

CAPITULO 2

TECNOLOGÍA DE REDES Y SERVICIOS.

2.1. FIBRA ÓPTICA

2.1.1. Origen y Evolución:

La Historia de la comunicación por la fibra óptica es relativamente corta. En 1977, se instaló un sistema de prueba en Inglaterra; dos años después, se producían ya cantidades importantes de pedidos de este material.

Antes, en 1959, como derivación de los estudios en física enfocados a la óptica, se descubrió una nueva utilización de la luz, a la que se denominó rayo láser, que fue aplicado a las telecomunicaciones con el fin de que los mensajes se transmitieran a velocidades inusitadas y con amplia cobertura.

Sin embargo esta utilización del láser era muy limitada debido a que no existían los conductos y canales adecuados para hacer viajar las ondas electromagnéticas provocadas por la lluvia de fotones originados en la fuente denominada láser.

Fue entonces cuando los científicos y técnicos especializados en óptica dirigieron sus esfuerzos a la producción de un ducto o canal, conocido hoy como la fibra óptica. En 1966 surgió la propuesta de utilizar una guía óptica para la comunicación.

Esta forma de usar la luz como portadora de información se puede explicar de la siguiente manera; se trata en realidad de una onda electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, con la única diferencia que la longitud de las ondas es del orden de micrómetros en lugar de metros o centímetros.

El concepto de las comunicaciones por ondas luminosas ha sido conocido por muchos años. Sin embargo, no fue hasta mediados de los años setenta que se publicaron los resultados del trabajo teórico. Estos indicaban que era posible confiar un haz luminoso en una fibra transparente flexible y proveer así un análogo óptico de la señalización por alambres electrónicamente.

El problema técnico que se había de resolver para el avance de la fibra óptica residía en las fibras mismas, que absorbían luz que dificultaba el proceso. Para la comunicación práctica, la fibra óptica debe transmitir señales luminosas detestables por muchos kilómetros. El vidrio ordinario tiene un haz luminoso de pocos metros. Se han desarrollado nuevos vidrios muy puros con transparencias mucho mayores que la del vidrio ordinario. Estos vidrios empezaron a producirse a principios de los setenta.

Este gran avance dio ímpetu a la industria de fibras ópticas. Se usaron láseres o diodos emisores de luz como fuente luminosa en los cables de fibras ópticas. Ambos han de ser miniaturizados para componentes de sistemas fibro-ópticos, lo que ha exigido considerable labor de investigación y desarrollo. Los láseres generan luz "coherente" intensa que permanece en un camino sumamente estrecho. Los diodos emiten luz "incoherente" que ni es fuerte ni concentrada. Lo que se debe usar depende de los requisitos técnicos para diseñar el circuito de fibras ópticas dado.

2.1.2. Que es la Fibra Óptica

Antes de explicar directamente que es la fibra óptica, es conveniente resaltar ciertos aspectos básicos de óptica. La luz se mueve a la velocidad de la luz en el vacío, sin embargo, cuando se propaga por cualquier otro medio, la velocidad es menor. Así, cuando la luz pasa de propagarse por un cierto medio a propagarse por otro determinado medio, su velocidad cambia, sufriendo además efectos de reflexión (la luz rebota en el cambio de medio, como la luz reflejada en los cristales) y de refracción (la luz, además de cambiar el módulo de su velocidad, cambia de dirección de propagación, por eso vemos una cuchara como doblada cuando está en un vaso de agua, la dirección de donde nos viene la luz en la parte que está al aire no es la misma que la que está metida en el agua).

Dependiendo de la velocidad con que se propague la luz en un medio o material, se le asigna un Índice de Refracción "n", un número deducido de dividir la velocidad de la luz en el vacío entre la velocidad de la luz en dicho medio. Los efectos de reflexión y refracción que se dan en la frontera entre dos medios dependen de sus Índices de Refracción. La ley más importante que voy a utilizar en este artículo es la siguiente para la refracción:

$$n \cdot \text{Sen}(\alpha) = n' \cdot \text{Sen}(\alpha')$$

Esta fórmula nos dice que el índice de refracción del primer medio, por el seno del ángulo con el que incide la luz en el segundo medio, es igual al índice del segundo medio por el seno del ángulo con el que sale propagada la luz en el segundo medio. ¿Y esto para que sirve?, lo único que nos interesa aquí de esta ley es que dados dos medios con índices n y n', si el haz de luz incide con un ángulo mayor que un cierto ángulo límite (que se determina con la anterior ecuación) el haz siempre se reflejará en la superficie de separación entre ambos medios. De esta forma se puede guiar la luz de forma controlada tal y como se ve en el dibujo de abajo (que representa de forma esquemática como es la fibra óptica).

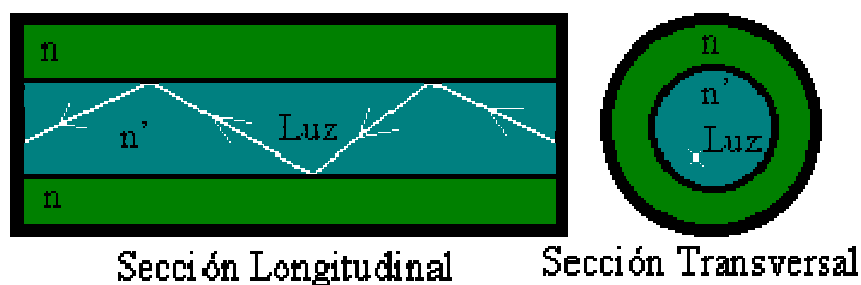


Figura 2.1. Forma esquemática de la una fibra óptica.

Como se ve en el dibujo, tenemos un material envolvente con índice n y un material interior con índice n' . De forma que se consigue guiar la luz por el cable. La Fibra Óptica consiste por tanto, en un cable de este tipo en el que los materiales son mucho más económicos que los convencionales de cobre en telefonía, de hecho son materiales ópticos mucho más ligeros (fibra óptica, lo dice el nombre), y además los cables son mucho más finos, de modo que pueden ir muchos más cables en el espacio donde antes solo iba un cable de cobre.

2.1.3. Concepto de Fibra Óptica

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) o plástico (cristales artificiales), del espesor de un pelo (entre 10 y 300 micrones). Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción.²

Las fibras ópticas pueden ahora usarse como los alambres de cobre convencionales, tanto en pequeños ambientes autónomos (tales como sistemas de procesamiento de datos de aviones), como en grandes redes geográficas (como los sistemas de largas líneas urbanas mantenidos por compañías telefónicas).

² http://www.uteq.edu.ec/facultades/empresariales/informatica/tutoriales/temasactuales2007/temas_actuales_004.htm

El principio en que se basa la transmisión de luz por la fibra es la reflexión interna total; la luz que viaja por el centro o núcleo de la fibra incide sobre la superficie externa con un ángulo mayor que el ángulo crítico, de forma que toda la luz se refleja sin pérdidas hacia el interior de la fibra. Así, la luz puede transmitirse a larga distancia reflejándose miles de veces. Para evitar pérdidas por dispersión de luz debida a impurezas de la superficie de la fibra, el núcleo de la fibra óptica está recubierto por una capa de vidrio con un índice de refracción mucho menor; las reflexiones se producen en la superficie que separa la fibra de vidrio y el recubrimiento.



Figura 2.2. Luz a través de una Fibra óptica.

La Fibra Óptica consiste en una guía de luz con materiales mucho mejores que lo anterior en varios aspectos. A esto le podemos añadir que en la fibra óptica la señal no se atenúa tanto como en el cobre, ya que en las fibras no se pierde información por refracción o dispersión de luz consiguiéndose así buenos rendimientos, en el cobre, sin embargo, las señales se ven atenuadas por la resistencia del material a la propagación de las ondas electromagnéticas de forma mayor. Además, se pueden emitir a la vez por el cable varias señales diferentes con distintas frecuencias para distinguir las, lo que en telefonía se llama unir o multiplexar diferentes conversaciones eléctricas. También se puede usar la fibra óptica para transmitir luz directamente y otro tipo de ventajas en las que no entraré en detalle.

2.1.4. Fabricación de la Fibra Óptica

La primera etapa consiste en el ensamblado de un tubo y de una barra de vidrio cilíndrico montados concéntricamente. Se calienta el todo para asegurar la homogeneidad de la barra de vidrio.

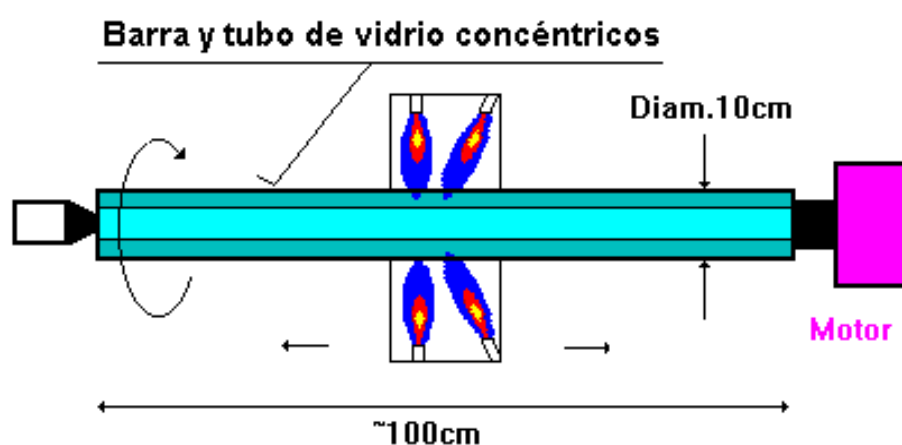


Figura 2.3. Barra y tubo de vidrio concéntricos.

