

**REDES DE ACCESO
de telecomunicaciones**

Nuevos procedimientos de diseño

Ing. Oscar Szymanczyk

Año 2000

ORÍGENES DE LA RED DE ACCESO

Las primeras redes de telecomunicaciones fueron constituidas como vínculo entre terminales que se hallaban distantes, es decir se trataba de una red de acceso punto a punto de larga distancia.

El establecimiento de una línea telegráfica óptica en el año 1793, constituida por semáforos mecánicos, se extendía en Francia entre París y Lille, como reemplazo a las postas de caballos y al empleo de palomas mensajeras, métodos utilizados hasta entonces. Luego, la línea telegráfica eléctrica fue reemplazada empleando los mismos trazados que su antecesora óptica.

En USA, una línea entre Washington y Baltimore se instaló en 1845 utilizando el alfabeto Morse. En el año 1855 en Panamá, para ese entonces estado federado de Colombia, se instaló una línea para el telégrafo eléctrico utilizado en las comunicaciones del ferrocarril, donde intervino el mismo Samuel Morse.

Quizás la primera línea telefónica haya sido la constituida en 1877 entre los talleres de Thomas A. Watson, fábrica de los primeros telégrafos, ubicada en Boston y su residencia privada en Somerville, USA. En nuestro país, una red punto a punto fue instalada en 1881 entre la casa del presidente Julio A. Roca y su ministro de relaciones exteriores Bernardo de Irigoyen.

Pronto se sintió la necesidad de concentrar los abonados de un área determinada en centros de conmutación, creándose así las primeras redes de acceso, diferenciándolas de las redes de enlace entre los centros de conmutación. Las primeras de arquitectura radial desde los centros de conmutación y las segundas con estructuras tipo malla, formadas por el conjunto de centros de igual jerarquía. Uno de los primeros ejemplos de red urbana lo constituye el servicio telefónico brindado entre Bogotá y Chapinero, Colombia, iniciado en 1884, contando con una planta de 500 abonados.

Estas redes de planta externa, construidas con líneas abiertas, son decir con circuitos de alambre metálico desnudo, montados sobre varios travesaños, constituían líneas de transmisión de extensas longitudes, que formaban entonces redes de acceso con extensas áreas.

La bobina introducida por Michael I. Pupin, austrohúngaro, profesor físico matemático de la Universidad de Columbia, posibilitó en 1990 llegar aún mas lejos con menor atenuación, lo que generó áreas de acceso mayores.

Uno de los primeros cables submarinos se instalaron entre Tarifa y Ceuta, en 1859, en el Estrecho de Gibraltar, sin embargo el desarrollo de los cables tardó muchos años antes que resultara técnica y económicamente atractiva su utilización en la red urbana. Los primeros cables utilizados, aislaban sus conductores con cintas de papel, mientras que su cubierta protectora externa estaba constituida por material en el que intervenía la gutapercha, sustancia gomosa aislante, la que fue reemplazada luego por una gruesa lámina de plomo.

Esta técnica se ha empleado hasta las proximidades de los 1970s, cuando se introdujo en la construcción de los cables, como de otros elementos telefónicos, los materiales plásticos. Con ello las redes de acceso comenzaron a cambiar desde la faz constructiva. Sin embargo no varió en mucho, desde el punto de vista del diseño, ya que solo se mejoró la calidad en la relación señal / ruido de la transmisión, variando muy poco el factor de atenuación.

Recién en las proximidades de los 1980s, con la introducción de las técnicas digitales, primero en las redes de enlace y luego en los centros de conmutación, mas la introducción de los cables de fibras ópticas se pudo emprender los primeros cambios en la estructura de la red de acceso.

Otro capítulo lo constituye las radiocomunicaciones. Guillermo Marconi en 1897, comienza la comercialización de la transmisión radioeléctrica a distancia. Recién en el año 1962, entró en operación el primer satélite artificial de comunicaciones activo, el Telestar I. Con éste se cursó telefonía, televisión, telefotografía y telex, enlazando USA y Europa.

Las radiocomunicaciones para las redes de acceso rurales recién se utilizaron en los años de 1950s y para la red urbana en los 1960s. Primero con sistemas SHF y UHF, posteriormente con introducción de la telefonía móvil celular, luego mediante los anillos locales inalámbrico WLL, los satélites domésticos y las microondas de rango extendido, directo al abonado.

Desde los 1980s, la conmutación digital ya interviene en la red de acceso. Los concentradores, las unidades remotas de abonados URA, los cables de fibras ópticas, los distribuidores digitales ópticos (splitter), ayudan a crear redes con áreas remotas. Las redes de área local LAN, de área metropolitanas MAN o extendida WAN, la televisión por cable CATV, las transmisiones móviles con técnica celular, se popularizan.

En los años 1990s se comienzan a instalar las técnicas de multiplexación de línea de abonado digital de alta velocidad HDSL y desarrollan las técnicas asimétricas ADSL para su uso en el bucle de cobre del abonado, todo esto hace a generar un nuevo orden del sistema.

Este avance de la tecnología de las telecomunicaciones para la red de acceso y de la informática permite el ofrecimiento de nuevos servicios de voz, imagen y datos. El uso activo de las computadoras personales, sus redes locales y la utilización de los discos compactos precipitan un cambio en los conceptos de la comercialización de los servicios al hogar y a la filosofía estructural del diseño de la red de acceso.

Los desarrollos actuales en la red de acceso están dirigidos a satisfacer los servicios multimedia, mediante el sistema de comunicación personal PCS y las redes inteligentes, con la utilización integrada de todas las técnicas disponibles: redes de cobre existentes, fibras ópticas, radioenlaces fijos y móviles celulares.

IMPORTANCIA DE LA PLANTA EXTERNA Y DE LA RED DE ACCESO

La importancia que revisten las redes externas estriba, en primera instancia, en el alto porcentaje de inversión respecto al total del sistema.

Analizando una encuesta realizada por el CCITT (actual UIT-T o en siglas inglesas ITU-T), vemos que la media aritmética para 16 países resulta:

Instalaciones del Abonado	13 %
Redes Urbanas	27 %
Redes Interurbanas e Internacionales	23 %
Planta Interna	27 %
Edificios y Terrenos	10 %

Si consideramos la instalación del abonado, las redes urbanas y las redes interurbanas e internacionales, como planta externa representan un alto porcentaje de los gastos iniciales. Asimismo, considerando los altos gastos por mantenimiento que se producen en las redes exteriores se supera gastos del orden del 80%.

Sin embargo estos gastos de inversión, los de operación y los por mantenimiento no representan un análisis completo si no se consideran las tendencias futuras. Comparando los costos de las materias primas no renovables, como lo son el cobre y los plásticos, respecto de los elementos electrónicos de la planta interna, vemos que los porcentajes involucrados en la planta externa se incrementan año por año, superando las cifras dadas.

Dentro de este contexto, las redes de enlace urbano, interurbano e internacionales, han sufrido en los últimos años un cambio radical en su tecnología, con el uso primero de los radioenlaces y luego con la utilización de los cables de fibras ópticas. Sin embargo, las redes de acceso todavía no han sufrido un cambio suficiente en su arquitectura de diseño, con los consiguientes altos costos de instalación y mantenimiento, como así el limitar la introducción de los nuevos servicios.

UNA SOLA RED

La antigua red de telecomunicaciones estaba compuesta por diferentes redes, la red telefónica urbana, la red interurbana, la red internacional, la de servicios como la hora oficial, la red de telex, la red para interconectar los distintos servicios de televisión. A ella se les a sumado los servicios de números gratuitos, el correo electrónico, Internet, la transmisión de datos y la video conferencia. Sin embargo, estas redes en definitiva conforman una única red mundial.

En su evolución, hasta obtener su objetivo final, que es el de servir a cualquier tipo de servicios, con la mas variada clase de usuarios, integrará a las redes telefónicas públicas conmutadas, las particulares dedicadas, las redes inalámbricas y las redes de datos conmutadas en circuitos y en paquetes, más todo sistema potencial a introducir.

EL SERVICIO UNIVERSAL

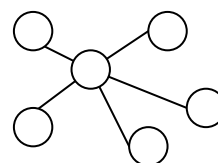
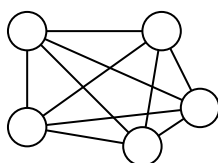
La red de telecomunicaciones mundial deberá permitir satisfacer el Servicio Universal. El mismo, enunciado por la UIT, como de interés mundial y con objetivo de cumplimiento a corto plazo, consiste en hacer llegar, por lo menos el servicios telefónico básico, a todos los habitantes de un país, independientemente de la ubicación geográfica de los usuarios potenciales y de la falta de rentabilidad de los mismos.

FORMACIÓN DE UNA RED DE ACCESO

En su origen, las red de telefonía siguió el criterio de las redes de telegrafía, es decir unir punto a punto cada par de usuario, mediante una línea compuesta por dos conductores de alambre de cobre. Mas adelante, al crecer la cantidad de usuarios, se constituyó una red en la que cuando se deseaba comunicar se debía primero accionar un selector. Al aumentar aún en mayor número las líneas instaladas, se constituyeron las centrales de conmutación. Los costos asociados de líneas y equipos conmutadores resultaron, además de ser un procedimiento mas efectivo, de menor costo en su conjunto.

Este mecanismo de selección, primero de atención manual mediante operadoras y clavijas, fue a posterior más económico y eficiente automatizar con mecanismos electromagnéticos de selección. En los años 1980s comenzó su pasaje a sistemas electrónicos y a mediados de los 1990s a digitales.

En su primer etapa se formaban redes tipo malla, luego al concentrarse la conmutación pasaron a ser redes radiales, también denominadas tipo estrella. Estas redes telefónicas, fueron llamadas como red de líneas de abonados telefónicos, conocidas actualmente como redes de acceso a multiservicio de telecomunicaciones.



Al crearse varias centrales en una misma ciudad se tuvo que unir estas mediante líneas de enlace. Con ello se originó una nueva red del tipo malla, la que se denominó de enlace urbano.

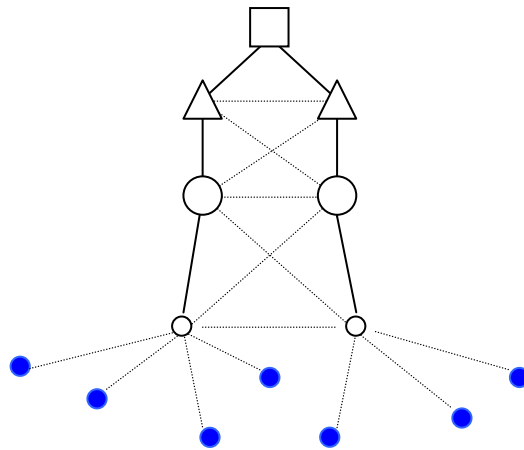
Una ciudad tenía una central principal. La misma disponía de los vínculos hacia otras ciudades, para su interconexión. Esta área formada por una sola central se llamó monoárea, mientras que varias centrales conformaron un áreas múltiple, como lo es el Área Múltiple Buenos Aires, AMBA.

CENTROS JERÁRQUICOS

Las redes que vinculaban varias ciudades se denominaron líneas de larga distancia interurbanas o internacionales si vinculaban ciudades de distintos países.

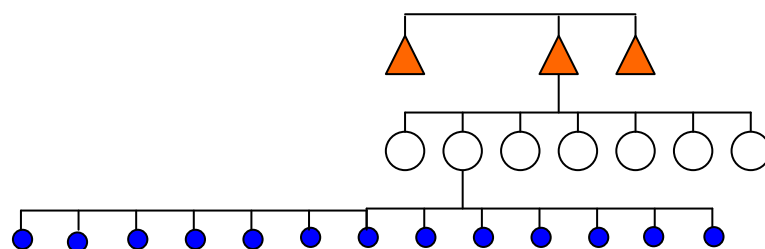
Con los distintos vínculos entre centrales interurbanas, se formaron nuevas redes del tipo malla que requirieron nuevas concentraciones. Con ello surgió la necesidad de definir distintas jerarquías de estas centrales concentraciones interurbanas y de sus redes asociadas.

Así surgen los centros de conmutación de jerarquía tributaria para el menor nivel, luego primaria, secundaria, terciaria, cuaternaria y la superior denominada quinaria. En países de poca extensión se constituían solo jerarquías primarias y secundarias, mientras que en las de grandes extensiones hasta quinarias. Para la República Argentina, se estableció la jerarquía máxima cuaternaria.



Con los nuevos conceptos de incrementar la inteligencia de los centros y disminuir sus niveles jerárquicos, resulta una red jerárquica con desarrollo horizontal.

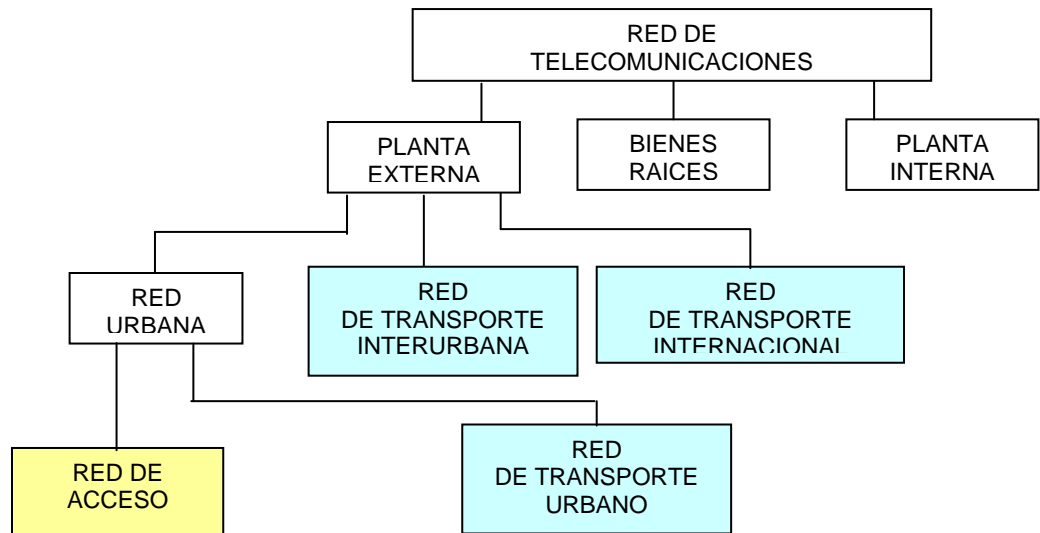
Actualmente y dentro de este esquema, las redes nacionales se transforman debido a la alta potencia, inteligencia y capacidad tecnológica que pueden tomar los centros y enlaces. Ello permite anular los niveles jerárquicos superiores, manteniendo los niveles de jerarquía, solo circunscriptos a centros secundarios o como máximo terciarios.



CONFORMACIÓN ORGÁNICA DE LA RED DE ACCESO

Las redes de acceso corresponden al concepto de planta externa, es decir las instalaciones fuera de un edificio, ya fuera de la central de conmutación, de una unidad remota y del edificio del abonado.

Estudiando el organigrama tradicional de una empresa de telecomunicaciones, la red de acceso, integra la red urbana, diferenciándola de la red de transporte. La red de transporte a su vez se diferencia en urbana, interurbana e internacional.



La red de acceso sin embargo forma parte de algunas instalaciones internas de los edificios de la central y también de los clientes.

En la central se dispone de una parte del Salón Repartidor, pues justamente tal Repartidor General, también denominado como MDF (Main Distribution Frame), constituye la frontera con la planta interna de conmutación. También toma un sector del Salón de Múltiplex, donde se efectúan las terminaciones de los cables de fibra óptica y/o donde se implementan las instalaciones para las transmisiones de radioenlaces.

Además se dispone de un Túnel de Cables que permite llevar la distribución de cables hacia la calle y del Salón de Presurización. En éste, se procede a la inyección de gas seco a los cables, como sistema de alarma y protección a la introducción de humedad y/o agua.

En el otro extremo, en el edificio del abonado, su frontera corresponde a la terminación con protector ubicada justamente en la entrada de cada domicilio. Sin embargo en edificios de departamentos, los armarios de distribución corresponden esta frontera. Los mismos están ubicados en los sótanos generales del edificio o en palieres de escaleras.

Las instalaciones de planta externa urbana están constituidas por una amplia infraestructura, que cuenta con canalizaciones subterráneas, cámaras y cañerías, rutas de cables subterráneos, rutas de postes con cableados aéreos, distribuciones en manzanas, cableados de enterrado directo, cruces de puentes, armarios de distribución, etc.

LOS PROYECTOS DE REDES

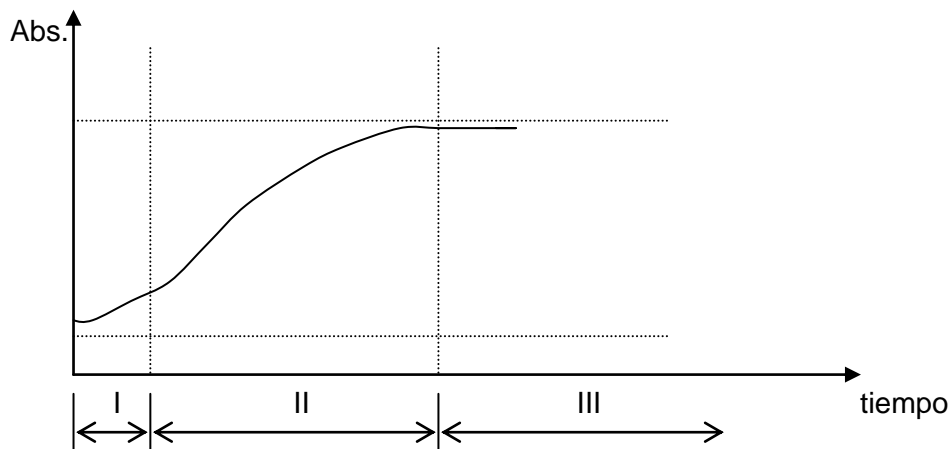
Los proyectos de las redes de telecomunicaciones parten del estudio de la demanda pronosticada y de los estudios del tráfico a cursar por las distintas redes a constituir.

Mientras que la red de acceso requiere el estudio previo de la demanda probable pronosticada, en forma global por zona o región y en forma localizada, por lote, manzana y calles, la red de transporte, enlace entre centrales requiere el estudio previo del tráfico pronosticado a cursar.

En los estudios de demanda, se determina para los distintos períodos programados de desarrollo de la red, la cantidad de futuros probables clientes, para cada categoría de servicio a brindar.

El comportamiento de la demanda sigue siempre la función descrita por una curva característica, denominada logística o de Gompertz. La misma diferencia tres etapas de desarrollo:

- I. Inicial, con crecimiento lento.
- II. De desarrollo, con crecimiento acelerado.
- III. De saturación, tangencial a un valor constante.



Si las tarifas no son excesivas y si las condiciones económicas y sociales de país son normales, realmente no se llega a la condición de saturación pues el crecimiento vegetativo de la población es de crecimiento permanente.

En los estudios de tráfico se determina la cantidad de elementos de conmutación, líneas y canales necesarios, congruentes con los periodos programados de desarrollo y para cada categoría de servicio a brindar, la calidad de servicio y distribución. El volumen de tráfico A, es equivalente a la cantidad de comunicaciones libradas por la duración media de estas, en una hora determinada. Se indica según valores dados en Erlang y se toma según la hora pico de la zona en estudio, si es en sentido entrante o saliente a la misma.

Con estos estudios preliminares de la demanda y del tráfico, disponiendo de los archivos planimétricos de las respectivas urbanizaciones, los detalles de las redes existentes y su estado de ocupación y del estado de mantenimiento, se confeccionan:

- 1) Los planes fundamentales a 5, 10 y 15 años.
- 2) Los planes de desarrollo a 1, 2 y 3 años.
- 3) La ingeniería de detalles.
- 4) La programación de las obras.

Estos trabajos son elaborados respectivamente por las Oficinas de Planeamiento e Ingeniería.

Se procede a la construcción, instalación y pruebas de aceptación de las redes y se dispone posteriormente su explotación, comercialización, operación y mantenimiento.

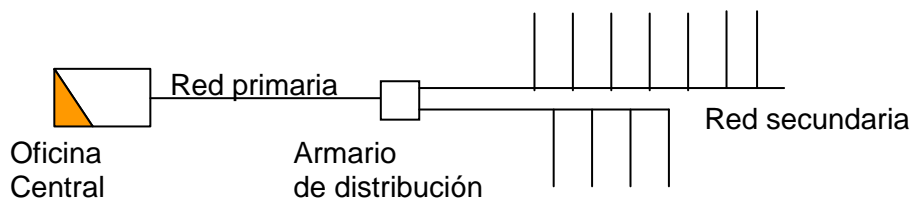
ESTRUCTURA DE LA RED DE ACCESO

Una red de acceso de conductores pareados, se compone básicamente de tres sectores.

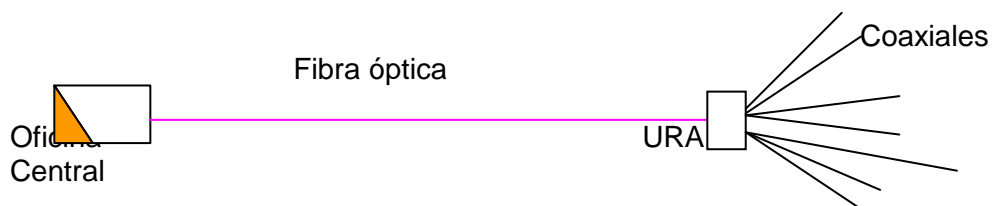
- La red alimentadora (o primaria) que se extiende desde la oficina central hasta un punto de distribución, armario, concentrador o unidad remota de abonado URA.
- La red distribuidora (o secundaria), que se extiende desde el punto de distribución, hasta un punto llamado de dispersión, representado por la caja terminal de pares.
- La red de dispersión, que se extiende desde el punto de dispersión, hasta el domicilio del abonado.

En las redes de áreas pequeñas se aplica una distribución directa al abonado, proveyéndola de una cierta flexibilidad para solventar la demanda futura mediante la colocación de pares suficientes, que cubran sus posibles variaciones. Por ejemplo instalando dos o más pares en cada domicilio, aunque la demanda actual fuese de un solo par.

Para las áreas mayores se disponen redes alimentadoras hasta los puntos de distribución, como ser armarios ubicados en puntos estratégicos de las ciudades, que se combinan con redes distribuidoras hasta los puntos de dispersión. La red de dispersión está constituida por alambres de acometida que llevan los servicios hasta el interior de los domicilios de los abonados.



Actualmente por medio de anillos ópticos o extensiones de fibra óptica se implementan concentrador o unidad remota de abonado URA, desde donde se extiende la red de distribución, mediante el aprovechamiento de la red de cobre existente con la utilización de la familia de técnicas xDSL o con distribuciones de cables coaxiales.



La implementación de unidades remotas de abonados permite subdividir áreas de grandes extensiones creando nuevas subáreas. La disposición de pequeñas áreas permite prestar líneas de abonado de menor longitud, por lo que se podrá ofrecer mejores servicios. Ello, debido a obtener menor atenuación y mayor relación señal / ruido.

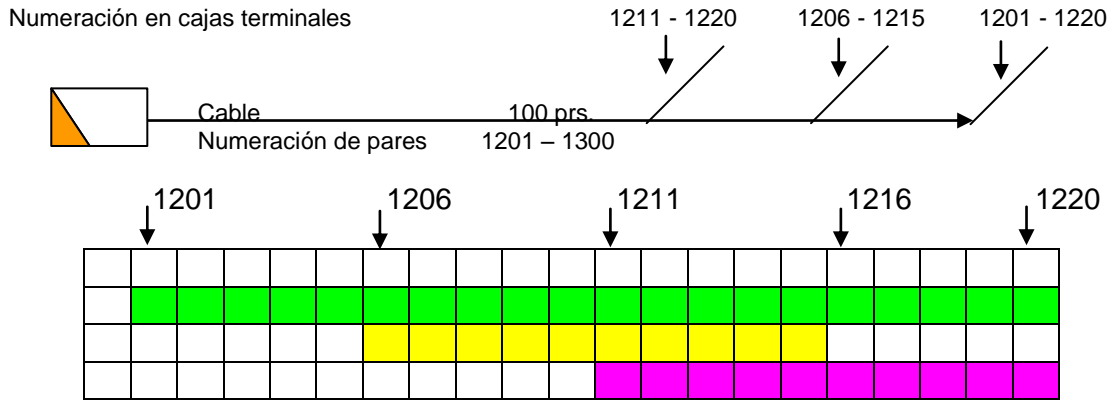
ELASTICIDAD Y FLEXIBILIDAD DE LA RED DE ACCESO

El crecimiento constante de la capacidad de la red de acceso digital, de acuerdo con la intensificación de la demanda de los distintos nuevos servicios, nos hace concluir en la determinación de una planificación que tome en cuenta la mayor elasticidad y flexibilidad de la red de acceso.

