



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y
Computación**

**“Alternativas Tecnológicas al Bucle
de Abonados”**

**PROYECTO DE TOPICOS ESPECIALES
Previo a la obtención del Título de**

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización Electrónica**

Presentada por

**ERNESTO CORNEJO RODRIGUEZ
MILTON ESPINOZA GUERRERO
EDUARDO PERGUACHI ANDRADE**

**GUAYAQUIL - ECUADOR
1998**

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral donde se forjaron todas nuestras aspiraciones y la más importante, la de obtener el título de Ingenieros Electrónicos.

A cada uno de nuestros profesores que con sus enseñanzas hicieron posible llegar a esta meta.

Al Ing. Ernesto Molineros Mera Profesor del Tópico Especial de Comunicaciones Ópticas, por saber impartir sus conocimientos, que con generosidad supo guiarnos a través de todo el proceso investigativo y desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Ing. Freddy Villao Quezada mentor de este tópico, por todo su apoyo brindado durante esta primera etapa de formación como profesionales.

A nuestros compañeros con quienes compartimos inquietudes, diálogos y sugerencias que sirvieron para el debido desarrollo de este trabajo.

A todos los que de una u otra manera supieron guiarnos en nuestra vida estudiantil, compartiendo la sabiduría de sus conocimientos guiándonos no solo en nuestro desarrollo intelectual, sino también en el crecimiento personal y espiritual.

DEDICATORIA

A Dios,
A nuestros padres, esposas,
hijos, familiares y amigos

TRIBUNAL DE GRADUACION



ING. ARMANDO ALTAMIRANO
PRESIDENTE



ING. ERNESTO MOLINEROS
DIRECTOR DE TESIS



ING. WASHINGTON MEDINA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ING. REBECA ESTRADA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Titulos profesionales de la ESPOL.)



ERNESTO CORNEJO RODRIGUEZ



MILTON ESPINOZA GUERRERO

EDUARDO PERGUACHI ANDRADE

RESUMEN

En el estudio de las alternativas tecnológicas para la red de acceso iniciamos haciendo una explicación de la que es la red de acceso, las técnicas de transmisión digital dentro de las cuales se destaca la multiplexación plesiócrona PDH y la multiplexación Sincrónica SDH.

En cada una de estas técnicas de transmisión se indica sus características de velocidad, estructura básica, así como los múltiples esquemas de multiplexación. Se profundiza un poco en la técnica SDH, indicando sus ventajas sobre la técnica PDH.

Continuamos analizando el aspecto económico, inversiones, costos de operación de la red de acceso para el bucle de abonado y por último el futuro que puede tener la red de acceso en su acelerada evolución para dar mayores y mejores servicios.

El siguiente capítulo trata sobre la red de acceso de cobre, haciendo un estudio del desarrollo de acuerdo a la demanda de nuevos servicios, al incremento de nuevas velocidades y a las perspectivas del futuro de esta red de acceso. También proporciona información sobre la red existente de cobre en la ciudad de Guayaquil como también las múltiples alternativas basadas en la reutilización de la red de cobre para poder minimizar los costos de una infraestructura.

Además se menciona a la red de servicios digitales integrados RDSI, sus ventajas y su evolución, así como también la tecnología XDSL, que tiene como objeto conseguir mayor velocidad que los módem actuales.

El capítulo III nos da una introducción básica de la fibra óptica en la red de acceso del abonado así como también las diferentes etapas de evolución, la topología de sus nodos y las aplicaciones en los diferentes escenarios de renovación así también las múltiples ventajas que ofrece una red de fibra óptica comparada con una red de cobre.

A continuación se hace una descripción detallada de las nuevas tecnologías existentes para acceder al bucle de abonados, entre las que se menciona la telefonía inalámbrica, las comunicaciones satelitales, la nueva tecnología híbrida coaxial - fibra (HFC) y las líneas dedicadas.

Finalmente se trata sobre las conclusiones y sugerencias para el bucle de abonados y su conexión hacia las centrales respectivas, basadas en los estudios hechos en los capítulos anteriores. Por lo que en este último sumario se muestran propuestas en los que nosotros creemos que serían las tecnologías más adecuadas de acceso al bucle de abonados, ya sea en la realización de la planta existente, en su renovación en fibra óptica o las nuevas tecnologías de acceso.

INDICE GENERAL

<u>AGRADECIMIENTO</u>	<u>II</u>
<u>DEDICATORIA</u>	<u>III</u>
<u>TRIBUNAL DE GRADUACION</u>	<u>IV</u>
<u>DECLARACION EXPRESA</u>	<u>V</u>
<u>RESUMEN</u>	<u>VI</u>
<u>INDICE GENERAL</u>	<u>VII</u>
<u>INDICE DE FIGURAS</u>	<u>X</u>
<u>INDICE DE TABLAS</u>	<u>XII</u>
<u>1. ASPECTOS GENERALES</u>	<u>13</u>
1.1 INTRODUCCION	13
1.2 LA RED DE ACCESO (BUCLE DE ABONADOS)	14
1.3 TECNICAS DE TRANSMISION DIGITAL	14
1.3.1 MULTIPLEXACION PLESIOCRONA (PDH)	16
1.3.1.1 JERARQUIAS DIGITALES	16
1.3.1.2 PRINCIPIOS DE OPERACION DE LA PDH	16
1.3.1.3 CARACTERISTICA DE LA JERARQUIA DIGITAL	17
1.3.2 MULTIPLEXACION SINCRONICA (SDH)	19
1.3.2.1 ORIGEN Y DEFINICION DE LA SDH	19
1.3.2.2 DIFERENCIAS DE SDH SOBRE LA MULTIPLEXACION PDH	20
1.3.2.3 ESTRUCTURA BASICA DE SDH	21
1.3.2.4 CADENA DE MULTIPLEXACION	22
1.3.2.5 VELOCIDADES BINARIAS EN SDH	24
1.3.2.6 ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE LA RED SDH	24
1.3.2.7 VENTAJAS DE LAS REDES SINCRONICAS	28
1.4 ESQUEMAS DE MULTIPLEXACION	29
1.5 ASPECTO ECONOMICO DEL BUCLE DE ABONADO	31
1.6 INVERSIONES EN LA RED DE TELECOMUNICACIONES	32
1.7 COSTES DE OPERACION DE LA RED	33
1.8 FUTURO DE LA RED DE ACCESO	34
<u>2. RED DE ACCESO DE COBRE</u>	<u>36</u>
2.1 DESARROLLO DE LA RED DE ACCESO	36
2.2 RED DE ACCESO DE COBRE EXISTENTE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	37

2.3 ALTERNATIVAS BASADAS EN LA REUTILIZACIÓN DE LA RED DE COBRE EXISTENTE	38
2.3.1. TÉCNICA RDSI	38
2.3.2. TECNOLOGÍA XDSL	40
2.3.2.1. ADSL (ASYMMETRIC DSL)	41
2.3.2.2. HDSL	49
2.3.2.3. VDSL (VERY HIGH-SPEED DSL)	50
3. INTRODUCCIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA EN LA RED DE ABONADOS	51
3.1 EVOLUCIÓN DE LA RED DE ACCESO EN FIBRA ÓPTICA	51
3.2 ESTRUCTURA DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA	51
3.3 NATURALEZA DE LOS ELEMENTOS DE RED	53
3.4 TOPOLOGÍA DE LOS NODOS	53
3.5 APLICACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA EN LA RED DE ACCESO	54
3.6 ESCENARIOS DE RENOVACIÓN DE LA RED DE ACCESO ACTUAL	55
3.6.1. ETAPA INICIAL: FTTC Y SERVICIOS B E	55
3.6.2. A MEDIANO PLAZO: FTTC CON SERVICIO DE B E Y VIDEO	56
3.6.3. A LARGO PLAZO: FTTH CON SERVICIOS INTERACTIVOS DE B.A	56
3.7 EJEMPLOS DE SISTEMAS DE FIBRA ÓPTICA	57
3.7.1. TTOS (TOTALLY TRANSPARENT OPTICAL SUBSCRIBER SYSTEM)	58
3.7.2. DLC (DIGITAL LOOP CARRIER)	58
3.7.3. BUS ÓPTICO	59
3.7.4. TPON (TELEPHONY PASSIVE OPTICAL NETWORK)	60
3.7.5. PPL (PASSIVE PHOTONIC LOOP)	61
3.7.6. SCM (SUBCARRIER MULTIPLEXING)	62
3.8 RED DE FIBRA ÓPTICA EXISTENTE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL	63
3.8.1. PROYECTO DE LA CENTRAL URDESA	68
3.8.2. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DEL HOTEL HILTON COLON	71
4. OTRAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO	75
4.1 SISTEMA DE COMUNICACIÓN PERSONAL	75
4.1.1. CONCEPTO DE COMUNICACIÓN PERSONAL	75
4.1.2. EVOLUCIÓN HACIA EL CONCEPTO DE COMUNICACIONES PERSONALES	76
4.1.3. TELEFONÍA SIN CABLES (CT, CORDLESS TELEPHONY)	77
4.1.4. ALGUNAS EXPERIENCIAS	80
4.1.5. LA EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS SIN HILOS	81
4.2 SISTEMAS MÓVILES VIA SATELITE	85
4.2.1. INTRODUCCIÓN	85
4.2.2. ANTECEDENTES	86
4.2.3. SERVICIOS TERRESTRES	88
4.2.3.1. INTRODUCCIÓN	88
4.2.3.2. SERVICIO TERRESTRE PLANET 1	88
4.2.4. RED DE SATELITES IRIDIUM	90
4.2.4.1. INTRODUCCIÓN	90
4.2.4.2. ASPECTOS BÁSICOS DE IRIDIUM	91
4.2.4.3. SERVICIOS DE COMUNICACIÓN VIA SATELITE	93
3.3 TECNOLOGÍA ALAMBRICA HFC PARA SERVICIOS DE BANDA ANCHA	95
4.3.1. REDES DE ACCESO DE BANDA ANCHA HFC (HYBRID FIBER COAXIAL)	95
4.3.2. TELEFONÍA EN REDES HÍBRIDAS HFC (FIBRA ÓPTICA Y COAXIAL)	101
4.3.3. CABLEMODEMS SOBRE REDES HFC	102

4.3.4. COMUNICACIONES PERSONALES Y REDES HFC EL FUTURO DE LA TECNOLOGIA MOVIL	105
SISTEMA DE LINEAS DEDICADAS	106
4.4.1. REDES DE LINEAS DEDICADAS	107
4.4.2. REDES DE ACCESO DE NEGOCIOS	107
4.4.3. REDES DE COMPAÑIAS DE SERVICIOS	108
4.4.4. DISEÑO Y CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA RED DE LINEAS DEDICADAS	109
4.4.5. PROYECCION A FUTUTO DEL SISTEMA DE LINEAS DEDICADAS	110
<u>5. SUGERENCIAS DE ALTERNATIVAS PARA LA RED DE ACCESO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL</u>	112
5.1 ALTERNATIVA BASADA EN LA REUTILIZACIÓN DE LA RED EXISTENTE	112
5.2 ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS QUE OFRECE LA FIBRA OPTICA	114
5.3 ALTERNATIVAS QUE OFRECEN LOS SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL	115
<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	118
<u>GLOSARIO</u>	121
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	124

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCION

La tecnología de las redes de comunicaciones se basa fundamentalmente en la tecnología de sistemas que consiste en disponer de todos los elementos que integran una red de forma que permitan establecer y desarrollar las comunicaciones con la calidad esperada a un costo razonable a sus usuarios, a la vez que ofrecen la flexibilidad necesaria para un crecimiento armónico.

La introducción a fines de este siglo de la transmisión de servicios de banda ancha (video, datos, tv.) provocará la inevitable renovación tecnológica de las redes públicas de telecomunicación.

Esta innovación tecnológica tiene como fin el de soportar un gran volumen de transmisión que requieren los servicios de banda ancha, por lo que el cambio se manifestará en las tres funciones de la red.

- En la central se incorporarán sistemas de conmutación de banda ancha. Ejm. (Equipos de conmutación basados en el estándar de 155 Mbps y de 622 Mbps.
- En la red de enlaces se aumenta la capacidad de transmisión a decenas de Gbps.
- La red de acceso del abonado a la central, será necesaria cambiar de cobre a nuevas técnicas de acceso como pueden ser: de fibra óptica, red HFC, sistemas de radio y sistema por satélite.

El ingeniero experto en planificación de redes, conociendo las necesidades de los abonados - naturaleza, calidad, intensidad y distribución del tráfico -, las limitaciones técnicas y operativas - posibilidades de los equipos y de la organización que explota la red, la distribución de costes de los distintos elementos de planta - vías y sistemas de transmisión, sistemas de comunicación, dispositivos de planta externa, etc.- el coste del dinero y las posibilidades para ofrecer nuevos servicios, debe diseñar la red de forma que resulte un organismo armónico capaz de ir incorporando, tanto los avances que la técnica vaya ofreciendo como las nuevas necesidades y servicios que los abonados vayan demandando. El dinamismo de la tecnología de comunicaciones, las fuertes inversiones que son necesarias, la dispersión geográfica y la variedad de técnicas y servicios, con las que necesariamente ha de contar siempre el planificador, son características que diferencian de la técnica de la construcción, haciéndola, si cabe, mucho más compleja y apasionante.

1.2. LA RED DE ACCESO (BUCLE DE ABONADOS)

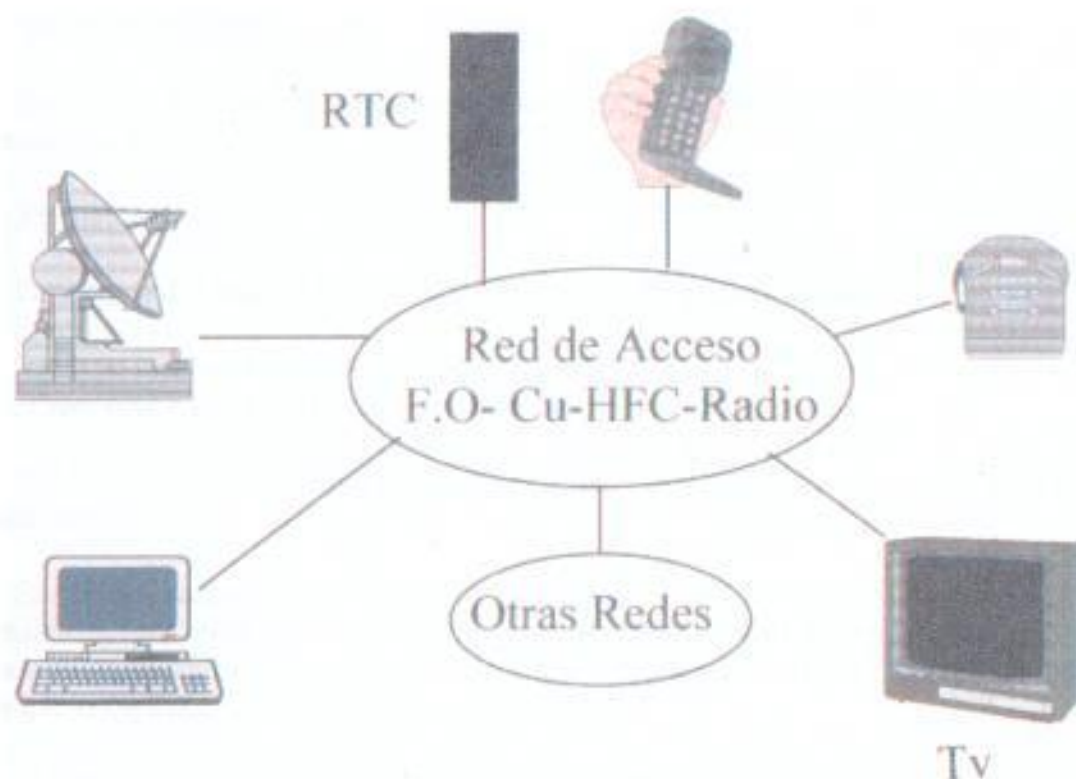


Fig. 1.1 Esquema del funcionamiento de la Red de Acceso

La liberación y privatización del sector de las telecomunicaciones tendrán como consecuencia la competencia de operadoras nacionales y extranjeras provocando los avances tecnológicos, proponiendo nuevas alternativas de soluciones a las ya existentes. Ampliando la oferta actual de servicios, esto hará necesario una transformación radial de la red de acceso y convirtiéndole en el elemento estratégico básico de las operadoras, ahora y en el futuro.

Los avances de la tecnología de acceso nos ofrece nuevas soluciones en telefonía, capaces a futuro de desarrollar ya sea en el caso de banda ancha a través de Fibra óptica, por otra parte la existencia de la transmisión SDH en el bucle de Abonados que logran un rápido y económico acceso a servicios de telecomunicaciones más avanzado.

1.3. TECNICAS DE TRANSMISION DIGITAL

Para una conversión analógica a digital eficaz y su posterior transmisión es necesario:

- Transmitir más información por unidad de tiempo que 64 Kbit/s
- El receptor tiene que discernir donde empieza un nuevo número de 8 bit, de la corriente de bits transmitidos.

Estos dos aspectos se solucionan mediante el multiplexado y el uso de bits de sincronización.

a. - Multiplexado:

Para transmitir más información por unidad de tiempo, hay dos maneras:

1. Dedicar más líneas de transmisión, un canal por línea, o bien
2. Transmitir a mayor velocidad por las mismas líneas disponibles

La primera es una solución poco eficaz. La segunda se resuelve mediante el multiplexado.

El Multiplexado es un procedimiento mediante el cual se reúnen o entrelazan diversas señales en otra señal de orden superior (con mayor velocidad de transmisión) con el que sea posible su transmisión por el mismo canal de forma simultánea e independientemente sin que las señales agrupadas se interfieran entre sí.

El Multiplexado puede ser por división en el tiempo TDM (Time Division Multiplex), y por división de frecuencia (Frequency Division Multiplex).

Para ilustrar el concepto de multiplexado, vemos un ejemplo. Supongamos que tenemos 32 canales, cada uno de ellos con una velocidad de 64 Kbit/s, que queremos transmitir. El multiplexado toma de cada una de las 32 líneas, un único byte y lo transmite uno detrás del otro. A continuación, toma el siguiente byte de cada uno de los canales y así con todos sucesivamente. Con el objeto de que se pierdan bytes, el multiplexado tiene que ser capaz de enviar todos los 32×8 bits de los 32 canales sin que se manchen. Esto implica que la velocidad de salida del multiplexado tendría que ser como mínimo de 32×64 Kbit/s, es decir un mínimo de 2048 Kbit/s.

Este método se llama Time Division Multiplexing (TDM) porque una vía común es compartida, por asignación de intervalos periódicos de tiempo, por diferentes canales. En el ejemplo, el multiplexado asigna un intervalo de tiempo fijo, de $1/8000$ de segundos, y lo divide entre los 32 canales por el aumento de la velocidad, de tal manera que cada byte de cada canal dispondrá de $1/(8000 \times 32)$ segundos para ser enviado.

Este método puede hacerse servir para aumentar el número de canales desde los 32 a 4×32 canales, y más. Cada aumento va, por descontado, acompañado por un aumento adecuado en la velocidad de la transmisión de bits de la línea.

b. Sincronización:

Una vez enviados diversos canales simultáneamente por una única línea, es necesario que el receptor (demultiplexor) restaure la información asignada a cada bit al canal que le corresponda.

Por eso se utilizan bits especiales en la corriente del bit, que se utilizan para la sincronización. Estos bits comunican al demultiplexor donde empieza un nuevo grupo de 32 bytes, de manera que si es posible separar y repartir los siguientes bits entre los canales. No es necesaria sincronización para distinguir entre cada uno de los 32 canales. Si se multiplexan varios grupos de 32 canales juntos, es necesario añadir más bits de sincronización para distinguir entre los diferentes grupos.

1.3.1. MULTIPLEXACIÓN PLESIÓCRONA (PDH)

1.3.1.1. JERARQUÍAS DIGITALES

En la transmisión de señales digitales se recurre a la multiplexación con el fin de agrupar varios canales en un mismo vínculo. Si bien la velocidad básica usada en las redes digitales se encuentra estandarizada en 64 Kb/s, las velocidades de los órdenes de multiplexación en cambio forman varias jerarquías

La Jerarquía Europea, usada también en *Latinoamérica*, agrupa 30+2 canales de 64 Kb/s para obtener 2.058 Kb/s. Luego, por multiplexado de 4 tributarios sucesivamente, se obtiene las velocidades de 8.448 Kb/s; 34.368 Kb/s y 139.264 Kb/s.

La Jerarquía Norteamericana, agrupa en cambio 24 canales a una velocidad de 1.544Kb/s. Posteriormente genera 2 órdenes superiores (x4) a 6.312 Kb/s y (x7) a 44.736 Kb/s. *La Jerarquía Japonesa*, recupera al valor de 6.312 Kb/s pero obtiene los órdenes jerárquicos de (x5) 32.064 Kb/s y (x3) 97.728 Kb/s.

A las Jerarquías mencionadas se las denomina Plesiócronas PDH porque el reloj usado en cada nivel de multiplexación es independiente de los otros niveles. En oposición se encuentra la jerarquía Sincrónica SDH, la cual adopta un solo reloj para toda la red.

1.3.1.2. PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE LA PDH

A principios de la década de los 70, empezaron a instalarse los primeros sistemas de transmisión digital haciendo servir un método conocido como PCM (Pulse Code Modulation). Este permitió representar de forma binaria, señales analógicas, como la voz humana, y mediante este método se pudo representar una señal telefónica analógica estándar de 4kHz como una corriente de bits digitales a 64 Kbit/s.

Este potencial se hizo servir para producir sistemas de transmisión más efectivos, combinando varios canales PCM, transmitiéndolos en el mismo cable que antes sólo ocupaba una única señal analógica. Por asignación de intervalos de tiempo a cada canal, se adoptó un esquema estándar de multiplexado. En Europa se adoptó la combinación de 30 canales de 64 Kbit/s, con dos canales de control de la información, dando una capacidad total de transmisión de 2048 Kbit/s (2 Mbit/s).

Conforme se van incrementando la demanda de telefonía y creciendo los niveles de tráfico, la señal estándar de 2Mbit/s fue insuficiente para soportar la carga de las redes. Con el fin de evitar la utilización de un aumento del número de líneas de 2Mbit/s, se creó un nivel de multiplexado con mayor capacidad. El estándar adoptado en Europa fue la combinación de cuatro canales de 2 Mbit/s para obtener un único canal de 8 Mbit/s.

Así como fueron creciendo las necesidades, se incorporaron nuevos niveles de multiplexado, creándose estándares para 34, y 140 Mbit/s, dando lugar a una jerarquía completa de velocidades de transmisión.

La jerarquía de multiplexado descrita presenta la característica de que los canales multiplexados pueden ser generados por diferentes equipos, cada uno con una ligera diferencia de sincronización. Así, antes de multiplexar los canales de 2Mbit/s, se tiene que añadir información con el fin de sincronizarlos. Esta información, en forma de bits, son los llamados "bits de justificación". Estos bits de justificación son reconocidos en el proceso de demultiplexado, y son eliminados, dejando la señal original.

Este proceso es conocido como una operación plesiócrona, del griego, significante "casi sincrona". El mismo problema de sincronización aparece a cada nivel de la jerarquía de multiplexado, de tal manera que se tienen que añadir bits de justificación en cada etapa de multiplexado. La utilización de la operación plesiócrona a lo largo de toda la jerarquía ha originado el término "jerarquía digital plesiócrona", o PDH (del inglés Plesiochronous Digital Hierarchy)

1.3.1.3. CARACTERISTICAS DE LA JERARQUIA DIGITAL PLESIÓCRONA (PDH)

FLEXIBILIDAD

La existencia de bits de justificación a cada nivel de multiplexado, implica que para identificar la localización exacta de las tramas, y poder extraer en un nodo, de un canal de 2 Mbit/s dentro de una línea de mayor velocidad, como podría ser de 140 Mbit/s, se hace necesario demultiplexar totalmente la señal.

En el caso de 140 Mbit/s, se tiene que demultiplexar los 64 componentes de 2 Mbit/s, pasando por los demultiplexados de 34 y 8 Mbit/s. Una vez identificada y extraída la línea de 2 Mbit/s tiene que volver a multiplexarse los canales a 140 Mbit/s.

Esta característica dificulta la flexibilidad de los conexiones, hace más lento el proceso e incrementa el número necesario de multiplexores y demultiplexores, con el consecuente coste de equipamientos y mantenimiento, conforme se incrementa el número de nodos y la velocidad de la línea.

GESTION DE RED

En una red PDH de alta capacidad con muchos nodos y equipamientos de multiplexado y demultiplexado, una comunicación punto a punto ha podido viajar a través de diferentes caminos. La única manera de asegurar que siga la ruta correcta es controlar y conservar con detalle los registros de interconexión de los equipos. Conforme las actividades de reconexión en la red aumenta, se vuelve más difícil mantener los registros actualizados y la posibilidad de fallos aumenta. Estos fallos no sólo pueden afectar a la conexión establecida sino también de otras conexiones existentes con comunicaciones activas.

Otra limitación de los PDH es la tradicional falta de capacidades potentes de supervisión de comportamiento de la red. Las necesidades de disponibilidad y de supervisión de fallos en las redes, se han ido incrementando a lo largo de los años. Conforme aumenta la complejidad de la red, es necesario un mayor control de los parámetros y características de las comunicaciones. El formato de trama PDH proporciona poca información para un adecuado sistema de gestión de red en cuanto se incrementa la dimensión de la misma, comparado con las características del SDH.

FUNCIONES DE CROSS-CONNECTION

Es posible incorporar sistemas digitales de cross-connection a entornos PDH, incrementando su capacidad de configuración. Un sistema de cross-connection es un conjunto de "interruptores" para los canales de transmisión, de tal forma que por control de software, pueden conectarse canales de transmisión digitales de una forma flexible.

Las cross-connections proporcionan la capacidad de redirigir uno o más canales de la señal transmitida sin necesidad de demultiplexar. Esto hace del cross-connection una herramienta potente a la hora de hacer cambios inmediatos de configuraciones de red. El resultado es una asignación más versátil del ancho de banda.

ESTRUCTURA DE DISPOSITIVOS BASICOS DE RED

Esta imagen muestra la estructura de un sistema PDH en el que la eficacia de los multiplexores ha estado incrementada mediante un sistema de cross-conexión digital. Este manipula las señales digitales multiplexadas, como si fueran conexiones individuales y es capaz de dirigirlos separadamente. Estas prestaciones pueden hacerse servir para configurar servicios dedicados punto a punto entre nodos. Los repetidores son dispositivos intercalados a intervalos regulares de una ruta de transmisión con el objeto de restituir a su estado inicial las señales atenuadas, deformadas en el curso de su propagación. Se hacen servir en el caso de emplazamientos distantes.

Los multiplexores de extracción/inserción tienen la función de encaminar uno o más canales de comunicación sean llevados a un emplazamiento intermedio, mientras que los restantes canales continúan hacia un emplazamiento distante.

1.3.2. MULTIPLEXACION SINCRONICA SDH

1.3.2.1. ORIGEN Y DEFINICION DE LA SDH

A principios de los años 80, la comunicación digital se vuelve claramente el método más escogido para hacer crecer las redes; y, las fibras ópticas se vuelven una alternativa práctica. Entonces, unos cuantos métodos diferentes se hacían servir para combinar líneas PDH juntas para conseguir otras con una velocidad mayor. Cuando esto empezó, se reconoció que un mayor control y un mejor acceso abastecieron un coste mayor en la estructura de la red; así que la Bell Communications Research Organization va crear el concepto del SONET (synchronous optical network) o red óptica sincrónica. Esta red óptica sincrónica estuvo diseñada para proporcionar un método de empaquetamiento para toda la información digital, que permitiría no tan solo combinar diferentes tipos de información digital, si no gestionar esta red desde una localización centralizada.

La efectividad representada por esta técnica estuvo reconocida por la World Standard Organization (ITU) la que desarrolló la SONET en una mayor extensión, que fue nombrada Jerarquía Digital Sincrónica o SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Estos dos estándares juntos formaron una nueva forma de acceso global para las comunicaciones digitales por fibra óptica, que se ha extendido rápidamente para todo el mundo. La estructura SDH permite manipular de forma efectiva todo tipo de comunicaciones con una estructura gestionable que proporciona otras prestaciones y redes de un cierto nivel de complejidad.

La SDH tiene ventajas sobre la actual Jerarquía PDH que la hacen necesaria en las futuras redes digitales;

- Permite la sincronización bajo un mismo reloj de estrato en todos los componentes de la red.
- Permite transmitir todas las jerarquías digitales existentes. Se tienen tres jerarquías PDH: 1) en Europa y Latinoamérica; 2) en USA y 3) en Japón. Cualquier velocidad de las jerarquías indicadas puede ser transportada en la carga útil de la trama STM-1 a 155 Mb/s.
- Contiene una reserva de capacidad de transmisión suficiente para el control y administración de la red en las denominadas tara de trayecto POH y la tara de sección SOH (Over-Head). Parte de esta capacidad se la usa apara canales de servicio vocal y datos, bytes de paridad para el control de la BER, canales de datos para la supervisión y gestión, etc.

- Permite la multiplexación de canales sincrónicos y asincrónicos. Se puede acceder a la velocidad de 155.520 Kb/s directamente con 63 canales de 2048 Kb/s. Como se conoce la ubicación de cada tributario se efectúan operaciones Add-Drop y Cross-Connect.
- Permite una arquitectura del tipo anillo (Ring) en lugar de malla. Esto es posible gracias el enrutamiento en ambos sentidos que permiten los equipos Add/Drop y Cross-Connect. Una configuración posible incluye a nivel nacional una red malla de protección Cross-Connect; a nivel regional una red combinada malla/anillo y a nivel local una red anillo.
- Permite la definición de las interfaces S y R (transmisión y recepción) entre equipos terminales y repetidores de fibras ópticas para uniformidad de distintos fabricantes.

1.3.2.2. DIFERENCIAS DE SDH SOBRE LA MULTIPLEXACIÓN PDH

Desde un punto de vista comparativo entre la SDH y la PDH se pueden indicar los siguientes argumentos:

- La PDH tiene una multiplexación asincrónica en una red plesiócrona mientras que la SDH tiene una multiplexación sincrónica en una red sincrónica.
- En PDH el intercalado es de bit y se adopta la justificación positiva, mientras que en SDH el intercalado es de Bytes (un octeto) y la justificación es positiva-nula-negativa. La justificación a Bytes produce una performance más problemática desde el punto de vista del Jitter en SDH.
- En la PDH la estructura de trama es distinta en cada orden jerárquico y no se encuentra estandarizada por encima de 140 Mb/s, mientras que en SDH existe una única estructura de trama estándar para cualquier velocidad por encima de 155 Mb/s.
- En la PDH cada nivel se encuentra sincronizado con el otro extremo y es plesiócrono con los otros niveles superior e inferior, en la SDH se observa que el reloj de 2Mb/s se usa para todos los niveles de multiplexación. Esto impide que se produzcan deslizamientos.
- En la PDH el nivel que ocupa el equipo de transmisión genera una nueva trama de velocidad levemente superior al multiplexor en la cual se agrupan: bits de paridad para el control de la tasa de error VER, canales de servicio para mantenimiento, canales de datos para la telesupervisión y el sistema de conmutación automática. Estas informaciones se agrupan en una trama no normalizada que depende del diseñador y de la empresa. En la SDH, dichas informaciones se integran en una trama normalizada para todos los productores.

1.3.2.3. ESTRUCTURA BÁSICA DE SDH

SDH trabaja con una estructura básica según lo define la CCITT. Esta estructura es llamada trama básica, la cual tiene una duración de 125 microsegundos, y corresponde a una matriz de 9 filas y 270 columnas, cuyos elementos son octetos de 8 bits.

Esta trama básica recibe el nombre de STM_1 "Modulo de Transporte Síncrono de Nivel 1" (STM_1 = Synchronous Transport Module 1).

En la trama se distinguen tres áreas (Fig. 1.2):

- Tara de Sección (Section OverHeat).
- Punteros de AU (AU pointer).
- Carga Útil (Pail Load).

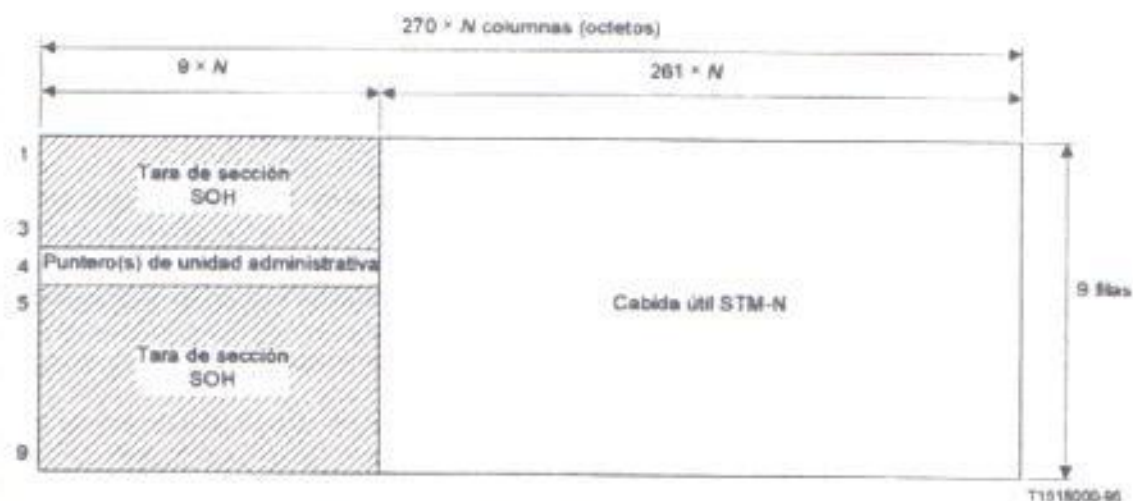


Fig. 1.2 Estructura de la Trama SDH

Además, se incluye información para:

- Alineación
- Mantenimiento
- Funcionamiento y otras funciones operacionales

A.- CARGA ÚTIL

Constituye el lugar donde las señales precedentes de todos los niveles PDH son empaquetadas hasta formar el contenedor virtual correspondiente. La carga útil va acompañada de la tara de trayecto, la incluye la información necesaria para la gestión.

B.- ENCABEZAMIENTO DE LA SECCIÓN SOH

El primer nivel de la jerarquía digital sincrónica corresponde a una velocidad de 155.520 y se denomina Módulo de Transporte Sincrónico STM-1

La información de SOH se añade a la cabida útil de información para crear un STM-N. Incluye información de alineación de trama de bloques, e información para el mantenimiento y la supervisión de la calidad de funcionamiento y otras funciones operacionales. La información de SOH se clasifica en:

- RSOH: es la tara de sección de Regeneración (funciones de regeneración). Tiene su aplicación entre Repetidoras.
- MSOH: es la tara de sección de multiplexación que pasa transparentemente a través de los regeneradores y se termina donde los AUG son ensamblados y desensamblados (aplicación entre Multiplexores y Terminales).

Las filas 1 a 3 de la SOH se designan como RSOH, mientras que las filas 5 a 9 se designan de modo que sean la MSOH.

C.- PUNTEROS DE UNIDAD ADMINISTRATIVA (AU)

El puntero se define como un indicador cuyo valor define el desplazamiento de la trama de un contenedor virtual, con respecto a la referencia de trama de la entidad de transporte, sobre lo que es soportado.