Una barra de vidrio de una longitud de 1 m y de un diámetro de 10 [cm.] permite obtener por estiramiento una fibra monomodo de una longitud de alrededor de 150 km. La barra así obtenida será instalada verticalmente en una torre situada en el primer piso y calentada por las rampas a gas. El vidrio se va a estirar en dirección de la raíz para ser enrollado sobre una bobina. Se mide el espesor de la fibra (aproximadamente 10 [um]) para dominar la velocidad del motor del enrollador, a fin de asegurar un diámetro constante. Cada bobina de fibra hace el objeto de un control de calidad efectuado al microscopio.

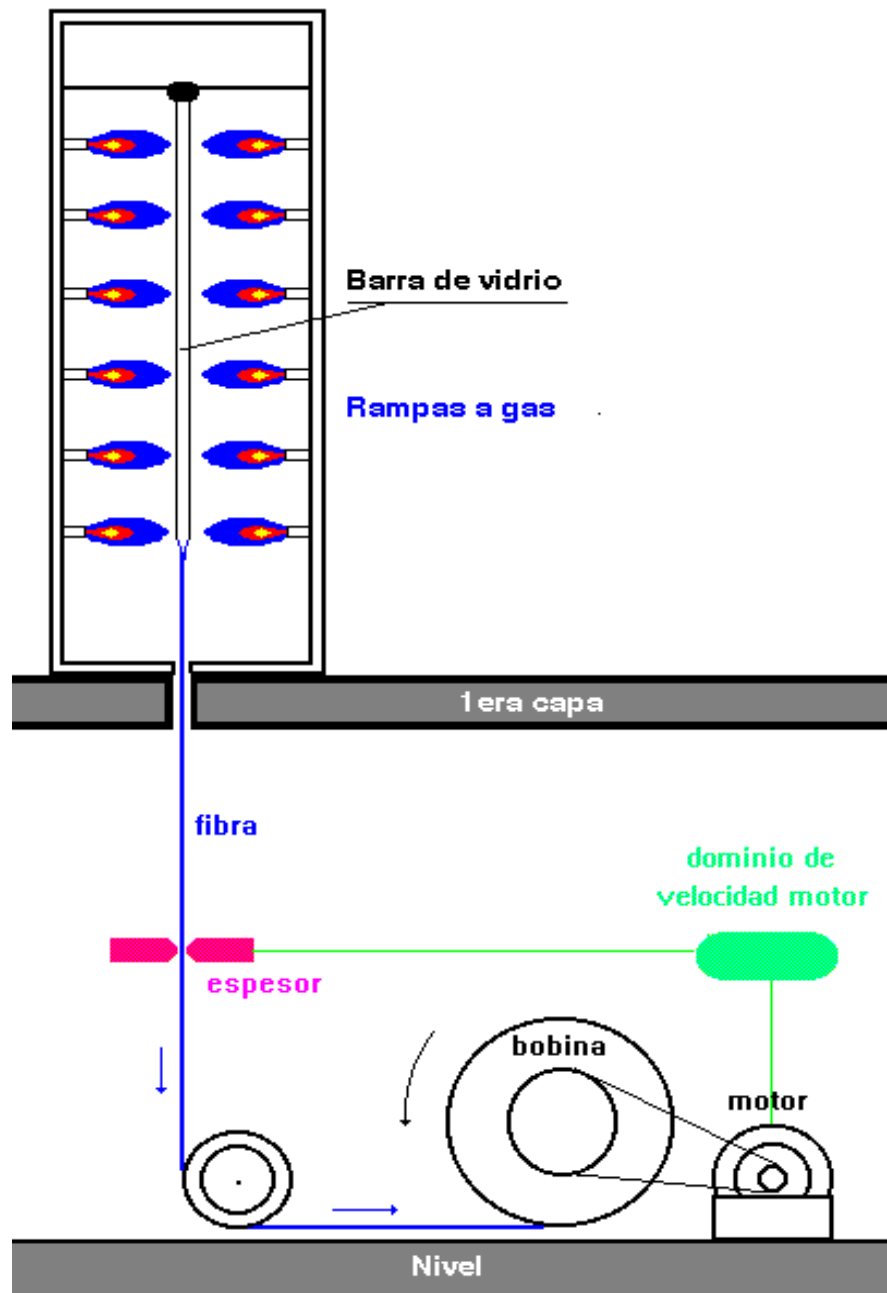


Figura 2.4. Construcción de Fibra de vidrio.

Después se va a envolver el vidrio con un revestimiento de protección (aproximadamente 230 [um]) y ensamblar las fibras para obtener el cable final a una o varias hebras.

2.1.5. Aplicaciones de la fibra óptica.

- **Internet.**

El servicio de conexión a Internet por fibra óptica, derriba la mayor limitación del ciberespacio: su exasperante lentitud. El propósito del siguiente artículo es describir el mecanismo de acción, las ventajas y sus desventajas.

Para navegar por la red mundial de redes, Internet, no sólo se necesitan un computador, un módem y algunos programas, sino también una gran dosis de paciencia. El ciberespacio es un mundo lento hasta el desespero. Un usuario puede pasar varios minutos esperando a que se cargue una página o varias horas tratando de bajar un programa de la Red a su PC.

Esto se debe a que las líneas telefónicas, el medio que utiliza la mayoría de los 50 millones de usuarios para conectarse a Internet, no fueron creadas para transportar videos, gráficas, textos y todos los demás elementos que viajan de un lado a otro en la Red.

Pero las líneas telefónicas no son la única vía hacia el ciberespacio. Recientemente un servicio permite conectarse a Internet a través de la fibra óptica. La fibra óptica hace posible navegar por Internet a una velocidad de dos millones de bps, impensable en el sistema convencional, en el que la mayoría de usuarios se conecta a 28.000 o 33.600 bps.

- **Redes:**

La fibra óptica se emplea cada vez más en la comunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia. En las redes de comunicaciones se emplean sistemas de láser con fibra óptica. Hoy funcionan muchas redes de fibra para comunicación a larga distancia, que proporcionan conexiones transcontinentales y transoceánicas. Una ventaja de los sistemas de fibra óptica es la gran distancia que

puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor para recuperar su intensidad. En la actualidad, los repetidores de fibra óptica están separados entre sí unos 100 km, frente a aproximadamente 1,5 km en los sistemas eléctricos. Los amplificadores de fibra óptica recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia.

Otra aplicación cada vez más extendida de la fibra óptica son las redes de área local. Al contrario que las comunicaciones de larga distancia, estos sistemas conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como ordenadores (computadoras) o impresoras. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. El desarrollo de nuevos componentes electroópticos y de óptica integrada aumentará aún más la capacidad de los sistemas de fibra.

Red de área local o LAN, conjunto de ordenadores que pueden compartir datos, aplicaciones y recursos (por ejemplo impresoras). Las computadoras de una red de área local (LAN, Local Area Network) están separadas por distancias de hasta unos pocos kilómetros, y suelen usarse en oficinas o campus universitarios. Una LAN permite la transferencia rápida y eficaz de información en el seno de un grupo de usuarios y reduce los costos de explotación.

Otros recursos informáticos conectados son las redes de área amplia (WAN, Wide Area Network) o las centralitas particulares (PBX). Las WAN son similares a las LAN, pero conectan entre sí ordenadores separados por distancias mayores, situados en distintos lugares de un país o en diferentes países; emplean equipo físico especializado y costoso y arriendan los servicios de comunicaciones. Las PBX proporcionan conexiones informáticas continuas para la transferencia de datos especializados como transmisiones telefónicas, pero no resultan adecuadas para emitir y recibir los picos de datos de corta duración empleados por la mayoría de las aplicaciones informáticas.

Las redes de comunicación públicas están divididas en diferentes niveles; conforme al funcionamiento, a la capacidad de transmisión, así como al alcance que definen. Por ejemplo, si está aproximándose desde el exterior hacia el interior de una gran ciudad, se tiene primeramente la red interurbana y red provisional, a

continuación las líneas prolongadas portadoras de tráfico de más baja capacidad procedente de áreas alejadas (red rural), hacia el centro la red urbana y finalmente las líneas de abonado. Los parámetros dictados por la práctica son el tramo de transmisión que es posible cubrir y la velocidad binaria específica así como el tipo de fibra óptica apropiado, es decir, cables con fibras monomodo ó multimodo.

