

2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

IMPLEMENTACION DE TECNOLOGIAS DE CONMUTACION  
PARA EMPRESAS CORPORATIVAS

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA ELECTRICA ELECTRONICA  
MODULO COMUNICACIONES  
PRESENTAN:  
AGUILAR CRUZ GASPAR  
AGUIRRE HERRERA MA. DE LOURDES  
CELIS ESCANDON JOSE LUIS  
NUÑEZ MENDEZ HECTOR

FACULTAD DE  
INGENIERIA



U N A M

DIRECTOR DE TESIS: ING. GUSTAVO ADOLFO OLIVOS ROJAS

MEXICO

2000

279852



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*"Bienaventurado el varón que no anduvo en consejo de malos, Ni estuvo en camino de pecadores, Ni en silla de escarnecedores se ha sentado;  
Antes en la ley de Jehová está su delicia, Y en su ley medita de día y de noche.*

*Y será como el árbol plantado junto á arroyos de aguas, Que da su fruto en su tiempo, Y su hoja no cae; Y todo lo que hace, prosperará.*

*No así los malos: Si no como el tamo que arrebató el viento.*

*Por tanto no se levantarán los malos en el juicio, Ni los pecadores en la congregación de los justos.*

*Porque Jehová conoce el camino de los justos; Mas la senda de los malos perecerá".*

*Salmo 1:1-6*

*Gracias Dios por las bendiciones hacia mi vida, esperar y confiar en Ti siempre trae bendición a su debido tiempo*

*Gracias a mis Padres por todo el apoyo*

**Gaspar Aguilar Cruz**

## **Agradecimiento Tesis María de Lourdes Aguirre Herrera**

Le agradezco a mi Madre por el apoyo otorgado a lo largo de todos estos años, no sólo en mi época de estudiante, sino ahora en el ejercicio de mi carrera profesional; ya que sin su ayuda, yo no hubiera logrado tantos éxitos profesionales, a mi padre y tutor que me enseñó que las mujeres también podemos lograr lo que nos proponemos y me alentó a ver la vida con optimismo, a mi adorada hija Carolina que es el motor de mi vida y a todas aquellas personas que me han entrenado para hacer realidad mis sueños y planes de vida.

**Gracias a todos.**

**Lourdes Aguirre**

Dedico este trabajo y mi carrera a mis padres que en todo momento me han apoyado y motivado para seguir adelante. siento que sin ellos hubiera sido difícil llegar.

A la Facultad de Ingeniería de la UNAM por la preparación que medio durante mis estudios y por la herencia de conocimientos que me llevo de ella para siempre.

A Ana por estar conmigo y acompañarme en estos 7 años.

A Eli y Jorge que siempre han sido buenos hermanos

A mis sobrinos Lalo y Tavito, por que se lleguen a forjar un buen camino profesional.

A mis compañeros de tesis por su dedicación y esfuerzo para la elaboración de este trabajo.

*Gracias*

*José Luis Celis E.*

**Dedico esta tesis a mis padres  
Por su apoyo y comprensión, recibidos en cada momento.**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México  
Por mi formación académica y profesional.**

**A Camila y Esperanza:  
Por toda su paciencia y cariño.**

**A Hugo, Zulema y la Gorda  
Por creer y confiar siempre en mí.**

**A toda mi familia y amigos por estar conmigo.**

**A mis compañeros de tesis.**

**G r a c i a s.**

**Héctor Núñez Méndez.**

# **INDICE**

## **CAPITULO I. TECNOLOGIAS**

- 1.1 INTRODUCCION
- 1.2 ARQUITECTURAS
- 1.3 MODO DE TRANSFERENCIA SINCRONO, STM
- 1.4 CONMUTACION PRIVADA
- 1.5 CONMUTACION PUBLICA
- 1.6 LAN SWITCHING
- 1.7 RUTEO Y DIRECCIONAMIENTO
- 1.8 REDES DE BANDA ANCHA
  - 1.8.1 B-ISDN
  - 1.8.2 FRAME RELAY
  - 1.8.3 MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONO, ATM

## **CAPITULO II. DEFINICION DE NECESIDADES**

- 2.1 INTRODUCCION
- 2.2 POR TIPO DE USUARIO
- 2.3 POR TIPO DE SERVICIO (APLICACION)
- 2.4 POR ANCHO DE BANDA
- 2.5 POR TIPO DE TRAFICO
- 2.6 JUSTIFICACION Y VALIDACION DE LA APLICACION

## **CAPITULO III. TECNOLOGIAS ASOCIADAS**

- 3.1 TRANSMISION
  - 3.1.1 PDH
  - 3.1.2 SMDS
  - 3.1.3 SONET/SDH
- 3.2 COMUNICACIONES INALAMBRICAS
  - 3.2.1 INTRODUCCION
  - 3.2.2 SISTEMAS DE RADIO (MICROONDAS)
  - 3.2.3 COMUNICACIONES VIA SATELITE
  - 3.2.4 DISPOSITIVOS DE TRANSMISION (EQUIPO RADIO)
- 3.3 COMUNICACIONES ALAMBRICAS
  - 3.3.1 PAR TRENZADO
  - 3.3.2 CABLE COAXIAL
  - 3.3.3 FIBRA OPTICA
- 3.4 DISPOSITIVOS DE ACCESO

## **CAPITULO IV. CRITERIOS DE SELECCION Y EVALUACION**

- 4.1 LEVANTAMIENTO DE NECESIDADES
- 4.2 ESTUDIO DE TRAFICO
- 4.3 LEVANTAMIENTO DE FACILIDADES
- 4.4 FABRICANTES
- 4.5 ESPECIFICACIONES
- 4.6 TABLAS COMPARATIVAS
- 4.7 ANALISIS COSTO-BENEFICIO

## **CAPITULO V. IMPLEMENTACION**

- 5.1 TIPO DE EMPRESA Y SERVICIOS ACTUALES
- 5.2 NECESIDADES DEL PROYECTO
- 5.3 APLICACIONES
- 5.4 SOLUCION PROPUESTA
- 5.5 DISEÑO DE LA RED PROPUESTA
- 5.6 PLANES DE TRABAJO
- 5.7 MEMORIAS TECNICAS

## **CAPITULO VI. OPERACION**

- 6.1 SEGURIDAD
- 6.2 ADMINISTRACION
- 6.3 MANTENIMIENTO
- 6.4 CAPACITACION
- 6.5 CRITERIOS Y PLANES DE CRECIMIENTO

## **CONCLUSIONES**

## **APENDICES**

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

## **BIBLIOGRAFIA**



# **CAPITULO I**

# **TECNOLOGIAS**

## **1.1 INTRODUCCION**

### **1.1.1 LAS COMUNICACIONES DE EMPRESA**

Los recursos de telecomunicaciones y sistemas de información que proporcionan la infraestructura de comunicaciones necesaria para el intercambio de información, dentro de una determinada empresa; forman lo que se ha dado a conocer como la red corporativa o "privada" de la entidad, sean estos públicos, privados o una combinación de ambos.

De una manera muy sencilla, se puede definir una red corporativa como aquella que facilita la comunicación de voz, datos, texto y video para una empresa con una imagen corporativa bien definida, y que ha sido desarrollada bajo el punto de vista de una infraestructura distribuida pero con un control integral.

Las redes corporativas que hoy, efectivamente, manejan cualquier tipo de información, han evolucionado mucho gracias a los importantes desarrollos realizados en el campo de las comunicaciones digitales, tanto en voz como de datos. Desde los primeras PBXs analógicos (Private Branch Exchange) y computadoras centralizadas (Centrex), muy limitados en sus facilidades de comunicación y, por tanto, con muy bajo impacto en la estrategia de la compañía, hasta los actuales "sistemas de información", que proporcionan la competitividad necesaria para el desarrollo del negocio.

Hoy, las comunicaciones de empresa incorporan voz, datos, texto y video; por lo cual necesitan de altas prestaciones, flexibilidad, disponibilidad y calidad, además de una alta relación costo/servicio.

El campo de las tecnologías de la información, en la última década, prácticamente se ha explotado en términos de los nuevos productos, tecnologías y servicios ofrecidos, dando lugar este fenómeno a una demanda de mayor ancho de banda; capaz de soportar la creación de una red global de comunicaciones.

### **1.1.2. CONMUTACION EN LA RED DE TELECOMUNICACIONES.**

Una red de telecomunicaciones consiste en la conexión de enlaces a nodos de conmutación, de modo que cada usuario en la red pueda conectarse con cualquier otro usuario de tal manera que la red pueda proveer el servicio.

Actualmente existen miles de millones de usuarios en el mundo que pueden comunicarse con algún otro usuario a través de las redes de telecomunicaciones.

Las dos tecnologías básicas de ingeniería en las redes de telecomunicaciones son transmisión y conmutación. La transmisión permite a dos usuarios cualesquiera comunicarse a través de la red. La conmutación permite a la red crear de manera satisfactoria por medio de la concentración facilidades para la transmisión. Estas facilidades son la conexión de enlaces a través de nodos de conmutación.

La conmutación es una materia muy compleja, se pueden escribir muchos volúmenes al respecto. La intención de este trabajo es realizar una evaluación y formas de aplicación de la conmutación en las redes de telecomunicaciones.

Factores importantes como tecnologías, descripción funcional, características, tendencias tecnológicas, criterios de selección y evaluación, implementación y operación son discutidos en este trabajo de tesis.

Los servicios de telecomunicaciones se basan en la disponibilidad de una infraestructura de red capaz de soportarlos, sin ella la mayoría de estos no se pueden ofrecer. En todos los países avanzados se están creando estas infraestructuras de comunicaciones capaces de prestar los servicios que los usuarios demandan. Las compañías operadoras son las encargadas de crear y soportar las redes públicas, cuando se desciende a un nivel privado, suelen ser las propias compañías las que se encargan de crear lo que se denomina red corporativa, destinada a dar servicio a la entidad que se trate.

La conmutación fue uno de los primeros conceptos que se necesitó desarrollar, para conseguir interconectar entre sí a los usuarios de los diferentes sistemas de telecomunicaciones a un costo razonable.

En la figura 1.1.2 se recoge una visión gráfica de la genealogía de las tecnologías de conmutación desde su inicio hasta nuestros días.

Hasta el advenimiento de la conmutación electrónica digital, la técnica comúnmente utilizada fue la conmutación electromecánica, primero paso a paso (rotary) y después de barras cruzadas (crossbar). Estas técnicas fueron usadas en los sistemas de las diferentes instalaciones de telecomunicaciones hasta bien entrada la década de los 70s.

En esta última se comenzó a introducir la conmutación electrónica. Primero la analógica, basada en matrices electrónicas espaciales para construir la red de conexión con control generalmente centralizado por computadora, su existencia no se generalizó en todos los países y pronto dio paso a la conmutación digital o temporal.

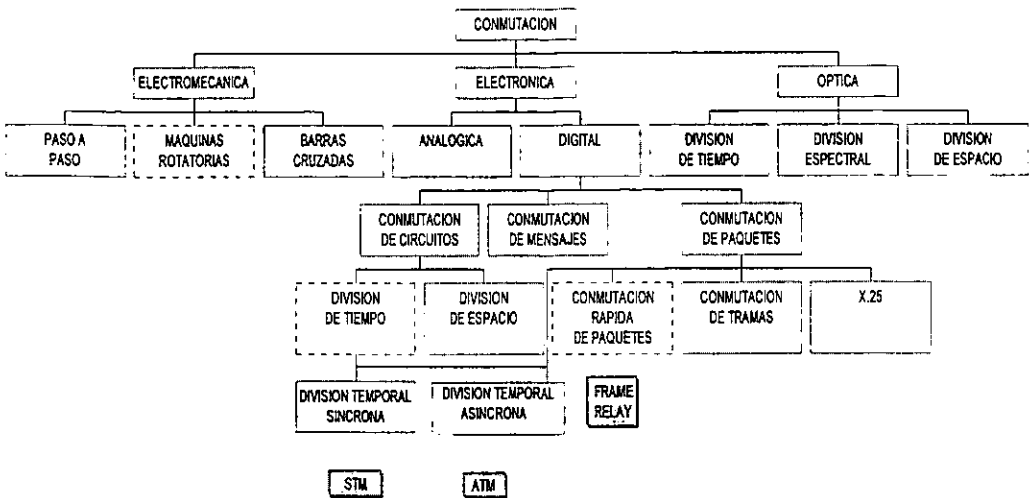


Figura 1.1.2. Genealogía de las técnicas de conmutación

La conmutación digital es la base de los sistemas de conmutación actuales, bien sean de circuitos o de paquetes. Se identifica con el concepto de división de tiempo, por ser este el parámetro que se divide en diferentes intervalos para cada uno de los canales a conmutar, esta conmutación a su vez puede ser síncrona o asíncrona.

La tecnología de conmutación de paquetes se desarrolló para aprovechar más eficazmente los medios de conmutación y transmisión, cuando la información a transmitir no tiene un flujo constante de aparición, sino que es variable en el tiempo y en modo de ráfaga. Esta tecnología relativamente moderna se ha consolidado a partir de la segunda parte de la década de los 70s mediante la recomendación X.25 de la CCITT, y se puede considerar como conmutación digital asíncrona.

A medida que la tecnología evolucionaba y se lograban medios de transmisión más confiables y eficaces, se han introducido las tecnologías de conmutación rápida de paquetes (frame relay), que consiguen una importante simplificación de los protocolos y, por tanto, mayor rendimiento, tanto en conmutación como en transmisión.

La complejidad anterior en los protocolos se sustituye por una simple corrección extremo a extremo en la capa de transporte del modelo de referencia, en el caso de que se requiera.

La tecnología Modo de Transferencia Asíncrono (ATM), se constituye como la que será utilizada para transmitir todo tipo de información: voz, datos, texto y video; en las redes de servicios integrados de banda ancha (B-ISDN).

La aplicación de la conmutación óptica a las grandes centrales representa una posibilidad de futuro. Su implantación depende en gran medida del desarrollo tecnológico necesario y será el exponente máximo de la progresiva integración de las tecnologías de transmisión y conmutación.

### **1.1.3. LOS EFECTOS DE LA CONMUTACION.**

La tendencia expresada hacia una disminución de costos, una mejor calidad y un incremento de la eficiencia también se manifiesta en los propios elementos - centrales o nodos- de conmutación de las redes de comunicaciones. Gracias a los avances de la electrónica, es posible multiplicar el rendimiento.

No solamente han sido estos avances en el hardware, sino que ha influido enormemente en el software, que ha entrado de lleno en el control de las centrales (para voz) y nodos (para datos) de conmutación. Allí donde una tecnología alcanza su madurez, permitiendo la utilización máxima de los recursos, se empieza a pensar en introducir otra que consiga un rendimiento aún mayor, por ejemplo de X.25 y Frame Relay, que podrá ser introducida, sin gran esfuerzo, en los actuales nodos al ser una aplicación de software.

En las redes de área local (LAN), la evolución seguirá en línea de obtener mayores velocidades, la utilización de interfaces inalámbricas en vez de cableado, y la aparición de numerosos dispositivos de interconexión entre LANs y LAN-WAN, cada uno con su protocolo específico, así como la proliferación de redes de área metropolitana (MAN). Todo ello sólo será posible con la disponibilidad de enlaces digitales de alta velocidad y alta calidad, para obtener el máximo rendimiento.

El funcionamiento de una red depende de muchos factores en la misma, estos pueden ser la configuración de red, el ofrecimiento de carga y los métodos de administración de la red. Un importante elemento de la administración de la red es lo que se denomina ruteo de red, consiste en el uso de reglas de decisión para conectar llamadas cuando estas llegan a la red; una variedad de métodos actualmente están disponibles.

## 1.2 ARQUITECTURAS

A continuación se mencionan algunas arquitecturas típicas de redes de banda ancha y los componentes que se involucran en ellas.

### 1.2.1 ATM

El modo de transferencia asíncrono (ATM) es un estándar de ITU-T para Cell Relay donde se puede transportar información para varios tipos de servicios, como pueden ser voz, video y datos, que son transmitidos en celdas de tamaños múltiples, ATM es un protocolo orientado a conexión. En la figura 1.2.1 se ilustra una red privada de ATM con servicios múltiples.

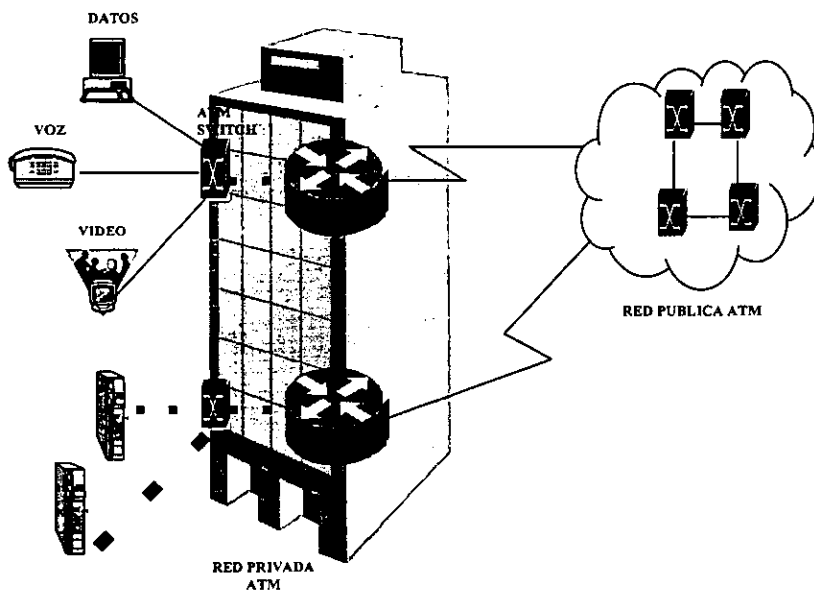


Figura 1.2.1 Red ATM típica

## 1.2.2 DISPOSITIVOS ATM

Una red ATM esta formada por switches de ATM y terminales ATM, el switch ATM es responsable de la transmisión de celdas a través de la red ATM, esto es recibir las celdas de una terminal ATM y transportarlo hasta otro switch ATM, ejemplos de terminales ATM son: ruteadores, workstations, data-services units (DSU's), LAN switches, video-decoders (CODECs). La figura 1.2.2 muestra una red construida con switches ATM y terminales ATM.

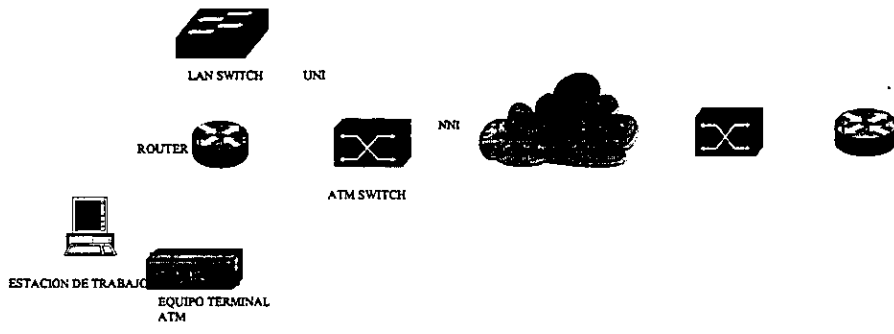


Figura 1.2.2. Red ATM

## 1.2.3 INTERFACES DE RED ATM

Una red ATM consiste de switches ATM interconectados punto a punto por enlaces o interfaces ATM. Los switches ATM soportan dos tipos de interfaces primarias; User-Networks interface (UNI) y Network-Node Interface (NNI). La UNI conecta sistemas ATM terminales con switches ATM. Los NNI conecta dos switches ATM. Fig 1.2.2

Dependiendo sin embargo, si el switch es propiedad de una compañía privada o de una red pública de telefonía las UNIs y NNIs pueden ser divididas en públicas o privadas.

Así mismo, para la interconexión de dos redes públicas ATM es necesario un B-ICI (Broadband Interexchange Carrier Interconnect). Fig 1.2.3

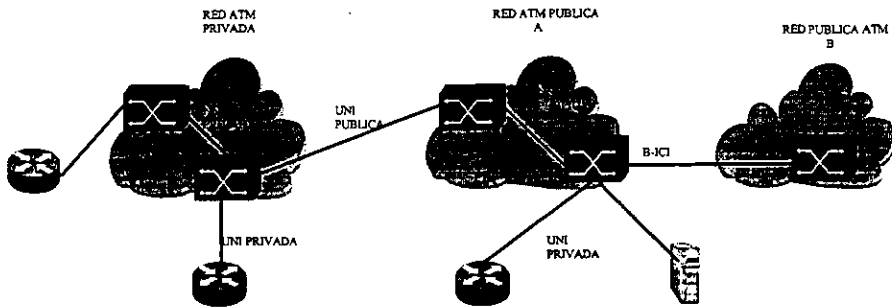


Figura 1.2.3 Interconexión de redes públicas ATM

#### 1.2.4 SMDS

Switched Multimegabit Data service (SMDS), es una red de alta velocidad, de paquetes conmutados, basada en datagramas usada para comunicación sobre redes públicas de datos (PDNs).

#### 1.2.5 COMPONENTES DE RED

Las redes SMDS incluyen los siguientes componentes: Customer Premises Equipment (CPE) y Subscriber Network Interface (SNI). CPE es un equipo terminal típico propiedad del cliente como puede ser una computadora personal, un router, un modem, o un multiplexor; los CPE generalmente consisten de switches de alta velocidad con ciertas especificaciones, las cuales definen la operación de la red. La SNI es la interfaz entre los CPEs y los equipos de carrier, con esta interfaz la red SMDS es transparente para el cliente. En la figura 1.2.5 se muestra la relación entre estos tres componentes de una red SMDS.



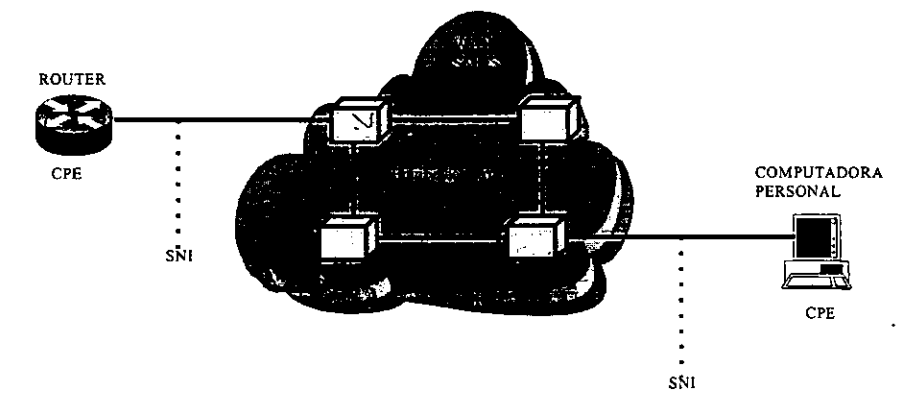


Figura 1.2.5 Red Típica SMDS

### 1.2.6 B-ISDN

La figura 1.2.6 representa una posible configuración cuando un usuario se conecta a una red B-ISDN, NT representa el equipo terminal de red. NT1 es la interfaz entre el usuario del sistema telefónico y el proveedor de la red B-ISDN, NT2 existe cuando el usuario tiene un sistema de telefonía privado (PBX), el TA es un dispositivo usado para conectar equipo no ISDN en la red, el TE es un equipo terminal: el tipo 1 es ISDN, y el tipo 2 no lo es.

No hay protocolo desarrollado para la línea de transmisión S, esto significa que se pueden multiplexar varios dispositivos TE. Sin embargo para la transmisión punto a punto T, se han desarrollado algunos protocolos y existen tres opciones de transmisión:

- Full Duplex a 155.52 Mbps
- Usuario a red a 155.52 y red a usuario a 622.08 Mbps.
- Full Duplex a 622.08 Mbps

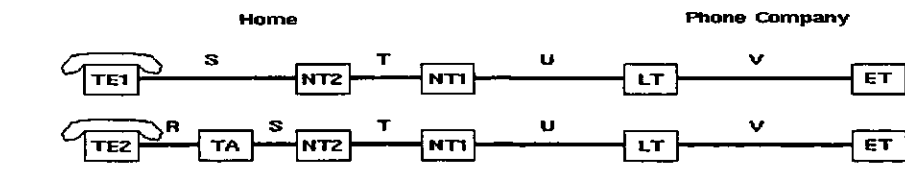


Figura 1.2.6 Red Típica B-ISDN

## 1.2.7 FRAME RELAY

En el siguiente diagrama (figura 1.2.7) se muestra una típica red de Frame Relay.

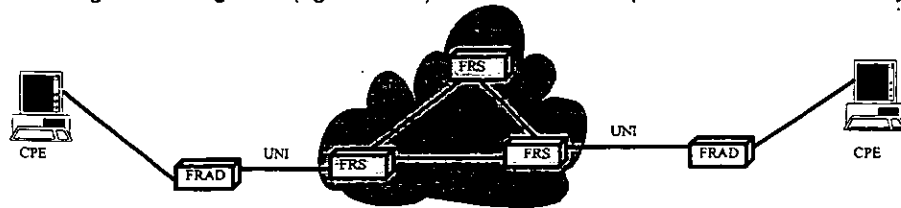


Figura 1.2.7 Red Frame Relay

En este diagrama se pueden observar los dispositivos utilizados en Frame Relay. El usuario tiene acceso al servicio de Frame Relay a través de un dispositivo de acceso a Frame Relay (FRAD) que soporta el protocolo, transfiere y enruta las tramas hacia y desde la red de Frame Relay.

Un Switch de Frame Relay (FRS) proporciona a los usuarios el acceso al servicio. Este switch es parte de una red de Frame Relay que proporciona un backbone de conmutación y de transporte.

El FRAD está conectado al FRS a través de una interfaz de red a usuario (UNI). La UNI consiste de interfaces físicas definidas, del protocolo de la capa del enlace de Frame Relay y de los procedimientos de señalización en el canal.

## 1.2.8 LAN SWITCHING

La siguiente figura 1.2.8 muestra un dispositivo LAN SWITCHING con un ancho de banda dedicado para cada dispositivo conectado a él.

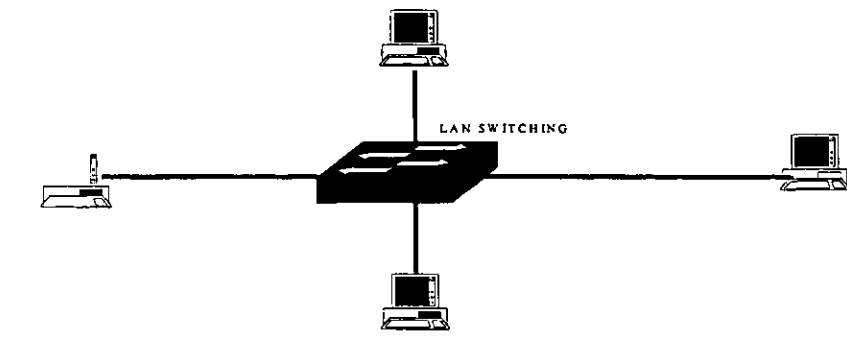


Figura 1.2.8 Lan Switching

## **1.3 MODO DE TRANSFERENCIA SINCRONO (STM)**

### **1.3.1 INTRODUCCION**

La conmutación digital es la base de los sistemas de conmutación actuales, bien sean conmutación de circuitos o conmutación de paquetes. Se la identifica con el concepto de Conmutación por División de Tiempo, por ser este el parámetro que se divide en diferentes intervalos para cada uno de los canales a conmutar, esta conmutación a su vez puede ser síncrona o asíncrona.

El modo de transferencia síncrono STM (Synchronous Transfer Mode), como se muestra en la figura 1.1.2 (genealogía de las técnicas de conmutación), tiene su antecedente en la conmutación digital, de donde se desprende la conmutación de circuitos, diseñado originalmente y luego perfeccionada para tráfico de voz. La mayoría de las conmutaciones de circuitos están basadas en la tecnología de multiplexión por división de tiempo (TDM).

### **1.3.2 CONMUTACION DE CIRCUITOS**

Históricamente la técnica de conmutación de circuitos se ha identificado con la conmutación digital, bien sea por división de espacio o por división de tiempo, necesaria para conmutar la señal de voz en las comunicaciones telefónicas.

Tradicionalmente, en una conmutación telefónica entre dos usuarios, el canal de comunicación asignado, y su ancho de banda se mantienen habilitados durante toda la duración de la conversación. Esto es así, a pesar de que la señal de voz tiene períodos importantes de silencio, que podrían ser aprovechados para transmitir o conmutar otra información.

Esa rigidez es evidente en las técnicas de división de espacio y en las de división temporal síncrono. En ambas, o se reserva un canal físico a la comunicación, caso de la conmutación de espacio, o se le asigna un intervalo fijo de tiempo, caso de la conmutación temporal síncrona.

La situación anterior consecuencia natural del estado de la tecnología, no quiere decir, sin embargo, que no se pueda utilizar una técnica de división temporal asíncrona para transmitir todo tipo de información, incluida la señal de voz.

Por esta razón, están progresivamente perdiendo valor los conceptos de conmutación de circuitos y de paquetes en favor del concepto de modo de transferencia asíncrono (ATM). Basándose en este último método, más próximo a la conmutación de paquetes es posible transmitir cualquier tipo de información de un modo asíncrono asegurando en todo momento y dinámicamente el ancho de banda necesario en función de la naturaleza de la comunicación que se pretenda establecer.

Es posible concebir además, una técnica híbrida en la que una parte de la información se haga de un modo síncrono: voz e imagen por ejemplo, y otra se haga de un modo asíncrono; por ejemplo, los datos; aunque no se auguran buenas perspectivas de futuro para esta técnica.

La conmutación de circuitos tiene las siguientes aplicaciones, para voz en la red pública telefónica provee una interconexión de dos direcciones en la señal de voz entre la atribución de teléfonos. Las llamadas pueden ser colocadas entre dos usuarios cualesquiera sobre una base nacional o internacional. En la conmutación de datos se provee la interconexión de terminales y computadoras dentro de un sitio local. En un PBX las llamadas pueden ser colocadas entre dos usuarios cualesquiera dentro de un sitio local. Las técnicas de conmutación son por división de tiempo o espacio.

### 1.3.3 MODO SÍNCRONO

En el modo síncrono, el tiempo es dividido en intervalos iguales llamados tramas, típicamente de  $\mu\text{seg}$ . Este tipo de multiplexaje es llamado modo de transferencia síncrono (STM). Cada trama es además subdividida en subintervalos, llamados "slots". Hay 24 slots por trama en Norteamérica y Japón, y 30 en Europa.

A cada usuario de la línea se le asigna un número de slot, determinando así el tiempo en el cual se permitirá la transmisión relativa hacia el inicio de la trama. La extensión de este slot es suficiente para permitir a un byte sencillo el ser transmitido a cada usuario; este sistema básico es denominado byte intercalado (*byte interleaved*).

La gran ventaja, para el modo síncrono de operación es que la identidad del usuario es conocida de manera implícita por el número de slot. Contrariamente para el enlace debe mantenerse un registro muy exacto en el tiempo, porque un error de tiempo puede significar que el dato sea transmitido a un usuario incorrecto, o se corrompa hacia un camino impredecible. En sistemas comunes, esta sincronización se realiza separadamente para cada enlace.

Se ha definido conmutación de circuitos como el recurso real de distribución para el usuario en el tiempo de conexión de llamada. En viejos sistemas análogos, este puede ser una banda de frecuencia, o un enlace de par metálico a través de la red. Para sistemas de división de tiempo, el recurso en cuestión es el slot en cada trama, el cual es usado por el usuario y no puede ser utilizado por nadie más.

La velocidad básica para el sistema de Norteamérica es el llamado DS0 de 64 Kb/seg. El primer nivel, DS1 opera a 1.544 Mbps; este nivel multiplexa 24 canales DS0 sobre una canal sencillo DS1 por el proceso de Byte Intercalado (*byte-interleaving*) descrito anteriormente. La diferencia aparente entre el ancho de banda total de los 24 canales DS0 y el ancho de banda del DS1 se caracteriza por la señalización y el control de información. Notar que este *byte intercalado* es posible porque todas las señales DS0 se derivan del mismo tiempo. Así que estas señales son conjuntamente sincronizadas y alineadas, permitiendo el *byte intercalado*.

La transmisión a altas velocidades es continuamente deseable, en este caso cuatro canales DS1 pueden ser multiplexados en un canal DS2 operando a 6.312 Mb/seg. Porque las señales DS1 pueden estar en diferentes enlaces en una red, ninguna de ellas son alineadas de forma síncrona. Por esta razón, la siguiente estación en la jerarquía de multiplexaje es realmente asíncrona.

Ya que puesto que el sistema DS2 debiera operar en modo síncrono, no obstante, los flujos de DS1 deben estar de algún modo alineados y sincronizados. Esto es realizado por un buffer de datos para cada flujo de DS1, leyendo los bits en una velocidad mayor que la requerida normalmente. Este efecto para proveer más slots que son necesitados a la salida de los buffers; los slots extras son llenados con unos pulsos falsos llamados *stuffing bits*. Porque esta técnica de *bit stuffing* ocasiona el no tener pérdidas de información, y solamente tener un mínimo incremento en la velocidad de transmisión, esto es bastante aceptable para utilizarse en las redes comunes.

Las velocidades de transmisión son montadas en un sistema de jerarquías, donde un nivel multiplexa un número de sistemas de nivel menor hacia una simple entidad por la técnica de bit-interleaving.

Esta jerarquía de transmisión es bien definida aproximadamente hasta 45Mb/seg, con un sistema para Norteamérica y Japón, y otro para Europa. Continuamente los comités de estándares están considerando si extienden la jerarquía a velocidades mayores, para ambos sistemas electrónicos de transmisión y para redes ópticas futuras. En la tabla 1.3.1 se muestra un resumen de las jerarquías de transmisión comunes y algunas de las propuestas.

	NORTEAMÉRICA Y JAPÓN		EUROPA	
	VELOCIDAD (Mb/seg)	FACTOR	VELOCIDAD (Mb/seg)	FACTOR
DS0	0.064		0.064	
DS1	1.544	24	2.048	30
DS1C	3.152	2		
DS2	6.312	2	8.448	4
DS3	44.736	7	34.368	4
H2	30-45			
H3	60-70			
H4	120-140			

Tabla 1.3.1 Jerarquías de Transmisión Comunes y Propuestas

Nota: Como se observa en la tabla anterior para Norteamérica y Japón se maneja ciertos valores que difieren con los utilizados en Europa, esto también sucede en la nomenclatura, que a continuación se muestra.

	Norteamérica y Japón	Europa
DS0	T <sub>0</sub>	E <sub>0</sub>
DS1	T <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>
DS2	T <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>
DS3	T <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>

Todas las redes digitales telefónicas usan algunas formas del modo de transferencia síncrono (STM). La mayoría del capital de inversión en estos sistemas tiene una gran influencia en la transición hacia la red digital de servicios integrados (ISDN).

Cualquier formato de transmisión para la red digital de servicios integrados debe envolver eficientemente a los sistemas comunes. Se espera que este contraste también tenga profunda influencia en las técnicas de conmutación que pueden ser usadas en el futuro en ISDN.

## **1.4 CONMUTACION PRIVADA**

### **1.4.1 INTRODUCCION**

Si partimos del hecho de que, en la mayor parte de los casos, el conmutador telefónico es el primer contacto que tiene el cliente con su empresa y que por ende cada llamada que entra o sale de su compañía es una oportunidad de negocios, se reafirma una vez mas que la importancia de los switches o conmutadores de voz y datos existentes en una empresa es vital.

De tal forma que si se quiere que cada llamada que entra a la empresa sea una buena oportunidad de negocio, se deben conocer las numerosas aplicaciones que puede desarrollar por medio de un conmutador que sea capaz de integrar en un solo aparato redes de voz y datos.

En general el conmutador telefónico era un sistema que permitía solamente transferir llamadas y lograr la comunicación entre los empleados a nivel interno. En la actualidad gracias a las nuevas aplicaciones que ha desarrollado la industria, el switch, conmutador o PBX (Private Branch Exchange-Conmutador Privado para Interconexión), se vuelve cada vez una poderosa herramienta que permite a las compañías ofrecer un excelente servicio a sus clientes.

Cabe destacar que hoy en día más del 60% de las empresas latinoamericanas cuentan con avanzados conmutadores telefónicos, que permiten a los empresarios reducir costos en cuanto infraestructura telefónica. Anteriormente, cuando la empresa carecía de estos sistemas se veía obligada a tener por cada teléfono una troncal telefónica a ese mismo aparato. Mientras que cada extensión contaba con un puente físico que ocasionaba que las líneas se encontraran constantemente ocupadas o bloqueadas.

En la actualidad, la función del conmutador telefónico consiste en compartir los recursos que se tienen a nivel de líneas públicas con las diferentes extensiones existentes (comunicación privada). De tal manera que la función básica que hace un PBX o switch es conmutar una troncal (unir físicamente dos puntos) de la parte exterior del conmutador hacia la parte interior del mismo por medio de extensiones.

En términos sencillos, el conmutador no es más que una computadora con un software y un hardware programado específicamente par hacer la conmutación de voz. Por otra parte, cabe destacar que dentro de la industria de las telecomunicaciones, se distinguen tres diferentes tipos de conmutadores o de PBX, los cuales están divididos dependiendo de su tamaño.

#### **1.4.2 CONMUTADOR MULTILINEA**

El uso de este tipo de conmutadores depende del número de usuarios que se tenga, por lo que en varias ocasiones se considera ideal para sucursales pequeñas que requieren un bajo volumen de llamadas. Asimismo, estos aparatos hacen funciones de conmutación automática, así como una búsqueda inmediata de líneas disponibles.

Por lo tanto, los conmutadores multilinea permiten:

- Sistemas con un máximo 65 teléfonos (por ejemplo).
- Atención de llamada multilinea (configuración modelo básica).
- Instalación y administración del teléfono por el usuario.
- Aplicaciones de gestión de tiempo.
- Interconexión con Centrex.
- Red de Base 9 (sin E1 ni IVP RDSI).

#### **1.4.3 CONMUTADOR PRIVADO PBX**

Conmutadores que soportan desde 30 a 10 mil líneas conectadas en ellos. Este tipo de PBX ofrece funciones avanzadas para manejo de voz y de datos, conectividad con redes de área local, telefonía inalámbrica y servicios de información para empresas cuyos requerimientos de conmutación pueden variar considerablemente. De tal forma que están diseñados para manejar una amplia variedad de necesidades de comunicación de voz y datos, por ejemplo:

- Transferencia de archivos de alta velocidad.
- Puentes de redes LAN y videos.
- Correo de voz en el sistema.
- Mensajería de voz red.
- Flexibilidad y costos de larga distancia.
- Gestión de enlaces y redes digitales (E1, IVP RDSI).
- Aplicaciones RDSI (identificación de llamadas).
- Aplicación de servicios hoteleros.

#### **1.4.4 CENTRALES TELEFONICAS**

Estas centrales telefónicas surgen debido de la necesidad que tienen las empresas de manejar un tráfico mayor a 10 mil líneas Telefónicas. Como su nombre lo indica, el objetivo de estos aparatos es centralizar una serie de servicios en los cuales van estar conectados a equipo multilineas o PBX.



Cabe destacar que en una central pública no tiene recursos ilimitados, sino que sus recursos están restringidos por el número de líneas y conexiones que puedan ofrecer entre usuarios filiales y las propias centrales públicas; es decir, puede existir la conexión entre centrales y así salir hacia la red telefónica e irse a los abonados.

#### **1.4.5 CONMUTADORES DIGITALES**

Por ejemplo, en 1976, la empresa Nortel Telecom marcó el cambio a nivel mundial en las telecomunicaciones, ya que crean el primer conmutador telefónico digital denominado SL1, el cual funciona a través del modo de comunicación DTMF (Dual Tone Multiple Frequency- Frecuencia Dual de Tono Múltiple).

A partir de este momento la voz analógica es digitalizada en forma de pulsos de frecuencias variables, de manera que ésta se transmite a un estándar de 64 Kbps. Lo que permite desarrollar aplicaciones avanzadas, tanto de voz como de datos, que facilitan la comunicación interna de las empresas.

De ahí que los conmutadores digitales tengan la capacidad de consolidar redes de voz y correr aplicaciones de datos, así como de servicios de multimedia. Aunque es bueno resaltar que por el momento la capacidad de un conmutador de datos será mayor a la que pueda soportar uno de voz, el cual corre aplicaciones de datos a velocidades no mayores a 64 Kbps en forma síncrona.

Por lo tanto, gracias a que los conmutadores cuentan con esta capacidad, la industria ha desarrollado aplicaciones que hoy en día resultan de gran utilidad para las empresas que tienen necesidades de conmutaciones rápidas y confiables a un bajo costo, como por ejemplo:

- Correo de voz: Sistema de mensajería vocal en que se convierte la secuencia de llamadas devueltas y rellamadas cuando es necesario conversar con una persona en particular. Por lo tanto, este sistema reduce el número de llamadas que se efectúan desde una compañía. Asimismo, incluye una o varias operadoras automáticas para asegurar que las llamadas entrantes sean atendidas y enrutadas hacia la extensión deseada en forma automática.
- Respuesta vocal interactiva: Respuesta que se puede obtener gracias a operaciones que se realizan través de tonos o de reconocimientos de voz.
- Centros de atención de llamadas: Unidad de negocios que utiliza grupos de agentes o representantes que conducen transacciones específicas vía telefónica con las personas que llaman. Dicha aplicación crea y administra colas de llamadas para asignarle al primer agente disponible, ya que se rige del criterio de que la primera que entró deberá ser la primera en ser atendida.

- Soluciones multimedia: Este sistema ofrece una solución multimedia al combinar varias capacidades de ahorro de tiempo: videoconferencia, pantallas compartidas, transferencia de archivos, manejo de faxes y facilidades de administración de llamadas telefónicas.

Con este sistema los usuarios ahorran tiempo al teléfono. Por otro lado, permite utilizar la computadora personal para establecer videoconferencia, de esta manera se ahorra tiempo gastado en viajes y traslados de personas en compañías que tienen oficinas dispersas geográficamente en varios países.

Asimismo, las estaciones de trabajo en diferentes localidades pueden compartir, controlar y transferir video, texto y gráficos. Por lo que el sistema está basado en la computadora personal y el teléfono, y utiliza la infraestructura de redes públicas y privadas.

- Servicios de datos y ISDN (Integrated Services Digital Network; RDSI, Red Digital de Servicios Integrados): Este concepto ofrece a las empresas una línea adicional de alta capacidad en la cual se pueden tener diferentes servicios de acuerdo a sus necesidades de información de voz y datos.
- Servicios de enrutamiento dirigidos por el cliente: Servicio relacionado con la base de datos en donde se transfiere la información al centro de atención a clientes.
- Sistema telefónico inalámbrico: Este sistema tiene los atributos de un sistema celular público, como el roaming y el handsoff (manos libres), los cuales permiten a los usuarios moverse entre las celdas que cubren las instalaciones de la empresa, sin que se corten o interrumpen las llamadas. Por lo tanto, este sistema ofrece al personal ejecutivo y de ventas contar con un medio de comunicación seguro y flexible que le permite desplazarse en sus lugares de trabajo eficientemente.

#### **1.4.6 INTEGRACION DE SERVICIOS DE VOZ Y DATOS EN UN CONMUTADOR**

Los conmutadores digitales van encaminados a consolidar las diferentes redes existentes de una empresa tradicional en un solo aparato. La industria de telecomunicaciones ofrecerá al mercado conmutadores que en un solo aparato integren redes de datos síncronas y asíncronas, para la comunicación entre redes LAN, así como redes de voz y videoconferencia.

Estos switches o conmutadores digitales de alta capacidad integrarán diferentes tipos de redes por medio de protocolo de comunicación de muy alta velocidad, como son Frame Relay y ATM, de manera que se evitará que las redes de las empresas continúen creciendo en infraestructura e incompatibilidad.

Resulta interesante resaltar que esta integración se dará tomando como base un switch de datos al cual se le integren todas las funciones de voz. De tal forma que con esta integración, las redes de comunicación actual se visualizan como una serie de aparatos que se acercan a un equipo central; es decir a un conmutador telefónico, a una conexión para redes LAN (ruteador) y a redes de videoconferencia. Todas estas integradas o consolidadas hacia un conmutador principal de voz y video.

## **1.5 CONMUTACION PUBLICA**

La conmutación pública se refiere a los servicios de comunicación que ofrecen básicamente las compañías telefónicas (PTT: Postal, Telegraph and Telephone, empresa encargada de proveer líneas de comunicación) de cada país a los particulares y a las empresas en general basados en tecnologías de conmutación, dichos servicios pueden ser utilizados por cualquier persona. La información que puede fluir por las redes públicas actualmente es de voz y datos, y se están mejorando los servicios para ofrecer servicios de teleconferencia y video. La aplicación de esta tecnología se verifica en las centrales telefónicas.

### **1.5.1. ANTECEDENTES**

A principios de siglo, la red más importante era la red de telegrafía, el telégrafo, curiosamente, representaba el primer sistema de telecomunicación codificado binariamente, al usar dos símbolos, el punto y la raya, representados a lo largo de los cables por corrientes eléctricas de mayor o menor duración.

El teléfono, por su parte, nace naturalmente analógico. Sin embargo, el primer paso de la revolución digital ocurre en la década de los sesenta con la aparición de los sistemas de modulación por pulsos (PCM)<sup>1</sup> considerado el primer método operacional para digitalizar señales analógicas, transformando la voz en pulsos codificados.

---

<sup>1</sup> Como se recordará, esta técnica consiste en hacer pasar la señal analógica por un sistema que muestreaba la señal a una cierta velocidad de muestreo mínima (velocidad de Nyquist: la velocidad de muestreo debe ser cuando menos el doble del ancho de banda a muestrear), posteriormente se ajustaban las muestras a valores ya especificados y que dependía de la resolución que se deseaba tener, a cada uno de estos valores predeterminados se asignaba un código binario, el cual es fácilmente almacenado o manipulado con técnicas digitales.

Un poco más tarde, aparece el concepto de multiplexaje, es decir, el procedimiento de muestrear señales codificadas de voz de diferentes hilos para crear un flujo continuo de pulsos en un solo conductor, llevando la telefonía hacia la conmutación temporal en vez de la tradicional conmutación de circuitos, incrementando así, la flexibilidad para soportar picos de tráfico, además se hace posible transportar por un mismo medio voz y datos, y tratarlos como una sola información.

## **1.5.2 EL SISTEMA TELEFONICO**

Consiste en las oficinas de conmutación (centrales), los medios de transmisión o medios físicos entre los clientes y las oficinas (*local loops*), y las conexiones de larga distancia entre las oficinas (*troncales*). Hay una jerarquía específica entre las oficinas.

Actualmente se observa la tendencia hacia la señalización digital ya que presenta las siguientes ventajas:

- La regeneración de la señal es fácil sobre distancias largas.
- Se pueden entremezclar la voz y los datos.
- Los amplificadores son más baratos porque solamente tienen que distinguir entre dos niveles.
- El mantenimiento es más fácil; es fácil detectar errores.

### **1.5.2.1 Los Local Loops**

Son analógicos. En el caso de las computadoras se tiene que usar un módem para convertir una señal digital en una analógica, y en la oficina de compañía de teléfonos un *codec* convierte a digital de nuevo.

Existen tres problemas básicos de transmisión: atenuación, distorsión de retraso (Los distintos componentes tienen velocidades diferentes, dos bits en un cable se pueden entremezclar) y ruido.

Al largo plazo hay que convertir los local loops a la fibra, pero es muy caro. Una solución intermedia es instalar la fibra primero solamente en las calles y continuar usando el par trenzado para la conexión al domicilio.

## **1.5.3 TECNICAS DE MULTIPLEXAJE**

El costo de instalar y mantener una línea troncal es casi lo mismo para una línea de ancho de banda bajo como para una línea de ancho de banda alta. Por lo tanto las compañías de teléfonos multiplexan llamadas múltiples en una sola línea de ancho de banda alto.

**1.5.3.1 Multiplexaje por División de Frecuencias (MDF).** Se usan filtros para restringir cada canal telefónico a solamente 3000 Hz. Para asegurar una buena separación se alojan 4000 Hz para cada canal. Se eleva la frecuencia de cada canal de voz y entonces se combinan; cada canal es independiente de los otros.

**1.5.3.2 Multiplexaje por División de Longitud de Onda.** Es la misma idea como MDF, pero con luz y fibras ópticas. Ya que cada canal en una fibra no puede tener un ancho de más de unos gigahertz (debido a la velocidad máxima de convertir entre señales ópticas y eléctricas), es una buena manera de usar el ancho de banda de cerca de 25 000 GHz de una fibra. En este caso los canales entrantes deben tener frecuencias distintas y se combinan con un prisma.

**1.5.3.3 Multiplexaje por División de Tiempo (MDT).** El problema con MDF es que hay que usar circuitería analógica. En contraste se puede manejar la MDT completamente con la electrónica digital. En MDT cada usuario tiene sucesivamente todo el ancho de banda del canal por un momento. Se puede usar MDT solamente con los datos digitales.

#### **1.5.4 MDT EN EL SISTEMA TELEFONICO, CONMUTACION DE CIRCUITOS**

El primer paso en el uso de MDT es la conversión de las señales analógicas. Debido al teorema de Nyquist, se puede capturar toda la información de una señal de H Hertz con una frecuencia de muestras de 2H. Un *codec* (coder-decoder) muestrea el flujo 8000 veces por segundo (125 microsegundos por muestra). Este proceso se llama (en el mundo telefónico) *Pulse Code Modulation (PCM)*.