Para el caso del puntero de AU-n éste proporciona un método para permitir una alineación flexible y dinámica del VC-n dentro de la trama de AU-n.

La alineación dinámica significa que se permite al VC-n "flotar" dentro de la trama de AU-n. Así, el puntero es capaz de absorber las diferencias no solamente en las fases de VC-n y la SOH, sino también en las velocidades de trama.

1.3.2.4. CADENA DE MULTIPLEXACIÓN:

La cadena de multiplexación para llegar al STM-1 se puede partir desde cualquiera de los niveles jerárquicos actuales; y mediante el armado de tramas sucesivas se llega a STM-1 (Fig. 1.3).

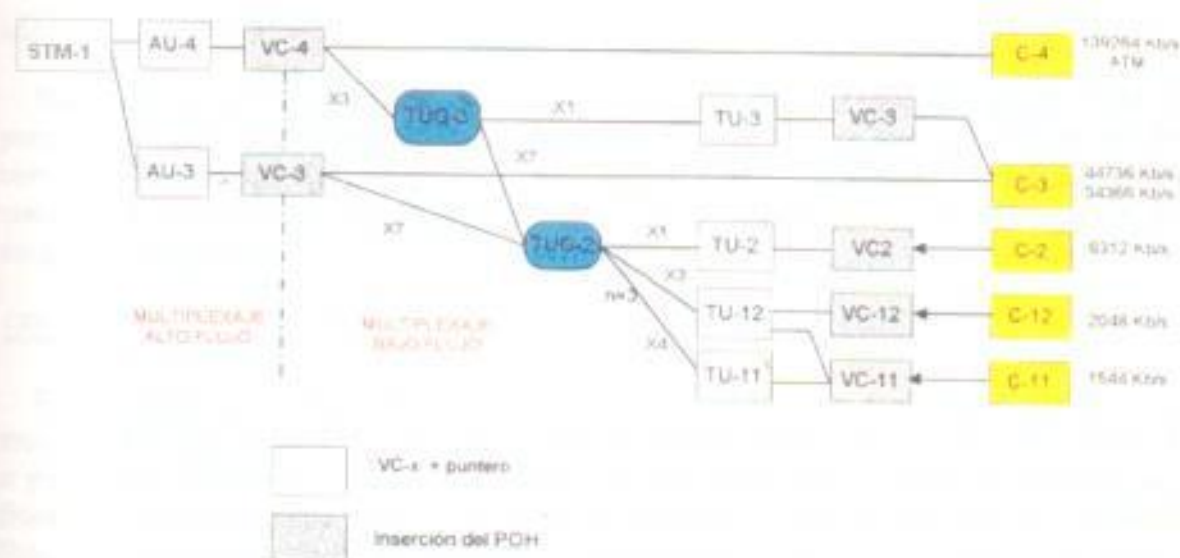


Fig. 1.3 Diagrama de bloques de la Cadena de multiplexación

La jerarquía SDH define cierto número de contenedores, cada uno de los cuales corresponde a una velocidad plesiócrona existente (tal como se muestra en la figura). Los datos provenientes de la señal plesiócrona son conformados en los contenedores correspondientes. El procedimiento que se utiliza para tal efecto es similar al de relleno de bits que se lleva a cabo en el multiplexor PDH convencional. Se añaden luego a cada contenedor informaciones de control, conocidas por el término *tara de trayecto*. Los bytes de tara de trayecto permiten una monitorización de los parámetros del trayecto, como por ejemplo las tasas de errores. El contenedor junto con la tara de trayecto forma un *contenedor virtual*.

En una red sincrónica todos los equipos se sincronizan con un reloj maestro global. Sin embargo, el retardo asociado con un enlace de transmisión determinado puede variar ligeramente a través del tiempo. Por ello la ubicación de los contenedores virtuales dentro de la trama STM-1. El puntero puede incrementarse o disminuirse según sea necesario en correspondencia con los cambios de posición del contenedor virtual.

Existen diferentes combinaciones de contenedores virtuales que se pueden utilizar para llenar el espacio de carga útil de la trama STM-1; este proceso se repite en varios niveles de la jerarquía SDH, lo cual conduce a la agrupación de los contenedores virtuales más pequeños en otros más grandes. Una vez llenado el espacio de carga útil de la trama STM-1, se añaden a la trama algunos bytes con informaciones de control para conformar la *tara de sección*, denominada así porque acompaña a la carga útil en toda la sección de fibra entre dos multiplexores sincrónicos. Tiene por objeto proporcionar canales de comunicaciones para funciones tales como OMAN (Operaciones, Administración y Mantenimiento), canales de usuarios, conmutación de protección, alineación de trama y algunas funciones adicionales.

CONTENEDOR VIRTUAL (VC).

Para que un tributario pueda entrar a formar parte de la carga útil de un STM_1 previamente debe ser "empacado" adecuadamente, para ello se procesa con el fin de convertirlo en un contenedor virtual (VC: Virtual Container). Este VC es una señal sincrónica en frecuencia con el STM_1 y ocupará un determinado lugar entre la sección de carga útil de la trama.

TECNICA DE PUNTEROS.

En la red sincrónica todos los nodos y multiplexores SDH están controlados por un reloj muy estable. Sin embargo pueden surgir pérdidas de sincronismo en alguna parte de la red o puede ser necesario efectuar algún ajuste en los puntos donde el tráfico traspasa las fronteras nacionales. Esta tarea de ajustar el sincronismo, se realiza mediante los punteros. Estos indican la posición en que comienza una carga útil. Como cada octeto de una trama STM, tiene un número que lo identifica, el puntero indica uno de tales números, y es donde se encontrará el primer octeto de la carga útil asociada a dicho puntero. De esta forma la carga útil puede por así decirlo "flotar" en una trama STM, pues siempre su posición estará indicada por el puntero.

1.3.2.5. VELOCIDADES BINARIAS EN SDH.

Las velocidades de bit para los niveles más altos de las jerarquías SDH van de acuerdo al nivel N del Módulo de Transporte Sincrono (STM). Según la recomendación G.707 del CCITT estas velocidades son:

Nivel	Señal	Velocidad	Velocidad Real
1	STM-1	155.520 x 1	= 155.520 Mb/s
4	STM-4	155.520 x 4	= 622.080 Mb/s
16	STM-16	155.520 x 16	= 2.488.320 Mb/s

A diferencia de la jerarquía digital síncrona, aquí la velocidad del STM-N se obtiene multiplicando la velocidad del módulo básico STM-1, por N, donde N es un entero.

1.3.2.6. ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE LA RED SDH

Una red basada en SDH proporciona los medios para transportar los contenedores entre diversos puntos, para cargar y descargar contenedores de los STM-1 y para transferir contenedores de un medio de transporte a otro (STM-N). Estas acciones determinan las funciones básicas que se deben realizar en una red SDH. En los puntos de acceso a la red se

ensamblan los VC adecuados a la señal a transmitir, una vez conformado el vc debe ser transportado a través de la red, durante el viaje del vc por la red SDH puede presentarse el caso en que un vc o varios deben ser descargados del STM-1 o también casos en que deban ser cargados en los STM-1. En su recorrido por la red, el VC pasara por diferentes rutas y con diferentes velocidades.

La arquitectura básica SDH presenta dos diferencias claves respecto a la arquitectura de los sistemas PDH. En primer lugar, los sistemas SDH casi siempre utilizan fibras ópticas para la transmisión, y en segundo lugar, siempre trabajan con sincronismo (es decir que estos sistemas tienen una base de tiempo fija).

Los sistemas SDH permiten la carga sin problemas de señales PDH, permiten las variaciones temporales características de PDH. Esta carga se realiza al multiplexor mediante dispositivos que llevan a cabo funciones conocidas como "mapping" y "aligning". El mapping convierte las señales no sincrónicas al formato necesario para su carga a un enlace SDH y el aligning asegura que cuando llegue a su destino saldrá exactamente a la misma velocidad que entró.

EQUIPOS UTILIZADOS

Los equipos necesarios en una red SDH son los siguientes:

- Multiplexor Terminal.
- Multiplexor Add-Drop.
- Multiplexor Cross-Connect.

La función del multiplexor terminal es combinar las funciones de interfaz, ensamblado y desensamblado de los diversos paquetes.

El cross-connect realiza el enrutamiento del tráfico entre nodos de la red y se puede clasificar de acuerdo al tipo de vc que intercambie y al nivel jerárquico de las señales. Se pueden clasificar en 3 tipos: los que realizan intercambio a nivel VC-4 o a nivel superior, los que realizan intercambio a nivel del vc de orden inferior y los que son combinaciones de los anteriores.

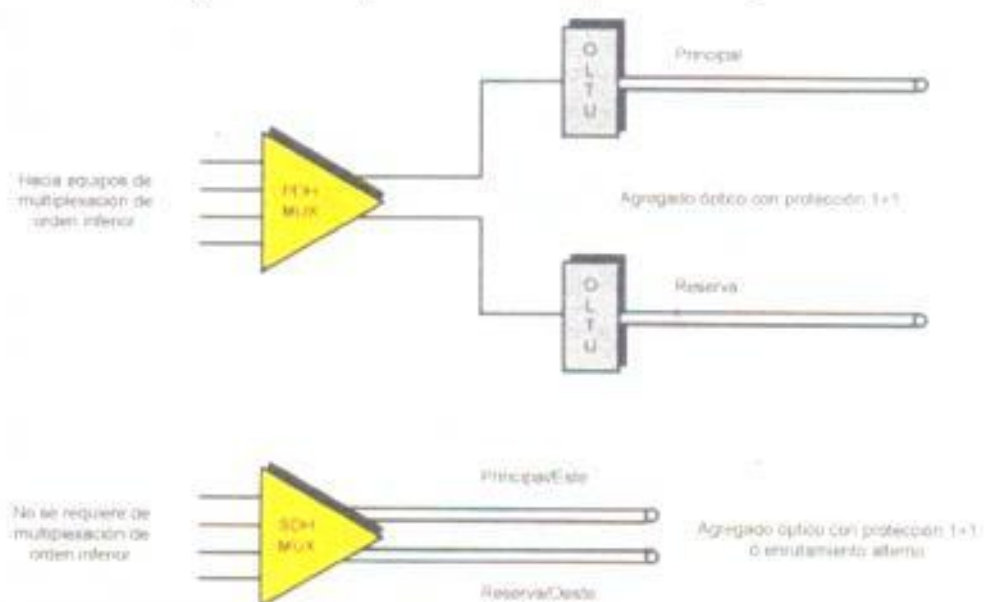
A.- Multiplexores

Se dispone de dos tipos de equipos multiplexores:

- Multiplexor con entradas PDH y salida STM-1
- Multiplexor con entradas SDH o PDH y salidas SDH

Las unidades funcionales que componen un multiplexor son: Multiplexor de tributarios de entrada, Demultiplexor de datos de línea recibidos, Unidad de sincronismo, servicio orderwire, conmutación y gestión de red.

Fig. 1.4 Configuración del multiplexor PDH y SDH



B.- Operación ADD-DROP

Una de las ventajas que permite el uso de punteros en la jerarquía SDH es la posibilidad de efectuar la operación de extracción e inserción de canales (Add-Drop) y la de conexión cruzada (Cross-Connect). La función Add-Drop es una función estándar del equipo multiplexor. Es decir, mediante programación se puede seleccionar la operación multiplexor terminal o Add-Drop.

Esta operación permite la inserción y extracción de canales con una granularidad mayor a la función Cross-Connect. Es por lo tanto más económico (equipo estándar en la mayoría de los casos, programable por software) pero en cambio trabaja con menor número de afluentes. El concepto de Granularidad hace referencia al menor elemento tributario que es accesible en la conmutación.

Un multiplexor con la operación Add-Drop permite efectuar las siguientes funciones:

- Multiplexación (inserción y extracción de canales);
- Transporte (terminal de línea o radioenlace);
- Protección (conmutación 1+1)
- Flexibilidad (conmutación entre direcciones de un anillo).

Los punteros señalan la ubicación de cada tributario y se puede extraer del STM-1 un simple tributario de 2 Mb/s sin la demultiplexación de todo el módulo. Si los tributarios son sincrónicos se puede también extraer un canal de 64 Kb/s desde los 2048 Kb/s si fuera necesario.

Multiplexor de extracción e inserción (ADM)

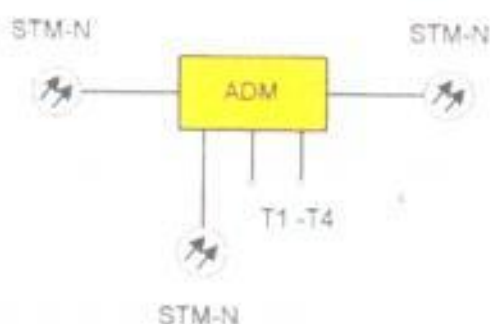


Fig. 1.5

C.- Operación CROSS-CONNECT

Este sistema constituye un Nodo de Red SDH similar a una central de conmutación (de tributarios). La forma de distribuir los tributarios de 2Mb/s en una trama se realiza mediante software de acuerdo a las necesidades del tráfico en cada momento; se trata de un distribuidor electrónico (digital). Por lo tanto, la conmutación está gobernada por el personal de Operaciones de Cross-Connect.

En una central TANDEM de la red PDH las entradas son a 2 Mb/s mientras que en Cross-Connect las entradas son a 2 - 34 - 140 Mb/s de la jerarquía PDH y 155 Mb/s de la SDH. Incluso puede integrarse en una red totalmente PDH previamente a la conexión de canales SDH. Se disponen de las siguientes operaciones Cross-Connect:

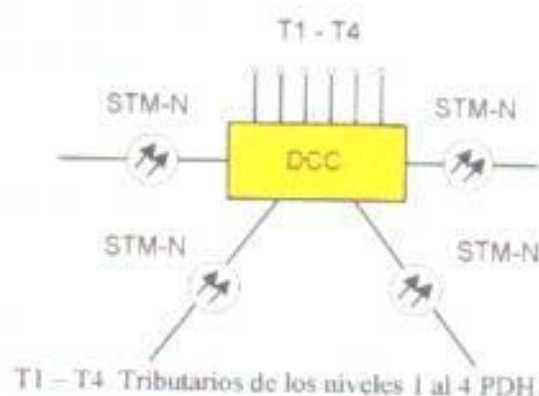


Fig. 1.6

- DXC 4/3/1 (entradas a 2, 34, 45, 140 Mb/s y STM-1) y
- DXC 4/4 (entradas a 140 Mb/s y STM-1)

Características.-

Granularidad (mínimo nivel de conmutación): En una central de usuario es 64 Kb/s, en Cross-Connect es de 2 Mb/s. Es posible efectuar un broadcast asociando una entrada con varias salidas.

Accesibilidad (completa 100%): Cualquier entrada puede alcanzar cualquier salida.

Gestión de Red: integrada a los demás elementos de la red SDH mediante el concepto TMN. Permite la supervisión de la red mediante el SOH del STM-1.

1.3.2.7. VENTAJAS DE LAS REDES SINCRONICAS

La transmisión sincrónica sobrepasa las limitaciones de una red plesiócrona, y permite la evolución de la red para acomodarse a las nuevas y crecientes demandas de los usuarios.

Sus principales ventajas son:

Simplificación de la red

Un único multiplexor sincrónico puede hacer la función de una "montaña de multiplexores síncronos", llevando a una reducción importante en la cantidad de equipos de la red.

La reducción de equipos comporta a su vez ahorros en la explotación de la red debido a:

- una reducción del inventario de recambios
- simplificación del mantenimiento
- reducción de espacio requerido por el equipo
- menor consumo de energía

Se obtiene un mejor aprovechamiento del ancho de banda, debido a las mejores capacidades de supervisión y gestión de la red, y a las características más avanzadas de dispositivos "extracción/inserción", permitiendo el envío de más información al optimizar el uso de la red.

Mayor disponibilidad

Las capacidades de supervisión y gestión de redes SDH permiten la identificación inmediata de fallos de nodos, enlaces, fibras y otros dispositivos. Así los trabajos de mantenimiento pueden ser dirigidos de forma rápida y eficaz para la resolución efectiva de problemas. Mediante el uso de arquitectos en anillo adecuados, la red puede ser reconfigurada automáticamente, y el tráfico ser instantáneo reencaminado hasta que se repare el fallo.

De esta manera los fallos de la red pueden ser totalmente transparentes a los usuarios, y los servicios no se verán afectados, permitiendo unos altos niveles de disponibilidad de la red.

Gestión remota de la red

La estructura de la trama SDH provisiona canales de gestión de red, de tal manera que una red síncrona puede ser totalmente controlable por sistemas informáticos. Los sistemas de gestión de redes digitales síncronas pueden llevar a cabo no tan sólo las tradicionales funciones de gestión de alarmas de red, si no también funciones como son supervisión de rendimientos, gestión de configuraciones, gestión de recursos, seguridad de red, gestión de históricos de funcionamientos de dispositivos y diseño y planificación de la red.

La posibilidad de realizar un mantenimiento preventivo y correctivo centralizado reduce el tiempo del personal de mantenimiento en la identificación de problemas y los desplazamientos para la localización de averías, con los consiguientes ahorros económicos.

Ancho de banda sobre demanda

En una red síncrona será posible realizar un reparto dinámico de la capacidad de la red según las demandas de los diferentes servicios o usuarios, permitiendo así responder a demandas puntuales de elevada transmisión de información.

Compatibilidad de futuro

El SDH ofrece una inversión segura respecto a equipos debido a que es la base sobre la que se sustenta la próxima generación de redes de telecomunicaciones, la Broadband ISDN (B-ISDN).

Estandarización

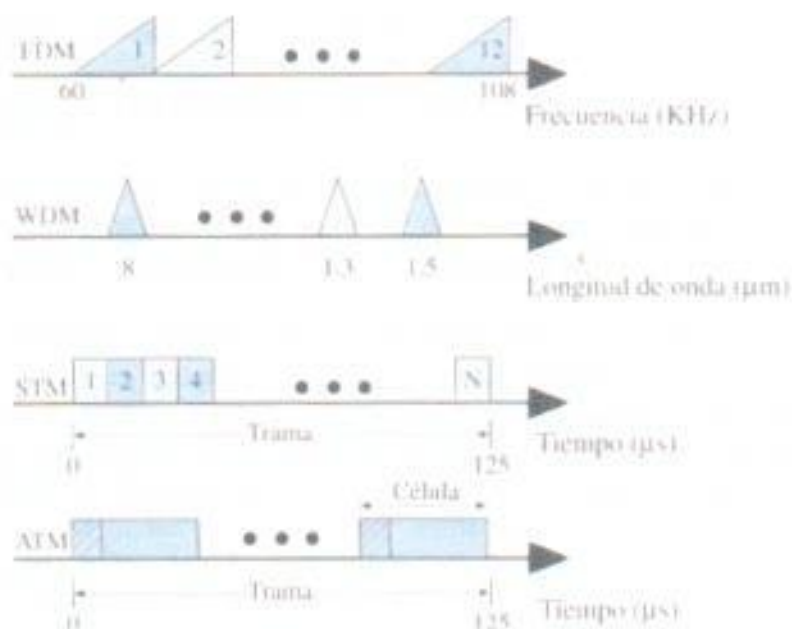
Las definiciones de estándar para SDH, a nivel lógico y hasta el nivel físicos de interfaces, implican que equipos de transmisión de diferentes fabricantes pueden, por primera vez, interactuar al mismo enlace.

Esta estandarización en SDH implica que los operadores de redes de equipos tienen la posibilidad de escoger equipos de diferentes fabricantes, evitando los problemas tradicionalmente asociados con las soluciones propietarias de un único suministrador.

1.4. ESQUEMAS DE MULTIPLEXACION

Existen varios esquemas de multiplexación que podrían ser utilizados para compartir el medio físico de transmisión. En la figura 1.7 se ilustran los diferentes tipos de multiplexación utilizados en las comunicaciones ópticas:

Fig. 1.7 Diferentes tipos de multiplexación



A. FDM – MULTIPLEXACION POR DIVISION DE FRECUENCIA

En esta técnica, las diferentes señales son transportadas en bandas de frecuencias adyacentes, las cuales se agrupan para ser transferidas al mismo tiempo. En el lado de la recepción se reconstituyen las señales y se las separa. La FDM se utilizará en las fases iniciales de evolución de la actual red metálica hacia la óptica, cuando los servicios de distribución de canales de televisión, aún con señales analógicas, sean más fácilmente distribuidos a través de esta multiplexación. Los canales serían seleccionados por los usuarios de forma semejante a la de la técnica actualmente empleada por los receptores de televisión, o sea, a través de selectores de canales.

B. WDM – MULTIPLEXACION EN LONGITUD DE ONDA

Es una técnica similar a la FDM; en ella, las señales son transportadas por portadoras ópticas de diferente longitud de onda, las cuales se agrupan para ser transferidas al mismo tiempo. En el lado de la recepción se reconstituyen las señales y se las separa. La técnica WDM permite utilizar dispositivos pasivos, lo cual conduce a una alta confiabilidad y a un bajo coste de mantenimiento, pero requiere un receptor para cada canal óptico.

C. STM - MODO DE TRANSFERENCIA SINCRONO

STM es un procedimiento de transferencia de información que se basa en el mecanismo de multiplexación por división en el tiempo sincrónico. En esta técnica, las señales

codificadas digitalmente se asignan a diferentes intervalos de tiempo de un bloque sincrónico. En el lado de la recepción los canales individuales se identifican según la posición que los intervalos de tiempo ocupan el bloque. STM es un procedimiento utilizado actualmente en las redes RDI y RDSI -BE.

D. ATM - MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO

Este procedimiento de transferencia de información se basa en el mecanismo de multiplexación de información por división en el tiempo asincrónico (la asignación de intervalos de tiempo a una comunicación en función del ancho de banda a transmitir).

El principio básico del ATM consiste en la segmentación del flujo de información, que ha de ser transferida en bloques de información de longitud fija denominados células. Estas células no se transfieren a intervalos de tiempo regulares sino que se emiten de acuerdo con los requisitos y necesidades de la fuente de tráfico que las genera, de modo que la capacidad de transferencia será asignada por demanda para cada llamada o comunicación. Así el número de células por unidad de tiempo que se transferirán para la transmisión de una señal de TV será mucho mayor que el que se transfiriera para una comunicación exclusivamente telefónica.

Cada una de las células está constituida por una cabecera (5 bytes) y un campo de información (48 bytes). La cabecera contiene la información relativa al direccionamiento de las células y prioridad, así como información utilizada para asegurar una transferencia libre de errores.

El ATM se ha adoptado internacionalmente para la RDSI - BA

E. ESQUEMAS DE MULTIPLEXACIÓN COMBINADOS

Las técnicas de multiplexación descritas anteriormente pueden combinarse para ser utilizadas en la red de acceso. Por ejemplo, varios canales de comunicación de diferentes tamaños pueden ser multiplexados en un tren de bits de 155.52 Mbps usando la técnica ATM. Luego, cuatro de estos trenes de bits de 155.52 Mbps pueden ser multiplexados en un nuevo tren de 622.08 Mbps pueden ser multiplexados en una fibra óptica utilizando la técnica WDM, asignando cada tren de 622.08 Mbps a una longitud de onda diferente.

1.5. ASPECTO ECONOMICO DEL BUCLE DE ABONADOS

En una red de acceso se tiene en cuenta cuatro aspectos estratégicos fundamentales que las compañías de telecomunicaciones tienen que tener muy presente.

1. Reducir la inversión marginal por cada nuevo abonado, con el fin de satisfacer el gran volumen de demanda con los mismos recursos de inversión. El objetivo de este aspecto, es reducir la lista de espera en países con una fuerte demanda de servicios.

2. Reducir el gasto operativo del conjunto de su actividad empresarial. Las reducciones en los costes de operación, mantenimiento y "ownership" mejoran la rentabilidad u permiten un aumento de la capacidad de inversión de las Operadoras.
3. Incrementar los ingresos a través de nuevos servicios, mejorando así su margen operativo.
4. Adecuar una ley que permita la libre competencia en forma honesta entre las nuevas compañías en el mercado, con esta ley que indica las reglas de trabajo se ampliara y mejorara su oferta de servicio para el abonado.

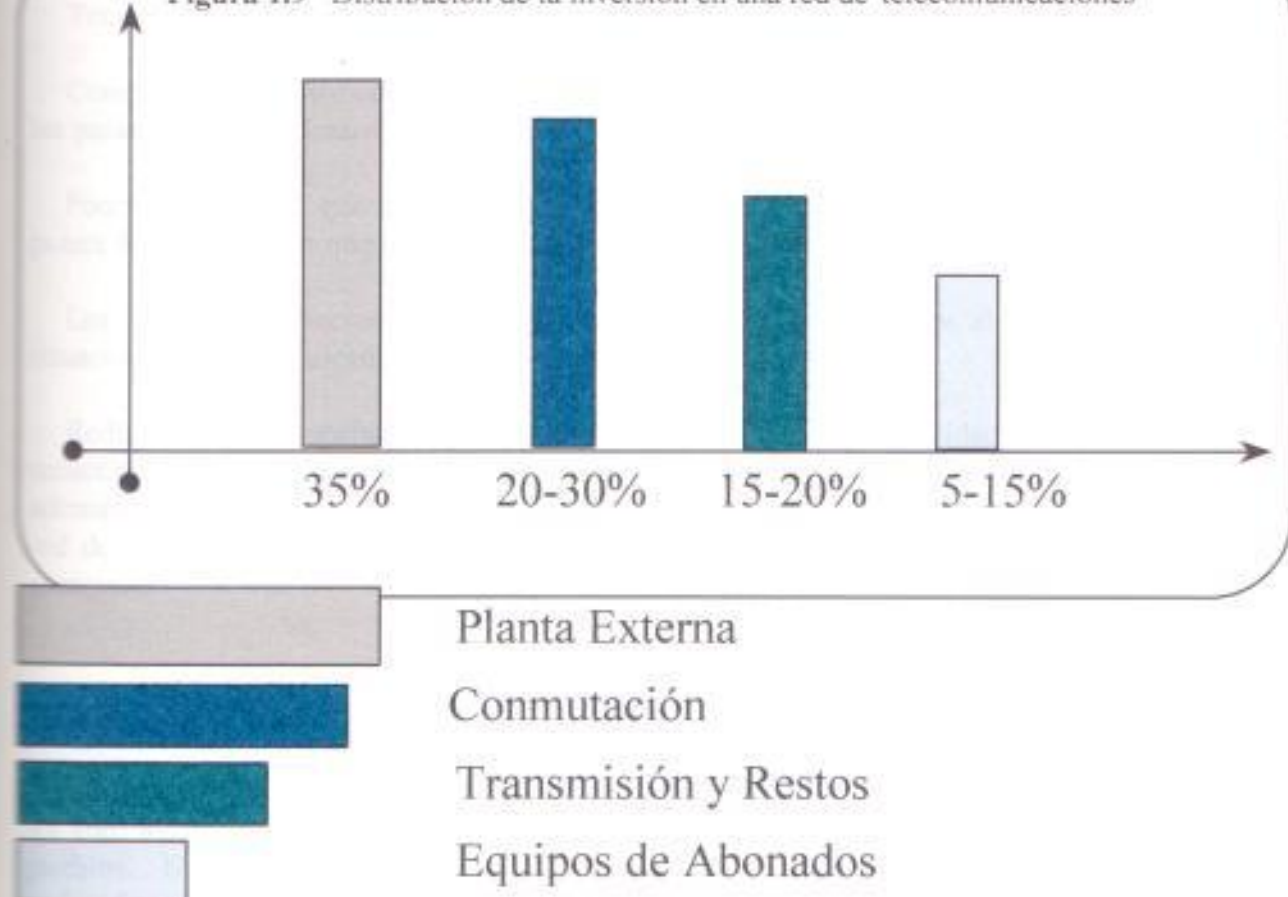


Fig. 1.8 Esquema de Costos en la Red de Acceso

1.6. INVERSIONES EN LA RED DE TELECOMUNICACIONES

En la gráfica 1.9 aparece la distribución porcentual de las inversiones destinadas a los distintos componentes de la red.

Figura 1.9 Distribución de la inversión en una red de telecomunicaciones



Como se puede apreciar, las inversiones dedicadas a la red de conmutación y de transmisión son de alrededor del 30% y 20% respectivamente, pero la red de acceso representan entre el 40% y el 50% (35% en planta externa y 5-15% en equipos de abonados), lo que le confiere a la red de acceso un papel decisivo.

La importancia de esta inversión se debe además a su perdurabilidad. Existen elementos de inversión en la red de acceso cuyo periodo de amortización se sitúa entre los 30 y los 50 años, como es el caso de determinadas infraestructuras. Por ello, decisiones poco optimizadas que se tomen en un momento dado, pueden tener incidencia durante muchos años.

1.7. COSTES DE OPERACIÓN DE LA RED

Los costes operativos en las operadoras de redes de telecomunicaciones representan un factor clave en la gestión y rentabilidad de la compañía. Estos factores son muchos entre los cuales podemos mencionar:

- La estructura financiera de la compañía
- Las políticas nacionales de fiscalidad, etc.

Teniendo sus efectos en dichos costes.

Comparando la distribución de los costes en países desarrollados y comparándolas con los países en vías de desarrollo.

Podemos observar que la tasa de amortización es más elevada en las operadoras de países desarrollados lo que demuestra un mayor dinamismo en la renovación de la planta.

Los costes de operación del conjunto de red representan al menos el 40% de ambas situaciones, logrando alcanzar un país en desarrollo hasta el 90%.

Reducir el gasto operativo de la red se manifiesta en la actualidad no sólo en la reducción del gasto de operación y mantenimiento de equipos y soluciones, sino implica además la reducción del coste global de "ownership"; donde el diseño de la estructura de la red de acceso y los recursos empleados en la gestión de la red representa magnitudes esenciales.

1.8. FUTURO DE LA RED DE ACCESO

El entorno cambiante de las telecomunicaciones, que tuvo su despegue en el decenio de los años 80, está incidiendo, y muy directamente, en el desarrollo económico y social de los pueblos. En los inicios de este periodo comenzó a tambalearse el servicio telefónico ordinario, que hasta ese momento, había sido el eje de las telecomunicaciones. El motor inicial de este cambio fue el incesante desarrollo de nuevas tecnologías y su introducción a ritmos acelerados en los sistemas y medios de telecomunicaciones, que han dado paso a la creación de nuevos servicios, con incidencia en sonidos, datos, textos, videos, servicios móviles, de redes inteligentes, de banda ancha, control de soportes lógicos, etc. hasta la RDSI y sistemas satelitales, como el Proyecto "Iridium que situará en órbita baja alrededor de 77 pequeños satélites.

Una tendencia esperada en la red de acceso es la migración del circuito de línea (tanto de banda estrecha como de banda ancha) desde el centro de presencia (central de conmutación) hacia una posición más cercana al usuario, con el fin de optimizar los circuitos troncales en ancho de banda y fiabilidad. Como regla general se puede decir que las redes de telecomunicación tienden a estar constituidas por una red troncal consistente en nodos muy potentes conectados entre sí mediante enlaces de alta velocidad, y de una amplia red de acceso que llegue a un gran número de abonados. Las redes troncales han sido las primeras en ser modernizadas con las nuevas tecnologías. Las redes de acceso tienen ahora que evolucionar con la instalación de nodos inteligentes, de manera que puedan ser operadas eficiente e integralmente, mejorando así la localización de fallos y la eficiencia en las altas o modificaciones de servicio de los abonados.

La nueva red de acceso tiene que permitir los servicios de mayor difusión (POTS, RDSI, datos), así como facilitar el acceso a los nuevos servicios tales como Internet a mayores velocidades. A fin de reducir los costes iniciales es conveniente instalar equipos de que empiecen ofreciendo accesos de banda estrecha, pero cuya arquitectura permita añadir gradualmente interfaces de banda ancha a medida que se vayan demandando por el cliente. La red de acceso dará además un cierto valor añadido al puro transporte de la información entre el abonado y la red de servicios.

CAPITULO II RED DE ACCESO DE COBRE

2.1. DESARROLLO DE LA RED DE ACCESO

Desde el inicio de la telecomunicación la planta externa ha sido de cobre y es la que ha experimentado menos cambios en su evolución tecnológica con relación a otros componentes de la red como los sistemas de conmutación y de transmisión, lo que hizo que fuera el principal obstáculo en el desarrollo de numerosos proyectos o en la satisfacción de muchos de los requerimientos de los usuarios.

La demanda de nuevos servicios supone en general un aumento de ancho de banda. Que permita transmitir simultáneamente voz, datos y video, con calidad satisfactoria para el abonado.

Las operadoras que cuentan en su planta externa de cobre, pueden extender su vida útil mediante la incorporación de tecnologías que permiten aprovecharla para transportar servicios de banda ancha hacia aquellos usuarios que la requieran. Para optimizar la infraestructura, se han desarrollado sistemas capaces de potenciar la planta de cobre existente, comenzando con el uso de abonados digitales (RDSI) y continuando con los denominados genéricamente XDLS (línea de abonado digital).

La figura 2.1 muestra que durante la introducción de un nuevo servicio la relación inversión/ facturación depende de la demanda.

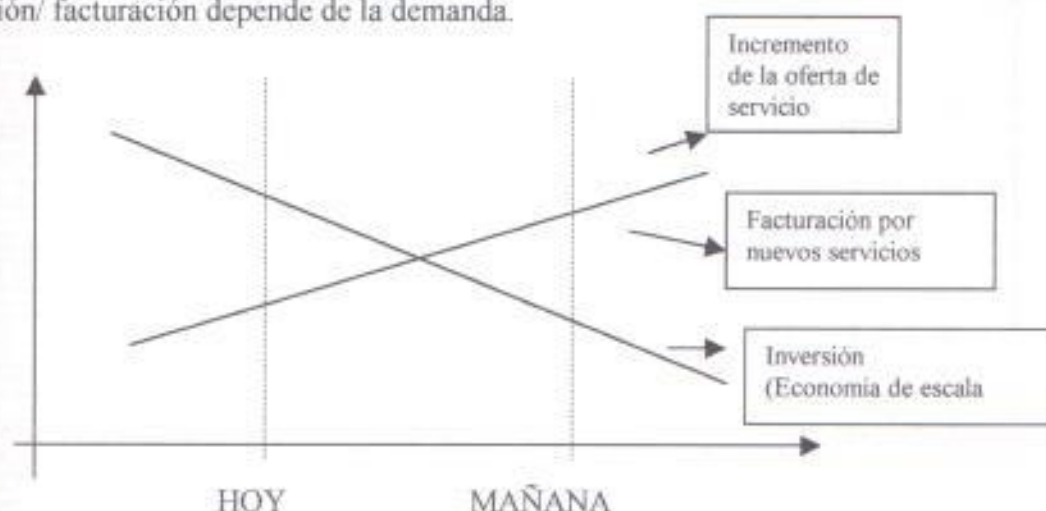


Fig. 2.1 Demanda de nuevos servicios de telecomunicación

Este gráfico demuestra que al inicio de la oferta de nuevos servicios la demanda es mínima y a la vez la facturación lo es de igual manera pequeña y no cubre la inversión hecha, pero al pasar el tiempo en un futuro cercano aumenta la demanda, entonces los nuevos servicios se hacen económicamente rentables.

