



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.993.1

Enmienda 1

(03/2003)

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

Secciones digitales y sistemas digitales de línea –
Redes de acceso

Fundamentos de la línea de abonado digital de
velocidad muy alta

**Enmienda 1: Nuevo anexo F: Requisitos
regionales que deben satisfacer los entornos
que coexisten con la línea de abonado digital
del múltiplex con compresión en el tiempo de
la RDSI, definida en el apéndice III de la
Recomendación UIT-T G.961**

Recomendación UIT-T G.993.1 (2001) – Enmienda 1

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.993.1

Fundamentos de la línea de abonado digital de velocidad muy alta

Enmienda 1

Nuevo anexo F: Requisitos regionales que deben satisfacer los entornos que coexisten con la línea de abonado digital del múltiplex con compresión en el tiempo de la RDSI, definida en el apéndice III de la Recomendación UIT-T G.961

Resumen

El objeto de la presente enmienda es presentar el texto detallado del anexo F de la Rec. UIT-T G.993.1 (2001), que trata de los requisitos regionales para entornos coexistentes con la DSL TCM-RDSI definida en el apéndice III/G.961.

Orígenes

La enmienda 1 a la Recomendación UIT-T G.993.1 fue aprobada por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8 el 16 de marzo de 2003.

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 2003

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
Nuevo anexo F: Requisitos regionales que deben satisfacer los entornos que coexisten con la línea de abonado digital del múltiplex con compresión en el tiempo de la RDSI, definida en el apéndice III de la Recomendación UIT-T G.961	1
F.1 Plan de banda y plantillas de PSD	1
F.2 Divisor de servicio y características eléctricas	5
F.3 Bucles de prueba y perturbadores de diafonía.....	29

Recomendación UIT-T G.993.1

Fundamentos de la línea de abonado digital de velocidad muy alta

Enmienda 1

Nuevo anexo F: Requisitos regionales que deben satisfacer los entornos que coexisten con la línea de abonado digital del múltiplex con compresión en el tiempo de la RDSI, definida en el apéndice III de la Recomendación UIT-T G.961

F.1 Plan de banda y plantillas de PSD

F.1.1 Plan de banda

El plan de banda deberá ajustarse al plan de banda A especificado en el anexo A. Pueden implementarse subconjuntos integrados como mínimo por una banda descendente y otra ascendente de DS1, US1, DS2 y US2.

F.1.2 Plantillas de PSD de la señal de transmisión

F.1.2.1 Sistema VDSL funcionando en la región de frecuencias por encima de la banda POTS

Las frecuencias por encima de 138 kHz se utilizan para VDSL. La utilización de la banda entre 25 kHz y 138 kHz queda pendiente de estudio, y el caso en que no se utiliza la banda se especifica más adelante.

Se aplica una PSD nominal de -60 dBm/Hz en toda la gama de frecuencias de la banda de transmisión. La plantilla de PSD que define los límites de densidad espectral de potencia de transmisión, se establece en 3,5 dB por encima de la PSD nominal en dBm/Hz. El cuadro F.1 especifica los requisitos de PSD para el transmisor VTU-O (descendente) mientras que el cuadro F.2 especifica los correspondientes al transmisor VTU-R (ascendente), debiendo medirse en el punto de interfaz U definido en la figura 5-2; el punto de interfaz U corresponde al puerto LINE definido en la figura F.1.

Las demás plantillas de PSD quedan pendientes de estudio, incluida la correspondiente a la opción de PSD aumentada.

NOTA 1 – La PSD de la VDSL se encuentra actualmente en estudio como parte de la Recomendación. Este anexo especifica una PSD totalmente plana de -60 dBm/Hz para la señal de transmisión como PSD más utilizada.

NOTA 2 – Los requisitos de la PSD de la banda de parada especificados en este anexo son conformes con los de 6.2.2. Estos requisitos se aplican además a las bandas exteriores de este anexo por debajo de 0,138 MHz y por encima de 12 MHz, con excepción de la banda de transición de 0,018 MHz (= 0,138 MHz – 0,12 MHz) adoptada para la frecuencia de separación de bandas de 0,138 MHz.

**Cuadro F.1/G.993.1 – Requisitos de la PSD de transmisión de la VTU-O
(VDSL por encima de la banda POTS)**

Atributo de banda	Banda de frecuencias f [MHz]	Límite de PSD máxima (plantilla de PSD) [dBm/Hz]	Límite de potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz [dBm]	Límite de potencia media de banda ancha [dBm]
	$0 < f < 0,12$	-120	-	8,4
	$0,12 \leq f \leq 0,138$	$-60 + (50 / 0,018) \times (f - 0,138)$	-	
DS1	$0,138 < f < 3,75$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$3,75 \leq f \leq 3,925$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 3,75)$	-	
	$3,925 < f < 5,025$	-100	-50	
	$5,025 \leq f \leq 5,2$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 5,2)$	-	
DS2	$5,2 < f < 8,5$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$8,5 \leq f \leq 8,675$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 8,5)$	-	
	$8,675 < f < 30$	-100	-52	
	$30 \leq f < \infty$	-120	-	

NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD y de potencia se efectúan sobre 100 Ω .

NOTA 2 – La PSD máxima deberá medirse con una resolución de 10 kHz de anchura de banda.

NOTA 3 – La potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz se mide con una resolución de 1 MHz de anchura de banda.

NOTA 4 – Los requisitos de la PSD de la banda de parada son conformes con 6.2.2, con la excepción de la banda de transición por debajo de 138 kHz.

**Cuadro F.2/G.993.1 – Requisitos de la PSD de transmisión de la VTU-R
(VDSL por encima de las bandas POTS y RDSI)**

Atributo de banda	Banda de frecuencias f [MHz]	Límite de PSD máxima (plantilla de PSD) [dBm/Hz]	Límite de potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz [dBm]	Límite de potencia media de banda ancha [dBm]
	$0 < f < 0,12$	-120	-	7,0
	$0,12 \leq f < 0,225$	-110	-	
	$0,225 \leq f < 3,575$	-100	-	
US1	$3,575 \leq f \leq 3,75$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 3,75)$	-	
	$3,75 < f < 5,2$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$5,2 \leq f \leq 5,375$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 5,2)$	-	
	$5,375 < f < 8,325$	-100	-52	
	$8,325 \leq f \leq 8,5$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 8,5)$	-	
US2	$8,5 < f < 12$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$12 \leq f \leq 12,175$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 12)$	-	
	$12,175 < f < 30$	-100	-52	
	$30 \leq f < \infty$	-120	-	-

**Cuadro F.2/G.993.1 – Requisitos de la PSD de transmisión de la VTU-R
(VDSL por encima de las bandas POTS y RDSI)**

NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD y de potencia se efectúan sobre 100 Ω.
 NOTA 2 – La PSD máxima deberá medirse con una resolución de 10 kHz de anchura de banda.
 NOTA 3 – La potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz se mide con una resolución de 1 MHz de anchura de banda.
 NOTA 4 – Los requisitos de la PSD de la banda de parada son conformes con 6.2.2.

F.1.2.2 Sistema VDSL funcionando en la región de frecuencias por encima de la banda DSL TCM-RDSI

Las frecuencias por encima de 640 kHz se utilizan para VDSL. Las frecuencias por debajo de 320 kHz se utilizan para DSL TCM-RDSI y la banda entre 320 kHz y 640 kHz se utiliza como banda de guarda.

Se aplica una PSD nominal de -60 dBm/Hz en toda la gama de frecuencias de la banda de transmisión. La plantilla de PSD que define el límite de potencia de transmisión se establece en 3,5 dB por encima de la PSD nominal en dBm/Hz. Los requisitos de PSD para el transmisor VTU-O (descendente) se especifican en el cuadro F.3 mientras que los correspondientes al transmisor VTU-R (ascendente) se especifican en el cuadro F.2, y deberán medirse en el punto de interfaz U de la figura 5-2; el punto de interfaz U corresponde al puerto LINE definido en la figura F.1.

**Cuadro F.3/G.993.1 – Requisitos de la PSD de transmisión de la VTU-O
(VDSL por encima de la banda DSL TCM-RDSI)**

Atributo de banda	Banda de frecuencias f [MHz]	Límite de PSD máxima (plantilla de PSD) [dBm/Hz]	Límite de potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz [dBm]	Límite de potencia media de banda ancha [dBm]
	$0 < f < 0,12$	-120	-	8,1
	$0,12 \leq f < 0,225$	-110	-	
	$0,225 \leq f < 0,465$	-100	-	
	$0,465 \leq f \leq 0,640$	$-60 + (40 / 0,175) \times (f - 0,64)$	-	
DS1	$0,640 < f < 3,75$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$3,75 \leq f \leq 3,925$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 3,75)$	-	
	$3,925 < f < 5,025$	-100	-50	
	$5,025 \leq f \leq 5,2$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 5,2)$	-	
DS2	$5,2 < f < 8,5$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	-	
	$8,5 \leq f \leq 8,675$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 8,5)$	-	
	$8,675 < f < 30$	-100	-52	
	$30 \leq f < \infty$	-120	-	

NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD y de potencia se efectúan sobre 100 Ω.
 NOTA 2 – La PSD máxima deberá medirse con una resolución de 10 kHz de anchura de banda.
 NOTA 3 – La potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz se mide con una resolución de 1 MHz de anchura de banda.
 NOTA 4 – Los requisitos para la PSD de la banda de parada son conformes con 6.2.2.

Las demás plantillas de PSD quedan pendientes de estudio, incluida la correspondiente a la opción de PSD aumentada.

NOTA – Los requisitos de PSD de la banda de parada especificados en este anexo son conformes con los de 6.2.2. Estos requisitos se aplican asimismo a las bandas exteriores del presente anexo por debajo de 0,64 MHz y por encima de 12 MHz.

F.1.2.3 Sistema VDSL con función de reducción de PSD en la región de frecuencias por debajo de 1,104 MHz

Los requisitos de reducción de la PSD para el transmisor de la VTU-O se especifican en el cuadro F.4 (descendente) y deberán medirse en el punto de interfaz U definido en la figura 5-2; el punto de interfaz U corresponde al puerto LINE definido en la figura F.1.

NOTA – Los requisitos de PSD de la banda de parada especificados en 6.2.2 se aplican en el anexo F a la función de reducción de PSD por debajo de 1,104 MHz.

Cuadro F.4/G.993.1 – Requisitos de la PSD de transmisión de la VTU-O (VDSL con función de reducción de PSD por debajo de 1,104 MHz)

Atributo de banda	Banda de frecuencias f [MHz]	Límite de PSD máxima (plantilla de PSD) [dBm/Hz]	Límite de potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz [dBm]	Límite de potencia media de banda ancha [dBm]	
	$0 < f < 0,12$	-120	–	7,8	
	$0,12 \leq f < 0,225$	-110	–		
	$0,225 \leq f < 0,850$	-100	–		
	$0,850 \leq f \leq 1,104$	$-60 + (40 / 0,254) \times (f - 1,104)$	–		
DS1	$1,104 < f < 3,75$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	–		
	$3,75 \leq f \leq 3,925$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 3,75)$	–		
	$3,925 < f < 5,025$	-100	-50		
	$5,025 \leq f \leq 5,2$	$-80 + (20 / 0,175) \times (f - 5,2)$	–		
DS2	$5,2 < f < 8,5$	$-60 + 3,5 (= -56,5)$	–		
	$8,5 \leq f \leq 8,675$	$-80 - (20 / 0,175) \times (f - 8,5)$	–		
	$8,675 < f < 30$	-100	-52		
	$30 \leq f < \infty$	-120	–		–

NOTA 1 – Todas las mediciones de PSD y de potencia se efectúan sobre 100 Ω .

NOTA 2 – La PSD máxima deberá medirse con una resolución de 10 kHz de anchura de banda.

NOTA 3 – La potencia máxima en una ventana deslizante de 1 MHz se mide con una resolución de 1 MHz de anchura de banda.

NOTA 4 – Los requisitos para la PSD de la banda de parada son conformes con 6.2.2. Los requisitos para la PSD de la banda de parada se aplican también a la banda de transición por debajo de 1,104 MHz.

F.1.2.4 Ranuras de transmisión

Según se define en 6.2.4, deberá ser posible reducir la PSD nominal de transmisión, en una o varias bandas de radioaficionados, a menos de -80 dBm/Hz. El número mínimo de ranuras queda pendiente de estudio. Las bandas de frecuencias de aficionados se definen en el cuadro F.5 en el que aparecen varias atribuciones de bandas de frecuencias distintas de las definidas en el cuadro 6-2.

Puede implementarse una ranura de transmisión que abarque varias bandas de radioaficionados uniendo bandas de radioaficionados adyacentes tanto en el cuadro 6-2 como en el cuadro F.5.

Cuadro F.5/G.993.1 – Bandas de radioaficionados

Elemento	Comienzo de la banda [MHz]	Fin de la banda [MHz]
01	1,810	1,825
02	1,9075	1,9125
03	3,500	3,575
04	3,747	3,754
05	3,791	3,805
06	7,000	7,100
07	10,100	10,150
08	14,000	14,350
09	18,068	18,168
10	21,000	21,450
11	24,890	24,990
12	28,000	29,700

F.2 Divisor de servicio y características eléctricas

F.2.1 Introducción

En F.2.2 se indican los requisitos de los divisores POTS para Japón. Un divisor POTS en una VDSL que utilice frecuencias entre 138 kHz y 12 MHz permite la coexistencia de VDSL y POTS en el mismo par de cables.

En F.2.3 se especifican los requisitos de los divisores RDSI para Japón. Un divisor RDSI en una VDSL que utilice frecuencias entre 640 kHz y 12 MHz permite la coexistencia de VDSL tanto con DSL TCM-RDSI como con POTS, en el mismo par.

F.2.2 El divisor POTS

F.2.2.1 Definición general

Los requisitos de los divisores POTS con ADSL para Japón (Recomendaciones UIT-T G.992.1 y G.992.3) en frecuencias entre 25 kHz y 1,104 MHz se especifican en E.4/G.992.3. El divisor instalado en el lado VTU-R se denomina divisor POTS remoto, mientras que el divisor instalado en el lado VTU-O se denomina CO divisor POTS.

Los requisitos de divisores POTS para VDSL que utilice frecuencias entre 138 kHz y 12 MHz, adecuados para ser utilizados en Japón, se especifican en esta Recomendación. El divisor POTS está integrado por una función de filtro paso bajo (LPF, *low pass filter*) que puede implementarse o bien internamente en el módem VTU-x, siendo x = R u O, o bien externamente. En todos los casos se satisfarán todos los requisitos especificados más adelante. La función de filtro paso alto (HPF, *high pass filter*) forma parte de la VTU-R y de la VTU-O, y no se le definen requisitos específicos, como ocurre con las Recomendaciones del UIT-T relativas a la ADSL.

F.2.2.2 Requisitos

El divisor POTS diseñado para VDSL deberá cumplir los requisitos especificados en E.4/G.992.3 para frecuencias que van desde c.c. hasta 1,104 MHz. Asimismo, el divisor POTS deberá cumplir los requisitos correspondientes a frecuencias entre 1,104 MHz y 12 MHz, especificados más adelante.

- 1) La atenuación del LPF del divisor POTS (es decir, la diferencia entre la atenuación medida insertando el LPF y sin insertarlo) será mayor que 55 dB para las frecuencias comprendidas entre 1,104 MHz y 12 MHz. El método de prueba se define en las figuras E.26 y E.27/G.992.3, debiendo otorgarse valores adecuados a C y L (por ejemplo, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$) en la banda de frecuencias objeto de la prueba.
- 2) Las pérdidas de inserción del LPF del divisor POTS deberán ser menores que 1,5 dB para las frecuencias comprendidas entre 1,104 MHz y 12 MHz. El método de prueba se define en las figuras E.28 y E.29/G.992.3, debiendo otorgarse valores adecuados a C y L (por ejemplo, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$) en la banda de frecuencias objeto de la prueba.
- 3) Las pérdidas de retorno del LPF del divisor POTS deberán ser mayores que 12 dB para una impedancia de referencia de 100Ω en las frecuencias comprendidas entre 1,104 MHz y 12 MHz. El método de prueba se define en la figura E.30/G.992.3.
- 4) El balance longitudinal del divisor POTS será mayor que 40 dB para las frecuencias comprendidas entre 1,104 MHz y 12 MHz. El método de prueba se define en las figuras E.31 y E.32/G.992.3, debiendo otorgarse valores adecuados a C y L (por ejemplo, $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$) para la banda de frecuencias objeto de la prueba.

F.2.3 El divisor RDSI

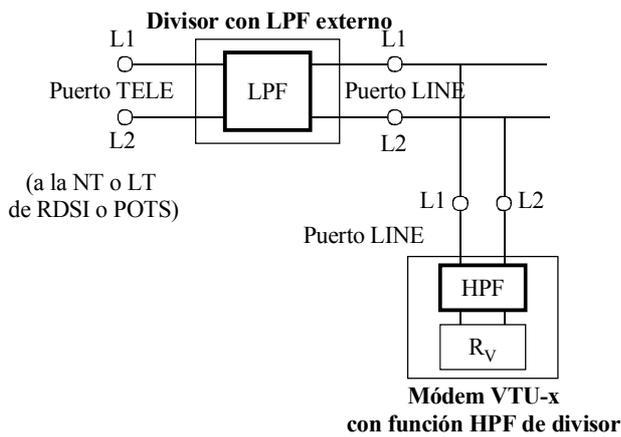
En esta cláusula se especifican los requisitos del divisor RDSI para una VDSL en frecuencias entre 640 kHz y 12 MHz, siendo la RDSI una DSL TCM-RDSI. Las características eléctricas del divisor RDSI especificadas en esta cláusula deberán soportar DSL TCM-RDSI y POTS, como líneas de servicio coexistentes con VDSL.

