



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

VOLUCIÓN DE LA RED TELEFÓNICA EXISTENTE EN GUAYAQUIL HACIA BANDA ANCHA"

TÓPICO ESPECIAL DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización Electrónica

Presentado por:

MARÍA NELA PASTUIZACA

CHRISTIAN AGUIRRE

WALTER CAMBA

ROGER RAAD

GUAYAQUIL-ECUADOR

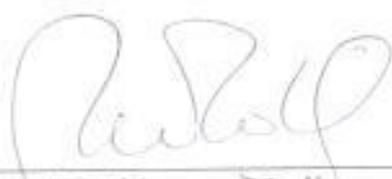
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



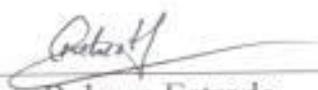
Ing. Armando Altamirano
PRESIDENTE



Ing. Ernesto Molineros
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Washington Medina
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Rebeca Estrada
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

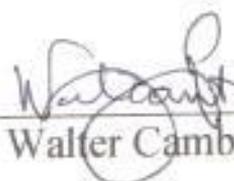
DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, nos corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamentos Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)



Christian Aguirre F.



Walter Camba R.



María Nela Pastuizaca F.

Roger Raad De la T.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. ERNESTO MOLINEROS
Director de Tópico, por su ayuda y
colaboración para la realización de
este trabajo.

AL DR. FREDDY VILLO Profesor de
la materia complementaria, por su valioso
aporte académico y al desarrollo de la
carrera.

A todas aquellas personas, quienes, con su
apoyo y comprensión hicieron posible la
realización de este trabajo

DEDICATORIAS

A Dios que guía mi camino, a mis padres que con su apoyo incondicional me demuestran lo mucho que me aman, a mis hermanos, a mis amigos.

Christian Aguirre

A mi padre que aunque no esta conmigo me inculcó los principios que me guían, a mi madre que me apoya en todo momento, a mis hermanos, a mi esposa y especialmente a mi hija.

Walter Camba Ramirez.

A Dios, hacedor de todas las cosas; a mis padres, hermanos, sobrinos, motivo de inspiración y lucha; y de manera especial, para alguien que siempre estuvo a mi lado en la realización de este trabajo.

María Nela Pastuizaca F.

A mi padre que siempre me ha apoyado en todo lo que necesito, a mis amigos y en especial en memoria de mi madre.

Roger Raad De la Torre.

RESUMEN

Nuestro trabajo consiste en implantar una red pública ATM (modo de transferencia asíncrona) para la ciudad de Guayaquil. Nuestra red actual telefónica se basa en la jerarquía PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona) la cual tiene muchas desventajas comparadas con la tecnología SDH (Jerarquía Digital Síncrona) cuya red tendría la capacidad de transportar tráfico telefónico, como tráfico de banda ancha o ATM.

Es por eso que hemos tomado como referencia un estudio realizado anteriormente de la red SDH para la ciudad de Guayaquil aprovechando el tendido de fibra óptica usado por esta red, tanto como las ventajas de SDH para transportar tráfico ATM.

Este documento contiene 5 capítulos. El primer capítulo cubre lo que tiene que ver con generalidades y tendencias de una red telefónica. En la parte de generalidades se describen los modelos de interconexión y los Planes Técnicos Fundamentales de una red telefónica, luego hacemos una pequeña descripción de la red telefónica existente de Guayaquil, sus centrales y los tramos de fibra óptica instalados. En la parte de tendencias se puede ver el futuro de las redes de voz, es decir los futuros servicios de Banda Ancha que la actual red telefónica podría ofrecer con la aplicación de las nuevas tecnologías.

El Capítulo 2 comprende una breve descripción de la tecnología SDH y la forma de incluir celdas ATM dentro de las tramas STM. Luego enfocamos la tecnología ATM: Sus principios, estructura, funciones, conmutación, señalización y control de tráfico.

En el capítulo 3 se explica la arquitectura de la RDSI de banda ancha: La red de gestión, red de transporte y red de acceso. Dentro de las tendencias de la red de

acceso se trata de analizar el uso de la tecnología ADSL (banda ancha sobre cobre), redes FTTC y HFC; también, se da una descripción de conmutadores ATM. Y, adicionalmente se describen los posibles terminales de usuario: el módem ADSL (par trenzado) y el módem de Cable (Redes HFC).

El Capítulo 4 comprende el diseño de la red de Banda Ancha ATM para la ciudad de Guayaquil, para el cual asumimos la existencia de la red de transporte SDH descrita en la tesis "Red Metropolitana SDH de Guayaquil" a la que se hace referencia en la bibliografía. En base a esta red de transporte logramos determinar una topología tomando en cuenta la importancia estratégica que tienen ciertos sectores de la ciudad, para que estos puedan tener acceso de banda ancha de una forma eficiente.

El capítulo 5 muestra como se realiza la gestión de tráfico, basada en las categorías de servicio; control de admisión de conexión, asignación de ancho de banda, distribución de recursos. Además se presenta un gestor de elementos basado en tecnología Web.

La implementación de la red pública de Banda Ancha ATM de Guayaquil permitirá usar al máximo la infraestructura existente, con la posibilidad de brindar nuevos servicios tanto para el mercado empresarial como para el residencial tales como: Video bajo demanda, Internet a altas velocidades, interconexión de redes LAN y WAN, Teletrabajo, Telemedicina, etc.

INDICE GENERAL

| | |
|----------------|------|
| RESUMEN | VI |
| INDICE GENERAL | VIII |
| INTRODUCCIÓN | XV |

CAPITULO I

GENERALIDADES Y TENDENCIAS DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES.

| | |
|---|----|
| 1.1. Generalidades: | 1 |
| 1.1.1. Arquitectura de una red Telefónica. | 1 |
| 1.1.2. Modelos de Interconexión de la Red. | 5 |
| 1.1.3. Planes Técnicos Fundamentales: | 6 |
| 1.1.3.1. Plan de Enrutamiento. | 6 |
| 1.1.3.2. Plan de Numeración. | 8 |
| 1.1.3.3. Plan de Transmisión. | 9 |
| 1.1.3.4. Plan de Sincronismo. | 11 |
| 1.1.3.5. Plan de Señalización. | 15 |
| 1.1.3.6. Plan de Tarificación. | 17 |
| 1.1.4. La red telefónica existente de Guayaquil. | 18 |
| 1.1.4.1. Descripción de las centrales Existentes. | 20 |
| 1.1.4.2. Características técnicas de los enlaces de fibra óptica. | 23 |
| 1.2. Tendencias: | 29 |
| 1.2.1. Red Digital de Servicios Integrados: | 29 |
| 1.2.1.1. RDSI de Banda Ancha. | 29 |
| 1.2.2. Tendencias y necesidades de las redes de voz. | 36 |

CAPÍTULO 2

TECNOLOGÍA APLICADA A REDES DE BANDA ANCHA.

| | |
|---|----|
| Jerarquías Digitales en Redes de Banda Ancha. | 50 |
| 2.1. La Jerarquía Digital Sincrona SDH. | 50 |
| 2.2. La Tecnología ATM. | 54 |
| 2.2.1. Los Principios de una Red ATM. | 58 |
| 2.2.2. Estructura de la celda ATM. | 61 |
| 2.2.3. Funciones de la capa ATM. | 63 |
| 2.2.4. La Conmutación | 65 |
| 2.2.4.1. Canales Virtuales y Trayectos Virtuales. | 66 |
| 2.2.5. Señalización en ATM. | 68 |
| 2.2.5.1. Interfaces de señalización | 71 |
| 2.2.5.2. Estándares de Señalización. | 73 |
| 2.2.5.3. Direccionamiento de ATM. | 74 |
| 2.2.6. Control de Tráfico en ATM. | 79 |
| 2.2.7. Parámetros de Tráfico y calidad de Servicio. | 84 |
| 2.2.8. Estructura de red desde una perspectiva de Señalización. | 86 |

CAPÍTULO 3

ARQUITECTURA DE LA RDSI DE BANDA ANCHA.

| | |
|---|-----|
| 3.1. Red de Gestión. | 93 |
| 3.2. Red de Transporte. | 93 |
| 3.3. Red de Acceso. | 96 |
| 3.3.1. Tendencias de la red de Acceso: | 98 |
| 3.3.1.1. Banda Ancha sobre cobre(ADSL). | 100 |
| 3.3.1.2. Redes FTTC. | 106 |
| 3.3.1.3. Redes HFC. | 107 |
| 3.4. Conmutadores ATM. | 114 |
| 3.5. Terminales de acceso a usuario. | 121 |

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA RED DE BANDA ANCHA PARA GUAYAQUIL.

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.1. | Topología de la futura Red SDH de Guayaquil. | 127 |
| 4.2. | Determinación de la Topología de la Red de Banda Ancha. | 130 |
| 4.2.1. | Determinación de Nodos de Red y Nodos de Acceso. | 131 |
| 4.2.2. | Topología de Interconexión de Nodos. | 133 |
| 4.3. | Requerimientos de los nodos de Red y los Nodos de Acceso. | 139 |
| 4.4. | Acceso a Usuario. | 140 |
| 4.5. | Servicios a ofrecer en la Red | 144 |
| 4.6. | Etapas de introducción del ATM. | 145 |

CAPÍTULO 5

RED DE GESTION

| | | |
|----------|--|-----|
| 5.1. | Gestión de tráfico a nivel local (Nodo de Acceso). | 147 |
| 5.1.1. | Contrato de tráfico. | 148 |
| 5.1.2. | Control de Tráfico. | 148 |
| 5.1.3. | Categorías de Servicio. | 150 |
| 5.1.4. | Control de Admisión de Conexión. | 152 |
| 5.1.4.1. | Aspectos Generales. | 152 |
| 5.1.4.2. | CAC a nivel de Nodo. | 154 |
| 5.1.4.3. | Plan del CAC. | 156 |
| 5.1.4.4. | Adjudicación de Anchura de Banda. | 156 |
| 5.1.4.5. | Distribución de los Recursos. | 159 |
| 5.1.5. | Planes Futuros. | 161 |
| 5.2. | Gestor de Elementos Basado en la Tecnología WEB. | 162 |
| 5.3. | Gestión de Red de Banda Ancha ATM para Guayaquil. | 168 |

| | |
|---------------------|-----|
| CONCLUSIONES | 170 |
|---------------------|-----|

| | |
|------------------------|-----|
| RECOMENDACIONES | 172 |
|------------------------|-----|

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 1.1 | Diagrama esquemático de la arquitectura de una red telefónica | 1 |
| Figura 1.2 | Configuración de una red malla / estrella | 6 |
| Figura 1.3 | Plan general de enrutamiento local para Guayaquil | 7 |
| Figura 1.4 | Distribución del ERC para los circuitos nacionales para las Comunicaciones internacionales | 10 |
| Figura 1.5 | Esquema de la sincronización de la red de Guayaquil | 14 |
| Figura 1.6 | Red de fibra óptica de Guayaquil | 28 |
| Figura 1.7 | El volumen de tráfico de datos esta aumentando mas rápidamente que el volumen de tráfico de voz | 36 |
| Figura 1.8 | Las redes se están desarrollando de una orientación vertical a una orientación horizontal | 38 |
| Figura 1.9 | En una red ATM se puede asignar a demanda el ancho de banda usado para voz | 41 |
| Figura 1.10 | Banda ancha – El ATM y demás tecnologías | 45 |
| Figura 1.11 | Introducción del ATM en las redes públicas | 46 |
| Figura 1.12 | Eliminar los cuellos de botella en las redes | 47 |
| Figura 1.13 | ATM – Del servidor al usuario final | 48 |

CAPITULO 2

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 2.1 | Trama STM- N | 51 |
| Figura 2.2 | Multiplexación SDH | 53 |
| Figura 2.3 | Estructura de la red SDH | 54 |
| Figura 2.4 | Una red ATM común proporciona conectividad a todos los tipos de red. | 57 |
| Figura 2.5 | Formato de la cabecera para la interfaz UNI y NNI | 62 |
| Figura 2.6 | Multiplexación de celdas ATM | 64 |
| Figura 2.7 | Conmutación ATM | 65 |

| | | | |
|--------|------|---|----|
| Figura | 2.8 | Control virtual y trayecto virtual | 67 |
| Figura | 2.9 | Interfaces de señalización | 72 |
| Figura | 2.10 | Proceso de registro de la dirección | 75 |
| Figura | 2.11 | Ubicación de los mecanismos de control en una red ATM | 80 |
| Figura | 2.12 | Proceso de decisión en un mecanismo de control del parámetro de usuario | 81 |
| Figura | 2.13 | Ejemplo de una red con varias regiones | 88 |
| Figura | 2.14 | Esquema de una red de región A | 89 |
| Figura | 2.15 | Red combinada que permite la inter-operación de servicio a nivel de tránsito. | 91 |

CAPITULO 3

| | | | |
|--------|------|---|-----|
| Figura | 3.1 | RDSI de banda ancha | 92 |
| Figura | 3.2 | Estructura de la red de transporte de banda ancha | 96 |
| Figura | 3.3 | Red de acceso | 97 |
| Figura | 3.4 | Acceso a usuario por ADSL | 100 |
| Figura | 3.5 | Modelo de referencia del sistema | 103 |
| Figura | 3.6 | Acceso a usuario por FTTC | 107 |
| Figura | 3.7 | Esquema de red HFC y abstracción de la misma | 108 |
| Figura | 3.8 | Configuración física del sistema de 10 Gbit/s | 114 |
| Figura | 3.9 | Dos sistemas de 10 Gbit/s pueden interconectarse directamente para formar un sistema de 20 Gbit/s | 115 |
| Figura | 3.10 | Modelo funcional del sistema de conmutación | 116 |
| Figura | 3.11 | Plataforma de Recursos comunes ATM. | 119 |
| Figura | 3.12 | Infraestructura de abonados | 123 |
| Figura | 3.13 | Sistema completo de cable modems- equipos de cabecera y de abonado | 124 |

CAPITULO 4

| | | | |
|--------|-----|---|-----|
| Figura | 4.1 | Topología de la red SDH de Guayaquil | 129 |
| Figura | 4.2 | Topología de interconexión de nodos de red y nodos de Acceso | 130 |
| Figura | 4.3 | Anillo central formado por enlaces lógicos entre nodos de red | 135 |
| Figura | 4.4 | Envío de información de unsubscriptor A a un subcriptor B en la red ATM | 136 |

| | | | |
|--------|-----|---|-----|
| Figura | 4.5 | Topología de la red ATM para la red de Guayaquil | 138 |
| Figura | 4.6 | Red de acceso con tecnología ADSL | 142 |
| Figura | 4.7 | Acceso de un usuario de banda ancha de la central Kennedy norte | 143 |
| | | | 144 |

CAPITULO 5

| | | | |
|--------|------|---|-----|
| Figura | 5.1 | Tráfico ATM | 149 |
| Figura | 5.2 | Funciones de control – admisión – conexión | 151 |
| Figura | 5.3 | Control de admisión de conexión de nodo | 153 |
| Figura | 5.4 | Algoritmos de anchura de banda efectiva | 158 |
| Figura | 5.5 | Adjudicación de anchura de banda separada para las categorías de servicio | 159 |
| Figura | 5.6 | Relación de adjudicación de anchura de banda entre categorías de servicio | 160 |
| Figura | 5.7 | Acceso local y a distancia al sistema de gestión | 163 |
| Figura | 5.8 | Estructura funcional de la interfaz y la documentación del sistema de gestión | 165 |
| Figura | 5.9 | Enlaces de varios niveles a documentación en línea | 165 |
| Figura | 5.10 | Pantalla de terminal operador | 166 |
| Figura | 5.11 | Esquema de gestión de la red de banda ancha | 169 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabla 1.1 | Número de líneas por central y por unidad remota | 19 |
| Tabla 1.2 | Descripción de enlaces intercentrales digitales de Guayaquil distancias y Número de fibras | 27 |
| Tabla 1.3 | Descripción de enlaces intercentrales digitales de Guayaquil velocidades y tipo de enlace | 27 |
| Tabla 3.1 | Tecnología para la infraestructura de acceso a banda ancha y fechas de disponibilidad en Europa | 98 |
| Tabla 4.1 | Capacidad disponible de enlaces de 2Mbit en los anillos de la red SDH | 134 |
| Tabla 4.2 | Enlaces entre nodos de acceso y nodos de red | 137 |
| Tabla 5.1 | Categorías de servicio | 151 |

INTRODUCCIÓN

En el pasado, las redes de telecomunicaciones han sido diseñadas de modo diferente según el servicio que se quisiera proporcionar. Es el caso de la Red Pública Conmutada de Telefonía desarrollada para el tráfico de conversaciones habladas, la Red de Conmutación de Paquetes para las comunicaciones de datos, etc.

Estas redes se comportan adecuadamente para el servicio para el cual han sido concebidas, pero presentan serios inconvenientes para otro tipo de servicios, esto es así por las características específicas de éstas en cuanto a manejo de ancho de banda, tiempos de establecimiento de las comunicaciones/conexiones, rangos de error, retardos extremo a extremo, etc.

La evolución acelerada, de los últimos años, sobre los conceptos de:

- a) **computadoras e informática** (PC computador personal, LAN redes de área local, MAN redes de área metropolitana, FDDI, INTERNET, CD ROM entre otros), así también lo referente al



- b) **entretenimiento y el vídeo** (televisión, distribución por cable, juegos, electrónica de consumo, etc.) y en nuestro campo los avances en las

- c) **redes de telecomunicaciones** (satélite, fibra óptica, SDH, transconexiones, mutimultiplexores

Figura b. Integración en una red genérica.

flexibles FLEXIMUX, centrales de conmutación digital, señalización número siete, redes inteligentes y muchas otras).

Las tres tecnologías enunciadas anteriormente han avanzado en forma desordenada y por separado. Se ve entonces la necesidad de evolucionar en forma congruente o como actualmente se escucha decir que sea una "*red multimedia*" (múltiples medios) para el gran BOM (Beginning of Message) del futuro (figura b.), para así poder soportar la superautopista de la información o infraestructura global de la información y el video por demanda entre algunos de esos nuevos servicios del futuro.

La idea de una única red proporcionando todo tipo de servicios viene de lejos, pero la falta de base tecnológica y la ausencia de demanda real por el usuario final han postergado hasta hoy esa posibilidad. Hoy es cuando emerge la demanda, en algunos casos necesidad, de comunicaciones de naturaleza multimedia en las que han de procesarse e intercambiarse informaciones de audio, texto e imágenes. Además, hoy las realidades tecnológicas en conmutación de alta velocidad, fibra óptica, protocolos software, etc., demuestran la viabilidad técnico-económica de esa red única que integre todo tipo de servicios.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES Y TENDENCIAS DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES

En este capítulo, realizaremos una descripción de cómo está conformada actualmente la red telefónica, los planes técnicos fundamentales y además analizaremos las tendencias, es decir su evolución con la aparición de nuevas tecnologías y por ende el requerimiento de nuevos tipos de servicio tanto en el mercado empresarial como en el residencial.

1.1 ARQUITECTURA DE UNA RED TELEFÓNICA

Una red telefónica está compuesta por diversos elementos fundamentales y relacionados entre sí, que permiten su correcto funcionamiento. Estos elementos son seis: los terminales, el acceso, el transporte, la señalización, la inteligencia y la gestión.

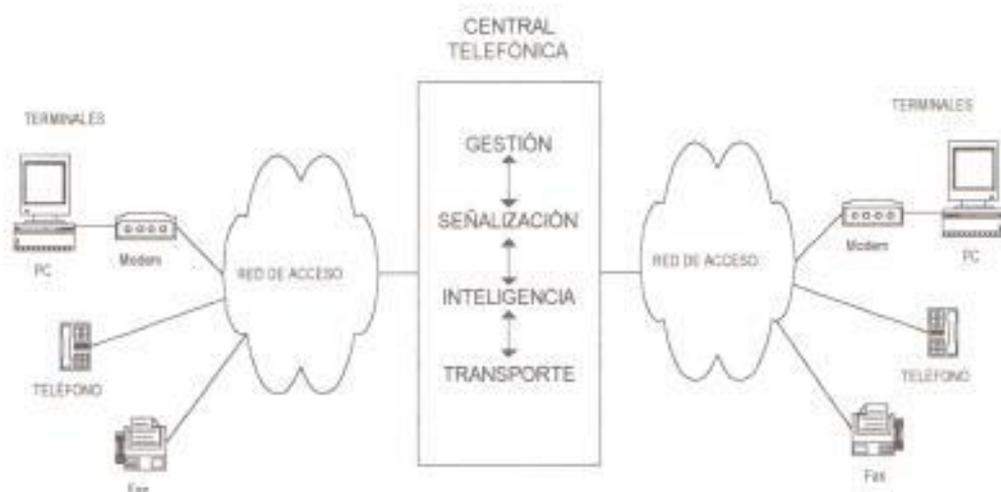


Figura 1.1 Diagrama esquemático de la arquitectura de una red telefónica

- **Los terminales**

Los terminales son básicamente los equipos utilizados por los abonados para poder tener acceso directo a los diferentes servicios que podría ofrecer la red

Los tipos de terminales son:

- Terminales telefónicos
- Terminales portátiles
- Terminales de pantalla

De acuerdo con los diferentes tipos de servicios que prestan, los terminales están clasificados de la manera siguiente:

| Servicios | Terminales |
|------------------|-------------------|
| Telefonía | Teléfono |
| Facsimile | Fax |
| Telex | Telex |
| Videotextos | Pantalla |
| Datos | Computadora |

- **Acceso**

Existen tres tipos de accesos:

- **Acceso de cobre:** Es el medio de transmisión más común pero, presenta un problema debido al reducido ancho de banda que ofrece, el mismo que puede ser solucionado en parte gracias a la utilización de modems, los cuales permiten la transmisión de datos con anchos de banda mucho mayores.

En la red telefónica los cables de cobre constituyen la planta externa, la cual está conformada por la red primaria, red secundaria y la red de dispersión que conecta a los usuarios del servicio.

- **Acceso de fibra óptica:** La utilización de la fibra óptica elimina prácticamente todas las limitaciones de ancho de banda y admite el transporte de todo tipo de señales. Sin embargo, su uso actual en la parte de acceso de las redes está limitado a los grandes clientes y su generalización representa un nivel de inversiones que pueden llegar a complicar su expansión.
- **Acceso radioeléctrico:** El acceso radioeléctrico que utilizan los servicios móviles, ha venido siendo un acceso complementario del acceso fijo y evoluciona hacia un acceso alternativo que aporta la movilidad.

• Transporte

El transporte de la red está constituido por nodos o centrales de conmutación que se unen entre sí mediante sistemas de transmisión o de radiocomunicación.

Dado el gran número de nodos que configuran una red hasta ahora se han ido organizando en varios niveles jerárquicos (3,4 ó 5 dependiendo de los casos) con encaminamiento predeterminado del tráfico. La tendencia es a reducir el número de niveles a 2, con conexiones fuertemente enlazadas y encaminamiento dinámico.

El tamaño de los nodos tiende a crecer, lo que reducirá su número y aumentará el uso de las unidades remotas.

La etapa de transporte comprende los siguientes sistemas:

Sistemas de conmutación: Como su nombre lo indica estos sistemas se encargan de conmutar las diferentes señales que tienen como base los 64 Kb/s. Debido a que estos sistemas están limitados por los reducidos anchos de banda que estos ofrecen, es preciso disponer de otros conmutadores, capaces de asignar dinámicamente el ancho de banda y de conmutar señales de alta velocidad de transmisión (ATM modo de transferencia Asíncronica).

Sistemas de transmisión: Existen dos tipos de jerarquías que definen claramente los sistemas de transmisión

Jerarquía digital plesiócrona (PDH)

Jerarquía digital sincrónica (SDH)

Sistemas de radiocomunicación: La utilización de estos sistemas está orientada a rutas de emergencia, a instalaciones rápidas provisionales o zonas de difícil acceso.

- **La inteligencia**

El nivel de inteligencia de la red pretende contribuir a la existencia de un entorno de creación de servicios en el que estos se pueden generar con rapidez, con independencia de los suministradores y con transparencia extremo a extremo de la red.

Asimismo, puede ser la base de la movilidad, de forma que llegue a soportar las telecomunicaciones personales, no sólo en los servicios móviles sino en los fijos.

Inicialmente, se está aplicando a los servicios de voz, pero en el futuro se extenderá igualmente a los servicios de datos y a los de banda ancha.

- **La Gestión**

La gestión tiene por objeto el permitir que la empresa operadora de la red telefónica pueda administrar eficazmente el rendimiento de la misma e introducir en forma flexible los cambios que se ameriten.

Hasta ahora la gestión se lleva a cabo mediante la transmisión de alarmas y la utilización de canales dedicados que permiten el diálogo entre centrales y su supervisión.

La introducción de la jerarquía SDH permitirá enfocar desde un punto de vista distinto la gestión de la red de transmisión, puesto que el administrador podrá, mediante software, controlar errores e instrumentar cambios en la configuración de los equipos. Cada uno de los elementos de la red se configura y se dimensiona a través de software para implementar el servicio solicitado sin necesidad de sacar alguno de sus componentes fuera de servicio.

1.1.2 MODELOS DE INTERCONEXIÓN DE LA RED

Existen dos modelos básicos de interconexión de centros de conmutación: el modelo en estrella y el modelo en malla. Las redes son el resultado de una combinación de esos dos tipos básicos. La configuración depende del número de abonados y de la situación geográfica.

Si bien resulta adecuada una red formada por varias en estrella, las rutas directas se justifican cuando el tráfico entre dos centros excede de un determinado valor. En este caso, la red es una configuración estrella/malla, que es la topología de la red de Guayaquil, tal como se observa en la figura 1.2

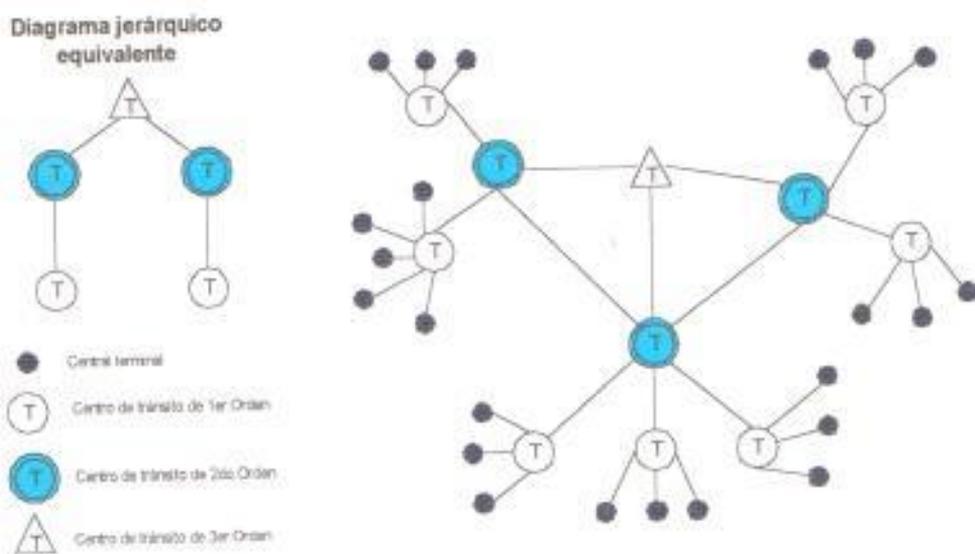


Figura 1.2 Configuración de una red malla/estrella

1.1.3 PLANES TÉCNICOS FUNDAMENTALES

Se definen como planes técnicos fundamentales a aquellos planes que proporcionan las reglas y normas técnicas para el diseño, adquisición, implementación y una adecuada utilización de la red de telecomunicaciones.

Los planes técnicos fundamentales son: plan de enrutamiento, plan de numeración, plan de transmisión, plan de sincronismo, plan de señalización y plan de tarificación. Una breve descripción de cada uno se muestra a continuación.

1.1.3.1 Plan de enrutamiento

Este plan determina cómo se encamina el tráfico cursado por la red entre un abonado y otro. El principio básico es seguir un trayecto de acuerdo con los órdenes jerárquicos ascendente y descendente.

- **Enrutamiento para la red local Guayaquil:**

En la red de Guayaquil existen dos centrales tándem. Para este caso se aplicará el plan general de enrutamiento para las llamadas locales presentado en la figura 1.3. Las rutas de alto uso se establecerán, así mismo, en consideración de razones técnico-económicas.

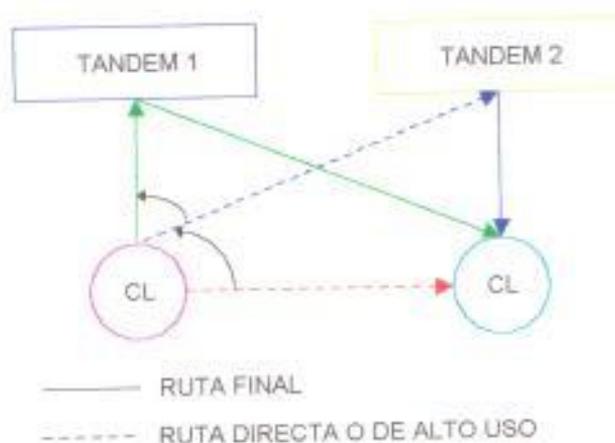


Figura 1.3 Plan General de Enrutamiento Local para Guayaquil

- **Enrutamiento hacia otros destinos especiales:**

Unidades remotas de central (URC)

La URC está constituida por una etapa de abonado que se conecta a una central local principal (CLP), a través de sistemas de transmisión digital y que es controlada remotamente.

Tanto las llamadas internas como externas pasan por la CLP, sin embargo, a estas unidades se les puede proveer de un procesador de reserva que les permite conmutar llamadas internas. Por lo general las unidades remotas se utilizarán para servir las áreas periféricas de las zonas urbanas, así como también en caso de que se justifique técnica y económicamente se utilizarán para servir usuarios

Las series numéricas correspondientes a la red de Guayaquil se detallan a continuación.

| Provincia | Zona de Referencia | Código de Área | Códigos de Central Local Asignados |
|-----------|--------------------|----------------|--|
| Guayas | Guayaquil | 4 | 20 - 69 80 - 89 71 - 76 97 - 98 |

Teniendo en cuenta que el crecimiento de abonados será mayor en las ciudades de Quito y Guayaquil, se ha creído conveniente identificar las centrales de la siguiente forma:

Para Guayaquil:

| Código de área | Código de Central |
|----------------|---|
| 4 | XBC X = 2 (3 y 4 como reserva) Guayaquil X = 5 resto del Guayas |

1.1.3.3 Plan de transmisión.

El plan de transmisión asigna básicamente los niveles tolerables de atenuación y otras degradaciones que puedan soportar los sistemas de telecomunicaciones, de tal manera que dos clientes que usan el sistema ya sean en una conexión local, nacional o internacional puedan comunicarse en forma satisfactoria.

Un parámetro que EMETEL adoptó para medir la calidad de transmisión es el llamado Equivalente de Referencia Corregido (ERC), medido en dB y cuya descripción consta en las recomendaciones G111 y G121 del libro rojo del CCITT.

Otro parámetro utilizado lo constituye el Índice de Sonoridad (IS), cuya respectiva equivalencia en ERC también se detalla en las recomendaciones antes citadas.

Para conexiones telefónicas internacionales, los valores típicos de ERC son entre 13 a 25.5 dB. Para las conexiones nacionales en la parte de transmisión los niveles oscilan entre 11.5 y 19 dB. Y para la recepción se presentan entre 2.5 y 7.5 dB.

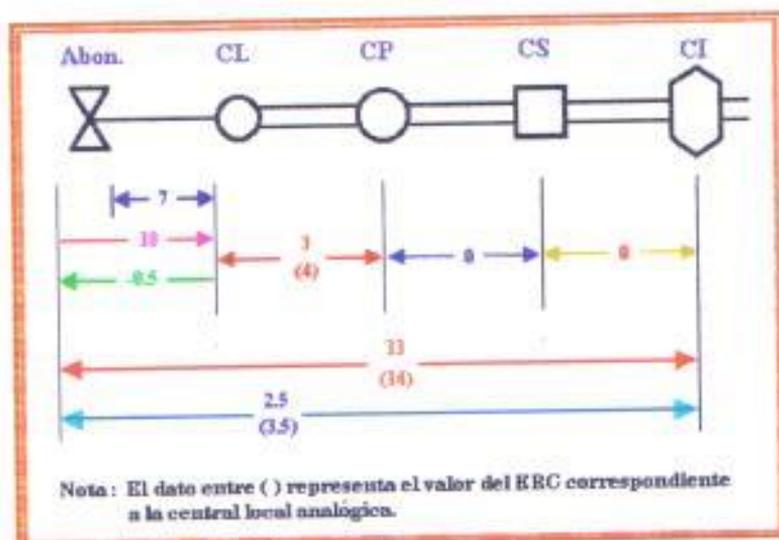


Figura 1.4 Distribución del ERC para los Circuitos Nacionales para las Comunicaciones Internacionales (En dB)

En el sistema de abonado, se tiene que para las líneas de abonado se distribuye una pérdida de transmisión de 7 dB (para 1000Hz).

En lo que respecta al aparato telefónico en sí, la sensibilidad de éste debe ser tal, que cuando se conecta este aparato a una línea de abonado que tiene un calibre de 0.4 mm una pérdida de transmisión de 7 dB, el equivalente de referencia de todo el sistema de abonado resulta ser:

- i) ERC : 10.0 dB en Transmisión
- ii) ERC : 0.5 dB en Recepción

En la figura de arriba se presenta un esquema de la distribución del ERC para los circuitos nacionales para las comunicaciones internacionales (en dB).

1.1.3.4 Plan de sincronismo.

La sincronización de la red digital involucra el cumplimiento del objetivo sobre la tasa máxima admisible de deslizamiento en todas las centrales digitales. Cada central tiene un reloj que establece la base de tiempo para dos acciones: por una parte la recepción de trenes de bits procedentes de otras centrales digitales, y por otra parte el control de la etapa de conmutación de la central, y el envío de trenes de bits conmutados hacia otras centrales.

Sin un sistema de sincronismo, las frecuencias de los relojes inevitablemente diferirán entre sí. Estas diferencias producen básicamente el tipo de distorsión de transmisión llamado deslizamiento.

El plan de sincronismo para la red digital ecuatoriana, y por ende de Guayaquil, establece el objetivo de calidad de la sincronización y los métodos más apropiados para alcanzarlo.

- **Tasas Máximas de Deslizamiento**

- Para las centrales internacionales, según la Recomendación G-811 del CCITT, se deberá tener, en condiciones normales, máximo un deslizamiento en 70 días sobre cada enlace digital de 64 Kb/seg., a través de la central.
- La tasa de deslizamiento para una conexión internacional digital de extremo a extremo, no debe sobrepasar de 5 deslizamientos en 24 horas en condición nominal, de acuerdo a la recomendación G-822 del CCITT.
- El objetivo mencionado en b) se distribuye de acuerdo a lo indicado en el cuadro 2 de la recomendación del CCITT G-822, es decir:

Parte de tránsito internacional: 8% (1 deslizamiento cada 60 horas)

Cada parte de tránsito nacional: * 6% (1 deslizamiento cada 80 horas)

Cada parte local: * 40% (1 deslizamiento cada 12 horas)

- * La repartición de los porcentajes en las partes nacional y local, es dada por el CCITT como orientación pudiendo estos variar pero nunca su suma debe ser mayor que 46 %.

La tasa de deslizamientos por central calculados con los porcentajes indicados anteriormente sería:

- Local : 1 deslizamiento cada 12 horas (se asume un reloj de 1×10^{-9})
- Nacional : 1 deslizamiento cada 10 días (se asume un reloj de 1×10^{-10})
- Internacional : 1 deslizamiento cada 12.5 días (se adopta reloj de 1×10^{-11})

• Etapa de introducción y transición hacia SDH

Los sistemas SDH requieren características especiales de sincronismo y por lo tanto se debe analizar ciertos aspectos para que su introducción en la arquitectura de la red de sincronismo actual se realice con el mínimo de perturbaciones y reconfiguraciones.

La estrategia a adoptarse es la que recomienda la UIT-T en la recomendación G 803, esto es el de integrar la red SDH con la arquitectura de sincronismo de la red PDH existente, que se basa en un sistema de sincronización maestro-esclavo jerárquico.

De acuerdo a la recomendación G 803 el reloj del elemento de la red SDH debe ser sincronizado directamente desde el reloj de referencia primaria, o a través de los relojes esclavos (modo de tránsito o local).

Los relojes de nodo actualmente son unidades integradas a las centrales de tránsito y algunas centrales tándem.

Cuando se disponga del reloj de referencia primario en Pacifictel, el elemento de red paralela de cada uno de los anillos SDH se pueden sincronizar como primera opción directamente desde los relojes externos de referencia primaria; y como segunda y tercera opciones a través de los centros secundarios.

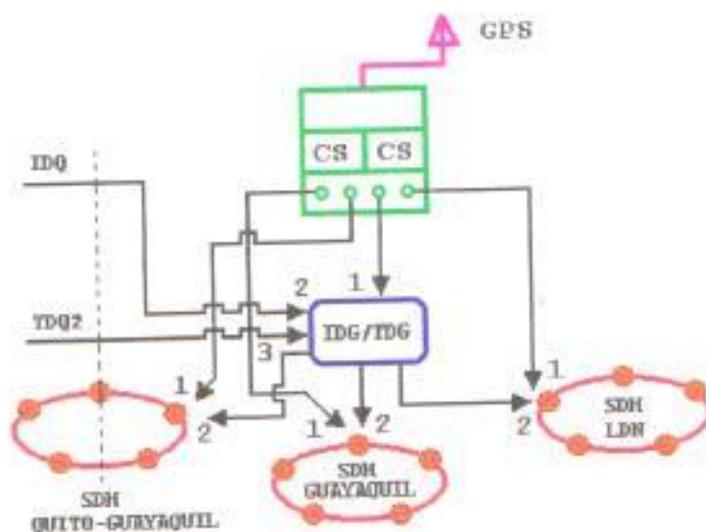


Figura 1.5 Esquema de la Sincronización de la Red de Guayaquil

Los demás elementos de la red SDH son sincronizados con el método de maestro-esclavo, pero teniendo en cuenta algunas consideraciones en cuanto al número de elementos y relojes de nodo a utilizar.

En forma general para que los elementos de red SDH puedan integrarse a la red de sincronismo PDH deben poder trabajar en las configuraciones siguientes:

- Asincrónica, cuando los relojes de los elementos de red SDH operan en oscilación libre.
- Sincrónica, cuando un elemento de red es sincronizado por una referencia externa de reloj, o cuando un reloj del elemento de red operando en oscilación libre sincroniza a otros elementos de red.
- Sincrónica, cuando los relojes de todos los elementos de red son directamente sincronizados por una señal de reloj externa.

Los relojes de los elementos de red deben actuar de acuerdo a la recomendación G.81S y deberán tener una precisión mejor o igual a ± 4.6 ppm.

Este deberá poder funcionar en oscilación libre, en enganche de fase y deberá generar la frecuencia correcta durante 24 horas hasta que se restablezca la normalidad.

Un multiplexor SDH debe poder extraer el sincronismo desde una señal de línea STM-N, desde cada uno de los tributarios STM-1, o bien de un tributario a 2 Mb/s. También debe permitir ser sincronizado externamente por lo menos con una señal de reloj de 2,048 Khz de acuerdo a la recomendación G703 UIT-T.

El detalle de la distribución del sincronismo para cada elemento de red será analizado después de la configuración de los anillos y cuando se determine el uso de los mensajes del estado de sincronismo.

1.1.3.5 Plan de señalización.

El objetivo planteado para la red telefónica de Guayaquil es de implementar una plataforma de red que posibilite brindar servicios integrados, y nuevos servicios basados en el sistema de señalización por canal común N° 7. Lo que intenta este plan es definir los métodos y señales que han de enviarse entre centrales para el establecimiento de las comunicaciones, envío de información sobre la tarificación de las llamadas y otros fines administrativos. Deben establecerse interfaces de conversión de señales para los diferentes tipos de sistemas.

