



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

REDES DE COMPUTADORAS. IMPLEMENTACION DE UNA RED LAN CON TECNOLOGIA ATM PARA UNA EMPRESA PRIVADA.

288700

TRABAJO DE SEMINARIO QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN INFORMATICA PRESENTA: EDGAR SOLANO CERVANTES

ASESOR: ING. CARLOS VAZQUEZ CRUZ.



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**

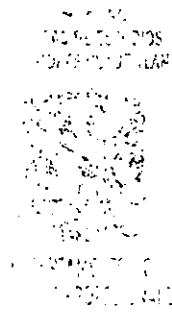
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS Y INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Redes de Computadores. Implementación de una red LAN  
con tecnología ATM para una empresa privada.

que presenta al pasante: Edgar Salino Cervantes

con número de cuenta: 2110440-3 para obtener el título de:  
Licenciado en Informática

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 27 de octubre de 2000.

MODULO	PROFESOR	FIRMA
I	Ing. Jesús Moisés Hernández Doroteo	<i>J. Hernández Doroteo</i>
II	Ing. Carlos Vázquez Cruz	<i>C. Vázquez Cruz</i>
III	Ing. Miguel Álvarez Pineda	<i>M. Álvarez Pineda</i>

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA UNAM**

Por permitirme formar parte de esta gran institución, y por darme una formación profesional.

### **A MIS PROFESORES Y ASESORES**

Por brindarme sus conocimientos y experiencias que me permitieron llegar a esta etapa tan importante en la vida.

### **A DIOS**

Por guiar mi camino,  
Por estar siempre a mi lado,  
Por darme fuerzas para ir logrando cada una de mis metas.

### **A MIS PADRES**

Porque sin sus consejos, ejemplos y amor incondicional, son los que me motivan a seguir adelante, este logro es también de ustedes.

### **A MIS HERMANOS**

Por su cariño y comprensión que siempre me han brindado, los quiero mucho.

### **A MI FAMILIA**

Por brindarme siempre su apoyo, por ser tan unida y por enseñarme a valorar hasta las cosas más pequeñas.

### **A TODOS MIS AMIGOS**

Que viven y han vivido en cada etapa de mi vida, que pusieron su granito de arena para enriquecer este mar de satisfacciones, por compartir tantas y tantas cosas...

### **A TODAS LAS PERSONAS**

Que de alguna forma contribuyeron a mi formación y elaboración de este trabajo.

**INDICE**

	<b>PAG.</b>
OBJETIVO GENERAL Y PARTICULARES	
INTRODUCCIÓN	
CAPITULO I	
1.1. Sistemas de Comunicación.....	1
1.1.1. Elementos de los Sistemas de Comunicación.....	1
1.1.2. Fases de la Comunicación.....	3
1.2. Medios de Transmisión.....	4
1.2.1. Medios guiados.....	4
1.2.1.1. Cable de Par Trenzado.....	4
1.2.1.2. Cable Coaxial.....	6
1.2.1.3. Fibra Óptica.....	7
1.2.2. Medios no guiados.....	8
1.3. Transmisión de Información.....	9
1.3.1. Señales Analógica y Digital.....	9
1.3.2. Formas de Transmisión.....	10
1.3.3. Tipos de Transmisión.....	11
1.3.3.1. Simplex.....	11
1.3.3.2. Half-Duplex.....	11
1.3.3.3. Full-Duplex.....	11
1.4. Características de la Transmisión.....	12
1.4.1. Velocidad de la Transmisión.....	12
1.4.2. Ancho de Banda (Bandwith).....	13
CAPITULO II	
2.1. Introducción a las Redes de computadoras.....	14
2.2. Tipos de redes.....	15
2.3. Ventajas aportadas por el uso de una red.....	18
2.4. Redes LAN.....	19

	PAG.
2.5. Redes MAN.....	20
2.6. Redes WAN.....	21
2.7. Interconexión de redes (Internetworking).....	22
2.8. Topologías de LAN.....	23
2.9. Dispositivos de interconexión.....	26
2.9.1. Concentradores (Hubs).....	26
2.9.2. Repetidores (Repeaters).....	27
2.9.3. Puentes (Bridges).....	27
2.9.4. Encaminadores (Routers).....	28
2.9.5. Pasarelas (Gateways).....	28
2.9.6. Conmutadores (Switches).....	28
2.9.7. Modems.....	29
2.9.8. Multiplexador (Multiplexor).....	30
<b>CAPITULO III</b>	
3.1. Historia de ATM.....	31
3.2. Calidad de Servicio (QoS).....	35
3.3. Interfaces de la Red ATM.....	36
3.4. Celdas ATM.....	37
3.4.1. Circuitos Virtuales Permanentes y Conmutados.....	40
3.5. Servicios ATM.....	42
3.6. Modelo de Referencia ATM.....	43
3.6.1. Capa Física (Physical Layer).....	45
3.6.2. Capa ATM (ATM Layer).....	46
3.6.3. Capa de Adaptación ATM (ATM Adaptation Layer).....	47
3.7. Dispositivos ATM.....	49
3.8. Emulación de LAN (LAN Emulation).....	52

	<b>PAG.</b>
CAPITULO IV	
4.1 Planteamiento de un problema hipotético.....	58
4.2 Diseño de la red ATM.....	60
4.2.1 Proveedores de tecnología.....	64
CONCLUSIONES.....	67
Apéndice A. Figuras.....	69
Apéndice B. Tablas.....	70
Apéndice C. Glosario de Términos.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	76

**Objetivo general.**

Dar a conocer la implementación de la tecnología ATM sobre una red hipotética, con arquitectura Ethernet.

**Objetivos particulares.**

- Dar a conocer el funcionamiento de la tecnología ATM.
- Especificar los principales componentes para la implementación de la tecnología ATM.
- Ventajas de utilizar la tecnología ATM en redes locales, sobre las tecnologías tradicionales.
- Determinar el futuro sobre la tecnología ATM.



## INTRODUCCIÓN

El tema a desarrollarse en este trabajo es el de la implementación de una red LAN con tecnología ATM sobre una red hipotética de una empresa privada.

La tendencia de las redes de computadoras es poder transmitir a una mayor velocidad diferentes tipos de información, como lo son: la voz, el video y los datos, en medios ambientes tales como: el intercambio de imágenes médicas, redes financieras, consultoría médica entre hospitales, visualización científica, diseño colaborativo, modelos de alta resolución, animación, videoconferencia para entrenamiento remoto y vídeo en demanda (para nuestros hogares, ofreciendo alta definición de imágenes y calidad de sonido de alta fidelidad) entre otras, que las arquitecturas tradicionales no soportan en su totalidad.

Los estándares tradicionales tienen restricciones, en cuanto a ofrecer la transferencia de información a alta velocidad, porque la transmisión de información la realizan por medio de paquetes de bits de longitud variable, que la mayoría de las veces son muy grandes, lo que ocasiona retardos y esto es algo inaceptable para aplicaciones como voz y video.

En estos casos, el protocolo simplemente aprovecha los medios disponibles lo mejor que puede, intentando evitar las congestiones y situaciones críticas en lo posible y repartir los recursos entre los usuarios de manera más o menos equilibrada; a ésta estrategia se le conoce como del "mejor esfuerzo" (best effort). Como ejemplos de redes "best effort" podemos mencionar TCP/IP (el Internet) y Ethernet (Redes de Área Local).

Una opción importante con gran auge en las redes actuales es la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode) ya que tiene como principales características: el manejar celdas pequeñas de tamaño fijo de 53 bytes, permitiendo que se tenga la ventaja de responder con mucha rapidez a tráfico de alta prioridad (voz y video) que pueda solicitarse, mientras se está transmitiendo otro menos urgente (datos), algo muy importante en el tráfico de multimedia. El hecho de que todas las celdas sean del mismo tamaño, simplifica el proceso en los nodos intermedios, para que se transmita la información lo más rápido posible. Esto permite que se pueda contar con calidad de servicio (Quality of Service), es decir, que se garantice la entrega de los paquetes, con un retardo garantizado. Por ejemplo, si transferimos un archivo, necesitaremos un servicio fiable en la entrega y podemos tolerar un retardo más o menos grande; por el contrario, la voz o el vídeo (imagen en movimiento) toleran un pequeño porcentaje de pérdidas, pero requieren un retardo reducido y constante. Y ATM ofrece QoS.

Además, ésta tecnología maneja protocolos que permiten que los diferentes tipos de información, sean transmitidos sobre un mismo canal de comunicación, multiplexando las señales y puede aprovechar en un determinado instante, el ancho de banda sobrante de otros usuarios en ese momento, es decir, si no hay mucho tráfico.

Uno de los campos donde ATM ha encontrado éxito, es como base para constituir redes locales de alta velocidad. Existen hoy en día equipos en el mercado que permiten interconectar redes locales tradicionales (Ethernet, Token Ring, FDDI) a través de conmutadores (switches) ATM; de ésta forma, se pueden obtener funcionalidades y resultados mejores que las de cualquier red local actual.

Esta por verse si las redes locales de alta velocidad del futuro se basarán en ATM, pero no hay duda de que ésta tecnología WAN tiene un papel que jugar también en la LAN.

En el primer capítulo, se dará un marco teórico general sobre los sistemas de comunicación, así como de los medios y formas de transmisión tradicionalmente usados para la transmisión de información.

En el segundo capítulo, se hablará sobre los conceptos de redes de computadoras y sus servicios de comunicación, así como sus dispositivos de interconexión comúnmente utilizados.

En el tercer capítulo, se abordará el tema de la tecnología ATM y su modelo de referencia, es decir, las partes que lo hacen una tecnología de alta velocidad y en el último capítulo, se hablará sobre la implementación de la tecnología ATM en una red hipotética, que maneja una arquitectura Ethernet, abarcando los requerimientos y componentes necesarios para su correcta operación y funcionamiento.

## CAPITULO I

### 1.1. Sistemas de Comunicación

La comunicación se puede definir como el intercambio sistemático de información, para lograr un fin específico. Para ello, pueden servir señales producidas de maneras diferentes y que son captadas de maneras distintas por el ser humano.

En la actualidad, en donde nadie puede escapar a la globalización, se tiene la necesidad de tener comunicación con personas que se encuentran en sitios lejanos y para lograrlo hemos creado tecnologías, que nos ayudan a cumplir éste propósito. La comunicación puede ser en un sólo sentido, como la televisión o bilateral, como el teléfono.

Para realizar el intercambio de información se necesitan protocolos, los cuales se encargan de establecer las reglas y convenciones para establecer la comunicación o interconexión entre dos entidades.

Un sistema de comunicación, es el intercambio de mensajes de información por medio de una vía o medio de transmisión, entre dos o más puntos, llamados emisor y receptor, según sea el caso.

#### 1.1.1. Elementos de los Sistemas de Comunicación

El proceso general de la transmisión de un sistema de comunicaciones está formado básicamente de éstos elementos (ver Figura 1.1):

**Emisor.** Es la entidad que envía la información hacia el receptor.

**Mensaje.** Es un conjunto de información estructurada de forma coherente y lógica.

**Medio de Transmisión o canal.** Es por donde el mensaje viaja o es enviado para llegar a su destino y permite la interacción o comunicación entre las entidades emisor-receptor.

**Receptor.** Es la entidad que recibe la información del emisor.

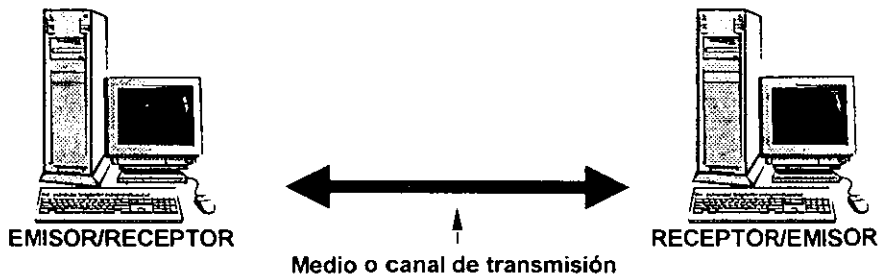


Figura 1.1 Sistema de comunicación simple.

En nuestra vida diaria estamos rodeados de estándares, incluso para las cosas más triviales, como el tamaño de las hojas de papel o el tamaño de los focos. En la comunicación entre máquinas, también deben existir reglas o estándares para los conceptos referentes a la transmisión de datos y para cada uno de los elementos de un sistema de comunicaciones. De ésta manera, se establece lo siguiente (ver Figura 1.2):

**Equipo Terminal de Datos (ETD).** El cual permite el envío y recepción de información.

**Equipo Terminal de Comunicación de Datos (ETCD).** Su función principal, es de establecer el tipo de protocolo con el cual los ETD's puedan comunicarse. Es decir, que el ETD destino "entienda" la información transmitida, también se encarga de controlar la comunicación. El ejemplo más común es el modem, que convierte las señales analógicas a digitales y viceversa.

**Línea de Transmisión.** Es el canal o medio, que permite el flujo de información entre dos o más ETCD's, permitiendo establecer una transmisión de datos entre dos o más ETD's.

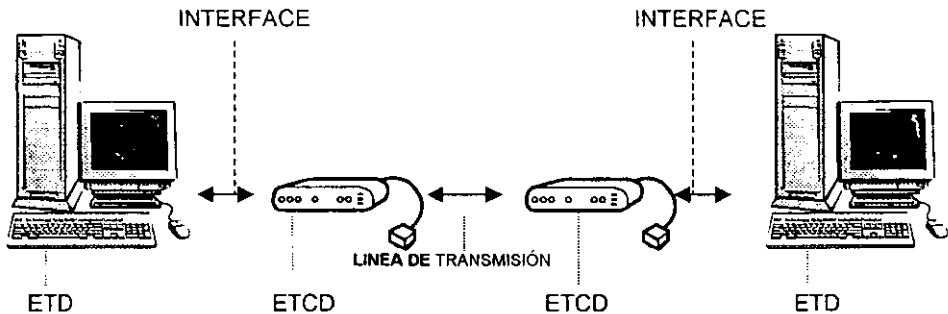


Figura 1.2. Elementos de un sistema de transmisión de datos

### 1.1.2. Fases de la Comunicación

Para poder establecer una comunicación con un Equipo Terminal de Datos (ETD) es necesario conocer las siguientes fases:

**Llamada.** Permite establecer la comunicación o conexión entre la unidad receptora y la receptora.

**Intercambio de información.** Una vez establecida la conexión, que las dos partes hayan aceptado la llamada, se realiza el envío de la información del emisor al receptor, y el receptor también manda mensajes de que ha recibido la información correctamente (información de control).

**Fin de la conexión.** Esto sucede cuando alguna de las dos entidades (ETD's) ya sea el emisor o el receptor, desean terminar la conexión.

## **1.2. Medios de Transmisión**

El medio de transmisión, como ya vimos, es el que nos ayuda a realizar la conexión entre dos entidades para la transferencia de información y es una de las partes más críticas en el diseño de una red. En el medio físico de transmisión, se dan generalmente, varias posibilidades razonables en cuanto al costo y necesidades de cada usuario.

Ahora profundizaremos en los diversos medios de transmisión utilizados actualmente.

### **1.2.1. Medios guiados**

Es aquel, en el cual las señales de información viajan por medio físicos, como lo sería un cable conductor.

#### **1.2.1.1. Cable de par trenzado**

Este es el medio de transmisión más común, consistente en un par de hilos de cobre aislados, de alrededor de 1 milímetro de diámetro. Un cable suele llevar varios hilos (típicamente 4 u 8), que normalmente están doblados de dos en dos, formando un doble (o cuádruple) trenzado (como un lazo), por lo que se le suele denominar cables de pares trenzados (twisted pair). Esto se hace, para minimizar la interferencia eléctrica que pueden recibir de fuentes próximas, como por ejemplo, los otros pares trenzados. Los cables pueden o no estar apantallados.

El más habitual en redes locales, no lleva apantallamiento de ningún tipo, más allá del que proporciona el hecho de tener los pares trenzados; éste se conoce como cable UTP (Unshielded Twisted Pair).

Existe también cable en el que los pares llevan una pantalla de hilos de cobre formando una malla, llamado STP (Shielded Twisted Pair); este cable es bastante voluminoso debido a la pantalla, lo cual encarece su precio y su costo de instalación, por lo que existe una variante más barata, en la que la pantalla está formada por papel de aluminio en vez de por malla de cobre, con lo que se consigue reducir considerablemente el precio y el diámetro (parámetro que determina en buena medida el costo de instalación); a este cable se le conoce como FTP (Foil Twisted Pair) o también ScTP (Screened Twisted Pair).