MDT es una tecnología que crea una conexión en todo momento, o "circuito", entre dos dispositivos acoplados. MDT divide el ancho de banda de transmisión en múltiples ranuras de tiempo de longitud fija. Cada dispositivo es asignado a una o más ranuras de tiempo, dependiendo de la velocidad del dispositivo. Cuando un dispositivo no está enviando datos, la ranura de tiempo está vacía, y el ancho de banda de esta ranura está desperdiciada.

La conmutación de circuitos MDT es buena para ciertas aplicaciones, especialmente para aquellas que demandan altas velocidades y bajos retrasos o (un retraso fijo) tales como voz o video digital comprimido.

Un ejemplo de un portador de MDT es una línea T1, que multiplexa 24 canales de voz.

- Un solo codec muestrea cada canal sucesivamente; cada uno produce 7 bits de datos y 1 bit de control por muestra. Por tanto hay  $7 \times 8000 = 56.000$  bps de datos por canal, y 8000 bps de control.

- Cada marco del T1 tiene  $24 \times 8 = 192$  bits, más un bit para control de marcos. Tenemos 193 bits cada 125 microsegundos, que es 1,544 Mbps.
- El bit 193 alterna entre 0 y 1. El receptor lo usa para la sincronización.

Un T2 (6.312 Mbps) consiste en 4 canales T1, un T3 (44.736 Mbps) de 6 T2, y un T4 (274.176 Mbps) de 7 T3. Cada uno agrega bits de control y de marco.

*SONET (Synchronous Optical Network)* es un sistema de MDT para la fibra. La ranura de tiempo es de 125 microsegundos y tiene 810 bytes, que implica 51.84 Mbps.

#### 1.5.4.1 Conmutación de Paquetes

El principal inconveniente de MDT es que es ineficiente para aplicaciones de transmisión de datos porque asigna un ancho de banda a una ranura de tiempo exista tráfico o no.

El tráfico de datos es extremadamente demandante. Dividir el ancho de banda de una línea usando MDT significa que cada dispositivo puede operar solo una fracción de la velocidad total de la línea.

La tecnología que resuelve el problema anterior es la conmutación de paquetes. Con esta técnica, en lugar de poner simplemente los bits en una ranura de tiempo, el flujo de datos del usuario es dividido en paquetes conteniendo las direcciones de la fuente y destino, así como otra información para propósitos de control.

- Los dos tipos principales son la conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes.
- En la conmutación de circuitos se establecen rutas dedicadas durante todo el tiempo que dura la comunicación de un punto a otro.
- En la conmutación de paquetes la información se divide en paquetes que pueden recorrer diferente rutas cada uno de ellos para llegar a su destino. En éste son recuperados y agrupados en el orden original para su presentación.

### Comparaciones:

	CIRCUITO	PAQUETE
Ruta dedicado de "cobre"	Sí	No
Ancho de banda disponible	Fijo	Dinámico
Posibilidad de malgastar ancho de banda	Sí	No
Transmisión de store-and-forward	No	Sí
Cada paquete toma la misma ruta	Sí	No
Inicialización de la ruta	Necesario	No necesario
Puntos donde la congestión puede ocurrir	En inicialización	Con cada paquete
Cobrar	Por minuto	Por paquete

### 1.5.5 TIPOS DE CONMUTADORES QUE UTILIZAN REDES PUBLICAS

**1.5.5.1 Conmutadores de Crossbar (Travesaño).** Tiene N entradas, N salidas, y  $N^2$  intersecciones. Problema: la escalabilidad. Si  $N=1000$ , tenemos 1 000 000 intersecciones.

**1.5.5.2 Conmutadores de División de Espacio.** Consisten en tres (o más) etapas de conmutadores de crossbar. En la primera etapa hay  $N/n$  crossbars con n entradas y k salidas cada uno. En la segunda hay k crossbars de  $N/n \times N/n$ . La tercera etapa es el revés de la primera.

- El número de intersecciones es  $2kN + k(N/n)^2$ . Si  $N=2000$ ,  $n=50$ , y  $k=10$ , hay solamente 24 000. Empero permite solamente 200 conexiones simultáneas.
- Con valores de k mayores hay menor probabilidad de bloqueo, pero el costo del conmutador aumenta.

**1.5.5.3 Conmutadores de División de Tiempo.** Es digital. La operación tiene las siguientes etapas:

- Se examinan los n canales de entrada sucesivamente para construir un marco de entrada con n entradas de k bits. (En una línea T1  $k=8$  y se procesan 8000 marcos por segundo.)
- El intercambiador de entradas de tiempo acepta los marcos de entrada. Ubica las entradas en orden en una tabla de RAM y entonces lee las entradas a un marco de salida usando la tabla de mapping.
- Se mandan los contenidos del marco de salida a los canales de salida.

#### **a) Autoridades, Agencias y Cuerpos de Comunicaciones.**

- Autoridad de comunicaciones
- Agencia Reguladora, Reglamentación de Políticas y Estándares
- Investigación y Análisis

En estos organismos los requerimientos que necesitan, pueden involucrar: voz y datos, por lo que la demanda de servicios en esta área resulta muy particular.

#### **b) Operadores de Redes.**

- Proveedor Internacional de Servicios de Telecomunicaciones
- Proveedor de Servicios de Valor Agregado
- Operador Independiente de Redes
- Proveedor de Servicios Satelitales
- Distribuidor ( TV/Radio/Satélite )
- Operador de Teléfonos / Televisión por cable
- Operador de Sistemas Celulares/ Móviles/ Localización

Esta es una de las áreas con más demanda de facilidades técnicas y operativas, ya que su producto es el servicio, el cual debe cumplir con la demanda por la cual fue contratado. Como se observa pueden ser comunicaciones alámbricas o inalámbricas. Servicios de voz, datos, datos de alta velocidad y video.

#### **c) Sector Comercial y Usuarios.**

- Servicios Legales/ Consultoría
- Sector Bancario, Financiero/ de Seguros
- Sector de Educación/ Salud
- Construcción/ Ingeniería/ Arquitectura
- Empresas del Gobierno Local/ Regional
- Servicios Públicos, incluyendo las fuerzas armadas
- Agricultura, Farmacéutico, Petroquímica
- Transporte
- Distribución y Ventas al detalle
- Viajes, Turismo, Hotelería, Restaurantes
- Servicios básicos ( Agua/ Electricidad/ Gas )
- Entretenimiento

Dentro de estas empresas, los tipos de requerimientos técnicos son variables. Pueden necesitar únicamente el servicio de voz y datos. Por ejemplo pueden requerir tener acceso a redes privadas o a redes públicas, tener una alta confiabilidad en la transmisión de voz y datos.



#### **d) Sector Manufacturero, Distribuidores y Vendedores.**

- Manufacturero de equipos de comunicaciones
- Integrador de Sistemas/ Redes
- Distribuidor de equipos de comunicaciones
- Distribuidor de servicios de Instalación/ Mantenimiento

Estas empresas los requerimientos de servicios que pueden necesitar son por ejemplo acceso a redes públicas y privadas, transmisión de voz, datos y video.

## **2.4 POR ANCHO DE BANDA**

El ancho de banda de un canal de comunicación es el rango de frecuencias que este puede transmitir con fidelidad razonable; por ejemplo, si un canal puede transmitir con razonable fidelidad una señal cuyas componentes de frecuencias ocupan un rango de 0 hasta un máximo de 5000 Hz (5 kHz), el ancho de banda del canal será de 5 khz.

Para comprender la importancia del ancho de banda, se considera la posibilidad de transmisión mediante la compresión en el tiempo de la señal. Si una señal se comprime en el tiempo mediante un factor de dos, se podrá transmitir en la mitad del tiempo, y la velocidad de transmisión se duplica. Sin embargo, la compresión por un factor 2 hace que la señal cambie dos veces más rápido, lo que implica que las frecuencias de sus componentes se dupliquen, por lo tanto para transmitir sin distorsión esta señal es necesario duplicar el ancho de banda, de esta forma el índice de transmisión de información es directamente proporcional al ancho de banda, esto quiere decir que si un canal de ancho de banda B puede transmitir N pulsos por segundo, para poder transmitir Kn pulsos por segundo se necesita un canal de ancho de banda igual a KB.

Las necesidades del ancho de banda para una empresa dependen del tipo de aplicaciones que se estén transportando en su red de comunicaciones y la calidad con la que se requieran transportar estas aplicaciones.

El ancho de banda lo podemos dividir dependiendo de la aplicación en tres grupos:

- \* VOZ
- \* DATOS
- \* VIDEO

- **VOZ:** Los servicios de voz a la vez se pueden dividir en tres tipos (voz, fax y datos). Para la transmisión de voz se utilizan dos técnicas, una con compresión y otra sin compresión, la de compresión se puede dar desde 4.8, 7.8, 16 y 32 kbps. Para la transmisión de voz sin compresión se utiliza un ancho de banda de 64 kbps, este modo es utilizado para fines comerciales. Para la transmisión de fax el ancho de banda utilizado es: 1200, 4800, 7200 kbps. Para la transmisión de datos a través de modems el ancho de banda proporcionado puede ser desde 300 bps hasta 33 kbps.
- **DATOS:** Para la transmisión de datos a través de los modos asíncrono y síncrono utilizando las interfaces conocidas como RS232, X21 y V35; los anchos de banda permitidos van desde 300 bps hasta 2.048 Mbps.
- **VIDEO:** En video se puede tener los servicios de videoconferencia y video bajo demanda. Para video conferencia se pueden utilizar anchos de banda que van desde 128 kbps hasta 2.048 Mbps. Para los servicios de video bajo demanda son requeridos anchos de banda que van desde 2.048 hasta 34 Mbps.

Velocidades típicas en redes de banda ancha		
Velocidades en kbps		
SERVICIO	MINIMO	MAXIMO
Telefonía	4.8	64
Video telefonía	64	70.10 <sup>3</sup>
Teletexto		10
Facsimile		64
Video conferencia	10 <sup>3</sup>	70.10 <sup>3</sup>
Video texto	1	64
Video texto de banda ancha	10 <sup>3</sup>	70.10 <sup>3</sup>
Correo de voz	16	64
Video correo	10 <sup>3</sup>	70.10 <sup>3</sup>
Correo electrónico		10
Hi-fi sound		768
TV	30.10 <sup>3</sup>	70.10 <sup>3</sup>
TV de alta definición	140.10 <sup>3</sup>	565.10 <sup>3</sup>

## **2.5 POR TIPO DE TRAFICO**

El tráfico en las Redes de comunicaciones es de diversas formas y tamaños, conforme a los muchos protocolos y formatos existentes, viajando en diferentes tipos de patrones; por lo que se requiere contar con métodos especiales de procesamiento y control. El diseñador de la Red deberá cuestionarse por cada una de las aplicaciones que estarán viajando en la Red. Los cálculos de tráfico realizados deberán compararse con el tipo de transporte existente antes de la implementación del modelo de la Red.

### **2.5.1 TAMAÑO DEL MENSAJE O DATO**

Los dos formatos comunes para el tráfico de datos son las unidades de medida y de envoltura de las mismas. Las unidades de medida son aquellas como: El bit, byte, octeto, mensaje, bloque y archivo. Estas unidades pueden ser envueltas en paquetes, tramas o celdas.

Los datos se miden por el número de unidades o paquetes transmitidos por unidad de tiempo; como por ejemplo paquetes/tramas/celdas por segundo, mensajes por hora y aún número de transacciones por segundo. Estos valores se traducen en velocidades de los canales de transmisión y la velocidad de transmisión determina la cantidad de tiempo que va a tomar la transmisión de la unidad de dato. A su vez, el cálculo adecuado de las velocidades de los canales de transmisión nos indica el dimensionamiento posible de los dispositivos que se pueden utilizar en la implementación de una red de comunicaciones, logrando de esta forma contar con una red que proporcione los servicios solicitados por el o los usuarios y evitando en la medida de lo posible llegar a tener una red incosteable por su tamaño y capacidad sobrada de transporte.

Por otra parte, el análisis del tipo de tráfico le puede permitir al consultor o diseñador establecer diversos criterios de selección en lo que se refiere al tiempo de ocupación de la red de comunicaciones, de tal manera que si los servicios a proporcionar son de voz, se debe tomar en cuenta que por el tipo de tráfico que genera una red de voz existen horas pico muy específicas, teniendo horas que no se utilizaría el ancho de banda disponible; por lo que actualmente se cuenta con diversas opciones en cuanto al equipo recomendado para evitar al máximo el desperdicio de ancho de banda y conexiones punto a punto. Lo anterior conlleva al impacto de la inversión y los gastos que se van a tener que enfrentar una vez que la red ya se encuentre en producción y operación diaria.

Todo proyecto debe justificarse económicamente, siendo tan importantes los factores mencionados como el análisis de tráfico y necesidades reales de los que van a ser usuarios de la red de información a implementar.

La tabla 2.5.1 proporciona ejemplos de diversos tamaños de datos y tiempos de transmisión basados en el ancho de banda disponible en la Red (Para estos datos se asume que no tienen overhead; por lo que se pueden considerar tiempos más cortos). En el diseño de una Red, el paquete promedio o tamaño del mensaje se considera como un buen parámetro de medición en el ancho de banda a utilizar.

Tipo de Dato	Tamaño (bps)	Velocidad de Transmisión(bps)	Tiempo de Envío (Segundos)
Archivo de Texto Básico(10 Páginas)	30K	56K	0.5
		T1	0.02
Hoja de Cálculo Básica	256K	56K	4.5
		T1	0.16
Gráficos(1 página)	1M	56K	18
		T1	0.65
Promedio de Faxes	3M	56K	54
		T1	2
Archivo de Gráficos CAD/CAM	10M	56K	3 minutos
		T1	6.5
Video Comprimido	100M	56K	30 minutos
		T1	1 minuto

Tabla 2.5.1 Ejemplos de tamaños, velocidad y tiempo en la transmisión.

El tamaño actual de cada paquete es el tamaño del dato por cada usuario sumando el Overhead y tipo de trama en el formato del paquete. La mayoría de las tecnologías establecen los límites mínimos y máximos del tamaño del paquete, de tal forma, que el máximo tamaño de un paquete X.25 es de 4096 Bytes y el tamaño máximo de un paquete de Frame Relay es de 8096 Bytes. Otros protocolos proporcionan ventanas de reconocimiento para datos transmitidos y recibidos. Los usuarios de estos protocolos necesitan proporcionar al diseñador el tamaño de ventanas requeridas por cada aplicación a utilizar.

## 2.5.2 SESIONES Y PATRONES DE USO

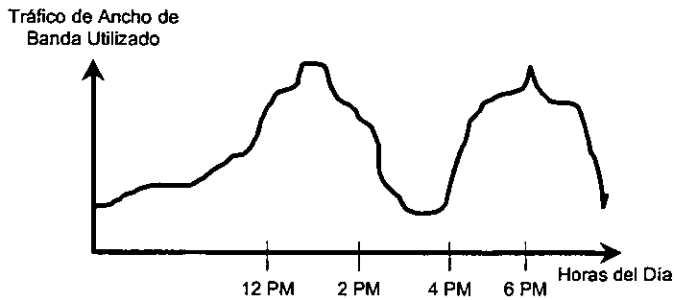
¿Cuál es la Relación entre los diversos dispositivos de Red?, ¿Cuáles son las características de las sesiones de usuario con la Red?, algunas características que se deben tomar en cuenta son:

- Número de Sesiones
- Número de Llamadas por configuración de Circuito
- Número de Llamadas por Usuario
- Intervalos de Poleo
- Intervalos de Reporte
- Número de Retransmisiones

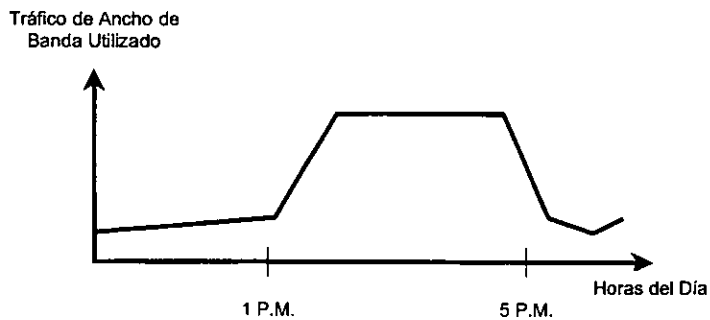
Los patrones de tiempo por sesiones de usuario ocurren en:

- Horas pico de trabajo
- Horas específicas de transferencia de alto volumen de datos
- Tiempos aleatorios en promedios predecibles.

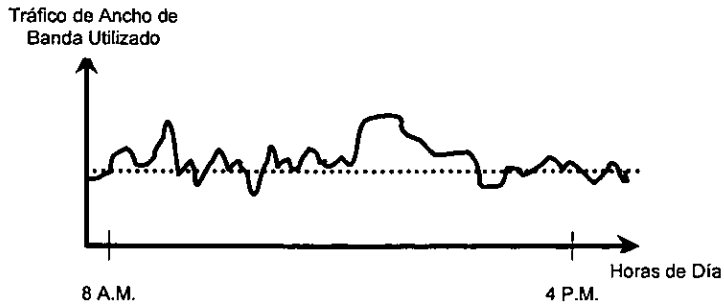
### Patrones de Tiempo por Sesiones de Usuario



Gráfica 2.5.2.a Horas de trabajo tráfico Pico



Gráfica 2.5.2.b Horas específicas de transferencia de alto volumen de datos



Gráfica 2.5.2.3 Tiempos aleatorios en promedios predecibles

### 2.5.3 CAPACIDAD Y THROUGHPUT

La capacidad y el Throughput son conceptos similares, pero no significa lo mismo. La "Capacidad" es la cantidad actual de recursos disponibles a lo largo de una trayectoria determinada. El "Throughput" es una medida de la cantidad de datos que se transmiten en un determinado medio en un cierto periodo de tiempo. Por ejemplo, la capacidad de una línea síncrona T1 es de 1.544Mbps. Si un multiplexor TDM con trama D4 está usando esta línea, su Throughput sería de 1.536Mbps (1.544Mbps menos 8Kbps de overhead por el tipo de Frame que está utilizando). Algunos multiplexores utilizan más de su capacidad real para otras funciones propietarias; tales como, señalización en Banda, administración de Red, teniendo como consecuencia una reducción mayor del Throughput. Cuando se habla en términos de Circuitos, el Throughput se mide normalmente en bits y bytes (aún en horas pico). Cuando se habla en términos de paquetes, el Throughput se mide en paquetes/Tramas/celdas por segundo. Por ejemplo, si se cuenta con un switch típico de paquetes sobre una línea con capacidad de 56Kbps y utilizando paquetes de 128Bytes, se podría transmitir hasta 55 paquetes por segundo (PPS):

$$56\text{Kbps} * (1\text{Byte}/(\text{Bits})) * (1 \text{ paquete}/128\text{Bytes}) = 55\text{PPS}$$

De tal forma que el número máximo de paquetes por segundo es de 55PPS en una línea de 56Kbps; sin embargo, debido a los paquetes de overhead este número se reduce a menos de 50PPS, siendo este el Throughput del dispositivo. La misma fórmula arriba descrita se puede utilizar para calcular el Throughput por segundo de tramas o celdas.

Algunas tecnologías utilizan el ancho de banda disponible más eficientemente que otras, proporcionando de esta manera un Throughput más alto. Por ejemplo, la tecnología de Token Ring utiliza más eficientemente el ancho de banda disponible en una red durante la transmisión de archivos de mayor volumen en comparación con la tecnología de Ethernet, debido a su técnica de reservar ancho de banda. De cualquier forma, una red de datos debe ser diseñada con un buen Throughput y capacidad suficiente para su crecimiento futuro.

#### **2.5.4 CONSIDERACIONES DE TIEMPO Y RETRASO**

Probablemente uno de los aspectos más importantes de una red de datos es la consideración del tiempo. La responsabilidad más grande del ingeniero de diseño es lograr en la medida de lo posible la reducción del tiempo de transmisión y el retardo en la red, con el objetivo principal de lograr la mayor reducción de costos.

El tiempo de respuesta puede medirse dependiendo de la aplicación, el tipo de acceso a la red y los dispositivos que comprenden la red.

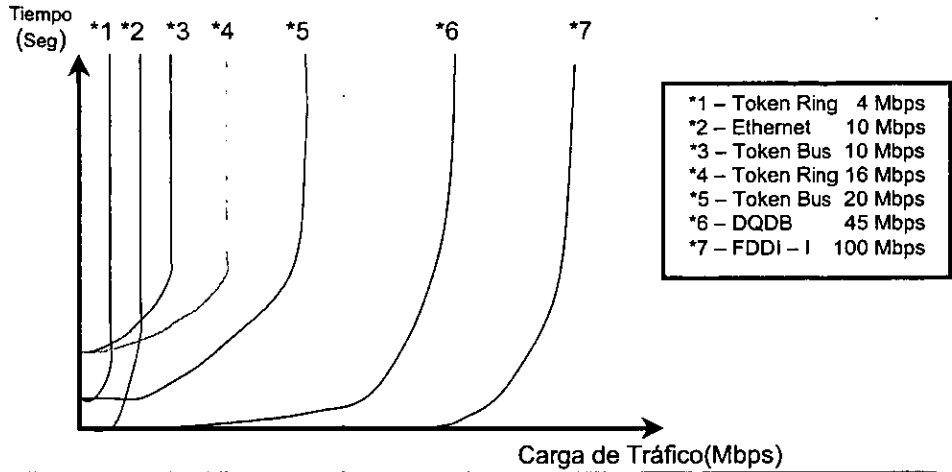
El retraso en el tiempo de transmisión afecta directamente al Throughput. En algunas ocasiones, los retrasos cortos son tolerables. Algunas tecnologías, como la conmutación de paquetes utilizan dispositivos de retención de tráfico, comúnmente llamados "Buffers" que retienen el exceso de tráfico hasta que la línea de transmisión está lo suficientemente desocupada para poder enviar los datos, ocasionando esto algunos retrasos en el almacenamiento de datos.

Otras tecnologías, como el Frame Relay, simplemente bloquea los datos o deshecha los datos excesivos. Las interrupciones y inicializaciones (Resets) son factores adicionales de retrasos.

El tiempo juega un rol muy importante en las redes actuales de comunicaciones, sobre todo para las tecnologías actuales; tales como ATM, SONET y MAN.

La gráfica 2.5.4. es una comparación con los tiempos de acceso LAN/MAN para las tecnologías IEEE802.X y FDDI. Se asume que estas curvas son el tiempo de respuesta para 100 estaciones dentro de una LAN y generando la misma cantidad de tráfico con un tamaño de paquete promedio de 256Bytes.

El tiempo de respuesta se mide en el viaje redondo desde la fuente hasta el destino.



Gráfica 2.5.4. Tiempos Comparativos de Acceso LAN/MAN

## 2.6 VALIDACION DE APLICACION

Cada una de las tecnologías que se han venido analizando tiene su fuerza respectiva que la hace la elección efectiva en ciertas situaciones; por ejemplo, si se necesitan transmisiones con velocidad de Gigabits para medios múltiples, ATM es la elección adecuada; la fuerza de SMDS está en interconectar el tráfico de LAN a partir de varias compañías diferentes dentro de un área metropolitana (MAN) importante de acuerdo a la demanda; Frame Relay es excelente cuando se necesita una intercomunicación de redes LAN a velocidades hasta de E1 entre varios sitios con cobertura nacional o internacional dentro de la misma empresa; etc.

Sin embargo encontrar este tipo de situaciones en el mercado resulta muy raro; Las compañías "reales" con redes "reales" muy rara vez se ajustan a los modelos que los desarrolladores de la tecnología, los proveedores de equipo y de servicios proponen en un esfuerzo para mostrar la aplicabilidad de una tecnología en particular.



Más bien, dichas compañías tienen necesidades que oscilan entre las comunicaciones de área metropolitana y las de área amplia, las líneas dedicadas y las conmutadas, las comunicaciones internas de la empresa y las comunicaciones entre las empresas del mismo grupo. No hay respuestas fáciles y ajustes perfectos del modelo.

Las variaciones entre los requerimientos de diferentes redes hacen difícil la elección de una tecnología en lo particular. Esta dificultad se agranda por las fuertes similitudes entre las tecnologías. Aunque hay algunos ajustes para mejorar cada una de ellas, las funciones de red más indispensables podrían satisfacerse en cierta forma a través de cualquiera de ellas, y conforme pasa el tiempo las diferencias se vuelven más borrosas. Por ejemplo, la tecnología de Circuito Virtual Conmutado (SVC) de Frame Relay se orienta a necesidades de comunicaciones entre compañías anteriormente servidas por SMDS. Por otra parte, en el caso de los servicios de voz y datos sobre Frame Relay, éstos se orientan a la atención de aplicaciones de medios múltiples en ATM. Sin embargo, aunque la velocidad de Frame Relay se acerca a la de SMDS, los proponentes de SMDS están planeando servicios "basados en frames" a velocidades inferiores a E1 También para competir en el mercado con el mismo Frame Relay. Así mismo, las especificaciones para ATM se están modificando, considerando velocidades más bajas para satisfacer la demanda del mercado que ha alcanzado los cientos de Megabits por segundo de velocidad de transmisión.

Esto nos da como resultado un proceso más difícil para tomar decisiones -en el cual no hay respuestas "correctas" obvias-. En consecuencia, la mayoría de las decisiones para implantar una tecnología en vez de otra depende de los tipos de disponibilidad local, de los precios y de cual tecnología hace el mejor trabajo para situarse así misma como la solución "políticamente Correcta". Ya que estos factores variarán ampliamente, no habrá un ganador único.

La interoperabilidad entre las tecnologías sigue siendo el tema clave. Pero ésta no elimina la competencia. De hecho, puede muy bien elevar la competencia conforme los usuarios finales ejerzan una mayor libertad para elegir la tecnología que les parezca más atractiva.

Es importante tomar en cuenta los siguientes puntos para la decisión final de la tecnología o tecnologías a implementar.

### **2.6.1 RENDIMIENTO EFECTIVO**

El rendimiento efectivo se refiere a la cantidad de datos que con éxito se transfieren en una dirección por unidad de tiempo. Es una función de la capacidad de conmutación de la red y de amplitud de banda de la transmisión, así como de la velocidad de los circuitos de acceso (para redes públicas) o puertos de interface (para redes privadas).

Aunque Frame Relay es técnicamente posible a velocidades T3, los vendedores o proveedores de servicios no han hecho anuncios firmes de productos para éste sobre líneas T3 o E3. Esta limitación Frame Relay contrasta con las capacidades de SMDS y ATM ya que ellas si definen velocidades T3 y superiores.

### **2.6.2 UBICUIDAD.**

La ubicuidad se refiere a la habilidad para poder acceder a todos los usuarios de la red simultáneamente. Para las redes internas de la empresa con requerimientos de conexión espontánea, el mismo nivel de ubicuidad se debe proporcionar pero con la habilidad de configurar nuevas conexiones fácilmente; esto requiere ya sea de servicios conmutados o de un aprovisionamiento de servicios permanentes.

La prueba de ubicuidad se satisface si todas las conexiones de red se pueden hacer a través de un solo punto de acceso a la red. De otro modo, la red de empresa debe proporcionar una función de puerto de acceso o los sitios de la empresa deben tener acceso a redes múltiples. La conectividad a todos los sitios de la empresa se puede satisfacer mediante la configuración de una red privada.

### **2.6.3 RELACION COSTO-BENEFICIO**

Siempre es conveniente hacer un análisis de costos contra beneficios de las tecnologías propuestas y es conveniente hacer también una proyección en el tiempo, considerando la vigencia de las tecnologías; es decir cuanto tiempo llevan en el mercado, hacia cual de ellas tienden las demás empresas, cual es la que mejor se adapta a las necesidades de la empresa, etc. Por último es importante tener presente el crecimiento a futuro de la empresa. En el capítulo IV se amplía este tema.

## **CAPITULO III**

# **TECNOLOGIAS ASOCIADAS**

## **3.1 TRANSMISION**

### **3.1.1. PDH**

Las redes telefónicas, los servicios ISDN y los circuitos digitales son soportados por redes de troncales de transmisión. Dichas redes de troncales trabajan a base de multiplexaje de canales de 2.048 Mbps en Europa y 1.054 Mbps en América. El esquema usado en el multiplexaje es llamado plesiosíncrono y el rango del ancho de banda disponible es llamado jerarquía digital sincrona (PDH). El multiplexaje plesiosíncrono esta basado en la transmisión de canales de datos, todos corriendo a la misma velocidad nominal, pero con pequeñas variaciones en la velocidad exacta.

Los usuarios finales (particularmente los usuarios de negocios) se han vuelto más dependientes de las comunicaciones efectivas, ya que se ha verificado un incremento en la demanda de servicio sofisticado de telecomunicaciones. servicios tales como videoconferencia, acceso remoto a base de datos, y transferencia de archivos multimedia requieren una red flexible con la capacidad de un ancho de banda virtualmente ilimitado (en la demanda). La complejidad de las redes actuales, están migrando de los sistemas de transmisión plesiosíncronos, ya que estas redes son incapaces de satisfacer tales demandas.

La Jerarquía Digital Plesiosíncrona (PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy) es una tecnología involucrada en la de transmisión de voz, y como tal no es eficiente para liberar y manejar las conexiones con un gran ancho de banda. Los sistemas de transmisión sincrona son compatibles con los sistemas de transmisión plesiosíncronos. Usando esencialmente la misma fibra, una red sincrona es capaz de incrementar considerablemente el ancho de banda mientras disminuye la cantidad de equipo en la red. Además, las previsiones dentro de SDH (Synchronous Digital Hierarchy) para el manejo de redes sofisticadas introduce significativamente mas flexibilidad dentro de la red. El desarrollo de los sistemas de transmisión sincronos se han incrementado debido a su habilidad de interconectar redes.

#### **3.1.1.1 EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION**

A principios de los años 70's aparecieron los sistemas de transmisión, dichos sistemas utilizaron un método conocido como PCM (Pulse Code Modulation, Modulación por codificación de pulsos) originalmente propuesto en 1937. PCM manejó formas de onda analógicas, tales como la voz humana para ser representadas en forma binaria, usando este método fue posible representar una señal analógica de telefonía estándar de 4 kHz como un flujo de 64 kbit/s. Los ingenieros vieron el potencial de producir sistemas de transmisión a un mejor costo combinando varios canales PCM y transmitirlos en el mismo par trenzado de cobre que anteriormente era ocupado por una sola señal analógica.

En todo el mundo, se adoptó un esquema llamado TDM en donde 30 canales de 64 kbit/s eran combinados, además junto con dos canales adicionales que transportaban información de control se producía un canal con una velocidad de transmisión de 2.048 Mbps.

La demanda en los servicios de telefonía, y los niveles de tráfico en la red aumentaron. Se volvió claro que el estándar de 2 Mbps no era suficiente para el manejo de las cargas de tráfico que ocurrían en las troncales de la red. Para eliminar el uso de un gran número de enlaces de 2 Mbps se decidió crear un nivel mayor de multiplexaje. El estándar adoptado en Europa se realizó con la combinación de cuatro canales de 2 Mbps para producir un solo canal de 8 Mbps. Este nivel de multiplexaje cambió los esquemas anteriores en que las señales que entraban eran combinadas un bit a la vez en lugar de un byte a la vez, es decir, el *bit interleaving* fue usado en lugar del *byte interleaving*. Debido a que las necesidades aumentaron a mayores niveles de multiplexaje fueron agregados al estándar 34 Mbps, 140 Mbps, y 565 Mbps para producir una jerarquía completa de velocidades de transmisión.

### **3.1.1.2 PRINCIPIOS DE OPERACION PLESIOSINCRONA**

La jerarquía de multiplexaje descrita arriba parece muy simple en principio pero existen complicaciones. Cuando se multiplexa un número  $x$  de canales de 2 Mbps éstos son generados por partes diferentes del equipo, cada uno de ellos genera una pequeña diferencia en la velocidad de transmisión de bits. Todos ellos deben ser enviados a la misma velocidad agregando bits de información llamados "dummy" o bits de justificación. Los bits de justificación son reconocidos como tales en la de-multiplexación y descartados dejando la señal original. Esta operación es conocida como operación Plesiosíncrona, del griego, que significa "casi síncrono".

Los mismos problemas de sincronización, tal como se describe arriba, ocurren en cada nivel de jerarquía de multiplexaje, tales bits de justificación son agregados en cada etapa. El uso de operaciones plesiosíncronas a través de cada jerarquía ha provocado la adopción de "Jerarquía Digital Plesiosíncrona", o PDH.

### **3.1.1.3 LIMITACIONES DE LA JERARQUIA DIGITAL PLESIOSINCRONA**

El problema de flexibilidad en una red "casi síncrona" se puede ilustrar considerando que un operador de red podría requerir, en un momento dado; ofrecer a un cliente de negocios una línea de 2 Mbps. Si un canal de alta velocidad pasa cerca del cliente, la operación de ofrecerle una línea simple de 2 Mbps desde ese canal podría parecer demasiado simple. En la práctica, sin embargo, no lo es.

El uso de bits de justificación en cada nivel PDH significa que la identificación exacta de la localización de las tramas en una sola línea de 2 Mbps dentro de un canal de 140 Mbps es imposible. Para acceder una sola línea de 2 Mbps el canal de 140 Mbps debe ser completamente demultiplexado en sus 64 que lo forman, constituyendo 2 líneas de 2 Mbps vía 34 y 8 Mbps. Una vez que la línea requerida de 2 Mbps sea identificada y extraída, los canales deben ser multiplexados a 140 Mbps.

Obviamente este problema de "quitar e insertar" canales no hace muy flexibles los patrones de conexión o la rápida provisión de servicios, mientras los "componentes del multiplexor" requeridos son extremadamente caros.

Otro problema asociado con la gran cantidad de equipo de multiplexaje en la red es el de control. En su camino a través de la red, una línea de 2 Mbps puede haber viajado vía un gran número de posibles rutas. La única forma de asegurar el camino correcto es mantener registros cuidadosos de los equipos de interconexión. Sin embargo, al aumentar la actividad de reconexiones en la red se vuelve más difícil mantener registros actualizados y la posibilidad de error aumenta. Tales errores parecen afectar, no solo a las conexiones que han sido establecidas sino que interrumpen también a las conexiones existentes que portan tráfico vivo.

Otra limitación de PDH es su bajo desempeño en cuanto a capacidad de monitoreo. Los operadores se han visto bajo el incremento de presión de ofrecer a los clientes de negocios servicios con mejoradas tasas de error y desempeño, y hay un insuficiente manejo de red dentro del formato de trama PDH para que se pueda lograr esto.

PDH ha alcanzado un punto donde dicha tecnología no es suficientemente flexible o eficiente para cumplir las demandas que han surgido. Como resultado, la transmisión síncrona ha sido desarrollada para solucionar los problemas asociados con la transmisión plesiosíncrona, en particular la incapacidad de extraer circuitos individuales de sistemas de alta capacidad sin tener que demultiplexar todo el sistema.

#### **3.1.1.4 ESTANDARES RELACIONADOS CON PDH**

Recomendación O.171 ITU: Timing jitter y equipos de medición para sistemas digitales que son basados en PDH

Recomendación G.797: Características de un multiplexor flexible en un ambiente PDH

Recomendación G.804: Mapeo de celdas ATM en ambiente PDH

### 3.1.2 SMDS-SERVICIO CONMUTADO DE DATOS MULTIMEGABIT

El primer servicio sin conexión (conectionless) ampliamente promovido por las compañías Bell en los Estados Unidos es SMDS (Switched Multi-Megabit Data Service). En 1991 empezó a comercializarse esta técnica, SMDS va por encima de los accesos a líneas de cobre de 1.5 Mbps y a la altura de velocidades sobre líneas de acceso a fibra óptica, y finalmente hasta 45 Mbps. SMDS no fue desarrollado como un servicio de ISDN pero finalmente podría convertirse gradualmente en un servicio de B-ISDN, donde se planean servicios portadores sin conexión.

El servicio básico de datos ofrecido por una LAN, y el servicio más importante ofrecido por una red de área metropolitana DQDB MAN, (Distributed Queued Dual Bus) es la transferencia de datos sin conexión.

Mientras DQDB fue diseñado como un ofrecimiento de una compañía telefónica. Compañías telefónicas de los Estados Unidos no pueden ofrecer legalmente el servicio DQDB. Esto debido a que DQDB comparte la transmisión con el cliente. Las compañías telefónicas pueden ofrecer, usualmente bajo tarifa, facilidades de transmisión de alta velocidad requeridas para construir una DQDB MAN privada. Estas pueden proveer, sobre una base no regulada, hacia los equipos en las facilidades del cliente para construir una MAN.

Otra consecuencia de este ambiente de regulación es que estas MANs deben estar únicamente con un cliente a la vez. Después que el cliente ordena un ancho de banda crudo (raw), la compañía telefónica no puede proveer un backbone de red compartido. Telecom Australia, por ejemplo, construyó un backbone DQDB de red compartido (fastpack) que provee servicios de datos de alta velocidad alrededor del país. Los propios dispositivos de acceso de la compañía, toman la responsabilidad para seguir o no seguir el medio compartido.

SMDS (Switched Multi-Megabit Data Service) es una posible solución a este problema. Desarrollado por Bellcore, es un servicio de conmutación de paquetes sin conexión que usa DQDB como base de su protocolo, figura 3.1.2.

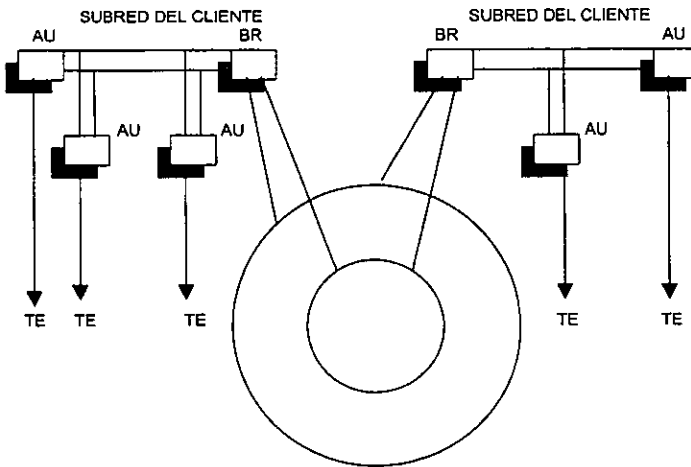
El protocolo de interfaz SMDS (SIP) tiene tres niveles, como X.25, pero sus niveles 2 y 3 provienen juntamente de DQDB. Este difiere de la MAN privada principalmente en direccionamiento. SMDS requiere el uso de la compañía telefónica asignada para el direccionamiento en la ISDN (15 dígitos, en código binario decimal, y así 60 bits de largo, asignados por al CCITT) en cada paquete. En las redes MANs, estas deben entre elegir usar esta opción o usar la asignación de direccionamiento de 48 bit IEEE que es más común en una LAN o en un ambiente de red privada. SMDS también define el uso de la opción del campo de encabezado de DQDB como un medio de especificación de portadores de tráfico.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Las conexiones físicas que se han definido hasta el momento para SMDS incluyen el DS0(56/64 Kbps), DS1(1.544 Mbps) y DS3(44.736 Mbps). Por otra parte, existen dos alternativas para llevar a cabo la interconexión entre las empresas corporativas (CPE: Costumer Premises Equipment) y una red SMDS que es la utilización del SIP(SMDS Interface Protocol) a través del SNI(Subscriber Network Interface); así como, la interfaz de acceso entre la Red SMDS y el ruteador llamada DXI(Data Exchange Interface).

Desde una perspectiva de servicio, SMDS es en esencia un complemento moderno de X.25. Ambos son modelos para redes públicas de conmutación de paquetes. SMDS, sin embargo, es ordenado en magnitudes más rápidas y provee un servicio sin conexión (con una entrega no asegurada de paquetes y no conexión determinada). Desde una perspectiva de implementación, una red típica SMDS puede ser construida desde un equipo DQDB con un bridge (puente) multipuerto actuando como un paquete conmutado intersubred. En efecto, esto es una MAN compartida donde los clientes pueden acceder solamente a través de un bridge localizado en las instalaciones del cliente.

Desde una perspectiva evolutiva, SMDS es un paso más a lo largo del enlace a B-ISDN, donde adopta a SMDS como el modelo para sus servicios portadores sin conexión.



FACILIDADES DE LA COMPAÑÍA TELEFÓNICA

Donde: AU ( acceso único )  
 BR ( puente )  
 TE ( equipo terminal )

Figura 3.1.2 Modelo de una MAN basado en DQDB



### **3.1.2.1 CONMUTACION DE PAQUETES DE BANDA ANCHA**

#### **(BROADBAND PACKET-SWITCHED NETWORK)**

Un paso evolutivo hacia la B-ISDN es la propuesta Switched Multi-Megabit Data Service, un servicio público de conmutación de paquetes en una WAN empleando facilidades de transmisión de fibra óptica. Este debe extender las capacidades del transporte de datos en redes de área local a través de una área amplia. SMDS debe proveer para el intercambio de unidades de datos de longitud variable hasta un máximo de 8191 bytes por unidad.

Diversas aplicaciones se han identificado para este servicio de alta velocidad; tales como interconexión LAN, acceso remoto de bases de datos en alta velocidad, paquetes de audio y video, transferencia de imágenes, recursos compartidos a nivel institucional.

### **3.1.3 SONET/SDH**

SONET (Synchronous Optical Network) es una interface de transmisión óptica originalmente propuesta por Bellcore y estandarizada por ANSI. Una versión compatible, referida como Jerarquía Digital Síncrona (SDH –Synchronous Digital Hierarchy), ha sido publicada por la CCITT en las recomendaciones G.707, G.708 y G.709. SONET tiene la intención de proveer una especificación para aprovechar ventajas de la capacidad de transmisión digital de alta velocidad sobre fibra óptica.

- SONET provee las siguientes especificaciones:
  - a) Establece un formato estándar de multiplexaje usando algún número de las señales de 51.84 Mbps construidas en bloques. Porque cada bloque construido puede transportar una señal DS3, una velocidad estándar es demandada por cualquier sistema de transmisión de banda ancha, así que este estándar puede ser desarrollado.
  - b) Establece una señal óptica estándar para interconectar equipos de diferentes fuentes.
  - c) Establece extensas capacidades de operación, administración y mantenimiento (OAM) como parte del estándar.
  - d) Define un formato de multiplexaje síncrono para transportar señales digitales de bajo nivel (DS1, DS2, estándares CCITT). La estructura síncrona simplifica grandemente la interface de conmutación digital, conmutación digital cross-connect, y multiplexores add-drop.
  - e) Establece una arquitectura flexible capaz de acomodarse a futuras aplicaciones de B-ISDN con una variedad de velocidades de transmisión.

Tres requerimientos claves han permitido el desarrollo de SONET. El primero fue la necesidad de contar con estándares más allá de la existencia del nivel DS3 (44.736 Mbps). Con el incremento del uso de sistemas de transmisión ópticos, un número de vendedores ha introducido sus propios esquemas combinando en una señal óptica cualquiera de los 2 a 12 DS3's. Cabe mencionar que los esquemas Europeos, basados en la jerarquía de la CCITT, son compatibles con los esquemas de Norteamérica. SONET provee una jerarquía estandarizada para multiplexar velocidades de transmisión digital para las velocidades existentes de Norteamérica y en la CCITT.

Un segundo requerimiento fue proveer un acceso económico a pequeñas cantidades de tráfico dentro del volumen de carga de una señal óptica. Para este propósito, SONET introdujo una nueva proposición para la multiplexión por división de tiempo. Posteriormente se explicará este concepto al analizar el formato de la trama SONET.

Un tercer requerimiento es preparar para el futuro el ofrecimiento de servicios sofisticados, una red virtual privada, distribución del ancho de banda time-of-day, y soporte para la técnica de transmisión de banda ancha de ISDN de ATM. Para cumplir con este requerimiento, es necesario un incremento mayor de las capacidades de manejo de la red dentro de la señal síncrona por división de tiempo.

### **3.1.3.1 JERARQUIA DE SEÑAL**

La especificación SONET define una jerarquía de estandarización para las velocidades digitales (tabla 3.1.3.1). El nivel bajo, referido como STS-1 (Synchronous Transport Signal Level 1), 51.84 Mbps. Esta velocidad puede ser usada para transportar una señal sencilla de DS3 o un grupo de señales de baja velocidad como DS1, DS1c, DS2.

Señales múltiples STS-1 pueden ser combinadas en una señal de forma STS-N. La señal es creada por bytes intercalados de señales N STS-1 que son mutuamente sincronizadas.

Para la jerarquía digital síncrona (SDH), la velocidad más baja es 155.52 Mbps, la cual es designada como STM-1 (Synchronous Transporte Module Level 1). Esta corresponde a la STS-3 de SONET. La razón para esta discrepancia es que STM-1 es la señal de menor velocidad que puede ser colocada en el nivel 4 (139.264 Mbps).

DESIGNACION SONET	DESIGNACION SDH	VELOCIDAD DE DATOS (Mbps)	VELOCIDAD DE CARGA
STS-1		51.84	50.112
STS-3	STM-1	155.52	150.336
STS-9	STM-3	466.56	451.008
STS-12	STM-4	622.08	601.344
STS-18	STM-6	933.12	902.016
STS-24	STM-8	1244.16	1202.688
STS-36	STM-12	1866.24	1804.032
STS-48	STM-16	2488.32	2405.376

Tabla 3.1.3.1 Jerarquía de Señal SONET/SDH

Nota: como se observa en la tabla 3.1.3.1 la velocidad de datos difiere de la velocidad de carga, esto se debe a que la velocidad de datos incluye a toda la trama STM-1 y la velocidad de carga excluye el encabezado de la trama. Mas adelante se describirá detalladamente el formato de la trama.

**3.1.3.2 JERARQUÍA DEL SISTEMA.**

Las capacidades de SONET se presentan en cuatro capas de jerarquía, como se muestra en la figura 3.1.3.2a.

- **Photonic:** Esta es la capa física, incluye una especificación del tipo de fibra óptica que puede ser usado y detalles, tales como los requerimientos mínimos de energía y características de dispersión de la transmisión de láseres así como la sensibilidad requerida para los receptores.
- **Sección:** Esta capa crea las tramas básicas de SONET, convierte las señales electrónicas en photonic, y tiene algunas capacidades de monitoreo.
- **Línea:** Esta capa es responsable de la sincronización, multiplexaje de datos en las tramas de SONET, funciones de mantenimiento y protección, y conmutación.
- **Enlace:** Esta capa es responsable del transporte punto a punto de datos sobre una velocidad apropiada de señalización.

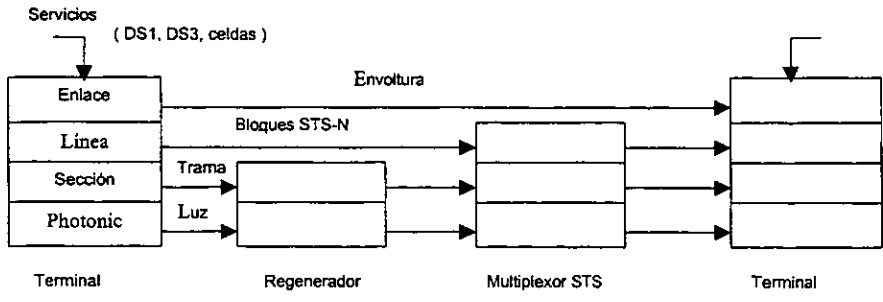
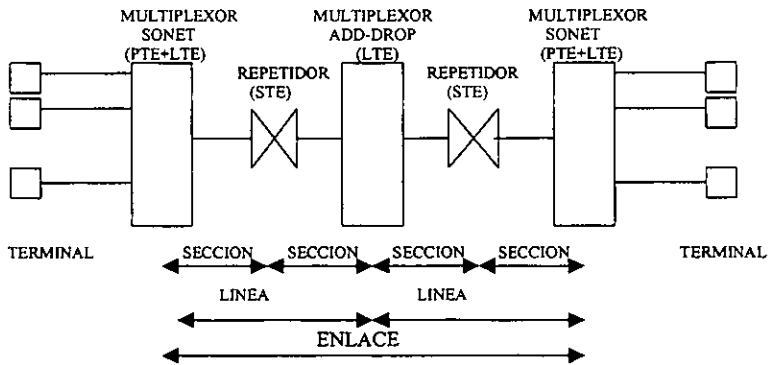


Figura 3.1.3.2a Jerarquía Lógica.

La figura 3.1.3.2b muestra la realización física de la lógica de capas. Una sección es la construcción del bloque físico básico y representa un cable simple entre dos fibras ópticas transmisor/receptor. Para corridas cortas, el cable puede correr directamente entre las dos unidades terminales. Para largas distancias, son necesarios repetidores-regeneradores. El repetidor es simple dispositivo que acepta un flujo digital de datos de un lado, regenera y repite cada bit en la salida. Distribuye la sincronización y el tiempo necesario para el direccionamiento. Una línea es una secuencia de una o más secciones tales que la señal interna o estructura del canal de la señal permanecen constante. Puntos terminales y switches/multiplexores intermedios pueden agregar u omitir canales terminales en la línea. Finalmente, un enlace conecta las terminales finales; y sus correspondientes circuitos punto a punto. Los datos son montados al inicio de un enlace y no son accedidos o modificados hasta que son desmontados en el punto final del enlace.



Donde: PTE (equipo terminal de enlace)  
 LTE (equipo terminal de línea)  
 STE (equipo terminal de conmutación)

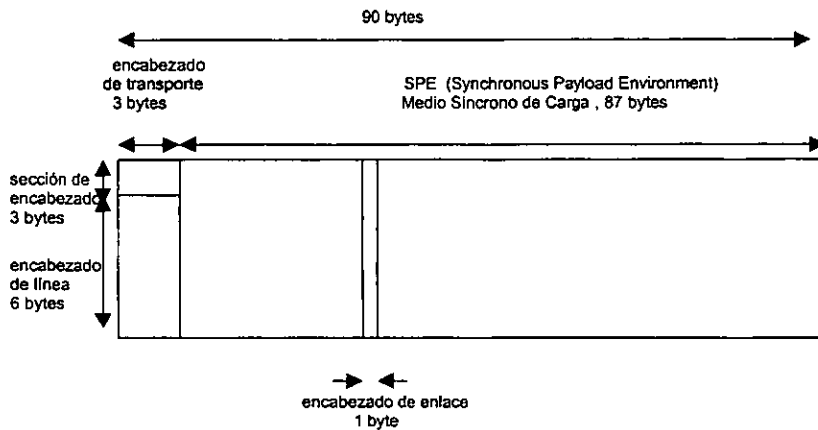
Figura 3.1.3.2b Jerarquía Física

### 3.1.3.3 FORMATO DE LA TRAMA.

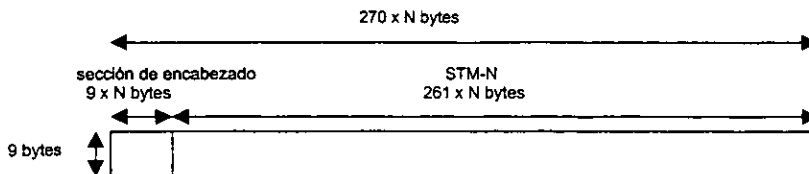
El bloque básico SONET es construido en la trama STS-1, el cual consiste de 810 bytes y es transmitido cada 125  $\mu$ seg, sobre una velocidad de 51.84 Mbps como se muestra en la figura 3.1.3.3a. La trama puede ser vista como una matriz de 9 filas de 90 bytes cada una, con una transmisión iniciando con una fila a la vez, de izquierda a derecha y de arriba abajo.

Las primeras tres columnas (3 bytes x 9 filas = 27 bytes) de la trama son dedicadas al encabezado: 9 bytes son dedicados a la sección relativa de encabezado, y 18 bytes son dedicados a la línea de encabezado. La figura 3.1.3.3a muestra el arreglo de los bytes del encabezado.

El resto de la trama es de información, la cual es suministrada por la capa de enlace. La información incluye una columna de encabezado del enlace, la cual necesariamente no es la primer columna de posición disponible; la línea de encabezado contiene un apuntador que indica donde el encabezado de enlace inicia.



a) Formato de la trama STS-1



b) Formato de la trama STM

Figura 3.1.3.3 Formato de la trama SONET/SDH.

La figura 3.1.3.3b muestra el formato general de las tramas de alta velocidad, usando SDH.

## **3.2 COMUNICACIONES INALAMBRICAS**

### **3.2.1 INTRODUCCION**

Como es bien conocido la red telefónica comenzó a proporcionar servicios de canales de voz por medio de la utilización de cableado entre las centrales telefónicas y lo que entonces se llamaba abonado (teléfono del usuario) que permitían la transmisión de la voz; primero de localidad en localidad, después de ciudad en ciudad; hasta que se empezaron a presentar problemas en la transmisión de voz debido a las grandes distancias entre ciudades y entre los diferentes países que conformaban al globo terráqueo.

Para mediados del siglo pasado ya existía un grupo de estudiosos de las ondas electromagnéticas que aseguraban que por medio de un dispositivo llamado "Antena" se tendría la posibilidad de transmitir una gran cantidad de información sin importar el lugar físico al que se enviara esa información.

Para 1895, el físico Italiano Guillermo Marconi realizó experimentos en laboratorio sobre uso de ondas electromagnéticas como medio para establecer comunicación a distancia; logrando la primera transmisión telegráfica inalámbrica a 2 Km de distancia. En 1901 consiguió el primer radioenlace trasatlántico y en 1919 se lograron distancias de hasta 6 000 millas. Mas tarde se perfeccionó el sistema de transmisión a través del uso de ondas cortas, dando principio a las comunicaciones a través del uso de radios de microondas. El principal objetivo del uso de las microondas fue la posibilidad de transmitir la voz, dando como consecuencia para principios de 1925 el comienzo de la radiodifusión que ha significado tanto en el desarrollo de la humanidad.

Por otra parte, en 1945, Arthur C. Clarke, con una increíble visión del futuro, describió en la revista *Wireless World* la tecnología del satélite tal y como se conoce hoy en día. Clarke predijo que las comunicaciones vía satélite producirían una revolución tan profunda como la del teléfono en su día. Aunque es posible que tal afirmación haya resultado algo exagerada, no cabe duda que esta tecnología ha modificado la forma en que nos comunicamos y nuestro modo de percibir el mundo.

En este capítulo se analizará a grandes rasgos, porqué se utilizan tanto los enlaces de microonda y satélite, cuáles son sus ventajas y sus inconvenientes y de qué manera pueden aplicarse estos sistemas a las redes de comunicaciones e información.

### 3.2.2 SISTEMAS DE RADIO (MICROONDAS)

Las señales eléctricas portadoras de mensajes se transmiten a través de una distancia empleando una diversidad de medios de transmisión que van desde un par de alambres hasta Fibras Ópticas, dependiendo de la naturaleza de estas señales eléctricas. Una señal eléctrica es una forma de onda electromagnética de una cierta frecuencia y longitud de onda. Numerosas bandas de frecuencias del espectro electromagnético se asignan a tipos específicos de comunicación; por lo que para cada banda, se necesita utilizar un medio de transmisión apropiado al rango de frecuencias.

Medio de Transmisión	Longitud de Onda	Designación	Frecuencia	Aplicaciones
Fibras ópticas	$10^{-7}$ $10^{-6}$ (1 Micron)	Ultravioleta Luz visible Infrarrojo	$10^{15}$ $10^{14}$	Comunicación óptica
Guías de onda Línea visual	1 cm	30-300 GHz Extremadamente alta frecuencia	$10^{11}$	Investigación, radioastronomía, sistema de aterrizaje por radar
Guías de onda, penetración en la ionosfera por línea visual	10cm	3-30GHz Extremadamente alta frecuencia	$10^{10}$	Comunicaciones vía satélite y espaciales, repetición de microonda, radar (operaciones aéreas, vigilancia y estado del tiempo)
Dispersión troposférica	1M	0.3-3GHz Ultraalta frecuencia(UHF)	$10^9$	TV(UHF), Radar de telemetría espacial, comunicaciones militares vía satélite
Cable coaxial, onda de cielo (dispersión ionosférica y troposférica), cable pareado	10M	30-300MHz Muy alta frecuencia(VHF)	$10^8$	TV(VHF) y FM, transportación terrestre (taxis, autobuses, ferrocarriles), control de tráfico aéreo
Cable coaxial, reflexión ionosférica	100M	3-30 MHz Alta frecuencia (HF)	$10^7$	Negocios, banda civil y aficionados, comunicaciones militares, radiotelefonía móvil. Radiodifusión de AM, unidades móviles, seguridad pública
	1Km	0.3-3MHz Frecuencia media (MF)	$10^6$	
Pares de alambres, ductos superficiales	10Km	30-300KHz Baja frecuencia	$10^5$	Ayudas de navegación, radiofaros, industria (líneas de energía)
	100Km	3-30 KHz Muy baja frecuencia	$10^4$	Telefonía, telegrafía, estándar de tiempo y frecuencia

Fig. 3.2.2 Aplicaciones de medios transmisión

A frecuencias altas, la radiación de ondas electromagnéticas a través del espacio libre llega a ser una solución atractiva debido a las reducidas dimensiones de las antenas. La energía que se radia por una antena transmisora puede alcanzar la antena receptora a través de cualquiera de varias posibles vías de propagación, esta energía que se radia se le llama comúnmente "Onda Espacial" que es parte de la "Onda Directa"(Señal que recorre el camino directo entre el transmisor y el receptor) y la "Onda Reflejada de la Tierra". Para las frecuencias superiores a los 30 MHz, las ondas de radio pasan a través de la ionosfera en lugar de ser reflejadas por ella. En consecuencia, la radiocomunicación en las bandas VHF(muy alta frecuencia), UHF(ultraalta frecuencia) y microonda depende del mecanismo de la onda directa. El alcance de la onda directa de la distancia de "Línea de Vista".

La Microonda junto con el cable coaxial se utiliza para la transmisión voluminosa de información. Por lo que en los últimos años este sistema se ha utilizado para la construcción de troncales de larga distancia. Los enlaces de microondas pueden conducir millares de canales de voz y se encuentran en amplio uso para la transmisión de canales de televisión. Requieren de transmisión de línea visual mediante una cadena de antenas de retransmisión a través de toda una región. Las torres de retransmisión por lo general tienen un espaciamiento de 30 millas (48Kms). Entonces, la telefonía de larga distancia y las señales de televisión son captadas cada 30 millas, amplificadas y retransmitidas. Durante los últimos 20 años, se ha hecho uso extenso de las bandas de frecuencia de 2 a 10GHz para la transmisión de las señales analógicas y de 11 a 23GHz para sistemas digitales.

Estas últimas frecuencias presentan un serio problema de pérdida atmosférica de la señal causada por la absorción del vapor de agua y del oxígeno.

### **3.2.3 COMUNICACIONES VIA SATELITE**

En comunicaciones vía satélite se emplean antenas de microondas para recibir las señales de radio procedentes de las estaciones emisoras en la tierra y para devolver estas señales a otras estaciones terrenas. En la figura 3.2.3 se puede observar el proceso. El satélite sirve de repetidor electrónico. Una estación terrena A transmite al satélite señales de una frecuencia determinada(canal de subida). Por su parte, el satélite recibe estas señales y las retransmite a otra estación terrena B, mediante una frecuencia distinta(canal de bajada). La señal de bajada puede ser recibida por cualquier estación situada dentro del cono de radiación del satélite y puede transportar voz, datos o imágenes de televisión.



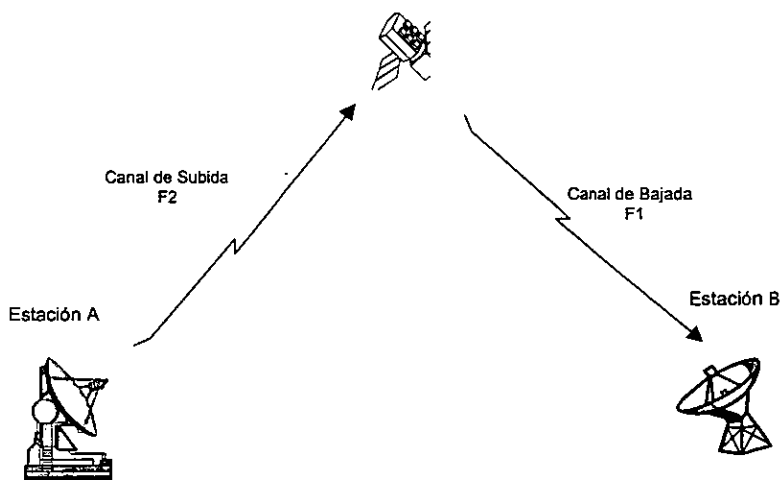


Fig. 3.2.3 Comunicaciones vía satélite

La capacidad que posee el satélite de recibir y retransmitir se debe a un dispositivo conocido como "Transpondedor". Los Transpondedores de satélite trabajan a frecuencias muy elevadas, generalmente en la banda de los Gigahertz. En la actualidad, la mayoría de los satélites operan en frecuencias de 4/6 GHz – 14/12GHz.

### 3.2.3.1 Ventajas e Inconvenientes

Las comunicaciones por satélite presentan varias características muy atractivas. En primer lugar los satélites poseen una enorme capacidad de transmisión. Al trabajar en la amplia banda de los Gigahertz, cada satélite es capaz de soportar varios miles de canales telefónicos. Por ejemplo, un satélite comercial moderno incluye 10 Transpondedores, cada uno de ellos con capacidad de 48Mbps, con lo que la capacidad total asciende a 480 Mbps.

Por otra parte, los satélites proporcionan una cobertura territorial muy amplia, cubriendo todo un territorio como el de EUA con un solo transpondedor. Esta característica es de gran atractivo para los corporativos que se encuentran muy esparcidos a lo largo de un país o con muchas sucursales o filiales en todo el mundo. El costo de una transmisión vía satélite es independiente de la distancia entre las dos estaciones terrestres. Es igual que estén separadas por diez o varios miles de kilómetros. Si son atendidas por el mismo transpondedor, el costo permanece constante; ya que las señales transmitidas desde éste, pueden ser captadas por todas las estaciones, cualquiera que sea la distancia a que se encuentren.

Los satélites de comunicaciones permiten concebir redes conmutadas sin necesidad de conmutadores físicos. En tierra, una empresa corporativa que desee establecer centros de conmutación(ECD) sin la ventaja del satélite tendría que alquilar líneas y unirlos mediante componentes físicos; por el contrario, cuando dos estaciones terrestres se comunican a través del transpondedor de un satélite y puesto que ambas emiten y reciben por los mismos canales, cada estación sólo necesita escuchar la frecuencia del canal de bajada para saber si una transmisión va dirigida a ella. Si no es así simplemente ignorará la señal, mientras que si es ella la destinataria copiará la señal y se la entregará al usuario final. Esta capacidad de difusión nos lleva a una considerable reducción de costos en comparación con las redes terrestres, que manejan innumerables líneas físicas y equipos de conmutación.

No obstante, los satélites de comunicaciones no carecen de inconvenientes; ya que si la señal no está convenientemente codificada o cifrada pueden plantearse problemas de seguridad. Por otro lado, las condiciones climatológicas adversas pueden afectar a la señal durante su camino por los canales de subida y bajada. Dependiendo de la banda de transmisión; "C, Ku" la señal puede ser afectada por diversas interferencias tales como:

- Tormentas eléctricas
- Retardo entre estaciones por la distancia del satélite
- Eclipses solares

### **3.2.4 DISPOSITIVOS DE TRANSMISION(EQUIPO DE RADIO)**

Los dispositivos de transmisión mejor conocidos como "Radios" determinan la banda de frecuencia en la que se va a transmitir la información. Actualmente, los radios constan de diversas funciones que están físicamente separadas en el chasis y que comprende la arquitectura del mismo. Esto significa que el radio cuenta con diversas conexiones de RF entre sus diferentes componentes filtrando las conexiones de señal DC a través del modem. Este método de construcción proporciona un aislante excelente entre sus diferentes componentes logrando minimizar la susceptibilidad a interferencias y emisiones de radio indeseables, mientras se logra maximizar la potencia del amplificador. El duplexor se monta comúnmente arriba de la unidad de RF proporcionando el filtrado necesario en la transmisión(TX) y recepción(RX) en la antena.

La capacidad y métodos de modulación se determinan por el tipo de arquitectura que es escalable, soportando modulación DQPSK ó 16 QAM, equivalente a velocidades desde 2 a 8 Mbps. En el modem se localiza el microprocesador que realiza las funciones primarias del radio; así como del proceso digital y funciones de ecualización.

A continuación se describe por diagrama de bloques (Fig. 3.2.4) la arquitectura general de un radio de microondas que debido a la flexibilidad del mismo puede ser utilizado para diferentes bandas del espectro de frecuencias.

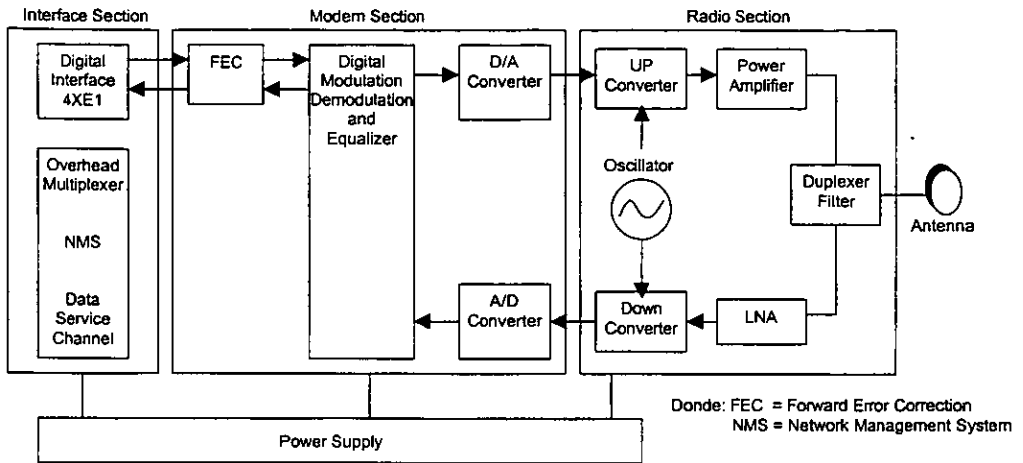


Fig. 3.2.4 La arquitectura general de un Radio de Microondas

Los radios de microondas normalmente cuentan con interfaces de agregado o interfaz en G.703 cuya velocidad es de 2.048MBPS en una sola tributaria de conexión de alta velocidad en la salida del modem (como se observa en el diagrama anterior). Las interfaces de agregado pueden ser conjuntos de 2XE1, 4XE1 ó 8XE1s, lo que permite contar con un ancho de banda considerable para diversas aplicaciones; tales como, voz, datos, audio y video.

Uno de los avances más importantes en los radios de microondas es precisamente contar con la facilidad de monitoreo y diagnóstico del mismo equipo; lo que implica contar con una herramienta vital para la administración de los enlaces remotos, pudiendo identificar los problemas de red de una manera más rápida. Otra funcionalidad importante es la posibilidad de configurar, adicionar circuitos y diversos en forma remota.

Es posible acceder al agente NMS (Network Management System) a través de una conexión local a una terminal o un "Sistema de Administración de Red Corporativo" que más adelante se analizará detalladamente.

Para la implementación de los enlaces de microondas se deben tomar en cuenta las especificaciones técnicas (Tabla 3.2.4) de los radios que se piensa instalar de tal manera, que está de acuerdo con los requerimientos y necesidades del usuario. La tecnología de los radios nXE1's comúnmente manejan las siguientes características.

Capacidad de transmisión	1XE1 2.048MBPS	2XE1 2X2.048MBPS	4XE1 4X2.048MBPS
Rangos de frecuencia(MHz) Estandar:	10.5 GHz	15 GHz	23 GHz
Modulación:	DQPSK 16QAM	DQPSK 16QAM	DQPSK 16QAM
Potencia de salida(Pto. De transmisión)	DQPSK: +33DBm(Estándar) 16QAM: +33DBm(Estándar)	IDEM	IDEM
Selección de frecuencia: < 470MHz > 470MHz	En pasos de 25KHz En pasos de 125KHz	IDEM	IDEM
Rango de potencia:	+ 10dBm a Potencia total en pasos de 0.1dBms		

TABLA 3.2.4 Especificaciones técnicas estándar

### 3.3 COMUNICACIONES ALAMBRICAS

El medio de transmisión es el canal de comunicación físico que se usa para conectar entre sí las diferentes partes integrantes de una red de comunicaciones y existen 3 tipos principales:

- Par trenzado
- Cable coaxial
- Fibra óptica

#### 3.3.1 PAR TRENZADO

Es el medio de transmisión más antiguo y todavía el utilizado más ampliamente, consiste en dos alambres de cobre aislados, entrelazándose en forma helicoidal para reducir la interferencia eléctrica. La distancia que se puede recorrer con estos cables es de varios Km sin necesidad de amplificar las señales, pero es necesario incluir repetidores en distancias mas largas.

Los pares trenzados se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende del calibre del alambre y de la distancia que recorre, en muchos casos pueden obtenerse transmisiones de varios Mbps en distancias de pocos kilómetros.

### 3.3.2 CABLE COAXIAL

Consta de un alambre de cable duro en la parte central (núcleo) rodeado de un material aislante que a su vez esta cubierto de un conductor cilindrico que frecuentemente se presenta como una malla de tejido trenzado. Por su construcción posee un mayor ancho de banda y una excelente inmunidad al ruido.

### 3.3.3 FIBRA OPTICA

Los desarrollos recientes en el campo de la tecnología óptica han hecho posible la transmisión de información mediante pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para indicar un bit de valor uno, la ausencia de un pulso indicará la existencia de un bit de valor cero. La luz visible tiene una frecuencia de alrededor de 108 MHz. Por lo que el ancho de banda de un sistema de transmisión óptica presenta un potencial enorme.

La operación de la fibra se basa en el principio de reflexión interna total. Según el diámetro del núcleo, podrán transmitirse haces de luz a mayor o menor ángulo de entrada, se distinguen tres clases de fibra óptica:

- Multimodo.
- Monomodo.
- Multimodo de índice gradual.

#### Principales aplicaciones de la fibra óptica.

PARAMETRO	MULTIMODO	MULTIMODO GRADED INDEX	MONOMODO
Fuente.	LED o LASER	LED o LASER	LED o LASER
Ancho de banda.	<200 MHz. Km	0.2-3 Ghz. Km.	3-50 GHz. Km.
Empalme.	Difícil.	Difícil.	Difícil.
Aplicación.	Enlaces de datos	Telefonía local.	Telefonía larga LD.
Costo.	Menor.	Medio.	Mayor.
Diámetro en micras:			
Núcleo.	50-125	50-125	2-9
Claadding.	125-440	125-440	15-60

## Principales características de la fibra óptica

MODO	MULTIMODO	PERDIDA db/km		
		850	1300	1500 nm
Monomodo	Silicio/silicio.	2	0.5	0.2
Step-index	Silicio/silicio	2	0.5	0.2
Multimodo.	Silicio/plástico	2.5	Alta	Alta
	Varios/varios	3.4	Alta	Alta
Grade index	Silicio/silicio.	2	0.5	0.2
Multimodo.	Varios/varios	3.5	Alta	Alta

### Características de transmisión:

- Principalmente usada en enlaces punto a punto.
- Alcance de 6 a 8 Km. Sin repetidores.
- Dado que opera con medios ópticos, es inmune al ruido o EMI (interferencia electromagnética) y tiene un alto grado de seguridad de información.
- El costo de material es entre 2 y 3 veces mayor en comparación con el cable coaxial.

### Componentes:

Un sistema de transmisión óptica tiene tres componentes: El medio de transmisión, la fuente de luz y el detector. El medio de transmisión es una fibra ultra delgada de vidrio o silicio fundido. La fuente de luz puede ser un led o un diodo láser, el detector es un fotodiodo que genera un pulso eléctrico en el momento en el que recibe un rango de luz.

#### 3.3.3.1 APLICACION TIPICA DE FIBRA OPTICA.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) es un conjunto de protocolos de comunicación para la transmisión de datos sobre cable de fibra óptica. Las redes FDDI están especificadas para soportar velocidades mayores a 100 Mbps con configuración de token passing, este tipo de redes son usadas como backbones de redes de área ancha (WAN).

FDDI usa una arquitectura de doble anillo con tráfico cruzando en cada anillo con direcciones opuestas. El anillo doble consiste, de un anillo primario y un anillo secundario; en una operación normal el anillo primario es usado para la transmisión de datos y el segundo anillo permanece libre. (fig 3.3.3.1a).

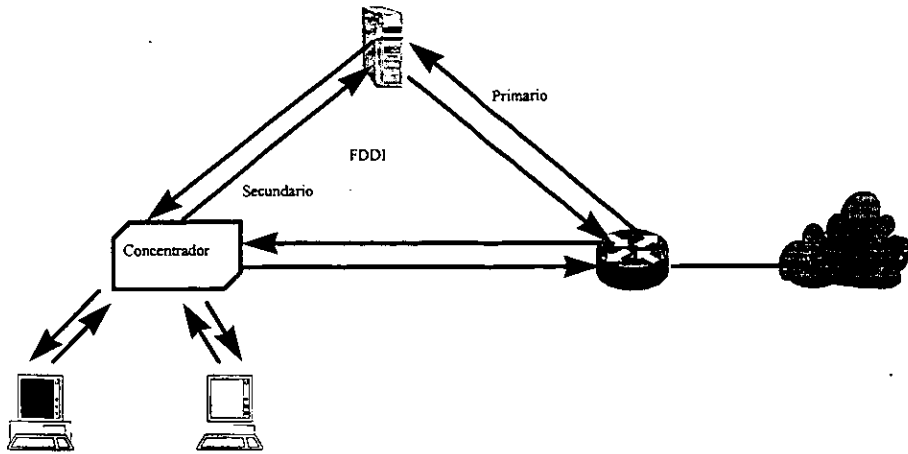


Figura 3.3.3.1a Red FDDI

- **Dispositivos de FDDI**

FDDI define tres tipos de dispositivos: Single-Attachment Station (SAS), Dual-Attachment Station (DAS), y un concentrador.

Un SAS solo se puede conectar a un solo anillo y una de las ventajas de conectar dispositivos con SAS es que el dispositivo no afectara al anillo FDDI si este se desconecta o se apaga. El CAS puede conectarse a los dos anillos a la ves ya que cuenta con dos puertos A y B y así los dispositivos conectados a él no afectan a la red cuando se desconectan. (fig 3.3.3.1b).

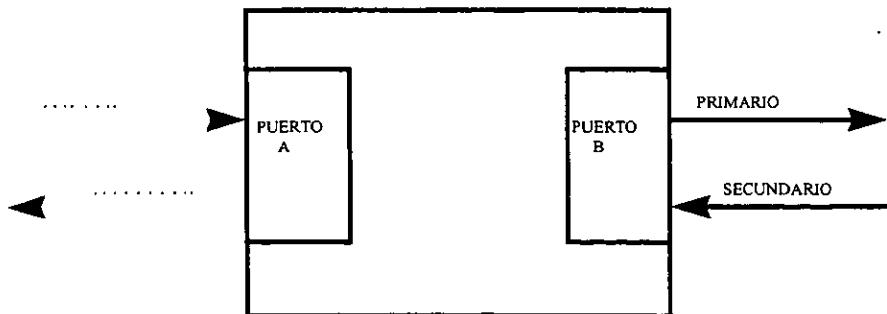


Figura 3.3.3.1b CAS

Un concentrador FDDI también llamado DAC (Dual Attachment Concentrator) se puede conectar directamente a ambos anillos, y conectado a un SAS evitaría fallas en la red. (fig 3.3.3.1c).

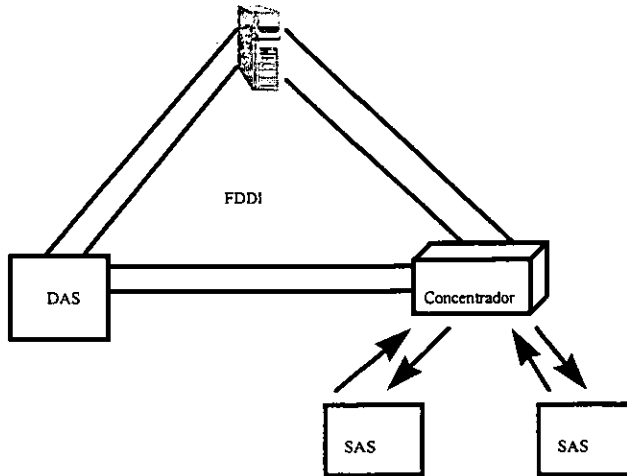


Fig 3.3.3.1c DAC

## 3.4 DISPOSITIVOS DE ACCESO A REDES

### 3.4.1 INTRODUCCION

La interconexión de redes comprende todas las aplicaciones en las cuales se conectan varias redes LAN entre sí, formando una red de gran tamaño. La interconexión de redes (internetworking), se aplica por diversas razones:

- Conectar entre sí redes LAN de los distintos departamentos de la organización, formando una LAN que comprende a toda la empresa.
- Conectar redes LAN de distintos lugares en una sola red.
- Subdividir una red de gran magnitud, por razones administrativas, de seguridad o de prestaciones.



Para establecer una comunicación entre dos equipos, se requiere tener dos tipos de conexiones:

- **Conexión física:** Trayectoria sobre la que se mueven los datos, es decir, está formada por el medio físico de transmisión.
- **Conexión lógica:** Está dada por el conjunto de procedimientos que se requieren para que los datos se entiendan en ambos extremos.

La industria de telecomunicaciones está pasando por una gran transición. La abolición a escala mundial de las viejas reglamentaciones, la proliferación de nuevas aplicaciones y servicios y una demanda explosiva por más ancho de banda, están causando una reestructuración de los vínculos tradicionales entre usuarios de comunicaciones por una parte y proveedores de servicios por la otra.

Las redes corporativas de hoy en día deben manejar una mezcla creciente de tipos de tráfico: voz, fax, datos multiprotocolo y tráfico de LAN.

Hoy mas que nunca, se necesitan nuevas soluciones de acceso a red que sean confiables, innovadoras, económicamente accesibles y diseñadas con vistas a su futura ampliación.

En este tema se presentan una serie de dispositivos de acceso y las características principales de estos, listados a continuación:

- **Computadoras:** Las computadoras (PC's) pueden convivir en cualquier ambiente de red local, ya sea emulando terminales de sistemas centralizados o como estaciones de trabajo en sistemas de computo distribuidos o de sistemas computo de colaboración.
- **Servidores de red local:** Los servidores de red local se encuentran implicados básicamente en dos tipos de redes:
  - a) **Redes cliente servidor (peer to peer):** Son las redes que permiten que cualquier entidad de la red solicite o proporcione servicios.
  - b) **Redes Server-Centric:** Son las redes que involucran una función bien definida para cada equipo. Por definición, estas redes ponen restricciones sobre a quienes puedan pedir servicios de ella.
- **Concentradores:** Los concentradores o hubs son dispositivos que trabajan sobre la capa 1 del modelo OSI, de ahí que sean multiprotocolos. Facilitan la administración de los cables y permiten un control simple de los mecanismos conectados. Utilizan el sistema de detección de colisiones definido por el estándar IEEE 802.3 a través de las especificaciones para LAN CSMA/CD (carrier sense multiple access/collision detection).

- **Switches LAN:** Los conmutadores o switches son mecanismos de intranetworking diseñados para incrementar el buen funcionamiento en las redes cliente/servidor. Habilita accesos dedicados, elimina colisiones, soporta conversaciones múltiples al mismo tiempo. Facilita la creación y la administración de redes virtuales. Permiten un escalamiento en el ancho de banda de la red al incrementar puertos conmutados.
- **Repetidores:** Operan en el nivel físico del modelo OSI. Amplifican y generan la señal. Retransmiten la señal sobre la siguiente sección de cable. No interfieren ni controlan datos.
- **Puentes:** Los puentes cumplen la función de filtrado y retransmisión comparando las direcciones de origen y destino de la capa MAC, utilizando para ello tablas de direcciones de LAN aprendidas dinámicamente. A esto se le denomina bridging transparente. Con el bridging transparente las trayectorias redundantes causarían paquetes duplicados y tormentas de broadcast. Esto se evita en el entorno de bridging local con el algoritmo de árbol de estación (spanning tree), el cual asegura que un puente o trayectoria redundantes permanezca en espera hasta ser requeridos.  
 En el entorno de bridging remoto se prefieren otros métodos de redundancia, tales como los enlaces de respaldo automático. Conectan redes distintas en una única red lógica. Realizan la interconexión decidiendo que paquetes transferir entre las redes LAN. La mayoría de los puentes aprenden automáticamente la configuración de la red y toman decisiones del enrutado en base a las direcciones de origen y de destino en los paquetes de la LAN.  
 El puente lee todos los paquetes transmitidos de un punto "A" y acepta aquéllos dirigidos a un punto "B", retransmitiéndolos "b" y viceversa.  
 Existe otra técnica de bridging de uso frecuente en entorno de Token Ring denominada enrutado de origen (source routing). Este nombre surge debido a que en la estación de origen intervienen activamente, en la determinación de la trayectoria a ser seguida por un paquete; hasta su estación de destino en otra LAN.
- **FEP's (Front End Processors):** Antes de la introducción de las redes de área local y aplicaciones cliente/servidor, las redes SNA consistían de cientos de líneas analógicas de baja velocidad. Los FEPs han evolucionado a lo largo de los años y actualmente, además de soportar sus funciones tradicionales, soportan también nuevas facilidades de conectividad, por lo que ahora también pueden permitir conexiones directas a redes de área local o enrutadores, ofreciendo así una alta funcionalidad. Los FEPs (front end processors) se encargaban de manejar el tráfico de uno o más Mainframe. Los FEPs son todavía el corazón de los backbones de las redes SNA. En general, se consideran sistemas inteligentes dedicados al control de líneas de comunicación y dispositivos.

- **Compuertas (Gateways):** Opera por encima del nivel de red del modelo OSI, actuando como conversores de protocolo. Un gateway es típicamente un dispositivo incluyendo hardware y software, pero puede ser implementado sólo por software. El gateway debe proporcionar conversión del formato del mensaje, conversión del protocolo y manejo de diferentes protocolos para el uso de diferentes arquitecturas.
- **DCE (Data Circuit Terminating Equipment):** A los DCE (Data Circuit Terminating Equipment) que trabajan con líneas analógicas se les conoce como Modem o Data Set. A los que trabajan con líneas digitales se les conoce como DSU/CSU (Data Service Unit/Channel Service Unit, unidad de servicio digital/unidad de servicio de canal). Un CSU es un dispositivo de interfaz digital que conecta equipos terminales de usuario al ciclo telefónico digital. Un DSU se puede usar con un CSU para proporcionar la conversión de señales o el reloj. Los DSU y CSU son frecuentemente envueltos en una sola unidad llamada DTU.
- **Modems DCE:** El nombre modem, proviene de la contracción de las palabras modulador-demodulador, las cuales se refieren a los métodos que se utilizan para hacer posible la transmisión de datos a través de un canal telefónico analógico. Modulación es el proceso, en el que se convierten datos digitales dentro de señales analógicas. Demodulación es el procesos en el que se pueden recuperar los datos digitales de la señal analógica que se utilizó para transportarlos.
- **Convertidores de velocidad e interfaz:** Aún cuando en el mundo de las comunicaciones de datos existen normas que se acuerdan, publican y cumplen para asegurar la comunicación entre equipos de distintos fabricantes, suelen crearse varias normas a fin de cumplir con el mismo objetivo. Por ejemplo, todas las normas V.35, X.21, V.36, RS-422 y RS-530 tratan de las comunicaciones de alta velocidad y tienen muy pequeñas diferencias funcionales, pero varían en sus características eléctricas y físicas. De acuerdo a la aplicación de que se trate, la conversión puede involucrar uno o más de los siguientes aspectos:

*Eléctrico:* Conversión de niveles de señal.

*Físico:* Brindan diferentes tipos de conectores.

*Funcional:* Convierte la operación funcional de las señales.

*Velocidad:* Conversión de una velocidad de datos a otra

- **Servidores de acceso remoto:** El Acceso remoto es un término que describe la conectividad remota hacia la LAN o hacia un servicio directo desde usuarios individuales que laboran en su hogar, pequeñas sucursales remotas, etc. Permitiendo de esta forma, el acceso a los recursos de la red. Involucra una serie de puertos asíncronos en los se conectan los modems.  
La comunicación es posible a través de una gama de servicios WAN, incluyendo las líneas arrendadas de marcado asíncronas, ISDN, X.25 y Frame Relay.
- **Compartidores de puertos:** Un dispositivo compartidor trabaja en el nivel físico del modelo OSI y solo es responsable por la conexión física entre un recurso y sus usuarios. El direccionamiento y el polling efectivos son administrados por los usuarios así como el recurso o tarea a la que accesen. La principal función de dicho dispositivo compartidor es el de administrar la contención de los usuarios a un cierto recurso, tarea o aplicación; asegurar en todo momento que sólo uno de los usuarios este conectado a cierto recurso y asegurar que todos los usuarios tengan oportunidad de acceder a él; por ejemplo el compartir los recursos de una impresora.
- **Multiplexores:** La amplia gama de servicios digitales actuales y las distintas estructuras de precios, exigen productos de acceso que brinden la flexibilidad necesaria para beneficiarse de estos servicios. Los multiplexores de acceso brindan esta flexibilidad asegurando soluciones confiables y económicamente ventajosas para las WAN con una amplia gama de servicios digitales, incluidos los backbones digitales E1/T1 o E1/T1 fraccionario, servicios digitales n x 64 Kbps, ISDN, líneas arrendadas o hasta líneas analógicas. Un multiplexor o Mux es un dispositivo que permite compartir un medio de transmisión para enviar diferentes tipos de señales a través de él, de forma tal; que cada fuente de datos, voz o video, tengan un canal propio. Existen principalmente dos técnicas de multiplexaje:

  - a) FDM (Frequency Division Multiplexing): Es una técnica basada en una tecnología analógica, por lo que está limitada por ruido e interferencias.
  - b) TDM (Time Division Multiplexing):- Se basa en asignar espacios por ranuras de tiempo (time slots) y transmitir muestras de voz de diferentes canales a un ritmo tal, que los usuarios tienen la sensación de estar usando el medio de forma transparente. Las muestras de voz se digitalizan previamente mediante la técnica PCM (Pulse Code Modulation).
- **Enrutadores:** Los enrutadores o routers son equipos que operan en el nivel de red del modelo OSI, por lo cual depende del protocolo que utilizan para interconectar redes separadas y heterogéneas formando una red de mayor dimensión. Tienen la capacidad de direccionar información con diferentes tipos de protocolos. Los enrutadores admiten cualquier topología y proporcionan el método más rentable de enrutamiento y el compartir cargas. Proporcionan control de tráfico, filtrado de paquetes, estadísticas de funcionamiento.

Son dependientes del protocolo y disponibles en modelos que manejen solo un protocolo o son multiprotocolos. Son inteligentes y configurables.

- **Compresores de Datos:** Con estos equipos se utilizan técnicas que codifican los datos antes de transmitirlos, usando un menor número de bits que en la información original, con lo cual se reducen el tiempo y el costo de las comunicaciones. Del lado remoto, otro compresor de datos decodifica la información de nuevo a su forma original, brindando transparencia de extremo a extremo. La compresión de datos permite enviar información a alta velocidad por canales de baja velocidad. Esto baja los costos de comunicaciones y mejora el tiempo de respuesta.
- **Switches WAN:** Los switches realizan la conmutación de información a través de enlaces de alta velocidad mediante el uso de tecnologías de área amplia como ATM y Frame Relay. Permite mejor administración del ancho de banda. Aprovechamiento de los recursos de los carriers de servicio público. Reducción de costos por enlaces. Monitoreo de los servicios.
- **Administradores de ancho de banda**
  - a) **Asignación dinámica del ancho de banda:** Los administradores de ancho de banda integrado asignan ancho de banda en forma dinámica según las necesidades de cada aplicación (datos, voz, fax, LAN, etc). Ello da como resultado un mínimo desperdicio y utilización efectiva del ancho de banda.
  - b) **Voz sobre Frame Relay:** Los administradores de ancho de banda integrado pueden ser utilizados como Dispositivos de Acceso a Frame Relay (FRAD's - Frame Relay Access devices) a una red de Frame Relay pública o privada. A fin de garantizar comunicaciones de voz de alta calidad y bajo retardo, se necesita en el FRAD un sistema de asignación de prioridades que asigna a la comunicación de voz el nivel de prioridad más alto. Se puede asignar una prioridad más alta a los protocolos sensibles al tiempo, tal como en el SNA, para asegurar la integridad de la sesión.
- **Dispositivos de acceso a servicios digitales:** Los servicios digitales brindan un enlace digital desde las oficinas del cliente a la central telefónica o punto de presencia más próximos. La creciente demanda de ancho de banda WAN, alimentada por la necesidad en aumento de intercambio de información más rápido, lleva a una mayor demanda de servicios digitales por parte de carriers y proveedores de servicios sustituyendo las líneas analógicas más tradicionales y más lentas.

Los dispositivos de acceso a servicios digitales (Digital Service Access Devices o DSU/CSU en América del Norte, LTU en Europa) proporcionan a los equipos de usuario (CPE, Customers Premises Equipment) la interfaz digital a los servicios digitales del proveedor de servicios. Estos pueden incluir servicios de 56/64 kbps, servicios de E1/T1 fraccionario, así como E1/T1 completo y E3/T3 para el acceso a redes transparentes TDM, Frame Relay, SMDS e IP.

Las CSU/DSU y las LTU se distinguen de los modems digitales comunes por ser parte integral de la red y por extender la red telefónica a las oficinas del usuario. Los requisitos de red pueden definirse en términos de administración, prestaciones de transmisión, tasa de error o prestaciones de diagnóstico.

Las unidades de acceso a servicios digitales cumplen dos funciones:

- \* La DSU le brinda a los CPE, tales como routers y multiplexores, una interfaz digital estándar. Por ejemplo unas de estas interfaces son V.24, V.35, X.21 y E1/T1. Las DSU se pueden también utilizar para asegurar el cumplimiento de requisitos del proveedor de servicios tales como densidad de "unos" y formato de entramado E1/T1.
- \* La CSU o LTU se utiliza para terminar la línea de transmisión del proveedor de servicios, asegurando una transmisión y recepción de datos de alta calidad entre la oficina del usuario y la oficina central.

Los progresos actuales en la tecnología del acceso a servicios digitales comprenden:

- \* Agentes SNMP estándar, con administración remota desde una oficina central.
- \* Tecnología de multiplexado, ofreciendo un dispositivo único que brinda funcionalidad de CSU/DSU y multiplexado a un número limitado de puertos de datos y de PABX.
- \* La integración de las CSU/DSU a las CPE (Customer Premises Equipment, equipos de usuario) tales como multiplexores, routers, dispositivos de accesos a Fame Relay, etc.
- \* Codificación de la línea más avanzada, para mejorar el alcance a altas velocidades, tales como HDLS.

## **CAPITULO IV**

### **CRITERIOS DE SELECCION Y EVALUACION**

La limitación de conmutadores de división de tiempo es el tiempo de ciclo de la memoria. Si cada acceso requiere  $T$  microsegundos, el tiempo para procesar un marco es  $2nT$ , y debe ser menos de 125 microsegundos. Si  $T$  es 100 nanosegundos,  $n=625$ . Se puede construir conmutadores con etapas múltiples para solucionar este problema.

## 1.5.6 SERVICIOS

ISDN es *Integrated Services Digital Network*. Es un servicio inventado en 1984 por las compañías de teléfonos para proveer una conexión digital directamente al cliente. Usa conmutación de circuito. Ahora está disponible en muchos mercados.

Para los usuarios domésticos ofrece dos canales de 64 kbps para voz/datos y uno de 16 Kbps para el control fuera de banda. Para la empresa, 23 o 30 canales de voz/datos en vez de dos.

Problema: ¡Es demasiado lento! El proceso de estandarización duró años. Durante el mismo período la tecnología de red avanzó rápidamente. Ahora redes LAN de 10 y 100 Mbps son comunes. Sin embargo, un uso interesante es conexiones de Internet de uso doméstico.

### 1.5.6.1 Broadband ISDN y ATM

Broadband ISDN provee un circuito virtual digital para transferir paquetes de tamaños fijos (celdas) con una velocidad de 155.52 Mbps. Está basado en ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), que es una tecnología de conmutación de paquetes orientada a conexión.

No se pueden usar los conmutadores de división de espacio ni de tiempo con ATM. Tampoco se pueden usar los local loops existentes. La conversión a ATM representa un cambio enorme.

Broadband ISDN es una combinación de la conmutación de circuito y de paquetes. El servicio es orientado a la conexión pero es implementado con conmutación de paquetes. Hay dos clases de conexiones:

- **Circuitos virtuales permanentes.** Persisten meses o años.
- **Circuitos virtuales conmutados.** Temporales, como llamadas de teléfono.



La creación de un circuito en ATM es el proceso de encontrar un camino por la red. Los conmutadores en la ruta guardan entradas de tabla y tal vez reserven recursos. Cuando un paquete llega en un conmutador, busca qué circuito virtual pertenece en el encabezamiento del paquete y determina en qué línea debiera reenviar el paquete. ATM es asíncrono. Por contraste con T1, no hay ningún requerimiento que las celdas de fuentes distintas se alternen rigidamente. Los ordenes aleatorios e incluso brechas en el flujo son permisibles.

ATM no especifica el medio; ambos, los cables y las fibras son posibles. Las conexiones son punto-a-punto y half-duplex. La velocidad principal es 155.52 Mbps; la alternativa es 622.08 Mbps (estas son compatibles con SONET).

### 1.5.7 CONMUTADORES (SWITCHES) DE ATM

Las celdas de ATM llegan con una velocidad de alrededor de 150 Mbps, o 360.000 celdas por segundo (una celda cada 2,7 microsegundos; con el ATM más rápido, cada 700 nanosegundos). Un conmutador tiene desde 16 a 1024 líneas de entrada. Para poder construir los conmutadores es necesario que las celdas sean cortas (53 bytes).

Requerimientos:

- La tasa de perder paquetes debe ser muy baja (1 celda en  $10^{12}$ , por ejemplo).
- Nunca se puede cambiar el orden de las celdas en un circuito virtual.

Un problema básico: ¿Qué pasa cuando dos celdas quieren ir por la misma línea de salida en el mismo ciclo?

- No se puede descartar una de las celdas.
- Podemos usar una cola para cada línea de entrada. Introduce el efecto de bloqueo de la cabeza de cola: Pueden ser celdas que se enrutan tras de la cuál está bloqueada.
- Otra posibilidad es una cola para cada línea de salida.

**1.5.8 Conmutador de knockout.** Tiene un bus de broadcast para cada línea de entrada. La activación de las intersecciones determinan las líneas de salida. Cada línea de salida tiene una sola cola virtual que se representa con  $n$  reales y un *shifter*. Porque  $n$  es normalmente menos que el número de líneas de entrada, un *concentrador* escoge las celdas a descartar si llegan demasiados.

**1.5.9 Conmutador de Batcher-Banyan.** El problema con el conmutador de knockout es que semejante a un conmutador de crossbar. El Batcher-Banyan es un conmutador de etapas múltiples para los paquetes.

## 1.6 LAN SWITCHING

### 1.6.1. INTRODUCCION

Recordando cuando las redes Token Ring de 4 Mbps y Ethernet de 10 Mbps nos ofrecían el ancho de banda y rendimiento que necesitábamos. Entonces se incrementaron el número de usuarios en la red, computadoras con mayor capacidad de procesamiento y aplicaciones que utilizan mayor ancho de banda, en un ambiente compartido, tradicionalmente como Ethernet y Token Ring nos llevaron a saturar el ancho de banda afectando el rendimiento de la red.

Para resolver estos problemas, se han tomado medidas tales como segmentación con routers creando mas segmentos LAN, con menor número de usuarios; esto ayudo un poco, pero esta solución era temporal y costosa. El punto malo de esta solución, era que esta situación se iba agravando a medida de nuevas aplicaciones y mayor número de usuarios. Debido a esto nace la tecnología de redes LAN conmutadas (LAN switching) que puede proteger la inversión existente y restaurar el desempeño de la red.

### 1.6.2. TECNOLOGÍA DE CONMUTACIÓN (SWITCHING)

La tecnología de conmutación en redes LAN es una manera eficiente de envío directo de información del puerto origen al puerto destino. La conmutación en una red incrementa el desempeño y la flexibilidad a los cambios que sucedan en ella. La conmutación establece una línea de comunicación directa entre dos puertos, mantiene conexiones múltiples, simultáneas y conexiones entre varios puertos. Lo que se hace principalmente, es segmentar el tráfico en grupos de trabajo o de acceso algún servidor en común, fig.(1.6.2a). En comparación de las redes que tienen equipos en medios compartidos, fig.(1.6.2b); donde solo se puede establecer una conexión y transmisión de información a la vez.

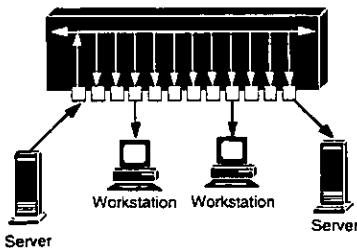


Fig 1.6.2a Concentrador en un medio Compartido.

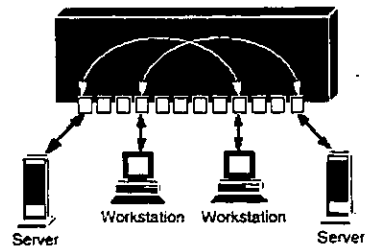


Fig 1.6.2b Concentrador en un medio Conmutado.

Un conmutador LAN es un bridge multipuerto de alta velocidad con importantes distinciones:

- **Ancho de banda dedicado:** Los conmutadores LAN permiten tener disponible el ancho de banda de la red durante cierto tiempo de transmisión, en otras palabras siempre uno dispone del ancho de banda de la red en todo momento.
- **Administración de broadcast:** El envío de broadcast solo se hace a los puertos donde existe un grupo cerrado de usuarios.
- **Redes Virtuales (VLAN's):** Los conmutadores LAN permiten la creación de grupos lógicos de usuarios independientemente de su localidad física. Las VLAN's también proveen una mejor seguridad y administración, los estándares para VLAN's están actualmente bajo desarrollo.

Estas características y la facilidad de configuración se traducen en un mejor porcentaje de precio/desempeño. Los conmutadores LAN crean una matriz de circuitos o líneas de alta velocidad que soportan múltiples usuarios en un mismo momento

Existen dos tipos básicos de conmutación: conmutación por celdas y tramas.

- **Conmutación por celdas:** La transmisión de datos esta compuesta por un arreglo de celdas de tamaño fijo. La conmutación de celdas esta asociada con ATM (en el presente trabajo se describe esta tecnología).
- **Conmutación por tramas (Frames):** los paquetes de datos varían en longitud. La conmutación de tramas permite a los usuarios tener el ancho de banda que necesitan por el tiempo que lo requieran restableciéndose el total en la red cuando la transmisión ha finalizado. La conmutación de tramas permite llamadas dedicadas entre dispositivos de una red LAN.

Estas características nos permitirán tener red corporativa donde el incremento de usuarios podrá hacerse sin mayores cambios a la red LAN.

### 1.6.3. Redes Compartidas vs Redes Conmutadas.

Históricamente las redes LAN crecieron y se desarrollaron en ambientes compartidos caracterizados por varios métodos de acceso a LAN; por una instancia, la dirección MAC (Media Access Control) para Ethernet, Token Ring y FFDI (Fiber Distributed Data Interface); cada una con sus reglas que determinan como los datos son transmitidos sobre un medio físico compartido.

Tradicionalmente las redes LAN Ethernet trabajan a 10 Mbps sobre su segmento de red, las estaciones o servidores conectados a través de concentradores (hubs), repetidores al segmento de red; crean un dominio de broadcast.

Cada estación o servidor es capaz de recibir las transmisiones de todas las estaciones, pero solo en modo half-duplex. Esto significa que las estaciones no puede enviar y recibir datos simultáneamente. En el ambiente Ethernet, solo se permite, un nodo en un segmento de red transmitir en un tiempo, debido al protocolo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Collision detection); el cual se encarga del manejo de colisiones de paquetes, las colisiones afectan en el tiempo de transmisión de la información.

Los conmutadores Ethernet segmentan una red LAN en sus diferentes puertos, un puerto puede ser configurado como un segmento con una sola estación o muchas estaciones conectadas a él. En la realidad, el segmento es un dominio de colisiones y las reglas están basadas en el protocolo CSMA/CD. Si una sola estación es conectada a un puerto del conmutador, en este puerto no habrá colisiones y podrá operar en modo full-duplex ya que no requiere de la detección de colisiones.

Un conmutador LAN operando en modo full-duplex permite que el tráfico de datos sea enviado y recibido simultáneamente, aumentando el throughput en redes Ethernet de 10 Mbps a 20 Mbps, de 100 Mbps a 200 Mbps. Los grupos de trabajo conectados a un concentrador y un conmutador no podrán operar en modo full-duplex, debido a que el concentrador es gobernado por los requerimientos de detección de colisiones. El grupo de trabajo conectado a un concentrador es un segmento Ethernet no conmutado.

## **1.6.4 TECNOLOGIAS DE CONMUTACION A NIVEL DE BACKBONE**

### **1.6.4.1 Conmutación Ethernet**

Ethernet esta basado en el aprovechamiento de medios compartidos, esto es, que todos los dispositivos comparten el mismo medio de transmisión de datos y en un solo momento es utilizado por un solo dispositivo, esto se logra mediante el protocolo CSMA/CD.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection; Portadora con Detección de Colisiones). En este protocolo de acceso un mensaje se transmite por cualquier estación o nodo de la red en cualquier momento, mientras la línea de conmutación se encuentra sin tráfico. Es decir, antes que ese nodo transmita, toma un tiempo para verificar que ningún otro lo esté haciendo. Por lo tanto el primer mensaje que se envía es el primero en atenderse.

Cuando dos o más nodos transmiten simultáneamente, ocurren colisiones y el proceso se repite hasta que la transmisión sea exitosa; así se impide la pérdida de datos.

- **Ventajas:** Amplio mercado comercial, diversos fabricantes que ofrecen bajos costos por puerto y costo reducido a la migración de VLANS.
- **Desventajas:** La utilización de la red se limita a un 33% en redes compartidas, no es muy eficiente en el tiempo sensitivo de tráfico y no permite la interconexión de VLAN's en conmutadores LAN de diferentes fabricantes.

#### 1.6.4.2 Conmutación Token Ring

Como en Ethernet. Token Ring esta basado sobre un medio compartido. Algunos switches Token Ring operan en half-duplex a 16 MBPS y full-duplex a 32 Mbps.

El método de medio de acceso utilizado en Token Ring, consiste en que cada dispositivo conectado a la red sobre un anillo lógico, espera su turno para examinar el token y verificar si deberá contestar el mensaje que ha sido enviado por otro dispositivo de la red o de otro modo si este puede ser el dispositivo que envía el control de token para la transmisión de datos.

- **Ventajas:** Buena implementación tecnológica, el porcentaje de utilización de la red es del 80% en medios compartidos, soporta los requerimientos de una red con muchos usuarios y soporta VLAN's.
- **Desventajas:** Los estándares de Token Ring difieren de los diversos fabricantes, es una tecnología no muy madura, el costo de tecnología de conmutación es mayor que la Ethernet.

#### 1.6.4.3 Conmutación en 100Base-T (Fast Ethernet).

Como en Ethernet y Token Ring, la conmutación de 100Base-T, o Fast Ethernet, está basado en medios compartidos. La mayor ventaja de 100Base-T es que sus funciones son idénticas a 10Base-T, pero opera 10 veces más rápido y el costo de esta se incrementa, Algunos de estos conmutadores soportan full-duplex Fast Ethernet con una velocidad de 100 Mbps.

- **Ventajas:** Buena implementación tecnológica, soportado por diversos fabricantes, mejor aprovechamiento del ancho de banda, en comparación de la conmutación de 10Base-T.
- **Desventajas:** Es una tecnología de mayor costo en comparación con 10Base-T, incompatible la creación de VLAN's con tecnología de diferentes fabricantes.

#### 1.6.4.4 Conmutación en FDDI

FDDI fue diseñado como una tecnología altamente tolerante a fallas, implementada por muchas grandes redes con una mayor rentabilidad; también usa un esquema de token-passing similar a Token Ring y puede operar en full-duplex dependiendo de la tecnología del fabricante.

- **Ventajas:** Es una tecnología robusta y de buena implementación tecnológica, un alto porcentaje de utilización es en redes de medios compartidos.
- **Desventajas:** Altos costos de implementación y seguridad, no existen estándares para su operación en full-duplex.

#### 1.6.4.5 Conmutación en ATM

ATM es una tecnología orientada a conexión y provista de "QoS" para garantizar la calidad de cierto tipo de tráfico. El retraso de tiempo en aplicaciones de voz y video es minimizado por una celda ATM, que tiene un arreglo de 48 bytes de información y 5 bytes de header. Sus especificaciones pueden proveer el flujo de control, señalización y ruteo entre diferentes fabricantes de conmutación y un alto grado de integridad (en el presente trabajo se describe esta tecnología).

- **Ventajas:** Manejo de diferentes tipos de tráfico, (voz, datos y video). LANE (LAN Emulation) provee una integridad de hardware y software. Variedad de costos en los diferentes fabricantes. Escalabilidad e integridad a futuro.
- **Desventajas:** Carece de integridad en ciertos niveles. Las compañías de carrier ofrecen altos costos en los servicios ATM.

## 1.7 RUTEO Y DIRECCIONAMIENTO

El ruteo y direccionamiento se lleva a cabo en la capa 3 del nivel de referencia OSI. Básicamente el ruteo es la forma en que se transporta la información a través de una red, el direccionamiento es la técnica para especificar el destino de dicha información.

### 1.7.1 NIVEL DE RED

Rutea los paquetes de la fuente al destino final a través de ruteadores intermedios. Tiene que saber la topología de la subred, evitar la congestión, y manejar los casos cuando la fuente y el destino están en redes distintas.

El nivel de red normalmente es la interfaz entre el portador y el cliente. Sus servicios son los de subred, los cuales son:

- Los servicios deben ser independientes de la tecnología de la subred.
- Se debe resguardar el nivel de transporte de las características de las subredes.
- Las direcciones de red disponibles a nivel de transporte deben usar un sistema uniforme.

La gran decisión en el nivel de red, es si el servicio debe ser orientado a conexión o no:

**Sin conexión (Internet).** La subred no es confiable; porta bits y no más. Los hosts tienen que manejar el control de errores. El nivel de red ni garantiza el orden de paquetes ni controla su flujo. Los paquetes tienen que llevar sus direcciones completas de destino.

**Orientado a la conexión (sistema telefónico).** Los pares en el nivel de red establecen conexiones con características tal como la calidad, el costo, y el ancho de banda. Se entregan los paquetes en orden y sin errores, la comunicación es dúplex, y el control de flujo es automático.

El punto central en este debate es donde ubicar la complejidad. En el servicio orientado a la conexión está en el nivel de red, pero en el servicio sin conexión está en el nivel de transporte. Como ejemplo de los dos enfoques se tiene Internet y ATM.

### 1.7.2 ESTRUCTURA INTERNA DE LA SUBRED

Hay dos posibilidades que son independientes del servicio que se ofrece.

**Circuitos virtuales.** Dentro de la subred normalmente se llama una conexión a un circuito virtual. En un circuito virtual uno evita la necesidad de elegir una ruta nueva para cada paquete. Cuando se inicializa la conexión, se determina una ruta de la fuente al destino que es usada por todo el tráfico:

- Cada ruteador tiene que guardar la dirección a donde debe reenviar los paquetes para cada uno de los circuitos que lo pasan. Los paquetes tienen un campo de número de circuito virtual en sus encabezados, y los ruteadores usan este campo, la línea de entrada, y sus tablas de ruta para reenviar el paquete en la línea de salida propia.
- Se cobra el tiempo que la conexión existe, que corresponde a la reservación de entradas de tabla, ancho de banda, etc.

**Datagramas.** Son paquetes que se rutean independientemente.

- Los ruteadores tienen solamente las tablas que indican que línea de salida usar para cada ruteador de destino posible (Se usan estas tablas en los circuitos virtuales también, durante la inicialización de un circuito).
- Cada datagrama tiene la dirección completa del destino.
- El establecimiento de las conexiones en el nivel de red o de transporte no requiere ningún trabajo especial de los ruteadores.

Cada combinación de servicio y estructura interna es posible y existe. Ejemplos: UDP sobre IP (sin conexión, datagrama), TCP sobre IP (conexión, datagrama), UDP sobre IP sobre ATM (sin conexión, circuito virtual), ATM AAL1 sobre ATM (conexión, circuito virtual).

### 1.7.3 ALGORITMOS DE RUTEO

El *algoritmo de ruteo* decide en que línea de salida se debe transmitir un paquete que se recibe. Propiedades deseables:

- **Exactitud y sencillez.**
- **Robustez.** Una red puede operar por años y experimentará fallas de software y hardware. El algoritmo de ruteo no debe requerir que se reinicialice la red después de fallas parciales.
- **Estabilidad.** Debe tener un equilibrio.
- **Justicia y optimización.** Estas propiedades son frecuentemente antagónicas. Se necesita un buen balance entre la eficiencia global y la justicia individual. ¿Qué podemos optimizar? El retraso por paquete o la utilización global de la red son factibles. Estos también están en contra, porque con un 100% de utilización los retrasos aumentan. Una solución intermedia es minimizar el número de saltos.

Los algoritmos pueden ser adaptivos o no. Los primeros cambian sus decisiones de ruteo para reflejar la topología y el tráfico en la red. Los últimos son estáticos.

**El principio de optimización.** Si el Ruteador J está en el camino óptimo desde Ruteador I a Ruteador K, entonces la ruta óptima desde J a K está en la misma ruta. El conjunto de rutas óptimas forma el *árbol de hundir (sink tree)*. El propósito de los algoritmos de ruteo es descubrir y usar los árboles de hundir de todos los ruteadores. Un problema es que la topología cambia.



### 1.7.3.1 Algoritmos Estáticos

**Camino más corto.** Se calculan los caminos más cortos usando alguna métrica. Posibilidades: el número de saltos, la distancia física, el retraso de transmisión por un paquete de prueba, el ancho de banda, el tráfico promedio, el costo de comunicación, etc.

**Inundación.** Se manda cada paquete que llega sobre todas las otras líneas. Puede generar un número infinito de paquetes, así que se necesita un método para restringir la inundación, mejor conocido en el medio como tormenta de Broadcast.

- Se puede usar un contador de saltos en cada paquete que se decrementa después de cada salto. Cuando el contador es cero se descarta el paquete.
- Se pueden guardar números de secuencia agregados por cada ruteador a los paquetes. Los ruteadores mantienen listas de los números de secuencia más altos que se presenten y descartan los paquetes que son duplicados.
- En la tormenta de broadcast se mandan los paquetes solamente sobre las líneas que salen más o menos en la dirección correcta.

**Ruteo basado en el flujo.** Usa la topología y la carga para determinar las rutas óptimas. Si el tráfico entre nodos es conocido, se le puede analizar usando la teoría de colas. Probando conjuntos distintos de rutas se puede minimizar el retraso promedio de la red.

En general las redes modernas usan los algoritmos dinámicos en vez de los estáticos.

### 1.7.4 RUTEO DE VECTOR DE DISTANCIA

Se llama así a los algoritmos *Bellman-Ford* y *Ford-Fulkerson*. Estos fueron los algoritmos originales de ruteo de la ARPANET. Cada Ruteador mantiene una tabla (un vector) que almacena las mejores distancias conocidas a cada destino y las líneas a usar para cada destino. Se actualizan las tablas intercambiando información con los vecinos. La tabla de un ruteador almacena una entrada para cada uno de los ruteadores en la subred (los ruteadores son los índices). Las entradas almacenan la línea preferida de salida y una estimación del tiempo o la distancia al destino. Se pueden usar métricas distintas (saltos, retrasos, etc.).

Cada ruteador tiene que medir las distancias a sus vecinos. Por ejemplo, si la métrica es el retraso, el ruteador la puede medir usando paquetes de eco. Cada tiempo T (msecs), los ruteadores intercambian sus tablas con sus vecinos. Un ruteador usa las tablas de sus vecinos y sus mediciones de las distancias a sus vecinos para calcular una nueva tabla. El ruteo de vector de distancia sufre el problema que incorpora buenas noticias rápidamente pero malas noticias muy lentamente.

Hay muchas soluciones a este problema, pero ninguna lo soluciona completamente. Una solución usada frecuentemente es la del *horizonte partido*. En esta variación del algoritmo la única diferencia es que siempre se reporta una distancia infinita a ruteador X sobre la línea que se usa para rutear a X.

### 1.7.5 RUTEO DE ESTADO DE ENLACE

En 1979 se reemplazó el uso del ruteo de vector de distancia en la ARPANET. En ese entonces se tenían dos problemas principales:

- La "métrica", era la longitud de las colas y no consideraba los anchos de banda de las líneas (originalmente todos eran 56 kpbs).
- El tiempo para converger era demasiado grande.

El nuevo algoritmo que se usa es el *ruteo de estado de enlace*. Este tiene cinco partes. Cada ruteador tiene que:

**Descubrir los vecinos.** Cuando se reinicializa un ruteador, manda paquetes especiales de saludos sobre cada línea punto-a-punto suya. Los vecinos contestan con sus direcciones únicas. Si más de dos ruteadores están conectados por la LAN, se modela la LAN como un nodo artificial.

**Medir el costo.** El ruteador manda paquetes de eco que los recipientes tienen que contestar inmediatamente. Se divide el tiempo por el viaje de ida y vuelta para determinar el retraso.

- Un punto interesante es si debiera incluir en el retraso la carga de la línea. Esto corresponde a iniciar el reloj del viaje cuando se pone el paquete en la cola o cuando el paquete alcanza la cabeza de la cola.
- Si incluimos la carga, se usan las líneas menos cargadas, que mejora el rendimiento. Sin embargo, en este caso es posible tener oscilaciones grandes en el uso de las líneas.

**Construcción del paquete.** El paquete consiste en la identidad del controlador, un número de secuencia, la edad, y la lista de vecinos y retrasos. Se pueden construir los paquetes periódicamente o solamente después de eventos especiales.

**Distribuir los paquetes de estado de enlace.** Esto es la parte más difícil del algoritmo, porque las rutas en los ruteadores no cambian juntas. La idea fundamental es usar la tormenta de broadcast.

- Para restringir la tormenta de broadcast se usan los números de secuencia que se incrementan cada vez se reenvía un paquete. Los ruteadores mantienen pares del ruteador de fuente y el número de secuencia que han visto, y descartan los paquetes viejos. Los paquetes nuevos se reenvían sobre todas las líneas salvo la de llegada.
- Para evitar que el número de secuencia se desborde, se usan 32 bits.
- Para evitar que los paquetes puedan existir por siempre, contienen un campo de edad que se decrementa.
- Si un ruteador cae o un número de secuencia se convierte malo, se perderán paquetes. Por lo tanto se incluye un campo de edad en cada entrada en la lista. Se decrementa este campo cada segundo y se descarta la información que tiene una edad de cero.

### 1.7.6 RUTEO JERARQUICO

Las tablas de ruta crecen con la red. Después de algún punto no es práctico mantener toda la información sobre la red en cada ruteador. En el ruteo jerárquico se divide la red en regiones. Los ruteadores solamente saben la estructura interna de sus regiones.

### 1.7.7 RUTEO DE BROADCAST

Para el broadcast de información hay algunas posibilidades. La más sencilla es mandar un paquete distinto a cada destino, pero ésta malgasta ancho de banda. Otra posibilidad es la tormenta de broadcast pero genera demasiados paquetes y consume demasiado ancho de banda. En el *ruteo de destinos múltiples*, cada paquete almacena la lista de destinos. Cada paquete tiene una nueva lista de destinos. Se divide la lista original sobre las líneas de salida. Se puede usar el árbol de hundir o cualquier árbol de cobertura para la red, pero esto requiere que los ruteadores conozcan el árbol (que no es el caso en el ruteo de vector de distancia).

En el algoritmo que reenvía usando el camino inverso (*reverse path forwarding*), se aproxima el comportamiento del uso de un árbol de cobertura. Cuando un paquete llega, se lo reenvía solamente si llegó sobre la línea que se usa para mandar paquetes a su fuente. Es decir, si el paquete llegó sobre esta línea, es probable que tome la mejor ruta a este ruteador. De lo contrario, es probable que sea un duplicado.

### 1.7.8 ALGORITMOS DE CONTROL DE CONGESTION

Cuando hay demasiados paquetes en alguna parte de la subred, el rendimiento baja. Esta situación se le conoce como *congestión*.

Razones para la congestión:

- Contienda para las líneas (problemas para establecer enlaces).
- Memoria insuficiente en los ruteadores. Más memoria puede ayudar hasta un punto, pero aun cuando los ruteadores tengan memoria infinita, la congestión empeora, se hace logarítmica; ya que los paquetes expiran antes de llegar a la cabeza de la cola.
- Procesadores lentos. Si las CPUs no son suficiente rápidas, las colas pueden aumentar aun cuando exista capacidad en las líneas.

El control de la congestión no es el mismo que el control de flujo. En el último el problema es evitar que el controlador mande más datos de lo que el receptor pueda procesar, mientras que en el control de congestión el problema es evitar sobrecargar la capacidad de la red.

Se dividen las soluciones al problema de control de congestión en dos clases:

- **Loop abierto.** Estas intentan evitar el incidente de congestión. Usan algoritmos para decidir cuando aceptar más tráfico, cuando descartar paquetes, etc. Los algoritmos no utilizan el estado actual de la red.
- **Loop cerrado.** Estas monitorean el sistema para la congestión y su ubicación, pasan esta información a los lugares donde se la pueden utilizar, y ajustan la operación del sistema para corregir el problema.

### 1.7.9 FORMACION DEL TRAFICO

Una razón principal de la congestión es que el tráfico viene frecuentemente en ráfagas. Un método de loop abierto para manejar la congestión es forzar que el tráfico sea más predecible. A esto se le llama *formación del tráfico*.

La idea en la formación del tráfico es controlar la velocidad promedio de la transmisión de datos y la incidencia de ráfagas.

Un cliente puede solicitar servicio para tráfico con algún patrón. Entonces el portador tiene que vigilar que el tráfico del cliente tiene este patrón (la *vigilancia del tráfico*). Esto es más sencillo con los circuitos virtuales que con los datagramas.

**Algoritmo de cubo de token.** El algoritmo de cubo agujereado nunca permite ráfagas en la salida. Para muchas aplicaciones es deseable que se permitan más variaciones en la velocidad de salida. En el algoritmo de cubo de token, el cubo contiene tokens en vez de paquetes. Se añade un token nuevo cada intervalo al cubo hasta algún máximo. Para transmitir un paquete se necesita sacar un token del cubo.

- No se descartan paquetes cuando el cubo está lleno, sino tokens.
- En vez del derecho de mandar un paquete, los tokens pueden significar el derecho de mandar algún número de bytes.
- El algoritmo permite las ráfagas pero hasta alguna longitud limitada  $S$ . Si la capacidad del cubo es  $C$  bytes, los tokens llegan con una velocidad de  $p$  bytes/seg, y la velocidad de salida máxima es  $M$ , tenemos  $C + pS = MS$ , ó  $S = C/(M-p)$ . Si  $C = 250$  KB,  $M = 25$  MB/seg, y  $p = 2$  MB/seg, el tiempo de ráfaga máxima es 11 mseg y su tamaño es 272 KB.

La vigilancia de estos esquemas requiere que la red simule los algoritmos.

#### 1.7.10 CONTROL DE CONGESTIÓN EN SUBREDES DE CIRCUITOS VIRTUALES

Un algoritmo de loop cerrado que se puede usar en las subredes de circuitos virtuales es el *control de entrada*. Cuando se ha señalado la congestión, no se establecen más circuitos virtuales.

Otro enfoque es rutear los circuitos virtuales nuevos alrededor de las áreas con problemas. También se pueden negociar las características de la conexión durante su establecimiento y reservar el ancho de banda necesario, pero malgasta recursos.

### 1.7.11 PAQUETES DE BLOQUEO

Cada Ruteador puede monitorear las utilizaciones de sus líneas. Puede mantener una variable  $u$  para la utilización que se actualiza según:

$$u_{\text{nuevo}} = a u_{\text{viejo}} + (1-a)f$$

\* donde:  $a$  es una constante y  $f$  es la utilización del instante.

Cuando  $u$  supera algún límite, la línea de salida entra en un estado de aviso. Si la línea de salida de un paquete nuevo está en un estado de aviso, se manda un *paquete de bloqueo* a su host de fuente original. Este paquete de bloqueo lleva el destino encontrado en el paquete, que permite que la fuente pueda identificar el paquete y la ruta que generaron el paquete de bloqueo. Se establece un bit en el encabezado del paquete que previene la generación de nuevos paquetes de bloqueo y lo reenvía como normal.

Cuando un host recibe el paquete de bloqueo, debe reducir el tráfico al destino especificado por  $X$  por ciento. Porque ya hay otros paquetes en la ruta que generarán más paquetes de bloqueo, el host los debiera ignorar por algún intervalo. Después del intervalo, si hay más paquetes de bloqueo, debe reducir el flujo de nuevo. Si ningún paquete de bloqueo llega después de algún tiempo, el host puede aumentar el flujo. Normalmente los decrementos son 0.50, 0.25, etc. de la velocidad original. Los incrementos son más pequeños para evitar una nueva incidencia de congestión.

Un problema con este algoritmo es el host cambia su comportamiento voluntariamente. Una variación entonces es el *algoritmo con colas justas*. Cada línea de salida en un ruteador tiene un conjunto de colas, una para cada línea de entrada. El ruteador transmite un paquete por cola en turno. Si un host manda demasiado paquetes, no afecta a otros.

- Una modificación del algoritmo es tomar en cuenta los tamaños de los paquetes. En esto se elige el próximo paquete usando eliminación que opera byte-por-byte.
- En el *algoritmo con colas justas con pesos*, se permiten prioridades distintas para las colas.

Un problema con los paquetes de bloqueo es el tiempo de propagación. En este tiempo el host puede mandar muchos paquetes. Una solución, es los *paquetes de bloque de salto-por-salto*, en este caso cada ruteador intermedio tiene que reducir el flujo inmediatamente, que alivia la situación del ruteador más abajo. Este esquema alivia la congestión antes de que pueda desarrollar, pero al costo de requerir más buffers en el flujo.

### **1.7.12 PERDIDA DE CARGA**

Cuando todavía hay demasiado paquetes, los ruteadores pueden elegir paquetes a descartar.

En algunas aplicaciones es mejor descartar los paquetes nuevos (por ejemplo, en la transferencia de archivos). En otras (multimedia), los nuevos tienen más valor.

En general se necesita la ayuda de los controladores. Puede haber dos clases de paquetes con costos distintos (por ejemplo, en ATM esto es el caso). Generalmente es mejor que un ruteador empiece por descartar paquetes temprano.

## **1.8 REDES DE BANDA ANCHA**

### **1.8.1 B-ISDN**

#### **1.8.1.1 ISDN**

De acuerdo a la CCITT, ISDN (Integrated Services digital Network) es una red de trabajo, que provee conectividad digital punto a punto y que soporta un gran rango de servicios, incluyendo servicios de voz, datos y video, a los cuales el usuario podrá acceder a través de un conjunto de estándares e interfaces de usuario.

ISDN cuenta con dos tipos de interfaces una llamada BRI (Basic Rate Interface) que comprende dos canales B de 64 kbps y un canal de 16 kbps llamado canal D. El otro tipo de interface es el llamado PRI (Primary Rate Interface) con una velocidad de 1.5 o 2 Mbps respectivamente que ofrece la flexibilidad de tener canales H de alta velocidad, o combinar canales H y B de 64 Kbps.

Las velocidades ISDN basadas en 64 Kbps pueden ofrecer al usuario conexiones a redes LAN (Local Area Network), sin embargo para la transmisión de imágenes con una buena resolución en muchos de los casos se requiere de un gran ancho de banda. Consecuentemente la concepción y realización de un ISDN de banda ancha resultaba deseable.

### 1.8.1.2 B-ISDN

B-ISDN (Broadband ISDN) se puede definir como un servicio requerido para la transmisión con canales capaces de soportar altas y bajas velocidades. En el pasado video, audio, voz y datos necesitaban diferentes tipos de canales de comunicación, una de las habilidades de ISDN es su capacidad de integrar todos estos servicios sobre la misma red, esto reduce los costos y hace más fácil la instalación, otra facilidad disponible con ISDN es el ancho de banda automático bajo demanda la rápida conectividad.

### 1.8.1.3 PROTOCOLO B-ISDN

La arquitectura de B-ISDN (figura 1.8.3) tiene algunos nuevos elementos no incluidos en la arquitectura ISDN, en esta figura se asume que la transferencia de información a través de la red es por ATM (Asynchronous Transfer Mode).

El modelo del protocolo de B-ISDN hace referencia a tres planos separados:

- User plane
- Control plane
- Management plane

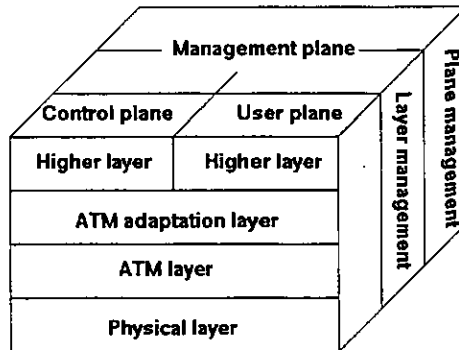


Figura 1.8.3 B-ISDN

- **User plane:** es responsable de transferir la información de usuario esto incluye flujo de control y error de control.
- **Control plane management:** tiene las funciones de llamada de control y control de funciones.
- **Management plane:** incluye el Plane Management, y el Layer Management, aquí se provee coordinación entre todos los planos



El protocolo B-ISDN también está formado por otras cuatro capas: Physical Layer, ATM Layer, ATM adaptation Layer (AAL), Higher layers.

- **Physical layer:** consiste en dos sub-capas: "*Physical Medium Sublayer*" que es responsable de la transmisión y recepción del flujo de bits y de la sincronización de la transmisión y recepción. "*Transmisión Converge Sublayer*" que es responsable de las siguientes funciones: transmisión y recuperación de tramas, adaptación de tramas, mantenimiento de celdas, cada celda es protegida por encabezados de códigos de control de error "Header error-control" (HEC) esta sub-capa es responsable de checar este código, supresión e inserción de celdas libres para adaptarse a las velocidades ATM.
- **ATM layer:** realiza las siguientes funciones: multiplexión y demultiplexión de celdas, identificación de rutas virtuales y de canales virtuales, generación y extracción de encabezados de celdas, generación de flujos de control en encabezados de celdas.
- **ATM adaptation layer:** es responsable de la segmentación de la información de las capas superiores para su ensamble en las celdas ATM, y reensamble de información para la recepción en las capas superiores.
- **Higher layers** son capas para servicios de video, SMDS, frame Relay, Acceso y señalización.

#### 1.8.1.4 APLICACIONES PARA B-ISDN

La UIT ha definido dos grupos dependiendo por el tipo de servicio que ofrece, servicios interactivos y servicios de distribución los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Categorías de servicios		Ejemplo de servicios
Servicios interactivos	Servicios conversacionales	Video conferencia
	Servicios de mensajes	Correo electrónico
	Recuperación de mensajes	Videotexto
Servicios de Distribución	Control de presentación sin usuario	TV Broadcast
	Control de presentación con usuario	Videográficas

Tabla 1.8.1.4 Tipo de servicios para B-ISDN

**Requisitos técnicos para una red B-ISDN:** Se requiere contar con computadoras capaces de soportar altas velocidades de conmutación así como conexiones sin conmutación. La estructura de la red debe ser independiente del tipo de conmutación. Los canales de transmisión deben de soportar anchos de banda arriba de 140 Mbps para cada servicio.

## **1.8.2 FRAME RELAY**

### **1.8.2.1 INTRODUCCION**

La tecnología de Frame Relay se conoce principalmente como una interfaz de acceso para dicho servicio, el Frame Relay se puede definir como una interfaz, un protocolo y un servicio de Telecomunicaciones.

Frame Relay es una tecnología orientada a conexión derivada de la tecnología ISDN de banda angosta y desarrollada por ANSI y la ITU-T. Frame Relay toma su nombre por su forma de operar – "Relevo de tramas en la información". A diferencia del protocolo X.25 que opera tanto con tramas como con paquetes de información, Frame Relay opera sólo con tramas de información; de tal forma que sólo utiliza el nivel de enlace(Data Link Layer) y no incluye ninguna de las funciones del modelo de referencia OSI de mayor nivel.

Como resultado de esto, se logra un encabezado (Overhead) de trama mucho menor y por lo tanto el tiempo de procesamiento real se reduce considerablemente, haciendo este protocolo más rápido y eficiente en la transmisión de datos.

La disminución del overhead depende de dos puntos muy importantes que se deben tomar en cuenta en Frame Relay: que el nivel físico de transporte esté relativamente libre de errores y que los errores que se puedan generar durante la transmisión se pueden identificar y resolver en los dispositivos de usuario final, por medio de la utilización de protocolos de recuperación de mayor nivel.

Como se mencionó anteriormente Frame Relay es un protocolo orientado a conexión con estándares que permiten la implementación de Conexiones Virtuales permanentes (PVC's) y Conexiones Virtuales Conmutadas(SVS's) con rangos de acceso disponibles de un DS1(1.544 MBPS) hasta velocidades de 45MBPS.

### **1.8.2.2 TEORIA DE OPERACION**

Se han definido diferentes estándares relacionados con la arquitectura y servicio, señalización en el acceso, transferencia de datos y administración de los circuitos de Frame Relay. Muchos de estos estándares están relacionados unos con otros y fueron definidos por la reunión de diversos fabricantes para acordar las diversas formas del protocolo; de tal manera que los puntos más importantes que se deben tomar en consideración, en cuanto a los estándares a respetar por los fabricantes son los siguientes:

**Definición****Estándar ITU**

Descripción de arquitectura y servicio	I.233
Aspectos a nivel de data link layer	Q.922
Administración de los PVCs	Q.933
Control de congestionamiento	I.370
Señalización de los SVCs	Q.933
Interfaz de acceso a red(UNI)	FRF.1
Interfaz de Red a Red(NNI)	FRF.2
Método para encapsular otros protocolos	FRF.3
Conexión de circuitos conmutados a nivel UNI	FRF.4
Interconexión Frame Relay/ATM	FRF.5
Administración del servicio FR	FRF.6
Servicio multicast PVC	FRF.7
Acceso Frame Relay/Transporte ATM	FRF.8

Para la implementación de una red de Frame Relay se debe tomar en cuenta la conexión UNI (User Network Interface), que significa establecer un punto de demarcación entre los equipos terminales y la facilidad de transmisión o servicio.

El término FRAD(Frame Relay Access Device) es utilizado para indicar el equipo terminal de conexión. El término FRND (Frame Relay Network Device) designa el tipo de acceso a una Red de Frame Relay.

Las funciones que una red de este tipo están claramente definidas e incluyen:

- Transferencia de trama bidireccional.
- Preservación del orden de la trama.
- Detección de errores de transmisión, formato y operacionales.
- Transmisión de las tramas en forma transparente a cada usuario final.
- No reconocimiento de trama.

Otro parámetro que es muy importante para una buena implementación de Frame Relay es el CIR(Committed Information Rate), que es el compromiso para la transferencia de información, que define concretamente un acuerdo entre el telepuerto y el cliente con relación a la entrega de la información y en particular de la configuración de los canales virtuales.

El CIR se mide en bits por segundo y mide la cantidad promedio de datos sobre un periodo de tiempo específico. Las ráfagas de datos que se presenten pueden exceder el CIR y entregarse con una prioridad más baja o posiblemente descartados, de acuerdo a los términos de ese compromiso; sin embargo, los circuitos que llevan información crítica podrían tener un CIR más alto con relación a aquella información de rutina.

Si se asume que una línea con un rango de acceso de 56 Kbps está a través de 3 PVCs. El PVC que lleva datos críticos podría tener un CIR de 32 Kbps, mientras que los PVCs que llevan información de rutina podrían tener un CIR de 8 Kbps. El CIR total de la línea tendría 48 Kbps, lo que es menos de la velocidad de acceso total de la línea 56Kbps.

### **1.8.2.3 INTERCONEXION A NIVEL DE ENLACE (Data Link Layer)**

Las conexiones en Frame Relay, que son los canales lógicos entre el FRAD y la red, son identificadas como una dirección llamada DLCI(Data Link Connection Identifier). Dentro de una Red UNI a cada PVC ó SVC se le debe asignar una dirección de DLCI. De esta forma, por ejemplo si un lugar cuenta con conexiones permanentes hacia otros dos lugares, deberá contar con un DLCI asignado por cada PVC configurado (Como indica la figura 1.8.2.3).

Por lo que cada DLCI especifica un punto en particular del canal virtual, de tal forma que cada DLCI puede contar una asignación local y numérica y no tiene ningún significado particular con el usuario de la red.

### **1.8.4.4 FORMATO DE TRAMA FRAME RELAY**

El formato de trama de Frame Relay se definió por el estándar ANSI T1.618, que se deriva del estándar más antiguo conocido como HDLC(High Level Data Link Control). La diferencia más significativa entre el formato HDLC y el formato de Frame Relay es la ausencia del campo de control en el formato T1.618 (Ver figura 1.8.2.4). Esta función se incluye dentro del campo de dirección de Frame Relay.

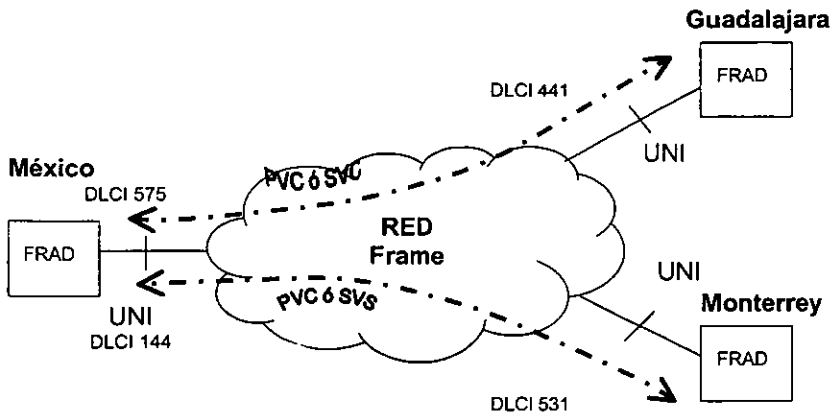


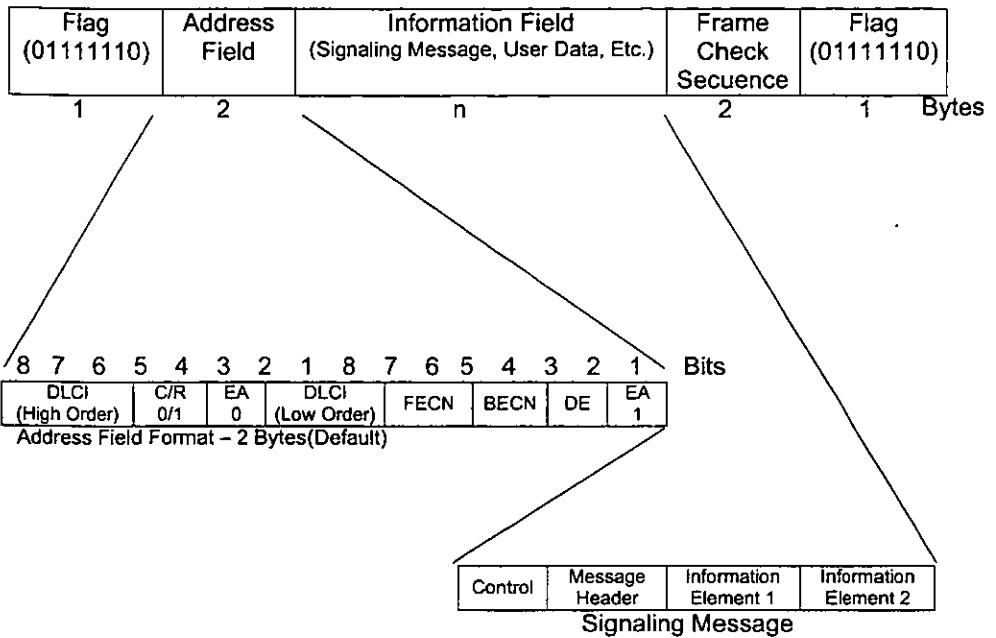
Figura 1.8.2.3 Forma de Conexión para Frame Relay

### 1.8.2.5 INTERCONECTIVIDAD EN FRAME RELAY

Las redes de Frame Relay han sumado a la conectividad LAN-WAN una nueva dimensión en su desarrollo y eficiencia, debido a que se puede ver como una red universal en donde los diversos suscriptores comparten un factor común en las redes de telecomunicaciones que es el ancho de banda disponible en un carrier o telepuerto. Cada canal virtual se configura para un CIR específico y por lo tanto el telepuerto acuerda entregar ese Ancho de Banda.

El problema de la congestión dentro de Frame Relay se puede controlar de dos maneras diferentes; ya que por ejemplo si una línea privada se congestiona, entonces se puede incrementar el rango de transmisión de esa línea o adicionar más líneas para soportar la carga de tráfico. Si una red de Frame Relay se llega a congestionar, esta notifica a los dispositivos de interconexión (FRADs), con la posibilidad de que estos dispositivos reduzcan la cantidad de tráfico que están enviando a la red.

Por lo tanto una Red de Frame Relay cuenta con dos métodos para control de Congestionamiento, lo que se define como bits de Notificación Explícita de Congestión adelantada (FECN) o retardada (BCEN) que está incluido en el Address Field del Formato de Trama T1.618. El uso de estos bits lo determina aquel dispositivo que esté a cargo de la transmisión de los datos. Si la transmisión de los datos se controla desde el equipo destino, el comando FECN se envía en la misma dirección de los datos (ver figura 1.8.2.5). Si la transmisión de los datos se controla por la fuente generadora de datos, entonces se envía un Bit BECN en dirección contraria al flujo de datos.



**Notas**

- DLCI: Data Link Connection Identifier
- C/R : Command / Response Field
- FECN: Forward Explicit Congestion Notification
- BECN: Backward Explicit Congestion Notification
- DE : Discard Eligibility Indicator
- EA : Address Field Extension

Figura 1.8.2.4 Formato de trama T1.618

La notificación de conexión implícita se lleva a cabo en niveles más altos del modelo de referencia OSI, en los FRADs o cualquier otro dispositivo terminal. Esta función generalmente se implementa por medio de un mecanismo de control de flujo en el nivel de transporte; tanto en la transmisión, como en la recepción.

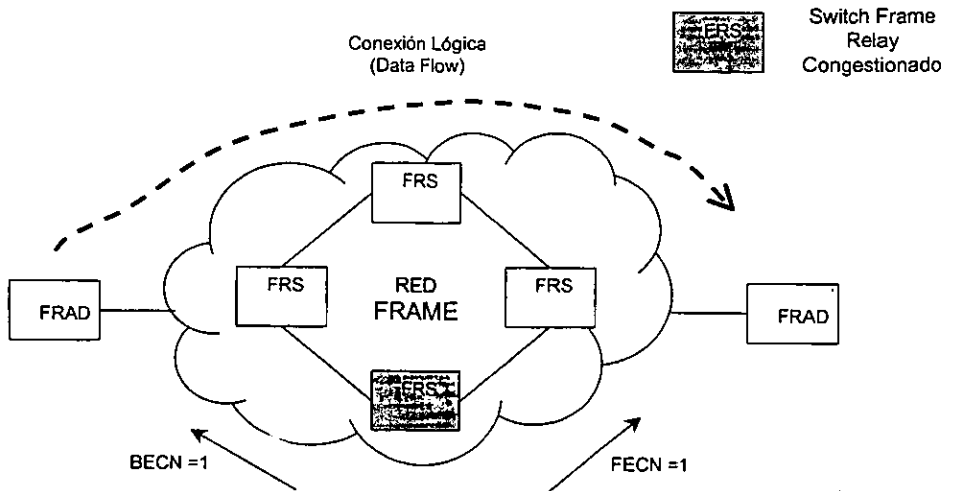


Figura 1.8.2.5 Interconectividad en Frame Relay

### 1.8.2.6 CONMUTADOR FRAME RELAY

El dispositivo de acceso o CPE (Customer Premises Equipment) para Servicios de Frame Relay es comúnmente llamado FRAD (Frame Relay Assembler / Disassembler). Este dispositivo tiene la habilidad de soportar conexiones desde múltiples fuentes con diferentes características de aplicación; como por ejemplo: LAN, voz, video digital. De acuerdo a la tecnología descrita actualmente estos dispositivos cuentan con un alto nivel de perfeccionamiento; de tal manera, que pueden distribuir el tráfico a diferentes DLCIs con diferentes atributos de desempeño, combinado con la habilidad de proporcionar discriminación de tráfico en el backbone de Red; así como, mecanismos de priorización, logrando una alta calidad en los servicios de Frame Relay.

La funcionalidad de interconexión (FRF.8) permite a los diversos usuarios de Frame Relay conectarse directamente de un Frame Relay UNI a un circuito permanente (PVC) ATM UNI; lo que permite que un conmutador Frame Relay se conecte directamente a un Backbone de ATM o bien a través de un Gateway donde la sesión de Frame Relay se lleva a cabo sobre una infraestructura Frame/Cell, donde se lleva a cabo la conversión ATM PVC. Esto se logra con aquellos dispositivos que soportan acceso en Frame Relay, pero que no cuentan con troncales de ATM.

## 1.8.3 MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONO ( ATM )

### 1.8.3.1 INTRODUCCION

El término "Relevo de Celdas (Cell Relay)" define dos plataformas de la tecnología de Banda Ancha: Bus Dual Distribuido(DQDB: Distribute Queue Dual Bus) y Modo de Transferencia Asíncrono(ATM: Asynchronous Transfer Mode), siendo estas tecnologías ofrecidas bajo los servicios digitales de datos conmutados de multimegabits; tales como el SMDS y el B-ISDN.

La tecnología de ATM se refiere a la conmutación de señales de Banda Ancha, a menudo se le llama también tecnología de relevo de celdas(Cell Relay) o de paquete rápido (Fast Packet). En un significado más puro, la conmutación ATM se acerca más a la verdadera definición de Fast Packet debido a que soporta todo tipo de tráfico a través del uso de una técnica de conmutación Fast Packet, reduciendo el procesamiento de protocolos y utilizando el multiplexaje estadístico. ATM es una tecnología asíncrona debido que las celdas transmitidas no son necesariamente periódicas

La Tecnología de ATM es básicamente una tecnología Orientada a conexión que transporta tanto servicios orientados a conexión como orientados a desconexión, tanto en transmisión de bit constante (CBR:Constant Bit Rate), como en transmisión de Bit variable (VBR: Variable Bit Rate). ATM utiliza el concepto de llamada virtual para transmitir la información a los diversos usuarios, siendo esta a su vez transportada por asignación dinámica del ancho de banda.

ATM es la primer tecnología que proporciona el concepto de uso de ancho de banda por demanda, debido a que las llamadas pueden varias en el ancho de banda requerido dependiendo del tipo de servicio que se esté proporcionando; tales como: *voz, datos de trama, video*. A una velocidad mayor a lo anteriormente utilizado con gran frecuencia, como T1 ó E1.

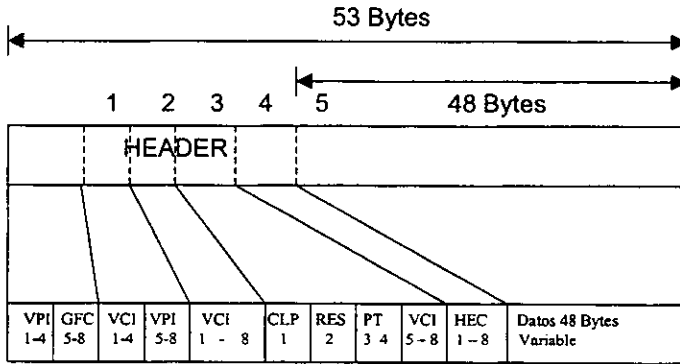
### 1.8.3.2 TEORIA DE OPERACION

ATM ofrece una gran variedad de servicios conmutados al usuario a través de un solo punto de acceso a la red. La información del usuario puede ser sensible al retardo, de bit constante o variable, con o sin temporización y/o tráfico orientado a conexión o desconexión. De cualquier forma el campo de información se transmite transparentemente a través de una red de ATM por medio del uso de Celdas, con la particularidad de que la estructura de la celda es fija y sólo los headers de control pueden variar dependiendo el tipo de interfaz utilizada en el usuario final.



### 1.8.3.3 ESTRUCTURA DE LA CELDA ATM

La estructura de ATM forma paquetes llamados "celdas", el formato de la celda se muestra en la Figura 1.8.3.3. Las celdas constan de una longitud fija de 53 bytes, cada una consta de 5 bytes de encabezado y 48 bytes de información plena. Toda la información se transmite transparentemente a través de la red en estos paquetes de longitud fija. De tal manera que el campo de información se transmite intacto, sin chequeo ni conexión de errores.



VPI(Virtual Path Identifier): Identificador Virtual de Trayectoria

GFC(Generic Flow Control): Control de Flujo Genérico

VCI(Virtual Channel Identifier): Identificador Virtual del Canal

RES: Reservado

PT(Payload Type): Tipo de Información

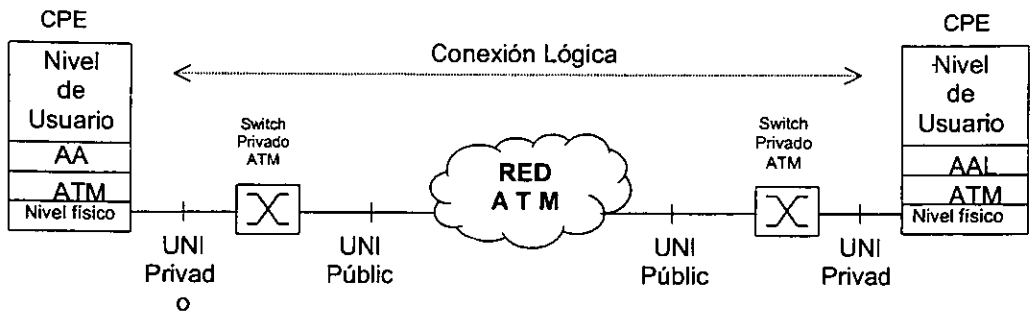
CLP(Call Loss Priority): Prioridad en pérdida de llamada

HEC( Header Error Control Field): Campo para Control de Error

Figura 1.8.3.3 Estructura de celda de la interfaz UNI(User-Network Interface)

Existen dos tipos de interfaz de usuario: La UNI (User Network Interface), interfaz de usuario y la NNI (Network to Network Interface) la interfaz de Red; las dos interfaces son muy similares; sin embargo, se utilizan para conectividades diferentes. La interfaz UNI interconecta la Red ATM con el equipo del usuario final a través de lo que se llama un Switch ATM. Actualmente la Interfaz UNI es aceptada tanto para redes Públicas como Privadas.

Una Interfaz UNI Pública conectaría un switch privado de ATM a una Red Pública que proporciona servicios ATM y para el caso de Red Privada los usuarios del corporativo se conectan directamente al Switch ATM, donde la red de ATM se divide entre diferentes DTE's (Data Terminal Equipments); tales como ruteadores, LAN Switches y equipo de acceso(CSU/DSU) al switch principal de ATM, como se muestra en la Figura 1.8.3.4



Notas: AAL : (ATM Adaptation Layer) Nivel de Adaptación ATM  
 ATM: Nivel de Modo de Transferencia Asíncrona  
 CPE: (Customer Premises Equipment) Equipo de Usuario Final

Figura 1.8.3.4 Arquitectura de red ATM

El término NNI (Network Network Interface), Interfaz de Red a Red es utilizado para describir diversos escenarios de interconexión entre las redes de comunicaciones; ya sea dentro de una red única de carrier (Telepuerto) o entre dos distintas redes de telepuerto.

El foro de ATM designó a este tipo de servicios como B-ICI, interfaz entre carriers de banda ancha, que permite la interconexión entre dos carriers públicos con servicios de ATM.

Cuando una red de ATM se interconecta con otro tipo de red; tal como, Frame Relay ó SMDS se tienen que realizar ciertas conversiones entre los protocolos respectivos, por lo que estas conversiones se llevan a cabo a través del proceso llamado "Funciones de Interconexión" (IWFs), que está definido en la especificación B – ICI por el Foro ATM.

Se han definido también numerosas interfaces para el nivel físico de red que puedan soportar las altas velocidades de B-ISDN y ATM, de acuerdo a la siguiente relación.

Estándar físico	Velocidad de transmisión	Tipo de cable
DS-1(Digital Signal Nivel 1)	1.544 MBPS	Twisted pair
DS-3(Digital Signal Nivel 3)	44.736 MBPS	Coaxial
OC-1(Optical Cable Nivel 1)	51.84 MBPS	Fibra óptica monomodo
		Fibra óptica multimodo
		Coaxial
OC-3(Optical Cable Nivel 3)	155.52 MBPS	Fibra óptica monomodo
		Fibra óptica multimodo
		Twisted pair STP
OC-12(Optical Cable Nivel 12)	622.08 MBPS	Fibra óptica monomodo
SONET(Synchronous Optical Network)	51.84 MBPS	Twisted pair UTP
	155.52 MBPS	Twisted pair UTP

#### 1.8.3.4 CONEXIONES VIRTUALES DE ATM

Cada una de las celdas ATM; ya sea transmitida bajo UNI ó NNI, contiene información que identifica la conexión virtual a la cual pertenece. Existen dos campos para realizar dicha identificación, llamado VCI(Virtual Channel Identifier) y el llamado VPI(Virtual Path Identifier). Ambos campos son utilizados en el nivel de ATM (figura 1.8.3.4).

El canal virtual se definió en la norma I.311 como "Capacidad para realizar la comunicación unidireccional para el transporte eficiente de las celdas de ATM". Para originar o terminar un enlace de canal virtual aparece o desaparece un VCI, por lo que los enlaces del canal virtual se arman de tal manera que forman una conexión de canal virtual o VCC en la parte final de la trayectoria de la celda al nivel de ATM.

Una trayectoria virtual se define como "Bucles del canal virtual" los que tendrán el mismo punto final. En otras palabras, la trayectoria virtual es análoga a un cable telefónico, donde todos los circuitos de abonados terminan en la misma central telefónica.

Para originar o terminar una trayectoria virtual, el VPI se configura o se borra, de tal forma que se configura una conexión virtual de la trayectoria ó VPC.

Por lo tanto, cada servicio de acceso (Usuario de ATM) tiene que ser direccionado por medio de la configuración de dos pares VCI/VPIs; uno de ellos lleva a cabo la función de transmisión y el otro de ellos la función de recepción.

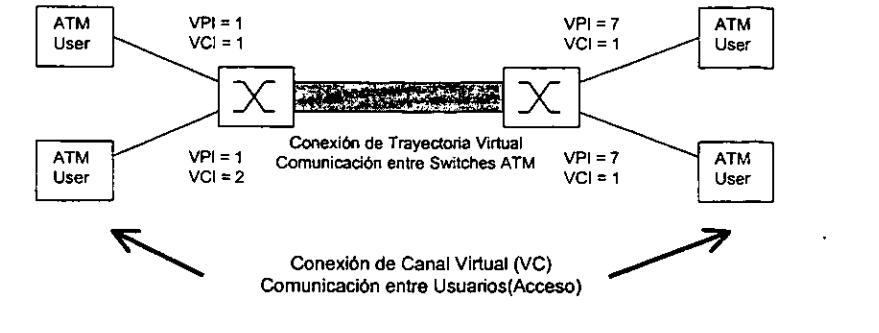


Figura 1.8.3.4 Trayectoria y Canal Virtual de ATM

### 1.8.3.5 INTERCONECTIVIDAD EN ATM PARA DIVERSOS SERVICIOS

Como ya vimos dentro del modelo de referencia de ATM se tiene el nivel de adaptación de ATM llamado AAL que se encarga de colocar las señales de diferentes servicios en la parte de información de la celda de ATM, mientras que el nivel de ATM ejecuta las funciones relacionadas con el encabezado de las celdas ATM con el objeto de mantener una transmisión transparente en el campo de la información.

El nivel físico entrega las celdas ATM convirtiéndolas en una secuencia de bits y la función del nivel AAL, es establecer las características solicitadas, respondiendo a restricciones diferentes de las diversas aplicaciones.

En el nivel AAL existen 4 tipos de aplicaciones definidas, de acuerdo a los criterios de los diferentes modos existentes en las comunicaciones.

<b>Clasificación de Servicios del Nivel AAL</b>				
<b>Servicio</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Aplicaciones	Voz Video Circuitos	Video en Paquetes	Datos	
Modo de Conexión	Orientado a Conexión		Orientado a Desconexión	
Velocidad De Bits	Constante	Variable		
Rendimiento	Sincronía Entre Fuente y Destino		Retraso y pérdida Aceptable	

Tabla 1.8.3.5 Clasificación de Servicios del Nivel AAL

## **CAPITULO II**

### **DEFINICION DE NECESIDADES**

## **2.1 INTRODUCCION**

El diseño de Red es el producto, y el usuario es el cliente. La Red se diseña y se construye para el cliente y debe estar conformada de acuerdo a sus necesidades, deseos y requerimientos específicos. El análisis de requerimientos es el primer y más importante paso en el diseño de una Red de Comunicaciones.

Los dos puntos más importantes que se deben tomar en cuenta son aquellos requerimientos establecidos por el usuario y aquellos establecidos por el diseñador. El usuario vislumbra la Red de afuera hacia adentro y el diseñador la mira de adentro hacia fuera, de tal forma que se crean dos vistas diferentes; las cuales deben emerger para proporcionar un análisis complementario y comprensivo más allá que el ingreso y egreso de una simple Red.

Muchas preguntas se deben realizar antes de comenzar el diseño que le permita a las dos partes (usuario y diseñador) "Obtener el mejor conocimiento de cada uno de los requerimientos" y empezar el matrimonio entre el usuario y el diseñador o consultor. Esta relación de trabajo es esencial para alcanzar el éxito en cualquier diseño e implementación de una Red de Comunicaciones. Los cambios e inexactitudes en los requerimientos del usuario pueden tener efectos devastadores a cualquier nivel de la Red; en el diseño del acceso o diseño del Backbone en la Red.

Mientras los requerimientos del usuario cambian, el diseñador necesita dedicar tiempo específico además de sumar tiempo valioso por el análisis de los nuevos requerimientos congelándose el trabajo que hasta ahora se venía realizando. Este capítulo examinará como enfrentar los requerimientos tanto de los diversos tipos de usuarios, como del ingeniero de diseño o perspectiva del administrador.

### **2.1.1 REQUERIMIENTOS DEL USUARIO-EL PUNTO DE VISTA DEL USUARIO**

Las expectativas del usuario deben administrarse apropiadamente para asegurar alcanzar su satisfacción, no sólo al principio del proyecto, sino a través del desarrollo del mismo y aún cuando el proyecto ya haya concluido.

La mejor forma de asegurar lo anterior es por medio del entendimiento de los niveles de servicio que el usuario está requiriendo; de tal forma que se llegue a un entendimiento tanto del usuario, como del prestador del servicio. Se deberán establecer ciertos niveles de aceptación para la implementación de la nueva tecnología.

- **Demostración de la Tecnología.** Contar con un ambiente de prueba donde el usuario y el diseñador de la Red puedan aprender de los mutuos requerimientos. En este tipo de demostraciones es muy importante hacer énfasis en el tiempo que le tomaría al diseñador de la Red levantar los servicios en casos de caída total del equipo; así como, el tiempo de reconfiguración del mismo.
- **Prueba Alfa.** Se debe entregar una versión preliberada con relación al servicio general de la Red donde el cliente aún está aprendiendo del prestador de Servicio; sin embargo, el proveedor ya debe tener el diseño completo de la Red; tanto en el ámbito de hardware, como la configuración operacional del equipo y versiones de software bien establecidas para el tipo de aplicaciones solicitadas. Se recomienda integrar en esta fase a algunos usuarios de prueba que no les afecte las caídas que se pudieran presentar durante las pruebas. Esta es la versión a escala pequeña de la "Situación Real"
- **Prueba Beta.** Esta es la fase de prueba final, contando con la disponibilidad del servicio comercial o público. La mayoría de los defectos (Bugs) ya se debieron haber superado, por lo que los usuarios de prueba deben experimentar muy pocos tiempos de caídas. Esta fase ya está muy cerca del compromiso inicial en el diseño de la Red, pero debido a que es recién instalada, se deben esperar algunas inestabilidades.
- **Producción.** La Red finalmente "se hecha a andar". Todos los defectos (Bugs) ya se han eliminado y la Red ya puede operar en su funcionalidad total. No deben existir tiempos de caídas a menos que estas se hayan programado.

La versión final de una Red que ya se encuentra en producción debe ser transparente para el usuario promedio. Donde cada usuario sienta como si tuviera acceso a circuitos dedicados punto a punto en tiempo completo a cualquier destino de la Red. A continuación se presentan algunos puntos que el 100% de los usuarios buscan cuando firman un contrato con cualquier proveedor prestador de servicios.

- Sin Retardos
- Sin Costos extras de lo Presupuestado
- Sin Restricciones funcionales o de Protocolos
- Sin Errores en la Configuración de la Red
- Sin Caídas en los Circuitos
- Desempeño lo suficientemente bueno como para soportar conversión de Protocolos
- Interconectividad sin límites
- Suficiente capacidad para soportar protocolos de Broadcast



### **2.1.2 EL USUARIO DENTRO DE LA TECNOLOGIA**

Nunca antes en la historia de las Telecomunicaciones los usuarios han conocido tanto de las tecnologías de Conmutación como al día de hoy. Los usuarios forman Consorcios, Foros de Discusión, Grupos de Usuarios y otras organizaciones que realmente ayudan a definir los estándares de la tecnología actual. El usuario llega a estar más informado día con día y en algunos casos tiene más experiencia que el diseñador de la Red o el mismo administrador; por lo que nunca se debe menospreciar esta fuente de información y experiencia para llegar a un buen diseño de la Red. Para la mayoría de los casos, el usuario cuenta con un amplio conocimiento del tipo de aplicación que desea implementar, de tal forma que se debe asegurar que el proceso durante la captura de los requerimientos es un proceso educacional para ambas partes.

El proceso durante el diseño de la red es una sociedad donde el compartir información es bidireccional. Ahora, después de terminar con estas palabras alentadoras, el usuario y el diseñador son socios y el siguiente paso es dejar a un lado el negocio y definir los requerimientos reales de la Red de Datos.

Una vez que los requerimientos se hayan identificado, en el siguiente capítulo se deberá realizar un análisis comprensivo de tráfico para la parte de planeación de la capacidad de la Red solicitada. El diseñador debe tomar en cuenta que jamás va a recibir toda la información del usuario y que tiene una gran posibilidad de cambios durante todo el periodo de diseño y aún durante el periodo de vida de esa Red implementada.

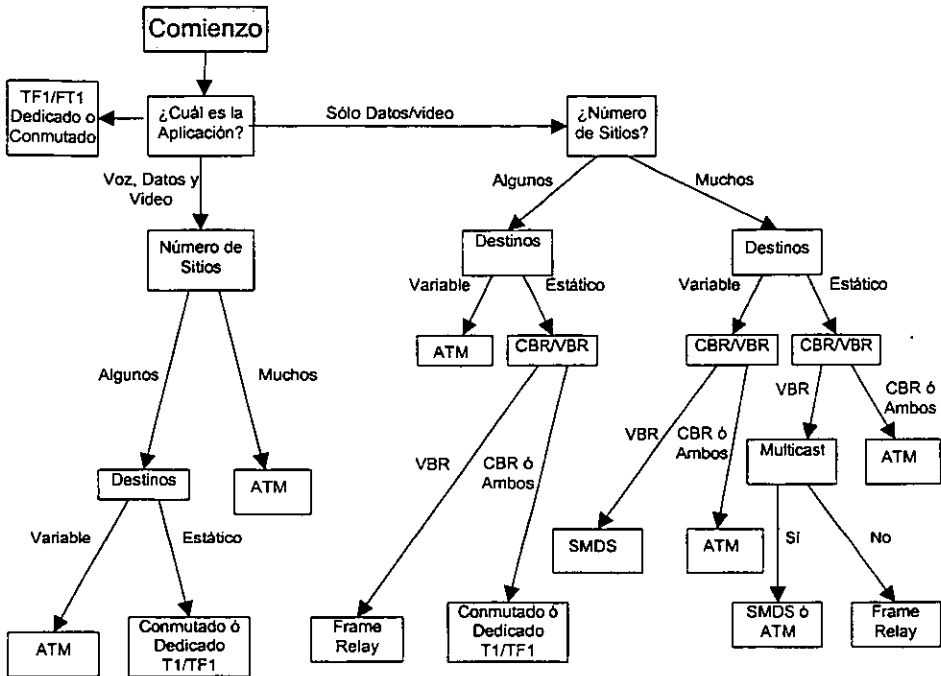
### **2.1.3 CARACTERÍSTICAS DE TRÁFICO**

El tráfico viene en muchas formas y tamaños, conforme a los diversos protocolos y formatos existentes, viajando en diversos tipos de patrones, por lo que requiere de métodos especiales de procesamiento y control.

Los dos formatos comunes para el tráfico de datos son las unidades de medida y de envoltura de las mismas. Las unidades de medida son aquellas como: El bit, byte, octeto, mensaje, bloque y archivo. Estas unidades pueden ser envueltas en paquetes, tramas o celdas.

Los datos se miden por el número de unidades o paquetes transmitidos por unidad de tiempo; como por ejemplo paquetes/tramas/celdas por segundo, mensajes por hora y aún número de transacciones por segundo. Estos valores se traducen en velocidades de los canales de transmisión y la velocidad de transmisión determina la cantidad de tiempo que va a tomar la transmisión de la unidad de dato.

A continuación se presenta un diagrama de flujo que las áreas de diseño y consultoría siguen para el proceso de diseño de una Red Multimedia. Figura 2.1.3.



Notas: CBR(Constant Bit Rate) : Video, Host Remoto, Imagen en Tiempo Real  
 VBR(Variable Bit Rate) : LAN – LAN, Imagen no en Tiempo Real

Figura 2.1.3. Arbol en la Selección de Servicios (Cortesía de ADC Kentrox)

## 2.2 POR TIPO DE USUARIO

Una red local bien diseñada va siempre dirigida a proporcionar servicios demandados por los usuarios. Estos servicios los define el lugar que ocupa el usuario dentro de la organización; el giro de empresa, los trabajos que desarrolla, y la necesidad de obtener y proporcionar información.

Los usuarios tienen muchas ideas sobre como podría ser la red ideal. Ante todo piden que el sistema sea fácil de usar, que no se necesite emplear mucho tiempo para aprender a trabajar con ella, de forma que puedan comenzar a trabajar lo más rápidamente posible.

En este tema se presentan las principales áreas de aplicación de redes de computadoras, tanto locales como de larga distancia.

Dentro de las aplicaciones más elementales, podemos destacar su uso para la transmisión, proceso y almacenamiento de datos, que es consecuencia de la propia naturaleza de la red. Una extensión inmediata de estos usos es la aplicación de redes para servicios de correo electrónico, permitiendo el intercambio de "mensajes" en forma rápida y eficiente entre usuarios, en forma casi equivalente a un teléfono. La red también es utilizada para ofrecer servicios multimedia (datos, voz, imágenes) para diálogos entre dos usuarios. Los servicios de red pueden permitir una "teleconferencia" que proporcione un servicio de debates e intercambio de mensajes entre los participantes de esta, mediante el uso de computadoras en el mismo. La participación de los conferencistas puede ser en tiempo real o no.

Otra área de aplicación que está creciendo por la tecnología de redes de computadoras es la automatización de oficinas. La combinación de la capacidad de proceso de las computadoras con la de la comunicación ofrecida por la red, permite la producción más eficiente de documentos y disminuye su circulación en la oficina. De esta manera, una información puede ser producida y formateada por una computadora y luego distribuida a través de la red, a los destinatarios. Una consecuencia de esta aplicación es la de permitir al usuario "trabajar a distancia", es decir, ejecutar gran parte de sus tareas a partir de una computadora personal, situada en su residencia o distante geográficamente de su oficina.

La automatización de oficinas tendrá su impacto en la administración de empresas, que pueden también beneficiarse de la red mediante el acceso remoto a sistemas de información de apoyo a la administración. Las redes permiten igualmente una recuperación y organización más rápida de las informaciones, agilizando el proceso de decisión.

En el área comercial y bancaria, las redes de computadoras son utilizadas para dar soporte a las transacciones, por ejemplo; las estaciones situadas en los puntos de venta, permitiendo el control del crédito del comprador y el débito inmediato del valor de la compra efectuada en la cuenta corriente.

Las redes pueden ser utilizadas para soporte a cajas automáticas, que faciliten al usuario hacer transacciones bancarias en forma remota. La interconexión de los sistemas de control de los diversos bancos permiten por medio de mensajes intercambiados entre las computadoras, la llamada transferencia electrónica de fondos. La generalización de esta idea, originó la creación de un mercado financiero electrónico, a semejanza de una bolsa de valores o de nuevos servicios a los clientes, cuyo soporte y administración son realizados por la red.

Las redes de computadoras han causado grandes impactos en el área médica, principalmente en hospitales. Los pacientes están continuamente monitoreados por equipos controlados por computadoras y uno o más centros de control reciben datos de cada uno, transmitidos a través de la red. Detectando cualquier situación irregular. Otro uso de las redes se destina al acceso remoto a bancos de datos sobre informaciones médicas.

En el área gubernamental, las redes pueden ser utilizadas para integrar los sistemas de información de prevención social, permitiendo una mejor y más rápida atención al usuario. Otro sistema que se beneficia de esta integración es el de informaciones criminales. En el área militar, las redes tienen un papel fundamental en la organización de los sistemas de comando y control; integrando, por ejemplo; los sistemas de observación y defensa aérea.

La creciente popularidad de computadoras personales está abriendo las puertas a la entrada de redes en los hogares. Un ejemplo de esto es el uso de la tecnología de redes para el control de electrodomésticos, así como para la protección del hogar a través de la integración de sensores para transmitir una alarma en el caso de invasión. Obsérvese que esta alarma puede ser enviada en forma de un mensaje a los amigos, centro de policía, etc. Otra aplicación que cada día tiene más auge es el acceso a red la Internet mediante una línea telefónica convencional.

En el área académica se beneficia con el uso de información educativa apoyada en base de datos, bibliotecas, acceso a Internet, consulta de información de diferentes centros educativos y de investigación. Las redes ofrecen una forma alternativa para la diseminación de las noticias, permitiendo mayor flexibilidad y control por parte del usuario en cuanto al tiempo, cantidad y nivel de detalle de las informaciones a las cuales desea acceder.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Actualmente toda empresa comercial se ve en la necesidad de ser más competitiva y automatizar sus servicios de una mejor manera. Como herramienta de tratamiento y manejo de la información, las redes locales se pueden aplicar a casi todos los campos; a la industria, los negocios, la ciencia, educación, etc. Bajo el punto de vista económico, las empresas tienen en cuenta el aumento de la productividad, la reducción de los costos de equipo, el aumento de nivel de comunicación entre los distintos departamentos, y la simplicidad de gestión.

Ante un panorama de negocios que se vislumbra hoy positivo, en un corto plazo llegarán a nuestro país nuevas oportunidades de crecimiento para la industria de computación, redes y telecomunicaciones. Las noticias costumbristas de inflación, devaluaciones e intereses desproporcionadamente altos, se ven ensombrecidas por noticias positivas de incrementos en los niveles de exportaciones, consumo e inversiones extranjeras, condiciones que crean el escenario para que el mundo de los negocios se aboque a su objetivo fundamental, el de incrementar su productividad y en consecuencia, su capacidad competitiva. Es lógico esperar que las empresas con esta visión incluirán, dentro de sus planes, la actualización de sus sistemas de información y telecomunicaciones.

## **2.3 POR TIPO DE SERVICIOS (APLICACION)**

Como ya se ha comentado, los servicios de telecomunicaciones se basan en la disponibilidad de una infraestructura de red capaz de soportarlos, sin ella la mayoría de éstos no se pueden ofrecer. En todos los países avanzados se están creando estas infraestructuras de comunicaciones capaces de prestar los servicios que los usuarios demandan.

Dentro del campo de las tecnologías de la información, estas recientemente se han desarrollado prácticamente en términos de los nuevos productos, tecnologías asociadas y servicios ofrecidos con aplicaciones específicas para suplir las necesidades del usuario.

Los servicios de telecomunicaciones son, por tanto, aquéllos destinados a la difusión, almacenamiento y tratamiento de la información, en cualquiera de sus formas para cubrir las necesidades de comunicación requeridas. A continuación se describen algunos de los servicios de telecomunicaciones de acuerdo con las necesidades específicas para las diferentes áreas de servicios. Básicamente se exponen las siguientes áreas:

- a) Autoridades, Agencias y Cuerpos de Comunicaciones
- b) Operadores de Redes
- c) Sector Comercial y Usuarios
- d) Sector Manufacturero, Distribuidores y Vendedores

## **4.1 LEVANTAMIENTO DE NECESIDADES**

Existen principalmente tres razones por las que se requiere la implementación de una red WAN: el deseo de independencia en las operaciones de cómputo, la necesidad de contar con un instrumento de cómputo a nivel departamental y la necesidad de conectividad, tanto departamental como entre departamentos; estos factores nos llevan a la principal necesidad de la automatización de la oficina.

Antes de realizar la implementación de una red de comunicaciones se debe elaborar un diseño lógico del sistema donde se contemplen los requerimientos demandados así como un levantamiento de necesidades que nos permitirá tener una clara definición de los objetivos a cumplir en el uso de la red. Una vez definidos, estos pueden convertirse en un conjunto de especificaciones de hardware, software y otras necesidades que permitan proponer la implementación.

### **4.1.1 OBJETIVOS ORGANIZACIONALES**

El análisis debe comenzar con las necesidades conocidas. Sin embargo una vez que se instale una red WAN, se tendrán nuevas necesidades además de las especificadas inicialmente. Por otra parte, existen otros factores que se deben contemplar al diseñar una red, por ejemplo: expansión, seguridad, recursos existentes, conectividad, confiabilidad, desempeño, costos de instalación-mantenimiento del cableado, dispositivos de interfaz, entorno operativo de red, manejo o administración, medios y diseño del cableado estructurado.

#### **4.1.1.1 Expansión**

La red debe cumplir requisitos de expansión a futuro, este punto tiene varias componentes. ¿Qué tan sencillo y económico resulta extender el cableado a lugares no cableados originalmente?, ¿Qué tanto puede crecer la red en términos de conexiones, número de usuarios concurrentes y longitud del cableado, compatibilidad de los equipos instalados con otros fabricantes?.

#### **4.1.1.2 Seguridad**

Si las razones por las que se instala una red son importantes para la empresa u organización, entonces se debe prestar atención a características de seguridad; si los datos son importantes, entonces es necesario considerar aspectos de seguridad. No obstante, es necesario estar al tanto de las decisiones de seguridad que forman parte del costo operación, incluyendo la complejidad creciente en el uso del sistema, y además asegurar que se conserve la integridad de los datos. Este punto se amplía a detalle en el capítulo VI.

#### **4.1.1.3 Recursos existentes**

Un aspecto que a veces se pasa por alto cuando se planifica una red WAN, es tomar en consideración los recursos existentes que facilitarían o harían más económica la instalación; por ejemplo se podría sugerir el utilizar un cableado telefónico existente para nuevas conexiones.

#### **4.1.1.4 Conectividad**

La conectividad en una red es la posibilidad que tiene cualquier dispositivo conectado al sistema de distribución para establecer una sesión con cualquier otro dispositivo. La conectividad es un concepto de suma importancia en el diseño de redes WAN. ¿Cuántos dispositivos se planean conectar a la red a corto y largo plazo?, ¿Cuántos dispositivos diferentes pueden conectarse a ella?, ¿Pueden conectarse dispositivos de fabricantes diversos?, ¿Se dispone de puentes y vías de acceso a otras redes similares u otras redes a un costo razonable?

#### **4.1.1.5 Confiabilidad**

Ninguna red es 100% confiable, pero se puede estructurar para que el porcentaje de confiabilidad sea el mayor. El sistema de cableado será probablemente la parte más confiable de una red. Las estaciones de trabajo y los servidores son historia a parte; la única manera de asegurar una disponibilidad efectiva cercana al 100%, consiste en utilizar dispositivos redundantes; para el caso de estaciones de trabajo esto no se considera necesario, aunque podría ser de utilidad para conservar un sistema de reserva en aquellos periodos cuando una estación de trabajo necesite mantenimiento. Sin embargo, los servidores pueden ser puntos individuales de falla en una red, y quizá deban tomarse otras precauciones.

#### **4.1.1.6 Costos**

Es poco práctico utilizar costos relativos para establecer una red WAN. Existen varias razones por las cuales se justifica esto. Los precios son muy volátiles y en general se deprecian rápidamente; los precios tienden a estar sujetos a negociación (nadie paga los precios de lista, los costos están íntimamente ligados a problemas específicos y posibilidades de instalación).

#### **4.1.1.7 Costos de instalación y mantenimiento de cableado**

En el caso de sistemas grandes el costo de instalación y mantenimiento puede volverse una preocupación primordial. Uno de los problemas principales de los sistemas grandes es que quizá tengan que utilizarse diversos tamaños de la misma clase de cable para líneas troncales, cableado de edificios y cables de suspensión, y todos ellos pueden tener diferentes implicaciones de instalación.

Asimismo, los costos de instalación variarán dependiendo del diseño y arquitectura de los edificios. El tamaño del sistema determinará también si se necesitan dispositivos, como amplificadores, extensores de líneas, tranceptores externos, repetidores u otros; estos dispositivos deben ser considerados parte del costo de cableado del sistema.

#### **4.1.1.8 Dispositivos de interfaz**

Los dispositivos de interfaz son aquellos componentes que permiten que se haga una conexión al sistema de cableado o medio físico, dichos dispositivos pueden ser tableros que se instalan dentro de una estación de trabajo o servidor. También pueden ser componentes autónomos que respaldan estaciones de trabajo a través de comunicaciones seriales estándar o bien pueden ser dispositivos que se requieran para conectar físicamente un tablero ethernet al eje o centro.

#### **4.1.1.9 Entorno operativo de redes (software)**

Un conjunto de dispositivos y cableado se transforma por último en una red utilizable a través del software que conforma el entorno operativo de la red. En una organización que puede emplear más de una tecnología, se puede establecer en forma óptima una interfaz de usuario común a través del uso de software como el Windows NT, simplificando así el respaldo de usuarios. Por otra parte, si hay estandarización con una sola tecnología, el software de propietario del fabricante podría ser más adecuado. Sin embargo, debe notarse que el software para redes afecta el nivel de desempeño, además diferentes paquetes de software pueden ofrecer diversas características y recursos, en especial en características de valor agregado y facilidad de uso.

#### **4.1.1.10 Manejo o administración**

Independientemente de lo que se pueda decir de los fabricantes, las redes WAN deben tener siempre algún procedimiento de manejo o administración del sistema. Esto significa que se requerirá alguna proporción del tiempo de alguna persona para mantener el sistema funcional y actualizado. En el caso de una red WAN grande, puede significar contratar personal adicional para ocupar este cargo. Deben reservarse algunos fondos para capacitar al administrador de la red WAN. Entonces, la cantidad de tiempo que debe invertir alguna persona depende de varios factores, pero deben incluirse los siguientes aspectos: *asignaciones de identificadores y contraseñas de usuario, solución de problemas técnicos, capacitación e instalación y mantenimiento del software*. En el capítulo VI se discuten detalladamente estos conceptos.

#### **4.1.1.11 Medios**

Los medios de una red pueden ser ubicados en dos segmentos principales: *la tecnología de transporte (banda ancha o banda base) y el medio físico definido para utilizarse con la tecnología de transporte*.



#### 4.1.1.12 Diseño de cableado estructurado

Los elementos de la estructura de un sistema de cableado estructurado son los siguientes:

- a) Cableado horizontal
- b) Cableado troncal o backbone
- c) Área de trabajo
- d) Closet de telecomunicaciones
- e) Cuarto de equipo
- f) Entrada de edificio
- g) Administración

##### **a) Cableado horizontal**

El término horizontal se usa porque típicamente el cable corre paralelamente a lo largo del piso o techo del edificio. El cableado horizontal es la parte del sistema que se extiende desde el área de trabajo hasta el closet de telecomunicaciones, e incluye lo siguiente: *la salida de telecomunicaciones en el área de trabajo, la terminación mecánica del cableado horizontal, la conexión cruzada en el closet de telecomunicaciones y el cableado horizontal.*

##### **b) Cableado troncal o backbone**

El cableado troncal o backbone corre entre los closets de telecomunicaciones, en cuartos de equipo y entre entradas de edificios; se requiere de una configuración de estrella jerárquica.

Están reconocidos, por norma cuatro medios como opciones para el cableado troncal o backbone:

- Cable de par trenzado sin blindaje UTP con 100 ohms de impedancia (800 m máximo).
- Cable de par trenzado sin blindaje STP con 150 ohms de impedancia (700 m máximo).
- Cable de fibra óptica multimodo 62.5/125  $\mu\text{m}$  (2000m máximo).
- Cable coaxial de 50 ohms de impedancia.

##### **c) Área de trabajo**

Los componentes del área de trabajo son aquellos comprendidos entre la salida de telecomunicaciones (punto donde termina el cableado horizontal) a la estación de trabajo. La estación de trabajo puede ser cualquier equipo de comunicación como teléfonos, computadoras, terminales, etc. El cableado de área de trabajo no es permanente por lo que es relativamente fácil efectuar algún cambio y puede variar dependiendo de la aplicación, puede incluir:

- Cable o adaptador cuando el conector es diferente al puerto de comunicaciones.
- Adaptación en estrella cuando dos servicios corren sobre el mismo cable multipar.
- Adaptadores pasivos cuando el medio del cableado horizontal es diferente al medio requerido por el equipo.
- Adaptadores activos cuando se requiera conectar equipo con diferentes esquemas de señalización.
- Resistencias de terminación cuando se requiera.

#### **d) Closets de telecomunicaciones**

El closet de telecomunicaciones es un área adaptada y exclusivamente que se debe destinar dentro de un edificio, para que allí resida todo el equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. Cada edificio debe contar por lo menos con un closet de telecomunicaciones, no existiendo un límite de closets a instalarse. El closet de telecomunicaciones debe contener las terminaciones mecánicas de una porción del sistema de cableado (o todo si hay sólo uno) y una porción del cableado troncal. Por lo tanto debe contar con las facilidades (energía eléctrica, tierra física, espacio de ventilación, etc.) para lograr la conectividad entre estas dos partes del sistema.

#### **e) Cuarto de equipo**

El cuarto de equipo resguarda el equipo de telecomunicaciones de mayor complejidad. Cualquiera o todas las funciones del closet de telecomunicaciones las puede proveer el cuarto de equipo, usualmente se encuentran los enlaces con redes de área amplia, mainframes, WAN; tales como los conmutadores (switches) WAN.

#### **f) Entrada de edificio**

Las entradas de servicios del edificio establecen el punto en el cual el cableado externo se enlaza con el cableado troncal (backbone) del edificio, incluyendo el orificio por el cual atraviesa el cableado las paredes del edificio.

#### **g) Administración**

Para la interconexión de dos o más subsistemas de cableado se requiere cierta administración, incluyendo el arreglo lógico del hardware dentro del cuarto de equipo o de los closets de telecomunicaciones. Se debe contar con un plano, sobre el cual se debe señalar la localización de los diferentes subsistemas del cableado. Los paneles de parcheo, los bloques de conexión cruzada. Los rack's de equipo deben arreglarse e identificarse para una progresión del cableado natural y así minimizar el cruce de cables para proveer fácil acceso a cualquier componente. Para facilitar pruebas, movimientos, adiciones o cambios.

## **4.2 ESTUDIO DE TRAFICO**

Hasta no hace mucho tiempo, el cálculo de las diversas capacidades en una Red de Comunicaciones se realizaba sumando o restando circuitos dedicados a la red; de acuerdo a las necesidades que se presentaran por el número de usuarios existentes en el corporativo. Si la capacidad excedía lo proyectado, sólo se ordenaba la contratación de más ancho de banda. Con el advenimiento de las redes locales distribuidas dentro del ambiente de las Comunicaciones, la necesidad de Ancho de Banda ha crecido en forma exponencial. La matriz de tráfico ya no es una hoja de dos dimensiones, sino una matriz multidimensional que incluye diversas variables; tales como, tipo de protocolos, patrones múltiples de flujo de tráfico, tecnologías múltiples, diversas opciones de conectividad y demás parámetros. Estas nuevas tecnologías y tipos de tráfico han ocasionado que los planeadores tiren los viejos libros de análisis de tráfico y ahora realicen una reingeniería en el diseño de las redes. En esta sección se presentan algunos nuevos puntos de vista en el análisis de tráfico; así como un nuevo método para la creación de la matriz de tráfico, cálculos para los nuevos patrones de tráfico y otros parámetros de utilidad para el diseñador de una red de información.

El primer paso a realizar es visualizar el tráfico y categorizarlo dentro de un patrón de distribución. El siguiente paso es la creación de la matriz de tráfico. Posteriormente la matriz será analizada y comparada entre los diferentes patrones de tráfico resultantes.

Es de gran importancia realizar un correcto dimensionamiento del tráfico que se va a utilizar en la red de comunicaciones, debido a que el diseñador tiene la obligación de planear y diseñar una red que funcione de acuerdo a las necesidades reales de su cliente; ya que de otra forma, la red podría quedar muy sobrada en capacidad de transmisión o bien con falta de capacidad para futuros crecimientos. Actualmente, ya se cuenta con diversas herramientas que le permite al diseñador simular cierto tipo de tráfico para observar el comportamiento de la red con determinadas aplicaciones, cierto número de usuarios y cierta cantidad de ancho de banda disponible para la transmisión. De esta forma, el consultor o diseñador puede establecer de una forma más concreta el comportamiento de la red diseñada en el momento de su implementación.

### **4.2.1 DISTRIBUCION SIMETRICA VS. ASIMETRICA**

El tráfico asimétrico requiere simetría direccional a través de tráficos y flujos desbalanceados y una gran variedad de otras características, originándose estos desde sitios grandes a pequeños o viceversa y no siguen una distribución normal. Los dispositivos de acceso en una red varían en cantidad, diseño, ingeniería y carga soportada.

Por otra parte, el tráfico simétrico a menudo tiene su origen en compañías muy similares entre sí, que se encuentran en regiones específicas y que cuentan con oficinas uniformemente localizadas y la cantidad de información bidireccional es similar. En redes simétricas, muchos de los dispositivos de acceso son similares en cantidad, diseño e ingeniería. Las redes distribuidas, a menudo se caracterizan por su distribución de tráfico asimétrico y no simétrico. La figura 4.2.1 ilustra la distribución de tráfico simétrico y asimétrico.

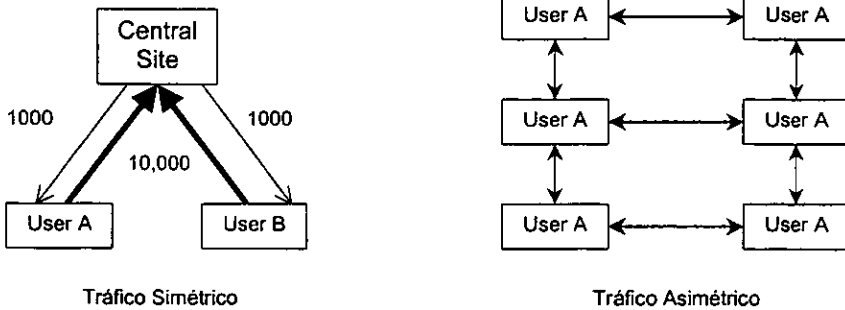


Figura 4.2.1 Distribución de Tráfico Simétrico y Asimétrico.

#### 4.2.2 CREACION DE LA MATRIZ DE TRAFICO

La matriz de tráfico es una parte esencial para el diseño del nodo de acceso, además de ilustrar gráficamente el flujo de tráfico de una red. El nodo de acceso puede tomar la forma de un concentrador; tales como PAD, FRAD, ruteador, puerto de multiplexor, puerto de switch o cualquier otro dispositivo de concentración de los circuitos de entrada hacia el usuario y sin operar a nivel de conmutación en el Backbone. La matriz de tráfico ayuda a definir los detalles de los nodos de acceso, como el tipo de protocolo, características de desempeño y tipos de dispositivo. La matriz de tráfico es entonces un mapa que define el flujo de tráfico del origen al destino. Los nodos origen se colocan Verticalmente del lado izquierdo y los nodos destino se colocan Horizontalmente en la parte superior. Tomamos de ejemplo la siguiente tabla.

N O D O  O R I G E N	Nodo Destino			
	A	B	C	D
A	20	0	2	1
B	2	3	3	*
C	2	0	12	2

Tabla 4.2.2 Matriz de tráfico

La tabla 4.2.2 es un ejemplo de la matriz de tráfico con unidades de datos simples (bytes, llamadas, paquetes) por segundo para cada sitio; por lo que el tráfico que va a permanecer en forma local serán las celdas "A-A", o las celdas "B-B" y así sucesivamente. Se puede notar que el nodo A tiene 20 unidades internodales por segundo de tráfico, mientras que el nodo B sólo tiene 3. Se nota también que el nodo B transmite dos unidades de tráfico por segundo al nodo A.

De esta forma una matriz puede construirse para cada aplicación específica (como FTP, File Transfer) o paquete genérico, como paquete Ethernet de una interfaz LAN, así mismo se pueden vislumbrar rutas inválidas con un (\*) y las rutas preferenciales se simbolizan con (!).

### 4.2.3 INTERPRETACION DE LA MATRIZ

La matriz establece la conectividad requerida entre cada sitio. Si se establece que M es la matriz binaria, con un 1 se indica conectividad y con un 0 se indica la no conectividad. De tal forma que la tabla de verdad sería:

M = Conectividad para un nodo (Conexión Directa)  
M X M = Conectividad para una trayectoria de dos saltos(2 hops)  
M X M X M = Conectividad para una trayectoria de tres saltos(3 hops)  
M + M<sup>2</sup> + M<sup>3</sup> = Las trayectorias de hasta 3 saltos.

Este método puede incluir "Ciclos" o Loops (Trayectorias que atraviesan el mismo nodo más de una vez). Todo el tráfico local se identifica como permanente en un nodo determinado, por lo que será colocado en el mismo nodo de acceso. En la tabla 4.2.2 se puede observar que los nodos A y B pertenecen a la misma región geográfica.

El diseño de redes multimedia y de multiprotocolos es más complicado, esto nos lleva a la necesidad de matrices de tráfico multidimensionales (como matrices con eje Z; tridimensional para lograr la interdependencia de los diversos parámetros, como prioridad de la información, cálculos de inversión, tipo de protocolos) que actualmente se realizan a través de herramientas de diseño por computadora.

### 4.2.4 DESEMPEÑO

Diversos parámetros pueden afectar el desempeño de una Red de Datos conmutada y como regla general la conversión entre los protocolos, velocidades, técnicas de conmutación y tipos de conectividad pueden ocasionar degradación en el Desempeño de la red.

En lo que se refiere a la rapidez con que los paquetes entran en un switch, estos permanecen en cola antes de ser conmutados en cada nodo, si la cola no se vacía, el nodo detendrá el paquete hasta que pueda desahogar la cola y asegurarse de que existe ancho de banda disponible.

La cantidad y la longitud de la cola son directamente proporcional al retardo a través de la red. Algunos dispositivos conmutadores se degradan en su eficiencia de transmisión (Throughput) debido a que saturan su entrada, causando congestión y pérdida o retransmisión de los datos. En la figura 4.2.4 se puede observar el punto óptimo de operación entre la eficiencia de transmisión (Throughput) y el tiempo de respuesta basado en incremento de carga.

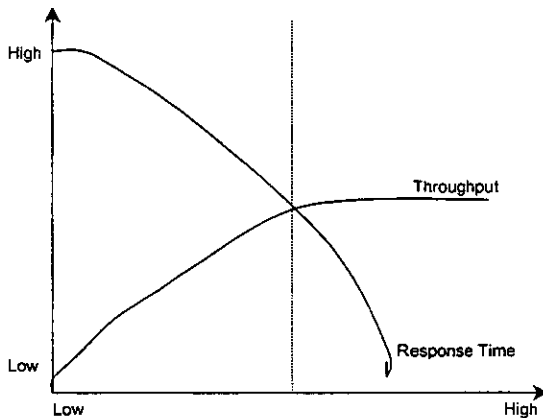


Figura 4.2.4 Desempeño típico de Transmisión vs. Parámetro de retardo

Los errores en una red de transporte pueden causar más retardos y colas en la transmisión, además del overhead que debe considerarse como un factor muy importante. El overhead se presenta en cada paquete a transmitir y puede variar desde 64 a 256 bits por paquete. Típicamente, los mensajes cuentan entre 256 a 1028 bits, por los que el overhead podría formar el 25% del ancho de banda total en la transmisión, reduciéndose automáticamente la eficiencia de la red.

El desempeño en un conmutador de paquetes o celdas se mide por la relación existente entre la transmisión real (Throughput) y el retardo ocurrido desde los datos de entrada al switch y los datos de salida.

El retardo del paquete en un dispositivo switch de acceso, está entre 50 y 200 milisegundos debido al procesamiento inherente del paquete. El procesamiento típico del paquete por nodo va desde 300 a 10,000 paquetes por segundo. Se recomienda buscar equipos (switches) que se caractericen por tener procesamiento constante de paquetes en todos sus niveles de desempeño de tráfico.

También es conveniente que el desempeño del switch sea lo más constante posible e independiente del tamaño del paquete, debido a que algunos switches se degradan considerablemente en su desempeño y en tiempo de procesamiento en la medida que decrece el tamaño de su paquete hasta 64K ó 16K.

Los paquetes más grandes son característicos de procesamiento "Batch" que usualmente para este tipo de tráfico se recomienda el uso de redes de paquetes conmutados, debido a que circuitos dedicados o líneas dedicadas no son económicamente justificables. Este tipo de tráfico requiere de un buen desempeño absoluto y Throughput constante, independientemente del tamaño del paquete.

#### **4.2.5 MEDIDAS ADICIONALES EN EL DESEMPEÑO**

En contratos de servicio o mantenimiento se recomienda la negociación de penalidades de los objetivos de desempeño si el proveedor seleccionado no llega a cumplirlos. Por otra parte, cada parámetro que involucra el desempeño de una red debe ser probado antes de que entre en producción.

No sólo se debe establecer la tolerancia del error, sino también los recursos y capacidades límites de la red de comunicaciones.

Algunos métodos comunes se utilizan para medir el desempeño en servicios de paquetes, tramas y celdas:

- Cierta número X deben ser transmitidos sin error
- Umbral de paquetes que se pueden perder
- Umbral de paquetes que se pueden duplicar
- Número total de tramas/Celdas/Paquetes a transmitir
- Retardo total de la Red
- Throughput garantizado por canal
- Límites garantizados de overhead (Depende del tamaño de la trama/Celda/Paquete)
- Establecer una disponibilidad de al menos **99.999%**
- Establecer límites de cantidades a transmitir
- Establecer rangos de seguridad y filtrado de la información de acuerdo a las necesidades del usuario
- Establecer niveles adecuados de redundancia y trayectorias alternas para casos de contingencia.

## **4.3 LEVANTAMIENTO DE FACILIDADES**

### **4.3.1 INTRODUCCION**

Antes de comenzar cualquier diseño de una Red de Comunicaciones, el consultor o diseñador se deberá preguntar cuál es la infraestructura actual que su cliente está utilizando, si es una infraestructura homogénea o heterogénea y que impacto traerá la implementación de una nueva arquitectura o plataforma de comunicaciones en la infraestructura actual del corporativo en cuestión; esto para el caso de ya contar con una plataforma de conectividad actual. El diseñador debe entender la estructura existente de voz, datos u otro servicio de multimedia para utilizar eficientemente todos los recursos existentes para una buena implementación de la red nueva. Por otra parte, llevar a cabo una migración de tecnología, en la mayoría de los casos es un proceso bastante complicado y difícil de controlar si no se hace un análisis minucioso de las facilidades con que se cuenta y de los requerimientos reales para lograr el objetivo del diseño determinado.

Mientras los usuarios siempre tratan de gastar lo menos posible para la implementación de la red, también están interesados en utilizar en la medida de lo posible los recursos existentes. De cualquier forma, el consultor deberá diseñar la red dentro de un cierto presupuesto otorgado, tratando de acomodar cierta cantidad de usuarios y aplicaciones dentro de los recursos presupuestales disponibles. Esto llega a ser un balance entre costos, capacidad y conectividad. Se debe preguntar, que tanto puede presionar la economía y proporcionar una eficiente funcionalidad y conectividad de la red.

### **4.3.2 JUSTIFICACION DE UNA RED DE COMUNICACIONES**

Una red llega a ser económicamente justificable si logra mejorar la eficiencia operativa y/o ahorro de capital del corporativo, si se presenta el retorno de la inversión en menos de dos años, lo que es más importante, control de los gastos operativos.

Criterios adicionales, son proporcionar una mejoría palpable en el servicio al cliente y la creación de nuevos servicios para el usuario final. Ultimamente, una de las preguntas más comunes en el ámbito de los inversionistas y hombres de negocios es "¿Los gastos derivados de una Red de información se pueden relacionar directamente al beneficio y nivel de eficiencia del usuario?", "¿Se puede medir de alguna forma el retorno de productividad de una red de información?", Y ¿Si existe, cómo puede el usuario o consultor visualizar ese retorno en dicha red?.



Existe también, una duda constante de quien controla el presupuesto de la red, el administrador de la red o los usuarios de la misma. En la mayoría de los casos es el administrador de la red; sin embargo, existe una enorme influencia del usuario en lo referente al control y gastos de la red de información; que incluye la parte de sistemas y de comunicaciones.

Entre más crítica sea la aplicación, el usuario tendrá más control sobre el retorno de la inversión y sobre lo que se va a comprar e implementar. Cuando los usuarios cuentan con el control presupuestal, se deberá cuidar más lo que se va a colocar en su red. Cuando el administrador de la red tiene el control y el usuario es el cliente, el usuario tratará de colocar todo lo que sea posible dentro de la red. Este es el momento donde los esquemas departamentales deben implementarse.

El administrador puede solicitar un presupuesto de comunicaciones por cada departamento basado en los requerimientos analizados anteriormente; sin embargo, los clientes y usuarios podrían tener una base de hardware existente, de tal forma que los costos por equipo adicional no sea un rubro importante al mismo tiempo que el presupuesto no sea lo suficientemente bueno como para soportar todos los requerimientos; es entonces cuando se recomienda viable la opción del Outsourcing.

### **4.3.3 FACILIDADES PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA RED**

#### **4.3.3.1 Evaluación de las Facilidades Existentes**

Es muy importante analizar cuidadosamente las facilidades con que se cuentan para llevar a cabo la interconectividad de una red de comunicaciones. Este análisis puede proporcionar grandes ahorros en la fase de implementación del proyecto de tal manera que se recomienda llevar a cabo una lista que permita visualizar el estado actual de los inmuebles que tendrán operando esa red de comunicaciones. Entre los puntos más importantes a considerar son:

- Número de edificios que actualmente están interconectados
- Tipo de cableado existente en los inmuebles actuales
- Número de centros de cómputo por edificio y sus facilidades actuales
- Capacidades no sólo a nivel de comunicaciones, sino a nivel de sistemas eléctricos, sistemas de tierra, sistema de aire acondicionado, espacio disponible para los diversos equipos de sistemas y comunicaciones.
- Número de servidores; tanto de voz, como de datos.
- Tipo de Servicios proporcionados a los diferentes usuarios
- Número de ingenieros por área para mantenimiento y control de los sistemas actuales
- Perfiles del personal involucrado
- Tipos de Controles y formatos específicos para control de fallas

- Número de usuarios de los sistemas actuales
- Parámetros de seguridad para el acceso al Centro de Cómputo y Wiring Closets.

#### **4.3.3.2 Facilidades para la implementación de un nuevo proyecto**

Una vez realizada la evaluación descrita anteriormente, se deberá establecer la lista de las facilidades necesarias para llevar a cabo con éxito la implementación del nuevo proyecto.

- Número de ciudades que estarán interconectadas
- Número de edificios a comunicar y sus direcciones físicas
- Número de usuarios a interconectar por cada inmueble, por piso y por área
- Diagramas del sistema eléctrico existente o por instalar
- Diagramas del sistema de Tierras existente o por instalar
- Espacio disponible para la nueva red a implementar o a crecer
- Tipo de Cableado
- Tipo de aplicaciones que transportará la red, así como su respectivo análisis de tráfico
- De acuerdo al tipo y complejidad de la red, el personal necesario para realizar el monitoreo, administración y control.

## **4.4 FABRICANTES**

Dentro del campo de las comunicaciones, así como de prácticamente cualquier producto, existe un gran número de empresas que compiten por abarcar el mayor número de usuarios para su marca.

Es muy importante que la persona encargada de tomar las decisiones conozca varias opciones en cuanto a fabricantes de equipo de comunicaciones ya que se puede tener un punto de vista más objetivo al comparar varias de estas marcas.

Muchos fabricantes promocionan soluciones de red enfocadas únicamente a sus productos. Sin embargo, en el mercado global de hoy día existen muchas opciones que le proporcionan la oportunidad de decidir el equipo y los servicios que mejor se adaptan a sus necesidades. Como resultado, las redes de área amplia y de área local (WAN y LAN) contienen múltiples componentes de diferentes fabricantes.

Esto plantea nuevos desafíos para los directores de Sistemas de Información que instalan y mantienen estas redes complejas. La mayoría de los fabricantes solamente admite sus productos, con lo que dejan vacíos en la cobertura de los sistemas integrados.

Es importante cubrir estos vacíos, por lo tanto; es necesario proporcionar un único punto de contacto para soluciones de red multifabricante junto con soporte técnico y de mantenimiento para la conexión entre redes (LAN y WAN). El tener una solución multifabricante permiten ofrecer una solución objetiva.

Todos los fabricantes deben ser empresas orientadas a satisfacer el mercado de las telecomunicaciones mediante su gestión directa de ventas. Es altamente deseable que dichas empresas posea una amplia red de distribuidores para evitar al máximo la dependencia de solo uno o dos proveedores y además tener la certeza de que en el futuro se tiene asegurado el suministro de refacciones y soporte técnico. Además es necesario también que tales empresas posean ya tiempo en el mercado y posean un gran prestigio en el mercado.

Actualmente es de gran importancia que los fabricantes posean al menos un certificado de calidad ISO, por lo que debe verificarse este hecho con los posibles candidatos a ser proveedores de cualquier empresa.

## 4.5 ESPECIFICACIONES

Es necesario la elaboración de un documento que describa las características del equipo. Este, generalmente se realiza por el operador o administrador de la red cada vez que se requiere la adquisición de equipo nuevo para suplir las necesidades de la empresa, también se puede emplear en la decisión de compra de servicios.

Las características de los productos o servicios de telecomunicaciones no tienen que estar exclusivamente en función de las características técnicas sino también en términos de calidad, confiabilidad, facilidades, condiciones comerciales y servicio al cliente.

Cuando un nuevo producto o servicio es ofrecido, este debe contar con documentación que describa sus características y funcionamiento. Este concepto se maneja a través de lo que se conoce como "*Manual de especificaciones del producto*". A continuación se describen algunos tópicos que deben cubrir las especificaciones.

## Manual de especificaciones del producto.

- **Descripción del producto:** una descripción del producto (o servicio), describiendo sus aplicaciones y sus atributos técnicos.
- **Posición del producto:** competitividad del producto. La expectativa del tiempo de vida del producto, y las estrategias de reemplazo por otros productos.
- **Disponibilidad:** la disponibilidad geográfica del producto y los servicios disponibles.
- **Calidad y funcionamiento:** las expectativas de confiabilidad del producto, y la metodología de pre-servicio y servicio.
- **Precio y condiciones del producto:** el precio del producto es una importante consideración para una decisión final. La garantía, servicio, mantenimiento y condiciones de regulación.
- **Regulación:** estándares técnicos y de seguridad tienen que ser declarados. Para el equipo del usuario (CPE, Customer Premises Equipment) se deben especificar las características de conexión a la red.
- **Promoción:** determinar si el equipo está a la venta de manera directa o a través de alguna agencia.
- **Instalación y proveedor:** un procedimiento de entrega tiene que ser establecido. Duración del tiempo de entrega e instalación. Recursos necesarios, y entrenamiento dado al personal de la compañía.
- **Soporte al cliente:** un número telefónico es necesario para reportar fallas y requerimientos.
- **Entrenamiento:** un entrenamiento adecuado al personal de la empresa, y referencias de información deben estar disponibles.
- **Actualización:** procedimientos para mantenerse actualizado con respecto al producto.

## 4.6 TABLAS COMPARATIVAS

Después de analizar las especificaciones de varios productos, es decir de realizar un estudio de mercado; debe elaborarse una recopilación de los datos para ser vertidos sobre tablas comparativas, las cuales serán la herramienta para mostrar los diferentes productos y realizar un análisis para determinar cual es el producto que cumple con las necesidades requeridas de la empresa. A continuación se mostrarán algunos conceptos que pueden ser tomados en consideración para la elaboración de este paso.

- **Condiciones comerciales de contrato:** las condiciones deben ser determinadas en detalle, sobre las responsabilidades del proveedor, y la forma de pago.
- **Otras condiciones generales de contrato:** las condiciones generales del contrato deben clarificar cualquier otra condición legal y contrastes generales.
- **Condiciones técnicas:** la especificación de la parte técnica muestra el tipo de equipo y sus funciones detalladas. Debe cumplir las siguientes características:
  - \* **Ambiente y ubicación:** lugar de instalación del equipo. Tipo de lugar, consideraciones de temperatura y otras condiciones adversas.
  - \* **Configuración y topología de la red:** donde el equipo operará, incluyendo las especificaciones de cualquier interface con componentes de otra red.
  - \* **Requerimientos de operación y mantenimiento:** determinar si se requiere de una pc para control remoto o monitoreo del equipo, puntos de prueba y examen del mismo. Si se requiere programas internos de diagnóstico y características del tipo de alarmas.
  - \* **Tamaño del equipo y expectativas de funcionamiento:** para una central, el tráfico total diario, y la intensidad de la hora pico de tráfico deben ser cuantificados, juntamente con la expectativa de funcionamiento bajo condiciones de sobre carga. Para sistemas de transmisión, el ancho de banda del sistema o las necesidades de velocidad requeridas, sensibilidad al ruido y otra información relevante.
  - \* **Funciones del equipo:** para una central este debe incluir las definiciones de control y ruteo de datos que son requeridos, juntamente con el método de conmutación y los sistemas de señalización. Para equipos de transmisión las necesidades del personal de mantenimiento, monitoreo y configuración del equipo.
  - \* **Control de interfaces:** esto es común para operadores de red para control, monitoreo y reconfiguración de la red con un control central.
  - \* **Tipo de alimentación:** la alimentación tiene que ser suministrada por un equipo que proporcione el voltaje requerido.
- **Condiciones de confiabilidad:** las expectativas de confiabilidad deben ser cuantificadas a través de otros parámetros. Por medio de estadísticas que analizan el funcionamiento del equipo.
- **Calidad asegurada:** son necesarias medidas particulares para asegurar la calidad del producto, si el equipo cumple con las condiciones necesarias. Contar con supervisiones internas con una metodología de trabajo.
- **Documentación y entrenamiento:** en este caso es necesario documentación completa de referencia y entrenamiento para el personal que administra la red.

## 4.7 ANALISIS COSTO-BENEFICIO

### 4.7.1 ANALISIS ECONOMICO

El objetivo del análisis económico es obtener cifras monetarias para tomar una decisión basada en criterios económicos para la realización de un proyecto. Es importante recordar que no todos los costos son monetarios, y que no todos los beneficios pueden transformarse en utilidades monetarias. Los puntos que deben tratarse en el análisis económico de la inversión se describen a continuación:

#### A. DETERMINACIÓN DE COSTOS TOTALES

- Para la **Venta de Servicio de Telecomunicaciones** se consideran los siguientes tipos de costos:
  - \* **Producción:** Están constituidas por materias primas, mano de obra directa, costos de los insumos y costos de mantenimiento, etc.
  - \* **Administración:** Incluye todos los costos de realizar la función administrativa. Estos incluyen desde sueldos del personal hasta gastos de oficina en general.
  - \* **Ventas:** Implica los costos que se generen, desde las actividades de investigación y desarrollo hasta hacer llegar el servicio al público.
- Para el **Servicio dentro de la propia empresa** los costos simplemente se agrupan como costos totales de prestación de servicio, los cuales abarcan lo siguiente:
  - \* **Sueldos del personal:** se considera a todo el personal de Telecomunicaciones, desde el director o gerente hasta el operador.
  - \* **Planteamiento de los equipos.**
  - \* **Depreciaciones.**
  - \* **Consumo de energía eléctrica**
  - \* **Materiales directos (cables, discos, hojas, etc.)**

#### B. INVERSIÓN INICIAL

Comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones. Los activos tangibles comprenden los equipos y mobiliarios. Los intangibles es el conjunto de bienes necesarios para el funcionamiento del centro de procesamiento de información y que incluyen: asistencia técnica, gastos operativos, gastos de instalación y puesta en marcha, contratos de servicio (como luz, teléfono, telex, agua, etc.), estudios que tienden a mejorar el presente o futuro funcionamiento de la empresa, como estudios administrativos y de ingeniería, capacitación de personal dentro y fuera de la empresa, estudios de evaluación, etc.

Mientras el mundo espera dichos estándares, el mundo real de los fabricantes y usuarios esta implementando aproximaciones de "facto". Estas soluciones que surgen pueden quedarse por mucho tiempo y luego ser usadas como estándares oficiales. El protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol) es un buen ejemplo de un estándar de "facto". El SNMP ha cubierto en corto tiempo la necesidad de los usuarios por su simplicidad y su disponibilidad. SNMP fue desarrollado por académicos de la comunidad de investigación y ha sido adoptado por muchos usuarios que buscan una forma de aprovechar sus redes de datos multiprotocolo y multimarca TCP/IP.

En el área de la Administración de Redes, los cuerpos de estándares de CCITT han presentado el Protocolo de Interfaz de Administración Común (CMIP: Common Management Interface Protocol), propuesta que toma un subconjunto de CMIP llamado "CMIP Over Logical Link Control" o CMOL. Aunque el CMIP está estandarizado para correr sobre las siete capas del modelo de referencia OSI, CMOL no sigue el estándar de OSI de correr en las siete capas pero corre en las dos primeras capas (nivel físico y de enlace). En efecto, el éxito de SNMP ha causado que se proponga un sub-conjunto de CMIP para CMOL. Mientras CMIP utiliza una elegante programación orientada a objetos, SNMP, en contraste, usa un debug remoto. El debug remoto define sus objetos tales como tablas de ruteo en un gateway, en términos de variables de administración simple, llamados escalares, y también define las tablas simples construidas a partir de escalares.

A pesar de todo el CMIP (o CMOL) o SNMP son usados, la administración de red se implementa en dos lugares: en el dispositivo que va administrar y los dispositivos administrados. La programación orientada a objetos es más poderosa y elegante, sin embargo se requiere de mayor implementación y se sacrifican los costos de operación tanto para los dispositivos a administrar y los dispositivos administradores.

### **6.2.3 ADMINISTRACION DE RED ISO**

La ISO ha propuesto y publicado la estructura para administración de red OSI, la cual utiliza dos protocolos: CMIS Common Management In-Service Protocol y el CMIP Common Management Information Protocol. Estos protocolos son utilizados para administrar redes multiprotocolos y multimarca. CMIS es el vehículo para recolectar la información de los nodos de la red y también enviarla hacia ellos. Tiene un conjunto de servicios primitivos para reportes y petición de información, controlar los estados de los parámetros y las acciones iniciales.

El CMIS permite a los administradores de red solicitar información de la red tal como el valor de un parámetro, desde un nivel de protocolo de transporte. También ofrece la habilidad de transferir ciertos comandos de control, tales como configurar una retransmisión o iniciar una prueba de diagnóstico.

CMIP, por otro lado, es un conjunto de reglas que gobiernan como se intercambia la información de las aplicaciones de administración en redes separadas. En los ambientes multimarca son utilizados diferentes protocolos, por lo que CMIP está pensado para ser el "protocolo común" para la interface de varias marcas. Con CMIP, la información es cambiada entre los sistemas de administración de red, mientras que CMIS es la gramática y el vocabulario de CMIP. CMIS identifica los servicios o funciones a ser comunicados bajo CMIP entre las aplicaciones de administración de redes.

#### **6.2.4 ADMINISTRACION DE RED DE MARCA VS OSI**

AT&T posee su Arquitectura de Administración de Red Unificada (UNMA Unified Network Management Architecture) la cual de 9 niveles funcionales cubre solo 5 de ellos. Por otro lado, MCI Communications posee una aproximación de 6 niveles.

El Forum de Administración de Red OSI ha propuesto un modelo que representa una tercera visión con 5 posibles funciones de administración.

Los usuarios requieren aplicaciones específicas de administración de redes. Las siguientes 10 áreas amplían las 5 definiciones de OSI de funciones de administración de redes y las cuales algunas marcas están ya implementando:

1. Administración de Configuración
2. Administración de Restablecimiento
3. Administración de Base de Datos
4. Administración de Operaciones
5. Administración de Problemas
6. Administración de Tareas Administrativas del Sistema
7. Administración de Cuentas
8. Administración de Inventario/Provisiones
9. Administración de Tráfico
10. Administración de Desempeño

#### **6.2.5 OSI ACTUALIZADO POR SNMP**

Los componentes CMIS y CMIP del esquema de administración de red de ISO, han sido desarrollados durante 10 años y aún no ha sido implementado en muchos sistemas. Por ello los usuarios han elegido a SNMP. SNMP fue desarrollado por un grupo de usuarios en la comunidad de Internet para el manejo de sus transmisiones en la red y que sería desplazado posteriormente por el protocolo OSI CMIP, SNMP ha cobrado una gran fuerza en el mercado ya que el desarrollo de los estándares es muy lento. El mundo real demanda soluciones más rápidas, baratas y que trabajen bien.



## **6.2.6 ESTANDARES DE NUEVAS TECNOLOGIAS**

El concepto de protocolos de administración de red ISO-OSI fue desarrollado en una era de la tecnología multikilobit por segundo, alrededor de 1979. Sin embargo, la era de la tecnología multimegabit por segundo y más ya están aquí con las redes locales y la tecnología T1 y T3. Es por ello que la tecnología se debe actualizar. ISO-OSI fue planeada para velocidades de Kilobits por lo que se debe actualizar a velocidades de Gigabits.

## **6.3 OPERACION Y MANTENIMIENTO**

Uno de los problemas a los que se enfrentan las empresas que cuentan con redes de telecomunicaciones, es mantener al día y en excelentes condiciones de operación estas redes; ya que gran parte de la información y de las actividades propias de la empresa dependen del buen funcionamiento de la red.

Para la operación y mantenimiento de la red de telecomunicaciones de una empresa corporativa, se puede contratar el servicio de una empresa dedicada a dar soporte a redes de comunicaciones; la cual se encargara de dar servicios de: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo e implementación de nuevos servicio.

Para el caso de la red corporativa seleccionada en el proyecto se optó por contar con un departamento dedicado a realizar las tareas de operación y mantenimiento, esto con el fin de tener tiempos de respuesta más rápidos en caso de falla y en la implementación de nuevos servicios.

### **6.3.1 OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

- Mantener los equipos de telecomunicaciones en óptimas condiciones de funcionamiento.
- Monitoreo de la Red.
- Difundir y promover los servicios a su cargo.
- Administración de la red.
- Corrección de fallas.
- Elaboración de reportes de actividades.
- Elaboración de proyectos.
- Investigación de nuevas tecnologías.
- Control de inventarios.
- Elaboración de estadísticas.

### 6.3.2 PERSONAL

El departamento contará con 4 ingenieros y un técnico en comunicaciones realizando las siguientes actividades:

- 1 ingeniero encargado de la operación de la red de datos.
- 2 ingenieros encargados de los servicios de voz, video y videoconferencia.
- 1 técnico encargado de cableados.
- 1 ingeniero como jefe del departamento, encargado de la administración.

Perfil del personal de datos: Estudios de ingeniería en comunicaciones, conocimientos en redes LAN, WAN, cableado estructurado, routers, concentradores E1, conocimientos generales de transmisión, Inglés técnico.

Perfil del personal de voz, video y videoconferencia: estudios de ingeniería en comunicaciones, conocimientos de conmutación, transmisión, señalización R2MFC y ISDN, cableado estructurado, conocimientos básicos de LAN y WAN, Inglés técnico.

Perfil del personal encargado de cableados: estudios técnicos de comunicaciones, conocimientos de cableados estructurados, conocimientos de instalaciones eléctricas.

Perfil de jefe de departamento: Ingeniería en comunicaciones, conocimientos generales de perfil de voz y datos, administración, manejo de personal, inglés 100%.

### 6.3.3 EQUIPO REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO

Se mencionan los más importantes:

#### **Nodo principal:**

- 1 PC para monitoreo y administración de PBX con dos puertos síncronos, un modem interno y conexión a LAN, paquetería windows.
- 1 PC para monitoreo y administración de red LAN.
- Equipo analizador de protocolos WAN y LAN (portátil), con plataforma de windows e interfaces RS232, V.35, G703 y para protocolos Frame Relay y ATM.
- 1 PC para administración de recursos del departamento (jefe).
- 1 equipo analizador de cableado.
- 1 maleta de herramienta.
- 1 Workstation de monitoreo gráfico para switch Frame/Cell e integración de los demás sistemas en un futuro cercano.
- Analizador de espectros.

**Nodos remotos:**

- 1 PC con puerto síncrono, modem interno y conexión a LAN.
- 1 maleta de herramienta.
- Multímetro.

**Equipo adicional:**

- Automóvil (para transporte a sitios y guardia).
- PC portátil con modem y tarjeta de LAN (para guardia).
- Radio localizadores.

**6.3.4 REQUERIMIENTOS PARA MONITOREO Y MANTENIMIENTO**

- Conexión de conmutadores a red LAN.
- Conexión de conmutadores a modem.
- Servidor de acceso remoto para red LAN.
- Se requerirá que los equipos tengan protocolos abiertos para monitoreo y administración (SMNP), para administrador único de red.
- Stock de refacciones o contrato con un proveedor de refacciones.

**6.3.5 RUTINAS DIARIAS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

- Checar alarmas.
- Corrección de alarmas.
- Altas y bajas de servicios.
- Actualización de información.
- Estadísticas de la red.

**6.3.6 RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVAS Y PERIODICAS**

- Limpieza de equipos.
- Checar cableados y conectores.
- Pruebas a bancos de baterías.
- Checar sistemas de aire.
- Depuración de bases de datos.
- Pruebas a plantas de energía/UPS.
- Check Lists.
- Bitácora.

## 6.4 CAPACITACION

La capacitación es un punto crítico, la cual debe tener suma importancia debido a que a través de ella es posible asegurar una operación óptima de la Red. Por tanto, es necesario dar un adecuado entrenamiento a todo personal involucrado con la Red (mantenimiento y administración), y además de contar con todas las facilidades para tener disponibilidad a la información.

Un aspecto importante en la elección de un nuevo equipo, es que éste debe especificar las facilidades para brindar la capacitación necesaria al cliente, en este caso se requiere de entrenamiento para el personal de mantenimiento y administración de la Red, así como una documentación completa para posteriores referencias.

También es necesario destacar, que deben existir procedimientos para mantener actualizado al personal con respecto al equipo, así como también de nuevas tecnologías.

Uno de los factores que permiten la elección de un equipo es precisamente la disponibilidad de una capacitación que cumpla con las necesidades del cliente, que le permitan familiarizarse lo más pronto posible con el equipo. Este punto es importante ya que la adaptación rápida a un nuevo equipo permitirá que la operación de la Red sea de manera satisfactoria. También es importante mencionar que una capacitación adecuada, permitirá al usuario conocer y evaluar posibles causas de problemas potenciales.

El proceso de capacitación debe iniciarse tan pronto como el diseño de la red este completo, actualmente este proceso también puede iniciarse cuando se ha seleccionado un nuevo equipo. A partir de este momento, el tiempo en que se realice el proceso de capacitación debe ser el mínimo, de esta manera se garantiza una operación adecuada de la Red.

Como ya se mencionó, es de gran importancia que todo el personal involucrado en la Red reciba la capacitación necesaria para cumplir su función en la misma. Un punto clave en el cual se debe hacer hincapié, es que la capacitación debe realizarse tan pronto como sea posible. Dicha capacitación debe ser enfocada de acuerdo a las actividades de cada usuario de la Red.

Por otra parte, el conocimiento del equipo también permite evaluar el desempeño del personal de servicio del fabricante.

El proceso de capacitación debe cubrir estos requerimientos mínimos:

- 📖 Entrenamiento a usuarios lo más pronto posible (al iniciar operaciones, el usuario debe contar con un conocimiento previo del equipo)
- 📖 Arquitectura y conceptos
- 📖 Operaciones básicas
- 📖 Hardware y Software
- 📖 Instalación
- 📖 Administrador de red
- 📖 Técnicas avanzadas
- 📖 Documentación

Parte del proceso de operación de una Red, es que los usuarios que conozcan el equipo y tengan más experiencia, tendrán la obligación de capacitar a un nuevo personal.

Es importante que todo el personal involucrado en la operación de la Red fomente una actividad de preparación continua con propósito de mantenerse actualizado de los avances y desarrollos tecnológicos. Esta actividad es parte fundamental en la operación de una Red, debido a que debe convertirse en un ejercicio cotidiano.

Los manuales de operación y mantenimiento deben estar accesibles siempre y en todo momento.

## 6.5 CRITERIOS Y PLANES DE CRECIMIENTO

En todo diseño de una red de comunicaciones se debe tomar en cuenta el rubro del crecimiento a cercano y mediano plazo, considerando todos los cambios de tecnología que conlleva esto y asegurando una vida útil de los equipos que involucran todo el sistema de por lo menos 5 años, tomando en cuenta actualizaciones de versiones en software dos veces al año.

Los criterios más comunes para tener una infraestructura lo bastante buena como para mantenerla los próximos 8 años son los siguientes:

- **Elección de la Tecnología.** Elegir una tecnología que esté lo suficientemente probada como para operar adecuadamente en el presente y cubrir las expectativas del cliente – usuario en la implementación de la red; así como la compatibilidad con los servicios futuros y estándares de la industria.

- **Comportamiento de los servicios de la Compañía.** Realizar un análisis lo más cercano posible al comportamiento diario del crecimiento de la compañía, de tal forma que permita la extrapolación de los servicios futuros; ya sea de voz, datos o relacionado con ambos. Esto se debe realizar con el fin de adquirir el tamaño del equipo adecuado como para que soporte los requerimientos futuros.
- **Forma de Actualización del Equipo.** Analizar el tipo de crecimiento que soporta el equipo a implementar. Esto es, debe cuidar además de la tecnología, la forma en que los equipos aceptan las nuevas versiones especialmente en lo referente al software involucrado en la configuración de los equipos. Debido a que las funciones de los equipos de cómputo y comunicaciones están en constantes cambios; se deberán implementar dispositivos que le permitan al usuario realizar cambios de software y hardware en forma totalmente transparente y de acuerdo a los avances de los estándares y tecnologías de la industria.
- **Sistema de Administración.** Contar con un sistema de administración que le permita al administrador de la red tener en forma periódica la información relacionada con el tráfico de los diferentes servicios; de tal manera que le permita realizar análisis fidedignos de saturación en algunos circuitos de la red, o bien le permitirá darse cuenta si un determinado circuito está sobrado con relación a los servicios que proporciona por esa vía. La ventaja de realizar estos reportes periódicamente, es la de estar en la posibilidad de ubicar los circuitos que no se están utilizando a un determinado porcentaje y redistribuirlos a los servicios que ya están presentando saturación de tráfico.

### 6.5.1 CASO RED PROPUESTA

Para el caso de la red propuesta, se ha establecido la implementación de un conmutador Frame/Cell en cada uno de los edificios del corporativo ejemplo; de tal manera, que el conmutador consta de un chasis con 8 ranuras para colocar las diferentes tarjetas de comunicación y de acuerdo al diseño propuesto en la sección anterior. Con el objetivo principal de llevar un orden al momento de la implementación y para continuar con un crecimiento ordenado se establecerá que las 4 primeras ranuras se utilizarán para esta primera etapa de implementación y de acuerdo al siguiente orden:

**EDIFICIO A.** Se utilizará tarjetas de servicios de voz, datos y videoconferencia; así como tarjetas de enlace hacia la nube de ATM que se creará entre los tres nodos de conmutación del backbone del corporativo en cuestión.

- **Conexión a Servicios de Voz.** Una tarjeta de voz de 8 puertos E1s con algoritmo de compresión G.729, que permitirá manejar la voz en 8.0 Kbps en calidad "Toil Quality"; de tal forma que se conectará cada uno de los E1s del conmutador(PBX) a través de un cable coaxial hacia el conmutador Frame/Cell, utilizándose solamente 4 puertos E1s para los servicios de voz privada, más un E1 que une el conmutador localizado en el edificio B con el de

éste edificio y dos puertos E1s para los servicios conmutados, por lo que se tendrá la posibilidad de contar con 1 puerto de crecimiento en troncal E1 para crecer hasta 30 troncales mas de voz. La disponibilidad no es muy grande; sin embargo, es importante siempre contar con crecimiento inmediato, siendo 30 troncales las suficientes para los próximos 8 a 12 meses, dependiendo del crecimiento del corporativo.

- **Conexión a Servicios de Datos.** Una tarjeta de datos de 4 puertos que permitirá la conexión del ruteador maestro en interfaz V.35 WAN y un puerto para el radio de videoconferencia que también entrega interfaz V.35. Esto significa que se contará con dos puertos en V.35 como crecimiento inmediato para los próximos meses.
- **Conexión a Troncal de Enlace.** Una tarjeta de enlace ATM/UNI que se encargará de convertir las tramas de los diferentes servicios en celdas de acuerdo a la configuración de Calidad de Servicio "QoS". Esta tarjeta consta de 8 puertos de conexión; de tal manera, que cada uno de los E1s del radio de microonda se conectarán en cable coaxial a cada uno de los puertos de la tarjeta ATM/UNI. Se utilizará configuración UNI debido a que la red a interconectar es un backbone corporativo y hasta el momento en este país todavía no existen servicios de transporte ATM público(comercial). La tarjeta de conexión troncal consta de 8 puertos; por lo que se tiene la posibilidad de un crecimiento del 100% en relación con el ancho de banda; sin embargo es importante hacer notar que en la configuración actual se tiene un ancho de banda adecuado para los servicios actuales y para futuros requerimientos que no necesitarán de mayor utilización de ancho de banda; ya que la función principal del Conmutador Frame/Cell es la de la administración eficiente del uso de Ancho de Banda.
- **Alimentación del Sistema.** La alimentación de energía consta de 2 fuentes de poder que soportarán la carga de las tres tarjetas de conexión ya descritas; de tal forma que si falla una fuente entrará la segunda que se le conoce comúnmente como fuente de respaldo o de espera. A este sistema se lo conoce en la industria como "Hot Standby", esto es porque ya se encuentra instalado y en operación. El chasis cuenta con 4 ranuras para la instalación de fuentes de poder; por lo que se tienen dos ranuras mas para futuros crecimientos en las cargas de la electrónica involucrada.

**EDIFICIO B.** En general la configuración del Hardware es similar a la del edificio A; ya que lleva el mismo tipo de conmutador, con el mismo chasis.

- **Conexión a Servicios de Voz.** Una tarjeta de voz de 8 puertos E1s con algoritmo de compresión G.729 que permitirá manejar la voz en 8.0 Kbps en calidad "Toll Quality", de tal forma que se conectará cada uno de los E1s del conmutador(PBX) a través de un cable coaxial hacia el conmutador Frame/Cell, utilizándose 4 puertos E1s para los servicios de voz privada, que van hacia el edificio A.

Para esta configuración ya no será necesario establecer el enlace de traspaso hacia el edificio C para unir los conmutadores del edificio B con el del A, debido a que ya se está eficientando los puertos de conexión E1s de cada uno de los puntos del corporativo. La posibilidad de crecimiento es del doble ya que quedarán disponible 4 puertos, que permitirán a la compañía crecer en los servicios de voz hacia cualquier edificio del corporativo o hacia donde le sea necesario.

- **Conexión a Servicios de Datos.** Una tarjeta de datos de 4 puertos que permitirá la conexión del ruteador maestro en interfaz V.35 WAN y un puerto para el radio de videoconferencia que también entrega interfaz V.35. Esto significa que se contará con dos puertos en V.35 como crecimiento inmediato para los próximos meses. Esta configuración como se puede observar es la misma que para el edificio A; sin embargo, cabe mencionar que para los datos sólo se necesitará una conexión física hacia el ruteador de cada uno de los edificios, debido a que el mismo dispositivo se encargará de realizar las tareas de ruteo a cada uno de los edificios siempre y cuando exista la conexión a través de los conmutadores. Los paquetes de datos se transmitirán en forma de celdas entre los conmutadores del Backbone bajo el concepto de VNS(Virtual Networking System), que ya fue explicado con detalle en la sección del Diseño de la Red Propuesta.
- **Conexión a Troncal de Enlace.** Se utilizará el mismo tipo de tarjeta de enlace ATM/UNI para las mismas funciones. La posibilidad de crecimiento es la misma que el edificio A.

**EDIFICIO C.** La configuración del Hardware es similar a la del edificio A y B; ya que lleva el mismo tipo de conmutador, con el mismo chasis; aunque es el edificio que menor número de servicios; por lo que, se establece la implementación de un conmutador más pequeño en el chasis y número de ranuras disponibles. Un modelo de menor capacidad en el número de ranuras, sería de 4 ranuras para los diferentes servicios, con el mismo tipo de electrónica que los modelos más grandes.

- **Conexión a Servicios de Voz.** Una tarjeta de voz de 4 puertos E1s con algoritmo de compresión G.729 que permitirá manejar la voz en 8.0 Kbps en calidad "Toll Quality", de tal forma que se conectará cada uno de los E1s del conmutador(PBX) a través de un cable coaxial hacia el conmutador Frame/Cell, utilizándose dos puertos E1s para los servicios de voz privada, que van hacia el edificio A. La disponibilidad de crecimiento será de dos puertos E1s, manteniéndose de esta forma la misma relación de crecimiento que en los demás conmutadores.
- **Conexión a Servicios de Datos.** Una tarjeta de datos de 4 puertos que permitirá la conexión del ruteador maestro en interfaz V.35 WAN y un puerto para el radio de videoconferencia que también entrega interfaz V.35.



Esto significa que se contará con dos puertos en V.35 como crecimiento inmediato para los próximos meses. La configuración es la misma que para el edificio A y B.

- **Conexión a Troncal de Enlace.** Se utilizará el mismo tipo de tarjeta de enlace ATM/UNI para las mismas funciones. Este edificio será el nodo de enlace para los otros dos edificios. Se podría establecer sólo un enlace desde el nodo central hacia los otros dos edificios A y B respectivamente; sin embargo, es conveniente cerrar la delta con el objeto de contar con trayectorias de "reruteo" automáticas y con la configuración de maestro esclavo que permitirá tener respaldo de equipo y reconfiguración por algún problema que se presente en alguno de los dos nodos restantes. La posibilidad de crecimiento es la misma que el edificio A y B.

En general se ha establecido el diseño y posible configuración de la red propuesta; sin embargo es importante hacer notar que en el momento de las pruebas de implementación pueden surgir nuevos parámetros de configuración y de acuerdo a los avances diarios en los estándares de conexión entre los diferentes dispositivos que conforman actualmente una red de comunicaciones.

Por otra parte es importante subrayar que con el diseño de esta red se está **logrando reducir a la mitad la utilización del ancho de banda**, que hasta el momento estaba utilizando el corporativo; esto quiere decir que la compañía estará en la posibilidad de seguir creciendo sin necesidad de realizar inversiones en los radios de microonda y todo lo que conlleva a la instalación de un nuevo sistema de microonda; tales como la solicitud de permisos ante la Secretaría de Transportes(SCT) para la asignación de nuevas frecuencias en una cierta banda de transmisión, lo que actualmente se ha convertido en un grave problema para los usuarios debido a la escasez de frecuencias y del costo elevado para obtenerlas. Instalación de las antenas, estudios de línea de vista y trabajos de obra civil que se deben realizar cada vez que se requiere instalar un nuevo sistema de microondas.

Se recomienda que aparte de contar con E1s en sistemas de microondas, como parte de las políticas de contingencia y respaldo de los servicios de comunicación; se contraten E1s a los diferentes telepuertos que están reglamentados para proporcionar diversos servicios de comunicaciones; tanto a nivel de "Clear Channel", como con tecnología de Frame Relay.

Esto es lo objeto que el corporativo cuente con infraestructura propia para operar al 100% y si se presenta alguna contingencia en sus propias instalaciones, estar en la posibilidad de hacer uso de la infraestructura de otra empresa especializada en el ramo de las telecomunicaciones que evitará la caída total de los servicios de información Corporativa.

## CONCLUSIONES

Para el desarrollo de este trabajo de tesis se estableció un objetivo concreto que fue el de aprovechar los conocimientos académicos de los autores, adquiridos durante su preparación en la universidad; así como, tomar ventaja de sus cualidades profesionales con la experiencia de laborar en empresas corporativas desarrollando proyectos reales.

De tal forma que se ha definido un proyecto que le permitió a sus autores establecer un problema de ingeniería concreto y elaborar un trabajo académico y de investigación para resolver de la mejor forma posible el problema planteado, llegando a una solución tecnológicamente factible al mismo tiempo que económicamente viable.

El contenido de este trabajo de tesis comprende un estudio detallado del método concreto que se recomienda seguir para la implementación de cualquier red de comunicaciones para empresas de gran tamaño como los corporativos. En este procedimiento se analizaron los diferentes puntos que deben tomar parte en el desarrollo del proyecto; de tal manera, que le permita a los administradores de redes de Comunicaciones contar con información real y objetiva para llegar a un fin concreto y exitoso en la implementación de una red de comunicaciones tomando en cuenta las tecnologías más actuales y que por su eficiencia van a formar parte de los proyectos presentes y futuros en los diferentes corporativos a nivel mundial.

Se debe mencionar que este trabajo de tesis cubrió las expectativas que se plantearon en el objetivo de la misma; ya que se analizaron las diferentes tecnologías de conmutación de banda ancha existentes hasta el momento; así como los requerimientos reales de una empresa corporativa ficticia para realizar un caso estudio y poder hacer uso de la metodología aquí expuesta a través del diseño de la nueva red de comunicaciones, solucionando un problema de ingeniería planteado por el cliente-usuario.

En lo que se refiere al análisis Costo – Beneficio se establece la importancia actual de llevar a cabo este procedimiento si excepción alguna dadas las circunstancias actuales de la economía mundial; por lo que no importa en la actualidad lo interesante que pueda ser un proyecto de ingeniería, lo más importante es la justificación económica que se pueda realizar de ese proyecto y el tiempo de recuperación de la inversión realizada para la implementación de la tecnología.

Por otra parte, se estableció que es de gran importancia que la implementación de cualquier red de comunicaciones tiene que ser de beneficio real al cliente – usuario; es decir que sea lo suficientemente adecuada como para hacer que los diferentes procedimientos internos del corporativo sean más eficientes en tiempos de trabajo y horas hombre.

Esto nos lleva al tema, de que aunque un corporativo tenga una gran red de comunicaciones con grandes cantidades de ancho de banda disponibles para sus diferentes servicios, nunca será la suficiente si los procedimientos internos, así como las aplicaciones en que se basan esos procedimientos no son eficientes. Es por esta razón, que se debe tener una comunicación constante con las diferentes áreas interdisciplinarias tanto de la rama de la ingeniería como de la rama financiera.

La implementación de una red de comunicaciones que funcione de acuerdo a las expectativas del usuario no depende solamente del experto a cargo del diseño de la red, sino de los requerimientos de los futuros usuarios y de los que están a cargo del diseño de las aplicaciones diversas que se transportarán en esa red.

Por lo que desde el momento del establecimiento de necesidades ante los departamentos financieros y de sistemas se deberá tomar en cuenta el rubro de las telecomunicaciones.

Para llegar a un exitoso término del proyecto el ingeniero debe contar con conocimientos generales de diversos campos del conocimiento técnico que involucra la implementación de un proyecto determinado; por lo que se puede concluir que la carrera de Ingeniería Mecánica – Eléctrica en el área de Electrónica(29) ha cumplido con las expectativas establecidas logrando complementar el perfil profesional de los participantes en este trabajo de tesis.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bellamy, John. Digital Telephony. Wiley, 1991.
2. BELLCORE. Telecommunications transmission engineering - Principles vol. 1. Bellcore, 1990.
3. BELLCORE. Telecommunications transmission engineering - Facilities vol. 2. Bellcore, 1990.
4. BELLCORE. Telecommunications transmission engineering - Networks and Services vol. 3. Bellcore, 1990.
5. Bylansky, P and Ingrand, D. Digital Transmission Systems. Peter Peregrinus LTD. Inglaterra.
6. Clark, Martin P. Networks and Telecommunications - Design and Operation. John Wiley and Sons, 1991.
7. Fraser, A.G. Towards a universal data transport system. IEEE Journal selected areas in communications. SAC-1.
8. Freeman, Roger L. Telecommunications system engineering. Wiley, 1989.
9. Garnett, N.H. Intelligent Network Interfaces. Tesis doctoral. University of Cambridge, Computer Laboratory.
10. Gilbert Held. Digital Networking. John Wiley and Sons, New York, NY, 1990.
11. Girard, Andre. Routing and dimensioning in circuit-switched networks. Addison-Wesley, 1994.
12. Griffiths, John M. ISDN Explained, worldwide network and applications technology. John Wiley and Sons, 1992.
13. Goldstein, Fred R. ISDN in perspective. Addison-Wesley, 1992.
14. Herrera, Enrique P. Fundamentos de Ingeniería Telefónica. Limusa, México D.F.
15. Hopper, A. Local Area Computer Communications Networks. TECH.REP.7. University of Cambridge, Computer Laboratory.
16. Huidoro, José M. Sistemas de comunicaciones. Paraninfo, 1993.
17. Lathi, B.P. Sistemas de Comunicación. McGraw-Hill, 1991.
18. Linares, Julio. Las telecomunicaciones mañana. Telefonía, investigación y desarrollo, 1991.
19. Mandler, Camille. Paquetes versus Circuitos, ¿Ideología o Tecnología?. Communications Week International, Latinoamérica. Año 4, No. 7. 1997
20. Miller, Mark A. Internetworking. A guide to Network Communications LAN to LAN, LAN to WAN. P.E. M&T Books, 1997.
21. MOTOROLA CODEX. The basics book of information networking. Addison-Wesley, 1992.
22. NORTEL MULTIMEDIA NETWORKS. Manual de Operación Switch Magellan Passport. Ottawa, Canadá. 1996.
23. Schwartz Mischa. Redes de Telecomunicaciones. Publicaciones Addison-Wesley Co. MA, 1997.

24. Schwartz Mischa. Transmisión de Información, Modulación y Ruido. McGraw-Hill. México D.F.
25. Seminary Inform 97 "Bold Solutions. For a Changing World". Nortel, A World of Networks. Montreal, Canadá. 1997.
26. Seminary Inform 98 "The power of Networking". Nortel, A World of Networks. Long Beach, USA. 1998.
27. SIEMENS. Telecomunicación digital. Siemens Aktiengesellschaft, Berlin, Munich and Marcombo. 1990.
28. Spohn, Darren L. Data Network Desing. McGraw-Hill, 1995.
29. Stalling, William. Data and Computer Communications. Prentice-Hall, 1994.
30. Stalling, William. ISDN and Broadband ISDN. Macmillan Publishing Company, 1992.
31. Tanenbaum, A.S. Computer Networks. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, Nueva Jersey.
32. Zimmerman, H. OSI Reference Model. The OSI model of architecture for open system interconecction. IEEE Trans.comm. com-28(4).

#### **PAGINAS DE INTERNET**

1. <http://www.geocities.com/Silicon.Valley/1047/bisdn.html>

## GLOSARIO DE TERMINOS

**AAL.** ATM Adaption Layer.

**ACCESO BASICO.** Término usado para describir una combinación estandarizada de canales de acceso que constituyen los arreglos de acceso para la mayoría de los usuarios de ISDN.

**ANCHO DE BANDA (BANDWIDTH).** La diferencia entre límites de frecuencias de una banda de frecuencia. Capacidad máxima de transmisión de un enlace.

**ANSI.** American National Standards Institute.

**ARPANET.** Advanced Research Projects Agency Network.

**ATM.** Asynchronous Transfer Mode.

**ATM DXI.** ATM Data Exchange Interface.

**ATM UNI.** ATM User-Network Interface.

**BACKBONE.** Segmento central de una red de área extendida WAN, que soporta una gran capacidad de tráfico. Red de rango superior que conecta entre sí los nodos de la misma.

**B-ICI.** Broadband Inter-Exchange Carrier Interconnect.

**BICSI.** The Building Industry Standards Institute.

**B-ISDN (BROADBAND ISDN).** Una segunda generación de ISDN. La característica clave de una Broadband ISDN, es que esta provee canales de transmisión capaces de soportar velocidades mayores que la velocidad primaria de ISDN.

**BIT STUFFING.** La inserción de bits extras dentro de un flujo de datos para evitar la apariencia de control de secuencias no comprometidas.

**BRIDGE (PUENTE).** Elemento que permite enlazar redes de igual naturaleza, y cuya función es gestionar el tráfico de mensajes entre ambos. Trabaja en la capa de enlace de OSI.

**BROADCAST (DIFUSION).** Transmisión simultánea de información desde una única fuente hacia varios destinatarios. Gasto real.

**BUS.** Uno o más conductores que sirven como una conexión común para relacionar a un grupo de dispositivos.

**CAPACIDAD DE ACCESO (ACCESS CAPABILITY).** Número y tipo de canales de acceso a una interfaz de ISDN que actualmente están disponibles para propósitos de telecomunicaciones.

**CBR.** Constant Bit Rate.

**CDV.** Cell Delay Variance.

**CENTREX.** Servicio ofrecido por una compañía operadora telefónica para proveer, desde las instalaciones del operador; funciones y características comparables a aquellos que ofrece un PBX.

**CI.** Congestion Indication.

**CIR.** Committed Information Rate.

**CLP.** Cell Loss Priority.

**CMIP.** Common Management Interface Protocol.

**CMOL.** CMIP Over Logical Link Interface.

**CODEC.** Coder-decoder. Transforma datos análogos en digitales (Coder), y señales digitales en datos análogos (Decoder).

**CONEXION CONMUTADA.** Conexión que se establece para propósitos de conmutación.

**CONEXION NO CONMUTADA.** Conexión que establece sin el uso de conmutación.

**CONMUTACION DE CIRCUITOS.** Método de comunicación en el cual un enlace dedicado de comunicación es establecido entre dos dispositivos a través de uno o más nodos de conmutación intermedios.

**CONMUTACION DE PAQUETES.** Método de transmisión de mensajes a través de una red de comunicaciones, donde los mensajes son divididos en paquetes cortos. Cada paquete es pasado de la fuente a su destino a través de nodos intermedios. En cada nodo, el mensaje entero es recibido, almacenado momentáneamente, y entonces se pasa al siguiente nodo.

**CONMUTACION POR DIVISION DE ESPACIO.** Una técnica de conmutación de circuitos en la cual cada conexión a través del conmutador toma físicamente un enlace dedicado y separado.

**CONMUTACION POR DIVISION DE TIEMPO.** Una técnica de conmutación de circuitos en la cual slots de tiempo en un tiempo de multiplexaje el flujo de datos son manipulados para pasar de una entrada a una salida.

**CONMUTACION RAPIDA DE PAQUETES.** Es un acercamiento a la conmutación de paquetes que intenta la explotación de alta capacidad de los servicios de transmisión digital. Formatos y procedimientos se han designado para minimizar el tiempo en el proceso de paquetes.

**CPE.** Customer Premises Equipment.

**CPI.** Common Part Indicator.

**CRC.** Cyclic Redundancy Check.

**CRS.** Cell Relay Service.

**CSI.** Convergence Sublayer Indicator.

**CSU.** Channel Service Unit.

**DA.** Destination Address.

**DAM.** Distributed Element Manamegent.

**DAC.** Dual Attachment Concentrator.

**DAS.** Dual Attachment Station.

**DCE.** Data Circuit-Terminating Equipment.

**DCN.** Data Communications Network.

**DLC.** Data Link Control.

**DLCI.** Data Link Connection Identifier.

**DQDB.** Distributed Queue Dual Bus.

**DS0.** Digital Signal Level 0 (64 Kbps).

**DS1.** Digital Signal Level 1 (1.544 Mbps).

**DS3.** Digital Signal Level 3 (44.736 Mbps).

**DSU.** Data Service Unit.



**DSU/CSU.** Data Service Unit/Channel Service Unit.

**DSX-n.** Digital Signal Cross Connect Level n.

**DTE (Data Terminal Equipment).** Equipo Terminal de Datos. Es un equipo que convierte la información de usuario en señales de datos para transmisión o reconvierte las señales de datos recibidas en información de usuario.

**DIGITALIZAR.** Convertir una señal analógica en una señal digital.

**DIGITAL PBX.** PBX que opera internamente sobre señales digitales. Así las señales de voz tienen que ser digitalizadas para su uso en el PBX.

**ECL.** End Communications Layer.

**EIA/TIA.** Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association.

**FACSIMILE.** Sistema para la transmisión de imágenes. La imagen es escaneada en un transmisor, reconstruida en la estación de recepción, y copiada en algún formato de papel.

**FCI.** Frame Copied Indicator Bit.

**FCN.** Forward Congestion Notification.

**FCS.** Frame Check Sequence.

**FDDI.** Fiber Data Distributed Interface.

**FEC.** Forward Error Correction.

**FR.** Frame Relay.

**FR-UNI.** Frame Relay User Network Interface.

**FRAD.** Frame Relay Assembler/Disassembler.

**FRND.** Frame Relay Network Device.

**GATEWAY.** Dispositivo que conecta dos sistemas, especialmente si los sistemas usan diferentes protocolos.

**GUI.** Graphical User Interface.

**GS.** Group Switch.

**HCS.** Header Check Sequence.

**HDLC.** High Level Data Link Control.

**HEADER.** Encabezado. Sistema que define el control de información que antecede a los datos de usuario.

**HEC.** Header Error Control.

**HOST.** Estación terminal de comunicación en una red.

**ICI.** Inter-Exchange Carrier Interface.

**ICMP.** Internet Control Message Protocol.

**ICP.** Internet Control Protocol.

**IDP.** Internetwork Datagram Protocol.

**IDU.** Interface Data Unit.

**IEEE.** Institute of Electrical and Electronics Engineers.

**ISDN (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK).** Red digital de servicios integrados. También llamada RDSI. Servicios de comunicación integrados de red que utilizan tecnología de transmisión digital y conmutación para soportar comunicaciones de voz y datos digitales.

**ISO.** International Organization for Standardization.

**ITU.** International Telecommunication Union.

**ITU-T ITU.** Telecommunication Standardization Sector (Formerly CCITT).

**IXC.** Inter-Exchange Carrier.

**Kbps.** Kilo Bits per Second.

**KHz.** KiloHertz.

**LAN.** Local Area Network.

**LAP.** Link Access Procedure.

**LIM.** Line Interface Module.

**LLC.** Logical Link Control.

**LLI.** Logical Link Identifier.

**LMI.** Layer Management.

**LOCAL LOOP.** Circuito local de transmisión de información. Enlace de transmisión, entre el usuario y el centro de conmutación de una red pública de telecomunicaciones. También denominado "subscriber loop".

**MAC.** Medium Access Control.

**MAPPING.** Mapeo.

**Mbps.** Mega Bits per Second.

**MULTIPLEXAR.** En transmisión de datos, es una función que permite a dos o más fuentes de datos compartir un medio de transmisión común así que cada fuente de datos tiene su propio canal.

**MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDM).** División de la transmisión en dos o más canales por la partición de la banda de frecuencia transmitida teniendo la facilidad de límites de bandas, así cada uno es usado para formar distintos canales.

**MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE TIEMPO (TDM).** División de la transmisión en múltiples canales por la asignación de diferentes canales, cada uno a un tiempo.

**MODEM.** Modulador/Demodulador. Transformación de datos digitales en señales analógicas (modulador) y viceversa (demodulador).

**NNI.** Network-Network Interface.

**NTE (NETWORK TERMINATING EQUIPMENT).** Equipo terminal de red. Grupo de funciones de frontera en la ISDN y el usuario.

**OC1.** Optical Carrier, Level 1 (51.84 Mbps).

**OC3.** Optical Carrier, Level 3 (155.52 Mbps).

**OSI.** Open Systems Interconnection.

**PBX (PRIVATE BRANCH EXCHANGE).** Central telefónica ubicada en el lugar de usuario. Ofrece facilidades de conmutación de circuitos para líneas telefónicas dentro del edificio y además acceso a la red pública telefónica.

**PCM (PULSE CODE MODULATION).** Modulación por código de pulsos. Proceso en el cual la señal es muestreada, y la magnitud de la muestra, con respecto a una referencia de construcción; es cuantificada y convertida por código en una señal digital.

**PDN (PUBLIC DATA NETWORK).** Red pública de datos. Red pública de conmutación de paquetes la cual está disponible a usuarios.

**PROTOCOLO.** Conjunto de normas de comunicación.

**PROTOCOLO USUARIO-USUARIO (USER-USER PROTOCOL).** Protocolo que se adopta entre dos o más usuarios para asegurar un orden en la comunicación entre ellos.

**PTT (Postal, Telegraph and Telephone).** Telefonía, Telegrafía y Servicio. Compañías que originalmente eran parte del gobierno de un país, encargadas de ofrecer dichos servicios a la población en general. Actualmente se denomina así a las empresas que proveen los servicios, la mayor parte de ellas son privadas.

**PUNTO A PUNTO.** Configuración en la cual dos estaciones comparten un enlace de transmisión.

**PVC.** Permanent Virtual Circuit.

**QoS.** Quality of Service.

**SAS.** Single Attachment Station.

**SDH.** Synchronous Digital Hierarchy.

**SEÑALIZACION.** Intercambio de información específicamente concerniente al establecimiento y control de conexiones, con la administración, en una red de telecomunicaciones.

**SEQ.** Sequence.

**SERVICIO PORTADOR (BEARER SERVICE).** Servicio de telecomunicación que provee la capacidad de transmisión de señales entre usuario y las interfaces de red.

**SNMP.** Simple Network Management Protocol.

**SMDS.** Switched Multimegabit Data Service.

**SONET.** Synchronous Optical Network.

**STM.** Synchronous Transfer Mode.

**STM-N.** Synchronous Transport Module Level-N.

**SNI.** Subscriber Network Interface.

**STS-N.** Synchronous Transport Signal Level-N.

**SVC.** Switch Virtual Circuit.

**TA.** Dispositivo usado para conectar equipo no ISDN.

**TCP/IP.** Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

**TE (TERMINAL EQUIPMENT).** Equipo terminal. Este equipo provee las funciones necesarias para la operación de los protocolos de acceso al usuario.

**TERMINACION DE RED.** Equipo que provee las funciones necesarias para la operación de los protocolos de acceso a la red.

**TDM BUS SWITCHING.** Una forma de conmutación por división de tiempo en el cual slots de tiempo son usados para la transferencia de datos a través de un bus compartido entre el transmisor y el receptor.

**TRANSMISION ANALOGICA.** La transmisión de señales analógicas sin hacer caso del contenido.

**TRANSMISION DIGITAL.** La transmisión de datos digitales o analógicos que tienen que ser digitalizados, usando cualquiera de las dos señales, digital o analógica; donde el contenido digital es recobrado y repetido en puntos intermedios para reducir efectos de errores así como de ruido, distorsión y atenuación.

**TRANSMISION FULL-DUPLEX.** Transmisión de datos en ambas direcciones al mismo tiempo.

**TRANSMISION HALF-DUPLEX.** Transmisión de datos en cualquier dirección, una dirección a la vez.

**UNI (USER NETWORK INTERFACE).** Interfaz usuario red. Es la interfaz entre el equipo terminal y una terminación de red en la cual se aplican los protocolos de acceso.

**VBR.** Variable Bit Rate.

**VCC.** Virtual Channel Connection.

**VCI.** Virtual Channel Identifier.

**VIRTUAL CIRCUIT.** Circuito Virtual. Mecanismo de la conmutación de paquetes en el cual una conexión lógica (virtual circuit) se establece entre dos estaciones para el inicio de la transmisión. Todos los paquetes siguen la misma ruta y arriban en secuencia.

**VPC.** Virtual Path Connection.

**VPI.** Virtual Path Identifier.

**WAN.** Wide Area Network.

**X.25.** Estándar de acceso a red para conectar estaciones a una red de conmutación de paquetes.

# **APENDICES**

# **APENDICE I**

## **CISCO ROUTERS AND SERVERS**



## Sistema avanzado de routers Cisco 7500

DESDE SU INTRODUCCIÓN, EN 1995, LA SERIE DE ROUTERS DE GAMA ALTA Y ALTO RENDIMIENTO CISCO 7500 NO HA DEJADO DE CRECER EN CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTO, INCLUYENDO:

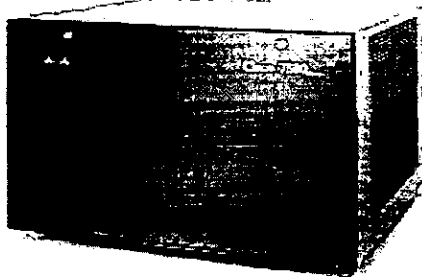
- Nuevos procesadores centrales y procesadores de interfaz
- Distribución de conmutación y servicios de paquetes a los procesadores de interfaz versátil (Versatile Interface Processors, VIP)
- Compresión y cifrado de datos basada en hardware a través de adaptadores de servicios
- Innovaciones en la tecnología de conmutación, como por ejemplo Tag Switching y Cisco Express Forwarding (CEF)
- Funciones de calidad de servicio (QoS)

El nuevo sistema avanzado de routers (ARS) Cisco 7500 tiene un conjunto integrado de nuevos componentes de hardware y características de software, que ofrece un rendimiento global del sistema varias veces superior a la que tenía el Cisco 7500 hace dos años. Estos desarrollos significan que la plataforma es una opción ideal para los exigentes entornos de las empresas y los proveedores de servicios.

Este documento ofrece una breve visión general técnica del ARS Cisco 7500, describe sus nuevos componentes clave, los requisitos del sistema y las consideraciones acerca de la configuración. El ARS Cisco 7500 se describe en las siguientes categorías:

- Arquitectura distribuida: conmutación y servicios VIP distribuidos, incluyendo el nuevo VIP2-50
- Route Switch Processor (RSP): incluyendo el RSP4
- Innovaciones en conmutación: abarca el CEF y Tag Switching
- Servicios de red: incluyendo los adaptadores de servicios, los servicios de NetFlow y QoS

Router de gama alta y alto rendimiento Cisco 7500



### Arquitectura distribuida

#### Conmutación distribuida

Cuando apareció, en 1995, el router Cisco 7500 tenía una arquitectura centralizada, el RSP llevaba a cabo todas las tareas necesarias para que el router funcionara. Las tareas importantes incluyen los paquetes de conmutación de datos, que proporcionan servicios adicionales (como cifrado, compresión, control de acceso, QoS y contabilidad de tráfico) a los paquetes de datos, que ejecutan protocolos de enrutamiento para mantener la inteligencia de conmutación y que gestionan otras funciones de mantenimiento del sistema, tales como la gestión de red. Mientras que la capacidad de rendimiento de un solo RSP era alto y más que adecuada para satisfacer las necesidades del sistema en el momento de su introducción, el crecimiento exponencial de la informática y la red de datos TCP/IP ha exigido posteriormente más capacidad de rendimiento de lo que puede proporcionar un solo RSP.

En 1996, se introdujo en el Cisco 7500 se introdujo una arquitectura distribuida utilizando varios VIP. Cada VIP tiene su propio procesador, que es capaz de conmutar paquetes de datos de IP y proporcionar determinados servicios de red. Todo ello permite que el rendimiento global del sistema de los routers Cisco 7500 se amplíe cuando necesiten gestionar más conexiones de red de alta velocidad y más paquetes de datos. El RSP sigue siendo el maestro del sistema. Ejecuta los protocolos de enrutamiento con otros routers de la red para copilar la inteligencia de conmutación, que se guían y se descargan a los VIP para que cada uno pueda conmutar sus propios paquetes IP.

Además de realizar la conmutación de paquetes, los VIP también pueden ofrecer un conjunto de servicios de red de IP, incluyendo el cifrado, la compresión, el control de acceso, QoS y la contabilidad de tráfico (NetFlow). Con los VIP descargando estas funciones de servicio y conmutación IP desde el RSP, éste puede dedicar todos sus ciclos de CPU a manejar otras tareas esenciales, tales como protocolos de enrutamiento, tunneling, tráfico de IP, administración de red y otros servicios. Actualmente, el mismo RSP tiene muchos más ciclos de CPU disponibles para dichas tareas, si se compara en el momento en que el RSP tenía que conmutar todos los paquetes que pasaban por el sistema.

La conmutación VIP distribuida tiene un requisito de software mínimo de Cisco IOS™, versión 11.1(472) y un requisito de hardware mínimo de un procesador RSP (RSP 1, 2o4) y VIP2-40. Está disponible en todas las plataformas Cisco 7500 y en el RSP7000.

La conmutación distribuida VIP es el mejor método para ampliar el rendimiento del sistema y debe activarse donde sea posible. Cuando un RSP tiene una alta utilización de la CPU y se conmuta un tráfico IP considerable, se activa la conmutación distribuida de RSP, lo que reduce considerablemente la utilización de la CPU y el RSP.

#### Procesador de interfaz versátil 2, modelo 50 (VIP2-50)

El procesador VIP2-50 es la más reciente incorporación a la familia VIP2. Utiliza el procesador MIPS R5000 (el mismo que tenía el RSP4) con un máximo de 8 MB de SRAM y un máximo de 128 MB de DRAM. Las capacidades adicionales de la memoria adicional VIP2-50 más funciones de gestión de colas y más almacenamiento para gestión de tablas de enrutamiento grandes. Sur rápida CPU y otras implementaciones ofrecen grandes mejoras de rendimiento y capacidades de ancho de banda.

El procesador VIP2-50 admite todos los adaptadores de puerto (PA) WAN y LAN, y también hay procesador de interfaz (Interface Processors, POSIP) Packet over Synchronous Optical Network (SONET) y procesadores de interfaz T3 canalizado (Channelized T3 Interface Processors, CT3IP) basados en la plataforma VIP2-50. El procesador VIP2-50 funciona entre un 40 y un 50% mejor que el VIP2-40. Por ejemplo, el modelo VIP2-40 puede conmutar paquetes a alrededor de 65 kpps, mientras que el VIP2-50 puede hacerlos a más de 100 kpps, lo que conduce al rendimiento agregado del sistema de un Cisco 7513 a más de 1 Mpps.

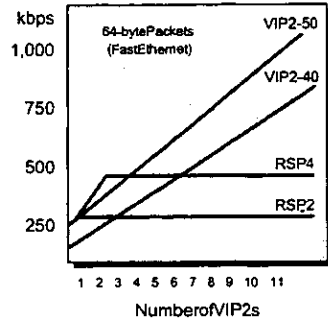
El protocolo VIP2-50 tiene un requisito mínimo de software de Cisco IOS, versión 11.1(14)CA. No hay ningún plan para ofrecer soporte para VIP2-50 en la versión 11.2o 11.3 de Cisco IOS.

VIP2-50 debe utilizarse cuando hay una necesidad de mayor potencia de procesamiento distribuidos sobre el VIP2-40. Se dan algunos ejemplos cuando se utilizan adaptadores de puertos de alta velocidad, tales como FE, HSSI, FDDI y ATM, sobre todo cuando están muy cargados o se utilizan con servicios distribuidos QoS.

#### Procesador de switches de rutas

El Route Switch Processor, modelo 4 (RSP4) se añadió en la serie Cisco 7500, en 1997, dejando el número total de modelos RSP disponibles a tres (RSP1, RSP2 y RSP4). El RSP4 puede utilizarse como procesador nuevo o de repuesto

en los tres modelos Cisco 7500, mientras que RSP1 es solamente para el Cisco 7505 y el RSP2 es solamente para los modelos Cisco 7507 y 7513. RSP4 puede coexistir con un RSP2o RSP4 en un sistema de dos procesadores (Cisco 7507 y 7513) para ofrecer soporte de High System Availability (HSA).



Source: 1) Tolly Group

RSP4 utiliza el procesador R5000 de MIPS, cuyo reloj interno funciona a 200 MHz. RSP4 ha duplicado la capacidad de DRAM (hasta 256 MB) sobre RSP2 y tiene más cachés de Nivel 1 y Nivel 2 para optimizar el rendimiento a través de la reducción en el tiempo de acceso a la memoria. Contando estas mejoras, la capacidad de la CPU del RSP4 es varias veces superior a la de los modelos RSP2 y RSP1.

RSP4 tiene un requisito de software mínimo de Cisco IOS, versión 11.1(9)CA o 11.2(7)P. No es compatible con la versión 11.2F.

El modelo RSP4 debe utilizarse cuando haya una gran carga de tareas intensivas de CPU que no puedan descargarse a los VIP. Algunos ejemplos de ello son el tráfico de IP, tunneling, redes IBM, traducción de direcciones de red (Network Address Translation, NAT) y gestión de red. También debe utilizarse con anteriores procesadores de interfaz (como Ethernet Interface Processor [EIP], Fiber Distributed Data Interface Processor [FIP], High-Speed Serial Interface Processor [HSIP]), que no admiten la conmutación distribuida cuando se desea más rendimiento de conmutación.

#### Innovaciones en conmutación

##### Cisco Express Forwarding

CEF es un modo de conmutación para paquetes IP que no utiliza caché. Históricamente, todos los modos de conmutación (excepto Process Switching) de los routers de Cisco utilizan caché. En la conmutación que utiliza caché, el primer paquete de los flujos se envía a nivel de proceso, donde su dirección de destino se compara con la tabla de enrutamiento para obtener la información de reenvío. A continuación se crea una entrada de caché de ruta

con la información de envío correspondiente, a fin de que los siguientes paquetes del mismo flujo puedan conmutarse rápidamente utilizando la caché de ruta.

Este esquema basado en caché es más que adecuado para la mayoría de las redes del mundo real. Sin embargo, el alto volumen de tráfico y la mezcla dinámica de tráfico que se pueden encontrar en la actual backbone de Internet puede, algunas veces, alcanzar el tamaño ilimitado de la caché de la ruta. En ese caso, el router gastará más ciclos de CPU de los deseables en extraer y reconstruir las entradas de la caché de ruta. A excepción de algunas grandes backbones empresariales, el tráfico de la empresa no tiene el mismo volumen y la misma mezcla que el de Internet.

Con CEF, en lugar de crear entradas de caché de ruta bajo demanda, se crea una base de información de envíos (Forwarding Information Base, FIB) basada en toda la tabla de enrutamiento y, seguidamente, se descarga a todos los VIP para que se realice la conmutación distribuida. Cuando CEF se ejecuta en el RSP, en los VIP, tanto el RSP como los VIP de conmutación utilizan el mismo FIB. El FIB sólo se actualiza cuando hay cambios en las tablas de enrutamiento, con lo que se eliminan completamente los gastos por flujo del mantenimiento de la caché de ruta. Además, ninguna parte de la caché se recupera y se reconstruye, por lo que la mezcla de tráfico no afecta al rendimiento.

CEF se encuentra actualmente disponible en imágenes de software especiales para los ISP y estará disponible para los restantes clientes en el segundo trimestre de '98.

CEF tiene más o menos el mismo rendimiento de conmutación que Optimum Switching con una caché de ruta estable (lo que sólo ocurre en el mejor Optimum Switching). Cuando el volumen de la mezcla de tráfico excede más allá de la capacidad de la caché de ruta Optimum Switching, el rendimiento de éste empieza a degradarse a medida que se gastan más ciclos de CPU en las actualizaciones de la caché de ruta, mientras que CEF no tiene ese comportamiento totalmente dependiente de la caché.

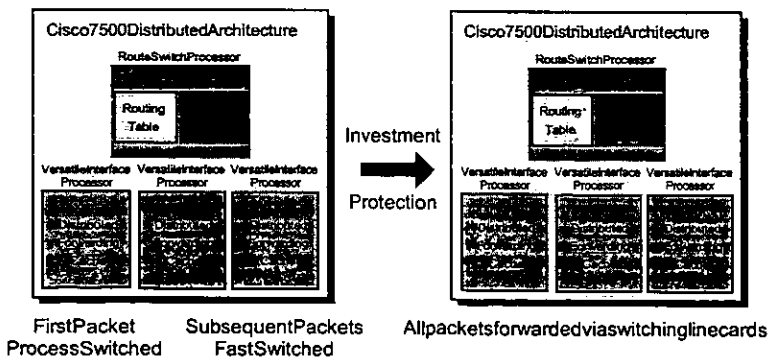
### Tag Switching

Tag Switching es un nuevo esquema de conmutación de paquetes que agrega una etiqueta a cada paquete del IP. Dicha etiqueta la utilizan los switches de etiquetas (que pueden ser routers o switches ATM) como base para la conmutación de paquetes en lugar de las direcciones de destino IP originales. Existe un protocolo Tag Distribution Protocol (TDP) independiente para mantener la asignación de direcciones IP y etiquetas.

Entre las ventajas clave de Tag Switching se incluyen:

- Integración IP-ATM: conseguida a través del soporte de los protocolos de enrutamiento TDP e IP en switches ATM, ya través del mutuo conocimiento por parte de los routers de IP y los switches ATM de la información de accesibilidad que llevan las etiquetas.
- Red ampliable sobre ATM con el protocolo Border Gateway Protocol 4 (BGP4): a través de la reducción en la complejidad de la toma de decisiones de BGP, a medida que los switches ATM han pasado a ser "iguales" BGP.
- Ingeniería flexible del tráfico: a través del uso de etiquetas para implementar las distintas rutas para flujos de IP con el mismo salto siguiente; esta característica ofrece un mejor control de la carga del tráfico en distintas partes de la red.
- Implementación de redes virtuales privadas (Virtual Private Network, VPN): a través del uso de distintos conjuntos de etiquetas para distintas redes virtuales.

Tag Switching estará disponible en CQ2 '98. Cisco también está dirigiendo la estandarización de las etiquetas a través de la iniciativa IETF MPLS.



### Servicios de red

Las funciones de los servicios de red exclusivos del Cisco 7500 para crear soluciones de red de alto rendimiento incluyen adaptadores de servicios de compresión (Compression Service Adapters, CSA), adaptadores de servicios de cifrado (Encryption Service Adapters, ESA), servicios de NetFlow y QoS.

#### Adaptador de servicio de compresión

El CSA es un motor de compresión de datos a través de hardware construido como un adaptador de puerto (PA). Se coloca en una ranura de PA del VIP y proporciona servicios de compresión de datos al PA que se encuentra en la ranura de PA adyacente del mismo VIP. El CSA ofrece una capacidad de compresión/descompresión de datos muy superior a la compresión a través de software y es completamente compatible con la compresión a través de software de Cisco IOS. El CSA tiene un requisito de software mínimo de Cisco IOS, versión 11.1(6)CA o 11.2(5)P, y necesita un VIP2-40 o VIP2-50.

#### Adaptador de servicio de cifrado

El ESA es un motor de cifrado de datos a través de hardware construido como un adaptador de puerto (PA). Se coloca en una ranura de PA del VIP y proporciona servicios de cifrado de datos al PA que se encuentra en la ranura de PA adyacente del mismo VIP. El ESA ofrece una capacidad de cifrado de datos muy superior al cifrado a través de software y es completamente compatible con el cifrado a través de software de Cisco IOS. El ESA tiene un requisito de software mínimo de Cisco IOS, versión 11.2(7)P y necesita un VIP2-40. No es compatible con ninguna versión de 11.1 y, por lo tanto, no funciona con VIP2-50 hasta la versión 12 de Cisco IOS.

#### Servicios de NetFlow

Estos servicios hacen referencia a la recopilación de estadísticas de NetFlow que exporta el router (lo que lleva a cabo centralmente el RSPo, de forma distribuida, los VIP), junto con las aplicaciones NetFlow que se ejecutan en hosts externos para reunir y analizar los datos exportados.

Uno de los desafíos importantes del funcionamiento de las redes de datos es la carencia de conocimiento acerca del tráfico de red que se transporta. NetFlow es una solución ideal para esta necesidad, ya que proporciona resúmenes personalizados de las estadísticas del tráfico que son extremadamente útiles en la gestión, planificación y crecimiento de la red. NetFlow analiza los "flujos" de tráfico, donde dichos flujos se definen por medio de variable tales como dirección IP, tipo de protocolo y número de sistema autónomo (AS). Escapa de ofrecer un análisis muy granular, incluyendo la duración de los flujos, el tamaño de los paquetes y muchos otros elementos.

Actualmente, las aplicaciones de NetFlow son NetFlow Collector y NetFlow Analyzer, y ambas funcionan en plataformas UNIX. FlowCollector recibe los datos de NetFlow de los routers y realiza las funciones de filtrado, resumen, agregación y gestión de datos. FlowAnalyzer ofrece una interfaz gráfica de usuario (GUI) basado en Internet para analizar y mostrar los datos de NetFlow que ha generado FlowCollector. Los datos pueden verse en varios esquemas de agregación y también cuenta con distintas funciones de creación de gráficos y clasificación.

Toma los ciclos de la CPU para recolectar y exportar las estadísticas de NetFlow, y obviamente el volumen de datos de NetFlow depende del volumen de tráfico. En las clases de red a gran escala, donde el núcleo tiene un gran carga de tráfico, es más apropiado ejecutar NetFlow en la frontera de la red para que los routers del núcleo no tengan que gastar ciclos de la CPU para exportar muchos datos de NetFlow. FlowCollector y FlowAnalyzer también deben encontrarse cerca del router para minimizar el impacto del tráfico de datos de NetFlow en la carga global de la red.

#### Calidad de servicio

El ARS Cisco 7500 tiene un conjunto de características de Nivel 3 que, para el mayor nivel de rendimiento, se implementan en los VIP. Incluye Distributed Committed Access Rate (DCAR), Distributed Weighted Fair Queuing (DWFAQ), Distributed Weighted Random Early Detection (DWRED) y BGP Policy Propagation.

DCAR lleva a cabo tanto la clasificación de paquetes como la limitación de tasas. Clasificación de paquetes significa la definición de tres bits en el campo anterior de la cabecera Ipv4 o la definición de un identificador de clasificación interno para clasificar los paquetes en base a los criterios que haya configurado el usuario (por ejemplo, direcciones Media Access Control [MAC], direcciones IP, tipos de protocolo, etc.). La limitación de tasa significa limitar la entrada media a la salida (bps) a través de un interfaz según los criterios configurados por el usuario en base a la cabecera de la IP, incluyendo los bits de precedencia de IP y el identificador de clasificación interno.

DCAR se utiliza para limitar la tasa del tráfico seleccionado en o fuera de un interfaz, o para definir los bits de precedencia de IP y el identificador de clasificación interno para preparar posteriores acciones de QoS que realicen los siguientes dispositivos o interfaces de red. DCAR es un bloque de creación para implementar distintos tipos de servicios en distintas comunidades de clientes mediante la imposición de límites estrictos dependiendo de las clases de servicios. Está disponible en estos momentos en las versiones EFT para proveedores de

servicios y estará disponible al gran público en CQ2 '98. Tenga en cuenta que para que DCAR funcione Distributed CEF tiene que estar activo.

DWFQ gestiona la cola de salida de un interfaz para permitir la gestión de cola de salida por flujo o la gestión de cola de salida basada en clases (utilizando los bits de precedencia del Poel identificador de clasificación interno). En la gestión de cola de salida basada en clases, los pesos se pueden asignar a las colas de salida para ajustar su parte relativa del ancho de banda de salida.

DWFQ se utiliza para ofrecer una buena gestión de cola por flujo, a fin de que los flujos de tráfico de volumen alto no dominen el ancho de banda de salida sobre los de bajo volumen para ofrecer gestión de cola por clase con pesos, a fin de que cada una de las clases de tráfico pueda tener una parte configurable del ancho de banda de salida. El último es un bloque de creación para implementar distintos tipos de servicios en distintas comunidades de clientes, ya que proporciona asignaciones de ancho de banda garantizadas dependiendo de las clases de servicios. DWFQ disponible en estos momentos en las versiones EFT para proveedores de servicios y estará disponible al gran público en CQ2 '98. Tenga en cuenta que para que DWFQ funcione Distributed CEF tiene que estar activo.

DWRED supervisa la cola de salida de un interfaz y empieza a descartar paquetes de forma aleatoria cuando se superan los límites de cola configurables. El objeto de dicho descarte es tener solamente unas pocas sesiones de TCP que reduzcan sus ventanas de transmisión en respuesta a las pérdidas de paquetes. Con ello se consigue que el volumen total de tráfico permanezca por debajo del nivel de congestión. En caso contrario, cuando la cola de salida está llena se produce una "tail drop (caída de cola)" en todas las sesiones de TCP que se reducen simultáneamente, posteriormente, se vuelven a activar a la vez, lo que da como resultado una mala utilización de los enlaces y transmisiones innecesarias.

DWRED permite que todas las clases de tráfico (basadas en bits de precedencia del Poel identificador de clasificación interno) tengan su propio umbral configurable independiente para que cuando el enlace está congestionado, el tráfico de baja prioridad pueda descartarse aleatoriamente antes que el de alta prioridad. DWRED es un bloque de creación para implementar distintos tipos de servicios en distintas comunidades de clientes mediante la imposición de prioridades de tráfico dependiendo de las clases de servicios. DWRED disponible en estos momentos en las versiones EFT para proveedores de servicios y estará disponible al gran público en el segundo trimestre de 1998. Tenga en cuenta que para que DWRED funcione Distributed CEF tiene que estar activo.

BGP Policy Propagation lleva a cabo la clasificación de paquetes (definición de bits de precedencia del Po identificador de clasificación interno) basándose en la información de clasificación que transporta el FIB de CEF. La información de clasificación puede definirse dinámicamente de varias formas, mediante instrucciones de configuración de ruta-mapa y haciendo uso de varios atributos de BGP. Por consiguiente, BGP Policy Propagation es, esencialmente, una clasificación de paquetes basada en BGP y simplifica considerablemente las configuraciones y la gestión de QoS en sistemas de red multi-AS. BGP Policy Propagation incluye en el CEF.

Para obtener la mayor QoS y el mayor rendimiento de los servicios de red sea posible que el cliente instale el RSP4 y 1 o VIP2, modelo 50.



**Oficinas centrales de la empresa**  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, California 95134-1706  
EEUU  
<http://www.cisco.com>  
Tel: 408.526-4000  
800.553-NETS(6387)  
Fax: 408.526-4100

**Oficinas centrales en Europa**  
Cisco Systems Europe s.r.l.  
Parc Evolic, Batiment L1/L2  
16 Avenue du Quebec  
Villebon, BP706  
91961 Courtaboeuf Cedex  
Francia  
<http://www-europe.cisco.com>  
Tel: 33169186100  
Fax: 33169288326

**Oficinas centrales de América**  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, California 95134-1706  
EEUU  
<http://www.cisco.com>  
Tel: 408.526-7660  
Fax: 408.527-883

**Oficinas centrales de Asia**  
Nihon Cisco Systems K.K.  
Fuji Building, planta 9  
3-2-3 Marunouchi  
Chiyoda-ku, Tokio 100  
Japón  
<http://www.cisco.com>  
Tel: 81352196250  
Fax: 81352196001

Cisco System tiene más de 200 oficinas en los siguientes países. Las direcciones, números de teléfono y de fax pueden encontrarse en el sitio Web Cisco Connection Online: <http://www.cisco.com>.

Argentina · Australia · Austria · Bélgica · Brasil · Canadá · Chile · China (PRC) · Colombia · Costa Rica · República Checa · Dinamarca · Inglaterra · Francia · Alemania · Grecia · Hungría · India · Indonesia · Irlanda · Israel · Italia · Japón · Corea · Luxemburgo · Malasia · México · Holanda · Nueva Zelanda · Noruega · Perú · Filipinas · Polonia · Portugal · Rusia · Arabia Saudí · Escocia · Singapur · Sudáfrica · España · Suecia · Suiza · Taiwan, ROC · Tailandia · Turquía · Emiratos Árabes Unidos · Estados Unidos · Venezuela

Copyright © 1998 Cisco Systems, Inc. Reservados todos los derechos. Impreso en Estados Unidos. Cisco IOS es una marca comercial y Cisco, Cisco Systems y el logotipo de Cisco Systems son marcas registradas de Cisco Systems, Inc. en Estados Unidos y otros países. Las marcas de otros fabricantes de hardware y software que aparecen en este documento son marcas registradas de sus respectivos propietarios. 39282A-W

*Router Cisco 7576*

LOS ROUTERS DE ALTO RENDIMIENTO DE LA SERIE CISCO7500 HAN LOGRADO MANTENERSE COMO LOS LÍDERES DEL MERCADO DEBIDO A SU AMPLIA GAMA DE SERVICIOS AVANZADOS LAN/WAN, REDUNDANCIA, FIABILIDAD Y RENDIMIENTO. EL ROUTER CISCO 7576 ES EL MIEMBRO MÁS RECIENTE DE LA SERIE CISCO 7500, Y PROPORCIONA 2 ROUTERS INDEPENDIENTES EN UN MODELO DE CHASIS PARA UN SOLO ROUTER.

Esto da como resultado un incremento en la densidad del puerto y un ancho de banda agregado en el chasis, a la vez que minimiza el consumo de espacio y de bastidores.

Figura 1 Router Cisco 7576

**El router Cisco 7576**

El router Cisco 7576 está diseñado para soportar sin esfuerzo unas densidades de puerto WAN más altas, proporcionando el doble de ancho de banda en el plano de conmutación siguiendo las huellas del router Cisco 7513. Alcanza un plano de conmutación con un ancho de banda agregado de 4 Gbps, un incremento del 100 por ciento con el mismo bastidor. Esto se consigue al poner 2 routers Cisco 7500 independientes, en lugar de un único router Cisco 7513. Esta separación se obtiene a través de un diseño de plano de conmutación dividido, cada mitad haciendo uso de su propio Route Switch Processor (RSP-4), interfaz de procesadores, adaptadores de puerto, e imágenes de software CISCO IOS®. El discriminador del chasis está separado de manera lógica, y el reparto de carga de la fuente de alimentación del Cisco 7576 se hace a los dos planos de conmutación con una configuración redundante. Los interfaces de módulos de procesador de toda la serie Cisco 7500 existentes son compatibles con el router Cisco 7576, al igual que los procesadores de interfaz versátiles y sus adaptadores de puerto.

Basados en interfaces por ranuras, y agregación de ancho de banda por chasis, el Cisco 7576 proporciona el mayor ancho de banda por chasis y la mayor densidad de interfaces de alta velocidad de la serie Cisco 7500 (ver Tabla 1).

Tabla 1 Router de la serie Cisco 7500

	7507	7513	7576
Chasis por bastidores*	3	2	2
Ancho de banda por chasis	2Gbps	2Gbps	4Gbps
Interfaces por bastidor			
OC3	15	12	22
FE	27	20	38
T3/E3	60	43	88

Como se muestra en la Figura 2, el Cisco 7576 está compuesto por dos routers Cisco 7500 independientes (router A y router B) y proporciona un total de 13 ranuras con 4 CyBuses independientes. Una única ranura en cada uno de los dos routers está dedicada a un Route Switch Processor (RSP) independiente. Las 6 ranuras de interfaz de medios en el router A comparten 2 CyBuses en el

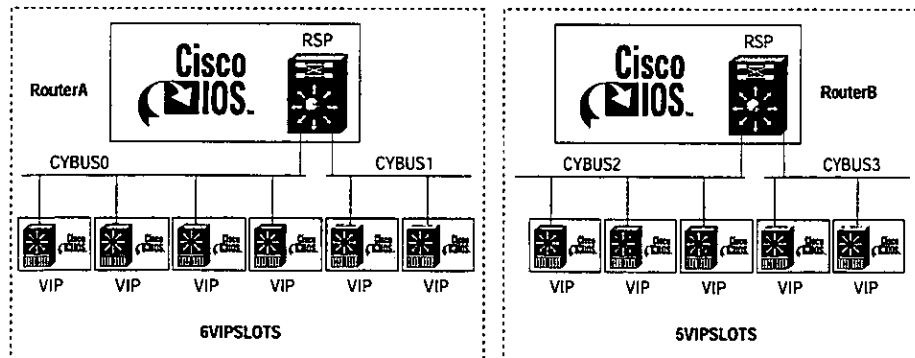
router A, mientras que 4 ranuras de interfaz de medios en el router B ocupan 2 CyBuses en el router A. Esto reduce significativamente la carga de tráfico por CyBus, y por tanto, permite una mayor densidad de puertos por chasis de router. Tener 4 buses en el plano de conmutación disminuye la posibilidad de una suscripción excesiva del ancho de banda del bus del plano de conmutación, con lo que aumenta el rendimiento global del router.

**Servicios ampliables L3**

El Cisco 7576 soporta tanto la arquitectura de envío de paquetes centralizados RSP, así como la arquitectura de envío de paquetes distribuidos VIP. El RSP, dentro de una arquitectura de envío de paquetes centralizados, realiza todas las funciones de encaminamiento, incluyendo la filtración de paquetes de datos, la

conmutación de paquetes de datos y el encaminamiento de protocolos. También proporciona servicios de valor añadido tales como encriptación, compresión, calidad de servicio y administración de red.

Figura 2 Arquitectura interna del Cisco 7576



En la arquitectura distribuida basada en VIP, cada VIP tiene su propio procesador, paquete y memoria de programa, y conmuta y envía paquetes IP. VIP trabaja conjuntamente con RSP, que es el master del sistema para la distribución de la tabla de enrutamiento Nivel 3. Con la tabla de envío de Nivel 3 en el VIP, la conmutación y el envío de paquetes se ejecuta de forma local más que en el RSP. Esto mejora el rendimiento global del sistema. Con el VIP descargando estas funciones de servicio y conmutación IP desde el RSP, el RSP puede dedicarse a los ciclos de su CPU a manejar importantes tareas como protocolos de encaminamiento, tunneling, tráfico no IP, administración de red y otros servicios.

**Cisco 7576 para proveedores de servicios Internet (ISP)**  
 Para los proveedores de servicios, el router Cisco 7576 es el miembro de la serie Cisco 7500 que ofrece mayor densidad y mayor rendimiento. Está perfectamente equipado para

aplicaciones de proveedor de servicios, soporta altas densidades de puertos WAN por cada bastidor de 7 pies sin sobrescripción del plano de conmutación disponible. Esto permite incrementar el uso de adaptadores multicanal de alta densidad, sin degradar el tráfico del sistema y el rendimiento del router. También permite a los proveedores de servicios incrementar los puertos de interfaz añadiendo bastidores adicionales, o conseguir un mayor espacio.

**Cisco 7576 para usuarios corporativos**  
 Para los usuarios empresariales, el Cisco 7576 es la elección preferida por la alta eficacia en su agregación de ancho de banda de chasis para una gran variedad de enlaces WAN, y a la vez porque maximiza la disponibilidad del sistema y de la red. El concepto de dos routers en un único chasis Cisco 7513, su interfaz de puertos de alta densidad, y la fácil implementación de las características avanzadas Cisco IOS, tales como Hot Standby Routing Protocol (HSRP) subrayan esta posición.

### Características y ventajas

Características	Ventajas
Proporciona 2 routers independientes en un chasis de router 7513	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximiza la ramura disponible del router, en configuraciones de alta densidad y de alto rendimiento</li> <li>Proporciona una mayor velocidad de puertos, en un solo modelo de chasis del router Cisco 7513</li> </ul>
Duplica la disponibilidad de ancho de banda en el plano de conmutación hasta los 4 Gbps en el mismo chasis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización altamente eficaz del ancho de banda del plano de conmutación</li> </ul>
Dobla, aproximadamente, el número de interfaces por bastidor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximiza la densidad del puerto, a la vez que ahorra espacio en los bastidores y en el recinto de cableado</li> </ul>
2 procesadores (RSP-4) independientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximiza el rendimiento del sistema y permite ampliar el router</li> </ul>
Soporta Hot Standby Routing Protocol (HSRP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementa la disponibilidad para rápidos retrocesos a un router de "copia de seguridad" en el caso de un fallo del sistema de enlace</li> </ul>
Permite usar toda la serie de tarjetas de línea de la serie Cisco 7500	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegura la compatibilidad con los módulos existentes de la serie Cisco 7500</li> </ul>
Servicios y conmutación distribuidos (usando VIPs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementa la conectividad disponible para puertos y routers, sin comprometer el rendimiento</li> </ul>
Fuente de alimentación dual (redundante)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayor fiabilidad del sistema redundante (corriente alterna-CA-ocorriente continua-CC-)</li> <li>El reparto de carga amplia la vida útil de la fuente de alimentación</li> </ul>
Maximiza la capacidad de ampliación de Cisco IOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un diseño independiente del router minimiza los efectos de inactividad del tiempo de inactividad del router</li> </ul>



Características	Ventajas
Tarjetas de línea insertables y desmontables en línea (OIR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite que el cliente inserte o retire una tarjeta de línea de 100 VAC, procesador de línea de 400 Mbps o que los interfaces de procesador similar es reconfiguración automática.</li> <li>Voltaje Corriente Continua (CC) de entrada: -48a -60VDC</li> </ul>
Configuraciones flexibles en los montajes de los bastidores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite que el cliente inserte o retire una tarjeta de línea de 100 VAC, procesador de línea de 400 Mbps o que los interfaces de procesador similar es reconfiguración automática.</li> <li>Tensión de entrada de 3 amperios máximo a 28 VDC</li> </ul>

### Aspectos notables del producto

La tabla 3 muestra los aspectos más destacables del Cisco 7576

Tabla 3 Aspectos más destacables del producto

Router por chasis	2
Procesadores Router	2 procesadores RSP-4 independientes
Ancho de banda agregado por chasis	4 Gbps
Ranuras de interfaz disponibles	11 (13 ranuras en total 2 procesadores, 1 E/S) Router A con 7 ranuras, router B con 6 ranuras
Fuente de alimentación	Redundante, estándar, CA o CC (corriente alterna o continua)
Capacidad de servicio	Interfaz insertable y desmontable en línea Procesadores y fuentes de alimentación
Conmutación distribuida	Si, usando VIPs
Servicios IP distribuidos	Si, usando VIPs
Sistema operativo	Imágenes de software Cisco IOS

### Especificaciones técnicas

#### Dimensiones físicas, Peso

- Alt x An x Pr: 33,75 x 17,5 x 22,0 pulgadas. (85,73 x 44,45 x 55,88 cm.)
- Peso máximo: 160 libras (72,58 kg.);
- Peso mínimo: 62 libras (28,13 kg.)

#### Requisitos de alimentación (precisa un circuito de 20 amperios @ 120 VAC)

- Entrada VA = 1.600 máx.
- Salida (vatios) = 1.200 máx., 1.050 normalmente
- Disipación de calor: 1.600 vatios (546 BTU/hr)

### Condiciones ambientales

- Temperatura de funcionamiento: 32 a 104 F (0 a 40 C)
- Temperatura de almacenamiento: 4 a 149 F (-20 a 65 C)
- Humedad relativa: de 10 a 90% (sin condensación)

### Seguridad

- UL 1950
- CSA 22.2-Núm. 950
- EN 60950
- EN 41003
- AU TELST001
- AS/NZS 3260
- IEC 801-2, 3, 4, 5 y 6

### EMI

- FCC Clase A
- EN 60555-2
- EN 55022 Clase B
- VDE 0878 parte 3 y 30 clase B

### Inmunidad

- EN 55101/2 (ESD)
- EN 55101/3 (RFI)
- EN 55101/4 (Ráfaga)
- EN 55101/5 (Sobretensión)
- EN 55101/6 (Conducido)
- IEC 77B (Perturbación CA)

### Información para los pedidos

Número de producto	Descripción
Cisco 7576	Chasis 2RSP-4. Fuente de alimentación CA Dual, 4CyBus
UPG-7513/7476	K de actualización Cisco 7513a 7576 (incluye chasis, planode conmutación, jaula de tarjeta)

CISCO SYSTEMS



**Oficinas centrales de la empresa**  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, California 95134-1706  
EEUU  
<http://www.cisco.com>  
Tel: 408526-4000  
800553-NETS(6387)  
Fax: 408526-4100

**Oficinas centrales en Europa**  
Cisco Systems Europe a.s.  
Parc Evolic, Batiment L1/L2  
16 Avenue du Quebec  
Villebon, BP706  
91961 Courtaboeuf Cedex  
Francia  
<http://www-europe.cisco.com>  
Tel: 33169186100  
Fax: 33169288326

**Oficinas centrales de América**  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, California 95134-1706  
EEUU  
<http://www.cisco.com>  
Tel: 408526-7660  
Fax: 408527-0883

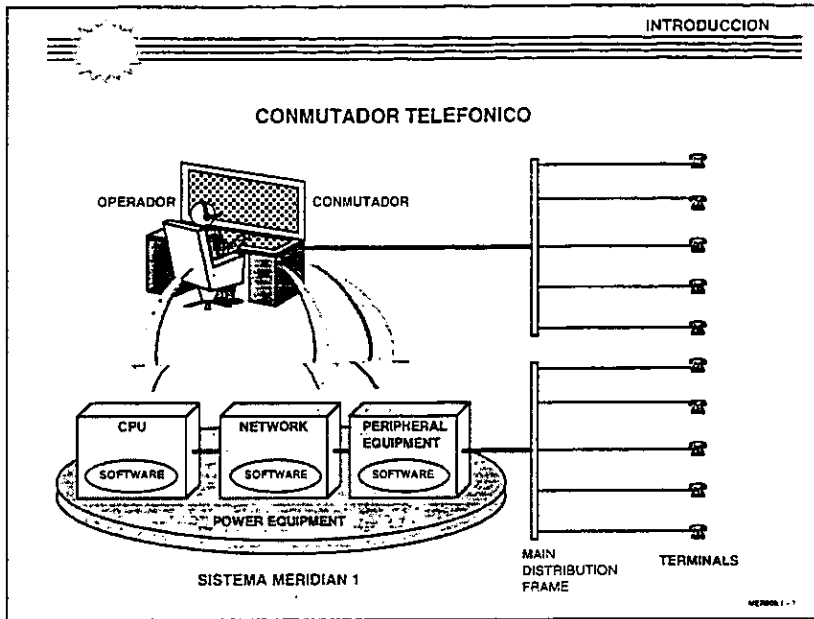
**Oficinas centrales de Asia**  
Nipon Cisco Systems K.K.  
Fuji Building, planta 9  
3-2-3 Marunouchi  
Chiyoda-ku, Tokio 100  
Japón  
<http://www.cisco.com>  
Tel: 81352196250  
Fax: 81352196001

Cisco System tiene más de 200 oficinas en los siguientes países. Las direcciones, números de teléfono y de fax pueden encontrarse en el sitio Web Cisco Connection Online: <http://www.cisco.com/offices>.

Argentina • Australia • Austria • Bélgica • Brasil • Canadá • Chile • China • Colombia • Costa Rica • Croacia • República Checa • Dinamarca • Dubai, EAU • Finlandia • Francia • Alemania • Grecia • Hong Kong • Hungría • India • Indonesia • Irlanda • Israel • Italia • Japón • Corea • Luxemburgo • Malasia • México • Holanda • Nueva Zelanda • Noruega • Perú • Filipinas • Polonia • Portugal • Puerto Rico • Rumania • Rusia • Arabia Saudí • Singapur • Eslovaquia • Eslovenia • Sudáfrica • España • Suecia • Suiza • Taiwán • Tailandia • Turquía • Ucrania • Reino Unido • Estados Unidos • Venezuela

## **APENDICE II**

**NORTEL MERIDIAN**  
MERIDIAN PASSPORT



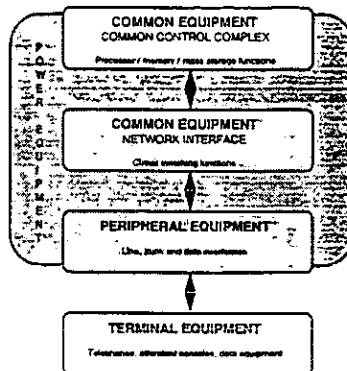
Los sistemas **Meridian 1** son equipos electrónicos, digitales, cuya propósito principal es la conmutación de circuitos para la transmisión de voz y datos. Por su capacidad máxima de líneas y troncales y por los servicios y funciones que manejan están diseñados para dar servicio de conmutador en una red telefónica privada (PBX: Private Branch Exchange)

Los tres componentes principales de cualquier sistema **Meridian 1** son:

- Hardware
- Energía Eléctrica
- Software

En esta presentación se verán estos componentes solo en sus funciones básicas, una discusión más detallada de éstos mismos se verá en lecciones futuras de este mismo curso.

## MERIDIAN 1 ARQUITECTURA BASICA DE HARDWARE



MER000.1 - 2

El hardware del sistema se divide en:

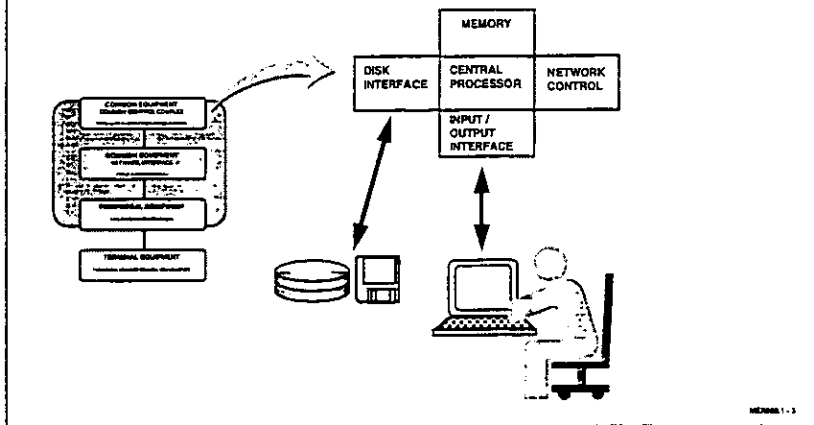
- Equipo Común (Common Equipment),
- Equipo Periférico (Peripheral Equipment) y
- Equipo Terminal (Terminal Equipment);

a su vez el equipo común puede sub-dividirse en:

- Complejo de Control Común (Common Control Complex) ,que es don-de reside el CPU y la memoria,
- Interfaz de Red (Network Interface) que es donde se realizan las funciones de conmutación.

La energía eléctrica solamente se aplica directamente sobre el equipo común y el equipo periférico, no así con el equipo terminal el cual se alimenta a través de las líneas de transmisión.

## Meridian 1 Common Control



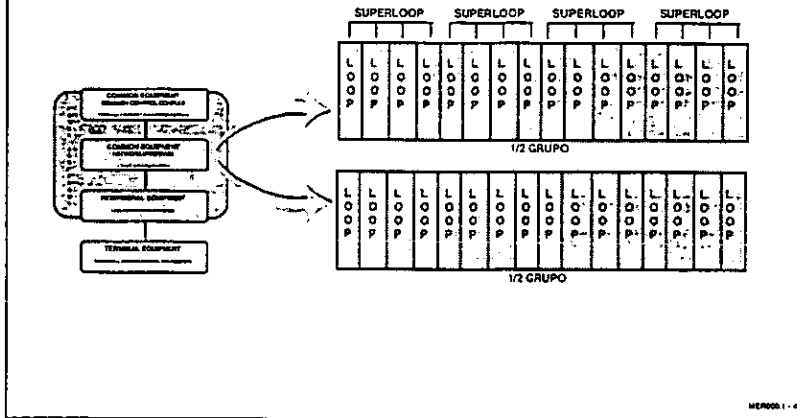
Las funciones principales del CPU/memoria son:

El control de las conexiones en la sección de red, así como la activación de funciones y servicios telefónicos.

Comunicación con la unidad de discos, que es donde se almacenan los programas y la base de datos.

Comunicación hacia el exterior con terminales, modems y otros computadores para propósitos de Administración, Operación y Mantenimiento del sistema.

## Meridian 1 Network Interface



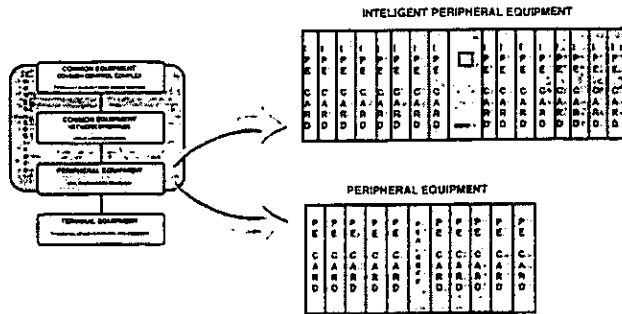
Aquí residen las funciones de conmutación de circuitos, además de otros servicios como son los circuitos de conferencia y generador de tonos. Esta sección es modular y el elemento mínimo es llamado Bucle (Loop), la cantidad máxima de estos Loops, o bucles, dependerá del tamaño del sistema.

### Bucle (Loop) Digital Multiplexado

**Función:** Interconexión de los puertos periféricos (circuitos de transmisión de voz y datos), además del manejo de la señalización desde el equipo terminal, sobre una trayectoria bidireccional entre los periféricos y la Interfaz de red.

Las tarjetas de Loop transmiten digitalmente las señales de voz y datos usando la tecnología de Multiplexación por División de Tiempo (TDM: Time Division Multiplexing).

Meridian 1 Peripheral equipment



MER000.1 - 5

Utilizando la técnica de Modulación por Pulsos Codificados (PCM: Pulse Code Modulation), el equipo periférico convierte señales analógicas en señales digitales antes de que la Interface de Red (Network I/F) realice la conmutación. Este método de conversión es un muestreo de la amplitud de la señal analógica a una tasa dos veces la frecuencia mas alta de la señal y luego convierte la amplitud a una serie de pulsos codificados. Para telecomunicaciones la frecuencia normal de muestreo PCM es de 8 khz.

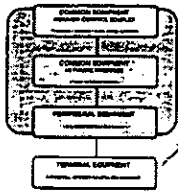
La compresión-expansión (compansión) PCM es una técnica normal que utiliza palabras de 8 bits para representar eficientemente el rango de las señales de voz; mundialmente se reconocen dos normas para compansión, Ley  $\mu$  (Norteamerica) y Ley A (Internacional). El equipo periférico inteligente Meridian 1 satisface ambas normas, la norma requerida se selecciona mediante software.

Los sistemas Meridian 1 soportan dos tipos de equipo periférico:

- El Equipo Periférico (PE: Peripheral Equipment). Ley de compansión por hardware y menor cantidad de circuitos por tarjeta.
- El Equipo Periférico Inteligente (IPE: Intelligent Peripheral Equipment). Ley de compansión por software y mayor densidad de circuitos por tarjeta.



### Meridian 1 Terminal Equipment



- TELEFONOS ANALOGICOS
- TELEFONOS DIGITALES
- CONSOLAS DE OPERADORA
- TRONCALES ANALOGICAS
- MODULOS DE DATOS

MER000.1-3

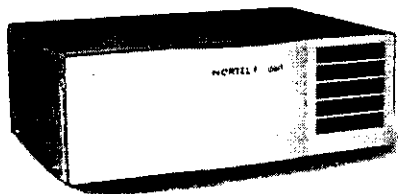
## **APENDICE III**

**NORTEL MAGELLAN**  
MAGELLAN PASSPORT

# Enterprise products

# Passport

## 4400 series



Data Sheet

Industry-leading voice  
quality

Cost effective

Simplifies operations

Scalable

Year 2000 compliant

### **POWERFUL, INTEGRATED, MULTISERVICE BRANCH NETWORKING FOR THE ENTERPRISE**

The Nortel Networks Passport 4400 series of multiservice WAN access devices carry telephony, fax, video, local area network (LAN), and legacy-data traffic from the branch or small office over a single wide area network (WAN) link. The Passport 4400 series provides an efficient, reliable, and easily managed WAN access solution with sophisticated compression and bandwidth management, and superior Quality of Service (QoS) for all applications.

Part of the portfolio of products from Bay Networks, a Nortel Networks Business, the Passport 4400 series saves money on branch and small-office telephony and data communications, provides a quick payback from high-quality voice over your data network, and eases deployment of new business and technology applications.

The series includes the Passport 4430, 4450 and 4455. The 3-slot Passport 4430 and 5-slot Passport 4450 are multiservice branch access devices. The Passport 4455 is a higher performance version of the 5-slot 4450 platform intended to serve as

**NORTEL**  
**NETWORKS™**

*How the world shares ideas.*

central switching node in 4400-only networks. In larger networks, this role would be performed by Passport 6400/7400 products.

The Passport 4400 series introduces a new, highly efficient, standards-based link protocol called Passport Access Network Link (PANL), which optimizes link utilization (generally the most significant cost component for branch access) for multimedia traffic.

The Passport 4400 series of multiservice access devices is complemented by the Nortel Networks Passport 6400 series of ATM enterprise network switches and the Nortel Networks Passport 7400 series of asynchronous transfer mode (ATM) multiservice switches that provide high fan out point-of-presence (POP) solutions for service providers.

## **BENEFITS**

### **Savings through consolidation and compression**

- efficiently integrates telephony, fax, video, LAN and legacy data traffic over a single carrier facility
- integrated routing capabilities for Internet Protocol/Internet Packet Exchange (IP/IPX) traffic
- proven, award-winning, G.729-based ClearVoice™ technology delivers toll-quality voice using as little as 4 kbit/s
- fax demodulation transmits faxes with only 9.6 kbit/s instead of 64 kbit/s
- configurable quality of service (QoS) guarantees for phone, fax, and data calls

### **Simplified operations**

- switched virtual circuits (SVCs) provisioned by the destination address, creating a single "virtual" hop
- only one frame relay permanent virtual circuit (PVC) is required from each branch to the central site, providing any-to-any connectivity

- SVCs are provisioned on the device instead of with the service provider
- dynamic voice switching eases provisioning efforts and eliminates tandem equipment and complexity
- dynamic self-learning directory server
- simplified installation using InstallTool 2.0
- manageable by SNMP and Nortel Networks' NMS and HP OpenView-based OMS

### **Scalability**

- supports networks up to thousands of nodes when used with the Nortel Networks Passport 6400 series of ATM enterprise network switches
- service integration with the Passport 6400 and Passport 7400 series eliminates the need for a branch device at large central sites

## OVERVIEW

### Savings through consolidation

The Passport 4400 series consolidates telephony, video, fax, IP/IPX, and legacy data traffic onto a single carrier facility, eliminating separate and parallel remote-site network equipment. Sophisticated bandwidth management techniques (including dynamic bandwidth allocation, voice compression, silence suppression, and automatic fax demodulation) further reduce costs by minimizing bandwidth requirements.

### Simplified operations through scalable networking

End-to-end SVCs provide dynamic connectivity as required – simplifying provisioning by eliminating the need to preconfigure connections between network nodes. Switched telephone connections make use of a network directory server to further simplify provisioning and maintenance. Flexible and powerful dialing plans facilitate international deployment.

Frame relay SVC technology allows simplified provisioning and configurable QoS for every voice, fax, and data call over a single PVC, lowering WAN costs.

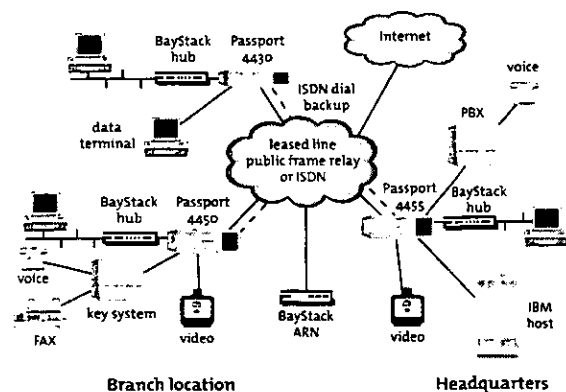
### Modular design allows for added services and network growth

The Passport 4400 series of multiservice access devices is modular, allowing various expansion cards to be added to easily customize and expand services. You can comfortably accommodate growing branch requirements and tailor services to each location. Both 3-slot (Passport 4430) and 5-slot (Passport 4450 and 4455) models allow you to select the most cost-effective option for each site.

### Sophisticated traffic management

The 4400 series prioritizes traffic based on application importance and delay sensitivity. The traffic management system ensures that mission-critical traffic always is transmitted according to priority, and that delay-sensitive traffic (e.g., telephony and video) is transmitted with sufficient quality. To accomplish this, the 4400 series uses a fair-weighted queuing scheme, ensuring that lower-priority traffic is guaranteed a minimum (user configurable) throughput and cannot be starved by large volumes of high-priority traffic.

Figure 1: Small/medium enterprise network application using the Passport 4400 series.



## Toll-quality voice

The Passport 4400 series uses industry-leading, award-winning ClearVoice technology. Based on the ITU-T G.729 voice compression standard, ClearVoice uses powerful digital signal processing (DSP) to provide toll-quality voice at 8 kbit/s.

When coupled with silence suppression and speech activity detection, the average bandwidth consumed is further reduced to 4 kbit/s while maintaining the same high-quality voice by 50 percent or more.

## Flexible IP services

Powerful Passport 4400 series features alleviate the pressure that network operators face from surging IP traffic caused by ever-expanding LAN, intranet, and extranet applications, and ever-widening Internet access. These features enable network

managers to confidently and comfortably deploy new applications that will grow the business and generate incremental revenue.

The integrated routing capabilities of the Passport 4400 series allows for complete IP/IPX services between branch and central sites as well as to the Internet. Additionally, Nortel Networks intelligent routing technology ensures efficient use of the WAN bandwidth.

In larger networks, the Passport 4400 series routes to the proven Virtual Network Switching (VNS) feature on a Passport 6400 series backbone. The backbone VNS feature eliminates routing at intermediate backbone nodes, minimizing the processing load to ensure high performance under demanding conditions.

## Extensive legacy data support

The Passport 4400 series can be deployed in a Passport network or in a mixed Passport/DPN-100 network. It delivers support to legacy data services such as X.25, frame relay, async. SNA/SDLC and Token Ring source route bridging. It incorporates the proven strengths of SNA Data Link Routing (DLR), to allow businesses to migrate their SNA networks to a dynamic, switched environment without impacting the existing network configuration.

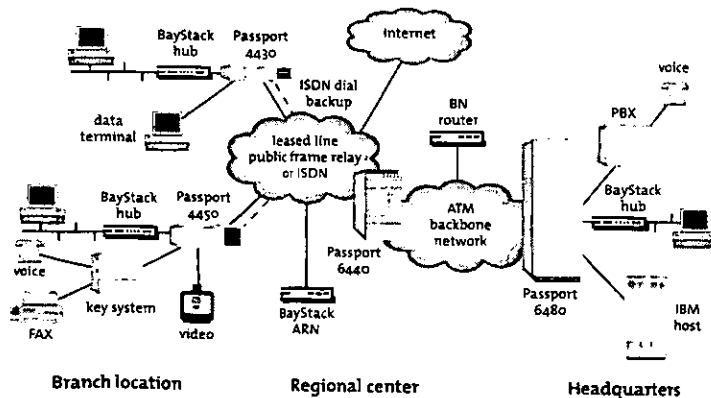
## Complete WAN services

The Passport 4400 series supports frame relay ISDN BRI and leased lines – the most popular worldwide carrier facilities to the branch – and provides dynamic bandwidth management and QoS for mission-critical services. If a link or node failure occurs, the Passport 4400 series provides a backup WAN link either over the Public Switched Telephone Network (PSTN) (ISDN or analog) or using frame relay. This flexibility of reliability options cost-effectively supports a broad range of customer environments.

## Tested and certified Year 2000 compliant by Nortel Networks

This product has been tested and certified Year 2000 compliant by Nortel Networks Test Strategy/Plan. For more details see: <http://www.nortelnetworks.com/year2000>

Figure 2: Large network featuring service integration and interworking between the Passport 4400 and 6400 series.



## FEATURE SUMMARY

Table 1: Feature summary for Passport 4400 Series.

Category	Features
<b>LAN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10BaseT ethernet</li><li>• Token ring 4 Mbit/s or 16 Mbit/s</li><li>• Integrated IP/IPX routing</li><li>• Static routing RIP, RIPv2 and SRB routing protocols</li><li>• Transparent bridging for all other protocols</li><li>• Connectivity to routers/FRADs using RFC 1490</li></ul>
<b>Legacy Data Module</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• V.24, X.21, V.35, V.11</li><li>• SNA Data<ul style="list-style-type: none"><li>• SNA over SDLC, X.25/QLLC, token ring SRB</li><li>• SNA multidrop support</li><li>• SNA local polling and spoofing</li></ul></li><li>• X.25 DCE</li><li>• Async PAD: X.3/X.28/X.29 (on the LDM)</li></ul>
<b>High Speed Data Module</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frame relay DCE</li><li>• Transparent HDLC, SDLC</li><li>• Synchronous bit transparent services</li><li>• PANL</li></ul>
<b>WAN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 56K/64K CSU/DSU</li><li>• T1 CSU/DSU</li><li>• E1 DSU</li><li>• G.703/G.704 interface<ul style="list-style-type: none"><li>• 120-ohm twisted pair and 75-ohm coax versions</li></ul></li><li>• V.35/X.21/V.24 serial module</li><li>• ISDN TA<ul style="list-style-type: none"><li>• U interface (North America)</li><li>• S/T interface (Europe, Japan, Australia)</li></ul></li></ul>

## FEATURE SUMMARY

Table 2: Feature summary for Passport 4400 Series (continued).

Category	Features
<b>Digital voice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T1 Voice Module (TVM) One or two DSX-1 and DS-1 Interfaces Two data ports for drop &amp; insert Supports six voice channels</li> <li>• E1 Voice Module (EVM) One or two G.703/G.704 interfaces Two data ports for drop &amp; insert Supports six voice channels</li> <li>• Digital Voice Expansion Module (DVEM) Each DVEM supports 12 Digital Voice Modules (DVMs) TVM / EVM plus two DVEMs supports 24 or 30 voice channels</li> <li>• ISDN BRI Voice Module One BRI S/T interface ETSI Q.SIG signaling Supports two voice channels</li> </ul>
<b>Analog voice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analog Voice Module (AVM) Configurable as: FXS (phone set); FXO (PSTN); E &amp; M (PABX) type I, II, IV, and V One or two voice ports</li> </ul>
<b>Voice hardware compatibility</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The Passport 4400 series can use the following Marathon/MAI ClearVoice Modules: TAM/1, TAM/2 (rev. M or later); EAM/1, EAM/2 (rev. K or later); DVM (rev. L or later); CVM/1; CVM/2; TUVM (enhanced versions of FXS, FXO, and E&amp;M Voice Interface Modules)</li> </ul>
<b>Voice signaling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Switched voice for calls between any two Passport 4400 devices in the network, locally switched between voice ports on a Passport 4400, or switched between 4400 and 6400</li> <li>• FXS, FXO loop start</li> <li>• Digital Wink start</li> <li>• Hoot &amp; Holler for financial trader/broker applications</li> <li>• E&amp;M Wink Start, Ron Tron, Immediate start</li> <li>• ETSI Q.SIG on ISDN BRI voice module</li> <li>• CAS (R2 Q.421, tie trunk, tie invert, DCA, inverted DC, pulsed DC, R2/V1, R2/V2, tie trunk seize acknowledge)</li> <li>• Transparent CCS</li> </ul>
<b>Voice compression</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ITU G.729 CS-ACELP (8 kbit/s) is standard on every voice channel</li> </ul>
<b>Fax demodulation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standard on each voice channel Converts analog fax signals to their original 9.6 kbit/s (G-3 fax) digital form</li> <li>• Auto-detects fax calls to trigger demodulation</li> </ul>
<b>Software upgrade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Via built-in dual bank flash RAM</li> <li>• Stores two independent software versions</li> </ul>



## TECHNICAL SPECIFICATIONS

Table 3: Technical Specifications for Passport 4400 Series.

	Passport 4455	Passport 4450	Passport 4430	
<b>Number of slots</b>		5	5	3
<b>Dimensions:</b>	<b>Height</b>	10.75 in. (273 mm)	6.5 in. (165 mm)	4.75 in. (120 mm)
	<b>Width</b>	17.5 in. (445 mm)	17.5 in. (445 mm)	17.5 in. (445 mm)
	<b>Depth</b>	12.0 in. (305 mm)	12.0 in. (305 mm)	12.0 in. (305 mm)
<b>Power options</b>		160 & 200 W load sharing AC or DC	160 & 200 W load sharing AC or DC	single AC
		AC: 100-240 volts ac, -5%, +10%, 43-63 Hz for all models DC: 36-72 volts dc @ 3A max for 4455 and 4450 only		
<b>Redundant power</b>		Yes	Yes	N/A
<b>Electromagnetic compatibility</b>		For all models: FCC Part 15, Level A; C.R.C., c. 1374; EN 55022; EN 50082-1, 2, 3, 4		

## ACRONYM GLOSSARY

ATM	Asynchronous Transfer Mode	EAM	E1 Access Module	PSTN	Public Switched Telephone Network
AVM	Analog Voice Module	ETSI	European Telecommunications Standards Institute	PVC	Permanent Virtual Circuit
BRI	Basic Rate Interface	EVM	E1 Voice Module	QLLC	Qualified Logical Link Control
CAS	Channel Associated Signaling	FCC	Federal Communications Commission	QOS	Quality of Service
CCS	Common Channel Signaling	FRAD	Frame Relay Access Device	RIP	Routing Information Protocol
CS-ACELP	Conjugated Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction	FXO	Foreign Exchange Office	SDLC	Synchronous Data Link Control
CSU	Channel Service Unit	FXS	Foreign Exchange Station	SNA	System Network Architecture
CVM	ClearVoice Module	HDLC	High-level Data Link Control	SNMP	Simple Network Management Protocol
DCE	Data Communications Equipment	IP	Internet Protocol	SRB	Source Routing Bridge
DLR	Data Link Routing	IPX	Internet Protocol Exchange	SVC	Switched Virtual Circuit
DSP	Digital Signal Processing	ISDN	Integrated Switched Digital Network	TAM	T1 Access Module
DSU	Data Service Unit	LDM	Legacy Data Module	TUVMM	Turbo Universal Voice Module
DSX	Digital System Cross Connect	PABX	Private Automated Branch Exchange	TVM	T1 Voice Module
DVEM	Digital Voice Expansion Module	PANL	Passport Access Network Link	VNS	Virtual Network Switching
DVM	Digital Voice Module				



# **NORTEL NETWORKS™**

*How the world shares ideas.*

For additional information on Nortel Networks products and services, please contact your Nortel Networks account representative or the office listed below.

#### **United States**

Nortel Networks  
4401 Great America Parkway  
Santa Clara, CA 95054  
1-800-822-9638

#### **Canada**

Nortel Networks  
8200 Dixie Road, Suite 100  
Brampton, Ontario  
Canada L6T 5P6  
1-800-466-7835

#### **Europe, Middle East, and Africa**

Nortel Networks EMEA, S.A.  
Les Cyclades-Immeuble Naxos  
25 Allee Pierre Ziller  
Valbonne, 06560 France  
+33-4-92-96-69-66

#### **Asia Pacific**

Nortel Networks Asia South Pacific  
151 Lorong Chaun  
02-01 New Tech Park  
Singapore 556741  
+65-287-2877

#### **Caribbean and Latin America**

Nortel Networks CALA Inc.  
1500 Concord Terrace  
Sunrise, FL 33323-2815  
954-851-8886

<http://www.nortelnetworks.com>

Copyright © 1999 Northern Telecom Limited. All rights reserved.

NORTEL, NORTEL NETWORKS, the NORTEL NETWORKS corporate logo, the globemark design, HOW THE WORLD SHARES IDEAS, and Passport are trademarks of Northern Telecom Limited.

All other brand and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

Information in this document is subject to change without notice.

Northern Telecom Limited assumes no responsibility for any errors that may appear in this document.

# Enterprise products

# Passport

## 6400 series network switches



Bay Networks Data Sheet

**Decrease total  
networking costs**

**Increase network  
performance**

**Enable flexible, reliable,  
and secure LAN/WAN  
networks**

**Optimize network  
resources**

**Year 2000 compliant**

The Nortel Networks Passport 6400 series of enterprise network switches decrease network operating costs and reduce network complexity, while increasing network performance and availability.

Part of the portfolio of products from Bay Networks, a Nortel Networks Business, the Passport 6400 series of scalable, multiservice enterprise network switches includes the Passport 6480, the 6440, and the 6420.

The Passport 6400 series integrates local area network (LAN)/wide area network (WAN) networking into a single easily managed solution. The Passport series effectively

transports all of an enterprise's LAN, data, telephony, and video traffic over leased lines, public or private frame relay, or asynchronous transfer mode (ATM).

The Passport 6400 series is complemented by the Passport 4400 series of multiservice access devices and the Passport 7400 series of ATM multiservice switches that provide high fanout point-of-presence (POP) solutions for service providers.

In addition, Passport provides multiservice WAN networking for the Bay Networks Centillion and Accelar products.

**NORTEL**  
**NETWORKS™**

*How the world shares ideas.*

## BENEFITS

- **Decreases total networking costs** through network consolidation, voice compression, dynamic bandwidth allocation, differentiated Quality of Service (QoS), and extensive support of WAN services.
- **Increases network performance** through multiprotocol switching and automatic routing of connection and connectionless traffic, flexible traffic management and shaping, and industry-leading congestion control and avoidance.
- **Enables flexible, reliable, and secure LAN/WAN network operation** through extensive packet filtering and firewalls, integrated Virtual Private Networking, and bulletproof nonstop reliable networking.
- **Optimizes network resources** providing fast return on capital investment, powerful network management tools, and services monitoring.

## OVERVIEW

### Decreases total networking costs

The Passport 6400 series consolidates data, voice, and video traffic onto a single network and supports a wide range of access and trunking options, providing both infrastructure and operational cost savings. Enterprises can use Passport to build private networks over leased lines, evolving existing time division multiplexing (TDM) networks and taking advantage of the QoS and multiservice capabilities offered by Passport. Passport seamlessly incorporates secure connections through public ATM or frame relay network services where bandwidth, cost, and improved business reach is required.

The feature-rich voice services of Passport are a result of years of telephony experience. High-quality, low bit-rate voice compression and silence suppression reduce bandwidth consumption while maintaining high voice quality. Fax demodulation further ensures that bandwidth is not being used unnecessarily.

In addition, Nortel Networks' award-winning voice networking capability allows Passport to interpret public branch exchange (PBX) signaling protocols and route individual calls directly, instead of through a tandem PBX. This simplifies network design and improves end-to-end voice quality, providing operational cost savings.

### Increases network performance

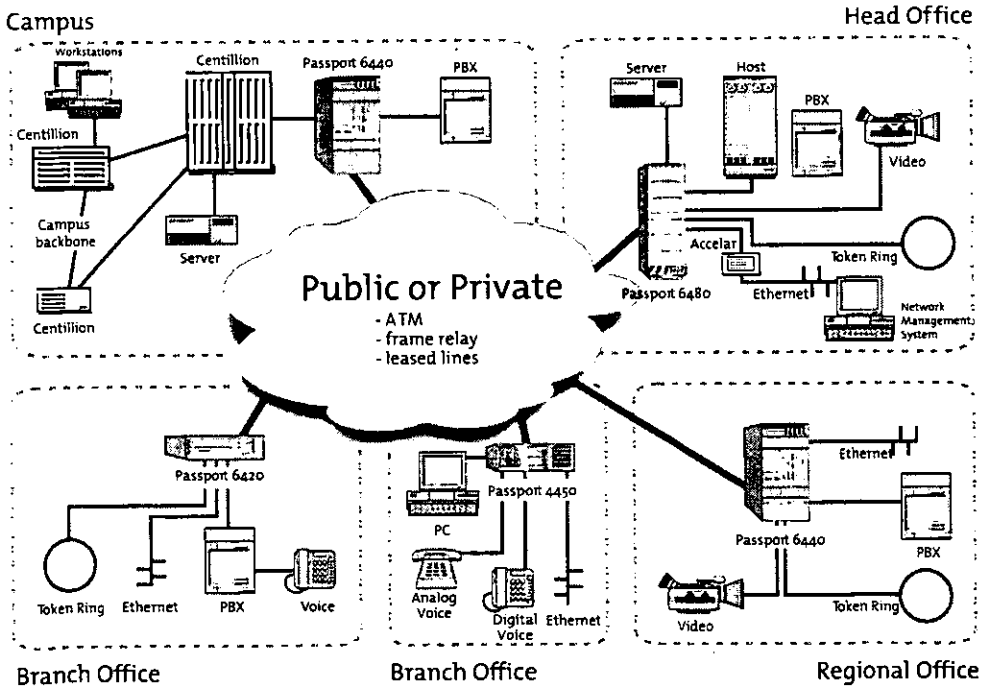
Designed for industry-leading performance, Passport maximizes the use of network resources and minimizes the impact of congestion and failures. A sophisticated traffic management system, Multiple Priority System (MPS), allows optimization of resources, dynamically allocates bandwidth, reduces traffic congestion, and provides the least possible network latency to guarantee service levels for all traffic types.

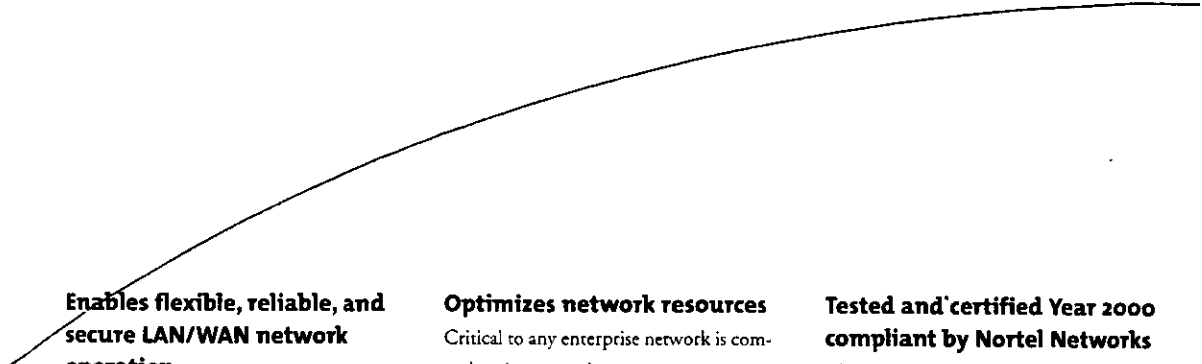
InterLAN switching features include integrated switching and multiprotocol routing of LAN traffic as well as industry-leading packet filtering capabilities. These features are delivered on a distributed processor platform to ensure the highest possible performance even in the most secure environments. Passport also supports the industry's

first commercially available Layer 3 switching technology. Pioneered by Nortel Networks, Virtual Network Switching (VNS) eliminates the latency associated with network layer routing, provides network managers with the ability to partition the WAN into Virtual Private Networks (VPNs), and simplifies the configuration

and deployment of new network locations. VNS provides flexible cell and frame transport and improves LAN/WAN inter-networking performance for Internet Protocol (IP) and Internet Protocol Exchange (IPX) routed traffic as well as all bridged traffic.

Figure 1: Example of the Passport 6400 series in a WAN environment.





### **Enables flexible, reliable, and secure LAN/WAN network operation**

The Passport 6400 series increases the flexibility of an enterprise network and extends connectivity options in private, public, and hybrid networks. In applications where public access provides a cost-effective alternative to private network infrastructures, the Passport 6400 series offers standards-compliant, secure, and seamless operation over public frame relay and ATM services. The high network reliability of Passport (up to 99.999%), including redundant power and processor configurations, ensures its availability for mission-critical applications.

Passport 6400 products support NetSentry – industry-leading advanced packet filtering and firewall software. Using “seek and discover” parameters, the network is monitored for intrusions and notification is sent to the network management system for investigation if they occur. In addition to intrusion detection security, enterprise customers can create multiple intranets, partitioning sensitive corporate data from general access.

### **Optimizes network resources**

Critical to any enterprise network is comprehensive network management support – the ability to manage, monitor, and service alarms from anywhere in the network. The Passport 6400 series can be managed using one of Nortel Networks comprehensive support offerings designed to meet varying enterprise needs and operating models.

### **Services and support**

Nortel Networks comprehensive services and support portfolio provides enterprises with an extensive range of services around the globe. Services and support are available to assist in all aspects of a network – from its design to implementation and ongoing operation. Nortel Networks has a range of services and support options to suit networks of all sizes and continues to evolve these services to meet customers’ needs for responsive, high-quality support. Nortel Networks supports networks in over 180 countries with support engineers worldwide.

### **Tested and certified Year 2000 compliant by Nortel Networks**

This product has been tested and certified Year 2000 compliant by Nortel Networks Test Strategy/Plan. For more details see: <http://www.nortelnetworks.com/year2000>.

### **Award-winning enterprise networking**

Passport state-of-the-art technology has gained international recognition through awards from trade journals and trade organizations – as well as through the satisfaction of our customers worldwide.

## FEATURE SUMMARY

Table 1: Feature summary for Passport 6400 Series.

Category	Features
<b>InterLAN switching</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Network protocols including TCP/IP and Novell IPX, IPX RIP</li><li>• Routing techniques including Routing Information Protocol (RIP), Exterior Gateway Protocol (EGP), and Open Shortest Path First (OSPF)</li><li>• Bridging support including transparent bridging, source route bridging, source route transparent IEEE 802.9, Fiber Distributed Data Interface (FDDI) encapsulation</li><li>• Bridged Frame Routing (RFC 1499)</li><li>• Security-advanced filtering facility</li><li>• RFC 1483 LAN over ATM</li><li>• RFC 1490 LAN multiprotocol connection over frame relay</li><li>• Multiple virtual routers (Virtual Private Networks)</li></ul>
<b>APPN support</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Network Node-dependent Logical Unit (LU) requester (DLUR)</li><li>• High-performance routing</li></ul>
<b>ATM</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Virtual channel and virtual path ATM switching SVCs, SPVCs, and PVCs</li><li>• ATM UNI/NNI (ATM Forum 3.0/3.1 compliant)</li><li>• ATM dynamic trunk speed</li><li>• Adaptation of all Passport-supported services to ATM</li><li>• Wide range of ATM physical-layer interfaces</li><li>• Traffic policing and shaping</li><li>• ATM Forum QoS support</li><li>• AAL1 structured and unstructured circuit emulation</li></ul>
<b>Voice networking protocols</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• QSIG - ECMA on E1/DS1 NIS (North American ISDN)</li><li>• CAS (DTMF inband signalling and TTC-2M)</li></ul>
<b>Voice networking capabilities</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ADPCM compression</li><li>• 8 kbit/s voice compression (G.729)</li><li>• 16 kbit/s voice compression (G.728)</li><li>• Fax and modem tone detection</li><li>• Activity detection for speech and fax</li><li>• Automatic voice/data call discrimination</li><li>• Tandem Pass Through</li><li>• Dialed digit / single hop routing (voice networking)</li><li>• Voice accounting</li><li>• Global interface support</li></ul>

## FEATURE SUMMARY

Table 2: Feature summary for Passport 6400 Series.

Category	Features
<b>Transparent data support</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frame-aligned bit transparent connection</li> <li>• HDLC transparent connection</li> </ul>
<b>Frame relay</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High-speed interfaces</li> <li>• Differentiated traffic class management</li> <li>• Switched and permanent virtual circuits (SVCs, PVCs)</li> <li>• Frame relay – ATM network interworking (FRF.5)</li> <li>• Frame relay – ATM service interworking (FRF.8)</li> <li>• Frame relay trace</li> </ul>
<b>Trunking</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9.6 kbit/s to 155 Mbit/s (OC-3c)</li> <li>• ATM, Frame Relay, frame/cell</li> </ul>
<b>Robust routing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connection and connectionless routing are supported:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- LAN protocols and legacy data use a dynamic packet routing system (DPRS)</li> <li>- Voice and transparent data use a connection-oriented routing system (PORS)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Physical interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V.11 (X.21), V.35</li> <li>• DS1, E1 channelized and unchannelized</li> <li>• DS1, E1, TTC-2M voice</li> <li>• DS3, E3</li> <li>• HSSI</li> <li>• FDDI, Ethernet (10BaseT, 100BaseT), Token Ring</li> <li>• DS1, E1 ATM</li> <li>• DS3, E3 ATM</li> <li>• OC-3c, STM-1 ATM</li> <li>• J2 ATM</li> <li>• Combined control, Ethernet/Token Ring and V.11/V.35</li> </ul>
<b>Optivity network management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple Network Management Protocol (SNMP)-compliant device management</li> <li>• Application Programming Interfaces (APIs) for integration into other applications</li> <li>• On-switch spooling of alarms, statistics, accounting records and logs</li> <li>• Network planning and analysis tools</li> <li>• Accounting</li> </ul>
<b>Service management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance monitoring</li> <li>• Customized Service Level Agreement (SLA) reporting</li> <li>• Web-accessible</li> <li>• Service-oriented views of ATM, frame relay, voice, System Network Architecture (SNA) and X.25</li> </ul>



## TECHNICAL SPECIFICATIONS

Table 3: Technical Specifications for Passport 6400 Series.

	Passport 6480	Passport 6440	Passport 6420
<b>Number of slots</b>	16	5	3
<b>Aggregate throughput</b>	1.6 Gbit/s non blocking	1.6 Gbit/s non blocking	1.6 Gbit/s non blocking
<b>Dimensions:</b>			
<b>Width</b>	24 in. (610mm)	10.5 in. (267 mm)	16 in. (406 mm)
<b>Depth</b>	27.3 in. (693 mm)	22 in. (559 mm)	19.2 in. (487 mm)
<b>Height</b>	77.5 in. (1969 mm)	17.5 in. (445 mm)	6.25 in. (158 mm)
<b>Power options</b>	AC and DC	AC and DC	AC
<b>Redundant power</b>	Yes	Yes	N/A

## ACRONYM GLOSSARY

AAL	ATM Adaption Layer	IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	QSIG	Q (point of the ISDN model) Signaling
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation	IMA	Inverse Multiplexing for ATM	RFC	Request For Comment
API	Application Programming Interface	IP	Internet Protocol	RIP	Routing Information Protocol
ATM	Asynchronous Transfer Mode	IPX	Internet Protocol Exchange	SLA	Service Level Agreement
CAS	Channel Associated Signaling	ISDN	Integrated Services Digital Network	SNA	System Network Architecture
DLUR	Dependent Logical Units Requester	LAN	Local Area Network	SNMP	Simple Network Management Protocol
DTMF	Dial Tone Multi Frequency	LU	Logical Unit	SPVC	Switched Permanent Virtual Circuit
ECMA	European Computer Manufacturers Association	MPS	Multiple Priority System	SVC	Switched Virtual Circuit
EGP	Exterior Gateway Protocol	NNI	Network-to-Network Interface	TCP	Transmission Control Protocol
FDDI	Fiber Distributed Data Interface	OC	Optical Carrier	TDM	Time Division Multiplexing
FRF	Frame Relay Form	OSPF	Open Shortest Path First	UNI	User Network Interface
HSSI	High-Speed Serial Interface	PBX	Public Branch Exchange	VNS	Virtual Network Switching
IDLC	Integrated Digital Loop Carrier (Telephony)	POP	Point-of-Presence	VPN	Virtual Private Network
		PVC	Permanent Virtual Circuit	WAN	Wide Area Network
		QoS	Quality of Service		



# **NORTEL NETWORKS**

*How the world shares ideas.*

## **United States**

Nortel Networks  
4401 Great America Parkway  
Santa Clara, CA 95054  
1-800-822-9638

## **Canada**

Nortel Networks  
8200 Dixie Road, Suite 100  
Brampton, Ontario  
Canada L6T 5P6  
1-800-466-7835

## **Europe, Middle East, and Africa**

Nortel Networks EMEA, S.A.  
Les Cyclades-Immeuble Naxos  
25 Allée Pierre Ziller  
Valbonne, 06560 France  
+33-4-92-96-69-66

## **Asia Pacific**

Nortel Networks Asia South Pacific  
151 Lorong Chaun  
02-01 New Tech Park  
Singapore 556741  
+65-287-2877

## **Caribbean and Latin America**

Nortel Networks CALA Inc.  
1500 Concord Terrace  
Sunrise, FL 33323-2815  
954-851-8886

<http://www.nortelnetworks.com>

Copyright © 1999, Northern Telecom. All rights reserved.

NORTEL, NORTEL NETWORKS, the NORTEL NETWORKS corporate logo, the globemark design,

HOW THE WORLD SHARES IDEAS, and PASSPORT are trademarks of Northern Telecom Limited.

Information in this document is subject to change without notice.

Northern Telecom assumes no responsibility for any errors that may appear in this document.

Printed in Canada.

# Enterprise products

# Passport

## 6400 series network switches



Bay Networks Data Sheet

**Decrease total networking costs**

**Increase network performance**

**Enable flexible, reliable, and secure LAN/WAN networks**

**Optimize network resources**

**Year 2000 compliant**

The Nortel Networks Passport 6400 series of enterprise network switches decrease network operating costs and reduce network complexity, while increasing network performance and availability.

Part of the portfolio of products from Bay Networks, a Nortel Networks Business, the Passport 6400 series of scalable, multiservice enterprise network switches includes the Passport 6480, the 6440, and the 6420.

The Passport 6400 series integrates local area network (LAN)/wide area network (WAN) networking into a single easily managed solution. The Passport series effectively

transports all of an enterprise's LAN, data, telephony, and video traffic over leased lines, public or private frame relay, or asynchronous transfer mode (ATM).

The Passport 6400 series is complemented by the Passport 4400 series of multiservice access devices and the Passport 7400 series of ATM multiservice switches that provide high fanout point-of-presence (POP) solutions for service providers.

In addition, Passport provides multiservice WAN networking for the Bay Networks Centillion and Accelar products.

**NORTEL**  
**NETWORKS™**

*How the world shares ideas.*

## BENEFITS

- **Decreases total networking costs** through network consolidation, voice compression, dynamic bandwidth allocation, differentiated Quality of Service (QoS), and extensive support of WAN services.
- **Increases network performance** through multiprotocol switching and automatic routing of connection and connectionless traffic, flexible traffic management and shaping, and industry-leading congestion control and avoidance.
- **Enables flexible, reliable, and secure LAN/WAN network operation** through extensive packet filtering and firewalls, integrated Virtual Private Networking, and bulletproof nonstop reliable networking.
- **Optimizes network resources** providing fast return on capital investment, powerful network management tools, and services monitoring.

## OVERVIEW

### Decreases total networking costs

The Passport 6400 series consolidates data, voice, and video traffic onto a single network and supports a wide range of access and trunking options, providing both infrastructure and operational cost savings. Enterprises can use Passport to build private networks over leased lines, evolving existing time division multiplexing (TDM) networks and taking advantage of the QoS and multiservice capabilities offered by Passport. Passport seamlessly incorporates secure connections through public ATM or frame relay network services where bandwidth, cost, and improved business reach is required.

The feature-rich voice services of Passport are a result of years of telephony experience. High-quality, low bit-rate voice compression and silence suppression reduce bandwidth consumption while maintaining high voice quality. Fax demodulation further ensures that bandwidth is not being used unnecessarily.

In addition, Nortel Networks' award-winning voice networking capability allows Passport to interpret public branch exchange (PBX) signaling protocols and route individual calls directly, instead of through a tandem PBX. This simplifies network design and improves end-to-end voice quality, providing operational cost savings.

### Increases network performance

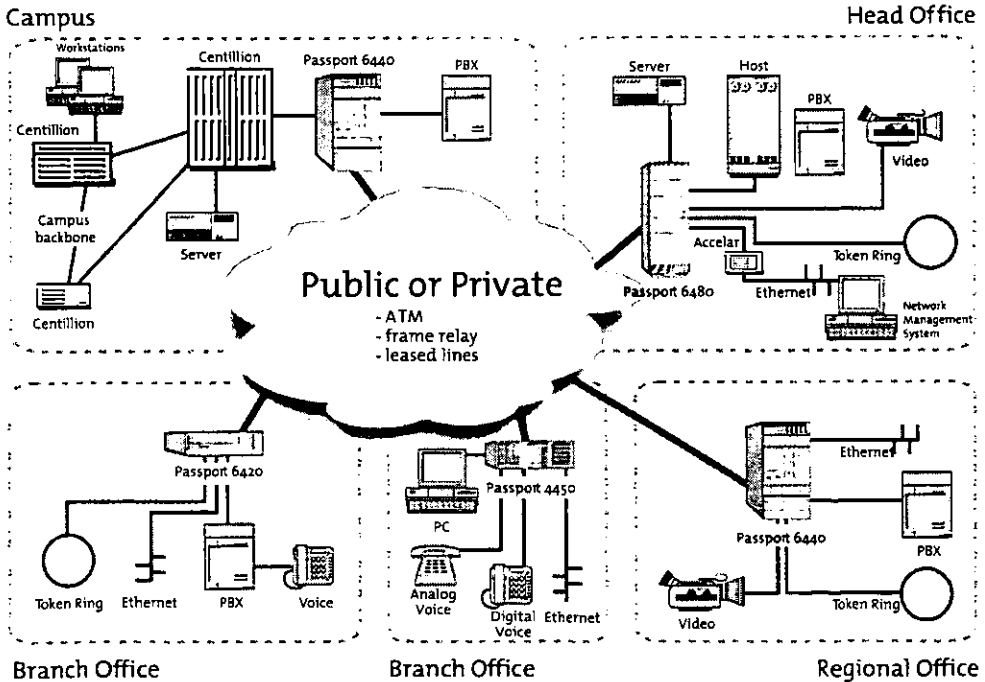
Designed for industry-leading performance, Passport maximizes the use of network resources and minimizes the impact of congestion and failures. A sophisticated traffic management system, Multiple Priority System (MPS), allows optimization of resources, dynamically allocates bandwidth, reduces traffic congestion, and provides the least possible network latency to guarantee service levels for all traffic types.

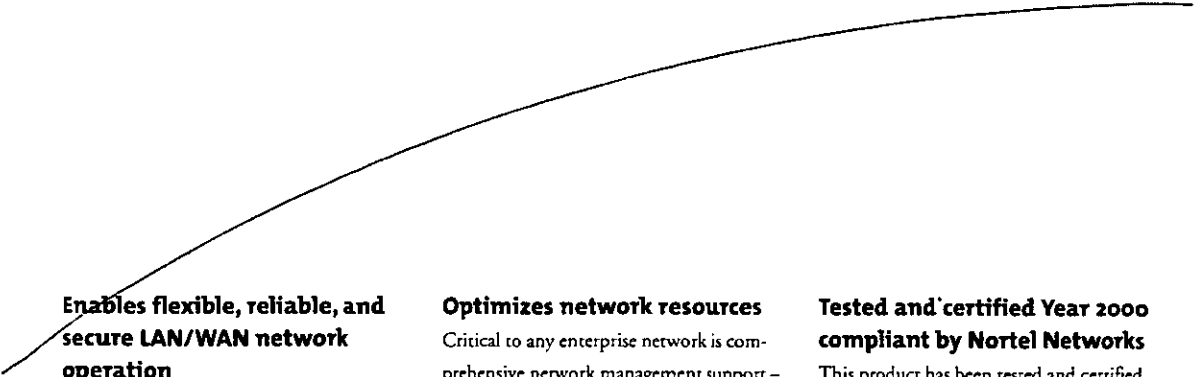
InterLAN switching features include integrated switching and multiprotocol routing of LAN traffic as well as industry-leading packet filtering capabilities. These features are delivered on a distributed processor platform to ensure the highest possible performance even in the most secure environments. Passport also supports the industry's

first commercially available Layer 3 switching technology. Pioneered by Nortel Networks, Virtual Network Switching (VNS) eliminates the latency associated with network layer routing, provides network managers with the ability to partition the WAN into Virtual Private Networks (VPNs), and simplifies the configuration

and deployment of new network locations. VNS provides flexible cell and frame transport and improves LAN/WAN inter-networking performance for Internet Protocol (IP) and Internet Protocol Exchange (IPX) routed traffic as well as all bridged traffic.

Figure 1: Example of the Passport 6400 series in a WAN environment.





## **Enables flexible, reliable, and secure LAN/WAN network operation**

The Passport 6400 series increases the flexibility of an enterprise network and extends connectivity options in private, public, and hybrid networks. In applications where public access provides a cost-effective alternative to private network infrastructures, the Passport 6400 series offers standards-compliant, secure, and seamless operation over public frame relay and ATM services. The high network reliability of Passport (up to 99.9999%), including redundant power and processor configurations, ensures its availability for mission-critical applications.

Passport 6400 products support NetSentry – industry-leading advanced packet filtering and firewall software. Using “seek and discover” parameters, the network is monitored for intrusions and notification is sent to the network management system for investigation if they occur. In addition to intrusion detection security, enterprise customers can create multiple intranets, partitioning sensitive corporate data from general access.

## **Optimizes network resources**

Critical to any enterprise network is comprehensive network management support – the ability to manage, monitor, and service alarms from anywhere in the network. The Passport 6400 series can be managed using one of Nortel Networks comprehensive support offerings designed to meet varying enterprise needs and operating models.

## **Services and support**

Nortel Networks comprehensive services and support portfolio provides enterprises with an extensive range of services around the globe. Services and support are available to assist in all aspects of a network – from its design to implementation and ongoing operation. Nortel Networks has a range of services and support options to suit networks of all sizes and continues to evolve these services to meet customers’ needs for responsive, high-quality support. Nortel Networks supports networks in over 180 countries with support engineers worldwide.

## **Tested and certified Year 2000 compliant by Nortel Networks**

This product has been tested and certified Year 2000 compliant by Nortel Networks Test Strategy/Plan. For more details see: <http://www.nortelnetworks.com/year2000>.

## **Award-winning enterprise networking**

Passport state-of-the-art technology has gained international recognition through awards from trade journals and trade organizations – as well as through the satisfaction of our customers worldwide.

## FEATURE SUMMARY

Table 1: Feature summary for Passport 6400 Series.

Category	Features
<b>InterLAN switching</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Network protocols including TCP/IP and Novell IPX, IPX RIP</li><li>• Routing techniques including Routing Information Protocol (RIP), Exterior Gateway Protocol (EGP), and Open Shortest Path First (OSPF)</li><li>• Bridging support including transparent bridging, source route bridging, source route transparent IEEE 802.9, Fiber Distributed Data Interface (FDDI) encapsulation</li><li>• Bridged Frame Routing (RFC 1499)</li><li>• Security-advanced filtering facility</li><li>• RFC 1483 LAN over ATM</li><li>• RFC 1490 LAN multiprotocol connection over frame relay</li><li>• Multiple virtual routers (Virtual Private Networks)</li></ul>
<b>APPN support</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Network Node-dependent Logical Unit (LU) requester (DLUR)</li><li>• High-performance routing</li></ul>
<b>ATM</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Virtual channel and virtual path ATM switching SVCs, SPVCs, and PVCs</li><li>• ATM UNI/NNI (ATM Forum 3.0/3.1 compliant)</li><li>• ATM dynamic trunk speed</li><li>• Adaptation of all Passport-supported services to ATM</li><li>• Wide range of ATM physical-layer interfaces</li><li>• Traffic policing and shaping</li><li>• ATM Forum QoS support</li><li>• AAL1 structured and unstructured circuit emulation</li></ul>
<b>Voice networking protocols</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• QSIG - ECMA on E1/DS1 NIS (North American ISDN)</li><li>• CAS (DTMF inband signalling and TTC-2M)</li></ul>
<b>Voice networking capabilities</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ADPCM compression</li><li>• 8 kbit/s voice compression (G.729)</li><li>• 16 kbit/s voice compression (G.728)</li><li>• Fax and modem tone detection</li><li>• Activity detection for speech and fax</li><li>• Automatic voice/data call discrimination</li><li>• Tandem Pass Through</li><li>• Dialed digit / single hop routing (voice networking)</li><li>• Voice accounting</li><li>• Global interface support</li></ul>

## FEATURE SUMMARY

Table 2: Feature summary for Passport 6400 Series.

Category	Features
<b>Transparent data support</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frame-aligned bit transparent connection</li> <li>• HDLC transparent connection</li> </ul>
<b>Frame relay</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• High-speed interfaces</li> <li>• Differentiated traffic class management</li> <li>• Switched and permanent virtual circuits (SVCs, PVCs)</li> <li>• Frame relay – ATM network interworking (FRF.5)</li> <li>• Frame relay – ATM service interworking (FRF.8)</li> <li>• Frame relay trace</li> </ul>
<b>Trunking</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9.6 kbit/s to 155 Mbit/s (OC-3c)</li> <li>• ATM, Frame Relay, frame/cell</li> </ul>
<b>Robust routing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connection and connectionless routing are supported:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- LAN protocols and legacy data use a dynamic packet routing system (DPRS)</li> <li>- Voice and transparent data use a connection-oriented routing system (PORS)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Physical interfaces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V.11 (X.21), V.35</li> <li>• DS1, E1 channelized and unchannelized</li> <li>• DS1, E1, TTC-2M voice</li> <li>• DS3, E3</li> <li>• HSSI</li> <li>• FDDI, Ethernet (10BaseT, 100BaseT), Token Ring</li> <li>• DS1, E1 ATM</li> <li>• DS3, E3 ATM</li> <li>• OC-3c, STM-1 ATM</li> <li>• J2 ATM</li> <li>• Combined control, Ethernet/Token Ring and V.11/V.35</li> </ul>
<b>Optivity network management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple Network Management Protocol (SNMP)-compliant device management</li> <li>• Application Programming Interfaces (APIs) for integration into other applications</li> <li>• On-switch spooling of alarms, statistics, accounting records and logs</li> <li>• Network planning and analysis tools</li> <li>• Accounting</li> </ul>
<b>Service management</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance monitoring</li> <li>• Customized Service Level Agreement (SLA) reporting</li> <li>• Web-accessible</li> <li>• Service-oriented views of ATM, frame relay, voice, System Network Architecture (SNA) and X.25</li> </ul>



## TECHNICAL SPECIFICATIONS

Table 3: Technical Specifications for Passport 6400 Series.

	Passport 6480	Passport 6440	Passport 6420
<b>Number of slots</b>	16	5	3
<b>Aggregate throughput</b>	1.6 Gbit/s non blocking	1.6 Gbit/s non blocking	1.6 Gbit/s non blocking
<b>Dimensions:</b>			
<b>Width</b>	24 in. (610mm)	10.5 in. (267 mm)	16 in. (406 mm)
<b>Depth</b>	27.3 in. (693 mm)	22 in. (559 mm)	19.2 in. (487 mm)
<b>Height</b>	77.5 in. (1969 mm)	17.5 in. (445 mm)	6.25 in. (158 mm)
<b>Power options</b>	AC and DC	AC and DC	AC
<b>Redundant power</b>	Yes	Yes	N/A

## ACRONYM GLOSSARY

AAL	ATM Adaption Layer	IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	QSIG	Q (point of the ISDN model) Signaling
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation	IMA	Inverse Multiplexing for ATM	RFC	Request For Comment
API	Application Programming Interface	IP	Internet Protocol	RIP	Routing Information Protocol
ATM	Asynchronous Transfer Mode	IPX	Internet Protocol Exchange	SLA	Service Level Agreement
CAS	Channel Associated Signaling	ISDN	Integrated Services Digital Network	SNA	System Network Architecture
DLUR	Dependent Logical Units Requester	LAN	Local Area Network	SNMP	Simple Network Management Protocol
DTMF	Dial Tone Multi Frequency	LU	Logical Unit	SPVC	Switched Permanent Virtual Circuit
ECMA	European Computer Manufacturers Association	MPS	Multiple Priority System	SVC	Switched Virtual Circuit
EGP	Exterior Gateway Protocol	NNI	Network-to-Network Interface	TCP	Transmission Control Protocol
FDDI	Fiber Distributed Data Interface	OC	Optical Carrier	TDM	Time Division Multiplexing
FRF	Frame Relay Form	OSPF	Open Shortest Path First	UNI	User Network Interface
HSSI	High-Speed Serial Interface	PBX	Public Branch Exchange	VNS	Virtual Network Switching
IDLC	Integrated Digital Loop Carrier (Telephony)	POP	Point-of-Presence	VPN	Virtual Private Network
		PVC	Permanent Virtual Circuit	WAN	Wide Area Network
		QoS	Quality of Service		



# NORTEL NETWORKS

*How the world shares ideas.*

## **United States**

Nortel Networks  
4401 Great America Parkway  
Santa Clara, CA 95054  
1-800-822-9638

## **Canada**

Nortel Networks  
8200 Dixie Road, Suite 100  
Brampton, Ontario  
Canada L6T 5P6  
1-800-466-7835

## **Europe, Middle East, and Africa**

Nortel Networks EMEA, S.A.  
Les Cyclades-Immeuble Naxos  
25 Allée Pierre Ziller  
Valbonne, 06560 France  
+33-4-92-96-69-66

## **Asia Pacific**

Nortel Networks Asia South Pacific  
151 Lorong Chaun  
02-01 New Tech Park  
Singapore 556741  
+65-287-2877

## **Caribbean and Latin America**

Nortel Networks CALA Inc.  
1500 Concord Terrace  
Sunrise, FL 33323-2815  
954-851-8886

<http://www.nortelnetworks.com>

Copyright © 1999, Northern Telecom. All rights reserved.

NORTEL, NORTEL NETWORKS, the NORTEL NETWORKS corporate logo, the globemark design, HOW THE WORLD SHARES IDEAS, and PASSPORT are trademarks of Northern Telecom Limited.

Information in this document is subject to change without notice.

Northern Telecom assumes no responsibility for any errors that may appear in this document.

Printed in Canada.