- **Señalización por Canal Común N° 7.**

Para el tráfico entre centrales digitales enlazadas con sistemas de transmisión digitales, se utiliza el sistema de señalización por canal común, N° 7, el que está

basado en recomendaciones del CCITT libro rojo. La red de señalización por canal común N° 7 (RSCC N° 7) está consolidado a nivel nacional, y a nivel internacional se prevé su realización.

La RSCC N° 7 es una red jerárquica con tres niveles. El nivel más alto lo constituye el PTS (secundario) instalados en TDG en Pacifictel. Este PTS se interconecta con el de Quito (TDQ2) y también cumple las funciones de PTS primario en su zona de señalización.

En la red de Guayaquil se dispone de dos PTS adicionales correspondientes a las centrales de Bellavista y Norte las cuales se conectan con el PTS instalado en la central TDG.

El nivel más bajo de la red lo constituyen los PS. Existen PS en las centrales primarias de Manta, Machala y Loja, que se conectan en forma asociada con el PTS (TDG).

Los PS de las centrales locales se conectan de la forma cuasi-asociada por lo menos con dos PTS, existen también algunos enlaces en forma asociada. Los demás PS de las centrales locales de las diferentes áreas de señalización se conectan a su respectiva señal de tránsito con enlace de señalización en forma asociada.

- **Evolución del SSCC N° 7**

El principio fundamental de la estructura SSCC N° 7 consiste, en la división de funciones en la parte de la transferencia de mensajes (PTM) común, y en partes de usuario separadas para distintos usuarios.

La función global de la parte de mensajes es servir como sistema de transporte proporcionando la transferencia fiable de mensajes de señalización entre los emplazamientos de las funciones de usuario que se comunican.

El término usuario se refiere a cualquier entidad funcional que utilice la capacidad de transporte proporcionada por la PTM. La parte de usuario incluye aquellas funciones o relaciones con un tipo particular de usuario que formen parte del SSCC, generalmente porque se precisa especificar éstas funciones en un contexto de señalización.

1.1.3.6 Plan de tarificación.

Para la tarificación de las llamadas locales pueden seguirse varios métodos:

- Tarifa fija independiente del número de llamadas, de su duración y de la distancia dentro de una zona local.
- Tarifa en función del número de llamadas solamente
- Tarifa en función del número de llamadas, su duración y la distancia

Las tarifas para las comunicaciones interurbanas pueden variar con la duración, y de un país a otro, dependiendo de los planes de las Administraciones.

La determinación de un plan de tarifas comprende decisiones gubernamentales, pero normalmente los planificadores de redes intervienen para suministrar la estructura de los componentes del costo a la cual ha de ajustarse la estructura tarifaria.

Debe observarse que las modificaciones de las tarifas, e incluso algunas características tarifarias, pueden influir substancialmente en la evolución del

tráfico en la red. Esto deberá tenerse cuidadosamente en cuenta, en la elaboración de métodos de previsión del tráfico por el planificador.

1.1.4 LA RED TELEFÓNICA EXISTENTE DE GUAYAQUIL.

Actualmente la ciudad de Guayaquil cuenta con una red telefónica compleja basada en su mayor parte en la tecnología PDH conformada por 25 centrales digitales y 1 analógica (tabla 1.1), en la cual podemos ver todas las centrales de la ciudad con sus respectivas características y la distribución de las líneas telefónicas que soporta la red actualmente. Cabe mencionar que dos de estas centrales, Centro y Bellavista hacen la función combinada de central local y Tándem. Las centrales de tránsito nacional e internacional están ubicadas en las mismas instalaciones de la central Centro.

Adicionalmente a estas centrales tenemos unidades remotas: Capeira, Estación terrena, Torres del Norte, Kennedy norte, El recreo 1 y 2, y Terminal Terrestre. Los enlaces entre las centrales y las unidades remotas se llevan a cabo por medio de fibra óptica a excepción de las unidades Capeira y Estación Terrena.

La topología de la red en mención es una combinación de malla y estrella. Los enlaces entre centrales y unidades remotas al igual que los intercentrales se llevan a cabo por medio de fibra óptica a excepción de las unidades remotas Capeira y Estación Terrena que se interconectan a través de radioenlaces con las centrales Mapasingue y Centro respectivamente.

En la tabla 1.1 se pueden ver todas las centrales de la ciudad a más de las diferentes unidades remotas existentes con sus respectivas características y la distribución de las líneas telefónicas que la red actualmente soporta.

TABLA 1.1.- Número de líneas por central y por unidad remota

| CENTRAL | ERICSSON AXE-10 | ALCATEL E10B | ANALOGICA ERICSSON ARF-102 |
|--------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|
| ALBORADA 1-2 | 37152 | | |
| BOYACA 1,2 Y 3 | | 34800 | |
| CERRO AZUL | 5000 | | |
| COL. DE LOS CEIBOS | | 5000 | |
| DURAN | 18000 | | |
| FEBRES CORDERO 1 | | | 9000 |
| FEBRES CORDERO 2 | | 10000 | |
| GUASMO | | 26984 | |
| GUAYACANES | | 10000 | |
| PUNTILLA | | 7304 | |
| LOS SAMANES | | 5000 | |
| LOS CEIBOS | 5120 | | |
| LOS CISNES | | 11400 | |
| MAPASINGUE | 18800 | | |
| NORTE | 30696 | | |
| OESTE 1 Y 2 | 22144 | | |
| OESTE 3 | | 6000 | |
| PASCUALES | 10000 | | |
| PORTETE 1 Y 2 | | 18144 | |
| PRIMAVERA | | 7048 | |
| PUERTO NUEVO | | 10000 | |
| SUR | 30104 | | |
| URDESA 1 y 2 | | 25376 | |
| CENTRO | 34048 | | |
| BELLAVISTA | 14000 | | |
| **KENNEDY NORTE | | 5500 | |
| *LAGO DE CAPEIRA | 1000 | | |
| *TERM. TERRESTRE | 1000 | | |
| **T. DEL NORTE | | 1700 | |
| *EST. TERRENA | 256 | | |
| TOTAL | 227320 | 183756 | 9000 |

**Concentrador E-10B, * Concentrador AXE

Número total de líneas de la red 420076.

1.1.4.1 Descripción De Las Centrales Existentes.

- **Características del sistema AXE.**

El sistema AXE está formado por dos partes principales: APT que es la parte telefónica y APZ que es la parte de control. Tanto APT como APZ tienen hardware y software.

Subsistemas en APT:

- **TCS, (Traffic Control subsystem) Subsistema de control de Tráfico.**
Está implementado solamente en software. Es la parte central del APT y se puede decir que reemplaza a la operadora de un sistema manual. En este subsistema se puede realizar:
 - Establecimiento, supervisión y liberación de las llamadas.
 - Selección de rutas salientes.
 - Análisis de dígitos entrantes.
 - Almacenamiento de categorías de abonados.
- **TSS, (Trunk and Signalling Subsystem) Subsistema Troncal y Señalización.**
Está implementado con software y hardware. Maneja la señalización y supervisión de conexiones a otras centrales.
- **GSS, (Group Switching Subsystem) Subsistema de switcheo.**
Está implementado con software y hardware. Establece supervisa y libera las conexiones a través del selector del grupo, esta se realiza a través de software.
- **OMS, (Operation and Maintenance Subsystem) Subsistema de Operación y Mantenimiento.**

Está implementado con software y hardware. Contiene varias funciones relacionadas a estadística y supervisión. Es el subsistema más grande que existe en APT.

- SSS, (Subscriber Switching Subsystem) Subsistema Selector de paso de Abonado.
Está implementado en Hardware y Software. Maneja el tráfico hacia y desde los abonados conectados a la central.
- CHS, (Charging Subsystem) Subsistema de Tasación.
Está implementado únicamente con software. Maneja las funciones de los medidores de llamada. Se cuenta con dos métodos de medición de las llamadas: medición por pulsos y tasación automática.
- CCS, (Common Channel Signalling Subsystem) Subsistema de señalización de canal común.

Está implementado en hardware y software. Existen dos variantes una para CCITT No. 6 y otra para No. 7. Contiene funciones para señalización reenrutamiento, supervisión y corrección de mensajes enviados de acuerdo con los sistemas de señalización de canal común No. 6 o No.7.

- MTS, (Mobile Telephony Subsystem), Subsistema de Telefonía Móvil.
Está implementado en hardware y software. Maneja tráfico hacia y desde abonados móviles.

ALCATEL E10B (OCB283)

Vista General del sistema Alcatel 1000

Los objetivos principales del sistema son los siguientes:

- Proponer configuraciones de pequeña, mediana o gran capacidad.
- Ofrecer interconexión de abonados fijos (vía subsistemas de colección de abonados CSN, CSED Y URA2G), y la conexión a los servidores GSM e IM.
- Ofrecer la posibilidad de asegurar la explotación y mantenimiento locales y/o remotos,
- Disponer de un nivel elevado de seguridad.

Los subsistemas y sus interfaces normalizados

Los subsistemas de agrupación de abonados, que no forman parte del Alcatel, dialogan en sistema de señalización N0.7. El OCB283 propiamente dicho, el subsistema de conexión y mando, está conectado al subsistema de explotación y mantenimiento por un multiplex de conexión MIS de tipo anillo con paso de testigo, establecida por la norma IEEE 802.5, que le permite a una máquina lógica dialogar con otra sin conocer su ubicación.

Seguridad de funcionamiento

La seguridad del sistema estriba en un reparto de éste en módulos llamados unidades de seguridad, que son capaces de posicionarse en el fallo, detectar el fallo y avisar a los elementos del sistema con el objeto de ser socorridas.

La defensa del sistema presenta dos niveles:

1. Una defensa local, interna a cada estación o a cada multiplex de comunicación (detección y señalización de anomalías)
2. Una defensa central, en la estación multiprocesador de mantenimiento encargada de:

- La gestión de las estaciones (puesta fuera de servicio, localización de fallos, puesta en servicio de nuevo)
- La permutación en la estación de reserva,
- La gestión de los múltiplex,
- La interfaz con la unidad explotadora, por medio de la posición general de supervisión.

1.1.4.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS ENLACES DE FIBRA OPTICA.

Constitución Del Cable De Fibra Optica Para Enlaces Intercentrales.

- **Alma del cable.**

Los módulos ópticos y los pares de cobre están ensamblados en hélice al rededor de un refuerzo mecánico central. El refuerzo mecánico consiste en un cable de acero de 19 hilos de diámetro 0.6 mm, recubierto con polietileno.

- **Constitución de cada modelo de cable.**

| DISEÑO | TIPO 6 FIBRAS | TIPO 8 FIBRAS | TIPO 12 FIBRAS |
|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Tubo de 6 fibras | 1 | 1 | 2 |
| Tubo de 2 fibras | 0 | 1 | 0 |
| Pares de 0.6 mm | 2 | 2 | 2 |
| Juncos Plásticos | 4 | 3 | 3 |

Los espacios libres del alma son rellenados con gel de petróleo y una cinta de material plástica se aplica alrededor del alma.

- **Identificación.**

En cada tubo óptico, cada fibra es coloreada:

| FIGURA | COLORES |
|--------|----------|
| 1 | azul |
| 2 | amarillo |
| 3 | verde |
| 4 | rojo |
| 5 | caté |
| 6 | blanco |

En el alma, cada tubo óptico:

| TUBO | COLOR |
|------|----------|
| 1 | azul |
| 2 | amarillo |

- **Cubierta de impermeabilidad.**

Consta de una cinta de aluminio de 0.15 mm de espesor, recubierta de polietileno o cualquier otro copolimero etileno y aplicado longitudinalmente sobre el alma.

- **Cubierta exterior**

Exteriormente se aplica una vaina de polietileno de alta densidad y de 1.5 mm de espesor promedio (fig a)

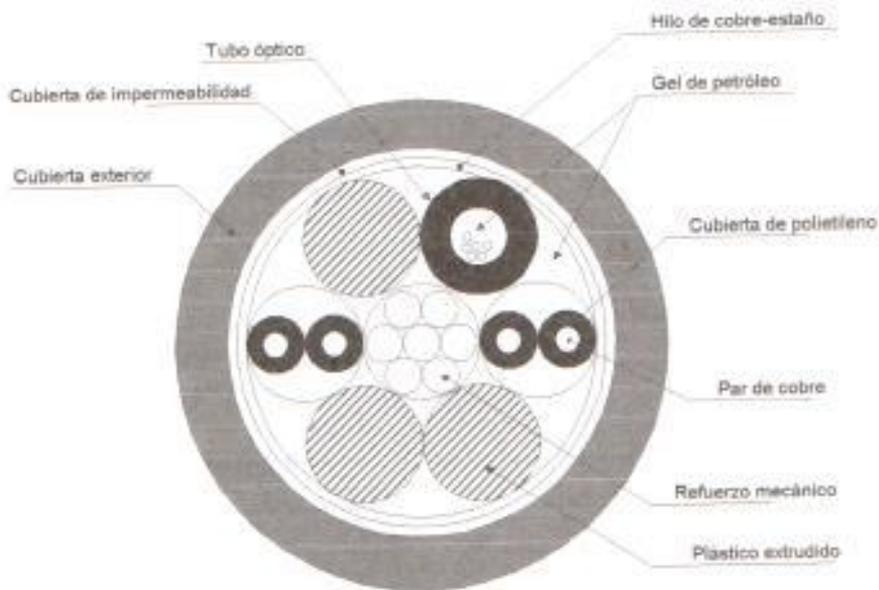


Figura a. Cable de 6 fibras monomodo.

• Características de la Fibra óptica

Materiales

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Núcleo | silicio dopado |
| Revestimiento | silicio puro |
| Recubrimiento | dos capas material acrílico |

Características geométricas

| | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Diferencia del índice de refracción | 0.30 +/- 0.04 % |
| Diámetro sobre el revestimiento | 125 +/- 3 μm |
| Error de concentricidad | 1 μm |

| | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| No circularidad del núcleo | 6 % |
| No circularidad de revestimiento | 2 % |
| Diámetro sobre recubrimiento | 250 +/- 15 μm |
| Error de concentricidad recubrimiento | 10 % |
| No circularidad recubrimiento | 11 % |

Características ópticas

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Diámetro del campo de modo | 10 +/- 1 μm % |
| Atenuación a 1300 nm | 0.5 dB/ km |
| Dispersión total a 1260 – 1360 nm | 6 ps/nm.km |
| Dispersión total a 1285 – 1300 nm | 3.5 ps/n.km |
| Longitud de onda de cortadura | 1175 +/- 75 nm |

Parámetros del medio ambiente.

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| Temperatura limite para operación | -10 + 80 °c |
| Temperatura limite para instalación | -10 + 50 °c |
| Temperatura limite almacenamiento | -45 + 70 °c |

TABLA 1.2

Descripción de los enlaces intercentrales digitales de Guayaquil – distancias y número de fibras.

| ORIGEN | DESTINO | DISTANCIA KM | #FIBRAS OPTICAS |
|------------|------------|--------------|-----------------|
| Centro | Boyaca | 1.214 | 12 |
| Centro | F.Cordero | 1.344 | 6 |
| F.Cordero | Sur | 3.186 | 6 |
| Sur | Guasmo | 2.542 | 6 |
| Centro | Oeste | 3.112 | 6 |
| Oeste | Portete | 3.315 | 6 |
| Boyaca | Norte | 2.322 | 8 |
| Norte | Alborada | 5.596 | 6 |
| Alborada | Samanes | 4.302 | 6 |
| Oeste | Bellavista | 4.700 | 6 |
| Bellavista | Ceibos | 4.204 | 6 |
| Ceibos | Mapasingue | 4.888 | 6 |
| Ceibos | Cerro Azul | -- | 6 |
| Norte | Puntilla | -- | 6 |
| Boyaca | Bellavista | 4.831 | 6 |
| Bellavista | Urdesa | 2.450 | 6 |

TABLA 1.3

Descripción de enlaces intercentrales digitales de Guayaquil – velocidades y tipos de enlaces

| ORIGEN | DESTINO | VELOCIDAD | | TIPO DE ENLACE | |
|------------|------------|-----------|-------|----------------|-------|
| | | ERICSS | ALCAT | ERICSS | ALCAT |
| CENTRO | BOYACA | 140 | 565 | 2+0 | 1+1 |
| CENTRO | F.CORDERO | 140 | 565 | 1+0 | 1+1 |
| F.CORDERO | SUR | 140 | 565 | 1+0 | 1+1 |
| SUR | GUASMO | 34 | 565 | 2+0 | 1+1 |
| CENTRO | OESTE | 140 | 565 | 1+0 | 1+1 |
| OESTE | PORTETE | 34 | 565 | 2+0 | 1+1 |
| BOYACA | NORTE | 140 | 565 | 1+0 | 1+1 |
| NORTE | ALBORADA | 34 | 565 | 1+0 | 1+1 |
| ALBORADA | SAMANES | --- | 140 | --- | 1+1 |
| OESTE | BELLAVISTA | 34 | 565 | 1+0 | 1+1 |
| BELLAVISTA | CEIBOS | 34 | 565 | 1+0 | 1+1 |
| CEIBOS | MAPASINGUE | 34 | 140 | 1+0 | 1+1 |
| NORTE | PUNTILLA | --- | 140 | --- | 1+1 |
| BOYACA | BELLAVISTA | 140 | --- | 1+0 | --- |
| BELLAVISTA | URDESA | 34 | 140 | 2+0 | 1+1 |

1.2 TENDENCIAS.

1.2.1 RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS.

- **Introducción.**

La digitalización de la red telefónica analógica ha conducido a la aparición de la Red Digital Integrada (RDI), en la que solo quedaría por digitalizar la parte del usuario a la central.

La Red Digital de Servicios Integrados es una red pública de telecomunicaciones en continuo crecimiento y con una infraestructura flexible, diseñada para integrar voz, datos, video, imágenes y otras aplicaciones.

Nace como reemplazo de la red de telefonía analógica y tiene dos grandes ramas, ISDN de banda angosta que provee servicios de baja velocidad desde 1.2 Kbps hasta 2.0 Mbps y ISDN de banda ancha, basada en la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode) para necesidades de alta velocidad desde 2 hasta 600 Mbps.

1.2.1.1 RDSI DE BANDA ANCHA.

¿Que es una Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha?

- La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) corresponde al concepto de evolución de la red telefónica hacia una red universal capaz de soportar una gran variedad de servicios.
- El principio se funda en la independencia del tipo de información que se transmite, lo que se logra mediante el proceso de digitalización de la información.

- Una vez codificada en forma digital, cualquier tipo de información, sea voz, datos o imágenes, puede ser transferida como secuencia de bits, por lo que su tratamiento en la red es único.
- El concepto de RDSI-BA nace debido a la necesidad de transportar servicios que requieren una mayor velocidad de transferencia, como por ejemplo, las señales de video de una videoconferencia.
- En suma, una Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha puede ser descrita convencionalmente como una tecnología de vanguardia, capaz de transmitir un enorme volumen de información a altísima velocidad (en la actualidad, 155 megabits por segundo, pero que en el futuro será mucho mayor), lo que permite el intercambio simultáneo e integrado de datos, imágenes y señales de audio o video.
- A modo de ejemplo, si hace diez años se necesitaban seis minutos y medio para transmitir una fotografía por cable, con esta tecnología se pueden transmitir ochocientas por segundo.
- La transmisión de una página de texto demora alrededor de un minuto y medio en un fax corriente. Con una RDSI sobre protocolo ATM se envían 122 páginas por segundo.

El desarrollo de las nuevas tecnologías de información y la aparición de nuevos servicios exige a las redes de comunicación el transporte de información en cantidades cada vez mayores y a velocidades elevadas.

Para poder transmitir estas velocidades tan altas se han creado diversos tipos de redes, la mayoría desarrolladas para un fin o servicio específico. Las más conocidas son las redes de TV por cable (CATV), diseñadas para distribuir programas de TV desde un punto centralizado (centro de cabecera) a los usuarios abonados al servicio: estas redes están dirigidas principalmente al sector de abonados individuales.

En el entorno empresarial podemos encontrar redes de banda ancha en el interior de los propios edificios de los abonados, como las denominadas Redes de Área Local (LAN) que pueden llegar a operar a velocidades de varios Mbit/s. Cuando estos abonados quieren comunicarse a mayores distancias deben acudir, en la mayoría de los países, a las facilidades que la red pública pueda poner a su disposición. No obstante, y orientados a entornos privados, se están desarrollando redes de banda ancha para interconectar LAN; son las denominadas Redes de Área Metropolitana (MAN), que no obstante serán en un futuro soportadas por la red pública.

Las redes públicas han venido ofreciendo a sus abonados facilidades de banda ancha en la forma de circuitos punto a punto, primero basados en medios analógicos y recientemente en medios digitales, según se han ido introduciendo elementos de tecnología digital en la red. Hoy día la mayoría de las Administraciones ofrecen circuitos punto a punto de hasta 140 Mbit/s. La gestión de estas líneas alquiladas que requiere normalmente unos procedimientos administrativos y de operación complicados, se ha visto facilitada enormemente con la incorporación de elementos semiautomáticos (los denominados "Digital Cross-Connect") que permiten realizar de una manera muy sencilla las conexiones requeridas por los usuarios, tanto si son permanentes como si son un régimen de reserva es decir, durante un periodo de tiempo predeterminado. Un servicio que utiliza este tipo de redes es el de videoconferencia.

Otros medios de comunicación de banda ancha puestos a disposición de los usuarios del sector empresarial son las redes de satélites, y, en algunos países, redes conmutadas a 2Mbit/s.

Estas redes conmutadas a 2Mbit/s utilizan centrales de conmutación que conmutan directamente tramas completas MIC de la primera jerarquía digital (2048 kbit/s). El tamaño de estas centrales suele ser reducido, no pasando de las

centenas de enlaces 2Mbit/s, ofreciendo a sus usuarios accesos a 2Mbit/s, y a velocidades inferiores si se utilizan multiplexores. La señalización de usuario puede ser diversa, dependiendo del fabricante y del diseño de la red a la que están destinados: así, hay sistemas que ofrecen interfaces con señalizaciones del tipo X.21; otros ofrecen una interfaz física G. 703 ó V. 1, señalizándose con comandos propios del sistema a través de terminales auxiliares de datos e incluso por elementos tan sencillos como teclados con marcación DTMF; otros, más avanzado, prevén a corto plazo ofrecer interfaces tipo RDSI (acceso primario) con señalización por canal D. Estos últimos sistemas ofrecerán a sus usuarios el mismo tipo de comunicación que los que en un futuro a corto o mediano plazo ofrecerán las centrales de la RDSI, la comunicación multicanal $n \times 64$ kbit/s hasta un máximo de 1920 kbit/s.

Sin embargo, la solución más completa y universal (es decir, para todo tipo de servicios) que ofrecerán las redes públicas a las necesidades de comunicación en banda ancha, constituirá la denominada Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA) que está siendo estudiada desde 1985 por el CCITT.

- **Conceptos Generales sobre la RDSI-BA.**

El inicio de los estudios sobre la RDSI-BA en el CCITT puede enmarcarse en el período de estudios 1985-1988, y fue debido fundamentalmente al desarrollo tecnológico en los campos de transmisión de alta velocidad, de conmutación de banda ancha y de procesamiento de señales. Los países que más están contribuyendo a este estudio son aquellos que han iniciado tareas específicas de investigación y desarrollo en estas tecnologías y que han establecidos planes para la instalación de redes de banda ancha; entre ellos cabe citar a EE.UU., con su red UIS ("Universal Information System"), a Japón, con su red INS ("Information Network System"), y a Europa, con el proyecto de investigación y desarrollo

RACE ("Research an Advanced Communications in Europe") de la Comisión de las Comunidades Europeas.

En el ámbito de las redes públicas de telecomunicación, la década de los años 80 se ha caracterizado por la introducción masiva de técnicas digitales en la red telefónica básica. Esta digitalización de la red es la base para la creación de una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) que ofrece a sus abonados conexiones por conmutación de circuitos o por conmutación de paquetes hasta una velocidad de 64 kbit/s.

La introducción de nuevas funciones en las centrales de conmutación de la RDSI permitirá ofrecer a medio plazo conexiones permanentes y conmutadas multicanal del tipo $n \times 64$ kbit/s, conservándose la integridad de la secuencia de los bits. El limite práctico de estas conexiones multicanal es de 30×64 kbit/s = 1920 kbit/s, que concede con la velocidad útil de información de los sistemas de transmisión digital de la primera jerarquía MIC de la CEPT (2048 kbit/s).

La RDSI-BA permitirá ofrecer comunicaciones a velocidades hasta 140 Mbit/s. Esta red está siendo desarrollada a partir de los mismos principios funcionales de la RDSI de 64 kbit/s (o RDSI de Banda Estrecha, RDSI-BE). Si bien contempla nuevos aspectos, como la integración de servicios de distribución (por eje: TV y música Hi-Fi) junto a los tradicionales servicios interactivos de las redes de telecomunicación, y como la incorporación de flexibilidad en el uso de la red. Esta flexibilidad supone para el abonado que pueda utilizar los recursos de la red que necesite en cada momento para su comunicación, por ejemplo, que pueda definir el ancho de banda preciso para su información y pueda elegir las facilidades que precise: para el operador de la red, la flexibilidad supone la disponibilidad de mecanismo que permitan una explotación de la red (gestión, mantenimiento, operación y administración) optimizada. En la definición de la

RDSI-BA se está teniendo en cuenta los principios definidos por la Redes Inteligentes, como medio de ofrecer una flexibilidad a usuario y operadores.

- **Servicios de la RDSI-BA**

El objetivo con que está definiendo la RDSI-BA es que sea una red capaz de integrar tanto los servicios de banda ancha, entendidos como aquellos que requieren velocidades de transmisión superiores a 2Mbit/s, como los servicios de banda estrecha que ofrezca la RDSI-BE.

Se prevé que la RDSI-BA ofrecerá, al igual que hace la RDSI-BE, servicios portadores y teleservicios, los primeros utilizables para aplicaciones de transmisión de datos a muy alta velocidad y los segundos para ofrecer a los usuarios comunicaciones completamente normalizadas.

Sin embargo, la identificación de servicios de banda ancha es una tarea difícil, ya que en la mayoría de los casos son servicios de nueva concepción sobre los que no existe experiencia práctica. Otro factor muy importante es la incertidumbre de la demanda de servicios de banda ancha y de las necesidades específicas de los usuarios. A fin de facilitar esta identificación, se ha elaborado una nueva clasificación de servicios.

Los servicios de conversación proporcionan en general el medio para comunicación en diálogo bidireccional con transferencia bidireccional, en tiempo real (es decir, sin que intervenga una unidad de almacenamiento y retransmisión) de extremo a extremo. El flujo de información del usuario puede ser simétrico bidireccional, asimétrico bidireccional y, en ciertos casos concretos (por ejemplo, en la vigilancia por video), unidireccional. Ejemplos servicios de esta clase son: videotelefonía, videoconferencia, videovigilancia, transmisión de video, audio y datos, teleacción, etc.

Los servicios de mensajería ofrecen comunicación de usuario a usuario entre usuarios individuales de unidades de almacenamiento y retransmisión o de funciones de "apartados de correo" y/o tratamiento de mensajes. Ejemplos de estos servicios son: correo electrónico de imágenes, correo electrónico de documentos, etc.

El usuario de los servicios de consulta tiene la posibilidad de extraer información almacenada en centros de información, en general, para uso público. Esta información se transmitirá al usuario solamente si la solicita. La información puede extraerse individualmente, es decir, que el usuario determina el instante en que debe comenzar una secuencia de información. Ejemplos de estos servicios son: videotex de banda ancha, acceso a bases de datos de video y de imágenes fijas de alta resolución, etc.

Los servicios de distribución sin control de la presentación individual por el usuario proporcionan un flujo continuo de información que es distribuido desde una fuente central a todos los receptores autorizados conectados a la red. El usuario puede tener acceso a este flujo de información, sin la posibilidad de determinar en qué instante debe comenzar la difusión de la serie de información. El usuario no puede determinar el comienzo ni el orden de presentación de la información difundida. La presentación de la información puede haber comenzado antes de que el usuario tenga acceso al servicio. Ejemplos de estos servicios son: distribución de programas de TV de calidad existente (PAL, SECAM, NSTC), de calidad mejorada (V2-MAC) o de alta definición (MDTV), TV de pago, periódico electrónico, etc.

Los servicios de distribución con control de presentación individual por el usuario distribuyen también información desde una fuente central a un gran número de usuarios. Sin embargo, la información se suministra como una secuencia de entidades de información (por ejemplo, tramas) con repetición cíclica. Por tanto,

el usuario puede tener acceso individual a la información distribuida cíclicamente, y determinar el punto de comienzo y el orden de la presentación. Como consecuencia de la repetición cíclica, la entidad o entidades de información seleccionadas por el usuario se presentarán siempre desde el comienzo. Ejemplo de esta clase de servicios es la videografía de definición de canal completo, aplicable a enseñanza a distancia, publicidad, telesoftware, etc.

1.2.2.- TENDENCIAS Y NECESIDADES DE REDES DE VOZ

La explosión de tráfico Internet y el rápido aumento en el número de usuarios de Internet no ha pasado desapercibido. ¿Qué impacto tendrán estos desarrollos en las redes existentes de telecomunicaciones?

El volumen de tráfico de datos está aumentando a un ritmo mucho más rápido que el tráfico de voz o telefonía (fig. 1.7).

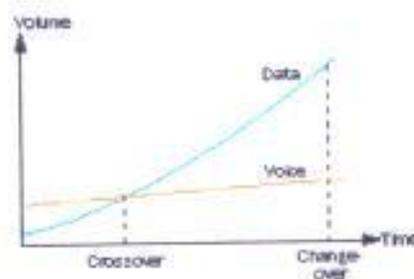


Figura 1.7: El volumen de tráfico de datos está aumentando más rápidamente que el volumen de tráfico de voz

El volumen de tráfico de telefonía era mucho más grande que el de datos en el pasado reciente y las redes de datos dependían principalmente del uso de la red de telecomunicaciones basada en la conmutación de circuitos, o en el uso de redes separadas. En alguna fase hay puntos de cruce de tráfico, como cuando ambos

tipos ocupan la misma cantidad de capacidad en la red. Sin embargo la voz da cuenta todavía de un mayor grado de ingresos de operador.

Pero el tráfico de voz por hilos está aumentando más lentamente hoy, y hay varios motivos por lo que es así. Un segmento en aumento de las redes de voz es manejado en redes celulares. También existen nuevas posibilidades de mover cualquier cosa que es datos en voz, de manera tal que se pueda hacer de todo por redes de datos. Algunos ejemplos son el correo electrónico - al que se le puede adjuntar un fichero, sustituyendo así a un mensaje de fax - o la demodulación de un mensaje de fax cuando entra en la red pública de manera que se pueda enviar como datos.

En algún punto será mucho más grande el volumen de tráfico de datos que el volumen de voz que puede llegar a ser prudente manejar voz en un medio de comunicación de datos empaquetados en lugar de datos en voz o por redes separadas.

La tendencia es también hacia el uso de voz empaquetada en el lado de terminal o de usuario. Esto es ya realidad en teléfonos, clientes de software de telefonía que funcionan en computadoras personales y centrales telefónicas privadas (LAN PBX ó PBX virtual).

La perspectiva de ofrecer transporte de voz en bandas anchas de menos de los 64 Kbit/s comunes a costos de transmisión más bajos es atractiva para nuevos operadores en ambientes en los que se han eliminado las reglas, así como para operadores establecidos como una manera de mantenerse competitivos. A medida que las tecnologías para codificar la voz van siendo disponibles y viables serán muy usadas las realizaciones eficaces de software que funcionan en computadoras personales standard o en procesadores de señales digitales - cuya capacidad se encuentra constantemente en aumento. Aún otra tendencia es la manera en que se

están desarrollando las redes y los servicios de telecomunicaciones de una orientación vertical a una horizontal.

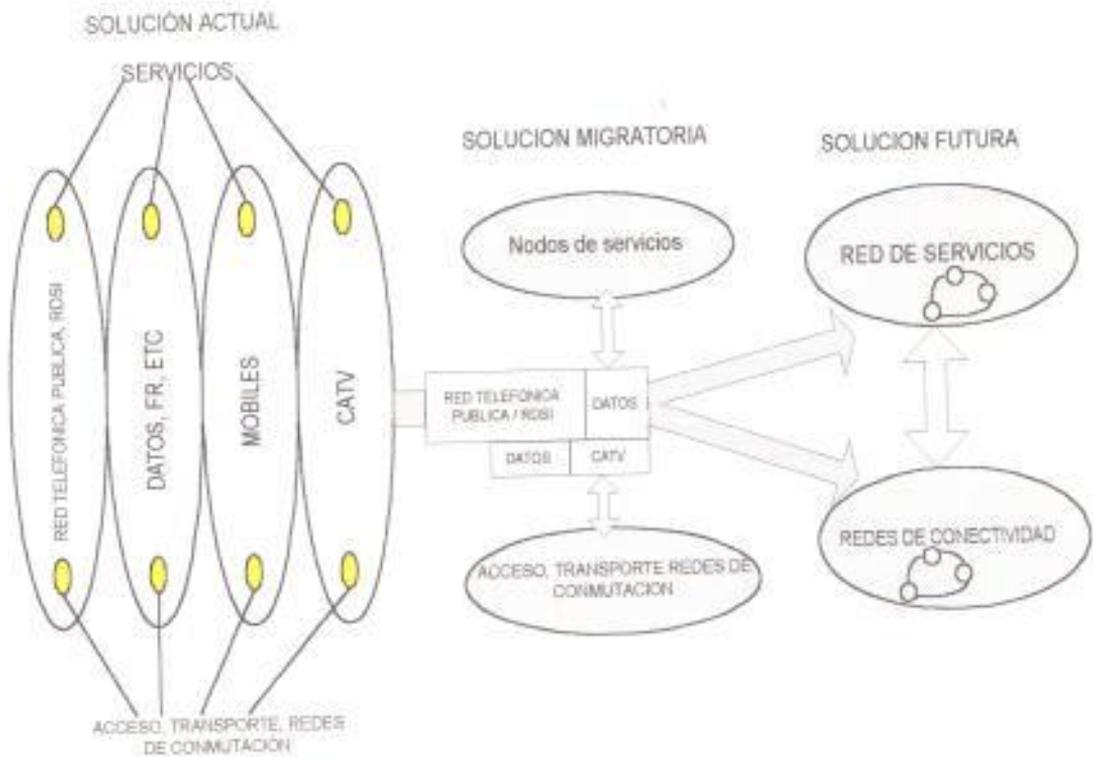


Figura 1.8: Las redes se están desarrollando de una orientación vertical a una horizontal.

Las tendencias de redes de datos y de voz descritas (fig 1.8) se encuentran en línea con la perspectiva de una red de conectividad basada en paquetes.

Gracias a sus garantías de flexibilidad y calidad de servicio (QoS), el modo de transferencia asincrónico (ATM) ha probado ser capaz de entregar conmutación y transporte eficaz en lo que se refiere a costos para una red de conectividad. ATM ha sido también elegido para ofrecer conmutación y transporte en las redes de acceso móvil de tercera generación, lo que refuerza el caso de ATM como parte de la red de conectividad.

Como se encuentran las cosas, parece que la voz se está moviendo de conmutación de circuitos a conmutación de paquetes, lo que anuncia una nueva opción para redes de voz. Los operadores establecidos tendrán que considerar así un cambio de curso de redes de conmutación de circuitos a conmutación de paquetes, lo que anuncia una nueva opción para redes de voz. Los operadores establecidos tendrán que considerar así un cambio de curso, pero la transición tendrá que manejarse con calma, sin un impacto negativo en servicios en términos de riqueza de característica, calidad de servicio, o fiabilidad. Además, y al usar ATM en sus redes los nuevos operadores podrán ofrecer voz y telefonía en una red común junto con datos, vídeo y servicios de Internet.

- **Beneficios de operador y de usuario final**

El mover las redes de voz a ATM beneficia al operador de la red, y por suerte puede beneficiar también al usuario final. Los beneficios del operador son esencialmente del todo económicos. Sin embargo, el momento en que será más económico manejar voz en una red ATM depende de las circunstancias del operador individual.

Los beneficios a los usuarios finales son básicamente dobles. Se les puede ofrecer una tarifa flexible basada en la calidad de servicio deseada. De esta manera se puede elegir una calidad de voz más baja como un servicio barato "de clase turista". Por otro lado, si es solicitado por los usuarios, se puede ofrecer una calidad más alta de audio para ciertas aplicaciones tales como llamadas de conferencia. Los usuarios finales pueden además optar por acceso integrado a todos los servicios, haciendo que la vida sea más fácil.

- **Ahorros de costos de equipos y operaciones**

Gracias a las capacidades de servicios múltiples de ATM, es posible ofrecer una red común para todos los servicios. Esto significa que se reduce el costo de operación y mantenimiento. Una red basada en ATM, con su velocidad de conmutación más alta, requiere menos hardware de interfaz de nodo, al compararse con una red de voz de modo de transferencia síncrona (STM).

- **Ahorros de costo de transmisión**

El beneficio obvio en el que uno piensa al hablar de voz por ATM es el potencial de reducir los costos de transmisión. Se pueden hacer ahorros importantes en acceso a servicios y otros enlaces donde la transmisión es cara; por ejemplo en enlaces internacionales. Debido a que ATM permite reducir la capacidad de transmisión usada en el principal de la red, se hace posible a los operadores que son dueños de su propia red vender capacidad que sobra como líneas arrendadas a terceros. Las formas de ahorrar en costo de transmisión están siendo exploradas y desarrolladas en un número de actividades de normalización. Si se pone en uso la capacidad de ATM asignar ancho de banda a demanda o recursos, entonces se necesita reservar sólo lo que se necesita de ancho de banda en cualquier momento dado. Por contraste, en una red de jerarquía digital síncrona (SDH), se reserva capacidad en una base (semi) provisional dimensionada para atender la hora cargada. Las conexiones virtuales (SVC) conmutadas por ATM se usan por otro lado para transportar tráfico de voz como lo requiera la demanda el ancho de banda que no se usa por voz puede entonces ser usado para otras aplicaciones (fig. 1.9).

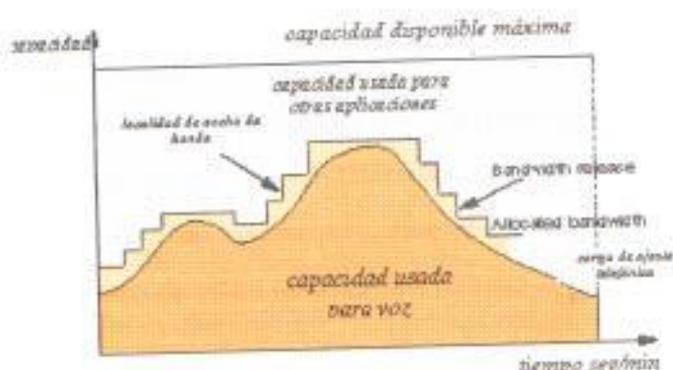


Figura 1.9: En una red de ATM se puede asignar a demanda el ancho de banda usado para voz

La introducción de programas alternativos para codificación de voz con compresión y supresión de silencio produce además un tráfico de voz de tasa variable de bits (VBR) para lo que fue desarrollado el nuevo tipo 2 AAL. Esto resulta en ahorros de ancho de banda durante los periodos de silencio. VBR facilita también por su naturaleza las ganancias en multiplexación dinámica.

- **Beneficios relacionados con servicios**

Al preparar un camino para un trayecto de migración específico, la red de voz puede desarrollarse con calma hacia una red basada en ATM - se prefiere mucho más una migración con tranquilidad a una sustitución drástica. Al basarse en servicios existentes en la red pública de telefonía conmutada (PSTN) y redes integradas de servicios digitales (ISDN), pero sustituyendo el transporte STM por ATM podemos asegurar una interoperabilidad total y sin fisuras con las redes existentes. De esta manera se pueden mover partes de la red ATM, mientras que las otras partes permanecen en STM.

