

2 Banda Ancha

2.1 Modo de Funcionamiento

La banda ancha es una red de acceso que abarca los elementos tecnológicos que soportan los enlaces de telecomunicaciones entre los usuarios finales y el último nodo de la red. A menudo se denomina lazo de abonado o simplemente la última milla. Sus principales componentes son los medios de comunicación (par de cobre, cable coaxial, fibra óptica, canal radioeléctrico) y los elementos que realizan la adecuación de la señal a los mismos.

Se estima que existan en la actualidad alrededor de 1100 millones de accesos fijos y 1000 millones de accesos móviles. El lazo local, sin lugar a dudas, constituye un punto de mira de los científicos, tecnólogos y economistas en la búsqueda de alternativas para incrementar el aprovechamiento del espacio de señal dentro de los medios de transmisión, a un precio que permita la asimilación por los abonados finales, aprovechándose de la creciente necesidad de ancho de banda para la satisfacción de las necesidades naturales o inducidas de información, comunicación y entretenimiento en que la época actual nos sumerge.

Se conoce como banda ancha en telecomunicaciones a la transmisión de datos en la cual se envían simultáneamente varias piezas de información, con el objeto de incrementar la tasa de transmisión de datos de transmisión efectiva. En ingeniería de redes este término se utiliza también para los métodos en donde dos o más señales comparten un medio de transmisión.

Algunas de las variantes de los servicios de línea de abonado digital (del inglés Digital Subscriber Line, DSL) son de banda ancha en el sentido de que la información se envía sobre un canal y la voz por otro canal, pero compartiendo el mismo par de cables. Los modems analógicos que operan con tasas de transmisión de datos mayores a 600 bps también son técnicamente banda ancha, pues obtienen tasas de transmisión de datos de transmisión efectiva mayores usando muchos canales.

Por ejemplo, un MODEM de 2400 bps usa cuatro canales de 600. Este método de transmisión contrasta con la transmisión en banda base, en donde un tipo de señal usa todo el ancho de banda del medio de transmisión, como por ejemplo Ethernet 100BASE-T.

2.2 Ventajas

La necesidad de ancho de banda ha hecho nacer varias tecnologías de acceso de banda ancha: DSL (Digital Subscriber Line) en todas sus formas simétricas y asimétricas, utiliza la infraestructura de cobre para dar servicios a tasas de transmisión de datos de hasta algunos megabits por segundo; LMDS (Local Multipoint Distribution Service) ofrecen tasas de transmisión de datos de banda ancha a usuarios residenciales y a profesionales independientes SOHO (Small Office Home Office) vía tecnología inalámbrica; CMTS (Cable MODEM Telecommunications System) emplea el cable coaxial para entregar servicios digitales a muchos usuarios; UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), fue concebido para servicios de voz y de datos de tercera generación.

| TECNOLOGÍA | PLC | FIBRA ÓPTICA | CABLE | WIRELESS LOCAL LOOP | XDSL | SATELLITE VSAT |
|-------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| ANCHO DE BANDA/ FLUJO | 200 Mbps / Simétrico – Asimétrico | 1,000 Mbps / Simétrico | 20 Mbps / Asimétrico | 100 Mbps / Asimétrico | 2 Mbps / Asimétrico | 1 Mbps / Asimétrico |
| APLICACION TÍPICA | Residencial / Comercial / In-Home | Comercial | Residencial | Comercial | Residencial / Comercial | Residencial/ Comercial |
| VENTAJAS | Omnipresencia Bajo Costo | Capacidad / mas Fiable | Bajos Costo / Múltiples servicios | Omnipresencia | Bajos Costos Múltiples servicios | Omnipresencia |
| PRINCIPALES DESVENTAJAS | Tecnología en Desarrollo / Sin Estándares | Alto Costo/ Dificil Instalación | Cobertura / Costo/ | Costo / Línea de Vista Forzosa | Limite de Cobertura / Distancia | Bajo Ancho Banda / Alto costo CPE |

Fig. 2.2.a - Comparativo tecnologías Banda Ancha

2.3 Tipos de conexión de Banda ancha

2.3.1 Línea Digital de suscriptor

DSL (siglas de Digital Subscriber Line, "línea de abonado digital") es un término utilizado para referirse de forma global a todas las tecnologías que proveen una conexión digital sobre línea de abonado de la red telefónica básica o conmutada como son: ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, IDSL, HDSL, SHDSL, VDSL y VDSL2, las cuales se definirán cada una de ellas posteriormente.