2.2. RED DE ACCESO DE COBRE EXISTENTE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

En la ciudad de Guayaquil la red de acceso de cobre tiene las siguientes características:

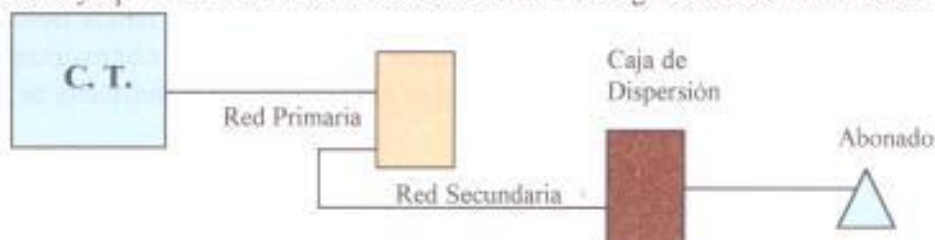


Fig. 2.2 Diseño de la Red de Acceso

Existe un total de 8 zonas*- las cuales en su interior se dividen en centrales existiendo un total de 20 centrales, la tabla a continuación describe el número de rutas, la cantidad de armarios, los pares libres, los pares secundarios y el número de cajas de dispersión, que existe actualmente en Guayaquil.

CENTRALES	CANTIDAD DE RUTAS		CANTIDAD DE ARMARIOS	PARES PRIMARIOS		PARES SECUNDARIOS	CAJAS DE DISPERSION
	PLOMO	PLASTICO		PLOMO	PLASTICO		
NORTE		35	110		36400	30980	3098
KENNEDY NORTE		17	7		2380	1530	153
BOYACA		29	81		45300	18310	1831
TOTAL ZONA 1		81	198		84080	50820	5020
URDESA	14	12	76	21300	10200	30430	3043
BELLAVISTA	13	0	40	12950	0	12360	1236
TOTAL ZONA 2	27	12	116	34250	10200	42790	4279
DURAN		12	31	12300	3600	14750	1067
PRIMAVERA		4	24	0	7200	13500	885
PUNTILLA		8	44	0	10100	9330	933
TOTAL ZONA 3		24	99	12300	20900	37580	2885
SUR		35	122	0	39000	41330	4133
GUASMO	5	15	85	9000	24600	36660	3666
Pto. NUEVO		7	34		11400	12930	1293
TOTAL ZONA 4	5	57	241	9000	75000	90920	9092
OESTE	21	9	83	20100	12900	34260	3460
PORTETE		12	50		21600	20330	2033
EL CISNE		9	35		15600	15600	1560
TOTAL ZONA 5	21	30	51	20100	50100	70190	7019
CENTRO		58	47		56350	19770	1977
FEBRES CORDERO	3	18	46	4200	17400	23040	2304
TOTAL 6	3	76	93	4200	73750	42610	4261
ALBORADA	0	23	124	0	35100		4039
GUAYACANES	0	8	47	0	14400	40390	1792
SAMANES	0	5	14	0	5000	17920	515
ORQUIDEAS	0	5	22	0	8100	7450	745
TOTAL 7	0	41	207	0	62600	70910	7091
MAPASINGUE		13	55		21000	23600	1110
CEIBOS		11	14		4800	6050	630
COLINAS DE LOS CEIBOS		3	16		4800	7300	738
Pto. AZUL		4	14		5100	4800	371
TOTAL 8		31	99		35700	41750	2849

TABLA No. 1 Líneas de cobre existentes en la ciudad de Guayaquil

2.3. ALTERNATIVAS BASADAS EN LA REUTILIZACION DE LA RED DE COBRE EXISTENTE

La red de acceso actual puede mejorar invirtiéndose en su infraestructura basándose en fibra óptica o reutilizando la red de cobre existente mediante la introducción de nuevas tecnologías que se describirán a continuación indicando sus ventajas y servicios.

a) RDSI

b) XDSL

- ADSL
- HDSL
- IDSL
- VDSL

Estas nuevas técnicas proporcionan una velocidad de acceso más rápida y no se requiere de una costosa sustitución de infraestructura de cable existente.

2.3.1. TECNICA RDSI

La red digital de servicios integrados (RDSI) utiliza el acceso de líneas de cobre existente y las centrales de conmutación digital, que sólo requieren equipar las unidades de terminación de líneas RDSI ofreciendo los nuevos servicios mediante dos tipos de acceso.

- a) Accesos básicos que ofrecen hasta 144 Kb/s distribuidos en dos canales B 64 Kb/s utilizables para voz, vídeo y/o datos de forma simultánea y un canal D de 16 Kb/s utilizado para señalización y para aplicaciones de datos de baja velocidad (correo electrónico, noticias, aplicaciones bancarias, etc.)
- b) Accesos primarios de dos Mbps que proporcionan 30 canales de 64 Kb/s bidireccionales para aplicaciones que requieran mayor ancho de banda, como pueden ser la conexión de redes de empresas mediante PABX o la interconexión de proveedores de servicios. Esta solución es adecuada para clientes de con alto tráfico.

La RDSI extiende la capacidad de transporte digital hasta las instalaciones de los clientes, permitiendo a los usuarios beneficiarse de una red digital extremo a extremo.

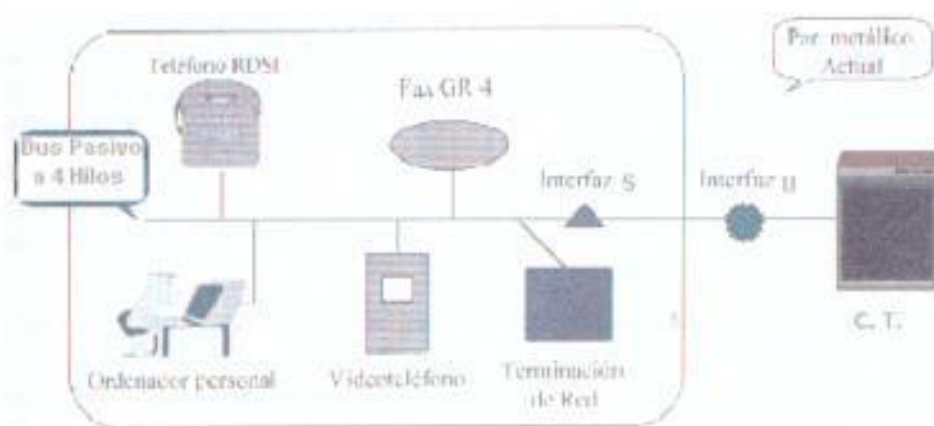


Fig. 2.3 Funcionamiento de la RDSI

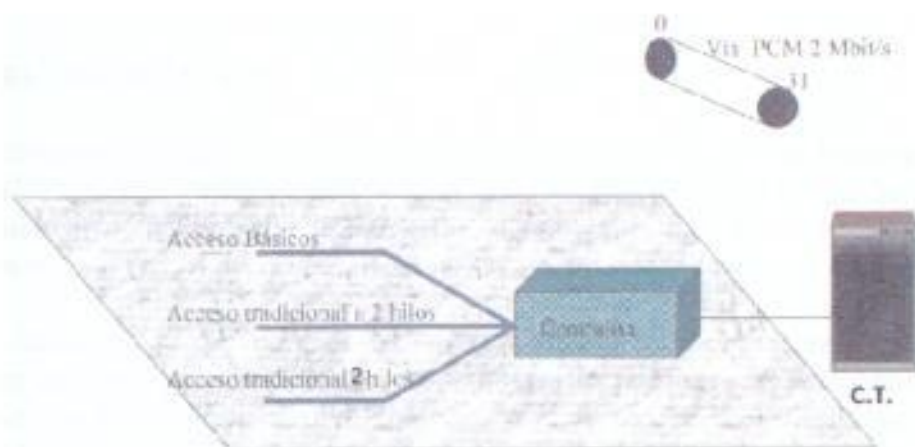


Fig. 2.4 Diagrama de Bloques

VENTAJAS Y SERVICIOS DE LA RDSI

Entre las ventajas que podemos mencionar son:

1. Voz, datos, o videos sobre la misma línea de acceso.
2. Facilidades avanzadas, tales como identificación del llamante y señalización Usuario-Usuario.
3. Alta velocidad de transmisión y alta calidad.
4. Rápido establecimiento de las llamadas a través de la señalización por canal D.
5. Acceso integrado a redes X.25 y Frame Relay a través de los canales B o D.
6. Coste efectivo: Tarifas en función de la numeración y del ancho de banda utilizado.

LOS SERVICIOS

1. Ofrece una gran variedad de servicios portadores y teleservicios, como modo paquete en Canal B y en Canal D.
2. Telefonía de 3.1 kHz y 7 kHz.
3. Videotelefonía
4. Telefax grupos 2/3 y 4
5. Teletexto

Otros servicios suplementarios que puede ofrecer son como por ejemplo:

- Identificación de numeración
- Servicios de llamadas y aplicaciones como Internet y correo electrónico
- Acceso remoto a redes LAN
- Video conferencias
- Televigilancias, etc

2.3.2. TECNOLOGÍA XDSL

Esta tecnología tiene el objetivo de conseguir mayor velocidad de información que los módems existentes. Este aumento de la velocidad de información se lo puede lograr aumentando el ancho de banda utilizado, muy por encima de la banda vocal, con lo que su inversión es baja ya que utiliza la misma infraestructura de red de cobre existente.

La Tecnología XDSL permite también el transporte de imágenes con calidad de televisión, así como servicios interactivos multimedia, por los pares de cobre tradicionales. Una conexión DSL consta de tres componentes: un módem en el lado del usuario, un módem en el lado de la operadora (central) y un concentrador que agrega tráfico de múltiples módems en una red de datos, mientras encamina tráfico de voz a un conmutador de telefonía. En muchos casos la función del concentrador y del módem del lado de la operadora viene integrados en dispositivos llamados Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM). En resumen, el bucle XDSL consta de un equipo en el lado de central y otro en el lado de abonado, conectados por el par de cobre. En casi todos los casos la operadora proporciona el módem del usuario y se ocupará de su gestión como parte del servicio.

Como los módems DSL de usuario final requieren módem en el otro extremo, el futuro del DSL depende enteramente de que las operadoras cuenten con infraestructura de cableado de cobre y de centrales de conmutación.

Dentro de la Tecnología XDSL existen tres versiones principales ADSL, HDSL y VDSL aplicables por las operadoras según la necesidad del cliente. Entre las cuales la tecnología de mayor éxito para solucionar los problemas de velocidad de transmisión es la ADSL.

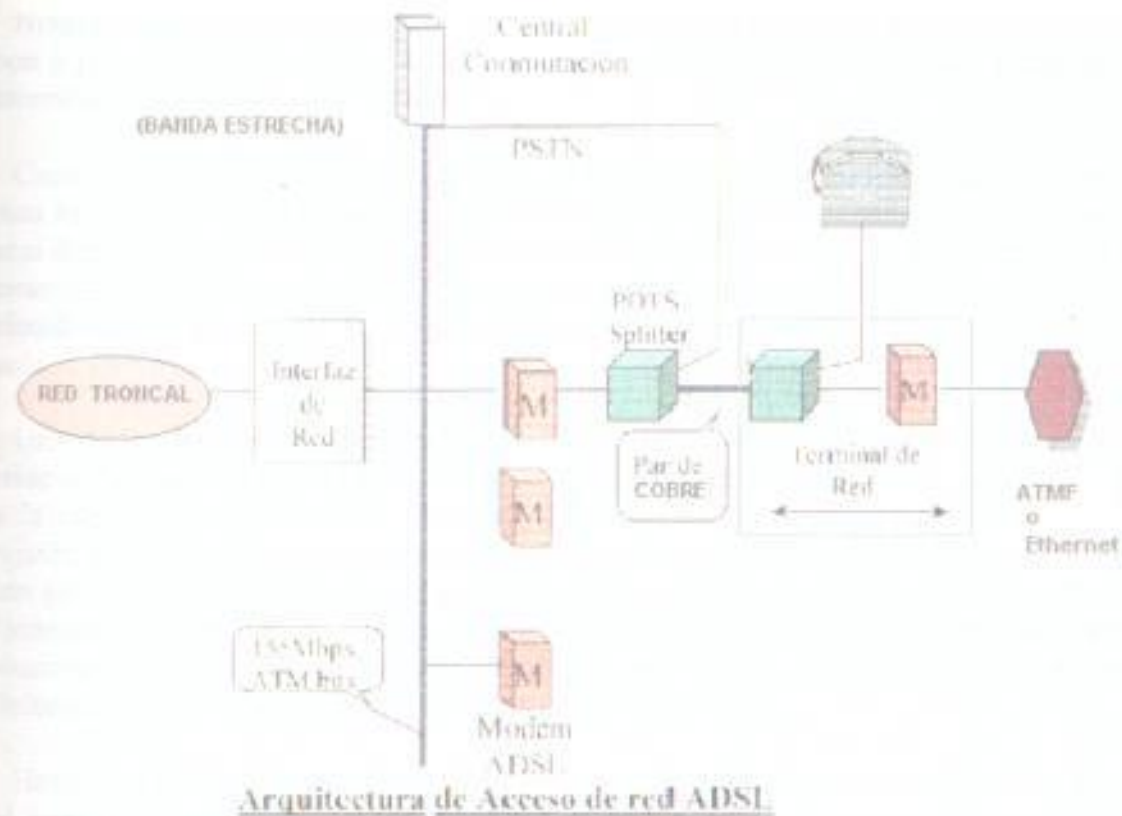


Fig. 2.5

2.3.2.1. ADSL (ASYMETRIC DSL)

Esta técnica soluciona el grave congestionamiento debido a la baja velocidad que existe al acceso a Internet ya que con esta nueva tecnología se aumenta la velocidad de acceso y a la vez que soluciona los graves problemas operacionales asociados a la saturación de las redes de banda estrecha.

Es decir permite abrir la puerta a cualquier servicio multimedia interactivo, incluido video bajo demanda con calidad de televisión con lo que la capacidad se expande en más de 200 veces con lo que permite soportar voz y datos simultáneamente.

ADSL: Líneas telefónicas de alta velocidad. Acceso remoto a Internet y redes locales
 Concebida por Bellcore en 1989, ADSL ofrece transmisión asimétrica de datos a velocidades de hasta 9 Mbps hacia el usuario y hasta 800 Kbps del usuario a la red sobre el cableado telefónico convencional.

ADSL NO VIENE SOLA: En realidad, esta tecnología se encuadra dentro del tipo de soluciones DSL (Digital Subscriber Line), donde también aparecen SDSL (Symmetric DSL), RADSL (Rate Adaptive DSL), VDSL (Very-High-Bit-Rate DSL) y HDSL (High Bit-Rate DSL).

Ninguno de estos acrónimos son todavía demasiado conocidos por los usuarios, pero, poco a poco, podrían suplantar a las tecnologías de acceso convencionales, al menos en determinadas aplicaciones específicas.

Cuando se instala un módem ADSL en cada extremo de una línea telefónica de cobre, se crean tres canales de información: un canal de alta velocidad en el sentido red-usuario, un canal dúplex de menor velocidad y un canal ordinario telefónico que se transporta sobre las líneas de cobre. El canal de alta velocidad va de 1,5 a más de 8 Mbps, mientras que la velocidad del dúplex va de 16 Kbps a 1 Mbps, dependiendo de la calidad y longitud del bucle.

Una de las mayores ventajas de ADSL sobre los modems analógicos, RDSI y HDSL reside en su capacidad para proporcionar soporte de servicio telefónico sin impacto alguno en la capacidad de proceso de los datos. La razón es que ADSL utiliza tecnología de división de frecuencia, permitiendo separar los canales telefónicos de los otros dos canales. Esto garantiza el suministro de un servicio telefónico ininterrumpido incluso cuando falla el suministro de energía del módem ADSL, una posibilidad que no ofrece la mayoría de las soluciones competidoras, incluidas RDSI y HDSL, que, aunque pueden efectuar conexiones telefónicas, lo hacen consumiendo 64 Kbps de ancho de banda.

Hasta aquí todos de acuerdo, pero la división de opiniones viene a la hora del despliegue del servicio. Actualmente, la industria se enfrenta a dos distintos enfoques técnicos: Discrete Multitone y Carrierless Amplitude and Phase Modulation. Sin embargo, ambos aportan velocidades de más de 6 Mbps en el sentido red-usuario y transmisión dúplex simultáneas de 64 Kbps o más sobre líneas de cobre de un solo par igual o inferior a 3.600 metros, aproximadamente.

COMPETENCIA

Las diferentes tecnologías DSL competirán con las ofertas existentes, y sobre todo con los Accesos Básicos de la RDSI y los modems analógicos. Operadores y fabricantes de equipos trabajan en la mejora de la capacidad de las tecnologías tradicionales, pero, de todas las alternativas que se están probando, será DSL la que relegue al resto a mercados nicho. Eso, sin embargo, no ocurrirá de la noche a la mañana.

Parece, pues, que las nuevas tecnologías de acceso coexistirán durante mucho tiempo con las más convencionales: la gran base instalada de modems analógicos y de Accesos Básicos RDSI a la que hay que dar soporte justifica la presencia de estas soluciones durante muchos años. Sin embargo, a medida que pase el tiempo, se espera que los clientes comiencen a cambiar la tendencia, especialmente cuando se trata de soportar aplicaciones de interconexión de redes locales y acceso a Internet.

Ambas aplicaciones tienen una misma naturaleza, exigiendo velocidades muy rápidas hacia el usuario y menores en el sentido contrario, justo lo que proporciona ADSL. La conexión de routers a dispositivos DSL crearán enlaces mucho más rápidos que los actuales E-1 a 2 Mbps; asimismo, soportarán tráfico ATM o Frame Relay. Y aún más, cuando mejoren los chips DSL será posible integrar sus funciones en routers y otros dispositivos de extremo.

Estas ventajas han despertado el interés de los operadores telefónicos, que ya han probado o están probando ADSL; algunos incluso lanzarán servicios comerciales este mismo año. Inicialmente, estas ofertas irán dirigidas sólo a las ciudades más importantes, donde existe el mayor potencial, para desplegarse después a gran escala, probablemente hacia 1998.

OPCIONES DE ACCESO

Mientras ese momento llega, la opción más común y barata son los modems analógicos. Y, aunque sus velocidades (de 14,4 a 28,8 Kbps, generalmente) no tienen un gran atractivo, existen dos buenas razones para desearlos. Una es su precio, que, cuando se compara con los de cualquier otra tecnología, resulta el único verdaderamente al alcance de cualquier consumidor con un poder adquisitivo medio. La otra razón es que no obliga al proveedor de servicio a modificar su equipamiento, lo que hace que sea la única opción de acceso a la red en cualquier momento y en cualquier lugar.

A medida que se mejoren las velocidades de conexión, los operadores irán actualizando sus instalaciones para permitir a los modems aprovechar las nuevas alternativas. La revisión de la norma V.34, por ejemplo, ya permite conexiones de hasta 33,6 Kbps. Y con compresión V42bis, los usuarios pueden alcanzar una capacidad de proceso incluso superior a 115,2 Kbps o más. Pero aunque estas velocidades son suficientes para navegación básica en Internet, transmisión de correo y transferencia de ficheros pequeños, los días de los accesos de módem analógico están contados: todo hace pensar que los usuarios demandarán cada vez mayores velocidades de acceso a Internet y a los recursos corporativos.

Ante esa nueva situación, algunos piensan que el uso de los modems analógicos comenzará a declinar a partir de 1998. A aquellos usuarios que se ven frustrados con sus bajas velocidades actuales no les costará mucho trabajo decidirse por RDSI o ADSL.

RDSI vs. ADSL.

Como suele pasar con casi todas las nuevas tecnologías de acceso que van apareciendo, muchos ven en ADSL un serio competidor de RDSI. Sin embargo, para otros expertos ambas soluciones son complementarias, ya que satisfacen aplicaciones diferentes. Mientras ADSL proporciona conexiones permanentes de paquetes conmutados, RDSI se basa en conmutación de circuitos (por lo que se orienta principalmente a tráfico de voz) y ofrece ancho de banda garantizado.

En RDSI, mediante Multilink PPP, los usuarios pueden emplear multiplex inverso de los dos canales B de un Acceso Básico (2x 64 kbps) para soportar conexiones a 128 Kbps. Gracias a las técnicas de compresión utilizadas por la mayoría de los servidores de acceso, la capacidad de proceso puede llegar a los 512 Kbps.

Los Accesos Primarios (30 x 64 kbps) producen una velocidad acumulada de 2 Mbps, pero los 128 Kbps de los Accesos Básicos son suficiente para soportar aplicaciones del tipo de las de videoconferencia, que requiere el ancho de banda determinístico proporcionado por la conmutación de circuitos. Sin embargo, las mayores velocidades de ADSL se adecuan mejor a las aplicaciones de datos, como transferencia de ficheros, acceso a Internet y correo electrónico, donde la latencia no representa un problema.

Si lo que el usuario precisa es soportar un mayor número de transmisiones simultáneas de datos y de voz, probablemente adoptará Accesos Primarios RDSI, al menos durante algún tiempo todavía. A diferencia de los sistemas ADSL, determinados equipos que, como las PBX, soportan Accesos Primarios RDSI son capaces de encaminar incluso 23 llamadas de voz o datos a las estaciones finales apropiadas. Si, pues, parece lógico pensar que los Accesos Primarios se apropien de ese nicho, pero también que ADSL y los Accesos Básicos se solapen en la provisión de accesos de datos de alta velocidad para consumidores y pequeñas empresas.

Otro factor a considerar es que, inicialmente, las conexiones ADSL costarán alrededor de 2.000 dólares por línea. Y, aunque ese precio podría bajar muy deprisa, siempre será un elemento a tener en cuenta en los primeros estadios del despliegue del servicio.

Actualmente, el módem ADSL situado en el lado del usuario se conecta, a través de un cable telefónico convencional, a un módem ADSL (o a un rack de tales modems) situado en las centrales del operador. Este a su vez se enlaza con un conmutador Ethernet, un router o un conmutador ATM que crea una conexión a Internet o otra red de datos. Además, varios fabricantes trabajan en Digital Subscriber Line Access Multiplexers que integrarán esa funcionalidad. Y es posible que tales dispositivos, junto a las mejoras realizadas en el diseño de los modems, podrían bajar el precio por línea ADSL a 500 dólares a mediados de 1997. Los operadores, asimismo, están analizando sus precios para poder ofrecer servicio por alrededor de 50 dólares al mes, o incluso menos.

Una vez se alcancen tales precios en 1998, es de prever que comience a crecer la demanda de los servicios ADSL. Al respecto, se predice que el despliegue de ADSL será tan rápido que para finales de ese año, las líneas de este tipo sumarán ya una base similar a la mitad de las líneas RDSI de Acceso Básico.

DESPLIEGUE DE SERVICIO.

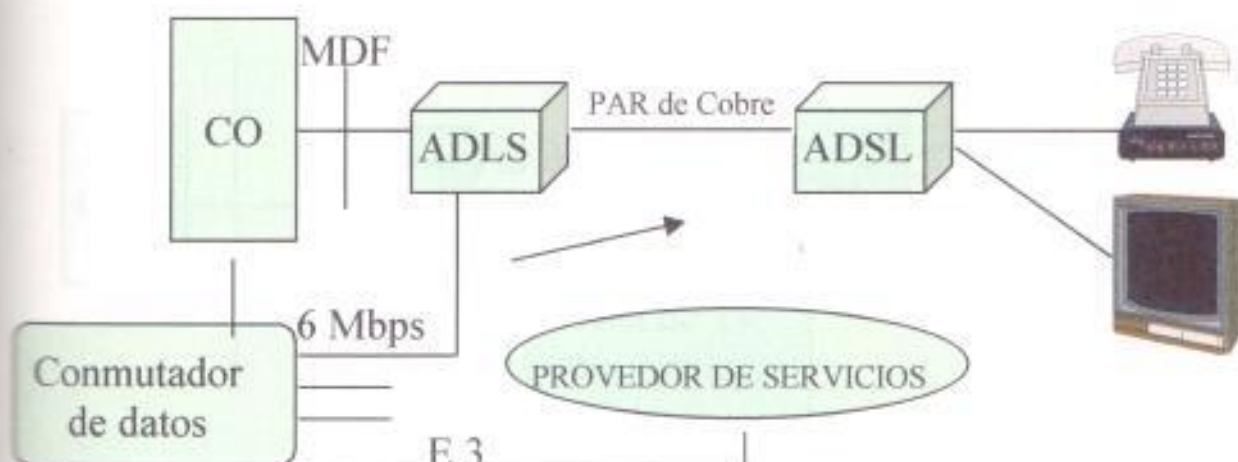


Fig. 2.6 Esquema de conexión de un ADSL (servicio a través de un conmutador de datos)

Tipicamente, RDSI requiere costosas actualizaciones de software o el reemplazamiento del equipamiento de conmutación de voz de las centrales de los operadores. Y como el coste de tales cambios sólo se amortiza disponiendo de una gran base de usuarios, las compañías telefónicas suelen esperar a que surja una demanda significativa en una determinada zona antes de proceder a desplegar el servicio. En otras palabras, aquellos usuarios que viven en zonas rurales tendrán que esperar mucho tiempo aún antes de poder disfrutar de RDSI.

ADSL, por el contrario, puede ser desplegado sin tener que invertir un gran capital inicial. Las compañías telefónicas sólo necesitarán, pues, recuperar las inversiones efectuadas en modems ADSL y en otros equipos de comunicación de datos, como routers o hubs Ethernet. Y como se pueden añadir usuarios con sólo aumentar el número de modems, los servicios ADSL pueden ser ofrecidos en áreas rurales sin que ello suponga un gran coste. Más aún, los modems pueden ser reasignados según las necesidades cuando los abonados se dan de baja del servicio.

Pero aunque ADSL puede sustituir a RDSI al menos en algunas aplicaciones, el proceso llevará su tiempo. De entrada, no parece que el hecho de que ambos se dirijan a los mismos mercados (teletrabajo y acceso a Internet) suponga un problema. Es verdad que hoy en día los Accesos Básicos de RDSI están en alza, pero el uso creciente de aplicaciones de video y audio en Internet y en empresas los convertirá en una opción inadecuada para muchos usuarios: a 128 Kbps, la calidad de las aplicaciones Internet de audio y video apenas resulta tolerable.

EL FUTURO DE ADSL:

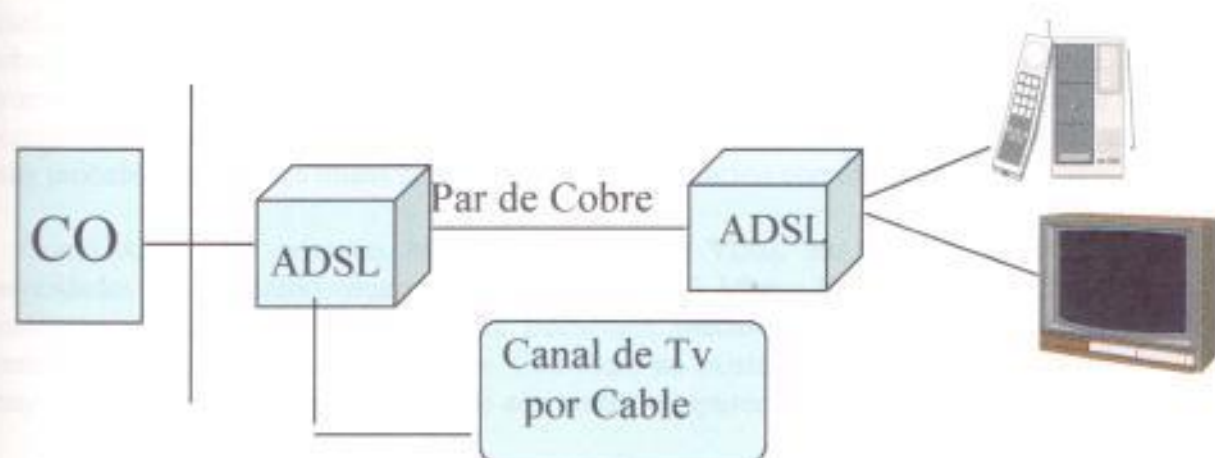


Fig. 2.7 Esquemas de conexión de un ADSL (servicio directo al abonado)

Con todo, ADSL no soluciona todos los problemas asociados a los accesos de alta velocidad. De hecho, algunos fabricantes ya han anunciado la disponibilidad de soluciones SDSL y RADSL, que, al proporcionar mayores velocidades en el sentido usuario-red, están especialmente indicadas para aplicaciones de naturaleza simétrica, como videoconferencia y servicios LAN transparentes.

SDSL y RADSL pueden ser consideradas versiones mejoradas de ADSL; emplean códigos de línea similares, pero aumentan la velocidad de los canales a fin de poder soportar ciertas aplicaciones. Al igual que ADSL, estas tecnologías soportan servicios telefónicos convencionales simultáneos, pero, pese a su naturaleza más simétrica, similar a RSDI, existen importantes diferencias respecto a esta tecnología. RSDI se basa en conmutación de circuitos y, por tanto, puede proporcionar ancho de banda garantizado con baja latencia. Como ADSL, SDSL y RADSL operan en conmutación de paquetes, su rendimiento es menos determinístico.

Por otra parte, aunque con ADSL hoy ya es posible obtener velocidades hacia el usuario de 8 Mbps, algunos fabricantes sienten la necesidad de proporcionar mayores velocidades en distancias más cortas, sobre todo para la distribución de video.

En este sentido, HFC (Hybrid Fiber Coax) es el medio normalmente utilizado en la actualidad para ofrecer servicios de muy altas velocidades hasta el hogar, pero algunas compañías telefónicas que carecen de fibra instalada o coaxial están probando soluciones que corran sobre cobre. El interés al respecto se centra casi exclusivamente en el mercado residencial. Una tecnología que podría jugar un importante papel en este sentido es VDSL.

VDSL transmite datos a muy alta velocidad sobre distancias muy cortas y líneas telefónicas de par trenzado. La máxima velocidad hacia el usuario está entre 51 y 55 Mbps sobre líneas de hasta 300 metros. Cuando la longitud sobrepasa los 1.500 metros, los promedios de velocidad son de 13 Mbps. Aunque estas distancias son cortas en comparación con la longitud de bucle soportado por ADSL, es importante recordar que, muy probablemente, esas líneas serán usadas en combinación con fibra óptica.

Como ADSL, las primeras implementaciones de VDSL son asimétricas y ofrecen velocidades en el sentido usuario-red de 1,6 M a 2,3 Mbps. También soporta telefonía analógica gracias a que las bandas de frecuencia usadas para transmisiones de voz y transmisiones digitales están separadas. Con todo, no existe ningún estándar todavía y es muy posible que los primeros productos aún tarden en aparecer.

Actualmente la tecnología de módems ADSL se considera madura y está utilizando incluso las más avanzadas tecnologías DSP. Como tal, ha sido unificada en un único estándar mundial (DMT) multi- tono discreto donde encontramos dos versiones.

VERSION 1: ANSI TL413

Es la técnica de modulación para transferir datos de varios Mbps sobre la línea telefónica en una dirección y de varios de cientos de Kbps en otra dirección.

VERSION 2:

Esta técnica trata del transportar en ATM y la velocidad adoptativa en ADSL.

Los circuitos ADSL se conectan a un módem ADSL a través de líneas de cobre, creando tres canales de información: un canal hacia el usuario de alta velocidad, un canal dúplex a velocidad media y un canal telefónico. El canal telefónico se divide desde el módem digital mediante filtros, garantizando que el servicio telefónico (POTS) no se interrumpa, incluso si el ADSL falla.

Existe una nueva versión de ADSL denominada Rate Adaptive. (RADSL) que permite que el módem ajuste su velocidad y que el proveedor de servicio controle la simetría de las conexiones.

VELOCIDADES DE EQUIPOS ADSL.

Los equipos ADSL asincronos, permiten velocidades de acuerdo al la dirección de la información.

- hasta 8 Mbps en la dirección central abonado
- 512 Kbps a 1 Mbps en dirección abonado central

Ventajas de ADSL:

- La principal ventaja de ADSL frente a HDSL sea que se trata de un sistema de superposición.
- ADSL son de instalación rápida comparados con el cableado den Fibra óptica que puede tardar años en lograr una penetración masiva.

SERVICIOS POSIBLES DE ADSL

- Internet a alta velocidad
- Televisión por cable
- Video bajo demanda
- Acceso remoto a redes LAN
- Video conferencias
- Educación a distancia
- Telemedicinas
- Juegos interactivos
- Acceso de remoto a servidores multimedia.

Un bucle ADSL consta de un módem ADSL en el lado del abonado y otro en el lado de la central, conectadas directamente al par de cobre.

El ADSL se divide el espectro de frecuencia en 3 canales de distinta capacidad:

- El canal telefónico convencional de 4 KHZ
- Un canal dúplex capacidad (16 - 640) Kpbs
- Un canal de bajada de alta capacidad (1.5- 6.1) Mbps.

CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN

Esta depende del Diámetro \varnothing y distancia de par de cobre Cu.

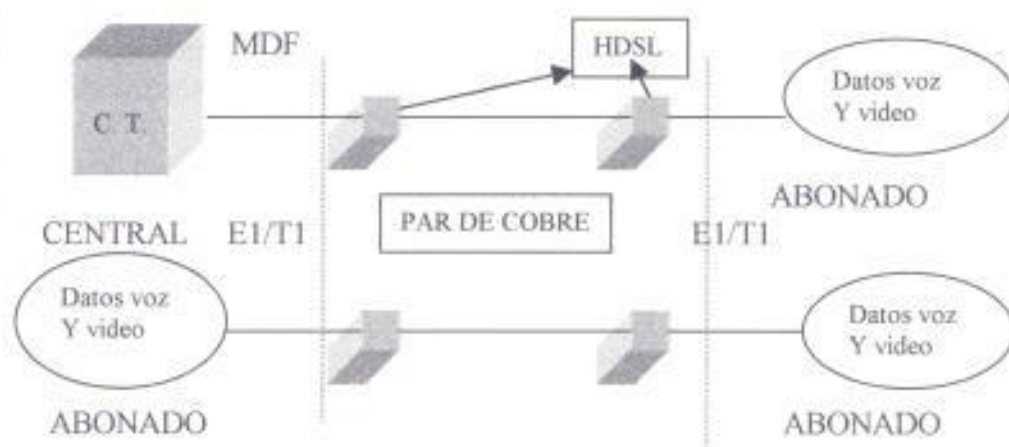
Variedad de transmisión (Mbps)	Diámetro	Distancia Km
1.5 - 2.0	0.5	5.5
1.5 - 2.0	0.4	4.6
6.1	0.5	3.7
6.1	0.4	2.7

La codificación se basa en línea DMT que divide el ancho de banda en pequeños canales de 4 KHZ con velocidades binarias que minimizan ruido o interferencias y puede utilizarse en cualquier línea telefónica.

2.3.2.2. HDSL

Esta tecnología generalmente utiliza dos o tres pares de la red existentes de cobre, permitiendo establecer circuitos punto a punto de 2 Mbps sincronicos.

Fig. 2.8 Alternativas de conexión de los modems HDSL.



El HDSL ofrece las siguientes ventajas:

- Los HDSL permiten aprovechar las redes de cobre existentes con objeto de disminuir los costes de instalar un enlace E1 /T1 y disminuir considerablemente el tiempo necesario para implementarlos.
- Un enlace típico basado en HDSL alcanza longitudes de 3.6 km. Utilizando pares de cobre de 0.5 mm de diámetro. Al introducirse mejoras en el hardware o aumentar el diámetro de los pares, es posible alcanzar distancias de 5 hasta 7 km.
- La tecnología de los HDSL permiten obtener señales de calidad muy superior a los enlaces convencionales E1/T1 con repetición.
- El bajo consumo del HDSL le permite ser alimentado directamente desde la central.
- La experiencia ha demostrado que prácticamente el 99% de los pares de cobre en una central son aptos para la implementación de enlaces HDSL.
- Con los HDSL no es necesario un acondicionamiento previo de la línea ni mover los puentes o derivaciones en los pares.
- El prescindir de repetidores aumenta la fiabilidad del enlace u la calidad de transmisión.
- Los HDSL permiten obtener una calidad comprable a la de la fibra óptica, con una tasa de error (BER) de 10^{-10} .