La consolidación de PSTN, ISDN y servicios de red inteligente (IN) da transparencia de servicio; esto es que la oferta de servicio es independiente de la tecnología de transporte. No sólo será posible ofrecer interoperabilidad de servicio sin fisuras, sino que gestión de servicio sin fisuras también. Los clientes y

servicios pueden ser gestionados de forma central de la misma manera sin tener en cuenta si están conectados a una red STM ó ATM. Los servicios existentes de banda estrecha pueden ser consolidados reutilizando el equipo de la red y el software, en lo que ya se han hecho inversiones. Esto se describe en las dos aplicaciones de producto siguientes, que fueron diseñadas para dar apoyo completo de servicios de voz y telefonía en una red ATM.

▪ **Factores que determinan la evolución de los servicios y las redes.**

Los cambios y la evolución de las redes de telecomunicación se han producido siempre por: *las necesidades de los usuarios, los requisitos de los operadores*, la disponibilidad de nuevas tecnologías y también por la cada vez mayor competencia entre operadores y suministradores de servicios, estimulada por la liberalización de servicios e infraestructuras.

Necesidades de los usuarios: Generalmente los requisitos de los usuarios en cuanto a servicios de telecomunicaciones y de redes son muy sencillos:

- Servicios de transporte con diferentes velocidades y nodos de transmisión
- Provisión de toda clase de servicios mediante una única interfaz con la red.
- Tarifas que permitan su utilización a una razón coste/beneficio razonable.

En particular, los usuarios de los negocios son capaces de adaptar, con sus propios medios, una determinada infraestructura de telecomunicaciones y sus servicios a sus aplicaciones.

Requisitos de los operadores: El principal objetivo de los operadores al evolucionar sus redes es satisfacer las necesidades de los usuarios, es decir ofrecer unos productos atractivos que generen ventas y beneficios.

En unas circunstancias del mercado tan cambiantes, esto significa ser competitivos, por un lado, hay que servir a las necesidades de los usuarios, y por otro, distanciarse de sus posibles competidores. Así pues, habrá que implantar rápidamente los nuevos servicios y ponerlos a disposición de todos los usuarios de la red. Además, los operadores deberán ser capaces de adaptarlos de forma flexible a las necesidades individuales de cada usuario.

Los beneficios son el resultado, no solo de grandes volúmenes de venta, sino también de unos costes reducidos e la explotación de la red. El coste de explotación de una red durante su ciclo de vida es aproximadamente siete a diez veces la inversión en los componentes de la red. Por ello, unos costes de derechos bajos son requisitos básicos para los operadores de red.

Progreso tecnológico: Para cumplir con los objetivos impuestos por las necesidades de los usuarios y de los operadores es necesario disponer de las técnicas adecuadas. Las técnicas de transmisión ya no son el cuello de botella en la provisión de servicios de banda ancha. El envío de algunos cientos de megabits por segundo sobre algunos sistemas de transmisión por fibra óptica es hoy día algo corriente.

Las redes de conmutación están restringidas a un máximo de $n \times 64$ kbit/s, salvo raras excepciones como son las redes de algunos países basadas en técnicas DQDB (Dual Queue Dual Bus).

La tecnología ATM es la base de una nueva generación de conmutadores de banda ancha. No solo permite la conmutación a altas velocidades sino que también soporta la transmisión de servicios de redes de banda estrecha. ATM es por ello la tecnología mundialmente reconocida para los sistemas de conmutación venideros, estando ya disponible en una serie de productos de red y de usuario.

- **Análisis y tendencias del mercado**

El mercado de las telecomunicaciones se puede analizar considerando dos segmentos distintos: el mercado de los servicios profesionales y el de los servicios residenciales y semiprofesionales.

- **El mercado de los servicios profesionales**

Es el mercado de los medios y de las grandes empresas. Los servicios de este mercado los pueden ofrecer los operadores (redes privadas virtuales) e implementar las propias empresas que, en este caso, utilizan infraestructuras alquiladas a los operadores.

Las tecnologías de comunicaciones utilizadas hasta ahora en las aplicaciones profesionales estaban íntimamente ligadas al tipo de información transmitida: redes X.25 o Frame Relay para información del tipo paquete sobre redes conmutadas o líneas dedicadas, y módem o multiplexor para información del tipo circuito.

La demanda evoluciona según dos claras tendencias:

- * La necesidad de una mayor capacidad, ligada al creciente aumento del flujo de información requerido tanto en las empresas (LAN) como entre ellas (WAN). Esta tendencia es el resultado de la introducción masiva de ordenadores en los sectores industriales y de servicios, con arquitectura del tipo cliente-servidor y aplicaciones de trabajo distribuido. Todos estos factores han contribuido a la implementación de redes de comunicaciones de alta velocidad.

- * La búsqueda de una mayor sencillez en el transporte y gestión de la gran variedad de tipos de información: datos de todo tipo, voz, multimedia, etc. En particular, numerosas aplicaciones profesionales ya usa imágenes en diferentes

sectores (prensa, medicina, cine, etc.), lo que requiere un gran flujo de información e interconexiones multipunto a alta velocidad.

- Lo esencial del ATM es que responde de manera eficaz a estas dos tendencias, tanto en redes de área local (LAN) como en redes de larga distancia (WAN). Por ello, el ATM se presenta como la mejor tecnología para federar sobre un mismo soporte informaciones de naturaleza y propósito muy diferentes, sean los que sean los requerimientos de velocidad o el tamaño de la red (fig. 1.10).

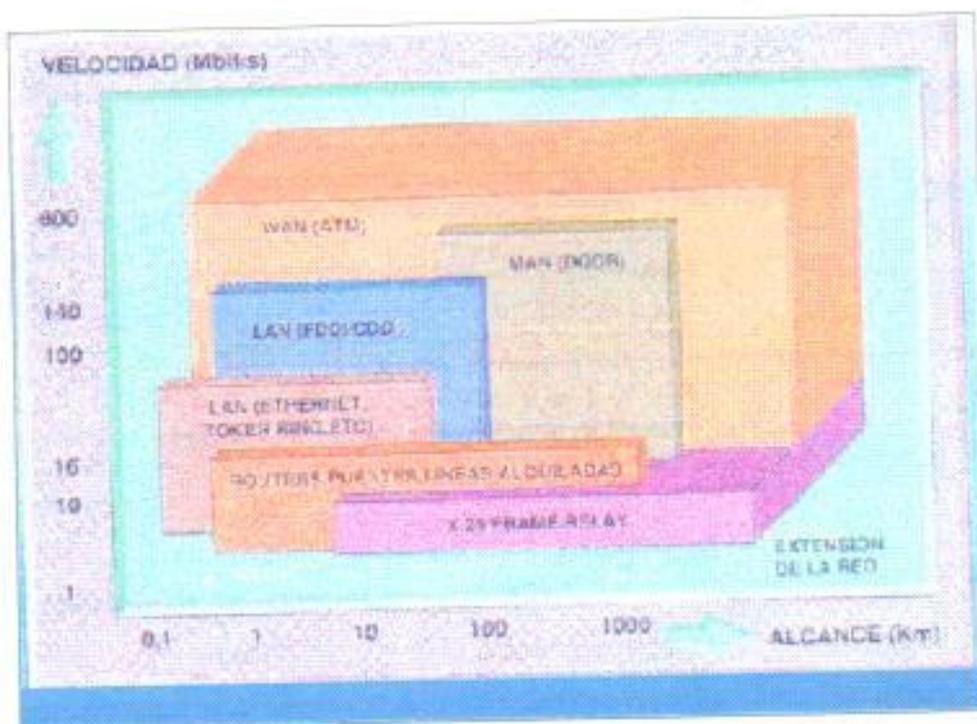


Figura 1.10: Banda ancha- el ATM y las demás tecnologías

Redes de infraestructura públicas (PIN), con la introducción de los conmutadores ATM que mejoran las redes de transmisión existentes (PDH, SDH y SONET) y ofrecen servicios ATM, primero implementadas como redes superpuestas, después integrando todos los servicios y proporcionando conectividad e interfaz con otras redes de servicios (telefonía, paquetes, etc.) ya existentes (Fig. 1.11)

Todos los componentes de la red destinados a servicios profesionales migran de esta forma gradualmente hacia el ATM, una tecnología de federación y convergencia.

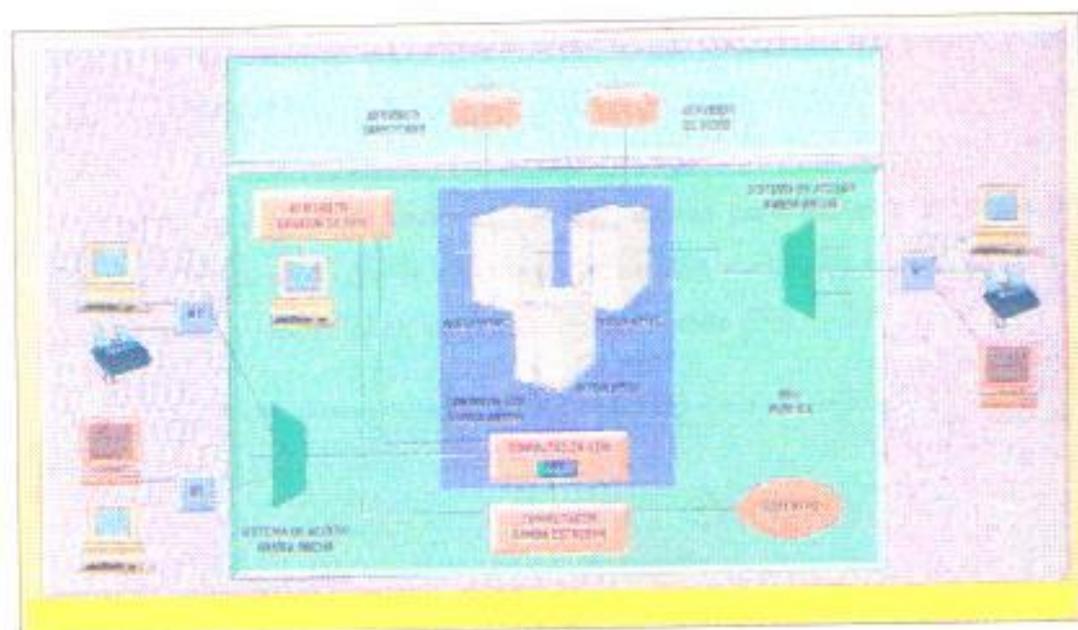


Figura 1.11: Introducción del ATM en las redes públicas

– El mercado de los servicios residenciales.

Este mercado, básicamente constituido hasta hoy por los servicios telefónicos, se está preparando para importantes cambios: La creciente competencia entre operadores de telecomunicaciones, y entre estos y los operadores de CATV está estimulando la innovación en materia de oferta de servicios (1). La mayoría de los nuevos servicios proyectados se basarán en la imagen, en especial en la interactiva, donde el contenido del servicio es seleccionado por el usuario final (video a la carta - VoD).

Muchos distribuidores están ofreciendo nuevos servicios "on-line" a los clientes residenciales: telemarketing, telecompra, cultura (museos virtuales),

ocio videojuegos, etc. algunos de estos servicios ya están preconfigurados en la red Internet. Todos estos sectores ven en la imagen y en la total accesibilidad por la red de telecomunicaciones el medio decisivo para revolucionar sus actividades, cambiando completamente el tamaño de sus mercados. Sin embargo, las actuales redes no son capaces de enfrentarse a esta evolución ya que:

Las redes de telecomunicaciones son interactivas pero bastante limitadas en las velocidades ofrecidas al usuario final. Existen cuellos de botella en la red conmutadas, en especial en las redes de distribución (Fig 1.12).

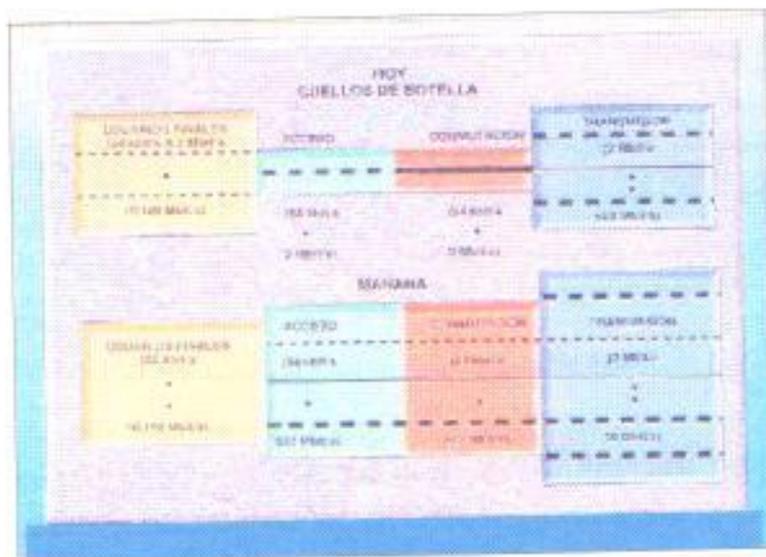


Figura 1.12: Eliminar los cuellos de botella en las redes

Un servicio de video interactivo del tipo VoD que consume el equivalente de 30 a 100 llamadas telefónicas simultáneas para un único abonado no puede tolerar estos picos de botella.

Las redes de CATV ofrecen mayores velocidades pero están optimizadas para los servicios de difusión y tienen capacidades interactivas limitadas.

En conmutación, ATM es sin duda la solución. En acceso, existen diferentes tipos de soluciones. La más consistente y prometedora, tanto técnica como económicamente, para despliegues a gran escala, usa también ATM como tecnología de transporte sobre una red de distribución híbrida (fibra/coaxial) o totalmente óptica. Así en el futuro, una misma red de acceso e infraestructura, basado en ATM, permitirá ofrecer el conjunto de servicios telefónicos, al igual que los servicios multimedia y video interactivo (Fig. 1.13).



Figura 1.13: ATM - del servidor al usuario final

Este método permite, por otro lado, llevar al usuario final una interfaz digital basado en ATM (red residencial digital -DHN) al que unirá, a través de un convertidor del tipo set-top box, tanto terminales de juego como terminales para trabajo en casa (ordenadores personales). Nacerá un tipo de red de área local individual y se abrirá el camino a todo tipo de aplicaciones residenciales como la seguridad, el teletrabajo, etc.

La aparición de estos servicios de comunicación e información la ha hecho posible el ATM, gradualmente introducido en todo el proceso de telecomunicaciones (servidores, redes públicas, redes de acceso, redes de área local residenciales y terminales).

- **Red de acceso**

En la fase de introducción de los servicios de banda ancha para aplicaciones de empresas, la forma más aceptada por los operadores de redes tanto públicas como corporativas es la red de superposición. Aquí, la red de acceso se diseña específicamente para el transporte de tales servicios. Esto se cumple mediante conexiones directas por fibra entre abonado y conmutador, o mediante la realización de anillos MAN o multiplexores o concentradores de acceso ATM. Estas soluciones representan una posibilidad económica de proporcionar servicios de banda ancha en grandes redes metropolitanas o en regiones altamente industrializadas.

- **Red de Transporte**

Los sistemas de transmisión son la espina dorsal de las redes de telecomunicación; el recurso central a través del cual se proporcionan todos los servicios, conmutado y no conmutados.

La mayoría de los sistemas de transmisión, en servicio hoy, son dispositivos fundamentalmente pasivos, estáticos y poco flexibles. La inteligencia y dinamismo de la red están alojados en las centrales de conmutación. Esta arquitectura es aceptable cuando todo lo que la red tiene que manejar es el servicio telefónico básico. Pero la demanda de los usuarios de negocios por servicios flexibles y de mayor ancho de banda se está incrementando. Además el progreso de la desregularización y liberalización, permitirá a estos clientes elegir a quién compran los servicios.

En este ambiente, la mejora de la red de transporte se convierte en un imperativo estratégico para ofrecer servicios avanzados, flexibles, de alta calidad y alto ancho de banda.

CAPITULO 2

TECNOLOGÍA APLICADA A REDES DE BANDA ANCHA.

Jerarquías Digitales En Redes De Banda Ancha

Los sistemas de transmisión actuales tienen una serie de limitaciones muy significativas cuando se desea universalizar su utilización para gran capacidad de ancho de banda, hasta los Gbps y todo tipo de tráfico. Como consecuencia de las limitaciones de los sistemas actuales, surge el concepto de Jerarquía Digital Sincrona, JDS o su acrónimo en inglés, SDH (Synchronous Data Hierarchy), que culminó con las recomendaciones del CCITT G.707, G.708 y G.709, publicadas en 1989 en el libro azul del CCITT. En Norteamérica, ANSI definió las especificaciones SONET, análogas a SDH, con la incorporación de la velocidad de 51,58 Mbps para U.S.A. y Japón, así como algunos de sus múltiplos, no especificados en SDH.

En función del concepto emergente de SDH, se distingue ahora entre la jerarquía existente, que pasa a ser llamada PDH (o JDP, Jerarquía Digital Plesiócrona) y la SDH.

La palabra "plesiócrono" es un término que deriva del griego, cuyo significado es "cuasi sincrónico".

2.1 LA JERARQUIA DIGITAL SINCRONA SDH.

La velocidad binaria básica definida en JDS es 155,52 Mbps. Esta velocidad se deriva de una estructura matricial constituida por 270 columnas y 9 filas de octetos en donde se transmite la información (figura 2.1). La transmisión es secuencial, de manera que se transmiten primero los octetos correspondientes a la

primera fila, seguidamente los de la segunda y así sucesivamente. En cada octeto se transmite primero el bit más significativo. Si en cada estructura de 270×9 octetos se desea transmitir un octeto de un canal telefónico, por el teorema de Nyquist, se deben transmitir 8.000 estructuras por segundo (una estructura cada 125 microsegundos). En consecuencia, la velocidad es de $270 \times 9 \times 8.000$ bits = 155,52 Mbps. Se definen también las velocidades binarias más altas, múltiplos de la anterior, como 622,080 Mbps. Observando que la velocidad binaria básica es la misma que la definida para las redes DQDB.

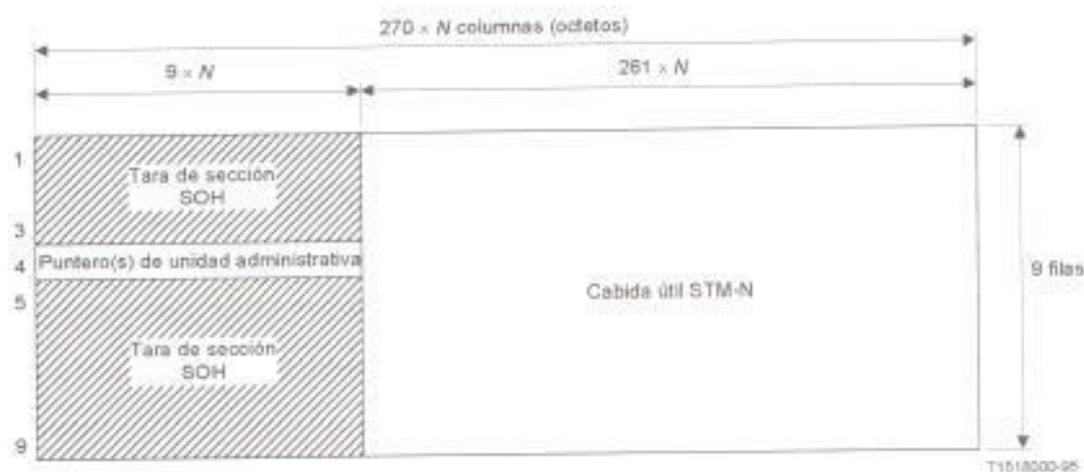


Figura 2.1: Trama STM-N

En la estructura de 270×9 octetos se distinguen fundamentalmente los siguientes campos:

Las 9 primeras columnas constituyen lo que se denomina Función Auxiliar de Sección o Transport Overhead. Entre sus funciones más significativas están: entramado, detección de errores, canal de comunicación para gestión de red y señalización de mantenimiento. También incluye apuntadores que indican la posición de los diversos canales, sean síncronos o plesiócronicos, dentro de la estructura. En la Función Auxiliar de Sección está contenida la SOH, Section OverHead, constituida por los octetos de las filas 1 a 3 y 5 a 9, columnas 1 a 9; los

octetos de la fila 4 de las columnas 1 a 9 constituyen los apuntadores que indican el comienzo de la POH, Path OverHead, o Función Auxiliar del Trayecto, constituida a su vez por las 9 primeras columnas de la carga útil. Si bien la carga útil, incluyendo POH, está formada por 9 filas y 261 columnas, su posición "flota" entre dos estructuras matriciales, partiendo de la señalada por los apuntadores de las 9 primeras columnas de la fila 4.

- **Multiplexación SDH.**

Cualquiera que sea la señal transmitida por el usuario, sea T1, E1, celdas ATM u otras, se convierten en un formato de trama STM, la cual constituye la base para la jerarquía de multiplexación SDH. La señal STM-1 es una señal eléctrica y la notación STM-N significa que el adaptador terminal de servicios puede multiplexar la señal STM con múltiplos enteros de su velocidad base. Esta velocidad base es de 155,52 Mbps.

El acceso a la red SDH se efectúa mediante una multiplexación que consta de dos etapas:

1. Un adaptador terminal de servicios, utilizado para empaquetar señales entrantes tales como E1, T1 y otro tipo de señales dentro de la envolvente de información sincrónica de la trama SDH.
2. Un multiplexor de inserción/extracción (Add-Drop Multiplexer-ADM) que, combina eficientemente el tráfico de diferentes localizaciones y lo integra en un solo enlace. Este multiplexa varios flujos STM-N por los canales de fibra, una vez que la señal eléctrica STM-N se convierte en señal de luz, se llamará, señal portadora óptica "OC-N" (Optical Carrier Signal) donde "N" representa un múltiplo entero del flujo que puede ser multiplexado con este dispositivo. El término "inserción/extracción" significa que el dispositivo puede insertar carga o extraer carga de en uno de los dos canales de fibra, dejando pasar el

tráfico directamente a través del multiplexor sin necesidad de proceso adicionales.

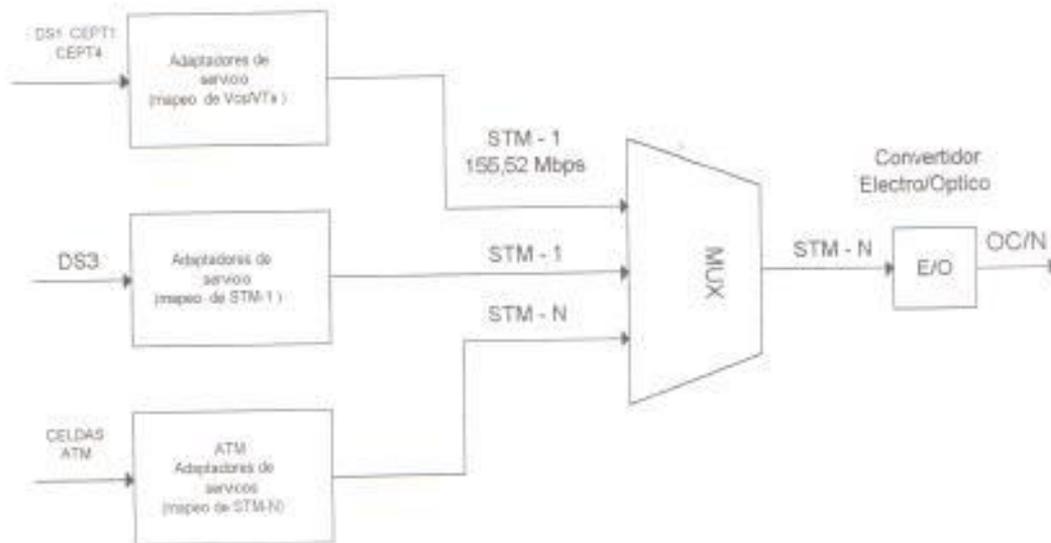


Figura 2.2 Multiplexación SDH.

En la figura 2.2 se muestra un esquema de multiplexación podemos ver como el adaptador de servicios puede aceptar cualquier rango de señales desde DS1/E1 a B-ISDN tanto como celdas ATM adicionalmente soporta rangos más bajos como DS0 el propósito del adaptador de servicios es de mapear estas señales dentro del paquete STM-1 o en múltiplos. Algunas STM-1 se multiplexan juntas para formar una señal STM-N esta señal se envía a un convertidor eléctrico/óptico donde se convierte la señal eléctrica STM-N a una señal óptica OC/N.

El ADM se utiliza para insertar y extraer información en varias localizaciones de una red por lo tanto un ADM debe poder extraer las celdas ATM de la trama SDH entrantes y dejarlas en el nodo local además deberá poder insertar las celdas ATM en la misma trama para poder transmitir las. El ADM es responsable de chequear la cabecera de la celda (VPI y quizás VCI) para tomar las decisiones del

procesamiento de tráfico. Así puede dejar las celdas en este nodo o retransmitirlas a otro nodo.

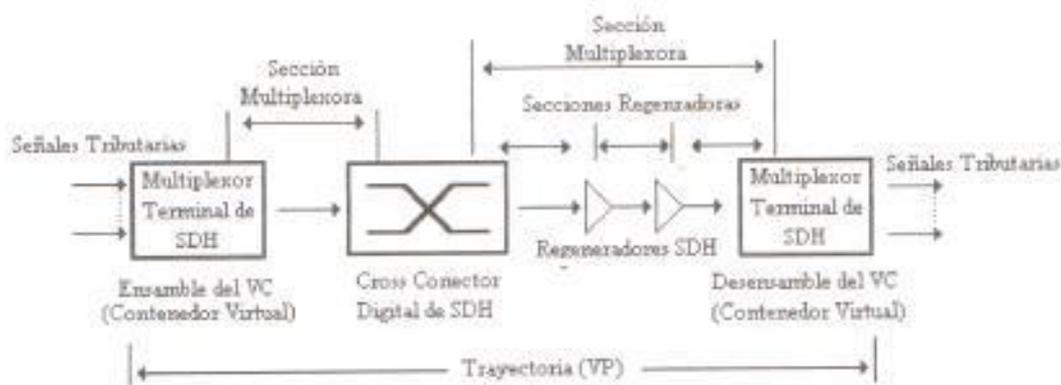


Figura 2.3 Estructura de una red SDH

Los sistemas de Cross-Connect se utilizan para transconectar diferentes contenedores virtuales (fig 2.3) uno de sus principales trabajos es procesar el transporte de señales con sus respectivas cabezas de trayectorias y mapear varios tipos de tributarios o contenedores virtuales a otros, puesto que realiza la conmutación a nivel de contenedores virtuales y éstos contenedores no son accesibles a demultiplexación. Además puede diferenciar tráfico de ancho de banda alto, de tráfico de ancho de banda bajo y llevar éstos a diferentes puertos.

2.2 LA TECNOLOGIA ATM

El ATM es la técnica que hay que elegir cuando se quiera contar con un soporte eficiente al transporte de la voz, video y datos en una misma red. Los costos operativos que pueden ahorrarse con una red única, independiente del servicio ofrecido y dotada de conectividad flexible, son significativos. Por ello las redes comerciales de ATM se están implantando de forma generalizada. Una fuerza que impulsa las redes portadoras de ATM es Internet. Los nodos de Internet

basados en encaminadores (routers) pueden enlazarse con una eficiencia mucho mayor en una infraestructura de ATM que en las líneas alquiladas tradicionales. La combinación de señalización clásica basada en B-ISUP con nueva señalización dinámica, basada en encaminamiento, tal como PNNI, permite arquitecturas de red muy atractivas.

Los autores describen las características de los protocolos PNNI y B-ISUP en redes de conectividad, explicando la manera de aprovecharlos ventajosamente cuando se combinan en diferentes niveles de la red.

▪ **Un mundo cambiante**

El mundo de las telecomunicaciones está cambiando con rapidez por dos razones fundamentales: en primer lugar, por el ritmo acelerado del desarrollo tecnológico del hardware y, sobre todo, del software.

En segundo lugar, la liberalización por todo el mundo de las telecomunicaciones ha ofrecido a los proveedores de nuevos servicios la oportunidad de entrar en el mercado, permitiendo que los operadores tradicionales crezcan en otros países.

Sin lugar a dudas, la oportunidad la ha traído el fin de los monopolios, ya que abre el camino de nuevos mercados y oportunidades de negocio. Sin embargo, si los operadores no son capaces de suministrar nuevos servicios respondiendo a la demanda de los clientes, perderán cuotas de mercado cuando sus abonados se dirijan a otras compañías que puedan hacerlo. Por consiguiente, la liberalización también puede considerarse como una amenaza.

- **Muchas redes de servicios**

Hace unos diez años, la industria de las telecomunicaciones empezó a definir la red digital de servicios integrados en banda ancha (B-ISDN) como la infraestructura capaz de prestar todos los servicios.

La diversidad de los servicios a los que hay que dar soporte y las diferentes maneras de ofrecerlos han conducido a la conclusión de que lo único que se consigue integrando cada uno de ellos en una red de servicios unitarios son retrasos para el cliente.

Otra ventaja de tener redes específicas para servicios múltiples es que permiten ofrecerlos independientemente de las redes de conectividad.

Una red de ATM común proporciona conectividad a todos los tipos de red.

- **Una red de conectividad**

Gracias a sus trayectos y circuitos virtuales, una red de modo de transferencia asincrónico (ATM) es una infraestructura orientada a las conexiones. A éstas pueden asignárseles distintos contratos de tráfico, por ejemplo, anchura de banda y calidad de servicio (QoS). Un juego de parámetros puede usarse para llamadas de voz y otro completamente diferente para llamadas de datos o vídeo.

Las redes de ATM sirven de red de conectividad para varias redes de servicios, tales como las redes de Internet para servicios de IP y las redes de PSTN/ISDN y de comunicación de datos tradicionales. También proporcionan servicios genuinos de ATM e interoperabilidad de servicios, por ejemplo, con telefonía y redes de relé de trama (figura 2.4).

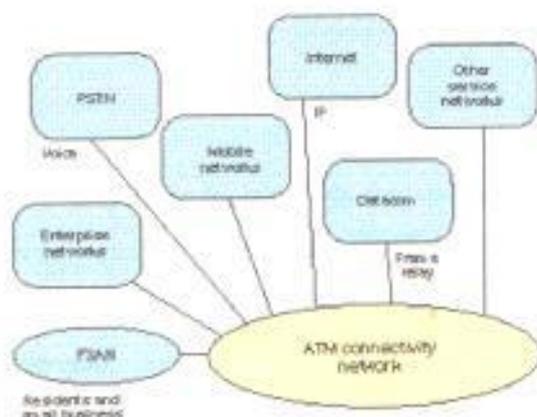


Figura 2.4: Una red ATM común proporciona conectividad a todos los tipos de red

La comunicación corporativa de área amplia ocupa una gran parte de capacidad de las redes de telecomunicaciones. Hoy, la comunicación de área amplia se basa primordialmente en líneas alquiladas y servicios permanentes de relé de trama. Las redes de conectividad basadas en ATM mejoran y simplifican los servicios de área amplia. Donde haya una necesidad limitada de anchura de banda, la solución híbrida de relé de trama por red de ATM constituye una manera efectiva de incrementar el rendimiento y la capacidad de los servicios de relé de trama.

En servicios de línea de alquiler de jerarquía digital plesiócrona (PDH), la red de conectividad de ATM puede prestar apoyo a la red de línea alquilada mediante circuitos de emulación. Para los usuarios finales que quieran actualizar los equipos a interfaces de ATM, la red de conectividad de ATM ofrece conexiones virtuales permanentes en cualquier anchura de banda.

En comparación con las redes de PDH tradicionales, los servicios de línea alquilada usando el ATM reducen las inversiones en comunicaciones de área amplia corporativas, así como los gastos de explotación, y también lo hacen para el mercado de mayorista a otros operadores, cuya importancia aumenta cada vez más. En consecuencia, las redes de ATM absorben el crecimiento en el mercado

de las líneas alquiladas, y en su momento reemplazarán las redes de transmisión de PDH.

Una importante función incorporada en las redes de conectividad de ATM que las distingue de otras redes de transporte es su capacidad de establecer conexiones de ATM bajo solicitud mediante señalización. Esta función permite que las redes de servicios y área ancha tengan:

- Una infraestructura fija basada en conexiones permanentes.
- Una infraestructura basada en conexiones bajo solicitud conmutadas.
- Una combinación de conexiones permanentes y conmutadas.

En muchos casos, las conexiones permanentes cumplen los requisitos de los usuarios de redes de ATM. Sin embargo, el papel desempeñado por las conexiones bajo solicitud conmutadas crecerá en importancia, debido a que pueden establecerse cuando hacen falta. Asimismo, en lo que respecta al usuario, son más tentables. Y además, puesto que las conexiones bajo solicitud conmutadas pueden usarse para atajar picos de tráfico, también son una herramienta útil para reducir el costo de las líneas alquiladas.

2.2.1 LOS PRINCIPIOS DE LAS REDES ATM

En 1987, la UIT-T (entonces CCITT) selecciona el ATM como la respuesta adecuada para integrar las ventajas de la conmutación de paquetes y de la conmutación de circuitos. En 1990, la UIT-T añade un conjunto de 13 Recomendaciones a la serie I (ISDN) para especificar los aspectos más importantes de ATM. En esencia, las características más significativas de las redes ATM son:

- Su capacidad de integración de diversos tipos de tráfico.
- La asignación dinámica y flexible del ancho de banda.
- La optimización del compromiso entre caudal y latencia.
- La ganancia estadística, es decir, su capacidad de optimizar la relación entre
- La suma de las velocidades de pico de las fuentes y la velocidad del enlace.

Por estas razones, la tecnología ATM, que fue propuesta originalmente por la Industria de las Telecomunicaciones, es recomendada en la actualidad como solución universal para redes de banda ancha por los más importantes organismos de las industrias de Comunicaciones y Computadoras, como la mencionada UIT-T, el ATM Forum o el IETF.

Los conceptos de ATM son, en esencia, muy simples:

- Operación por conmutación de paquetes, si bien se utilizan paquetes de longitud fija (48 octetos de información y 5 octetos de control), denominados celdas. Esta opción de celdas de tamaño fijo permite el uso de nodos de conmutación a velocidades muy altas.
- Orientado a conexión al nivel más bajo. La información se transfiere por canales virtuales asignados durante la duración de la conexión.
- La asignación del ancho de banda se realiza en función de los requerimientos de transmisión del usuario.
- Se garantiza que las celdas llegan a su destino en el mismo orden en el que fueron transmitidas.

Como hemos comentado, las celdas constan de un campo de información de 48 octetos y una cabecera de 5 octetos, la cual contiene un conjunto de informaciones de control, como identificadores, que se utilizan para identificación de las conexiones y encaminamiento, entre otros fines.

El tamaño de la celda de 48 octetos se deriva de un compromiso entre una serie de características deseables para cada tipo de tráfico. Por una parte, por razones de eficiencia de transmisión, es conveniente que las celdas sean de tamaño razonablemente grande. Desde el punto de vista de la transmisión de datos, también es aconsejable que las celdas tengan tamaños grandes para evitar una excesiva segmentación. Sin embargo, para las aplicaciones sensibles al retardo o a la variación de retardo, es aconsejable que las celdas sean de la menor longitud posible. Con las anteriores premisas se realizaron varias propuestas, desde 32 octetos, adecuadas para transmisiones telefónicas, hasta 64 octetos como tamaño mínimo razonable para la transferencia de datos. Es obvio que 48 octetos es un claro compromiso derivado de la media aritmética de las anteriores celdas. El retardo de paquetización de una celda de 48 octetos para el tráfico telefónico a 8.000 octetos por segundo es de 6ms, que es una cifra aceptable para la transmisión de voz, aun considerando otros retardos que se producen en la red.

Al ser ATM una técnica orientada a conexión, tiene que establecerse una conexión virtual entre usuarios finales antes de que se comience a transmitir la información. Las conexiones pueden establecerse mediante procedimientos de señalización del plano de control o pueden ser permanentes o semipermanentes, establecidas por procedimientos del plano de gestión.

A cada conexión se le asigna un conjunto de parámetros de tráfico y de QoS, de acuerdo con las peticiones del usuario, siempre que puedan ser proporcionadas por la red. Esta asignación se realiza normalmente durante el establecimiento de la conexión, mediante un proceso denominado Control de Admisión de conexión (CAC). Este proceso determina los parámetros que se asignan a la conexión en función de los requisitos de los usuarios; se establece entonces lo que se denomina un "contrato de tráfico".

Durante la transferencia tiene lugar también otro proceso denominado Control de Parámetros de Usuario, UPC, denominado familiarmente "policia de tráfico", cuya misión es monitorear la conexión y tomar las medidas oportunas en caso de que la conexión exceda los límites asignados.

Los estándares ATM definen dos interfaces significativas: la UNI (User-to-Network Interface) y la NNI (Network-to-Network Interface).

La UNI proporciona la conexión a la red ATM desde un equipo terminal ATM o bien desde un sistema intermedio, IS, tal como hub, puente o encaminador, que a su vez controla equipos de usuario final.

La NNI define la interfaz entre dos nodos ATM; cuando la NNI conecta nodos pertenecientes a distintas redes se denomina NNI-ICI, es decir, NNI-Inter Carrier Interface.

Para adecuar la velocidad del enlace ATM a la de los dispositivos conectados se insertan celdas no asignadas. Las conexiones lógicas en ATM se denominan Conexiones de Canal Virtual (CCV), concepto heredado del circuito virtual de las redes de paquetes X.25, también similar a la conexión lógica en Frame Relay.

Adicionalmente a las CCV, en ATM se introduce el concepto de Trayecto Virtual. Una conexión de Trayecto Virtual, CTV, es un conjunto de CCV que tienen los mismos puntos de terminación. Por consiguiente, todas las celdas del conjunto de los CCV se conmutan conjuntamente en una única CTV. De esta forma, se reducen los costes de control y gestión de la red.

2.2.2 ESTRUCTURA DE LA CELDA ATM:

La celda ATM consta de una cabecera de 5 octetos y un campo de información de 48 octetos. En la recomendación I.361 de la UIT-T se especifican dos formatos de celdas, para la UNI, User to network Interface, y la NNI, Network to Network Interface, respectivamente. La diferencia radica en la necesidad de que la UNI disponga de un campo para GCF. En la siguiente gráfico (figura 2.5) podemos ver los formatos de las celdas:

Los campos de las celdas ATM son los siguientes:

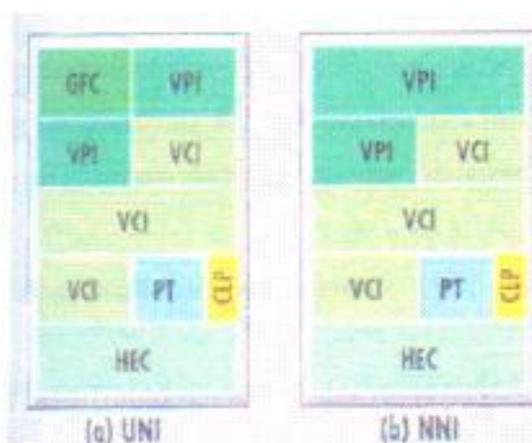


Figura 2.5: Formato de la cabecera para una interfaz UNI y NNI.

- campo GCF (en la UNI): consta de 4 bits.
- campos ITV/ICV : tiene 24 bits en la UNI (8 para ITV y 16 para ICV) y 28 bits en la NNI (12 para ITV y 16 para ICV). Los 4 bits de diferencia se deben al campo GCF de la UNI.
- campo de tipo de carga útil, PTI, Payload Type Identifier. Está constituido por 3 bits. Indica el contenido de carga útil (datos de usuario, información de

gestión, información OAM), así como situación de congestión en algún punto de la red.

- campo de Prioridad de Pérdida de Celdas, CLP, Cell Loss Priority. Tiene un bit de longitud. Las celdas con este bit a 1 son las primeras en ser descartadas en caso de congestión.
- campo de Control de Error de Cabecera, HEC. Consta de 8 bits. Es procesado por el nivel físico para detectar errores en la cabecera. El código utilizado permite la corrección de errores simples o detección de errores múltiples.

