

16
Zejan.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES
ASINCRONA DE GRAN ANCHO DE BANDA PARA
TRANSMISION SIMULTANEA DE VOZ, DATOS
Y VIDEO CON TECNOLOGIA ATM

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
AREA ELECTRICA Y ELECTRONICA
P R E S E N T A N :
LUIS AMADOR ALLENDE
ALEJANDRO LICEA REBOLLAR
CARLOS ALBERTO LOPEZ GUTIERREZ
JULIO MORENO RUIZ

Director de Tesis: M.en I. Alejandro Sosa Fuentes



MEXICO, D.F.

1995



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A DIOS

Por su inseparable compañía

A Mi Padre: Luis Amador M.

Te admiro por tu rectitud e integridad, por tu vida de lucha y sacrificios para que yo siguiera adelante; te agradezco la oportunidad que me brindaste para estudiar, apoyándome siempre y en todo momento, siendo mi amigo y mi padre; por que casi todo es muy poco en comparación de lo que has hecho por mí, gracias. Este trabajo es también tuyo, fruto de tu gran esfuerzo.

A Mis Tíos y Primos:

Por su gran cariño, sus enseñanzas y consejos que han sido indispensables para mi formación.

A Alguien Especial: Amada García R.

No por lo que eres, sino por lo que soy yo, cuando estoy contigo.

A Juan y Chela

Por su cariño, cuidados y consejos que siempre me han brindado como si fuera su hijo.

A La Familia. López

Por todas las facilidades y más finas atenciones que siempre nos brindaron para la realización del presente trabajo.

A Mis Amigos

Por ofrecerme todo lo especial y maravilloso que existe en cada uno de ustedes.

A Mis Maestros

Por compartir sus conocimientos y experiencias, por su dedicación, paciencia y disposición.

GRACIAS.

A Ti Que Lees Estas Líneas

*No sigas el camino; ve por donde no haya vereda
y deja huella. Olvida los errores del pasado
y lucha por las grandes consecuencias del futuro.*

LUIS AMADOR ALLENDE

Mamá y Papá:

Gracias por brindarme siempre su incondicional apoyo y comprensión, por enseñarme a salir adelante en los buenos y malos momentos afrontando cualquier reto con valor, fortaleza y espíritu. A tí Mamá gracias por enseñarme a luchar por lo que uno realmente quiere.

Sergio:

Gracias por ser tan noble, afectuoso y justo. El mundo necesita personas como tú. ¡ No cambies !

A mis abuelos y tíos:

Gracias por todos sus cuidados, por todo su afecto y entusiasmo.

A mis amigos:

La vida jamás hubiera sido la misma sin ustedes. Gracias por los buenos momentos que compartimos juntos.

A la familia López:

Por brindarnos su calidez y atención durante todo el transcurso de éste trabajo. Gracias.

DIOS LOS BENDIGA

A mi Universidad:

Un especial agradecimiento al recinto donde pasé los mejores años de mi vida, por su majestuosa labor y generosidad al educar a la juventud que será el pilar de nuestra nación.

A DGSCA:

Todo mi cariño y respeto por ser parte fundamental de mi formación profesional.

Sinceramente,

Alejandro Licea Rebollar.

A mi **DIOS** ya que cuando lo busqué, me dio una respuesta, me quitó todas mis angustias. Iluminandome con sabiduría para la elaboración de ésta tesis.

A mis padres, **Emma y Alberto** por su valiosa ayuda al haberme apoyado durante todos mis estudios, ya que sin ello no hubiera podido alcanzar estos logros. Para ustedes ésta tesis, con mi agradecimiento y amor.

A mis hermanos **Alejandro, Armando José Luis, Alicia**, quienes siempre me motivaron e impulsaron para el desarrollo de mis estudios.

A mis tíos por el aliento recibido para mi desarrollo personal e intelectual..

A mis amigos quienes han sido parte integral de mi vida.

A alguien especial: Blanca E. por que sin ti todo esto no tendría sentido.

Carlos Alberto López Gutiérrez

Le dedico esta tesis a:

Mi madre, Sra. Josefina Ruíz Vda. de Moreno, porque gracias a sus sacrificios fue posible que terminara los estudios de licenciatura, y en agradecimiento al amor que me ha prodigado toda mi vida.

Le agradezco a:

Ing. Guillermo Hoffner Long.

Por su ejemplo al mantener vivo el espíritu universitario.

A todos mis maestros.

Por contribuir en mi formación como profesionista.

Ing. Alejandro Sosa Fuentes

Por su valiosa asesoría en el desarrollo de la Tesis.

A mis compañeros: Luis Amador A., Carlos A. López G., y Alejandro Licea R.

Por el esfuerzo y la buena disposición al desarrollar esta Tesis.

A mis amigos: Sr. Luis Amador Mat3nez, Luis Amador Allende, Carlos Alberto L3pez Guti3rrez, Mois3s Ram3rez V3zquez, Joaqu3n Quir3z L3pez.

Por su amistad y cari3o durante los 3ltimos a3os.

Un agradecimiento especial a la Familia L3pez Guti3rrez

Por las facilidades y apoyo que nos brindaron durante el desarrollo de la Tesis.

*Y particularmente quiero agradecer a **Edith Figueroa Nolasco** por todo el cari3o que me ha brindado, porque siempre me ha apoyado y alentado a seguir mis propios ideales, y porque desde que la conozco tengo una raz3n para seguir adelante.*

Y en general a todos los que nos brindaron su ayuda al desarrollar esta Tesis.

GRACIAS.

Julio Moreno Ru3z

AGRADECIMIENTOS GENERALES

A EL M. I. ALEJANDRO SOSA FUENTES

Por su dirección y consejos que gracias a su experiencia profesional nos fueron de mucha ayuda.

A MARCO ANTONIO PEREZ LANDAVERDE

Por su paciencia y disposición para la impresión de este trabajo.

A RAFAEL TAPIA YAÑEZ

Por ofrecernos su noble amistad, asimismo por su tiempo y disposición que nos brindó para la impresión y diseño de las portadas.

A NUESTRA FACULTAD DE INGENIERIA

Por su generosa educación , por su gran labor de formar y albergar a los ingenieros forjadores del futuro de nuestro país.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS que con su apoyo, consejos, observaciones, críticas, comentarios, contribuyeron para hacernos reflexionar, alentarnos y cuestionarnos sobre el presente trabajo, para así llegar a su culminación.

INDICE

PROLOGO	1
----------------------	---

CAPITULO I
**PANORAMA DE LA TECNOLOGIA ACTUAL EN REDES DE
COMUNICACIONES.**

Introducción	3
I.1. Redes de Area Local (Arcnet, Ethernet, Token Ring, Novell, Apple Talk)	4
I.2. Interfaz de Datos Distribuida por Fibra (FDDI)	9
I.3. Redes de Area Metropolitana (MAN) y Redes de Area Extendida (WAN)	11
I.4. Tecnologías de Transmisión y Conmutación	17

CAPITULO II
**NECESIDADES Y PERSPECTIVAS FUTURAS EN REDES DE
COMUNICACIONES**

Introducción	23
II.1. Problemas Comunes en Redes de Comunicaciones	24
II.2. Interconectividad de Redes	26
II.2.1. El Aspecto Operativo	26
II.2.2. Interconectividad Operativa	28

II.2.3. El Aspecto Electrónico: Equipos de Red30
II.3. Perspectivas en el Manejo de Información a Altas Velocidades y
Aplicaciones34

CAPITULO III

SISTEMAS DE TRANSMISION EN BANDA ANCHA

Introducción41
III.1. Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA).42
III.2. Red Optica Síncrona (SONET).47
III.3. Jerarquía Digital Síncrona (SDH).50
III.4. Canal Dual de Cola Distribuida (DQDB).51
III.5. Servicio de Datos Conmutados Multimegabit (SMDS).53

CAPITULO IV

MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONO (ATM).

Introducción.55
IV.1. Multiplexaje Asíncrono por División de Tiempo.57
IV.2. ¿Qué es ATM?58
IV.3. Estructura y Funcionamiento de ATM.60
IV.4. Arquitectura ATM66
IV.5. Aplicaciones.73

CAPITULO V
SUSTITUCION DE LA TECNOLOGIA ACTUAL EMPLEADA EN REDES DE
AREA LOCAL Y AMPLIA POR ATM

Introducción	77
V.1. Justificación para un Cambio de Tecnología.	78
V.2. Aplicaciones en una Red LAN.	81
V.3. Alternativas ATM en Redes MAN y WAN Empleando Tecnología ATM como Backbone.	83
V.4. Redes que Manejan Voz, Datos y Vídeo Aprovechando la Tecnología ATM.	85

CAPITULO VI
PROYECTO DE UNA RED CON ATM

Introducción	89
VI.1. Red Integral de Telecomunicaciones de la U.N.A.M.	90
VI.2. Procedimiento para un Diseño	107
VI.3. Introducción de ATM en la Red Integral de Telecomunicaciones de la U.N.A.M.	109
VI.4. Problemática Existente en el Ancho de Banda Disponible en una Tecnología de Medio Compartido.	115
VI.5. Propuesta de Solución.	128

CAPITULO VII

ANALISIS COSTO-BENEFICIO

Introducción	147
VII.1. Tablas Comparativas	148
VII.2. Beneficio Teórico-Económico	151

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES.	163
--------------------------------	-----

APENDICES

APENDICE A

INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS (OSI)	165
---	-----

APENDICE B

FIBRA OPTICA	169
-------------------------------	-----

APENDICE C

PROTOSCOLOS TCP/IP	173
-------------------------------------	-----

TERMINOLOGIA EMPLEADA EN REDES.	177
--	-----

BIBLIOGRAFIA	181
-------------------------------	-----

PROLOGO

En la actualidad las redes de computadoras se han convertido en una herramienta indispensable que nos ofrecen servicios y soluciones en un periodo de tiempo menor comparado con el que nos tardaríamos sin estas herramientas; a través de las redes de computadoras podemos compartir recursos tales como: información contenida en documentos, archivos mismos y almacenamiento de estos, tener acceso a otros dispositivos ó periféricos (impresoras, graficadores, computadoras, etc.), así como también para ciertas aplicaciones, como lo son el transporte de información de un lugar a otro a través de líneas privadas, de la red telefónica pública, conexiones satelitales o de microondas. Dentro de esa información puede haber un sin número de usos como lo son: servicios de información, correo electrónico, sesiones con sus servidores, etc.

Hoy en día es común encontrar redes de computadoras en empresas, negocios, administración pública, universidades y servicios al público que permiten la interacción de datos y voz digitalizada, a velocidades que van desde algunos Kilobits por segundo (Kbps) hasta decenas de Megabits por segundo (Mbps). Sin embargo el desarrollo de redes multiservicios en las que se manejan voz, datos y vídeo requieren mayor ancho de banda, para permitir a los usuarios el manejo simultáneo de estos, siendo multimedia y videoconferencia las de mayor aplicación. Las ventajas que se pueden obtener de este recurso ha propiciado que corporaciones públicas y privadas se interesen en emplear estas redes de gran ancho de banda.

La tecnología empleada en redes actuales que se basa en la transferencia de información mediante la formación de bloques ó paquetes, en los que va contenida la verificación de errores, direcciones y rutas, presenta algunos inconvenientes en el uso de aplicaciones que contienen gran cantidad de información, ya que se ocasiona una disminución de rapidez y eficiencia. Dentro de las posibles soluciones se encuentra el **Modo de Transferencia Asíncrono** (ATM, Asynchronous Transfer Mode) que es un método que simplifica los procedimientos de transmisión y hace un uso eficiente del ancho de banda permitiendo la transmisión de datos a altas velocidades.

El presente trabajo tiene como objetivo el diseñar una red de comunicaciones asíncrona para transmisión simultánea de voz, datos y vídeo con tecnología ATM para mejorar las Redes de Area Local, así como su integración a Redes de Area Amplia. Para tal efecto se desarrollará un proyecto de mejoramiento de Redes de Area Local actuales con tecnología ATM, que incluye la integración a Redes de Area Amplia.

DISEÑO DE UNA RED ATM

CAPITULO I

PANORAMA DE LA TECNOLOGIA ACTUAL EN REDES DE COMUNICACIONES

Introducción

Una red de comunicaciones surge siempre como respuesta a una necesidad de comunicación. En algunos casos, se requiere incrementar la capacidad productiva de una empresa, donde una red local proporciona los elementos necesarios para que los usuarios compartan el uso de equipos periféricos (impresoras ó graficadores), o sistemas que realicen una o varias funciones específicas (servidores ó supercomputadoras) que sean de amplia capacidad, costosos y de empleo delicado. Con la estructuración de una red, se puede hacer uso de éstos recursos por una cantidad considerable de usuarios, en vez de comprar alguno de éstos equipos para cada uno. En otros casos, la necesidad consiste en extender ésta conexión con otra u otras redes, con el fin de que en conjunto, todas y cada una de las redes formen una organización mucho más eficiente y unificada, o quizá la necesidad sea la de establecer comunicación con otra organización de la misma índole a la suya propia, ubicada en el extranjero o en algún lugar lejano del mismo país, con el objeto de agilizar trámites, actualización de procedimientos, correspondencia, transferencia de archivos, etc. y así incrementar la velocidad y eficiencia de los procesos que antiguamente eran deficientes, tardados o imprecisos.

En cada uno de los casos, la estructuración de una red atraviesa por varias etapas de planeación, entre los que se deben estudiar factores como presupuestos, aplicaciones, tipo de red que se requiera, futuras necesidades y expansión, en base a la infraestructura que se disponga.

Las redes existentes en la actualidad satisfacen hasta un cierto límite las necesidades operativas y de desarrollo de la mayoría de las organizaciones tanto públicas como privadas. Ofrecen varias opciones en conectividad, operabilidad, capacidad de usuarios, ancho de banda y aplicaciones, que ofrecen una buena solución a las necesidades básicas de los usuarios que impliquen tráfico de datos o señales de voz.

Una red de éste tipo es Ethernet, que actualmente ofrece amplia versatilidad en conectividad, equipos, facilidad en su funcionamiento así como una velocidad elevada, aunque su uso esté limitado únicamente a datos. Por otra parte, Token Ring, aunque ofrece una velocidad mayor, no es tan versátil ni tiene un rango de aplicaciones tan alto como Ethernet, Novell ó AppleTalk. En los capítulos sucesivos se verá como éste tipo de redes dará un paso migratorio, o bien podrán coexistir con tecnologías que ofrezcan mayor velocidad, ancho de banda ó alguna otra diferencia que las hará sustituir a la tecnología presente.

I.1 Redes de Area Local (Arcnet, Ethernet, Token Ring, Novell y Appletalk)

Redes de Area Local (LAN's)

Las LAN's son redes pequeñas (de 30 a 50 nodos), normalmente localizadas en un solo edificio o grupos de edificios pertenecientes a una organización. En su modalidad más simple, una red LAN consta de computadoras, servidores de archivos ó estaciones de trabajo, conectadas físicamente entre sí mediante tarjetas de interfaz de red por medio de un sistema de cableado. La ampliación de la LAN no es simple cuestión de añadir mas elementos de trabajo. En algunos casos se requiere de algún otro equipo que permita la incorporación de más máquinas, o bien, se tienen diversas limitaciones del tipo de cableado empleado, número de estaciones de trabajo que se pueden conectar o de las aplicaciones que se deseen ejecutar. Para ello, el ingeniero a cargo debe hacer un cuidadoso estudio de los requerimientos necesarios, en base al tipo de red, equipo involucrado, necesidades futuras de crecimiento, infraestructura eléctrica, empleo de los recursos existentes, aplicaciones empleadas en la red misma, distancias soportadas por el tipo de cableado y en especial, lograr una optimización en cuanto a calidad máxima y costo mínimo.

Arcnet

Es un sistema de red en banda base que presenta una topología de bus estrella con un método de acceso de paso de testigo ("Token-Passing").

La velocidad de transmisión es hasta 2.5 Megabits por segundo (Mbps). Combina las topologías en estrella y bus lineal para formar una topología híbrida con estaciones ARCNET agregadas a dispositivos de distribución llamados "hubs".

Actualmente el sistema ARCNETPLUS puede manejar 20 Mbps, que es compatible con el cable existente. Esta permite paquetes de datos de un tamaño

de alrededor de los 4224 octetos de información (Bytes) contra la limitación tradicional de 508 y puede direccionar alrededor de 2047 nodos en vez de 255 nodos.

Protocolo de Comunicación

Las redes ARCNET utilizan el protocolo "Token-Passing lógico" para control de acceso al cable. Es decir, una señal es enviada desde una estación a otra en un orden predeterminado. Si una estación tiene posesión de la "canasta" de información ó "Token", esta puede enviar un paquete de información, si no tiene posesión de él, debe de esperar hasta que el "token" pase por la estación previa antes de que pueda transmitir.

Ethernet

Este sistema de redes surgió en los 70's, desarrollado por Xerox, Co., permitiendo a las computadoras comunicarse a velocidades más rápidas que los enlaces seriales que vino a reemplazar. Ethernet (IEEE 802.3) es básicamente una línea compartida (Party line) en donde se manejan 10 Mbps de ancho de banda entre todos los dispositivos que se le conecten.

Ethernet ofrece gran capacidad para tráfico bajo ó casual, en la mayoría de los casos es un buen diseño para periodos de tráfico mayor, incluyendo las excepciones en equipo conectado que presente mayor índice de actividad.

Protocolo de Comunicación

Ethernet es un ambiente de comunicación entre microcomputadoras, este tipo de redes utiliza una topología de bus lineal con un protocolo de comunicación de Acceso Múltiple por Detección de Portadora (CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access/Colision Detector).

En este tipo de red cada estación se encuentra conectada bajo un mismo bus de datos, es decir, las computadoras se conectan a la misma línea de comunicación y por ésta se transmiten los paquetes de información hacia el servidor y/o los otros nodos.

Cada estación se encuentra monitoreando constantemente la línea de comunicación con el objeto de transmitir ó recibir sus mensajes, si la línea

presenta tráfico en el momento que una estación quiere transmitir, la estación espera un período muy corto (milisegundos) para continuar monitoreando la red.

Si la línea esta libre, la estación transmisora envía su mensaje en ambas direcciones por la red. Cada mensaje incluye una identificación del nodo transmisor hacia el nodo receptor y solamente el nodo receptor puede leer el mensaje completo.

Cuando dos estaciones transmiten un mensaje simultáneamente, ocurre una colisión y es necesaria una retransmisión. Ya que el nodo aún se encuentra monitoreando, es capaz de detectar la colisión e intentará nuevamente la transmisión del mensaje. El protocolo incluye las reglas que determinan cuanto tiempo tendrán que esperar los nodos ó estaciones para realizar sus envíos nuevamente.

Ethernet es una arquitectura que da un servicio con detección de errores pero no así su corrección, es una red de multiacceso, que utiliza un medio pasivo, sin un control central. Las unidades de datos que se transmiten en la red alcanzan cada estación, siendo responsables de reconocer la dirección contenida en una unidad de datos y aceptar estas unidades con una dirección del medio de transmisión.

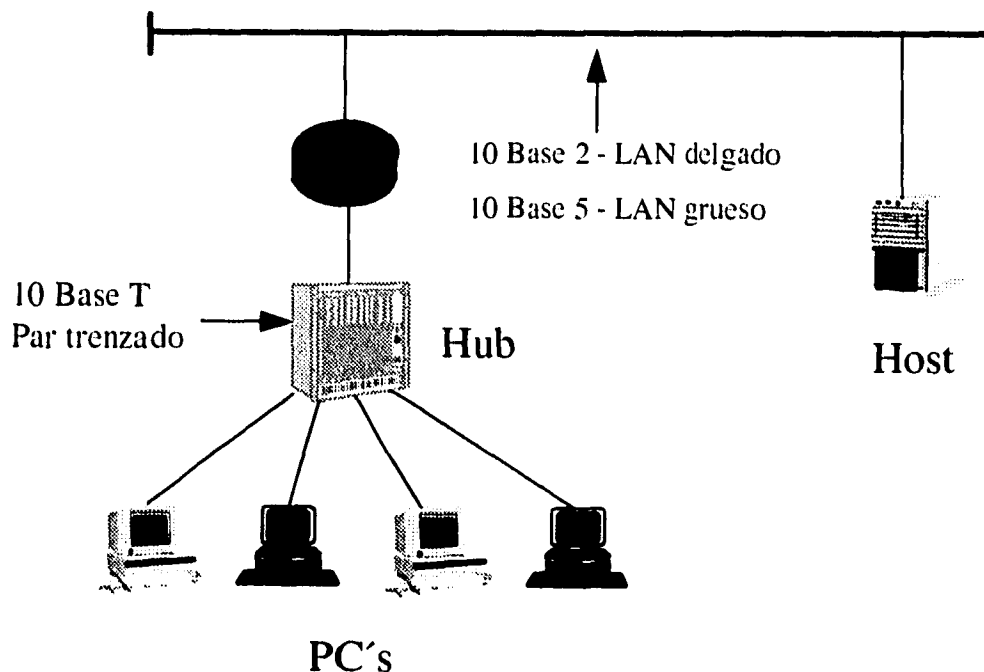


fig.1.1 Red Ethernet

Token Ring

Esta se basa en el protocolo del "Token-Passing" en donde una pequeña trama llamada **Token libre** circula por una topología en forma de anillo, pasando por todas las estaciones conectadas. Si dichas estaciones tienen información para transmitir deben capturar ésta trama y sumarle la suya propia. Es usado frecuentemente cableado con par trenzado.

La Unidad de Acceso Múltiple (MAU) contiene retardos que controla la estación de control para conectar el anillo. Si tienen que conectarse anillos múltiples a los MAU, se puede hacer a través de cable de fibra óptica

La red Token-Ring estandarizada como IEEE 802.5 originalmente operaba a 4 Mbps, más tarde pudo ser mejorada logrando manejar velocidades de 16 Mbps. Una estación puede solo transmitir una cantidad mezclada de información y debe de permitir a la próxima estación tener la oportunidad de transmitir después de su distribución.

Protocolo de Comunicación

El protocolo de comunicación para este tipo de redes es el "Token Passing", basado en un esquema libre de colisiones, dado que la señal (token) se pasa de un nodo ó estación a la siguiente, garantizando que todas las estaciones tendrán la misma oportunidad de transmitir y que un sólo paquete viajará a la vez en la red.

Dentro de los inconvenientes se encuentra el de que al llegar a un nodo, el token regenera el mensaje antes de pasarlo al siguiente, originando una reducción en el rendimiento de la red, pero a cambio se asegura la transmisión correcta del mensaje.

Token Ring opera a una velocidad de transmisión de 4 ó 16 Mbps ó incluso operar a ambas velocidades dentro de la misma red local. Para asegurar la transferencia de datos, se emplea el MAC. Cuando no hay tráfico en el anillo, un token de 3 bytes circula continuamente, esperando a que una estación cambie un bit 0 específico en el segundo byte por un bit 1. Esta acción convierte el primero de los dos bytes en la secuencia de inicio de paquete. La estación entonces permite la salida del resto del paquete normal de datos.

Redes Novell

Novell es una compañía dedicada a sistemas operativos y desarrollos de servicios de red. Se ha dedicado desde 1983 a la investigación en redes y por ello es uno de los principales fabricantes.

La organización de la red se lleva a cabo en base a jerarquías. La jerarquía de la red la establece el supervisor, el cual tiene el más alto rango y los usuarios el rango más bajo con derechos limitados. También pueden tener operadores, que son responsables de diversos dispositivos periféricos, como son impresoras. Existen dos niveles entre el supervisor y los usuarios que son los responsables de grupo y responsables de cuentas de usuario, que pueden controlar a los usuarios y su acceso a los directorios. Los responsables de grupos poseen la capacidad adicional de poder incorporar nuevos usuarios y definir colas de impresión.

Como las empresas tienen necesidades distintas, no se puede esperar que exista un tipo de computadora que se adapte a todas ellas, como resultado Novell ofrece sus sistema operativo en sus diversas versiones Netware Lite, Netware 2.2, 3.11, 4.0 y Netware Portable.

Redes Apple Talk

Un sistema de redes AppleTalk es una colección de computadoras y dispositivos periféricos "inteligentes" que se comunican usando protocolos appletalk sobre un medio al cual están conectados.

El uso inicial de los sistemas de redes de appletalk es para usuarios de Macintosh, con un sistema versátil que soporta la conexión de diferentes tipos de computadoras y otros dispositivos.

En un principio AppleTalk tenía que estar compuesta de una computadora macintosh, una impresora láser y una conectividad local tipo "talk", pero actualmente puede llevar cualquier conexión de computadoras y periféricos. Estas ventajas permiten escoger por ejemplo, transmisión media para un fin específico, costo de acuerdo a las posibilidades de adquisición y con tráfico bajo. También a su vez permite la interconexión de dispositivos que no sean de la misma marca.

Los dispositivos en el sistema de red interactúan de acuerdo a un diseño cuidadoso de interconexión de equipos y protocolos. Las descripciones internas de un sistema de red consisten principalmente en la discusión y especificación de los protocolos, sus objetivos y su interacción.

Los dispositivos de red y métodos de cableado comprenden los componentes de hardware en un sistema AppleTalk. La topología que presenta AppleTalk permite a los usuarios incluir una gran variedad de transmisión media. Dentro de las más comunes se encuentra talk-local, Ether-talk y AppleTalk-LANstar.

I.2 Interfaz de Datos Distribuida por Fibra (FDDI)

FDDI utiliza un estándar basado en Token Ring y se desarrolló para soportar interconexión de LAN's dentro de un mismo edificio o campus a 100 Mbps. Lógicamente consiste en un anillo doble (ver fig 1.2) aunque puede ser estructurado mediante una estrella física. Como se ve en la figura 1.3, FDDI incorpora ambos, los estratos de MAC (control de acceso al medio) y los físicos y a su vez las interfaces de IEEE 802.3, control de enlace lógico (LLC, Logic Link Control).

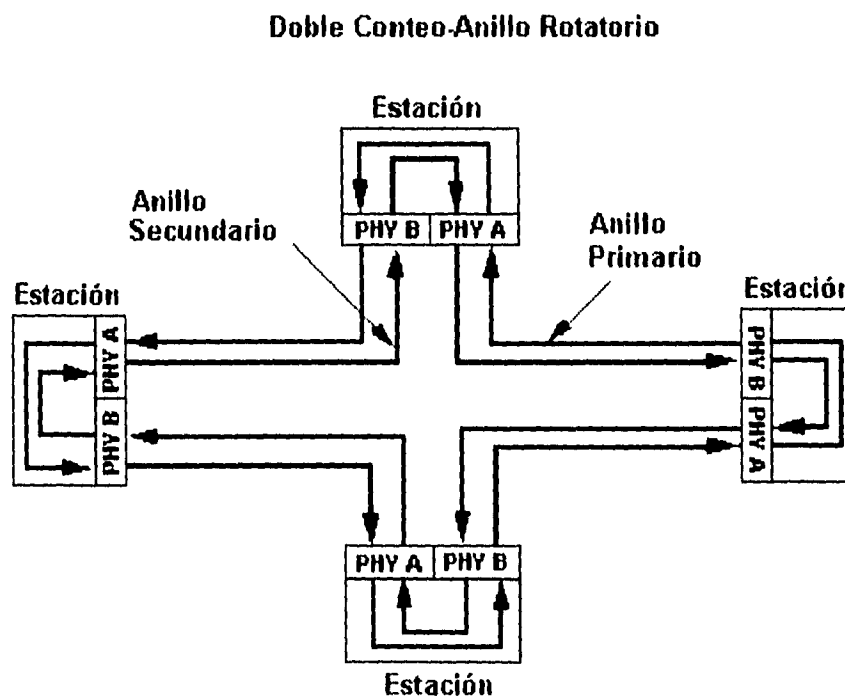


fig. 1.2 FDDI en anillo doble

En su forma mas general, una red FDDI consiste en un conjunto de estaciones lógicamente conectadas en forma de cadena serial formando un lazo cerrado. Datos o información son transmitidos secuencialmente de una estación activa a la siguiente. Cada estación regenera y repite cada símbolo.

FDDI es una solución para redes locales que cumple con tres ventajas: es flexible, robusta y muy eficiente. No obstante, FDDI presenta aún poca aceptación debido a que los costos de los dispositivos de conexión aparecieron en el mercado muy costosos y disminuyeron apenas un poco con el paso del tiempo.

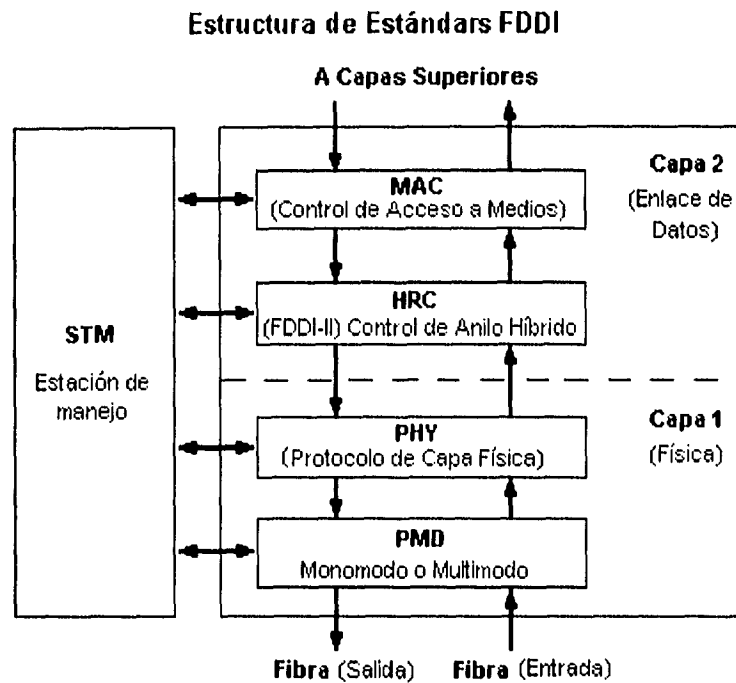


fig. 1.3 Estructura de las capas 1 y 2 de FDDI

FDDI soporta tráfico de datos, y FDDI-II se pretende para tráfico isócrono, como voz y vídeo comprimidos de 1.2 a 4 Mbps, aunque FDDI-II sigue aún en etapa de desarrollo. Ambos estándares FDDI y FDDI-II han sido desarrollados por la norma ANSI ASC X3T9.5

Adicionalmente, FDDI puede ser utilizada para conectar estaciones de trabajo de alta capacidad, o bien de "resguardo", así como formando un "backbone" enlace principal, que soporte varias LAN's tributarias. La primera opción permite conectar un concentrador para FDDI que proporcione servicio de red a cada estación conectada (reduciéndose el costo de instalación). La segunda opción, de resguardo, implica un costo mayor, ya que forma un backbone con gran ancho de banda que conecta múltiples LAN's dentro de una misma edificación o campus, para formar una red unificada.

I.3 Redes de Area Metropolitana (MAN) y Redes de Area Extendida (WAN)

Redes de Area Metropolitana (MAN)

Comparadas con las redes locales, las redes metropolitanas presentan una conexión entre usuarios que se encuentran separados entre sí por una distancia geográfica mucho mayor a la que hay en las redes locales, brindando interconectividad a compañías, colegios o universidades, hospitales, oficinas gubernamentales, etc., cuya cobertura en edificios e instalaciones se encuentra distribuida a lo largo de una ciudad entera (Véase fig. 1.4). Además de éste factor tradicional, existen otras diferencias significativas que separa el contexto de una red metropolitana a la de una red local. Como consecuencia, soporta una mayor capacidad de estaciones conectadas, además de presentar tasas de información errada (BER, Bit Error Rate) menores a las de una red LAN. Otras diferencias son:

- 1) El tipo de medio de transmisión que utiliza, pudiendo existir por microondas, fibras ópticas, módems o radio-módems.
- 2) El tipo de aplicaciones, debido a que las redes MAN's modernas integran voz y datos en su transmisión.
- 3) El tipo de dueño, pudiendo ser de índole público ó privado.

Redes de Area Extendida (WAN)

Una red de área extendida consiste en la interconexión de dos o mas usuarios que se encuentran lo suficientemente apartados el uno del otro como para requerir que algún proveedor de servicios proporcione el medio de comunicación, como lo son las compañías telefónicas en primera instancia, de las cuales se emplea su infraestructura de tendidos de líneas telefónicas que pueden ser utilizadas para velocidades hasta de 64 Kbps, o servicios mas sofisticados que pueden ser dedicados y permitir velocidades superiores a 50 Mbps. Estos servicios pueden ser provistos por las compañías telefónicas, o bien por otro tipo de proveedores que brinden servicios especializados en conectividad, bien sea a través de conexiones guiadas (tendidos de cables metálicos o bien por fibras ópticas) o no guiadas (como lo es la conexión mediante equipos de microondas y equipo para comunicaciones vía satélite).

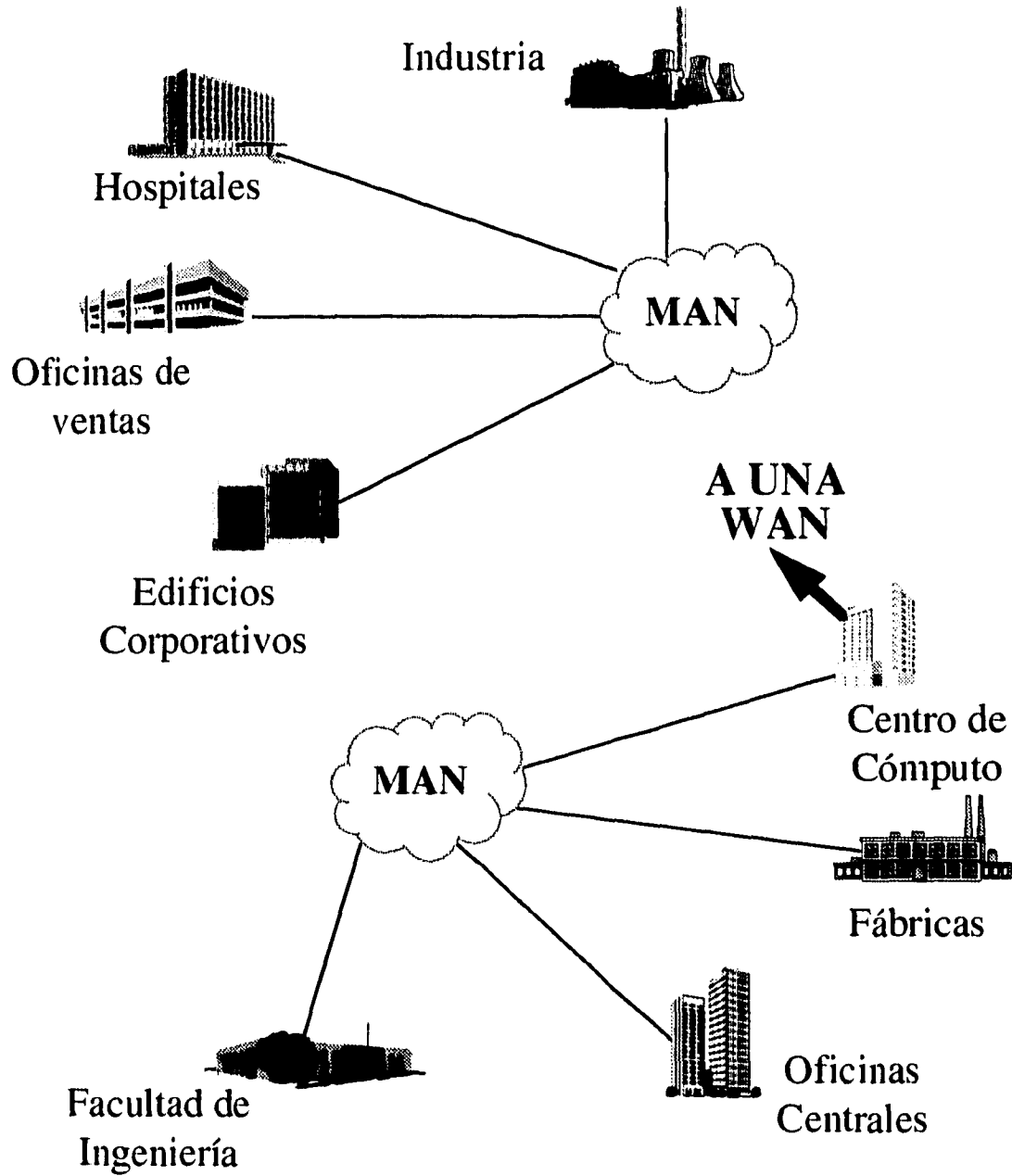


fig. 1.4 Corporaciones educativas y de negocios, formando MAN's

Conectividad Empleada en Redes MAN y WAN

Líneas Conmutadas y Privadas.

Estos dos servicios son proporcionados por las compañías telefónicas haciendo uso del tendido de cables de cobre ya existente el cual es utilizado para la transferencia de datos. Las líneas conmutadas son aquellas que tienen conexión con los conmutadores para voz y no son empleadas para velocidades superiores a 14.4 Kbps. En consecuencia, se brinda otro tipo de conexión mediante el empleo de circuitos dedicados específicamente a una aplicación y tendidos especialmente para el usuario en cuestión (denominadas líneas privadas o dedicadas). Para la transmisión de datos sobre estos circuitos, se debe conectar equipo especial en cada extremo de conexión para asegurarse que la información llegue a su destino aún en la presencia de ruido, atenuaciones y del cambio de formato para pasar de código binario manejado por los ordenadores a aquel empleado por el proveedor del servicio para su transmisión. Para líneas que manejen velocidades de hasta 64 Kbps el equipo utilizado más frecuentemente es el **módem**

Conectividad por Conmutación de Paquetes (Packet Switching)

El medio físico que sirve de unión en este tipo de redes es muy variado (i.e., dos LAN's que operan bajo ésta misma tecnología), aunque su aplicación se emplea únicamente para la comunicación de datos permitiendo la conexión de redes de ordenadores. Las compañías que ponen en operación éste servicio son denominadas "redes de valor agregado" (VANs, Value Added Networks) y ofrecen la red misma como un servicio permitiendo que diversos usuarios remotos se conecten a ella haciendo uso de las bases de datos, servidores de correo o de información que se encuentren dentro de la red original formando así una red de área extendida (WAN).

Este tipo de redes cuentan con equipo que proporciona el almacenamiento y encauce de datos hacia múltiples locaciones, pero, como éste tipo de redes es muchas veces conectada a través de líneas telefónicas, los protocolos deben ser aptos para manejar el ruido, control de tráfico y detección de errores. Protocolos comunes en éste tipo de redes son X.25 y TCP/IP.

Canales de Comunicación E1 fraccionado y E1 entero

Los servicios de línea privada (L.P.) proporcionan un ancho de banda transparente a una velocidad específica ($n \times 64$ Kbps, para E1f y 2.048 Mbps para el E1e, donde n es un número entero). En la actualidad se dispone de una gran variedad de equipos mediante los cuales es posible el acceso a redes públicas bien sea con microondas, radio-módems o bien a través de los tendidos de fibra óptica para dar un servicio más versátil. En éste caso, la compañía telefónica TELMEX pone a la renta una parte, o bien, la multitrama completa de 32 canales de comunicación a través de su Red Digital Integrada. Otras compañías también efectúan enlaces por microondas o bien por radio, dedicándose a vender, efectuar la instalación y finalmente la puesta en marcha del enlace.

Tecnología: Ruteador/Puente/Puerta de Acceso

La proliferación de redes de área local y la necesidad de conectar remotamente grupos de ordenadores han contribuido al desarrollo de equipos especializados para la interconexión de LAN's. Estos equipos operan dentro de los 4 estratos inferiores del modelo OSI, (ver tabla 1.1), la cual muestra el tipo de equipo que se emplea dependiendo del estrato que se desee comunicar.

El equipo de conmutación (multiplexores) puede ser utilizado para conectar sistemas empleando el mismo estrato protocolario en cada extremo. Este equipo permite múltiples canales de voz a ser transportados sobre la misma línea. Si los estratos fuesen diferentes, como por ejemplo como sucede con Ethernet y Token-Ring, entonces se requerirá equipo más sofisticado.

Un Puente se utiliza para conectar dos LAN's, bien sea localmente, donde ambas LAN's se conectan directamente al equipo, o bien remotamente, donde se conecta un Puente en cada extremo de la WAN. Los puentes funcionan empleando los dos estratos inferiores del OSI (MAC), determinando de que lado del puente se encuentra la estación destino. Debido a que opera en los estratos inferiores del OSI, puede soportar múltiples protocolos de estratos superiores, así que el puente es transparente a la mayoría de protocolos de nivel superior. Algunos puentes pueden conectar diferentes tipos de LAN's a costa de ser más complejos. Cuando grupos autónomos de estaciones necesitan comunicarse, o el estrato físico de los grupos es distinto, el ruteador es utilizado para traducir la dirección del 3er estrato a un camino (ruta) en donde una estación puede ser ubicada. Los ruteadores modernos usualmente pueden manejar más de un protocolo, de tal forma que grupos de ordenadores que empleen el mismo protocolo puedan comunicarse en el mismo camino físico. El enrutamiento puede llevarse a cabo en

otros estratos, aunque el 3er estrato es el más común, entre los que destacan IP de TCP/IP, AppleTalk de Apple, IPX de Novell y XNS de Xerox.

ESTACION 2	EQUIPO DE INTERCONEXION			ESTACION 1
7				ESTRATO 7 APLICACIONES
6		6	6	ESTRATO PRESENTACION
5		5	5	ESTRATO 5 SESION
4	PUERTAS DE ACCESO	4	4	ESTRATO 4 TRANSPORTE
3	RUTEADORES	3	3	ESTRATO 3 RED
2	PUENTES	2	2	ESTRATO 2 ENLACE
1	MULTIPLEXORES	1	1	ESTRATO 1 FISICO

tabla 1.1 Estratos de comunicación y sus respectivos métodos de conexión.

Para determinar hacia donde debe ser enviada una trama, se hace uso de una tabla de rutas que contiene la dirección lógica de todos los equipos, ruteadores o computadoras pertenecientes a la red, así como el siguiente ruteador al cual se debe dirigir dicha trama, en caso de que la dirección buscada no se encuentre en la red propia. A su vez, y como una última opción se incluye el envío predeterminado (Default) en dado caso que no se encuentre la dirección buscada. Algunas veces las tablas son arregladas, no obstante, en la mayoría de los casos se dispone de recursos para actualizar la tabla dinámicamente al mismo tiempo que las redes y máquinas cambian paulatinamente. Dentro de un grupo autónomo de estaciones que contienen redes físicas diferentes, los caminos son controlados y la tabla es actualizada empleando protocolos denominados "Protocolos de la Puerta de Acceso Interior" (PPAI). Bajo TCP/IP éstos protocolos han evolucionado del "Protocolo de Información Ruteada" (PIA) hacia "El camino más corto que se abra primero" (CCAP). estos protocolos automáticamente ponen al corriente la tabla que contiene las rutas de las redes y de sus nodos intermedios. El protocolo bajo el cual TCP/IP determina caminos hacia otro grupo de estaciones autónomas se llama Protocolo de Puerta de Acceso Exterior (PPAE). Mientras que PPAE puede ser usado como un protocolo interior, lo más cotidiano es que algunos PPAI sean usados para la administración del ruteo dentro del grupo autónomo. Entonces una estación es escogida para que maneje las rutas hacia el exterior que podría contener alguna topología más compleja.

Los ruteadores pueden manejar varios protocolos si así fueron diseñados, pero deben mantener el mismo código y tener tablas para cada protocolo que soporten. Otra diferenciación entre ruteadores es debida a la versatilidad de conexión, ya que algunos de ellos tienen puertos para FDDI, otros realizan funciones de conmutación, o bien pueden tener puertos para líneas conmutadas.

Una puerta de acceso (denominado "gateway") es un equipo que puede conectar a dos o más redes que usen protocolos de comunicación distintos (e.g. TCP/IP y AppleTalk). Un gateway puede ser considerado como una pieza equipada para realizar funciones de computadora y de ruteador. Por su aplicación, éste equipo trabaja entre los estratos 4o y 7o del OSI, convirtiéndolo en la pieza más sofisticada a ser empleada para interconexión de dos redes.

Es importante señalar que en redes como la "Internet" (que comprende mas de 2,000 redes conectadas y alrededor de 8,000,000 de usuarios) donde se maneja el mismo protocolo de comunicación, las palabras "gateway" y "ruteador" se manejan indistintamente para describir el punto de inicio o de partida de cada red importante (gateway) y al mismo tiempo, del dispositivo que disponga y discrimine entre las direcciones que pertenecen a una u otra red interconectada (ruteador). Dado que todas las máquinas conectadas "se hablan en el mismo idioma" no se necesita un "traductor", por lo que para éstos fines, un ruteador y un gateway son el mismo equipo.

Enlaces Satelitales

Otra alternativa que se tiene para establecer comunicación entre dos puntos lejanos ubicados de extremo a extremo del país, o bien transnacionales, son los enlaces vía satélite. Dentro de las características que presentan son:

- **Radio Geométrico:** Mayor a 100 Km.
- **Velocidad:** entre de 32 y 128 Kbps.
- **Medio:** aire y espacio libre

El inconveniente de éste tipo de enlaces son el reducido ancho de banda (el cual depende de la forma de modulación bien sea con BPSK ó QPSK en el caso de ser digital), además de ser costoso por la infraestructura necesaria, además de la renta mensual al propietario del satélite. Este tipo de comunicación se realiza para lugares apartados donde no hay tendidos de fibra óptica ni otro tipo de infraestructura disponible.

I.4 Tecnologías de Transmisión y Conmutación

La economía juega un papel muy importante en los sistemas de telefonía. Debido a esto las compañías telefónicas han desarrollado esquemas elaborados para conmutar muchas conversaciones en un canal físico sencillo.

Estos esquemas de conmutación pueden ser divididos en dos categorías básicas: **Conmutación por división de frecuencia FDM (Frequency Division Multiplexing)** y **Conmutación por división de tiempo TDM (Time Division Multiplexing)**.

En FDM el espectro de frecuencia se divide en varios canales lógicos, y cada usuario tiene posesión exclusiva de una banda de frecuencia.

En TDM los usuarios toman turnos recursivos, donde cada uno hace uso de todo el ancho de banda por un corto período de tiempo.

La comunicación entre computadoras tiene algunas propiedades que son esencialmente diferentes de una comunicación entre personas. Cuando la gente tiene una conversación telefónica, es común, que esta sea ininterrumpida y que dure varios minutos. Cuando se comunican computadoras interactivas, se requiere enviar gran cantidad de información rápidamente, y después puede haber silencio en las comunicaciones por 30 minutos.

Esto significa que, la comunicación entre personas requiere un continuo uso de un canal de bajo ancho de banda, mientras que, la comunicación entre computadoras requiere un uso intermitente de un canal de gran ancho de banda.

Debido a esto, ni FDM ni TDM son adecuados para la comunicación de datos, ya que las plantas telefónicas fueron hechas para comunicaciones entre personas, y no entre computadoras. A continuación se explican las técnicas empleadas para la comunicación de datos:

Conmutación de Circuitos

Conmutación de circuitos (**Circuit Switching**) es la técnica más familiar de conmutación, desde que es usada para llamadas telefónicas ordinarias. Esta técnica facilita circuitos que pueden ser conectados a los usuarios, pero cada usuario tiene acceso a un solo circuito, equivalente a un par de alambres de cobre, durante el uso de la red.

Una propiedad importante de conmutación de circuitos es que necesita que se disponga de una vía física, antes de poder transmitir cualquier tipo de información.

Conmutación de Mensajes

Cuando se usa esta forma de conmutación, no se necesita establecer una ruta física entre el emisor y el receptor. En cambio, cuando el emisor tiene un bloque de información a enviar, esta es guardada en la primera estación de conmutación, y enviada después, un bloque a la vez.

Cada bloque es recibido por entero, revisado para detectar errores y después retransmitido. Una red que usa esta técnica es llamada Red de almacenamiento y retransmisión (store and forward).

Conmutación de Paquetes

En contraste con Conmutación de mensajes, Conmutación de paquetes (**Packet Switching**), pone un límite superior al tamaño de los bloques, albergando paquetes en la memoria principal del "elemento de conmutación" (Estos son ordenadores especializados utilizados para conectar dos o más líneas de transmisión. Selecciona una línea de salida para expedir datos que llegaron por una línea de entrada, se les conoce como interfaz procesadora de mensajes (**IMP, Interface Message Processor**), nodos de conmutación de paquetes, sistemas intermedios o centrales de conmutación de datos).

Una ventaja sobre conmutación de mensajes es que el primer paquete de un mensaje multipaquete puede ser transmitido antes de que el segundo haya sido recibido completamente, reduciendo los tiempos de retraso.

Con conmutación de circuitos, cualquier ancho de banda en un circuito dedicado es desperdiciado, mientras que en conmutación de paquetes estos espacios pueden ser utilizados por otros paquetes. Sin embargo debido a que los circuitos no son dedicados, puede ser que el tráfico sobrepase la capacidad del elemento de conmutación, causando la pérdida de los paquetes.

La conmutación de paquetes tradicional se basa en X.25, sin embargo la mayor desventaja del protocolo X.25 es que es difícil realizar una Red que maneje grandes anchos de banda, y porque no es aplicable a transmisión de voz que requiere una tasa de transmisión constante.

Conmutación de Paquetes Rápidos)

Conmutación de paquetes (FPS, Fast Packet Switching) es una tecnología digital de alta capacidad orientada a los paquetes, que ofrece las siguientes funciones, conmutación y transmisión. La conmutación de paquetes rápidos difiere de la conmutación tradicional de circuitos en tres aspectos: (ver fig 1.5).

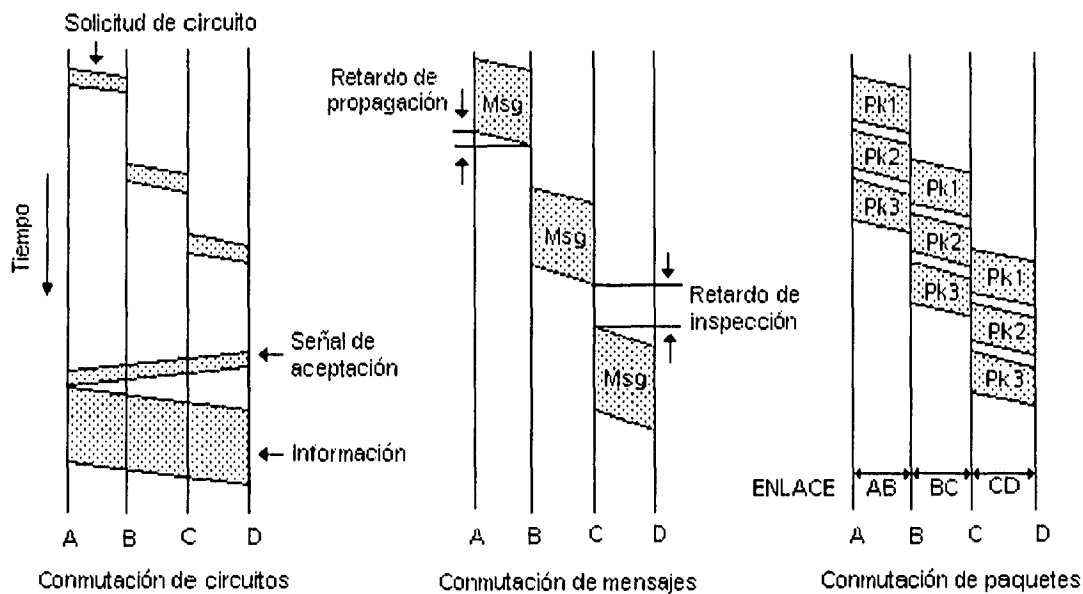


fig.1.5. Comparación entre tecnologías de conmutación

- Establecimiento de llamada. En FPS las trayectorias de llamada se establecen en forma dinámica con base en la dirección individual del paquete y no en forma permanente a través de un tiempo matriz fijo o una trayectoria de división de espacios.
- Manejo de tráfico. Cada llamada en el área de conmutación de circuitos se asigna a un ancho de banda fijo sin tomar en cuenta su uso. En FPS, el ancho de banda se asigna dinámicamente con base en la necesidad de llamada.
- Conmutación. La conmutación interna en S.C: se realiza con base en una trayectoria previamente asignada a través del conmutador de tiempo (previamente conmutada por software), mientras que en FPS, los paquetes individuales pueden ser conmutados por el hardware basado en el campo de dirección a velocidades bastante más altas.

Dentro de FPS se encuentran dos técnicas de conmutación y transmisión que son: FRAME RELAY y CELL RELAY (ATM).

