



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

L.19

(11/2003)

SERIE L: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y
PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS
ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR

**Red de cobre multipar que soporta servicios
múltiples compartidos tales como telefonía
tradicional, RDSI y xDSL**

Recomendación UIT-T L.19

Recomendación UIT-T L.19

Red de cobre multipar que soporta servicios múltiples compartidos tales como telefonía tradicional, RDSI y xDSL

Resumen

En esta Recomendación se describen algunas consideraciones generales sobre la introducción de nuevos servicios y sistemas, tales como RDSI y xDSL, que debe soportar la red de acceso. También se indican algunas de las características que ha de tener la línea local digital para prestar un servicio de buena calidad a los usuarios. Además, se describen ciertos aspectos de la utilización de una red de cobre multipar que soporta servicios múltiples compartidos tales como RDSI y xDSL.

Orígenes

La Recomendación UIT-T L.19 fue aprobada el 28 de noviembre de 2003 por la Comisión de Estudio 6 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2004

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	2
4 Abreviaturas.....	2
5 Consideraciones generales.....	2
5.1 Objetivos.....	2
5.2 Tecnologías RDSI/xDSL.....	3
5.3 RDSI/xDSL: Problemas técnicos	3
5.4 Medio de transmisión	4
6 Requisitos recomendados de la DLL para RDSI/xDSL	4
6.1 Requisitos mínimos de la línea local digital para RDSI/xDSL	4
6.2 Características físicas de las líneas locales digitales	5
6.3 Principales características eléctricas y de transmisión de los servicios y sistemas RDSI/xDSL.....	6
6.4 Utilización de una red de cobre multipar para el soporte de servicios múltiples compartidos tales como telefonía tradicional, RDSI y xDSL	9
Apéndice I – Derivaciones puenteadas BT: Efecto de las atenuaciones debidas a la longitud de una derivación puenteada	10
Apéndice II – Experiencia de France Telecom.....	13
II.1 Instalación a gran escala de ADSL: proceso de calificación del bucle.....	13
II.2 Máximo alcance de los sistemas ADSL	13
II.3 Calidad en funcionamiento real de los pares de cobre	13
Apéndice III – Experiencia de la India	14
Apéndice IV – Experiencia de Brasil.....	15
IV.1 Introducción.....	15
IV.2 Requisitos del bucle local.....	16

Introducción

La red local de abonado ha permitido conectar a los abonados al servicio telefónico básico sin causar grandes problemas de transmisión a frecuencias vocales (300 a 3400 Hz). La evolución de las tecnologías de transmisión ha dado lugar a la introducción en la línea de cobre existente de nuevos servicios y sistemas como la RDSI, HDSL, SHDSL y ADSL. La tendencia actual es ofrecer diversos servicios de varios proveedores a través de cables comunes (de cobre y ópticos) y en otras partes de la red. Esto se denomina "desagregación de la red", es decir, que varios operadores comparten o están coubicados en la misma red. La desagregación de la red hace que la diafonía sea más importante. Por tanto, es necesario establecer la calidad de los bucles de abonado para los nuevos servicios y sistemas de RDSI, HDSL, SDHSL y ADSL.

Recomendación UIT-T L.19

Red de cobre multipar que soporta servicios múltiples compartidos tales como telefonía tradicional, RDSI y xDSL

1 Alcance

Esta Recomendación versa sobre las consideraciones generales y las características que ha de tener la línea local digital, cuando se utiliza entre la terminación de línea y la terminación de red para proporcionar servicios RDSI y xDSL. En esta Recomendación no se trata el tema de la red doméstica. Además, se dan consejos de utilización de un cable de cobre multipar para el soporte de servicios múltiples compartidos tales como RDSI/xDSL.

Los valores utilizados en esta Recomendación se basan en las tecnologías DSL conocidas en el momento de su publicación. No obstante, los principios generales son aplicables a cualquier tipo de tecnología DSL, generalmente denominadas xDSL.

2 Referencias

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

- [1] Recomendación UIT-T G.961 (1993), *Sistema de transmisión digital por líneas locales metálicas para el acceso a velocidad básica de la red digital de servicios integrados*.
- [2] Recomendación UIT-T G.991.1 (1998), *Transceptores de línea digital de abonado de alta velocidad binaria*.
- [3] Recomendación UIT-T G.991.2 (2003), *Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad por un solo par (SHDSL)*.
- [4] Recomendación UIT-T G.992.1 (1999), *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica*.
- [5] Recomendación UIT-T G.992.2 (1999), *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica sin divisor*.
- [6] Recomendación UIT-T G.993.1 (2001), *Fundamentos de la línea de abonado digital de velocidad muy alta*.
- [7] Recomendación UIT-T G.995.1 (2001), *Visión de conjunto de las Recomendaciones sobre líneas de abonados digitales*.
- [8] Recomendación UIT-T G.996.1 (2001), *Procedimientos de prueba para transceptores de líneas de abonado digitales*.
- [9] CEI PAS 62255, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for broadband digital communications (High bit rate Digital access Telecommunication network) – Outside plant cables*.

3 Definiciones

En esta Recomendación se utilizan las definiciones de las Recomendaciones UIT-T G.961, G.991.x, G.992.x, G.995.1 y del CEI 62255.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ADSL	Línea de abonado digital asimétrica (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
BT	Derivación puenteadada (<i>bridged tap</i>)
DLL	Línea local digital (<i>digital local line</i>)
ELFEXT	Telediafonía de nivel equivalente (<i>equivalent level far-end crosstalk</i>)
HDSL	Línea de abonado digital de gran velocidad binaria (<i>high-speed digital subscriber line</i>)
LCL	Atenuación de conversión longitudinal (<i>longitudinal conversion loss</i>)
LT	Terminación de línea (<i>line termination</i>)
NEXT	Paradiafonía (<i>near-end crosstalk</i>)
NT	Terminación de red (<i>network termination</i>)
PSL	Atenuación por suma de potencia (<i>power sum loss</i>)
SHDSL	Línea de abonado digital de alta velocidad por un solo par (<i>single-pair high-speed digital subscriber line</i>)
VDSL	Línea de abonado digital de muy alta velocidad (<i>very high-speed digital subscriber line</i>)
xDSL	Cualquiera de los diversos tipos de sistemas de línea de abonado digital (<i>any of the various types of digital subscriber line systems</i>)

5 Consideraciones generales

5.1 Objetivos

Considerando que la sección de acceso digital entre la central local y el usuario es un elemento clave de la introducción con éxito de los nuevos servicios y sistemas RDSI/xDSL, deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos de la red:

- aptitud para operar las líneas no cargadas a dos hilos existentes, con exclusión de las de hilo desnudo;
- el objetivo de conseguir el 100% de utilización del cable por los nuevos servicios y sistemas RDSI/xDSL, sin selección de pares, reordenaciones de cables o la supresión de las derivaciones puenteadas (BT, *bridged taps*);
- el objetivo de poder extender los nuevos servicios y sistemas RDSI/xDSL, a la mayoría de los clientes sin el uso de regeneradores. En los pocos casos restantes pueden requerirse arreglos especiales;
- la coexistencia, en la misma unidad de cable, con la mayoría de los servicios existentes tales como telefonía y transmisión de datos en banda vocal;
- diversas reglamentaciones nacionales relativas a la compatibilidad electromagnética (EMC, *electro-magnetic compatibility*);
- la prestación de alimentación de energía a través de la red en los modos normal o restringido;

- la prestación de la capacidad para soportar funciones de mantenimiento.

