

Capítulo 1. Topologías de las Redes

1. 1. Objetivo preliminar

En este capítulo se efectuará una reseña de los sistemas de telecomunicaciones empleados en las redes, describiendo su topología de red, su conformación y tipo de conexión, fundamentalmente como redes de acceso. Es una introducción a los mismos, dejando ser discutidos en profundidad en cada capítulo específico posterior, donde se completaran los detalles de diseño y construcción para cada tecnologías tratada.

1. 2. Evolución diferenciada

En su origen la línea de telegrafía eléctrica siguió los mismos trazados que su antecesor el telégrafo óptico y éste a su vez había adoptado el trazado de las rutas de mensajería por las postas de caballos. A su turno, las líneas de postes telefónicos en carreteras, practicaron los mismos trazados que sus antecesoras, las líneas de telegrafía eléctrica.

Como es lógico, por su necesidad de comunicarse a largas distancias, las primeras líneas telefónicas fueron construidas entre ciudades, luego vinieron las redes urbanas.

Esta evolución se presentó para todas las redes telefónicas, en los despliegues de cada región y país.

Sin embargo, se constituyó cada plantel urbano en una red tipo malla, la que unía los abonados, todos contra todos, lo que obligó a que mas tarde se pasara de esta red tipo malla, a una red del tipo en estrella, la que reunía a todos sus abonados en un punto central de conmutación.

1. 3. Incidencia económica actual de la planta externa

En 1979 el CCITT publica una encuesta que realizó en 1964, la que estudiara los costos de inversión para la realización de una red de telecomunicaciones, considerando la media aritmética arrojada por 16 países, en una distribución porcentual. La misma indicaba la importancia de la redes de planta externa para una organización que operara servicios de telecomunicaciones:

Instalaciones del abonado	13 %
Redes urbanas	27 %
Redes interurbanas e internacionales	23 %
Planta interna	27 %
Edificios y terrenos	10 %

Se decía entonces, que si se consideraba las instalaciones del abonado, su red urbana y las redes interurbanas e internacionales involucrando la planta externa, resultaba que el total de los gastos de instalación para este rubro, representaba el 63% del total de los insumos empleados por una empresa operadora.

Esta es una encuesta histórica, cuando las redes de urbanas y de enlace interurbanas e incluso internacionales, estaban constituidas por cables multipares, muchas veces de instalación aérea. Luego surgió el pujante empleo de los enlaces de microondas terrestres y satelitales, reemplazados mas tarde por cables de fibras ópticas, primero para las redes interurbanas e internacionales, extendidos a posteriori para la red urbana, con costos en un principio muy superiores.

Por otra parte la planta interna de conmutación, se transformaba de un origen Strowger - Paso a Paso muy gravoso, a semi electrónicas algo mas económicas, para pasar luego a ser reemplazadas en su totalidad a digitales electrónica, de un costo aún mas bajo. Ello sumado a que la Planta Externa insume mayor mano de obra más costosa y que incluye un mantenimiento con aún mayores erogaciones.

Asimismo, en la Planta Externa los elementos empleados están fundamentalmente integrados por materias primas no renovables, como lo son la madera, el cobre y los plásticos, los que a través de los años incrementan su costo, mientras que en la Planta Interna, al adoptarse elementos electrónicos año por año reduce su costo. Esto hace que las diferencias comparativas de costos deben ser consideradas fuertemente incrementadas, en la proyección futura.

Además, las estadísticas de las Administraciones, demuestran que las faltas se producen en mayor proporción en instalaciones externas, sobre todo considerando que su mayor parte esta en disponer rutas aéreas y rutas en canalizaciones, ambas de diferente forma expuestas. Teniendo en cuenta que al ser esta planta, la parte mayor comprometida a las inclemencias del tiempo, sus costos por conservación e reingenierías son elevados y se acrecientan con el transcurso del tiempo.

Todo ello nos lleva a la conclusión de considerar sobremanera la gran importancia de la Planta Externa, por su alto valor de inversión en la construcción y por altos costos en su mantenimiento. Los porcentajes expresados muchos años atrás, significan en la actualidad de una importancia aún superior en la red de acceso al abonado, representada no solo por los valores económicos en que participa, sino por su valor estratégico en ofrecer y poder brindar nuevas funciones y mayores servicios.

1. 4. Importancia de un buen diseño

A los servicios de telefonía se le han sumado los servicios "Triple Play" de voz, datos y video, con el protagonismo supremo de la Internet. Para un ingeniero de Planta Externa, disminuir estos costos es de sumo interés, más aún es revertir su tendencia. Los costos insumidos en la red de acceso con distribución con cables con conductores de cobre, disminuyó con el empleo de sistema de transmisión, como ser modulación y multiplexado. Posteriormente con cables con conductores de fibra óptica, dado las sumas involucradas, las economías a obtener resultaron significativas.

Además, al ser de alta incidencia en mano de obra para la construcción, las instalaciones y su mantenimiento, los mayores gastos por mantenimiento se producen en estas redes de Planta Externa. Estos costos representan una parte importante, en relación, al monto total de explotación. De allí, los diseños requieren sean orientados a inversiones que minimicen sus efectos.

Otra alternativa empleada en la planta de acceso, antes de ser involucradas por las redes de fibra óptica, es el empleo de los sistemas de banda ancha sobre pares de cobre con módems de los sistemas xDSL (x Digital Subscriber Line), como el ADSL (Asymmetric DSL), el SHDSL (Symmetric DSL) y el VDSL (Very high bit rate DSL). También en el acceso se emplean sistemas CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing).

Mientras que en la red troncal reduce sus costos incrementando su capacidad, con el empleo de los equipos Gigabit Ethernet o fibra óptica con sistemas DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). Estos se ven reforzados por los amplificadores EDFA, que lleva a las redes totalmente ópticas PON (Passive Optical Network).

La convergencia hacia los sistemas de protocolo Internet IP, convierten las redes, siendo operadas totalmente por software, ello las transforman en las NGN (Next Generation Network).

El acceso al abonado se transforma en una red total en banda ancha, tomando distintas funciones según su aplicación topológica, red centro (Core) o red borde (Edge), Por otra parte, mientras que las centrales que manejan los servicios de los abonados toman la primacía como Centrales Clase 5, y las Centrales Concentración que manejan solo tráfico de tránsito toman la categoría como Clase 4, de menor jerarquía práctica. Consideraciones presentes a tener muy en cuenta, para lograr un correcto diseño de red integral.

1. 5. Nuevas características del proyectista de redes

La importancia que revisten estas redes externas, respecto al personal de planeamiento, proyecto y construcciones, radica no solo en el alto porcentaje de inversión respecto al total del sistema de telecomunicaciones, sino sobremanera en los complejos problemas que acarrea su diseño, operación y conservación.

En la actualidad, se verifica un período de profundos cambios tecnológicos y económicos, los que también implica intensificar innovaciones de control reguladora, inclusive la reestructuración de la industria de los servicios. Los diseños de la red de telecomunicaciones, en forma sobresaliente la red de acceso, necesitan más que ninguna otra especialidad de una inteligente adaptabilidad operacional y extremada diversidad creativa.

Asimismo, una red a establecer por el diseñador, bajo el nuevo concepto, debe tener en cuenta a un sistema íntegro de telecomunicaciones, plantas externas e internas.

Debe primariamente, posibilitar la ágil operación del sistema teleinformático en continua y acelerada expansión. Es el nuevo rol a jugar por el diseñador, que abarcará a la planificación, la economía de mercado y a las influencias político-económicas de las empresas fabricantes, proveedoras y operadoras de los servicios.

Consecuentemente, las redes deben contener un alto grado de flexibilidad, manteniendo una fuerte elasticidad y seguridad. Para ello debe establecerse una arquitectura funcional de red que permita procesar y transportar las variadas velocidades de transmisión de alta compatibilización de servicios y además, permitir la competitividad entre los proveedores de redes, equipos, para los disímiles servicios.

El introducir nuevos conceptos filosóficos de diseño de la planta externa, debe necesariamente incorporarse nuevos conocimientos en el proceso de la planificación, la ingeniería, su operación y del mantenimiento. Por ello, debe aprovecharse eficientemente los recursos humanos disponibles e introducir nuevos. Ambos, con alto grado de capacitación de la ingeniería informática, económica y de la estratégica comercial.

Se pasó de una red de acceso pasiva a una totalmente activa. No será posible pensar más en el diseñador tradicional que no cuente de alta experiencia con su computadora personal o de un técnico de planta que no disponga de complejos instrumental de medición, analizadores de protocolos, osciloscopios, simuladores de interfaces, etc.

Por otra parte el mercado proveedor ofrece constantemente nuevos tipos de equipos de transmisión, multiplexores o terminales, los que involucran cada uno de ellos funciones y servicios adicionales, provocando un aumento de costos, los que en alguna forma se verán reflejados en la tarifa soportada por el cliente. Es tarea del diseñador reducir a un máximo los mismos sin restringir la calidad del servicio.

A estos implementos se les corresponde un alto grado de multiplicidad y el manejo de protocolos de comunicación muy poderosos. Esto implica una fuerte inversión, no solo en la introducción de nuevos equipos para la red de abonados y de complejos instrumentales de medición, sino también en la reestructuración de la gestión y la capacitación permanente del personal de diseño, como el de construcción, operación y mantenimiento.

El estado actual del mercado mundial de las telecomunicaciones y su desregulación, implica disponer rápidamente de expeditas normas rectoras, las que posibilitan la introducción de nuevos clientes y venta de nuevos servicios, cada vez más asequibles.

Los fabricantes, proveedores, operadores y los mismos clientes, obligados por la competitividad del mercado, requieren la rápida definición de normas y criterios, ello obliga al técnico y al planificador de redes, tanto como a los juristas, contables y economistas involucrados, resolver necesidades aceleradas y cambiantes de la red, para cada circunstancia y momento. Debe aplicar para ello conceptos innovadores en forma activa.

En área de diseño deberá preparar al personal no solo para poder comprender las nuevas tecnologías, sino también adoptar criterios propios acertados.

Esto se ve acentuado, dado que la desregulación precisa recomendaciones generales con variadas alternativas de implementación. Ello implica una gran responsabilidad y un alto grado de conocimiento de los temas técnico - operativos, lo que se logra con alto adiestramiento y óptima provisión de recursos para afrontar en forma efectiva, la resolución de los complejos temas a darle tratamiento.

Se deberá desplegar entonces una gran seguridad sobre las variantes a ofrecer en telecomunicaciones y evacuar las soluciones técnicas antes jamás presentadas para un servicio telefónico.

1. 6. Topologías de las redes telefónicas

1. 6. 1. Red de telecomunicaciones

A grandes rasgos la red de telecomunicaciones, constituida por el Plantel Externo y el Plantel Interior, constituido éste por las centrales, con sus equipos de conmutación y los elementos de alimentación eléctrica, mas la infraestructura edilicia que los alberga.

El plantel exterior de la red telefónica original pasó a constituir actualmente a las bases de una red de telecomunicaciones, la que permite brindar todo tipo de estos servicios, en particular a sus abonados y en general a todo usuario contingente.

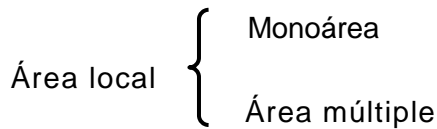
Esta red de telecomunicaciones en el hábito mundial, parte de una estructura constituida como redes de acceso, desde la central de conmutación hasta el domicilio del abonado y por las redes que vinculan los distintos puntos de conmutación. Las primeras muchas veces denominadas como red o línea de abonado y a la segunda como líneas de enlace o líneas de oficina.

También a estas líneas de enlace se las diferencian como líneas locales o urbanas, de las de larga distancia, que a su vez se distinguen como interurbanas o internacionales.

1. 6. 2. Redes y áreas de servicio

Para dar servicio a los abonados y a los usuarios en general, cada central local de conmutación dispone una definida área de central. Esta área se extiende, hasta comprender una longitud de línea conveniente a la calidad de servicio estipulada y según valores de atenuación y diafonía admisibles a los servicios a prestar.

Se presenta el caso de un área constituida por una única central local, denominadas monoáreas o monocentrales y el caso de un área constituida por varias centrales locales, denominada como de área múltiple. Tanto el área de una sola central, como el área de varias centrales, tienen características de área local, es decir su abono mensual será de tarifa de mínima, no entrando en la categoría de línea de larga distancia.



Monoárea

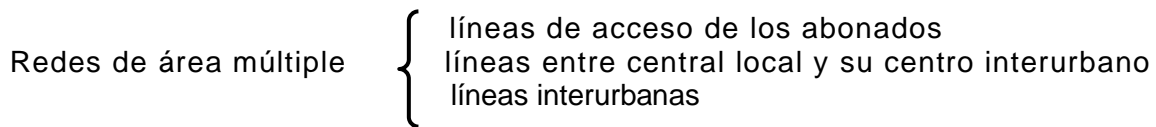
En una monoárea, se dispondrán las líneas de los abonados, que parten desde la central local de conmutación y se extienden hasta las casas de los abonados. Estas redes locales según sus características, podrán ser del tipo urbano o rural. Al presente se les suelen llamar “red de borde” (Edge).

En estas áreas locales, además, se dispone de las líneas que vinculan esta central local con su centro interurbano, ubicados ambos en el mismo edificio o no. Desde este centro interurbano parten las líneas a los otros centros interurbanos distantes.

Los enlaces entre las distintas áreas urbanas, se denominan líneas interurbanas. Las mismas se extienden entre centros de conmutación interurbanos y así conforman la red interurbana.

Área múltiple

En un área múltiple, se dispondrán las líneas de los abonados, que parten desde la central local de conmutación y se extienden hasta las casas de los abonados, además se dispone de las líneas que vinculan a las centrales locales y estas con su centro interurbano.



El servicio que utiliza la red local se rige por una tarifa de abono local, integrada básicamente por la cantidad de llamadas efectuadas dentro de esa área y su duración. En cambio el servicio de la red interurbana y de la red internacional se brinda computándose la cantidad de llamadas efectuadas, su duración y además de acuerdo a la distancia cubierta entre el abonado llamante y el abonados llamado. Actualmente varios países promocionan tarifas interurbanas planas similar en precio al de una llamada local. Con la denominación de “tarifa plana“, indicamos que la comunicación no dependerá de la distancia cubierta.

Se definen áreas constituida como monoáreas de una única central local y áreas locales múltiples, constituidas por varis centrales locales. Asimismo se dispondrán redes interurbanas que vinculan estas diferentes áreas de un país (Fig. 1).

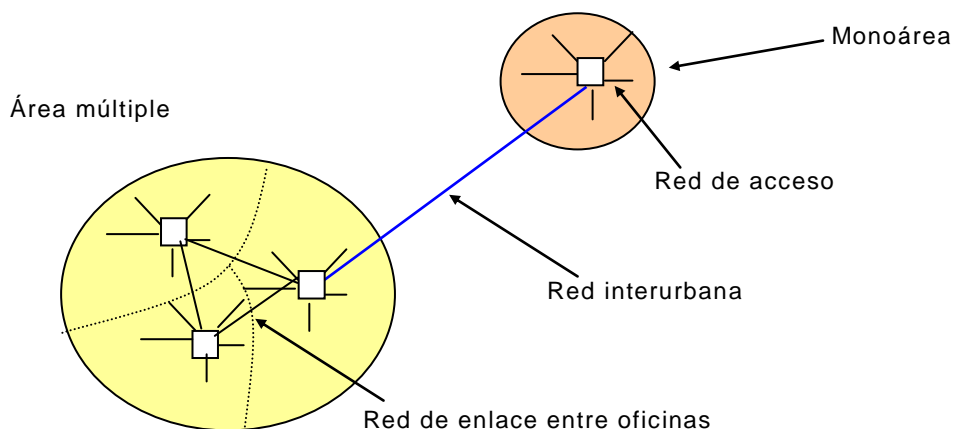


Fig. 1 - Monoáreas y áreas múltiples

Las líneas de abonado (o bucles de abonado) de la red de acceso, se han constituido inicialmente con tendidos de alambres conductores, luego con cables de pares de cobre aislados y trenzados y mas tarde, según su conveniencia económica con cables de fibras ópticas hasta la casa del abonado (FTTH) o combinando ambos sistemas mediante conductores de cobre y de fibra (FTTC).

Al igual las líneas troncales de larga distancia, ya sea entre centrales locales o interurbanas (llamados comúnmente como troncales urbanos o como troncales interurbanos). Utilizaron en sus orígenes ramales aéreos con alambres conductores, luego pasando a cables multipares de cobre, a cables coaxiales, equipos de microondas y actualmente totalmente con cables de fibra óptica

Redes nacionales e internacionales

Por otra parte, desde los distintos centros interurbanos, parten líneas de enlace hacia otros países, las que conforman la red internacional, que vincula las áreas nacionales de los distintos países. La red interurbana y la red internacional, cursan respectivamente comunicaciones de larga distancia nacional y de larga distancia internacional. Las redes internacionales se basaron en sus inicios con transmisiones de radio de onda corta, luego con transmisiones satelitales y actualmente en redes de fibra óptica, empleando en su caso las redes satelitales.

En un área múltiple se configuran las redes de acceso de los abonados de las centrales locales, las líneas que vinculan estas centrales entre sí (enlace entre centrales) y además estas centrales con un centro interurbano, desde donde parten los enlaces a la red interurbana. Es similar al caso de una monocentral, que accede a sus abonados y además enlaza a la red interurbana.

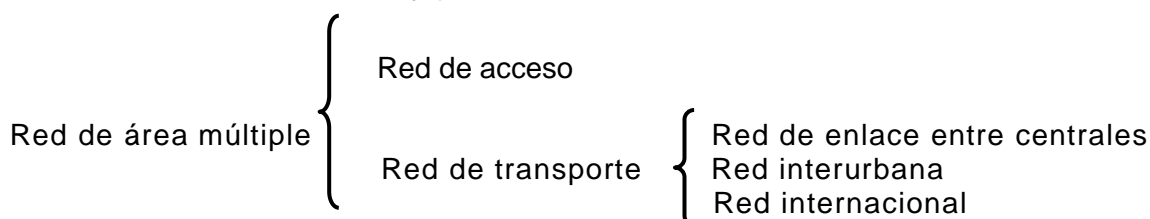
Redes de acceso y redes de transporte

En áreas múltiples extensas que dispone una gran cantidad de centrales, la red de enlace entre oficinas conformaría una red malla complicada y costosa, luego se emplean centrales concentraciones, que congregan varias centrales de un subárea del área múltiple. Estas centrales concentración también se les denominan centrales tándems.

En estas áreas múltiples se tendrán por lo tanto, las líneas de las redes de acceso, las que unen las oficinas centrales locales con sus centrales tándem y las líneas que unen a estos tándems entre sí. También se dispone de las líneas que unen ellas con los centros de conmutación interurbanos. De esta última parten las líneas interurbanas a otros centros interurbanos que sirven otras áreas y las líneas que conforman la red internacional.

Luego tendremos diferenciadas las centrales: para la conmutación local, de conmutación concentración, conmutación interurbana y conmutación internacional. Las únicas que manejan el tráfico directo de los abonados son las centrales locales, el resto solo encaminan el tráfico, por ello a estas últimas se les llaman centrales de tránsito.

En la consideración de un área múltiple (área metropolitana o área metro), para los sistemas NGN (Redes de Próxima Generación - Next Generación Network), podremos diferenciar solamente dos tipos de redes: las de acceso, que opera con conmutación directa de los abonados, con sus Centrales Borde (Edge), clasificadas como de Clase 5, y las redes de transporte, con sus Centrales Centro (Core), de tránsito que mantienen características de concentración y procesamiento de alto tráfico, clasificadas como de Clase 4.



Ambos tipo de centrales disponen de conmutación en SoftSwitch, donde su proceso se realiza íntegramente por software en tráfico de paquetes.

La gran diferencia entre el diseño de una red de acceso y el diseño de una red de transporte radica en que la primera red de acceso, se estructura en base a la ubicación de los posibles clientes futuros, definido en un estudio de la demanda, mientras que la segunda red de transporte se diseña de acuerdo a un estudio de tráfico pretérito estimado.

1. 6. 3. Redes telefónicas tipo malla y tipo estrella

Cualquier red tipo malla, en una constitución de todos contra todos, insume gran cantidad de líneas para vincular cada uno de los elemento a conectar, difiriendo de una red estrella que concentra todas las líneas.

Supongamos un caso de 6 aparatos telefónicos. Al ser 6 los teléfonos, la cantidad de líneas será $n(n-1)/2$, es decir $(6 \times 5)/2 = 15$ líneas. Sin embargo, en una red estrella, empleando una central de conmutación, se utilizan solamente 6 líneas (Fig. 2).

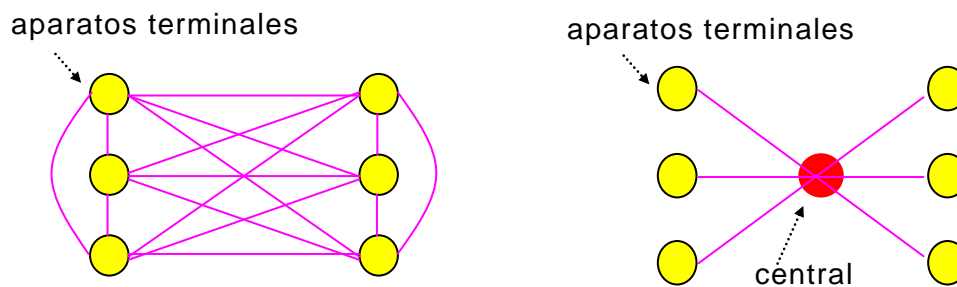


Fig. 2 - Red malla y red estrella

La central de conmutación a utilizar en la red estrella, tiene un costo compensado por el ahorro en el gasto de instalación, operación y mantenimiento de las líneas evitadas. Además, esta estructura provee un mejor servicio de selección de abonado llamado por medio de un equipo automático conmutador, en sus comienzos mediante operadores telefonistas, en vez de realizar la selección los mismos usuarios, mediante sus aparatos.

Las redes iniciales de abonados conectados entre si, pronto fue reemplazado y las ciudades se poblaron de líneas telefónicas que partían de las centrales, llegando hasta las casas de sus abonados.

Esta experiencia en el pasaje de una red malla a una red estrella, se volvió a repetir al unir las redes de las distintas poblaciones, formando una red interurbana. Cubrir la extensión de un país era un nuevo problema para la conformación de la red, la solución fue crear nuevos centros de concentración, estableciendo una red jerárquica.

1. 6. 4. Redes telefónicas tipo árbol y tipo anillo

A principios del siglo XX las calles céntricas de las grandes ciudades, se encontraban sembradas de altos postes los que soportaban hasta más de 30 travesaños, montados con una maraña de alambres desnudos para establecer la red telefónica local y los enlaces de la red interurbana.

Luego surgieron los primeros cables telefónicos. Estaban conformados en formaciones de pares retorcidos de conductores de cobre, aislados, mediante cintas de papel. Años después, recién a finales de la década de 1960 empleando material plástico.

Sus cubiertas en los inicios de estas redes llevaban una protección de tela embebida en gutapercha, un material vegetal gomoso, pronto se reemplazó por láminas de plomo, y recién en los años de la década del 1970, por cubiertas tipo PAL - Polietileno Aluminio Laminado, es decir finas láminas de aluminio cubiertas por extrusión con plástico polietileno. También comenzó el empleo de las cubiertas en material plástico de PVC.

De esta forma, durante más de cien años, se construyeron en forma exclusiva las redes telefónicas. Recién a fines de la década de 1970, entró en aparición los cables de fibras ópticas. Estos cables y la digitalización de las centrales de conmutación, llevó a introducir en las redes de Planta Externa, equipos electrónicos para brindar servicios digitales.

Surgen también en aquellos tiempos las unidades remotas de abonados denominadas URA, como nodos de concentración en la red del abonado, y a posteriori la vasta familia xDSL, mas recientes los nodos ópticos de concentración, empleando los métodos de fibra al armario FTTC o de fibra al hogar FRTH, los que se combinan a los diseños de las redes xDSL, formando las redes de acceso híbridas, de fibra y de cobre (Fig. 3).