F.2.3.1 Localización de las funciones LPF y HPF en el divisor

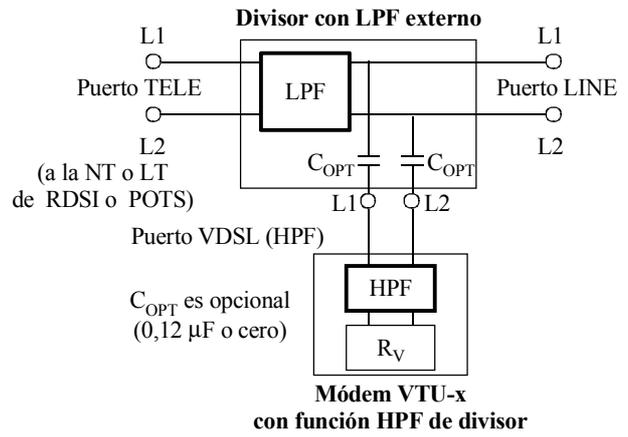
Se especifican los requisitos de los divisores de RDSI, de los que uno está instalado en el lado VTU-R mientras que el otro está instalado en el lado VTU-O. Los requisitos para los divisores de ambos extremos son idénticos. Las funciones del divisor son la de filtro paso bajo (LPF) y la de filtro paso alto (HPF). Cada una de estas funciones puede implementarse internamente en el módem VTU-x, siendo $x = R$ u O , o externamente. Los casos posibles de implementación interna y externa se muestran en la figura F.1. En todos los casos, deberán satisfacerse todos los requisitos especificados.

En la figura F.1, R_V representa la impedancia terminal de la función transceptora del módem VTU-x, que se define en F.2.3.2.3 para la prueba. Cada puerto del divisor consta de dos terminales, L1 y L2. El puerto LINE se conectará a la línea (par de dos cables). El puerto TELE se conectará a la función de terminación de red (NT, *network termination*) o a la función de terminación de línea (LT, *line termination*) de la RDSI o del POTS. El puerto VDSL(HPF) se conectará al módem VTU-x con la función HPF del divisor. El puerto VDSL(R_V) se conectará al módem VTU-x sin las funciones LPF ni HPF del divisor.

En la figura F.1 b), tipo $J1_{\text{opt}}$, C_{OPT} es un condensador de bloqueo de corriente continua de $0,12 \mu\text{F}$ para proteger la RDSI o POTS de las averías de continua en los pares de dos cables entre el divisor de LPF externo y el módem VTU-x. El equipamiento del divisor LPF externo con C_{OPT} es opcional.

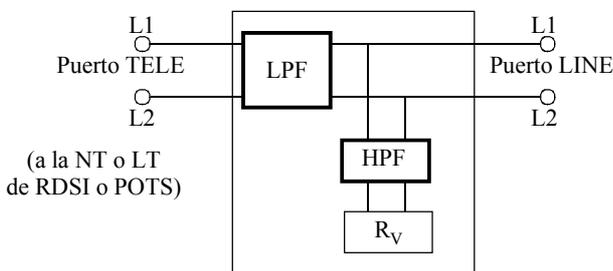


a) Tipo J1: Divisor con LPF externo

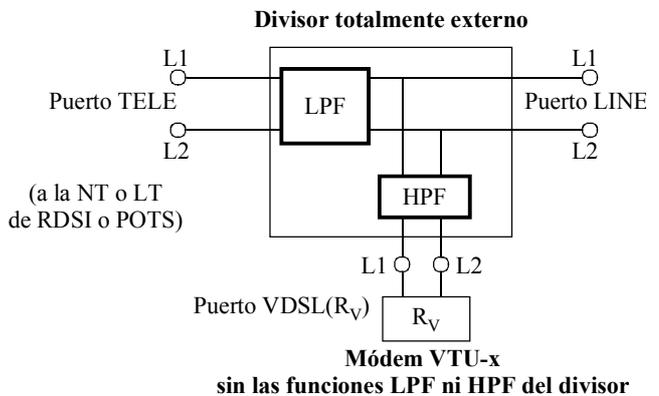


b) Tipo J1_{opt}: Divisor con LPF externo

Módem VTU-x con las funciones de divisor LPF y HPF



c) Tipo J2: Divisor con LPF y HPF totalmente internos



d) Tipo J3: Divisor con LPF y HPF totalmente externos

G.993.1AMD1_F01

Figura F.1/G.993.1 – Localización de las funciones LPF y HPF del divisor RDSI

F.2.3.2 Definición general

F.2.3.2.1 Bandas de frecuencias de prueba

En la prueba se utilizan tres bandas de frecuencias.

- Banda de frecuencias vocales: Continua y 0,2 kHz a 4,0 kHz ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
- Banda de frecuencias de RDSI: Continua y 4,0 kHz a 320 kHz ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
- Banda de frecuencias de VDSL: 640 kHz a 12 MHz ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)

Las frecuencias comprendidas entre 320 kHz y 640 kHz ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$) constituyen una banda de guarda. Los requisitos específicos de la banda de guarda no se definen, y no se ejecuta la prueba sobre la banda de guarda. No obstante, se prevé que tanto el LPF como el HPF se comporten adecuadamente en dicha banda de guarda.

F.2.3.2.2 Prueba de un solo extremo

La prueba de un solo extremo se lleva a cabo sobre el divisor de cada uno de los lados, el extremo de la VTU-R y el extremo de la VTU-O. Los requisitos especificados en F.2.3 corresponden al divisor de extremo único.

F.2.3.2.3 Definición de la R_V utilizada en la prueba

R_V se define como la impedancia terminal de la función transceptora del módem VTU-x para facilitar la prueba del divisor con independencia de la implementación real del módem VTU-x.

En las pruebas de las bandas vocal y RDSI, R_V deberá ser la ZHP definida en la figura F.2. Asimismo se utiliza la R_V de impedancia abierta en las pruebas de las bandas vocal y RDSI a fin de simular el caso en el que el módem VTU-x no está conectado a la línea y sólo el NT/LT POTS o RDSI está conectado a la línea a través del divisor.

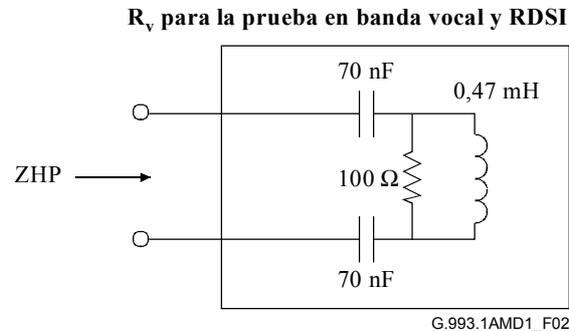


Figura F.2/G.993.1 – Definición de ZHP como R_V para la prueba en banda vocal y RDSI

Para la prueba de la banda VDSL, R_V deberá ser puramente resistiva y tener un valor de 100 Ω .

Obsérvese que R_V representa además la máxima capacidad de entrada admisible de la función transceptora del módem VTU-x. Los requisitos se especifican en F.2.3.6.

F.2.3.3 Requisitos de la señal

F.2.3.3.1 Requisitos de la señal de continua

El divisor garantizará el funcionamiento normal de la tensión y corriente continuas superpuestas en la línea desde el lado de la central (CO) para la alimentación a distancia y la realización de pruebas de mantenimiento. El divisor deberá garantizar asimismo el funcionamiento normal de la señal de llamada POTS.

F.2.3.3.1.1 Tensión continua

El divisor deberá garantizar el funcionamiento normal de la tensión continua entre L1 y L2, definida a continuación, aplicada a los puertos TELE y LINE del divisor. Estos requisitos también deberán tenerse en cuenta en los puertos VDSL(HPF) y VDSL(R_V) para protegerlos contra una conexión accidental de la línea.

POTS: 0 V a (± 53 V)

RDSI: 0 V a (± 63 V)

Prueba de mantenimiento: ± 120 V (10 s máx)

F.2.3.3.1.2 Corriente continua

El divisor deberá garantizar el funcionamiento normal en corriente continua entre L1 y L2, definida a continuación, aplicada a los puertos TELE y LINE del divisor. Estos requisitos también deberán tenerse en cuenta en los puertos VDSL(HPF) y VDSL(R_V) para protegerlos contra una conexión accidental de la línea.

POTS: 0 mA a 130 mA

RDSI: 0 mA a (39 mA \pm 3,9 mA)

F.2.3.3.1.3 Señal de llamada POTS

El divisor deberá garantizar el funcionamiento normal de la señal de llamada POTS, definida a continuación, aplicada a los puertos TELE y LINE del divisor. Estos requisitos también deberán tenerse en cuenta en los puertos VDSL(HPF) y VDSL(R_V) para la protección contra una conexión accidental de la línea.

Frecuencia de llamada: 15 Hz a 20 Hz

c.a. de llamada (superimpuesta a la c.c.): 83 Vrms máx

c.c.: 53 V máx

F.2.3.3.2 Requisitos de la señal de alterna

El divisor garantizará el funcionamiento normal de las señales de la línea de servicio definidas a continuación.

F.2.3.3.2.1 Señal POTS

Frecuencia: 0,2 kHz a 4,0 kHz

Nivel: +3 dBm máx (600 Ω)

Señal de alarma: +36 dBm (600 Ω) a 400 Hz

F.2.3.3.2.2 Señal RDSI

Velocidad de modulación de la línea: 320 kbaud

Código de línea: AMI (Inversión de marcas alternadas)

Forma del impulso: 6 V_{op} (+20% y -10%) (110 Ω)

pulso rectangular de ciclo de trabajo igual al 50% (\pm 10%)
con LPF de segundo orden a $f_c = 640$ kHz

F.2.3.3.2.3 Señal VDSL

Frecuencia: 640 kHz a 12 MHz

Nivel: +20 dBm máx (100 Ω)

NOTA – El nivel de la señal de +20 dBm máx se refiere a la reglamentación de Japón, y no corresponde a las especificaciones de la PSD de VDSL definidas en F.1.

F.2.3.4 Requisito de resistencia a las sobrecargas de tensión y de corriente

El divisor del lado VTU-O, que se encuentra en las instalaciones del cliente, deberá cumplir los requisitos y procedimientos de prueba especificados en la Rec. UIT-T K.21. El divisor del lado VTU-O, que puede encontrarse en las instalaciones del cliente o en la central, deberá cumplir los requisitos y procedimientos de prueba especificados en las Recomendaciones UIT-T K.20 y K.21.

Los terminales conectados a tierra como medida de protección contra las sobrecargas de tensión o de corriente, por ejemplo mediante la tierra del bastidor (FG, *frame ground*) o mediante tierras de pararrayos (LG, *lightening ground*), no deberán equiparse con divisores externos como los tipos J1, J1_{opt} y J3 de la figura F.1. El divisor externo deberá resistir sobrecargas de tensión y corriente sin necesidad de conectarse a tierra alguna.

F.2.3.5 Requisitos del divisor en continua

F.2.3.5.1 Requisito de resistencia en continua

La resistencia en continua entre los terminales L1 y L2 de la parte LPF del divisor, en el puerto LINE con el puerto TELE cortocircuitado y viceversa, deberá ser menor o igual que 10Ω .

F.2.3.5.2 Requisito de resistencia del aislamiento en continua

F.2.3.5.2.1 Resistencia del aislamiento en continua en modo diferencial

La resistencia de aislamiento en continua entre los terminales L1 y L2 de la parte LPF del divisor, en cualquier puerto estando abiertos los demás puertos, de haberlos, deberá ser mayor que $10 M\Omega$.

La resistencia de aislamiento en continua entre los terminales L1 y L2 de la parte HPF del divisor en cualquier puerto, estando abiertos los otros puertos y cortocircuitados en su caso, deberá ser mayor que $10 M\Omega$.

F.2.3.5.2.2 Resistencia del aislamiento en continua en modo común

La resistencia del aislamiento en continua entre cualquier terminal L1 o L2 y la caja del divisor externo estando abiertos todos los puertos deberá ser mayor o igual que $10 M\Omega$ para los divisores externos de los tipos J1, J1_{opt} y J3 de la figura F.1. Obsérvese que no se permite dotar a los terminales FG o LG de divisores externos.

La resistencia de aislamiento entre cualquier terminal L1 o L2 y tierra con todos los puertos abiertos deberá ser mayor o igual que $10 M\Omega$ para los módems VTU-x correspondientes a los tipos J1, J1_{opt}, J2, y J3 de la figura F.1, pudiendo ser la tierra el terminal FG o LG del módem, en su caso, o el terminal de alimentación en continua o alterna del módem.

F.2.3.6 Requisito de capacidad del divisor

F.2.3.6.1 Capacidad en modo diferencial

Las máximas capacidades de entrada admisibles para los componentes R_V, LPF y HPF de la figura F.1 se especifica individualmente para que sean dependientes de los tipos de divisores mostrados en la figura F.1. La capacidad de entrada para cada componente se definirá del siguiente modo. LPF y HPF son redes de dos puertos cuya capacidad de entrada se define como la existente entre los terminales L1 y L2 en cualquier puerto estando el otro abierto. R_V representa la máxima capacidad de entrada admisible de la función de transferencia en el módem de VTU-x. Se excluye la C_{OPT} de $0,12 \mu\text{F}$ en el tipo J1_{opt} de la figura F.1 para los siguientes valores específicos.

Componente LPF: 50 nF máx (c.c. a 30 Hz)

Componente HPF: 40 nF máx (c.c. a 30 Hz)

Componente R_V: 35 nF máx (c.c. a 30 Hz)

Las máximas capacidades de entrada admisibles correspondientes a cada tipo de la figura F.1 se indican en los siguientes apartados.

F.2.3.6.1.1 Tipo J1

- Divisor de LPF externo:

La capacidad entre los terminales L1 y L2 del puerto LINE con el puerto TELE abierto, y viceversa, deberá ser menor o igual que 50 nF lo que corresponde al componente LPF de 50 nF.

- Módem VTU-x con función HPF del divisor:

La capacidad entre los terminales L1 y L2 del puerto LINE deberá ser menor o igual que 75 nF, suma del componente HPF de 40 nF y del componente R_V de 35 nF.

F.2.3.6.1.2 Tipo J1_{OPT}

- Divisor LPF externo:

La capacidad entre los terminales L1 y L2 del puerto LINE, con el puerto VDSL(HPF) abierto, estando abierto el puerto TELE y viceversa, deberá ser menor o igual que 50 nF lo que corresponde al componente LPF de 50 nF.

- Módem VTU-x con función HPF del divisor:

La capacidad entre los terminales L1 y L2 del puerto VDSL(HPF) deberá ser menor o igual que 75 nF que es la suma del componente HPF de 40 nF y del componente R_V de 35 nF. Obsérvese que la capacidad de entrada pasa a ser 33 nF ($= 75 // (120 / 2)$ nF), cuando se incluye C_{OPT} de 0,12 μ F.

F.2.3.6.1.3 Tipo J2

- Módem VTU-x con las funciones LPF y HPF del divisor:

La capacidad entre los terminales L1 y L2 del puerto LINE, estando abierto el puerto TELE y viceversa, deberá ser menor o igual que 125 nF que es la suma del componente LPF de 50 nF, del componente HPF de 40 nF y del componente R_V de 35 nF.

F.2.3.6.1.4 Tipo J3

- Divisor con LPF y HPF totalmente externos:

La capacidad entre los terminales L1 y L2 de cualquier puerto, con los demás puertos abiertos, deberá ser menor o igual que 90 nF, que es la suma del componente LPF de 50 nF y del componente HPF de 40 nF.

- Módem VTU-x sin las funciones LPF y HPF del divisor:

La capacidad entre los terminales L1 y L2 del puerto VDSL(R_V) deberá ser menor o igual que 35 nF, lo que corresponde al componente R_V de 35 nF.

F.2.3.6.2 Capacidad en modo común

La capacidad entre cualquier terminal L1 o L2 y la caja del divisor externo, con todos los puertos abiertos, deberá ser menor o igual que 1,0 nF para los divisores externos de los tipos J1, J1_{opt} y J3 de la figura F.1. Obsérvese que no está permitido dotar de divisor externo a los terminales FG y LG.

La capacidad entre cualquier terminal L1 o L2 y tierra, con todos los puertos abiertos, deberá ser menor o igual que 1,0 nF para los módems VTU-x correspondientes a los tipos J1, J1_{opt}, J2 y J3 de la figura F.1, siendo la tierra el terminal del módem FG o LG, en su caso, o el terminal de alimentación en continua o alterna del módem.

F.2.3.7 Requisito de las características en alterna del divisor

En esta cláusula se especifican los requisitos para las características en alterna de los componentes LPF y HPF del divisor. LPF y HPF suelen estar conectados al mismo par de cables, lo que provoca el efecto recíproco que se describe en este apartado.

Las características del trayecto de la señal del LPF se ven afectadas por el comportamiento del HPF como carga, cuando las señales de voz y de RDSI atraviesan el LPF. Esta degradación causada por el HPF se denominará de aquí en adelante efecto de carga del HPF. Recíprocamente, las características del trayecto de la señal del HPF se ven afectadas por el comportamiento del LPF como carga, cuando la señal VDSL atraviesa el HPF. Esta degradación causada por el LPF se denomina de aquí en adelante efecto de carga del LPF.