La cualidad de la red de acceso de la facilidad para efectuar una ampliación se denomina elasticidad de la red. Básicamente se incrementa la elasticidad de una red de acceso, previendo

posibles puntos de ampliación y diseñando las rutas convergentes con suficiente capacidad para poder prolongar las redes existentes.

Se designa como flexibilidad de la red, a la mayor o menor facilidad de adaptabilidad a sus posibles divergencias, fundamentalmente por la demanda futura de servicios, que es por definición aleatoria en su ubicación y cuantía. Para posibilitar la mayor flexibilidad de la red, se llevaba una antigua práctica de diseño, la que consiste en multiplicar la numeración de los pares:



Esta metodología permite que un mismo par tuviese disponibilidad de ser tomado en distintos puntos de la red, cajas terminales, armarios de subrepartición y/o empalmes. La red multiplicada, lamentablemente subsiste en la actualidad, aunque en una limitada proporción del acceso.

NUEVOS SERVICIOS - NUEVAS REDES DE ACCESO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones, de la ITU, define como "Telecomunicaciones, a 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". Esto significa hablar de red telefónica, pensándola fundamentalmente como soporte de cualquier otro servicio de telecomunicaciones.

Los distintos operadores de telecomunicaciones, por la acelerada introducción de nuevos servicios y sistemas, optimización de equipos, competencia de ventas y llegada de nuevos clientes, se ven en la obligación de producir fuertes evoluciones en los criterios de las ventas, de diseño y manejo de las redes.

La demanda creciente del servicio telefónico fijo, tradicionalmente en aumento, es actualmente reemplazado por la telefonía móvil y el servicio de e-mail. Además, las altas tarifas hacen a la deserción de numerosos clientes. Sin embargo, se hace necesario satisfacer en forma creciente, nuevos servicios como lo son Internet de alta velocidad, interconexión de redes de datos, ofrecer acceso a videos, etc. Surge así, con mayor firmeza una nueva concepción de la explotación total y en consecuencia del desarrollo de las de red de acceso.

En un período de profundos cambios tecnológicos y económicos que también implican innovaciones regulatoras y de reestructuración en la industria y los servicios, los diseños de la red de telecomunicaciones necesitan más que ninguna otra especialidad, de una alta diversificación creativa e inteligente adaptabilidad operacional.

Actualmente debe fijarse la red bajo un nuevo concepto, no solo se tomará en cuenta al sistema total de telecomunicaciones según su definición, sino también debe posibilitarse la operación conjunta con los sistemas teleinformáticos y la introducción de los servicios interactivos.

NUEVOS DISEÑADORES Y OPERARIOS

La introducción de las redes totalmente digitales, incluye al abonado tradicional telefónico y demás servicios de video y de datos, en sus distintas áreas de cobertura: comercial, financiera, técnica, judicial y administrativa, incluyendo las ciencias, capacitación, entretenimientos, etc.

Luego se desarrolla un nuevo rol a jugar por el diseñador, que abarca a la planificación y a los estudios de los proyectos. Las redes deberán contener para su desarrollo, un alto grado de capacidad, flexibilidad, además ser elásticas y seguras. Para ello debe establecerse una arquitectura funcional de red que permita procesar y transportar variadas velocidades de transmisión, alta compatibilización de sistemas y permitir la competitividad de proveedores de equipos y servicios.

En área de diseño deberá prepararse al personal no solo para poder comprender las nuevas tecnologías, sino también en muchos casos adoptar criterios propios acertados, dado que la desregulación fija recomendaciones generales, como veremos con variadas alternativas de implementación, según las distintas solicitudes de los clientes.

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, lo que deberá provocar disminuciones de costos a fin de mantener la carrera competitiva actual. A estas interfaces, terminales, etc. les corresponderán un alto grado de complejidad y el manejo de protocolos de comunicación muy poderosos.

Esto implicará una fuerte inversión, no solo en la introducción de nuevos equipos para la red de abonados y de complejos instrumentales de medición, sino en la reestructuración de la gestión y en la capacitación actualizada del personal de diseño, obra, operación y mantenimiento de redes. Se deberá pensar en un diseñador con alta capacitación en el uso de diseño gráfico computarizado y operarios que puedan operar analizadores de protocolos, osciloscopios, simuladores de interfaces, etc.

Una vez que el abonado en su hogar pueda manejar megabits, nuevas aplicaciones emergerán desde fuentes no esperadas actualmente, el trabajo, educación, entretenimientos, trámites bancarios, de viajes, inmobiliarios, desde el hogar, son algunos de los previsible actualmente.

El estado actual del mercado mundial de las telecomunicaciones y su desregularización implica disponer rápidamente de normas rectoras que posibiliten la introducción de nuevos clientes y venta de nuevos servicios. Los fabricantes, proveedores, operadores y los mismos clientes no están dispuestos a esperar definiciones de normas o criterios, obligados por la alta competitividad del mercado.

Ello obliga al técnico a resolver las necesidades cambiantes de la red, aplicando para ello conceptos innovadores en forma acelerada. Se deberá presentar una gran seguridad sobre las variantes a ofrecer y estar dispuesto a evacuar las resoluciones técnicas jamás prestadas antes para el servicio de voz, datos e imagen.

PRESTACIÓN DE NUEVOS NEGOCIOS

En la convergencia de las telecomunicaciones, transmisión de datos, la computación, el video sobre demanda interactivo, etc., la tecnología se transforma originando la posibilidad de prestación de nuevos servicios, creando así nuevos negocios.

Esto es posible al incrementarse sobremanera la inteligencia distribuida de la red, capaz ahora de cursar altas capacidades de tráfico de voz, datos, impresos e imágenes, con distribución y capacidad de la red variable en el tiempo.

Uno de los nuevos conceptos es el de “arquitectura abierta”, la que permite introducir negocios en la conjunción de la explotación de cualesquier operador independiente. La organización internacional de normalización ISO, con sede en Ginebra, ha elaborado para ese fin el “modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos” OSI. La FCC, el IEEE, y las firmas IBM y Xerox han trabajado también en tal sentido de normalización.

RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

Con la finalidad de obtener una red mundial única, la ITU-T ha definido a la Red Digital de Servicios Integrados RDSI, como la red que provee continuidad digital extremo a extremo, sirviendo de soporte a todo servicio de telecomunicaciones, ya fuese vocal o no vocal y para que cualquier usuario pueda acceder a la misma, mediante un conjunto ilimitado de interfaces normalizados y mediante el manejo de la variedad de redes que ofrezca la técnica en cada tiempo.

La RDSI (en siglas inglesas ISDN) como principio parte de una red digital telefónica e introduce la integración de cualquier nuevo servicio de telecomunicaciones. Ofrece así a los potenciales clientes el soporte del servicio que esta solicitando fuese éste existente o totalmente nuevo.

Estos servicios los podremos diferenciar en:

- ♦ Servicios portadores.
- ♦ Teleservicios.
- ♦ Servicios de Valor Agregado.

SERVICIOS PORTADORES ISDN

Se califica como servicio portador al ofrecido a través de una interfaz de acceso (usuario - red), que cuente con una capacidad de transferencia de información que sea independiente de su contenido y de su aplicación. Los servicios portadores ofrecen así capacidad de transporte de la información, haciendo uso de los distintos tipos de red disponibles, sin especificar el tipo de terminal que lo utiliza:

- ♦ Red telefónica conmutada.
- ♦ Red directa.
- ♦ Red conmutada de circuitos, norma X.21.
- ♦ Red de paquetes, norma X.25.

Los servicios portadores, ofrecen la capacidad de transporte de la información, voz, datos, video, etc., entre usuarios, sin alterar el contenido de los mensajes y sin especificar el tipo de terminal que lo utiliza.

Estos servicios portadores, podrán ofrecer la capacidad de transferencia de información en tiempo real o no, a la velocidad deseada. La red asegura que la información entre dos puntos se transmita correctamente. Tales servicios, corresponden a las capas 1 á 3, del modelo OSI.

Sus velocidades de transmisión corresponden respectivamente, para el modo circuito y para el modo paquete:

Modo circuito

- 64 Kb/s (audio de 3.1 KHz).
- 2 x 64 Kb/s.
- 384 Kb/s (canal H₀).
- 1536 Kb/s (canal H₁₁).
- 1920 Kb/s (canal H₁₂).

Modo paquete

- 64 Kb/s sobre el canal B.
- 16 Kb/s sobre el canal D.

Los servicios portadores funcionan tanto en modo, circuito virtual temporal o virtual conmutada (SVC), como en circuito virtual permanente (PVC).

TELESERVICIOS ISDN

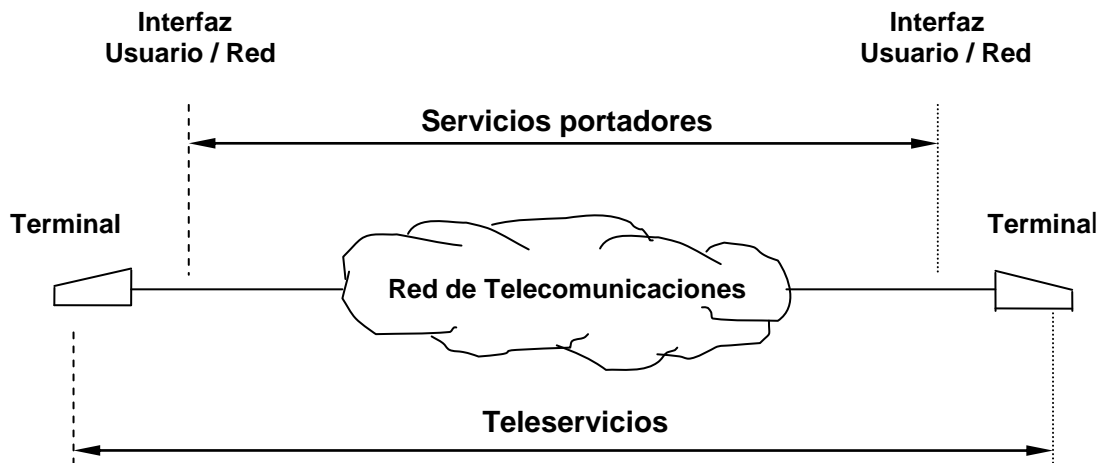
Se denomina teleservicio al ofrecer una capacidad de comunicación completamente definida, en cuanto al transporte de la señal, como a la organización y presentación de la información. Combinan las funciones de transporte y procesamiento de la información.

A diferencia de los servicios portadores, en este caso los teleservicios definen el tipo de conexión a utilizar en la red y las características del terminal en particular que lo soporta. Requieren capacidad, tanto de red como de terminales.

Los teleservicios incluyen al:

- ♦ Servicio telefónico básico (3.1 KHz) y servicios suplementarios.
- ♦ Audio de alta calidad (7 KHz).
- ♦ Servicio telemático (teletex, facsímil, videotex, banco automático).
- Telefax (G2/G3), (sobre el canal B con señalización sobre el canal D)
- Telefax (G4) Datafax (sobre el canal B con señalización sobre el canal D),
- Videotelefonía,
- Mensajería de voz o sonido,
- ♦ Servicio de teleconferencia (audio, video).
- ♦ Servicio de teleacción (telealarma, televigilancia, telecontrol, telemediciones).
- ♦ Servicios móviles (radio búsqueda, teléfono terrestre o marítimo).
- ♦ Servicio de distribución (audio, televisión).

Estos servicios corresponden a las capas 4 á 7, del modelo OSI.



SERVICIOS DE VALOR AGREGADO ISDN

Los servicios de valor agregado comprenden tanto a la explotación de los teleservicios, como a las funciones adicionales de almacenamiento, proceso y distribución de la información. Podrán comercializarse tanto en ISDN de banda estrecha, como en banda media y banda ancha:

- Centros de videotex.
- Centros de servicios especiales.
- Centros de teleacción.
- Centros de audio distribución.
- Centros de producción de TV.
- Base de datos documentales.
- Base de datos de multimedios.
- Servicio de receptoría y distribución electrónica de mensajes.
- Servicio de teleacción
- Sistemas de teleinformación.
- Sistemas de procesamiento digital.
- Televideotecas.
- Teleaudiotecas.
- Unidades de interfuncionamiento entre servicios.
- Unidades de multiconferencias.
- Servicio de teleconferencia vocal y/o con imagen.
- Servicio de base de datos especializados (informática, audio, video).



SERVICIOS SUPLEMENTARIOS ISDN

Los servicios suplementarios de una ISDN son aquellos que complementan o modifican la prestación del servicio básico, adicionando facilidades de distintas categorías. Se utilizan en combinación con uno o varios servicios portadores o teleservicios, pero no podrán ser utilizados solos. Los servicios suplementarios ISDN se designan por sus siglas identificatorias:

1. CLIP (Calling Line ID Presentation). Permite al abonado llamado, presentar el número de identificación del abonado llamante.
2. CLIR (Calling Line ID Restriction). Permitir al abonado llamante, inhibir la presentación de su número identificador.
3. COLP (Connected Line ID Presentation). Permite al abonado llamante la identificación del número al que se está conectado.
4. COLR (Connected Line ID Restriction). Permitir al abonado llamante, inhibir la presentación del número llamado.
5. CUG (Closed User Group). Permite la formación de grupos cerrados de usuarios restringidos a la entrada o la salida.
6. CW (Call Waiting). Permite el aviso de una llamada entrante cuando el terminal esta ocupado.
7. HOLD (Call Hold). Permite suspender una llamada y restablecerla posteriormente.
8. 3PTY (Three Party Service). Permite establecer, participar y controlar una comunicación con otros dos usuarios.
9. TP (Terminal Portability). Permite mover el terminal de una toma a otra, durante la llamada.
10. MSN (Multiple Subscriber Number). Permite la asignación de múltiples números a un acceso público o privado.
11. DDI (Direct Dialing In). Permite el acceso directo a una PBX ISDN (ISPBX) cuando se llama desde una ISDN pública.
12. SUB (Subaddressing). Permite la utilización de dígitos extras para acceder a una extensión o terminal de datos en particular.
13. CF (Call Forwarding). Permite el desvío de llamadas entrantes a otro aparato.
14. CD (Call Deflection). Permite transferir llamadas a otro usuario.
15. ECT (Explicit Call Transfer). Permite transferir una llamada activa a otro usuario.
16. AOC (Advice Of Charge). Permite la posibilidad de informarse del costo de una llamada.
17. CCBS (Completion of Calls to Busy Subscriber). Permite tras una llamada infructuosa, aparato llamado ocupado, ordenar a la central el establecimiento de la misma una vez librada la línea.

18. MCID (Malicious Call ID). Permite que la central imprima un ticket con los datos del usuario llamante.
19. MMC (Meet Me Conference). Permite a un grupo de usuarios establecer la conferencia de cuatro o más personas a través de un número telefónico.
20. FPH (Free Phone). Permite a los usuarios efectuar llamadas libres de tasación facturándolas al abonado ISDN llamante.
21. OCB (Outgoing Call Barring). Permite la restricción de llamadas salientes dirigidas a ciertos destinos.
22. UUS (User- User Signaling). Permite el intercambio de mensajes entre clientes, utilizando el teclado y display del aparato.

OBJETIVOS DE LA ISDN

Los principales objetivos para la creación de una ISDN son:

- ♦ Permitir una amplia gama de aplicaciones vocales y no vocales sobre la misma red.
- ♦ Permitir el acceso a los usuarios, mediante un conjunto limitado de interfaces normalizadas.
- ♦ Asegurar la conectividad digital de extremo a extremo.
- ♦ Alcanzar una velocidad normalizada de 64 Kb/s y múltiplos de ésta.

INTEGRACIÓN DE LOS SERVICIOS

Las redes públicas de telecomunicaciones pueden cursar variados servicios. La ISDN permite integrar a las redes de telefonía y facsímil con las redes directas, de video y/o de datos. Antes de la constitución de una ISDN, cada red se caracterizaba por su especialidad de prestación:

- ♦ Red de telefonía conmutada.
- ♦ Red de líneas directas dedicadas.
- ♦ Red de datos conmutada en paquetes.
- ♦ Red de datos conmutados en circuitos.
- ♦ Red de distribución de servicios de TV.
- ♦ Red de Áreas Locales (LAN - MAN - WAN).

Cada una de estas redes se diseñan específicamente para el servicio que deba brindar. El dimensionamiento de cada una de estas redes, debe realizarse para cada tipo de servicio individualmente. Frecuentemente no resulta apta para operar servicios disímiles. Aunque halla recursos disponibles suficientes en alguna de estas redes o parte de ellas, no puede ser utilizada para otro tipo de servicios y se limita así el acceso de otros usuarios.

Los equipos de conmutación y los de transmisión digitales por medios físicos (cables multipares, de fibras o coaxiales), de radio enlaces terrestres de VHF o microondas satelitales, poseen características técnicas, posibilidades de prestaciones y parámetros de costos muy diferentes a los analógicos. Consecuentemente, generan cambios de diseños respecto a esta técnica, ya fuese en su conformación estructural de la red y su formación de áreas del servicio. Además,

tendrán otros requisitos del estudio de la demanda y de elementos de soportes técnicos a satisfacer.

El proceso de comunicación tiene parámetros relacionados al hombre, porque es el individuo el origen y el receptor de la información del proceso. Cuando la comunicación se realiza entre máquinas, como ser computadoras, facsímil, cámaras de video, sistemas de control, comandos, sensores, etc., este proceso cambia y hace a un estudio técnico diferente.

La red mundial de telefonía tiene la particularidad de llegar a cualquier lugar del planeta. Sin embargo esta red no dispone la misma estructura conceptual que una red de datos por ejemplo para computadoras, o de video, ya que no cuenta con similar velocidad de transmisión, ancho de banda, inteligencia del sistema, técnicas de acoplamiento, controles de flujo, protocolos de acceso, etc.

Las redes interurbanas e internacionales, al estar concebidas para utilizar canales de banda ancha, pueden ser soportes de servicios de este tipo en forma directa, no así las redes de acceso que deberán transformarse en forma paulatina. Sin embargo con ellas se dispone de un gran potencial de infraestructura que deberemos aprovechar debido a su alto valor económico.

La transición a la red digital, con utilidad a los servicios integrados, lleva a una evolución que comienza con la digitalización de los enlaces urbanos, continua con los enlaces y centros de conmutación interurbanos y por último la digitalización total de las redes urbanas. Esto posibilita la transmisión por paquetes, ofreciendo mayor número de servicios suplementarios y de valor agregado.

TIPOS DE ACCESO ISDN Y SUS ANCHOS DE BANDAS

Para la regulación de las ISDN la ITU-T ha definido en primer término el canal digital B, con una velocidad digital de 64 Kb/s, como equivalente del canal telefónico analógico de 300 a 3400 Hz (4 KHz). Los servicios de telefonía y facsímil corresponden entonces a este ancho de banda. También se define un canal D1, para la transmisión de datos a baja velocidad en 16 Kb/s.

Con ellos se especificó el acceso básico del abonado ISDN, conformado con dos canales B y un canal D1, es decir $2 B + D1$ de 144 Kb/s. En la transmisión en línea se adiciona un canal de 16 Kb/s para mantenimiento y sincronismo, lo que resulta un ancho de banda total de 160 Kb/s.

El acceso básico, denominado ISDN-BRA, se podrá entonces transmitir utilizando un solo par de la red actual de cables multipares con conductores de cobre.

También la ITU-T ha definido el acceso primario para ser usado cuando se requiera servir abonados concentrados, mediante una centralita digital de hasta 30 canales. Esta conformación es luego de $30 B + D2$, correspondiendo a un ancho de banda total de $30 \times 64 + 64$, lo que resulta 1984 Kb/s.

Para la transmisión de línea se requiere además un canal de mantenimiento y sincronismo de 64 Kb/s, obteniendo un total de 2048 Kb/s, es decir en forma aproximada 2 Mb/s, que en Europa se define como canal E1.

El acceso primario así definido ISDN-PRA, al igual que el acceso básico también se puede transmitir por la red de conductores de cobre de la línea de abonado, pero utilizando un par en cada sentido y un sistema de onda portadora digital PCM, un sistema HDSL o un radio enlace multiplexado.

Tanto el acceso básico como el acceso primario conforman la RDSI de banda estrecha, designada con las siglas RDSI-BE y con siglas inglesas N-ISDN.

Esta red es fundamentalmente concebida para una red de circuitos conmutados, aunque se la pueda utilizar para servicios con conmutación de paquetes. Si con una población mundial del orden de 7000 millones de habitantes y si contamos en nuestro planeta con algo más que 800 millones de terminales de telecomunicaciones, la cantidad de líneas de abonados superará los 900 millones de pares en cobre, que salen de cada central.

Este capital deberá por muchas décadas reeditar su inversión, por ello no deberá ser removido, en consecuencia la N-ISDN mantendrá su papel protagónico.

Como la utilización de tal red de cobre existente, resulta de una alta economía mundial se debe definir una interfaz de línea de abonado apropiado, una codificación de línea y el diseño de un aparato de abonado a tal fin. Cuando se requiera un ancho de banda para un servicio superior al telefónico, por ejemplo: televisión comercial, de TV de alta definición HDTV, alta fidelidad en audio HF, datos de alta velocidad, etc. deberán emplearse los sistemas mayores a 2 Mb/s llamados de "banda ancha", designados como RDSI-BA. En USA a esta red de banda ancha se le denomina B-ISDN.

Estos sistemas de banda ancha sólo serán posibles de transmitir por cables de fibras ópticas, coaxiales, o radio enlaces. En casos de servicios en banda intermedia hasta 8 Mb/s, se podrá emplear la red de pares trenzados, empleando las técnicas xDSL.

También la ITU-T define los canales H, que son mayormente utilizados en USA. Los mismos disponen de otros agrupamientos de canales B en 64 Kb/s, por ejemplo:

- 3 H₀+D (3 c. de 384 Kb/s, más 1 c. de señalización de paquetes de 64 Kb/s).
- 4 H₀ (4 c. de 384 Kb/s, la señalización se implementa por otra interfaz de canal D).
- 5 H₀+D (5 c. de 384 Kb/s, más 1 c. de señalización de paquetes de 64 Kb/s, Europa).
- H₁₀ (1 c. de 1.472 Mb/s, la señalización se implementa por otra interfaz de canal D).
- H₁₁ (1 c. de 1.536 Mb/s, la señalización se implementa por otra interfaz de canal D).
- H₁₂ (1 c. de 1.920 Mb/s, la señalización se implementa por otra interfaz de canal D).

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ISDN

La ISDN cuenta con múltiples ventajas, aunque puede presentar cientos inconvenientes, los que son salvados empleando diferentes metodologías de implementación:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Integrar conmutación con transmisión y computación	Necesidad de sincronismo preciso
Mayores prestaciones	Dificultad para segregar canales intermedios en enlaces multiplexados
Eliminación de niveles jerárquicos superiores	Necesidad de la conversión D/A en el período de transición
Mejora de la calidad de servicio	
Posibilidad de unidades remotas para la conmutación	
Mayores servicios jerárquicos en una misma central	

REQUISITOS A SATISFACER POR LA ISDN

La red actual de cobre podrá satisfacer el servicio de acceso básico siempre que cumpla las recomendaciones de la ITU-T. De tal forma una red urbana de cobre podrá ser utilizada en la N-ISDN, siempre que cumpla las mejores condiciones de transmisión, además dispondrá de las más óptimas condiciones de mantenimiento, extremando las pruebas de aceptación en ramales nuevos:

- ♦ Operar en redes no pupinizadas (no cargadas).
- ♦ Excluir líneas de alambre desnudo (líneas abiertas).
- ♦ No seleccionar previamente los pares a utilizar.
- ♦ No remover previamente derivaciones multipladas.
- ♦ Ofrecer facilidades de telealimentación de los equipos.
- ♦ Reconocer características de error según la recomendación G 821 (tasa de error de 10^{-7}).