- **Telefonía:**

Con motivo de la normalización de interfaces existentes, se dispone de los sistemas de transmisión por fibra óptica para los niveles de la red de telecomunicaciones públicas en una amplia aplicación, contrariamente para sistemas de la red de abonado (línea de abonado), hay ante todo una serie de consideraciones.

Para la conexión de un teléfono es completamente suficiente con los conductores de cobre existentes. Precisamente con la implantación de los servicios en banda ancha como la videoconferencia, la videotelefonía, etc, la fibra óptica se hará imprescindible para el abonado. Con el BIGFON (red urbana integrada de telecomunicaciones en banda ancha por fibra óptica) se han recopilado amplias experiencias en este aspecto. Según la estrategia elaborada, los servicios de banda ancha posteriormente se ampliarán con los servicios de distribución de radio y de televisión en una red de telecomunicaciones integrada en banda ancha (IBFN).

Tabla 2.1. Comparación Fibra Óptica versus Cable Coaxial.

Características	Fibra Óptica	Coaxial
Longitud de la Bobina (mts)	2000	230
Peso (kgs/km)	190	7900
Diámetro (mm)	14	58
Radio de Curvatura (cms)	14	55
Distancia entre repetidores (Kms)	40	1.5
Atenuación (dB / km) para un Sistema de 56 Mbps	0.4	40

2.1. Power Line Communications

Power Line Communications (Comunicaciones mediante línea de energía) abreviada en inglés PLC es un término que describe diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación.³

2.2.1. Control de Hogar (Banda Estrecha):

La tecnología PLC puede usar el cableado eléctrico doméstico como medio de transmisión de señales. Las tecnologías INSTEON y X10 son los dos estándares de facto más populares empleados para control de hogar. Esta es una técnica usada en la automatización de hogares para el control remoto de iluminación y de equipos sin necesidad de instalar cableado adicional.

Típicamente, los dispositivos para control de hogar funcionan mediante la modulación de una onda portadora cuya frecuencia oscila entre los 20 y 200 kHz inyectada en el cableado doméstico de energía eléctrica desde el transmisor. Esta onda portadora es modulada por señales digitales. Cada receptor del sistema de control tiene una dirección única y es gobernado individualmente por las señales enviadas por el transmisor.

Estos dispositivos pueden ser enchufados en las tomas eléctricas convencionales o cableados en forma permanente en su lugar de conexión. Ya que la señal portadora puede propagarse en los hogares o apartamentos vecinos al mismo sistema de distribución, estos sistemas tienen una "dirección doméstica" que designa al propietario. Esto, por supuesto es válido cuando las viviendas vecinas poseen sistemas de este tipo; situación muy común en las zonas residenciales de Estados Unidos.

³ http://es.wikipedia.org/wiki/Power_Line_Communications

2.2.2. Cableado de Redes Caseras (Banda Ancha):

La tecnología PLC también puede usarse en la interconexión en red de computadores caseros y dispositivos periféricos, incluidos aquellos que necesitan conexiones en red, aunque al presente no existen estándares para este tipo de aplicación. Las normas o estándares existentes han sido desarrolladas por diferentes empresas dentro del marco definido por las organizaciones estadounidenses HomePlug Powerline Alliance y la Universal Powerline Association.

2.2.3. Acceso a Internet (Banda Ancha sobre Líneas de Energía):

La Banda Ancha sobre líneas de energía (abreviada BPL por Broadband over Power Lines)) representa el uso de tecnologías PLC que proporcionan acceso de banda ancha a Internet a través de líneas de energía ordinarias. En este caso, una computadora (o cualquier otro dispositivo) necesitaría solo conectarse a un "modem" BPL enchufado en cualquier toma de energía en una edificación equipada para tener acceso de alta velocidad a Internet.

A primera vista, la tecnología BPL parece ofrecer ventajas con respecto a las conexiones regulares de banda ancha basadas en cable coaxial o en DSL: la amplia infraestructura disponible permitiría que la gente en lugares remotos tenga acceso a Internet con una inversión de equipo relativamente pequeña para la compañía de electricidad. También, tal disponibilidad haría mucho más fácil para otros dispositivos electrónicos, tal como televisiones o sistemas de sonido, el poderse conectar a la red.

Sin embargo, las variaciones en las características físicas de la red eléctrica y la carencia actual de estándares por parte de IEEE significan que el suministro del servicio está lejos de ser un proceso estandarizado y repetible, y que el ancho de banda que un sistema BPL puede proporcionar comparado con sistemas de cable e inalámbricos está en duda. Algunos observadores de la industria creen que la perspectiva de BPL motivará a las empresas operadoras de DSL y de cable a

suministrar más rápidamente el servicio de acceso a banda ancha a las comunidades rurales.

Los módems PLC transmiten en las gamas de media y alta frecuencia (señal portadora de 1,6 a 30 MHz). La velocidad asimétrica en el módem va generalmente desde 256 kbit/s a 2,7 Mbit/s. En el repetidor situado en el cuarto de medidores (cuando se trata del suministro en un edificio) la velocidad es hasta 45 Mbit/s y se puede conectar con 256 módems PLC. En las estaciones de voltaje medio, la velocidad desde los centros de control de red ("head end") hacia Internet es de hasta 135 Mbit/s. Para conectarse con Internet, las empresas de electricidad pueden utilizar una "espina dorsal" de fibra óptica o enlaces inalámbricos.

Las diferencias en los sistemas de distribución de energía eléctrica en América y Europa afectan la puesta en práctica de la tecnología BPL. En el caso de Norteamérica, relativamente pocos hogares están conectados con cada transformador de distribución, mientras que en la práctica europea puede haber centenares de hogares conectados con cada subestación. Puesto que las señales de BPL no se propagan a través de los transformadores de distribución eléctrica, solo se necesita equipo adicional en el caso norteamericano. Sin embargo, ya que la anchura de banda es limitada, esto puede aumentar la velocidad a la cual cada casa puede conectarse, debido a los pocos usuarios que comparten la misma línea.

El sistema tiene un número de problemas complejos, siendo el primero que las líneas de energía intrínsecamente constituyen ambientes muy ruidosos. Cada vez que un dispositivo se enciende o apaga, introduce voltajes transitorios en la línea. Los dispositivos ahorradores de energía introducen a menudo armónicos ruidosos en la línea. El sistema se debe diseñar para ocuparse de estas interrupciones naturales de las señales y de trabajar con ellas.

Las tecnologías de banda ancha sobre líneas eléctricas se han desarrollado más rápidamente en Europa que en Estados Unidos debido a una diferencia histórica en las filosofías de diseño de sistemas de energía. Casi todas las grandes redes eléctricas transmiten energía a altos voltajes para reducir las pérdidas de transmisión, después en el lado de los usuarios se usan transformadores reductores para disminuir el

voltaje. Puesto que las señales de BPL no pueden pasar fácilmente a través de los transformadores (su alta inductancia los hace actuar como filtros de paso bajo, bloqueando las señales de alta frecuencia) los repetidores se deben unir a los transformadores. En Estados Unidos, es común colocar un transformador pequeño en un poste para uso de una sola casa, mientras que en Europa, es más común para un transformador algo más grande servir a 10 o 100 viviendas. Para suministrar energía a los clientes, esta diferencia en diseño es pequeña, pero significa que suministrar el servicio BPL sobre la red de energía de una ciudad típica de los Estados Unidos requerirá más repetidores en esa misma proporción, que los necesarios en una ciudad europea comparable. Un alternativa posible es utilizar los sistemas BPL como redes de retorno para las comunicaciones inalámbricas, por ejemplo colocando puntos de acceso Wi-Fi o radio bases de telefonía celular en los postes de energía, permitiendo así que los usuarios finales dentro de cierta área se conecten con los equipos que ya poseen. En un futuro próximo, los BPL se pudieran utilizar también como redes de retorno para las redes de WiMAX.

El segundo problema principal de BPL tiene que ver con la intensidad de la señal junto con la frecuencia de operación. Se espera que el sistema utilice frecuencias en la banda de 10 a 30 MHz, que ha sido utilizada por décadas por los radio aficionados, así como por emisoras radiales internacionales en onda corta y por diversos sistemas de comunicaciones (militar, aeronáutico, etc.). Las líneas de energía carecen de blindaje y pueden actuar como antenas para las señales que transportan, y tienen el potencial de eliminar la utilidad de la banda de 10 a 30 MHz para los propósitos de las comunicaciones en onda corta.

Los sistemas modernos de BPL utilizan la modulación OFDM que permite minimizar la interferencia con los servicios de radio mediante la remoción de las frecuencias específicas usadas. Un estudio de 2001 conjuntamente realizado por la ARRL (American Radio Relay League) y HomePlug demostró que los módems usando esta técnica “en general eso con la separación moderada de la antena de la estructura que contenía la señal de HomePlug que interferencia era apenas perceptible” y sucedió interferencia solamente cuando la “antena estaba físicamente cerca de las líneas de energía”.