Así pues, los requisitos de las características del trayecto de la señal del LPF deberán cumplirse con carga del HPF o sin ella y; recíprocamente, el requisito de las características del trayecto de la señal del HPF deberá cumplirse con carga del LPF o sin ella.

Los métodos de prueba de las características en alterna del divisor relacionados se especifican en F.2.3.8.

F.2.3.7.1 Requisitos de las características del trayecto de la señal del LPF y efecto de carga del LPF

En esta cláusula se especifican los requisitos de las características en alterna del componente LPF del divisor. Estos requisitos se especifican en cuanto a características del trayecto de la señal del LPF y al efecto de carga del LPF. En cuanto al efecto de carga del LPF sobre el trayecto de la señal VDSL, se especifican en esta cláusula los efectos de carga discreta del LPF sin conectar el HPF. Los efectos de carga del LPF sobre el trayecto de señal VDSL con el HPF conectado se especifican en F.2.3.7.2.

F.2.3.7.1.1 Requisitos de las pérdidas de inserción del LPF

Las pérdidas de inserción del componente LPF del divisor se representan por $LS(f)$ dB a f kHz y deben ser las siguientes.

- 1) En la banda vocal (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)

$$f = 1,0 \text{ kHz:} \quad -1,0 \text{ dB} \leq LS(1 \text{ kHz}) \leq +1,0 \text{ dB}$$

$$0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 3,4 \text{ kHz:} \quad -1,0 \text{ dB} \leq \{LS(f) - LS(1 \text{ kHz})\} \leq +1,0 \text{ dB}$$

$$3,4 \text{ kHz} < f \leq 4,0 \text{ kHz:} \quad -1,5 \text{ dB} \leq \{LS(f) - LS(1 \text{ kHz})\} \leq +1,5 \text{ dB}$$

NOTA 1 – $\{LS(f) - LS(1 \text{ kHz})\}$ representa la variación de las pérdidas de inserción en dB a f kHz con respecto a las de 1 kHz.

- 2) En la banda RDSI (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)

$$4,0 \text{ kHz} < f \leq 160 \text{ kHz:} \quad LS(f) \leq 1,0 \text{ dB}$$

$$160 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz:} \quad LS(f) \leq \{1,0 + 3,01 \times \log_2 (f/160)\} \text{ dB (con } f \text{ en kHz)}$$

- 3) En la banda de guarda

$$320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz:} \quad \text{No se especifica}$$

NOTA 2 – Para la banda de guarda se propone el requisito de $42,14 \times \log_2 (f/320) \text{ dB} \leq LS(f)$ (con f en kHz), a fin de suprimir las fugas de cuantificación de la señal TCM-RDSI transmitida hacia el receptor VDSL, especialmente a la frecuencia de 480 kHz.

- 4) En la banda VDSL (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF)

$$640 \text{ kHz} \leq f < 932 \text{ kHz:} \quad 42,14 \times \log_2 (f/320) \text{ dB} \leq LS(f) \text{ (con } f \text{ en kHz)}$$

$$932 \text{ kHz} \leq f \leq 6,0 \text{ MHz:} \quad 65,0 \text{ dB} \leq LS(f)$$

$$6,0 \text{ MHz} < f \leq 12 \text{ MHz:} \quad 55,0 \text{ dB} \leq LS(f)$$

F.2.3.7.1.2 Requisito del retardo de grupo absoluto del LPF

El retardo de grupo absoluto del componente LPF del divisor se representa por $GD(f)$ μ s a f kHz, y debe ser el siguiente.

- 1) En la banda vocal (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)

$$\text{Mín } [GD(f) \{0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}\}] \leq 150 \mu\text{s}$$

$$0,2 \text{ kHz} \leq f < 0,6 \text{ kHz:} \quad GD(f) - GD(fx) \leq 250 \mu\text{s}$$

$$0,6 \text{ kHz} \leq f < 3,2 \text{ kHz:} \quad GD(f) - GD(fx) \leq 200 \mu\text{s}$$

$$3,2 \text{ kHz} < f \leq 4,0 \text{ kHz:} \quad GD(f) - GD(fx) \leq 250 \mu\text{s}$$

NOTA – $\text{Mín}[GD(f) \{0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}\}]$ representa el retardo de grupo absoluto mínimo correspondiente a las frecuencias entre 0,2 kHz y 4,0 kHz, mientras que la frecuencia f_x kHz se define como aquella a la que corresponde un retardo de grupo absoluto mínimo. $GD(f) - GD(f_x)$ representa el incremento en μs a f kHz con respecto al retardo de grupo absoluto mínimo a f_x kHz.

- 2) En la banda RDSI (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)

$$4,0 \text{ kHz} < f \leq 160 \text{ kHz}: \quad GD(f) \leq 3,125 \mu\text{s}$$

$$160 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}: \quad GD(f) \leq 3,125 \times \{1,0 + 2,0 \times \log_2(f/160)\} \mu\text{s} \\ (\text{con } f \text{ en kHz})$$

- 3) En la banda de guarda

$$320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}: \quad \text{Sin especificar}$$

- 4) En la banda VDSL

$$640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}: \quad \text{Sin especificar}$$

(Especificado como características del trayecto de la señal del HPF con carga del LPF o sin ella)

F.2.3.7.1.3 Requisitos de las pérdidas de retorno del LPF

Las pérdidas de retorno del componente LPF del divisor se representan por $RL(f)$ dB a f kHz y deben ser las indicadas en este apartado. $RL(f)$ en términos de impedancias complejas se define del siguiente modo:

$$RL(f) = -20 \times \log_{10} [Abs[\{Zref(jf) - Zin(jf)\} / \{(Zin(jf) + Zref(jf))\}]] \text{ dB}$$

siendo $Zin(jf)$ la medida de la impedancia compleja de entrada y $Zref(jf)$ la impedancia compleja de referencia. $Zref(jf)$ depende de la banda de prueba.

- 1) En la banda vocal (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)

$$0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 1,5 \text{ kHz}: \quad 11,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

$$1,5 \text{ kHz} < f \leq 2,0 \text{ kHz}: \quad 10,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

$$2,0 \text{ kHz} < f \leq 3,4 \text{ kHz}: \quad 9,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

$$3,4 \text{ kHz} < f \leq 4,0 \text{ kHz}: \quad \text{Sin especificar}$$

- 2) En la banda RDSI (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)

$$4,0 \text{ kHz} < f < 10 \text{ kHz}: \quad \{15,0 - 6,02 \times \log_2(10/f)\} \text{ dB} \leq RL(f) \text{ (con } f \text{ en kHz)}$$

$$10 \text{ kHz} \leq f \leq 160 \text{ kHz}: \quad 15,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

$$160 \text{ kHz} < f \leq 220 \text{ kHz}: \quad \{15,0 - 6,02 \times \log_2(f/160)\} \text{ dB} \leq RL(f) \text{ (con } f \text{ en kHz)}$$

$$220 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}: \quad \text{Sin especificar}$$

- 3) En la banda de guarda

$$320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}: \quad \text{Sin especificar}$$

- 4) En la banda VDSL (efecto de la carga del LPF sobre las características del trayecto de la señal del HPF)

$$640 \text{ kHz} \leq f < 1,28 \text{ MHz}: \quad \{12,0 - 6,02 \times \log_2(1280/f)\} \leq RL(f) \text{ (con } f \text{ en kHz)}$$

$$1,28 \text{ MHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}: \quad 12,0 \text{ dB} \leq RL(f)$$

F.2.3.7.1.4 Requisitos del balance longitudinal del LPF

El balance longitudinal del componente LPF del divisor se representa por $LB(f)$ dB a f kHz y deberá ser el que se indica en este apartado. $LB(f)$ se define del siguiente modo:

$$LB(f) = -20 \times \log_{10} \{Vm(f)/Vt(f)\} \text{ dB}$$

siendo $Vt(f)$ la tensión superpuesta en modo común por una fuente de tensión constante, en V_{fem} (fuerza electromotriz), que es la tensión de salida con carga abierta. $Vm(f)$ es la tensión medida en modo diferencial, convertida de modo común a modo diferencial.

- 1) En la banda vocal (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)
 $0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 3,4 \text{ kHz}: \quad 58,0 \text{ dB} \leq LB(f)$
 $3,4 \text{ kHz} < f \leq 4,0 \text{ kHz}: \quad \text{Sin especificar}$
- 2) En la banda RDSI (características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)
 $50 \text{ Hz} \leq f < 150 \text{ kHz}: \quad 60,0 \text{ dB} \leq LB(f)$
 $150 \text{ kHz} \leq f \leq 250 \text{ kHz}: \quad 63,0 \text{ dB} \leq LB(f)$
 $250 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}: \quad \{63,0 - 6,02 \times \log_2 (f/250)\} \text{ dB} \leq LB(f)$
- 3) En la banda de guarda
 $320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}: \quad \text{Sin especificar}$
- 4) En la banda VDSL (efecto de la carga del LPF sobre las características del trayecto de la señal del HPF)
 $640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}: \quad 46,0 \text{ dB} \leq LB(f)$

F.2.3.7.2 Requisitos de las características del trayecto de la señal del HPF y efecto de carga del HPF

En esta cláusula se especifican los requisitos de las características en alterna del componente HPF del divisor. Los requisitos se especifican en términos de las características del trayecto de la señal del HPF y del efecto de carga del HPF. En cuanto al efecto de la carga del HPF sobre los trayectos de la señal vocal y de la señal RDSI, esta cláusula especifica el efecto de la carga del HPF discreta sin conectar el LPF. El efecto de la carga del HPF sobre los trayectos de las señales vocal y RDSI, sin conectar el LPF, se especifican en F.2.3.7.1.

F.2.3.7.2.1 Requisitos de las pérdidas de inserción del HPF

Las pérdidas de inserción del componente HPF del divisor se representan por $LS(f)$ dB a f kHz y deben ser las siguientes.

- 1) En la banda vocal (características del trayecto de la señal del HPF con carga del LPF)
 $0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}: \quad 50,0 \text{ dB} \leq LS(f)$
- 2) En la banda RDSI (características del trayecto de la señal del HPF con carga del LPF)
 $4,0 \text{ kHz} < f < 20 \text{ kHz}: \quad 50,0 \text{ dB} \leq LS(f)$
 $20 \text{ kHz} \leq f \leq 200 \text{ kHz}: \quad 60,6 \text{ dB} \leq LS(f)$
 $200 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}: \quad 36,1 \times \log_2 (640/f) \text{ dB} \leq LS(f) \text{ (} f \text{ se expresa en kHz)}$

- 3) En la banda de guarda
 $320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$: Sin especificar
 NOTA – El requisito propuesto en la banda de guarda es $36,1 \times \log_2 (640/f) \text{ dB} \leq LS(f)$ (con f en kHz), a fin de suprimir las fugas de cuantificación de la señal TCM-RDSI transmitida hacia el receptor VDSL, especialmente en la frecuencia de 480 kHz.
- 4) En la banda VDSL (características del trayecto de la señal del HPF con carga del LPF o sin ella)
 $640 \text{ kHz} \leq f < 1,28 \text{ MHz}$: $LS(f) \leq 4,5 - 3,01 \times \log_2 (f/640) \text{ dB}$ (f se expresa en kHz)
 $1,28 \text{ MHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$: $LS(f) \leq 1,5 \text{ dB}$

F.2.3.7.2.2 Requisitos del retardo de grupo absoluto del HPF

El retardo de grupo absoluto del componente HPF del divisor se representa por $GD(f) \mu\text{s}$ a f kHz y debe ser el siguiente.

- 1) En la banda vocal
 $0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$: Sin especificar
 (se especifica como características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)
- 2) En la banda RDSI
 $4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$: Sin especificar
 (especificado como características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella)
- 3) En la banda de guarda
 $320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$: Sin especificar
- 4) En la banda VDSL (características del trayecto de la señal del HPF con carga del LPF o sin ella)
 $640 \text{ kHz} \leq f < 1,28 \text{ MHz}$: $GD(f) \leq 1,0 \times \{3,0 - 2,01 \times \log_2 (f/640)\} \mu\text{s}$ (con f en kHz)
 $1,28 \text{ MHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$: $GD(f) \leq 1,0 \mu\text{s}$

F.2.3.7.2.3 Requisitos de las pérdidas de retorno del HPF

Las pérdidas de retorno del componente HPF del divisor se representan por $RL(f) \text{ dB}$ a f kHz y deben ser las que se indican en este apartado. $RL(f)$ se define en términos de impedancias complejas como se indica a continuación.

$$RL(f) = -20 \times \log_{10} [Abs[\{Zref(jf) - Zin(jf)\} / \{(Zin(jf) + Zref(jf))\}]] \text{ dB}$$

siendo $Zin(jf)$ la medida de la impedancia compleja de entrada y $Zref(jf)$ la impedancia compleja de referencia.

- 1) En la banda vocal (efecto de la carga del HPF sobre las características del trayecto de la señal del LPF)
- | | |
|-------------------------------------------------|------------------------------|
| $0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 1,5 \text{ kHz}$: | $11,0 \text{ dB} \leq RL(f)$ |
| $1,5 \text{ kHz} < f \leq 2,0 \text{ kHz}$: | $10,0 \text{ dB} \leq RL(f)$ |
| $2,0 \text{ kHz} < f \leq 3,4 \text{ kHz}$: | $9,0 \text{ dB} \leq RL(f)$ |
| $3,4 \text{ kHz} < f \leq 4,0 \text{ kHz}$: | Sin especificar |

- 2) En la banda RDSI (efecto de la carga del HPF sobre las características del trayecto de la señal del LPF)
- 4,0 kHz < f < 10 kHz: $\{15,0 - 6,02 \times \log_2(10/f)\}$ dB \leq RL(f) (con f en kHz)
- 10 kHz $\leq f \leq$ 160 kHz: 15,0 dB \leq RL(f)
- 160 kHz < $f \leq$ 220 kHz: $\{15,0 - 6,02 \times \log_2(f/160)\}$ dB \leq RL(f) (con f en kHz)
- 220 kHz < $f \leq$ 320 kHz: Sin especificar
- 3) En la banda de guarda
- 320 kHz < f < 640 kHz: Sin especificar
- 4) En la banda VDSL (características del trayecto de la señal del HPF con carga del LPF o sin ella)
- 640 kHz $\leq f$ < 1,28 MHz: $\{12,0 - 6,02 \times \log_2(1280/f)\}$ \leq RL(f) (con f en kHz)
- 1,28 MHz $\leq f \leq$ 12 MHz: 12,0 dB \leq RL(f)

F.2.3.7.2.4 Requisitos del balance longitudinal del HPF

El balance longitudinal del componente HPF del divisor se representa por LB(f) dB a f kHz y deberá ser el que se indica en este apartado. LB(f) se define del siguiente modo:

$$LB(f) = -20 \times \log_{10} \{V_m(f)/V_t(f)\} \text{ dB}$$

siendo $V_t(f)$ la tensión superpuesta en modo común por una fuente de tensión constante, y en V_f (fuerza electromotriz), que es la tensión de salida con una carga abierta. $V_m(f)$ es la tensión medida en modo diferencial, convertida de modo común a modo diferencial.

- 1) En la banda vocal (efecto de la carga del HPF sobre las características del trayecto de la señal del LPF)
- 0,2 kHz $\leq f \leq$ 3,4 kHz: 64,0 dB \leq LB(f)
- 3,4 kHz < $f \leq$ 4,0 kHz: Sin especificar
- 2) En la banda RDSI (efecto de la carga del HPF sobre las características del trayecto de la señal del LPF)
- 50 Hz $\leq f$ < 150 kHz: 66,0 dB \leq LB(f)
- 150 kHz $\leq f \leq$ 250 kHz: 69,0 dB \leq LB(f)
- 250 kHz < $f \leq$ 320 kHz: $\{69,0 - 6,02 \times \log_2(f/250)\}$ dB \leq LB(f)
- 3) En la banda de guarda
- 320 kHz < f < 640 kHz: Sin especificar
- 4) En la banda VDSL (características del trayecto de la señal del HPF con carga del LPF o sin ella)
- 640 kHz $\leq f \leq$ 12 MHz: 40,0 dB \leq LB(f)

F.2.3.8 Método de prueba de las características en alterna del divisor

En esta cláusula se especifican las configuraciones del montaje de la prueba y las condiciones de ésta en lo que se refiere a características en alterna del divisor. Las configuraciones de prueba de este apartado permiten probar los componentes HPF y LPF del divisor con independencia del tipo de la figura F.1 al que correspondan.

Los métodos de prueba de las características del trayecto de la señal del LPF con carga del HPF o sin ella y con el efecto de carga discreta del LPF sin conectar el HPF, se especifican en F.2.3.8.1.

Los métodos de prueba de las características del trayecto de la señal del HPF con carga del LPF o sin ella y con el efecto de carga discreta del HPF sin conectar el LPF, se especifican en F.2.3.8.2.

Se definen todas las condiciones posibles de carga del HPF, aunque éstas dependen del tipo de divisor de la figura F.1. Por consiguiente, entre las condiciones definidas a continuación puede haber casos inaplicables, imposibles de probar, correspondientes a ciertos tipos de implementaciones reales. Incluso para dichos tipos, el LPF, como parte del divisor, deberá satisfacer todos los requisitos en todas las condiciones definidas a continuación.