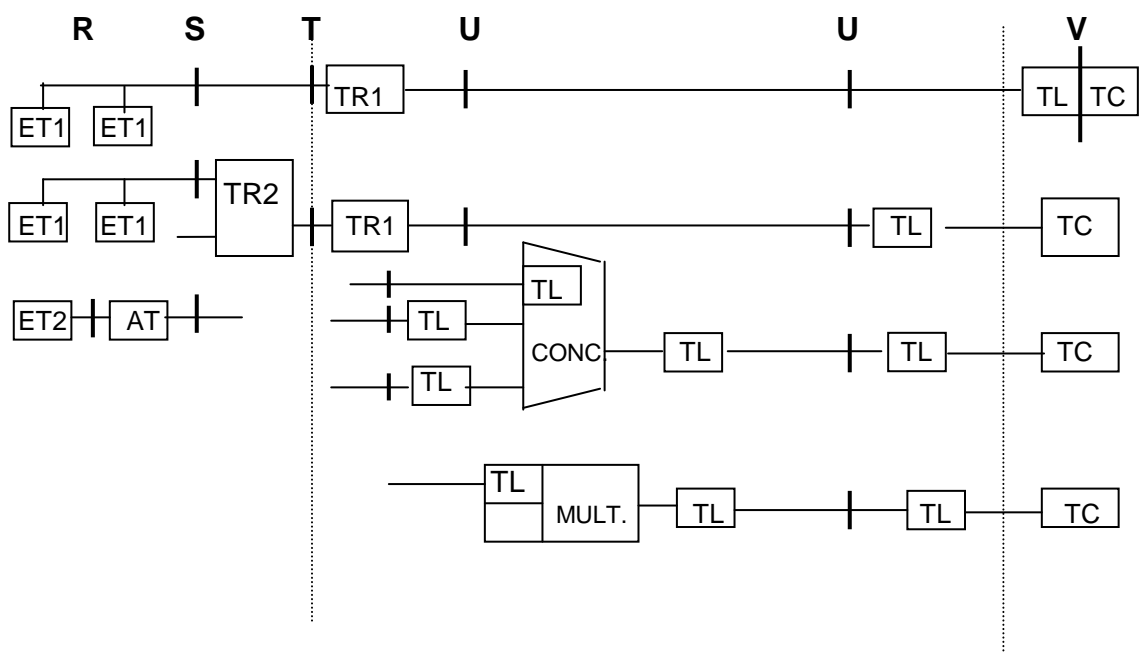
GRUPOS FUNCIONALES DE LA N-ISDN

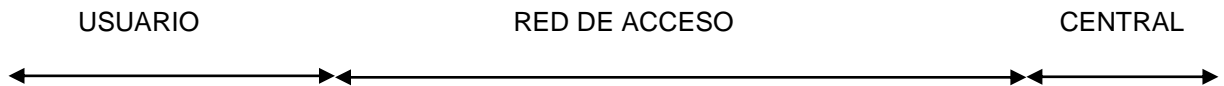
La estructura N-ISDN tiene como premisa lograr ciertos objetivos:

- 1) Integrar todos los procedimientos de control para todos los servicios. Es decir obtener un conjunto de protocolos que contemple el control de los servicios suplementarios, mensajes operacionales, de mantenimiento, etc.
- 2) Separar los requisitos de transferencia de la información del usuario de los procedimientos de control. Es decir obtendremos la posibilidad de definir nuevos servicios, según las características del usuario e independientemente de los procedimientos de control.

Para ello se ha definido una serie de puntos de referencia compatibles usuario - red que permitirá en forma económica disponer diferentes aplicaciones, equipos y configuraciones (R, S, T, U, V). Estos puntos de referencia podrán estar constituidos como interfaces física o no.

Cada punto de referencia divide distintos grupos funcionales. A su vez los diferentes grupos funcionales se corresponden a conjuntos de funciones necesarias para el acceso del usuario a la red. En una configuración definida como de referencia, podrá existir un grupo funcional, pero no necesariamente.





Los puntos de referencia están ubicados en las:

Interfaz V, entre los equipos terminales de central (TC) y de Línea (TL).

Interfaz U, entre la central y la red, y entre la red y las instalaciones del usuario.

Interfaz T, entre las terminaciones de red TR1 y las instalaciones del usuario (TR2 ó ET1).

Interfaz S, entre terminac. de red TR2 y equipos terminales ET1 o adaptadores de terminal AT.

Interfaz R, entre los equipos los adaptadores de terminal AT y los equipos terminales ET2.

a) Terminadores de red

Los terminales de red del tipo 1, TR1 (NT1), relacionan las funciones equivalentes de la capa 1 del modelo de referencia OSI. Incluyen las funciones eléctricas, de mantenimiento, supervisión del rendimiento, temporización, multiplexación, etc. correspondiente a las terminaciones físicas.

Los terminales de red, tipo 2, TR2 (NT2) corresponden a las funciones equivalentes de las capas 1, 2 y 3 del modelo de referencia OSI. Incluyen las funciones de conmutación, y manejo de los protocolos de la capa 2 y 3. Estas funciones se realizan normalmente en un multiplexor, una PBX o una LAN.

b) Equipos terminales

Los equipos terminales ET (TE), proporcionan funciones de tratamiento de protocolos para la interconexión a otros equipos y de mantenimiento. Están representados por los teléfonos digitales, los terminales de datos o de datos y voz integrados.

Los equipos terminales del tipo 1, ET1 (TE1), incluyen funciones de ET con una interfaz ISDN usuario - red.

Los equipos terminales del tipo 2, ET2 (TE2), incluyen funciones de ET con una interfaz no ISDN usuario - red.

c) Adaptadores de terminales

Los adaptadores de terminales AT (TA), incluyen funciones que permiten a un ET2 ser servido por una interfaz ISDN usuario - red.

INTERFAZ U.

Para el diseñador de red la interfaz de mayor importancia corresponde a la interfaz U por constituir la frontera, en ambos extremos de la red de acceso.

Esta interfaz proporciona la transmisión entre el abonado y su central. Se dispone esta transmisión sólo en la capa física (capa 1) de la interconexión de sistemas abiertos (OSI), es decir, explotada por nuevos negocios separados del operador de la red, definido así por la ISO.

La interfaz U requiere de un par del abonado equilibrado y bidireccional, capaz de soportar en ambos sentidos una transmisión digital de 160 Kb/s.

Esta interfaz debe efectuar los procedimientos de activación y desactivación, la transmisión de funciones para el mantenimiento de los equipos terminales de red (TR), y terminales de Línea (TL), así como la telealimentación de los TR desde el TL.

TRANSMISIÓN EN LA LINEA DEL ABONADO PARA LA N-ISDN

Vimos que el acceso básico ISDN dispone de una capacidad de información para el usuario de 144 Kb/s distribuidos en dos canales tipo B y un canal D1. Así también que para transmitir esta señal sobre las líneas de abonados de la red de cobre en pares, que le sirven de soporte, se debe hacer uso de los beneficios que le reportan la interfaz U.

Además de ello se tendrá que emplear un aparato de abonado digital y una codificación de línea apropiada. Mediante estas implementaciones se obtendrán grandes ahorros en la red de acceso.

Estas redes urbanas deben soportar la transmisión bidireccional digital de la comunicación de los abonados por un solo par, problema no presentado con las técnicas analógicas. En la red interurbana e internacional la conmutación es a cuatro hilos por lo que no representa problema la direccionalidad de regeneradores de pulsos.

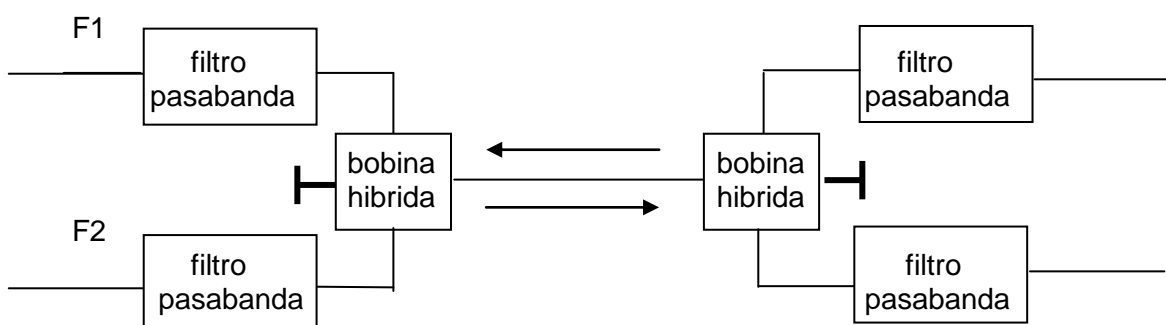
Nos referimos a la necesidad de utilizar los millones de pares de líneas de abonados, de la red mundial existente para posibilitar la introducción de los sistemas digitales como el N-ISDN. Si no contáramos con la factibilidad de transmitir la comunicación en forma bidireccional, sobre ésta red existente telefónica, deberíamos duplicar su estructura mundial, con los consiguientes gastos de recursos.

Como vimos anteriormente, los costos de la planta externa son altos, superiores al 70 % de la inversión total en la red y aún mayores para la operación y el mantenimiento.

El aparato del abonado puede emplear distintos sistemas, para efectuar esta transmisión bidireccional sobre los pares de la red existente. Algunas de estas metodologías se refieren a la: multiplexación por separación de frecuencias, compresión del tiempo o a cancelación del eco.

MÉTODO DE SEPARACIÓN DE FRECUENCIAS

Este método consta de la utilización de bobinas híbridas y filtros que separan los sentidos del envío de la información. Tal sistema no ha resultado de aplicación práctica pues la inestabilidad de los componentes, cables y bobinas, hacen a un continuo ajuste del sistema.

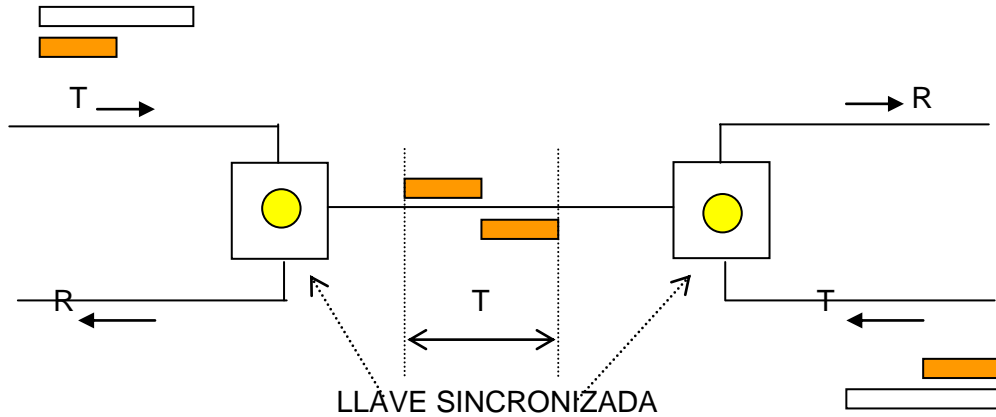


MULTIPLEXACIÓN POR COMPRESIÓN DE TIEMPO

Este método también llamado por multiplexación en el tiempo, o método ping - pong, opera almacenando la información y enviándola en ráfagas a una velocidad superior, con intervalos predeterminados entre ellas. El ciclo de transmisión o período de repetición de la ráfaga lo fija

la central en cuestión. En el extremo receptor esta información es recibida y se expande a fin de su reconstrucción.

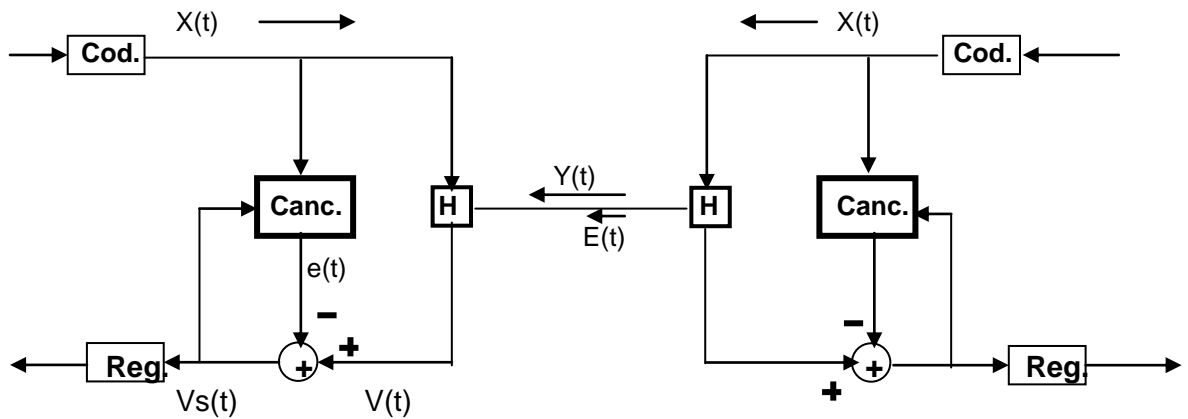
Las ráfagas que viajan en el sentido opuesto, se entrelazan de manera que en un instante dado solo existe una ráfaga en línea.



CANCELADOR DEL ECO

Otro de los métodos, ya adoptados por distintas administraciones. Consta de una bobina híbrida, más un circuito llamado de cancelación del eco, que permite separar los caminos de transmisión y de recepción.

El cancelador de eco actúa en ambos extremos de la línea del abonado simulando una respuesta al impulso de eco expúreo, cancelando su efecto y filtrando su diferencia resultante, anulando de esta forma la interferencia del eco en la señal recibida.



La señal a la salida del híbrido $V(t)$ es la suma, en el tiempo dado, correspondiente a la señal transmitida $Y(t)$ y a una señal de eco $E(t)$ expúreo que incluyen el eco local, más el eco distante producido por desadaptaciones de los conductores o empalmes

$$V(t) = Y(t) + E(t)$$

La función del cancelador del eco será mediante el análisis lógico de la señal recibida, generar una señal que suprima el eco real, o sea la señal indebida mediante la introducción de una apropiada realimentación negativa. Para ello toma una muestra de la señal transmitida y genera una señal $e(t)$, luego la resta de la señal que llega anulado el eco indeseable.

A la salida del cancelador se obtendrá una señal útil:

$$V_s(t) = V(t) - e(t) = Y(t) + E(t) - e(t)$$

Si se cumple que $E(t) - e(t) = r(t)$

El resto $r(t)$ será nulo, por lo que se obtiene la señal original emitida.

CODIGO DE LINEA

Esta información no se envía a la línea del abonado mediante un tren de bits binarios, sino que se los codifica con el fin de obtener las características requeridas para su transmisión eficiente.

La elección del código de línea es un factor clave que influye en los resultados de la técnica que permite la conversión de cuatro a dos hilos (2 pares a 1 par).

Las características principales exigibles al código de línea son:

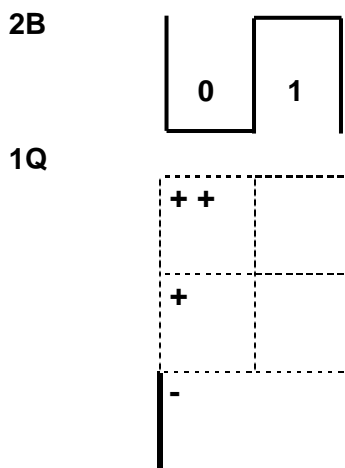
- ♦ Transparencia al tráfico.
- ♦ Adecuada temporización de símbolo y palabra.
- ♦ Facilidad de detección de los errores.
- ♦ Bajo contenido de altas frecuencias.
- ♦ Contenido nulo de componente continuo.

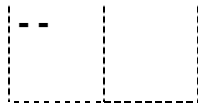
La probabilidad de error especificada para una magnitud de ruido dado y el nivel de interferencia, están afectados por el espaciado entre niveles de la señal recibida. Así también está afectado por la potencia pico y de media transmitida.

Un cambio de estado puede estar codificado a más de un bit, por lo que la velocidad en baudios es menor. Por ejemplo un modem que transmite a 9600 bit/seg, que codifica 4 bits por suceso en realidad funciona a 2400 baudios.

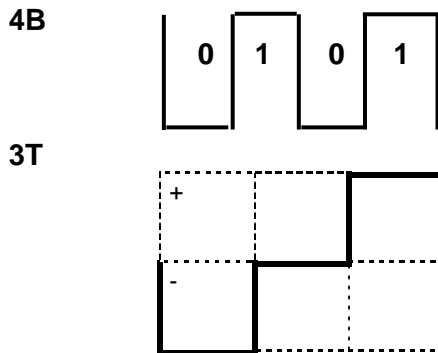
Mediante una conveniente codificación puede lograrse para una determinada velocidad de información en bits, una baja velocidad de baudios a expensas de una mayor cantidad de niveles transmitidos. La velocidad de baudios se relaciona directamente con la interferencia por diafonía. La forma del pulso, así definida afectará al espectro de potencia y a la diafonía.

En el código 2B1Q, dos bit son codificados en un nivel, de los cuatro disponibles por el sistema:





En el código 4B3T, cuatro bits binarios se transmiten como un bit de alguno de tres niveles posibles, +, 0 y -



TRANSMISIÓN EN LA LINEA DEL ABONADO PARA LA B-ISDN

No obstante lo sustentado como razón de mantener en uso la red de cobre, la integración de los servicios en una N-ISDN resultará limitada a servicios con velocidad de 2 Mb/s y de anchos de banda reducidos (transmisión de voz, televisión y datos a baja velocidad).

La interconexión de redes LAN, MAN o WAN y el uso de servicios de banda ancha requerirán de redes especiales para tales fines. Surge así la B-ISDN. Esta red puede transportar los servicios de la N-ISDN, más los servicios que requieran suficiente ancho de banda y velocidades superiores a 2 Mb/s. Podrá por lo tanto, ser soporte de nuevos servicios actuales y los a crear, conteniendo fundamentalmente una independencia con cada servicio a incorporar.

Se obtiene luego, un alto grado de eficiencia de los recursos instalados para satisfacer a una gran gama de categorías de usuarios, integrando así a los servicios de portadores, teleservicios y de valor agregado.

En la recomendación I.121 el CCITT fija distintos factores, inherentes a estos sistemas:

- ◆ Satisfacer el incremento de la demanda de servicios de banda ancha.
- ◆ Obtener disponibilidad creciente de tecnologías para la conmutación, transmisión y procesamiento de señal de alta velocidad.
- ◆ Posibilitar el avance constante en el procesamiento de aplicaciones de software en computadoras e industria.
- ◆ Mejora las facilidades de procesamiento de datos e imágenes disponibles.
- ◆ Permitir constituir servicios interactivos, de distribución y modos de transferencia de circuitos y paquete, en una red de banda ancha universal.
- ◆ Lograr con la integración de servicios, las ventajas en la planificación, el desarrollo, los diseños, implementación, operación y mantenimiento de la red.
- ◆ Incrementar la flexibilidad para satisfacer los requerimientos de usuario y operadores.

SERVICIOS EN LA B-ISDN

La B-ISDN debe soportar tanto conexiones permanentes como semipermanentes, punto a punto y multipunto, según recomendaciones del CCITT. Esto posibilita proveer servicios en cualquier instante, según lo requiera la demanda.

Las conexiones deben ser en modo paquetes o circuito, de tipo mono o multimodo y de naturaleza orientada a conexiones y semiconexiones, en codificación uni / bidireccional. De tal forma se posibilita disponer de una red inteligente que provea facilidades de servicios agregados y que soporte métodos poderosos de operación y mantenimiento, control de red y gestión.

La recomendación I.211 (CCITT), divide a los servicios de la B-ISDN en dos categorías:

- (a) Interactivos, convencionales, mensajería o consulta.
- (b) De distribución.

Los servicios interactivos comprenden un intercambio de información entre el abonado y el objeto del servicio. La comunicación podrá ser con emisor y/o un receptor, equipo o persona:

- 1º) Servicios interactivos conversacionales, comprenden el intercambio de datos, documentos, imágenes o sonido (telefonía, videotelefonía, videoconferencia, datos).
- 2º) Servicios interactivos de mensajería, permiten tanto el envío de información a una base de datos, como de usuario a usuario.
- 3º) Servicios interactivos de consulta, posibilitan la extracción de información almacenada en una base de datos.
- 4º) Servicios interactivos de distribución (son básicamente programas de entretenimientos por TV e Internet).

ARQUITECTURA DE LA B-ISDN

Lograr una correcta red de B-ISDN es elegir una arquitectura de red que tenga la suficiente flexibilidad para adaptarse a los cambios tecnológicos y a la demanda de nuevos servicios de forma sencilla y económica.

La B-ISDN debe hacer frente a una amplia gama de valores de tráfico en distintas áreas geográficas y diversas etapas durante su evolución, originados por una variedad de nuevos servicios con alto ritmo de crecimiento.

Al comparar los servicios de banda ancha con los de banda estrecha, surgen dos grandes diferencias. En las B-ISDN debido a la gran variedad de anchos de banda para los distintos servicios, el tráfico deberá definirse con el número de Erlangs y también por el ancho de banda, pues no será suficiente el valor de tráfico, para los diferentes servicios a cursar.

Además la relación Erlang e intentos de llamada que en N-ISDN es relativamente estable, en la B-ISDN toman valores muy dispersos para los diferentes servicios a cursar. La introducción de servicios con características muy distintas puede afectar ampliamente la carga de tráfico, si la red no está diseñada adecuadamente.

Todos estos factores conducen a definir una arquitectura, en la que pueden dimensionarse los recursos de acuerdo con las necesidades reales y ampliarse fácilmente en el tramo requerido cuando ésta lo solicite.

Por lo expuesto la estructura de la B-ISDN está determinada por las características de las aplicaciones que ofrezca y necesidades de los usuarios, pero estará restringida por las capacidades de las técnicas utilizadas.

La utilización de la fibra óptica permite adaptar nuevas topologías de transmisión: la jerarquía digital síncrona SDH (Europa) o SONET (Norteamérica) y fundamentalmente el modo de transferencia asíncrono ATM, que ofrece los niveles de multiplexación en tiempo y por canal, el que posee amplias capacidades de administración, con gran flexibilidad para el establecimiento y modificación de trayectos.

TRANSICIÓN A UNA ISDN

El pasaje de una red analógica de abonado a una red digital, se podrá efectuar adoptando el método de islas digitales o como red superpuesta a la existente. De acuerdo a las condiciones de la red existente, mantenimiento y ocupación, además de la cantidad de peticiones y concentración de esta demanda, se podrá tomar una de estas metodologías.

Si la red existente es de ocupación saturada (red madura), y su mantenimiento ha sido malo o su vida útil ya se ha cumplido, se adoptarán relevos por sustitución comenzando por crear islas digitales en las nuevas urbanizaciones.

Si las condiciones de la red existente son medianamente recuperables, podrá adoptarse la superposición de redes, prolongando el uso de la actual hasta su total reemplazo.

También deberemos cuidar la estrategia de esta transición primero a la red digital integrada RDI y luego cuando el mercado lo requiera, el paso paulatino a la red digital con los servicios integrados ISDN. Un método conveniente de transición es el de crear anillos de fibras ópticas como colectores de grandes clientes, la creación de centros colectores con estos anillos o independientes de estos y vinculándolos a centros de jerarquía mayor.

LA OPTOELECTRÓNICA EN LA RED DE ACCESO

Es evidente que a corto plazo, será imprescindible contar con una red de cables de fibras ópticas. En Japón la NTT, ha anunciado la sustitución de los cables de pares de cobre y coaxiales para el año 2015. La empresa Telekom (Alemania) decide instalar 1,2 millones de conexiones FTTH en la parte oriental de Alemania, France Telecom indica que quiere cablear toda Francia con una red de videocomunicaciones.

Los servicios de CATV, mediante la utilización de los satélites de telecomunicaciones, ofrecen más de 100 canales de TV, con la programación de más de 10 canales transmitiendo películas las 24 horas, con canales exclusivos que transmiten programas de entretenimiento: culturales, educativos, noticias, deportes, concursos, entrevistas, videoclips, eróticas o dibujos animados.

Ya muchas de estas transmisiones tienen comerciales con ventas interactivas. La comercialización de las transmisiones de películas o eventos deportivos o musicales, mediante el sistema de pague para ver Pay per View, ya invadió el comercio televisivo.

La televisión bajo demanda VoD, actúa como si se dispusiese de una videocasetera remota, mediante el manejo del almacenamiento de la película elegida en una memoria, manejable desde el hogar.

La transmisión codificable permite el disponer de películas o de eventos deportivos, en el que se puede hasta elegir la cámara que siga al jugador preferido, tal como si se estuviera en el campo de juego. Estos servicios más los ofrecidos de educación a distancia o el trabajo en el hogar, están ejerciendo una presión enorme que se resolverá compartiendo los servicios de CATV, con los de telecomunicaciones.

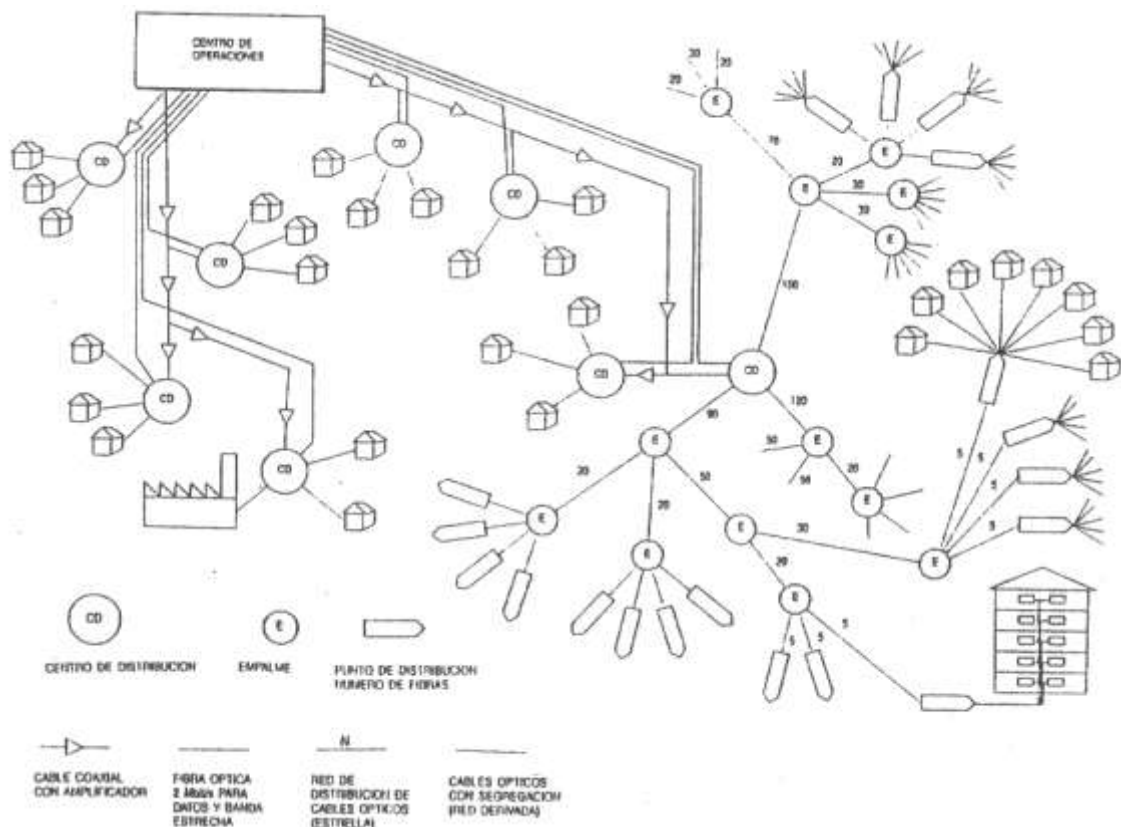
El medio para satisfacer esta integración de servicios, más los próximos a aparecer a corto plazo, tanto de banda angosta, como ancha, es la fibra óptica. Sin embargo la aplicación de la fibra óptica en la red de acceso requiere solventar antes inconvenientes tales como:

- ♦ Cubrir distancias cortas, que llevan a una proporción relativamente alta de costos, por la utilización de los componentes pasivos y activos.
- ♦ Posibilidad inherente de transmitir un volumen muy alto de información respecto a las necesidades reales demandadas en el hogar.
- ♦ Lograr una disponibilidad del 99.9 %, con una falla, de una hora de duración, por línea y por año, equivalente a obtener en el módulo laser una tasa de falla en el tiempo de 10^{-9} , además de optimizar al máximo la reparación en la planta externa.

En un futuro próximo las operadoras de telecomunicaciones transportarán los servicios N-ISDN y B-ISDN conjuntamente por redes de banda estrecha, a fin de reducir los costos de la red. La red óptica será la solución, empleando las distintas estructuras y según los distintos requerimientos del mercado.

TOPOLOGÍA DE ÁRBOL

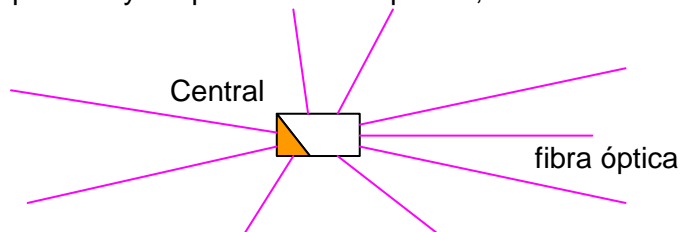
Estas conformaciones generalmente empleadas por las redes de CATV se caracterizan por una difusión y distribución óptica enteramente pasiva, por medio de redes troncales hasta puntos de ramificación, desde donde parten redes de distribución constituidas por cables coaxiales.



Estas redes en su inicio unidireccional, en la actualidad son convertidas en bidireccionales para satisfacer la televisión interactiva. Para ello se implementan las cajas inteligentes complementarias al televisor, STB.

TOPOLOGÍA EN ESTRELLA SIMPLE

Desde la central de conmutación se llega a cada abonado o grupo de abonados con fibra óptica. Representa alta capacidad y simplicidad de red pasiva, con elevado costo.



TOPOLOGÍA EN ESTRELLA / BUS

Mediante ramales del tipo bus se comparte partes de la red estrella, fuentes y detectores ópticos, así se reducen costos.

En las redes bus, extremo de la red estrella. se emplea la compresión de señales, dividiéndola en intervalos de tiempo y conmutación óptica, para derivarla a cada uno de los abonados, allí ubicados.

TOPOLOGÍA EN DOBLE ESTRELLA PASIVA

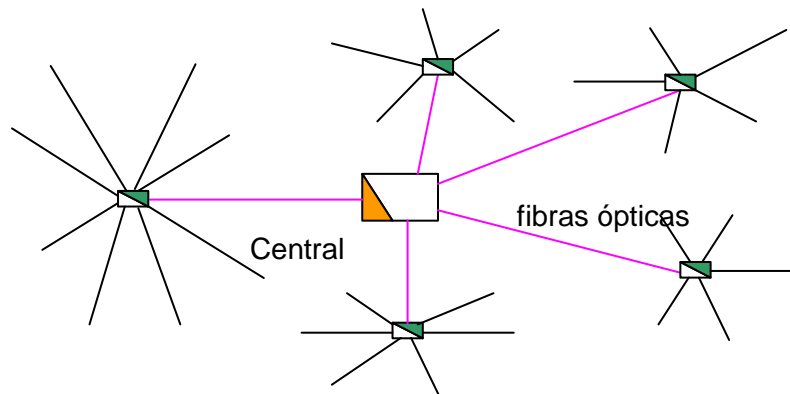
Esta configuración presenta un sector intermedio constituido por componentes pasivos, como ser divisores ópticos (splitters) de 8, 16 y hasta 32 derivaciones. Al emplearse multiplexores por división de onda WDM, temporales TDM y acceso múltiple por división de tiempo TDMA se logra el mejor rendimiento del medio óptico.

TOPOLOGÍA EN ESTRELLA PASIVA MÚLTIPLE

Similar a la anterior, con varias sectores intermedias, está constituidas por consecutivos divisores ópticos de 8, 16 y hasta 32 derivaciones.

TOPOLOGÍA EN DOBLE ESTRELLA ACTIVA

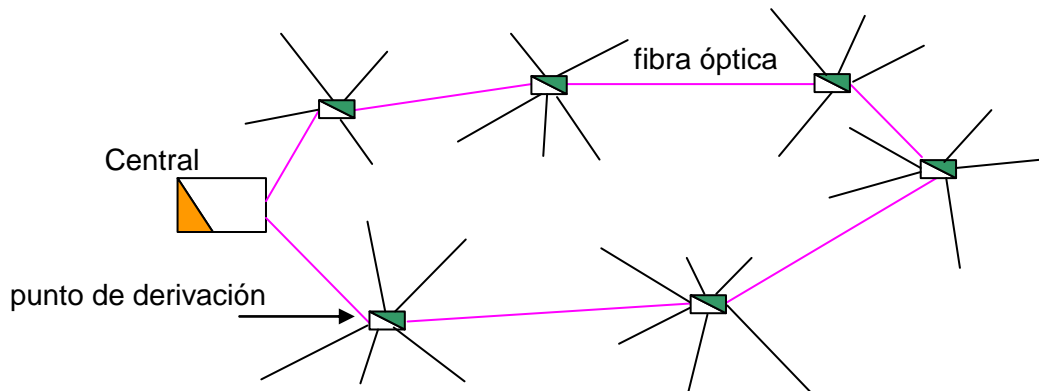
Esta configuración presenta un sector denominado remoto, pero en este caso activo, lo que significa su conversión al pasaje optoelectrónico, para efectuar la conmutación y/o multiplexación hacia los abonados. Como este sector de distribución podrá implementarse con reingeniería de la red de cobre, se logra abaratar el acceso, hasta que se requiera una red totalmente óptica.



Se implementan distintos ejemplos de esta topología. Según la ubicación de la unidad de conversión optoelectrónica. Se diferencian denominándolos en Fibra a la Zona o al Barrio FTZ, a la Manzana o a la Acera FTTC, al Hogar FTTH o Fibra al Edificio FTTB.

TOPOLOGÍA EN ANILLO / ESTRELLA

La central se utiliza como nodo de entrada - salida de las comunicaciones externas e internas, conmutación, funciones de tarificación y control centralizado, para uno o varios anillos. Desde los puntos de derivación se podrá efectuar acometidas en cobre, luego resulta la topología de anillo simple. Si se emplean acometidas de fibras ópticas hacia grupos de abonados conforman la red anillo / estrella. Esta conformación anillo / estrella mejora el grado de utilización, respecto a la topología de anillos simples.



En ambos casos, los anillos se implementan mediante una o varias fibras ópticas, las que podrán servir de reserva ante fallas. Estos anillos complementan la red existente de cobre, sirviendo a clientes de alto tráfico y/o para nuevos servicios.

RED ÓPTICA SINCRÓNICA, SONET

Desde su origen la red mundial de telecomunicaciones ha incrementado la cantidad de usuarios y por lo tanto su tráfico. Ello ha liderado el desarrollo de numerosos métodos y tecnologías, con el fin de satisfacer la demanda del mercado y también lograr la mayor economía posible.

Con el advenimiento de los semiconductores y los circuitos integrados, se conformó los sistemas múltiples, como ser el PCM. La señal de 3.1 KHz de un canal de voz, es mostrada, cuantificada y codificada. Surgió así un canal de 1544 Kb/s, que acopla 24 canales de voz, llamado en USA, Canadá y Japón como T1 ó DS1. En Europa se toma como base el canal E1 = 2 Mb/s, que acopla 30 canales de voz.

La necesidad de satisfacer mayor tráfico llevó a crear sistemas de mayor jerarquía que T1. A fines de los 1980s se introduce SONET en USA, que facilita la vía para unificar la estructura de red de banda ancha mundial, estandarizando las velocidades por sobre 10 Gb/s. Además permite la administración sencilla de los canales de bajos bits, pudiéndolos insertar o extraer directamente, a o desde canales de alta velocidad digital. Ello evita demultiplexar y luego volver a multiplexar un canal asíncronico completo, como ocurría con sistemas pre-SONET, cuando se deseaba conmutar o controlar líneas desde un administrador de red TMN.

Entonces SONET, normalizada por la ITU-T y su similar SDH, son las plataformas ideales para correr desde POTS, ISDN, sistemas celulares a través de LANs, WANs, etc. y permite mantener servicios sobre demanda, difundir video digital vía ATM. La tendencia continúa siendo el

crecimiento de la demanda por mayor ancho de banda, con mayor calidad de servicio y confiabilidad, de la mano con las más bajas tarifas.

Con la multiplexación por división de tiempo TDM, se obtiene el canal OC-192. En fibra óptica, mediante la técnica de multiplexación densa por división de longitud de onda DWDM, se obtuvo la transmisión simultánea de múltiples canales. Actualmente se dispone de sistemas que permiten la transmisión de 32 longitudes de onda entre 1520 nm y 1580 nm sobre una fibra monomodo. Un canal OC-48 es transmitido sobre cada longitud de onda, ofreciendo una capacidad de 40 Gb/s por fibra. Se ha anticipado la expansión a 128 longitudes.

En el modelo de capas de SONET, se dispone de:

- Capa Física, representa el medio de transmisión fibra óptica, radioenlace o satelital.
- Capa de Sección, es el vínculo entre regeneradores.
- Capa de Línea, es el vínculo entre multiplexores.
- Capa de Enrutamiento, permite entrar y salir señales digitales asincrónicas desde esta red.

La trama de transporte está diseñada para portar distintas señales, cada una con un diferente mapeado (mapping). El denominado mapeado es el procedimiento por el cual una señal tributaria, por ejemplo ATM, es adaptada a la trama útil SPE (synchronous payload envelope) de la trama de transporte SONET.

Las señales a ser transportadas por la red SONET, podrán ser tanto ATM, IP como ISDN mapeadas en SPE.

Los estándares de velocidad digital han sido normalizados con diferentes valores, en Norte America (USA y Canadá), Japón y Europa:

Estándar de Norte America

Enlace	Denominación	Velocidad binaria	Canales
T0	DS-0	64 Kb/s	1
T1	DS-1	1.544 Mb/s	24
T1C	DS-1C	3.152 Mb/s	48
T2	DS-2	6.312 Mb/s	96
T3	DS-3	44.736 Mb/s	672
T3C	DS-3C	91.053 Mb/s	1344
T4	DS-4	274.176 Mb/s	4032

Estándar de Europa

Enlace	Denominación	Velocidad binaria	Canales
E0	CEPT-0	64 Kb/s	1
E1	CEPT-1	2.048 Mb/s	30
E2	CEPT-2	8.448 Mb/s	120
E3	CEPT-3	34.368 Mb/s	480
E4	CEPT-4	139.264 Mb/s	1 920
E5	CEPT-5	565.148 Mb/s	7 680
E6	CEPT-6	≈2.5 Gb/s	30 720
		≈10 Gb/s	122 880

		$\cong 40$ Gb/s	491 520
--	--	-----------------	---------

Estándar de Japón

Enlace	Velocidad binaria	Canales
J0	64 Kb/s	1
J1	1.544 Mb/s	24
J1C	3.152 Mb/s	48
J2	6.312 Mb/s	96
J3	32.064 Mb/s	480
J3C	97.728 Mb/s	1440
J4	397.200 Mb/s	5760

En SONET en USA) y SDH en UE y para su uso en fibra óptica, la velocidad digital base se tuvo que definir según una nueva estandarización de forma que contemplara las velocidades más comúnmente empleadas, tanto las normas de Europa, como las de Norte América.

En Norte America el mayor uso es la velocidad de 45 Mb/s

$$28 \times \text{DS-1} = 28 \times 1.544 = 43.232 \text{ Mb/s } \acute{o}$$

$$1 \times \text{DS-3} = 44.736 \text{ Mb/s}$$

luego es suficiente con 51.840 Mb/s, definiéndola como señal primaria STS-1, para SONET

En la Unión Europa y resto del mundo, sin embargo la velocidad de mayor uso es de 140 Mb/s (E4 = 139.264 Mb/s) por lo que es suficiente con 155.520 Mb/s, definiéndola como señal primaria STM-1, para SDH.

Asimismo como E1 resulta ser múltiplo de las señales de Norteamérica ($21 \times E1 = 21 \times 2.048 \text{ Mb/s} = 43.008 \text{ Mb/s} \approx \text{DS-3}$), ambos sistemas de unidades podrán ser correspondientes, creándose las equivalencias SONET/SDH.

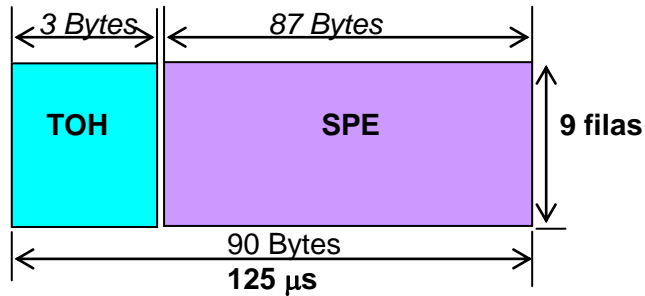
El mapeado de SONET permite que las señales DS-1 a DS-3 y las E1 a E4, tomen estas velocidades STS-n.

Cuando la velocidad digital es transmitida sobre fibra óptica se denomina señal óptica de portadora (Optical Carrier) OC-1.

EQUIVALENCIA DE SISTEMAS

Señal SONET			Señal SDH
Designación	Bit rate	Canales	Designación
STS-1 / OC-1	51.840 Mb/s	672	STM-0
STS-3 / OC-3	155.520 Mb/s	2 016	STM-1
STS-9 / OC-9	466.560 Mb/s	6 048	-
STS-12 / OC-12	622.080 Mb/s	8 064	STM-4
STS-18 / OC-18	933.120 Mb/s	12 096	-
STS-24 / OC-24	1.244160 Gb/s	16 128	STM-8
STS-36 / OC-36	1.866 240 Gb/s	24 192	-
STS-48 / OC-48	2.488 320 Gb/s	32 256	STM-16
STS-192 / OC-192	9.953 280 Gb/s	129 024	STM-64

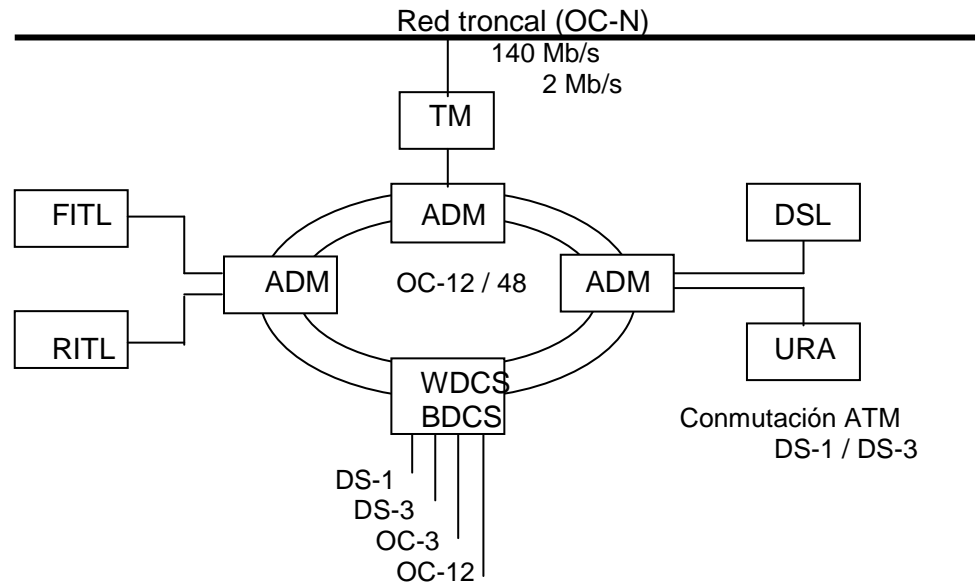
La trama SONET está constituida por:



Con **TOH = transport overhead**
SPE = synchronous payload envelope

SONET podrá servir a distribuciones del tipo:

- DLC Portador del bucle digital
- URA Unidad remota de abonado
- FITL Fibra en el bucle de abonado
- RITL Radio en el bucle de abonado



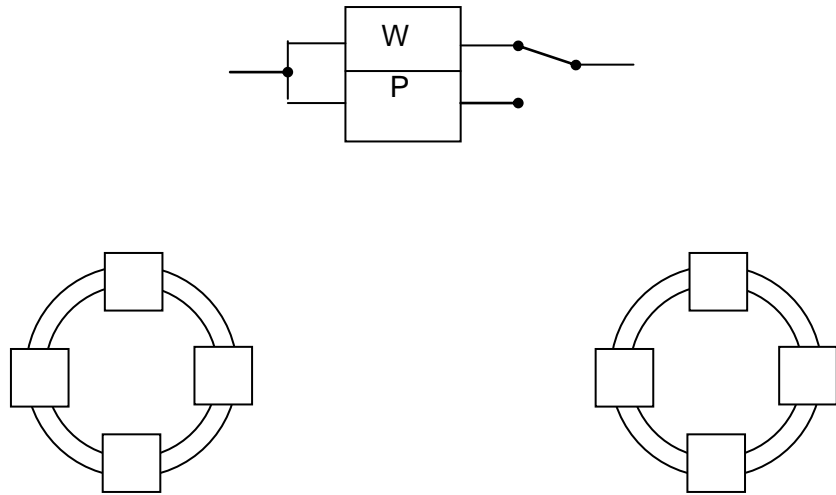
Donde:

- ADM (ADM/DROP) Multiplexor de inserción y extracción de canales tributarios
- TM Terminal de múltiplex, entrada de alta velocidad digital
- W-DCS Distribuidor digital, baja canales OC-N, STS-1, DS-1 y DS-3. Conmuta a DS-1
- B-DCS Distribuidor de banda ancha, conmuta igual que W-DCS pero hasta STS-n. Contiene interfaces OC-N, DS-3, STS-1, DS-1 y ATM.

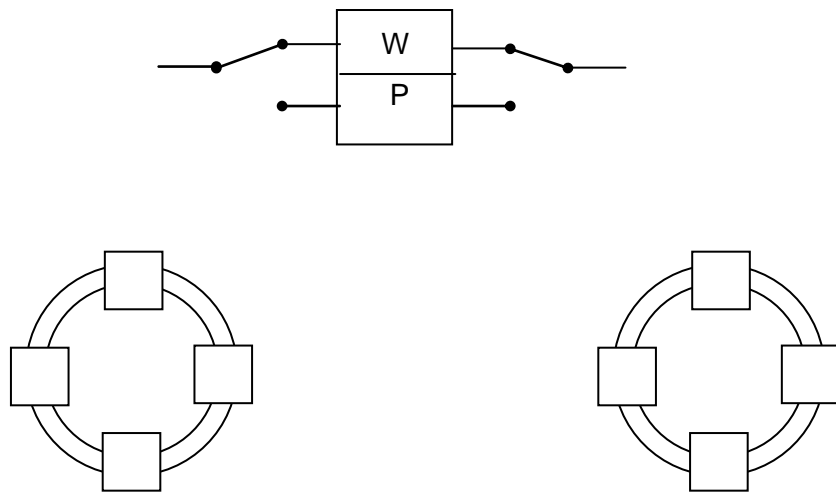
ARQUITECTURA DE PROTECCIÓN

La arquitectura de protección para un anillo de fibra óptica, parten de la implementación de dos distintos tipos de protección automática por conmutación (APS). Uno de ellos, es un mecanismo de protección lineal, utilizado en conexión punto a punto, la otra forma básica es la protección en anillo. Ambos, proveen caminos suplementarios de respaldo, mediante una conmutación gobernada por las cabeceras de Bytes K1 y K2.

La primera forma, que es la mas simple, es conocida como 1+1 APS. Cada línea de trabajo es protegida por una líneas suplementaria. La misma señal es transmitida por ambas líneas. Si ocurre una degradación o corte, un elemento de red conmuta a la línea de respaldo, en el extremo receptor.



Otra forma implementada es la configuración 1:1. La protección toma lugar en ambos extremos de la línea, transmisión y recepción. La conmutación en el extremo lejano es producido por un mensaje de retorno sobre el canal de respaldo.



Se implementa también la configuración 1:n, que provee protección a n canales sobre un canal de respaldo. Además, este canal de respaldo podrá ser utilizado, mientras no haya alguna falta, para transportar tráfico de baja prioridad.

TRANSFERENCIA EN MODO ASIMETRICO, ATM

La técnica ATM es la futura red de transporte que proveerá rendimiento garantizado para la más amplia gama de servicios. Aún cuando es una técnica compleja y costosa se está a la expectativa que ocurra un fuerte crecimiento, particularmente con el sector de WANs.