Las transmisiones de datos a velocidades mucho más altas usan las frecuencias de microondas transmitidas mediante un mecanismo recientemente descubierto de propagación superficial de ondas, denominado E-Line el cual ha sido demostrado usando solamente una sola línea de energía. Estos sistemas han demostrado el potencial para las comunicaciones simétricas y de Full Duplex a velocidades mayores a 1 Gbit/s en cada dirección. Múltiples canales de WiFi con señales simultáneas de televisión analógica en las bandas sin licencia de 2,4 y 5,3 GHz han sido demostrados operando sobre una línea sencilla de voltaje medio.

Además, debido a que puede funcionar en la banda de 100 MHz a 10 GHz, esta tecnología puede evitar completamente los problemas de interferencias asociados con el uso de un espectro compartido mientras ofrece la mayor flexibilidad para la modulación y los protocolos encontrados para cualquier otro tipo de sistemas de microondas.

2.2. Tecnología XDSL Para Comunicaciones

2.3.1. Vía pares de Cobre

Hoy en día el método más utilizado para conectarse a Internet consiste en utilizar un módem (individualmente), pero debido a la naturaleza analógica de las líneas telefónicas, los módems no pueden conectarse a velocidades de una LAN que alcanzan a 10 -100 Mbps.

Dependiendo del nivel de necesidades, podemos elegir uno de los tipos de conexión conocidas como xDSL y que puede ser IDSL, ADSL, VSDL, HDSL, SDSL, etc., que son un conjunto de tecnologías que proveen un gran ancho de banda permitiendo el flujo de información tanto simétrico como asimétrico de alta velocidad.

Básicamente los aspectos técnicos de la tecnología utilizada para poder proveer de servicios de banda ancha a través de par trenzado de cobre. Con el rápido crecimiento de Internet en los últimos años, la cantidad de abonados que conectan a

Internet ha crecido exponencialmente. Al principio, los usuarios se sorprendían por la riqueza de contenidos y la flexibilidad del servicio, factores que no se habían ofrecido hasta entonces. Pasado el primer momento y debido al incremento de usuarios y el desarrollo de nuevas aplicaciones con mayor demanda de velocidad de transmisión, las limitaciones del sistema de comunicaciones actual (a través del canal telefónico) provocan que éste sea insuficiente para satisfacer al abonado en sus crecientes necesidades de velocidad de transmisión o ancho de banda.

Las tecnologías DSL tratan de dar solución a este problema. Son capaces de transportar desde centenares de kilobits por segundo (Kbps) a decenas de megabits por segundo (Mbps).

Los factores que impulsó el rápido desarrollo de la tecnología ADSL fue la amenaza que constituían las operadoras de cable, no hay que olvidar que ADSL se desarrolló en EEUU, donde el cable tiene un alto grado de penetración el 90% de los hogares tienen servicios de televisión analógica por cable.

ADSL se desarrolló en 1989 en los laboratorios de Telcordia Technologies Inc., en Morristown (New Jersey), entonces conocida como Bellcore. En un principio ADSL se pensó para poder ofrecer vídeo bajo demanda.

En 1995 la American National Standards Institute (ANSI) aprobó la primera versión de ADSL, la T1.413. La segunda versión se aprobó en 1998. En 1994 se conformó el ADSL Forum para promover el uso de esta tecnología.

2.3.2. La Tecnología XDSL

Hoy en día, los usuarios requieren cada vez más, de servicios y aplicaciones que les faciliten llevar a cabo ciertas operaciones muy habituales en su vida cotidiana, como pueden ser transacciones comerciales y bancarias, videoconferencias, acceso a Internet, intranets, acceso remoto a LAN's, etc.

Algunos de estos servicios ya eran posibles mucho tiempo antes, basados en el cable, la fibra óptica, etc.; sin embargo, su instalación requería de una nueva

infraestructura para llevar estos medios físicos hasta el usuario. Esto suponía un costo demasiado elevado tanto para el usuario como para el operador, en comparación con las ventajas aportadas por el servicio.

Afortunadamente, las nuevas tecnologías han desarrollado soluciones que permiten aprovechar la red telefónica existente, sin necesidad de llevar a cabo el recableado que requerían el cable y la fibra óptica, abaratando considerablemente los costos.

La red telefónica, con más de 700 millones de líneas repartidas por todo el mundo, es ideal para ser el soporte de las comunicaciones, puesto que ya está implantada y es capaz de llegar a casi cualquier rincón del mundo. Sin embargo, la red telefónica también tiene grandes limitaciones. La más importante de ellas es su ancho de banda, que llega tan sólo a los 4 KHz, lo que no permite el transporte de aplicaciones que requieran mayor ancho de banda.

Bajo estas características nace xDSL (x Digital Subscriber Line), tecnología que soporta un gran ancho de banda con unos costos de inversión relativamente bajos y que trabaja sobre la red telefónica ya existente. Además la facilidad de instalación de los equipos xDSL reduce los costos por tiempo. Los servicios basados en xDSL se han establecido como una solución para el acceso de banda ancha a datos, tanto en los mercados comerciales como residenciales. Las principales ventajas de esta tecnología son la capacidad para acomodar al mismo tiempo voz y datos y la posibilidad de aprovechar la infraestructura ya existente de telecomunicaciones.

- **Descripción:**

xDSL está formado por un conjunto de tecnologías que proveen un gran ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red. Son unas tecnologías de acceso punto a punto a través de la red pública, que permiten un flujo de información tanto simétrico como asimétrico y de alta velocidad.

Las tecnologías xDSL convierten las líneas analógicas convencionales en digitales de alta velocidad, con las que es posible ofrecer servicios de banda ancha en el domicilio de los clientes, similares a los de las redes de cable o las inalámbricas, aprovechando los pares de cobre existentes, siempre que estos reúnan un mínimo de requisitos en cuanto a la calidad del circuito y distancia.

Las ventajas para el operador del uso de esta tecnología son varias:

Por una parte se descongestionan las centrales y la red conmutada, ya que el flujo de datos se separa del telefónico en el origen y se reencamina por una red de datos.

Por otra, se puede ofrecer el servicio de manera individual sólo para aquellos clientes que lo requieran, sin necesidad de reacondicionar todas las centrales locales.

xDSL es una tecnología "Modern-Like" (muy parecida a la tecnología de los módems) en la que es requerido un dispositivo módem xDSL terminal en cada extremo del circuito de cobre. Estos dispositivos aceptan flujo de datos en formato digital y lo superponen a una señal analógica de alta velocidad.

En general, en los servicios xDSL, el envío y recepción de datos se establece a través de un módem xDSL (que dependerá de la clase de xDSL utilizado: ADSL, VDSL, etc). Estos datos pasan por un dispositivo, llamado "splitter", que permite la utilización simultánea del servicio telefónico básico y del servicio xDSL. El splitter se coloca delante de los módems del usuario y de la central; está formado por dos filtros, uno paso bajo y otro paso alto. La finalidad de estos dos filtros es la de separar las señales transmitidas por el canal en señales de alta frecuencia (datos) y señales de baja frecuencia (Telefonía).

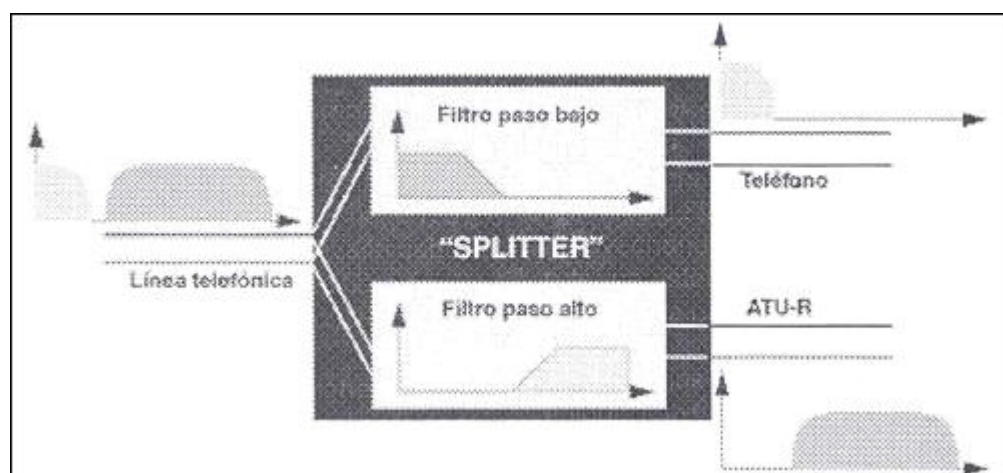


Figura 2.5. Disposición de los filtros pasabajos y pasaaltos

La tecnología xDSL soporta formatos y tasas de transmisión especificados por los estándares, como lo son T1 (1.544 Mbps) y E1 (2.048 Mbps), y es lo suficientemente flexible como para soportar tasas y formatos adicionales, como por ejemplo, 6 Mbps asimétricos para la transmisión de alta velocidad de datos y video.

TIPOS DE xDSL

Digital subscriber line (DSL).- Es una tecnología xDSL desarrollada por Ascend Communications, que permite el uso de las tecnologías de tarjetas RDSI para el uso exclusivo de datos. DSL transmite la información, de manera simétrica (en ambos sentidos), a 128 Kbps por un cable telefónico (cable de cobre de par trenzado) desde el usuario hasta el destino usando transmisión digital, pasando por la central telefónica, que trabaja con señales analógicas.

