

300617



UNIVERSIDAD LA SALLE

2

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

2ej

REDES DE ALTA VELOCIDAD

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
CON ESPECIALIDAD EN
INGENIERIA ELECTRONICA

P R E S E N T A N:
VICTOR HUGO ALVARADO DE LA VEGA
ERIC RODRIGUEZ PERALTA
MIGUEL DE GUADALUPE ROJAS SANCHEZ

ASESOR DE TESIS: ING. EDUARDO RUIZ RIVERA

MEXICO, D.F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD LA SALLE

A los Pasantes Señores: Víctor Hugo Alvarado De la Vega
Eric Rodríguez Peralta
Miguel de Guadalupe Rojas Sánchez

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Ud. a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso como Asesor de Tesis el Señor Ing. Eduardo Ruiz Rivera, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista con área principal en Ingeniería Electrónica.

"REDES DE ALTA VELOCIDAD"

con el siguiente índice:

	INTRODUCCION
	ANTECEDENTES
CAPITULO I	REDES LOCALES TRADICIONALES
CAPITULO II	REDES DE HOY
CAPITULO III	FDDI Y FAST ETHERNET
CAPITULO IV	TECNOLOGIA DE CONMUTACION Y ATM
CAPITULO V	APLICACIONES Y SOLUCIONES
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA
	APENDICES
	GLOSARIO

Ruego a Ud., tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A T E N T A M E N T E
"INDIVISA MANENT"
ESCUELA DE INGENIERIA
México, D.F., a 26 de Marzo de 1996

ING. EDUARDO RUIZ RIVERA
ASESOR DE TESIS

ING. EDMUNDO BARRERA MONSIVAÍS
D I R E C T O R

A Dios, por todo

A nuestros padres, por su cariño y apoyo

A todos los profesores por su enseñanza

***A Eduardo Ruiz, gracias por su
apoyo, asesoría y buena voluntad para
la realización de esta Tesis***

***A todos nuestros compañeros por la
amistad que nos brindaron***

A la Universidad La Salle

***A Mago por su apoyo,
paciencia y ayuda para la
realización de este trabajo***

INDICE

INDICE

INTRODUCCION	IV
ANTECEDENTES	VI
1. REDES LOCALES TRADICIONALES	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 COMPONENTES MINIMOS DE <i>HARDWARE</i> DE UNA RED	4
1.2.1 Tarjeta adaptadora de Red (<i>NIC</i>)	4
1.2.2 Medio	5
1.2.3 Servidores	5
1.2.4 Repetidores	5
1.2.5 Concentradores	5
1.3 COMPONENTES DE <i>SOFTWARE</i> DE UNA RED	6
1.3.1 Sistema Operativo (<i>OS</i>)	6
1.3.2 Sistema Operativo de Red (<i>NOS</i>)	6
1.3.3 <i>Drivers</i> de Adaptadores	6
1.3.4 Administración de Red	6
1.4 EL COMITE <i>IEEE 802</i>	6
1.5 TOPOLOGIAS	8
1.6 ARCNET	9
1.7 ETHERNET	10
1.7.1 Direcciones de Red	14
1.7.2 Conmutación en <i>Ethernet</i>	15
1.8 TOKEN RING	16
1.8.1 Concentradores de <i>Token-ring</i>	20
1.8.2 Conmutación en <i>Token-ring</i>	20
2. REDES DE HOY	21
2.1 INTRODUCCION	21
2.2 REPETIDORES	21
2.3 PUENTES	22
2.3.1 Intereconexión de Redes con Puentes	23
2.3.2 Tablas de Puenteo	25
2.3.3 Métodos de Puenteo-Enrutamiento	26
2.3.4 Intereconexión <i>Ethernet/Token-ring</i>	27
2.3.5 Filtrado	28
2.4 ENRUTADORES	28
2.4.1 Funcionalidad de los Enrutadores	30
2.4.2 Direccionamiento de Red	30
2.5 <i>GATEWAYS</i>	31
2.6 CONMUTADORES	32
3. <i>FDI</i> Y <i>FAST ETHERNET</i>	33
3.1 ANTECEDENTES	33
3.2 ARQUITECTURA DE <i>FDI</i>	34
3.3 CAPA DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (<i>MAC</i>)	35
3.3.1 Funcionamiento Básico	35
3.3.2 El Formato del <i>Frame</i> en <i>FDI</i>	37
3.3.3 El Formato del <i>Token</i>	38
3.3.4 Inicialización del Anillo	38
3.3.5 Proceso de Advertencia	39
3.3.6 Reconfiguración del Anillo	39
3.4 CAPA DE PROTOCOLO FISICO (<i>PHY</i>)	40

	Índice
3.4.1 Codificación de Datos	40
3.4.2 Símbolos de Control	41
3.5 CAPA FÍSICA DEPENDIENTE DEL MEDIO (<i>PMI</i>)	41
3.5.1 Cableado para <i>FDDI</i>	41
3.5.2 Conectores para <i>FDDI</i>	42
3.6 CAPA DE ADMINISTRACIÓN DE ESTACIÓN (<i>SMT</i>)	42
3.7 COMPONENTES DE <i>FDDI</i>	43
3.8 INTERFACES	43
3.9 TIPOS DE NODOS	43
3.9.1 Concentradores	44
3.9.2 Estaciones	45
3.10 TIPOS DE PUERTOS	46
3.11 APLICACIONES COMUNES DE <i>FDDI</i>	47
3.11.1 Redes <i>Backbone</i>	47
3.11.2 Redes <i>Backend</i>	47
3.11.3 Redes de Área Local de Alta Velocidad	47
3.12 FUTURO DE <i>FDDI</i>	47
3.12.1 <i>FDDI-II</i>	48
3.12.2 <i>FFOL (FDDI Follow On LAN)</i>	48
3.13 <i>EAST ETHERNET (100BASE-T) Y 100VG-AnyLAN</i>	48
3.13.1 Antecedentes	48
3.13.2 <i>Fast Ethernet (100BASE-T)</i>	48
3.13.2.1 Topología	49
3.13.2.2 Arquitectura	49
3.13.2.3 Capa Física	50
3.13.2.4 Interfaz Independiente del Medio (<i>IMI</i>)	51
3.13.2.5 Repetidores <i>100BASE-T</i>	51
3.13.2.6 Consideraciones de Diseño	51
3.13.3 <i>100VG-AnyLAN</i>	52
3.13.3.1 Concentradores	53
4. TECNOLOGÍA DE CONMUTACIÓN Y <i>ATM</i>	56
4.1 GENERALIDADES	56
4.2 TECNOLOGÍAS DE CONMUTACIÓN	57
4.2.1 Conmutación de Configuración	57
4.2.2 Conmutación de Paquete	58
4.2.3 Conmutación de Celda	58
4.2.4 Conmutación de Traducción de Paquete a Celda	59
4.2.5 Redes Locales Virtuales	59
4.2.6 Función de los Enrutadores y los Conmutadores en las <i>LANs</i>	60
4.3 TÉCNICAS DE CONMUTACIÓN	60
4.3.1 Técnica <i>Store and Forward</i>	60
4.3.2 Técnica <i>Cut-Through</i>	61
4.3.3 Otra técnica: Conmutación Libre de Error	62
4.4 <i>ATM</i>	63
4.4.1 Generalidades	63
4.5 DEFINICIÓN DE <i>ATM</i>	64
4.5.1 Modos de Transferencia	64
4.5.1.1 Modo de Transferencia Síncrona (<i>STM</i>)	64
4.5.1.2 Modo de Transferencia de Paquete (<i>PTM</i>)	65
4.5.1.3 Modo de Transferencia Asíncrona (<i>ATM</i>)	66
4.5.1.4 Resumen de Modos de Transferencia	68
4.5.2 Comparando tecnologías de redes tradicionales con <i>ATM</i>	69
4.5.2.1 Ancho de Banda Escalable	70
4.5.2.2 Acceso Punto a Punto Conmutado	70

	Índice
4.5.2.3 Modo Orientado a Conexiones	71
4.5.2.4 Celdas de Longitud Fija	73
4.5.2.5 Eliminación de Corrección de Error y del Control del Flujo	73
4.5.3 Operación Básica de una red <i>ATM</i>	74
4.6 FACTORES QUE IMPULSAN EL SURGIMIENTO DE <i>ATM</i>	76
4.6.1 Problemas Actuales de Redes	76
4.6.2 Segmentación Como Una Solución Alternativa	76
4.6.2.1 Concentradores de Conmutación Convencionales	77
4.6.2.2 Concentradores de Conmutación de Puertos	78
4.6.2.3 <i>Backbones</i> Distribuidos	78
4.6.2.4 <i>Backbones</i> Colapsados	79
4.6.3 Segmentación: Una Solución a Corto Plazo	80
4.7 <i>ATM</i> : UNA SOLUCIÓN ESCALABLE PARA EL FUTURO	81
4.7.1 Beneficios de <i>ATM</i>	81
4.7.2 Limitaciones de <i>ATM</i>	82
4.8 ARQUITECTURA DE RED <i>ATM</i>	82
4.8.1 Grupos de Estándares <i>ATM</i>	83
4.8.2 Interfaces de Red <i>ATM</i>	83
4.8.3 Operación de Una Red <i>ATM</i>	84
4.8.4 Circuitos y Canales Virtuales	86
4.9 MODELO O ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO <i>ATM</i>	87
5. APLICACIONES Y SOLUCIONES	93
5.1 <i>BACKBONE</i> COLAPSADO CON REDES DE AREA LOCAL VIRTUALES Y GRUPOS DE TRABAJO	93
5.1.1 Segmentación	93
5.1.2 Redes Virtuales y Grupos de Trabajo	95
5.1.3 Grupos de Enrutamiento	96
5.1.3.1 Conmutadores de <i>ATM</i>	99
5.2 <i>BACKBONE</i> COLAPSADO CON ENLACES DE ALTA VELOCIDAD	99
5.2.1 Predefinición de Ruta para Enrutamiento Escalable	100
5.2.2 Distribución de Predefinición de Rutas a Través de la Red	100
5.2.3 Enlaces <i>FDH</i>	102
5.2.4 Enlaces <i>Fast Ethernet</i>	103
5.2.5 Enlace <i>ATM</i> de Alta Velocidad	104
5.2.6 Interfaces de Concentrador y Enrutador	105
5.2.7 Extensión del Grupo de Trabajo Virtual	105
5.3 <i>BACKBONE</i> COLAPSADO Y CONMUTADORES <i>ATM</i>	106
5.4 PREPARACION PARA LA LLEGADA DE <i>ATM</i>	107
CONCLUSIONES	VIII
BIBLIOGRAFIA	X
APENDICES	XII
GLOSARIO	XVI

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como finalidad proporcionar una visión general de las tecnologías de red más recientes de las que se dispone como solución a los problemas de extensión, tráfico e interconectividad que en los últimos años se han empezado a presentar como consecuencia de el desarrollo tan grande y acelerado de componentes físicos y lógicos, así como de la necesidad contar con enlaces más eficientes, y en determinado caso, que puedan integrar a un mismo tiempo datos, voz y video.

Con motivo de lo anterior, se ha dividido en cinco partes, a través de las cuales se va exponiendo cada una de estas tecnologías, para finalmente proponer soluciones que las relacionan de acuerdo a sus características particulares.

La primera parte, que funciona como base, hace una revisión de la evolución que han tenido las redes de área local; enumera los componentes mínimos, tanto de *hardware* como de *software*, necesarios para establecer una red de área local, cualquiera que sea su tecnología; las normas que rigen a dichas tecnologías; las topologías básicas; y finalmente, ofrece un breve resumen de tres tecnologías de red que, debido a su funcionalidad, han resultado a su tiempo las más exitosas comercialmente, aunque a la fecha haya alguna que ya no sea muy utilizada.

En la segunda parte, se plantea un análisis de los dispositivos que se utilizan para interconectar redes de área local, en vista de que éstos representan la solución que se ha aplicado para tratar de resolver las limitaciones de las redes tradicionales, en algunos casos interconectándolas entre sí, y en otros, de una misma red crear muchos segmentos que alivien la carga de tráfico. Se exponen aquí las funciones de este tipo de dispositivos, y en qué casos se pueden utilizar, tomando en cuenta que esta parte funciona también como base para hacer notar más adelante las ventajas de las tecnologías de alta velocidad.

En la tercera parte, se plantean las nuevas tecnologías de redes de alta velocidad que se encuentran disponibles actualmente en el mercado, operando a una velocidad de transmisión de 100 Mbps. Se describe de cada una de ellas con sus características y limitaciones, y se incluye una tabla comparativa que permite tomar en cuenta ciertas consideraciones de diseño para su acondicionamiento.

La cuarta parte habla de la tecnología de conmutación como una alternativa. De igual manera, ofrece un estudio de otra tecnología de alta velocidad, denominada modo de transferencia asíncrona, *ATM* por sus siglas en inglés. De ésta se hace la definición formal, cuál es su estructura y sus características, cuáles son los principales beneficios que esta tecnología ofrece, y las razones que determinaron su aparición.

La quinta parte ofrece varias propuestas que funcionan como solución al aplicar las tecnologías descritas con anterioridad, ya sea utilizando tecnologías tradicionales, tecnologías de alta velocidad, o una combinación de ambas, para que basándose en esto, se opte por la más adecuada de acuerdo con cada situación en particular.

Se recomienda a las personas interesadas en leer este trabajo, que consulten el glosario antes de iniciar, con motivo de familiarizarse con la terminología empleada.

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES

El desarrollo de las redes de área local, a pesar de tener una historia muy larga, en años recientes se ha visto impulsado a pasos agigantados gracias a varios factores, como son: La aparición en el mercado de microprocesadores cada vez más poderosos respecto a su

- capacidad de procesamiento y velocidad, a costos accesibles, lo que los pone al alcance de muchos usuarios;

El desarrollo de *software* con aplicaciones cada vez más específicas, con ambientes

- cada vez más amigables para el usuario, que ocasionan un gran incremento en el tráfico de datos, y en consecuencia mayor consumo de ancho de banda;

La necesidad de organizaciones, de compartir no únicamente recursos de *hardware*

- y *software* sino también poder integrar simultáneamente y en un mismo enlace datos, video y voz;

La posibilidad de poder extenderse más allá de los límites geográficos de una red de

- área local tradicional.

Actualmente, las redes denominadas como tradicionales, *Token-ring*, *Ethernet*, o

ARCnet-plus, operando a velocidades de 4 ó 16, 10 y 20 Mbps respectivamente, no pueden satisfacer los requerimientos de transferencia de datos de las aplicaciones actuales, las cuales operan a 100 Mbps típicamente.

Si bien se han propuesto soluciones muy variadas para tratar de extender las posibilidades de las redes tradicionales, como son la utilización de repetidores, puentes, enrutadores, conmutadores y *gateways*, y el procesamiento distribuido en vez de centralizado, la limitante constante es la velocidad de operación y el número de usuarios.

Es por esto, que se han propuesto nuevas soluciones, en algunos casos tomando como base las tecnologías existentes, haciéndolas evolucionar, y en otros proponiendo sistemas completamente nuevos.

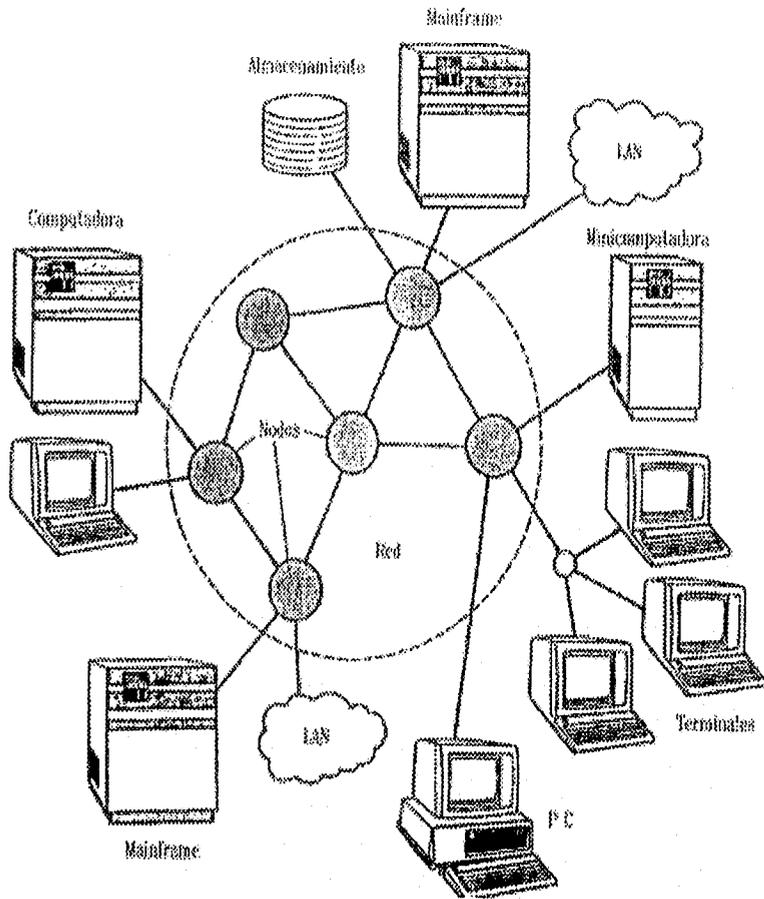
En el primer caso, se encuentran las redes de alta velocidad del tipo *Ethernet IEEE 802.3u (100BASE-X)* o del tipo *Ethernet IEEE 802.12 (100VG-AnyLAN)*, cuya operación está basada en las redes *Ethernet IEEE 802.3 (10BASE-X)*, aunque debido al incremento en la velocidad, son necesarias nuevas técnicas de codificación de datos, y en el caso de *100VG-AnyLAN*, un método de acceso diferente al tradicional. La ventaja que ofrece *100BASE-X* es que puede aprovechar la instalación de cableado de *10BASE-X* lo que permite reducir la inversión para cambiar de tecnología, que además puede ser gradual. En el caso de *100VG-AnyLAN*, el estándar no se encuentra desarrollado por completo, y debido a las diferencias que tiene con *10BASE-X*, no se augura mucho éxito para su comercialización.

Otra solución que utiliza en parte tecnología ya existente, y en parte nuevas ideas es

FDDI. La parte existente es la utilización de una topología de anillo con fibra óptica. La parte que difiere es que el anillo es redundante ofreciendo así un elevado grado de tolerancia a fallas, el acceso al medio es un token passing controlado por tiempo, operando a una velocidad de transmisión de 100 Mbps.

Por último, dentro de las tecnologías completamente diferentes tenemos *ATM*, que opera normalmente sobre fibra óptica y que en sí ofrece muchas ventajas como son enlaces remotos; transferencia de datos, video y voz; y una que se distingue sobre las demás: el ancho de banda es escalable, ya que puede operar desde enlaces E-1, hasta 2.4 Gbps que es lo que se tiene previsto. Además, cuenta con tecnología de conmutación, lo que le permite utilizar de manera más eficiente los enlaces. Sobre este particular, la consideración es sobre la posibilidad de extender los enlaces más allá de los límites físicos, con la ventaja de obtener transferencias rápidas.

Como podemos notar, han sido las necesidades del usuario las que han propiciado los avances con los que se cuenta hasta ahora, y en algunos casos se han visto sobrepasadas con las soluciones propuestas, ya que hoy en día la limitante en la transferencia de datos cada vez más rápida no es el medio, ni las técnicas desarrolladas, sino los componentes electrónicos, los cuales en un futuro no muy lejano mejorarán en este aspecto. Además, como se ha hecho patente, los costos de estas tecnologías tenderán a bajar conforme se comercialicen los diversos productos y servicios, y lleguen a un número de usuarios cada vez mayor.



Capítulo 1 REDES LOCALES TRADICIONALES

Capítulo I REDES LOCALES TRADICIONALES

1.1 INTRODUCCION

Para poder comprender mejor el avance logrado hasta nuestros días, analicemos en primer término cómo han evolucionado las comunicaciones entre los dispositivos electrónicos de almacenamiento y manejo de datos conocidos como computadoras.

Las redes de comunicación de datos son el resultado de la convergencia de dos tecnologías diferentes: la de las computadoras y la de las telecomunicaciones. En los años 50, las computadoras eran máquinas muy grandes que sólo podían ser operadas por personal especializado. Las tareas eran llevadas a mano por tal personal en forma de tarjetas perforadas, cinta de papel o magnética, hasta la máquina para que ésta ejecutara lotes de trabajo de proceso sencillo. En esta época, no existía la comunicación directa entre la computadora y el usuario.

En la década de los 60, los avances alcanzados en la tecnología de teletipos, así como en la de transmisión de datos, permitieron el desarrollo de la terminal interactiva, puesto que con el teletipo el usuario se podía comunicar directamente con la computadora a través de una línea de datos de muy baja velocidad que interconectaba a ambos dispositivos. De esta manera, los usuarios podían interactuar directamente con los recursos de procesamiento de información de la computadora la cual proveía retroalimentación interactiva inmediata. Ahora, el usuario podía ya corregir errores en sus programas de manera inmediata, en vez de tener que esperar por los resultados impresos como ocurría en el caso de procesamiento por lotes.

Conforme la demanda fue creciendo, se volvió cada vez más caro y poco práctico a la vez tener enlaces de comunicación a gran distancia entre la computadora y los demás dispositivos. La solución a este problema fue la creación de multiplexores o concentradores para centralizar las conexiones de un conjunto específico de periféricos y poder controlar el flujo de información generada a través de un solo enlace de comunicaciones. Además, con motivo de quitarle a la computadora central el trabajo de encargarse de los procesos de comunicación, se desarrollaron los *FEPs* (*Front End Processors*) (Figura 1.1).

Al incrementarse el uso de procesos de tiempo-compartido, se desarrollaron nuevas aplicaciones, como cálculos científicos complejos, contaduría para bancos, generación de reportes de negocios, así como su actualización, control de inventarios, y entrenamiento en instituciones educativas. Sin embargo, cada una de estas redes iniciales centralizaban el trabajo en una misma computadora, proveyendo una función única. Esta centralización limitaba la flexibilidad del sistema, ya que toda la comunicación llegaba a la computadora en una configuración de tipo estrella, perdiéndose la posibilidad de compartir la línea o la terminal. Además, la computadora central o *Mainframe* a pesar de tener una gran

capacidad de procesamiento, no era tan flexible como para manejar las demandas de un uso altamente interactivo.

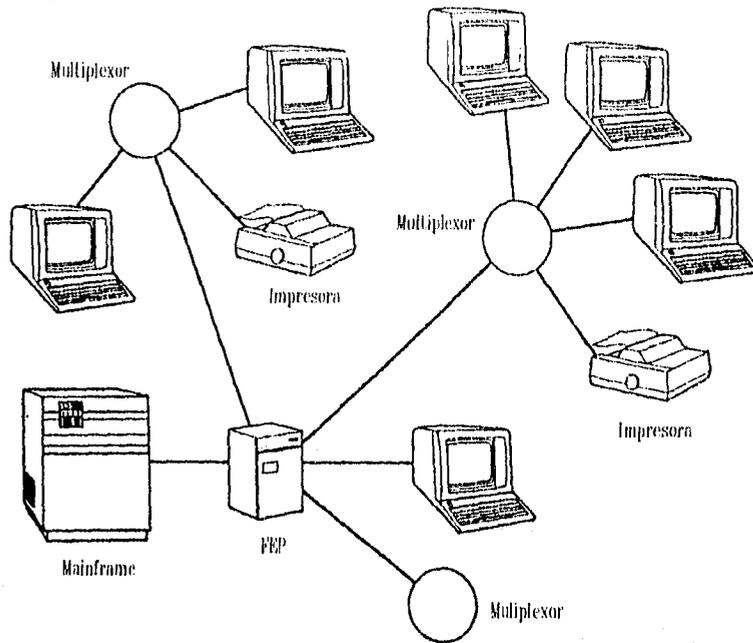


Fig. 1.1 Red con una computadora centralizada y líneas de transmisión hacia un FEP

Para los 80, y gracias a la gran expansión que tuvo la industria de la computación, logrando poner al alcance de cualquier usuario común

una computadora personal sin ninguna clase de entrenamiento altamente especializado, las aplicaciones específicas crecieron en gran medida, lo que hizo muy atractivo aún para empresas muy pequeñas el hacerse de gran cantidad de equipo de cómputo, de modo que cada departamento tuviese al menos una PC para desarrollar su trabajo. Sin embargo, la necesidad de compartir recursos caros hizo urgente la introducción de las redes de área local. Para este entonces, las redes de área local se habían desarrollado hasta el punto en que genéricamente se tenía la configuración que se puede apreciar en la Figura 1.2.

En la configuración de la Figura 1.2, la red consiste en nodos de red distribuidos geográficamente interconectados por enlaces de transmisión. Estos enlaces pueden ser terrestres o aéreos. Conectados a estos nodos distribuidos se encuentran varios elementos como computadoras, terminales, bases de datos, y aún otras redes de área local. La información viaja de un nodo a otro a través de la red hasta llegar a su destino. Los nodos generalmente eran computadoras cuyo trabajo primario consistía en direccionar

los mensajes a través de la red, y son conocidas como *IMPs* (Interface Message Processors) o conmutadores.

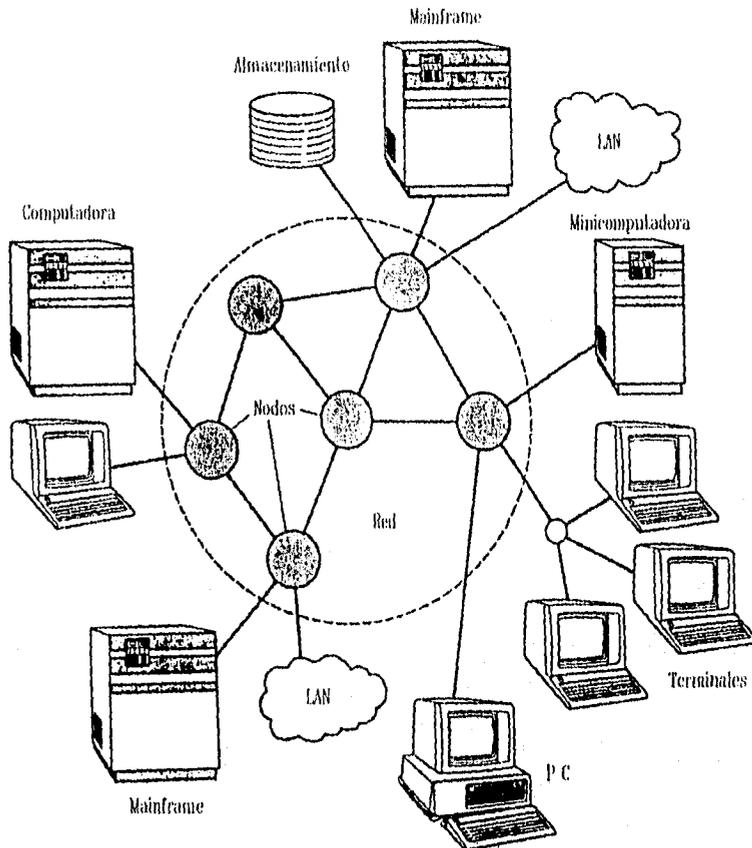


Fig. 1.2 Red genérica con nodos distribuidos geográficamente interconectando equipos de comunicación, elementos de cómputo y redes de área local.

Para los 90, los dramáticos descensos en el costo del *hardware*, así como la integración a muy gran escala, lograron impulsar el desarrollo de terminales inteligentes así como estaciones de trabajo a muy bajo costo. Esto, aunado al hecho de la necesidad por parte de los usuarios ya no únicamente de compartir recursos, sino de intercambiar información de muy variado tipo, obligaron a concebir un nuevo tipo de red de área local, en donde la comunicación y el control de la misma no es ejecutado por un solo procesador central, sino que se encuentra distribuido entre todos los dispositivos conectados a la red, por otro lado, los avances en la tecnología de comunicaciones, permitieron extender el

concepto de red de área local, limitándose ya no sólo a una oficina o un piso de un edificio, sino hacia todos los usuarios en una corporación. El grado de conectividad lograda, permite ahora un manejo más interactivo de los elementos de red, sean estos dispositivos, información o aplicaciones.

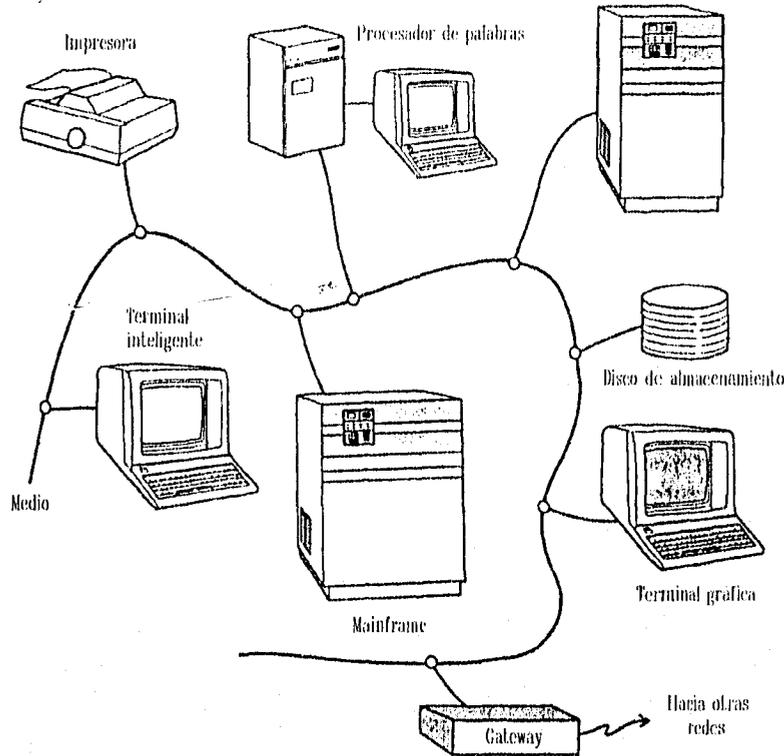


Fig. 1.3 Elementos de una red de área local genérica

1.2 COMPONENTES MINIMOS DE HARDWARE DE UNA RED

1.2.1 Tarjeta adaptadora de red (NIC)

Es una tarjeta que se coloca en la ranura de expansión en el dispositivo a conectar a la red. Proporciona la conexión tanto electrónica como física. Típicamente se compone de un microprocesador, ROMs que contienen el *software* de protocolo de red, y la suficiente cantidad de memoria para almacenar los paquetes que entran y salen, así como para almacenar instrucciones de red y mensajes. La tarea principal del adaptador de red es

crear paquetes con la información recibida del *CPU* y memoria de la estación en que se encuentra insertada y transmitirlos al medio de comunicación de la red. En la recepción de paquetes de red, el adaptador ejecuta la acción inversa, decidiendo además si la información la pasa al *CPU* de la estación, en caso de que esté dirigida a ésta, o bien si es que la tiene que devolver al medio de comunicación de la red, en caso de que tenga otra dirección.

1.2.2 Medio

El medio de transmisión puede ser terrestre o aéreo. Dentro del terrestre tenemos cable coaxial, par trenzado y fibra óptica. Dentro del aéreo radiofrecuencias, microondas e infrarrojo.

1.2.3 Servidores

Un servidor es una computadora que proporciona sus recursos, de manera transparente, para ser utilizados por los nodos conectados a él. Actualmente proporcionan la mayoría de las funciones que anteriormente hacía un *Mainframe*, sobre todo de una forma más económica y eficiente. Existen dos categorías de servidores: *de propósito múltiple y especializados*.

Un servidor del tipo de propósito múltiple, soporta varias aplicaciones, y es apropiado para utilizarse en *LANs* pequeñas, en donde la economía es el aspecto más importante. Cuando se utilizan en redes grandes, disminuye mucho su desempeño en relación con el número de estaciones de trabajo conectadas.

Un servidor especializado es aquél que se dedica a soportar tareas específicas como servicio de fax, correo electrónico, transacción de procesos en línea, o algún otro programa de aplicación.

Algunos tipos de servidores especializados son:

- *Servidores de disco.*
- *Servidores de archivo.*
- *Servidores de base de datos.*
- *Servidores de aplicación.*
- *Servidores de comunicación.*
- *Servidores de impresión.*

1.2.4 Repetidores

Los repetidores regeneran las señales para extender la distancia que pueden viajar permaneciendo reconocibles por el dispositivo receptor. No existe aislamiento entre los segmentos de una *LAN* conectados con un repetidor, esto significa que solamente pueden ser utilizados para enlazar redes que tengan los mismos protocolos a nivel físico, aunque sí pueden funcionar para enlazar distintos tipos de medios de transmisión.

1.2.5 Concentradores

Un concentrador (*hub*) es un punto de conexión central para cables que radian hacia múltiples estaciones. También puede ser el punto focal para una topología de estrella, conteniendo puertos múltiples y repitiendo la señal que recibe. Los concentradores más

simples se denominan repetidores multipuertos. Los más complejos ofrecen arquitecturas que contiene módulos sofisticados que soportan la administración de la red así como la interconexión entre distintos tipos de LANs.

1.3 COMPONENTES DE SOFTWARE DE UNA RED

1.3.1 Sistema Operativo (OS)

Es el responsable de controlar los recursos de la computadora local como la operación de drives, la memoria y el acceso al CPU.

1.3.2 Sistema Operativa de Red (NOS)

Es el responsable de controlar y/o coordinar los recursos de la red. Estos pueden ser: el acceso a dispositivos de red como impresoras, discos duros, graficadores, etc. De igual manera, debe de enrutar los mensajes correctamente a través de la red y resolver el acceso al canal entre los dispositivos. Proporciona además los elementos de protocolo que permite a las aplicaciones corriendo sobre una estación ser compartidas, transferidas, o modificadas desde otra estación en la red. Normalmente una pequeña parte del NOS se encuentra residente en cada estación de la red. Tanto el sistema operativo de una estación como el de red trabajan conjuntamente para aprovechar al máximo los recursos tanto propios como compartidos.

1.3.3 Drivers de Adaptadores

Son los programas que le permiten al OS y al NOS controlar las NICs. Dichos programas normalmente son proporcionados conjuntamente con el hardware al momento de adquirirlo, ya que son desarrollados por cada fabricante.

1.3.4 Administración de Red

A través de este software el administrador puede conocer el estado que tiene la red de acuerdo a su tráfico, utilización de recursos, problemas de conexión tanto físicos como lógicos, en pocas palabras permite el monitoreo del funcionamiento de la red.

1.4 EL COMITE IEEE 802

Las normas comprendidas dentro de este comité, están estructuradas en una arquitectura de comunicaciones de tres capas, la cual funcionalmente cubre a las capas física y de enlace de datos del Modelo OSI.

Las normas 802 definen a tres tipos de tecnologías de acceso al medio las cuales pueden utilizarse para un amplio rango de aplicaciones particulares u objetivos del sistema. Las partes componentes de la norma IEEE 802 son:

- 802.1 Interfaz de alto nivel
- 802.2 Control del enlace lógico
- 802.3 Redes CSMA/CD
- 802.4 Redes de TOKEN-BUS

- 802.5 Redes de *TOKEN-RING*
- 802.6 Redes de *área metropolitana (MAN)*
- 802.7 *Grupo consultor técnico para transmisiones de banda ancha*
- 802.8 *Grupo consultor técnico para fibra óptica*
- 802.9 *Redes de voz y datos integrados*
- 802.10 *Seguridad de red*

La norma 802.1 define la relación entre todas las normas 802, así como la que guardan con el Modelo *OSI* y protocolos de alto nivel. Además, este documento direcciona la conexión entre redes y las cuestiones relativas a la administración de red.

La norma 802.2 discute el protocolo para el control del enlace lógico, y es una norma común para los grupos del 802.3 al 802.6.

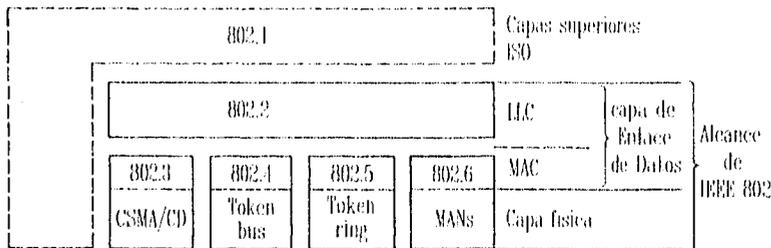


Fig. 1.4 Familia de normas *IEEE 802* y su relación con el Modelo *OSI*.

Como podemos observar en la Figura 1.4, la capa física dentro de las normas de *IEEE* comprende básicamente las mismas funciones para la transmisión y recepción de datos como para el Modelo *OSI*. La diferencia es que en la capa de acceso al medio las normas *IEEE 802* incluyen ciertas funciones de protocolo de acceso al medio que son parte de la capa física en el modelo *OSI*.

La capa de enlace de datos *IEEE 802* esta dividida en dos subcapas: el control de enlace lógico (*LLC*) y el control de acceso al medio (*MAC*).

La capa *MAC* es responsable del uso de un procedimiento determinístico o aleatorio para controlar el acceso del canal. Además de estos procedimientos de acceso básico, maneja la delimitación de *frame*, reconocimiento de dirección, y funciones de verificación de error.

La capa *LLC* se encuentra por encima de la *MAC*, y proporciona dos tipos de servicios al usuario: El primer tipo permite al usuario iniciar la transferencia de unidades de datos sin necesidad de establecer previamente una conexión. Típicamente este servicio se utiliza cuando las funciones de recuperación de errores y secuenciación son proporcionadas por una capa de protocolo superior y por lo tanto no deben de duplicarse

en la capa *LLC*. El segundo tipo, ofrece un servicio orientado a la conexión, proporcionando al usuario los medios para establecer un enlace lógico antes de iniciar la transferencia de cualquier unidad de datos, y si es necesario aplicar la recuperación de errores y la secuenciación de flujo de dichas unidades a través de una conexión preestablecida.

1.5 TOPOLOGIAS

La topología de una red es la forma en la que los nodos se encuentran arreglados geoméricamente y conectados. Hoy en día existen tres topologías de LAN básicas: Bus, Anillo y Estrella (Figura 1.5).

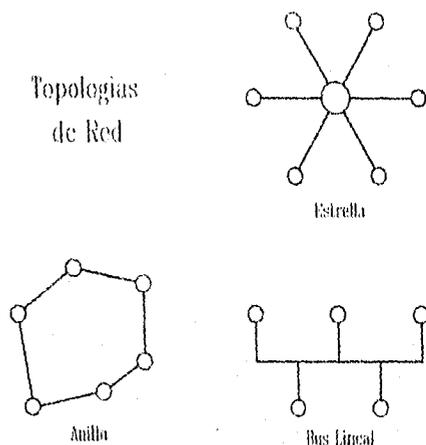


Fig. 1.5 Topologías de red

Cada una de estas topologías tiene ventajas y desventajas. En algunos casos ha servido de base para establecer la tendencia de desarrollo y competencia entre varios fabricantes, aunque de hecho se encuentran regidas por las normas 802 del *IEEE*.

Topología	Norma IEEE	Nombre Comercial	Vendedor Asociado
Bus	802.3	<i>Ethernet</i>	<i>Xerox, DEC</i>
Estrella	802.3	<i>StarLAN</i> *	<i>AT&T</i>
Anillo	802.5	<i>Token-ring</i> <i>ARCnet</i> * <i>FDDI</i> *	<i>IBM</i> <i>Datapoint</i>

* No cumple por completo con la norma *IEEE* referida.

Tabla 1.1 Topologías de red

A continuación se analizarán algunas de las tecnologías de redes de área local tradicionales.

1.6 ARCNET

ARCnet (*Attached Resource Computer Network*) fue introducida en 1977 por *Datapoint Corporation*, haciéndola la primer red de área local exitosa comercialmente. Aunque opera a únicamente 2.5 Mbps, *ARCnet* es en muchos sentidos más confiable, flexible, y económica que *Ethernet* y *Token-ring*.

ARCnet utiliza un protocolo de *Token-passing*, para poder transmitir, el cual viaja de nodo a nodo de acuerdo al orden de sus direcciones. Uno de sus puntos más fuertes en su momento es que utilizaba el cable coaxial *RG-62*, con el cual se podía cubrir una distancia entre nodo y concentrador de 600 m aproximadamente, con una longitud total de red de hasta 6 km. Otras configuraciones de *ARCnet* corren sobre par trenzado y fibra óptica. Con cable de par trenzado cada nodo puede estar a 120 m del concentrador, y se pueden conectar hasta 254 nodos utilizando concentradores activos. Este tipo de red se diseñó para evitar que fallas de tipo físico afecten su funcionamiento, ya que es inmune a conectores flojos, cables más largos de lo especificado, falta de tierras o falta de terminadores. El tamaño mínimo de paquete es de 508 bytes.

Originalmente fue diseñada para ser configurada como una estrella distribuida, en donde cada nodo es conectado directamente al concentrador, y muchos concentradores conectados entre sí. Más tarde se introdujo una topología de bus permitiendo a los nodos ser interconectados por un cable único. Ahora ambas topologías pueden ser combinadas para alcanzar la máxima flexibilidad de configuración (Figura 1.6).

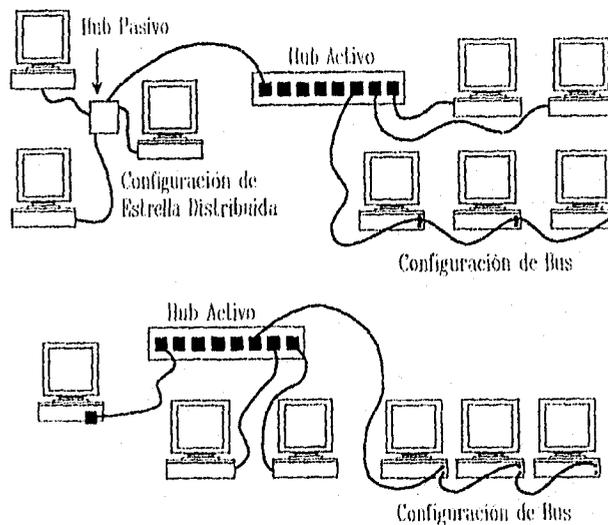


Fig. 1.6 Configuraciones para *ARCnet*

Recientemente se introdujo al mercado una versión mejorada de *ARCnet*: *ARCnet-plus*, la cual permite velocidades de 20 Mbps y es compatible con *ARCnet* al grado que se pueden aplicar conjuntamente en una misma red, modificando la velocidad de acuerdo al tipo de nodo. Esta nueva versión utiliza paquetes de 4,096 bytes, 2,047 nodos, y se puede agregar el direccionamiento de *IP* y de *IEEE 802.2* lo que la hace compatible con *Ethernet*, *Token-ring* y *TCP-IP* utilizando puentes, enrutadores o *gateways*.