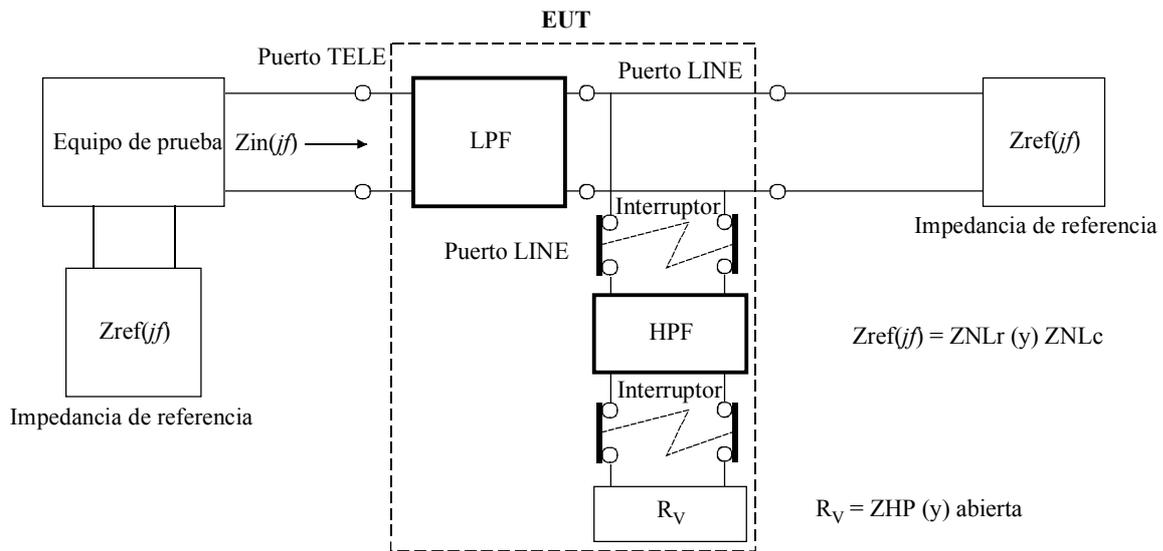
Durante la prueba deberá aplicarse una corriente continua de polarización de J_x mA al componente LPF del filtro. En la figura F.3, C y L tienen por objeto superponer la corriente continua de polarización de J_x mA. Deben establecerse valores adecuados de C y L para las pruebas de cada banda.

LV dBm, Z_M Ω , Z_L Ω , J_x mA y las condiciones de carga del HPF dependen de la banda objeto de la prueba y deberán ser los siguientes:

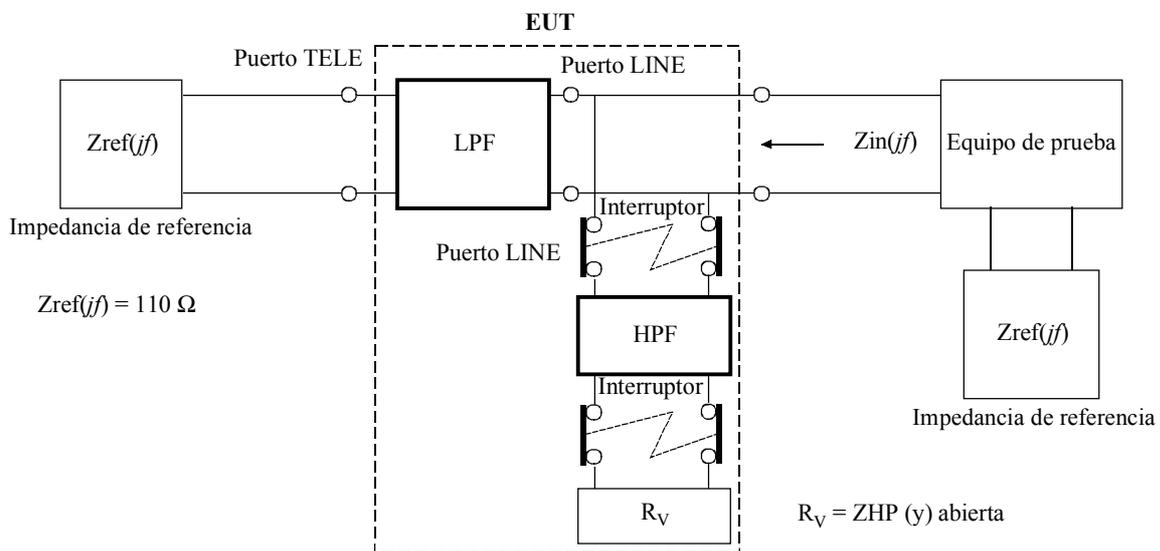
- 1) Banda vocal ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
 - LV = 0 dBm
 - $Z_M = Z_L = 600 \Omega$
 - $J_x = 50 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 20 \mu\text{F}$ y $L \geq 15 \text{ H}$)
 - a1) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
 - a2) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = \text{abierto}$
 - b) Desconectando de la línea el HPF terminado por R_V
- 2) Banda RDSI ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 - LV = +15 dBm
 - $Z_M = Z_L = 110 \Omega$
 - $J_x = 39 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 10 \mu\text{F}$ y $L \geq 0,5 \text{ H}$)
 - a1) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
 - a2) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = \text{abierto}$
 - b) Desconectando de la línea el HPF terminado por R_V
- 3) Banda de guarda ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
 - Sin especificar
- 4) Banda VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$): sólo para las pérdidas de inserción, no se aplica para el retardo de grupo.
 - LV = +15 dBm
 - $Z_M = Z_L = 100 \Omega$
 - $J_x = 39 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = 100 \Omega$

F.2.3.8.1.2 Prueba de las pérdidas de retorno del LPF

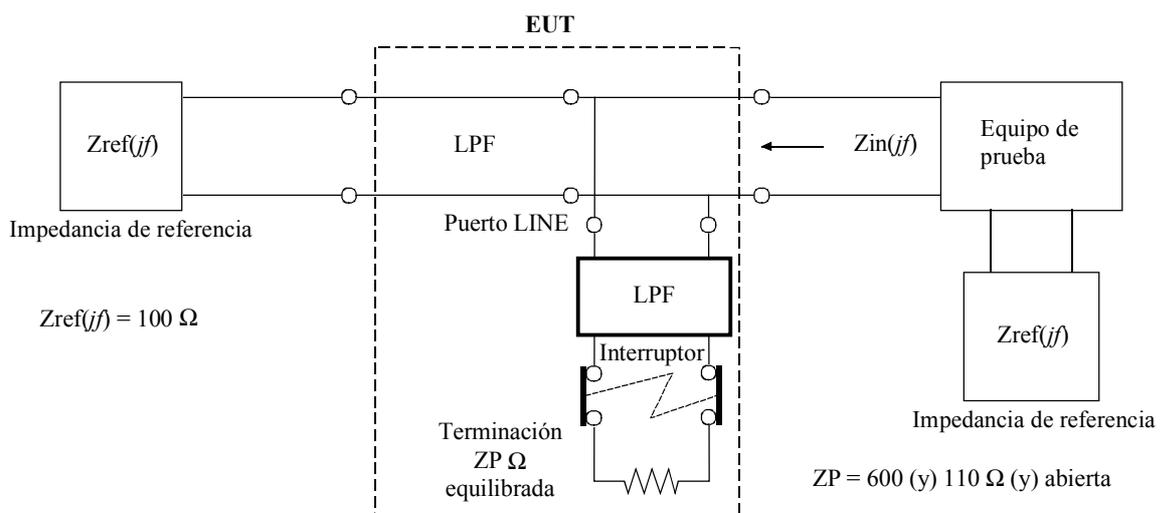
La figura F.5 muestra el montaje de la prueba. Las pérdidas de retorno se miden en términos de una impedancia de entrada compleja $Z_{in}(jf)$. $Z_{in}(jf)$ se medirá insertando el EUT y terminando el lado opuesto con una impedancia compleja de referencia $Z_{ref}(jf)$. Obsérvese que el puerto donde se mide $Z_{in}(jf)$ en la banda vocal es justamente el opuesto del correspondiente a la banda RDSI y viceversa. En cuanto a la prueba en la banda VDSL, se evalúa el efecto sobre el trayecto de la señal VDSL como efecto de la carga discreta del LPF sin conectar el HPF.



a) Montaje de la prueba en la banda vocal



b) Montaje de la prueba en la banda RDSI



c) Montaje de la prueba en la banda VDSL

G.993.1AMD1_F05

Figura F.5/G.993.1 – Montaje de la prueba de las pérdidas de retorno del LPF

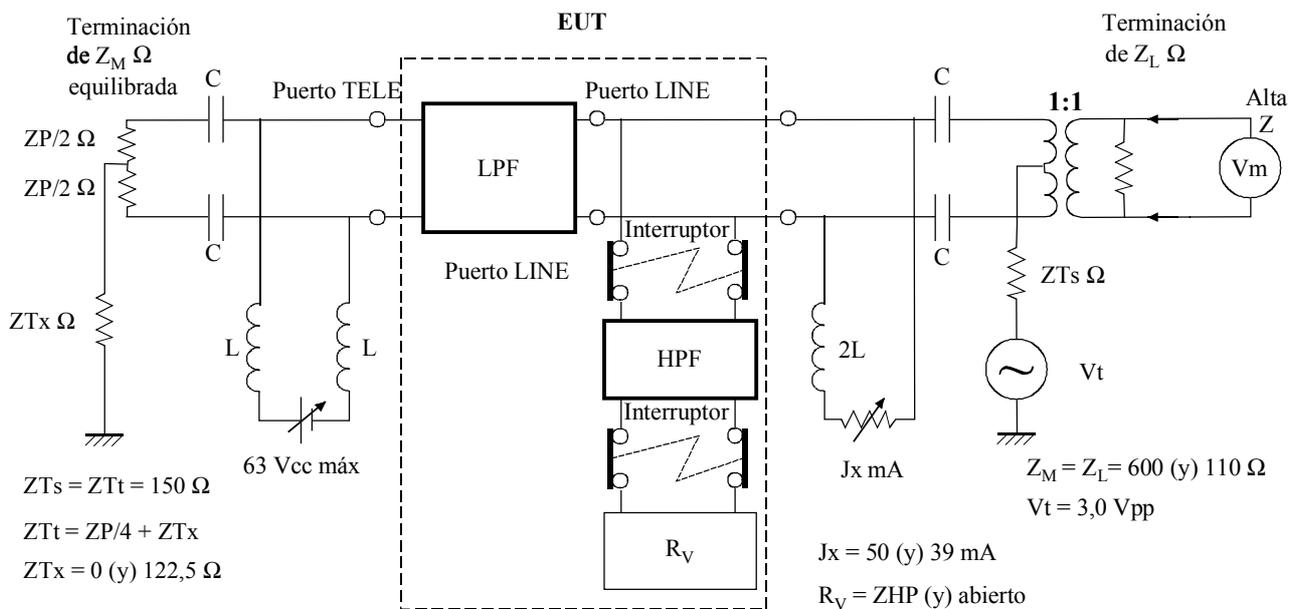
No es imprescindible aplicar corriente continua de polarización durante la prueba.

$Z_{ref}(jf)$ y las condiciones de la carga del HPF y del LPF dependen de la banda objeto de la prueba, y deben ser las siguientes:

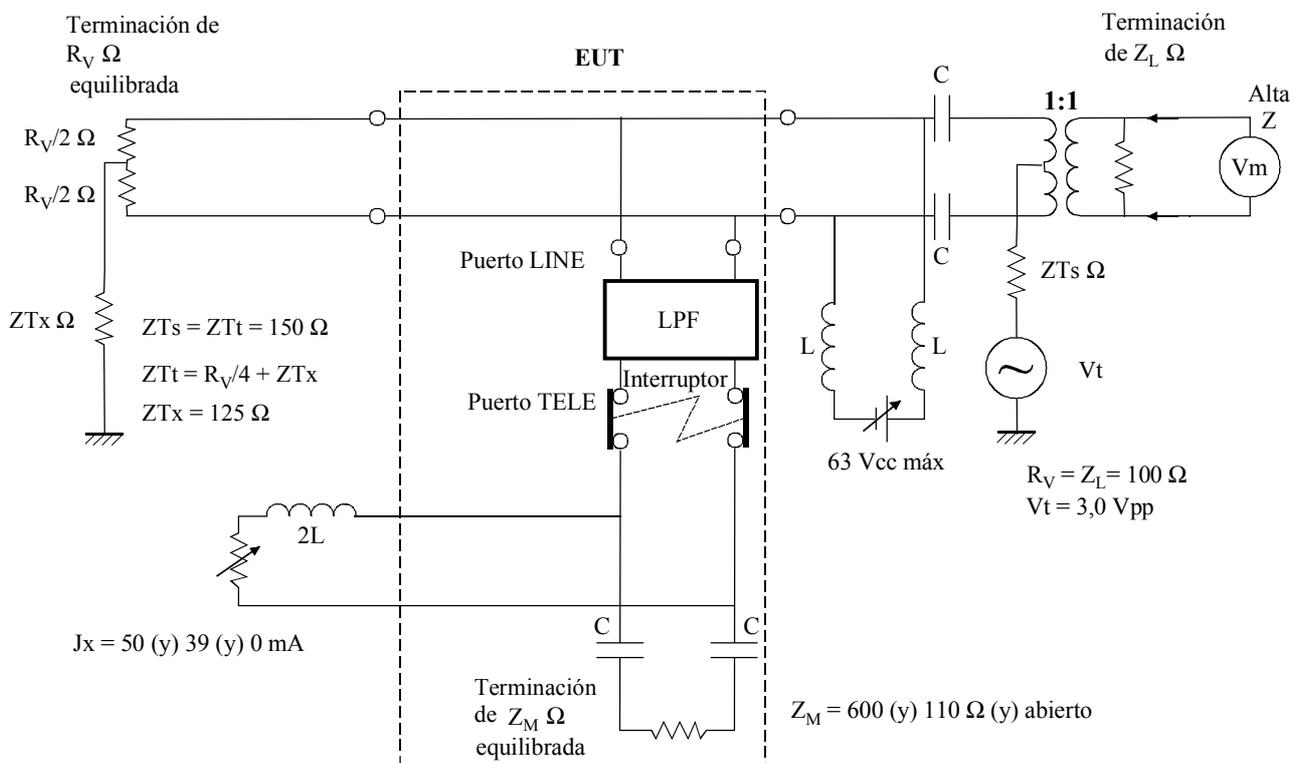
- 1) En la banda vocal ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
 $Z_{ref}(jf) = Z_{NLr}$ para la prueba del lado VTU-R del divisor y Z_{NLc} para la prueba del lado VTU-O del divisor
siendo $Z_{NLr} = 150 \Omega + \{(830 \Omega + 1 \mu\text{F}) // 72 \text{ nF}\}$
 $Z_{NLc} = 150 \Omega + (830 \Omega // 72 \text{ nF})$
(+: conexión serie //: conexión paralelo)
NOTA – La definición de Z_{NLr} y Z_{NLc} corresponde a E.4/G.992.3.
 - a1) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
 - a2) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = \text{abierto}$
 - b) Desconectando de la línea el HPF terminado por R_V
- 2) En la banda RDSI ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 $Z_{ref}(jf) = \text{resistiva pura de } 110 \Omega$
 - a1) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
 - a2) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = \text{abierto}$
 - b) Desconectando de la línea el HPF terminado por R_V
- 3) En la banda de guarda ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
Sin especificar
- 4) En la banda VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $Z_{ref}(jf) = \text{resistiva pura de } 100 \Omega$
 - a1) Conectando únicamente a la línea el LPF en paralelo terminado por $Z_M = 600 \Omega$
 - a2) Conectando únicamente a la línea el LPF en paralelo terminado por $Z_M = 110 \Omega$
 - a3) Conectando únicamente a la línea el LPF en paralelo terminado por $Z_M = \text{abierto}$

F.2.3.8.1.3 Prueba del balance longitudinal del LPF

El balance longitudinal deberá medirse en todas las condiciones de carga del HPF utilizando el montaje de la prueba representado en la figura F.6. Para la prueba en la banda VDSL, se evalúa el efecto sobre el trayecto de la señal VDSL como efecto de carga discreta del LPF sin conectar el HPF.



a) Montaje de la prueba para las bandas vocal y RDSI



b) Montaje de la prueba en la banda VDSL

G.993.1AMD1_F06

Figura F.6/G.993.1 – Montaje de la prueba del balance longitudinal del LPF

La impedancia de la fuente de $Z_{Ts} \Omega$ y la impedancia terminal de $Z_{Tt} \Omega$ en modo común cumplen los requisitos especificados en la Rec. UIT-T K.43, y deberán ser de 150Ω , siendo $Z_{Ts} = Z_{Tt}$ ($= Z_M/4 + Z_{Tx}$).

La fuerza electromotriz $V_t(f)$ de la fuente de tensión constante deberá ser $3,0$ Vpp (f.e.m.), y este nivel de V_{fem} corresponde al nivel de $+7,5$ dBm para el generador de señal con fuente de 50Ω y terminación de 50Ω .

Durante la prueba deberá aplicarse al componente LPF del divisor una corriente continua de polarización de J_x mA. Deberán ajustarse los valores adecuados de C y L en la figura para la prueba de cada banda.

Z_M Ω , Z_L Ω , Z_{Tx} Ω , J_x mA, y las condiciones de carga del HPF y del LPF dependen de la banda objeto de la prueba, y deberán ser los siguientes.