2.3.3. Diferencias entre DSL y RDSI

DSL es un servicio digital, mientras que RDSI es analógico.

RDSI se costea por tiempo de uso, mientras que DSL ofrece tarifa plana (costo único independientemente del tiempo de conexión).

DSL permite estar siempre conectado mientras el ordenador está encendido, mientras que para RDSI es necesario establecer conexión telefónica mediante marcación.

DSL es un servicio dedicado para cada usuario, al contrario que RDSL.

Se espera que para este año 2.001 se haya incrementado la velocidad de transmisión de DSL hasta 256 Kbps.

High-data-rate Digital Subscriber Line (HDSL).- Es un tipo de tecnología xDSL simétrica, es decir, provee el mismo ancho de banda en los dos sentidos. Debido a su velocidad (1.544Mbps sobre dos pares de cobre y 2.048Mbps sobre tres pares), las compañías telefónicas emplean HDSL como una alternativa para las líneas T1/E1 (las líneas T1, usadas en América del Norte y Japón, tienen una velocidad de 1.544Mbps; las líneas E1, usadas en Europa, tienen una velocidad de 2.048Mbps), disminuyendo el costo de dichas líneas y el tiempo que requiere su instalación. HDSL puede operar hasta una distancia máxima de 3'6 km. Aunque esta distancia es menor que la de ADSL (como veremos más adelante), existen repetidores que las compañías telefónicas pueden instalar para aumentar dicho alcance, sin elevar excesivamente el costo.

La característica principal de HDSL es su capacidad para mantener o reestablecer la señal íntegra a pesar de las imperfecciones del cobre.

2.3.4. Las ventajas de HDSL son:

- Disminuye el costo y el tiempo necesarios para la instalación de las líneas T1 /E1.
- Permite ampliar el alcance cambiando el tipo de cable (podemos pasar de 3'6 Km. con un cable de cobre de 0'5 mm, a distancias mayores de 7 Km. con cables de mayor diámetro).
- La instalación de HDSL no requiere nuevas infraestructuras ni reacondicionar las ya existentes (HDSL se puede implantar en el 99% de las líneas de par trenzado ya instaladas).

HDSL está enfocado principalmente hacia usos empresariales (interconexión de nodos proveedores de Internet, redes privadas de datos, enlaces entre centralitas, etc) más que hacia el usuario (cuyas necesidades se verán mejor cubiertas por las tecnologías ADSL y SDSL).

HDSL2 fue propuesto como la segunda generación de HDSL por ANSI y ETSI: tiene las mismas características que HDSL, pero sobre un cable simple.

Symetric Digital Subscriber Line(SDSL).- Igual que HDSL, SDSL también contribuye a las transmisiones T1/E1 simétricas, pero SDSL difiere de HDSL en dos factores muy importantes:

Por un lado, emplea un único par de cobre (en lugar de dos o tres como ocurría con HDSL)

Por otro, tiene una distancia máxima de operación de 3Km. (menor que la de HDSL).

Con estas limitaciones de distancia, SDSL es muy apropiada en aplicaciones, que requieren la misma velocidad tanto en sentido red-usuario como en sentido usuario-red, como pueden ser la videoconferencia o la compartición de recursos entre diferentes ordenadores. SDSL es un precursor de HDSL2.

Rate adaptative Digital Subscriber Line (RDSL). R-ADSL opera con las mismas velocidades de transmisión que ADSL, pero se adapta dinámicamente a las variaciones en la longitud y otros parámetros de las líneas de pares trenzados. Con R-ADSL es posible conectar diferentes líneas que vayan a distintas velocidades. La velocidad de la conexión se puede seleccionar cuando se inicia, durante la conexión, o bien cuando la señal llega a la oficina central.

Very high-data-rate Digital Subscriber Line (VDSL) - También llamado BDSL o VADSL, la tecnología VDSL es la más rápida de todas las tecnologías xDSL, con velocidades en sentido red-usuario dentro del rango 13-52Mbps y en sentido usuario-red 15-2'3Mbps, sobre un único par de cobre.

VDSL se considera como una buena alternativa a la fibra en el hogar.

Sin embargo, la distancia máxima para esta tecnología asimétrica es, tan sólo 1.5 Km. VDSL, además de soportar las mismas aplicaciones que ADSL, tiene un mayor ancho de banda que ésta, lo que facilita a los proveedores de servicio de red ofrecer televisión de alta definición (HDTV), video bajo demanda y video digital conmutado, así como servicios en redes LAN.

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL).- En esencia, el ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) no es más que una tecnología que permite, usando la infraestructura telefónica actual, proveer servicios de banda ancha. Algo por lo que ha apostado Telefónica y que en breve podría estar comercializándose. Pero vayamos por partes.

En su momento, las redes telefónicas convencionales fueron diseñadas únicamente para la transmisión de voz. La cosa se empezó a complicar cuando en escena entraron los datos. Entonces, voz y datos en forma de bits (imagen, sonido, video, gráficos en movimiento) comenzaron a compartir un canal que, aunque en principio soporta esta convivencia, con el desarrollo de las telecomunicaciones y, sobre todo, con su popularización, simplemente se ha saturado. La inmediata consecuencia de esto es la lentitud con que viajan estos datos.

Mayor velocidad. Pensemos en una autopista que, de repente, ve multiplicar por cuatro o cinco el número de automóviles que la utilizan. ¿Qué es lo normal que ocurriría- Pues que los vehículos no podrían coger velocidad debido a los atascos. La solución más razonable sería ampliar los carriles. El ADSL viene a ser eso, el carril extra. Con la particularidad de que ese carril extra sólo podría ser utilizado por los turistas (usuarios) más privilegiados, concretamente, los que contarán con esa tecnología.

Utilizando el cable telefónico normal, basado en el par de cobre (dos alambres de este material rodeados de plástico), la mayor velocidad que se alcanza con el módem más rápido es de 56 Kilobits por segundo (Kbps). Incluso usando la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), la máxima velocidad de transmisión que se logra es de 128 Kbps. Con el ADSL, esta velocidad sube hasta los 8 Megabits por

segundo (Mbps) en dirección al centro del usuario (recepción) y 1 Mbps en el sentido opuesto (envío). Como se ve, el incremento en el flujo de datos es más que considerable.

El incremento de velocidad se logra por medio de dos módem especiales ubicados a ambos lados de cada línea. Estos aparatos se comunican entre sí abrazando las interferencias propias del cobre y evitándolas cambiando de frecuencia cuando se producen. Eso sí, para que esto se dé, el ADSL exige que la distancia entre ambos módems no puede superar los 18.000 pies (unos 5 kilómetros), ya que cuanto más largo es el cable de cobre, mayores interferencias se producen.

2.3.5. Evolución del Acceso Digital

La red telefónica es la máquina más compleja jamás creada por el hombre y prueba de ello son muchos millones de líneas repartidas por todo el planeta, de hecho, la red de cables de telefonía, enterrados y aéreos, es la mayor mina de cobre existente.

Hoy su principal objetivo es conectar teléfonos, pero también está generalizado su empleo para el envío de faxes y la interconexión de ordenadores, aunque a velocidades bajas (33.6 Kbit/s sobre RTB aunque su límite práctico puede ser los 56 Kbit/s, o 128 Kbit/s sobre la RDSI), ya que los filtros intercalados en la línea telefónica limitan el ancho de banda disponible a 3.1 KHz. En el futuro próximo, con técnicas como la denominada ADSL podrá conectar ordenadores y permitir ver la televisión a velocidades de hasta 9 Mbit/s, 300 o 70 veces más que lo que se consigue ahora con la RTB o RDSI, respectivamente.

Con ADSL se eliminará el cuello de botella que se tiene para el acceso a Internet, la interconexión de LANs corporativas, la difusión de TV digital, el vídeo a la carta o bajo demanda, y multitud de otras aplicaciones multimedia que se están desarrollando.