Tienen en común que utilizan el par trenzado de hilos de cobre convencionales de las líneas telefónicas para la transmisión de datos a gran tasa de transmisión de datos.

La diferencia entre ADSL y otras DSL es que la tasa de transmisión de datos de bajada y la de subida no son simétricas, es decir, que normalmente permiten una tasa de transmisión de datos de bajada mayor que la de subida.

2.3.2 Cable MODEM

Un cable módem es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable. El término Internet por cable (o simplemente cable) se refiere a la distribución de un servicio de conectividad a Internet sobre esta infraestructura de telecomunicaciones.

Los cablemodems no deben confundirse con antiguos sistemas LAN como 10base2 o 10base5 que utilizaban cables coaxiales y especialmente con 10broad36, el cual realmente utiliza el mismo tipo de cable que los sistemas CATV.

Los cablemodems se utilizan principalmente para distribuir el acceso a Internet de banda ancha, aprovechando el ancho de banda que no se utiliza en la red de TV por cable.

Los abonados de un mismo vecindario comparten el ancho de banda proporcionado por una única línea de cable coaxial. Por lo tanto, la tasa de transmisión de datos de conexión puede variar dependiendo de cuanta gente este usando el servicio al mismo tiempo.

A menudo, la idea de una línea compartida se considera como un punto débil de la conexión a Internet por cable. Desde un punto de vista técnico, todas las redes, incluyendo los servicios DSL, comparten una cantidad fija de ancho de banda entre multitud de usuarios pero ya que las redes de cable tienden a abarcar áreas más

grandes que los servicios DSL, se debe tener más cuidado para asegurar un buen rendimiento en la red.

Una debilidad más significativa de las redes de cable al usar una línea compartida es el riesgo de la pérdida de privacidad, aunque de este problema se encarga el cifrado de datos y otras características de privacidad especificadas en el estándar DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), utilizado por la mayoría de cablemodems.

Existen dos estándares:

El DOCSIS y el EURODOCSIS (mayormente utilizado en Europa).

En su operación, el cablemódem solicita al servidor el envío de los parámetros de configuración necesarios para poder operar en la red de cable (dirección IP y otros datos adicionales) utilizando el protocolo de comunicaciones DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Inmediatamente después, el cablemódem solicita al servidor de hora del día TOD (Time over day), la fecha y hora exacta, que se utilizará para almacenar los eventos de acceso del suscriptor.

Queda todavía la configuración propia del cablemódem, la cual se lleva a cabo después de las solicitudes DHCP y TOD. Se envían ciertos parámetros de operación vía TFTP (Trivial File Transfer Protocol) tras lo cual, el cablemódem realiza un proceso de registro y, en el caso de utilizar la especificación DOCSIS de Privacidad de Línea Base (BP) en la red, deberá adquirir la información necesaria de la central y seguir los procedimientos para inicializar el servicio. BP es una especificación de DOCSIS 1.0 que permite el cifrado de los datos transmitidos a través de la red de acceso. El cifrado que utiliza BP sólo se lleva a cabo para la transmisión sobre la red, ya que la información es descifrada al momento de llegar al cable módem. DOCSIS 1.1 integra a esta interfaz de seguridad, además, especificaciones adicionales conocidas como Interfase Adicional de Privacidad de Línea Base (BPI+, por sus siglas en inglés), las cuales, entre otras cosas, definen un certificado digital para cada cablemódem, que hace posible su autenticación por parte del CMTS. Asumiendo que el proceso de inicialización se ha desarrollado satisfactoriamente, el cable módem está listo para utilizar la red como cualquier otro dispositivo Ethernet sobre los estándares de transmisión admitidos por DOCSIS. El servidor que brinda las respuestas a las peticiones DHCP, TFTP y TOD es conocido como provisioning o el abastecedor.