5.2 Tecnologías RDSI/xDSL

Las cuatro tecnologías más importantes, indicadas en el cuadro 1, son:

- acceso básico a RDSI de la Rec. UIT-T G.961, que ofrece 160 kbit/s (2B + D) completamente dúplex;
- HDSL de la Rec. UIT-T G.991.1, 2 Mbit/s en cada sentido, pero requiere hasta tres pares de hilos de cobre;
- SHDSL de la Rec. UIT-T G.991.2, que ofrece una velocidad de 2 Mbit/s en cada sentido por un único par de cobre;
- ADSL de la Rec. UIT-T G.992.1, que ofrece una velocidad de hasta 8 Mbit/s (en el caso de la ADSL G.992.2, 1,5 Mbit/s) en sentido descendente para acceso rápido a Internet, pero no proporciona aplicaciones de vídeo.

Se han tenido en cuenta las tecnologías más conocidas en el momento de publicación de esta Recomendación. No obstante, habrá de revisarse esta cláusula a medida que vayan avanzando los nuevos procedimientos.

Cuadro 1/L.19 – Velocidades xDSL

"Familia" xDSL	Velocidad de transmisión de datos (sentido descendente)	Referencias
RDSI	160 kbit/s	Rec. UIT-T G.961
ADSL	Hasta 8 Mbit/s	Recomendaciones UIT-T G.992.1, G.992.2
HDSL	2 Mbit/s	Rec. UIT-T G.991.1
SHDSL	Hasta 2 Mbit/s	Rec. UIT-T G.991.2

5.3 RDSI/xDSL: Problemas técnicos

Pueden surgir problemas técnicos con los servicios basados en RDSI/xDSL cuando más de un operador comparten pares en el mismo cable.

El grado de interferencia entre distintas aplicaciones, en el mismo cable, depende de la tecnología utilizada y de las características físicas del cableado (separación entre pares, aislamiento utilizado; etc.). Las tecnologías que utilizan alta potencia, como por ejemplo la ADSL, provocan los mayores problemas de interferencia.

Existen cinco retos técnicos fundamentales para introducir los servicios RDSI/xDSL:

- la necesidad de mantener la integridad de los servicios existentes: la interferencia creada por los bucles xDSL puede provocar una avería en los actuales servicios (por ejemplo, RDSI, HDSL en líneas arrendadas) o hacer que los mismos funcionen con una calidad notablemente inferior;
- la necesidad de modificar los procedimientos de prueba de línea: la presencia del módem ADSL en el bucle local complica la prueba de línea;
- un requisito para minimizar la interferencia entre las tecnologías de transmisión RDSI/xDSL;
- la necesidad de maximizar la utilización de los bucles locales para los servicios xDSL de banda ancha;

- cuál es la mejor forma de seleccionar líneas para la utilización de xDSL: no todas las líneas son adecuadas para ADSL. El factor más importante que impide la utilización de ADSL es la atenuación de señal. Este fenómeno es independiente de la distancia pero la distancia exacta a la que puede funcionar ADSL también depende de las características del bucle y de la velocidad de transmisión de datos pretendida. También existen otros factores que afectan al comportamiento (por ejemplo, el ruido, la diafonía o interferencia de radiofrecuencia, etc.).

5.4 Medio de transmisión

El medio de transmisión por el cual se cree que operará el sistema de transmisión digital, es la red de acceso de cobre que conecta a los clientes con la central local a través de líneas locales.

Esta red emplea cables de pares de cobre para proporcionar servicios a los clientes.

Una línea local de cobre se cree que podrá cursar simultáneamente transmisión digital bidireccional proporcionando velocidades RDSI/xDSL, entre la terminación de línea (LT, *line termination*) y la terminación de red (NT, *network termination*) como se muestra en la figura 1.

Para simplificar la prestación de RDSI/xDSL, un sistema de transmisión digital debe poder funcionar satisfactoriamente por la mayoría de las líneas locales de cobre sin acondicionamiento especial. El máximo número de líneas locales de cobre que puede utilizarse para la RDSI/xDSL, se obtiene manteniendo al mínimo los requisitos de la RDSI/xDSL.

En el texto que sigue, el término línea local digital (DLL, *digital local line*) se utiliza para describir una línea local de cobre que cumple los requisitos mínimos de la RDSI/xDSL.

6 Requisitos recomendados de la DLL para RDSI/xDSL

En el caso de las tecnologías de transmisión que se describen en la cláusula 5, es necesario conocer los valores de referencia adecuados que ha de tener la línea local digital para ofrecer los servicios RDSI/xDSL, con el objetivo de determinar qué línea de abonado es la más adecuada para el servicio en cuestión. En esta cláusula se describen los requisitos mínimos de la DLL, las características físicas y eléctricas y los requisitos operativos de los servicios de RDSI/xDSL para lograr la utilización del cable al 100% sin tener que realizar modificaciones en los cables para paliar posibles problemas técnicos.

6.1 Requisitos mínimos de la línea local digital para RDSI/xDSL

Una línea local digital para RDSI/xDSL debe cumplir los siguientes requisitos:

- No debe incluir bobinas de carga.
- No debe incluir hilos desnudos.
- No debe tener pares divididos:

Un par dividido es un par dentro del cual uno de los hilos se conecta a un par diferente en un punto de división y vuelve a su par de origen. Esto suele ocurrir en los cables sin código de color.

En este caso, la interferencia diafónica entre pares divididos aumenta seriamente y se degrada mucho la calidad de la transmisión de los servicios DSL. Por consiguiente, debe comprobarse cuidadosamente la existencia de pares divididos.

- Habrá un mínimo de derivaciones puenteadas:

En presencia de una derivación puenteadada (BT), la línea local digital experimentará una atenuación adicional que será función de la frecuencia de la señal, la velocidad de propagación y la longitud de la BT. La separación de las derivaciones puenteadas sólo se recomienda en caso de que degraden seriamente la calidad de transmisión.

La presencia de una derivación puenteadada en la línea de abonado añadirá atenuaciones a la señal transmitida. Las atenuaciones se producen debido a que parte de la potencia se refleja en dirección del generador a causa de la discontinuidad de la transmisión provocada por su terminación abierta en las derivaciones puenteadas.

NOTA 1 – Una derivación puenteadada es una sección de pares trenzados no terminada puenteadada a lo largo de la línea y conectada en puntos de flexibilidad o empalmes.

NOTA 2 – En caso de que haya más de dos BT, el número de derivaciones aceptable dependerá de la longitud de éstas.

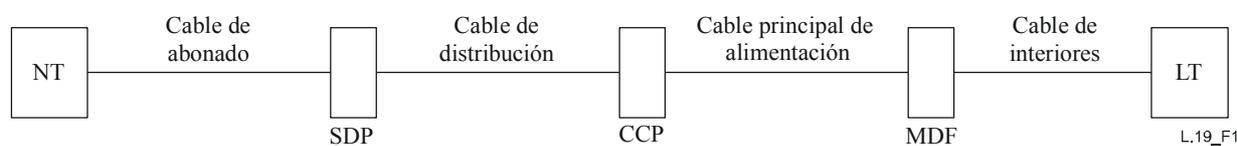
6.2 Características físicas de las líneas locales digitales

Una línea local digital se construye a partir de una o más secciones de cable que son empalmados o interconectados entre sí.

El cable de distribución o principal se configura como sigue:

- secciones de cable en cascada de diferentes diámetros y longitudes;
- pueden existir una o más derivaciones puenteadas en diversos puntos de cables de alimentación, de distribución y de abonado.

En la figura 1 se muestra una descripción general y en el cuadro 2 se dan ejemplos típicos de características de cables utilizados en las líneas locales digitales.



