

Acceso integrado ADSL / IP / ATM

Ing. Oscar Szymanczyk (OSSZAR)

La EaD y el Acceso a la Red

La red de acceso de telecomunicaciones e informática, constituye el segmento esencial para la oferta ventajosa de EaD, como factor fundamental para la aplicación de las NTIC.

De los distintos accesos, la red telefónica cableada de pares seguirá siendo la más empleada a los fines de EaD. El avance de los cableados de fibra óptica y los sistemas inalámbricos, hoy día se han visto trabados por distintos problemas, económicos, de calidad y ecológicos.

Mientras tanto, el par telefónico existente, constituido por conductores de cobre continúa ofreciendo inmutable sus tradicionales cualidades tecnológicas y económicas.

Ahora remozado mediante equipos electrónicos, como ser la *línea-digital-asimétrica-de-abonado* ADSL, se presenta en la actual competencia de sistemas y servicios, como la mejor opción.

Objetivo xDSL

ADSL es solo parte de la familia de equipos que logra banda ancha en la red de acceso. Entre otros, los principales miembros de esta familia xDSL son, HDSL, SDSL, VDSL e IDSL. Como vínculo entre centrales se emplea ampliamente el HDSL, mientras que para un acceso de hasta 500 m, se dispone el VDSL que posibilita velocidades hasta de 25 Mb/s. Asimismo xDSL permite combinar el uso del sistema ISDN, empleando el IDSL.

Su variedad de posibilidades, permiten servir a usuarios residenciales, institutos educacionales, universidades, y al mismo tiempo son de alto rédito a los grandes usuarios de negocios.

La razón para impulsar ADSL es más que convincente, ofrecer la más alta velocidad de acceso digital, así como permite incrementa la económica viabilidad para los sitios remotos. Su particular importancia es que dispone aventajada correlación a los protocolos TCP/IP, GigaEthernet y al modelo ATM. De tal forma, puja la reducción de costos operacionales, lo que permite implementar un mayor rédito, tanto al cliente unitario, como al corporativo y empresarial.

Situación del mercado xDSL en el mundo actual

Aunque, el lanzamiento del modelo actual de ADSL data de 1998 (en USA), solo las empresas alemanas tenían planes de compra de estos sistemas en el año 2000, mientras que en ese entonces, del Reino Unido solo el 10% de las grandes empresas planificaban utilizarlos. Sin embargo en el año 2001 ya la cantidad mundial de DSL había alcanzado los 10 millones, solamente en el Japón se superaban los 2 millones y Brasil tenía más usuarios ADSL que el Reino Unido.

Para el año 2002 más que se duplicaba esa cifra total. Deutsche Telekom había crecido a 3 millones de abonados ADSL, haciéndolo el segundo mayor operador después de Korea Telekom (Sur Corea), con 3.5 millones. Le seguían SBC de EE.UU. con 1.5 millones, la compañía Other Japan con 1.4 millones y Verizon de EE.UU. con 1.3 millones, luego Hanaro de Sur Corea y Chunghwa de Taiwán, cada uno con 1.1 millones de líneas DSL. Japón ha sido suceso en el lanzamiento del servicio de cable modem y de los accesos inalámbricos 3G, igual que fibra al hogar. Sin embargo, competición con DSL fue más alta que para el acceso de aquellos sistemas no DSL.

Distinción de ADSL referente a ISDN

A fines del siglo pasado, las exigencias de transmisión digital en alta velocidad, para interoperar, textos, diagramas, música, voz y video, obligó más que nunca buscar un elemento que resolviese el apetito por mayor ancho de banda. El sistema de ISDN había satisfecho hasta ese momento esa avidez, no obstante apareció ADSL como protagonista que lo superara en atributos.

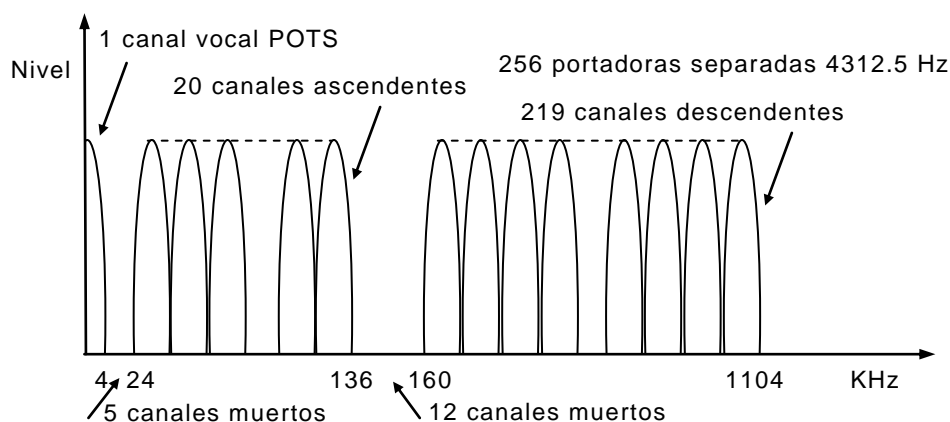
Si analizaremos al ADSL, advertimos que este sistema evoluciona la línea telefónica analógica, permitiendo el uso de tanto servicios analógicos como digitales. Nos entrega la velocidad digital de hasta 8,192 Mb/s, en sentido descendente desde la central telefónica, y 640 Kb/s en sentido ascendente hacia la central, empleando solamente el par existente del abonado telefónico. Su alcance en red, supera la distancia de 5 Km.

Otra disimilitud ADSL radica, en que ISDN emplea para obtener los dos sentidos de transmisión ascendente y descendente, una única banda de frecuencia en transmisión superpuesta, separada mediante equipos Canceladores de Eco. Las variables adaptaciones de la línea telefónica, hacen que se malogre su principio de funcionamiento, pudiéndose corromper la transmisión. Es habitual observar en sus sesiones, la interrupción de las transmisiones. Entretanto, ADSL basa su conformación en la FDM, con dos bandas separadas por cada sentido de transmisión.

Aparte de ello, el sistema ADSL posibilita no tener que cambiar el aparato telefónico analógico actual en nuestras oficinas o domicilios y al mismo tiempo operar una computadora o permite disponer una red de computadoras.

Al mismo tiempo y en consecuencia, el sistema ISDN de banda estrecha, a quedado relegado al uso muy específico de video conferencias, ofreciendo solo hasta 2 Mb/s, para ofrecer mayor velocidad digital debe asociarse al ADSL. La potente diferencia al ISDN, se aprecia en disponer éste una transmisión orientada a la comunicación sobre la red conmutada telefónica, entretanto ADSL está orientada a la red de datos en transmisión de paquetes.

La superioridad sobresaliente del módem ADSL de abonado, radica en integrar las señales de: voz, datos y video, actuando sobre las redes de acceso y de transporte: IP, ATM y Ethernet.



Estructura espectral del sistema ADSL

Operación del ADSL

Para el modelo ADSL, se emplea la modulación QAM sobre multitonos discretos DMT (Discrete Multitone). La técnica DMT se basa en la modulación de múltiples portadoras en el espectro de frecuencias. El proceso de modulación DMT divide la trama de datos en “períodos de símbolo”, cada uno de los cuales contiene un número fijo de bits. Estos bits se asignan en grupos a tonos, como portadoras de distinta frecuencia. En particular, la norma ANSI T1 413 establece el número de éstas portadoras en 256, con un ancho de 4,3125 KHz, abarcando de 0 a 1,104 MHz. De esta forma, en el dominio de la frecuencia DMT divide el canal en un gran número de sub-canales. La atenuación, o sea la capacidad de la línea, varía con la frecuencia, por lo que a los sub-canales con mayor capacidad (menor atenuación) se les asigna un mayor número de bits. Los bits asignados a cada tono son convertidos en un número complejo el cual define la amplitud y fase del tono, durante el "período de símbolo". Por lo tanto, DMT puede ser pensado como un conjunto de sistemas de modulación QAM operando simultáneamente en paralelo, cada uno con una frecuencia de portadora. El transmisor DMT esencialmente modula los datos formando ráfagas en cada tono, para un determinado número de frecuencias, los suma y envía a la línea como un “símbolo DMT”. En la transmisión en línea telefónica, DMT presenta un esquema de asignación del espectro en función de la atenuación y a la relación señal /ruido de la misma. Un número de bits de datos se ajusta en cada sub-canal, dependiendo de las condiciones de la línea, pudiendo llegar a un máximo de 15 bits por portadora. Esto permite adaptar la performance sobre cada línea en particular, disminuyendo a la vez la susceptibilidad a paradiafonía y radiofrecuencias de emisiones de AM. El número de bits de datos a asignar a cada portadora se determina en el proceso de inicio del sistema. Las altas frecuencias resultan con mayor atenuación, por lo que se tendrán constelaciones QAM de menor orden (4 QAM). En frecuencias bajas (con menor atenuación) es posible tener constelaciones de mucho mayor orden (hasta 1024 QAM). Por otra parte, ante la presencia de ruido impulsivo se tiene una distorsión del símbolo en el receptor, pero el proceso de entrelazado esparce el efecto sobre un gran número de sub-canales, por lo que la probabilidad de error disminuye. Asimismo, permite la selección automática del canal de mejor transmisión, en su caso la distribución energética entre varios canales o la anulación de canales que no estén operando en ese instante.

Voz sobre el protocolo Internet (VoIP)

La UIT ha indicado que mediante IP se obtienen ahorros superiores al 50% de los costos en larga distancia. Los operadores internacionales alcanzan hoy, más del 60% de su tráfico de voz, empleando IP. Comparado con redes de circuito conmutados, los ahorros en gastos operativos con paquetes IP, se hacen más significativos por permitir soportar una gran cantidad de servicios sobre una misma infraestructura.

El principal escollo de VoIP, lo representa congeniar la variedad de protocolos de señalización existentes H.323, SIP, MGCP y MeGaCo. Los mismos protocolos que emplea la telefonía IP en su pasaje hacia la conformación de la red denominada como, *próxima-generación-de-red*, NGN:

Cisco, como primer proveedor mundial de tecnología VoIP, dispone una participación del 70% del mercado corporativo. Ofrece VoIP sobre GigaEthernet, en accesos a Internet y servicios de Centros de Datos (Data Center). Interconecta la red IP con los distintos operadores telefónicos, empleando conmutación Clase 5 de NEC. Su red ha evolucionado, desde la red de datos a la de voz, utilizando el protocolo H.323, iniciando luego la participación del protocolo SIP, para la mayor integración con Internet, superando las limitaciones del H.323.

Voz sobre DSL (VoDSL)

La diferencia de VoDSL con VoIP radica en que, VoDSL tiene un inherente agregado de calidad, es más maduro en términos de estandarización y posee mayor escalabilidad e interoperabilidad. VoDSL opera convirtiendo las llamadas de voz, en paquetes de datos digitales y envían estos paquetes mediante tecnología DSL sobre las líneas existentes de cobre, pudiendo transmitir simultáneamente múltiples llamadas sobre una simple línea.

Actualmente se ofrece VoDSL en Alemania, Holanda, Francia, Austria, Bélgica, Italia y Suiza.

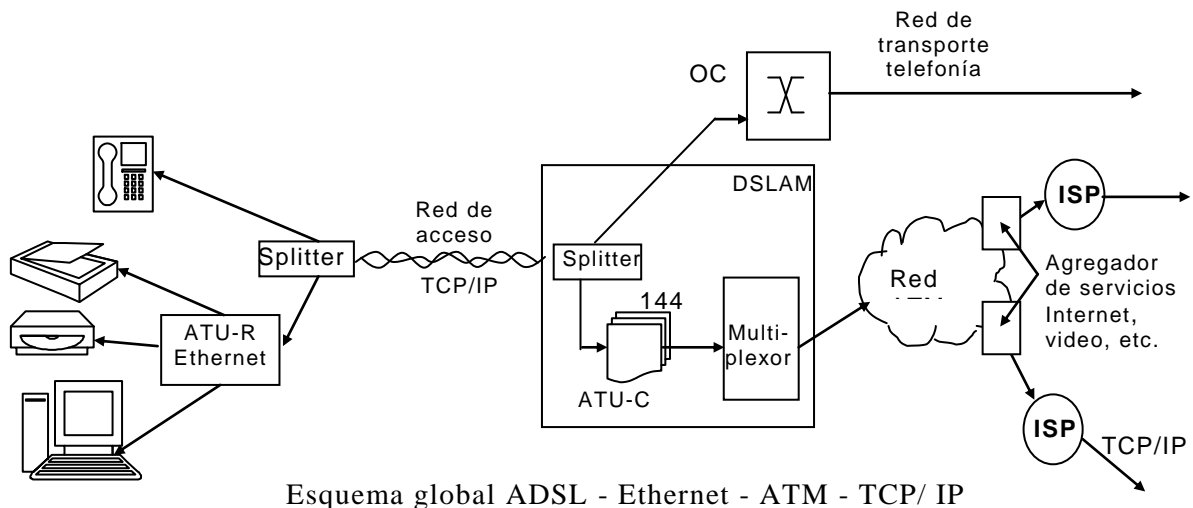
Modo de transmisión asincrónica (ATM)

Otro estímulo a la competencia de DSL es su habilidad para proveer bajo costo de acceso IP en forma de *red-privada-virtual* VPN IP y con empleo en el *modo-de-transferencia-asíncrono* ATM. ATM fue creado como soporte de ISDN para banda ancha, pero se aplicó en uso de red troncal. Sin embargo, actualmente compite con GigaEthernet en la red de acceso, la formación de redes LAN y también en troncales de MAN. Asimismo se emplea en edificios corporativos. En WAN se emplea para conexiones internas hasta llegar a *puntos-de-presencia* POP, enlaces intra POP, o interconectar zonas de almacenaje de los servidores. En redes ópticas ATM se acopla al transporte SONET /SDH, con uso de DWDM o CWDM.

Esquema general de conexionado ADSL

Los sistemas ADSL emplean en su esquema de conexionado modem en cada extremo de la red de acceso. En el domicilio del abonado, por cada línea se instala una *unidad-terminal-ADSL-remota* ATU-R y otro modem se instala en la oficina central telefónica, como *unidad-terminal-ADSL-central* ATU-C, que oficia como equipo maestro. Además, en ambos extremos se disponen filtros pasabajo en función de divisores (Splitter), los que encaminan las comunicaciones según si se refiera a llamadas telefónicas o una transmisión de datos. En la oficina central telefónica se agrupan los Splitters y los ATU-C, conformando el *múltiplexor-de-acceso-a-línea-digital-de-abonado* DSLAM. Allí, los Splitter derivan las comunicaciones telefónicas hacia el repartidor general, de allí al conmutador y a la red de transporte telefónica, mientras que por otra parte, los servicios de datos son encaminados, a placas de un múltiplexor de acceso que encamina la transmisión digital a la red troncal ATM.

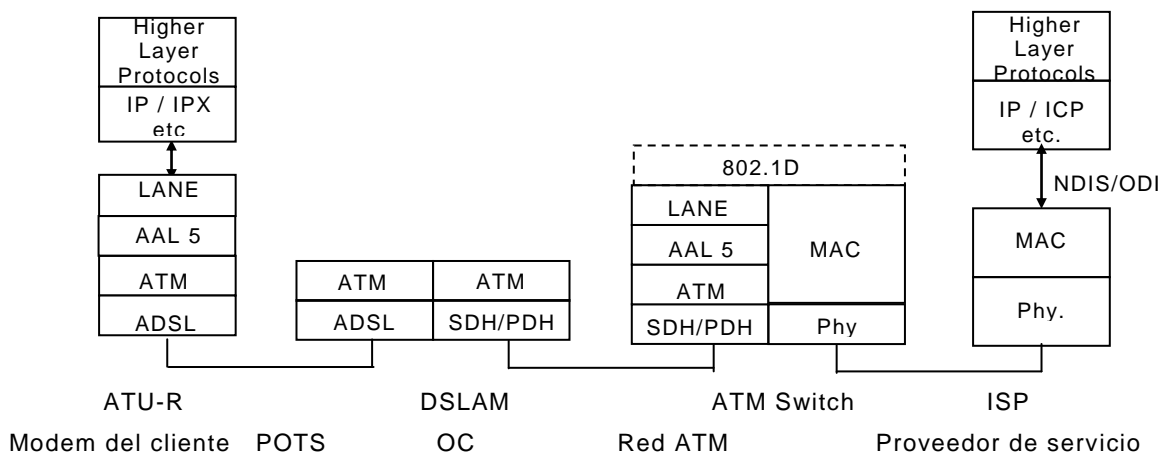
El esquema de conexionado se completa adicionando un dispositivo denominado Agregador de Servicios, ubicado posterior a la malla ATM y su función se refiere a direccionar la ruta por medio de un circuito virtual permanente PVC, a un proveedor de video sobre demanda VoD, de servicio de Internet ISP u otro servicio, según el servicio especificado por el cliente.



Esquema global ADSL - Ethernet - ATM - TCP/ IP

Protocolos del sistema ADSL / ATM / IP

Es importante destacar que ADSL permite usar en forma indistinta, en la casa del usuario la tecnología Ethernet en 10BaseT o placas ATM, así como la interoperatividad troncal entre los sistemas ATM y TCP/IP. De tal forma, el Proveedor de Servicios, podrá aprovechar el uso TCP/IP actual o transportado sobre ATM, explotando sus mayores beneficios en velocidad y capacidad, para los diferentes servicios. De tal forma, cada tramo de tal red dispondrá de una serie de protocolos en diferente cantidad y niveles de capas.



Esquema global de protocolos en un sistema ADSL / ATM / IP

Arquitectura troncal ATM y TCP/IP

En la oficina central, el DSLAM, recupera los bits enviado en el lado acceso por el abonados y los vuelve a armar en celdas ATM. Es algo más que un distribuidor Cross Connect Digital, es más bien un conmutador ATM. En el sentido hacia la red troncal, combina los flujos de bits de los distintos clientes y los envía a la red ATM, actuando con función de servidor-de-acceso-remoto. La red de interconexión, es de hasta cuatro DSLAM, conectados en formación de árbol binario, trabaja en E3 (34 Mb/s). Las celdas ATM son enviadas hasta un BAS centro concentrador de la red ATM, en STM-1 (155 Mb/s). En las jerarquías inferiores podría emplearse TDM y Frame Re-

lay en velocidades de E1. En la red óptica ATM, se emplea SDH en STM-1. Asimismo el sistema permite el uso del floreciente sistema GigaEthernet.

En su lado troncal remoto, estas redes ATM, mediante el Agregador de Servicios, encamina la comunicación al operador de servicio seleccionado. Se podrán disponer de hasta diez servicios diferentes, videoconferencias, VoD, etc. Puesto que en general, los Operadores de Servicio Agregado, no disponen de equipos ATM, se los vincula mediante técnica IP.

ATU-R	Líneas por bastidor	Líneas por sistema	Red de interconexión	Interfaz hacia red de datos	Categoría ATM	Líneas por BAS
Bridge y Router Ethernet	240	1560	árbol binario cascada 4 etapas de concentración estrella.	4 x E1	CBR rt	14000
ATM-F25				E3	CBR nrt	
PC NIC				SMT-1	UBR	
USB				SMT-4	VBR	

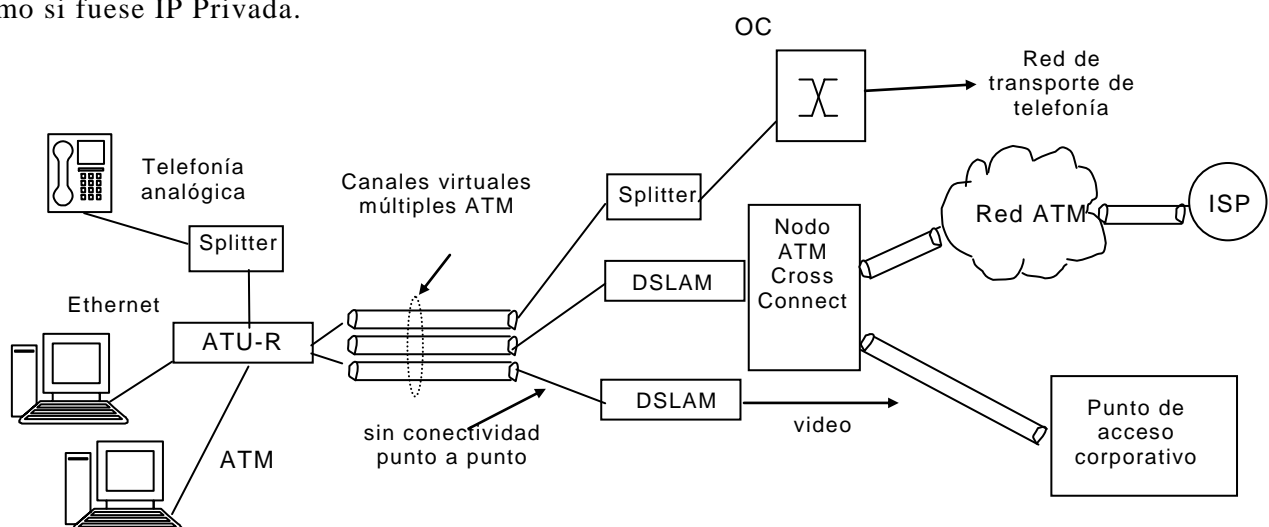
Se instala un Agregador de Servicios por cada 4 o 5 oficinas centrales. Desde el mismo, podrán formarse backbone a cada proveedor de servicio determinado o reuniendo varios de ellos. Los proveedores de servicio podrán constituir grandes Data Center.

Configuración de la red del cliente

Según la placa utilizada por el cliente en su PC, ATM ó Ethernet, esta conexión se configurará llegando hasta el modem o hasta la PC. En el modelo de referencia ofrecido por el FORUM ADSL, la configuración del modo de conexión ADSL, podrá ser del tipo PPOA (Point to Point over ATM) o del tipo PPOE (Point to Point over Ethernet). Se resalta el alto uso de canales virtuales PVC, aprovechando la posibilidad que brinda ATM en generar tunelados

Circuito virtual permanente PVC

La conexión punto a punto sobre ATM PPOA permite la formación de canales virtuales de trayecto (VP) y de canal (VC), extremo a extremo, con posibilidad de agregar un túnel sobre el lado cliente. Con la creación de un circuito virtual permanente PVC se podrá utilizar la IP Pública como si fuese IP Privada.



Esquema ADSL /ATM canalizado

La creación de PVC, permite la conexión telefónica o de PC, en forma compartida o no. Faculta asimismo preservar el secreto de la información. Mediante la formación de una red canalizada, esto es con formación de túneles, se podrá seleccionar cualquiera de las PVC disponibles.

En el ATU-R se colocan TCP/IP, en tramas PPP, que disponen de su propio control de enlace y chequeo de errores, en el interior de la trama y soporte ADSL.

El método para soportar PPP sobre ATM, consiste en ofrecer una serie de PVC sobre ADSL para alcanzar independientemente al proveedor seleccionado. Ello se realiza mediante los identificadores VCI y VPI de cada dispositivo.

El manejo de valores VP /VC permite crear circuitos virtuales entre el modem del cliente y los distintos proveedores de servicio, en forma de conexiones independientes con calidad de servicio asegurada y ancho de banda definido.

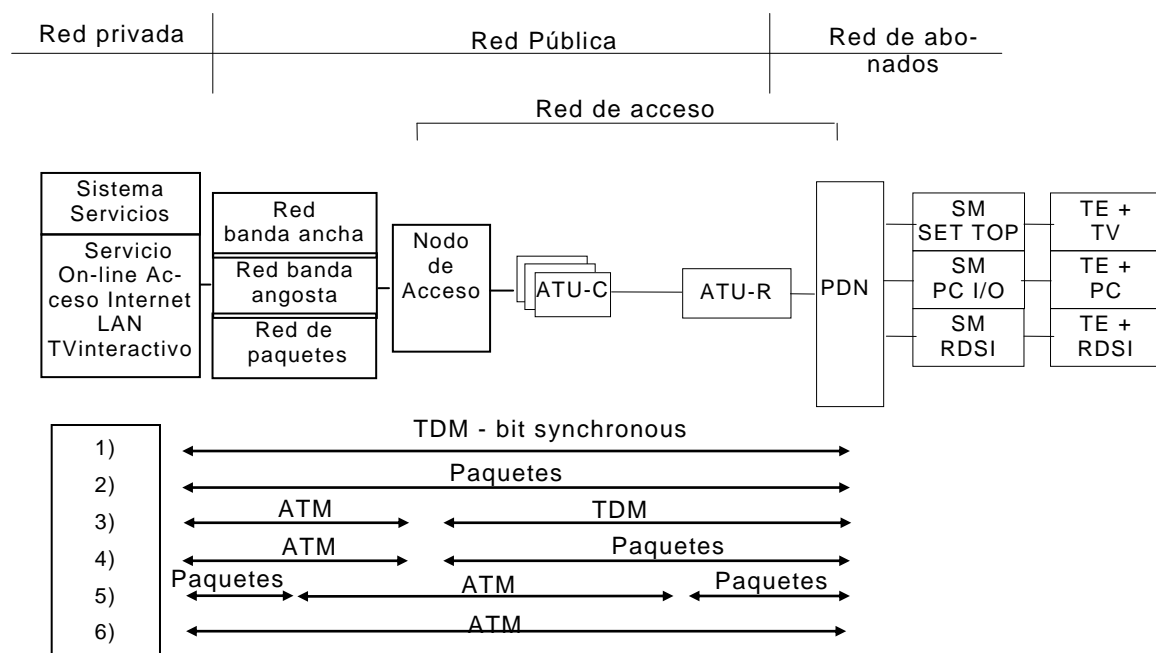
Distintos casos de transmisión

El modelo de referencia del FORUM ADSL, indica las distintas posibilidades de transmisión que permite ADSL sobre TDM, TCP/IP y ATM: La conjunción de paquetes TCP/IP en el acceso, con red troncal ATM, se realiza en el DSLAM que opera con funciones de conmutación ATM.

Una variante es que el contenido del paquetes TCP/IP se transporte desde el DSLAM hasta el ATU-R, en el interior de celdas ATM utilizando el AAL5. Una vez en el ATU-R, los paquetes TCP/IP se extraen de las celdas ATM, utilizando nuevamente el AAL5.

Otra posibilidad, es el modo soporte TCP/IP extremo a extremo, como paquetes TCP/IP dentro de las tramas y supertramas ADSL, mediante el protocolo punto a punto PPP de Internet, empleado en formaciones WAN para sistema ISDN y de arquitectura de red SNA de IBM.

De estas posibilidades de transmisión, se resumen seis casos operativos de la red ADSL:



Distintos casos de transmisión según el forum ADSL

Caso 1 - La red ADSL es una tubería pasiva de bits en TDM, en velocidad de bits constante CBR, sobre canales ADSL. La red utiliza el modo de sincronismo de bits extremo a extremo.

Caso 2 - La red ADSL discurre paquetes IP de extremo a extremo. Los paquetes podrán representar otros protocolos o servicio siempre que ambos extremos entiendan el formato de los paquetes.

Caso 3 - El ATU-C maneja una tubería de bits, la que requiere un gran potencial para administrar la red ATM y sus diferentes tipos de tráfico.

Caso 4 - La red ADSL emplea paquetes IP y se deshace de la tubería de bits pasiva.

Caso 5 - Permite proporcionar servicios ADSL basados en ATM, manteniendo el uso de interfaces de paquetes IP.

Caso 6 - La red ADSL fluye celdas ATM entre los extremos de la red. Es conveniente por disponer menos latencia y mayor ancho de banda en diferentes tipos de tráfico a clientes corporativos.

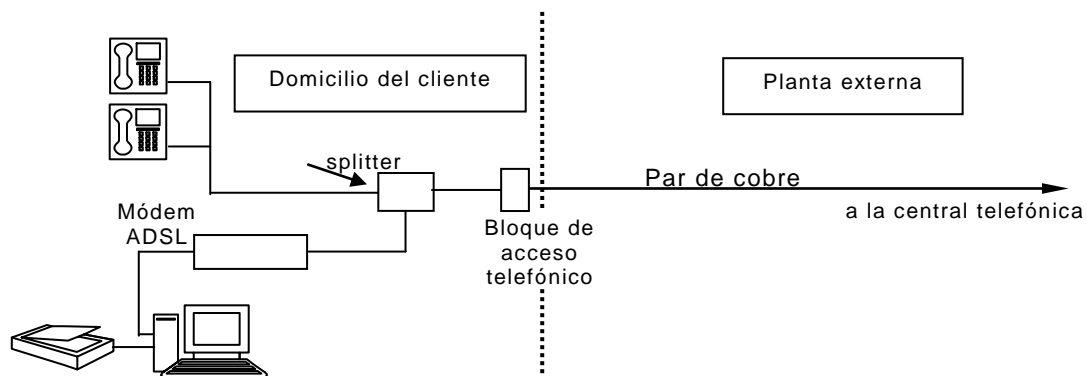
Instalaciones internas

Las instalaciones internas en edificios, para ADSL, no difieren físicamente de las realizadas para telefonía básica. Se podrá emplear cables de *pares-trenzados-sin-blindaje* UTP, de Categoría 3.

Para casos especiales, por ejemplo en ambientes con fuentes fuertes de ondas electromagnéticas, se deberán usar cables UTP de Categoría 5, trenzados en pasos amplios, o cables de *pares-trenzados-blindados* STP, a fin de cancelar la posibilidad de ruidos inducidos.

Esquema residencial

En el esquema domiciliario a un cliente individual la topología se conformará instalando un filtro del tipo Splitter Central que encamine la señal analógica a los aparatos telefónicos y la señal de datos a la computadora personal. También se podrán emplear Microfiltros, en la conformación individual, que actúen como filtros pasabajo para cada aparato telefónico.

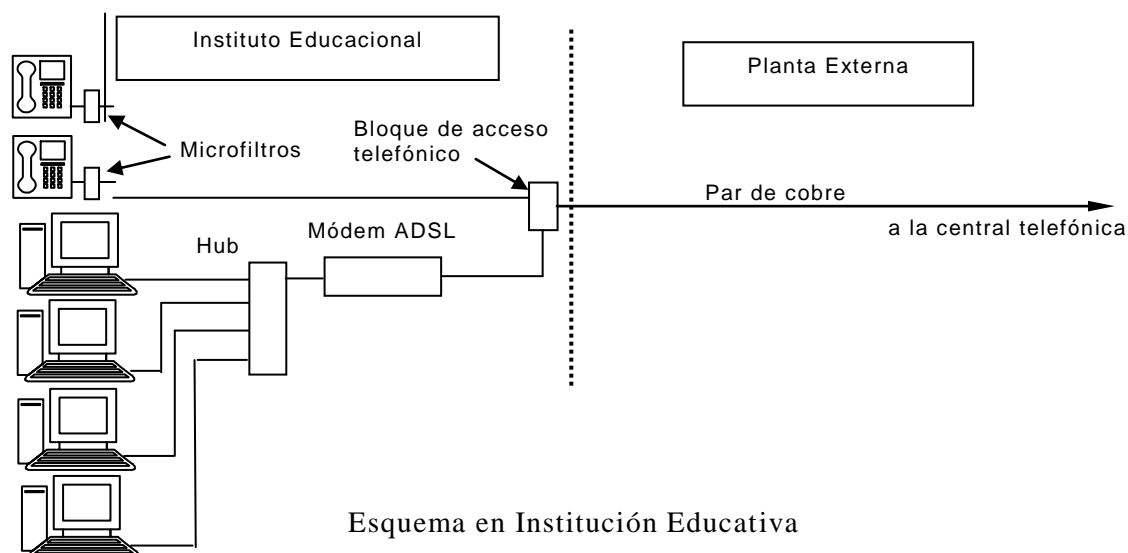


Esquema Residencial

Esquema en institución educativa

En el esquema dispuesto para la instalación en una red interna de un locutorio (cabinas públicas) o montaje para un instituto educacional, la topología se conformará pudiendo incluir un splitter central o varios microfiltros, mientras que la señal de datos, se encamina desde el módem hasta las placas de red de la red de computadoras, empleando para ello un Hub.

A los fines de establecer sesiones independientes a cada máquina se podrá asignar una computadora en la función "Proxy" y desde la misma servir a esta red.



Valores de transmisión sobre el par de acceso

Satisfacer la línea de cobre, ciertos valores de transmisión permitirá ofrecer al usuario, un servicio de apropiada calidad de servicio (QoS). Para ello deberá cumplir los parámetros:

- 1- Característica de aislamiento, a-b, a-G y b-G, igual o superior de 5 MΩ.
- 2- La potencia de transmisión no superará los -32 dBm, para los canales más críticos o sean los canales de mayor frecuencia, que son más afectados por las atenuaciones de la línea. Se podrá llegar a -40 dBm según cantidad y posición en el cable de sistemas vecinos.
- 3- La máxima atenuación admisible es de 30 dB como promedio en banda angosta, aunque se podrá llegar hasta 55 dB si la relación señal /ruido es alta. En la zona de banda ancha la atenuación depende del canal analizado
- 4- El par utilizado debe tener la menor cantidad de pares multiplados (en doble), ya que la capacidad mutua entre pares se incrementa, perjudicado aún más, que la resistencia en Ohm. Los cambios de calibre también perjudican al valor de transmisión.
- 5- Los instrumentos de medición, operan las funciones digitales de velocidad, cantidad de bits y características del ADSL, también ofrece las funciones de medición analógicas de la línea, como multímetro y reflectómetro.

Conexión del modem ADSL

La conexión de las PC en el modem ADSL, se realiza siempre por un puerto de alta velocidad, descartando el puerto serie de interfaz serie RS132. Se usan los puertos Ethernet, DSL o ATM F.25. Del Pentium 2 en adelante las PC introdujeron el terminal de norma universal USB, el mismo no es práctico usar en redes, solo emplear en instalaciones residenciales, sino se tiene placa Ethernet. Todos los módems tienen puerto Ethernet pero no todos USB.

Con placas Ethernet se podrá disponer de 10 Mb/s, con USB hasta 16 Mb/s y con placa ATM-F25, hasta 25.6 Mb/s. El puerto Ethernet es mucho más económico y mejor configurable por Windows, aunque el puerto ATM es mucho más rápido, su uso debe justifica su precio. Ethernet funciona con cualquier plataforma, no depende del sistema operativo, es más rápido y más estándar.

El módem tiene un lado llamado LAN o DSL y otro llamado WAN. El primero es el lado Ethernet, 10BaseT, que va hacia la PC y el segundo es el lado ADSL, que va hacia el Splitter y a la red de acceso. Cuando se conectan varias PC al módem, se utiliza un Hub. Los módem según modelo podrán trabajar como Bridge o como Router. Se limita hasta cuatro microfiltros, mayor cantidad carga en demasía al módem, como valor de impedancias, por lo que este pierde rendimiento.

Elementos constitutivos de la instalación en el domicilio del abonado

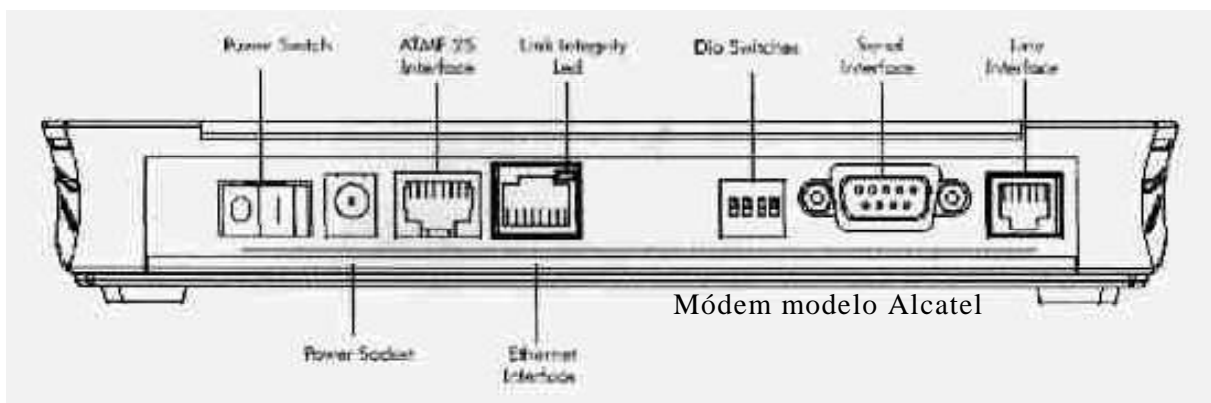
En el mercado argentino, tres firmas comercializan los aparatos ADSL, desde principios del 2001. A comenzado el lanzamiento del modem, la firma Cisco, seguida de Alcatel que presenta tres modelos y Arecom un producto de fabricación coreana, con dos modelos, el DSL 800 y el DSL 1000. Se muestra los principales dispositivos de la red interna del abonado.



Módem Arecom



Módem Cisco



Módem modelo Alcatel



Instrumento de medición



Microfiltro