1.7 ETHERNET

En la práctica existen dos "tipos" de *Ethernet*: el conocido como "*Ethernet Puro*" y el conocido como "*Ethernet IEEE 802*", que no son compatibles entre sí. En el caso del primer tipo, es el desarrollado inicialmente por *Xerox*, y el segundo es el normalizado por el comité *IEEE 802.3*.

Ethernet es uno de los mejores ejemplos de red de área local basada en topología de bus con todas sus variaciones (Figura 1.7).

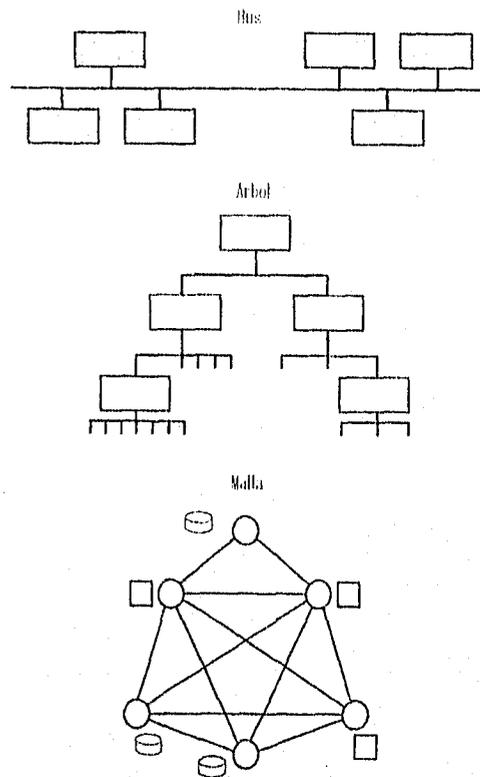


Fig. 1.7 Topologías de bus

El método de acceso al medio en las topologías de bus es aleatorio. Las estaciones accesan la red "escuchándola" para determinar si está desocupada. Al sentir que no hay tráfico en la línea la estación tiene la libertad de transmitir. Cuando muchas estaciones intentan transmitir al mismo tiempo, ocurre una colisión, forzando a las estaciones a detenerse e intentar de nuevo a intervalos escalonados. Mientras más estaciones estén conectadas a la red, la probabilidad de que ocurran las colisiones aumenta. Este método de acceso llamado acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD) regula la manera en que dos o más estaciones comparten un mismo bus. Este "dominio de colisión" impone un límite práctico en la longitud de los buses. Dentro de la norma IEEE 802.3, tenemos las siguientes variaciones:

- *10BASE-5*, basado en cable coaxial grueso

Velocidad Máxima de Transferencia de Datos	10 Mbps
Número Máximo de Repetidores Entre Dos Transceptores	4
Longitud Máxima del Cable del Transceptor	50 m
Número Máximo de Transceptores por Segmento	100
Número Máximo de Estaciones (Por Todos los Segmentos)	1024
Distancia entre estaciones	Múltiplos de 2.5 m
Distancia máxima de cable sin repetidor	500 m
Longitud Máxima de la Red con Repetidores	2500 m

Esta configuración se basa en cable coaxial *RG-8*, con una topología de bus, con todas las estaciones conectadas al cable. Debido a la gran distancia que puede haber entre estaciones, y a la gran inmunidad a la interferencia electromagnética, este tipo de segmentos se utilizan como *backbone* entre grupos de estaciones de trabajo distantes. Para poder conectar una estación al bus, se debe contar con una *NIC* y además con un transceptor externo. El bus debe tener terminadores tipo N de 50 ohms para eliminar la reflexión de las señales, además, el cable debe estar aterrizado en alguno de sus extremos.

- *10BASE-2*, basado en cable coaxial delgado

Velocidad Máxima de Transferencia de Datos	10 Mbps
Número Máximo de Repetidores Entre Dos Transceptores	4
Número Máximo de Estaciones Por Segmento	30
Número Máximo de Estaciones	1024
Distancia Mínima Entre Estaciones	0.5 m
Distancia Máxima de Cable Sin Repetidor	185 m
Distancia Máxima de Cable Con Repetidores	925 m

En el caso de esta configuración, con topología de bus, no es necesario utilizar transceptores, ya que las funciones de este dispositivo se encuentran incluidas en la *NIC*. El cable utilizado es *RG-58*. El bus debe contar con terminadores de 50 ohms en cada extremo.

- *10BASE-T*, basado en cable *UTP*

Velocidad Máxima de Transferencia de Datos	10 Mbps
Número Máximo de Concentradores en Secuencia	4
Número Máximo de Repetidores	4
Longitud Máxima de Segmento Sin Repetidor	100 m

La topología que se emplea en esta configuración es de estrella. Cada estación se encuentra conectada individualmente a un puerto de un concentrador o repetidor central. La configuración ayuda a segmentar la red, lo que incrementa la tolerancia a fallas creando múltiples dominios de colisiones, al tiempo que facilita la administración, y en caso de ser necesario, hace sencilla la reconfiguración de toda la red. Para extender la capacidad de un concentrador central, y en consecuencia la LAN, se pueden interconectar más concentradores. Para conectar físicamente el cable, se utilizan conectores tipo *RJ-45*. Las *NIC's* típicamente contienen el transceptor. Debido al éxito de esta configuración, que actualmente es la más utilizada, para *NIC's* del tipo *PCMCIA*, existe la necesidad de utilizar un transceptor externo.

- *10BASE-F*, basado en fibra óptica

El tipo de conectores que se utilizan bajo esta configuración son *BFOC/2.5* y el cable de fibra óptica debe ser multimodo 62.5/125 μm . Existen tres tipos diferentes:

- * *10BASE-FB* Utilizado para interconectar repetidores *Ethernet* únicamente. Se pueden conectar hasta 15 repetidores en cascada en un *backbone*, y el segmento se puede extender hasta 2 km.
- * *10BASE-FL* Está diseñado para conectar concentradores, estaciones de trabajo y repetidores. Bajo esta norma se puede conectar estaciones de escritorio directamente a la fibra, o bien crear *backbones*. Se pueden instalar hasta 5 repetidores. La topología puede ser de bus o de bus combinado con estrella.
- * *10BASE-FP* Está diseñado para utilizar un concentrador especializado de tipo pasivo. La distancia máxima del concentrador a una estación es de 500 metros.

Cada uno de los tipos mencionados utiliza su propio transceptor, ya que no son compatibles entre sí.

El uso de repetidores incrementa el retraso de la red, lo que puede incrementar a su vez la probabilidad de colisiones. Por lo tanto su utilización en redes de área local de alta velocidad no garantiza la mejora en el desempeño de la red, éste se deteriorará con los incrementos de tráfico.

La elección del medio depende de la velocidad de transmisión, el rango, y la inmunidad a interferencia causada por ruido externo.

La norma *IEEE 802.3* define un formato de *frame* específico para la transmisión de datos. Los campos que lo constituyen son los siguientes:

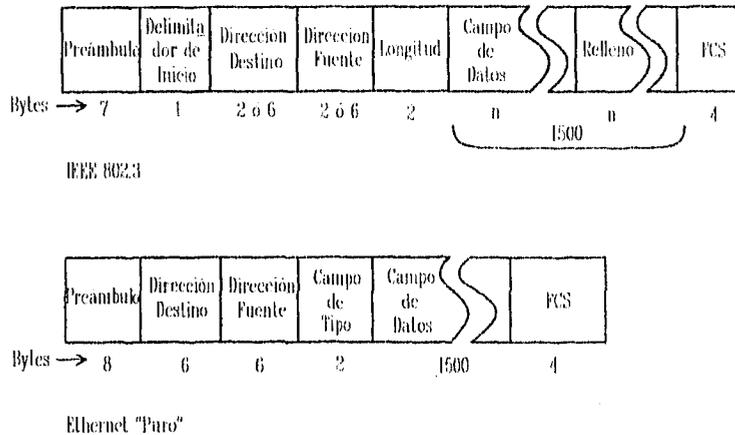


Fig. 1.8 Frames de Ethernet

- Preambulo** Es un campo de 8 bytes cuyos bits se alternan de 1 a 0. Esto se utiliza para sincronización y para marcar el inicio del *frame*. El mismo patrón de bits se utiliza para el preámbulo del *Ethernet puro*, aunque *IEEE 802.3* utiliza un campo de un byte como delimitador de inicio de *frame*.
- Delimitador de Inicio de Frame** En realidad es parte del preámbulo. Como su nombre lo indica se utiliza para indicar el inicio de un *frame*.
- Campos de Dirección** El campo de dirección de destino identifica qué estaciones recibirán el *frame*. El campo de dirección de fuente identifica qué estación manda el *frame*. Si las direcciones se asignan localmente el campo de dirección puede ser de 2 ó 6 bytes. Una dirección de destino se puede referir a una estación, un grupo de estaciones, o todas las estaciones. *Ethernet puro* especifica el uso de direcciones de 48 bits mientras que *IEEE 802.3* permite que sea de 16 ó 48 bits.
- Cuenta de Longitud** La longitud del campo de datos que sigue se indica por este campo de 2 bytes, que es un campo específico de *IEEE 802.3*. Determina la longitud de la unidad de datos cuando un campo de relleno es incluido en el *frame*.
- Campo de relleno** Para detectar colisiones apropiadamente, el *frame* que se

	transmite debe contener cierto número de <i>bytes</i> . La norma <i>IEEE 802.3</i> especifica que si un <i>frame</i> que se está ensamblando para transmitirse no llena esta longitud mínima, se le debe de agregar un campo de relleno para alcanzar tal longitud.
<i>Campo de tipo</i>	<i>Ethernet puro</i> no soporta los campos de longitud y relleno. En vez de esto se utilizan 2 <i>bytes</i> para indicar un campo de tipo. El valor especificado en el campo de tipo solo tiene significado para las capas superiores de red y no esta definido en la especificación de <i>Ethernet original</i> .
<i>Campo de datos</i>	Esta parte del <i>frame</i> se pasa por la capa del cliente hacia la capa del enlace de datos en la forma de <i>bytes</i> de 8 <i>bits</i> . El tamaño mínimo de <i>frame</i> es de 72 <i>bytes</i> y el máximo es de 1526 <i>bytes</i> incluyendo en preámbulo. Si los datos a enviar tiene un <i>frame</i> menor a 72 <i>bytes</i> se utiliza un campo de relleno, si el campo es mayor al máximo permitido es responsabilidad de las capas superiores desmenuzarlo en paquetes individuales utilizando un procedimiento llamado fragmentación. La longitud máxima del <i>frame</i> se estableció considerando el tamaño del buffer de la tarjeta adaptadora y la necesidad de limitar la longitud de tiempo en que el medio se ocupa para transmitir un solo <i>frame</i> .
<i>Secuencia de Verificación de Frame (FCS)</i>	Un <i>frame</i> con formato adecuado termina con una secuencia de verificación de <i>frame</i> , la cual proporciona la capacidad de verificación de errores. Cuando la estación que envía ensambla un <i>frame</i> , ejecuta un cálculo de <i>CRC</i> sobre los <i>bits</i> del <i>frame</i> . El resultado de este cálculo se escribe en el campo <i>FCS</i> de 4 <i>bytes</i> antes de ser enviados. En la estación de destino se recalcula el <i>CRC</i> y se compara con el del <i>FCS</i> . Si los valores no son iguales ocurrió un error durante la transmisión por lo que será necesario enviar una petición de repetición de mensaje. En <i>Ethernet puro</i> , no existe la corrección de errores, por lo que si los campos de <i>FCS</i> no coinciden, simplemente se notifica a la capa de cliente que ocurrió un error, sin que intente corregirlo.

1.7.1 Direcciones de red.

Ethernet soporta direcciones "universales" y "específicas de red". Con las universales todos los dispositivos en la red tienen una dirección única. Con la específica de red cada estación tiene una dirección que es única solo dentro de esa red, por lo que se pueden repetir en alguna otra red. En este caso cuando se interconectan redes se debe agregar un identificador de red en la dirección de estación para establecer una dirección única. *Ethernet* no especifica cómo los 48 *bits* de dirección deben utilizarse, lo que posibilita el direccionamiento específico de red. Además soporta el uso de direcciones de *multicast* (grupo) y de *broadcast*.

1.7.2 Conmutación en *Ethernet*.

El desempeño de *Ethernet* está limitado de dos maneras: primero en el tráfico total de red que puede ser soportado (entre más usuarios se agreguen, cada uno recibe un porcentaje menor del ancho de banda total); segundo en la cantidad de tráfico que un dispositivo (un servidor o estación de trabajo) puede transmitir y recibir de la red. Los dispositivos rápidos sufren en una *LAN* con limitaciones en el ancho de banda porque se ven forzados a compartir la red. Los conmutadores de *Ethernet*, utilizando una variación de conmutación rápida de paquetes, sirven para interconectar varias *LANs Ethernet*.

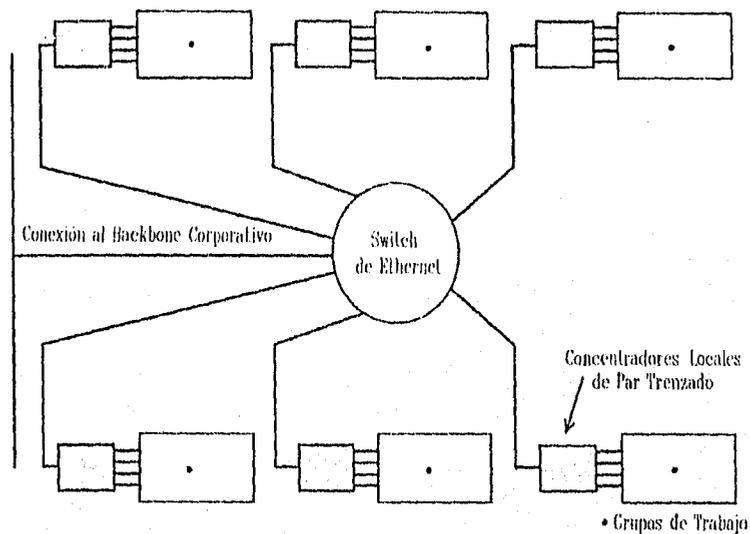


Fig. 1.9 Conmutador de *Ethernet*

Los conmutadores están contruidos sobre una matriz de conmutación rápida de punto cruzado, y combinan la tecnología de paquetes y conmutación de circuitos apeándose a las interfaces de la norma 802.3. Los *frames* de *Ethernet* pueden conmutarse entre redes para incrementar el desempeño total de la red.

Las redes del tipo *Ethernet* han ganado una gran aceptación debido a su posibilidad de crecimiento y a la relativa sencillez con que pueden ser aplicadas (Figura 1.10).

Sin embargo, la demanda de ancho de banda ha contribuido al desarrollo de *Fast Ethernet*, que se estudiará posteriormente.

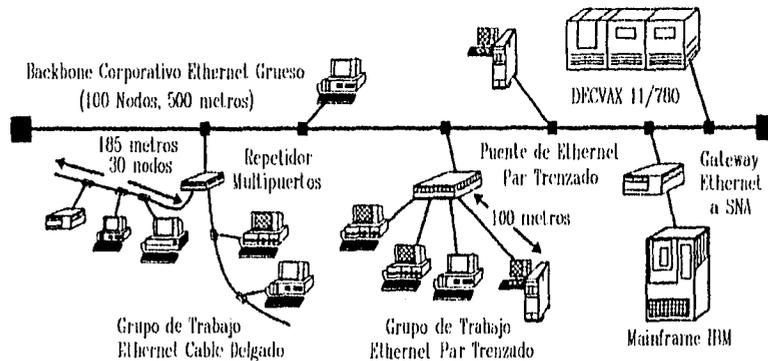


Fig. 1.10 Ejemplo de aplicación de Ethernet

1.8 TOKEN-RING

Esta topología es la preferida por los ambientes operativos *IBM*. El anillo, que trabaja a velocidades de 4 ó 16 Mbps, puede configurarse como se observa en la Figura 1.11.

- Se puede incrementar el desempeño (en una red es la cantidad de *bits* por segundo que circulan exitosamente al ser transmitidos entre estaciones) aún en situaciones de intenso tráfico, ya que el acceso a la red no está determinado por un esquema aleatorio; la única limitante son los elementos lentos: emisor, receptor, o velocidad del enlace.
- No hay problemas de enrutamiento, ya que todos los mensajes siguen el mismo camino. El direccionamiento lógico debe acomodarse para permitir el envío de mensajes a nodos seleccionados.
- Agregar terminales es fácil, simplemente desconectando un conector, insertando un nuevo nodo, y conectándolo de nuevo a la red. Otros nodos son actualizados con la nueva dirección automáticamente.
- El control es sencillo, necesitando poco en el sentido de adicionar *hardware* o *software*.
- Los costos de expansión de red son proporcionales al número de nodos.

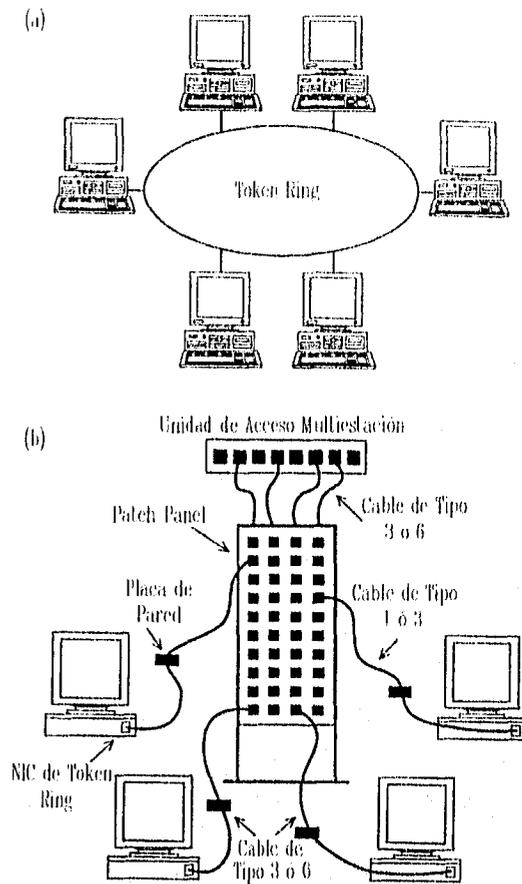


Fig. 1.11 Configuraciones de *Token-ring*: a) Anillo y b) Estrella

Las ventajas que ofrece esta topología son:

El *token* es una secuencia específica de *bytes* que se encuentra circulando por el anillo, proporcionando a cada estación una oportunidad en secuencia para introducir información en la red. Cualquier estación puede retener el *token*, reemplazándolo con un *frame* de información. Un temporizador de retención de *token* controla la cantidad máxima de tiempo que una estación puede ocupar la red antes de poner en circulación de nuevo el

token en la red. Debido a que cada nodo actúa como un repetidor de los paquetes de datos y a que el *token* es regenerado, estas redes no tienen límite de distancia o ancho de banda como sucede con las de *bis*. Únicamente el direccionado retiene el mensaje, y únicamente la estación que puso el mensaje lo puede quitar (Figura 1.12).

Una ventaja adicional de *Token-ring* es que el tráfico de prioridad alta tiene preferencia sobre el de prioridad baja. Sólo si una estación tiene tráfico igual o superior en prioridad al contenido en el indicador de prioridad del *token* se le permite transmitir un paquete.

Esta topología en su configuración pura no está libre de problemas. Nodos y enlaces caídos pueden abrir el anillo, ocasionando que ninguna de las demás terminales pueda utilizar la red. Con un costo adicional, se puede aplicar una configuración de anillo dual con *hardware* redundante y circuitería de *bypass*, la cual es efectiva al aislar los nodos con falla del resto de la red.

Para proporcionar a las estaciones un tiempo de red equitativo se utiliza un procedimiento específico en el que las estaciones se reconocen entre sí, denominado "notificación de vecino". Esta operación se maneja eficientemente, debido a que cada estación se pone al corriente con las direcciones de su predecesor y su sucesor en la red cuando ésta es inicializada o a intervalos periódicos posteriores. Durante estos períodos un *frame* es transmitido a todas las estaciones en el anillo, y la primera estación contigua al emisor del *frame* verá que ciertos *bits* dentro de éste son todos 0. Una vez que el *frame* tiene su dirección de destino reconocida por todas las estaciones en el anillo, la primera estación contigua hará a algunos de estos *bits* 1. Todas las estaciones siguientes ya no verán todos los *bits* en 0, reconociendo así dos direcciones, este proceso continúa con las demás estaciones hasta que todas conocen la identidad de su vecino anterior. Este conocimiento es importante en caso de una falla del anillo.

Esta tecnología también es vulnerable a anomalías que pueden tirar la red por períodos indeterminados. Esto alerta a todas las demás estaciones de que el protocolo de *token* ha sido suspendido. Si una terminal falla antes de que haya pasado el *token*, toda la red se detiene hasta que se inserta uno nuevo. Aún más, el *token* puede ser afectado por el ruido hasta el punto de hacerse irreconocible para las estaciones. La red también puede ser interrumpida si es que aparecen dos *tokens*, o por la presencia de un paquete de datos que circule continuamente, lo que puede ocurrir cuando se envían datos a una terminal caída o cuando la terminal origen es apagada antes de que pueda remover el paquete del anillo.

Para protegerse de un desastre potencial, una terminal se designa como estación de control, y tiene la obligación de supervisar las operaciones de red y de hacer los ajustes necesarios para mantenerla funcionando, como reinsertar los *tokens* perdidos, remover *tokens* excedentes de la red, y deshacerse de los paquetes extraviados. Para prevenir la falla de la estación controladora, todas las estaciones están equipadas con circuitería de modo que la primera estación que detecte fallas en aquélla, asumirá esta responsabilidad.

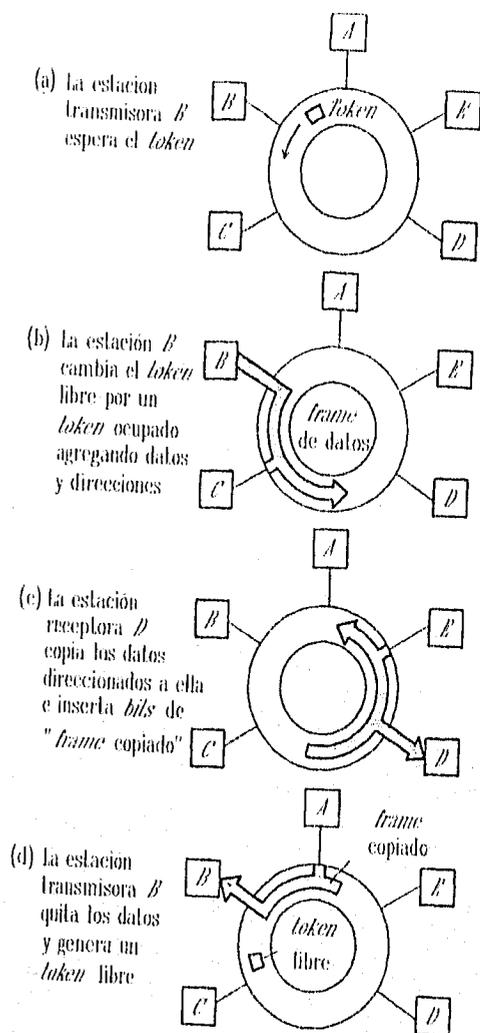


Fig. 1.12 Funcionamiento de *Token-ring*

Una variación de "token-passing" permite a los dispositivos mandar datos únicamente durante intervalos de tiempo predeterminados. La facultad de determinar el intervalo de tiempo entre mensajes es una gran ventaja sobre los métodos aleatorios. Debido a que cada dispositivo transmite únicamente durante un pequeño porcentaje del tiempo total disponible, ninguna estación utiliza la capacidad total de la red. Este intervalo de tiempo permite soportar la transmisión de voz, pero no puede ser aplicada muy continuamente, porque cuando la capacidad requerida de estación a estación es casi uniforme o estática sobre el tiempo, la eficiencia total de la red se puede deteriorar.

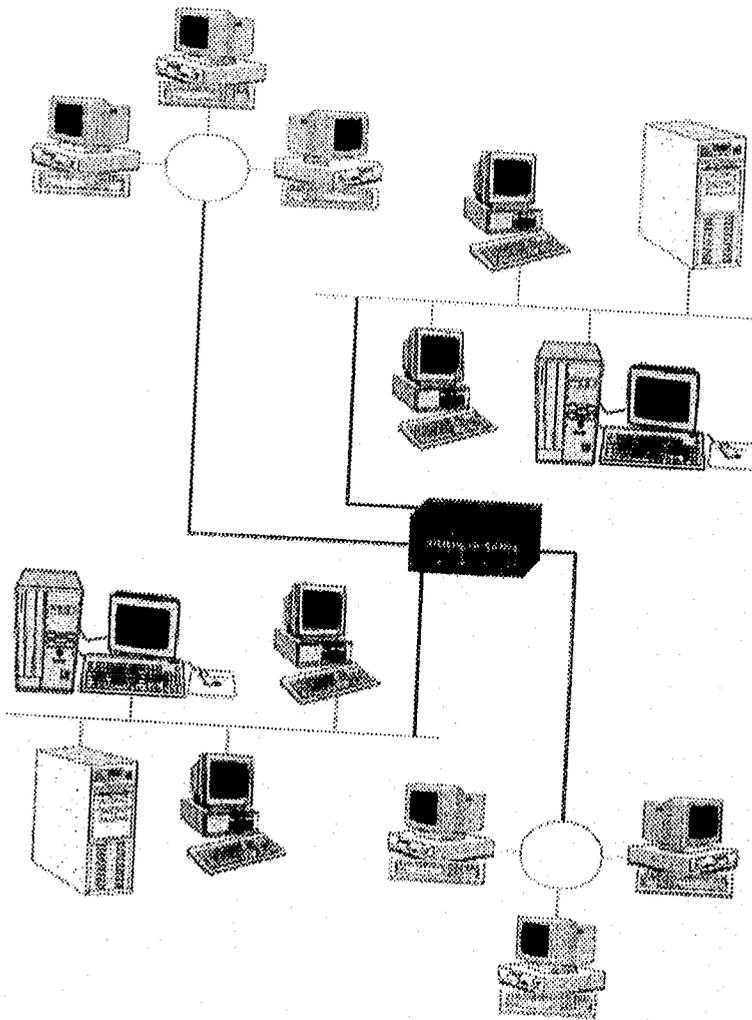
1.8.1 Concentradores de *Token-ring*

Mientras que *Ethernet* ofrece la ventaja de poder utilizar los beneficios de el cableado con concentradores inteligentes, con *Token-ring* no ha sido tan sencillo, debido a que el principal fabricante y vendedor, *IBM*, centró su objetivo en concentradores tontos. Como resultado de esta situación los usuarios de *Token-ring* han tenido que tomar una decisión difícil: permanecer con el líder del mercado o migrar hacia vendedores pequeños y algunas veces desconocidos pero que ofrecen soluciones funcionales. Estos dispositivos pueden configurarse para soportar más de 80 puertos, con anillos de 4 ó 16 Mbps, ejecutar aislamiento de fallas automáticamente y ofrecer conexiones opcionales a fibra óptica.

1.8.2 Conmutación en *Token-ring*

Al igual que en el caso de *Ethernet*, las redes con tecnología *Token-ring* pueden conmutarse para solucionar los problemas de tráfico que se presentan conforme se suman usuarios o se utilizan aplicaciones con archivos demasiado grandes. Para esto, se crean anillos virtuales, que son grupos de puertos físicos de *token-ring* conectados a un conmutador, que aparecen ante todos los dispositivos interconectados como una misma red lógica. En este caso, el dispositivo realiza una conmutación transparente de fuente-enrutamiento, de puerto a puerto y a velocidad de cable. Las ventajas que se obtienen al crear anillos virtuales son:

- Disminuye el tráfico sobre anillos congestionados sin necesidad de hacer cambios físicos en la topología o de reconfiguración de estaciones.
- Se concentran varios segmentos de anillo en una misma subred, eliminando las estructuras jerárquicas de enrutamiento.
- Se reducen las transmisiones innecesarias para enrutamiento, por lo que la utilización del ancho de banda se vuelve más eficiente.
- Se eliminan las restricciones relacionadas con los algoritmos de enrutamiento.



Capítulo 2 REDES DE HOY

Capítulo 2 REDES DE HOY

2.1 INTRODUCCION

Hoy en día, muchos negocios, sin importar su giro, utilizan redes de área local para controlar funciones de oficina así como aplicaciones particulares. De igual manera, conforme las corporaciones han ido creciendo, ha aumentado su necesidad por compartir información, evitando duplicarla y ahorrando así recursos. Cualquiera que sea la justificación, la interconexión de redes ha adquirido una gran popularidad, y por lo mismo se han desarrollado diversos dispositivos para desarrollar esta tarea.

La interconexión de redes a menudo depende de el tipo de computadoras y redes que se instalaron inicialmente, muchas de las veces sin tomar en cuenta la posibilidad de interconexión o de expansión a futuro. En el caso de las corporaciones, éstas en muchas ocasiones han invertido en la compra de equipo de cómputo de acuerdo a la aplicación que pretende darle el departamento que lo solicita, sin apearse estrictamente a ningún fabricante o vendedor en particular. Así, por ejemplo, pueden tener equipo *IBM* conectado a una red *Token-ring* para el área administrativa; equipos con gran capacidad de procesamiento conectados en un esquema de *Ethernet*, para el departamento de desarrollo o ingeniería; equipos *Macintosh* enlazados a través de *AppleTalk* para el departamento de publicidad, y de esta manera, se puede seguir ejemplificando.

El hecho de poder interconectar a todos estos grupos de trabajo, sin tener mucha relación aparente en sus respectivas aplicaciones, mejora la eficiencia y la productividad de toda la corporación, ya que en realidad si existe relación entre todos los departamentos, lo que se confirma conforme se expanden las metas y se trazan nuevos esquemas a seguir dentro de cada uno de ellos.

La conexión de redes de área local tiende a crecer hacia grupos ampliamente dispersos, desde nivel local hasta nivel global.

Los dispositivos que controlan el tráfico entre redes pueden ser repetidores, puentes, enrutadores, conmutadores y *gateways*.

El proceso de elección del tipo de dispositivos a utilizar para interconectar redes de área local, no siempre resulta ser muy claro, ya que en algunas ocasiones las funciones que éstos ejecutan se pueden traslapar. Por eso, es importante analizar cuidadosamente el caso que se pretende resolver, para poder optar por la solución más apropiada, tanto a nivel de aplicaciones como desde el aspecto económico.

2.2 REPETIDORES

Los repetidores regeneran señales para extender la distancia que éstas pueden viajar y permanecer reconocibles para el dispositivo que las recibe.

Estos se utilizan cuando simplemente se desea extender las limitaciones de distancia relacionadas con la pérdida de señal. Por lo tanto, no existe aislamiento entre los segmentos de una red conectados por un repetidor. Esto quiere decir, que los repetidores únicamente pueden enlazar redes que tengan los mismos protocolos a nivel físico, ya que por su naturaleza no tienen la capacidad de controlar o enrutar información.

Algunos repetidores pueden enlazar redes con distintos medios, como puede ser de cable coaxial a fibra óptica o a *UTP*, por ejemplo.

Al aumentar el tráfico sobre una red, el utilizar un solo segmento puede ser perjudicial para el *throughput*, ya que aunque se logre enlazar una gran cantidad de nodos a través de varios repetidores, el hecho de que varios nodos intenten ganar acceso a la red de manera casi simultánea, ocasiona que ésta se vuelva más lenta, y, para el caso de usuarios que únicamente deseen utilizar servicios como correo electrónico, o la simple impresión de un documento, el tratar de obtener acceso a la red se convierte en un gran inconveniente, debido al tiempo de respuesta. En el caso de una organización que basa su nivel de competencia en la productividad de su personal, la situación descrita puede resultar devastadora cuando varios usuarios se ven afectados por el poco desempeño de una red. En estos casos, es mejor utilizar dispositivos que segmenten a la red para no afectar su rendimiento.

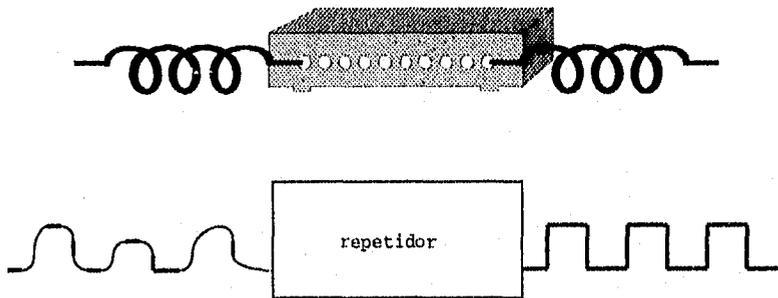


Fig 2.1 Regeneración de una señal utilizando un repetidor

2.3 PUENTES

El puente (*Bridge*) le permite a una red extenderse, o bien, permite la interconexión entre redes, leyendo los *frames* individuales en un segmento, y de acuerdo con sus direcciones, permite el paso a aquéllos dirigidos a otros segmentos. Un puente conecta redes en un nivel relativamente bajo, en la subcapa *MAC* de la capa de enlace de datos del Modelo *OSI*, y esto lo logra a través de la otra subcapa de esta misma capa: la subcapa *LLC*. Muy a menudo, un puente conecta redes del mismo tipo, pero algunos pueden interconectar redes de distintas arquitecturas, como pueden ser *Ethernet* y *Token-*

ring, por ejemplo. La función que distingue a un puente de otros dispositivos inteligentes de interconexión es la velocidad de conexión, la cual puede exceder los 30,000 paquetes o *frames* por segundo.

Varias redes interconectadas a través de puentes, aparecen a la vista de un usuario como una sola red conectada a varios dispositivos. Un puente logra esta ejecutando tres tareas:

- Mantiene el tráfico local dentro de la red, mientras permite que el tráfico interredes sea enrutado hacia afuera. Al dejar pasar únicamente *frames* dirigidos a dispositivos en otros segmentos, se incrementa el desempeño de la red. Todos los segmentos que permanecen aislados de esta manera, conforman redes independientes entre sí.
- Aprende cuáles son las direcciones de los diversos dispositivos dentro de la red. Las direcciones de *MAC* son asignadas por el *IEEE*. Cada fabricante de dispositivos conectables a red debe incluir una dirección única dentro de cada dispositivo. Las direcciones de *MAC* se asignan permanentemente a las estaciones conectadas dentro de un esquema de direccionamiento sencillo. La tabla de puenteo-enrutamiento registra la dirección completa de 48 *bits* de cada estación (Estas tablas pueden contener hasta 10,000 direcciones para cada red interconectada. Una dirección para *Ethernet* contiene 48 *bits*, mientras que una de *Token-ring* puede utilizar 16 ó 48 *bits*). Cuando se conecta un puente a una red, éste tarda mucho tiempo en leer las direcciones de los *frames* así como en almacenarlas en su tabla de enrutamiento.
- Aprende las rutas entre redes. Los puentes hacen más que enlazar redes locales. Debido a la capacidad de conocer las direcciones de dispositivos locales dentro de una red, pueden enlazarse con redes remotas utilizando algoritmos de enrutamiento normalizados. Ya que estos dispositivos operan al nivel de capa de enlace de datos del Modelo *OSI*, son transparentes para los protocolos de capas superiores. Por lo tanto, los puentes pueden enviar tráfico que involucre protocolos incompatibles entre redes.

2.3.1 Interconexión de Redes con Puentes

Un puente monitorea todo el tráfico en las subredes que enlaza, leyendo cada paquete, pero únicamente en el campo correspondiente a las direcciones de fuente y destino en la subcapa de *MAC*. Sobre esta base, el puente determina la subred de la cual viene el paquete y a la cual se dirige. Esto significa que un puente puede interconectar redes *DECnet*, *TCP/IP* o *XNS*, por ejemplo, sin preocuparse acerca de los protocolos de alto nivel incompatibles.

La interconexión de redes empieza con el enlace de redes de grupos de trabajo a un lugar común. Puentes, enrutadores, conmutadores, y *gateways* son los dispositivos que

proporciona los medios para hacer las conexiones.

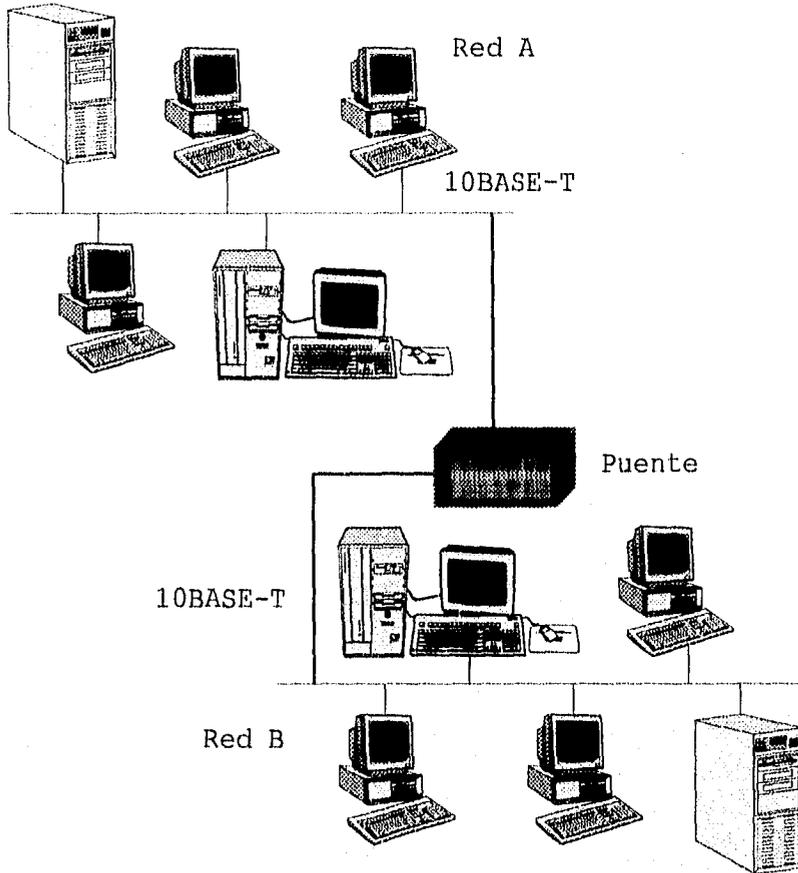


Fig. 2.2 Interconexión de redes de área local a través de un puente

Un puente une segmentos de red que utilizan protocolos compatibles haciendo que redes físicamente independientes aparezcan como una sola. Las redes que se apegan a las normas *IEEE 802* utilizan un esquema de direccionamiento global, que asegura que cada dispositivo tenga una dirección única. No hay asignación de dirección a un segmento particular por subred, en lugar de esto, se asocia una dirección particular con el segmento en un lado u otro del puente. La manera en que estas direcciones se utilizan marcan la diferencia entre un puente y un enrutador. Arquitectónicamente, una red que está interconectada con puentes aparece como una sola red lógica, mientras que al utilizar

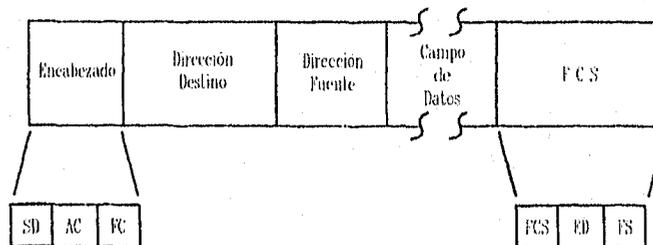
enrutadores aparece como un grupo de redes separadas. Los avances en la tecnología han permitido el desarrollo de puentes con las tres funciones más útiles: filtrado, autoaprendizaje y autoenrutamiento.

2.3.2 Tablas de Punteo

Estas tablas proporcionan un registro dinámico de las direcciones de los nodos. La manera en que un puente limita el tráfico entre segmentos de red depende del contenido de la tabla de enrutamiento que define en dónde se encuentra localizado cada dispositivo dentro de la red. Al recibir un *frame* un puente examina la dirección del paquete y la compara con las que tiene registradas en su tabla de enrutamiento. Si la dirección de fuente no se encuentra en la tabla, el puente la agrega. A continuación es leída la dirección de destino y también es comparada con las de la tabla. Si la dirección de destino está en el mismo segmento de red que la fuente, se descarta. En caso contrario, el puente pasa el *frame* al puerto asociado con la dirección. Si la dirección de destino no se encuentra en la tabla de enrutamiento, el dispositivo realiza un procedimiento de búsqueda y registra la dirección una vez que la localiza.

Este proceso de descubrimiento permite agregar o erradicar dispositivos de la red sin tener que intervenir manualmente. El autoaprendizaje hace la instalación más fácil cuando se utilizan tablas preestablecidas. Este procedimiento funciona debido a la exclusividad de direcciones de *MAC*, permitiendo además interconectar redes alrededor del mundo sin tener que preocuparse por direcciones duplicadas.

Al interconectar dos redes que no sean del mismo tipo, se deben tomar en cuenta dos atributos de red: el contenido y tamaño de los *frames*. Ya que la mayoría de los puentes no proporcionan servicios de fragmentación, cada red debe configurarse de modo que los paquetes de red tengan la misma longitud. Los *frames* se transfieren entre redes incompatibles traduciéndolos o encapsulándolos.



- AC - control de acceso (1 byte)
- ED - delimitador de fin (1 byte)
- FC - control de frame (1 byte)
- FCS - secuencia de verificación de frame (4 bytes)
- FD - estado del frame (1 byte)
- SD - delimitador de inicio (1 byte)

Fig. 2.3 Información de un *frame* utilizada para direccionamiento con puentes

Un puente traductor aprovecha la similitud entre formato de *frame* de redes apegadas a las normas *IEEE* para convertirlos. El puente encapsulador coloca a los *frames* recibidos dentro de una envoltura específica al medio, y los envía a otro puente para su entrega. En el destino, un puente receptor quita la envoltura y entrega el *frame* original.

2.3.3 Métodos de Puenteo-Enrutamiento

La operación autónoma de un puente necesita de un algoritmo de enrutamiento que seleccione un camino único. Gracias a la intervención de las entidades normalizadoras, se creó uno llamado *Spanning Tree Algorithm (STA)*. La norma, *IEEE 802.1*, hace posible actualizar automáticamente las rutas conforme se agregan o erradicar puentes de la red. Además esta norma permite que puentes de vendedores diferentes sean interoperables. Este nivel de comunicación va más allá de los posibles alcances con enrutadores o *gateways*, que se apoyan en protocolos propietarios.

Con el método de *spanning tree*, los puentes intercambian información para definir una subred de puentes que no contenga ciclos. Esta subred es suficiente para enlazar todas las *LANs*. La topología de interconexión resultante parece un árbol que cubre la interconexión de redes y proporciona una sola ruta entre dos *LANs* cualesquiera. El *spanning tree* permanece sin alterarse hasta que existe algún cambio en la topología, lo que puede suceder al agregar o quitar algún puente de la red. En ese instante se procesa un nuevo *spanning tree*. Este procedimiento de desarrollar inicialmente un *spanning tree*, e ir modificándolo, necesita de un intercambio regular de mensajes entre puentes.