- 1) En la banda vocal ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.e.m.)
 $Z_M = Z_L = 600 \Omega$
 $Z_{Tx} = 0 \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 20 \mu\text{F}$ y $L \geq 15 \text{ H}$)
 - a1) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
 - a2) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V =$ abierto
 - b) Desconectando de la línea el HPF terminado por R_V
- 2) En la banda RDSI ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.e.m.)
 $Z_M = Z_L = 110 \Omega$
 $Z_{Tx} = 122,5 \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 10 \mu\text{F}$ y $L \geq 0,5 \text{ H}$)
 - a1) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
 - a2) Conectando a la línea el HPF terminado por $R_V =$ abierto
 - b) Desconectando de la línea el HPF terminado por R_V
- 3) En la banda de guarda ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
No se especifica
- 4) En la banda VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.e.m.)
 $R_V = Z_L = 100 \Omega$
 $Z_{Tx} = 125 \Omega$
 - a1) Conectando a la línea en paralelo únicamente el LPF terminado por $Z_M = 600 \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a2) Conectando a la línea en paralelo únicamente el LPF terminado por $Z_M = 110 \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a3) Conectando a la línea en paralelo únicamente el LPF terminado por $Z_M =$ abierto
Sin corriente continua de polarización

F.2.3.8.2 Método de prueba de las características de la señal del HPF y del efecto de la carga del HPF

En esta cláusula se especifican las configuraciones del montaje de la prueba y las condiciones de ésta relativas a las características en alterna del componente HPF del divisor. Los requisitos que deberá cumplir la prueba siguiente se especifican en F.2.3.7.2.

F.2.3.8.2.1 Prueba del retardo de grupo absoluto y de las pérdidas de inserción del HPF

La figura F.7 muestra el montaje de la prueba. Las pérdidas de inserción y el retardo de grupo de la fuente de $R_V \Omega$ hasta la terminación de $Z_L \Omega$ deberán medirse, insertando el EUT y sin insertarlo, con un nivel de L_V dBm en todas las condiciones de carga del LPF.

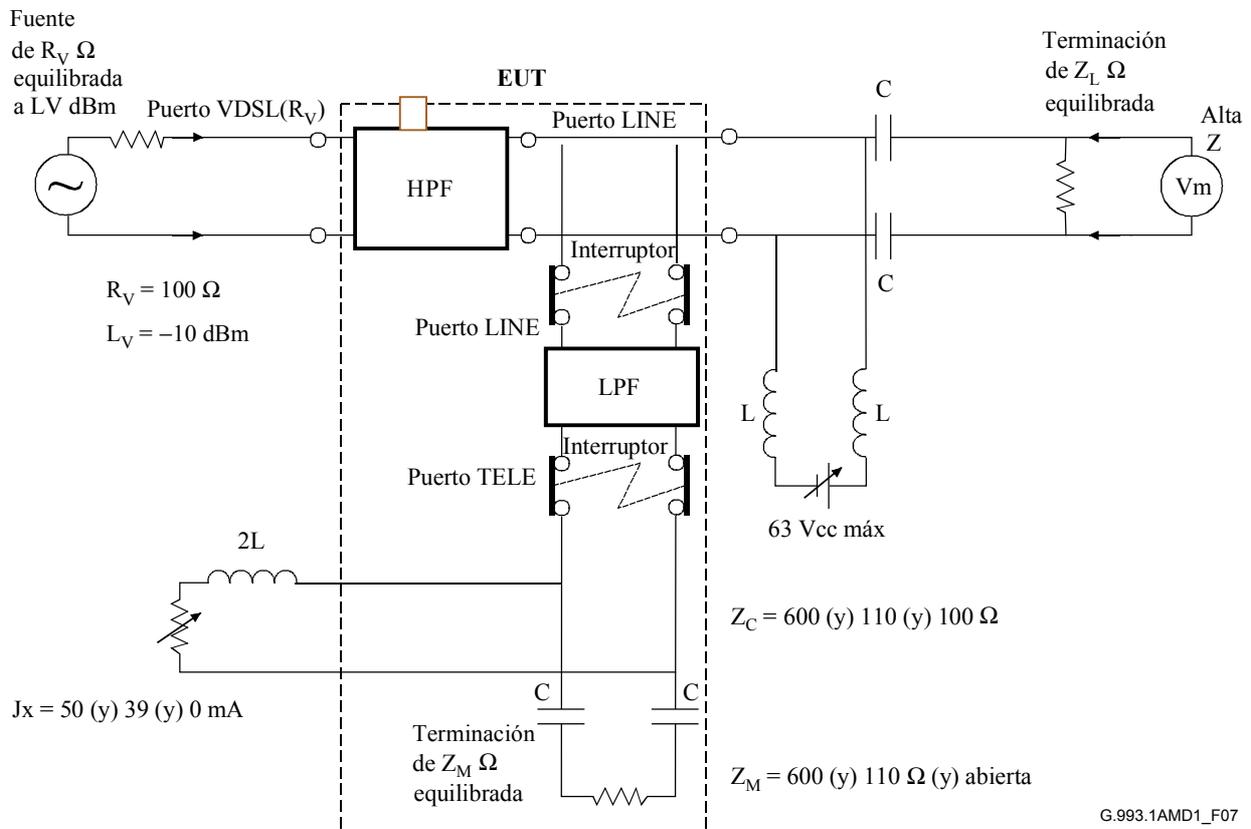


Figura F.7/G.993.1 – Montaje de la prueba del retardo de grupo absoluto y de las pérdidas de inserción del HPF

Se definen todas las condiciones posibles de carga del LPF, aunque las condiciones de carga del LPF son dependientes del tipo de divisor de la figura F.1. Por consiguiente, entre las condiciones definidas a continuación puede haber casos inaplicables e imposibles de probar para ciertos tipos de implementaciones reales. Incluso para dichos tipos, el HPF como parte del divisor deberá cumplir todos los requisitos en todas las condiciones definidas a continuación.

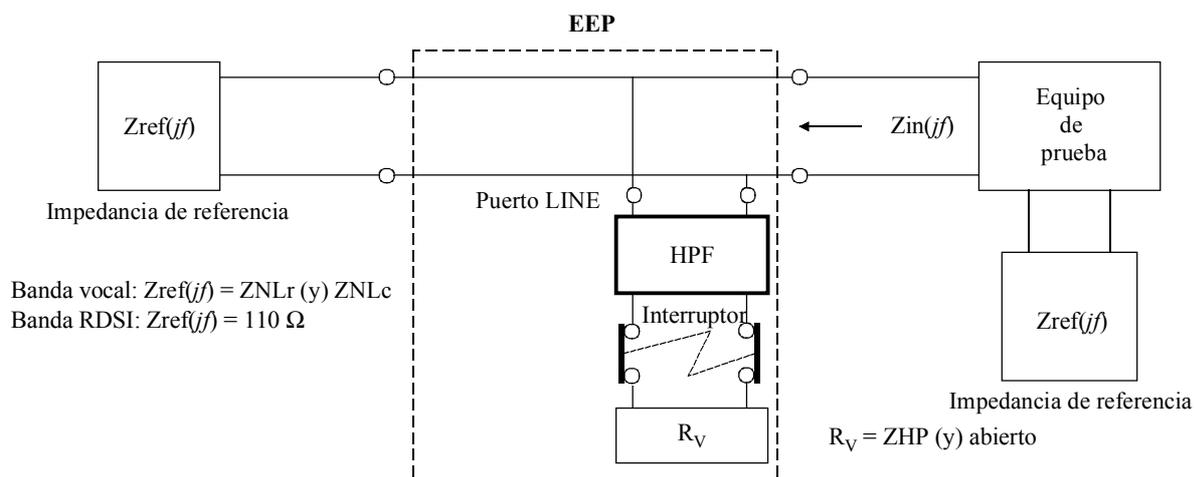
Deberá aplicarse una corriente continua de polarización de J_x mA a la parte LPF del divisor en todos los casos posibles. Deberán establecerse valores adecuados de C y L para la prueba de cada banda.

Los valores de L_V dBm, $R_V \Omega$, $Z_L \Omega$, J_x mA y las condiciones de carga del LPF serán las siguientes, teniendo en cuenta que $Z_L \Omega$, J_x mA y las condiciones de carga del LPF dependen de la banda objeto de la prueba.

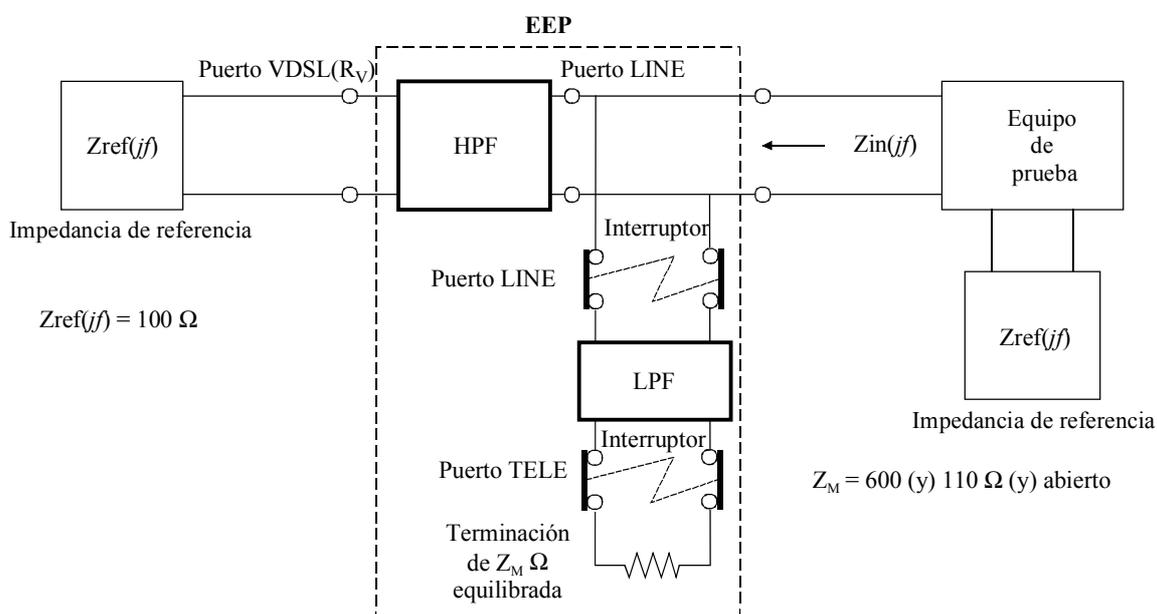
- 1) En la banda vocal ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$): sólo para pérdidas de inserción, no se aplica al retardo en grupo.
 $LV = -10 \text{ dBm}$
 $R_V = 100 \ \Omega$
 $Z_L = 600 \ \Omega$
 Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = 600 \ \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 20 \ \mu\text{F}$ y $L \geq 15 \text{ H}$)
- 2) En la banda RDSI ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$): sólo para pérdidas de inserción, no se aplica al retardo en grupo.
 $LV = -10 \text{ dBm}$
 $R_V = 100 \ \Omega$
 $Z_L = 110 \ \Omega$
 Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = 110 \ \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 10 \ \mu\text{F}$ y $L \geq 0,5 \text{ H}$)
- 3) En la banda de guarda ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
 Sin especificar
- 4) En la banda VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $LV = -10 \text{ dBm}$
 $R_V = Z_L = 100 \ \Omega$
 - a1) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = 600 \ \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 0,2 \ \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a2) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = 110 \ \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 0,2 \ \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a3) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = \text{abierto}$
 Sin corriente continua de polarización
 - b) Desconectando de la línea el LPF terminado por Z_M
 Sin corriente continua de polarización

F.2.3.8.2.2 Prueba de las pérdidas de retorno del HPF

La figura F.8 muestra el montaje de esta prueba. Las pérdidas de retorno se miden en términos de una impedancia compleja de entrada $Z_{in}(jf)$. $Z_{in}(jf)$ deberá medirse insertando el EUT y terminando el lado opuesto con la impedancia compleja de referencia $Z_{ref}(jf)$. Al igual que en las pruebas de las bandas vocal y de RDSI, los efectos sobre los trayectos de la señal vocal y del RDSI se evalúan como efecto de la carga discreta del HPF sin conectar el LPF.



a) Montaje de la prueba en las bandas vocal y RDSI



b) Montaje de la prueba en la banda VDSL

G.993.1AMD1_F08

Figura F.8/G.993.1 – Montaje de la prueba de las pérdidas de retorno del HPF

No es necesario aplicar una corriente continua de polarización durante la prueba.

$Z_{ref}(jf)$ y las condiciones de carga del LPF y del HPF dependen de la banda objeto de la prueba y deberán ser los siguientes.

- 1) En la banda vocal ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)

$Z_{ref}(jf) = Z_{NLr}$ para la prueba del divisor en el lado de la VTU-R y Z_{NLc} para la prueba del divisor en el lado de la VTU-O

siendo $Z_{NLr} = 150 \Omega + \{(830 \Omega + 1 \mu\text{F}) // 72 \text{ nF}\}$

$Z_{NLc} = 150 \Omega + (830 \Omega // 72 \text{ nF})$

(+: conexión en serie //: conexión en paralelo)

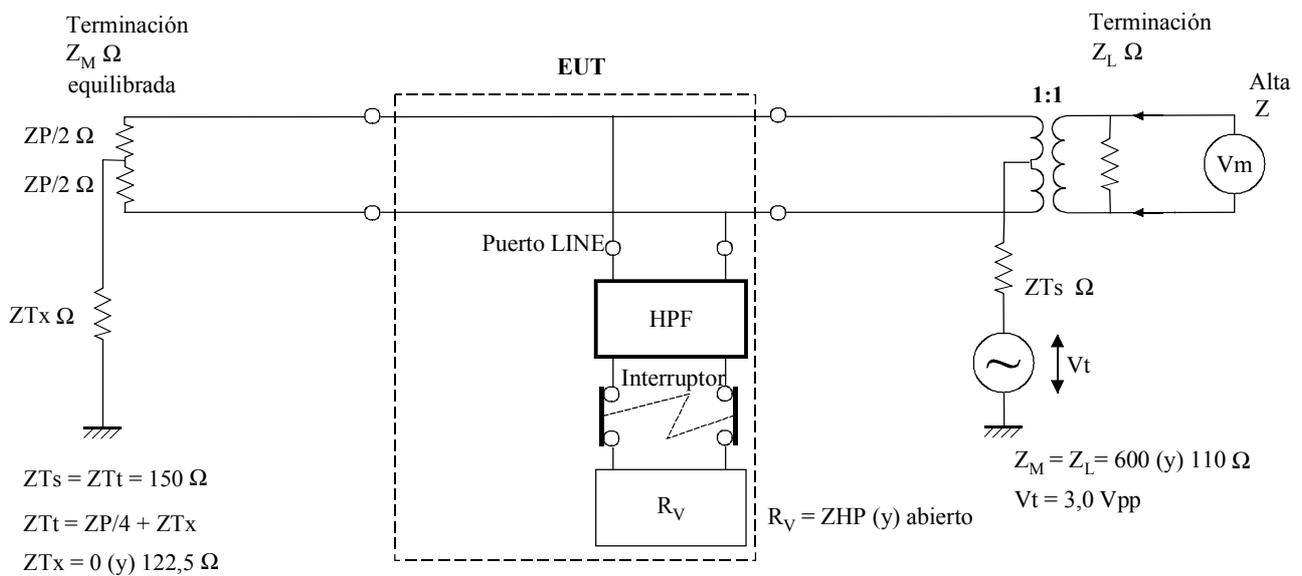
NOTA – La definición de Z_{NLr} y de Z_{NLc} corresponde a la E.4/G.992.3.