Los puntos de interconexión son:

CCP Punto de transconexión (*cross-connection point*)

MDF Repartidor principal (*main distribution frame*)

SDP Punto de distribución de abonado (*subscriber distribution point*)

Figura 1/L.19 – Modelo físico de línea local digital

Cuadro 2/L.19 – Características típicas de los cables

	Cable de interiores	Cable principal	Cable de distribución	Cable de abonado
Diámetro del hilo conductor [mm]	0,3 a 0,6	0,3 a 1,4	0,3 a 1,4	0,3 a 0,9
Estructura	SQ o TP L o B	SQ o TP L o B	SQ o TP L o B	SQ, TP o UP
Máximo número de pares	1200	2400/0,4 mm 4800/0,3 mm	600/0,4 mm	2 (cable aéreo) 600 (cable de interiores)
Capacitancia mutua (nF/km a 800 Hz)	55 a 120	25 a 60	25 a 60	35 a 120
B Haces (<i>bundles</i>) (unidades) L Capa (<i>layer</i>) SQ Cuadretes en estrella (<i>star quads</i>) TP Pares trenzados (<i>twisted pairs</i>) UP Pares no trenzados (<i>untwisted pairs</i>)				

6.3 Principales características eléctricas y de transmisión de los servicios y sistemas RDSI/xDSL

Las principales características eléctricas y de transmisión se describen en la Rec. UIT-T G.961 en el caso de la RDSI, en la serie G.991.x para HDSL/SHDSL, y en la serie G.992.x para ADSL. En las figuras de los cuadros 3 a 5 se dan ejemplos.

6.3.1 Atenuaciones de inserción

El cuadro 3 indica los valores orientativos de las máximas atenuaciones de inserción aceptables para los servicios y sistemas RDSI/xDSL. Estos valores toman como referencia las Recomendaciones relativas a la DSL (G.995.1).

Cuadro 3/L.19 – Valores orientativos de máximas atenuaciones de inserción aceptables

Familia xDSL	Frecuencias de prueba [kHz]	Máximas atenuaciones de inserción [dB]
RDSI (americana)	40	42
RDSI (europea)	40	36
RDSI-TCM (japonesa)	160	50
HDSL	150	30
SHDSL	200	25
ADSL (1,5 Mbit/s – G.992.2)	300	60
ADSL (6 Mbit/s – G.992.1)	300	40

NOTA – En los sistemas ADSL, sólo se considera que el ruido es un ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN, *arbitrary white gaussian noise*) de -140 dBm/Hz. Si se da cualquier otro tipo de perturbación, como una derivación puenteada, una diafonía, etc., la atenuación máxima aceptable por inserción se reducirá consecuentemente.

En los casos en que no se dispone de una línea de prueba de alta frecuencia, el alcance típico y la resistencia c.c. aceptable de la DLL resultan referencias útiles, además de la atenuación por inserción. En el cuadro 4 se muestra la resistencia c.c. típica [Ω /km] y las características de atenuación de la línea [dB/km] de los pares de cobre. Los valores se han sacado básicamente de la Rec. UIT-T G.996.1. En el cuadro 5 también se muestra el alcance típico de cada servicio.

Cuadro 4/L.19 – Resistencia c.c. típica y atenuación de línea en el par de cobre

Diámetro	Resistencia c.c. [Ω /km]	Atenuación por inserción [dB/km]			
		40 kHz	150 kHz	200 kHz	300 kHz
0,4 mm	280	9,0	12,0	13,0	14,6
0,5 mm	177	6,2	8,5	9,5	11,0

Cuadro 5/L.19 – Alcance típico para los servicios RDSI/xDSL

Servicios	Resistencia c.c. máxima [Ω]	Alcance típico [km]	
		0,4 mm	0,5 mm
RDSI (en América del Norte)	1300	4,6	6,7
RDSI (europea)	1120	4,0	5,8
RDSI-TCM (japonesa)	810	2,7 (un par) 4,7 (dos pares)	4,3 (un par) 6,3 (dos pares)
HDSL	700	2,5	3,5
SHDSL	530	1,9	2,6
ADSL (1,5 Mbit/s – G.992.2)	1150	4,1	5,4
ADSL (6 Mbit/s – G.992.1)	760	2,7	3,6

6.3.2 Diafonía

El ruido de diafonía, en general, se debe a la atenuación de acoplamiento finito entre pares que comparten el mismo cable, especialmente aquellos pares que están próximos. El acoplamiento finito entre pares causa interferencia de la señal que circula por una DLL (DLL perturbadora) que se acopla a una DLL adyacente (DLL perturbada). Esta interferencia se conoce como ruido de diafonía. La diafonía puede dividirse en paradiafonía (NEXT, *near-end crosstalk*) y telediafonía (FEXT, *far-end crosstalk*).

La paradiafonía (NEXT) se supone que es el tipo de diafonía predominante en los cables de cobre empleados por los pares simétricos; se supone además que la telediafonía (FEXT) será el tipo de diafonía predominante en los sistemas de pares asimétricos que utilizan distintas frecuencias de transmisión en sentido ascendente y sentido descendente como la ADSL. Como criterio de FEXT en los pares de cobre se utiliza la ELFEXT (FEXT de nivel equivalente). La definición de ELFEXT se encuentra en CEI 62255.

Diafonía: Ruido que se acopla a una línea local digital de cierto número de perturbadores de líneas locales digitales se representa como debido a una única línea local perturbadora equivalente con una atenuación de acoplamiento en función de la característica de frecuencia, conocida como pérdida por suma de potencia (PSL, *power sum loss*).

Se recomienda que los valores PSL de NEXT y ELFEXT en el cable de pares trenzados para la transmisión digital en banda ancha coincidan con los valores de CEI 62255. En el cuadro 6 se muestran los valores orientativos de PSL. En el caso de un cable cuádruple, los valores PSL quedan en estudio.

Cuadro 6/L.19 – Valores de PSL mínimos en un par de cable trenzado

Frecuencia [kHz]	PSL de NEXT mínima [dB]	PSL de ELFEXT mínima [dB]
150	56	54
300	52	48
1000	44	38

NOTA – Estos valores se definen en CEI 62255.

6.3.3 Desequilibrio de la puesta a tierra

A medida que se incrementa la utilización de servicios de acceso en banda ancha, el egreso (ingreso) desde (hacia) la señal de transmisión en el cable entre los sistemas xDSL y otros sistemas de radiocomunicaciones, pueden causar interferencia mutua entre los sistemas. Este nivel de egreso (ingreso) en el par de cobre depende del valor del desequilibrio de la puesta a tierra. La línea local digital tendrá un desequilibrio de la puesta a tierra finito.

El desequilibrio de la puesta a tierra se describe en términos de atenuación de conversión longitudinal (LCL, *longitudinal conversion loss*). En la Rec. UIT-T O.9 se define el valor de LCL para cada servicio. En el cuadro 7 se muestran los valores mínimos de LCL para cada servicio.

Cuadro 7/L.19 – Requisitos de LCL mínimos que se describen en las Recomendaciones del UIT-T

Servicios	Frecuencia [kHz]	LCL	Impedancia [Ω]	Referencia
RDSI	80 8-800	44 dB 5 dB/disminución de década	150, 110	G.961
ADSL	25-1104	40 dB	100	G.992.1 ^{a)}

^{a)} Este valor se define en A.4.3.1/G.992.1, como LCL en la interfaz U-C o U-R.

6.3.4 Ruido impulsivo

La línea local digital tendrá ruido impulsivo resultante de otros sistemas que comparten los mismos cables, así como de otras fuentes. El ruido impulsivo debe estar, como en el ejemplo, contenido dentro de la envolvente representada en la figura 2.