Uno de los principales problemas de este servicio es la inconsistencia del enlace ascendente, esto es debido a que las frecuencias de "Retorno" están por debajo de los 54 Mhz (de los 5 a los 33 Mhz para los sistemas DOCSIS). En estas frecuencias están todo tipo de ruidos eléctricos, por lo tanto es necesaria una constante revisión de las operadoras de redes de cable para evitar el ruido en retorno (Ingress), cuando deja de "responder" el cablemodem, se tiene que repetir todo el proceso de registro. En las redes actuales esto es poco probable, sobre todo en las que usan EURODOCSIS ya que las frecuencias de retorno se sitúan entre 5-65MHz con lo que se pueden evitar la parte más ruidosa del espectro radioeléctrico.

Así mismo una de las principales ventajas es la baja latencia o Ping, ya que se introduce mucho menos retardo que los DSLAM de ADSL. Valores típicos para una buena conexión de Cable puede ser entre 35 y 55ms, mientras un buen ADSL puede tener entre 70 y 90ms. Además las conexiones se basan en Ethernet por lo que se pierde menos caudal útil que en ADSL (con el mismo ancho de banda contratado se consigue mayor tasa de transmisión de datos). Pero la ventaja más importante es que en una red de Cable, el lugar de residencia del cliente no afecta a la tasa de transmisión de datos de la conexión, en ADSL o WIMAX (Worldwide

Interoperability for Microwave Access) la distancia con la central es un impedimento para conseguir tasas de transmisión de datos cercanas a 10Mbps, con Cable estas tasas de transmisión de datos son fáciles de conseguir en toda la red.

La mayoría de cable módems pueden configurarse en la dirección 192.168.100.1, algunos de los fabricantes de cable módems que lo hacen así son: 3Com, Cisco Systems, Ericsson, Motorola, Nortel Networks, RCA, ARRIS, Scientific Atlanta y Toshiba.

2.3.3 Fibra óptica

En la última década la fibra óptica ha pasado a ser una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión. Los logros con este material fueron más que satisfactorios, desde lograr una mayor tasa de transmisión de datos y disminuir casi en su totalidad ruidos e interferencias, hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

La fibra óptica está compuesta por filamentos de vidrio de alta pureza muy compactos. El grosor de una fibra es como la de un cabello humano aproximadamente. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones.

Como características de la fibra podemos destacar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad ya que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radiofrecuencia. Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas, conducen rayos luminosos, por lo tanto son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductor y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión. Las fibras ópticas se caracterizan por pérdidas de transmisión realmente bajas, una capacidad extremadamente elevada de transporte de señales, dimensiones mucho menores que los sistemas convencionales, una mayor resistencia frente a las interferencias, entre otras.

La transmisión de las señales a lo largo de los conductores de fibra óptica se verifica gracias a la reflexión total de la luz en el interior de los conductores ópticos. Dichos conductores están constituidos por un alma de fibras delgadas, hechas de vidrios ópticos altamente transparentes con un índice de reflexión adecuado, rodeada por un manto de varias milésimas de espesor, compuesto por otro vidrio con índice de reflexión inferior al que forma el alma. La señal que entra por un extremo de dicho conductor se refleja en las paredes interiores hasta llegar al extremo de salida, siguiendo su camino independientemente del hecho de que la fibra esté o no curvada.

Estos cables son la base de las modernas autopistas de la información, que hacen técnicamente posible una interconectividad a escala planetaria.