- a1) Conectando a la línea en paralelo únicamente el HPF terminado por $R_v = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
- a2) Conectando a la línea en paralelo únicamente el HPF terminado por $R_v = \text{abierto}$

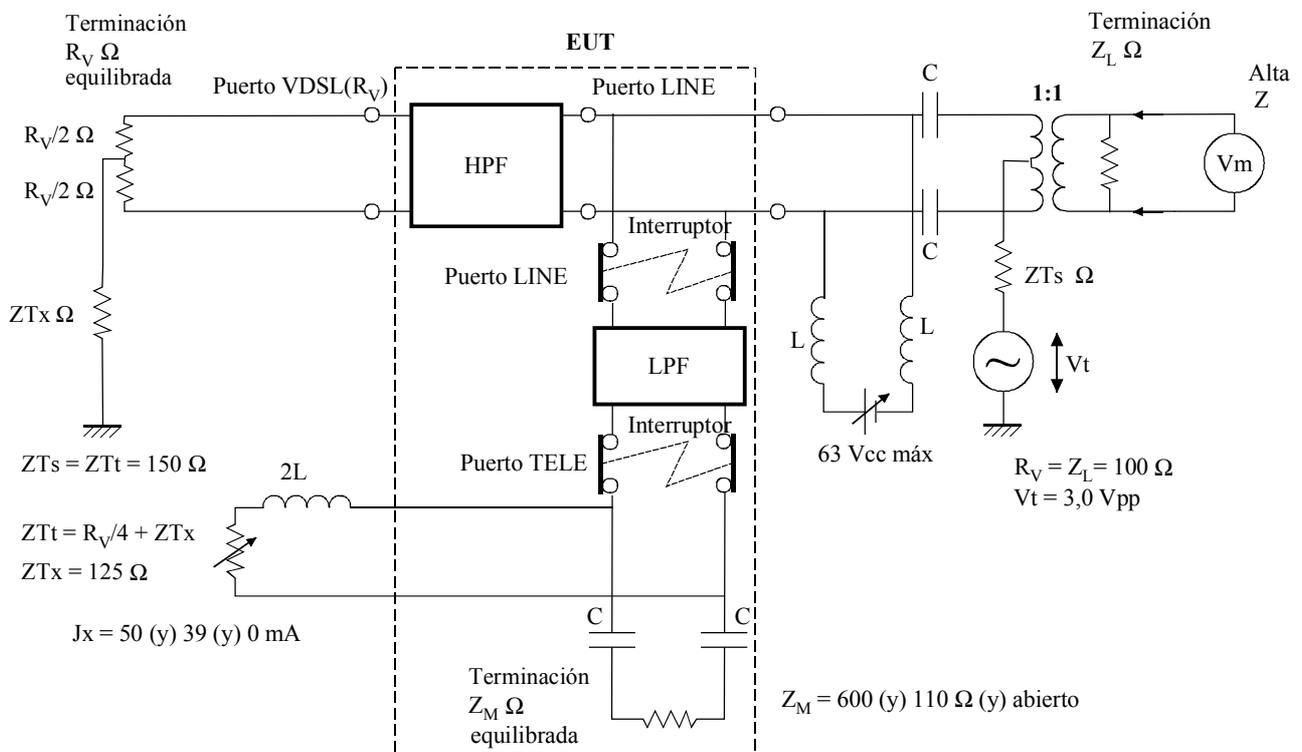
- 2) En la banda RDSI ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 $Z_{\text{ref}}(jf) =$ resistiva pura de 110Ω
 - a1) Conectando a la línea en paralelo únicamente el HPF terminado por $R_V = Z_{\text{HPF}}$ (definido en la figura F.2)
 - a2) Conectando a la línea en paralelo únicamente el HPF terminado por $R_V =$ abierto
- 3) En la banda de guarda ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
Sin especificar
- 4) En la banda VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $Z_{\text{ref}}(jf) =$ resistiva pura de 100Ω
 - a1) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = 600 \Omega$
 - a2) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = 110 \Omega$
 - a3) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M =$ abierto
 - b) Desconectando de la línea el LPF terminado por Z_M

F.2.3.8.2.3 Prueba del balance longitudinal del HPF

El balance longitudinal deberá medirse en todas las condiciones de carga del LPF utilizando el montaje de prueba representado en la figura F.9. Para las pruebas en las bandas vocal y RDSI, los efectos sobre los trayectos de la señal vocal y de RDSI se evalúan como efecto de la carga discreta del HPF sin conectar el LPF.



a) Montaje de la prueba en las bandas vocal y RDSI



b) Montaje de la prueba en la banda VDSL

G.993.1AMD1_F09

Figura F.9/G.993.1 – Montaje de la prueba del balance longitudinal del HPF

La impedancia de la fuente $ZTs \Omega$ y la impedancia de terminación $ZTt \Omega$ en modo común cumplen los requisitos especificados en la Rec. UIT-T K.43 y deberán ser de 150Ω , siendo $ZTs = ZTt (= R_V/4 + ZTx)$.

La fuerza electromotriz $Vt(f)$ de la fuente de tensión constante deberá ser $3,0$ Vpp (f.e.m.), y este nivel de Vfem corresponde al nivel en dBm de $+7,5$ dBm para el generador de señal con la fuente de 50Ω y la terminación de 50Ω .

Deberá aplicarse una corriente continua de polarización de J_x mA al componente LPF del divisor durante la prueba, en todos los casos existentes. Deberán ajustarse los valores adecuados de C y L para la prueba de cada una de las bandas.

Z_M Ω , Z_L Ω , Z_{Tx} Ω , J_x mA y las condiciones de carga del LPF y del HPF son dependientes de la banda objeto de la prueba, y deberán ser los siguientes.

- 1) En la banda vocal ($0,2 \text{ kHz} \leq f \leq 4,0 \text{ kHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.e.m.)
 $Z_M = Z_L = 600 \Omega$
 $Z_{Tx} = 0 \Omega$
 - a1) Conectando a la línea en paralelo únicamente el HPF terminado por $R_V = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
Sin corriente continua de polarización
 - a2) Conectando a la línea en paralelo únicamente el HPF terminado por $R_V =$ abierto
Sin corriente de polarización
- 2) En la banda RDSI ($4,0 \text{ kHz} < f \leq 320 \text{ kHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.e.m.)
 $Z_M = Z_L = 110 \Omega$
 $Z_{Tx} = 122,5 \Omega$
 - a1) Conectando a la línea en paralelo únicamente el HPF terminado por $R_V = Z_{HP}$ (definido en la figura F.2)
Sin corriente continua de polarización
 - a2) Conectando a la línea en paralelo únicamente el HPF terminado por $R_V =$ abierto
Sin corriente de polarización
- 3) En la banda de guarda ($320 \text{ kHz} < f < 640 \text{ kHz}$)
Sin especificar
- 4) En la banda VDSL ($640 \text{ kHz} \leq f \leq 12 \text{ MHz}$)
 $V_t(f) = 3,0 \text{ Vpp}$ (f.e.m.)
 $R_V = Z_L = 100 \Omega$
 $Z_{Tx} = 125 \Omega$
 - a1) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = 600 \Omega$
 $J_x = 50 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ y $L \geq 5 \text{ mH}$)
 - a2) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M = 110 \Omega$
 $J_x = 39 \text{ mA}$ (por ejemplo $C \geq 0,2 \mu\text{F}$ y $L \geq \text{mH}$)
 - a3) Conectando a la línea el LPF terminado por $Z_M =$ abierto
Sin corriente continua de polarización
 - b) Desconectando de la línea el LPF terminado por Z_M
Sin corriente continua de polarización

F.3 Bucles de prueba y perturbadores de diafonía

F.3.1 Bucles de prueba

F.3.1.1 Configuración de los bucles

Para determinar la calidad de funcionamiento de la transmisión VDSL deberán utilizarse los bucles de prueba representados en la figura F.10.

1) Hay dos tipos de pares de cable, representados por TP y FP en la figura F.10, a saber:
TP: Cable de PE de 0,4 mm – Cable multipar de configuración de cuadretes con aislamiento de polietileno.

FP: FP de PVC de 0,5 mm – Par único plano sin trenzar con aislamiento de cloruro de polivinilo.

2) Los valores nominales de X_j ($j = 0 - 2$) e Y_j ($j = 0 - 2$) señalados en la figura F.10 como secciones de longitud adaptable son los que se indican en este apartado. Las longitudes de FP varían entre 0 a 1500 m mientras que las longitudes de FP van de 0 m a 50 m. Una rama múltiple (BT, *bridged tap*) es una sección derivada terminada en circuito abierto.

$X_0 = 0$ m

$X_1 = 300, 500, 1000, 1200, 1500$ m

$X_2 = 25, 50$ m

$Y_0 = 0$ m

$Y_1 = 50$ m

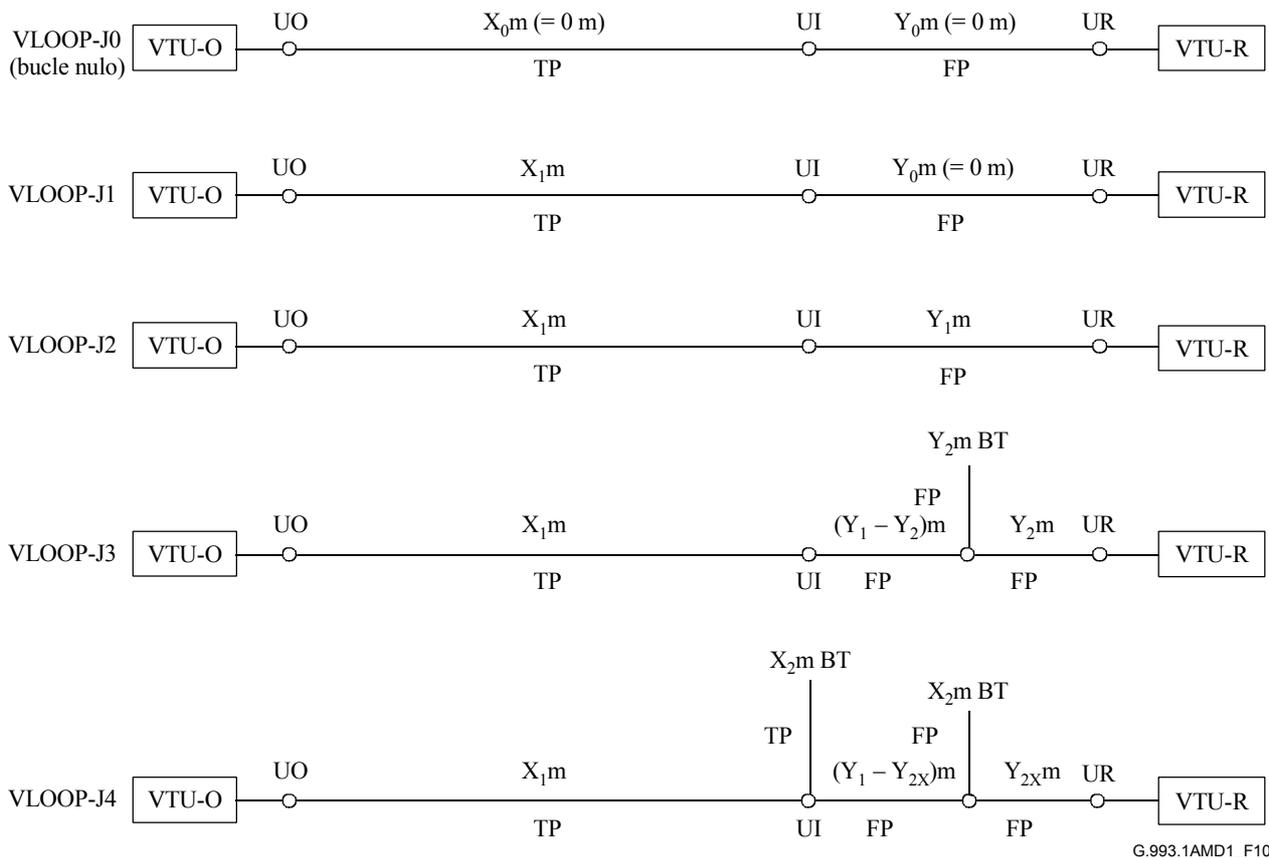
$Y_2 = 5$ a 50 m en tramos de 5 m

Y_{2DS} : Longitud más significativa para la calidad de funcionamiento de la transmisión descendente

Y_{2US} : Longitud más significativa para la calidad de funcionamiento de la transmisión ascendente

$Y_{2X} = Y_{2DS}$ para la prueba de la calidad de funcionamiento descendente e Y_{2US} para la prueba de la calidad de funcionamiento ascendente

NOTA – Queda pendiente de estudio la cuestión de si el tamaño del salto de 5 m para la longitud de la BT proporciona el grado de precisión suficiente para la prueba de la calidad de funcionamiento de la transmisión VDSL.



G.993.1AMD1_F10

Figura F.10/G.993.1 – Bucles de prueba en VDSL para entorno coexistente con DSL TCM-RDSI

F.3.1.2 Constantes primarias de la línea

Las constantes primarias de la línea son R , L , C y G . Las ecuaciones siguientes proporcionan los valores de R en ohmio/m, L en H/m, G en siemens/m, C en F/m, y f (frecuencia) en Hz. Los valores de los coeficientes se presentan en el cuadro F.6.

$$R = 2(R_i + R_n + R_{ns}) \quad [\text{ohmio/m}]$$

$$L = 2(L_a + L_i + L_n + L_{ns}) \quad [\text{H/m}]$$

$$C = C_i + \frac{C_{0a}}{(f+1)^{ce}} \quad [\text{F/m}]$$

$$G = 2\pi f^{ge} C \tan \delta \quad [\text{siemens/m}]$$

$$R_i = \frac{1}{\pi r_i^2 \sigma_i} \operatorname{Re} \left[\frac{\lambda J_0(\lambda)}{2 J_1(\lambda)} \right] : \text{efecto pelicular}$$

$$R_n = \frac{1}{\pi d_i^2 \sigma_i} \operatorname{Re} \left[-\lambda \frac{J_1(\lambda)}{J_0(\lambda)} \right] : \text{efecto de la corriente de Foucault dentro del par}$$

$$R_{ns} = \frac{1}{\pi d_i^2 \sigma_i} 4 \operatorname{Re} \left[-\lambda \frac{J_1(\lambda)}{J_0(\lambda)} \right] : \text{efecto de la corriente de Foucault en el cuadrete (para PE de 0,4 mm)}$$

$R_{ns} = 0$: efecto de la corriente de Foucault en el cuadrete (para FP de PVC de 0,5 mm)

$$La = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{d_i}{r_i}\right) : \text{inductancia externa}$$

$$Li = \frac{\mu_i}{2\pi} \operatorname{Re}\left[-\frac{1}{\lambda} \frac{J_0(\lambda)}{J_1(\lambda)}\right] : \text{efecto pelicular}$$

$$Ln = -\frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{r_i}{d_i}\right)^2 \operatorname{Re}\left[-\frac{J_2(\lambda)}{J_0(\lambda)}\right] : \text{efecto de la corriente de Foucault dentro del par}$$

$$Lns = -\frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{r_i}{d_i}\right)^2 4 \operatorname{Re}\left[-\frac{J_2(\lambda)}{J_0(\lambda)}\right] : \text{efecto de la corriente de Foucault en el cuadrete (en el caso de PE de 0,4 mm)}$$

$Lns = 0$: efecto de la corriente de Foucault dentro del cuadrete (en el caso de FP de PVC de 0,5 mm)

siendo:

J_0, J_1, J_2 : las funciones de Bessel de orden cero, uno y dos

$\operatorname{Re}[\]$: parte real de []

$$\lambda \equiv (1+j) \frac{r_i}{\delta_i}$$

r_i : radio del conductor [m]

$$\delta_i = \sqrt{\frac{2}{\omega \sigma_i \mu_i}} : \text{profundidad del efecto pelicular [m]}$$

σ_i : conductividad del cobre (conductor) [siemens/m]

μ_0 : permeabilidad del vacío [H/m]

μ_i : permeabilidad del cobre (conductor) [H/m]: = $\mu_r \mu_0$

μ_r : permeabilidad relativa del cobre (conductor)

ω : frecuencia angular [rad/m]

d_i : distancia entre centros de los cables (conductores) de un par [m]

$d_i = 2\sqrt{2}(r_i + CO_i)$: en el caso de PE de 0,4 mm

$d_i = 2(r_i + CO_i)$: en el caso de FP de PVC de 0,5 mm

CO_i : espesor del aislante del cable (conductor) [m]

Cuadro F.6/G.993.1 – Valores de los coeficientes

Elemento	TP (PE de 0,4 mm)	FP (FP de PVC de 0,5 mm)
r_i [m]	$0,2 \times 10^{-3}$	$0,25 \times 10^{-3}$
CO_i [m]	$0,13 \times 10^{-3}$	$0,78 \times 10^{-3}$
C_i [F/m]	50×10^{-12}	20×10^{-12}
C_{oa} [F/m]	0	20×10^{-12}
ce	0	0,095

Cuadro F.6/G.993.1 – Valores de los coeficientes

Elemento	TP (PE de 0,4 mm)	FP (FP de PVC de 0,5 mm)
tanδ	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-1}$
ge	1,16	0,895
σ_i [siemens/m]	$5,8 \times 10^7$	$5,8 \times 10^7$
μ_0 [H/m]	$4\pi \times 10^{-7}$	$4\pi \times 10^{-7}$
μ_r	1	1

F.3.1.3 Función de transferencia de la línea y características del bucle de prueba

A continuación se indica la función de transferencia de la línea (en tensión) en base a la constante de propagación. La función de transferencia siguiente supone que no hay desacoplo de impedancias y que en los extremos hay terminaciones perfectas de impedancias características, lo que constituye una hipótesis simplificada.

$$H(f) = e^{\gamma_{TP}X} e^{\gamma_{FP}Y}$$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} : \text{constante de propagación}$$

X, Y: distancia de la línea [m]

Los cuadros F.7, F.8 y F.9 muestran las características de referencia del bucle de prueba calculadas a partir de la anterior función de transferencia de línea y de los valores de los coeficientes.

NOTA – Las pérdidas de inserción con una impedancia de fuente de 100 Ω y una impedancia terminal de 100 Ω deben calcularse utilizando los parámetros del bucle ABCD, dependiendo del resultado de la longitud del bucle y de su composición.

Cuadro F.7/G.993.1 – Atenuación imagen de referencia del bucle de prueba en dB

Tipo de bucle	Longitud del bucle	Frecuencia [MHz]									
		f_1	f_{1J}		f_2		f_3		f_4		f_5
		0,138	0,640	2,195	3,75	4,475	5,20	6,85	8,50	10,25	12,00
TP	300 m	3,27 dB	6,13	11,8	15,7	17,3	18,7	21,8	24,6	27,4	30,0
FT	50 m	0,27 dB	0,57	1,22	1,74	1,96	2,18	2,65	3,09	3,54	3,98

Cuadro F.8/G.993.1 – Retardo de grupo de referencia del bucle de prueba en μs (microsegundos)

Tipo de bucle	Longitud del bucle	Frecuencia [MHz]									
		f_1	f_{1J}		f_2		f_3		f_4		f_5
		0,138	0,640	2,195	3,75	4,475	5,20	6,85	8,50	10,25	12,00
TP	300 m	1,73 μs	1,63	1,58	1,57	1,57	1,57	1,56	1,56	1,56	1,56
FT	50 m	0,24 μs	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22

Cuadro F.9/G.993.1 – Impedancia característica de referencia del bucle de prueba en Ω (ohmio)

Tipo de bucle	Frecuencia [MHz]									
	f_1	f_{1j}		f_2		f_3		f_4		f_5
	0,138	0,640	2,195	3,75	4,475	5,20	6,85	8,50	10,25	12,00
TP	125 Ω	114	109	107	107	107	106	106	105	105
FT	191 Ω	188	187	187	187	187	187	187	187	188

F.3.2 Perturbadores de diafonía

F.3.2.1 Tipos de perturbadores

Las mediciones del margen de diafonía se llevan a cabo utilizando varios tipos de perturbadores, la propia VDSL (Rec. UIT-T G.993.1), la DSL TCM-RDSI (apéndice III/G.961), la ADSL (anexo C/G.992.1, DBM) y el PNT (Rec. UIT-T G.989.1).

