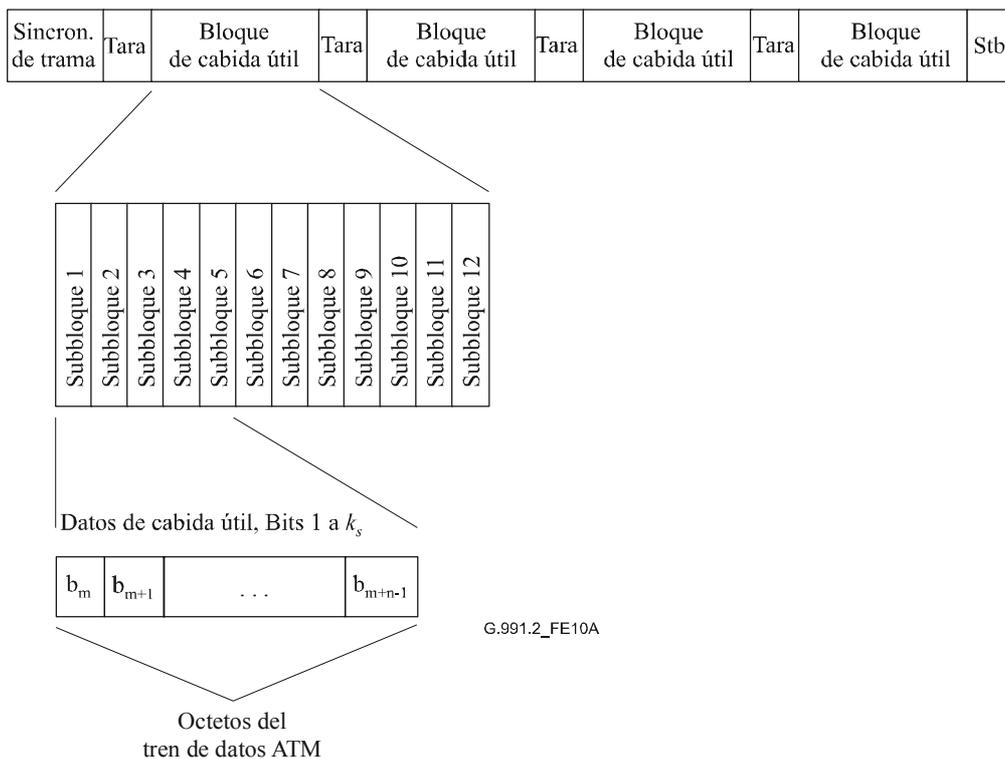


Figura E.10a/G.991.2 – Alineación de tramas ATM

En el modo opcional de M pares, los datos ATM se transportan intercalados en todos los pares, de acuerdo con lo expuesto en 8.2. En el modo de M pares sólo pueden soportarse los múltiplos de M intervalos temporales. El tren ATM de entrada deberá alinearse en el subbloque de cabida útil SHDSL de modo que se mantengan los límites entre bytes. Cada subbloque de cabida útil se trata como si tuviese $M \times n$ intervalos temporales de 8 bits. Cada byte del tren de datos ATM de entrada se traslada, empezando por el bit más significativo, al siguiente intervalo temporal disponible. El primer intervalo temporal empieza en la posición del primer bit del subbloque de cabida útil, seguido del intervalo temporal 2, del intervalo temporal 3, ..., y del intervalo temporal n . Cada subbloque contendrá un total de $M \times k_s$ bits (o $M \times n$ bytes) de datos contiguos, como se especifica en 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$ y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n \leq 36$. Téngase en cuenta que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89. Los bytes del tren de datos de entrada ATM deberán intercalarse entre los M pares, de modo que si el byte b_m se transporta en el par m , el byte b_{m+1} se transporte en el intervalo temporal correspondiente del par $M + 1$. De este modo, el par m transporta el m -ésimo intervalo temporal de cada bloque de M intervalos temporales. Para una información más detallada véase la figura E.10b.

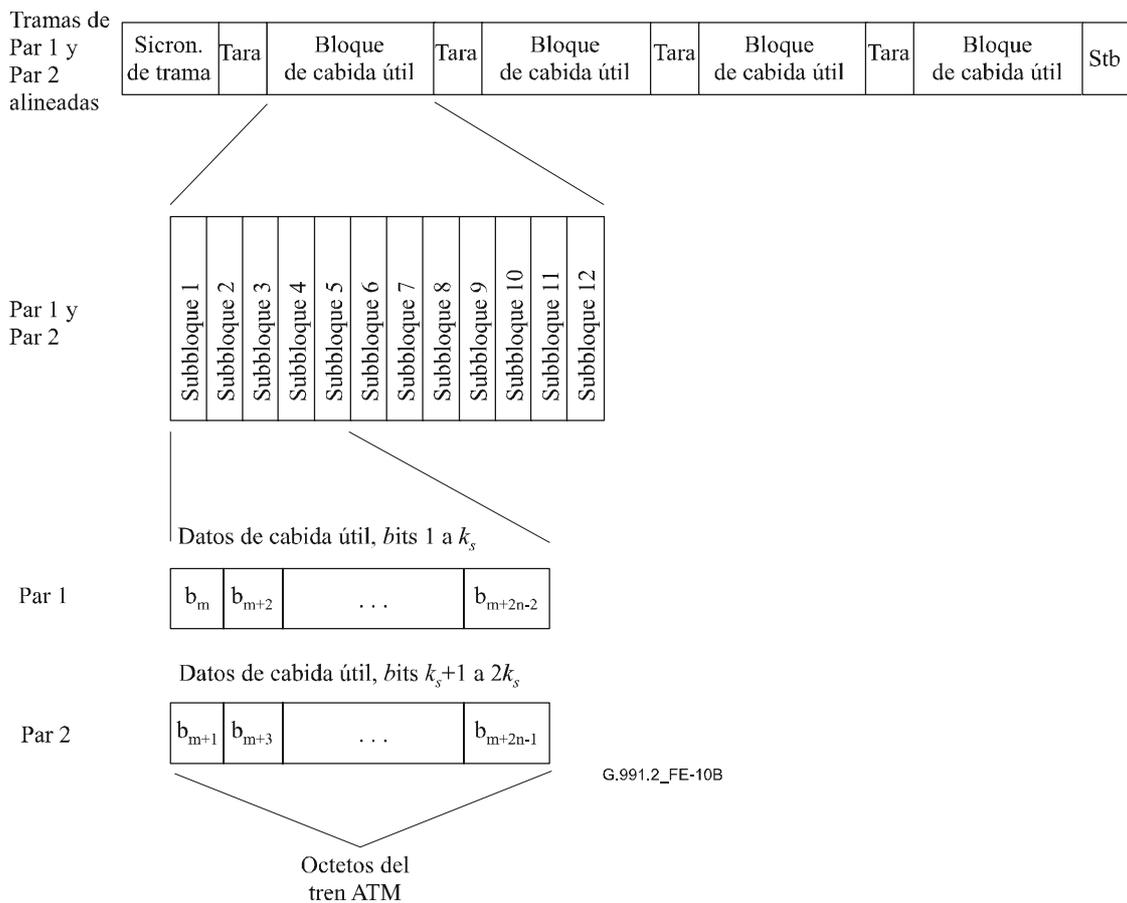


Figura E-10b/G.991.2 – Alineación de tramas con M pares para ATM (caso particular de $M = 2$)

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.9.2.3 IMA utilizando ATM TPS-TC (informativo)

La ATM TPS-TC definida en E.9 tiene por objeto mantener la compatibilidad con la especificación de la multiplexación inversa para ATM (IMA, *inverse multiplexing for ATM*), definida en af-phy-0086.001 [B12]. IMA es un protocolo que proporciona la multiplexación inversa de un tren de células ATM sobre varios enlaces de transmisión de capa física. Funciona multiplexando el tren de células ATM entre los enlaces, célula a célula, insertando a continuación células especiales del protocolo de control IMA (ICP, *IMA control protocol*) en cada uno de los trenes de células ATM. Dado que el tren de células IMA de cada enlace es estructuralmente idéntico a un tren normal de

células ATM, los trenes de células IMA pueden transportarse sin modificación utilizando la ATM TPS-TC de SHDSL. Obsérvese que en la especificación IMA se supone que la ATM TPS-TC será compatible con las excepciones IMA a la subcapa de convergencia de transmisión específica de la interfaz, definida en la especificación IMA, 5.2.1 (concretamente, los puntos R-3 y R-4).

En la especificación IMA (9.1) se indica que el retardo diferencial entre el transmisor IMA y la interfaz del bucle (U-R o U-C) no debe ser mayor que 2,5 células. En la cláusula 7.1.6 se propone un retardo diferencial máximo para la transferencia de la señal entre pares de hilos SHDSL sin repetidor que no supere los 50 μ s a 150 kHz. En lo referente a repetidores, obsérvese que en esta Recomendación (9.5.5.5) se admite un máximo de ocho repetidores en el enlace de acceso; no obstante, no se define el retardo a través de los repetidores. Obsérvese asimismo que el número de repetidores desplegado en un bucle depende de las condiciones específicas de la red. Conviene que los implementadores tengan en cuenta las diversas fuentes de retardo diferencial, entre ellas las latencias diferenciales introducidas por los repetidores (de haberlos), en el diseño de los sistemas IMA.

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 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. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89.

En el modo opcional de M pares 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*.

Anomalia 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 próximo relativos al trayecto de datos ATM

Defecto por pérdida de la delimitación de células en el extremo próximo (nlcd, near-end loss of cell delineation defect): el defecto *nlcd* se presenta cuando hay un *nocd* como mínimo en nueve tramas consecutivas SDSL sin detectar defecto *losw* (pérdida de la palabra de sincronización). Un defecto *nlcd* termina cuando el proceso de delimitación de células ha entrado en el estado SYNC y permanece en el mismo durante nueve tramas SHDSL consecutivas.

E.9.4.3 Anomalías relativas al trayecto de datos ATM en el extremo lejano

Anomalia 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 lejano 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 lejano 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 lejano

Defecto pérdida de delimitación de las células en el extremo lejano (flcd, far-end loss of cell delineation defect): el defecto *flcd* es un *nlcd* comunicado por el extremo lejano 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 lejano. 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 lejano

Las siguientes indicaciones de fallo en el extremo lejano se proporcionarán en la STU-C (la STU-R se considera en el extremo lejano), y son opcionales en la STU-R (la STU-C se considera en el extremo lejano).

E.9.4.6.2.1 Fallo por ausencia de delimitación de células en el extremo lejano (*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 lejano (*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

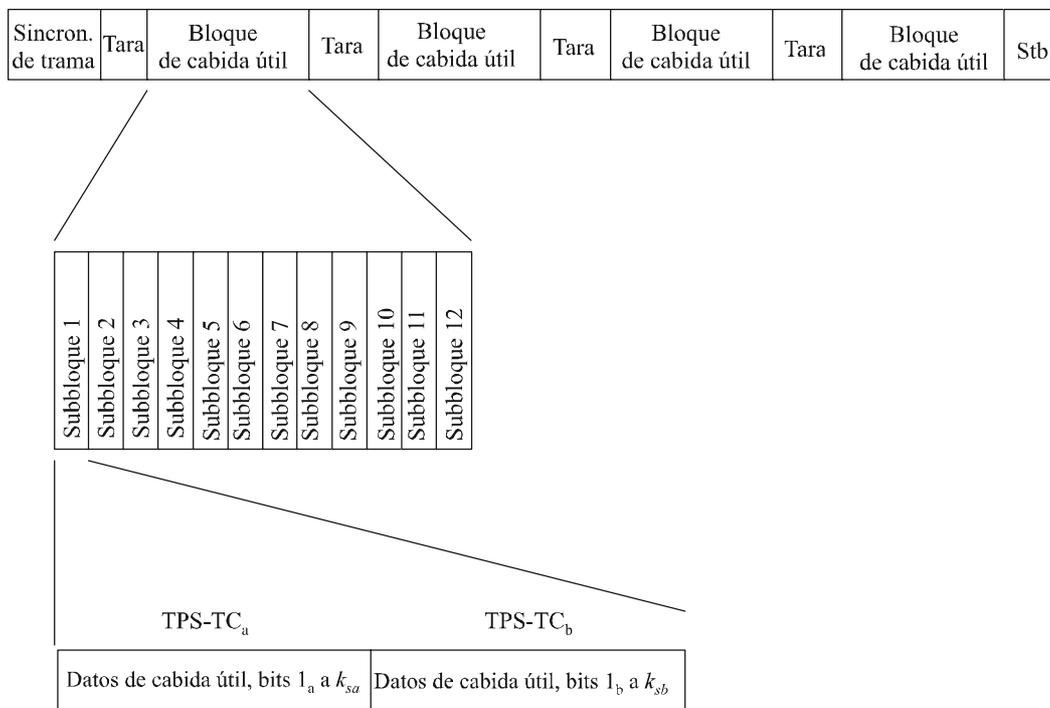
| Octeto # | Contenidos | Tipo de datos | Referencia |
|---|--|----------------------------|----------------------------------|
| 1 | ID de mensaje #145 | ID de mensaje | |
| 2, bit 7 | Indicador NCD (nota) | Bit | 0 = satisfactorio, 1 = alarma |
| 2, bit 6 | Indicador OCD (nota) | Bit | 0 = satisfactorio, 1 = alarma |
| 2, bit 5 | Indicador LCD (nota) | Bit | 0 = satisfactorio, 1 = alarma |
| 2, bits 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 y de E.11 a E.13 se describen funcionando en el modo de portador único; es decir, la 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 cabida útil en trenes de datos independientes para dar soporte a varias interfaces de usuario o a 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 de cada una de las combinaciones TPS-TC de portador doble especificadas en el cuadro E.22.

En el modo de portador doble, cada subbloque la cabida útil se divide en dos ejemplares TPS-TC independientes. Los modos TPS-TC se negocian independientemente en la Rec. 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 y E.11 a E.13).



G.991.2_FE-11

Figura E.11/G.991.2 – Alineación de las tramas TPS-TC en el modo de portador doble

La figura E.12 muestra un ejemplo de modo de portador doble en el que el DS1 fraccionario es TPS-TC_a y el ATM es TPS-TC_b.

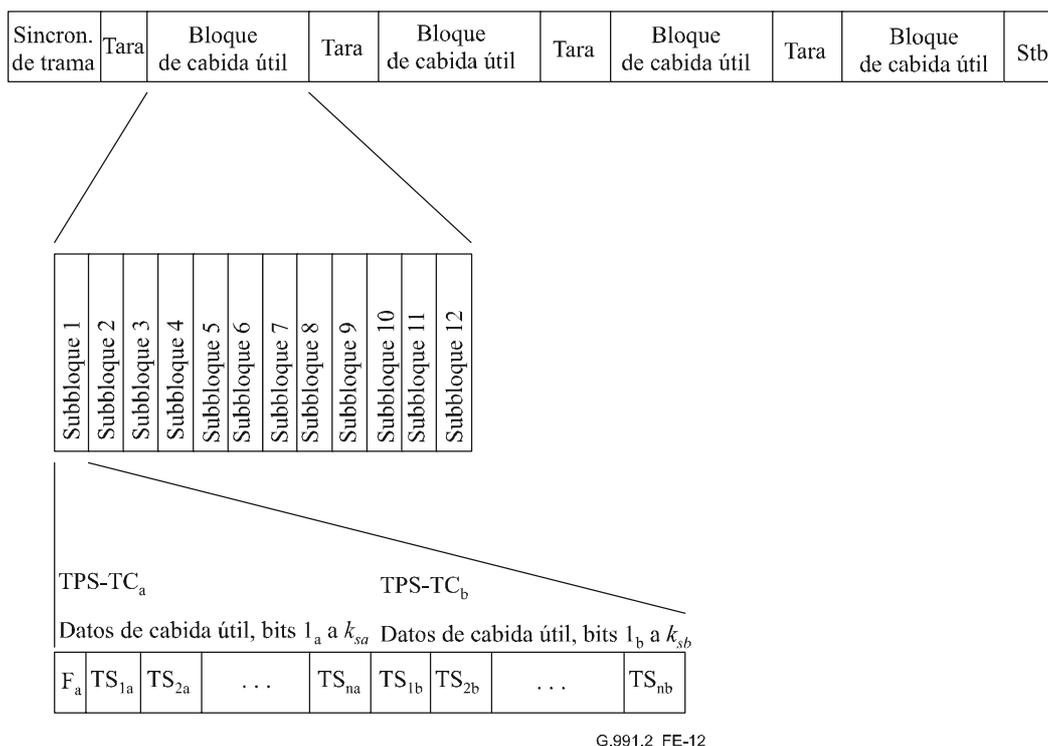


Figura E.12/G.991.2 – Ejemplo de alineación de tramas TPS-TC en el modo de portador doble

En el modo opcional de M pares, se sigue el mismo procedimiento que en el modo de 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 de M pares que proceda, con arreglo a E.1 a E.9 y E.11 a E.13.

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, por consiguiente, ambos trenes de datos mantienen 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 de portador doble, el sistema deberá funcionar en el modo reloj 3a.

E.10.2 Tipos en modo de portador doble

En SHDSL se soportan los siguientes tipos en modo de portador doble:

Tipo 1 – STM + banda ancha.

Tipo 2 – STM + células/paquetes.

Tipo 3 – STM + canal despejado.

Para cada tipo en modo de portador doble se especifican bits independientes en la Rec. UIT-T G.994.1 para la selección de las dos TPS-TC a utilizar. El cuadro E.22 contiene las combinaciones soportadas. El soporte de otros tipos queda en estudio.

Cuadro E.22/G.991.2 – TPS-TC soportadas en el modo de portador doble

| Tipo | Descripción | TPS-TC_a | TPS-TC_b |
|--|------------------------|--|---|
| 1 | STM + banda ancha | AB de RDSI síncrona (E.8) RDSI o POTS con envolvente LAPV5 (E.13) (nota 2) STM con DSC (E.12) | Canal despejado (E.1) Canal despejado orientado a bytes (E.2) DS1 no alineado (E.3) (nota 1) DS1 alineado/DS1 fraccionario (E.4) (nota 1) D2048U no alineado (E.5) (nota 2) D2048S no alineado (E.6) (nota 2) D2048S alineado/D2048S fraccionario (E.7) (nota 2) ATM (E.9) PTM (E.11) |
| 2 | STM + células/paquetes | DS1 no alineado (E.3) (nota 1) DS1 alineado/DS1 fraccionario (E.4) (nota 1) D2048U no alineado (E.5) (nota 2) D2048S no alineado (E.6) (nota 2) D2048S alineado/D2048S fraccionario (E.7) (nota 2) | ATM (E.9) PTM (E.11) |
| 3 | STM + canal despejado | DS1 no alineado (E.3) (nota 1) DS1 alineado/DS1 fraccionario (E.4) (nota 1) D2048U no alineado (E.5) (nota 2) D2048S no alineado (E.6) (nota 2) D2048S alineado/D2048S fraccionario (E.7) (nota 2) | Canal despejado (E.1) Canal despejado orientado a bytes (E.2) |
| <p>NOTA 1 – Indica modos TPS-TC que, por lo general, sólo se utilizan en las redes norteamericanas.</p> <p>NOTA 2 – Indica modos TPS-TC que, por lo general, sólo se utilizan en las redes europeas.</p> | | | |

E.10.3 Redistribución dinámica de la velocidad

Se denomina redistribución dinámica de la velocidad (DRR, *dynamic rate repartitioning*) al procedimiento de atribuir provisionalmente intervalos temporales entre el portador STM y el portador de banda ancha. El DRR es un protocolo principal/subordinado (*master/slave*) basado en mensajería, a la velocidad de un mensaje por supertrama. Tanto la STU-C como la STU-R pueden ser el principal del DRR; esto se configura en base a la Rec. UIT-T G.994.1 [2] durante la preactivación. El protocolo DRR es activado y controlado por una entidad de gestión de capa superior, denominada entidad supervisora en esta cláusula.

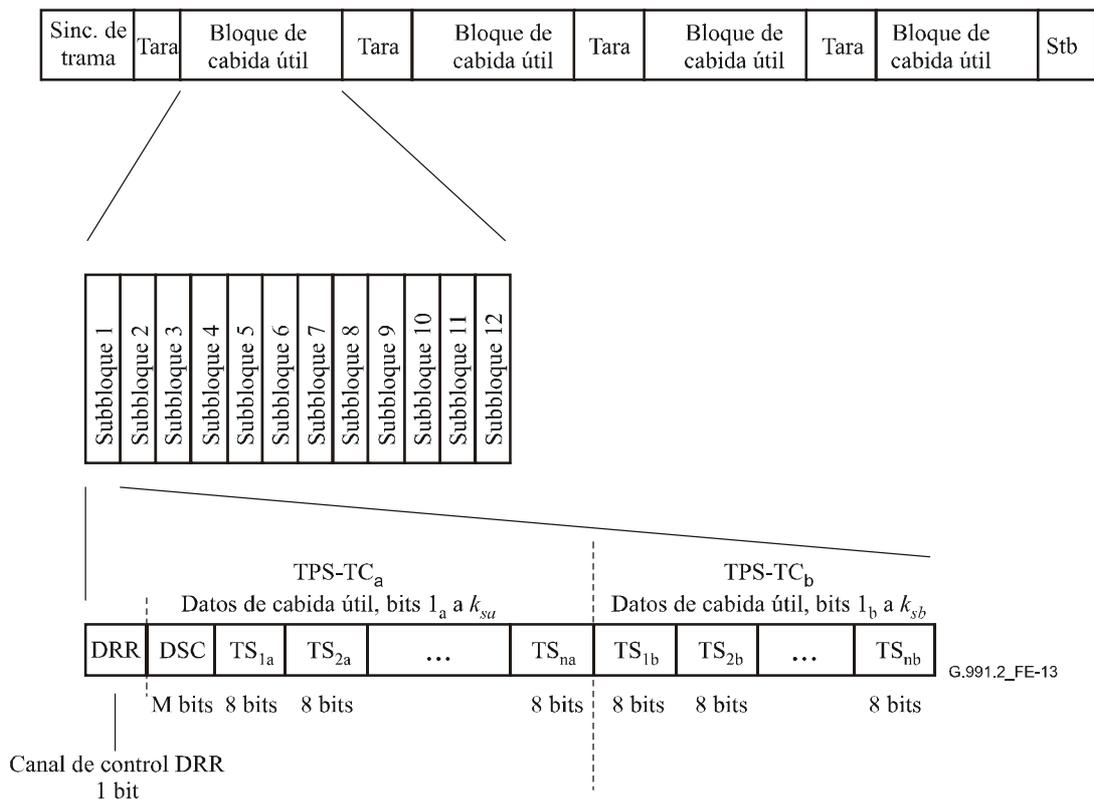


Figura E.13/G.991.2 – Alineación de tramas en modo de portador doble con DRR

En la figura E.13 se representa un ejemplo de modo de portador doble con un canal de control DRR dedicado, para el transporte de los mensajes del protocolo DRR. Estos mensajes controlan la activación y desactivación de intervalos temporales en el portador STM, y la correspondiente desatribución y atribución del portador de anchura de banda. El canal de señalización dedicado (DSC) transporta información de señalización para telefonía. Su anchura de banda depende de la aplicación, pudiendo ser 0. En este ejemplo se muestra 1 bit dedicado a DRR en cada subbloque, que corresponde a una capacidad de 8 kbit/s. La adición de más bits DRR aumenta la capacidad del canal de control DRR.

E.10.3.1 Estructura del mensaje

La estructura del mensaje DRR se representa en la figura E.14. Estos mensajes se envían entre el DRR principal y el DRR subordinado. Los mensajes constan de un octeto de control de cabecera, seguido del octeto u octetos de ID del canal. Hay un ID de canal por cada ocho intervalos temporales, que ha de ser gestionado por el procedimiento DRR. El octeto de control tiene cuatro bits para el tipo de mensaje, seguido de cuatro bits para el número de secuencia. Cada uno de los bits de los octetos del ID del canal corresponde a un intervalo temporal, y los intervalos temporales tienen, en la trama, el mismo orden que los bits de ID del canal:

- "1": El intervalo temporal correspondiente está actualmente activo como parte del canal portador STM, o se encuentra en proceso de activación.
- "0": El intervalo correspondiente no está siendo utilizado y, por consiguiente, queda disponible para datos de banda ancha.

| Octeto #1 (Control) | | Octeto #2 (ID del canal) | | Octeto #3 (ID del canal) | | Octeto #4 (ID del canal) | |
|---------------------|---------------------|----------------------------------|---------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| b b b b | b b b b | b b b b | b b b b | b b b b | b b b b | b b b b | b b b b |
| Tipo de mensaje | Número de secuencia | 1 2 3 4 Intervalos temporales | 5 6 7 8 | 9 10 11 12 | 13 14 15 16 | 17 18 19 20 | 21 22 23 24 |

Figura E.14/G.991.2 – Estructura del mensaje DRR

NOTA – En este ejemplo se supone que el sistema SHDSL gestiona 24 intervalos temporales bajo DRR.

Cada mensaje tiene un número de secuencia para controlar el protocolo DRR. La utilización exacta se indica en la descripción de cada estado, no obstante suele servir para especificar o bien cuántas veces se ha enviado un mensaje determinado en una secuencia; o, en un mensaje de respuesta, a qué número de mensaje se responde. En particular, en un entorno en el que la perturbación de la línea pueda provocar retardos del protocolo, puede utilizarse el número de secuencia para lograr la sincronización del cambio de alineación de tramas.

El conjunto completo de mensajes DRR se muestra en el cuadro E.23

Cuadro E.23/G.991.2 – Mensajes utilizados en el protocolo DRR

| Tipo de mensaje DRR | Código | Sentido |
|---------------------|--------|--|
| MONITOR | 1111 | Principal-a-subordinado, subordinado-a-principal |
| DEMAND | 1110 | Principal-a-subordinado |
| DEMAND ACK | 1101 | Subordinado-a-principal |
| DEMAND NAK | 1011 | Subordinado-a-principal |
| EXEC | 0001 | Principal-a-subordinado |
| EXEC ACK | 0100 | Subordinado-a-principal |
| REQUEST | 1100 | Subordinado-a-principal |

E.10.3.2 Flujo de mensajes para DRR

La figura E-15 muestra un flujo de mensajes típico de un evento DRR.

| Descendente | | | Ascendente | | |
|----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Mensaje enviado por el principal | Número de secuencia | Mensaje recibido por el subordinado | Menaje enviado por el subordinado | Número de secuencia | Mensaje recibido por el principal |
| Monitor | <0> | Monitor | Monitor | <0> | Monitor |
| Demand | <1> | Demand | Monitor | <0> | Monitor |
| Demand | <2> | Demand | Demand Ack | <1> | Demand Ack |
| Demand | <3> | Demand | Demand Ack | <1> | Demand Ack |
| Exec | <1> | Exec | Demand Ack | <1> | Demand Ack |
| Exec | <2> | Exec | Exec Ack | <1> | Exec Ack |
| Exec | <3> | Exec | Exec Ack | <2> | Exec Ack |
| Monitor | <0> | Monitor | Exec Ack | <3> | Exec Ack |
| Monitor | <0> | Monitor | Monitor | <0> | Monitor |
| Monitor | <0> | Monitor | Monitor | <0> | Monitor |

NOTA – El cambio de sombreado indica cambio de trama.

Figura E.15/G.991.2 – Flujo de mensajes, suponiendo que la STU-C es principal DRR, j = 2

E.10.3.3 Protección contra errores

Cada mensaje DRR se declara tres veces en la misma supertrama SHDSL, y la corrección del mensaje se determina por decisión de una mayoría de dos tercios en el extremo receptor.

E.10.3.4 Canal de control DRR

Los mensajes DRR son transportados por el canal de control DRR, canal dedicado constituido por uno o más bits Z (canal de 8 kbit/s). Cada bit Z proporciona 48 bits (6 octetos) por supertrama. Debido a que cada mensaje se envía tres veces en la misma supertrama, cada bit Z corresponde a 2 octetos de mensaje. Un canal de 1 bit Z puede gestionar hasta 8 intervalos temporales, mientras que un canal de 2 bits Z , con 4 octetos de mensaje, puede gestionar hasta 24 intervalos temporales. Los mensajes enviados por el principal DRR al subordinado DRR, se denominan "descendentes", mientras que los enviados por el subordinado DRR al principal DRR se denominan "ascendentes". El número de bits Z a utilizar debe configurarse en la preactivación con arreglo a la Rec. UIT-T G.994.1 [2]. No se utilizarán los bits del ID del canal que superen el número de intervalos temporales gestionados.