La mayoría de los vendedores se adhieren a la norma *STA IEEE 802.1* debido a su enlace histórico a *Ethernet*, que aún es la topología líder entre *LANs*. La capa de enlace de datos, en la que operan los puentes, necesita de un método que resuelva los ciclos que se forman mientras crece la red. El tener más de una ruta de mover datos desde la fuente hacia el destino puede hacer inestable a una red. Un inconveniente potencial de este tipo de arreglo es que un sistema de puentes no puede utilizar la capacidad de los enlaces ignorados, mas que tratarlos como enlaces en *standby* que pueden ser activados al fallar los enlaces primarios.

Los sistemas operativos de red de área local se han vuelto parte del proceso de enrutamiento. Aunque algunos sistemas operativos soportan el método de Enrutamiento de Fuente (*Source Routing SR*), algunos otros no.

Para poder hacer compatibles el enrutamiento de fuente y el puenteo transparente, el *IEEE* estableció una extensión a la norma *802.1* (la *802.1d*). Los puentes *SRT (Source-routing Transparent)* inspeccionan cada mensaje y los deja pasar apropiadamente entre puentes *SR* y los *STA*.

El algoritmo *SRT* distingue entre *frames SR* y *STA* sobre una base *frame por frame*, buscando el campo de información de enrutamiento (*Routing Information Field RIF*). Los *frames* con enrutamiento de fuente (*SR*) se hacen pasar sin modificaciones, mientras se determina el destino para los *frames STA*.

Método	Ventaja	Desventaja
Spanning Tree Algorithm (STA)	<ul style="list-style-type: none"> Independiente del protocolo Norma IEEE 	<ul style="list-style-type: none"> No se permiten rutas redundantes
Source Routing (SR)	<ul style="list-style-type: none"> Rutas múltiples 	<ul style="list-style-type: none"> Propietario de IBM Descubrimiento de rutas costoso
Source Routing Transparent (SRT)	<ul style="list-style-type: none"> Con los beneficios de STA y SR Norma IEEE Enlaza Token-ring y Ethernet 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento del costo

Tabla 2.1 Métodos de Puenteo-Enrutamiento Transparentes

2.3.4 Interconexión Ethernet/Token-Ring

Como se indicó anteriormente, los puentes pueden interconectar redes que utilicen distintos métodos de acceso, mientras estén apegadas a las normas IEEE 802. En el caso de los frames de Ethernet IEEE 802.3 y Token-ring IEEE 802.5 esto es posible de acuerdo al esquema que se observa en la Fig. 2.4.

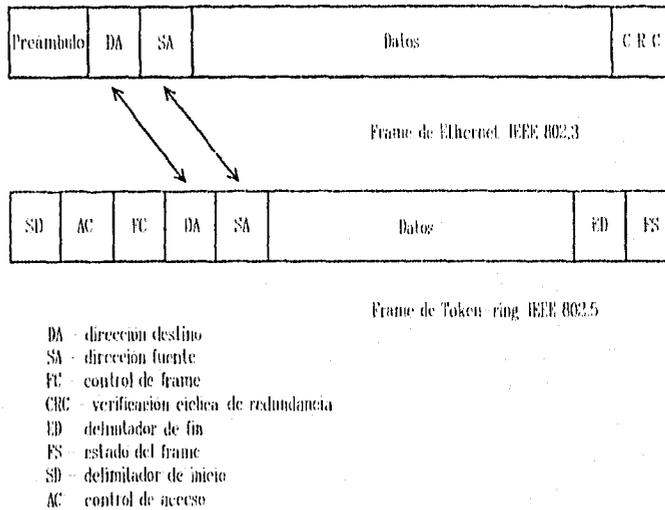


Fig. 2.4 Frames de Ethernet y Token-ring

La conexión entre dos tipos diferentes de LAN necesita que los frames de encabezado y de campo de datos sean convertidos. Este proceso involucra cierto tipo de conversión de protocolo, aún cuando las dos redes provengan del mismo fabricante. Por ejemplo, un puente puede unir redes Ethernet y Token-ring, permitiendo a los usuarios en los dos

ambientes comunicarse entre sí, pero este arreglo sólo permite a usuarios de *Ethernet FAX* comunicarse con usuarios de *Token-ring FAX*, o de *Ethernet IBM* a *Token-ring IBM*, de otra manera, se deben realizar conversiones de protocolo que normalmente se asocian con *gateways*.

2.3.5 Filtrado

Los paquetes del tipo *IEEE 802* contienen información de direccionamiento y control, así como datos y verificación de errores. El puente aísla el tráfico examinando la dirección de destino y el tipo de protocolo o de paquete. Únicamente permite el paso a aquéllos que cumplan con los criterios de filtración preestablecidos. Esta operación permite una manera eficiente de enviar mensajes o de mantener el tráfico de datos local fuera de enlaces *WAN*. El filtrado permite a una red de área local que se encuentra disminuida en su velocidad debido a colisiones, ser particionada en unidades más pequeñas, con el fin de optimizar el *throughput* y de facilitar el aislamiento de fallas con poca o ninguna interrupción a otras subredes.

En comparación con otros dispositivos de interconexión inteligentes, los puentes son relativamente transparentes al protocolo. Sin embargo, un puente sofisticado puede leer el segmento de control de un *frame IEEE*, permitiendo el bloqueo o paso de protocolos de alto nivel como *XNS*, *TCP/IP*, y *OSI*. Los administradores de red pueden programar puentes para filtrar paquetes en forma selectiva, dependiendo de varios criterios. Esto aumenta el valor de los puentes sobre aplicaciones de seguridad, proporcionando un cierto grado de aislamiento de subred. Además, los administradores de red pueden asignar privilegio de acceso a otras redes definiendo ciertas direcciones en la tabla de enrutamiento como accesibles o inaccesibles para ciertos usuarios individuales o en grupo. Este tipo de seguridad es uno de los aspectos más atractivos de los puentes, previniendo que ciertos usuarios puedan hacer uso de información clasificada, como podría ser que ningún departamento dentro de una empresa pueda acceder la nómina, a excepción del administrativo, y aún dentro de éste, con ciertas restricciones.

2.4 ENRUTADORES

Los enrutadores (*Routers*) son dispositivos que pueden distinguir entre diferentes protocolos de comunicación, y aplicar la técnica de enrutamiento apropiada para cada uno de ellos. Pueden utilizarse para construir enormes y complejos enlaces entre redes basándose en la capa de red para lograr transmisiones eficientes de paquetes. Los enrutadores ofrecen el más alto grado de redundancia y tolerancia a fallas.

Los enrutadores necesitan una capacidad de procesamiento mayor que los puentes, lo que los hace capaces de crear muchas subredes diferentes dentro de una misma interconexión de redes. Tales subredes pueden tener dominios de administración potencialmente independientes, que contribuyen a aumentar el grado de administrabilidad de la red. El enrutador puede mantener un mapa de toda la red, el cual utiliza para examinar el estado de los distintos caminos posibles para interconectar, y de esta manera determinar cuál es el más apropiado para hacer entrega del paquete al destino.

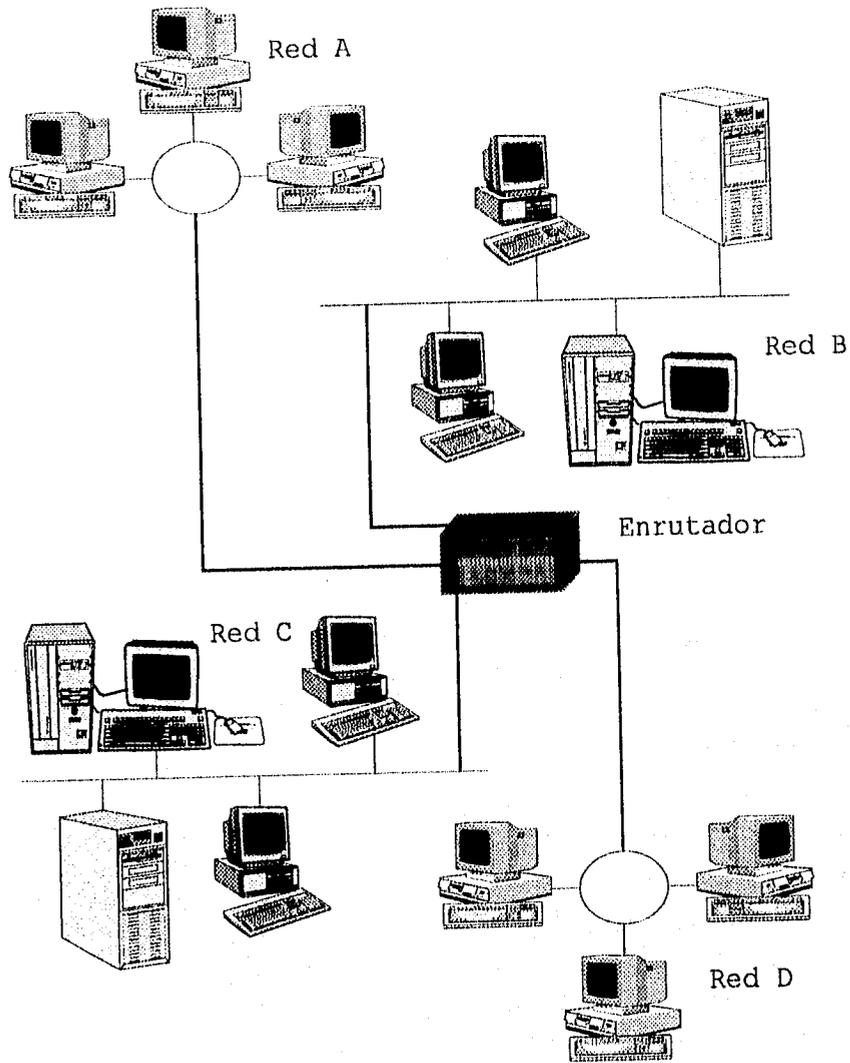


Fig. 2.5 Interconexión de redes con un enrutador

2.4.1 Funcionalidad de los Enrutadores

El protocolo de capa de red contiene su propia información de fuente y destino la cual es utilizada por el enrutador para determinar cómo transmitir los paquetes.

Cuando un paquete llega al enrutador, se le mantiene en la cola hasta que éste termina de manejar el paquete previo. Entonces rastrea la dirección de destino y la busca en su tabla de enrutamiento. Esta tabla enlista a los nodos en la red así como las rutas entre los nodos y su costo asociado. Si existe más de una ruta hacia un nodo en particular, el dispositivo seleccionará la más económica. Si el paquete es demasiado largo para ser aceptado por la red de destino, el enrutador lo segmenta en muchos paquetes pequeños con los que hay menor posibilidad de que el ruido u otros daños en la línea puedan corromper los datos. Aún si eso sucede el error puede ser detectado, y se puede solicitar la retransmisión.

A pesar de las diferencias, la tarea del enrutador es similar a la del puente: identificar los dispositivos presentes en la interconexión de redes, establecer las rutas entre redes, y determinar el criterio para el transporte de datos.

2.4.2 Direccionamiento de Red

Las direcciones en la capa de red no son únicas como aquellas en la capa de enlace de datos, de manera que se debe tener cuidado al nombrar las convenciones, para evitar los duplicados. Sin embargo, estas direcciones son más concisas y jerárquicas. Parte de la dirección se asigna a un grupo de estaciones consideradas como una red, subred o área y lo restante se utiliza para designar una estación particular en la red o subred. Los enrutadores almacenan las direcciones completas de estaciones locales junto con información acerca de las localizaciones de redes remotas. El resultado del direccionamiento jerárquico es que los enrutadores pueden almacenar información de dirección para redes con un gran número de estaciones. Para la misma cantidad de memoria, los puentes se encuentran limitados a redes con muy pocas estaciones.

Los enrutadores tienen información detallada sobre la localización de estaciones y la usan para elegir entre rutas alternativas para minimizar los costos de transmisión y prevenir el congestionamiento. Pueden además dividir potencialmente la carga entre rutas redundantes de la fuente al destino, utilizando así la capacidad de red disponible de manera más eficiente.

Los protocolos de capa de red contienen un parámetro de temporización para el paquete evitando que los paquetes se encuentren circulando infinitamente durante los estados transitorios de la red. Este límite en el tiempo de vida del paquete permite a las redes

que utilizan enrutadores a adaptarse más rápidamente a los cambios en la topología que las redes que utilizan puentes.

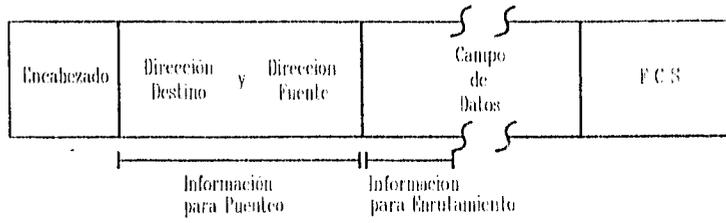


Fig. 2.6 Campos utilizados para puenteo y enrutamiento en un *frame*

2.5 GATEWAYS

Un *gateway* es un dispositivo que permite enlazar redes completamente diferentes, al hacer las conversiones de protocolo necesarias. Para esto, utiliza todas las capas del Modelo *OSI*. El hecho de que opere en las 7 capas tiene como consecuencia que sea un dispositivo relativamente lento.

El *gateway* hace que los discos remotos e impresoras en la red aparezcan como dispositivos locales para el cliente. De hecho, este dispositivo se convierte en una extensión del sistema operativo del cliente, ofreciendo *drives* que trabajan con redes de tipos populares -*ARCnet*, *Ethernet*, *Token-ring*, entre otros- así como compatibilidad con diferentes aplicaciones de redes de acuerdo al vendedor.

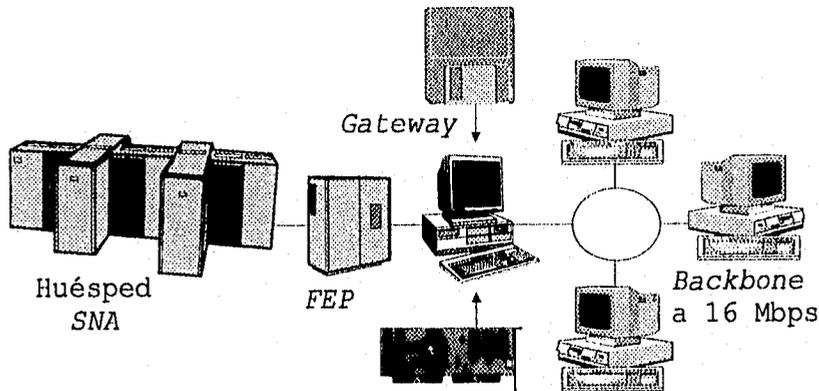


Fig. 2.7 Gateway

Un *gateway* típicamente puede consistir de una tarjeta con dos puertos, insertada en alguna ranura de expansión de una microcomputadora designada como servidor. Los *gateways* ofrecen además puertos que operan a diferentes velocidades, tanto síncronos como asíncronos. Algunas veces el *gateway* en sí puede no ser un dispositivo físico, sino cierto *software* residente en una computadora, o bien una combinación de ambos.

PC's, estaciones de trabajo o minicomputadoras sirven como plataformas para el *software* de *gateway*. Tal *software* puede residir en cada computadora de una red, corriendo conjuntamente con otros programas de aplicación, aunque esto puede afectar el desempeño, no solo de la red, sino del servicio de *gateway*, por lo que muchas veces se dedica una computadora para este fin exclusivamente.

2.6 CONMUTADORES

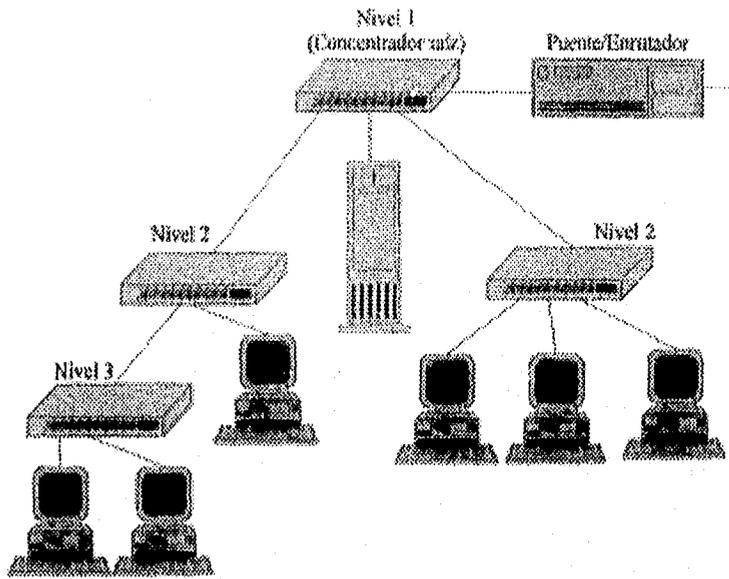
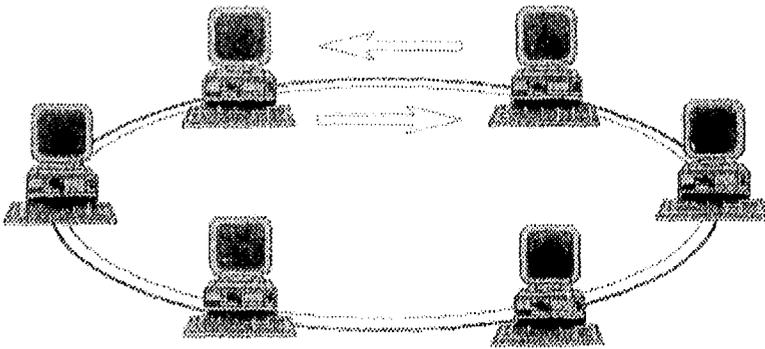
Los conmutadores (*Switches*) favorecen un desempeño elevado al utilizarlos en una red, ya que proporcionan comunicación simultánea de alta velocidad entre todos los puertos conectados a él. Además proporcionan anchos de banda que coinciden con el ancho de banda del dispositivo conectado, con la posibilidad de combinar tecnologías distintas, como puede ser puertos de *Ethernet* con puertos para enlaces de alta velocidad, con motivo de interconectar otros conmutadores a través de estos enlaces, o bien con servidores de alta velocidad, o algún otro dispositivo de red.

Un conmutador consta básicamente de dos componentes:

- Una matriz de conmutación
- Un *backplane* de alta velocidad

En una arquitectura típica de un conmutador, módulos de conmutación individuales que tienen varios puertos se conectan a un *backplane* de alta velocidad. Dentro de cada módulo, se encuentra una matriz de conmutación que opera a alta velocidad enlazando los puertos del módulo y el *backplane*.

Existen dos técnicas de conmutación: *store-and-forward* y *cut-through*, las cuales se estudiarán y ejemplificarán en el capítulo 4.



Capítulo 3
FDDI Y FAST ETHERNET

Capítulo 3 FDDI Y FAST ETHERNET

3.1 ANTECEDENTES

La interfaz de distribución de datos por fibra (*FDDI*), es una tecnología de red diseñada para satisfacer necesidades de alto rendimiento y es adecuada para el tráfico de datos de alta velocidad. Este estándar fue desarrollado por el *American National Standards Institute (ANSI)* como un sistema de comunicación que utiliza fibra óptica como medio de transmisión. Su topología consiste en un par de anillos que tienen un flujo de información en direcciones opuestas como se muestra en la Figura 3.1, operando a una velocidad de transmisión de 100 Mbps.

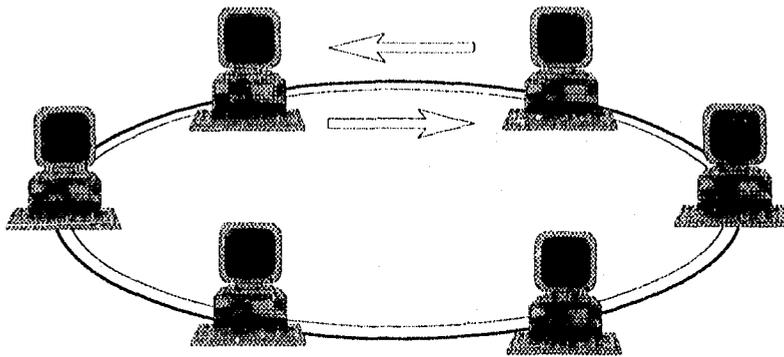


Fig. 3.1 Anillo doble de *FDDI*

La arquitectura de doble anillo provee una alta confiabilidad y tolerancia a fallas, ya que en condiciones normales de operación uno de los anillos, el anillo primario, es utilizado como canal principal para el tráfico de datos; el otro anillo, el anillo secundario, además de ser utilizado para funciones de administración, sirve para restablecer la continuidad del primario en caso de que sufra alguna interrupción. Esto último se conoce como estado de *wrapping*.

3.2 ARQUITECTURA DE FDDI

Al igual que los demás estándares de red, 802.3, 802.4 y 802.5, desarrollados por el IEEE, FDDI utiliza también un diseño jerarquizado, el cual opera en las capas física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

La capa física se subdivide en dos: Capa física dependiente del medio (PMD) y la capa de protocolo físico (PHY).

La capa PMD especificada como la subcapa inferior de la capa física, provee los servicios necesarios para el transporte de datos de una estación a otra, además de definir las características dependientes de la naturaleza del medio físico tales como cables y tipos de conectores.

La capa PHY provee servicios a la capa MAC y es responsable de las técnicas de codificación y decodificación de datos, sincronización y el control de la información en la red.

La capa MAC se encuentra definida como la subcapa inferior a la capa de enlace de datos del modelo OSI. FDDI adopta el uso del protocolo de control lógico de enlace LLC (IEEE 802.2) y se encuentra especificado sobre la capa MAC.

La capa de administración de estación (SMT) está encargada de la administración de la red y del monitoreo de cada una de las capas anteriores. La Figura 3.2 muestra la relación entre el modelo de referencia OSI y los protocolos de FDDI.

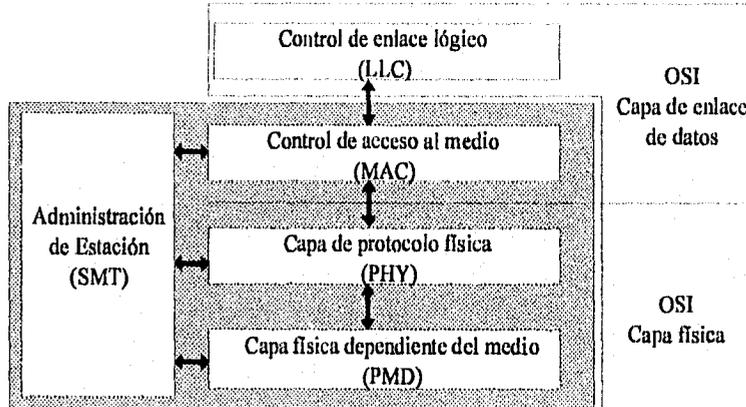


Fig. 3.2 Comparación entre las capas 1 y 2 del modelo OSI y las capas de FDDI.

3.3 CAPA DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (MAC)

3.3.1 Funcionamiento Básico

La técnica de acceso al medio en *FDDI*, está basada en el uso de un *token* circulando alrededor del anillo a una velocidad de 100 Mbps. En este caso, el *token* es controlado por tiempo. Esto garantiza a las estaciones de trabajo tener acceso a la red por un período de tiempo predeterminado por todas la estaciones activas desde el inicio y cuando una nueva estación se añade al anillo.

Si una estación desea transmitir datos, debe esperar hasta capturar el *token*. Una vez que éste es retenido, comienza su transmisión hacia la siguiente estación activa de la red, hasta que el tiempo permitido para que una estación conserve el *token*, expire o hasta que ya no tenga nada más que transmitir, lo que significa que la estación puede enviar más de un *frame*. Hasta entonces la estación libera el *token*.

Cada estación en el anillo recibe el *frame* para su análisis. Si la dirección destino del *frame* es diferente a la de la estación, ésta lo repite y lo regresa al anillo. Cuando la estación destino recibe la transmisión, copia los datos y cambia un campo en cada uno de los *frames* indicando que se recibió la información y finalmente los regresa al anillo. Cada estación es responsable también de liberar al anillo del *frame* que transmitió una vez que se asegura que llegó a su destino libre de error. (Figura 3.3)

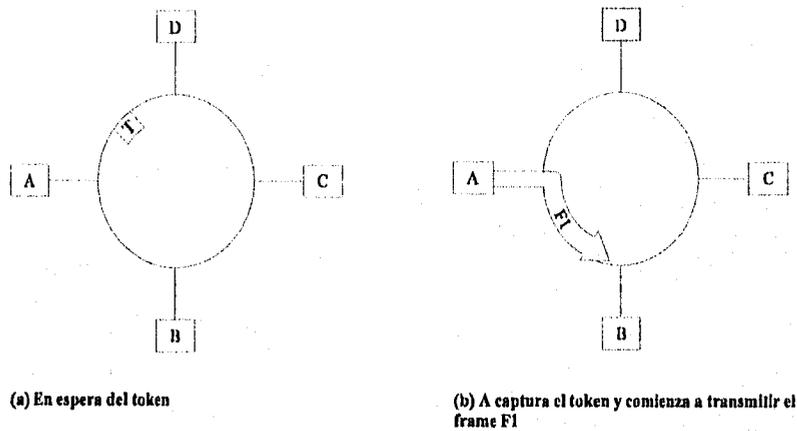
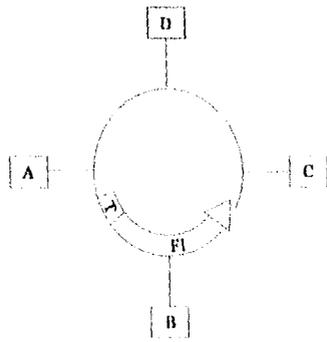
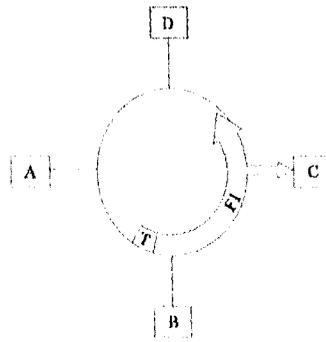


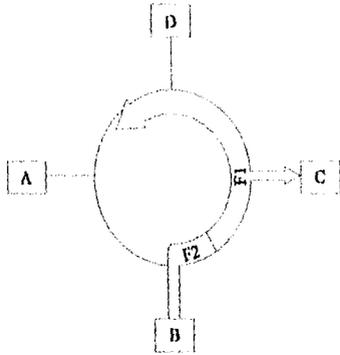
Fig. 3.3. Funcionamiento básico de *FDDI*



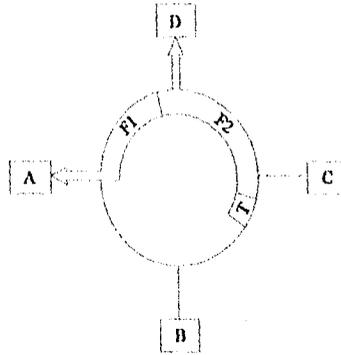
(c) A agrega el token al final de la transmisión



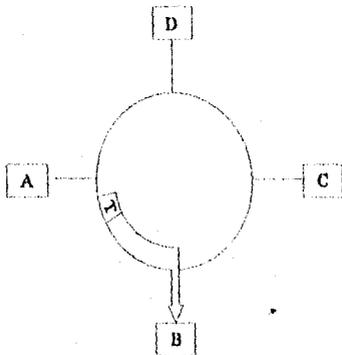
(d) C copia el frame F1 el cual está direccionado a él.



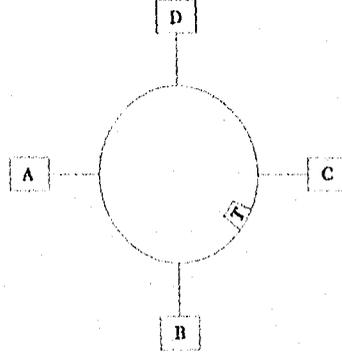
(e) Mientras C continúa copiando el frame F1, B captura el token y comienza a transmitir F2.



(f) B libera el token; D copia F2 el cual estaba direccionado a él y A absorbe F1.



(g) A absorbe F1 mientras F2 y el token pasan y B absorbe F2.



(h) B deja pasar el token.

Fig. 3.3. Funcionamiento básico de FDDI (cont)

3.3.2 El formato del *frame* en FDDI

La estructura del *frame* (Figura 3.4) está expresada en términos de símbolos, representación de paquetes de 4 bits en grupos de 5, los cuales son intercambiados entre las capas MAC y PHY. El formato completo del *frame* consiste de los siguientes campos.

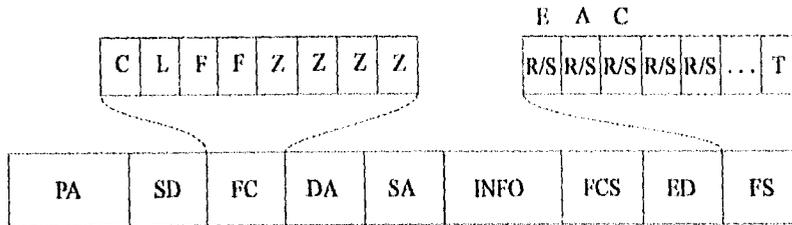


Fig. 3.4. Formato del *frame* en FDDI

- Preámbulo (PA):** Debido a que FDDI está basado en un esquema de distribución de reloj, cada estación produce su propio reloj para transmitir. Los *frames* de FDDI usan este campo que permite a la estación receptora sincronizar su reloj con la señal de reloj recibida en el paquete que está siendo transmitido.
- Delimitador de inicio (SD):** Está compuesto por un par de símbolos de control particulares, los cuales están previamente definidos e identifican el comienzo de un *frame*. Un *frame* se considera inválido si no comienza con estos símbolos.
- Control de *frame* (FC):** Indica el tipo de *frame* que se está recibiendo y los detalles de su operación. Tiene un formato de 8 bits, CLFFZZZZ, donde C indica si se trata de una transmisión síncrona o asíncrona, L indica la longitud de los campos de dirección fuente y destino que pueden ser de 16 ó 48 bits, FF describen el formato de el *frame* e indican si es un *frame* LLC o un *frame* MAC de control y ZZZZ proporciona información adicional del formato del *frame*.
- Dirección destino (DA):** Especifica la estación, o grupo de estaciones a la cual está dirigida el *frame*. Las direcciones en FDDI pueden ser de 16 ó 48 bits.
- Dirección fuente (SA):** Especifica la estación que originalmente envió el *frame*.

-	Este campo debe de tener la misma longitud que el campo DA.
Información (INFO):	Contiene datos relacionados a la operación especificada en FC. Este campo puede contener de 0 a 8956 símbolos de información.
Secuencia de verificación del frame (FCS):	Realiza una verificación de redundancia cíclica basada en los campos FC, DA, SA y de información (INFO).
Delimitador final (DE):	Contiene símbolos que indican el final de el <i>frame</i> .
Estado del frame (FS):	Contiene 3 indicadores de control que son fijados por otras estaciones en el anillo. Estos indicadores son: detección de error (E), reconocimiento de dirección (A) y confirmación de <i>frame</i> copiado (C).

3.3.3 El formato del token

El *frame* del token en FDDI, Figura 3.5., es un *frame* de longitud corta que es usado por las estaciones para ganar el acceso al anillo. El formato del token consta de 4 campos: Preámbulo (PA), delimitador de inicio (SD), control del *frame* (FC) y delimitador final (DE). A diferencia del formato anterior, el campo FC lo identifica como un token y sus funciones de control asociadas.



Fig. 3.5. Formato del token en FDDI

3.3.4 Inicialización del anillo

El anillo es inicializado cada vez que una estación se une o deja el anillo. Durante la inicialización, las estaciones realizan un proceso de contienda en la que la estación ganadora genera un nuevo token en el anillo. La estación con el tiempo más corto de rotación del token TTRT gana el derecho de inicializar el anillo. En caso de haber dos TTRT iguales, se decidirá por el token que tenga la dirección fuente más grande.

La primera vez que el token circula en el anillo las estaciones no pueden capturarlo, en vez de esto, cada una de ellas fijarán su TTRT para coincidir con la estación inicializadora.

Este proceso termina cuando una estación recibe su propio *frame*, lo que quiere decir que las demás estaciones le han concedido el derecho de inicializarlo.

3.3.5 Proceso de advertencia

El proceso de advertencia es usado para aislar una falla seria en el anillo. Típicamente una estación inicia este proceso como resultado de una interrupción física en el anillo, o una falla lógica en un nodo de la red.

La operación de este proceso consiste en transmitir un continuo flujo de señales de control, la finalidad de esto, es informar a todas las estaciones vecinas posteriores que existe una seria condición de error, lo que permite al administrador de red identificar el problema y tomar una acción correctiva para restaurar el anillo.

Si la estación que inició el proceso recibe su propia señal, se asume entonces que el anillo ha sido restablecido y comienza otra vez el proceso de inicialización.

3.3.6 Reconfiguración del anillo

FDDI está diseñado para proveer tolerancia a fallas, esto incluye la capacidad que tiene de reconfigurarse automáticamente para preservar la integridad de la red. *FDDI* provee varias maneras de mantener la continuidad del anillo, en caso de ocurrir una falla seria. Este proceso involucra a todas las capas propias de esta arquitectura.

Si una interrupción física ocurre en el cableado, la capa SMT inmediatamente genera un estado de *wrapping* en los nodos de cada lado de la interrupción; Figura 3.6.

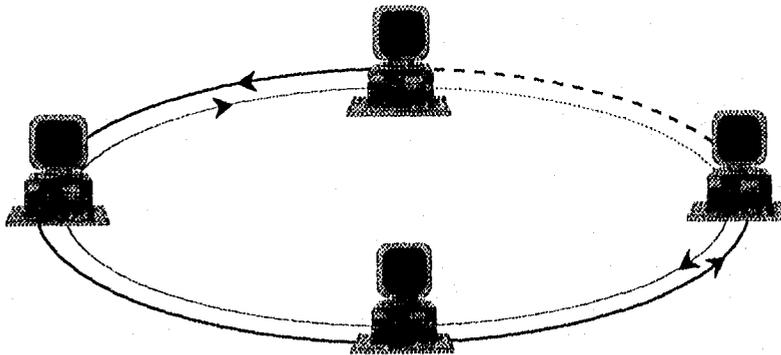


Fig. 3.6. Solución en caso de falla en un segmento de cable.

La falla de un nodo se resuelve generando un estado de *wrapping* tanto en el nodo vecino posterior como en el anterior Figura 3.7.

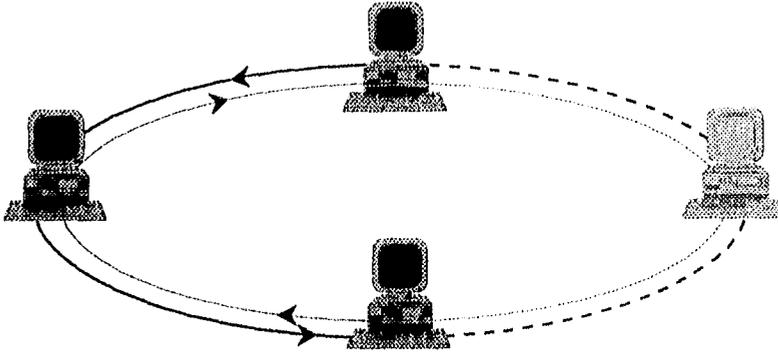


Fig. 3.7. Solución en caso de falla en nodo de la red.

3.4 CAPA DE PROTOCOLO FISICO (PHY)

Esta capa describe la porción independiente del medio de la capa física del modelo *OSI*.

3.4.1 Codificación de datos

Todas las comunicaciones existentes entre la capa *PHY* y la capa *MAC* se llevan a cabo mediante el uso de símbolos de longitud fija, cada símbolo recibido de la capa *MAC* está representado por una secuencia predefinida de bits que son transmitidos por la capa física hacia la capa *PMI*.

Cuando existe una transmisión de datos, la capa *MAC* divide cada *byte* en paquetes de 4 *bits*, cada paquete es a su vez reemplazado por un grupo de 5 bits llamado símbolo, utilizando una técnica de codificación conocida como 4B/5B, la cual utiliza una tabla de conversión predefinida. Los símbolos garantizan un adecuado número de transiciones en la señal que permiten la regeneración del reloj en la estación receptora. La Figura 3.8 muestra el proceso de codificación.

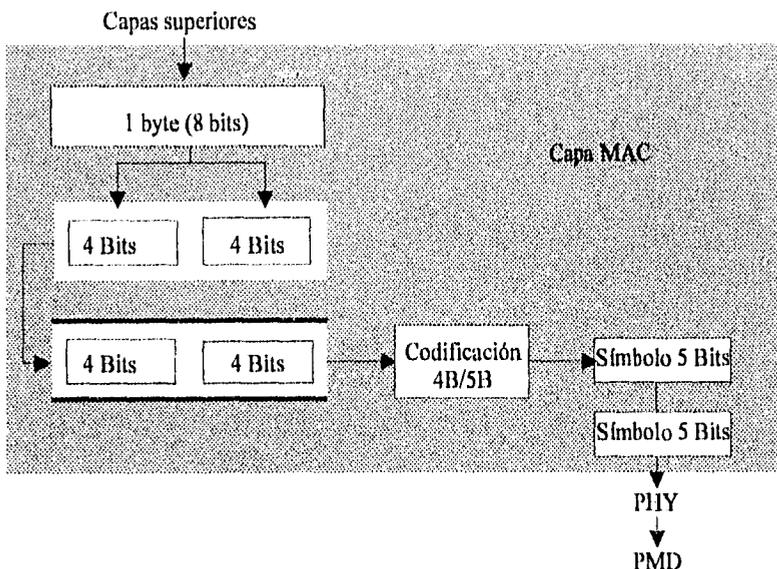


Fig. 3.8. Proceso de codificación de símbolos.

3.4.2 Símbolos de control

Debido a que cada símbolo está compuesto de 5 bits, existen 32 posibles símbolos a codificar, pero solamente 16 representan datos, 8 son utilizados como símbolos de control y los 8 restantes son declarados como inválidos. Un símbolo es considerado inválido si contiene más de tres ceros consecutivos o no contiene suficientes transiciones.

3.5 CAPA FÍSICA DEPENDIENTE DEL MEDIO (PMD)

Esta capa describe la parte dependiente del medio dentro de la capa física del modelo OSI, especificando todos los componentes de conexión que crean el enlace físico entre estaciones. Estos componentes incluyen transmisores y receptores ópticos, el medio de transmisión y las estaciones conectadas a él. Además provee una comunicación punto a punto entre estaciones individuales dentro de la red.

3.5.1 Cableado para FDDI

FDDI utiliza la fibra óptica como medio de transmisión y consta principalmente de 3 partes: El núcleo, revestimiento primario y la cubierta protectora. El núcleo es un cilindro

de vidrio a través del cual viajan los rayos de luz. El revestimiento primario es un tubo de vidrio que cubre al anterior y tiene como propósito reflejar los rayos de luz hacia el interior del núcleo. La cubierta protectora esta hecha de plástico y sirve como protección a las anteriores. El núcleo y el revestimiento primario son conocidos generalmente por el tamaño de sus diámetros, siendo los más comunes, los de 50/100 micrones, 62.5/125 micrones y 100/200 micrones, en donde el primer número se refiere al diámetro del núcleo y el segundo al diámetro del revestimiento.

A las fibras capaces de propagar diferentes rayos de luz se les conoce como fibras multimodo (*MMF*). La fibra óptica multimodo, disminuye la potencia de la señal limitando la eficiencia de la fibra. El número de modos (rayos de luz) que pueden propagarse a lo largo de la fibra, está en función de su diámetro, del núcleo y de su longitud de onda.

Las fibras monomodo (*SMF*), tienen un diámetro más reducido lo que permite únicamente a un solo rayo de luz propagarse a través de ella. Este tipo de fibra tiene menos atenuación que la anterior. Con la fibra *MMF* las estaciones pueden estar separadas hasta 2 Km. sin el uso de repetidores, mientras que con la *SMF* pueden llegar a alcanzar una separación de hasta 20 Km.

3.5.2 Conectores para FDDI

Cada una de las estaciones en *FDDI* puede estar conectadas al medio a través de varios tipos de conectores, sin embargo, los más comunes son: el conector de interfaz del medio *MIC*, el conector *ST* y el conector *SC*.

El *MIC* es un conector rectangular plano, utilizado para fibras multimodo, el cual tiene ciertas partes de plástico que previenen una conexión errónea con su contraparte. Cada *MIC* tiene dos fibras separadas, una para transmitir y la otra para recibir. Los otros conectores, el *ST* y el *SC*, están hechos de cerámica y se encuentran disponibles en versiones de una o dos fibras.

3.6 LA CAPA DE ADMINISTRACION DE ESTACION (*SMT*)

Esta capa es responsable de los servicios de administración incluyendo administración de conexiones, configuración de nodos, detección y corrección de errores además de coordinar la comunicación entre las capas *PMD*, *PHY* y *MAC*. Las especificaciones de la capa *SMT*, definen también las funciones que deben ser aplicadas por cada nodo que participa en la administración de la red. Estas funciones son:

- La administración de conexión *CMT*: Usa un protocolo basado en símbolos para establecer la conexión física entre las estaciones adyacentes en el anillo.

- Administración del anillo *RMT*: Responsable de administrar el anillo, incluyendo la detección de direcciones duplicadas y la inicialización del proceso de demanda del *token*.
- Administración del *frame/FBM*: Usa un protocolo que permite a un nodo enviar y obtener información hacia y desde otros nodos.

3.7 COMPONENTES DE FDDI

Todos los dispositivos en *FDDI* se pueden clasificar en dos grandes grupos: El primero incluye a dispositivos que se conectan tanto al anillo primario como al secundario y son conocidos como dispositivos de conexión doble, *DA*. Estos dispositivos participan en la configuración *wrapping*.

El segundo grupo son conocidos como dispositivos de conexión simple, *SA*, cuya conexión se hace únicamente con uno de los anillos, generalmente el primario, y no tienen la capacidad de participar en una configuración *wrapping*.

3.8 INTERFACES

Para que un dispositivo pueda transmitir datos en el anillo, debe de tener al menos una dirección de *MAC* única. Los dispositivos que tiene una sola dirección de *MAC* son conocidos como dispositivos de dirección única (*SM*). Los dispositivos con dos direcciones de *MAC* son conocidos como dispositivos de dirección doble (*DM*). Las posibles combinaciones de conexiones e interfaces están resumidas en la siguiente tabla.