2.2.3 FUNCIONES DE LA CAPA ATM:

La capa ATM es responsable de añadir el campo de cabecera para establecer los mecanismos de encaminamiento, control de flujo y corrección de errores, pero su misión principal es la transferencia del flujo de celdas a través de la red. Para ello, la capa ATM realiza un conjunto de funciones que describimos a continuación:

- **Multiplexación/demultiplexación de celdas**

En emisión se combinan (multiplexan) celdas de diferentes Trayectos Virtuales, TV, y Canales Virtuales, CV, en una única corriente de celdas. En recepción, se realiza el proceso inverso, es decir, se dirigen las celdas a sus correspondientes TV y CV. En los nodos intermedios tiene lugar una función de encaminamiento entre la demultiplexación y la multiplexación. Para ello, se utilizan unos campos de la cabecera de la celda denominados Identificador de Trayecto Virtual, ITV, e Identificador de Canal Virtual, ICV.

En la figura 2.6 podemos observar como en el caso de no haber información se aplica un identificador 0 que indica que esa celda no tiene información.



Figura 2.6: Multiplexación de celdas ATM.

- **Generación/Extracción de cabecera de la celda.**

Estas funciones están presentes únicamente en los puntos de terminación ATM. En emisión, la función de generación de cabeceras de celdas genera la cabecera de la celda, una vez recibida la información de la capa superior, con excepción de la secuencia HEC, Control de Error de Cabecera, que se calcula e inserta por la capa física. En recepción, la función de extracción de cabeceras extrae la cabecera de la celda y pasa el campo de información a la capa superior.

- **Traslación ITV/ICV.**

Los ITV e ICV son etiquetas que identifican los TV y CV en cada enlace. No se trata de direcciones explícitas, pues, debido a su longitud, éstas no podrían estar contenidas en la cabecera de la celda. Tal como hemos comentado, las etiquetas ITV e ICV tienen una validez local, por lo que es necesario cambiarlas en los nodos de conmutación, de acuerdo con una cierta función de traslación.

- **Control de Flujo Genérico, GFC.**

El objetivo de esta función es controlar el flujo de celdas de los usuarios a la red en la UNI (nunca a la inversa). Su utilización está siendo objeto de debate en los foros y organismos de normalización, habiéndose especificado otros mecanismos para control de congestión.

2.2.4 LA CONMUTACIÓN

La conmutación ATM es temporal asincrónica y opera en celdas (conexiones virtuales). Las celdas son conmutadas entre un acceso de entrada y uno o varios de salida. La estación de mando del conmutador contiene una tabla de traducción, cargada en el momento de establecer las conexiones que permiten orientar las celdas recibidas hacia los diferentes accesos de salida. En la figura 2.7. nos podemos dar cuenta de este proceso.



Figura 2.7: Conmutación en ATM.

La conmutación de las celdas es rápida ya que se efectúa por componentes fijos, sin protocolo software.

2.2.4.1. - Canales Virtuales y Trayectos Virtuales:

Hemos expuesto que en ATM existen dos conceptos básicos: Canal Virtual, heredado de X.25 y FR, y Trayecto Virtual.

Desde una perspectiva arquitectónica, también en ATM se utiliza el término objeto para designar a cada una de las entidades abstractas que se pueden establecer en la arquitectura. Estos objetos son:

- Enlace de Canal Virtual, ECV.
- Conexión de Canal Virtual, CCV.
- Enlace de Trayecto Virtual, ETV.
- Conexión de Trayecto Virtual, CTV.

Estos objetos se apoyan en los conceptos de Canal Virtual y Trayecto Virtual, anteriormente comentados.

El Canal Virtual, CV, se define en ATM como un término genérico para describir la capacidad de comunicación unidireccional para transportar celdas ATM.

El Trayecto Virtual, TV, es un término genérico para designar un agrupamiento de Canales Virtuales. Todos los CV de un TV tienen los mismos puntos de terminación.

Así pues, los conceptos de CV y TV son genéricos. Los objetos previamente mencionados son los que tienen una semántica más precisa desde un punto de vista arquitectónico. En la figura 2.8, podemos darnos cuenta de este concepto.

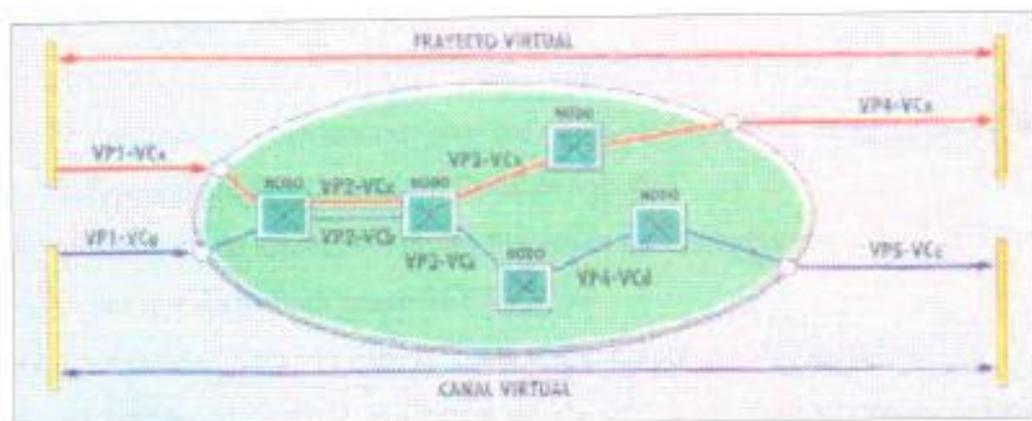


Figura 2.8: Canal Virtual (VC) y Trayecto Virtual (TV) o VP

Un Enlace Virtual, ECV, es un medio de transporte unidireccional de celdas ATM entre el punto en el que el Identificador de Canal Virtual, ICV, se asigna y el punto en el que el ICV se termina o traslada. Hay que recordar que los ICV tienen un significado local; en definitiva, un ICV identifica un ECV determinado dentro de un Enlace de Trayecto Virtual.

Una conexión de Canal Virtual, CCV, es básicamente una concatenación de ECV. En el plano de usuario, consiste en una conexión extremo a extremo que permite a los usuarios enviar datos. El concepto es similar al del circuito virtual en X.25, con la diferencia de que una CCV transporta datos en una sola dirección.

Un Enlace de Trayecto Virtual, ETV, es una agrupación de ECV con los mismos puntos de terminación.

Una Conexión de Trayecto Virtual, CTV, es una concatenación de ETV.

En base a los anteriores conceptos, en las redes ATM existen conmutadores de Canales Virtuales y Trayectos Virtuales, CV/TV y conmutadores de trayectos Virtuales, TV.

La necesidad de establecer un nuevo nivel dentro de la capa ATM, el nivel de CTV se deriva de una serie de ventajas operativas, como son:

- Posibilidad de estructurar una red de Conexiones de Trayectos Virtuales independiente de la estructura física de soporte.
- Posibilidad de separación de las funciones relacionadas con CCV individuales de las que forman un grupo de CTV.
- La red debe gestionar menos entidades, dado que pueden agregarse.
- El proceso de establecimiento y liberación de las conexiones se reduce; la adición de nuevas CCV a una CTV ya existente no requiere ningún proceso en los nodos intermedios.

Tanto las CCV como las CTV pueden establecerse mediante procedimientos de señalización en el plano de control (bajo demanda) como mediante el plano de gestión para conexiones permanentes o semipermanentes.

El TV puede ser asignado permanentemente por el plano de gestión, como si se tratara de un circuito dedicado con unas características determinadas. Los usuarios pueden utilizar el TV para un conjunto de aplicaciones, siempre que los parámetros de TV, como ancho de banda o QoS, sean adecuados. La gestión de la red también se simplifica; pues sólo tiene que controlar las características de TV.

2.2.5 SEÑALIZACIÓN EN ATM

Para la señalización en una red pública se han especificado dos protocolos: el protocolo interfaz de red privada-red (PNNI) especificado por el ATM Forum, y el protocolo de la parte de usuario de los servicios integrados de banda ancha (B-ISUP) especificado por la ITU-T. Aun cuando cada especificación de protocolo cumple con las necesidades básicas de capacidad de señalización, ambas son fundamentalmente distintas en cuanto a las características de red que crean.

▪ Características del PNNI

Todos los nodos de conmutación que se interconectan mediante interfaces de red pública-red forman una red PNNI. El encaminamiento entre las redes de PNNI es dinámico. Esto significa que las tablas de encaminamiento son dinámicas y se actualizan automáticamente cuando se producen cambios en la red. Estos cambios se efectúan a través del protocolo de encaminamiento PNNI, que opera en canales de encaminamiento dedicados por el interfaz de red pública-red.

Cierta información básica se ofrece mediante el protocolo de encaminamiento, incluyendo pormenores sobre los nodos de la red de PNNI, de cómo están interconectados, y a qué direcciones o números prestan servicio. Dicha información se almacena en una base de datos de topología que es preciso que mantenga cada nodo de PNNI. Los cambios en la topología, tal como la inclusión de nuevos nodos de PNNI, los enlaces incorporados en servicio o retirados del mismo, y los cambios en los planes de direccionamiento y numeración en la red de PNNI, se envían automáticamente a través de la red por el protocolo de encaminamiento. Esta estructura garantiza que las bases de datos de topología en cada nodo de PNNI se mantengan actualizadas.

El protocolo de encaminamiento de PNNI permite que los operadores gestionen la red de PNNI de la forma "conectar y listo", puesto que la inclusión o borrado de nodos y enlaces de conmutación, o los cambios en la asignación de direcciones son anunciados automáticamente a cada nodo de conmutación. Eso simplifica considerablemente la administración de rutas y tablas de encaminamiento.

Según el método de encaminamiento de fuente usado en la red de PNNI, el cálculo de la vía que sigue una llamada a través de esta red es decir, los nodos de PNNI, que debe atravesar la llamada se realiza en el primer nodo que encuentra la llamada al entrar en la red de PNNI.

Para que el encaminamiento de fuente sea efectivo, los nodos que terminan los enlaces proporcionan información sobre los cambios significativos en la disponibilidad de recursos en cada enlace de la red de PNNI. El nodo que calcula el encaminamiento de fuente usa esta información para incrementar la probabilidad de éxito en las llamadas encaminadas.

Para limitar la carga de actualizaciones por el protocolo de encaminamiento, que incrementa significativamente a medida que la red crece, el PNNI permite que varios nodos de conmutación de PNNI se reúnan en un grupo lógico, que el resto de la red considera como un nodo singular.

Esta agrupación lógica, que puede crearse en varios niveles jerárquicos, limita el número de nodos y enlaces que cada nodo de PNNI debe almacenar en su base de datos de topología. También limita la cantidad de información que debe pasarse por el protocolo de encaminamiento. Pueden construirse redes muy grandes gracias al método lógico de capas jerárquicas.

▪ Características de B-ISUP

Una de las principales características de la red es la gestión del encaminamiento, debido a que esto determina cómo se comporta la red en distintas situaciones y prescribe las condiciones de manejabilidad. Cuando se hacen cambios en la red y en los nodos de red, las tablas de encaminamiento y otros datos de configuración deben actualizarse en concordancia con dichos cambios.

El principio de B-ISUP es que las tablas de encaminamiento estático, que se mantienen en cada nodo, definen el encaminamiento, es decir, determinan cómo va a usarse la red. Las tablas de encaminamiento estático dan a los operadores un pleno control del encaminamiento de la red, y por tanto, de cómo pueden usarse los recursos para distintas clases de tráfico. Esto es especialmente importante en

el nivel de tránsito, donde se toman las decisiones sobre la configuración de la red.

La señalización de SS7 tradicional y la parte de usuario de la señalización de ISDN (ISUP) en la red de banda estrecha forma la base de B-ISUP, que está construido de la misma manera y según los mismos principios. Por tanto, se aplica un método de encaminamiento "salto a salto", lo cual significa que se toma una nueva decisión de encaminamiento en cada nodo a lo largo del trayecto de la llamada. Ésta se basa en el servicio pedido y en la información contenida en las tablas de encaminamiento estático.

Las reglas fundamentales para encaminamiento crean una red rígida y robusta que puede supervisarse y controlarse fácilmente, sobre todo porque los operadores pueden determinar por adelantado la elección de las rutas.

2.2.5.1 Interfaces de Señalización

Los procedimientos de señalización y los protocolos que los soportan difieren en los distintos puntos de la red. Si consideramos una red terminal a terminal como la que se observa en la figura 2.9, habrán diferentes interfaces definidos entre los varios elementos.

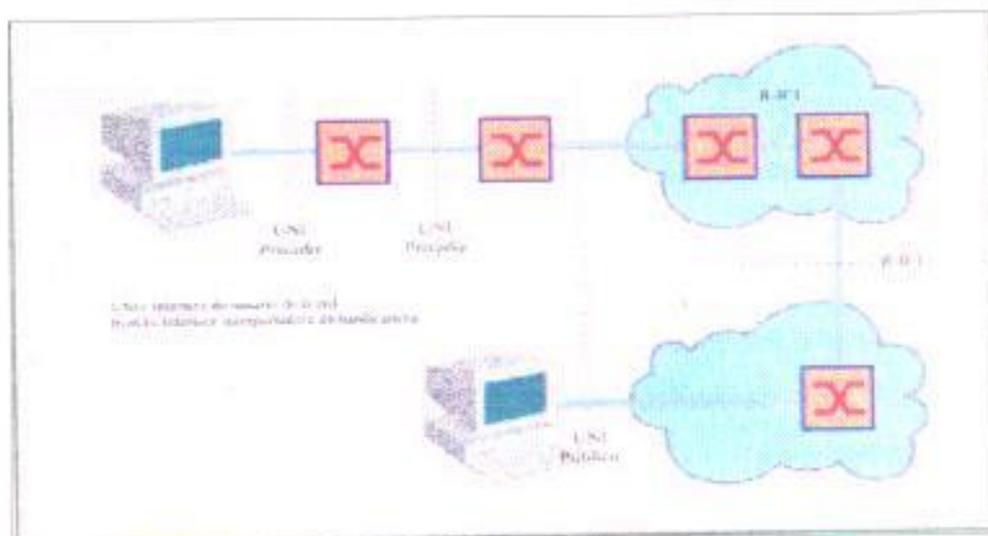


Figura 2.9: Interfaces de Señalización.

El Interface de usuario de la red UNI (User-Network Interface) es definido como la interface entre el usuario ATM y la red ATM. Hay dos lugares en la red que son clasificados como UNIs: El UNI Privado está localizado entre un usuario terminal de ATM y un elemento de red privada, tales como una central local, una hub o un nodo de conmutación; y el UNI Público que es la interface entre la red privada (como un gateway local o puerto de entrada y salida de la red) y la red pública. El protocolo de señalización usado en los UNIs (públicos o privados) está basado en el procedimiento de control de una llamada de ISDN y es el más desarrollado de los protocolos de señalización de ATM.

En una red privada, la interface entre los conmutadores locales se conoce como P-NNI ó interface privado del nodo de la red. En esta interface P-NNI, los procedimientos de señalización son similares a los que regulan las UNIs. Hay un protocolo adicional que se usa para intercambiar información de rutina entre los nodos de la red. También se los conoce como B-ICI (Broadband Inter-Carrier Interface), esta Interface se asemeja a la red de señalización # 7. Los protocolos

de señalización usados en el B-ICI son una derivación de los procedimientos de ISDN en SS7.

2.2.5.2 Estándares de Señalización.

El desarrollo de estándares para los protocolos de señalización ha tenido un largo y complejo proceso. Esta actividad de estandarización tiene lugar en dos organismos:

- *La UIT-T, responsable de los estándares internacionales; y,*
- *El Foro de ATM, formado por delegados de un grupo de proveedores de equipos y de servicio, que trabajan en la implementación de acuerdos comunes.*

El protocolo de señalización en el UNI se deriva del procedimiento de control de la llamada de los servicios del ISDN de banda angosta (Rec. UIT- Q.931) y está descrita en la Rec. UIT -Q.2931.

Este protocolo reside en la capa 3 (nivel de red) de la OSI (Open Systems Interconnection). El protocolo de la capa 2 (nivel de enlace de datos) se conoce como SAAL (Signalling ATM Adaptation Layer ó Nivel de adaptación de la señalización ATM). El protocolo SAAL está descrito en la Rec. Q.2100, Q.2110 y Q.2130, que se conocían previamente como Q.SAAL. El Foro de ATM tiene una fuerte motivación para crear acuerdos de implementación en corto plazo. Al mismo tiempo que el Grupo de Estudio 11 de UIT-T (SG11) trabajó en la Q.2931, el sub-grupo de trabajo de señalización del Foro de ATM creó la versión de sus especificaciones UNI. Están buscando una completa convergencia en los protocolos definitivos, facilitando la implementación de las redes ATM.

2.2.5.3 Direccionamiento de ATM.

Primeramente debemos ver la forma de direccionamiento de las estaciones ATM en la red. Una dirección de ATM es grande por los estándares de la red de datos: 20 bytes. Comparado con los IP que usan solamente 4 bytes, siendo la Internet una red muy grande. Hay actualmente tres formas de codificar una dirección privada de ATM dentro de esos 20 bytes. Cada uno de los formatos comparte algunas características comunes.

Los trece primeros bytes, en la dirección son provistos por la red. El indicador del formato de autoridad (AFI) ubicado en el primer byte indica el formato de dirección usado. Si el AFI identifica un código de país DCC o un designador de código internacional ICD, se usan 10 bytes adicionales para especificar la dirección, siguiendo la estructura del punto de acceso al servicio de la red NSAP del sistema OSI. Un número de teléfono del plan de numeración E.164 es identificado con otro valor de AFI, y es seguido por 4 bytes más que representan los campos de dirección.

La dirección pública de ATM usada en la interface de usuario de la red (UNI) puede tener un formato de dirección privada E.164 o uno de los formatos de dirección privados descritos anteriormente y mostrados en la figura 2.5. Las direcciones de ATM pueden parecer bits sin control, pero la razón para usar esta estructura complicada es la seguridad. Los grupos de direcciones, en una jerarquía lógica, deben también permitir ser dispuestos en un arreglo lógico y jerárquico.

- **Registro de la dirección.**

Cuando una red ATM está estructurada, cada estación debe saber su dirección ATM. En una red local, el Foro de ATM ha definido algunos procedimientos sobre la interface de usuario de red privada para estaciones terminales, con el fin

de determinar sus direcciones ATM desde la red. Un protocolo llamado Interface de Manejo Local Interino (ILMI) es usado para transportar la información de configuración y de manejo a través de la interface UNI sobre un canal virtual dedicado (VPI= 0, VCI= 16).

Esta interface ILMI usa el protocolo de manejo de red simple (SNMP) con una Base de Datos de Información de Manejo (MIB) que describe al interface de usuario de la red (UNI) de ATM.

Cada sistema terminal (por ejemplo las tarjetas de interface de red ATM, los puentes ATM - LAN. Etc), debe conocer su propio valor del identificador del Sistema Terminal (ESI).

El conmutador local de ATM debe también conocer la componente de la dirección los 13 bytes incluyen la dirección del punto de acceso al servicio de la red (NSAP), ó los 15 dígitos de la dirección con formato E.164 del prefijo para todos los sistemas terminales asociados al conmutador (figura 2.10).

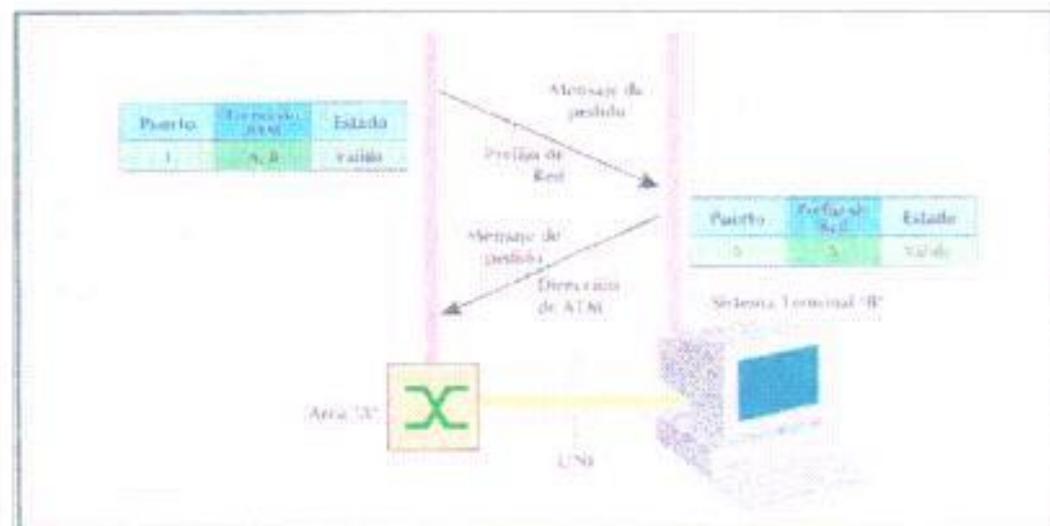


Figura 2.10: Proceso de registro de la dirección.

El proceso de registro de la dirección ocurre cuando se inicializa la red, cuando se conecta la estación a la red o se la desconecta. El lado de la red inicia el proceso enviando un mensaje con un juego de pedido (Set Request) con el prefijo de la red, desde el protocolo del Interfáce de Manejo Local Interino ILMI hacia el lado del usuario. El usuario agrega el Identificador del Sistema Terminal (ESI) al prefijo y se completa la dirección ATM, para luego responder con un mensaje de pedido (Set Request de ILMI) que contiene la dirección.

2.2.5.4. - Establecimiento de la Conexión.

Una llamada se inicia en el lado del usuario con el envío de un mensajero de SETUP a través de la interfaz UNI de la red. Este mensaje contiene algunos *elementos de información (IEs)* que describen la conexión requerida:

- *Tasa de Celda de Usuario ATM:* especifica el ancho de banda requerido en celdas por segundo.
- *Capacidad de Portador de banda ancha:* indica una conexión de banda ancha orientada al servicio de portador, tal como el Relevó de Celdas de servicio class X (X Cell Relay).
- *Información de capas bajas de banda ancha:* especifica la información del enlace y del protocolo de la red, tal como LLC/SNAP (Logical Link Control/Sub-Network Attachment Point) para protocolos de LAN puenteadas.
- *Número de la estación llamada:* contiene la dirección ATM privada de la llamada: E.164 ó NSAP(punto de acceso al servicio de la red).
- *Dirección secundaria (Subaddress) de la estación llamada:* contiene la dirección ATM privada del destino de la llamada cuando la red soporta solamente el direccionamiento E.164.

- *Número y dirección secundaria(Subadress) de la estación que llama:* igual que la estación llamada, pero usando la dirección ATM del usuario que origina la llamada.
- *Calidad del Servicio:* indica la clase de servicio requerida para la conexión.
- *Selección de la Red de Tránsito:* identifica la red portadora pública requerida para la llamada. Cuando el mensaje de SETUP es recibido por la red, es reconocido mediante un mensaje de procedimiento de llamada CALL PROC que contiene el identificador de conexión ó elemento de información IE, para notificar al usuario qué canal virtual (VPI/VCI) será usado por la conexión. Es importante comprender que aunque la red ha escogido el canal virtual, la conexión no ha sido todavía establecida.

De forma eventual, el SETUP alcanza al usuario B. El mensaje de Setup que la red pasa al usuario tendrá todos los elementos de información IEs especificados originalmente por el usuario que llama, más el Identificador de Conexión CI. Si el usuario B acepta la llamada, responde con un mensaje de conexión CONNECT. Así como el mensaje del Setup fue relevado a lo largo de la red, el mensaje CONNECT es enviado por todo el camino de regreso hasta el usuario que llama. Algunas llamadas pueden estar en proceso simultáneamente. Esto implica que se necesita un mecanismo para asociar un mensaje a una llamada en particular. El usuario que origina la llamada asigna un valor de referencia único de la llamada, y este valor es usado por todos los mensajes a través del enlace relacionado con la llamada.

- **Mensajes de Conexión dentro de la Red.**

Cuando los mensajes de señalización cruzan el UNI público, el conmutador de la red debe continuar con el proceso de la llamada enviando los mensajes de señalización apropiados.

El protocolo usado dentro de la red pública, y en la interface B-ICI entre las redes públicas se conoce como B-ISUP ó parte de usuario de servicios integrados de banda ancha. Los mensajes de B-ISUP tienen diferentes formatos que los mensajes de señalización de los UNIs, aunque muchos de los mensajes tienen propósitos similares.

Cuando se recibe un mensaje de SETUP en la red, los IEs de la selección de la red de tránsito y del número de la parte llamada son usados para determinar como se enruta la llamada. El conmutador de origen envia entonces un mensaje de dirección inicial (IAM) al conmutador de destino, probablemente via algunas centrales intermedias. El mensaje IAM es codificado de forma similar al mensaje de SETUP desde la Interface UNI.

- **Rechazo de la Conexión.**

Hay la posibilidad de que la llamada no sea completada como se lo requiere. Esto podría pasar si la dirección de ATM llamada no puede ser encontrada, o si no hay recursos suficientes para proveer el ancho de banda requerido o si la calidad del servicio estipulada en el contrato con los usuarios no es la adecuada en ese momento.

Una llamada puede ser rechazada en varios puntos de la red. En el lado del usuario que llama, el usuario llamado o una central privada responderán al mensaje de SETUP con un RELEASE COMPLETE si conocen que la llamada no puede ser establecida completamente.

El mensaje de RELEASE COMPLETE contiene un elemento de información IE que indica por qué la llamada fue negada. En la red pública, una central puede recibir un mensaje de rechazo del IAM (IAR) como respuesta de ese IAM. Si hay múltiples rutas hacia el destino la central puede elegir enviar el mensaje IAM hacia otras centrales alternas. Si todos estos intentos fallan el IAR se envía de regreso a la central de origen, punto desde el que se envía de regreso un mensaje de RELEASE COMPLETE hacia el usuario que llama.

- **Terminación de la Conexión establecida.**

La conexión establecida puede ser liberada tanto por el usuario A como por el B cuando se termina una aplicación, o la red puede tener que despejar la conexión bajo condiciones de errores que excedan la calidad esperada.

En la red pública, los correspondientes mensajes B-ISUP son REL (release) y RLC (release complete). Los valores del identificador de señalización SID que fueron asignados por los nodos de la red son liberados por este intercambio de mensajes, y la conexión virtual por si misma es removida de la central.

Los mensajes RELEASE y REL contienen un elemento de Información Cause IE o parámetro que indica por qué la llamada está siendo liberada.

2.2.6 CONTROL DEL TRÁFICO EN ATM.

El control de tráfico de las capas de ATM es diseñado para evitar congestión con la red, mediante una administración preventiva del tráfico. La importancia del control de tráfico está en proteger a la red y a sus usuarios, de modo que cada uno de ellos reciba las características de calidad que están pagando y de la que depende el éxito o fracaso de sus empresas.

Hay seis funciones de control de tráfico que son importantes para mantener un buen desempeño de la red:

1. *Administración de los recursos de la red.*
2. *Control de la administración de conexiones.*
3. *Descarga selectivo de las celdas.*
4. *Modelado del tráfico.*
5. *Indicación de congestión explícita de avance.*
6. *Control del parámetro de uso.*

▪ **Control del Parámetro de Usuario UPC.**

Es un mecanismo de control que asegura que los usuarios no violen sus contratos de tráfico, accidentalmente o de forma dolosa. Este control detecta y frena las violaciones a los contratos, de modo que la calidad del servicio de otras conexiones no se vean afectadas (figura 2.11). El mecanismo del UPC gobierna la interface entre el usuario y la red (UNI) y el del NPC controla el Interface entre el nodo y la red (NNI).

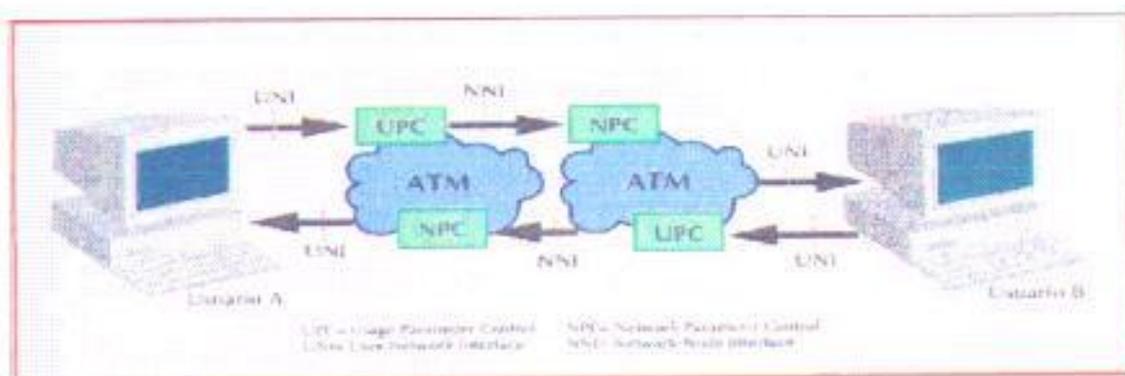


Figura 2.11: Ubicación de los mecanismos de control en una red ATM.

En la última edición de la Rec ITU-I.371, se recomienda el control UPC, siendo el NPC opcional. La función UPC es un requerimiento para los UNI Públicos en la Especificación UNI del Foro de ATM.

El control UPC es un mecanismo que monitorea el tráfico presentado por un UNI Público. Su función principal es monitorear la tasa de celdas del tráfico para las violaciones del contrato; sin embargo, también las chequea con el fin de asegurar que el tráfico presentado tenga los indicadores de circuito y rutas virtuales VPI/VCI válidos.

Si el UPC detecta tráfico ilegal o no válido, puede descargar la celda o puede opcionalmente etiquetarla mediante un bit de prioridad de descarga de celda CLP, dentro del encabezado de ATM.

La Tasa Pico de Celda PCR más una Tolerancia a la Variación del Retardo de la Celda CDVT, y la Tasa Sostenible de Celda SCR más un Tamaño Máximo de Ráfaga MBS, son dos pares de parámetros actualmente definidos por el Foro de ATM como 3.x (figura 2.12.).

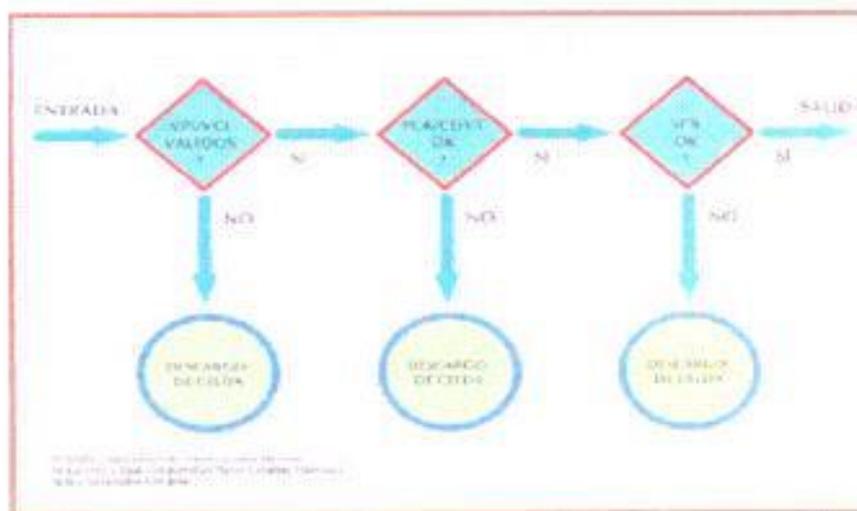


Figura 2.12: Proceso de decisión en un mecanismo de control del parámetro de usuario (UPC)

En concordancia con el Foro de ATM, se requiere vigilar la tasa pico de celda PCR, pero la vigilancia de la tasa de celda sostenible SCR es opcional.

- **Tasa Pico de Celda PCR.**

El Foro de ATM requiere de especificación de un parámetro PCR, y que el usuario seleccione un valor para la tolerancia de la variación del retardo de la celda CDVT de un set de valores que la red puede soportar.

El mínimo intervalo de celda ($1/PCR$), T , y la tolerancia CDVT, π , son el incremento y el límite para el GCRA (T, π). Un PCR diferente puede ser iniciado para los flujos de celdas con una prioridad de pérdida de celda $CLP = 0$ y $CLP = 0+1$, los cuales serían asignados como GCRA (T_0, π) y GCRA (T_{0+1}, π), respectivamente.

- **Tasa de Celda Sostenible (SCR) y Tolerancia al Disparo (BT)**

Son parámetros opcionales que se definen en conjunto dentro de las especificaciones del Foro de ATM. La SCR especifica la tasa de celda promedio sobre un determinado periodo de la conexión.

La tasa de celda sostenible SCR para una conexión determinada tiene sentido solamente si es menor que la PCR. Pero, especificar la SCR y la BT tendría sentido solamente para servicios VBR (Variable Bit Rates). Estas dos variables son suficientes para caracterizar el algoritmo de tasa de celdas genérica GCRA.

En la práctica, se envía en el mensaje de señalización el máximo tamaño del disparo MBS (en las celdas), y no la tolerancia al disparo.

- **Descriptor del Tráfico de la Conexión.**

Especifica las características de tráfico de una conexión. Consiste de los siguientes parámetros:

- **Descriptor del Tráfico de la Fuente**

Es un subconjunto de parámetros de tráfico requeridos por la fuente (usuario) que caracteriza el tráfico que será (o sería) presentado durante la conexión. Incluye parámetros tales como PCR (Tasa Pico de Celda), SCR (Tasa Sostenible de Celda) y BT (Tolerancia al Disparo). En el Foro de ATM 3.x, el mensaje de señalización que especifica estos parámetros es el elemento de la información de la tasa de celda del usuario ATM.

- **Tolerancia a la variación del retardo de la celda CDV**

Esta especificada indirectamente por la clase de Calidad del Servicio (QoS) que es otro de los parámetros negociados en el contrato de tráfico.

El proveedor del servicio cuantifica estos parámetros del desempeño de la red para cada clase de QoS.

Existen cinco clases de QoS definidas como: QoS clase 0 que no especifica ningún parámetro y está entendida como servicios con el mejor esfuerzo de la red y las QoS clases 1-4 se definen de una manera tal que especifican el tipo de servicio que puedan soportar.

- **Definición de la Conformidad:**

La definición de la conformidad manifiesta la combinación de los algoritmos de tasa de celda genéricos GCRA's que definen si una celda está en conformidad. Por

ejemplo, una definición de la conformidad podría declarar que una celda está de acuerdo con el GCRA que monitorea la tasa pico de celda de la prioridad de pérdida de celda $CLP=0+1$; y, con la GCRA que monitorea la tasa sostenible de celda SCR de la $CLP=0$, definiendo de esta forma la conformidad de celda.

2.2.7 PARÁMETROS DE TRÁFICO Y CALIDAD DE SERVICIO.

Cuando se establece una conexión ATM se constituye lo que se denomina un "contrato de tráfico" en el que se especifican los parámetros de tráfico y los parámetros de QoS. En la figura 2.7 observamos un proceso de decisión en un mecanismo de control de parámetros de usuario.

Entre los parámetros más significativos y aceptados por los organismos de normalización, como la UIT-T, el ATM Forum o la ETSI, podemos citar:

▪ **Parámetros de tráfico:**

- PRC: velocidad de pico de las celdas
- SCR: velocidad sostenida de las celdas
- MBS: máximo tamaño de la ráfaga
- MCR: mínima velocidad de las celdas

Para conexiones de velocidades constantes, CBR, solamente es relevante PCR; para conexiones de velocidad variable, VBR, los parámetros SCR y MBS determinan la velocidad media de las celdas, así como el número de celdas que pueden transmitirse en una ráfaga.

- **Parámetro de QoS.**

- CER. Cell Error Ratio, Coeficiente de error de celdas.
- S-ECBR. Severely- Errored Cell Block Ratio, Coeficiente de bloques de celdas con errores severos.
- CLR. Cell Loss Ratio, Coeficiente de celdas perdidas.
- CMR. Cell Misinsertion Rate, celdas mal insertadas por unidad de tiempo.
- CTD. Cell Transfer Delay, Retardo de Transferencia de Celdas.
- MCTD. Mean Cell Transfer Delay, Retardo medio de transferencia de celdas para una o más conexiones.
- CDV. Cell Delay Variation, Variación del Retardo de Celdas.

Con objeto de estructurar las anteriores ideas, los organismos de normalización están tratando de definir un conjunto de clases de calidad de servicio o modos de transferencia que puedan ser utilizados en los contratos de conexión. No existe por el momento una total armonización, si bien hay una aceptación general sobre los modos de transferencia que comentamos a continuación:

- CBR. Constant Bit Rate. Velocidad Binaria Constante. Proporciona una velocidad fija. Está definida por la PCR y es adecuada para tráfico isócrono de voz o de video con códec de velocidad constante.

- **VBR. Variable Bit Rate. Velocidad Binaria Variable.** Proporciona una capacidad de velocidad variable. Es adecuada para los servicios de video de calidad constante (velocidad variable).
- **UBR. Unspecified Bit Rate. Velocidad Binaria No Especificada.** No garantiza valores respecto al retardo o a la pérdida de celdas. Conceptualmente, puede asimilarse a la idea de datagrama.
- **ABR. Available Bit Rate. Velocidad Binaria Disponible.** Se garantiza un bajo valor para las pérdidas de celdas a costa de no proporcionar ninguna garantía respecto a la variación de retardo. El parámetro que la define es el MCR. Es la única clase en la que se utiliza control de congestión. Es adecuada para aplicaciones de datos cuyo tiempo de respuesta no sea crítico.
- **ABT. ATM Block Transfer. Transferencia de Bloque ATM.** Es similar a ABR. La diferencia es que la fuente, antes de transmitir una ráfaga, debe solicitar autorización a la red; ésta aceptará la transferencia en caso de que existan recursos disponibles.

2.2.8 ESTRUCTURA DE RED DESDE UNA PERSPECTIVA DE SEÑALIZACIÓN

Al diseñar la red y elegir los principios de señalización deben tenerse en cuenta varios criterios distintos. Dichos criterios abarcan el tamaño de la red, su distribución geográfica, y la organización de su explotación. En términos de explotación de la red, rigen dos escenarios diferentes:

- Una sola organización gestiona, administra y explota una red de ATM completa. Este escenario es el aplicable a los pequeños operadores y a la

introducción inicial de los servicios de ATM, cuando la red de ATM todavía es pequeña.

- La red de ATM se divide en varias redes regionales, cada una de las cuales es operada y mantenida por su propia organización. Una red de tránsito, que puede operarse independientemente de las redes regionales, interconecta las regiones. Este escenario rige en los operadores que ya tienen una organización regional in situ, y que quieren traducir la explotación de la red de ATN a la organización existente. También rige para operadores de redes carentes de tal organización, y que tienen dificultades en gestionar una red grande y en expansión.

▪ **Redes pequeñas y regionales**

El PNNI, gracias a sus funciones de encaminamiento dinámico, ofrece numerosas ventajas a redes de ATM pequeñas y regionales. Simplifica la actualización de actividades, lo cual hace asimismo que la red sea más estable. Suponiendo que haya un número razonable de nodos dentro de la red regional, se puede afirmar con seguridad que no se enviará una cantidad excesiva de información de actualización entre los nodos.

El B-ISUP también puede usarse en redes regionales; la elección de B-ISUP o PNNI es en mucho una cuestión de gustos. Sin embargo, para redes en fase de expansión o cambios, el PNNI presenta funciones valiosas que le faltan al B-ISUP.

▪ **Interconexión de redes regionales con PNNI**

Cuando se interconectan redes regionales, los mecanismos de señalización empleados deberían permitir que cada región permaneciera independiente de

otras. Lo ideal sería que también permitieran que la red de tránsito fuera gestionada y operada independientemente de las redes regionales.

Una forma de diseñar la capa de tránsito para interconectar regiones es construir uno o varios planos independientes que interconectan cada región de una forma reticular.

Si las redes regionales usan el PNNI, la capa de tránsito para interconectar las redes regionales también pueden ser parte de la red de PNNI. En este caso, cada red regional puede traducirse a un grupo lógico. Los nodos de tránsito pueden incluirse en el grupo lógico independiente para la red de tránsito (figura 2.13.)

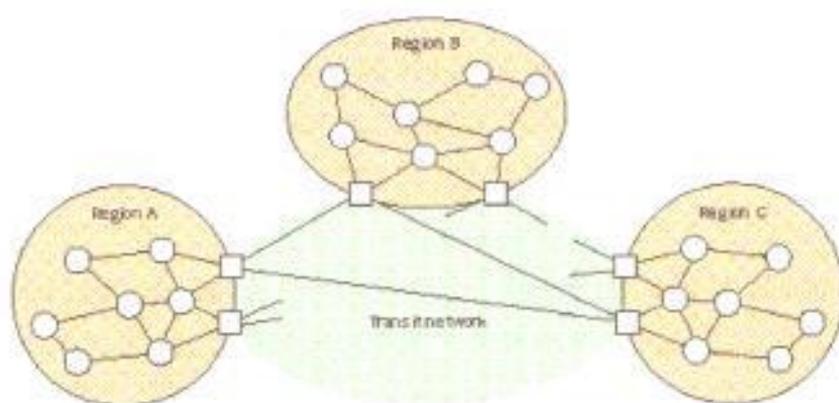


Figura 2.13: Ejemplo de una red con varias regiones

En cualquiera de los casos -en términos de topología de PNNI- cada red regional forma un grupo lógico en el mismo nivel jerárquico que una de cada dos redes regionales.

La figura 2.14, que representa una red de PNNI en la que los nodos de tránsito se han incluido en la red regional, muestra la topología de red vista desde cualquier nodo en la región A.

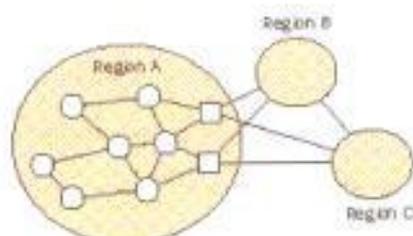


Figura 2.14: Esquema de una red de a región A

Debido a que la red de PNNI se usa el encaminamiento de fuente, el nodo en la región A -desde donde se inicia una llamada- determina cómo debe encaminarse una llamada a través de la red de tránsito. Por ello, la red de tránsito no puede operarse independientemente de las regiones, puesto que el nodo dentro de la región en la que se ha iniciado la llamada determina el encaminamiento de la misma a través de la capa de tránsito.

Para evitar esta situación, la agrupación lógica de la red de PNNI puede estructurarse de modo que los nodos de tránsito formen un grupo lógico que sea independiente de la red regional. La figura 4 muestra la red de PNNI completa vista desde un nodo en la región a y desde un nodo en la red de tránsito.

En lo que respecta al encaminamiento, la red de tránsito y las redes regionales son entonces independientes. En consecuencia, los nodos dentro de una región determinan cómo se encamina una llamada dentro de esta región. De forma similar, los nodos de acceso de la red de tránsito determinan cómo se encamina una llamada en esta red.

La red de tránsito no conoce la topología de la red regional. Así, cuando una llamada abandona la red de tránsito y entra en la regional -incluso cuando la red

de tránsito tiene un enlace directo al nodo que la llamada tiene marcado como objetivo- la elección de encaminamiento de la red de tránsito puede provocar muchos saltos superfluos en la red regional.

▪ **Redes de PNNI y B-ISUP combinadas**

La red de tránsito puede construirse usando un protocolo de señalización que aplique el encaminamiento estático a saltos, por ejemplo, el protocolo de B-ISUP. Un protocolo que no sea de PNNI y que interconecte las redes regionales, las aísla efectivamente entre sí. Cuando las redes regionales se basan en PNNI, los nodos de tránsito que les prestan servicios también deberían ser parte de la red de PNNI regional. Entonces el nodo de tránsito actúa como una puerta entre la región de PNNI y la red de tránsito de B-ISUP.

Debido a que la red de PNNI está limitada a regiones, el encaminamiento de las llamadas lo determinan las tablas de encaminamiento en los nodos de tránsito. Además, debido a que los nodos de tránsito van incluidos en las redes de PNNI regionales, conocen la topología de red regional y, por consiguiente, pueden calcular el trayecto más corto (el número mínimo de saltos) hasta el nodo de destino.

En síntesis, el protocolo de PNNI regional ofrece funciones magníficas a las redes regionales especialmente el comportamiento o posibilidad de "conectar y listo". Dicha posibilidad es especialmente valiosa en redes cuya topología (en términos de nodos y de conmutación y enlaces), planes de remuneración y direccionamiento cambien con frecuencia.

Aun cuando la posibilidad de "conectar y listo" sería ventajosa en redes de tránsito, en estas redes los cambios se producen con menos frecuencia que en las redes regionales, lo cual reduce los beneficios generales de tener la citada

posibilidad. Además, si los administradores de redes deben optar por entre posibilidad de “conectar y listo” y control de la red, la mayoría optaría por el control.

Muchos de los servicios proporcionados a nivel de red se ejecutan en un nodo de tránsito. Entre los ejemplos de esto pueden mencionarse la actuación como puerta para la PSTN, proporcionando acceso a servicios de red inteligente (IN) a través de conexiones a puntos de control de servicio (SCP) y puntos de conmutación de servicios (SSP), interoperando asimismo con ISDN de banda estrecha. Una función común de estos servicios es que se basan en el sistema de señalización No. 7 (SS7).

Debido a que el SS7 existe en el nodo de tránsito, el B-ISUP también puede usarse para conexiones en la red de tránsito. La introducción de sólo el ONNI hace que el mantenimiento y soporte sean mucho más complejos. Por tanto, sería más apropiado usar el PNNI para conexiones a la red de tránsito y usar el B-ISUP basado en SS7 dentro de esta red (figura 2.15).

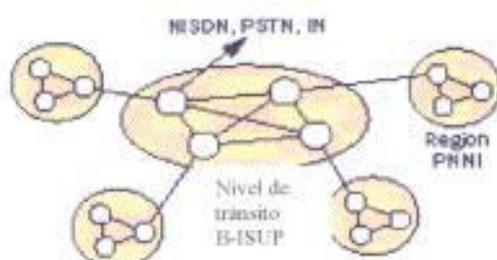
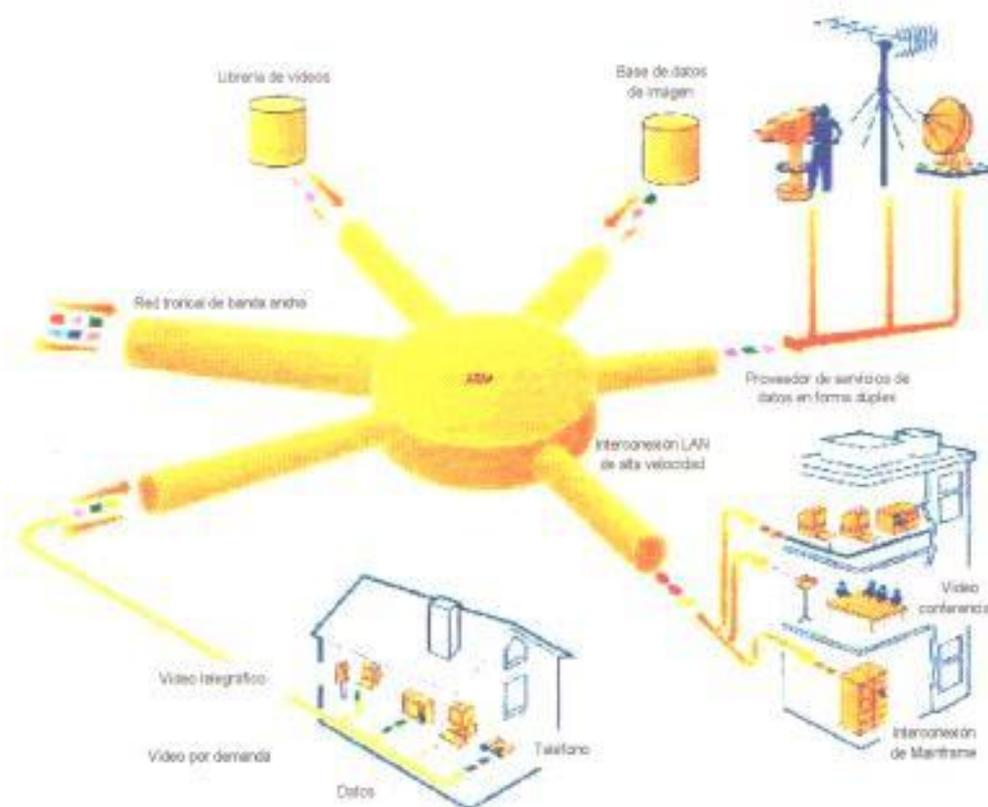


Figura 2.15: Red combinada que permite la interoperación de servicio a nivel de tránsito.

CAPITULO 3

ARQUITECTURA DE LA RDSI DE BANDA ANCHA

En este capítulo analizaremos la evolución de los elementos que forman la arquitectura de la red telecomunicaciones: centro de gestión, red de acceso, red de transporte, conmutadores, terminales. A fin de hacer posible la existencia de una red de banda ancha (figura 3.1)



ATM: plataforma de integración para todos los servicios

Figura 3.1: RDSI de Banda Ancha (La superautopista de la Información)

3.1 RED DE GESTIÓN.

En el nivel de gestión de red, se deberán proponer distintas soluciones para la gestión de operación y mantenimiento en los escenarios tecnológicos seleccionados, mostrando ventajas/desventajas de cada una.

Se tendrán que considerar las relaciones con las tecnologías seleccionadas para la red, y se tendrán que mostrar las implicaciones a nivel operativo de los sistemas propuestos. A nivel de gestión de servicios, particular atención recibirán los aspectos de gestión de los servicios básicos telefónicos en las redes de acceso de banda ancha, previendo que dichos servicios se brinden por la misma red de acceso. Además se evaluará la gestión de los distintos servicios de banda ancha (TV, Video, etc.), que conllevan las propias necesidades de gestión.

Beneficios Esperados: Permitir la definición de la estrategia a seguir en cuanto a la gestión de las futuras redes de acceso de banda ancha.

3.2 Red de Transporte.

La nueva generación de redes de transportes, basada en el estándar internacional SDH, proporcionará grandes ventajas sobre la actual generación de equipos de transmisión.

La diferencia más importante es el control por software. En las complejas redes de transmisión PDH actuales, realizar cambios puede representar semanas e incluso meses de planificación y preparación, así como recableado de las conexiones in situ. En una red de transporte SDH, el control por software significa que estos cambios pueden llevarse a cabo en segundos desde un punto de control central.

Los fallos pueden ser reconocidos rápidamente, y el tráfico reenrutado para evitarlos, lo que incrementa la fiabilidad y prestaciones globales de la red y el servicio que proporciona. Además, serán necesarios menos sistemas en reserva para protección de la red, con lo que ésta podrá manejar mucho más tráfico que en la actualidad.

Dentro de los nuevos requisitos, aquellos que tienen mayor repercusión en la red de transporte son la gran anchura de banda y la provisión de algunas facilidades de tratamiento de conexiones para flujos de información heterogéneos, banda estrecha o banda ancha, comunicativos o distributivos. Una infraestructura de red de transmisión basada en fibras ópticas es el requisito básico para permitir los servicios de banda ancha. Si bien la intención inicial fue que el ATM utilizase infraestructura de transmisión SDH a 155 Mbit/s y 622 Mbit/s, también se podrán utilizar las infraestructuras PDH existentes a 34 y 140 Mbit/s, gracias a la flexibilidad del ATM para ser distribuido en flujos de transmisión diferentes.

Para un tratamiento homogéneo de flujos de tráfico diferentes se requiere que la red de transporte trabaje solo con flujos de celdas ATM.

La utilización de la red de transporte de banda ancha como red troncal para las otras redes existentes representa una aplicación interesante para los operadores de red que se plantean el problema de reducir el número de niveles jerárquicos de sus redes telefónicas y RDSI. En este caso la tecnología ATM permite dar los primeros pasos introduciéndose en las redes existentes, sustituir los conmutadores existentes cuando les corresponda, y posiblemente más tarde reemplazar la tecnología existente. Esta solución también presenta una forma económica de aumentar la capacidad de tráfico de las existentes redes de conmutación o transmisión de paquetes. El requerimiento básico de la red de transporte de banda ancha por tanto es poder transportar tanto señales de velocidad constante como de

ráfagas, y en general las de cualquier tráfico bidireccional tanto simétrico como asimétrico, incluso la facilidad de soportar flujos de información multipunto.

Estas capacidades también permiten a las redes ATM cumplir con los requisitos de los servicios de distribución de video y multimedia, y de consulta de datos mediante servidores exteriores conectados a los conmutadores ATM de banda ancha.

Respecto al tratamiento de las conexiones de flujos de información diferentes, el principal requisito de la red de transporte de banda ancha es la provisión de servicios de interconexión que sean capaces de establecer conexiones semipermanentes y de circuitos y trayectos virtuales programados.

A nivel de red, todos los aspectos generales de la gestión de los servicios de conexión deberán ser provistos por funciones de tratamiento de los recursos de red y por procedimientos de control de admisión de conexión implementados en los conmutadores ATM y supervisados mediante los centros de gestión de redes adecuados. La provisión de servicios sin conexión (SMDS/CBDS) sobre redes ATM no debe suponer requerimientos específicos en la red de transporte de banda ancha. Estos servicios pueden ser realizados mediante servidores de servicio sin conexión que estén conectados externamente o integrados funcionalmente en un conmutador ATM.

Un paso más en la evolución hacia la red de banda ancha es la introducción de los servicios conmutados ATM bajo demanda de acuerdo con la normativa internacional. Se deberán soportar llamadas multimedia tanto de banda ancha como de banda estrecha entre usuarios conectados a la red de acceso ATM de banda ancha.

Finalmente, la provisión de servicios de red inteligente tienen que ser realizados mediante plataformas de aplicaciones externas como se hace en las redes de banda estrecha. La figura 3.2 muestra una estructura típica de red de transporte de banda ancha.

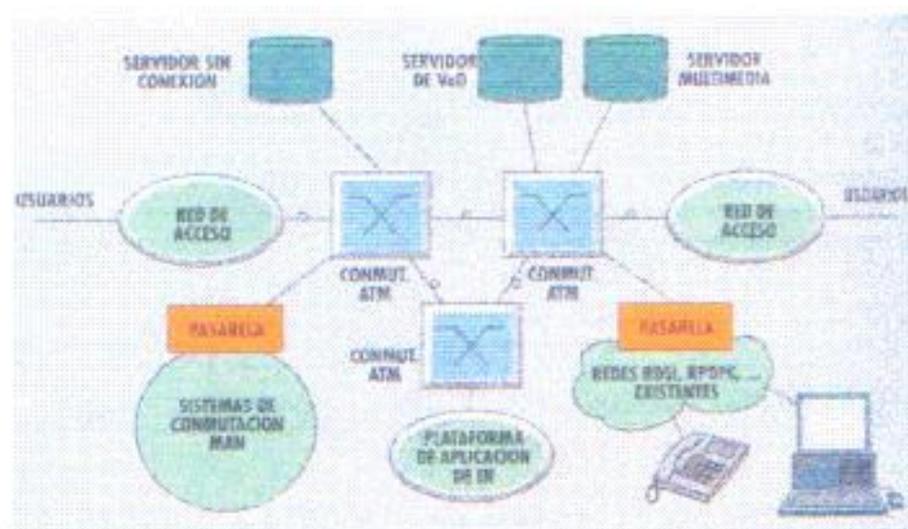


Figura 3.2: Estructura de la red de transporte de banda ancha.

El último y más crítico requerimiento para que la red de transporte se convierta realmente en la infraestructura troncal de una red RDSI de banda ancha totalmente integrada es la capacidad de interoperación de los servicios. Se proveerán funciones de interoperación para que, por ejemplo, un terminal multimedia de banda ancha puede establecer una conexión telefónica con un terminal de la red telefónica pública RDSI.

3.3 RED DE ACCESO.

Los requisitos de repercusión en la red de acceso son un mayor ancho de banda y la integración de distintos tipos de tráfico, como pueden ser el dar acceso a diferentes servicios mediante un único medio físico. Este requisito aparece en un momento en que las muchas redes de telecomunicación se hallan en la fase de sustituir las técnicas analógicas por otras digitales.

La red de acceso que podría satisfacer las necesidades de distintos usuarios y operadores es la que se representa en la figura 3.3.

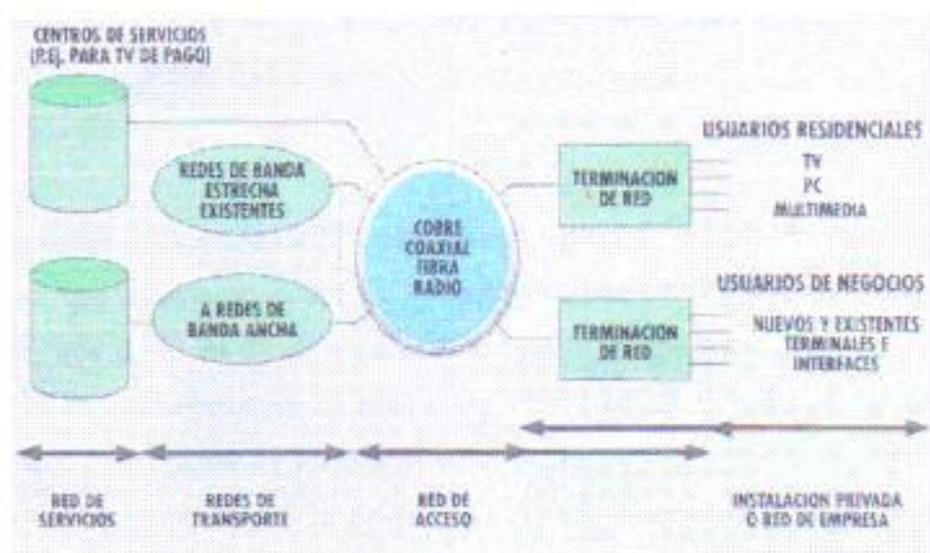


Figura 3.3: Red de acceso

La conversión de señales del tráfico convencional a ATM se puede realizar en las instalaciones del abonado o en el límite de la red de acceso. La primera solución requiere que la red de acceso proporcione un transporte transparente de las señales digitales desde las instalaciones del abonado hasta los nodos de red existentes. Debe también ser capaz de recoger el tráfico correspondiente a diferentes abonados, distribuirlos a sus respectivos nodos y realizar, cuando se requiera, funciones de puerto de acceso.

3.3.1 TENDENCIAS DE LAS REDES DE ACCESO.

El desarrollo de la sociedad de la información está ligado a la creciente disponibilidad de servicios multimedia interactivos para el hogar, las empresas y los servicios públicos.

Estos nuevos servicios necesitarán una infraestructura de acceso de banda ancha interactiva, que todavía no existe. La infraestructura actual se basa bien en la red telefónica, que no es de banda ancha, o bien en la red de televisión, que no es interactiva. La infraestructura de acceso representa la última parte de la red de comunicación: distancias de entre 100 metros y unos pocos kilómetros entre el último nodo de conexión o de distribución y el abonado. En la tabla 3.1 se muestran las posibles tecnologías para esta infraestructura y las fechas tentativas de su disponibilidad en Europa.

Tabla 3.1 - Tecnologías para la infraestructura de acceso de banda ancha y fechas de disponibilidad en Europa

| | Tecnologías | Descripción | Disponibilidad (primera) |
|--|--|--|-------------------------------------|
| <i>Basadas en la infraestructura existente</i> | Red telefónica de cobre + ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line: Línea de Abonado Digital Asimétrica) | Dos módem ADSL a cada lado de la línea telefónica (nodo de conexión, abonado) utilizando la banda completa de la línea de cobre, restringida a la voz, por medio de un método de codificación digital específico | 1998 |
| | Red de televisión por cable | Los datos se transmiten a través de la red de cable de TV, y se reciben y descodifican mediante un módem en el lado del abonado | 1997 |
| | Difusión directa por | Los datos se descargan desde la | |

| | | | |
|---|--|--|-----------|
| | TV via satélite | red del satélite al PC mediante la antena tradicional de satélite y una tarjeta decodificadora. El canal de retorno es proporcionado por la línea telefónica | 1997 |
| <i>Utilizando infraestructuras nuevas</i> | Red híbrida: fibra óptica + ADSL/VDSL | Fibra desde el nodo de conexión hasta la acera o el edificio, y acceso final al hogar proporcionado por línea telefónica de cobre junto con módem ADSL o VDSL (Asymmetrical or Very high data rate Digital Subscriber Line: Línea de Abonado Digital Asimétrica o de muy alta velocidad) | 2000-2002 |
| | Red completa de fibra óptica | Fibra desde el nodo de conexión hasta el hogar | 2006 |
| | Radio terrestre fija de banda ancha | MMDS (Multipoint Multichannel Distribution System: Sistema de Distribución Multipunto Multicanal): tecnología de difusión de TV terrestre con cobertura local también denominada "transmisión por radio", no interactiva (el canal de retorno se suministra a través de la línea telefónica) | 2001 |
| | Radio móvil terrestre de banda ancha | LMDS (Local Multipoint Distribution System: Sistema de Distribución Local Multipunto): tecnología terrestre interactiva de banda ancha, con cobertura local) | 2003 |
| | Radio móvil terrestre de banda ancha | Evolución hacia la banda ancha de los actuales sistemas de comunicación móvil (UMTS3 y futuros sistemas) | 2001-2004 |
| | Multimedia de banda ancha por satélite | Constelaciones de satélites LEO (Órbita terrestre baja) asociados o no con satélites geoestacionarios | 2002 |

3.3.1.1 ADSL: Banda Ancha sobre cobre

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) es la tecnología que puede hacer posible el sueño de muchos, navegar por Internet sin esperas, olvidando cifras como 28,8 k o 56k de los módems tradicionales (fig 3.4).

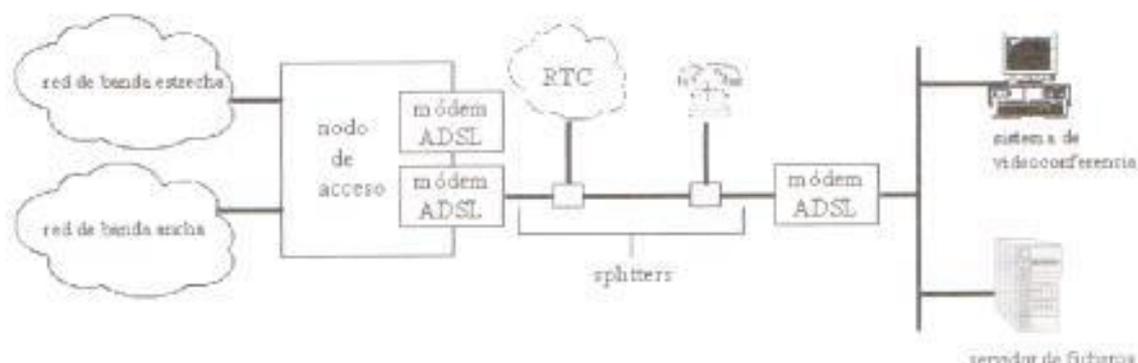


Figura 3.4 Acceso a usuario por ADSL.

La tecnología ADSL fue desarrollada en 1989 por Bellcore. En la actualidad, el ADSL Forum, asociación que agrupa a los distintos fabricantes, se encarga de la estandarización de esta nueva tecnología.

ADSL se basa en conectar dos módems a ambos extremos de una línea telefónica tradicional (el par de hilos de cobre). Las velocidades de transmisión son distintas según el sentido: Hacia el usuario final hasta 9 Mbps y hacia el proveedor de acceso hasta 800 Kbps. Esto supone una velocidad de transmisión 140 veces mayor que la de un enlace RDSI, acercándose a la velocidad de una red Ethernet convencional (10 Mbps).

Con ADSL es posible hablar por teléfono mientras se transmiten datos, gracias a filtros que distinguen entre voz y datos. En el rango de bajas frecuencias, poco se ha mejorado desde tiempos de Graham Bell (1876). En cambio, gracias a ADSL,

la zona de altas frecuencias, abre un nuevo mundo de posibilidades, principalmente un acceso rápido a Internet. Técnicamente, ADSL se encuentra preparado para su comercialización. Aunque es posible que con la liberalización de los monopolios telefónicos en Europa, se ofrezcan paquetes de módem más conexión pagando una tarifa mensual. Realmente todavía no se ha establecido un modelo de tarificación para ADSL.

Si realmente 1998 resulta ser el año de ADSL puede poner las cosas muy difíciles a los módems de 56k y a la RDSI. ADSL también puede afectar a las redes de cable. *Las razones son:*

Se calcula que en el mundo existen unos 760 Millones de accesos telefónicos. Sustituir estas líneas por fibra óptica o cualquier otro tipo de medio de transmisión tiene un coste altísimo, prácticamente inviable.

ADSL no reparte el ancho de banda. Los módems de cable soportan hasta 30 Mbps. Sin embargo el aumento del tráfico en una línea significa una reducción del ancho de banda por usuario. Esto no sucede con ADSL.

Uno de los principales inconvenientes de ADSL es que deba contratarse el servicio a la operadora telefónica correspondiente. Esto no sucede con los módems habituales, puesto que basta con conectarlos a la red, sin tener que dar aviso a la operadora.

Otro inconveniente importante es la saturación de los servidores al conectarse muchos usuarios con ADSL.

El término DSL (Digital Subscriber Line), acuñado por Bellcore en el año 1989 designa un módem o un modo de transmisión, no una línea ya que éstas existen (el bucle de abonado, constituido por un par de cobre) y se convierten en digitales al

aplicarles el par de módems. DSL se emplea sobre todo para proporcionar el acceso básico a la RDSI y transformar el bucle de abonado en un circuito con dos líneas.

Las cuatro técnicas dentro de la familia XDSL son:

- HDSL es simplemente una técnica mejorada para transmitir tramas T1 o E1 sobre líneas de pares de cobre trenzados (T1 requiere dos y E1 tres), mediante el empleo de técnicas avanzadas de modulación, sobre distancias de hasta 4 kilómetros, sin necesidad de emplear repetidores.
- SDSL es la versión de HDSL para transmisión sobre un único par, que soporta simultáneamente la transmisión de tramas T1 y E1 y el servicio básico telefónico, por lo que resulta muy interesante para el mercado residencial.
- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), una nueva tecnología para módems, convierte el par de cobre que va desde la central telefónica hasta el usuario en un medio para la transmisión de aplicaciones multimedia, transformando una red creada para transmitir voz en otra útil para cualquier tipo de información, sin necesidad de tener que reemplazar los cables existentes, lo que supone un beneficio considerable para los operadores, propietarios de los mismos.
- VDSL, también llamada al principio VADSL y BDSL, permite velocidades más altas que ninguna otra técnica pero sobre distancias muy cortas, estando todavía en fase de definición. Alcanza una velocidad descendente de 52 Mbit/s sobre distancias de 300 metros, y de sólo 13 Mbit/s si se alarga hasta los 1.500 metros, siendo en ascendente de 1,5 y 2,3 Mbit/s respectivamente. En cierta medida VDSL es más simple que ADSL ya que las limitaciones impuestas a la transmisión se reducen mucho dadas las pequeñas distancias sobre la que se ha de transportar la señal; además, admite terminaciones pasivas de red y permite conectar más de un módem a la misma línea en casa del abonado. VDSL está pensada para el último tramo de hilo de cobre que llega hasta el abonado,

siendo una alternativa válida para el despliegue de las redes híbridas fibra-coaxial (HFC), en donde desde la central hasta el vecindario se utiliza fibra óptica y desde la Unidad Óptica de Red (ONU) se lleva la señal hasta cada usuario utilizando el par de cobre ya tendido por el edificio. Mediante división en frecuencia se separan los canales ascendente y descendente de la banda usada para los propios telefónicos (RTB y RDSI), por lo que, al igual que sucede con ADSL, se puede superponer este servicio al actual telefónico.

- **Modelo de Referencia del Sistema.**

En la figura 3.5 se muestra el modelo de referencia del Sistema ADSL.

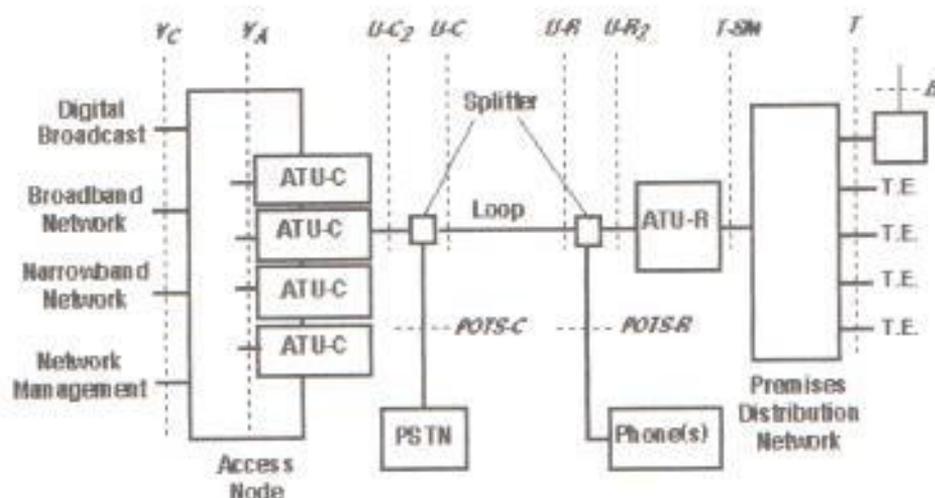


Figura 3.5: Modelo de Referencia del Sistema.

Definiciones:

ATU-C: Unidad de Transmisión ADSL en el final de la Red. El ATU-C puede estar dentro de un Nodo de Acceso.

ATU-R: Unidad de Transmisión ADSL remota o de acceso a usuario.

Access Node: Nodo de Acceso. Punto de concentración para datos de Banda Ancha y Banda estrecha. El nodo de acceso puede estar localizado en una oficina Central o en un sitio remoto.

POTS: Plano del Servicio Telefónico Tradicional.

POTS-C: Interface entre la Red telefónica Pública Conmutada y el splitter POTS al final de la Red.

POTS-R: Interface entre los teléfono y los splitter post al final de la red de distribución de premisas.

PSTN: Red telefónica Pública Conmutada.

Splitter: Filtros que separan las señales de alta frecuencia (ADSL) y de bajas frecuencias al final de la Red y al comienzo del ATU-R.

T-SM: Interface entre el ATU-R y la Red de Distribución. Puede actuar como una interface tipo T cuando la red pasiva está cableada punto a punto. Una ATU-R puede tener implementada más de un tipo de interface T-SM (por ejemplo una conexión T1/E1 y una conexión Ethernet). La interface T-SM puede estar integrada dentro de un módulo de servicio.

U-C: Interface entre el loop y los splitter POTS en el lado de la Red.

U-C2: Interface entre los splitter POTS y el ATU-C.

U-R: Interface entre el loop y el splitter POTS en el lado de usuario.

U-R2: Interface entre el splitter POTS y el ATU-R.

V_A: Interface lógica entre el ATU-C y el nodo de Acceso.

V_c: Interface entre el nodo de Acceso y la Red. Puede tener múltiples conexiones físicas como se muestra y también puede transportar todas las señales a través de una conexión física simple. El segmento de Banda Ancha de la interface V_c puede ser una conmutación STM, una conmutación ATM o tipo de conexiones de línea privada.

- **Ventajas :**

Frente a los módems de cable ADSL, ofrece la ventaja de que es un servicio dedicado para cada usuario, con lo que la calidad del servicio es constante, mientras que con los otros módems se consiguen velocidades de hasta 30 Mbit/s pero la línea se comparte entre todos los usuarios, degradándose el servicio conforme más de estos se van conectando o el tráfico aumenta.

La ventaja de esta técnica de transmisión frente a otras como puede ser la utilizada con los módems de cable radica en que es aplicable a la casi totalidad de líneas ya existentes, mientras que la otra necesita de un tendido de cable nuevo o de modificación de los existentes para que la soporten, siendo su despliegue muchísimo menor y más lento.

Rápida provisión del servicio sobre planta instalada. Un medio para obtener ganancias de la planta instalada. Costos moderados para bajas penetraciones. Disponible ahora (efectos estratégicos), pero a valores elevados.

- **Desventajas:**

La desventaja inherente de ADSL es su limitada utilidad a largo plazo. Limitado ancho de banda. 6 Mhz máximo, lo cual disminuye la calidad del video a transmitir. Costos actuales elevados para altas penetraciones. Más del doble que FTTC ó HFC por cliente. Costos planos. Del primer abonado al número 10.000, no baja el costo/cliente. Sensible a la calidad de los pares y a la distancia.

ADSL representa una solución "cost-effective" en corto plazo para las estrategias de banda ancha, pero no desplazará la tecnología de fibras ópticas en el largo plazo

3.3.1.2 Redes FTTC

Existen otros tipos de red de acceso de banda ancha como pueden ser las redes FTTC (Fiber To The Curb - Fibra hasta la acera), los sistemas MMDS y LMDS (Microwave Multipoint Distribution System; y Local MDS, respectivamente), y los sistemas de TV digital por satélite. Los sistemas inalámbricos (wireless) presentan el inconveniente fundamental de la inexistencia o la gran complejidad tecnológica de un canal de retorno de alta capacidad. El retorno por la RTC supone en estos casos una alternativa económica y en muchas ocasiones eficaz y suficiente para cierto tipo de servicios altamente asimétricos. Por ésta y por otras consideraciones, las redes de acceso wireless podrían convertirse a largo plazo en un elemento complementario del cable y no llegar realmente a suponer una competencia excesivamente fuerte, sobretodo en los grandes núcleos de población. Las redes del tipo FTTC, al contrario, se caracterizan por disponer de grandes anchos de banda tanto descendentes (de la cabecera al abonado) como ascendentes o de retorno (del abonado a la cabecera), gracias a que la fibra óptica penetra muy profundamente en la estructura de la red, lo cual, por otra parte,

encarece la implantación del sistema (cada nodo óptico sirve a unas pocas decenas de abonados).

La red FTTC utiliza anillos de fibra óptica que unen nodos ópticos donde las señales pasan de óptico a eléctrico y llegan a los abonados a través de cable de pares trenzados y/o coaxial (se trata de líneas punto a punto, nodo-abonado). La información se transmite mediante esquemas de modulación digital en banda base. Este tipo de redes no puede ofrecer canales analógicos de TV a no ser que disponga de una red paralela de coaxial. Este punto supone un inconveniente mayor de lo que podría parecer ya que los abonados desean poder seguir viendo los canales de TV habituales que reciben con su instalación de antena colectiva (fig 3.6).

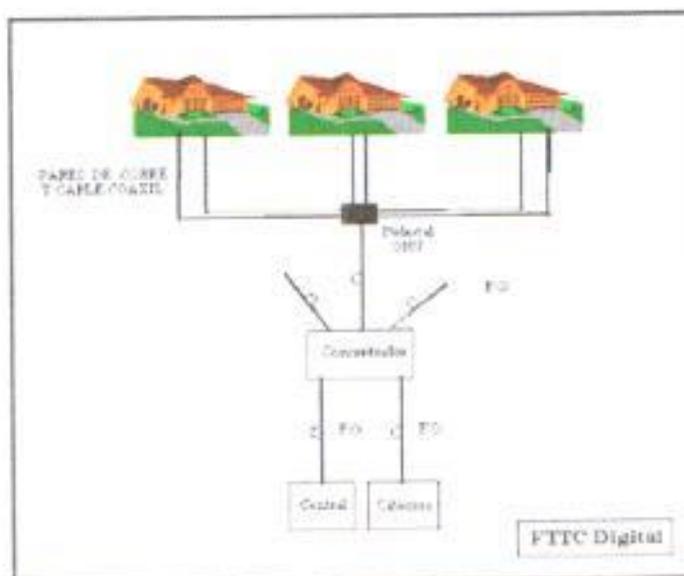


Figura 3.6: Acceso a usuario por FTTC.

3.3.1.3 Redes HFC

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.

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)(fig. 3.7).

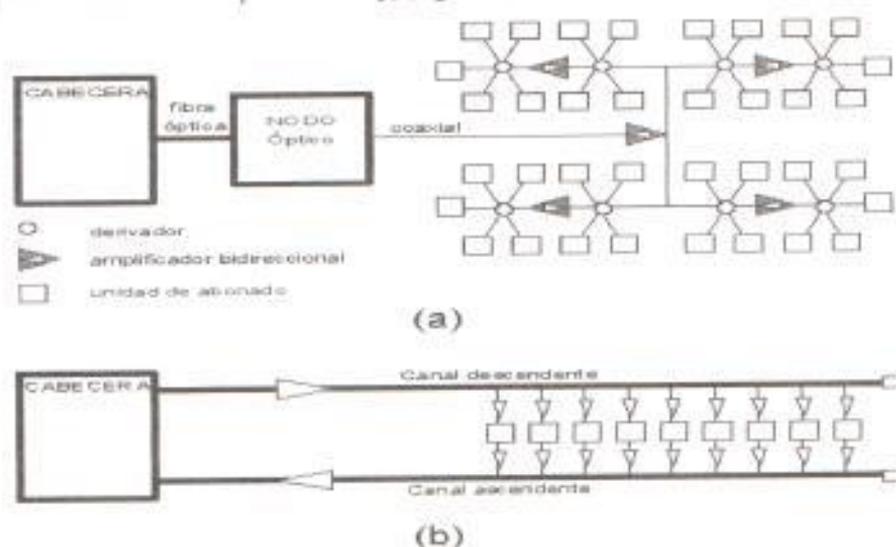


Figura 3.7: Esquema de red HFC (a) y abstracción de la misma (b).

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 monitorear 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.

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 Sincrona, 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.

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 éstas 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.

- **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.

Se puede decir que, al ser las redes HFC verdaderas redes de telecomunicaciones de banda ancha, pueden ofrecer a sus abonados una variedad tal de servicios que la amortización de las inversiones puede realizarse más rápidamente. Un operador de red HFC puede prestar servicios de TV de pago, telefonía y datos, de una manera progresiva, escalonando la inversión en los equipos necesarios y extendiendo la red conforme los servicios gozan de una mayor penetración.

Por otra parte, prever con exactitud el comportamiento del mercado del cable es una tarea bastante 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 otros países. 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.

Una red de cable puede, como ya se ha comentado antes, amortizarse con los ingresos generados por un abanico de servicios más amplio que en el caso de la TV digital por satélite.

3.4 Conmutadores ATM.

Un conmutador debe soportar todas las categorías de servicios de ATM estandarizadas, incluyendo tasa de bits constante (CBR), tasa de bits variable (VBR), tasa de bits sin especificar (UBR) y tasa de bits disponible (ABR) (especificaciones de la ITU-T y del ATM Forum).

- **Sistemas básicos de 10 y 20 Gbit/s.**

El sistema de conmutación de 10 Gbit/s (fig 3.8) consta de dos procesadores de control, dos planos de conmutación, 16 terminales de central y ventiladores.

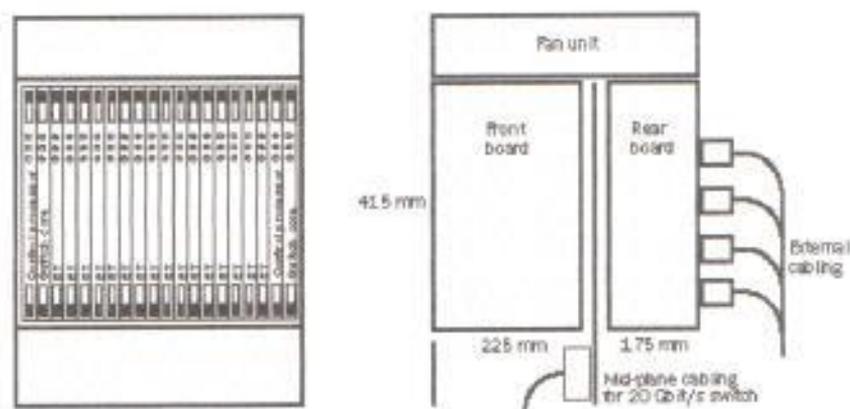


Figura 3.8: Configuración física del sistema de 10 Gbit/s.

Todo el cableado externo se realiza mediante tarjetas de conexión situadas en la parte trasera. Los terminales de Central (ET) constan de 2 tarjetas: una de

terminación de ATM (ATB) en la parte frontal de la repisa, con 622 Mbit/s de capacidad de puerta de conmutación; y una tarjeta correspondiente de terminación de línea detrás.

Un conmutador ATM soporta las siguientes tarjetas de terminación de línea:

- 16 x 2 Mbit/s (E1) con emulación de circuitos;
- 8 x 34 Mbit/s (E3);
- 8 x 45 Mbit/s (T3);
- 4 x 155 Mbit/s (STM-1/OC-3), eléctrica y óptica;
- 1 x 622 Mbit/s (STM-4/OC-12), óptica.

Dos de las repisas de 10 Gbit/s pueden conectarse directamente con cables entre los planos traseros. Esto proporciona un sistema de conmutación de 20 Gbit/s completamente anticongestión (fig. 3.9).

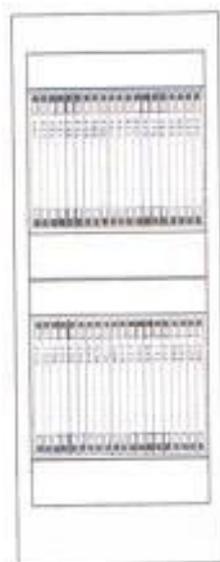


Figura 3.9. Dos sistemas de 10 Gbit/s pueden interconectarse directamente, formando un sistema de 20Gbit/s

- **Estructura de Conmutación.**

La estructura de conmutación de ATM puede dividirse en cinco bloques funcionales principales como se muestra en la figura 3.10.

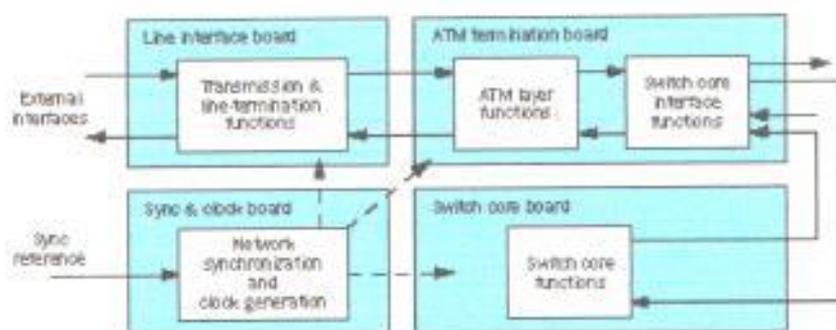


Figura 3.10: Modelo funcional del sistema de conmutación

Funciones de transmisión y de terminación línea: Las tarjetas de interfaz de línea terminan las capas físicas y proporcionan funciones relacionadas con la transmisión. Se ofrece soporte para interfaces físicos desde E1 a STM-4.

- **Funciones de capa de ATM.**

El almacenamiento intermedio se gestiona en colas de canal virtual (VC). Cada tarjeta de ATB puede almacenar hasta 64000 celdas. Las funciones de desecho de paquete prematuro y paquete de cola incrementan al máximo el número de paquetes completos que se transmiten. Para desechar celdas puede usarse la prioridad de pérdida de celdas (CLP). Las funciones de la capa ATM soportan todas las clases de servicios de ATM definidas por la ITU-T y el ATM Forum, incluyendo la tasa de bits disponible (ABR). La ABR es soportada con feedback de tasa explícita, en donde la tasa de celda permitida se inserta en las celdas de recursos retornables (RM).

Para asegurar que un conmutador ATM pueda evolucionar para satisfacer requisitos futuros, su implementación interna soporta 16 clases de servicio (QoS) con subclases. Las tasas de celdas pico y sostenibles se controlan monitoreando, etiquetando o desechando celdas.

- **Funciones de interfaz de núcleo de conmutador.**

Las funciones de interfaz de núcleo de conmutación adaptan las celdas al formato de celda interno e insertan símbolos de identificación de encaminamiento. Una tarjeta de núcleo de conmutador es activa; y para redundancia, la otra opera en modalidad de espera con actuación rápida.

- **Funciones de núcleo de conmutador.**

En términos de demora, variación de demora, y pérdida de celdas, la estructura del núcleo del conmutador se optimiza para prestar apoyo a las características positivas del ATM y a actualizaciones armónicas y rentables de un conmutador de 10 Gbit/s a 20 Gbit/s, o a 160 Gbit/s y mayor capacidad. El núcleo del conmutador es un conmutador sin espacio de almacenamiento intermedio para conexiones punto a punto, pero usa un almacenamiento intermedio para conexiones de punto a multipunto. Sus funciones abarcan conmutación de espacio, feedback a almacenamiento intermedio de entrada, copiado de celda de punto a multipunto y expansión a conmutadores mayores.

Las configuraciones de 10 Gbit/s y 20 Gbit/s emplean una matriz de conmutación de 2 etapas. En la primera etapa, la interfaz de núcleo de conmutador distribuye las celdas aleatoriamente en el núcleo del conmutador. La primera y segunda etapas conmutan las celdas en base al símbolo de identificación de encaminamiento incluido en el formato de celdas interno. Se añaden más etapas para abarcar mayor capacidad de núcleo de conmutador. Esto es debido a que la matriz de conmutador no tiene almacenamiento intermedio, la demora es constante, independientemente del número de etapas involucradas.

- **Sincronización de red y generación de reloj.**

Una función de sincronización de red, que obtiene la adaptación cronológica de una o varias referencias de sincronización, sincroniza la adaptación cronológica del nodo con la red o con una fuente de reloj externa.

- **Gestión de llamadas.**

En un conmutador ATM se debe prestar apoyo a los siguientes tipos de conexión:

- Conexiones permanentes establecidas por orden del operador:
 - Conexiones punto a punto de trayecto virtual y de canal virtual.
 - Conexiones punto a multipunto de trayecto virtual y canal virtual.
- Conexiones bajo solicitud, de extremo a extremo establecidas por abonados a través de señalización.
 - Conexiones punto a punto, de canal virtual.
 - Conexiones punto a multipunto, de canal virtual.
- Conexiones permanentes "blandas" de borde a borde a través del dominio de encaminamiento de PNNI establecidas por solicitud del operador.
 - Conexiones punto a punto, de canal virtual.
 - Conexiones punto a multipunto, de canal virtual.

Para conexiones de control bajo solicitud, actualmente se respaldan tres protocolos de señalización diferentes:

- UNI y Q.2031, para usuarios y redes privadas.
- PNNI, para uso entre nodos en la misma red.
- BICI (B-ISUP), para uso entre redes públicas, entre nodos donde no se respalde PNNI, o entre dominios de encaminamiento de PNNI dentro de una red.

Plataforma de recursos comunes.

Todos los recursos de conmutación ATM se comparten a través de un gestor de recurso común (fig. 3.11) que controla la admisión de la conexión, y reserva y asigna anchura de banda, y establece y desconecta todas las conexiones de trayecto o canal virtuales.

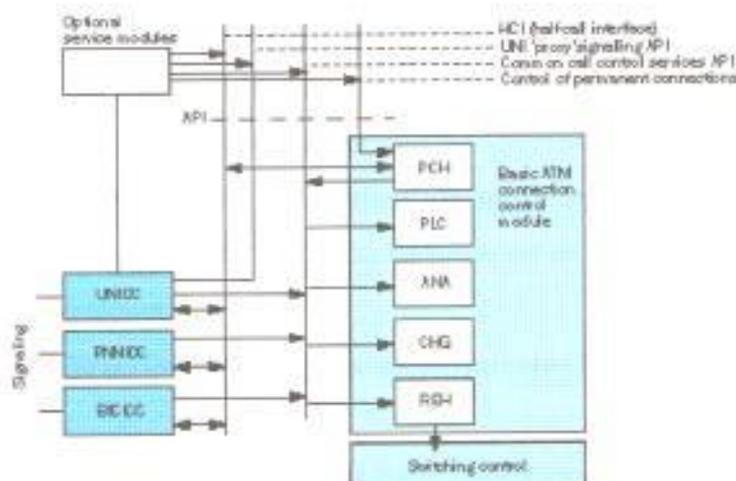


Figura 3.11
PLATAFORMA DE RECURSOS COMUNES ATM

ANA Análisis de dirección y encaminamiento
CHG Recogida de datos de tasación
PCH gestión de conexiones permanentes.
PLC Control de carga de procesador.
REH Gestión de recurso de ATM.
XxCC Control de media llamada para conexiones bajo solicitud.

Asimismo, para asegurar que las demoras de respuesta de señalización para las llamadas establecidas sean breves, incluso cuando la carga sobre el procesador es alta, cada petición nueva bajo solicitud (señalizada), se pasa a un controlador de carga (ver PLC en la figura). El controlador de carga dispone las peticiones en una cola de "último en entrar primero en salir" (LIFO), desde la cual abastece las peticiones hasta los bloques de control de llamada a una cadencia inversamente

proporcional a la carga de procesador. Si, debido a una carga de procesador alta, las peticiones no se cargan a los bloques de control de llamada dentro del tiempo máximo de demora permitido, son rechazadas.

- **Interoperación entre protocolos de señalización.**

La interoperación de señalización permite que distintas interfaces de red usen diferentes protocolos de señalización para controlar el tráfico por la interfaz. Por ejemplo, puede ser necesario que haya dos protocolos similares, PNNI y B-ISUP, entre nodos de la red.

El conmutador respalda la interoperabilidad entre protocolos y la conversión entre cualquier combinación de los protocolos de señalización. La interoperación entre la señalización se consigue mediante el control separado de las partes de señalización entrantes y salientes, en donde se usa una interfaz de media llamada (HCI) independiente del protocolo para intercambiar información relativa a la llamada entre 2 partes. El formato de información, que reduce al mínimo la conversión de formato en la interfaz de media llamada, exige unos conocimientos pequeños del tipo de señalización gestionado por la otra mitad de la llamada. Gracias al interfaz de media llamada, en el futuro será fácil añadir protocolos de señalización.

- **Direccionamiento y encaminamientos flexibles.**

Debido a que el PNNI y la BICI usan métodos de encaminamiento diferentes, el conmutador también respalda:

Las tablas de encaminamiento dinámico para encaminamiento de fuente de PNNI,

Las tablas de encaminamiento estático para encaminamiento salto a salto.

El análisis de encaminamiento (ANA) permite casos de encaminamiento mixto. Por tanto, puede llegarse a las mismas direcciones independientemente de los

protocolos de señalización, lo cual permite que el tráfico de desbordamiento de PNNI se encamine por una red de B-ISUP, y que el tráfico de desbordamiento de B-ISUP se encamine por una red de PNNI.

- **Soporte de facturación.**

Se proporcionan amplios datos de tasación sobre la base de por conexión para conexiones de cualquier tipo, es decir, para los lados de origen y terminación, y para tasación basada en la duración y el uso. Estos datos de tasación incluyen el número de la parte llamante, hora de inicio y terminación, calidad de servicio, y el número de celdas enviadas.

Para permitir la tasación basada en el uso, los contadores controlan las celdas en las direcciones de ingreso y salida por conexión de ATM. El valor de cada contador es recogido por el bloque de CHG al final de cada llamada. Para las llamadas largas, los valores del contador también se recogen a intervalos regulares.

Los datos de tasación, es decir, los registros de los detalles de las llamadas se almacenan en de forma estable (en disco) cuando deben conservarse temporalmente antes de transferirse a un sistema externo de procesado.

3.5. Terminales De Acceso A Usuario.

Módems ADSL

Los módems ADSL utilizan un tipo de modulación avanzada: DMT (Discrete Multitone). Este tipo de modulación se basa en dividir en sub-bandas el rango de frecuencias disponibles. En cada banda de utiliza la modulación QAM, simulándose así la función de varios módems QAM tradicionales trabajando en paralelo.

El ancho de banda en ADSL depende en gran medida de la distancia existente entre los dos módems. Por ejemplo, para la transmisión de TV digital se necesita un ancho de banda de 6 Mbps. En este caso, la central local no debe encontrarse a más de 1,5 Km del lugar donde se encuentra el usuario conectado. En el caso de vídeo a la carta (o demanda) basta con un ancho de banda de 1,5 Mbps. En este segundo caso, la central local puede estar situada a 5,5 Km. Las distancias entre nodos de la red de transporte no son importantes puesto que se trata de líneas de alta velocidad y fiabilidad.

Durante mucho tiempo se ha considerado la red telefónica como una red inadecuada para la transmisión de datos a alta velocidad. Sin embargo, esto no es totalmente cierto: El ancho de banda disponible de la red telefónica es de 3,1 KHz (rango de frecuencias entre 300 y 3400 Hz). Por lo tanto, queda todo un rango de frecuencias inutilizado (toda componente frecuencial situada en un rango no comprendido entre los 300 y 3400 Hz es eliminada por filtros). Por lo tanto, el ancho de banda no viene limitado por el par de hilos de cobre, sino por la tecnología aplicada en la red telefónica.

ADSL utiliza el resto de frecuencias disponibles (de 4 KHz a 2,2 Mhz), siempre y cuando a ambos lados de la línea se encuentren módems ADSL. La diferencia respecto a los módems tradicionales es que no pueden comprarse y conectarse directamente a la red telefónica. Es necesario que la compañía telefónica instale el módem en la central local. Por lo tanto, ADSL puede entenderse como un servicio que ofrecerán las compañías telefónicas.

Módem de cable:

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 módems 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 (figura 3.12).

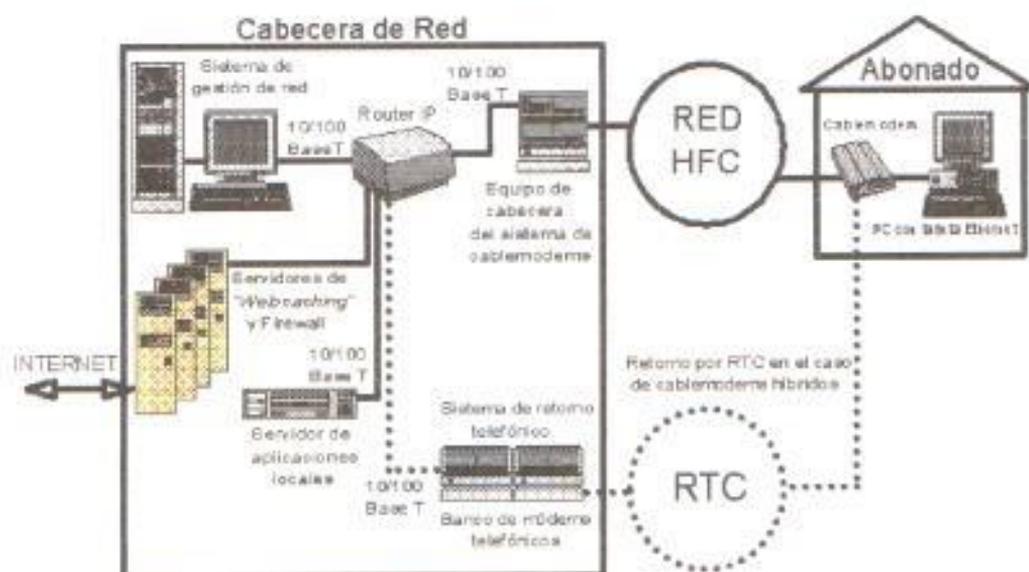


Figura 3.12: Infraestructura del Abonado

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 (fig. 3.13)

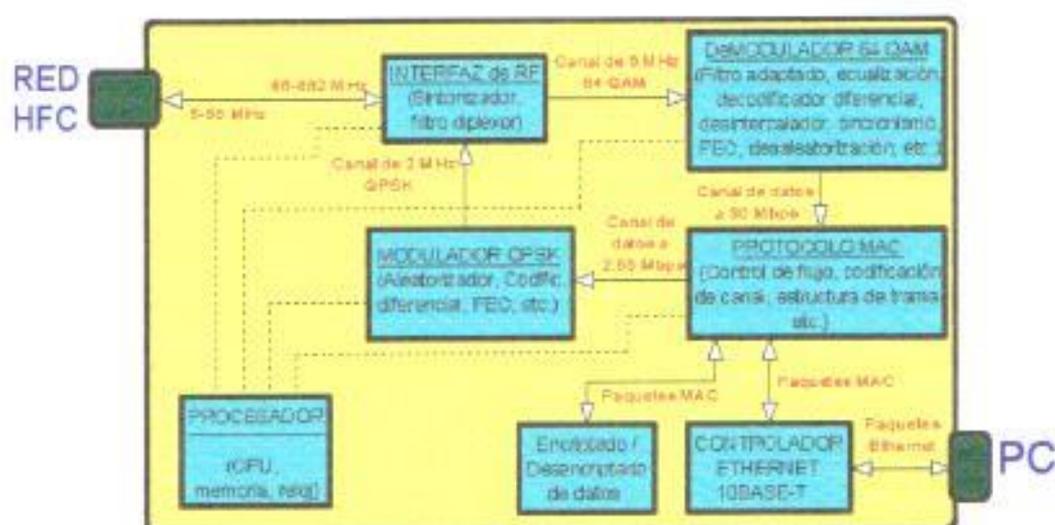


Figura 3.13: Sistema completo de cablemódems. Equipos de cabecera y de abonado.

- **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 RDSI, 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 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.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LA RED DE BANDA ANCHA PARA GUAYAQUIL

Una vez que hemos descrito cada uno de los elementos que forman una red de banda ancha, debemos considerar la infraestructura de la red actual, a fin de establecer los requerimientos de la misma para su evolución hacia Banda Ancha. Tomando en cuenta que:

- Una red de Banda Ancha con tecnología ATM necesita el soporte de una red de transporte SDH. Bajo tal condición necesitamos realizar inicialmente un análisis de la implantación de dicha red, tomando como referencia un trabajo anterior y asumiendo su existencia futura.
- Es necesaria la transformación de las centrales digitales con el fin de acoplarlas como nodos ATM dentro de la red de banda ancha.
- Debemos aprovechar al máximo la infraestructura existente en la parte de red de abonado, mediante el empleo de una tecnología adecuada para el acceso a usuario.

4.1 TOPOLOGÍA DE LA FUTURA RED SDH DE GUAYAQUIL

La futura red de transporte SDH de la red de Guayaquil está compuesta por cinco anillos, dispuestos en dos niveles: *nivel de recolección de tráfico* y *nivel de interconexión de tráfico*.

El nivel de recolección está formado por cuatro anillos: Norte, Sur, Este y Oeste; configurados así de acuerdo a la zona geográfica a la que pertenece cada uno. Su función es la de recoger el tráfico desde los diferentes nodos, que será transportado dentro del mismo anillo o pasará a otro nivel con el objeto de llegar a la central de destino.

La conformación de los anillos de recolección es la siguiente:

- **Anillo Norte:** Bellavista, Norte, Alborada, Pascuales, Mapasingue, Urdesa, Los Samanes y Guayacanes.
- **Anillo Sur:** Bellavista, Centro, Febres Cordero, Sur, Guasmo y Puerto Nuevo.
- **Anillo Este:** Centro, Norte, La Puntilla, Primavera, Durán y Boyacá.
- **Anillo Oeste:** Bellavista, Centro, Oeste, Portete, Los Cisnes, Cerro Azul y Los Ceibos.

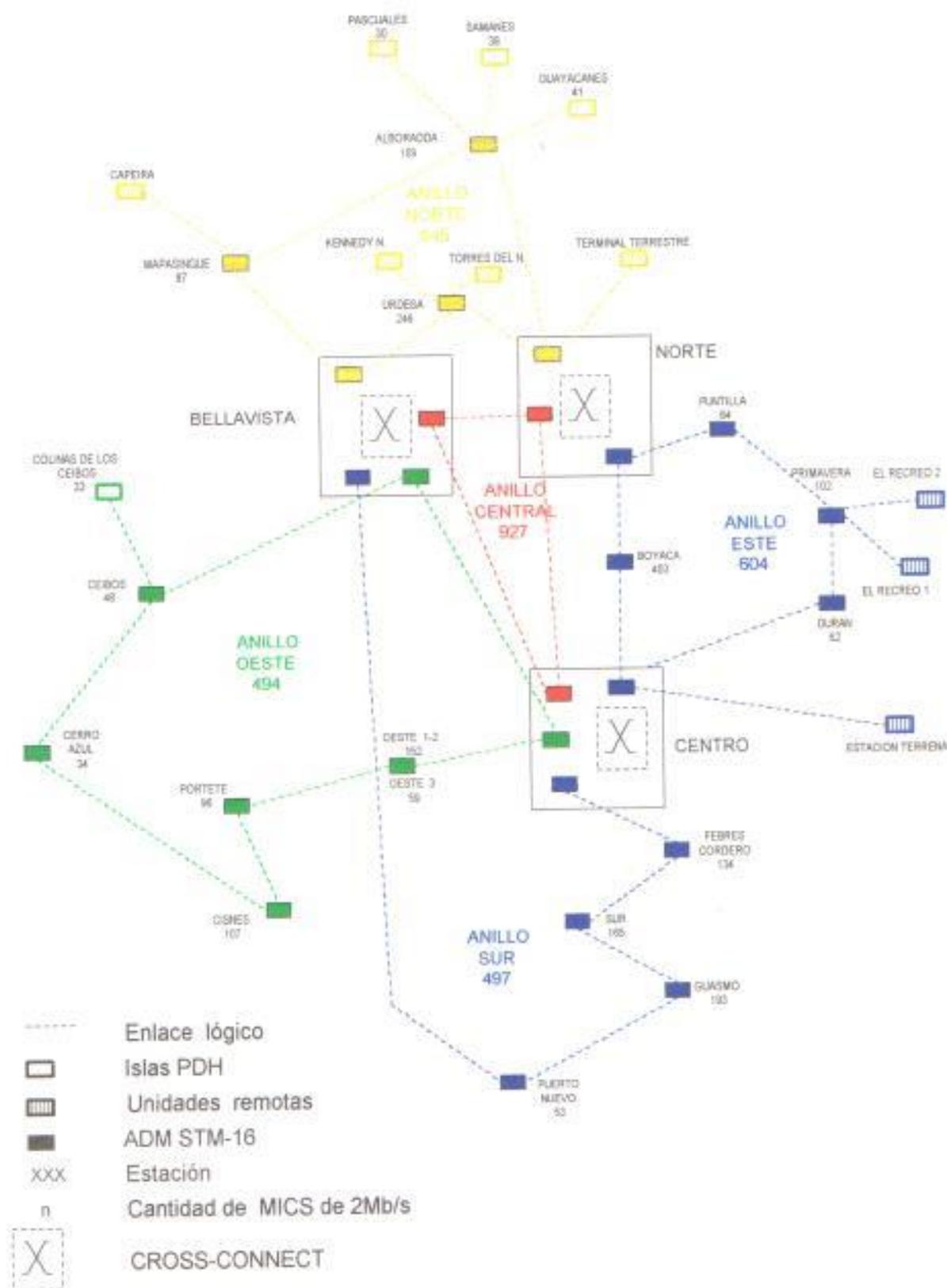
El nivel de interconexión esta manejado por el anillo central formado por los nodos: Centro, Norte y Bellavista. Su función es la de interconectar cada uno de los anillos de recolección y administrar el tráfico originado en sus centrales

Los cinco anillos que conforman la red SDH de Guayaquil operan a una velocidad sincrónica de 2.5 Gb/s, que corresponde al nivel de transporte STM-16, puesto que el número de tributarios de 2 Mb/s que maneja cada anillo es mayor a 252; siendo este el número máximo de MICs que el nivel inmediato inferior de la jerarquía sincrónica posee, es decir, el nivel STM-4. El nivel STM-16 tiene la capacidad de transportar como máximo 1008 tributarios de 2 Mb/s.

Cada uno de los nodos recolectores utilizan equipos multiplexores ADM-16, mientras que cada uno de los nodos de interconexión utilizarán equipos ADM-16 y Cross-Conectores SDXC 4/1. Además, conectado a los equipos ADM-16 se utilizan equipo STM-1 o STM-4, para acceso y cross-conexión a nivel de 2Mb/s.

En la figura 4.1 se muestra la topología de la futura red de transporte SDH de Guayaquil, en la cual se puede apreciar la configuración de cada anillo, las centrales que lo conforman, así como la capacidad en MICs que maneja cada central y anillo.

Figura 4.1: Topología de la red SDH de Guayaquil



4.2 DETERMINACIÓN DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE BANDA ANCHA

Como hemos visto en capítulos anteriores, una red ATM está conformada por nodos de red (NNI) y nodos de acceso (UNI). Bajo esta premisa hemos provisto la existencia de un anillo central formado por centrales que hemos considerado como nodos de red; los mismos que servirán como nodos de transporte e interconexión para los nodos de acceso.

La interconexión de los nodos determina la topología de la red a implementar. Para nuestro caso en particular, emplearemos una topología tipo anillo para la interconexión de los nodos de red y una topología tipo estrella para los nodos de acceso (fig. 4.2).

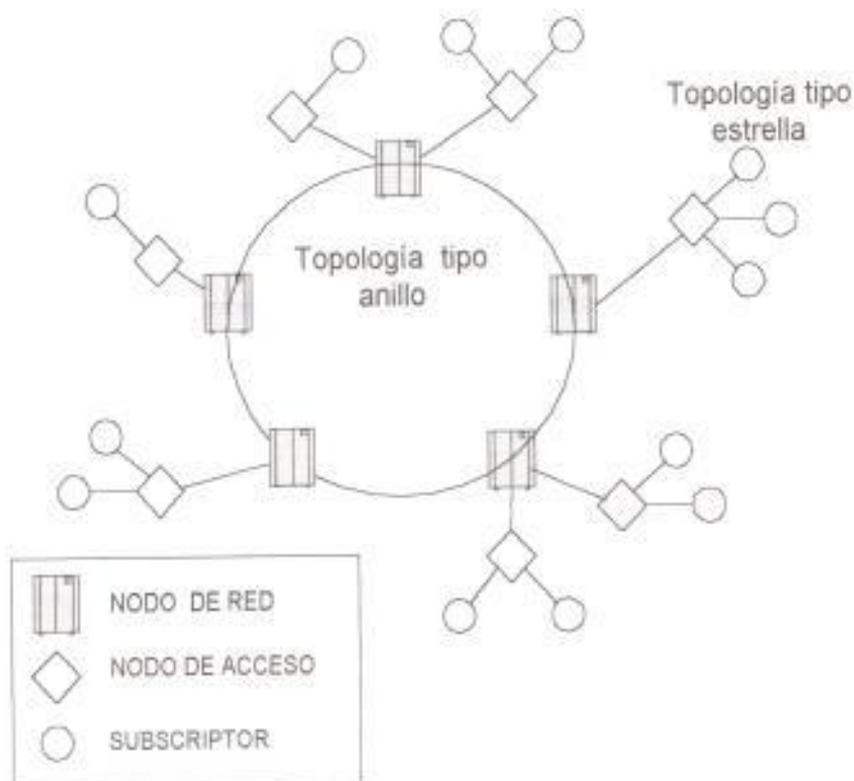


Figura 4.2: Topología de interconexión de nodos de red y nodos de acceso

4.2.1 DETERMINACIÓN DE NODOS DE RED Y NODOS DE ACCESO

Para que una central sea considerada como nodo de red o nodo de acceso debe cumplir con los siguientes requerimientos.

Area de cobertura: Las centrales escogidas como nodos de red o acceso deberán cubrir una zona de gran desarrollo comercial a fin de justificar su implementación como nodo ATM.

Capacidad de las Centrales: Tener un gran número de abonados esto servirá como medida de referencia para determinar el número de posibles subscriptores al servicio de Banda Ancha.

Para la selección de nodos de red se debe considerar también:

Ubicación Estratégica: Aunque una central no tenga muchos abonados, si tiene una ubicación adecuada puede servir como un punto de desfogue del tráfico generado por las centrales unidas a ellas.

Proximidad geográfica: A fin de reducir costos de instalaciones

Tomando todos estos puntos en consideración y analizando la topología de la red SDH de Guayaquil hemos escogido como nodos de red las centrales:

CENTRO

Se encuentra en el centro de Guayaquil de gran desarrollo comercial, próxima a otras centrales, además esta posee un radio enlace con la Estación Terrena lo que facilita la comunicación internacional. Es una central estratégica para que los usuarios tengan servicios de banda ancha.

BOYACÁ

Esta central tiene una ubicación estratégica importante debido a su proximidad con un gran sector bancario y comercial. En nuestro estudio esta central tendrá una conexión directa con el usuario final.

NORTE

Esta central permitiría el acceso de algunos sectores productivos del norte de la ciudad. Además tiene conexión con la central Alborada y el cantón Durán.

URDESA

Es una central ubicada en una zona altamente comercial que le da servicio a Kennedy Norte donde se espera que en el futuro sea donde se realicen la mayoría de las transacciones bancarias y comerciales de la ciudad la cual demandaría una gran cantidad de servicios multimedia.

BELLAVISTA

Este nodo podrá dar servicios de transmisión de datos, voz y video a un gran sector industrial y comercial, además que posee conexión con las centrales Mapasingue y Ceibos (consideradas de alto desarrollo comercial e industrial) por medio de los diferentes anillos SDH.

Los nodos de acceso de red son las centrales que se encuentran conectadas al anillo central a través de uno de los nodos de red y su función es de proveer el acceso de los usuarios finales de la red y se los escogió debido a su ubicación en sectores donde el desarrollo comercial y empresarial es alto.

Las centrales escogidas como nodos de acceso son:

Durán : Debido al desarrollo industrial del sector se la consideró como nodo extremo ATM, se conecta al anillo Norte mediante el anillo Este, el aparente enlace directo viene dado por el establecimiento de rutas virtuales permanentes.

Puntilla: Es un mercado residencial, para servicios como video bajo demanda telecompra, televenta, ect. Sin necesidad de salir del hogar.

Kennedy norte: Es el sector de mayor crecimiento comercial, bancario y hotelero en los últimos tiempos, lo cual lo convierte, a futuro en un gran mercado de servicios multimedia. Es importante recalcar que Kennedy Norte que actualmente es un acceso remoto muy pronto será una central.

Ceibos: Al igual que un puntilla, es considerado como un sector residencial de gran importancia en cuanto a la futura demanda de servicios de banda ancha.

Alborada: Incluimos esta central como nodo de acceso debido a que abarca una amplia zona comercial del norte de la ciudad.

Mapasingue: Zona de amplio desarrollo industrial y comercial de la ciudad, la conexión de este nodo de acceso a la red ATM se la hace con una velocidad STM-1 con la central Bellavista usando el anillo Norte.

Puerto Nuevo: Esta zona abarca un gran parque industrial del sur de la ciudad.

4.2.2 TOPOLOGIA DE INTERCONEXION DE NODOS

Una vez que hemos determinado los nodos de red y los nodos de acceso. El siguiente paso es determinar la topología de interconexión de los mismos.

La tabla 4.1 muestra la capacidad empleada de cada uno de los anillos SDH de la futura red de transporte de Guayaquil de la cual hemos partido.

Tabla 4.1: Capacidad disponible de enlaces de 2Mb en los anillos de la red SDH

| Anillo | Capacidad Instalada (Enlaces de 2Mb/s) | Capacidad empleada (Enlaces de 2Mb/s) | Capacidad disponible (Enlaces de 2Mb/s) |
|--------|---|--|--|
| Norte | 1008 | 645 | 363 |
| Sur | 1008 | 497 | 511 |
| Este | 1008 | 604 | 404 |
| Oeste | 1008 | 494 | 514 |
| Centro | 1008 | 927 | 81 |

En la elaboración de nuestro diseño hemos tratado de utilizar al máximo la capacidad disponible en cada uno de los anillos, tratando de no interferir con el tráfico telefónico para el cual fueron diseñados.

La topología de interconexión para los nodos de red a implementar para nuestro diseño es una topología tipo anillo. En base al análisis de la tabla 4.1, la topología de la red de transporte SDH existente y dejando un ancho de banda de reserva equivalente a 100 MICS para futuras expansiones, hemos determinado el transporte de las celdas ATM mediante la inserción de éstas en una trama STM-N con $N=1$ o $N=4$ mediante los siguientes enlaces:

- Para la interconexión de los nodos de red (Bellavista, Urdesa y Norte) emplearemos los enlaces existentes entre estas centrales como parte del anillo Norte (con capacidad disponible de 363 MICS) podremos transportar sin problemas un ancho de banda equivalente a un STM-4 (252 MICS) para las señales de Banda Ancha ATM.
- Para los nodos Norte, Boyacá y Centro emplearemos la unión que hay entre estos por medio del anillo Este, el mismo que tiene una capacidad disponible

Como podemos ver, la topología de nuestro diseño esta conformada por enlaces lógicos de diferentes anillos, lo que es posible únicamente mediante el uso de los nodos de cross- conexión: Bellavista, Centro y Norte. De aquí la importancia de éstos para el enrutamiento de las celdas ATM.

Por ejemplo, si un subscriptor A conectado al nodo de acceso Alborada perteneciente al anillo norte, quiere enviar información a otro conectado al nodo de acceso Ceibos perteneciente al anillo oeste, lo hará mediante una cross-conexión, que será realizada por el nodo de cross-conexión Bellavista (Fig. 4.4)

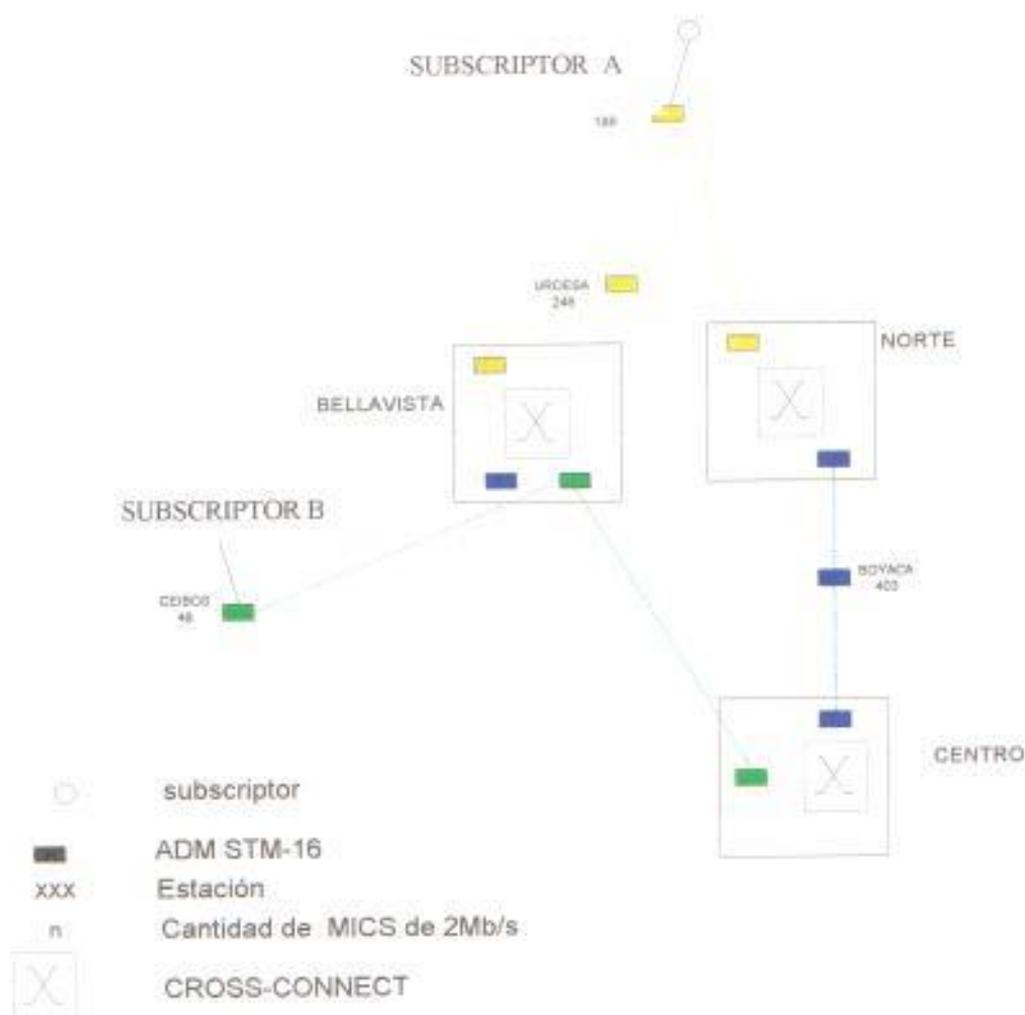


Figura 4.4: Envío de información de un subscriptor A a un subscriptor B en una red ATM

Los nodos de red son los que se encargarán de la interconexión mientras que los nodos de acceso se encargarán de la recolección de celdas ATM así como de su transmisión.

Para la conexión de los nodos de acceso a la red ATM se emplean los enlaces existentes entre éstos y los nodos de red en sus anillos correspondientes. Las celdas ATM se transportarán a una velocidad de 155 Mb/s equivalente a un STM-1.

La tabla 4.2 muestra los enlaces lógicos utilizados para la interconexión de cada uno de los nodos de acceso con sus respectivos nodos de red, y su velocidad de transmisión.

Tabla 4.2: Enlaces entre nodos de acceso y nodos de red.

| ENLACE | ANILLO | VELOCIDAD |
|-------------------------|--------|-------------|
| Norte-Alborada | Norte | 155.52 Mb/s |
| Norte-Puntilla | Este | 155.52 Mb/s |
| Urdesa-Kennedy Norte | Norte | 155.52 Mb/s |
| Bellavista-Mapasingue | Norte | 155.52 Mb/s |
| Bellavista-Ceibos | Oeste | 155.52 Mb/s |
| Bellavista-Puerto Nuevo | Sur | 155.52 Mb/s |
| Centro-Duran | Este | 155.52 Mb/s |

La topología de la Red de banda Ancha para Guayaquil a partir de las consideraciones anteriores es la que se observa la figura 4.5.

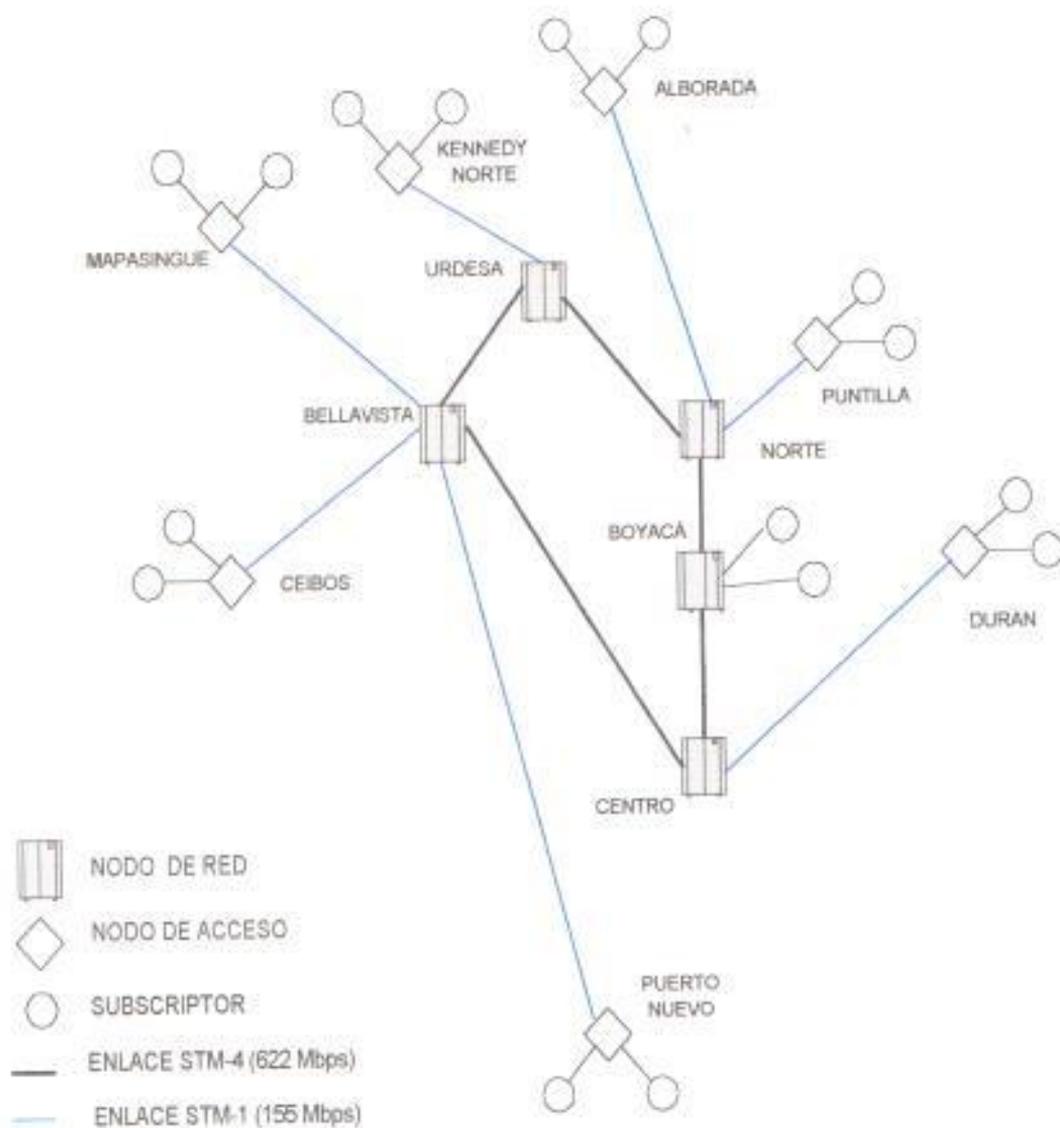


Figura 4.5 Topología de la red ATM para la red de Guayaquil.

4.3 REQUERIMIENTOS DE LOS NODOS DE RED Y LOS NODOS DE ACCESO

En los siguientes literales se describirán las características que deben tener los nodos de red (Conmutadores ATM de red o Centrales) y los nodos de acceso (Conmutadores ATM de acceso) de la red de banda ancha para Guayaquil.

Nodos De Red

Los nodos de red considerados en nuestro diseño son: Urdesa, Bellavista, Centro, Boyacá y Norte.

Características.

- a.— Poseer una gran capacidad de conmutación y procesamiento, del orden de los 10 Gbps. Este tipo de conmutador debe tener algunos puertos con capacidad de conmutación de 622 Mbps (equivalente a un STM—4).
- b.— Deberá poseer varios puertos de terminación de línea que permitan:
 - 16 x 2 Mbps (E1) con emulación de circuitos.
 - 8 x 34 Mbps (E3).
 - 8 x 45 Mbps (T3).
 - 4 x 155 Mbps (STM—1 / OC—3), eléctrica y óptica.
 - 1 x 622 Mbps (STM—4 / OC—12), óptica.
 Por consiguiente, poseer interfaces para todas estas terminaciones de línea.
- c.— El conmutador debe soportar todas las categorías de servicios ATM estandarizadas, incluyendo tasa de bits constante (CBR), tasa de bits variable (VBR), tasa de bits sin especificar (UBR) y tasa de bits disponible (ABR), todas estas consideradas en las especificaciones de la ITU-T y del ATM fórum (capítulo 3).

d.— Poseer redundancia con respecto a su alimentación (fuentes de poder).

Nodos De Acceso

Los nodos de acceso deben tener las mismas características que los nodos de red ATM en cuanto a las categorías de servicios (ABR, VBR, UBR y CBR) y los distintos servicios que pueden soportar, ya sea video conferencia, video bajo demanda, transmisión de datos, INTERNET, etc.

En cuanto a la capacidad de conmutación, deberá ser equivalente a un mínimo de 2,5 Gbps y poder manejar puertos cuyas velocidades estén entre un E1 y un STM-1.

4.4 ACCESO A USUARIO

Una vez que hemos determinado la topología de la red de Banda Ancha, el siguiente ítem a considerar es el modo de acceso a usuario; como vimos en el capítulo 3 existen varias alternativas para la red de acceso.

Nosotros consideramos que la solución más viable y rentable a **corto plazo** es la tecnología ADSL (estándar ANSI T1.413) que proporciona un acceso asimétrico y de alta velocidad a través del par de cobre que los usuarios tienen actualmente en su casa u oficina, para la conexión a la red telefónica.

La limitación impuesta a un canal telefónico, limitando el ancho de banda vocal mediante filtros a 3,1 KHz resulta apropiada para transmitir una conversación telefónica y permite multiplexar múltiples comunicaciones sobre un único enlace, pero supone una limitación insalvable para transmitir datos a alta velocidad, desaprovechando toda la capacidad propia del par de cobre que puede llegar a ser de varios Mhz, dependiendo lógicamente de la distancia y de la sección del cable utilizado. Así, ADSL utiliza el espectro de frecuencias entre 0 y 4 KHz de un canal

telefónico y el rango comprendido entre 4 Khz y 2,2 Mhz, siempre y cuando en ambos extremos de la línea se sitúen módems ADSL.

Al operar sobre una banda de frecuencias fuera de las vocales, en caso de fallo de un módem éste no afecta al servicio telefónico normal que se mantiene inalterado.

Estos módems no se pueden conectar como los normales, en los que cada uno de los que componen la pareja puede estar en cualquier lugar del mundo, sino que se requiere, por cada línea, uno en casa del usuario y otro en la central local; es pues un servicio que proporcionan los operadores bajo demanda a los usuarios que requieren conexiones de banda ancha, sin necesidad de tener que invertir grandes sumas en recablear, y que hay que contratar con ellos. Ya se han probado con éxito en varios países por más de 30 compañías telefónicas y son varias las que están empezando a ofrecerlo comercialmente, aunque su precio es todavía alto.

Con ADSL se pueden conseguir velocidades descendentes (de la central hasta el usuario) de 1,5 Mbit/s sobre distancias de 5 ó 6 Km que llegan hasta los 9 Mbit/s. si la distancia se reduce a 3 Km (muy próxima a los 10 Mbit/s de una LAN Ethernet), y ascendentes (del usuario hasta la central) de 16 a 640 Kbit/s, sobre los mismos tramos.

Con ADSL se conecta un módem en cada extremo de la línea telefónica, tal y como se muestra en la figura 4.6, creándose tres canales de información: uno descendente, otro ascendente dúplex (estos dos siguiendo la jerarquía digital americana y europea) y el propio telefónico. Éste último, como se ha comentado, se separa del módem digital mediante filtros, lo que garantiza su funcionamiento ante cualquier fallo del mismo.

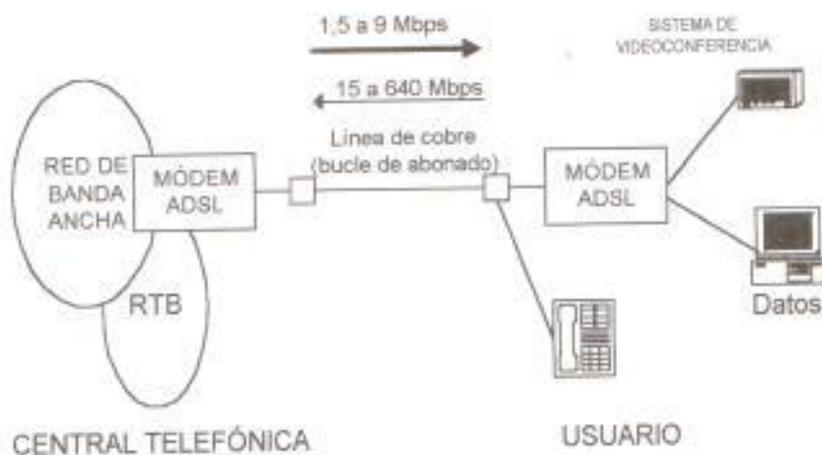


Figura 4.6: Red de Acceso con tecnología ADSL.

Con ADSL se pueden crear múltiples subcanales, dividiendo el ancho de banda disponible mediante las técnicas de multiplexación por división en frecuencia y de división en el tiempo, complementadas con la de cancelación de eco para evitar interferencias. Con FDM se asigna una banda para el canal descendente (downstream) y otra para el ascendente (upstream) y éstas después se dividen en subcanales de alta velocidad mediante TDM.

Un ejemplo de acceso de un usuario conectado con tecnología ADSL hacia el nodo de acceso Kennedy Norte sería el mostrado en la figura 4.7.

Como lo explicamos en el capítulo 3 ADSL puede separar el tráfico telefónico del tráfico correspondiente a datos y video, esto lo logra gracias a unos filtros que distingue entre voz y datos haciendo posible tener una conversación telefónica mientras se están transmitiendo datos o teniendo un servicio de videoconferencia.

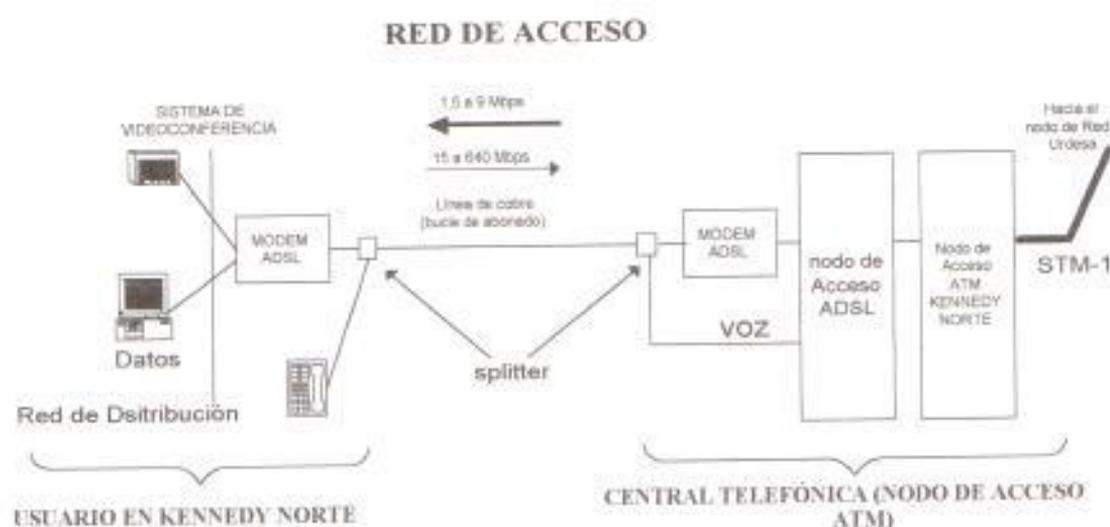


Figura 4.7: Acceso de un usuario de Banda Ancha de la Central Kennedy Norte

No por considerar a la tecnología ADSL como solución para la red de acceso podemos restar importancia a técnicas como FTTC y HFC que tendrían más ventajas que el ADSL pero que necesitarían de una inversión mayor debido al uso de la fibra óptica que llega hasta el abonado.

4.5 SERVICIOS A OFRECER EN LA RED.

La línea digital de suscriptor asimétrica (Asymmetric Digital Subscriber Line - ADSL), una nueva tecnología para modems, convierte las líneas telefónicas existentes de par trenzado en rutas de acceso para comunicaciones de multimedia y de datos a alta velocidad. ADSL transmite más de 6 Mbps a un suscriptor y hasta 640 Kbps más en ambas direcciones. Tales velocidades amplían la capacidad de acceso existente por un factor de 50 veces o más sin necesidad de un nuevo cableado.

ADSL puede literalmente transformar la red pública de información existente desde una limitada a transmisión de voz, texto y gráficos a bajas resoluciones a un sistema poderoso y omnipresente capaz de traer multimedia, incluido el video con pleno movimiento, a los hogares de todos durante este siglo.

ADSL jugará un papel importante durante los próximos diez o más años a medida que las compañías telefónicas ingresen a nuevos mercados para transmitir información en formatos de multimedia y video. El nuevo cableado para banda ancha tardará décadas en llegar a todos los usuarios potenciales. Sin embargo, el éxito de estos nuevos servicios dependerá de su capacidad para alcanzar a tantos suscriptores potenciales como sea posible durante los primeros años. Al traer *películas, televisión, catálogos en video, CD-ROM a distancia, redes LAN corporativas y la Internet a los hogares y pequeñas empresas*, ADSL transformará a estos mercados en iniciativas viables y rentables para las compañías telefónicas y proveedores de aplicaciones por igual.

Muchas de las aplicaciones sobre ADSL incorporaran video digital comprimido, que al ser una aplicación en tiempo real no tolera los procedimientos de control y corrección de errores propios de las redes de datos, por lo que los propios módems

incorporan técnicas de corrección de errores FEC (Forward Error Correction) que reducen en gran medida el efecto provocado por el ruido impulsivo en la línea, aunque introduce algún retardo.

4.6 ETAPAS DE INTRODUCCIÓN DEL ATM.

Principales etapas:

- Red de Transporte:
 - Implantación de la red de transporte SDH mencionada al principio de este capítulo, a fin de brindar el ancho de banda requerido para la transmisión de celdas ATM.

- Red superpuesta de infraestructura ATM (backbone)
 - Los proveedores de servicios ATM.
 - Establecimiento de llamadas desde Sistema de Gestión de Red.

- Introducción de servicios conmutados de banda ancha con procesamiento de llamada:
 - “Upgrade” de los conmutadores de banda estrecha con interfaces SDH integradas.
 - Reemplazo de la matriz de conmutación banda estrecha por la conmutación de trama ATM.
 - Integración de unidades de acceso por banda ancha.

- Introducción de servicios con valor-agregado:
 - Servidores de datos sin conexión.
 - Servidores de video a la demanda (VoD).
 - Servidores de videoconferencia, etc.

Equipos requeridos:

Nodos de red y nodos de acceso: Conmutadores ATM con las características respectivas, mencionadas en el numeral 4.3 de este capítulo.

Centro de gestión: Un gestor de elementos basado en tecnología Web, a fin de tener acceso local y remoto.

Acceso a usuario:

- Red de acceso con tecnología ADSL: se necesitan un par de módems ADSL por abonado.
- Red HFC: Para una red de este tipo, el usuario necesita como terminal un módem de cable.
- Red FTTC: La red FTTC utiliza anillos de fibra óptica que unen nodos ópticos donde las señales pasan de óptico a eléctrico y llegan a los abonados a través de cable de pares trenzados y/o coaxial (se trata de líneas punto a punto, nodo-abonado). La información se transmite mediante esquemas de modulación digital en banda base. Este tipo de redes no puede ofrecer canales analógicos de TV a no ser que disponga de una red paralela de coaxial

CAPÍTULO 5

RED DE GESTION

La alta calidad y disponibilidad de las conexiones requeridas por los distintos tipos de servicio de banda ancha, sólo se pueden asegurar mediante un eficaz centro de gestión.

5.1 GESTIÓN DE TRÁFICO A NIVEL LOCAL (NODOS DE ACCESO)

La gestión del tráfico es el arte de ofrecer a los usuarios el servicio que necesitan y que han pagado. Con una gestión de tráfico adecuada, en el nivel de calidad correcto, la red es capaz de administrar datos a los destinos señalados. De igual modo, una buena gestión del tráfico protege la red contra perturbaciones. Un objetivo adicional de la gestión del tráfico es realizar un uso eficiente de los recursos de la red.

El modo de transferencia asincrónico (ATM) es una tecnología que puede prestar apoyo a una amplia variedad de aplicaciones en diferentes entornos de red. Distintas aplicaciones exigen grados especiales de calidad de transmisión, particularmente en cuanto a pérdidas de datos, demora introducida, y variaciones en la demora. Las aplicaciones con requerimientos de sincronización deben tratarse de una forma diferente a las aplicaciones sin ellos; por ejemplo, imponen unas exigencias estrictas contra las pérdidas de datos. Las clases de calidad de servicio (QoS) están separadas con planes de gestión de memoria intermedia en un elemento de la red. Estos planes pueden variar en grado de sofisticación, oscilando desde unas pocas colas "primero en entrar primero en salir" (FIFO) con prioridades internas, a colas por conexión con mecanismos de planificación avanzados.

5.1.1 CONTRATO DE TRÁFICO

Un usuario y una red deben estar de acuerdo en las características del tráfico y en el tipo de servicio que debe ofrecer la red. Este acuerdo, denominado el contrato de tráfico, consta de tres partes:

1. Un descriptor de tráfico de origen o fuente, que usa cuatro atributos para describir el tráfico del usuario: velocidad o tasa de celda pico (PCR), tasa de celda sustentable (SCR), tamaño de ráfaga máximo (MBS), y tasa de celda mínima (MCR).
2. Una definición de conformidad y tolerancia de variación de demora de celda (CDVT); la definición de conformidad expresa qué tráfico acepta la red. Es decir, en qué tasa y en qué ráfagas se permite que el usuario envíe el tráfico. Esta definición es mantenida por la función "policia". La tolerancia de variación de demora de celda es un margen de seguridad que absorbe las variaciones de demora en el equipo de los locales.
3. Un juego de parámetros de calidad de servicio; la red debe garantizar la calidad de servicio requerida. Como ejemplos de parámetros de calidad de servicio pueden citarse la demora de transferencia de celda (CTD), la variación de demora de celda (CDV) y la tasa de pérdida de celda (CLR).

5.1.2 CONTROL DE TRÁFICO

Con objeto de cumplir los objetivos del ATM, el procedimiento de contrato de tráfico debe ser soportado por funciones de control. Hay tres funciones de control esenciales:

1. Control de admisión de conexión (CAC); la gestión del tráfico persigue ofrecer a los usuarios los servicios que pidan y admitir usuarios nuevos en la red sin mermar la calidad de las conexiones existentes. Un tráfico excesivo infringe las garantías de calidad de servicio, mientras que un control excesivo ocasiona una utilización deficiente de la red. Cuando la función de control de admisión de conexión acepta una conexión, se firma el contrato de tráfico;
2. Policía de supervisión; una vez que se ha aceptado la conexión, la red motoriza a los usuarios mediante una función policía, asegurando que mantengan su parte del contrato de tráfico. La función policía es un algoritmo genérico de supervisión denominado GCRA(I, L) y apodado también como el "cubo que gotea" (Figura 5.1).

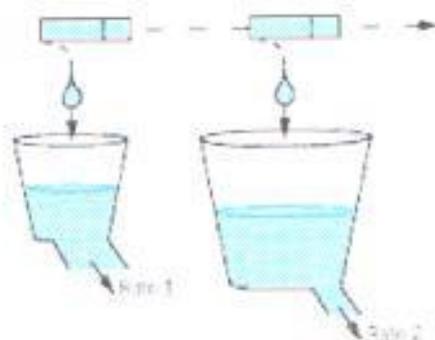


Figura 5.1
Cada celda que pasa por un cubo gotea una contraseña. El cubo se vacía a una velocidad determinada. Las celdas que llegan a una velocidad superior a la de vaciado se aceptan mientras el cubo no rebosa. La profundidad del cubo define la tolerancia a fluctuaciones. Una mayor profundidad implica que pueden enviarse ráfagas largas a una tasa superior.

3. Control de congestión; las garantías de calidad de servicio son de naturaleza estadística. El conmutador puede quedar congestionado en raras ocasiones, lo cual implica una mayor demora, pérdida de celdas, o ambas cosas. En el caso de pérdida de celdas, un conmutador debe tener un método de desechar celdas para controlar la congestión. Cuando la congestión es inminente, el conmutador empieza desechando las celdas menos importantes. Por encima de un umbral dado, sólo se permiten las celdas de alta prioridad ($CLP=0$). Este método se conoce como desecho de celdas selectivo (SCD). El tráfico de datos usualmente se basa en trama. Por tanto la pérdida de una sola celda implica que toda la trama es inútil. La eficiencia incrementa radicalmente si la decisión de desechar coincide con la llegada de la primera celda de una trama.

Este método se llama desechado prematuro de paquetes (EPD). Un método afín, denominado desechado de paquetes parcial (PPD), suprime el resto de la trama tan pronto como se desecha una celda.

El control de la congestión complementa el control de admisión de conexión. Así, el control de admisión aborda eficazmente la congestión en las raras ocasiones en las que ésta se produce.

5.1.3 CATEGORÍAS DE SERVICIO

El ATM Forum ha definido cinco tipos de servicio denominados categorías de servicio de ATM. Las aplicaciones de tiempo real usan:

- a) La tasa de bit constante (CBR) si el flujo de celdas sólo se caracteriza por la tasa de celdas pico, y
- b) La categoría de tasa de bit variable de tiempo real (rt-VBR) si el tráfico es a ráfagas;
- c) El servicio de tasa de bit variable que no es de tiempo real (ntr-VBR) respalda aplicaciones con tráfico a ráfagas y sin limitaciones de demora;
- d) La tasa de bit no especificada (UBR) y
- e) La tasa de bit disponible (ABR) usa la anchura de banda sobrante.

El servicio ABR usa el control de tráfico dinámico para adaptar la tasa a la anchura de banda disponible. Se prevé una pérdida de celdas baja: el servicio UBR, que no recibe garantías de la red, deja la reacción de las pérdidas de celda y paquetes a protocolos más altos.

La ITU-T ha especificado aptitud de transferencia en lugar de categorías de servicio, en donde la tasa de bits determinista (DBR) corresponde a CBR y la tasa de bits estadística (SBR) a VBR. La ITU-T también ha especificado las clases de

calidad de servicio: la clase 1 es para servicios de tiempo real; la clase 2 es para servicios que sólo tienen requisitos sobre las pérdidas.

En la tabla 5.1 presentamos una vista general de las categorías de servicio, parámetros de tráfico, parámetros de calidad de servicio y aplicaciones típicas.

Tabla 5.1: Categorías de servicio.

| Capacidad de transferencia de categoría de servicio de ATM | Descriptor de tráfico de origen | Requisitos de calidad de servicio | Aplicación típica |
|--|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| CBR/DBR clase 1 | PCR | Demandas sobre transferencia de celdas estricta y variaciones de la demora, requisitos sobre las pérdidas de celdas. | Voz, video, telemedicina |
| rt - VBR/SBR clase 1 | PCR, SCR, MBS | Demandas sobre transferencia de celdas estricta y variaciones de la demora, requisitos sobre las pérdidas de celdas. | Voz comprimida, video, telemedicina |
| nrt - VBR/SBR clase 2 | PCR, SCR, MBS | Requisitos sobre las pérdidas, sin exigencias sobre la sincronización | Tráfico de datos |
| UBR/DBR clase U | PCR | Sin requisitos | Tráfico de datos |

5.1.4 CONTROL DE ADMISIÓN DE CONEXIÓN

El procedimiento para decidir si es posible o no atender el tráfico, denominado control de admisión de conexión, es una de las piedras angulares del control de tráfico del ATM. Sin un plan apropiado de control de admisión de conexión:

- Podría aceptarse demasiado tráfico en la red, lo cual significaría que los usuarios tal vez no recibieran el servicio por el que han pagado;
- Se podría rechazar demasiadas conexiones, lo cual comportaría una subutilización de la red y los conmutadores.

El diseño del plan de control-admisión-conexión, que es específico de cada proveedor y dependiente de la arquitectura de conmutador, no forma parte de ninguna normalización. Esto hace que el control de admisión de conexión sea una función competitiva.

Mientras se establece la conexión, cada nodo de la red debe decidir si la acepta o la rechaza. Si un nodo puede atender la conexión dentro de las cotas de pérdida y demora de celda -es decir, manteniendo al mismo tiempo la calidad de servicio exigida- el nodo la aceptará. La conexión no deberá infringir ningún compromiso de calidad de servicio que el nodo haya hecho a otras conexiones.

Para aprovechar el potencial de un conmutador de alta capacidad, el plan de control-admisión-conexión debe diseñarse cuidadosamente. Debe considerar la arquitectura de conmutador, la capacidad de memoria intermedia, planificación de cola, requisitos de calidad de servicio y características del tráfico.

5.1.4.1 ASPECTOS GENERALES

Para establecer una conexión hay que pasar varias etapas antes de que ésta sea aceptada, debe:

- seleccionarse una ruta,
- elegirse un enlace y
- adjudicarse los recursos a los conmutadores.

Cuando el nodo de acceso recibe la solicitud de una nueva conexión, debe seleccionar dinámicamente a través de la red una ruta preliminar desde el origen al destino (figura 5.2).

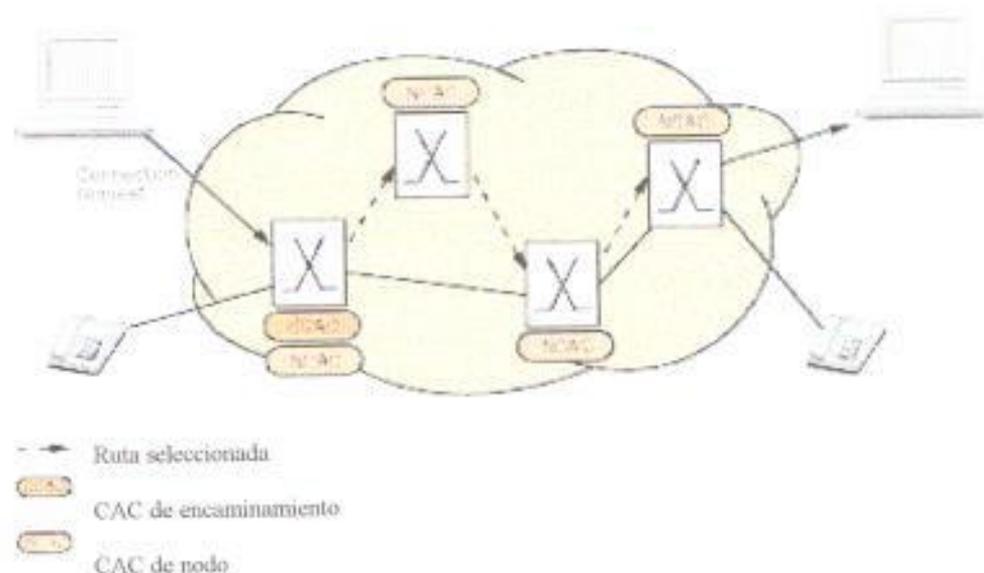


Figura 5.2: Funciones de control-admisión-conexión.

Para hacer esto, dicho nodo debe estimar la anchura de banda precisa y disponible en cada enlace por toda la red. El tiempo de establecimiento de conexión se reduce al mínimo estimando rápidamente una ruta susceptible a ser aceptada. Nota: el nodo de acceso está situado en el borde de la red; por tanto, es el primero con el que el origen entra en contacto.

El nodo de acceso usa funciones de CAC de encaminamiento (denominadas RCAC en la figura 5.2) para el procedimiento de selección de ruta.

La anchura de banda disponible en los enlaces de cada conmutador se notifica a la base de datos de encaminamiento usada por el control de admisión de conexión de encaminamiento. Con ésta información y las características de la conexión, el control de admisión de conexión identifica qué enlaces en la red son los que probablemente aceptarán la conexión. Luego, estos enlaces se incluyen en el procedimiento de selección de trayecto de encaminamiento. La función de control de admisión de conexión ofrecida en el PNNI es rápida (una característica necesaria, debido a que debe pasar por cada enlace de red).

Una vez que el nodo de acceso ha seleccionado un trayecto de encaminamiento, cada nodo a lo largo de la ruta elegida ejecuta su propio control de admisión de la conexión (denominado NCAC) para determinar si la conexión debe aceptarse a través de dicho nodo. Debido a que depende de la arquitectura de conmutador, el control de admisión de la conexión -con base en el nodo- es muy exacto.

Si el nodo está en un entorno del ISUP de banda ancha (B-ISUP), se utiliza el encaminamiento a saltos, con tablas de encaminamiento estáticas. Esto implica que no hay presente un control-admisión-conexión de encaminamiento.

5.1.4.2 CAC A NIVEL DE NODO

El control de admisión de conexión de nodo (NCAC) determina si el nodo puede aceptar o no una nueva conexión. Las características y requisitos de conexión se traducen a los recursos disponibles en el conmutador.

El descriptor de tráfico de origen, los requisitos de calidad de servicio y la categoría de servicio pedida constituyen el "insumo" externo al control de admisión de conexión (figura 5.3). El descriptor de tráfico de origen incluye atributos que especifican las características del flujo de celda de ATM a través de

la conexión. Estos atributos son la tasa de celda pico, la tasa de celda sustentable y el tamaño máximo de ráfaga.



Figura 5.3: Control de admisión de conexión de nodo (NCAC)

El control de admisión de conexión también debe considerar la capacidad de memoria intermedia disponible en la categoría de servicio, los recursos ya adjudicados a las conexiones existentes, y los compromisos aceptados por el conmutador para cumplir con los contratos de tráfico de las conexiones existentes.

Partiendo de esta información, el control de admisión de conexión determina si el conmutador puede proporcionar un servicio aceptable a la nueva conexión sin perturbar otros contratos de tráfico, o si no puede hacerlo. El resultado es aceptar o rechazar la nueva solicitud de conexión.

5.1.4.3 PLAN DE CAC

La función de control-admisión-conexión traduce los parámetros de conexión entrantes a un valor de anchura de banda. Para valorar los recursos de conmutación disponibles para los diferentes servicios.

La función de control-admisión-conexión debe soportar las cinco categorías de servicio definidas por el ATM Forum: CBR, rt-VBR, nrt-VBR, ABR y UBR. Por consiguiente, cumplir con los requisitos de tiempo real y con los de los servicios de tráfico de comunicación de datos. Para cumplir con los requisitos de eficiencia y calidad de servicio, cada algoritmo se adapta a la arquitectura de conmutador, a la memoria intermedia, y a los principios de planificación disponibles para un servicio concreto en el conmutador. Los algoritmos se eligen para que ofrezcan un buen rendimiento y, sin que sea menos importante, para reducir a un mínimo el tiempo de procesado del CPU al establecer la llamada.

5.1.4.4 ADJUDICACIÓN DE ANCHURA DE BANDA

Un enfoque sencillo –denominado adjudicación no estadística– asigna la anchura de banda pico. Este plan está bien adaptado para el servicio de CBR; sin embargo, para servicios de tasa de bit variables (VBR), el enlace puede quedar muy subutilizado si la tasa media difiere considerablemente de la tasa de celda pico.

En lugar de adjudicar la tasa pico, puede aplicarse un método estadístico que hace un uso más eficiente de la anchura de banda, permitiendo así la aceptación de conexiones adicionales.

La adjudicación estadística asigna anchura de banda en base a los parámetros de tráfico PCR, SCR y MBS. El resultado es una anchura de banda adjudicada entre las tasas de celda pico y sostenible, lo cual es económicamente viable al tratar con orígenes a ráfagas. Sin embargo, debido a que puede ser difícil caracterizar el tráfico que llega al conmutador, también puede ser difícil diseñar un algoritmo óptimo. Otra limitación es que las decisiones se toman al vuelo; en consecuencia, no puede hacerse uso de cálculos intensos de CPU.

Se ha propuesto una variedad de algoritmos de anchura de banda estadísticos. Algunos son complejos; otros tienen un enfoque simple. A continuación se comparan tres planes (algoritmos) bien estudiados que pueden aplicarse en tiempo real.

Algoritmos de anchura de banda

Se comparan tres algoritmos:

- Capacidad equivalente.
- Aproximación de tráfico intenso.
- Límites máximos de la probabilidad de pérdida de celdas.

Los métodos de capacidad equivalente y de aproximación de tráfico intenso se basan en el comportamiento asintótico del extremo de la distribución de cola. El tercer método intenta estimar la cota superior de la probabilidad de pérdidas de celda. Los algoritmos calculan una anchura de banda efectiva basada en el descriptor de tráfico, en los requisitos de calidad de servicio y recursos de memoria intermedia. Varias modificaciones y adiciones a las fórmulas básicas aumentan el rendimiento. La figura 5.4 compara los algoritmos. Presuponiendo una probabilidad de pérdida de celdas de 10^{-6} y un tipo de conexión —es decir, cada conexión tiene los mismos parámetros de tráfico— el número de conexiones admitidas varía con el tamaño de memoria intermedia.

- El plan de cota superior de probabilidad de pérdida de celdas es insensible a los aumentos en el tamaño de la memoria intermedia; es decir, hace uso deficiente de las memorias intermedias grandes.
- El método de aproximación de tráfico intenso aproxima la capacidad equivalente a medida que aumenta el tamaño de la memoria intermedia.

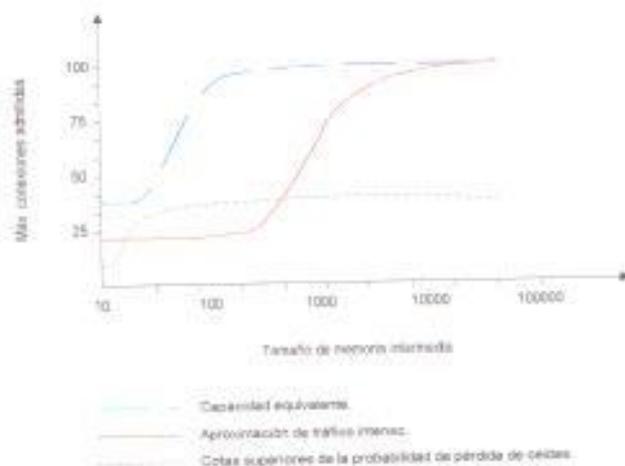


Figura 5.4: Algoritmos de anchura de banda efectiva.

Se ha dicho alguna vez que estos planes imponen unos límites conservadores en el uso de los recursos. Sin embargo, un esquema no conservador que permita una conexión de más puede infringir el contrato de tráfico. Si el conmutador permite todas las categorías de servicio, se consigue un uso elevado del enlace mediante tráfico no priorizado (ABR y UBR) al mismo tiempo que se mantiene un nivel de robustez alto. Dependiendo de la configuración del tráfico, el método de anchura de banda efectiva modificado se adapta para proporcionar una alta seguridad y un uso elevado. Asimismo, tiene un tiempo de ejecución bajo.

Si así se solicita durante el establecimiento de llamada, se garantiza al servicio de ABR una tasa de celda mínima. Dicho mínimo lo adjudica el control de admisión

de conexión. El plan de CAC debe adjudicar una anchura de banda fija ajustable desde el sistema de gestión para todas las conexiones UBR y ABR cuya tasa de

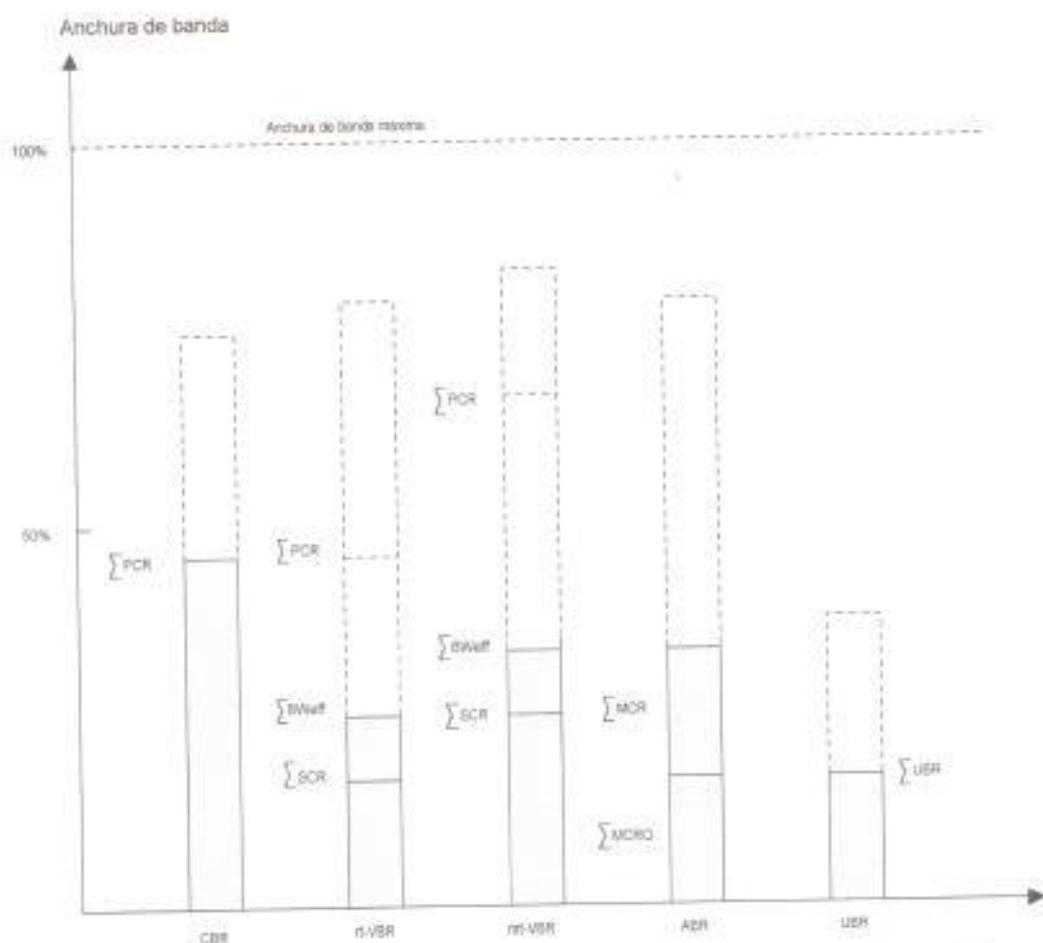


Figura 5.5: Adjudicación de anchura de banda separada para las categorías de servicio.

celda mínima sea cero. Esta función posibilita limitar el número de conexiones y garantiza una cierta capacidad de enlace para estos servicios (Figura 5.5). La anchura de banda máxima adjudicada a cada servicio puede limitarse a un valor por debajo de la adjudicación máxima permisible para la interfaz.

5.1.4.5 DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS

La adjudicación de recursos para la conexión de una clase de servicio específica afecta a los recursos disponibles para otras categorías de servicio. El método

directo para determinar si una conexión puede permitirse o no implica sumar la anchura de banda adjudicada a cada categoría de servicio para ver si el total excede de la anchura de banda máxima que puede adjudicarse a la interfaz.

No obstante, dependiendo de la configuración del tráfico en las conexiones reales, esta fórmula puede ser demasiado conservadora. El requisito de variación de demora limita la longitud de cola del servicio rt-VBR, mientras que el tráfico VRB permite demoras largas. La memoria intermedia que no es de tiempo real está dimensionada para admitir variaciones de demora de celda de hasta 10 ms, aun cuando las ráfagas de las conexiones rt-VBR son mucho más cortas que 10ms. Los dos servicios trabajan siguiendo escalas de tiempo distintas. Puede demostrarse que la anchura de banda usada para las conexiones rt-VBR no excede de la suma de la tasa de celda sustentable de las conexiones de tiempo real durante los 10 ms para los que está dimensionada la memoria intermedia que no es de tiempo real.

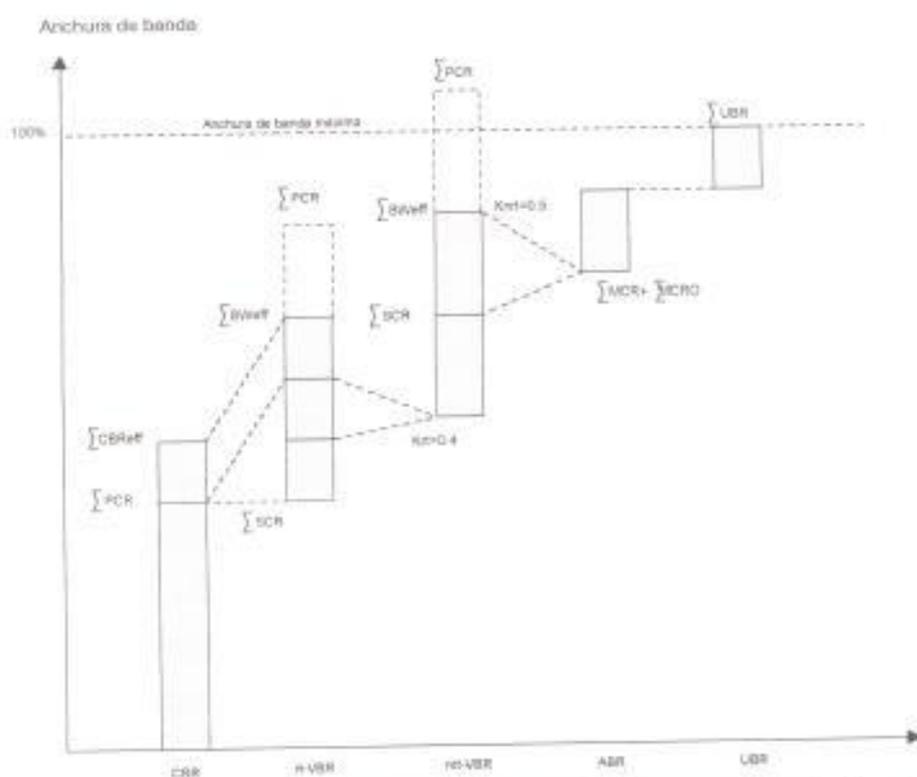


Figura 5.6: Relación de adjudicación de anchura de banda entre categorías de servicio

El mismo enfoque puede aplicarse a la relación entre tráfico de nrt-VBR y tráfico no priorizado (ABR y UBR). Con objeto de conseguir una distribución eficiente

de los recursos entre los servicios, la función de control de admisión de conexión introduce dos coeficientes que adaptan la escala de las anchuras de banda efectivas de los servicios de VRB detectados por el tráfico de baja prioridad (Figura 5.6). Este plan optimiza el uso de la anchura de banda, haciendo un uso efectivo de la capacidad de conmutador. Además los parámetros pueden ajustarse desde el sistema de gestión, lo cual permite a los operadores adaptar el rendimiento.

En los recursos adjudicados a cada conexión se incluye un margen de seguridad, cerciorándose así de que el conmutador pueda cumplir con los requisitos que se le imponen; cuanto más altos sean los requisitos, mayor es el margen. Los servicios de baja prioridad no tienen los mismos rigurosos requisitos vinculados a la demora que el rt-VBR. Para incrementar el uso del enlace, puede comprimirse la adjudicación de anchura de banda detectada por las categorías de servicios de nivel bajo.

5.1.5 PLANES FUTUROS

Entre los aspectos investigados actualmente se cuentan los planes de control de admisión de conexión que usan mediciones dinámicas para actualizar continuamente la memoria intermedia y el estado de carga. Con un control de admisión de conexión dinámico puede obtenerse una mayor eficiencia. Sin embargo, debido a que se trata de una técnica joven, rige incertidumbre sobre la fiabilidad de su rendimiento. En lugar de partir de cálculos teóricos, el control de admisión de conexión acepta o rechaza conexiones sobre la base del estado de carga actual en el nodo. La ampliación es la anchura de banda adjudicada teóricamente y no usada por las conexiones; por ejemplo, un origen de video de VBR que use el servicio de CBR u orígenes intermitentemente inactivos. El inconveniente que supone confiar en el CAC dinámico es que las conexiones inactivas pueden empezar a transmitir nuevamente. Si demasiadas conexiones se

activan al mismo tiempo, pueden infringirse los compromisos de calidad de servicio. Para confiar en un rendimiento robusto, se precisa disponer de más información sobre el comportamiento de los orígenes. Otro aspecto a considerar es mayor tiempo de procesado.

Otro enfoque del control-admisión-conexión utiliza redes neurales. Una red de este tipo tiene capacidad de aprendizaje; es decir, aprende hacer estimaciones partiendo de cálculos pregenerados y resultados anteriores.

Por ejemplo, para decisiones de control-admisión-conexión se ha propuesto un método híbrido, comprendiendo cálculos analíticos y una red neural.

5.2 GESTOR DE ELEMENTOS BASADO EN LA TECNOLOGÍA WEB

En los conmutadores modernos y complejos de modo de transferencia asincrónico (ATM) es de vital importancia la calidad del sistema de gestión de elementos para asegurar facilidad de uso, reduciendo el riesgo de error de operador y bajando el costo final de operación de la central.

Se necesita un alto nivel de apoyo para gestionar el encaminamiento, las direcciones ATM y las conexiones ATM para cargar los datos de iniciación específicos del cliente. Se deben apoyar distintos niveles de destreza, lo que requiere que se proporcione una interfaz de usuario orientado a menú y plantilla (botones) para el operador con menos destreza y una interfaz de usuario basada en comandos para el operador con experiencia.

Las soluciones de gestión basadas en la tecnología Web han llegado a ser una fuerte tendencia en la industria de comunicaciones de datos durante los últimos años. Los elementos de gestión de la red y los elementos de la red están siendo

habilitados a Web, haciendo posible obtener acceso a éstos usando la tecnología Web. Entre las características más atractivas de esta técnica de realización se encuentra la flexibilidad, la independencia de plataforma, el bajo costo y el rápido desarrollo de aplicación.

La idea básica del sistema de gestión implica colocar un servidor Web y el software del sistema de gestión en el conmutador, y usar un hojeador Web comercial para tener acceso al sistema de gestión (figura 5.7)

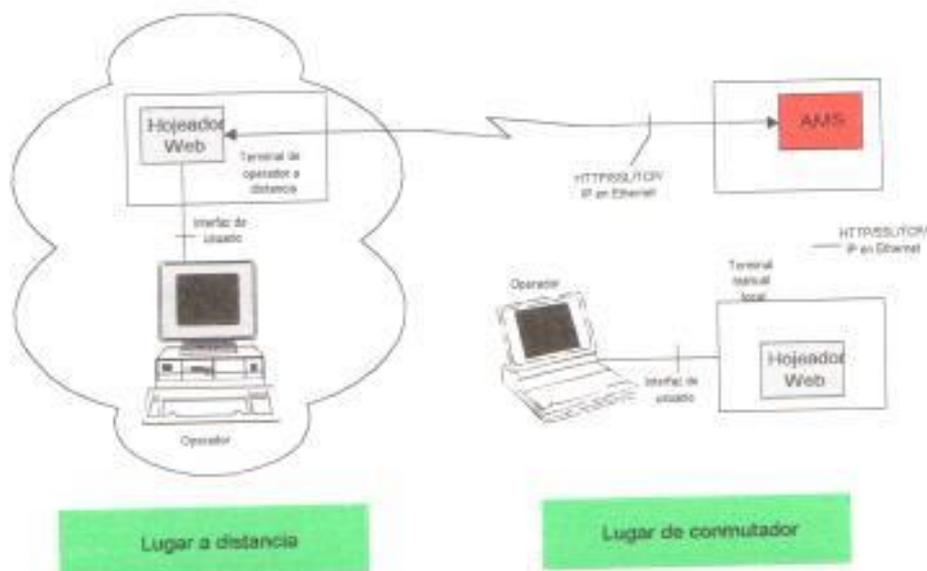


Figura 5.7: Acceso local y a distancia al sistema de gestión

Esto significa que se puede usar cualquier computadora con casi cualquier sistema operativo como un terminal de operador situado de forma tanto local como a distancia. El sistema permite también que se conecten terminales múltiples. No hay necesidad de tener un software específico en el terminal del operador, y el sistema tampoco requiere de ningún tipo de plataforma de gestión. Esta solución, siendo poco costosa y muy flexible, ayuda al operador a evitar

problemas relacionados con la portabilidad de software o las actualizaciones de software. Del mismo modo, y estando integrado en el conmutador, el sistema de gestión de elementos tiene las mismas características excelentes –robustez y disponibilidad– que el conmutador.

La interfaz de usuario está orientada a función, lo que permite que el operador pueda supervisar y configurar el conmutador ATM con la ayuda de plantillas y ventanas separadas de alarmas y eventos. Además de tener una apariencia y sensación familiar que la hace fácil de usar, además, tanto la interfaz de gestión como la documentación que acompaña son similares en forma y estilo.

El uso de tecnología Web en la interfaz de usuario no sólo da ventajas en términos de portabilidad y posibilidad de adicionar, sino que también permite a los operadores aprovecharse del rápido desarrollo y el mejoramiento continuo que se está haciendo en Internet.

- **Funcionalidad Del Sistema De Gestión Del Elemento De Red ATM.**

El sistema de Gestión de elementos incluye gestión de configuración, gestión de comportamiento, gestión de alarma, y gestión de tasación para conexiones ATM permanentes y conmutadas así como para el hardware y el software del conmutador ATM. La funcionalidad del sistema de gestión está estructurada en áreas funcionales de gestión (MFA) que corresponden a las distintas áreas de trabajo y competencia de los técnicos de gestión (Figura 5.8).

Cada área funcional de gestión está estructurada en servicios, que a su vez se componen de operaciones de gestión. El sistema de gestión está orientado así a funciones, haciendo que sea fácil la operación de gestión y requiere un mínimo de documentación.

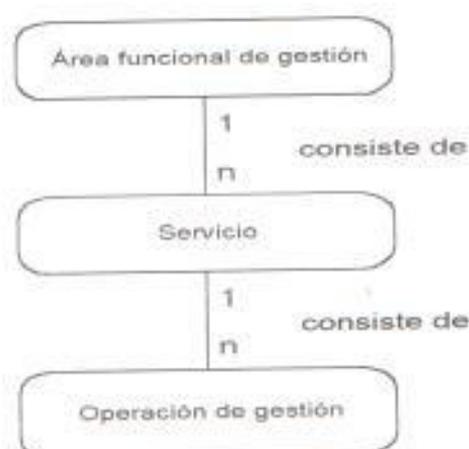


Figura 5.8: Estructura funcional de la interfaz y la documentación del sistema de gestión.

La documentación integrada de operación y mantenimiento (O & M), sensible a contexto, que se encuentra disponible en línea, está estructurada en un número de niveles, del general al particular. Se puede obtener acceso a la documentación de dos maneras: o por medio de un hojeador que da acceso a todos los documentos, o eligiendo enlaces de la interfaz de gestión al sistema de ayuda. Hay ayuda disponible para cada área funcional de gestión en su totalidad, incluyendo una introducción del área y una explicación de los conceptos que se le aplican.

También se puede recurrir a ayuda en los niveles de servicio y operación, o por atributos individuales (Fig. 5.9).

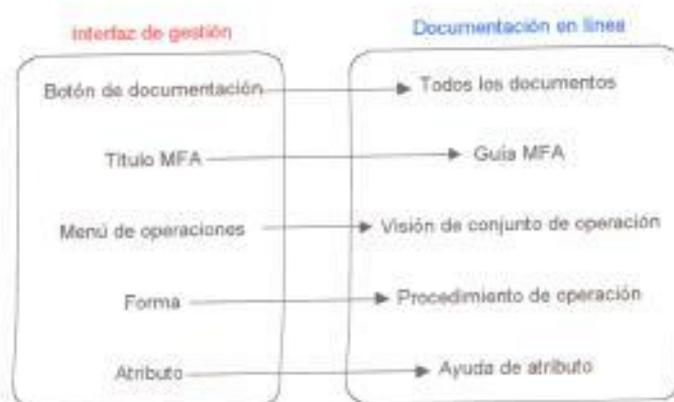


Figura 5.9: Enlaces de varios niveles a documentación en línea.

El sistema incorpora una función de serie que permite al operador poner en marcha y parar operaciones de gestión en un fichero de serie. El operador puede elegir parar la ejecución cuando falla una operación de gestión y las operaciones serán grabadas en un fichero de serie.

La interfaz de comando acepta comandos únicos así como ficheros de serie (una serie de comandos). La funcionalidad de un fichero de serie de este tipo, que puede ser corregido fuera de línea, es la misma que la de ficheros de serie registrados.

El sistema de gestión, que tiene valores de falta, destaca también la validación del valor de entrada. Los errores de operador o de no ejecutar operaciones son registrados como mensajes inmediatos al operador, o como mensajes asincronos de eventos indicados en la ventana de eventos.

- **La Interfaz De Usuario.**

La interfaz de usuario consiste de hasta seis ventanas hojeadoras Web: tres para la interfaz de gestión y tres para documentación (Fig. 5.10)

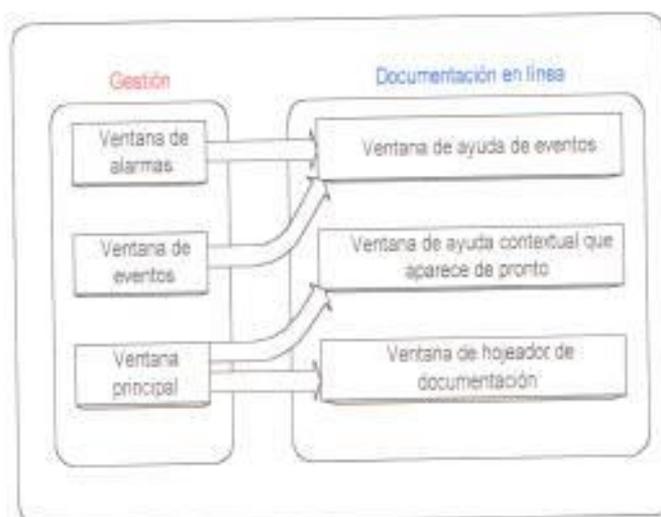


Figura 5.10: Pantalla de terminal de operador

El máximo número de ventanas hojeadoras para información de gestión y documentación en línea. Se muestran los enlaces principales entre las ventanas.

- **Seguridad.**

En el sistema de gestión de elementos se obtiene seguridad usando una combinación de técnicas. Al nivel de protocolo Internet (IP) tiene el conmutador una lista de direcciones configuradas IP a las que se les permite obtener acceso al conmutador. La capa de conectores seguros (SSL) es usada para encriptar el flujo de información entre el hojeador Web y el servidor en el conmutador, y para asegurar la autenticación del servidor, el cliente o ambos. El sistema de gestión requiere que el usuario entre en comunicación con el servidor por medio de una identificación de usuario y una contraseña. El perfil de identificación del usuario define –entre otras cosas– el papel del usuario, es este papel que determina la funcionalidad del sistema de gestión que será visible a los usuarios y lo que están autorizados a hacer con lo que ven.

Todos los intentos por obtener acceso al sistema de gestión son anotados, lo que hace posible rastrear el curso de eventos si se ha hecho un intento de meterse en el sistema.

La funcionalidad del sistema no sólo incluye una amplia gama de operaciones de gestión que se pueden realizar en el conmutador, sino ofrece también una atractiva interfaz de usuario con documentación integrada en línea. Esta solución tiene excelentes características de sistema; por ejemplo, bajo costo, seguridad, robustez, adiciónabilidad y portabilidad.

La estructura interna del sistema de gestión de elementos que funciona con eficacia está diseñada para acomodar futuras adiciones y está preparada para aceptar innovaciones en la tecnología Internet.

5.3 GESTIÓN DE RED DE BANDA ANCHA ATM PARA GUAYAQUIL

La figura 5.11 muestra el esquema de gestión empleado para la gestión de la red de Banda Ancha de Guayaquil, hemos escogido el nodo de red Centro como el punto central de monitoreo y administración de la red ATM por su ubicación estratégica y disponibilidad de conexiones con las demás centrales.

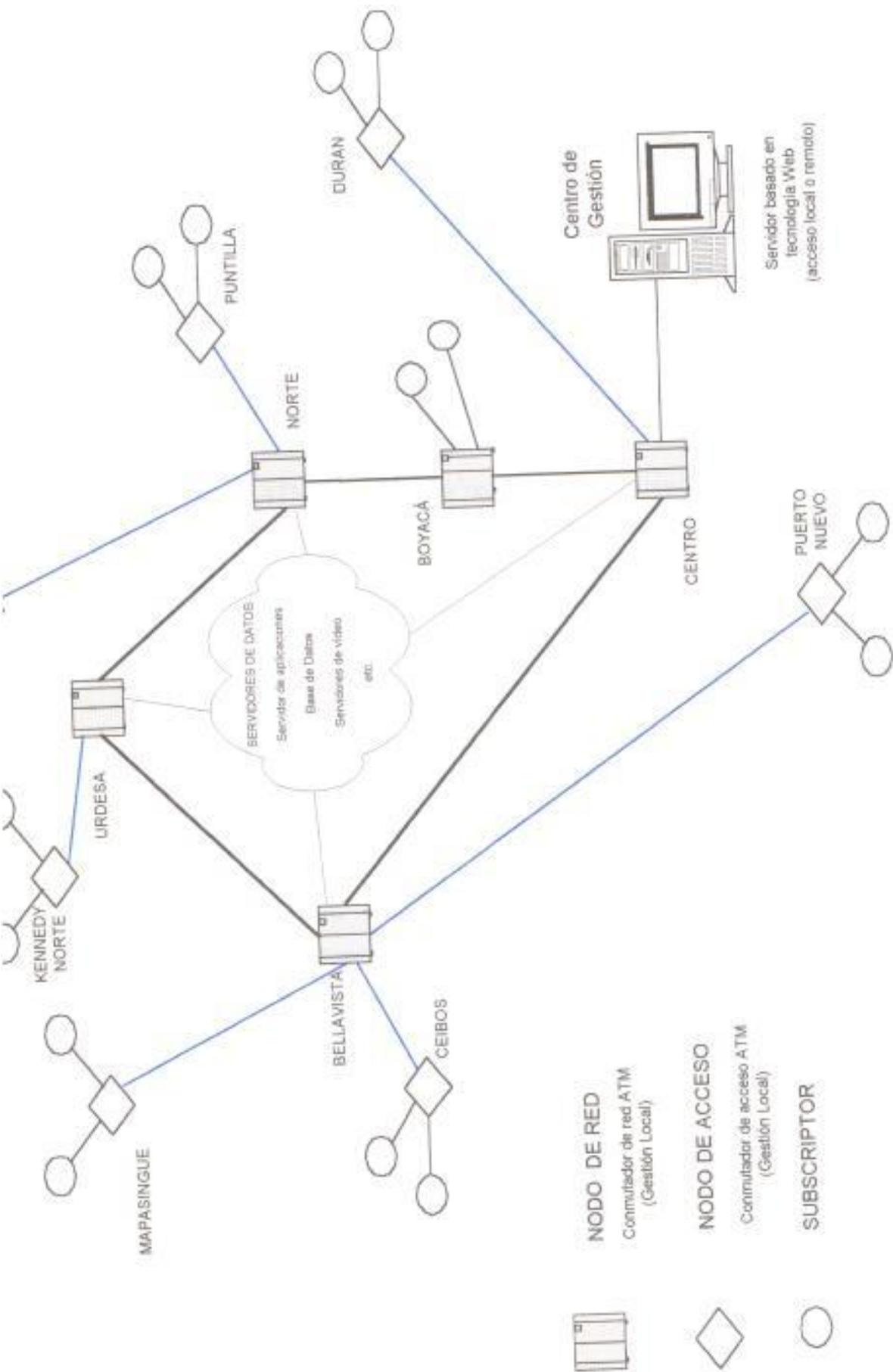


Figura 5.11: Esquema de gestión de la red de Banda Ancha

CONCLUSIONES

- Como hemos visto la integración de voz, datos y video y la necesidad de interactividad de los usuarios con los diferentes servicios que prestarán las redes multimedia hace que se incrementen los requisitos en las redes de Telecomunicaciones, para ello es necesario poder introducir los nuevos servicios soportando los ya existentes de una forma que no afecte en mayor costo.
- Este estudio nos muestra lo poderosa y compleja que es la tecnología ATM, la cual esta revolucionando el mundo de las Telecomunicaciones. La técnica de transporte de ATM es ideal para redes de conectividad, sobre todo porque sobre ellas se puede construir todo tipo de redes de servicio, presta apoyo a conexiones conmutadas bajo solicitud.
- La tecnología ATM es muy apropiada para el tráfico de voz ya que da conexiones a demanda de ancho de banda flexible a gran escala. Esta, con la calidad de servicio a tiempo real, hace que ATM sea una elección ideal para circuito así como para transporte empaquetado de voz.
- La red de servicios modificará profundamente nuestra relación con la información. Nos potenciará en la búsqueda de información que nos interese, y que no este necesariamente cerca, mejorará nuestras posibilidades de comunicación y trabajo con otras personas mediante una interacción más completa, e involucrando sonido, texto e imagen.
- Del estudio desarrollado en este informe se pudo analizar que según la capacidad de los diferentes anillos de la red SDH de Guayaquil (que transportaría tráfico telefónico como de banda ancha), el anillo central de esta

futura red SDH no tendría la capacidad para transportar ATM, por lo que se optó en formar un anillo central con enlaces correspondientes a anillos diferentes de la red SDH que tenían suficiente capacidad para transportar tráfico ATM.

- La gestión de la red ATM se realiza en dos niveles uno a nivel local y otro a nivel general. A nivel local significa que cada conmutador ATM que se encuentra en un nodo de acceso o nodo de red, puede controlar lo que es tráfico, asignar dinámicamente ancho de banda. Para gestionar a nivel general se debe escoger un punto estratégico donde se concentre gran tráfico telefónico y además me dé acceso a los diferentes nodos sin ningún problema.
- Debido a la evidente venta de la empresa de Telecomunicaciones del Estado (Pacifictel S.A) se hace necesario mejorar el servicio telefónico y ofrecer servicios de Banda Ancha, la venta de la misma abrirá un mercado de libre competencia muy beneficioso para todos. Por esto se deben tomar en cuenta proyectos como el nuestro que indiquen como evolucionaría la red actual hacia el futuro dando servicios de Banda Ancha.

RECOMENDACIONES

- Para poder ofrecer servicios de Banda Ancha se recomienda evolucionar la red actual PDH hacia una red SDH, que permita principalmente transportar un mayor ancho de banda requerido para estos servicios.
- Para una solución a mediano plazo de acceso a usuario para Banda Ancha, se recomienda el uso de hilos de cobre de la red existente usando la técnica ADSL, ya que el uso de la fibra óptica hasta el abonado es muy costosa.
- Para poder implantar una red pública ATM en Guayaquil se recomienda un estudio de potenciales clientes para poder saber si se recuperará la inversión a mediano o largo plazo. Es por eso, que Pacifictel S.A. debería tomar como referencia un diseño como el nuestro, aprovechando que esta empresa tiene una poderosa infraestructura tanto en canalización como en edificios lo que ayuda mucho para todos los fines planteados. Este sería un gran paso para los usuarios de Pacifictel S.A. ya que no solamente tendrían servicio telefónico de alta calidad sino también una gran variedad de servicios que ofrece la tecnología ATM.

GLOSARIO

AAL: ATM Adaption Layer (Capa de Adaptación ATM)

Colección de protocolos estandarizados que adapta el tráfico de usuario a un formato de celdas. El AAL se divide en la Subcapa de convergencia (CS) y en la Subcapa de Segmentación y Re-ensamblaje (SAR).

AAL1: AAL de tipo 1

Protocolo estándar utilizado para el transporte de tráfico CBR (Constant Bit rate) como audio y video y para la emulación de circuitos basados en TDM (por ejemplo E1, T1).

AAL2: AAL de tipo 2

Protocolo estándar para soportar el servicio VBR (Variable Bit Rate) dependiente del tiempo (VBR-RT) de tráfico orientado a conexión como audio y video paquetizado).

ACU: Auto Call Unit. (Unidad de Autollamada)

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

ANSI: American National Standards Institute. (Instituto de Estándares de USA.)

ARM: Asynchronous Response Mode. (Modo de Respuesta Asíncrono).

ARP: Address Resolution Protocol. (Protocolo de Resolución de Direcciones).

ATM: Asynchronous Transfer Mode (Modo de Transferencia Asíncrono) Protocolo de transmisión orientado a conexión basado en celdas de longitud fija (paquetes) de 53 Bytes (incluyendo una cabecera de 5 Bytes). Actualmente se puede decir que ATM más que un simple protocolo es una tecnología que permite compartir eficientemente canales de comunicación entre múltiples usuarios además de ofrecer el concepto de Calidad de Servicios (QoS) para la creación de conexiones óptimas de acuerdo a la aplicación.

AT: Adaptador de terminales.

AU: Agente de Usuarios.

BBS: Bulletin Board System. (Boletín Electrónico.)

BCD: Binary Codec Decimal. (Decimal Codificado en Binario)

BIOS: Basic Input/Output System. (Sistema de Entrada/Salida Básico)

B-ISDN: Broadband Integrated Services Digital Networking (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha). Plataforma de protocolos introducida por la ITU-T para soportar la transmisión de alta velocidad integrada para la transmisión de datos, audio y video de la misma manera. ATM surgió como un estándar de transporte de la plataforma.

B-ISUP: Protocolo de la parte de usuario de los servicios integrados de banda ancha.

bps: bits por segundo. Velocidad de transmisión a un rate de 1 bit por segundo.

BRI: Basic Rate Interface (Interface de Acceso Básico). Especificación de un servicio de ISDN que provee dos canales digitales (canales B) de 64 Kbps y un canal digital de control (canal D), compartiendo el mismo medio físico.

CAD/CAM: Computer Aided Desing/Computer Aided Manufacturing. (Diseño Asistido por Computadora/Fabricación Asistida por Computadora).

CBR: Constant Bit Rate (Rata de Bit Constante). Una de las cinco clases de servicio de ATM, la cual soporta la transmisión de una corriente continua de bits de información donde el tráfico, tal como voz y video, necesita ciertos requerimientos de QoS.

CCITT: Consultive Commitee for international Telegraphy and Telephony. (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía). Ahora se denomina ITU-T.

Cell: Celda Unidad básica de transmisión para ATM. Es un paquete de 53 Bytes compuesto de 5 bytes de encabezado y 48 bytes de datos (payload). En la fuente el tráfico del usuario se segmenta en celdas y en el destino se re-ensamblan.

CES: Circuit Emulation Service (Servicio de Emulación de Circuito) Clase de servicio brindada por ATM, donde los circuitos CBR, tipo TDM, se emulan utilizando AAL1.

CICS: CustomerInformation Control System. (Sistema de Control de Información del Cliente.)

CLNP: Connection Less Network Protocol. (Protocolo de Red no Orientado a Conexión.)

CMIP: Common Management Information Protocol (Protocolo de Información de Gestión Común). Interface estándar de gestión definida por la ITU-T que puede soportar las funciones de administración, mantenimiento e información de operación.

CMIS: Common Management Information Service.(Servicio de Información de Gestión Común.)

CLEAR CHANEL: Un método de transmisión que puede ofrecer un canal completo de 64 Kbps para la transferencia de datos ya que la señalización y el control de información son hechos fuera de banda o en un canal separado.

CODEC: Coder/Decoder (Codificador/Decodificador) El CODEC toma una señal análoga en su entrada y la convierte a una señal digital a su salida. Y también realiza el proceso inverso de señal digital a señal análoga.

CSMA: Carrier Sense Multiple Access. (Acceso Múltiple por Detección de Portadora.)

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection. (Acceso Múltiple por Detección de Portadora/Detección de Colisión.)

Datagrama: Modo de transporte de paquetes donde los paquetes se enrutan independientemente y pueden seguir diferentes rutas, por lo cual no hay garantía en la secuencia de entrega

DCE: Data Communications equipment (equipo de comunicaciones de datos) Dispositivo ubicado donde el usuario final, típicamente un módem u otro

dispositivo de comunicaciones, que actúa como un punto de acceso al medio de transmisión.

D-channel: En una red ISDN el canal D es el canal de señalización

DIS: Draft International Standard. (Borrador de Estandar Internacional)

DME: Distributed Management Enviroment. (Entorno de Gestión Distribuido)

DNA: Digital Network Architecture.

DQDB: Distributed Queue Dual Bus.(Bus Dual con Cola Distribuida.). El estándar IEEE 802.6 es un protocolo de MAN basado en paquetes de 53 Bytes que puede soportar servicios integrados isócronos orientados o no a la conexión. Se implementa como dos buses unidireccionales configurados en una topología de anillo.

DS-0: Señal Digital 0 Interface física para transmisión digital a un rate de 64 Kbps. Corresponde al canal básico de voz.

DSU: Data Service Unit (Unidad de Servicio de Datos). Equipo en el usuario final que actúa como una interface entre servicios de bajas velocidades y circuitos de más alta velocidad.

E-1: Señal Digital Europea 1 Estándar europeo (utilizado en Colombia) para la interface física digital a 2.048 Mbps.

E-3: Señal Digital Europea 3. Estándar europeo para la interface física digital a 34.368 Mbps. Simultáneamente puede soportar 16 circuitos E-1.

EDI Electronic Data Interchange. (Intercambio Electrónico de Datos)

EDP: Ensamblador- Desensamblador de Paquetes.

ETCD: Equipo de Terminación de Circuito de Datos.

ETD: Equipo Terminal de Datos.

ET: Equipo Terminal.

ETHERNET: Transporta la información sobre una LAN por coaxial o par telefónico a una taasa de 1 a 10 Mbps.

FAST Ethernet: Velocidad de transmisión de 100 Mbps en una LAN Ethernet.

FDDI: Fiber Distributed Data Interface Estándar definido por el ANSI para la implementación de una LAN de alta velocidad (100 Mbps) sobre un anillo dual de fibra óptica.

FDM: Frecuency Division Multiplexing. (Multiplexado por División de frecuencia.).

FDX: Full-duplex transmisión simultánea de datos en dos direcciones, lo que significa que un canal de comunicaciones puede enviar y recibir datos al mismo tiempo.

Frame Relay: Tecnología eficiente de conmutación de paquetes que permite la entrega confiable de paquetes sobre circuitos virtuales (VC). Mucha

de la funcionalidad de la capa de red se manipula en la capa de Enlace. Algunos de los conceptos usados en Frame Relay han sido incorporados en ATM.

FTAM: File Transfer Access Method. (Método de Acceso para Transferencia de Archivos.)

FTP: File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos). Protocolo utilizado para la transferencia de archivos entre diferentes máquinas a través de la red.

Gbps: Gigabits por segundo. Velocidad de transmisión de mil millones de bits por segundo.

GSMA: Global Scheduling Multiple Access. (Acceso Múltiple con Planificación Global.)

HDLC: High Level Data Link Control. (Control de enlace de Datos de Alto Nivel.)

HDX: Half-Dúplex. (Semidúplex.)

HSSI: High Speed Serial Interface (Interface Serial de Alta Velocidad) Interface entre el CSU/DSU y el DXI.

HUB: Es un punto donde las señales de redes o sistemas convergen y son conectadas.

ICMP: Internet control Messages Protocol. (Protocolo de Mensajes de Control Internet.)

IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers. (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) Organización de estándares y especificaciones que cubre actividades en el área de computadores y electrónica.

IETF: Internet Engineering Task Force (Comité de Tareas de Ingeniería de Internet). Cuerpo que inicialmente fue responsable por el desarrollo de las especificaciones requeridas para la implementación interoperable de IP. Uno de los trabajos de la IETF se ha enfocado en la implementación de IP clásico sobre ATM.

INTERNET: Es el sistema global de redes interconectado por TCP/IP que incluye más de 30 millones de usuarios del sector privado, instituciones educativas y del gobierno, y personas independientes.

Isocronía: Se refiere a la transmisión periódica. Un intervalo de tiempo puede dividirse en mini intervalos iguales asignados a diferentes canales para la transmisión sincrónica de información.

ISO: International Standards Organization. (Organización Internacional de Estándares.)

ISP: Internet Service Provider (Proveedor de Servicio de Internet). Una organización que ofrece servicio de acceso a Internet a través de líneas dedicadas.

IP: Internet Protocol. Protocolo de red que brinda un servicio no orientado a conexión (datagrama) al protocolo de transporte más alto. Tiene la responsabilidad de descubrir y mantener la información de la topología de la red y de enrutar los paquetes a través de redes homogéneas o heterogéneas.

ISDN: Integrates Services Digital Network (Red Digital de Servicios Integrados) Modelo de referencia del protocolo adoptado por la ITU-T para brindar un servicio digital extremo a extremo e interactivo para datos, audio y video. ISDN está disponible como BRI, PRI e B-ISDN.

ITU-T: International Telecommunications Union -Telecommunications Standard Sector (Unión Internacional de las Telecomunicaciones - Sector de estándares de Telecomunicaciones). Cuerpo de recomendaciones, especificaciones y estándares internacionales formales, inicialmente conocido como CCITT. La ITU-T hace parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) fundado en 1948 y auspiciado por las Naciones Unidas para promover los temas relacionados con Telefonía y telegrafía.

Kbps: Kilobits per second. Velocidad de transmisión de mil bits por segundo.

LAN: Red de Area Local. Un red que hace interconexión entre PCs, terminales, estaciones de trabajo, servidores, impresoras y otros periféricos a una alta velocidad sobre distancias cortas.

LLC: Logical Link Control. (Control de Enlace Lógico.)

LU: Logical Unit. (Unidad Lógica.)

MAN: Metropolitan Area Network. Este termino describe a una red que provee una conectividad digital de una area regional a una metropolitana. La MAN realiza el enlace entre las LANs Y WANs.

Mbps: Megabits per second. Velocidad de transmisión de un millón de bits por segundo.

MHS: Message Handing System. (Sistema de Tratamiento de Mensaje (STM).)

MIC: Modulación por impulsos Codificados.

MODEM: Modulador/Demodulador. Dispositivo que convierte señales digitales a análogas adaptándolas al medio de transmisión y viceversa.

MULTIMEDIA: Es una forma de presentación de la información utilizando varios recursos tales como el texto, datos, imágenes, video, audio y gráficas.

MUX: Multiplexer . Cuando se quiere transportar información sobre el mismo medio físico se utilizan los multiplexores.

NAU: Network Addressable Unit. (Unidad Direccionable de Red.)

NCP: Network Control Program. (Programa de control de Red.)

NFS: Network File System. (Sistema de Archivos de Red.)

NMS: Network Management System (Sistema de Gestión de Red). Sistema de gestión de red que tiene en cuenta los parámetros hardware y software usados para gestionar la red.

NNI: Network Node Interface (Interface para Nodos de Red). La ITU-T especifica una interfaz standard entre nodos de la misma red. El ATM Forum tiene dos standards, uno para redes privadas llamado P-NNI y el otro para redes públicas llamado NNI.

NPC: Network Parametrer Control (Control de Parámetros de Red). Mecanismo de gestión de tráfico el cual es ejecutado por la red que recibe el tráfico de otra.

NSAP: Network Services Access Point.(Punto de Acceso al Servicio de Red). Una de sus funciones es identificar el DTE para una única dirección.

NVT: Network Virtual Terminal. (Terminal Virtual en Red.)

OAM: Operations and Maintenance (Operación y Mantenimiento). Acción administración y supervisión permanente de la red a través de el monitoreo.

OSI: Open Systems Interconnection.(Interconexión de Sistemas Abiertos) El modelo de referencia OSI introducido por la ISO contiene 7 campos, los cuales especifican los protocolos y funciones requeridos para la comunicación entre dos nodos usando un infraestructura de red.

PAM: Pulse Amplitude Modulation. (Modulación por Amplitud de Pulsos.)

PAYLOAD: Parte de la celda ATM que contiene la información que se va a transportar.(Ocupa 48 bytes).

PBX: Private Branch Exchange. (Central de Abonado). Un circuito switch que provee el acceso a un sistema de telefonía pública.

PCM: Pulse Codec Modulation. (Modulación por Impulsos Codificados.)

PCR: Peak Cell Rate. Es un parámetro de tráfico que indica la tasa máxima a la cual las celdas pueden ser transmitidas.

PDM: Pulse Duration Modulation. (Modulación por Duración de Pulsos.)

PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy (Jerarquía Digital Plesincrónica). Una jerarquía que hace referencia a las interfaces DS-0, DS-1, DS-2 y DS-3 para transmisión digital. Originalmente desarrollada para llevar eficientemente la voz digitalizada por para cableado.

PDU: Protocol Data Unit. Es un parámetro que describe el paso a través de los diferentes niveles OSI que contiene una cabecera, datos y información.

QoS: Quality of Service. Este término se refiere a los parámetros que caracterizan el tráfico en una conexión virtual.

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados. Ver ISDN.

RDSI-B: Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha Ver B-ISDN.

RPC: Remote Procedure Call. (Llamada a Procedimiento Remoto.)

SAP: Service Acces Point (Punto de Acceso al Servicio). Interfaz física a través de los cuales los niveles de orden más bajo en el modelo OSI proveen servicios a los de mayor orden.

SDH: Synchronous Digital Hierarchy (Jerarquía Digital Sincrónica). Una jerarquía que determina las interfaces de señal par una muy alta velocidad de transmisión sobre enlaces de fibra óptica.

SDLC: Synchronous Data Link Control. (Control de Enlace de Datos Sincrono.)

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol. (Protocolo de Transferencia de Correo Simple.)

SNA: Systems Network Architecture. Es una arquitectura creada por IBM, donde los canales lógicos son creados entre terminales.

SNMP: Simple Network Management Protocol. Es un standard definido por la IETF para el manejo de la gestión de información.

SONET: Synchronous Optical Network (Red Óptica Sincrónica). Un standard definido por la ANSI para velocidades altas y mayor calidad digital en transmisión óptica. En Norteamérica se reconoce como el standard para SDH.

SS7: Signaling System 7 (Sistema de señalización #7). La señalización por canal común es un protocolo usado en redes públicas para establecer conexiones entre switches. Conexiones ISDN a switches que soportan SS7 tienen acceso a conexiones de 64 Kbps entre centrales conmutadoras públicas.

STM: Synchronous Transfer Mode. Donde el tiempo es asignado a cada canal para transmisiones periódicas.

STM-1: Synchronous Transport Module-1. La ITU-T define para SDH la interfaz física para la transmisión digital en ATM a un tasa de 155.52 Mbps.

Switch, ATM: Es un dispositivo ATM responsable del switching de celdas.

TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol. (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet. Plataforma que combina los protocolos TCP y IP.

TDM: Time division Multiplexing (Multiplexaje por División de Tiempo). Es una técnica de asignación de ancho de banda en la que cada canal puede acceder al ancho de banda durante un periodo determinado de tiempo.

TDMA: Time-Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Tiempo) Metodo de acceso basado en TDM.

UDP: User Datagrama Protocol. (Protocolo para Datagramas de Usuario.)

UIT-T: Unión Internacional de las Telecomunicaciones -Sector de Estándares en Telecomunicaciones . Ver ITU-T.

VBR: Variable Bit Rate (Rata de Bits Variable).

VC: Virtual Chanel (Canal Virtual)

VCC: Virtual Chanel Connection (Conección de Canal Virtual). Esta definido como un encadenamiento de enlaces de canales virtuales.

VCI: Virtual Chanel Identifier. (Identificador de Canal Virtual). Es un valor de 16 bits en la cabecera de la celda ATM que provee un identificador único de un canal virtual.

VP: Virtual Path (Camino Virtual).

VPCI: Virtual Path Connection Identifier/ Virtual Chanel Identifier.

VPI: Virtual Path Identifier.

VSAT: Very Small Aperture Terinal. Terminal de Apertura Muy Pequeña.

VTAM: Virtual Telecommunication Access Method. (Método de Acceso de Telecomunicación Virtual.)

WAN: Wide Area Network. Es una red que abarca grandes distancias y usualmente utiliza circuitos telefónicos.

X.25: Protocolo utilizado para la conmutación de paquetes y es soportado por circuitos virtuales y servicios de Datagrama.

BIBLIOGRAFIA.

1. Revista de Telecomunicaciones Alcatel. Telecom 95.
2. Revista Review Ericsson. Fascículo 1/98.
3. ADSL: El poder del cobre. Comunicaciones World. Octubre 1996
4. ADSL: Interim technology for the next forty years. IEEE Communications Magazine. Octubre 1996
5. Modem Speeds Jump to 56 Kbps:
http://www.hyperstand.com/Today/96/11/12/Modem_Speeds_Jump.html.
6. www.Alcatel.com.
7. <http://www.ADSL.Forum.com>
8. <http://www.sbexpos.com>.
9. www.Ericsson.com.
10. www.Communicationworld.com.
11. <http://www.isid.es/users/amb>.
12. Red Metropolitana SDH de Guayaquil. Tesis Diciembre/97.
13. ALCATEL: "Las superautopistas de la información". DPM-ACTIM 02/95-01

14. http://www.accesoFTTC3_b.html

15. <http://www.sbexpos.com>