E.10.3.5 Tiempo de respuesta

El tiempo de respuesta j utilizado en la cuenta atrás es el número de supertramas descendentes que comienzan con EXEC <1> y terminan justo antes de la primera supertrama descendente con la nueva alineación de tramas. Coincidirá con el número de supertramas ascendentes que comienzan con EXEC ACK <1> y terminan justamente antes de la primera supertrama ascendente con la nueva alineación de tramas. El valor de j debe negociarse en la preactivación con arreglo a la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

E.10.3.6 Descripción de la máquina de estados finitos del protocolo DRR

Los diagramas de estado para el principal y el subordinado se representan en las figuras E.16 y E.17 respectivamente. Los estados se representan por círculos. El nombre de cada estado se indica en la mitad superior del círculo en *cursiva*. El mensaje transmitido durante el estado se indica en la mitad inferior del círculo en MAYÚSCULAS. Los mensajes entrantes que desencadenan la transición de estados se indican asimismo en MAYÚSCULAS. La información, mandatos y notificaciones a/de la entidad supervisora están subrayados. La operación lógica (o sea **and** u **or**) se indica en **negritas**. Estas reglas se aplican asimismo a la descripción textual. Las notificaciones a/de la entidad supervisora son primitivas y se utilizan únicamente a efectos ilustrativos. Las acciones de supervisión no son objeto de la presente Recomendación

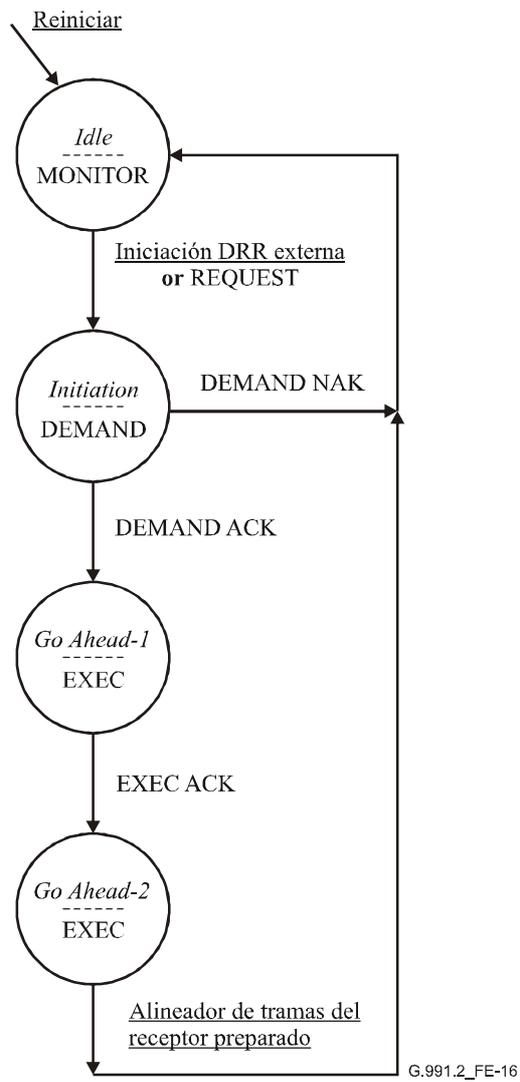


Figura E.16/G.991.2 – Diagrama de estados del principal, mostrando el estado, el mensaje saliente y las condiciones de activación

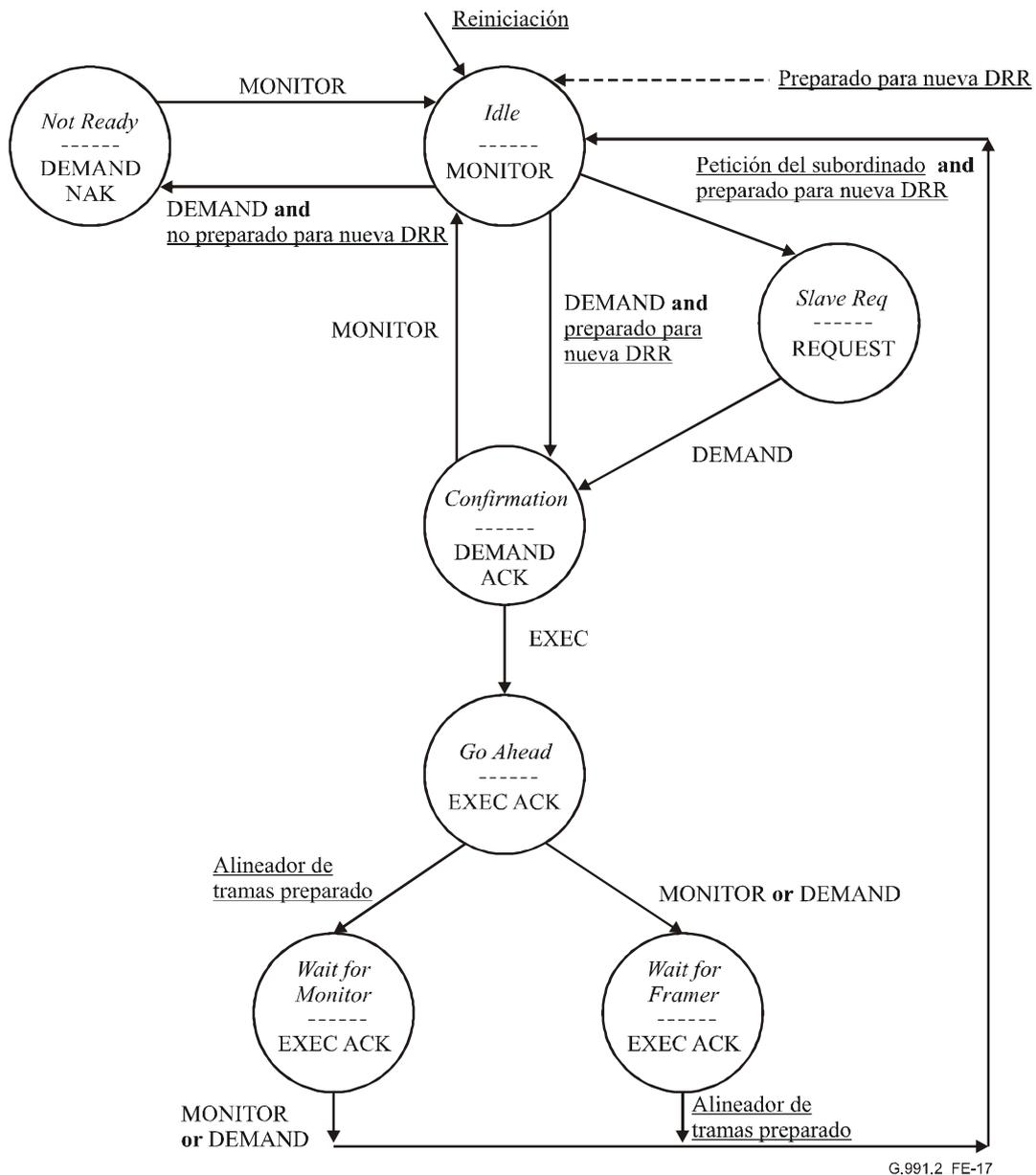


Figura E.17/G.991.2 – Diagrama de estados del subordinado, mostrando el estado, el mensaje saliente y las condiciones de activación

E.10.3.7 Máquina de estados del principal DRR

Cuadro E.24/G.991.2 – Estado *idle* (reposo) del principal

| | | |
|--|--|---------------------|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| Cualquiera | <u>Reactivación</u> desde la entidad supervisora | |
| <i>Go Ahead-2</i> | <u>Alineador de tramas del receptor</u> preparado desde el principal | |
| <i>Initiation</i> | DEMAND NAK | |
| | | |
| Acción: | | |
| Transmisión de MONITOR <0> | | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| <u>Iniciación DRR externa</u> , or REQUEST | <i>Initiation</i> | |

Prevención contra fallos: Si se produce la desadaptación de los valores de los intervalos temporales en los octetos del ID del canal de los mensajes MONITOR ascendente y descendente, se emite la notificación Time-Slot Alarm (alarma de intervalo temporal).

Cuadro E.25/G.991.2 – Estado *initiation* (iniciación) del principal

| | | |
|---|--|--|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Idle</i> | <u>Iniciación DRR externa</u> , or REQUEST | |
| | | |
| Acción: | | |
| Transmisión de DEMAND <n _D > | n _D comienza con 1 y se incrementa hasta alcanzar la primera condición de activación. | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| DEMAND ACK | <i>Go Ahead-1</i> | <u>Iniciación del alineador de tramas de transmisión</u> |
| DEMAND NAK | <i>Idle</i> | <u>Subordinado no preparado para DRR</u> |

Prevención contra fallos: Si n_D llega a 15, deja de incrementarse. Esto puede ocurrir si se retrasa el reconocimiento de DEMAND ACK o de DEMAND NAK, debido a perturbaciones en la línea. Se emite la notificación de desbordamiento del número de secuencia (*sequence number overflow*) y continúa transmitiéndose el mensaje DEMAND <15>. El principal permanece en este estado hasta recibir una respuesta válida del subordinado, salvo intervención de supervisión.

Cuadro E.26/G.991.2 – Estado *Go Ahead-1* (adelante 1) del principal

| | | |
|---------------------------------------|---|--|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Initiation</i> | DEMAND ACK | |
| | | |
| Acción: | | |
| Transmisión de EXEC <n _E > | n _E comienza con 1, y se incrementa hasta alcanzar la primera condición de activación. | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| EXEC ACK | <i>Go Ahead-2</i> | <u>Iniciación del alineador de tramas del receptor</u> |

Prevención contra fallos: Si n_E llega a 15, deja de incrementarse. Esto puede ocurrir si se retrasa el reconocimiento del primer EXEC ACK, debido a perturbaciones en la línea. Se emite la notificación de desbordamiento del número de secuencia y continúa transmitiéndose el mensaje EXEC <15>. El principal permanece en este estado hasta recibir una respuesta válida del subordinado, salvo intervención de supervisión.

Cuadro E.27/G.991.2 – Estado *Go Ahead-2* (adelante 2) del principal

| | | |
|---|--|---------------------|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Go Ahead State-1</i> | EXEC ACK | |
| | | |
| Acción: | | |
| Transmisión de EXEC <n _E > | n _E se fija en el valor que tenía al salir del estado <i>Go Ahead-1</i> . | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| <u>Alineador de tramas del receptor preparado</u> | <i>Idle</i> | <u>DRR completo</u> |

E.10.3.8 Máquina de estado subordinada DRR

Una entidad supervisora de capa superior controla asimismo el procedimiento DRR en el lado subordinado DRR. Esta entidad emite continuamente una notificación declarando si el subordinado está preparado para aceptar una nueva DRR o no (Preparado para nueva DRR, No preparado para nueva DRR).

Cuadro E.28/G.991.2 – Estado *Idle* (reposo) del subordinado

| | | |
|---|--|---------------------|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| Cualquiera | <u>Reactivación</u> desde la entidad supervisora | |
| <i>Confirmation</i> | MONITOR | |
| <i>Not Ready</i> | MONITOR | |
| <i>Wait for Monitor</i> | MONITOR, or DEMAND | |
| <i>Wait for Framer</i> | <u>Alineador de tramas preparado</u> | |
| | | |
| Acción: | | |
| Transmisión de MONITOR <0> | | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| DEMAND and <u>Preparado para nueva DRR</u> | <i>Confirmation</i> | |
| Petición del subordinado and <u>Preparado para nueva DRR</u> | <i>Slave Request</i> | |
| DEMAND and <u>No preparado para nueva DRR</u> | <i>Not Ready</i> | |

Cuadro E.29/G.991.2 – Estado *Slave Request* (petición del subordinado) del subordinado

| | | |
|--|--|---------------------|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Idle</i> | Petición del subordinado and <u>Preparado para nueva DRR</u> | |
| | | |
| Acción: | | |
| Transmisión de REQUEST <n _R > | n _R comienza en 1 y se incrementa hasta alcanzar la primera condición de activador. | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| DEMAND | <i>Confirmation</i> | |
| <p>NOTA – En las aplicaciones con requisitos de temporización críticos, se recomienda no utilizar el estado <i>Slave Request</i>. Por el contrario, debe configurarse el sistema con canal de señalización dedicado (DSC, véase E.10.3) para que la señalización de telefonía normal pueda informar al principal de la necesidad de una DRR.</p> | | |

Cuadro E.30/G.991.2 – Estado *Confirmation* (confirmación) del subordinado

| | | |
|--|---|---|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Idle</i> | DEMAND <n _D > and <u>Ready for new DRR</u> | |
| <i>Slave Request</i> | DEMAND <n _D > | |
| Acción: | | |
| Transmisión de DEMAND ACK <n _{DA} > | Se da a n _{DA} el valor del número de secuencia n _D del DEMAND activador. | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificaciones |
| EXEC | <i>Go Ahead</i> | Enviar ambas: <ul style="list-style-type: none"> - <u>Iniciación del alineador de tramas de recepción y transmisión</u> - <u>Número de secuencia del primer EXEC</u> recibido (a efectos de sincronización) |

Cuadro E.31/G.991.2 – Estado *Not Ready* (no preparado) del subordinado

| | | |
|--|--|---------------------|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Idle</i> | DEMAND <n _D > and <u>No preparado para nueva DRR</u> | |
| Acción: | | |
| Transmisión de DEMAND NAK <n _{DN} > | Se da a n _{DN} el valor del número de secuencia n _D del DEMAND activador | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| MONITOR | <i>Idle</i> | <u>DRR abortada</u> |

Cuadro E.32/G.991.2 – Estado *Go Ahead* (adelante) del subordinado

| | | |
|--|---|---------------------|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Confirmation</i> | EXEC | |
| | | |
| Acción: | | |
| Transmisión de EXEC ACK $\langle n_{EA} \rangle$ | n_{EA} comienza en 1, y se incrementa hasta alcanzar la primera condición de activador. | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| <u>Alineador de tramas preparado</u> | <i>Wait for Monitor</i> | |
| MONITOR, or DEMAND | <i>Wait for Framer</i> | |

Prevencción contra fallos: Si n_{EA} llega a 15, deja de incrementarse. Esto puede ocurrir si se retrasa el reconocimiento del primer MONITOR o DEMAND, debido a perturbaciones en la línea. Se emite la notificación de desbordamiento del número de secuencia y continúa transmitiéndose el mensaje EXEC ACK $\langle 15 \rangle$. El subordinado permanece en este estado hasta recibir un mensaje del principal, salvo intervención de supervisión.

Cuadro E.33/G.991.2 – Estado *Wait for Monitor* (esperar al supervisor) del subordinado

| | | |
|--|---|---------------------|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Go Ahead</i> | <u>Framer Ready</u> | |
| | | |
| Acción: | | |
| Transmisión de EXEC ACK $\langle n_{EA} \rangle$ | Se otorga a n_{EA} el valor que tenía al salir del estado <i>Go Ahead</i> . | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| MONITOR, or DEMAND | <i>Idle</i> | <u>DRR completa</u> |

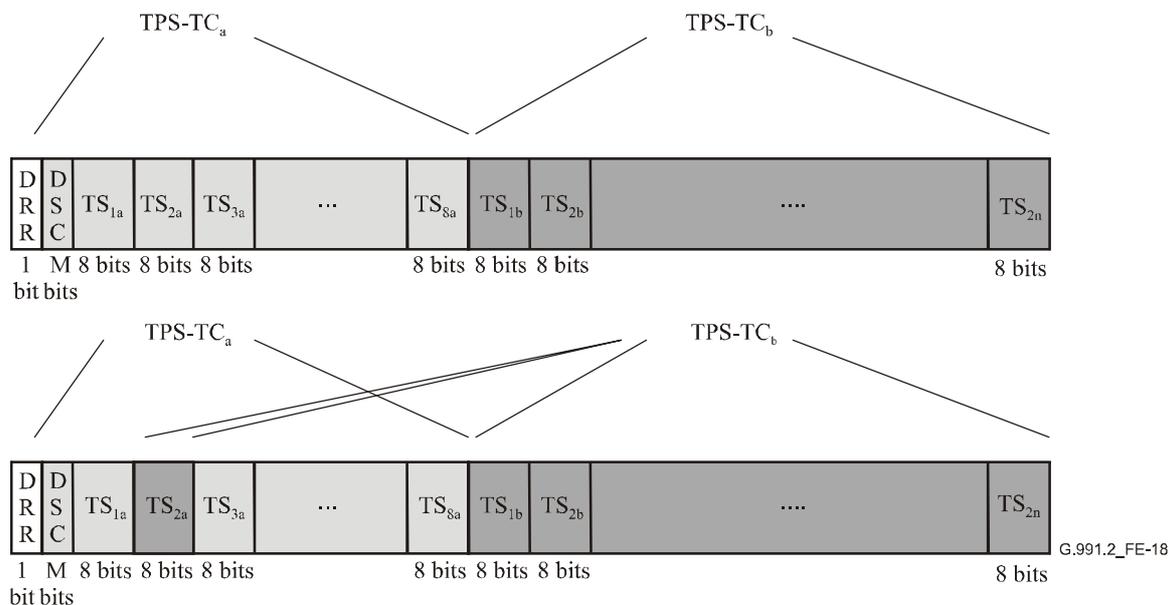
Cuadro E.34/G.991.2 – Estado *Wait for Framer* (esperar al alineador de tramas) del subordinado

| | | |
|--|---|---------------------|
| Entrada: | | |
| Del estado | Condición del activador | |
| <i>Go Ahead</i> | MONITOR, or DEMAND | |
| | | |
| Acción:: | | |
| Transmisión de EXEC ACK $\langle n_{EA} \rangle$ | Se otorga a n_{EA} el valor que tenía al salir del estado <i>Go Ahead</i> . | |
| | | |
| Salida: | | |
| Condiciones de activación | Estado objetivo | Notificación |
| <u>Framer Ready</u> | <i>Idle</i> | <u>DRR completa</u> |

E.10.3.9 Resultado de procedimiento DRR

En la figura E.11 se representa la alineación de tramas TPS-TC correspondiente al modo de portador doble. En la figura E.18 se pone de manifiesto la modificación de la correspondencia del subbloque de cabida útil por parte del procedimiento DRR, en un ejemplo típico de la aplicación. En la configuración inicial de este ejemplo, los 8 intervalos temporales de 8 bits TS_{xa} que pertenecen a $TPC-TC_a$ transportan STM (voz) y los n intervalos temporales de 8 bits TS_{xb} que pertenecen a $TPS-TC_b$ transportan ATM. Cuando la entidad supervisora reconozca que en el intervalo temporal TS_{2a} no se están transportando muestras de voz, provoca la ejecución de un procedimiento DRR que redistribuye temporalmente TS_{2a} al portador ATM: a continuación 7 intervalos temporales transportarán datos STM mientras que $(n + 1)$ transportarán datos ATM.

En la figura E.18 se representan asimismo el canal de control DRR y el canal de señalización dedicado (DSC, *dedicated signalling channel*). En este ejemplo el canal de control DRR sólo utiliza 1 bit Z , suficiente para gestionar ocho intervalos temporales (véase E.10.3.4). El canal de señalización dedicado (DSC) transporta la señalización telefónica de capa superior para los intervalos temporales STM (por ejemplo con arreglo a Telcordia GR-303 [B14] o ETSI V5 [9] y [B16]). En aplicaciones que utilicen señalización asociada al canal (CAS) y sin estrictas restricciones de temporización, el DSC es opcional.



Tras la DRR, el intervalo temporal TS_{2a} transporta datos ATM para TPS-TC_b

Figura E.18/G.991.2 – Redistribuciones DRR TS_{2a} del portador STM al ATM (ejemplo)

E.10.3.10 Tipos del modo de portador doble para DRR

La DRR resulta adecuada para su uso con ciertas combinaciones TPS-TC de los tipos 1 y 2 del modo de portador doble, especificadas en E.10.2 y en el cuadro E.22. En particular, la DRR puede utilizarse con el conjunto de combinaciones TPS-TC_a y TPS-TC_b representado en el cuadro E.34a.

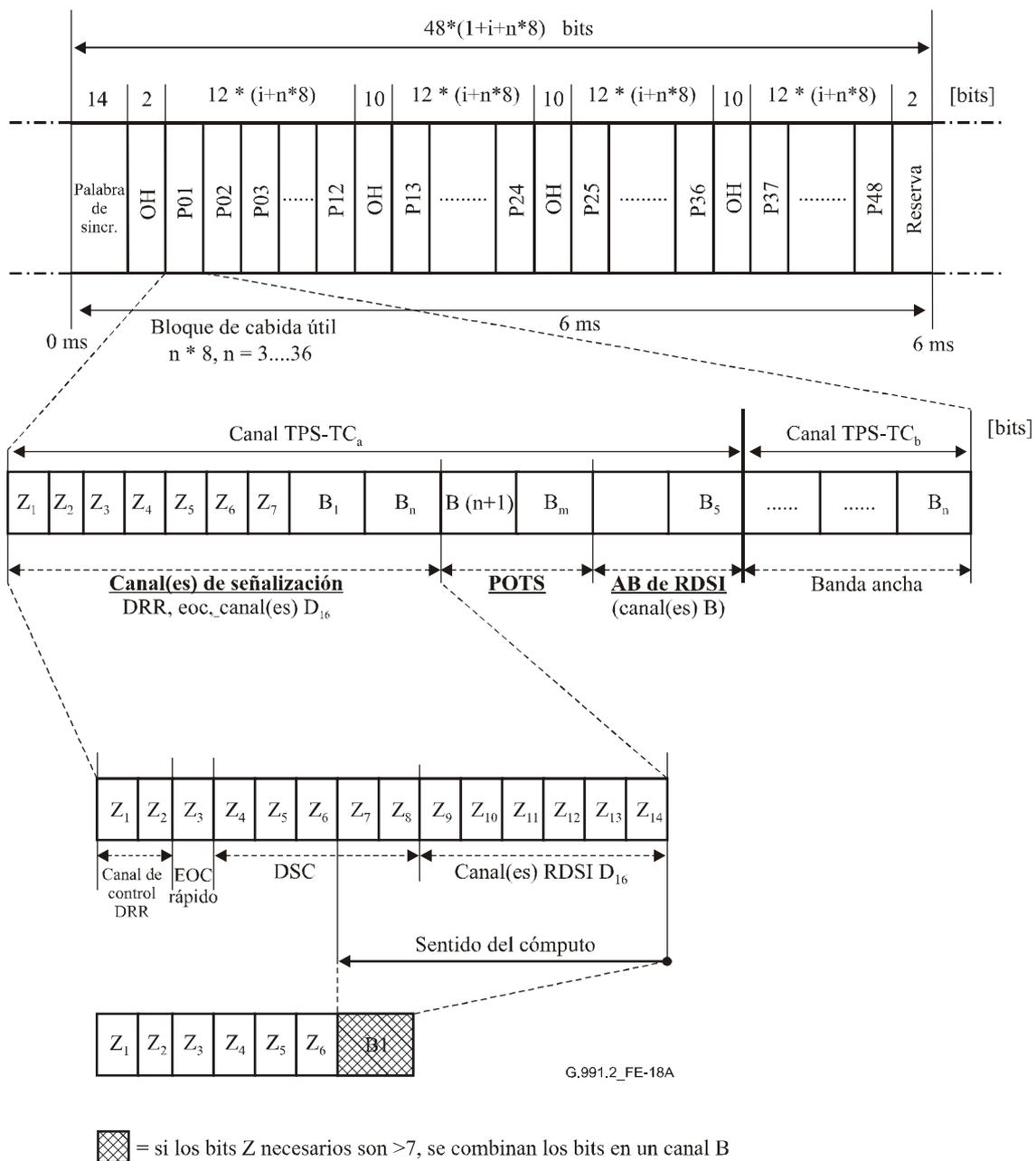
Cuadro E.34a/G.991.2 – TPS-TC de los tipos 1 y 2 del modo de portador doble para los que se soporta DRR

| Tipo | Descripción | TPS-TC _a | TPS-TC _b |
|--|------------------------|--|--|
| 1 | STM + banda ancha | AB de RDSI síncrona (E.8) RDSI o POTS con envolvente LAPV5 (E.13) STM con DSC (E.12) | Canal despejado orientado a bytes (E.2) DS1 alineado/DS1 fraccionario (E.4) D2048S alineado/D2048S fraccionario (E.7) ATM (E.9) PTM (E.11) |
| 2 | STM + células/paquetes | DS1 alineado/DS1 fraccionario (E.4) D2048S alineado/D2048S fraccionario (E.7) | ATM (E.9) PTM (E.11) |
| NOTA – Véanse en el cuadro E.22 las definiciones completas de los tipos TPS-TC para el modo de portador doble. | | | |

E.10.3.11 Organización del bloque de cabida útil con DRR

En las cláusulas que describen cada una de las TPC-TC se define la organización de los bits en cada TPS-TC. Como se indicó en E.10.3.4, el canal de control DRR ocupa entre 1 y 3 intervalos temporales de un solo bit (denominados bits Z). Además, una RDSI o TPS-TC LAPV5 puede utilizar uno o más bits Z (E.8 y E.13) y un DSC (canal de señalización dedicado), de utilizarse, puede ocupar entre 1 y 7 bits Z o puede trasladarse al primer intervalo temporal de 8 bits

(denominado canal B). En esta cláusula se define el modo en que los distintos canales se trasladan a las TPSC-TC.



G.991.2_FE-18A

Figura E.18a/G.991.2 – Organización del bloque de cabida útil SHDSL con DRR

En la figura E.18a se representa la combinación de los intervalos temporales de bits Z si su número es mayor que 7. La fórmula se basa en el número de bits Z necesarios módulo 8.

E.11 TPS-TC para transporte PTM

E.11.1 Transporte de datos por paquetes

E.11.1.1 Modelo funcional

El modelo funcional del transporte de datos por paquete se presenta en la figura E.19. En sentido de transmisión, la entidad PTM obtiene paquetes de datos a transportar sobre SHDSL de la interfaz de capa de aplicación. La entidad PTM procesa cada paquete y lo aplica a la interfaz γ para el transporte de datos por paquetes. La TPS-TC PTM recibe el paquete de la interfaz γ , lo encapsula en

una trama especial (trama PTM-TC) y lo traslada a una trama PMS-TC (trama de transmisión) para transmitirla por el enlace SHDSL.

En el sentido de recepción, la trama PTM-TC extraída de la trama PMS-TC recibida se dirige a la PTM-TC. La PTM-TC recupera el paquete transportado y lo entrega a la entidad PTM a través de la interfaz γ .

Los datos OAM relativos al trayecto PTM, incluida la información sobre los paquetes con error, se entregarán a la entidad de gestión TPS-TC proporcionando todas las funciones OAM necesarias para soportar la PTM-TC.

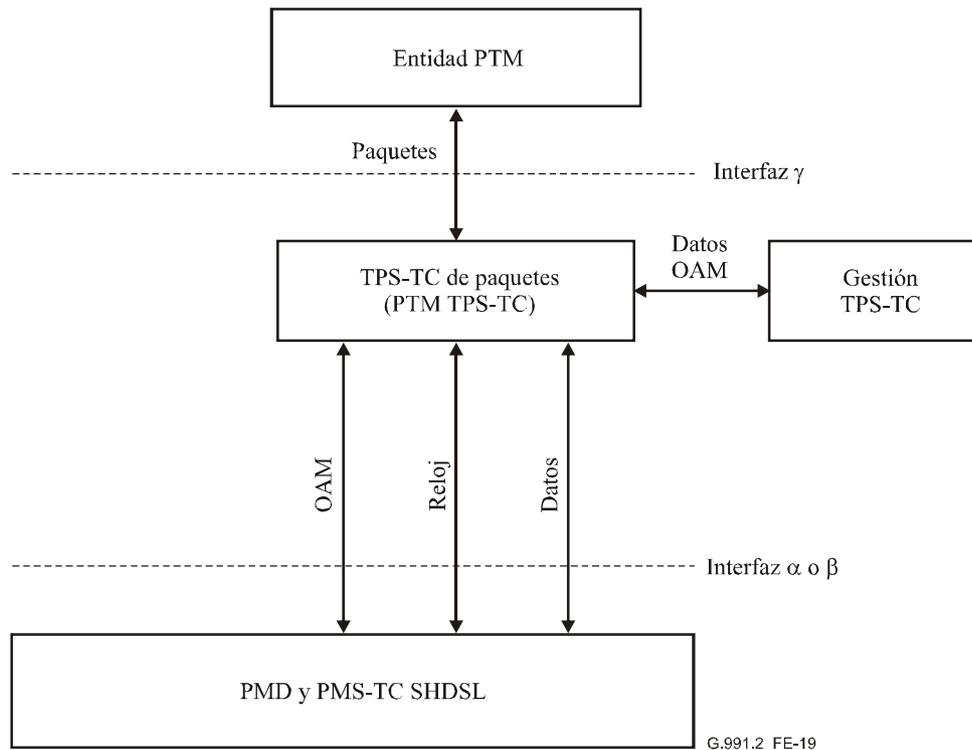


Figura E.19/G.99.2 – Modelo funcional del transporte PTM

La interfaz γ se describe en E.11.3.1. Las interfaces α/β son independientes de la aplicación y tienen por consiguiente el mismo formato que en otras TPS-TC (véase E.11.3.2).