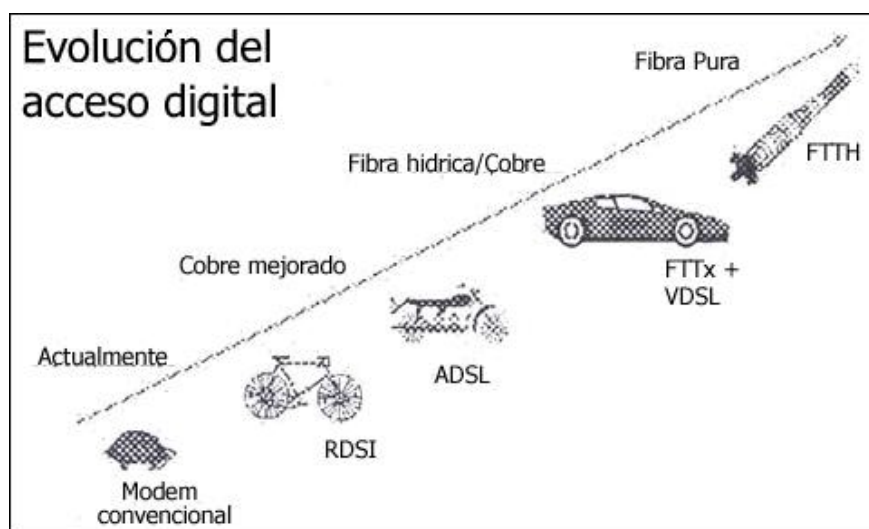


Figura 2.6. Evolución del acceso digital

- La tecnología VDSL, también llamada al principio VADSL permite velocidades más altas que ninguna otra técnica pero sobre distancias muy cortas, estando todavía en fase de definición.
- Alcanza una velocidad descendente de 52 Mbit/s sobre distancias de 300 metros, y de sólo 13 Mbit/s si se alarga hasta los 1.500 metros, siendo en ascendente de 1,5 y 2,3 Mbit/s respectivamente.
- En cierta medida VDSL es más simple que ADSL ya que las limitaciones impuestas a la transmisión se reducen mucho dadas las pequeñas distancias sobre la que se ha de transportar la señal; además, admite terminaciones pasivas de red y permite conectar más de un módem a la misma línea en casa del usuario.

2.4. Tecnologías Inalámbricas

El uso de Internet se ha expandido en la actualidad a otros mercados en un principio inimaginables como la telefonía celular. Dentro de muy poco tiempo el mismo monto de información que se accesa por una computadora personal se podrá hacer con un teléfono celular u algún otro dispositivo portátil. Por otro lado, la globalización de las comunicaciones inalámbricas ha permitido el desarrollo de nuevos estándares y productos que muy pronto brindarán cambios en nuestras actividades. Nuevos y emergentes estándares inalámbricos tales como *IEEE 802.11*,

IEEE 802.15, *Bluetooth*, *HiperLAN/2*, *HomeRF* en combinación con otras tecnologías no tan nuevas como la telefonía celular aunado con nuevos protocolos como el WAP permitirán la interconexión de las redes actuales e Internet a dispositivos móviles como teléfonos celulares, *PDA*s, radiolocalizadores (pagers) de dos vías y otros dispositivos portátiles.

Estas tecnologías inalámbricas utilizan técnicas avanzadas de modulación que permiten un gran nivel de seguridad así como resistencia a la interferencia de dispositivos electrónicos y a otros usuarios. Además, la mayoría de los usuarios podrán compartir una banda de frecuencia sin interferencia. Más aún, estas nuevas tecnologías utilizan bandas de frecuencias sin licencia, que permiten el uso libre para el uso de la frecuencia.

A continuación se describirá cada una de las tecnologías de acceso a Internet en sus diversas categorías WAN/MAN, LAN y una última categoría en redes inalámbricas conocida como PAN (Personal Area Network). Al final se describirá las tendencias en el acceso a Internet sin alambres.

2.4.2. Tipos de redes inalámbricas.

Al igual que las redes tradicionales alámbricas vamos a clasificar a las redes inalámbricas en tres categorías:

- WAN/MAN (Wide Area Network/Metropolitan Area Network)
- LAN (Local Area Network)
- PAN (Personal Area Network)

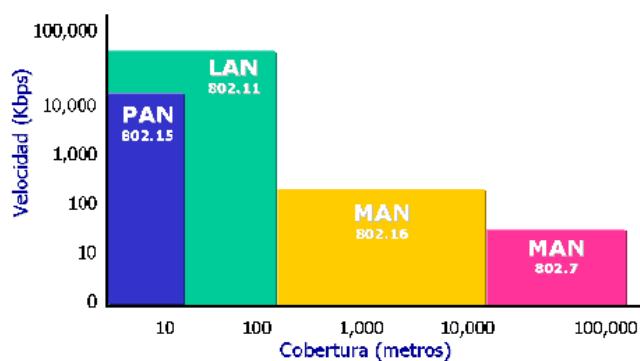


Figura 2.7. Redes alámbricas velocidad y cobertura

En la primer categoría WAN/MAN, pondremos a las redes que cubren desde decenas hasta miles de kilómetros. En la segunda categoría LAN, pondremos las redes que comprenden de varios metros hasta decenas de metros. Y en la última y nueva categoría PAN, pondremos a las redes que comprenden desde metros hasta 30 metros. A continuación describiremos brevemente cada una de estas categorías:

- Redes inalámbricas tipo WAN/MAN
- Telefonía celular analógica y celular
- Radiolocalización de dos vías (pagers)
- Radio enlaces terrestres de microondas
- Laser/infrarrojo
- WLL (Wireless Local Loop)
- LMDS/MMDS
- Comunicaciones por satélite

En la categoría MAN/WAN tenemos primeramente al acceso a Internet por medio de telefonía celular. Aunque originalmente la telefonía celular fue utilizada para la transferencia de voz, muy pronto se desarrollaron protocolos para poder transferir datos a través de esta tecnología inalámbrica. La primera de ellas fue CDPD (Celular Digital Packet Data), desarrollada a mediados de los 90s por AT&T. CDPD provee la transmisión inalámbrica de datos digitales como Internet a través de la telefonía celular. Actualmente provee transferencias hasta 14.4 Kbps si se emplea la técnica de acceso múltiple CDMA (Code Division Multiple Access), mientras que en TDMA (Time Division Multiple Access) está limitada a 9.6 Kbps. CDPD se utiliza actualmente para transmitir mensajes breves a PDAs y correo electrónico a teléfonos celulares. Es posible el acceso limitado a Internet debido a que CDPD está basado en el protocolo de Internet TCP/IP. Con CDPD es posible transferir datos a través de redes públicas basadas en circuitos como en paquetes. En un futuro cercano aparecerán nuevos servicios con más alta velocidad basados en CDPD a través de redes basadas en paquetes.

Otro protocolo que provee acceso a Internet es WAP (*Wireless Access Protocol*). Con WAP son posibles las comunicaciones de datos entre redes inalámbricas a celulares y otros dispositivos portátiles como PDAs,

radiolocalizadores, teléfonos inteligentes, etc. Las especificaciones de WAP soportan la mayoría de los servicios y protocolos de las redes celulares de hoy en día tales como GSM, PDC, TDMA, CDMA y CDPD. Uno de los principales objetivos de la especificación WAP es permitir que dispositivos portátiles se interconecten con las redes inalámbricas independientemente de sistemas operativos y protocolos. Es por eso que WAP utiliza un lenguaje conocido como WML (*Wireless Markup Language*) que permite la conexión entre las redes y los dispositivos portátiles. Con WAP y WML el contenido de Internet puede ser formateado para uso en una pequeña pantalla de un dispositivo portátil. Aunque WAP no es aún un estándar oficial, es ampliamente aceptado y es de hecho un estándar de facto.

Con el advenimiento de la tercera (3G) y cuarta generación (4G) de la telefonía celular será posible el acceso a Internet a más altas velocidades en el orden de cientos de Kbps e inclusive hasta Mbps.

Otras tecnologías WAN/MAN que permiten el acceso a Internet a altas velocidades son MMDS, LMDS, WLL, enlaces de microondas terrestres, vía láser infrarrojo y comunicaciones vía satélite.

Con MMDS es posible la provisión de Internet a altas velocidades en el rango de decenas de Mbps a distancias de más de 40 kilómetros, limitándola únicamente la curvatura de la tierra y la línea de vista. Con LMDS se puede transferir información hasta en el rango de Gbps, debido a que trabaja en una banda de frecuencia mayor [20-30 GHz] y con mas capacidad de canal, pero funciona en celdas con cobertura de 5 a 8 kilómetros.

Por último en esta categoría el acceso a Internet vía satélite ha jugado un papel preponderante hoy en día. La ventaja más importante de las comunicaciones vía satélite en el acceso a Internet es la gran cobertura que tiene, alta capacidad en el orden de decenas de Mbps, provee accesos más directos a las dorsales satelitales, las comunicaciones vía satélite pueden penetrar áreas remotas donde otros medios de transmisión serían imposibles de llegar. En otras palabras la comunicación vía satélite es capaz de dar acceso a Internet hasta en una isla a miles de kilómetros de distancia. Quizá este sea el medio inalámbrico más caro al principio debido a que

hay que comprar infraestructura costosa como las estaciones terrenas y pagar las altas mensualidades de ancho de banda a un proveedor satelital. Existen opciones satelitales mucho más económicas para usuarios residenciales o para pequeñas oficinas. Estos sistemas que operan de manera híbrida y asimétrica utilizan pequeños platos reflectores para la recepción de la información de Internet y empleando otro medio alternativo para el regreso de la información, ya sea mediante una línea privada de menos ancho de banda o mediante un módem casero. Este sistema permite la recepción de Internet a velocidades de hasta 400 Kbps, un ejemplo de este servicio es DirecPC. Existen también sistemas satelitales económicos pero que operan de manera bidireccional para pequeños negocios o para proveedores de Internet mediante pequeñas estaciones terrenas transmisoras y receptoras.