Los tipos de Fibra Óptica son: **Fibra Multimodal**, en este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos reflejándose a diferentes ángulos, los diferentes rayos ópticos recorren diferentes distancias y se desfasan al viajar dentro de la fibra. Por esta razón, la distancia a la que se puede transmitir está limitada. **Fibra Multimodal con Índice Graduado**, en este tipo de fibra óptica el núcleo está hecho de varias capas concéntricas de material óptico con diferentes índices de refracción. En estas fibras el número de rayos ópticos diferentes que viajan es menor y, por lo tanto, sufren menos el severo problema de las multimodales. **Fibra Monomodal**, esta fibra óptica

es la de menor diámetro y solamente permite viajar al rayo óptico central. No sufre del efecto de las otras dos pero es más difícil de construir y manipular. Es también más costosa pero permite distancias de transmisión mayores.

En comparación con el sistema convencional de cables de cobre, donde la atenuación de sus señales es de tal magnitud que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 Km. sin que haya necesidad de recurrir a repetidores, lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento este material.

Con un cable de seis fibras se puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales, mientras que se requiere de 10,000 pares de cable de cobre convencional para brindar servicio a ese mismo número de usuarios, con la desventaja que este último medio ocupa un gran espacio en los canales y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costos.

Originalmente, la fibra óptica fue propuesta como medio de transmisión debido a su enorme ancho de banda; sin embargo, con el tiempo se ha introducido en un amplio rango de aplicaciones además de la telefonía, automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución entre otros.

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa. Por ello se le considera el componente activo de este proceso. Cuando la señal luminosa es transmitida por las pequeñas fibras, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original. El sistema básico de transmisión se compone en este orden, de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo), empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo), corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida.

Se puede decir que en este proceso de comunicación, la fibra óptica funciona como medio de transportación de la señal luminosa, generado por el transmisor de LED's (diodos emisores de luz) y láser. Los diodos emisores de luz y los diodos lasers son fuentes adecuadas para la transmisión mediante fibra óptica, debido a que su salida se puede controlar rápidamente por medio de una corriente de polarización. Además su pequeño tamaño, su luminosidad, longitud de onda y el bajo voltaje necesario para manejarlos son características atractivas.

2.3.4 Inalámbrica

Las redes inalámbricas proporcionan la funcionalidad y los beneficios que ofrecen las redes como Ethernet, pero sin la restricción de los cables. Las WLAN (Wireless Local Area Network) o redes de área local inalámbricas son redes que permiten la conexión de usuarios para fines específicos a través de puntos de acceso, así en el mercado actual existen estándares para tal efecto. Los estándares de WIFI Alliance (antes WECA, Wireless Ethernet Compatibility Alliance) creados y mantenidos por IEEE son: 802.11, 802.11a, 802.11b y 802.11g.

En ellos se definen sus características de operación, respecto de tasa de transmisión de datos, frecuencia y potencia. IEEE crea sus estándares a partir de las leyes creadas por la FCC (Federal Communications Commission). Ahí son establecidas las frecuencias Wireless LAN y la potencia que tiene cada una de

las bandas, asignando el uso de las mismas. Las bandas ISM por ejemplo son usadas para la industria, investigación Científica (Scientific) y Medicina, estas se localizan iniciando en 902 Mhz, 2.4 Ghz y 5.8 Ghz variando en ancho de banda desde 26 hasta 150 Mhz, adicionalmente se especifican tres bandas llamadas UNII (Unlicensed Information Infraestructure), cada una se encuentra en el rango de los 5Ghz con un ancho de 100 Mhz.

Bandas ISM :

* 900 Mhz (902 a 928 Mhz): Aun cuando se ha usado por LAN inalámbrica ha sido relegada por bandas de mayor frecuencia.

* 2.4 Ghz (2.4 a 2.4835 Ghz): Esta banda se ocupa por todos los dispositivos compatibles con 802.11. 802.11b y 802.11g.

* 5.8 Ghz: No debe de confundirse con la banda de 5Ghz de UNII.