E.11.2 Transporte de los datos PTM

Las velocidades binarias de transporte de datos PTM en sentido RX y TX del enlace SHDSL son idénticas pudiendo otorgárseles cualquier valor admisible que sea menor (aplicación de portador doble) o igual que la máxima velocidad binaria útil asignada. Esta velocidad binaria se define en la configuración del sistema.

La PTM-TC proporcionará transferencia completa y transparente de los datos entre las interfaces γ_{STU-C} y γ_{STU-R} (excepto los errores no corregibles en la subcapa PMD debidos al ruido en el bucle). La PTM-TC proporcionará la integridad de los paquetes en el canal portador asignado.

E.11.3 Descripción de la interfaz

E.11.3.1 Interfaz γ

Los puntos de referencia γ_C y γ_R definen las interfaces entre la entidad PTM y la PTM-TC en la STU-C y STU-R, respectivamente, como se representa en la figura E.19. Estas interfaces son funcionalmente idénticas e independientes del contenido de los paquetes transportados. Las interfaces se definen por los siguientes flujos de señales entre la entidad PTM y la subcapa PTM-TC:

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

E.11.3.1.1 Flujo de datos

El flujo de datos consistirá en dos trenes de paquetes de octetos de sentido contrario: los paquetes de transmisión (Tx_PTМ) y los de recepción (Rx_PTМ). Los paquetes transportados en cualquier sentido por la interfaz γ pueden ser de longitud variable. Los bits de un octeto se denominan a_1 a a_8 , siendo a_1 el LSB y a_8 el MSB. Si alguno de los trenes de datos se transmite en serie, el primer octeto del paquete deberá transmitirse primero y el bit a_1 de cada octeto deberá transmitirse en primer lugar, como se muestra en la figura E.21. La descripción de la señal del flujo de datos se presenta en el cuadro E.35.

Cuadro E.35/G.991.2 – PTM-TC: Resumen de las señales de datos, sincronización y flujos de control de la interfaz γ

| Flujo | Señal | Descripción | Sentido |
|-------------------------------|---------|---|--------------|
| Señales de transmisión | | | |
| Datos | Tx_PTМ | Datos de transmisión | PTM → PTM-TC |
| Control | Tx_Enbl | Declarada por la PTM-TC, indica que PTM puede enviar paquetes a PTM-TC | PTM ← PTM-TC |
| Control | Tx_Err | Paquete transmitido con errores (solicitar aborto) | PTM → PTM-TC |
| Sincronismo | Tx_Avbl | Declarada por la entidad PTM si hay datos disponibles para transmisión | PTM → PTM-TC |
| Sincronismo | Tx_Clk | Señal de reloj declarada por la entidad PTM | PTM → PTM-TC |
| Sincronismo | Tx_SoP | Comienzo del paquete de transmisión | PTM → PTM-TC |
| Sincronismo | Tx_EoP | Final del paquete de transmisión | PTM → PTM-TC |
| Señales de recepción | | | |
| Datos | Rx_PTМ | Datos de recepción | PTM ← PTM-TC |
| Control | Rx_Enbl | Declarada por la PTM-TC, indica que PTM puede recibir paquetes de PTM-TC | PTM ← PTM-TC |
| Control | Rx_Err | Señales recibidas con errores, entre ellos el de FCS, trama no válida y OCA | PTM ← PTM-TC |
| Sincronismo | Rx_Clk | Señal de reloj declarada por la entidad PTM | PTM → PTM-TC |
| Sincronismo | Rx_SoP | Comienzo del paquete de recepción | PTM ← PTM-TC |
| Sincronismo | Rx_EoP | Final del paquete de recepción | PTM ← PTM-TC |

E.11.3.1.2 Flujo de sincronización

Este flujo proporciona la sincronización entre la entidad PTM y la subcapa PTM-TC y contiene la temporización necesaria para preservar la integridad del paquete durante su transporte. El flujo de sincronización consistirá en las siguientes señales representadas en el cuadro E.35:

- Señales de temporización de transmisión y recepción (Tx_Clk, Rx_Clk), ambas declaradas por la entidad PTM.
- Comienzo de las señales de paquetes (Tx_SoP, Rx_SoP): declarado por la entidad PTM y por la PTM-TC, respectivamente, y destinado a identificar el comienzo del paquete transportado en el sentido de transmisión correspondiente.
- Fin de las señales de paquetes (Tx_EoP, Rx_EoP), declarado por la entidad PTM y por la PTM-TC, respectivamente, y destinado a identificar el final del paquete transportado en el correspondiente sentido de transmisión.
- Señal de disponibilidad del paquete de transmisión (Tx_Avbl), declarado por la entidad PTM para indicar que los datos a transmitir en el sentido Tx están preparados.

E.11.3.1.3 Flujo de control

Se utilizan señales de control para mejorar la robustez del transporte de datos entre la entidad PTM y la PTM-TC, y se muestran en el cuadro E.35:

- Señales de activación (Tx_Enbl, Rx_Enbl): declaradas por la PTM-TC, indican que los datos pueden ser enviados, respectivamente, por la entidad PTM a la PTM-TC o recibidos en la entidad PTM procedentes de la PTM-TC.
- Error de transmisión (Tx_Err): declarado por la entidad PTM, indica que el paquete transportado desde la entidad PTM a la PTM-TC, o parte del mismo, contiene errores o no procede su transmisión (aborto de paquete transmitido).
- Error de recepción (Rx_Err): declarado por la PTM-TC para indicar que se ha transportado un paquete con errores desde la PTM-TC a la entidad PTM.

El tratamiento de los errores de los paquetes se describe en E.11.4.2.

E.11.3.1.4 Flujo OAM

El flujo OAM a través de la interfaz γ intercambia información de OAM entre la entidad OAM y sus funciones de gestión TPS-TC relacionadas con PTM. El flujo OAM es bidireccional.

Las primitivas del flujo OAM quedan en estudio.

E.11.3.2 Interfaz α/β

Los puntos de referencia α y β definen interfaces entre la PTM-TC y la PMS-TC en la STU-C y STU-R, respectivamente. Ambas interfaces son funcionales, independientes de la aplicación y deben ajustarse a la definición genérica de todas las TPS-TC especificadas en la cláusula 8.

E.11.4 Funcionalidad PTM TPS-TC

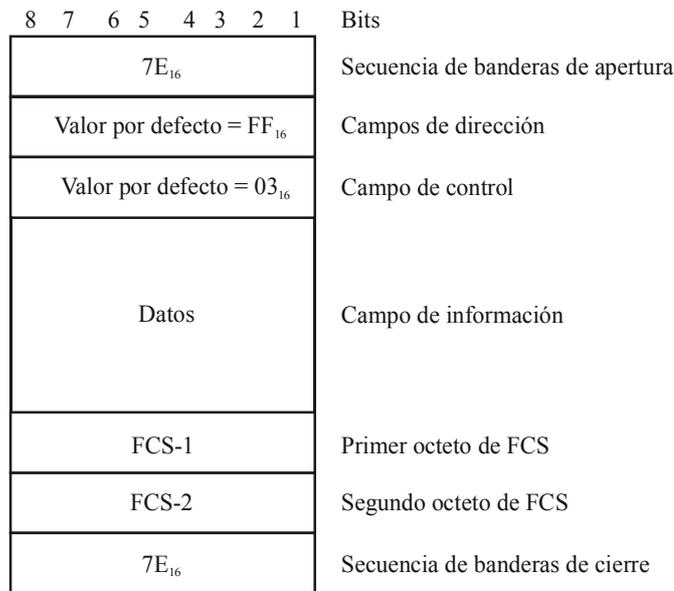
La siguiente funcionalidad PTM TPS-TC debe aplicarse tanto al sentido Rx como al Tx.

E.11.4.1 Encapsulación de paquetes

Para la encapsulación de paquetes se utilizará un mecanismo del tipo HDLC, cuyas características se especifican detalladamente en las siguientes cláusulas.

E.11.4.1.1 Estructura de trama

El formato de la trama PTM-TC se ajustará al mostrado en la figura E.20. La secuencia de banderas de apertura y cierre se pondrá a $7E_{16}$. Estas secuencias identifican el comienzo de la trama y su final. Sólo se necesita una secuencia de banderas entre dos tramas consecutivas.



G.991.2_FE-20

Figura E.20/G.91.2 – Formato de la trama PTM-TC

Los octetos de dirección y control tienen por objeto proporcionar información auxiliar. Cuando no se utilicen, se pondrán a sus valores por defecto, hexadecimal FF₁₆ y 03₁₆, respectivamente.

NOTA 1 – Los campos de dirección y de control puede utilizarse para diversas funciones OAM auxiliares. El uso de estos campos queda en estudio.

El campo de información se rellenará con los datos del paquete transportado. Antes de su encapsulación, los octetos de datos se numerarán secuencialmente. Los octetos se transmitirán por orden numérico ascendente.

Los octetos de la secuencia de verificación de trama (FCS) se utilizan para la supervisión de errores a nivel de paquete, y deberán ponerse a los valores indicados en E.11.4.1.3.

Tras la encapsulación, los bits de los octetos se etiquetan como b_1 a b_8 , como se define en la figura E.21. Si la interfaz $\alpha(\beta)$ es serie por implementación, se transmitirá primero el bit b_8 de cada octeto.

NOTA 2 – Para respetar el convenio actual de etiquetado en la interfaz $\alpha(\beta)$, se transmitirá en primer lugar el bit b_8 (MSB). La funcionalidad PTM-TC define una correspondencia entre a_1 y b_8 , a_2 y b_7 , etc. ... a fin de respetar el convenio HDLC de transmitir en primer lugar el bit a_1 .

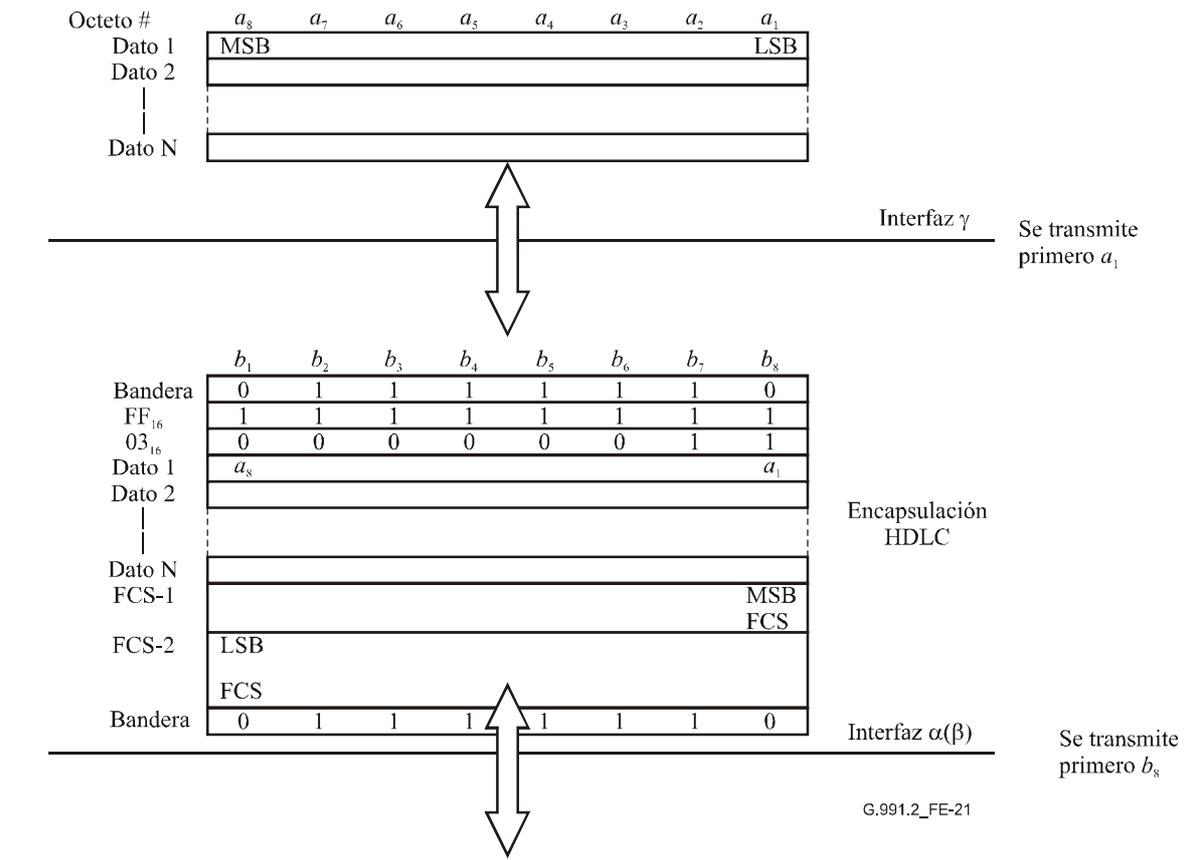


Figura E.21/G.991.2 – Flujo de datos PTM-TC

E.11.4.1.2 Transparencia de octetos

Para evitar los fallos debidos a la falsa sincronización de tramas, cualquier octeto de una trama PTM-TC que sea igual a $7E_{16}$ (la secuencia de banderas) o $7D_{16}$ (control escape) se evitará como se indica a continuación.

Tras el cálculo de la FCS, el transmisor examina toda la trama entre las secuencias de banderas de apertura y cierre. Los octetos de datos que sean iguales a la secuencia de banderas o al control escape se sustituirán por una secuencia de dos octetos formada por el octeto control escape seguido del resultado de la operación XOR entre el octeto original y 20_{16} . En resumen, deberán efectuarse las siguientes sustituciones.

- Cualquier octeto de datos que sea $7E_{16}$ se codificará como dos octetos $7D_{16}$, $5E_{16}$.
- Cualquier octeto de datos que sea $7D_{16}$ se codificará como dos octetos $7D_{16}$, $5D_{16}$.

En la recepción, antes del cálculo de la FCS, deberán suprimirse los octetos control escape y someter a XOR el siguiente octeto con 20_{16} (salvo que el siguiente octeto sea $7E_{16}$, que es la bandera que indica el final de la trama, y por consiguiente que ha ocurrido un aborto). En resumen, se efectúan las siguientes sustituciones:

- Cualquier secuencia de $7D_{16}$, $5E_{16}$, se sustituirá por el octeto de datos $7E_{16}$.
- Cualquier secuencia de $7D_{16}$, $5D_{16}$, se sustituirá por el octeto de datos $7D_{16}$.
- La secuencia $7D_{16}$, $7E_{16}$ aborta la trama.

NOTA – Puesto que se utiliza relleno de octetos, queda garantizado que la trama PTM-TC tenga un número entero de octetos.

E.11.4.1.3 Secuencia de verificación de trama

La FCS se calculará sobre todos los bits de los campos de dirección, control e información de la trama PTM-TC definida en ISO/CEI 13239 [B13], es decir, deberá el complemento a 1 de la suma (módulo 2) de:

- El resto de $x^k(x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)$ dividido (módulo 2) por el polinomio generador $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, siendo k el número de bits de la trama existentes entre el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la FCS, ambos exclusive, excluyendo además los octetos insertados por transparencia (E.11.4.1.2); y
- El resto de la división (módulo 2) por el polinomio generador $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, del producto de x^{16} por el contenido de la trama existente entre el último bit de la bandera de apertura y el primer bit de la FCS, ambos exclusive, excluyendo además los octetos insertados por transparencia.

La FCS tiene una longitud de 16 bits (2 octetos) y ocupa los campos FCS-1 y FCS-2 de la trama PTM-TC. La FCS se trasladará a la trama de modo que el bit a_1 (b_8) de FCS-1 sea el MSB de la FCS calculada, y el bit a_8 (b_1) de la FCS-2 sea el LSB de la FCS calculada (figura E.21).

El registro utilizado para calcular la FCS en el transmisor deberá inicializarse al valor $FFFF_{16}$.

NOTA – Como implementación típica en el transmisor, el contenido inicial del registro del dispositivo que calcula el resto de la división se pone previamente a UNO binarios, y se modifica a continuación mediante división por el polinomio generador, como se ha indicado anteriormente, en el campo de información. El complemento a 1 del resto resultante se transmite como FCS de 16 bits.

Como implementación típica en el receptor, el contenido inicial del registro del dispositivo que calcula el resto de la división se pone inicialmente a UNO binarios. El resto final, tras multiplicarse por x^{16} y dividirse (módulo 2) a continuación por el polinomio generador $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ de los bits protegidos de la entrada serie, tras la supresión de los octetos de transparencia y la FCS, será 0001110100001111_2 (x^{15} a x^0 , respectivamente) si no hay errores de transmisión.

E.11.4.2 Supervisión de errores en los paquetes

La supervisión de errores en los paquetes incluye la detección de tramas no válidas o con errores en el lado receptor

E.11.4.2.1 Tramas no válidas

Las condiciones siguientes provocan tramas no-válidas:

- Tramas que tengan menos de 4 octetos entre banderas sin incluir los octetos de transparencia (secuencia de banderas y control de escape). Estas tramas deberán descartarse.
- Tramas que contengan 1 octeto control escape seguido inmediatamente por una bandera (es decir $7D_{16}$ seguido de $7E_{16}$). Estas tramas deberán dejarse pasar a través de la interfaz y hacia la entidad PTM.
- Tramas que contengan secuencias control escape distintas de $7D_{16}$, $5E_{16}$ y $7D_{16}$, $5D_{16}$. Estas tramas deberán dejarse pasar a través de la interfaz y hacia la entidad PTM.

Las tramas no válidas no se contarán como errores FCS. Cuando el receptor detecte una trama no válida, comenzará inmediatamente a buscar la bandera de apertura de la trama siguiente. Se enviará a la entidad PTM el mensaje de error en recepción correspondiente (Rx_Err – E.11.3.1.3) a través de la interfaz γ .

E.11.4.2 Tramas con errores

La trama recibida se calificará como trama con errores (errores de FCS) si el resultado del cálculo de la CRC para esta trama es distinto del descrito en E.11.4.1.3. Las tramas con errores deberán dejarse pasar a través de la interfaz γ . El correspondiente mensaje de error en recepción (Rx_Err – E.11.3.1.3) deberá enviarse a través de la interfaz γ a la entidad PTM.

E.11.4.3 Desacoplamiento de la velocidad de datos

El desacoplamiento de la velocidad de datos se consigue llenando los intervalos de tiempo entre las tramas PTM-TC transmitidas con secuencias de banderas adicionales ($7E_{16}$). Las secuencias de banderas adicionales se insertarán en el lado transmisor entre la secuencia de banderas de cierre de la última trama PTM-TC transmitida y la subsiguiente secuencia de banderas de apertura de la siguiente trama PTM-TC, y se descartarán en el lado receptor, respectivamente.

E.11.4.4 Delineación de tramas

Las tramas PTM-TC deben delinearse por detección de la secuencia de banderas. El tren de entrada se examina octeto por octeto en busca del valor $7E_{16}$. Dos (o más) secuencias de banderas consecutivas constituyen una (varias) trama(s) vacía(s) que se descartará(n) y no se tendrá(n) en cuenta como error(es) FCS.

E.11.4.5 Correspondencia con las tramas SHDSL

La PMS-TC proporciona un canal despejado para la PTM-TC y los paquetes se trasladan a la cabida útil SHDSL byte por byte. En la STU-C, los paquetes se trasladan a través de la interfaz lógica α mientras que en la STU-R los paquetes atraviesan la interfaz lógica β . En las interfaces alfa y beta, están presentes los datos lógicos y las líneas de reloj. La alineación de paquetes en la trama SHDSL es opcional. La anchura de banda proporcionada por la PMS-TC es $k_s = i + n \times 8$ siendo $0 \leq i < 7$ y $3 \leq n \leq 36$. Para $n = 36$, i queda restringido a los valores de 0 y 1. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89.

En el modo opcional de M pares, los datos PTM se transportan intercalados en todos los pares, como se expone en 8.2. En el modo de M pares sólo pueden soportarse los múltiplos de M intervalos temporales. Cada subbloque de cabida útil se trata como si contuviese $M \times n$ intervalos temporales de 8 bits. Cada byte del tren de datos PTM se traslada, comenzando por el MSB, a la posición del primer bit del siguiente intervalo temporal disponible. El primer intervalo temporal comienza en la posición del primer bit del subbloque de cabida útil, seguido del intervalo temporal 2, del intervalo temporal 3, ... , y del intervalo temporal n . Cada subbloque contendrá un total de $M \times k_s$ bits (o $M \times n$ bytes) de datos contiguos, como se especifica en 8.1, siendo $k_s = i + n \times 8$ y, en este modo, $i = 0$ y $3 \leq n \leq 36$. Obsérvese que las ampliaciones opcionales descritas en el anexo F permiten que n alcance valores de hasta 89. Los bytes del tren datos PTM de entrada deberán intercalarse entre los M pares, de modo que el byte b_k se transporte en el par 1, el byte b_{k+1} se transporte en el intervalo temporal correspondiente en el par 2, etc. y el b_{k+M-1} se transporte en el correspondiente intervalo temporal del par M .

E.12 TPS-TC para STM con un canal de señalización dedicado (DSC)

En ciertas aplicaciones STM, entre ellas algunas aplicaciones de voz y datos por canal, es conveniente disponer de un canal dedicado para transportar la señalización telefónica de capa superior para los intervalos temporales STM (por ejemplo, con arreglo a Telcordia GR-303 [B14] o ETSI V5 [9] y [B16]). Esta TPS-TC define un formato de transporte para STM por canal con un canal de señalización dedicado (DSC).

La figura E.22 muestra la alineación de los intervalos temporales STM y el DSC en la trama SHDSL. Cada subbloque de cabida útil contiene un DSC (de i bits de longitud, siendo $1 \leq i \leq 7$), seguido de n intervalos temporales de 8 bits denominados $TS_1 \dots TS_n$. Obsérvese que los detalles de los protocolos utilizados en el DSC no son objeto de la presente Recomendación.

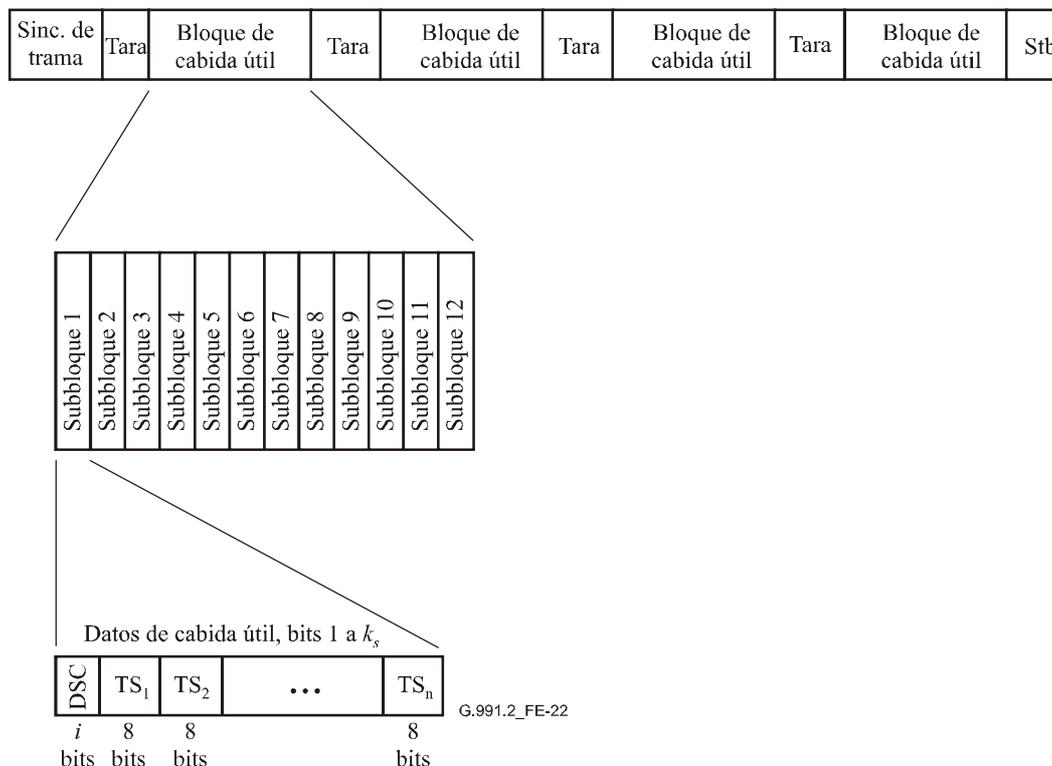


Figura E.22/G.991.2 – Alineación de tramas STM con un canal de señalización dedicado

En el modo opcional de M pares, tanto STM como DSC se transportan intercalados en los M pares, con arreglo a lo descrito en 8.2. Cada subbloque de cabida útil SHDSL transportará un total de $M \times n$ intervalos temporales. Los intervalos temporales STM se intercalarán entre los M pares de hilos, de modo que el par M transporte el m -ésimo intervalo de cada bloque de M intervalos temporales. El DSC se intercalará entre los M pares de modo que ocupe las posiciones de los i primeros bits de cada subbloque de cabida útil en cada uno de los M pares de hilos. i puede tomar cualquier valor en el intervalo $1 \leq i \leq 7$, de modo que un total de $M \times i$ bits integran el DSC. i bits de datos DSC contiguos estarán contenidos en un subbloque del par 1, y los siguientes conjuntos de i bits de datos DSC contiguos estarán contenidos en los correspondientes subbloques de los pares subsiguientes. La figura E.23 representa detalles adicionales.

Para transportar la información de señalización, la STU-C y la STU-R deben acordar el canal de señalización específico a utilizar. El canal de señalización se identifica por medio del parámetro (N_{sig}) con un intervalo de 0 a 8 más el valor 16. El valor 0 indica que la señalización se realiza sobre el EOC SHDSL. Los valores 1 a 7 indican que hay entre 1 y 7 bits de canal Z presentes y que la señalización debe transportarse por ellos. El valor 8/16 indica que la señalización se transporta en el primer intervalo temporal del canal B de cada subbloque, o en los dos primeros. Otros valores de N_{sig} , tales como 24 y 32, quedan en estudio.

E.13.2 Correspondencia de los canales de la cabida útil de 64 kbit/s

Uno o varios canales de voz POTS de 64 kbit/s y/o uno o varios pares de canales RDSI BA se trasladan a canales B en la subtrama SHDSL. Los canales POTS se trasladan secuencialmente a los primeros canales B de cada subtrama detrás de la señalización de los canales B, de haberla. Los pares de canales B de RDSI se trasladan a los primeros canales B de cada subtrama tras la señalización de los canales B de POTS de haberla. Estas traslaciones son semejantes a las de E.8 y E.12.

Para transportar la información de cabida útil, tanto la STU-C como la STU-R tienen que acordar cuántos circuitos POTS y AB de RDSI han de asignarse a canales B. El número de canales será idéntico en ambos sentidos. El número de circuitos POTS se especificará como entero (N_{pots}) en el intervalo 0 a 35. El número de circuitos RDSI se especificará como entero (N_{isdn}) en el intervalo 0 a 17. (Otros valores quedan en estudio.)

El número total de canales B consumidos para el transporte de control y de la parte útil es $(1 \text{ ó } 2 \text{ si } N_{sig} = 8 \text{ ó } 16, 0 \text{ en los demás casos}) + N_{pots} + (2 \times N_{isdn})$. Los restantes canales B quedan disponibles para la aplicación subyacente.

E.13.3 Señalización y control de puertos

En el caso de que el canal de señalización común se transporte por el EOC SHDSL, (o sea $N_{sig} = 0$), el TPS-TC se direcciona mediante los ID de mensaje de RDSI en el EOC (ID 20 y 148, véase 9.5.5.6). El octeto 2 no se utiliza y los octetos 3 a n contienen el mensaje LAPV5. El contenido del mensaje se envuelve en LAPV5-EF. Las funciones de envolvente y el contenido del mensaje se especifican en ETSI EN 300 324-1 [9] y ETSI EG 201 900-1 [10]. Pueden consultarse más detalles en los cuadros E.36 y E.37.