<i>SM/SA</i>	Están conectados solamente al anillo primario y no pueden participar en una configuración de <i>wrapping</i> .
<i>SM/DA</i>	Están conectados tanto al anillo primario como al secundario pero solamente pueden usar el primario para transmitir datos. El anillo secundario es utilizado como respaldo en caso de interrupción.
<i>DM/DA</i>	Están conectados tanto al anillo primario como al la secundario, pueden utilizar cualquiera de los anillos para transmitir datos y participar en una configuración de <i>wrapping</i> .
<i>DM/SA</i>	Esta es una combinación inválida.

3.9 TIPOS DE NODOS

Los nodos conectados en una red *FDDI* se clasifican en dos categorías:

- Concentradores
- Estaciones

3.9.1 Concentradores

Los concentradores son dispositivos inteligentes que proveen múltiples puertos que permiten la conexión de estaciones al anillo. Proporcionan una mayor eficiencia en el diseño de una red ya que actúan como repetidores por lo que ayudan a reducir la atenuación de la señal además de corregir automáticamente fallas que se pueden presentar en el anillo.

Existen dos tipos de concentradores. Los concentradores de conexión dual (*DAC*) y los concentradores de conexión simple (*SAC*). Los *DAC* se conectan directamente a ambos anillos por lo que tienen la capacidad de participar en una configuración *wrapping*. Los *SAC* se conectan al anillo, generalmente al primario, como dispositivos de conexión simple y no pueden conectarse al anillo doble excepto a través de un *DAC* en una conexión en cascada. (Figura 3.9)

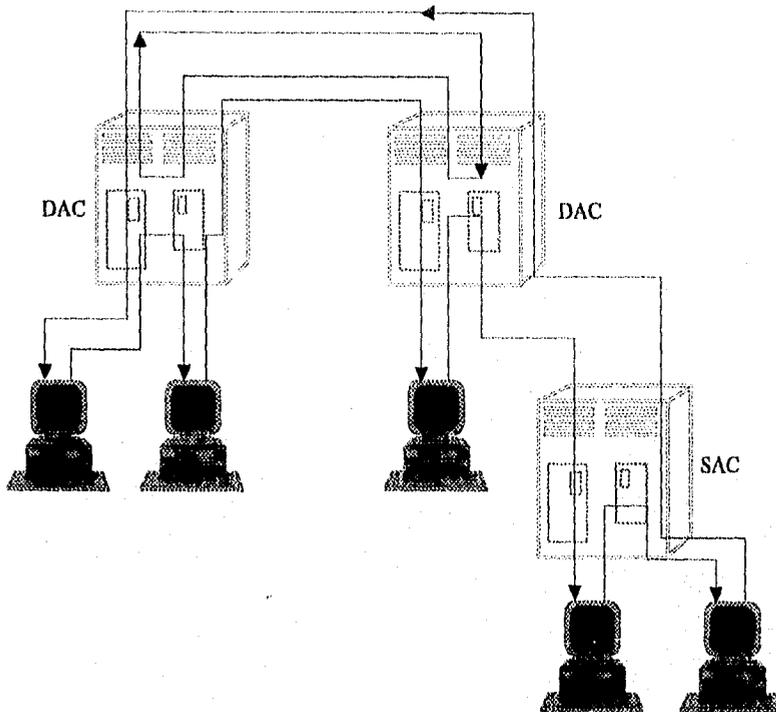


Fig 3.9. Concentradores de conexión simple y doble

Los concentradores realizan dos funciones primordiales: aíslan las estaciones inactivas de la red y conectan y dan de alta a las estaciones activas. El concentrador mantiene un puerto cerrado si una estación está inactiva. El puerto es cerrado si ocurre una de las siguientes situaciones: que la estación sea apagada, que el administrador de red lo cierre por exceso de errores o por que otro administrador haya solicitado su cierre. Lo anterior no afecta la operación normal del anillo. (Figura 3.10)

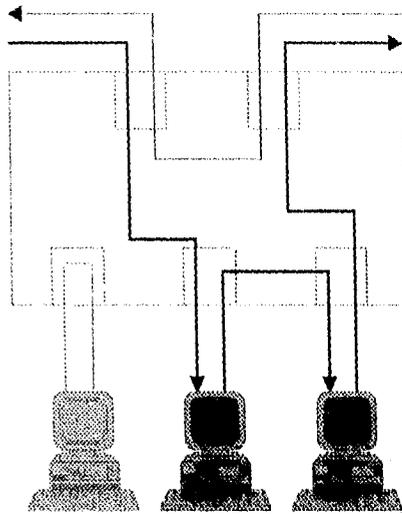


Fig. 3.10. Bypass realizado por un concentrador a un nodo de la red

3.9.2 Estaciones

Existen dos tipos de estaciones en *FDDI*. Estaciones de conexión doble (*DAS*) y estaciones de conexión simple (*SAS*). Las *SAS* son el medio más barato y sencillo de conexión a una red *FDDI* por medio de un concentrador, mantiene una sola conexión al anillo, generalmente el primario. Las estaciones *DAS* pueden conectarse directamente al anillo redundante sin el uso de un concentrador. Estas son más caras pero más confiables que las *SAS* ya que tienen la capacidad de participar en una configuración *wrapping*.

Existe una conexión diferente conocida como *dual homing* que consiste en utilizar uno de los puertos de la *DAS* como enlace de respaldo en caso de que uno de los concentradores falle.

3.10 TIPOS DE PUERTOS

Para evitar conexiones erróneas, *FDDI* define cuatro tipos de puertos: *A*, *B*, *M* y *S*, Tabla 3.2. Los puertos son los puntos de conexión en una red *FDDI*. Los puertos *A* y *B* son utilizados para conectar dispositivos de conexión doble al anillo. El puerto *M* conecta el puerto de un concentrador a un puerto de una estación *SAS*, *DAS* o al puerto de otro concentrador *DAC* o *SAC* a través del anillo primario. El puerto *S* conecta un *SAS* o un *SAC* a un concentrador. El estándar *FDDI* especifica también las conexiones permitidas entre los puertos. La Figura 3.11 muestra los puertos utilizados por los dispositivos de *FDDI*.

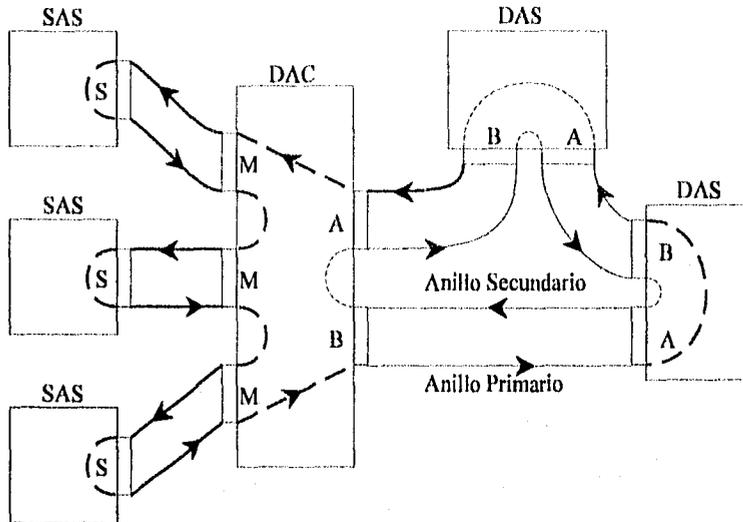


Fig. 3.11. Tipos de puertos utilizados en *FDDI*

PUERTO	DESCRIPCION	USO
A	Entrada Primaria/Salida secundaria (PI/SO)	Conecta dispositivos de conexión doble al anillo principal
B	Salida Primaria/Entrada Secundaria (PO/SI)	Conecta dispositivos de conexión doble al anillo principal
M	Macstro (PI/PO)	Puerto de concentrador utilizado para conectar dispositivos de conexión simple. Únicamente utiliza el anillo primario.
S	Esclavo (PI/PO)	Conecta dispositivos de conexión simple al concentrador. Únicamente usa el anillo primario.

Tabla 3.2. Tipos de puertos utilizados *FDDI*.

3.11 APLICACIONES COMUNES DE FDDI

Existen tres áreas generales de aplicación de una red *FDDI*:

- Redes *Backbone*
- Redes *Backend*
- Red de área local de alta velocidad

3.11.1 Redes *Backbone*

Un *backbone* es un mecanismo de interconexión entre dos o más redes o segmentos de red. Usando *FDDI* como *backbone* se tiene una solución atractiva empleada para la interconexión de redes de área local en un campus, ya que satisface los requerimientos de distancia, aproximadamente 200 Km. usando fibra óptica lo que equivale a 100 Km por cada uno de los anillos; velocidad de transferencia, 100 Mbps; tolerancia a fallas, ya que utiliza una arquitectura de anillo redundante y evita grandes cambios en la operación de las redes individuales conectadas al *backbone*.

3.11.2 Redes *Backend*

Es usada para proveer de manera más rápida y eficiente la interconexión de *mainframes* con computadoras y dispositivos de almacenamiento en masa cuya principal ventaja radica en la velocidad de acceso.

3.11.3 Red de área local de alta velocidad

Una manera de dar solución a computadoras que requieren una velocidad de acceso muy grande a la red, es conectarlas directamente al anillo principal lo cual representa un costo muy alto debido a los adaptadores de red, cableado e instalación. Como respuesta a esto, recientemente se han desarrollado estándares para permitir la transmisión de *FDDI* por medio de cable *UTP* y *STP* a través de concentradores permitiendo decrementar considerablemente los costos de instalación.

3.12 FUTURO DE FDDI

Existen dos tecnologías asociadas a *FDDI*:

- *FDDI-II*
- *FFOL*

3.12.1 FDDI-II

Es una versión modificada de *FDDI* que permite utilizar el ancho de banda disponible, en dos partes lógicas. Una de ellas es utilizada por múltiples circuitos que llevan información sensible al tiempo de respuesta, como voz o video digitalizados. Esto le da a *FDDI-II* habilidad para soportar aplicaciones distribuidas en multimedia. El ancho de banda restante es utilizado para transmitir datos entre los dispositivos de red.

Esta forma de utilizar el ancho de banda, caracteriza a *FDDI-II* con la habilidad de manejar dos tipos de transmisión de datos. El primer tipo es síncrono y es utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como audio y video, ya que muchas aplicaciones de multimedia son interactivas y no se pueden permitir retrasos en la señal. El segundo tipo de transmisión que *FDDI-II* soporta es el asíncrono y emplea el ancho de banda remanente. Este tipo de transmisión está mejor adaptado para aquellas aplicaciones de red en donde no es posible determinar cuando un dispositivo de la red necesitará utilizar el medio de transmisión.

3.12.2 FFOL (FDDI Follow On Lan)

Ideado también por la *ANSI*, respeta los esquemas básicos de *FDDI* logrando un ancho de banda en el orden de los 2.4 Gbps. *FFOL*, al igual que *FDDI-II*, aprovecha el ancho de banda dividiéndolo para usos de transmisiones síncronas y asíncronas, lo cual lo hace susceptible de ser utilizado tanto en aplicaciones que operan en tiempo real, como multimedia o simples transferencia de datos entre estaciones de la red.

3.13 FAST ETHERNET (100BASE-T) y 100VG-AnyLAN

3.13.1 Antecedentes

En la actualidad debido al incremento de consumo de ancho de banda dentro de las redes de computadoras, surgen dos estándares con una velocidad de transmisión de 100 Mbps. Estos estándares son:

- Fast Ethernet (100Base T)
- VG-AnyLAN (100VG)

3.13.2 Fast Ethernet (100Base-T)

Fast Ethernet, 802.3u, es desarrollado por el *IEEE* y define una arquitectura de red basada en el estándar *10BASE-T*, pero a una velocidad de 100 Mbps. Es el único estándar para redes de área local de alta velocidad que no provee mecanismos de prioridad (como

Token Ring o *100VG*) o multiplexaje del medio de transmisión (como *FDDI-II*) para responder a situaciones de tráfico intenso. Esto es por que se sigue conservando el mismo método de acceso al medio, *CSMA/CD*, al igual que el *802.3* tradicional que no distingue los diferentes tipos de tráfico, sea bajo o intenso.

3.13.2.1 Topología

100Base-T emplea una topología en estrella, utilizando concentradores como dispositivos centrales Figura 3.12. Define que solo puede haber un máximo de dos concentradores entre estaciones y que es posible diseñar una red que combine tráfico de datos de 10 y 100 Mbps usando una combinación de concentradores, conmutadores y enrutadores que soporten las dos arquitecturas.

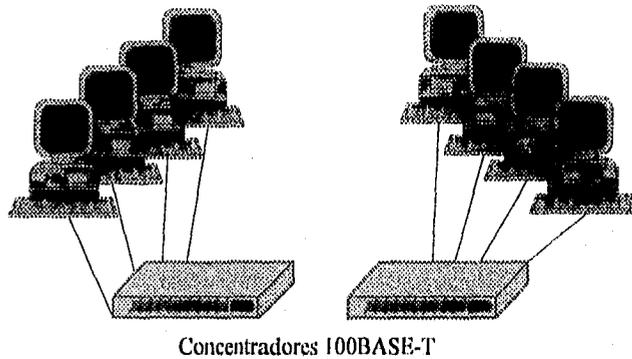


Fig. 3.12. Topología de *Fast Ethernet*

Otra característica importante de *Fast Ethernet* es que para diferentes categorías de cable se utilizan diferentes esquemas de codificación para la generación de la señal. *100Base-T* puede correr sobre *UTP*, *STP* categoría 3, 4 y 5 además de fibra óptica.

3.13.2.2 Arquitectura

La arquitectura de capas de *100Base-T*, corresponden a las dos capas inferiores del modelo de referencia *OSI*, Figura 3.13.

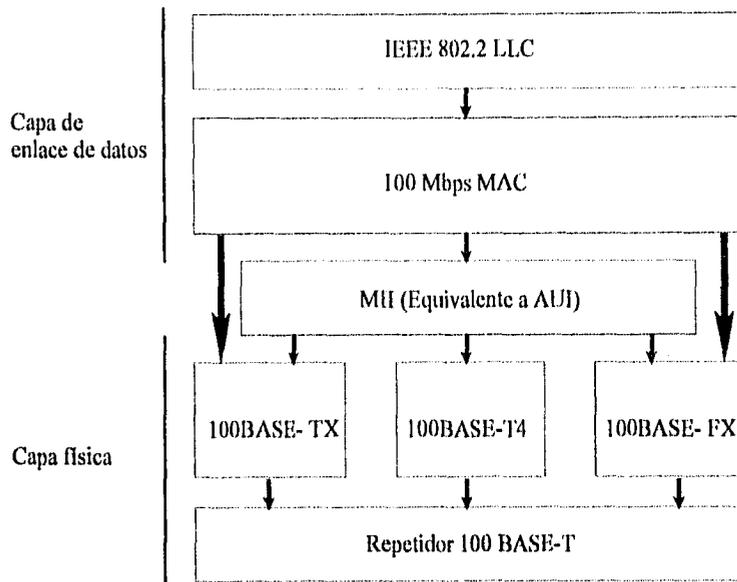


Fig. 3.13. Arquitectura de Fast Ethernet

3.13.2.3 Capa física

Al igual que *10Base-T*, *Fast Ethernet* provee una flexibilidad en el uso del cableado especificando tres diferentes protocolos en su capa física.

100Base-TX: Especifica cómo aplicar *Fast Ethernet* utilizando cable *STP* tipo 1 o *UTP* categoría 5. Utiliza dos pares de alambres para la transmisión y recepción de la señal al igual que *Ethernet* tradicional. Emplea el mismo esquema de codificación que *FDDI*, conocido como *4B/5B*. La desventaja es que no puede usar cable *UTP* categoría 3, que se encuentra instalado actualmente en muchas redes *10Base-T*.

100Base-T4: Especifica el uso de cable *UTP* categoría 3, 4 y 5 a una distancia mayor de los 100 metros. Pero se debe contar con 4 pares de hilos disponibles para cada nodo. 3 de ellos son utilizados para la transmisión o recepción de la señal y un par para la detección de colisiones. Usa un esquema de codificación de datos conocido como *8B6T* el cual especifica que cada 8 bits de datos son traducidos a un formato de 6 símbolos de 3 bits cada uno, cada símbolo tiene tres niveles de señal (+1, 0, -1), los cuales son enviados por los tres pares usados para la transmisión y recepción. La

velocidad de transmisión de cada uno de los tres canales es de 33.3 Mbps.

100Base-FX: Especifica el uso de fibra óptica multimodo como medio de transmisión cubriendo distancias desde 450 m hasta 2 Km en un modo de transmisión *full duplex*. Utiliza también el esquema de codificación *4B/5B* para proveer 100Mbps.

3.13.2.4 Interfaz independiente del medio (MII)

Con el propósito de permitir mayor flexibilidad en el medio, *100Base-T* define un conector *MI* que provee una interfaz común entre la capa *MAC* y las tres diferentes capas físicas. Este conector, puede entonces ser aplicado con cualquier equipo *100Base-T* incluyendo adaptadores de red, concentradores, puentes, conmutadores o enrutadores. Definiendo también un cable *MI* que debe ser de 1 m de longitud.

3.13.2.5 Repetidores *100Base-T*

Realizan las mismas funciones que los repetidores de *10Base-T*. Un repetidor transmite y recibe datos simultáneamente. Si una colisión llegara a ocurrir en la red, el repetidor la propaga transmitiendo una señal de congestión. Si recibe un error, no intenta corregirlo y es transmitido a través de la red.

Cuando dos o más estaciones están conectada con un mismo tipo de cable, el *frame* es pasado directamente a través del repetidor. En cambio si se utilizan diferentes tipos de cable, se tiene que utilizar un repetidor de traducción ya que los cables emplean diferentes técnicas de codificación.

3.13.2.6 Consideraciones de diseño.

100Base-T aún conserva la máxima longitud de cable *UTP*, 100 metros, que puede existir entre un concentrador y un nodo. Sin embargo debido al incremento en la velocidad, existen ciertas diferencias que se tienen que considerar a la hora de implantar esta tecnología.

En el caso de que sean necesarios más puertos de los que una pila de concentradores pueda soportar, dos repetidores máximo pueden ser interconectados. Lo que implica una distancia máxima de 205 metros: 100 metros entre el concentrador y el nodo, 5 metros entre los concentradores.

Una distancia de 325 metros se puede lograr utilizando un solo repetidor entre una estación (100 metros UTP) y un enrutador o conmutador utilizando fibra óptica (255 metros).

La fibra óptica puede extender una distancia de 450 metros conectando 2 conmutadores o enrutadores utilizando un modo de transmisión *half duplex*.

La conexión con fibra óptica y modo de transmisión *full duplex* puede ser usada para conectar dos dispositivos de interconexión y cubrir una distancia de 2 Km. Figura 3.14.

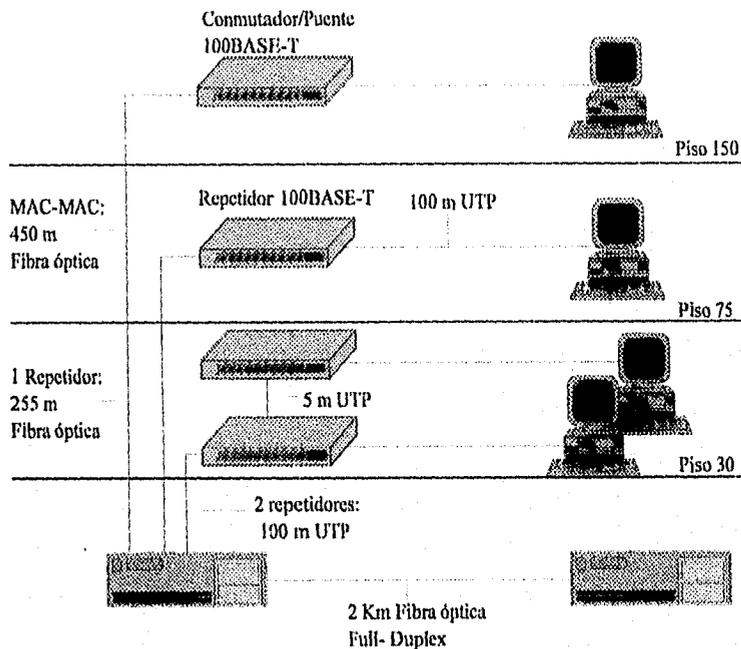


Fig. 3.14. Consideraciones de Diseño para Fast Ethernet

3.13.3 100VG-AnyLAN

Norma *IEEE 802.12*, con la que se puede alcanzar velocidades de transmisión de 100 Mbps para tráfico de datos, sobre cable de par trenzado. *100VG*, es un caso único para la historia de los procesos de normalización ya que fue desarrollado como un estándar propietario. Pero el *IEEE* decidió estandarizarlo junto con *Fast Ethernet*. De esta manera, nos encontramos con dos arquitecturas diferentes para soluciones similares, y por lo tanto incompatibles entre sí.

100VG tiene incorporados mecanismos que responden a condiciones de tráfico intenso, para aprovechar el ancho de banda, asignando prioridades en el acceso al medio. Este mecanismo de prioridades es conocido como Protocolo de prioridad por demanda *DPP*. El cual se basa en un concentrador inteligente que detectará aquellos *frames* con mayores prioridades asignadas, para permitirles el tránsito por el medio y colocar en una lista de espera los otros *frames* que lleguen al concentrador.

3.13.3.1 Concentradores

Cada nodo de la red mantiene un enlace punto a punto con el concentrador el cual provee los servicios para poder acceder a la red. Los concentradores administran el acceso a la red desempeñando un *round-robin polling* a cada uno de sus puertos para determinar qué nodo, si es que hay alguno, está solicitando el acceso a la red y si este requerimiento es de alta o baja prioridad. Figura 3.15.

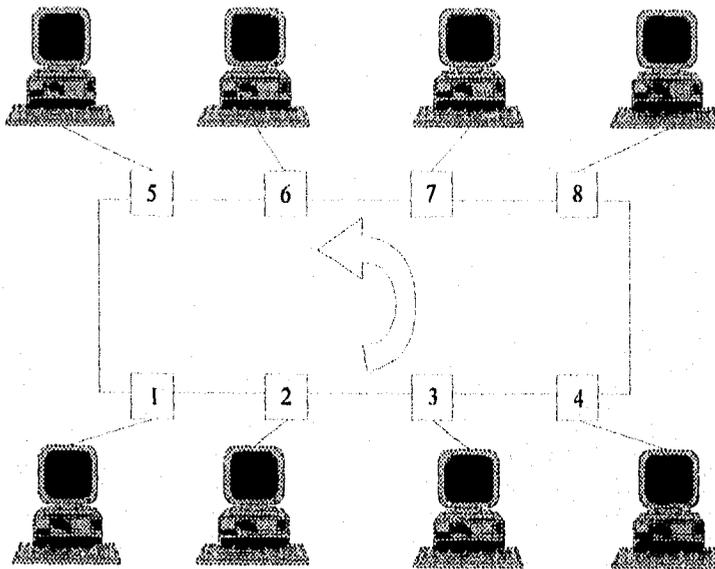


Fig. 3.15. Round-Robin Polling

Todos los concentradores conectados a un mismo segmento, deben ser configurados para soportar el mismo formato de *frames*. Por lo que los *frames* de *Ethernet* y *Token ring* no pueden coexistir en el mismo segmento de red. Figura 3.16

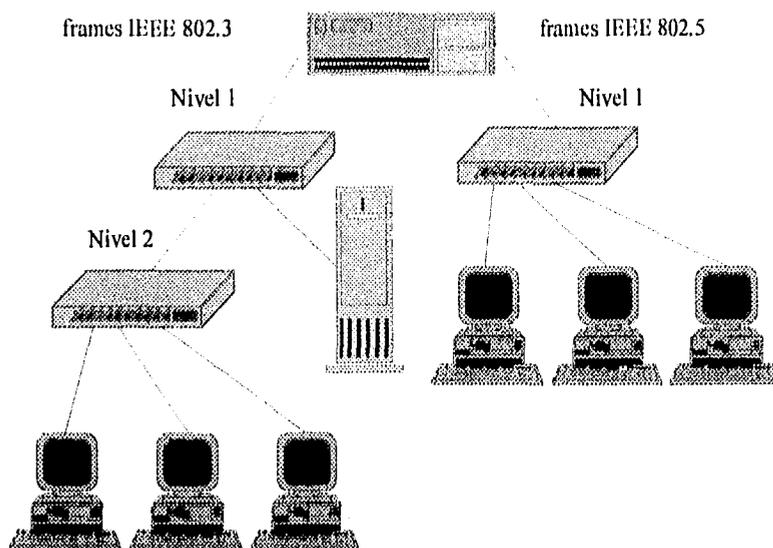


Fig. 3.16. Interconexión de redes 100VG-AnyLAN

Existen dos tipos de concentradores en 100VG-AnyLAN:

Concentrador principal: Es el concentrador central en la red permitiendo a los nodos conectarse en una topología en estrella. Un nodo en 100VG-AnyLAN incluye estaciones, servidores, conmutadores, puentes, enrutadores o cualquier otro concentrador. Además se encarga de administrar el proceso de *round-robin polling* al segmento completo de red.

Concentrador secundario: Un concentrador secundario se conecta a la red como un nodo adicional. 100VG-AnyLAN permite la conexión de hasta tres niveles de concentradores en cascada Figura 3.17.

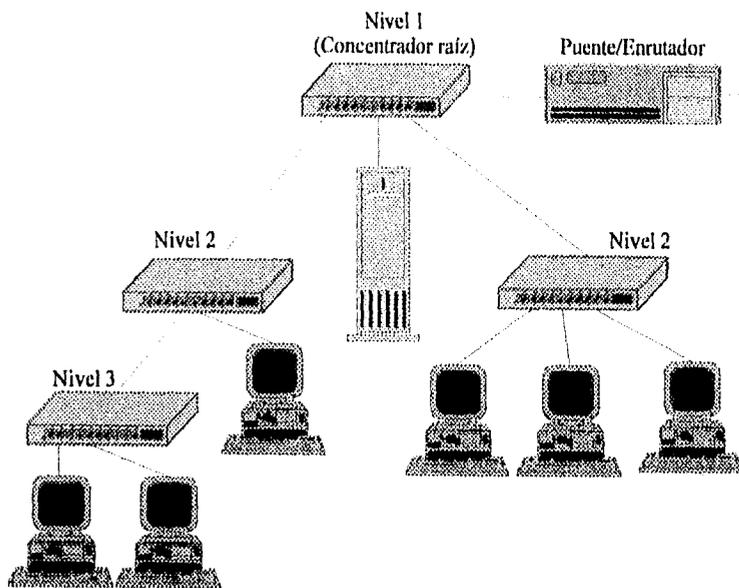
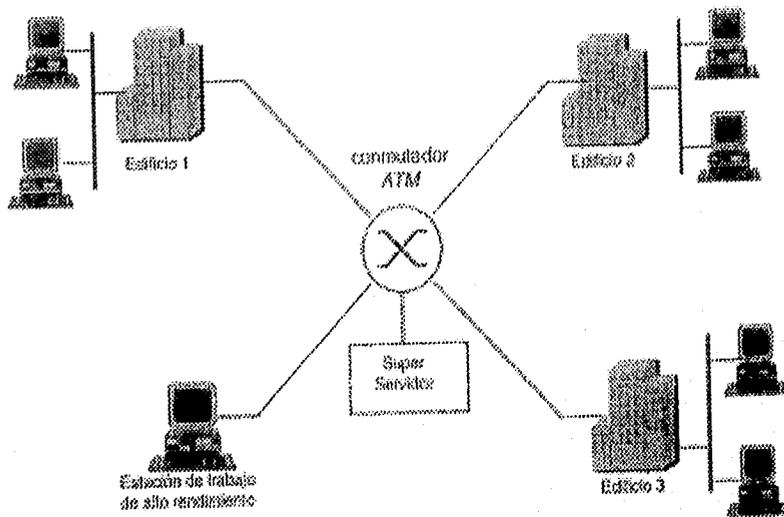


Fig. 3.17. Topología 100VG-Any LAN

cada concentrador tiene un solo puerto de enlace superior y varios puertos de enlace inferior. El primero está reservado para conectar un concentrador secundario, a un concentrador principal. Los segundos, conectan nodos o concentradores secundarios a la red.

La siguiente tabla muestra el tipo de cableado que utiliza 100VG-AnyLAN entre otras de sus características.

Cable	Tipo	# de pares	Longitud (metros)
UTP	Categoría 3, 4 y 5	4	100
STP	IBM tipos 1, 2, 6, 9	2	100
Fibra óptica	62.5/125µm	2 fibras	2000



Capítulo 4
TECNOLOGIA DE CONMUTACION Y
ATM

Capítulo 4 TECNOLOGIA DE CONMUTACION Y ATM

4.1 GENERALIDADES

Las redes actuales de medios compartidos que se basan en transmisión, están siendo superadas por la aparición de las nuevas aplicaciones y de los nuevos requerimientos de las empresas. La solución adecuada a estas nuevas aplicaciones es la conmutación. En tanto que las redes de área local de medios compartidos tradicionales se basan en la transmisión, los puentes y los enrutadores, la conmutación ofrece estaciones con conexiones dedicadas punto a punto, que las convierten de un servicio de un usuario a la vez, en un sistema paralelo que soporta varias conexiones simultáneas entre pares de dispositivos de comunicación. En realidad, cada dispositivo conectado a la red obtiene una conexión privada (o dedicada) con el conmutador. Dicho de otra manera, la conversión de medios compartidos a redes locales conmutadas es similar a la conversión de un sistema de líneas telefónicas para un solo grupo a otro sistema en el que cada oficina u hogar cuenta con su propio tono de marcar y su propio número telefónico. Así los usuarios se benefician porque la red esta disponible cuando la demanden y se podrá efectuar varios enlaces o comunicaciones privadas sin que exista interferencia entre ellas. Lo más importante, es que las redes conmutadas cumplen con el fin último de segmentar las redes locales hasta una estación por segmento, al mismo tiempo que se evita la complejidad, el costo y la reducción de las utilidades derivadas de la microsegmentación.

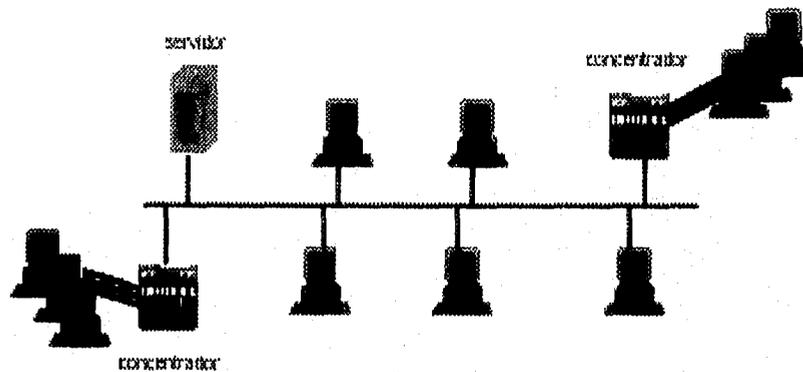


Fig. 4.1 Red de área local de medios compartidos

4.2 TECNOLOGÍAS DE CONMUTACIÓN

En general, existen tres tecnologías de conmutación. Las cuales son:

- Conmutación de Configuración (o de Puerto).
- Conmutación de Paquete (o de *Frame*).
- Conmutación de Celda.

Existe otra tecnología adicional: conmutación de traducción de paquete a celda. Todas éstas son representativas de tecnologías de red local de campus, excepto la conmutación de celda, que puede aplicarse tanto en área local como en redes de área amplia.

4.2.1 Conmutación de Configuración

La conmutación configurada o *configuration switching*, también llamada "conmutación de puerto", relaciona una conexión de puerto por un módulo anfitrión inteligente con alguno de los segmentos *Ethernet* o *Token-ring* del concentrador interno. Esto se logra mediante un programa de administración de red. Lo anterior proporciona un equivalente de panel inteligente, aplicable a centros de red y de cableado. La tarea se realiza cuando los usuarios se conectan por primera vez a la red, o cuando se cambian de ubicación. La conmutación configurada ofrece la capacidad de segmentar las redes para mayor rendimiento; lo anterior ayuda a reducir costos de administración relacionados con movimientos, adiciones y cambios. Esta tecnología de conmutación configurada opera en la capa 1 (física) del modelo *OSI*, siendo transparente a usuarios y a las capas superiores del modelo *OSI*.

A diferencia de las otras dos tecnologías de conmutación, la conmutación configurada ofrece el mismo rendimiento que las redes locales de acceso compartido. La característica principal de este tipo de conmutación reside en su habilidad de asignar puertos individuales a segmentos físicos individuales ofreciendo así un nuevo grado de flexibilidad en las redes actuales. Introducir la conmutación configurada trae consigo las siguientes características:

Rápida respuesta a problemas de rendimiento de la red, a través del balanceo de cargas: moviendo una parte de un grupo de trabajo excesivamente cargado, a una nueva subred para que ésta ayude a liberar carga de trabajo. El número de usuarios por red física y lógica se reduce, pero continúan compartiendo recursos comunes y aun los enrutadores se pueden seguir usando entre redes.

Por último, debido a que es menos compleja que los otros tipos de conmutación, su instalación es menos costosa.

4.2.2 Conmutación de Paquete

La conmutación de paquete o *frame switching*, también llamada conmutación de *frame* o de redes locales o *LAN switches*, utiliza *Ethernet* nativo o paquete *Token-ring* como unidad de información conmutada a través de la red, de tal forma que se aprovecha las computadoras personales ya instaladas.

Este tipo de conmutación opera en la capa 2 del modelo *OSI*, al igual que el puente multipuerto. El conmutador aprende la dirección *MAC* de cada estación o computadora. Así, examina la dirección de cada paquete de datos que recibe. A continuación, el paquete es enviado a través de la red para que lo reciba únicamente el destino indicado. El resultado es que la red se convierte en un conjunto de vínculos de alta velocidad punto a punto susceptible de establecer comunicación paralela. Se observa, además, que el rendimiento se incrementa porque la capacidad de ancho de banda se multiplica con la adición de cada conmutador. Así, conforme aumenta el número de usuarios, el ancho de banda también se incrementa, precisamente lo contrario de lo que sucede actualmente con las redes locales compartidas. Este tipo de conmutación puede ofrecer velocidades tales como: 10 Mbps ó 100 Mbps.

Por otra parte, en este tipo de conmutación se maneja las dos técnicas de conmutación: *cut-through* y *store and forward* que más tarde se explicarán a detalle.

4.2.3 Conmutación de Celda

Este tipo de conmutación también llamada *cell switching* o *Asynchronous Transfer Mode (ATM)* Modo de Transferencia Asíncrona, conmuta o procesa celdas de longitud definida igual a 53 *bytes*, a una velocidad de 155 Mbps o mayor. Cada celda *ATM* consiste de un encabezado de 5 *bytes* y 48 *bytes* de información o datos.

Presenta varias de las mismas características que la conmutación de paquete. Por ejemplo, como los conmutadores de paquete, los de celda se pueden configurar para soportar varios grupos lógicos de trabajo independientes de la ubicación de la conexión física. La diferencia fundamental es que este tipo de conmutación utiliza una unidad universal de información. Los conmutadores de celda trabajan con una celda corta de longitud fija, adecuada para transporte de datos, voz y video, y no con paquetes de longitud variable. Así, el uso de paquetes definidos, permite conmutación rentable basada en equipos de alta velocidad, lo cual, a su vez, ofrece servicios de aplicaciones mixtas: como transferencia de datos en bloque, datos interactivos, voz y video, tanto en instalaciones de red local como de área amplia.

ATM puede ser utilizado a cualquier nivel: *backbone*, *LAN* o *WAN*. El gran ancho de banda y el predecible alto rendimiento de la conmutación de celdas *ATM*, hace que esta tecnología sea usada en cualquier parte de una red empresarial. Aunque la conmutación

de celda encontró su primer gran uso en implementaciones con *backbones* privados, la tecnología alcanzará su gran objetivo cuando sea empleada a nivel escritorio, a bien, pueda soportar transmisión de video y multimedia. Actualmente ya se aplica en ciertos proyectos.

La diferencia principal entre la tecnología ATM y LANs de acceso compartidos (*Ethernet*, *Token-ring* y *FDDI*) son: uso de acceso dedicado, longitud de celda fija y su conexión orientada.

4.2.4 Conmutación de traducción de Paquete a Celda

Debido a que la celda ofrece un método de acceso fundamentalmente nuevo, si todos los usuarios se conectarán via ATM, deberían tener tarjetas adaptadoras de red ATM.

Una vez que se convierten los paquetes de red local compartidos a celdas ATM, las computadoras de trabajo *Ethernet*, por ejemplo, pueden comunicarse directamente con dispositivos conectados a ATM en la misma red; a este proceso se le denomina "celdificación". Llamado también "emulación de red local" o *LANs emulation*, el proceso protege la base instalada de tarjetas adaptadoras de red, al mismo tiempo que los planificadores de la misma logran la escalabilidad de la conmutación de paquete en las redes.

4.2.5 Redes locales virtuales

Aunque estas no son propiamente otra tecnología de conmutación, se menciona porque surge paralelamente al surgimiento de la conmutación de paquete y de celda. Las redes locales virtuales son grupos lógicos de usuarios y recursos de red correspondientes.

Las redes tradicionales presentan la capacidad de crear grupos de usuarios denominados "subredes", es decir, grupos físicos de dispositivos separados del resto de una red mayor por un enrutador. Las redes locales virtuales son, como ya se dijo, grupos lógicos de usuarios, servidores y otros recursos que aparentemente forman parte de la red local, aunque pueden estar distribuidos en una red de mayores dimensiones. La creación de grupos lógicos sin restricciones de ubicación física ayuda a las empresas a construir grupos dinámicos, flexibles y distribuidos que exige su reducción y la pérdida de jerarquías en las mismas.

Una ventaja de las VLANs o redes locales virtuales, es que facilitan la administración de la carga de red. Al reasignar los dispositivos de diferentes redes locales virtuales, los usuarios logran acceso a nuevos grupos lógicos de recursos, incluidos diferentes servidores, impresoras, bases de datos, etc. Supongamos un ejemplo de una empresa que tenga redes independientes para Ventas e Ingeniería instaladas en diferentes pisos del mismo edificio. Un ingeniero que se una a un grupo de trabajo de Ventas puede "conectarse de manera

lógica" a la red de Ventas (y por lo tanto, a todos sus recursos) sencillamente asignándolo a la Red Local Virtual de Ventas. Todos los servicios disponibles para los usuarios de Ventas estarán disponibles también para el ingeniero, aunque su estación de trabajo siga en su Departamento. De manera contraria, si el ingeniero se traslada físicamente a Ventas, podrá seguir conectado de manera lógica a la red de Ingeniería.

Para dichas reasignaciones de la red no se necesita hacer reconfiguraciones físicas ni cambios de dirección en la subred. No es necesario la administración del enrutador. Simplemente, el administrador de la red transfiere al usuario "Juan Pérez" a "Ventas", en lugar de "El NIC 110-125-01" a la "subred 109.25.3". Esto reduce enormemente el tiempo que llevaría responder a una solicitud de transferencia en la misma.

4.2.6 Función de los enrutadores y los conmutadores en las LANs

Los enrutadores, actualmente, se utilizan para determinar la mejor ruta que los paquetes de datos deben seguir para cruzar a través de la compleja red de computadoras, y para crear filtros entre diferentes LANs y conectar LANs y WANs distintas. Los filtros impiden el paso a ciertos usuarios de la red, elevando así la seguridad de acceso. Por otra parte, los enrutadores son usados, algunas veces, para microsegmentación física y así lograr mayor rendimiento. Sin embargo, esta última función no la realizan con alto grado de calidad. Aquí es donde aparecen y juegan un papel importante los conmutadores..

Son los conmutadores los que permiten a los diseñadores de red, asociar a usuarios con redes lógicas, independientemente de dónde se encuentren ubicados físicamente.

Así, la conmutación es óptima para alto rendimiento y bajo retardo, en tanto que los enrutadores permite proteger su red con filtros. Aplicando lo anteriormente dicho, al subtema anterior, se puede decir que: el conmutador está dentro de las redes virtuales para proporcionar acceso a alta velocidad entre las estaciones de trabajo y los servidores; en tanto que el enrutador está entre las redes virtuales para distribuir o particionar los recursos y mantener las transmisiones, al mínimo.

4.3 TECNICAS DE CONMUTACIÓN

Existen dos técnicas en las tecnologías de conmutación actuales: *store and forward* y *cut-through*.

4.3.1 Técnica *Store and Forward*

Esta técnica denominada "Almacena y Envía", está basada en el concepto de retención del paquete de datos entero. Es decir, cada paquete de información entra al conmutador

y es almacenado en su totalidad en el *buffer*. Estando aquí se presenta la corrección de errores y filtro de datos. Teniendo el paquete completo, es más fácil revisarlo. Esta técnica soporta velocidades desde 4 Mbps hasta 155 Mbps así como conversión de protocolos.

La siguiente figura ilustra cómo se lleva a cabo esta técnica.

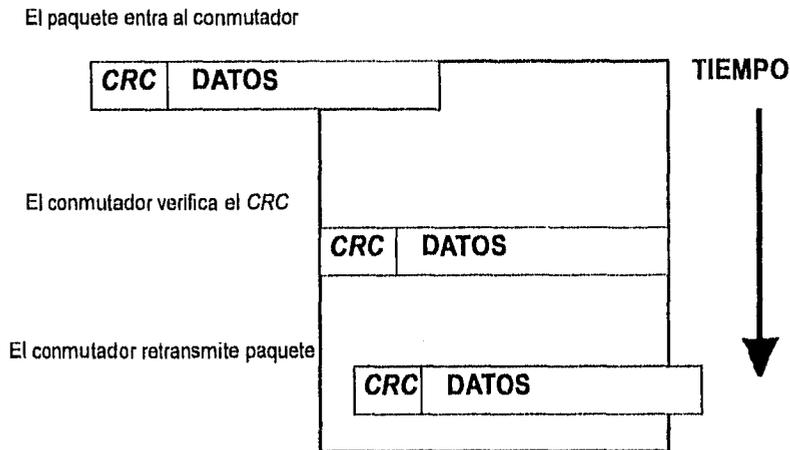


Fig. 4.2 Esquema del funcionamiento de la técnica *store and forward*.

Se recibe todo el paquete y lo estudia para después enviarlo. Antes de enviarlo, deberá verificar el *Cyclic Redundancy Check (CRC)* Verifica Redundancia Cíclica, la cual es una técnica de verificación de errores en la cual el receptor del *frame* o paquete calcula el residuo que se obtiene al dividir el contenido del paquete entre un divisor binario primo (a lo cual se le llama precisamente *CRC*) y lo compara con el valor previo que el nodo transmisor almacenó en el mismo paquete. Si la comparación ofrece un resultado adecuado, se envía el paquete. Su latencia es aproximadamente de 1200 seg.

En esta técnica está basado el funcionamiento de los puentes, enrutadores, conmutadores X.25 y conmutadores ATM.

4.3.2 Técnica *Cut-Through*

La técnica *Cut-Through* es extremadamente rápida, de tal manera que permite conmutar desde la entrada del paquete. Cuando se empieza a realizar el proceso de filtro, se puede estar transmitiendo la parte del paquete verificada o filtrada, es decir, antes de que el conmutador haya recibido por completo el paquete de datos. En el proceso de análisis o

filtro se lee la dirección del destino y la del transmisor del paquete, además de verificar que el paquete no sea menor a 64 bytes. Una característica importante de esta técnica es que no verifica el CRC a cada paquete, lo cual resulta en ahorro de tiempo. Su latencia es más baja que la de la técnica anterior: 40 seg. Esta técnica se utiliza en los casos en que no se requiera verificación de errores. La Figura 4.3, muestra esquemáticamente la técnica *Cut-Through*.

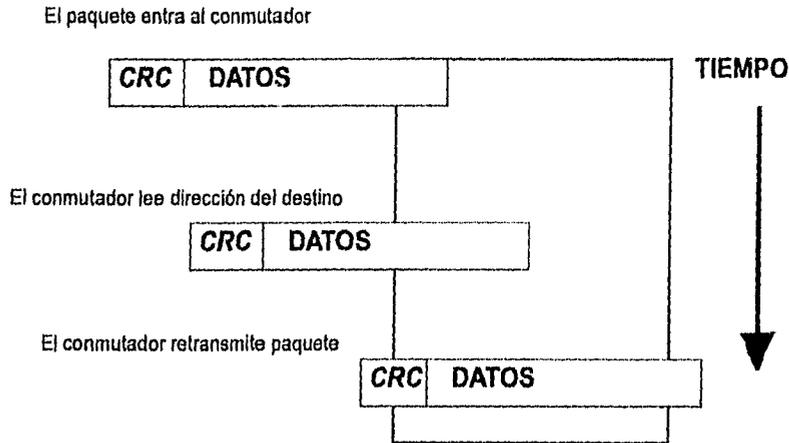


Fig. 4.3 Esquema del funcionamiento de la técnica *cut-through*.

4.3.3 Otra técnica: Conmutación Libre de error

Esta técnica es la combinación de las dos mencionadas anteriormente. Es decir, se utiliza la técnica que más convenga en el momento del análisis del paquete. Si es un evento o proceso en el cual no es importante la velocidad pero sí verificar CRC, esta técnica se convierte en *Store and Forward*. Si, repentinamente se requiere no verificar los CRC de los paquetes (debido a que no se estén presentando errores) pero sí es importante la velocidad con que se transmitan, esta técnica se convierte en *Cut-Through*. Es una técnica costosa debido a la inteligencia con que debe procesar.

Aquí es importante, entonces, mencionar cuando es importante verificar los CRC's y cuando no es importante.

Si es importante verificar CRC's:

- Al transmitir paquetes entre redes de diferentes características.

- Al transmitir paquetes de LANs a WANs y viceversa.
- Cuando se trata de diferentes protocolos.

No es importante verificar CRC's:

- Al transmitir paquetes dentro de redes locales.
- En conexiones punto a punto:
 - Ethernet* dedicado o privado.
 - Full duplex*.
- Al conmutar entre concentradores y servidores.

4.4 ATM

La tecnología *Asynchronous Transfer Mode (ATM)* o Modo de Transferencia Asíncrona, ha surgido como uno de los pasos más importantes de esta década. Apenas diez años después del surgimiento de las tecnologías de red de medios compartidos como *Ethernet* y *Token-ring*, la tecnología *ATM* ofrece una nueva manera de intercambiar datos a alta velocidad. Ahora se trata de una tecnología de conmutación, llamada conmutación de celda.

Ha sido diseñada para poder soportar la mezcla de todas las tecnologías y protocolos de voz, video y datos; además de poder soportar mayor ancho de banda.

4.4.1 Generalidades

La tecnología *ATM* es una de multiplexaje orientada a conexiones, en la cual la información es transmitida en celdas consistentes de 53 bytes. El *ATM* promete satisfacer instantáneamente, las necesidades de comunicaciones, al ofrecer la transmisión de aplicaciones síncronas y asíncronas de voz, video y datos, a distintas velocidades, en diversas direcciones y con diferentes grados de calidad y de servicio. Se dice que el *ATM* es superior a las técnicas tradicionales multiplexaje por división del tiempo, debido a que puede manejar el ancho de banda de una forma flexible e inteligente concediéndolo a las aplicaciones sólo cuando éstas lo requieren.

A través del *ATM* se puede consolidar varias redes diferentes al simplificar el manejo y mantenimiento de las mismas, al igual que reduce la necesidad de usar múltiples enlaces. Aun cuando el *ATM* es independiente de la velocidad de transmisión, debido a la carga general en cada celda, los beneficios que ésta ofrece se empiezan a apreciar a velocidades T1/E1, y son realmente notables cuando las velocidades de enlaces troncales alcanzan o exceden los niveles T3 ó E3.

4.5 DEFINICIÓN DE ATM

ATM es un estándar internacional definido por ANSI y ITU-TSS (también conocidos como CCITT) que implementa alta velocidad, conexión orientada, tecnología de multiplexaje y conmutación de paquetes que es necesario proporcionar al usuario con ancho de banda virtualmente ilimitada.

Observemos que en las redes actuales los usuarios tratan de realizar sus aplicaciones con más ancho de banda de lo que la red le permite. A mediados de los 80's, los investigadores empezaron a trabajar sobre las tecnologías que podrían soportar las redes de datos, voz y videos a alta velocidad. Como resultado obtuvieron los estándares de *Broadband-Integrated Services Digital Network (B-ISDN)* o Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha, cuya parte principal es la tecnología ATM. La *B-ISDN* se diseñó para soportar servicios que requieren de velocidades variables y constantes. Dichos servicios incluyen aplicaciones de datos, voz, video y multimedia. La intención de *B-ISDN* es reemplazar la red pública actual y convertirse en la red universal del futuro. ATM es parte fundamental para lograr lo anterior.

4.5.1 Modos de Transferencia

Ahora, es importante preguntar porque se eligió el modo de transferencia asíncrona. Un modo de transferencia es un método de transmisión, multiplexaje y conmutación de datos dentro de una red. Los investigadores consideraron tres modos de transferencia para formar el *B-ISDN*. Estos son:

- *Synchronous Transfer Mode (STM)*, Modo de Transferencia Síncrona.
- *Packet Transfer Mode (PTM)*, Modo de Transferencia de Paquete.
- *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*, Modo de Transferencia Asíncrona.

Los investigadores tuvieron que elegir una de las tres.

4.5.1.1 Modo de Transferencia Síncrona (STM)

Este modo de transferencia distribuye el ancho de banda entre los usuarios de la red, de acuerdo a una posición predefinida en la transmisión de paquetes. Este método normalmente es usado en los canales de bancos. Como ejemplos de este modo se tienen los siguientes: circuitos *TI*, circuitos *E1* y circuitos *Synchronous Digital Hierarchy (SDH)* Jerarquía Digital Síncrona, los cuales son proporcionados por portadoras de telecomunicaciones.

Cuando se usa este método, cada transmisión de paquete se divide en una serie de intervalos de tiempo. Cada intervalo de tiempo del paquete se reserva para cada usuario, no importando si tiene datos o no para transmitir. En la Figura 4.4, se muestra que el intervalo de tiempo 2 está dedicado al mismo usuario, en cada uno de todos los paquetes.

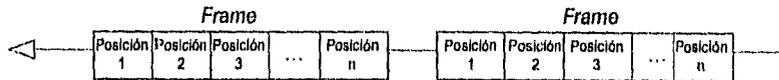
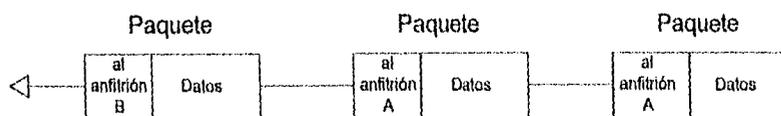


Fig. 4.4 Modo de transferencia síncrona (STM).

Este modo es adecuado para la transmisión de voz y video debido a que ofrece servicios a velocidades constantes. Tanto voz como video necesitan de cantidades fijas de accesos garantizados a la red, de lo contrario la calidad de la transmisión disminuirá rápidamente. Este método es ineficiente para comunicaciones de datos, ya que las aplicaciones de datos son pesadas por naturaleza. Lo anterior se refiere a que un usuario se encuentra libre durante períodos de tiempo relativamente largos y se encuentra activo por períodos de tiempo relativamente cortos. Desafortunadamente, si el usuario no tiene datos por transmitir, el intervalo de tiempo se desperdicia debido a que STM no permite que dicho tiempo se reasigne, temporalmente, a otro usuario.

4.5.1.2 Modo de Transferencia de Paquete (PTM)

El modo de transferencia de paquete, desde su inicio fue desarrollada para superar las limitaciones de la conmutación de circuitos para las comunicaciones de datos en redes privadas. En cualquier tecnología de red que se base en PTM, las unidades de datos de tamaño variable (llamadas paquetes) son transmitidos a través de una red estructurada en malla. Cada paquete contiene un dato de usuario y un encabezado que proporcionan información usada por la red para desarrollar el enrutamiento, control de flujo y corrección de errores. Una vez que se ha establecido la ruta física entre el nodo o estación origen y el nodo destino, algún paquete se transmite de un nodo a otro de la red, hasta que éste alcanza su destino final. Normalmente el modo de transferencia de paquete se implementa en comunicaciones de datos (no voz ni video) a través de tecnologías tales como: *Ethernet*, *Token-ring*, *FDDI*, *X.25* y *Frame Relay*.

Fig. 4.5 Modo de transferencia de paquetes (*PTM*).

Como ya se mencionó, las aplicaciones de comunicaciones de datos, por naturaleza, son pesadas. Un buen ejemplo de esta situación se da en la tecnología cliente-servidor. El cliente (usuario de la red) realiza una solicitud de algo a un servidor (anfitrión de la red), por ejemplo, una transferencia de archivo. El cliente con su solicitud, usa poco ancho de banda, en tanto que, el servidor, cuando transfiere el archivo de datos puede llegar a ocupar todo el ancho de banda de la red. El *PTM* es una solución posible a esta situación, ya que una estación de trabajo solamente consume ancho de banda cuando necesita transmitir datos. Cuando está libre una estación, el ancho de banda de la red puede ser utilizado por otras estaciones. Otro punto que no es crítico en las comunicaciones de datos es el retardo variable (dentro de límites razonables).

Sin embargo, el *PTM* no puede ofrecer el acceso a red de manera garantizada, requerido por las aplicaciones de velocidad constante tales como: voz y video. Estas aplicaciones toleran poco retardo en la transmisión, pero pueden manejar algunas pérdidas o información inadecuada. Pero, realmente es difícil transmitir voz y video a través de una red *PTM* porque existe un retardo variable intrínseco al conmutar los paquetes.

4.5.1.3 Modo de Transferencia Asíncrona (*ATM*)

Como ya se mencionó el *STM* es excelente para aplicaciones de voz y video, en tanto que el *PTM* es adecuado para las aplicaciones de datos, pero no puede garantizar el ancho de banda y bajo retardo requerido para aplicaciones de voz y video.

El Modo de Transferencia Asíncrona (*ATM*) proporciona las capacidades de *STM* (retardo de transmisión constante y capacidad garantizada) y de *PTM* (flexibilidad y habilidad para manejar tráfico variable), de manera que es excelente para las tres aplicaciones: voz, video y datos.

En *ATM*, toda la información es formada dentro de unidades pequeñas de longitud fija, llamadas celdas o *cells*. Cada celda está formada por 53 bytes, los cuales son divididos

en 48 bytes de información (conocido también como campo de información) y 5 bytes para el encabezado de la celda. Dentro de este encabezado existe un identificador de circuito virtual o *virtual circuit identifier (VCI)* usado por la red para enrutar o dirigir a cada celda a su destino correcto.

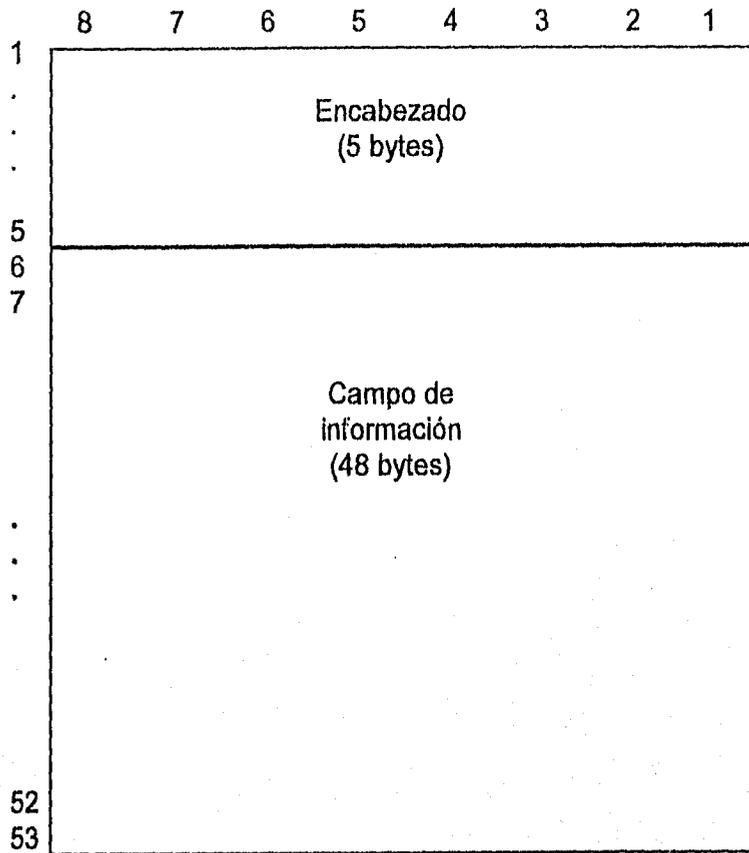


Fig. 4.6 Celda del modo de transferencia asincrónica (ATM).

El principal objetivo del ATM es ofrecer comunicaciones de alta velocidad, para que soporte las aplicaciones de voz, video y datos. Gracias al uso de las pequeñas celdas de longitud fija, se han resuelto muchos problemas encontrados cuando están aplicaciones corren en el mismo ambiente de red:

- La naturaleza orientada a conexiones de *ATM*, proporciona los beneficios de los circuitos conmutados. Es decir, ofrece mínimos retardos en las aplicaciones de voz y video.
- El uso de celdas de datos de longitud fija permite que el diseño de los circuitos de conmutación estén basados en el silicio. Esto reduce ampliamente el tiempo de procesamiento requerido para cada celda, incrementa el rendimiento del conmutador y reduce el costo de esta tecnología.
- Las celdas de información de video no son retardadas o afectadas por las celdas de datos, ya que todas ellas son del mismo tamaño. Esto ayuda a predecir, de manera relativamente fácil, la cantidad de retardos que existirán en la red. Asimismo, la variación en el retardo disminuye considerablemente, ya que las aplicaciones sensibles tales como voz y video son capaces de compartir las mismas facilidades de transmisión que las utilizadas en las aplicaciones de datos.
- El uso de celdas de longitud fija representa una ventaja sobre la gran debilidad de *STM*: el ancho de banda inutilizado por un nodo o estación que no tiene que transmitir. En *ATM*, si el nodo o estación no tiene que transmitir, el ancho de banda puede ser utilizado por otro nodo o celdas.

En este modo de transferencia, el término asíncrona se refiere a que la transmisión de datos se presenta con *bits* de inicio y de paro, sin tener un reloj común de sincronización entre el origen y el destino. El término asíncrono, así mismo, significa que todas las celdas transmitidas por un usuario, no necesariamente se presentan en forma periódica.

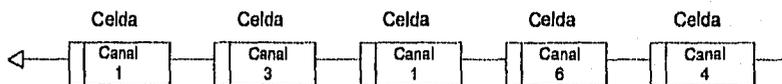


Fig. 4.7 Modo de transferencia asíncrona (*ATM*).

4.5.1.4 Resumen de Modos de Transferencia

En la siguiente tabla se muestra el porqué se usa más el Modo de Transferencia Asíncrona.

Capacidad	STM	PTM	ATM
Unidad de conmutación	Grupos de bits.	Paquete de longitud variable.	Celda de longitud fija.
Direccionamiento	Posición del intervalo.	Dirección del paquete.	Identificador de conexión.
Multiplexaje	División en el tiempo.	Estadístico.	Celdas asincrónicas.
Ancho de banda	Dedicado.	Flexible.	Flexible y escalable.
Retardo en la red	Baja.	Más baja.	Aún más baja.
Aplicaciones	Voz y video.	Datos.	Voz, video y datos.

TABLA 4.1 Matriz de Comparación, entre modo de transferencia síncrona (STM), modo de transferencia por paquete (PTM) y modo de transferencia asíncrona (ATM).

En la tabla anterior se observa que el Modo de Transferencia Asíncrona es la que más se adapta a las necesidades actuales de alta velocidad. Las ventajas que ATM ofrece se empieza a apreciar a velocidades T1/E1, y son realmente notables cuando las velocidades de los enlaces alcanzan o exceden los niveles de T3/E3.

4.5.2 Comparando tecnologías de redes tradicionales con ATM

La tecnología ATM es muy diferente con respecto a las redes tradicionales: Ethernet, Token-ring y FDDI. Las principales diferencias son:

- Ancho de banda extremadamente flexible y escalable a diferencia del ancho de banda fijo de las redes tradicionales.
- Acceso punto a punto conmutado a diferencia de los medios compartidos de las redes LAN.
- Modo de operación orientada a conexiones
- Pequeñas celdas de longitud fija, a diferencia de los paquetes de longitud variable que se utilizan en las redes tradicionales.

- Falta de corrección de errores en los enlaces. En las redes tradicionales si existe corrección de errores.

4.5.2.1 Ancho de banda escalable

Uno de los principales objetivos de *ATM* es soportar ancho de banda escalable. A diferencia de las redes tradicionales *LAN* y *WAN*, *ATM* es independiente de la tecnología de transmisión sobre la que se esté desarrollando. Para lograr la escalabilidad y flexibilidad, *ATM* se ha diseñado para operar a diferentes velocidades, sobre medios diferentes usando tecnologías de transporte.

ATM será ofrecida sobre velocidades existentes, tales como *T3* (45 Mbps), *E3* (34 Mbps) y fibra óptica multimodo (100 Mbps). Muy pronto *ATM* estará trabajando a una velocidad de 155 Mbps en una interfaz llamada *Synchronous Optical Network (SONET)* o Red Óptica Síncrona. Más adelante, la misma *SONET* permitirá a *ATM*, trabajar a velocidades de 622 Mbps, 1.2 Gbps y 2.4 Gbps.

4.5.2.2 Acceso punto a punto conmutado

Ya se mencionó que en una red tradicional de acceso compartido, el ancho de banda disminuye cada vez que se agregan nuevos usuarios a la red.

Una red *ATM* se diseña con una topología estrella con una línea de acceso dedicado a cada nodo de la red. Lo anterior ofrece varias mejoras con respecto a las redes de acceso compartido:

- La topología estrella, le permite al conmutador *ATM* soportar varias velocidades de acceso. Lo cual quiere decir que la velocidad de cada conmutador puede ser adaptada a las necesidades de los nodos conectados a la red. La topología estrella permite enlaces caros y de alta capacidad con enrutadores y servidores de alto rendimiento, en tanto que los enlaces menos caros se presentan hacia las estaciones de trabajo. Lo anterior, permite que los usuarios que trabajan a baja velocidad compartan el mismo conmutador a través de aplicaciones intensivas.
- Existen varias arquitecturas de diseño de conmutadores que se han implementado para soportar la conmutación de celdas *ATM*. Las más sofisticadas utilizan una nueva forma de conmutación: sin bus a diferencia de las arquitecturas tradicionales que se basan en el bus. En el conmutador basado en el bus, todas las celdas deben pasar a través de un bus interno compartido, desde la interfaz de entrada hasta la de salida. Esta clase de arquitectura requiere que todas las celdas pasen a través de un único punto que tiene un ancho de banda fijo. En cambio, en un conmutador paralelo (sin bus), varios elementos de conmutación transportan paquetes de datos, simultáneamente, a través de los puertos de entrada y de salida. En consecuencia,

cada celda pasa a través de un conmutador *ATM*, sin tener dificultades, en el mismo intervalo de tiempo.

- El uso de una arquitectura paralela ayuda a disminuir los problemas de contención de información en aquellas redes que poseen pocos recursos. Esto se debe a que los nodos de red no tienen que competir con otros nodos para tener acceso al conmutador, debido a que cada uno de ellos tiene una línea de acceso dedicado. Así mismo, el tráfico dentro del conmutador no tiene que competir con otro tráfico para tener acceso al bus interno, ya que el conmutador está basado en una arquitectura sin bus.

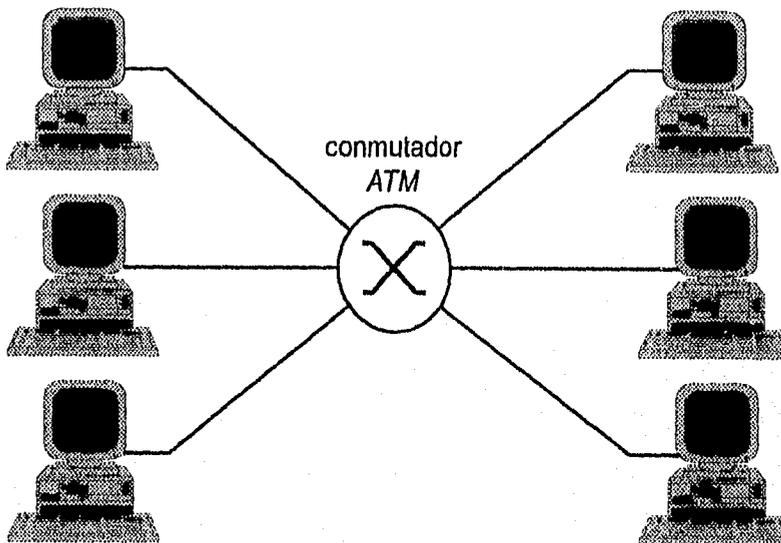


Fig. 4.8 Acceso paralelo de *ATM* punto a punto.

4.5.2.3 Modo orientado a conexiones

Las tecnologías tradicionales *PTM* no trabajan en modo orientado a conexiones (*connectionless*). En este modo, para transmisión de datos, no se requiere una conexión pre-establecida entre el nodo origen y el nodo destino. En consecuencia, los datos fluyen o viajan a lo largo de la red, utilizando la mejor ruta disponible. Este servicio es conocido también como servicio de datagrama.

En cambio, *ATM* opera en el modo orientado a conexiones, el cual requiere de una conexión virtual pre-establecida entre el nodo origen y el nodo destino, antes de que los datos sean transmitidos. Estas conexiones implican tres fases:

- Establecimiento de conexión.
- Transferencia de datos.
- Finalización de conexión.

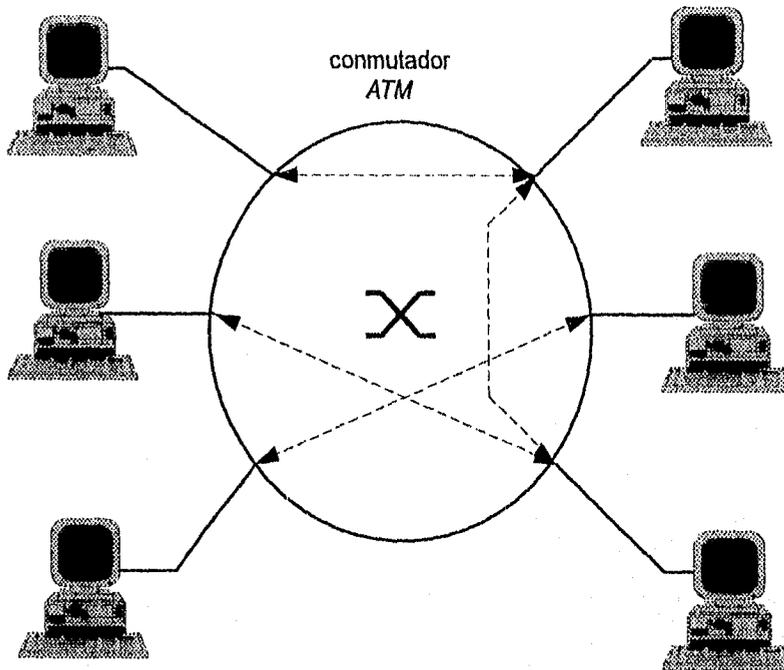


Fig. 4.9 Conexiones virtuales.

Una red orientada a conexiones ofrece varias ventajas con respecto a las redes no orientadas a conexiones, cuando se trata de soportar aplicaciones de alta velocidad en tiempo real:

- Una red orientada a conexiones permite garantizar un mínimo nivel de servicio. Si la red no ofrece suficientes recursos para aceptar conexiones, la red simplemente rechaza el establecimiento de conexión. Esto garantiza que la red tendrá suficientes recursos que soporten todas las conexiones activas y que los sobreflujos no se presenten.

- Una conexión lógica entre usuarios, indica que las señales viajan sobre la misma ruta lógica durante el tiempo de conexión y que el retardo de conmutación es prácticamente eliminado. Esto se vuelve importante para las aplicaciones de voz y video ya que éstas son extremadamente sensibles a las variaciones de los retardos.
- Los diversos dispositivos de un circuito virtual pueden operar a diferentes velocidades, ya que la conexión física no se encuentra establecida. Esto permite que los datos sean transmitidos a la velocidad del nodo origen y recibidos a diferente velocidad por el nodo destino.
- El uso de las conexiones es bastante elevado. Cuando no existen más datos que transmitir, se termina la conexión y, los recursos de red asignados previamente, podrán ser utilizados por otra conexión.

4.5.2.4 Celdas de longitud fija

Las tecnologías tradicionales de *PTM*, transmiten datos en un formato de paquetes de longitud variable, en tanto que *ATM* utiliza celdas de longitud fija, lo cual ofrece ciertas ventajas. Como ya se mencionó, la celda consta de un encabezado de 5 bytes y un campo de información de 48 bytes, para totalizar 53 bytes. La principal función del encabezado es identificar la conexión virtual a la cual pertenece el paquete de datos. Además, a diferencia de otras tecnologías, las funciones del encabezado del *ATM* no son la corrección de errores ni el control del flujo; por lo tanto, el conmutador procesa la celda rápidamente, eliminándose los retardos en las colas de espera y aumentándose el rendimiento.

El hecho de que esta conmutación use un campo de información pequeña (48 bytes), ayuda a reducir el número de buffers internos que se deben soportar. Por lo tanto, se reduce su latencia.

4.5.2.5 Eliminación de corrección de error y del control del flujo

A diferencia de una red *X.25*, la tecnología *ATM*, como ya se mencionó, no ofrece corrección de errores y control de flujo en un enlace de tipo básico. Esto significa que, si en el enlace físico se presentan bits de errores o existe una sobrecarga temporal (perdiéndose la o las celdas), no se realizan correcciones de dichos errores. Una red *ATM*, no solicita o no gestiona la retransmisión de una celda perdida en la transmisión. Estas funciones no son necesarias por dos razones:

- La transmisión digital basado en fibra óptica, ha generado un ambiente de transmisiones libres de error. En los 70s, la razón o proporción de bits de errores por bits de información era de: 1 bit de error por cada 10,000 bits de información. Actualmente, dicha proporción es de 1 bit de error por cada 1,000,000 bits de información, lo cual permite evitar la corrección de errores.

- Debido a que la red ATM es una conmutación de celdas y evita la corrección de errores, el rendimiento en cada nodo es alto.

En la Figura 4.10, se muestra esquemáticamente la eliminación de corrección de errores.

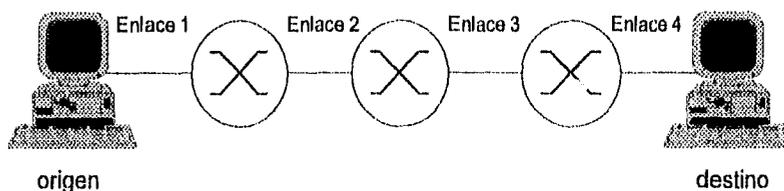


Fig. 4.10 Eliminación de corrección de error y de control de flujo.

4.5.3 Operación básica de una red ATM

A continuación se examina como se usa ATM para ofrecer conectividad de alto rendimiento y en tiempo real, a nivel campus. La Figura 4.11 muestra una topología de campus, la cual consiste de un simple conmutador ATM. Se presentan estaciones de trabajo de alto rendimiento, superservidores y enrutadores con adaptadores de interfaz ATM que se conectan a un conmutador ATM, mediante líneas de acceso dedicadas.

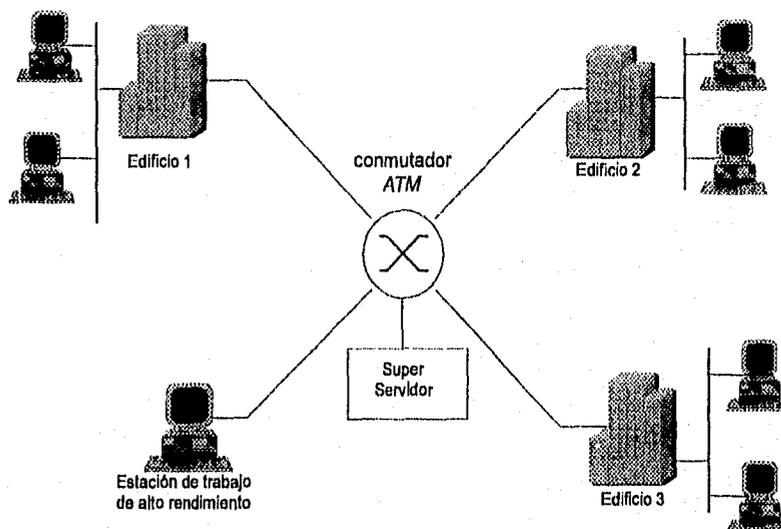


Fig. 4.11 ATM como un backbone en campus.

En esta configuración, se presentan circuitos virtuales, ya establecidos entre cada uno de los dispositivos conectados al conmutador *ATM*. Dichos circuitos permiten la intercomunicación de los dispositivos conectados al conmutador *ATM*.

Los protocolos de comunicaciones más comunes, manejan paquetes de datos de longitud variable. Para el caso de los dispositivos *ATM*, se utilizan protocolos de adaptación que permiten segmentar los paquetes de datos en celdas, para que sean transmitidas a través de la red y una vez que llegan a su destino son reensambladas para convertirse nuevamente en paquetes de datos. En la Figura 4.12 se muestra gráficamente la segmentación y reensamble de los paquetes.

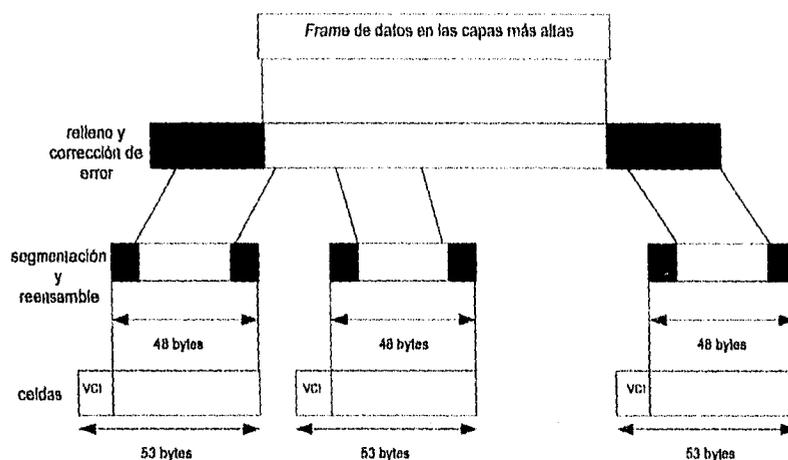


Fig. 4.12 Segmentación y reensamble.

Cada nodo *ATM* agrega un encabezado o indicador a cada paquete de datos que se tenga que transmitir a través de la red. Este encabezado, entre otras cosas, permite que el sistema detecte errores tales como la pérdida de celdas. El bloque de datos resultantes son, entonces, segmentados en unidades pequeñas con encabezados o indicadores adicionales. Estos, a su vez, protegen contra los errores de transmisión e indican el inicio y el fin de cada uno de los segmentos que pertenecen a los paquetes de datos. Cada segmento es dimensionado para que tenga un campo de información de 48 bytes, necesarios en una celda *ATM*. Dichos segmentos son colocados dentro de los encabezados de las celdas con el apropiado *Virtual Circuit Identifier (VCI)* y después son transmitidos al conmutador *ATM*. Cuando una celda llega al conmutador *ATM*, el proceso de conmutación utiliza el *VCI* del encabezado y el número de enlace entrante para que se tenga acceso a la tabla de conmutación. Así, en esta tabla se establece la interfaz de salida sobre la cual será transmitida la celda. Una vez que la celda llega a su destino, el nodo invierte el proceso de segmentación a uno de reensamble para unir todas las celdas que formarán el paquete original. Después, dicho paquete será examinado y descartado si se le detecta un error. Cuando un paquete se descarta, un protocolo de más alto nivel

detecta la pérdida de la celda e inicia el proceso de recuperación así como su retransmisión.

4.6 FACTORES QUE IMPULSAN EL SURGIMIENTO DE ATM

Como ya se mencionó, existen muchas causas o fuerzas que determinan el desarrollo y el empleo de las tecnologías de redes de alta velocidad. La demanda de un mayor ancho de banda está creciendo. Aunque actualmente existen pocos usuarios y/o grupos de trabajo que lo demandan, estos tienden a ser cada vez más. Existen varias razones por las que se está dando este crecimiento:

- El continuo crecimiento del número de nodos en la red.
- El aumento en la capacidad de memoria y almacenamiento de las plataformas de escritorio.
- El popular crecimiento de las interfaces gráficas de usuario (*GUIs*).
- El desarrollo intensivo ancho de banda para aplicaciones gráficas, tales como: gráficos, imágenes y multimedia.
- Aplicaciones de bases de datos corriendo en ambientes de tecnologías cliente-servidor más que correr en ambientes tradicionales basados en anfitriones.
- La necesidad de proporcionar accesos a alta velocidad, a grandes volúmenes de datos desarrollados o necesitados por los empleados de una empresa.

4.6.1 Problemas actuales de redes

Dentro de pocos años, las redes locales compartidas, tales como *Ethernet* y *Token-ring*, no podrán satisfacer las demandas de mayor ancho de banda. En este tipo de redes, llega un momento en el que únicamente una sola estación de trabajo puede realizar transmisiones. Esto significa que la velocidad de transmisión limita la capacidad de la red de área local. Lo anterior, provoca dos problemas:

- Cada usuario de una red de medios compartidos tiene limitado su ancho de banda correspondiente, al ser más usuarios dentro de la red.
- Cuando el ancho de banda ya no es suficiente para los usuarios, la red tiene problemas de funcionamiento, se dice que la red "se ha caído".

4.6.2 Segmentación como una solución alterna

Para resolver los problemas actuales de las redes existen dos soluciones: emplear tecnologías de redes de alta velocidad y, por otra parte, dividir la red existente en

pequeños segmentos. Como la primera solución es más costosa (aunque más efectiva), algunos optan por la segunda. Así, si se reduce el número de usuarios por segmento, el ancho de banda para cada uno de ellos aumenta. Existen algunas estrategias para poder realizar la segmentación de redes:

- Concentradores de conmutación convencionales.
- Concentradores de conmutación de puertos.
- *Backbones* distribuidos.
- *Backbones* colapsados.

4.6.2.1 Concentradores de conmutación convencionales

Este tipo de concentradores aplican la conmutación de paquetes a alta velocidad para alcanzar mejoras en las redes instaladas *Ethernet* y *FTDI*. Estos dispositivos constan de un chasis equipado con varios buses comunes. Estos buses soportan módulos de puertos múltiples de alta velocidad, que pueden estar en grupos de 8 ó 12 nodos. Además aceptan otro tipo de módulos tales como: fuentes de energía, puentes internos y unidades de administración de red. A continuación se muestra la Figura 4.13

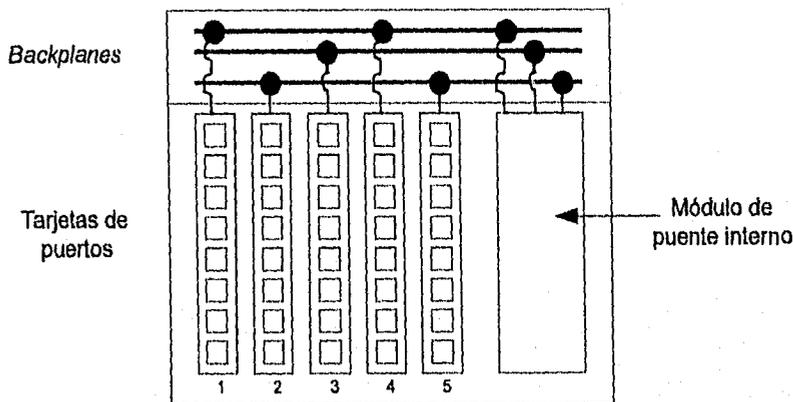


Fig. 4.13 Arquitectura de un concentrador de conmutación convencional.

Se observa que cada tarjeta de puertos forman un sub-segmento. Todas las tarjetas de puertos que están conectados al mismo *bus* o *backplane* se convierten en miembros de un mismo segmento físico. Los puertos de las tarjetas 1 y 4 son miembros del mismo segmento físico; en tanto que los nodos de las tarjetas 2 y 5 son miembros de otro segmento físico. Así, la comunicación entre puertos que pertenecen a diferentes segmentos, se lleva a cabo mediante un módulo de puenteo; también se puede usar un

módulo externo de puente/enrutador. Así, la ventaja es que nodos de diferentes segmentos pueden ser conectados o asignados a un puerto de una tarjeta en particular.

4.6.2.2 Concentradores de conmutación de puertos

Un concentrador de este tipo además de proporcionar las ventajas del concentrador mencionado anteriormente, permite la creación de redes virtuales. Es decir, permite que los usuarios compartan el mismo "segmento" no importando su posición física.

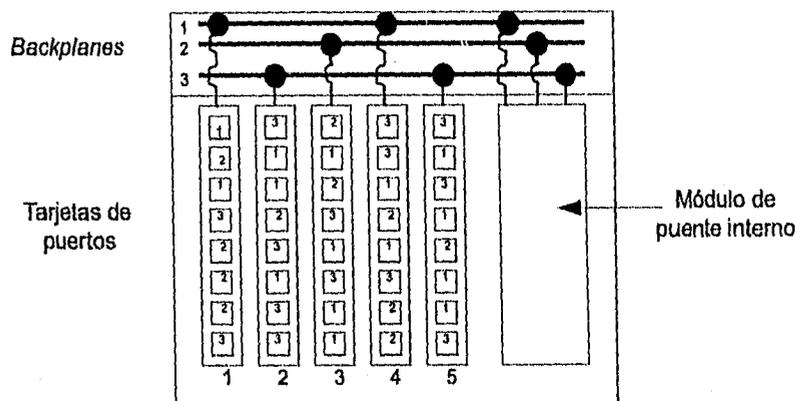


Fig. 4.14 Arquitectura de concentrador de conmutación de puertos.

En este tipo de concentrador se observa que cada uno de los puertos de una tarjeta se conecta a un *backplane* diferente. Se muestra que cada puerto de usuario tiene un número asignado que indica el *backplane* al cual está conectado. La comunicación entre nodos conectados a diferentes *backplanes* se logra a través de un módulo de puente interno, o bien, a través de un módulo externo de puente/enrutador. La ventaja que ofrece este concentrador es que el administrador de red no tiene que desconectar, manualmente, una estación de trabajo, y conectarlo físicamente a otro puerto. Simplemente, estos cambios lo puede realizar desde el *software* de administración de red.

4.6.2.3 Backbones distribuidos

En esta arquitectura la segmentación de la red corresponde a cada piso de un edificio. Así, cada segmento de piso está conectado a un concentrador; éste, a su vez está conectado a un enrutador el cual está asignado a un concentrador de mayor capacidad al cual están conectados todos los segmentos. Aquí, la red está distribuida porque utiliza diversos enrutadores, como lo muestra la Figura 4.15.

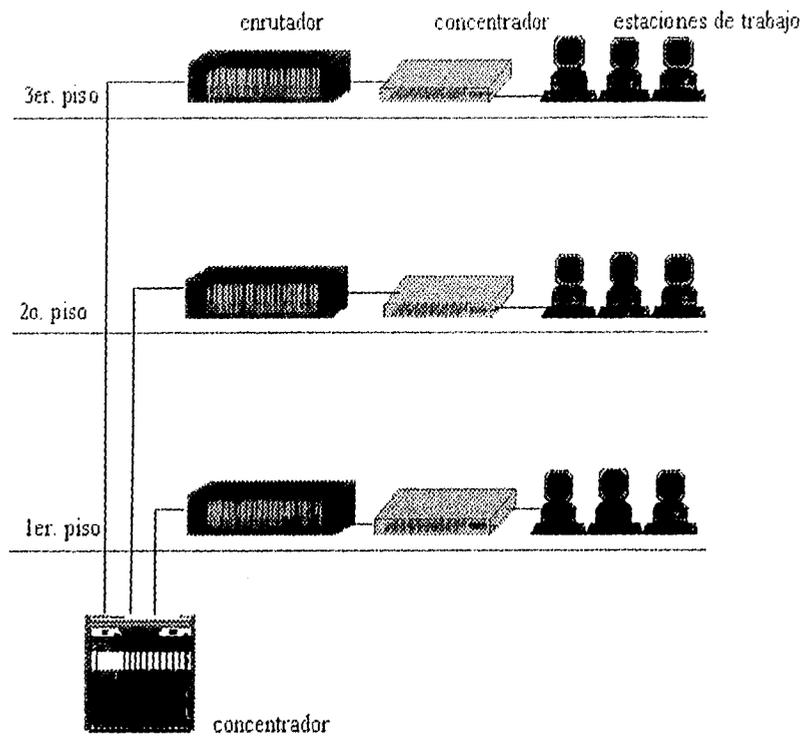


Fig. 4.15 Arquitectura de *backbone* distribuido.

4.6.2.4 Backbones colapsados

En este tipo de arquitectura no se utilizan los enrutadores en cada piso. Es decir, cada segmento de red (cada piso) está conectado a un concentrador, el cual a su vez está asignado a un enrutador central, al cual llegan todos los segmentos. Esto permite transmitir datos a una velocidad 80 veces más rápida que en un *backbone* distribuido. La Figura 4.16 muestra este tipo de arquitectura.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

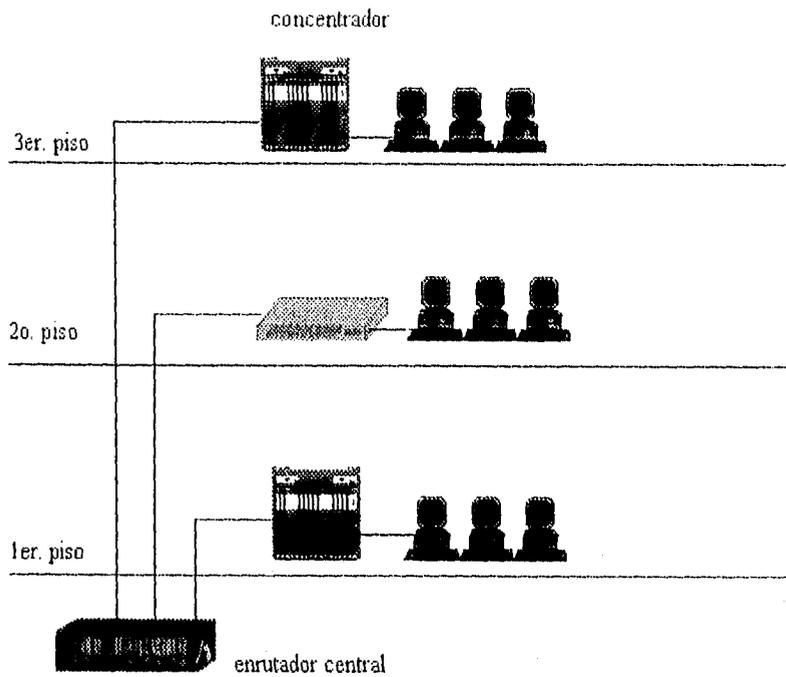


Fig. 4.16 Arquitectura de backbone colapsado.

4.6.3 Segmentación: una solución a corta plazo

En un futuro muy cercano, la segmentación y la microsegmentación se podrá seguir utilizando por dos razones:

- La segmentación mejora desempeño o rendimiento, debido a que la cantidad fija de ancho de banda de red es compartida por pocos usuarios (actualmente, como ya se aclaró).
- La segmentación no necesita cambios en el *software* y el *hardware* del usuario.

Sin embargo, la microsegmentación es una solución para los problemas actuales, no para las tendencias actuales, como lo es la demanda de mayor ancho de banda. Así, se puede observar que:

- La segmentación es satisfactoria si la comunicación se da sólo entre usuarios del mismo segmento. Sin embargo, esto no siempre es posible porque en los proyectos de las empresas normalmente participan muchos usuarios de red, que normalmente no pertenecen al mismo segmento.

- Cuando el usuario de un segmento de red tiene acceso al servidor de otro segmento, la transmisión consume ancho de banda del segmento local, del segmento remoto y de cualquier segmento que intervenga en el proceso.
- Además, al realizarse la transmisión entre dos o más segmentos (para lo cual se necesitan enrutadores) el rendimiento disminuye. Así mismo, el uso de más enrutadores eleva el costo de la transmisión.
- A nivel administración de red los costos aumentan, ya que cada vez que una red es segmentada, la dirección de cada dispositivo tiene que ser modificada.
- La segmentación a través de un *backbone* colapsado tiene la desventaja de ofrecer un ancho de banda fijo, es decir, no es escalable.
- La conmutación a través de *software* (es decir, la que usan los enrutadores) no es tan rápida como la conmutación a través de *hardware*. Esto significa que existen retardos en la transmisión de paquetes, cuando se utiliza segmentación.
- Las tecnologías emergentes como *Fast Ethernet*, pueden incrementar la capacidad de una red, pero cada estación de trabajo deberá equiparse con una nueva tarjeta de red.
- Por último, no existe garantía de que, una vez segmentada la red, no tenga que ser segmentada de nuevo.

4.7 ATM: UNA SOLUCION ESCALABLE PARA EL FUTURO

Como ya se vió, la tecnología *ATM* no es de acceso compartido. Por lo tanto, *ATM* no enfrenta los mismos obstáculos y limitaciones que se le presenta a tecnologías tales como *Ethernet*, *Token-ring* y *FDDI*.

ATM ofrece los siguientes beneficios y limitaciones.

4.7.1 Beneficios de ATM

Por diversas razones, *ATM* es una tecnología adecuada para enfrentar los retos que se presentan en las comunicaciones de redes de datos.

- *ATM* proporciona servicio de gran ancho de banda para aplicaciones pesadas. Al aplicarse *ATM* sobre medios como *SONET* (*Synchronous Optical Network*) y *SDH* (*Synchronous Digital Hierarchy*) puede desarrollarse velocidades tales como 622 Mbps, 1.2 Gbps y 2.4 Gbps.
- Al ofrecer la naturaleza de modo orientado a conexiones, *ATM* proporciona los beneficios de mínimos retardos en las aplicaciones de voz y video. Así mismo, la

operación orientada a conexiones, proporciona seguridad inherente a los usuarios de redes.

- El diseño de acceso punto a punto paralelo de *ATM*, permite que cada conmutador *ATM* soporte un amplio rango de velocidades de acceso. Esto permite ofrecer soluciones a las necesidades de los dispositivos que estén conectados al conmutador *ATM*.
- El uso de celdas de longitud fija permite rápidos procesos de conmutación. Esto, a su vez, elimina retardos, incrementa el rendimiento y reduce el retardo general de la red.
- El desarrollo de arquitecturas de conmutación escalables *ATM*, significa que un conmutador *ATM* se expande conforme se van agregando nuevas interfaces. A diferencia de la arquitectura de *backbone* colapsado, donde el ancho de banda es fijo, *ATM* puede escalar a mayores anchos de banda conforme se vaya requiriendo.
- *ATM* permite la aplicación de una red integrada que ofrezca servicios que soporte audio, video, datos, fax, imágenes y multimedia.
- *ATM* es la primer tecnología que puede desenvolverse en ambientes *LAN*, *MAN* y *WAN*.
- *ATM* se está aplicando en ambientes o áreas tales como: telefonía, interconexión de redes y desarrollos en computación.
- Un gran beneficio de esta tecnología es el hecho de que se base en estándares internacionalmente aceptados. El foro *ATM* permite aplicar ciertos estándares que, a su vez, ofrecen el desarrollo de redes *ATM*.
- Estos estándares permiten que muchos proveedores puedan ofrecer la tecnología *ATM*. De esta manera, al existir competencia, los costos se pueden reducir.

4.7.2 Limitaciones de ATM

Sin embargo, existen algunas desventajas relativas con respecto al uso de *ATM*:

- El total de los estándares de *ATM* aún están en pleno desarrollo. Sin embargo, ya se han aprobado algunos proyectos que implican el uso de *ATM* en las redes.
- Actualmente, no se cuenta con una amplia experiencia en redes con tecnología *ATM*. Pero, se pretende aplicarla de la misma manera que lo han hecho: *Ethernet*, *Token Ring*, *FDDI*, *X.25* y *Frame Relay*.
- El utilizar la tecnología *ATM* implica nuevo *hardware*. Las estaciones de trabajo y los enrutadores que se encuentren conectados directamente al conmutador *ATM*, necesitan interfaces nuevas.
- *ATM* no soporta comunicaciones inalámbricas.

4.8 ARQUITECTURA DE RED ATM

Como ya se mencionó, *B-ISDN* ha seleccionado a *ATM* como la tecnología de transporte. Este último término implica el uso de técnicas de multiplexión y conmutación, en la capa de enlace de datos del modelo de referencia *OSI*, para transmitir información entre dos

dispositivos de una red. Las redes *ATM* requieren algo más que la aplicación de un protocolo *ATM*: además de operar en la capa física, requiere de otras capas que se encuentren arriba de la capa *ATM*, para así poder ofrecer los diferentes servicios que se han mencionado.

Además, se necesitan de protocolos de capas más altas para poder proporcionar administración de red y señalización para conexiones virtuales conmutadas.

4.8.1 Grupos de estándares *ATM*

Existen tres organizaciones responsables del desarrollo de los estándares que definen *ATM*. Estas son:

- *International Telecommunications Union-Telecommunications Standards Sector (ITU-TSS)*. Sector de Estándares de Telecomunicaciones y Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- *ATM Forum* o Foro *ATM*.
- *Internet Engineering Task Force (IETF)*. Agrupación de Fuerzas de Ingeniería *Internet*.

El *ITU-TSS*, denominado originalmente *CCITT*, desarrolló los estándares originales que definen las interfaces y protocolos *ATM*. Las especificaciones incluyen: el tamaño de la celda *ATM*, la estructura de la celda, la interfaz de red a usuario (*UNI*), los protocolos de capa física y velocidades de la transmisión de datos. Estos fueron inicialmente definidos en 1990, siendo actualizados en 1992.

El Foro *ATM* es una organización internacional integrada por distribuidores, fabricantes, proveedores de servicio, investigadores y usuarios. El objetivo de esta organización es acelerar el uso de los productos y los servicios de *ATM*, a través de la rápida convergencia de las especificaciones de interoperabilidad, promoción de la cooperación industrial y otras actividades. Este Foro espera desarrollar sus especificaciones, más rápidamente que el *ITU-TSS*. Se dice que el total de miembros del Foro *ATM*, fundado en 1991, es, por lo menos, de 530.

El *IETF* se responsabiliza de resolver los problemas de Ingeniería, a corto y mediano plazo. Estos problemas llamados de *Internet*, implican una red internacional muy grande que incluye: universitarios, gobierno, instituciones de investigación y algunas empresas privadas.

4.8.2 Interfaces de red *ATM*

En *ATM* existen dos tipos de interfaz de red: conexiones de usuario a red (*UNI*) *User-to-Network Interface* y conexiones de red a red (*NNI*) *Network-to-Network Interface*. Estas interfaces han sido definidas por los grupos de estándares ya mencionados.

La interfaz de usuario a red (*UNI*) define la conexión entre un usuario y la red. La interfaz *UNI* privada define la comunicación entre un dispositivo usuario *ATM* y un conmutador *ATM* privado. En cambio, el *UNI* público define la interfaz entre un dispositivo de usuario *ATM* o un conmutador *ATM* privado y un conmutador *ATM* situado dentro de una red de servicios públicos.

Por otra parte, la interfaz de red a red (*NNI*) establece una conexión de conmutador a conmutador *ATM*. Esta interfaz también es conocida como un *Inter-Switching System Interface (ISSI)* o Interfaz de Sistema de Inter-Conmutación. Una *ISSI* privada define una conexión entre dos conmutadores *ATM* privados, en tanto que una pública, establece comunicación entre dos conmutadores *ATM* que se encuentren situados en la red pública de servicios. Observe que la interfaz *NNI* no ofrece la conexión entre un conmutador privado y uno público.

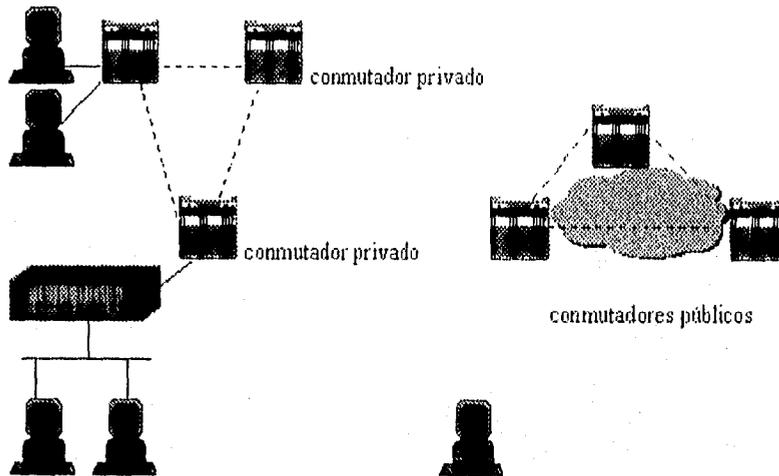


Fig. 4.17 Interfaz de usuario a red (*UNI*) e interfaz de red a red (*NNI*).

4.8.3 Operación de una red ATM

En una red *ATM* se ofrece servicio de transporte orientado a conexiones. Es decir, los dispositivos origen y destino, conectados a la red *ATM*, deben establecer su ruta de comunicación antes de que la información sea transmitida de un lado a otro. En realidad,

todas las conexiones son virtuales, es decir, el ancho de banda no está asignado permanentemente a la ruta, a menos que un usuario o dispositivo tenga listas las celdas que serán transmitidas. Además, para tales comunicaciones, se manejan dos tipos de circuitos: los circuitos virtuales permanentes o *PVC's*, por sus siglas en inglés, para tiempos de conexión definidos; y los circuitos virtuales conmutados *SVC's*, por sus siglas en inglés, usados a demanda.

Cada uno de las aplicaciones requieren de diferentes niveles de servicios de una red. Por ejemplo, las aplicaciones de voz y video son muy sensibles a los retardos y las variaciones, pero son insensibles a las pérdidas mínimas de celdas. Para el caso de los datos, no es importante el retardo y variación en la transmisión, pero si son altamente afectados si existen pérdidas de celdas.

Entonces, para saber el nivel de servicio requerido en cada aplicación, el nodo o estación solicitante del servicio, debe informar a la red acerca de las características deseadas en la conexión. Algunos puntos de dicha información son:

- Número de estación llamada.
- Ancho de banda promedio requerido.
- Máximo ancho de banda requerido.
- Porcentaje máximo aceptable de pérdida de celdas.
- Variación máxima aceptable en el retardo de la red.

La red utiliza esta información para seleccionar los enlaces físicos individuales que puedan soportar los circuitos virtuales a través de la misma. Para esto, es necesario que la red *ATM* pueda soportar dichos enlaces físicos y servicios solicitados; si la red lo soporta se establece la conexión, en caso contrario, la solicitud de conexión es rechazada.

Cuando es aceptada la solicitud y se establece la conexión, los nodos o estaciones de trabajo que se encuentran en la ruta de conexión, intercambian información transmitiendo celdas a través de la interfaz *UNI*. Para esto, las celdas son transmitidas de conmutador a conmutador hasta que lleguen a la interfaz *UNI* de la estación de trabajo destino. Observe la Figura 4.18, donde se establecen circuitos virtuales.

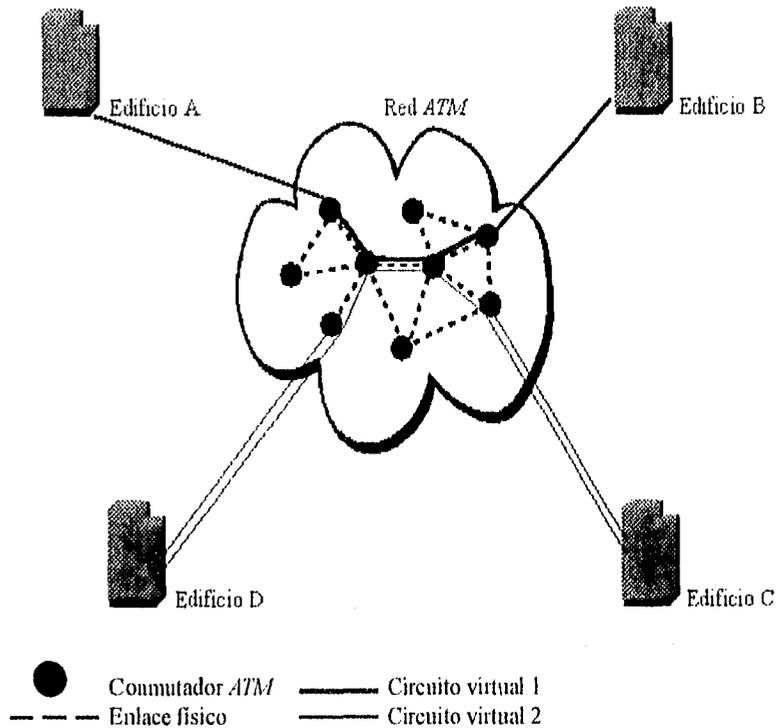


Fig. 4.18 Circuitos virtuales y una red ATM.

4.8.4 Circuitos y canales virtuales

Para que la información llegue a su destino correcto, ATM, al igual que las redes tradicionales, llevan la información de la dirección de destino, en el encabezado de las celdas o de los paquetes, respectivamente. Además, en las celdas ATM existen dos campos de información en el encabezado:

- Identificador virtual de ruta (VPI) o *Virtual Path Identifier*.
- Identificador virtual de circuito o canal (VCI) o *Virtual Channel Identifier*.

Ambos identificadores definen el campo de enrutamiento que proporciona un conmutador ATM con la información que éste necesita para direccionar cada celda.

Un canal virtual (VC) es un circuito de comunicaciones que transporta las celdas ATM entre dos o más nodos finales. Estos nodos pueden ser: conexión de usuario a usuario, conexión de usuario a red o conexión de red a red. Cuando varios circuitos virtuales

llevan la misma dirección de destino se agrupan en una ruta virtual (VP). En términos físicos y análogos se podría pensar que los VC's representan un grupo de conductores eléctricos que comparten la misma tubería o VP. En la Figura 4.19 se muestra la relación entre canales virtuales y rutas virtuales.

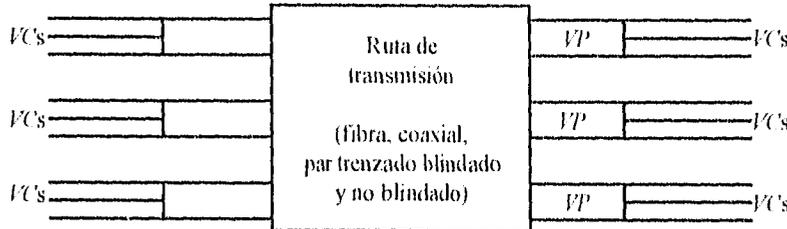


Fig. 4.19 Canales virtuales y rutas virtuales.

4.9 MODELO O ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO ATM

El modelo de referencia de protocolo ATM, basado en el modelo B-ISDN, está formada por tres capas y la capa de aplicaciones. Las tres capas son:

Capa de adaptación ATM.

Capa ATM.

Capa física.

Las celdas ATM no tienen que atravesar todas las capas en todos los conmutadores de una conexión virtual. La Figura 4.20 muestra las capas del modelo ATM.

Capa alta (aplicaciones)	Señalización	Servicios orientados a conexiones (CO), acepta pequeños retrasos (X.25)	Servicios no orientados a conexiones, acepta variaciones mínimas de (LANs)	Servicios que requieren flujo constante de bits, sin retrasos, (video voz)
Capa de adaptación AAL	Convergencia (CS) Segmentación y reensamble	AAL VBR AAL SAR	AAL VBR AAL SAR	AAL VBR AAL SAR
Capa de ATM	ATM			
Capa física	TC (Convergencia de transmisión) PMD (Dependiente del medio físico)			

Fig 4.20 Las capas de ATM.

Capa física. Esta capa sirve para transportar las celdas entre los diferentes conmutadores y describe el medio físico en el cual se lleve a cabo el transporte. Normalmente, se prefiere que el medio de transporte se lleve a cabo a velocidades *SONET* (155.52 Mbps), aunque conexiones de tipo *TDS3* (44.736 Mbps) y *FDI* (100 Mbps) también son aceptables.

Esta capa se divide, a su vez, en dos niveles: la subcapa del medio físico, *PM Physical Medium* y la subcapa de convergencia de transmisión, *TC Transmission Convergence*.

La subcapa del **medio físico** soporta las funciones que son dependientes del medio de transmisión seleccionado: codificación y el propio medio físico. En tanto, que la subcapa de **convergencia de transmisión** soporta funciones que son independientes de las características del medio de transmisión: generación y verificación del encabezado, creación del campo de información de las celdas, adaptación de las celdas al sistema de transmisión y generación y recuperación de la transmisión de *frames*.

Capa ATM. El objetivo de esta capa es direccionar el tráfico a través de los diferentes conmutadores que participen en la conexión virtual. Como ya se mencionó, dicha dirección se establece en el encabezado de la celda *ATM*, mediante el *VCI* y el *VPI*.

La capa *ATM* organiza la información en celdas de longitud fija de 53 *bytes*. Como ya se mencionó, cada celda contiene un encabezado de 5 *bytes* y un campo de información de 48 *bytes* (la Figura 4.6 muestra la celda *ATM*). Los *bytes* de cada celda son transmitidas en orden creciente, iniciando con el *byte* 1, lo que significa que primero es transmitido el encabezado y después el campo de información. Los *bits* dentro de cada *byte*, son transmitidos en orden decreciente iniciando con el *bit* 8.

Aunque la estructura de cada celda *ATM*, en cualquier parte de la red, es la misma, el encabezado de la celda varía ligeramente de una interfaz *UNI* a una interfaz *NNI*.

La Figura 4.21 muestra la estructura del encabezado de una celda *ATM* en la interfaz *UNI*.

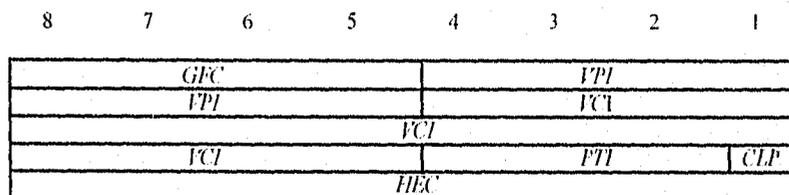


Fig. 4.21 Encabezado de la celda *ATM* en la interfaz *UNI*.

Cada nivel representa 1 *byte* para totalizar 5 *bytes*. El primer *byte* inicia en el nivel de *GFC* y *VPI*. Cada uno de los campos del encabezado de la celda *UNI* desarrolla las siguientes funciones:

La única diferencia del encabezado ATM para NNI y UNI se encuentra en el primer byte. El encabezado de NNI no utiliza control de flujo genérico (GFC).

Capa de adaptación ATM. Esta capa, denominada AAL, por sus siglas en inglés (*ATM Adaptation Layer*), proporciona las funciones orientadas a usuarios que no forman parte de la capa ATM. Gracias a AAL se pueden adaptar los servicios requeridos por los usuarios hacia la capa ATM.

La principal función de la capa de adaptación ATM es proporcionar la interfaz entre el dato de usuario y la red ATM. Para llevar a cabo esta actividad, la capa AAL es dividida en dos niveles:

- Subcapa de convergencia o *Convergence sublayer (CS)*.
- Subcapa de segmentación y reensamble o *Segmentation and reassembly sublayer (SAR)*.

La subcapa de segmentación y reensamble (SAR) segmenta los mensajes recibidos antes de enviárselos a la capa ATM, en tanto que en la dirección contraria reensambla las celdas recibidas de la capa ATM para obtener la información original. La subcapa de convergencia (CS) recibe o envía información hacia la capa de aplicaciones o capa alta, en una forma consistente con la aplicación requerida.

La Figura 4.23 muestra el nivel de operación de las subcapas AAL.

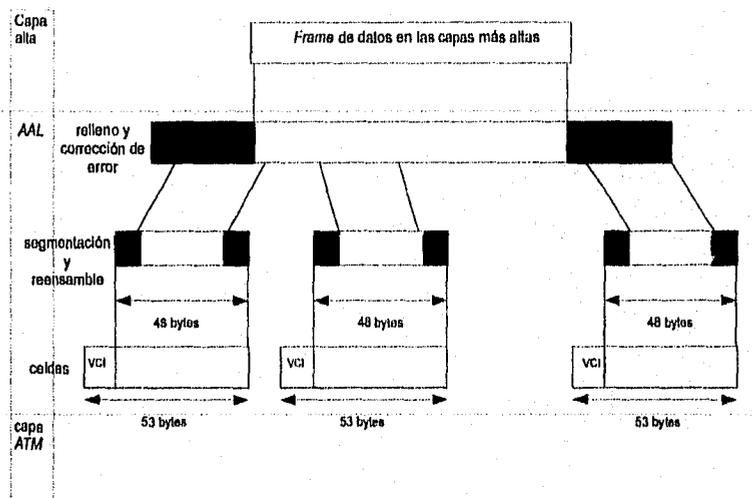


Fig. 4.23 Subcapas AAL.

Por otra parte, los servicios de transporte de las diferentes aplicaciones: voz, video y datos, requieren de diferentes características. Como ejemplo, las aplicaciones de voz necesitan del servicio de velocidad constante, *CBR* por sus siglas en inglés: *Constant bit rate*, ya que se utiliza una relación de tiempo definido entre las estaciones origen y destino. En tanto, que las aplicaciones de datos requieren un servicio de velocidad variable, *VBR*, por sus siglas en inglés: *Variable bit rate*, ya que los datos no necesitan mantener relación de tiempo entre el origen y el destino.

Por lo anterior, se han creado cuatro clases de servicio. Estos se encuentran definidos de acuerdo a tres parámetros básicos:

- Tiempo entre la estación origen y destino (requerido o no requerido).
- Velocidad de transmisión (variable: *VBR* o constante: *CBR*).
- Modo de conexión (orientada a conexiones o no orientada).

En un ambiente de red se manejan los cuatro servicios siguientes:

<i>Clase A</i>	<i>Clase B</i>	<i>Clase C</i>	<i>Clase D</i>
Tiempo requerido	Tiempo requerido	No requiere tiempo	No requiere tiempo
Velocidad constante	Velocidad variable	Velocidad variable	Velocidad variable
Orientada a conexión	Orientada a conexión	Orientada a conexión	No orientada a conexión

Ejemplos de aplicaciones de servicio de clase A: codificación de voz *PCM*, video a velocidad constante y simulación de circuitos (*DS-1*, *E1* o *DS-3*).

Ejemplos de servicios de clase B: voz y video a velocidad variable.

Como ejemplo de servicios de clase C se tiene: servicios de datos orientada a conexiones tales como *X.25* y *Frame Relay*.

Para la clase de servicio D se tiene: servicio de datos en una *LAN*.

Para proporcionar estas clases de servicios existen los protocolos de la capa de adaptación *ATM (AAL)*. Existen 4 protocolos:

- AAL.1* Diseñado para soportar tráfico de clase A.
- AAL.2* Diseñado para soportar tráfico de clase B. Aunque también podrá soportar el uso de *codecs* de velocidad variable.

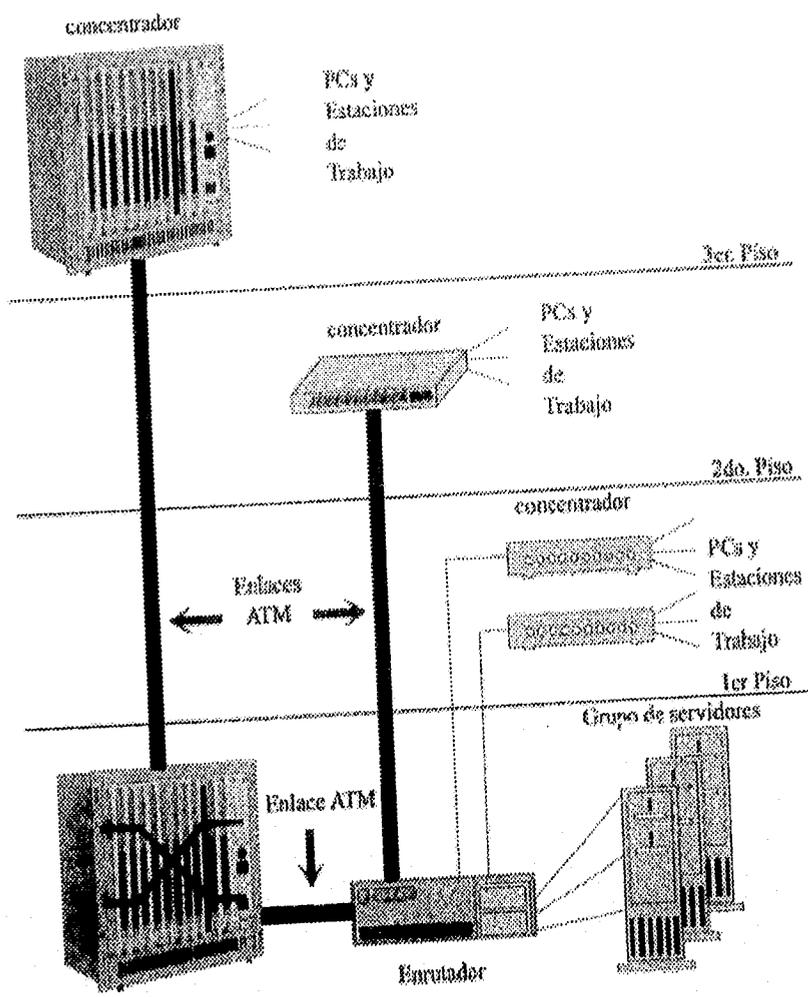
- AAL3/4* Surge de la unión de los protocolos *AAL3* y *AAL4*. Soporta tráfico clase C y clase D.
- AAL5* Aunque no forma parte de los protocolos originales, es altamente aceptado porque es más fácil de aplicar y no requiere del uso del campo de información de las celdas. Aunque es menos funcional que *AAL3/4*, ofrece mejor detección de error.

Para efectos prácticos, es importante mencionar que la primera generación de equipos *ATM*, soportan los protocolos *AAL3/4* y *AAL5*. Los protocolos *AAL1* y *2* se usarán en el futuro por estar en revisión de *software*.

Gracias a las características ya mencionadas se ha logrado la aplicación y solución de demandas de usuarios de red. En la actualidad, *ATM*, ha dejado de ser una tecnología experimental de laboratorios para ser una opción viable para usuarios que desean consolidar sus redes actuales de voz, video y datos, con el objeto de reducir gastos a través de la eliminación de enlaces múltiples y de una mayor eficiencia y simplicidad en los servicios.

De hecho, ya existen empresas que ofrecen servicios de conexión *ATM* a nivel internacional y una gran cantidad de proveedores que ofrecen diversas soluciones.

Las organizaciones de estandarización han generado y continúan trabajando con el objeto de generar especificaciones que definen los métodos de interconexión *UNI*, *NNI*, emulación de redes de área local, emulación de circuitos y la transmisión de voz, video y datos y otros, como: la interconexión de *Frame Relay* sobre *ATM*.



Capítulo 5
APLICACIONES Y SOLUCIONES

Capítulo 5 APLICACIONES Y SOLUCIONES

5.1 BACKBONE COLAPSADO CON REDES DE AREA LOCAL VIRTUALES Y GRUPOS DE TRABAJO

5.1.1 Segmentación

Conforme la necesidad de mayor ancho de banda crece, el tener todos los nodos compartiendo un mismo segmento de red ocasiona cuellos de botella. La solución más común a este problema, es, de una sola red, crear muchos segmentos, utilizando conmutadores, y a la vez conectar estos segmentos a un enrutador central, el cual se encargará de enlazar varias redes de área local (Figura 5.1).

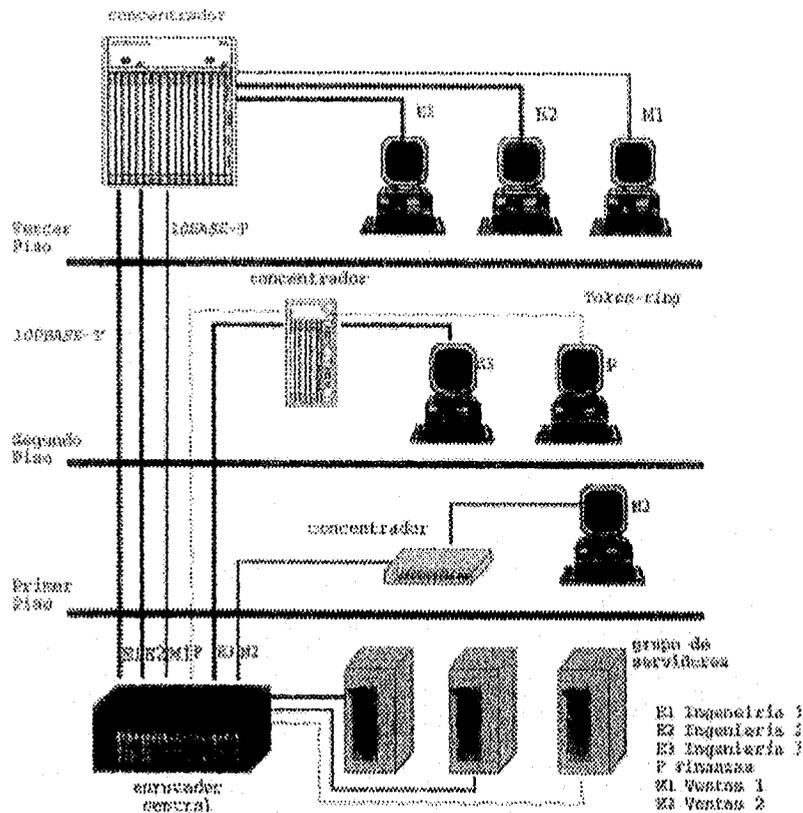


Fig. 5.1 Backbone colapsado con segmentos múltiples

Esta solución simplemente necesita de la adición de los enlaces físicos (cableado) entre los segmentos de red creados y el enrutador central. Los puntos a tomar en cuenta son: Que el enrutador central cuente con los puertos suficientes para soportar los enlaces,

- tanto los existentes, como los que puedan surgir a futuro aplicando esta misma solución.

La complejidad que se crea para administrar la red. El administrador de red debe

- decidir qué técnica de segmentación va a utilizar, tomando en cuenta que si es a nivel de capa de red del modelo *OSI*, serán necesarias tantas direcciones de *IP* como subredes cree, además de por cualquier técnica que se elija hay que tomar en cuenta que cada *end station* necesitará una nueva dirección de *IP*.

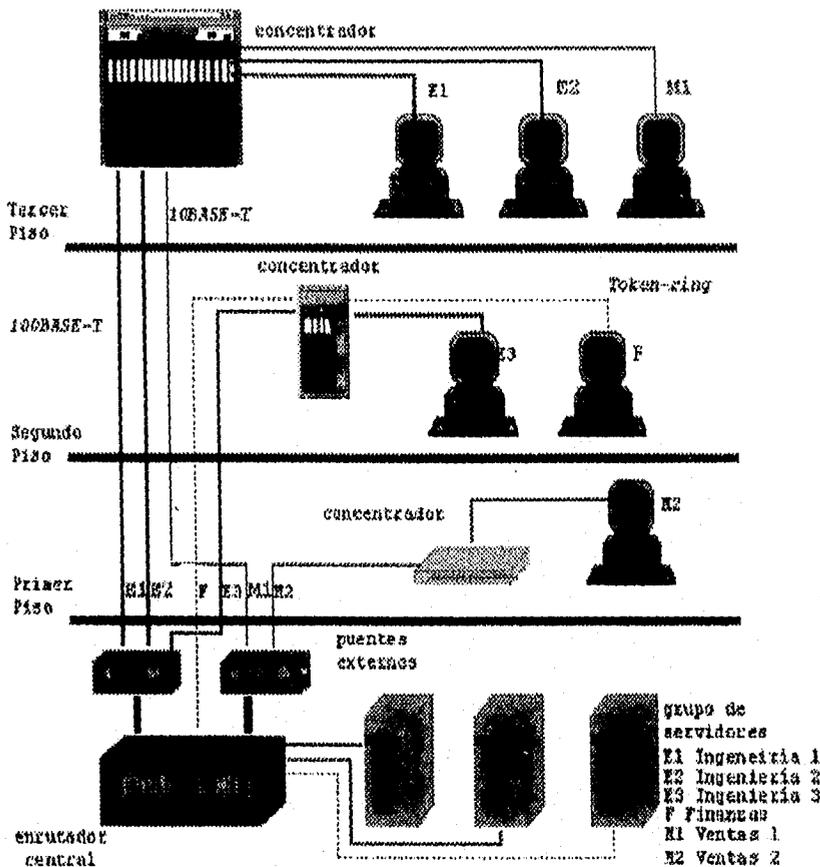


Fig. 5.2 Backbone colapsado con puentes externos

Para evitar la complejidad derivada de la situación anterior, se puede optar por asociar grupos de trabajo semejantes, creando así redes lógicas, aunque físicamente sean varios segmentos, utilizando para esto puentes externos al enrutador central (Figura 5.2).

El utilizar un puente para enlazar grupos de trabajo semejantes, y en consecuencia, redes lógicas, proporciona simplicidad a nivel de administración de red, ya que sólo es necesaria una dirección de IP para esa red lógica, al tiempo que el enrutador aísla los diferentes grupos de trabajo asociados.

Con este tipo de configuración, los puntos a tomar en cuenta son:

- El agregar los puentes aumenta el retraso en el tráfico de la red, reduciendo en consecuencia el desempeño de la misma.
- El puerto del enrutador al que se conecta el puente debe contar con la suficiente capacidad para manejar el tráfico que se generará al enlazar los grupos de trabajo semejantes, en caso contrario tal tráfico se verá congestionado.
- La adquisición de puentes externos con su correspondiente interfaz de alta velocidad incrementará los costos de la solución.

5.1.2 Redes Virtuales y Grupos de Trabajo

Para evitar agregar puentes externos al enrutador central, se puede agregar a éste un "agrupamiento de puerto", que en realidad consiste en proporcionar de manera interna la función de puenteo, con lo que se pueden enlazar grupos de trabajo semejantes directamente dentro del *backbone* colapsado, creando así las denominadas "redes virtuales" (Figura 5.3).

Los puntos a tomar en cuenta al utilizar esta solución son:

- Una red virtual que utilice más de un puerto en el puente/enrutador aparece ante la red como un solo segmento, además de que aún se puede enrutar el tráfico entre las demás redes virtuales.
- No existe retraso de tráfico adicional debido a que la interfaz puente-enrutador es interna.
- A cada red virtual se le asigna un número de IP único, por lo que la administración se simplifica al eliminar la segmentación y en consecuencia no es necesario agregar las direcciones de los nodos finales.
- El utilizar redes virtuales asociadas a grupos de trabajo semejantes simplifica la reconfiguración de la red en caso de ser necesario, ya que los cambios se hacen en el enrutador central sin necesidad de hacer modificaciones en la planta física de cableado.

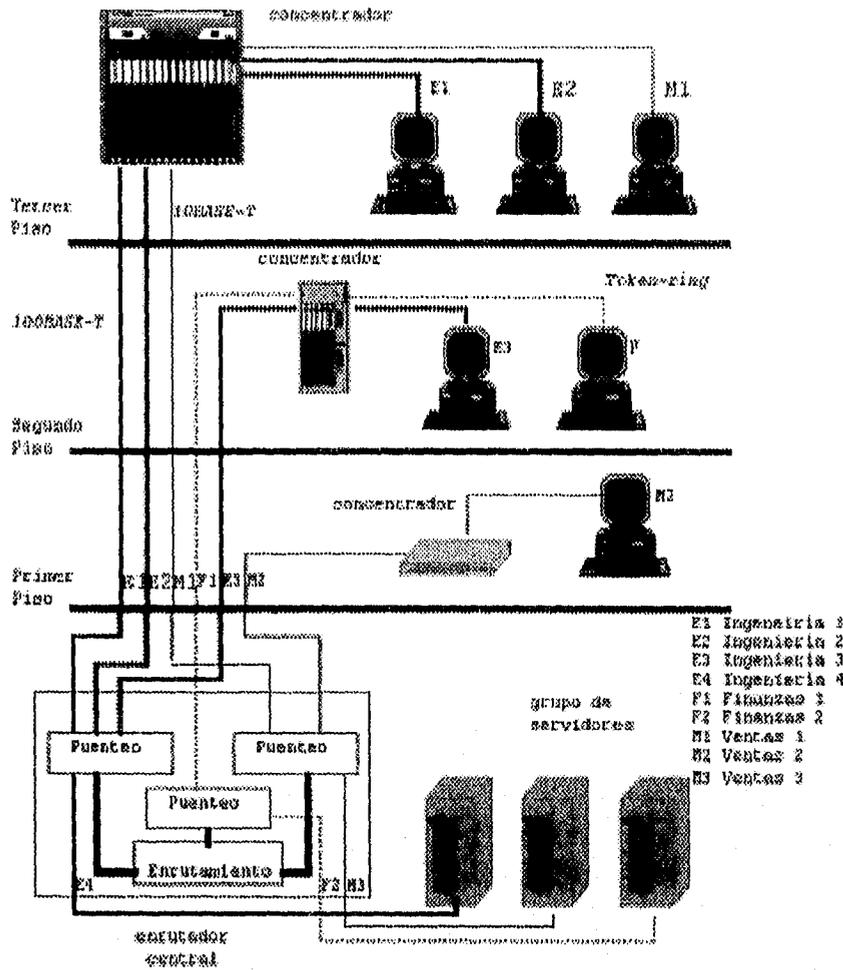


Fig. 5.3 Grupos virtuales en el emulador central

5.1.3 Grupos de Enrutamiento

Conforme aumenta el tráfico de red entre edificios, se crean cuellos de botella en estos enlaces al ser necesario un ancho de banda mayor. La solución que normalmente se aplica en este caso es crear un *backbone* con *FDI*.

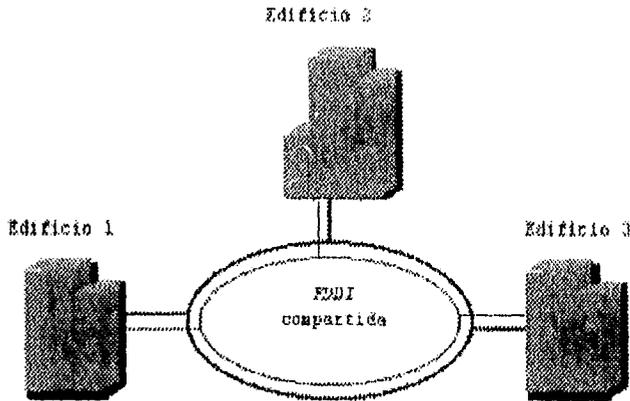
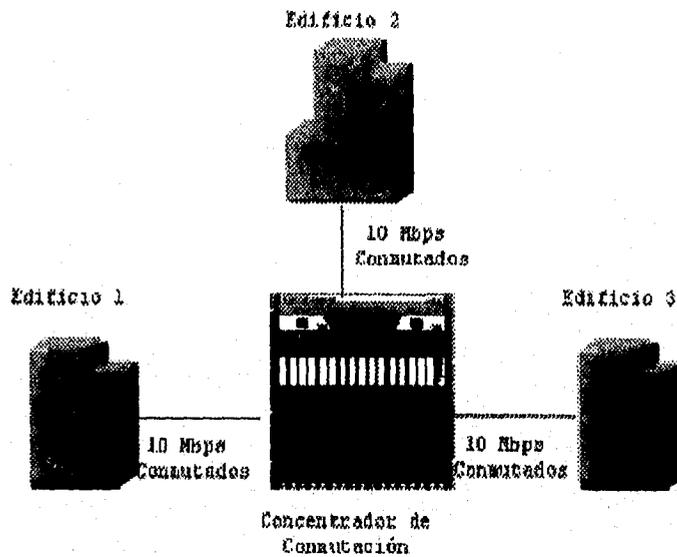


Fig. 5.4 Backbone con FDDI a 100 Mbps

A medida que se agregan usuarios y dispositivos a las diversas redes enlazadas a través de este *backbone*, o bien, los grupos de trabajo se mudan a algún otro edificio, la solución resulta insuficiente, ya que al compartir un mismo medio de enlace se empiezan a crear cuellos de botella debido al tráfico que se genera.

Para resolver este problema, se puede utilizar un concentrador de conmutación para crear grupos de enrutamiento. Su aplicación se lleva a cabo instalando enlaces conmutados de alta velocidad de tipo privado entre los diversos enrutadores, los cuales deben de soportar la interfaz a 100 Mbps.

(a)



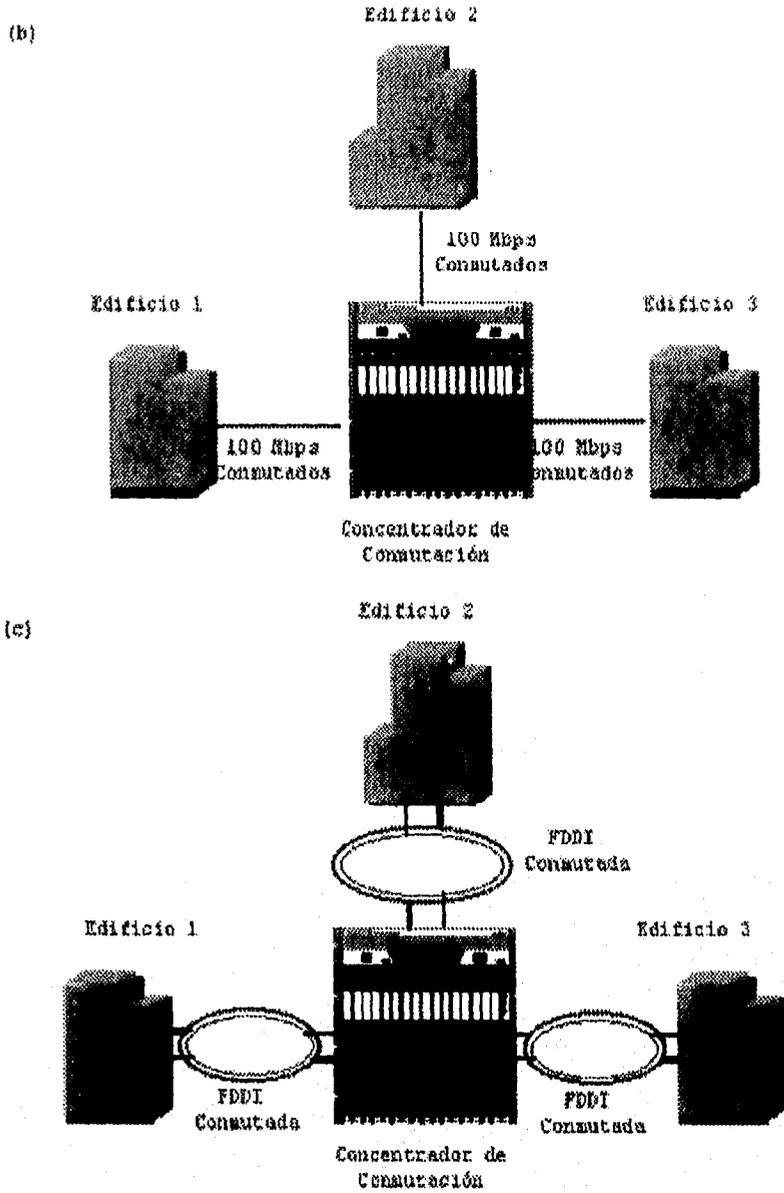


Fig. 5.5 Aplicación de grupos de enrutamiento con concentradores de conmutación:
a) Conmutación a 10 Mbps; b) Conmutación a 100 Mbps; c) Conmutación con FDDI

El concentrador de conmutación le permite a cada edificio tener un enlace privado dentro del campus. La utilización de grupos de enrutamiento conlleva la ventaja de que no es necesario efectuar cambios en el *hardware* de los nodos finales o en el *software*.

5.1.3.1 Conmutadores de ATM

Otra solución es utilizar *ATM* en el *backbone* del campus. Aquí se utiliza un conmutador de celdas de *ATM* con una interfaz del tipo *DXI* o *ATM* nativa. Un grupo de enrutamiento que emplee *ATM* se puede aplicar sin necesidad de hacer modificaciones al *hardware* de los nodos finales o al *software*. La ventaja que se obtiene es la velocidad de transferencia, que puede llegar hasta 2.5 Gbps.

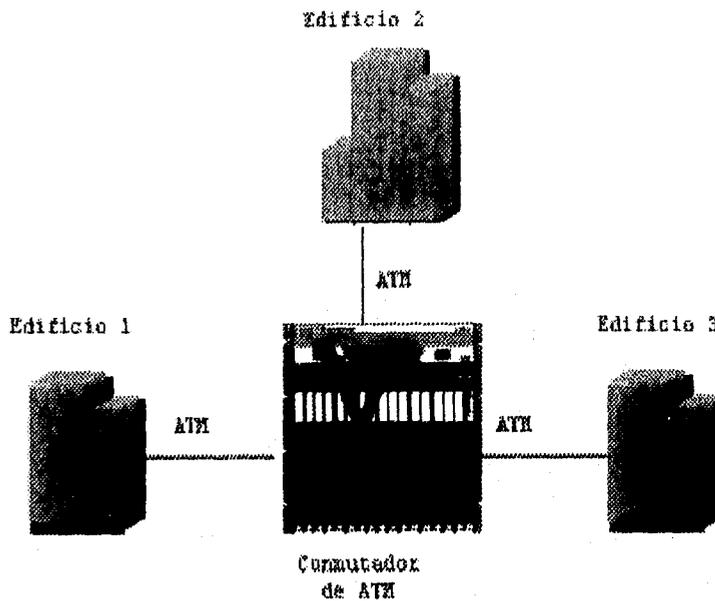


Fig 5.6 Aplicación de un grupo de enrutamiento con un conmutador de *ATM*

5.2 BACKBONE COLAPSADO CON ENLACES DE ALTA VELOCIDAD

Esta estrategia de emigración ayuda a resolver el problema de tener que agregar cada vez más segmentos y más enlaces. Para lograr lo anterior, se emplean enlaces de alta velocidad.

Estos pueden utilizar tecnologías *FDDI*, *Fast Ethernet* o *ATM*. Para que el enrutador central pueda soportar enlaces de alta velocidad, el rendimiento de cada uno de sus puertos deberá incrementarse 10 veces su desempeño original. Existen varias maneras de lograrlo, entre las cuales se encuentran:

5.2.1 Pre-definición de ruta para enrutamiento escalable

En este método se utiliza un dispositivo de conmutación de puertos. Aquí, la ruta se centraliza en el enrutador central.

A este método se le conoce como de «aviso y consentimiento», ya que el dispositivo de enrutamiento central determina el camino o ruta y le indica al dispositivo de conmutación de puertos cómo debe dirigir los paquetes de datos hacia su destino correcto. Es decir, el dispositivo de conmutación de puertos aplica la operación del «aviso y consentimiento», proveniente del dispositivo de enrutamiento central. Observe la Figura 5.7

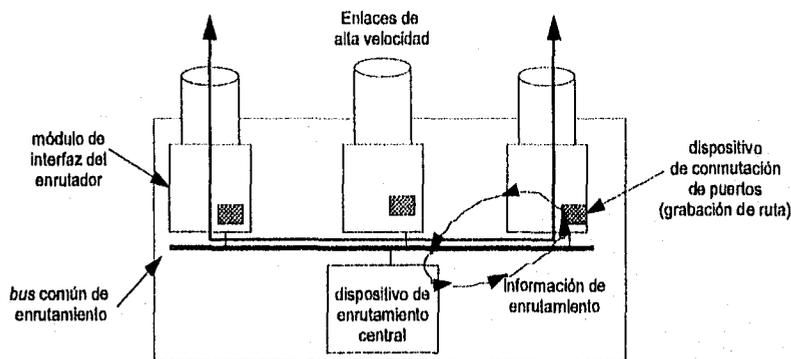


Fig. 5.7 Predefinición de ruta en el enrutador del *backbone* colapsado

5.2.2 Distribución de pre-definición de rutas a través de la red

Para soportar los enlaces de alta velocidad, también se necesita algún nivel de interconectividad entre los pisos, por ejemplo, la conexión de segmentos de red *Ethernet* y *Token-ring*.

En esta arquitectura o método, el dispositivo de enrutamiento central opera como un servidor de rutas, mientras que el dispositivo de conmutación de puertos, distribuidos en la red, opera como un cliente. Este concepto de cliente-servidor de rutas, es muy parecida a la técnica de «aviso y consentimiento». En la Figura 5.8, el módulo de interfaz de puerto del concentrador, trabaja muy parecido al dispositivo de conmutación de puertos, ubicado en el emisor del *backbone* colapsado.

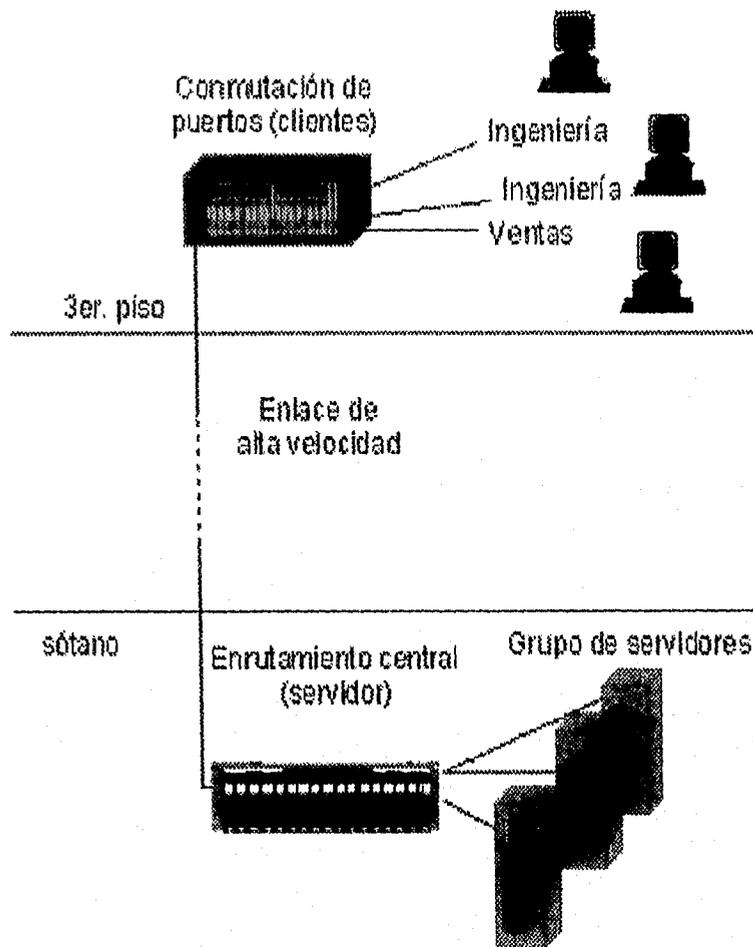


Fig. 5.8 Arquitectura de servidor central de ruta.

5.2.3 Enlaces FDDI

La Figura 5.9 muestra un ejemplo de la única solución de enlace alta velocidad que incluye *FDDI*, un concentrador de conmutación y un enrutador de *backbone* colapsado.

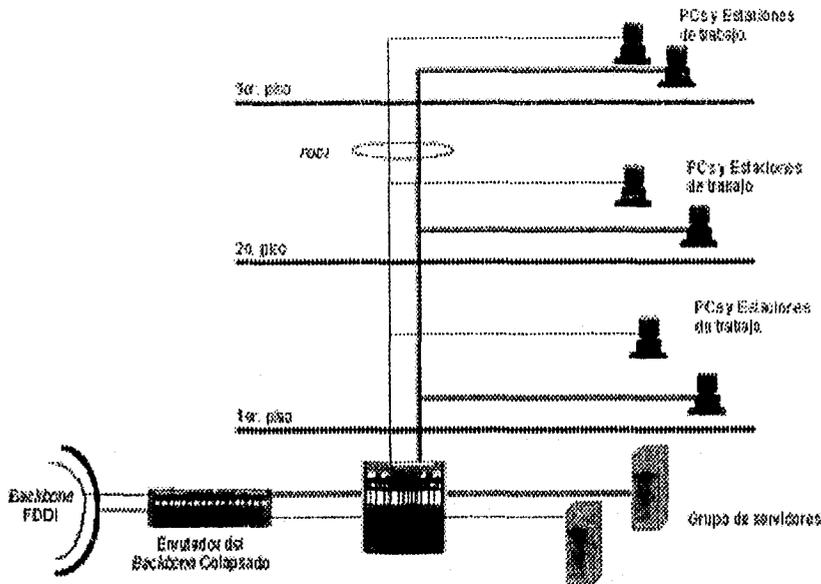


Fig. 5.9 Enlaces *FDDI*, por medio de un concentrador, hacia un enrutador (como *backbone*)

Observe que no se usa, en este caso, una arquitectura de enrutamiento distribuido. El concentrador de conmutación (*switching hub*) ofrece enlaces *FDDI* de 100 Mbps configurados como dos segmentos *FDDI*, con grupo de trabajo cada uno de ellos. Cada servidor del grupo de servidores se conecta al segmento *FDDI* asociado con su grupo de trabajo primario, a través del concentrador de conmutación.

El resultado de esta migración, es tener dos grupos de trabajo de alta velocidad, dentro de un sólo edificio, con protección de acceso entre ellos y el *backbone*.

5.2.4 Enlaces FAST ETHERNET

Actualmente, *FDDI* es la única tecnología de alta velocidad madura que puede ser empleada como un enlace entre los segmentos de red *Ethernet* con *Token-ring*. Sin embargo, existe otra opción que se presentará en un futuro próximo: *Fast Ethernet 100BASE-T*. Esta tecnología ofrece bajo costo, grupos de trabajo operando a 100 Mbps y conexiones sobre el cableado de *Ethernet* de 10 Mbps.

La siguiente figura, presenta un ejemplo de solución de enlace de alta velocidad, la cual usa concentradores *10BASE-T*, concentradores de conmutación de piso *100BASE-T*, un enrutador como *backbone* colapsado y campus *ATM* como *backbone*. Los concentradores *100BASE-T* proporcionan enlaces de *Ethernet* de 100 Mbps desde un concentrador *100BASE-T* hasta el enrutador del *backbone* colapsado, así como también acceso a 100 Mbps para alto rendimiento de las estaciones de trabajo.

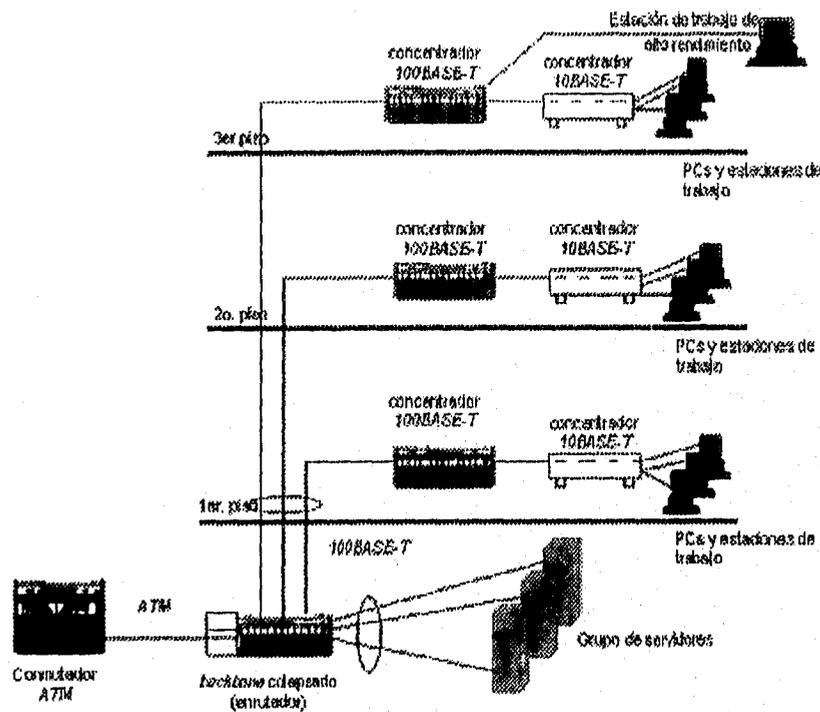


Fig. 5.10 Enlaces *100BASE-T* hacia un *backbone* colapsado (un enrutador)

5.2.5 Enlace ATM de alta velocidad

Por otra parte, existe un problema con respecto a los enlaces de las redes: todos los segmentos conmutados dentro de un enlace determinado, deberían usar el mismo número de red o bien, contar con un enrutador en cada parte principal del enlace. Claro que se puede utilizar varios enlaces en cada piso, pero se puede presentar un problema de densidad cuando aumenta el número de segmentos.

Una interfaz que ayuda a alcanzar la velocidad y capacidad necesarias en los enlaces, es la fibra óptica multimodo a 155 Mbps, especificada por el foro *ATM*. Asimismo, *ATM* no solo ofrece enlaces a la velocidad ya mencionada, sino también permite más segmentación sin usar necesariamente fibra óptica.

Un enlace sencillo de *ATM* es capaz de soportar de 15 a 30 redes *Ethernet*, o bien, de 10 a 20 redes *Token-ring* de 16 Mbps, en cada piso. Cada segmento de red posee una conexión virtual dentro del enlace e identificada por el enrutador. Así, el administrador de red puede incrementar el número de grupos de trabajo virtuales, como si cada segmento tuviera un enlace físico separado. Para la conexión o enlaces que impliquen *ATM*, se necesita una conversión de paquetes de red a celdas *ATM*, como se muestra en la Figura 5.11

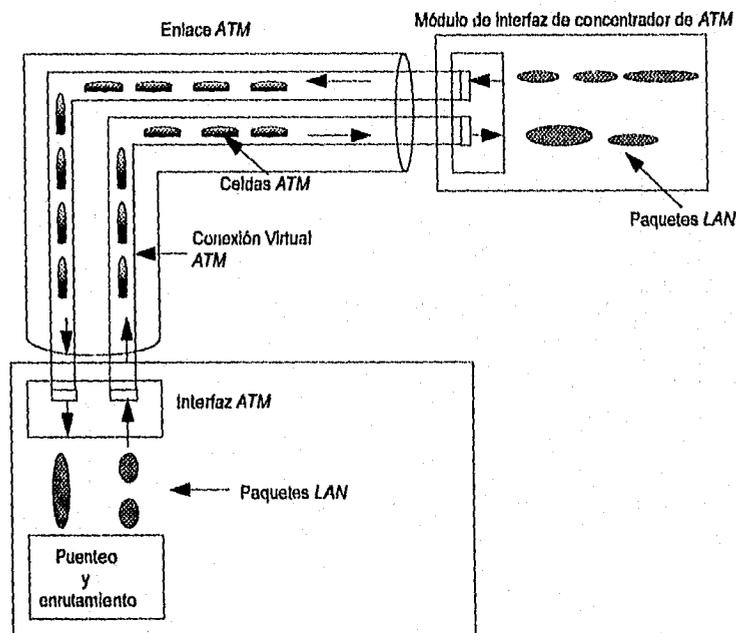


Fig. 5.11 Conexión backbone usando enlace ATM.

5.2.6 Interfaces de concentrador y enrutador

Por fortuna, la interfaz de *ATM* a 155 Mbps, se puede aplicar con la simple adición de nuevos módulos de interfaz en el enrutador del *backbone* colapsado y en los concentradores de piso. Una ventaja más: debido a que la interfaz *ATM* se basa en los estándares del foro *ATM*, esta tecnología ofrecerá compatibilidad con un amplio rango de proveedores.

Estas interfaces, en cada concentrador de piso, convierten o transforman los paquetes de *Ethernet* o de *Token-ring* a celdas *ATM*. Cuando el concentrador recibe tales celdas, las convierte en paquetes de red para poder transmitirlos a las estaciones de trabajo de los usuarios.

Si se realiza segmentación, cada porción (cada segmento) de red, es identificada en el encabezado de la celda *ATM*. De esta manera, el enrutador ya podrá identificar el segmento para poderlos puentear o enrutar. Esta acción de identificación se logra gracias a los campos *VPI/VCI* que se encuentran en el encabezado de la celda.

5.2.7 Extensión del grupo de trabajo virtual

puertos lógicos (conexiones virtuales *ATM*)

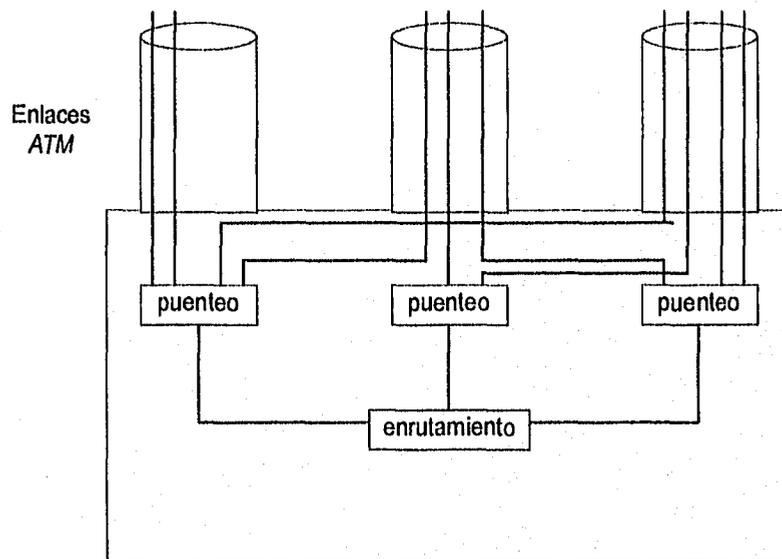


Fig. 5.12 Grupos de trabajo virtuales usando enlace *ATM*.

Un enlace *ATM* permite que se extienda los grupos de trabajo virtuales. El enrutador observa a cada conexión virtual dentro de un enlace, como si fuera un puerto lógico. Así, los puertos físicos mencionados, ya no actúan como tales, sino más bien como puertos lógicos. Así, el número de puertos puede incrementarse en gran medida. Observe la Figura 5.12.

5.3 BACKBONE COLAPSADO Y CONMUTADORES *ATM*

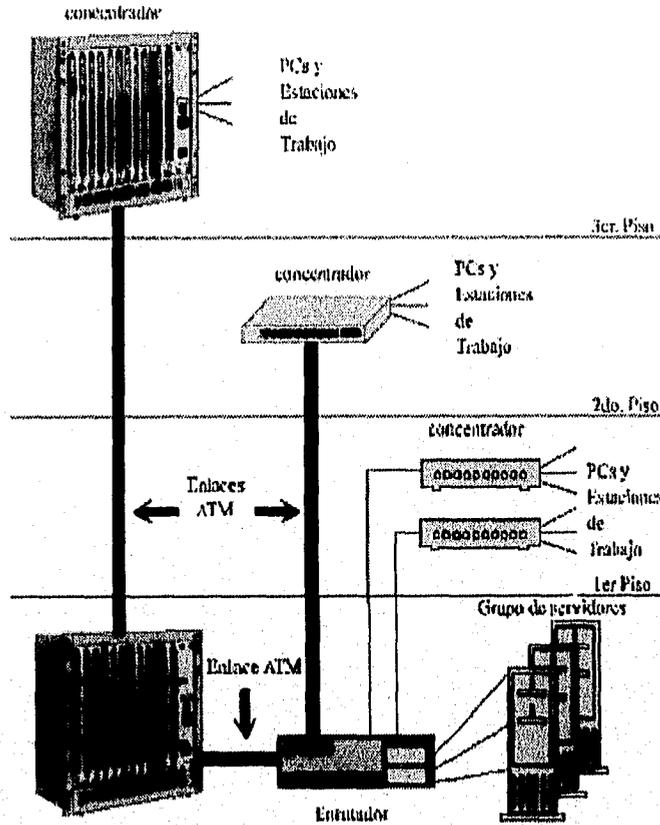


Fig. 3.5 Backbone colapsado con conmutadores *ATM*

La etapa final de las estrategias de migración, involucra el empleo de conmutadores *ATM*, para generar conexiones entre segmentos de red, además del uso de enrutadores para crear un *backbone*.

Como se explicó anteriormente, los enlaces pueden ser conectados a un conmutador de *ATM*, ofreciendo al administrador de red la habilidad de establecer conexiones para cada canal virtual y para cada segmento de red a un puerto específico del enrutador. Esta configuración se muestra en la Figura 5.13.

Este tipo de conexiones, incrementan el desempeño de la red, debido a que la carga de tráfico es compartida entre los enrutadores y concentradores, por lo que se tiene la ventaja de proteger la integridad de la red en caso de que algún elemento falle. Además, se pueden centralizar segmentos de red a un solo enrutador. De esta manera, el administrador puede cambiar estos segmentos sin tener que alterar físicamente la red.

Existen dos principales funciones de los conmutadores *ATM*. La primera es el reenvío de celdas a través de la red una vez que se establece un canal virtual, y la segunda es la determinación de la trayectoria por la cual se van a transmitir los datos. En los ambientes de redes actuales, la ruta está determinada automáticamente por el enrutador del *backbone* colapsado.

5.4 PREPARACION PARA LA LLEGADA DE ATM

Existen varias medidas que se pueden tomar actualmente en una red para preveer una actualización a la tecnología *ATM*.

- La instalación de cable que pueda soportar esta tecnología. En el caso de *backbones*, es recomendable utilizar fibra óptica multimodo, debido a que soporta la velocidad de interfaz de *ATM*, 155 Mbps. El cableado a nivel escritorio debe ser con *STP* y *UTP* categoría 5 que pueden soportar la misma velocidad.
- La instalación de redes debe hacerse con concentradores inteligentes que cuenten con una elevada capacidad de conexión en una topología en estrella, ya que proveen un punto central de conexión que puede ser utilizado en una futura aplicación de *ATM*.
- Comprar equipo de interconexión de fabricantes que ofrecen un costo-efectivo en la actualización hacia *ATM*.
- Seleccionar un fabricante con experiencia en enrutamiento, ya que este es uno de los puntos fundamentales de *ATM*.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En primer término, podemos concluir que al analizar la evolución que han tenido los sistemas de redes de área local, existen factores constantes que han sido determinantes para marcar el rumbo que sigue el desarrollo:

- El control sobre los recursos tiende a hacerse cada vez más distribuido, lo que permite a el usuario contar con más flexibilidad, al poder utilizar estaciones de trabajo con gran poder de procesamiento, lo que permite realizar procesos complejos, sin la necesidad de que para esto se utilicen recursos de red, lo que en determinado momento puede proporcionar a el usuario un cierto grado de independencia, al mismo tiempo que es posible compartir recursos sin necesidad de afectar de manera muy notable a otros usuarios que están haciendo uso de la red al mismo tiempo, además de que se puede considerar que, al distribuir el control, ya no se encuentra bajo las disposiciones de una computadora central, encargada de proporcionar los accesos.
- La ventaja de contar con grupos que se dedican a normalizar las tecnologías existentes y las que se encuentran emergiendo, ya que se asegura de esta manera la operabilidad de cualquier sistema que se proponga como solución o innovación, siempre y cuando se apegue a la norma en cuestión.
- Las demandas, por parte de los usuarios de las diversas tecnologías, que debidamente concensadas indican a los fabricantes qué es en realidad lo que funciona y lo que no.

Además, existen muchas soluciones que pueden aplicarse para resolver problemas que se presentan en redes tradicionales debido a sus limitaciones geográficas inherentes y o a el tráfico local. Sin embargo, puede llegar un momento en que tal tipo de red sea insuficiente, por lo que es importante contar con los medios necesarios que permitan analizar otros tipos de tecnología que ofrezcan la posibilidad de migrar hacia la solución más satisfactoria, tomando en cuenta las necesidades actuales, las que se considere con posibilidad de surgir a futuro, y otra no menos importante que las anteriores, el costo, dependiendo de cada caso en particular.

Las tecnologías actuales de redes de alta velocidad, ofrecen una solución para aquellas aplicaciones que requieren de un ancho de banda muy grande. Sin embargo, cada una de ellas tiene implícitamente ventajas y desventajas relacionadas con el máximo número de estaciones que se pueden instalar en un segmento, distancia máxima permisible entre nodos, número máximo de repetidores entre nodos terminales, tipo de cableado, entre otros, que ayudarán a determinar cuál es la mejor ruta de actualización.

Algunas de estas tecnologías están diseñadas de manera específica para trabajar con los sistemas existentes de cableado, lo que representa una gran ventaja en relación al costo, ya que de esta manera se evita el recableado y reconfiguración de la red al llegar el momento de emigrar hacia cierta tecnología. Aunque sí se requiere de mayor flexibilidad en el cableado, deberán considerarse las redes basadas en el uso de fibra óptica, las cuales están idealmente preparadas para la banda ancha.

Sin embargo, existe ya la necesidad de nuevas redes de área amplia con alta capacidad y bajos retrasos para interconectar redes de área local. Lo anterior da cabida a las nuevas tecnologías que ofrecen un ancho de banda más grande, lo que permitirá a las aplicaciones futuras ser manejadas en una forma más flexible, a mayor velocidad y a un costo más accesible que el de ahora.

Por otro lado, podemos concluir que la tecnología de conmutación de alta velocidad, *ATM*, permite satisfacer las necesidades reales actuales de los usuarios de red. Con su formato de celda fija, esta tecnología puede ofrecer servicios que demandan gran ancho de banda y, a su vez, la escalabilidad de ésta. Lo anterior permite manejar, en una misma red integrada, servicios como datos, voz y video.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Centillion 100, Instalation and Configuration

Bay Networks, Inc.
California, USA
October 1995

Computer Networks

Tanenbaum, 2nd Edition
Prentice Hall
Englewood Cliffs, New Jersey

Data Networks

Bertsekas, Dimitri; Gallager, Robert
Prentice Hall
New Jersey, USA

High-Speed Data Networking

Independent-Study Guide
Semeria, Ch.; Swisber, V.; Baker Ch.; Carvalbo M.
3Com Education Services
3Com Corp., USA, 1994

Interconexión de Redes: Términos y Acrónimos

Cisco Systems, Inc.
Cisco Systems de México, S. A. de C. V., 1992

Internetworking LANs

Operation, Design and Management
Davidson, Robert P.; Muller, Nathan J.
Artech House, Inc.
Norwood, MA, USA, 1992

Introduction to LAN Architectures and Standards

Independent-Study Guide
Larson, Steve
3Com Education Services
3Com Corp., USA, 1995

Local Area Network

Architectures and Implementations
Martin, James; Kavanagh Chapman Kathleen
Prentice Hall
Englewood Cliffs, New Jersey

Local Area Networks

Keiser, Gerd E.

McGraw-Hill Book Co.

Singapore, 1989

Technical Reference Pocket Guide, Vol. 5

Bay Networks

Santa Clara, CA, USA May 1995

- *Switching Paradigms: Everything Has Changed Except The Network*, WP505-1537US-A, discusses network bottlenecks, microsegmentation, transaction loads, and switching paradigms as solution.
- *How Much Bandwidth Is Enough? Network Design In a Complex World*, WP505-1619US-A, compares the capabilities of alternative network technologies to solve bandwidth limitations and meet business objectives.
- *The Values Of Per-Port Configuration Switching*, WP505-1015US-A.
- *The Values Of Configuration Switching*, WP505-1008US-A.

Understanding FDDI

Self-Study Guide

Swisher, V.; Timbs, N.; Semeria, Ch.

3Com Education Services

3Com Corp., USA, 1992

APENDICES

APENDICE A
CAPAS DEL MODELO DE REFERENCIA OSI

CAPAS DEL MODELO OSI	
<p>CAPA DE APLICACION (7)</p> <p>a) <i>Elementos de servicio de aplicaciones comunes (CASE)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Log-in</i> • Verificaciones de <i>Password</i> • Organización de asociación de semejanzas • Concordancia en la semántica de la información a intercambiar • Presentación, concurrencia y recuperación <p>b) <i>Elementos de servicio de aplicaciones específicas (SASE)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Transferencia de archivos, acceso y administración • Terminales virtuales • Manejo de mensajes • Transferencia de documentos • Transferencia y manipulación de tareas • Acceso y transferencia de base de datos • Videotexto, teletexto y telefax • Servicio de directorio • Administración del sistema • Protocolos industriales: banca, compras, facturación, verificación de crédito, etc. <p>CAPA DE PRESENTACION (6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establece la sintaxis concreta de transferencia (codificación de bits) para los datos • Maneja el paso de los servicios de la capa de sesión a la de aplicación <p>CAPA DE SESION (5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapea las direcciones por nombre (los usuarios mantienen el mismo nombre cuando se trasladan) • Establece conexiones y su terminación • Transfiere datos • Controla el diálogo (quién habla, cuándo, qué tanto, en modo <i>half</i> o <i>full-duplex</i>) • Sincroniza las tareas de usuario final • Recurre al cierre cuidadoso o brusco 	<p>CAPA DE TRANSPORTE (4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establece conexiones de transporte confiables de extremo a extremo • Multiplexa las direcciones de usuario final dentro de la red • Proporciona detección de errores y recuperación de extremo a extremo • Maneja el control de flujo • Monitorea la calidad del servicio • Desensambla y reensambla los mensajes de la sesión <p>CAPA DE RED (3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establece las rutas de viaje para los paquetes (circuitos virtuales) • Proporciona el servicio de datagrama • Dirige el equipo de red para el enrutamiento de paquetes • Divide los mensajes de transporte en paquetes y los reensambla en el destino • Controla la congestión de la red • Reconoce la prioridad de los mensajes y envía mensajes en el orden apropiado • Maneja la interconexión entre redes (en ambos modos: orientado a conexión y no orientado a conexión) <p>CAPA DE ENLACE DE DATOS (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transfiere datos de manera confiable a través de un enlace • Agrega banderas para marcar el inicio y fin de los mensajes • Agrega algoritmos de verificación de errores • Distingue entre los datos y las banderas (proporciona transparencia) • Proporciona métodos de acceso para redes de área local <p>CAPA FISICA (1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maneja voltajes y pulsos eléctricos • Especifica los tipos de cable, conectores y los componentes de interfaz al medio • Proporciona detección de colisiones para el método de acceso <i>CMA/CD</i>

APENDICE B CABLEADO

Categorías <i>EIA/TIA</i> para Cable de Par Trenzado Sin Blindaje (<i>UTP Unshielded Twisted Pair</i>)	
Categoría 1	Telefonía: voz analógica y digital; aplicaciones de transferencia de datos a baja velocidad.
Categoría 2	Voz; transferencia de datos a velocidad media (hasta 4 Mbps).
Categoría 3	Transferencia de datos a velocidad alta; aplicaciones en redes de área local de hasta 16 Mbps.
Categoría 4	Para redes de área local con tráfico de larga distancia y hasta 20 Mbps.
Categoría 5	Para redes de área local de 100 Mbps.

Sistema de Cableado <i>TBM</i>	
Tipo 1	Consiste de dos pares de <i>STP (Shielded Twisted Pair Par Trenzado Blindado)</i> para transmisión de datos y es la norma histórica para el cableado de <i>Token-ring</i> . Cada par está blindado con una cubierta de hoja metálica y con otra cubierta exterior de plástico o metal corrugado. El tipo 1a es una variación más nueva de este tipo con propiedades mejoradas.
Tipo 2	Incluye seis pares de cables, dos de <i>STP</i> para datos y cuatro de <i>UTP</i> para voz. Se utiliza cuando las líneas telefónica y de datos terminan en la misma placa de pared, o bien para facilitar el cableado de líneas telefónicas y de datos entre gabinetes de cableado.
Tipo 3	Consiste de cables <i>UTP</i> de grado telefónico. Originalmente, este tipo de cable se propuso para ser compatible con el cableado de grado telefónico existente, equivalente a la Categoría 2 de <i>UTP</i> de <i>EIA/TIA</i> , y que fue recomendada para los anillos de 4 Mbps únicamente. Normalmente, <i>TBM</i> recomienda el uso de <i>UTP</i> de grado de datos (Niveles 3, 4 ó 5 de <i>EIA/TIA</i>) para instalaciones de <i>Token-ring</i> a 4 y 16 Mbps, y para instalaciones nuevas, recomienda los Niveles 4 ó 5.
Tipo 5	(Fibra óptica) Consiste de dos cables de fibra óptica 100/140 mm. <i>TBM</i> recomienda además para instalaciones la fibra óptica multimodo 62.5/125 mm. Este tipo de cable se utiliza típicamente con un par de repetidores ópticos para conectar <i>MAUs</i> en redes con tecnología <i>Token-ring</i> .
Tipo 6	Utiliza dos pares trenzados para transmisión de datos y es similar al Tipo 1, pero más flexible. Este tipo se utiliza para conectar estaciones de trabajo a placas en la pared y para interconexión entre <i>MAUs</i> de <i>Token-ring</i> .
Tipo 8	Consiste de dos pares blindados con una protección plana de plástico diseñada para ser utilizada bajo alfombras.
Tipo 9	Es una versión más delgada y económica del Tipo 1. Este tipo soporta distancias de transmisión menores que el Tipo 1.

Especificaciones de fibra óptica para <i>FDDI</i>			
	PMD	SMF-PMD	TP-PMD
Medio de conexión	Fibra multimodo	Fibra monomodo	<i>UTP</i> categoría 5 o <i>STP</i>
Núcleo de la fibra	62.5 micrones	10 micrones	N/A
Cubierta de la fibra	125 micrones	125 micrones	N/A
Transmisor	LED	Laser	Eléctrico
Máxima distancia entre nodos	2 Km	40-60 Km	100 m
Tipo de conector	<i>MIC</i>	<i>MIC</i>	<i>UTP (RJ-45) STP (DB-9)</i>

APENDICE C
TECNOLOGIAS TRADICIONALES: ARCnet, ETHERNET Y
TOKEN-RING

<i>Comparativo entre ARCnet, Ethernet y Token-ring</i>			
	<i>ARCnet</i>	<i>Ethernet</i>	<i>Token-ring</i>
Velocidad	2.5 ó 20 Mbps	10 Mbps	4 ó 16 Mbps
Topología	Bus/estrella	Bus/estrella	Anillo/estrella
Método de Acceso	<i>Token-passing</i>	<i>CSMA/CD</i>	<i>Token con jerarquías</i>
Medio Físico	Coaxial grueso, UTP, Fibra Óptica	Coaxial Grueso, Coaxial Delgado, Par Trenzado, Fibra Óptica	Par Trenzado Blindado y Sin Blindar, Fibra Óptica
Distancia Máxima de Red (Sin Puentes)	6,000 m	500 m	1,000 m
Distancia Máxima entre Nodos	600 m	500 m	100 m
Tamaño Máximo de Paquete	0.5/4 K	1.5 K	4/18 K
Número Máximo de Nodos	2,047	1,024	260 utilizando <i>STP</i> , 72 utilizando <i>UTP</i>

APENDICE D
COMPARATIVO DE TECNOLOGIAS DE ALTA VELOCIDAD

Comparativo entre <i>FDDI, Fast Ethernet, 100VG-AnyLAN y ATM</i>				
	<i>FDDI</i>	<i>100BASE-T</i>	<i>100VG-AnyLAN</i>	<i>ATM</i>
Ancho de banda	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	25 Mbps a 2.488 Gbps
Limitaciones de distancia	200 Km (2 Km de nodo a nodo)	Máximo de 205 m para UTP y 450 m para fibra óptica	Máximo de 600 m para UTP y 2500 m para fibra óptica	Global
Método de acceso	Token-Passing	<i>CSMA/CD</i>	<i>DDIM</i>	Commutación de celdas
Unidad de datos	frame de longitud variable	frame de longitud variable	frame de longitud variable	celdas de longitud fija
Tamaño del frame	64 a 4500 octetos	64 a 1500 octetos (<i>802.3 Ethernet</i>)	<i>802.3 Ethernet u</i> <i>802.5 token ring</i>	53 octetos
Medio de conexión	Fibra, <i>UTP, STP</i>	<i>UTP, STP</i> categorías 3, 4, 5 y fibra óptica	<i>UTP, STP</i> categorías 3, 4, 5 y Fibra óptica	<i>UTP, STP</i> categorías 3 y 5 y Fibra óptica
Tráfico	Datos y multimedia	datos y multimedia	datos y multimedia	voz, video, datos y multimedia
Aplicaciones	<i>Backbone</i> en LAN, campus	<i>Backbone</i> en LAN, edificios, grupo de servidores	<i>Backbone</i> en LAN	<i>Backbone</i> para campus, edificios, <i>WAN, MAN</i>
Complejidad	moderada	baja	media a alta	alta
grupo de estándares	<i>ANSI</i>	<i>IEEE 802.3u, Fast Ethernet Alliance (FEA)</i>	<i>IEEE 802.12, 100VG-AnyLAN Forum</i>	<i>ATM Forum, IETF y ITUTSS</i>
Estatus	Disponible	emergente	emergente	emergente

GLOSARIO

GLOSARIO

- A -

- AAL** *ATM Adaptation Layer*. Capa de Adaptación de *ATM*. Es la capa 3 de la arquitectura *ATM*. Adapta al usuario al tráfico hacia y fuera del campo de información (*payload*) de la celda *ATM*.
- AAL1** Capa de adaptación *ATM* tipo 1 que soporta rango de *bit* constante (*CBR*), con tráfico dependiente del tiempo tales como voz y video.
- AAL2** Capa de adaptación *ATM* tipo 2 que soporta tráfico con rango de *bit* variable (*VBR*) pero con dependencia del tiempo, tales como voz y video.
- AAL3/4** Capa de adaptación *ATM* tipo 3/4 que soporta tanto servicios orientados a conexiones y no orientado a conexiones, que tienen un rango de *bit* variable.
- AAL5** Capa de adaptación *ATM* tipo 5 que soporta servicios orientados a conexiones que tienen rango de *bit* variable. *AAL5* también es conocido como *Simple and Efficient Adaptation Layer (SEAL)* o Capa de Adaptación *ATM* Simple y Eficiente.
- ABR** *Available Bit Rate*. Rango de Bit Disponible. Uno de los 5 tipos de servicios definido por el Foro *ATM*.
- ACK** *Acknowledgment*. Parte de cualquier protocolo de comunicaciones responsable del acuse de recibo de una transmisión. Normalmente se envían *ACKs* de un dispositivo a otro de la red para indicar que ocurrió algún suceso, por ejemplo, la recepción de un mensaje.
- access control** Un campo del *frame* de *Token-ring* y de *FDDI* que determina si una estación del anillo puede usar el *token* para iniciar la transmisión de paquetes.
- address** Dirección. Estructura de datos empleada para identificar una entidad única, como algún proceso o la localización de una red.
- address field** El principio de un mensaje en el cual se encuentra definida la dirección de la estación origen.
- address mask** Carátula o máscara de la dirección. Combinación de *bits* empleada para designar los *bits* de dirección de la subred dentro de la dirección del protocolo de una red.
- agente** *Software* que procesa pedidos y devuelve respuestas en alguna aplicación. En los sistemas de administración de redes los agentes residen en todos los dispositivos bajo control y reportan los valores de las variables especificadas a las estaciones de administración.
- algoritmo** Reglas o procesos bien definidos para alcanzar la solución de un problema.
- ANSI** *American National Standards Institute*. Instituto Nacional norteamericano de Estándares. Instancia coordinadora de grupos voluntarios de fijación de estándares en los Estados Unidos. *ANSI* es miembro de *ISO*.
- Apple Talk** Serie de protocolos de comunicación relacionados, creados y mantenidos por la compañía *Apple Computer*. Actualmente existen dos fases: I y II. La fase II, que incluye manejo de interconexión de redes, es la más reciente.
- ARCNET** *Attached Resource Computer Network*. Red de computadoras con recursos asignados. Red local (*LAN*) de tipo *token bus* a 2.5 Mbps desarrollada a finales de los años 70s e inicios de los 80s por la empresa *Datapoint Corporation*. Sus principales características son su sencillez, facilidad de uso y relativa economía.
- ARM** *Asynchronous Response Mode*. Modo de respuesta asíncrono. Modo de comunicación *HDMC* con un primario y al menos un secundario, donde el primario o cualquiera de los secundarios puede iniciar las transmisiones.
- ARP** *Address Resolution Protocol*. Protocolo de resolución de direcciones. Protocolo Internet usado para ligar una dirección *IP* a direcciones *Ethernet 802.2*. Normalmente se refiere a un método para resolver conflictos entre diferentes esquemas de direccionamiento.
- ASCII** *American Standard Code for Information Interchange*. Código estándar norteamericano para intercambio de información. Código de ocho *bits* para representar caracteres que emplea siete *bits* más paridad.
- ATM** *Asynchronous Transfer Mode*. Modo de transferencia asíncrono. Estándar *CCITT* para retransmisión de celdas, en el cual la información para diferentes tipos de servicios (voz, video, datos) se transmite en pequeñas celdas de tamaño fijo. También modo de transmisión *BSDN* en el cual se usa una versión acelerada del multiplexaje asíncrono por división de tiempo (*ATDM*) para transferir flujos múltiples de información en un canal de comunicación.
- ATM Layer** Capa 2 de la arquitectura *ATM*. Responsable de la creación y la administración de las celdas

- ATM*, incluyendo verificación de error y de enrutamiento. Algunas veces llamada Capa de celda.
- ATM Forum** Organización voluntaria internacional integrada por fabricantes, proveedores, organizaciones de investigadores y usuarios. Su objetivo es acelerar el uso de los productos y servicios *ATM* mediante la rápida convergencia de especificaciones de interoperabilidad, promoción de la cooperación industrial y otras actividades.
- AUI Attachment Unit Interfac**. Interfaz de unidad de vinculación. Cable *IEEE 802.3* que conecta la unidad de acceso al medio (*MAU*) al dispositivo en red. El término *AUI* también se puede usar para referirse al conector del panel trasero principal al que se le puede fijar el cable *AUI*.

- B -

- backbone** La red central común o segmento al cual están conectadas otras redes. Normalmente es un medio de transmisión que porta paquetes de información de unos dispositivos a otros, relativamente rentos, como por ejemplo, entre dos concentradores situados en dos partes distantes dentro de un área de edificios. Algunas veces es denominada troncal.
- backplane** El bus común de datos dentro de un concentrador o dentro de un enrutador.
- back channel** Canal secundario. Empleado para enviar datos en dirección opuesta a la del canal primario. Los canales secundarios suelen usarse para enviar información de control. Mediante ellos, la información puede enviarse aunque el canal primario falle.
- back end** Nodo o programa que ofrece servicios a un *front end*.
- back off** Retraso (normalmente aleatorio) en la retransmisión, causado por los protocolos de competencia por el control de acceso al medio de transmisión, luego de que un nodo que intentaba transmitir, detectó una protadora en el canal físico.
- baseband** Banda base. Sistema de transmisión de la tecnología de redes, en donde sólo se emplea una frecuencia portadora. La banda base se diferencia de la banda amplia. *Ethernet* es un claro ejemplo de red que utiliza banda base.
- bandwidth** Ancho de banda. El rango de frecuencias asignadas a un canal de comunicaciones. A menudo, el ancho de banda se refiere a la habilidad que tiene un canal de comunicaciones para portar datos: por ejemplo, un ancho de banda alto tiene la habilidad de portar muchos datos, en tanto que un ancho de banda bajo porta pequeñas cantidades de datos.
- baud** Unidad de velocidad de señalización igual al número de condiciones discretas o eventos en la señal por segundo. Los *bauds* son equivalentes a los *bits* por segundo sólo si cada suceso de la señal representa exactamente un *bit*.
- beacon Frame de Token-ring de IBM y de FDDI** que indica algún problema en el anillo, tal como un cable cortado.
- BISDN Broadband ISDN**. Segunda generación de *ISDN* que proporciona velocidades de transmisión más rápida que *ISDN*. Son para manejar aplicaciones de gran ancho de banda, tales como video.
- bit rate** Tasa de *bits*. Velocidad a la que se transmiten los *bits*, usualmente expresada en *bits* por segundo (*bps*).
- BPDU Bridge Protocol Data Units**. Unidades de datos para protocolos de puente. Paquete de protocolo árbol abarcador (*spanning tree*).
- bridge** Puente. Dispositivo que conecta dos segmentos de una red y pasa paquete entre ellos. Los puentes operan en el nivel 2 del modelo *OSI* y no son sensibles a los protocolos de niveles superiores.
- bridge/router** Un dispositivo que puede operar como un puente, o como un enrutador, o bien, como ambos. Se les denomina también *brouter*.
- broadband** Banda amplia. Sistema de transmisión que multiplexa varias señales independientes en un solo cable. En la terminología de las telecomunicaciones, se refiere a cualquier canal que tenga un ancho de banda mayor que el requerido para transmitir voz (4 KHz). En lo que respecta a las redes locales, se refiere a un cable coaxial que maneja señales de tipo analógico. La TV por cable es un ejemplo de transmisión por banda amplia.
- broadcast** Difusión o mensaje público. Mensaje enviado a todos los destinos dentro de una red, de manera simultánea.
- buffer** Zona temporal de almacenamiento empleada para el manejo de datos. Los *buffers* se utilizan, normalmente, para compensar las diferencias de velocidad de procesamiento entre dispositivos de la red. Las emisiones rápidas de datos se almacenan en un *buffer* hasta que los pueda procesar el dispositivo que funciona más lentamente.

bus topology Topología de bus. Arquitectura LAN lineal en la cual las transmisiones de las estaciones de la red se propagan a lo largo de todo el medio de comunicación y son recibidas por todas las demás estaciones.

bypass mode Modo de operación en redes *FDDI* y *Token-ring* en el cual se ha desinsertado (o desviado) una interfaz del anillo.

- C -

call priority Prioridad de llamada. Prioridad asignada cada puerto de origen en los sistemas de circuitos conmutados. La prioridad define el orden en el cual se reconectan las llamadas. También se define que llamadas se efectuarán durante una reservación de ancho de banda.

carrier Portadora. Señal propia para ser modulada por otra señal que contiene información a ser transmitida.

CBR Constant Bit Rate. Rango de *bit* constante o velocidad de transmisión constante. Uno de los 5 tipos de servicios definido por el Foro *ATM*, que soporta tráfico de voz y video así como también emulación de circuitos.

CCITT *Comité Consultatif Internationale de Télégraphique et Téléphonique.* Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía. Es el nombre original de *ITU-TSS*. Organización internacional que desarrolla estándares de comunicaciones.

cell Celda. Para *ATM* es una unidad de transmisión. El encabezado consta de 5 bytes y el campo de información es de 48 bytes.

CER Cell Error Ratio. Parámetro de rendimiento de *ATM* que especifica o determina la razón (cociente) de celdas erróneas con respecto al total de celdas transmitidas sobre un circuito virtual dado.

CES Circuit Emulation Service. Servicio del Foro *ATM* que ofrece una conexión de circuito virtual que emula las características de un circuito real, con rango de *bit* constante y ancho de banda dedicado.

checksum La suma total de los dígitos binarios de un bloque, usado para verificar la transmisión correcta del éste, comparándola con la suma ya establecida originalmente como patrón.

cliente-servidor Arquitectura de *software* en el que el procesamiento de interfaz de usuario reside sobre una estación de trabajo (cliente), y la mayoría de la manipulación de los datos se realiza sobre una máquina separada (servidor).

CLP Cell Loss Priority. Prioridad de celda perdida. Un campo de un *bit* en el encabezado de la celda *ATM*, que proporciona dos niveles de indicadores de prioridad. De tal manera, que se descartarán momentáneamente las celdas de baja prioridad y serán procesadas las celdas de prioridad regular.

CMIP/CMIS Common Management Information Protocol/Common Management Information Services. Protocolo para manejo común de información/Servicios para manejo común de información. Interfaz *OSI* de manejo de servicios/protocolos de red creada y estandarizada por *ISO* para manejar redes heterogéneas.

CMT Connection Management. Manejo de conexiones. Proceso *FDDI* que se encarga de la transición del anillo entre sus estados (apagado, activo, conectado, etc.), como se define en la especificación *X3T9.5*.

CODEC Coder-Decoder. Codificador-decodificador. Dispositivo que normalmente emplea modulación codificada por pulsos para transformar voz analógica en un tren de *bits* y viceversa.

CPU Central Processing Unit. El circuito que controla todas las actividades dentro de una computadora.

CRC Cyclic Redundancy Check. Prueba cíclica de redundancia. Técnica de verificación de errores en la cual el receptor del *frame* calcula el residuo que se obtiene al dividir el contenido del *frame* entre un divisor binario primo (a lo cual a veces también se llama *CRC*) y lo compara con el valor previo que el nodo emisor almacenó en el *frame* mismo.

CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones. Es un método de acceso al medio en el cual los dispositivos que desean transmitir primero verifican la existencia de portadora en el canal. Si no se detecta portadora en un cierto lapso, los dispositivos pueden transmitir. Si dos de ellos transmiten a la vez, ocurre una colisión, que es detectada por dispositivos especiales, que entonces retardan la retransmisión durante un período aleatorio. El acceso *CSMA/CD* es empleado por *Ethernet* y por *IEEE 802.3*

- D -

- DARPA** *Defense Advanced Research Projects Agency*. Agencia de proyectos avanzados de investigación para la Defensa. Agencia de gobierno de los *EEUU* que financió la investigación y el desarrollo de Internet.
- DAC** *Dual Attachment Concentrator*. Un concentrador de *FDI* que tienen capacidad de doble conexión a un doble anillo del *FDI*.
- DAS** *Dual Attach Station*. Estación asignada doble. En *FDI*, estación que se conecta a ambos anillos.
- DCE** *Data Communications Equipment* (según *ETI*) o *Data Circuit-Terminating Equipment* (según *CCITT*). Equipo de comunicación de datos (según *ETI*) o equipo terminal de circuitos de datos (según *CCITT*). Dispositivos y conexiones de una red de comunicaciones que conectan el circuito de comunicación con el dispositivo terminal *DTE*. Un módem se puede considerar como un *DCE*.
- destination address* Dirección destino. Dirección de un dispositivo de recepción de la red.
- differential encoding* Codificación Diferencial. Técnica de codificación digital en la que un valor binario se denota por un cambio de señal más que por un nivel particular.
- Differential Manchester encoding* Codificación Diferencial Manchester. Esquema de codificación digital en el que se emplea una transición durante el *bit* para señal de reloj, y donde una transición al inicio del tiempo de cada *bit* denota un cero. Es el esquema de codificación empleado por las redes *IEEE 802.5/Token-ring*.
- DPAM** *Demom Priority Access Method*. Método de acceso al medio utilizado por redes *DDG-AnylAN*. Un método de acceso, centralmente controlado, que utiliza repetidores para controlar la transmisión entre los nodos.
- DQDB** *Distributed Queue Dual Bus*. Estándar del *IEEE 802.6* basada en transmisión de celdas en un ancho de banda de 2 X 45 Mbps actualmente, y de 2 X 150 Mbps en un futuro cercano. Propuesto para uso en redes metropolitanas (*MAN*).
- DSAP** *Destination Service Access Point*. Punto de acceso al servicio del destino. Es una identificación del campo *LCC* para protocolo de destino.
- DS-0** *Digital Signal 0*. Jerarquía digital Norteamericana de señalización estándar para transmisión en un canal de 64 Kpbs.
- DS-1** *Digital Signal 1*. Sistema de transmisión digital de nivel 1. Empleada para referirse a la señal digital de 1.544 Mbps (*EEUU*) soportado así 24 canales *DS-0*. A veces es utilizado invariablemente como *T1*, aunque se puede referir también a otros sistemas de transmisión, como por ejemplo la señal *E-1* de 2.048 Mbps (Europa) de 30 canales.
- DS-3** *Digital Signal 3*. Sistema de transmisión digital de nivel 3, para transmisión a 44.736 Mbps. Soporta 28 canales *DS-1*.
- DTE** *Data Terminal Equipment*. Equipo terminal de datos. Parte de una estación de datos que sirve como fuente o destino de los datos, o ambos, y que ofrece las funciones de control de comunicación de datos de acuerdo con los protocolos. *DTE* incluye computadoras, traductores de protocolo y multiplexores.
- Dual Homing* Configuración de estación *FDI* en el cual una estación de doble conexión tiene dos conexiones a la red. Usa un enlace de respaldo para soportar la falla del enlace primario.
- DXI** *Data eXchange Interface*. Interfaz de intercambio de datos. Especificación para la interfaz entre un enrutador y un *DSU*. *DXI* ha sido especificada para *ATM*.

- E -

- E-1** *European Digital Signal 1*. Estándar europeo para transmisión digital a 2.048 Mbps. Soporta 30 canales simultáneos *DS-0*. Este es el equivalente al *T1*.
- E-3** *European Digital Signal 3*. Estándar europeo para transmisión digital a 34.368 Mbps. Soporta 16 canales simultáneos *E-1*.
- E.164** Recomendación *CCITT* para numeración de telecomunicación internacional, especialmente *ISDN* y *BISDN*. Para red pública normalmente utiliza 15 dígitos.
- EIA/TIA** *Electronic Industries Association/Telecommunications Industries Association*. Asociación de Industrias Electrónicas/Asociación de Industrias de Telecomunicaciones. Grupo que especifica estándares de transmisiones electrónicas.
- EMI/RFI** *ElectroMagnetic Interference/Radio Frequency Interference*. Interferencia electromagnética/ Interferencia por radiofrecuencia.

encriptar Alterar o codificar datos para evitar accesos no autorizados.

ES-IS *End System to Intermediate System*. De sistema final a sistema intermedio. Protocolo *OSI* que define la forma en que los sistemas finales (anfitriones) se presentan a los sistemas intermedios (enrutadores).

Ethernet Especificación de red *LAN* de banda base inventada por la corporación *Xerox* y desarrollada en forma conjunta por *Xerox*, *Intel* y *Digital Equipment Corporation (DEC)*. Las redes *Ethernet* operan a 10 Mbps utilizando *CSMA/CD* sobre cable coaxial. Es similar a una serie de estándares producidos por *IEEE* y conocidos como *IEEE 802.3*.

- F -

Fast LAN Término dado a dos estándares emergentes: *IEEE 802.3u* (llamado *Fast Ethernet*) para *Ethernet* operando a 100 Mbps en *UTP* categoría 3 ó 5, y para *802.12* (llamado *100VG-AnyLAN*) para *Ethernet* o *Token-ring* operando a 100 Mbps sobre *UTP*, *STP* o fibra óptica, categoría 3, 4 ó 5.

FCC *Federal Communications Commission*. Comisión Federal de Comunicaciones. Agencia del gobierno de los Estados Unidos que supervisa, licencia y controla estándares de transmisión electrónica y electromagnética.

FCS *Frame Check Sequence*. Secuencia de verificación de paquetes. Término *HDL*C adoptado por las siguientes capas de enlace de los protocolos que se refiere a los caracteres extra que se añaden al paquete para propósitos de control de errores.

FDDI *Fiber Distributed Data Interface*. Interfaz de datos distribuido por fibra. Estándar definido por *ANSI* que especifica una red *Token-ring* de 100 Mbps empleando cable de fibra óptica.

FDX *Full Duplex* Capacidad de transmisión simultánea de datos en ambas direcciones.

FEP *Front End Processor*. Procesador frontal. Dispositivo o tarjeta que ofrece a un dispositivo capacidades de interfaz de red. En *SNA*, normalmente es un dispositivo 3745.

FOIRL. *Fiber-Optic Inter-Repeater Link*. Enlace inter-repetidor de fibra óptica. Metodología de señalización de fibra óptica basada en la especificación de fibra óptica *IEEE 802.3*.

FR *Frame Relay*. Retransmisión de paquetes. Protocolo empleado en la interfaz entre dispositivos de usuario (por ejemplo: máquinas anfitriones y enrutadores) equipo de reules (por ejemplo, nodos de conmutación).

frame Mensaje utilizado en redes de área local para la transmisión de datos entre nodos, estructurado en varios campos, principalmente de dirección y contenido (datos a ser transmitidos), capaz de contener miles de bytes. Cada tecnología de red emplea un formato de *frame* propio, aunque en el caso de las reguladas por *IEEE 802*, algunos campos comunes mantienen un formato semejante.

- G -

gateway Servidor de intercomunicación. Dispositivo que actúa como interfaz entre dos o más redes para conectar sistemas o tecnologías distintas. Actúa como un traductor de un protocolo a otro, desde la capa Física hasta la capa de Aplicación del modelo de referencia *OSI*.

Gbps Gigabits por segundo. Mil millones de bits por segundo. Medida de velocidad de transmisión.

GFI *General Format Identifier*. Identificador de formato general. Contiene información para calificar o aprobar el tipo de dato, el reconocimiento requerido y el número de secuencia a ser utilizado.

GFC *Generic Flow Control*. Control de flujo genérico. Un campo de 4 bits en el encabezado de la celda *ATM*. Este campo tiene solo significado local y debe ser puesto al valor "0000".

group address Dirección de grupo. Dirección única que se refiere a múltiples dispositivos de la red. Sinónimo de *multipoint address* (dirección múltiple).

- H -

HDLC *High-level Data Link Control*. Control de enlace de datos de alto nivel. Protocolo de capa de enlace *ISO* estándar por bits de uso común, derivado de *SDLC*. Especifica un método de encapsulamiento de datos en enlaces serie síncronos.

HDX *Half Duplex* Transmisión entre dos puntos en ambas direcciones, pero no simultáneamente.

header Encabezado. Información de control que se añade a los datos antes de encapsularlos para su transmisión en la red. Agrega detalles de información, tales como la dirección del destino y longitud del paquete de datos.

HEC *Header Error Check*. Verificación de error de encabezado. Un campo de 8 bits del encabezado de la

celda *ATM*. Proporciona una función *FCS* para los campos de la celda *ATM* únicamente.

host Anfitrión. Sistema de cómputo en una red. Es similar a el término *node* (nodo), excepto que usualmente implica un sistema de cómputo, mientras que *node* generalmente se aplica a cualquier sistema en red, que incluye servidores y enrutadores. Es el ambiente de operación que proporciona *software* de aplicaciones (tales como correo o base de datos) hacia varios usuarios. Puede ser una computadora como por ejemplo un *mainframe*.

hub Concentrador. De manera genérica, término que describe un dispositivo que sirve como centro de una red con topología de estrella. En la terminología *Ethernet/IEEE 802.3* se refiere a un repetidor multipuerto. El término también se usa también para el dispositivo de *hardware/software* que contiene múltiples módulos independientes, aunque conectados, de equipo de redes e interconexión de redes. Los concentradores pueden ser activos (que repiten las señales que les lleguen) o pasivos (que no repiten, sino que sólo reparten las señales que les llegan).

- I -

IEEE *Institute of Electrical and Electronic Engineers*. Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos. Organización profesional que entre otras actividades define normas de redes. Las normas para red de área local de *IEEE* son las predominantes en la actualidad, e incluyen protocolos similares o virtualmente equivalentes a *Ethernet* y *Token-ring*.

IETF *Internet Engineering Task Force*. Fuerza de trabajo de ingeniería *Internet*. Equipo de trabajo del grupo de actividades de *Internet* que está formado por más de 40 grupos responsables de asuntos de ingeniería para *Internet* con soluciones a corto plazo.

IFIP *International Federation for Information Processing*. Federación internacional de procesamiento de información. Organización de investigación que realiza trabajos de pre-normalización *OSI*.

IGP *Interior Gateway Protocol*. Protocolo de servidores de intercomunicación internos. Protocolo *Internet* usado para intercambio de información de enrutamiento en un sistema autónomo.

IMP *Interface Message Processor*. Procesador de interfaz de mensajes. Nombre que anteriormente tenían los conmutadores de paquetes de *Internet*. Ahora se llaman *packet-switched nodes* (nodos de paquetes conmutados), *packet switches* (conmutadores de paquetes) o *switches* (conmutadores).

interface Interfaz. Conexión entre dos sistemas o dispositivos. En la terminología de enrutadores, es una conexión de la red. También se refiere a la frontera entre capas adyacentes del modelo *OSI*.

intermediate system Sistema intermedio. Nudo de enrutamiento en una red *OSI*.

Internet Término empleado para referirse al sistema de interconexión de redes de datos más grande del mundo, que conecta miles de redes en todo el planeta, y que desarrolló una cultura basada en la simplicidad, investigación y normalización fundamentada en el uso real.

IPX *Internetworking Packet Exchange*. Intercambio de paquetes de interconexión de redes. Protocolo *Novell* de capa 3 del modelo *OSI*, similar a *XNS* e *IP* que se emplea en redes *NetWare*.

IRTF *Internet Research Task Force*. Equipo de trabajo para investigación en *Internet*. Comunidad de investigadores en redes de datos con interés en interconexión de redes. Está comandado por el grupo de gobierno en investigación *Internet* (*IRSG Internet Research Steering Group*).

ISDN *Integrated Services Digital Network*. Red digital de servicios integrados. Protocolos de comunicación propuestos por las compañías telefónicas para lograr que las redes de teléfono transmitan datos, voz y otros materiales de la fuente.

ISO *International Organization for Standardization*. Organización internacional para la estandarización. Es la responsable del modelo de referencia de redes más popular: el modelo de referencia *OSI*.

- I -

LAN *Local Area Network*. Red de área local. Red que cubre un área geográfica relativamente pequeña (usualmente no mayor que un grupo local de edificios). Comparadas con las redes *WAN*, las redes *LAN* suelen caracterizarse por velocidades de transferencia de datos relativamente altas y una relativamente baja incidencia de errores.

link Enlace. Canal de comunicaciones de una red de datos consistente de un circuito o una trayectoria de transmisión, incluido el equipo existente entre el transmisor y el receptor.

load balancing Balanceo de carga. En enrutamiento se refiere a la capacidad de un enrutador para distribuir el tráfico a todos sus puertos de la red que estén a la misma distancia de la dirección de destino. Los algoritmos de balanceo de carga eficientes usan información sobre velocidad de la línea y sobre su confiabilidad. El balanceo de la carga incrementa la utilización de los segmentos de la

red y aumentan su ancho de banda efectivo.

local bridge Puenle local. Puenle que directamente interconecta redes en la misma área geográfica.

logical channel Canal lógico. Trayectoria de comunicaciones no dedicada, para conmutación de paquetes, entre dos a más nodos de red. Mediante conmutación de paquetes pueden existir varios canales lógicos simultáneamente en un mismo canal físico.

loop Cíelo. Ruta en la cual los paquetes nunca llegan a su destino, sino que sólo recorren un ciclo o bucle a través de una serie constante de nodos de la red.

- M -

MAN Metropolitan Area Network. Red de área metropolitana. En términos generales se refiere a una red que ocupa un área metropolitana, geográficamente mayor que la ocupada por una red de área local, pero menor que la de una red amplia.

MAC Media Access Control. Subcapa de control de acceso al medio. Una de las dos subcapas en las que *IEEE 802* divide a la capa 2 del modelo *OSI*. Regula el uso de un procedimiento determinístico o aleatorio para regular el acceso al medio, además de la delimitación de *frame*, reconocimiento de dirección y verificación de error. En *FDDI* se considera como una capa con las mismas funciones descritas, para un acceso determinístico.

MAU Medium Attachment Unit (IEEE 802.3) o Multistation Access Unit (IEEE 802.5). En el primer caso, Unidad de vinculación, es un dispositivo que realiza las funciones de la capa 1 de *IEEE 802.3*, que incluyen la detección de colisiones y la inyección de *bits* a la red. Una unidad *MAU* se conoce como *transceiver* (transceptor: transmisor-receptor) en la especificación *Ethernet*. En el segundo caso, Unidad de acceso a estaciones múltiples, conocida a veces como *MSAU* para evitar confusión con las primeras, se trata de concentradores de cables a los cuales se conectan los nodos de *Token-ring*.

Mbps Megabits por segundo. Un millón de *bits* por segundo. Medida de velocidad de transmisión.

message switching Conmutación de mensajes. Técnica de conmutación que transmite mensajes de nodo a nodo en una red. El mensaje se almacena en cada nodo hasta que llega el momento en que se consigue una trayectoria de envío.

MIC Media Interface Connector. Conector *FDDI* que es un estándar de facto.

multicast address Dirección múltiple. Dirección que se refiere a múltiples dispositivos de red. Sinónimo de *group address* (dirección de grupo).

- N -

NetView Arquitectura y aplicaciones relacionadas con manejo de redes *IBM*.

NetWare Desarrollado y distribuido por *Novell, Inc.*, se trata del sistema de archivos distribuidos más popular en la actualidad. Ofrece acceso transparente a archivos remotos y muchos otros servicios distribuidos de redes.

network Red. Conjunto de computadoras y otros dispositivos que son capaces de comunicarse entre sí empleando un medio reticular.

NIC Network Interface Controller o Network Interface Card. Controlador de interfaz de red o Tarjeta de interfaz de red. Tarjeta de una *PC*, normalmente instalada dentro de la máquina, que ofrece capacidades de comunicación de red desde y hacia la computadora.

nnde Nodo. Término genérico que se refiere a una entidad que puede tener acceso a una red. Se usa también en término *device*: dispositivo.

NOS Network Operating System. Sistema operativo de red. Término genérico para referirse a lo que en realidad son sistemas distribuidos de archivos.

- O -

open architecture Arquitectura abierta. Arquitectura para la cual terceros pueden desarrollar productos legalmente, y de la que existen especificaciones de dominio público.

OS Operating System. Sistema Operativo. *Software* que regula la operación de una computadora.

OSI Open System Interconnection. Interconexión abierta de sistemas. Programa internacional de normalización, apoyado por *ISO* y *CCITT*, para desarrollar los estándares para redes de datos. Facilita la interoperabilidad de equipos hechos por diversos fabricantes.

OSI Reference Model Modelo de referencia *OSI*. Modelo de arquitectura de redes desarrollado por *ISO* y

CCITT. Consiste en siete capas, cada una de las cuales especifica funciones particulares de la red, tales como direccionamiento, control de flujo, control de errores, encapsulamiento, transferencia confiable de mensajes y muchas otras. El modelo de referencia *OSI* es universalmente usado como método de enseñar y entender la funcionalidad de las redes.

OSPF *Open Shortest Path First.* La trayectoria abierta más corta primero. Algoritmo de enrutamiento jerárquico de estado de enlace propuesto como sucesor de *RIP* en la comunidad *Internet*. Sus características incluyen enrutamiento de costo mínimo, enrutamiento de camino múltiple y balanceo de carga.

OUI *Organization Unique Identifier.* Identificador único de organización. Los 24 *bits* más significantes de la dirección de *MAC* de una estación final, contiene la identificación del vendedor asignada por *IEEE*.

- P -

packet switching Comutación de paquetes. Red en la cual los nodos comparten el ancho de banda porque mandan unidades lógicas de información (*packets*) en forma intermitente. En contraste, una red de comutación de circuitos (*circuit switching*) dedica un circuito a la vez para la transmisión de datos.

parity check Verificación de paridad. Proceso para verificar la integridad de un carácter. Consiste en añadir un *bit* que haga que el número total de *bits* binarios en "1" en un carácter o en una palabra (excluyendo al *bit* de paridad) sea impar (en "*odd parity*": paridad impar) o par (en "*even parity*": paridad par).

partition Partición. Una subdivisión física de una red de área local relacional, está especificada por la asignación de segmentos de red.

PBX Private Branch Exchange. Conmutador telefónico en las instalaciones del usuario.

peer-to-peer computing. Computación entre nodos similares o equivalentes. En contraste con la comutación en modo cliente-servidor, la computación entre nodos equivalentes pide a cada dispositivo ejecutar ambas porciones, cliente y servidor, de una aplicación. Este término también puede emplearse para describir la comunicación entre aplicaciones de la misma capa del modelo *OSI* en dos diferentes dispositivos de la red.

PHY Physical layer. Capa física *FDDI*. Especifica el tipo de codificación de la señal digital para ser transmitida de una estación *FDDI* a otra. Proporciona además la interfaz interna entre la subcapa *PMD* y la capa *MAC*.

PMD Physical Medium Dependent layer. Capa física dependiente del medio *FDDI*. Especifica las componentes de *hardware* para la fibra óptica que crean el enlace físico entre dos estaciones adyacentes de *FDDI*.

protocol Protocolo. Descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones que gobiernan la forma en que los dispositivos de una red intercambian información.

protocol type Tipo de protocolo. Un campo en un *frame* tipo *Ethernet* que especifica el protocolo de capa de red que está siendo utilizado en ese *frame*.

PSN Packet-Switching Network. Red de comutación de paquetes. Red que permite a las computadoras y terminales externas comunicarse con otras computadoras enlazadas a la red, utilizando comutación de paquetes para transmitir datos. Las conexiones a este tipo de red están regidas por una serie de recomendaciones conocidas como *X.25*.

PVC Permanent Virtual Circuit. Circuito permanente virtual. En forma genérica se refiere a un circuito virtual establecido en forma permanente. Los *PVC* ahorran ancho de banda asociado con el establecimiento y eliminación del circuito en situaciones en donde ciertos circuitos virtuales deben existir todo el tiempo.

- Q -

queue Cola. En forma genérica se refiere a una lista ordenada de elementos que esperan procesamiento. En enrutamiento indica un conjunto pendiente de paquetes que esperan ser enviados a una interfaz del enrutador.

- R -

- relational LAN** Red de área local relacional. Una red de área local virtual de localización independiente de formación automática por parte de la red y consiste de estaciones finales del mismo tipo de protocolo y dirección de subred.
- relational network** Red relacional. Un paradigma de red que interconecta usuarios basados en relaciones en vez de la localización física. Físicamente consiste de uno o más conmutadores relacionales y todas las estaciones finales conectadas. Lógicamente consiste de una o más redes de área local relacionales.
- relational switch** Conmutador relacional. Un dispositivo de red que integra conmutación de *frame* de red de área local de alta velocidad y conmutación de celdas de *ATM*.
- RFC: Request For Comments.** Solicitud de comentarios. Documentos empleados como el medio primario de comunicación de información sobre *Internet*. Algunos *RFC*'s son designados como "Estándares *Internet*". La mayoría documentan especificaciones de protocolos, como *Telnet* y *FTP*, aunque algunos son en broma o de carácter histórico.
- RIF Routing Information Field.** Campo de información de enrutamiento. Campo en el encabezado *IEEE 802.5* que es empleado por un puente de ruta fuente (*source-route bridge*) para determinar el segmento de la red *Token-ring* por el que debe transitar un paquete. El *RIF* consiste en un número de anillo y de puente, además de otra información.
- RIP Routing Information Protocol.** Protocolo de información de enrutamiento. Es el *TGP* más común en *Internet*.
- round robin polling** Sondeo secuencial. Procedimiento desarrollado por un concentrador, en el cual se monitorea secuencialmente cada uno de los puertos, para determinar si alguno de los nodos conectados a aquéllos está solicitando acceso a la red, así como su prioridad.
- router** Enrutador. Dispositivo de la capa 3 *OSI* que puede decidir cuál de varios caminos debe seguir el tráfico de la red, basándose en alguna medida óptima predefinida. Estos dispositivos envían paquetes de una red a otra, basados en la información de la capa de red.
- routing bridge** Puente enrutador. Puente de la capa *MAC* que usa métodos de la capa de red para determinar la topología de la red.
- routing table** Tabla de enrutamiento. Tabla almacenada en un enrutador o en algún otro dispositivo de red, que lleva cuenta de las rutas (y en algunos casos de su métrica) hacia destinos particulares en la red.
- routing update** Actualización de enrutamiento. Mensaje enviado desde un enrutador para indicar el grado de alcance de la red y la información de costos asociada. Las actualizaciones de enrutamiento suelen enviarse a intervalos regulares y luego de un cambio en la topología de la red.
- RS-232C** Interfaz de capa física bastante popular. Norma desarrollada por *EIA* para la interfaz de 24 pines entre dispositivos. Define las características eléctricas de las señales en los cables que conectan los *DTE* con los *DCE*, permite velocidades de transmisión de hasta 19.2 Kbps, y funcionalmente es idéntica a la especificación *CCITT V.24/V.28*.
- RS-422** Norma desarrollada por *EIA* para longitudes de cable que excedan el límite de 50 pies de *RS-232*, muy frecuentemente implantada en los pines sin utilizar de los conectores *DB-25* (*RS-232*), y compatible eléctricamente con la recomendación *V.11* de *CCITT*.
- RS-423** Norma desarrollada por *EIA* para longitudes de cable que excedan el límite de 50 pies de *RS-232*. No es muy utilizada, pero es compatible eléctricamente con la recomendación *V.10* de *CCITT*.
- RS-449** Norma desarrollada por *EIA* para las características mecánicas de los conectores. Sus interfaces de 37 pines y 9 pines para *DTE* y *DCE* utilizan intercambio de datos binarios seriales. No es muy utilizada.

- S -

- SAP Service Access Point.** Punto de acceso al servicio. Interfaz entre capas *OSI* adyacentes. También se refiere a *Service Advertisement Protocol*, Protocolo de anuncio de servicios, un protocolo *Novell* mediante el cual se hacen conocidos a los clientes recursos de red tales como servidores.
- SDLC Synchronous Data Link Control.** Control sincrónico de enlace de datos. Protocolo *IBM* sincrónico por bits de la capa de enlace que ha dado lugar a numerosos protocolos similares, incluyendo *HDLIC* y *LAPB*.
- SDLLC** Característica mediante la cual se realiza una traducción entre *SDLC* e *IEEE 802.2* tipo 2.
- segment** Segmento. Una conexión de tipo *Ethernet* con una o más estaciones finales conectadas a ella, o un

- enlace *ATM* hacia una estación final operando como un cliente del tipo Emulación de red de área local del *Forum ATM*. Un segmento está especificado por su nombre *IP* de anfitrión *ATM* y número de puerto.
- shortest path routing** Enrutamiento de camino mínimo. Enrutamiento que mediante la aplicación de un algoritmo minimiza el costo de la distancia o de la trayectoria.
- SMT Station Management layer**. Capa de manejo de estación. Define las funciones que deben ser aplicadas por cada nodo *FDDI* para participar en la administración de una red *FDDI*.
- SNA Systems Network Architecture**. Arquitectura de redes de sistemas. Arquitectura grande, compleja y con múltiples características, desarrollada en la década de 1970 por *IBM*.
- socket** Receptáculo. Estructura de *software* que opera como punto final de comunicaciones en un dispositivo de red.
- SR Source-Route bridging**. Punteo de rutas fuente. Método de punteo originado por *IBM* en el cual la ruta completa a un destino se predetermina en tiempo real antes del envío de datos al destino. También conocido por las siglas *SRB*, es más popular en las redes *Token-ring*.
- SR/TLB Source-Route Translational Bridging**. Punteo de rutas fuente con traducción. A veces conocido como *SR-TLB*, es un método de punteo en el cual las estaciones de rutas fuente pueden comunicarse con estaciones de puente transparentes con el auxilio de un puente intermedio que traduce entre los dos protocolos de punteo.
- SRT Source-Route Transparent bridging**. Punteo transparente de rutas fuente. Esquema de punteo propuesto por *IBM*, que intenta reunir las dos estrategias prevalecientes de punteo (transparente y de rutas fuente). *SRT* emplea ambas tecnologías en un mismo dispositivo para satisfacer las necesidades de todos los nodos finales. No se hace traducción entre los protocolos de punteo, a diferencia de lo que sucede con *SR/TLB*.
- spanning tree** Árbol abarcador. Subconjunto sin ciclos de la topología de una red.
- STA Spanning Tree Algorithm**. Algoritmo de árbol abarcador. Algoritmo cuya versión original fue propuesta por *DEC*, usado para impedir ciclos de punteo mediante la creación de un árbol abarcador. Está documentado en la norma *IEEE 802.1d*, aunque el algoritmo original de *DEC* y el de la especificación *IEEE 802.1d* no son el mismo ni son compatibles entre sí.
- store-and-forward** Almacenar y enviar. Técnica de conmutación de paquetes o mensajes en la cual éstos se almacenan temporalmente en puntos intermedios entre la fuente y el destino, hasta que llegue el momento en que haya recursos de la red (por ejemplo enlaces libres) disponibles para su envío.
- subnetwork** Subred. Término empleado para referirse a un segmento de una red. En redes *IP* es una red que comparte una dirección de subred particular. En redes *OSI* es un conjunto de *ES* e *IS* bajo el control de un dominio administrativo único y que emplea un único protocolo de acceso a la red.
- SVC Switched Virtual Circuit**. Circuito virtual conmutado. Circuito virtual que puede establecerse en forma dinámica por demanda. Se contrasta con *PVC*.

- T -

- T1** Terminología Bell que se refiere a un sistema de portadora digital usada para la transmisión de datos a través de la jerarquía telefónica. La velocidad de transmisión es de 1.544 Mbps.
- T2** Servicio de transmisión que opera a 6.312 Mbps.
- T3** Servicio de transmisión que opera a 44.736 Mbps.
- TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol**. Protocolo de control de transmisiones/Protocolo *Internet*. Los dos protocolos *Internet* más conocidos, que erróneamente suelen confundirse con uno solo. *TCP* corresponde a la capa 4 del modelo de referencias *OSI* y ofrece transmisión confiable de datos. *IP* corresponde a la capa 3 del mismo modelo, y ofrece servicios de datagramas no orientados a la conexión. *TCP/IP* fue desarrollado por el Departamento de la Defensa de los Estados Unidos en los años 70 como apoyo a la construcción de interconexión de redes a escala mundial.
- throughput** Desempeño. En una red de área local, es la cantidad de *bits* por segundo que circulan exitosamente al ser transmitidos entre estaciones.
- token** Contraseña. *Frame* de información de control cuya posesión da a un dispositivo de red el derecho a transmitir.
- token bus** Arquitectura de red de área local que emplea acceso tipo token passing en una topología de bus. Es la base de la norma *IEEE 802.4*.

- token passing** Paso de contraseña. Método de acceso en el cual los dispositivos de red tienen acceso al medio físico en un orden definido por la posesión del *token*.
- Token-ring** Red de área local desarrollada y promovida por *IBM*, muy similar a *IEEE 802.5*.
- transceiver** Transceptor. Elemento de transmisión/recepción.
- transit bridging** Puenteo de tránsito. Puenteo que emplea encapsulamiento para enviar un *frame* entre dos redes similares, pasando por una red diferente.
- translation bridging** Puenteo con traducción. Puenteo entre redes con protocolos de subcapa *MAC* diferentes.
- transparent bridging** Puenteo transparente. Esquema de puenteo preferido por redes *Ethernet* e *IEEE 802.3*, en el cual los puentes pasan los frames un trayecto (*hop*) a la vez, basándose en tablas que asocian nodos terminales con puertos del puente. Se llama así porque la presencia de los puentes es transparente para los nodos terminales de la red.
- TTRT Target Token Rotation Time**. Tiempo previsto de rotación del *token*. Es la cantidad mínima de tiempo que una estación puede esperar antes de tener que volver a ver el *token* en una red *FDDI*.

- V -

- VCC Virtual Channel Connection**. Conexión de canal virtual. Conexión extremo a extremo, ya sea punto a punto o punto a multipunto, entre dos estaciones finales. Consiste de uno o más canales virtuales (*VC Virtual channels*) concatenados.
- VCI Virtual Channel Identifier**. Identificador de canal virtual. Un identificador de 16 *bits* en cada encabezado de celda *ATM* que identifica la conexión virtual asociada con la celda. Cada valor de *VCI* tiene significación local para un solo puerto *ATM*.
- VPI Virtual Path Identifier**. Identificador de ruta virtual. Un identificador de 8 *bits* en cada encabezado de celda *ATM* que identifica la ruta virtual asociada con la celda. Cada ruta virtual puede soportar hasta 64K canales virtuales.

- W -

- WAN Wide Area Network**. Red de área amplia. Red que cubre un área geográfica grande como una ciudad o un área metropolitana.
- wiring closet** Cuarto de conexiones. Cuarto diseñado específicamente para el cableado de redes de voz y datos. Sirve como punto de unión para los cables y equipo que se usan para interconectar dispositivos.
- wrapping** Estado que adquiere una red *FDDI* al ocurrir una falla en el anillo primario, utilizando el anillo secundario -normalmente con funciones de administración- para restablecer la continuidad del medio y evitar así interrupciones a la red.

- X -

- X.21** Recomendación *CCITT* que define un protocolo de comunicaciones entre redes de circuitos conmutados y dispositivos de usuario.
- X.25** Recomendación *CCITT* que define el formato de los paquetes para transferencias de datos en redes públicas de datos. Muchas establecimientos tienen redes *X.25* que les dan acceso a terminales remotas. Esas redes se pueden usar para otros tipos de datos, incluyendo los protocolos *Internet*, *DECnet* y *XNS*.
- X3T9.5** Número asignado al grupo de trabajo del comité de acreditación de normas para su documento interno de trabajo que describe la interfaz de datos distribuida por fibra (*FDDI*).
- XNS Xerox Network Systems**. Sistemas de red *Xerox*. Grupo de protocolos originalmente diseñados por *Xerox PARC*. Muchas compañías de redes de *PC*, como *Ungermann-Bass*, *Novell*, *Banyan* y *3Com*, usaban o actualmente usan variantes de *XNS* como pila de protocolos primarios de transporte.