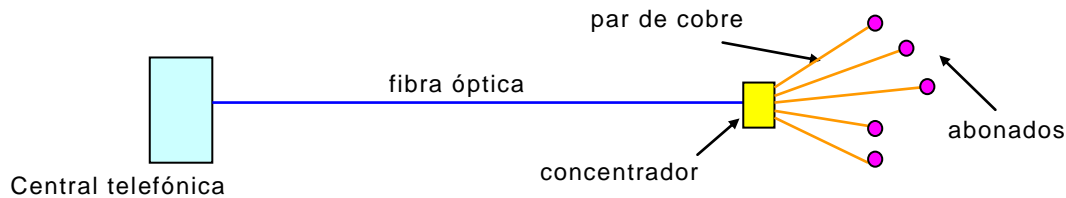


Fig. 3 - Línea de abonado tipo árbol, fibra óptica /cobre

La topología de diseño inicial estrella paso entonces a la conformación tipo radial con formaciones tipo árbol y en la combinación con anillos ópticos, en muchos casos a la composición de anillos ópticos primarios con anillos ópticos secundarios (Fig. 4).

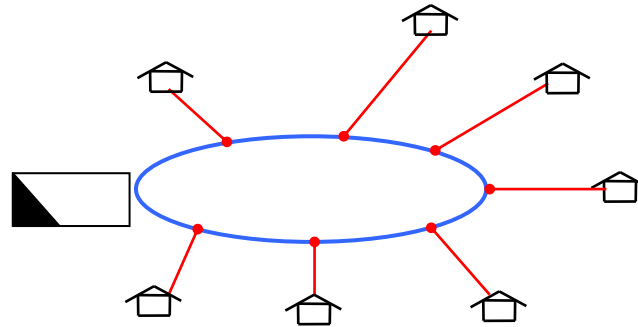


Fig. 4 - Línea de abonado tipo anillo, fibra óptica /cobre

1. 6. 5. Redes borde y red centro

En el análisis de la red de acceso de la red telefónica observamos que sigue los pasos de la red de datos. Hoy las centrales de conmutación telefónicas está integrada por computadoras, la red de transporte cursa tráfico en IP, pronto lo adoptará la red de acceso.

Por lo tanto, hagamos un repaso de lo acontecido con la disposición de la red de datos. Los routers, dispositivos bastante tontos por las normas existentes a finales de la década de 1980, fueron los escollos para proyectar la red Internet. Ellos se tuvieron que transformar rápidamente en más eficaces. A finales de los años 1990, los routers comenzaron al agregar propiedades y se requirió que ellos fuesen movidos al borde de la red fija.

En la red de datos fija, algo que requiere inteligencia pasa al borde. Los dispositivos del borde agregan y dan forma al tráfico terminal en los VDSL, vincula las comunicaciones y manejan los problemas del servicio de grupos de clientes.

Poner inteligencia al borde de una red de datos fija, representa la solución más eficaz, ya que allí se aplican las políticas de servicio del cliente, sus restricciones, los permisos y las opciones de facturación. Estas funciones al tener que ser memorizadas cuadra ser procesada lo más contigua al cliente.

Manteniendo la supremacía de la inteligencia en el borde (Edge), con arquitectura de red tonta en el centro (Core), la asocia a las redes inteligentes (Smarts).

1. 6. 6. Red telefónica jerárquica

Una red nacional de telecomunicaciones está constituida por redes interurbanas que vinculan monoáreas y áreas múltiples. Las centrales de conmutación desde el punto de vista interurbano toman el nombre diferenciado de centros de conmutación. Los centros interurbanos toman ciertas jerarquías para el logro de una óptima operación.

Según lo estipuló la UIT, la red telefónica nacional jerárquica, esta conformada en una topología tipo árbol invertido, con la menor jerarquía establecida por centros primarios.

Cada uno de todos los centros primarios de una cierta región se unen como ramas de una red estrella a un centro secundario, formando el conjunto un área secundaria. Luego, todos los centros secundarios de una región aun mayor se unen a un centro terciario, formando un área terciaria, así todos los centros terciarios se unen a un centro cuaternario formando un área cuaternaria.

En países de gran superficie territorial podrá poseer hasta áreas quiniarias, mientras que otros países de áreas territoriales reducidas, en su extensión geográfica y trafico cursado podrán dispone solo de áreas secundarias, terciarias y sus tributarios (Fig. 5).

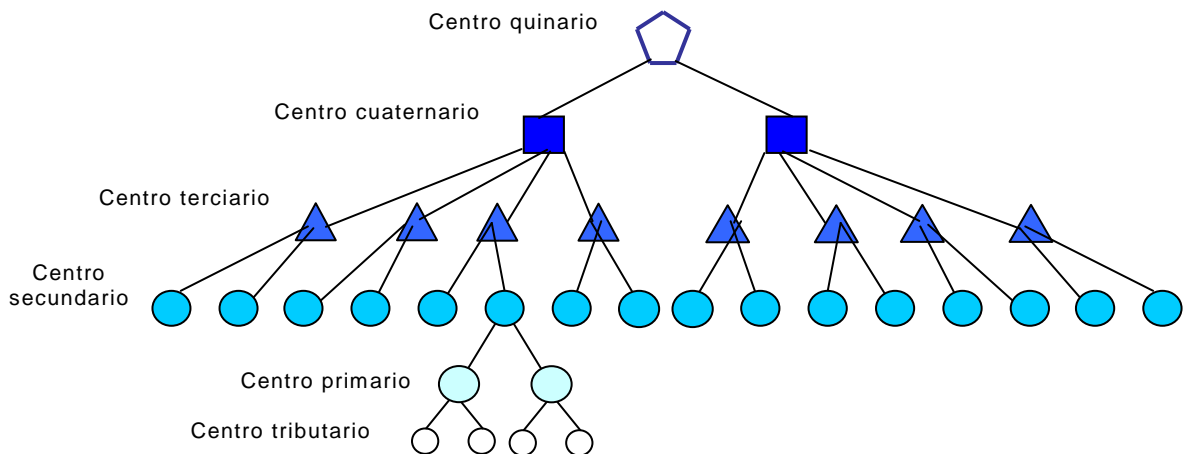


Fig. 5 - Red telefónica jerárquica, años 1950 - 1980

Para esta estructura jerárquica, el encaminamiento de las comunicaciones podría tomar distintas alternativas (Fig. 6).

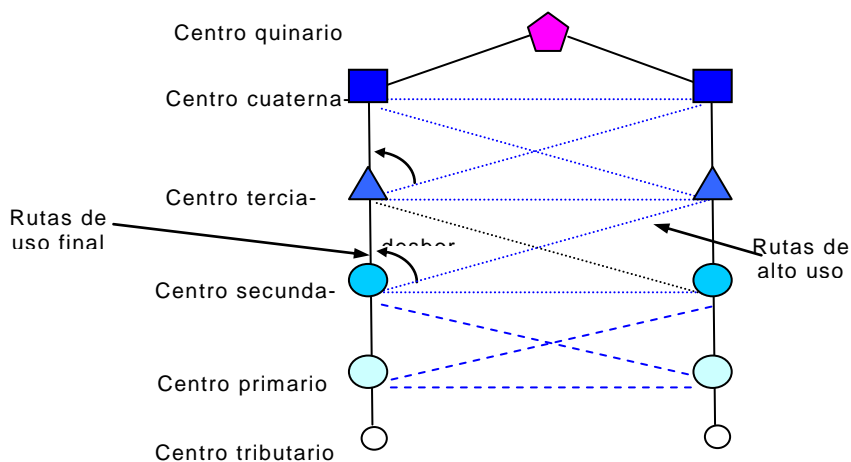


Fig. 6 - Antiguo encaminamiento jerárquico interurbano, años 1950 - 1980

En la década de 1980, aún los países de gran envergadura en tráfico y extensión geográfica redujeron los pasos jerárquicos a secundario, primario y tributarios. En países, tal como USA, los tributarios tomaron la designación de áreas y centros colectores (Fig. 7).

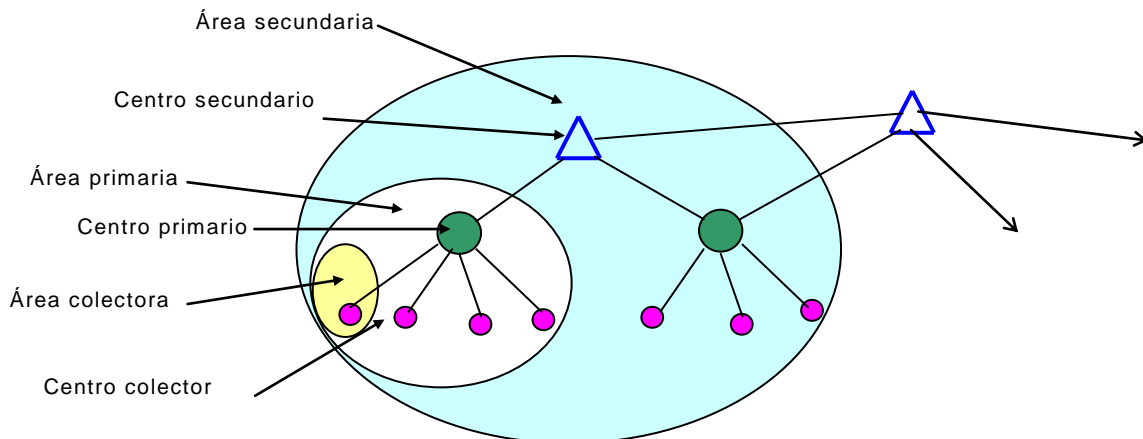


Fig. 7 – Jerarquía de los centros interurbanos

En la República Argentina, hasta la década de 1980 se estructuraba un Plan Fundamental con 4 centros cuaternarios, Buenos Aires Rosario, Córdoba y Bahía Blanca, los que estaban vinculados a un centro quinario mediante una red malla.

De cada uno de estos cuaternarios se asociaban en estrella 46 centros terciarios, de los que se subordinaban centros secundarios y centros primarios. En los años de 1990, en los nuevos Planes Fundamentales la jerarquía de los nodos de conmutación se redujo a secundarios, primarios y colectores.

En donde, el nivel colector y el nivel primario tomaron una conformación en anillo. El nivel secundario, una conformación en malla de todos contra todos, mientras que la interconexión de la red urbana con la interurbana, se puede efectuar a nivel, de colector, primario o secundario.

En la conexión entre la red urbana de área múltiple y la red interurbana, desde los nodos secundarios urbanos (o primarios si no existiese secundario). En esta red, en caso de falla en una conexión virtual directa, se establece automáticamente una conexión virtual indirecta.

Los niveles se conectan entre sí, siguiendo ciertas características: Cada nodo colector solo se conecta con un nodo superior, Cada nodo primario se conecta con un nodo secundario adyacente, en forma directa o indirecta a través de otro nodo primario (Fig. 8).

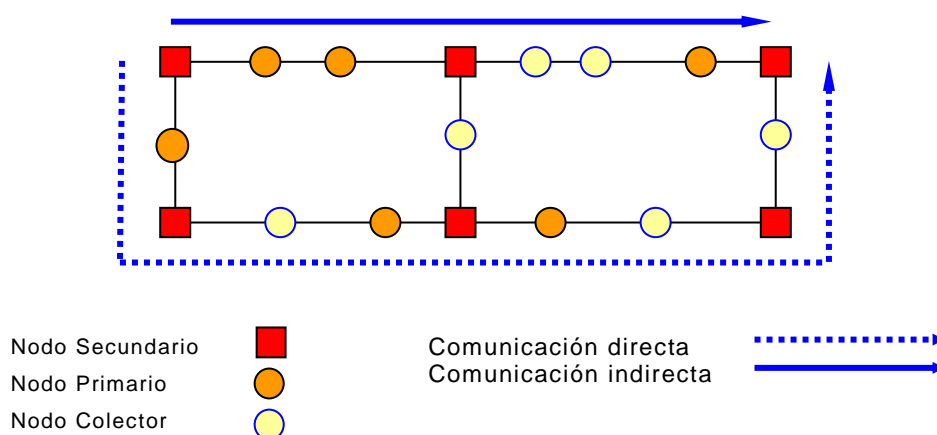


Fig. 8 - Conexiones virtuales directas e indirectas

1. 6. 3. Redes integradas

Deberá ser nuestro propósito el estudiar una red total de telecomunicaciones, la que contenga a todos los servicios. No obstante ello, para seguir una cronología didáctica, veremos primero, el desarrollo de la red telefónica y en los sucesivos puntos, examinando las estructuras de otras redes, como ser la de datos, de televisión por cable, etc. Se complementa este análisis de las redes, en los respectivos anexos adicionados por separado.

Genéricamente se denomina a la red telefónica, como Red Telefónica Conmutada Pública PSTN (Public Swirched Telephone Network), la que comprende a otros sistemas, como ser la red de servicios telefónicos básicos POTS (Plan Old Telephone Service), servicios de datos, transporte de programas de televisión, apoyo a las redes de CATV, etc.

La “Unión Internacional de Telecomunicaciones” (UIT), en su origen citada como “Comité Consultivo de Telegrafía y Telefonía” (CCITT), a definido a las telecomunicaciones como:

“Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o información de cualquier naturaleza, por hilos conductores, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos”.

De la misma, se desprende la amplitud de la acepción telecomunicaciones, la que comprende de tal forma a cualquier sistema y a cualquier servicio electrónico que maneje ondas electromagnéticas a distancia, ya sea a través de redes físicas, inalámbricas terrestres o satelitales, eléctricas u ópticas.

En el orden general, la red conformada bajo este concepto la podremos describir como compuesta por un emisor, un medio de transmisión y un receptor.

El emisor podrá ser un aparato telefónico, un facsímil, una computadora, un aparato televisor, un transmisor de radio, o un solo aparato que integre, varias o todas estas funciones. El medio de transmisión, estará conformado por las distintas redes y equipos de conmutación y transmisión en cualquiera de sus tipos y técnicas. Por último, el aparato receptor podrá estar en correspondencia, o no, al tipo y modelo del aparato emisor.

Tal red, luego de un siglo de cursar comunicaciones telefónicas y algunos servicios de telex, desde los años 1970 comenzó a servir la transmisión de datos. Luego, en la década de 1990, al desarrollo de la Internet y con ella a las transmisiones de mensajería, de video, de TV, etc.

Pronto en las redes de los diferentes países, el tráfico de datos fue superior al de la telefonía. Al iniciar el siglo XXI, irrumpe con mayor fuerza la telefonía celular y supera a la telefonía de red fija. Sin embargo, ni los servicios de la Internet, ni la red y los servicios celulares podrían subsistir sin la red fija, hacedora de sus fantásticos desarrollos.

1. 7. Redes ópticas para telecomunicaciones

La inicial red telefónica estructurada en base a pares de conductores de cobre, representa hoy solo una pequeña porción del total de la red de telecomunicaciones, es reducida a una porción mínima como empleo de la red de acometida y solo a ciertos abonados.

La evolución de la red de cables de fibra óptica se desarrolló primero como enlaces urbanos vinculando centrales, luego dedicada a los enlaces interurbanos, mas tarde en la red internacional y hoy en parte del bucle de abonado.

1. 7. 1. Configuraciones ópticas y su evolución

Para las redes ópticas de abonados es posible la adopción de distintas configuraciones, independientemente del tipo de topología utilizada. Estas configuraciones están relacionadas a la categoría de usuario y al medio físico que vinculará al mismo.

En general se lleva la fibra desde la oficina central hasta un armario o pedestal, en su caso ubicado al exterior o interno en un edificio, desde donde se pasa, con una conversión electro-óptica, de red óptica conformada en cables de fibra óptica, a una red con cableado a pares de cobre, con la que se llega hasta los usuarios del servicio de telecomunicaciones. Este pedestal o armario óptico es distinguido como “terminal de red remoto” o en inglés ONT (Optical Network Terminal).

Tales configuraciones involucran en sus distintas topologías a una amplia zona como ser dar servicios a un barrio (FTTN), a una parte del mismo (FTTZ), a una sola manzana (FTTC), o alimentar en particular a un edificio (FTTB), a una sola oficina (FTTO), o directamente a un domicilio, casa o departamento (FRTH). Son básicamente del tipo:

- Fibra al barrio (FTTN, Fiber To The Neighborhood),
- Fibra a la zona (FTTZ, Fiber To The Zone).
- Fibra hasta la acera (FTTC, Fiber To The Curb).
- Fibra hasta el edificio (FTTB, Fiber To The Building).
- Fibra hasta la oficina (FTTO, Fiber To The Office).
- Fibra hasta el hogar (FTTH, Fiber To The Home).

Los sistemas de distribución al barrio FTTN o a la zona FTTZ, se refieren a llevar la fibra desde la oficina central hasta un pedestal óptico ubicado estratégicamente en el exterior, a la intemperie. En la conformación FTTN, desde el armario se distribuye a un amplio grupo de usuarios homogéneos, de zonas industriales, comerciales o residenciales. En la conformación FITZ, desde el armario se distribuye a una zona que comprende varias manzanas de un barrio.

Los sistemas hasta la acera FTTC, se refieren a llevar la fibra hasta un armario como terminal remoto, desde donde son distribuidos los servicios a un mediano grupo de usuarios homogéneos, generalmente zonas residenciales. Cada zona comprende la distribución a una manzana completa o a parte de la misma.

En las configuraciones FTTZ y FTTC, los tendidos finales de cobre, desde el punto de distribución, son más o menos largos según cada topología y técnica empleada.

La configuración FTTO, se refiere a la configuración ligada al servicio de datos puntual para grandes usuarios comerciales o concentraciones de oficinas de grandes clientes. La configuración FTTB, se refiere a la fibra y un terminal remoto dedicados a varios usuarios pertenecientes a un edificio generalmente residencial.

En la configuración FTTO ó FTTB, el ONT está situado en las mismas instalaciones del usuario, generalmente en el sótano del edificio o junto al repartidor del edificio, en la planta donde éste se halle situado. En el terminal remoto se dispone la conversión de señales electro-óptica y de allí se realiza la distribución a los abonados, a través de cables metálicos (pares trenzados de Categorías 3 ó 5, en algunos casos mediante cables coaxiales).

La configuración FTTH, se refiere a la fibra que llega desde la central hasta los domicilios de cada usuario, en donde están ubicados los conversores electro-ópticos.

Las configuraciones FTTZ y FTTC tienen la ventaja con respecto a las distribuciones FTTB ó FTTO y sobretodo a la FTTH de permitir una conexión más económica, ya que por cada fibra que parte de la central se puede dar servicio a un número múltiplexado de clientes desmultiplexados en el armario. Con ello, los costos de los equipos terminales y de fibra se distribuyen entre todos los clientes conectados a dichos terminales (Fig. 9).

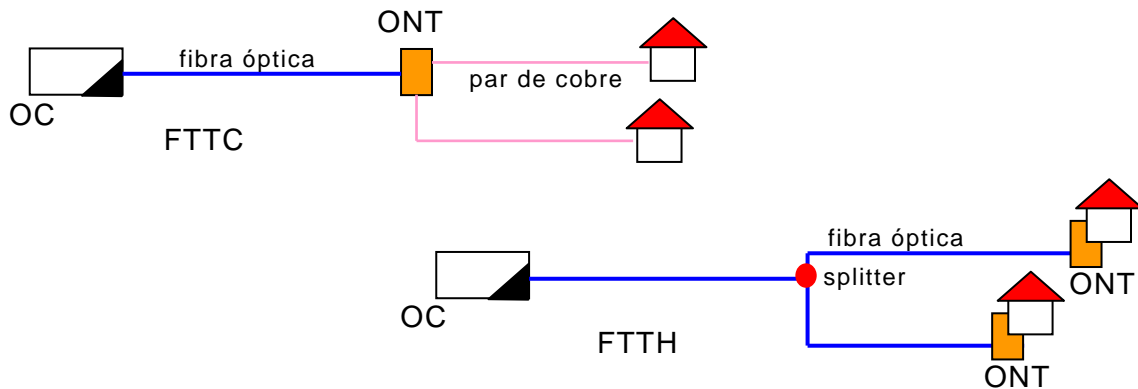


Fig. 9 - Conformación óptica FTTC y FTTH

Se podrán combinar las configuraciones FTTZ y FTTC con las técnicas FTTB, FTTO ó FTTH, que partan desde los ONT, ampliando así los beneficios de ambos sistemas.

La estrategia de evolución de la red de acceso, estará dada por la determinación de la conveniencia, oportunidad y forma de pasar, desde la red con cables de fibra óptica a la red de cobre. En las zonas residenciales de clase alta, el objetivo serán las unidades de vivienda y grupos de locales comerciales, por ello se deberá preparar la configuración FTTH pudiéndose combinar, según su conveniencia estructural con redes FTTC.

El despliegue hacia la FTTH deberá estar orientado por la combinación de dos factores, económico de inversión y referente al pronóstico de los beneficios que se derivarán de su aplicación futura.

En conjunción con las características de los aspectos económicos analizados anteriormente, para que la instalación inicial de fibra óptica se realice en condiciones de rentabilidad económica y de forma competitiva con la red de cobre, es necesario adoptar configuraciones de red que permitan compartir sus recursos. Las configuraciones FTTZ o FTTC, serán las más apropiadas a este fin. Estas se podrán complementar con las configuraciones tales como en las FTTO y FTTB, soluciones dadas para casos específicos.

En una primera fase dichas configuraciones FTTC, serán desarrolladas principalmente para los servicios de baja velocidad, como telefonía, Internet, correo electrónico o servicios de datos, dedicados a zonas residenciales, debido a que la demanda para estos servicios se hará allí más evidente.

En esta fase se considerarán fibras de reserva, a fin de poder atender la eventual demanda de servicios de alta velocidad en banda ancha. Cuando lo justifique la demanda, la capacidad de la red se puede mejorar mediante la expansión de la capacidad del sistema, sin producir cambios en la planta del cable.

En una segunda fase y cuando surja nueva demanda de servicios o de otros servicios para la banda ancha, por ejemplo la distribución de vídeo bajo demanda (VoD), el aprovechamiento de la configuración podrá evolucionar, mediante la utilización de las fibras colocadas como reserva en la etapa inicial.

En esta segunda fase, las configuraciones planteadas en la primera fase, de banda estrecha, seguirán siendo de aplicación. Para ello, en los terminales remotos solo se instalarán los nuevos subsistemas, necesarios para prestación de servicios de banda ancha.

El objetivo, para poder efectuar el rápido despliegue de las configuraciones FTTO y FTTB, será dar servicio a los edificios de construcción nueva para grandes empresas y locales de los grandes centros comerciales

Las soluciones FTTC primeras, deberán proporcionar la base para que dicho despliegue sea esencialmente económico, por lo que los diseñadores deberán asegurar la flexibilidad necesaria de los servicios a instalar en los próximos años, para pasar posteriormente a concluir en la configuración FTTH, siempre según las exigencias del servicio y cuando se considere económicamente oportuno implementar.

Su evolución será dada en función de las características propias de cada área, residencial, comercial, industrial o rural, diferenciando las dos etapas de evolución, la primera etapa comprenderá el aspecto de banda estrecha, para evolucionar a la banda ancha.

Para los casos de FTTZ o FTTC, el equipo terminal de fibra óptica ONT o pedestal, es de uso en intemperie ubicándolo en la acera. Una ventaja extra añadida radica en que al utilizar el ONT en una porción de la red de acceso, se evita la necesidad de instalar fibra en la red de acometida, reutilizando las rutas de cables de cobre existentes.

La distribución final, desde el terminal de red óptica ONT, hasta el domicilio de cada cliente se podrá realizar mediante pares de cobre utilizando técnicas ADSL o VDSL, para obtener los servicios de banda ancha, comprendiendo los servicios de telefonía, más Internet de alta velocidad, servicios de TV, inclusive la TV sobre demanda (TVoD).

En el caso de los sistemas de televisión por cable (CATV), se emplea generalmente cables de fibra óptica como alimentadores hasta un elemento de conversión electro-óptica, continuado desde allí con la red de distribución a los clientes con una red conformada por cables coaxiales. De esta forma se permite brindar servicios de banda ancha, incluso el Triple Play de telefonía, Internet y TV.

Red óptica pasiva

En todas las configuraciones FTTZ o FTTC se utilizan electrónica activa, tanto en la central como en el terminal remoto de red óptica ONT, donde se dispone la conversión de señales electro-óptica, por lo que se las denominan en consecuencia redes activas.

En cambio todas las configuraciones FTTH, eliminar todos los componentes activos entre la oficina central y el cliente, introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (divisores ópticos pasivos) para diversificar el tráfico por la red de acometida. Su elemento principal es el dispositivo divisor óptico (Splitter). Empleando solo sistemas pasivos se reduce considerablemente los costes, asimismo se aumenta la cobertura de la red hasta cubrir unos 20 km, desde la central.