Cuadro E.36/G.991.2 – Petición RDSI – ID de mensaje 20

| Octeto # | Contenido | Tipo de dato | Referencia |
|----------|-------------------------|---------------|------------|
| 1 | 20 | ID de mensaje | |
| 2 | No se utiliza | | |
| 3 a n | Código de mensaje LAPV5 | | |

Cuadro E.37/G.991.2 – Respuesta RDSI – ID de mensaje 148

| Octeto # | Contenido | Tipo de dato | Referencia |
|----------|-------------------------|---------------|------------|
| 1 | 148 | ID de mensaje | |
| 2 | No se utiliza | | |
| 3 a n | Código de mensaje LAPV5 | | |

En ETSI EN 300 324-1 [9] cláusula 9.1.5, se especifica un tamaño máximo de trama de 533 octetos. En el EOC SHDSL el límite es de 75 octetos. Las aplicaciones que requieran tramas de control y señalización mayores que 76 octetos deberán escoger $N_{sig} > 0$.

Cuando el canal de señalización común se transporte por el canal Z o por el B, (es decir $N_{sig} > 0$), el formato del mensaje se ajustará a lo especificado en ETSI EN 300 324-1 [9], cláusula 9. Este modo se atenderá a lo especificado en la cláusula 9, incluidas las subcláusulas sobre secuencia de banderas, tiempo de relleno intertramas, transparencia, secuencia de verificación de tramas, conversión de formatos, y tramas no válidas que no se utilicen en el citado modo EOC.

E.13.4 Arquitectura de protocolo para RDSI y POTS con envoltente LAPV5

En el cuadro E.38 se representa la estructura estratificada de los servicios RDSI y POTS con envoltente LAPV5. Obsérvese que la columna inferior izquierda corresponde al transporte de señalización EOC mientras que la columna inferior derecha corresponde al transporte de señalización de los canales Z y B.

Cuadro E.38/G.991.2 – Arquitectura de protocolo

| | | |
|--|--|--|
| Señalización POTS ETSI EN 300 324-1[9], cláusula 13 | Control de puertos POTS/RDSI ETSI EN 300 324-1[9], cláusula 14 | Señalización RDSI |
| LAPV5-DL ETSI EN 300 324-1[9], cláusula 10 | | LAPD |
| Dirección LAPV5-EF ETSI EN 300 324-1[9], cláusula 9.1.4 | | LAPV5-EF ETSI EN 300 324-1[9], cláusula 9 |
| TPS-TC ID de mensaje: <i>RDSI y POTS con envoltente LAPV5</i> | | Señalización de los canales Z y B |
| PMD-TC, PMS-TC | | |
| NOTA – La señalización RDSI (LAPD y capa 3) forma parte de la funcionalidad RDSI-TE, pero no es objeto de la presente Recomendación. | | |

La dirección de envoltente LAPV5-EF (ETSI EN 300 324-1 [9], cláusula 9) envuelve las tramas para señalar un acceso RDSI individual, para señalar POTS, o para el control de puertos POTS/RDSI.

El protocolo de enlace de datos LAPV5-DL, versión simplificada de LAPD, se utiliza para transportar con fiabilidad la señalización POTS y los mensajes de control de puertos POTS/RDSI. El protocolo LAPV5-DL se especifica en ETSI EN 300 324-1 [9], cláusula 10.

Como en ETSI EG 201 900-1 [10] (Servicio de emulación de bucle utilizando AAL2), existen las siguientes diferencias con respecto a ETSI EN 300 324-1 [9]:

- Sólo se utiliza un ejemplar común de LAPV5-DL para la señalización POTS y para el control de puertos POTS/RDSI.
- La dirección LAPV5-DL toma el valor cero.
- Los mensajes de señalización POTS y los de control de puertos POTS/RDSI se distinguen por el elemento de información tipo de mensaje.
- Se utiliza un procedimiento común de tratamiento de errores para los errores de "tipo de mensaje desconocido" tanto en RTPC como con el protocolo de control: cuando se recibe un mensaje desconocido, la entidad protocolo generará una indicación interna de error e ignorará el mensaje.
- La señalización RDSI se transporta mediante retransmisión de tramas con arreglo a lo descrito en ETSI EN 300324-1[9], cláusula 11. Esto significa que el protocolo de capa de enlace de datos de canal D del cliente no está totalmente terminado.

NOTA – La TPS-TC existente para RDSI descrita en E.8 permanece invariable. Constituye una alternativa imperfecta para redes en las que no hay POTS y sólo se ofrece RDSI.

E.13.5 Procedimientos del sistema

E.13.5.1 Arranque del sistema

En lo referente al resto de esta cláusula, se ignorarán las acciones requeridas por elementos no proporcionados.

NOTA – Los procedimientos se derivan de 5.4.4.1 y 5.4.4.2 de af-vmoa-0145.000 [B15].

E.13.5.1.1 Condiciones previas

Los estados iniciales de las diversas máquinas de estados finitos (FSM, *finite state machine*) implicados en el arranque son los siguientes:

Cuadro E.39/G.991.2 – Estados iniciales de las máquinas de estados finitos

| FSM | Estado inicial |
|--|-----------------------------|
| FSM del protocolo de control de puertos | Fuera de servicio (AN0/LE0) |
| FSM del estado de puertos RTPC | Bloqueado (AN1.0/LE1.0) |
| FSM del estado de puertos de AB de RDSI | Bloqueado (AN1.0/LE1.0) |
| FSM del protocolo RTPC | Puerto bloqueado (AN6/LE6) |
| NOTA – Estas FSM se definen en las especificaciones V5 de ETSI EN 300 324-1 [9]. Los estados "LE" se refieren al lado STU-C de la conexión mientras que los "AN" se refieren al STU-R. | |

E.13.5.1.2 Procedimiento normal

- a) Activación de LAPV5-DL: se enviará al LAPV5-DL MDL-Establecimiento-Petición.
- b) Cuando se reciba MDL-ESTABLISH-CONFIRM o MDL-ESTABLISH-INDICATION de LAPV5-DL, deberá enviarse START-TRAFFIC a las FSM del protocolo de control de puertos.
- c) Paso al estado normal.
- d) Posprocesamiento: el lado STU-C deberá iniciar el procedimiento de desbloqueo coordinado para todos los puertos de usuario pertinentes. El lado STU-R no deberá iniciar el desbloqueo en este momento.

E.13.5.1.3 Procedimientos excepcionales cuando falla el arranque del sistema

Cuando el arranque del sistema no pueda continuar por cualquier motivo (por ejemplo, por fallo de LAPV5-DL) y sea incapaz de pasar al estado normal, deberá ejecutarse el rearranque del sistema.

E.13.5.2 Rearranque del sistema

El rearranque del sistema se refiere al nuevo comienzo de un solo ejemplar de protocolo LAPV5-DL entre el lado STU-C y el lado STU-R. En el rearranque del sistema se producen los siguientes acontecimientos:

- 1) La interfaz deberá llevarse a un estado en el que no exista ningún LAPV5-DL establecido.
NOTA 1 – El lado remoto interpreta esto como activador para el rearranque del sistema.
- 2) Se arrancará el temporizador TL1.
- 3) Cuando expire TL1 deberá ejecutarse el arranque del sistema.

El temporizador TL1 tendrá un valor predefinido de 20 segundos.

NOTA 2 – El temporizador TL1 desencadena el arranque del sistema y es necesario para garantizar que la versión del LAPV5-DL es reconocida en el lado remoto y que por consiguiente tanto el lado STU-R como el STU-C se someten al arranque del sistema. Este temporizador se arrancará siempre que el sistema se detenga por cualquier motivo durante el arranque del sistema o en el funcionamiento normal. Deberá ejecutarse asimismo antes de invocar el arranque del sistema cuando se ejecute un arranque en frío.

Situaciones en las que procede utilizar el re arranque del sistema:

- a) Recepción de una indicación de versión del LAPV5-DL.
- b) Cuando lo solicite el sistema de gestión.

E.13.6 N_{sig} , N_{pots} y N_{isdn}

Para soportar el interfuncionamiento, la STU-C y la STU-R necesitan acordar los valores de los parámetros N_{sig} , N_{pots} y N_{isdn} . Este acuerdo puede alcanzarse previamente por razones ajenas al objeto del presente anexo.

Alternativamente, la STU-C puede configurar la STU-R a través del EOC SHDSL. Para soportar esto, se ha definido un ID de mensaje para el establecimiento de RDSI y POTS LAPV5. Su objeto es especificar los valores de N_{sig} , N_{pots} y N_{isdn} . El ID de mensaje 21 es la petición de la STU-C a la STU-R mientras que el ID de mensaje 149 es la respuesta de la STU-R a la STU-C. Pueden consultarse más detalles en los cuadros E.40 y E.41.

El mensaje de petición permite que la STU-C configure la STU-R con los valores N_{sig} , N_{pots} y N_{isdn} . El mensaje de respuesta es un acuse de recibo de la STU-R a la STU-C. Si los octetos 2, 3 y 4 de la respuesta concuerdan con los de la petición, la respuesta indicará que la STU-R acepta los valores enviados por la STU-C. Si la STU-R no aceptase los valores propuestos por la STU-C, puede responder con los octetos 2, 3 y/o 4 modificados para contener un valor aceptables, y con el MSB de cada octeto en cuestión activado. La STU-R debe responder a una petición antes de 500 ms. Cuando la STU-R no responda, la STU-C efectuará por lo menos tres intentos antes de concluir que la opción no está soportada.

**Cuadro E.40/G.991.2 – Respuesta establecimiento RDSI y POTS LAPV5
– ID de mensaje 21**

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Nota |
|----------|------------|--------------------|------|
| 1 | 21 | ID de mensaje | |
| 2 | N_{sig} | Carácter sin signo | |
| 3 | N_{pots} | Carácter sin signo | |
| 4 | N_{isdn} | Carácter sin signo | |

**Cuadro E.41/G.991.2 – Respuesta establecimiento RDSI y POTS LAPV5
– ID de mensaje 149**

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Nota |
|----------|------------|--------------------|------|
| 1 | 149 | ID de mensaje | |
| 2 | N_{sig} | Carácter sin signo | |
| 3 | N_{pots} | Carácter sin signo | |
| 4 | N_{isdn} | Carácter sin signo | |

Anexo F

Requisitos de la región 1 para velocidades de datos útiles de hasta 5696 kbit/s

F.1 Alcance

Las cláusulas de este anexo contienen adiciones y modificaciones a las correspondientes cláusulas del cuerpo principal y del anexo A relativos a las velocidades de datos de cabida útil de hasta 5696 kbit/s. El soporte de este anexo es opcional.

NOTA – Hay ciertos países que tienen normas sobre requisitos de gestión espectral que limitan la longitud de las líneas para la transmisión de determinados niveles de señal de este anexo, por ejemplo la Norma de Gestión Espectral T1.417 se aplica en la red de acceso de EE.UU.

F.2 Velocidad de datos

El funcionamiento de la STU en modo datos a la velocidad de información indicada se ajustará a la especificación del cuadro F.1.

Cuadro F.1/G.991.2 – Velocidades en modo de datos en tramas

| 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 |
| $R = n \times 64 + (i) \times 8$ | 32-TCPAM | $(R + 8) \div 4$ | 4 |

Como se especifica en el cuerpo principal (según la cláusula 5, reiterado en 7.1.1, 8.1 y 8.2), las velocidades admisibles para un solo par vienen dadas por $n \times 64 + i \times 8$ kbit/s, siendo $3 \leq n \leq 36$ y $0 \leq i \leq 7$. En estas cláusulas, los valores permitidos para i sufren la restricción adicional de estar entre 0 y 1 para $n = 36$. Estas definiciones corresponden a velocidades de datos (de cabida útil) entre 192 kbit/s y 2,312 Mbit/s en incrementos de 8 kbit/s.

En este anexo se amplían estas velocidades. Se puede aplicar a las velocidades para pares únicos dadas por $n \times 64 + i \times 8$ kbit/s. Para 16-TCPAM, $36 \leq n \leq 60$ y $0 \leq i \leq 7$. Para 16-TCPAM y $n = 36$, los valores aplicables de i son $2 \leq i \leq 7$. Para 16-TCPAM y $n = 60$, el valor aplicable de i es 0. Esto corresponde a velocidades de datos (de cabida útil) comprendidas entre 2320 kbit/s y 3840 kbit/s en incrementos de 8 kbit/s para 16-TCPAM. Para 32-TCPAM, $12 \leq n \leq 89$ y $0 \leq i \leq 7$. Para 32-TCPAM y $n = 89$, el valor aplicable de i es 0. Esto corresponde a velocidades de datos (de cabida útil) comprendidas entre 768 kbit/s y 5696 kbit/s en incrementos de 8 kbit/s para 32-TCPAM.

Este anexo es aplicable asimismo al funcionamiento opcional con más de un par (modo de M pares).

F.2.1 Soporte de varias codificaciones

El soporte de las velocidades de datos especificadas en el presente anexo es opcional y, por este motivo, una STU que soporte este anexo no está obligada a soportar todas las velocidades de datos especificadas. Para cada velocidad soportada por una STU-R, ésta deberá soportar todas las codificaciones disponibles (o sea 16-TCPAM y 32-TCPAM para las velocidades en las que se especifiquen ambas codificaciones). El soporte de varias codificaciones es opcional en la STU-C.

F.2.2 Secuencia de preactivación G.994.1

Como se ha indicado en 6.4 se utiliza la Rec. UIT-T G.994.1 para iniciar la secuencia de preactivación.

Para soportar una amplia gama de velocidades de datos y varias codificaciones, esta cláusula introduce una nueva manera de codificar las velocidades de datos en puntos de código G.994.1. Este método de codificación de velocidades se utiliza tanto para las velocidades PMMS como para las velocidades de acondicionamiento. Las velocidades de datos se codifican como un conjunto de intervalos, en las que cada uno de ellos se expresa como una tríada (mínimo, máximo, paso). La tríada representa todas las velocidades de la forma $(m + k \times s) \times (64 \text{ kbit/s})$ siendo m el valor mínimo, s el valor del salto y k el conjunto de todos los enteros mayores o iguales a cero tales que $m + k \times s$ sea menor o igual que el valor máximo. Por ejemplo, la tríada (40, 70, 10) representa las velocidades $40 \times 64 \text{ kbit/s}$, $50 \times 64 \text{ kbit/s}$, $60 \times 64 \text{ kbit/s}$ y $70 \times 64 \text{ kbit/s}$.

Cada parámetro de velocidad de datos de este anexo puede expresarse como un conjunto de 1 a 8 intervalos, en los que las velocidades soportadas son la unión de las soportadas por los intervalos individuales. Por ejemplo, las tríadas (20, 30, 4) y (40, 70, 10) representan las velocidades $20 \times 64 \text{ kbit/s}$, $24 \times 64 \text{ kbit/s}$, $28 \times 64 \text{ kbit/s}$, $40 \times 64 \text{ kbit/s}$, $50 \times 64 \text{ kbit/s}$, $60 \times 64 \text{ kbit/s}$ y $70 \times 64 \text{ kbit/s}$. Si se ponen a cero todos los bits de las velocidades básicas de datos ampliadas mínima y máxima, no se soportarán dichas velocidades para sondear la línea. Cuando sólo se requiera un intervalo de velocidades, sólo se enviarán los octetos asociados a la misma (min1, max1, salto1).

En muchos casos, asimismo, los valores de la tríada del intervalo de datos pueden ser menores o iguales que 89 (lo que representa la velocidad máxima de datos útiles de 5696 soportada en el presente anexo). Cuando se utiliza la representación de puntos de códigos G.994.1, sólo hay 6 bits disponibles para el valor de un NPar(3). Para soportar números mayores que 63, el valor debe dividirse entre varios octetos. Cuando se codifica un intervalo de datos mediante G.994.1, se utilizarán 4 octetos, de los cuales el primero contendrá el bit de mayor orden de cada uno de los valores de la tríada. Esto se ilustra en el cuadro 11.16.10/G.994.1.

El conjunto completo de capacidades de velocidad será la unión de las velocidades ampliadas especificadas en el anexo F (G.994.1 cuadro 11.16.0.1 bits 4-6 y cuadro 11.16.0.2 bits 1-3) con las velocidades sin ampliar especificadas en el anexo A (G.994.1 cuadro 11.16 bits 1-4).

Los intervalos de velocidades pueden solaparse, y pueden contener velocidades que sean idénticas. Por ejemplo, las tríadas (40, 60, 10) y (50, 70, 5) serían un conjunto válido de intervalos. En tal caso, la unión de estas tríadas serían las velocidades $40 \times 64 \text{ kbit/s}$, $50 \times 64 \text{ kbit/s}$, $55 \times 64 \text{ kbit/s}$, $60 \times 64 \text{ kbit/s}$, $65 \times 64 \text{ kbit/s}$ y $70 \times 64 \text{ kbit/s}$. Obsérvese que, para PMMS, si dos intervalos contienen algunas velocidades idénticas, las formas de onda de sondeo asociadas a dichas velocidades idénticas sólo se envían una vez.

La siguiente definición se añade a las definiciones de punto de código G.994.1 de 6.4.1 para soportar las velocidades ampliadas de datos especificadas en el presente anexo.

Velocidad básica de datos ampliada: Estos octetos se utilizan para especificar velocidades de cabida útil en este anexo, del siguiente modo:

- Los octetos PMMS indican velocidades de los segmentos de sondeo de línea. Obsérvese que aunque PMMS utiliza modulación 2-PAM, las velocidades de símbolos PMMS se especifican suponiendo la codificación 32-TC PAM, de modo que la velocidad de símbolos PMMS (en k símbolos/s) sería igual a la (velocidad de datos de cabida útil (kbit/s) + 8 kbit/s)/4. Si se indican PSD tanto simétricas como asimétricas, todas las PSD simétricas indicadas se enviarán en primer lugar, seguidas de todas las PSD asimétricas indicadas. Los valores válidos para el mínimo y el máximo se encontrarán entre 49 y 89, inclusive, mientras que los valores válidos para el salto se encontrarán entre 1 y 40, inclusive. Las

variables j_5 y j_6 asociadas a las velocidades PMMS serán independientes y estarán comprendidas en el intervalo 1 a 8, ambos inclusive. Cuando sólo se requiera un intervalo de velocidades, se enviarán únicamente los octetos asociados a ($mín1$, $máx1$, salto1).

- Los octetos del parámetro de acondicionamiento indican las velocidades datos de cabida útil ampliadas soportadas.
- En CLR, los parámetros de acondicionamiento ascendentes indican qué velocidades en modo datos es capaz de transmitir la STU-R mientras que los parámetros de acondicionamiento descendentes indican qué velocidades en modo datos es capaz de recibir la STU-R. Si se utiliza el sondeo de línea opcional, los parámetros de acondicionamiento del receptor quedarán limitados a su vez por los resultados del sondeo. Los valores válidos para el máximo y el mínimo estarán comprendidos entre 36 y 60 inclusive para 16-TCPAM, y entre 12 y 89 inclusive para 32-TCPAM. Los valores de salto válidos se encontrarán entre 1 y 89, inclusive. Las variables j_1 , j_2 , j_3 y j_4 asociadas a las velocidades de acondicionamiento serán independientes y se encontrarán entre 1 y 8, ambos inclusive. La STU-R indicará soporte de 16-TCPAM así como de 32-TCPAM para todas las velocidades soportadas en las que se hayan definido ambas codificaciones en el presente anexo.
- En CL, los parámetros de acondicionamiento descendentes indican qué velocidades en modo datos es capaz de transmitir la STU-C mientras que los parámetros de acondicionamiento ascendente indican qué velocidades en modo datos es capaz de recibir la STU-C. Los valores válidos del mínimo y del máximo se encontrarán entre 36 y 60, inclusive para 16-TCPAM y entre 12 y 89, inclusive, para 32-TCPAM. Los valores de salto válidos se encontrarán entre 1 y 89, ambos inclusive. Las variables j_1 , j_2 , j_3 y j_4 asociadas a las velocidades de acondicionamiento serán independientes, y variarán entre 1 y 8, ambos inclusive. Si se utiliza el sondeo de línea opcional, los parámetros de acondicionamiento del receptor quedarán a su vez limitados por los resultados del sondeo.
- Las velocidad de datos seleccionadas se especificarán en mensajes MP y MS otorgando a las velocidades máxima y mínima el mismo valor.

F.3 El traductor (*mapper*)

Los $K + 1$ bits $Y_K(m)$, ..., $Y_1(m)$, e $Y_0(m)$ se trasladarán a un nivel $x(m)$. En 6.1.2.3, se especifica la función traductora para 16-TCPAM. En el presente anexo se amplía dicha correspondencia para incluir las codificaciones de 16-TCPAM y 32-TCPAM. El cuadro F.2 muestra la correspondencia entre bits y niveles para 16 y 32 niveles.

Cuadro F.2/G.991.2 – Traducción de los bits a niveles PAM

| Y ₄ (m) | Y ₃ (m) | Y ₂ (m) | Y ₁ (m) | Y ₀ (m) | 32-PAM (5 bits) | 16-PAM (4 bits) |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -31/32 | -15/16 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -29/32 | -13/16 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -27/32 | -11/16 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | -25/32 | -9/16 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | -23/32 | -7/16 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | -21/32 | -5/16 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | -19/32 | -3/16 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | -17/32 | -1/16 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | -15/32 | 1/16 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | -13/32 | 3/16 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | -11/32 | 5/16 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | -9/32 | 7/16 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | -7/32 | 9/16 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | -5/32 | 11/16 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | -3/32 | 13/16 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | -1/32 | 15/16 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1/32 | – |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3/32 | – |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 5/32 | – |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 7/32 | – |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 9/32 | – |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 11/32 | – |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 13/32 | – |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15/32 | – |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 17/32 | – |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 19/32 | – |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 21/32 | – |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 23/32 | – |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25/32 | – |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 27/32 | – |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 29/32 | – |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 31/32 | – |

F.4 Plantillas de PSD

Para las PSD simétricas que utilizan velocidades de datos de cabida útil con 16-TCPAM mayores o iguales que 2320 kbit/s, y para las PSD simétricas que utilizan velocidades de datos de cabida útil con 32-TCPAM mayores o iguales que 768 kbit/s, la PSD de transmisión medida en cada STU no deberá sobrepasar las plantillas de PSD especificadas en esta cláusula ($PSDMASK_{SHDSL}(f)$), y la potencia total medida sobre 135 Ω deberá quedar dentro del intervalo especificado en esta cláusula ($P_{SHDSL} \pm 0,5$ dB).

La PSD dentro de banda para $0 < f < 2,0$ MHz deberá medirse con una anchura de banda de resolución de 10 kHz.

NOTA 1 – Si las variaciones de PSD en intervalos de frecuencia estrechos son considerables (por ejemplo, cerca de la unión del lóbulo principal con el umbral mínimo de ruido) podría ser necesario utilizar una anchura de banda de resolución (RBW) inferior. Una buena regla práctica consiste en seleccionar la RBW de modo que no haya más de un 1 dB de variación en la PSD de la señal en toda la RBW.

Para todos los valores de velocidades de datos en tramas disponibles en la STU, se podrá seleccionar el siguiente conjunto de plantillas PSD ($PSDMASK_{SHDSL}(f)$):

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\frac{\text{sen}\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \right]^2 \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Orden}} \times 10^{\frac{MaskOffsetdB(f)}{10}} \text{ W/Hz}, & f < f_{int} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta, con potencia máxima en la ventana } [f, f + 1 \text{ MHz}] \text{ de} \\ [10 \log_{10} (0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}) + 90] \text{ dBm,} & f_{int} \leq f \leq 3,184 \text{ MHz} \\ -90 \text{ dBm/Hz de cresta, con potencia máxima en la ventana } [f, f + 1 \text{ MHz}] \text{ de} \\ -50 \text{ dBm,} & 3,184 \text{ MHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz} \end{cases}$$

donde $MaskOffsetdB(f)$ se define por:

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

f_{int} es la frecuencia a la que se cruzan las dos funciones que gobiernan $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ en el intervalo 0 a f_{sym} . PBO es el valor de reducción de potencia en dB. K_{SHDSL} , $Orden$, N , f_{sym} , f_{3dB} y P_{SHDSL} se definen en el cuadro F.3. P_{SHDSL} es el intervalo de potencia de la PSD de transmisión con 0 dB de reducción de potencia. R es la velocidad binaria de cabida útil. Las variables f , f_{sym} , f_{int} y f_{3dB} de las ecuaciones se expresan en Hz.

Cuadro F.3/G.991.2 (primera parte) – Parámetros de la PSD simétrica, con 16-TCPAM

| Velocidad binaria de cabida útil, R (kbit/s) | K_{SHDSL} | $Orden$ | N | f_{sym} (ksímbolos/s) | f_{3dB} | P_{SHDSL} (dBm) |
|--|-------------|---------|-----|-------------------------|------------------------|-------------------|
| $2320 \leq R \leq 3840$ | 7,86 | 6 | 1 | $(R + 8)/3$ | $1,0 \times f_{sym}/2$ | 13,5 |

Cuadro F.3/G.991.2 (segunda parte) – Parámetros de la PSD simétrica, con 32-TCPAM

| Velocidad binaria de cabida útil, R (kbit/s) | K_{SHDSL} | $Orden$ | N | f_{sym} (ksímbolos/s) | f_{3dB} | P_{SHDSL} (dBm) |
|--|-------------|---------|-----|-------------------------|------------------------|-------------------|
| $768 \leq R \leq 5696$ | 7,86 | 6 | 1 | $(R + 8)/4$ | $1,0 \times f_{sym}/2$ | 13,5 |

Cuando la reducción de potencia es de 0 dB, la potencia de transmisión medida sobre 135 Ω debe quedar 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 debe quedar 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 debe quedar por debajo $PSDMASK_{SHDSL}(f)$.

En la figura F.1 se representan las plantillas de PSD con 0 dB de reducción de potencia para velocidades de datos útiles de 3840 (16-TCPAM) y 5696 (32-TCPAM) kbit/s.

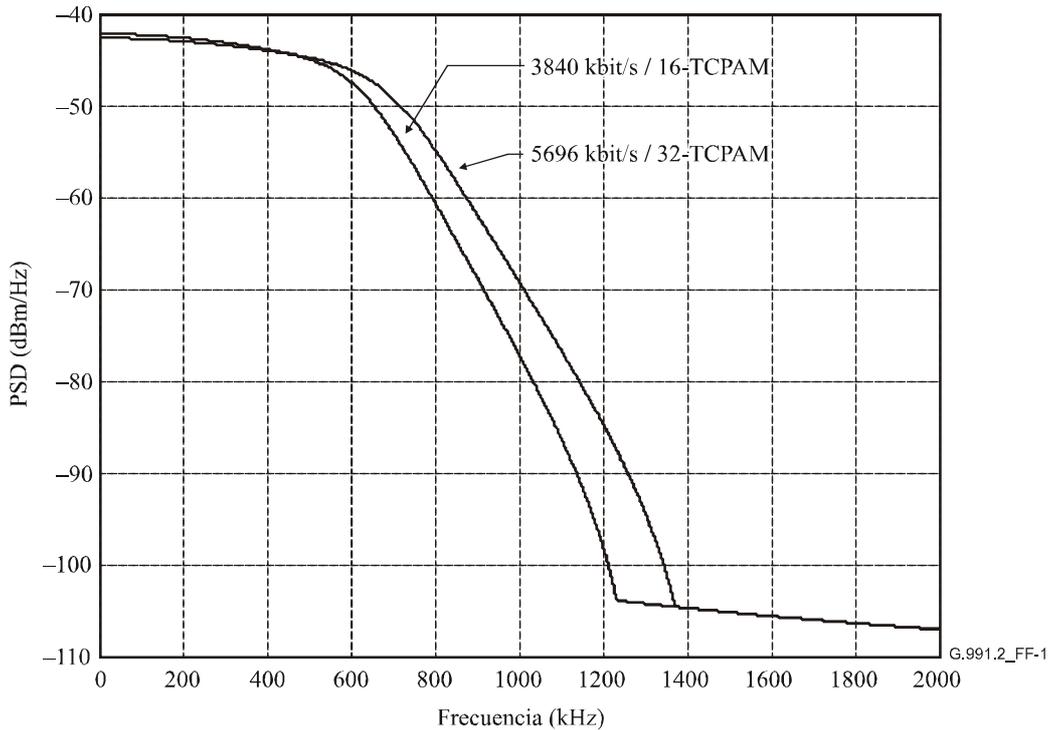


Figura F.1/G.991.2 – Plantillas de PSD para 0 dB de reducción de potencia

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

$$NominalPSD(f) \begin{cases} 10^{\frac{-PBQ}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\text{sen}\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times Orden}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} \text{ W/Hz}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5} \text{ W/Hz}, & f_{int} \leq f \leq 3,184 \text{ MHz} \\ -110 \text{ dBm/Hz}, & 3,184 \text{ MHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz} \end{cases}$$

siendo f_c la frecuencia de corte del transformador, que se supone es de 5 kHz. Las variables f , f_{sym} , f_{int} y f_{3dB} de las ecuaciones se expresan en Hz. En la figura F.2 se representan las PSD de transmisión nominales con 13,5 dBm de potencia para velocidades de datos de cabida útil de 3840 (16-TCPAM) y 5696 (32-TCPAM) kbit/s.