- 1) A continuación se definen dos tipos de modelos de ruido. El ruido A y el ruido B_j (j = 1 – 4).

Se inyectará sólo ruido A o ruido A + cada ruido B_j (j = 1 ó 2 ó 3 ó 4) en cada uno de los puertos UI o UO definidos en la figura F.10, y se ejecutará la prueba varias (3 a 4) veces.

En la prueba de la calidad de funcionamiento no se utiliza ninguna combinación de ruido B_j y de ruido B_k (j <> k) Tampoco se utiliza la inyección simultánea en los puertos UI y UO.

Ruido A = AWGN (ruido gaussiano blanco aditivo) de –140 dBm/Hz

Ruido B₁ = 9 NEXT y FEXT de la propia VDSL (véase F.3.2.2 en relación con la PSD del perturbador)

Ruido B₂ = 9 NEXT y FEXT ADSL (véase la Rec. G.996.1 en relación con la PSD del perturbador)

Ruido B₃ = 9 NEXT PNT (véase F.3.2.2 y la Rec. UIT-T G.989.1 en relación con la PSD del perturbador)

Ruido B₄ = 9 NEXT y FEXT alternativas DSL TCM-RDSI (véase la Rec. UIT-T G.996.1 en relación con la PSD del perturbador)

NOTA 1 – NEXT y FEXT de PNT aparecen alternativamente en la misma banda de frecuencias y no son cicloestacionarias. El anexo F aprueba únicamente la inyección de NEXT como diafonía significativa a efectos de la prueba de VDSL.

NOTA 2 – La NEXT y FEXT de TCM-RDSI DSL aparecen alternativamente en la misma banda de frecuencias y son cicloestacionarias. El anexo F aprueba la inyección de diafonía cicloestacionaria NEXT y FEXT a efectos de la prueba de VDSL con arreglo a lo definido en la Rec. UIT-T G.996.1 para la prueba de ADSL.

NOTA 3 – La inyección de NEXT ADSL y VDSL se utiliza para probar el margen dinámico de la señal de entrada de los receptores VDSL.

- 2) Sólo se define la condición intracuadrete para el ruido B.

A continuación se definen los valores de la PSP de XT (pérdida de diafonía evaluada por suma de potencias) para nueve perturbadores con el 1% correspondiente al caso más desfavorable. Por esta razón los cables aislados con PE adoptan unidades de cinco cuadretes (= 10 pares) por lo que el número máximo de perturbadores de una unidad es nueve.

NPSL9 (PSP NEXT) = 49,5 dB a $f_{\text{NEXT}} = 160 \times 10^3$ Hz

FPSSL9 (PSP FEXT) = 51,5 dB a $f_{\text{FEXT}} = 160 \times 10^3$ Hz y $d_{\text{FEXT}} = 1 \times 10^3$ m

- 3) Sólo debe considerarse como trayecto de acoplamiento de diafonía la sección TP (X_1) de la figura F.10. Es decir, la sección TP (X_2) (BT) no deberá incorporarse a la densidad de potencia del perturbador FEXT simulado como parte del trayecto de acoplamiento FEXT. Para la sección FP de la figura F.10, no se considera diafonía alguna ya que el FP tiene un único par.

F.3.2.2 Densidad espectral de potencia de los perturbadores

Las funciones de densidad espectral de potencia (PSD, *power spectral density*) unilateral expresadas en W/Hz para los perturbadores DSL TCM-RDSI y ADSL se definen en la Rec. UIT-T G.996.1. En F.3.2.2.1 se muestran los perturbadores para VDSL que cumplen los requisitos de densidad espectral de potencia de F.1. La densidad espectral de potencia del PNT se define en la Rec. UIT-T G.989.1, y se reproduce en F.3.2.2.2.

F.3.2.2.1 Densidad espectral de potencia del perturbador VDSL

Se definen dos tipos de PSD del perturbador VDSL. El primero corresponde a una VDSL que permite el funcionamiento en coexistencia con POTS en el mismo par de cables utilizando frecuencias superiores a 0,138 MHz ($=f_1$). El segundo corresponde a una VDSL que permite el funcionamiento en coexistencia con DSL TCM-RDSI en el mismo par de cables utilizando frecuencias superiores a 0,64 MHz ($=f_{1J}$). La abreviatura de ambos es VDSL-x, siendo $x = P$ (POTS) o $x = I$ (RDSI). La densidad espectral de potencia del perturbador VDSL-I descendente es distinta de la correspondiente al perturbador descendente VDSL-P, por lo que se abrevian por VDSL-I-DS y VDSL-P-DS. Sin embargo, la densidad espectral de potencia del perturbador ascendente VDSL-I es la misma que la del VDSL-P, de modo que ambas se abrevian por VDSL-US.

A continuación se indica la densidad espectral de potencia unilateral de los perturbadores descendentes VDSL-P y VDSL-I en W/Hz. También se indica a continuación la densidad espectral de potencia unilateral del perturbador descendente VDSL en W/Hz.

$$PSD_{VDSL-P-DS}(f) = 10 \frac{KDS - P(f)}{10} - 3 \quad \text{W/Hz}$$

$$PSD_{VDSL-I-DS}(f) = 10 \frac{KDS - I(f)}{10} - 3 \quad \text{W/Hz}$$

$$PSD_{VDSL-US}(f) = 10 \frac{KUS - I(f)}{10} - 3 \quad \text{W/Hz}$$

siendo:

$$f_1 = 0,138 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_{1J} = 0,64 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 3,75 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 5,2 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_4 = 8,5 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$f_5 = 12 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$\Delta f_T = 0,75 \times 10^6 \text{ Hz: banda de transición a } f_{1J}, f_2, f_3, f_4 \text{ y } f_5$$

$$\Delta f_{TX} = 0,18 \times 10^6 \text{ Hz: banda de transición a } f_1$$

$$\begin{aligned}
KDS - P(f) &= \begin{cases} -120 \text{ dBm/Hz} & 0 \text{ Hz} < f < 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -60 + (50 / \Delta f_{TX}) \times (f - f_1) \text{ dBm/Hz} & f_1 - \Delta f_{TX} \leq f \leq f_1 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_1 < f < f_2 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_2) \text{ dBm/Hz} & f_2 \leq f \leq f_2 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_2 + \Delta f_T < f < f_3 - \Delta f_T \\ -80 + (20 / \Delta f_T) \times (f - f_3) \text{ dBm/Hz} & f_3 - \Delta f_T \leq f \leq f_3 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_3 < f < f_4 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_4) \text{ dBm/Hz} & f_4 \leq f \leq f_4 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_4 + \Delta f_T < f < 30 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -120 \text{ dBm/Hz} & 30 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < \infty \end{cases} \\
KDS - I(f) &= \begin{cases} -120 \text{ dBm/Hz} & 0 \text{ Hz} < f < 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -110 \text{ dBm/Hz} & 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 0,225 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -100 \text{ dBm/Hz} & 0,225 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < f_{1J} - \Delta f_T \\ -60 + (40 / \Delta f_T) \times (f - f_{1J}) \text{ dBm/Hz} & f_{1J} - \Delta f_T \leq f \leq f_{1J} \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_{1J} < f < f_2 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_2) \text{ dBm/Hz} & f_2 \leq f \leq f_2 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_2 + \Delta f_T < f < f_3 - \Delta f_T \\ -80 + (20 / \Delta f_T) \times (f - f_3) \text{ dBm/Hz} & f_3 - \Delta f_T \leq f \leq f_3 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_3 < f < f_4 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_4) \text{ dBm/Hz} & f_4 \leq f \leq f_4 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_4 + \Delta f_T < f < 30 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -120 \text{ dBm/Hz} & 30 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < \infty \end{cases} \\
KUS (f) &= \begin{cases} -120 \text{ dBm/Hz} & 0 \text{ Hz} < f < 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -110 \text{ dBm/Hz} & 0,12 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 0,225 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -100 \text{ dBm/Hz} & 0,225 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < f_2 - \Delta f_T \\ -80 + (20 / \Delta f_T) \times (f - f_{1J}) \text{ dBm/Hz} & f_2 - \Delta f_T \leq f \leq f_2 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_2 < f < f_3 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_3) \text{ dBm/Hz} & f_3 \leq f \leq f_3 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_3 + \Delta f_T < f < f_4 - \Delta f_T \\ -80 + (20 / \Delta f_T) \times (f - f_4) \text{ dBm/Hz} & f_4 - \Delta f_T \leq f \leq f_4 \\ -60 \text{ dBm/Hz} & f_4 < f < f_5 \\ -80 - (20 / \Delta f_T) \times (f - f_5) \text{ dBm/Hz} & f_5 \leq f \leq f_5 + \Delta f_T \\ -100 \text{ dBm/Hz} & f_5 + \Delta f_T < f < 30 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -120 \text{ dBm/Hz} & 30 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < \infty \end{cases}
\end{aligned}$$

La figura F.11 muestra las densidades espectrales de potencia del perturbador VDSL $PSD_{VDSL-P-DS}(f)$ y $PSD_{VDSL-US}(f)$ en dBm/Hz. La figura F.12 muestra las densidades espectrales de potencia del perturbador VDSL $PSD_{VDSL-I-DS}(f)$ y $PSD_{VDSL-US}(f)$ en dBm/Hz. En las figuras F.11

y F.12, la línea gruesa representa la densidad de potencia descendente $PSD_{VDSL-x-DS}(f)$, mientras que la línea discontinua representa la densidad espectral de potencia ascendente $PSD_{VDSL-US}(f)$.

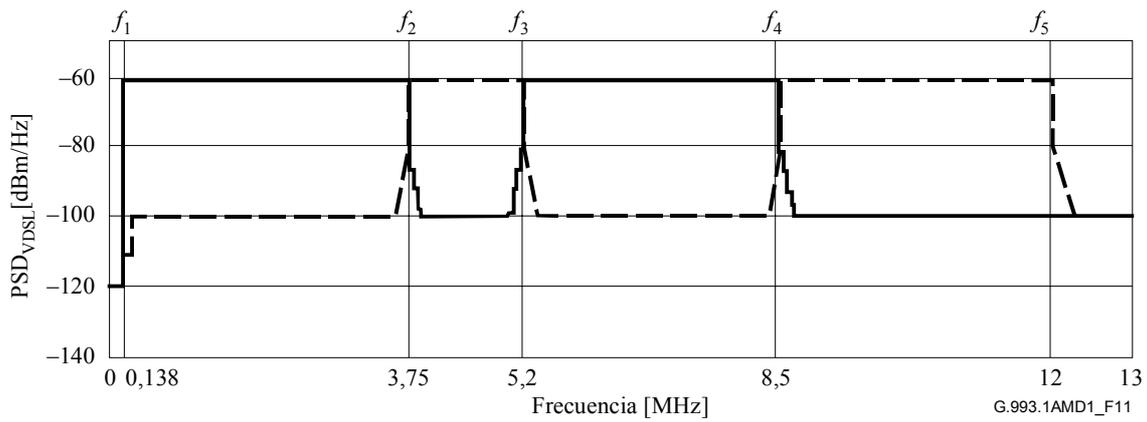


Figura F.11/G.993.1 – Densidad espectral de potencia de los perturbadores descendente y ascendente VDSL-P

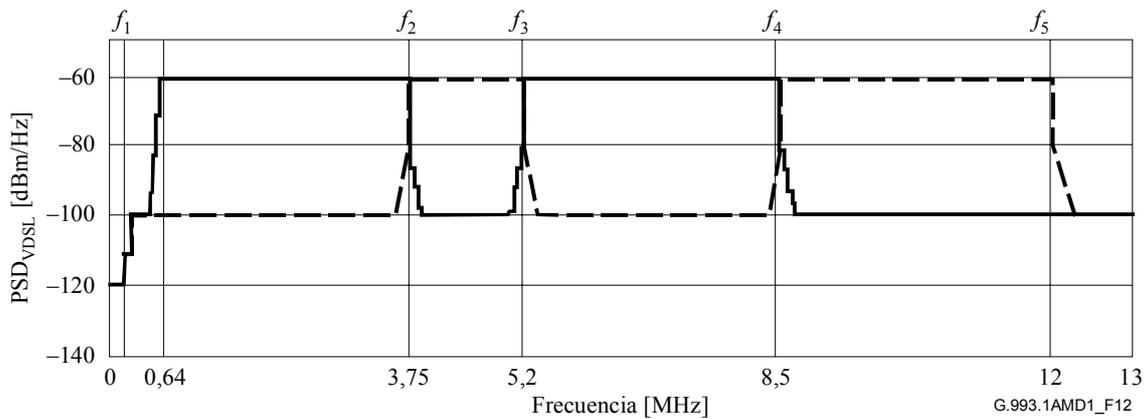


Figura F.12/G.993.1 – Densidad espectral de potencia de los perturbadores descendente y ascendente VDSL-I

F.3.2.2.2 Densidad espectral de potencia del perturbador PNT

La densidad espectral de potencia unilateral de los perturbadores PNT en W/Hz, se representa por $PSD_{PNT}(f)$, y se expresa del siguiente modo.

$$PSD_{PNT}(f) = 10 \frac{KPNT(f)}{10} - 3 \quad \text{W/Hz}$$

siendo:

$$KDS - P(f) = \begin{cases} -140 \text{ dBm/Hz} & 0,015 \times 10^6 \text{ Hz} < f \leq 1,7 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -140 + (50,0 / 1,8) \times (f / 10^6 - 1,7) \text{ dBm/Hz} & 1,7 \times 10^6 \text{ Hz} < f \leq 3,5 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -90 + 17,0 \times (f / 10^6 - 3,5) \text{ dBm/Hz} & 3,5 \times 10^6 \text{ Hz} < f \leq 4,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -71,5 \text{ dBm/Hz} & 4,0 \times 10^6 \text{ Hz} < f < 7,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -81,5 \text{ dBm/Hz} & 7,0 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f \leq 7,3 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -71,5 \text{ dBm/Hz} & 7,3 \times 10^6 \text{ Hz} < f < 10,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -81,5 - (43,5 / 3,0) \times (f / 10^6 - 10,0) \text{ dBm/Hz} & 10,0 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 13,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -125 \text{ dBm/Hz} & 13,0 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 25,0 \times 10^6 \text{ Hz} \\ -140 \text{ dBm/Hz} & 25,0 \times 10^6 \text{ Hz} \leq f < 30,0 \times 10^6 \text{ Hz} \end{cases}$$

La densidad espectral de potencia del perturbador PNT, $PSD_{PNT}(f)$, en dBm/Hz, se muestra en la figura F.13.

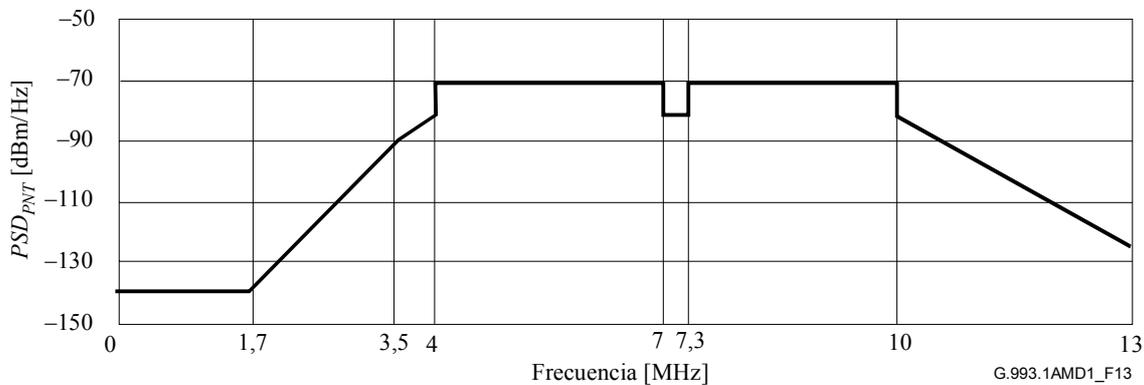


Figura F.13/G.993.1 – Densidad espectral de potencia del perturbador PNT (transceptor de red telefónica, *phoneline networking transceiver*)

F.3.2.3 Densidad espectral de potencia de diafonía

La PSD de XT (diafonía, *crosstalk*) de cada perturbador xDSL se obtiene multiplicando la PSD del perturbador xDSL por la función de acoplamiento de potencia de XT. A continuación se especifican las funciones de acoplamiento de potencia de XT, $XT(f)$, para los casos de NEXT y FEXT.

$$XT_{NEXT}(f) = \left(\frac{Z_{perturbada}}{Z_{perturbadora}} \right) 10^{-\frac{NPSL9}{10}} \left(\frac{f}{f_{NEXT}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$XT_{FEXT}(f) = \left(\frac{Z_{perturbada}}{Z_{perturbadora}} \right) \left| e^{-2\gamma_{TP} X_1} \right| 10^{-\frac{FPSL9}{10}} \left(\frac{f}{f_{FEXT}} \right)^2 \left(\frac{X_1}{d_{FEXT}} \right)$$

siendo:

f : frecuencia en Hz

$NPSL9 = 49,5 \text{ dB}$ a $f_{NEXT} = 160 \times 10^3 \text{ Hz}$

$FPSL9 = 51,5 \text{ dB}$ a $f_{FEXT} = 160 \times 10^3 \text{ Hz}$

X_1 : trayecto de acoplamiento de diafonía en m

$$d_{FEXT} = 1 \times 10^3 \text{ m}$$

$\exp(\gamma_{TP} X_1)$: función de transferencia de línea de TP con X_1 m de longitud

$Z_{perturbada}$: impedancia de terminación de la VDSL perturbada (= 100 Ω)

$Z_{perturbadora}$: impedancia de terminación de la xDSL perturbadora

100 Ω : para VDSL, ADSL, y PNT

110 Ω : para TCM-RDSI

NOTA 1 – La función de acoplamiento de potencia de NEXT, $XT_{NEXT}(f)$, es función de la longitud del trayecto del acoplamiento y, para más exactitud, se indica a continuación. No obstante, este anexo no permite utilizar esta fórmula para reducir los parámetros de prueba.

$$XT_{NEXT}(f) = \left(\frac{Z_{perturbada}}{Z_{perturbadora}} \right) 10^{-\frac{NPSL9}{10}} \left(\frac{f}{f_{NEXT}} \right)^{\frac{3}{2}} \left(1 - |e^{-4\gamma_{TP} X_1}| \right)$$

NOTA 2 – En este anexo se supone, a fin de reducir los parámetros de prueba, que el acoplamiento de FEXT es del mismo nivel, es decir que una longitud de línea de una xDSL perturbada es idéntica a la de una xDSL perturbadora.