Y desventajas como:

- Requieren un gran número de repetidores que hace más costoso.
- Alto costes de instalación de los enlaces
- Mala calidad de señal en los enlaces, comparada con calidad de Fibra óptica.
- El acondicionamiento de la línea dificulta la instalación, por lo que tardaría varias semanas

IMPLEMENTACION DE UNA RED HDSL

Para implementar un enlace HDSL se requiere una tarjeta electrónica HDSL en la central de conmutación (o en el conmutador de datos) y otra en el lado del abonado la cual se alimenta de energía proporcionada por la central.

También es posible enlaces directos ente 2 puntos distintos sin contar con redes conmutadas intermedias, necesitando una tarjeta en cada extremo del enlace.

SERVICIOS QUE OFRECE

- Conexión a redes LAN
- Videoconferencias
- Educación a distancia
- Red troncal de Fibra óptica

IDSL: La técnica IDSL es una tecnología del bucle de abonados que se basa en conmutación de paquetes. Funciona utilizando adaptadores de terminar RDSI estándar proporcionando una capacidad de proceso de 128 Kbps.

Su utilización es de Frame Relay de baja velocidad por lo que los fabricantes han lanzado tarjetas IDSL para la base D4.

Estas tarjetas convierten esas plataformas en multiplexores de tramo que las operadores pueden usar sobre líneas IDSL para proporcionar servicios Frame Relay de bajo coste y baja velocidad.

2.3.2.3. VDSL (VERY HIGH- SPEDD DSL)

Es la última tecnología que ofrece las siguientes ventajas:

- Transmisión de datos a 52 Mbps
- Sólo opera alrededor de 30 mts.
- Aplicable a redes troncales de F.O

Esta tecnología está en periodo de prueba.

CAPITULO III

INTRODUCCION DE LA FIBRA OPTICA EN LA RED DE ABONADOS

La red de abonados es la parte que consume casi la mitad de los inversiones y gastos y está casi íntegramente constituido por cables de cobre.

Sin embargo, el futuro de esta red de abonados está sin duda en la Fibra óptica. Se prevé que en el futuro próximo la fibra comience a sustituir a los cables alimentadores. (concepto de "Fiber to the curb - FTTC") y que, a mediano plazo, llegue hasta los abonados residenciales (concepto de "Fiber to the Home FTTH"). Cuando esto ocurra, la red de abonados será capaz de transportar una banda de señales mucho más ancha de lo que es capaz de transmitir actualmente, y por ella fluirán datos, imágenes y voz.

3.1. EVOLUCION DE LA RED DE ACCESO EN FIBRA OPTICA

La introducción de Fibra óptica es un proceso que viene asociado por el desarrollo tecnológico y la notable reducción de costes y un incremento de la demanda de los servicios de banda ancha.

El sector residencial no demandará en gran volumen estos servicios como por Ejm. de banda ancha por lo que al inicio hará difícil alcanzar un volumen de instalación con lo que los costes de esta técnica descendan a niveles conflictivos; por lo que no se justifica su instalación basándose exclusivamente en servicios de banda ancha.

Este es el motivo principal para que antes de iniciar los cambios en el bucle de abonados o red de acceso tengamos que promover la introducción de los servicios de banda ancha en el sector residencial, para lo cual se esté haciendo énfasis en arquitecturas de red en las sea posible justificar económicamente la introducción de fibra óptica con los actuales servicios de telefonía.

Por esta razón pasaremos a tratar conceptos con referencia a la arquitectura de una red y luego retomaremos la renovación de la red actual.

3.2. ESTRUCTURA DE LA RED DE FIBRA OPTICA

El tráfico es la variable que permite tomar las "medidas" a la red para poder responder a la pregunta de cuánto?. El hecho de que sea una variable aleatoria complica un poco más las cosas y hace más difícil su tratamiento. De ahí los estudios desarrollados en este campo, recogidos dentro de un cuerpo de doctrina, el teletráfico, cuyo objetivo es aportar

criterios que resulten útiles a los planificadores. El grado de servicio representa una medida del confort que la red ofrece a sus usuarios, tanto para el establecimiento de las llamadas - bajo porcentaje de intentos y rapidez en la conexión por cada llamada completada - como por la calidad con que se desarrolla la comunicación - buen nivel de señal -, bajo porcentaje de errores, ausencia de ruidos, etc.-.

La distribución de los costes entre los diferentes subsistemas funcionales, como son los de transmisión o los de conmutación, incidirá, por ejemplo, en el número de niveles jerárquicos de la red, en el número de rutas directas y el tamaño de éstas, en el número y distribución geográfica de las centrales de conmutación, en tener criterios claros para saber dónde, cómo y cuándo hay que ir incorporando a la planta los nuevos elementos que la tecnología pone, de manera casi permanente, en manos de los diseñadores, y lo que es más importante, en conocer aquellos puntos de la red que son más críticos y por consiguiente para los que resulta más oportuno un nuevo desarrollo.

La distribución geográfica de las fuentes primarias de tráfico, que no son otras que los propios abonados, tiene importancia no sólo para el diseño de la red de baja frecuencia, para la que se pueden contemplar distintas estrategias: planta dedicada, área de servicio, red múltiple, concentradores, etc., de acuerdo con las características de densidad y movilidad de los abonados, sino también para decidir el número y localización de las centrales tandem urbanas, el reparto de los desmerecimientos de la calidad de transmisión entre diferentes tramos de la conexión, etc.

Finalmente, entre las limitaciones que restringen los grados de libertad al alcance del diseñador, hay que señalar las limitaciones técnicas y las operativas. Las primeras son inherentes a los propios sistemas que constituyen la red, como por ejemplo la accesibilidad en los sistemas de conmutación o el tipo control de las centrales: progresivo, común, programa almacenado, etc.. Cada una de las tales alternativas ofrece una serie de posibilidades que el diseñador debe conocer y que serán comentadas en el apartado relativo a las reglas de encaminamiento. En cuanto a las limitaciones operativas deben señalarse las que imponen el plan de numeración o el de tarificación, así como la estrategia y forma de realizar la conservación. Para apreciar la importancia de este tipo de limitaciones se puede indicar a título de ejemplo, que cuando la operación era manual, la red de Telefónica (E) tenía dos niveles y cerca de 90 centros de categoría superior (Entronques). De esta forma se conseguía que los tiempos de conexión no fueran excesivamente largos, al no exigir gran número de tránsitos el establecimiento de cada llamada.

La consideración de todas y cada una de estas variables o limitaciones piden el desarrollo de estudios teóricos sobre redes, que aporten criterios prácticos para que, adecuadamente utilizados por los diseñadores, proporcionen estructuras económicamente optimizadas para un grado de servicio previamente establecido. Como quiera que el número de tales variables es elevado se hace casi imprescindible el empleo del ordenador como herramienta de trabajo, lo que unido al buen sentido y a la experiencia de las personas se benefician de dicha herramienta, puede dar como resultado redes con estructuras adecuadas.

3.3. NATURALEZA DE LOS ELEMENTOS DE RED

Los distintos subsistemas funcionales que se contemplan en los estudios de estructura de redes telefónicas son los siguientes:

- Equipos de abonado
- Bucles de abonado y red de baja frecuencia
- Centrales locales con abonados
- Centrales de tránsito, local e interurbanas
- Subsistemas y vías de transmisión

Cuando por la propia naturaleza de los elementos de red se alteran la distribución de los costos entre los diferentes subsistemas funcionales, puede cambiar también la arquitectura de la red. Con ello, soluciones que antes no eran adecuadas deben ser tenidas en cuenta. Así, con la introducción de las técnicas digitales, puede desaparecer uno de sus jerárquicos, puesto que entonces será rentable incorporar en la misma central las funciones de tránsito nacional y tránsito provincial.

Finalmente, otra de las condiciones que deben contemplarse a la hora de decidir la naturaleza de los diferentes subsistemas funcionales que forman parte de una red, es la posibilidad de implementar nuevos servicios y facilidades con el menor número de inversiones y modificaciones.

3.4. TOPOLOGÍA DE LOS NODOS

De la misma forma que no es posible la conexión de todos los abonados, tampoco resulta viable el establecimiento de rutas directas entre todas las centrales con abonados de una red telefónica. Entre otras cosas, la administración de las rutas posibles, no sería viable en términos prácticos. Consecuentemente es preciso agrupar las centrales de acuerdo con alguno de los diferentes modelos que se van a describir a continuación.

a) TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

En esta topología, los nodos (terminales ópticos) se conectan a un nodo central a través de un enlace dedicado. Estos enlaces usarán una fibra diferente para cada sentido de transmisión, o una sola fibra con diferente longitud de onda para cada sentido de transmisión.

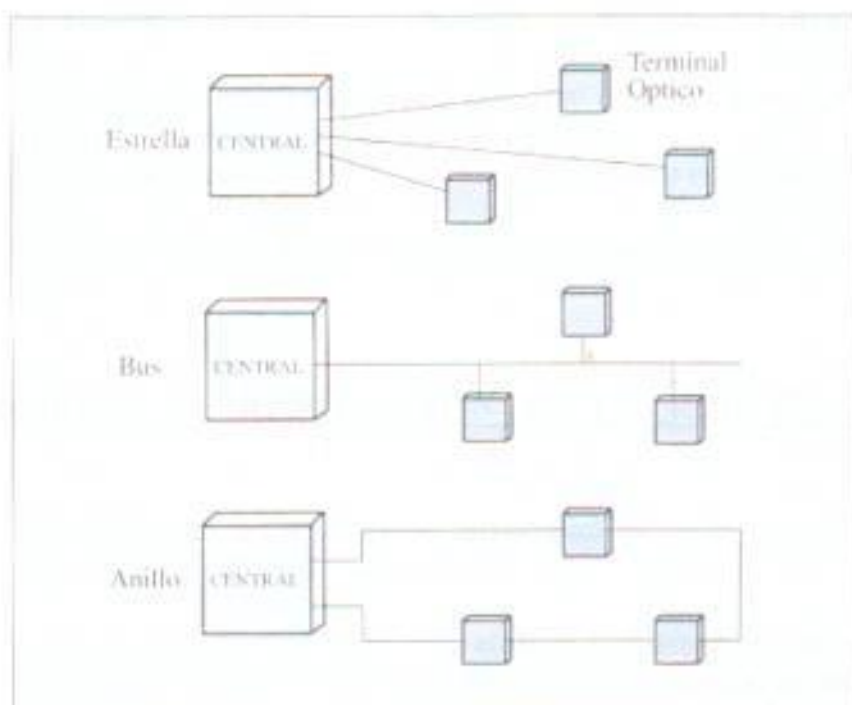


Fig. 3.1 Clasificación de topologías de nodos

b) TOPOLOGÍA EN BUS

En esta topología, el nodo central está conectado a los otros nodos a través de un enlace común que es compartido por todos los nodos. La comunicación bidireccional entre los nodos se logrará con una configuración de doble bus, uno por cada dirección de transmisión.

c) TOPOLOGÍA EN ANILLO

La topología en anillo usa también un bus común que es compartido por todos los nodos, pero que forma un lazo cerrado. A diferencia del bus, la topología en anillo permite la comunicación bidireccional entre los nodos aún cuando la información fluya en una sola dirección. Se puede utilizar un anillo doble para aumentar la capacidad o para mejorar la confiabilidad.

3.5. APLICACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA EN LA RED DE ACCESO

La utilización de la fibra óptica como lo veremos a continuación se lo puede hacer por etapas y a medida que la necesidad lo amerite se lo iría evolucionando, entre los cuales podemos mencionar las siguientes aplicaciones:

- Circuito de línea de banda estrecha y/o banda ancha en exterior en el SDI: FTTC (Fibra hasta la acera).
- Circuito de línea de banda estrecha y/o banda ancha en exterior (o interior) en el FDI: FTTCa (Fibra hasta el punto de distribución de subgrupos).
- Circuito de línea de banda estrecha y/o banda ancha en interior en el SDI: FTTB (Fibra hasta el edificio).
- Circuito de línea de banda estrecha y/o banda ancha en casa del abonado: TTHH (Fibra hasta el hogar).

3.6. ESCENARIOS DE RENOVACIÓN DE LA RED DE ACCESO ACTUAL

La innovación de la actual red de cobre se reproducirá en varias etapas, el presente gráfico presenta los escenarios de evolución de la red.

En la figura 3.2, el símbolo "O" representa el escenario actual de red de cobre y servicios de banda estrecha como por ejemplo: telefonía y transmisión de datos de baja velocidad.



Fig. 3.2 Evolución de la red de acceso

A continuación describiremos las etapas de evolución de la red de acceso.

3.6.1. ETAPA INICIAL: FTTC Y SERVICIOS B.E

La instalación inicial de Fibra óptica en condiciones rentabilidad económica y competitividad con la red de cobre, es necesario buscar configuraciones de red que

permitan la compartición de los recursos de la misma. Una de las soluciones planteadas son los sistemas DLC (Digital Loop Carrier). Estos sistemas DLC son terminales remotos compartidos por un cierto grupo de abonados, de modo que sus costes puedan ser distribuidos entre dicho grupo de abonados.

Este tipo de configuración denominado "Fiber To The Curb, el equipo terminal óptico de abonado o terminal remoto está ubicado junto al repartidor del edificio (FTTB) o en la acera de la calle FTTC, realizándose la distribución final entre el SDI y el usuario con pares de cobre.

Es posible alcanzar distancias de 20 Km entre la central local y los abonados en el caso de tratarse de una red óptica pasiva (PON), o superiores para el caso de una red óptica activa (AON). Por ese motivo empresas telefónicas utilizan actualmente la transmisión digital, via Fibra óptica, a fin de eliminar la necesidad de repetidoras, la Fibra puede fácilmente soportar un elevado crecimiento de tráfico sin la necesidad de instalar nuevos cables.

Además, garantiza suficiente ancho de banda, el tender fibra hasta e SDI reduce los altos costes operacionales actuales, ya que la mayoría de las fallas ocurridas en la actualidad se localizan en la red secundaria de cobre.

Este escenario lo suelen adoptar las operadoras para tendidos de nueva planta, reduciendo así sus costes de mantenimiento y preparándose para ofrecer nuevos servicios. De esta forma la red queda preparada para ofrecer televisión por cable y servicios de banda ancha cuando éstos se demanden.

3.6.2. A MEDIANO PLAZO: FTTC CON SERVICIOS DE B.E Y VIDEO

Si la demanda residencial aumenta para los servicios de banda ancha (distribución de televisión y vídeo bajo demanda) la arquitectura de la red evolucionará mediante el empleo de nuevas longitudes de onda para la transmisión d estos servicios.

En esta etapa la configuración FTTC seguirá siendo de aplicación; en los terminales remotos se instalarán los nuevos subsistemas necesarios para la presentación de servicios de banda ancha. En el domicilio del abonado se instalará un equipo terminar óptico y ser comenzará el despliegue hacia la configuración Fiber To the Home (FTTH).

3.6.3. A LARGO PLAZO: FTTH CON SERVICIOS INTERACTIVOS DE B.A

El despliegue hacia FTTH debe estar orientado por combinación de los factores. El económico, los beneficios que derivan de su aplicación. Cuando los costes, tecnología y demanda lo permitan, se utilizarán nuevas longitudes de onda y velocidades de transmisión superiores para suministrar nuevos servicios interactivos de banda ancha mediante técnicas

ATM (Modo de transferencia asincrónica), transmisión digital de televisión y formatos de alta definición.

En esta etapa a largo plazo (escenario #6) la red de acceso evolucionará hacia la arquitectura con un termina óptico en el domicilio de cada abonado. Así, en esta configuración objetiva de la red, denominada "Fiber to the Home- FTTH" se hará uso exclusivo de cables de fibra óptica, que llegarán hasta el domicilio de cada abonado.

Existe una nueva aplicación FTTCa. En este caso, la fibra va desde la oficina central (C.O) de una operadora hasta el FDI y a partir de ahí se utiliza cobre para llegar al abonado con todo tipo de servicio como puede ser:

- Banda estrecha
- POTS
- RDSI
- Líneas alquiladas
- Banda ancha
- On line
- Multimedia
- Servicios conmutados de distribución digital de vídeo

Cabe anotar que los servicios de banda ancha requieren módems VDSL para poder transmitir correctamente por un par de cobre.

También se puede tener servicios de banda ancha "sobre" los servicios de banda estrecha existentes, instalando junto al equipo de banda estrecha uno de banda ancha, multiplexando la frecuencia tráfico ATM por encima de la banda base.

3.7. EJEMPLOS DE SISTEMAS DE FIBRA OPTICA

Para una mejor comprensión de las arquitecturas descritas anteriormente, a continuación se presentarán algunos ejemplos de redes ópticas de acceso.

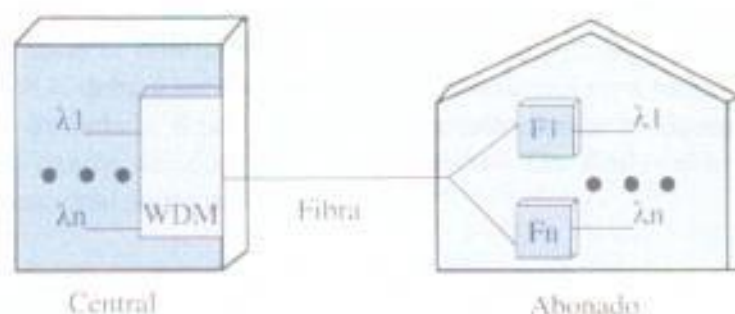
El funcionamiento de los sistemas TROSS, TPON, PPL y XCM ha sido demostrado en laboratorio. El DLC y el BUS OPTICO son productos comerciales que se encuentran en funcionamiento.

3.7.1. TTOS (TOTALLY TRANSPARENT OPTICAL SUBSCRIBER SYSTEM)

Propuesto por el Philips Research Laboratories, utiliza una topología en estrella simple.

Se requieren fibras dedicadas entre la central y el domicilio de cada abonado. Se pueden utilizar 2 fibras por abonado, una para cada sentido de transmisión. Con ayuda de un duplexador óptico se podrá utilizar una sola fibra para transmitir en ambos sentidos. El duplexador separa las longitudes de onda ascendentes y descendentes.

Fig. 3.3 Esquema del TTOS



Se puede ofrecer al abonado varios canales ópticos utilizando la técnica WDM. Cada longitud de onda puede transferir uno o más canales de comunicación para ese abonado; en este último caso utilizando técnicas de multiplexación eléctricas.

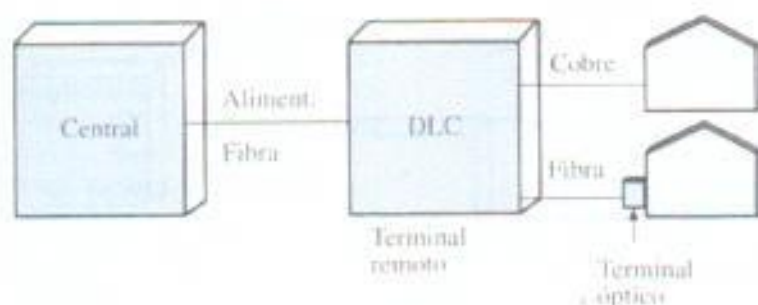
3.7.2. DLC (DIGITAL LOOP CARRIER)

Estos sistemas son utilizados frecuentemente para obtener una ganancia de pares en el segmento de alimentación de la red de acceso. El terminal remoto contiene la electrónica activa que provee las funciones BORSCHT (batería, protección contra sobrevoltaje, timbre, señalización, codificación, híbrida y pruebas) para el servicio telefónico y atiende a los abonados cercanos a través de bucles de cobre.

Esta arquitectura activa en doble estrella ha sido una muy buena solución para reducir los costes de dotación de servicio telefónicos a abonados que se encuentran lejos de la central.

Al principio, los sistemas DLC utilizaban líneas T1 a 1,5 Mbps entre la central y el terminal remoto; posteriormente, los sistemas DLC comenzaron a utilizar fibra óptica en el segmento de alimentación (FTTC).

Fig. 3.4 Esquema del DLC



El sistema, con el objetivo FTTH, utiliza esta topología activa en doble estrella para llegar con fibra hasta el domicilio del abonado. Entonces, la tarjeta de conexión en el terminal remoto DLC deberá ser reemplazada por una tarjeta para fibra óptica, y la función BORSCHT será trasladada desde el terminal remoto hasta el equipo terminal óptico instalado cerca o dentro del domicilio del abonado. Un duplexador óptico permite la transmisión bidireccional sobre una sola fibra.

3.7.3. BUS OPTICO

Esta arquitectura está formada por un bus óptico en el segmento de distribución de la red de acceso al servicio. Esta arquitectura lleva la fibra óptica cerca del domicilio del abonado.

El sistema utiliza una Unidad Interfaz de Central (OIU) en la Central o en el terminal remoto, la cual sirve de interfaz para 8 líneas digitales T1 que vienen desde la Central o desde el terminal del sistema DLC. Hacia el lado descendente (del abonado) se tienen dos buses de fibra unidireccionales que transfieren voz digitalizada y datos hacia varias unidades SIU (Unidad Interfaz de Abonado).

Cada unidad SIU soporta 8 líneas de abonado, y su instalación debe realizarse en lugares con infraestructura canalizada y muy cerca del domicilio de los abonados (FTTC).

El sistema reduce la cantidad de fibra a requerirse en los segmentos de alimentación y de distribución de la red de acceso, pero incrementa el número de lugares que contendrán electrónica activa.

La Deutsche Bundespost Telekom (DBT) eligió la tecnología para llevar 192 líneas telefónicas y 96 puntos de conexión de televisión por cable (CATV) a casas, departamentos y oficinas de un barrio de la parte occidental de Colonia. Un simple punto de conexión de CATV puede alimentar a varios equipos de TV. Por ejemplo un punto de conexión podría alimentar a todo un edificio de departamentos. La DBT utilizó las líneas de bajada existentes para cada abonado de telefonía e instaló cable coaxial para la distribución de CATV.

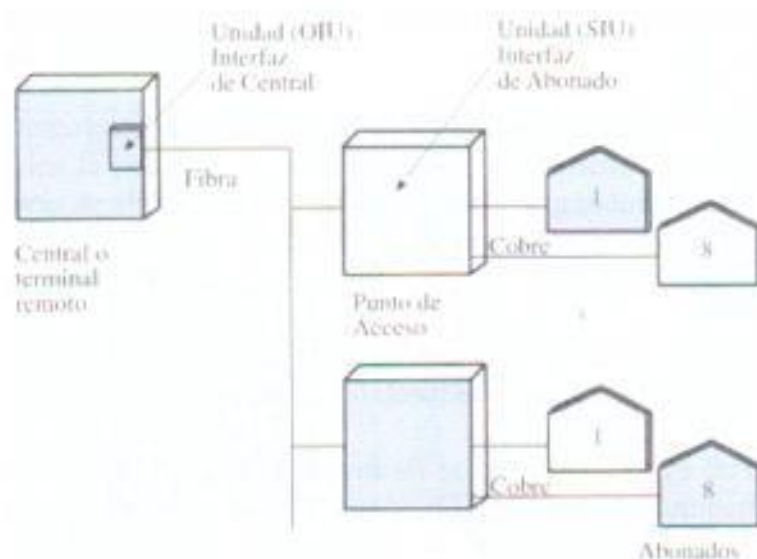
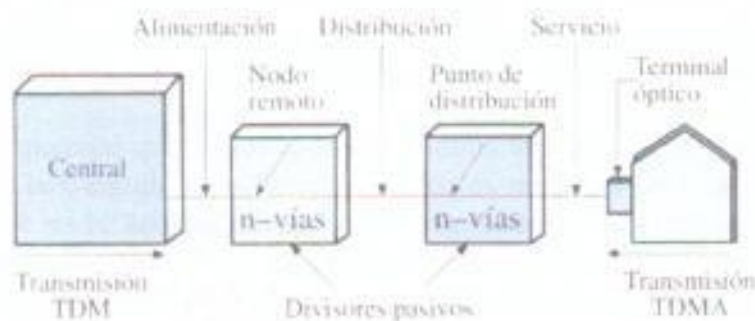


Fig. 3.5 Bus Óptico

3.7.4. TPON (TELEPHONE PASSIVE OPTICAL NETWORK)

Es una red de acceso para aplicaciones de telefonía, propuesta y demostrada por el British Research Laboratories. El sistema TPON tiene una topología en estrella en el segmento de alimentación, distribución y servicio de la red de acceso, y utiliza una serie de divisores ópticos pasivos que dividen y combinan las señales provenientes de ambos extremos de la red óptica. TPON no utiliza electrónica activa, excepto en la Central y en la instalación del abonado.

Fig. 3.6 Esquema del TPON



En el sentido descendente, la Central genera una señal TDM, la cual es distribuida a 128 abonados. Esta señal TDM modula un portador óptico el cual es transmitido hacia el nodo remoto a través de una sola fibra.

En los nodos remotos y en los puntos de distribución se encuentran los divisores ópticos pasivos que dividen la potencia de la señal óptica; permitiendo así que varios abonados compartan las fibras de alimentación y de distribución; lográndose de esta manera bajar los costes tanto de las facilidades de transmisión por fibra como de los transmisores y receptores ópticos en la Central.

El equipo terminal óptico en las instalaciones del abonado recibe la señal óptica y accesa únicamente al canal individual TDM designado para dicho abonado.

En la dirección ascendente (hacia la central) se utiliza la técnica de multiplexación de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) para compartir las fibras de alimentación y de distribución. Las señales de los equipos de terminación de red se combinan de forma pasiva en los divisores ópticos, estando sincronizada la transmisión para evitar solapamientos en el tiempo.

Actualmente la British Telecom se encuentra evaluando un sistema TPON instalado en Bishop's Stortford, al norte de Londres, localidad con cerca de 4000 abonados entre residenciales y comerciales.

3.7.5. PPL (PASSIVE PHOTONIC LOOP)

Es una red de acceso local en doble estrella propuesta y demostrada por Bellcore. PPL es similar al sistema Lambdanet, el cual es una red óptica de múltiples longitudes de onda de alta capacidad; diseñada para una red de enlace entre centrales.

PPL utiliza las técnicas de multiplexación en longitud de onda de alta densidad (HD-WDM). A cada equipo de abonado se le asignan dos únicas longitudes de onda, una para cada sentido de la transmisión. Con las técnicas WDM de alta densidad se ha experimentado multiplexar hasta 20 longitudes de onda, y podrá ser posible hacerlo hasta con 40 ó 50. Sin embargo, un valor aceptable propuesto es de 16 longitudes de onda.

El sistema PPL permite que varios abonados compartan la fibra alimentadora, pero no así los láser. En la Central, las señales individuales modulan las longitudes de ondas descendentes que se les ha asignado; luego estas longitudes de onda son multiplexadas para ser transmitidas simultáneamente a través de la fibra óptica. En el nodo remoto, las longitudes de onda se desmultiplexan y se entregan a la fibra de distribución respectiva.



Fig. 3.7 Esquema del PPL

Puesto que cada terminal de abonado recibe solamente la longitud de onda asignada, la privacidad está preservada, y no se requiere de filtros de longitud de onda en las instalaciones del abonado.

En el sentido ascendente, cada abonado utiliza su longitud de onda correspondiente. Las señales ascendentes provenientes de diferentes abonados se multiplexan en el nodo remoto o punto de acceso, se transmiten a través de la fibra de alimentación y, finalmente, se desmultiplexan en la Central.

3.7.6. SCM (SUBCARRIER MULTIPLEXING)

El sistema SCM es una red de acceso con una topología en bus, que utiliza una técnica FDM llamada multiplexación por subportadora (SCM) para distribuir las señales a los abonados.

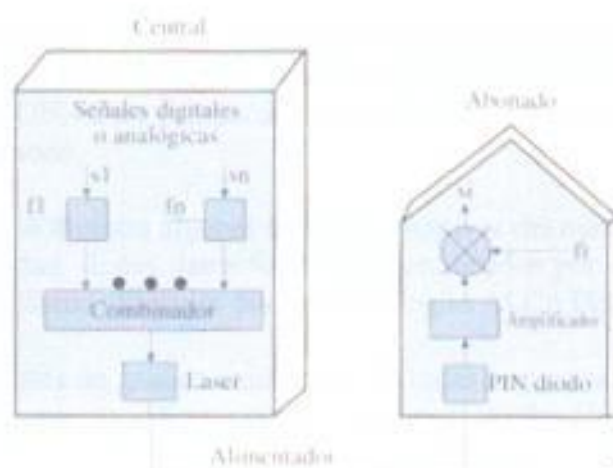


Fig. 3.8 Esquema del SCM

El término "multiplexación por subportadora" se refiere al hecho de que la frecuencia portadora primaria es la señal óptica (10^{14} Hz), mientras que las señales de microondas de 10^9 a 10^{10} Hz son las subportadoras moduladas. Las señales analógicas o digitales modulan a las subportadoras de microondas. La modulación eléctrica a utilizarse puede ser la modulación en frecuencia (FM) o en amplitud (AM). Las subportadoras moduladas se combinan y se transmiten con un láser de alta velocidad. En el lado de la recepción (instalación del abonado), la señal de radio frecuencia (RF) detectada se mezcla con una señal RF generada por un oscilador local sintonizable; luego es conducida hacia un filtro de banda estrecha de donde se extrae la señal del canal deseado.

3.8. RED DE FIBRA OPTICA EXISTENTE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

A continuación describiremos las diferentes tecnologías, métodos, cantidad de fibra, rutas y equipos utilizados hasta la actualidad, de la red de fibra óptica en la ciudad de Guayaquil. También haremos mención de las ventajas que ofrece la fibra y sus utilidades, por lo que este tipo de red ha sido utilizado por distintas empresas privadas de la ciudad.

Con el afán de encontrar aplicaciones prácticas, de manera local en nuestra ciudad, hemos recopilado información teórica y técnica de los beneficios de la fibra en comparación con el cable coaxial. En Guayaquil encontraremos instalado este tipo de tecnología en: la mayoría de centrales de la red telefónica de PACIFICTEL, MALL DEL SOL, FILANBANCO, HOTEL COLON, TV CABLE, BANRED, entre otras conocidas.

En la mayoría del tendido de cable en las centrales telefónicas de la ciudad es del tipo de fibra monomodo, también existe tendido de fibra multimodo el cual es utilizado por la compañía ERICSSON. Otra compañía existente en nuestro país es la ALCATEL, la cual utiliza fibra monomodo.

A continuación se muestra algunas tablas explicativas del número de fibras, rutas, fibras libres en la actualidad. Estos datos fueron proporcionados por PACIFICTEL, además los tipos y cantidad de fibras utilizados por las tecnologías ALCATEL y ERICSSON.

Además, se muestra un gráfico explicativo de todas las centrales existentes en la ciudad con sus respectivos enlaces y distancia entre cada una de ellas (Ver Fig. 3.9).

RUTAS	DISTANCIA	Nº FIBRAS	Nº OCUPADA	Nº RESERVA	TIPO
CENTRO-BOYACA	1212m	12	10	4	Monomodo
CENTRO - BOYACA (PSC-240)	1214m	6	6	0	Monomodo
BOYACA - ESPOL (PSC-240)	1800m	6	4	2	Monomodo
CENTRO-BELLAVISTA	6045m	6	2	4	Monomodo
CENTRO-OESTE	3112m	6	4	2	Monomodo
CENTRO-SUR	4530m	6	4	2	Monomodo
CENTRO-FRIBUSCORDERO	1344m	6	6	0	Monomodo
CENTRO - TILANDANCO (PSC-240)	500m	6	2	4	Monomodo
BELLAVISTA-BOYACA	4831m	6	4	2	Monomodo
BELLAVISTA-URDESA	2575m	6	4	2	Monomodo
BELLAVISTA-LOS CERROS	4204m	6	4	2	Monomodo
BELLAVISTA-OESTE	4700m	6	4	2	Monomodo
BOYACA-NORTE	2322m	14	8	6	Monomodo
NORTE-ALBORADA	5536m	6	6	0	Monomodo
NORTE-T. TERRESTRE	5411m	6	2	4	Monomodo
NORTE - MALL DEL SUR. (PSC-240)	4000m	6	2	4	Monomodo
NORTE-ILCOLAN (PSC-240)	4000m	6	4	2	Monomodo
NORTE-URDESA	3716m	6	4	2	Monomodo
NORTE-PUNTELLA	7299m	6	4	2	Monomodo
NORTE - K. NORTE	3900m	6	0	6	Monomodo
NORTE-DURAN	11943m	6	4	2	Monomodo
PTO. AZUL-OIR (PSC-240)	9000m	6	4	2	Monomodo
PTO. AZUL - CHONJON (PSC-240)	18000m				
PORTADORA-CERRO CARMEN	3000m	6	4	2	Monomodo
URDESA-TORRES DEL NORTE	4200m	6	6	0	Monomodo
TORRES NORTE-K. NORTE	1100m	6	2	4	Monomodo
LOS CEDROS-PTO AZUL	5939m	6	4	2	Monomodo
LOS CEDROS-ESPOL	5409m	6	2	4	Monomodo
LOS CEDROS-MAFABINGUE	4888m	6	4	2	Monomodo
LOS CEDROS-CUJINAS CEDROS	2995m	6	4	2	Monomodo
OESTE - PORTETE	3315m	6	4	2	Monomodo
PORTETE-LOS CISNES	2306m	6	4	2	Monomodo
OESTE-SUR	3112m	6	4	2	Monomodo
SUR-F. CORDERO	3186m	6	6	0	Monomodo
SUR-CUASMO	2542m	6	4	2	Monomodo
CUASMO-PTO NUEVO	3095m	6	4	2	Monomodo
PTO. NUEVO- PTO. MARITIMO (PSC-240)	3500m	6	2	4	Monomodo
ALBORADA-SAMANEZ	4302m	6	4	2	Monomodo
ALBORADA-GUAYACANER	3550m	6	4	2	Monomodo
ALBORADA-PASCUALER	7749m	6	4	2	Monomodo
PASCUALES-PAI (PSC-240)	8000m	6	2	4	Monomodo
DURAN-PRIMAVERA	4163m	6	4	2	Monomodo

TABLA No. 2: Red de Fibra Optica en la ciudad de Guayaquil

FIBRA ERICSSON

RED DE FIBRA OPTICA MULTIMODO ERICSSON (GUAYAQUIL)

ITEM	TRAMO	DISTANCIA	No. DE FIBRAS	FIBRAS LIBRES
1	CENTRO-BOYACA	1,214.00 m	6	0
2	BOYACA-NORTE	2,332.00	6	4
3	CENTRO-NORTE	3,546.00	6	4
4	CENTRO-OESTE	3,112.00	6	4
5	CENTRO-F.CORDERO	1,344.00	6	0
6	F.CORDERO-SUR	3,186.00	6	2
7	CENTRO-ALBORADA	8,000.00	0	0
8	OESTE-PORTETE	3,315.00	6	2
9	OESTE-BELLAVISTA	4,716.00	6	2
10	BOYACA-BELLAVISTA	4,831.00	6	4
11	BELLAVISTA-URDESA	2,575.00	6	0
12	MAPASINGUE-L.CEIBOS	5,000.00	6	2
13	CAMPUS POL.-L.CEIBOS	5,409.00	6	6
14	BOYACA-BCO.LOS ANDES	700.00	12	4

RED DE FIBRA OPTICA MONOMODO ERICSSON (GUAYAQUIL)

ITEM	TRAMO	DISTANCIA	No. DE FIBRAS	FIBRAS LIBRES
1	NORTE-K.NORTE	4,000.00 m	6	6
2	CENTRO-SUR	6,564.00	6	4
3	CENTRO-BELLAVISTA	5,301.00	6	4
4	BOYACA-NORTE	2,332.00	6	2
5	NORTE-T.TERRESTRE	2,500.00	6	4
6	CENTRO-CERRO DEL CARMEN	2,804.00	16	0

RED DE FIBRA OPTICA MONOMODO PARA PSC 240 (GUAYAQUIL)

ITEM	TRAMO	DISTANCIA	No. DE FIBRAS	FIBRAS LIBRES
1	CENTRO-BOYACA	1,214.00 m	6	2
2	LAS PEÑAS-BOYACA	1,400.00	6	4
3	NORTE-HOTEL COLON	3,764.00	6	4
4	CERRO AZUL-CHONGON	18,000.00	6	4

TABLA No. 3: Red de Fibra Optica Ericsson en la ciudad de Guayaquil

FIBRA ALCATEL

RED DE FIBRA OPTICA MULTIMODO ALCATEL (GUAYAQUIL)

ITEM	TRAMO	DISTANCIA	No. DE FIBRA	LIBRES	NECESARIAS EN ANILLO SDH	FALTA
1	ALBORADA-GUAYACANES	3,550.00 m	6	2		2
2	ALBORADA-PASCUALES	7,749.00	6	2	2	0
3	ALBORADA-SAMANES	4,302.00	6	2		2
4	BELLAVISTA-L. CEIBOS	4,204.00	6	2	2	0
5	BELLAVISTA-PORTETE	8,000.00	0	0	2	-2
6	BELLAVISTA-URDESA	2,575.00	6	2	4	-2
7	BOYACA-BELLAVISTA	4,831.00	6	2	0	2
8	BOYACA-NORTE	2,322.00	14	6	4	2
9	CENTRO-BELLAVISTA	5,301.00	6	2	6	-4
10	CENTRO-BOYACA	1,214.00	12	2	4	2
11	CENTRO-F. CORDERO	1,344.00	6	0	2	0
12	CENTRO-OESTE	3,112.00	6	0	2	0
13	CENTRO-SUR	6,564.00	6	2		4
14	DURAN-CENTRO	16,000.00	0	0	2	-2
15	DURAN-PRIMAVERA	4,163.00	6	2		2
16	DURAN-PUNTILLA	10,000.00	0	0	2	-2
17	F. CORDERO-SUR	3,185.00	6	2	2	0
18	GUASMO-PTO. NUEVO	3,095.00	6	2		2
19	L. CEIBOS-C. AZUL	5,939.00	6	2		2
20	L. CEIBOS-COLINAS	2,995.00	6	2		2
21	MAPASINGUE-L. CEIBOS	4,888.00	6	2	2	0
22	MAPASINGUE-PASCUALES	8,200.00	6	0	2	-2
23	NORTE-ALBORADA	5,596.00	6	0	2	-2
24	NORTE-DURAN	11,943.00	6	2		2
25	NORTE-KENNEDY-NORTE	3,900.00	6	4	2	2
26	NORTE-L. PUNTILLA	7,299.00	6	2	2	0
27	NORTE-URDESA	3,716.00	6	2	2	0
28	OESTE-BELLAVISTA	4,700.00	6	2	2	0
29	OESTE-PORTETE	3,315.00	6	2	2	0
30	OESTE-SUR	3,275.00	6	2	2	0
31	PORTETE-L. CISNES	2,306.00	6	2		2
32	SUR-GUASMO	2,542.00	6	2	4	-2
33	URDESA-KENNEDY	3,700.00	0	0	2	-2

TABLA No. 4: Red de Fibra Optica Alcatel en la ciudad de Guayaquil

3.8.1. PROYECTO DE LA CENTRAL URDESA

Para dar un ejemplo explicativo sobre las características y componentes básicos en una central, enunciaremos a continuación cómo está formada la central URDESA.