El sistema telefónico se basa en el uso de este tipo de cable, tanto para la transmisión digital como analógica. El ancho de banda depende de múltiples factores: el grosor del cable, la distancia, el tipo de aislamiento, la densidad de vueltas o grado de trenzado, etc.

Hoy en día, todos los sistemas de red local emplean este tipo de cable (UTP Categoría 5) que es junto con la fibra óptica el más utilizado. Debido a sus características, puede esperarse que siga siendo popular durante bastantes años.

Existen varios tipos de cables de pares trenzados, que difieren fundamentalmente en la frecuencia máxima a la que pueden trabajar, que a su vez viene determinada principalmente por la densidad de vueltas y por el tipo de material aislante que recubre los pares. Estos tipos se conocen como categorías y son las siguientes:

Categoría	Frecuencia máxima (MHz)	Usos	Vueltas por metro
1	No se especifica	Telefonía, datos a corta distancia y baja velocidad.	0
2	1	LAN's de baja velocidad (1 Mbps).	0
3	16	LAN's hasta 10 Mbps.	10-16
4	20	LAN's hasta 16 Mbps.	16-26
5	100	LAN's hasta 100 Mbps y ATM a 155 Mbps.	26-33

Tabla 1.1 Características principales de los cables según su categoría.



La característica principal de un cable, desde el punto de vista de transmisión de datos, es su atenuación. La atenuación se produce por la pérdida de energía radiada al ambiente, por lo que cuanto más apantallado está un cable, menor es ésta; el cable UTP de categoría más alta tiene menor atenuación, ya que el mayor número de vueltas le da un mayor apantallamiento y tienen menor atenuación el cable STP o el cable coaxial.

En grandes distancias, se usa más el cable apantallado ya que tiene menor atenuación.

### **1.2.1.2. Cable coaxial**

El cable coaxial es otro medio de transmisión común. Tiene mejor apantallamiento que el par trenzado de cualquier tipo y categoría, por lo que puede llegar a distancias y velocidades mayores. En transmisión de datos, suelen usarse dos tipos de cable coaxial: el de 50 y el de 75 ohmios. El de 50 se utiliza en transmisión digital y se suele denominar cable coaxial de banda base; el cable de 75 ohmios, se utiliza en transmisión analógica y se denomina cable coaxial de banda ancha; el término banda ancha tiene su origen en la transmisión telefónica, donde, se utiliza para indicar cualquier canal con una anchura mayor de 4 KHz. El cable de 50 ohmios se utiliza en redes locales antiguas; el de 75 se emplea sobre todo en las redes de televisión por cable.

Un cable coaxial está formado por un núcleo de cobre rodeado de un material aislante; el aislante está cubierto por una pantalla de material conductor, que según el tipo de cable y su calidad puede estar formada por una o dos mallas de cobre, un papel de aluminio, o ambos. Este material de pantalla está recubierto a su vez por otra capa de material aislante.

Por su construcción, el cable coaxial tiene una alta inmunidad frente al ruido y puede llegar a tener unos anchos de banda considerables. En distancias de hasta 1 Km., es factible llegar a velocidades de 1 ó 2 Gbps. El cable coaxial debe manipularse con cuidado, ya que por ejemplo, un golpe o doblez excesivo pueden producir que se reduzca el alcance del cable.

### **1.2.1.3. Fibra Óptica**

Si hubiera que mencionar un único factor, como el principal causante del elevado desarrollo que han tenido las comunicaciones en los años recientes, ese factor sería sin duda las fibras ópticas.

Sólo necesitamos tres elementos: un emisor, un medio de transmisión, y un detector. El emisor transmite un bit por baudio, es decir, tiene dos estados posibles: un pulso de luz representa un 1 y la ausencia de pulso un 0. El medio de transmisión es una fibra de vidrio ultrafina (de unas pocas micras de diámetro). El detector genera un pulso eléctrico cuando recibe luz. La transmisión por fibra óptica, siempre es simplex (existe solo una señal en un solo sentido); para conseguir comunicación full-duplex (comunicación en ambos sentidos) es necesario instalar dos fibras, una para cada sentido.

Existen básicamente dos sistemas de transmisión de datos por fibras ópticas: los que utilizan LED's (Light-Emitting Diode) y los que utilizan diodos láser. En los sistemas que utilizan LED's, la transmisión de un pulso de luz (equivalente a un bit) genera múltiples rayos de luz, pues se trata de luz normal; se dice que cada uno de estos rayos tiene un modo y a la fibra que se utiliza para transmitir luz de emisores LED se la denomina fibra multimodo. Las fibras se especifican indicando el diámetro de la fibra interior y exterior; las fibras multimodo típicas son de 50/100 y 62.5/125 micras (que significa diámetro interior de 62.5 y exterior de 125 micras); a título comparativo diremos que un cabello humano tiene un diámetro de 80 a 100 micras.

En los diodos láser, hay un único rayo y la fibra se comporta como una guía de ondas; la luz se propaga a través de ella sin dispersión; la fibra utilizada para luz láser se llama fibra monomodo. Las fibras monomodo se utilizan para transmitir a grandes velocidades y/o a grandes distancias. La fibra interior (la que transmite la luz) en una fibra monomodo, es de un diámetro muy pequeño, de 8 a 10 micras (del mismo orden de magnitud que la longitud de onda de la luz que transmite); una fibra monomodo típica es la de 8.1/125 micras.

Cuando se interconectan dos equipos mediante un par de fibras ópticas multimodo, es posible averiguar cual es el lado transmisor, simplemente mirando el extremo de ambas fibras y viendo cual de ellas emite luz. Esto nunca debe hacerse con fibras monomodo, ya que la luz láser es perjudicial para la vista, y además, al tratarse de emisión infrarroja el ojo no aprecia luz alguna, con lo que el daño puede ser aún mayor.

La distancia máxima que se puede alcanzar sin tener problemas en la transmisión de datos, en fibra multimodo es de 2 Km. y en monomodo de 15 a 30 Km.

En redes locales, donde las distancias son pequeñas, se suele utilizar emisores LED y fibras multimodo, ya que son más baratos que el láser, tienen una vida más larga, son menos sensibles a los cambios de temperatura y son más seguros. En cambio las compañías telefónicas, que normalmente necesitan largas distancias y altas velocidades, utilizan casi exclusivamente emisores láser y fibras monomodo.

### **1.2.2. Medios no guiados**

Aquí no se requiere de un medio físico para transmitir la información. Aquí generalmente las señales de información viajan por el aire. Como ejemplos, podemos mencionar a la transmisión por satélite, por ondas de radio y por microondas. No se abundará en este tema, ya que éstos tipo de medios no se aplicarán en el presente trabajo.

### 1.3. Transmisión de Información

Para la transferencia de información entre dos puntos cualesquiera (comprendiendo la voz, imágenes, video y datos), se utiliza un medio físico guiado o no, que los conecte.

Pero también se necesita saber, la forma en que será transmitida ésta información, ya que existen dispositivos que sólo manejan señales analógicas (teléfono) y otros manejan señales digitales (computadora). En consecuencia, se tiene la necesidad de realizar conversiones de señales analógicas a digitales o viceversa, para asegurar que la información llegue a su destino. A continuación, veremos los diferentes tipos de señales y su forma de transmisión.

#### 1.3.1. Señales Analógica y Digital

La informática en sí, es sencillamente una herramienta que nos permite manejar de una manera más rápida y fácil los datos, que representan la información. El principio de funcionamiento de las computadoras, se basa en la facilidad que tienen los dispositivos electrónicos para manejar informaciones binarias. Es fácil para un dispositivo electrónico, saber si en un determinado punto "A" de un circuito electrónico, existe o no tensión eléctrica.

Para la computadora, todas esas informaciones siempre se resuelven en lo mismo, tensión o no tensión, ceros o unos.

**Señales Analógicas.** Es aquella en la cual se toman valores continuos, durante un intervalo de tiempo. Normalmente se trata de transmitir información sonora (voz, música) o visual (imágenes estáticas o en movimiento) por ondas electromagnéticas, a través de diversos medios (aire, vacío, cable de cobre, fibra óptica, etc).

**Señales Digitales.** Es aquella en la cual se toman valores discretos durante un intervalo de tiempo. Este tipo de información es manejado por las computadoras, ya que éstas toman muestras de las ondas electromagnéticas, convirtiéndolas en números binarios. Las computadoras manejan la información de forma digital únicamente.

### 1.3.2. Formas de Transmisión

**Transmisión en paralelo.** En esta forma de transmisión los datos se forman en grupos de 8 bits, es decir, de byte en byte, por medio de un cable de 8 hilos, un bit por cada hilo, lo que se traduce en una mayor velocidad de transmisión, pero lo malo es que no soporta el viaje de largas distancias. Máximo de 20 metros.

**Transmisión en serie.** Es el envío de bit tras bit, uno tras otro, sucesivamente, y este tipo de transmisión es usado para la comunicación a grandes distancias.

Para este tipo de transmisiones, se debe contar con sincronización en los puntos extremos, para que la información o mensajes lleguen a su destino de la misma manera en la que llegaron.

**Transmisión síncrona.** Es en la cual, tanto el emisor como el receptor utilizan señales de reloj para lograr una sincronización, lo cual permite que se transmita la información de forma continua, es decir, que la información transmitida llegue en el mismo orden con que se emitió. Y además permite un mayor control y que se eviten errores en la transmisión.

**Transmisión asíncrona.** Aquí la transmisión de la información no es continua, en referencia al tiempo. A este tipo de transmisión también se le conoce como transmisión de Arranque – Parada (Start – Stop). Esto se debe, a que cuenta con unos bits de parada y otros de arranque ubicados en los extremos del mensaje y la información se encuentra en el centro.

Cuando se transmite el mensaje, el bit de arranque activa el reloj de la terminal receptora, la cual se encarga de controlar la transmisión de la información. Los bits de parada desactivan el reloj de la terminal receptora, en el momento en que termina de leer la información del emisor. Una de las características o diferencias con la transmisión síncrona, es que hay un lapso de tiempo entre la transmisión de cada uno de los mensajes.

### **1.3.3. Tipos de Transmisión**

Debido a las limitantes que tienen los diferentes tipos de medios de comunicación y de acuerdo a la finalidad con que se usen, se han clasificado los siguientes tipos de transmisión:

#### **1.3.3.1. Simplex**

Aquí la transmisión de la información circula en un solo sentido en el medio de comunicación. Por ejemplo en los sistemas de televisión por cable, en los cuales la información viaja en un sólo sentido.

#### **1.3.3.2. Half-Duplex (Semi-Duplex)**

En este tipo de transmisión la información circula en ambos sentidos pero no de manera simultánea, es decir, cada uno de los extremos debe tomar turnos para transmitir su información. El ejemplo más común de este tipo de transmisión es el Walkie Talkie.

#### **1.3.3.3. Full-Duplex (Duplex)**

Aquí la transmisión de información circula simultáneamente en ambos sentidos, lo que nos ofrece tener una eficiencia en el uso del medio o línea de transmisión.

El ejemplo más claro para este tipo de transmisión, son las líneas telefónicas, en donde se puede tener a dos personas hablando al mismo tiempo, es decir, simultáneamente.

#### **1.4. Características de la Transmisión**

Los *medios de transmisión* transportan los mensajes ya sea de forma analógica o digital, los cuales viajan a través del medio de transmisión a una determinada velocidad. También se necesita de un *protocolo de comunicación*, el cual se encarga de establecer la conexión y de lograr que haya un control en la transmisión de la información, entre el emisor y el receptor.

Ambos son factores importantes, que influyen en el tiempo de transferencia de la información.

##### **1.4.1. Velocidad de la Transmisión**

En general, la velocidad de transmisión de información se mide por el número de bits transmitidos en un segundo (bps). Podemos medir la velocidad con que son transmitidos los bits de la fuente, ésta medida se llama velocidad de transferencia de datos y representa la cantidad de información que se transmite por unidad de tiempo.

La velocidad es uno de los puntos más importantes a definir, cuanta mayor velocidad, más rápido va a transmitir la información que deseamos y por ende más corta será nuestra llamada telefónica. Números como 28.8 Kbps, 33.6 Kbps o 56 Kbps nos están indicando justamente ésta información y justamente cuanto más rápido, más alto el número.

### **1.4.2. Ancho de Banda (Bandwith)**

La capacidad con que cuenta un medio de transmisión es de suma importancia igual que la velocidad, ya que con esto podemos hablar de transmisiones de altas velocidades.

Al hablar de ancho de banda, nos referimos a la capacidad de transmisión de información, es decir, a la cantidad de bits que un medio de transmisión puede transmitir.

Como lo prueba la fibra óptica que por sus características, tiene un gran ancho de banda, es decir, cuenta con una gran capacidad para la transferencia de información, en éste medio ya se manejan los Gigabits por segundo (Gbps).



## CAPITULO II

### 2.1. Introducción a las Redes de computadoras

Una de las mejores definiciones sobre la naturaleza de una red, es la de identificarla como un sistema de comunicaciones entre computadoras. Como tal, consta de un soporte físico que abarca: cableado, dispositivos y tarjetas que van insertadas en las computadoras, así como, un conjunto de programas que forman el sistema operativo de red.

Entendemos por telecomunicaciones, al conjunto de medios técnicos que permiten la comunicación a distancia. Normalmente se trata de transmitir información sonora (el teléfono, la radio) o visual (TV) por ondas electromagnéticas a través de diversos medios (aire, vacío, cable de cobre, fibra óptica, etc.). La información se puede transmitir de forma analógica o digital, pero en cualquier caso, el usuario la maneja de forma analógica solamente.

El término telemática (fusión de telecomunicaciones e informática) trata del uso de las telecomunicaciones para enriquecer las posibilidades de la informática (y no al revés), es decir, del uso de medios de comunicación a distancia para conexiones informáticas (ordenador-ordenador u ordenador-periférico).

La expresión "redes de computadoras" no incluye la comunicación entre un ordenador y un periférico (terminal, impresora, etc.), independientemente de la distancia a la que dicha comunicación se produzca o el tipo de medios utilizados para ella, en redes de computadoras se considera únicamente la comunicación entre elementos que pueden hablar de igual a igual ("peer to peer" en inglés), lo que no puede realizar una PC y una impresora.

La diferencia sustancial entre un sistema basado en una super computadora (mainframe) y en una red de computadoras, es la distribución de la capacidad de procesamiento. En el primer caso, se tiene un poderoso procesador central, también denominado "host" y terminales "tontas" que funcionan como entrada y salida de datos, pero éstas son incapaces de procesar información o de funcionar por cuenta propia. En el segundo caso, los miembros de la red son computadoras que trabajan por cuenta propia, salvo cuando necesitan un recurso accesible por red. Además de que cuentan con un modelo de desarrollo de aplicaciones, llamado cliente-servidor, en el cual, una parte del proceso se realiza en el servidor (computadora central) y la otra parte en el cliente (PC's). Reduciendo de ésta forma los recursos necesarios para la computadora central y aprovechando los recursos de las PC's, llamadas comúnmente "computadoras de escritorio".

## **2.2. Tipos de redes**

Por la relación que hay entre sus miembros, las redes se subdividen en dos grandes grupos: las redes broadcast <sup>1</sup> (con servidor) y las redes punto a punto.

En la primera, una "red basada en un servidor" (server-based), los recursos a compartir se centralizan en una máquina denominada "servidor" (server). Las demás máquinas, denominadas "estaciones de trabajo" (workstations), sólo pueden usar recursos propios o del servidor. A su vez, las redes basadas en servidor, aceptan dos subclases: con servidor "dedicado" o "no dedicado". En el segundo, la máquina que funciona como servidor, lo hace también como estación de trabajo.

En las redes broadcast, el medio de transmisión es compartido por todas las computadoras interconectadas.

---

<sup>1</sup> Broadcast. Redes punto a multipunto.

Normalmente cada mensaje transmitido es para un único destinatario, cuya dirección aparece en el mensaje, pero para saberlo cada máquina de la red ha de recibir o "escuchar" cada mensaje, analizar la dirección de destino y averiguar si va o no dirigido a ella. Si el mensaje no va dirigido a ella, simplemente lo ignora.

Como ejemplos de redes broadcast, podemos citar a casi todas las tecnologías de red local: Ethernet (en sus diversos tipos), Token Ring, FDDI, etc. También son redes broadcast las basadas en transmisión vía satélite. En una red broadcast la capacidad o velocidad de transmisión, indica la capacidad agregada de todas las máquinas conectadas a la red; por ejemplo, la red Ethernet tiene una velocidad de 10 Mbps, lo cual significa que la cantidad máxima de tráfico agregado de todos los equipos conectados, no puede superar este valor.