Relevo de Tramas (Frame Relay)

La conmutación de paquetes fue desarrollado en una época cuando las transmisiones a larga distancia, tenían un alto porcentaje de errores de bit. Como resultado, los esquemas de conmutación de paquetes tenían cabeceras muy grandes que incluían bits de redundancia para evitar y corregir errores. Con los modernos sistemas de telecomunicaciones actuales, estas cabeceras se hacen innecesarias y contraproducentes. Para tomar ventaja de las altas velocidades y de las bajas tasas de error, fueron diseñadas las redes basadas en conmutación de tramas para operar a velocidades superiores a los 2 Mbps. Una trama está formada por un conjunto de bits, y un paquete esta formado por varias tramas. Frame Relay es un servicio exclusivo del nivel 2 del modelo OSI.

Relevo de Celdas (Cell Relay)

Permite conexiones lógicas múltiples, para ser conmutadas sobre una interfaz física sencilla. Así como en conmutación de tramas, no hay control enlace por enlace, o control de flujo.

La diferencia mas obvia entre relevo de tramas y relevo de celdas es que el relevo de tramas usa paquetes de diferente longitud, mientras que el relevo de celdas usa paquetes de un tamaño fijo, llamados celdas ó células. Al igual que la conmutación de tramas, la conmutación de celdas provee una cabecera mínima de control de error. Como resultado, ATM está diseñado para trabajar a decenas o centenas de Mbps, permitiendo la definición de canales virtuales con velocidades dinámicamente definidas al mismo tiempo que es creado el canal virtual.

La figura 1.6 ejemplifica como la relación entre el número de paquetes en los que se segmenta un mensaje tiene efecto en el tiempo de transmisión del mensaje, debido a que debe haber un equilibrio entre el tamaño del encabezado y el tamaño de la carga útil. Así como también el tamaño del paquete debe tener un compromiso con el tamaño de los "buffers" (memoria de almacenamiento), para permitir el envío y recepción continuo de los paquetes.

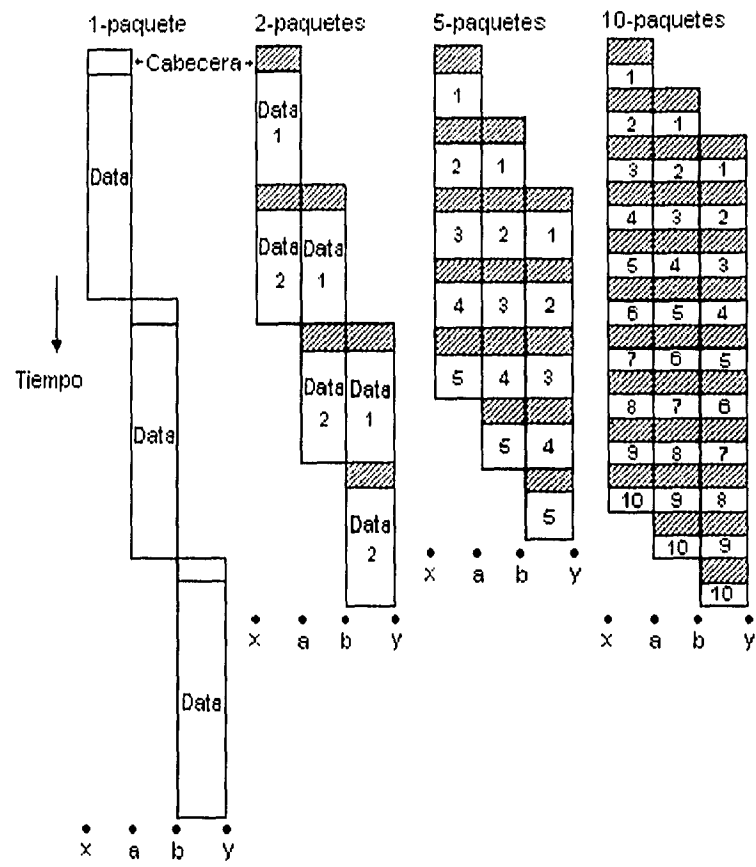


fig.1.6 Efecto del tamaño del paquete sobre el tiempo de transmisión.

CAPITULO II

NECESIDADES Y PERSPECTIVAS FUTURAS EN REDES DE COMUNICACIONES

Introducción

Hace apenas cinco años, una red LAN que compartía entre sus usuarios 10 Mbps y enlaces de 2.048 Mbps como máximo eran considerados muy rápidos. En algunos años, las redes de área local alcanzarán velocidades de 1 Gigabit por segundo (1 Gbps) mientras que las redes de área extendida evolucionarán de igual manera. Sin embargo, es importante señalar que para que todo esto sea posible, será necesario que las compañías telefónicas del mundo rediseñen sus redes de cobre que transportan todavía señales analógicas, por otra infraestructura capaz de soportar el gran tráfico digital que se originará con el transporte de además de las tradicionales llamadas telefónicas, datos y vídeo.

El avance tecnológico de la fibra óptica y el láser han suscitado el planteamiento de opciones de conectividad a velocidades mas altas. Existen aplicaciones para usarse en LAN's a velocidades de 622 Mbps hasta más de 1000 Mbps, empleando las tecnologías, FDDI (topología en anillo doble) y reservación de bus-dual. Adicionalmente algunos proveedores han puesto sus ojos en la posibilidad de instalar equipos que funcionen con tecnología ATM, para que funcionen en redes locales, dada la necesidad o el surgimiento de una aplicación particular en la cual el protocolo de comunicación, velocidad, ancho de banda, o bien distancias excesivas, sean obstáculos para los cuales, lo ya establecido, sea insuficiente. El uso de tecnología ATM, en conjunto con un switch ATM, ofrece una solución razonable para la necesidad del manejo de altas velocidades en una LAN. Al mismo tiempo, ATM puede ser utilizada en combinación con otras tecnologías empleadas para redes extendidas como SONET/SDH ó FDDI.

Las redes de área extendida requieren, un cambio en su infraestructura y en su diseño para permitir una comunicación viable entre redes LAN's que manejen aplicaciones con velocidades cada vez más altas. El tráfico de una WAN puede variar desde algunos cientos de kilobits hasta varios Megabytes de información. El ancho de banda requerido seguirá incrementandose, especialmente en el uso cada vez más cotidiano de aplicaciones como multimedia

y transporte de imágenes. Una forma de reducir costos en la puesta en marcha de redes (como ejemplo, el construir una corporación global) es el consolidar múltiples redes de área extendida.

Existen diversas formas de interconexión para redes locales, como lo son enlaces dedicados, enlaces ruteador-ruteador o puente-puente, que se vuelven más costosos cuando la distancia entre las dos redes es más grande (tales como los enlaces multinacionales o aquellos entre dos ciudades lejanas) y cuando el número de redes LAN's a conectarse es mayor.

II.1. Problemas Comunes en Redes de Comunicaciones

Colisiones

Se produce una colisión cuando dos estaciones transmiten mensajes simultáneamente. Cuando el tráfico es poco, es difícil que se produzcan, pero cuando éste se incrementa, se producen y se requiere la retransmisión de los mensajes, lo que hace lento el funcionamiento de la red. Las colisiones se incrementan en forma paralela con el tráfico en la red. No solo hay que tener en cuenta la velocidad sino también la estimación de la carga que va a tener que soportar, como en el caso de utilizar una gestión de bases de datos.

En las redes Ethernet o comunicaciones de banda base por ejemplo utilizan el protocolo sensor de portadora de accesos múltiples/detección de colisiones (**CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection**). Cuando un dispositivo trata de ganar acceso a la red, verifica si la misma está libre. Si no lo está, espera una cantidad aleatoria de tiempo antes de intentarlo nuevamente. Si la red esta libre y dos dispositivos tratan de ganar acceso exactamente al mismo tiempo, ambos se retractan para evitar una colisión y luego cada uno de ellos espera una cantidad de tiempo aleatoria antes de reintentarlo.

Enrutamiento

La función principal de la capa de red del modelo OSI es el enrutamiento de paquetes desde la máquina fuente a la máquina destino. El algoritmo de enrutamiento es la parte del programa de operación (software) de la capa de red del modelo OSI, responsable de decidir en cuál de las líneas de salida debe ser transmitido un paquete que ha sido recibido. Si la red utiliza internamente **datagrams** (Un datagram en paquetes conmutados, es un paquete independiente

de otros paquetes, que no requiere reconocimiento de recibido (acknowledgment) y que lleva información suficiente para enrutarse desde la terminal de origen, sin necesidad de manejos en las terminales intermedias), ésta decisión se hace individualmente para cada paquete, sin embargo, si la red utiliza internamente circuitos virtuales (un circuito virtual, es un canal que se genera al destinar en la multiplexación de información, un tiempo especial para un paquete, para que pueda ser visto por el destinatario como un mensaje ininterrumpido), las decisiones de enrutamiento son hechas solamente cuando se define un nuevo circuito virtual. Después los paquetes solo tienen que seguir la ruta establecida, esto también es llamado sesión de enrutamiento, porque una ruta prevalece por toda la sesión del usuario.

Existen varias propiedades que son deseables en los algoritmos de enrutamiento: que sean correctos, sencillos, robustos, estables, justos, y óptimos. Por robustos se entiende que la red sea inmune a fallas en los repetidores o en terminales, por lo que los algoritmos de enrutamiento deben ser capaces de asimilar los cambios en la topología y tráfico sin requerir que todas las estaciones trabajen y necesiten ser re-inicializadas cada vez que una estación falla.

Para minimizar los retardos de los paquetes, muchas redes tienden a reducir el número de estaciones por las que un paquete debe pasar, y también se reduce la cantidad de ancho de banda utilizado para mejorar el camino.

Los algoritmos de enrutamiento pueden ser agrupados en dos tipos:

Adaptativos y No Adaptativos. Los algoritmos adaptativos basan sus decisiones de enrutamiento en mediciones o estimaciones del tráfico y topología, mientras que los algoritmos no adaptativos no lo hacen. Los algoritmos adaptativos pueden a su vez ser divididos en centralizados, aislados, y distribuidos.

Congestión

Cuando muchos paquetes están presentes en una parte de la red, la capacidad se degrada. Si el tráfico se intensifica, y los elementos de conmutación no tienen suficiente capacidad, comienzan a perder paquetes. Con un tráfico muy intenso el sistema se colapsa y todos los paquetes se pierden.(fig. 2.1).

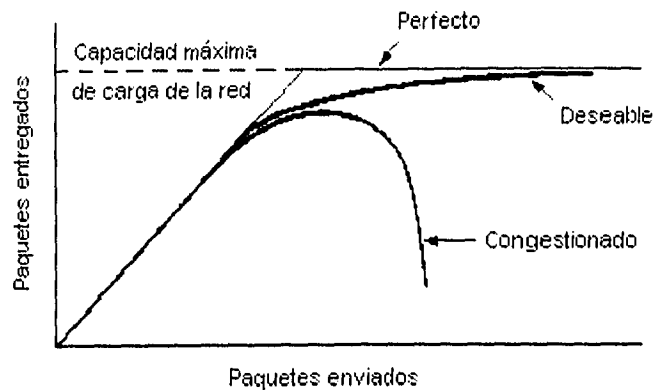


fig. 2.1. Tráfico en una red.

La congestión puede ocurrir por varios factores: Si los "elementos de conmutación" son muy lentos para las tareas que se requieren, o bien, si un IMP es demasiado rápido, esto puede hacer que el tráfico exceda la capacidad de la red.

Teniendo gran capacidad de memoria para la recepción de paquetes (Buffers), los IMP pueden sobrellevar y superar los "cuellos de botella" reteniendo los paquetes por el tiempo que sea necesario. Sin embargo, si un IMP no tiene "buffers" libres, este puede ignorar los paquetes que lleguen a él. Cuando un paquete es desechado, el IMP que envió el paquete, espera un tiempo y retransmite el paquete. El Control de congestión se realiza asegurando que la red sea capaz de sobrellevar el tráfico. El Control de flujo en contraste, debe asegurar que un IMP no transmitirá más rápido de lo que otro puede asimilar los envíos. El control de flujo, conlleva realimentación directa.

II.2. Interconectividad de Redes

II.2.1 El Aspecto Operativo

Una red, por sí misma, puede ser inmensa. Consideraciones como distancia, ubicación, confiabilidad, eficiencia de funcionamiento, limitan el número de computadoras que se pueden conectar a una LAN. En algunos casos se manejan de 20 a 50 nodos, pero son pocos en comparación con organizaciones

que manejan miles de usuarios. Situaciones reales se presentan cuando en organizaciones se va incrementando el número de redes locales por separado y el problema es unificarlas a todas. Este es el proceso de interconectividad.

Las compañías están descubriendo que pueden obtener más beneficios de su múltiple interconectividad extendiendo accesos locales para la organización entera. Al conectar varias redes LAN's se forma un proceso denominado red amplia empresarial. El proceso se logra al conjuntar las distintas tecnologías formando una red única, sin importar las diferencias operativas o electrónicas (en lo sucesivo software y hardware, respectivamente), para que las aplicaciones requeridas trabajen adecuadamente. Las redes inician normalmente con pocos equipos y luego van creciendo a medida que las necesidades cambian. Alguna organización podría empezar con un **sistema-maestro** (mainframe) de IBM, por ejemplo, comunicado con unas cuantas estaciones, empleando el protocolo de arquitectura de sistemas de red (**SNA, System Network Architecture**), es un esquema corporativo de IBM orientado al procesamiento distribuido a la administración de las comunicaciones. Representa un conjunto de estándares de interconexión. SNA tiene 6 capas: servicios transaccionales, servicios de sesión, control de flujo de datos, control de transmisión, control de enrutamiento y control de enlace de datos, o bien, adquiriendo equipos DEC VAX que usen DEC NET para comunicarse a otros equipos Ethernet, o bien, que alguien inicie con una gran red con máquinas bajo el sistema UNIX y estaciones de trabajo que se "hablen" entre sí en el "idioma" TCP/IP, o quizá, lo más común del mercado: computadoras personales que empleen cualquier "dialecto" de red como lo son Netware, LANstatic, 3Com, Lan Manager, e incluso, MAC's con AppleTalk.

La esencia de la interconectividad es ésta: **Desde una PC, o una estación de trabajo, obtener recursos de cada uno de los sistemas involucrados, tan fácil como disponer de archivos almacenados en su disco duro o en el manejador de disco local.**

Muchos softwares para computadoras que funcionan en redes, proveen una transparencia en su manejo si se arman las "piezas" necesarias. Existen algunos problemas para lograr esto, entre los que se incluyen:

- Equipo de red (hardware)
- Protocolos de operación de red (software)
- Diferencia entre sistemas operativos
- Variaciones en la aplicación de programas

Las soluciones para integrar éstos cuatro factores se deben analizar conjuntamente y no por separado. En ésta sección se analiza únicamente el factor

de software, desde un punto de vista protocolario. Los **protocolos** son los lenguajes que permiten interconexión. Ellos establecen las reglas para que la información sea transmitida y llegue a su destino. Los principales protocolos existentes son:

- TCP/IP** Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet (Transmission Control Protocol/Internet Protocol.). TCP e IP son dos protocolos que realizan funciones diferentes, pero trabajan conjuntamente.
- NetBIOS** Entrada de Red Básica/Sistema de Salida (Network Basic Input/Output System). Este es un protocolo desarrollado para redes que emplean productos Microsoft y se ha convertido en un protocolo genérico para PC's en redes locales, además, muchos sistemas operativos ofrecen compatibilidad con NetBIOS.
- IPX/SPX** Intercambio de Paquetes Internet/Intercambio de Paquetes Secuenciales (Internet Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange). Este es un protocolo diseñado por Novell. Es el más usado en redes para computadoras personales (PC's).
- SNA** Arquitectura de Sistema de Red (Systems Network Architecture). Este es el protocolo que IBM ha empleado por mucho tiempo para comunicación entre mainframes y hosts (terminales).
- DECNET** Red de Corporación de Equipo Digital (Digital Equipment Corporation Network). Desarrollado por DEC Corporation, para ser usado entre ese ambiente operativo.

II.2.2. Interconectividad Operativa

El software de red usualmente refleja un sistema agrupado. La comunicación entre redes se da en muchos niveles. El software coloca éstos niveles en grupos de protocolos. Los más comunes son:

- a) El modelo OSI de 7 niveles. Aún cuando no se encuentra en uso activo, el modelo OSI y sus 7 niveles proporcionan un modelo, para describir los elementos de una red. No todas las redes se componen exactamente de estos 7 niveles o estratos. Por ejemplo, del tercer nivel al sexto del modelo OSI, forman el conjunto de protocolos NetBIOS. Otros protocolos de red

como Ethernet ó Token Ring emplean el nivel 2 de enlace de datos y el cableado de red ocupa el nivel 1, físico.

b) El modelo TCP/IP de 4 niveles. TCP/IP es el protocolo de red más utilizado en la actualidad. Opera únicamente con 4 niveles, a diferencia de su contraparte, el OSI. Se emplea generalmente con un sistema UNIX, aunque también trabaja en conjunto con PC's después de un breve proceso de adaptación. A pesar de ser ampliamente utilizado, TCP/IP no es una solución globalizada. Si decidimos conectar varias LAN's que se comuniquen con Netware bajo TCP/IP, no es una solución muy brillante, en todo caso sería mejor emplear el propio IPX de Novell.(fig 2.2).

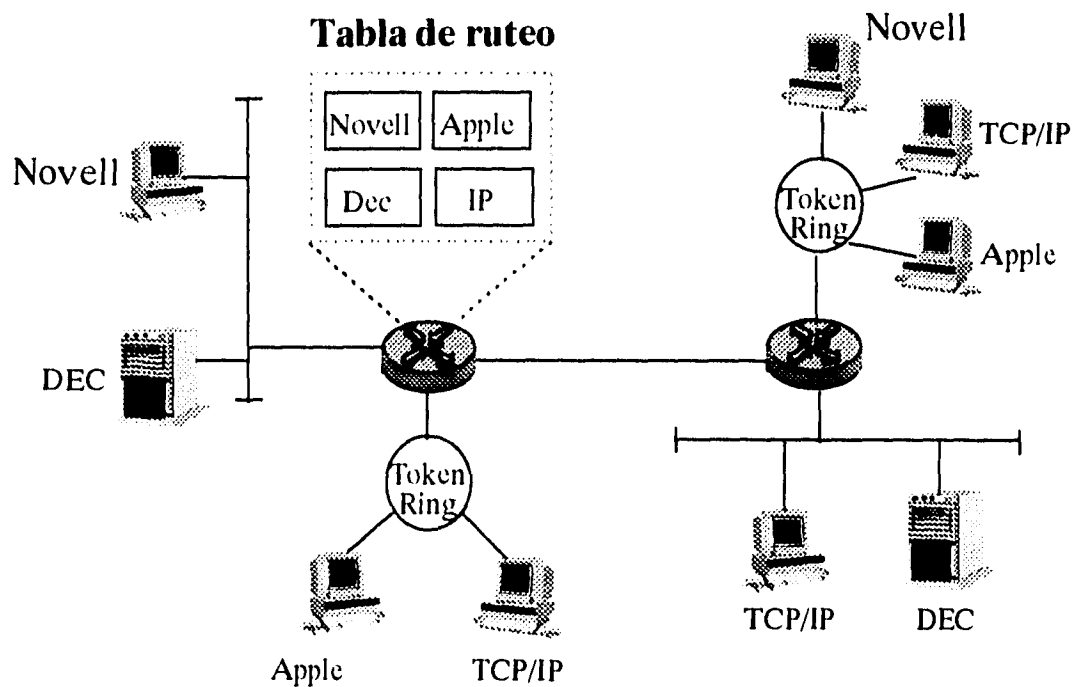


fig. 2.2 Interconectividad Operativa.

c) Grupos de protocolos propiedad de otras compañías como AppleTalk, DECNET y XNS de Netware.

Interconectividad LAN-WAN

Bajo éste mismo contexto, las principales diferencias entre redes LAN's y WAN's son dos:

- Las WAN's no sólo son mas extensas que las LAN's, operan de modos distintos y a velocidades mucho mas bajas.
- Las redes de área amplia (MAN) son mucho más eficientes en manejar flujo uniforme de datos, las redes locales envían señales en ráfagas pequeñas.

La diferencia entre LAN's y WAN's se volvería insignificante, mientras se coloque tecnología en WAN's basada en la adoptada para LAN's. Un ejemplo al respecto es ATM, que como se mostrará en el capítulo 4, es una tecnología de interconexión que globaliza ambos tipos de redes.

Al respecto, diremos que actualmente la tecnología de mayor uso para la interconexión de LAN's a distancia es **X.25** que es un protocolo a base de conmutación de paquetes que funciona ensamblando mensajes en "envoltorios electrónicos". X.25 maneja bien este servicio, pero su velocidad de operación más alta es de 64 Kbps. Fue diseñado para necesidades simples de transmisión de datos, donde el reto era asegurar una tasa baja de errores en transmisiones a distancia. Los paquetes transmitidos incluyen bits extra para ayudar a detectar y prevenir errores.

A medida en que las LAN's se incrementan en número y manejan tasas de velocidad mayores, X.25 se vuelve inadecuado para el enlace, debido a que las transmisiones no solo requieren de mayor rapidez, además las tecnologías recientes (Frame Relay ó ATM) presentan mecanismos de autocorrección de errores, lo que las hace más eficientes.

Protocolos de Larga Distancia

El mayor reto en escoger productos y servicios para redes extendidas es que existen muchas opciones. Los proveedores de productos se han actualizado para adaptar estos servicios y ponerlos a disposición de usuarios que deseen interconectar sus redes locales. Hay un número considerable de tecnologías para acoplar ésta transición entre conexiones largas y cortas. Entre ellas están: Frame Relay, ATM (Cell Relay), SONET/SDH Y SMDS.

II.2.3 El Aspecto Electrónico: Equipos de Red

Los dispositivos electrónicos, son indiscutiblemente, parte fundamental de cualquier sistema de interconexión. Sea cual fuere, ruteador, puente o repetidor, todos forman parte de una función vital: desplazar paquetes de bits de información de una red a otra (fig.2.3).

Estos dispositivos se encuentran disponibles en variedad, tamaño y funciones extremadamente diversas. Por lo tanto, es muy importante que el equipo empleado realice la función adecuada para el trabajo que irá a desempeñar. Cuestionamientos a considerar son, entre ellos:

- Confiabilidad
- Eficiencia
- Capacidad de poder seleccionar la mejor ruta entre redes
- Capacidad de controlar "quien debe hablar con quien"
- Capacidad de identificar problemas presentes en la red
- Capacidad de trabajar con protocolos distintos
- Facilidad de manejo
- Capacidad de monitorear la actividad presente en la red
- Capacidad de expansión

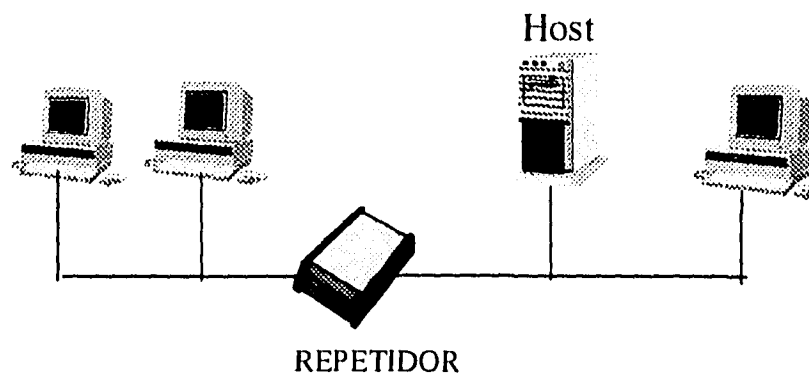


fig. 2.3 Un repetidor desplaza bits de un segmento de Red a otro.

El Proceso de Selección

Los hubs empresariales ofrecen muchas virtudes y combinaciones. Esto hace más complicado emplear dos hubs que uno solo, por ejemplo: cuantas redes empleando cuantos protocolos se deben conectar. Uno debe adquirir un equipo que se adapte a sistemas de tecnología presente, pero también a posibles cambios futuros en lo que a tecnología se refiere. Otro factor importante en la edificación de una red es descubrir si el equipo a instalarse realiza las funciones de un ruteador y de un puente conjuntamente ó por separado (fig.2.4). Por supuesto que es difícil describir las necesidades futuras, pero se deben considerar los siguientes aspectos, de manera general:

- Flexibilidad
- Servicios Múltiples

- Capacidad de conectar múltiples redes, incluyendo LAN's remotas ó FDDI
- Equipo que contenga módulos intercambiables para conectar diferentes tipos de redes.
- Capacidad de manejar aplicaciones multimedia
- Integración a tecnologías avanzadas, como ATM

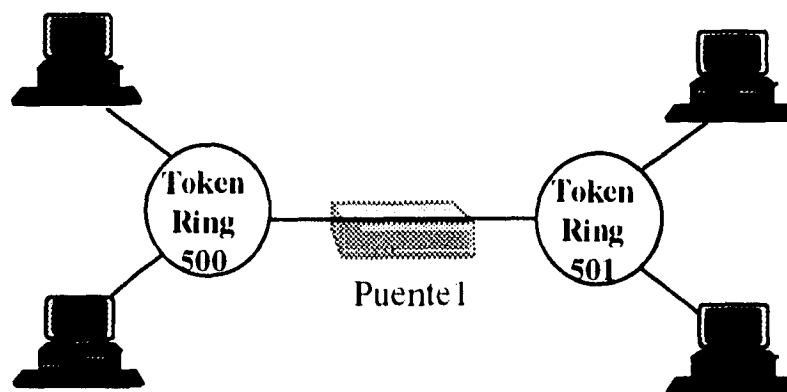


fig. 2.4 Interconexión de redes Token Ring a través de un puente

Aplicaciones para PC's Conectadas a Redes LAN's

Correo Electrónico

Comúnmente denominado E-mail (Electronic-Mail), el correo electrónico es sin lugar a dudas, una de las aplicaciones más comunes en redes locales aunque funciona de la misma forma en **Internet**, debido a que en su forma tradicional maneja mensajes compuestos únicamente por textos. En aplicaciones nuevas, se espera un gran cambio que incluirá mensajes en multimedia compuestos de muchas mas ventajas como lo son voz, gráficos, fax y vídeo.

Aplicaciones con Bases de Datos

Muchas aplicaciones emplean bases de datos tanto en la industria como en otras corporaciones de índole pública y privada, ejemplos de éstos servicios lo son reservaciones, registros, archivos en universidades o en el gobierno. El uso de un servidor que maneje una base de datos tiene la ventaja de reducir la cantidad de tráfico de una LAN, mejores tiempos de respuesta entre el servidor y el cliente, esto se logra enviando tan sólo la información necesaria al cliente en lugar de ofrecerle la base de datos entera.

Desglosamiento de Información

Gran cantidad de usuarios requieren que la información que manejan sea sintetizada en reportes desglosados de información, como por ejemplo, estadísticas, análisis financieros, o bien compilaciones generadas por medios electrónicos que por el mismo medio sean transportados a las terminales donde se requiera su fácil asimilación.

Manejo de Proyectos por Computadora

Las computadoras grandes se han utilizado desde hace mucho tiempo en el cálculo de operaciones tediosas y complicadas como lo es el caso de proyectos de ingeniería o astronomía. En la actualidad éste tipo de proyectos puede emplear PC's que se encuentren conectadas en una red, generando así, reportes impresos, o bien, manejar las bases de datos grandes en un servidor.

Aplicaciones Comunes de Escritorio.

Como resultado del avance tecnológico de la computación, aunado a la disminución de costos en impresiones láser, han hecho posible una transformación en la impresión de publicaciones tradicionales. El desarrollo de programas de aplicación para impresiones gráficas o de texto se han diseminado en todo tipo de empresas, tanto públicas como privadas. El medio de impresión para éstas aplicaciones suele ser en la mayoría de los casos, de uso compartido, para lo que se requiere herramientas de comunicación como servidores, cables de conexión, puertos y software. Un ejemplo típico de éste tipo de red es el protocolo Netware de Novell. Novell maneja normalmente un "backbone" de cable coaxial delgado, al que se le puede conectar alguno o varios servidores que administren los recursos que los clientes soliciten a través de la red.

Aplicaciones CAD/CAM/CAE.

CAD/CAM/CAE es el proceso de usar una computadora para diseñar, visualizar, dimensionar y simular la funcionalidad de un producto antes de su fabricación. Una forma de compartir las librerías, bases de datos y periféricos para el uso adecuado de ésta aplicación, también es a través de una red.

Existen una infinidad de aplicaciones, así como de usos para los cuales es indispensable el uso de una red de comunicaciones. A continuación se explican

algunas otras aplicaciones que justifican una nueva dimensión de tareas y usos, que permitirán nuevamente hacer una vida más fácil y agradable de las labores cotidianas.

Nuevas Aplicaciones

Las imágenes electrónicas se han convertido en una aplicación importante en áreas administrativas, científicas o de negocios, mediante la integración y formación de imágenes de fuentes de textos, gráficos y vídeo. Hoy en día existe una gran demanda en el mercado de digitalización de imágenes. Los servicios que normalmente se requieren son la transmisión y almacenaje de imágenes médicas de alta resolución, transferencia de imágenes financieras y el acceso a servicios de librerías electrónicas.

II.3 Perspectivas en el Manejo de Información a Altas Velocidades y Aplicaciones

Servicios de Banda Ancha

Cuando la capacidad disponible para los usuarios de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), incrementa substancialmente, entonces el rango de servicios que puede soportar también se incrementará. El Comité Consultor Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT) clasifica los servicios que puede proveer Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA) dentro de servicios interactivos y la distribución de éstos:

- Capacidad de transmisión de datos a altas velocidades, conmutación y tecnologías de procesamiento de señales.
- Mejoramiento del procesamiento de datos e imágenes disponibles para el usuario.
- Avances en software y procesamientos aplicados a las computadoras e industrias de telecomunicaciones.
- Integrar servicios interactivos y de distribución.
- Integrar modos de transferencia de circuitos y de paquetes en una red de banda ancha universal.
- La necesidad de proveer flexibilidad y satisfacer los requerimientos del usuario y del operador.

Servicios Interactivos son aquellos en los cuales hay dos sentidos de intercambio de información entre dos usuarios ó entre un usuario y proveedor de

servicio. Este incluye servicios de conversación, servicios de mensajería y obtención de servicios. Los servicios de distribución son aquellos en los cuales la información es transferida primeramente en un sentido, del proveedor del servicio al usuario de RDSI-BA. Esto incluye servicios de radio difusión, para los cuales el usuario no tiene control sobre la presentación de la información.

Servicios de Conversación son aquellos que ofrecen las comunicaciones en diálogo bidireccional, en tiempo real transfiere información punto a punto entre dos usuarios ó entre un usuario y un proveedor del servicio. Estos servicios soportan la transferencia general de datos específicos para una aplicación dada al usuario. Esto es, la información es generada por un intercambio entre usuarios; no siendo esta información pública.

Esta categoría comprende un gran rango de aplicaciones y tipos de datos. Probablemente la categoría más importante de los servicios de RDSI son los servicios de vídeo con conversación y lo sobresaliente de este servicio es el videoteléfono. Esto puede usarse en la situación donde el componente visual de la llamada es una ventaja, incluyendo ventas, consultoría, instrucción, negociaciones y la discusión de información, tales como reportes, gráficas, presentación para publicidad.

Una tercera variante de los servicio de vídeo con conversación es el **vídeo de seguridad**. Este no es un servicio de distribución, la información es llevada a un usuario específico. Esta forma de servicio puede ser unidireccional; si la información es una simple imagen de video generada por una cámara fija, entonces el flujo de la información es sólo de la fuente de vídeo al usuario. Un flujo contrario vendrá a ser activado si el usuario tiene el control sobre la cámara. El ejemplo final será el servicio de transmisión de información con vídeo y audio, este es esencialmente de la misma capacidad que el videoteléfono, la diferencia es en la alta calidad de imagen requerida.

Finalmente existe una transferencia de documentos, que puede incluir una gran resolución de facsímil o la transferencia de varios documentos que pueden incluir textos, imágenes de facsímil, conmutación de voz, y/o componentes de vídeo, existen dos tipos de aplicaciones de este servicio:

Servicios de Mensajería Ofrecen comunicación usuario a usuario entre usuarios independientes vía almacenamiento de unidades con retardo, buzón de correos y/o manejo de mensajes. En contraste con los servicios convencionales de conversación los servicios de mensajería no son en tiempo real, ellos requieren menos demandas a la red y no requiere que ambos usuarios estén disponibles al mismo tiempo.

Servicios de Recuperación son aquellos que proveen al usuario con la capacidad de recuperar información almacenada en centros de información que está en general disponible para el uso público. Esta información es enviada al usuario solo si la requiere. La información puede ser recuperada en una base individual.

Un servicio de banda angosta análogo es **videotexto**, este es un sistema interactivo diseñado para las necesidades de casa y negocios. El videotexto de banda ancha es una variedad del sistema de videotexto actual, el usuario puede seleccionar pasajes de sonido, imágenes de alta resolución de la televisión estándar, escenas de vídeo pequeño, además de un texto con gráficas simplificadas, ejemplos de los servicios de videotexto de banda ancha son:

- Recuperación de enciclopedias completas.
- Los resultados de un examen de calidad de los bienes de un consumidor.
- El acceso a un audiovisual de soportes de computadoras.
- Ordenar algún producto o servicio de catálogo por correo electrónico y folletos de viaje.

Otro servicio es la **videorecuperación**. Con este servicio el usuario puede ordenar películas completas o vídeos de una biblioteca de videopelículas. El proveedor debe satisfacer todos los requerimientos, pero RDSI-BA tiene algunas consideraciones, en que solo algunas transmisiones de vídeo puedan ser soportadas al mismo tiempo.

El aprovechamiento que tiene el servicio de recuperación de RDSI-BA en los negocios, en lo educacional y organizaciones médicas, también permitirá la recuperación de imágenes de alta resolución como los rayos-X, tomografías computarizadas, y grandes archivos de datos. Así como educación y entrenamiento en forma remota.

Videoconferencia

Todos nosotros entendemos la importancia de las buenas comunicaciones a todos los niveles en nuestros negocios, internamente ó externamente y por cualquier medio que consideremos apropiado. Sin líneas de comunicaciones buenas y efectivas, no es posible esperar el éxito en nuestros campos de trabajo. Típicamente encaramos tres principales modos de comunicación: los memorándums escritos, el teléfono y las reuniones cara a cara, cada uno de ellos tiene sus aspectos positivos y negativos inherentes.

El memorándum ó correo electrónico es uno de los formatos más comúnmente usados, pero uno no tiene la completa seguridad de que éste fue recibido, además de no se esta seguro de que las ideas sean completamente comprendidas.

El teléfono es amigable, fácil de usar, crea un diálogo instantáneo entre dos o más partes a un bajo costo. Desafortunadamente las investigaciones han demostrado que aproximadamente sólo un 30% de la comunicación verbal es retenida en la memoria en comparación con el 70% de la retención visual de información.

Las reuniones internas son relativamente fáciles de arreglar, pero tienen el problema de tener que coordinar las agendas de trabajo de todos los participantes y reservaciones de cuartos de conferencia, y esto se complica con reuniones de grupos externos.

Las investigaciones muestran que si un grupo debe reunirse fuera del lugar de trabajo, la cuarta parte del tiempo destinado es usado en la reunión, el resto del tiempo es para el transporte. Con videoconferencia los viajes a grandes distancias, el "estres" del viaje, reservaciones de hotel, retrasos en vuelos, ya no afectarán en el rendimiento de las personas (fig.2.5).

Videoconferencia enfatiza mucho de los beneficios de las reuniones persona a persona y de la comunicación telefónica, evitando pérdidas de tiempo y asegurando el correcto uso de los recursos más valiosos: las personas y el tiempo. Permite transmitir imágenes y sonido sin necesidad de llevar todo el material a un lugar.

Hoy en día las facilidades de videoconferencia profesional pueden obtenerse con una sencilla unidad de cámara-monitor, y un estudio para conferencia. Incluyendo las facilidades de equipo opcional como lo son fax, doble monitor, cámara de documentos y mobiliario adecuado. Cámaras de vídeo, módem, y computadoras personales pueden también agregarse al sistema para transmitir información.

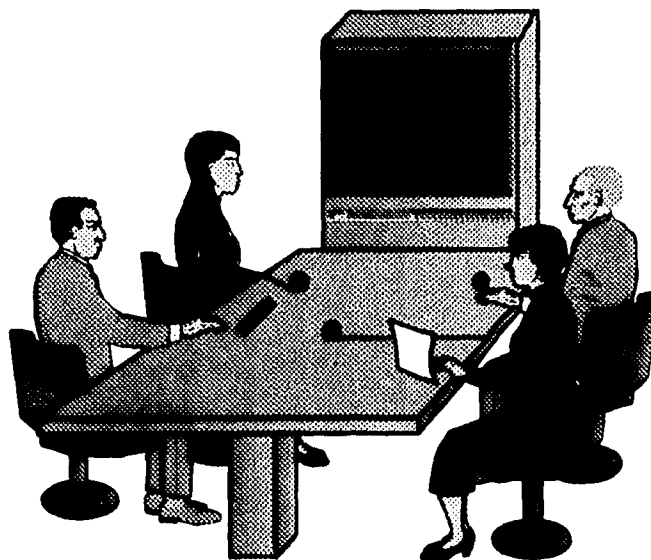


fig. 2.5 Videoconferencia

Multimedia

Actualmente las PC's y estaciones de trabajo se están diseñando para poder soportar el trabajo de multimedia. Específicamente la presentación simultánea de texto, audio, y vídeo. Multimedia requiere de una plataforma adecuada de software, y también hardware, como lo son: manejador de CD-ROOM, tarjeta de sonido, bocinas y micrófono, y posiblemente una interfaz para un instrumento musical digital (MIDI, Musical Instrument Digital Interface). Estas PC's son conocidas como PC's multimedia (MPCs) (fig.2.6). Se pueden editar sonidos, crear gráficas, sincronizar el sonido con gráficas animadas, en fin se puede interactuar de una manera dinámica con la computadora. Esto hace la multimedia ideal para propósitos de entrenamiento y aprendizaje, por ejemplo:

- Una Biblioteca general o técnica.
- Material de Tele-educación.
- Información o entrenamiento desde un centro remoto.
- Conferencia entre usuarios a grandes distancias por multimedia-tiempo real.



fig. 2.6 Equipo Multimedia

La arquitectura cliente-servidor para multimedia genera intenso tráfico, y los servicios existentes de Frame Relay son inadecuados para una interconexión LAN con manejo de multimedia, otros servicios dedicados como circuitos T1 y T3 son demasiado caros. Actualmente los vendedores de estaciones de trabajo proponen ATM como la tecnología que puede soportar estas aplicaciones. ATM ofrece velocidades de manejo de información desde 1.544 Mbps hasta 1.2 Gbps. Y los switch ATM soportan topologías en estrella, para que los usuarios puedan conectarse con su propia velocidad de manejo de datos.

DISEÑO DE UNA RED ATM

CAPITULO III

SISTEMAS DE TRANSMISION EN BANDA ANCHA

Introducción

Los rápidos avances de tecnología en Telecomunicaciones están contribuyendo a la realización de que todos en el mundo formemos parte de una comunidad global; así como la tecnología de comunicaciones avanza, los habitantes que somos parte de dicha comunidad requerimos formas más seguras, confiables y flexibles de comunicación, ya que las demandas hechas por los usuarios, necesitan de que proveedores de servicios de telecomunicaciones, requieran nuevas herramientas y técnicas para responder rápida y eficientemente a estas demandas.

En el entorno actual que vive México como un país que esta llevando a cabo un cambio trascendental e histórico en el desarrollo de servicios y productos para lograr un alto nivel competitivo, está hoy en día, bien vinculado al desarrollo de las telecomunicaciones. Los servicios de telecomunicaciones que hoy demandan las industrias, las instituciones de servicios y la comunidad en general se caracterizan por tener tres aspectos básicos que requieren su total satisfacción y que son:

- Disponibilidad: Se tiene la infraestructura para brindar el servicio inmediatamente. Respaldo de la instalación y supervisión por compañías de prestigio mundial. Tiempos mínimos de respuesta en el servicio.
- Confiabilidad: El medio de transmisión es fiable y el uso de centrales de conmutación digital. Respaldo asegurado mediante la instalación de radios digitales y fibras ópticas de soporte.
- Calidad: Excelente reproducción en la conversación.

Los grandes usuarios de servicios de telecomunicaciones en México, así como aquellas empresas e instituciones que necesitan elevar su competitividad demandan soluciones de alta calidad y confiabilidad, que les permitan integrar con rentabilidad, los medios más avanzados de comunicación para el transporte de señales de voz, datos e imagen, buscando además aprovechar las inversiones hasta ahora realizadas, en la implantación de dicha infraestructura. Para atender las necesidades de telecomunicaciones del país, apoyar el crecimiento de la industria de exportación y de la industria maquiladora, dotar de servicios de alta

calidad a las empresas e instituciones de servicio, Teléfonos de México desarrolló en 1990 la Red Digital Integrada RDI-64 como un concepto de comunicación total, que permite alta calidad y confiabilidad a aquellas empresas en las cuales el éxito de su operación depende, en gran medida, de la calidad y eficiencia de las comunicaciones.

III.1. Red Digital De Servicios Integrados De Banda Ancha (RDSI-BA)

Red digital de TELMEX

La Red Digital Integrada (RDI), responde al modelo de redes avanzadas probado con éxito en función de las necesidades de las comunidades de negocios por empresas de telecomunicaciones como AT&T, US SPRINT y grandes compañías telefónicas. La RDI está formada por dos grandes redes de transporte:

La Red Digital Terrestre. Está formada por estaciones centrales de comunicación y medios de transmisión totalmente digitales de la tecnología más avanzada, la principal característica de esta red es que permite establecer conexiones digitales desde el domicilio del usuario a través de fibras ópticas y/o radios de microondas.

La Red Satelital Multiusuario. Esta formada por estaciones satelitales de usuario que se ubican en los domicilios de los clientes que estén localizados en lugares que no estén cubiertos por la red terrestre. La red satelital cuenta con estaciones de control en donde se enlazan a la red terrestre.

Red Digital Integrada (RDI)

La Telefonía Pública y las redes de telecomunicaciones involucran el uso exclusivo de tecnología digital. La RDI también llamada red superpuesta (porque está superpuesta a la red telefónica convencional, a la que complementa), trabaja mediante fibra óptica que permite una señal digital de 2.048 Megabits por segundo (Mbps).

La velocidad de transmisión es de 140 Megabits por segundo (Mbps), permitiendo así el envío de datos, voz e imagen. El usuario puede conectarse mediante un conmutador privado (deberá ser digital y contratará el servicio de la RDI). El enlace se realiza vía a la Unidad de Servicio Remota (USR) que tiene una capacidad de 512 abonados, misma que a su vez está conectada a la estación

central. Para convertir la señal se utilizan multiplexores y equipo de potencia de 48 Volts (V).

Todos los datos se mandan a la estación central de la RDI de TELMEX, donde se manejan, controlan, almacenan y actualizan los sistemas de conexión digital y en donde se monitorea permanentemente todos los sistemas.

Algunos de los más importantes elementos de la tecnología RDI:

- Portadoras digitales. La base digital principal de RDI
- Asociados de mallas digitales. El requerimiento técnico más difícil para RDI provee de una interfaz digital al usuario.
- Redes Virtuales. Esta tecnología provee un tipo previo de servicios que será disponible a usuarios con una red completamente digital.

Evolución de RDI

La evolución de las redes de telecomunicaciones existentes y las facilidades de portadores especializados para la red digital integrada están basados en dos desarrollos tecnológicos: la conmutación digital y la transmisión digital. Los beneficios más importantes de estas dos tecnologías, fueron sin embargo la idea revolucionaria de las funciones de transmisión y conmutación que podrían ser integradas en forma de una "red digital integrada RDI" (IDN Integrated Digital Network). La idea fue propuesta al principio de 1959 y esta en proceso de ser instalada mundialmente.

RDI combinará la cobertura de la red telefónica geográfica con la capacidad de transporte de información de redes digitales de datos en una estructura llamada Red Digital de Servicios Integrados RDSI (ISDN Integrated Services Digital Network).

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

La evolución hacia la RDSI se basa en una red digital integrada (RDI) para telefonía en la que progresivamente se le incorporan funciones adicionales y características de otras redes especializadas como la de datos (Con conmutación de circuitos y conmutación de paquetes). La conversión de la red telefónica de analógico a digital, elimina la necesidad de invertir en redes separadas y equipo especial como los modems para enviar mensajes de datos o facsímil.

La RDSI se caracteriza por ofrecer conexión digital extremo a extremo, para una amplia gama de servicios de telecomunicaciones con voz y sin voz en la misma red.

Las ventajas que ofrece RDSI sobre el diseño tradicional de redes son: Mejor funcionamiento y costo efectivo menor que cualquier red especial actual; comunicación más eficiente y amplia, esto se refiere a la posibilidad de emplear terminales multifuncionales y todos los servicios en un conector común, una sola línea y un solo número para llamada; altas velocidades de transmisión 64 Kilobits por segundo (Kbps) para los servicios de datos comparados con las de los sistemas comúnmente disponibles; una base ideal para el desarrollo de nuevos servicios de comunicación compatibles internacionalmente.

Tipos Acceso a la RDSI:

1) Interfaz de velocidad básica (BRI, Basic Rate)

$$2B + D$$
$$B = 64 \text{ Kbps}$$
$$D = 16 \text{ Kbps}$$

2) Interfaz de velocidad primaria (PRI, Primary Rate Interface)

$$30 B + D \text{ ó } 23 B + D$$
$$B = 64 \text{ Kbps}$$
$$D = 64 \text{ Kbps}$$

Donde:

B: Canal de Información.

D: Canal de Señalización.

El ambiente RDSI incluye:

a) Conmutación de circuitos. Es efectiva en servicios como las comunicaciones en tiempo real y para volúmenes considerables de transferencia de información. Las conexiones de conmutación de circuitos se controlan por medio del canal común.

b) Conmutación de paquetes. Es efectiva en servicios de explotación de tráfico con características interactivas como en manejo de datos. Proporciona un servicio complementario al de la conmutación de circuitos.

c) Señalización por canal común. Se empleará para establecer, liberar y supervisar las conexiones de conmutación de circuitos que transporten tráfico con voz o sin voz.

El Sistema de Señalización por Canal Común Número 7 del Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (CCITT) fue formulado por dicho organismo en base al modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI, Open System Interconnection) y su finalidad es de optimizar la función de señalización en la red digital empleando un canal exclusivo para ello, inicialmente fue diseñado para aplicaciones de telefonía, pero se está mejorando para emplearse en el ámbito RDSI.

Sus campos de aplicación son redes de telefonía y de transmisión de datos con conmutación de circuitos, redes locales y de larga distancia nacional e internacional para servicios múltiples o específicos, transferencia de otros tipos de información (mantenimiento, administración y control de operaciones de la red) entre centrales y centros especializados en redes de telecomunicaciones.

Clasificación de los Servicios de RDSI

Los servicios ofrecidos por una RDSI quedan comprendidos en servicios de soporte y teleservicios.

Se define como servicios de soporte o portadores al tipo de servicio que proporciona la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre interfaces usuario-red (Capas uno a la tres del modelo OSI).

Se define como teleservicios al tipo de servicio de telecomunicación que proporciona la capacidad completa, incluidas las funciones del equipo terminal para la comunicación entre usuarios de acuerdo con los protocolos establecidos entre las administraciones (Capas cuatro a la siete del modelo OSI).

Se define como servicio suplementario, al que modifica o completa a un servicio de comunicaciones básico, no puede ofrecerse a un abonado como servicio independiente, ya que tiene que estar asociado con un servicio de telecomunicación básica. Como ejemplos de servicios suplementarios están: transferencia del número A hacia el abonado B, servicio de abonado ausente, servicio de interceptación, conferencia tripartita, llamada en espera, etc.

Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA)

Desde 1988 muchos de los planes y los esfuerzos de diseño se han convertido directamente en un concepto de mejoramiento que será más revolucionario que la misma RDSI. Este nuevo concepto ha sido referido como RDSI-BA (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha).

Con RDSI-BA los servicios especialmente videoservicios que requieren rangos de datos mas grandes, podrán ser utilizados. Esto incluye soporte para procesamiento de imágenes, vídeo, y estaciones de trabajo de alta capacidad y redes de área local (LAN).

Las claves para el desarrollo de ésta tecnología son:

- Sistemas de transmisión de fibra óptica que pueden ofrecer bajo costo, canales de transmisión de grandes rangos de datos para las redes base y usuarios de línea.
- Circuitos microelectrónicos que puedan ofrecer alta velocidad, bajo costo en su construcción, bloques para conmutación, transmisión y equipo de usuario.
- Alta calidad de imagen en monitores y cámaras, que puedan ser ofrecidas con buena calidad de producción y bajo costo.

Estos avances en la tecnología resultaran de la integración de las facilidades en las comunicaciones, el soporte y en efecto las comunicaciones universales con las siguientes características:

- Intercambio mundial entre dos usuarios en algún medio ó combinación de este.
- Obtener y compartir cantidades masivas de información de múltiples fuentes entre personas compartiendo un medio electrónico.
- Distribución de una gran variedad de eventos culturales, entretenimiento, y materiales educativos en la casa u oficina.

Servicios de Banda Ancha

Cuando la capacidad disponible para los usuarios de la RDSI, incrementa substancialmente, entonces el rango de servicios que puede soportar también se incrementará. El CCITT clasifica los servicios que puede proveer RDSI-BA dentro de servicios interactivos y la distribución de éstos:

- Capacidad de transmisión de datos a altas velocidades, conmutación y tecnologías de procesamiento de señales.
 - Mejoramiento del procesamiento de datos e imágenes disponibles para el usuario.
 - Avances en software y procesamientos aplicados a las computadoras e industrias de telecomunicaciones.
 - Integrar servicios interactivos y de distribución.
 - Integrar modos de transferencia de circuitos y de paquetes en una red de banda ancha universal.
 - La necesidad de proveer flexibilidad y satisfacer los requerimientos del usuario y del operador.
- Servicios interactivos
Servicios de conversación
Videoconferencia
Vídeo de seguridad
Servicios de Mensajería
Servicios de recuperación

Videotexto

- Recuperación de enciclopedias completas.
- Los resultados de un examen de calidad de los bienes de un consumidor.
- El acceso a un audiovisual de soportes de computadoras.
- Ordenar algún producto o servicio de catálogo por correo electrónico y folletos de viaje.

Videorecuperación.

En la parte Interna de la red hay un mensaje de la técnica de conmutación que será usada, la cual tiene que ser capaz de soportar un rango amplio de diferentes rangos de bits y parámetros de tráfico. Por lo cual ha crecido el interés en la conmutación rápida de paquetes ya que la conmutación de circuitos no soportan estos requerimientos. Por lo tanto RDSI-BA utiliza la técnica de conmutación rápida de paquetes, esta forma de conmutación soporta un protocolo de interfaz de un usuario nuevo de la red conocido como Modo de Transferencia Asíncrono (ATM Asynchronous Transfer Mode).

III.2. Red Óptica Síncrona (SONET)

SONET (Synchronous Optical NETWORK, red óptica síncrona) es una interfaz de transmisión óptica originalmente propuesta por BellCore y estandarizada por

ANSI. Una versión compatible, llamada SDH (Synchronous Digital Hierarchy, jerarquía digital síncrona), ha sido publicada por CCITT en sus recomendaciones G.707, G.708 y G.709. SONET se desarrolló para proveer una especificación para tomar ventaja de la capacidad de transmisión de datos a alta velocidad de la fibra óptica.

Los estándares SONET [Bell91] contienen los siguientes puntos específicos:

- 1.- Establece un formato de multiplexaje síncrono estándar usando cualquier número de señales de 51.84 Megabits por segundo como bloques estructurados.
- 2.- Establece una señal óptica estándar para interconectar equipo de diferentes proveedores.
- 3.- Establece capacidades de operaciones extensivas, administración y mantenimiento (OAM, Operations, Administration and Maintenance), como parte del estándar.
- 4.- Define un formato de multiplexaje síncrono para llevar señales digitales de bajo nivel (DS-1, DS-2, CCITT estándares). La estructura síncrona simplifica grandemente la interfaz a conmutadores digitales, conmutadores digitales de conexión de cruce (cross-connect), y multiplexores (add-drop).
- 5.- Establece una arquitectura flexible capaz de acomodar aplicaciones futuras tales como la Red Digital de Servicios Integrados de Banda ancha (RDSI-BA) con una variedad de tasas de transmisión.

Hay tres requerimientos clave que han dirigido el desarrollo de SONET. Primero fue la necesidad de empujar los estándares existentes al límite del nivel DS-3 (44.736 Mbps). Con el crecimiento de los sistemas de fibra óptica, un número de vendedores introdujeron sus propios esquemas de comunicación desde 2 hasta 12 DS-3 en una señal óptica. Además, los esquemas europeos, basados en la jerarquía CCITT, son incompatibles con los esquemas Norteamericanos. SONET provee una jerarquía estandarizada de tasas de transmisión digital multiplexadas compatibles con las tasas Norteamericanas y CCITT existentes. El segundo requerimiento fue proveer acceso económico a pequeños montos de tráfico, dentro del volumen de una señal óptica. Para este propósito SONET introdujo una nueva aproximación al multiplexaje por división de tiempo. El tercer requerimiento es prepararse para un servicio futuro sofisticado que se ofrecerá como una red virtual privada, alojamiento de ancho de banda de tiempo de día (time-of-day bandwidth allocation), y permitiendo las técnicas de transmisión ATM/RDSI-BA. Para reunir éstos requerimientos, se necesitó un mayor incremento en las capacidades de manejo de red dentro de una señal con división de tiempo síncrona.

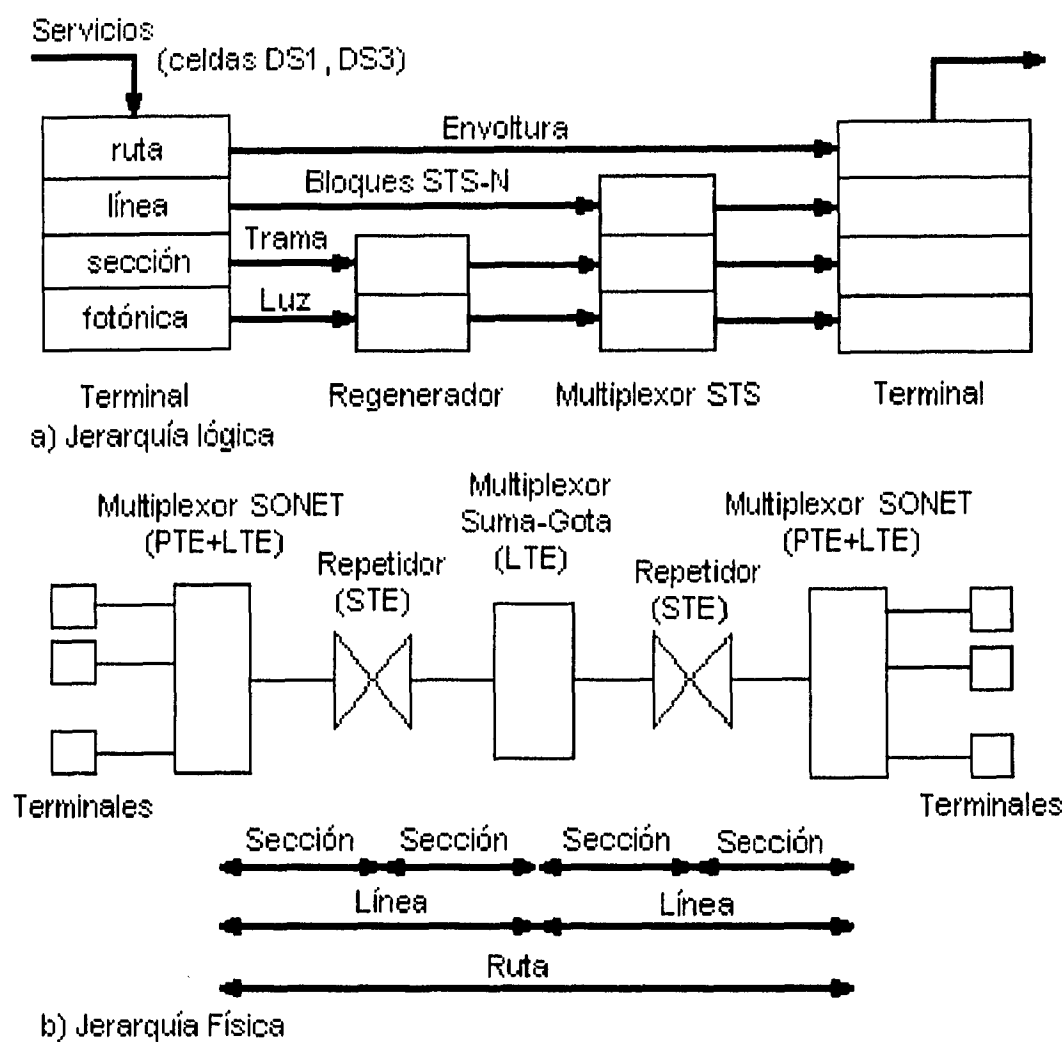


fig. 3.1 Jerarquía de Sistemas en SONET

Nota: En el multiplexaje temporal, la unidad de transporte es un circuito de 64 Kbps que permite transportar una comunicación telefónica en modo digital (PCM, 8000 muestras de 8 bits cada segundo). A partir de esta unidad métrica de transporte se definen las jerarquías digitales de señales (ver tabla 3.1).

	Nivel de señalización digital	Velocidad
circuito básico		64 Kbps
24 circuitos básicos	DS-1	1.544 Mbps
4 canales DS-1	DS-2	6.312 Mbps
7 canales DS-2	DS-3	44.736 Mbps
6 canales DS-3	DS-4	274.176 Mbps

Tabla 3.1 Velocidades de los niveles de señalización digital americanos

En la jerarquía utilizada en Estados Unidos, la velocidad de los canales DS-2, DS-3 y DS-4 es ligeramente superior a la suma de las velocidades de los circuitos multiplexados ya que es necesario insertar en las tramas de alta velocidad información que permita individualizar estos circuitos y evite la necesidad de sincronizarlos entre ellos (problema difícil en la época que se desarrolló la jerarquía). Las facilidades de transmisión que soportan las señales multiplexadas se designan con la etiqueta T; por ejemplo, un enlace T-1 proporciona una velocidad de 1.544 Mbps y es capaz de transportar una señal DS-1. En Europa existe otra jerarquía definida por la CEPT (Commissión Europeenne des Postes et Telecommunications) en la que el primer nivel tiene una velocidad de 2.048 Mbps, el segundo 8.448 Mbps, el tercero 34.368 Mbps y el cuarto 139.264 Mbps.

III.3 Jerarquía Digital Síncrona (SDH)

SDH (**Synchronous Digital Hierarchy**) es un sistema digital de alto orden completamente sincronizado, la cual es la versión SONET de la CCITT. SDH reemplazará a los sistemas de transmisión de alto orden existentes, los cuales usan una estructura plesiócrona (independientemente sincronizada), incrementando la flexibilidad de la red, aunada a la menor inversión requerida para proporcionar servicios SDH.

SDH difiere de los estándares de SONET, en el concepto que está diseñado para cubrir requerimientos internacionales, existen también diferencias en las velocidades, sin embargo, los servicios son interoperables a partir del nivel OC-3 que maneja 150 Megabits por segundo (Mbps).

Los sistemas SDH tienen varias características atractivas, como cualidad principal es su completa compatibilidad con las redes plesiócronas actuales (PDH), la cual solo requiere interfaces plesiócronas convencionales SDH forma parte de una organización de estandarización mundial que está promoviendo notablemente una convergencia de las jerarquías europea, japonesa y norte americana.

Actualmente los fabricantes están produciendo sistemas de 2.5 Gigabits por segundo (Gbps), pero no hay duda que ésta barrera se romperá pronto. Por consiguiente no habrá dificultad para transportar velocidades especiales del futuro tales como la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha RDSI-BA (con ATM) y televisión de alta definición (HDTV, High Definition Television).

SONET		SDH	
OC	Mbps	STM	Mbps
OC-1	51.840		
OC-3	155.520	STM-1	155.520
OC-9	466.560	STM-3	466.560
OC-12	622.080	STM-4	622.080
OC-18	933.120	STM-6	933.120
OC-24	1,244.160	STM-8	1,244.160
OC-48	2,488.320	STM-16	2,488.320

OC : Portador Optico.(Optical Carrier).

STM : Modo de transferencia Síncrona.(Synchronous Transfer Mode).

tabla 3.2. Velocidades de transmisión SONET-SDH.

En SDH aparecen todas las capacidades más avanzadas de red: Multiplexaje, Transmisión, Interconexión, Configuración, Enrutamiento, Asignación de capacidad, Administración y control de red.

Este sistema tiene la habilidad para transportar tráfico de banda angosta y banda ancha, facilitando la migración de redes hacia la RDSI de Banda Ancha. SDH es compatible con sistemas síncronos y plesiócronicos.

La reducción de interfaces en una red SDH también mejora la transparencia de la red, por tanto, la red puede transportar y disparar la introducción de servicios de banda ancha.

III.4. Canal Dual de Cola Distribuida (DQDB)

El estándar DQDB (**Distributed Queue Dual Bus**) fue desarrollado por el IEEE 802.6. DQDB se diseñó para proveer una subred a una red MAN, proporcionando servicios integrados como voz, datos y vídeo, a través de una distancia geográfica grande. A diferencia de FDDI, que originalmente fue diseñada para transportar únicamente datos, DQDB tiene elementos para proporcionar ambos servicios: circuitos y paquetes conmutados. Los puentes pueden interconectar múltiples subredes DQDB formando MAN's.

Las características de DQDB incluyen:

- El uso de una arquitectura de Bus Dual, donde la operación de cada Bus es una independiente de otra.
- Compatibilidad con IEEE 802 para LAN's bajo el protocolo 802.2 LLC.

- La capacidad de emplear diferentes medios físicos de transmisión incluyendo cable coaxial, microondas ó fibra óptica.
- Una opción de formar una malla (loop) en caso de falla.
- Operación a tasas de velocidad entre 34 y 155 Mbps.
- Operación independiente del número de estaciones conectadas.
- La capacidad de soportar simultáneamente ambos servicios, circuitos conmutados (isócronos) y paquetes conmutados.

A pesar de que el tamaño de la red es teóricamente ilimitado, el estándar asume 512 nodos, 160 Km. y una red en bus dual a 150 Mbps.

Aplicaciones

El estándar IEEE 802.6 describe los servicios de telecomunicaciones que proporcionan las subredes DQDB a través de una red amplia superior a 50 Km de diámetro (fig. 3.2). Las redes DQDB se pueden interconectar usando ruteadores, puentes u otros equipos para conformar una MAN. Dicha MAN puede conformarse por un "backbone" público o privado. Como red pública, una subred DQDB soporta tráfico compuesto por conmutación de datos, vídeo y voz a altas velocidades, también como medio de interconexión de redes privadas DQDB o de alguna otra tecnología, bien sea ISDN, X.25, etc. Del mismo modo, una red privada DQDB puede usarse como backbone e interconectar servidores, estaciones de trabajo, redes locales de computadoras, PBX's o equipo de videoconferencia.

Protocolo

El estándar IEEE 802.6 describe una red de alta velocidad con dos protocolos a dos niveles, denominados nivel Físico y nivel DQDB. El nivel Físico corresponde al nivel Físico del modelo OSI y especifica como emplea los distintos medios de transmisión y velocidades. El estándar describe como soporta diferentes sistemas de transmisión incluyendo el DS-3 (44.736 Mbps), el CEPT (34.368 y 139.736 Mbps) al igual que SONET/SDH (155.52 Mbps y superiores). El nivel DQDB 802.6 es equivalente al subnivel MAC 802.3-5 y corresponde al nivel 2 del modelo OSI.

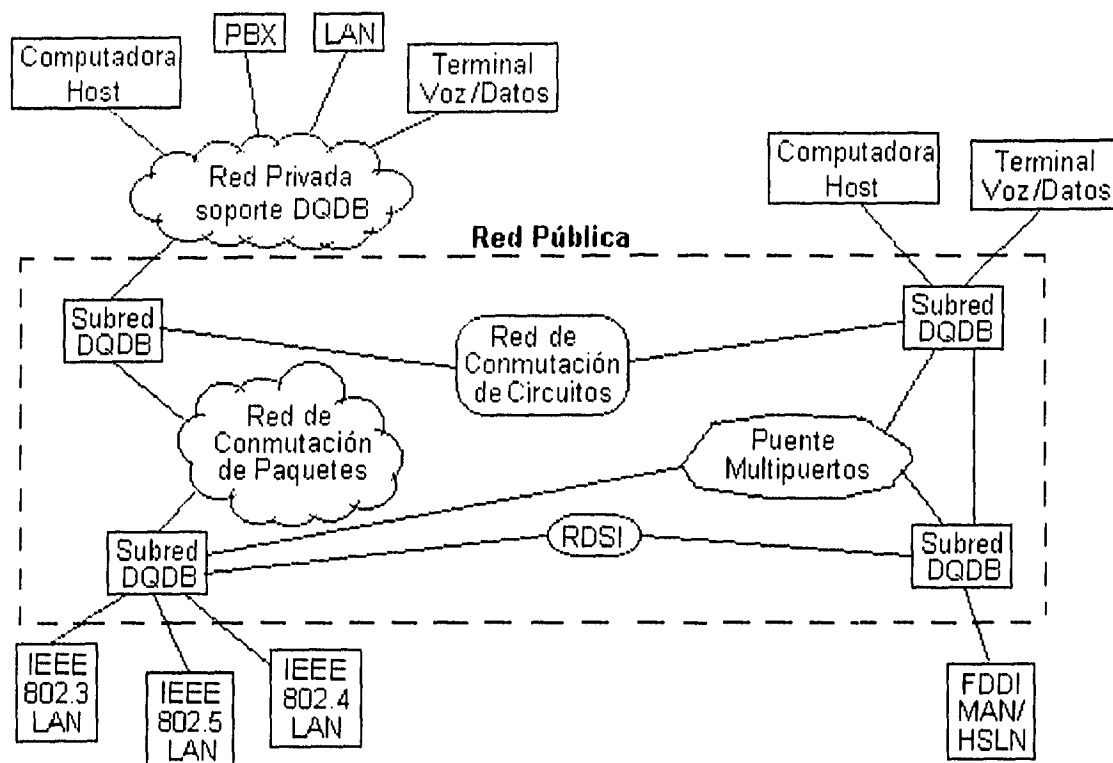


fig. 3.2 Arquitectura de una red basada en DQDB

III.5. Servicio de Datos Conmutados Multimegabit (SMDS)

Los diseñadores de SMDS (**Switched Multimegabit Data Service**) tuvieron varias metas al definir el servicio:

- Proveer un servicio de información a alta velocidad dentro de una red metropolitana.
- Proveer de características similares a las requeridas para una LAN, en particular una elevada capacidad de incorporación de información y bajo retardo.
- Permitir una fácil integración del servicio para los sistemas existentes y proveer la capacidad de evolucionar amigablemente con la red.

SMDS define un servicio de servicio de paquetes de alta velocidad no guiados. El acceso a la red es a través de un enlace dedicado; éste enlace puede soportar una o más interfaces para distintos equipos que le convengan al usuario.

Una vez que la información llega al sistema de conmutación, alcanza una red compartida para conmutación y transporte.

Las redes LAN's proveen una transmisión de alta velocidad con un alto índice de incorporación de información y bajo retardo, para lograr una comunicación eficiente que abarque extensión a MAN's, SMDS emplea tecnología de paquetes rápidos para la conmutación y transmisión de celdas pequeñas de tamaño definido (53 Bytes).

La integración a redes existentes se alcanza a través de la adopción de estándares donde sean aplicables. El control de acceso se proporciona a través del estándar de IEEE 802.6 (DQDB) y la transmisión se provee a través de canales digitales DS-1 y DS-3. La evolución se da al utilizar una estructura en forma de celdas compatibles con tecnología RDSI-BA. Es decir, al igual que ATM, SMDS pertenece a la rama de conmutación rápida de paquetes formados a base de celdas de tamaño definido (ver fig. 3.3).

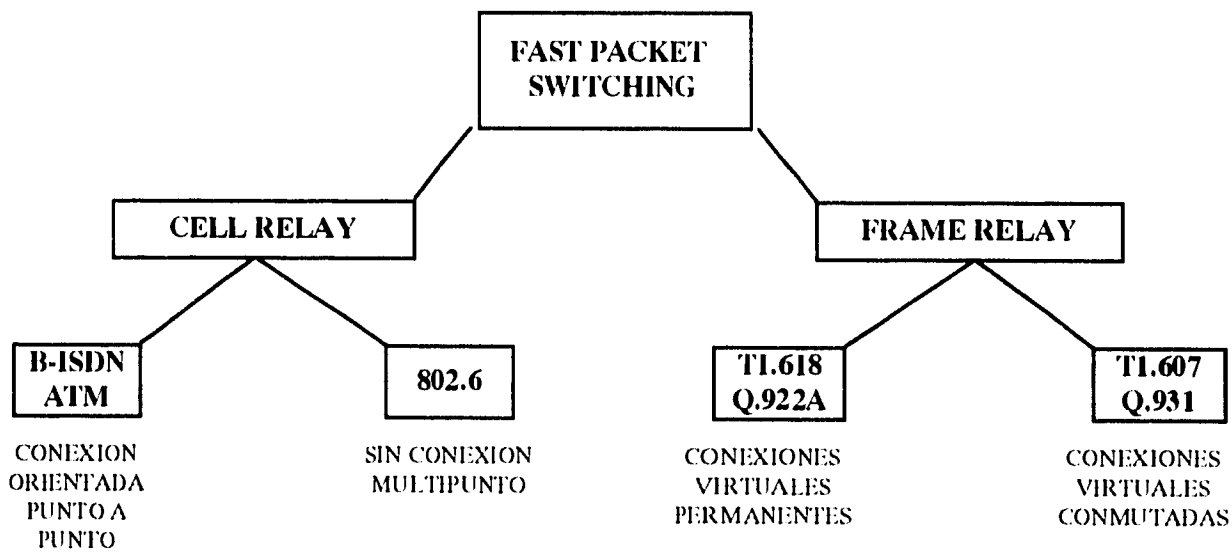


fig. 3.3 tecnología Fast Packet Switching.

CAPITULO IV

MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONO

Introducción

Los términos FDDI, SMDS, Frame Relay, SONET, SDH, ATM, y RDSI-BA, entre otros, son ya muy conocidos e identificados dentro del contexto de las redes de alta velocidad; sin embargo, muchas veces no es muy clara la posición de cada una de estas redes y servicios en un ambiente operativo, y el panorama futuro de conectividad de las empresas parece obscuro. De hecho, en algunas ocasiones se confunden los términos o se considera que algunos de ellos son sinónimos, como es el caso de ATM y RDSI-BA. No obstante, el consenso general en el contexto de las redes de alta velocidad es que la tecnología ATM jugará un papel primordial en los próximos años y por esta razón es apoyada intensamente por los usuarios y fabricantes de equipo.

Cuando se inició el proceso de normalización de RDSI-BA, se pensó en utilizar el **Modo de Transferencia Síncrono** (STM, Synchronous Transfer Mode) empleado en los canales físicos de RDSI como una extensión lógica de los accesos básico y primario. Incluso se llegó a proponer la estructura de acceso a la red como una combinación fija de canales de diferentes velocidades, añadiendo canales H de alta velocidad (entre 30 y 140 Mbps) a los ya definidos en los accesos básico y primario. Sin embargo, la situación fue cambiando gradualmente ya que STM, aunque funciona muy bien para servicios que requieren canales de velocidades fijas, no es eficiente para soportar los servicios por ráfagas de RDSI-BA. STM tiene problemas para manejar una mezcla dinámica de servicios que utilizan una variedad de canales de diferentes velocidades debido a que su estructura es muy rígida. Ahora la recomendación I.121 del CCITT (ahora ITU-T, Sector de Estandarización en Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones) establece que el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) es la tecnología más adecuada para implantar RDSI-BA.

Propuesto originalmente en el CCITT, ATM trata de eliminar las limitaciones de STM permitiendo que la capacidad del medio de transmisión pueda ser asignada sobre demanda. ATM permite aprovechar servicios por ráfagas y garantiza desempeño aceptable para servicios que necesitan un canal de velocidad continua.

A diferencia de STM donde se asigna ranuras de tiempo fijas dentro de tramas periódicas a los canales y los identifica por su posición dentro de las tramas, en ATM se segmenta el ancho de banda del medio de transmisión en unidades de tamaño fijo denominadas celdas y éstas se asignan individualmente a los canales "sobre demanda" (Una red ATM utiliza un protocolo de conmutación de celdas orientado a conexión para proporcionar múltiples canales virtuales a los usuarios. Como el usuario de cada canal puede variar en el tiempo el ancho de banda utilizado, se dice que ATM ofrece asignación dinámica de ancho de banda sobre demanda). La definición del ITU-T contenida en la recomendación I.113 dice: "ATM es un modo de transferencia en el que la información se organiza en celdas de tamaño fijo; es asíncrono ya que la recurrencia de las celdas que contienen información de un canal individual no es necesariamente periódica".

Aunque ATM surgió como el modo de transferencia de RDSI-BA, puede desligarse de ésta y utilizarse para crear subredes de comunicación de uso general. A diferencia de Frame Relay que es una tecnología, en principio, de acceso a una subred de comunicación, ATM es una tecnología concebida para estructurar subredes de comunicación. De hecho, una aplicación muy común de ATM podría ser como espina dorsal de área amplia, para interconectar otras tecnologías como Ethernet, Token Ring, FDDI, SMDS y Frame Relay. Por otra parte, los servicios de conmutación de ATM serán ofrecidos individualmente utilizando la infraestructura de transmisión que puede ser proporcionada por SONET, SDH.

El Foro (Forum) ATM es un consorcio internacional cuyo objetivo es acelerar el uso de productos y servicios ATM a través de la convergencia rápida de especificaciones, la demostración de interoperabilidad de equipo, la promoción de cooperación industrial y la publicidad. Fue fundado en noviembre de 1991 por 4 compañías y agrupa ahora a más de 400 miembros alrededor del mundo. Actualmente ya se encuentran en el mercado ruteadores con tarjetas ATM y existen varios vendedores de switches ATM, entre ellos Synoptics, AT&T, StrataCom, Siemens-Stromberg, Fujitsu y NEC, CISCO, Northern Telecom, General Data Comm, etc.

Por ejemplo, el proyecto Zeus en curso en la Universidad Washington desde 1988 tiene como objetivo para 1996 interconectar estaciones de trabajo multimedia, servidores de cálculo intensivo y redes locales (Ethernet y FDDI) en sus dos campus en la ciudad de San Luis, Missouri, utilizando múltiples switches ATM y la red pública de Southwestern Bell. Esta red deberá permitir el acceso a información de vídeo almacenada centralmente, la realización de videoconferencias (multipunto) y el uso de videos remotos para impartir clases.

IV.1. Multiplexaje Asíncrono por División de Tiempo

En un sistema de multiplexaje asíncrono por división de tiempo, la información transmitida por varios usuarios es transportada sobre el mismo canal de comunicación. En el momento anterior a transmitirse la celda que cada usuario envía se almacena en un "buffer" , y a la salida de éste, hay una línea síncrona que transporta las celdas en ranuras idénticas. Una ranura puede portar solo una celda. Es muy importante entonces, para que no se congestione la red y para que no se pierda información que el buffer tenga el tamaño adecuado. Las celdas que arriban durante una ranura, no pueden ser transmitidas hasta que empiece la siguiente ranura. Así la expresión que denota el número de celdas que hay presentes en el buffer en un cierto tiempo que dura una ranura es:

$$n_{i+1} = n_i - U(0..1) + a_{i+1}$$

- U representa un intervalo o ranura.
- n_i es el número de celdas en el buffer al final de la i ésima ranura.
- a_i es el número de celdas que arriban al buffer durante la i ésima ranura.

Para la resolución del sistema se toma como base que el número de arribos son independientes del número de celdas que haya previamente en el buffer, y que los arribos también son independientes de intervalo a intervalo.

En las aplicaciones prácticas el buffer debe tener el tamaño suficiente para que no exista la posibilidad de que sea sobrepasada su capacidad en condiciones normales de funcionamiento, y aun cuando estas condiciones empeoren.

En la multiplexación síncrona por división de tiempo, el flujo en la línea de salida se estructura en tramas. Las tramas son colocadas periódicamente en ranuras, por lo que una ranura periódicamente lleva información de una sola fuente. Podemos imaginar a un servidor que visita la fuente esperando una cantidad fija de tiempo y portando la máxima cantidad de información que pueda.(ver fig. 4.1). La acción del servidor no depende del tráfico de las fuentes, sino que es cíclico, el tiempo de visita a cada una de las fuentes es constante. Una diferencia del análisis anterior es que el servidor puede portar más de una unidad de información en cada ranura. Además de que la información que arriba durante la ranura es removida. El análisis se hace entonces individual para cada fuente, la expresión que representa éste evento es:

$$n_{i+1} = n_i - U(0..b) + a_{i+1}$$

- donde b es el número máximo de unidades de datos que pueden ser removidas durante una ranura.
- n_i es el número de unidades de información en el buffer al final de la i ésima ranura.
- a_i es el número de unidades de información que arriban al buffer durante la i ésima ranura.

MODO DE TRANSFERENCIA SÍNCRONO (STM)

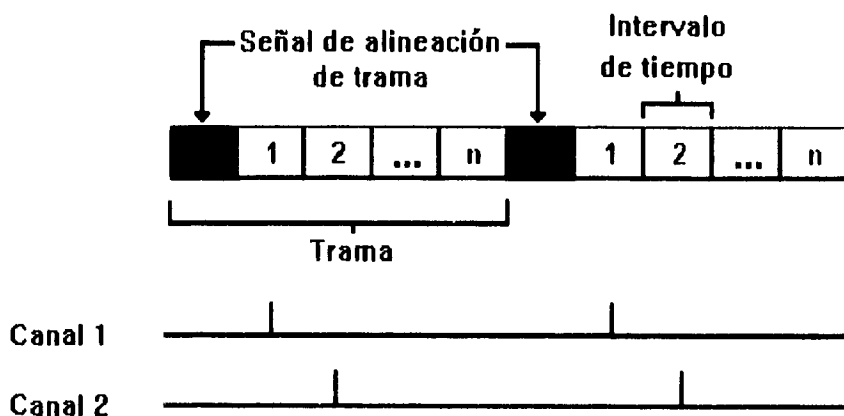


fig. 4.1. Esquema de STM

IV.2. ¿Qué es ATM?

Modo de Transferencia Asíncrono (ATM Asynchronous Transfer Mode) es considerado como el soporte sobre el cual está construida la RDSI-BA. El término modo de transferencia comprende los aspectos de transmisión y conmutación de la información dentro de una red. El término asíncrono se refiere al contexto de transmisión multiplexada, en donde las celdas asignadas para la misma conexión pueden presentar un patrón de recurrencia irregular.

En una red ATM el multiplexaje y la conmutación de celdas es independiente de las aplicaciones, en esta red se proporciona una asignación dinámica del ancho de banda con un alto grado de granularidad, permitiendo soportar la idea de una interfaz única que puede ser empleada por una variedad de usuarios con necesidades de servicios diferentes.

Hay tres grandes razones por las que los operadores de telecomunicaciones públicas empiezan a desarrollar la tecnología ATM en sus redes hoy en día:

- Para estar listo a la demanda futura de los servicios ATM.
- Para proveer flexibilidad a futuros servicios requeridos.
- Para proveer infraestructura eficiente a los servicios existentes.

ATM ofrece un ancho de banda completamente escalable de una velocidad inicial de 51 Mbps a 2 Gbps. Potencialmente este ancho de banda adicional podrá ser escalable por abajo de los 64 Kbps.

ATM es una técnica de multiplexación y conmutación de paquetes de bajo retardo, en la cual la información del usuario se divide en unidades de longitud fija llamadas celdas, las cuales tienen asignadas un encabezado que contiene una etiqueta para identificar la dirección de destino o el identificador del canal para el enrutamiento de la celda.

Puesto que las celdas se asignan en demanda a la respuesta del volumen de información a transferir, pueden acomodarse eficientemente servicios de múltiples velocidades binarias en un enlace simple de transmisión de alta velocidad, además suponiendo el despliegue de estructuras y sistemas de transmisión puede eliminarse completamente o simplificarse la construcción de protocolos adecuados para tales velocidades (fig. 4.2).

MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONO (ATM)

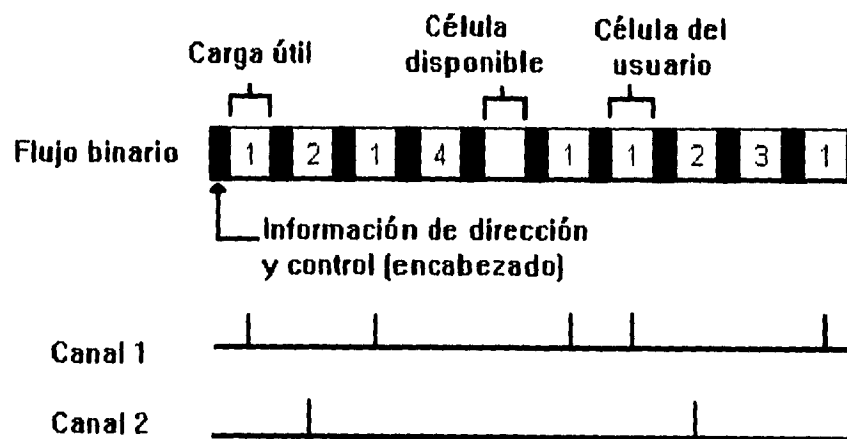


fig. 4.2. Esquema de ATM

En términos de la estructura de la red de transporte futura, la tecnología ATM tendrá dos grandes impactos. Esta proporcionará:

- Procesamiento de multiplexación más fácil y conmutación de múltiples velocidades binarias.
- Una configuración de red más simple y flexible basada en canales y trayectos virtuales.

El principal efecto del primer punto es que al construir la red ATM, puede realizarse una utilización más eficiente de los enlaces de transmisión. El impacto del segundo punto es que la información del encabezado asignada a una celda ATM indica un circuito o trayecto virtual jerárquico. Esto significa que el circuito de red y trayecto de red comparten una tecnología común. Con estas ventajas, una amplia variedad de redes de servicios y redes de señalización pueden compartir la misma red física.

IV.3. Estructura y Funcionamiento de ATM

Canales Virtuales y Rutas Virtuales

Las conexiones lógicas en ATM son conocidas como **Conexiones de Canal Virtual (VCC, Virtual Channel Connections)**. Un VCC es análogo a un circuito virtual en X.25 o conexiones lógicas de Frame Relay. Un VCC es dispuesto entre dos usuarios finales a través de la red, y durante la conexión se intercambia un flujo "full-duplex" de celdas a una tasa variable. Los VCCs también son usados para intercambio usuario-red (control de señalización) y para intercambio red-red (enrutamiento y dirección de la red). Una **Conexión de Ruta virtual (VPC, Virtual Path Connection)** es un conjunto de VCCs que tienen los mismos puntos terminales (fig.4.3). De esta manera las celdas que fluyen por canales virtuales en un mismo VPC son multiplexadas juntas. De esta manera las acciones de manejo de red son aplicadas a un pequeño número de grupos de conexiones en lugar de a un gran número de conexiones individuales. Ventajas del uso de VPCs y VCCs son:

- Una arquitectura de red simplificada.
- Integridad y mejor estructura de la red.
- Menor tiempo de procesamiento en el establecimiento de conexiones.
- Incremento en los servicios de red.
- Los mecanismos de control de VPC incluyen cálculos de rutas, destinación de capacidad, y almacenamiento de la información de las conexiones.
- Comprobación de capacidad en VPC para soportar un nuevo VCC.

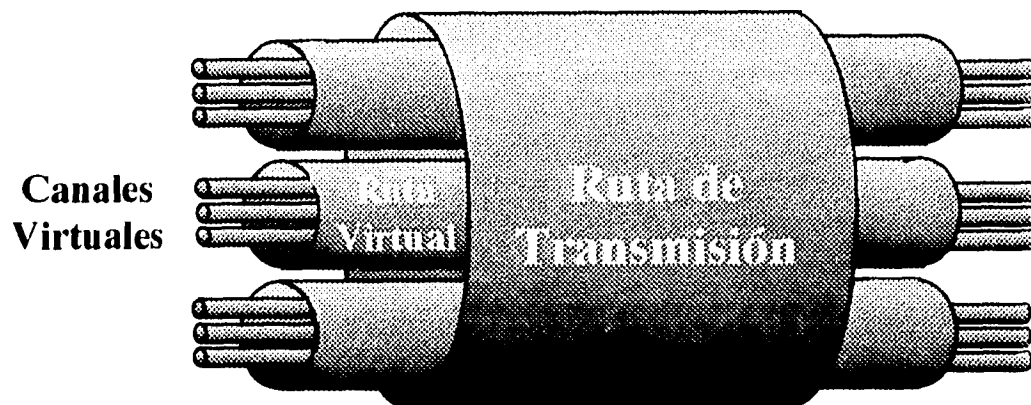


fig. 4.3 Relación entre conexiones ATM

Características de los Canales virtuales y las Rutas virtuales

La recomendación I.150 del CCITT enlista las siguientes características de los VCCs.

- Calidad de servicio.
- Conmutación y Conexiones de canales virtuales semipermanentes.
- Integridad de la secuencia de las celdas.
- Negociación de parámetros de tráfico y monitoreo de éstos.

Los tipos de parámetros de tráfico que pueden ser negociados pueden incluir tasa promedio, tasa pico, parámetro de ráfaga, y duración del pico. La recomendación I.150 también enlista las características para VPCs. Las primeras cuatro características son idénticas a las anteriores para VCCs, y además una quinta característica es:

- Restricción del identificador de canal dentro de una VPC.

Control de Señalización

En RDSI de banda angosta, el canal D está destinado para el control de señalización de llamadas en canales B y H. En RDSI-BA, con la interfaz ATM, se necesita un control de señalización más flexible. Este control tiene la necesidad de establecer y retirar dos tipos de entidades: VCCs y VPCs. Para VCCs la recomendación I.150 establece cuatro métodos para éstas facilidades:

- 1.- Se pueden emplear VCCs semipermanentes. En este caso no se requiere control de señalización.
- 2.- Si no hay un canal de control se puede establecer uno. Se puede emplear un canal de tasa pequeña. Este canal es llamado "metasignaling channel".
- 3.- Se puede emplear el "metasignaling channel" para establecer nuevos VCCs entre usuario-red.
- 4.- Este canal de control puede también ser empleado para establecer canales usuario-usuario dentro de un VPC.

Para VPC hay tres métodos definidos por la Recomendación I.150:

- 1.- Un VPC puede ser establecido como semipermanente.
- 2.- El establecimiento de un VPC puede ser controlado por el usuario.
- 3.- El establecimiento de un VPC puede ser controlado por la red.

Celdas ATM

El modo de transferencia asíncrono hace uso de celdas de tamaño fijo, consistentes de una cabecera de 5 octetos, y un campo de información de 48 octetos. Hay varias ventajas en el uso de pequeñas celdas de tamaño fijo. Primero, el uso de pequeñas celdas reduce el retraso para celdas de mayor prioridad aún cuando éstas lleguen detrás de celdas de menor prioridad. Segundo, celdas de un tamaño fijo pueden ser conmutadas más eficientemente, a una considerable tasa de transmisión.

Campos que Forman la Cabecera de la Celda

Control de Flujo Genérico (GFC, Generic Flow Control)

Este campo no aparece en las cabeceras de las celdas internas de la red, sólo en la interfaz usuario-red. Este puede ser usado para control de flujo de celdas en la interfaz local de usuario-red (fig.4.4). El mecanismo GFC soporta tanto configuración punto-a-punto, como punto-a-multipunto.

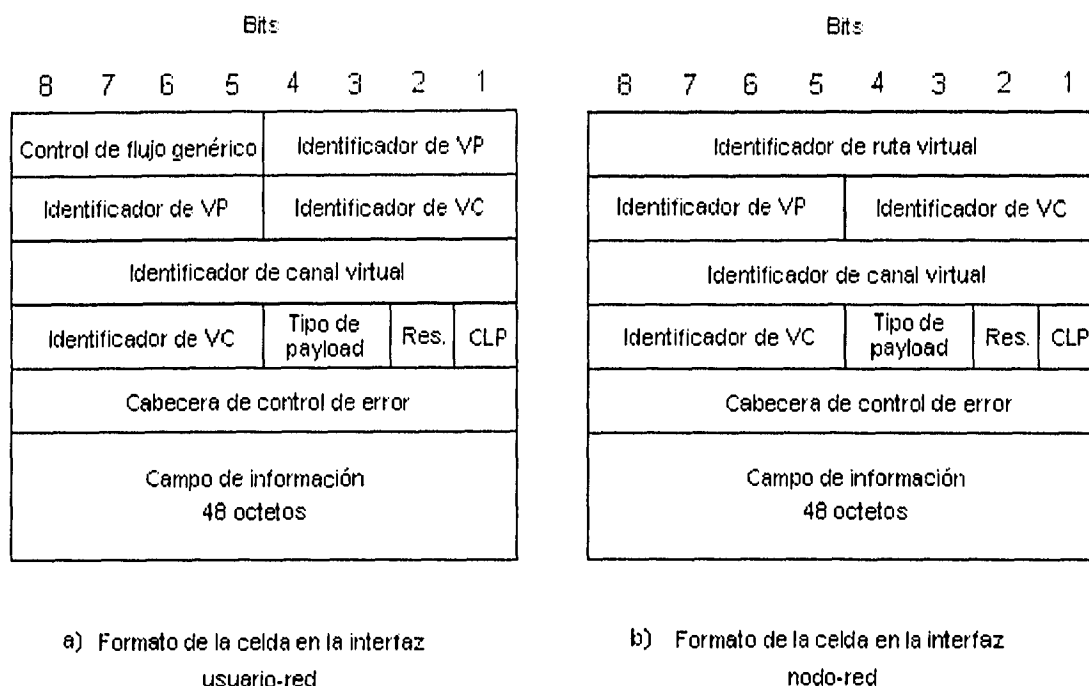


fig. 4.4. Formato de la celda ATM

Identificadores de Ruta Virtual y de Canal Virtual (VPI y VCI)

El identificador de ruta virtual (VPI) constituye un campo de enrutamiento para la red. Este tiene 8 bits en la interfaz usuario-red, y 12 bits en la interfaz nodo-red, permitiendo que más rutas virtuales sean soportadas dentro de la red. El identificador de canal virtual (VCI) es usado para enrutamiento a/(y desde) el usuario terminal. Este funciona como servicio de acceso a un punto.

Tipo de Carga Util (Payload Type)

El campo de tipo de payload indica el tipo de información. Un valor 00 indica información del usuario. Los valores de la dirección y mantenimiento de la red pueden ser asignados. Este campo permite la inserción de celdas de dirección de red dentro de los VCC sin afectar la transmisión de la información del usuario.

Prioridad de Pérdida de Celda (CLP, Cell-Loss Priority)

La prioridad de pérdida de celda se usa para dar una guía a la red en un evento de congestión. Un valor de 0 indica que la celda tiene prioridad relativa alta, y que no debe ser descartada a menos de que no haya otra alternativa. Un valor de 1 indica que la celda está sujeta a ser descartada dentro de la red.

Cabecera de Control de Error (HEC, Header-Error Control)

Cada celda ATM incluye una cabecera de control de error de 8 bits, donde su valor está basado en los restantes 32 bits de la cabecera. El polinomio usado para generar el código es: $X^8 + X^2 + X + 1$. En la mayoría de los protocolos existentes que incluyen un campo de control de error, la información que sirve como entrada para el cálculo del código es en general mucho más grande que el tamaño del código resultante. En el caso de ATM la entrada para el cálculo son solo 32 bits, comparados con 8 bits del código. No obstante el reducido tamaño del código, este es usado no solo para la detección de errores, sino también para la corrección de éstos, gracias a que hay suficiente redundancia en el código.

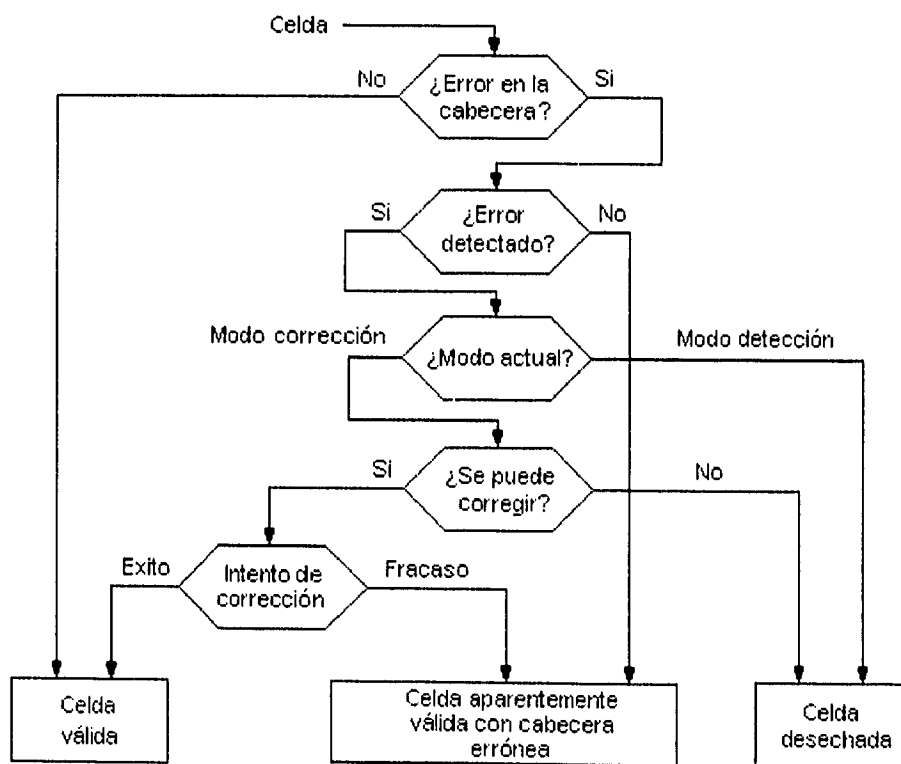


fig. 4.5. Diagrama de flujo del Algoritmo de Corrección de Error.

La ejecución del algoritmo HEC queda a cargo del receptor de la celda, al inicio está en un modo predeterminado de detección de error sencillo de un bit, cuando se detecta un error, el receptor cambia a modo corrección de error y puede entonces corregirlo si éste es un error sencillo de un bit, o detectar un error multibit, en cualquiera de éstos casos el receptor cambia al modo detección de error, si no puede corregirse el error multibit la celda es desechada (fig.4.5).

Funciones de Operaciones, Administración y Mantenimiento (OA&M)

Las recomendaciones I.610 de la CCITT describe las funciones para el mantenimiento de la capa física y la capa ATM en la interfaz usuario-red. Mantenimiento se define en la recomendación M.60 como "La combinación de todas las técnicas y acciones correspondientes de administración, incluyendo las acciones de supervisión, que intentan retener un recurso, o restaurarlo. Un estado en el que se puede conformar una función requerida."

Nivel	Función	Detección de Defecto/Falla
Ruta virtual	Monitorear la factibilidad de la ruta. Monitoreo de desempeño.	Ruta no factible. Desempeño degradado.
Canal virtual	Monitoreo de desempeño	Desempeño degradado.

Tabla 4.1. Funciones OA&M del nivel ATM

Las funciones OA&M son desarrolladas como flujos de información bidireccional que son definidas en cinco niveles jerárquicos, asociados con la capa física y con la capa ATM. (tabla 4.1 y 4.2)

Nombre	Acción	Resultado
Monitoreo del desempeño	El funcionamiento normal de la entidad controlada es monitoreada por funciones de comprobación continuas o periódicas.	Se produce información de mantenimiento-evento.
Detección de defecto y falla	Se detecta o predice el mal funcionamiento por comprobación continua o periódica.	Se produce información de mantenimiento-evento o varias alarmas.
Protección de sistema	El efecto de una falla de una entidad controlada es minimizada bloqueando o reemplazando por otra entidad.	Si una entidad falla, esta es reemplazada.
Información de falla o de desempeño	La información de falla es entregada a otras entidades de dirección.	Las indicaciones de alarma son dadas a otros planos de dirección. También se entrega un reporte de estado.
Localización de falla	La determinación de una falla es realizada por un sistema de prueba interna o externa si la información de falla es insuficiente.	

Tabla 4.2. Acciones OA&M

IV.4. Arquitectura ATM

Estructura de Protocolo.

El modelo de protocolo RDSI-BA se muestra a continuación :(fig.4.6).

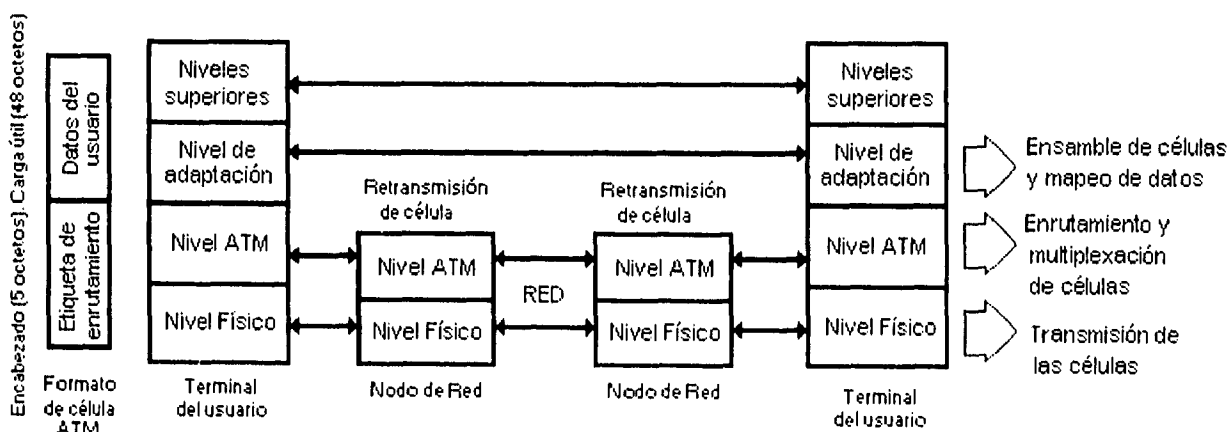


fig. 4.6. Modelo de protocolo RDSI-BA

El nivel 1 se subdivide en tres capas, el **nivel físico**, el **nivel ATM** y el **nivel de adaptación ATM**. El nivel físico proporciona el medio de transmisión, el cual porta el flujo de celdas ATM. El nivel ATM proporciona las funciones mínimas necesarias para el transporte de células. El nivel de adaptación ATM (AAL, ATM Adaptation Layer) es una capa entre el nivel ATM y el nivel de servicio de usuario en los planos de control y administración del usuario.

Ejemplos de servicios proporcionados por el AAL incluyen: la operación del efecto de cuantificación debido al tamaño del campo de información de la celda, errores de transmisión, pérdida y entrega fallida de células, control de flujo y control de la sincronización. Las funciones de red para el transporte de información del usuario está limitada hasta el nivel ATM y las funciones del AAL son proporcionadas por el usuario o por las interfaces de una red.

El flujo de celdas ATM contiene información de delineación de la célula, así que éste puede ser transportado por un sistema de transmisión existente. Esto permite que el mismo flujo de células ATM sea intercambiado entre las interfaces de diferentes sistemas de transmisión haciéndolos compatibles.

ATM describe un modelo de referencia de protocolo para asegurar un transporte de información sistemático y flexible, el modelo del protocolo para este propósito esta compuesto del nivel físico, el nivel ATM, el nivel de adaptación de ATM (AAL) y los niveles superiores. La naturaleza multiservicio del modo de transferencia está constituido de una capa de red o capa ATM que soporta sus servicios en una capa física que conjunta las funciones ligadas a la transmisión, y una capa de adaptación que hace el enlace con las capas aplicativas.

El modelo del protocolo ATM es parecido al de la RDSI de banda angosta, esta constituido de igual forma en lo que se refiere a:

Plano de Usuario, en donde se encuentran los protocolos aplicativos; **Plano de Control**, en donde se conjuntan los procedimientos ligados al procesamiento de llamada y comunicación gracias a una red de señalización construida arriba de la capa ATM vía su propia capa de adaptación; **Plano de Administración** que contiene todas las funciones de administración dentro de las diferentes capas y las relaciones de administración entre capas (fig.4.7).

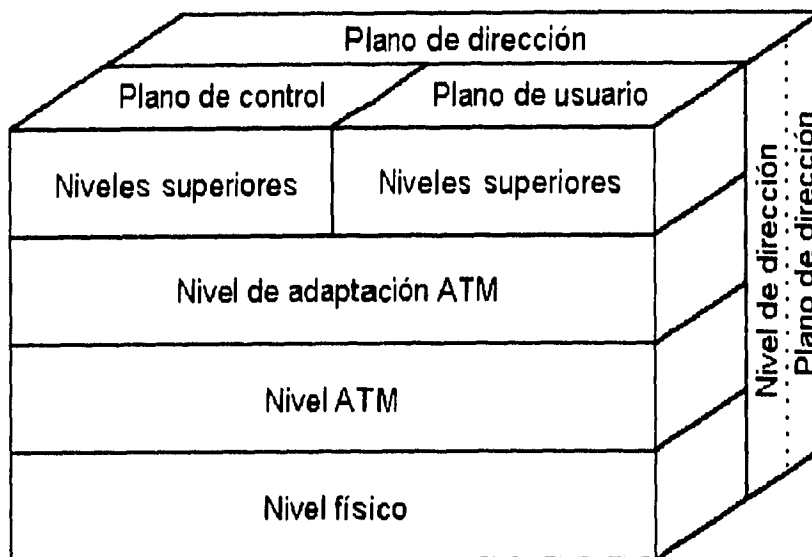


fig. 4.7. Modelo de referencia del protocolo RDSI-BA

Servicios del Nivel de Adaptación ATM (AAL)

El nivel AAL su función es la de mapear la información dentro de celdas y mejorar la segmentación y el reensamblaje. Existen cuatro tipos de servicios que se muestran en la tabla 4.3, su clasificación se basa en que relación de tiempo se debe mantener entre la fuente y el destino.

	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
Relación de tiempo entre fuente y destino.	Requerida	Requerida	No requerida	No requerida
Rango de Bits.	Constante	Variable	Variable	Variable
Modo de Conexión.	Conexión Orientada	Conexión Orientada	Sin Conexión	Sin Conexión

Tabla 4.3. Tipos de servicio del nivel de adaptación

Protocolos de AAL

Para soportar este tipo de servicios, una serie de protocolos deben ser definidos en el nivel AAL. El estrato AAL está organizado en dos subniveles: el subnivel de convergencia (CS) y el subnivel de segmentación y reensamblaje (SAR).

El primero provee las funciones necesarias para soportar aplicaciones específicas usando AAL, donde cada usuario que se agrega al AAL en un punto de servicio de acceso (SAP), que es simplemente la dirección de la aplicación, por lo tanto es un servicio dependiente. El SAR es responsable de empacar la información recibida del CS dentro de células para transmitir y desempacar la información en el extremo final.

Cinco protocolos han sido definidos por la CCITT, uno para soportar cada uno de sus cinco servicios. El tipo-1 soporta el clase A, que son tasas de bits constantes, como voz y vídeo, a la vez que permite la emulación de circuitos. El tipo-2 soporta el servicio clase B. El tipo-3 y 4 permite el transporte de SMDS. El tipo-5 soporta tasas de bit variables, soporte para redes LAN, y tráfico de tramas y Frame Relay. Esto lo podemos observar en la tabla 4.3. Por lo que respecta a la figura 4.8 muestra el formato del Protocolo de Unidad de Información (PDU, Protocol Data Unit) en el nivel del SAR para los cuatro tipos y los campos del PDU se muestran en la tabla 4.4.

	Servicios que ofrece	Funciones	Funciones SAR	Funciones CS
Tipo 1	Transferencia del SDU con un rango constante de bits. Transferencia de la información por tiempo entre la fuente y el destino. Indicación de error ó información errónea no recobrada por el tipo-1	Segmentación Reensamblaje. Manejo de la variación de Retardo de Celda. Manejo de pérdidas de celdas. Monitoreo de la información de usuario para errores de bits y una posible corrección.	En estudio	Corrección de error adelantado para una alta calidad en video y audio Para algunos servicios, recuperación de reloj en el receptor. Manejo de células pérdidas y sin insertar.
Tipo 2	Transferencia del SDU con un rango variable de bits (VBR). Transferencia del tiempo de información entre fuente y destino. Indicación de información errónea o perdida no recuperada por el tipo-2	Segmentación Reensamblaje. Manejo de la variación de Retardo de celdas. Manejo de pérdidas de celdas. Monitoreo de la información de usuario para errores de bits y una posible corrección.		Corrección de error adelantado para una alta calidad en vídeo y audio Para algunos servicios, recuperación de reloj en el receptor. Manejo de celdas perdidas y sin insertar.

continuación...

Tipo 3	Servicio de modo de mensaje. Servicio de modo de flujo. Operación no asegurada.		Segmentación Reensamblaje Multiplexaje	
Tipo 4	Servicio de modo de mensaje. Servicio de modo de flujo. Operación asegurada y no asegurada.		Segmentación Reensamblaje Multiplexaje	Delineación y transparencia de la parte alta del PDU Mapeo entre los SAPs del AAL y las conexiones del nivel ATM Identificación de la información.

Tabla 4.4 Tipos y campos del Protocolo de Unidad de Información (PDU)

Segmentación y Reensamblaje del AAL y Parámetros del PDU

Código del Ciclo Redundante de Comprobación: Usado para detectar y corregir errores hasta dos bits correlacionados en el PDU SAR, el polinomio generado es:

$$x^{10} + x^9 + x^5 + x^4 + x + 1$$

Tipo de Información (4 Bits): Usado en la operación del tipo-2 para indicar el comienzo del mensaje, continuación del mensaje ó final del mensaje, inclusive una componente de una señal de vídeo o audio.

Indicador de Longitud (6 Bits): Indica el número de octetos del CS PDU que están incluidos en el payload del SAR PDU.

Identificación de Multiplexaje (10 Bits): Provee para el multiplexaje o demultiplexaje de múltiples CS PDU's concurrencia sobre una conexión sencilla ATM.

Tipo de Segmento (2 Bits): Usado en tipo-3 y tipo-4 para indicar comienzo del mensaje, continuación del mensaje, fin de mensaje, ó un segmento-sencillo de mensaje.

Número de Secuencia (4 Bits): Usado para detectar celdas perdidas o no insertadas.

Protección del Número de Secuencia (4 Bits): Usado para proveer capacidades de detección de error y corrección de error para el campo de número de secuencia.

Para la operación de ambos tipos 3 y 4, dos modos de operación son definidos:

Servicio de Modo de Mensaje: Usado por trama de datos. Cualquier protocolo relacionado con OSI y sus aplicaciones puede ser empleado aquí en esta categoría. En particular, LAPD o Relevo de Tramas será un modo de mensaje. Un bloque sencillo de información del nivel arriba del ALL es transferido en una o más celdas.

Servicio de Modo de Flujo: Usado para baja velocidad de información continua con requerimientos de retraso bajos. La información es presentada en bloques mezclados al AAL, la cuál será tan pequeño como un octeto. Un bloque es transferido por celdas.

La figura 4.9 da un ejemplo de como el servicio de modo de mensaje puede ser estructurado por el AAL. El subnivel de convergencia acepta un bloque de información de un usuario y crea un protocolo de unidad de información CS. El PDU incluye un encabezado con información de control del protocolo y cobertura para hacer al PDU un integral múltiple de 32 bits. Esto es luego pasado hacia bajo del subnivel del SAR.

Para el servicio de modo de flujo (fig.4.10), un CS PDU contendrá uno o más bloques del AAL. Esto se contrasta con el servicio de modo de mensaje, donde hay una relación uno a uno

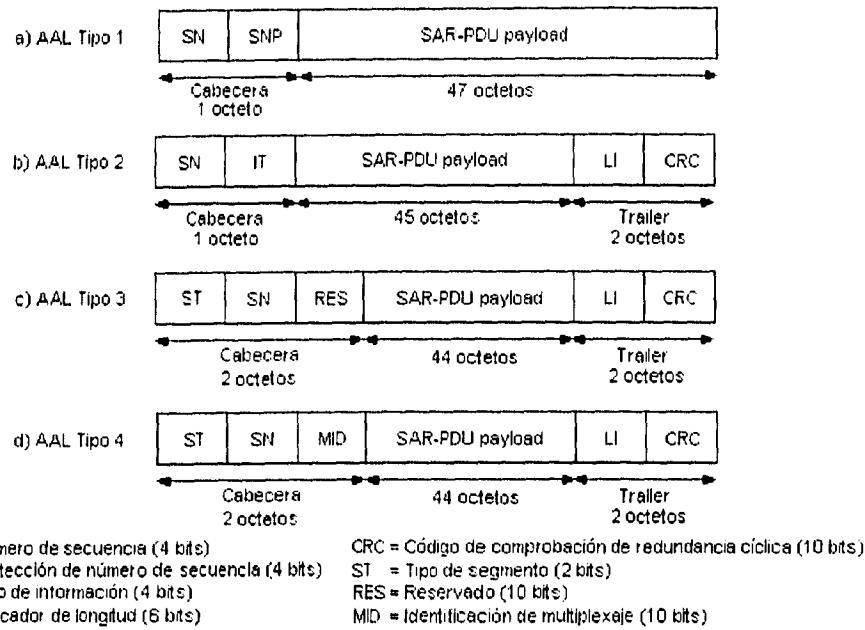
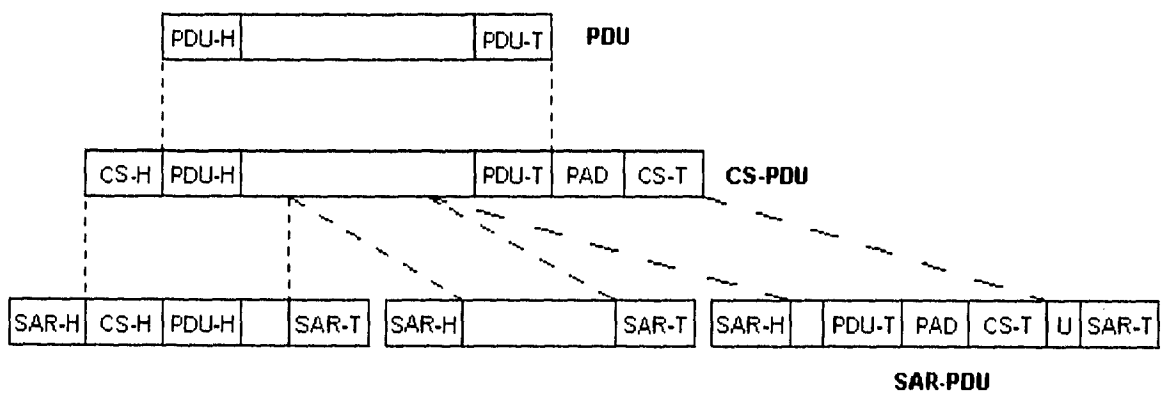
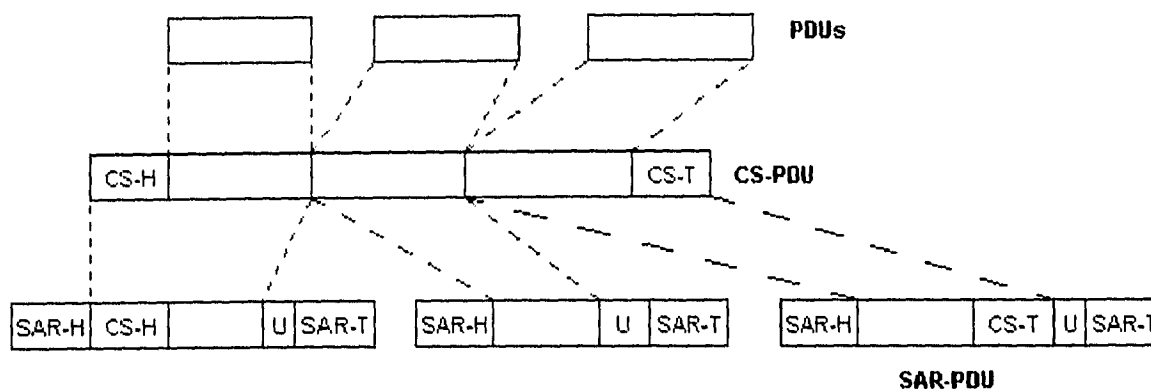


fig.4.8. Segmentación y reensamblado de las unidades de datos de protocolo (PDU)



PDU-H = Cabecera de la Unidad de Datos del Protocolo
 PDU-T = Trailer de la Unidad de Datos del Protocolo
 CS-H = Cabecera del Subnivel de Convergencia (4 octetos)
 CS-T = Trailer del Subnivel de Convergencia (4 octetos)
 PAD = Sobrante (0-3 octetos)
 SAR-H = Cabecera de Segmentación y Reensamblado (2 octetos)
 SAR-T = Trailer de Segmentación y Reensamblado (2 octetos)
 U = No utilizado

fig. 4.9. Ejemplo de capa de adaptación ATM (Servicio Modo-Mensaje)



- CS-H = Cabecera del Subnivel de Convergencia (4 octetos)
- CS-T = Trailer del Subnivel de Convergencia (4 octetos)
- SAR-H = Cabecera de Segmentación y Reensamblado (2 octetos)
- SAR-T = Trailer de Segmentación y reensamblado (2 octetos)
- U = No utilizado

fig. 4.10. Ejemplo de capa de adaptación ATM (Servicio Modo-flujo)

IV.5. Aplicaciones

ATM es una tecnología de transporte a altas velocidades de conmutación que puede ser usada en un ambiente de Área Local o de Área Extendida, así como en ambos casos. Su funcionalidad corresponde al estrato físico y parte del estrato de enlace de datos del OSI.

Para la estructuración de ATM esta necesita: **dispositivos de usuario** que puedan segmentar las **Unidades de Datos del Protocolo (PDU, Protocol Data Unit)** generados por los estratos más altos que el de usuarios dentro de las celdas. y una interconexión de otros dispositivos.

La interconexión de equipos puede ser tan simple como el medio utilizado (par trenzado, fibra óptica) que puede consistir en un switch o un conjunto de estos. Los switches pueden ser un alambrado simple de "hubs" que pueden soportar el protocolo de ATM o en otras ocasiones puede ser más complejo. Los dispositivos de usuarios pueden ser una estación de trabajo configurada con una

tarjeta ATM, un ruteador configurado para un servicio ATM u otro dispositivo como un "host" o un decodificador de vídeo.

Otra de las aplicaciones de ATM se muestra en la figura 4.11 donde se muestra la estructuración local de múltiples estaciones de trabajo configuradas para ATM, conectadas con un "Hub ATM" el cual provee las funciones de conmutación, donde cualquier estación de trabajo se puede comunicar con cualquier otra estación de trabajo. En la figura 4.12 se muestra una red privada enlazando una distancia geográfica con una conmutación privada de ATM y varios ruteadores. La ventaja de esta configuración es que si hay "n" sitios, uno sólo necesita "n" enlaces hacia el interruptor de ATM. Por lo que respecta a la figura 4.12 muestra la situación donde el servicio de retardo de células es provista en la Red Pública (WAN). El caso más sofisticado de esta tecnología que utiliza tanto WAN como MAN es la meta vista en local ATM (LATM).

ATM Local se refiere a la aplicación de tecnología ATM a redes de comunicaciones.

El ambiente LATM está directamente compuesto por cuatro entidades:

- Dispositivos de usuario (incluyendo servidores y hosts)
- Selectores ATM propios del usuario
- Dispositivos de interconexión de red (como ruteadores)
- La red pública RDSI-BA/ATM

Existen tres tipos de interfaces posibles en el ambiente LATM:

- Interfaz I1.- Dispositivos conectados a switches ATM por un enlace punto a punto
- Interfaz I2.- Conexión física entre switches ATM
- Interfaz I3 .- Dispositivo conectado a la red pública RDSI-BA

Protocolos y Servicios

Entre las capas del protocolo ATM se han definido otros protocolos (capa a capa) y servicios (entre capas):(fig.4.11).

- Servicios capa física a capa ATM
- Protocolos capa física a capa física
- Servicios capa ATM a capa AAL
- Protocolos capa ATM a capa ATM

Servicios capa AAL a capas superiores
 Protocolos capa AAL a capa AAL

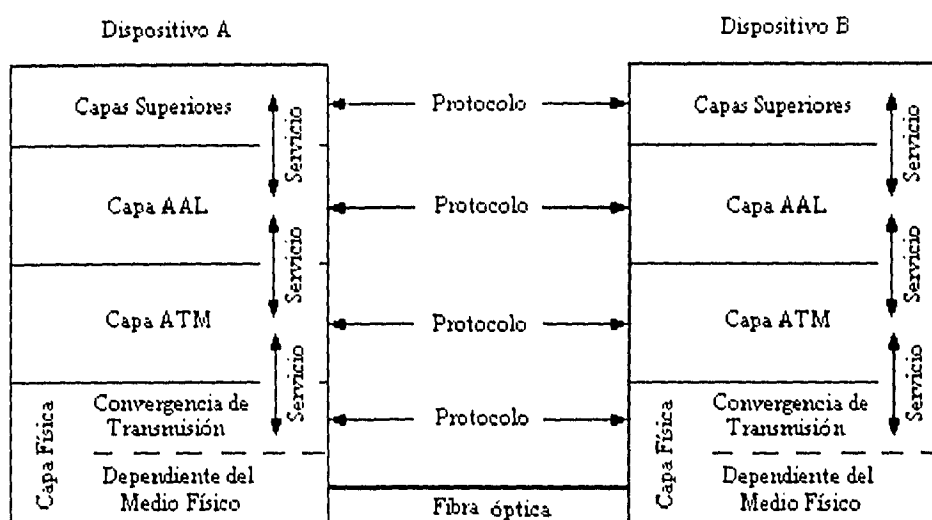


fig. 4.11 Protocolos y servicios entre capas

Servicios Capa Física a Capa ATM

La función de la capa física es mover celdas (de información, de control, de manejo, etc.) entre dos sistemas que soporten la misma capa física. La transmisión es bidireccional y simétrica. La capa física comprende la subcapa de convergencia de transmisión (TC, Transmission convergence) superior a la subcapa dependiente del medio físico (PMD, Physical Medium Dependent).

Las funciones del PMD incluyen codificar los bits dentro de señales eléctricas y ópticas apropiadas. Transmisión de bits, funciones de extracción del reloj, son soportadas por ésta subcapa. PMD también especifica el tipo de fibras ópticas, longitud de onda, sensibilidad del receptor, y parámetros de atenuación y dispersión, el tipo de conector y características de desempeño.

La función de la subcapa TC es proveer la adaptación de las celdas dentro de la estructura SONET (fig.4.12) o FSC (Fiber Channel Standar). TC genera y recobra las tramas de transmisión.

Protocolos Capa Física a Capa Física

Este protocolo se identifica con la estructura de SONET transmitida entre dos capas TC.

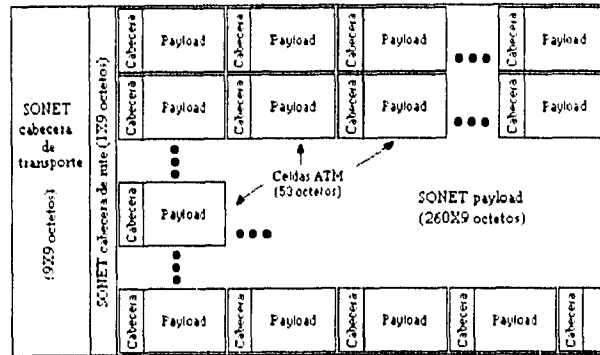


Fig.4.12 Mapeo de las celdas ATM dentro de la trama SONET

Servicios Capa ATM a Capa AAL

La capa ATM provee transferencia de celdas en soporte de la capa AAL

Protocolos Capa ATM a Capa ATM

Se pueden ver estos protocolos como un mecanismo para envolver la información en paquetes con la estructura de las celdas.

Servicios Capa AAL a Capas Superiores

La función de la capa AAL es proveer un enlace, la capacidad de enlace de datos utilizando los servicios de la capa ATM. Existen seis funciones importantes:

- Generación de AAL-PDU por el AAL transmisor
- Generación de CRC por el AAL transmisor
- Segmentación por el AAL transmisor
- Reensamblado por el AAL receptor
- Validación del CRC por el AAL receptor
- Recuperación del AAL-SRU por el AAL receptor

Protocolos Capa AAL a Capa AAL

El protocolo soporta transferencia de datos pero no se detectan transmisión de errores. No soporta direccionamiento de VPI o VCI, esto lo hace la capa ATM.

CAPITULO V

SUSTITUCION DE LA TECNOLOGIA ACTUAL EMPLEADA EN REDES DE AREA LOCAL Y AMPLIA POR ATM

Introducción

A un nivel de área local, las redes LAN's que operen a un rango de 10 Mbps con un medio compartido como son Ethernet ó Token Ring no son capaces de soportar un elevado número de usuarios, menos si esos usuarios se encuentran trabajando con multimedia simultáneamente. Un caso concreto es el de la ventana de vídeo de una estación de trabajo de elevada capacidad que requiere únicamente 1.5 Mbps aproximadamente, una conferencia multipunto-multipunto podría requerir de 4 a 8 ventanas de vídeo, además de la transferencia de cuantiosos archivos de datos a toda su audiencia como parte de la interacción (como por ejemplo, situaciones de trabajo corporativo). En una red LAN por ejemplo Ethernet, de 10 Mbps de 20 usuarios, cada usuario obtiene en promedio solo la veinteava parte del ancho de banda, esto es, 0.5 Mbps. Adicionalmente, el mecanismo de colisiones que ocurre en los protocolos de estratos superiores, agota el 30% del ancho de banda útil, dejando tan solo a cada usuario, con 0.35 Mbps. Peor aún, las técnicas de acceso aleatorio introducen diversos retardos variables, afectando negativamente a los servicios isócronos (compresión digital de vídeo y voz), que no pueden ser almacenados más allá de unos milisegundos.

Con técnicas de ATM cada estación de trabajo obtiene un enlace físico operando (actualmente) en 155 Mbps. La estación de trabajo puede entonces particionar el "ducto principal" en un número de canales virtuales cada cual con su correspondiente ancho de banda capaz de soportar voz, datos y vídeo.

Actualmente se realizan estudios significativos para implantar redes LAN's de tercera generación, capaces de soportar velocidades del orden de Gigabits por segundo con conexiones empleando fibra óptica. Una vía de salida es desarrollar un proyecto basado en tecnología ATM para áreas locales, el cual es ampliamente respaldado por compañías dedicadas a la fabricación de equipo de comunicaciones.

De acuerdo a algunos estudios realizados en Estados Unidos, el 70% de las estaciones de trabajo conectadas en red, usarán tecnología ATM para el año 2000. Switches ATM que soporten estaciones de trabajo con aplicaciones de alto nivel, ya están apareciendo en el ámbito comercial. Diversos proveedores incluyendo AT&T, NEC Corporation, New Bridge Communication, DSC Communication Corporation, ADC Telecommunications, Siemens, Northern Telecom General DataComm (GDC), han lanzado al mercado diversos productos que ofrecen entre otras cosas, capacidad, flexibilidad, escalabilidad y fácil manejo, además de un control de bajo costo, en una plataforma de servicios que incluye videoconferencia, aprendizaje a larga distancia, acceso a bases de datos y vídeo interactivo. Al mismo tiempo los fabricantes de estaciones de trabajo (NeXT y Sun Microsystems) han reportado el desarrollo de tarjetas de interfaz para conectarse a switches ATM. Costos iniciales se esperan alrededor de U.S. \$4000 por puerto, no obstante esta tecnología tiende a disminuir su costo.

Sin embargo, no se debe asumir que las tradicionales redes LAN desaparecerán del escenario futuro, ya que permanecerán algunos servicios que no requieran mayor ancho de banda con una variedad de aplicaciones, como lo son: cajeros automáticos, venta de boletos para eventos, etc.

V.1. Justificación para un Cambio de Tecnología

En la actualidad se han realizado numerosos esfuerzos que intentan desarrollar esquemas de interconexión en redes locales que soporten altas velocidades y que sean al mismo tiempo compatibles con otras arquitecturas innovadoras para redes públicas como RDSI-BA y relevo de celdas. Esto elimina o bien minimiza los costos de adquisición de equipos como lo son puentes, ruteadores o gateways para proveer una función de confiabilidad, entre la red privada y la red pública. Algunas de éstas reglas cambiarán con el paso del tiempo, debido a que aún, al igual que en muchas otras áreas de la tecnología, no se ha definido un estándar que funcione únicamente bajo ciertos parámetros. Los trabajos que se han efectuado se llevaron a cabo bajo la tutela del Foro-ATM (ATM Forum), el cual consta de 275 compañías, de las cuales un gran número de ellas están dejando a un lado la continuación de los trabajos por adoptar una tecnología de banda ancha con FDDI, por impulsar la tecnología con ATM.

Como se discutió anteriormente, las primeras tecnologías en LAN's aparecieron en los años 70's, con capacidad de soportar velocidades a 10 Mbps con conectividad a base de cables metálicos, cubriendo necesidades de E-mails, transferencia de archivos y procesamiento de textos. Posteriormente, a fines de los

80's, emergió la segunda generación de LAN's basada en transmisión por medio de fibra óptica con capacidad de 100 Mbps para soportar un "backbone" de transporte para varias LAN's. A pesar de que la evolución de FDDI hacia una mayor velocidad (FDDI-II) puede soportar tráfico isócrono, la totalidad de su inserción de información al canal (throughput) aún sigue siendo de 100 Mbps.

En la tabla 5.1 se ilustra la comparación de las distintas características de las redes LAN.

La videoconferencia escritorio-escritorio podría realizarse a 384 Kbps e incluso 1.544 Mbps. Una red integrada por 20 a 30 usuarios, requeriría una inserción de datos constante de 10 a 45 Mbps; adicionalmente este tipo de aplicaciones isócronas son altamente sensibles a retardos y por consiguiente no son capaces de funcionar óptimamente bajo disciplinas de transporte de datos basadas en contenciones (Ethernet), ó de transporte anular (Token Ring). Algunas aplicaciones gráficas de alta calidad requerirían cuando mucho de 45 Mbps por usuario. Si súbitamente unos 20 ó 30 usuarios (e.g., un grupo de radiólogos revisando rayos X), emplearan éstos 45 Mbps para correr su aplicación, el "throughput" constante tendría que ser de 1.2 Gbps. Estas tasas son compatibles con RDSI-BA y ATM.

Existen cuatro metas para LAN's de tercera generación:

- 1.-Proveer las capacidades necesarias de transporte en tiempo real para aplicaciones multimedia (particularmente señales de vídeo).
- 2.-Proveer una inserción de información escalable que puede crecer tanto en bases por dispositivo y bases agregadas. Escalabilidad por dispositivo permite que pocos dispositivos reciban mayor ancho de banda que su aplicación requiera. La escalabilidad agregada permite una migración en términos de dispositivos conectados.
- 3.-Facilitar interconectividad entre LAN's y WAN's. Actualmente ruteadores y puentes (empleando la tecnología que sea, por ejemplo, SMDS, Frame Relay ó TCP/IP) necesitan retomar una mayor conversión protocolaria con el objeto de proporcionar acceso a servicios de área amplia. Estas diferencias entre tecnología LAN y WAN han disminuido la extensión de verdaderas redes distribuidas de computadoras a ambientes que se extienden más allá de una localidad.

Generación	Velocidad (Mbps)	Equipo	Velocidad de interconexión y servicios	Protocolo para compartir el medio físico	Aplicaciones
Primera	1-16 (Ethernet y Token Ring)	terminales, PC's y estaciones de trabajo	9.6 Kbps, 56 Kbps, E1, Frame Relay y SMDS	LLC (Logical Link Control) y MAC (Medium Access Control)	Manejo de proyectos, acceso a un mainframe, correo electrónico, acceso a bases de datos y algunas aplicaciones gráficas
Segunda	50-100 (Arcnet y FDDI)	PC's, estaciones de trabajo y servidores de alta capacidad (servidores y estaciones de trabajo capaces de procesar imágenes)	E1 fraccionado, E1, E3, SMDS	PHY (Physical Layer Protocol) y PMD (Physical Medium Dependent)	Backbone para la interconexión de LAN's, aplicaciones gráficas y de imágenes con CAD/CAM/CAE
Tercera	150-1,200	Equipo sofisticado para videoconferencia, estaciones de trabajo de alta capacidad, vídeo interactivo	SONET, RDSI-BA, SMDS y ATM	PHY (Physical Layer Protocol) y PMD (Physical Medium Dependent)	Multimedia, conferencia con multimedios de escritorio a escritorio, mensajes con multimedia, CAD/CAM, visualización, animación, imágenes de alta definición, entrenamiento a partir de LAN's con vídeo digital interactivo, aplicaciones científicas con supercomputadoras

Tabla 5.1 Generaciones de redes LAN

4.- Usar en la manera de lo posible, estándares recientes de ATM, RDSI-BA. Esto tiene la ventaja de hacer uso de un desarrollo en pleno crecimiento.

La tecnología ATM será un **mejoramiento**, y no una **suplantación** de los sistemas existentes. No obstante, hay ciertas consideraciones que requieren atención en cuanto se planea la introducción de ATM en una red existente. En primera instancia, en base a la demanda de velocidad por parte de los usuarios, se han estudiado algunas posibilidades para obtener un mayor beneficio y capacidad en base a los equipos y configuraciones de redes existentes. Una de ellas fue la opción que propuso la compañía Cisco Systems, Inc., que consistió en "segmentar" sus interfaces Ethernet, no obstante, ésta aún estaba limitada a 10 Mbps y además estaba inconclusa la tarea de establecer un protocolo que garantizará el ancho de banda para voz, datos, vídeo y multimedia, por lo que no era una solución escalable. Otra opción propuesta por Cisco, fue la de crear una especie de "Ethernet Conmutada", que ciertamente tenía el mérito de introducir el concepto de "selección", sin embargo requería de destinar un sólo servidor de alta capacidad para cada puerto Ethernet, lo que provocaba que fuera costosamente prohibitivo, además de que tampoco era escalable y determinística. También se pensó en "Fast Ethernet" pero al igual que las demás opciones tampoco era escalable y presentaría el problema de que existirían dos estándares. Comparando ATM con FDDI, que ya es un estándar de 100 Mbps, se tiene que FDDI permite la construcción de una red LAN en un medio compartido, es decir, el agregar estaciones sólo provoca que el ancho de banda se divida entre el número de usuarios, lo cual nos lleva a deducir que al igual que Ethernet, tampoco es escalable y aumentar la velocidad nos llevaría a tener dos estándares. El canal estándar de fibra (FCS) tampoco trabaja bajo un concepto de selección y también presenta otro tipo de restricciones. A diferencia de éstas tecnologías, ATM mitiga las colisiones de los paquetes transmitidos como en las redes Ethernet, reduce los retardos ocurridos en las redes FDDI, proporciona una "inteligencia" centralizada, que propicia que cada estación trabaje al ancho de banda que exista disponible, los switches ATM son al mismo tiempo multiplexores, hubs, puentes ó ruteadores. Permite que toda la comunidad tecnológica existente en redes "hable su propio idioma" y tenga comunicación a nivel local, a través del switch e incluso también enlazar a esas pequeñas redes con las interfaces externas, provocando así enlaces MAN ó WAN.

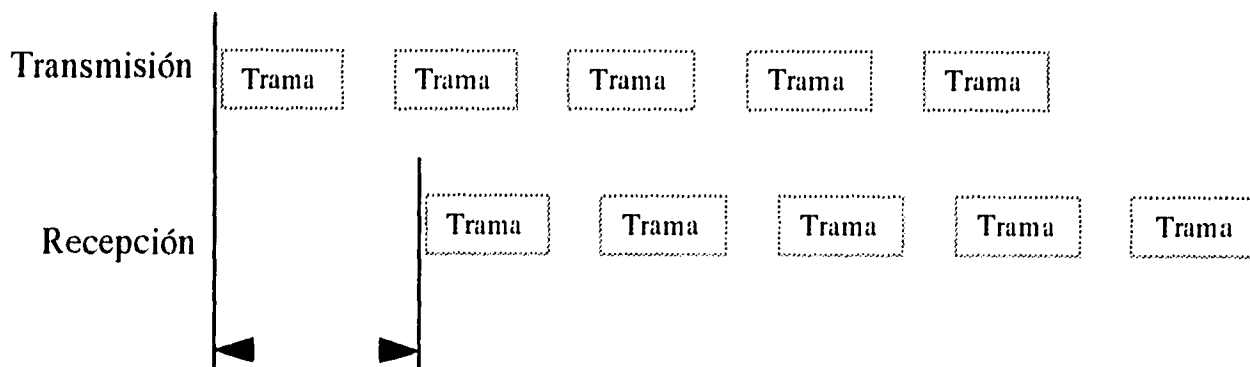
V.2. Aplicaciones en una Red LAN

El ambiente actual de las redes locales está muy difundido, por lo cual la llegada de ATM, no debe reemplazar instantáneamente las redes LAN existentes. Las opciones empiezan en segmentar el backbone existente entre los switches, posteriormente ocurre una microsegmentación que implica extender el backbone a usuarios individuales con aplicaciones que así lo

requieran. Por último se contará con estaciones de trabajo conectadas directamente a los servidores ATM o al puerto del switch ATM. ATM proporciona para un medio dedicado un "hub" centralizado de tal forma que cada estación obtiene los beneficios de las interfaces con las que el switch cuente dependiendo de su capacidad. Cuando la demanda así lo requiera y la tecnología madure un switch ATM reemplaza el concentrador y cada ruteador es actualizado con una tarjeta ATM.

Problemas para Redes LAN en el Manejo de Audio y Vídeo

La combinación de información isócrona (voz y vídeo) en las redes locales presenta una problemática que no ha sido resuelta por la tecnología empleada en las redes actuales, cuando estas señales combinadas en una sola máquina requieren sincronización para formar una sola se presentan los siguientes problemas:



a) retardo

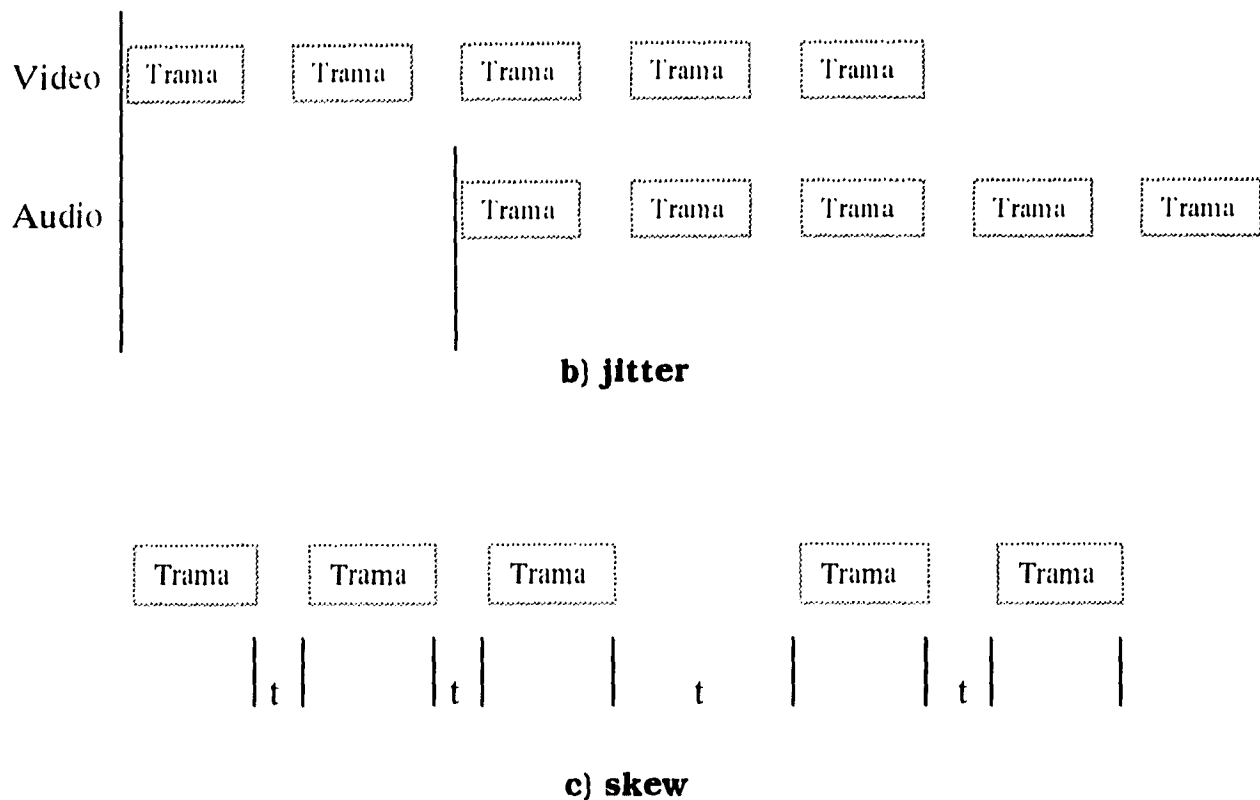


fig. 5.1 Muestra los diferentes tipos de retardo que se presentan en redes LAN cuando se transmite voz y vídeo.

El *retardo* de transmisión es cuando la información llega a su destino un tiempo después; *jitter* es el cambio de distancia entre sucesivas tramas y la falta de sincronía *skew* es cuando las tramas no están en la misma base de tiempo es igual al retardo de información pero con un retardo mayor.

V.3. Alternativas ATM en Redes MAN y WAN Empleando Tecnología ATM como Backbone

Las nuevas redes deben soportar los requerimientos de banda ancha, así como patrones para un tráfico dinámico que soporte las nuevas aplicaciones, y tener la flexibilidad para responder a las necesidades de cada usuario. Al considerar éste último aspecto, se ha analizado la posibilidad de dividir la capacidad de los switches a utilizar, de acuerdo a la aplicación que se requiera. Muchos usuarios no requieren de las velocidades que ATM o SONET proporcionan, además que el costo de la tecnología es alto, por lo que se divide

el otorgamiento de ancho de banda en dos niveles según se requiera, el primero, proporcionado por switches ATM de alta capacidad interconectados mediante SONET/SDH y el segundo, compuesto por switches multiservicio flexibles que proporcionen velocidades en el rango de 64 Kbps hasta 2.048 Mbps. En éste nivel se proporcionarían servicios como Frame Relay ó SMDS en lugar de ATM. Se espera que con el paso del tiempo, estos usuarios vayan haciendo uso de mas ancho de banda y cuando ésto suceda se irá emigrando gradualmente hacia ATM.

En el primer nivel, la red funciona con un alto "throughput" empleando una conmutación ATM y una forma de transmisión de SONET. Esto permite un rango de transmisión en el rango de un DS-3 hasta un OC-48. Dado que el equipo a éste nivel es tan costoso, se pensaría ubicarlos en las oficinas centrales que estén conectadas directamente con los usuarios que empleen éstas aplicaciones para tener un mejor control y funcionamiento.

En el segundo nivel, se ubican los denominados switches multiservicio, los cuales pueden ser usados para un gran número de usos para velocidades inferiores a las de conmutación rápida de celdas, bien sea E1, E3 ó Frame Relay, pero que tienen de respaldo un acceso a ATM para su transporte (fig. 5.2). Para ello, los switches traen consigo una interfaz E3 ó E1 para conectarse directamente a los usuarios que requieren velocidades inferiores.

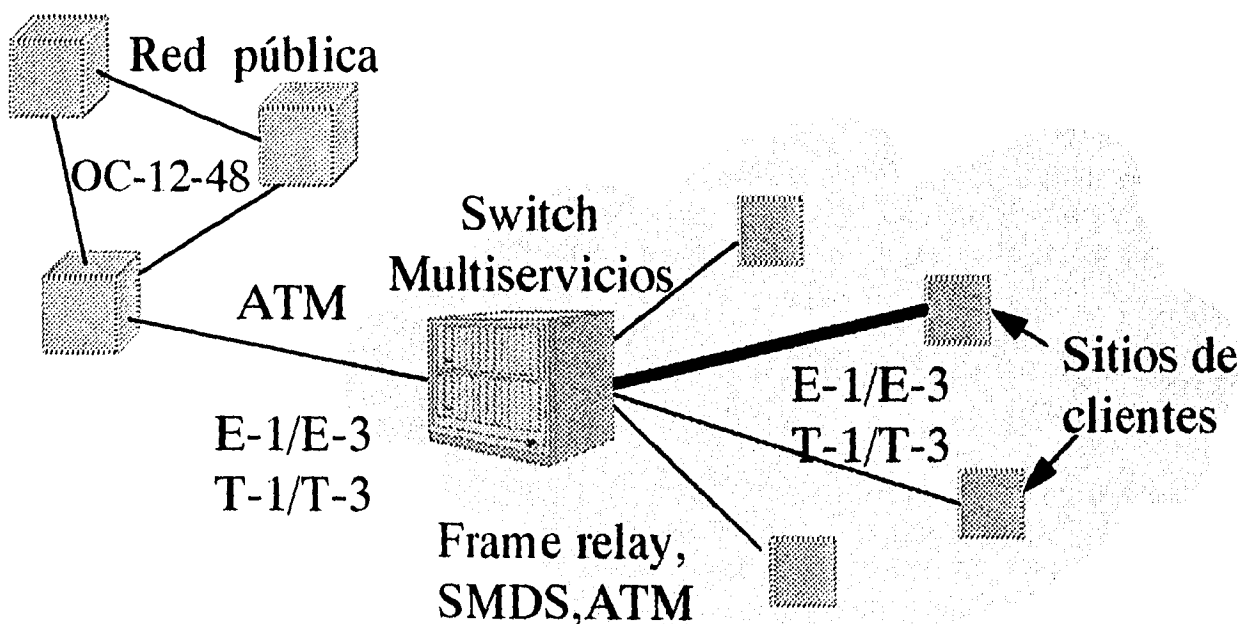


Fig. 5.2 Conexión entre redes públicas y privadas

En la actualidad se pretende llevar a cabo una tarea de estandarización que proporcione una homogeneidad en equipos, normas y nombres para evitar que un sólo fabricante determine una sólo manera de conversión de tecnología ó servicio. Esto afecta a dos áreas, administración de las comunicaciones en red y manejo de plataformas de empresas con varios proveedores. En lo que respecta a la primer área, se puede recurrir al manejador de comunicaciones en red, denominado SNMP (Protocolo del manejo simple de red). Para el segundo aspecto, se tiene una larga lista de fabricantes de equipos que proporcionan la plataforma para un manejo común en la interconectividad de equipos.

En lo que respecta al panorama actual de las comunicaciones en México, la única compañía que posee la infraestructura de cableados de comunicaciones en el país es TELMEX, ésto nos lleva a pensar que necesitará en un futuro incorporar éste nuevo servicio, y continuar la instalación de cableados de fibra óptica monomodo y multimodo para que éstas aplicaciones puedan ser ya una realidad a lo largo y ancho de la nación.

V.4. Redes que Manejan Voz, Datos y Vídeo Aprovechando la Tecnología ATM

No hace mucho tiempo, se decía que iniciaba la "era interactiva", ésto es, tener al alcance el control total de lo que se está recibiendo de información. Modificándola, incrementándola, para obtener bienes y servicios a través de ella de la mejor forma posible; dicho en una palabra: **Interacción**. El hecho es, sin lugar a dudas que la información y la entrega de la misma proporcionará un incremento en las comodidades habituales, lo que lleva a la conclusión que los proveedores de servicios deben de continuar la tarea de construir redes de alta velocidad y alta capacidad basados en tecnologías estandarizadas a base de fibra óptica y señales digitales. Eso llevará un poco más tiempo de lo que se piensa.

Para proporcionar comunicación entre dos puntos de acceso (servidores y usuarios) los proveedores de servicio requerirán redes robustas y flexibles, que aunque no sea notoria su operación, requerirá por una parte, aplicaciones de vídeo en banda ancha, como un conjunto de proveedores de información en vídeo (VIP's-Video Information Provider).

En los extremos de la red están los usuarios en sus casas (computadora, teléfono y codificaador-decodificador para T.V.). En medio, uniendo ambos extremos se encuentra el sistema de selección y transporte de la red. Este

sistema es empleado para brindar servicios básicos de vídeo familiar como cine por cable y pago por evento. Para proporcionar una calidad de transporte entre una cabecera maestra (master headend) y las demás cabeceras regionales, un sistema de transporte de gran capacidad (supertrunking system) debe ser capaz de transportar una carga pesada como de 2.4 Gbps así como mantener la calidad de la señal a través de largas distancias. Adicionalmente, el sistema debe tener otras características, como:

- Flexibilidad para manejar diferentes formatos de la señal
- Rutear cada señal individualmente
- Proporcionar un enlace desde y hacia la red óptica síncrona cuando sea necesario

A medida que el número de usuarios se incrementa, el sistema será capaz de manejar el alto índice de tráfico, el correspondiente flujo de señales que serán simplemente conmutadas y no difundidas. Por lo tanto a medida de que la "era interactiva" sea ya un hábito común para todos, los proveedores de servicios instalarán equipos ATM en los nodos críticos de sus redes (fig. 5.3).

Debido a que cada celda contiene su propia cabecera con información de prioridad y enrutamiento, las celdas pueden ser entregadas individualmente y la asignación de posiciones en ATM puede irse dando de acuerdo a la necesidad de cada usuario. Así, ATM soportará servicios en banda ancha, efectuando conexiones individuales entre VIP's y los suscriptores a una tasa variable.

La fig. 5.3 muestra una red en banda ancha con ambos extremos incluidos, en particular, 2 tipos de elementos para red ATM: Multiplexores y Switches. Los switches ATM distribuidos a lo largo de la red pública, cargan la información dentro de celdas ATM, concentran el tráfico, efectúan la conmutación y cambian la velocidad de la señal (por ejemplo de un OC-12 a un OC-3).

Las señales viajan a los multiplexores ATM que se encuentran instalados en las oficinas centrales o en las cabeceras de videoservicios. Estos multiplexores efectúan tanto conmutación como transporte, además de efectuar otras funciones relacionadas con el transporte del vídeo, como la multidifusión (multicasting), segmentación y ensamblaje de celdas y tasa de sincronización.

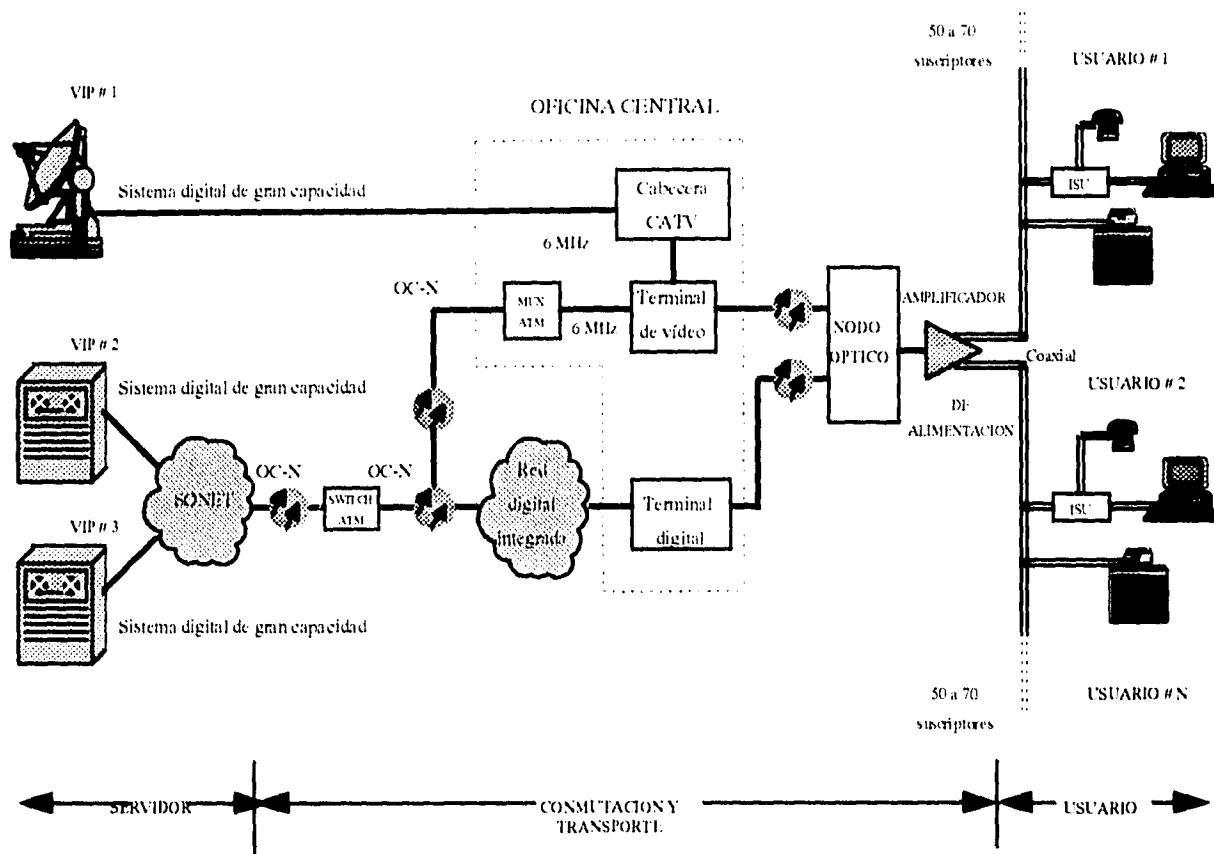


Fig. 5.3 Red de banda ancha de extremo a extremo

La multidifusión se refiere a la distribución eficiente de un programa a varios suscriptores, como por ejemplo, para otorgar una activación de un pago por evento a un gran número de usuarios por cable. A través de segmentación y ensamblaje de celdas, paquetes de vídeo digital comprimido con formato MPEG-2 son cargados a celdas ATM que son transportadas de un switch a un multiplexor y para después ser devueltas al formato MPEG-2 que es entregado a los convertidores. Debido a que la información contenida en una señal de vídeo comprimido puede variar de acuerdo a la cantidad de acción o cambios ocurridos en pantalla, la conformación del tráfico es usada para convertir entradas de ráfagas de información en salidas de bits a tasas bajas y constantes.

Algunas funciones del multiplexor consisten en darle un "paso uniforme" a flujos variados de tráfico, mediante bits de relleno, otra función es la de sincronizar la tasa de datos, en la que el tráfico coincide con la referencia de tiempo de la red antes de que se encamine a los moduladores digitales en el convertidor para entregarla a los suscriptores; el proceso de sincronización

asegura que los bits sean "entramados" propiamente en el decodificador para una descompresión adecuada, la cual es muy importante para eventos que son transmitidos en vivo.

Conversación en Banda Ancha

Adicionalmente, un multiplexor ATM puede servir como una parte importante de la cadena de comunicación empleada en la selección de canales entre un servidor y un usuario por solicitud de demanda ó entrega de servicio interactivo. En transacciones de vídeo sobre demanda, los servidores reciben comandos para la entrega de programas a direcciones específicas. Ellos responden mediante el envío de señales digitales apropiadas a través de la red ATM/SONET hacia los decodificadores.

Como resultado de la innovación de ATM, señales OC-12 y OC-3 son convertidas a canales de 6 MHz empleando modulación digital y un sistema de transmisión en malla con un espectro de 750 MHz para servicios, tanto como 110 de éstos canales de 6 MHz pueden ser entregados en formato del Comité del Sistema de Televisión Nacional. Para soportar servicios digitales, un canal analógico es modulado en 12 canales de 3 Mbps. Si el espectro de 54 MHz a 550 MHz fue seleccionado para servicios analógicos (80 canales), el espectro de 550 MHz a 750 MHz puede soportar hasta 400 canales expertos en películas en movimiento de 3 Mbps.

CAPITULO VI

PROYECTO DE UNA RED CON ATM

Introducción

Probablemente las redes actuales satisfacen los requerimientos para la transmisión de información, específicamente voz y datos con los que la mayoría de los usuarios cubren sus necesidades. En pruebas científicas se ha demostrado que una persona retiene el 30% de la información si ésta es verbal y un 70% si es visual, con lo que se puede tener un mejor aprovechamiento al tener una red que maneje simultáneamente voz, datos y vídeo en tiempo real.

En la actualidad comienza a abrirse un nuevo panorama para la transmisión no solo de voz y datos sino también de vídeo. Tan es así que se comienza a trabajar cada día más en el desarrollo de multimedia, y compañías de comunicaciones comienzan a ofrecer los servicios de videoconferencia punto a punto y punto a multipunto, con lo que se puede apreciar la necesidad de tener un manejo interactivo de voz, datos y vídeo en tiempo real y obtener todos los beneficios que ello implica.

Si bien es cierto que actualmente se cuenta con una red extendida casi a la totalidad de las locaciones de Ciudad Universitaria, donde se tiene conexión a Internet y a otros servidores que actúan como fuentes de información dentro del Campus, se puede tener la opción de manejar una red con servicios de banda ancha como los de RDSI-BA. Sobre todo porque la presencia de imágenes, vídeos y el intercambio de documentos pueden ser usados como la herramienta más moderna y completa para conformar la educación de los universitarios de las generaciones futuras, que podrán contar con servicios de multimedia y salas de videoconferencia en sus centros de estudio, estén estos ubicados dentro de Ciudad Universitaria como son las Facultades u otras dependencias ubicadas en otro lugar como son las Preparatorias, Colegios de Ciencias y Humanidades ó las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales.

No es necesario que cada usuario utilice fibra óptica desde su escritorio, ni que reciba todos los servicios de ATM, pero si pensamos que en un futuro, cuando se haga común el acceso a la red desde las terminales instaladas en las escuelas y dependencias de la UNAM para la consulta de información (cultural, económica, científica, deportiva, bibliotecaria, etc.), podemos pensar en la justificación de invertir en la

compra e instalación de equipo para que en un futuro el país cuente con profesionistas de calidad, bien preparados y con bastos recursos que ayuden a su actualización.

Si pensamos que el número de usuarios anualmente que solicitan los servicios de cómputo por red aumenta de una manera exponencial podemos suponer la necesidad de adquirir un equipo que nos permita escalabilidad para manejar un mayor volumen de información, y que pueda prestar servicios de vídeo en tiempo real, y soporte las aplicaciones que requieran las Facultades y centros de cómputo como lo son: procesamientos masivos de información con supercomputadoras como la CRAY-YMP, simulaciones de diversos proyectos científicos que involucran muchas variables, visualización de imágenes como herramienta para la estimación de soluciones aritméticas, multimedia, video-educación por red, alquiler de vídeos y películas, acceso a bases de datos y ficheros bibliográficos, transferencia de archivos, búsqueda de información a través de Internet, correo electrónico, videocomunicación entre facultades, videoconferencia punto-multipunto, redes telefónicas, servicios provistos por conmutadores digitales, buzones de voz y de información, entre otros.

VI. 1 Red Integral de Telecomunicaciones de la U.N.A.M.

Dentro de los objetivos primordiales de ésta red se encuentran el brindar un servicio de comunicación digital, confiable y eficiente al personal académico y crear la infraestructura necesaria para que las dependencias cuenten con la posibilidad de un crecimiento a futuro para las necesidades venideras.

La Red Integral de Telecomunicaciones de la U.N.A.M (fig 6.1). se divide en 2 partes, una de ellas se emplea para brindar servicio telefónico (voz) y la otra, para redes de cómputo (datos).

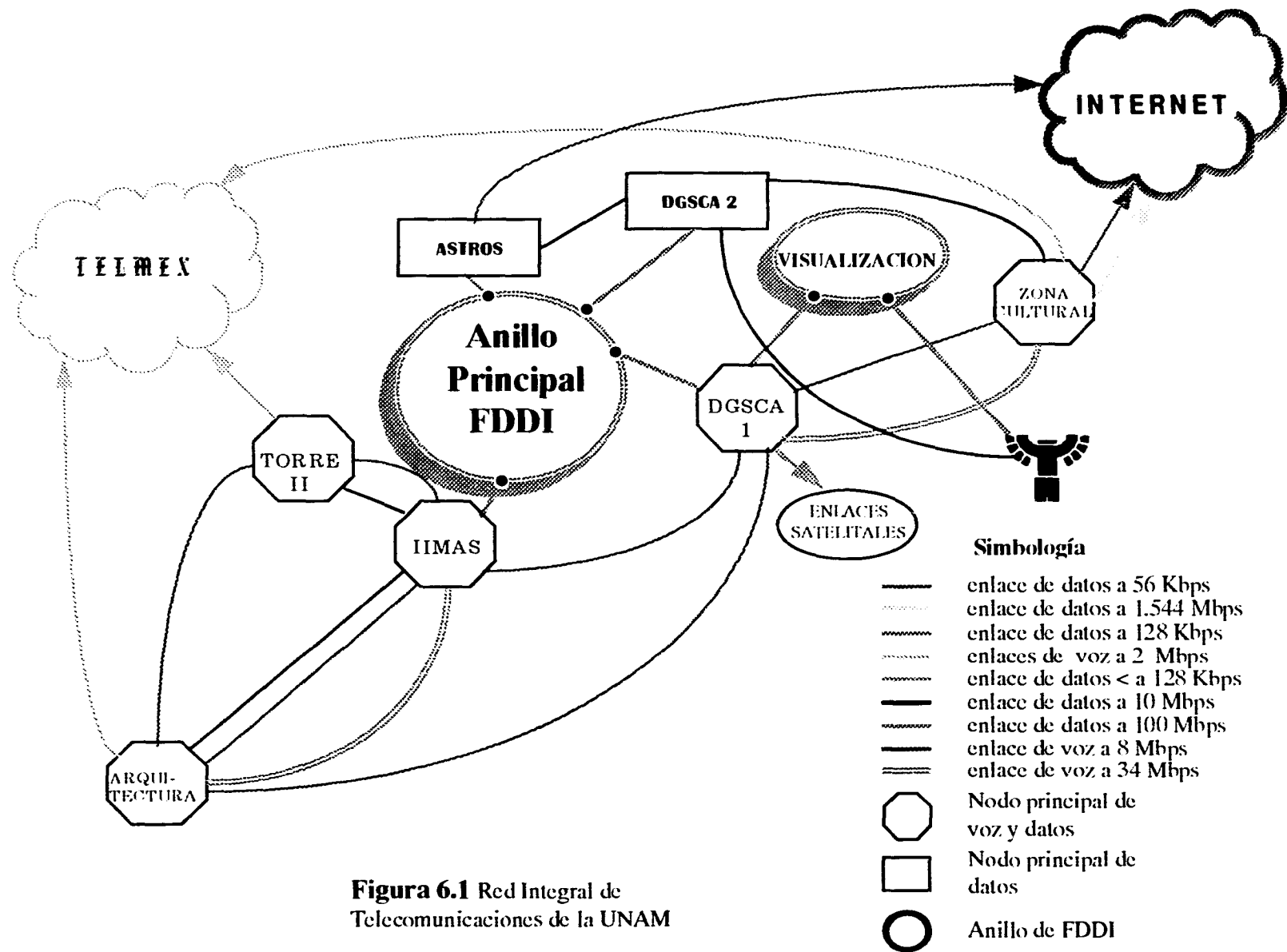


Figura 6.1 Red Integral de Telecomunicaciones de la UNAM

Red Telefónica

Antecedentes

La red telefónica nace a fines de los ochentas, debido a la necesidad de modernizar y expandir el servicio telefónico que además de tener deficiencias, estaba centralizado por un conmutador de tecnología electromecánica.

El crecimiento que la población universitaria estaba teniendo, propiciaba una seria limitación en cuanto a personal que no contaba con el servicio, además de ser deficiente por ser analógico.

Por lo anterior, se iniciaron los trabajos para descentralizar el sistema y ampliar el número de líneas telefónicas en un sistema totalmente digitalizado y distribuido, organizado mediante la unión de varios conmutadores (o centrales telefónicas) con cableados de fibra óptica.

Topología del Sistema

El sistema se conformó finalmente en una distribución en forma de malla, enlazando 5 nodos principales (ARQUITECTURA, TORRE II DE HUMANIDADES, IIMAS, DGSCA y ZONA CULTURAL) a 8 Mbps y en la actualidad se cuenta con 25 nodos secundarios enlazados mediante enlaces a 2 Mbps a partir de algún nodo principal.

Servicios

Esta red presta servicios múltiples como lo son: retollamada, enrutamiento, conferencia y transferencia de llamadas, líneas programadas "Hot Lines" para servicios de auxilio, marcación directa de 5 dígitos para llamadas dentro de la red, entre otros.

Conectividad

Los nodos principales están enlazados entre sí mediante enlaces de 8 Mbps a través de un multiplexor digital y un cableado de fibra óptica tipo multimodo a 62.5/125 μm . La distribución de llamadas que provienen de la red telefónica pública de TELMEX llegan a los nodos principales Torre II de Humanidades, Zona Cultural y Arquitectura, a su vez se distribuye hacia el resto del sistema mediante enlaces tipo europeo de tercer orden (E-3) entre los nodos Arquitectura con IIMAS y DGSCA con Zona Cultural (fig 6.2).

RED TELEFONICA DIGITAL

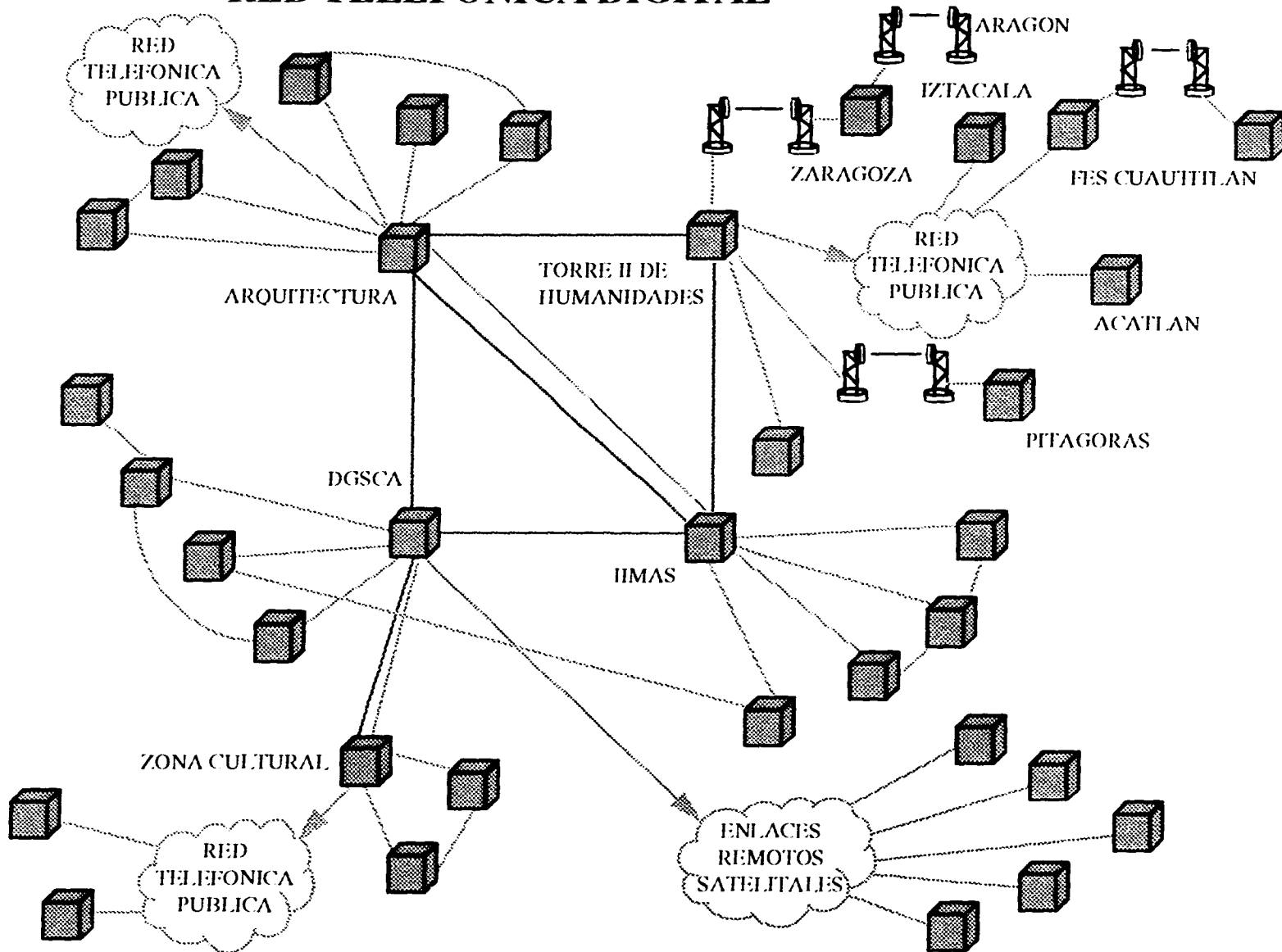


Fig. 6.2 Nodos principales de la red telefónica digital.

Los enlaces tipo E-1 se efectúan entre conmutadores vía módems ópticos (FOT), empleando para ello, cable tipo coaxial para voz de 73 Ω de PBX a FOT y fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm de FOT a FOT.

Protocolo de Comunicación

Para comunicarse el sistema emplea el protocolo CCSS No. 7 (Sistema de Señalización por Canal Común-Common Channel Signaling System, estándar propietario de NEC, el cual se basa en el estándar internacional de CCITT No. 7).

La estructura básica del sistema de señalización No. 7 se divide en dos partes, una que sirve como método de transporte confiable de los mensajes de señalización entre funciones de usuario, y otra parte que se refiere a la capacidad de transporte de mensajes.

En este sistema de señalización, se utilizan uno o varios enlaces dedicados exclusivamente a la transferencia de información de señalización, lo que implica que los equipos y la información de señalización estén separados del tráfico de usuario. Los equipos de señalización se concentran físicamente para permitir bajar los costos y facilitar el mantenimiento. Bajo este esquema se tiene una mayor seguridad en la transferencia de información, mayores velocidades para el establecimiento de llamadas, etc.

Red de Datos

Cronología de la Red de Datos

El surgimiento de la red de datos dentro de Ciudad Universitaria se va dando debido a la necesidad de comunicación entre usuarios que deseaban poder llevar a cabo un trabajo en conjunto, permitiéndoles obtener mayores beneficios. A continuación se mencionará brevemente el desarrollo que ha tenido la red de datos desde sus inicios:

1958 Se forma el Centro de Cálculo Electrónico, ubicado en la planta baja del edificio de la Facultad de Ciencias.

Se adquiere la primera computadora en América Latina, una IBM-650.

1960 Se adquiere una Bendix G-15.

El Centro de Cálculo Electrónico se cambió al edificio que es actualmente el IIMAS.

- 1963** Se adquirió un equipo en renta, una Bull Gama-30.
Se adquiere una computadora analógica AD-224 de la compañía APPLIED DYNA-MICS para el Departamento de Biocibernética.
- 1964** Se adquiere una minicomputadora PDP-8.
- 1965** Se adquiere una Bendix G-20.
Se crea el Centro Móvil de Cálculo Electrónico.
Se instala la primera computadora de uso administrativo, una IBM-440 en la Sección de Máquinas
- 1967** Se adquiere el primer equipo Burroughs B-5500.
- 1969** La Dirección General de Sistematización de Datos sustituye sus equipos por una computadora IBM-360/40.
- 1970** En base a la unificación del Centro de Cálculo Electrónico y la Dirección de Sistematización de Datos se funda el Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas Sistemas y Servicios, que mas tarde se convertiría en Instituto.
- 1971** Se instala el computador Burroughs B-6500.
Se instala un procesador central modelo B-6700 Burroughs.
Se sustituyen los teletipos conectados a la B-5500 por terminales Decwriter.
- 1976** Se sustituye el equipo de apoyo administrativo por un computador B-6700, permitiendo el uso de terminales con monitor.
- 1979** Se instala un computador B-6800 para apoyo académico.
- 1981** Se crea el Programa Universitario de Cómputo.
- 1982** Se instala el computador B-7800.
- 1985** Se crea la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico.
La Dirección para la Administración Central se constituye en la Dirección General de Servicios de Cómputo para la Administración DGSCAd.

- 1986** DGSCA recibe un equipo IBM-4381.
Se conecta un sistema de Diseño asistido por Computadora, CAD al equipo IBM 4381 al que se tenía acceso por la recién creada "Token Ring".
DGSCAd sustituye su equipo de cómputo, Burroughs B-6700, por tres computadoras, dos A9 y una A3 de Unisys.
- 1987** Se presenta el Plan de Trabajo de Integración de la Red Universitaria de Cómputo.
Se conecta la Red Universitaria de Cómputo a la Red Académica Mundial de computo BITNET.
Se comunica a la red pública de datos TELEPAC con vía de acceso telefónica.
DGSCA sustituye el equipo Burroughs B6800 por un computador A12 y un A6 de Unisys. Se incrementa a 400 el número de terminales conectadas.
- 1988** Se efectúa el primer enlace de fibra óptica dentro de Ciudad Universitaria, uniendo dos anillos Token Ring entre DGSCA y Astronomía a 4 Mbps.
- 1990** El A6 en la Dirección de Cómputo para la Administración Académica se traslada a la Dirección general de Incorporación y Revalidación de Estudios.
Llega a la Dirección de Cómputo para la administración Académica un equipo Cyber 170 modelo 855 de Control Data Corporation, y adquiere un tercer procesador de comunicaciones.
Se sustituye a la computadora Burroughs B-7800 por un computador A-12B.
- 1991** La DGSCA adquiere una supercomputadora CRAY-YMP, iniciando así la era del supercómputo.
- 1992** Interconexión de los Mainframe Unisys en un ambiente Ethernet.
- 1993** Aprobación del proyecto de la red metropolitana de la UNAM (Incorporación de todas las escuelas fuera del campus de Ciudad Universitaria a RedUNAM)
- 1994** Aprobación del proyecto de fundación UNAM (Infraestructura de salas de computo en red para cada escuela o facultad de la UNAM)

Topología

La red de datos está formada por un "Backbone" principal de FDDI, el cual se conforma por 3 dependencias que representan el mayor índice de tráfico, debido a las actividades académicas, científicas y tecnológicas que en ellas se desarrollan: Astronomía (ASTROS), IIMAS, y DGSCA, cada una conectada a través de un ruteador (a excepción de DGSCA, que cuenta con dos ruteadores). A cada uno de éstos ruteadores se conectan otras redes locales ó remotas, comunicándose mediante el conjunto de protocolos TCP/IP implementándose sobre diferentes tecnologías, siendo las principales: Ethernet, HDLC (High Level Data Link Control) y FDDI. Todas ellas con comunicación hacia Internet (fig. 6.3).

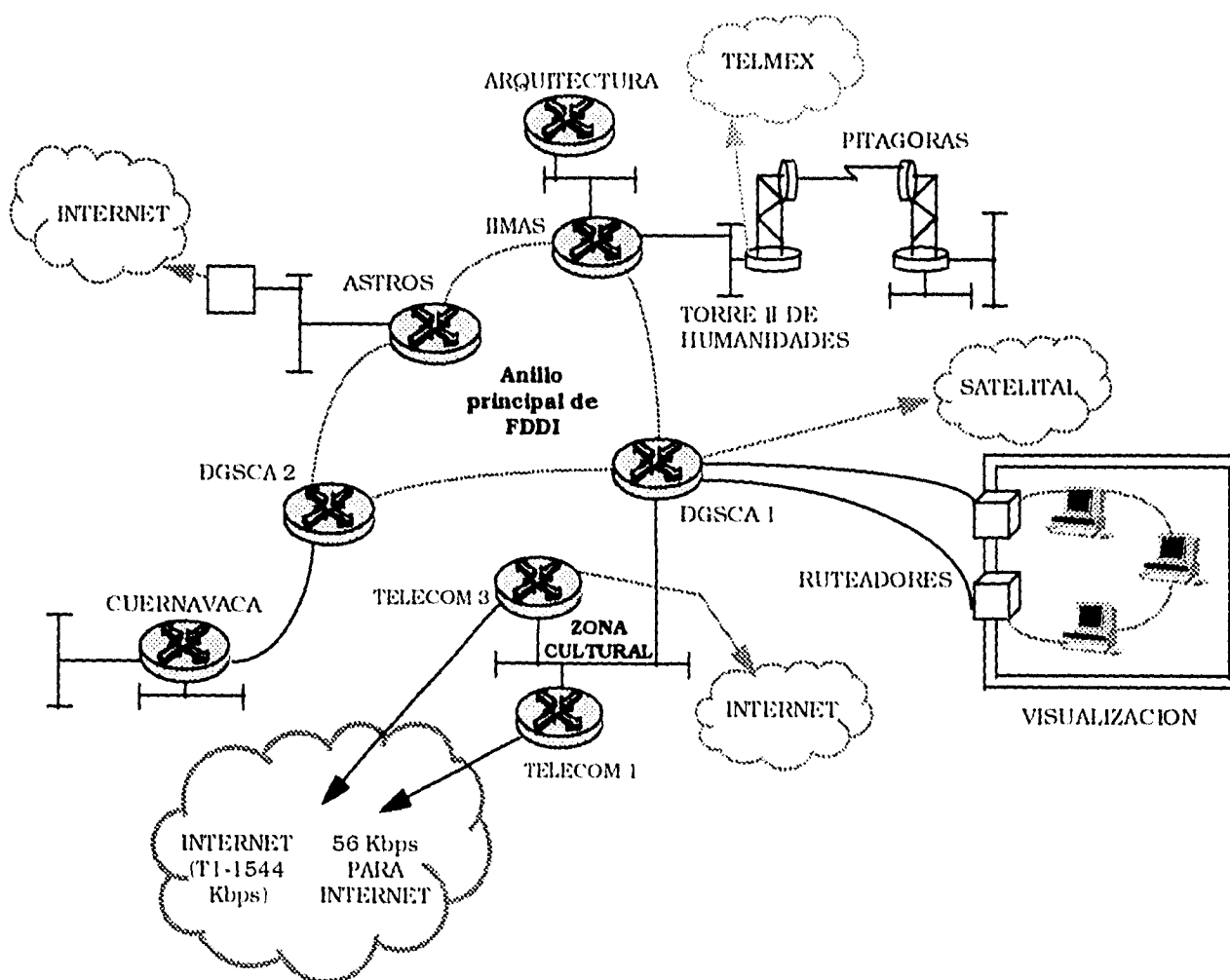


fig. 6.3 Estructura de la red de datos.

Servicios

La red presta básicamente los siguientes servicios:

- Búsqueda de información en servidores del país o del extranjero
- Sesiones con otros servidores en el país y del extranjero
- Transferencia de archivos
- Correo Electrónico

Tráfico de la Red de Datos

En el siguiente cuadro se muestra el tráfico promedio de Kbits de entrada y salida de los 4 ruteadores que hoy en día conforman el backbone de FDDI. El procedimiento para obtener las mediciones consistió en efectuar lecturas de las estadísticas que cada interfaz del ruteador en cuestión presentaba durante los días del 6 al 10 de Marzo. Las mediciones se iniciaban a las 11:00 Hrs. y terminaban a las 12:00 Hrs de cada día. Se observaba una variación en la cantidad de información durante el tiempo en que se observaba dicho comportamiento. La tabla 6.1 presenta un panorama que nos puede hacer afirmar que el tráfico de datos del anillo de FDDI presenta un ancho de banda subutilizado si se considera que la capacidad máxima es de 100 000 Kbps.

Ruteador	Kbps (Entrada/Salida)
ASTROS	28/22
IIMAS	1128/962
DGSCA-1	516/962
DGSCA-2	721/839
TOTAL	2393/2343

Tabla 6.1 Tráfico de nodos principales

Infraestructura Actual con que cuenta la Red Integral de Telecomunicaciones de la U.N.A.M.

Red de Fibra Óptica

La red de fibra óptica con que actualmente cuenta la U.N.A.M. se encuentra extendida a lo largo y ancho de todo el campus de Ciudad Universitaria, formándose una red totalmente distribuida, considerándose los nodos principales:

Torre II de Humanidades, Arquitectura, IIMAS, Astronomía, DGSCA y Zona Cultural. A partir de éstos nodos principales se conectan otras 60 dependencias universitarias con objeto de que el servicio de red tanto telefónico como de datos les sea proporcionado. La conexión antes mencionada se efectúa instalando fibra óptica tipo multimodo de uso rudo, la cual presenta un contenido de 4, 6, 8 y hasta 12 hilos por fibra, dependiendo de la forma como se distribuirá en la dependencia en cuestión, así como de los usos que le sean destinados.

El tipo de fibra que se instala normalmente en enlaces de voz ó datos hasta 10 Mbps emplea las siguientes especificaciones técnicas:

Cable Optico Tipo Multimodo con núcleo de 62.5 μm de Diámetro

Uso y Aplicación

- 1) Redes de Area Local
- 2) Cableado de distribución en edificios
- 3) Cableado para enlaces voz y datos
- 4) Cableado de distribución local de red

Características

- 1) Optimo para operarse con led de 1300 nm
- 2) Elimina el uso de repetidores
- 3) Construída con doble protección para un excelente funcionalidad en el medio ambiente
- 4) Excelente control dimensional para una pérdida baja por empalme
- 5) Recubrimiento estándar de 125 μm
- 6) Amplia compatibilidad con otros productos de distribución
- 7) Compatibilidad con estándares EIA y ANSI

Especificaciones Técnicas

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1) Diámetro del recubrimiento | 125 μm |
| 2) Diámetro del núcleo | 62.5 μm |
| 3) Índice de refracción delta | 2.0 % |
| 4) Apertura Numérica | 0.29 % |
| 5) Rango de atenuación | 0.85 a 2.7 dB/Km @ 1300 nm
4.0 dB/Km @ 850 nm |

6) Ancho de Banda	300 a 700 MHz-Km @ 1300 nm 160 a 300 MHz @ 850 nm
7) Pérdida típica por empalme	0.10 dB (arreglo) 0.20 dB (mecánico)
8) Diámetro del forro	245 μm

Existe otro tipo de fibra óptica que se instaló con el objeto de incorporar a 24 E1's provenientes de la red pública de TELMEX hacia DGSCA e IIMAS, formando así un sistema totalmente distribuido que permitiera enrutar cualquier llamada proveniente desde el exterior del Campus directamente a su nodo destino, formándose 2 enlaces: DGSCA con Zona Cultural y Arquitectura con IIMAS, cada enlace tiene una capacidad de 16 supertramas E1 (34 Mbps). Para lograr un transporte eficiente de toda ésta información, se efectuó la instalación de tramos de fibra óptica tipo monomodo entre las dependencias anteriormente citadas, la cual presenta las siguientes características técnicas:

Cable Optico tipo Monomodo con núcleo de 10 μm de diámetro

Uso y Aplicación

- 1) Sistemas de cableado que requieren un espaciamiento para repetición amplio y/o tasas elevadas de transmisión
- 2) Cableado aéreo
- 3) Cableado subterráneo
- 4) Cableado submarino

Características

- 1) Capacidad de transmisión a 1310 nm y/o 1550 nm
- 2) Excelente control dimensional para bajas pérdidas por empalme
- 3) Diseño de revestimiento comprimido para un funcionamiento óptimo en microdobles

Especificaciones Técnicas

1) Diámetro del recubrimiento	125 μm
2) Diámetro del núcleo	10 μm
3) Índice de refracción delta	0.37 %

4) Excentricidad del núcleo	$\leq 1.0 \mu\text{m}$
5) Rango de atenuación	0.4 a 0.75 dB/Km @ 1310 nm 0.30 a 0.50 dB/Km @ 850 nm
7) Pérdida típica por empalme	0.50 dB (arreglo) 0.05 dB (rotatorio)
8) Diámetro del forro	245 μm

Las figuras 6.4 y 6.5 muestran la distribución global existente de fibra óptica instalada en el campus de Ciudad Universitaria.

Infraestructura de RedUNAM

A continuación se presenta una comparación de la capacidad con que se contaba en los inicios del proyecto en 1989, contra lo que se cuenta hoy actualmente (tabla 6.2):

	1989	1995
Computadoras Personales en Red	2.300	20.000
Estaciones de Trabajo	10	700
Supercomputadora		CRAY YMP
Edificios con servicio de red	10	220
Instituciones Ajenas conectadas a RedUNAM		50
Extensiones Telefónicas	2.900	9.000
Bibliotecas Computarizadas	1	25

Tabla 6.2 Cantidad de equipo en la U.N.A.M.

U.N.A.M. RED DE FIBRA OPTICA

F.O. 8 _____
 F.O. 4 _____
 F.O. 12/MONO _____
 F.O. 12/MULTI _____

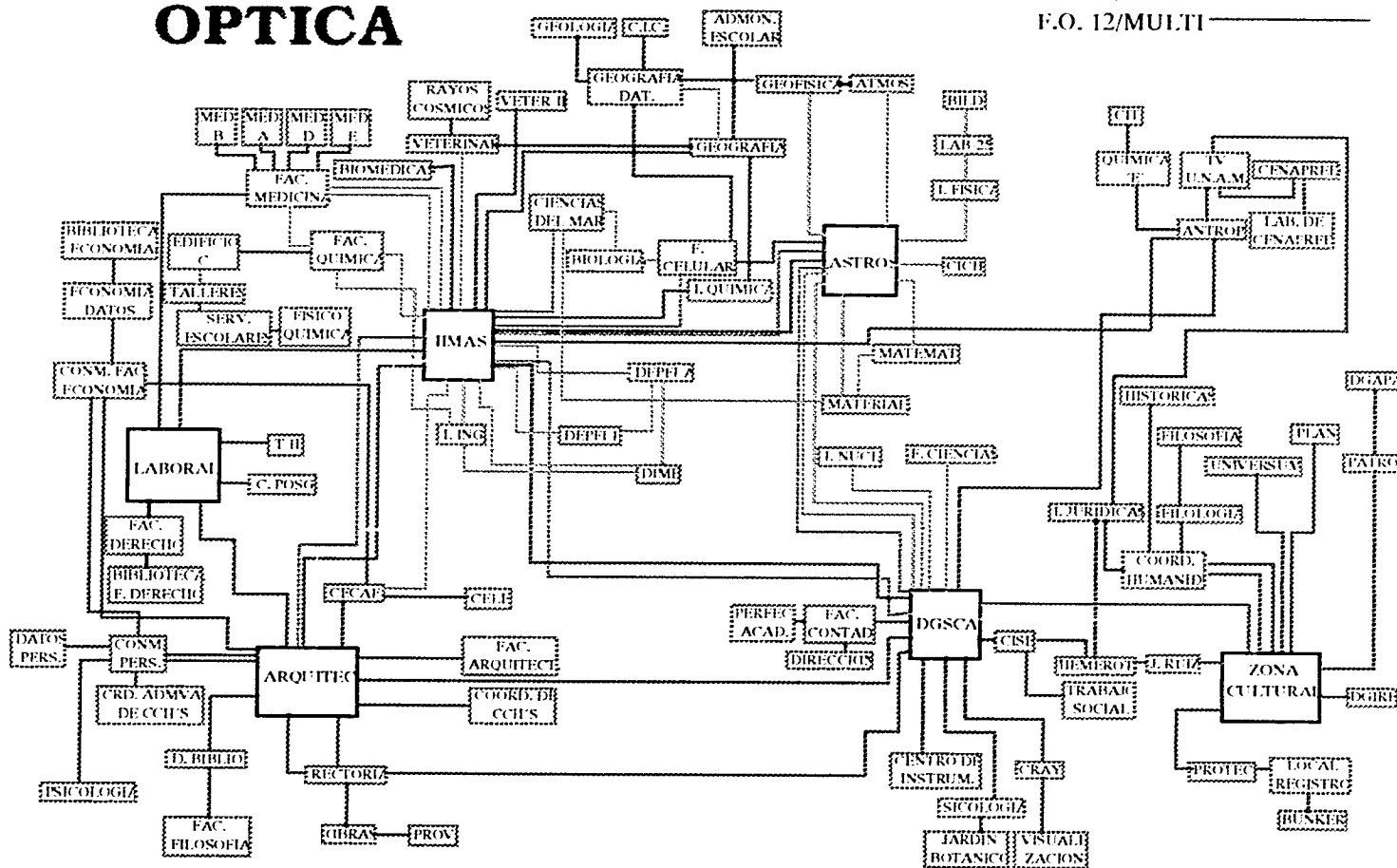


Fig. 6.5 Interconexión de fibra óptica en el campus universitario

Enlaces Satelitales

Este tipo de enlace se lleva a cabo a tasas de velocidad más bajas, empleándose una conectividad por módem-ruteador mediante una interfaz serial. Este tipo de enlaces presentan un acceso a la red con retardos del orden de hasta 3 veces más con respecto a enlaces terrestres por fibra óptica o cobre (fig.6.6).

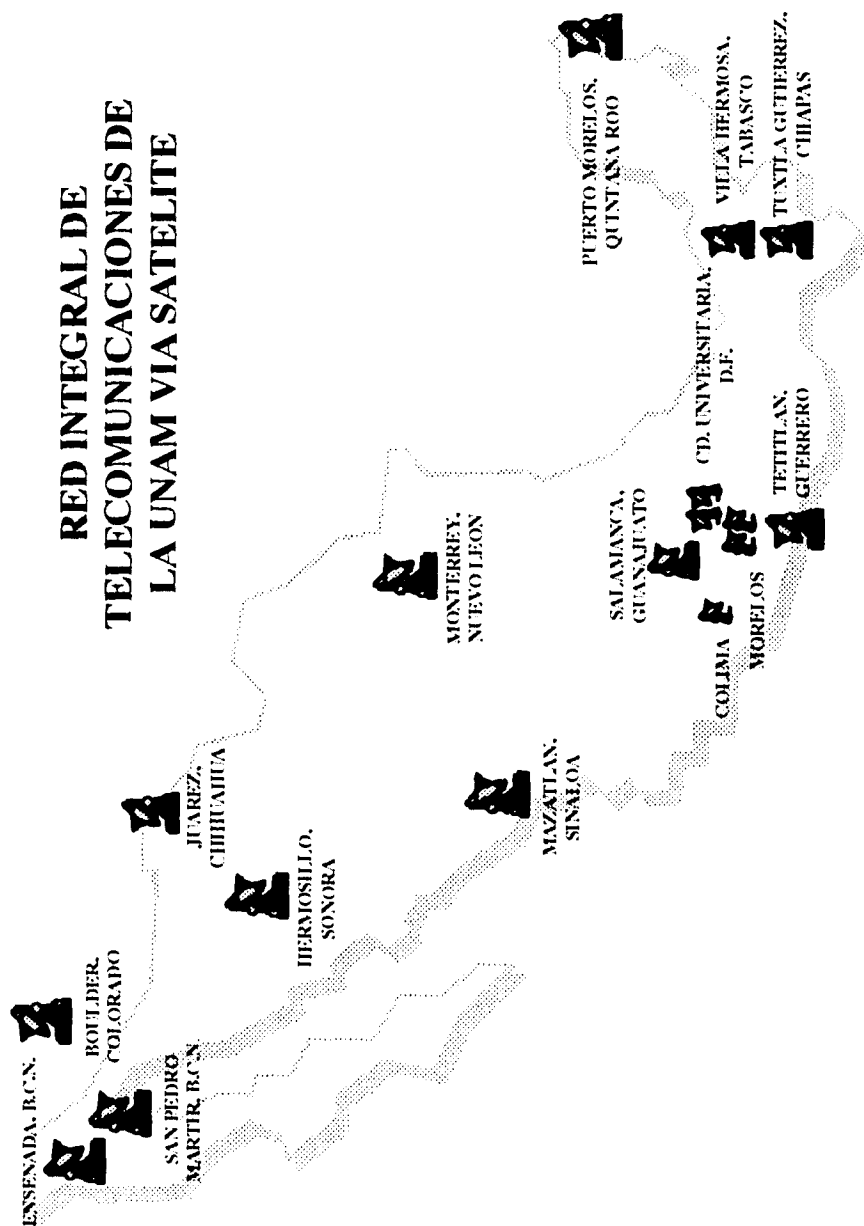


fig. 6.6 Enlaces satelitales de la UNAM en la República Mexicana.

Enlaces Metropolitanos

Los enlaces metropolitanos con que cuenta la U.N.A.M. tienen por objeto el brindar el servicio de Internet a los campus que se encuentran fuera de ciudad universitaria, así como también, brindar el servicio a las escuelas de nivel medio superior pertenecientes a la U.N.A.M. A la fecha se tienen casi todo los enlaces funcionando (CCH Sur, CCH Vallejo, CCH Oriente, CCH Naucalpan, CCH Azcapotzalco, Preparatoria No. 1, Preparatoria No. 2, Preparatoria No. 3, Preparatoria No. 6, Preparatoria No. 8, y Preparatoria No. 9), el resto de las demás escuelas se encuentran en proceso de conectarse a RedUNAM.

Al mismo tiempo, la U.N.A.M. incorpora a su red digital de voz/datos a las 3 Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales (Aragón, Iztacala y Acatlán), a las Facultades de Estudios Superiores (Zaragoza y Cuautitlán) y la Dirección General de Servicios de Computo para la Administración en Pitágoras.

En la figura 6.7 se muestra como esta conformada la red Metropolitana, así como sus enlaces por microondas a través de la Red Digital Integrada (RDI) de TELMEX y otras instituciones que se encuentran conectada a la red.

RedUNAM

Enlaces en el área metropolitana

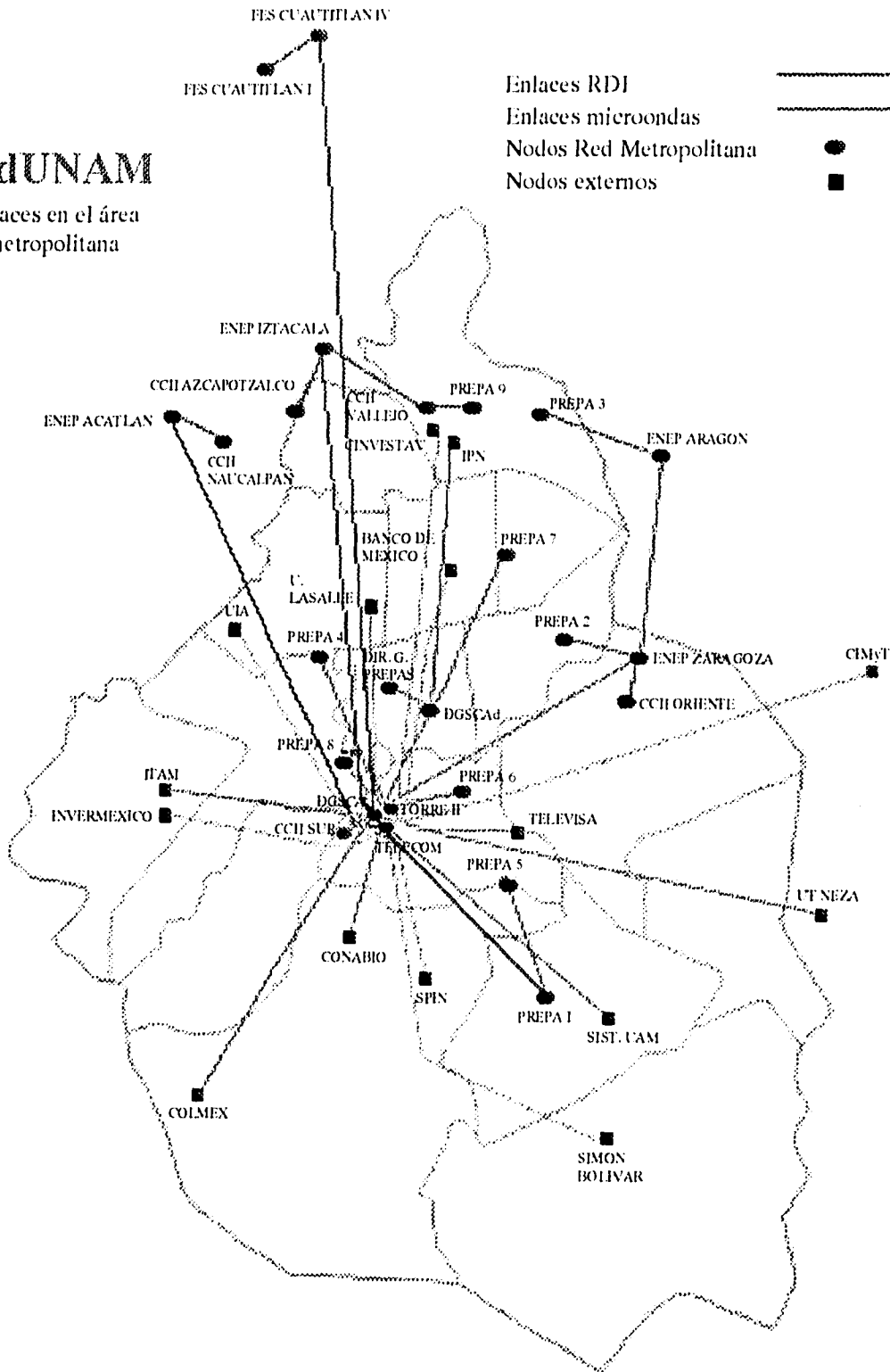


fig. 6.7 Enlaces RDI y microonda en el D.F.

Conjunto de Protocolos Empleados en Internet (RedUNAM)

TCP/IP define formatos y reglas para la transmisión y recepción de información independientemente del tipo de red o el hardware que utilice, los protocolos que conforman la familia TCP/IP:

- Protocolo de Control de Transmisión (TCP, Transmission Control Protocol)
- Protocolo Interred (IP, Internetwork Protocol)
- Protocolo de Usuario de Datagrama (UDP, User Datagram Protocol)
- Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP, File Transfer Protocol)
- Emulación para Acceso Remoto (Telnet, Terminal Virtual)
- Protocolo de Transporte de Correo Sencillo (SMTP, Simple Mail Transport Protocol)
- Protocolo de Copia Remota (RCP, Remote Copy Protocol)
- Sistema de Archivo de Red (NFS, Network File System)
- Protocolo de Mensaje de Control Internet (ICMP, Internet Control Message Protocol)
- Protocolo de Transferencia de Archivo Trivial (TFTP, Trivial File Transfer Protocol)
- Servicio de Nombre de Dominio (DNS, Domain Name Service)

El protocolo TCP divide los datos en datagramas y los reensambla en su destino final en forma ordenada, los datagram recibidos incorrectamente son reenviados. El protocolo TCP agrega un encabezado al principio de cada datagram.

El protocolo IP encuentra la ruta para enviar los datagram individualmente y los lleva a su destino final. Este protocolo también agrega una cabecera a cada datagram.

VI.2 Procedimiento Para un Diseño

Para hacer el diseño de una red ATM o para un proyecto de migración a tecnología ATM, es necesario tener en cuenta varios factores que son de trascendencia como lo son: las aplicaciones que se manejan y las que se esperan manejar, el número de usuarios actual y el número de usuarios estimados a futuro, el capital y el tiempo con que se cuenta para el proyecto, entre otros.

Puntos a Contemplar en el Diseño

1.- Considerar las Necesidades Actuales y a Futuro.

Si la necesidad es el manejar datos a altas velocidades existen varias tecnologías que pueden solucionar este problema como lo son: FDDI y Fast Ethernet. Si se quiere manejar voz y datos, Frame relay es una buena solución. Por último, si se desea manejar voz, datos y vídeo en tiempo real o una cantidad enorme de voz y datos, ATM es la solución a esta necesidad.

2.- Contemplar Otras Tecnologías.

Si no se necesita manejar vídeo en tiempo real, o las aplicaciones no son sensibles al retardo, se debe considerar que existen otras alternativas como lo son el uso de voz y vídeo comprimidos.

3.- Estudiar la Red Actual.

Se deben aplicar estudios de tráfico y utilización del ancho de banda, considerando las aplicaciones futuras. Analizar si es posible reconfigurar el equipo y seguir usando.

4.- Enumerar los Recursos con que se Cuenta.

Enumerar y catalogar el equipo, instalaciones, cableado, capital y tiempo.

5.- Proponer Soluciones.

De acuerdo a los estudios realizados y al equipo con que se cuenta, se deben proponer soluciones que permitan resolver el problema, bien sea con pequeñas modificaciones, una migración paulatina, o bien un cambio total.

6.- Analizar las Opciones del Mercado.

Consultar con vendedores y proveedores para elegir opciones que cumplan con la mejor calidad, mejores servicios, garantías y precios.

7.- Análisis Costo Beneficio.

De las opciones que se contemplen, escoger la mejor para nuestro caso particular, considerando los aspectos operativo y económico.

8.- Elaborar un Plan de Trabajo.

Una vez tomada la decisión se recomienda elaborar una relación de trabajo, utilizando algún método de realización de proyectos como puede ser "La ruta crítica" o "Diagrama de Gant", etc. para llevar el control de la etapa de transición.

9.- Hacer un Plan de Estudios y Medidas Preventivas.

La red diseñada debe ser monitoreada para observar su desempeño y tener un plan de prevención y mantenimiento, para así proteger la inversión, que ésta se mantenga trabajando correctamente y para estar preparado para solucionar los problemas que se puedan presentar a futuro.

VI.3 Introducción de ATM en la Red Integral de Telecomunicaciones de la UNAM

Departamento de Supercómputo

Este departamento cuenta con una supercomputadora de características especiales, la cual fue adquirida con el objeto de que la población académica de la U.N.A.M. contara con una máquina que procesara información, realice cálculos a velocidades altas, resolviera algoritmos complicados de varias variables y pudiera realizar tareas diversas que requirieran de procesamiento en paralelo a altas velocidades y diera alojamiento a múltiples usuarios a distancia a través de la red integral de telecomunicaciones. La supercomputadora CRAY Y-MP4/432 está formada por la Unidad Central de Procesamiento (CPU), las unidades de disco, la unidad de refrigeración y la unidad de control de energía y refrigeración, opera a una frecuencia de 400 Hz.

Tiene instalados 4 procesadores que trabajan en paralelo y realizan operaciones escalares o vectoriales. Los procesadores son capaces de direccionar en total una memoria principal de 512 Mb. El reloj del sistema tiene una frecuencia de 167 MHz. Los 4 procesadores pueden rendir teóricamente 664 millones de instrucciones por segundo. La memoria central de CPU es de 32 megapalabras (1 palabra = 64 bits). Además tiene una memoria temporal de 32 MB que sirve de interfaz entre los procesadores y los subsistemas restantes del CPU.

También cuenta con un banco de memoria auxiliar RAM de 1 Gigabit. Para conectar la CRAY a la red universitaria existen dos ruteadores con interfaces Ethernet, HIPPI (interfaz paralela de alto desempeño-High Performance Paralell Interface) y FDDI cada uno. El protocolo de comunicación que usa el sistema operativo es TCP/IP y el sistema operativo es UNICOS 7.0 el cual está basado en UNIX.

Los usuarios de CRAY ubicados en el edificio de la DGSCA emplean estaciones de trabajo, terminales de red y computadoras personales como equipo terminal de datos (DTE's) para comunicarse con la supercomputadora.

Existen dos segmentos Ethernet (132.248.190.0 y 132.248.204.0) a los que se conectan las máquinas propiamente y tienen comunicación con los dos ruteadores de CRAY a través del backbone de RedUNAM por el que se conectan al anillo de visualización. Ver fig. 6.8.

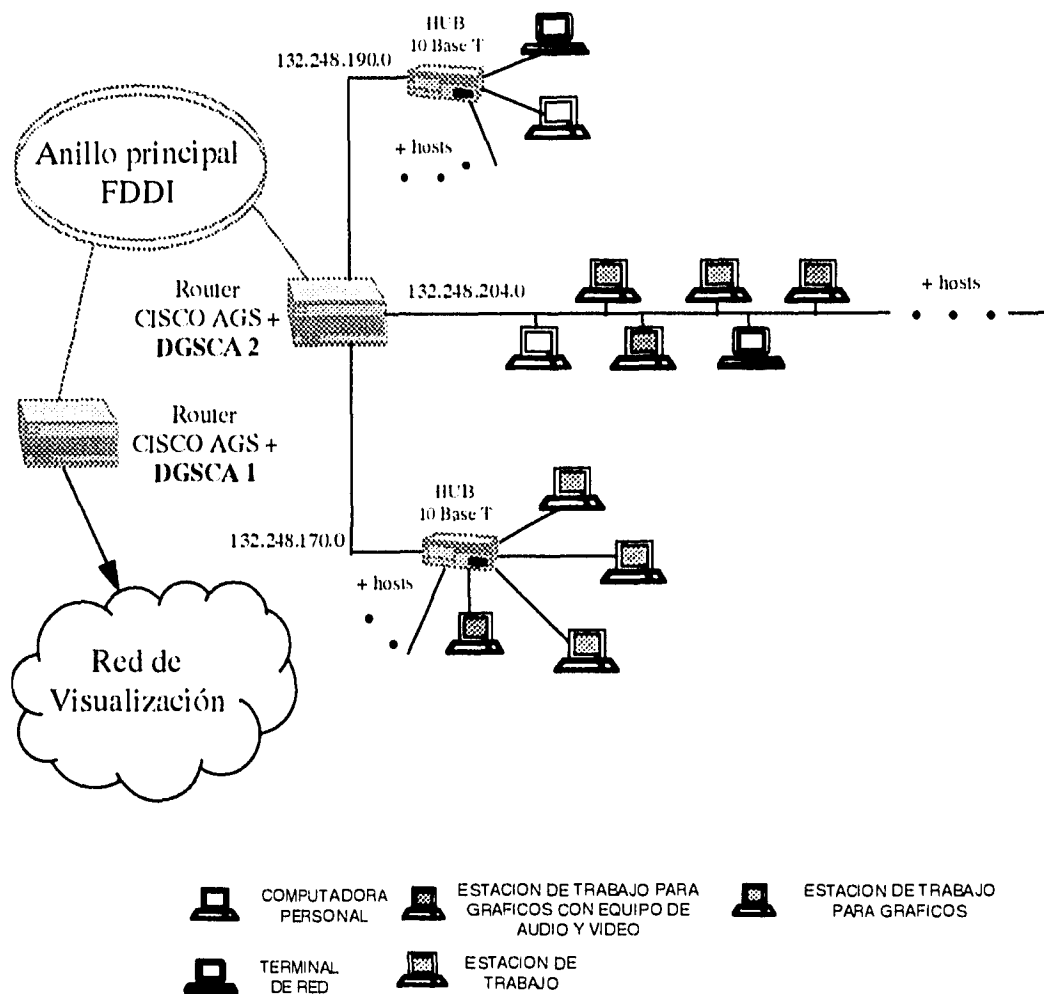


fig 6.8 "Redes de Supercómputo y Visualización"

Laboratorio de Visualización

El objetivo de este laboratorio es facilitar a los investigadores la visualización, que es la representación gráfica, estática o dinámica de un fenómeno, haciendo uso de medios artificiales para representar uno ó más comportamientos. Este laboratorio es la interfaz gráfica de la supercomputadora CRAY YMP.

El anillo de "FDDI VISUALIZACION" sirve como backbone conectando 3 servidores gráficos "Mira", "Capella" y "Polaris" con los dos ruteadores de CRAY "Castor" y "Pollux", así como el nodo Internet "DGSCA 1".

Existen 2 segmentos Ethernet (132.248.161.0 y 132.248.159.0) conectados a Castor y Pollux, que nos sirven de enlace para comunicar a 6 estaciones de trabajo, 3 terminales de red, 1 computadoras personales, 1 Macintosh, 1 servidor de disco, 1 plotter y 1 impresora (fig. 6.9). Así mismo, hay comunicación con otro segmento Ethernet que se conecta gracias al Backbone de FDDI de RedUNAM, mediante el ruteador "DGSCA 2". En éste segmento hay conectadas varias máquinas que son clientes de otros servidores, pero hay 4 que son clientes de los servidores del laboratorio de visualización.

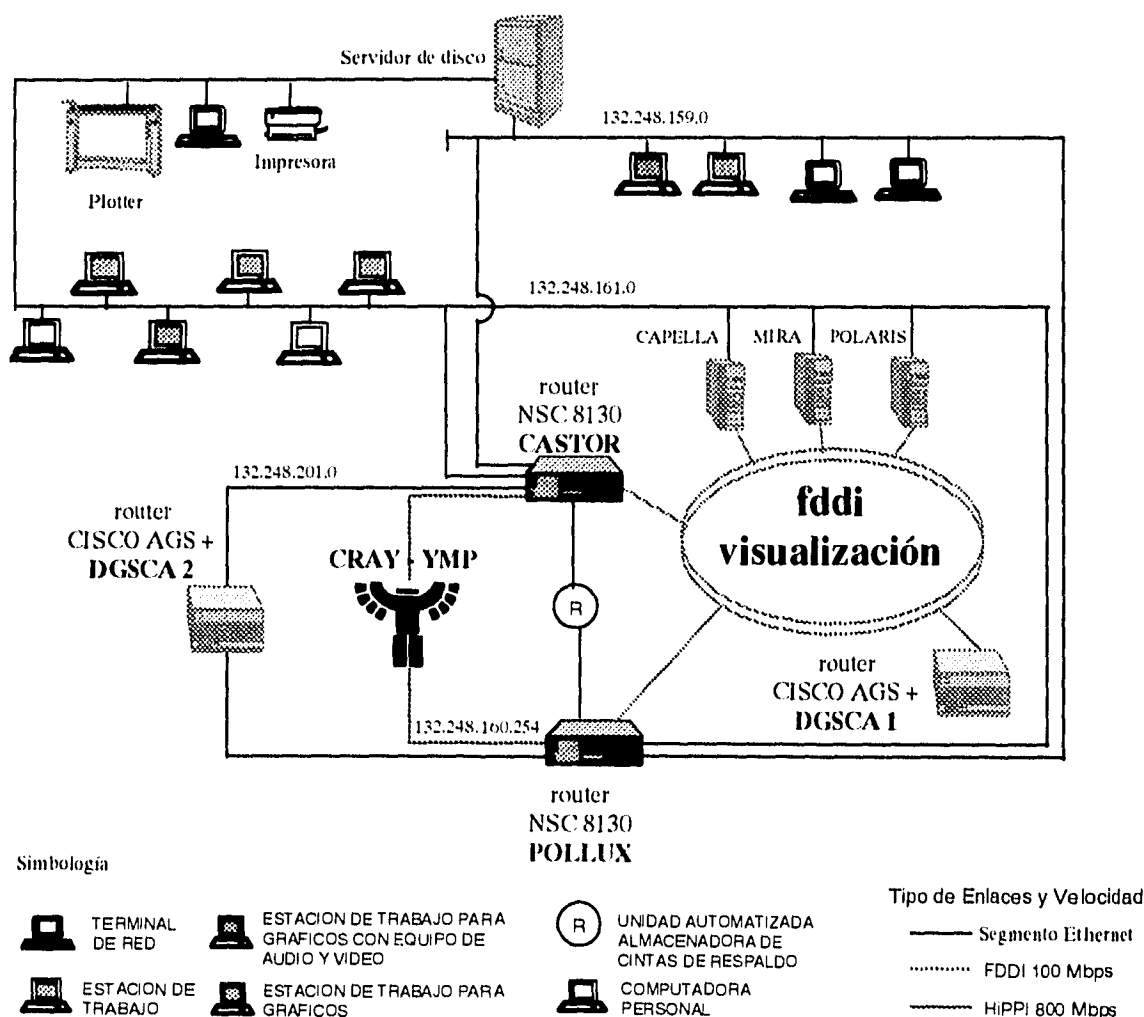


fig. 6.9 "Red del Laboratorio de Visualización"

DISEÑO DE UNA RED ATM

La tarea primordial del cuerpo de académicos, alumnos destacados e investigadores en el área de ciencias, ingeniería e informática es desarrollar proyectos de investigación en los que se conjuntan el cálculo numérico de varias variables con la visualización, para obtener resultados o aproximaciones en simulaciones de algún tema de interés específico de la ciencia o tecnología.

Las estaciones de trabajo y las computadoras personales hacen uso de los recursos con los que el laboratorio cuenta como lo son servidores gráficos o de disco y también hacen uso de la supercomputadora CRAY-YMP. Por último, el laboratorio también cuenta con equipo de grabación de vídeo en formatos VHS, BETA CAM o U-MATIC y con distintas licencias de software con los que se realiza la visualización.

Es importante señalar que existe un vínculo directo entre ambos departamentos, ya que los dos son usuarios de la supercomputadora CRAY.

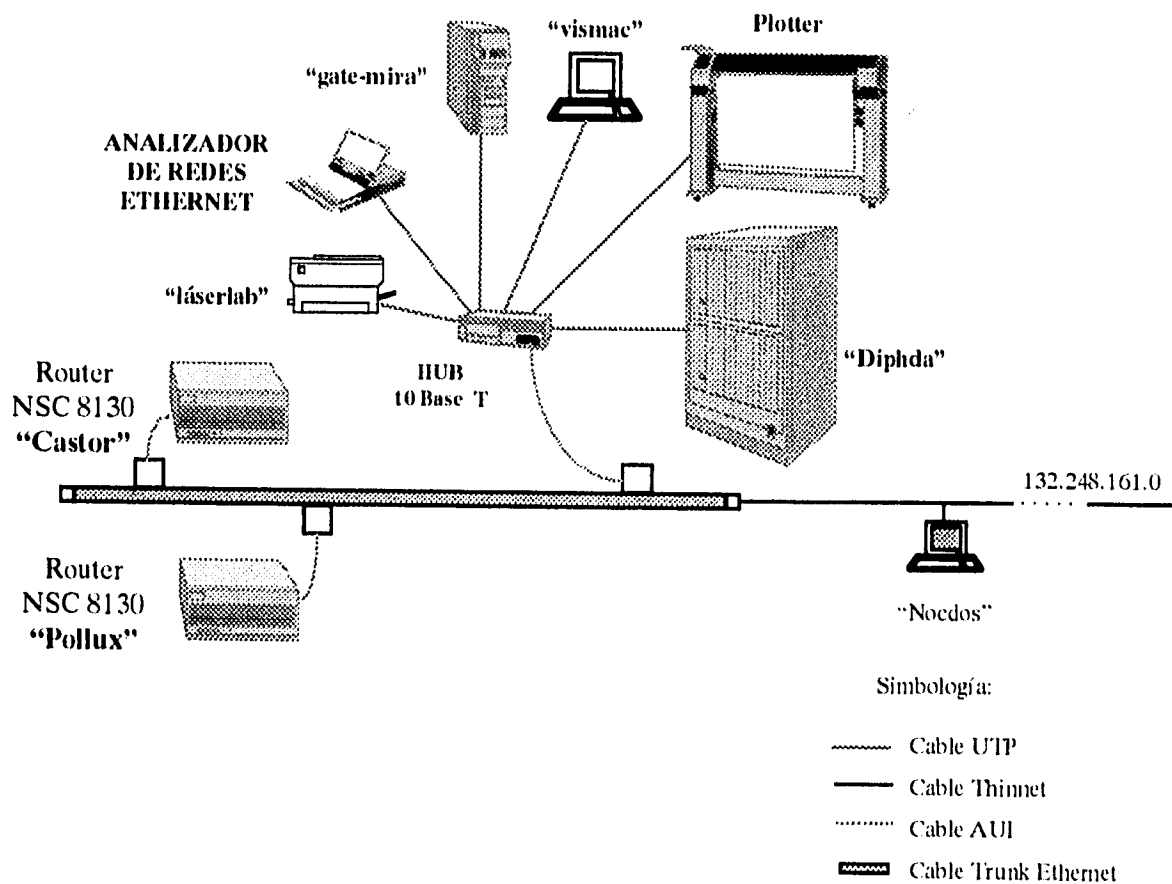


fig. 6.10 Conectividad del segmento 132.248.161.0

El segmento 132.248.161.0 parte de los ruteadores de CRAY en cable tipo coaxial grueso para segmento Ethernet (estándar IEEE 802.3) como se muestra en la figura 6.10 hasta donde se acopla con otro cable tipo coaxial delgado (Thinnet) para extender el mismo segmento a partir del cual ya se conectan directamente todas las estaciones. La primera estación conectada es un concentrador 10 Base T conectado a partir de un transceiver 10 Base 5 y una extensión tipo AUI. Dicho concentrador extiende la señal de red formándose una topología en estrella* que contiene al servidor gráfico "Mira", al plotter, a la impresora "Laserlab", al servidor de disco "Diphda" y a una Macintosh "Vismac". Por el segmento Thinnet se conectan directamente los otros dos servidores gráficos Silicon Graphics: "Capella" y "Polaris", así como la nueva estación "URSA":

Marca	Modelo	Nombre
Silicon Graphics	Indigo 2 Extreme	Mira
Silicon Graphics	4D/35	Capella
Silicon Graphics	4D/420VGX	Polaris
Silicon Graphics	ONYX	Ursa

Las demás estaciones conectadas a éste mismo segmento son las siguientes:

Marca	Modelo	Nombre
Sun Microsystems	Sparc 1 +	Andrómeda
ACER	1120 SX	vispc
NCD	Xterminal	Kodiak
Silicon Graphics	Indigo 2 Extreme	Deneb
HP	730	Nocdos
Sun Microsystems	Sparc Classic	Pegasus

El segmento 132.248.159.0 también parte de los ruteadores de CRAY en cable tipo coaxial grueso hasta donde se conecta la estación "Merak" mediante un cable AUI a partir de un transceiver 10 Base 5. Como segundo nodo, se

* A pesar de que la topología física conforma una estrella, la topología lógica sigue siendo un bus debido a que forma parte de una red tipo Ethernet.

** Como se puede observar, los servidores gráficos tienen dos interfaces: FDDI y Ethernet.

conecta un repetidor con dos puertos tipo BNC y AUI. Del puerto AUI se conecta un transceiver 10 Base T al que se conecta un cable tipo par trenzado hacia "Diphda", mientras que del puerto BNC se conecta una "T" con un acoplador para Trunkcable/Thinnet al que se conectan las siguientes máquinas:

Marca	Modelo	Nombre
Silicon Graphics	INDY	Merak
SUN Microsystems	Sparc Classic	Xtabentún
SUN Microsystems	Sparc 1000	gate diphda
NCD	X terminal	Orion
NCD	X terminal	Panchito

El segmento 132.248.170.0 parte directamente del ruteador CISCO AGS+ "DGSCA 2" con cable tipo par trenzado hacia un "stack" de concentradores 10 Base T. De uno de ellos se conectan las estaciones de trabajo que se enlistan a continuación, las cuales tienen interacción gráfica, de voz, vídeo y datos hacia los demás servidores del laboratorio de visualización:

Marca	Modelo	Nombre
Sun Microsystems	Sparc LX	Casiopea
Sun Microsystems	Sparc Classic	Altair
Sun Microsystems	Sparc Classic	Cygnus
Silicon Graphics	INDY	Aldebarán

El segmento 132.248.190.0 parte directamente del ruteador CISCO AGS+ "DGSCA 2" con cable Thinnet hacia un HUB 10 Base T. De éste se conectan las estaciones que se enlistan a continuación, las cuales tienen interacción tanto con CRAY, con el resto del mundo y con los demás servidores del laboratorio de visualización:

Marca	Modelo	Nombre
Sun Microsystems	Sparc Classic	Brozo
NCD	X terminal	Charanda
ACER	1120SX	SuperPC1

El segmento 132.248.204.0 parte directamente del ruteador CISCO AGS+ "DGSCA 2" con cable tipo coaxial grueso, de donde se convierte a cable Thinnet al llegar a un repetidor de un sólo puerto. De éste se conectan las estaciones de trabajo que se enlistan a continuación, las cuales tienen interacción tanto con CRAY, con el resto del mundo y con los demás servidores del laboratorio de visualización:

Marca	Modelo	Nombre
Digital Equipment	dec5000	ds5000
SUN Microsystems	Sparc Classic	Tequila
SUN Microsystems	Sparc Classic	Mezcal
NCD	X terminal	Kahlúa
ACER	333s	MasPC
Silicon Graphics	INDY	Pulque

VI.4 Problemática Existente en el Ancho de Banda Disponible en una Tecnología de Medio Compartido.

Aplicaciones que Demandan Gran Ancho de Banda

La videoconferencia es sólo un ejemplo, donde el empleo de voz, datos y vídeo son indispensables para su realización, y sobre la cual nos basamos para determinar la cantidad de ancho de banda necesario que una red debe tener disponible para la utilización de este servicio.

Si se efectúa una comparación, con la tasa requerida para transmitir vídeo en tiempo real comprimido con 128x240 pixeles a 15 cuadros por segundo, se requieren un poco más de 150 veces el ancho de banda que se emplea actualmente, además de que **se requiere de una tecnología que permita efectuar un manejo de información con tasas constantes de transmisión y un manejo dinámico del ancho de banda.**

Algunas de las cantidades que se necesitan en el ancho de banda para el manejo de vídeo se muestran en la tabla 6.3.

Servicios de Vídeo	Ancho de Banda (Kbps)	
	Normal	Comprimido
Tiempo Real (1/4 de pantalla, baja resolución; 128x120 píxeles; 9 bits/píxel; 15 Cuadros/seg)	2,074	64
Tiempo Real (1/4 de pantalla, alta resolución; 128x240 píxeles; 9 bits/píxel; 15 Cuadros/seg)	4,147	384
Tiempo Real (pantalla completa, alta resolución; 128x240 píxeles; 9 bits/píxel; 30 Cuadros/seg)	8,294	2,000
No en Tiempo Real, baja resolución, (352x240 píxeles; 9 bits/píxel; 10 Cuadros/seg)	7,603	384
Calidad de Videocasetera (352x240 píxeles; 24 bits/píxel; 30 Cuadros/seg)	60,825	1,100
Calidad de estudio (T.V.) (640x480 píxeles; 24 bit/píxel; 30 Cuadros/seg)	221,184	4,000
Televisión de Alta Definición-HDTV (1125 líneas; 24 bit/píxel; 30 Cuadros/seg)	800,000	60,000 a 127,000

tabla 6.3 Servicios de vídeo y su ancho de banda necesario

Compresión de Vídeo

La compresión de vídeo (fig.6.11) es vital para cualquiera que use vídeo digital, ya sea en el área del desarrollo de programas en CD-ROM, sistemas de vídeo conferencia o en el desarrollo de presentaciones o herramientas de entrenamiento. Los "codecs" (o drivers) que se elijan determinaran la calidad de las imágenes y que tan suavemente fluyan al momento de la presentación.

Una imagen sencilla de vídeo requiere una gran cantidad de espacio de almacenamiento. Una imagen CCIR 601, 4:2:2 Y=720 píxeles x486 líneas, Cr=360x486, Cb=360x486; requiere 700 Kbytes. A una tasa de 30 f/s, esto es alrededor de 21 Mbytes multiplicado por 60 seg. resultan 1.26 GBytes por minuto que no pueden ser guardados en su forma natural sin representar un alto costo, al igual que si hablamos de transmitir 10.08 Gbits por minuto.

VELOCIDAD DE DATOS Y VIDEO

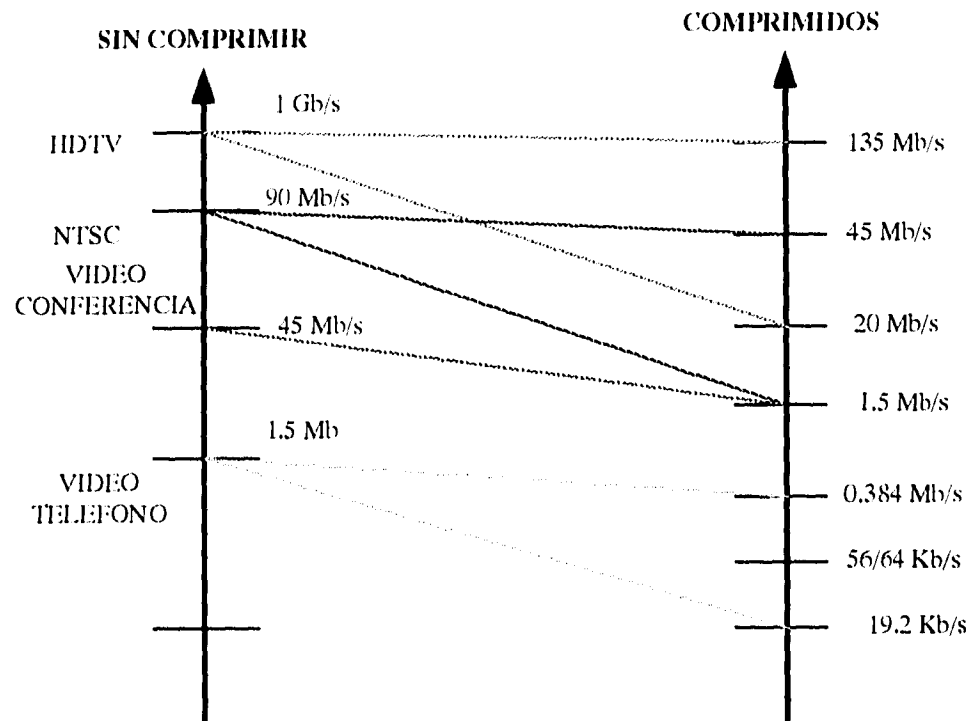


fig 6.11 tasas de información empleando compresión de datos

Los métodos de compresión caen dentro de dos campos, el uso de codecs por software, y en el uso de una combinación de software y procesadores dedicados. La ventaja de esta opción es que los algoritmos de compresión asistidos por hardware son más rápidos.

La mayoría de los algoritmos de compresión dividen una trama de vídeo en bloques y después buscan la información redundante. Esto es conocido como "intraframe analysis" o análisis dentro de la trama. En "interframe analysis" o análisis entre tramas, el algoritmo hace la misma clase de comparaciones entre tramas.

Entonces los algoritmos quitan la información redundante para reducir el tamaño del archivo de vídeo, esta técnica se conoce como "lossy compresión" o compresión por pérdida", esta técnica produce imágenes de buena calidad a altas tasas de compresión. Existe otra técnica donde los datos redundantes son codificados de tal manera que se puede recuperar toda la información original, a esto se le conoce como "lossless compression" la principal desventaja de esta

técnica es que se obtienen bajas tasas de compresión. El mejor beneficio se obtiene al balancear la tasa de compresión con la calidad de imagen resultante. También existen diversas técnicas de codificación por intratramas, entre ellas la "codificación predictiva", la "codificación por transformación" y la "cuantización del vector".

Los servicios de multimedia combinan dos o mas servicios de texto, gráficos, audio, imágenes fijas y servicios de vídeo en movimiento.

JPEG, Joint Photographic Experts Group, es un estándar, al igual que MPEG, Motion Picture Experts Group. Existen varias versiones de estos estándares definidas para la compresión de vídeo de diferentes características de tasa de compresión y calidad de vídeo, según su aplicación, las cuales pueden utilizar varias de las técnicas descritas anteriormente.

Ancho de Banda Disponible en la Red de Visualización

La transmisión y recepción de información se efectúa por cualquiera de las dos interfaces con las que cuentan las estaciones conectadas al anillo de FDDI VISUALIZACIÓN bien sea Ethernet o FDDI.

En el caso de FDDI, se cuenta con un ancho de banda amplio de 100 Mbps, aunque es fijo por no poder escalar a una capacidad mayor y es compartido, debido a que los protocolos de comunicación interactúan con el medio físico por medio de un token (testigo) en una topología de anillo.

$$BW = \frac{BW_{total} [Mbps] - BW_{empleado en el MAC} [Mbps]}{\text{Número de estaciones}}$$

Si deseáramos obtener una analogía con una tecnología de conmutación de paquetes en la que se asigna un ancho de banda dedicado a cada puerto del dispositivo y si se conectara una sola estación por puerto, se tiene que para el caso de FDDI nos quedaría que por cada estación habría un ancho de banda "dedicado" de:

$$BW = \frac{100 - 10}{7} = \frac{90}{7} \cong 13 \text{ Mbps}$$

Por otra parte, los ruteadores conectados al anillo de visualización tienen programada una ruta de entrada y salida para aquella información que tenga un destino determinado ver tabla 6.4.

Proveniente de	Destino necesario	Ruta Primaria	Ruta Secundaria
CISCO AGS + DGSCA 1	Cualquier Servidor Gráfico en FDDI	Servidor Gráfico Destino por FDDI	
CISCO AGS + DGSCA 2	Cualquier Servidor Gráfico en FDDI	Puerto Ethernet del Ruteador NSC 8130	Servidor Gráfico Destino por FDDI
Cualquier Servidor en Ethernet	Cualquier Servidor Gráfico en FDDI	Puerto Ethernet del Ruteador NSC 8130	Servidor Gráfico Destino por FDDI
Cualquier Servidor Gráfico en FDDI	Resto del mundo	Ruteador CISCO AGS+ DGSCA 1	Siguiente Ruteador con la dirección requerida
Resto del mundo	Cualquier Servidor Gráfico en FDDI	Ruteador CISCO AGS + DGSCA 1 ó DGSCA 2	Servidor Gráfico Destino por FDDI *

tabla 6.4 Trayectorias en la red de visualización

Cuando la ruta definida por alguno de los ruteadores establece una trayectoria por Ethernet, el ancho de banda disminuye considerablemente, considerándose de igual forma:

a) Segmento 132.248.161.0

$$BW = \frac{10 - 3}{17} \approx 0.41 \text{ Mbps}$$

b) Segmento 132.248.159.0

$$BW = \frac{10 - 3}{12} \approx 0.58 \text{ Mbps}$$

Una vez mencionado lo anterior, resulta claro que las tecnologías de red de medio compartido nos ofrecen velocidades insuficientes si lo que se desea es transportar imágenes ó vídeo de alta resolución en tiempo real, si se considera que en un protocolo de acceso al medio como el de Ethernet, e incluso el de FDDI, que ofrece un ancho de banda 10 veces mayor al de Ethernet, jamás nos ofrecerá una escalabilidad, un manejo dinámico de los recursos del ancho de banda o bien el manejo eficiente y rápido de la información que ofrece ATM en fabricar pequeños paquetes de tamaño definido con prioridades en base a tipo

* El ruteador tiene declarado el acceso por FDDI como ruta primaria para las estaciones de trabajo, en caso de que el anillo presentara problemas, el ruteador escogerá entonces el acceso por Ethernet como ruta secundaria, y en ningún caso se perderá la información.

de tráfico, además de las ya mencionadas ventajas adicionales. Los procesos que regularmente se llevan a cabo cotidianamente en el Laboratorio de Visualización son transferencias de bits inmensas (archivos binarios o en modo texto), en las cuales hay flujo de información entre el procesamiento efectuado por las workstations y los servidores de imágenes, vídeo, impresión ó disco que se lleva a cabo mediante un software denominado NFS (Network File System) el cual se encarga del manejo y administración centralizado en un sólo servidor (DIPHDA) de archivos locales accesados por usuarios remotos. Se considera que éste servicio demanda gran ancho de banda, considerando que existen archivos del orden de hasta cientos de Megabytes, pero que pueden estar transfiriéndose más de una vez y en varias máquinas.

Considerándose el tiempo de transferencia por cada MegaByte de información:

$$VT(\text{tasa}) = \frac{\text{Unidad de Información [bits]}}{\text{tiempo de transmisión [seg]}}$$

Obteniendo el tiempo de transmisión:

$$\text{tiempo de transmisión [seg]} = \frac{\text{Unidad de Información [bits]}}{VT[\text{bits/seg}]} = \frac{8 \times 1000000}{1000000} = 0.8$$

Por cada MegaByte de información transmitida.

Considerando una transferencia de un archivo de 150 MBytes, ocurrida un día aleatorio:

$$\text{tiempo de transmisión [seg]} = \frac{150 \times 8 \times 1000000}{1000000} = 120 = 2 \text{ minutos}$$

Si se considera una transferencia de un archivo binario de 150 Mbytes a realizarse sobre el segmento Ethernet, se puede obtener un tiempo aproximado de realización, como se mostró con anterioridad. Sin embargo, se deberán considerar varios factores para considerar el tiempo en que ésta operación se llevará a cabo, como lo es la velocidad de reloj externo y reloj interno, tamaño de la palabra del bus de datos, capacidad del microprocesador, etc. Lo anterior se menciona debido a que, aunque los archivos de programa se encuentren en el servidor de disco, éstos deben ser ejecutados y procesados en las estaciones

de trabajo, originándose la necesidad de una carretera rápida y eficiente de información.

Consumo de Ancho de Banda en una Red de Medio Compartido

Como muestra del consumo del ancho de banda, se efectuó el siguiente estudio del cual se analizaron los resultados obtenidos, observándose el siguiente comportamiento dentro del segmento de red 132.248.161.0. Para ello, utilizamos un analizador de red Ethernet, conectándolo mediante un cable tipo par trenzado y un transceiver al hub 10 Base T, como se muestra en la figura 6.10. Este instrumento permite visualizar de una manera precisa, gráfica y eficiente una evaluación del comportamiento general de la red en estudio, así como también nos permite profundizar detalladamente en algún parámetro específico.

1) Desde la estación "Deneb" se establecieron sesiones entre el servidor "Diphda" y los clientes "gate-capella", "gate-polaris" y "gate-mira"

```
deneb% telnet 132.248.161.16
deneb% telnet 132.248.161.5
deneb% telnet 132.248.161.4
deneb% telnet 132.248.161.3
```

2) Una vez en sesión, se exportó un directorio de 937 MBytes existente en Diphda, modificando el archivo "dfstab".

Para realizarlo, se ejecutaron las siguientes órdenes:

a) Se editó el archivo "dfstab" en el subdirectorio /etc/dfs

```
diphda% vi dfstab
```

b) Se creó un pequeño sistema de archivos con ese mismo subdirectorio en gate-polaris, el directorio se exporta a "Polaris" ya sea ejecutando el siguiente comando o agregándolo en el archivo "dfstab" y ejecutando el comando: "share all"

```
diphda% share -F nfs -o rw=polaris:gate-polaris /SGltmpu/polaris
```

En la ejecución de éste proceso se observó el siguiente comportamiento de la red, fig 6.12:

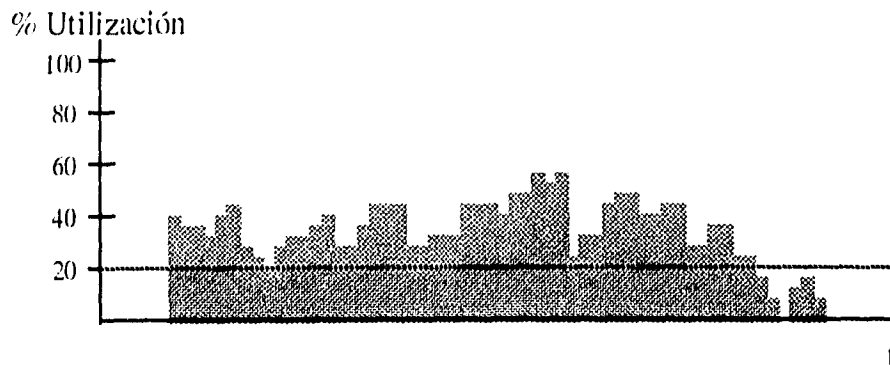


fig 6.12

Como se puede observar en ésta gráfica, el porcentaje de utilización del segmento Ethernet 132.248.161.0 comenzó a elevarse del 0 al 40% en un principio y de ahí a oscilar en un rango del 20 al 55% hasta alcanzar un máximo de 60% de saturación, tomando una $\tau = 1$ seg como periodo de muestreo, se observa lo siguiente:

a) El medio de transporte se realizará por medio del segmento Ethernet 132.248.161.0 debido a que "Deneb" se encuentra conectada a éste segmento. Es importante señalar que a pesar de que los servidores gráficos se encuentran en el anillo de FDDI, como ya se mencionó con anterioridad, la programación de los ruteadores NSC considera una trayectoria por Ethernet cuando hay alguna estación también en Ethernet involucrada (Ruta directa). También es importante considerar que, como solución alterna podría considerarse la incorporación de "Diphda" al anillo de FDDI. No obstante, el consumo del ancho de banda en los segmentos Ethernet continuaría en la misma forma debido a que aún así habría estaciones en ambiente Ethernet que requerirían de los mismos procesos, en tanto que si se conectaran todas en anillo, bastaría una sola estación que efectuara procesos de fuerte consumo del ancho de banda para ocupar los recursos del FDDI, involucrando a todas las estaciones que incluso no efectuaran ninguna operación en red, además de considerarse que en un futuro ésta red experimentará una tendencia de crecimiento, se concluye que la desventaja principal de una tecnología de red en medio compartido es que cada estación puede acaparar el recurso existente inclusive casi hasta la totalidad.

b) El tiempo de transmisión que se observa en la gráfica anterior se puede obtener de la siguiente manera:

$$\text{tiempo de transmisión} = \frac{8 \times 937 \times 1000000 \text{ (bits)}}{10000000 \text{ (bits/seg)}} = 749.6 \text{ (seg)}$$

Dividido entre 60 seg:

$$\text{tiempo de transmisión} = \frac{749.6 \text{ seg}}{60 \text{ seg}} \approx 12.5 \text{ (min)}$$

El cual se considera como exclusivo de éste proceso, ya que no existen otros procesos ocurriendo al mismo tiempo sobre la red y sin considerar el tráfico generado por el establecimiento del enlace entre equipos, el originado por el propio hardware de cada una de las estaciones y la rapidez de procesamiento individual por estación.

A continuación, se procedió de la siguiente manera:

3) Se montó el sistema de archivos exportado de "Diphda" en "Polaris", agregándolo al sistema de archivos de "Polaris" como un directorio

```
polaris% mount -t nfs diphda:/SGI/tmpu/polaris /tmpu
```

4) Se respaldó el directorio /usr/lib en "Polaris" dentro de /tmpu/prueba.tar

```
polaris% tar cvf /tmpu/prueba.tar /usr/lib
```

5) Se exportó de "Polaris" un directorio de 204 MBytes a "gate-capella" y "gate-mira":

```
polaris# vi libfs
```

Se adicionó la siguiente línea:

```
/usr/lib/ -rw, access=mira:gate-mira:capella:gate-capella
```

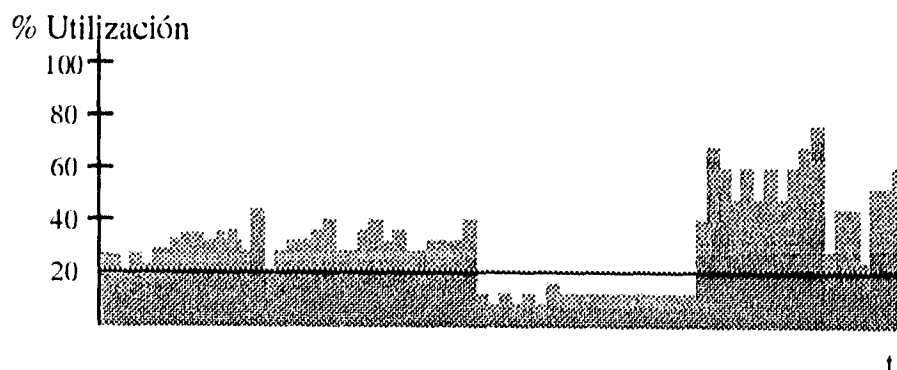


fig 6.13

c) En la figura 6.13 se observa que la ocupación del ancho de banda no es tan intenso, debido a que el tamaño del archivo no lo requería, no obstante se siguen corriendo procesos por red y es muy interesante observar los picos y crestas que ocurren dentro de la red. A continuación se procede como se indica:

6) Se exportó el archivo: "exportfs"

```
polaris# exportfs -a
```

7) Se montó el directorio exportado en gate-capella y gate-mira

```
capella# mount -t nfs gate-polaris:/usr/lib/ tmpu/algo2
```

```
mira# mount -t nfs gate-polaris:/usr/lib / tmpu/algo3
```

8) Se respaldó el directorio /usr/lib/ en "gate-capella" y "gate-mira" dentro de tmpu/algo2 y /tmpu/algo3 respectivamente.

```
capella# tar cvf/tmp/prueba.tar /tmpu/algo2
```

```
mira# tar cvf/tmp/prueba.tar /tmpu/algo3
```

En la ejecución de éste proceso se observó el siguiente comportamiento de la red:

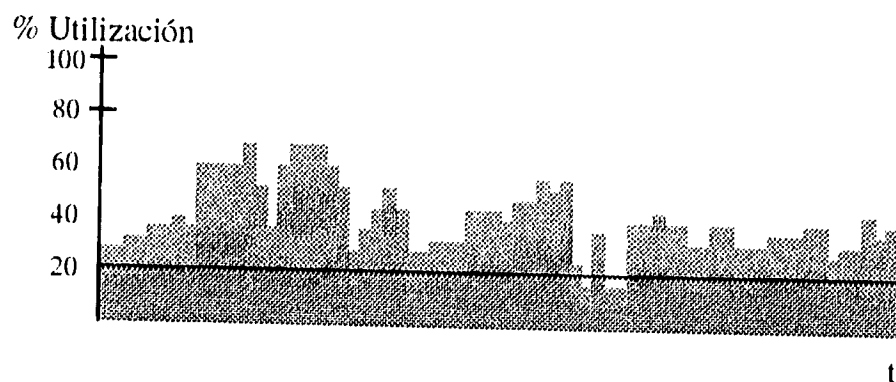


fig 6.14

d) En la figura 6.14 se observa la máxima ocupación del ancho de banda de la red considerándose que se están llevando a cabo las 3 transferencias para "gate-mira", "gate-capella" y "gate-polaris" todas ellas en Ethernet. Otra manera

de evaluar el desempeño de la red sería formar una tabla comparativa del orden de las tareas que efectúan los microprocesadores de cada máquina para poder evaluar los procesos de entrada y salida en conjunto con el conteo de paquetes que corren por la red.

Además de que se observa en cantidad por unidad de tiempo, el tráfico generado por una serie de procesos, el analizador de tráfico nos muestra también en otros menús el porcentaje por estación de las que aportan un tráfico no despreciable. La figura 6.15 muestra en una gráfica de pie el desglose por estación del ancho de banda ocupado por cada estación, siendo "Polaris", "Deneb" y "Diphda" las que ocuparon un total de 62%, de lo mostrado con anterioridad, ya que éste pie nos muestra el tráfico total detectado en el segmento Ethernet.

A lo largo de éstos procesos se observó que los datos registrados durante la medición proporcionan una buena base para demostrar que la cantidad de información que puede correr en una red de medio compartido como la que se estudió tiene un volumen bastante alto, afectando el ancho de banda de todo el segmento.

	Pico	Promedio	Actual
% Utilización	66.53	37.07	31.32
Frames	984	479	480
Colisiones	0	0	0
Errores	0	0	0
Nodos Contados	16	16	16
Bytes/Frame	1300	600	1090

tabla 6.5 Contadores de red Ethernet

En la tabla comparativa 6.5, básicamente se contabilizó el recorrido de los paquetes Ethernet a lo largo de la red, obteniéndose las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de utilización nos muestra que de la totalidad del ancho de banda de una red Ethernet a 10 Mbps se empleó el 66.53 % como máximo en algún instante de tiempo por lo menos, pero se obtuvo un promedio de 37.07 % a lo largo de la duración de los 3 procesos efectuados.

- El número de Frames registrados durante un instante en el segmento Ethernet tuvo un máximo de 984. Ello implica:

$$\begin{aligned} \text{Volumen de Información} &= \text{Tamaño del Frame} \times \text{Número de Frames} \\ &= 1500 \times 984 \\ &= 1.476 \text{ Mbytes} \end{aligned}$$

De la misma forma, el analizador de red nos registra el número de frames promedio, y el actual, los cuales nos dan un volumen de:

$$\begin{aligned} \text{Volumen de Información} &= 1500 \times 479 \\ &= 718.5 \text{ Kbytes} \end{aligned}$$

y de:

$$\begin{aligned} \text{Volumen de Información} &= 1500 \times 480 \\ &= 720 \text{ Kbytes} \end{aligned}$$

- El índice de colisiones y de errores permaneció en cero, indicando esto que por un lado el medio físico de la red (cableado y equipos) pertenecientes a los niveles 1 y 2 del OSI se encuentran en funcionamiento óptimo, con características eléctricas adecuadas acorde con el estándar IEEE 802.3, así como también un funcionamiento adecuado en el protocolo que efectuó el trabajo necesario para que ningún paquete se perdiera ó tuviera que reemplazarse.

- El número de Bytes por Frame nos indica que debido a que el tamaño de los archivos transmitidos fue demasiado grande, el campo de información propio de cada Frame se ocupó casi en su totalidad a lo largo del proceso.

	Pico	Promedio	Actual	Umbral
% Utilización IP	66.53	21.38	20.28	20
Bytes/Frame	977	247	301	1500
Paquetes IP	970	250	182	800
Broadcasts IP	1	0	0	10
Fragmentación IP	568	96	97	5
Tamaño del paquete IP	1230	830	816	18000
Paquetes SNMP	3	0	0	20
Paquetes DNS	22	0	0	10
Paquetes ARP	21	2	1	10
Paquetes de ruteo	6	0	0	50
Frames perdidos	0	0	0	100

tabla 6.6 Signos Vitales TCP/IP

- El porcentaje de utilización del protocolo IP es también utilizado en su totalidad a lo largo del proceso debido a que es el que manejan las estaciones, inclusive el tipo de transmisión es catalogada como UNICAST en su totalidad ya que la transmisión de información iba ocurriendo de una estación a otra específica.

- La fragmentación es un proceso que ocurre en el acoplamiento de dos tipos de redes y de protocolos diferentes, como lo sería en el caso de que un paquete pasara de un FDDI a Ethernet ó de FDDI a ATM, en éstos casos ocurre un desarmado y armado de un paquete en un tamaño diferente así como de un ensamblado de la misma información. En éste caso, la fragmentación registrada no se atribuye al proceso mismo, sino como un reflejo de la actividad propia del segmento Ethernet.

- Los paquetes ARP (Adress Resolution Protocol) registrados se deben a la traducción de direcciones lógicas por físicas y tienen ese único propósito.

- Los paquetes DNS (Domain Name System) se originaron por la información requerida para traducir un sólo nombre por una dirección IP completa.

- Los paquetes de ruteo tampoco se atribuyen al proceso mismo, sino como un reflejo de la actividad propia del segmento Ethernet.

ESTUDIO DEL TRAFICO EN VISUALIZACION

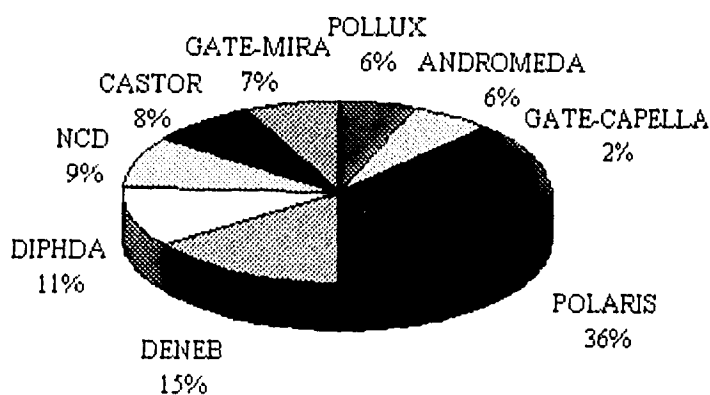


fig. 6.15 gráfica de utilización del ancho de banda en Visualización

-La gráfica de pie ilustra la demanda por estación del ancho de banda, observándose que Deneb, Diphda y Polaris consumieron un 62 % del total.

VI.5 Propuesta de Solución

Etapa de Migración

Como una solución rápida y a corto plazo se incorporaron algunas máquinas de supercómputo al segmento 132.248.159.0, con el propósito de tener el control total del medio de acceso (ruteadores y red), así como de la facilidad administrativa de manejar una sola red (fig. 6.16).

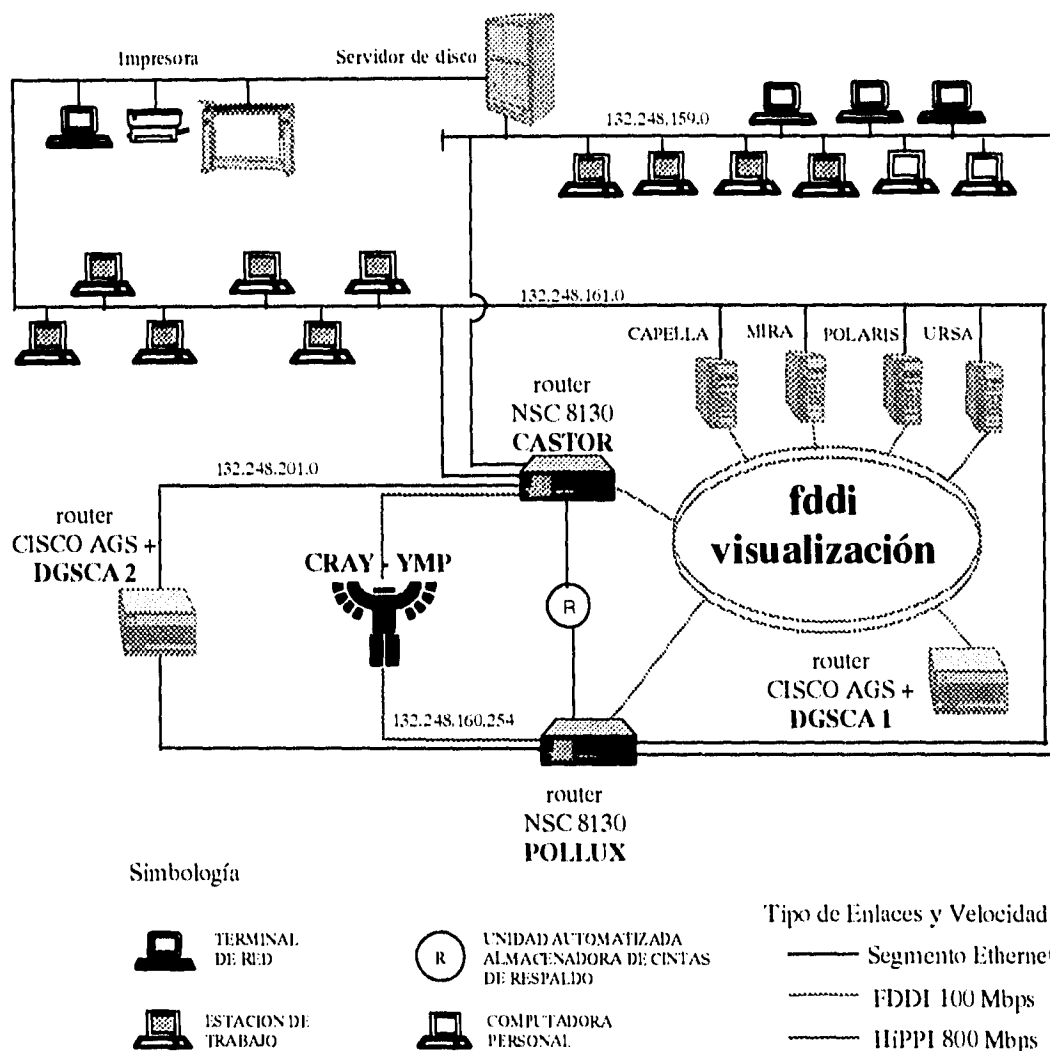


fig 6.16 Estructura actual de la red de visualización y supercómputo

Alternativas de Solución a la Problemática Presentada Contemplando Otras Tecnologías

Como nuestro objetivo principal es la transmisión simultánea de voz, datos y vídeo interactivo a continuación se da un panorama de diversas soluciones para redes locales de alta velocidad.

Existen tres categorías de estándares:

- Estándares por ley u oficiales, los cuales están amparados por organizaciones internacionales.
- Estándares de la industria o de facto (de hecho), que son desarrollados y respaldados por agrupaciones de fabricantes o líderes en la industria.
- Estándares propietarios, que son el resultado del desarrollo de un fabricante en particular.

Un ejemplo de cada uno de ellos son Ethernet 802.3, el protocolo TCP/IP y el protocolo SDLC, respectivamente.

SONET (Synchronous Optical Network) Establece un formato de multiplexaje estándar, usando cualquier número de señales de 51.84 Mbps como bloques estructurados, también establece una señal óptica estándar para interconectar equipo de diferentes proveedores, provee capacidades de operaciones extensivas, administración y mantenimiento (OAM) como parte de estándar.

SONET define un formato de multiplexaje síncrono para llevar señales digitales de bajo nivel(DS-1, DS-2, CCITT estándares). La estructura síncrona simplifica enormemente la interfaz a conmutadores digitales, conmutadores digitales de conexión de cruce (cross-connect), y multiplexores. Posee una arquitectura flexible capaz de acomodar aplicaciones futuras como los sistemas de banda ancha que manejan una variedad de tasas de transmisión.(fig.6.17).

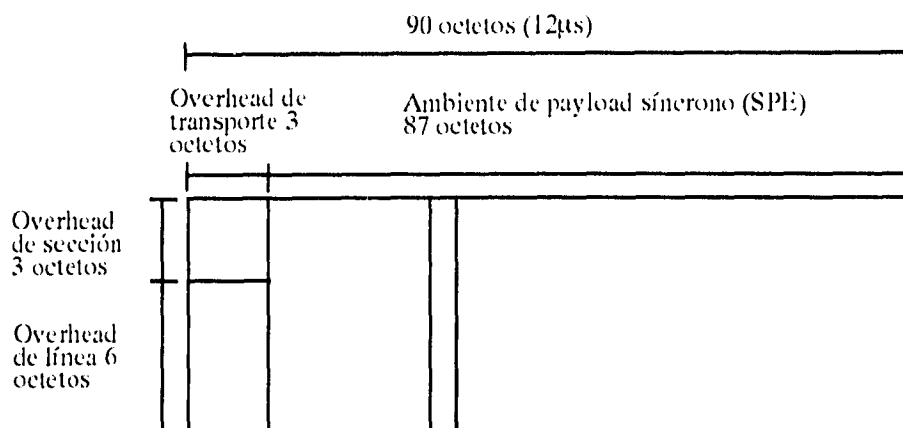
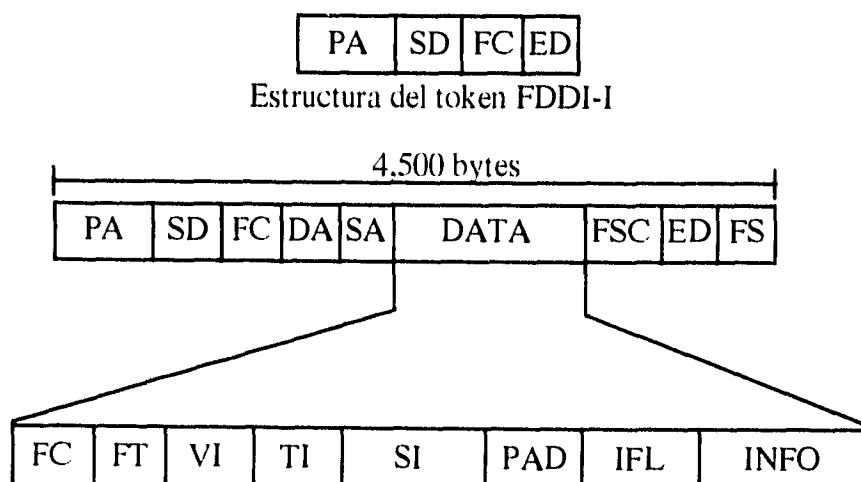


fig 6.17 Trama de SONET

FDDI-II Es una versión modificada de FDDI que permite utilizar el ancho de banda disponible, en dos partes lógicas. Una de ellas es utilizada por múltiples circuitos de 64 Kbps que llevan información sensible al tiempo de respuesta, como voz o vídeo digitalizados, dándole capacidad de soportar aplicaciones distribuidas en multimedia. El ancho de banda restante es utilizado para transmitir datos entre los dispositivos de red; manejando así dos tipos de transmisión de datos el síncrono para la transmisión de información en tiempo real, como audio y vídeo donde en algunas aplicaciones de multimedia interactiva no se puede tolerar retrasos en la transmisión, El segundo tipo de transmisión de FDDI-II es el asíncrono y es el que emplea el ancho de banda remanente como se mencionó anteriormente. El retraso típico de FDDI es del orden de los 200 milisegundos contra 125 microsegundos de FDDI-II, pero este estándar está en propuesta y en espera de ratificarse (fig.6.18).



Donde para la trama de FDDI-I:

PA	Preámbulo	SD	Delimitador del inicio
FC	Control de trama	DA	Dirección destino
SA	Dirección fuente	DATA	Campo de información
FSC	Comprobador de secuencia de trama	ED	Delimitador del final
FS	Estatus de la trama	FC	Clase de trama
FT	Tipo de trama	VI	Versión ID
TI	Transacción ID	INFO	Campo de información
IFL	Longitud del campo de información		

fig 6.18 Trama de FDDI

Fibre Channel es una solución de alta velocidad para redes locales, que se basa en un medio conmutado, es decir, una combinación de conmutadores y adaptadores de red donde se obtendrá una topología en estrella. El comité encargado de la estandarización de Fibre Channel está trabajando en ello, por ahora se tiene entendido que se utilizará exclusivamente para la transmisión masiva de datos a velocidades de transmisión que van desde los 133 Mbps hasta 1 Gbps. Una característica fundamental de Fibre Channel es su relativamente bajo "overhead". Una combinación de poco "overhead" y poco "delay" hacen de Fibre Channel la mejor solución para llevar por la red tráfico de datos asíncronos.

Fast Ethernet , Aprobado por IEEE, de 100 Mbps sobre el protocolo CSMA/CD, todavía no esta ratificado, sin embargo ya hay compañías que lanzaron sus productos, los cuales ya están disponibles. Fast Ethernet es el único estándar para redes de área local de alta velocidad que no provee mecanismos de prioridad o de multiplexaje del medio de transmisión, para responder a situaciones de tráfico intenso, esto es por que sigue conservando el mismo esquema de acceso al medio, el CSMA/CD, por lo que no distingue los diferentes tipos de tráfico, sea bajo o intenso, se espera que tenga retrasos del orden de los 30 milisegundos. Fast Ethernet no soporta aplicaciones interactivas de multimedia, pero los fabricantes están adicionando a sus adaptadores de red con suficientes "buffers" que podrán manejar el tráfico de datos síncrono. Otra característica importante de Fast Ethernet sobre CSMA/CD es que para diferentes categorías de cable UTP, se utilizan diferentes esquemas de codificación para la generación de la señal electromagnética, logrando distancias de hasta 250 metros de los nodos hacia los concentradores.

Las tecnologías de gran ancho de banda son necesarias principalmente por tres razones:

- El creciente tráfico en segmentos LAN's locales
- Interconexión entre segmentos de LAN's remotas y locales
- Gran ancho de banda en aplicaciones de escritorio "desktop" CAD, CAM, vídeo Multimedia.

Las redes LAN's llegan a prevalecer en el medio ambiente de los negocios; las redes LAN se incrementan al igual que el número de sus usuarios, por lo que ambos factores contribuyen con tráfico en los segmentos de éstas redes, en muchos casos el administrador de red redistribuye la carga de cómputo del segmento en diversas redes pequeñas usando "bridges" o "routers", pero a la vez se requerirán soluciones de ancho de banda.

Frame Relay. Provee una simple conexión orientada al servicio de transporte de tramas, y es comúnmente usado para líneas privadas reemplazando redes de topología de malla. Tiene rangos de acceso de fraccionales T1 (n x 56\64 Kbps) a un DS1 (1.544 Mbps) a rangos superiores tales como DS3 (44.736 Mbps). Su precio es típicamente basado en el rango de acceso a la líneas, el número de PVC asignados a la línea de acceso.

Servicio de Datos Conmutados Multimegabit (SMDS Switched Multimegabit Data Service), es no orientada a conexión (connectionless), tecnología WAN basada en datagramas y que emplea conmutación de paquetes a alta velocidad, incluye conectividad uno a uno, direccionamiento de grupo, multicasting y direccionamiento similar a los números telefónicos. Aplicaciones para SMDS incluyen interconexión de LAN a alta velocidad, acceso remoto a bases de datos, vídeo y audio comprimidos, transferencia de imágenes y teleradiología. Su línea de acceso es disponible en rangos DS1 y DS3 con velocidades de subrangos (n x 56\64 Kbps).

ATM Modo de Transferencia Asíncrono es el único estándar que define técnicas de alta velocidad para redes de área local y para redes de área amplia. Es una tecnología orientada a conexión (connection oriented). El overhead de ATM es del 9.5%, es una técnica de red que usa un medio conmutado. Puede ser instalado tanto sobre cable de cobre, par torcido, y fibra óptica. Con lo cual ATM entrega velocidades de transmisión que van desde los 25 Mbps hasta 622 Mbps; y se tienen planes para llevarlo hasta 2.488 Gbps.

ATM crea celdas de información de un tamaño fijo de 53 bytes, 5 bytes son usados para encabezado y los restantes 48 bytes llevan información hacia las capas superiores, debido a que el tamaño de las celdas es fijo, el retraso en ATM puede calcularse sin problemas, y con altas velocidades de transmisión

pueden implantarse aplicaciones interactivas basadas en multimedia o audio y vídeo digitalizados.

ESPECTRO DEL ANCHO DE BANDA

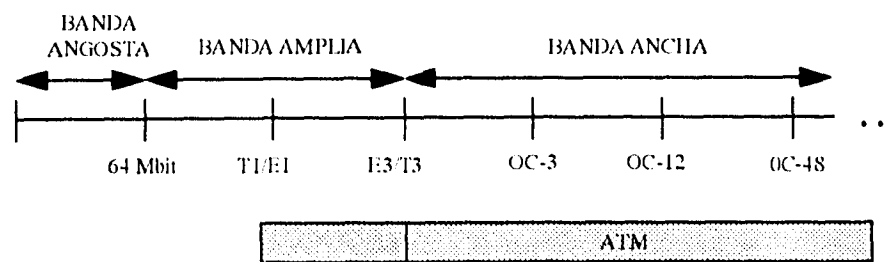


fig. 6.19 Rango eficiente para la aplicación de ATM

Haciendo un balance de las tecnologías anteriores podemos contemplar los siguientes datos:

Los servicios Frame Relay podrían tener una utilidad, un crecimiento lineal hasta 1997. SMDS experimenta un crecimiento cercano a 1990 y disminuye su demanda en la década. ATM tiene un duro y lento comienzo, pero muestra que empieza a crecer rápidamente en 1995.

En base a la demanda de tráfico contemplada en la ejecución de un proceso de transferencia de un archivo binario generada por un sólo usuario, la tendencia de crecimiento que una red de comunicaciones siempre experimenta, el constante desarrollo de hardware y software nuevo demandante de cada vez más recursos de almacenamiento y velocidad de procesamiento, una de las soluciones al tratamiento de posibilidad de retardos, colisiones y baja respuesta que éste tipo de procesos generan en una red de ancho de banda limitado y una tecnología de medio compartido como aquellas pertenecientes a la segunda generación de redes locales y considerando el estudio que la tecnología ATM ha mostrado a lo largo de ésta tesis, se propone lo siguiente:

Centralizar la administración de los diferentes segmentos existentes en un SWITCH ATM, permitiendo acceso directo y a gran velocidad de y hacia los diferentes recursos existentes en medios aislados, donde cada interfaz interactúa exclusivamente con el medio que le corresponde y el tráfico generado a través de algún puerto del switch, no repercute en alguna otra subred donde no existan usuarios que estén efectuando procesos que impliquen gran transferencia de información (transporte de imágenes de alta

definición a colores, transferencia de archivos grandes ó bien teleconferencia) que ocasione una lenta respuesta en sus procesos individuales.

La elección de la tecnología empleada para el diseño de una red que solucione los requerimientos necesarios a futuro en Supercómputo y Visualización es **ATM**, ya que nos ofrece escalabilidad tanto en velocidad como en crecimiento. A diferencia del hardware, el software aún no está estandarizado ya que existen estándares que el foro de ATM estableció (como es el caso de la UNI y la NNI).

Actualmente existe una gran variedad de switches ATM de distintos proveedores con una variedad muy amplia de interfaces, y con un alto grado de seguridad en redes compartidas 99.999 %, la creación de LAN's virtuales con lo que se pueden enlazar diversos tipos de LAN que se encuentran en otra parte y compartir recursos como si fuera una misma red, siendo las conexiones transparentes al usuario, ATM cuenta además con un mejor aprovechamiento del ancho de banda ya que tiene una asignación dinámica de este, y por tener una celda pequeña de tamaño fijo reduce el retardo para celdas de alta prioridad, así como el poder ser conmutadas más eficientemente, lo cual es importante para rangos de datos muy grandes de ATM.

¿Qué es un Switch ATM?

Un switch ATM es un dispositivo que maneja fácil y eficientemente la información de la red, que convierte la información en celdas y por esta razón puede hacer un mejor uso del ancho de banda. Además es capaz de manejar diferentes protocolos, direccionar la información, enrutarla y puede dar el ancho de banda completo de un segmento a una sola estación terminal. Es escalable y su capacidad de ancho de banda es igual a la suma del ancho de banda de las tarjetas que tenga presentes.

El objetivo de un switch es el de proveer interoperabilidad con la base instalada y ofrecer una vía de evolución simple, integrar la funcionalidad de otros equipos de WAN incluyendo ruteadores, multiplexores y otros conmutadores, proveer adaptación y conmutación de ATM (acepta celdas de fuentes de ATM para su transporte en banda ancha, provee una interfaz a tráfico de equipos no basados en ATM y adapta el formato de la tecnología empleada a celdas ATM para su transporte en banda ancha), maneja dinámicamente el ancho de banda a través de toda la red.

Basado en el tipo de servicio convenido, la conexión tendrá un nivel de prioridad usada por los switches, para decidir que paquete se introducirá primero en su caja, si dos paquetes llegan al mismo tiempo. La prioridad también determina que paquetes se descartaran cuando un canal comience a saturarse.

Cada switch mantiene una tabla de traslación de direcciones, la cual se actualiza cada vez que una nueva conexión es establecida o una nueva es descartada. Además de mantener la pista de que conexión se esta llevando a cabo, un switch también debe de saber el grado de servicio que aceptó soportar. Esto es importante por dos razones, primero debe saber que cantidad de ancho de banda esta ya comprometido con los circuitos existentes para negociar apropiadamente conexiones adicionales, segundo, un switch debe monitorear el tráfico en cada canal para asegurarse que cada conexión no causará problemas, si utilizara más de los recursos del propio switch. Según la definición de John Kennedy (Gerente de Ingeniería de Productos de Fujitsu Microelectronics, San José. CA) "cada caja ATM incorpora cuatro funciones esenciales: el transceiver, terminación de red, traslación de direcciones y la caja de conmutación. Cuando llega a un switch, un paquete entrante es procesado a través de cada una de estas funciones, antes de ser reenviado a su siguiente destino.

La función transceptora recibe una señal analógica, eléctrica u óptica en el puerto del switch, un reloj es sintetizado de aquí, y la ráfaga original de bits es recobrada y usualmente convertida a una forma paralela de 8 bits. La función de terminación de red se encarga de reensamblar paquetes ATM y rellenar con celdas vacías, que pudieran haber sido insertadas para ajustar la tasa de transmisión requerida. Si la ráfaga de bits fue encapsulada en un protocolo de transmisión, como pudiera ser una trama SONET, es destramada. La función terminadora de red también verifica la integridad de cada cabecera de celda empleando el chequeo de redundancia cíclica (CRC). Errores de un solo bit son corregidos mientras que celdas que contienen múltiples bits errados en sus cabeceras son descartados.

Una vez que una celda es extraída, la tabla de traslación de direcciones, lee su cabecera para determinar cual será su siguiente destino. La celda tendrá entonces ahora una cabecera actualizada con un nuevo VCI y VPI. Después de ello es enviada a la caja a un dispositivo terminador de red, la cual la vuelve a convertir a una ráfaga de datos, a ser serializada y entramada fuera del transceiver a su nivel físico anterior.

Otra tarea importante denominada Operaciones Administración y mantenimiento (OA&M Operation, Administration and Management) es realizada por el switch. Las funciones OA&M mantienen la pista del estatus del switch. Estadísticas tales como conteo de paquetes buenos y malos, conteo de paquetes descartados, tasa pico y tasa promedio, estatus de almacenamiento son realizadas por el switch.

Cuando los bits coliden (colisionan) en el interior del switch, se debe a bloqueos internos o externos. El bloqueo interno puede ser suprimido con un buen diseño de switch, en tanto que el bloqueo externo puede ser omitido sólo bajo circunstancias especiales. Esto sucede cuando dos celdas compiten por un sólo puerto de salida y solamente una de ellas podrá salir. El almacenamiento de celdas en el puerto de salida previenen de la pérdida de información. Esto sucede en ciertas arquitecturas de switches cross-bar.

Cuando picos elevados de tráfico a tasas variables de información llegan al switch, tienden a ahogarlo. Esta congestión se soluciona de dos maneras: acondicionamiento del tráfico dentro de la red aligera picos de alta dispersión, mientras que la caja, por sí misma presenta un poder de almacenamiento que se encarga de los picos menores. Los búffers pueden absorber pequeñas ráfagas de paquetes que llegaran a tasas mas altas que la conexión existente pudiera soportar. Los paquetes almacenados son entonces puestos en un búffer FIFO bajo una reservación acorde a la prioridad.

La cantidad de almacenamiento requerida para un switch, depende en parte de la arquitectura del propio switch, así como de la aplicación que el switch emplee. Muchos switches emplean el almacenamiento de salida, debido a que esto permite que los paquetes fluyan hacia el switch antes de ser detenidas. Algunos switches también soportan almacenamiento a la entrada o dentro del propio switch. En muchos casos, un switch podrá soportar de 50 a 256 celdas almacenadas por puerto, así como de confiar en las técnicas de moldeamiento de tráfico para excesos de paquetes.

Muchos fabricantes de switches toman ventaja de esto y proporcionan un bloque de memoria principal que actúa como una basta cantidad de almacenamiento. Mediante el uso de una lógica de control para ajustar apuntadores, cada puerto puede tener una o más pilas de memoria(stack). Diferentes tamaños de pilas pueden ser alojadas, tomando en cuenta el tipo de volumen de tráfico. Si la tasa pico persiste, el switch eventualmente se vuelve incapaz de manejar el arribo de celdas, por lo que se procederá a tomar una medida de control, cuando el búffer alcance un nivel de pila y alertará el control lógico del switch, el cual invoca un proceso de manipulación de tráfico.

Gracias a un protocolo, el switch exhortará una "baja de presión" mediante un mensaje vía una celda OA&M hasta el nodo anterior, solicitando que la tasa de transmisión sea disminuida. Más tarde, cuando las condiciones lo permitan, la tasa es renegociada para que sea aumentada. Este procedimiento fue aprobado finalmente por el Foro ATM.

Cuando se habla de arquitectura del switch, es importante considerar la capacidad que la caja tenga para soportar mensajes de tipo broadcast y multicast. Las celdas broadcast alcanzan a cada nodo de la red y son empleadas para manejar funciones de administración como tiempo de sincronización, amplia difusión a celdas bajo prueba (self-test), alarmas, etc. Mientras que las celdas multicast funcionan bajo la misma condición pero son transmitidas únicamente a nodos específicos. Este tipo de transmisión es idóneo en aplicaciones del tipo de teleconferencia, distribución de correo electrónico y envío de comandos seleccionados a un cierto grupo de estaciones.

Una arquitectura inteligente en un switch, no permitirá que su caja efectúe una copia de un mensaje en broadcast, en lugar de eso, encontrará una manera de propagar la menor cantidad de celdas redundantes por sí mismo, mientras continua recibiendo y transmitiendo celdas a los nodos seleccionados.

En una arquitectura multiestancia, existen múltiples elementos de conmutación que en conjunto conforman arreglos de puertos de entrada y salida. Los elementos incluyen típicamente un medio compartido ó puntos de cruce interno, lo cual para el sistema es transparente en la asignación de ancho de banda. Las arquitecturas en multiestancia permiten una expansión de $n \times n$ matrices, y también es posible en algunos casos establecer una expansión a otros arreglos (como el switch de 2×2 de AT&T) como el Delta, Banyan ó Clos (fig. 6.20).

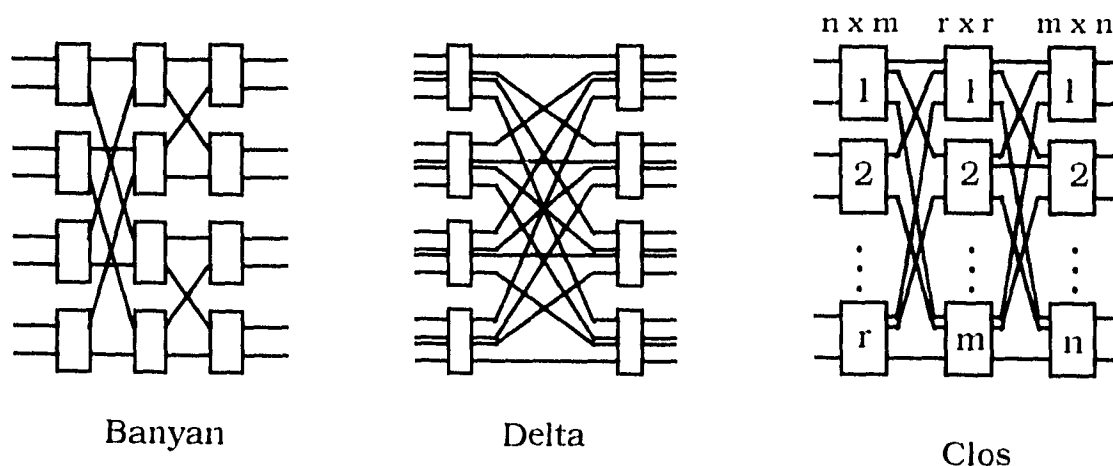


fig. 6.20 Arquitecturas de un Switch ATM

Muchos chips actúan como si ellos mismos fueran elementos de crossbar. Un ejemplo de ello, es el elemento de conmutación de 2 x 2 de AT&T y el "puro" crossbar de TriQuint Products, donde un arreglo de multiplexores en cascada permiten a un paquete dirigirse a una salida única, ó bien una combinación de salidas en la matriz (fig. 6.21).

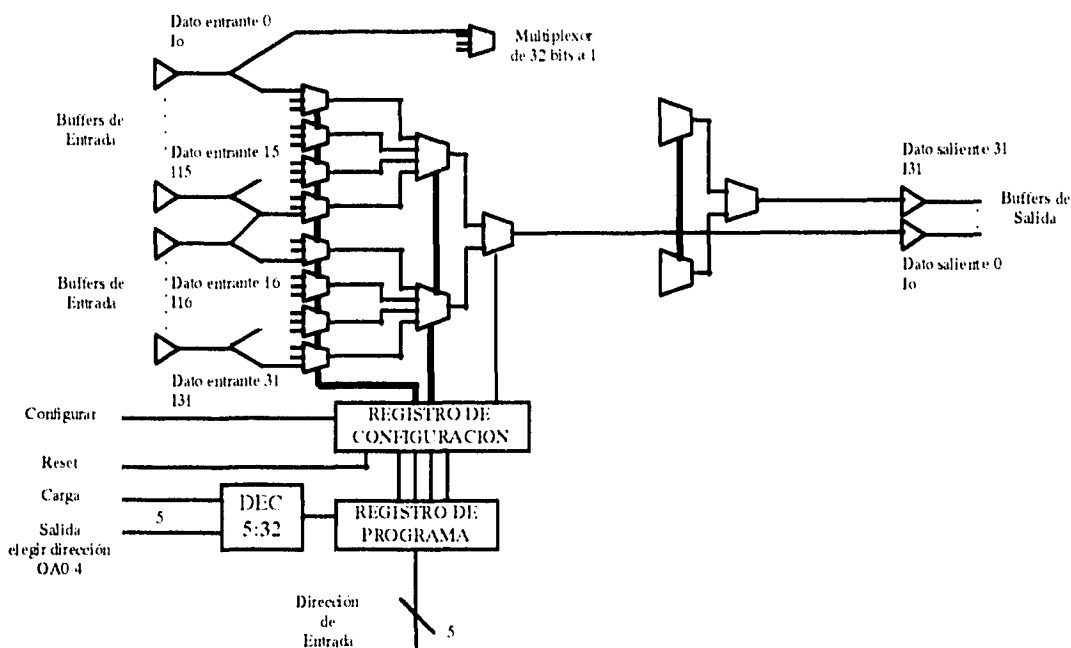


fig. 6.21 Un Switch ATM con arquitectura Cross-bar

Conectividad Propuesta

En éste proyecto se contempla la unión de los 4 segmentos Ethernet antes citados, con objeto de unificar a las redes que trabajan con la supercomputadora y son aquellas cuyas aplicaciones demandan un mayor ancho de banda y en el futuro tendrán un crecimiento considerable, para lo cual una tecnología rápida y de conmutación se hace necesaria. Además de incluir otro puerto Ethernet adicional dedicado a los dos ruteadores NSC 8130 de CRAY Research, esto con objeto de proporcionar la seguridad requerida por la supercomputadora sustituyendo la conexión simultánea a ambos segmentos 132.248.159.0 y 132.248.161.0 como se encuentra actualmente a una sólo conexión mediante un puerto Ethernet exclusivamente dedicado de los dos ruteadores a un switch ATM. El quinto segmento Ethernet se requiere para mudar las estaciones del segmento 132.248.170.0 así como el HUB 10 BASE T. De ésta manera, las aplicaciones de visualización y videoconferencia serán independientes de las restantes estaciones que se encuentren conectadas a los

segmentos Ethernet que aportan tráfico de datos como lo son el acceso a servidores de E-mail y transporte de archivos ó imágenes en Internet.

Adicionalmente, se planeó aislar a las estaciones que demandan un ancho de banda mayor por generar un tipo de tráfico isócrono, así como una velocidad de procesamiento mucho mayor a las que sólo requieren una tasa variable y no tan alta. Para lograr ésto, se justifica la conexión de otro switch Ethernet que albergará a 6 máquinas con las siguientes características:

Nombre	Aplicación Principal	Tasa requerida
ds5000	Servidor de Nombres, Visualización Gráfica, servidores multitarea y multi-usuario.	decenas de Kbps
Pulque	Visualización Gráfica, servidores multitarea y multi-usuario y Videoconferencia	cientos de Kbps
Aldebarán	Visualización Gráfica, servidores multitarea y multi-usuario y Videoconferencia	cientos de Kbps
Merak	Visualización Gráfica, servidores multitarea y multi-usuario y videoconferencia	cientos de Kbps
Deneb	Visualización Gráfica, servidores multitarea y multi-usuario.	cientos de Kbps

Nodos

Visualización
Gráfica, servidores
multitarea y multi-
usuario.

cientos de Kbps

La característica primordial del switch Ethernet es que cada puerto proporciona al usuario 10 Mbps íntegros, por lo que es menos propenso a cuellos de botella y en conjunto con el switch ATM proporcionará la facilidad de crear grupos de redes virtuales, con asignación dinámica de ancho de banda para cada grupo y desde una consola, sin necesidad de reconfiguración física en el switch. Por último, permitirá a los usuarios del switch Ethernet comunicarse con otros que se encuentren en cualquier parte del mundo o de la red metropolitana a través del enlace SONET de 155 Mbps y los ruteadores CISCO.

Los enlaces propuestos para los cuatro servidores gráficos "Mira", "Capella", "Polaris" y "Ursa", así como también el servidor de disco "Diphda" es la denominada interfaz TAXI (Transparent Asynchronous Transmitter/Receiver Interface, Interfaz de Intercambio Transparente Asíncrona) a 100 Mbps, lo cual permitirá un acceso completamente directo y dedicado para cada servidor gráfico. Es importante señalar que en ambos casos, tanto el enlace por SONET como el enlace por TAXI, el paquete empleado en el transporte son celdas ATM.

Cada estación está conectada directamente al switch, lo que permite una ruta completamente directa de un nodo a otro, bien sea empleando celdas o paquetes en la transmisión ó recepción de información (fig.6.22).

Con éste arreglo se pretende disminuir considerablemente el tráfico para cada segmento Ethernet, desvaneciéndose por completo la respuesta lenta originada por "cuellos de botella" en algún nodo de la red, ya que como se observa, cada puerto Ethernet alberga cuando mucho a dos o tres estaciones de trabajo, que no representan una carga significativa de tráfico, además de que el switch jamás compartirá recursos como: tiempo de respuesta, capacidad de ancho de banda y almacenamiento de celdas que no tenga a disposición, bien sea por capacidad física o por configuración por software, correspondiente a cada puerto, de tal manera que el tráfico excedente en un puerto nunca repercutirá en algún otro puerto vecino. Esto permitirá que los usuarios de algún segmento Ethernet que deseen conectarse a los servidores gráficos, o bien establecer una videoconferencia, no generen un tráfico que se vea reflejado en todo el switch y que afecte directamente a los trabajos en grupo ó individuales que se encuentren realizando en algún momento determinado.

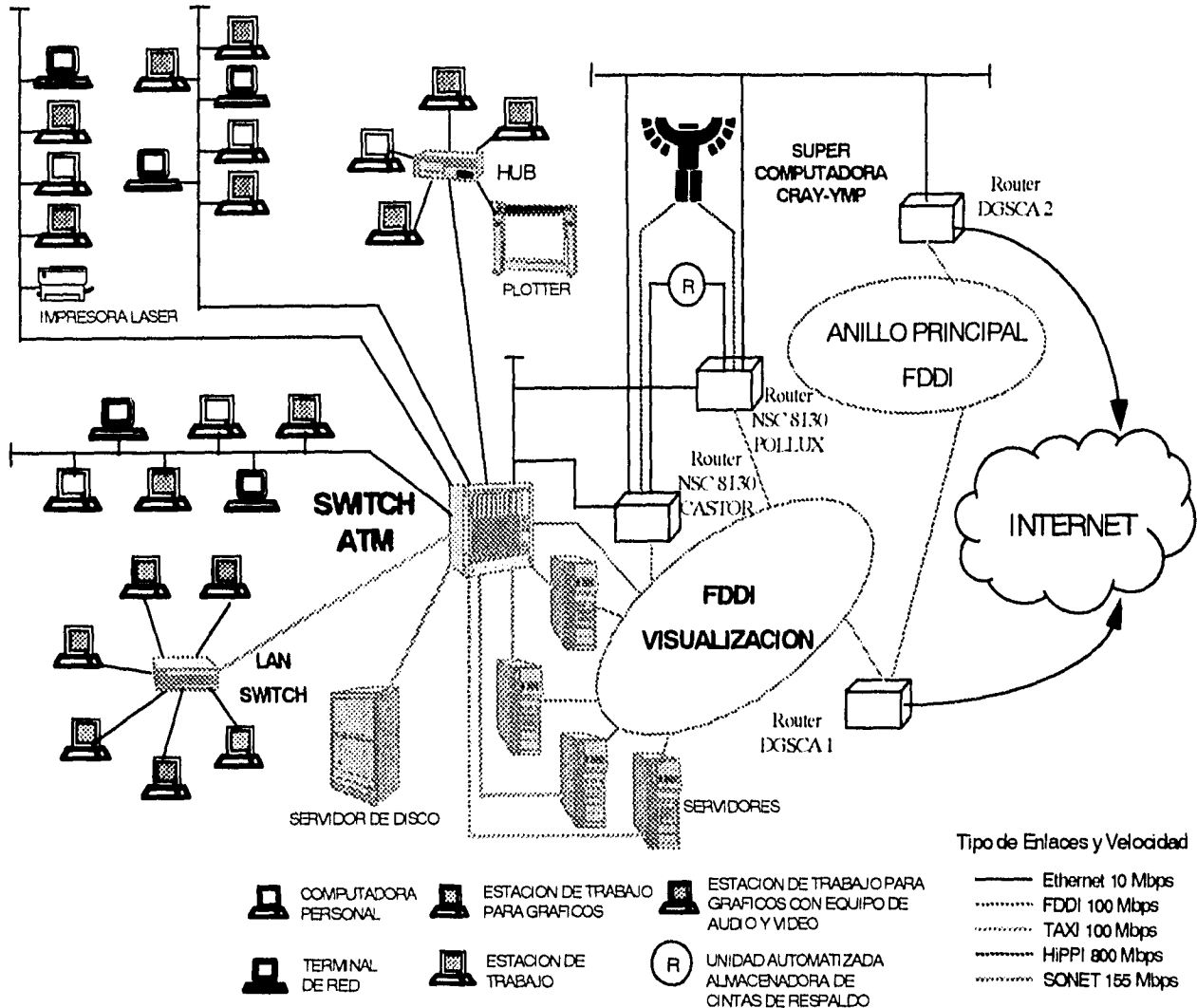


fig 6.22 Red propuesta Supercómputo/Visualización

Interfaces y Características del Cableado de la Nueva Red ATM

La arquitectura presentada muestra una distribución en forma centralizada, donde del switch se parte para formar varias redes pequeñas, bien sea en topologías de bus ó en estrella, además de los puertos que serán dedicados a conectar en forma individual a los servidores con los que éste laboratorio cuenta. **Es importante señalar que se llevó a cabo una planificación en base a la previa consideración de todos los recursos de los que se dispone, así como también se consideró minuciosamente el arreglo y distribución existente con el propósito de no alterar ni modificar la**

estructura de la red para que con el nuevo cambio no se incurriera en dificultades funcionales o que fueran notorias tanto en operación como en repercusiones económicas para el usuario directamente o para el presupuesto de la universidad. Simplemente se realizó la adaptación de nuevos equipos, nuevas rutas y nuevas conexiones para lograr una mejora sin precedentes. En ésta última parte se considerará la parte física de la nueva red como a continuación se explica:

Características Generales del Switch ATM:

La caja deberá contar con una capacidad mínima de 1,200 Mbps de ancho de banda disponible para dar albergue a todas las máquinas conectadas, así como también se planea un resguardo para conexiones futuras:

$$BW = \Sigma (\text{Tarjetas de procesamiento} - \text{interfaces no utilizadas})$$

ó bien:

$$BW = \Sigma (\text{Interfaces planificadas para operar} + \text{holgura})$$

Es muy importante señalar que se ha contemplado que como la estructura de la red se encuentra centralizada en el switch ATM, se ha contemplado el brindar una seguridad eléctrica y operativa mediante el establecimiento de un sistema redundante. Para ello se requiere instalar dos tarjetas en la misma caja tanto de administración como de fuente de energía. Esto con el objeto de no interrumpir el servicio en caso de presentarse daño en alguna de las tarjetas que se encuentren funcionando, o bien una interrupción en el suministro de energía. El switch estará programado para que en caso de que ésto suceda, comenzará a utilizar la otra tarjeta (de administración ó de energía) que en ese momento se encontrará en espera, pero siempre lista para funcionar en el caso de que la otra falle.

Hardware Necesario:

- 2 tarjetas de administración con consola para programación de parámetros
- 2 fuentes de poder para trabajo a máxima capacidad

- 4 interfaces Ethernet IEEE 802.3 con conectores tipo BNC
- 1 interfaz Ethernet IEEE 802.3 con conector tipo AUI
- 5 interfaces TAXI con conectores tipo MIC
- 1 interfaz FDDI doble con conectores tipo MIC
- 1 interfaz SONET OC-3 con conectores tipo ST

Características del Cableado

Las características del cableado serán las siguientes:

Para las interfaces Ethernet IEEE 802.3 con conector tipo BNC se extenderá el cable Thinnet existente que se encuentra actualmente dando servicio hasta el puerto del switch ATM, de la siguiente forma: se añadirá un segmento de cable coaxial delgado marca Belden modelo 9907, el cual tiene una impedancia característica de 50Ω o bien cualquier otro cable coaxial del tipo RG 58. Se añadirán los segmentos necesarios y el total no deberá exceder de 185 m. En caso de que el switch no cuente con un terminador de 25Ω interno, se añadirá una "T" y un terminador de 50Ω .

Para la interfaz Ethernet con AUI (Attachment Unit Interface) se extenderá un cable tipo AUI, el cual consiste de 8 conductores con una malla metálica protectora, terminado con un conector DB-15 empleando una concha protectora con remaches de fijación ó tornillos de agarre. Su longitud máxima es de 50 m. El cable a emplear deberá presentar las características que el standard de IEEE 802.3 demanda para un óptimo transporte de la señal. El cable que nosotros recomendamos es el fabricante que cuenta con las características que se enuncian a continuación:

PVC -- 4 pares de conductor de cobre delgado y enrollado, cada par individualmente aislado y el conjunto también aislado con un escudo de PVC. 3

DISEÑO DE UNA RED ATM

conductores presentan un aislante de PE y el otro par presenta un aislante de PVC, con una malla metálica y forro externo.

Teflon -- 4 pares de conductor de cobre delgado y enrollado, cada par individualmente aislado y en su conjunto también aislado con un escudo de teflón. También presenta una malla metálica y forro externo.

Esto implica que las rutas de acceso se realicen acorde a la programación de rutas estáticas como a continuación se propone en la tabla 6.7.

Destino Necesario	Proveniente de	Ruta Primaria	Ruta Secundaria
Cualquier estación de cualquier segmento Ethernet	CISCO AGS + "DGSCA 1"	Puerto FDDI del switch ATM	Estación Destino
Cualquier estación de cualquier segmento Ethernet	CISCO AGS + "DGSCA 2"	Puerto Ethernet del segmento 132.248.201.0 del ruteador NSC 8130	Switch ATM
Cualquier servidor gráfico FDDI/TAXI	CISCO AGS + "DGSCA 1"	Ruteador NSC 8130 en FDDI	Estación Destino
Cualquier servidor gráfico FDDI/TAXI	CISCO AGS + "DGSCA 2"	Ruteador NSC 8130 en FDDI	Switch ATM
Cualquier servidor de cualquier segmento Ethernet	Cualquier servidor de cualquier otro segmento Ethernet conectado al switch	Switch ATM	Servidor Destino
CRAY	Cualquier servidor de cualquier segmento Ethernet	Switch ATM	Ruteador NSC 8130 en FDDI
Cualquier servidor de cualquier segmento Ethernet	Cualquier servidor gráfico FDDI/TAXI	Switch ATM	Servidor Destino
Cualquier estación conectada a algún puerto del switch ATM	Resto del mundo	CISCO AGS + "DGSCA 1" ó "DGSCA 2"	Ruteador NSC 8130 en FDDI ó Ethernet
Resto del mundo	Cualquier estación conectada a algún puerto del switch ATM	Ruteador NSC 8130 en FDDI ó Ethernet	CISCO AGS + "DGSCA 1" ó "DGSCA 2"

tabla 6.7 tabla de ruteo para el switch ATM

Para que ésto se lleve a cabo, se requiere programar a los dos ruteadores de CRAY anunciando la existencia del switch ATM. Es necesario programar 5 subredes Ethernet para cada interfaz, ambas contendrán la información necesaria para que, tanto Castor como Pollux enruten las direcciones IP provenientes de cualquier máquina de cualquiera de las 5 subredes que se conectan al switch ATM. Esto es necesario debido a que el switch operará en el nivel 2 del OSI, a pesar de que tendrá la capacidad de traducir varios protocolos, no reconoce rutas de direcciones IP, solamente mapea cada dirección IP a un canal virtual.

Instrucciones para Programar una Ruta Estática en Castor y Pollux:

<i>Comando</i>	<i>Nueva dirección fuente</i>	<i>Interfaz del switch ATM</i>
define route	132.248.248.0	132.248.248.1
define route	132.248.249.0	132.248.248.1
define route	132.248.250.0	132.248.248.1
define route	132.248.251.0	132.248.248.1
define route	132.248.252.0	132.248.248.1

CAPITULO VII

ANALISIS COSTO-BENEFICIO

Introducción

Una vez que se tiene bien definido un proyecto, y que se tiene la lista de los equipos necesarios, tenemos que enfrentarnos al difícil problema de elegir la mejor opción de entre todas las que hay en el mercado, además de que tenemos que justificar nuestra elección y los recursos utilizados, haciendo notar que nuestra opción es la que aporta mayores beneficios.

La mayoría de las veces se tiene la noción de cual es la mejor opción, pero no siempre tenemos claro el porque. La realización de tablas comparativas, donde se resaltan las cualidades de los equipos deja en claro cual de los productos es el que ofrece la mejor calidad, mejor desempeño y menor costo, así como mas garantías y mejores servicios.

La realización de sencillos análisis permiten tener la seguridad de que los recursos son bien utilizados y que además se esta realizando una inversión, porque estos análisis permiten una evaluación tanto presente como a futuro, para estimar los beneficios que se obtendrán y el tiempo de vida útil del equipo.

Es importante hacer una buena elección de la tecnología que se va a emplear para la comunicación de información, se debe tener en cuenta diversas características, entre ellas, que cubra nuestras necesidades de comunicación, que no sea una tecnología propietaria para así poder tener escalabilidad no solo en una empresa sino a muchas otras sin tener problemas de interconectar sistemas de procesamiento de datos diferentes que no siempre utilizan los mismos esquemas de comunicación, ver con que infraestructura se cuenta y el costo de esta, el cual debe de ir en función a los beneficios que se esperan obtener de la tecnología elegida para así tener una inversión que va ha ser sobrepasada por los beneficios obtenidos de esta. En este caso no se pone a consideración un costo ya que la implantación de esta tecnología es con fines educativos y por consiguiente el beneficio esperado sobre pasa la expectativas que se obtengan de esta nueva tecnología llamada ATM.

La elección de la tecnología empleada para el diseño de una red de comunicaciones es ATM, ya que no solo es una tecnología que cubre nuestras necesidades de diseño para la red de visualización-supercómputo, sino que nos ofrece escalabilidad tanto en velocidad como en crecimiento.

VII.1. Tablas Comparativas

La elección del equipo es muy importante, ya que no solo se requiere un switch de gran velocidad, sino que se debe elegir el que mejor se adapte a nuestras necesidades de comunicación, características tecnológicas, precio y que tenga un respaldo técnico lo bastante sólido para ir creciendo con las necesidades futuras de la red de comunicaciones, sin que ésta llegue a ser obsoleta en un periodo de tiempo muy corto. A continuación se presentan unas tablas comparativas de switches ATM, los proveedores más competitivos del mercado actual y características más importantes de estos.

	Bay Networks Lattisicell ATM Switch	Cabletron Switch ATM ASX-200	General DataComm APEX DV2	CISCO Hyperswitch A100	Digital Equipment GIGAswitch/ ATM
Precio base	\$9,995-\$48,950	\$23,705	\$12,000	\$21,900	\$26,000
Precio config. completa	No disponible	\$43,125	\$25,000	\$38,700	\$135,096
Precio/Puerto completa- mente conf.	No disponible	No disponible	\$600/Ethernet \$1200/ATM	\$2,400	\$2,580
Velocidad ATM (Mbps)	155	100/155	155	155	155
Arquitectura de switcheo	Switch físico real de 16x16	Fábrica de Switcheo sin división de tiempo	Matriz de difusión Switch físico real de 16x16	Switcheo físico real de 16x16	Switcheo de cruce de barras (crossbar) 13x13
Max. No. de Puertos	16	24	16 a 32	16	52
Puertos LAN	16	2,4,6	16 a 32	16 (max.)	52 (max.)
Puertos WAN	2	2,4	16 a 32	16(max.)	52 (max.)
Max. agregado de BW (Gbps)	2.5	2.5	3.2 a 6.4	2.4	10.4
Max. almacenamiento por cto. de switcheo accesado	1024	No requerido	1,024	16,000	128 KB por 155 Mbps de enlace
Max. almacenamiento por cto. de switcheo existente	1024	512 KB	1,024	1,000	No disponible
Max. almacenamiento compartido entre todos los circuitos	No disponible	8.1MB	No disponible	Más de 16,000 celdas	6.6 MB

Continuación ...

Esquema del manejo de almacenamiento	Almacenamiento de Salida	Prioridad Dual de Almacenamiento de Salida	Almacenamiento distribuido con soporte de QOS	Almacenamiento de Salida virtual: Ordenamiento Selectivo	Almacenamiento VC ajustable: almacenamiento fijo por enlace
Velocidad de ejecución: transacción de switcheo simple (ms)	35	0	2.5	2.7 -10.94	10
Ancho de Banda entre 2 Nodos. Negociado/Permitido	√	√	√	√	√
Establecimiento de Circuitos Virtuales Permanentes	√	√	√	√	√
Establecimiento de Circuitos Virtuales Conmutados	√	√	√	√	√
Soporta Servicios de Tasa de Bits Constantes	√	X	√	√	√
Soporta Servicios de Tasa de Bits Variables	√	√	√	√	√
Max. Tasa de Bits Variables Concurrentes Sesiones/Cto. Físico	2,048	Ilimitado	16,128	4,096 conexiones virtuales	250
Max. Tasa de Bits Constantes Sesiones/Cto. Físico	2,048	Ilimitado	7,168 Conexiones virtuales	4,096 conexiones virtuales	180 simultáneos
Sesiones Totales	2,048	No disponible	114,688	4,096 conexiones virtuales	4,095 por enlace
Mapas de Direcciones IP	X	X	√	X	√
Mapas de Direcciones IPX	√	√	√	X	X
Mapas de Direcciones NetBios	√	√	√	X	X
Soporta UNI 3.0	√	√	√	√	√
Interopera con Switches de otras marcas	√	√	√	√	√
Interopera con adaptadores ATM de otras marcas	√	√	√	√	√
Admón. del switcheo	SNMP	SNMP	SNMP	SNMP	SNMP
Capacidad de Emulación LAN	X	√	√	X	√
Prioridades de Tráfico por Software	√	√	√	√	√
Admón. de Congestión por Software	√	√	√	√	√

Tabla 7.1A Comparación de Equipo de Diferentes Proveedores

DISEÑO DE UNA RED ATM

	Fore Systems ForeRunner ASX200	Hughes LAN Systems Enterprise Hub's ATM	Light Stream Light Stream 2020	Newbridge Networks VIVID ATM	3Com Linkswitch 2000
Precio base	\$21.950	\$4.500	\$21.900	\$19.995	\$800/Ethernet
Precio config. completa	\$39.950	\$110.000	\$248.000	\$19.995	\$8.400
Precio/Puerto completa- mente conf.	\$1.498	\$1.000	\$3.400	\$1.666	\$600/Ethernet \$1200/ATM
Velocidad ATM (Mbps)	622	155	155	155	155
Arquitectura de switcheo	Bus físico interno	Bus físico interno	Switch de cruce por punto 10x10 real	Matriz de difusión	Switcheo de acceso ATM-LAN
Max. No. de Puertos	24	28	18	12	12
Puertos LAN	2/24	28 Max.	18 FDDI:72 Ethernet	12	12
Puertos WAN	2/24	0	9/18/36	0	1
Max. agregado de BW (Gbps)	2.5	2.5	1.6	1.6	
Max. almacenamiento por cto. de switcheo accesado	Sin buffers de entrada	300	48.000	No disponible	No disponible
Max. almacenamiento por cto. de switcheo existente	13.000	8.000	64.000	4.096	No disponible
Max. almacenamiento compartido entre todos los circuitos	56.000	8.000	14.000	No disponible	No disponible
Esquema del manejo de almacenamiento	Almacenamiento de Salida con dos prioridades	Cuatro niveles de prioridad por circuito	Colocación de almacenamiento dinámico	Almacenamiento de Salida con cuatro prioridades	Almacenamiento de Espera
Velocidad de ejecución: transacción de switcheo simple (ms)	10	38	50	0	40
Ancho de Banda entre 2 Nodos, Negociado/Permitido	✓	X	✓	✓	✓
Establecimiento de Circuitos Virtuales Permanentes	✓	✓	✓	✓	✓
Establecimiento de Circuitos Virtuales Conmutados	✓	✓	X	✓	✓
Soporta Servicios de Tasa de Bits Constantes	✓	X	X	✓	X
Soporta Servicios de Tasa de Bits Variables	✓	✓	✓	✓	✓

Continua ...

Max. Tasa de Bits Variables Concurrentes Sesiones/Cto. Físico	12.000	1.024	4.096	depende de SCR y PCR	No determinado
Max. Tasa de Bits Constantes Sesiones/Cto. Físico	12.000	TBD	no disponible	Depende de la conexión PCR	No determinado
Sesiones Totales	16.000	1.024	8.192	2.000	No determinado
Mapas de Direcciones IP	√	X	X	X	X
Mapas de Direcciones IPX	√	X	X	X	√
Mapas de Direcciones NetBios	√	X	X	X	√
Soporta UNI 3.0	√	X	X	X	√
Interopera con Switches de otras marcas	√	√	√	√	X
Interopera con adaptadores ATM de otras marcas	√	√	√	√	X
Admón. del switchero	SNMP	SNMP	SNMP	Propietario	SNMP
Capacidad de Emulación LAN	√	√	√	√	√
Prioridades de Tráfico por Software	√	√	√	√	√
Admón. de Congestión por Software	√	X	√	√	√

Tabla 7.1B Comparación de Equipo de Diferentes Proveedores

VII.2 Beneficio Técnico-Económico

Asignación del Ancho de Banda

Una de las principales ventajas de ATM es la asignación dinámica del ancho de banda que se disponga, con esto nos referimos a que si observamos otra tecnología, la asignación del ancho de banda es fijo. Si tenemos un 100% disponible para 10 usuarios a cada uno le correspondería aproximadamente un 10% del ancho de banda, independientemente si cada usuario ocupe o no su parte correspondiente, por tener un medio compartido.

Como se observa en la figura 7.1, en la tecnología TDM (multiplexaje por división de tiempo), el ancho de banda disponible es fijo, por lo que el usuario se encuentra limitado si sus aplicaciones requieren más ancho de banda.

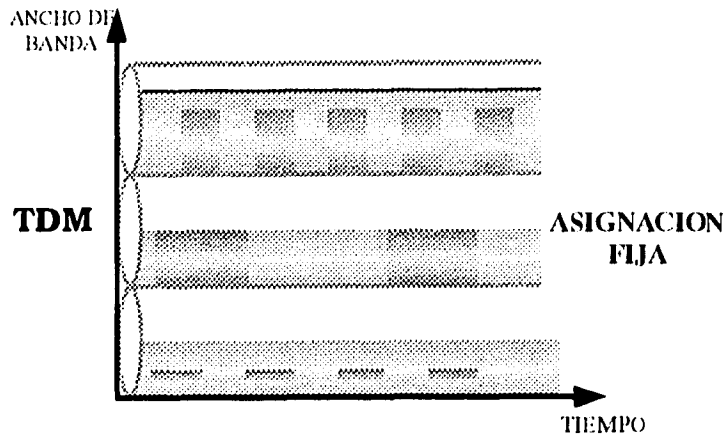


fig. 7.1 TDM

En la figura 7.2, en la técnica de TDM inteligente, observamos la misma limitante que en el caso anterior, donde el ancho de banda es mejor empleado pero sin perder la desventaja de que sigue siendo fijo, por lo que la disponibilidad del mismo es muy reducido.

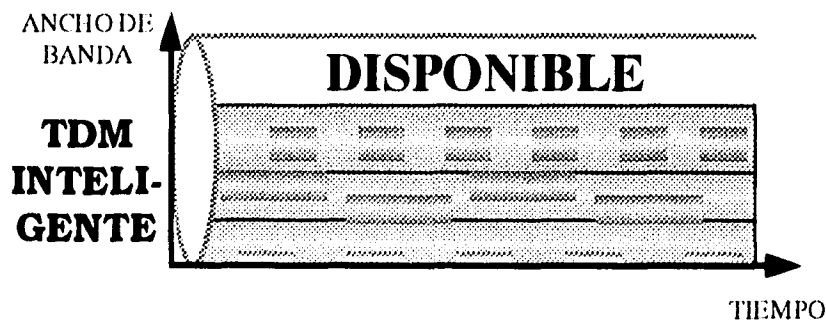
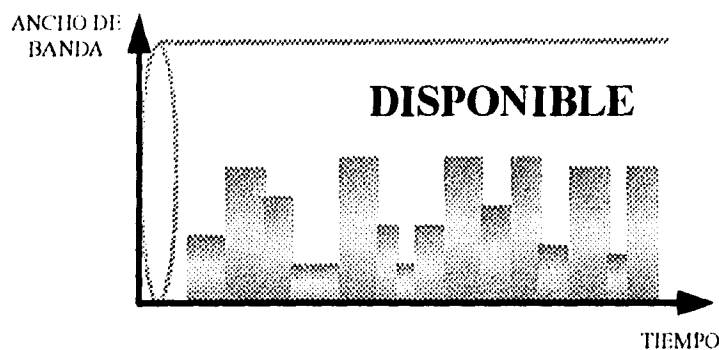


fig. 7.2 TDM inteligente

En la figura 7.3, podemos observar la ventaja que presenta ATM al poder realizar un multiplexaje estadístico, la asignación en el ancho de banda se ve beneficiada ya que se aprovecha cada parte de ella, trayendo como beneficio el poder realizar aplicaciones que demanden un gran ancho de banda.



ATM MULTIPLEXOR ESTADISTICO

fig. 7.3

Costo de ATM en Relación a Otras Tecnologías

Cuando se habla de costo, cualquier persona diría: "ATM tendrá todas las ventajas que usted quiera, sin embargo es muy caro". Hablando de precios, el costo podría ser relativo, todo depende del punto de vista con que se vea. Si se le compara con Ethernet, definitivamente lo será. Tal vez en dos o tres años más se verán interfaces para computadoras, concentradores ó switches para ATM en la misma proporción que hoy se ven para Ethernet e incluso al mismo precio, pero definitivamente se deberá de hacer una consideración de costo por capacidad.

Comparando ATM con Ethernet y FDDI, se pueden obtener ventajas del empleo de ATM sobre alguna de ellas y al mismo tiempo se puede obtener una relación de costo real por cada Megabit por segundo, costo por puerto e incluso por equipo ATM, Ethernet o FDDI y capacidad global de ancho de banda. Si hablamos del costo por Megabit por segundo, se tiene que un costo promedio por HUB Ethernet tiene un costo de \$300 con capacidad media, en tanto que un HUB para FDDI tendría un costo de \$4000. Ambos con una capacidad máxima de 10 y de 100 Mbps respectivamente, mientras que un switch ATM podría tener una capacidad media de 2,400 Mbps y podría escalar a un costo de \$25,000. Si efectuamos el cociente de:

$$\text{\$ x Mbps} = \frac{\text{\$ total del equipo}}{\text{BW máximo}}$$

Lo que daría por resultado para cada caso:

a) En el caso de un HUB Ethernet, se tiene que:

$$\text{\$ x Mbps} = \frac{\text{\$ 300}}{10} = \$30 \text{ por Megabit por segundo}$$

b) En el caso de un HUB FDDI, se tiene que:

$$\text{\$ x Mbps} = \frac{\text{\$ 4000}}{100} = \$40 \text{ por Megabit por segundo}$$

c) En el caso de una tecnología ATM, se tiene que:

$$\text{\$ x Mbps} = \frac{\text{\$ 25,000}}{2,400} = \$ 10.41 \text{ por Megabit por segundo}$$

Es muy importante señalar que en ésta comparación no se incluyen los beneficios de ATM como una tecnología global, sino únicamente como un concentrador para redes de área local. En tanto si se efectuara una comparación del costo de la implantación de una tecnología de red de área amplia y siguiendo la misma comparación anterior, se tendría que para comunicar redes locales entre sí a través de una área amplia, se requeriría un puerto de un ruteador, que según los costos actuales y comparando a ATM con las mismas tecnologías se obtiene un costo por puerto:

$$\text{\$ x puerto Ethernet} = \$ 1,500$$

$$\text{\$ x puerto FDDI} = \$ 4,500$$

$$\text{\$ x puerto ATM} = \$ 2,500$$

Al efectuar ésta comparación se considera únicamente un transporte de paquetes (o bien de celdas) entre dos redes, sin considerar los beneficios de transportar otro tipo de información en el caso de ATM a únicamente datos para un ruteador cualquiera.

Considerando el costo por bit transmitido para dos servicios que podrían ser voz y vídeo se tiene:

Para voz se tienen canales de 64 Kbps y el costo por el uso de la red telefónica pública oscila de \$0.9 Dólares a más de \$1 dólar por minuto, transportado sobre una red ATM la conexión de voz podrá tomar alrededor de 80,000 celdas por minuto, con lo que se tendría un costo de \$0.01 a \$0.10 dólares por miles de celdas.

Para el vídeo que es transmitido hasta los hogares se necesita un canal de 2 a 5 Mbps para producir imágenes de calidad comparable a un video-cassette. La conexión no podría costar más de \$3 dólares por hora ó \$0.05 dólares por minuto, la mitad del costo que para voz, asumiendo 3 Mbps para programas de T.V. o 50 veces el ancho de banda de un canal de voz.

El costo por celda de vídeo es solo el 1% del costo de una celda de voz. Un millón de bits de voz (1/4 de minuto) trae una ganancia al proveedor del servicio (carrier) de \$0.02 a \$0.25 dólares. El mismo millón de bits en una conexión de vídeo (1/3 de segundo) podrían generar menos del \$0.0003 dólares de ganancia para el "carrier".

Es por esto que ATM es una supercarretera de información en la cual los beneficios se comienzan a apreciar entre mayor es la velocidad de transmisión.

La demanda del ancho de banda ha sido incrementada en años recientes debido a sus aplicaciones, la gran demanda existe hoy en día; multimedia y aplicaciones de visualización de información. Estas aplicaciones crecen más allá de la capacidad de las estaciones de trabajo y supercomputadoras, están empezando a ser más populares en los negocios donde los usuarios demandan gran flexibilidad desde su escritorio, a continuación se muestran los requerimientos de ancho de banda para algunas aplicaciones (fig. 7.4).

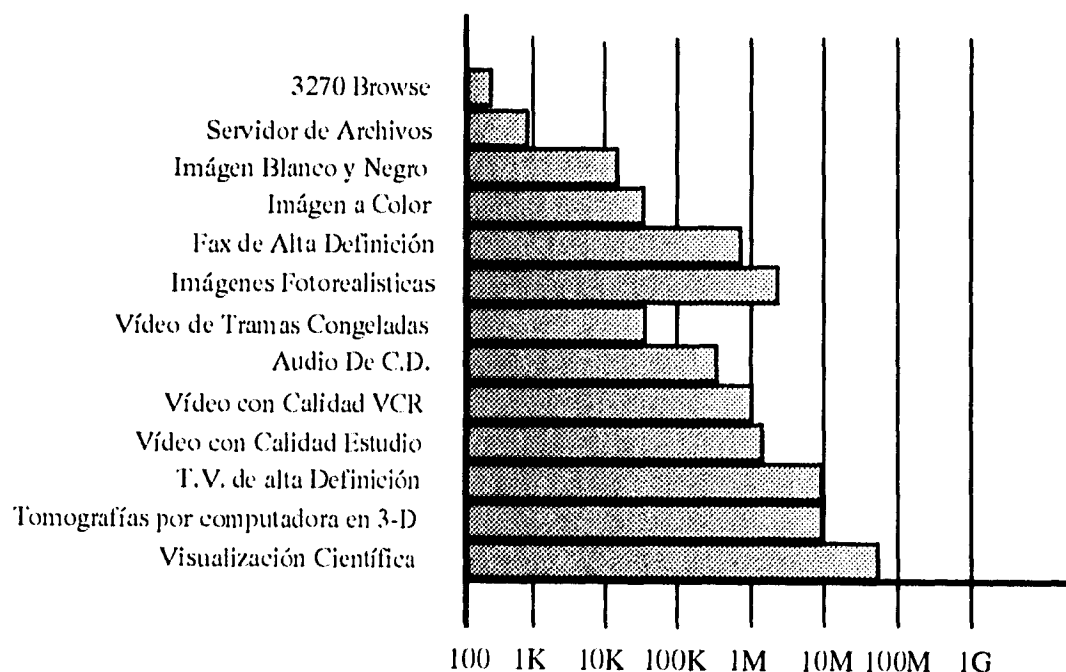


fig 7.4 Requerimientos de Ancho de Banda para ATM

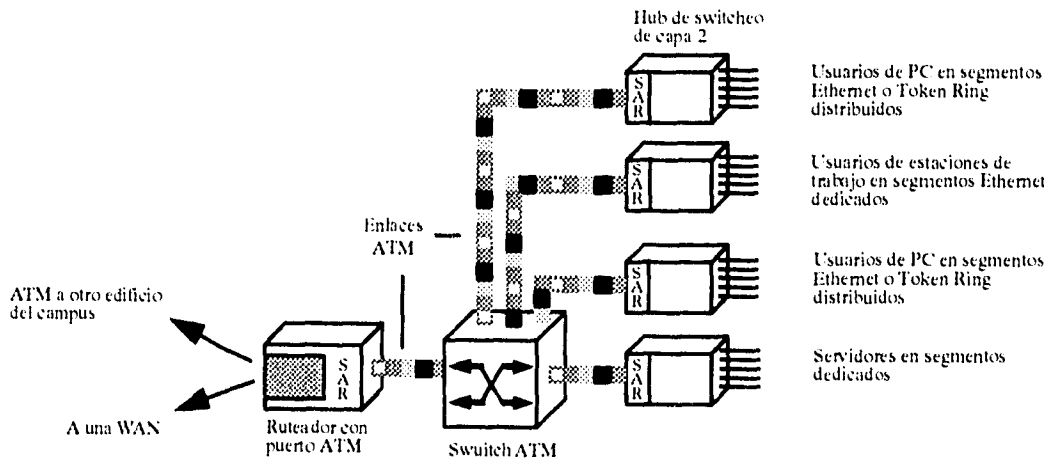
LANs Virtuales

Una LAN virtual son grupos de segmentos LAN que están lógicamente conectados a diferencia de las redes donde las conexiones son físicas. Uno o mas segmentos conectados a un switch pueden ser lógicamente definidos como una LAN virtual individual. Y además, múltiples segmentos pueden ser miembros de una red virtual LAN individual, siempre que estén conectados a diferentes switches que estén interconectados.

La especificación Emulación-LAN desarrollada por el LAN Emulation Technical Committee Working Group del Foro ATM ha especificado un servicio llamado LAN Emulation Server (LES), que provee un medio para dispositivos de red tales como switches, puentes, ruteadores y hosts los cuales pueden registrar sus direcciones ATM y las direcciones MAC de aquellas estaciones que pueden ser alcanzadas a través de estos.

Subredes Lógicas

Una aproximación diferente llamada subredes virtuales, usa ATM para proveer la conectividad virtual basada en las direcciones de la capa de red. Donde las direcciones de red están asociadas con circuitos virtuales para crear subredes lógicas (fig. 7.5). Los grupos creados de esta forma reciben el nombre de Grupos de trabajo virtuales.



Asignación de circuitos virtuales para cada LAN virtual en un Backbone ATM

fig. 7.5

Una de las principales ventajas es que los miembros de un grupo de trabajo virtual no están ligados a una residencia o a un segmento LAN específico, una subred lógica puede estar formada por varios usuarios dispersos en múltiples segmentos y en otros lugares ó sitios distintos. La desventaja obvia es que la subred lógica depende de la capa de protocolo de red y direcciones para definir y manejar un grupo de trabajo virtual.

Beneficios del Switch en la Red de Visualización

a) Escalabilidad. Se pueden instalar tarjetas de interfaces de alta velocidad en el switch adquirido, con SONET ó SDH de alta velocidad a 155 Mbps ó 622 Mbps, donde las celdas van estructuradas dentro de envoltorios, ó interfaces que manejen sólo celdas ATM como tarjetas ATM o TAXI.

b) Conectividad LAN-WAN. Entre las ventajas de integrar a la red un switch ATM, permite tener comunicación entre redes LAN, no importando el protocolo que se use, ya sea este Ethernet o Token Ring, FDDI, y que se puede migrar de uno a otro protocolo. Puede soportar otros protocolos Frame Relay para comunicaciones de baja velocidad. Así como también permite comunicación por puerto serie y puede soportar comunicaciones "Fuera de Banda" como es la comunicación a otra red o equipo por medio de módems. En el caso de la red integral de telecomunicaciones de la UNAM, el switch ATM permitiría comunicación hasta cualquier punto de la red gracias a la infraestructura de fibra óptica existente tanto dentro como fuera del campus. Sería posible intercomunicar al switch ATM con algún otro switch ubicado en cualquier lugar de la red metropolitana, extendiendo los servicios de videoconferencia, visualización gráfica, correo electrónico e incluso, llamadas telefónicas.

c) Emulación de Circuitos. Un switch ATM permite proveer una trayectoria isócrona entre nodos de red como en el multiplexaje TDM para poder transportar voz y vídeo que son sensibles al retardo.

d) Transporte de Vídeo. Un switch permite también la transmisión de vídeo comprimido o en tiempo real, ya sea este en su forma digital, ya procesado o puede soportar una tarjeta o "codec" que realiza la digitalización del vídeo, su transmisión o también incluir la compresión del vídeo en algún estándar MPEG, H261, JPEG y su transmisión.

e) Diversas Interfaces Físicas Un switch ATM permite también manejar datos o tramas estructurados en canales bajo los estándares E1, E3, T1, T3, y

los múltiplos y fracciones de estos, y diversas interfaces en las que se encuentran HSSI, TAXI, V.35 SONET, SDH Ethernet, Token Ring, FDDI, lo que permite que sea compatible con muchos equipos de comunicaciones.

Elección y Características Sobresalientes del Switch ATM

De acuerdo a las características del switch de como se realizó su elección se consideraron diversos factores entre los que destacan: el retardo (latency) que es el tiempo que tarda el switch en entregar una celda el cual transcurre desde que es recibida una celda hasta que ésta sale del switch, es un parámetro que se debe tomar en cuenta si se está transmitiendo voz y vídeo principalmente, ya que este tipo de información es sensible al retardo y puede no recibirse correctamente o sin la calidad con que se envía.

El sistema de almacenamiento "búffers" ya sean de entrada, de salida o de la fábrica del switch nos dan la capacidad de poder soportar ráfagas bastante grandes de celdas o para evitar el bloqueo del Switch ATM, estos parámetros no son más que la cantidad de memoria a la entrada o salida del mismo y la cual debe de tener un tamaño apropiado en función de la capacidad del switch, ya que como son memorias que almacenan información, las cuales si son grandes nos originan un retardo que se suma al retardo de los otros almacenamientos (búffers de entrada, de salida y de fábrica del switch), nos podría originar problemas en la recepción de información, sobre todo aquellas aplicaciones que son sensibles al retardo como lo son voz y vídeo, sobre todo en momentos en que se incrementa el tráfico de la red en donde el almacenamiento podría tener un tiempo más grande, pero tampoco deben de ser tan pequeñas ya que podría presentarse una mayor pérdida de celdas o bloqueo del switch, algunos fabricantes de switch manejan solo búffers de salida o de entrada según su diseño ya que la arquitectura que manejan o el algoritmo que utilizan las compensa, como en el caso concreto del switch APEX-DV2 de General Data Comm (GDC), el cual presenta un búffer no muy grande a la entrada, pero acompañado de un sofisticado algoritmo matemático que se denomina "cuatro leaky bucket" para VCI y VPI, el cual para los switch de los otros fabricantes con el mismo algoritmo es solo de "dos leaky bucket" lo cual representa la mitad de la capacidad para manejar grandes ráfagas de información que se envían al switch, la interoperabilidad es otra característica de este switch que no es mas que la comunicación con cualquier switch o dispositivo ATM que cumpla con los estándares que el foro ATM y las autoridades en estándares como la ANSI y la ITU-TS aceptan.

La señalización, manejo, direccionamiento y adaptación han sido definidos para permitir una paulatina migración de las tecnologías existentes y permitir su completa integración en redes de ATM.

Además de que el switch APEX-DV2 cuenta con todas las características previamente mencionadas ofrece un respaldo bastante sólido en cuanto a desarrollo se refiere. La empresa fue fundada a principios del año 1969 y se fundó con el propósito de diseñar, fabricar y efectuar la comercialización de productos y sistemas relacionados con el diseño de redes públicas y privadas de voz, datos y vídeo. También realiza investigación y desarrollo de nueva tecnología, cooperando en importantes proyectos con las empresas más importantes en telecomunicaciones del orbe en Estados Unidos de América, Japón y Europa. Los servicios que GDC ofrece van desde la asesoría, capacitación, instalación e una red de telecomunicaciones, mantenimiento preventivo y correctivo para la red y equipos, monitoreo y administración de redes en lo que a equipos corresponde, detección y solución de fallas, ofreciendo servicios correspondientes al diseño de redes y abarcando desde el análisis de requerimientos hasta la logística para implantarlo. GDC cuenta también con la certificación de calidad ISO 9000/9001. Teniendo una red de subsidiarias, oficinas y representaciones cubriendo mas de 60 países, cada localidad dispone de recursos humanos y materiales, entre los hechos más importantes de GDC de México es que desarrolló en Telmex los primeros servicios fraccionales sobre RDI, domina el mercado de multiplexores cubriendo en su totalidad los sistemas de redes bancarios y bursátiles más importantes del país, es la única empresa con la capacidad de cubrir los servicios de Frame Relay y Cell Relay como es el caso de ATM, tanto a nivel domestico como a nivel global.

GDC está desarrollando una nueva interfaz UNI (FUNI-Frame User Network Interface) que provee un estándar de baja velocidad (56/64 Kbps a 1.5/2.0 Mbps) interfaz únicamente de datos para redes ATM. La FUNI incluye estándares de señalización para SVC (Switch Virtual Channel) ATM y un servicio negociando el ancho de banda.

Su arquitectura esta basada en un switch de matriz mejorada que provee un no bloqueode switch. Una tarjeta hermana "daughter provee las características necesarias para cada tipo de tráfico. Si el tráfico es celdas ATM estas pasan directamente a la fábrica del switch para conectar a la red, si el tráfico no es ATM este es adaptado dentro un formato de celdas ATM y posteriormente pasa a la fábrica del switch. La fábrica del switch tiene una capacidad de 3.22 Gbps ó 6.4 Gbps según sean las necesidades.

DISEÑO DE UNA RED ATM

Broadcast y Multicast es soportado por el switch debido a su arquitectura que además resulta de bajo retardo y protege la información sensible al retardo.

El switch GDC tiene una arquitectura de plano intermedio (Mid-Plane) donde se encuentran las tarjetas de adaptación desde AAL 1 hasta AAL 5 dependiendo de las necesidades y del tipo de aplicación que se requiera, ya sea servicios de rangos de bits constantes como lo son voz, vídeo, transporte de tráfico SMDS, Frame Relay, X.25, etc ó rangos de bits variables. A estas tarjetas únicamente se les coloca la tarjeta de interfaz con lo cual nos facilita la migración a otra tecnología o interfaz con solo cambiar esta tarjeta y no toda como en el caso de otros equipos que no cuentan con mid-plane sino que cuentan con un back-plane.

Equipo Empleado para el Diseño de la Red ATM

EQUIPO LAN Switch	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
APEX MAC	1	\$12,000.00	\$12,000.00
Tarjeta SONET 1 puerto	1	\$2,650.00	\$2,650.00
Tarjeta Ethernet 4 puertos	2	\$2,400.00	\$4,800.00
TOTAL			\$19,450.00

EQUIPO SWITCH ATM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
APEX-DV2	1	\$19,000.00	\$19,000.00
Tarjeta SONET 1 puerto	1	\$2,650.00	\$2,650.00
Tarjeta Ethernet 4 puertos	2	\$2,400.00	\$4,800.00
Tarjeta TAXI 2 puertos	3	\$2,400.00	\$7,200.00
Tarjeta FDDI 1 puerto	1	\$2,850.00	\$2,850.00
TOTAL			\$36,500.00

EQUIPO Tarjetas en servidores y servidor de disco	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Tarjetas TAXI	5	\$1,200.00	\$6,000.00
TOTAL			\$6,000.00

* Cantidades expresadas en dólares U.S.

Costo total de equipo necesario (Switch ATM, LAN Switch, y tarjetas)

TOTAL: \$61,950.00 dólares U.S.

NOTA: Debido a que la Universidad Nacional Autónoma de México cuenta ya con la infraestructura de redes de comunicación, no es necesario contemplar dentro de los costos las tarjetas de comunicación Ethernet, puesto que las computadoras y estaciones de trabajo ya han sido provistas de estas para su comunicación, siendo ATM solo un mejoramiento paulatino y no una implantación tecnológica.

Cabe destacar que además se deben considerar los costos de ingeniería del proyecto, honorarios de los ingenieros de proyecto, planos elementales y de alambrado, instalación y pruebas, memorias de cálculo y manual de operación.

La universidad Nacional Autónoma de México cuenta con la infraestructura suficiente para soportar el servicio de comunicación ya que no tiene que rentar sus enlaces dentro del campus universitario el cual es un gran obstáculo para las empresas que así lo tienen que hacer al rentar el servicio de un "carrier" y gastar una parte muy importante en sus enlaces con gran ancho de banda ya que el costo se incrementa significativamente entre mayor sea este, lo cual para algunas empresas no es rentable, es por eso que no les es tan atractivo emigrar a una tecnología como lo es ATM, pero si no fuera así la tecnología abarataría sus costos y todos disfrutarían de las bondades de ATM sin tener la preocupación del ancho de banda necesario para algunas aplicaciones e innovaciones en el campo de la tecnología. Esto representaría una gran ventaja ya que los costos de la universidad se abaratarían al no tener que rentar un "carrier" en el campus universitario, y se tendrían todos los beneficios de ATM así como una tecnología de punta que dentro de un campus universitario podría ser mejor aprovechada y se innovarían nuevas aplicaciones por que al no tener problemas con el ancho de banda lo único que faltaría sería imaginación para explotar el potencial de ATM.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

La obtención oportuna de información en las empresas se ha vuelto un factor tan importante para su éxito como la producción misma de bienes. Actualmente las empresas tienen una necesidad cada día mayor de contar con información actualizada, a la vez que la automatización de los procesos en la misma se hacen vitales para su adecuada operación.

La nueva década trajo nuevas necesidades de computo, sistemas operativos con interfaz gráfica, procesadores de documentos y manejadores de base de datos multimedia y paquetes de software más poderosos que sus antecesores los cuales requieren una plataforma más completa, procesadores más rápidos, memoria principal de varias decenas de megabytes y capacidad en disco duro de cientos de megabytes llegando a requerir más de un Gigabyte, así como el manejo de lectoras de discos ópticos, y unidades de respaldo de cintas magnéticas.

Durante la evolución de las redes de datos, cada fabricante decidió utilizar esquemas propietarios para intercomunicar sus equipos, la principal característica que encontramos hoy en día es la problemática de interconectar sistemas de procesamiento de datos diferentes que no siempre utilizan los mismos esquemas de comunicación.

Como resultado de los puntos señalados con anterioridad se puede concretar que ATM ofrece la posibilidad de superar las limitantes que se tienen con tecnologías anteriores, ya que la interconexión de redes independientemente del protocolo que esta maneje se puede realizar, porque ATM puede realizar las interconexiones sin problema.

Actualmente existe una gran variedad de switches ATM de distintos proveedores con una variedad muy amplia de interfaces, y con un alto grado de seguridad en redes compartidas (99.999 %), facilidad para la estructuración de redes LAN's virtuales con lo que se pueden enlazar diversos tipos de redes LAN que se encuentran en otro lugar y compartir recursos como si fuera una misma red, siendo las conexiones transparentes al usuario, ATM cuenta además con un mejor aprovechamiento del ancho de banda ya que tiene una asignación dinámica y estadística de este que lo hace mas eficiente, y por tener una celda pequeña de tamaño fijo reduce el retardo para celdas de alta prioridad, y por que pueden ser conmutadas más rápidamente y eficientemente, lo cual es importante para

aplicaciones de tasa de transmisión constante y para cantidades de datos muy grandes de ATM.

ATM es sin duda una nueva tecnología que puede ser usada para aplicaciones que demanden gran ancho de banda, donde estén implicadas la transmisión de voz, vídeo y datos. Permitiendo además a los proveedores de servicios de datos o de voz, un medio eficaz de transporte que permita hacer un uso óptimo del ancho de banda disponible, para tener mayor capacidad y para mejorar la calidad de los servicios. ATM permitirá la introducción de nuevos tipos de servicios de vídeo en redes de comunicaciones.

ATM es actualmente una tecnología de un costo elevado, sin embargo es una opción que brinda mayor ancho de banda por menos dinero en aplicaciones donde se manejan anchos de banda de varios cientos de Mbps y que tengan un alto porcentaje de utilización de sus sistemas.

En lo que se refiere al diseño realizado en esta tesis, la elección de la tecnología empleada para el diseño de una red de comunicaciones multimegabits es ATM, ya que no solo es una tecnología que cubre nuestras necesidades de diseño para la red de visualización-supercómputo, además de que nos ofrece escalabilidad tanto en velocidad como en crecimiento, porque permite ir aumentando paulatinamente el número de puertos y manejar las tecnologías que se deseen manejar, aún cuando estas manejen varios cientos de Mbps.

ATM es la única tecnología en nuestros días que nos permite integrar en un todo universal, cualquier tipo de red LAN, enlaces de circuitos conmutados, comunicaciones seriales y transmisiones de datos a altas velocidades por Frame Relay, aplicaciones de vídeo, etc.

Otro punto importante de ATM es que nos permite contar con un sistema que tenga una plataforma adecuada que pueda configurarse de formas muy variadas y que tenga la capacidad para migrar hacia nuevas tecnologías sin quedar obsoleto conforme surjan nuevos estándares en redes de comunicaciones, así como la posibilidad de analizar el tráfico de datos en el canal de comunicación a una velocidad elevada (tiempo real) con el suficiente grado de exactitud para un diagnóstico rápido a los problemas.

Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI -Open Systems Interconnection)

Es el modelo de referencia que fue definido por la **Organización Internacional de Estándares (ISO -International Standards Organization)**, como un estándar para las comunicaciones mundiales. Define una estructura para la creación de protocolos de comunicación en siete estratos o capas.

El control es transferido de un estrato a otro, comenzando por el de aplicación, y llegando hasta el del medio físico, que comunica al otro estrato físico del sistema OSI por medio de cable coaxial, par trenzado o fibra óptica y por el cual comienza hasta llegar al de aplicación. Cada estrato depende del anterior e interactúa con el siguiente, teniendo así una dependencia con los estratos adjuntos como se muestra en la siguiente figura.

Existe una funcionalidad similar en todas las redes de comunicaciones; sin embargo, algunos sistemas no OSI existentes integran a menudo dos o tres capas funcionales en una sola.

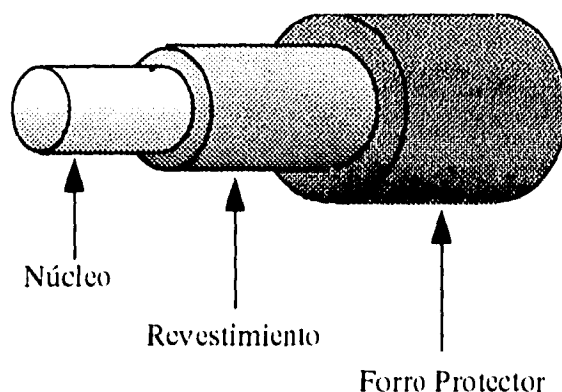
Los estratos del modelo OSI son:

- a) Estrato siete (**Aplicación**). Define las reglas para entrar en el sistema de comunicaciones. Los programas se comunican unos con otros a través de este estrato, proporcionando protocolos para funciones o aplicaciones comunes del usuario final, tales como transferencia de archivos, correo electrónico o acceso remoto a base de datos.
- b) Estrato seis (**Presentación**). Administra la forma en que se representan y codifican los datos. Proporciona mecanismos de traducción entre datos de distintos formatos, así como la traducción de código y conversión de datos y archivos.
- c) Estrato cinco (**Sesión**). Proporciona la coordinación de las comunicaciones en una forma ordenada, por ejemplo, marca partes significativas de los datos transmitidos para asegurarse que el mensaje completo fue recibido correctamente.
- d) Estrato cuatro (**Transporte**). Es el responsable de la validez e integridad de la transmisión, de un extremo a otro (envío/recepción de datos). Los servicios de transporte OSI incluyen los estratos uno a cuatro, los que son responsables del tránsito de los bits de la estación emisora a la estación receptora. Puede dividir los bloques de información (paquetes) en otros más

g) Estrato uno (**Físico**). Define las características funcionales para pasar bits de datos hacia el medio de conexión, y para recibirlos de él; es responsable de las especificaciones físicas y eléctricas para la transmisión de datos a través del medio físico (cableado). En el se definen las características eléctricas, tipos de conectores y de puertos así como los rangos de corriente, su referencia es el bit, por ejemplo, incluye las señales RTS pedido de envío (request to send) y CTS listo para enviar (clear to send) en un ambiente con interfaces RS-232, así como la Conmutación por División de Tiempo (TDM, Time Division Multiplexing), en un entorno Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Fibras Ópticas

Las fibras que son usadas en las comunicaciones ópticas son guías de ondas hechas de dieléctricos transparentes (vidrio o plástico) con un diámetro de entre 100 a 1000 μm , cuya función es guiar luz visible o infrarroja a través de grandes distancias. Una fibra óptica consiste de un cilindro delgado de vidrio, llamado *núcleo* (Core) rodeado por una hoja cilíndrica de vidrio o plástico de menor índice de refracción llamada *revestimiento* (Cladding).



Estructura de la fibra óptica

Las fibras ópticas pueden ser clasificadas en términos de su índice de refracción del núcleo de la fibra ó por el modo de propagación en la guía (fibra mono modo o fibras multimodo).

Sí el núcleo, el cual está típicamente hecho de un vidrio con alto contenido de silicato ó vidrio multicompuesto con un índice de refracción uniforme entonces la fibra es llamada "fibra de índice fijo". Si la fibra no tiene un índice de refracción uniforme que gradualmente decrece del centro a la región de interfaz núcleo-revestimiento, entonces es llamada "fibra de índice graduado".

El revestimiento que rodea al núcleo tiene un índice de refracción que es ligeramente menor al índice de refracción de la región central.

Consideremos un cilindro de vidrio rodeado de aire. La luz que pega en sus paredes será internamente reflejada siempre que el ángulo de incidencia en cada reflexión sea menor que el ángulo crítico de reflexión o la luz se refracta y atravieza el medio y pasa al revestimiento.

Un rayo que es coplanar con el eje óptico podría sufrir varios miles de reflexiones por pie cuando va rebotando a lo largo de la fibra hasta que sale en el extremo lejano.

Las fibras de gran diámetro generalmente se llaman tubos de luz.

La superficie lisa de una fibra se debe mantener limpia de humedad, polvo, aceite, etc., si se desea evitar las fugas de luz.

Similarmente si un gran número de fibras se empaican muy próximas entre sí, la luz se puede colar de una fibra a otra en lo que se conoce como comunicación cruzada. Por éstas razones es ahora costumbre revestir cada fibra con una cubierta transparente de índice más bajo llamada revestimiento.

Esta capa solo necesita ser lo suficientemente gruesa para proveer el aislamiento deseado pero por otras razones ocupa alrededor de un décimo del área de la sección transversal. Típicamente el núcleo de la fibra puede tener un índice (n_f) de 1.62 y el revestimiento un índice (n_c) de 1.52, aunque hay disponible un amplio rango de valores.

Se pueden obtener comercialmente fibras con una gran variedad de aberturas numéricas, que van desde alrededor de 0.2 hasta 1.0.

Manojos de fibras libres cuyos extremos están unidos entre sí (con resinas epóxicas), tallados y pulidos forman guías de luz flexibles. Si no se hace ningún intento para alinear las fibras en un arreglo ordenado, forman un manojo incoherente. Estos transportadores flexibles de luz son, por esa razón, relativamente baratos y fáciles de hacer. Su función primaria es simplemente conducir la luz de una región a otra. Cuando las fibras están cuidadosamente arregladas de tal forma que sus terminaciones ocupen las mismas posiciones relativas en ambos extremos pegados del manojo, se dice que el manojo es coherente. Tal arreglo es capaz de transmitir imágenes y consecuentemente se conoce como un transportador flexible de imágenes.

Se debe observar que, mientras un cable eléctrico que conduce una señal está sujeto a interferencias electromagnéticas externas, esto no ocurre en una fibra óptica.

En resumen son dos las causas de problemas que dificultan su uso en la práctica:

* Ondulaciones o ralladuras en la fibra

- * Contaminación de la superficie (aceite, grasa, polvo, agua, etc.)

Características útiles de las fibras ópticas

- * Bajas pérdidas y gran ancho de banda
- * Tamaño pequeño y flexibilidad
- * No induce, no conduce y no radia
- * Ligera
- * Gran campo de desarrollo

Propagación de la luz (respuesta espectral)

El espectro electromagnético con que operan las fibras ópticas incluye no solamente la parte visible entre 3900 y 7700 Angstrom sino también parte del espectro de las radiaciones infrarrojas entre 7700 y 12000 Angstrom.

La estructura atómica del vidrio presenta sin embargo, fluctuaciones que hacen que ocurran dispersiones de la radiación de forma irregular. Esto hace que las longitudes de onda diferentes encuentren niveles de absorción diferentes a propagarse por una fibra óptica.

La ley de Rayleigh para la dispersión dice que su intensidad es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda, sin embargo, la estructura irregular de la fibra no obedece a esto. en la curva de absorción en función de la frecuencia existe un punto de menor absorción alrededor de los 8500 Angstrom, lo que lleva a que sean los leds infrarrojos en esta frecuencia, ideales para trabajar con la fibra óptica.

Características de emisores y detectores

Emisores ópticos

Los semiconductores Diodos Emisores de Luz (LED, Light Emitting Diodes) y los Diodos de Inyección Láser (ILD, Injection Lasser Diodes) son los candidatos a ser usados con las fibras ópticas por ser compatibles, éstos emiten a longitudes de onda correspondientes a las regiones de bajas pérdidas de la fibra óptica (0.8 a 0.9 micrómetros), sus salidas pueden ser controladas y son fáciles de modular y finalmente ofrecen seguridad en su presentación estado-sólido con vida útil mayor a 106 hrs.

Una de las diferencias más grandes entre LED e ILD es la coherencia espacial y temporal. Un ILD radia en un haz de luz que tiene una pequeña banda espectral. En contraste los LED tienen un patrón de radiación más amplio y tienen un mayor ancho de banda espectral.

La segunda diferencia es la velocidad, los tiempos de corte y levantamiento se dan más rápidamente con el ILD.

La tercer diferencia es la linealidad, la luz que generan los leds es más lineal y corresponde proporcionalmente a la corriente que pasa a través del dispositivo. Los láser no es lineal y depende de la temperatura y edad del dispositivo, se necesita un sistema de control realimentado para estabilizar la potencia de salida del láser.

Dispositivos de GaAlAs emiten en la región de 0.8 y 0.9 micrómetro, están disponibles comercialmente. Dispositivos de InGaAsP con emisiones con longitud de onda dentro de 1 a 1.7 micrómetros, son usados para aplicaciones cerca de 1.3 y 1.6 micrómetros donde la dispersión de las fibras ópticas es mínima.

Detectores ópticos

El principal propósito de un detector óptico es detectar la señal incidente y convertirla en una señal eléctrica que contenga la información que fue portada por la luz, por lo que éstos dispositivos se conocen como transductores óptico/eléctrico. Un detector óptico consiste de un fotodetector y un amplificador asociado a un filtro. El amplificador convierte la señal eléctrica en una señal con un nivel de operación y con un mínimo de ruido.

En todos los sistemas de comunicaciones por fibra óptica que hoy existen los fotodetectores usados son un PIN semiconductor o un fotodiodo de efecto avalancha APD. Estos dispositivos difieren en que el PIN básicamente convierte un fotón en un electrón y tiene una eficiencia de conversión menor que la unidad. En un APD portador ocurre una multiplicación dando por resultado múltiples electrones por fotón incidente.

Las razones para escoger un PIN o un APD está generalmente basado en costo y requerimientos de sensibilidad del receptor. El APD es sensible a la temperatura y puede requerir un control dinámico del voltaje de alimentación.

Protocolo TCP/IP

Es un conjunto de protocolos y aplicaciones de comunicaciones más popular para conectar sistemas heterogéneos en diversos ambientes en el nivel físico. Este conjunto de protocolos especifica las funciones correspondientes con las capas que se encuentran arriba de la capa de enlace del modelo OSI. La omisión de las capas más bajas del protocolo, es para permitir a TCP/IP interoperar con diversa tecnologías a nivel físico.

Si comparáramos el protocolo OSI con el de TCP/IP, observaríamos que Telnet (protocolo que emula una terminal) FTP (File Transfer Protocol, protocolo de transferencia de archivos), SMTP (Protocolo de transferencia de correo electrónico) y RIP (Routing Information Protocol, protocolo de información de enrutamiento) que son protocolos internet, estos proveen al usuario servicios de aplicación y corresponden con las reglas de sesión, presentación y aplicación. TCP y UDP son protocolos host a host que entregan y reciben datos de protocolos iguales en otros sistemas de redes y corresponden con las reglas de transporte del protocolo OSI. IP e ICMP, son protocolos internet que ayudan a mover datos a través de las redes conectando máquinas para hacer un mejor aprovechamiento de la red.

Protocolo Internet IP

También llamado protocolo de transporte de datos ó TPDU, y realiza la función de mover datos a través de la red. Puede ser fragmentado en pequeñas partes llamadas TPDU's. Cada TPDU o fragmentos es ajustado con un encabezado IP y transmitido como una trama (frame). IP mueve datagramas a través de la red internet, y en cada direccionamiento toma una decisión acerca del siguiente brinco del datagrama. Como los fragmentos diferentes de un TPDU pueden tomar diferentes rutas, esto puede causar una fragmentación y al llegar a su destino no este en orden. En este caso, IP reensambla los fragmentos, en secuencia en el host destino. El encabezado consiste de varios campos:

Versión, tiene una longitud de 4 bits que permite etiquetar cualquier evolución del protocolo.

Longitud del encabezado, su longitud es de 4 bits y graba la longitud del encabezado del datagrama en una palabra de 32 bits.

Tipo de servicio. Es de 8 bits, se utiliza por los niveles superiores del protocolo para decirle a IP como un datagrama en particular debe de ser manejado, con respecto a la importancia del paquete, si se desea un requerimiento de retardo inferior, un índice alto de throughput requerimiento de alta fiabilidad.

Longitud, es un campo de 16 bits que especifica la longitud total del paquete IP, la cual incluye datos y encabezado, en número de bytes.

Identificación, este campo de 8 bits contiene un número que identifica el datagrama actual, así como la dirección fuente IP, el número identificador únicamente identifica un datagrama.

Banderas, los dos últimos bits de este campo de tres bits se encargan de el control de la fragmentación.

Fragment Offset, fragmento de compensación o desplazamiento de 13 bits de longitud para compensación. La creación del destino IP, usa el contenido de este campo para reensamblar los fragmentos en el TPDU original.

Tiempo de vida, contiene un contador que indica el tiempo de vida del paquete y consta de 8 bits.

Protocolo, es de 8 bits e indica que protocolo de host a host va a recibir el TPDU (ejem TCP) correspondiente al proceso IP.

Encabezado Checksum, tiene una longitud de 16 bits, es usado para ayudar a asegurar la integridad de los encabezados IP. Si el cálculo del checksum no es igual al checksum en el paquete, el paquete es descartado.

Dirección fuente y destino, estos campos identifican el origen y el destino del paquete. La dirección IP indica una red específica y un host en esa red. Esta dirección lógica de 32 bits es escrita en notación decimal, la cual consiste de cuatro números decimales separados por punto, por ejemplo 132.248.214.4

Opciones, da la potencialidad a los datagramas de IP, de soportar una variedad de servicios opcionales, como ruteo fuente, tiempo de estampar e información de seguridad.

Dato de compensación, este campo de 4 bits indica el número de 32 bits (palabra) en el encabezado de TCP el cual varía según el tamaño del campo de opciones.

Banderas, los bits de banderas contienen una variedad de información de control. Estos bits son utilizados para organizar la comunicación y el control y se definen como sigue: bandera urgente, bandera PuSH, bandera ReSet, bandera SYNchronize y bandera FINish.

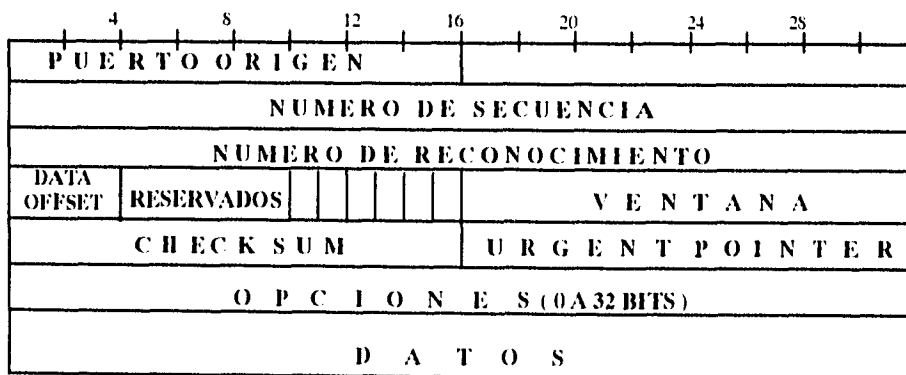
Ventana (Window), el campo de window de 16 bits especifica el número de bytes de datos, comenzando con el que se indica en el campo de número de reconocimiento que el remitente esta dispuesto a aceptar. Contiene un mecanismo denominado sliding window que permite una operación full duplex.

Checksum, consta de 16 bits y se utiliza para determinar si fue dañado en la transmisión el paquete.

Urgent Pointer, tiene una longitud de 16 bits y es un valor de compensación, este indica dentro del flujo de datos si hay datos urgentes. De hecho el valor de este campo apunta al byte inmediato del último byte de dato urgente, el cual es un dato que las capas superiores consideran muy importante.

Opciones, su longitud es variable, si esta presente, sigue el campo de urgent pointer. La opción más común es "tamaño máximo del segmento", que se utiliza durante el establecimiento de la comunicación para indicar el segmento más largo que puede aceptar TCP.

FORMATO DEL PAQUETE TCP



I.1. TERMINOLOGIA EMPLEADA EN REDES.

Ancho de banda(Bandwith) Gama de frecuencias que pasa por un circuito. Cuanto mayor el ancho de banda, más información puede enviarse por el circuito en el lapso determinado.

ANSI (American National Standards Institute) Instituto Nacional Estadounidense de Normas.

Atenuación Diferencia entre la potencia transmitida y la recibida debido a pérdidas en los equipos, líneas u otros dispositivos de transmisión. Se mide en decibeles.

ATM (Asynchronous Transfer Mode - Modo de Transferencia Asíncrona) Normalizada por la ITU de "cell relay", una técnica de conmutación de paquetes que utiliza paquetes (celdas) de longitud fija. Es asíncrono en el sentido de que la recurrencia de celdas que contienen información de un usuario determinado no es periódica.

AWG (American Wire Gauge). Calibre estadounidense de alambres) Sistema para especificar tamaños de alambre.

Backbone Red de comunicaciones, fundamental. Actúa como conducto primario (o "espina dorsal") de tráfico que usualmente viene de, o va hacia, otras redes.

Banda Base (Baseband) Se refiere a la transmisión de una señal analógica o digital en su frecuencia original sin modificarla por modulación

Baudío (baud) Unidad de velocidad de señalización equivalente al

número de estados o eventos discretos por segundo. Si cada evento de señal representa solo un estado de bit, la tasa de baudios equivale a los bps (bits por segundo).

Bit Contracción de "Binary Digit" (Dígito Binario), la menor unidad de información en un sistema binario. Un bit representa o bien uno o cero ("1" o "0").

Bps (Bits por segundo) Medida de la velocidad de transmisión de datos en la transmisión serie.

Buffer (Memoria) Dispositivo de almacenamiento. Usado comúnmente para compensar diferencias en la velocidad de transmisión de datos o temporización de eventos cuando se transmite de un dispositivo a otro. Se usa también para eliminar el jitter.

Bus Vía o canal de transmisión. Típicamente, un bus es una conexión eléctrica de uno o más conductores en el cual todos los dispositivos ligados reciben simultáneamente todo lo que se transmite.

Byte Grupo de bits que una computadora puede leer (generalmente de longitud de ocho bits).

Canal (Channel) Camino para una transmisión eléctrica para uno o más puntos. También denominado enlace, línea, circuito o instalación.

Capa de enlace de datos (Data Link Layer) Capa dos del modelo OSI. La entidad que establece, mantiene y libera las conexiones del enlace de datos entre los elementos de una red.

La capa dos se ocupa de la transmisión de unidades de información, o tramas, y de la verificación de error asociada.

Capa Física (physical layer) Capa uno del modelo OSI. La capa física se ocupa de los procedimientos eléctricos, mecánicos y de establecer una comunicación sobre la interface que conecta un dispositivo al medio de transmisión.

Carga (Loading) Agregado de inductancia a una línea para minimizar la distorsión en amplitud. Aplicado generalmente en líneas telefónicas públicas para mejorar la calidad de la voz, las torna intransitables para los datos de alta velocidad y los modems de banda base.

CCITT (Comité Consultor Internacional de Telegrafía y Telefonía) Comité asesor internacional con base en Europa que recomienda normas internacionales de transmisión. Actualmente a pasado a denominarse ITU-T.

Colisión Condición que se da cuando dos o más estaciones de datos intentan transmitir al mismo tiempo por el mismo canal.

Compresión Cualquiera de varias técnicas que reducen el número de bits necesarios para representar la información sea para transmisión o almacenamiento, con lo cual se ahorra ancho de banda y/o memoria.

Conectividad Es la conexión física de redes de computadoras, comunicaciones entre equipos y compartir recursos de tal forma que

cada sitio puede enviar o recibir datos desde cualquier otro.

Conmutación de paquetes (Packet switching) Técnica de transmisión de datos que divide la información del usuario en envoltentes de datos discretas llamadas paquetes y las envía paquete por paquete.

Conmutación por División de Tiempo (TDM) Técnica que combina varias señales de baja velocidad, formando una transmisión de alta velocidad, por ejemplo, si a, b y c son tres señales digitales de 1,000 bits por segundo (1 Kbps) las mismas pueden ser entrelazadas formando una sola de 3,000 bits por segundo (3 Kbps) de la siguiente forma: aabbccaabbccaabbcc. En el extremo de recepción, se separan las diferentes señales y se les recombina formando corrientes simples abc.

Control de Acceso al Medio (MAC)

Se define como un subnivel de servicio, el cual es conformado por el conjunto de protocolos que definen el acceso al medio físico de transmisión.

CSMA/CD (Detección por portadora de acceso múltiple/Detección de Colisiones-Carrier sense multiple access/collision detection) En este protocolo las estaciones escuchan al bus y sólo transmiten cuando el bus está desocupado. Si se produce una colisión el paquete es transmitido tras un intervalo (time-out) aleatorio. El CSMA/CD se usa en Ethernet.

CTS (Clear to send, listo para enviar) Señal de control de la interface de módem proveniente del equipo de comunicaciones de datos (DCE) y que

indica al equipo de terminal de datos (DTE) que puede comenzar a transmitir datos.

DACS (Digital Access and Cross connect System, acceso digital a sistemas cross connect) Conmutador de segmentos de tiempo (slots) que permite redistribuir electrónicamente líneas E1/T1 a nivel DS0 (64 Kbps). Se llama también DCS o DXS.

Datos (Data) Información representada en forma digital, incluyendo voz, texto, facsímil y vídeo.

dB (Decibel) Unidad que mide la intensidad relativa (razón) de dos señales.

DCE (Data communications equipment, Equipo de comunicaciones de datos) El equipo que brinda las funciones que establecen, mantiene y finalizan una conexión de transmisión de datos.

DECNET Red de Corporación de Equipo Digital. Digital Equipment Corporation Network. Desarrollado por DEC Corporation, para ser usado entre ese ambiente operativo.

Diafonía (Crosstalk) Transferencia indeseada de energía de un circuito a otro. Típicamente, la diafonía tiene lugar entre circuitos adyacentes.

Digital La salida binaria ("1/0") de una computadora o terminal. En las comunicaciones de datos, una señal alternada y discontinua (pulsante).

Digitalización de la voz/Codificación de la voz La conversión de la señal analógica de voz en símbolos digitales para su almacenamiento o transmisión (p. ej., ADPCM, CVSD, o PCM).

Dirección (Address) Representación codificada del origen o destino de los datos.

Dirección Internet También denominada IP Address. Dirección de 32 bit independiente del hardware que se asigna a computadoras centrales bajo el conjunto de protocolos TCP/IP.

Dispositivo de compartido (Share Device) Dispositivo que permite compartir un único recurso (módem, multiplexor o puerto de computadora) entre varios dispositivos (terminales, controladores o modems).

DS-3 (Digital Signal level 3, Señal digital de jerarquía 3) Término usado para denominar la señal digital de 45 Mbps transportada por una instalación T3.

DTE (Data Terminal Equipment, Equipo terminal de datos) Dispositivo que transmite y/o recibe datos a/de un DCE (p. ej., terminal o impresora).

E1 Sistema de portadora digital a 2.048 Mbps usado en Europa. Llamado también CEPT.

E3 Norma europea de transmisión digital de alta velocidad que opera a 34 Mbps.

Enrutado (Routing) El proceso de selección de la vía circuital más eficiente para un mensaje.

Ethernet Diseño de red de área local normalizado como IEEE 802.3. Utiliza transmisión a 10 Mbps por un bus coaxial, y el método de acceso CSMA/CD.

FCC (Federal Communications Commission, Comisión Federal de

Comunicaciones) Organismo regulador de los EE.UU. para todas las comunicaciones radiales y eléctricas.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface, Interface de datos distribuidos por fibra) Norma ANSI para enlaces por fibra óptica con velocidades hasta 100 Mbps.

Fibra óptica Delgados filamentos de vidrio o plástico que llevan un haz de luz transmitido (generado por un led o láser).

Full duplex Circuito o dispositivo que permite la transmisión en ambos sentidos simultáneamente.

Half duplex Circuito o dispositivo que permite la transmisión en ambos sentidos pero no simultáneamente.

Hub activo es una unidad poderosa que actúa como un dispositivo de distribución y amplifica señales, mientras que un **Hub pasivo** solo distribuye señales a distancias cortas (sin amplificación).

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers, Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica) Organización profesional internacional que publica sus propias normas. La IEEE es miembro de ANSI e ISO.

Impedancia Efecto total de la resistencia, inductancia y capacitancia sobre una señal transmitida. La impedancia varía con la frecuencia.

Interface Límite compartido definido por características físicas de interconexión común, características de señal, y significado de las señales intercambiadas.

IP (Internet Protocol, Protocolo Internet) El protocolo de nivel de red del conjunto de protocolos TCP/IP

IPX/SPX Intercambio de Paquetes Internet/Intercambio de Paquetes Secuenciales. Internet Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange. Este es un protocolo diseñado por Novell. Es el más usado en redes para PC's.

ISO (International Standards Organization, Organización de Normas Internacional) Organización internacional involucrada en la formulación de normas de comunicaciones.

Jitter Desplazamiento de una señal de transmisión en el tiempo o en la fase. Puede introducir errores y pérdidas de sincronización en las comunicaciones síncronas de alta velocidad.

LAN (Local Area Network, Red de área local) Instalación de transmisión de datos de alto volumen que conecta varios dispositivos intercomunicados (computadoras, terminales e impresoras) dentro de una misma habitación, edificio o complejo u otra área geográfica limitada.

Línea dedicada/arrendada (Leased line) Línea telefónica reservada para uso exclusivo de un cliente, sin conmutación de central.

MAC (Media Access Control, Control de acceso a medio) Protocolo que define las condiciones bajo las cuales las estaciones de trabajo acceden al medio de transmisión. En las LAN tipo IEEE,

la capa MAC es la subcapa más baja del protocolo de la capa de enlace de datos.

máquina local..

MIC (Medium Interface Connector, Conector de interface al medio)

Módem (Modulador Demodulador)

Dispositivo usado para convertir señales digitales serie de una DTE transmisora a una señal adecuada para la transmisión a gran distancia. Reconvierte también la señal transmitida a información digital serie para su aceptación por una DTE receptora.

Modulación Alteración de una onda portadora en función del valor o de una muestra de la información que se transmite.

Multiplexor/Mux Dispositivo que permite que dos o más señales transiten y compartan una vía común de transmisión.

NetBIOS Entrada de Red Básica/Sistema de Salida. Network Basic Input/Output System. Este es un protocolo desarrollado para redes que emplean productos Microsoft y se ha convertido en un protocolo genérico para PC's en redes locales, además, muchos sistemas operativos ofrecen compatibilidad con NetBIOS.

Nodo Punto de interconexión a una red.

Paquete (Packet) Grupo ordenado de señales de datos y de control transmitido por una red y que es un subconjunto de un mensaje más grande.

PCM (Pulse Code Modulation, Modulación por codificación de

pulsos) Procedimiento para adaptar una señal analógica (como la voz) a una corriente digital de 64 kbps para la transmisión.

Portadora (Carrier) Señal continua de frecuencia fija, capaz de ser modulada por otra señal (que contiene la información).

Protocolo Conjunto formal de convenciones que gobiernan el formato y temporización relativa del intercambio de mensajes entre dos sistemas que se comunican.

Puente (Bridge) Es un dispositivo que se emplea para conectar dos redes de igual tipo.

Puente Encaminador (Brouter)

Dispositivo de comunicaciones que realiza funciones de puente (bridge) y de encaminador (router). Como puente, las funciones son a nivel de enlace de datos (estrato 2 de OSI), independientemente de protocolos mas altos, pero como encaminador administra las líneas múltiples de datos y los mensajes como corresponden.

Puerta de Acceso (Gateway) Es un equipo electrónico que conecta dos tipos diferentes de redes de comunicaciones. Realiza la conversión de protocolos de una red a otra.

Puerto (Port) Interface física a una computadora o multiplexor para la conexión de terminales y modems.

Punto a Punto (enlace) Conexión entre dos, y sólo dos equipos.

RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) Servicio provisto por una empresa de comunicaciones que permite transmitir

simultáneamente diversos tipos de datos digitales conmutados y voz.

RDSI-BA (Red Digital de Servicios Integrados en Banda Ancha) La próxima generación de RDSI, diseñada para transportar información digital, voz y vídeo. El sistema de conmutación es ATM y SONET o SDH el medio físico de transporte.

Red Grupo de nodos interconectados. Serie de puntos, nodos o estaciones conectados por canales de comunicación; el conjunto de equipos por los cuales se desarrollan las conexiones entre las estaciones de datos.

Red Telefónica Conmutada Pública La red de telecomunicaciones a que acceden generalmente los teléfonos corrientes, los teléfonos multilínea, troncales PBX (central privada) y equipos de datos.

Repetidor Dispositivo que automáticamente amplifica, restaura o devuelve la forma a las señales para compensar la distorsión y/o atenuación antes de proceder a retransmitir.

RTS (Request To Send, Pedido de envío) Señal de control de módem enviada desde la DTE al módem y usada para "decirle" al módem que la DTE tiene datos para enviar.

Ruteador ó Encaminador (Router) Dispositivo de comunicaciones que selecciona un recorrido adecuado para el transporte de datos, y encamina un mensaje de acuerdo a él.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy, Jerarquía digital síncrona) Norma europea para el uso de medios ópticos para el transporte físico en redes de larga distancia y alta velocidad.

Servidor de Archivos (File Server) Computadora de alta velocidad en una red de área local que almacena los programas y archivo de datos compartidos por los usuarios en la red, también llamado Servidor de Red (Network Server), que actúan como una unidad de disco duro remoto y cuenta con niveles de seguridad. Si el servidor de archivo está dedicado a las operaciones de base de datos, es llamado protocolo cliente/servidor. Referido al estrato siete del modelo OSI.

Sistema de administración de red (Network Management System) Sistema completo de equipos que se utiliza para monitorear, controlar y administrar una red de comunicaciones de datos.

Slot (Segmento de tiempo) Porción de un múltiplex serie de información dedicado a un único canal. En E1 y T1 un segmento de tiempo representa típicamente un canal de 64 kbps.

SMDS (Switched Multimegabit Data Service, Servicio conmutado de multimegabits de datos) Especificación de un servicio de datos de paquetes conmutados sin conexiones.

SNA, System Network Architecture, es un esquema corporativo de IBM orientado al procesamiento distribuido a la

administración de las comunicaciones. Representa un conjunto de estándares de interconexión. SNA tiene 6 capas: servicios transaccionales, servicios de sesión, control de flujo de datos, control de transmisión, control de enrutamiento y control de enlace de datos.

SNMP (Simple Network Management Protocol, Protocolo de administración de redes simples) Actualmente muy difundido. El protocolo de administración del conjunto de protocolos TCP/IP.

Software Es una serie de pasos a seguir con una secuencia lógica. El software es el sistema operativo de la red, ejemplos de software para redes son: Netware, Lantastic y Appletalk, el cual reside en el servidor. En cada estación de trabajo reside un componente del software y permite que una aplicación lea y escriba datos de un servidor como si estuviera en la

SONET (Synchronous Optical Network, Red óptica síncrona) Norma para la utilización de medios ópticos para el transporte físico en redes de larga distancia y alta velocidad. Las velocidades básicas de SONET comienzan por 31.84 Mbps y llegan a 2.5 Gbps.

STP (Shielded Twisted Pair, Par trenzado blindado) Término general que designa sistemas de cableado específicamente diseñados para la transmisión de datos y en los cuales los cables están blindados.

T1 Fraccionario Servicio brindado por empresas de comunicaciones de América del Norte. Se le da al cliente un enlace T1 completo, pero el cobro se basa en el número de segmentos de tiempo usados.

T1 Término de AT&T que designa una instalación a portadora digital usada para transmitir una señal de formato DS1 a 1.544 Mbps. La trama de T1 tiene 24 segmentos de tiempo o canales.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol, Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet) Conocido también como Internet Protocol Suite. Este conjunto de protocolos se utiliza en la Internet y se ha generalizado su uso por la interconexión de redes heterogéneas.

TDM (Time Division Multiplexor, Multiplexor por división de tiempo) Dispositivo que divide el tiempo disponible en su enlace compuesto entre sus canales, por lo general intercalando los bits o caracteres correspondientes a cada terminal.

Token Ring Red de área local normalizada como IEEE 802.5. Una trama supervisora (token) es pasada secuencialmente entre estaciones adyacentes. Las estaciones que desean acceder a la red deben esperar a que les llegue el token antes de poder transmitir datos.

Topologías Es la forma (la conectividad física) de la red. El término "topología" es un concepto geométrico con el que se alude al

aspecto de una cosa. Las topologías de red más comunes son: Topología jerárquica árbol) Topología horizontal (bus) Topología estrella, Topología en anillo Topología en malla

Transmisión Analógica
Transmisión de una señal de variación continua, a diferencia de una señal discreta (digital).

Transmisión Asíncrona (Asynchronous Transmission)
Método de transmisión que envía las unidades de datos a un carácter por vez. Los caracteres son precedidos y seguidos por bits de arranque/parada (start/stop) que dan la temporización (sincronización) en la terminal receptora. Llamada también transmisión de arranque/parada.

Transmisión Serie (Serial Transmission)
El modo de transmisión más corriente, en el cual los bits de los caracteres son enviados secuencialmente de a uno por vez en lugar de en paralelo.

Transmisión Síncrona (Synchronous Transmission)
Transmisión en la cual los bits de datos se envían a velocidad fija, con el transmisor y el receptor sincronizados.

Troncal (Trunk) Un único circuito entre dos puntos, cuando ambos son centros de conmutación de puntos de distribución individuales. Generalmente una troncal maneja simultáneamente numerosos canales.

UTP (Unshielded Twisted Pair, Par trenzado sin blindar) Término general aplicado a todos los

sistemas locales de cableado para la transmisión de datos y que no están blindados.

BIBLIOGRAFIA

ATM Conference Session Report Series COMNET 1994: 1) *ATM Strategies for Success*. 2) *Meeting the Challenges of High Speed and Multimedia Networking*. 3) *Network Management Solutions for ATM*. 4) *ATM as an Enterprise Backbone Replacement Architecture for Multiplexing*. 5) *ATM: Implications for the Enterprise WAN*. 6) *Bringing ATM to the LAN*. The Applied Technologies Group, Natick, MA. March, 1994.

ATM Forum. *ATM, User-Network Interface Specification v. 3.1*. Prentice Hall, 1993.

BAKER, Richard A. *The Networking Enterprise*. Mc Graw Hill. U.S.A. 1994.

BEERING, David R, Amoco Corp. *Amoco Builds an ATM Pipeline*. Data Communications Magazine. U.S.A. April, 1995.

BLACK, Uyles. *Redes de Computadoras: Protocolos, Normas e Interfaces*. Macrobis. México, 1990.

BLACK, Uyles. *TCP/IP & Related Protocols*. Mc Graw Hill. U.S.A., 1995.

CISCO Systems. *The Packet Cisco System*, User Magazine Vol. 6 No.4 Fourth Quarter, USA, 1994

CISCO Systems. *CISCO AGS + Hardware and Maintenance Reference Manual*., Inc. U.S.A. 1990.

Darling, Charles B. *Unclog Your Local Backbone with ATM*, Datamation Magazine, USA, February 15 1995.

DATA COMMUNICATIONS STAFF. *Virtual LANs Get Real*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1995.

DAVIDSON, Robert P. *Broadband Networking ABC's for Managers: ATM, B-ISDN, CELL/Frame Relay to SONET*. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A., 1994.

DESHPANDE, Desh. *Public Network ATM: A two-tiered Approach*. Telephony Magazine. U.S.A. February 1994.

DORMAN, Dennis. *Telstra can't wait: The Australian operator has a strategic plan to prepare for ATM*. Cellular Mobile, USA, 1994.

Facultad de Ingeniería. *Apuntes del Curso Internacional de Comunicaciones*. Palacio de Minería, UNAM. 1994.

FLANAGAN, William. *ATM User's Guide*. Flatiron Publishing Inc. U.S.A. 1994.

GOLD, Elliot M, Telespan Publishing Corp. *PCs Rewrite the rules for videoconferencing*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1994.

HAYES, Jeremiah F: *Modeling and Analysis of Computer Communications Network*. Prentice Hall. 199?

HOPPER, ? . *Diseño de Redes Locales*. Sitsa. 199?

HUGHES, David & Hooshmand, Kanbiz, Stratacom, Inc. *ABR Stretches ATM Network Resources*. Data Communications Magazine. U.S.A. April, 1995.

JOHNSON, Jhona T. *Router Vendor Makes its ATM Vision a Reality*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1994.

KAUFFELS, Franz J. *Practical LANs Analysed*. John Wiley & Sons. U.S.A., 1989.

KESSLER, Gary C. & Train, David A. *Metropolitan Area Networks: Concepts, Standards and Services*. Mc. Graw Hill. U.S.A., 1992.

KLESSIG, Robert W & Tesink, Kaj. *SMDS Wide Area Data Networking with Switched Multimegabit Data Services*. Prentice Hall, Inc. U.S.A. 1995.

MADRON, Thomas W. *Redes de Area Local, la siguiente generació*. Grupo noriega editores. 199?

MANDEVILLE, Robert, European Network Laboratories. *ATM Switches: The Great Unknowns*. Data Communications Magazine. U.S.A. April, 1995.

MANDEVILLE, Robert, European Network Laboratories. *Ethernet Switches Evaluated*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1994.

MANDEVILLE, Robert, European Network Laboratories. *The ATM Stress Test Which Switches Survived?* Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1995.

MC CONNELL, John. *ATM: The Video Services Engine*. Telephony Magazine. U.S.A. April 1994.

MC DYSAN, David E. & Spohn, Darren L. *ATM: Theory and Application*. Mc Graw Hill. U.S.A. 1994.

MILLER, Mark A.P.E. *Analyzing Broadband Networks: Frame Relay, SMDS, & ATM*. M&T Books, 1995.

MINOLI, Daniel & VITELLA, Michael. *ATM & Cell Relay Service for Corporate Environments*. Mc Graw Hill. 1994.

MINOLI, Daniel. *1st, 2nd & Next Generation LANs*. Mc Graw Hill. 1994.

MINOLI, Daniel. *Enterprise Networking, Fractional T1 to SONET, Frame Relay to B-ISDN*. Artech House. Norwood, Mass. 1994.

MINOLI, Daniel. *Evaluating Communication Alternatives (Cost Analysis Methods)*. Datapro Report. June, 1986.

Novelco, S.A. de C.V. *ABC de las Redes Locales*, Revista RED, Edición especial, México 1994.

ONVURAL, Raif O. *Asynchronous Transfer Mode Networks: Performance Issues*. Artech House, Inc. 1994.

PARTRIDGE, Craig. *Gigabit Networking*. Addison-Wesley Publishing Co. U.S.A., 1994.

RAUCH, Peter & Lawrence Scott, Thomas-Conrad Corp. *100VG-Any LAN: The Other Fast Ethernet*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1995.

SAUNDERS, Stephen. *A Mix-and-Match Switch for Ethernet and ATM*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1995.

SAUNDERS, Stephen. *ATM Forum Ponders Congestion Control Options*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1994.

SAUNDERS, Stephen. *Closing The Price Gap Between Routers and Switches*. Data Communications Magazine. U.S.A. February, 1995.

SAUNDERS, Stephen. *LAN Switch Pulls Double Duty*. Data Communications Magazine. U.S.A. April, 1995.

SAUNDERS, Stephen. *Making the ATM connection for Ethernet Workgroups*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1994.

SERGE FDIDA LABORATOIRE. *5th IFIP Conference on High Performance Networking*. MASI/CNRS-Université René Descartes. Grenoble, France June 27th-July 1st 1994.

STALLINGS, William. *Data and Computer Communicatons*. Macmillan Publishing Co. 199?

STALLINGS, William. *ISDN and Broadband ISDN*. Macmillan Publishing Co. 1992.

STALLINGS, William. *Local and Metropolitan Area Networks*. Macmillan Publishing Co. 1993.

STALLINGS, William. *Local Networks*. Macmillan Publishing Co. 1990.

STALLINGS, William. *Networking Standards*. Macmillan Publishing Co. 1993.

TANENBAUM, Andrew S. *Computer Networks*. Mc. Graw Hill. México, 1991.

TANTAWY, Ahmed N. *High Performance Networks Technology and Protocols*. Kluwer Academic Publisher (KAP). 1993.

TAYLOR, Kieran, Data Communications & Tolly, Kevin, The Tolly Group. *Desktop Videoconferencing: Not Ready for Prime Time*. Data Communications Magazine. U.S.A. April, 1995.

Technology Training, S. de R.L. de C.V. *Memorias del Seminario: "Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) para redes LAN y WAN"*. 21 y 22 de septiembre de 1994. México, D.F.

TOLLY, Kevin, The Tolly Group. *Testing the Speed Limit for Fast Ethernet*. Data Communications Magazine. U.S.A. March, 1995.

VILLARREAL, Francisco. *Redes de área local de alta velocidad: ¿salto cuantitativo o cualitativo al futuro?* Revista RED. México, 1994.

Seminarios Conferencias Y Presentaciones

1) EXPOCOMM México 95 4a Presentación de líderes en Telecomunicaciones, Computación y Automatización de Latinoamérica

Asistencia a la presentación de equipos de conmutación ATM

DSC Communication Corp.
Newbridge Networks
Samsung Electronics, Co LTD
Northern Telecomm
IBM Corp
HUGHES Network Systems

Palacio de los Deportes, D.F. Enero 17 al 20 de 1995

**2) NORTHERN TELECOMM
CENTRAL AMERICA LATIN AMERICA DIVISION**

Asistencia a la presentación acerca de la tecnología ATM y su impacto en la nueva generación en redes de comunicaciones.

Ponente: Jesús Zamora
Gerente de Ventas de Latinoamérica y Centro América de Northern Telecomm, LTD.

Auditorio de la DGSCA-Ciudad Universitaria, D.F. Febrero 9 de 1995

3) ERICSSON

Asistencia al seminario: "Asynchronous Transfer Mode Networks: technological and strategic issues"

Ponentes:

Harald Brandt
Ellemtel Broadband technologies research -Stockholm, Sweden

Ramón M. Rodríguez Dagnino

ITESM, Electronic and Telecommunications Center -Monterrey,
Mexico

Gunnar Karlsson
Swedish Institute of Computer Science -Kista, Sweden

Jorgen Axell,
Ellementel, Switching Systems and Transport Networks -Stockholm,
Sweden

Bobby Chang
Ericsson North America -Richardson, TX

ITESM, Campus Monterrey -Febrero 27 de 1995.

4) Cisco Systems, Corp.

Asistencia a la Conferencia: "The ATM Technology Switching Core"

Ponentes: Encargados de Ingeniería de Soporte de Cisco Systems

Hotel Four Seasons, D.F. Junio 20 de 1995.

5) General Datacomm de México, S.A. de C.V.

**Asistencia a la presentación acerca de la tecnología ATM y de su familia de
equipos de conmutación ATM "APEX"**

Ponente: José Ehuan
Encargado de Ingeniería de Soporte

Auditorio de la DGSCA-Ciudad Universitaria, D.F. Julio 14 de 1995.