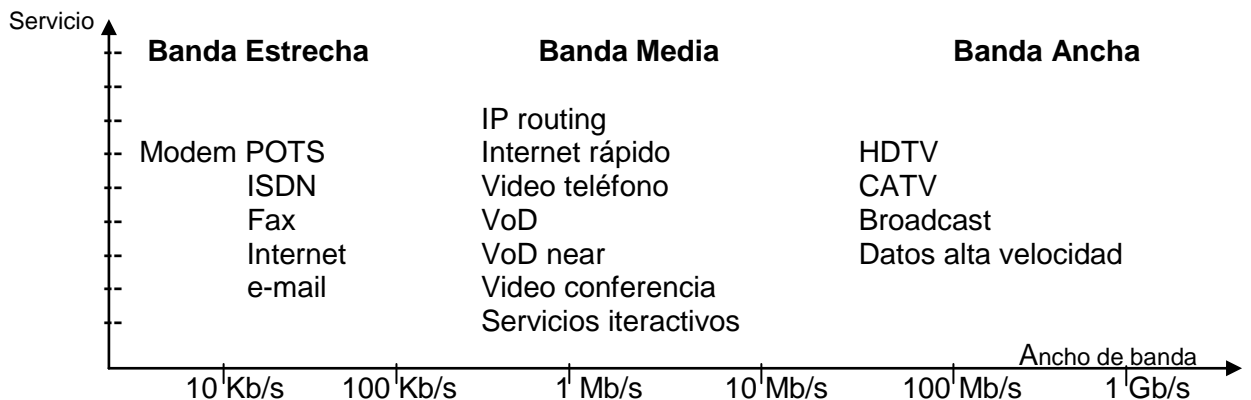
Veamos unos pocos ejemplos los que indican que ATM está en camino de transformarse en la mejor tecnología con aceptación mundial.

British Telecoms ha planeado establecer en pocos años una red ATM con 200 centros de conmutación ATM (6/98). Deutsche Telekom ya ofrece cobertura nacional bajo el nombre T-Net-ATM". Los productos Global ATM ya están disponibles en 15 países alrededor del mundo. Las compañías suizas Telia y Finnish Telecom son las más avanzadas en este campo. Ambos proveedores de redes ofrecen ATM vía IP.

PORQUE ATM

Antes de surgir ATM, cada aplicación requería su propia red. La principal razón es que los diversos servicios determinan diferentes requerimientos al medio de transmisión.

Por ejemplo, un pequeño ancho de banda de 3.1 KHz es siempre adecuada para transmisión señal de voz. Sin embargo el retardo en transmisión debe ser pequeño y mantenerse constante. La transmisión de datos entre computadoras tiene una consideración completamente diferente. Los requerimientos de ancho de banda son crecientes con el paso del tiempo, luego solo algún tipo de transferencia de datos pueden ser transmitidos por la red telefónica.



La forma de comunicarse entre computadoras es también muy diferente a la conversación del ser humano. La transferencia se realiza en ráfagas, durante mucho tiempo la red podrá estar inactiva y en pocos segundos una velocidad de megabits será transmitida. También el retardo de tiempo de la transmisión es relativo.

Diferentes tecnologías han sido desarrolladas para salvar estas diferencias. Con la multiplexación por división de tiempo TDM usada para telefonía, se creó una completa gama de protocolos. Los mismos han sido basados principalmente en paquetes de longitud variable, por ejemplo el X.25, Frame Relay y IP.

ATM sin embargo provee el medio para combinar telefonía y datos dentro de una sola entidad, integrando sus servicios. Al estandarizar la estructura de red ATM y sus componentes permite ahorrar costos a los proveedores e implementar mayor eficiencia y administración a los diferentes requerimientos de servicios y tráficos.

VENTAJAS DEL ATM

Con ATM se permite variadas ventajas:

- Proveer anchos de banda para nuevas tecnologías tales como tele medicina, tele enseñanza, video sobre demanda, etc.
- Obtener la transmisión independiente del medio utilizado PDH, SDH, SONET, etc.
- Ancho de banda escalable adaptada a los requerimientos de cada servicio, telefonía analógica o digital, facsímil, CATV, datos en red Frame Relay, X.25, etc.
- Garantizar la calidad de transmisión que alcance la calidad de servicio requerido por el usuario.
- Ser empleada en la red de acceso como una gran cantidad de diferentes servicios y futuras aplicaciones.

La tecnología ATM puede ser efectivamente utilizada en las dos áreas, el acceso al abonado con múltiples servicios, como en los grandes enlaces con elevado tráfico.

BASE DEL SISTEMA ATM

ATM es un método de conmutación de circuitos y conmutación de celdas. Se basa en la utilización de celdas de longitud fija, tanto para la información como para la señalización. Ello permite transportar información indistintamente, tal como sistema de conmutación por paquetes X.25 o Frame Relay de longitud variable.

Las celdas están tan vinculadas, que conforman una trama continua.

Comparado con procedimiento sincrónico que tiene una temporización asignada fija, las celdas utilizan un particular equipo terminal que no dispone una posición fijada para la trama de transmisión.

El ancho de banda está definido por la cantidad de celdas transferidas por unidad de tiempo. Si no hubiese datos a ser transmitidos las llamadas celdas ociosas serán insertadas en la trama. Estas no contienen información. Si el ancho de banda requiere ser incrementado la relación celdas usuario a celdas ociosas serán incrementadas, lo que significa que el ancho de banda podrá ser fácilmente adaptado.

ESTANDARIZACIÓN DEL ATM

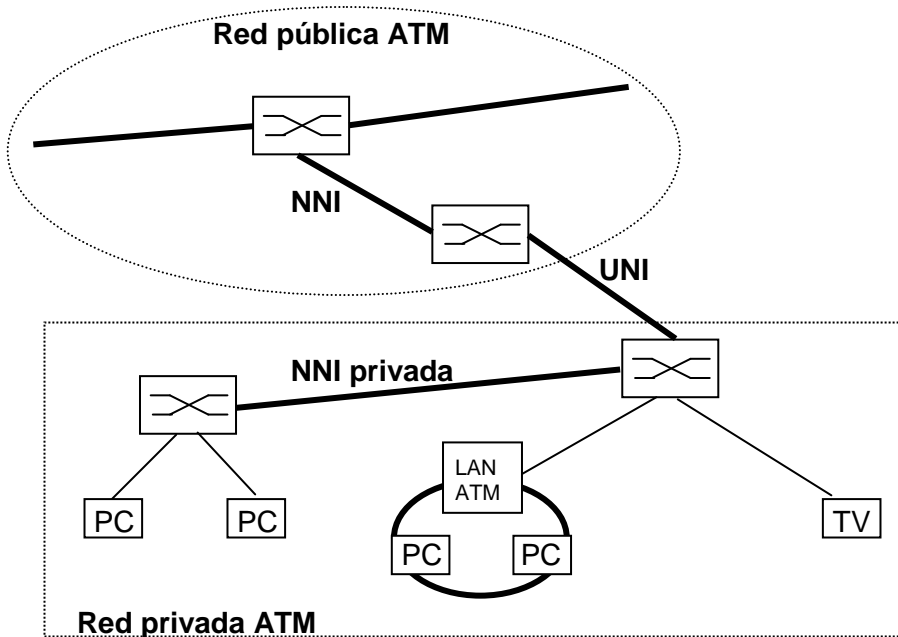
La estandarización del ATM es avanzada por el ATM Forum constituido por 700 fabricantes y proveedores de equipos y la ITU-T. Ambos cuerpos trabajan juntos, aunque el ATM Forum trabaja mas aceleradamente, debido a los requerimientos del mercado y a los nuevos desarrollos tecnológicos. Los resultados de ambos organismos tienen mínimas diferencias.

INTERFACES ATM

Podemos distinguir dos tipos de interfaces en la red ATM. Entre el conmutador y el terminal del abonado se halla el interfaz usuario - red UNI y entre conmutadores de red el interfaz nodo - red NNI. Las especificaciones para la red pública han sido definidas por la UIT-T, mientras que para la red privada por el foro de ATM.

El protocolo UNI público está especificado en la recomendación Q.2931, mientras que el NNI está definido por el Q.2764. Ambas basadas en los protocolos ISDN.

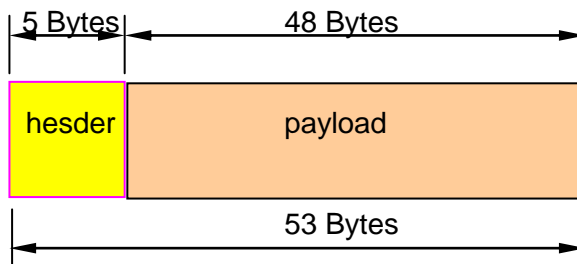
Para la red privada se ha definido la P-NNI 1 y la UNI 3.x, 4.0



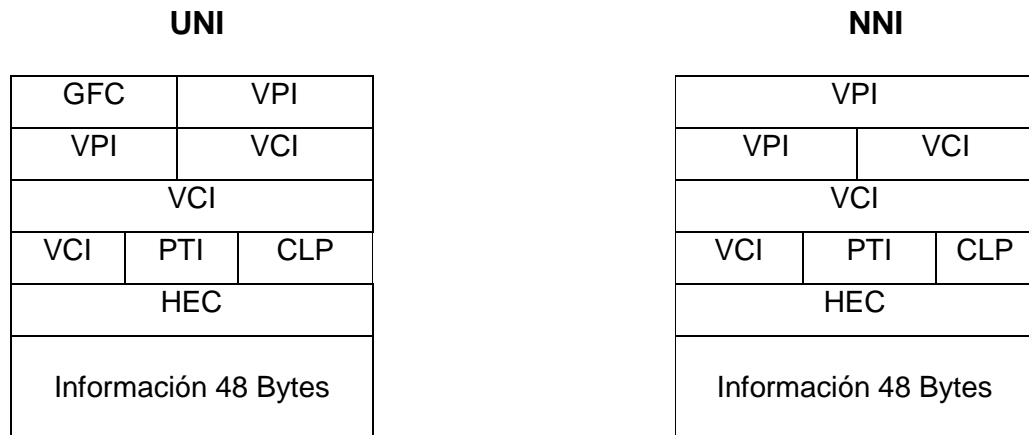
COMPOSICIÓN DE LAS CELDAS ATM

La celda ATM es la unidad de información estandarizada mas pequeña. Toda información de señalización y del usuario debe estar representada dentro de este formato.

Cada celda esta formada por un total de 53 bytes, de los cuales 5 bytes representan la cabecera dejando 48 bytes disponibles para información del usuario o señalización.



La cabecera de la celda es empleada principalmente para encaminar a ésta a través de la red ATM:



donde:

GFC Control de flujo (Generic Flow Control), 4 bits (UNI).

Implementa la configuración del equipo del abonado, para el control de un posible sistema bus del interfaz de usuario.

VPI Identificador de trayecto virtual (Virtual Path Identifier), 8 bits (UNI) o 12 bits (NNI).

Contiene parte de las instrucciones de direccionamiento y con mas alta prioridad que el VCI. Permite el acoplamiento de algunos canales virtuales juntos. Confiere el rápido direccionamiento de las celdas a través de la red, mediante los distribuidores ATM que son capaces de conmutar las tramas de celdas en varias direcciones, basándose en el VPI. El VPI y el VCI están asignados por el conmutador central, cuando la celda es generada.

VCI Identificador de canal virtual (Virtual Channel Identifier), 16 bits

Contiene parte de las instrucciones de direccionamiento de la celda. Todas las celdas pertenecientes al mismo canal virtual tendrán el mismo VCI. En cada caso el VCI indicará una sección de trayecto entre los centros de conmutación y el abonado. Todos los diferentes VCIs juntos marcan el trayecto a través de la red.

PTI Identificador de tipo de carga útil (Payload Type Identifier), 3 bits

Indica el tipo de datos que contiene el campo de la información. Una distinción es hecha entre la información de red y del usuario.

CLP Prioridad de pérdida de celda (Cell Loss Priority), 1 bit

Determina con que prioridad una celda pueda ser suprimida o no, en el caso de embotellamiento de tráfico. Celda comunicaciones 0 tiene mayor prioridad que una celda con 1.

HEC Control de error de cabecera (Header Error Control) 8 bits

Provee el control y la corrección de errores en el encabezamiento de datos. El HEC es utilizado para sincronizar el receptor a la salida de la celda. Un procedimiento CRC (Cyclic Redundancy Check) es utilizado para la detección de errores. El CRC está basado sobre la división del campo cabecera en un polinomio generador $x^8 + x^2 + x + 1$.

DIFERENTES TIPOS DE CELDAS ATM

Hay celdas para la transmisión de la información y las llamadas celdas de operación, administración y mantenimiento OAM, las que pueden ser insertadas en la trama cuando se requiera. Esta celda porta la información para el monitoreo de errores y alarmas, controlando los elementos de red y localizando los errores.

Se debe mencionar las llamadas celdas no asignadas, las que son insertadas en las tramas, solo cuando no es necesario transmitir celdas con información. Estas contienen información GFC pero no están asignadas a alguna conexión en particular. Todas las celdas están identificadas por medio de una especialmente reservada combinación de VPI y VCI.

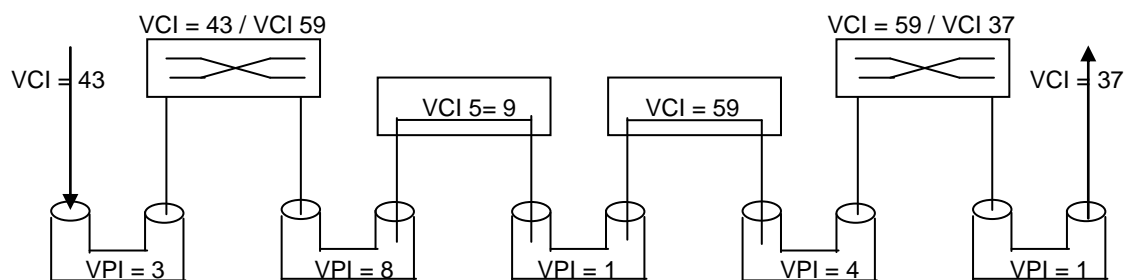
CONEXIÓN VIRTUAL ATM

ATM es sistema con procedimiento de circuitos conmutados, lo que significa la conexión a través de la red debe ser establecida antes que la información pueda ser transferida, al igual que una comunicación telefónica. La conexión a través de la red ATM, es denominada virtual, puesto que no existe un medio físico virtual ATM para esta conexión, salvo la existencia de una tabla de enrutamiento, en el conmutador central.

La celda navega a través de la red utilizando la información dada en el VPI / VCI. Esta información es solo aplicada a la sección de la conexión en cada caso. El VCI es asignado por el conmutador central y juntamente con el VPI identifica toda celda perteneciente a una particular conexión. Cuando una conexión es establecida, el valor de VCI se hace disponible para su uso en red. El valor VPI llamado trayecto virtual que permite a los canales ser reunidos juntos.

El distribuidor VPI, puede cambiar el VPI y de ese modo llevar a cabo un grado de selección. El conmutador VCI, cambia ambas partes de la información VCI redireccionándola.

CONMUTACIÓN ATM VPI + VCI



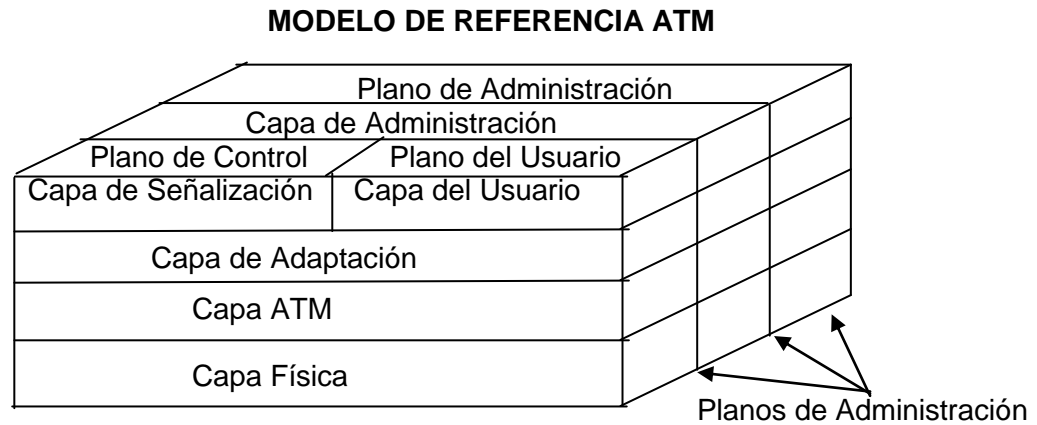
CONJUNCIÓN DE ATM CON OTRA TÉCNICAS

ATM no especifica un medio de transporte en particular, aunque SDH y SONET son los medios preferidos para el transporte de la información a través del corazón de la red. Estas tecnologías garantizan alta ancho de banda y baja tasa de errores. Los métodos PDH y de transmisión asincrónica son también utilizados.

La tecnología xDSL, combinada con ATM, jugará un acrecentado rol en el segmento de acceso

EL MODELO DE REFERENCIA ATM

El modelo en capas para ATM está compuesto por cuatro capas, basadas sobre el principio de la arquitectura ISO-OSI. Para representar exactamente ATM es necesario ser definidas dos capas ATM especiales denominadas como capa ATM y capa de adaptación ATM. Todas las capas están vinculadas por tres niveles de comunicación.



Las tareas de los tres planos de comunicación están descritos por el ITU-T como:

- El Plano del Usuario transporta los datos del usuario para una aplicación. Para ello es utilizada la Capa ATM y la Capa de Adaptación ATM.
- El Plano de Control toma cuidado del establecimiento y mantenimiento de la conexión hacia el abonado, en el Plano del Usuario. La clave aquí es la señalización.
- El Plano de Administración incluye la Capa de Administración y el Plano de Administración. La Capa de Administración monitorea y coordina la tarea de capa individual. El Plano de Administración mantiene monitoreo y las tareas de coordinación en la red.
- La Capa Física es la única capa real y es la que conecta físicamente a otro sistema.

CATEGORIA DE LOS SERVICIOS ATM

Como vimos la red ATM está diseñada para satisfacer el ancho rango de los servicios ofrecidos. Se podrá clasificar para la aplicación ATM, cinco: categorías de servicios.

CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS

ATM Forum	ITU-T	TIPO DE LAS APLICACIONES
CBR , Constant Bit Rate	DBR , Deterministic Bit Rate	Velocidad digital constante, con tiempo de referencia real (timing). Video y audio
.rt-VBR , realtime – Variable Bit Rate	(bajo estudio)	Velocidad digital variable, con tiempo de referencia real (timing). Video y audio comprimido
.nrt-VBR , non realtime – Variable Bit Rate	SBR , Statistical Bit Rate	Velocidad digital variable, sin tiempo de referencia real (timing). Transferencia de archivos
ABR , Available Bit Rate	ABR (Available Bit Rate)	Asignación de recursos con ancho de banda dependiente. Control interactivo

UBR, Unspecific Bit Rate	---	Parámetros de tráfico y QoS no garantizado
---------------------------------	-----	--

EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS

	CBR	.rt-VBR	.nrt-VBR	ABR	UBR
Datos	XX	X	XXX	X	0
Interconexión LAN	X	X	XX	XXX	XX
Transporte WAN	X	X	XX	XXX	XX
Circuitos	XXX	XX	0	0	0
Telefonía, video conferencia	XXX	00	00	0	0
Audio comprimido	X	XXX	XX	XX	X
Distribución de video	XXX	XXX	X	0	0
Multimedia interactiva	XXX	XXX	XX	XX	X

Donde se considera:

- X** Óptimo
- XX** Bueno
- XXX** Regular
- 0** No conveniente
- 00** Bajo revisión

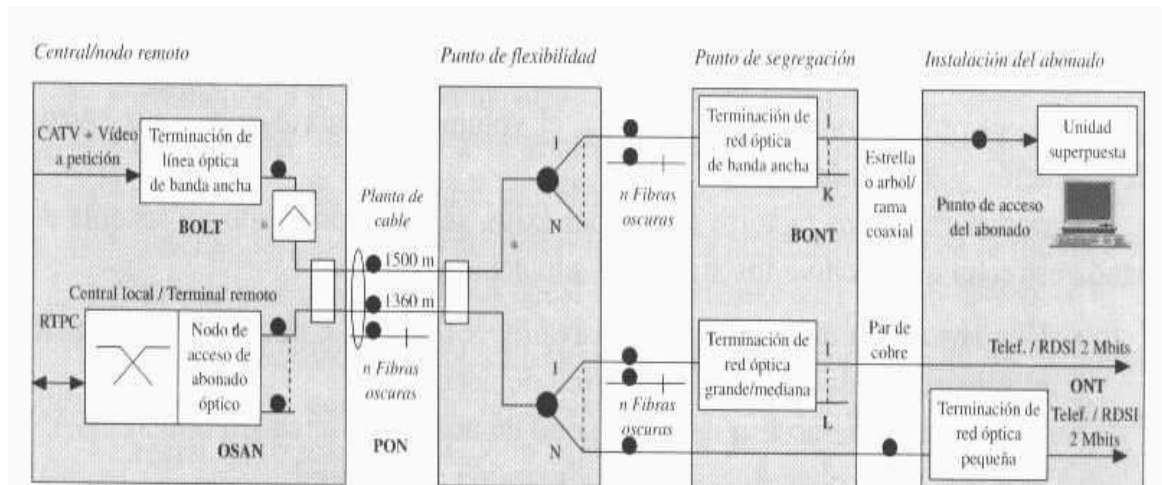
TRANSMISIÓN EN ISDN DE BANDA ESTRECHA

La red óptica pasiva PON, puede estar constituida por una topología anillo, árbol, estrella, doble estrella o combinación de éstas, disponiendo en los puntos de flexibilidad divisores ópticos.

Podemos estudiar los sistemas de transmisión empleados en la red óptica, siguiendo la nomenclatura de la firma Alcatel. Podemos decir que la combinación de las transmisiones de telecomunicaciones y CATV, de banda estrecha, se pueden implementar mediante:

- La arquitectura de red óptica pasiva PON.
- Un nodo de acceso de abonado óptico OSAN, lado central.
- La terminación de red óptica ONT, lado abonado.

Estudiemos el extremo lado oficina, es decir el nodo de acceso al abonado óptico OSAN.



Ing. * Multiplexación opcional por división de longitud de onda en una fibra

Este nodo se ubica en la central o en una unidad remota de conmutación a la cual se conecta la fibra óptica, que se extiende hasta el usuario. El mismo desempeña las siguientes funciones principales:

- Interfaz con el nodo de telecomunicaciones.
- Multiplexación y demultiplexación para soportar el esquema de transmisión TDMA
- Conversión optoeléctrica.
- Funciones de explotación y mantenimiento.
- Conexión a diferentes interfaces digitales de la central a 2 Mb/s.
- Acceso del abonado en la central con servicios telefónicos ordinarios (G.703).

La interfaz con el nodo de telecomunicaciones, suministra los servicios sustentados por el equipo. Los mismos podrán ser parte de una central local, un terminal remoto, nodos de una red de datos o de líneas alquiladas. Las funciones de explotación y mantenimiento, son relativas al equipo que incluyen la inicialización, configuración y supervisión de la red. Interactuar con las interfaces indica la administración de la red, la operación y el mantenimiento, local o centralizada, del acceso óptico.

El caso general de OSAN se refiere a la acción independiente del conmutador. Aún cuando se podrá optar por otras conformaciones, existen entre los equipos de la central y OSAN interfaces G.703 de 1.5 y 2 Mb/s, una trama de señalización por canal asociado G.704 para servicio telefónico, un múltiplex de acceso primario ISDN-PRI y un acceso básico ISDN-BRI. Se utilizará la red de gestión de telecomunicaciones para operación y mantenimiento a través de un interface.

Se establece una transconexión cuando la red se inicializa o se reconfigura. Esto permite así un tratamiento de abonado y una reasignación de los servicios a los abonados sumamente flexible. Las funciones de transconexión se pueden incluir en la función multiplexación / demultiplexación de trama TDMA, del OSAN.

En cualquier caso se requiere para la trama TDMA una memoria de intercambio de intervalos de tiempo. La misma se utiliza además para obtener pleno acceso a cualquier intervalo de la trama, en la interface óptica

La ONT presentará la interfaz óptica - eléctrica (O/E), al cual el equipo de abonado se conectará, generalmente con cable multipar o coaxial. Se ubican, según la conformación de red de acceso deseada, tanto en instalaciones de acera (FTTZ, FTTC) o en instalaciones internas del abonado (FTTB, FTTH).