Bandas UNII

Están formadas por tres bandas separadas los cuales son utilizados por los dispositivos compatibles de la recomendación 802.11a y se dividen de la siguiente forma:

* Banda Inferior (5.15 a 5.25 GHz): Esta banda trabaja a una potencia máxima de 40 mW reservando su uso solo para interiores.

* Banda Intermedia (5.25 a 5.35 GHz): Esta banda trabaja a una potencia máxima de 200mW, teniendo uso tanto en interiores como exteriores en enlaces de poca distancia entre edificios.

* Banda Superior (5.725 a 5.825 GHz): Esta banda trabaja a una potencia de 800mW y está reservada para enlace exteriores.

2.3.5 Satélite

Los enlaces vía satélite permiten establecer conexión entre dos o más puntos situados en la Tierra, utilizando un satélite en el espacio como sistema repetidor. Con el fin de ampliar los horizontes en las telecomunicaciones a cualquier rincón del mundo y sobre todo con el fin de llegar a cuantos más usuarios mejor, por muy recóndito que sea el lugar, existe una tendencia a la utilización de terminales con antenas parabólicas de tamaño reducido VSAT (Very Small Apperture Terminal) para el intercambio de información vía satélite punto a punto o punto a multipunto (broadcasting). La ventaja de una estación terrestre de VSAT sobre una conexión de red terrestre típica, es que las VSAT no están limitadas por el alcance del cableado subterráneo. Una estación terrestre de VSAT puede instalarse en cualquier parte, sólo requiere ser vista por el satélite.

2.3.6 Banda Ancha por línea eléctrica (BPL, por sus siglas en Ingles Broadband Power Line)

PLC (Power Line Communications), también denominada BPL (Broadband over Power Lines) es una tecnología basada en la transmisión de datos utilizando como infraestructura la red eléctrica. Esto implica la capacidad de ofrecer, mediante este medio, cualquier servicio de telecomunicaciones, como podría ser telefonía, Internet, videoconferencia, datos a alta tasa de transmisión de datos, etc.

Como ya se había comentado, la Comisión Federal de Electricidad cuenta con una de las redes de electricidad más grandes e importantes de nuestro país y lleva energía eléctrica al 96.5% de la población del país, lo cual brinda una ventaja sobre

la forma actual de proporcionar estos servicios ya que la telefonía solamente llega aproximadamente al 60.8% de la población.

2.4 Proveedores de Banda ancha en México

En un corto plazo en México, se ha visto una ola de ofertas de servicios y aplicaciones de banda ancha liderada por empresas de telecomunicaciones fijas tradicionales, en este contexto en donde las tecnologías de acceso cobran relevancia para proveer diversidad en el medio, por ejemplo, un usuario podrá tener video de alta definición sobre Internet, radio de calidad sobre Internet, y desde su televisión podrá saber quién le llama por teléfono y aceptar o rechazar la llamada, o bien tener una charla con otro usuario a través del mismo televisor con la imagen de esa persona en la pantalla para comentar sobre algún programa.

Quienes proveen banda ancha tiene la capacidad de integrar servicios de valor al usuario final, hoy día cada vez mas están presentes los servicios de triple play y como principales protagonistas, están las cableras que presentan ofertas interesantes, mientras luchan con su principal talón de Aquiles, la sobré suscripción que juega un papel importante en la calidad de los servicios. Por otro lado las empresas de telecomunicaciones con ofertas de tipo ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) brindando voz e Internet por el par telefónico a través de la separación de las frecuencias de operación de los servicios y finalmente los servicios satelitales de DTH (Direct to Home) que con sus características están en un nicho de mercado muy específico.

A continuación se describen algunos de los protagonistas de banda ancha en México:

ADSL: TELMEX, MAXCOM, AXTEL, ALESTRA

CABLE MODEM: CABLEVISION y todas las versiones en las diferentes ciudades.

DTH: SKY Y DISH