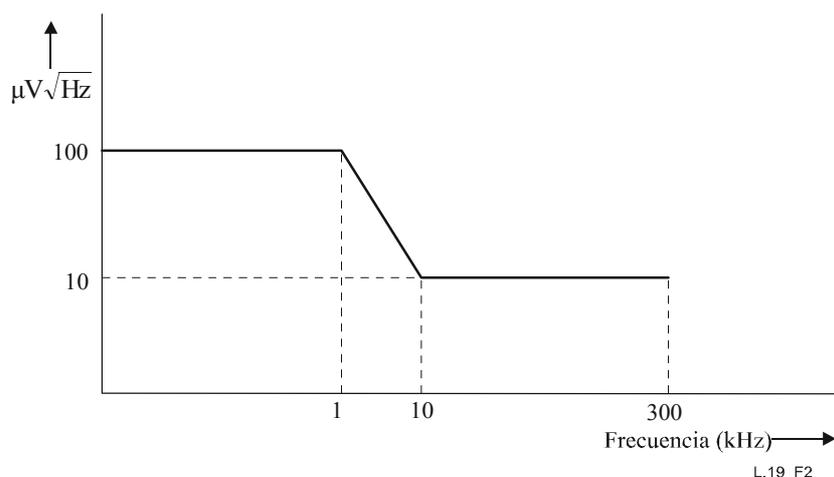
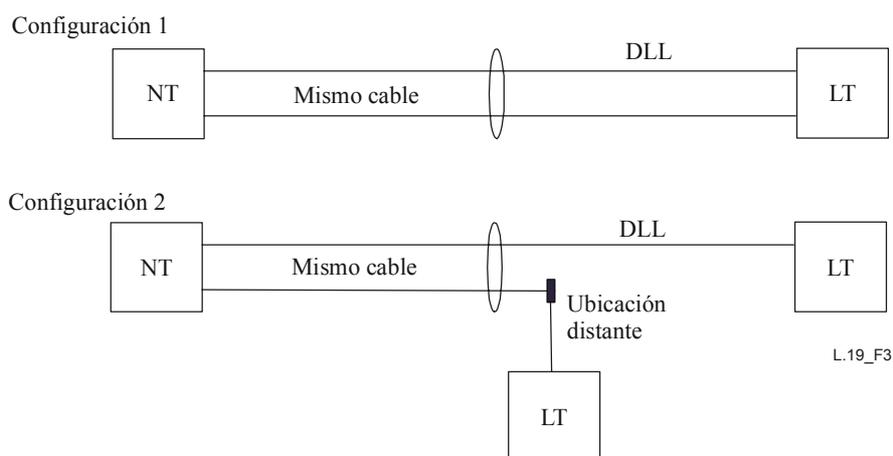


Figura 2/L.19 – Ruido impulsivo

NOTA – Para el sistema ADSL, los límites aceptables de ruido impulsivo quedan en estudio.

6.4 Utilización de una red de cobre multipar para el soporte de servicios múltiples compartidos tales como telefonía tradicional, RDSI y xDSL

La tendencia actual es transmitir, a través de un único cable de cobre multipar, diversos servicios de varios proveedores (desagregación). La introducción de un sistema de transmisión óptica desde la central hasta la ubicación distante está acortando la longitud del bucle local digital entre la LT y la NT, logrando de este modo superar la limitación de distancia y proporcionar velocidades más rápidas. Por consiguiente, en un mismo cable multipar pueden coexistir simultáneamente varios sistemas que utilizan toda la sección o una subsección de la línea de cobre. En la figura 3 se muestran las configuraciones típicas de la línea local digital.



Ubicación distante: lugar donde se encuentra el abonado

Figura 3/L.19 – Configuración de la línea local digital en un entorno multiservicios

Para cada configuración, es necesario contar con una guía de instalación de las tecnologías xDSL adecuada para maximizar la utilización de la línea local sin selección de par.

En el caso de la configuración 1, donde las LT están ubicadas en el mismo punto y, si la atenuación de inserción de la línea local digital para cada servicio corresponde con los valores definidos en el cuadro 3, los sistemas definidos en esta Recomendación (telefonía tradicional, RDSI, xDSL) pueden utilizar simultáneamente un cable multipar. Esto es posible porque cada sistema se ha designado teniendo en cuenta la posible interferencia por diafonía y las perturbaciones aceptables debidas a los sistemas existentes y nuevos.

En el caso de la configuración 2, donde la LT está ubicada en distintas posiciones (con inclusión de las ubicaciones distantes de la red), los sistemas que utilizan frecuencias que se superponen en el mismo sentido (ascendente o descendente) pueden experimentar una fuerte interferencia por diafonía debido a la diferencia de potencia de la señal a lo largo de la línea. Por consiguiente, no es recomendable la utilización común del bucle entre sistemas configurados de esta manera. Cuando no pueda evitarse la aplicación de la configuración 2, deberá tenerse cuidado de mantener el adecuado equilibrio de potencia entre las LT en distintas ubicaciones.

Apéndice I

Derivaciones puenteadas BT: Efecto de las atenuaciones debidas a la longitud de una derivación puentada

El efecto de las atenuaciones debidas a la longitud de una toma puentada se ha simulado para los sistemas indicados a continuación:

I.1 Para el servicio de la **RDSI**, en la figura I.1 aparece las atenuaciones en una línea de transmisión con hilos de calibre 0,40 y 0,50 mm, o una resistencia óhmica de 140,0 y 89,5 Ω /km, respectivamente, en bajas frecuencias con un aislamiento de polietileno (PE, *polyethylene*) y de calibre 0,40 mm (26 AWG) con aislamiento plástico (135,1 Ω /km) y papel (135,2 Ω /km). La línea de transmisión simulada tiene una terminación puramente resistiva de 135 Ω y los valores de las atenuaciones se deben exclusivamente a la presencia de las derivaciones puenteadas. La frecuencia de la señal de prueba transmitida es de 40 kHz y la figura I.1 muestra la atenuación en función de las longitudes de las derivaciones puenteadas, para una velocidad de propagación cuyo valor depende de la frecuencia de la señal y de las características del cable de la línea de transmisión.