2.4.3. Redes inalámbricas tipo LAN

- **IEEE 802.11x**

Las redes locales inalámbricas se han vuelto bien populares hoy en día, éstas pueden proveer acceso a Internet por ejemplo a estudiantes alrededor de un campus universitario utilizando una computadora portátil provista con una tarjeta con acceso inalámbrico. En este sentido la IEEE ha desarrollado varios estándares en que lo que LAN se refiere. La especificación IEEE 802.11 define redes locales inalámbricas que emplean ondas de radio en la banda de 2.4 GHz y 5 GHz conocido como espectro esparcido. Las velocidades típicas de esta tecnología son 11 Mbps en la especificación IEEE 802.11b y está en desarrollo la especificación IEEE 802.11a en la banda de 5 GHz que alcanzará velocidades de hasta 54 Mbps.

- **HiperLAN/2**

El foro global HiperLAN2 definió una especificación que opera en la banda de 5 GHz y que permite la transferencia de datos de hasta 54 Mbps que utiliza una técnica de modulación conocida como OFDM (Orthogonal Digital Multiplexing) para transmitir señales analógicas. OFDM es muy eficiente en ambientes dispersos en el tiempo, como oficinas, donde las señales de radio son reflejadas desde muchos puntos, donde la señal llega a diferentes tiempos de propagación antes de que llegue

al receptor. Debido a que HiperLAN es orientado a conexión posee características de Calidad de Servicio (QoS). El soporte de QoS en combinación con las altas velocidades de HiperLAN facilita la transmisión de diferentes tipos de ráfagas de datos como video, voz y datos.

2.4.4. Redes inalámbricas tipo PAN

Las redes tipo PAN son una nueva categoría en redes que cubre distancias cortas y cerradas. Algunas de estas tecnologías son Bluetooth, 802.15 y HomeRF.

- **Bluetooth**

Bluetooth es una tecnología inalámbrica europea desarrollada por Ericsson que permite la interconectividad de dispositivos inalámbricos con otras redes e Internet. Bluetooth al igual que 802.15 y HomeRF trabajan en la banda de frecuencias de espectro esparcido de 2.4 GHz. Bluetooth es capaz de transferir información entre un dispositivo a otro a velocidades de hasta 1 Mbps, permitiendo el intercambio de video, voz y datos de manera inalámbrica.

- **IEEE 802.15**

El Estándar IEEE 802.15 se enfoca básicamente en el desarrollo de estándares para redes tipo PAN o redes inalámbricas de corta distancia. Al igual que Bluetooth el 802.15 permite que dispositivos inalámbricos portátiles como PCs, PDAs, teléfonos, pagers, entre otros, puedan comunicarse e interoperar uno con el otro. Debido a que Bluetooth no puede coexistir con una red inalámbrica 802.11x, de alguna manera la IEEE definió este estándar para permitir la interoperabilidad de las redes inalámbricas LAN con las redes tipo PAN.

- **HomeRF**

HomeRF también es una especificación que permite la interconexión de dispositivos inalámbricos en una área pequeña. Con cualquiera de estas tres últimas tecnologías se podrá acceder a la red de tu casa u oficina desde un teléfono celular y podrás controlar dispositivos o consultar a distancia los datos importantes para tu beneficio y acceder Internet con sólo conectarte a tu red en el caso de que tengas tu red casera u oficina conectada a Internet.

2.4.5. Ventajas de las redes wireless.

Las redes sin hilos están llamando la atención porque los componentes sin hilos pueden:

- Ofrecer conexiones temporales a una red cableada existente.
- Ayudar a proporcionar respaldo a una red existente.
- Ofrecer algún grado de portabilidad.
- Extender las redes más allá de los límites de las conexiones físicas.

2.4.6. Utilidad de la conexión de redes wireless:

La dificultad intrínseca en la instalación de las redes con cable es un factor que empujará a una mayor aceptación de los entornos sin cable. La conexión sin cable puede ser especialmente útil para redes:

- En sitios concurridos, como áreas de recepción y salas de espera.
- Para usuarios que están constantemente moviéndose, como médicos y enfermeras en hospitales.
- Áreas y edificios aislados.
- Departamentos donde la ubicación física cambia frecuentemente y de forma no predecible.
- Estructuras, como construcciones históricas, donde el cableado representa un reto.

2.5. Redes NGN, Next Generation Network (Red de siguiente generación).



Figura 2.8. Ilustración Redes NGN.

Next Generation Network (Red de siguiente generación) o NGN es una arquitectura de red orientada a reemplazar las redes PSTN (Public Switched Telephony Network) de telefonía para servicios de voz y multimedia. Esta arquitectura reúne en una sola todas las tecnologías para uniformizar en una sola plataforma. Particularmente adopta del concepto VoIp (Voice over IP) para implementar el acceso al cliente y el trunking de voz por IP (Intenet Protocol) o VoATM cuando se trata de una red ATM.⁴

Algunos fabricantes de equipos definen a NGN como una red única y abierta, de paquetes, basada en estándares, capaz de soportar un gran número de aplicaciones y servicios, con la escalabilidad necesaria para afrontar las futuras demandas de tráfico IP y con la flexibilidad adecuada para responder rápidamente a las exigencias del mercado.

NGN no es sino un modelo de arquitectura de redes de referencia que debe permitir desarrollar toda la gama de servicios IP multimedia de nueva generación (comunicaciones VoIP nueva generación, videocomunicación, mensajerías integradas multimedia, integración con servicios IPTV, domótica, etc...) así como la evolución, migración en términos mas o menos de sustitución o emulación de los actuales servicios de telecomunicación.

⁴ <http://www.itba.edu.ar>

Como probablemente se sabe este modelo de referencia puede sintetizarse en el siguiente decálogo de puntos:

- Arquitectura de red horizontal basada en una división de los planos de transporte, control y aplicación
- El plano de transporte estará basado en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS
- Interfaces abiertos y protocolos estándares
- Migración de las redes actuales a NGN
- Definición, provisión y acceso a los servicios independiente de la tecnología de la red (Decoupling Access and Services)
- Soporte de servicios de diferente naturaleza: real time/ non real time, streaming, servicios multimedia (voz, video, texto)
- Calidad de servicios garantizada extremo a extremo
- Seguridad
- Movilidad generalizada

La materialización de este concepto y la visibilidad de las tecnologías que permiten su soporte, progresivamente disponibles desde hace algunos años, dependen fundamentalmente de la situación y estrategia de cada operador en cada mercado.

Quizás se pueda simplificar y establecer dos grandes marcos de actuación, en estos años, en torno al concepto de NGN:

En mercados en expansión, en crecimiento en servicios básicos de telecomunicación, donde se “simulan” o “emulan” redes y servicios tradicionalmente de circuitos optimizando el escenario técnico-económico hasta ahora habitual mediante el uso de NGN-SoftSwitches, transporte IP e interfaces de banda estrecha / banda ancha para el soporte de servicios de voz.

En mercados consolidados en términos de servicios fijos – móviles donde la búsqueda de sinergias, eficiencias entre ambos mundos y la banda ancha y los

nuevos servicios IP multimedia hacen que NGN e IMS , (Internet Multimedia Subsystem , conjunto de elementos funcionales que configuran el plano de control de este modelo de referencia) adquieran un papel fundamental como ejes del desarrollo de la convergencia.

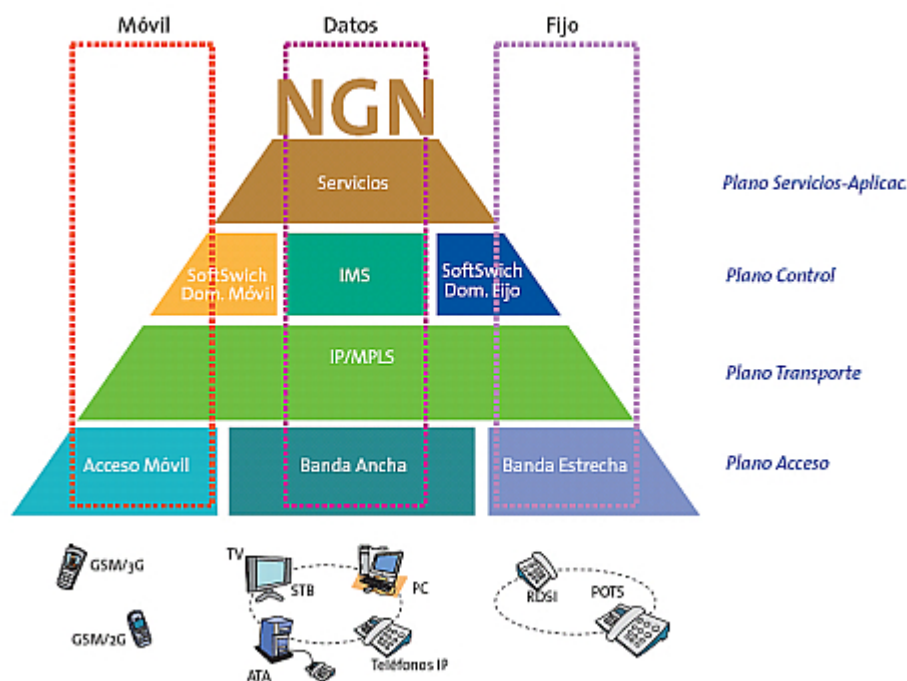


Figura 2.9. Estructura de las Redes NGN.