En una "red punto a punto" (peer-to-peer) cualquier estación puede ofrecer recursos para compartir. Las que no ofrecen recursos se llaman "clientes" (client) y las que lo hacen "anfitrión/cliente" (host/client). Las ventajas y desventajas de un tipo de red frente al otro, son los derivados de la centralización de recursos. En general, las redes importantes tienden a ser basadas en servidores dedicados, los que presentan las siguientes ventajas:

- Un servidor dedicado tiene más capacidad de trabajo que una máquina que opera además como estación.
- Ofrece más seguridad contra accesos no autorizados, ya que la información está centralizada que distribuida.
- Las redes que ofrecen mayor seguridad contra pérdidas accidentales de información, trabajan con servidores dedicados.
- En las redes importantes, hay un "supervisor o administrador del sistema" cuyas tareas se facilitan mucho si la red está centralizada.
- Es más práctico para hacer actualizaciones de programas y copias de respaldo por la centralización de archivos.

- Cuando una estación de una red punto a punto ofrece recursos para compartir, le queda menos memoria libre. La diferencia puede ser tal, que no se pueda cargar el programa de aplicación que debería ejecutarse en la estación.
- No se corre el riesgo de que una estación que se tarde mucho tiempo en un proceso, atrase todo el sistema.
- Las redes, en las que hay terminales corriendo sistemas operativos diferentes, tienen servidores dedicados.

Las redes punto a punto suelen presentar las siguientes ventajas:

- Sistema operativo de menor costo.
- El sistema de impresoras es descentralizado, lo que evita el problema entre imprimir todo en el servidor (y caminar hasta él a buscar el trabajo) y dotar a cada estación de trabajo de una impresora (solución cara).
- Es mucho más fácil reconfigurar este tipo de sistemas.

Si bien las diferencias entre ambas son notables, en la práctica tienden a disminuir, pues cada una de ellas toma características de la otra. En efecto, hay productos que permiten que en sistemas con servidores, algunas estaciones puedan compartir sus impresoras.

También es posible tener más de un servidor en la red. Por otra parte, a medida que se le agregan máquinas a una red punto a punto, surge la idea de ir dejando a alguna dedicada a servir la red, con lo que aunque el sistema operativo sea punto a punto, funcionaría como una red basada en servidor.

Según su tamaño, las redes también se suelen clasificar en:

- Redes de área local (LAN, Local Area Network)
- Redes de área extensa (WAN, Wide Area Network)

En esta última clasificación también se distingue a veces una categoría intermedia, la formada por las redes de área metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network).

La combinación de éstos dos criterios nos permite crear una matriz con cuatro categorías posibles; en la práctica, existen redes en cada una de éstas cuatro categorías, si bien la mayoría encajan en dos de ellas:

	LAN	WAN
Punto a Multipunto (Broadcast)	La mayoría de las LAN's (Ethernet, FDDI, Token Ring, etc) Canal de Fibra (Fibre Channel) <sup>2</sup>	Redes de transmisión via satélite
Punto a punto	HIPPI <sup>3</sup> , Canal de Fibra (Fibre Channel), LAN's Conmutadas	La mayoría de las WAN's (todas las basadas en enlaces telefónicos, X.25, Frame Relay, RDSI, ATM, etc)

Tabla 2.1 Posibles combinaciones de redes, de acuerdo al tamaño y relación.

### 2.3. Ventajas aportadas por el uso de una red

- Mantener bases de datos actualizadas instantáneamente y accesibles desde distintos puntos.
- Facilitar la transferencia de archivos entre miembros de un grupo de trabajo.
- Compartir periféricos caros (impresoras láser, plotters, discos ópticos, etc).
- Bajar el costo del software, comprando licencias de uso múltiple en vez de muchas individuales.
- Mantener versiones actualizadas y coherentes del software.
- Facilitar la copia de respaldo de los datos.
- Correo electrónico.
- Comunicarse con otras redes (puentes-bridges).
- Conectarse con minis y mainframes (por pasarelas (gateways)).
- Mantener usuarios remotos vía modem.

<sup>2</sup> Es una arquitectura de transferencia de datos serial, desarrollada por fabricantes de computadoras.

<sup>3</sup> Ver Apéndice C. Glosario de Términos.

## 2.4. Redes LAN

Las redes de área local tienen generalmente las siguientes características:

- ✓ Tecnología broadcast: medio compartido.
- ✓ Cableado específico, es decir, instalado normalmente a propósito.
- ✓ Velocidad de 1 a 100 Mbps.
- ✓ Extensión máxima de unos 3 KM (FDDI llega a 200 Km)

Las LAN's más conocidas y extendidas son la Ethernet a 10 Mbps, la IEEE 802.5 o Token Ring a 4 y 16 Mbps, y la FDDI a 100 Mbps. Estos tres tipos de LAN han permanecido prácticamente sin cambios desde finales de los ochenta, por lo que a menudo se les referencia en la literatura como "LAN's tradicionales" (legacy LAN's) para distinguirlas de otras más modernas aparecidas en los 90, tales como la Fast Ethernet (100 Mbps).

A menudo las LAN's requieren un tipo de cableado específico (de cobre o de fibra); esto no suele ser un problema, ya que al instalarse en una fábrica, edificio, campus o similar, se tiene un control completo sobre el entorno y las condiciones de instalación.

El alcance limitado de las LAN's, permite saber el tiempo máximo que un paquete tardará en llegar de un extremo a otro de la red, lo cual permite aplicar diseños que de otro modo no serían posibles, y simplifica la gestión de la red.

Como consecuencia del alcance limitado y del control en su cableado, las redes locales suelen tener un retardo muy bajo en las transmisiones (decenas de microsegundos) y una tasa de errores muy baja.

La topología básica de las redes locales suele ser de bus (por ejemplo, Ethernet) o de anillo (Token Ring o FDDI). Sin embargo, pueden hacerse topologías más complejas utilizando elementos adicionales, tales como repetidores, puentes, conmutadores, etc.

En épocas recientes, se ha popularizado una técnica para aumentar el rendimiento de las redes locales, que consiste en dividir una LAN en varias más pequeñas (en segmentos), con lo que el ancho de banda disponible se aprovecha de mejor manera; las diversas LAN's así formadas, se interconectan en un equipo especial denominado conmutador LAN (LAN switch).

En años recientes, se ha empezado a utilizar una tecnología de redes telefónicas y por tanto típicamente de redes WAN, para la construcción de redes locales; ésta tecnología, es denominada ATM (Asynchronous Transfer Mode).

## **2.5. Redes MAN**

En principio se considera que una MAN abarca una distancia de unas pocas decenas de kilómetros, que es lo que normalmente se entiende como área metropolitana. El estándar para las MAN's, es conocida como IEEE 802.6 o DQDB Bus Dual de Colas Distribuidas (Distributed Queue Dual Bus), que puede funcionar a diversas velocidades entre 34 y 155 Mbps con una distancia máxima de unos 160 Km. En realidad la distinción de MAN's basándose en la distancia es un tanto arbitraria, ya que FDDI puede llegar a 200 Km, pero raramente se la clasifica como MAN.

El mayor mérito de la red DQDB ha sido servir como predecesora de ATM, ya que también manejaba conexiones a alta velocidad por medio de la fibra óptica. Este tipo de red DQDB cayó en desuso y su espacio ha sido ocupado por completo por las redes basadas en ATM.

El término **MAN** suele utilizarse también en ocasiones para denominar una interconexión de LAN's ubicadas en diferentes lugares geográficos (por ejemplo, diferentes campus) cuando se dan las siguientes circunstancias:

- ✓ La interconexión hace uso de enlaces telefónicos de alta o muy alta velocidad (comparable a la de las propias LAN's interconectadas).
- ✓ La interconexión se efectúa de forma transparente al usuario, que aprecia el conjunto como una única LAN por lo que se refiere a servicios, protocolos y velocidades de transmisión.
- ✓ Existe una gestión unificada de toda la red.

## **2.6. Redes WAN**

Las redes de amplio alcance (Wide Area Network) se utilizan cuando no es factible tender redes locales, bien porque la distancia no lo permite por el costo de la infraestructura o simplemente, porque es preciso atravesar terrenos públicos en los que no es posible tener infraestructura propia. En todos estos casos, lo normal es utilizar para la transmisión de los datos los servicios de una empresa portadora (carrier).

Hasta tiempos recientes las conexiones WAN se caracterizaban por su lentitud, costo y tasa de errores relativamente elevada.



Con la paulatina introducción de fibras ópticas y líneas digitales en las infraestructuras de las compañías portadoras, las líneas WAN han reducido apreciablemente su tasa de errores; también se han mejorado las capacidades y reducido los costos. A pesar del inconveniente que en ocasiones pueda suponer el uso de líneas telefónicas, tienen la gran virtud de llegar prácticamente a todas partes, que no es poco.

Con la excepción de los enlaces vía satélite, que utilizan transmisión broadcast, las redes WAN se implementan casi siempre con enlaces punto a punto, por lo que prácticamente todo lo que hemos dicho en la parte de redes punto a punto es aplicable a las redes WAN.

## **2.7. Interconexión de redes (Internetworking)**

En la realidad, los tipos de clasificaciones de redes vistas anteriormente, la mayoría de las veces no se dan en un estado puro.

Por ejemplo, una LAN (que normalmente será una red de tipo broadcast) casi siempre dispondrá de un router que la interconecte a una WAN (que generalmente consistirá en un conjunto de enlaces punto a punto).

Esta interconexión de tecnologías diferentes se conoce como "internetworking" (que se podría intentar traducir como 'interconexión de redes'). El router que interconecta redes diferentes está físicamente conectado a todas las redes que se desean interconectar.

Cuando coexisten protocolos de comunicación diferentes; por ejemplo, en una misma red Ethernet puede haber unas computadoras utilizando el protocolo TCP/IP y otras utilizando DECNET (protocolo típico de la marca de computadoras Digital).

Al ser protocolos diferentes son completamente independientes y no se pueden hablar entre sí, por lo que un usuario de un ordenador TCP/IP no podría por ejemplo, enviar un mensaje de correo electrónico a uno de un ordenador DECNET. Sin embargo, es posible instalar en un ordenador ambos protocolos y un programa de conversión de correo electrónico, de forma que los usuarios de ambas redes puedan intercambiar mensajes. A la máquina que interconecta el correo electrónico de los dos protocolos se la denomina pasarela (gateway). Haciendo una analogía podemos decir que los protocolos son como idiomas y las pasarelas equivalen a servicios de traducción que permiten entenderse a personas que hablan diferentes lenguas.

## **2.8. Topologías de LAN**

La topología de LAN la define el hardware. Hay tres topologías básicas:

### **1) Estrella (star)**

Cuando varias estaciones de trabajo se interconectan a través de un nodo central. Este nodo puede actuar como un distribuidor de la información generada por un terminal hacia todas las demás estaciones de trabajo o puede hacer funciones de conmutación. Los nodos son implementados mediante equipos llamados concentradores (hubs). Este tipo de topología se recomienda para redes que tienen cinco o más estaciones de trabajo. Son más seguras que la topología en bus. En este tipo de configuración puede suceder que, si una estación de trabajo no tiene comunicación en la red, las otras estaciones pueden estar trabajando normalmente (ver Figura 2.1).

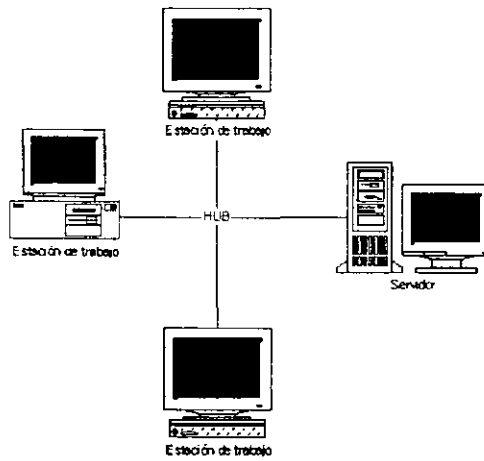


Figura 2.1 Topología de estrella

## 2) Bus:

Topología LAN en la que todos los nodos se conectan a un solo cable. Todos los nodos son considerados iguales y reciben todas las transmisiones del medio. En esta topología hay un cable que recorre todas las máquinas sin formar caminos cerrados ni tener bifurcaciones (ver Figura 2.2).

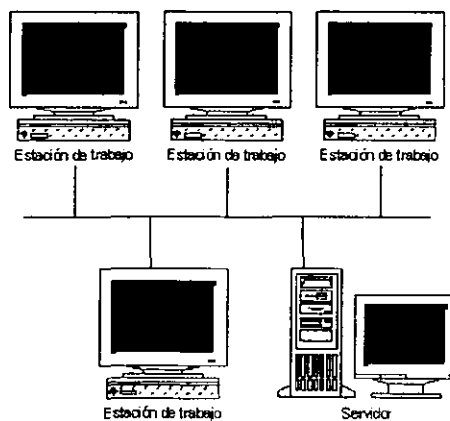


Figura 2.2 Topología de bus

### 3) Anillo (ring):

Topología de red en la que los nodos se conectan en un bucle cerrado. Los datos se transmiten de nodo en nodo alrededor del bucle, siempre en la misma dirección. Es decir, las líneas de comunicación forman un camino cerrado. La información generalmente recorre el anillo en forma unidireccional, cada máquina recibe la información de la máquina previa, la analiza, y si no es para ella, la retransmite a la siguiente (ver Figura 2.3).

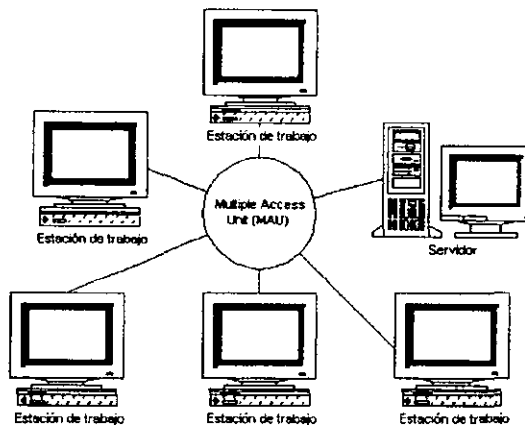


Figura 2.3 Topología de anillo

**NOTA:** Criterios para establecer una topología de red:

- **FIABILIDAD** : Proporcionar la máxima fiabilidad y seguridad posible, para garantizar la recepción correcta de toda la información que soporta la red.
- **COSTOS** : Proporcionar el tráfico de datos más económico entre el transmisor y receptor en una red.
- **RESPUESTA** : Proporcionar el tiempo de respuesta óptimo y un caudal eficaz o ancho de banda, que sea máximo.

## **2.9. Dispositivos de interconexión**

Estos dispositivos de interconexión, nos ayudan a hacer transparente la conexión entre los diferentes tipos de tecnologías de redes, además de extender la distancia y permitir separar las redes (segmentación), para obtener mayor seguridad y rendimiento de una red.

### **2.9.1 Concentradores (Hubs)**

Es un punto de conexión común para los dispositivos de una red. Los concentradores son generalmente usados para conectar segmentos de una LAN. Un concentrador contiene múltiples puertos. Cuando un paquete llega a un puerto, este es copiado hacia los otros puertos, de tal manera, que todos los segmentos de la LAN puedan ver todos los paquetes.

Un concentrador pasivo sirve simplemente como un conducto para los datos, permitiendo que vayan de un dispositivo (o segmento) a otro. Los tan llamados concentradores inteligentes, incluyen características adicionales que permiten a un administrador monitorear el tráfico que pasa por el concentrador y permite configurar cada puerto en el concentrador.

Un tercer tipo de concentrador, intentando traducirlo de alguna manera, concentrador - conmutador (switching hub), actualmente lee la dirección destino de cada paquete y manda al paquete por el puerto correcto.

Los concentradores pueden ser Ethernet, Token Ring o FDDI, pero no mixtos. Cuando crece la cantidad de nodos conectados, se degrada el rendimiento por colisiones o contención.

### **2.9.2 Repetidores (Repeaters)**

Es un dispositivo de red usado para regenerar una señal. Los repetidores son usados en sistemas de transmisión para regenerar señales digitales o analógicas, ya que se distorsionan por la distancia que recorren. Los repetidores analógicos solo pueden amplificar la señal, mientras que los repetidores digitales pueden reconstruir una señal para mantener su calidad original.