Estas redes FTTH, son conocidas como redes PON (Passive Optical Network). Una red óptica pasiva PON está formada básicamente por una Unidad Óptica Terminal de Línea (OLT - Optical Line Terminal) que se encuentra en la Oficina Central; un divisor óptico (Splitter) y varias Unidad de Red Óptica (ONU - Optical Network Unit) ubicadas en los domicilios de los usuarios.

La transmisión se realiza entre la OLT y las ONU, trabajando en modo de radiodifusión, como red punto-multipunto, por la utilización de los divisores ópticos, los Splitter. En este procedimiento se aplica para los canales en dirección descendente hacia los abonados la Multiplexación por División en el Tiempo (TDM).

TV Interactiva (iTv)

En los casos de brindar servicios de TV Interactiva (iTv) en una PON, se emplearán canales ascendentes, donde las diferentes ONU de los usuarios transmiten los contenidos hacia la OLT en la central, trabajando en este caso como red punto a punto.

En este proceso, es necesario emplear la Multiplexación por División de Tiempo TDMA (Time Division Multiple Access), para que cada ONU envíe la información en diferentes instantes de tiempo, controlados por la unidad OLT.

En estos casos, para que no se produzcan interferencias entre los contenidos de los canales descendentes y los ascendentes, se utilizan las técnicas de Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM - Wavelength Division Multiplexing), enviando dos longitudes de onda diferentes superpuestas y empleando el uso de filtros ópticos para luego poderlas separar.

Ventajas de la PON

Nuevas ventajas se obtienen al disponer una red totalmente óptica de extremo a extremo. Con el empleo de Láser sintonizables se podrán aplicar los Multiplexores de Agregado y Extracción Óptica OADM (Óptical Add Drop Multiplexer), sobre demanda en el acceso para gran cantidad de canales a variadas frecuencias. Ello permite remover canales desde una línea troncal sin requerir su pasaje óptico a eléctrico y sin interferir en los canales principales. Además mediante el método FFBG (Fused Fiber Bragg Grating), se permite operar como un enrutador, multiplexor y un demultiplexor óptico.

También se podrá emplear los sistemas de multiplexación por división de longitud de onda WDM (Wavelength Division Multiplexing), para obtener la ganancia de nuevos abonados o posibilitar la transmisión de nuevos servicios, habilitando nuevos canales.

Se disponen variaciones del mismo, como el de onda densa DWDM Dense Wavelength Division Multiplexing, de alta densidad HD WDM High Density Wavelength Division Multiplexing, o el de onda selectiva Selective Wave Division Multiplexing.

En la aplicación en la red de acceso, el económico CWDM (Coarse WDM), involucra específicamente una solución de bajo costo respecto al DWDM, sobretodo para ser utilizado en las redes céntricas metropolitanas, de alto tráfico pero de escasas longitudes.

Los Amplificadores de Fibra Dopada con Erbio EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier), tiene la característica de empleo en redes ópticas pasiva (PON), aunque podrán requerir alimentación eléctrica. En la práctica, se combinan elementos activos con pasivos.

Conformaciones estandarizadas

Varias conformaciones se han estandarizado con el transcurso del tiempo:

- APON (ATM Passive Optical Network): ITU-T G.983, definida por FSAN (Full Service Access Network), grupo formado por operadores líderes mundiales de telecomunicaciones, con el objetivo de unificar las especificaciones para el acceso de banda ancha en redes PON. Este modelo basa su transmisión en canal descendente en ráfagas de celdas en Modo de Transferencia Asíncrona) ATM (Asynchronous Transfer Mode), con una tasa máxima de 155 Mbit/s, que se reparte entre el número de ONU, que estén conectadas. Su inicial velocidad digital de 155 Mbit/s, luego fue incrementada a 622 Mbit/s.

-BPON (Broadband PON): Basada en redes APON, permite dar soporte a otros estándares de banda ancha. Tráfico asimétrico, con canal descendente a 622 Mbit/s y canal ascendente a 155 Mbit/s. También tráfico simétrico, con canal descendente y ascendente a 622 Mbit/s. Presenta coste elevado y limitaciones técnicas.

-GPON (Gigabit-PON): Es estándar ITU-T G.984. Basada en BPON ofrece: Tráfico simétrico: de 622 Mbit/s y de 1.25 Gbit/s y tráfico asimétrico: descendente a 2.5 Gbit/s y ascendente a 1.25 Gbit/s.

-EPON (Ethernet PON): Es estándar IEEE 802.3, realizado por el grupo de trabajo EFM (Ethernet en la Última Milla - Ethernet in the First Mile). Se basa en el transporte de tráfico Ethernet manteniendo las características de la especificación 802.3. Las ventajas que presenta son que trabaja a velocidades de gigabyte, que se divide entre el número de usuarios. Además reduce costos debido a que no utilizan elementos ATM y SDH, sino que se transmiten tramas Ethernet puras.

-10G-EPON. Es un estándar IEEE 802.3av que especifica el acceso EPON con un ancho de banda simétrico de 10 Gbit/s o asimétrico de 10 Gbit/s de bajada y 1,25 Gbit/s de subida, compatible con 1G-EPON.

1. 7. 2. Topología en anillo, para redes ópticas de acceso

El requerimiento de la transmisión digital y el abaratamiento de las redes ópticas, llevó a la instalación de redes ópticas, en las redes de acceso al abonado aplicándose como troncal alimentador (backbone). La fibra óptica permite mayor calidad de servicio y capacidad de transmisión, se puede superar los 5000 abonados alojados en una sola fibra, con el consiguiente ahorro en costo de instalación.

En ese caso de dar servicio a abonados calificados como de "grandes clientes", los que demandan servicios de gran capacidad, se encomienda emplear una técnica constructiva basada en formar anillos ópticos. Por ejemplo, concatenando varios grandes establecimientos educacionales, formando un "campus universitario", o en caso de grupos fabriles, mega mercados, o grandes conjuntos habitacionales / oficinas. (Fig. 10).

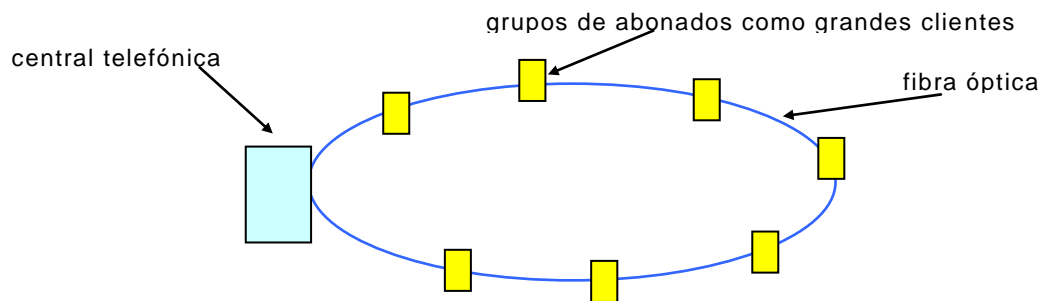


Fig. 10 - Anillo óptico de abonados

En estos casos se ofrece un enlace de alta velocidad digital posibilitando un alto tráfico digital. El aventajado empleo de la tecnología láser y el desarrollo de nuevas fibras ópticas con mejorados métodos de producción, permitiendo disminuir aún más sus costos expandiendo masivamente la red óptica al total de la red.

1. 7. 3. Otras topologías de redes ópticas

En corto tiempo se dispuso de redes ópticas extendiéndose extremo a extremo, de abonado a abonado, sirviendo tanto a la red de acceso, como a la red de transporte. Ello permitió la total digitalización óptica de la red de telecomunicaciones, con incremento de la calidad de transmisión, la obtención de altas velocidades de transmisión y almacenamiento de la información, lo que posibilitó la integración de nuevos servicios.

La introducción de la fase óptica en la red de acceso, exige buscar soluciones optimizadas, en la estrategia del desarrollo de futuros sistemas de comunicaciones de banda ancha. Se deberán buscar soluciones propias de las redes de telefonía, como también de datos o de CATV.

La red tradicional red de acceso formada por cables de pares trenzados de cobre, empleaba distintas topologías, ampliadas para las redes de acceso ópticas: en árbol, en estrella simple, estrella doble, en anillo simple, en anillo doble y también, combinando varias topologías (Fig. 11).

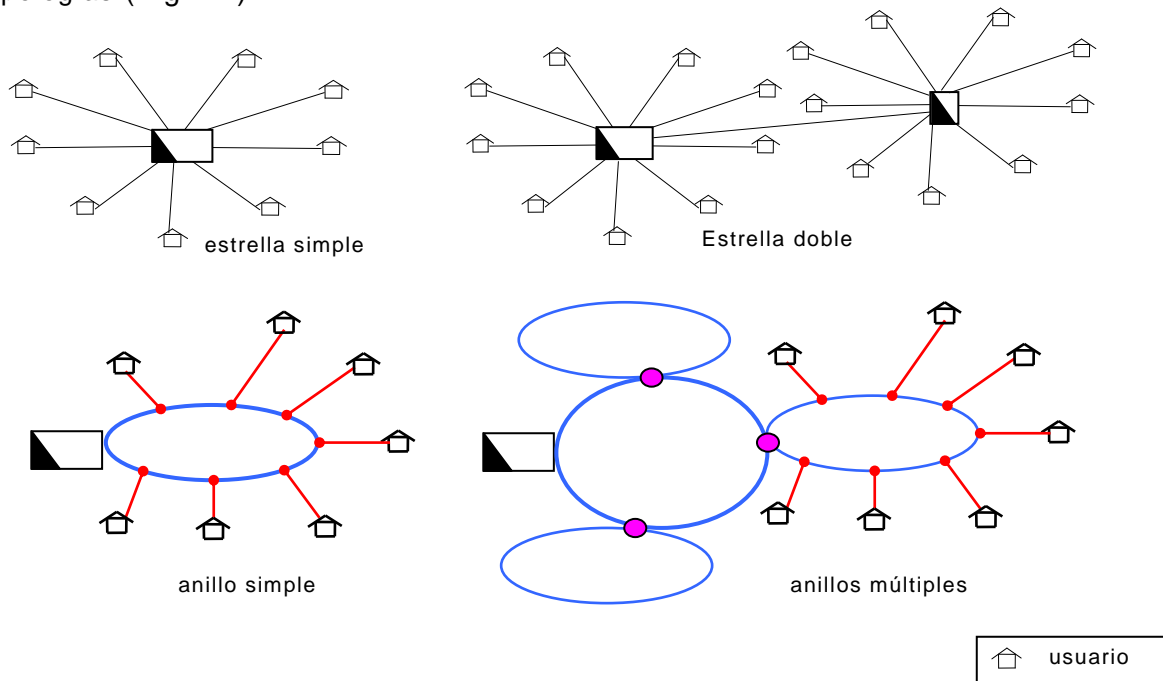


Fig. 11 - Topologías de redes de acceso ópticas

Cada una de estas conformaciones, a su vez podrá ser del tipo pasiva o activa. La implementación del modelo de topología posible se realiza en la práctica generalmente, combinando o complementando dos o más topologías.

1. 7. 5. Próxima revolución óptica

Los amplificadores de erbio significaron un salto significativo para las redes ópticas así como la conmutación óptica y los routers ópticos en Giga Ethernet sobre PON. El futuro está en la conmutación óptica en sus topologías de red de transporte y de acceso.

Se alcanza ya al año 2000, valores en Tb/s que representan unos 15 millones de canales de 64 Kb/s. Se instalan sistemas a 10 Gb/s que provee más de 10 millones de circuitos, a una distancia mayor a 1000 Km sin emplear conversión eléctrica. En las líneas interurbanas e internacionales, se pudo diseñar rutas mayores a 1000 Km con canales de 2.5 Gb/s y distancias de 300 Km para 10 Gb/s, sin usar compensación de dispersión. La UIT-T al 2010 emitió la recomendación G.653 para fibras ópticas monomodo de dispersión desplazada nula en longitud de onda de 1550 nm.

1. 8. Servicios inalámbricos

Los servicio inalámbricos, disponen de amplias ventajas sobre las redes cableadas, pues permiten amplia movilidad, y además son de mas viables en su aplicación para áreas de baja densidad de abonados de para los abonados muy alejados de las centrales. Además, a diferencia de las redes cableadas, los sistemas de radio permiten ser utilizados para demandas temporales, como ser satisfacer de servicios a un evento o salvar la falta transitoria de dispositivos de la red cableada. Estas ventajas operacionales redundarán en manifiestas ganancias económicas.

Las mayores dificultades se pueden referir a los marcos regulatorios nacionales, en el control de la calidad del servicio y del ancho de banda real ofrecido.

La calidad del servicio y el ancho de banda se a puesto a la altura de los servicios en la red cableada con la introducción de los sistemas celulares de cuarta generación 4G. Además nuevos sistemas colaboran en brindar mejores servicios de acceso con mayores anchos de banda ancha.

Históricamente se han desarrollado distintos sistemas telefónicos inalámbricos móviles. Partiendo del teléfono sin hilos hogareño, el buscapersonas, paging, trunking, los localizadores, hasta llegar hasta los celulares y los sistemas satelitales. Otro sector lo representa la televisión inalámbrica.

Inicios de la telefonía sin hilos

Al año de 1994 se emite su recomendación UIT-R, M.1033-1 donde se especifican loa servicios inalámbricos mediante distintos mecanismos. Se detallan los teléfonos sin hilos, como la serie CTx (Cordless Telephone x), las técnicas DECT o PHS, en USA y a la serie CEPT en Europa, las centralitas privadas inalámbrica WPBX (Wireless PBX), los busca-personas (jeeps), las radio llamadas paging, los sistemas Trucking, etc.

El servicio telepunto que empleara la tecnología inalámbrica para proveer acceso a la red pública fija conmutada sobre muy pequeñas áreas, también de esa época, reaparece al año 2014 suplementando a los servicios celulares. El sistema consta de estaciones base del tipo multilínea, multicanal y están generalmente ubicadas en lugares donde existe concentración de usuarios (calles peatonales, aeropuertos, etc.). Tienen áreas que cubren aproximadamente 200 m

1. 8. 1. Sistemas celulares

La transmisión celular se utilizó inicialmente solo para telefonía. Se dispuso posteriormente, debido a su éxito comercial, receptores portátiles de telefonía, incluyendo el de Servicio de Mensajes Cortos SMS (Short Message Service), todos los servicios de Internet, radiodifusión, televisión y multimedios en general. Incluso puede actuar como máquina fotográfica o filmadora digital, pudiéndose sacar una foto y también enviarla.

Operatividad

La acometida inalámbrica se basa en utilización del, Acceso Múltiple por División de Frecuencia FDMA (Frequency Division Multiple Access), el Acceso Múltiple por División de Tiempo TDMA, o también por el acceso múltiple por asignación de código CDMA (Code Division Multiple Access).

Mediante la técnica celular se subdivide el área restringidas a servir, en pequeñas áreas llamadas células (o celda), con el fin de proporcionar la reutilización de las frecuencias utilizadas, asegurando el aumento de usuarios potenciales. Se trata de una multiplexación por división de espectro.

La diferencia con un radioteléfono primitivo es que, en estos sistemas sus centrales de conmutación y transmisión, están equipadas con antenas y microcomputadores que pueden seguir a un terminal en movimiento y realizar mediciones de potencia, cambiando la frecuencia según la célula donde se halle. Cada célula tiene asociada una radiobase con una antena que opera en UHF, con suficiente potencia para cubrir toda la célula.

Algunos sistemas permiten efectuar las transferencias de células, por categorías de usuario según su velocidad de desplazamiento: fijo, peatonal, en automóvil, etc. A este proceso de traspaso de celda sin pérdida de transmisión, se le denomina entrega handoff en USA o handover en Europa. Por otra parte, se indica como roaming, cuando se accede a servicios en distintas áreas de diferentes operadores, conservando las facilidades contratadas con el operador original, incluso para áreas en distintos países.

Los móviles se vinculan a las antenas que están conectadas mediante líneas físicas (generalmente con cables de fibras ópticas) a cada una, Unidad Base (BU) y de estas a la, Oficina Terminal del Sistema Móvil (MTCO).

En un gran sistema pueden ser necesarias varias MTCO. En ese caso, todas se conectan a una MTCO de mayor jerarquía y así sucesivamente. Cada MTCO esta conectada por lo menos a una central del sistema telefónico, mediante una red digital de conmutación de paquetes (Fig. 12).

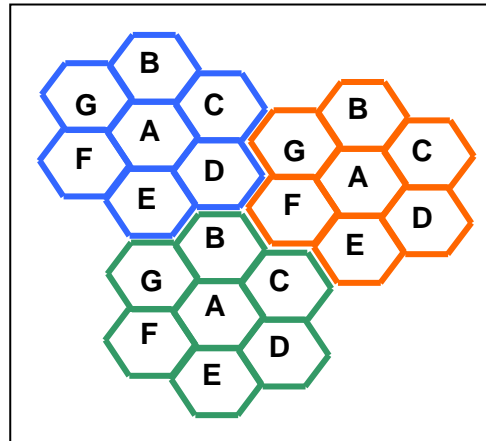


Fig. 12 - Grupos de celdas y frecuencias en un sistema celular

Primeras evoluciones

SISTEMAS ANALÓGICOS NORMALIZADOS

País	USA	JAPÓN	INGLATERRA	FRANCIA
Denominación	AMPS		TACS	
Estación base	870-890	870-885	890-905	425-428
Móvil	825-845	925-940	890-905	415-418
Acceso	FDMA / FDD	FDMA / FDD	FDMA / FDD	FDMA / FDD
Telefonía	FM	FM	FM	FM
Modulación	FSK	FSK	FSK	FSKR

PRIMEROS SISTEMAS DIGITALES NORMALIZADOS

País	USA	JAPÓN	EUROPA
Denominación	D-AMPS	JDC	GSM
Estación base	824-849	940-956	890-915
Móvil	869-894	810-826	935-960
Acceso	TDMA /FDD		TDMA /FDD
Modulación	DQPSK	DQPSK	GMSK

http://www.teleco.com.br/es/es_3g_tecnologia.asp

Generaciones celulares

Podremos describir la evolución de los teléfonos inalámbricos celulares distinguiendo el proceso según sus sucesivos progresos tecnológicos, diferenciándolos por generaciones.

En la primera generación (1G) se podía encontrar sistemas de voz analógicos, incluso con introducción de datos en bajas velocidades digitales. Principalmente se destacó el sistema analógico AMPS.

En la segunda generación (2G), teníamos el sistema TDMA (IS-136), que es sustituida prontamente por la tecnología GSM en Europa y por la tecnología CDMA (IS-95-A) en USA, Japón y Asia Pacífico.

El GSM y el CDMA permiten los accesos de servicios de datos por paquetes con tasas de hasta 144 kb/s, sin la necesidad del establecimiento de una conexión permanente. Los principales accesos son el GPRS y el EDGE para el GSM y el 1XRTT para el CDMA.

Para el paso a la 3G, se adoptó pasos intermedios denominados 2.5G con distintas tecnologías. La línea del GSM europea se basó sobre el GSM/ GPRS, con evolución al sistema GSM/ EDGE, mientras que la línea de USA tomó cambios del CDMA/ 1xRTT, para pasar al WCDMA llamado también UMTS, luego al CDMA 2000/ 1xEV-DO y al HSPA.

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) indicó que se considera red inalámbrica de tercera generación (3G), cuando soporta datos móviles a velocidad digital de altas tasas de transmisión, a la velocidad digital de 128 Kb/s, datos estacionarios a la velocidad de 384 Kb/s y datos fijos a velocidad de 2 Mb/s.

Los objetivos iniciales establecidos por el IMT-2000. de la UIT, fueron de 2 Mb/s en ambientes "indoor" de baja movilidad. Los principales sistemas celulares 3G, que ofrecieron servicios de datos por paquetes y tasas mayores a 256 kb/s, son el WCDMA/HSPA y el CDMA/ EVDO.

El sistema LTE Advanced es la tecnología aceptada por ITU como de 4G. Estos sistemas poseen menor costo con mayores tasas de datos, una reducción en la latencia y mayor eficiencia espectral con anchura de banda de hasta 100 MHz.

Fue proyectado para ofrecer download, o sea tasa de bajada al usuario, de 100 Mb/s estando en movimiento y de 1 Gb/s con el usuario quieto. Además posee una tasa de subida (uplink) de hasta 500 Mb/s.

En la tabla siguiente se especifican las velocidades máximas que fueron ofrecidas según los fabricantes para cada una de las distintas tecnologías.

1G	AMPS (Advanced Mobile Phone Service)		Voz analógica - Datos a 4.8 Kb/s
	CDPD (Cellular Digital Packet Data)		Datos a 11 Kb/s en paquetes
2G	TDMA (Time Division Multiple Access)		Datos a 14.4 Kb/s sin conex. pte.
	GSM (Global System for Mobile Communication)		Voz digital
	CDMA (Code Division Multiple Access)		Voz digital
2.5G	HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)		Datos a 57.8 Kb/s a circ. conmut.
	GPRS (General Packet Radio System)		Datos 115 Kb/s / 160 Kb/s
	EDGE (Enhanced Data Rate for Global Evolution)		Datos hasta 384 Kb/s conex. pte.
	CDMA 1xRTT (Radio Transmission Technology)		Datos hasta 144 Kb/s
3G	UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)	W-CDMA (Wide CDMA)	Datos hasta 2 Mb/s multimedia
		CDMA 3xRTT ó CDMA 2000 1xEVDO	2ª evolución de CDMA - 2.4 Mb/s

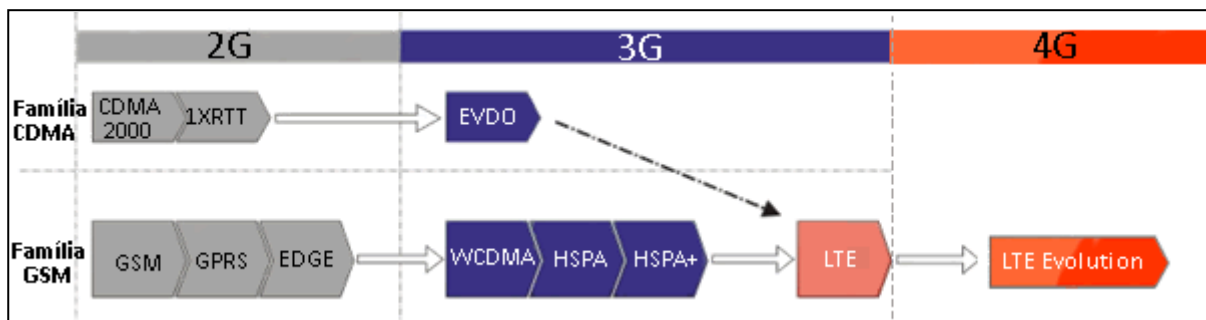
El UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), es adoptado para designar el estándar de 3^{ra} Generación (3G) establecido para la red de las operadoras de celular como evolución para operadoras de GSM y que utiliza como interfase de radio el Wideband CDMA (WCDMA) y sus evoluciones:

	WCDMA	HSDPA	HSPA	HSPA+	LTE	LTE-A
Especificación (Releases)	Rel-99	Rel-5	Rel-6	Rel-7 y 8	Rel-8 y 9	Rel-10
Tasa de datos Máx. (Dw/Up)	384/384 (Kbit/s)	7.200/384 (Kbit/s)	14,4/5,8 (Mbit/s)	42/11,5 (Mbit/s)	100/50 (Mbit/s)	1/0.5 (Gbit/s)
Fecha especificación publicada	Mar/00	Mar/02	Mar/05	Mar/09	Mar/10	-
Inicio operación comercial	Dic/02	Dic/05	Feb/07	Jun/09	Dic/09	-

El High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) es un servicio de paquetes de datos, basado en el WCDMA, que optimiza la transmisión de datos hacia el teléfono celular (Downlink o enlace de bajada). Hay varias versiones de HSDPA con velocidades de pico de 1,2 Mbit/s, 1,8 Mbit/s, 3,6 Mbit/s, 7,2 Mbit/s, 10,2 mbit/s y 14,4 Mbit/s.

El High-Speed Uplink Packet Access (HSUPA) hará lo mismo para el enlace de subida. Con el HSPA será posible utilizar los canales de HSDPA y HSUPA para VOIP.

La UIT ha establecido las especificaciones para que una tecnología sea denominada como siendo 4G. Una determinada tecnología es considerada 4G cuando sea reconocida como un sistema IMT-Advanced (4G). En octubre de 2009, LTE-Advanced fue evaluada como una candidata a la tecnología 4G, y en octubre de 2010 la UIT, anunció oficialmente al LTE-Advanced como un sistema IMT-Advanced (4G).