La terminación de red óptica ONT desempeña las siguientes funciones principales:

- Conversión electroóptica.
- Controlador TDMA.
- Interfaz de puerto.
- Controlador de alimentación.
- Conversión CC / CA.
- Generación de corriente de llamada.
- Supervisión de batería.
- Tarifación.

Para la transmisión en banda estrecha se podrá implementar las técnicas bidireccionales, basadas sobre una y dos fibras monomodo. Una posibilidad será, el despliegue del sistema de una fibra, empleando las técnicas TDM / TDMA, combinadas con la multiplexación por compresión en el tiempo TCM (método ping - pong), que asegure un funcionamiento en dúplex total y el acceso múltiple.

También se podrá emplear dos fibras, una por cada sentido de transmisión. Se podrá así tener las ventajas de la evolución hacia componentes ópticos de bajo costo. Una fibra es usada para la comunicación en la dirección descendente usando transmisión TDM estándar, a la vez que otra fibra es utilizada para la comunicación en la dirección ascendente usando TDMA.

Ambos sistemas pueden operar en la ventana de 1300 nm. En este caso se duplica la capacidad de canales posibles a utilizar.

El impacto de la ONT sobre el costo total, es el factor más importante dada la considerable cantidad instalada en cada red. En general la ONT se considera el factor clave para el éxito de un sistema de acceso ISDN. Ello se debe además, al empleo de un elemento activo como terminación de la red, en la planta externa. En consecuencia el concepto de ONT deberá ser lo más sencillo posible y estar optimado respecto al consumo de potencia, la fiabilidad y el coste.

Se necesita alimentación local o eventualmente en un punto intermedio para redes extensas, ya que la potencia que requieren varias ONT es demasiado alta para trasladarla desde la central. Se deberá implementar equipos optimados al consumo de energía eléctrica ya que afectarán directamente a las necesidades de reservas de baterías, a la temperatura de funcionamiento, a su fiabilidad, como así al coste de la red de suministro.

El coste es de suma importancia para que la red óptica pueda competir con la tecnología de cobre. La alta fiabilidad introducida en la configuración de fibra al hogar FTTH y la ventaja de proveer la totalidad de los servicios, contrasta con los altos costos introducidos. Sin embargo, su alimentación local reducirá los costos totales.

En apoyo a los objetivos economistas, la ONT lleva un diseño modular. Su parte básica, placa impresa, sus circuitos de alimentación y prueba, la corriente de llamada y reserva de la batería, soportan funciones comunes, tienen integración funcional en gran escala y trabaja en diferentes combinaciones de servicios y distribución de abonados. En la ONT se instalan placas de acceso que proporcionan la interfaz de línea a los terminales, para los servicios que necesita el usuario.

Existen distintos tipos y tamaños de ONT de banda estrecha, según las diversas exigencias de servicio en diferentes zonas y densidades de clientes. Cada una de estas disposiciones se implementarán según la distribución de los clientes y las exigencias de servicios. Se dispone ONT de 2, 16, 32, 64 o más líneas de acceso, según fueran de acceso básico o primario.

Para las configuraciones de fibra que sirvan un área dada FTTZ, la ONT podrá variar desde un reducido número de líneas hasta mas de 1000 líneas de abonado. Si un sistema de pequeña capacidad puede ser económicamente introducida, las fibras ópticas pueden extenderse cerca de la vecindad de los usuarios, implementándose un ONT tipo pedestal FTTC o del tipo interno FTTB ó FTTH.

Cada interface es proporcionada con placas de línea de servicio específico intercambiable, lo cual significa que cualquier mezcla de servicios puede ser soportado por la misma ONT. Es obtenido un alto grado de confiabilidad, a través de una integración máxima de placas de línea y un controlador de energía. La confiabilidad es mejorada por la instalación y funciones de mantenimiento, controlado remotamente.

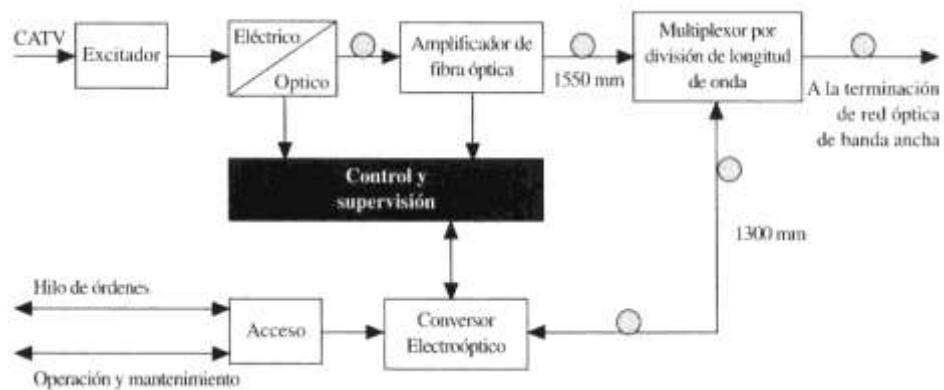
TRANSMISIÓN EN ISDN DE BANDA ANCHA

El sistema de banda ancha se basa en tres diferentes elementos de red:

- La red óptica pasiva PON, medio de transporte de la red de acceso de banda ancha.
- La terminación de línea óptica de banda ancha, BOLT, extremo a la central.
- La terminación de red óptica de banda ancha, BONT, extremo al cliente.

Las BOLT se ubican en la central y tienen la función de conversión optoeléctrica de las señales de banda ancha. Estas señales provienen de la cabecera CATV u otra fuente emisora de banda ancha.

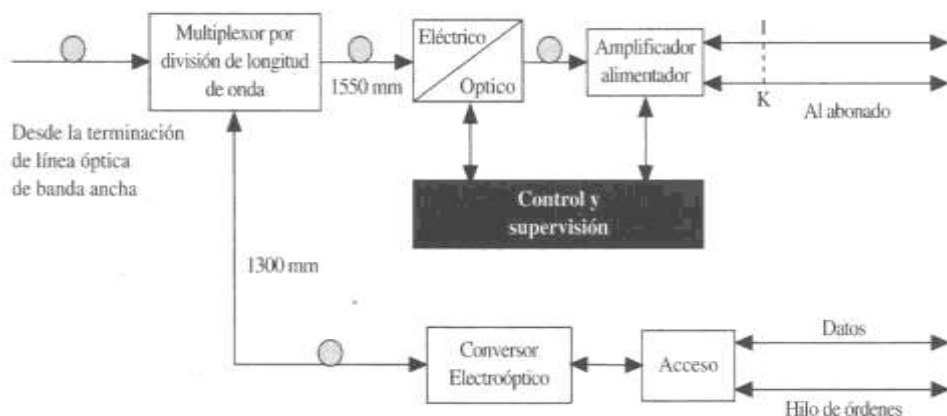
Los componentes principales de una terminación de línea óptica de banda ancha (lado central), BOLT son el modulador (multiplexor) laser, el conversor optoeléctrico y el amplificador de fibra óptica, basado en fibra dopada con erbio:



Se emplea el método para la transmisión de las señales en modulación WDM, que separa el canal de CATV en sentido descendente a 1550 nm, de un canal bidireccional para operación, mantenimiento y control a 1300 nm. Este último canal transporta las señales necesarias para la supervisión y control remoto del BONT. Se conectan varias BOLT a un módulo común de operación y mantenimiento con interfaces a la supervisión del sistema.

Las terminaciones de red óptica de banda ancha BONT (lado abonado), se ubican en el domicilio del abonado o en sus cercanías y se llega hasta las instalaciones internas del abonado vía cable coaxial.

Las BONT realizan las funciones complemento de las BOLT en una configuración remota, conversión optoeléctrica, multiplexación en longitud de onda, control y supervisión. Permiten el acceso al canal de datos, que se efectúa a fin de controlar los servicios de TV con pago, Pay Per View.



La transmisión entre OSAN y ONT se realiza mediante acceso por división de tiempo (TDMA), con uso de varios puntos de flexibilidad, constituidos por divisores pasivos (splitter). La relación de división, en una arquitectura de red óptica pasiva PON, varía de 1:4 hasta 1:32.

La transmisión en banda ancha en la red de acceso entre un centro de distribución, ubicado en un edificio o en un pedestal en la acera, próximo al mismo, podrá ser direccional utilizando la tercera ventana de transmisión óptica, 1500 nm o superiores, hasta los terminales de red óptica en banda ancha (BONT), que convierte la señal óptica en eléctrica para llegar al abonado con coaxiletes, tanto para FTTZ, como para FTTB.

En una BONT se combinan las direcciones de las fibras ópticas principales, la fibra adicional y su distribución a los cables de acometida. Para ello se requiere un amplificador alimentador y cables de acometida, adecuados a las señales transmitidas.

La transmisión en banda estrecha de una red de pares telefónicos RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada) o directos desde una OSAN hasta una ONT, se podrá efectuar en segunda ventana a 1300 nm, llegando al abonado con la red de cobre en el caso de FTTC o FTTH.

Se podrá implementar canales principales en la ventana de 1550 nm y eventualmente en ventanas superiores, para poder aplicar canales adicionales bidireccionales que permitan manejar los servicios interactivos, como así el apoyo a la operación, el mantenimiento y permitir el control remoto y de supervisión.

Entre OSAN y ONT se puede utilizar la modulación por compresión en el tiempo (TCM), ping - pong, mediante el uso de una sola fibra, o utilizando dos fibras una para cada sentido de transmisión.

EL EDFA Y LAS FIBRAS DE DISPERSIÓN ESTIMULADA

Idealmente el servicio telefónico clásico (POTS), debería utilizar la conversión óptico/eléctrica solo en sus extremos de fibra óptica. Sin embargo en trayectos de gran longitud se debe emplear amplificadores electrónicos, con la consiguiente conversión, que encarece el sistema.

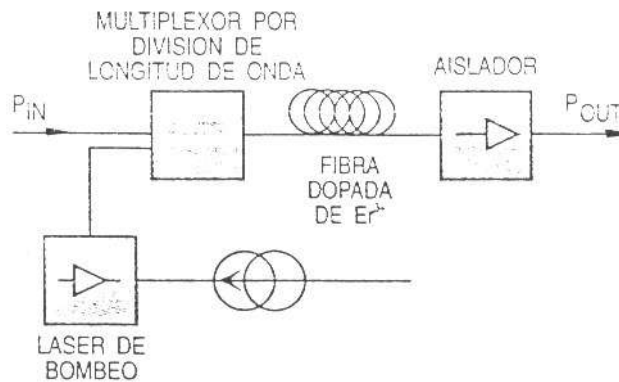
Ello se evita mediante la utilización del amplificador de fibra dopada con erbio (metal trivalente del grupo de las tierras raras) denominado EDFA. Es un dispositivo completamente óptico y podrá ser empleado tanto en redes analógicas como digitales.

El EDFA trabaja con una fibra dopada que tiene una transición laser en la ventana deseada, de una extensión típica de 3 m y que se intercala al paso de la señal por medio de sendos aisladores ópticos. Un rayo de luz laser a 980 nm ó 1480 nm se bombea en la fibra dopada insertándola por medio de un acoplador dicróico, que oficia de divisor de haz. Los electrones absorben fotones y pasan a un estado de energía metaestable desde donde se produce una emisión estimulada de energía.

El resultado del bombeo en el ámbito de la fibra dopada es la excitación de los átomos de erbio que liberan su energía almacenada como ondas adicionales de 1550 nm correspondientes a la señal débil circundante. El bombeo se limita en el otro extremo por un filtro de bloqueo para la longitud de onda del laser externo.

En un esquema básico de un amplificador de fibra dopada en erbio, la señal de entrada Pin, se combina en el interior de la fibra con la potencia óptica de bombeo mediante un multiplexor de división de longitud de onda WDM. Se requerirá un aislador óptico que evite la realimentación óptica y la oscilación del laser.

ESQUEMA BÁSICO DE UN EDFA



El proceso se repite mediante varios EDFA en cascada a lo largo de todo el recorrido, de modo que la señal de 1550 nm resulte amplificada. Con el EDFA se puede obtener ganancias de 20 a 40 dB, es decir de 100 a 1000 veces. Además permite el manejo de 4, 8 o más longitudes de onda espaciadas en la ventana de 1550 nm. Ocho longitudes de onda, cada una a 2.5 Gb/s, en la gama de 1550 a 1560 nm, proporcionan una capacidad de 20 Gb/s.

SISTEMAS INALÁMBRICOS

Las soluciones inalámbricas han sido desde el origen de las telecomunicaciones el complemento a red fija. En muchos casos es el único recurso para poder brindar servicio, como ser en zonas alejadas con topografía montañosa o plana desértica, liberando la necesidad de utilizar la red cableada.

Por muchos años han sido los únicos sistemas de transmisiones de larga distancia en onda corta. Utilizaba los rangos de frecuencias muy altas, HF y el uso de la reflexión ionosférica. En casos particulares, se empleaban las ondas troposféricas.

Más adelante, tomó furor los vínculos entre centrales interurbanas, con sistema de radioenlaces en muy alta frecuencia, VHF, técnicas en UHF o sistemas de microondas.

Actualmente por su alto costo y capacidad en canales limitada, los sistemas de radioenlace se emplean en ciertos casos como respaldo de los cables de fibras ópticas. Su éxito presente, radica en el acceso celular terreno o satelital, los accesos minilinks de microondas y el acceso de anillo local inalámbrico fijo WLL.

Los sistemas de radiomóviles digitales utilizan una estructura de áreas celular, a fin de obtener un alto grado de reutilización de las frecuencias, para poder así reducir la potencia del transmisor y el tamaño de receptor móvil. La arquitectura celular jerárquica con macro, micro y picoceldas, logra soportar una enorme densidad de servicios, requerida por el mercado.

Pasemos revista a los sistemas empleados para la red de acceso actual. Se debe tener en cuenta que en muchos casos tienen una menor calidad de servicios, que se requiere líneas de vista libre entre antena y sus trayectos tienen como máximo 50 Km.

Sistemas de espectro dedicado con esquemas de modulación multinivel, por ejemplo 256 QAM. Conocidos como radio modem, se comportan como equipos terminales de circuitos de datos DCE. Emplean interfaces de nivel físico RS-232, V.32/V.10 para velocidades de 64 Kb/s y V.35/V.11 para 512 Kb/s.

Sistemas digitales de UHF, operan en las bandas de 0.3 a 3 GHz, con velocidades de 64, 128, 256, y 512 Kb/s, en las modalidades de espectro dedicado o espectro extendido.

TECNOLOGÍA DE ESPECTRO EXTENDIDO (Spread Spectrum)

La tecnología de espectro extendido, en inglés Spread Spectrum (SS) fue originalmente desarrollada para aplicaciones militares en procura de evitar interferencias, la captura indeseada de la información y prevenir el congestionamiento de las líneas. A diferencia de la tecnología de espectro dedicado, que concentra toda la potencia de transmisión en el mínimo ancho de banda posible, en las de espectro extendido la potencia de transmisión se dispensa en un ancho de banda varias veces mayor.

Las señales de radio que operan con las técnicas de espectro esparcido, dispensan literalmente en la emisión, en un amplio rango de frecuencias del espectro a transmitir de acuerdo a un patrón preestablecido. Solo un receptor que utilice el mismo patrón, de dispersión del transmisor, podrá recuperar la señal original aún cuando otras señales SS compartan la banda.

El acceso digital celular, con modulación CDMA bajo el IS-95 (estándar internacional de la EIA/TIA de USA), aplica la tecnología de canales expandidos en el espectro de frecuencias, a través del método de secuencia directa, DSSS. En el acceso FDD / CDMA, con una portadora de banda ancha se logra la utilización simultánea de diversos usuarios.

En los sistemas SS se utilizan tres bandas: 900 á 928 MHz, 2.400 á 2.484 GHz y 5.525 á 5.850 GHz. También operan en banda angosta 18 á 19 GHz, sintonizados en una pequeña banda alrededor de una frecuencia central.

Las redes de área local LAN, de área ensanchada WAN o metropolitana MAN inalámbricas también emplean la técnica de SS.

La señal del SS se puede obtener a partir de la modulación de una señal de radio frecuencia con secuencia de ensanchamiento definida mediante un código de impulsos binarios en secuencia directa (DS) o mediante saltos de frecuencia de la señal portadora (FH), generados a partir de algoritmos que reducen al mínimo los riesgos de interferencias.

El sistema DS, opera sobre los datos con una sucesión de bits, que sigue un código de esparcido predeterminado y con velocidad mucho mayor que éstos.

El sistema FH, también utiliza una codificación determinada, pero ésta opera indicando en que dirección y magnitud se salta en frecuencia. Tal salto se realiza a una frecuencia mayor o menor dentro del ancho de banda asignado.

El sistema DS ofrece mayor rendimiento, en igualdad de condiciones de ruido, trabajando a mayores velocidades que el FH y sin efectuar fragmentación de los mensajes. El sistema FH en cambio, es menos complejo y costoso. Puede evitar mejor las interferencias y es mas flexible, al poder ofrecer mayor capacidad agregada, cuando se utilizan varios puntos de acceso en la misma área.

LOS SISTEMAS DE MICROONDAS

Los sistemas de microondas operan entre 3 y 30 GHz. En razón de emplear tan altas frecuencias ofrecen mayor ancho de banda y por tanto mas capacidad de transmisión por lo que son frecuentemente utilizados para el establecimiento de enlaces troncales terrestres o satelitales, con uso de la parte baja de esta banda.

Las aplicaciones que operan en radiofrecuencias superiores de 13 GHz, son utilizadas para enlaces de baja capacidad, minilinks de 2, 2x2, 4x2, 8x2 y 2x8 Mb/s. En cuanto se utilice mayores frecuencias, el enlace deberá ser de menor trayecto y las interferencias climáticas son más nocivas, niebla o llovizna. Se emplea tanto para vincular nodos de distribución metropolitanos, como para el acceso de abonado que tenga requerimientos de servicios superiores a 512 Kb/s.

ALTERNATIVAS SATELITALES VSAT

Las alternativas satelitales VSAT, como enlaces a telepuertos o con acceso directo al cliente, representan una solución a usuarios localizados en zonas muy apartadas.

Existen distintos sistemas orbitales que emplean un único satélite, varios o formando una constelación. Si adoptamos la órbita, cuya velocidad del satélite esté sincronizada con la velocidad de rotación de la tierra, el satélite parecerá permanecer estático respecto al movimiento de rotación de la tierra y diremos que se trata de una órbita geosíncrona.

Para el caso que de una órbita geosíncrona, ubicada sobre el plano ecuatorial, diremos que es una órbita geoestacionaria. Para que se cumpla este caso, la altura del satélite deberá ser aproximadamente de 36 000 Km.

Los sistemas satelitales, se clasifican principalmente por el tipo de órbita que utilicen, de los que podremos observar el geoestacionario GEO, de órbita baja LEO, de órbita media MEO y el sistema de órbita altamente elíptica HEO.

El proyecto Iridium liderado por la firma Motorola, consiste en un sistema de comunicaciones personales con cobertura mundial de voz, fax, datos a baja velocidad, radiobúsqueda y radiocalización, que actúa como red digital con conmutación a bordo. La capacidad internacional es de 283 272 canales, gracias a una constelación de 66 satélites pequeños, en 6 órbitas elípticas polares, de baja altura a 765 Km de la Tierra.

ACCESO LOCAL INALÁMBRICO, WLL

Los sistemas inalámbricos celulares para las redes de acceso fijas o para usuarios móviles, restringidas al desplazamiento lento de un peatón y a una única célula, se denomina anillo local inalámbrico WLL (Wireless Local Loop).

Su empleo puede ser muy amplio, por ejemplo:

1. Reemplazar los cables de bajada, en ambientes urbanos muy densos,
2. Suplir la red de distribución para casos suburbanos, o
3. Satisfacer las demandas rurales.

Las ventajas del sistema WLL son aprovechables sobremanera, cuando los recursos de redes de cobre, coaxial y/o fibra son impracticables por accidentes topográficos o por costos de emplazamiento.

Podremos enumerar las siguientes ventajas:

- Costo independiente de la distancia a cubrir,
- Capacidad para dar servicios en áreas de difícil acceso,
- Calidad de servicios semejantes a los de la red fija,
- Facilidad y rapidez de instalación,

- Cobertura flexible,
- Bajo costo de mantenimiento.

Su elección depende de las necesidades operacionales, ubicación, cantidad y densidad de clientes, uso local del espectro, planimetría, de las capacidades de los sistemas, ancho de banda, tipo de acceso, confiabilidad y calidad de servicio, de la estrategia comercial y de la regulación establecida.

La cobertura de los sistemas WLL podrá ser variada:

- Rural, para poblaciones mínimas o dispersas,
- Urbana, con acceso celular fijo y telepunto,
- Grandes clientes, mediante servicio WPBX.

Se puede estudiar algunas disposiciones de redes conformadas como anillo local inalámbrico WLL, calificándolas de acuerdo al sistema tecnológico empleado :

- Con enlaces de microondas.
- Celulares operados como redes fijas.
- De microondas punto - micropunto.
- De microondas vía satelital.
- Sistemas WLL Híbridos

Enlaces de microondas

Los enlaces de microondas permiten prolongar los accesos a puntos alejados, desde donde se podrá efectuar la distribución a los clientes.

Los enlaces a 23 GHz, han sido un sistema eficaz cuando se requiere transmitir un flujo importante de información con alta confiabilidad. Los datos estrictamente confidenciales, son transmitidos con invulnerabilidad casi absoluta. También presentan la ventaja de no ser afectados por ruidos electromagnéticos tan comunes en una ciudad y no requerir asignación de frecuencias, por ser un vínculo punto a punto.

Mediante sistemas redundantes con diversidad en frecuencia y/o espacio, se obtiene una fiabilidad mayor al 99.99 %. A través de sistemas de 23 GHz es posible transmitir información desde 64 Kb/s hasta 34 Mb/s, lo que significa poder utilizar servicios de voz, datos y video.

Los radioenlaces digitales de baja capacidad, hasta 4 x 2 Mb/s que operan en las bandas de 13, 15, 18 ó 23 GHz, como los de 34 Mb/s que operan en las bandas de 13, 15, 18 o 23 GHz son denominados microlinks.

Celulares operados como redes fijas

La técnica celular proporciona telefonía portátil y móvil, utilizando el espectro de radio frecuencias, en forma harto eficaz. Se podrá utilizar para brindar telefonía fija, proponiendo una alternativa técnico - económica ventajosa, para ser aplicada en ambientes rurales.

En estos sistemas las capacidades de handover y roaming han sido removidas, lo que simplifica su funcionamiento y abarata su costo. Las estaciones base, ubicadas en el centro de la célula son conectadas a la central de conmutación celular.

Para el estándar de radiotelefonía celular fija, se podrá utilizar las bandas A y B del espectro de frecuencias AMPS. En estos sistemas se obtiene una calidad similar a la de telefonía pública urbana, pudiendo ofrecer servicios de Teléfono Público Alcancía TPA, semipública (llamar, y poder ser llamado) y de facsímil.

En la República Argentina, se han normalizado la cobertura de los servicios de acceso inalámbrico fijo, según los modelos :

- A. Area rural con radio de cobertura de aproximadamente 35 Km. El patrón de cobertura es circular o sectorial a 120°, 60° y 30°.
- B. Area rural con radio de cobertura de aproximadamente 35 Km. Vinculación controlador y EB por medio de fibra óptica o radioenlace, con distancia promedio de 50 Km. El patrón de cobertura es circular o sectorial a 120°, 60° y 30°.
- C. Area urbana con radio de cobertura de aproximadamente 3 Km. El patrón de cobertura es circular o sectorial a 120°, 60° y 30°.
- D. Area urbana con radio de cobertura de aproximadamente 3 Km. Vinculación controlador y EB por medio de pares de cobre, con distancias entre 2 y 5 Km. Instalación a la intemperie. El patrón de cobertura es sectorial a 120°, 60° y 30°.
- E. Area rural con radio de cobertura de aproximadamente 35 Km. Vinculación controlador y EB por medio de pares de cobre, con distancia entre 2 y 5 Km. Instalación a la intemperie. El patrón de cobertura es sectorial a 120°, 60° y 30°.