En redes de datos, un repetidor puede enviar mensajes entre subredes que usan diferentes protocolos o tipos de cable. Los concentradores pueden operar como repetidores, ya que envían mensajes a todas las computadoras conectadas. Un repetidor no puede realizar ruteo inteligente (intelligent routing) lo que sí pueden hacer los puentes y los ruteadores o encaminadores (routers).

### **2.9.3 Puentes (Bridges)**

Los puentes son mecanismos para conectar varias LAN's. Generalmente conectan LAN's con idénticos protocolos. Se podría pensar en construir una LAN grande en vez de conectar varias LAN mediante puentes, pero:

- ❖ Cuando hay una sola LAN, un fallo en una zona, bloquearía toda a la LAN. Cuando se conectan varias LAN's con puentes, el fallo en un segmento en la LAN no implica el fallo en el otro.
- ❖ Varias LAN's pequeñas tienen mayores beneficios que una grande, sobre todo porque las longitudes de cableado son menores.
- ❖ El establecer varias LAN's en vez de una, mejora las condiciones de seguridad, ya que hay áreas que deben ser más seguras y así se implementan con una LAN conectada con las otras LAN's.

#### **2.9.4 Encaminadores (Routers)**

Es un dispositivo que puede conectar cualquier cantidad de LAN's. Los routers usan cabeceras y una tabla de ruteo para determinar hacia donde van los paquetes y pueden establecer la mejor ruta entre dos hosts cualquiera, con la información que llevan los paquetes. El tratamiento de los datos que pasan a través de los routers es mínimo. A los routers no les interesa que tipo de datos estén manejando.

Permite la conectividad de redes geográficamente dispersas y la administración eficiente del trafico en la red.

#### **2.9.5 Pasarelas (Gateways)**

En redes, es una combinación de hardware y software que permite la comunicación entre dos diferentes tipos de red. Las pasarelas entre dos sistemas de e-mail, por ejemplo, permiten a los usuarios de éstos diferentes sistemas el intercambio de sus mensajes. Es decir, sirve para integrar dos arquitecturas completamente distintas (red de PC's y de AS/400's, por ejemplo).

Su ventaja es que permite la interoperabilidad entre arquitecturas de comunicación que no seria posible integrar de otra manera.

#### **2.9.6 Conmutadores (Switches)**

En redes, es un dispositivo que filtra y envía paquetes entre los segmentos de la LAN. Los conmutadores trabajan en la capa de enlace de datos (capa 2) del Modelo de Referencia OSI y por lo tanto soporta cualquier protocolo.

Las LAN's que usan conmutadores para unir segmentos, son llamadas LAN's conmutadas (switched LAN's) o, en el caso de redes Ethernet, LAN's conmutadas Ethernet (switched Ethernet LAN's).

Una de sus ventajas es que permite mejorar la calidad de transmisión y minimizar el tráfico, especialmente en redes Ethernet muy pobladas.

Tiene la misma forma externa de un concentrador, pero cuenta con buffers en cada puerto y un CPU que determina donde redirige el paquete. Es un dispositivo útil para conectar estaciones que requieren gran disponibilidad de acceso a la red, como por ejemplo, estaciones multimedia, procesamiento de imágenes, etc.

### 2.9.7 Modems

Acrónimo de *modulador – demodulador (modulator-demodulator)*. Un modem es un dispositivo o programa que permite a una computadora transmitir datos sobre líneas telefónicas. La información de la computadora es almacenada digitalmente y la transmisión de la información sobre líneas telefónicas es realizada en forma de ondas analógicas. El modem realiza la conversión entre éstas dos formas.

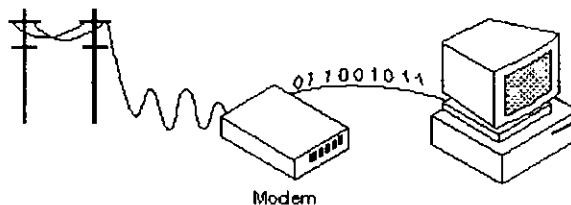


Figura 2.4 Modem



### **2.9.8 Multiplexor (Multiplexador)**

Es un dispositivo de comunicaciones que multiplexa (combina) varias señales de transmisión sobre un mismo medio. Un demultiplexador (demultiplexor) completa el proceso, separando las señales que llegan de la línea de transmisión. Frecuentemente un multiplexor y un demultiplexor son combinados en un sólo dispositivo capaz de procesar las señales de salida y de entrada.

## CAPITULO III

### 3.1. Historia de ATM

Casi todos los servicios de comunicación como X.25 y Frame Relay fueron diseñados para la transmisión de voz o datos, pero no ambos. Las líneas dedicadas y redes Frame Relay, pensadas para datos, pueden transmitir voz si se utilizan los equipos apropiados y si se respetan ciertas restricciones.

El único servicio que se diseñó pensando en voz y datos es la Red Digital de Servicios Integrados (Integrated Services Digital Network - ISDN). Pero la RDSI tiene dos inconvenientes importantes:

- Al ser una red de conmutación de circuitos, la reserva del ancho de banda se realiza durante todo el tiempo que esta establecida, la comunicación, independientemente de que se estén transfiriendo datos o no (o en el caso de transmitir voz independientemente de que se este hablando o se este callado). Como el teléfono.
  
- ☞ El estándar RDSI se empezó a definir en 1984. En aquel entonces las líneas dedicadas eran de 9.6 Kbps en el mejor de los casos y hablar de enlaces a 64 Kbps parecía algo realmente avanzado; sin embargo, el proceso de estandarización tardó más de lo previsto y cuando aparecieron los primeros servicios RDSI, diez años más tarde, la red "avanzada" resultaba interesante sólo en entornos domésticos y de pequeñas oficinas; se había quedado corta para nuevas aplicaciones.

Las redes de comunicaciones permiten transmitir también otros tipos de información, aparte de voz y datos, como imágenes en movimiento (videoconferencia o vídeo), que tienen unos requerimientos distintos. En la siguiente tabla se resumen las características esenciales de cada tipo de tráfico:

Tipo de información	Capacidad	Pérdida tolerable	Retardo tolerable	Jitter tolerable
Datos	Variable	Muy baja	Alto	Alto
Audio en tiempo real, monólogo	Baja (64 Kbps)	Baja	Bajo	Muy bajo
Audio en tiempo real, diálogo	Baja (64 Kbps)	Baja	Muy bajo	Muy bajo
Vídeo en tiempo real	Alta (2 Mbps)	Media	Bajo	Bajo

Tabla 3.1 Necesidades de los diversos tipos de tráfico

Cuando una red está preparada para transmitir tanto voz, vídeo y datos informáticos, se dice que es una red multimedia. Generalmente el tráfico multimedia tiene unas necesidades muy variables de ancho de banda, se dice que es un tráfico a ráfagas ("bursty traffic").

Cuando se tiene tráfico a ráfagas, resulta especialmente útil disponer de una red de conmutación de paquetes con circuitos virtuales, ya que así, unos usuarios pueden aprovechar en un determinado instante el ancho de banda sobrante de otros usuarios.

Sin embargo, las redes como X.25 y Frame Relay, que son de este tipo, no son apropiadas para tráfico multimedia, porque el retardo y el jitter son impredecibles cuando la red está cargada, y en general son demasiado lentas (especialmente X.25).

Las compañías telefónicas vienen trabajando desde hace bastante tiempo en el diseño de una red adecuada al tráfico multimedia, que permita aprovechar las ventajas de la conmutación de paquetes, para así utilizar de forma más eficiente las infraestructuras y ofrecer servicios nuevos, tales como la videoconferencia o el vídeo bajo demanda.

La tecnología que permite todo esto, se denomina ATM (Asynchronous Transfer Mode) y sus orígenes se remontan nada menos que a 1968, cuando se concibió en los laboratorios Bell el primer sistema de transmisión de celdas. En esencia lo que se intenta con esta nueva tecnología, es integrar todos los servicios en una única red digital, lo mismo que pretendía la RDSI (pero ésta llegó muy tarde). Por este motivo, ATM también se denomina a veces RDSI de Banda Ancha o RDSI-BA (B-ISDN, Broadband-ISDN); y a la "antigua" RDSI se la denomina en ocasiones RDSI de Banda Estrecha o RDSI-BE (N-ISDN, Narrowband-ISDN).

En 1986 la CCITT<sup>4</sup> definió el concepto de RDSI-BA y eligió ATM como la tecnología para el transporte de los diferentes tipos de información. En aquel entonces, ATM era una tecnología que interesaba exclusivamente a las compañías telefónicas. Gradualmente los fabricantes de computadoras se fueron percatando de las posibilidades y futuro de dicha tecnología; para acelerar el proceso de estandarización se creó en 1991 el ATM Forum, en el que participaban compañías telefónicas y fabricantes de computadoras. A partir de ese momento se ha producido un avance impresionante en las normas y en desarrollo de equipos ATM, tanto para redes WAN como LAN.

ATM maneja celdas pequeñas de un tamaño fijo, éstas consisten de 48 bytes de información del usuario (payload), más 5 bytes para la cabecera (header). Por el tamaño fijo de las celdas, los retardos (delays) y jitters en la red pueden ser predecibles, haciendo que ATM sea ideal para transportar información en tiempo real. En las LAN's tradicionales, como Ethernet, se utilizan paquetes de longitud variable, lo que hace que los retardos no sean predecibles y no sean ideales para transportar voz y video.

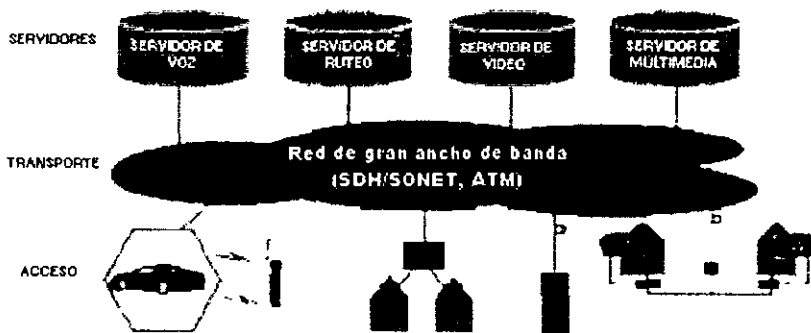
Con una red ATM, cualquier usuario puede conectarse directamente con cualquier otro usuario estableciendo un circuito virtual, el cual puede transferir datos sobre la ruta de comunicación (link).

---

<sup>4</sup> Ver Apéndice C. Glosario de Términos.

En contraste con las LAN's tradicionales, cada paquete debe encontrar su propio camino a través de cada nodo intermedio y debe esperar a que el medio también esté disponible para su transmisión. En otras palabras, ATM es orientada a conexión, mientras la mayoría de las tecnologías LAN, incluyendo IP e IPX, son orientadas a no-conexión.

Mientras que en X.25 o Frame Relay se utilizan velocidades de 64 Kbps a 2 Mbps, en ATM las velocidades pueden ser de 1.544Mbps/sec hasta 10Gbits/sec. Para alcanzar éstas velocidades, se utiliza el sistema de transmisión sobre fibra óptica en redes WAN, denominado SONET/SDH (Synchronous Optical Network (E.U.)/Synchronous Digital Hierarchy (EUROPA)), que es el que están utilizando las compañías telefónicas actualmente en sus infraestructuras. Como lo muestra la siguiente figura:



Una arquitectura escalable y flexible:

- Acceso independiente, entre servicios e interconexión de dispositivos.
- Transporte de multiservicio de alto rendimiento.
- Servidores de aplicación sobre plataformas estándar de la industria.
- Ancho de banda bajo demanda, eliminando los cuellos de botella de la red.

Figura 3.1 Diferentes servicios que ofrece ATM

### 3.2. CALIDAD DE SERVICIO (Quality of Service - QoS)

Es posible que se produzca pérdida de información, puede ocurrir que el tiempo de envío del paquete, también llamado retardo o latencia ("delay" y "latency" respectivamente) sea demasiado grande o se encuentre dentro de un amplio rango debido a la carga o congestión en la red (el término inglés usado para denominar dicha fluctuación es "jitter", que literalmente significa mieditis, temblar de miedo). En algunos casos se requiere una entrega fiable, es decir, que se garantice la entrega de los paquetes, o un retardo y/o jitter garantizados, es decir, no superiores a un determinado valor. Por ejemplo, si transferimos un archivo (datos), normalmente dividiéndolo en múltiples paquetes, necesitaremos un servicio fiable en la entrega, pero podemos tolerar un retardo o jitter más o menos grande; por el contrario la voz, o el vídeo (imagen en movimiento) toleran un pequeño porcentaje de pérdidas, pero requieren un retardo y un jitter reducidos y constantes.

Cuando al establecer una comunicación se solicita un nivel mínimo para alguno de éstos parámetros, se dice que se requiere una calidad de servicio (QoS, Quality of Service). La calidad de servicio estipula unos mínimos que la red ha de satisfacer para efectuar la conexión, por ejemplo: "transmisión fiable con un retardo no superior a 100 ms"; es posible que la red no sea capaz de satisfacer la calidad solicitada, en cuyo caso podría hacer una propuesta alternativa, a modo de regateo (por ejemplo, "no puedo asegurar 100 ms de retardo, lo mínimo es 250 ms, ¿estás conforme?") Una vez pactadas las condiciones de la conexión éstas actúan a modo de contrato que obliga a la red a dar la calidad de servicio prometida al usuario.

No todos los protocolos o redes ofrecen la posibilidad de negociar calidades de servicio; en estos casos el protocolo o la red simplemente aprovecha los medios disponibles lo mejor que puede, intentando evitar las congestiones y situaciones críticas en lo posible, y repartir los recursos entre los usuarios de manera más o menos equilibrada; ésta estrategia se denomina del "mejor esfuerzo" ("best effort").

Como ejemplo de redes con QoS, podemos citar a ATM. como ejemplos de redes "best effort", podemos mencionar TCP/IP (la Internet) y Ethernet.

### 3.3. Interfaces de la red ATM

Una red ATM consiste de un conjunto de switches ATM, con una interconexión punto a punto. Los switches ATM soportan dos tipos principales de interfaces: Interface de usuario a la red (User to Network Interface - UNI) y la Interface de red a red (Network to Network Interface - NNI). La UNI conecta terminales ATM (tales como hosts y routers) hacia un switch ATM. La NNI conecta dos switches ATM, ver las Figuras 3.2 y 3.3.

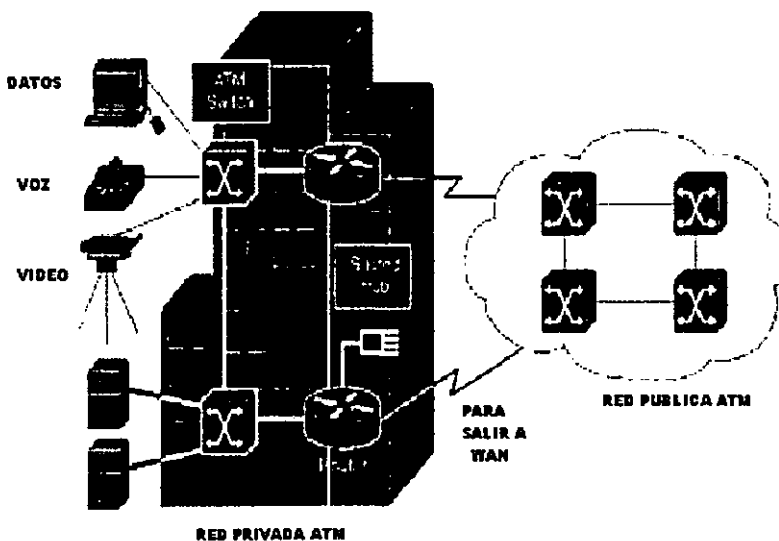


Figura 3.2 Diferentes interfaces de la red ATM

Dependiendo, si el switch le pertenece y se localiza en la parte del cliente (es decir, es privado) o si el switch es público, es decir que le pertenece a la compañía telefónica, pueden subdividirse en UNI's y NNI's públicas y privadas. Una UNI privada conecta una terminal ATM y un switch ATM privado.

Su contraparte pública, conecta una terminal ATM o switch privado hacia un switch público. Una NNI privada conecta dos switches ATM dentro de la misma organización privada. Y una NNI pública conecta dos switches ATM dentro de la misma organización pública.

Y una especificación adicional, la Broadband Interexchange Carrier Interconnect (B-ICI), la cual conecta dos switches públicos de diferentes proveedores de servicio. La Figura 3.3 ilustra las especificaciones de interface ATM para redes públicas y privadas.

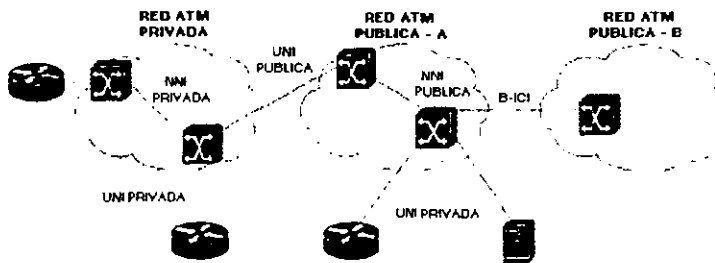


Figura 3.3 Especificaciones de interface ATM para redes públicas y privadas.

### 3.4. Celdas ATM

Usando ATM, la información a ser enviada, es segmentada en celdas de tamaño fijo, transportadas y reensambladas en el destino. La celda ATM tiene un tamaño fijo de 53 bytes. Este tamaño permite que la información a ser transportada sea predecible. Esto permite que los diferentes tipos de tráfico puedan viajar en la misma red.

La celda se divide en dos secciones principales: la cabecera (header) de 5 bytes que lleva el mecanismo de direccionamiento y la información (payload) (48 bytes) es la parte en donde está la información del usuario, como lo ilustra la Figura 3.4.



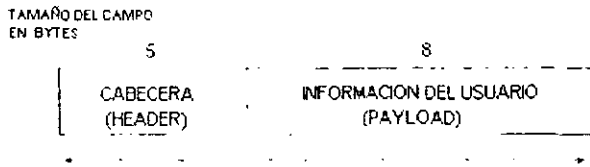


Figura 3.4 Formato básico de una celda ATM

La cabecera de una celda ATM puede ser de dos formas: UNI o la NNI. La cabecera UNI es usada para la comunicación entre terminales ATM y switches ATM en redes privadas ATM. La cabecera NNI es usada para la comunicación entre switches ATM, como lo ilustra la Figura 3.5.

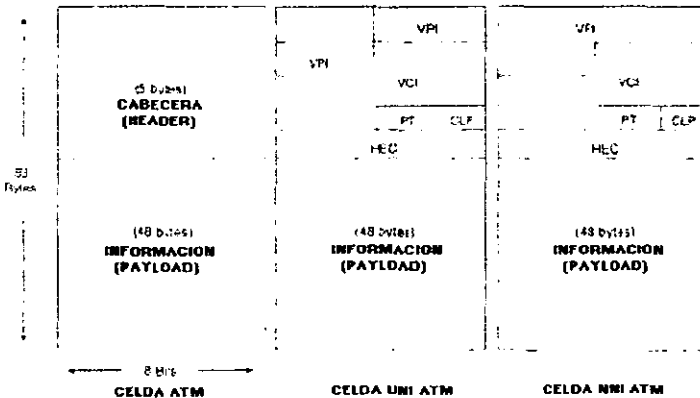


Figura 3.5 Una celda ATM, una celda UNI, y una celda NNI, cada una contiene 48 bytes de información del usuario.

A diferencia de la UNI, la cabecera NNI no incluye el campo de Control de Flujo Genérico (Generic Flow Control - GFC).

Además, la cabecera NNI tiene un campo para el Identificador de Camino Virtual (Virtual Path Identifier - VPI) que ocupa los primeros 12 bits, permitiendo largas conexiones entre los switches ATM públicos.

Además de los campos de cabecera GFC y VPI, otros son usados en los demás campos de la cabecera ATM. Las siguientes descripciones son un resumen de los campos de la Figura 3.4:

*Control de Flujo Genérico (Generic Flow Control -GFC).*- Provee funciones locales, tales como identificar múltiples estaciones que comparten una misma interfaz ATM. Este campo no es usado normalmente y su valor se da por default.

*Identificador de Camino Virtual (Virtual Path Identifier - VPI).*- En combinación con el VCI, identifica el próximo destino de una celda cuando atraviesa una serie de switches ATM hasta su destino.

*Identificador de Canal Virtual (Virtual Channel Identifier - VCI).*- En combinación con el VPI, identifica el próximo destino de una celda cuando atraviesa una serie de switches ATM hasta su destino.

*Tipo de Información (Payload Type - PT).*- Indica en el primer bit si la celda contiene datos del usuario o datos de control. Si la celda contiene datos del usuario, el segundo bit indica la congestión, y el tercer bit indica si la celda es la última en una serie de celdas que representan un solo paquete AAL5.

*Prioridad de Pérdida de Congestión (Congestion Loss Priority - CLP).*- Indica si la celda debe ser descartada si es que se encuentra congestión extrema cuando se mueve a través de la red. Si el bit CLP es igual a 1, la celda debe desecharse dando preferencia a la celda con el bit CLP igual a cero.

*Control de Error de Cabecera (Header Error Control - HEC).*- Calcula si la cabecera tiene algún error.

El hecho de que todas las celdas sean del mismo tamaño simplifica el proceso en los nodos intermedios, cuestión esencial cuando se quiere que dicho proceso sea lo más rápido posible. Debido a su tamaño pequeño y constante los paquetes ATM se denominan celdas, y por esto en ocasiones a ATM se le denomina cell relay (retransmisión de celdas).

Al ser ATM un protocolo orientado a conexión, se garantiza que todas las celdas lleguen a su destino en el mismo orden en que han salido; sin embargo, no se garantiza que lleguen todas las celdas, en situaciones de severa congestión se considera aceptable que haya una pérdida muy reducida de celdas (por ejemplo una en 1012).

#### **3.4.1. Circuitos Virtuales Permanentes y Conmutados**

En ATM existe el concepto de circuito virtual (Virtual Circuit), que puede ser de dos tipos: conmutado o SVC (Switched Virtual Circuit) y permanente o PVC (Permanent Virtual Circuit). Estas conexiones se establecen antes de que se transmitan las celdas. Cada VC puede tener diferentes características y es independiente de otros VC's (VC de audio, VC de video, etc), como lo ilustra la Figura 3.6. El *conmutado* se establece y termina a petición del usuario, mientras que el *permanente*, tiene que ser definido por el proveedor del servicio, realizando una configuración en los conmutadores a los que se conectan los equipos implicados, la conexión permanece en vigor mientras no se altere dicha configuración, independientemente de que haya o no tráfico, los recursos que solicitan se reservan de manera permanente y su tiempo de conexión es nulo. En cierto modo, es como si los PVC's fueran "líneas dedicadas virtuales", mientras que los SVC's son como conexiones "virtuales" temporales.

Dos equipos conectados a una red ATM pueden establecer entre sí un circuito virtual, permanente o conmutado, y transmitir por él información digital de cualquier tipo.

ATM da al usuario muchas más facilidades que X.25 o Frame Relay para controlar las características de su circuito virtual, ya que, se puede fijar un ancho de banda máximo permitido, un margen de tolerancia sobre dicho máximo, un ancho de banda mínimo garantizado, un perfil horario (de forma que el ancho de banda cambie con la hora del día de una forma preestablecida), etc. Además, es posible definir prioridades y distintos tipos de tráfico, de forma que se prefiera fiabilidad o rapidez, tráfico constante o a ráfagas, etc.

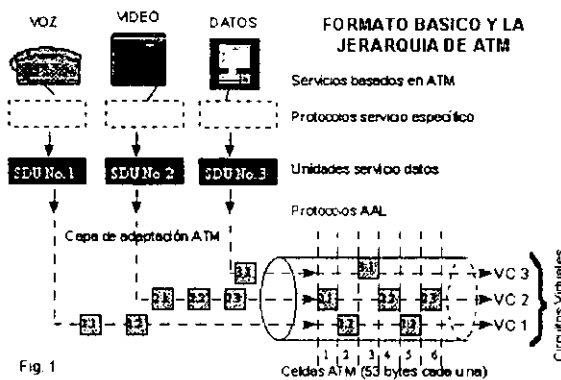


Figura 3.6 Multiplexación de las diferentes señales en ATM

El Identificador de Canal Virtual (Virtual Channel Identifier - VCI) y el Identificador de Camino Virtual (Virtual Path Identifier -VPI), son usados en la multiplexación, desmultiplexación y la conmutación (switching) de una celda a través de la red. Los VCI's y VPI's no son direcciones. Estos son explícitamente asignados en cada segmento (la conexión (o link) entre nodos ATM) cuando una conexión es establecida, y permanecen hasta que la conexión termine.

Un camino virtual (virtual path) es un conjunto de canales virtuales (virtual channels), los cuales son conmutados a través de la red ATM en un VPI común. Sin embargo, todos los VCI's y VPI's, tienen un valor en una conexión entre dos nodos ATM y cambian de valor cuando pasan por otro switch.

Un camino de transmisión (transmission path) es un conjunto de VP's. La Figura 3.7 ilustra como los VC's se concatenan para crear VP's, los cuales, se concatenan para crear un camino de transmisión.



Figura 3.7 Los VC's se concatenan para crear VP's.

### 3.5. Servicios ATM

ATM es orientada a conexión y le permite al usuario especificar dinámicamente los recursos requeridos por conexión. Hay cinco clases de servicio definidas para ATM:

- *Rango de bit constante (CBR)*: Esta clase es usada para la emulación de circuitos de conmutación. El rango de transmisión de celdas es constante con el tiempo. Las aplicaciones de CBR son bastante sensibles para la variación del retardo de la celda. Los ejemplos de aplicaciones que pueden usar CBR son el tráfico de voz, videoconferencia y video.
- *Rango de bit variable - no en tiempo real (VBR-NRT)*: Esta clase les permite a los usuarios enviar tráfico en un rango que varía con el tiempo, y que depende de la disponibilidad de información del usuario. La multiplexación se proporciona para hacer uso óptimo de los recursos de la red. El e-mail con multimedia, es un ejemplo de VBR-NRT.
- *Rango de bit variable - en tiempo real (VBR-RT)*: Esta clase es similar a VBR-NRT pero se diseña para aplicaciones que son sensibles a la variación del retardo de las celdas. Ejemplo de VBR es la videoconferencia.

- *Rango de bit disponible (ABR)*: Esta clase de servicio ATM proporciona control del flujo de datos, como la transferencia de archivos y e-mail. Aunque la norma no exige garantizar o minimizar el retraso de transferencia de la celda o celdas perdidas; es deseable para los switches minimizar el retraso y la pérdida tanto como sea posible. Dependiendo del estado de congestión de la red, se exige que la fuente controle su emisión (rango). A los usuarios se les permite declarar un rango de celdas mínimo, lo cual se garantiza para la conexión en la red.
- *Rango de bit no especificado (UBR)*: Esta clase es la que agrupa "otra" clase, y se usa hoy ampliamente para TCP/IP.

### 3.6. Modelo de referencia ATM

La arquitectura ATM utiliza un modelo lógico para describir las funciones que soporta. Estas funcionalidades corresponden a la capa física (physical layer) y a la capa de Enlace de Datos (Data Link layer) del modelo de referencia OSI.

El modelo de referencia ATM está compuesto de los siguientes planos, los cuales engloban las funciones de todas las capas:

**Control.** Este plano es responsable de generar y manejar las peticiones (request) de señalización. Es decir, a las conexiones virtuales (ruteo y direccionamiento).

**Usuario.** Este plano es responsable de manejar la transferencia de datos.

**Administración (management).** Este plano contiene dos componentes:

*Administración de Capa* (Layer management). Maneja funciones específicas, tales como la detección de errores y problemas de protocolo.

*Administración de planos* (Plane management). Maneja y coordina funciones relacionadas a las capas y los planos. Como lo ilustra la Figura 3.8.

El modelo de referencia ATM está compuesto de las siguientes capas ATM:

**Capa Física** (Physical layer). Es análoga a la capa física del modelo de referencia OSI, la capa Física ATM maneja la transmisión de celdas por el medio físico.

**Capa ATM** (ATM layer). Combinada con la Capa de Adaptación ATM, la capa ATM es el equivalente a la capa de Enlace de Datos del modelo de referencia OSI. La capa ATM es responsable de establecer las conexiones y llevar las celdas a través de la red ATM. Para realizar esto, usa la información de la cabecera de cada celda.

**Capa de Adaptación ATM** (ATM Adaptation layer - AAL). Combinada con la capa ATM, la AAL equivale a la capa de Enlace de Datos del modelo de referencia OSI. La AAL es responsable de aislar los protocolos más altos de los detalles del proceso ATM.

Finalmente, las capas más altas (Higher Layers), residentes después de AAL, aceptan datos del usuario, colocándolos enseguida en paquetes y después se los pasa a la capa AAL.

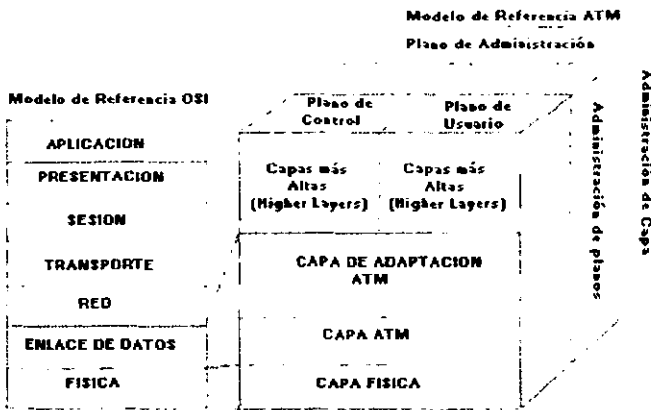


Figura 3.8 El modelo de referencia ATM se relaciona con las 2 capas del modelo de referencia OSI.

### 3.6.1. Capa Física (Physical Layer)

La Capa Física define las características eléctricas y las interfaces de red. Esta capa "coloca los bits en el cable." ATM no está sujeto a ningún tipo específico de transporte físico.

La Capa Física tiene cuatro funciones: los bits son convertidos en celdas, controla la transmisión y recepción de bits en el medio físico, se rastrean los límites de las celdas ATM, y se empaquetan celdas en los tipos apropiados de paquetes (frames) para el medio físico.

La Capa Física está dividida en dos partes: la subcapa Dependiente del Medio Físico (Physical Medium Dependent - PMD) y la subcapa Convergencia de Transmisión (Transmisión Convergence - TC).

La subcapa PMD ofrece dos funciones clave. Primero, sincroniza la información y recepción, enviando y recibiendo un flujo continuo de bits con información de tiempo asociada (timing).



Segundo, especifica las interfaces físicas para el medio físico usado, incluyendo los tipos de conectores y el cable. Ejemplos de estándares para el medio físico ATM: el estándar Synchronous Optical Network/Synchronous Digital Hierarchy (SONET/SDH), el DS-3/E3, 155 Mbps sobre fibra multimodo (MMF) y 155 Mbps sobre cableado de par trenzado apantallado (STP).

La subcapa TC se ocupa de “deshacer” las celdas en bits para pasarlos a la subcapa PMD en el envío, y de recibir los bits de la subcapa PMD para reconstruir las celdas en la recepción.

### **3.6.2. Capa ATM (ATM Layer)**

La capa ATM establece conexiones virtuales y “pasa” las celdas a través de la red ATM. Para realizar esto, usa la información que se encuentra en la cabecera de cada celda. La capa ATM es responsable de realizar las siguientes cuatro funciones básicas:

- ☞ Multiplexar y demultiplexar las celdas de las diferentes conexiones virtuales. Estas conexiones son identificadas por los valores de su VPI y VCI.
- ☞ Traducir los valores del VCI y VPI en los switches ATM.
- ☞ Extraer e insertar la cabecera antes o después de que la celda es entregada hacia o desde la capa de adaptación ATM.
- ☞ Manejar la implementación de un mecanismo de control de flujo en la UNI.

### 3.6.3. Capa de Adaptación ATM (ATM Adaptation Layer)

La capa de adaptación ATM (capa AAL) se divide también en dos subcapas; la inferior se denomina subcapa SAR (Segmentation And Reassembly) y se ocupa de fragmentar el paquete que recibe desde arriba (normalmente mayor de 48 bytes) en celdas para su envío y de reensamblarlo en la recepción cuando se lo pasa la capa ATM. La subcapa CS (Convergence Sublayer) se ocupa de suministrar distintos tipos de servicio adecuados al tipo de tráfico (vídeo, audio, datos, etc.). La capa AAL corresponde en sus funciones a la capa de transporte del modelo OSI.

Para que ATM de soporte a los diferentes tipos de servicios con diferentes características de tráfico y requerimientos del sistema, por lo que es necesario adaptar las diferentes clases de aplicaciones a la capa ATM. Esta función es realizada por la capa AAL. Cuatro tipos de AAL fueron originalmente recomendados por el CCITT. Dos de éstos se han convertido en uno.

#### *Capa de Adaptación ATM 1: AAL1*

AAL1, es un servicio orientado a conexión, es ideal para manejar aplicaciones de emulación de circuitos, tales como voz y videoconferencia, los cuales requieren de rango de bits constante y requerimientos de retardo y sincronización específicos.

Como AAL1 requiere sincronización entre el emisor y el receptor, depende de un medio, como SONET, que soporta la sincronización. El proceso de AAL1 para preparar una celda para su transmisión lleva tres pasos. Primero, sincronía (synchronous samples), por ejemplo, 1 byte de datos en un rango de 125 microsegundos son insertados dentro del campo Payload.

Segundo, los campos Número de Secuencia (Sequence Number - SN) y Protección del Número de Secuencia (Sequence Number Protection - SNP) son adicionados para proveer información a AAL1, la cual usa para verificar que ha recibido las celdas en el correcto orden. Tercero, el resto del campo de Payload será llenado con bastantes bytes para igualar a 48 bytes. La Figura 3.9 ilustra como AAL1 prepara una celda para su transmisión.

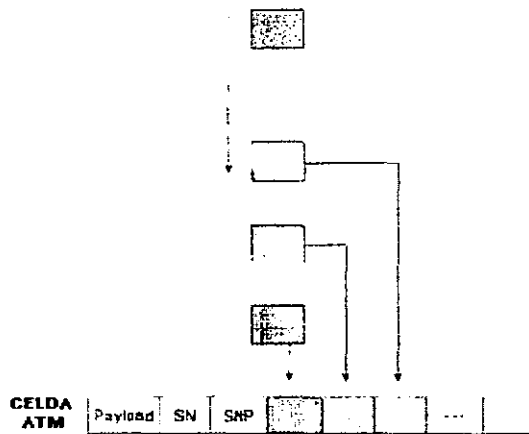


Figura 3.9 AAL1 prepara una celda para su transmisión haciendo que las celdas mantengan su orden.

#### Capa de Adaptación ATM 2: AAL2

Esta adaptación es un método para transportar voz sobre ATM. Este consiste de paquetes de tamaño variable (máximo 64 bytes) encapsulados dentro del campo Payload.

#### Capa de Adaptación ATM 3/4: AAL3/4

AAL3/4 soporta los servicios orientados a conexión y no orientados de rangos de bits variables. Este fue diseñado para los proveedores de servicio (ISP) y está relacionado con el Switched Multimegabit Data Service (SMDS). AAL3/4 es usado para transmitir paquetes SMDS sobre una red ATM.

*Capa de Adaptación ATM 5: AAL5*

Soporta el servicio orientado a conexión y no orientado con rangos variables de bits que son los más usados en las redes de computadoras. Este es usado para transferir datos como, IP sobre ATM y Emulación de LAN (LAN Emulation - LANE). AAL5 también es conocida como la capa de adaptación simple y eficiente porque no adiciona bytes a las celdas que pasan por esta capa.

En la siguiente tabla se muestran las capas del protocolo ATM con las clases de servicio.

Capa de usuario	Señalización y control	Clase A CBR (video y audio)	Clase B Variable Bit Rate (video y audio codificados)	Clase C (servicios orientados a conexión, X.25, TCP/IP)	Clase D (servicios orientados a no conexión, LAN's)	Clase X (servicios orientados a conexión, UBR)	Clase Y (servicios orientados a conexión, ABR)	
Capas 1 y 2 del modelo de referencia OSI	AAL	AAL1	AAL2	AAL3/4 ó AAL5		AAL5	AAL5	
		Subcapa de convergencia						
		Subcapa SAR (Segmentación y Reensamble)						
		Capa ATM (Formateo de celdas)						
		Capa Física (Transmisión)						

Tabla 3.2 Capas del protocolo ATM y las clases de servicio.

### 3.7. Dispositivos ATM

Una red ATM se compone de un switch ATM y terminales (endpoints) ATM. Un switch ATM es responsable del tránsito de las celdas a través de la red ATM. El trabajo de un switch ATM está bien definido: éste acepta las celdas que llegan de una terminal ATM o de otro switch ATM, entonces lee y actualiza la información de la cabecera de la celda y rápidamente conmuta (switches) la celda hacia una interface de salida que la dirige a su destino.

Una terminal ATM (también llamado, end system) contiene un adaptador de interface de red ATM (network interface adapter). Ejemplos de terminales ATM son las PC's (workstations), ruteadores (routers), unidades de servicio digital (digital service units – DSU's), switches LAN y codificadores – decodificadores de video (video coder-decoders – CODEC's). La Figura 3.10 ilustra una red ATM con switches y terminales.

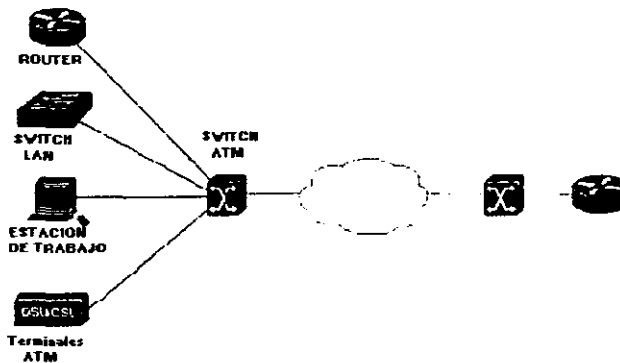


Figura 3.10 Una red ATM comprende switches y terminales ATM.

Un conmutador ATM (switch ATM) típico, es un equipo modular formado por un procesador central que controla sus funciones y en el que puede instalarse un número variable de interfaces de varios tipos, también llamados puertos o puertas (ports). Un conmutador pequeño, puede soportar por ejemplo 16 puertos de 155 Mbps, mientras que uno grande puede soportar 64 puertos o incluso más. El rendimiento (throughput) de un conmutador ATM suele medirse por la suma de velocidades de todas sus puertas en la configuración máxima posible; así por ejemplo, un conmutador que admita un máximo de 16 puertos de 155.52 Mbps tendrá un rendimiento aproximado de 2,488 Mbps. Los conmutadores ATM suelen distinguirse claramente en dos tipos: los pequeños con capacidades de hasta 10 Gbps, también llamados de Campus, y los grandes, generalmente con capacidades a partir de 10 Gbps, denominados de oficina central y pensados para compañías telefónicas.

Imaginemos ahora un conmutador con 16 puertos de 155.52 Mbps. Recordemos en primer lugar que cada puerto es full dúplex, por lo que tiene una capacidad de 155.52 Mbps de entrada y 155.52 Mbps en salida. Podemos por lo tanto, decir que este conmutador está formado por 16 puertos de entrada y 16 de salida. Vamos a suponer que el conmutador funciona perfectamente en sincronía con un ciclo básico de funcionamiento de 2,700 ms (por decir algo), de forma que en cada ciclo entra una celda por cada una de sus interfaces (suponiendo también que todas estén recibiendo tráfico). El proceso de cada celda requiere normalmente varios ciclos, pero el conmutador puede funcionar en modo *pipeline*, es decir, una vez llena la "cadena de montaje" (llamados slots) se empieza a emitir una celda por ciclo. El conmutador ha de redirigir cada celda a la puerta correspondiente, procurando descartar el mínimo posible y no alterando nunca el orden de las celdas. Para esto, el conmutador dispone de una tabla que le indica para cada circuito virtual, cual es la puerta de entrada y cual la puerta de salida. Normalmente los circuitos virtuales son full dúplex, por lo que esta información será simétrica, es decir, si un determinado circuito entra por la puerta 3 y sale por la 7 habrá otro que entre por la puerta 7 y salga por la 3.

Es posible, que dos circuitos virtuales diferentes tengan distintas puertas de entrada, pero la misma puerta de salida. El conmutador no puede descartar ninguna de ambas, ya que esto produciría una pérdida inaceptable de celdas. Algunos conmutadores optan en estos casos, por retener una de las dos celdas en un buffer en el puerto de entrada hasta el ciclo siguiente, en que puede ser procesada hacia su destino. Esto tiene el inconveniente de retener entretanto el tráfico en esa línea para otros circuitos virtuales que podrían tener despejado el resto de su camino, produciendo una disminución en el rendimiento en situaciones de elevado tráfico; este fenómeno se conoce como bloqueo en la cabecera de la línea (*head-of-line blocking*) y era frecuente observarlo en conmutadores ATM de primera generación.

Una solución más eficiente, es poner la celda en un buffer de espera en el puerto de salida, de forma que la celda pueda ser enviada en el ciclo siguiente. De esta forma se evita bloquear la línea de entrada. En cualquiera de ambos casos, es necesario disponer de buffers generosos para poder almacenar las celdas en tránsito. Un conmutador ATM tiene normalmente capacidad para almacenar varias decenas de miles de celdas.

### 3.8. Emulación de LAN (LAN Emulation)

La Emulación LAN ha sido diseñada, para permitir a las aplicaciones y protocolos de red existentes, trabajar sobre una red ATM.

Los switches Ethernet basados en tecnología ATM son utilizados por los usuarios (terminales). El conjunto de estándares más usados ampliamente en ambientes locales para ATM es la Emulación LAN (LAN Emulation - LANE). La repetición de la mayoría de las características de los medios LAN's existentes, hace que la emulación LAN permita a las aplicaciones de éstas trabajar en ATM sin ningún problema. Como lo muestra la siguiente figura:

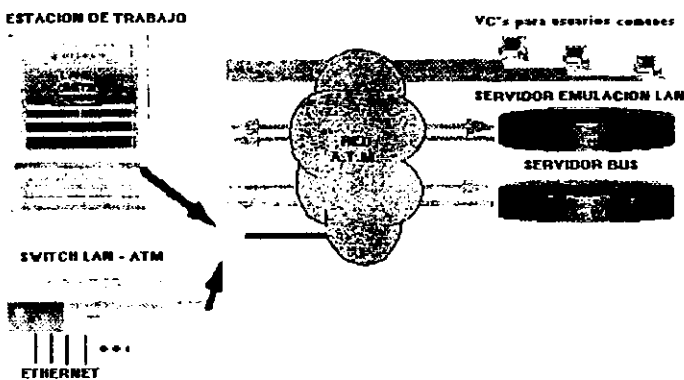


Figura 3.11 Switches LAN basados en ATM y las estaciones de trabajo con NIC's ATM.

LANE es un estándar definido por el Forum ATM, que da a las estaciones conectadas vía ATM las mismas capacidades que éstas normalmente obtienen de las LAN's tradicionales, tales como Ethernet y Token Ring. Como el nombre sugiere, la función del protocolo LANE es de emular una LAN encima de una red ATM. La Figura 3.12 comparará una LAN y una LANE.

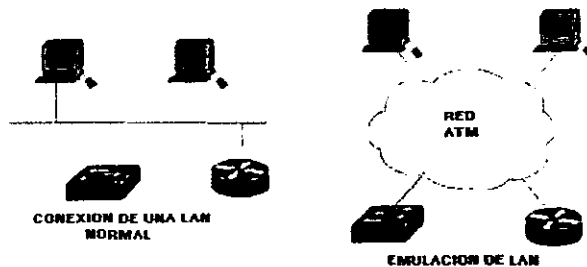


Figura 3.12 La red ATM puede emular una LAN.

El protocolo LANE define una interface de servicio para la capa de red (network layer) que es idéntica a las LAN's existentes. El dato enviado a través de la red ATM es encapsulado en el formato apropiado del paquete MAC que usan las redes LAN. Simplemente, los protocolos de LANE hacen que una red ATM se parezca o se comporte como una LAN Ethernet o Token Ring, aunque ésta va a trabajar más rápido que una red Ethernet o Token Ring.

La función básica del protocolo LANE es encontrar la dirección ATM que corresponde a una estación dada que tiene dirección MAC (donde la estación está directamente conectada a ATM o está conectada en un dispositivo Ethernet/ATM) y después establecer un circuito virtual entre los puntos terminales y puedan enviarse información.

El protocolo LANE es desarrollado en dos tipos de equipo ATM: Tarjetas de interfaz ATM (ATM network interface cards – NIC's) y equipo de interconexión y conmutación (switches) LAN.



Con el implemento de las NIC's ATM, los protocolos de la capa de red en la terminal continúan comunicándose como si todavía estuvieran trabajando con los procedimientos normales de una red LAN. Sin embargo, las terminales pueden disponer del gran ancho de banda que ofrecen las redes ATM.

En el segundo tipo de dispositivos o equipo ATM, consiste en switches y routers LAN. Estos dispositivos, en conjunto con los equipos que tienen las NIC's ATM, son usados para proveer un servicio de LAN Virtual (Virtual LAN - VLAN) en la cual los puertos de los switches LAN, son asignados a una red LAN Virtual particular, independientemente de su ubicación física. La Figura 3.13 muestra la arquitectura del protocolo LANE implementada en los dispositivos de una red ATM:

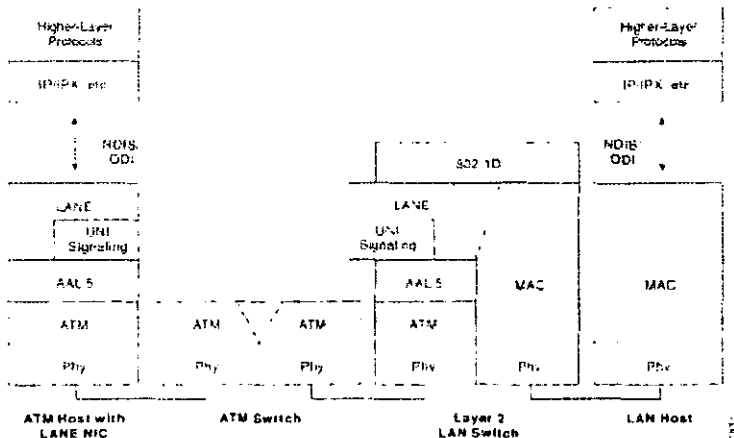


Figura 3.13 La arquitectura del protocolo LANE puede ser implementada en dispositivos de red ATM.

**Nota:** El protocolo LANE no afecta a los switches ATM, ya que es un protocolo construido sobre ATM. Es decir, es totalmente transparente.

Múltiples LANE's pueden existir simultáneamente sobre una sola red ATM.

El Foro ATM, acordó especificar éstos tipos de componentes de red LANE para conectar una red ATM:

*Ciente de LANE (LAN Emulation client - LEC).* El LEC es una entidad en una terminal que realiza envío de datos, resolución de direcciones y registro de direcciones MAC con la ayuda del servidor de LANE. Este software reside en las terminales.

Cientes de LANE que funcionan como sistemas terminales:

- Computadoras con interfaces ATM que operan como servidores de archivos.
- Estaciones de trabajo terminales o computadoras personales.
- Switches Ethernet o Token Ring, que soportan redes ATM.
- Routers y puentes.

*Servidor de LANE (LAN Emulation server - LES).* El LES provee un punto de control central para los LEC's, para el envío de registros y el control de la información. (Sólo un LES existe por LANE.) Este software reside en los switches.

*Broadcast and unknown server (BUS).* El BUS es un servidor multicast, que es usado para manejar tráfico con direcciones de destino desconocidos y para enviar tráfico multicast y broadcast a clientes dentro de una LANE particular. Cada LEC es asociado con un sólo BUS por LANE.

*Servidor de configuración para Emulación LAN (LAN Emulation configuration server - LECS.)* El LECS mantiene una base de datos de LEC's y las ELAN's a las cuales pertenecen. Un LECS por dominio administrativo sirve a todas las LANE's dentro de ese dominio. La siguiente figura ilustra lo visto anteriormente:

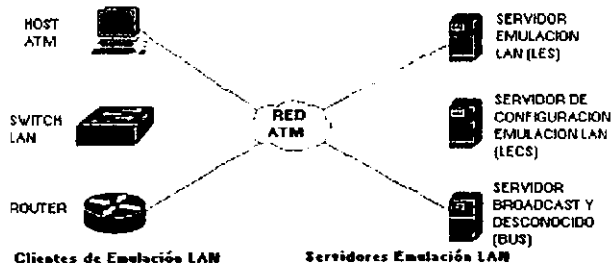


Figura 3.14 Una LANE consiste de clientes, servidores y de varios nodos intermedios.

**PNNI (Private – NNI)** Los diseñadores de red pueden implementar PNNI como un protocolo de ruteo de Capa 2 para la administración del ancho de banda, la distribución del tráfico y la redundancia para las redes LANE. PNNI es un protocolo de ruteo usado para las conexiones y es implementado en los switches ATM. La mayoría de las redes LANE consisten de múltiples switches ATM y generalmente emplean el protocolo PNNI.

LANE v1.0 utiliza la multiplexación de VC's para LAN's Ethernet o Fiber Distributed Data Interface (FDDI) (para LAN's Token Ring y FDDI ) ver Figura 3.15.

LANE v2.0 tiene especificado el uso de la encapsulación LLC para utilizar IP sobre ATM.

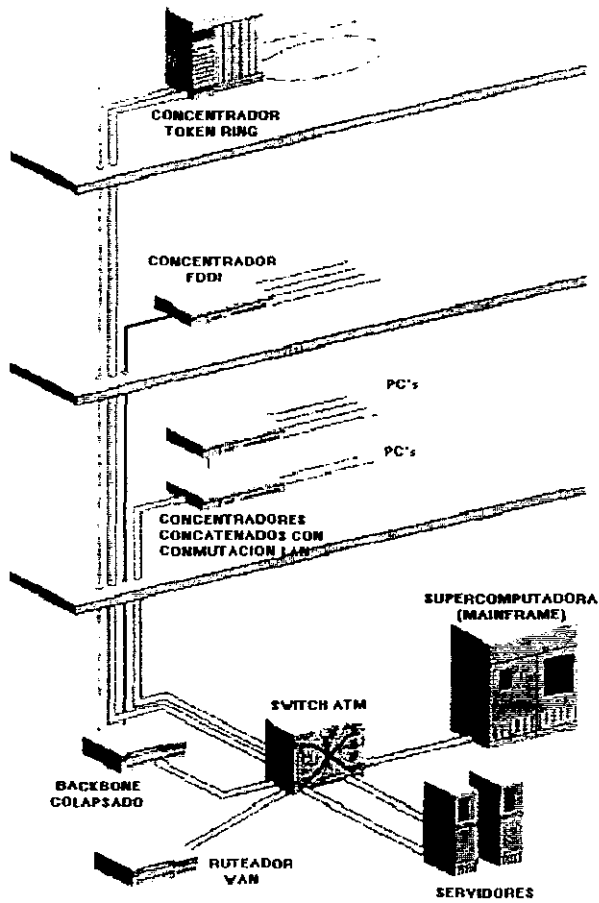


Figura 3.15 Protocolo LANE para redes LAN tradicionales.

NOTA: Para saber el significado de backbone colapsado, referirse al Apéndice C.

## CAPITULO IV

### 4.1. Planteamiento de un problema hipotético

Este modelo de red se realizó pensando en aquellas empresas las cuales están creciendo de manera acelerada y que necesitan de una nueva opción para trabajar aplicaciones que requieren de un mayor ancho de banda, como la videoconferencia y la capacitación, además de evitar las congestiones y ofrecer un mejor servicio al cliente.

La red actualmente instalada en la empresa Foxboro, S.A. consiste de un backbone colapsado, con un sólo ruteador (router) para salir hacia Internet para cada uno de los 5 Edificios. Dentro de cada uno de los edificios, todos los usuarios y las computadoras están en un solo segmento, con quizás un solo puente (bridge) utilizado para dividir el tráfico (collision domain).

A continuación se presenta la red-hipotética.

## EMPRESA FOXBORO, S.A.

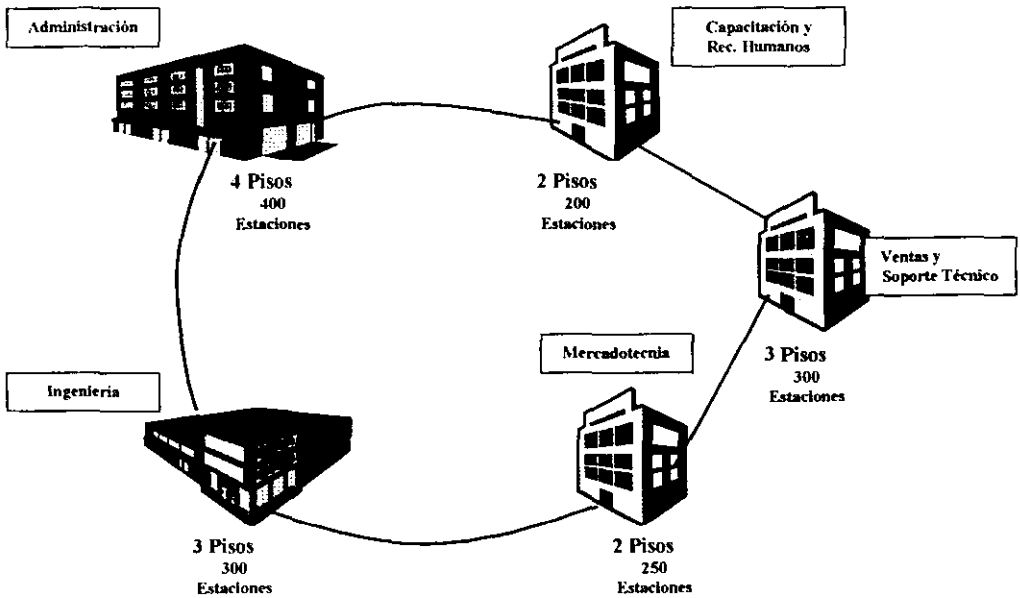


Figura 4.1 Red hipotética

**NOTA:** Esta red cumple con los estándares establecidos por el ITU-T (International Telecommunication Union). Dos anillos de fibra óptica multimodo recorren todos los edificios. Todas las oficinas han sido equipadas con computadoras, que están conectadas con cable UTP Categoría 5.

El edificio de Administración tiene un router, para la conexión hacia Internet.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

Edificio	Pisos	Estaciones	Servidores	Puertos Totales	Puertos Usados	Número de Concentradores / Tamaño del concentrador
Administración	4	400	6	440	400	5/64 y 5/24
Ingeniería	3	300	4	320	300	5/64
Mercadotecnia	2	250	2	320	250	5/64
Ventas y Soporte Técnico	3	400	5	440	400	5/64 y 5/24
Capacitación y Rec. Humanos	2	200	2	256	200	4/64
Totales	14	1450	19	1656	1450	24/64 y 10/24

Tabla 4.1 Número de estaciones y puertos de la red hipotética.

#### 4.2. Diseño de la red ATM

Los objetivos principales de la nueva red son:

**Simplificar la Administración**, centralizando los servidores que están actualmente en los 5 Edificios, en un solo centro de datos localizado en el edificio de Administración.

**Confiabilidad en la red**, ofreciendo rutas de datos redundantes y quitando los puntos en donde se tengan fallas.

**Desempeño de la red**, reduciendo las colisiones y la congestión. Tres departamentos que tienen aplicaciones de misión crítica, se les dará prioridad para resolver problemas de congestión y colisiones. Ingeniería siempre requerirá de una buena conectividad hacia cada PC de escritorio. Ventas y Soporte Técnico necesita de un mejor acceso hacia sus servidores, para mejorar el tiempo de respuesta hacia los clientes y Capacitación y Rec. Humanos necesitará de un alto desempeño para su salón Multimedia.

**Protección de lo ya invertido**, permitiendo la reutilización de la infraestructura actual, lo más que sea posible, y ofrecer una nueva infraestructura de red, que sirva a las necesidades de la empresa, para los próximos 5 años.

**Migración Simple**, la empresa Foxboro, S.A. tiene un soporte de staff limitado para la instalación y administración de la red. Además, el presupuesto principal para la nueva red debe extenderse a más de dos años en proporciones iguales.

La red actual soporta el protocolo TCP/IP.



A continuación se presenta la red ATM:

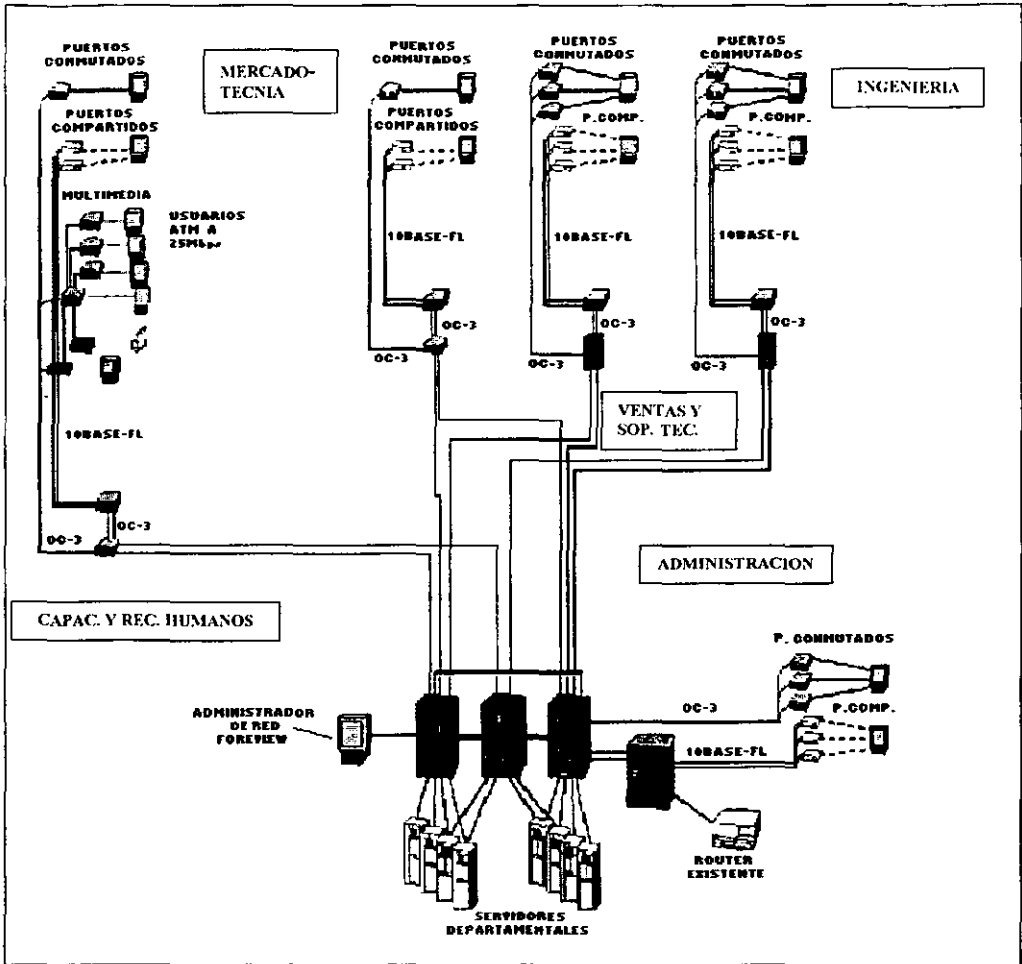


Figura 4.2 Distribución de equipos ATM

En la siguiente tabla se muestra, lo que representa cada dibujo de la figura 4.2:















 10BaseT-Conmutado	 Switch ATM ASX-1000	 Switch LAN PowerHub 7000
 10BaseT-Compartido	 Switch ATM ASX-200	 Switch LAN PowerHub 6000
 10BaseFL	 AVA-300 (Video)	 Switch LAN ES-3810
 ATM 25 Mbps	 ATV-300 (TV)	 Concentrador común
 ATM OC-3 155 Mbps		
 ATM OC-12 622 Mbps		

Figura 4.3 Dispositivos y velocidades de la red ATM

En una primera fase, de la instalación de la red, se hará lo siguiente:

**Simplificar la Administración:** Todos los servidores de la empresa son movidos directamente hacia el backbone ATM, que estará localizado en el edificio de Administración.

**Confiabilidad en la red:** El backbone de la red no tendrá ningún punto de falla. Todos los edificios tienen conexiones redundantes hacia dos switches principales.

**Desempeño de la red:** Los grandes segmentos serán divididos en unos más pequeños. Limitando el número de usuarios, en un segmento de no más de 128. Además, un significativo número de puertos conmutados Ethernet (switched Ethernet ports) son instalados en el edificio de Capacitación y Rec. Humamos para ofrecer un alto desempeño, para el trabajo de la capacitación. Finalmente, se ponen todos los servidores corporativos en el backbone ATM, la latencia o retardo hacia los servidores se mantiene en un mínimo y la comunicación o conexión de y hacia los servidores es aumentada grandemente.

**Protección de lo ya invertido:** Todos los concentradores permanecen en su lugar, a excepción de los del edificio de Capacitación y Rec. Humamos.

**Migración Simple:** Manteniendo la misma topología de la red a través del uso de Virtual LAN's, la migración de la red es simple y puede ser realizada por un pequeño personal (staff).

Cada conmutador LAN PowerHub (switch LAN) puede selectivamente 'puentear' o 'rutear' ('bridge' o 'route') múltiples protocolos en cada uno de sus puertos. Esta flexibilidad le permite a la migración mantener la misma topología, mientras se cambia la red para acomodar las nuevas aplicaciones y cambiar los flujos de tráfico. El retardo también se minimiza utilizando un modelo de ruteo con los PowerHubs. El tráfico es directamente 'puenteado' (bridged) desde los PowerHubs hacia los servidores corporativos, mientras el tráfico hacia otros edificios es ruteado entre los edificios, sin la necesidad de un router centralizado.

Con un presupuesto adicional, la fase dos puede llevarse a cabo, para poner segmentos dedicados para todos los usuarios, más servidores, y para aumentar la confianza en los procesos redundantes, conexiones de los servidores, etc. Dado que se espera que la infraestructura de la red final dure por lo menos 5 años.

#### **4.2.1. Proveedores de tecnología**

La marca que se utilizó para la red fue FORE Systems, dado que:

FORE Systems es el único vendedor que ofrece una línea de producto basado completamente en ATM, usando una sola plataforma de software, el ForeThought Internetworking Software, abarcando toda la red, y administrada por el ForeView Network Management Software.

- ✓ *Fácil administración, reduce el tiempo de respuesta.* Coloca los servidores en el edificio de administración y conectándolos directamente hacia el backbone ATM a 155 Mbps mejora el acceso al servidor, facilitando la administración y reduciendo el tiempo de espera. El soporte de FORE para los diferentes tipos de tráfico, combinado con el software ForeThought Bandwidth Management, proveerá una alta utilización de la red y protección a las bases de datos de misión crítica.

- ✓ *Reduce la congestión y las colisiones.* Reemplazando los repetidores con los switches PowerHub FORE, se eliminan las colisiones, ya que se reducen el número de usuarios por segmento a menos de 50. Y además la mayoría de los usuarios son conectados a puertos de 10 Mbps en switches LAN ForeRunner ES-3810.
  
- ✓ *Redundancia segura (secure fault tolerance).* Los switches ATM ForeRunner ASX-200BX and ASX-1000 switches tienen características de redundancia (fault tolerant), incluyendo redundancias en las fuentes de poder y monitoreo del ambiente.
  
- ✓ *Ofrece una infraestructura escalable.* Teniendo switches ATM aumenta el poder de procesamiento, el ancho de banda y la inteligencia. La Interface de red a red privada (Private Network-to-Network Interface - PNNI) de ForeThought, permite crecer hasta 2,500 switches. Los módulos de red ForeRunner son intercambiables, permitiendo rediseñar la red, sin cambiar lo ya implementado. La relación costo-beneficio de la infraestructura no dura más de 5 años.
  
- ✓ *Soporte para los diferentes servicios integrados.* Los switches ATM de FORE Systems poseen las más avanzadas capacidades de administración del ancho de banda, que incluyen Buffers Inteligentes (Smart Buffers) y sistema de colas por VC, capacidades esenciales para ofrecer QoS garantizada para los diferentes tipos de servicios.

Estas son las direcciones de las empresas más reconocidas hasta el momento, como las que ofrecen una mejor solución, en cuanto a la pronta recuperación de lo invertido y en su diseño e implementación de una red con tecnología ATM, en el ámbito mundial:

CISCO

[www.cisco.com](http://www.cisco.com)

- ✓ LightStream 1010 switch

Newbridge

[www.newbridge.com](http://www.newbridge.com)

- ✓ Alcatel 7270 Multiservice Concentrator
- ✓ Alcatel 7470 Multiservice Platform
- ✓ Alcatel 7670 Routing Switch Platform

IBM Corp.

[www.ibm.com](http://www.ibm.com)

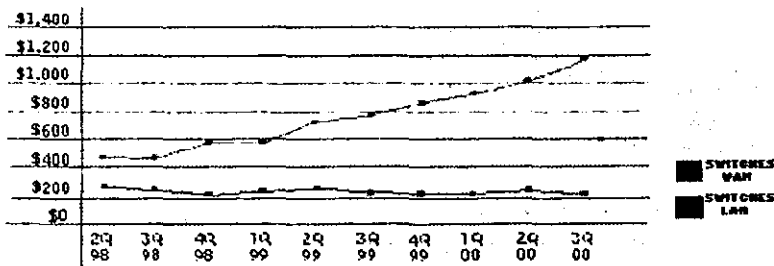
## CONCLUSIONES

Dado que las empresas se están volviendo globales, por el famoso comercio electrónico y el Internet, es importante saber que existen tecnologías que pueden ayudarlos a crecer y mantenerse a la vanguardia.

Se reconoce que para las empresas, es difícil el acceso a ésta tecnología, de forma que los planes de financiamiento serán parte fundamental de los proyectos que se tengan para empresas que se encuentren en México.

En todo el mundo, ya se está implementado ésta tecnología, principalmente para apoyo en las redes WAN y en las LAN's, no ha surgido aún un auge impresionante, ya que realmente es muy cara para empresas pequeñas y medianas, que abundan mucho en nuestro país. En la siguiente tabla, se muestran los pronósticos de ventas en el ámbito mundial que tiene ATM para las LAN's y WAN's en el presente año:

### PRONOSTICOS DE VENTA MUNDIALES DE EQUIPO ATM LAN y WAN. (\$M)



Source: Citronix In-Site Group

Ganándole a la WAN. Este cuadro muestra el aumento mundial pronosticado para los switches LAN ATM contra los switches WAN ATM. Tecnologías alternativas como Gigabit Ethernet son una de las razones por la floja actuación en la LAN. En el sector WAN, una gran variedad de factores -incluyendo la convergencia, la necesidad de niveles más altos de QoS y la demanda de servicios combinados de ATM/Frame Relay- ha contribuido a las proyecciones optimistas de crecimiento.

NOTA: \$M = millones de dólares

Las aplicaciones actuales se benefician de las redes que son flexibles, escalables y que cuentan con un alto desempeño en el manejo del ancho de banda y ATM ofrece una buena solución para mejorar el desempeño de éste tipo de aplicaciones en las LAN's. Esta estrategia ofrece maximizar el desempeño de la red y simplificar la complejidad de las configuraciones, además de que se minimizan los retardos, muy importante al hablar de aplicaciones de video y voz.

Por otro lado, nos encontramos en un campo que por suerte o desgracia evoluciona con mucha rapidez y lo que hoy puede parecer adecuado, quizá no lo sea dentro de dos años. Para tomar una decisión acertada, es necesario hacer una estimación objetiva de las necesidades actuales y futuras, además de una valoración adecuada de las tecnologías disponibles, tomando en cuenta su relación costo / beneficio y ATM es una buena opción. La siguiente gráfica muestra cómo la tecnología ATM va a seguir creciendo en los próximos años:

### RÉDITOS, EMBARQUES Y PROMEDIO DE PRECIO DE VENTA PARA EQUIPO DE ACCESO ATM EN EL MUNDO

	2000	2001	2002	2003
Réditos (\$M)	534.7	775.3	1,007.8	1,209.4
Embarques	35,000	56,000	64,000	117,600
Prom. precio de venta	15.3	13.6	12.0	10.3

Source: International Data Corp. (IDC)

NOTA: \$M = millones de dólares

La gran velocidad de transmisión que ofrece ATM, permite que en un futuro no muy lejano, que la diferencia existente entre las redes LAN y WAN desaparezca (que es lo que realmente se está buscando con ésta nueva tecnología) y hacer de manera transparente los servicios multimedia y el uso de diferentes aplicaciones.

## Apéndice A. FIGURAS

	<b>PAG.</b>
Figura 1.1 Sistema de comunicación simple.....	2
Figura 1.2 Elementos de un sistema de transmisión de datos.....	3
Figura 2.1 Topología de estrella.....	24
Figura 2.2 Topología de bus.....	24
Figura 2.3 Topología de anillo.....	25
Figura 2.4 Modem.....	29
Figura 3.1 Diferentes servicios que ofrece ATM.....	34
Figura 3.2 Diferentes interfaces de la red ATM.....	36
Figura 3.3 Especificaciones de interface ATM para redes públicas y privadas	37
Figura 3.4 Formato básico de una celda ATM.....	38
Figura 3.5 Una celda ATM, una celda UNI, y una celda NNI, cada una contiene 48 bytes de información del usuario.....	38
Figura 3.6 Multiplexación de las diferentes señales en ATM.....	41
Figura 3.7 Los VC's se concatenan para crear VP's.....	42
Figura 3.8 El modelo de referencia ATM se relaciona con las 2 capas del modelo de referencia OSI.....	45
Figura 3.9 AAL1 prepara una celda para su transmisión haciendo que las celdas mantengan su orden.....	48
Figura 3.10 Una red ATM comprende switches y terminales ATM.....	50
Figura 3.11 Switches LAN basados en ATM y las estaciones de trabajo con NIC's ATM.....	52
Figura 3.12 La red ATM puede emular una LAN.....	53
Figura 3.13 La arquitectura del protocolo LANE puede ser implementada en dispositivos de red ATM.....	54
Figura 3.14 Una LANE consiste de clientes, servidores y de varios nodos intermedios.....	56
Figura 3.15 Protocolo LANE para redes LAN tradicionales.....	57
Figura 4.1 Red hipotética.....	59
Figura 4.2 Distribución de equipos ATM.....	62
Figura 4.3 Tipos de dispositivos y velocidades de la red ATM.....	63



**Apéndice B. TABLAS**

	<b>PAG.</b>
Tabla 1.1 Características principales de los cables según su categoría.....	5
Tabla 2.1 Posibles combinaciones de redes de acuerdo al tamaño y relación	18
Tabla 3.1 Necesidades de los diversos tipos de tráfico.....	32
Tabla 3.2 Capas del protocolo ATM y las clases de servicio.....	49
Tabla 4.1 Número de estaciones y puertos de la red hipotética.....	60

## Apéndice C. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Backbone (troncal).** El cable principal en una red.

**Bandwidth on demand (ancho de banda bajo demanda).** Rasgo que permite a un dispositivo de acceso remoto comenzar una segunda conexión a un sitio concreto para aumentar la cantidad de datos que se transfieren a ese sitio hasta lograr el umbral deseado. El administrador de la red que configura el servidor de acceso remoto especificará varios tramos o un porcentaje de umbral de ancho de banda de conexión que activará la conexión secundaria. Multilink PPP es una norma que permite que este rasgo sea interoperable.

**Baseband LAN (LAN de banda base).** LAN que usa una sola frecuencia portadora sobre un solo canal. Ethernet, Token Ring y Arcnet usan transmisión de banda base.

**Baud (baudio).** Unidad de frecuencia de señal en señales por segundo. No es sinónimo de bits por segundo ya que que los signos pueden representar más de un bit. Los baudios sólo son iguales a bits por segundo cuando la señal representa un único bit.

**Binaries (binarios).** Binario, formas de programas legibles por máquinas que se han compilado o ensamblado. Lo opuesto a los programas en formato de código fuente.

**Binary (binario).** Característica de tener sólo dos estados, como conectado y desconectado. El sistema de numeración binario usa sólo unos y ceros.

**Bit.** Abreviación de Binary Digit, La unidad más pequeña de información para el proceso de datos. Un bit (o dígito binario) asume el valor de 1 o 0.

**bps.** Abreviatura de bits por segundo, unidades de velocidad de transmisión.

**Broadband Network (red de banda ancha):** Red que usa múltiples frecuencias portadoras para transmitir señales multiplexadas en un solo cable. Varias redes pueden coexistir en un solo cable sin interferir entre ellas.

**Byte.** Unidad de datos de ocho bits.

**Channel (canal).** El camino de los datos entre dos nodos.

**Congestion Loss Priority – CLP.** Prioridad de Pérdida de Congestión.

**Collision (colisión)** El resultado de dos nodos de la red que transmiten al mismo tiempo en el mismo camino. Los datos transmitidos no son utilizables.

**Collapsed Backbone.** Backbone de red que funciona como un dispositivo multipuertos para un sólo switch, permitiendo que los cables que salen del backbone colapsado vayan a los concentradores de cada segmento de la LAN.

**Data Link (enlace de datos).** Conexión lógica entre dos nodos en el mismo circuito.

**Data Link Layer (Capa de Enlace de Datos).** Capa 2 de la siete capa del modelo de referencia OSI para la comunicación entre ordenadores en redes. Esta capa define los protocolos para los paquetes de datos y cómo se transmiten hacia/desde cada dispositivo de la red. Es un nivel de enlace de comunicaciones independiente del medio, situada por encima de la capa Física, y esta dividido en dos subcapas: control de acceso al medio (MAC o Medium Access Control) y control del enlace lógico (LLC o Logical Link Control).

**CCITT.** Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía. Organismo internacional que publica normas y recomendaciones para telecomunicaciones.

**Conmutación.** Método de gestión de comunicación sobre una red de conmutación.

**Frame Relay.** Es un servicio portador RDSI de banda estrecha en modo de paquetes, y ha sido especialmente adaptado para velocidades de hasta 2,048 Mbps. Frame Relay proporciona conexiones entre usuarios a través de una red pública, del mismo modo que lo haría una red privada con circuitos punto a punto. De hecho, su gran ventaja es la de reemplazar las líneas privadas por un sólo enlace a la red.

**FDDI.** Fiber Optic Data Distributed Interface (Interfaz de datos distribuidos sobre fibra óptica). Interfaz de cable capaz de transmitir datos a 100 Mbps. Originalmente diseñado para las líneas de fibra, FDDI también puede operar sobre cables de par trenzado para distancias cortas.

**Generic Flow Control – GFC.** Control de Flujo Genérico.

**Header (cabecera).** La parte inicial de un paquete de datos o trama conteniendo información de identificación como la fuente de los datos, su destino, y longitud.

**Header Error Control – HEC.** Control de Error de Cabecera.

**HIPPI (High Performance Parallel Interface).** Es una tecnología que permite conectar dispositivos a cortas distancias y a altas velocidades (1.6 Gbps).

**Hz.** Abrev. de Hertzio. Es un ciclo por segundo.

**IPX-Internetwork Packet eXchange (intercambio de paquetes de interred).**

Protocolo de NetWare similar a IP (Protocolo de Internet).

**ISDN (RDSI).** Integrated Services Digital Network (Red Digital de Servicios

Integrados): Todos los servicios digitales proporcionados por compañías telefónicas.

Proporcionan 144 Kbps. con una sola línea telefónica (divididos en dos canales "B" de 64 Kbps. y un canal "D" de 16 Kbps.).

**ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunications).** Emite

recomendaciones en las telecomunicaciones a nivel mundial.

**ISO Layered Model (Modelo de Referencia OSI).** La Organización de Estándares

Internacionales (ISO) fija las normas para los ordenadores y las comunicaciones. Su

modelo de referencia **Open Systems Interconnection (OSI - Interconexión de**

**Sistemas Abiertos).** Especifica cómo dispositivos informáticos diferentes, como

Tarjetas de Interfaz de Red (NICs), puentes y encaminadores, intercambian datos en

una red. El modelo consiste en siete capas. De la más baja a la más alta, son: Física,

Enlace de Datos, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación. Cada capa

realiza servicios para la capa situada sobre ella.

**Latency (latencia).** El retraso en el que incurre un conmutador o puente entre la

recepción de la trama y su remisión.

**Logical Link (enlace lógico).** Conexión temporal entre los nodos fuente y destino, o

entre dos procesos del mismo nodo.

**MAU-Medium Attachment Unit (Unidad de Conexión al Medio).** Dispositivo usado

para convertir señales de un medio Ethernet a otro.

**Mbps.** Megabits por segundo.

**Multicast.** Mensaje multicast es el que se envía a múltiples dispositivos de la red

desde un servidor.

**Multiplexing (multiplexado).** Transmisión simultánea de múltiples señales en un

solo canal.

**Network Management (administración de la red).** Servicios administrativos para

gestionar la red, incluyendo la configuración y puesta a punto, mantenimiento

operativo de la red, supervisión de las prestaciones de la red, y diagnóstico de problemas de la red.

**NIC-Network Interface Card (Tarjeta de Interfaz de red).** Tarjeta adaptadora que se inserta en un ordenador, y contiene la electrónica y el software necesarios para permitir a la estación comunicarse a través de la red.

**Node (nodo).** Cualquier dispositivo inteligente conectado a la red. Esto incluye servidores de terminales, servidores, y cualquier otro dispositivo (como impresoras y terminales) que se conectan directamente a la red. Se puede decir que un nodo es cualquier dispositivo que tiene una "dirección de hardware".

**Packet (paquete).** Serie de bits que contienen datos e información de control, incluyendo la dirección del nodo fuente y destino, estructurados para su transmisión de un nodo a otro.

**Point-to-Point (Punto a punto).** Circuito que únicamente conecta dos nodos, o una configuración que requiere una conexión física separada entre cada par de nodos.

**Port (puerto).** El conector físico de un dispositivo que permite hacer la conexión.

**SNA.** Systems Network Architecture o Arquitectura de Red de Sistemas. Protocolos en capas de IBM para comunicaciones de mainframe.

**10BASE-2.** Ethernet sobre cable coaxial fino.

**10BASE-5.** Ethernet sobre cable coaxial grueso (Thickwire).

**10BASE-FL.** Ethernet sobre fibra óptica.

**10BASE-T.** Ethernet sobre cable de par trenzado no apantallado (UTP). Téngase en cuenta que 10BASE-T es un medio de red punto a punto, con un extremo del cable que va típicamente a un repetidor/concentrador y el otro al dispositivo de red.

**TCP/IP-Transmission Control Protocol.** (TCP o Protocolo de Control de Transmisión) e Internet Protocol (IP o Protocolo de Internet) son los protocolos normales en entornos UNIX. Casi siempre se implementan y usan juntos y se denominan TCP/IP.

**Topology (topología).** La configuración de los nodos y el hardware que los une en una red. Los tipos incluyen anillo, bus, estrella y árbol.

**Payload Type – PT.** Tipo de Información.

**Virtual Path Identifier – VPI.** Identificador de Camino Virtual.

**Virtual Channel Identifier – VCI.** Identificador de Canal Virtual.

**X.25 Gateway Access Protocol (protocolo de acceso a pasarelas X.25).** Permite a un nodo no directamente conectado a una red de datos pública, acceder a los servicios de dicha red a través de un nodo pasarela que hace de intermediario. X.25 es estándar para las redes de conmutación de paquetes.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

*Redes de Ordenadores*, Andrew S. Tanenbaum  
Editorial Prentice – Hall, S.A. 1994.

*Teleinformática y Redes de Computadoras*, Antonio Alabau Muñoz  
Editorial Alfaomega, S.A., 1991. Serie: Mundo Electrónico.

*Redes de Computadoras: protocolos normas e interfaces*, Uyles Balck  
Editorial Macrobit, Ra-ma. 1990.

*Local Area Network design*, Andrew Hopper, Steven Temple, Robin Williamson  
Editorial Addison-Wesley. 1986.

*Metodología de la Investigación*, Roberto Hernández Sanpieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. Editorial McGraw Hill. 1998.

### REFERENCIAS ON-LINE DE ATM

The Cell Relay Retreat  
<http://cell-relay.indiana.edu/cell-relay/>

ATM FAQ  
<http://cell-relay.indiana.edu/cell-relay/FAQ/ATM-FAQ/FAQ.html>

WWW Virtual Library - ATM  
<http://www.analysys.com/default.asp?mode=article&iLeftarticle=288>

ATM Hotlist

[http://www.eantc.de/~amk/atm\\_hotspot.html](http://www.eantc.de/~amk/atm_hotspot.html)

ATM Information Resources

<http://www-atp.llnl.gov/atp/atm.html>

ATM Tutorial

[http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/55755.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/55755.htm)

Brief Tutorial on ATM

<http://www.stud.ifi.uio.no/~kario/atm.html>

An Overview of ATM LAN Emulation

<http://www.iphase.com/docs/whitepapers/lanemul.cfm>

ATM Standards

<http://info.itu.int> (International Telecommunication Union)

<http://www.atmforum.com> (The ATM Forum)

<http://www.etsi.org> (European Telecommunications Standards Institute)

<http://www.ietf.org> (Internet Engineering Task Force)