Sectores de radiación

A fin ahorrar potencia radiada por las antenas, se crean sectores de radiación, efectuando particiones dentro de la misma célula. Una óptima relación se podrá obtener con sectorizaciones de 60°, mientras que la división de las células en tres particiones se podrá efectuar mediante la disposición de antenas de 120° de cobertura.

Dos alternativas son posibles para tal implementación, la calificada como, alimentador en esquina diamante CFD (Corner - fed Diamond), o en un patrón, alimentador por esquina hexagonal CFH (Corner - fed Hexagonal).

En el método CFD se mantiene una antena por celda y cubre el plano con celdas en forma de diamantes con cobertura de 120°. En este método el throughput por celda casi no cambia, lo cual significa que el throughput por unidad de área se triplica.

Definimos el throughput como la cantidad de bits, caracteres o bloques que pueden ser operados a través de un sistema de comunicaciones, trabajando a la saturación. En telefonía representa la cantidad de comunicaciones satisfactorias, procesadas por segundo.

En el método CFH se mantiene la forma hexagonal y tres antenas son ubicadas en tres vértices del hexágono.

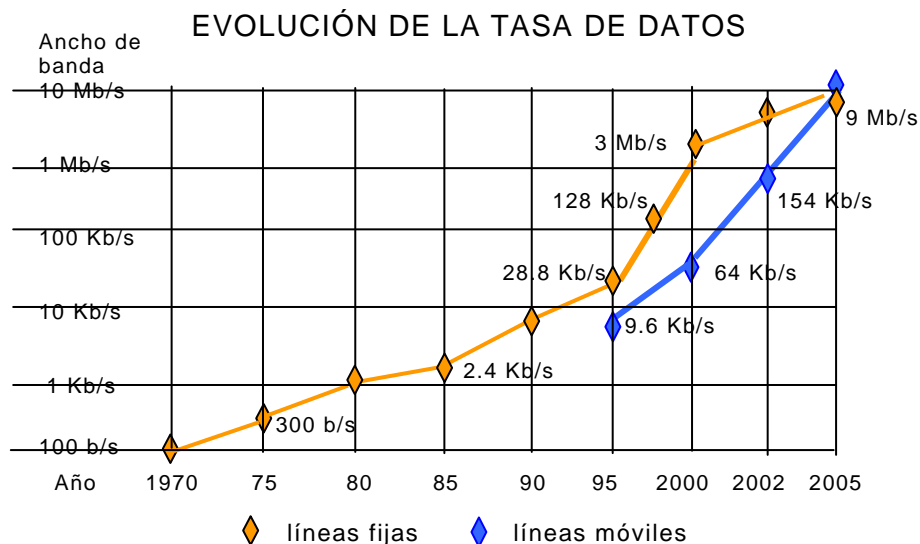
Cada una de estas tres antenas están conectadas a la estación base y tienen su propio transmisor - receptor de paquetes. La transmisión es exitosa aunque solo una de las antenas ha recibido correctamente el paquete.



Fig. 13 – Antenas para el servicios celular

Tasa de Transferencia

Con Tasa de Transferencia nos referimos al ancho de banda real medido para un sistema y en un instante dado. En el gráfico se observa que al año 2005 la tasa de transferencia en una transmisión mediante una línea fija, era igualada por la correspondiente celular.



1. 8. 2. Tecnología inalámbrica fija, WLL

Los equipos denominados como Anillo Local Inalámbrico WLL (Wireless Local Loop), son sistemas inalámbricos fijos que se han empleado asiduamente en las últimas décadas, para distintos fines en la red de acceso. La cobertura de los sistemas de podrá ser variada, del tipo rural, para poblaciones mínimas o dispersas, como en áreas urbana facilitando el acceso celular fijo, el sistema telepunto, o también para aplicar a grandes clientes, mediante el servicio WPBX (Wireless PBX).

El WLL consiste específicamente en un sistema inalámbrico con características de terminal de abonado fijo. Con esta técnica se posibilita proveer rápidamente servicio en áreas urbanas, casos de nuevos abonados especiales o reemplazar por mantenimiento algún servicios con planta externa fija dañada. Son equipos ideales para extender los alcances físicos de acceso, en áreas suburbanas o rurales, donde es costoso llevar el servicio a solicitantes alejados de la red física.

1. 8. 3. Sistemas DECT

Los sistemas celulares de Telecomunicaciones Inalámbricas Digitales Mejoradas, DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications, es un estándar europeo ETSI, comúnmente utilizado para propósitos domésticos o corporativos, también puede ser utilizado para transferencias inalámbricas de datos.

DECT actúa como la interfaz de radio transmisión celular, el Sistema Global Móviles GSM (Global System for Mobile). Una gran diferencia entre ambos sistemas es que el radio de operación de los aparatos DECT es solo desde 25 m, hasta los 100 m, mientras que los GSM abarcan de 2 a 10 km. El DECT es utilizado en todos los países de Europa, además, en la mayor parte de Asia, Australia y Sudamérica.

Los sistemas DECT se podrán utilizar bajo diferentes arquitecturas. Uno de los aspectos claves de aplicación de los sistemas DECT lo constituye la interconexión entre las Estaciones-Base (EB), y el Controlador de Radio (CR), presentándose dos tipos de escenarios, entorno reducido a un edificio o entorno público de varias manzanas (Fig. 14):

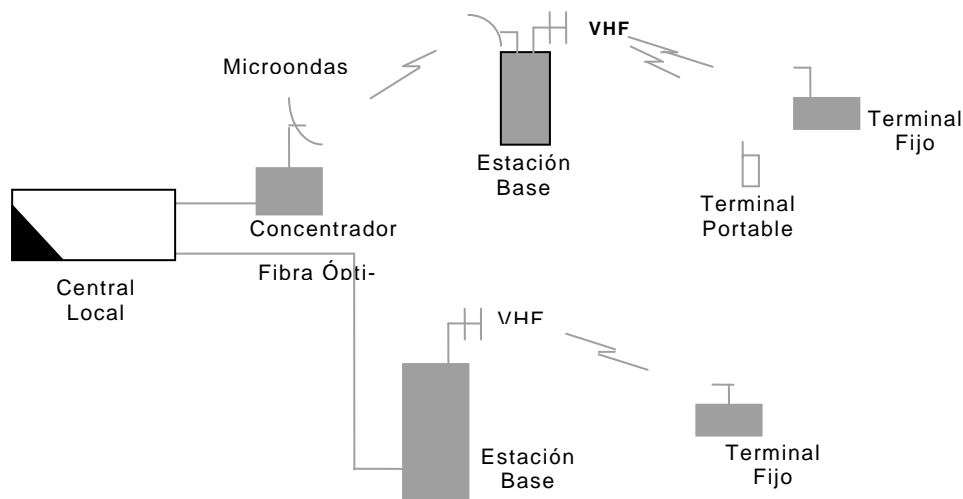


Fig. 14 - Red de abonados móviles, mediante WLL

En el primer caso la interconexión entre el CR y EB se realiza por distribución interna, mientras que en el segundo caso se deberá hacer uso de la red externa de acceso de abonado, con condiciones básicas, red inteligente, mediante una central pública o central privada. Para ello el ETSI ha preparado perfiles de operación con interfaz para aplicaciones específicas DECT /RTPC, DECT /RDSI, DECT /GSM, DECT /X.25.

1. 8. 4. Sistemas satelitales

El 25 de enero de 1964 la NASA lanza la sonda Echo II, en el intento de establecer un enlace de telecomunicación satelital, superando los inconvenientes de la transmisión inalámbrica terrestre a larga distancia, con su embarazoso superar a la curvatura terrestre cada unos 50 km. Se hizo entonces, rebotar señales de radio en un globo metalizados, actuando éste como satélite artificial pasivo. Luego la Armada de USA construyó un sistema de comunicaciones entre barcos y tierra, haciendo rebotar las señales en la Luna. Sin embargo estas señales resultaron ser muy débiles para un uso práctico.

El satélite Syncom I, de USA, lanzado el 14 de febrero de 1963, es el primer satélite artificial activo destinado a transmisiones telefónicas y télex (Fig. 15).

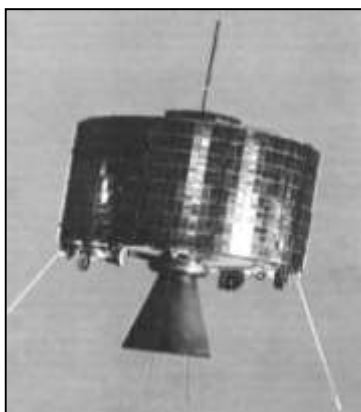


Fig. 15 – Satélite Syncom I

Este satélite artificial amplificaba la señal mediante una combinación de receptor - transmisor, llamado transpondedores, lo que permitió que funcionara como una repetidora de microondas terrestre.

Los sistemas satelitales podrán estar formados por un único satélite, varios satélites o componiendo una constelación de satélites. Los sistemas satelitales, se clasifican principalmente por el tipo de órbita que utilicen, tenemos los de Órbita Terrestre Geoestacionaria GEO (Geosynchronous Earth Orbit), que disponen de una órbita de 36900 Km sobre el plano del Ecuador, los de Órbita de Baja Altitud LEO (Low Earth Orbit), de 150 a 450 km, los de Órbita de Altitud Media MEO (Medium Earth Orbit), de 9000 a 18000 km, y los sistemas de Órbita Terrestre Alta Elíptica HEO (Highly Elliptical Orbit).

El sistema GEO, al emplear un satélite ubicado a un altura de 36900 km. en el plano del Ecuador, se mueve a la misma velocidad de rotación de la tierra lo cual para un observador terráqueo permanece estacionario, es decir aparecerá como quieto.

En el sistema HEO, los satélites son útiles, a los fines de las comunicaciones, en la cercanía de su apogeo, es decir en el punto mas alto de su órbita. Se requieren varios satélites de órbita inclinada, para poder ofrecer una cobertura continua de determinadas zonas del planeta. Un único satélite con un período de 12 horas, en órbita elíptica, con un apogeo de 40000 Km e inclinada a 63° del plano que pasa por el Ecuador, puede proveer una cobertura de solo 8 horas del área terrestre visible. Ilumina desde el Ecuador hasta los polos, por lo tanto se requieren para una cobertura total del planeta por lo menos un conjunto de tres satélites.

Desde 1965 los sistemas mas utilizados fueron los GEO, explotados por los países occidentales y los HEO utilizados por la Unión Soviética, mientras que en los años de 1990, se renovó el interés por los sistemas de comunicaciones con satélites LEO, ello se ha debido a necesidades militares. Por otra parte, los satélites GEO, tienen un rendimiento pobre en las regiones de latitud alta, cercanas a los polos. Además y fundamentalmente, producen altos retardos de transmisión, lo que dificulta las comunicaciones móviles.

En el sistema GEO, su aumento de costo relacionado al aumento de capacidad y masa así como la congestión de la órbita geoestacionaria, condujo a la creación del sistema de satélites múltiple MSS, en constelación del tipo LEO. El mismo provee un alto grado de redundancia en las comunicaciones, por lo que la falla en uno de los satélites, no provoca la pérdida del sistema de comunicaciones.

Los sistemas distinguidos como Terminales de muy Pequeña Apertura VSAT (Very Small Aperture Terminals), son base de los servicios de transmisión directa al hogar DTH-TV (Direct to Home-TV) con conexiones interactivas de datos y TV.

Los sistemas VSAT, emplean antenas de tamaño pequeño, con diámetros desde 60 cm hasta 2.40 m y micro estaciones de bajo costo que cuentan con el apoyo de una red terrestre compuesta por un conjunto de estaciones concentración (Hub).

Para Argentina, sus satélites se ubican en órbita ecuatorial, en las posiciones 72° y 76° oeste. La estación de telemetría, telecomando y control está ubicada en la ciudad de Benavidez, de la Provincia de Buenos Aires.

Localizadores (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global GPS (Global Positioning System), del tipo satelital que comenzó ofreciendo servicio localizador de posición marítima, que pronto es empleado para la determinación de posición para camiones y luego para automóviles, incluso de uso personal. Su mayor éxito radica como guía de manejo en el tránsito urbano, como de alarma y rescate en casos de robo de vehículos.

Este servicio se brinda mediante redes satelitales y/o celulares terrestres, que logra una exactitud superior a los 50 m.

Un sistema GPS esta compuesto por receptores de una red de 30 satélites situados en una órbita a unos 20.000 km. de la Tierra. Se permite determinar la posición particular en cualquier lugar del planeta, bajo cualquier condición meteorológica. La red de satélites es propiedad del Gobierno de los Estados Unidos de América y está gestionado por su Departamento de Defensa (DoD), asistido mediante servidores de datos.

Televisión directa al hogar (DTH-TV)

El sistema de televisión directa al hogar, DTH TV (Direct to Home TV), que se brinda mediante redes satelitales, que podrán entregar servicios fijo, portable, móvil o alterno, con la ventaja que su operatividad no requiere necesariamente visibilidad directa al satélite. Su antena de dimensión reducida, unos 30 cm, podrá estar integrada al mismo aparato receptor de TV. Se ofrecen servicios de Definición Estándar SD (Standard Definition) y de Alta Definición HD (High Definition).

Está previsto que la plataforma SKY Perfect JSAT de Japón se convierta al año 2015, en la primera plataforma exclusiva de Alta Definición (HF). Con la implementación de equipos con una capacidad de almacenamiento de hasta 1 Terabyte, se permite ofrecer todo tipo de servicios de telecomunicaciones.

Sistemas rurales de acceso inalámbrico

La experiencia y estudios realizados en distintos países demostró la importancia de las telecomunicaciones en el desarrollo de otros servicios como los de salud, educación, vías de comunicación, etc. que hacen al desarrollo y bienestar general de las personas.

Para las áreas rurales de poblaciones dispersas o alejadas de los centros urbanos, disponer de estos servicios representa de primer interés. Las áreas rurales se caracterizan por disponer de diversas particularidades. Estas singularidades podrán ser: áreas de muy baja densidad de abonados, abonados dispersos o alejados de áreas urbanas, disponer de muy bajo valor de tráfico y tener precaria provisión de energía eléctrica.

Para los sistemas rurales de acceso inalámbrico se deberá evaluar la conveniencia de uso de distintas alternativas de sistemas. Los mismos podrán ser del tipo monocal, de multiacceso analógico o multiacceso digital. Los beneficios socio económico aparejados por la telefonía rural permiten: facilitar la integración de comunidades aisladas al contexto nacional, disponer de acceso a la medicina y a la educación y reducir la migración a las grandes ciudades.

Un sistema rural monocanal deberá ser empleado en caso de un abonado que pueda solventar su instalación, operación y mantenimiento. También para extender redes, complementándolo un sistema multicanal, para acceder a un conjunto poblacional que opte por un servicio comunitario, o servir a establecimientos rurales, aserraderos, granjas o tambos.

Los actuales sistemas multiacceso digitales utilizan la modulación PSK en cuadratura QPSK y técnica de Acceso Múltiple por División de Tiempo TDMA. En particular su red podrá disponer de un núcleo básico formado por un concentrador digital de radio, operando como sistema punto multipunto, con acceso múltiple por división en el tiempo, con asignación por demanda TDMA/ DA.

Este sistema es conveniente para los casos de conjuntos poblacionales geográficamente dispersos, que permite la flexibilidad del diseño, fiabilidad de la operación y su posibilidad de ampliación. Se compone de la estación central estaciones de abonado multicanales y de repetidoras.

1. 8. 5. Accesos de microondas, MMDS y LMDS

Se puede disponer de accesos de banda ancha inalámbrica mediante dos tecnologías de sistemas de microondas de alta densidad, el Servicio de Distribución Multipunto por Microondas MMDS (Microwave Multipoint Distribution Service) y el Sistema de Distribución Local Multipunto LMDS (Local Multipoint Distribution Service). El sistema MMDS resultó obsoleto considerando la norma 802.16 de WiMAX aprobada en el 2004. En Brasil, la tecnología MMDS fue cerrado en 2012 para liberar la frecuencia de la banda de LTE-UTRAN en 2500-2600 MHz.

El MMDS, es una tecnología inalámbrica empleada para el establecimiento de una red de banda ancha, comúnmente utilizada como método alternativo de recepción de programación de televisión en donde instalar redes de cable no es económicamente viable, generalmente en áreas rurales poco pobladas. La recepción de las señales entregadas vía MMDS requiere una antena especial de microondas, y un decodificador al receptor de televisión. La banda de frecuencias de microondas del MMDS, tiene rangos de 2 GHz a 3 GHz en Banda L.

Las principales ventajas de MMDS son que soporta tanto TV como datos, en un ancho de banda compartido, que permite dar servicio a más usuarios. Además al trabajar con frecuencias más bajas, las áreas de cobertura por estación son mayores que con un sistema LMDS y es menos sensible a la lluvia, pero sufre una importante atenuación por los edificios, lo que requiere visibilidad directa.

Permite proveer por lo menos 33 canales para servicio de video, e incluso acceso a Internet bidireccional de alta velocidad. Uno de sus componentes es el servicio de televisión fija educativa de veinte canales, utilizado para la distribución de material educativo. El MMDS debe utilizar la técnica de mapeado de canales. En este método cuando es requerido un canal, la señal es conmutada a un canal libre y el resto de los canales se asignan al servicio de distribución multipunto MMDS.

La operación MMDS la realiza en un área de 30 a 48 Km, en distintos anchos de banda con frecuencias desde 2.5 GHz a 2.686 GHz, operando en canales de 6 MHz, hasta 54 Mb/s. Se estima un rango óptimo de 10000 abonados por cada transmisor MMDS. Al ser un sistema de microondas su mayor inconveniente radica en las interferencias de árboles que actúan como una barrera virtual.

Por otra parte, el sistema celular de banda ancha LMDS, emplea microondas en banda Ka, que le permite gran ancho de banda, para el despliegue de servicios fijos de voz, acceso a Internet, comunicaciones de datos en redes privadas, y video bajo demanda. Es un sistema inalámbrico punto multipunto celular, que operaba originalmente entre 27.5 y 29.5 GHz, con canales de 45 Mb/s en sentido al abonado y de 10 Mb/s hacia la central. Luego el FCC de USA fijó para el mismo un plan de frecuencias en bloques A y B, que permite canales desde 1.54 Mb/s, hasta más de 50 Mb/s:

El sistema LMDS funciona con múltiples celdas, con ello se evita los problemas de cobertura del MMDS. Las zonas de sombra son cubiertas con repetidores o reflectores pasivos. Las celdas adyacentes utilizan las mismas frecuencias pero con distinta polarización. Cada celda cubre una distancia de 3 a 5 Km, celdas pequeñas que significan mayor cantidad de transmisores pero de menor tamaño. Para áreas rurales acomodar áreas reducidas representa inconvenientes de cobertura.

1. 8. 6. Accesos Wireless LAN

Las Redes de Área Local LAN (Local Area Network,) inalámbricas, permiten conectar las computadoras sin emplear cables. Los Wireless LAN hace posible el control remoto de las PC, sus periféricos, filmadoras digitales y proyectores, reproductores digitales de video DVD o de audio MPS, incluso equipos de aire acondicionado, hornos de microondas y heladeras.

1. 8. 7. El estándar WAP

Un Punto de Acceso Inalámbrico WAP (Wireless Access Point), es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación alámbrica para formar una red inalámbrica. También puede conectarse a una red cableada y transmitir datos entre estos dispositivos y los inalámbricos. El surgimiento de estos dispositivos ha permitido el ahorro de nuevos cableados de red. El punto de acceso recibe la información, la almacena y la transmite entre la WLAN (Wireless LAN) y la LAN cableada.

Los WAP tienen direcciones IP asignadas, para poder ser configurados. Los puntos de acceso (AP) son dispositivos que permiten la conexión inalámbrica de un equipo móvil: laptop, notebook, tableta, o smartphone con una red. Generalmente los puntos de acceso siguen el estándar de comunicación 802.11 de la IEEE, que permite una compatibilidad con una gran variedad de equipos inalámbricos, Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros y hasta varios cientos. Se ha introducido equipos inalámbricos con tecnología bluetooth, que permite emplear sistemas disímiles indistintamente.

1. 8. 9. Sistemas y servicios Wi-Fi y WiMax

El sistema y servicio Wi-Fi se corresponde a una tecnología inalámbrica, con similar operatividad de un teléfono celular, y habilita a una computadora móvil enviar y recibir datos en cualquier lugar, dentro o fuera de un edificio, siempre que está en el rango de una estación base. Aparte de esta ventaja, tal conexión se realiza a alta velocidad digital, varias veces más rápida que una conexión de un módem de cable. También operar Mensajería Multimedia Instantánea MMS (Multimedia Messaging System), un servicio similar al que maneja SMS, pero en este caso, posibilita usar imagen y sonido.

Áreas públicas con grandes aglomeraciones, son equipadas con un acceso Wi-Fi. Este implemento de acceso, conecta una red de computadoras utilizando tecnologías de radio, de normas IEEE 802.11a, 802.11b ó 802.11g, y a redes cableadas que emplean Ethernet ó IEEE 802.3. La norma IEEE 802.11b delimita la transmisión inalámbrica de datos, voz, video y de control, llevado al sistema Wi Fi, operar con placas 10/100 Ethernet Wireless, entre 11 y 44 Mb/s, en la banda de 2.4 GHz, sin requerir permiso de uso. La norma IEEE 802.11g que permite velocidades mayores de 54 Mb/s.

1. 8. 10. Sistemas WiMax

El sistema WiMAX, (Worldwide Interoperability for Microwave Access), como Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas, corresponde a la norma de transmisión que utiliza las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz, posibilitando una cobertura de hasta 50 km, como tecnología de última milla.

La IEEE desarrolló la norma WIMAX, importante para el acceso fijo, mediante los estándares IEEE 802.16, que comprenden en particular IEEE 802.16-2004. Luego, esta fue sustituida por la norma IEEE 802.16e-2005, conocida como WIMAX móvil, la cual contenía disposiciones de acceso fijo y móvil. En octubre de 2009, se presentó la propuesta norma IEEE 802.16m, que mejora la anterior y satisfacer requerimientos del IMT-Advanced.

Dentro del estándar 802.16, existen dos variantes: Una variante es de acceso fijo (802.16d), con enlace de radio entre la estación base y el equipo del usuario, con velocidades teóricas máximas de 70 Mb/s con un ancho de banda de 20 MHz, reales de 20 Mbit/s con radios de célula de hasta 6 km, ancho de banda que es compartido por todos los usuarios de la célula. Otra variante es de movilidad completa (802.16e), que permite el desplazamiento del usuario y que compite con las tecnologías LTE (basadas en femtocélulas, conectadas mediante cable).

Una femtocelda es una estación base pequeña en tamaño y potencia, diseñada para el uso en hogares o negocios. Normalmente, se conecta a la red del proveedor de servicio a través de una conexión de banda ancha cableada, típicamente ADSL o de cable operador.

1. 8. 11. Sistemas LTE

La norma LTE (Long Term Evolution) fue desarrollada por 3GPP a partir de HSPA (High Speed Packet Access), que comenzó en 2005 y dio lugar a la que se conoce como "3GPP Release 8". En septiembre de 2009, 3GPP presentó su propuesta LTE-Advanced para IMT-Advanced, oficialmente llamado "3GPP Release 10". Es definida como una evolución de la norma 3GPP UMTS (3G), para alcanzar el concepto de arquitectura evolutiva de cuarta generación 4G.

Lo novedoso de LTE es la interfaz radioeléctrica basada en OFDMA para el enlace descendente y SC-FDMA para el enlace ascendente. La modulación elegida por el estándar 3GPP hace que las diferentes tecnologías de antenas (MIMO) tengan una mayor facilidad de implementación.

OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access) consigue que un conjunto de usuarios de un sistema de telecomunicaciones puedan compartir el espectro de un cierto canal para aplicaciones de baja velocidad. El acceso múltiple lo obtiene dividiendo el canal en un conjunto de subportadoras (subcarriers) que se reparten en grupos en función de la necesidad de cada usuario.

El SC-FDMA, es un esquema de Acceso Múltiple por División de Frecuencia, que utiliza modulación de portadora única. El MIMO (Multiple-input Multiple-output), o sea Múltiple Entrada Múltiple Salida, aprovecha la propagación de multi caminos para incrementar la tasa de transmisión y reducir la tasa de error, por lo que aumenta la eficiencia espectral de un sistema de comunicación inalámbrica.

1. 9. Accesos y enlaces en tecnología LASER

Se destinan sistemas de enlaces ópticos, utilizando luz coherente LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), o una técnica de luz de categoría infrarroja, para vincular tanto redes de telecomunicaciones, como de sistemas de servomecanismos de control o de alarmas. Se las emplea tanto en el espacio libre exterior, como en ambientes internos.

Estos sistemas pueden trabajar en red con servidores en LAN, MAN o WAN. También en edificios inteligentes o instalaciones de cableados estructurados, empleados para aplicaciones multimedia de voz, video y transferencia de datos a alta velocidad, para sistemas de detección de intrusos y/o activar sistemas de alarma. Se dispone en fábricas, por ejemplo para guiar robots operativos.

Los sistemas infrarrojos operan datos a velocidades de 50 Gb/s, sobre un trayecto óptico dúplex con un alcance de 600 m, que permiten vincular LAN entre edificios, transmitir órdenes a equipos con acceso impracticables a cables. También se aplican para usos militares, donde fuese imposible la utilización de cables o enlaces electromagnéticos.

1. 10. Redes de datos

1. 10. 1. Conformación básica de las redes de datos

Las redes para la transmisión de datos, se presentan en dos grandes grupos, los que posibilidades implementar: a) Canales de Servicio de Datos, o b) Conformación de LAN, Redes de Área Metropolitana MAN (Metropolitan Area Network) o Redes de Área Amplia WAN (Wide Area Networks).

Los denominados canales de servicio de datos corresponden a la prestación de datos punto a punto, mientras que las LAN, las MAN y las WAN corresponden a redes institucionales.

Describimos básicamente a un sistema de canal de servicio de datos, semejante al análisis realizado para la red telefónica. Está compuesto por un emisor, también llamado fuente, el medio de transmisión físico o inalámbrico, que llamamos canal o línea y un receptor que designamos como destino.

En el extremo emisor se dispone de un Equipo Terminal de Datos DTE (Data Terminal Equipment) y de un Equipo de Comunicación de Datos DCE (Data Circuit Terminating Equipment). En el extremo receptor se dispone, de otro DCE y otro DTE (Fig. 16).

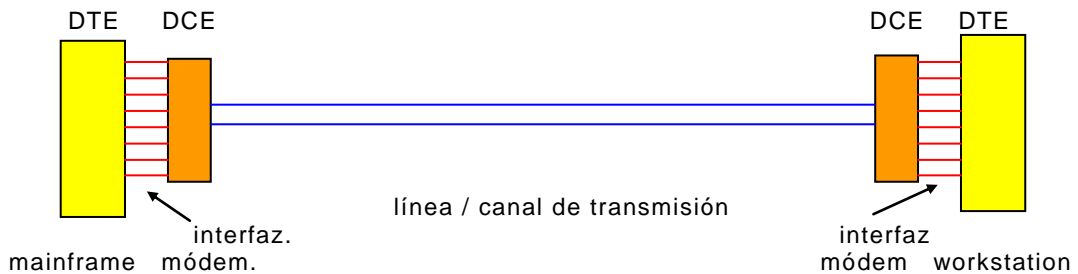


Fig. 16 - Componentes básicos de un circuito de datos

El DTE en el extremo emisor podría estar representado por una Mainframe, mientras que en el extremo receptor podría estar una Computadora Personal PC (Personal Computer), trabajando como estación de trabajo (Workstation).

Las Mainframes son grandes computadoras, grandes en tamaño pues podrán abarcar tanto como un salón, y grandes en rapidez pues son muchas veces más veloces que una PC y grandes también por su costo.

Mientras que una Workstation es una computadora en red, preparada para su conexión y operación en red, por lo que deberán disponer de un sistema operativo y algún programa del tipo Windows para Workstation. Estas computadoras deberán estar interconectadas, por medio de placas interfaz de red en cada computadora y poseer programas controladores (Driver).

Cuando se utilice una red telefónica pública para efectuar el enlace, los DCE más simple están representados por los módem, consistente en un equipo modulador más un equipo demodulador. El mismo en un extremo, adapta en su caso la transmisión de datos (digital) a las condiciones de transmisión analógicas de la línea telefónica, modulando los pulsos emitidos por la computadora sobre una onda analógica de voz.

Las líneas telefónicas han sido diseñadas inicialmente para el servicio analógico, luego responden a condiciones de transmisión analógica, por ello es necesario emplear esta conversión digital a analógica de la red telefónica y en el otro extremo, otro módem para la función inversa de convertir las señales analógicas a digitales (Fig. 17).

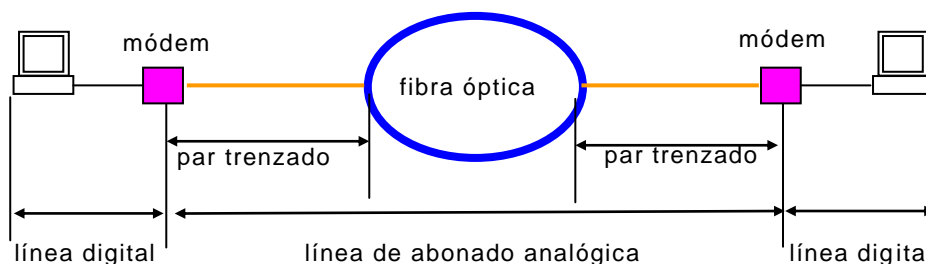


Fig. 17 - Módems en banda vocal

Cuando se requiera transmitir una señal analógica, por una red de datos preparada para la transmisión digital, se la codifica en forma digital, recuperándola en el otro extremo decodificándola como comunicación analógica. Para ello, se emplea en ambos extremos codificadores y decodificadores. A los equipos que combina ambas operaciones se les denominan Códec, composición de ambos procesos, Codificador y Decodificador.

Entre un DTE y un DCE se implementa un interfaz constituido por conectores específicos y circuitos de entrada /salida I /O (In /Out). Ejemplo de este interfaz, es el estándar muy utilizado emitido por la Asociación de la Industria Electrónica EIA (Electronics Industry Association) de USA, el conector RS-232 C (V.24 en versión de la UIT-T). Esta interfaz trabaja en forma de transmisión serie. Su especificación mecánica describe un conector de 25 pin.

La norma eléctrica indica para un uno binario (1), tensiones más negativas que 3 Volt y para un cero binario (0), tensiones mayores a 4 Volt. El estándar funcional asigna la correspondencia de circuitos a pines del conector, como su procedimiento y el protocolo como norma de las secuencias de los sucesos de operación de la interfaz.

En ocasiones, por ejemplo, para la formación de las MAN ó las WAN, se emplean en ambos extremos de los enlaces, unidades de servicio de datos DSU (Data Service Unit) y unidades de servicio de canales CSU (Channel Service Unit), con capacidad para administrar las señales digitales (en este caso de digital a digital), por ejemplo de sistemas X.25, Frame Relay, ATM, FDDI, SONET /SDH ó SMDS. Estos dispositivos convierten las señales digital estándar que los equipos generan, en un tipo de señal digital bipolar, que forma parte del entorno de comunicaciones en líneas síncronas (Fig. 18).

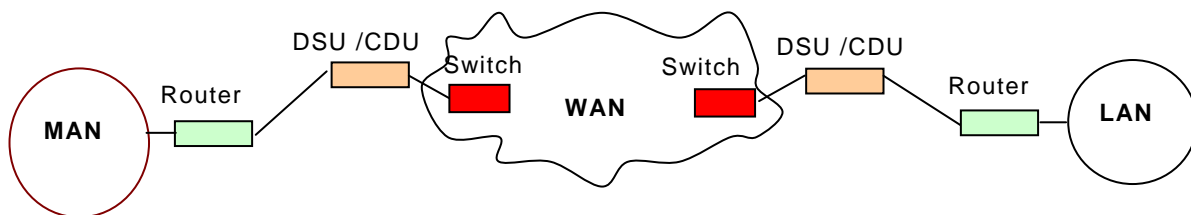


Fig. 18 - Dispositivos de acceso DSU / CDU

En resumen, se presentan los casos de tener que transmisión analógica o digital mediante la utilización de redes diseñadas para señales analógicas o como redes digitales, empleándose en sus casos módems, codecs o DSU /CSU.

DIFERENTES TIPOS DE CONVERSIÓN DE SEÑALES

	Red Analógica	Red Digital
Información Analógica	----	Códec
Información Digital	MODEM	DSU /CSU

Los enlaces para establecer los Canales de Servicio de Datos y las conformaciones entre redes corporativas LAN o MAN, se pueden realizar por medio de una red pública para servicios de telefonía o también por una red de datos. Con el avance de las técnicas de transmisión, no habrá diferenciación de sistemas de red utilizados, ni de servicios cursados sobre ella.

Para efectuar la mejor transmisión, se emplean distintos sistemas moduladores, que podrán utilizar diversas técnicas, de amplitud, en cuadratura, de frecuencia, de fase, etc.

Asimismo y a fin de utilizar un recurso de transmisión, equipos y cables, con el mayor aprovechamiento, se utilizan sistemas de multiplexación, que transmiten múltiples mensajes simultáneamente. La comunicación en la red de datos, a diferencia con otras redes para telecomunicaciones, podrá tener el temperamento de ser direccional, bidireccional, dúplex, semidúplex, punto a punto, punto a multipunto o de difusión (Broadcasting).

El medio o red a transmitir la información podrá ser de técnica variada, pares de cobre trenzados, cables coaxiales, guías de onda, fibras ópticas, o sistemas inalámbricos como de VHF, UHF o microondas terrestre o satelitales.

1. 10. 2. Configuraciones LAN, MAN, WAN

Una red constituida por un conjunto de computadoras, se puede calificar según su escala de extensión y capacidad informática. Se diferencian entonces en red de área local LAN, red de área metropolitana MAN, y red de área ampliada WAN.

Las LAN son redes privadas que se extienden tanto en el ámbito de una habitación, un edificio o en varios edificios cubriendo solo unos pocos kilómetros. La longitud de cada segmento de las LAN está restringida a una longitud máxima de 100 m, que corresponde al tiempo de transmisión de los datos del peor caso, para evitar conflictos de colisión entre los mensajes enviados por las distintas computadoras personales PC. La longitud máxima de una LAN, combinado segmentos intermedios, se puede extender hasta 3 Km.

Entre tanto, las MAN cubren hasta una superficie correspondiente a una ciudad y están implementadas generalmente bajo el estándar de bus dual de cola distribuido DQDB (Distributed Queue Dual Bus). Mediante la interfaz de datos distribuidos por fibra óptica FDDI (Fiber Distributed Data Interface) se podrá vincular redes LAN, formando redes MAN, con tramos de hasta 2000 Km y facultando velocidades mayores a 10 Gb/s.

Las WAN podrán estar constituidas por asociación de varias LAN y/o MAN, pudiendo ser extendidas hasta formar una red mundial. Las WAN actúan mediante centros de operación de red NOC (Network Operations Center).

Mirando hacia el futuro de las redes de datos integradas, resulta prometedor el concepto de red inteligente IN (Intelligent Network). Para ello, cada nodo actúa como conmutador de software (Softswitch), el que dispone de tablas de enrutamiento auto configurables en el protocolo Internet IP (Internet Protocol).

Con la introducción de las redes inalámbricas se han constituidos distintos y variados sistemas, tales como las redes WPAN (Wireless Personal Area Networks), el LAN inalámbrico público PWLAN (Public Wireless LAN) y las actuales inalámbricas de alta fidelidad Wi-Fi (Wireless Fidelity), que se refieren a entornos públicos reducidos como ser aeropuertos, cibercafés, hoteles, etc. También las WiMAX, como enlace de las Wi-Fi.

Asimismo se han desarrollado las redes locales virtuales VLAN (Virtual LAN) y servicios como el de Voz sobre LAN Inalámbrica, VoWLAN (Voice-Over-Wireless LAN). También se impone la combinación de las redes inalámbricas, como una Wi-Fi y las redes fijas conformando una red ampliada móvil. Todas estas redes de datos trabajan bajo el principio de propagación colectiva. Normalmente operan como redes de difusión (Broadcasting), pero también pueden trabajar en grupos de computadores (Multicasting), donde si el mensaje está codificado podrá ser recibido solo por una máquina en particular.

Interfaz

Como en todo sistema de difusión, una computadora de una LAN en formación tipo bus o anillo, en cualquier instante puede transmitir, luego es necesario un mecanismo de arbitraje para resolver conflictos, como ser el control de acceso al medio MAC (Media Access Control). La interfaz MAC se utiliza para acceder desde un host a la red.

Diferenciaremos una interfaz como la interacción entre equipos (hardware), mientras que un protocolo es la serie de reglas programadas (software), utilizadas para comunicarse entre capas de funciones y/o equipos de una cierta arquitectura y que gobiernan la secuencia de los sucesos entre ellos.

Otras interfaces de función similar son el, acceso múltiple con detección de portadora / detección de colisiones CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection), empleado en las redes Ethernet del tipo bus, y el denominado como, paso de testigo Token Passing, utilizado en redes Ethernet en topología tipo anillo (o bus). Este último método de acceso, consiste en el pasaje del testigo (token), de un equipo a otro, alrededor del anillo (o bus). Una estación debe esperar por un token libre para transmitir los datos.

Host

Un host puede ser una PC en función de estación de trabajo o de servidor de sea red, el que genera o recibe paquetes, nunca encaminan paquetes destinados o provenientes de otros nodos. A un host, se les conoce también como nodo terminal de datos DTE en la terminología X.25, antes mencionada.

Dominio

Un dominio, es una agrupación lógica de equipos, dispuesta para simplificar su administración. Cada dominio dispone de por lo menos un servidor. El primer servidor, toma la categoría de Controlador Principal de Dominio PDC (Principal Dominio Controlator).

Los PDC, son los responsables del mantenimiento de los usuarios, las directivas de seguridad e información general del dominio. Contiene una copia maestra de la información del dominio y valida de los usuarios y actúa también como servidor de archivo, de impresora y de aplicaciones. Un dominio solo contendrá un PDC, sin embargo los servidores instalados subsecuentemente podrán tomar el carácter de controlador de reserva BDC (Backup Dominio Controlator). Los BDC reciben una copia directiva de respaldo (backup) y pueden actuar como servidores de archivo, impresoras y aplicaciones.

Otros términos de la lengua inglesa de uso común en informática son: login, boot y link:

Loguear, autenticarse al iniciar una sección indicando el nombre de usuario (login).

Bootear, reiniciar la computadora para hacer efectivo cambios de su configuración.

Linkear, conectarse a una máquina distante.

1. 4. 3. Topologías de las LAN, MAN, WAN

Las configuraciones LAN, MAN y WAN podrán tomar la forma de, bus lineal, estrella, de árbol, en anillo o combinaciones de los mismos. Cada topología toma en cuenta la capacidad de información a manejar y los sistemas operativos más convenientes (Fig. 19).

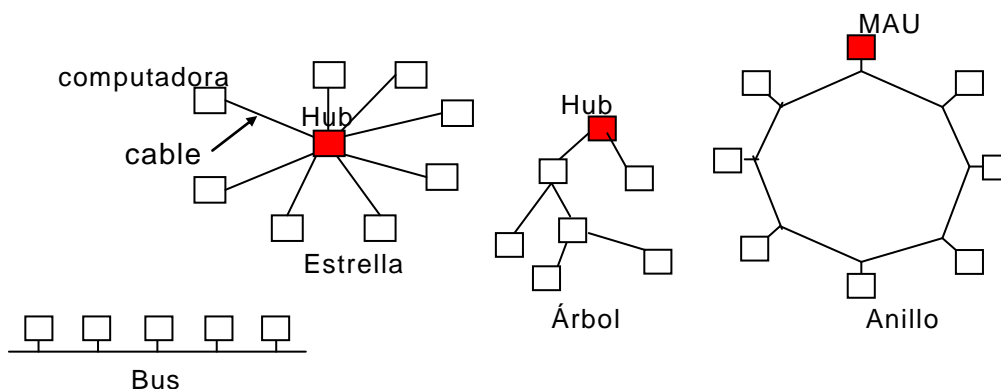


Fig. 19 - Topología de redes de difusión

La topología bus podrá tomar el carácter de tipo Bus Regular ó de Bus Local: En la topología Bus Regular las computadoras preparadas como estación de trabajo WS (Workstation) son conectadas mediante transceptores y cables de derivación a un cable coaxial del tipo grueso (Thicknet). Esta topología se emplea por ejemplo en las redes Ethernet 10Base-5 (Fig. 20).

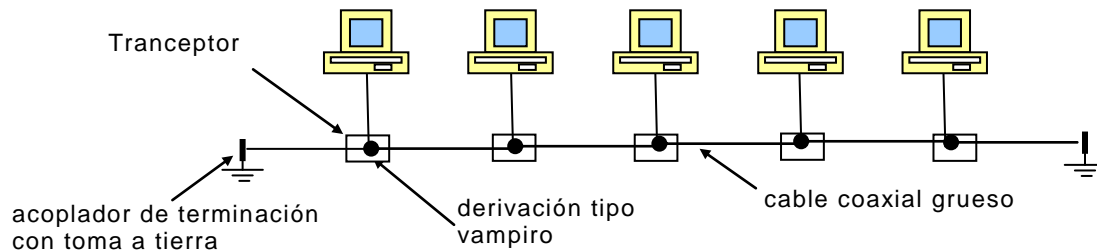


Fig. 20 - Red Ethernet de cable grueso

En la topología Bus Local, las workstation está vinculada entre sí, mediante cables coaxiales del tipo fino Thinnet y conectores BNC. Tal topología se emplea en las redes Ethernet 10Base-2 (Fig. 21).

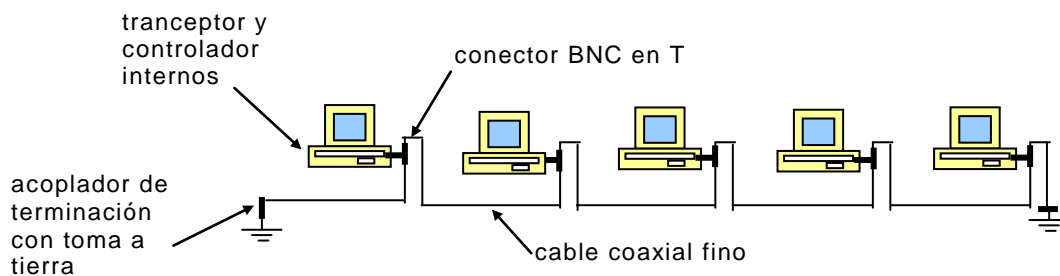


Fig. 21 - Red Ethernet de cable fino

Hub

En las redes bus, la fiabilidad depende de la continuidad del cable coaxial, sobretodo en la topología Bus Local ya que el coaxial fino se conecta directamente a cada computadora, por lo cual los usuarios pueden interrumpir accidentalmente su conexión.

Este problema se evita conectando todas las máquinas a un concentrador (Hub), conformando una topología física en estrella. No obstante ello, la conformación lógica en bus se mantiene mediante software. El concentrador dispone de relevadores de derivación (bypass) sustentados por cada workstation. Si una conexión individual falla, el relevador cortocircuita su conexión restableciendo la topología general.

Se tienen Hubs pasivos y activos. Un Hub activo puede transmitir señales a cables de mayor longitud que alimenten otros Hub más pequeños, conformando así una red combinación de varias topologías estrellas, cada una con diferente jerarquía.

MAU

Para una topología lógica en anillo, también se podrá conformar un sistema de arquitectura de red SNA (System Network Architecture), diseñado por IBM. La filosofía de SNA se basa en dar acceso al usuario, desde un terminal "tonto" a una computadora central (mainframe), mediante una red de estructura fuertemente jerárquica. Estas topologías son del tipo anillo, donde se emplean concentradores de acceso múltiple, denominados, unidad de acceso multiestación MAU (Multistation Access Unit).

Para la formación de la red anillo, se puede emplear tanto par trenzado, coaxial o fibra óptica. Estas topologías se emplean en las redes Token Ring. Las redes de Token Ring de IBM, disponen concentradores /repetidores de acceso multiestación de fibras ópticas, con interfaz para fibra óptica FDDI y con derivaciones en par trenzado. Su topología física podrá ser del tipo estrella, aunque su topología lógica mediante software es en anillo.

1. 4. 4. Circuitos privados y Red privada virtual: SVC, PVC, VPN

En el servicio de telefonía analógica el abonado podía solicitar una línea directa entre dos domicilios determinados. La misma se mantenía en uso permanente facturándose el servicio mensualmente, por evento o período contratado.

Su equivalente en la red digital es un circuito virtual. La conformación de tal circuito virtual esta construido dentro de una red pública y sustentado por diferentes técnicas de transmisión, como ser Frame Relay (relevación de tramas) o ATM (Asynchronous Transmission Mode) y actualmente mediante el protocolo Internet IP.

Los circuitos virtuales podrán tomara el carácter de temporal o permanente. Un circuito temporal solo se mantienen activos mientras dura la conversación y se lo denomina, Circuito Virtual Conmutado SVC (Switched Virtual Circuit). Por otra parte un, Circuito Virtual Permanente PVC (Permanent Virtual Circuit), se mantiene activo durante todo el tiempo en que los equipos estén en funcionamiento.

Asimismo, una Red Privada Virtual VPN (Virtual Private Network), está constituida como red privada sobre una red pública, formando una red Intranet constituida y administrada exclusivamente para sus clientes PVC. Mediante la tecnología de, conmutación multiprotocolo de etiquetado MPLS (Multiprotocol Label Switching) se permite ofrecer calidad de servicio (QoS) garantizado. La tendencia actual es formar VPN, como redes Intranet, en un entorno WAN global.

1. 5. Red de televisión por cable (CATV)

1. 5. 1. Evolución de los servicios de CATV

La Televisión por Cable es identificada como CATV. Estas siglas representaron desde los orígenes de la televisión por cable en 1948, a Community Access Television. Eran redes establecidas en las zonas donde la recepción de la TV por aire estaba limitada por la distancia de los transmisores en la lejanía respecto a la emisora de TV, por la topología del terreno en situaciones de terrenos montañosos o en urbanizaciones con grandes edificios que impedían la visión directa, o interferencias con ondas reflejadas secundarias de la señal que producían imágenes fantasmas. El servicio de CATV comenzó como un medio para permitir buena calidad de imagen, en zonas donde la recepción de TV por aire era muy defectuosa (Fig. 22).

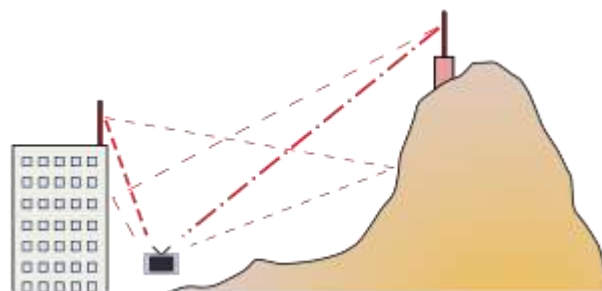


Fig. 22 Ondas primarias y ondas reflejadas secundarias

En algunas ciudades europeas su aplicación se remonta al año de 1924, con grandes "antenas comunitarias" extendiendo por cable los servicios a los hogares individuales.

La televisión por cable, CATV, es un sistema de servicios prestados a clientes usuarios a través de señales de radiofrecuencia que se transmiten a televisores fijos a través de redes de fibra óptica y/o cable coaxial. Usualmente se distribuyen a lo largo de la ciudad, compartiendo el tendido con los cables de electricidad y teléfonos fijos. Estas redes también pueden proporcionar servicios de telefonía e Internet, denominados de triple play.

Los servicios de televisión sobre cable CATV, tienen en USA una penetración de casi el 80% y le sigue mundialmente la red de Canadá y luego la red de la República Argentina.

El servicio de CATV compite con sistemas como el DTH-TV (Direct to Home TV), de TV directa al hogar de difusión satelital, lanzada en USA al año 1994, que incluía 175 canales estándar, con 60 canales del tipo Pagar para Ver PPV (Pay per View). También el sistema inalámbrico de Televisión Digital terrestre (TDT), los sistemas celulares y fijos de microondas, o combinados. Otros servicios brindados son el denominado, Pagar para Ver Impulsivo IPPV (Impulse Pay Per View), donde se difunden programación de deportes, estrenos de películas, canales codificados como Playboy, servicios de Video sobre Demanda VoD (Video on Demand) o servicios como cuasi video sobre demanda NVoD (Near Video on Demand).

En el servicio PPV se deberá reservar la recepción deseada con un pago diferenciado según la película o evento (concierto, deporte, etc., mientras que en el sistema IPPV se podrá acceder al programa codificado por un corto período y en forma gratuita, luego del cual si no se confirma su pago, su recepción se inhabilita. En estos servicios, el envío o la negación de recepción del canal, se realiza desde la emisora, cambiando la sincronización de la señal respectiva. En el servicio de VoD, se accede a la recepción de cualquier programa tal como si se dispusiese de una videocasetera en la casa del abonado. En el servicio de NVoD se accede a la selección de los títulos por distintos canales, donde la transmisión de cada programa comenzará cada 15 minutos.

Esquema básico

Diversas topologías forman disímiles esquemas de elementos componentes principales:

Cabecera, es el centro de la red encargado de agrupar y tratar los diversos contenidos que se van a transmitir por la misma (Fig. 23).

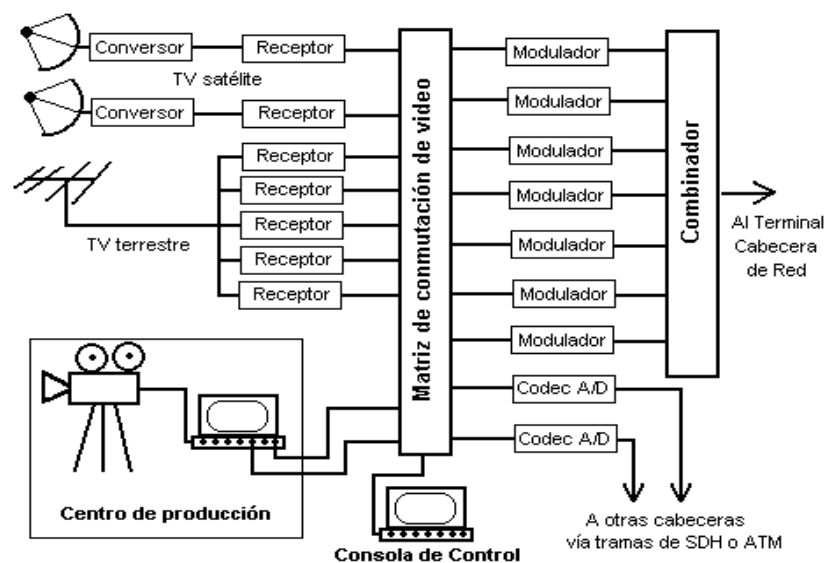


Fig. 23 – Conformación de un centro cabecera

Terminal de Red, la encargada de recibir la señal eléctrica generada en la Cabecera y transformarla en señal óptica para su envío por la red de fibra óptica, a los diversos centros de distribución (Fig.24).

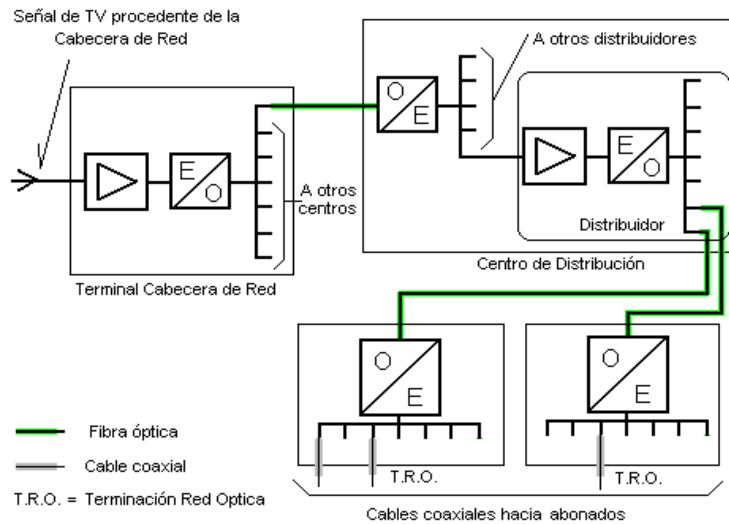


Fig. 24 – Conformación de un terminal de red

En los Centros de Distribución, la señal óptica se convierte nuevamente en eléctrica y se divide para aplicarla a cada uno de los distribuidores, en donde los amplificadores elevan el nivel de la señal, se convierte nuevamente en óptica y mediante fibra se encamina hasta la proximidad de los edificios a servir, en donde las fibras terminan en las denominadas Terminaciones de Red Óptica, colocadas generalmente en zonas públicas comunes a varios edificios, donde las señales ópticas son convertidas nuevamente en eléctricas y llevadas a los domicilios de los abonados mediante cables coaxiales.

Estandarizado de sistemas analógicos

En USA, en 1941 se ha estandarizado el sistema NTSC blanco y negro para la TV analógica, en el año 1953 se estableció la norma en color y en 1984 en sonido estéreo. En Alemania se normalizó el sistema PAL, sigla de Phase Alternating Line (línea de fase alternada), empleado en varios países de Europa, Latinoamérica, África, Asia y Australia.

En Francia se estableció el SECAM, Séquentiel Couleur à Mémoire (Color secuencial con memoria), empleado en varios países de Europa, África y Asia. Los países Latinoamericanos, según el caso, adoptaron la norma NTSC o PAL (Fig. 25).

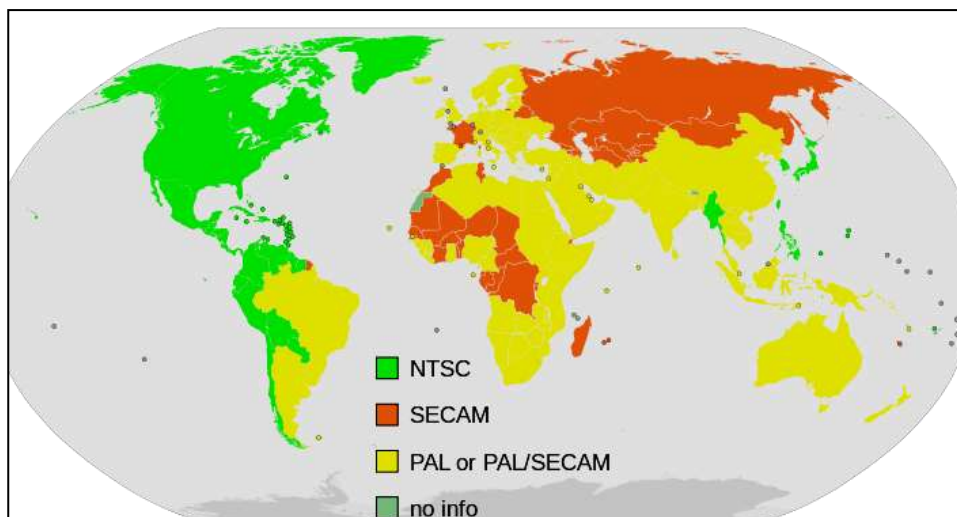


Fig. 25 Distribución de los sistemas de TV analógicos

Servicios de CATV

Los primeros años de la TV se han destinado en proveer al abonado entretenimiento mediante filmes, como el canal de películas HBO (Home Box Office), luego se introdujo los canales especializados en noticias o documentales, posteriormente proporcionaron múltiples servicios de información del tiempo, del estado del tránsito vehicular o noticias locales, nacionales o internacionales, como el The Turner Broadcasting System.

Surgen entonces los servicios interactivos sobre demanda, con sistemas de teletexto, compras televisadas, encuestas de mercadeo, alarmas de seguridad, audio digital de alta calidad, como SEGA Channel de juegos interactivos..

En USA se formaron asociaciones comunitarias a ese fin, por esa razón a estas redes se les llamó originalmente como Comunity Antenna Televisión (CATV). Posteriormente con redes híbridas de cables de fibra y coaxial HFC (Hybrid Fibre Coaxial), se desarrollaron los servicios en grandes ciudades donde la recepción de las señales de pocos canales era deficiente. Por último comenzó la competencia entre sistemas, proporcionando gran cantidad de canales nacionales e internacionales.

Televisión digital terrestre

La Televisión Digital Terrestre (TDT), también llamada Televisión Digital Abierta (TDA), transmite servicios digitales de TV, mediante redes inalámbricas. Se emplean diferentes estándares según los países (Fig. 26):

ATSC es el estándar empleado en Canadá, Estados Unidos y México, Corea del Sur, Honduras, El Salvador y República Dominicana.

ISDB-T japonés, se utiliza en Japón, Filipinas, Brasil, Bolivia, Perú, Argentina, Paraguay, Chile, Venezuela, Ecuador, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala y Uruguay.

DVB-T europeo se emplea en la Unión Europea, Australia, Sudáfrica, Namibia, Panamá, Colombia, Trinidad y Tobago, Guyana Francesa, Suriname, Haití, Curazao, parte de África y Turquía.

DTMB, chino en China, Tíbet, Hong Kong y Macao y Cuba.

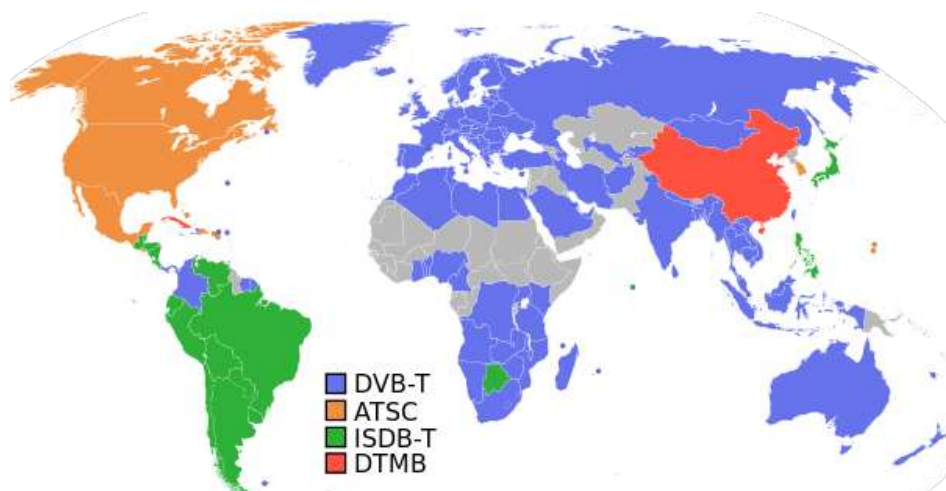


Fig. 26 Distribución de los sistemas de TV digitales

Esquema de transmisión digital

La tecnología de televisión analógica sólo permite la transmisión de un único programa de televisión por cada canal UHF (ya sea de 6 MHz, 7 MHz u 8 MHz de ancho de banda), además sus canales adyacentes han de estar libres para evitar las interferencias.

La codificación digital de los programas permite que en el ancho de banda disponible en un solo canal UHF se puedan transmitir hasta 4 ó 5 programas simultáneos con calidad de Definición Estándar SD (Standard Definition) similar a la de un DVD, o de 1 ó 2 programas con alta definición HD (High Definition).

El número de programas simultáneos depende de la calidad de imagen y sonido deseados, con un uso habitual de tres programas, lo cual da una buena calidad en imágenes con movimientos con codificación digital MPEG-2 (o MPEG-4).

En transmisión analógica los problemas se manifiestan como nieve, ruido en la imagen, dobles imágenes, colores deficientes y sonido de baja calidad, mientras que en transmisión digital, al haberse codificado la señal de manera lógica y no proporcional, el receptor no puede corregir las distorsiones provocadas por interferencias y puede producirse la congelación de partes de la imagen o la interrupción del sonido.

La imagen, sonido y datos asociados a una emisión de TDT se codifican digitalmente. Para ello, en resolución SD, se suele emplear el estándar MPEG-2. También se puede emplear, entre otros, el estándar H.264, que al permitir un mayor ratio de compresión, es adecuado para las emisiones en alta definición o bien para incrementar el número de programas digitales incluidos en cada canal múltiple. El problema de los ecos se ha solucionado aplicando, en el caso de DVB-T, la modulación COFDM.

En la TDT el flujo binario resultante de codificar la imagen, el sonido y los datos del programa se transmite mediante miles de portadoras entre las que se reparte la energía de radiación. Las portadoras mantienen una ortogonalidad, en el dominio de la frecuencia, su energía se sitúa en el cruce por cero de cualquier otra, lo que facilita la modulación.

Se emplea el método de ocupación del canal eficiente, donde las señales de audio y de video se dividen en pequeños grupos, modulándose cada grupo por separado con portadoras de frecuencia diferentes y muy próximas entre sí. Esto supone que el canal de radio se divide en subsanales que transmiten de forma cíclica la señal asignada a cada uno de ellos. La velocidad de transmisión de las portadoras es baja con largos periodos entre cada señal transmitida lo que le permite ser transmitida en los entornos urbanos.

Modulación COFDM

La COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) o Multiplexación de División de Frecuencia Orthogonal Cifrada, es una técnica compleja de modulación de banda ancha utilizada para transmitir información digital a través de un canal de comunicaciones, que combina potentes métodos de codificación más el entrelazado para la corrección de errores en el receptor.

La COFDM modula la información en múltiples frecuencias portadoras ortogonales donde cada una está modulada en amplitud y fase y lleva una tasa de símbolos muy baja además de tener una alta eficiencia espectral. Se obtiene una modulación específicamente diseñada para combatir los efectos de interferencias empleando multitrayectorias y de otros tipos de interferencias que afectan a receptores.

En la modulación COFDM, la duración de los bits es superior a los retardos, evitando ecos y permitiendo reutilizar las mismas frecuencias en antenas vecinas.

Se divide el flujo de datos binarios en miles de sub-flujos de datos a muy baja velocidad y por tanto elevada duración de bit. Se emite durante un tiempo útil seguido de una parada o tiempo de guarda. Durante el tiempo útil todos los transmisores están sincronizados y emiten en paralelo una parte de bits del flujo binario. De esta manera, en entornos urbanos, las interferencias no degradan sino que mejoran la potencia y relación señal-ruido de la señal recibida. Las posibles reflexiones o rebotes de la señal en obstáculos del entorno, por ejemplo sobre edificios, hacen que las señales se superpongan sumando potencia y mejorando la relación de señal a ruido. Además, la codificación dispone de mecanismos para la detección y corrección de errores que mejoran la tasa de error en las señales recibidas en entornos especialmente desfavorables.

Compresiones MPEG-2 y MPEG-4

La compresión MPEG-2 utilizada es una compresión con pérdidas. Esto significa que antes de la emisión la calidad del audio y el vídeo en televisión digital puede ser inferior que en televisión analógica debido a las anomalías (artefactos) provocadas por la compresión. En cambio, la calidad relativa a la relación señal/ruido aumenta como ocurre entre un disco compacto y una cinta o casete. Por lo tanto, lo que nos garantiza la televisión digital terrestre es una correcta recepción de la señal recibida, libre de perturbaciones provocadas por la transmisión.

El efecto de una gran pérdida en la compresión por un ancho de banda escaso para la escena se puede comprobar en imágenes con gran cantidad de cambios de un fotograma al siguiente, como es el caso imágenes con lluvia o aspersores, polvo y tierra, pruebas deportivas o multitudes en movimiento como los encierros de San Fermín. En estas situaciones se pueden observar los bordes de los cuadrados en los que se divide la imagen para codificarla. Este problema es subsanable con el ancho de banda dinámico en el MUX, como se explica a continuación.

La compresión MPEG-4 es un método para la compresión digital de audio y vídeo, introducido a finales de 1998 y designado como un estándar mejorado para grupos de codificación de audio, vídeo. MPEG-4 introduce muchas de las características de MPEG-1 y MPEG-2 y otros estándares relacionados, añadiendo nuevas características optimadas.

Mayor número de emisiones en la TDT

Gracias al mejor aprovechamiento del ancho de banda, la TDT permite transmitir mayor cantidad de señales en un mismo canal.

Puesto que en el ancho de banda empleado por un canal analógico ahora se pueden transmitir varios programas digitales, la emisión digital comporta un importante ahorro energético por canal. Ello implica una reducción de costos para los radiodifusores.

Mayor flexibilidad de las emisiones y servicios adicionales]

En cada canal de radio se emite un único flujo MPEG-2, que puede contener un número arbitrario de flujos de vídeo, audio y datos. Aunque varios operadores compartan el uso de un canal multiplexado (múltiplex), cada uno puede gestionar el ancho de banda que le corresponde para ofrecer los contenidos que desee. Por ejemplo, emitir un flujo de vídeo y dos de audio (en dos idiomas a la vez), varios flujos de datos, como subtítulos en tres idiomas, subtítulos para sordos, estadísticas de jugadores, tiempos y posiciones en una carrera automovilística, etc.

El aprovechamiento de toda esta información por parte del usuario es posible gracias a las diversas aplicaciones de que dispone el receptor TDT, gracias al estándar de Plataforma Múltiple en el Hogar MHP (Multimedia Home Platform).

Otra de las aplicaciones es la Guía Electrónica de Programas EPG (Electronic Program Guide), que permite al usuario ver la información sobre programas de las emisoras y sus horarios, eventualmente le dará la posibilidad de programar la grabación de programas, ver la descripción de los mismos, actores, etc., sobre el mismo receptor de TV.

1. 5. 2. Estructura de la red de CATV

En un sistema de CATV las instalaciones HFC consisten en utilizar fibra óptica monomodo en los enlaces troncales, interconectando cada centro emisor de una zona barrial, mediante cables coaxiales, generalmente de 75 Ohm, a las viviendas de los clientes. De esta forma se pueden cubrir mediante regeneradores bidireccionales distancias de hasta 200 km, brindando servicios interactivos. Se puede conectar un solo canal compartido por todos los usuarios.

Esta red se divide en zonas de 500 a 2000 clientes, conectándola cada una independientemente a la emisora cabecera del sistema. De tal forma se obtiene un ancho de banda adecuada a la calidad de servicio deseada.

Una computadora se conecta normalmente al cable módem de la red de CATV, mediante una placa Ethernet. El rango de frecuencias utilizado es de 5 a 42 MHz para el sentido ascendente (del abonado al emisor) y de 54 a 750 MHz en sentido descendente. En el sentido descendente se transmiten canales de televisión de 6 MHz de ancho, para el sistema NTSC (USA) o de 8 MHz para el sistema PAL (Europa). Para la transmisión de datos se reservan uno o más canales de 6 MHz (u 8 MHz) en el sentido descendente y de 0.6 a 1.8 MHz en el sentido ascendente.

Los estándares indican una relación señal /ruido mínima de 48 a 50 dB en los canales descendentes por lo que se obtiene eficiencias tan elevadas como de 5 bits/Hz. En cambio en el sentido ascendente, más sensible al ruido solo 20 dB de señal /ruido (arrastra todo el ruido generado por los electrodomésticos), con lo que se obtiene una eficiencia de 1.3 ó 2.5 bits/Hz, según el sistema de modulación aplicada.

1. 5. 3. Redes de CATV análogas y digitales

Los sistemas de telecomunicaciones se reubicaron todos en el mundo digital, especialmente con el empleo de las redes de fibra óptica. Ciertamente, el impacto de la técnica digital no abandona totalmente la transmisión analógica multicanal. Sobremanera en la red de fibra con la introducción de los nuevos sistemas multiplexación por división de longitud de onda densa DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).

El mercado de CATV está empleando sistemas multicanales de enlace de, modulación analógica de banda lateral vestigial VSB /AM (Vestigial Sideband / Amplitude Modulate). Este enlace transporta arriba de 110 canal de TV análogos por longitud de onda, sobre distancias que exceden los 60 Km y al más bajo costo por canal que cualquier otra tecnología competitiva.

La modulación óptica en 1310 nm, con uso VSB /AM, comenzó su aplicación en la década de 1980, para CATV, mediante redes troncales con amplificadores instalados en cascada. De tal forma se redujo la cadena de 24 amplificadores usados hasta entonces, a solo 8 amplificadores conectados en cascadas (Fig. 27).

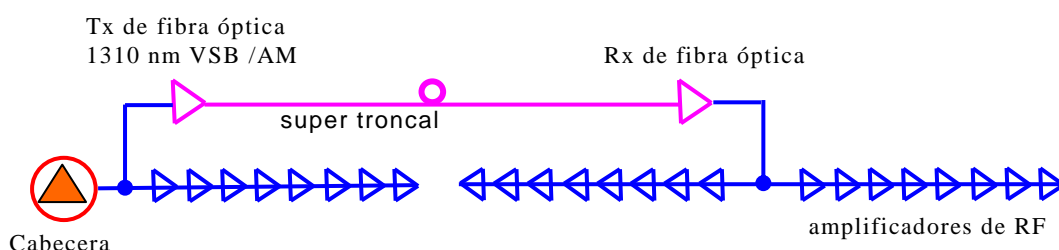


Fig. 27 - Arquitectura primitiva de CATV

Cerca del año de 1990, le siguió el empleo de sistemas digitales multicanales, entre centrales cabeceras, utilizados para transportar con alta calidad gran cantidad de canales en el modo difusión (Broadcasting). De esta forma, se estableció una cabecera principal, denominada Master, creándose varias Cabeceras Secundarias (Fig. 28).

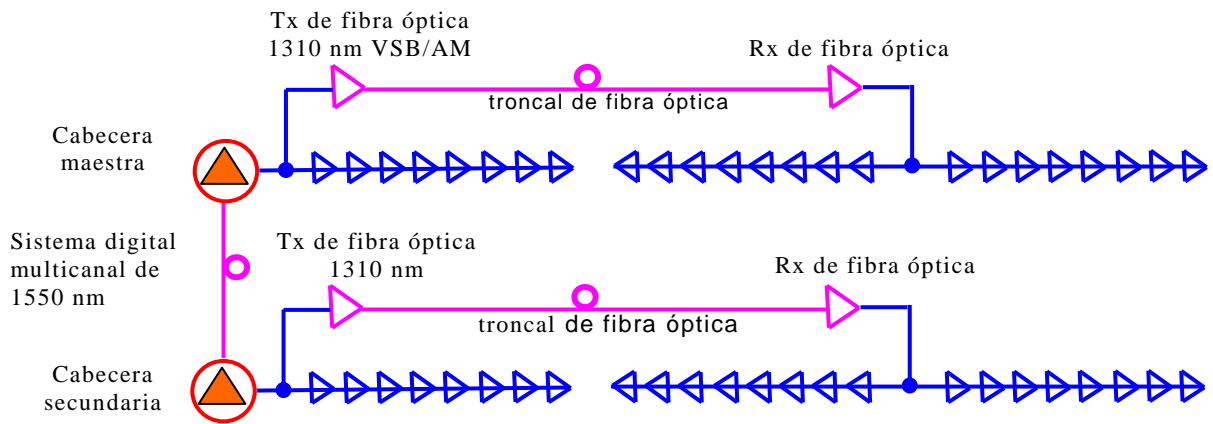


Fig. 28 - Sistemas híbridos VSB /AM de 1310 nm y de 1550 nm

A mediados de la década de 1990, con el advenimiento de la modulación en 1550 nm VSB /AM y los Amplificadores de Fibra Dopada con Erblio EDFA, se pudieron lograr enlaces de larga distancia. Asimismo, se incorpora el divisor (Splitter) de señales (Fig. 29).

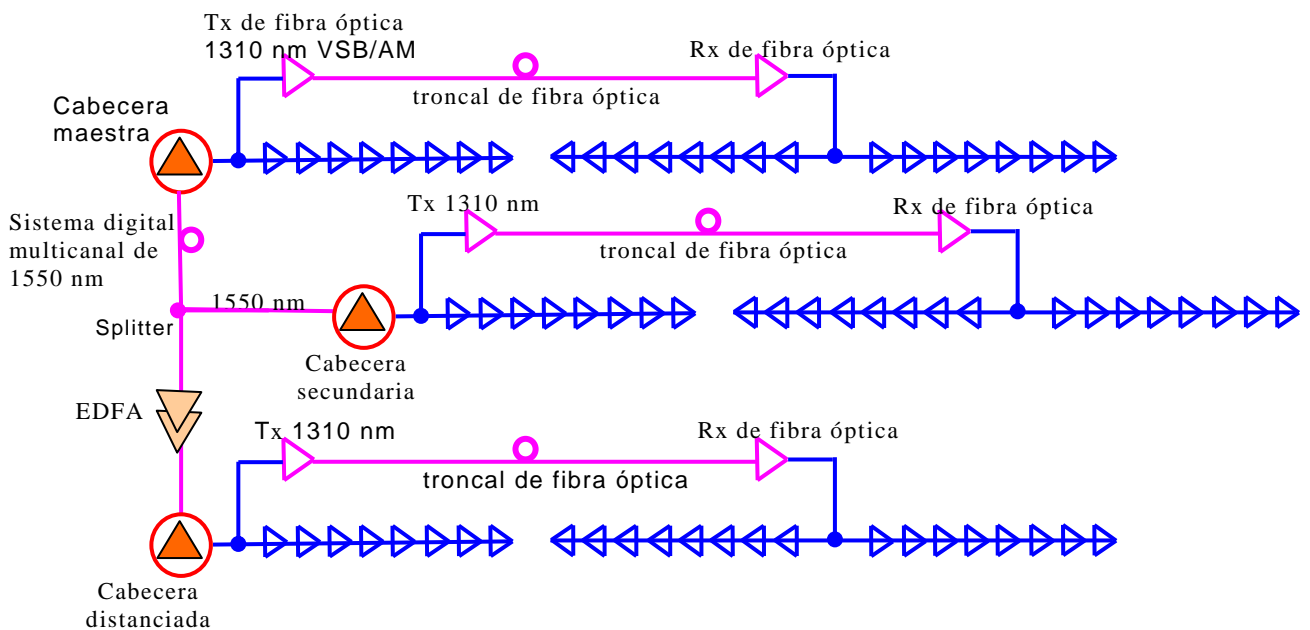


Fig. 29 - Híbrido VSB /AM y EDFA

1. 6. Internet

Nos asombramos cada día con Internet, un sistema mundial con múltiples servicios. Este medio contiene lo que por años se publico como un anhelo tecnológico, integrar en un solo servicio tanto de mensajería instantánea, datos, como voz y video. Constituye una la red telefónica, con servicios de TV, vinculando agencias de diarios, emisoras de radiodifusión y red de cinematógrafos mundiales. Toda organización estatal o privada si no está en Internet no existe.

Pero esto no es todo, la red telefónica existente durante un siglo se vio obligada a cambiar totalmente su estructura, las centrales de conmutación como computadoras operan tráfico IP para encaminar datos en paquetes, con una nueva topología de red.

Si bien Internet, su Protocolo de Control de Transmisión TCP (Transmission Control Protocol) y su Protocolo de Internet IP (Internet Protocol), en la conjunción TCP /IP, existen desde 1974, no fue hasta 1993 que estuvo disponible al público en general. El advenimiento masivo a Internet se produjo con la introducción de la denominada Telaraña Ancha Mundial WWW (World Wide Web), por ser ésta muy sencilla de operar.

La W W W, o simplemente la Página Web, es un servicio multimedia propio de Internet, actuando como Interred, que contiene un increíble abastecimiento de documentos escritos que operan como hipertextos. Más servicios de imágenes fijas o fílmicas.

La idea de la tecnología Internet es conectar diversas redes con distintos equipos, sistemas y medios de transmisión, en forma eficiente libre de errores y fundamentalmente sin depender de fabricante o vendedor en particular.

El modelo TCP/IP creado por Celf y Kahn en 1974, en USA, posibilita con su empleo la operación de la red militar ARPANET, el 1º de enero de 1983, base de la red científica que da nacimiento a la Red de Redes Internet.

Es el ingeniero británico Tim Berners-Lee del CERN (Consejo Europeo de Investigación Nuclear) quien en 1989, hace posible la introducción del hipertexto. Muy pronto, en 1992, se aplica con éxito en las páginas Web. Se crea así definitivamente la Internet, con su Telaraña Ancha Mundial, WWW.

Fue en diciembre de 1991, cuando el Congreso de USA autorizó la creación de la Red Nacional Educativa y de Investigación NREN (National Research and Education Network). Luego, para asegurar que cada red regional se pudiese comunicar con las otras, la Fundación Nacional de la Ciencia NSF (National Science Foundation) creó los Puntos de Acceso a Red NAP (Network Access Point).

En enero de 1992 se creó la Sociedad de Internet ISOC (Internet Society), que actúa en el ámbito mundial. La documentación de las direcciones Web, protocolos, estándares y políticas mantenidas es llevada por el centro NIC (Network Information Center). La red Internet comenzó entonces a ser constituida con mas de 4000 redes interconectadas.

Red jerárquica de Internet

Los Proveedores de Servicios de Internet ISP (Internet Service Provider). poseen distintos niveles jerárquicos: nacionales, regionales y locales. Los clientes (C) y los servers (S) se interconectan a través de una red de líneas telefónicas rentadas, denominadas líneas directas o líneas dedicadas.

Estas líneas podrán estar constituidas por cables multipar, coaxiales o de fibra óptica, en cualquier de sus tramos jerárquicos.

Las altas velocidades se encuentran entre las NAP y sus líneas troncales (Backbone), que van desde 155 Mb/s (OC-3) hasta mas de los 622 Mb/s (OC-12), mientras que entre las NAP nacionales normalmente se emplea velocidades sobre los 45 Mb/s. Los abonados habitualmente acceden a las centrales telefónicas usando módems y de allí a los ISP.

Otros accesos de los abonados a Internet son el cable módem de las redes de CATV que proveen canales desde 6 Mb/s a múltiplos de éste, o los sistemas inalámbricos de microondas terrestres o satelitales, cada una con variadas altas velocidades (Fig. 30).

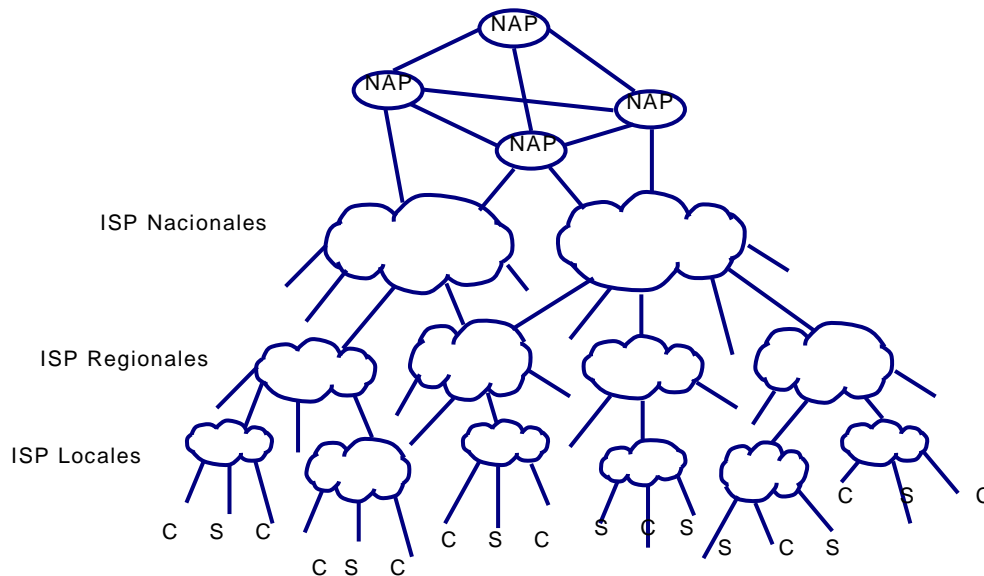


Fig. 30 - Red jerárquica de Internet

Nube de Internet

Se suele citar como Nube de Internet, cuando no entrar en los detalles de las posibles conexiones de red. Como si fuese una caja negra, se estudian los elementos fuera de ella. En ciertos casos se efectúa el análisis comprendiendo el trayecto dentro de la nube.

En esa ocurrencia, se diferencia a los nodos internos de Red, respecto a los Nodos de Borde ED (Edge Device) y a los Nodos centrales Troncales BD (Backbone Device).

Los dispositivos del usuario, a los que se les denominan, Equipo Local del Abonado CPE (Customer Premises Equipment), corresponden a los teléfonos, facsímiles ó a las PC, con su módems.

Las líneas que vinculan a los CPE con los nodos de borde se denominan, Interfaz Usuario Red UNI (User Network Interface), mientras que las líneas que vinculan a estos nodos con los nodos centrales se denominan, Interfaz entre Nodos de Red NNI (Network Node Interface) (Fig. 31).

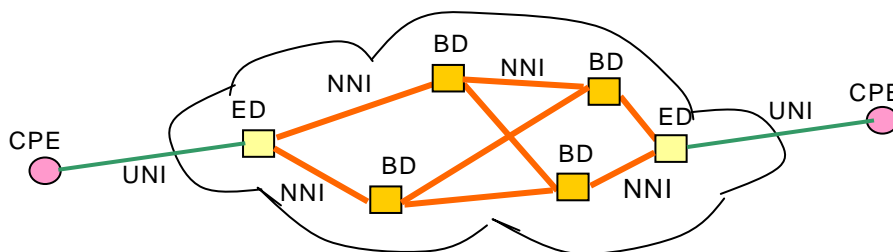


Fig. 31 - Nube de Internet

Los NNI son troncales que llevan alto tráfico de las redes telefónicas conmutadas (RTC) y de la red de Internet desde los ISP, por ello se aplican técnicas de IP, también ATM sobre SONET /SDH y DWDM. Por lo tanto los nodos centrales serán generalmente conmutadores de paquetes o enrutadores de gran porte.

1. 7. Acceso por red de energía eléctrica

Las redes eléctricas cubren totalmente a los países, desarrollando sus redes de enlace y de distribución a los usuarios, tanto entre los tramados metropolitanos, como en sus ramales rurales. A la sazón, se hace ideal usufructuar esta red como infraestructura de telecomunicaciones.

Hace algún tiempo atrás que sus instalaciones eléctricas ya han significado un aporte a la distribución de los servicios de telecomunicaciones de larga distancia.

El desarrollar proyectos de redes de telecomunicaciones troncales para los servicios de larga distancia en países montañosos con extendida serranía, no era muy complicado, sirviéndose de estos puntos de gran elevación proporcionados por las montañas o sierras, se instalaban antenas de microondas ahorrándose construir altas torres. Pero luego, está técnica inalámbrica fue desplazada por la fibra óptica, que brindaban un gran ancho de banda con mayores posibilidades de capacidad de transmisión.

Como las redes interurbanas de fibra óptica se instalan enterradas sin cañerías, por seguridad y para abaratar sus costos, sería desatinado emplear este procedimiento en zonas montañosas. Luego, la solución es emplear la infraestructura proporcionada por torres de transmisión del fluido eléctrico, soportando los cables de fibra óptica. A estos cables no les afectan las altas tensiones ni sus radiaciones electromagnéticas, por transmitir solo luz. Se usa generalmente la ubicación interna del hilo de guarda o de tierra, efectuándose convenios entre las telcos (compañías de telecomunicaciones) y las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

La cuestión surge para las redes metropolitanas. Las redes de distribución eléctrica entran indefectiblemente en todas las casas. En la apertura y desregulación de los mercados, entonces porqué no aprovechar esta red, para ofrecer los servicios de telecomunicaciones, particularmente Internet. Por ello, muchos fabricantes europeos, latino y norteamericanos están concluyendo sus propuestas. A este fin, están realizando instalaciones pilotos en varias de sus ciudades.

Estos sistemas han sido reconocidos con el nombre de Powerline Communications (PLC) y más recientemente como Broadband Powerline (BPL). Tienen como primer antecesor al sistema denominado Onda Portadora por Línea de Alta Tensión (OPLAT), empleado por las empresas de transporte de energía eléctrica, para sus equipos de comunicación entre subestaciones, generalmente de líneas entre ciudades.

Esta tecnología posibilita diferentes implementaciones, como acceso de última milla o como acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones sobre la red domiciliar eléctrica. Para ello, se intercalan solo dos implementos en la misma y sin necesidad de realizar algún nuevo cableado, se sirve de la red eléctrica existente.

En el caso de acceso y distribución domiciliar, uno de estos dispositivos se instala sobre la salida del transformador correspondiente al domicilio donde se efectúa el acceso, mientras que otro dispositivo se instala en el interior de la casa del cliente y sirve como codificador adaptador a los fines del terminal empleado, ya fuese un teléfono, un aparato de TV o una computadora. Porta sobre la corriente eléctrica las señales digitales y todos sus enchufes permiten puntos de conexión de 2 Mb/s (Fig. 32).

No obstante, al estar usando cables no blindados se podrán introducir ruido e interferencias, inconvenientes que se deberán atender, como así las condiciones estrictas de protección y seguridad.

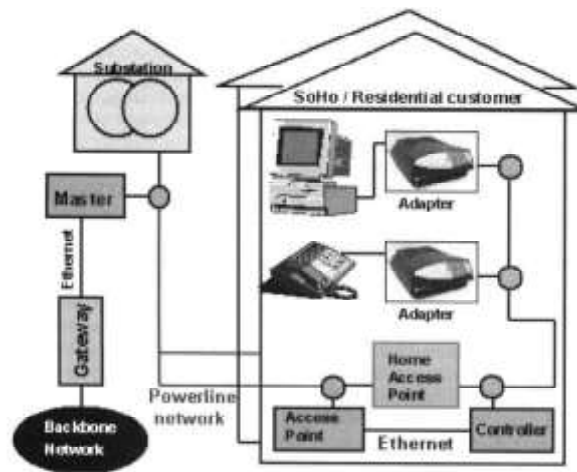


Fig. 32 - Acceso domiciliario mediante cableado eléctrico

Para el caso de acceso de última milla, se podrá hacer uso de las líneas de distribución de energía eléctrica, como ser las de 13.2 KV. En esta implementación se podrá transmitir señales digitales de 2.5 y 45 Mb/s.

1. 8. Servicio de comunicación personal, PCS

El PCS se refiere a una familia de servicios que combina las infraestructuras y facilidades ofrecidas por las redes cableadas y las inalámbricas. Por medios del mismo el abonado puede acceder a los servicios de telecomunicaciones independientemente del terminal de acceso a la red, de su ubicación y del tipo de red empleado por tal terminal, ya fuese tanto de líneas físicas como inalámbrica fija, celular portables, móviles, del tipo terrestre o satelital (Fig. 33).

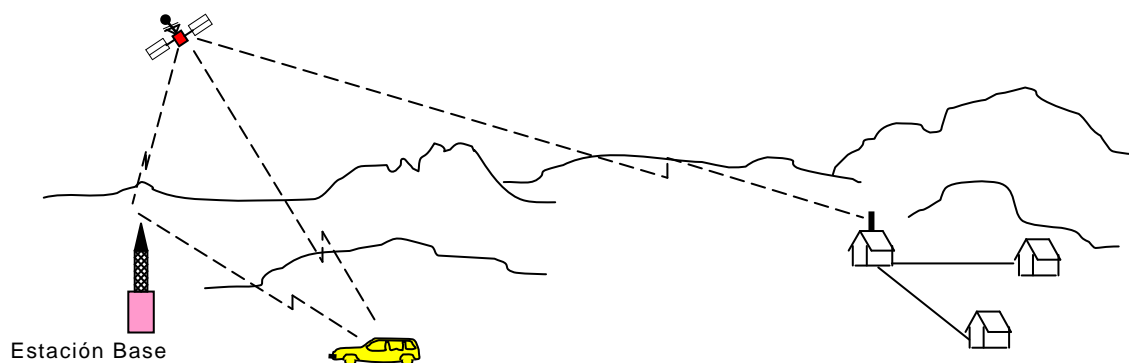


Fig. 33 - Señales fijas y móviles de un sistema PCS

Teniendo en cuenta el éxito de las comunicaciones móviles y la rápida saturación del espectro radioeléctrico la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones WARC (World Administrative Radio Conference), decide asignar, en el año 1992, las frecuencias desde 1.8 GHz á 2.3 GHz para los sistemas denominados, servicio de comunicación personal PCS. En la práctica se han implementado los sistemas de 800 MHz y de 1900 MHz.

Con el PCS se puede instrumentar, por intermedio de sistemas digitalizados interconectando a las distintas redes, los servicios de telefonía, de facsímil, la Web, el correo de voz, paging, datos, correo electrónico de alta velocidad, videoconferencia, programa de audio y/o video, acceso a bases de datos, etc.

1. 9. Next Generation Network (NGN)

La arquitectura de Red Telefónica Conmutada Pública PSTN, fue creada hace casi 150 años. Esta estructura no puede hacer frente a la masiva demanda de alta velocidad en el acceso de Internet, y a la irrupción de servicios que evolucionaron desde los servicios de voz a múltiples servicios con alto valor agregado. Por ello se ha ideado una nueva propuesta, la llamada Siguiete Generación de Red NGN (Next Generación Network), a fin de solventar estas limitaciones, y con el objetivo de lograr la convergencia tecnológica de los nuevos servicios multimedia de voz, datos y video.

Infraestructura TDM

La infraestructura que opera solo voz, está basada sobre la heredada jerarquía de operar circuitos con conmutadores locales de Clase 5, operando la Multiplexación por División de Tiempo TDM (Time-division multiplexing). El conmutador local de Clase 5, es un equipo muy complejo que mantiene tres principales tareas:

- Conectividad del abonado a la red del proveedor vía líneas análogas.
- Operar sistemas telefónicos, tal como tono de discar, análisis de dígitos, registros de llamadas detalladas, rellamadas, identificado de llamada, etc.
- Conectividad a la red interurbana o concentración, con funciones de conmutación de tránsito Clase 4, con señalización de red SS7.

El protocolo de señalización #7 (SS7) es comúnmente utilizado para coordinar varios conmutadores a través de la red, encaminar las llamadas a su destino y poder ofrecer servicios de la redes inteligentes IN (Intelligent Networks)

La conjunción de estas tres funciones, conduce a disponer un oneroso conmutador TDM, y disponer de más abonados conlleva a un problema de mayores requerimientos de conectividad y servicios (Fig. 34).

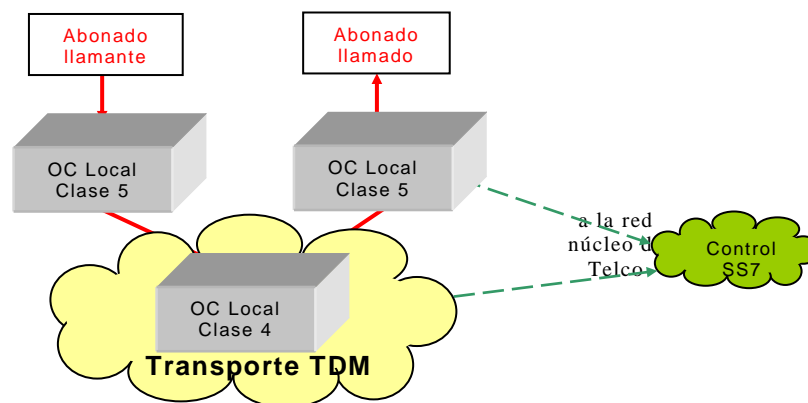


Fig. 34 - Arquitectura TDM

La banda ancha hace obsoleta a la TDM

Una NGN está basada en la transmisión de paquetes capaz de proveer servicios integrados, migrando de la red de arquitectura conmutada PSTN, a la nueva VoIP además de la sustitución de las redes tradicionales, con sistemas como X.25 o Frame Relay.

Los servicios básicos incluyen hoy, además de las comunicaciones de voz, a los accesos de alta velocidad de Internet. El anillo local de banda ancha, es más adecuado para permitir estos servicios a bajo costo. Sin embargo, utilizan sistemas xDSL y WLL, ATM y/o Ethernet / IP. Para operar con dos diferentes infraestructuras una para voz y otra para datos, se necesita converger a una red de bajo costo, basada en paquetes, que permita ofrecer los nuevos servicios.

Arquitectura NGN

En una arquitectura NGN, la voz y los datos son portados sobre la misma red de transporte de voz, como paquetes de datos, en cambio al modo de conmutación y transporte de circuitos. La red es más fácil de escalar y mantener, mientras que los recursos y los anchos de banda son usados más eficientemente (Fig. 35).

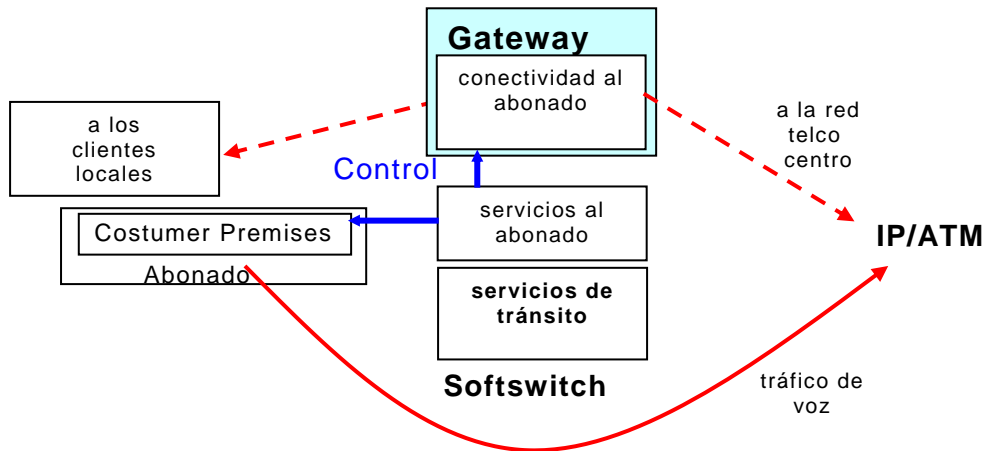


Fig. 35 - Concepto NGN

Los servicios de voz son gestionados por implementos dedicados, que mantienen:

- La conectividad del abonado es efectuada sobre requerimiento del CPE o el MG.
- Un servidor centralizado tipo SoftSwitch mantiene las funciones de control y los servicios del abonado.
- Los servicios adicionales (por ejemplo aplicaciones de tarjeta prepaga), operan sobre servidores externos llamados Application Servers.
- Toda señalización de conectividad (generalmente SS7), esta concentrada en los Signaling Gateway.

El Equipo Local del Cliente CPE (Customer Premises Equipment), es un dispositivo de telecomunicaciones utilizado tanto en interiores como en exteriores para originar, encausar o terminar una comunicación, combinación de servicios incluyendo datos, voz, video y aplicaciones multimedia interactivas.

El CPE utiliza Acceso Múltiple por División de Tiempo TDMA, Acceso Múltiple por División de Frecuencia FDMA o el Acceso por División de Código CDMA, y cubre el rango de señales digitales desde Nivel 0 (DS-0), servicio telefónico (POTS), 10BaseT, DS-1 no estructurado, DS-1 estructurado, Frame Relay, ATM25, ATM serial sobre T1, DS-3, OC-3 y OC-1, para servir grandes empresas. Un CPE pueden ser tipo ADSL o WiMax (Fig. 36).

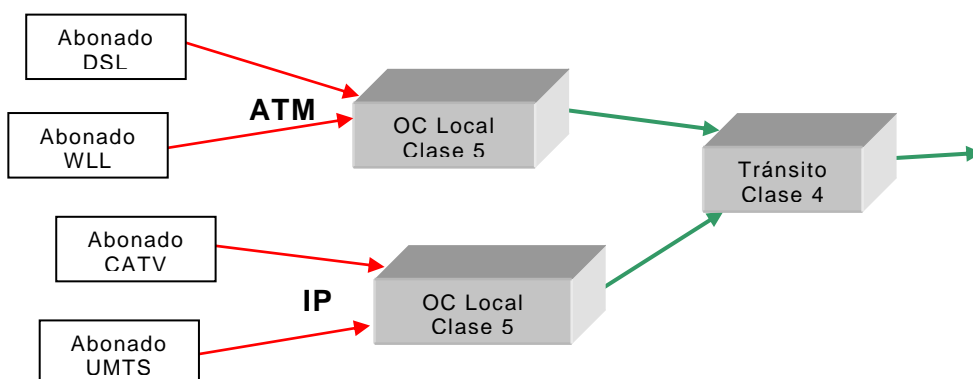


Fig. 36 - Limitantes TDM

El Media Gateway (MG), es un dispositivo que convierte flujos digitales entre redes dispares de telecomunicaciones, tales como PSTN, SS7, (redes de acceso de radio 2G, 2.5G y 3G) o PBX.

Un Media Gateway permite comunicaciones multimedia a través de NGN por múltiples protocolos de transporte, como Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) o el Protocolo de Internet (IP).

El Gateway soporta todas las necesidades específicas de un abonado residencial o corporativo, vía cualquier tecnología de paquetes de voz sobre DSL, Cable ó WLL. Provee todas las interfaces TDM necesarias para conectar xDSL, PBX, tráfico de voz desde ILEC y tráfico de voz conmutado con cualquier Telco (Fig. 37).

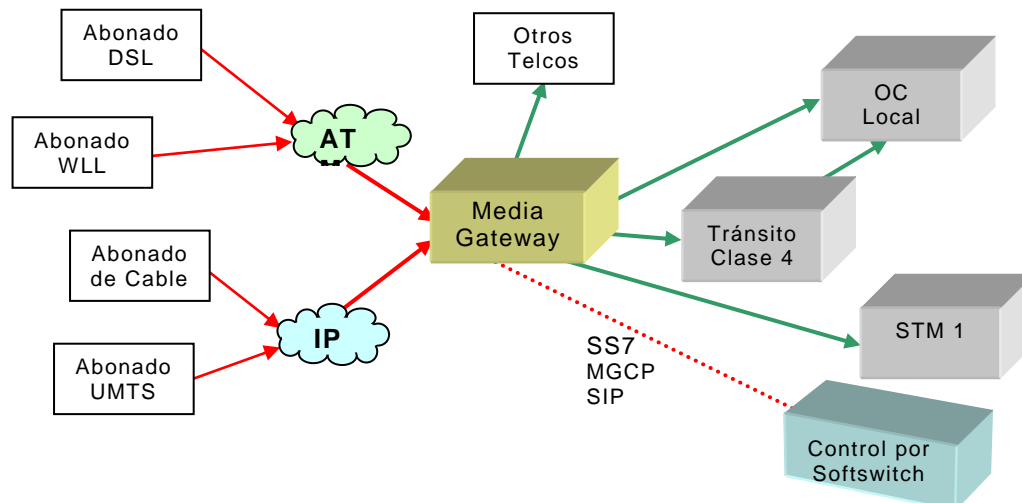


Fig. 37 - Conectividad en loop local

Gateway, softswitch y servidores de aplicación de Red Avanzada

La plataforma escalable Media Gateway, conecta la red de datos, del proveedor al Softswitch de Clase 5 de la PSTN. Provee al abonado gestión de control de llamada y todas las funciones de una central telefónica local de Clase 5.

Un Softswitch de Clase 4, provee servicios de tránsito Clase 4 y servicio de ruteo inteligente, el que puede ser actualizado por software provisto por el Softswitch de Clase 5. Los Servidores de Aplicación ofrecen los nuevos servicios de valor agregado.

Los elementos NGN disponen de una plataforma escalable lineal, para reducir los riesgos financieros cuando se adquiere nuevos clientes. Esto significa mejor coste efectivo que el heredado conmutador TDM. Son más fáciles y rápidos de configurar, instalar y mantener, resultando así un más bajo costo de operación. Sus equipos ocupan además, un muy pequeño volumen, comparado con el equipamiento TDM.

Servicios avanzado de alto nivel

En el objetivo de ampliar los servicios básicos de Clase 4 y Clase 5, las soluciones de NGN proveen servicio de alto nivel, tal como llamada identificada, aviso de cargo, llamadas simultáneas, discado abreviado, característica de seguridad, sonido de llamada personalizada, etc.

También ofrecen características de tráfico avanzado tal como comprobante de facturación y de factura reversible, números de emergencia al centro de llamadas, facturación "caliente", y control de duración de llamada para aplicaciones de tarjetas prepagas, control de conferencia de voz por más de 30 participantes, enrutamiento dinámico, Red Privada Virtual VPN de voz, enrutado a bajo costo, etc.

Pronta adaptación a un mercado cambiante

Las NGN, disponen de una plataforma adaptable a los requerimientos del cliente. Su sistema incluye una evolucionada plataforma de hardware, que mediante una simple acción de bajar un software se puede transformar un elemento NGN.

Tanto el Gateway de Banda Ancha, como el Gateway de Señalización, soportan todas las variantes SS7, Softswitch Clase 4 y Clase 5, aplicaciones de servidor, etc. Esto permite al proveedor de servicios, la ventaja de adoptar cualquier camino de migración al NGN o cambiar su estrategia en cualquier momento y cuando la mejor oportunidad su presente.

Con el equipamiento NGN la estructura actual de voz, se transforma en una poderosa herramienta que velozmente se acomoda a los cambios del mercado.

Liderazgo de las NGN

NGN ha establecido su despliegue en 1998 y desde entonces, se incrementa continuamente la disposición de más Software Clase 5, Media Gateway y de Software Clase 4, tanto a Operadores de Conmutación Locales en Competencia (CLEC), como a un Proveedor de Servicios de Internet (ISP), que ingresan al negocio del servicio de voz.

Estos sistemas se interconectan con los mayores equipos de oficinas centrales locales y de conmutación de tránsito TDM. En el Reino Unido, se denoto la iniciativa de instaurar y operar los nuevos conmutadores y redes, con el objetivo de tener en sus redes, sólo conmutadores del tipo "todo IP".

1. 10. Redes Neuronales

Las Redes Neuronales Artificiales ANN (Artificial Neural Networks), son un caso particular de modelos matemáticos. Se trata de estructuras de sistemas dinámicos, inspiradas en estructuras biológicas, en este caso las redes neuronales del cerebro.

Parten del concepto de Inteligencia Artificial, aplicada a los llamados Sistemas Expertos y los Robots, como modelos biológicos. Se entiende como Inteligencia Artificial a la implicancia de creatividad, capacidad de aprender, capacidad de abstracción, razonamiento inductivo-deductivo y flexibilidad a la hora de optar. Se hace una abstracción hacia la estructura de las neuronas cerebrales, de acuerdo a los conocimientos alcanzados en neurobiología.

Las neuronas

Las neuronas son los elementos básicos del sistema nervioso. En ciertas regiones del sistema nervioso central forman la sustancia gris, también están presentes pero en menor número en la sustancia blanca. Fuera del sistema nervioso central, se hallan los nervios raquídeos y los pares craneales.

Cada neurona se caracteriza por tener un cuerpo y, por lo menos, una prolongación muy larga llamada cilindroeje o axón. Otras neuronas poseen, además del axón múltiples prolongaciones menos importantes llamadas dendritas, las que sirven para interconectarlas con las demás neuronas (Fig. 38).

Al contacto de las neuronas unas con otras se llama sinapsis. Existen neuronas motoras, sensitivas o intercalares: Las motoras: generan un impulso motor, hacia un órgano. Las sensitivas: conducen un estímulo sensitivo desde un órgano y las intercalares: sirven de unión entre dos neuronas.

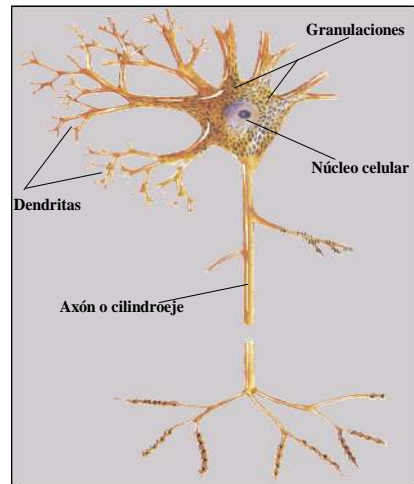


Fig. 38 - Representación de una neurona

Para comunicarse las neuronas liberan a través del axón una sustancia neurotransmisora, la que entra en contacto con la membrana de otra célula receptora. Cada receptor reconoce un neurotransmisor específico. Entonces, se genera la apertura de un canal iónico, el que permite el ingreso de átomos cargados en la célula.

La apertura de este canal se produce, al unirse el neurotransmisor con el receptor, cambiando éste su estructura proteínica. Entonces los iones pasan a través de la membrana. Eso lleva a un cambio de potencial y desencadena una respuesta, por ejemplo si es un músculo, se inicia su contracción.

Este proceso es muy similar a nuestro caso de redes telemática, por lo que representa un futuro muy cercano a su asimilación. Podremos puntualizar que se valdrá de dos tipos de estructuras:

Entrenamiento Supervisado. Se entrena a las redes, mediante el minimizar un error, con entrenamiento por refuerzo, con “premios” y “penalizaciones” y de acuerdo a su tasa de activación, con su consiguiente evaluación.

Entrenamiento no Supervisado. La red va definiendo nuevas “clases” para los valores que se le ingresan y clasifica los patrones recibidos en alguna de ellas. Si recibe un patrón que no reconoce, define una nueva clase, y así sucesivamente.

Como algunas de las aplicaciones actuales podremos apuntar:

- Filtrado de Ruido en Telecomunicaciones.
- Reconocimiento de Imágenes.
- Reconocimiento de Escritura.
- Reconocimiento de Voz y Sonidos.
- Utilidades Financieras y
- Utilidades Medicinales.

1. 11. Operadores de servicios, Modelo USA

La planta externa ha sufrido transformaciones debidas no solo a nuevos agentes tecnológicos que la modifica, sino también a mutaciones que han sufrido sus operadores, debido a la desregulación en su comercialización. En los Estados Unidos de América, la liberalización de los servicios, ha llevado a la creación de la más variada gama de proveedores y operadores de servicios de telecomunicaciones.

Las IEC para administrar las comunicaciones originadas en una LATA, deben constituir allí una o más oficinas de conmutación, a las que se les llama punto de presencia PoP (Point of Presence).

Las compañías, operadoras públicas especializadas SCC (Specialized Common Carriers), tal como ser la empresa Telenet, se caracterizan en brindar servicios específicos, como ser por ejemplo CATV, datos o servicios celulares. A éstas se denominan también como compañías que operan, Redes de Valor Agregado VAN (Value Added Network).

En 1995 el Congreso de USA reparó que mantener esta diferenciación de operadores no era consistente y efectuó una propuesta de ley que cambiaba la operatividad de los servicios. En 1996 la legislación de USA, liberalizó las prestaciones de los servicios. La inicial estructura, actualmente permanece en dinámica reestructuración, de acuerdo a las nuevas legislaciones de liberalización del mercado en USA.

Varias de estas compañías han formado nuevas y distintas asociaciones, según los cambios de ingerencia de los servicios locales, de larga distancia, de datos y de valor agregado. Podrá actuar como operadora, tanto una compañía de conmutación local LEC como cualquier entidad aprobada por el estado, incluso una compañía de electricidad, de ferrocarriles o de cloacas.

Otra diferenciación de empresas se refiere a las nuevas entrantes en competencia y las existentes ya establecidas, las que reciben el nombre genérico de incumbentes.

Estas han tomado el nombre de Operadores de Conmutación Locales en Competencia CLEC (Competitive LEC). Además, estas CLEC, los operadores interzonales IXC, las compañías independientes ITC y las operadoras especializadas SCC, pueden interactuar indistintamente en cualquier región y fuera del servicio asignado originalmente. Asimismo, el usuario puede seleccionar al operador deseado por teclado.

En orden a su tráfico, algunas encuestas indican que las diez principales operadoras mundiales son AT&T, WorldCom, France Telecom, British Telecom ó BT, Deutsche Telekom, Sprint, C&W Communications (UK), Telecom Italia, Swisscom, China Telecom.

Posteriores fusiones

Muchas de estas empresas se han fusionado a finales de 2000, había sólo tres de las Baby Bell originales en USA. Después de la desintegración 1984, parte de AT&T Corp. Laboratorios Bell se ha convertido en una compañía independiente, Lucent Technologies, compañía que a principios de 1990 entró en el negocio de la telefonía móvil y el CATV.

Por su parte, otras dos Baby Bells, Bell Atlantic y Nynex, se fusionaron en 1996 para comprar después GTE, la mayor teleco independiente. El resultado de este proceso de concentración fue Verizon. El 6 de enero de 2006, Verizon adquirió a la compañía de larga distancia MCI. En abril de 2011 CenturyLink compro a Qwest una compañía de larga distancia.

Southwestern Bell Corporación, cambió su nombre por el de SBC Communications en 1995, adquirió Pacific Telesis en 1997, SNET en 1998, y Ameritech en 1999. En febrero de 2005, SBC adquirió la compañía matriz AT&T Corp. El 18 de noviembre de 2005 adoptó el nombre AT&T Inc y en 2006 la nueva AT&T Inc. compró a la BellSouth.

1. 12. Entidades Internacionales de Normalización

Aún cuando el organismo rector en telecomunicaciones es la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), varios son las entidades reconocidas mundialmente como entes de normalización y que colaboran con aquel.

Examinaremos algunos de los organismos más importantes, para el establecimiento de las normas sobre telecomunicaciones.

1. 12. 1. ONU y UIT-T (CCITT)

La Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, es una agencia parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), tal como lo es la FAO, UNICEF, OIT, etc. creados éstos para diferentes cometidos mundiales. La UIT es denominada como ITU (International Telecommunications Union) en países de habla inglesa.

La ITU ha sido fundada en 1865 y ha comenzado su actividad, como agencia miembro de la ONU, en el año 1947. Esta formada por miembros tales como, administraciones de correos y teléfonos PTT (Postal Telephone and Telegraph), entes normalizadores como ETSI, operadores privados como AT&T o BT, y organizaciones comerciales del sector.

La emisión de sus recomendaciones se ha conformado en libros, como resultado de reuniones internacionales, realizadas cada cuatro años y en distintos países, bajo la forma de Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía, CCITT o como Comité Consultivo Internacional de Radio CCIR. Estos libros se han diferenciado y designado por su color de cubierta. Los últimos con este régimen son el Libro Rojo, 1984 / 1985 y el Libro Azul, 1986 / 1989.

Debido a que un período de cuatro años, en la época actual de acelerada evolución tecnológica, representa un período mayúsculo para la emisión oportuna de las recomendaciones sobre telecomunicaciones, a partir de tal fecha, son emitidas directamente como fascículos separados, distribuidos tan pronto fuesen tratadas por los organismos correspondientes. Al conjunto de estas recomendaciones se le denomina habitualmente como Libro Blanco.

Para ello la ITU ha decidido reemplazar, desde el año 1993, las comisiones CCITT y CCIR por organismos estables y permanentes. De tal reorganización han resultado los sectores:

BDT (Bureau pour le Development des Telecommunications), es la oficina encargada para el desarrollo de las telecomunicaciones, entre otras funciones como ser, la vinculación con el Plan de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD.

Mientras que ITU-T, es el sector encargado de los estudios de estandarización y formulación de las recomendaciones (actividad anterior del CCITT y del CCIR), la ITU-R es sector encargado de la gestión del espectro de frecuencias radioeléctricas terrestres y satelitales. Los cambios de nombres establecidos, tienen efecto retroactivo, es decir, los documentos vigentes a la fecha de tal cambio se mantienen y asumen la categoría de documentos de la ITU-T.

El sector ITU-T, es un miembro permanente dentro de la ITU, responsable de los estudios técnicos y cuestiones referentes a la operación y tarificación, emitiendo recomendaciones dirigidas a estandarizar las telecomunicaciones.

El WTSC (World Telecommunication Standardization Conference), establece los tópicos a ser estudiados por el Grupo de Estudio ITU-T y eventualmente de su aprobación.

Nótese que estos organismos de la ITU, no emiten normas o estándares sino recomendaciones a tener en cuenta por los distintos gobiernos, operadores y fabricantes, sin embargo son considerados con carácter de normas rectoras, de uso mundial.

1. 12. 2. Organización internacional de estandarización, ISO

La organización internacional de estandarización ISO (International Organization Standard), ha sido fundada en 1946, como organismo no gubernamental. Tiene el carácter de promotora del desarrollo mundial de estándares, para facilitar la cooperación, comunicación y comercio internacional.

La ISO es una red de los institutos de normas nacionales de 161 países, sobre la base de un miembro por país, con una Secretaría Central en Ginebra, Suiza, que coordina el sistema. Está compuesta por delegaciones gubernamentales y no gubernamentales subdivididos en una serie de subcomités encargados de desarrollar las guías que contribuirán al mejoramiento. La ISO incluye a las organizaciones nacionales de estándares, representantes de casi 100 países miembros, tales como, DIN (Deutsches Institut fuer Normung) de Alemania, BSI (British Standards Institution) del Reino Unido UK (United Kindom), AFNOR (Association Francaise de Normalisation) Francia, UNI (Ente Nazionale Italiano de Unificazione) Italia o ANSI de USA. La ISO tiene casi 200 Comités Técnicos (TC), con sus Subcomités (SC), que a su vez están divididos en Grupos de Trabajo (WG).

La ISO emite estándares, tales como mecánica o informática. Para las telecomunicaciones, ha creado el modelo de referencia: Sistema de Interconexión Abierto OSI (Open System Interconnection), el Protocolo de Control de Enlace de Datos de Alto Nivel HDLC (High Level Data Link Control) y la arquitectura del estándar para las LAN.

1. 12. 3. Asociación internacional IEEE

La Asociación Internacional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE (International Electrical and Electronic Engineer), actúa desde USA, con representaciones en distintos países, llamadas secciones. La IEEE es una asociación mundial de técnicos e ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas. Con cerca de 425 000 miembros y voluntarios en 160 países, es la mayor asociación internacional sin ánimo de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, científicos de la computación, ingenieros en informática, matemáticos aplicados, ingenieros en biomédicina, en telecomunicación, en mecatrónica, etc.

Su creación se remonta al año 1884, contando entre sus fundadores a personalidades de la talla de Thomas Alva Edison, Alexander Graham Bell. Publica estándares y revistas especializadas en ingeniería eléctrica y de computación. También organiza periódicamente, conferencias mundiales de las más avanzadas materias.

Esta organización ha creado el estándar IEEE 802, publicado en febrero de 1980, (de tal fecha, 80/2, resulta el número 802). Esta norma comprende varios documentos, dirigidos a distintos sistemas. Por ejemplo se pueden nombrar:

- 802.1 - Interconexión de redes.
- 802.2 - Control de Enlace Lógico (LLC).
- 802.3 - LAN tipo bus, como ser Ethernet, utiliza CSMA/CD.
- 802.4 - LAN tipo Token Bus.
- 802.5 - LAN tipo Token Ring.
- 802.6 - Red de Área Metropolitana (MAN), con DQDB.
- 802.7 - Grupo Consultor Técnico de Banda Ancha.
- 802.8 - Grupo Consultor Técnico de Fibra Óptica.
- 802.9 - ISDN.
- 802.10 - Seguridad de la red.
- 802.11 - Redes inalámbricas.
- 802.12 - LAN de acceso prioritario sobre demanda, 100BaseVG - AnyLAN.

1. 12. 4. Instituto europeo de estandarización ETSI (CEPT)

El Instituto Europeo de Estandarización de las Telecomunicaciones, ETSI (European Telecommunication Standards Institute), fue fundado en 1988 como organismo independiente. Representa a los organismos nacionales europeos y cerca de 400 fabricantes de la Comunidad Europea. El ETSI reemplaza a la Conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones CEPT (Conference European of Post and Telecommunications), asociación de las administraciones europeas encargada de la creación de las Normas Europeas de Telecomunicaciones NETWORK (Norme Europeene de Telecommunication), en la emisión de las normas con validez internacional.

El ETSI tiene como finalidad acelerar el desarrollo de los estándares de telecomunicaciones, con el propósito de aplicar en la Comunidad Europea. Está conformado bajo el auspicio de once comités técnicos y sesenta subcomités.

1. 12. 5. Asociación de Industrias Eléctricas, EIA

La Asociación de Industrias Eléctricas EIA (Electronic Industries Alliance), es una organización formada por la asociación de las compañías electrónicas y de alta tecnología de EEUU y participa en la confección de los estándares internacionales. Esta establecida su central en Arlington, Virginia y abarca a casi 1.300 compañías del sector. La EIA es parte de TechAmerica, Telecommunications Industry Association (TIA), y de Consumer Electronics Association (CEA).

En julio de 1991 se publicó la primera versión del estándar EIA/TIA-568. En agosto de ese año publicó el Boletín de Sistemas Técnicos TSB-36 con especificaciones para grados mayores de UTP (CAT4, CAT5). En agosto de 1992 publicó el TSB-40, enfocándose a grados mayores de equipo conector de UTP. En Enero de 1994 el TSB-40 fue corregido por el TSB-40 que trataba, más detalladamente, sobre los cables de conexión provisional UTP y esclarecía los requerimientos de prueba de los conductores hembra modulares UTP. El modelo 568 fue corregido por el EIA/TIA-568-A. El TSB-36 y el TSB-40^a fueron absorbidos en el contenido de este modelo revisado, junto con otras modificaciones.

1. 12. 6. Instituto de estandarización estadounidense, ANSI

El Instituto Nacional de Estandarización Estadounidense, ANSI (American National Standards Institute) es el primer organismo normalizador de USA, referente a estándares de telecomunicaciones. Fundado en 1918, como organización no gubernamental y sin fines de lucro, integra a más de 1000 fabricantes, sociedades de telecomunicaciones y corporaciones profesionales. ANSI es miembro de la ISO. La ISO adopta a menudo los estándares ANSI como internacionales.

ANSI, es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos. La organización también coordina estándares de EEUU con estándares internacionales, de tal modo que los productos de dicho país puedan usarse en todo el mundo.

1. 12. 7. Organización Bellcore

La organización Bellcore (Bell Communication Research), fue formada en 1984 como resultado de la refundación de la empresa AT&T. Los laboratorios de la AT&T, quedaron como parte de la empresa AT&T, mientras que Bellcore proporciona la investigación y normas de coordinación centralizada para las empresas regionales de explotación Bell RBOC (Regional Bell Operating Companies). Bellcore coordinó el diseño de la Red Inteligente Avanzada (AIN).

1. 11. 8. Grupo MPEG

La estandarización de la compresión y codificación de las señales de video ha sido encarada por el grupo experto para imágenes en movimiento MPEG (Moving Pictures Expert Group) y ha contado con la participación de otras organizaciones como ser la ITU. Esta organización ha definido los estándares MPEG 1, MPEG 2 y el MPEG 4.

En el año 1987, la Comisión Internacional de Electrotécnicos IEC (International Electrotechnical Commission), junto con la ISO (International Standardization Organization), crearon el comité técnico conjunto JTC N° 1 (Joint Technical Committee 1). Este comité tomó la misión de coordinar la información internacional sobre estandarización de información técnica.

Para cumplimentar esta tarea repartió sus recursos en varios subcomités y grupos de trabajo. Uno de estos, fue el grupo MPEG. En su primer encuentro oficial, mayo de 1988, la televisión digital fue solo una visión al futuro. Sin embargo, el desarrollo del CD de audio demostraba ya, que señales analógicas podían ser digitalizadas. Esto producía mejor calidad de sonido pero a su vez era una necesidad que ocupase menor ancho de banda que el tradicional método de almacenamiento.

El primer estándar para la codificación digital de audio y video, fue el MPEG 1. Publicado en 1993, que define la compresión digital para el almacenamiento de audio e imagen, en aproximadamente 1.5 Mb/s. Al igual que el resto de los estándares MPEG es flexible, definiendo solo la trama en bits de la codificación, reservado el proceso a cada uno de los fabricantes. Pronto se efectuó su aplicación en CD interactivos para videojuegos y CD de películas, también se popularizó su uso para transmisiones de radios digitales.

El MPEG 2 se refiere al conjunto de estándares desarrollados por el MPEG para la compresión digital de audio y video, transporte de múltiples programas comprimidos multiplexados y la encapsulación de datos multiplexados. Define el mecanismo de compresión de una señal de video, a menos de 30 veces su tamaño original. Luego, posibilita emitir otros canales y servicios, incluyendo TV de alta definición HDTV (High Definition Television) como la selección de diferentes idiomas, servicios de Internet y la TV interactiva.

El MPEG 4 representa un código audiovisual que analiza perfiles de objetos en vez de cuadros rectangulares de imágenes. Permite así, un mayor grado de compresión que el MPEG 1 y el MPEG 2. El estándar MPEG 4 sirve a una gran cantidad de aplicaciones que incluyen video cable, juegos de PC y servicios inalámbricos, no obstante las transmisiones digitalizadas continúen usando el estándar MPEG 2.

1. 12. 9. Foro ATM

El Foro ATM es un grupo internacional sin ánimo de lucro formado por fabricantes de hardware ATM, programadores de software de redes y proveedores de servicios de red, dividido en grupos de trabajo que desarrollan y revisan las especificaciones para ATM.

El ATM Forum fue formada en 1991 con el objetivo de impulsar los servicios ATM, promoviendo la convergencia de las especificaciones. El mismo está constituido por 700 fabricantes, proveedores de equipos y operadores de telecomunicaciones.

La estandarización del modo de transmisión asincrónico ATM (Asynchronous Transmission Mode) es llevada a cabo por el ATM Forum. El ATM Forum, trabaja juntamente con la ITU y ANSI en la emisión sus normas.