Sistemas rurales de microondas punto - multipunto

Las necesidades de servicio en áreas rurales podrán cubrirse utilizando el sistema de microondas con conformación punto - multipunto, con tecnología TDMA y células fijas. La limitada capacidad y alto costo restringe su aplicación.

Sistemas rurales de microondas vía satelital

La transmisión vía satélite, se podrá considerar como un tipo particular de enlace por microondas. En tal enlace, la primera torre es la estación terrena emisora, la segunda torre es el satélite, que retransmite amplificada la señal y la tercera, es la antena terrena receptora.

El requerimiento básico de proveer servicio telefónico a zonas aisladas y/o poblaciones dispersas rurales, se podrá implementar por medio de sistemas satelitales. Serán factibles de implementar sistemas punto a punto, punto a multipunto.

Sistemas híbridos, HCR

Los sistemas WLL denominados, Híbrido Cobre Radio (HCR), se basan en células pequeñas de 50 á 1000 m alimentadas por pares de cobre. Cumplen con los requisitos operacionales de la red fija, confiabilidad, retardo de transmisión, ancho de banda, seguridad, capacidad, velocidad, etc.

También WLL podrán estar sustentando por fibra óptica o enlace de microondas.

Por ejemplo, se podrán fijar servicios fijo en modalidad dúplex, con asignación de frecuencias en los valores de:

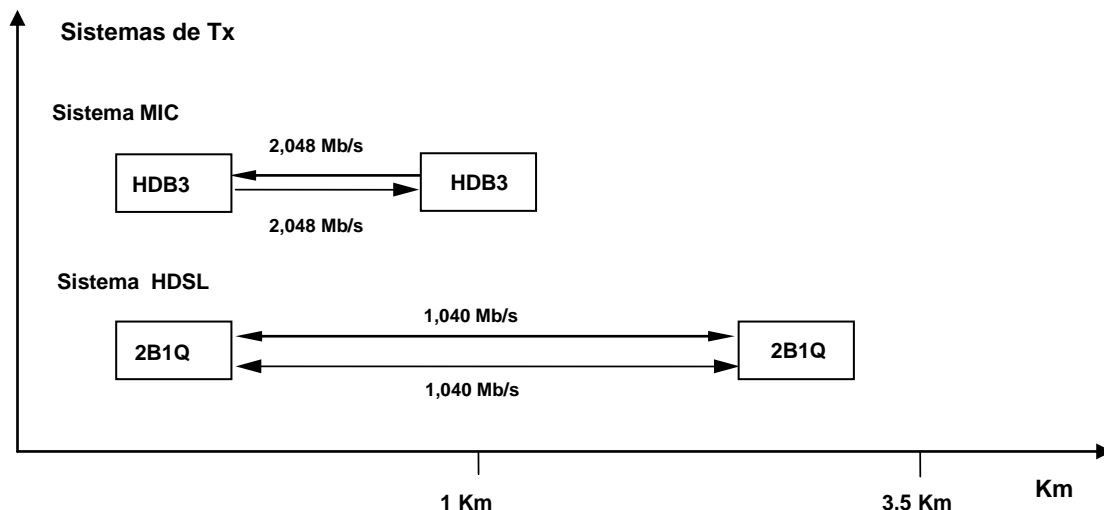
899 á 905 MHz
 944 á 950 MHz
 1910 á 1930 MHz
 3425 á 3435 MHz
 3475 á 3485 MHz

Estos sistemas cuentan con tecnología digital, que se basan en la codificación de la voz a alta velocidad de transmisión, lo que permite manejar plataformas ISDN.

Para poder efectuar la transmisión bidireccional sobre el par de cobre, el aparato del abonado pueden emplearse distintas técnicas. Éstas, se refieren al método de duplexación por separación de frecuencias, FDD o al método de división de tiempo, TDD.

SISTEMA DIGITAL DE ALTA VELOCIDAD PARA LINEA DE ABONADO, HDSL

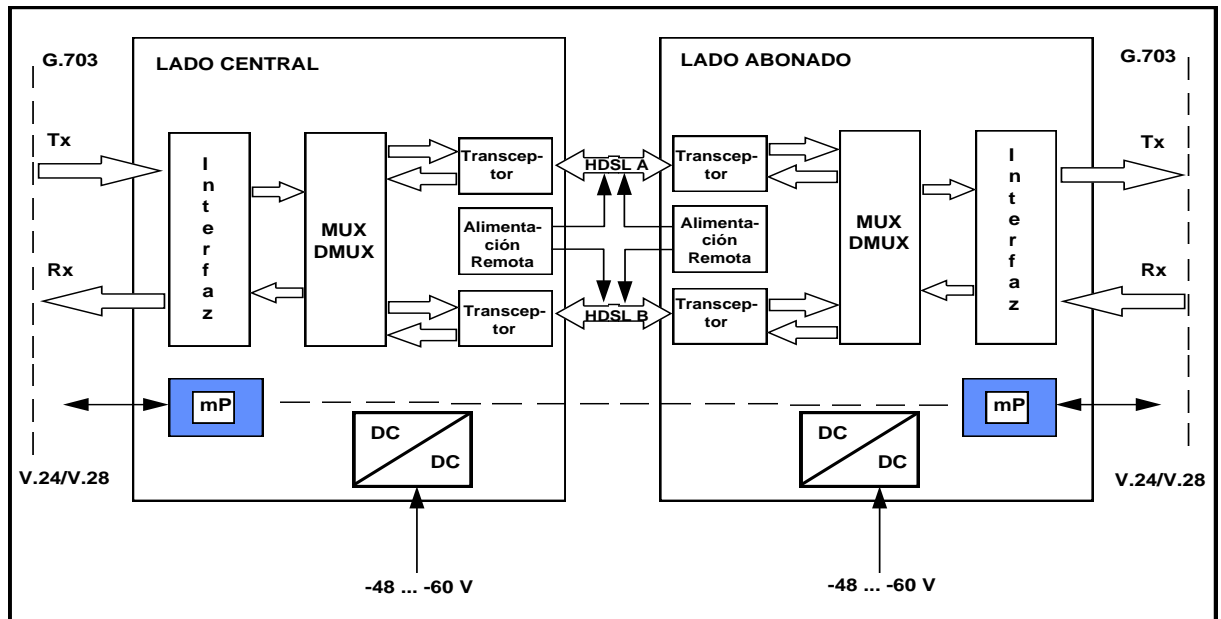
El diseño utilizando cable de fibra óptica obliga a reconstruir la red existente involucrando así un alto costo, no siempre redituable



Con la familia de los sistemas digitales para línea de abonado xDSL, no es necesaria esta reconversión de la red. Se podrá continuar utilizando la red existente efectuando además una alta mejora en la calidad de la transmisión y en la fiabilidad del servicio.

El sistema de alta velocidad digital para línea de abonado HDSL, podrá permitir transmitir un acceso primario ISDN de 2.048 Mb/s, similar a un sistema PCM de 30 canales, pero cubriendo distancias mucho mayores, para un mismo calibre, evitando el uso de repetidores intermedios.

Este esquema, permite la transmisión digital, en sentido bidireccional, empleando dos pares de cobre, con una velocidad de 2.048 Mb/s, 1.040 Mb/s por cada par en ambos sentidos, con la utilización de los códigos de línea 2B1Q o CAP 64, mientras que se requiere un solo par con el código CAP 128. Los rangos de longitud para los distintos sistemas en calibre 0,40 mm son:



El código CAP 128 ha sido el último avance en tecnología HDSL pero presenta una limitación en cuanto a la longitud del enlace. Las características de transmisión hacen que el equipo sea muy restrictivo con respecto a la calidad de los pares que presenten múltiples. Los ramales múltiples son más críticos cuando se localizan cerca del extremo final de los pares, aproximadamente a 250 m y con una longitud también aproximada de 250 m.

La alimentación eléctrica tan problemática en la transmisión por fibra óptica, se realiza aquí, desde la oficina central en forma remota, utilizando los mismos pares de transmisión.

Su alcance, sin el uso de repetidores, es de 3.6 Km. Utiliza el código de línea 2B1Q con uso de cancelador de eco. Se proveen equipos para algo más de 7 Km, utilizando dos pares de calibre en 0.50 mm, transportando un canal E1 completo o fraccionario

Se podrá utilizar HDSL en los enlaces urbanos e interurbanos con menores costos relativos y en la red de acceso hasta su unidad remota y desde allí utilizar la red de abonado existente.

Las aplicaciones que permiten el mayor aprovechamiento de este tipo de equipos, son aquellas que presenten un alto tráfico balanceado de 2 Mb/s, como ser el empleo en redes de datos privadas, interconexión de PBX, enlaces de estaciones base de radios móviles celulares, acceso a server, interconexión de redes LAN - WAN, etc.

SISTEMA DIGITAL ASIMETRICO PARA LINEA DE ABONADO, ADSL

Las operadoras de los servicios de telecomunicaciones y las de CATV, avanzan en la instalación de cables de fibra óptica en la red de acceso, para satisfacer la demanda de nuevos servicios y en vista de cumplimentar los servicios digitales y de ISDN en competencia.

Sin embargo se dispone de otro tipo de solución. Desde el año 1989, el sistema de línea de abonado digital asimétrico, ADSL permite transmitir hasta 8 Mb/s sobre un simple par de cobre de la red de acceso existente. De tal forma se puede aprovechar el inmenso capital invertido en la red de cobre existente e incrementar la enorme renta potencial de la red de acceso.

Este sistema se denomina asimétrico, pues la mayor cantidad de información se envía en el sentido, desde la oficina central, hacia el domicilio del abonado, llamado descendente o down-

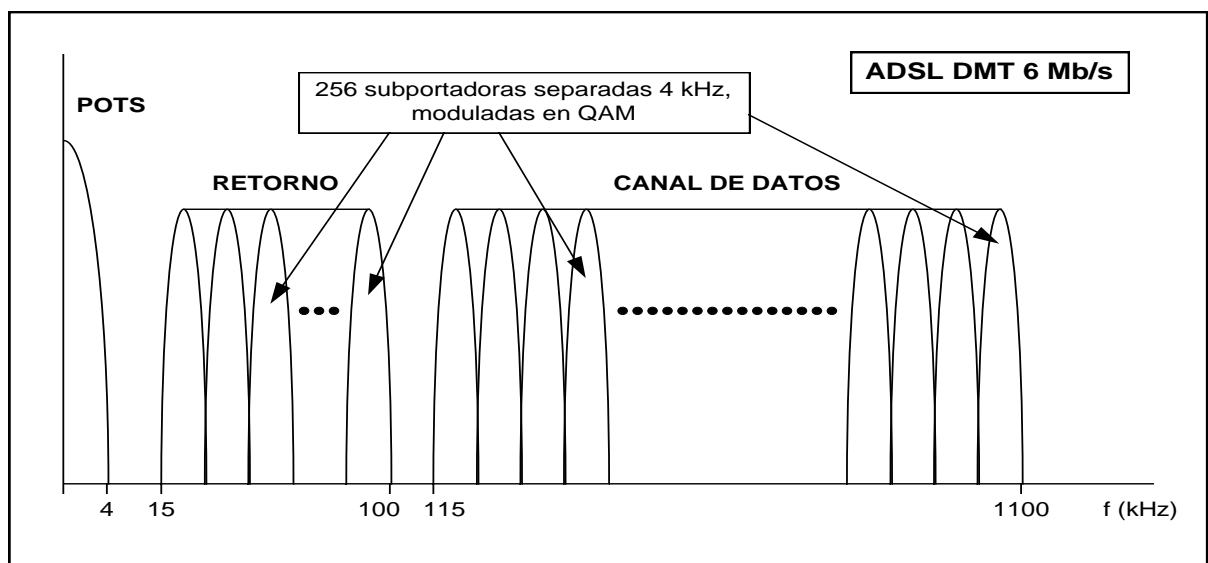
stream, mientras que en el sentido inverso hacia la central o up-stream es mucho menor, hasta 1 Mb/s en algunos sistemas, para ofrecer diversos servicios interactivos.

Utilizando un par trenzado existente de conductores de cobre, calibre 0,40 mm se puede cubrir una distancia algo mayor a 3 Km, o en calibre de 0,50 mm hasta mas de 5 Km, según la calidad del par, sin utilizar repetidores ni levantar los pares multiplados. Con estos alcances se podrán servir en forma directa a mas del 80% de los abonados existentes, con mejor y mayores servicios. La capacidad total de 8 Mb/s se puede operar utilizando, por ejemplo:

- ♦ 4 canales de TV de 1.5 Mb/s c/u, en la dirección central al abonado, calidad VCR.
- ♦ 1 canal ISDN-HO de 384 Kb/s, bidireccional, para videotelefonía o aplicaciones al hogar.
- ♦ 1 canal ISDN de acceso básico (2B+D) de 160 Kb/s, bidireccional.
- ♦ 1 canal de 64 Kb/s bidireccional, para operar una VCR virtual u otro servicio interactivo.
- ♦ 1 canal de mantenimiento interno.

También, en vez de recibir cuatro canales de 1,5 Mb/s, se podrá seleccionar un solo canal de alta definición que emplee un ancho de banda de 4 ó 6 Mb/s. Una ventaja adicional respecto a la fibra óptica, lo representa el disponer un servicio de telefonía básica disponible, aún si se interrumpe el sistema ADSL.

El sistema ADSL emplea la multiprotadora discreta, DMT o el sistema de portadora de fase y amplitud CAP.

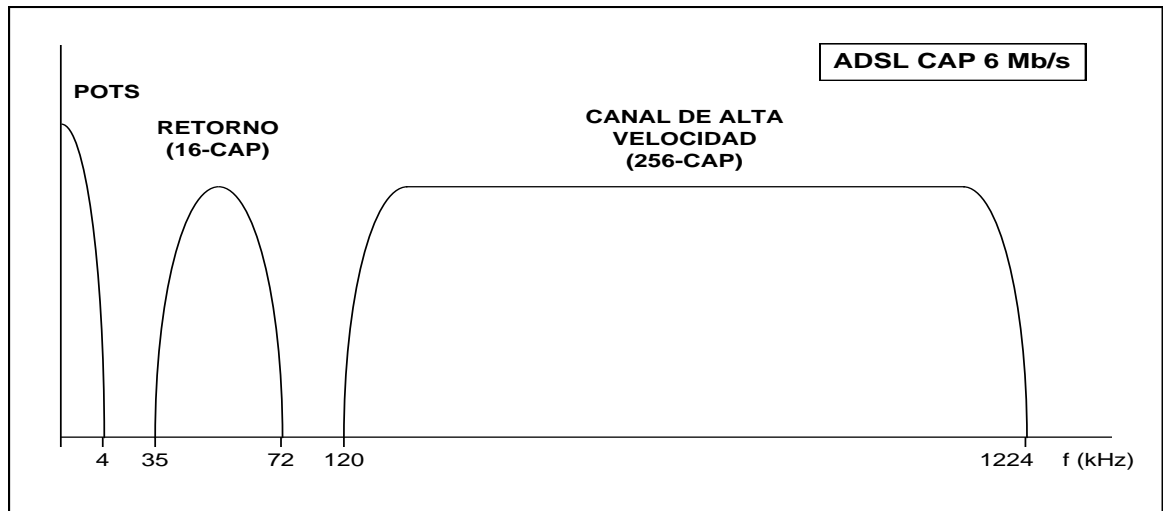


Ambos métodos dividen el canal de transmisión, en 256 subcanales de 4 KHz, moduladas en QAM. Se envían solo la información cambiante de cada canal. Si un canal no porta datos el mismo se cierra, de tal forma, se optimiza al máximo el ancho de banda total utilizado.

El sistema ideado esta formado por dos unidades, una ubicada en la central, módem ATU-C, también llamada unidad de terminación de línea LTU y otra la unidad del tipo remota, módem ATU-R, también llamada unidad de terminación de red NTU.

Una ventaja adicional respecto a la fibra óptica, representa el mantener un canal de alta velocidad para datos, en sentido down-stream, un canal para datos de velocidad media, en sentido up-stream y un tercer canal vocal bidireccional, para el servicio de telefonía básica POTS. El

servicio telefónico queda siempre disponible por el cable de cobre, aún si se interrumpe el sistema ADSL.



Asimismo, mediante unidades remotas de abonados URAs, con enlaces de fibra, se podrán acercar los servicios de bandas anchas a los clientes y emplear el último tramo con técnicas xDSL óptica o redes híbridas coaxial - fibra, satisfaciendo así al total de abonados con servicios interactivos.

Los servicios interactivos podrán ser del tipo gestión bancaria, telecompras en supermercado, educación a distancia, el llamado pequeña oficina en el hogar (SOHO), los telediagnósticos médicos y uso de videoteléfonos para unir a parientes o amigos lejanos. También la explotación a distancia de los juegos de video, servicios de agencias de viajes, librerías o bibliotecas de textos, audio, imágenes, datos, música funcional de alta calidad en discos compactos.

La videocasetera virtual o televisión bajo demanda permite la elección de una grabación de película, operando la búsqueda, pausa, reversión o adelanto de la misma a distancia. También en forma similar la manipulación de cualquier otro servicio de multimedia.

FAMILIA DEL SISTEMA DIGITAL PARA LINEA DE ABONADO, xDSL

Hemos visto los sistemas HDSL y ADSL, técnicas implementadas inicialmente en las redes. Sin embargo son varios los sistemas xDSL empleados actualmente. Ellos se han logrado por evolución de los anteriores, con lo que se ha logrado mejores condiciones y velocidades. Algunos continúan en desarrollo o pruebas de campo:

COMPARACIÓN DE SISTEMAS xDSL

TIPO	DESIGNACIÓN	VELOCIDAD DE DATOS	MODO DE TRANSMISIÓN
HDSL	Bucle de abonado digital de alta velocidad	1.544 Kb/s (T1) 2.048 Mb/s (E1)	Dúplex
SDSL	Bucle de abonado digital Simétrico	1544 Kb/s (T1) 2.048 Mb/s (E1)	Dúplex
ADSL	Bucle de abonado digital Asimétrico	32 Kb/s a 8.2 Mb/s 32 Kb/s 1 Mb/s	Descendente Ascendente
VDSL	Bucle abonado digital de muy alta velocidad	6.5 á 52 Mb/s 2 á 19 Mb/s	Descendente Ascendente

El sistema VDSL se ha alcanzado como combinación de las mejores características de la familia xDSL. Se presentan dos tipos, según su empleo:

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS VDSL

	UPSTREAM	DOWNSTREAM	DISTANCIA
VDSL ASIMETRICO	19 Mb/s	52 Mb/s	300 m
	2 Mb/s	26 Mb/s	1 Km
	2 Mb/s	13 Mb/s	1.5 Km
	2 Mb/s	6.5 Mb/s	> 1.5 Km
VDSL SIMETRICO	26 Mb/s	26 Mb/s	300 m
	13 Mb/s	13 Mb/s	300 m

Estos sistema podrán efectuar la explotación de la banda media, aplicándose a distintos servicios:

APLICACIONES DE LA BANDA MEDIA

SERVICIOS	DOWNSTREAM	UPSTREAM
Distribución de TV analógico	6 MHz	---
Pay per View, analógico	6 MHz	---
Distribución de TV, digital	1.5 a 6 Mb/s	---
Near Video on Demand	1.5 a 6 Mb/s	---
Video bajo Demanda Interactivo	1.5 a 6 Mb/s	10 Kb/s
Telecompras	1.5 a 6 Mb/s	10 Kb/s -
Acceso Remoto a LAN	1.5 a 3 Mb/s	1.5 a 3 Mb/s
Teleaprendizaje	1.5 a 3 Mb/s	16 a 64 Kb/s
Televideo juegos	1 a 2 Mb/s	16 a 64 Kb/s
Videoconferencia	0.384 a 2 Mb/s	0.384 a 2 Mb/s
Telesupervisión	10 Kb/s	0.1 a 10 Kb/s
Acceso a Internet	256 Kb/s a 3 Mb/s	64 Kb/s a 384 Kb/s

RED INTELIGENTE

La finalidad de la Red Inteligente, es facilitar la introducción de nuevos servicios, basados en una mayor flexibilidad a brindar a los usuarios, con la obtención de nuevas capacidades, mediante la optimización de las distintas redes existentes en la actualidad y futuras, para ofrecer a los clientes actuales y a los potenciales (Recomendación CCITT I.312/Q.1201).

Los requisitos funcionales de la Red Inteligente deben proporcionar capacidades de red para satisfacer las necesidades:

- ♦ Del cliente en disponer de mayor cantidad de servicios.
- ♦ Del operador de la red en disponer de una red suficiente.

El término Red Inteligente se utiliza para describir un concepto de arquitectura de red destinado a ser aplicable a todas las redes de telecomunicaciones.

La Red Inteligente dispone de una arquitectura que tiene como objetivo reducir los costos y los retardos que surgen al crear servicios, con demoras en satisfacción de la demanda instantánea de servicio al no desarrollar prontas modificaciones en los equipos o en la red. La Red Inteligente unifica las técnicas de procesamiento para un alto rango de servicios.

La actual tecnología dispone de un definido grado de inteligencia y permite una alta libertad de asignación de esta inteligencia a las redes de telecomunicaciones. Un ejemplo es el aumento no previsto, en la movilidad del usuario, debido a las facilidades ofrecidas por la introducción del teléfono portable, como resultado de la calidad y miniaturización de los componentes electrónicos.

Existe una mayor funcionalidad distribuida en cada uno de los operadores de los servicios y entre estos se crea una carrera de innovaciones inculcadas al potencial usuario. La gestión de las bases de datos inteligentes sustenta estas posibilidades. El objetivo de la Red Inteligente es permitir la inclusión de más capacidades de servicios en cada momento, para facilitar la mayor prestación de servicios con independencia de como operan los mismos y de la provisión de múltiples fabricantes.

Esto permite a las administraciones, operadores principales o independientes, definir sus propios servicios independientemente de los adelantos específicos realizados constantemente en la tecnología de los equipos. Tal independencia permite la realización de una real asignación de funciones y recursos de la red, gestionándolas con la máxima eficiencia.

La Red Inteligente es un concepto arquitectural para el funcionamiento y prestación de nuevos servicios, que se caracterizan por:

- ◆ El uso exclusivo de técnicas de procesamiento de la información.
- ◆ La utilización eficaz de los recursos de la red.
- ◆ La modulación y reutilización de las funciones de la red.
- ◆ Brindar servicios integrados por medio de funciones de red reutilizables modularizadas.
- ◆ La asignación flexible de funciones de red a entidades físicas.
- ◆ La portabilidad de funciones de red entre entidades físicas.
- ◆ El control por el abonado a algunos atributos del servicio específico del abonado.
- ◆ El control por el usuario de algunos atributos del servicio específico de usuario.
- ◆ La gestión normalizada de la lógica del servicio.
- ◆ La comunicación normalizada entre funciones de red por medio de interfaces independientes del servicio.

LOS NUEVOS DISEÑOS

El sector formado por las telecomunicaciones y la informática crece anualmente a una tasa doble que el resto de la economía mundial. A los teléfonos y PCs funcionando en el mundo se les debe sumar respectivamente 40 y 30 millones, por año. Latinoamérica solo en los últimos años instaló 20000 líneas. Pronto habrá 1000 millones de líneas en el mundo.

USA tiene 150 millones de teléfonos y 75 millones de PCs. Solo Pacific Bell cableó 7600 escuelas y bibliotecas con 4 pares ISDN. Canadá instaló una red similar con sistema ADSL. Ello nos da la pauta, de que futuro que nos espera y como proceder ante el mismo.

Varios criterios han variado en los últimos años todos ellos del brazo con el avance descomunal tecnológico. Han cambiado de mano y siguen el cambio las empresas, cambió la red de te-

lecomunicaciones en su conformación jerárquica, en su apoyo de infraestructura a la base óptica y en su red para llegar al abonado.

Se podrá considerar por sobre todo ello, el cambio de concepto en la ideología de cómo encarar un diseño de red. Antes los proyectistas evaluaban un proyecto por alternativas adoptando la mejor considerando los costos de instalación y para el mantenimiento. Ahora se tiene en cuenta ganar nuevo cliente y nuevo servicio, con el menor tiempo posible, luego su costo.

Luego se debe tener el máximo cuidado para el diseño, de aplicar la mejor solución a cada requerimiento de la demanda y para cada servicio. Lo que parece ser la mejor solución actual, es la red de fibra óptica de un área amplia de central, conformada con trazas en anillo para la red de transporte de altos tráficos, con redes de acceso doble estrella, utilizando o aprovechado la red existente de cobre y la técnicas xDSL.