F.3.2.3.1 Densidad espectral de potencia de diafonía VDSL

A continuación se indican las densidades espectrales de potencia de diafonía (XTPSD) de NEXT y FEXT VDSL descendentes.

$$XTPSD_{VDSL-x-DS-NEXT}(f) = PSD_{VDSL-x-DS}(f) XT_{NEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

$$XTPSD_{VDSL-x-DS-FEXT}(f) = PSD_{VDSL-x-DS}(f) XT_{FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

siendo $x = P$ o I .

A continuación se indican las XTPSD unilaterales de NEXT y FEXT de VDSL ascendentes.

$$XTPSD_{VDSL-US-NEXT}(f) = PSD_{VDSL-US}(f) XT_{NEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

$$XTPSD_{VDSL-US-FEXT}(f) = PSD_{VDSL-US}(f) XT_{FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

NOTA – La densidad espectral de potencia de la señal perturbadora ascendente VDSL ($PSD_{VDSL-US}(f)$) transmitida en el puerto UR a la línea se atenúa en el puerto UI al pasar por la sección FP de longitud Y_1 m. De este modo, XTPSD se expresa exactamente como se indica a continuación. No obstante este anexo no permite utilizar las ecuaciones siguiente para reducir los parámetros de prueba, ya que las XTPSD simuladas para inyectarse en los puertos UI y UO dependerían de la longitud Y_1 si se utilizasen las ecuaciones siguientes.

$$XTPSD_{VDSL-US-NEXT}(f) = PSD_{VDSL-US}(f) |\exp(-4\gamma_{FP} Y_1)| XT_{NEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

$$XTPSD_{VDSL-US-FEXT}(f) = PSD_{VDSL-US}(f) |\exp(-2\gamma_{FP} Y_1)| XT_{FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

A continuación se indica la XTPSD unilateral de la propia VDSL para inyección en cada uno de los puertos UI o UO, siendo el puerto UI el del lado VTU-R y UO el del lado VTU-O, definidos en la figura F.10.

$$XTPSD_{VDSL-x-UI}(f) = XTPSD_{VDSL-US-NEXT}(f) + XTPSD_{VDSL-x-DS-FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

$$XTPSD_{VDSL-x-UO}(f) = XTPSD_{VDSL-x-DS-NEXT}(f) + XTPSD_{VDSL-US-FEXT}(f) \quad \text{W/Hz}$$

La figura F.14 muestra los resultados de los cálculos de XTPSD VDSL-I correspondientes a los casos de longitudes (X_1) de TP de 300 m y 500 m, con FP de longitud 0 m, donde la línea gruesa representa $XTPSD_{VDSL-I-UI}(f)$ y $XTPSD_{VDSL-I-UO}(f)$ en dBm/Hz, mientras que la línea de puntos representa la densidad espectral de potencia de la señal recibida en UR (= UI en este caso) y en los puertos UO, $PSD_{VDSL-I-DS}(f) \times |\exp(-2\gamma_{TP} X_1)|$ y $PSD_{VDSL-US}(f) \times |\exp(-2\gamma_{TP} X_1)|$ en dBm/Hz, como referencia.

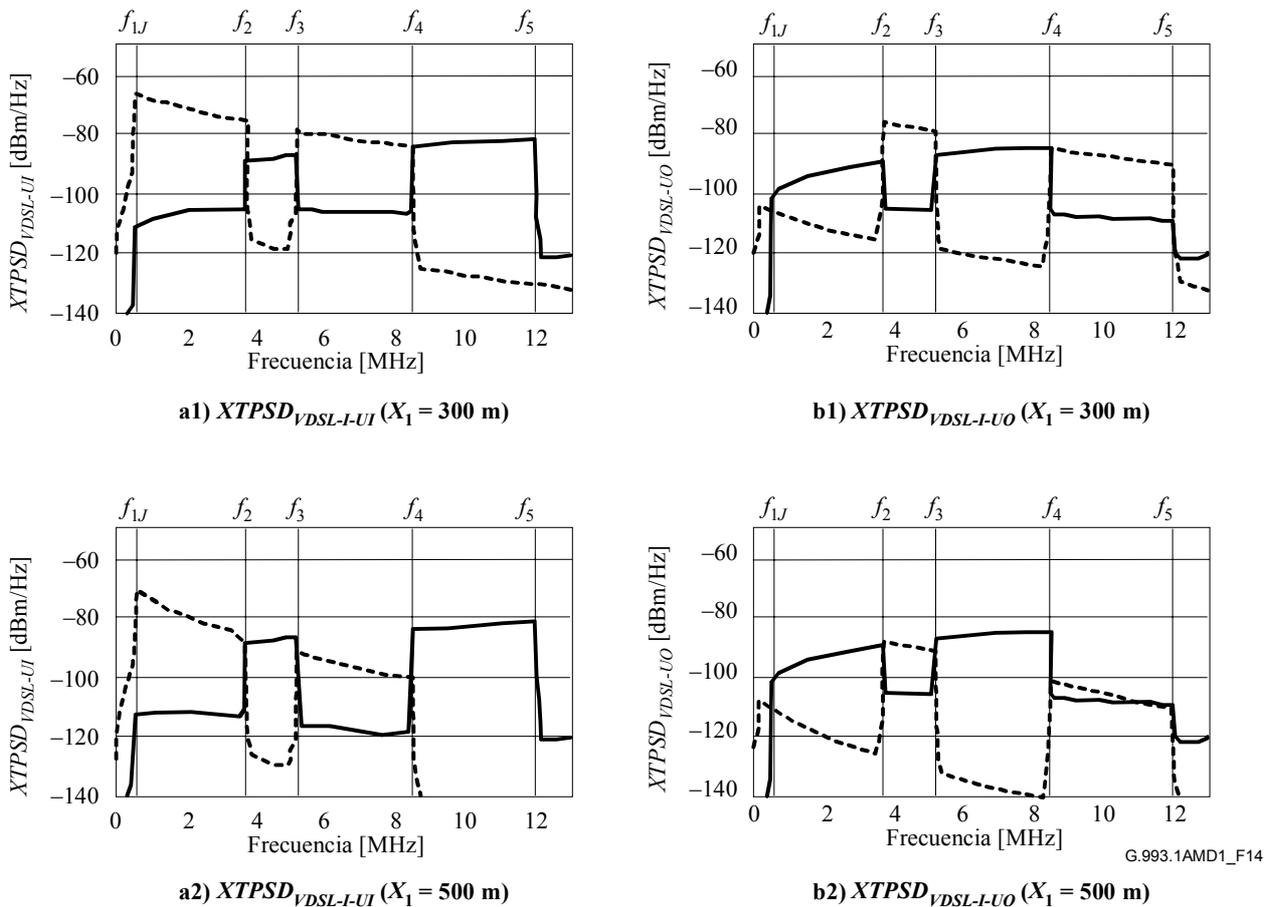


Figura F.14/G.993.1 – Densidad espectral de potencia de NEXT y FEXT VDSL-I con nueve perturbadores para inyección en los puertos UI y UO

F.3.2.3.2 Densidad espectral de potencia de diafonía del PNT

A continuación se indica la densidad espectral de potencia de diafonía ($XTPSD$) unilateral del PNT para inyectarse en el puerto UI y en el UO, ignorándose la atenuación de la señal perturbadora ascendente a través de la sección FP, como se ha expuesto anteriormente.

$$XTPSD_{PNT}(f) = PSD_{PNT}(f) X_{T_{NEXT}}(f) \quad \text{W/Hz}$$

La figura F.15 muestra el resultado del cálculo de $XTPSD$ del PNT, siendo la línea gruesa $XTPSD_{PNT}(f)$ en dBm/Hz y la línea de puntos la PSD de la señal de transmisión, $PSD_{PNT}(f)$, en dBm/Hz como referencia.

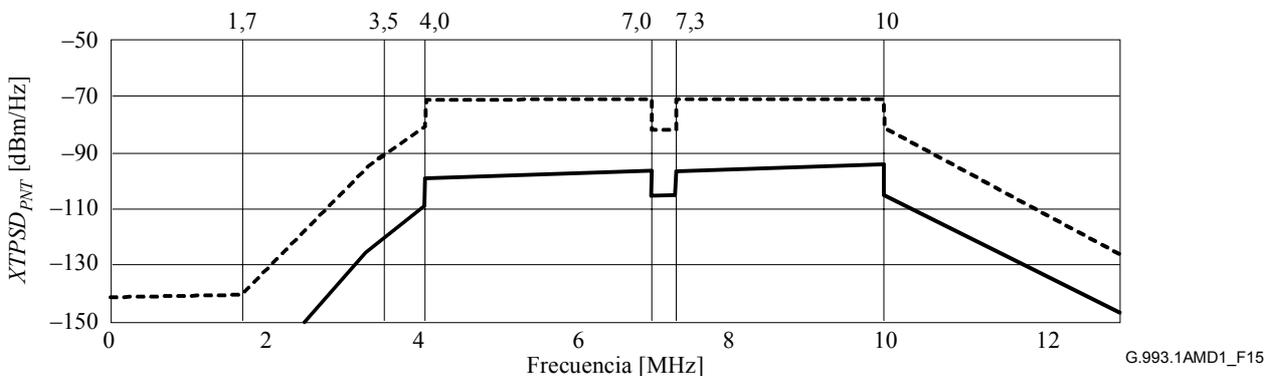


Figura F.15/G.993.1 – PSD de NEXT del PNT de nueve perturbadores para inyección en los puertos UI y UO

F.3.2.4 Potencia de diafonía

La potencia de diafonía, en vatios, de un perturbador que ha de inyectarse en el receptor xDSL perturbado, se calcula por integración de la densidad espectral de potencia de diafonía, $XTPSD(f)$, a lo largo de la frecuencia. De la integración numérica se obtiene la potencia en dBm sobre el intervalo de frecuencias entre 0 Hz y 30 MHz, que se presenta en el cuadro F.10 como referencia.

NOTA 1 – La potencia de diafonía del perturbador ADSL para espectro no superpuesto definido en el anexo A/G.992.1, se especifica en el cuadro F.10.

NOTA 2 – La potencia de NEXT y FEXT del perturbador DSL TCM-RDSI del cuadro F.10 se obtiene suponiendo que la señal de transmisión de la DSL TCM-RDSI es continua. La temporización de la inyección NEXT y FEXT cicloestacionaria se muestra en la figura F.16, tal como la presenta la Rec. UIT-T G.996.1.

Cuadro F.10/G.993.1 – Potencia de diafonía en dBm a inyectar en el receptor xDSL perturbado

Perturbador	Puerto de inyección	Potencia de diafonía [dBm]							
		Abreviatura	Elemento	X_1 (longitud del TP) con $Y_0 = 0$ m (longitud deFP)					
				100 m	200 m	300 m	500 m	1000 m	1500 m
VDSL-P	UI	XTPSD _{VDSL-P-UI}	XTPSD _{VDSL-P-US-NEXT}	-16,4	←	←	←	←	←
			XTPSD _{VDSL-P-DS-FEXT}	-30,1	-33,7	-37,9	-45,6	-58,7	-67,7
			(Suma de potencias)	-16,3	-16,4	-16,4	-16,4	-16,4	-16,4
	UO	XTPSD _{VDSL-P-UO}	XTPSD _{VDSL-P-US-NEXT}	-19,1	←	←	←	←	←
			XTPSD _{VDSL-P-US-FEXT}	-28,4	-33,8	-40,0	-51,6	-77,9	-102,6
			(Suma de potencias)	-18,6	-18,9	-19,0	-19,1	-19,1	-19,1
VDSL-I	UI	XTPSD _{VDSL-I-UI}	XTPSD _{VDSL-I-US-NEXT}	-16,4	←	←	←	←	←
			XTPSD _{VDSL-I-DS-FEXT}	-30,1	-33,7	-38,0	-45,8	-60,5	-72,4
			(Suma de potencias)	-16,3	-16,4	-16,4	-16,4	-16,4	-16,4
	UO	XTPSD _{VDSL-I-UO}	XTPSD _{VDSL-I-US-NEXT}	-19,1	←	←	←	←	←
			XTPSD _{VDSL-I-US-FEXT}	-28,4	-33,8	-40,0	-51,6	-77,9	-102,6
			(Suma de potencias)	-18,6	-18,9	-19,0	-19,1	-19,1	-19,1
ADSL	UI	XTPSD _{ADSL-UI}	XTPSD _{ADSL-US-NEXT}	-43,1	←	←	←	←	←
			XTPSD _{ADSL-DS-FEXT}	-33,4	-32,6	-33,1	-35,1	-41,9	-48,9
			(Suma de potencias)	-33,0	-32,3	-32,6	-34,4	-39,5	-42,1
	UO	XTPSD _{ADSL-UO}	XTPSD _{ADSL-US-NEXT}	-24,5	←	←	←	←	←
			XTPSD _{ADSL-US-FEXT}	-57,3	-55,3	-54,6	-54,4	-56,4	-59,6
			(Suma de potencias)	-22,5	-22,5	-22,5	-22,5	-22,5	-22,5
PNT	UI y UO	XTPSD _{PNT}	XTPSD _{PNT-NEXT}	-28,7	←	←	←	←	←
DSL TCM-RDSI	UI y UO	XTPSD _{TCM-RDSI}	XTPSD _{TCM-ISDN-NEXT}	-29,6	←	←	←	←	←
			XTPSD _{TCM-ISDN-FEXT}	-41,8	-40,4	-40,1	-40,8	-44,5	-49,0

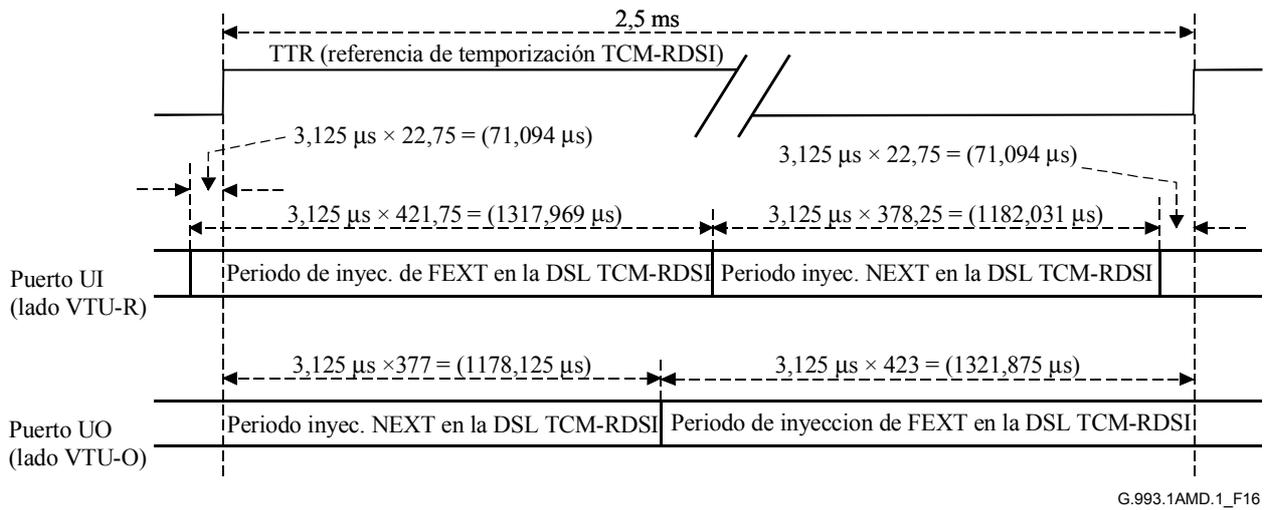


Figura F.16/G.993.1 – Temporización de inyección alternativa NEXT y FEXT en la DSL TCM-RDSI

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación