



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.995.1

(02/2001)

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

Secciones digitales y sistemas digitales de línea – Redes
de acceso

**Visión de conjunto de las Recomendaciones
sobre líneas de abonado digitales**

Recomendación UIT-T G.995.1

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

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

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

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

Recomendación UIT-T G.995.1

Visión de conjunto de las Recomendaciones sobre líneas de abonado digitales

Resumen

Esta Recomendación proporciona la orientación necesaria y una visión de conjunto de la familia de Recomendaciones sobre líneas de abonado digitales (DSL), por lo que es informativa. Describe también cómo están relacionadas las distintas Recomendaciones de esta familia. Define también una configuración genérica de referencia de sistema y su relación con los modelos de referencia de sistema de las Recomendaciones sobre DSL. Incluye además la definición de una arquitectura de referencia de protocolo genérica para las Recomendaciones sobre DSL y las derivaciones de las arquitecturas de referencia de protocolo del plano de usuario o del plano de gestión apropiadas para dichas Recomendaciones. Asimismo, se ilustran las opciones de presentación del servicio de datos utilizando las Recomendaciones sobre DSL. Por último, se facilita un glosario de los términos utilizados en dichas Recomendaciones.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.995.1, revisada por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 9 de febrero de 2001.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2002

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

ÍNDICE

Página

1	Alcance	1
2	Historia de la revisión	1
3	Definiciones	1
4	Abreviaturas	1
5	Visión de conjunto de la familia de Recomendaciones sobre DSL	3
5.1	Recomendación UIT-T G.992.1: Transceptores de línea de abonado digital asimétrica	3
5.2	Recomendación UIT-T G.992.2: Transceptores de línea de abonado digital asimétrica sin divisor	5
5.3	Recomendación UIT-T G.991.1: Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad binaria	6
5.4	Recomendación UIT-T G.991.2: Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par	7
5.5	Recomendación UIT-T G.994.1: Procedimiento de toma de contacto para transceptores de línea de abonado digital	7
5.6	Recomendación UIT-T G.997.1: Gestión de capa física para transceptores de línea de abonado digital	8
5.7	Recomendación UIT-T G.996.1: Procedimientos de prueba para transceptores de línea de abonado digital	8
5.8	Relación entre las Recomendaciones sobre DSL	8
6	Configuración de referencia para las Recomendaciones de la serie G.99x	10
6.1	Configuración de referencia genérica	10
6.1.1	Relación de la configuración de referencia genérica con las Recomendaciones UIT-T de la serie G.99x	11
6.2	Arquitectura de protocolo estratificado de referencia para las Recomendaciones UIT-T de la serie G.99x	18
7	Ilustración de servicios de datos que utilizan las Recomendaciones sobre DSL	22
7.1	Conexión de datos de extremo a extremo	23
7.2	Ilustración de opciones de presentación de servicios	23
7.2.1	Presentación de servicios en la interfaz T	23
7.2.2	Presentación de servicios en la interfaz U	24
8	Glosario de las Recomendaciones sobre DSL	25
	Apéndice I – Bibliografía	28

Recomendación UIT-T G.995.1

Visión de conjunto de las Recomendaciones sobre líneas de abonado digitales

1 Alcance

Esta Recomendación da una visión de conjunto de la familia de Recomendaciones sobre líneas de abonado digitales (DSL). Describe las relaciones existentes entre las diferentes Recomendaciones sobre DSL. Define asimismo una referencia genérica de sistema y una configuración de referencia de protocolo para las Recomendaciones DSL y las relaciona con los modelos de referencia de sistema de las Recomendaciones DSL. La presente Recomendación tiene carácter informativo y no supone ningún requisito específico.

2 Historia de la revisión

En esta revisión de UIT-T G.995.1 se añaden más cláusulas y textos con respecto a UIT-T G.991.2 y el anexo H/G.992.2. Concretamente, se añade lo siguiente:

- Nuevo texto en la cláusula 5.1 que introduce el anexo H/G.992.1.
- La cláusula 5.4 que introduce UIT-T G.991.2.
- Nuevo texto en la cláusula 5.8 que describe la relación entre UIT-T G.991.2 y el anexo H/G.992.1 y las Recomendaciones sobre DSL existentes.
- La cláusula 6.1.1.4 que trata de la alineación del modelo de referencia del sistema G.991.2 con la configuración de referencia G.995.1.
- Nuevo texto en la cláusula 6.2 que describe la arquitectura de referencia del protocolo del plano de usuario para UIT-T G.991.2.

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 Recomendaciones sobre líneas de abonado digitales: La familia de Recomendaciones UIT-T G.991.1, G.992.1, G.992.2, G.994.1, G.995.1, G.996.1 y G.997.1.

3.2 XDSL: Cualquiera de los diversos tipos de líneas de abonado digitales.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

2B1Q	Código de línea 2 binario 1 cuaternario (<i>2 binary 1 quaternary</i>)
ADSL	Línea de abonado digital asimétrica (<i>asymmetric digital subscriber line</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATU	Unidad de transceptor de ADSL (<i>ADSL transceiver unit</i>)
ATU-C	Unidad de transceptor de ADSL, extremo de central (<i>ADSL transceiver unit-central office end</i>)
ATU-R	Unidad de transceptor de ADSL, extremo de terminal distante (<i>ADSL transceiver unit-remote terminal end</i>)
C	Circuito común

CAP	Modulación de amplitud y fase sin portadora (<i>carrier-less amplitude and phase</i>)
CO	Central (<i>central office</i>)
CPE	Equipo en las instalaciones del cliente (<i>customer premises equipment</i>)
DLL	Línea local digital (<i>digital local line</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
GII	Infraestructura mundial de la información (<i>global information infrastructure</i>)
H	Transceptor HDSL (<i>HDSL transceiver</i>)
HDSL	Línea de abonado digital de gran velocidad binaria (<i>high bit rate digital subscriber line</i>)
h-p	Paso alto (<i>high-pass</i>)
HSS-TC	Convergencia de transmisión específica de toma de contacto (<i>handshake specific-transmission convergence</i>)
HSTU	Unidad de transceptor de toma de contacto (<i>handshake transceiver unit</i>)
HSTU-C	Unidad de transceptor de toma de contacto, extremo de central (<i>handshake transceiver unit-central office end</i>)
HSTU-R	Unidad de transceptor de toma de contacto, extremo de terminal distante (<i>handshake transceiver unit-remote terminal end</i>)
I	Interfaz
ISP	Proveedor de servicio Internet (<i>Internet service provider</i>)
l-p	Paso bajo (<i>low-pass</i>)
LTU	Unidad de terminación de línea (<i>line termination unit</i>)
M	Correspondencia (<i>mapping</i>)
MPS-TC	Capa de convergencia de transmisión específica del protocolo de gestión (<i>management protocol specific-transmission convergence</i>)
NT1	Terminación de red 1 (<i>network termination 1</i>)
NT2	Terminación de red 2 (<i>network termination 2</i>)
NTU	Unidad de terminación de red (<i>network termination unit</i>)
PHY	Capa física (<i>physical layer</i>)
PMD	Dependiente de los medios físicos (<i>physical media dependent</i>)
PMS-TC	Capa de convergencia de transmisión específica de medios físicos (<i>physical media specific-transmission convergence</i>)
POTS	Servicio telefónico ordinario (<i>plain old telephone service</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
REG	Regenerador
SM	Módulo de servicio (<i>service module</i>)
SNI	Interfaz de nodo de servicio (<i>service node interface</i>)
STM	Modo de transferencia síncrono (<i>synchronous transfer mode</i>)
TA	Adaptador de terminal (<i>terminal adapter</i>)
TC	Convergencia de transmisión (<i>transmission convergence</i>)

TCM	Múltiplex con compresión en el tiempo (<i>time compressed multiplex</i>)
TPS-TC	Capa de convergencia de transmisión específica del protocolo de transporte (<i>transport protocol specific-transmission convergence</i>)
XNI	Interfaz de red de acceso (<i>access network interface</i>)
XTU	Unidad de transceptor xDSL (<i>xDSL transceiver unit</i>)
XTU-C	Extremo de central de la unidad de transceptor xDSL (<i>xDSL transceiver unit-central office end</i>)
XTU-R	Extremo de terminal distante de la unidad de transceptor xDSL (<i>xDSL transceiver unit-remote terminal end</i>)

5 Visión de conjunto de la familia de Recomendaciones sobre DSL

La familia de Recomendaciones sobre DSL comprende las siguientes: UIT-T G.992.1, G.992.2, G.991.1, G.991.2, G.996.1, G.994.1, G.997.1, y G.995.1. En UIT-T G.991.1, G.991.2, G.992.1, y G.992.2 se describen técnicas para transmitir una gama de velocidades binarias altas por la red local existente de cables de cobre para distancias relativamente cortas y velocidades binarias relativamente más bajas para distancias largas. Las Recomendaciones UIT-T G.994.1, G.996.1, y G.997.1 soportan UIT-T G.992.1 y G.992.2 proporcionando los procedimientos comunes de toma de contacto, gestión y prueba. Estas Recomendaciones contienen requisitos obligatorios, recomendaciones y opciones, que se designan por el tiempo del verbo en futuro y en condicional, respectivamente. El tiempo futuro se utiliza solamente para designar eventos que se producen bajo algún conjunto de circunstancias definido.

En las cláusulas 5.1 a 5.7 se presentan las Recomendaciones sobre DSL. En la cláusula 5.8 se describe la relación de estas Recomendaciones entre sí.

5.1 Recomendación UIT-T G.992.1: Transceptores de línea de abonado digital asimétrica

La Recomendación UIT-T G.992.1 especifica las características de capa física de la interfaz de línea de abonado digital asimétrica (ADSL, *asymmetric digital subscriber line*) con bucles metálicos. Esta Recomendación se ha elaborado para asegurar la interconexión e interfuncionamiento apropiados de las unidades de transmisión ADSL en el extremo del cliente (ATU-R) y en el extremo de la entidad operadora de red (ATU-C), así como para definir la capacidad de transporte de las unidades. Se ha de asegurar el funcionamiento apropiado cuando estas dos unidades han sido fabricadas y suministradas independientemente.

Se utiliza un par torcido de hilos telefónicos para conectar el ATU-C con el ATU-R. Las unidades de transmisión ADSL deben tratar una variedad de características de pares de hilos y degradaciones típicas (por ejemplo, diafonía y ruido). El sistema de transmisión está diseñado para funcionar por pares de cables metálicos torcidos a dos hilos con calibres mixtos. La Recomendación UIT-T G.992.1 se basa en la utilización de cables sin bobinas de carga, pero las derivaciones de puente son aceptables en todas las situaciones, salvo en algunas poco usuales.

Una unidad de transmisión ADSL puede transportar simultáneamente lo siguiente: circuitos portadores símplex hacia el destino, circuitos portadores dúplex, un canal dúplex analógico en banda de base y tara de línea ADSL para alineación de trama, control de errores, operaciones y mantenimiento. La Recomendación UIT-T G.992.1 soporta una velocidad de datos mínima neta de 6,144 Mbit/s hacia el destino y de 640 kbit/s hacia el origen.

Se especifican dos categorías de calidad de funcionamiento. La categoría I se requiere para conformidad con UIT-T G.992.1; las opciones de mejora de la calidad de funcionamiento no se requieren para los equipos de la categoría I. La categoría II es una calidad de funcionamiento de

nivel más alto. La calidad de funcionamiento y las características de la categoría II no se requieren para conformidad con UIT-T G.992.1.

ADSL proporciona una variedad de canales portadores junto con otros servicios:

- Transmisión ADSL por el mismo par con transmisión en banda vocal (que incluye servicios telefónicos ordinarios y de datos en banda vocal).
- Transmisión ADSL por el mismo par con la RDSI, según se define en los apéndices I y II/G.961. La ADSL ocupa una banda de frecuencias por encima de la RDSI, y está separada de ésta mediante filtrado.
- Transmisión ADSL por el mismo par con transmisión en banda vocal (que incluye servicios telefónicos ordinarios y de datos en banda vocal), y con la RDSI en un par adyacente según se define en el apéndice III/G.961.
- En el sentido de la entidad operadora de red a las instalaciones del cliente (es decir, hacia el destino) los canales portadores pueden ser canales portadores dúplex de baja velocidad y canales portadores símplex de alta velocidad; en el otro sentido (es decir, hacia el origen) sólo se proporcionan canales portadores de baja velocidad.

Concretamente, UIT-T G.992.1:

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

Asimismo, en los anexos:

- describe la técnica de transmisión utilizada para soportar el transporte simultáneo por un solo par torcido de servicios en banda vocal, y canales portadores símplex y dúplex;
- describe la técnica de transmisión utilizada para soportar el transporte simultáneo por un solo par torcido de servicios de la RDSI según se define en los apéndices I y II/G.961, y canales portadores símplex y dúplex;
- describe la técnica de transmisión utilizada para soportar el transporte simultáneo por un solo par torcido de servicios en banda vocal y canales portadores símplex y dúplex cuando éstos están sujetos a diafonía procedente de la RDSI, según se define en el apéndice III/G.961;
- describe especificaciones que son exclusivas de los transceptores de línea de abonado digital simétrica sincronizada (SSDSL, *synchronized symmetric digital subscriber line*) que se utilizan en el mismo grupo de enlace que un sistema múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI (TCM-RDSI) tal como se define en el apéndice III/G.961. Este método de transmisión SSDSL permite velocidades de datos simétricas en la gama de 192 kbit/s a 1,6 Mbit/s con granularidad de 32 kbit/s utilizando un esquema sincronizado con TCM-RDSI. Se puede soportar la capacidad de transporte de datos STM de 1,544 Mbit/s.

La Recomendación UIT-T G.992.1 define varias capacidades y características facultativas:

- compensación de eco;
- modulación codificada en rejilla;
- temporización de bucles en el ATU-C o en el ATU-R;
- latencia doble;
- transporte de una referencia de temporización de red;
- transporte de STM y/o ATM;
- modos de alineación de tramas con tara reducida.

Mediante la negociación que se efectúa durante la inicialización, UIT-T G.992.1 en combinación con UIT-T G.994.1 proporciona compatibilidad e interoperabilidad de la interfaz U entre transceptores conformes a UIT-T G.992.1 y entre los transceptores que incluyen diferentes combinaciones de opciones.

5.2 Recomendación UIT-T G.992.2: Transceptores de línea de abonado digital asimétrica sin divisor

La Recomendación UIT-T G.992.2 describe un sistema de transmisión que interconecta la red de telecomunicaciones y las instalaciones de cliente, desde el punto de vista de su interacción y características eléctricas. Los requisitos de esta Recomendación se aplican solamente a una línea de abonado digital asimétrica que permite proporcionar transmisión en banda vocal simultánea, a saber, servicio telefónico ordinario (POTS), transmisión de datos de la serie V, y varios canales digitales.

Se utiliza un par torcido de hilos telefónicos para conectar el ATU-C con el ATU-R. Las unidades de transmisión ADSL deben tratar una variedad de características de pares de hilos y degradaciones típicas (por ejemplo, diafonía y ruido). El sistema de transmisión está diseñado para funcionar por pares de cables metálicos torcidos a dos hilos con calibres mixtos y por el cableado de los locales de cliente. La Recomendación UIT-T G.992.2 se basa en la utilización de cables sin bobinas de carga, pero se aceptan derivaciones de puente en todas las situaciones, salvo en algunas poco usuales.

La unidad de transmisión G.992.2 puede transportar simultáneamente un circuito portador simplex hacia el destino y hacia el origen, un canal dúplex analógico de banda de base y tara de línea ADSL para alineación de trama, control de errores, operaciones y mantenimiento. Soporta velocidades de datos máximas netas de 1,536 Mbit/s hacia el destino y de 512 kbit/s hacia el origen.

Concretamente, UIT-T G.992.2:

- define el código de línea y la composición espectral de las señales transmitidas por el ATU-C y el ATU-R;
- especifica las señales de transmisión en el ATU-C y en el ATU-R;
- describe las especificaciones eléctricas de la interfaz de red;
- describe la organización en tramas de los datos transmitidos y recibidos;
- define las funciones del canal de operaciones;
- define las funciones de interfaz del ATU-R a los módulos de servicio;
- define la subcapa de convergencia de transmisión para el transporte de ATM;
- define el procedimiento de reacondicionamiento rápido en el caso de teléfonos descolgados no lineales en un entorno sin divisores;
- define los procedimientos de ahorro de alimentación de energía para los equipos en los locales del cliente y en la CO;
- define la temporización de bucle en el ATU-R.

Asimismo, en sus anexos separados:

- describe la técnica de transmisión utilizada para soportar el transporte simultáneo por un solo par torcido de servicios en banda vocal y canales portadores simplex hacia el origen y hacia el destino;
- describe la técnica de transmisión utilizada para soportar el transporte simultáneo por un solo par torcido de servicios en banda vocal y canales portadores simplex hacia el origen y hacia el destino cuando éstos están sujetos a diafonía producida por TCM-RDSI, según se define en el apéndice III/G.961;
- describe la técnica de transmisión para soportar el transporte simultáneo por un solo par torcido de los servicios de la RDSI definidos en los apéndices I y II/G.961, y los canales portadores simplex hacia el origen y hacia el destino quedan en estudio.

La Recomendación UIT-T G.992.2 define las siguientes capacidades y características facultativas:

- transporte de una referencia de temporización de red.

Mediante la negociación durante la inicialización, UIT-T G.992.2 proporciona la compatibilidad e interoperabilidad de la interfaz U entre transceptores conformes a UIT-T G.992.2 y entre los transceptores que incluyen diferentes combinaciones de opciones.

5.3 Recomendación UIT-T G.991.1: Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad binaria

La Recomendación UIT-T G.991.1 describe una técnica de transmisión denominada línea de abonado digital de alta velocidad binaria (HDSL, *high bit rate digital subscriber line*) como un medio para transportar varios tipos de aplicaciones. La presente Recomendación define los requisitos del sistema de transmisión HDSL, la calidad de funcionamiento y los requisitos y procedimientos de mantenimiento HDSL.

Un sistema de transceptor HDSL es un transceptor bidireccional de dos hilos para hilos metálicos que utiliza el método de compensación de eco. Se pueden emplear tres sistemas, uno que transporta una velocidad binaria de 784 kbit/s por cada uno de los dos o tres pares utilizados en paralelo, un segundo sistema con una velocidad binaria superior a 1168 kbit/s y sólo dos pares en paralelo, y un tercero con una velocidad binaria aún mayor de 2320 kbit/s por un par solamente.

El código de línea de los sistemas especificados en UIT-T G.991.1 es 2B1Q y la modulación de amplitud y fase sin portadora (CAP, *carrier-less amplitude and phase*). Los implementadores pueden elegir una u otra de estas alternativas, sólo hay que emplear un código de línea en un sistema de transmisión.

En el texto principal de UIT-T G.991.1 se describen las aplicaciones con 2B1Q para 2048 kbit/s. En el anexo A/G.991.1, se describe la estructura de trama G.704 para aplicaciones a 1544 kbit/s por dos pares. Los sistemas que utilizan un código de línea CAP se tratan en el anexo B/G.991.1.

La Recomendación UIT-T G.991.1 define el circuito común para combinar y controlar uno, dos o tres sistemas de transceptores HDSL, dependiendo de la velocidad binaria del sistema de transceptores utilizado. El circuito común y el número necesario de sistemas de transceptores HDSL forman el núcleo HDSL, que es independiente de las posibles aplicaciones.

La Recomendación UIT-T G.991.1 no especifica todos los requisitos para la implementación de la NTU, la LTU o el REG. Sólo describe la funcionalidad necesaria.

En los apéndices a UIT-T G.991.1 se dan ejemplos de varios servicios de telecomunicaciones que pueden ser soportados.

5.4 Recomendación UIT-T G.991.2: Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par

En la Recomendación UIT-T G.991.2 se describe un método de transmisión simétrica para el transporte de datos en las redes de acceso a las telecomunicaciones. Los transceptores que figuran en dicha Recomendación están diseñados para el funcionamiento dúplex por pares de cables metálicos trenzados de dos hilos con calibre mixto. Para aplicaciones de mayor alcance se puede soportar el funcionamiento a cuatro hilos. También se especifican con carácter optativo regeneradores de señales para el funcionamiento en dos pares y en un solo par. Los transceptores G.991.2 son capaces de soportar velocidades de datos de usuario simétricas seleccionadas en la gama de 192 kbit/s a 2312 kbit/s en incrementos de 8 kbit/s y un modo de funcionamiento a 4 hilos optativo que puede soportar velocidades de datos de usuario de 384 kbit/s a 4624 kbit/s en incrementos de 16 kbit/s utilizando un código de línea con modulación de amplitud de impulsos con codificación reticular (TC-PAM, *trellis coded pulse amplitude modulation*). Los requisitos de cada región pueden limitar las velocidades de datos que se utilizan para un usuario determinado. Los transceptores G.991.2 están diseñados para ser compatibles desde el punto de vista del espectro con otras tecnologías de transmisión desplegadas en la red de acceso, comprendidas otras tecnologías DSL indicadas en UIT-T G.991.1, G.992.1 y G.992.2. Dichos transceptores no soportan la utilización de tecnologías analógicas de división para la coexistencia con la RDSI o los servicios telefónicos ordinarios (POTS). En anexos separados se especifican los requisitos regionales, con inclusión de las diferencias funcionales o los requisitos de calidad de funcionamiento. El método de transmisión simétrica para el transporte de datos en redes con el actual servicio TCM-RDSI (tal como se indica en el apéndice III/G.961) figura en el anexo H/G.992.1 y se toma como referencia en el anexo C/G.991.2.

Las principales características de UIT-T G.991.2 pueden resumirse del modo siguiente:

- disposiciones para el funcionamiento dúplex por pares metálicos trenzados de dos hilos con calibre mixto u, optativamente, de cuatro hilos;
- especificación de la funcionalidad de capa física, por ejemplo, códigos de línea y corrección de errores sin canal de retorno;
- especificación de la funcionalidad de capa de enlace de datos, por ejemplo, sincronización y alineación de tramas de aplicación y datos sobre explotación y mantenimiento;
- disposiciones para el uso optativo de repetidores con el fin de ampliar el alcance;
- disposiciones para la compatibilidad en materia de espectro con otras tecnologías de transmisión desplegadas en la red de acceso;
- disposiciones para cumplir con los requisitos regionales, con inclusión de las diferencias funcionales y los requisitos de calidad de funcionamiento.

5.5 Recomendación UIT-T G.994.1: Procedimiento de toma de contacto para transceptores de línea de abonado digital

La Recomendación UIT-T G.994.1 define las señales y los mensajes y procedimientos para intercambiar éstos entre equipos de línea de abonado digital (DSL, *digital subscriber line*) cuando hay que establecer y seleccionar automáticamente los modos de funcionamiento de los equipos, pero antes que se intercambien señales que son específicas de una determinada Recomendación relativa a DSL.

Las principales características de UIT-T G.994.1 son:

- a) la utilización en bucles locales metálicos;
- b) las disposiciones para intercambiar información de capacidades entre equipos DSL con miras a identificar modos de funcionamiento comunes;

- c) las disposiciones para que los equipos DSL en cualquiera de los dos extremos del bucle seleccionen un modo de funcionamiento común o pidan al otro extremo que seleccione el modo;
- d) las disposiciones para intercambiar información no normalizada entre equipos DSL;
- e) las disposiciones para intercambiar y pedir información relacionada con el servicio y la aplicación;
- f) el soporte de los modos de transmisión dúplex y semidúplex.

5.6 Recomendación UIT-T G.997.1: Gestión de capa física para transceptores de línea de abonado digital

La Recomendación UIT-T G.997.1 especifica la gestión de la capa física y el canal de operaciones insertado claro para los sistemas de transmisión ADSL basados en la utilización de los bits indicadores y mensajes eoc definidos en UIT-T G.992.x. Especifica los elementos de gestión de red y su contenido para la gestión de la configuración, de las averías y de la calidad de funcionamiento.

5.7 Recomendación UIT-T G.996.1: Procedimientos de prueba para transceptores de línea de abonado digital

La Recomendación UIT-T G.996.1 describe los procedimientos de prueba para las Recomendaciones UIT-T de la serie G.99x. Proporciona las descripciones de los procedimientos de prueba, las configuraciones de prueba, los bucles de prueba y modelos de diafonía. Las Recomendaciones UIT-T G.992.1 y G.992.2 hacen referencia a UIT-T G.996.1 para los procedimientos y configuraciones de prueba. Los requisitos de calidad de funcionamiento para UIT-T G.992.1 y G.992.2 se esbozan en cada una de las respectivas Recomendaciones.

5.8 Relación entre las Recomendaciones sobre DSL

Las Recomendaciones sobre DSL se relacionan entre sí como se explica a continuación.

Las Recomendaciones UIT-T G.992.1, G.992.2, G.991.1 y G.991.2 son especificaciones de interfaz de capa física de líneas digitales metálicas para utilización en instalaciones de pares de cobre torcidos. Todas estas especificaciones tratan de la transmisión de datos digitales por el par de cobre. Sin embargo, el tipo de aplicaciones, la gama de velocidades de datos, la simetría o asimetría en los dos sentidos y la cobertura de la instalación del bucle, así como las tecnologías de código de línea, son los que establecen la diferencia entre ellas. Desde la perspectiva de la simetría, UIT-T G.991.1 y G.991.2 proporcionan velocidades de datos simétricas mientras que UIT-T G.992.1 y G.992.2 proporcionan velocidades de datos asimétricas en el sentido hacia el origen y hacia el destino. G.991.1 y G.991.2 no permiten la transmisión simultánea de sistemas G.991.1 o G.991.2 y de transmisiones en banda vocal. Un sistema G.991.1 totalmente equipado está formado por un servicio de datos de velocidades simétricas a 2320 kbit/s, dos a 1168 kbit/s, o dos o tres a 784 kbit/s. Los sistemas G.991.2 soportan una gama de velocidades de datos de usuario simétricas de 192-2312 kbit/s por un solo par de hilos de cobre trenzados. Los sistemas G.992.1 soportan una velocidad de datos mínima hacia el destino de 6,144 Mbit/s y de 640 kbit/s hacia el origen. Los sistemas G.992.2 soportan una velocidad de datos máxima de 1,536 Mbit/s hacia el destino y de 512 kbit/s hacia el origen. Las velocidades de datos para los sistemas G.992.1 y G.992.2 son simétricas. Los sistemas G.992.1 tienen una relación de asimetría más alta del destino hacia el origen que los sistemas G.992.2. Desde la perspectiva de la cobertura de instalaciones de bucles, el sistema G.991.1 tiene una longitud de bucle más corta en comparación con los sistemas G.991.2, G.992.1 y G.992.2. La longitud del bucle G.991.1 puede ser aumentada mediante el uso de regeneradores. Los regeneradores no se especifican en los bucles G.992.1 y G.992.2. Se permiten derivaciones de puente en los bucles G.991.1, G.992.1 y G.992.2. Desde la perspectiva de las aplicaciones, los sistemas G.991.1 se utilizan más a menudo para aplicaciones comerciales. Los sistemas G.992.1 se pueden utilizar para aplicaciones comerciales y residenciales. La gran anchura

de banda hacia el destino de los sistemas G.992.1 es adecuada para facilitar algunas de las aplicaciones de difusión, tales como vídeo a petición. Son posibles otras aplicaciones de datos, con la restricción de velocidades de datos más bajas hacia el origen en comparación con los sistemas G.991.1. Los sistemas G.992.2 se centran principalmente en instalaciones simplificadas y resultan adecuados para el acceso a Internet a alta velocidad cuando se compara con la transmisión de datos en banda vocal. G.991.1, G.992.1 y G.992.2 especifican las velocidades binarias fijadas como objetivo o que pueden lograrse y que en consecuencia son adecuadas para numerosas aplicaciones. G.992.2 y G.992.1 utilizan los mismos principios de código de línea DMT. G.991.1 proporciona la opción de un código de línea 2B1Q o CAP.

En algunos aspectos, UIT-T G.992.1 y G.992.2 están estrechamente relacionadas. En otros aspectos son diferentes. La estrecha relación entre ambas consiste en la utilización del mismo código de línea DMT del núcleo y sus parámetros asociados. Los sistemas G.992.2 han sido desarrollados tomando en consideración la posible interoperabilidad con los sistemas UIT-T G.992.1. La Recomendación UIT-T G.992.2 se basa en modificaciones de UIT-T G.992.1 para satisfacer los objetivos clave de menor complejidad de los equipos, menor consumo de energía y operación sin divisores. Se está considerando ampliar el alcance de UIT-T G.992.2 para futuras revisiones o modificaciones de dicha Recomendación. Algunas de las características que diferencian a G.992.2 son el tamaño reducido de IDFT para el transmisor hacia el destino, el conjunto más pequeño de parámetros para la codificación FEC y el entrelazado así como la estructura de alineación de trama reducida más simple. Otras características específicas de los sistemas G.992.2 son los mecanismos de reacondicionamiento rápido y de economía de alimentación. El procedimiento de reacondicionamiento rápido se utiliza para aquellas situaciones en las cuales un teléfono no lineal es descolgado cambiando así las características del canal de una manera importante en un entorno sin divisores.

Cuando un par trenzado está sujeto a diafonía procedente de TCM-RDSI, tal como se define en el apéndice III/G.961, en los anexos C/G.992.1 y G.992.2 se describen las técnicas de transmisión asimétrica sincronizadas con múltiplex con compresión en el tiempo de RDSI (TCM-RDSI). En el anexo H/G.992.1 se describe la técnica de transmisión simétrica cuando está sujeta a diafonía procedente de TCM-RDSI. En dicho anexo H se especifica el código de línea DMT sincronizado con TCM-RDSI como una extensión simétrica del anexo C/G.992.1. El anexo C/G.991.2 está relacionado con el anexo H/G.992.1.

Las Recomendaciones UIT-T G.991.1 y G.991.2 están relacionadas en el sentido de que ambas se ocupan de la transmisión de datos simétricos de usuario por hilos de cobre metálicos, soportan la sustitución de T1 y E1 y otras aplicaciones comerciales por dos pares de hilos de cobre metálicos y no soportan la utilización de tecnologías analógicas de división para la coexistencia con la RDSI o los servicios telefónicos convencionales. No obstante, UIT-T G.991.2 y G.991.1 son distintas ya que UIT-T G.991.2 soporta una gama de velocidades de datos de usuario a partir de 192-2312 kbit/s por un solo par de hilos de cobre trenzado, en tanto que UIT-T G.991.1 soporta únicamente datos de usuario de 2048 y 1544 kbit/s. También son distintas las tecnologías de transmisión: en UIT-T G.991.2 se utiliza la modulación de amplitud de impulsos con codificación reticular (TC-PAM) en tanto que en UIT-T G.991.1 se indican los códigos de línea 2B1Q y CAP.

Para la flexibilidad del servicio, las implementaciones de la central pueden elegir incluir uno o más de un esquema DSL como se especifica en las Recomendaciones UIT-T de la serie G.992.x, o en otros lugares. Los detalles de estas implementaciones, sea el soporte físico o el soporte lógico, están fuera del ámbito de la presente Recomendación.

La Recomendación UIT-T G.994.1 proporciona un modo común de selección y funcionamiento automáticos de los equipos G.992.x. Los mensajes, señales y procedimientos G.994.1 se producen antes que sean intercambiadas las señales que son específicas de una determinada Recomendación sobre DSL. La aplicación de UIT-T G.994.1 es una parte integrante de UIT-T G.992.1 y G.992.2. La Recomendación UIT-T G.991.1 no soporta los sistemas G.994.1. Se prevé utilizar UIT-T G.994.1 en

las futuras Recomendaciones sobre DSL y en la futura revisión de las actuales Recomendaciones. La Recomendación UIT-T G.994.1 no tiene repercusiones sobre UIT-T G.997.1 y G.996.1.

La Recomendación UIT-T G.996.1 proporciona un recurso común de procedimientos de prueba, especificaciones de bucles y modelos de ruido para facilitar la prueba de la calidad de funcionamiento de las Recomendaciones de la serie G.99x. Las Recomendaciones UIT-T G.992.1 y G.992.2 utilizan los procedimientos de prueba, especificaciones de bucles y modelos de ruido de UIT-T G.996.1 cuando se especifican los requisitos de calidad de funcionamiento. La Recomendación UIT-T G.991.1 es autónoma a este respecto. Se espera que en la futura serie de Recomendaciones UIT-T G.990 se continúe utilizando los recursos de UIT-T G.996.1 en la especificación de sus requisitos de calidad de funcionamiento.

La Recomendación UIT-T G.997.1 especifica la gestión de capa física y el canal de operaciones insertado claro para sistemas de transmisión ADSL basados en la utilización de los bits indicadores y mensajes eoc definidos en UIT-T G.992.x. Especifica elementos de gestión de red y su contenido para la gestión de configuraciones, averías y calidad de funcionamiento. La Recomendación UIT-T G.997.1 no excluye la utilización de eoc como se define actualmente en UIT-T G.992.1 y G.992.2. Todos los elementos de red pueden no ser pertinentes para una determinada UIT-T G.992.x (por ejemplo, los elementos de gestión del tren de datos rápido para UIT-T G.992.2).

6 Configuración de referencia para las Recomendaciones de la serie G.99x

Se utilizan dos configuraciones de referencia genéricas para relacionar las Recomendaciones de la serie G.99x. La primera configuración de referencia se basa en la utilizada para la RDSI de banda estrecha en UIT-T I.410 y se describe en 6.1. La otra es una configuración de referencia de protocolo para proporcionar una visión de las Recomendaciones de la serie G.99x desde el punto de vista de la arquitectura de protocolo y se describe en 6.2.

6.1 Configuración de referencia genérica

La figura 1 muestra una configuración de referencia genérica para un sistema xDSL genérico basado en la configuración de referencia para la RDSI de banda estrecha de UIT-T I.411.

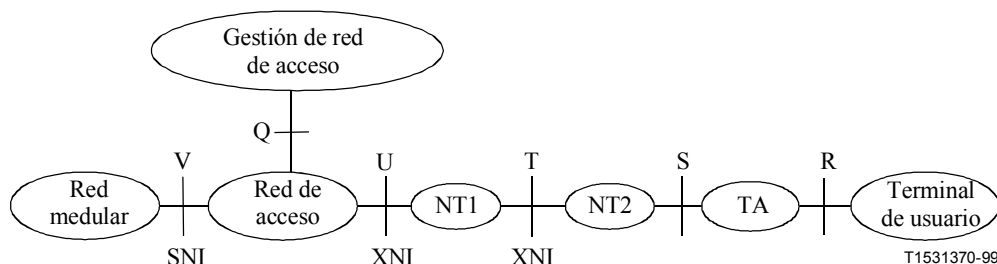


Figura 1/G.995.1 – Configuración de referencia para un sistema G.99x genérico

Esta configuración de referencia identifica los puntos de referencia en el contexto de red de acceso.

La configuración de referencia genérica consta de los siete elementos siguientes:

- 1) Red medular.
- 2) Red de acceso.
- 3) Terminación de red 1 (NT1).
- 4) Terminación de red 2 (NT2).
- 5) Adaptador de terminal (TA).

- 6) Terminal de usuario.
- 7) Gestión de red de acceso.

La red medular y las redes de acceso están separadas en la interfaz V. El elemento de gestión de red de acceso muestra las funcionalidades de gestión. La red de acceso y los elementos de gestión de red de acceso están separados en el punto de referencia Q. La NT1 hace la conexión física con la red de acceso en el punto de referencia U y proporciona la presentación del servicio a un cliente en una interfaz lógica o física en el punto de referencia T. La NT1 termina la sección digital de acceso de la conexión de banda ancha que permite la gestión y la supervisión de la calidad de funcionamiento. Una NT1 puede no terminar el protocolo de transporte (por ejemplo, ATM) para tráfico de usuario, pero puede implementar funciones de protocolo de transporte, tales como la adaptación de velocidad requerida para soportar diferentes características de puntos de referencia/interfaz T/U. Una NT2 conecta a la red en el punto de referencia T y puede conectar con múltiples terminales de usuario en las interfaces del punto de referencia S. La NT2 termina el protocolo de transporte (por ejemplo, ATM) para el tráfico de usuario y puede implementar funciones de conmutación/encaminamiento. La NT2 puede estar integrada con una NT1 para formar una NT1/2. El término NT se utiliza para terminación de red genérica en el caso de diversos servicios. Para algunos servicios, podría formar parte de la red de acceso y para otros no. La inclusión de la NT en la red de acceso y viceversa no supone necesariamente la propiedad. Un TA adapta el protocolo de transporte a los requisitos específicos de un terminal de usuario.

Uno o más de los elementos de la configuración de referencia pueden ser nulos en algunos casos; por consiguiente, es posible fusionar uno o más de estos puntos de referencia. Los puntos de referencia pueden corresponder también con las interfaces funcionales, aunque no entraña la existencia de interfaces físicas. Algunos de estos puntos de referencia/interfaces son el objeto de las Recomendaciones UIT-T de la serie G.99x, sea por inclusión o por referencia a otras Recomendaciones o especificaciones. Cuando dos o más agrupaciones funcionales están presentes en un dispositivo real, la interfaz entre ellas no tiene que ser mostrada, incluso si es el objeto de estas Recomendaciones.

Puede haber más de una especificación de interfaz para cada uno de estos puntos de referencia. La interpretación exacta en estos puntos de referencia dependerá de la arquitectura de la red local y del entorno reglamentario.

Las configuraciones de referencia en esta cláusula muestran agrupaciones funcionales abstractas, que pueden corresponder o no con dispositivos reales. Los dispositivos reales pueden comprender una agrupación funcional abstracta, más de una agrupación funcional abstracta o una porción de una agrupación funcional abstracta.

6.1.1 Relación de la configuración de referencia genérica con las Recomendaciones UIT-T de la serie G.99x

Los modelos de referencia de las Recomendaciones sobre DSL pueden ser considerados con respecto a la configuración de referencia genérica descrita en 6.1.

6.1.1.1 Relación con UIT-T G.992.1

La figura 2 ilustra el modelo de referencia del sistema G.992.1 alineado con la configuración de referencia mostrada en la figura 1.

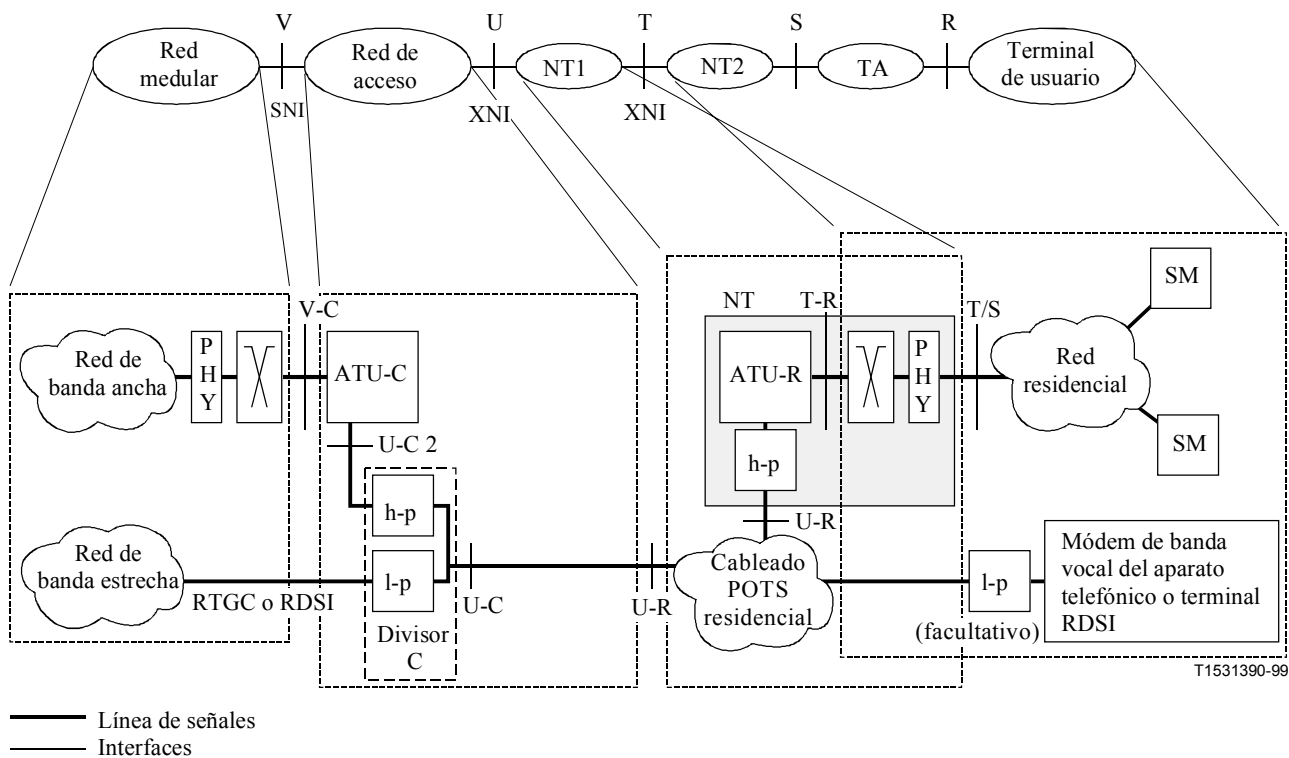


Figura 2/G.995.1 – Modelo de referencia del sistema G.992.1 y su alineación con la configuración de referencia genérica

El modelo de referencia del sistema G.992.1 muestra los bloques funcionales necesarios para ilustrar un sistema de transmisión ADSL. Con respecto a la alineación con la configuración de referencia genérica, la red medular puede contener las siguientes funciones:

- 1) el concentrador y/o conmutador;
- 2) la interfaz a la red de banda ancha y de banda estrecha.

La red de acceso ADSL está formada por:

- 1) unidad de transceptor de ADSL, el extremo de oficina central (ATU-C, *ADSL transceiver unit-central office end*);
- 2) el divisor de POTS para separar los canales POTS y ADSL;
- 3) la instalación de bucles de cobre.

La NT1 de ADSL puede tener las siguientes funciones:

- 1) unidad de transceptor ADSL, el extremo de terminal distante (ATU-R, *ADSL transceiver unit-remote terminal end*);
- 2) el multiplexor/demultiplexor;
- 3) las funciones de capas más altas;
- 4) la interfaz al terminal de usuario o a una red residencial.

La NT2 de ADSL, el adaptador de terminal y el terminal de usuario pueden compartir algunas o todas las funcionalidades de la NT1.

En UIT-T G.992.1 las interfaces se definen en los puntos de referencia V, U y T, a saber, las interfaces U-C, U-R, V-C y T-R.

Las interfaces U-C y U-R están definidas completamente en UIT-T G.992.1. Debido a la asimetría de las señales en la línea, las señales transmitidas son especificadas distintamente en los puntos de referencia U-R y U-C.

Las interfaces V-C y T-R se definen solamente desde el punto de vista de las funciones lógicas. La interfaz V-C puede constar de interfaces a uno o más sistemas de conmutación (STM o ATM). La implementación de las interfaces V-C y T-R es facultativa cuando los elementos de interconexión están integrados en un elemento común. Uno u otro de los filtros de paso alto, que forman parte de los divisores, pueden estar integrados en el ATU-C o en el ATU-R; de ser así, las interfaces U-C2 y U-R2 son iguales que las interfaces U-C y U-R, respectivamente. Una facultad de portadora digital (por ejemplo, ampliación SONET/SDH) puede ser interpuesta en la interfaz V-C.

La interfaz T/S no se define en UIT-T G.992.1. La naturaleza de la distribución de la instalación de cliente y de la red en las instalaciones del cliente puede variar, por ejemplo, bus o estrella, o el tipo de medios. Por consiguiente, se puede utilizar más de un tipo de interfaz T-R, y se puede proporcionar más de un tipo de interfaz T/S de una NT de ADSL (por ejemplo, tipos de funcionalidades NT1 o NT2).

6.1.1.2 Relación con UIT-T G.992.2

La figura 3 ilustra el modelo de referencia del sistema G.992.2 alineado con la configuración de referencia mostrada en la figura 1.

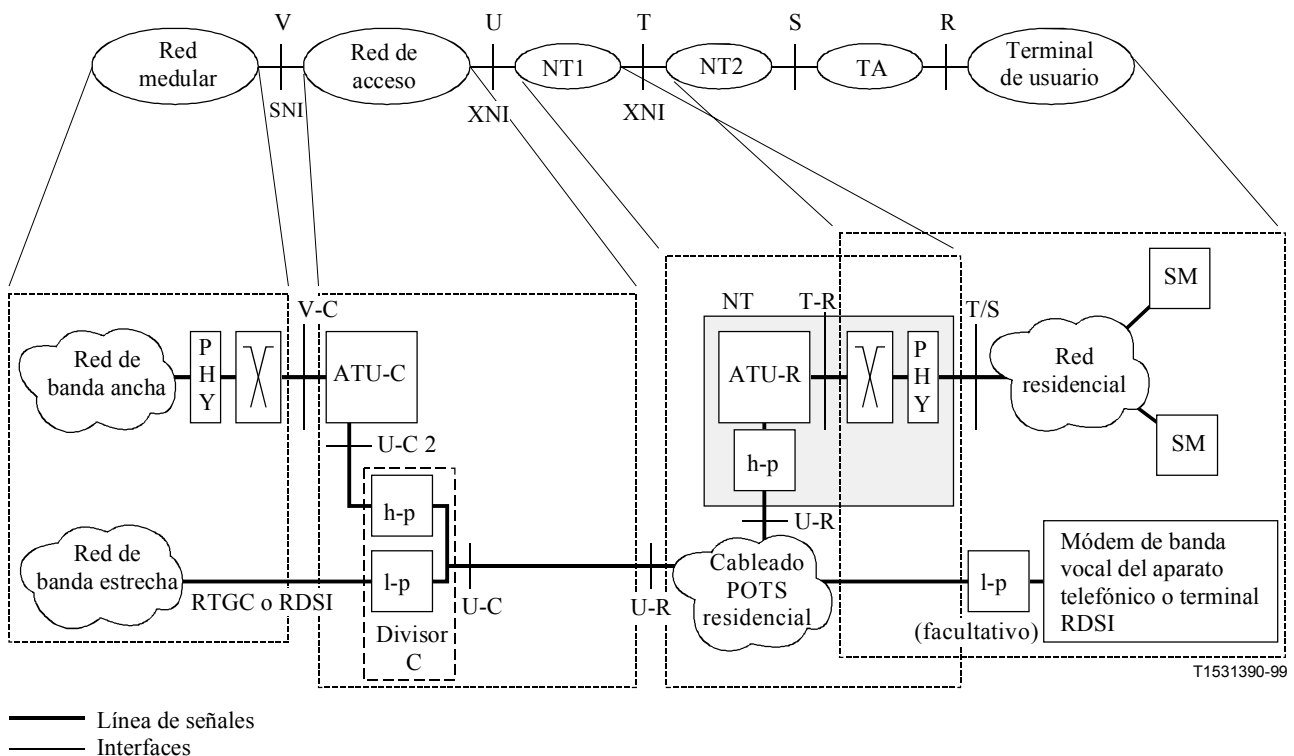


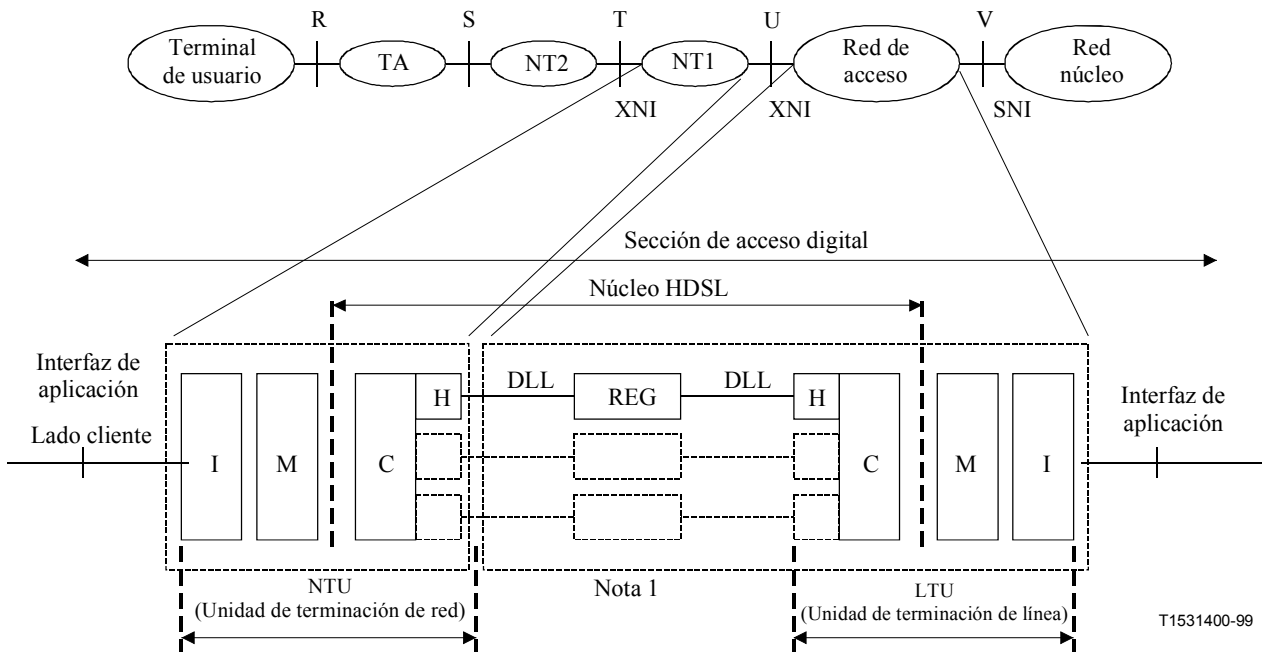
Figura 3/G.995.1 – Modelo de referencia del sistema G.992.2 y su alineación con la configuración de referencia genérica

El modelo de referencia del sistema G.992.2 muestra los bloques funcionales útiles para ilustrar un sistema de transmisión G.992.2. Cuando se compara la figura 3 con la figura 2 de 6.1.1.1, se puede observar que la principal diferencia del modelo de referencia del sistema es la ausencia de una funcionalidad de divisor de POTS separada. Las funcionalidades de divisor de POTS están ahora distribuidas. La funcionalidad de filtro de paso alto se muestra integrada en la NT1 y un filtro de

paso bajo facultativo se muestra próximo al terminal POTS, RDSI o de usuario. Esto no excluye el uso del sistema de transmisión G.992.2 con divisor, como se muestra en UIT-T G.992.1. La interfaz U-R2 no existe en UIT-T G.992.2. El resto del análisis de 6.1.1.1 se aplica también en este caso.

6.1.1.3 Relación con la Recomendación G.991.1

La figura 4 ilustra el modelo de referencia del sistema G.991.1 alineado con la configuración de referencia mostrada en la figura 1.



Descripción de los bloques funcionales:

- C Circuito común
- H Transceptor HDSL
- I Interfaz
- M Correspondencia
- REG Regenerador
- DLL Línea local digital

NOTA 1 – Un núcleo HDSL totalmente equipado consiste en una, dos o tres combinaciones de H, REG y DLL, dependiendo de la velocidad de transmisión de datos G.991.1.

NOTA 2 – Los REG son optativos.

Figura 4/G.995.1 – Modelo de referencia del sistema G.991.1 y su alineación con la configuración de referencia genérica

Se puede considerar que una sección digital de acceso que utiliza la tecnología HDSL es un número de bloques funcionales como se muestra en la figura 4. De acuerdo con la velocidad de transmisión (H) del transceptor HDSL, un núcleo HDSL totalmente equipado está formado por un par de transceptores HDSL a 2320 kbit/s, dos pares a 1168 kbit/s o dos o tres pares a 784 kbit/s conectados por líneas locales digitales (DLL, *digital local lines*) [que están enlazadas por algún circuito común (C)]. El núcleo HDSL es independiente de la aplicación. Se permite también el funcionamiento con un núcleo HDSL no equipado totalmente.

Si se requiere una gama de transmisión mejorada, el núcleo HDSL puede contener regeneradores (REG) facultativos. El regenerador puede ser insertado en cualquier punto intermedio conveniente en el núcleo HDSL con la consideración apropiada relativa a la pérdida de inserción. Además, puede haber otras restricciones de la longitud de la línea debido a la alimentación de energía.

Una aplicación es definida por la interfaz (I) y las funcionalidades de correspondencia y mantenimiento (M).

Las funcionalidades en el lado de la central constituyen la unidad de terminación de línea (LTU, *line termination unit*) y actúan como funcionalidades directora a (subordinada) en el lado del cliente, que colectivamente forman la unidad de terminación de red (NTU, *network termination unit*) y los REG, cuando proceda.

Al alinear el modelo funcional HDSL con la configuración de referencia genérica, la red de acceso comprende la unidad de terminación de línea y la instalación de bucles que incluye los repetidores. La NT1 comprende la unidad de terminación de red HDSL con la funcionalidad descrita anteriormente.

6.1.1.4 Relación con UIT-T G.991.2

La figura 5 ilustra el modelo de referencia del sistema G.991.2 alineado con la configuración de referencia mostrada en la figura 1.

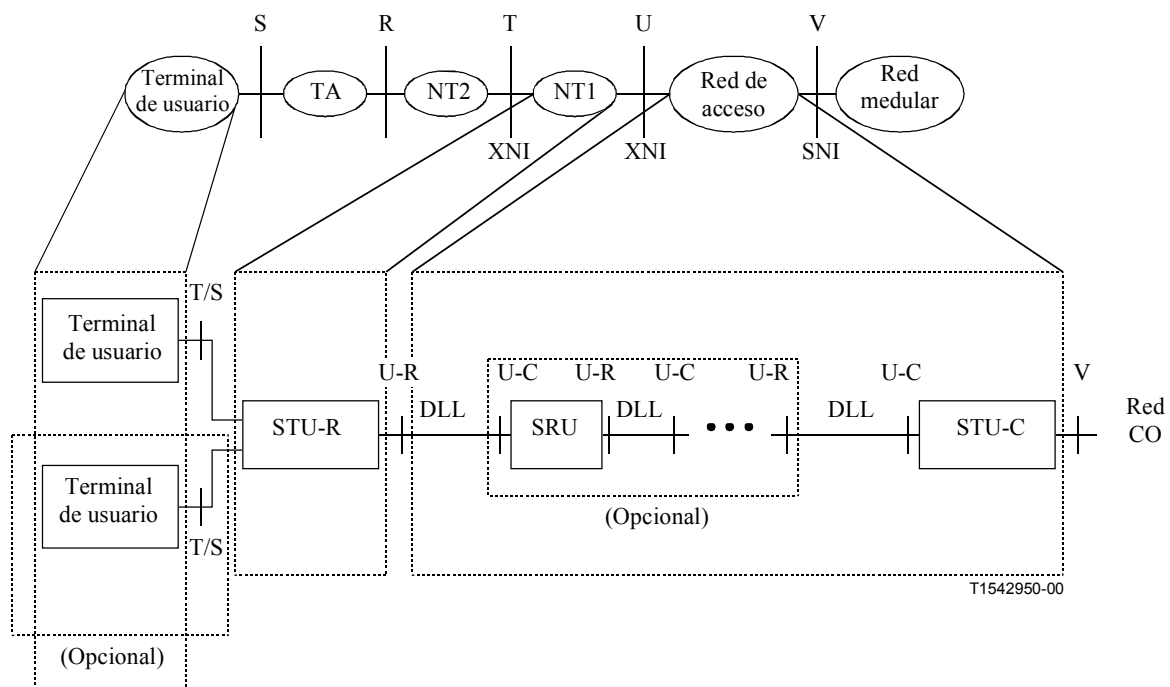


Figura 5/G.995.1 – Modelo de referencia del sistema G.991.2 y su alineación con la configuración de referencia genérica

El modelo de referencia del sistema G.991.2 muestra los bloques funcionales necesarios para ilustrar un sistema de transmisión de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par (SHDSL). Cuando es alineado con la configuración de referencia, el conjunto de funciones de la red medular, que no se muestra en esta figura, incluye el equipo de la central (CO) conectado a la red de acceso mediante la interfaz V. La red de acceso comprende las DLL, las unidades repetidoras SHDSL (SRU) y el STU-C. La conexión entre STU-R y STU-C puede contener uno o más regeneradores de señales SHDSL. Las conexiones a las DLL que interconectan las STU y las SRU se designan puntos de referencia U. Para cada STU-x y SRU, la conexión del lado de la red se denomina interfaz U-R y

la conexión del lado del cliente se denomina interfaz U-C. En general, el STU-C se conecta a un equipo de la central en el punto de referencia V. La NT1 comprende las funciones STU-R. En otros casos, la NT2, el adaptador de terminal y el terminal de usuario pueden compartir algunas funcionalidades de NT1 o todas ellas. Por regla general, un STU-R se conectará a uno o más terminales de usuario, que pueden incluir terminales de datos, equipos de telecomunicaciones subtendidos, u otros dispositivos. Estas piezas del equipo terminal están conectadas a la red de acceso a través de los puntos de referencia T/S.

6.1.1.5 Relación con UIT-T G.994.1

La figura 6 ilustra el modelo de referencia del sistema G.994.1 alineado con la configuración de referencia mostrada en la figura 1.

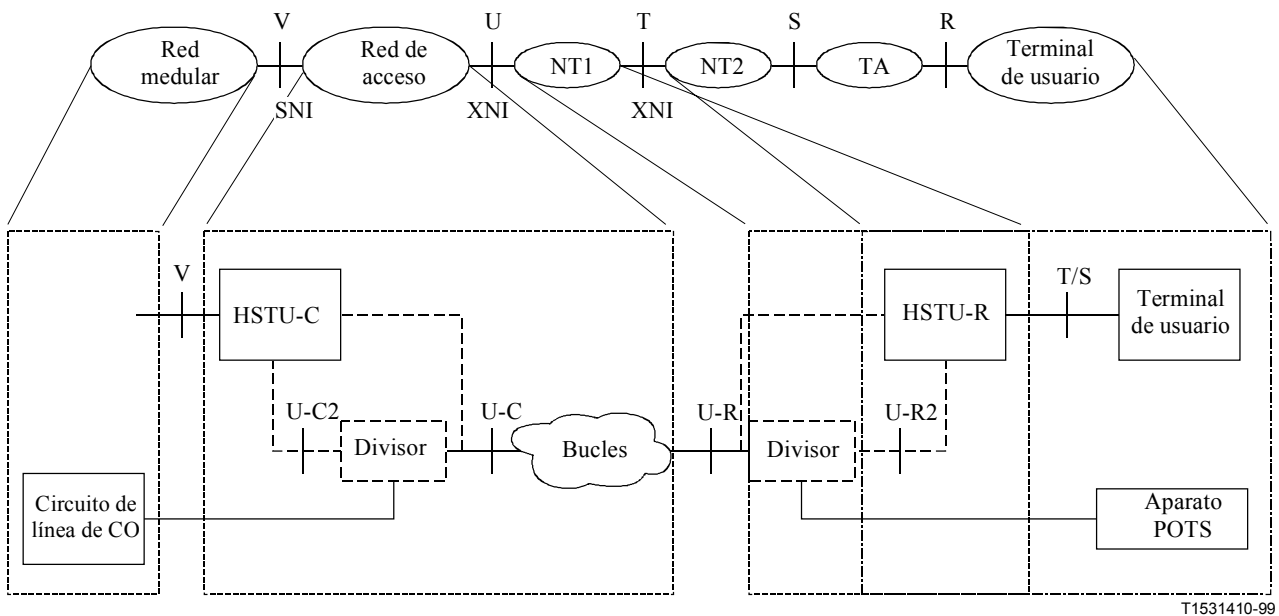


Figura 6/G.995.1 – Modelo de referencia del sistema G.994.1 y su alineación con la configuración de referencia genérica

El modelo de referencia del sistema G.994.1 es una simplificación del modelo de referencia G.992.1/G.992.2 que trata de identificar los bloques funcionales necesarios y los puntos de referencia y/o puntos de interfaz que pueden ser utilizados o tienen repercusiones en relación con UIT-T G.994.1. La unidad de transceptor de toma de contacto (HSTU, *handshake transceiver unit*) se utiliza para indicar que la función del transceptor G.994.1 es diferente de la función de los transceptores G.992.1 y G.992.2.

Cuando es alineada con la configuración de referencia, la red de acceso comprende el HSTU-C, el divisor y la instalación de bucles. La NT1 comprende el divisor y el HSTU-R. Como otra posibilidad, la funcionalidad de NT1 puede contener sólo el divisor mientras que la NT2, el TA y el terminal de usuario pueden contener colectivamente el HSTU-R y otra funcionalidad de terminal de usuario.

6.1.1.6 Relación con UIT-T G.997.1

La figura 7 ilustra el modelo de referencia del sistema G.997.1 alineado con la configuración de referencia mostrada en la figura 1.

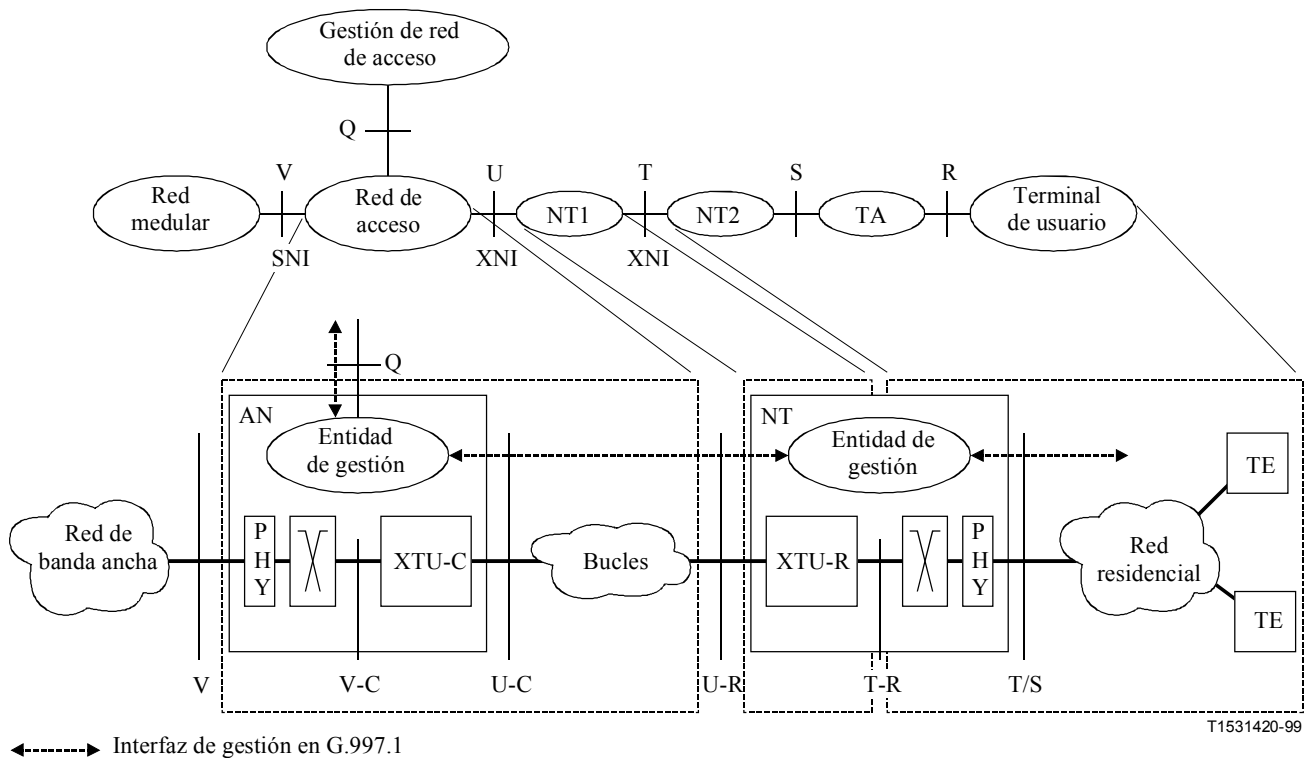


Figura 7/G.995.1 – Modelo de referencia del sistema G.997.1 y su alineación con la configuración de referencia genérica

El modelo de referencia G.997.1, similar al modelo de referencia del sistema G.994.1, es una simplificación del modelo de referencia G.992.1/G.992.2 que trata de identificar los bloques funcionales necesarios y los puntos de referencia y/o puntos de interfaz. La unidad de transceptor xDSL (XTU, *xDSL transceiver unit*) se utiliza para indicar que la función del transceptor G.997.1 es aplicable para UIT-T G.992.1 y G.992.2. Se añade un bloque funcional de entidad de gestión al nodo de acceso (AN, *access node*) y a la NT para mostrar las funcionalidades de gestión. Se ha añadido también un nuevo punto de referencia Q.

Cuando son alineadas con la configuración de referencia, las funcionalidades de la red medular son la red de banda ancha u otras funcionalidades que no se muestran en este caso. La red de acceso comprende el AN y los bucles. La NT1 comprende las funciones de NT. Como otra posibilidad, la funcionalidad de NT1 puede contener sólo el XTU-R mientras que la NT2, el TA y el terminal de usuario pueden contener las funcionalidades restantes de terminal de usuario.

6.1.1.7 Relación con UIT-T G.996.1

La figura 8 ilustra el modelo de referencia del sistema G.996.1 alineado con la configuración de referencia mostrada en la figura 1.

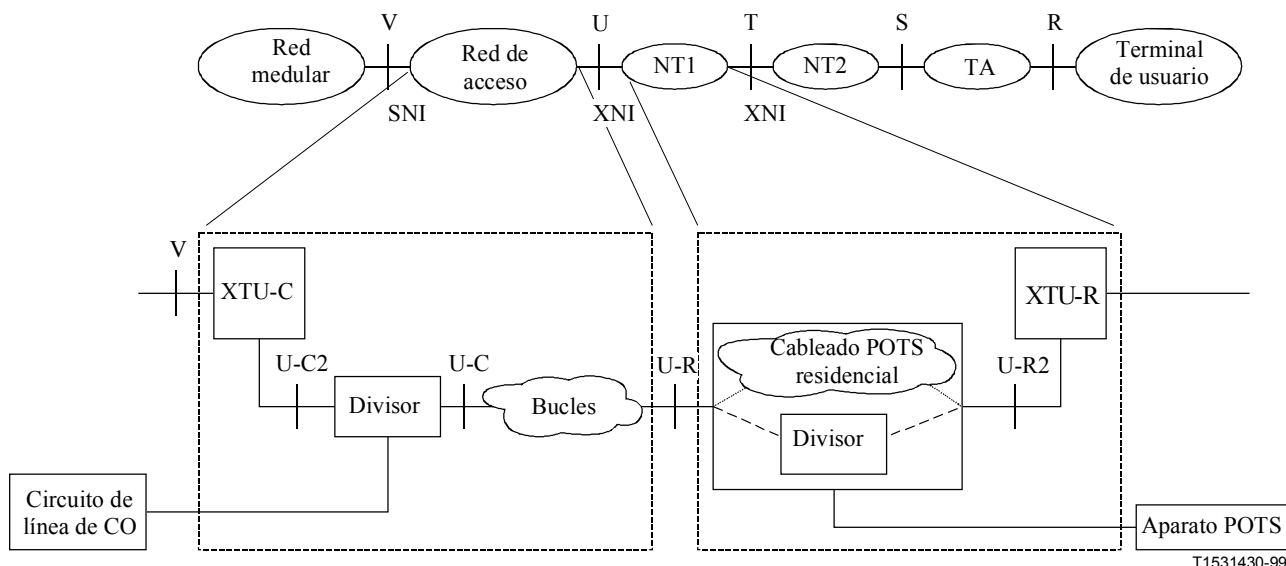


Figura 8/G.995.1 – Modelo de referencia del sistema G.996.1 y su alineación con la configuración genérica de referencia

El modelo de referencia del sistema G.996.1 es una versión simplificada del sistema de prueba de los modelos de referencia de los sistemas G.992.1 y G.992.2 destinada a mostrar la disposición general para probar los módems conformes. La terminología XTU hace referencia al hecho de que este modelo se ha de utilizar para UIT-T G.992.1, G.992.2 y también para cualquier nuevo sistema de futuras Recomendaciones G.99x.

Las siguientes posibles fuentes de degradación son simuladas en un montaje de laboratorio que incluye bucles de prueba, conjuntos de prueba y equipo de inyección de interferencia, así como el propio sistema de prueba:

- acoplamiento de diafonía procedente de otros sistemas;
- ruido de fondo;
- ruido impulsivo;
- señalización POTS.

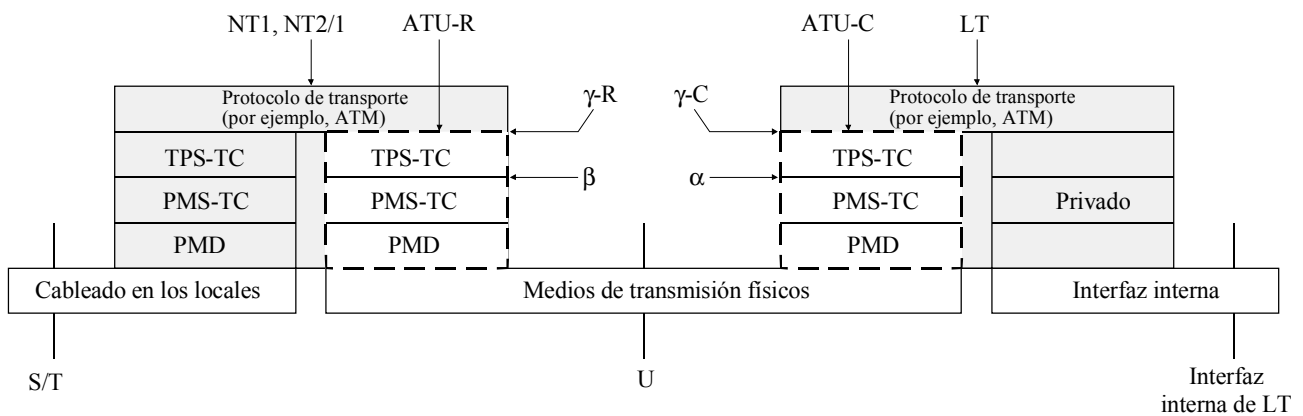
Las señales interferentes de diafonía y ruido impulsivo son simulaciones derivadas de una consideración de condiciones y mediciones de bucles reales. El procedimiento de prueba consiste en inyectar la interferencia en los bucles de prueba y medir el efecto sobre el funcionamiento del sistema ejecutando simultáneamente una prueba de errores en los bits en los canales de información del sistema.

Cuando se alinea con la arquitectura de referencia, sólo dos elementos son aplicables a UIT-T G.996.1, a saber, la red de acceso y la NT1. La red de acceso comprende el XTU-C, el divisor de POTS y los bucles de prueba. La NT1 comprende el cableado residencial de POTS y el divisor de POTS y el XTU-R.

6.2 Arquitectura de protocolo estratificado de referencia para las Recomendaciones UIT-T de la serie G.99x

En esta cláusula, se presenta una visión arquitectural del protocolo estratificado de referencia de las Recomendaciones UIT-T de la serie G.99x en los planos de usuario y de gestión, según proceda.

La figura 9 muestra la arquitectura de referencia del protocolo del plano de usuario que se puede aplicar en general a las Recomendaciones sobre DSL.



- TPS-TC Capa de convergencia de transmisión específica del protocolo de transporte (por ejemplo, ATM) [transport protocol specific – transmission convergence (layer)] T1531440-99
- PMS-TC Capa de convergencia de transmisión específica de medios físicos [physical media specific – transmission convergence (layer)]
- LT Terminal de línea (line terminal)
- $\gamma-R, \gamma-C$ Punto de referencia del protocolo de transporte xDSL (xDSL transport protocol reference point) (por ejemplo, T-R, V-C de ADSL)
- α, β Puntos de referencia independientes de aplicación hipotética (protocolo de transporte) [hypothetical application (transport protocol) independent reference points]

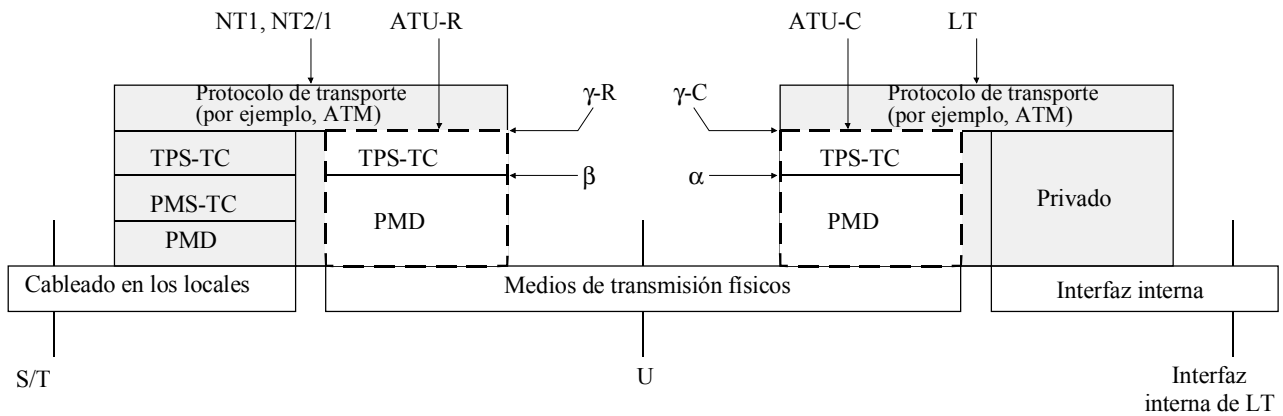
Figura 9/G.995.1 – Arquitectura de referencia del protocolo del plano de usuario

El ATU-C y el ATU-R están encapsulados en una casilla de trazo interrumpido y comprenden el transceptor, la TPS-TC y la PMS-TC. Desde la perspectiva de la pila estratificada de OSI, los tres pueden ser considerados como subcapas de la capa física.

El terminal de línea se muestra en una casilla de trazo interrumpido y comprende el ATU-C. La NT1 o NT2/1 combinadas se muestran también con trazo interrumpido y contienen el ATU-R.

Se muestran también los puntos de referencia/interfaces U, T/S. El punto de referencia/interfaz V se ha mostrado como una interfaz interna de LT y puede no necesitar elaboración porque depende de la implementación y es privada de los proveedores de servicios. En el lado distante, se puede suponer un punto de referencia/interfaz T si se supone que una NT1 ha implementado las funciones estratificadas mostradas. En la hipótesis de que NT1 y NT2 comparten las funciones estratificadas mostradas, se puede suponer un punto de referencia/interfaz S en el lado distante.

La figura 10 muestra la arquitectura del protocolo estratificado del plano de usuario para UIT-T G.992.1 y G.992.2.

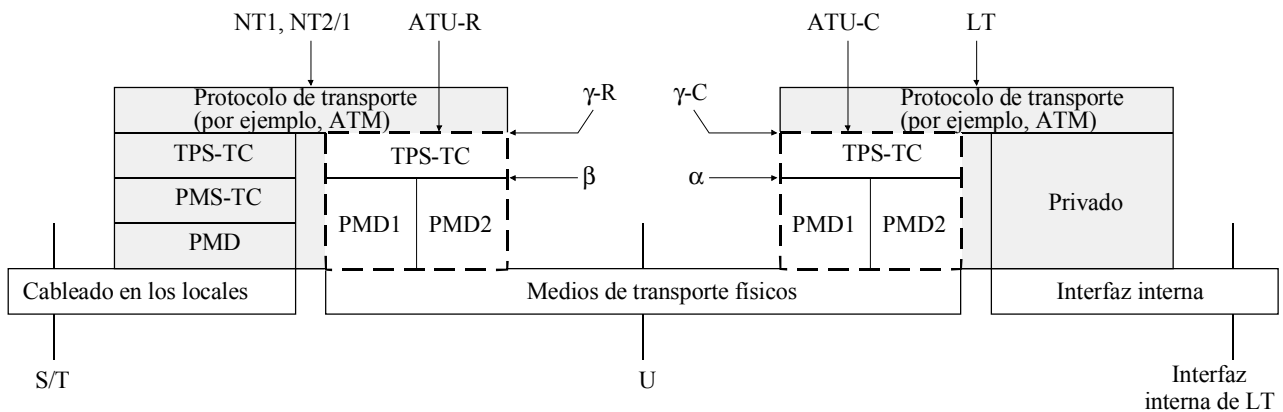


T1531450-99

Figura 10/G.995.1 – Arquitectura de referencia del protocolo del plano de usuario para UIT-T G.992.1 y G.992.2

En UIT-T G.992.1 y G.992.2 no se define claramente la separación funcional entre las subcapas de transceptor y PMS-TC. En consecuencia, las dos subcapas están fusionadas en una y son consideradas como la subcapa PMD. El término PMD se utiliza en UIT-T G.992.2 y G.992.1.

Para UIT-T G.991.1, que contienen dos especificaciones de código de línea, la figura 11 es una representación adecuada de la arquitectura de protocolo estratificada.



T1531460-99

Figura 11//G.995.1 – Arquitectura de referencia del protocolo del plano de usuario para UIT-T G.991.1

Se muestran dos PMD para reflejar la opción de uno de los dos códigos de línea.

La figura 12 muestra la arquitectura del protocolo estratificado del plano de usuario para UIT-T G.991.2.

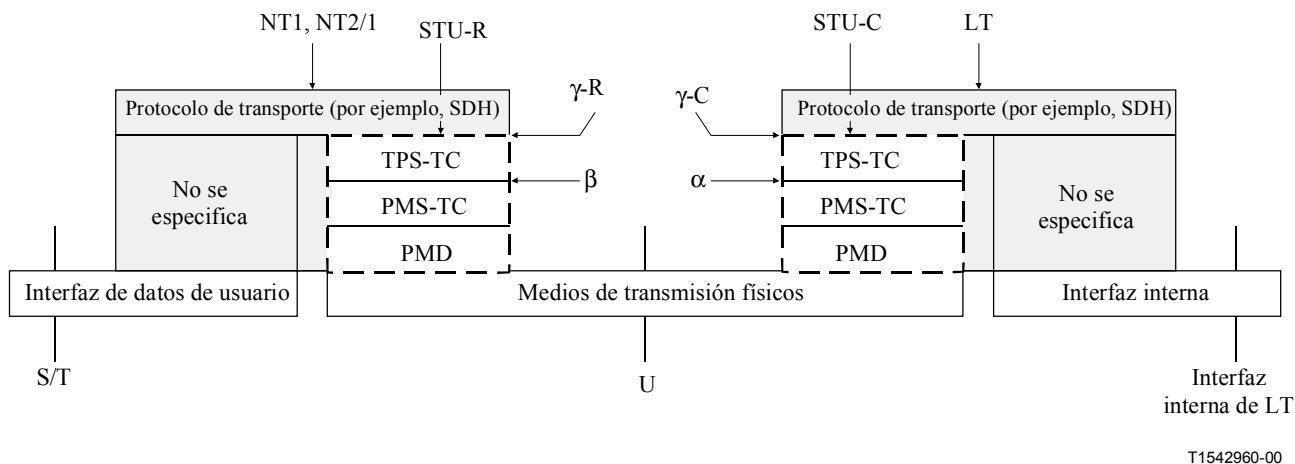


Figura 12/G.995.1 – Arquitectura de referencia del protocolo del plano de usuario para UIT-T G.991.2

Las principales funciones de la capa PMD de G.991.2 son la generación y recuperación de la temporización de símbolos, la codificación y decodificación, la modulación y demodulación, la compensación de eco, la igualación de línea y la activación de enlaces.

La capa PMS-TC contiene las funciones de alineación y sincronización de trama así como las de aleatorizador y desaleatorizador. La PMS-TC se conecta a través de las interfaces α y β en el STU-C y el STU-R, respectivamente, a la capa TPS-TC. El TPS-TC es específico de la aplicación y consiste en gran medida en la paquetización de los datos de usuario dentro de la trama SHDSL. Esto puede incluir la multiplexación, la demultiplexación y la alineación de temporización de múltiples canales de datos de usuario.

La capa TPS-TC comunica con los bloques de interfaz a través de las interfaces γ_r y γ_c . Según la aplicación, la capa TPS-TC puede ser necesaria para dar soporte a uno o más canales de datos de usuario e interfaces asociadas. La definición de las interfaces físicas está fuera del alcance de la presente Recomendación.

Las interfaces α , β , γ_r y γ_c son únicamente separaciones lógicas y no es necesario que pueda accederse a ellas físicamente.

La Recomendación UIT-T G.994.1 puede ser considerada desde la perspectiva de la arquitectura de protocolo estratificado del plano de usuario como se ilustra en la figura 13.

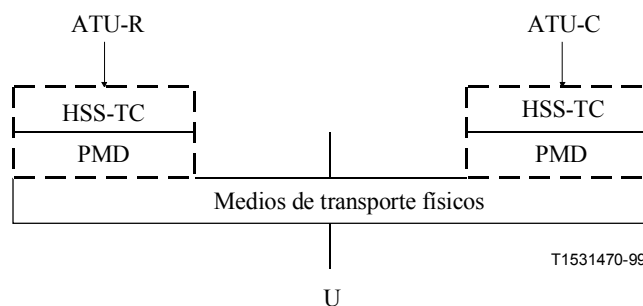
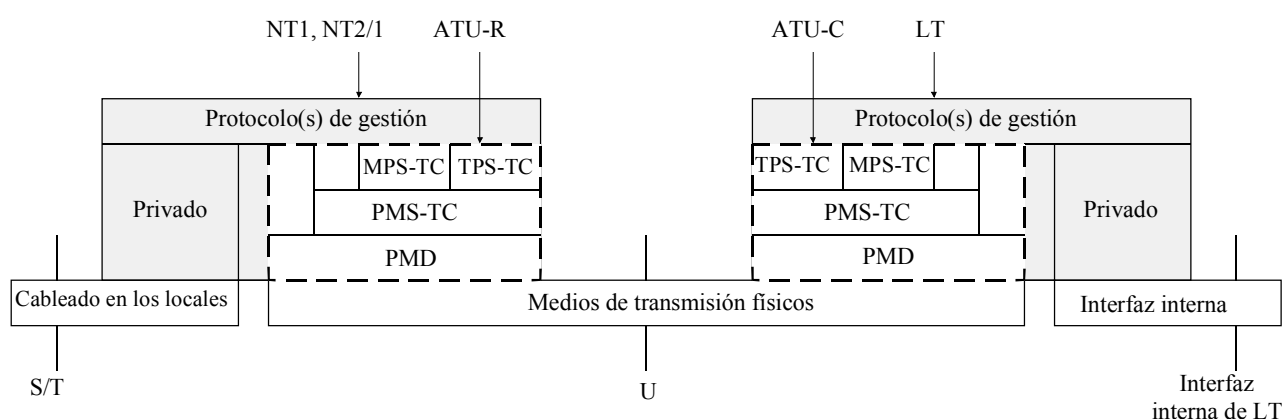


Figura 13/G.995.1 – Arquitectura de referencia del protocolo del plano de usuario para UIT-T G.994.1

La simplicidad de la figura 13 refleja el alcance limitado de la arquitectura del protocolo estratificado para los sistemas G.994.1, que utilizan un formato de modulación y una función de convergencia de transmisión diferentes comparados con los sistemas G.992.1 o G.992.2. Por consiguiente, la figura 11 significa que la función del transceptor y la convergencia de transmisión específica de la toma de contacto (HSS-TC, *handshake specific-transmission convergence*) no son iguales que para UIT-T G.992.1 o G.992.2.

Como el procedimiento de toma de contacto se efectúa antes de la inicialización de los sistemas G.992.1 y G.992.2, se puede considerar que un módem conforme a G.992.1, G.992.2 y G.994.1 ha cambiado su arquitectura de protocolo estratificado con respecto al de la figura 13 y al de la figura 10 en tiempo continuo.

La figura 14 muestra la arquitectura de referencia del protocolo del plano de gestión para los sistemas de las Recomendaciones de la serie G.99x que se puede considerar apropiada para UIT-T G.997.1.



T1531480-99

Figura 14/G.995.1 – Arquitectura de referencia del protocolo del plano de gestión para las Recomendaciones de la serie G.99x

En la figura 14, MPS-TC representa la convergencia de transmisión específica del protocolo de gestión. Esta figura trata de ilustrar cuatro maneras en que las funciones del plano de gestión pueden ser implementadas por el protocolo de gestión. Es posible utilizar una combinación de ellas en algunas implementaciones. Cabe señalar que el protocolo de gestión puede tener acceso directo a las funciones de gestión de PMD, o a través de PMS-TC (por ejemplo, AOC, EOC), o puede tener acceso a través de una capa de convergencia de transmisión específica del protocolo de gestión o MPS-TC (por ejemplo, SNMP), o la gestión puede formar parte de las funciones normales del plano de usuario a través de TPS-TC (por ejemplo, ATM).

La Recomendación UIT-T G.996.1 no tiene que ser considerada desde la perspectiva de la arquitectura estratificada.

7 Ilustración de servicios de datos que utilizan las Recomendaciones sobre DSL

Una conexión de datos se describe por referencia a la configuración de referencia RDSI y sus puntos de referencia normalizados R, S, T, U y V. Incluye las conexiones de CPE a ISP y por reflexión incluye también las conexiones CPE-CPE. Se muestran también los puntos de referencia GII para comparación.

Aparentemente hay dos opciones de conexión de red clave: el terminal del cliente o la red doméstica puede estar conectada a la red pública por un equipo de terminación de red 1 (NT1, *network termination 1*) separado, utilizando una tarjeta de interfaz de red en un equipo terminal que tiene insertada una NT1, o mediante una "pasarela residencial" que incorpora las funcionalidades NT1 y NT2.

7.1 Conexión de datos de extremo a extremo

En la figura 15 se muestra la relación entre puntos de referencia de la configuración de referencia genérica y puntos de referencia equivalentes del modelo GII de G.902 en el contexto de una conexión de referencia de datos de extremo a extremo. Ilustra el alcance de UIT-T G.992.2 y G.992.1 en relación con un modelo de referencia de sistema de banda ancha general.

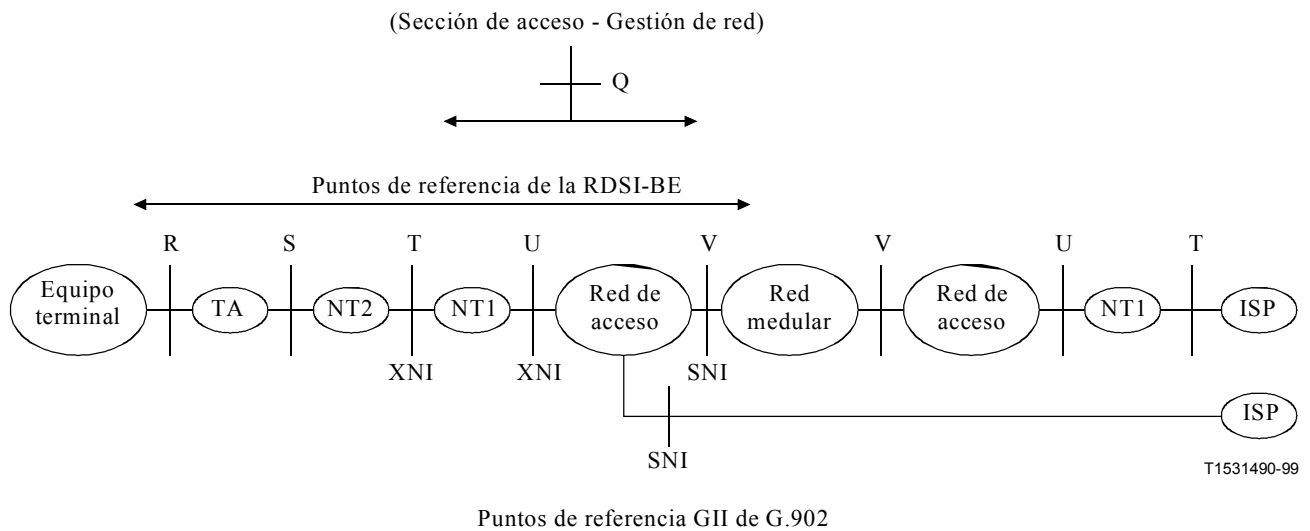


Figura 15/G.995.1 – Ilustración de una conexión de datos xDSL genérica

7.2 Ilustración de opciones de presentación de servicios

En las siguientes subcláusulas se describen varias posibles opciones de presentación de servicios.

7.2.1 Presentación de servicios en la interfaz T

En la figura 16 se muestra la presentación de servicios en una interfaz T.

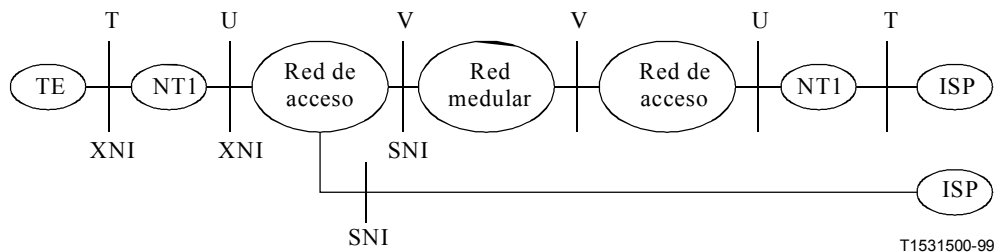


Figura 16/G.995.1 – Presentación de servicio de datos en la interfaz T

En el caso de G.992.1, la NT1 puede ser proporcionada como una caja separada poseída por la entidad operadora de red o el cliente, como sucede en la práctica en la RDSI de banda estrecha de América del Norte y de Europa, respectivamente. La interfaz de red de usuario se expresa en el punto de referencia T en una interfaz física. El TE puede implementar funciones de NT2 y TA para conexión a una red residencial. La figura 17 muestra un modelo de NT1 separada para G.992.1.

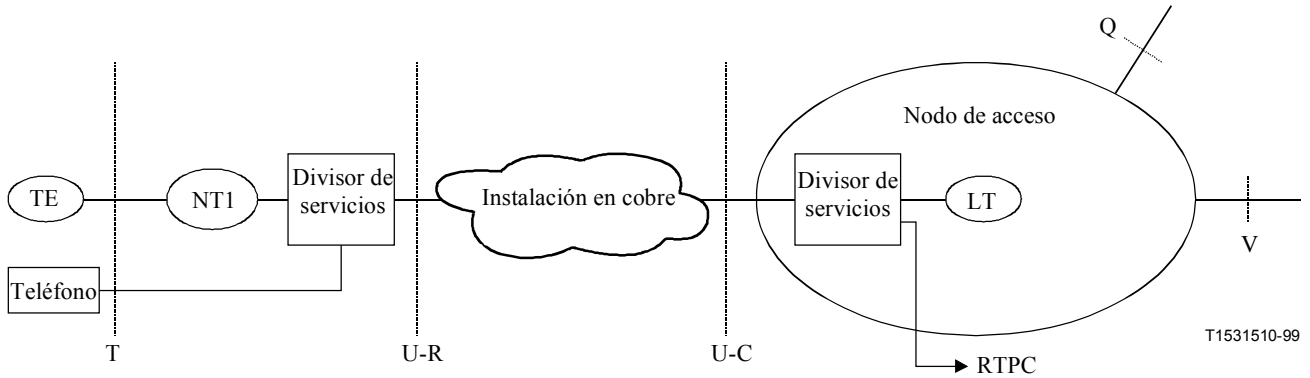


Figura 17/G.995.1 – Presentación del servicio de datos G.992.1 en la interfaz T

En el caso de G.992.2, lo anterior es válido, salvo que el divisor de servicios entre la instalación de cobre y la NT1 no está presente como se muestra en la figura 18.

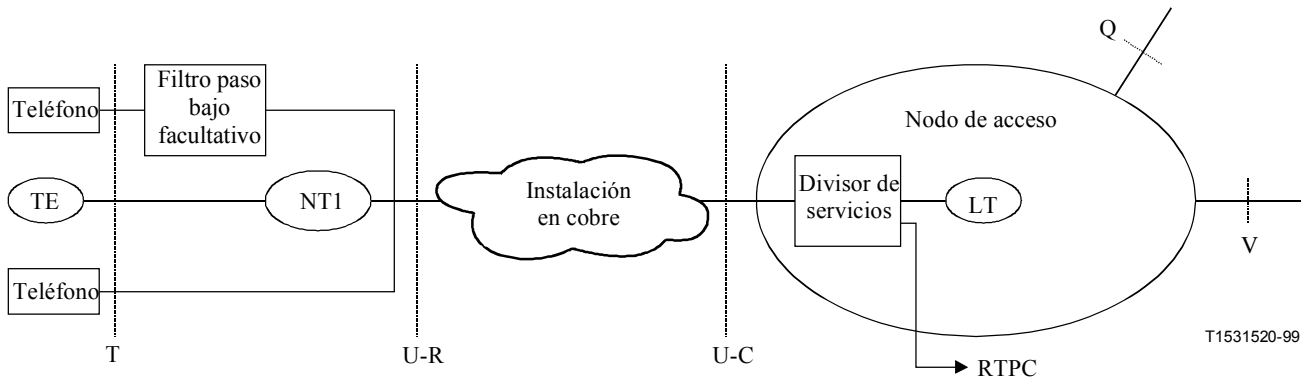


Figura 18/G.995.1 – Presentación del servicio de datos G.992.2 en la interfaz T

7.2.2 Presentación de servicios en la interfaz U

En la figura 19 se muestra la presentación de servicios en una interfaz U.

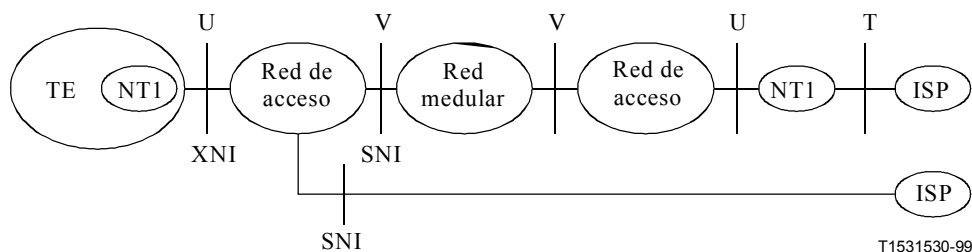


Figura 19/G.995.1 – Presentación del servicio de datos en la interfaz U

Cuando la NT1 está insertada en una tarjeta de interfaz de TE para G.992.1, la NT1 puede formar parte del dominio de gestión de red de acceso de la entidad operadora de red. La interfaz de red de usuario se expresa físicamente en el punto de referencia U (equivalente a XNI de GII) y lógicamente dentro del TE en un punto de referencia T ficticio. El TE puede implementar funciones de NT2 y/o TA. La figura 20 muestra un modelo de NT1 integrada para G.992.1.

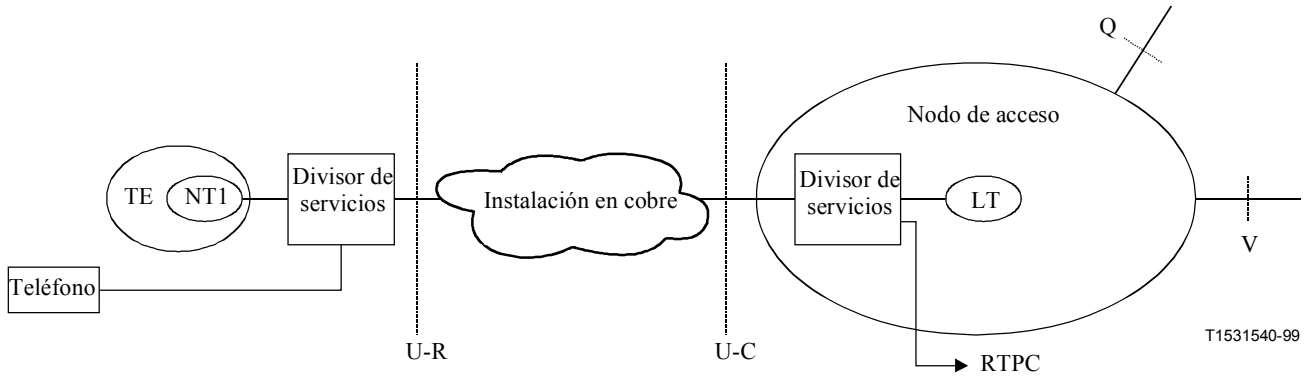


Figura 20/G.995.1 – Presentación del servicio de datos G.992.1 en la interfaz U

Cuando la NT1 está insertada en una tarjeta de interfaz de TE para G.992.2, la NT1 puede formar parte del dominio de gestión de red de acceso de la entidad operadora de red. La interfaz de red de usuario se expresa físicamente en el punto de referencia U (equivalente a XNI de GII) y lógicamente dentro del TE en un punto de referencia T ficticio. El TE puede implementar funciones de B-NT2 y/o TA. La figura 21 muestra un modelo de NT1 integrada para G.992.2.

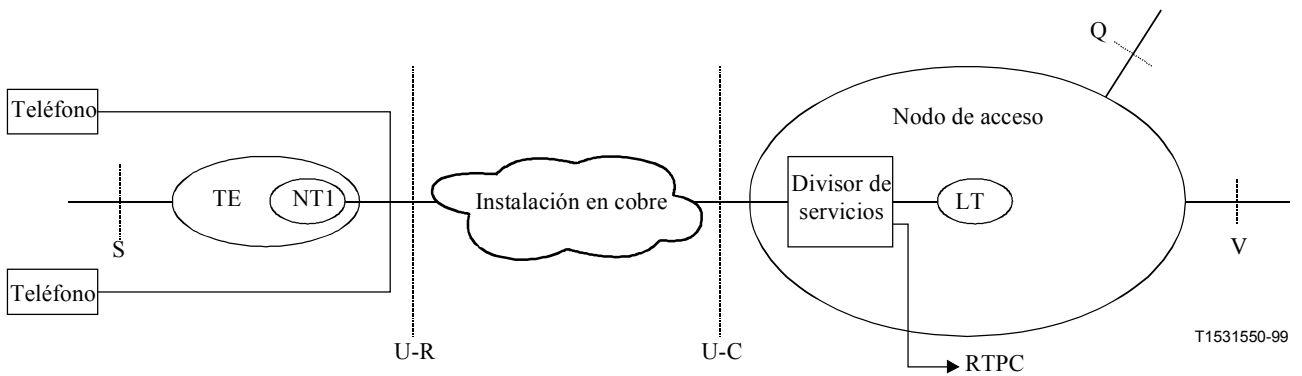


Figura 21/G.995.1 – Presentación del servicio de datos G.992.2 en la interfaz U

Son posibles otras presentaciones del servicio de datos, pero no se muestran aquí en aras de la brevedad. Las opciones indicadas son para fines de ilustración solamente y no son respaldadas para la implementación.

8 Glosario de las Recomendaciones sobre DSL

En las Recomendaciones sobre DSL se utiliza la siguiente terminología.

- α Puntos de referencia/interfaces ficticios independientes de la aplicación (protocolo de transporte).
- β Puntos de referencia/interfaces ficticios independientes de la aplicación (protocolo de transporte).

γ -C	Punto de referencia de protocolo de transporte xDSL (por ejemplo, ADSL T-R, V-C).
γ -R	Punto de referencia de protocolo de transporte xDSL (por ejemplo, ADSL T-R, V-C).
Tara de sistema de línea de abonado digital asimétrica	Toda la tara necesaria para el control del sistema, incluidos los octetos de sincronización crc, eoc, aoc, y los bits indicadores fijos para OAM y FEC; es decir, la diferencia entre la velocidad de datos total y la velocidad de datos neta.
Velocidad de datos global	Velocidad de datos transmitida por un sistema ADSL en cualquier dirección; incluye la velocidad de datos neta y la tara de velocidad de datos utilizada por el sistema para sincronización crc, eoc de los diversos canales portadores, y bits indicadores fijos para OAM; no incluye la redundancia de FEC.
AS0	El canal de datos ATU-C a ATU-R.
Canal portador	Un tren de datos de usuario de una velocidad de datos especificada que es transportado transparentemente por un sistema ADSL.
Derivaciones de puente	Secciones de cables de pares trenzados no terminados conectados en paralelo a través del cable considerado.
Categoría I	Categoría básica de transceptores sin opciones de mejora de la calidad de funcionamiento, que cumplen un conjunto básico de requisitos de funcionamiento.
Categoría II	Categoría de transceptores con opciones de mejora de la calidad de funcionamiento, que cumplen un conjunto ampliado de requisitos de funcionamiento.
Disposición de canales	Asignación de la velocidad de datos neta a canales portadores.
Trama de datos	Una trama de octetos que componen parte de la supertrama.
Símbolo DMT	Un conjunto de valores complejos $\{Z_I\}$ que forman las entradas del dominio de frecuencias a la transformada de Fourier discreta inversa (IDFT, <i>inverse discrete Fourier transform</i>). El símbolo DMT equivale al conjunto de muestras de tiempo valoradas reales $\{x_n\}$, relacionadas con el conjunto de $\{Z_I\}$ a través de la IDFT.
Velocidad de símbolos de datos	La velocidad media neta (después de tener en cuenta la tara del símbolo de sincronización) a la cual se transmiten símbolos que transportan datos de usuario (= 4 kbaudios).
Sentido hacia el destino	Sentido de ATU-C a ATU-R.
Recomendaciones sobre líneas de abonado digital	La familia de Recomendaciones UIT-T G.991.1, G.992.1, G.992.2, G.994.1, G.995.1, G.996.1 y G.997.1.
Latencia doble	Transporte simultáneo de múltiples canales portadores de datos en cualquier sentido, en los cuales los datos de usuario están asignados a los trayectos rápido y entrelazado, es decir, $\text{sum}(B_f) > 0$ y $\text{sum}(B_i) > 0$.
Trama de salida con corrección de errores hacia adelante (FEC)	Una trama de datos presentada al codificador de constelación después de la codificación de Reed Solomon.

Bits indicadores	Bits utilizados para fines de operaciones y mantenimiento, insertados en los octetos de sincronización.
Señal iniciadora	Una señal que inicia una transacción G.994.1.
Estación iniciadora	La estación que inicia una transacción G.994.1.
Bobinas de carga	Inductores colocados en serie con el cable a intervalos regulares para mejorar la respuesta en banda vocal; se suprimen para uso de DSL.
LS0	Canal de datos del ATU-R al ATU-C.
Mensaje	Información en tramas, transportada por transmisión modulada.
Velocidad de datos neta	Velocidad de datos disponible para datos de usuario en cualquier sentido; para el sentido hacia el destino es la suma de las velocidades de datos símplex y dúplex netas.
Señal respondedora	Señal que es enviada en respuesta a una señal iniciadora.
Estación respondedora	La estación que responde a la iniciación de una transacción G.994.1 desde la estación distante.
Ejecución	El estado del ATU-C o del ATU-R, alcanzado después que se ha completado la inicialización y el acondicionamiento, en el cual se transmiten los datos de usuario.
Señal	Conjunto de una o más portadoras en una familia de señalización dada.
Familia de señalización	Un grupo de portadoras que son múltiplos enteros de una frecuencia de separación de portadoras dada.
Latencia simple	Transporte simultáneo de uno o más canales portadores en cualquier sentido, en el cual todos los datos están asignados al trayecto rápido o al entrelazado, es decir $\sum(B_f) > 0$ o $\sum(B_i) > 0$.
Interfaz de nodo de servicio (SNI)	Es la interfaz entre la red de acceso y la red núcleo.
Divisor	Filtro que separa las señales de alta frecuencia (ADSL) de las señales de banda vocal (frecuentemente denominado separador de POTS aunque las señales en banda vocal pueden comprender otras señales además de POTS).
Subportadora	Una entrada valorada compleja, Z_i , a la IDFT.
Supertrama	Una entidad de datos formada por 68 tramas de datos y una trama de sincronización.
Velocidad de símbolos	La velocidad a la cual todos los símbolos, incluido el símbolo de sincronización, son transmitidos ($((69/68)*4,0 = 4,0588$ kbaudios); en contraste con la velocidad de símbolos de datos.
Octeto de sincronización	Un octeto de datos en la trama de datos Mux que contiene los bits AOC, eoc o IB.
Trama de sincronización	Una trama de octetos que forma parte de la supertrama.
Símbolo de sincronización	Un símbolo DMT modulado con un esquema de datos constante.
Velocidad de datos total	Velocidad de datos global más la tara de FEC.

Transacción	Una secuencia de mensajes G.994.1, que termina con un acuse de recibo positivo [ACK(1)], un acuse negativo (NAK) o una temporización.
Sentido hacia el origen	Sentido del ATU-R al ATU-C.
Banda vocal	0 a 4 kHz; ampliación de la banda de 0,3 a 3,4 kHz tradicional para tratar los servicios de datos en banda vocal que requieren mayor anchura de banda que la telefonía ordinaria.
Servicios en banda vocal	Servicio telefónico ordinario y todos los servicios de datos que utilizan la banda vocal o parte de ésta.
Tipo x de línea de abonado digital (xDSL)	Cualquiera de los diversos tipos de línea de abonado digital.
Interfaz de red de acceso (XNI)	Interfaz de red de acceso que es la interfaz entre la red de acceso y los locales de usuario.

APÉNDICE I

Bibliografía

- [1] UIT-T G.704 (1998), *Estructuras de trama síncrona utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8448 y 44 736 kbit/s.*
- [2] 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.*
- [3] UIT-T G.991.1 (1998), *Redes de acceso: Sistema de transmisión de línea de abonado digital de alta velocidad por líneas locales metálicas.*
- [4] UIT-T G.991.2 (2001), *Redes de acceso: Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par (SHDSL).*
- [5] UIT-T G.992.1 (1999), *Redes de acceso: Transceptores de línea de abonado digital asimétrica.*
- [6] UIT-T G.992.2 (1999), *Redes de acceso: Transceptores de línea de abonado digital asimétrica sin divisor.*
- [7] UIT-T G.994.1 (2001), *Redes de acceso: Procedimientos de toma de contacto para transceptores de línea de abonado digital.*
- [8] UIT-T G.996.1 (2001), *Redes de acceso: Procedimientos de prueba para transceptores de línea de abonado digital.*
- [9] UIT-T G.997.1 (1999), *Redes de acceso: Gestión de capa física para transceptores de línea de abonado.*
- [10] UIT-T I.411 (1993), *Interfaces usuario-red de la RDSI – Configuraciones de referencia.*

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