De esta forma, la utilización de las técnicas HDSL, ADSL y VDSL, podrán compartir el uso de la optoelectrónica. Las distribuciones terminales, para las redes de acceso teleinformático y de telecomunicaciones, podrán ser implementadas compartiendo radio transmisiones móviles y fijas y uso de áreas micro / picocelulares.

Las terminaciones de fibra óptica podrán ser instaladas en armarios ubicados en cámaras de registro subterráneas, acondicionadas apropiadamente, armarios en sótanos de edificios o pedestales en la acera. Los mismos podrán derivar el servicio a brindar al usuario, en banda estrecha, media y ancha, con técnicas como SONET y ATM. Los pedestales podrán ser instalados aprovechando los actuales puntos de subrepartición, utilizando estos armarios y su red de distribución, en estrella.

Las grandes áreas de centrales existentes se transforman, de manera que los centros de conmutación pasan a ser no atendidos. Se crean centros generales de operación y mantenimiento que concentran y distribuyen las alarmas e inteligencia en los momentos oportunos requeridos. Se acerca al usuario mediante unidades remotas de abonados (URA) y armarios repartidores provistos con técnica electrónica, creando así áreas de servicio mínimas.

Estas áreas de servicio de las redes de acceso, también desde sus primeros diseños en el siglo pasado, hasta los ahora años finales de la era analógica, han evolucionado en lo que respecta a su formato. Se trataba de presentar conformaciones circulares, para así disminuir los costos de transmisión. En la actualidad, esto ya no tiene significación alguna, se transforman en topologías alineadas y uso de URA's, repartidores electrónicos y concentradores.

Europa lanza la nueva red óptica diseñada para portar mas de un petrabit (1000 terabits) de trafico. La red Europea contendrá 192 pares de fibras. Se podrá así manejar anchos de banda servicios IP y capacidades en una sorprendente escala.

El diseño de la red de acceso toma también, trazados no convencionales para la realidad presente. Los medios a utilizar, serán implementados, compartiendo las distintas técnicas. La red óptica pura será el objetivo. Mientras tanto la optoelectrónica se complementará con técnicas inalámbricas fijas mediante satélites domésticos y/o celulares, y con la utilización de la red de cobre actual modificada. Todo ello, con el empleo intensivo de las mas altas tecnologías desarrolladas, en cada momento.

BIBLIOGRAFIA

- Recomendaciones CCITT / UIT, indicadas en el texto.
- Diseño de Planta Externa – Colección Técnica AHCIET – 5 Tomos, Oscar Szymanczyk.
- Simposio Nacional Red de Acceso – Asociación de Ingenieros Electrónicos de la Universidad de Antioquia “INELDUA”, Medellín, Colombia.
- Sistema de Planta Externa, Plan Jóvenes Profesionales de la Gerencia Capacitación, Telefónica de Argentina - O. Szymanczyk.
- Tecnología Telefónica - Revistas Nº 1 al 5, Telefónica de Argentina.
- Comunicaciones Eléctricas – Revista Alcatel, Nº 3, cuarto trimestre 1992 Volumen 63.
- Telecomunicaciones, Los Precursores (IEC / ENTEL Arg.) - Oscar Szymanczyk.
- ADSL Northern Telecom
- Productos Tadiran / RAD Data Communications
- ATM /SONET - Pocket Guide – Wandel & Goltermann

SIGLARIO UTILIZADO

ADM	Add/Drop Multiplexer Multiplexor que permite insertar y extraer canales subsidiarios
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line Línea digital asimétrica de abonado
AMPS	Advanced Mobile Phone Standard Estándar de teléfonos móviles
ATM	Asynchronous Transmission Mode Modo de Transferencia Asíncrono (MTA)
APS	Automatic Protection Switching Protección automática por conmutación
B-DCS	Broadband Digital Cross Connects Distribuidor digital de banda ancha
B-ISDN	Broadband Integrated Services in a Digital Network) RDSI de Banda Ancha (RSDI-BA)
BOLT	Broadband Optical Line Terminal Terminal de línea óptica de banda ancha, propuesta Alcatel
BONT	Broadband Optical Network Termination Terminal de red óptica de banda ancha, propuesta Alcatel
CAP	Carrierless Amplitude and Phase Portadora de fase y amplitud
CATV	Cable TV. Community Antenna Televisión TV por cable. Originalmente difusión de TV recibida por satélite
CCITT	Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico Actualmente integrando la UIT-T
CDMA	Code Division Multiple Access Acceso Múltiple por División de Código
DLC	Digital Loop Carrier Portadora digital de anillo de abonado
DMT	Discrete Multitone (Multicarrier) Portadora múltiple discreta
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum Espectro expandido con secuencia directa
DWDM	Density Wavelength Division Multiplexing Multiplexación por división de longitud de onda densa
EDFA	Erbium Doped Fiber Amplicator Amplificador de fibra dopada con erbio
EIA/TIA	Electronics Industry Association / Telcommunication Industry Association (EUA) Asociación de industrias electrónicas / Asociación de industrias de telecom.
FCC	Federal Communications Commission Comisión federal de comunicaciones
FDD	Frequency Division Duplex Dúplex por División de Frecuencias
FH	Frequency Hopping Salto de frecuencia
FITL	Fibre In The Loop Fibra en el bucle de abonado, distribución y/o acometida en cobre
FTTB	Fiber to the Building Fibra hasta el edificio
FTTC	Fiber to the Curb Fibra hasta la acera o el pedestal

FTTH	Fibre to the Home Fibra hasta el hogar
FTTZ	Fiber To The Zone Fibra hasta la zona
GEO	Geostational Orbit. Órbita geoestacional
HDSL	High bit rate Digital Subscriber Line Línea de abonado digital de alta velocidad
HDTV	High Definition TV Televisión de Alta Definición (TVAD)
HEO	Hight Earth Orbit Sistema de órbita altamente elíptica
HF	High Frecuency Banda de frecuencias altas (3 á 30 MHz)
IBM	International Business Machines Corporation Corporación de máquinas de negocios
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers Instituto de ingenieros electricistas y electrónicos con sede en EUA
IP	Internet Protocol Protocolo Internet
IS	International Standard Estándar internacional de la EIA/TIA de USA
ISDN	Integrate Service Digital Network Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)
ISDN - BRA	ISDN – Basic Rate Access RDSI de acceso básico (160 Kb/s)
ISDN - PRA	ISDN – Primary Rate Access RDSI de acceso primario (2048 Kb/s)
ISO	International Organization for Standardization Organización Internacional para la Normalización
ITU-T	International Telecommunications Union – T Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T
LAN	Local Area Network Red de Área Local (RAL)
LEO	Low Earth Orbit Órbita terrena baja
MAN	Metropolitan Area Network Red de Área Metropolitana (RAM)
MEO	Midium Earth Orbit Sistema de órbita media
NNI	Network Node Interface Interfaz nodo – red
OAM	Operation and Mantenance Operación y mantenimiento
OC	Optical Carrier Level x Nivel de portadora óptica
ONT	Optical Network Termination Terminación de red óptica, propuesta Alcatel
OSAN	Optical Subscriber Access Node Nodo de acceso al abonado óptico, propuesta Alcatel
OSI	Open System Interconnection Interconexión de Sistemas Abiertos (ISA)

PBX	Private Branch Exchange Central de conmutación privada
PCM	Pulse Code Modulation Modulación por Impulso Codificado (MIC)
PCS	Personal Communications Service Servicio de comunicaciones personales (1900 MHz en Europa)
PDH	Pleisocronous Digital Herarchy Jerarquía Digital Plesiócrona
PON	Passive Optical Network Red Óptica Pasiva
POTS	Plain Old Telephone Service (PSTN) Servicio telefónico de plan antiguo (servicios de telefonía básica)
QAM	Quadrature Amplitude Modulation Modulación de amplitud en cuadratura
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados ISDN
RDSI-BA	RDSI de banda ancha B-ISDN
RDSI-BE	RDSI de banda estrecha N-ISDN
RITL	Radio In The Loop Radio en el bucle de abonado
SDH	Synchronous Digital Hierarchy Jerarquía Digital Sincrónica (JDS)
SHF	Super High Frequency Banda de frecuencias super altas (300 y 3000 MHz)
SOHO	Small Office, Home office Pequeña oficina, Hogar oficina
SONET	Synchronous Optical Netword. Red óptica sincrónica UIT-T (símil a la SDH de USA)
SS	Spread Spectrum Espectro Extendido
STB	Set Top Box Caja inteligente complementaria al televisor
TCM	Time Compression Multiplexing Multiplexación por compresión en el tiempo (método ping pong)
TDD	Time Division Duplex Dúplex por División en el Tiempo (DDT), en ambas direcciones
TDM	Time Division Multiplexing Multiplexación por División en el Tiempo (MDT)
TDMA	Time Division Multiple Access Acceso Múltiple por División en el Tiempo (AMDT)
TM	Terminal Multiplexer Terminal de multiplexación
TMN	Telecommunication Management Network Red de Gestión de Telecomunicaciones (RGT)
UHF	Ultra High Frecuency Banda de ultra altas frecuencias (300 MHz á 3 GHz)
UNI	User Network Interface Interfaz usuario – red
URA	Unidad Remota de Abonado Remote Terminal Units (RTU)

VCR	Video Cassette Recorder Videocasetera
VHF	Very High Frequency Banda de frecuencias muy altas (30 á 300 MHz)
VoD	Video on Demand Video sobre demanda
VSAT	Very Small Aperture Terminal Terminal de apertura muy pequeña (antenas satelitales)
WAN	Wide Area Networks Redes de áreas ensanchadas
W-DCS	Wideband - Digital Cross Connect Distribuidor digital de banda ancha
WDM	Wavelength Division Multiplexing Multiplexión por división de longitud de onda (MDL)
WLL	Wireless Local Loop Anillo local inalámbrico
WPBX	WLL Private Branch Exchange Central de conmutación privada inalámbrica

REDES DE TELEFONÍA

En su origen, año 1876, las redes de telefonía, siguieron el mismo criterio de las redes de telegrafía eléctrica empleado desde el año 1793, es decir, unir dos usuarios, mediante una línea compuesta por, en principio un conductor de alambre de cobre con retorno por tierra y luego con un par aislado.

Al crecer la cantidad de usuarios, se constituyó una red por medio de la cual, cuando un usuario se deseaba comunicar con otro, debía primero accionar un selector, parte de su aparato, que lo conectaba con el otro usuario deseado, pero siempre de esta red tipo malla (Fig. 1).

Muy pronto, año 1878, al aumentar aún en mayor número las líneas instaladas, se instalaron las centrales de conmutación, conformando las redes tipo radial (Fig. 2).

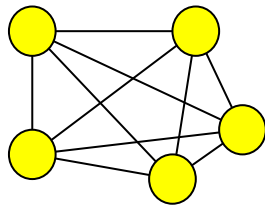


Fig. 1 - Red punto a punto

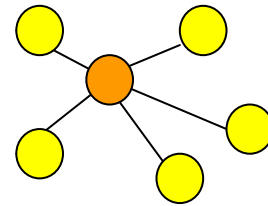


Fig. 2 - Red centralizada

La conmutación se realizaba manualmente mediante el uso de grandes paneles, con enchufes tipo hembra (jack) vinculados mediante clavijas tipo macho (plug). Los costos asociados de líneas externas y equipos conmutadores resultaron ser en su conjunto, un procedimiento de mayor eficiencia y de menor costo.

Este mecanismo de selección, primero de atención por medio de operadoras, fue a posterior necesario automatizar con mecanismos de selección electromecánica, más económicos y eficientes (año 1889). Recién a fines de los años 1970s comenzó su pasaje a sistemas electrónicos y a mediados de los 1990s a digitales.

Estas redes telefónicas, como vimos primero tomaron la estructura del tipo malla y luego del tipo radial (también llamadas estrella) y fueron calificadas como líneas de abonados, conocidas actualmente como redes de acceso y dirigidas a múltiples servicios de telecomunicaciones.

Al crearse varias centrales en una misma ciudad se tuvo que unir estas redes, mediante las líneas denominadas de enlace. Con ello se originó una nueva red del tipo malla, la que se llamó red de enlace urbano.

Si una ciudad tiene una sola central, se forma un monoárea. Cuando se dispone de varias centrales, se conforman varias áreas, luego se dice que es un área múltiple. Como lo es por ejemplo, el Área Múltiple Buenos Aires, AMBA.

Un área múltiple conforma una red de enlace entre las centrales del tipo malla, luego para conectar esta área, con otras áreas, deberá concentrarse en por lo menos un centro de conmutación.

CENTROS JERÁRQUICOS

Las redes que vinculan varias ciudades de un mismo país, se denominan líneas de larga distancia interurbana y cuando vinculan ciudades de distintos países se denominan de larga distancia internacional.

Con los distintos vínculos entre centros de conmutación interurbanos, se formaron nuevas redes del tipo malla, las que a su vez requirieron nuevas concentraciones. Con ello surge la necesidad de definir un esquema jerárquico de redes y centros de concentración, que conmutan el tráfico interurbano.

Así surge la diferenciación de los centros de conmutación en diversas jerarquías. Se llama centro tributario al menor nivel jerárquico y en orden creciente, centro primario, secundario, terciario, cuaternarios y en algunos casos se ha llegado a crear centros quinarios. En países de poca extensión se constituyen solo jerarquías primarias y secundarias.

Actualmente y dentro de este esquema, las redes nacionales se transforman debido a la alta potencia, inteligencia y capacidad tecnológica que pueden tomar los centros y enlaces. Ello permite anular los niveles jerárquicos superiores, manteniendo los niveles de jerarquía, solo circunscriptos a centros secundarios o como máximo terciarios.

En el caso de la República Argentina se paso de nivel cuaternario a ternario (Fig. 3).

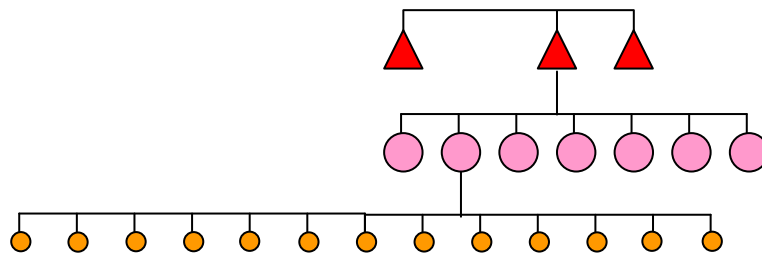


Fig. 3 – Red de telecomunicaciones de jerarquía horizontal

CONFORMACIÓN ORGÁNICA DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES

Hoy día las redes de telefonía se han transformado en redes de telecomunicaciones, es decir que pueden brindar servicios de voz, datos y televisión.

Las redes de telecomunicaciones están integrada por la red de acceso y la red de transporte.

La red de acceso, se desarrolla entre la central y el domicilio de los abonados, mientras que la red de enlace vincula centrales urbanas o centros interurbanos o internacionales. Esta última se llama genéricamente red de transporte (Fig. 4).

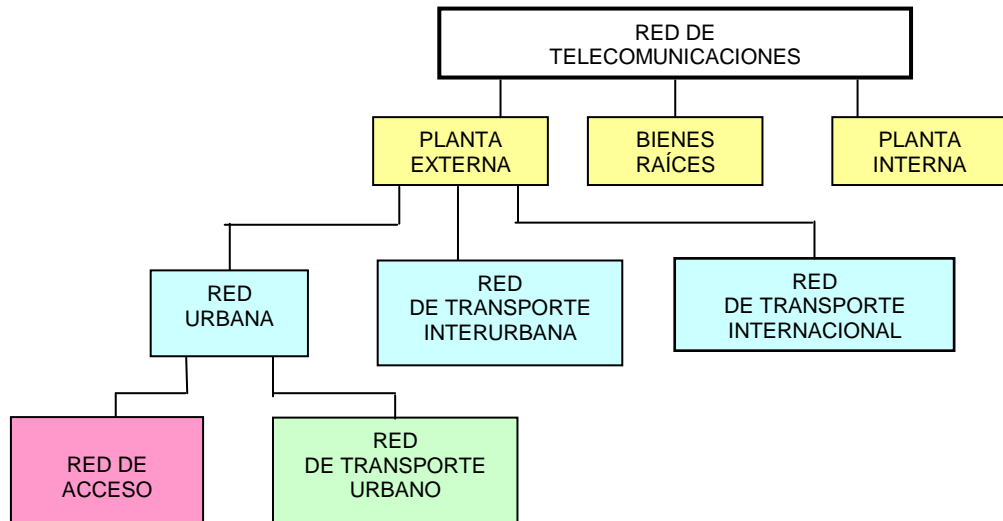


Fig. 4 – Organigrama clásico de una empresa de telecomunicaciones

PLANTA EXTERNA

Analizando el organigrama tradicional de una empresa de telecomunicaciones, preparado a fin de la planificación, la elaboración de la ingeniería de detalle, su operación y el mantenimiento de sus redes, surge el concepto de planta externa.

Se denomina así a las instalaciones fuera de un edificio, ya fuera de la central de conmutación, de una unidad remota y del edificio del abonado. ¿Pero cual es el límite frontera de esta planta externa?

En la central de conmutación, lo es el puente de unión en el Repartidor General MDF (Main Distribution Frame), que lo vincula a la planta interna. También otro punto fronteras lado central, lo es el sector de terminación de los cables de fibra óptica del Sistema Múltiple.

En el otro extremo, lado edificio del abonado, su frontera corresponde a la terminación con protector ubicada justamente en la entrada de cada domicilio (Fig. 5).

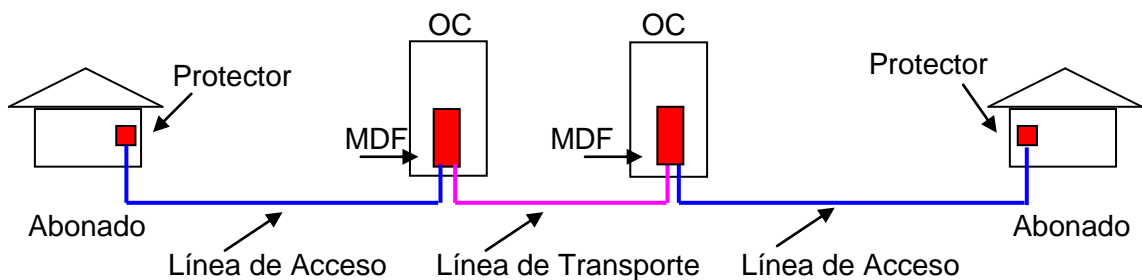


Fig. 5 – Red de Acceso

En los casos particulares de edificios de departamentos con cableados internos, la frontera está representada por los armarios de distribución general del edificio. Se considera edificios de departamentos con cableado interno, al caso de disponga de más de seis o más departamentos o si cuenta con cuatro o más plantas, según el Reglamento de Instalaciones Telefónicas en Inmuebles, Decreto Ley N° 4855/62.

CONSTITUCIÓN FÍSICA DE LAS REDES

Las instalaciones de planta externa urbana, en su desarrollo urbano, están constituidas por una amplia infraestructura, que cuenta con canalizaciones subterráneas, cámaras y cañerías, rutas de cables subterráneos, rutas de postes con cableados aéreos, distribuciones en manzanas, cableados de enterrado directo, cruces de puentes, armarios de distribución, etc.

Se emplean básicamente, redes inalámbricas celulares móviles o fijas y redes físicas constituidas por cables multipares de conductores de cobre o de fibras ópticas.

Las instalaciones de transporte interurbano estaban implementadas por cables coaxiales y radioenlaces de microondas, reemplazados ambos por cables de fibra óptica.

Las redes internacionales, están constituidas fundamentalmente por redes de fibra óptica y redes satelitales.

EL FUTURO ES HOY

La red descrita tuvo el carácter de ser analógica, hasta comienzo de los años de 1970s. Con el uso de los sistemas múltiplex PCM, para los enlaces entre centrales urbanas, se introdujo los primeros sistemas digitales. Luego se extendió a las centrales de conmutación digitales, a las redes interurbanas e internacionales.

Actualmente están llegando hasta la casa del abonado. Primero con fibra óptica y luego remozando la red de pares metálicos.

Un canal analógico de abonado se estableció con un ancho de banda desde 300 Hz hasta 3400 Hz, es decir, casi 4 KHz. El equivalente en un sistema digital, es de 64 Kb/s.

En nuestros días, una línea de abonado digital en sistema VDSL (Very Digital Subscriber Line) puede llevar al domicilio del abonado hasta 9 Mb/s, sobre un par metálico existente.

Es decir que, en la red de acceso, se podrá transmitir no solo telefonía, sino también transportar datos entre redes de computadoras o Internet de alta velocidad y, además, varios canales de TV, empleando sistemas de compresión. Se podrán implementar múltiples servicios interactivos y de canales asimétricos.

Mientras tanto las redes de transporte, ya en Europa y EEUU, están llevando velocidades en Terabit, es decir, 1000 000 000 Kb/s (10^{12} bit/s).

Como vimos un canal telefónico dispone de 64 Kb/s, luego un par de fibras ópticas podrá portar más de 156 millones de canales y un simple cable de 36 fibras, podrá transportar más que 2800 millones de canales. En Europa se están instalando redes de transporte de 192 fibras con una capacidad de 300 Terabits.

Estas cifras son asombrosamente aterradoras si analizamos su poder intrínseco de transporte, para habilitar los más variados servicios de voz, datos y video. Sin embargo, mes a mes, estas cifras se siguen incrementando.

INDICE DEL TEMARIO DE EXPOSICIÓN**ORÍGENES DE LA RED DE ACCESO****IMPORTANCIA DE LA PLANTA EXTERNA Y DE LA RED DE ACCESO****UNA SOLA RED****EL SERVICIO UNIVERSAL****FORMACIÓN DE UNA RED DE ACCESO****CENTROS JERÁRQUICOS****CONFORMACIÓN ORGÁNICA DE LA RED DE ACCESO****LOS PROYECTOS DE REDES****ESTRUCTURA DE LA RED DE ACCESO****ELASTICIDAD Y FLEXIBILIDAD DE LA RED DE ACCESO****NUEVOS SERVICIOS y- NUEVAS REDES DE ACCESO****NUEVOS DISEÑADORES Y OPERARIOS****PRESTACIÓN DE NUEVOS NEGOCIOS****RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS****SERVICIOS PORTADORES ISDN****TELESERVICIOS ISDN****SERVICIOS DE VALOR AGREGADO ISDN****SERVICIOS SUPLEMENTARIOS ISDN****OBJETIVOS DE LA ISDN****INTEGRACIÓN DE LOS SERVICIOS****TIPOS DE ACCESO ISDN Y SUS ANCHOS DE BANDAS****VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ISDN****REQUISITOS A SATISFACER POR LA ISDN****GRUPOS FUNCIONALES DE LA N-ISDN****INTERFAZ U.****TRANSMISIÓN EN LA LINEA DEL ABONADO PARA LA N-ISDN****MÉTODO DE SEPARACIÓN DE FRECUENCIAS****MULTIPLEXACIÓN POR COMPRESIÓN DE TIEMPO****CANCELADOR DEL ECO****CODIGO DE LINEA****TRANSMISIÓN EN LA LINEA DEL ABONADO PARA LA B-ISDN****SERVICIOS EN LA B-ISDN****ARQUITECTURA DE LA B-ISDN****TRANSICIÓN A UNA ISDN****LA OPTOELECTRÓNICA EN LA RED DE ACCESO****RED ÓPTICA SINCRÓNICA, SONET****ARQUITECTURA DE PROTECCIÓN****TRANSFERENCIA EN MODO ASIMETRICO, ATM****TRANSMISIÓN EN ISDN DE BANDA ESTRECHA****TRANSMISIÓN EN ISDN DE BANDA ANCHA****EL EDFA Y LAS FIBRAS DE DISPERSIÓN ESTIMULADA****SISTEMAS INALÁMBRICOS****SISTEMA DIGITAL DE ALTA VELOCIDAD PARA LINEA DE ABONADO, HDSL****SISTEMA DIGITAL ASIMETRICO PARA LINEA DE ABONADO, ADSL****FAMILIA DEL SISTEMA DIGITAL PARA LINEA DE ABONADO, xDSL****RED INTELIGENTE****LOS NUEVOS DISEÑOS****BIBLIOGRAFIA****SIGLARIO**