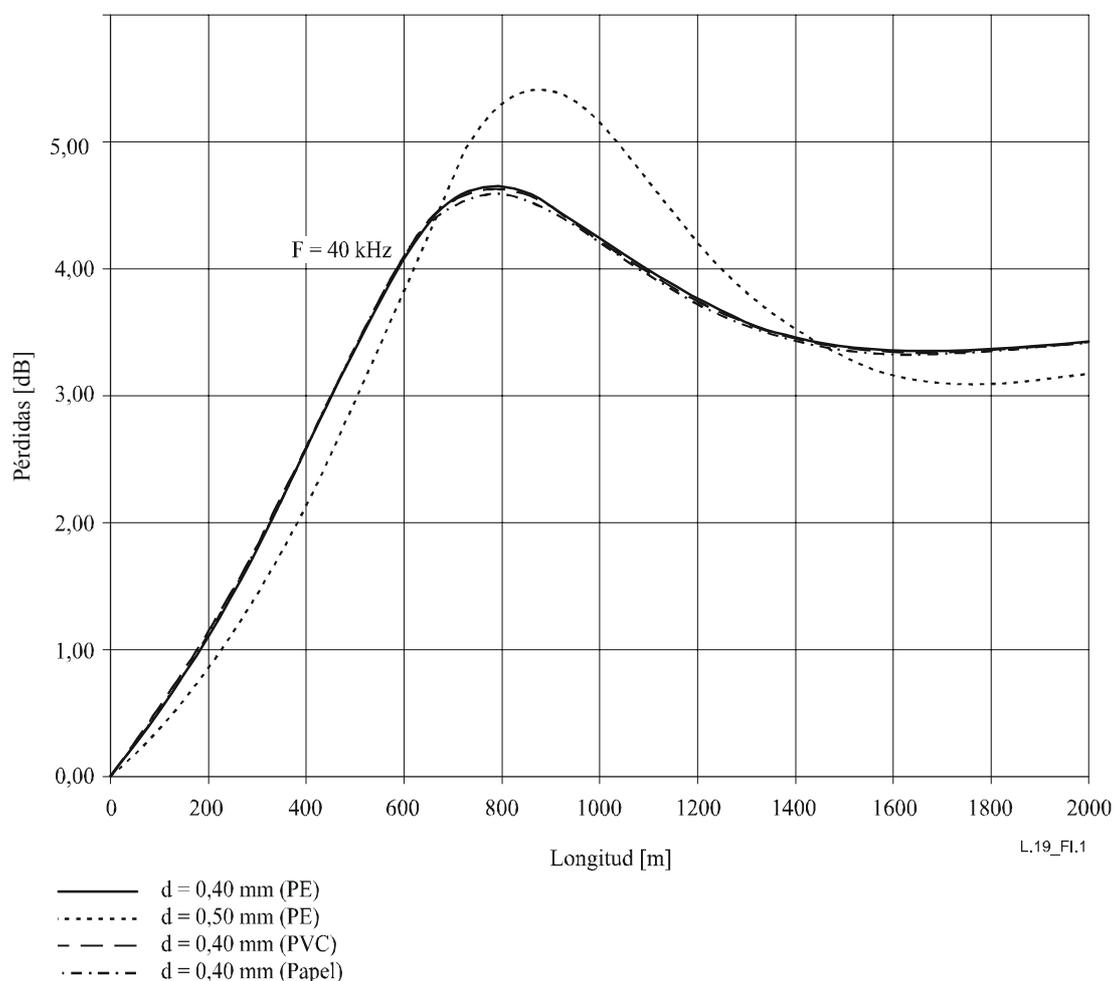


Figura I.1/L.19 – Atenuación debida a las derivaciones puenteadas en una línea de transmisión RDSI (40 kHz)

I.2 Para los sistemas **HDSL**, en la figura I.2 se representan la atenuación en una línea de transmisión con hilos de calibre 0,40 y 0,50 mm, o una resistencia óhmica de 140,0 y 89,5 Ω /km, respectivamente, en bajas frecuencias con aislamiento de polietileno (PE) y de calibre 0,40 mm

(26 AWG) con aislamiento plástico ($135,1 \Omega/\text{km}$) y papel ($135,2 \Omega/\text{km}$). La línea de transmisión simulada tiene una terminación puramente resistiva de 135Ω y los valores de la atenuación se deben exclusivamente a la presencia de las derivaciones puenteadas. La frecuencia de la señal de prueba transmitida es de 150 kHz y en la figura I.2 aparece la atenuación en función de la longitud de las derivaciones puenteadas, para una velocidad de propagación cuyo valor depende de la frecuencia de la señal y de las características del cable de la línea de transmisión.

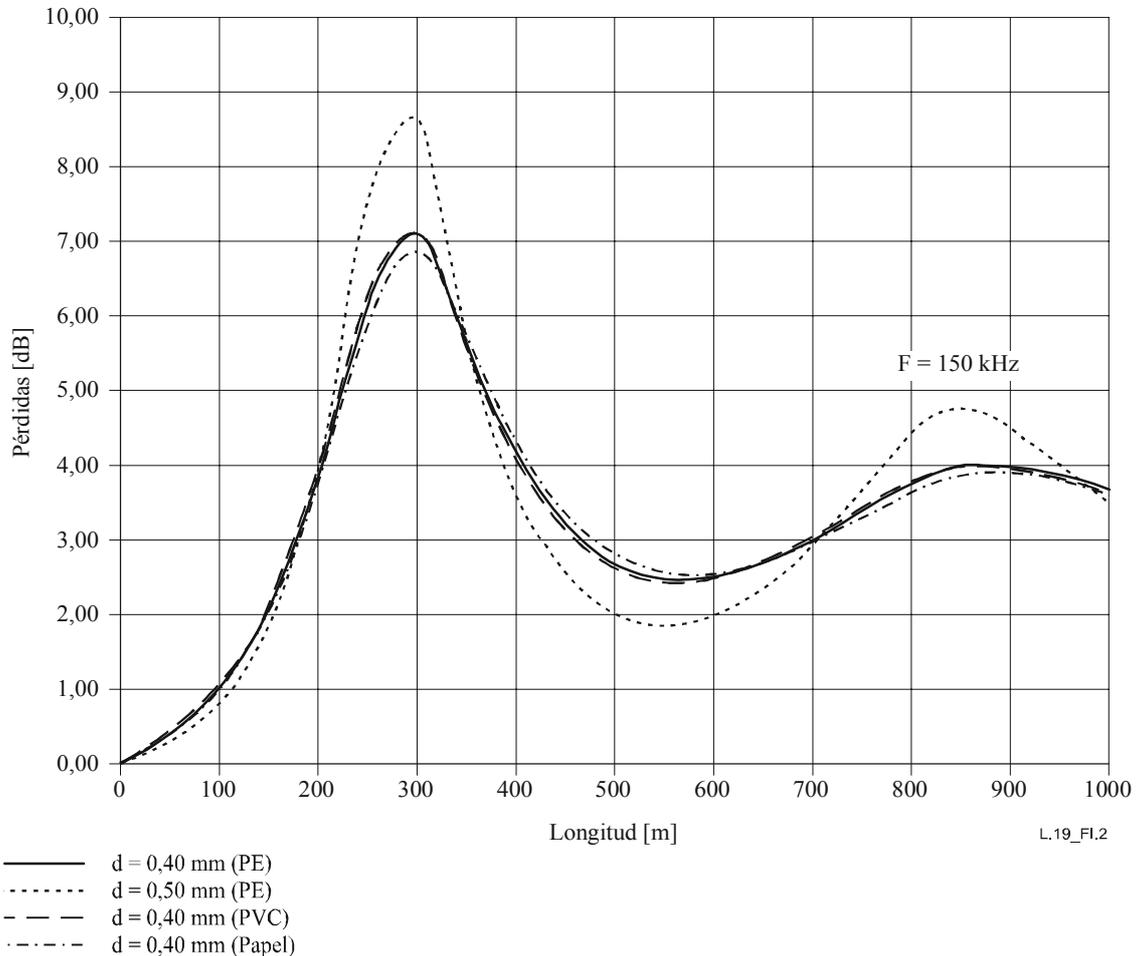


Figura I.2/L.19 – Atenuación debida a las derivaciones puenteadas en un sistema HDSL (150 kHz)

I.3 Para sistemas ADSL y UADSL, en la figura I.3 aparece la atenuación en una línea de transmisión con hilos de calibre 0,40 y 0,50 mm, o una resistencia óhmica de $140,0$ y $89,5 \Omega/\text{km}$ respectivamente, en bajas frecuencias con un aislamiento de polietileno (PE) y de calibre 0,40 mm (26 AWG) con aislamiento plástico ($135,1 \Omega/\text{km}$) y papel ($135,2 \Omega/\text{km}$). La línea de transmisión simulada tiene una terminación resistiva pura de 100Ω y los valores de las atenuaciones se deben exclusivamente a la presencia de las derivaciones puenteadas. La frecuencia de la señal de prueba transmitida es de 300 kHz y en la figura I.3 se representa la atenuación en función de la longitud de las derivaciones puenteadas, para una velocidad de propagación cuyo valor depende de la frecuencia de la señal y de las características del cable de la línea de transmisión.

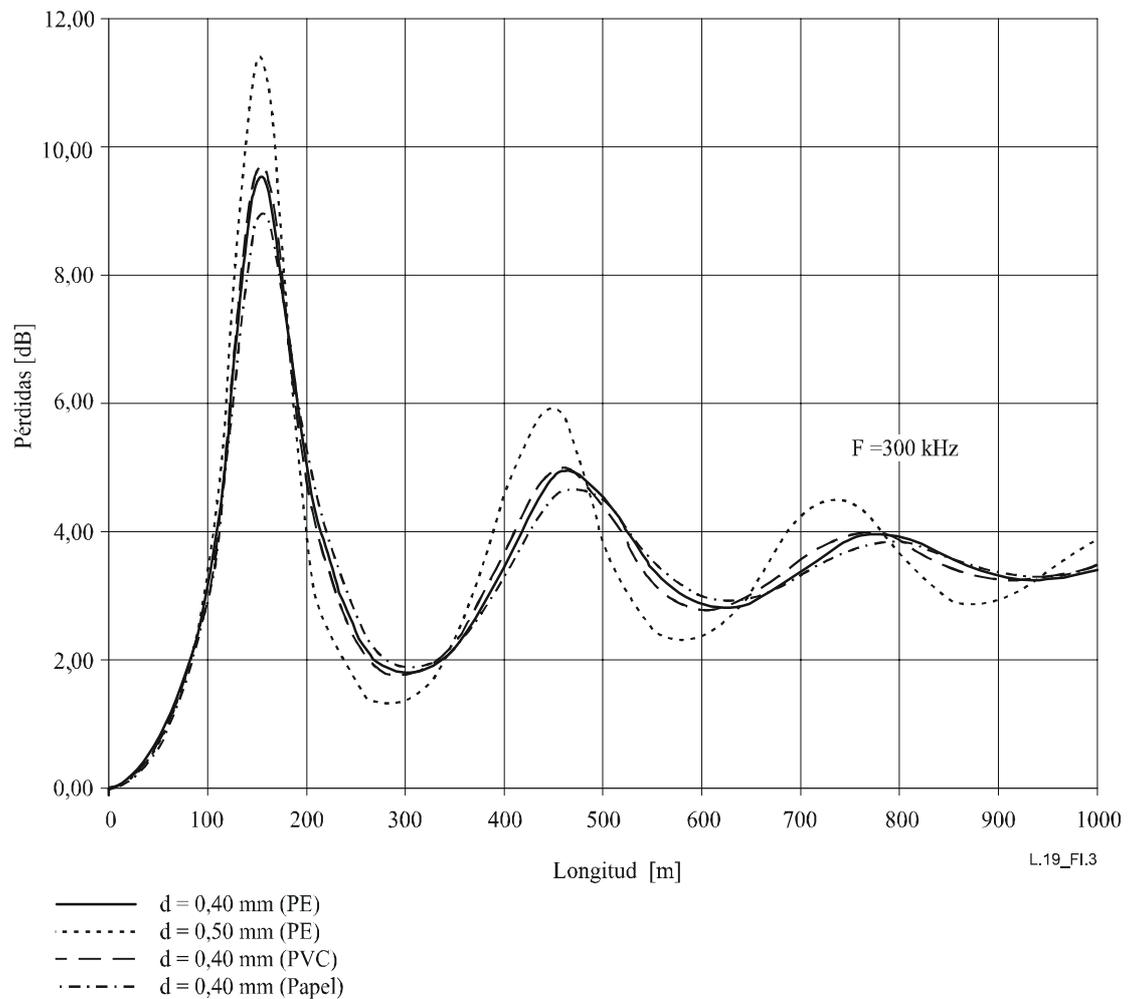


Figura I.3/L.19 – Atenuación debida a las derivaciones puenteadas en sistemas ADSL y UADSL (300 kHz)

La impedancia de la línea de transmisión en el punto de las derivaciones puenteadas tiende a un valor cero para longitudes de las BT iguales a múltiplos impares de $\lambda/4$.

Si las derivaciones puenteadas tienen una gran longitud (superiores a 5λ), y las mismas características que los hilos de la línea de transmisión, se produce una atenuación constante de 3,52 dB (2/3 de la potencia de la señal).

La función de transferencia del circuito no depende de la posición de las derivaciones puenteadas cuando la línea de transmisión está totalmente adaptada.

Sin embargo, la atenuación será distinta cuando no hay adaptación de las líneas de transmisión o cuando los calibres de los hilos varían.

Apéndice II

Experiencia de France Telecom

II.1 Instalación a gran escala de ADSL: proceso de calificación del bucle

La instalación a gran escala de ADSL puede dar lugar a unos costes inaceptables debido a temas inherentes a la explotación tales como prestación del servicio y reparaciones. El asunto principal es determinar si un bucle existente puede o no soportar ADSL. El proceso de responder a la petición de un cliente que solicita un servicio determinado es específico a cada operador de telecomunicaciones y, por consiguiente, no se considera aquí.

II.2 Máximo alcance de los sistemas ADSL

El alcance de un sistema ADSL para una determinada velocidad de transmisión de datos viene fijado por la relación señal/ruido a ambos extremos de la línea de cobre, valor que guarda una estrecha relación con los siguientes parámetros: atenuación en función de la frecuencia, interferencia de RF, paradiafonía y telediafonía.

Las mediciones de ruido en conexiones reales y las simulaciones por ordenador deben ser suficiente para determinar el máximo alcance de un servicio en concreto. Este máximo alcance puede calcularse en términos de atenuación para 300 kHz. Las atenuaciones totales deben estimarse sumando las atenuaciones de las longitudes de los cables de pares de cobre de distintos calibres.

La precisión de esta estimación depende de la fiabilidad de los registros de las pruebas llevadas a cabo en la planta, que deben verificarse previamente.

II.3 Calidad en funcionamiento real de los pares de cobre

Para disminuir los niveles de ruido de RF y de ruido impulsivo, el par de cobre debe estar bien equilibrado. Por razones económicas no es conveniente utilizar un analizador de red. En la mayoría de los casos, las mediciones de prueba eléctrica automáticas se llevan a cabo en las centrales.

Al principio es necesario realizar mediciones de c.a y de c.c. para comprobar que no hay una tensión peligrosa en el par de cobre.

En segundo lugar es preciso efectuar mediciones eléctricas tales como las de la resistencia y la capacidad para verificar si el par está suficientemente equilibrado o no.

- La resistencia se mide entre los dos hilos y entre los dos hilos y tierra utilizando una tensión de continua limitada a 150 voltios.
- Se mide la capacidad entre los dos hilos y tierra utilizando una corriente alterna. Lo más conveniente es realizar la medición a unas pocas decenas de Hz utilizando procesamiento de la señal.

Deberían haberse llevado a cabo mediciones en laboratorio para analizar la correlación entre el desequilibrio longitudinal y la resistencia y la capacidad.

Una resistencia superior a $1\text{ M}\Omega$ y un desequilibrio de la capacidad (Delta C entre el hilo A y tierra y el hilo B y tierra) inferior al 2% aseguran que el cable no sufre daño (por la humedad u otros motivos) y que el desequilibrio longitudinal no provoca interferencia.

Apéndice III

Experiencia de la India

La explotación de la gran red de cobre existente para la prestación de servicios múltiples, además de la telefonía tradicional, está adquiriendo una gran importancia. El ejemplo típico son los diversos tipos de DSL y la RDSI. Es posible que más de un proveedor de servicios hayan de compartir la misma red. Se debe prestar atención a los requisitos de las nuevas redes de cobre que se están añadiendo, aunque puede que no sea a gran escala.

Este tema ha de estudiarse desde dos puntos de vista:

- a) requisitos eléctricos;
- b) requisitos de instalación y mantenimiento.