NOTA 2 – La PSD nominal sólo pretende tener carácter informativo, no obstante, se utiliza en los cálculos de diafonía como representativa de las implementaciones típicas.

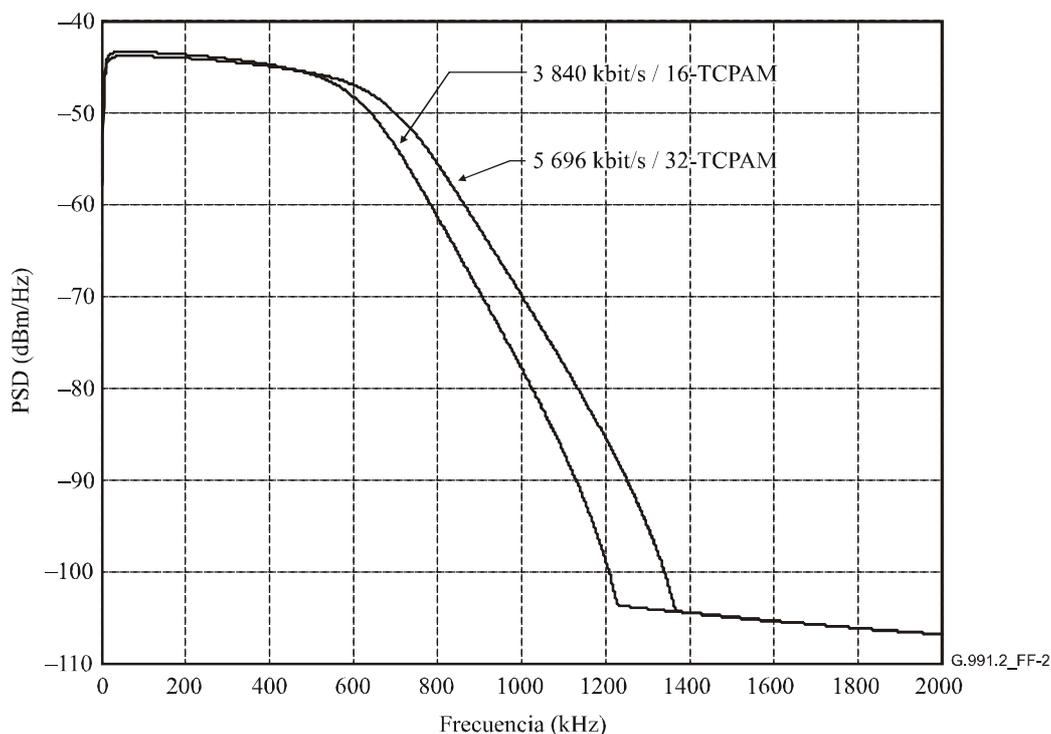


Figure F.2/G.991.2 – PSD nominales para 0 dB de reducción de potencia

F.5 Requisitos para la interferencia de diafonía

En el cuadro F.4 se represente el conjunto mínimo de bucles de prueba y combinaciones de diafonía requeridas para probar los márgenes SHDSL. Las unidades conformes deberán pasar la prueba de BER descrita en A.3.1 en todos los supuestos de diafonía y bucles de prueba definidos en el cuadro F.4 para todas las velocidades de datos y tipos de modulación soportados (por ejemplo, 16-TCPAM y 32-TCPAM). Se utilizará una reducción de potencia de 0 dB para la STU-C y también para la STU-R. El procedimiento de calibración y los métodos de prueba utilizados deberán ser idénticos a los empleados en el anexo A. Los bucles de prueba y los perturbadores son idénticos a los casos correspondientes del anexo A.

Cuadro F.4/G.991.2 – Supuestos de diafonía y márgenes de ruido SHDSL requeridos (nota)

| Prueba | Bucle de la prueba (de la figura A.1) | L ($\times 1000'$) | Unidad de prueba | Velocidad de datos de cabida útil (kbit/s) | Modulación | PSD | Combinación interferente | Margen requerido (dB) |
|--------|---------------------------------------|------------------------|------------------|--|------------|-----------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | S | 4,5 | STU-C | 3840 | 16-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 4) | $5 + \Delta^*$ |
| 2 | S | 4,5 | STU-R | 3840 | 16-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 14) | $5 + \Delta^*$ |
| 3 | S | 4,9 | STU-C | 3392 | 16-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 4) | $5 + \Delta^*$ |
| 4 | S | 4,9 | STU-R | 3392 | 16-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 14) | $5 + \Delta^*$ |
| 5 | S | 5,7 | STU-C | 2560 | 16-TCPAM | Simétrica | 49 SHDSL sim 2304 (Caso 11) | $5 + \Delta^*$ |
| 6 | S | 5,7 | STU-R | 2560 | 16-TCPAM | Simétrica | 49 SHDSL sim 2304 (Caso 11) | $5 + \Delta^*$ |

Cuadro F.4/G.991.2 – Supuestos de diafonía y márgenes de ruido SHDSL requeridos (nota)

| Prueba | Bucle de la prueba (de la figura A.1) | L (× 1000') | Unidad de prueba | Velocidad de datos de cabida útil (kbit/s) | Modulación | PSD | Combinación interferente | Margen requerido (dB) |
|--------|---------------------------------------|---------------|------------------|--|------------|-----------|--------------------------------|-----------------------|
| 7 | S | 2,8 | STU-C | 5696 | 32-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 4) | $5 + \Delta^*$ |
| 8 | S | 2,8 | STU-R | 5696 | 32-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 14) | $5 + \Delta^*$ |
| 9 | S | 3,1 | STU-C | 5056 | 32-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 4) | $5 + \Delta^*$ |
| 10 | S | 3,1 | STU-R | 5056 | 32-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 14) | $5 + \Delta^*$ |
| 11 | S | 4,2 | STU-C | 3392 | 32-TCPAM | Simétrica | 49 SHDSL sim 2304 (Caso 11) | $5 + \Delta^*$ |
| 12 | S | 4,2 | STU-R | 3392 | 32-TCPAM | Simétrica | 49 SHDSL sim 2304 (Caso 11) | $5 + \Delta^*$ |
| 13 | S | 5,0 | STU-C | 2560 | 32-TCPAM | Simétrica | 49 SHDSL sim 2048 (Caso 16) | $5 + \Delta^*$ |
| 14 | S | 5,0 | STU-R | 2560 | 32-TCPAM | Simétrica | 49 SHDSL sim 2048 (Caso 16) | $5 + \Delta^*$ |
| 15 | S | 2,3 | STU-C | 5696 | 32-TCPAM | Simétrica | 24 FDD ADSL + 24 HDSL (Caso 6) | $5 + \Delta^*$ |
| 16 | BT1-C | 1,9 | STU-C | 5696 | 32-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 4) | $5 + \Delta^*$ |
| 17 | BT1-R | 1,9 | STU-R | 5696 | 32-TCPAM | Simétrica | 24 HDSL2 + 24 T1 (Caso 14) | $5 + \Delta^*$ |
| 18 | BT2-C | 3,9 | STU-C | 2560 | 32-TCPAM | Simétrica | 49 HDSL sim 2048 (Caso 16) | $5 + \Delta^*$ |
| 19 | BT2-R | 3,9 | STU-R | 2560 | 32-TCPAM | Simétrica | 49 HDSL sim 2048 (Caso 16) | $5 + \Delta^*$ |

NOTA – Los supuestos de diafonía que recoge este cuadro se desarrollaron bajo la hipótesis de un mazo de cable de 50 pares. Los mazos de cable de otros tamaños quedan en estudio.

* Los márgenes de ruidos indicados en el cuadro F.4 deberán tener una tolerancia de 1,25 dB debido al efecto agregado de la tolerancia del generador de diafonía y de la tolerancia del simulador de bucle calibrado. El desplazamiento Δ se define en A.3.1.4.

Se supone que todos los interferentes se encuentran en la misma posición. Todas las PSD interferentes se describen en A.3.3.9. Los perturbadores utilizados para estas pruebas son idénticos a los utilizados en el anexo A. Por ejemplo la prueba 1 del cuadro F.4 utiliza una forma perturbadora idéntica a la del caso 4 del anexo A, exactamente igual a la descrita por PSD_{Case-4} en A.3.3.9.

F.6 Características funcionales

Las características funcionales de la atenuación de retorno, alimentación del tramo, balance longitudinal, y tensión de salida longitudinal se ajustarán a lo descrito en A.5.

Anexo G

Reservado para los requisitos de la región 2 y velocidades de datos entre 2320 kbit/s y ****velocidad máxima****

Anexo H

Desactivación y procedimiento de arranque en caliente

El soporte del modo de potencia reducida, de la desactivación y del arranque en caliente son opcionales.

NOTA – Las transiciones frecuentes al/del modo de potencia reducida introducen un ambiente de ruido no estacionario cuyos efectos sobre los sistemas xDSL desplegados no es totalmente conocido. Debido a ello, podrían aplicarse restricciones de acceso regional para este procedimiento.

H.1 Desactivación al modo de potencia reducido

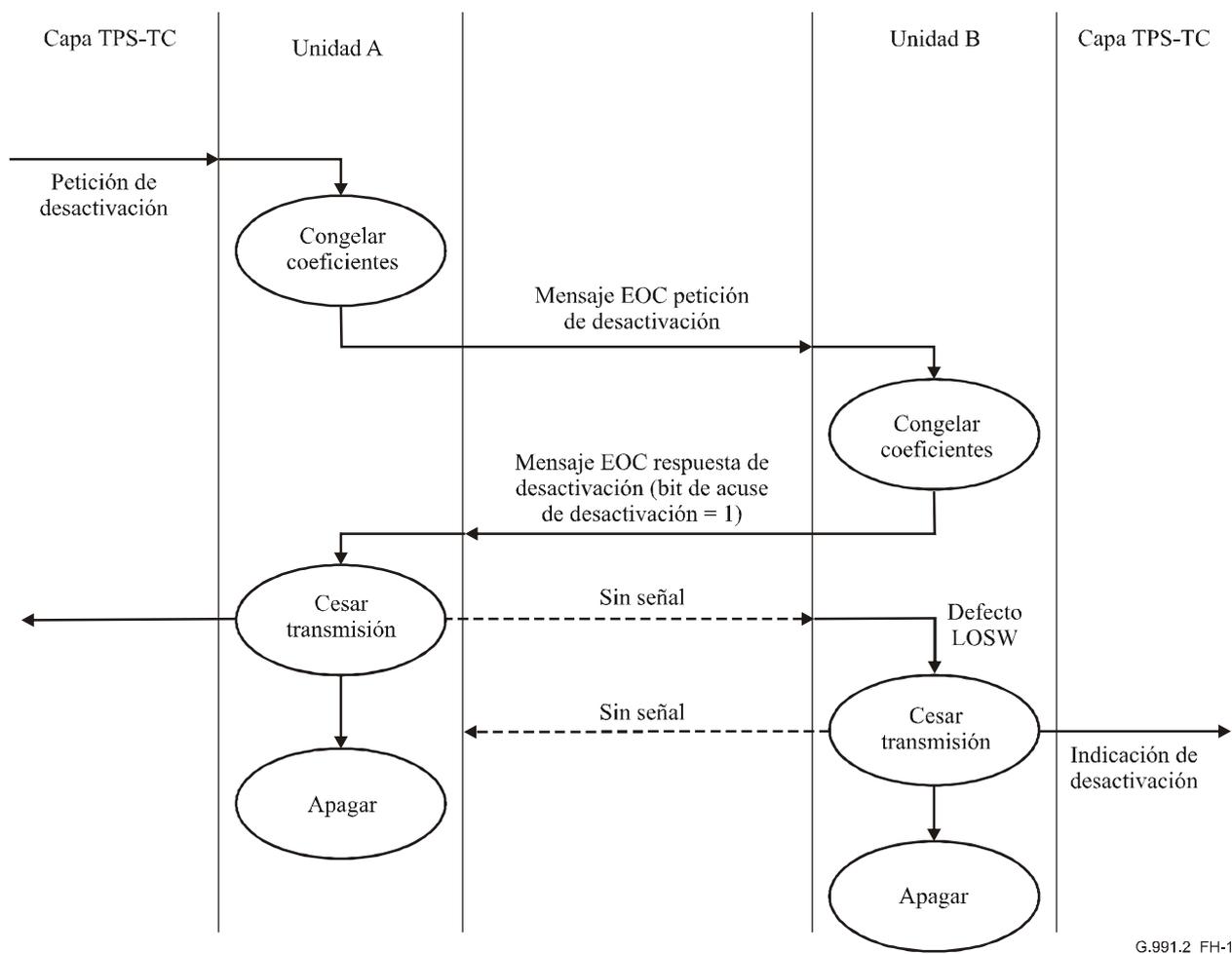
En esta cláusula se describen formas de onda en la interfaz del bucle y procedimientos asociados durante la desactivación. En la figura H.1 se ilustra la secuencia de desactivación.

H.1.1 Secuencia de desactivación

La desactivación puede iniciarla la STU-R o la STU-C. Para iniciar la desactivación se utiliza la señalización EOC. El lado que la inicia se denomina unidad A, el otro se denomina unidad B.

La secuencia estándar, es la siguiente: cuando se recibe el mensaje EOC "petición de desactivación", la unidad B responde con el mensaje EOC "respuesta de desactivación" o con el mensaje "insatisfactorio (UTC, *unable to comply*) genérico". Tras enviar la "respuesta de desactivación" con la aceptación de la desactivación (bit de acuse de desactivación = "1"), la unidad B continúa transmitiendo y espera a que se desactive la unidad A. Tras recibir la aceptación a la petición de desactivación, la unidad A cesa de transmitir y pasa al modo de potencia reducida. Tras detectar que la unidad A ha cesado de transmitir, por ejemplo por detección del error LOSW, la unidad B cesa de transmitir y pasa asimismo al modo de potencia reducida.

Los mensajes EOC "petición de desactivación" y "respuesta de desactivación" indican la capacidad del remitente para proceder a la desactivación al modo de potencia reducida y al subsiguiente arranque en caliente.



G.991.2_FH-1

Figura H.1/G.991.2 – Secuencia de desactivación

H.1.2 Inhibición de la desactivación

Con los mensajes "petición de desactivación" y "acuse de desactivación" los trancéptores pueden inhibir o detener un proceso de desactivación iniciado poniendo el bit OK a "0" en el mensaje EOC pertinente. Esto resulta útil cuando, durante la transmisión del mensaje "petición de desactivación" o tras la misma, se detecta que el enlace de datos está a punto de ser utilizado.

En el arranque en caliente la transmisión deberá estar activa como mínimo un tiempo t_{active} para minimizar los efectos de la diafonía no estacionaria sobre los sistemas que comparten el mismo mazo.

H.1.3 Desactivación de los mensajes EOC

H.1.3.1 Mensaje de petición de desactivación: ID de mensaje 22

El mensaje petición de desactivación se transmite para solicitar una desactivación o para retirar una petición de desactivación emitida. La dirección de destino será F_{16} para indicar que se trata de un mensaje de difusión.

Cuadro H.1/G.991.2 – Petición de desactivación

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|-------------|---------------------------|---------------|--|
| 1 | 22 | ID de mensaje | |
| 2 bits 7..1 | Reservado | | Puesto a 0 |
| 2 bit 0 | Petición de desactivación | Bit | 0 = Petición de desactivación 1 = Petición de desactivación cancelada |
| 3 | Reservado | | Puesto a 0 |

H.1.3.2 Mensaje respuesta de desactivación: ID de mensaje 150

El mensaje respuesta de desactivación se utiliza para confirmar el mandato de desactivación o para rechazar una petición de desactivación.

Cuadro H.2/G.991.2 – Acuse de desactivación

| Octeto # | Contenido | Tipo de datos | Referencia |
|-------------|------------------------|---------------|---|
| 1 | 150 | ID de mensaje | |
| 2 bits 7..1 | Reservado | | Puesto a 0 |
| 2 bit 0 | Acuse de desactivación | Bit | 0 = Desactivación OK 1 = Desactivación imposible |
| 3 | Reservado | | Puesto a 0 |

H.2 Activación del arranque en caliente

El arranque en caliente puede iniciarlo la STU-R o la STU-C. En esta cláusula se describen formas de onda en la interfaz del bucle y procedimientos asociados durante el arranque en caliente. La especificación directa de la calidad de funcionamiento de los elementos del receptor individual se evita en la medida de lo posible. Por contra, se especifican las características del transmisor individualmente y la calidad de funcionamiento del receptor se especifica de forma genérica como calidad de funcionamiento agregada de todos los elementos del receptor. Se hacen excepciones en los casos en los que la calidad de funcionamiento de un elemento específico del receptor es indispensable para el interfuncionamiento.

A diferencia de la activación descrita en 6.2, el arranque en caliente utiliza todos los valores almacenados en una activación anterior con éxito, para conseguir reducir al mínimo el tiempo de arranque. Se considera que una activación se ha realizado con éxito si se alcanza la convergencia y se llega al modo datos (véase 6.1). Todos los valores (es decir la configuración negociada en la preactivación, todos los datos de la trama de activación y todos los valores de los filtros adaptables) han de almacenarse antes de desactivar la transmisión. El arranque en caliente depende del hecho de que todos los valores previamente almacenados, tales como las características de transferencia del receptor y el trayecto de transmisión así como la relación de temporización entre las señales del receptor y del transmisor, sigan siendo válidos. Los pequeños cambios (por ejemplo debido a variaciones de la temperatura ambiente) que pueden existir no deben inhibir la activación del arranque en caliente; no obstante, si el equipo o las características del bucle hubieran cambiado significativamente, la activación del arranque en caliente podría fallar, debiendo ejecutarse en este caso un arranque en frío.

H.2.1 Modelo de referencia de la PMD para la activación del arranque en caliente

En la figura H.2 se representa el diagrama de bloques de la capa PMD de un transmisor de STU-R y STU-C para la activación del arranque en caliente.

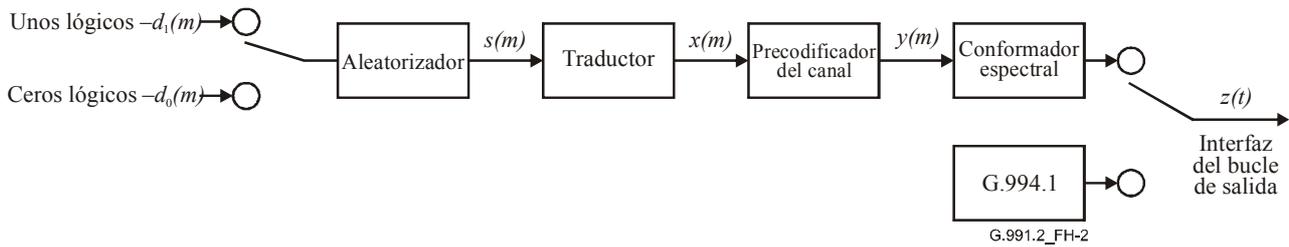


Figura H.2/G.991.2 – Modelo de referencia de PMD en la activación del arranque en caliente

El índice temporal m representa el tiempo de símbolos, mientras que t representa el tiempo analógico. Dado que la activación utiliza modulación 2-PAM, el tiempo de los bits es equivalente al tiempo de símbolos. La salida del aleatorizador es $s(m)$. La salida del traductor es $y(m)$ y la salida del conformador espectral en la interfaz del bucle es $z(t)$. $d_1(m)$ es una señal de inicialización que estará integrada por unos lógicos para todo m . $d_0(m)$ es una señal de inicialización que estará integrada por ceros lógicos para todos los m . El formato de modulación será el de una señal de dos niveles con codificación de Tomlinson, con velocidad de símbolos completa seleccionada para el funcionamiento en modo datos. Durante la activación, la referencia de temporización para las señales de activación tiene una tolerancia de ± 32 ppm en la STU-C y de ± 100 ppm en la STU-R.

Los bits de salida del aleatorizador $s(m)$ se traducirán a un nivel de salida $y(m)$ del siguiente modo:

Cuadro H.3/G.991.2 – Traducción de bits a 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 |

Los niveles correspondientes a 0 y 1 a la salida del aleatorizador deberán ser idénticos a los niveles de la constelación 16-TCPAM correspondiente a los índices 0011 y 1000 respectivamente.

H.2.2 Secuencia de activación del arranque en caliente

En la figura H.3 se representa la secuencia y el diagrama de temporización de la activación del arranque en caliente.

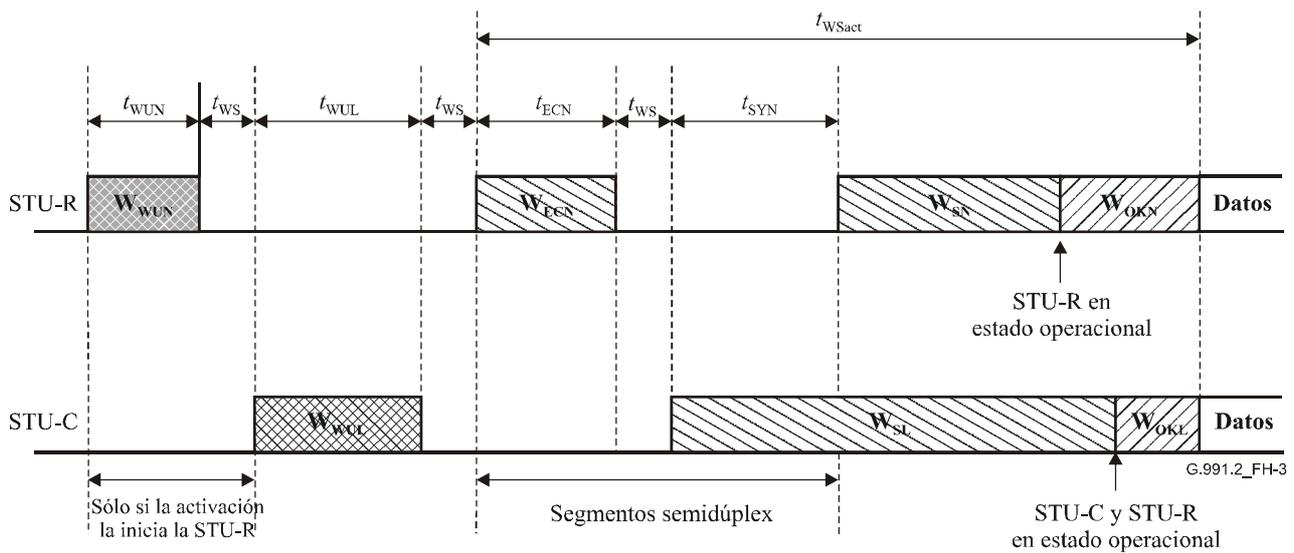


Figura H.3/G.991.2 – Diagrama de temporización correspondiente a la secuencia de activación del arranque en caliente

Cuadro H.4/G.991.2 – Duración y tolerancia de las señales de activación

| Señal | Parámetro | Referencia | Valor nominal | Tolerancia |
|--------------|---|------------|---------------|------------|
| t_{WUN} | Duración de W_{WUN} | H.2.4.1 | 12 ms | ± 2 ms |
| t_{WS} | Tiempo de guarda para evitar que se solapen las señales | | 6 ms | ± 2 ms |
| t_{WUL} | Duración de W_{WUL} | H.2.4.2 | 20 ms | ± 2 ms |
| t_{ECN} | Duración del segmento semidúplex de la STU-R | H.2.4.3 | 40 ms | ± 2 ms |
| t_{SYN} | Duración mínima del segmento semidúplex de la STU-C | | 100 ms | ± 2 ms |
| t_{WSact} | Máximo tiempo de activación | | 500 ms | |
| t_{active} | Mínimo tiempo que ha de permanecer activo el enlace | | 5 min | |

NOTA – El tipo máximo de activación, tras una desactivación sin que haya tenido lugar entretanto ningún bucle ni alimentación, y sin ningún cambio en las características del cable para un sistema de transmisión de cable de pares metálicos, es t_{WSact} . Se entiende que este valor del tiempo de activación corresponde a un valor del 95% cuando las pruebas se efectúan sobre modelos de líneas especificados para sistemas de transmisión digital.

H.2.3 Diagrama de transición de estados

El diagrama de transición de estados correspondiente a la activación del arranque en caliente de la STU-R y la STU-C se representa en la figura H.4.

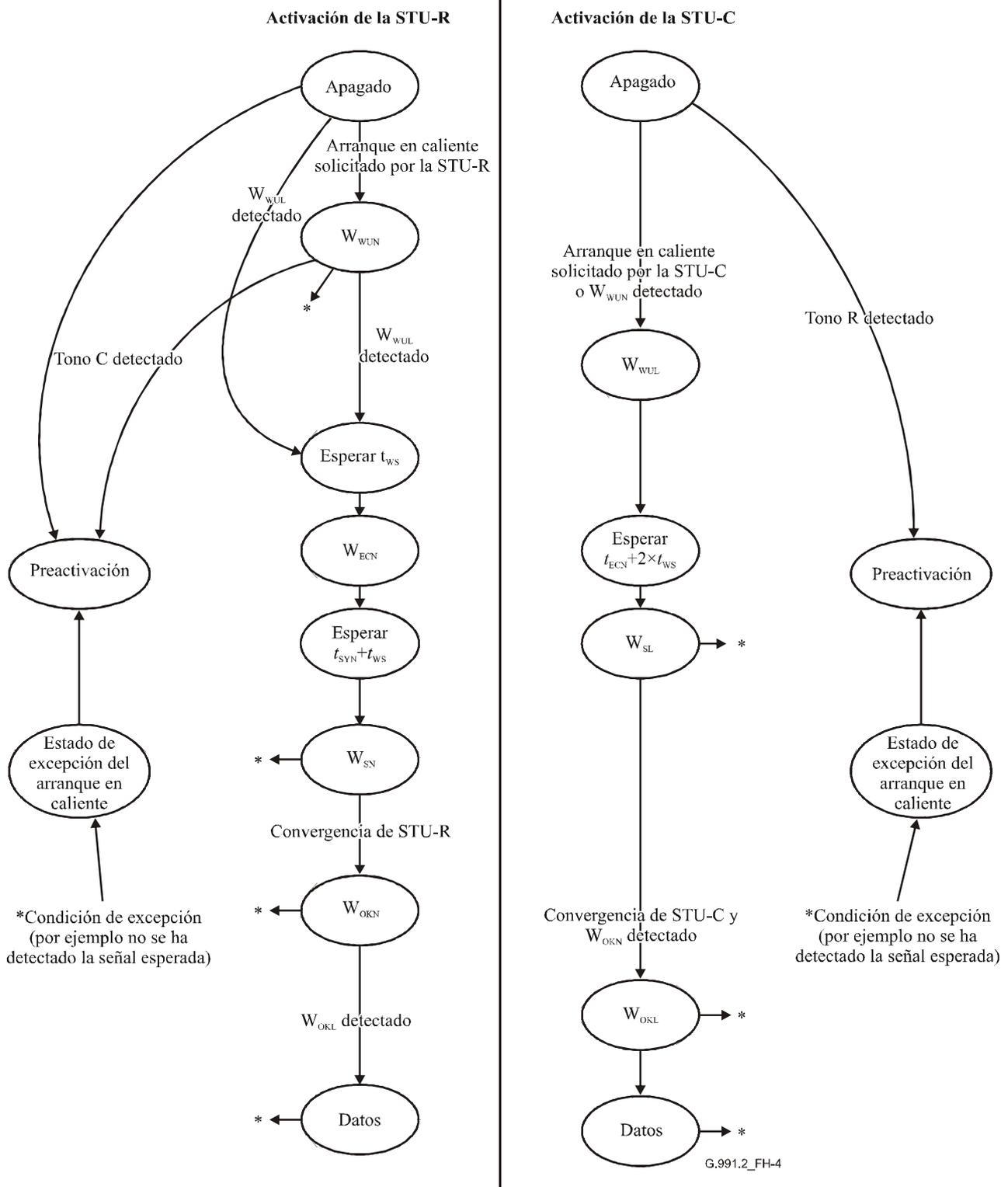


Figura H.4/G.991.2 – Diagrama de transición de estados del arranque en caliente del transmisor de STU-R y STU-C

H.2.4 Señales utilizadas en la activación del arranque en caliente

H.2.4.1 Señal W_{WUN}

El arranque en caliente iniciado por la STU-R deberá comenzar con el envío por parte de la STU-R de la señal despertadora del arranque en caliente, W_{WUN} , con una duración de t_{WUN} . La forma de onda y la potencia de transmisión de W_{WUN} es idéntica a la del tono R de 12 kHz utilizado en la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

H.2.4.2 Señal W_{WUL}

La señal despertadora para el arranque en caliente iniciado por la STU-C será W_{WUL} . Si el arranque en caliente lo hubiera iniciado la STU-R, la STU-C enviará la señal W_{WUL} tras detectar la señal W_{WUN} . W_{WUL} deberá tener una duración de t_{WUL} . La forma de onda y la potencia de transmisión de W_{WUL} es idéntica a la del tono C de 20 kHz utilizado en la Rec. UIT-T G.994.1 [2].