De forma clara el desarrollo de los conceptos NGN e IMS, en este último marco de actuación, debería permitir pasar de un modelo de redes verticalizadas, específicas por gama de servicios, a un modelo horizontal de red unificada soporte de toda la gama de servicios multimedia imaginable. Debería permitir el desarrollo de un modelo convergente de redes y servicios en torno al cual se consoliden los modelos de negocio de los Operadores Únicos Integrados.

El por qué “NGN-IMS” pueda ser el conductor del desarrollo de la convergencia requiere un repaso también de aspectos, conceptos claves:

- Se denomina IMS “IP Multimedia Subsystem” , al subsistema de control, acceso y ejecución de servicios común y estándar para todas las aplicaciones en el modelo de arquitectura de nueva generación, capa de control de una red de nueva generación.

- IMS permite controlar de forma centralizada y deslocalizada el diálogo con los terminales de los clientes para la prestación de cualquiera de los servicios (voz, datos, video, etc.) que estos requieran. El modelo IMS se basa en tres ejes fundamentales que pueden asegurar su éxito:
- Uso de las tecnologías de la información, se adoptan los protocolos del mundo Internet SIP (HTTP, etc...), se integran las comunicaciones personales (voz, mensajería, etc...) con las aplicaciones IT. Se aprovecha así la mayor capacidad y flexibilidad de estos protocolos para la prestación de todo tipo de servicios multimedia y desarrollo de nuevas aplicaciones .
- Se requiere sólo conectividad IP del cliente y por tanto inherentemente supone la convergencia de accesos fijos y móviles definiéndose IMS como “agnóstico” al tipo de acceso, siempre que éste sea banda ancha.
- Movilidad generalizada, movilidad entre diferentes accesos de un mismo operador incluyendo el mantenimiento de las comunicaciones en itinerancia, la movilidad entre redes (deslocalización) y movilidad del cliente y sus aplicaciones entre diferentes terminales (móvil, PDA, PC, etc.). Se hereda además los valores de control de movilidad, localización y accesibilidad propios de las redes móviles.
- Sin duda el grado de expectativa generado por “IMS” en el sector de las telecomunicaciones parece responder a la visión del cambio que en general puede suponer en la mayor parte de los mercados y operadores, visión que se soporta en una simbiosis de valores para el operador y para el cliente:
- Para el operador: el cliente está suscrito al dominio del operador que controla bajo perfiles de suscripción el acceso de éste a cualquier aplicación (SIM-Dominio-Operador) esté o no en su red, se traslada el concepto de dominio de aplicación (ISP). Se potencia así la visión del cliente de operador = servicio frente a operador = red / acceso, al potenciarse esta relación el operador fortalece su posición frente a terceros (incluidos ISPs) que quieran acceder a sus clientes finales ofertando a éstos la posibilidad de acceso a clientes, y/o a las capacidades de servicios de su red.

- Para el cliente: movilidad, localización y accesibilidad garantizada, acceso a los mismos servicios siempre bajo la mejor opción de conexión (Always Best connected) en función de preferencias de usuario, coste o de ancho de banda requerido, tarificación simple y flexible que le permita control de gasto y dotando a estas comunicaciones de valores propios como QoS, seguridad, fiabilidad y alta disponibilidad de las redes.

Parece así que IMS es la pieza clave, es, debe ser, el CATALIZADOR de la convergencia:

IMS no es una red, no ofrece servicios finales, es el embrión a partir del cual se definen:

- Las identidades de usuario (dominio)
- Los requerimientos a los diferentes tipo de acceso para su control común
- Los requerimientos a los terminales y clientes SIP para su convergencia
- Los habilitadores o capacitadores de servicios comunes a los servicios
- El diseño de los servicios finales
- Las interfaces de los diferentes elementos de red para los sistemas y herramientas de explotación técnico-comercial

Existen dos posibles estrategias, usando IMS, en torno al concepto de convergencia de redes y servicios de fijos y móviles que caracterizarían a un operador integrado:

- IMS's interoperables: mera interconexión entre las capas de control, IMS's, de dos redes que acompañada de unas metodologías de trabajo comunes/compatibles podrían maximizar las sinergias y la oferta de algunos servicios convergentes a futuro.
- IMS único: una infraestructura final común en torno a un único plano de control, "IMS único" existiendo unicidad tanto en usuarios como en servicios (usuario de Operador Único y Servicio del Operador Único, sin distinción de acceso). Inicialmente esta red única sería el soporte de los nuevos servicios convergentes, durante la evolución coexistirá con

funciones e infraestructuras propias de las redes de partida para la sostenibilidad de los servicios actuales con enfoque de migración final hacia esta red única objetivo.

2.5.1. IMS único garantiza:

- La disponibilidad de todas las aplicaciones desde cualquier tipo de acceso fijo/móvil.
- Sistema de Tarificación común y flexible para todos los servicios.
- Presencia única.
- Gestión de Grupos único.
- Servicios de lista de contacto en red.
- Gestión de Usuario única.
- Gestión de los servicios única.
- Directorio Único.
- Gestión de identidad Única.
- Sistema de Identificación y autorización único. (SIM card based solution).

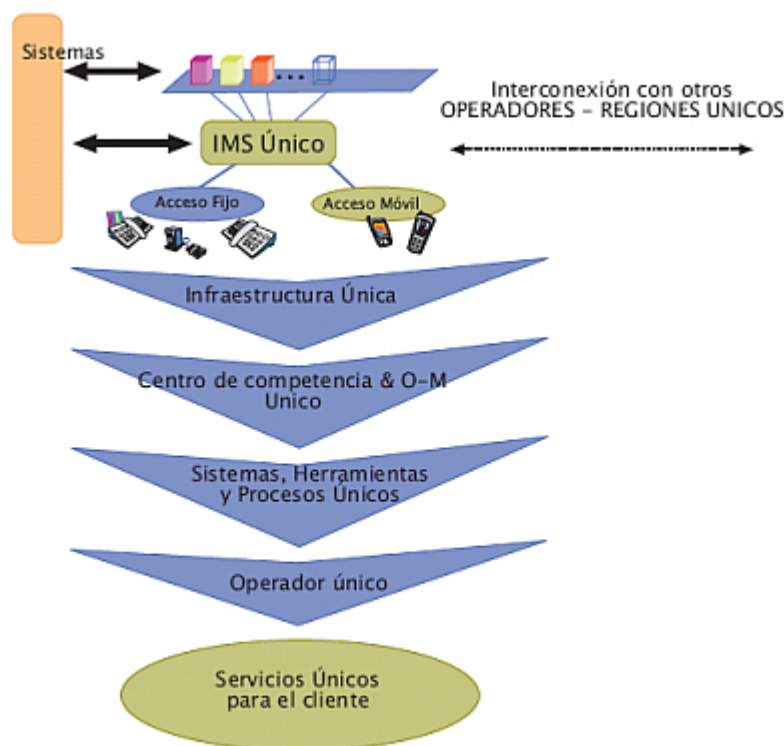


Figura 2.10. Estructura de las Redes NGN o IMS.

2.5.2. IMS's interoperables.

No garantiza, en principio, el desarrollo de este tipo de servicios, o funcionalidades al no contemplarse en los estándares las interoperabilidades entre los habilitadores de servicio (presencia, localización, etc...) ni entre capas de servicios de dos redes basadas en IMS.

Adicionalmente la experiencia ha puesto de manifiesto las dificultades en el desarrollo de soluciones e infraestructuras soporte de servicios sobre redes distintas en un marco de ausencia de estandarización

Aunque sobre ambos modelos sería posible teóricamente un conjunto de sistemas y herramientas unificado la experiencia ha puesto de manifiesto que dos redes, bases de servicios y clientes separados conducen a sistemas, herramientas, y procesos también separados. Parece que la situación anterior se maximiza cuando el punto de partida está condicionado por dos negocios consolidados y separados.

Con los argumentos anteriores sobre estos conceptos claves, NGN, IMS e IMS único, parece justificado decir que la “NGN” es efectivamente un trayecto hacia la convergencia” y que estamos ante una nueva situación apasionante de evolución tecnológica, que ha de permitir la convergencia progresiva de los servicios finales de los clientes, fijos-móviles-nómadas., de las redes, de los sistemas y herramientas y previsiblemente de los negocios. En esta situación parece también claro que cobrará especial relevancia la figura del Operador Único Integrado así como la posición del Regulador en cada mercado ante una nueva gama de servicios, fijos-móviles-nómadas multimedia que poco a poco deben ir sustituyendo a los actuales. Solo quedará por resolver el marco temporal de los acontecimientos que parece, en principio, más condicionado por las situaciones de los negocios y de la regulación en cada mercado que por las evoluciones tecnológicas.