Requisitos eléctricos

Los parámetros más importantes que han de tenerse en cuenta son:

- Atenuación: Sirve para indicar el calibre del conductor que ha de elegirse o normalizarse. Se prefiere un conductor de cobre de 0,5 mm, puesto que es el calibre más grande que se utiliza en la red. También se propone que el calibre sea uniforme desde el proveedor de servicios hasta el terminal del abonado para facilitar la prestación de servicios cada vez mejores y el mantenimiento de la red. Además, la atenuación dependerá de la longitud del bucle de abonado y, para proporcionar un servicio más fiable y de mayor calidad, es necesario que ésta se limite a un máximo cercano a 4 km. La atenuación que se consigue con un cable PIJF con aislamiento de polietileno se encuentra entre 12 y 4,4 dB por km, para 150 kHz y conductores de entre 0,4 mm y 0,9 mm. El valor típico máximo para un conductor de 0,5 mm es 8,25 dB/km. La atenuación aumenta con la (frecuencia) $1/2$ y la longitud. Para 1 kHz puede llegar a ser de 22 dB/km con un calibre de 0,5 mm.
- Diafonía: La diafonía en la actual red de cobre, formada principalmente por pares trenzados PIJF, puede ser elevada en altas frecuencias. Esto supone que han de seleccionarse cuidadosamente los pares para servicios distintos de los de voz básicos, como RDSI, ADSL, etc., que conlleven una transmisión de datos a alta velocidad. No obstante, el objetivo es alcanzar una utilización del 100% sin realizar selección de pares o modificar los cables. La diafonía se manifiesta como una interferencia en sentido descendente en el cable multipar, por lo que resulta necesario estudiar la capacidad del sistema de tolerar la interferencia, tema que habrá de tratarse junto con el Grupo de Trabajo correspondiente de la CE 15 del UIT-T. La diafonía en la red PIJF existente es la siguiente:
 - Paradiafonía: Menor que 55 dB y paradiafonía de nivel equivalente de 55 dB/km. (La RMS deberá ser menor que 67,8 dB/km, todo ello medido para 150 kHz.)
- Impedancia: El parámetro de impedancia es difícil de definir precisamente en el caso de los cables de pares trenzados. En la práctica, se trata de una función de la frecuencia que puede variar sustancialmente de un par a otro. No obstante, la desadaptación real no afecta seriamente a la calidad de funcionamiento en velocidades de datos de hasta 2 Mbit/s. Para velocidades binarias superiores, es necesario recurrir a la selección de los pares de cables y realizar ajustes.

Requisitos de instalación y mantenimiento

Las consideraciones más importantes son los empalmes y las terminaciones de los cables. Los cables subterráneos generalmente se empalman cada 200 metros. Puesto que se supone que la planta exterior habrá de soportar múltiples tipos de servicios, su calidad y fiabilidad deberán ser muy altas. Se ha visto en múltiples ocasiones que un par que ofrece una calidad de funcionamiento

satisfactoria para los servicios de voz, no se comporta de la misma manera con velocidades de datos altas. El resultado es una fuerte ralentización de la transferencia de datos y, en ocasiones, la desconexión del servicio. En muchos casos, el problema radica en la existencia de pares trenzados y empalmes atornillados.

El método normalizado para realizar empalmes y terminaciones de los conductores utilizando conexión por desplazamiento del aislamiento (IDC, *insulation displacement connection*). Para realizar los empalmes de los cables subterráneos se utilizan conectores IDC discretos y conectores modulares de pares 20/25. Se utilizan módulos IDC para las terminaciones de los cables en el repartidor general, los armarios y los puntos de distribución. Se recomienda vivamente que en la red que se prevé utilizar para altas velocidades de datos, además de los servicios de voz, todos los empalmes de conductores trenzados y empalmes atornillados se sustituyan por conectores IDC.

Generalmente, los cables subterráneos están enterrados a una profundidad de un metro, y resultaría excesivamente oneroso revisar frecuentemente estos cables. El punto débil se encuentra en el empalme de los cables. La aparición de humedad puede degradar fuertemente la calidad de funcionamiento, sobre todo en frecuencias altas. Los manguitos termorretractables son el método más común de aislamiento de los empalmes, ya que si se instalan como es debido proporcionan una protección impermeable. El problema es que se requiere para ello una fuente de calor, generalmente una lámpara de soldar, cuyo manejo ha de realizarse con mucho cuidado en las trincheras.

Cuando va a utilizarse una red de cobre para la transmisión a altas velocidades binarias, habrán de eliminarse algunos elementos de la red introducidos anteriormente para mejorar la calidad de funcionamiento de los servicios vocales, como bobinas de carga, o para dar más flexibilidad a la red, como las derivaciones puenteadas.

Se está revelando muy importante el mantenimiento proactivo, utilizando sistemas de gestión de red (NMS, *network management systems*) distantes y/o centralizados. Es fundamental realizar una revisión periódica de las terminaciones de la planta exterior, como los armarios y los puntos de distribución.

Apéndice IV

Experiencia de Brasil

IV.1 Introducción

La mayoría de las redes de acceso utilizadas por los sistemas de telecomunicaciones existentes se basan principalmente en redes de cobre. Estas redes se previeron en un principio para la transmisión de señales de voz y sistemas de telefonía tradicional (POTS, *plain old telephone service*), y se caracterizan por una línea de transmisión de banda estrecha, atenuaciones e interferencia, todo lo cual limita el alcance máximo, si no se utiliza un regenerador al cabo de pocos kilómetros.

Hay algunos factores de las redes de cobre que deben compensarse a la hora de transmitir señales digitales a velocidades superiores, incluso si no afectan a la banda vocal. Además de la distancia entre el abonado y la central, la presencia de derivaciones puenteadas y cambios en el calibre afectan a las características de transmisión del cable.

La integración a gran escala de componentes electrónicos, así como la mejora de las técnicas de procesamiento digital de la señal, hacen posibles nuevas técnicas de transmisión a alta velocidad a través de pares de cobres simétricos.

Estas nuevas tecnologías permiten incrementar las perspectivas de las aplicaciones en la red de cobre. La unión de redes ópticas y de cobre es posible gracias a una arquitectura mixta para dar servicios con una anchura de banda determinada. Se opta por este método en espera de que la

introducción de la fibra óptica sea más barata. Estas técnicas deben considerarse como la solución y/o la tecnología de transición que hará que los servicios existentes sean más económicos, incentivando así la oferta de nuevos servicios, que tan sólo podrían prestarse a través de la red óptica.

Por consiguiente, las redes de pares de cobre metálicos, que se utilizan hasta el momento como canales de voz, podrán dedicarse a líneas de transmisión de banda ancha, a través de la cual la señal se transmitirá a altas velocidades binarias. Así, la red de pares de cobre metálicos se configurará para soportar nuevos servicios asociados con estas altas velocidades binarias.

IV.2 Requisitos del bucle local

IV.2.1 Resistencia c.c. del enlace

La resistencia c.c. del enlace de los pares metálicos de las redes de cobre que se utilizarán con sistemas HDSL debe ser de 700 Ω , para un hilo de 0,40 mm de diámetro.

Para los sistemas ADSL, la máxima resistencia c.c. del enlace de los pares metálicos de la red de cobre debe atenerse a los límites que se muestran en el cuadro IV.1, para hilos de 0,40 mm de diámetro, y en función de su clase de transporte (2M-1: 6 Mbit/s, 2M-2: 4 Mbit/s, 2M-3: 2 Mbit/s). Las clases de transporte 2M-1, 2M-2 y 2M-3 también se clasifican de acuerdo con el ruido presente en la línea de transmisión. En el modelo de ruido "A" no hay ruido HDB3, mientras que en el modelo de ruido "B", si lo hay.

Cuadro IV.1/L.19 – Valores típicos de la resistencia c.c. máxima de enlace aceptable en los sistemas ADSL

Clase de transporte	Resistencia c.c. del enlace (Ω)
2M-1 (A)	800
2M-1 (B)	490
2M-2 (A)	920
2M-2 (B)	590
2M-3 (A)	960
2M-3 (B)	685

Considerando la resistencia típica c.c. del enlace de los pares con un diámetro de 0,40 mm, que se utilizan en redes de 280 Ω /km con aislamiento de polietileno (PE), el alcance típico es el que se muestra en el cuadro IV.2.

Cuadro IV.2/L.19 – Alcance típico de los sistemas HDSL y ADSL, de acuerdo con la resistencia c.c. máxima del enlace aceptable

Sistemas	Alcance típico [km]
HDSL	2,50
ADSL – 2M-1 (A)	2,86
ADSL – 2M-1 (B)	1,75
ADSL – 2M-2 (A)	3,29
ADSL – 2M-2 (B)	2,11
ADSL – 2M-3 (A)	3,43
ADSL – 2M-3 (B)	2,45

La resistencia c.c. máxima del enlace de los pares metálicos en las redes de cobre para el acceso básico RDSI debe ser de 1300 Ω , para un hilo de 0,40 mm de diámetro.

Considerando la resistencia c.c. típica del enlace de los pares con un diámetro de 0,40 mm que utilizan las redes de Brasil de 280 Ω /km con aislamiento de polietileno (PE), el alcance típico será aproximadamente de 4,65 km.

En el cuadro IV.3 se muestran los valores típicos de la resistencia eléctrica a 20° C de los conductores, que se utilizan en las redes de Brasil con aislamiento de polietileno (PE) para hilos de 0,40 mm y 0,50 mm de diámetro, y con PVC y aislamiento de papel con un calibre de 26 AWG.

Cuadro IV.3/L.19 – Valores típicos de la resistencia eléctrica de los pares de conductores

Resistencia [Ω /km]				
Frecuencia (kHz)	Polietileno 0,40 mm	Polietileno 0,50 mm	PVC 26 AWG	Papel 26 AWG
2,5	280,00	179,02	270,11	270,35
10	280,01	179,24	270,85	270,91
20	280,11	179,97	272,85	272,59
30	281,00	181,16	273,83	273,77
40	281,75	182,79	274,46	274,95
50	282,75	184,82	276,46	277,38
100	290,43	199,61	284,90	286,20
150	302,07	218,72	296,64	298,94
200	316,39	239,13	312,31	315,97
300	349,17	279,17	347,30	353,76
500	417,43	350,24	425,61	437,60
700	481,18	410,91	499,69	515,79
1000	566,52	488,86	596,58	617,34

IV.2.2 Atenuación de inserción

La atenuación de inserción máxima aceptable en los sistemas HDSL es de 30 dB para 150 kHz.

Se muestra en el cuadro IV.4, la atenuación de inserción máxima aceptable de los pares metálicos de la red de cobre que se utilizarán para el sistema ADSL, a 300 kHz, en función de la clase de transporte.

Cuadro IV.4/L.19 – Atenuación de inserción máxima aceptable en los sistemas ADSL

Clase de transporte	Atenuación de inserción máxima [dB]
2M-1 (A)	41
2M-1 (B)	25
2M-2 (A)	47
2M-2 (B)	30
2M-3 (A)	49
2M-3 (B)	35

La atenuación de inserción máxima aceptable para el acceso básico RDSI es de 42 dB para 40 kHz. En el cuadro IV.5 se muestran la atenuación y el alcance típicos para 40 kHz, que es la frecuencia de prueba o referencia del acceso básico RDSI.

Cuadro IV.5/L.19 – Atenuación de inserción y alcance típico de los pares metálicos para el acceso básico RDSI

Diámetro [mm]	Atenuación típica [dB/km]	Alcance típico [km]
0,30	10,4	4,04
0,40	9,0	4,67
0,50	6,2	6,77
0,65	4,0	10,5
0,90	2,3	18,3

El alcance típico que se muestra en el cuadro IV.5 se refiere a una línea de transmisión sin derivaciones puenteadas, cambios de calibre o cualquier otro sistema de conexión. La atenuación se debe únicamente a la atenuación de los medios.

IV.2.3 Atenuación de retorno

La atenuación de retorno, para una terminación a 135 Ω , para 150 kHz, debe ser como mínimo, de 16 dB para los sistemas RDSI.

La atenuación de retorno en función de la frecuencia se define en las publicaciones:

- *Transmission and Multiplexing (TM), High-Bit-rate Digital Subscriber Line (HDSL) transmission system on metallic local lines; HDSL core specification and applications for 2048 kbit/s based access digital sections including HDSL dual-duplex Carrierless Amplitude Phase Modulation (CAP) based system* (Informe técnico de ETSI 1995).
- *ISDN Basic Access Digital Subscriber Lines* (Referencia técnica TR-TSY-000393 de Bellcore).
- *Integrated Services Digital Network (ISDN) – Basic Interface for Use on Metallic Loops for Application at the Network Side of NT, Layer 1 Specification* (T1.601 ANSI, 1998).

IV.2.4 Tasa de errores en los bits (BER)

La tasa de errores en los bits (BER, *bit error rate*) aceptable en los sistemas HDSL, ADSL y en el acceso básico RDSI debe ser inferior o igual a 10^{-7} .

El ruido impulsivo y el acoplamiento electromagnético no deseado en una línea de transmisión son responsables de los errores en los bits durante la transmisión de datos.

IV.2.5 Desequilibrio

En los sistemas HDSL, el desequilibrio en un par metálico de prueba debe ser superior a 42,5 dB para 150 kHz, con una disminución de 5 dB/década al incrementarse la frecuencia.

En los sistemas ADSL, el desequilibrio de un par metálico de prueba debe ser superior a 40 dB en frecuencias situadas entre 20 y 1100 kHz, pero debe ser superior a 60 dB hasta 4 kHz y superior a 55 dB entre 4 y 160 kHz en el caso del acceso básico RDSI.

IV.2.6 Paradiafonía

La atenuación por paradiafonía en los sistemas HDSL debe ajustarse a los límites especificados en el cuadro IV.6, para 150 kHz, en función del número de perturbadores en un grupo de 50 pares.

Cuadro IV.6/L.19 – Atenuación por paradiafonía aceptable

Número de perturbadores	Atenuación mínima [dB]
1	63
10	60
49	54

La atenuación por paradiafonía en el acceso básico RDSI debe atenerse a los límites especificados en el cuadro IV.7 para 40 kHz, en función del número de perturbadores en un grupo de 50 pares.

Cuadro IV.7/L.19 – Atenuación por paradiafonía aceptable

Número de perturbadores	Atenuación mínima [dB]
1	72
10	67
49	63

IV.2.7 Número de pares con HDSL, ADSL y acceso básico RDSI en el mismo cable

La utilización de pares metálicos para HDSL, ADSL y acceso básico RDSI en un cable o en un grupo dentro de un cable queda determinada principalmente por las condiciones de acoplamiento electromagnético a que están sometidos estos pares, al desequilibrio resistivo y capacitivo, a las fuentes electromagnéticas externas y al ruido, el aislamiento, el apantallamiento, y el número de pares en el mismo cable.

El acoplamiento electromagnético y el ruido general suelen clasificarse como factores de degradación aleatorios que, por tanto, no pueden preverse o clasificarse como factores sistemáticos. Esto refleja la dificultad de hacer previsiones o predicciones sobre el número de pares en un mismo cable para cualquier sistema xDSL y el acceso básico RDSI.

IV.2.8 Sistemas de conexión en los pares metálicos

Cualquier parte integrante de los sistemas de conexión en una red de cobre no debe interferir con las características de transmisión de la red para HDSL, ADSL y acceso básico RDSI.

La impedancia característica de las conexiones en una red de cobre no debe alterar la impedancia característica del par metálico y, consecuentemente, incrementar la atenuación de retorno por reflejos.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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