H.2.4.3 Señal W_{ECN}

La STU-R enviará W_{ECN} , comenzando t_{WS} después del final de W_{WUL} . La forma de onda W_{ECN} se generará inyectando unos lógicos a la entrada del aleatorizador STU-R como se muestra en la figura H.2. La potencia de transmisión, velocidad de símbolos y plantilla de PSD para W_{ECN} , deberá ser idéntica a la de la señal W_{SL} .

La señal semidúplex W_{ECN} se enviará durante un tiempo t_{ECN} .

H.2.4.4 Señal W_{SL}

La STU-C enviará W_{SL} comenzando t_{WS} después del final de W_{ECN} . La forma de onda W_{SL} se generará inyectando unos lógicos a la entrada del aleatorizador STU-C representado en la figura H.2. La potencia de transmisión, velocidad de símbolos y plantilla de PSD para W_{SL} se negociará en la secuencia de preactivación.

H.2.4.5 Señal W_{SN}

La STU-R empezará a transmitir la W_{SN} $t_{WS} + t_{SYN}$ después del final de la W_{ECN} . La forma de onda W_{SN} se generará inyectando unos lógicos a la entrada del aleatorizador STU-R mostrado en la figura H.2. La potencia de transmisión, velocidad de símbolos y plantilla de PSD para W_{SN} deberá negociarse en la secuencia de preactivación.

H.2.4.6 Señal W_{OKN}

La STU-R deberá comenzar a transmitir W_{OKN} cuando la STU-R alcance pleno estado operacional. Se dice que el estado de la STU-R es plenamente operacional cuando está preparada para pasar al modo datos. La forma de onda W_{OKN} se generará inyectando ceros lógicos a la entrada del aleatorizador STU-R mostrado en la figura H.2. La potencia de transmisión, velocidad de símbolos y plantilla de PSD para W_{OKN} deberá coincidir con los de la señal W_{SN} .

H.2.4.7 Señal W_{OKL}

La STU-C enviará W_{OKL} cuando la STU-C haya detectado W_{OKL} y haya alcanzado su pleno estado operacional. El estado de la STU-C será plenamente operacional cuando esté preparada para pasar al modo datos. La forma de onda W_{OKL} se generará conectando una señal de ceros lógicos a la entrada del aleatorizador STU-C mostrado en la figura H.2. La potencia de transmisión, velocidad de símbolos y plantilla de PSD para W_{OKL} deberá coincidir con los de W_{SL} . W_{OKL} se enviará exactamente durante 256 símbolos.

H.2.4.8 Data_c y Data_r

Antes de 200 símbolos tras el final de W_{OKL} , la STU-C enviará Data_c y la STU-R enviará Data_r. Estas señales se describen en 6.2.2.7. No se requiere ninguna relación entre el final de W_{OKL} y ningún bit específico de la trama en modo datos SHDSL. Los datos de cabida útil de SHDSL serán válidos $T_{payloadValid}$ (véase el cuadro H.5) tras el final de W_{OKL} .

H.2.4.9 Condición de excepción del arranque en caliente

Se declarará una condición de excepción durante el arranque en caliente si se alcanzan los valores límites de temporización del cuadro H.5 o si se presenta cualquier evento anormal definido por el fabricante.

H.2.4.10 Estado de excepción del arranque en caliente

Si se declara una condición de excepción durante el arranque en caliente, la STU-C o la STU-R entrarán en el estado de excepción y se abortará el arranque en caliente. En el estado de excepción, la STU deberá permanecer silenciosa durante $T_{silence}$ (véase el cuadro H.5) como mínimo, esperar que cese la transmisión desde el extremo lejano, y volver a continuación al estado de arranque inicial correspondiente. La STU-R y la STU-C deberán comenzar la preactivación con arreglo a 6.3.

H.2.4.11 Límites de temporización

El cuadro H.5 muestra los límites de temporización del sistema y sus valores.

Cuadro H.5/G.991.2 – Valor de los límites de temporización

| Nombre | Parámetro | Valor |
|--------------------|--|---------------------|
| $T_{silence}$ | Tiempo mínimo en el estado de excepción del arranque en caliente en el que la STU-C o la STU-R permanecen silenciosas antes de comenzar la preactivación | Véase el cuadro 6.3 |
| $T_{payloadValid}$ | Tiempo transcurrido desde el comienzo de Data _c y Data _r hasta que haya datos de cabida útil SHDSL válidos | Véase el cuadro 6.3 |

Apéndice I

Ejemplos de circuitos de prueba

I.1 Ejemplo de circuito de prueba para inyección de diafonía

En la figura I.1 se presenta un ejemplo de circuito de inyección de diafonía con alta impedancia.

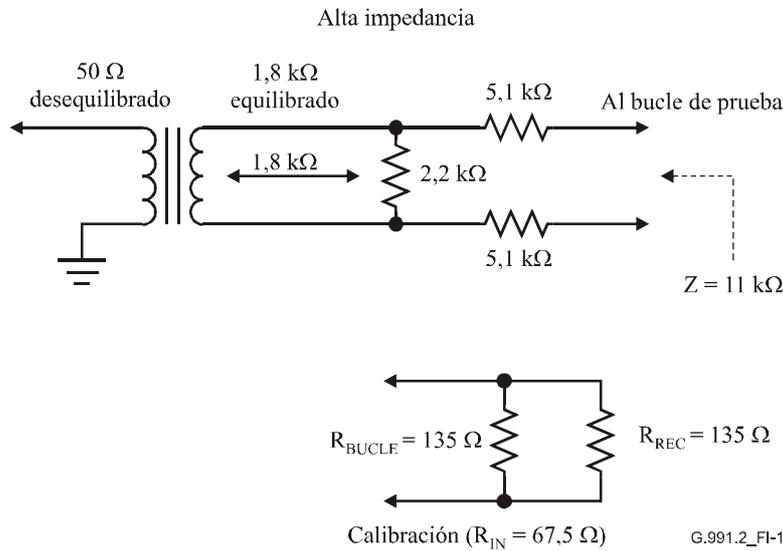


Figura I.1/G.991.2 – Ejemplo de circuito de inyección de diafonía de alta impedancia

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 Rec. UIT-T O.9 [B8]. 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 la Rec. 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.

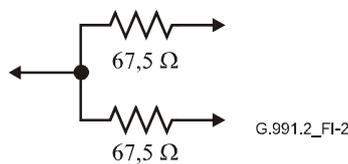


Figura I.2/G.991.2 – Ejemplo de circuito de acoplamiento resistivo

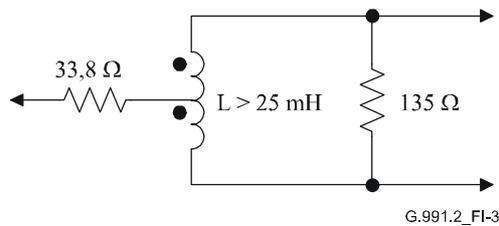


Figura I.3/G.991.2 – Ejemplo de circuito de acoplamiento equilibrado-desequilibrado (balun)

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:

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

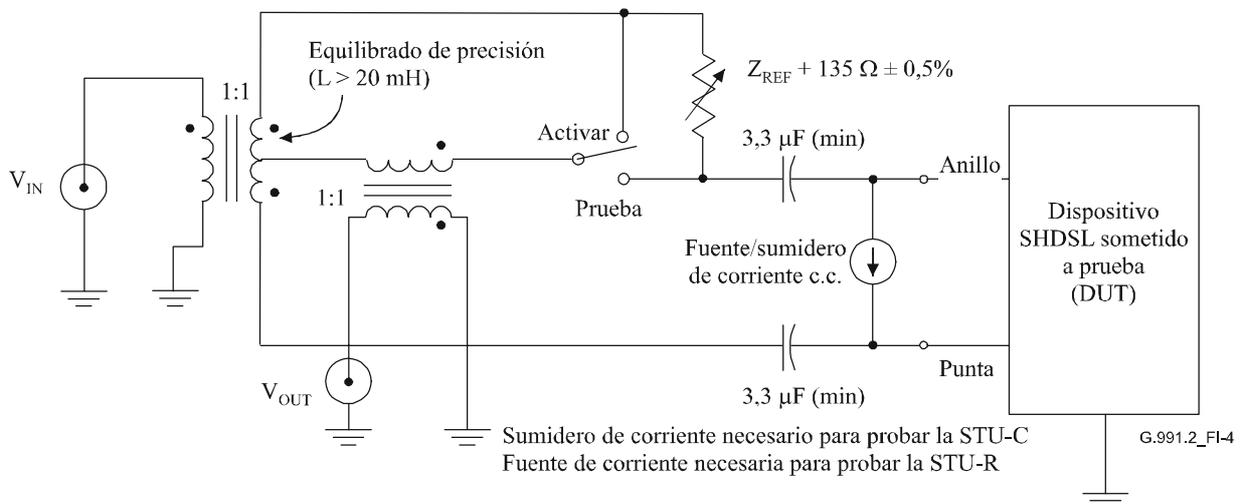


Figura I.4/G.991.2 – Ejemplo de circuito de prueba de la pérdida de retorno con puente (aislado de tierra)

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).

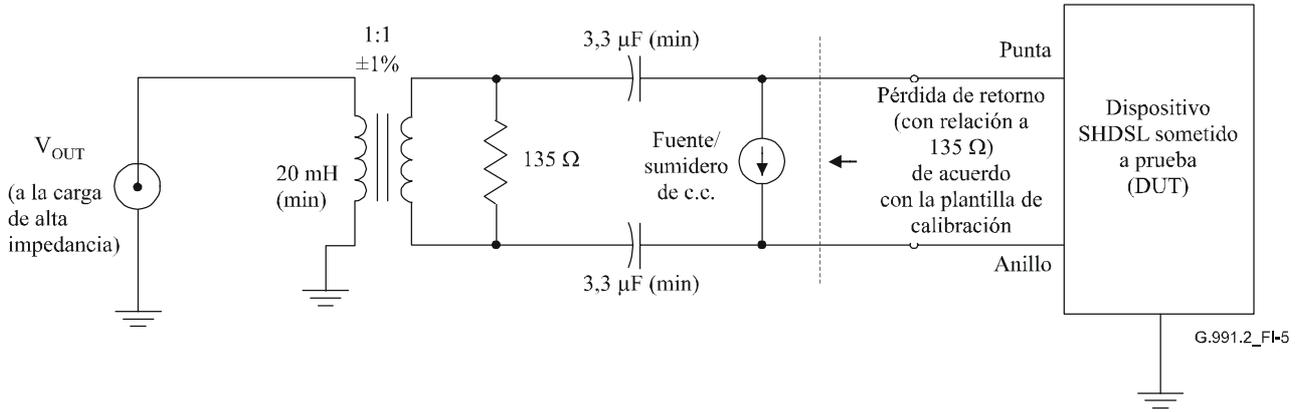


Figura I.5/G.991.2 – Ejemplo de circuito de prueba aislado de tierra para la medición de la potencia/PSD

Apéndice II

Características típicas de los cables

II.1 Características típicas de los cables para el anexo B

NOTA – Los parámetros del presente apéndice son diferentes de los especificados en la Rec. UIT-T G.996.1 [B11] para los cables PE 04 y PE 05.

Cuadro II.1/G.991.2 – Constantes del cable PE

| frec [Hz] $\times 10^3$ | PE04 | | | PE05 | | | PE06 | | | PE08 | | |
|-------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| | R_s [Ω/m] $\times 10^{-3}$ | L_s [H/m] $\times 10^{-9}$ | C_p [F/m] $\times 10^{-12}$ | R_s [Ω/m] $\times 10^{-3}$ | L_s [H/m] $\times 10^{-9}$ | C_p [F/m] $\times 10^{-12}$ | R_s [Ω/m] $\times 10^{-3}$ | L_s [H/m] $\times 10^{-9}$ | C_p [F/m] $\times 10^{-12}$ | R_s [Ω/m] $\times 10^{-3}$ | L_s [H/m] $\times 10^{-9}$ | C_p [F/m] $\times 10^{-12}$ |
| 0 | 268 | 680 | 45,5 | 172 | 680 | 25 | 119 | 700 | 56 | 67 | 700 | 37,8 |
| 10 | 268 | 678 | 45,5 | 172 | 678 | 25 | 120 | 695 | 56 | 70,0 | 700 | 37,8 |
| 20 | 269 | 675 | 45,5 | 173 | 675 | 25 | 121 | 693 | 56 | 72,5 | 687 | 37,8 |
| 40 | 271 | 669 | 45,5 | 175 | 667 | 25 | 125 | 680 | 56 | 75,0 | 665 | 37,8 |
| 100 | 282 | 650 | 45,5 | 190 | 646 | 25 | 146 | 655 | 56 | 91,7 | 628 | 37,8 |
| 150 | 295 | 642 | 45,5 | 207 | 637 | 25 | 167 | 641 | 56 | 105 | 609 | 37,8 |
| 200 | 312 | 635 | 45,5 | 227 | 629 | 25 | 189 | 633 | 56 | 117 | 595 | 37,8 |
| 400 | 390 | 619 | 45,5 | 302 | 603 | 25 | 260 | 601 | 56 | 159 | 568 | 37,8 |
| 500 | 425 | 608 | 45,5 | 334 | 592 | 25 | 288 | 590 | 56 | 177,5 | 560 | 37,8 |
| 700 | 493 | 593 | 45,5 | 392 | 577 | 25 | 340 | 576 | 56 | 209 | 553 | 37,8 |
| 1000 | 582 | 582 | 45,5 | 466 | 572 | 25 | 405 | 570 | 56 | 250 | 547 | 37,8 |
| 2000 | 816 | 571 | 45,5 | 655 | 565 | 25 | 571 | 560 | 56 | 353 | 540 | 37,8 |

Cuadro II.2/G.991.2 – Constantes del cable PVC

| freq [Hz] $\times 10^3$ | PVC032 | | | PVC04 | | | PVC063 | | |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$ | Ls [H/m] $\times 10^{-9}$ | Cp [F/m] $\times 10^{-12}$ | Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$ | Ls [H/m] $\times 10^{-9}$ | Cp [F/m] $\times 10^{-12}$ | Rs [Ω/m] $\times 10^{-3}$ | Ls [H/m] $\times 10^{-9}$ | Cp [F/m] $\times 10^{-12}$ |
| 0 | 419 | 650 | 120 | 268 | 650 | 120 | 108 | 635 | 120 |
| 10 | 419 | 650 | 120 | 268 | 650 | 120 | 108 | 635 | 120 |
| 20 | 419 | 650 | 120 | 268 | 650 | 120 | 108 | 635 | 120 |
| 40 | 419 | 650 | 120 | 268 | 650 | 120 | 111 | 630 | 120 |
| 100 | 427 | 647 | 120 | 281 | 635 | 120 | 141 | 604 | 120 |
| 150 | 453 | 635 | 120 | 295 | 627 | 120 | 173 | 584 | 120 |
| 200 | 493 | 621 | 120 | 311 | 619 | 120 | 207 | 560 | 120 |
| 400 | 679 | 577 | 120 | 391 | 592 | 120 | 319 | 492 | 120 |
| 500 | 750 | 560 | 120 | 426 | 579 | 120 | 361 | 469 | 120 |
| 700 | 877 | 546 | 120 | 494 | 566 | 120 | 427 | 450 | 120 |
| 1000 | 1041 | 545 | 120 | 584 | 559 | 120 | 510 | 442 | 120 |
| 2000 | 1463 | 540 | 120 | 817 | 550 | 120 | 720 | 434 | 120 |

Apéndice III

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 la Rec. UIT-T 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.

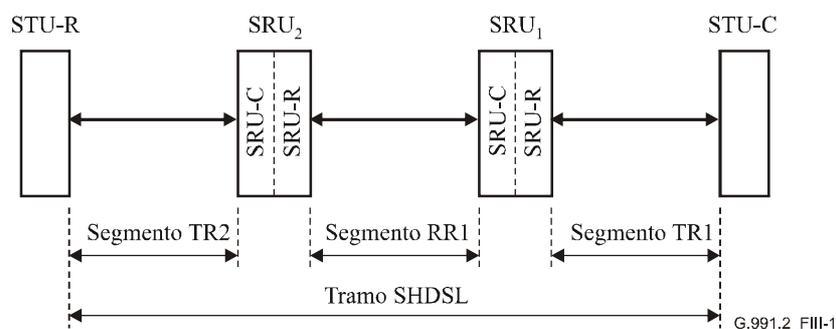


Figura III.1/G.991.2 – Diagrama de bloques de un tramo SHDSL con dos regeneradores de señal

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 la Rec. 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 la Rec. UIT-T 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

Tabulación de los perfiles de ruido del anexo B

En el apéndice IV se tabulan los perfiles de ruido total (suma del propio y del ajeno) correspondientes a 0 dB de margen para todos los casos de prueba del anexo B. Dichas PSD de ruido se utilizaron en el cálculo teórico del margen. Los perfiles de ruido tabulados deben medirse sobre la impedancia de calibración (véase B.3.3.1).

Nomenclatura del perfil de ruido: ABBBCDE

A: Lado (ya sea C o R)

BBB: Velocidad

C: Tipo de PSD (s si es simétrica o a si es asimétrica)

D: Tipo de ruido (A, B, C o D)

E: Número de bucle (entre 2 y 7)

Las formas de ruido utilizadas en la prueba #1 serán idénticas al ruido A de la prueba #2.

Cuadro IV.1/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-C

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 600 | 800 |
| C384sA2 | 114,9 | 99,2 | 95,0 | 93,1 | 92,5 | 92,3 | 92,9 | 93,9 | 93,4 | 92,7 | 92,0 | 88,1 | 86,3 | 85,0 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C384sC2 | 120,6 | 104,6 | 100,4 | 98,4 | 97,7 | 97,6 | 98,7 | 101,8 | 102,6 | 102,0 | 101,3 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C384sD2 | 131,8 | 104,4 | 99,5 | 97,1 | 95,8 | 95,3 | 96,4 | 100,5 | 107,0 | 114,2 | 121,6 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C512sA2 | 114,9 | 99,4 | 95,3 | 93,4 | 92,8 | 92,3 | 92,0 | 91,9 | 92,0 | 92,2 | 91,9 | 88,1 | 86,3 | 85,0 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C512sC2 | 120,6 | 104,9 | 100,8 | 98,8 | 98,1 | 97,7 | 97,4 | 97,5 | 98,3 | 100,0 | 100,9 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C512sD2 | 132,8 | 105,6 | 100,6 | 98,0 | 96,4 | 95,4 | 94,8 | 94,8 | 95,8 | 98,7 | 103,2 | 131,4 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C768sA2 | 114,9 | 99,6 | 95,6 | 93,7 | 93,3 | 92,8 | 92,4 | 91,9 | 91,2 | 90,7 | 90,3 | 88,1 | 86,3 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C768sC2 | 120,6 | 105,2 | 101,2 | 99,3 | 98,8 | 98,4 | 98,0 | 97,5 | 97,0 | 96,6 | 96,4 | 94,4 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C768sD2 | 134,2 | 107,3 | 102,2 | 99,5 | 97,7 | 96,5 | 95,5 | 94,8 | 94,3 | 93,9 | 93,8 | 102,6 | 120,9 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C1024sA2 | 114,9 | 99,7 | 95,7 | 93,9 | 93,6 | 93,2 | 92,8 | 92,3 | 91,5 | 90,8 | 90,3 | 87,5 | 86,3 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1024sC2 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,6 | 99,2 | 99,0 | 98,7 | 98,2 | 97,5 | 96,9 | 96,4 | 93,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1024sD2 | 135,0 | 108,5 | 103,3 | 100,6 | 98,8 | 97,5 | 96,4 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 93,9 | 93,6 | 102,1 | 115,8 | 130,8 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C1280sA2 | 114,9 | 99,7 | 95,8 | 93,9 | 93,8 | 93,5 | 93,1 | 92,6 | 91,8 | 91,1 | 90,4 | 87,3 | 86,0 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1280sC2 | 120,6 | 105,4 | 101,5 | 99,7 | 99,5 | 99,4 | 99,3 | 98,8 | 98,0 | 97,4 | 96,8 | 93,2 | 92,2 | 91,3 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1280sD2 | 135,7 | 109,4 | 104,3 | 101,5 | 99,7 | 98,3 | 97,2 | 96,3 | 95,5 | 94,9 | 94,4 | 92,8 | 94,0 | 101,7 | 112,6 | 124,2 | 136,9 | 138,0 | 138,0 |
| C1536sA2 | 115,0 | 99,7 | 95,8 | 94,0 | 93,8 | 93,6 | 93,3 | 92,8 | 92,0 | 91,2 | 90,6 | 87,3 | 85,8 | 84,7 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1536sC2 | 120,6 | 105,4 | 101,5 | 99,8 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,3 | 98,5 | 97,8 | 97,2 | 93,3 | 91,9 | 91,1 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1536sD2 | 136,1 | 110,2 | 105,0 | 102,3 | 100,4 | 99,0 | 97,9 | 96,9 | 96,1 | 95,5 | 94,9 | 92,9 | 92,3 | 94,4 | 101,4 | 110,4 | 119,9 | 138,0 | 138,0 |
| C2048sA2 | 115,0 | 99,7 | 95,7 | 93,9 | 93,8 | 93,6 | 93,3 | 92,8 | 91,9 | 91,2 | 90,5 | 87,2 | 85,5 | 84,3 | 83,5 | 82,8 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C2048sC2 | 120,6 | 105,4 | 101,5 | 99,8 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,4 | 98,5 | 97,8 | 97,2 | 93,1 | 91,6 | 90,4 | 89,7 | 89,2 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C2048sD2 | 136,3 | 110,4 | 105,2 | 102,5 | 100,6 | 99,1 | 98,0 | 97,0 | 96,2 | 95,5 | 94,8 | 92,6 | 91,3 | 90,7 | 91,2 | 94,1 | 99,8 | 128,9 | 138,0 |
| C2304sA2 | 115,0 | 99,7 | 95,8 | 94,0 | 93,8 | 93,6 | 93,4 | 92,9 | 92,0 | 91,2 | 90,6 | 87,2 | 85,5 | 84,3 | 83,4 | 82,7 | 82,0 | 79,4 | 77,6 |
| C2304sC2 | 120,6 | 105,4 | 101,5 | 99,8 | 99,7 | 99,9 | 100,0 | 99,7 | 98,8 | 98,1 | 97,4 | 93,2 | 91,6 | 90,4 | 89,5 | 88,9 | 88,4 | 87,8 | 86,8 |
| C2304sD2 | 136,6 | 110,9 | 105,7 | 102,9 | 101,0 | 99,6 | 98,4 | 97,4 | 96,6 | 95,9 | 95,3 | 92,9 | 91,5 | 90,7 | 90,4 | 91,3 | 94,4 | 118,1 | 138,0 |
| C384sD3 | 131,8 | 104,4 | 99,5 | 97,1 | 95,8 | 95,3 | 96,4 | 100,5 | 107,0 | 114,2 | 121,6 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |

Cuadro IV.1/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-C

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 600 | 800 |
| C512sD3 | 132,8 | 105,6 | 100,6 | 98,0 | 96,4 | 95,4 | 94,8 | 94,8 | 95,8 | 98,7 | 103,2 | 131,4 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C768sD3 | 134,1 | 107,3 | 102,2 | 99,5 | 97,7 | 96,5 | 95,5 | 94,8 | 94,3 | 93,9 | 93,8 | 102,6 | 120,9 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C1024sD3 | 135,0 | 108,5 | 103,3 | 100,6 | 98,8 | 97,4 | 96,4 | 95,5 | 94,8 | 94,3 | 93,9 | 93,6 | 102,1 | 115,8 | 130,8 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C1280sD3 | 135,6 | 109,4 | 104,2 | 101,5 | 99,7 | 98,3 | 97,2 | 96,2 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 92,8 | 94,0 | 101,7 | 112,6 | 124,2 | 136,9 | 138,0 | 138,0 |
| C1536sD3 | 136,1 | 110,1 | 105,0 | 102,3 | 100,4 | 99,0 | 97,8 | 96,9 | 96,1 | 95,4 | 94,8 | 92,9 | 92,3 | 94,4 | 101,4 | 110,4 | 119,9 | 138,0 | 138,0 |
| C2048sD3 | 136,3 | 110,3 | 105,2 | 102,4 | 100,5 | 99,1 | 97,9 | 96,9 | 96,1 | 95,4 | 94,8 | 92,6 | 91,3 | 90,7 | 91,2 | 94,1 | 99,8 | 128,9 | 138,0 |
| C2304sD3 | 136,6 | 110,8 | 105,6 | 102,9 | 101,0 | 99,5 | 98,3 | 97,4 | 96,5 | 95,8 | 95,2 | 92,9 | 91,5 | 90,7 | 90,4 | 91,3 | 94,4 | 118,1 | 138,0 |
| C384sA4 | 114,9 | 99,2 | 95,0 | 93,1 | 92,5 | 92,3 | 92,9 | 93,9 | 93,4 | 92,7 | 92,0 | 88,1 | 86,3 | 85,0 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C384sC4 | 120,6 | 104,6 | 100,4 | 98,4 | 97,7 | 97,6 | 98,7 | 101,8 | 102,6 | 102,0 | 101,3 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C512sA4 | 114,9 | 99,4 | 95,3 | 93,4 | 92,8 | 92,3 | 92,0 | 91,9 | 92,0 | 92,2 | 91,9 | 88,1 | 86,3 | 85,0 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C512sC4 | 120,6 | 104,9 | 100,8 | 98,8 | 98,1 | 97,7 | 97,4 | 97,5 | 98,3 | 100,0 | 100,9 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C768sA4 | 114,9 | 99,5 | 95,6 | 93,7 | 93,3 | 92,8 | 92,4 | 91,8 | 91,2 | 90,6 | 90,3 | 88,0 | 86,3 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C768sC4 | 120,6 | 105,2 | 101,2 | 99,3 | 98,7 | 98,4 | 98,0 | 97,5 | 97,0 | 96,6 | 96,4 | 94,4 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1024sA4 | 114,9 | 99,6 | 95,7 | 93,8 | 93,6 | 93,2 | 92,8 | 92,2 | 91,5 | 90,8 | 90,2 | 87,5 | 86,3 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1024sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,6 | 99,2 | 99,0 | 98,7 | 98,2 | 97,5 | 96,9 | 96,4 | 93,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1280sA4 | 114,9 | 99,6 | 95,7 | 93,9 | 93,7 | 93,4 | 93,1 | 92,5 | 91,7 | 91,0 | 90,4 | 87,3 | 86,0 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1280sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,5 | 99,7 | 99,4 | 99,4 | 99,2 | 98,8 | 98,0 | 97,3 | 96,8 | 93,2 | 92,2 | 91,3 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1536sA4 | 114,9 | 99,6 | 95,7 | 93,9 | 93,8 | 93,5 | 93,2 | 92,7 | 91,9 | 91,2 | 90,5 | 87,3 | 85,8 | 84,7 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1536sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,5 | 99,8 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,3 | 98,5 | 97,8 | 97,2 | 93,3 | 91,9 | 91,1 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C2048sA4 | 115,0 | 99,6 | 95,6 | 93,9 | 93,7 | 93,5 | 93,2 | 92,6 | 91,8 | 91,0 | 90,4 | 87,1 | 85,5 | 84,3 | 83,5 | 82,8 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C2048sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,7 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,3 | 98,4 | 97,7 | 97,1 | 93,1 | 91,5 | 90,4 | 89,7 | 89,2 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C2304sA4 | 115,0 | 99,6 | 95,6 | 93,9 | 93,7 | 93,5 | 93,2 | 92,7 | 91,8 | 91,1 | 90,4 | 87,1 | 85,4 | 84,2 | 83,4 | 82,7 | 82,0 | 79,4 | 77,6 |
| C2304sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,7 | 99,6 | 99,8 | 99,9 | 99,5 | 98,7 | 98,0 | 97,3 | 93,2 | 91,6 | 90,4 | 89,5 | 88,9 | 88,4 | 87,8 | 86,8 |
| C384sB5 | 120,4 | 104,6 | 100,3 | 98,4 | 97,7 | 97,6 | 98,7 | 101,7 | 102,6 | 102,0 | 101,3 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C512sB5 | 120,4 | 104,9 | 100,7 | 98,8 | 98,0 | 97,6 | 97,4 | 97,5 | 98,3 | 100,0 | 100,9 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |

Cuadro IV.1/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-C

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 600 | 800 |
| C768sB5 | 120,4 | 105,1 | 101,1 | 99,2 | 98,6 | 98,3 | 97,9 | 97,4 | 96,9 | 96,5 | 96,3 | 94,4 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C1024sB5 | 120,4 | 105,2 | 101,2 | 99,4 | 99,0 | 98,8 | 98,5 | 98,0 | 97,4 | 96,8 | 96,3 | 93,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C1280sB5 | 120,4 | 105,2 | 101,3 | 99,5 | 99,2 | 99,1 | 99,0 | 98,6 | 97,8 | 97,2 | 96,7 | 93,2 | 92,2 | 91,3 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C1536sB5 | 120,4 | 105,1 | 101,2 | 99,5 | 99,3 | 99,3 | 99,3 | 98,9 | 98,2 | 97,5 | 97,0 | 93,2 | 91,9 | 91,1 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C2048sB5 | 120,4 | 105,0 | 101,1 | 99,3 | 99,1 | 99,1 | 99,1 | 98,7 | 97,9 | 97,3 | 96,7 | 93,0 | 91,5 | 90,4 | 89,7 | 89,2 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C2304sB5 | 120,5 | 104,9 | 101,0 | 99,2 | 99,0 | 99,1 | 99,1 | 98,8 | 98,1 | 97,4 | 96,8 | 93,0 | 91,5 | 90,4 | 89,5 | 88,9 | 88,4 | 87,8 | 86,9 |
| C384sA6 | 114,9 | 99,2 | 95,0 | 93,1 | 92,5 | 92,3 | 92,9 | 93,9 | 93,4 | 92,7 | 92,0 | 88,1 | 86,3 | 85,0 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C384sC6 | 120,6 | 104,6 | 100,4 | 98,4 | 97,7 | 97,6 | 98,7 | 101,8 | 102,6 | 102,0 | 101,3 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C512sA6 | 114,9 | 99,4 | 95,3 | 93,4 | 92,8 | 92,3 | 92,0 | 91,9 | 92,0 | 92,2 | 91,9 | 88,1 | 86,3 | 85,0 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C512sC6 | 120,6 | 104,9 | 100,8 | 98,8 | 98,1 | 97,7 | 97,4 | 97,5 | 98,3 | 100,0 | 100,9 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C768sA6 | 114,9 | 99,6 | 95,6 | 93,7 | 93,3 | 92,9 | 92,4 | 91,9 | 91,2 | 90,7 | 90,3 | 88,0 | 86,3 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C768sC6 | 120,6 | 105,2 | 101,2 | 99,3 | 98,8 | 98,4 | 98,0 | 97,5 | 97,0 | 96,6 | 96,4 | 94,4 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1024sA6 | 115,0 | 99,7 | 95,7 | 93,9 | 93,6 | 93,2 | 92,8 | 92,3 | 91,5 | 90,9 | 90,3 | 87,5 | 86,3 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1024sC6 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,6 | 99,2 | 99,0 | 98,7 | 98,2 | 97,5 | 96,9 | 96,4 | 93,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1280sA6 | 115,0 | 99,7 | 95,8 | 94,0 | 93,8 | 93,5 | 93,2 | 92,7 | 91,9 | 91,2 | 90,5 | 87,3 | 86,0 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1280sC6 | 120,6 | 105,4 | 101,5 | 99,7 | 99,5 | 99,4 | 99,3 | 98,8 | 98,1 | 97,4 | 96,8 | 93,2 | 92,2 | 91,3 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1536sA6 | 115,1 | 99,8 | 95,8 | 94,0 | 93,9 | 93,7 | 93,4 | 92,9 | 92,1 | 91,4 | 90,7 | 87,3 | 85,7 | 84,8 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1536sC6 | 120,6 | 105,4 | 101,5 | 99,8 | 99,6 | 99,8 | 99,8 | 99,4 | 98,6 | 97,9 | 97,3 | 93,3 | 91,9 | 91,1 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C2048sA6 | 115,4 | 100,0 | 95,9 | 94,0 | 93,9 | 93,7 | 93,4 | 93,0 | 92,1 | 91,4 | 90,7 | 87,2 | 85,5 | 84,4 | 83,5 | 82,8 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C2048sC6 | 120,7 | 105,4 | 101,5 | 99,8 | 99,7 | 99,8 | 99,8 | 99,5 | 98,6 | 97,9 | 97,3 | 93,1 | 91,5 | 90,4 | 89,7 | 89,2 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C2304sA6 | 115,6 | 100,2 | 96,0 | 94,1 | 94,0 | 93,8 | 93,6 | 93,1 | 92,3 | 91,5 | 90,9 | 87,3 | 85,5 | 84,4 | 83,4 | 82,7 | 82,0 | 79,4 | 77,6 |
| C2304sC6 | 120,7 | 105,4 | 101,5 | 99,8 | 99,7 | 100,0 | 100,1 | 99,8 | 99,0 | 98,3 | 97,6 | 93,2 | 91,6 | 90,4 | 89,6 | 88,9 | 88,4 | 87,8 | 86,8 |
| C384sA7 | 114,9 | 99,2 | 95,0 | 93,1 | 92,5 | 92,3 | 92,9 | 93,9 | 93,4 | 92,7 | 92,0 | 88,1 | 86,3 | 85,0 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C384sB7 | 120,6 | 104,6 | 100,4 | 98,4 | 97,7 | 97,6 | 98,7 | 101,8 | 102,6 | 102,0 | 101,3 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C384sC7 | 120,6 | 104,6 | 100,4 | 98,4 | 97,7 | 97,6 | 98,7 | 101,8 | 102,6 | 102,0 | 101,3 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |

Cuadro IV.1/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-C

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 600 | 800 |
| C384sD7 | 131,8 | 104,4 | 99,5 | 97,1 | 95,8 | 95,3 | 96,4 | 100,5 | 107,0 | 114,2 | 121,6 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C512sA7 | 114,9 | 99,4 | 95,3 | 93,4 | 92,8 | 92,3 | 92,0 | 91,9 | 92,0 | 92,2 | 91,9 | 88,1 | 86,3 | 85,0 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C512sB7 | 120,6 | 104,9 | 100,8 | 98,8 | 98,1 | 97,7 | 97,4 | 97,5 | 98,3 | 100,0 | 100,9 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C512sC7 | 120,6 | 104,9 | 100,8 | 98,8 | 98,1 | 97,7 | 97,4 | 97,5 | 98,3 | 100,0 | 100,9 | 94,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C512sD7 | 132,8 | 105,6 | 100,6 | 98,0 | 96,4 | 95,4 | 94,8 | 94,8 | 95,8 | 98,7 | 103,2 | 131,4 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C768sA7 | 114,9 | 99,5 | 95,6 | 93,7 | 93,3 | 92,8 | 92,4 | 91,8 | 91,2 | 90,7 | 90,3 | 88,1 | 86,3 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C768sB7 | 120,6 | 105,2 | 101,2 | 99,3 | 98,7 | 98,4 | 98,0 | 97,5 | 97,0 | 96,6 | 96,4 | 94,4 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C768sC7 | 120,6 | 105,2 | 101,2 | 99,3 | 98,7 | 98,4 | 98,0 | 97,5 | 97,0 | 96,6 | 96,4 | 94,4 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C768sD7 | 134,1 | 107,2 | 102,1 | 99,5 | 97,7 | 96,5 | 95,5 | 94,8 | 94,3 | 93,9 | 93,8 | 102,6 | 120,9 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C1024sA7 | 114,9 | 99,6 | 95,7 | 93,8 | 93,6 | 93,2 | 92,8 | 92,2 | 91,5 | 90,8 | 90,3 | 87,5 | 86,3 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1024sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,6 | 99,2 | 99,0 | 98,7 | 98,2 | 97,5 | 96,9 | 96,4 | 93,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C1024sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,6 | 99,2 | 99,0 | 98,7 | 98,2 | 97,5 | 96,9 | 96,4 | 93,5 | 92,7 | 91,4 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1024sD7 | 135,0 | 108,4 | 103,3 | 100,6 | 98,8 | 97,4 | 96,4 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 93,9 | 93,6 | 102,1 | 115,8 | 130,8 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| C1280sA7 | 114,9 | 99,6 | 95,7 | 93,9 | 93,7 | 93,4 | 93,1 | 92,6 | 91,8 | 91,1 | 90,4 | 87,3 | 86,0 | 84,9 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1280sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,5 | 99,7 | 99,4 | 99,4 | 99,2 | 98,8 | 98,0 | 97,4 | 96,8 | 93,2 | 92,2 | 91,3 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C1280sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,5 | 99,7 | 99,4 | 99,4 | 99,2 | 98,8 | 98,0 | 97,4 | 96,8 | 93,2 | 92,2 | 91,3 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1280sD7 | 135,7 | 109,4 | 104,2 | 101,5 | 99,7 | 98,3 | 97,2 | 96,3 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 92,8 | 94,0 | 101,7 | 112,6 | 124,2 | 136,9 | 138,0 | 138,0 |
| C1536sA7 | 115,0 | 99,7 | 95,7 | 93,9 | 93,8 | 93,6 | 93,3 | 92,8 | 91,9 | 91,2 | 90,6 | 87,3 | 85,8 | 84,8 | 83,8 | 82,9 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C1536sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,5 | 99,8 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,3 | 98,5 | 97,8 | 97,2 | 93,3 | 91,9 | 91,1 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C1536sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,5 | 99,8 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,3 | 98,5 | 97,8 | 97,2 | 93,3 | 91,9 | 91,1 | 90,2 | 89,3 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C1536sD7 | 136,1 | 110,1 | 105,0 | 102,2 | 100,4 | 99,0 | 97,8 | 96,9 | 96,1 | 95,5 | 94,9 | 92,9 | 92,3 | 94,4 | 101,4 | 110,4 | 119,9 | 138,0 | 138,0 |
| C2048sA7 | 115,0 | 99,7 | 95,7 | 93,9 | 93,7 | 93,5 | 93,2 | 92,7 | 91,9 | 91,2 | 90,5 | 87,2 | 85,5 | 84,4 | 83,5 | 82,8 | 82,1 | 79,4 | 77,6 |
| C2048sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,7 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,3 | 98,5 | 97,8 | 97,2 | 93,1 | 91,6 | 90,4 | 89,7 | 89,2 | 88,5 | 87,8 | 86,9 |
| C2048sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,7 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,3 | 98,5 | 97,8 | 97,2 | 93,1 | 91,6 | 90,4 | 89,7 | 89,2 | 88,5 | 87,8 | 86,8 |
| C2048sD7 | 136,3 | 110,3 | 105,1 | 102,4 | 100,5 | 99,1 | 98,0 | 97,0 | 96,2 | 95,5 | 94,8 | 92,6 | 91,3 | 90,7 | 91,2 | 94,1 | 99,8 | 128,9 | 138,0 |

Cuadro IV.1/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-C

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 600 | 800 |
| C2304sA7 | 115,1 | 99,7 | 95,7 | 93,9 | 93,8 | 93,6 | 93,3 | 92,8 | 92,0 | 91,2 | 90,6 | 87,2 | 85,5 | 84,3 | 83,4 | 82,7 | 82,0 | 79,4 | 77,6 |
| C2304sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,7 | 99,6 | 99,8 | 99,9 | 99,6 | 98,8 | 98,1 | 97,4 | 93,2 | 91,6 | 90,4 | 89,6 | 88,9 | 88,4 | 87,8 | 86,9 |
| C2304sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,4 | 99,7 | 99,6 | 99,8 | 99,9 | 99,6 | 98,8 | 98,1 | 97,4 | 93,2 | 91,6 | 90,4 | 89,6 | 88,9 | 88,4 | 87,8 | 86,8 |
| C2304sD7 | 136,6 | 110,8 | 105,6 | 102,9 | 101,0 | 99,5 | 98,4 | 97,4 | 96,6 | 95,9 | 95,3 | 92,9 | 91,5 | 90,7 | 90,4 | 91,3 | 94,4 | 118,1 | 138,0 |

Cuadro IV.2/G.991.2 – PSD asimétricas/lado STU-C

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 |
| C2048aA2 | 115,0 | 95,8 | 93,9 | 93,5 | 92,1 | 90,7 | 87,2 | 85,5 | 84,2 | 83,2 | 82,3 | 81,5 | 80,3 | 79,4 | 78,4 | 77,6 | 76,1 | 79,0 | 85,6 |
| C2048aC2 | 120,6 | 101,6 | 99,8 | 100,1 | 99,0 | 97,5 | 93,2 | 91,5 | 90,2 | 89,1 | 88,2 | 87,5 | 86,5 | 87,7 | 87,6 | 86,8 | 85,3 | 87,9 | 93,8 |
| C2048aD2 | 136,6 | 105,8 | 101,2 | 98,6 | 96,7 | 95,3 | 92,8 | 91,0 | 89,8 | 88,8 | 88,1 | 87,6 | 87,9 | 93,1 | 101,7 | 110,3 | 126,3 | 138,0 | 138,0 |
| C2304aA2 | 115,0 | 95,8 | 94,0 | 93,8 | 92,5 | 91,1 | 87,5 | 85,7 | 84,4 | 83,4 | 82,5 | 81,8 | 80,4 | 79,4 | 78,4 | 77,6 | 76,1 | 79,0 | 85,6 |
| C2304aC2 | 120,6 | 101,6 | 100,0 | 100,9 | 100,1 | 98,7 | 93,7 | 92,0 | 90,6 | 89,6 | 88,7 | 87,9 | 86,6 | 87,6 | 87,6 | 86,8 | 85,3 | 87,9 | 93,8 |
| C2304aD2 | 137,5 | 107,5 | 102,9 | 100,3 | 98,5 | 97,0 | 94,5 | 92,8 | 91,5 | 90,5 | 89,7 | 89,1 | 88,7 | 92,0 | 99,6 | 107,6 | 122,5 | 135,2 | 138,0 |
| C2048aD3 | 136,6 | 105,7 | 101,1 | 98,5 | 96,6 | 95,2 | 92,7 | 91,0 | 89,8 | 88,8 | 88,1 | 87,6 | 87,9 | 93,1 | 101,7 | 110,3 | 126,3 | 138,0 | 138,0 |
| C2304aD3 | 137,5 | 107,4 | 102,8 | 100,2 | 98,3 | 96,9 | 94,4 | 92,7 | 91,5 | 90,5 | 89,7 | 89,1 | 88,7 | 92,0 | 99,6 | 107,6 | 122,5 | 135,2 | 138,0 |
| C2048aA4 | 114,9 | 95,7 | 93,8 | 93,4 | 92,0 | 90,6 | 87,2 | 85,5 | 84,2 | 83,2 | 82,3 | 81,5 | 80,3 | 79,4 | 78,4 | 77,6 | 76,1 | 79,0 | 85,6 |
| C2048aC4 | 120,6 | 101,5 | 99,7 | 100,0 | 98,8 | 97,4 | 93,2 | 91,5 | 90,1 | 89,1 | 88,2 | 87,5 | 86,5 | 87,7 | 87,6 | 86,8 | 85,3 | 87,9 | 93,8 |
| C2304aA4 | 115,0 | 95,7 | 93,9 | 93,6 | 92,3 | 90,9 | 87,4 | 85,7 | 84,4 | 83,4 | 82,5 | 81,8 | 80,4 | 79,4 | 78,4 | 77,6 | 76,1 | 79,0 | 85,6 |
| C2304aC4 | 120,6 | 101,5 | 99,9 | 100,8 | 99,9 | 98,5 | 93,7 | 92,0 | 90,6 | 89,6 | 88,7 | 87,9 | 86,6 | 87,6 | 87,6 | 86,8 | 85,3 | 87,9 | 93,8 |
| C2048aB5 | 120,4 | 101,1 | 99,2 | 99,3 | 98,2 | 97,0 | 93,1 | 91,4 | 90,1 | 89,1 | 88,2 | 87,5 | 86,5 | 87,7 | 87,7 | 86,9 | 85,4 | 88,2 | 94,5 |
| C2304aB5 | 120,4 | 101,1 | 99,3 | 99,9 | 99,1 | 97,9 | 93,5 | 91,9 | 90,6 | 89,5 | 88,7 | 87,9 | 86,6 | 87,6 | 87,7 | 86,9 | 85,4 | 88,2 | 94,5 |
| C2048aA6 | 115,2 | 95,8 | 94,0 | 93,6 | 92,3 | 90,9 | 87,3 | 85,5 | 84,2 | 83,2 | 82,3 | 81,5 | 80,3 | 79,4 | 78,4 | 77,6 | 76,1 | 79,0 | 85,6 |
| C2048aC6 | 120,6 | 101,6 | 99,8 | 100,2 | 99,1 | 97,6 | 93,2 | 91,5 | 90,2 | 89,1 | 88,2 | 87,5 | 86,5 | 87,7 | 87,6 | 86,8 | 85,3 | 87,9 | 93,8 |

Cuadro IV.2/G.991.2 – PSD asimétricas/lado STU-C

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 600 | 800 |
| C2304aA6 | 115,4 | 96,0 | 94,1 | 94,0 | 92,8 | 91,3 | 87,5 | 85,7 | 84,5 | 83,4 | 82,5 | 81,8 | 80,4 | 79,4 | 78,4 | 77,6 | 76,1 | 79,0 | 85,6 |
| C2304aC6 | 120,7 | 101,6 | 100,0 | 101,1 | 100,3 | 98,8 | 93,7 | 92,0 | 90,6 | 89,6 | 88,7 | 87,9 | 86,6 | 87,6 | 87,6 | 86,8 | 85,3 | 87,9 | 93,8 |
| C2048aA7 | 115,0 | 95,7 | 93,8 | 93,4 | 92,1 | 90,7 | 87,2 | 85,5 | 84,2 | 83,2 | 82,3 | 81,5 | 80,3 | 79,4 | 78,4 | 77,6 | 76,1 | 79,0 | 85,6 |
| C2048aB7 | 120,6 | 101,5 | 99,7 | 100,1 | 98,9 | 97,5 | 93,2 | 91,5 | 90,2 | 89,1 | 88,2 | 87,5 | 86,5 | 87,7 | 87,7 | 86,9 | 85,4 | 88,2 | 94,5 |
| C2048aC7 | 120,6 | 101,5 | 99,7 | 100,1 | 98,9 | 97,5 | 93,2 | 91,5 | 90,2 | 89,1 | 88,2 | 87,5 | 86,5 | 87,7 | 87,6 | 86,8 | 85,3 | 87,9 | 93,8 |
| C2048aD7 | 136,6 | 105,7 | 101,1 | 98,5 | 96,7 | 95,3 | 92,7 | 91,0 | 89,8 | 88,8 | 88,1 | 87,6 | 87,9 | 93,1 | 101,7 | 110,3 | 126,3 | 138,0 | 138,0 |
| C2304aA7 | 115,1 | 95,8 | 93,9 | 93,7 | 92,4 | 91,0 | 87,5 | 85,7 | 84,4 | 83,4 | 82,5 | 81,8 | 80,4 | 79,4 | 78,4 | 77,6 | 76,1 | 79,0 | 85,6 |
| C2304aB7 | 120,6 | 101,5 | 99,9 | 100,9 | 100,0 | 98,6 | 93,7 | 92,0 | 90,6 | 89,6 | 88,7 | 87,9 | 86,6 | 87,6 | 87,7 | 86,9 | 85,4 | 88,2 | 94,5 |
| C2304aC7 | 120,6 | 101,5 | 99,9 | 100,9 | 100,0 | 98,6 | 93,7 | 92,0 | 90,6 | 89,6 | 88,7 | 87,9 | 86,6 | 87,6 | 87,6 | 86,8 | 85,3 | 87,9 | 93,8 |
| C2304aD7 | 137,5 | 107,4 | 102,8 | 100,2 | 98,4 | 97,0 | 94,5 | 92,7 | 91,5 | 90,5 | 89,7 | 89,1 | 88,7 | 92,0 | 99,6 | 107,6 | 122,5 | 135,2 | 138,0 |

Cuadro IV.3/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-R

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 600 | 800 |
| R384sA2 | 114,9 | 99,2 | 95,3 | 93,7 | 92,6 | 92,1 | 92,3 | 92,4 | 91,8 | 91,0 | 90,4 | 87,9 | 86,2 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,1 | 123,1 | 115,4 |
| R384sC2 | 120,6 | 104,6 | 100,2 | 98,1 | 97,3 | 96,9 | 97,3 | 98,2 | 97,6 | 96,9 | 96,2 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R384sD2 | 131,8 | 104,4 | 99,5 | 97,1 | 95,8 | 95,3 | 96,4 | 100,5 | 107,0 | 114,2 | 121,6 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R512sA2 | 114,9 | 99,4 | 95,7 | 94,1 | 92,9 | 92,1 | 91,6 | 91,1 | 90,9 | 90,8 | 90,4 | 87,9 | 86,2 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,1 | 122,5 | 115,4 |
| R512sC2 | 120,6 | 104,9 | 100,6 | 98,4 | 97,6 | 96,9 | 96,5 | 96,3 | 96,4 | 96,5 | 96,1 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R512sD2 | 132,8 | 105,6 | 100,6 | 98,0 | 96,4 | 95,4 | 94,8 | 94,8 | 95,8 | 98,7 | 103,2 | 131,4 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R768sA2 | 114,9 | 99,6 | 96,0 | 94,5 | 93,4 | 92,6 | 91,9 | 91,0 | 90,4 | 89,8 | 89,3 | 87,9 | 86,1 | 84,8 | 87,3 | 93,0 | 98,0 | 117,7 | 114,9 |
| R768sC2 | 120,6 | 105,2 | 101,0 | 98,9 | 98,1 | 97,5 | 96,9 | 96,3 | 95,6 | 95,1 | 94,7 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R768sD2 | 134,2 | 107,3 | 102,2 | 99,5 | 97,7 | 96,5 | 95,5 | 94,8 | 94,3 | 93,9 | 93,8 | 102,6 | 120,9 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R1024sA2 | 114,9 | 99,7 | 96,1 | 94,7 | 93,7 | 92,9 | 92,2 | 91,3 | 90,6 | 89,9 | 89,3 | 87,4 | 86,1 | 84,8 | 87,3 | 93,0 | 97,8 | 113,4 | 113,5 |
| R1024sC2 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,1 | 98,5 | 97,9 | 97,3 | 96,7 | 95,9 | 95,3 | 94,7 | 93,5 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |

Cuadro IV.3/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-R

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 135,0 | 108,5 | 103,3 | 100,6 | 98,8 | 97,5 | 96,4 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 93,9 | 93,6 | 102,1 | 115,8 | 130,8 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R1024sD2 | 135,0 | 108,5 | 103,3 | 100,6 | 98,8 | 97,5 | 96,4 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 93,9 | 93,6 | 102,1 | 115,8 | 130,8 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R1280sA2 | 114,9 | 99,7 | 96,1 | 94,8 | 93,9 | 93,1 | 92,5 | 91,6 | 90,8 | 90,1 | 89,5 | 87,2 | 85,9 | 84,7 | 87,2 | 92,8 | 97,4 | 108,6 | 110,3 |
| R1280sC2 | 120,6 | 105,4 | 101,3 | 99,2 | 98,7 | 98,2 | 97,7 | 97,1 | 96,2 | 95,5 | 94,9 | 93,2 | 92,8 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R1280sD2 | 135,7 | 109,4 | 104,3 | 101,5 | 99,7 | 98,3 | 97,2 | 96,3 | 95,5 | 94,9 | 94,4 | 92,8 | 94,0 | 101,7 | 112,6 | 124,2 | 136,9 | 138,0 | 138,0 |
| R1536sA2 | 115,0 | 99,7 | 96,1 | 94,9 | 94,0 | 93,3 | 92,6 | 91,7 | 90,9 | 90,2 | 89,6 | 87,2 | 85,6 | 84,6 | 87,1 | 92,6 | 96,8 | 104,4 | 106,2 |
| R1536sC2 | 120,6 | 105,4 | 101,3 | 99,3 | 98,8 | 98,3 | 97,9 | 97,3 | 96,5 | 95,7 | 95,1 | 93,3 | 92,4 | 91,8 | 94,7 | 99,6 | 101,4 | 99,8 | 96,9 |
| R1536sD2 | 136,1 | 110,2 | 105,0 | 102,3 | 100,4 | 99,0 | 97,9 | 96,9 | 96,1 | 95,5 | 94,9 | 92,9 | 92,3 | 94,4 | 101,4 | 110,4 | 119,9 | 138,0 | 138,0 |
| R2048sA2 | 115,0 | 99,7 | 96,1 | 94,8 | 94,0 | 93,2 | 92,6 | 91,7 | 90,9 | 90,1 | 89,5 | 87,1 | 85,4 | 84,2 | 86,2 | 90,4 | 94,7 | 100,6 | 102,0 |
| R2048sC2 | 120,6 | 105,4 | 101,3 | 99,3 | 98,8 | 98,3 | 97,9 | 97,3 | 96,5 | 95,7 | 95,1 | 93,1 | 92,0 | 91,0 | 92,6 | 96,2 | 100,1 | 99,7 | 96,9 |
| R2048sD2 | 136,3 | 110,4 | 105,2 | 102,5 | 100,6 | 99,1 | 98,0 | 97,0 | 96,2 | 95,5 | 94,8 | 92,6 | 91,3 | 90,7 | 91,2 | 94,1 | 99,8 | 128,9 | 138,0 |
| R2304sA2 | 115,0 | 99,7 | 96,1 | 94,8 | 94,0 | 93,3 | 92,7 | 91,8 | 90,9 | 90,2 | 89,6 | 87,1 | 85,4 | 84,1 | 85,8 | 88,5 | 91,3 | 98,0 | 99,1 |
| R2304sC2 | 120,6 | 105,4 | 101,3 | 99,3 | 98,8 | 98,4 | 98,0 | 97,5 | 96,6 | 95,9 | 95,2 | 93,2 | 92,0 | 90,9 | 92,2 | 93,9 | 96,7 | 99,7 | 96,8 |
| R2304sD2 | 136,6 | 110,9 | 105,7 | 102,9 | 101,0 | 99,6 | 98,4 | 97,4 | 96,6 | 95,9 | 95,3 | 92,9 | 91,5 | 90,7 | 90,4 | 91,3 | 94,4 | 118,1 | 138,0 |
| R384sD3 | 131,8 | 104,4 | 99,5 | 97,1 | 95,8 | 95,3 | 96,4 | 100,5 | 107,0 | 114,2 | 121,6 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R512sD3 | 132,8 | 105,6 | 100,6 | 98,0 | 96,4 | 95,4 | 94,8 | 94,8 | 95,8 | 98,7 | 103,2 | 131,4 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R768sD3 | 134,1 | 107,3 | 102,2 | 99,5 | 97,7 | 96,5 | 95,5 | 94,8 | 94,3 | 93,9 | 93,8 | 102,6 | 120,9 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R1024sD3 | 135,0 | 108,5 | 103,3 | 100,6 | 98,8 | 97,4 | 96,4 | 95,5 | 94,8 | 94,3 | 93,9 | 93,6 | 102,1 | 115,8 | 130,8 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R1280sD3 | 135,6 | 109,4 | 104,2 | 101,5 | 99,7 | 98,3 | 97,2 | 96,2 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 92,8 | 94,0 | 101,7 | 112,6 | 124,2 | 136,9 | 138,0 | 138,0 |
| R1536sD3 | 136,1 | 110,1 | 105,0 | 102,3 | 100,4 | 99,0 | 97,8 | 96,9 | 96,1 | 95,4 | 94,8 | 92,9 | 92,3 | 94,4 | 101,4 | 110,4 | 119,9 | 138,0 | 138,0 |
| R2048sD3 | 136,3 | 110,3 | 105,2 | 102,4 | 100,5 | 99,1 | 97,9 | 96,9 | 96,1 | 95,4 | 94,8 | 92,6 | 91,3 | 90,7 | 91,2 | 94,1 | 99,8 | 128,9 | 138,0 |
| R2304sD3 | 136,6 | 110,8 | 105,6 | 102,9 | 101,0 | 99,5 | 98,3 | 97,4 | 96,5 | 95,8 | 95,2 | 92,9 | 91,5 | 90,7 | 90,4 | 91,3 | 94,4 | 118,1 | 138,0 |
| R384sA4 | 114,9 | 99,2 | 95,3 | 93,7 | 92,6 | 92,1 | 92,3 | 92,4 | 91,8 | 91,0 | 90,4 | 87,9 | 86,2 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,1 | 123,1 | 115,4 |
| R384sC4 | 120,6 | 104,6 | 100,2 | 98,1 | 97,3 | 96,9 | 97,3 | 98,2 | 97,6 | 96,9 | 96,2 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R512sA4 | 114,9 | 99,4 | 95,6 | 94,0 | 92,9 | 92,1 | 91,6 | 91,0 | 90,9 | 90,8 | 90,4 | 87,9 | 86,2 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,1 | 122,8 | 115,4 |
| R512sC4 | 120,6 | 104,9 | 100,6 | 98,4 | 97,6 | 96,9 | 96,5 | 96,3 | 96,4 | 96,5 | 96,1 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R768sA4 | 114,9 | 99,5 | 95,9 | 94,5 | 93,4 | 92,6 | 91,9 | 91,0 | 90,3 | 89,8 | 89,3 | 87,9 | 86,1 | 84,8 | 87,3 | 93,0 | 98,0 | 119,3 | 115,2 |

