

3 Tecnologías de transmisión de Línea Digital de Suscriptor (DSL, por sus siglas en inglés Digital Subscriber Line)

3.1 ADSL

ADSL son las siglas de Asymmetric Digital Subscriber Line ("Línea de Suscripción Digital Asimétrica"). ADSL es un tipo de línea DSL. Consiste en una transmisión de datos digitales apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando el alcance no supere los 5.5 kms medidos desde la Central Telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir. Es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que implica una mayor tasa de transmisión de datos en la transferencia de datos. Esto se consigue mediante una modulación de las señales de datos en una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales (300-3800 Hz), función que realiza el Router ADSL. Para evitar distorsiones en las señales transmitidas, es necesaria la instalación de un filtro (llamado splitter o discriminador) que se encarga de separar la señal telefónica convencional de las señales moduladas de la conexión mediante ADSL. Esta tecnología se denomina asimétrica debido a que la capacidad de descarga (desde la Red hasta el usuario) y de subida de datos (en sentido inverso) no coinciden. Normalmente, la capacidad de bajada (descarga) es mayor que la de subida.

En una línea ADSL se establecen tres canales de comunicación, que son el de envío de datos, el de recepción de datos y el de servicio telefónico normal. En diversos países (como España) las empresas de telefonía están implantando versiones mejoradas de esta tecnología como ADSL2 y ADSL2+ con capacidad de suministro de televisión y video de alta calidad por el par telefónico, lo cual supone una dura competencia entre los operadores telefónicos y los de cable, y la aparición de ofertas integradas de voz, datos y televisión, a partir de una misma línea y dentro de una sola empresa, que ofrezca estos tres servicios de comunicación. El uso de un mayor ancho de banda para estos servicios limita aún más la distancia a la que pueden funcionar el par de hilos.

Nombre	Nombre común	Bajada max.	Subida max.
ANSI T1.413-1998 Issue 2	ADSL	8 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.1	ADSL (G.DMT)	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s
ITU G.992.1 Annex A	ADSL over POTS	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s
ITU G.992.1 Annex B	ADSL over ISDN	12 Mbit/s	1.8 Mbit/s
ITU G.992.2	ADSL Lite (G.Lite)	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ITU G.992.3	ADSL2	12 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.3 Annex J	ADSL2	12 Mbit/s	3.5 Mbit/s
ITU G.992.3 Annex L	RE-ADSL2	5 Mbit/s	0.8 Mbit/s
ITU G.992.4	splitterless ADSL2	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ITU G.992.5	ADSL2+	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.5 Annex M	ADSL2+M	24 Mbit/s	3.5 Mbit/s

Fig. 3.1.a - Familia xDSL

ADSL presenta una serie de ventajas y también algunos inconvenientes, respecto a la conexión telefónica a Internet por medio de un MODEM.

Ofrece la posibilidad de hablar por teléfono mientras se navega por Internet, ya que, como se ha indicado anteriormente, voz y datos trabajan en bandas separadas, lo cual implica canales separados. Usa una infraestructura existente (la de la red telefónica básica). Esto es ventajoso, tanto para los operadores que no tienen que afrontar grandes gastos para la implantación de esta tecnología, como para los usuarios, ya que el costo y el tiempo que tardan en tener disponible el servicio es menor que si el operador tuviese que emprender obras para generar nueva infraestructura. Los usuarios de ADSL disponen de conexión permanente a Internet, al no tener que establecer esta conexión mediante marcación o señalización hacia la red. Esto es posible porque se dispone de conexión punto a punto, por lo que la línea existente entre la central y el usuario no es compartida, lo que además garantiza un ancho de banda dedicado a cada usuario, y aumenta la calidad del servicio. Esto es comparable con una arquitectura de red conmutada. Ofrece una tasa de transmisión de datos de conexión mucho mayor que la obtenida mediante marcación telefónica a Internet. Éste es el aspecto más interesante para los usuarios. La posibilidad de usar la telefonía IP para llamadas de larga distancia (antes demasiado costosas), hace que el servicio telefónico básico se ofrezca actualmente por las operadoras como un servicio añadido, más que un uso principal, ofertándose tarifas planas para su uso. En algunos países, no existe la posibilidad de dar de alta el ADSL independientemente de la línea de teléfono fijo.

No todas las líneas telefónicas pueden ofrecer este servicio, debido a que las exigencias de calidad del par, tanto de ruido como de atenuación, por distancia a la central, son más estrictas que para el servicio telefónico básico. De hecho, el límite teórico para un servicio aceptable, equivale a 5 km. Debido al cuidado que requieren estas líneas, el servicio no es económico en países con pocas o malas infraestructuras, sobre todo si lo comparamos con los precios en otros países con infraestructuras más avanzadas. El router necesario para disponer de conexión, o en su defecto, el módem ADSL, es caro (en menor medida en el caso del módem). No obstante, en algunos países es frecuente que los ISP (Internet Service Provided) incluyan el costo de ambos aparatos en el precio del servicio.

Se requiere una línea telefónica para su funcionamiento, aunque puede utilizarse para cursar llamadas. El router ADSL es un dispositivo que permite conectar uno o varios equipos o incluso una red de área local (LAN) a Internet a través de una línea telefónica con un servicio ADSL, realmente se trata de varios componentes en uno.

A continuación señalo las funciones del Router ADSL: Router: cuando le llega un paquete procedente de Internet, lo dirige hacia la interfaz destino por el camino correspondiente, es decir, es capaz de encaminar paquetes IP. Módem ADSL: modula las señales enviadas desde la red local para que puedan transmitirse por la línea ADSL y demodula las señales recibidas por ésta para que los equipos de la LAN puedan interpretarlas. De hecho, existen configuraciones formadas por un módem ADSL y un router que hacen la misma función que un router ADSL. Punto de acceso wireless: algunos router ADSL permiten la comunicación vía Wireless (sin cables) con los equipos de la red local.

Algunos fabricantes de esta tecnología son: Asus, 2Wire, 3Com, Alcatel, Cisco, Comtrend, D-Link, Huawei, Linksys, Nokia, Netgear, Xavi, Thomson, U.S. Robotics, Zyxel, Air-Link, Encore, Supergrass y Kozumi.

3.2 HDSL

HDSL es el acrónimo de High bit rate Digital Subscriber Line o Línea de abonado digital de alta tasa de transmisión de datos binaria. Ésta es una más de las tecnologías de la familia DSL, las cuales han permitido la utilización del clásico bucle de abonado telefónico, constituido por el par simétrico de cobre, para operar con tráfico de datos en forma digital. Los módems HDSL permiten el establecimiento por un par telefónico de un circuito digital unidireccional de 1.544 Mbps (T1) ó 2.048 Mbps (E1), por lo que para la comunicación bidireccional son necesarios dos pares. En este caso por cada par se transmite y recibe un flujo de 1024Kbps. La distancia máxima entre terminales en que se puede utilizar está entre 3 y 4 km, dependiendo del calibre y estado de los pares de cobre.

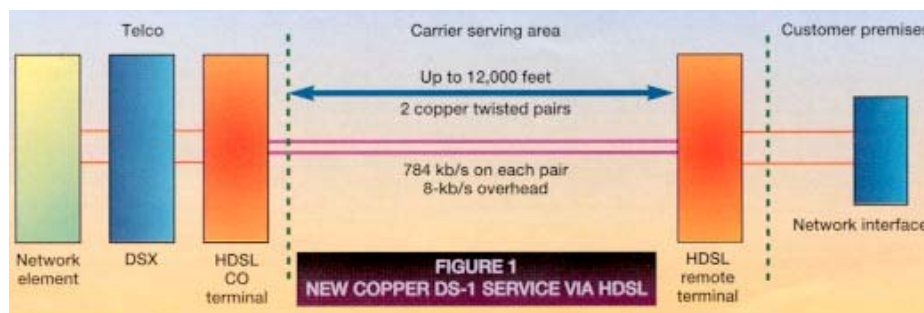


Fig. 3.2.a - Servicio HDSL entre proveedor y cliente

3.3 MSDSL

Multi-rate Symmetric Digital Subscriber Line, es una tecnología en transmisión 2B1Q (Two-binary, one quaternary) capaz de integrar servicios digitales de RDSI (Red Digital de servicios integrados) codificando en base a niveles de voltaje. La capacidad de ancho de banda de 2.32 Mbps se reparte entre un E1 completo (2.048 Mbps) y el resto en tres canales de voz o dos canales de voz RDSI, la transmisión sobre un par simple requiere cancelación de eco y ecualización, el MODEM mantiene la transmisión 2B1Q empleando diferentes filtros desde el inicio de la transmisión y durante toda su operación.

3.4 PDSL

Power line communication o power line carrier (PLC), también conocida como Power line Digital Subscriber Line (PDSL), Power line telecom (PLT) o Power line networking (PLN), es un sistema de portadora de datos que emplean los conductores eléctricos para su transmisión. BPL (Broadband Power Line) emplea PLC para el envío y recepción de información sobre las líneas de transmisión para proveer Internet, así mismo es posible transmitir en alta, media y baja tensión operando a través de modulación de portadora con el uso de diferentes bandas de frecuencia dependiendo de la señal de transmisión.

3.5 RADSL

Rate-adaptive Digital Subscriber Line, es una variante de la tecnología ADSL en donde el MODEM es capaz de ajustar la tasa de transmisión de datos de conexión dependiendo de la longitud y calidad de la línea entre DCE (Data Communications

Equipmet) y DTE (Data Terminal Equipment), esta técnica permite que la línea sea más tolerante a errores causados por señales de ruido.

3.6 SDSL

Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL). La tecnología SDSL es una variante de la DSL y se trata de una línea simétrica permanente con tasas de transmisión de datos justamente de hasta 2.048 kbps. SDSL es una forma de servicio de la línea del suscriptor Digital (DSL) que proporciona justamente igual ancho de banda para subida de datos (uploads), bajada de datos (downloads) y justamente transferencias directas. SDSL era una de las formas más tempranas de DSL para no requerir líneas telefónicas múltiples. También conocido como Línea Simétrica del Suscriptor Digital, DSL Single-Line, su costo es relativamente más caro que la conexión ADSL, pero a su vez más veloz.

3.7 SHDSL

SHDSL está diseñada para transportar datos a alta tasa de transmisión simétricamente, sobre uno o dos pares de cobre.

* Single Pair: Se obtienen tasas de transmisión de datos de 192 kbps hasta 2,3 Mbps (con incrementos de tasa de transmisión de datos de 8 kbps).

* Dual Pair: Se obtienen tasas de transmisión de datos desde 384 kbps hasta 4,6 Mbps (con incrementos de 16 kbps)

A diferencia que su antecesor HDSL, y al igual que HDSL2, SHDSL utiliza TC-PAM (Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation), una técnica de codificación más avanzada, TC-PAM proporciona una plataforma robusta sobre una gran variedad de tipos de bucle y las condiciones externas que puedan alterar la señal, un efecto llamado "relación tasa de transmisión de datos/distancia adaptativa". De esta manera SHDSL se adapta dinámicamente a las características de los pares, gracias a esta técnica de codificación se consigue una buena relación tasa de transmisión de datos/distancia:

* Con 192 kbps se alcanzan distancias de más de 6 km

* Con 2.3 Mbps más de 3 km

* Con dos pares pasa algo similar, a 2.3 Mbps se llegan a distancias de más de 4,8 kms.

La idea es sencilla, frecuentemente el módem hace barridos en todo el espectro frecuencial destinado a SHDSL. De esta manera mantiene una tabla con las SNR (relación señal a ruido) de cada bloque. Cada vez que se quiera enviar un paquete de datos, se hará por el canal con la mejor relación señal a ruido, o en segunda instancia, por el canal menos saturado; pero siempre respetando el orden de preferencias de la tabla. Los dispositivos implicados en la transmisión se ponen de acuerdo para que la relación tasa de transmisión de datos/distancia sea óptima.

Los canales con presuntamente más pérdida se utilizarán menos, los que atenúen poco recibirán más tráfico. Pudiendo disminuir la tasa de transmisión de datos de transmisión en detrimento de la distancia con la central, o el contrario. Resultado, mejor relación tasa de transmisión de datos/distancia, derivado de poca atenuación que sufrirá todo el conjunto de señales transmitidas. Y la posibilidad de elección entre gran ancho de banda o mayor distancia con la central. La limitada distancia que debe separar al abonado de la central es el mayor de los inconvenientes de XDSL, que poco a poco con los nuevos estándares va mejorando. Eso ocurre

porque para enviar grandes cantidades de datos se necesita un gran rango de frecuencias, y cuan más alta sea la frecuencia más se atenúa la señal en relación a la distancia (y más caros son los equipos que deben descodificar estas señales, pues deben ser más sensibles).

Esto posiciona a SHDSL como la mejor solución xDSL (es el genérico para todas las tecnologías DSL) de línea simétrica, pues consigue mayor distancia y mayor tasa de transmisión de datos que los anteriores. Además es posible instalar hasta 8 repetidores de señal (en cada par del bucle) para extender la señal más allá de las especificaciones iniciales, si fuera necesario. Mientras que el ADSL está pensado para un uso compartido con la voz, las tecnologías SHDSL no pueden usarse al mismo tiempo que la voz ya que toda la línea esta dedicada a ella. Este inconveniente se subsana al poder emplear tecnologías como VoIP (Voice Over Internet Protocol) y un política de QoS (Quality of Service), pues obliga a asegurar un flujo de datos constante entre las partes afectadas.

3.8 UDSL

Uni-DSL (UDSL) es una tecnología desarrollada por Texas instruments capaz de proveer 200 Mbps en agregado a la tasa de transmisión de datos y es compatible con los estándares (ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL y VDSL+2).

3.9 VDSL

VDSL son las siglas de Very high bit-rate Digital Subscriber Line (DSL de muy alta tasa de transferencia). Se trata de una tecnología de acceso a Internet de Banda Ancha, perteneciente a la familia de tecnologías xDSL que transmiten los impulsos sobre pares de cobre.

Se trata de una evolución del ADSL, que puede suministrarse de manera asimétrica (52 Mbit/s de descarga y 12 Mbit/s de subida) o de manera simétrica (26 Mbit/s tanto en subida como en bajada), en condiciones ideales sin resistencia de los pares de cobre y con una distancia nula a la central.

La tecnología VDSL utiliza 4 canales para la transmisión de datos, dos para descarga y 2 para subida, con lo cual se aumenta la potencia de transmisión de manera sustancial.

Las aplicaciones para las que más está siendo usada la tecnología VDSL son para la transmisión de televisión de alta definición por red. VDSL es capaz de transmitir vídeo comprimido, una señal en tiempo real poco apta para los esquemas de retransmisión de error utilizados en las comunicaciones de datos. Para lograr tasas de error compatibles con el vídeo comprimido, VDSL tendrá que incorporar Forward Error Correction (FEC) con el suficiente intercalado para corregir todos los errores creados por la aparición de ruidos impulsivos de una especificada duración.

El estándar VDSL utiliza hasta cuatro bandas de frecuencia diferentes, dos para la subida (del cliente hacia el proveedor) y dos para la bajada. La técnica estándar de modulación puede ser QAM/CAP (carrierless amplitude/phase) o DMT(Discrete multitone modulation), las cuales no son compatibles, pero tienen un rendimiento similar. Actualmente, la más usada es DMT.

Los datos hacia el usuario serán difundidos a cada equipo de usuario final o transmitidos a un Hub (Concentrador) separado de forma lógica, desde donde se distribuyen a los usuarios finales mediante multiplexación TDM (Time Division Multiplexing). La multiplexación en el sentido del usuario a la red constituye un

problema algo más complejo. Los sistemas que utilizan una NT (Network Termination) pasiva han de insertar los datos en un medio compartido, ya sea mediante alguna variante TDMA (Time Division Multiple Access) de FDM (Frequency Division Multiplexing).