El estudio y diseño de la red primaria en fibra óptica y de los equipos de transmisión para alimentar los armarios de la Central Urdesa, tiene la finalidad de garantizar el buen servicio y la expansión que demandan los abonados de este sector con variadas características de usuarios.

Con la respectiva implementación se conseguirá:

- La eliminación de redes obsoletas.
- Nueva disponibilidad de canalización.
- La agilización de los sistemas de comunicación por voz entre los distintos bancos y sus correspondientes centrales de tráfico telefónico, gracias a mejores métodos redistribución e interconexión.
- Acceso rápido y eficiente al sistema de troncales de interconexión entre centrales para facilitar las comunicaciones con las agencias bancarias.
- Hacer disponible al usuario la posibilidad de transmisión de datos a alta velocidad y la incorporación de nuevos servicios de interés bancario.
- Generar nuevos ingresos para PACIFICTEL gracias a mejoras en operaciones y mayor tiempo de utilización de la red.
- Reducción en gastos operativos y de mantenimiento.
- Introducción de nuevas tecnologías de punta para mejorar los servicios en la comunidad.

CABLE DE FIBRA OPTICA A UTILIZAR

El cable de fibra óptica escogido es de tipo Monomodo de núcleo revestido y apropiado para utilización en canalizaciones subterráneas (planta externa) así como para aplicaciones enterradas. Consiste de un cable con núcleo dieléctrico revestido de una armadura o barrera metálica resistente a la humedad y que además le confiere un medio de protección para los ambientes hostiles de una planta externa.

El núcleo del cable lo conforma una cubierta dieléctrica tubular que aunque es capaz de contener hasta 18 cintas de 12 fibras cada una, se dispondrá con una o dos cintas de 12 fibras, según la localización, empaquetadas en relleno para mantener el agua fuera del cable, elemento dieléctrico de refuerzo, cordones tensores para corte de la cubierta y una chaqueta envolvente.

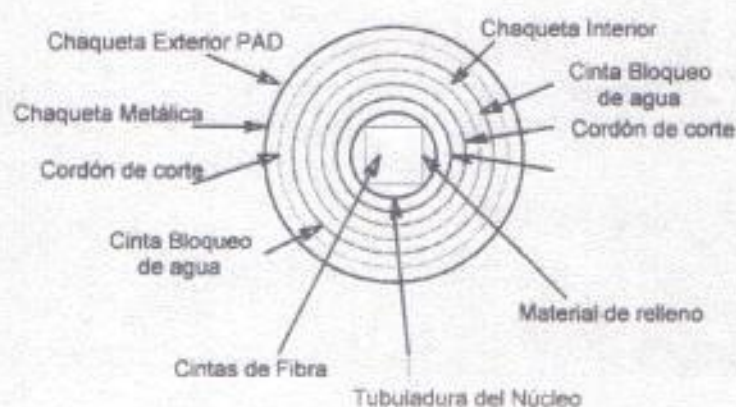


Fig. 3.10 Cable de Fibra óptica: corte transversal

La sobrecubierta esta formada por una cuerda tensora de corte, cintas bloqueadoras de agua, una cubierta de metal corrugado perfectamente soldada en sus uniones para actuar como barrera contra la humedad y protección contra los roedores; y una chaqueta exterior de polietileno de alta densidad.

Adecuado para usos en áreas en que hay presencia de vapor de agua y altas temperaturas (resistencia a 1400 C), derivados del petróleo, residuos químicos, sustancias corrosivas, descargas eléctricas y roedores. La disposición de las fibras en configuración de cinta y sujetas unas a otras linealmente mediante una matriz de adherencia curada con luz ultravioleta permite la colocación de un mayor numero de ellas en el interior de un cable de reducido diámetro, ahorro en el costo de instalación y flexibilidad para el desprendimiento lateral de fibras individuales. Su configuración permite además empalmar simultáneamente grupos de 12 fibras, con muy poca perdida del poder óptico. Las fibras en cada cinta deben estar identificadas individualmente por código de colores estandarizado. Los elementos de refuerzo del cable se prefieren externos, a manera de envoltura, en lugar de los tradicionales elementos individuales longitudinales por conferir al cable una mayor robustez y reducir las posibilidades de durante su instalación. Por ser un cable para uso en parte externa y en un medio en el cual es frecuente la inundación de pozos y ductos se ha considerado que la tubuladura conteniendo las cintas de fibra este' rellena con un compuesto que se mantenga en estado blando a un rango amplio de temperatura.

CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA.

La fibra Monomodo de núcleo revestido consiste de un núcleo de germanio revestido de dos capas concéntricas de silicio sintético. La capa interior de silicio esta revestida de fijar para reducir el índice de refracción en relación a la capa externa lo que da como resultado un menor diámetro del campo madre y un mejor rendimiento en términos de micro y macro

dobladura. Las características de dispersión de la fibra se optimizan en los sistemas operando en la ventana de los 1310 nm.

Su utilización es recomendada para sistemas requiriendo baja pérdida y gran ancho de banda como en el caso de tendidos largos, enlaces troncales, alimentación de anillos, distribución de servicios y televisión por cable.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA FIBRA.

Diámetro del núcleo	125.0 ± 1.0 mm.
Desconcentricidad del núcleo	< = 1%
Error de concentricidad núcleo cubierta	< = 0.8 mm.
Diámetro exterior de revestimiento	2500 ± 15 mm
Resistencia	100 Kpsi (0.7 Gpa)
Resistencia del revestimiento	> = 1.3N y < = 8.9N
Fatiga dinámica (n_d)	> = 20
Fatiga estática (n_s)	> = 20
Curvatura de la fibra	> = 2 mts.
Punto de corte	< = 1260nm
Macrodobladura (1 vuelta, 32 mm diám.)	< = 0.5dB a 1550nm
(100 vueltas, 75 mm. diám.)	< = 0.05dB a 1310nm < = 0.10dB a 1550nm
Diámetro del campo modal	8.8 ± 0.5mm a 1310nm
Longitud de onda de dispersión cero	1300 a 1320nm
Pendiente de dispersión	< = 0.092 ps/nm ² -Km.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CABLE

Resistencia a la tracción	600 Lbs. (2.669 N)
Radio de curvatura mínima (sin carga)	10 veces el diámetro
(con carga)	20 veces el diámetro
Diámetro exterior (12 a 96 fibras)	0.63 plg. (15.95 mm)
Peso del cable (12 a 96 fibras)	210 lbm/kft (310 Kg/Km)
Temperatura de operación	-40 °C a 140°C
Longitud Máxima del cable	3500 mts.
Atenuación máxima por fibra	0.40 dB/Km a 1310 nm 0.30 dB/Km a 1550 nm

CABLE DE FIBRA OPTICA PARA INTERIORES.

A nivel de central, desde la bóveda de ingreso de cables hasta La regleta de distribución en el bastidor del repartidor, se utilizará cables multifibras flexible. El cable propuesto

contendrá 24 fibras Monomodo individuales cada uno con una cubierta o buffer de PVC codificado por colores. El cable deberá ser relleno de fibra Aramid y sin componentes metálicos, ajustándose a los requerimientos NEC, ANSI-FDDI e ICEA.

ESPECIFICACIONES FÍSICAS.

Diámetro del núcleo de la fibra	8.3 mm.
Diámetro de envoltura del núcleo	125 mm
Revestimiento de la fibra	250 mm
Espesor de la envoltura o buffer	900 mm
Radio mínimo de curvatura (sin carga)	10 veces el diámetro
Radio de curvatura en instalación	20 veces el diámetro
Radio de curvatura instalada	10 veces el diámetro
Curvatura mínima de fibra buffereada	1.9 cm (0.75 plg.)
Rango de temperatura de operación	0°C a 53°C
Rango de temperatura de almacenamiento	-40°C a 65°C

ESPECIFICACIONES OPTICAS

Perdida máxima de poder óptico	1.0 dB/Km a 1310 nm
	1.0 dB/Km a 1550 nm

3.8.2. CARACTERISTICAS DE LA RED DEL HOTEL HILTON COLON

Se ha escogido el tramo Norte-Hotel Colón para hacer una explicación de los proyectos de Fibra Optica existentes, punto a punto con multiplexores, que sirven para la solución de acceso a grandes edificios.

El Hotel Colón constituye uno de los lugares mas atractivos de estadía para los turistas, la majestuosidad de su obra va acorde con la tecnología de punta que se ha utilizado, en especial por el empleo de fibra óptica, lo que les ha permitido gozar de una pequeña central telefónica.

Los detalles del equipo de comunicación los damos a continuación. Está enlazado con la central Norte con un tendido de fibra óptica.

La fibra es del tipo monomodo, viene recorriendo aproximadamente 0 Km. a la interperie, llega a un Enlace de fibra óptica que es el que recibe la fibra.

Del Link, llega a Un repartidor que se encarga de distribuir la fibra y llevarla hasta los Multiplexores.

El multiplexor es el que convierte la fibra óptica a canales de comunicación, específicamente 10 canales.

Los 16 canales, van del multiplexor hasta las tarjetas, donde cada puerto es una línea, es donde se lleva el tono.

Cada tarjeta tiene 4 líneas, cada línea tiene su teléfono, en total esta pequeña central soporta 480 líneas.

Posee una fuente de poder con sus respectivos repetidores y un banco de baterías que respalda en caso de falla o de ausencia de energía, por un tiempo de aproximadamente 8 horas.

De los multiplexores van cables hacia lo que se denomina un repartidor primario, o distribuidor de cobre a su vez a un repartidor que se denomina secundario, por medio de un cableado estructurado de igual manera hay 2 equipos de similares en PACIFICTEL.

Se ha utilizado 3 pares de fibra (6 fibras), de los cuales solo se han utilizado 2, el resto es de respaldo.

Luego se tiene una conexión con una central que recibe las líneas para distribuirla internamente al hotel, marca MITEL, que es una central versátil, se distribuye por medio de nodos, cada uno de ellos poseen CPU, Memorias, disco duro, tienen respaldo, a cada nodo se conecta por medio de fibra óptica, existen 4 nodos y diferentes lugares del hotel a los que se llega también por medio de fibra óptica.

Para cada uno de los nodos existen nodos extensiones, tentativamente se tienen 4. Con respecto a los nodos principales a los que se llega también por medio de fibra óptica, en ellos se encuentran luces que indican, cuando esta fija, quiere decir que se está transmitiendo, cuando se encuentra tiritando quiere decir que no hay nodo conectado.

Existe también un UPS que respalda a la central en el momento en que falla la energía.

En edificios contiguos como Torres del Norte no se utilizó multiplexores, sino una Unidad Remota de almacenamiento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Proveer de dos ESTACIONES TERMINALES UN ET-960 instalado en la CENTRAL NORTE con una capacidad de 1184 canales telefónicos de los cuales 11604 serán destinados para voz y 20 canales para transmisión de datos a 64 Kbps.

En los edificios Hotel Colón y Centrum se instalarán TERMINAL REMOTO RT PSC480 con capacidad de 480 canales y un RT-PSC720 con capacidad de 704 canales

respectivamente. Del total de 1184 canales, 1164 serán destinados para voz y 20 canales para transmisión de datos a 64 Kbps.

Los terminales ET y RT estarán enlazados mediante un cable de fibra óptica compuesto de ó fibras y un blindaje metálico, los equipos que comprenden el sistema son de tecnología de transmisión digital flexible, compatible con los estándares internacionales de la UIT-T y especialmente diseñado para aplicaciones de acceso en los lazos de abonado que además de proveer a los usuarios con los beneficios de la tecnología digital y de fibra óptica, también contribuyen con una arquitectura flexible que asegura una vía de transición hacia servicios mas avanzados de telecomunicaciones de banda estrecha y banda ancha, como son ISDN y vídeo.

PSC 240: SISTEMA DE ACCESO AVANZADO

El sistema de acceso PSC240 es un sistema de transmisión digital especialmente diseñado para la red de abonado o ultimo kilómetro. En su configuración universal, el sistema consiste en un terminal central (ET) para La central conmutación y un terminal remoto (RT) ubicado cerca o en las propias instalaciones del usuario. Los dos terminales se comunican entre sí a través de un enlace de transmisión digital El (G.703, UIT compatible).

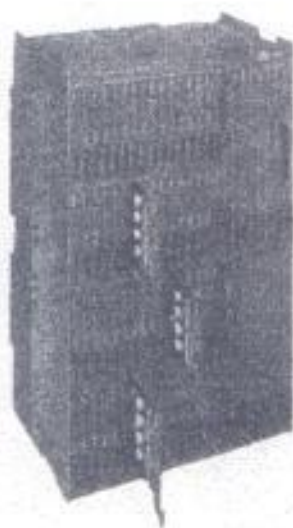


Fig. 3.11 PSC240

El enlace puede ser establecido por medio de cables multipares (cobre), fibra óptica o radio microondas digital. Esta tecnología de acceso, permite el multiplexaje de 30 abonados por enlace digital.

El sistema PSC240F extiende las tecnologías digitales y de fibra óptica a la red de abonado, proporcionando una plataforma para evolucionar hacia servicios avanzados como el ISDN (Red Digital de Servicios Integrados), el vídeo, los servicios de banda ancha y el acceso local inalámbrico, en un futuro cercano.

Utilizando una interfaz óptica operando a velocidad STM-1, el PSC240F soluciona eficientemente aplicaciones de fibra óptica de baja, mediana y alta capacidad, cubriendo distancias per encima de los 40 Km. Configuraciones de red pueden ser punto-a-punto, punto-a-multipunto, inserción y extracción de tráfico con protección (1+1) y configuraciones en anillo.

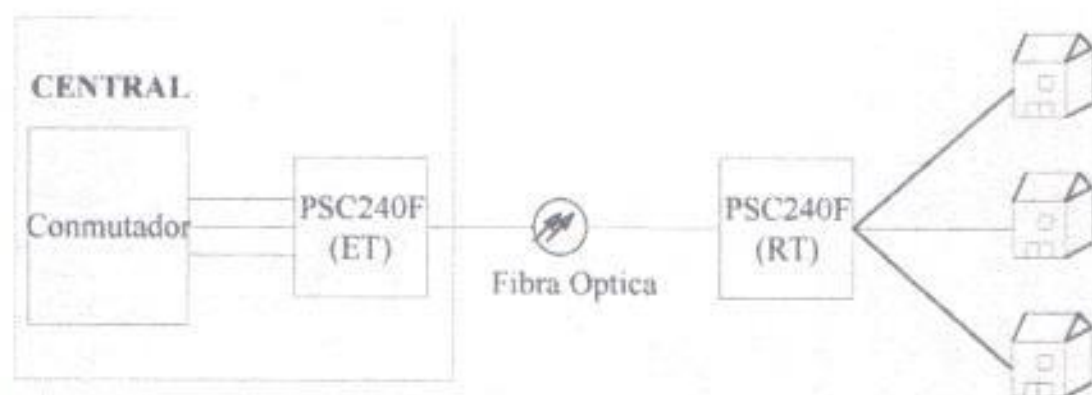


Fig. 3.12 Sistema PSC240F: Aplicación Punto-a-Punto

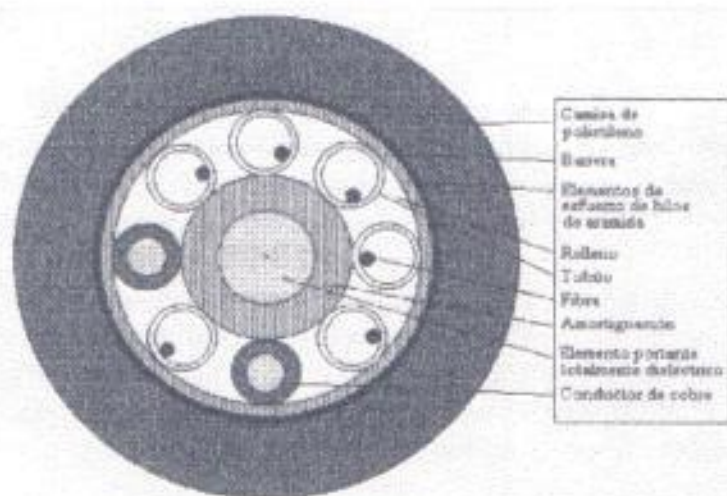


Fig. 3.13 Fibra Óptica Monomodo para PSC240

CAPITULO IV

OTRAS TECNOLOGIAS DE ACCESO

4.1. SISTEMA DE COMUNICACIÓN PERSONAL.

4.1.1. CONCEPTO DE COMUNICACIÓN PERSONAL.

Después de la creación de los sistemas móviles celulares digitales, es lógico pensar que dichos sistemas evolucionen hacia otros que, basándose en un costo menor, proporcionen más capacidad y más prestaciones, utilizando economías de escala y aprovechando el efecto sinérgico de un sistema ya funcionando.

Desde esta perspectiva, durante los últimos años y como un desarrollo de la tecnología móvil de cara al futuro, han emergido las denominadas redes de comunicación personal y los accesos inalámbricos.

Las primeras, bajo el nombre genérico de PCN (Personal Communications Network) o también PCS (Personal Communications Services), hacen referencia a todas aquellas comunicaciones digitales sin hilos (aunque también pueden ser por transporte material) que se prevean en un futuro cercano para comunicar personas con personas o dispositivos, los que podrán entrar en contacto independientemente de su localización física circunstancial.

Este sistema permitirá ofrecer una gran variedad de servicios y capacidad, posibilitando su uso a un amplio mercado, al que brindará la posibilidad de la comunicación individual, donde, como se dijo, el servicio estará asociado a la persona como individuo más que a la localidad geográfica donde circunstancialmente este se encuentra.

Con miras a seguir por este camino, los actuales proveedores de Servicios Móviles Terrestres Celulares analógicos están adoptando, con mayor o menor velocidad, de acuerdo a sus requerimientos y situación específicos, normas de acceso y operación totalmente digitales a fin de tener una mayor capacidad y calidad en los sistemas con los que brindan su servicio.

En forma paralela se puede observar un gran avance de los Accesos Inalámbricos o Servicios de Telefonía Inalámbricos, aquellos que permiten eliminar las líneas interiores de las instalaciones privadas, mediante la conexión de los terminales por medio de ondas radioeléctricas de muy corto alcance (limitadas al área interior de los edificios u oficinas). Estos sistemas estarían representados, por ejemplo, por los llamados Teléfonos sin Hilos o los sistemas privados llamados CT-2.

Estas dos tendencias hacia la conexión inalámbrica de los terminales se complementan en el interior de los edificios, por lo que se les puede estudiar en forma conjunta, considerando la segunda como un caso especial de la primera.

Un punto fundamental de estos desarrollos, como lo demostró claramente la historia de los sistemas celulares, es lograr establecer una normativa única, lo más universal posible, como único camino para lograr rápidamente una economía de escala apropiada que permita ofrecer precios atractivos que impulsen su popularización.

Por esta razón, en varias partes del mundo se observa la realización, a gran velocidad, de experiencias a fin de lograr imponer una norma y en esta situación están envueltos tanto las prestadoras telefónicas de red fija, como los operadores celulares de radiobúsqueda, de TV por cable, fabricantes, etc. Juntos con ellos se ha desplegado una formidable acción de desarrollo de nuevas tecnologías para aplicar a los sistemas, dotando a los servicios de nuevas modalidades de prestación.

4.1.2. EVOLUCION HACIA EL CONCEPTO DE COMUNICACIONES PERSONALES

El desarrollo de la Telefonía Móvil se debió a las necesidades de la sociedad moderna - cada vez más dinámica, trasladable y necesitada de comunicación en todo momento- para permitir la existencia de terminales telefónicos móviles y su conexión a la Red Telefónica Pública (RPTN). Se utilizaron distintos sistemas para dar solución a esa necesidad, la que finalmente derivó en la conocida respuesta tecnológica actual.

Al poco tiempo de su introducción, los usuarios por un lado, que pronto requirieron unidades y facilidades que pudieran utilizar fuera de sus vehículos, y los avances de la tecnología en semiconductores y circuitos integrados por otro, que posibilitaron una reducción de tamaño y peso de los equipos, fomentaron la aparición en el mercado de teléfonos móviles celulares que podían llevarse a cualquier parte, es decir, no necesariamente asociados a un medio de transporte.

Así la modalidad original de telefonía móvil asociada a la comunicación de vehículos fue derivando paulatinamente hacia el de las comunicaciones con equipos portátiles y finalmente con personas, cualquiera que fuera el lugar en la que esta se encuentre, llegando así al requerimiento de lo que hemos llamado PCS. El usuario deberá poder desplazarse por cualquier medio y seguir en comunicación, generando, a su vez, la necesidad de comunicación en otras áreas de servicios de otros prestadores, o inclusive de otros países.

De esta forma se extendió también el concepto de "abonado visitante", que se desplaza fuera de su propia área de servicio e inclusive de su país, lo requirió la uniformidad de normas a nivel de la interfaz de aire, entre los diferentes prestadores del servicio, a fin de permitir que el mismo equipo de abonado fuese utilizado en diferentes áreas, servidas por distintos prestadores con infraestructura proveniente de diversos fabricantes.

Especialmente con la tecnología celular y el desarrollo de los terminales portátiles (no ligado a vehículos) el concepto de desplazamiento adquirió características de movimiento en grandes distancias, inclusive continentales.

Con los PCS, el desplazamiento y por lo tanto la necesidad de uniformidad también se atomiza hasta incluir diferentes microsistemas (por ejemplo oficinas atendidas por centrales privadas sin cables) que podrían llegar a ser hasta de una sola línea (el servicio telefónico en el domicilio).

En este sentido está emergiendo rápidamente una tecnología basada en celdas muy pequeñas (llamadas micro o pico celdas *-Figura 4.1) que son responsables de la aparición, en los últimos años de una serie de estándares (CT-1, CT-2, CT-3 y DECT) que desarrollaremos más adelante.

- (*) celda normal : 8 Km
- micro celda : 0.4 a 0.8 Km
- pico celda : interior de edificios



Figura 4.1 Tipos de celdas en sistema PCS.

4.1.3. TELEFONIA SIN CABLES (CT, CORDLESS TELEPHONY)

En términos generales se puede definir como Telefonía Sin Cables (CT) aquella que incluyen terminales que no operan mediante conexiones cableadas al resto de la red telefónica, ya sea esta pública o privada.

En esta parte nos restringiremos, en muchos casos, a esta última posibilidad, es decir sistemas completos que se mantienen esencialmente dentro del ámbito de una única empresa (central privada), aunque, en última instancia, dicho sistema este también conectado a la red pública.

El mas simple tipo de telefonía privada sin hilos es el llamado CT-1 (Cordless Telephone - 1 st Generation), que utiliza tecnología analógica.

TELEFONIA INALAMBRICA 1ra GENERACION (CT-1)

La primera experiencia al respecto del CT-1 (Cordless Telephone - 1st Generation) fue en Gran Bretaña.

En esta experiencia, lamentablemente, la norma fue sobre-exigida y el equipamiento resulto de un precio excesivo, no adecuado a las perspectivas del mercado, por lo que su resultado dista mucho de ser el esperado.

En los primeros momentos se estimó la penetración del mercado del CT-1 en 1986 en 1'025.000 abonados. Sin embargo la implementación del CT-1 tuvo que soportar muchos problemas, que se debieron fundamentalmente a que:

- por la tecnología usada, se sufrían interferencias importantes en las zonas de edificios altos o de estructuras de acero
- por los hábitos de movimientos de sus principales clientes, personas del mundo de los negocios, se producían congestiones significativas de tráfico en las áreas comerciales, dada la limitada cantidad de canales, y
- por las características de las conversaciones realizadas por esos principales clientes, no era aceptada la falta de seguridad de las comunicaciones.

Todo esto llevo al fracaso relativo del CT-1, y al estudio de sistemas mas avanzados que solucionasen las deficiencias anotadas.

TELEFONIA INALAMBRICA 2da GENERACION (CT-2)

Los sistemas CT-2 (Cordless Telephone - 2nd Generation) están constituidos por:

- Red de Telepuntos ("Telepoints") integrado por estaciones base publicas, conectadas a la red pública conmutada (RPTN), el controlador de la red y un sistema de gestión y facturación.
- Estaciones base privadas
- Terminales ("handsets") que están previstos para efectuar llamadas telefónicas a través de las estaciones Base públicas (Telepuntos) o las Estaciones Base privadas.

Fueron diseñados en base a la tecnología de "acceso múltiple por división de frecuencias" (FDMA), la que se eligió por ser una tecnología disponible y probada. Con ella se logran canales de voz múltiples, dividiendo las frecuencias en sub-canales.

El CT-2 utiliza una banda espectral de 4 MHz en el rango de 800-900 MHz, dividida en 40 canales de 100 kHz.

TELEFONIA INALAMBRICA 3ra GENERACION (CT-3)

La posterior evolución del CT-2 llevó al denominado CT-3. La diferencia crucial entre ellos es el método de asignación dinámica de canales (DCA), por el cual el terminal (hand-set) logra el acceso y mantiene el control de los canales de voz.

Dentro de lo establecido por esta norma existe un desarrollo que está diseñado para cubrir hasta 8 MHz en la banda 800-900 Mhz, dividiendo el ancho de banda en segmentos de 1 MHz.

Este CT-3 utiliza la técnica TDMA para lograr 16 ventanas de tiempo (time-slots) por segmento de 1 MHz, con una ventana de tiempo para la transmisión entre la estación base y el terminal y una segunda ventana para la transmisión en sentido inverso.

Permite aumentar la longitud de la ventana de tiempo para permitir la transmisión de datos y también puede recibir un texto o un mensaje de "paging" mientras se habla, almacenado el mismo en la memoria del terminal para su posterior recuperación.

DCS 1800

Este desarrollo del estándar PCS están basados en las recomendaciones del GSM y en los requisitos específicos establecidos para el nuevo sistema que son:

- * Banda de frecuencias 1800 MHz., compatible con el plan elaborado por la CEPT
- * Suministrar con el nuevo estándar servicio a portátiles o terminales de bolsillo en áreas densamente pobladas y ajustable para que sea implementada en toda Europa.
- * Las especificaciones deben dejar abierta la opción de tener redes DCS 1800 operando en la red GSM por los mismos o diferentes Operadores del GSM.
- * Los otros requisitos establecidos de acuerdo con los Operadores del PCS se pueden resumir en los siguientes puntos.
- * Disponibilidad completa de los servicios de Telecomunicaciones (voz y no voz).
- * La red se deberá optimizar para uso de terminales portátiles y ligeros, obteniendo servicios de alta calidad y gran capacidad.
- * Los abonados podrán recibir o hacer llamadas desde/hacia cualquier parte del mundo.

El tamaño de las celdas, dando cobertura continua será:

- * "picoceldas" para dar cobertura en el interior de edificios,
- * "microceldas" radio de cobertura 0,4-0,8 Km. para alta densidad de tráfico,
- * celdas de hasta 8 Km., para zonas rurales.

4.1.4. ALGUNAS EXPERIENCIAS

EN NORTEAMERICA

Continental Cablevisión de Portsmouth, NH, pronto estará experimentando las comunicaciones personales en Boston, Stockton (California) y Jacksonville (Florida). La compañía de vídeo cable piensa conducir las experiencias en el rango de banda de 1850-1950 MHz asignados a servicios de microondas fijos y en el de la banda 12700-13500 MHz. Probará las tecnologías CDMA, TDMA y combinaciones de estas. Inicialmente incluye 100 estaciones base y 500 terminales.

Bell South Enterprises Inc., ha obtenido la "licencia" para un sistema CT-2 experimental en las vecindades de Athens, Ga., utilizando las frecuencias de la banda "B" extendida (B') 846,5-849 MHz). Los equipos a utilizar, previamente modificados para operar en la banda antes mencionada, son de un fabricante de Gran Bretaña y fueron obtenidos a través de un contrato con Sony Corp. Of America. Inicialmente se utilizarán 8 estaciones base públicas, 35 estaciones base monousuario (con un alcance de 200 metros) y 110 unidades de abonado. Los terminales serán aptos, en principio, solamente para llamadas salientes. Algunos usuarios se equiparán con estaciones base monousuario para el hogar, que también serán aptas para recibir llamadas.

Además, ha solicitado la licencia para un experimento en Atlanta durante dos años de PCN en los rangos 866-868 MHz, 902-928 MHz y 1850-1990 MHz.

Cablevisión piensa implementar dos sistemas de PCS experimentales, uno en New York y otro en San Diego, utilizando su red de vídeo cable (que esta implementada con fibra óptica). La experiencia se realizará mediante una combinación de frecuencias en las bandas de 900Mhz, 3GHz, 5GHz y 12GHz.

La experiencia de New York servirá para probar el sistema en áreas densamente pobladas con edificios altos y en San Diego, en áreas de edificios céntricos más bajos y distritos comerciales y residenciales relativamente espaciados.

Utilizarán 15 estaciones base y 200 terminales en cada ciudad. Probarán las técnicas CDMA y TDMA.

Según manifiestan el principal propósito del experimento es estudiar la utilización de la planta de distribución de vídeo cable para la interconexión de microceldas para PCS.

Digital Spread Spectrum Technologies (DSST), subsidiaria de Cylink Corp., ha solicitado permiso para probar sistemas PCS en la banda 1850-1990 MHz. DSST es fabricante y piensa ser próximamente prestadora de servicios. Su principal objetivo es PCS pues opina que los sistemas CT-2 todavía no han despegado en Gran Bretaña y según estudios de mercado, la gente desea más servicios PCS que CT-2.

En resumen se tiene del orden de una docena de experiencias de gran porte en curso o por comenzar, en un mayor número de sitios, todas ellas queriendo captar la punta del mercado y pretendiendo convertir sus sistemas en normas generales de las futuras PCS.

Las bandas de frecuencias utilizadas son normalmente los 800-900 o 1800-1900 MHz aunque algunos preveen también utilizar bandas mucho más altas.

Un punto muy importante a notar es el gran número de empresas de televisión por cable involucradas, lo que permite preveer un nuevo paso hacia la total desaparición del monopolio de las empresas telefónicas, ya amenazado por los prestadores de telefonía móvil celular.

EN EUROPA

En 1989 el Reino Unido concedió tres licencias para competir en el campo de PCS. El Departamento de Comercio e Industria propuso el año 1992 como la fecha de puesta en servicio de este nuevo sistema, sugiriendo que se utilizara un estándar europeo.

Actualmente hay tres operadores de PCS en Gran Bretaña: Mercury Personal Communications Network, Microtel Communications y Unitel Personal Communications. En general, se coincide que los principales problemas de Gran Bretaña han sido:

- los CT-2 deben ser comercializados masivamente, no solo por los operadores de servicio,
- las PCS deben proporcionar un servicio bi-direccional y un número telefónico a la persona y no a un lugar,
- cuando al principio se ofreció el servicio CT-2, no había suficiente cantidad de estaciones base y esto causo grandes problemas.

El ETSI (European Telecommunications Standard Institute), decidió en Marzo de 1990 que se utilizará la tecnología GSM para el desarrollo de PCS, encargando la tarea de estudiar los requisitos técnicos a un grupo de trabajo del Comité Técnico del GSM, con la proposición de que la primera fase de su desarrollo estuviera terminado a finales de 1990.

4.1.5. LA EVOLUCION DE LOS SISTEMAS SIN HILOS

Los teléfonos sin hilo (CT) residenciales y los teléfonos móviles que ganaron gran popularidad hace menos de una década, utilizaron la denominada tecnología de primera

generación en los que el método de transmisión de la voz empleado es el de modulación de frecuencia analógica y existe una coordinación limitada entre los componentes de la red fija y los teléfonos sin hilo.

El inconveniente más serio de los teléfonos sin hilo de primera generación es el rango de operación, que está limitado a una decena de metros de una estación base individual.

Otro gran problema es su vulnerabilidad a las interferencias provenientes de otros teléfonos sin hilo. La mayor parte de los teléfonos sin hilo de la primera generación tienen acceso a un solo canal y los usuarios no pueden hacer nada para evitar la interferencia de otro usuario cercano utilizando el mismo canal.

A fin de eliminar las limitaciones de la tecnología de primera generación y satisfacer la explosiva demanda para acceder a las redes de comunicación a través de terminales sin hilo, la industria del sector ha estado trabajando en la tecnología de segunda generación de los teléfonos inalámbricos los que conformaran un mínimo de normas diferentes en contraste con las seis o más normas de transmisión incompatibles de la primera generación.

En razón de que la telefonía inalámbrica de primera generación estaba diseñada para comunicarse con una sola estación base, en su momento no se creyeron necesarias especificaciones de compatibilidad.

La segunda generación de telefonía sin hilo, al igual que la de los sistemas celulares, emplea la transmisión digital de voz y tiene canales dedicados para el control de la información entre el terminal y la Estación Base durante una llamada.

Los teléfonos sin hilo de segunda generación cuentan con la capacidad de comunicarse con muchas estaciones base y puede seleccionar automáticamente el mejor canal de radio disponible.

La diferencia más llamativa entre los dos sistemas inalámbricos se encuentra en sus técnicas de acceso múltiple: en el caso del CT-2, división de frecuencias con 100 KHz de espaciado entre portadoras, en contraste con las portadoras de acceso múltiple por división del tiempo del sistema DECT con 1.7 MHz (1728 KHz) de espaciado. El diseño del DECT es más adaptable a los servicios de información avanzados del futuro. Por otra parte, el CT-2 es el primero de una serie de nuevos sistemas disponible para el servicio público, y su tecnología se adapta bastante bien a su aplicación inicial, el Telepunto.

Los Servicios de Comunicación Personal (PCS), utilizarán arquitectura celular de microceldas o picoceldas, y radiación de muy baja potencia en las que, se estima, habrá una alta densidad de usuarios.

La modalidad de comunicaciones personales PCS, permite el uso de portátiles de bajo costo (Figura 4.2), interactuando como se señalara en una red inteligente micro o pico celular.



Figura 4.2 Teléfono portátil para comunicación PCS.

Puede proporcionar servicios de voz, datos e imágenes, siendo la porción del espectro mas requerida para esta modalidad la que se ubica en la parte baja de la región de los GHz.

El tamaño reducido de los terminales permite el fácil transporte por el usuario a cualquier lugar y comunicarse estando dentro del "dominio" de la red celular.

El servicio PCS esta estructurado en base a 3 conceptos básicos:

- * la red debe conectar a personas, no estaciones;
- * La red deberá contar con el suficiente ancho de banda para transmisiones de voz, datos e imágenes ; y
- * la red deberá hacer el uso mas eficiente del espectro de frecuencia.

Para alcanzar estos objetivos quienes están efectuando las necesarias experiencia hacen uso de la combinación de estructuras celulares de micro y pico celdas, técnicas de modulación avanzada y redes "inteligentes", para lograr un sistema flexible y eficiente.

Utilizará estaciones base, para permitir la conexión de los portátiles y otras terminales distribuidas en la red de microceldas, proporcionando gran flexibilidad, como la de ubicar las estaciones base en pisos separados de edificios de oficinas, a lo largo de las aceras, dentro de vecindarios, o sea, pueden prestar servicio al usuario donde este se encuentre (Figura 4.3).

Uno de los problemas mas serios a solucionar, es el de interrupción de la comunicación al pasar de una celda a otra (hand-off) con la velocidad normal de un vehículo.

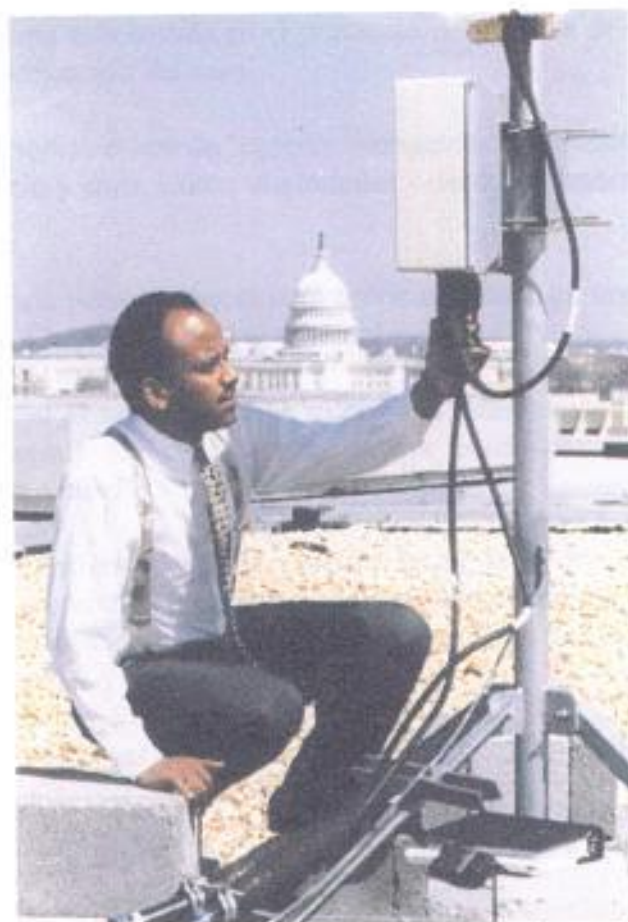


Fig. 4.3 Estación base colocada en el techo de un edificio.

El tamaño de las microceldas puede ajustarse conforme el medio, densidad de usuarios, obstáculos físicos y direccionalidad de las antenas, factores estos que afectan las características de la propagación de las señales en el rango de los GHz de frecuencia utilizados.

La tecnología preferida por los diversos experimentadores para aplicar el PCS es el de "División Codificada de Acceso Múltiple" - CDMA asociada con el uso de "espectro expandido" (spread spectrum) para hacer un uso mas efectivo de las frecuencias.

La transmisión por espectro expandido amplía la potencia de la señal sobre la amplitud de la banda asignada, en vez de concentrar la potencia en un rango pequeño de frecuencia. Esto resulta en una baja relación de señal-ruido que minimiza la posibilidad de interferencia entre usuarios.

Con el uso de CDMA la información es transmitida en forma de paquetes codificados y recibidas por correspondientes específicos. Así, al asignar un canal de frecuencia, no hay desperdicio como en el caso de "Acceso Múltiple por División de Frecuencia" - FDMA, o con ese la de "Acceso Múltiple por División de Tiempo" - TDMA.

La arquitectura del sistema esta basada en el protocolo del sistema de señalización No 7 (SS-7), modificado para la aplicación del caso.

La configuración permitirá el uso de "tarjetas inteligentes codificadas de abonado" para ser habilitado -según servicio y capacidades contratadas - desde cualquier terminal preparado al efecto.

Esto significa que cada persona asociada al servicio, tendrá un numero, y no el terminal. Luego la facturación es a la persona y no al terminal.

Con el uso del espectro expandido CDMA se envía la información digitalizada en paquetes a la estación base (central) de la microcelda, la que puede dar servicio a las diferentes cantidades de abonado o a una PBX inalámbrica o Centrex.

La información se transfiere desde la estación hacia la microcelda de control, la que maneja las operaciones y coordina las entregas por medio de conmutadores usando protocolos del SS-7. Las llamadas iniciadas en la red pueden terminar dentro de la red o bien por interconexión con otras redes y viceversa.

En resumen las características esperadas y deseables de una PCS podrian resumirse como las siguientes:

- Implementada en base de redes de microceldas
- Estructura básica de transmisión digital
- Telepuntos bidireccionales
- Transferencias entre Telepuntos
- Comunicación entre personas y no entre terminales
- Posibilidad de cobertura 99%
- Inclusión de los interiores de los edificios
- Un numero personal único para cada abonado
- Personalización en base a "tarjetas inteligentes"
- Cobertura mas importante: zonas altamente pobladas
- Terminales compatibles con los sistemas celulares

Y en ella se están involucrando no solamente los actores usuales de este mercado (prestadores de telefonía, usuarios y fabricantes), sino también otros interesados, como ser las empresas prestadoras de Televisión por Cable.

4.2. SISTEMAS MOVILES VIA SATELITE

4.2.1. INTRODUCCION

Los primeros servicios móviles por satélite se ofrecieron a barcos en altamar en los años setenta. Desde entonces los servicios móviles por satélite han crecido continuamente, aunque hasta hace poco eran patrimonio exclusivo de la comunidad marítima; sin embargo, esta

situación esta en plena evolución, dado el gran aumento en el número de proveedores y clientes de este tipo de servicio.

Antes de los servicios vía satélite, para los barcos que surcan los océanos del mundo, la única alternativa es la radiocomunicación por ondas decamétricas, las que a pesar de las mejoras introducidas desde la época de marconi, no son aun confiables.

En estas bandas de frecuencias se plantean problemas de propagación, interferencia y congestión de canales y existen zonas en donde no es posible establecer contacto alguno. Ciertos barcos pueden permanecer fuera de alcance durante muchas horas, e incluso días enteros.

Por tal razón, los países marítimos, reconociendo la necesidad de establecer comunicaciones fiables con fines de seguridad y para una gestión eficiente constituyeron una cooperativa denominada Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite (INMARSAT), que en la actualidad permite establecer comunicaciones con casi cualquier tipo de navío.

El sector aeronáutico tiene muchos problemas coincidentes con los del sector marítimo, aunque apenas inicia las comunicaciones por satélite. Si bien el proyecto Aerosat de la década de los setenta puede haberse extinguido, no se ha extinguido el interés, y sigue existiendo una demostrable necesidad de un sistema aeronáutico de comunicaciones por satélite de carácter mundial.

En cuanto a las comunicaciones móviles terrestres, los satélites tienen una función lógica en ciertas regiones del mundo, en particular en zonas de escasa población en las que sería muy costoso instalar sistemas terrestres.

En zonas con una población apreciable, en cambio, las comunicaciones a través de sistemas terrestres, son evidentemente más apropiadas desde el punto de vista económico.

Cuando puedan utilizarse instalaciones terrenas, esta proporcionarán una mayor capacidad de tráfico, una mejor calidad y una utilización del espectro mucho más eficiente.

4.2.2. ANTECEDENTES

El primer ensayo de un servicio móvil por satélite se efectuó en el Syncom II, un satélite norteamericano puesto en órbita en 1963 (Figura 4.4), y fue seguido por los realizados con la serie ATS. En 1969, con el Tacsat, el Departamento de Defensa de USA suministró un servicio de banda estrecha en ondas decamétricas para usuarios militares.

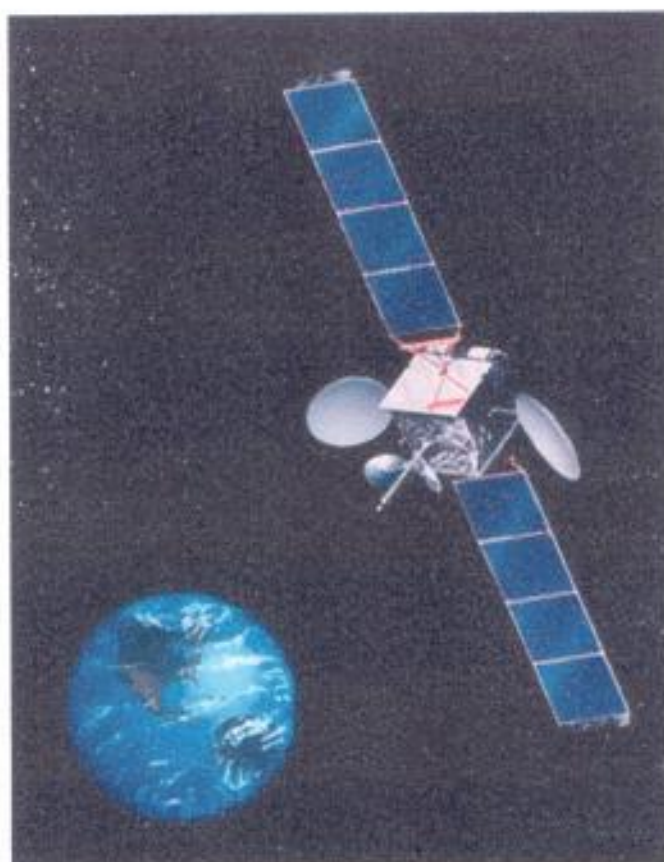


Figura 4.4 Satélite Syncom II puesto en órbita en 1963.

Algunos años más tarde, en 1976, la Communications Satellite Corporation (COMSAT) puso en órbita los satélites Marisat, que inicialmente estaban destinados sobretodo a las comunicaciones militares, pero que también llevaban un equipo en banda L para proporcionar servicio a usuarios comerciales importantes.

En el mismo año las naciones marítimas adoptaron el Convenio de Acuerdo de Explotación de la Organización de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite (INMARSAT), quien arrendó capacidad en los tres satélites Marisat a fin de dar servicio a un número creciente de usuarios marítimos.

La Conferencia Internacional que condujo a la formación de INMARSAT recomendó también que se estudiase la posibilidad de suministrar comunicaciones aeronáuticas.

Actualmente los dos únicos sistemas móvil civil por satélite del mundo que ofrece cobertura mundial son: el explotado por INMARSAT, el cual consiste de una red que utilizan más de 5 mil barcos; y la red de satélite IRIDIUM que cuenta con 66 satélites en baja órbita terrestre, y que recién entro a operar en Septiembre de 1998.

Las primeras aplicaciones de servicio móvil terrestre por satélite se realizaron, con un equipo de comunicaciones móvil INMARSAT norma A como el que opera en los barcos,

desde los centros de operaciones de rescate como consecuencia del terremoto de la ciudad de Méjico en 1985 y del desastre causado por la erupción volcánica en Colombia (Figura 4.5).



Figura 4.5 Primeras aplicaciones del servicio móvil terrestre por satélite en Méjico.

4.2.3. SERVICIOS TERRESTRES

4.2.3.1. INTRODUCCION

En los Estados Unidos y algunos otros países, las frecuencias del orden de 900 Mhz, han sido atribuidas a escala nacional al servicio móvil terrestre. Concretamente en los Estados Unidos, se estableció un servicio móvil terrestre de explotación nacional que suponía no solo extender los servicios públicos telefónicos en el ámbito móvil, sino también una expansión sustancial de los servicios radioeléctricos de seguridad pública, industriales y de transporte terrestre.

La aplicación de sistemas espaciales aumenta la capacidad, las posibilidades y la flexibilidad de estos sistemas, y servicios móviles terrestres, particularmente cuando se trata de cubrir extensas zonas geográficas con un solo sistema, de asegurar las comunicaciones en casos de urgencia o de catástrofes naturales y de extender el servicio a zonas remotas y aisladas.

Como el sistema móvil terrestre y el sistema móvil terrestre por satélite deben ser complementarios, sus características técnicas deben ser compatibles. Ello significa que las características técnicas deben permitir interfuncionamiento de los sistemas en caso necesario y facilitar la compartición de frecuencias en circunstancias mutuamente convenidas.

4.2.3.2. SERVICIO TERRESTRE PLANET 1

El 8 de Enero de 1997 COMSAT lanzo al mercado el primer teléfono móvil terrestre satelital, llamado Planet 1. Este servicio opera con el teléfono Planet 1 (Figura 4.6), o cualquier teléfono personal satelital de INMARSAT, y con una tarjeta inteligente.



Figura 4.6 Teléfono portátil satelital Planet 1.

El servicio que brinda este teléfono es llevado a cabo por 4 satélites geoestacionarios INMARSAT-3 los cuales cubren la tierra (a excepción de los polos) y, las estaciones en tierra (LES-Land Earth Stations) de COMSAT. Los satélites se encuentran a 22,000 millas sobre la línea ecuatorial. Las estaciones en tierra están conectadas con la red pública telefónica (PSTN), para de esta manera conectarse con cualquier parte del mundo (figura 4.7).

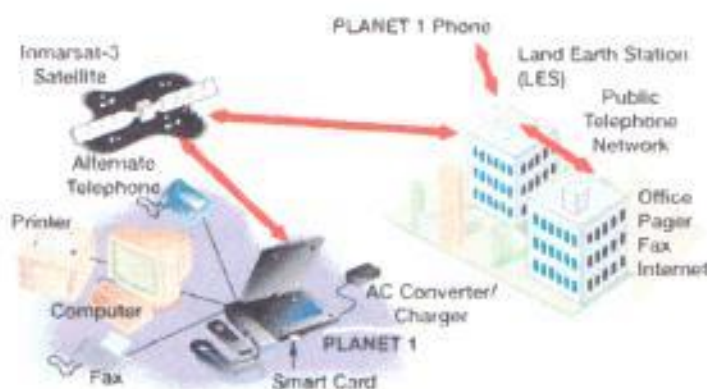


Figura 4.7 Conexión del sistema Planet 1 con la Red Pública Telefónica.

Las operaciones se las realiza con las antenas de alto poder de estos nuevos satélites. El teléfono Planet 1 que se utiliza es muy pequeño (del tamaño de una laptop), ligero y mucho más fácil de manejar que los antiguos equipos móviles satelitales. Este servicio además es más barato, ya que la tecnología de sus antenas permite la transmisión de múltiples llamadas sobre unos pocos circuitos del satélite (aproximadamente 2200 circuitos por satélites).

El servicio Planet 1 se ofrece con las tarjetas inteligentes (Figura 4.8), que son unas pequeñas tarjetas electrónicas que pueden ser insertadas en cualquier teléfono satelital personal por cualquier usuario, y en esta misma se le facturara todas sus llamadas. Cada tarjeta contiene información personal del usuario, tales como, libro telefónico personal, información de número de llamadas y tiempo de duración de las mismas, código de seguridad. Existen tarjetas inteligentes de prepago, las cuales están disponibles en 50, 150 y 500 minutos. Las tarjetas de prepago tienen instrucciones de uso muy fáciles y un solo código de autorización. Al inicio de cada llamada son notificados de el tiempo restante de consumo de la tarjeta.



Figura 4.8 Tarjeta inteligente en la ranura de un teléfono portátil Planet 1.

Todas las llamadas telefónicas tienen un pequeño retardo al llevar la información, debido a la distancia que tiene que recorrer la señal (subida y bajada del satélite), pero esto se compensa con una excelente calidad de transmisión, ya que utiliza tecnología digital. El Planet 1 trabaja en los rangos de frecuencia de 1626.5-1660.5 Mhz para la transmisión y 1525.0-1559.0 Mhz para la recepción. Este sistema permite a mas de la comunicación oral, transmisión de datos y de fax a 2400 bps.

4.2.4. RED DE SATELITES IRIDIUM

4.2.4.1. INTRODUCCION

El mundo ha sido testigo de un crecimiento explosivo de las comunicaciones personales inalámbricas en la década pasada. A principio de los ochentas, el servicio de la telefonía celular se ofreció solamente en las mayores ciudades del mundo. Por el año 1990, muchas ciudades medianas, contaban ya con este servicio. En estos días, el servicio celular esta apareciendo en muchos corredores rurales entre ciudades. Aun con este fenomenal crecimiento, estándares incompatibles existen todavía, y vastas áreas en el mundo no ofrecen el servicio inalámbrico. La sociedad de hoy requiere de comunicación para cualquiera, en cualquier lugar y a cualquier hora. Para satisfacer esta demanda, el sistema global para comunicaciones personales IRIDIUM esta ahora en funcionamiento.



Figura 4.9 Red de 66 satélites IRIDIUM alrededor del planeta.

El sistema IRIDIUM es una red inalámbrica para comunicaciones personales basada en satélites; diseñada para permitir un amplio rango de servicios telefónicos -voz, datos, fax,

busca personas- para conectar destinos, virtualmente en cualquier lugar de la tierra. La constelación de 66 satélites interconectados (figura 4-9) localizará la posición del teléfono, determinará la ruta a través de la red en tierra (gateways), establecerá un sendero para la llamada telefónica, hará las conexiones debidas y terminará la llamada telefónica con la correspondiente tarificación de esta. Esta red de comunicaciones provee beneficios para todas las partes involucradas en la llamada telefónica, incluyendo el país de origen y el de destino.

El sistema de teléfonos de IRIDIUM utiliza frecuencias en banda L, con multiplexación de acceso múltiple por división de frecuencia y acceso múltiple por división de tiempo (FDMA/TDMA) para hacer uso mas eficiente del limitado espectro. Otros enlaces utilizan las bandas EHF y SHF, para la comunicación entre satélites, telemetría, comandos y control de los satélites en el espacio. El teléfono IRIDIUM permite al suscriptor conectarse, ya sea a una infraestructura celular local o a la constelación de satélites en el espacio. A esta alternativa se la conoce como modo dual o bimodal.

4.2.4.2. ASPECTOS BASICOS DE IRIDIUM

Entre 1987 y 1990 los ingenieros de Motorola crearon una nueva industria que proyectaba dar cobertura telefónica a través de todo el globo terráqueo. El concepto original fue visualizado en 1988 como una red de 77 satélites en baja órbita con la tierra (LEO-Low Earth Orbit), conectados entre si. De aquí que el nombre de IRIDIUM fue seleccionado, ya que el elemento iridio en la tabla periódica tiene el número atómico de 77. Después de optimizar el diseño, la constelación se redujo a 66 satélites con una instalación de sistemas de control (SCF-System Control Facility), estaciones en tierra (Gateways), enlaces intersatelites y teléfonos inalámbricos. El primer grupo de satélites fue lanzado en 1996, dejando la constelación completa a principios de 1998.

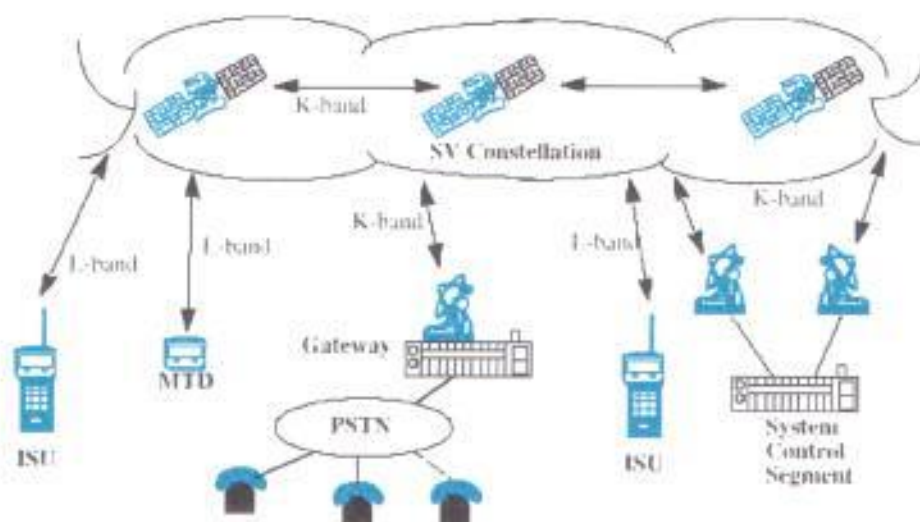


Figura 4.10 Esquema del sistema de comunicación satelital IRIDIUM.

El sistema IRIDIUM (Figura 4.10) utiliza una arquitectura de Grupo Móvil Especial (GSM-Group Special Mobile) para proveer una conmutación digital en la red telefónica pública y un tono para marcar a nivel mundial. Se le asigna un número personal al suscriptor. El también recibe una sola cuenta, sin importar el país en el que se encuentre. El sistema IRIDIUM determina la localización del usuario y a su debido tiempo la red carga la tarifa apropiada para esa locación. Además de tráfico de voz, IRIDIUM provee otros servicios tales como busca personas, envío de datos y facsimil. La clave del diseño del sistema radica en la órbita baja terrestre de su constelación interconectada por cuatro enlaces por satélite (cada satélite se enlaza con otros cuatro) como se observa en la Figura 4.11. Utilizando la baja altitud, el retardo (debido a la distancia que viaja la señal) se reduce notablemente. Los teléfonos IRIDIUM operan directamente con los satélites o a través de un sistema celular terrestre. Este "modo dual" reduce el costo de la llamada.



Figura 4.11 Conexión entre satélites en el espacio alrededor del planeta.

El proyecto IRIDIUM tiene una instalación para el control de la red en Landsdowne, Virginia con una instalación de respaldo en Italia. Otra instalación de control más compleja es SATCOM de Motorola que se encuentra en Chandler, Arizona. Este sitio maneja los primeros 40 satélites antes de transferir todas las operaciones al centro en Virginia. Las estaciones remotas, llamadas estaciones de alineación, telemetría y control (TTAC-Tracking Telemetry and Control), están localizadas en el norte de Canadá, con sus estaciones de respaldo en Islandia.

Sesenta y seis satélites operativos están configurados en seis planos polares orbitales, en los cuales 11 satélites conforman un plano. Esto permite a IRIDIUM cubrir todas las áreas de La Tierra. Los satélites están enfocados apropiadamente en planos de co-rotación, arriba a un lado de la tierra, a través en los polos y abajo en el otro plano de la tierra. Los primeros y últimos planos rotan en dirección opuesta, creando una "costura". Los planos de co-rotación están separados 31.6 grados, y los planos costura están separados 22 grados. Los satélites orbitan a una altitud de 780 Km. sobre la tierra.

Tres antenas en banda L forman un patrón de panel de abejas (celdas) de 48 rayos bajo cada satélite. A la vez que se mueve la pisada (footprint) del rayo del satélite sobre la tierra, la señal del suscriptor es conmutada de un rayo al siguiente o desde un satélite al siguiente en un proceso automático.

La red de telecomunicaciones usando enlaces de satélites es la única clave del sistema IRIDIUM y su primordial diferencia de los transpondedores tradicionales. IRIDIUM es el primer sistema móvil satelital que incorpora un sofisticado proceso digital en cada satélite y la capacidad de enlaces entre satélites. Los cuatro enlaces, y los alimentadores (feeder) de enlace que conectan a los satélites con las estaciones en tierra, operan en la frecuencia en banda K. Estos enlaces intersatélites junto con los enlaces a las estaciones en tierra, operan en paquetes multiplexados en el dominio del tiempo (TDM). El enlace que conecta la unidad de los suscriptores con los satélites, opera en la frecuencia en banda L y en el modo de multiplexación TDMA/FDMA.

4.2.4.3. SERVICIOS DE COMUNICACIÓN VIA SATELITE

VOZ

El sistema IRIDIUM, cuenta con tres tipos de teléfonos:

* Teléfono Bimodal:

Con menos de 500 gr. de peso el teléfono Bimodal IRIDIUM (Figura 4.12) puede utilizarse como teléfono inalámbrico para sistema de satélite o móvil (terrestre). Para pasar de una red local a otra basta con cambiar el casete; hay uno para cada estándar celular local. Para acceder al sistema IRIDIUM, la unidad también dispone de una tarjeta SIM (Modulo de Identidad del Abonado). La tarjeta SIM evita que nadie pueda utilizar sus teléfono sin la correspondiente autorización: ofrece seguridad y funciones de telefonía avanzadas y personalizadas.



Figura 4.12 Teléfono Bimodal

Con un diseño similar al de los populares teléfonos móviles, los teléfonos IRIDIUM utilizan servicios digitales para obtener la máxima claridad y calidad en la señal.

Los casetes celulares están disponibles para el estándar GSM 900 o AMDC/AMPS/NAMS 800.

* Teléfono Multimodal

Combina la flexibilidad de los servicios inalámbricos terrestres con el acceso a la cobertura de la red de satélites IRIDIUM. En las zonas con cobertura celular, se puede utilizar el teléfono Multimodal (Figura 4.13) a través de la red local. Fuera del área de cobertura celular, basta con acoplar el teléfono a la unidad de conexión para satélites IRIDIUM para conectarse instantáneamente a la red de satélites.



Figura 4.13 Teléfono Multimodal.

***Teléfono solo para Satélite**

Creado por uno de los principales fabricantes de teléfonos inalámbricos de Japón, el teléfono solo para satélite (Figura 4.14) es un aparato elegante de bolsillo, de uso exclusivo para el servicio mundial de satélites IRIDIUM. Este teléfono es la solución ideal para estar conectado cuando no se puede contar con los sistemas telefónicos locales.



Figura 4.14 Teléfono solo para satélite

BUSCA PERSONAS

El sistema IRIDIUM incluye un servicio de mensajes a nivel mundial. Estos busca personas (Figura 4.15) permite el envío de mensajes numéricos y alfanuméricos a cualquier lugar del mundo. Este aparato es similar a los busca personas normales, y poseen una pantalla de cuatro líneas y 80 caracteres. Tiene juegos de caracteres internacionales, memoria para agenda telefónica, reloj de dos husos horarios (hora local y lugar de residencia) y alarma.



Figura 4.15 Buscapersonas.

FAX

El sistema IRIDIUM permite el envío de fax a través de su red de satélites en todo el mundo con una velocidad de transmisión de 2,4 kbps. Las unidades de los suscriptores deberán tener un puerto de datos incorporado para una interfase a un fax externo.

4.3. TECNOLOGIA ALAMBRICA HFC PARA SERVICIOS DE BANDA ANCHA

4.3.1. REDES DE ACCESO DE BANDA ANCHA HFC (HYBRID FIBER-COAXIAL)

En estos días en los que las llamadas "plataformas digitales" de televisión por satélite inundan la prensa diaria con noticias acerca de su inmediata implantación, no debemos olvidar el lento pero inexorable avance de otra tecnología, la del cable, que en unos años se convertirá en la dominante en lo que a redes de acceso de banda ancha se refiere. En este campo, el cableado híbrido de fibra óptica y coaxial (HFC) aparece como la solución de mayor futuro.

La tendencia actual nos lleva a considerar las redes híbridas fibra óptica-coaxial (HFC) como el medio ideal por el que, en un futuro cada vez más próximo, llegará hasta los hogares de la mayoría de las poblaciones de grande y mediano tamaño un amplísimo abanico de servicios y aplicaciones de telecomunicaciones, como video bajo demanda (VOD), pago por visión (PPV), videoconferencia, telecompra, telebanca, acceso a bases de datos y, muy especialmente, acceso a Internet a alta velocidad y telefonía.

CONFIGURACION DE LA RED

Una red HFC consiste en una red de telecomunicaciones por cable que combina la fibra óptica y el cable coaxial como soportes de la transmisión de las señales. Se compone básicamente de cuatro partes claramente diferenciadas:

- La cabecera
- La red troncal
- La red de distribución; y,
- La red de acometida de los abonados.

La cabecera es el centro desde el que se gobierna todo el sistema y su complejidad depende de los servicios que ha de prestar la red. Por ejemplo, para el servicio básico de distribución de señales unidireccionales de televisión (analógicas y digitales) dispone de una serie de

equipos de recepción de televisión terrenal, vía satélite y de microondas, así como enlaces con otras cabeceras o estudios de producción. Las señales analógicas se acondicionan para su transmisión por el medio cable y se multiplexan en frecuencia en la banda comprendida entre los 86 y los 606 MHz. Las señales digitales de video, audio y datos que forman los canales de televisión digital se multiplexan para formar el flujo de transporte MPEG (Motion Picture Experts Group).

Una vez añadida la codificación para corrección de errores y realizada una intercalación de los bits para evitar las ráfagas de errores, se utiliza un modulador QAM (Quadrature Amplitude Modulation, modulación de amplitud en cuadratura) para transmitir la información hasta el equipo terminal de abonado (set-top-box). Los canales digitales de televisión y otros servicios digitales se ubican en la banda comprendida entre 606 y 862 MHz.

La cabecera también se encarga de monitorizar la red y supervisar su correcto funcionamiento, una función cada vez más requerida en las redes de cable, debido a la actual complejidad de las nuevas arquitecturas y a la sofisticación de los nuevos servicios que transportan, que exigen una fiabilidad muy alta. En la cabecera se realizan además todo tipo de funciones de tarificación y de control de los servicios prestados a los abonados.

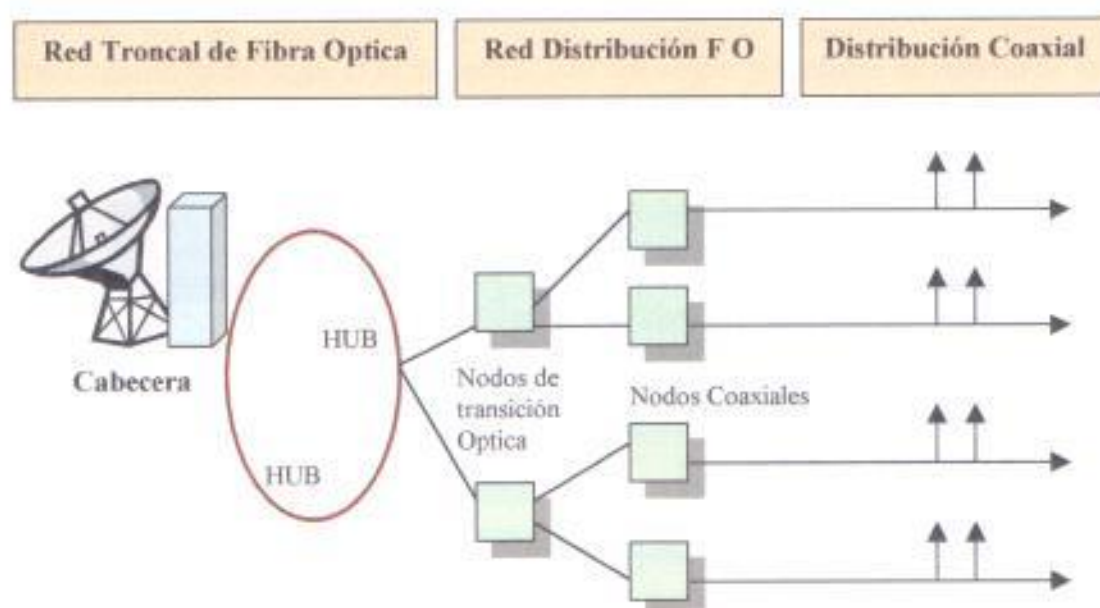


Fig. 4.16 Esquema general de la red de distribución HFC

La red troncal suele presentar una estructura en forma de anillos redundantes de fibra óptica que une a un conjunto de nodos primarios. Esta estructura emplea habitualmente tecnología PDH o SDH (Jerarquía Digital Plesiócrona y Síncrona, respectivamente), que permite construir redes basadas en ATM. Los nodos primarios alimentan a otros nodos (secundarios) mediante enlaces punto a punto o bien mediante anillos. En éstos nodos secundarios las señales ópticas se convierten a señales eléctricas y se distribuyen a los hogares

de los abonados a través de una estructura tipo bus de coaxial, la red de distribución. Cada nodo sirve a unos pocos cientos de hogares (500 es un tamaño habitual en las redes HFC), lo cual permite emplear cascadas de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha como máximo. Con esto se consiguen unos buenos niveles de ruido y distorsión en el canal descendente (de la cabecera al abonado). La red de acometida salva el último tramo del recorrido de las señales descendentes, desde la última derivación hasta la base de conexión de abonado.

CANAL DE RETORNO.

Las modernas redes de telecomunicaciones por cable híbridas han de estar preparadas para poder ofrecer un amplio abanico de aplicaciones y servicios que, en su mayoría, requieren la capacidad de establecer comunicaciones bidireccionales entre la cabecera y los equipos terminales de abonado. Por tanto, exigen la existencia de un canal de comunicaciones para la vía ascendente o de retorno, del abonado a la cabecera.

El canal de retorno ocupa en las redes HFC el espectro comprendido entre 5 y 55 MHz. Este ancho de banda lo comparten todos los hogares servidos por un nodo óptico. Los retornos de distintos nodos llegan a la cabecera por distintas vías o multiplexados a distintas frecuencias y/o longitudes de onda. Una señal generada por el equipo terminal de un abonado recorre la red de distribución en sentido ascendente, pasando por amplificadores bidireccionales, hasta llegar al nodo óptico. Allí convergen las señales de retorno de todos los abonados, que se convierten en señales ópticas en el láser de retorno, el cual las transmite hacia la cabecera.

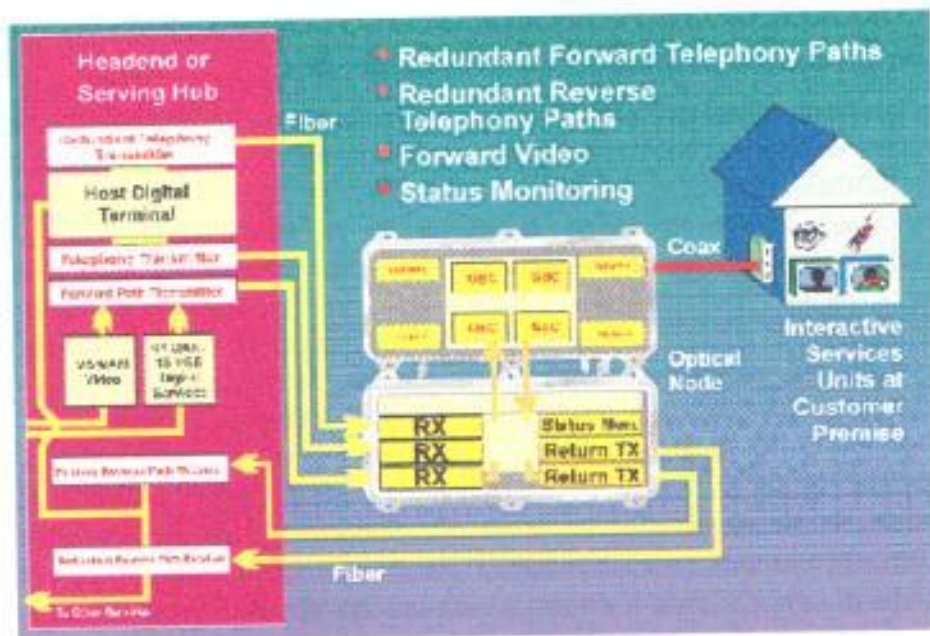


Fig. 4.17 Esquema de una red HFC con canal de retorno

Un problema que presenta la estructura arborescente típica de la red de distribución en una red HFC consiste en que, así como todas las señales útiles ascendentes convergen en un único punto (nodo óptico), también las señales indeseadas, ruido e interferencias, recogidas en todos y cada uno de los puntos del bus de coaxial, convergen en el nodo, sumándose sus potencias y contribuyendo a la degradación de la relación señal a ruido en el enlace digital de retorno. Este fenómeno se conoce como acumulación de ruido por efecto embudo (noise funneling). A esto hay que añadir el hecho inevitable de que el espectro del canal de retorno es considerablemente más ruidoso que el del canal descendente, sobre todo su parte más baja, entre 5 y 15-20 MHz.

SEÑALES INDESEADAS.

La red de distribución de coaxial constituye una gran antena que puede recoger señales indeseadas en todo el área a la que sirve. La mayor parte de estas interferencias (95%) penetra en la red en los hogares de los abonados (70%) y a través del sistema de acometida (25%), siendo por tanto las instalaciones en los edificios uno de los puntos críticos en la construcción de la red. De hecho, el ruido emana de cada uno de los hogares de la red y, debido al efecto embudo, afecta a todos los abonados. Cualquier señal que exista en el espectro de radio frecuencia (RF) en la banda de 5 a 55 MHz. puede penetrar en la red. Estamos hablando, por ejemplo, de emisoras internacionales de onda corta, emisoras de Banda Ciudadana (CB) y radioaficionados (HAM), señales provenientes de televisores mal apantallados, ruido de RF generado en ordenadores, interferencias eléctricas de electrodomésticos o interferencias generadas en líneas eléctricas.

Además de las interferencias de banda estrecha provenientes de estaciones emisoras de radio, uno de los principales problemas de interferencias en la parte de coaxial de una red HFC es el que representa el ruido impulsivo. El ruido impulsivo tiene su origen en varias fuentes: descargas por efecto corona en redes de suministro eléctrico, a menudo localizadas en los mismos postes o conductos que el cable de la red de CATV; descargas entre contactos de conectores oxidados; sistema de encendido de automóviles; y aparatos domésticos tales como motores eléctricos. Consiste en estrechos picos de señal de amplitud generalmente grande, que afectan a todo el espectro del canal de retorno. Su densidad espectral de potencia disminuye con la frecuencia, por lo que su efecto en el canal descendente es considerablemente menor. Su origen puede ser externo o interno a la propia red, siendo este último tipo de ruido impulsivo el que más afecta a las prestaciones del canal de retorno. El ruido impulsivo provoca aumentos momentáneos muy fuertes del nivel de entrada (señal + ruido) en amplificadores y en el láser de retorno. La saturación de estos dispositivos hace que entren en las zonas no lineales de sus características entrada-salida, lo que a su vez provoca la aparición de productos de intermodulación de segundo y tercer orden (CSO -composite second order- y CTB -composite triple beat-, respectivamente). Los amplificadores modernos están diseñados de manera que prácticamente se cancelen los CSO para niveles normales de entrada, siendo los CTB los productos de intermodulación que limitan las prestaciones del sistema en caso de sobrecarga de los amplificadores. En el caso del láser de retorno, un aumento incontrolado del nivel de entrada al driver hace que los picos de la señal entren en la zona negativa (por debajo del umbral de emisión láser) de la característica entrada-salida, en

la que el láser no presenta respuesta (sencillamente se apaga). Este fenómeno se conoce como láser clipping, y es el responsable de la aparición de productos de intermodulación a la salida del mismo.

Como vemos, el canal de retorno exige una mayor atención que el descendente por parte del operador de red si se quiere asegurar unas ciertas prestaciones en el enlace digital ascendente. De todas formas, no hay porqué alarmarse. Una red HFC correctamente diseñada y con nodos que sirvan a unos 500 hogares constituye un sistema de envidiables prestaciones de cara al establecimiento de todo tipo de servicios de telecomunicaciones.

ACCESO A INTERNET.

La cabecera ha de disponer de unos equipos que realicen funciones de router y conmutador, y que adapten el tráfico de datos de la red HFC al protocolo IP. Además, debe existir un sistema de gestión de red y de abonados, pudiendo también existir un servidor que realice funciones de caching de información y actúe como "cortafuegos" (firewall).

En el acceso a Internet a través de un módem telefónico, se establece entre éste y el módem del proveedor de servicio una conexión con circuito dedicado, que ofrece al usuario una capacidad constante y simétrica (igual descendente que de retorno) y que termina cuando éste cuelga. Habitualmente, estas conexiones dedicadas son de banda estrecha y ofrecen una capacidad máxima de transmisión de alrededor de 64 a 128 Kbps en RDSL, o 33,6 Kbps o menos con un módem telefónico estándar.

La transmisión de datos en redes HFC se realiza a través de un medio de acceso compartido, en el que un grupo más o menos grande de usuarios comparte un ancho de banda generalmente elevado, un canal de 6 MHz, por ejemplo, con una capacidad de entre 10 y 30 Mbps. Como todo el mundo sabe, en una red local Ethernet de 10 Mbps, la capacidad de transmisión y recepción de datos que ve cada usuario individual de un total de 100, por ejemplo, es bastante superior a una centésima parte de los 10 Mbps. Esto es debido a la naturaleza racheada (a ráfagas) del tráfico de datos que atraviesa el medio compartido. Este tipo de tráfico es característico de la mayoría de las aplicaciones corrientes del servicio Internet.

En una navegación típica de 60 segundos por las páginas de un servidor WWW, de un PC conectado directamente a él, un promedio de poco más de 1 MB de información va del servidor al PC del usuario, y éste le devuelve unos 70 KB que representan clics de ratón y reconocimientos de llegada de paquetes. La relación entre el tráfico descendente y ascendente muestra una asimetría de un factor de 15 o más. Por este motivo, la mayoría de los modems de cable se diseñan con capacidades de recepción de datos mayores que las de transmisión a través del canal de retorno. No obstante, algunos fabricantes siguen la filosofía de construir modems simétricos en cuanto a sus capacidades de recepción y transmisión, ya que consideran

que la demanda de ancho de banda por parte de los usuarios evolucionará en el sentido de capacidades ascendentes cada vez mayores.

Volviendo al tema de la naturaleza a ráfagas del tráfico de datos, es importante destacar el hecho de que, a pesar de que el número de usuarios que comparten una cierta capacidad de transmisión puede ser elevado, el número de accesos simultáneos en cada instante es considerablemente menor, lo cual permite a cada uno de ellos apreciar una gran capacidad efectiva. Este fenómeno se conoce como multiplexado estadístico del tráfico de la red. En una red de acceso con medio compartido el usuario utiliza los recursos disponibles en el preciso momento en que los necesita y los libera inmediatamente después para que puedan ser utilizados por el resto de abonados.

El elemento clave que permite el funcionamiento correcto y eficiente de un sistema de acceso compartido como es una red HFC es el protocolo MAC (Medium Access Control), que constituye el conjunto de reglas que deben seguir todos los usuarios de la red. El protocolo MAC asigna ancho de banda a los usuarios que lo solicitan y regula su actividad de manera que cada uno reciba la capacidad deseada, asegurándose de que el sistema se comporta de manera óptima.

Las redes HFC se diseñan de forma que cada nodo óptico sirve zonas de unos 500 hogares pasados. De estos 500 hogares, no todos se abonan al servicio de CATV, y un porcentaje aún menor contrata el servicio de datos con modems de cable. De ellos, a su vez, puede que un 30 por ciento se conecte simultáneamente, con lo que la capacidad total disponible para este servicio se reparte realmente entre unos pocos abonados en cada instante de tiempo, lo cual se traduce en capacidades efectivas (máximas y medias) de transmisión por abonado muy elevadas, aún comparándolas con el Acceso Básico RDSI a 128 Kbps.

PRESTACIONES MEJORADAS.

Las redes de acceso HFC ofrecen además a sus abonados la posibilidad de estar permanentemente conectados (no es necesario establecer una vía de comunicación cada vez que se quiere navegar por Internet o enviar un e-mail, como es el caso del acceso telefónico o RDSI) y de que sólo se les facture por el tiempo que están realmente utilizando los recursos del sistema, o por volumen de datos recibidos y transmitidos. Otra ventaja de las redes de cable es que permiten la difusión de datos a todos o a grupos específicos de usuarios (broadcast y multicast) para servicios de noticias, juegos multiusuario o descarga de software, entre otras posibilidades. En las redes con circuitos dedicados esto sólo es posible haciendo copias de la información para cada usuario y enviándolas por cada circuito a cada uno de ellos, lo cual es poco eficiente.

La capacidad del canal descendente en una red HFC (86 a 862 MHz) es tal que puede absorber cómodamente un gran aumento del número de abonados y de la demanda de todo tipo de servicios. En cuanto al canal de retorno, la arquitectura HFC permite la evolución del sistema hacia nodos de menor tamaño (que sirvan a zonas con menor número de hogares pasados), para poder ofrecer los 50 MHz del espectro ascendente a un menor número de

abonados y por tanto aumentar sus capacidades individuales de interacción con la cabecera. En ciertos casos puntuales, existen incluso ciertas soluciones que permiten ofrecer anchos de banda ascendentes mucho mayores empleando frecuencias cercanas a 1 GHz.

4.3.2. TELEFONÍA EN REDES HÍBRIDAS HFC (FIBRA ÓPTICA Y COAXIAL)

Las redes de cable híbridas fibra óptica-coaxial (HFC) son un tipo de red de acceso que se está convirtiendo en una de las opciones preferidas por los operadores de Telecomunicaciones de todo el mundo para ofrecer a sus abonados un abanico de servicios y aplicaciones cada vez más amplio, desde la TV digital interactiva hasta el acceso a Internet a alta velocidad, pasando por la telefonía.

Las redes de acceso HFC constituyen una plataforma tecnológica de banda ancha que permite el despliegue de todo tipo de servicios de telecomunicación, además de la distribución de señales de TV analógica y digital. El acceso a alta velocidad a redes de datos (Internet, intranets, etc.) mediante cablemodems parece que se va a convertir en uno de los grandes atractivos de estas redes y en una fuente de ingresos importante para sus operadores. Paralelamente al despliegue de servicios de TV y datos, los operadores de redes HFC están muy interesados en ofrecer servicios de telefonía a sus abonados, tanto residenciales como empresariales.

Una red HFC puede amortizarse prestando simultáneamente una multiplicidad de servicios, uno de los cuales consiste en alquilar parte del excedente de capacidad de transmisión de la red troncal de fibra óptica a empresas o instituciones para interconectar redes locales de edificios distantes o para cursar tráfico telefónico directamente entre ellos. Un ejemplo de esto último lo tenemos en varios casos de operadores de cable en el Reino Unido: Videotron Holdings PLC (Londres) alquila líneas dedicadas del anillo SDH (Jerarquía Digital Sincrona) de la red troncal de su red de CATV a los hospitales Hammersmith NHS Trust para comunicar sus redes locales y cursar tráfico telefónico interno; y Cambridge Cable (Cambridge) alquila líneas de 2 Mbps a un distribuidor local de equipos informáticos, Acorn Computers Ltd.

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS.

La primera opción tecnológica para ofrecer telefonía por cable consiste en superponer una red de acceso telefónico a la red de distribución de televisión por cable. Esta arquitectura, conocida habitualmente como overlay, combina dos tecnologías diferentes sobre las que se tiene una gran experiencia por separado, por lo que su construcción resulta relativamente sencilla. Y aunque con ella no se alcanza un nivel alto de integración de la red, tiene la capacidad de poder ser diseñada de tal manera que sea de rápido despliegue, económica, flexible, fiable, y que tenga en cuenta una posible evolución futura hacia arquitecturas más avanzadas y con un mayor nivel de integración.

La arquitectura overlay lleva un canal de 64 Kbps hasta cada uno de los hogares pasados por la red -mediante un cable de pares-, directamente desde el nodo óptico. En el nodo, las señales a 64 Kbps se multiplexan para formar canales agregados a 2 Mbps, y éstos a su vez

forman canales de niveles jerárquicos superiores (8, 34 y 140 Mbps), hasta llegar a la cabecera. En la cabecera, un conmutador local hace de interfaz entre la red overlay y la red telefónica conmutada (RTC). En este tipo de arquitectura, por tanto, el operador pone a disposición de cada abonado un canal telefónico dedicado, y toda la concentración del tráfico se realiza en la cabecera.

La segunda opción tecnológica consiste en aprovechar la infraestructura de la red HFC de la televisión por cable para transportar las señales telefónicas en el espectro de RF de la misma. Se reservan para el tráfico telefónico ciertos canales del espectro descendente (86-862 MHz) y del de retorno (5-55 MHz). No se dedica a cada abonado un canal de 64 Kbps, sino que todos los abonados de una misma zona de distribución (la servida por un nodo óptico, por ejemplo) comparten una serie de ranuras temporales de 64 Kbps a las que acceden según un esquema TDMA (Acceso Múltiple por División Temporal). La propia red HFC realiza, por consiguiente una concentración de tráfico telefónico previa a la que tiene lugar en el conmutador local de la cabecera, y en un grado que dependerá de la calidad de servicio que se quiera ofrecer y del dimensionado del sistema de acceso telefónico. Esta concentración del tráfico permite simplificar los equipos digitales de cabecera, ahorrar ancho de banda en la red HFC (muy importante en el canal de retorno), y flexibilizar el sistema frente a problemas de ruido e interferencias puesto que la asignación de canales de RF a los abonados se realiza de manera dinámica. Dentro de la segunda opción tecnológica descrita existen dos variantes: RF to the curb, y RF to the Home (RF hasta la acera y RF hasta el hogar, respectivamente). La primera variante consiste en llevar las señales telefónicas en su formato de RF hasta un nodo telefónico en el que se convierten a su formato digital en banda base (señales telefónicas de 64 Kbps). De este nodo parten pares trenzados hasta cada uno de los hogares. En la segunda variante, RF to the Home, la red de distribución de coaxial de la red HFC lleva hasta los hogares todas las señales provenientes de la cabecera, tanto las de TV y otros servicios, como las señales de telefonía. Es, por tanto, en el hogar del abonado donde se realiza la conversión de RF a señal digital de 64 Kbps en banda base.

La diferencia fundamental entre ambas variantes es el punto donde se pasa de RF a 64 Kbps. En el primer caso, un solo equipo localizado en un nodo telefónico sirve a unas decenas de hogares mediante líneas punto a punto de pares trenzados, y el resto de servicios llegan a través de la red de distribución de coaxial. En el segundo caso, todas las señales llegan a través de cable coaxial, y la conversión se realiza en el hogar del abonado, por lo que éste deberá disponer de un equipo que haga de interfaz entre la red HFC y su terminal telefónico.

La arquitectura overlay es la primera solución que se adoptó para ofrecer servicios telefónico en redes de CATV, sin embargo, su implantación es considerablemente más cara que en el caso de RF hasta la acera o hasta el hogar, para penetración baja del servicio telefónico. Conforme la penetración aumenta, los costos fijos del overlay se reparten entre más abonados, y las tres soluciones tienden a igualar sus costos por abonado conectado. De todas formas, para una penetración alta, la solución más económica es llevar la RF hasta la acera. Además, en este último caso, el nivel de integración de la red es mucho mayor, pues un sistema único soporta todo tipo de servicios y aplicaciones de telecomunicación: video, voz, y datos.

EQUIPOS PARA TELEFONÍA POR CABLE.

A continuación se presenta una lista de fabricantes de equipos para telefonía por cable. Actualmente, la evolución de esta tecnología se produce a gran velocidad, por lo que cada día se incorporan nuevas empresas a la lista. Y las pruebas y despliegues comerciales de servicio telefónico en redes HFC cada vez son más, en la línea de convertir este tipo de redes en auténticas redes de acceso de banda ancha que integren todo tipo de servicios de telecomunicación.

Phasecom, por ejemplo, dispone de una completa gama de productos para telefonía y datos en redes HFC, compuesta por el cablemódem simétrico P445/446 (QPSK, 2.048 Kbps) que hace de interfaz en la cabecera entre la RTC y la red HFC, y entre ésta y un Channel Bank Westec 6100/6000 (terminal de acceso universal) ubicado en la acera (Curb), y del cual parten un cierto número de pares trenzados hacia los hogares de los abonados.

El sistema Homeworx de ADC utiliza un esquema de portadora múltiple OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), con modulación 32-QAM. Esto le permite transportar hasta 240 canales telefónicos de 64 Kbps (DS0) en canales de 6 MHz. de ancho de banda, además de conseguir una gran inmunidad frente a ruido e interferencias. Tanto los equipos de ADC, como los de Phasecom, así como los de la mayoría de fabricantes listados en la tabla, están diseñados para soportar una mezcla de servicios de voz y datos: canales de telefonía básica, RDSI, canales de datos a múltiplos de 56 ó 64 Kbps, video digital, telemetría, datos analógicos de modems telefónicos convencionales...

Muy completas son también las gamas de productos de AT&T, Motorola, Alcatel, Nortel, Philips, Scientific Atlanta, Siemens, Tellabs, y West End Systems. En general, todos ofrecen a los abonados una combinación muy flexible de servicios de voz y datos mediante un conmutador digital y un host digital en la cabecera, y una "unidad de interfaz de abonado" en la acera o en el hogar. Normalmente, se utilizan esquemas de portadora única (QPSK) en canales de varios MHz y un esquema dinámico de acceso múltiple TDMA con el que se realiza una concentración del tráfico telefónico.

4.3.3. CABLEMODEMS SOBRE REDES HFC

Gran parte de los comentarios relativos a los cablemodems se reducen a expresiones como: "¿Se imagina navegar por Internet a más de 10 Mbps, 300 veces más rápido que con su módem telefónico a 28.8 Kbps, y descargar imágenes y ficheros de manera casi instantánea...?". Lo cierto es que los cablemodems están siendo de alguna manera mitificados e incluso sobrevalorados... Pero funcionan. Lo demuestra el gran número de empresas que están fabricándolos y la gran cantidad de pruebas de campo que ya se están realizando.

Aunque la sobrevaloración con que, en ocasiones, se aborda la nueva tecnología de cablemodems puede llegar a ser contraproducente, la realidad es que estos dispositivos pueden trabajar a velocidades de alrededor de 1.5 Mbps; una capacidad que, comparada con los 28,8 Kbps de la RTC o incluso con los 128 Kbps de la RDSI, resulta extremadamente atractiva.

Por otro lado, las compañías telefónicas están desarrollando muy activamente la tecnología ADSL, que permite a las viejas líneas de cobre transportar datos a velocidades de hasta 9 Mbps en distancias cortas. Pero todavía es pronto para saber si esta tecnología podrá competir con los cablemodems y si tendrá la gran difusión que se les augura a éstos.

Como hemos mencionado anteriormente, el acceso a Internet a velocidades cada vez mayores va camino de convertirse en uno de los grandes negocios de las nuevas redes de acceso de banda ancha. Las redes HFC, mediante el uso de modems especialmente diseñados para las comunicaciones digitales en redes de cable, tienen capacidad para ofrecer servicios de acceso a redes de datos como Internet a velocidades cientos de veces superiores a las que el usuario medio está acostumbrado (hasta 33,6 Kbps desde casa, a través de la red telefónica). Los modems de cable están convirtiendo las redes de CATV en verdaderos proveedores de servicios de telecomunicación de video, voz, y datos. Un módem de cable típico tiene las siguientes características:

- Carácter asimétrico. Recibe datos a velocidades de hasta 30 Mbps y transmite hasta 10 Mbps (valores más normales son 10 y alrededor de 1 Mbps, descendente y ascendente, respectivamente).
- Se conecta a la red HFC mediante un conector de cable coaxial tipo F, y al PC del abonado a través de una tarjeta Ethernet 10BaseT.
- La recepción de datos se realiza por un canal de entre 6 y 8 MHz del espectro descendente (entre 50 y 860 MHz) con modulación digital 64-QAM. El módem de cable demodula la señal recibida y encapsula el flujo de bits en paquetes Ethernet. El PC del abonado ve la red HFC como una enorme red local Ethernet.
- En sentido ascendente, el módem de cable descompone los paquetes Ethernet que recibe del PC y los convierte en celdas ATM o en tramas con otro formato propietario. Utiliza un canal de unos 2 MHz del espectro de retorno (entre 5 y 55 MHz.) con modulación digital QPSK (Quaternary Phase Shift Keying).
- Suele disponer de un sistema FAMM (Frequency Agile MultiMode) que le permite conmutar de manera automática de un canal ruidoso a otro en mejores condiciones, de acuerdo con las órdenes del equipo de cabecera.

MERCADO IMPREDECIBLE.

Por otra parte, prever con exactitud el comportamiento del mercado del cable es una tarea harto difícil puesto que en ella interviene una gran cantidad de factores sobre los que en la mayoría de los casos se tiene poca información y/o poco control. El mercado norteamericano suele ser el espejo donde se miran todos los demás para tratar de pronosticar su propia evolución y las tendencias de futuro, pero no siempre se puede establecer un paralelismo entre lo que ocurre allí y lo que puede pasar en un país como España, por ejemplo. A pesar de que

la tecnología nos suele venir impuesta por la industria extranjera, las características socioeconómicas de nuestro país hacen que deban tomarse en consideración otros factores a la hora de evaluar la rentabilidad y los plazos de amortización de una inversión como la que supone construir una red de cable con capacidad para servicios bidireccionales.

PRUEBAS COMERCIALES.

Actualmente, existen cientos de lugares en el mundo, unos 800, en los que se están realizando pruebas con cablemodems, de las que alrededor de setenta ya se han convertido en sistemas comerciales que están generando beneficios. Con todo, sería imposible obtener una lista exhaustiva de todas ellas, dada la rapidez con que aparecen y desaparecen, y el secreto con que se llevan a cabo algunas de ellas.

Los fabricantes de cablemodems LANcity (división de Bay Networks) y Zenith copan el 80 por ciento de las pruebas (275 y 375, respectivamente, por todo el mundo), aunque existen otros que también están presentes en gran número de ellas, como Motorola (unas 80) e Hybrid Networks (más de 30), o como ADC, Com21, Digital, Hewlett-Packard, General Instruments, Intel, Nortel, Terayon, Toshiba, West End Systems...

Hay que destacar al respecto que, al ser la mayoría de las empresas fabricantes de cablemodems de origen norteamericano, la mayor parte de las pruebas y despliegues comerciales se están realizando en Estados Unidos y Canadá. En mucha menor cuantía también se están realizando pruebas en Europa, Japón y Australia. Este último país es el primero del mundo que está construyendo una red híbrida fibra óptica-coaxial (HFC) a nivel nacional que ofrecerá telefonía, TV de pago, y acceso a Internet a alta velocidad a los abonados individuales y a las empresas.

4.3.4. COMUNICACIONES PERSONALES Y REDES HFC EL FUTURO DE LA TELEFONÍA MÓVIL

Los operadores de redes de telecomunicaciones por cable HFC (Híbridas Fibra Óptica-Coaxial) no pueden permanecer ajenos a la revolución de las comunicaciones personales inalámbricas . Estos operadores disponen de unas redes con una capacidad enorme de transmisión bidireccional de datos que les permite ofrecer una multiplicidad de servicios de telecomunicación de muy diversa índole.

La posibilidad de utilizar la infraestructura de comunicaciones de una red de cable ya instalada para construir un sistema de comunicaciones móviles celulares en su área de cobertura, representa una atractiva oportunidad de negocio tanto para los operadores de este tipo de redes, que ven de esta manera diversificado el retorno de la inversión realizada en la construcción de su red, como para el operador del servicio PCS, ya que le permite desplegar su sistema de una manera rápida y económica.

Un sistema PCS/PCN para red de cable consiste fundamentalmente en dos tipos de equipamiento: los equipos de control en la cabecera, RASP –Remote Antenna Signal Processor– (también conocidos como HIC –Headend Interface Controller-); y los equipos remotos, unidades transceptoras que se instalan en puntos estratégicos de la red de distribución de coaxial, RAD –Remote Antenna Driver– (o bien, CMI –Cable Microcell Integrator-). La construcción de una red celular mediante el sistema clásico de antenas en torres resulta costoso, tanto en tiempo como económicamente, y se enfrenta cada vez más con impedimentos legales de carácter urbanístico y de derechos de paso y colocación de antenas en comunidades de vecinos . Por ello, aprovechar una red de cable para el despliegue de un servicio celular PCS RAD/RASP posee no pocas ventajas frente al enfoque clásico . Entre otras, podemos citar:

- Tiempo de implantación del sistema considerablemente menor al disponer de una tupida red de comunicaciones HFC .
- Cobertura uniforme gracias a la utilización de celdas pequeñas que evitan problemas de desvanecimientos, sombras, puntos ciegos . . .
- Inversión inicial reducida gracias a que el grueso de los equipos del sistema se encuentran en la cabecera de la red de cable y puede hacerse simulcasting de RADs en zonas de baja penetración del servicio PCS (varios RADs comparten las mismas frecuencias) .
- Fácil implantación del sistema en el interior de edificios .

El sistema PCS puede servir para el despliegue de servicios de telefonía fija por cable, de forma similar a cómo la utilización de MMDS (Multipoint Microwave Distribution System) puede ser empleada por el operador de una red de CATV para captar abonados a los servicios de distribución de canales de TV en aquellas zonas a las que no ha llegado todavía la red de cable .

4.4. SISTEMA DE LINEAS DEDICADAS

A medida que avanzan las comunicaciones, se hace mayor la demanda de nuevos y mejores servicios; esto ocurre cuando cierto tipo de usuarios, como grandes empresas, requieren prestaciones superiores a los de los abonados particulares. Por esto es imprescindible que la calidad del servicio sea la mejor. Entre las necesidades más comunes se pueden destacar las siguientes:

- Fiabilidad: bajísima tasa de fallas.
- Velocidad: mayor rendimiento en las transacciones de datos.
- Flexibilidad: posibilidad de modificar o ampliar los servicios sin afectar a los anteriores.
- Gestión de red integrada: posibilidad de gestionar la red de forma global, sin necesidad de realizar una gestión diferente para cada elemento instalado.

Dentro del concepto general de líneas dedicadas pueden existir diversos tipos de aplicaciones; originando configuraciones diferentes en la topología de la red existente:

- a. Redes de líneas dedicadas genéricas
- b. Redes de acceso de negocios
- c. Redes de compañías de servicios

4.4.1. REDES DE LINEAS DEDICADAS

Estas redes en su mayoría son utilizadas por grandes empresas que quieren establecer conexiones virtuales punto a punto entre distintas ubicaciones, utilizando el servicio de red ofrecido por una operadora. Una aplicación típica es la de la interconexión de estaciones base de telefonía móvil.

Las redes de líneas dedicadas tienen la misma estructura de una red completa (transporte, acceso y gestión) y proporcionan los mismos servicios de conexión de datos permanente o semipermanente. Los usuarios de este tipo de redes son aquellos que necesitan conexiones transparentes para poder montar sus redes corporativas, departamento de operadoras, etc. Entre las características de este tipo de red tenemos las siguientes:

- Flexibilidad y eficiencia
- Rápida configuración
- Independencia o transparencia del servicio
- Alta calidad y fiabilidad
- Gestión efectiva y recuperación de fallos
- Adaptación y flexibilidad del ancho de banda utilizado

Entre los servicios, analógicos y digitales, que ofrece la red a los usuarios finales se encuentran:

- Servicios de voz: telefónico y línea directa (hot line).
- Servicios de datos de baja velocidad (< 64 kbps).
- Servicios de datos de alta velocidad (n x 64 kbps 2 Mbps).

4.4.2. REDES DE ACCESO DE NEGOCIOS

Este tipo de redes son utilizadas por grandes corporaciones, las cuales necesitan los servicios de red externos, aprovechando así los servicios que ofrecen normalmente segundas operadoras, y suele ser una opción opuesta a la clásica de líneas dedicadas que interconexiónan multiplexores, generalmente gestionados por los propios usuarios.

La función de la red de acceso de negocios, es proporcionar una forma integrada de acceso a abonados de negocios, diferente de la red mencionada anteriormente cuyo objetivo es llegar al usuario final con el mayor número de servicios integrados en la red.

El objetivo principal de la red es proporcionar gran diversidad de servicios sin necesidad de implantar diversas redes superpuestas. Esto ocasiona la optimización de la red y por lo tanto minimiza los costes de operación. Finalmente, la gestión será más sencilla y económica.

La característica principal de este tipo de redes es la implantación de fibra óptica hasta los lugares de negocios, así también a los propios abonados. Para ubicaciones remotas se combina la fibra óptica con soluciones de acceso radio fijo.

Entre los servicios tenemos los siguientes:

- Servicios de transporte: líneas dedicadas digitales y redes privadas virtuales.
- Servicios de voz: servicio telefónico (POTS, RDSI); servicio de red inteligente y Centralitas.
- Servicios de datos: X.25, conmutación de paquetes, acceso a internet, líneas de datos de baja velocidad y ATM.

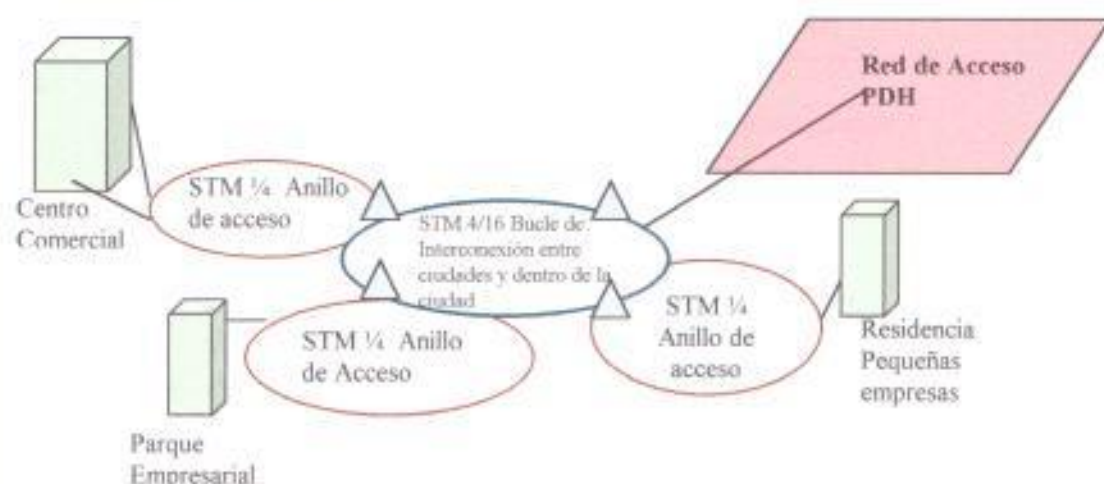


Fig. 4.18 Red de acceso de Negocios

4.4.3. REDES DE COMPAÑÍAS DE SERVICIOS

Este tipo de redes son parecidas a las de líneas dedicadas, con la diferencia de que el propio usuario es a la vez el explotador de la red y sus usuarios son compañías que necesitan instalar redes privadas de comunicación con fines no convencionales (señalización, seguridad, ...), aunque en la mayoría de los casos sí.

Las compañías de servicio (ferrocarriles, eléctricas, etc.) utilizan una infraestructura de red con la cual realizan la operación y mantenimiento del servicio específico que proporcionan.

Las características principales de este tipo de red son:

- Alta disponibilidad de los servicios
- Necesidad de sencillez en la operación y mantenimiento de la red

La topología de este tipo de redes es muy variado en función del servicio que se pretende cubrir.

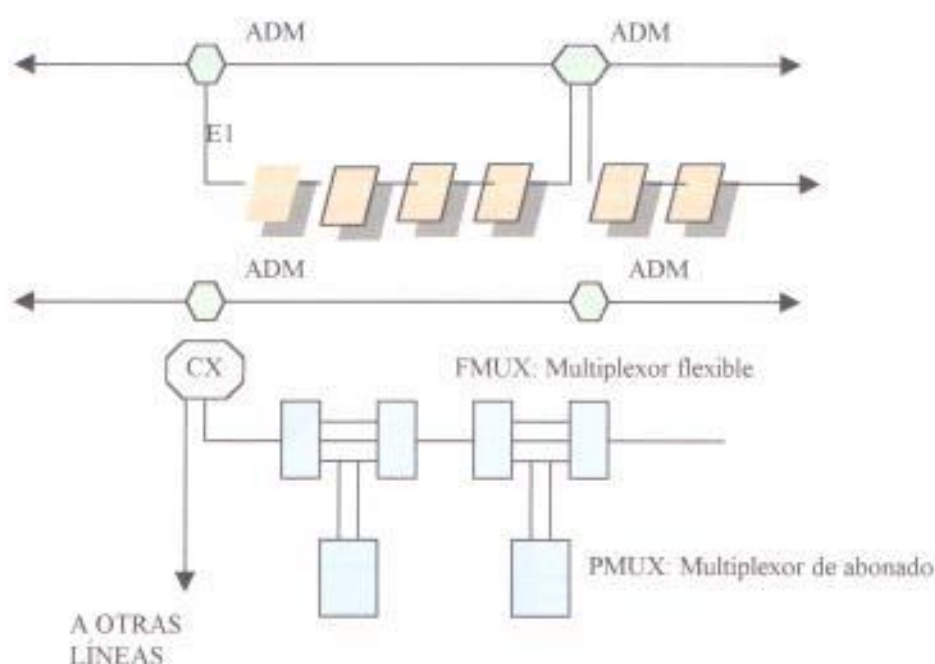


Fig. 4.19 Redes corporativas

4.4.4. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA RED DE LÍNEAS DEDICADAS

El diseño de este tipo de redes se lleva a cabo a diversos niveles.

El transporte de datos se realiza, ya sea mediante una red PDH o SDH. La densidad de datos manejable es alta, además que las distancias a cubrir son grandes, el medio físico utilizado con frecuencia en la actualidad es la fibra óptica, ya que antiguamente utilizaba el cable coaxial.

Para la distribución de datos entre redes o para su conexión con sistemas de conmutación, la interconexión entre ellas se realiza utilizando equipos crossconectores. Estos dispositivos están organizados en torno a una matriz de conmutación a la que se conectan puertos de 2, 8 ó 34 Mbps; los cuales reciben datos que son interconectados hasta un nivel de 64 Kbps.

Estos dispositivos, por lo general, soportan funciones de redundancia de conexiones por lo que es necesario mapas alternativos de conexión. Se puede definir una conexión redundante entre diversos puntos a través de diversos flujos de datos, y en caso de fallo de la conexión establecida el sistema permite cambiar a un mapa alternativo que mantenga la conexión. La conmutación se puede hacer manual (por medio del operador), o automática (por mecanismos de detección y corrección de fallas internas del sistema).

Otro equipo utilizado en las redes de líneas conmutadas es el multiplexor. Este dispositivo se encarga de proporcionar no sólo el camino adecuado a los datos, sino también las interfaces de usuario necesarias para que el abonado pueda conectar sus terminales. La arquitectura de los multiplexores es parecida a la de los crossconectores, ya que se basan en una matriz de conmutación a la cual se asocian puertos de 2Mbps. La diferencia es que a su vez se asocian circuitos tributarios, donde se encuentran las interfaces de abonado. Estos circuitos presentan hacia la matriz, flujos de datos de 64 Kbps o múltiplo de esa cantidad, los que son organizados en flujo de 2 Mbps que son enviados a los puertos en donde se enviarán los datos por enlaces adecuados.

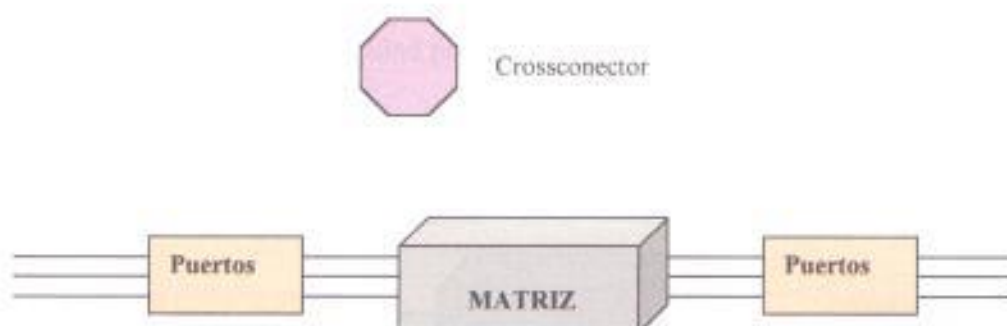


Fig.4.20 Esquema de un crossconector

Ya que los multiplexores suelen ser dispositivos grandes, porque prestan servicio a un número mayor de usuarios (existen también pequeños y con poca capacidad), suelen utilizarse unidades remotas de abonados para acercar las interface hasta cerca del punto final, donde se conectará el usuario del servicio. Estas unidades remotas son conectadas a los multiplexores por medio de fibra óptica o por pares de cables mediante tecnología HDSL, utilizando circuitos tributarios adecuados a esta función.

4.4.5. PROYECCION A FUTURO DEL SISTEMA DE LINEAS DEDICADAS

En la actualidad existe variedad de redes. Los usuarios demandan desde muy bajas velocidades a otras cada vez mayores, llegando incluso a servicios de Nx64 Kbps; a su vez,

pretenderán conectarse de forma integrada a todas las redes mencionadas con anterioridad. Esto hará que las redes evolucionen hacia sistemas con mayor ancho de banda y que los dispositivos se adapten de forma flexible a estos requisitos. Por otro lado, las operadoras desean cada vez más ofrecer este tipo de servicios y proporcionar soluciones a los abonados de negocios, que hasta ahora se limitaban a la implantación de redes locales de datos.

Finalmente, se nota que hay un gran interés en esta evolución tanto por parte de los posibles usuarios como por parte de las operadoras:

Usuarios

- Aumento de la demanda de transmisión de tráfico: datos, voz, etc.
- Posibilidad de cambio de operadora e incluso de servicio para aprovechar las variaciones de las tarifas.
- Flexibilidad para adoptar nuevas tecnologías sin causar un cambio brusco en el servicio.

Operadoras

- Evolución de las redes privadas hacia las públicas, donde se pueda ofrecer una gestión integrada del servicio.
- Proporcionar acceso flexible y servicios de circuitos, líneas dedicadas y conmutación de paquetes y celdas (ATM).
- Aumentar la competitividad para el acceso local.



Fig. 4.21 Esquema de un Multiplexor

Una solución técnica a esta demanda serán los IAD (Integrated Access Device). Estos son concentradores multifunción, los mismo que soportan diversos servicios conectados a múltiples sistemas de transporte como PSTN, líneas dedicadas, X.25 / conmutación de paquetes, ATM, etc. En la figura se ve como se sitúa la técnica IAD con respecto de los otros servicios de comunicaciones y sus dispositivos.

Debemos tomar en cuenta en este proceso evolutivo de la importancia que tiene la gestión de las redes, en este sentido, la tendencia es a las soluciones integradas que gestionen conjuntamente toda la red: circuitos, acceso, transporte, etc.

CAPITULO V

SUGERENCIAS DE ALTERNATIVAS PARA LA RED DE ACCESO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Para el cliente de servicios de telecomunicaciones, el acceso es la parte de la red de telecomunicaciones más cercana o familiar, el acceso significa más del 50% de sus inversiones en la planta, y la única posibilidad de llegar hasta sus clientes para ofrecerles la gama más amplia posible de servicios de telecomunicaciones. El acceso, por lo tanto, además de ser fundamental para ser eficientes sus costes de explotación es la llave para una oferta avanzada de servicios que supondrá inevitablemente un aumento de clientes y de su facturación, y por lo tanto, de ingresos.

El hecho es el que el mercado de acceso, junto con la infraestructura para comunicaciones móviles, es el que presenta mayores expectativas de crecimiento. (15 al 25)% en los próximos años.

El principal reto, es hacer llegar, de forma eficiente, toda la creciente gama de servicios de telecomunicaciones a los usuarios finales, ya sea a grandes empresas o clientes residenciales que utilizan, por ejemplo acceso a Internet, Tv digital, ect.

Las soluciones para la red de acceso deben aprovechar la infraestructura ya desplegadas y estar a su vez diseñadas para la evolución futura. Esto implica forzosamente una disponibilidad de soluciones versátiles y variadas capaces de adaptarse a las condiciones particulares de cada central. Soluciones basadas en infraestructura de cobre, fibra óptica, cable coaxial, satélites o radio, que utilizan tecnologías o arquitecturas tan diversas como TDMA, CDMA, HDSL, ADSL, VDSL, DLC, FITL, FTTC, FTTH y/o HFC..

Estas diversas soluciones permiten a cada central, encontrar la mejor solución en función de su red existente y en la demanda de los usuarios de nuevos servicios.

5.1. ALTERNATIVA BASADA EN LA REUTILIZACIÓN DE LA RED COBRE EXISTENTE.

El criterio general es aprovechar al máximo la planta existente y por lo tanto la inversión ya efectuada.

El acceso el usuario hacia las centrales telefónicas en la ciudad de Guayaquil va a estar sujeta a cambios de acuerdo a factores que pueden ser considerados de la siguiente manera;

- a) El tiempo con que cuenta la instalación de la red de acceso de cobre.
- b) El aumento de la demanda de nuevos servicios.
- c) La posible autogestión de proyectos de cambio de la red existente.

En lo que concierne a la ciudad de Guayaquil cabe anotar que existen centrales que han cambiado la red de cobre en plomo a una red basada en cobre en plástico por lo que en estas centrales hacer un cambio a otra nueva tecnología de acceso sería un gasto adicional al que se hizo anteriormente por lo que proponemos la reutilización del mismo par de cobre con la única integración de módem en la central y en el usuario por lo que se podrían obtener algunas ventajas tales como: aumento de la velocidad de transmisión, la ampliación del ancho de banda y los más principal bajos costos de infraestructura.

La tecnología a la que nos estamos refiriendo, es la denominada **XDSL** que reutilizan el par de cobre y consigue mayor velocidad de información mediante la ampliación del ancho de banda, muy por encima de la banda vocal.

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo 2 existe varias variantes de la tecnología XDSL como son: ADSL, HDSL, ADSL, SDLS y VDLS.

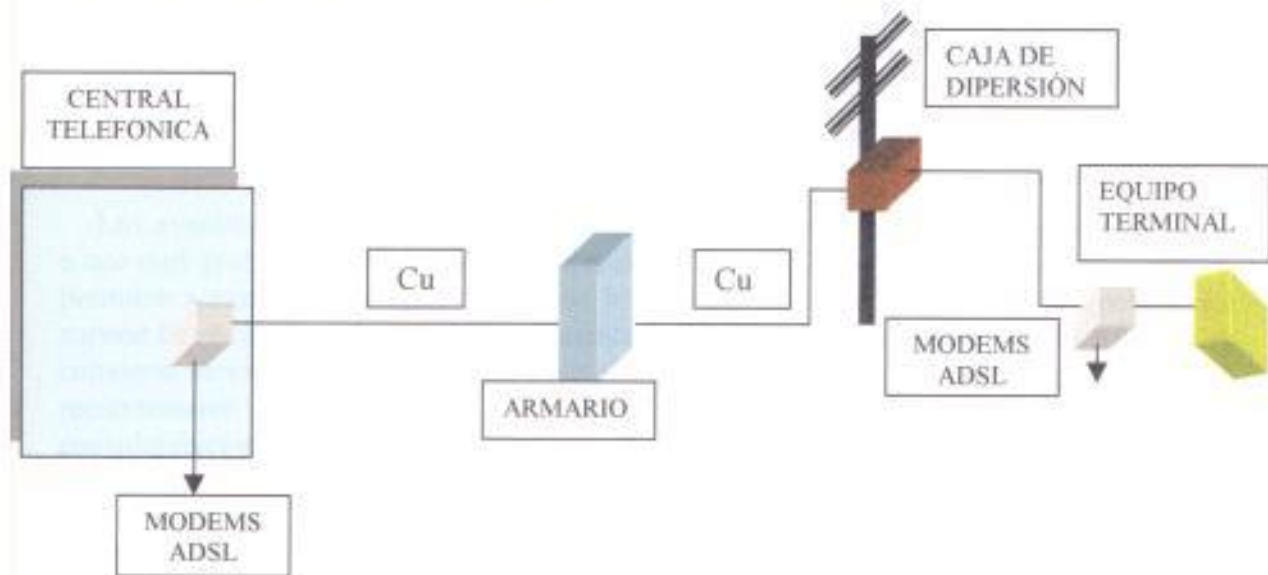


Figura 5.1 red de cobre utilizando módem en la Central y el usuario.

De la tecnología que a tenido mayor éxito y la que nosotros proponemos para la reutilización de la red de cobre existente en la Ciudad de Guayaquil es la de el MODEM ADSL que en otros países a tenido gran éxito por la transportación de T1 y E1 simétrico lo que ha motivado que las operadoras internacionales estén en gran medida utilizando esta nueva tecnología de acceso y reutilizando la red de cobre y minimizando gastos en infraestructura.

Esta tecnología requiere como podemos apreciar en la figura 5.1 de un módem ADSL en la central y otro en el lado del equipo terminal del usuario y de un tercer componente un concentrador, pero hay casos en que este concentrador ya viene incorporado en el equipo ADSL estos dispositivos son llamados Digital Subscriber Line Access Multiplexer(DSLAM), y el par de cobre para su conexión.

5.2. ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS QUE OFRECE LA FIBRA OPTICA

Desde un punto de vista puramente técnico, la fibra óptica presenta, por su propia naturaleza, una capacidad de transmisión considerablemente mayor que el tradicional cable de cobre, lo que la convierte automáticamente en el medio físico por excelencia para soportar aplicaciones de banda ancha.

Asimismo, la fibra óptica aporta importantes ventajas adicionales frente al cobre en cuanto a inmunidad al ruido, fiabilidad, tiempo de vida, niveles de atenuación (lo que permite transmitir la señal a grandes distancias) o calidad de la señal. Sin embargo, a pesar de estas claras ventajas, la migración hacia la fibra en el bucle de abonados, en particular el bucle en su totalidad, de forma que la fibra llegue al propio usuario (FTTH/Fiber To The Home o FTTD/Fiber To The Desk), se ha mantenido en niveles realmente mínimos hasta hace muy poco tiempo, debido a las altas inversiones económicas que conlleva, en comparación con el cobre ya instalado. Estos costes se refieren fundamentalmente a las tecnologías de conexión, a los sistemas optoelectrónicos asociados a la fibra y al coste de la propia fibra.

Los avances tecnológicos conseguidos en los dos primeros aspectos mencionados, junto a una muy probable disminución de costes de la fibra debido al despliegue masivo previsto, permiten garantizar una disminución de la complejidad y de la inversión requerida que supone llevar la fibra al usuario lo suficientemente elevada como para que esta solución se convierta en viable económicamente. En efecto, la terminación de la fibra, que hasta muy recientemente era compleja y consumía mucho tiempo, se ha simplificado considerablemente, y lo mismo ocurre con el acoplamiento de los cables y conectores. Los nuevos conectores desarrollados aportan una mayor simplicidad y facilidad para cambios e introducción de elementos adicionales y, consecuentemente, para la operación de mantenimiento, lo que redundará en la disminución de costes asociados al ciclo de vida.

En la actualidad, en la ciudad de Guayaquil, existe tendido de fibra óptica sólo entre las centrales de la red telefónica. Como se mencionó en el capítulo III, en ciertos lugares de la ciudad donde se encuentran ubicadas algunas empresas grandes, tienen fibra desde la central hasta el edificio, usando una tecnología punto a punto, conectados entre si por medio de multiplexores. (ver fig. 5.2)



Fig. 5.2 Conexión de FO entre la central y el Edificio

Este tipo de conexión podría ser utilizado en el futuro, en forma general, para lugares en donde estén localizados grandes edificios en los cuales la cantidad de transmisión es mayor y el tráfico de información es muy grande; como por ejemplo, en todo el sector comercial de la ciudad.

Otro tipo de opción, sería el de empezar a utilizar la fibra óptica en toda la red primaria del sistema telefónico, con lo que sólo quedaría cobre en la parte de la red secundaria hasta la caja de dispersión y de ahí al abonado. (ver fig. 5.3)

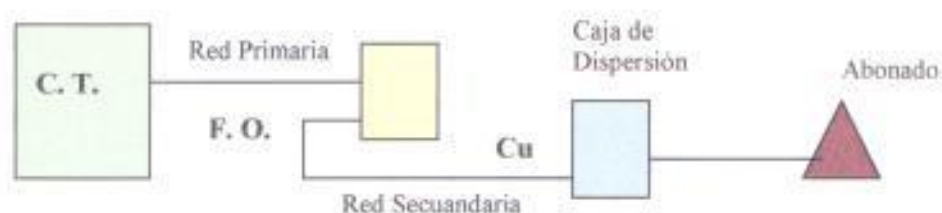


Fig. 5.3 Alternativa de fibra para la red primaria

Se podría utilizar en la red secundaria, en vez del cobre, cable coaxial con lo que, como se mencionó en capítulos anteriores, la red utilizada tomaría el nombre de HFC. Este tipo de red en nuestra ciudad es utilizado más en las compañías operadoras de televisión por cable.

La idea de utilizar fibra hasta el hogar o abonado, en nuestro medio sería adecuada para un futuro no muy lejano y para casos puntuales, o mejor dicho, particulares; ya que con el acelerado paso con que avanzan las comunicaciones, el uso del par de cobre o del cable coaxial para redes locales terminará siendo obsoleto para ciertas compañías en donde la competencia será cada vez mayor.

5.3. ALTERNATIVAS QUE OFRECEN LOS SERVICIOS DE COMUNICACION PERSONAL

Las tecnologías de acceso por radio son una alternativa altamente interesante para cubrir las necesidades del mercado por una serie de factores entre los cuales cabe destacar:

- Facilidad de instalación, que permite un rápido despliegue de las redes.
- Facilidad de adaptación a la demanda real, para optimizar la capacidad instalada y, por tanto, la inversión efectuada.
- Menores gastos de capital para el despliegue de la red.

- Posibilidades de reutilización de los equipos en áreas aun no servidas cuando se emplean estrategias de despliegue mixto radio y fibra / cobre / coaxial.
- Soluciones para casos de emergencia y para situaciones puntuales de elevada demanda, como acontecimientos deportivos o culturales.

Con tecnologías de radio digital se consigue una calidad de servicio comparable a la de la planta de cobre y, a largo plazo, menores costos de operación y mantenimiento. Además estas soluciones son más seguras frente a problemas de vandalismo y robo.



Figura 5.4 Los PCS en los países en desarrollo

Las redes de acceso inalámbricas han demostrado ser un medio ideal para aumentar el nivel de competencia en los países desarrollados (Figura 5.4), al mismo tiempo que están permitiendo un rápido nivel de desarrollo de infraestructura de telecomunicaciones en los países en desarrollo. La presión del mercado sobre estas tecnologías se ha producido en productos de alta calidad a unos precios altamente competitivos con otras soluciones de acceso.

Actualmente en nuestra ciudad los sistemas inalámbricos que están en practica son los que presentan las compañías Conecel y Bellsouth, se tratan de servicios celulares, que no son tan buenos como los servicios de comunicación personal, inexistentes aun en Guayaquil.

La creciente demanda de alternativas de comunicación sumado al avance tecnológico son razones suficientes para implementar el sistema PCS en Guayaquil, que inicialmente debería de contar con un servicio piloto (de prueba) en el casco comercial (centro de la ciudad), que es donde se concentra la mayor demanda de servicio telefónico.

Este proyecto piloto se podría implementar fácilmente en nuestra urbe ya que las antenas y equipos de repetición son pequeños y de sencillo manejo. Además de esto el casco comercial por contar con edificios altos y de fácil acceso, no tendría problemas de lugares

en donde colocar las repetidoras, además que siempre habrá un lugar donde reubicar una microcelda (o picocelda) en caso de interferencia.

El gasto que se realizaría en principio se deberá más que nada al costo de los equipos, mas no a la parte de instalación de la red, y en todo caso esta inversión inicial se podrá recuperar en un muy corto plazo.

Para instalar las microceldas y picoceldas, debemos primero basarnos en un pequeño estudio de la demanda de comunicación móvil en este sector de la ciudad. En los lugares donde exista mayor concentración de potenciales clientes se colocaran microceldas, que son las que tienen la capacidad de enrutar más llamadas telefónicas.

El servicio será inicialmente dirigido a aquellas personas que tienen que transitar constantemente de un lado a otro del centro de la ciudad y que necesiten estar comunicados con sus socios o clientes (Figura 5.5). Para brindar un servicio completo la red PCS deberá estar conectada a la red telefónica pública, de esta manera la comunicación no solo será entre los teléfonos pertenecientes a la red inalámbrica, sino que también podrán comunicarse con cualquier otro sector de la ciudad, del país o del mundo.

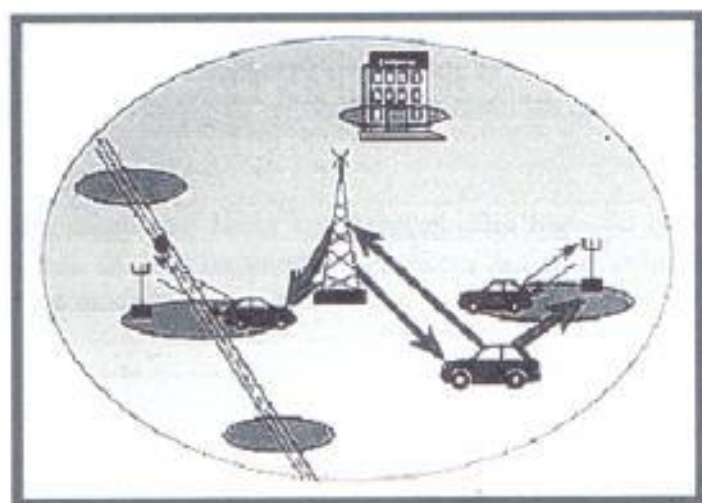


Figura 5.5 El servicio PCS permite movilidad al usuario

Un servicio adicional que podrían prestar estos teléfonos podría ser en lugares puntuales, donde así lo requieran, tal es el caso de ferias, centros comerciales, edificios, etc.

De esta manera el público tendrá a la mano una mejor alternativa de comunicación móvil a las que ya existen y que se encuentran saturadas en horas pico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Como podemos apreciar de acuerdo a lo expuesto; esta tecnología de reutilización del cobre, es una alternativa de conexión, siempre y cuando se la aplique a una central en la cual su infraestructura no sea tan obsoleta, es decir, debe de tener pocos años de haber sido instalada.
- Actualmente la tecnología de módem ADSL se la considera muy madura, permitiendo el transporte de imágenes con calidad de televisión, así como servicios interactivos multimedia, pero no, solo esta tecnología se puede utilizar sino también las otras variantes como son HDSL, VDSL para lo cual es necesario conocer las necesidades del usuario y asociarlas a que tipo de tecnología que le convendría.
- Por otra parte existe en el mercado una nueva versión de ADSL denominado Rate Adaptive DSL (RADSL) la cual permite ajustar la velocidad y que la central controle la simetría de las conexiones.
- Por esta razón a las centrales de la ciudad de Guayaquil que tenga su infraestructura en cobre y que no tengan muchos años de instalación le convendría utilizar esta tecnología de módem ADSL por lo cual, se reduciría al mínimo los costos, ya que no se invertiría en una nueva red de acceso.
- La pregunta sería ahora que hacer con las centrales que son obsoletas la alternativa sería si la demanda lo amerita cambiarla a fibra óptica o mantenerla en cobre con ayuda de los de los módem.
- En lo que se refiere a la implementación de una arquitectura de red óptica de acceso, debemos tomar en cuenta dos aspectos fundamentales:
 - Debe estar basada por una perspectiva de evolución gradual, para soportar las necesidades de los servicios de banda ancha; también,
 - Debe estar definida por una implementación inicial sin grandes costes.
- El coste de los sistemas optoelectrónicos que son necesarios para manipular las señales y su proceso de conversión de eléctrica a óptica, y viceversa, se ha visto reducido gracias a los recientemente desarrollados dispositivos emisores de luz que emiten radiación desde la superficie del silicio, en lugar de desde las capas activas como ocurre en los diodos fotoemisores convencionales. Como la luz que emite el láser de semiconductor o diodo láser es en una sola dirección, el nivel de acoplamiento a la fibra mejora considerablemente con respecto a los tradicionales LED.
- Además, el segmento electrónico del transceiver óptico se puede integrar en el segmento electrónico del sistema (una tarjeta de interfaz de red o un hub, por ejemplo), lo que

también permite reducir costes. Esta centralización de la parte electrónica permite también ejercer un mayor control sobre la red. Es importante señalar que la fibra óptica no necesita sofisticados sistemas de codificación como ocurre con el cobre, lo cual simplifica el desarrollo del segmento electrónico.

- Esta reconciliación de la fibra óptica con las consideraciones de carácter económico, unida a la creciente demanda de ancho de banda que generan los nuevos servicios (como, por ejemplo, la telemedicina), hace prever un importante aumento del mercado de FITL (Fiber Into The Loop) o fibra óptica en el bucle local.
- En lo que respecta a arquitecturas, en FITL se distinguen tres tipos fundamentales en función del nivel de penetración o alcance de la fibra óptica dentro del bucle: FTTC (fiber To The Curb), FTTB y FTTH (fiber To The Home).
- Con capacidad para soportar un gran número de servicios, FTTC constituye la arquitectura más cercana al escenario ideal en banda ancha residencial que es FTTH.
- La tecnología HFC (hybrid Fiber Coax), en conclusión, constituye una arquitectura de acceso ampliamente utilizada por los operadores de televisión por cable. Al igual que las anteriores arquitecturas FTTC y FTTB, HFC se basa también en una infraestructura combinada de fibra óptica y cable de cobre; aquí en concreto, cable coaxial. La señal de radiodifusión proveniente bien del satélite, de la transmisión convencional por radiodifusión o de un estudio de TV local, se convierte en señal óptica en la cabecera o headend (sistema que origina y distribuye el servicio de cable en un área geográfica dada) mediante un diodo láser y se retransmite a una serie de hubs para convertirse otra vez en señal eléctrica y viajar por un cable coaxial por el cual llega finalmente al usuario.
- De esta forma, HFC permite acercar la fibra óptica a la frontera de un numeroso grupo de usuarios. Debido a que esta arquitectura surge en el seno de la comunidad de TV por cable, las HFC iniciales estaban diseñadas para transmitir en un sólo sentido. Actualmente, la actualización de esta arquitectura permite la transmisión en dos sentidos gracias a la utilización de técnicas de compresión digital. Así, los operadores de TV por cable se encuentran en posición de competir con los operadores telefónicos tradicionales, en particular en lo que a banda ancha se refiere, y, consecuentemente, a servicios avanzados, ya que HFC presenta mejores características en ancho de banda que el par trenzado de cobre utilizado tradicionalmente en las compañías telefónicas.
- Cabe citar finalmente la arquitectura FTTD (fiber To The Desk), donde la fibra óptica llega hasta las mismas estaciones de trabajo que conforman las redes de comunicaciones empresariales, eliminando así la necesidad de utilizar cable de cobre.
- Los servicios de comunicación personal PCS resultan ser una muy buena alternativa para las comunicaciones en la ciudad de Guayaquil, ya que además de ser un sistema

eficiente, tiene la ventaja de ser inalámbrico, permitiendo la movilización del usuario mientras este atiende una llamada telefónica.

- Guayaquil siendo la capital económica del Ecuador, una ciudad en constante crecimiento, que se extiende a paso acelerado no puede quedarse atrás en lo que a tecnología se refiere, es por esto que es hora ya de contar con mejores medios de comunicación, más eficientes que la lleven a desarrollarse como una de las ciudades más importantes de América Latina.
- En nuestro país, los sistemas de comunicación por satélite no tienen la penetración que en otros países desarrollados, debido principalmente a lo costoso que resulta el uso de este medio de comunicación. Sin embargo existen empresas multinacionales (como las petroleras en el Oriente Ecuatoriano) que necesariamente deben utilizarlas, ya que se encuentran en lugares aislados donde la telefonía convencional no se encuentra disponible.
- En la ciudad de Guayaquil concretamente la comunicación vía satélite no se aplica a las comunicaciones personales, debido a que se trata de un servicio extremadamente caro para nuestro medio, y que además no se justifica en razón de que la red telefónica pública resulta suficiente y adecuada para este propósito.
- En el caso de comunicaciones más complejas en las que se requiera más ancho de banda, se puede aplicar y de hecho se aplica en las grandes Transnacionales que operan en esta ciudad, aunque esto se trata de iniciativa privada, ya que la telefonía pública se limita a enlaces de voz y datos a nivel internacional.

GLOSARIO

- DM: Multiplexor de Inserción/Estracción.
- DSL: DSL Asimétrico.
- MPS Advanced Mobil Phone Services - Servicios Avanzados de Telefonía Móvil
- MPS: Servicios Telefónicos Móviles Avanzados.
- N: Nodo de Acceso.
- ON: Red Optica Activa.
- SIC: Circuito Integrado de Aplicación Especifica.
- TM: Modo de Transferencia Asíncrono.
- B: Banda Ancha.
- ER: Tasa de Error de Bit.
- ONT: NTO de Banda Ancha.
- RA: Acceso Básico (RDSI).
- RAN: Redes de Acceso por Radio en Banda Ancha
- S: Estación Base.
- SC: Unidades de Control de las Estaciones Base.
- ATV: TV por Cable.
- DMA Codified Division Multiple Access - División Codificada de Acceso Múltiple
- DMA: Acceso Múltiple por División de Código.
- EPT Conferencia Europea de Correos y Teléfonos
- NT: Terminación de Red Coaxial.
- O: Oficina Central.
- OMSAT Communication Satellite Corporation - Corporación de comunicación Satelital
- T-1 Cordless Telephony 1st Generation - Telefonía Inalámbrica 1ra Generación
- T-2 Cordless Telephony 2nd Generation - Telefonía Inalámbrica 2da Generación
- T-3 Cordless Telephony 3rd Generation - Telefonía Inalámbrica 3ra Generación
- TM: Movilidad de Terminal Inalámbrico.
- BS: Difusión Directa por Satélite.
- CA Dynamic Channels Asignation - Asignación Dinámica de Canales
- CS Data Communication Subsystem - Subsistema de Comunicación de Datos
- LC: Múltiplex de Abonado.
- MT: Multi-Tono Discreto
- SL: Línea de Abonado Digital.
- SLAM: Multiplexor de Acceso a la DSL.
- SP: Proceso de Señal Digital
- SST Digital Spread Spectrum Technologies - Tecnologías Digitales de Espectro expandido
- HF Extremely High Frequency - Extrema Alta Frecuencia
- TSI European Telecommunications Standard Institute - Instituto de Estándares de comunicaciones Europeo
- AMM: MultiModo Agil en Frecuencia.
- DI: Punto de Distribución de Subgrupo.
- DM: Multiplexación por División de Frecuencia.

FDMA Frequency Division Multiple Access - Acceso Múltiple por División de Frecuencias
 FDMA: Acceso Múltiple por División en la Frecuencia.
 FITL: Fibra en el Bucle de Abonado.
 FO: Fibra Óptica.
 FRAD: Dispositivos de Acceso de Frame Relay.
 FSS: Servicios de Comunicaciones Fijas.
 FTTB: Fibra hasta el Edificio.
 FTTC: Fibra hasta la Acera.
 FTTCa: Fibra hasta el Punto de Distribución de Subgrupos.
 FTTH: Fibra hasta el Hogar.
 GSM Global System for Mobile communication - Sistema global para comunicaciones móviles
 HBO: Home Box Office
 HDSL: DSL de alta velocidad.
 HFC: Híbrida Fibra Óptica-Coaxial.]
 HW: Hardware
 IAD: Dispositivo de Acceso Integrado.
 IDSL: ISDN-DSL.
 IN: Red Inteligente.
 INMARSAT Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite
 IP: Protocolo Internet.
 IRD: Equipo Integrado Receptor/Decodificador.
 ISDN: Red Digital de Servicios Integrados.
 ISP: Servidor de Acceso a Internet.
 LAN: Red de Área Local.
 LEO Low Earth Orbit - Baja Órbita Terrestre
 LES Land Earth Stations - Estaciones Terrenas
 MAC: Protocolo de Control de Acceso Medio
 MPEG: Motion Picture Experts Group.
 MSC: Centro de Conmutación de Servicios Móviles.
 NB: Banda Estrecha.
 NTO: Nodo de Transición Óptica.
 OC: Oficina Central
 OFDMA: FDMA Ortogonal.
 ONU: Unidad de Terminación de Red Óptica.
 PARA: Acceso Primario (RDSI).
 PBX Private Branch Exchange -
 PCN Personal Communication Network - Red de Comunicación Personal
 PCN: Red de Comunicaciones Personales.
 PCS Personal Communication Services - Servicio de Comunicación Personal
 PDH: Jerarquía Digital Plesiócrona.
 PEC: Planta Externa de Cobre.
 PMP: Punto Multipunto.
 PON: Red Óptica Pasiva.
 POTS: Servicio Telefónico Básico.
 PSTN Public Switched Telephone Network - Red Pública Telefónica Conmutada
 PSTN: Red Telefónica Pública

QAM: Modulación de Amplitud en Cuadratura.
QPSK: Codificación por Desplazamiento de Fase.
RADSL: DSL de Tasa Adaptiva
RAN: Nodo de Acceso Remoto.
RBS: Estaciones Base de Radio.
RDSI: Red Digital de Servicios Integrados.
RDSI-BA: RDSI de Banda Ancha.
RF: Radiofrecuencia.
RPC: Red Pública Conmutada
RPTN Red Publica Telefónica Conmutada
RPV: Redes Privadas Virtuales.
RST: Terminal de Estación Radio.
RTC: Red Telefónica Conmutada.
SCF System Control Facility - Sistemas de control
SDH: Jerarquía Digital Sincrónica.
SDI: Punto de Distribución de Pares.
SDLS: HDLS de un solo par.
SHF Super High Frequency - Frecuencia Super Alta
SIM Modulo de Identidad del Abonado
SONET: Red Optica Síncrona.
SS-7 Sistema de Señalización No 7
STB: Equipo Terminal de Abonado.
TDD: Dúplex por División en el Tiempo.
TDM Time Domain Multiplex - Multiplexación en el Dominio del Tiempo
TDMA Time Division Multiple Access - Acceso Múltiple por División de Tiempo
TDMA: Acceso Múltiple por División en el Tiempo.
TM: Movilidad de Terminal.
TTAC Tracking Telemetry And Control - Alineación Telemetría y Control
UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.
UPS: Sistema de alimentación ininterrumpida.
VDSL: DSL de muy alta velocidad.
VOD: Video de Baja Demanda.
VSAT: Terminal de Apertura muy pequeña.
WDMA: Acceso Múltiple por División de Longitud de Onda.
WLL: Bucle Local Inalámbrico.
WWW: World Wide Web.

BIBLIOGRAFIA

- AHCIET. Alternativas Tecnológicas al bucle de abonado. Edición 1998
- SIEMENS. Comunicaciones Ópticas.
- PACIFICTEL. Diseño de la Red de Fibra Óptica de la ciudad de Guayaquil
- PACIFICTEL. Proyecto de Fibra Óptica de la Central Urdesa
- AHCIET-ICI. Planificación de Redes Digitales
- TELECOM SOLUTIONS. Sincronizando los Anillos y Cadenas de SDH
- TELECOMUNICACIONES: Servicios, Enlaces y Redes. Redes Sincrónicas
- INTERNET Y LAS COMUNICACIONES POR CABLE.
<http://www.pangea.org/inetcat/prog/P11D/index>
- EQUIPOS Y SISTEMA DE BUCLE DE ABONADO.
<http://www.amperdatos.es/catalogo>
- ERICSSON. <http://www.ericsson.es>
- AHCIET. Revista de Telecomunicaciones
- TELESP. Red óptica de abonados: motivación para la introducción de la fibra en la Red de abonados
- INCAITAL. CURSO: Sistemas de telefonía móvil celular. 1993
- www.iridium.com
- www.mot.com/gss/sstg/projects/iridium/overview.html
- www.comsat.com
- ALCATEL. Red de fibra óptica existente en la ciudad de Guayaquil
- ERICSSON. Red de fibra óptica existente en la ciudad de Guayaquil