Cuadro IV.3/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-R

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R768sC4 | 120,6 | 105,2 | 101,0 | 98,9 | 98,1 | 97,5 | 96,9 | 96,3 | 95,6 | 95,1 | 94,7 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R1024sA4 | 114,9 | 99,6 | 96,1 | 94,7 | 93,7 | 92,9 | 92,2 | 91,3 | 90,5 | 89,9 | 89,3 | 87,4 | 86,1 | 84,8 | 87,3 | 93,0 | 97,9 | 115,1 | 114,3 |
| R1024sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,1 | 98,5 | 97,9 | 97,3 | 96,7 | 95,9 | 95,3 | 94,7 | 93,5 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R1280sA4 | 114,9 | 99,6 | 96,1 | 94,8 | 93,9 | 93,1 | 92,4 | 91,5 | 90,7 | 90,0 | 89,4 | 87,2 | 85,9 | 84,7 | 87,2 | 92,9 | 97,5 | 110,0 | 111,6 |
| R1280sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,7 | 98,1 | 97,6 | 97,0 | 96,2 | 95,5 | 94,9 | 93,2 | 92,8 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R1536sA4 | 114,9 | 99,6 | 96,1 | 94,8 | 93,9 | 93,2 | 92,6 | 91,7 | 90,8 | 90,1 | 89,5 | 87,2 | 85,6 | 84,6 | 87,1 | 92,6 | 96,9 | 105,5 | 107,7 |
| R1536sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,3 | 99,3 | 98,8 | 98,3 | 97,9 | 97,3 | 96,4 | 95,7 | 95,1 | 93,2 | 92,4 | 91,8 | 94,7 | 99,6 | 101,4 | 99,8 | 96,9 |
| R2048sA4 | 115,0 | 99,6 | 96,0 | 94,7 | 93,9 | 93,1 | 92,5 | 91,6 | 90,8 | 90,1 | 89,4 | 87,0 | 85,4 | 84,2 | 86,1 | 90,4 | 94,6 | 100,8 | 102,6 |
| R2048sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,7 | 98,3 | 97,9 | 97,3 | 96,4 | 95,7 | 95,0 | 93,1 | 92,0 | 91,0 | 92,6 | 96,2 | 100,1 | 99,8 | 96,9 |
| R2304sA4 | 115,0 | 99,6 | 96,0 | 94,7 | 93,9 | 93,2 | 92,6 | 91,7 | 90,8 | 90,1 | 89,5 | 87,0 | 85,3 | 84,1 | 85,8 | 88,4 | 91,2 | 98,1 | 99,5 |
| R2304sC4 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,8 | 98,4 | 98,0 | 97,4 | 96,6 | 95,8 | 95,2 | 93,2 | 92,0 | 90,9 | 92,1 | 93,9 | 96,7 | 99,7 | 96,8 |
| R384sB5 | 120,4 | 104,6 | 100,2 | 98,1 | 97,3 | 96,9 | 97,3 | 98,2 | 97,6 | 96,9 | 96,2 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 102,0 | 129,0 | 121,3 |
| R512sB5 | 120,4 | 104,9 | 100,6 | 98,4 | 97,6 | 96,9 | 96,5 | 96,3 | 96,3 | 96,5 | 96,1 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 102,0 | 129,0 | 121,3 |
| R768sB5 | 120,4 | 105,1 | 100,9 | 98,8 | 98,0 | 97,4 | 96,8 | 96,3 | 95,6 | 95,1 | 94,7 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 102,0 | 128,7 | 121,3 |
| R1024sB5 | 120,4 | 105,2 | 101,1 | 99,0 | 98,3 | 97,8 | 97,2 | 96,6 | 95,9 | 95,2 | 94,7 | 93,5 | 93,4 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 102,0 | 128,1 | 121,3 |
| R1280sB5 | 120,4 | 105,2 | 101,1 | 99,0 | 98,5 | 98,0 | 97,5 | 96,9 | 96,1 | 95,5 | 94,8 | 93,2 | 92,8 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 101,9 | 126,1 | 121,2 |
| R1536sB5 | 120,4 | 105,1 | 101,1 | 99,0 | 98,6 | 98,1 | 97,7 | 97,2 | 96,3 | 95,6 | 95,0 | 93,2 | 92,3 | 91,8 | 93,8 | 98,2 | 101,9 | 122,8 | 120,8 |
| R2048sB5 | 120,4 | 105,0 | 100,9 | 98,9 | 98,4 | 98,0 | 97,6 | 97,1 | 96,2 | 95,5 | 94,9 | 93,0 | 91,9 | 90,9 | 92,2 | 95,7 | 100,2 | 115,8 | 118,4 |
| R2304sB5 | 120,5 | 104,9 | 100,9 | 98,8 | 98,4 | 98,0 | 97,7 | 97,2 | 96,3 | 95,6 | 95,0 | 93,0 | 91,9 | 90,9 | 91,7 | 93,6 | 96,7 | 111,7 | 115,7 |
| R384sA6 | 114,9 | 99,2 | 95,3 | 93,7 | 92,6 | 92,1 | 92,3 | 92,4 | 91,8 | 91,0 | 90,4 | 87,9 | 86,2 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,1 | 122,6 | 115,4 |
| R384sC6 | 120,6 | 104,6 | 100,2 | 98,1 | 97,3 | 96,9 | 97,3 | 98,2 | 97,6 | 96,9 | 96,2 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R512sA6 | 114,9 | 99,4 | 95,6 | 94,1 | 92,9 | 92,1 | 91,6 | 91,1 | 90,9 | 90,8 | 90,4 | 87,9 | 86,2 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,0 | 120,2 | 115,2 |
| R512sC6 | 120,6 | 104,9 | 100,6 | 98,4 | 97,6 | 96,9 | 96,5 | 96,3 | 96,4 | 96,5 | 96,1 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R768sA6 | 114,9 | 99,6 | 95,9 | 94,5 | 93,4 | 92,6 | 91,9 | 91,1 | 90,4 | 89,8 | 89,3 | 87,9 | 86,1 | 84,8 | 87,3 | 93,0 | 97,8 | 111,7 | 112,2 |
| R768sC6 | 120,6 | 105,2 | 101,0 | 98,9 | 98,1 | 97,5 | 96,9 | 96,3 | 95,6 | 95,1 | 94,7 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R1024sA6 | 115,0 | 99,7 | 96,1 | 94,7 | 93,8 | 92,9 | 92,3 | 91,4 | 90,6 | 89,9 | 89,4 | 87,4 | 86,1 | 84,8 | 87,3 | 92,8 | 97,3 | 106,6 | 107,9 |

Cuadro IV.3/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-R

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,1 | 98,5 | 97,9 | 97,3 | 96,7 | 96,0 | 95,3 | 94,7 | 93,5 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,4 | 99,8 | 96,9 |
| R1024sC6 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,1 | 98,5 | 97,9 | 97,3 | 96,7 | 96,0 | 95,3 | 94,7 | 93,5 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,4 | 99,8 | 96,9 |
| R1280sA6 | 115,0 | 99,7 | 96,1 | 94,9 | 93,9 | 93,2 | 92,5 | 91,6 | 90,8 | 90,1 | 89,5 | 87,2 | 85,8 | 84,7 | 87,2 | 92,6 | 96,7 | 102,9 | 103,8 |
| R1280sC6 | 120,6 | 105,4 | 101,2 | 99,2 | 98,7 | 98,2 | 97,7 | 97,1 | 96,3 | 95,5 | 94,9 | 93,2 | 92,8 | 92,1 | 94,8 | 99,6 | 101,3 | 99,8 | 96,9 |
| R1536sA6 | 115,1 | 99,8 | 96,2 | 94,9 | 94,1 | 93,3 | 92,7 | 91,8 | 91,0 | 90,3 | 89,6 | 87,2 | 85,6 | 84,6 | 87,2 | 92,2 | 95,8 | 99,6 | 100,5 |
| R1536sC6 | 120,6 | 105,4 | 101,3 | 99,3 | 98,8 | 98,4 | 97,9 | 97,3 | 96,5 | 95,8 | 95,1 | 93,2 | 92,3 | 91,8 | 94,7 | 99,5 | 101,2 | 99,7 | 96,9 |
| R2048sA6 | 115,4 | 100,0 | 96,3 | 94,9 | 94,1 | 93,3 | 92,7 | 91,8 | 91,0 | 90,3 | 89,6 | 87,1 | 85,4 | 84,3 | 86,3 | 90,0 | 93,5 | 96,1 | 95,8 |
| R2048sC6 | 120,7 | 105,4 | 101,3 | 99,3 | 98,8 | 98,4 | 98,0 | 97,4 | 96,5 | 95,8 | 95,1 | 93,1 | 91,9 | 91,0 | 92,6 | 96,1 | 99,9 | 99,6 | 96,8 |
| R2304sA6 | 115,6 | 100,2 | 96,4 | 95,0 | 94,2 | 93,4 | 92,8 | 91,9 | 91,1 | 90,4 | 89,7 | 87,1 | 85,4 | 84,3 | 86,0 | 88,3 | 90,8 | 93,8 | 93,8 |
| R2304sC6 | 120,7 | 105,4 | 101,3 | 99,3 | 98,9 | 98,5 | 98,1 | 97,5 | 96,7 | 95,9 | 95,2 | 93,2 | 92,0 | 91,0 | 92,2 | 93,8 | 96,6 | 99,4 | 96,7 |
| R384sA7 | 114,9 | 99,2 | 95,3 | 93,7 | 92,6 | 92,1 | 92,3 | 92,4 | 91,8 | 91,0 | 90,4 | 87,9 | 86,2 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,1 | 123,1 | 115,4 |
| R384sB7 | 120,6 | 104,6 | 100,2 | 98,1 | 97,3 | 96,9 | 97,3 | 98,2 | 97,6 | 96,9 | 96,2 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 102,0 | 129,0 | 121,3 |
| R384sC7 | 120,6 | 104,6 | 100,2 | 98,1 | 97,3 | 96,9 | 97,3 | 98,2 | 97,6 | 96,9 | 96,2 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R384sD7 | 131,8 | 104,4 | 99,5 | 97,1 | 95,8 | 95,3 | 96,4 | 100,5 | 107,0 | 114,2 | 121,6 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R512sA7 | 114,9 | 99,4 | 95,6 | 94,0 | 92,9 | 92,1 | 91,6 | 91,0 | 90,9 | 90,8 | 90,4 | 87,9 | 86,2 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,1 | 122,9 | 115,4 |
| R512sB7 | 120,6 | 104,9 | 100,6 | 98,4 | 97,6 | 96,9 | 96,5 | 96,3 | 96,4 | 96,5 | 96,1 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 102,0 | 129,0 | 121,3 |
| R512sC7 | 120,6 | 104,9 | 100,6 | 98,4 | 97,6 | 96,9 | 96,5 | 96,3 | 96,4 | 96,5 | 96,1 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R512sD7 | 132,8 | 105,6 | 100,6 | 98,0 | 96,4 | 95,4 | 94,8 | 94,8 | 95,8 | 98,7 | 103,2 | 131,4 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R768sA7 | 114,9 | 99,5 | 95,9 | 94,5 | 93,4 | 92,6 | 91,9 | 91,0 | 90,3 | 89,8 | 89,3 | 87,9 | 86,1 | 84,8 | 87,3 | 93,1 | 98,0 | 120,5 | 115,3 |
| R768sB7 | 120,6 | 105,2 | 101,0 | 98,9 | 98,1 | 97,5 | 96,9 | 96,3 | 95,6 | 95,1 | 94,7 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 102,0 | 128,8 | 121,3 |
| R768sC7 | 120,6 | 105,2 | 101,0 | 98,9 | 98,1 | 97,5 | 96,9 | 96,3 | 95,6 | 95,1 | 94,7 | 94,4 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R768sD7 | 134,1 | 107,2 | 102,1 | 99,5 | 97,7 | 96,5 | 95,5 | 94,8 | 94,3 | 93,9 | 93,8 | 102,6 | 120,9 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R1024sA7 | 114,9 | 99,6 | 96,0 | 94,7 | 93,7 | 92,9 | 92,2 | 91,3 | 90,6 | 89,9 | 89,3 | 87,4 | 86,1 | 84,8 | 87,3 | 93,0 | 97,9 | 117,3 | 114,8 |
| R1024sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,1 | 98,5 | 97,9 | 97,3 | 96,7 | 95,9 | 95,3 | 94,7 | 93,5 | 93,4 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 102,0 | 128,3 | 121,3 |
| R1024sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,1 | 98,5 | 97,9 | 97,3 | 96,7 | 95,9 | 95,3 | 94,7 | 93,5 | 93,4 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R1024sD7 | 135,0 | 108,4 | 103,3 | 100,6 | 98,8 | 97,4 | 96,4 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 93,9 | 93,6 | 102,1 | 115,8 | 130,8 | 138,0 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R1280sA7 | 114,9 | 99,6 | 96,1 | 94,8 | 93,9 | 93,1 | 92,5 | 91,5 | 90,8 | 90,1 | 89,5 | 87,2 | 85,9 | 84,8 | 87,3 | 92,9 | 97,7 | 113,2 | 113,3 |

Cuadro IV.3/G.991.2 – PSD simétricas/lado STU-R

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 |
| R1280sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,7 | 98,1 | 97,7 | 97,1 | 96,2 | 95,5 | 94,9 | 93,2 | 92,8 | 92,1 | 93,9 | 98,2 | 101,9 | 127,0 | 121,2 |
| R1280sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,7 | 98,1 | 97,7 | 97,1 | 96,2 | 95,5 | 94,9 | 93,2 | 92,8 | 92,1 | 94,8 | 99,7 | 101,5 | 99,8 | 96,9 |
| R1280sD7 | 135,7 | 109,4 | 104,2 | 101,5 | 99,7 | 98,3 | 97,2 | 96,3 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 92,8 | 94,0 | 101,7 | 112,6 | 124,2 | 136,9 | 138,0 | 138,0 |
| R1536sA7 | 115,0 | 99,7 | 96,1 | 94,8 | 93,9 | 93,2 | 92,6 | 91,7 | 90,9 | 90,2 | 89,6 | 87,2 | 85,6 | 84,6 | 87,2 | 92,8 | 97,3 | 108,8 | 110,3 |
| R1536sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,3 | 99,3 | 98,8 | 98,3 | 97,9 | 97,3 | 96,5 | 95,7 | 95,1 | 93,2 | 92,4 | 91,8 | 93,9 | 98,2 | 101,9 | 124,9 | 121,0 |
| R1536sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,3 | 99,3 | 98,8 | 98,3 | 97,9 | 97,3 | 96,5 | 95,7 | 95,1 | 93,2 | 92,4 | 91,8 | 94,7 | 99,6 | 101,4 | 99,8 | 96,9 |
| R1536sD7 | 136,1 | 110,1 | 105,0 | 102,2 | 100,4 | 99,0 | 97,8 | 96,9 | 96,1 | 95,5 | 94,9 | 92,9 | 92,3 | 94,4 | 101,4 | 110,4 | 119,9 | 138,0 | 138,0 |
| R2048sA7 | 115,0 | 99,7 | 96,0 | 94,7 | 93,9 | 93,2 | 92,6 | 91,7 | 90,8 | 90,1 | 89,5 | 87,1 | 85,4 | 84,2 | 86,2 | 90,6 | 95,4 | 104,5 | 106,2 |
| R2048sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,8 | 98,3 | 97,9 | 97,3 | 96,5 | 95,7 | 95,1 | 93,1 | 92,0 | 91,0 | 92,2 | 95,8 | 100,4 | 121,1 | 120,2 |
| R2048sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,8 | 98,3 | 97,9 | 97,3 | 96,5 | 95,7 | 95,1 | 93,1 | 92,0 | 91,0 | 92,6 | 96,3 | 100,2 | 99,8 | 96,9 |
| R2048sD7 | 136,3 | 110,3 | 105,1 | 102,4 | 100,5 | 99,1 | 98,0 | 97,0 | 96,2 | 95,5 | 94,8 | 92,6 | 91,3 | 90,7 | 91,2 | 94,1 | 99,8 | 128,9 | 138,0 |
| R2304sA7 | 115,1 | 99,7 | 96,1 | 94,8 | 93,9 | 93,2 | 92,6 | 91,7 | 90,9 | 90,2 | 89,6 | 87,1 | 85,4 | 84,2 | 86,0 | 88,7 | 91,8 | 102,1 | 103,6 |
| R2304sB7 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,8 | 98,4 | 98,0 | 97,5 | 96,6 | 95,9 | 95,2 | 93,2 | 92,0 | 91,0 | 91,8 | 93,7 | 96,9 | 116,6 | 118,9 |
| R2304sC7 | 120,6 | 105,3 | 101,2 | 99,2 | 98,8 | 98,4 | 98,0 | 97,5 | 96,6 | 95,9 | 95,2 | 93,2 | 92,0 | 91,0 | 92,2 | 93,9 | 96,8 | 99,8 | 96,9 |
| R2304sD7 | 136,6 | 110,8 | 105,6 | 102,9 | 101,0 | 99,5 | 98,4 | 97,4 | 96,6 | 95,9 | 95,3 | 92,9 | 91,5 | 90,7 | 90,4 | 91,3 | 94,4 | 118,1 | 138,0 |

Cuadro IV.4/G.991.2 – PSD asimétricas/lado STU-R

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 |
| R2048aA2 | 115,0 | 96,0 | 93,6 | 92,0 | 90,3 | 88,9 | 86,5 | 84,9 | 83,8 | 85,4 | 89,5 | 94,8 | 100,7 | 103,2 | 104,0 | 105,0 | 107,4 | 113,3 | 121,7 |
| R2048aC2 | 120,6 | 101,1 | 98,4 | 97,2 | 95,6 | 94,2 | 92,2 | 91,0 | 90,1 | 91,2 | 94,8 | 99,8 | 101,7 | 99,8 | 98,0 | 96,9 | 95,5 | 97,3 | 99,6 |
| R2048aD2 | 135,1 | 103,3 | 98,6 | 96,0 | 94,2 | 92,9 | 90,6 | 89,3 | 88,7 | 89,0 | 92,2 | 98,9 | 113,0 | 124,8 | 134,6 | 137,6 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R2304aA2 | 115,0 | 96,1 | 93,9 | 92,6 | 90,8 | 89,4 | 87,0 | 85,3 | 84,1 | 85,6 | 87,9 | 91,2 | 97,7 | 99,6 | 100,2 | 101,0 | 102,6 | 108,2 | 116,8 |
| R2304aC2 | 120,6 | 101,3 | 98,8 | 97,8 | 96,4 | 95,0 | 93,0 | 91,8 | 90,7 | 91,6 | 93,1 | 96,4 | 101,5 | 99,7 | 98,0 | 96,9 | 95,5 | 97,3 | 99,6 |

Cuadro IV.4/G.991.2 – PSD asimétricas/lado STU-R

| Perfil de ruido | Magnitud del ruido en dBm por Hz (el signo siempre es negativo) en función de la frecuencia en kHz | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 136,2 | 105,0 | 100,4 | 97,8 | 95,9 | 94,6 | 92,2 | 90,8 | 89,9 | 89,6 | 90,4 | 93,8 | 106,4 | 118,0 | 129,7 | 136,4 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R2304aD2 | 136,2 | 105,0 | 100,4 | 97,8 | 95,9 | 94,6 | 92,2 | 90,8 | 89,9 | 89,6 | 90,4 | 93,8 | 106,4 | 118,0 | 129,7 | 136,4 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R2048aD3 | 135,1 | 103,3 | 98,6 | 96,0 | 94,2 | 92,9 | 90,6 | 89,3 | 88,7 | 89,0 | 92,2 | 98,9 | 113,1 | 125,2 | 135,0 | 137,7 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R2304aD3 | 136,2 | 105,0 | 100,3 | 97,7 | 95,9 | 94,5 | 92,2 | 90,8 | 89,9 | 89,6 | 90,4 | 93,8 | 106,4 | 118,2 | 130,1 | 136,6 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R2048aA4 | 114,9 | 95,9 | 93,5 | 92,0 | 90,2 | 88,9 | 86,5 | 84,9 | 83,8 | 85,4 | 89,4 | 94,7 | 100,6 | 103,3 | 104,2 | 105,4 | 107,9 | 113,9 | 122,2 |
| R2048aC4 | 120,6 | 101,1 | 98,4 | 97,1 | 95,6 | 94,2 | 92,2 | 91,0 | 90,1 | 91,2 | 94,8 | 99,8 | 101,7 | 99,8 | 98,0 | 96,9 | 95,5 | 97,3 | 99,6 |
| R2304aA4 | 115,0 | 96,0 | 93,8 | 92,5 | 90,7 | 89,4 | 86,9 | 85,2 | 84,0 | 85,6 | 87,9 | 91,0 | 97,5 | 99,4 | 100,2 | 101,0 | 102,8 | 108,4 | 117,1 |
| R2304aC4 | 120,6 | 101,2 | 98,7 | 97,8 | 96,4 | 94,9 | 92,9 | 91,7 | 90,7 | 91,6 | 93,1 | 96,4 | 101,5 | 99,7 | 98,0 | 96,9 | 95,5 | 97,3 | 99,6 |
| R2048aB5 | 120,4 | 100,8 | 98,1 | 96,9 | 95,5 | 94,1 | 92,1 | 90,9 | 90,0 | 90,9 | 94,5 | 99,9 | 109,9 | 117,5 | 117,8 | 119,3 | 124,5 | 128,9 | 132,5 |
| R2304aB5 | 120,4 | 100,9 | 98,4 | 97,6 | 96,2 | 94,8 | 92,8 | 91,7 | 90,6 | 91,3 | 92,9 | 96,3 | 106,7 | 113,3 | 115,1 | 116,9 | 121,1 | 126,2 | 131,8 |
| R2048aA6 | 115,2 | 96,0 | 93,7 | 92,1 | 90,4 | 89,0 | 86,5 | 84,9 | 83,8 | 85,5 | 89,3 | 94,0 | 100,2 | 99,1 | 100,6 | 99,6 | 100,0 | 105,0 | 112,9 |
| R2048aC6 | 120,6 | 101,1 | 98,4 | 97,2 | 95,6 | 94,3 | 92,2 | 91,0 | 90,1 | 91,2 | 94,7 | 99,6 | 101,7 | 99,7 | 98,0 | 96,8 | 95,5 | 97,3 | 99,6 |
| R2304aA6 | 115,4 | 96,3 | 94,0 | 92,7 | 90,9 | 89,6 | 87,0 | 85,3 | 84,1 | 85,7 | 87,7 | 90,6 | 96,6 | 95,4 | 97,3 | 95,4 | 94,9 | 99,4 | 106,7 |
| R2304aC6 | 120,7 | 101,3 | 98,8 | 97,9 | 96,4 | 95,0 | 93,0 | 91,7 | 90,7 | 91,7 | 93,1 | 96,3 | 101,4 | 99,6 | 98,0 | 96,8 | 95,5 | 97,3 | 99,6 |
| R2048aA7 | 115,0 | 95,9 | 93,5 | 92,0 | 90,3 | 88,9 | 86,5 | 84,9 | 83,8 | 85,5 | 89,6 | 95,2 | 102,5 | 106,9 | 107,0 | 108,3 | 110,8 | 116,4 | 124,1 |
| R2048aB7 | 120,6 | 101,1 | 98,4 | 97,1 | 95,6 | 94,2 | 92,2 | 91,0 | 90,1 | 91,0 | 94,5 | 100,1 | 111,2 | 122,3 | 119,5 | 120,5 | 125,9 | 129,7 | 132,6 |
| R2048aC7 | 120,6 | 101,1 | 98,4 | 97,1 | 95,6 | 94,2 | 92,2 | 91,0 | 90,1 | 91,2 | 94,8 | 99,8 | 101,8 | 99,8 | 98,1 | 96,9 | 95,5 | 97,3 | 99,6 |
| R2048aD7 | 135,1 | 103,3 | 98,6 | 96,0 | 94,2 | 92,9 | 90,6 | 89,3 | 88,7 | 89,0 | 92,2 | 98,9 | 113,6 | 127,0 | 135,9 | 137,8 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |
| R2304aA7 | 115,1 | 96,0 | 93,8 | 92,5 | 90,8 | 89,4 | 87,0 | 85,3 | 84,1 | 85,7 | 88,1 | 91,4 | 99,8 | 102,7 | 103,2 | 104,5 | 105,8 | 111,3 | 119,7 |
| R2304aB7 | 120,6 | 101,2 | 98,7 | 97,8 | 96,4 | 95,0 | 92,9 | 91,7 | 90,7 | 91,4 | 93,0 | 96,5 | 108,3 | 118,2 | 118,3 | 119,4 | 124,0 | 128,5 | 132,3 |
| R2304aC7 | 120,6 | 101,2 | 98,7 | 97,8 | 96,4 | 95,0 | 92,9 | 91,7 | 90,7 | 91,7 | 93,1 | 96,4 | 101,6 | 99,8 | 98,0 | 96,9 | 95,5 | 97,3 | 99,6 |
| R2304aD7 | 136,2 | 105,0 | 100,3 | 97,7 | 95,9 | 94,6 | 92,2 | 90,8 | 89,9 | 89,6 | 90,4 | 93,9 | 106,7 | 119,4 | 131,9 | 137,2 | 138,0 | 138,0 | 138,0 |

Bibliografía

- [B1] Recomendación UIT-T G.961 (1993), *Sistema de transmisión digital por líneas locales metálicas para el acceso a velocidad básica de la red digital de servicios integrados*.
- [B2] Recomendación 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] Recomendación 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 Generic Criteria for Network Telecommunications Equipment*, febrero de 1999.
- [B6] Recomendación UIT-T G.704 (1998), *Estructuras de tramas sincronas utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8448 y 44 736 kbit/s*.
- [B7] ANSI/IEEE Std 455-1985: *IEEE Standard Test Procedure for Measuring Longitudinal Balance of Telephone Equipment Operating in the Voice Band*.
- [B8] Recomendación UIT-T O.9 (1999), *Configuraciones de medida para evaluar el grado de asimetría con respecto a tierra*.
- [B9] IETF RFC 2495 (1999), *Definitions of Managed Objects for the DS1, E1, DS2 and E2 Interface Types*.
- [B10] Recomendación UIT-T I.431, *Especificación de la capa 1 de la interfaz usuario-red a velocidad primaria*.
- [B11] Recomendación UIT-T G.996.1, *Procedimientos de prueba para transceptores de líneas de abonado digitales*.
- [B12] The ATM Technical Forum Committee, af-phy-0086.001: *Inverse Multiplexing for ATM (IMA) Specification, versión 1.1*, marzo de 1999.
- [B13] ISO/IEC 13239:2002, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control (HDLC) procedures*.
- [B14] Telcordia, GR-303-CORE Issue 4 – *Integrated Digital Loop Carrier System Generic Requirements, Objectives and Interface*, diciembre de 2000.
- [B15] The ATM Forum af-vmoa-0145.000: *Voice and Multimedia over ATM – Loop Emulation service Using AAL2*, julio de 2000.
- [B16] ETSI ETS 300 347-1: *V interfaces at the digital Local Exchange (LE); V5.2 interface for the support of Access Network (AN); Part 1: V5.2 Interface specification* – septiembre de 1994.

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 multimedia |
| Serie I | Red digital de servicios integrados |
| Serie J | Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia |
| Serie K | Protección contra las interferencias |
| Serie L | Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior |
| Serie M | 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, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación |
| Serie Z | Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación |