



300617-
UNIVERSIDAD LA SALLE

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

IMPLEMENTACION DE REDES DE AREA LOCAL

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
CARLOS ROBERTO CORDERO PEDRAZA
FRANCISCO RIVAS SALGADO

ASESOR DE TESIS: ING. EDUARDO RUIZ RIVERA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN** MEXICO, D. F.

1996

**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

Los Pasantes Señores: Carlos Roberto Cordero Pedraza
Francisco Rivas Salgado

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Ud. a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propone 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.

"IMPLEMENTACION DE REDES DE AREA LOCAL"

con el siguiente índice:

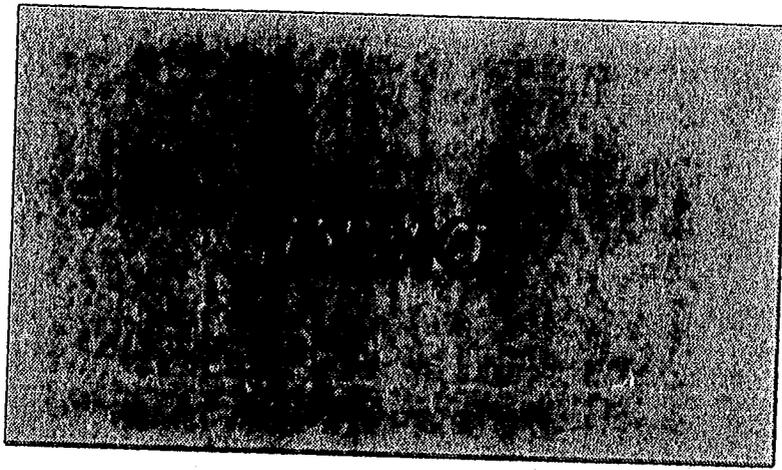
	INTRODUCCION
	ANTECEDENTES
CAPITULO I	TOKEN RING
CAPITULO II	ETHERNET
CAPITULO III	FDDI FASE II
CAPITULO IV	FAST ETHERNET 100 BASE T Y 100 VG-ANYLAN
CAPITULO V	ATM
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA
	GLOSARIO

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.

ATENTAMENTE
"INDIVIDUA HABIENTE"
ESCUELA DE INGENIERIA
Mexico, D.F., a 26 de Marzo de 1996

ING. EDUARDO RUIZ RIVERA
ASESOR DE TESIS

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



IMPLEMENTACION DE REDES DE AREA LOCAL

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	4
CAPITULO I	TOKEN RING
1.1 Generalidades	10
1.1.1 Antecedentes	10
1.1.2 Características Principales	10
1.1.3 El Modelo OSI y el Estándar IEEE	11
1.1.4 Estructura de la Trama IEEE 802.5	12
1.1.5 Ventajas y Desventajas	13
1.2 Aplicaciones Actuales	13
1.2.1 Puentes	14
1.2.1.1 Puentes Locales	14
1.2.1.2 Puente Transparente	15
1.2.1.3 Puente Traductor	17
1.2.1.4 Puente de Encapsulamiento	18
1.2.1.5 Puentes Enrutados a través de la Fuente Originadora del Mensaje	19
1.2.2 Ruteadores	21
1.2.3 Troncales en Token Ring	24
1.2.3.1 Troncal Secuencial	24
1.2.3.2 Troncal Distribuida	25
1.2.3.3 Troncal Colapsada	26
1.3 Implementaciones	27
1.3.1 Beneficios que ofrecen los Conmutadores en las Redes de Area Local	27
1.3.2 Características Importantes de las Redes de Area Local Conmutadas	28
1.3.3 Características Importantes de Conmutadores en Token Ring	28
1.3.4 Filtrado de Paquetes	29
1.3.5 Objetivos de Mejoramiento de la Conmutación en Token Ring	30
1.3.6 Segmentación de una Red Local utilizando Conmutadores	30
1.3.7 Reemplazo de Puentes y Ruteadores por Conmutadores	31
1.3.8 Reemplazo de una Troncal LAN por Conmutadores	33
1.3.9 Reducción del número de saltos Fuente-Ruta	33
CAPITULO II	ETHERNET
2.1 Generalidades	35
2.1.1 Antecedentes	35
2.1.2 Características Principales	35

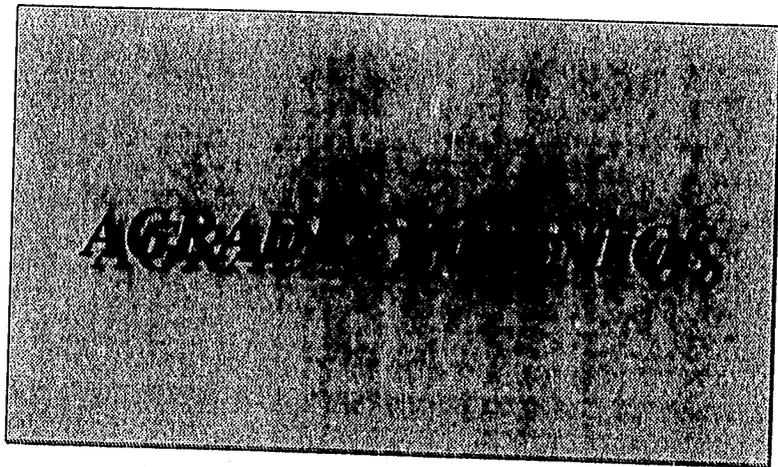
2.1.3 Estandarización y Estructura de la trama	36
2.1.4 Ventajas y Desventajas	37
2.2 Aplicaciones Actuales	38
2.2.1 Puentes	38
2.2.1.1 Segmentación con Puentes	38
2.2.1.2 Puentes Locales Ethernet	39
2.2.2 Configuraciones con Troncales	40
2.2.2.1 Troncal Colapsada	40
2.2.2.2 Troncal Distribuida	41
2.3 Implementaciones	42
2.3.1 Características importantes de Conmutación dentro de Ethernet	42
2.3.2 Cut-Through y Store-and Forward	42
2.3.3 Controlador Ethernet Full-Duplex	43
2.3.4 LANs Ethernet Virtuales	44
2.3.5 Microsegmentación con Conmutadores Ethernet	44
2.3.6 Reemplazo de Puentes o Ruteadores	46
2.3.7 Redes con Concentradores y Conmutadores	46
2.3.7.1 Implementación de redes que utilizan ESE (Ethernet Switching Engine)	50
2.3.8 Conmutación Ethernet con enlaces FDDI	51
2.3.9 Conmutación Ethernet con enlaces ATM y LANs Virtuales	51

CAPITULO III FDDI-II

3.1 Generalidades	53
3.1.1 Antecedentes	53
3.1.1.1 FDDI I	54
3.1.1.2 FDDI II	54
3.1.2 Características Generales	55
3.1.3 Estructura de Trama FDDI II	57
3.1.4 Ventajas de la utilización de FDDI	58
3.2 Aplicaciones Actuales	61
3.2.1 Redes Troncales basadas en FDDI	61
3.2.2 Redes "Backend" basadas en FDDI	62
3.2.3 FDDI hacia el usuario	63
3.3 Implementaciones	64
3.3.1 Implementación 1	65
3.3.2 Implementación 2	66
3.3.3 Ruteadores FDDI	67
3.3.4 Puentes de Encapsulamiento	69
3.3.4.1 Limitaciones de los Puentes Encapsulamiento	70
3.3.5 Puentes Traductores	71

CAPITULO IV	100BASE-T (Fast Ethernet) Y 100VG-AnyLAN	
4.1	Generalidades	72
4.1.1	Antecedentes	72
4.1.1.1	100BASE-T (Fast Ethernet)	73
4.1.1.1.1	Topología	73
4.1.1.1.2	Protocolo de la Arquitectura 100BASE-T	74
4.1.1.2	100VG-AnyLAN	75
4.1.1.2.1	Método de Acceso	75
4.1.1.2.2	Topología	76
4.1.1.2.3	Protocolo de la Arquitectura 100VG-AnyLAN	77
4.1.2	Características Principales de 100BASE-T y 100VG-AnyLAN	78
4.2	Aplicaciones Actuales	79
4.2.1	Aplicaciones Actuales de 100BASE-T (Fast Ethernet)	79
4.2.1.1	Concentradores	79
4.2.1.2	Repetidores	79
4.2.1.2.1	Repetidores Transparentes	80
4.2.1.2.2	Repetidores Traductores	80
4.2.1.3	Consideraciones de Diseño de 100BASE-T	81
4.2.2	Aplicaciones Actuales de 100VG-AnyLAN	83
4.2.2.1	Concentradores	83
4.2.2.2	Nodos de Red en 100VG-AnyLAN	85
4.2.2.3	Round-Robin Polling	85
4.2.2.4	Consideraciones de Diseño	86
4.3	Implementaciones	87
4.3.1	Etapas de Migración 100BASE-T	87
4.3.1.1	¿Como migra una Estación de Trabajo de 10BASE-T a 100BASE-T?	88
4.3.2	Utilización de las Tecnologías 100BASE-T Conmutadas	91
4.3.2.1	Tecnología Ethernet Conmutada aplicada a un Grupo de Trabajo Independiente	92
CAPITULO V	ATM	
5.1	Generalidades	93
5.1.1	Antecedentes	93
5.1.2	Definición de ATM	93
5.1.3	Características Principales	93
5.1.4	Arquitectura de ATM	95
5.1.5	Formato de Trama	96
5.2	Implementaciones	98
5.2.1	Emulación LAN	98
5.2.1.1	Subcapa de emulación LAN	98

5.2.2 LANs Virtuales	100
5.2.3 Utilización inicial de la Tecnología ATM	102
5.2.4 Migración de una red de Edificio / Campus hacia ATM	104
5.2.4.1 Plan de Migración en Tres Etapas	104
5.2.4.1.1 Etapa 1: Troncal Colapsada con LANs Virtuales y Grupos de Trabajo	105
5.2.4.1.1.1 Incrementar la Segmentación LAN	106
5.2.4.1.1.2 LANs virtuales y Grupos de Trabajo	108
5.2.4.1.1.3 Grupos de Enrutamiento	110
5.2.4.1.2 Etapa 2: Troncal Colapsada con Enlaces Inferiores de Alta-Velocidad	111
5.2.4.1.3 Etapa 3: Mejoramiento de la Troncal Colapsada utilizando ATM enrutado	116
CONCLUSIONES	119
GLOSARIO DE TERMINOS Y SIGLAS	122
BIBLIOGRAFIA	126



A mi Esposa :

*Por su impulso, apoyo y cariño que me
guiaron a desarrollarme profesionalmente,
para seguir esforzándome y ser mejor cada
día. A ti Jéssica con todo mi amor.*

A mis Padres :

*Por el esfuerzo, dedicación y amor que me
han brindado para hacer de mi un hombre
de provecho. Carmen y Manuel con cariño.*

A mis Hermanos, Cuñados y Sobrinos :

*Por la motivación que siempre recibo de su
parte. Chely, Manuel, José Luis, Adriana,
Miguel, Rafael, Rocío, Azul, Claudia,
Manolo, Carito, Azulita, Iker y Juan Carlos.*

A Martha y Emilio :

*Por todo el apoyo y estímulo que me han
dado en todo momento.*

A mis amigos :

Por todos esos momentos que compartimos.

A mi Director de Tesis :

*Por el apoyo y paciencia que me brindó
durante la realización de este trabajo.
Eduardo muchas gracias.*

FRANCISCO.

Dedico este trabajo a mis padres, por el apoyo recibido a lo largo de mi carrera y por el cariño y afecto que siempre he recibido de ellos.

A mis hermanos.

A mis maestros.

A mis amigos.

CARLOS.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El ambiente de cómputo en éstos días es una mezcla entre sistemas de comunicaciones y computadoras los cuáles pertenecen a diferentes proveedores y, por lo tanto, poseen características muy variadas. En un momento determinado, una compañía puede verse ante una situación que implique crear, mantener y administrar una red de datos de cobertura y complejidad enormes.

Adicionalmente a la complejidad de la red, existen diferencias en cuanto a las necesidades de usuario y ubicación de los equipos. En una organización típica actual, un determinado departamento puede necesitar comunicarse de manera local solamente, mientras que otro departamento puede requerir poder comunicarse con todos los diferentes sitios alrededor del mundo donde la compañía tiene oficinas. Los sistemas utilizados para llevar a cabo éstas comunicaciones pueden estar ubicados dentro del mismo cuarto o esparcidos alrededor del mundo.

Cualquiera que sea la cobertura de la red, un requerimiento básico es el acceso rápido a la información. La alta gerencia de la organización necesita tener información actualizada, de manera rápida y confiable -estadísticas para manufacturar, especificaciones para Ingeniería o números para Finanzas- y así poder tomar mejores decisiones. Las compañías, en la actualidad, deben tener sistemas que garanticen la comunicación de datos de forma instantánea si quieren ser competitivas, por lo que es fundamental importancia interconectar todas las redes de datos pertenecientes a la organización para que se puedan comunicar, con un mínimo de retardo, las fuentes de información con las personas que toman las decisiones. Por lo tanto, la palabra clave para toda empresa de éxito en la actualidad es **INTERCONECTIVIDAD**.

Recientemente, para solventar la necesidad de hacer más eficiente el uso de los recursos de cómputo en las organizaciones en general, surgen las redes de computadoras. En el mundo actual se han convertido en elementos de fundamental importancia y todo indica que la tendencia seguirá siendo la misma, incorporando tecnologías cada vez más novedosas para obtener mayor velocidad de transferencia y seguridad en el manejo de información de datos, así como también, interoperabilidad de productos de diversos fabricantes.

Sin embargo, a pesar de que todos utilizamos directa o indirectamente los servicios que ofrecen redes de computadoras al acudir a una institución bancaria, a un supermercado, a una institución gubernamental o a una empresa privada, muchas personas ignoran algunos de los conceptos básicos en los que se basan dichas redes de computadoras.

No basta tener computadoras, sino que también es necesario contar con una red que pueda incrementar la eficiencia de las mismas y que las distancias geográficas como a veces pasa con

empresas distribuidas en varios puntos de un país o extendidas por todo el mundo o simplemente entre varios pisos de un mismo edificio o conjunto de edificios cercanos que sean divididos por una calle o varias, no sea una limitante para que las terminales puedan intercambiar información de manera cotidiana.

La red puede hacer que todas las terminales conectadas a ella intercambien recursos de cómputo, especialmente los más costosos, y que los programas e información necesarios se encuentren al alcance de todos los miembros de una organización o negocio determinado.

Las empresas se han dado cuenta de que tanto las redes como los sistemas de cómputo actuales les permitirán, además de hacer más eficiente sus procesos internos, manejar una gran cantidad de información y tener incluso comunicación de voz e imagen a través de sus mismas redes de datos.

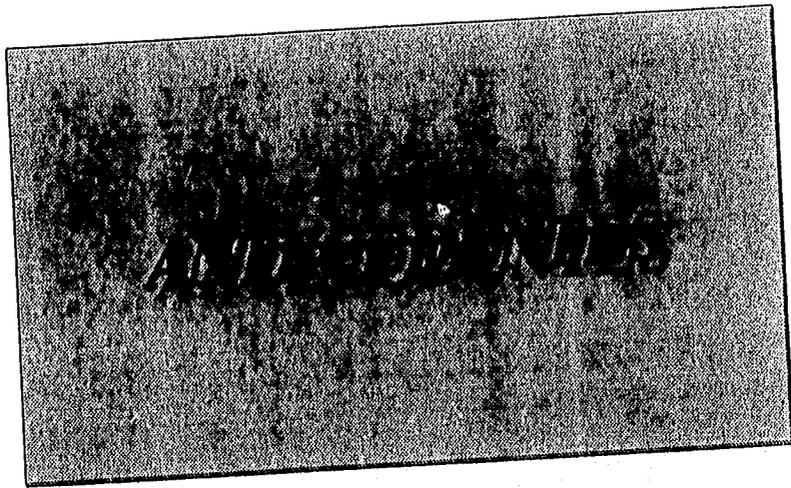
Casi todas las empresas hoy en día cuentan con una red, ya sea local o de la cobertura que fuese, pero no es razonable que éstas a lo largo del tiempo y conforme avanza la tecnología tengan problemas por ineficiencia, y se desechen el equipo para comprar una red nueva siendo que con un poco de visión en las necesidades específicas, se puede actualizar para hacer que tenga un mejor desempeño. Además, en el caso de que una compañía no tenga una red, sería conveniente actualizar sus componentes para obtener más beneficios y proporcionar a sus empleados mayores herramientas para que trabajen mejor.

En los últimos diez años, las empresas que trabajan en el área de telecomunicaciones e informática han experimentado un gran desarrollo con crecimientos importantes. Entre éstas, destacan de manera particular las que se dedican a la comercialización de soluciones de comunicación de datos. Por lo anterior, es importante que toda compañía que desee tener éxito en la deberá actualizarse en éste campo para que pueda producir a bajo costo y con una mejor calidad para así, alcanzar mejores índices de productividad.

El objetivo primordial de ésta tesis es el estudio de las tecnologías de vanguardia en el área de las redes locales a alta velocidad, es decir, las que soportan velocidades de transmisión de información considerables, así como, la manera de implementarlas. Además de proporcionar un gran ancho de banda, éstas tecnologías son capaces de ofrecer servicios síncronos y asíncronos, así como también soportar múltiples tipos de servicios.

A lo largo de ésta tesis se mencionan las principales características de algunas de las tecnologías existentes en la actualidad, así como también la manera como se puede aplicar para

mejorar la productividad de una empresa. En el Capítulo uno se hace un estudio de la tecnología Token Ring, se presentan las aplicaciones que tiene en la actualidad, así como también las mejoras que se le pueden adicionar para obtener un mejor desempeño. En el Capítulo dos se mencionan las aplicaciones actuales que tiene Ethernet, ejemplificándolas con dos problemas tipo y la manera de obtener su solución. En el Capítulo tres se presenta la tecnología FDDI, la cuál se enfoca a satisfacer necesidades de mayor ancho de banda ya que utiliza fibra óptica como medio de transmisión y, FDDI Fase II que se presenta como una nueva etapa de las comunicaciones de voz y datos en las redes locales, la cual supera los estándares de velocidad de FDDI, ofrece circuitos y paquetes conmutados a través del mismo medio de transmisión. En el Capítulo cuatro se hace un análisis de la tecnología 100BASE-T (Fast Ethernet), la cuál incorpora una mejora a la tecnología Ethernet, así como 100VG-AnyLAN, la cual es una tecnología que compite con 100BASE-T y utiliza un método de acceso diferente buscando eliminar las colisiones que se presentan en las redes Ethernet. En el Capítulo cinco se hace un análisis de la tecnología ATM, la cuál actualmente tiene una gran aceptación. Esta tecnología de interconexión de redes esta orientada a la conexión y puede conectar a un número virtualmente ilimitado de usuarios a través de enlaces dedicados a muy alta velocidad.



ANTECEDENTES

La tecnología de interconexión de redes de datos se encuentra en continua evolución. La utilización cada vez mayor del cable de fibra óptica, el aumento en cuanto a potencia de los CPUs actuales y la necesidad de soportar toda una nueva clase de aplicaciones cliente-servidor están generando una creciente demanda en cuanto al ancho de banda y nuevas clases de servicios que las redes deberán ofrecer en el futuro.

En los años 1970s, las redes que se basaban en host eran sistemas centralizados que empleaban grandes computadoras o mainframe para llevar a cabo el procesamiento de múltiples usuarios terminales. Un ejemplo típico de este tipo de redes es la arquitectura de red de IBM llamada SNA (Systems Network Architecture), la cual se introdujo en 1974. SNA se diseñó para permitir la comunicación entre múltiples terminales tontas y hosts inelicientes o mainframes, de una manera jerárquica.

Las redes basadas en hosts se diseñaron en base a una jerarquía de procesamiento de información. Se aplicó una jerarquía integral al sistema debido a que la inteligencia del mismo residía en el host mainframe, mientras que las terminales de usuario poseían muy poco poder de procesamiento.

Es importante notar que la información que se transfiere a través de una red basada en host era exclusivamente información de datos. La red no se diseñó para soportar aplicaciones de voz, video y multimedia, debido a que éstas no existieron sino hasta mediados de los años 1990s.

Durante los años 1980s, las PCs han proliferado en todas las grandes organizaciones. La introducción de estos sistemas eliminó la jerarquía de procesamiento de datos que existía en las redes basadas en hosts, ya que el poder de procesamiento y las aplicaciones pueden residir en el escritorio del usuario, sin que esto signifique un alto costo.

A medida que se expandió el uso de las PCs, fue evidente la necesidad de compartir equipo periférico costoso, tal como impresoras y manejadores de disco. Lo anterior fue el factor principal que motivó el acelerado crecimiento de las LANs. Esta primera generación de LANs se desarrolló utilizando tecnologías Ethernet a 10 Mb/s (IEEE 802.3) y Token Ring a 4 ó 16 Mb/s (IEEE 802.5).

A finales de los 1980s y principios de los 1990s, las LANs individuales dentro de una organización se interconectaron para formar redes corporativas. Dichas LANs todavía estaban fundamentalmente basadas en tecnologías tradicionales Ethernet ó Token Ring, aunque para entonces, ya existía cierta penetración de la tecnología FDDI.

Las redes que se encontraban ubicadas en áreas geográficamente dispersas, se incrementarán a través del uso de líneas telefónicas conmutadas (tanto analógicas como digitales), líneas arrendadas dedicadas (T-1, E-1, T-1 fraccional, T-3, T-3 fraccional y E3), o tecnologías de nube como X.25, Frame Relay e ISDN.

Las redes corporativas que enlazaban usuarios fijos y móviles con servidores y otros recursos de cómputo son críticas desde un punto de vista del flujo de la información dentro de muchas organizaciones actuales. Aunque la instalación de Ethernet a 10 Mb/s y Token Ring a 16 Mb/s ha sido satisfactoria en un 85% a 90% en todas las aplicaciones existentes hasta la fecha, la necesidad de utilizar soluciones de red a una velocidad aún mayor, esta generando el crecimiento y el cambio en varias áreas importantes. Estos son :

Poder de Procesamiento de la Estación Final

El poder y desempeño de las computadoras del usuario han aumentado en una forma significativa durante la década pasada. Asimismo, a medida que las computadoras personales son más poderosas, el precio de las plataformas de usuario continuará decreciendo. El desempeño de un sistema de cómputo se mide en millones de instrucciones por segundo (MIPS). En 1980, el costo de un solo MIPS de velocidad de procesamiento era poco menos de \$10,000. En la actualidad, su costo es menor de \$200 Esto significa que dentro de un período de tiempo muy corto, la velocidad de las computadoras personales estará por encima de la capacidad de las redes actuales.

Poder y Complejidad de las Aplicaciones

El decaimiento de la curva precio/desempeño de los sistemas de usuarios ésta motivando el desarrollo de toda una nueva clase de aplicaciones cliente-servidor. En muy poco tiempo, las PCs tendrán tanto poder de procesamiento que las aplicaciones que antes se pensaba, es decir, requerirían un poder de procesamiento comparable con el de los mainframes, están siendo desviados para correr sobre plataformas de PCs de bajo costo. Algunas de estas aplicaciones cliente-servidor que están surgiendo actualmente son :

- a) Procesamiento de Datos Distribuido (DDP)
- b) Multimedia
- c) Videoconferencia
- d) Correo Electrónico
- e) Imágenes Médicas
- f) Visualización / Realidad Virtual

- g) Diseño Asistido por Computadora (CAD) / Computer - Aided Design
- h) Ingeniería Asistida por Computadora (CAE) / Computer - Aided Engineering
- i) Telecomunicaciones
- j) Conectividad de Usuarios Móviles

A medida que las aplicaciones sean más poderosas, la infraestructura de la red deberá evolucionar de tal forma que pueda proporcionar los servicios de transporte que se requieren para soportar estas nuevas aplicaciones. Estas aplicaciones pueden dividirse, a grosso modo en dos grupos:

- a) Aplicaciones Asíncronas que requieren grandes cantidades de ancho de banda entre sistemas distribuidos de cómputo.
- b) Aplicaciones Síncronas o Isócronas que requieren para entregar a los usuarios grandes volúmenes de información en tiempo real.

Las aplicaciones tradicionales cliente-servidor han sido soportadas de una manera eficiente, por tecnologías de red que manejan tráfico de datos en forma asíncrona. Las aplicaciones que generan datos en forma asíncrona no son sensibles a las variaciones del retardo. Un determinado dispositivo puede transmitir una cierta cantidad de datos, esperar un lapso de tiempo y después continuar la transmitiendo más datos. La temporización de la transmisión no es un aspecto crítico; El punto clave es que toda la información se transmita desde el punto A hasta el punto B sin errores. A menudo, éste tipo de transmisión se caracteriza por ser "aleatoria", ya que la información se manda como ráfagas o fragmentos de datos cuya temporización es irregular.

La llegada de nuevas aplicaciones de cliente-servidor provocará un cambio significativo en cuanto a los tipos de servicio que una determinada tecnología de red deba proporcionar. Las aplicaciones de voz, video y multimedia introduce un nuevo tipo de tráfico que requiere un acceso garantizado a la red, alta eficiencia y una latencia baja.

Un método para proporcionar éste tipo de servicios es aumentar la velocidad de una tecnología asíncrona y comprimir los datos antes de ser enviados a través de la red. La función de compresión de la voz funciona hasta cierto punto ya que reduce la cantidad de información que es necesario enviar, permitiendo más oportunidades de acceso a la red en un período fijo de tiempo.

Otro método es el utilizar una tecnología de red que soporte servicio isócrono. El prefijo "iso" significa igual o uniforme, "chronous" significa tiempo. Por lo tanto, el servicio isócrono ofrece al usuario un tiempo uniforme de acceso a la red para el envío de información de voz y video, la cuál es sensible al retardo.

Centralización de Servidores

La migración de servidores hacia el centro de datos y el desarrollo de grupos de servidores han estado modificando los patrones de tráfico en muchas redes corporativas. En los inicios del cómputo cliente-servidor, un reducido número de estaciones de trabajo accedían a un grupo de servidores pequeños ubicado en las proximidades de sus clientes. La mayor parte del tráfico estaba casi exclusivamente entre el servidor local y sus usuarios dentro del grupo de trabajo.

En la actualidad, los servidores han estado siendo reubicados en el centro de datos para así formar grupos de servidores. En este ambiente, un pequeño grupo de servidores de alto desempeño pueden soportar una gran cantidad de grupos de trabajo. Un servidor centralizado provisto de una interfase de gran ancho de banda es capaz de reemplazar tres o más servidores tradicionales basados en Ethernet sin sacrificar el desempeño de la red. Lo anterior beneficia a las organizaciones en el sentido de que su inversión en la compra de servidores es substancialmente menor, ya que se requiere un menor número de éstos. Como consecuencia de lo anterior, la administración de la red se simplificará, se necesitará en un menor grado la función de respaldo, así como menor soporte a la red. Asimismo, los grupos de servidores pueden proporcionar una mejor seguridad debido a su ubicación centralizada. En resumen, la introducción de grupos de servidores ha significado un mayor desempeño de las redes, así como, una mayor seguridad y, todo esto, a un menor costo.

En un ambiente con grupos de servidores, la concentración de la mayor parte del tráfico ya no se limita a la parte entre un servidor y sus clientes locales. En la actualidad, el tráfico fluye a través de la red a medida que los usuarios fijos y móviles acceden al grupo de servidores desde todos los puntos dentro de la red corporativa. En esta configuración, más del 80% del tráfico en la red puede enviarse al grupo de servidores centralizado. Todo lo anterior impone características muy severas a la red puesto que se requiere entregar grandes cantidades de información al grupo de servidores y, por lo tanto, se requiere un gran ancho de banda.

El personal encargado de la planificación de redes ha empezado a darse cuenta que las tecnologías Ethernet a 10 Mb/s y Token Ring a 16 Mb/s no pueden proporcionar el ancho de banda que se requiere para enfrentar estos retos. Todo parece indicar que la solución es una combinación de conmutadores de alto desempeño y tecnologías LAN de alta velocidad para proporcionar vías de información rápidas y con baja latencia a los grupos de servidores.

La demanda que existe de un ancho de banda cada vez mayor se debe también al creciente tamaño de los archivos de aplicación. A medida que aumenta la cantidad de información que genera una determinada aplicación, se presenta un incremento correspondiente en la demanda de ancho de

banda de la red. Si no se proporciona dicho ancho de banda, los usuarios inmediatamente empezaran a notar problemas con sus redes en cuanto a su desempeño. Conforme las aplicaciones son más complejas, se llegará a un punto en el cuál las tecnologías de red existentes tales como Ethernet y Token Ring, no podrán enviar información dentro del tiempo que se requiera.

Número de usuarios de la Red

Otro factor que ha motivado la demanda de tecnologías de red de alta velocidad es el aumento dramático en cuanto al número total de usuarios que necesitan incorporarse a las redes dentro de las organizaciones. Esta tendencia se ha dado por el rápido decaimiento de los costos del equipo de cómputo básico. Además, se ha presentado un cambio de actitud de las empresas hacia las computadoras personales. En donde una vez las PCs se consideraron una herramienta reservada sólo para unos cuantos, ahora se consideran como parte de equipo estándar de oficina para la mayoría de los empleados. Como consecuencia, la penetración de las PCs y estaciones de trabajo ha sido tal, que normalmente se asigna una máquina a cada empleado de la organización.

Cada uno de los factores analizados con anterioridad, han provocado un incremento significativo en la cantidad de tráfico que debe ser capaz de transportar una LAN corporativa. No solamente deberá compartirse el ancho de banda de la red entre un mayor número de usuarios, sino que también, cada uno de los nodos de la misma generará más información debido a las aplicaciones actuales existentes. Este aumento de carga de trabajo esta forzando a la mayoría de la gente encargada de la planeación de las redes dentro de las empresas a optimizar el desempeño de sus redes existentes, aumentar la segmentación y así, expande el número total de redes o migrar hacia una de las tecnologías de red de alta velocidad actuales. Muchas organizaciones están viendo a las LANs de alto desempeño como la respuesta a cuellos de botella de tráfico que sus redes existentes están experimentando.

Algunas de las Tecnologías de Redes de Alta Velocidad son :

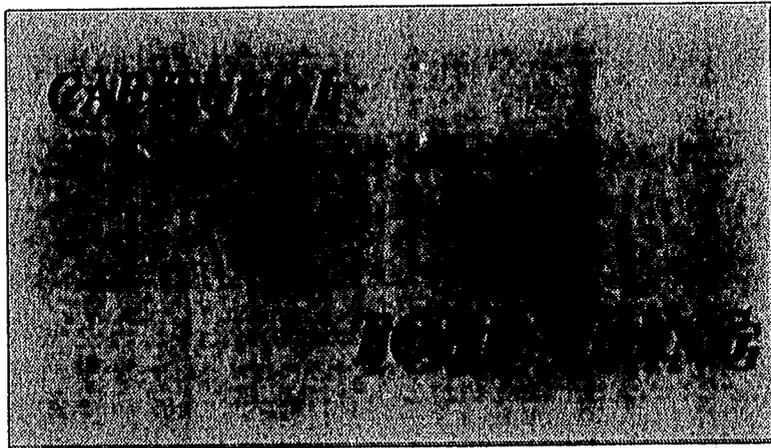
FDDI (Interfase de Datos Distribuidos por Fibra Optica): Esta tecnología define una red con protocolo de acceso token-passing a 100 Mb/s que proporciona servicios tanto síncronos como asíncronos. La aplicación más común de FDDI es la de proporcionar una troncal privada dentro de un campus para la interconexión de LANs. FDDI también se utiliza para proporcionar conectividad a nivel usuario de estaciones de trabajo de alto desempeño.

FDDI-II: Es una extensión de la tecnología FDDI que soporta aplicaciones de voz y video en forma isócrona en una red troncal privada dentro de campus. FDDI-II soporta velocidades de transmisión de datos de 100 Mb/s.

100BASE-T (Fast Ethernet): Esta tecnología es una extensión de la Ethernet tradicional (IEEE 802.3) y proporciona servicio de acceso asíncrono. Se basa en el mismo método de acceso (CSMA/CD) que Ethernet ha utilizado siempre y soporta velocidades de transmisión de datos de hasta 100 Mb/s.

100VG-AnyLAN: Es una tecnología naciente que compete con 100BASE-T como una solución de usuario a 100 Mb/s y de troncal LAN. Soporta la transmisión de tramas IEEE 802.3 Ethernet e IEEE 802.5 Token Ring.

ATM (Modo de Transferencia Asíncrona): Es la tecnología más revolucionaria de las nuevas tecnologías de redes de alta velocidad. Está diseñada para proporcionar soporte a redes en aplicaciones síncronas, asíncronas e isócronas. Se espera que ésta tecnología soporte transferencia de datos a velocidades de 25 Mb/s hasta 2.488 Gb/s.



1.1 Generalidades

1.1.1 Antecedentes

Esta tecnología surge de la necesidad de IBM de incursionar en el mercado de las redes de área local (LANs), fruto de una investigación de los Laboratorios de IBM llevada a cabo en 1983 en Zurich, Suiza y en Research Triangle Park, Carolina del Norte. Se anunció de manera oficial a finales de 1985 por IBM, y fue normalizada en el mismo año por el Comité 802.5 del IEEE como el único método de acceso al anillo. Debido a la tardía implementación de éste método de acceso, la tecnología Ethernet ganó mucho más mercado y una posición más firme en el mismo. IBM soporta los métodos de acceso IEEE 802.3, IEEE 802.5 y FDDI, así como, los protocolos de red TCP/IP y los relacionados con las terminales de acceso y sus servidores.

1.1.2 Características Principales

En la Tabla (1-1) se muestran las características más comunes de Token Ring.

Características Principales	Token Ring
Velocidad de Operación	Transmite y recibe en 4 ó 16 Mb/s.
Distancia Máxima entre Nodos	Norma recomendada para 4/16 Mb/s : 100 metros. Pero puede alcanzar en 4 Mb/s hasta 300 metros.
Tamaño de Red	Puede variar su máxima longitud de acuerdo al punto anterior : 100 ó 300 metros.
Número de Nodos	Puede soportar hasta 250 estaciones con UTP.
Tamaño de Paquete	Para 4 Mb/s es de 4,500 bytes. Para 16 Mb/s es de 17,800 bytes.
Método de Acceso al Medio de Transmisión	Token Passing (consiste en un método de paso de un "Token" por la red, en el cual la máquina que desea transmitir lo logra por medio de dicho "Token" y sólo hasta que éste circule por el anillo otro podrá hacer uso del mismo).
Topología	Consiste en sólo anillo lógico y físicamente es un anillo cableado en estrella. En ésta topología, todas las estaciones se consideran como repetidores y todo el cableado está terminado en un dispositivo central llamado MAU (Unidad de Acceso Multiestación). Ver Figura (1-1).
Medio de Transmisión	Existen tres versiones de cableado: a) UTP (Par trenzado sin blindaje). b) STP (Par trenzado con blindaje). c) Fibra óptica.
Costos de Instalación y Mantenimiento	El costo es bajo y el mantenimiento es mínimo.

Tabla 1-1. Características Principales de Token Ring.

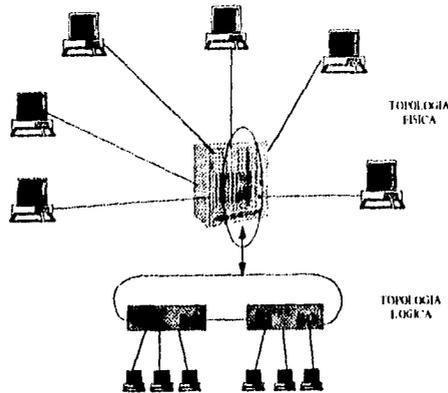


Figura 1-1. Topología Token Ring.

1.1.3 El Modelo OSI y el Estándar IEEE

El modelo OSI es un modelo de referencia formado por 7 capas y se muestra en la Figura (1-2). Define los estándares internacionales por medio de los cuales un sistema abierto puede comunicarse con otro. Además, dicho modelo establece las reglas para aquellos estándares que se estén implementando. El protocolo IEEE 802.1 cubre la administración de redes y otros aspectos relacionados con las LANs, mientras que el protocolo IEEE 802.2 especifica la capa de enlace de datos para los siguientes métodos de acceso: El IEEE 802.3 especifica el método CSMA/CD el cual se conoce popularmente con el nombre de Ethernet, el estándar IEEE 802.4 especifica una topología en bus y un método de acceso token-passing y el IEEE 802.5 especifica una topología en anillo utilizando el método de acceso Token Ring de IBM. Estos tres protocolos se encuentran en la subcapa MAC donde operan tecnologías LAN como Token Ring, Ethernet y FDDI.

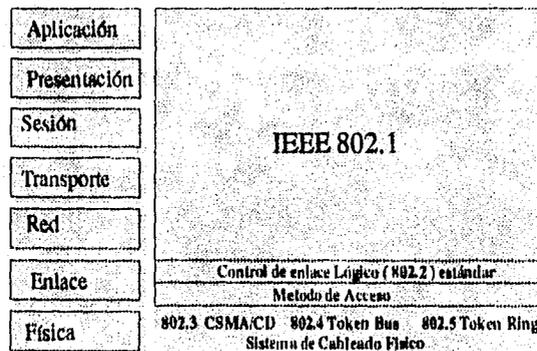


Figura 1-2. Modelo OSI y el Estándar IEEE.

1.1.4 Estructura de la Trama IEEE 802.5

Existen 4 tipos de tramas que pueden circular por el anillo Token Ring :

- a) Control Lógico de Enlace (LLC). La utilizan los controladores para distribuir la utilización de los datos.
- b) Control de Acceso al Medio (MAC). Es usada por los controladores para fines de ordenación interna.
- c) La trama del Token. Se encuentra continuamente dando vueltas en el anillo, esperando la señal del controlador que requiere una transmisión.
- d) La trama de Rechazo. Es usada por un controlador para indicar qué trama debe ser ignorada.

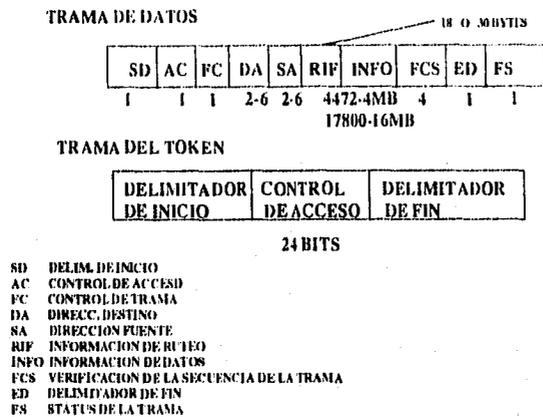


Figura 1-3. Formato de las Tramas en Token Ring.

Los campos que componen las tramas Token Ring se muestran en la Figura (1-3) y están definidas de la siguiente manera:

- 1) El Delimitador de Inicio (SD). Es usado para sincronizar la transmisión del token o de la trama.
- 2) El Control de Acceso (AC). Indica si la trama es un token o una trama de datos.
- 3) El Campo de Control de Tramas (FC), Indica si una trama es LLC o MAC.
- 4) La Dirección Destino (DA), Es la dirección de la estación a la que se intenta llegar.
- 5) La Dirección Origen (SA), Es la dirección del controlador que transmitió el paquete.
- 6) El Campo de Información de Ruteo (RIF). Es usado en tramas que se envían a otros anillos mediante una fuente de ruteo.
- 7) Campo de Información de Datos (INFO). Es responsable de enviar y recibir los datos.

- 8) El Control de Secuencia de Tramas (FCS). Es usado para detección de errores a nivel de bit.
- 9) El Delimitador Final (FD). Indica el final de una trama.
- 10) El Campo de Estado de la Trama (FS). Es utilizado por el controlador en el caso de que la estación haya recibido el paquete y capaz de copiar su contenido o ignorarlo.

1.1.5 Ventajas y Desventajas

Token Ring funciona de manera eficiente bajo ciertos ambientes tales como redes muy congestionadas, como son el manejo de imágenes y gráficas.

La ventaja de utilizar una topología física tipo anillo-estrella y no un anillo lógico, es que si una estación falla o se desconecta, el concentrador de inmediato la aísla evitando la caída de la misma.

Los cables UTP y STP no pueden utilizarse en forma simultánea simultáneamente en un anillo, ya que el hacer esto puede ocasionar problemas de comunicación.

1.2 Aplicaciones Actuales

Es necesario hacer un repaso de los dispositivos de interconexión de redes de área local que se utilizan actualmente, para identificar el tipo de estructura de red que se este analizando y, de esta forma, conocer las herramientas tecnológicas que ofrecen mayores beneficios para las necesidades de los clientes.

Los dispositivos de interconexión de redes que actualmente se utilizan, tales como repetidores, puentes, ruteadores y concentradores, coordinan el flujo de tráfico entre los segmentos de la red, transmitiendo solamente aquellos paquetes que están destinados a nodos pertenecientes a otros segmentos de la misma. El tráfico destinado a la subred local sigue siendo local dentro de la red donde éste fue originalmente generado conservando, de ésta manera, el preciado recurso que es el ancho de banda. Tradicionalmente, un puente es un dispositivo de la capa MAC que transmite o descarta paquetes de acuerdo a sus direcciones MAC. Un ruteador es un dispositivo de capa de red que utiliza protocolos que transportan paquetes a sus destinos. Los ruteadores se asemejan a los puentes en que ambos evitan que los mensajes locales lleguen al resto de la red. Sin embargo, a diferencia de los puentes los cuáles simplemente transmiten datos, los ruteadores realmente transportan los paquetes de datos hacia su destino final a través de la trayectoria disponible más rápida proporcionando, adicionalmente, seguridad en su transporte.

1.2.1 Puentes

1.2.1.1 Puentes Locales

Los puentes locales efectúan la conexión de redes en un sólo sitio tal como un edificio o un campus universitario en donde éstos realizan la función de segmentar el tráfico para que, de esta manera, se evite la formación de cuellos de botella.

Estos dispositivos proporcionan el método más simple para interconectar segmentos de LAN para así crear una red extendida. A través de la operación de nivel 2, la subcapa de control de acceso al medio (MAC) de la capa de enlace de datos del modelo OSI, los puentes conectan dos o más LANs para crear una sola red independientemente del protocolo que se esté utilizando. Los puentes llevan a cabo esta función "escuchando" todo el tráfico que circula en las redes conectadas a ellos y, a través del análisis de las direcciones de destino de cada uno de los paquetes de datos, decide si lo transmite al resto de la red.

En general, los puentes llevan a cabo su función sin que éstos necesiten de funciones complejas de administración y configuración. Debido a que éstos dispositivos son independientes al protocolo (ven las direcciones de los paquetes de datos sin leer su contenido), pueden utilizarse en ambientes de protocolos múltiples y administrarse sin la necesidad de tener un amplio conocimiento acerca de un protocolo específico.

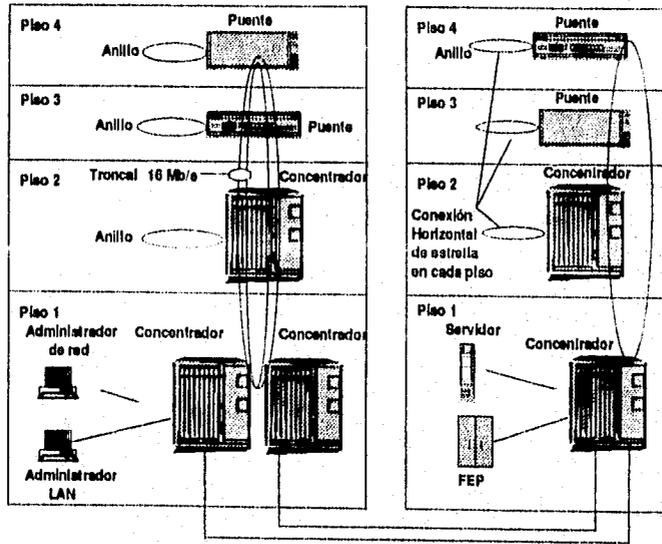


Figura 1-4. Puente Local Token Ring.

Los puentes locales Token Ring permiten a los clientes construir anillos basados en concentradores inteligentes desde los cuales los usuarios pueden acceder los recursos centralizados. Los puentes están diseñados para operar en redes que funcionan a 4 ó 16 Mb/s. La Figura (1-4) muestra un ejemplo de este tipo de redes.

La versión modular de un puente instalado con un concentrador enlaza anillos que operan en diferentes concentradores a través de una conexión de cableado externo, permitiendo la comunicación entre los anillos sin la necesidad del uso de dispositivos externos o, en el caso de anillos diferentes operando dentro de un sólo concentrador, el puente puede enlazar dos buses Token Ring directamente a través de una conexión en el panel trasero eliminando así la necesidad de cables externos.

El puente Token Ring en su versión "stand alone" conecta anillos que forman grupos de trabajo ubicados en ambientes dispersos físicamente.

En general, los puentes pueden ser de tres tipos básicos: Transparentes, Traductores y de Encapsulamiento. Sin embargo, sin tomar en cuenta su tipo, todos los puentes proporcionan conexión a la red a nivel capa de enlace de datos del modelo OSI como se muestra en la Figura (1-5).

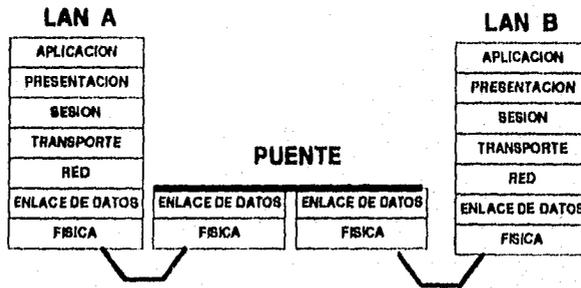


Figura 1-5. Esquema de conexión del puente conforme al modelo OSI.

1.2.1.2 Puente Transparente

El primer tipo de puente es el puente transparente el cual proporciona conexión hacia redes de área local que emplean protocolos idénticos en las capas física y de enlace de datos. Los puentes transparentes no representan ningún problema para los dispositivos, ya que éstos no participan en el proceso de selección o determinación de la ruta. Desde el punto de vista del puente transparente, es como si todos los nodos residieran en una sola red extendida dentro de la cual cada dispositivo estuviera identificado por medio de una sola dirección.

Utilizando la Figura (1-5) como ejemplo, el procesamiento que ejecuta un puente transparente puede resumirse de la siguiente forma :

- a) El puente lee las direcciones de destino de la capa de enlace de datos de todos los mensajes que son transmitidos en la LAN A.
- b) El puente ignora todos los mensajes que están destinados a los dispositivos pertenecientes a la LAN A.
- c) El puente acepta todos los mensajes que están destinados a los dispositivos pertenecientes a la LAN B y, utilizando los protocolos de las capas física y de enlace de datos comunes a ambas redes, transmite éstos mensajes hacia la LAN B.
- d) El puente lleva a cabo funciones idénticas para todos los mensajes que son transmitidos hacia la LAN B.

Es evidente que dicho procesamiento requiere que el puente transparente que conecta ambas redes posea información respecto a la ubicación de los diferentes dispositivos. Aunque ésta información pueda configurarse de forma manual, la mayoría de los puentes transparentes tienen una función de aprendizaje por medio de la cual pueden saber las direcciones de los dispositivos conectados a la red.

El puente "aprende" las direcciones leyendo la dirección fuente de la capa de enlace de datos de cada mensaje que recibe. A medida que un puente recibe mensajes, éste va formando y actualizando una base de datos (también llamada "Tabla de Enrutamiento"), la cual lista cada una de las direcciones fuente de la capa de enlace de datos, la conexión del puente en la cual se detectó la dirección, y un valor de temporización que indica el tiempo transcurrido desde que se realizó la observación.

El puente transmite los mensajes en base a los valores en su tabla de enrutamiento. Cuando el puente lee un mensaje, éste compara la dirección destino de la capa de enlace de datos del mensaje con las direcciones que se especifican en la tabla de enrutamiento. Si el puente no encuentra una dirección que coincida exactamente con la dirección del destino del mensaje, éste lo transmite hacia todas las conexiones del puente (a excepción de la conexión sobre la cual se recibió el mensaje).

Si el puente encuentra que coinciden la dirección de destino y un valor en la tabla de enrutamiento, indicará que tanto el dispositivo destino como el fuente están ubicados en la misma red. Debido a que en este caso no es necesaria la función de transmisión, el puente hace caso omiso del mensaje. La obtención de diferentes valores de conexión indica que los dispositivos fuente y destino no se encuentran ubicados en la misma red física. En éste caso, el puente transmite el mensaje en base a la conexión que se especifica en la tabla de enrutamiento.

1.2.1.3 Puente Traductor

Un puente traductor es un caso particular de puente transparente que proporciona servicios de conexión de red hacia LANs que utilizan protocolos diferentes en las capas física y de enlace de datos. La Figura (1-6) muestra un puente traductor conectando LANs Token Ring y Ethernet adyacentes.

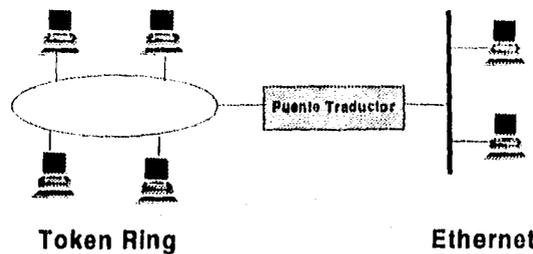


Figura 1-6. Puente Traductor conectando LANs Ethernet y Token Ring adyacentes.

Un puente traductor proporciona servicios de conexión por medio de la manipulación de los campos de información asociadas con cada tipo de LAN. El procesamiento que lleva a cabo un puente traductor es relativamente simple ya que los campos de información de Ethernet, Token Ring y FDDI son de alguna forma similares. Sin embargo, cada tipo de LAN envía mensajes de longitud variable. Debido a que un puente traductor no puede fragmentar un mensaje, cada uno de los dispositivos LAN debe configurarse para transmitir mensajes de una longitud que pueda ser soportada.

Utilizando la Figura (1-6) como ejemplo, el procesamiento que lleva a cabo por un puente traductor puede resumirse de la siguiente forma :

- 1) El puente, utilizando los protocolos de las capas física y de enlace de datos empleados por la LAN A (Token Ring), lee las direcciones de destino de la capa de enlace de datos de todos los mensajes transmitidos por los dispositivos pertenecientes a la LAN A.
- 2) El puente hace caso omiso de todos los mensajes destinados hacia los dispositivos pertenecientes a la LAN A.
- 3) El puente acepta todos los mensajes dirigidos a los dispositivos pertenecientes a la LAN B (Ethernet) y, utilizando los protocolos de las capas física y de enlace de datos que usa la LAN B, transmite éstos mensajes hacia la LAN B.
- 4) El puente lleva a cabo funciones idénticas con todos los mensajes transmitidos a la LAN B.

1.2.1.4 Puente de Encapsulamiento

En general, un puente de encapsulamiento se encuentra asociado con las topologías que utilizan "troncales". La Figura (1-7) muestra un ejemplo de dicha topología con cuatro redes Token Ring enlazadas a través de una troncal FDDI de alta velocidad. Como se muestra en ésta figura, un puente de encapsulamiento proporciona las conexiones hacia las LANs que utilizan protocolos idénticos en las capas física y de enlace de datos. La conexión entre dichas redes troncales, lo proporciona una red que utiliza protocolos diferentes en las capas física y de enlace de datos.

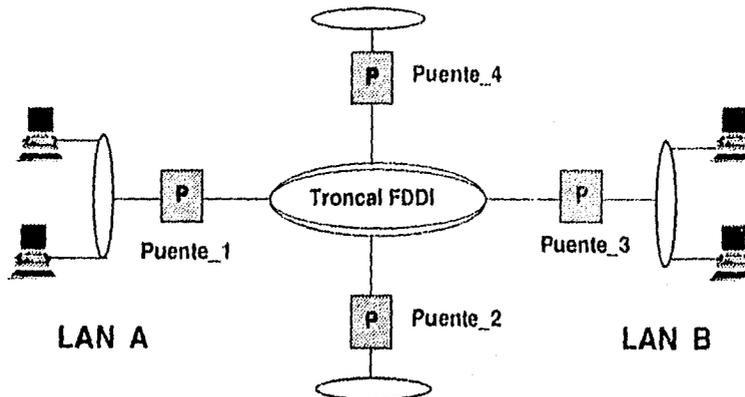


Figura 1-7. Puente de Encapsulamiento.

A diferencia los puentes traductores que en realidad manipulan los campos de información del mensaje, los puentes de encapsulamiento colocan los mensajes recibidos dentro un campo de información específica en la troncal (de ahí el termino "encapsulamiento") y transmiten el mensaje encapsulado hacia otros puentes para su eventual entrega al receptor del mensaje.

Utilizando la Figura (1-7) como ejemplo, un mensaje enviado desde un dispositivo perteneciente a la LAN A hacia un dispositivo perteneciente a la LAN B se procesa de la siguiente manera:

- 1) El puente 1 utilizando los protocolos de las capas física y de enlace de datos empleados por la LAN A (Token Ring) lee las direcciones de destino de la capa de enlace de datos de todos los mensajes que fueron transmitidos por los dispositivos pertenecientes a la LAN A.
- 2) El puente 1 hace caso omiso de todos los mensajes destinados a los dispositivos pertenecientes a la LAN A.

- 3) El puente 1 acepta todos los mensajes destinados a los dispositivos conectados a otras LANs, coloca éstos mensajes dentro de una envoltura específica FDDI destinada a todos los puentes (a dicha dirección colectiva se le llama dirección "multidirigida"), y manda ésta envoltura a través de la troncal FDDI.
- 4) El puente 2 recibe el mensaje, remueve la envoltura externa y verifica la dirección de destino de la capa de enlace de datos. Puesto que dicha dirección no es local, el puente 2 hace caso omiso del mensaje.
- 5) El puente 3 recibe el mensaje, remueve la envoltura externa y verifica la dirección de destino de la capa de enlace de datos. Puesto que dicha dirección es local, el puente 3 utiliza los parámetros de la capa física y de enlace de datos Token Ring para transmitir el mensaje hacia el dispositivo de destino.
- 6) El puente 4 recibe el mensaje, remueve la envoltura externa y verifica la dirección destino de la capa de enlace de datos. Puesto que dicha dirección es local, el puente 4 hace caso omiso del mensaje.
- 7) El puente 1 quita el mensaje encapsulado de la troncal FDDI.

1.2.1.5 Puentes Enrutados a través de la Fuente Originadora del Mensaje

El término enrutamiento por medio de la fuente originadora del mensaje fue establecido por IBM para describir un método de puenteo de tramas a través de redes Token Ring. Este tipo de enrutamiento requiere que la fuente del mensaje (no el puente), proporcione la información necesaria para entregar un mensaje al destino correcto.

Dentro de una red de enrutamiento fuente, no es necesario que los puentes posean tablas de enrutamiento sino que éstos toman la decisión de transmitir o eliminar un mensaje basándose únicamente en el contenido de la información dentro del campo de información del mensaje. Para implementar dicho esquema, cada dispositivo de enrutamiento fuente determina la ruta hacia un destino a través de un proceso llamado "descubrimiento de la ruta".

El descubrimiento de la ruta puede llevarse a cabo de diferentes formas. Una de ellas (de manera simplificada) funciona de la siguiente forma. En referencia a la Figura (1-8), la cual muestra una topología de red dentro de la que cinco redes Token Ring se encuentran enlazadas por medio de tres puentes de enrutamiento; para ilustrar el descubrimiento de la ruta suponer que un dispositivo de la LAN 1 tiene un mensaje que transmitir a un dispositivo perteneciente a la LAN 5.

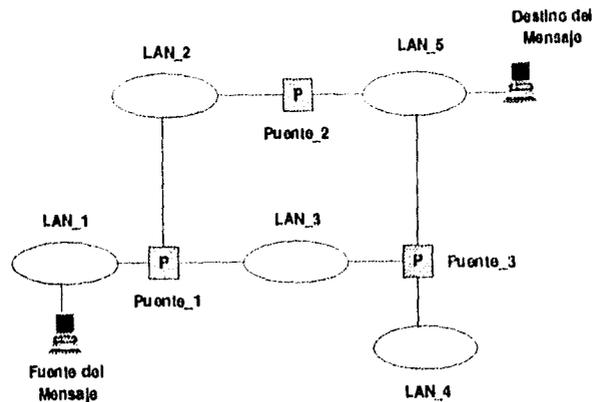


Figura 1-8. Red enrutada a través de la fuente originadora del mensaje.

El dispositivo perteneciente a la LAN 1 inicia el proceso de descubrimiento de ruta enviando un paquete "explorador". Dichos paquetes utilizan un campo de información único que es reconocido por un puente de enrutamiento fuente. Una vez que se ha recibido un paquete explorador, cada uno de los puentes de enrutamiento fuente ingresa el valor de la conexión en la que fue recibido el paquete así como su propio nombre en una sección del campo de información llamado "campo de información de ruteo". El puente, posteriormente, dirige el paquete a todas sus conexiones excepto a la conexión a través de la cual recibió el paquete.

Como consecuencia, múltiples copias del mismo mensaje explorador pueden aparecer sobre una LAN, y el explorador receptor recibe múltiples copias del mensaje (una copia por cada trayectoria posible desde la fuente hacia el destino). Cada mensaje explorador recibido contiene una lista secuencial de conexión/puente, los cuales rastrean la trayectoria del mensaje a través de la red de enrutamiento fuente.

Una vez recibidos los mensajes explorados, el receptor de la LAN 5 selecciona una de las rutas disponibles y envía una respuesta al originador perteneciente a la LAN 1. Esta respuesta lista una ruta específica compuesta por los puentes involucrados y las conexiones LAN entre la fuente y el destino.

Después de "descubrir" la ruta, el dispositivo de la LAN 1 la almacena en la memoria y la utiliza siempre que tenga mensajes que enviar al dispositivo perteneciente a la LAN 5. Estos mensajes se guardan en un tipo de campo de información diferente el cual es reconocido por los puentes de enrutamiento fuente. Los puentes que reciben dicho campo de información simplemente exploran la lista de conexiones y puentes para instrucciones de enrutamiento.

1.2.2 Ruteadores

Un ruteador permite la creación de topologías tipo malla, las cuales son sistemas complejos y de gran tamaño que tienen un gran número de trayectorias posibles entre cualquier par de puntos dentro de la red. Los ruteadores, los cuales operan en el nivel 3 del modelo OSI (la capa de red de protocolo específico), enlazan redes por medio del análisis del protocolo de la capa red de cada paquete en forma individual (utilizando la dirección de red). Los ruteadores, a diferencia de los puentes, no escuchan a cada paquete sino que solamente reciben paquetes que están destinados a ellos específicamente para su enrutamiento. Los ruteadores proporcionan la inteligencia, redundancia y seguridad que se requieren para seleccionar la trayectoria óptima para el envío de información a través de una red de gran tamaño.

Los ruteadores, a diferencia de los puentes, evitan que el tráfico dirigido a todos los nodos de la red pase a las demás redes proporcionando una barrera para separar los segmentos individuales. Además, en ambientes de conexión de redes donde es mejor mantener separados los segmentos que operan bajo diferentes protocolos, los ruteadores ofrecen la facilidad de filtrar el tráfico de un protocolo específico con la finalidad de mantener seguridad en la red. Debido a que los ruteadores poseen más inteligencia que los puentes, son más complejos de instalar y administrar.

Asimismo, puesto que todos los dispositivos se comunican utilizando un protocolo de red específico (ejemplo IP), la capa de enlace de datos se hace independiente, permitiendo así que los ruteadores puedan interconectar, de una manera sencilla, las diferentes topologías de redes de área local tales como por ejemplo Ethernet hacia Token Ring ó FDDI.

En comparación con los puentes, los cuáles proporcionan servicios de conexión en la capa de enlace de datos, los ruteadores proporcionan servicios de conexión en la capa de red del modelo OSI como se muestra en la Figura (1-9). Varias redes interconectadas entre sí pueden utilizar protocolos diferentes tanto en la capa física como en la capa de enlace de datos.

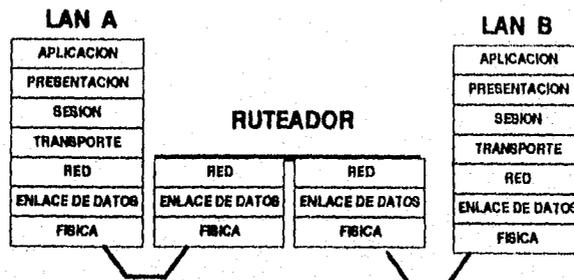


Figura 1-9. Conexión de un Ruteador a nivel capa red del Modelo OSI.

En el caso de dos dispositivos que se comunican a través de una o varias redes, la capa de red proporciona la información necesaria para conmutar y enrutar a su destino correcto. Un ruteador ofrece servicios más sofisticados y complejos que los que ofrece un puente. Un ruteador selecciona dinámicamente la trayectoria entre nodos fuente y destino, basando su selección en factores tales como costo de transmisión, retardo en el tránsito de la información, congestión de la red o distancia entre el origen y destino de los mensajes. La distancia, en general, se mide en términos de "número de saltos" ó número de ruteadores entre una fuente y un destino.

A diferencia de la mayoría de los puentes cuyos servicios son transparentes, los servicios de un ruteador deben solicitarse por un dispositivo de manera explícita. Un ruteador procesa sólo aquellos mensajes que le son enviados por otros dispositivos.

Como una introducción a la función de enrutamiento, se diseña una red, la cual no utiliza protocolos de enrutamiento específicos, pero que demuestran la "lógica" de la función de enrutamiento.

Para comenzar, la interconexión de redes se muestra en la Figura (1-10), la cual presenta tres LANs ubicadas en la ciudad de México (dos tipo Ethernet y una Token Ring) conectadas a través de un ruteador. Cada LAN se identifica por medio de una única dirección LAN (utilizando la terminología OSI, "dirección de la capa de red"), y cada dispositivo conectado a una determinada LAN se identifica por una única dirección LAN (utilizando la terminología OSI, "dirección de la capa de enlace de datos").

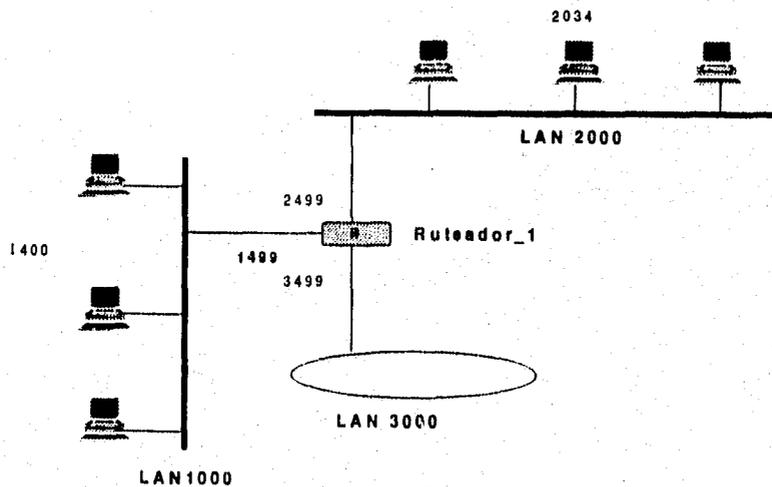


Figura 1-10. Ejemplo de Interconexión de Redes.

Suponer que las direcciones de la red son múltiplos de 1,000 y que el rango de las direcciones IP de los diferentes dispositivos varía desde 1 a 499. Una dirección de dispositivo completa (la cual proporciona un identificador específico para todos los dispositivos dentro de la red) adiciona o enlaza la dirección de la capa de red y la dirección de la capa de enlace de datos. Por ejemplo, la dirección 1400 identifica el dispositivo 400 perteneciente a la LAN 1000, mientras que la dirección 2034 identifica el dispositivo 34 perteneciente a la LAN 2000.

Para rastrear un mensaje desde el dispositivo 400 al 2034, una vez preparado el mensaje, compara su dirección IP de red 1000 con la correspondiente de destino 2000. Puesto que las direcciones IP de red son diferentes, el receptor del mensaje no pertenece a la misma LAN, por lo cual el mensaje no se puede enviar al receptor de manera directa y, por lo tanto, el mensaje debe transmitirse.

Todos los dispositivos dentro de un ambiente de enrutamiento conservan tablas de enrutamiento. Para la mayoría de los dispositivos, ésta tabla consiste solamente de algunos valores, específicamente, las dirección de las LANs y ruteadores adyacentes. En el caso del dispositivo 1400, la tabla de enrutamiento consiste de un sólo valor, el cual es la dirección IP del ruteador 1. Una vez que se ha obtenido la dirección del ruteador por medio de la tabla, el dispositivo coloca su mensaje (el cual está destinado al dispositivo 2034) dentro de un campo de información externa y la envía al ruteador.

Una vez recibido el mensaje, el ruteador quita la envoltura externa y busca la dirección IP de destino. Tan pronto como la fuente del mensaje compara su dirección de red con la dirección de destino, el ruteador ejecuta la misma comparación, pero con una gran diferencia -el ruteador tiene direcciones IP múltiples, una para cada conexión LAN.

Con respecto a la Figura (1-10), el ruteador tiene tres direcciones (1499 para su conexión hacia la LAN 1000, 2499 para su conexión hacia la LAN 2000 y 3499 para su conexión hacia la LAN 3000). Después de haber recibido el mensaje, el ruteador compara sus direcciones de red (1000, 2000 y 3000) con la dirección de destino. Una vez que la dirección de red 2000 coincide con otra dirección 2000, el ruteador reconoce que puede enviar el mensaje directamente al destino. El ruteador utiliza los protocolos de las capas física y de enlace de datos de Ethernet para enrutar el mensaje.

1.2.3 Troncales en Token Ring

En grandes instalaciones de Token Ring las configuraciones troncales enlazan a los usuarios entre sí y hacia los recursos centrales de la red. Las troncales que se utilizan con mayor frecuencia son: Secuencial, Distribuida y Colapsada. Estos tipos de troncal se describen a continuación.

1.2.3.1 Troncal Secuencial

Una red con troncal secuencial opera a través del concentrador en cada piso de manera secuencial, como se muestra en la Figura (1-11). La troncal se conecta a través del puerto de Ring-In/Ring-Out o en un módulo repetidor en cada concentrador. Un concentrador maneja anillos cableados de manera horizontal en cada uno de los pisos. Esta configuración aprovecha el doble anillo en cada concentrador, conectándolos entre sí con un puente interno. Los recursos de la red tales como los servidores de archivos, procesadores grandes ó controladores, pueden conectarse de manera directa hacia la troncal desde cada piso dentro de la red. La flexibilidad de conexión hacia anillos horizontales o directamente hacia la troncal a 16 Mb/s proporciona un acceso fácil y eficiente a los recursos compartidos en sitios en los que se están corriendo aplicaciones distribuidas de red.

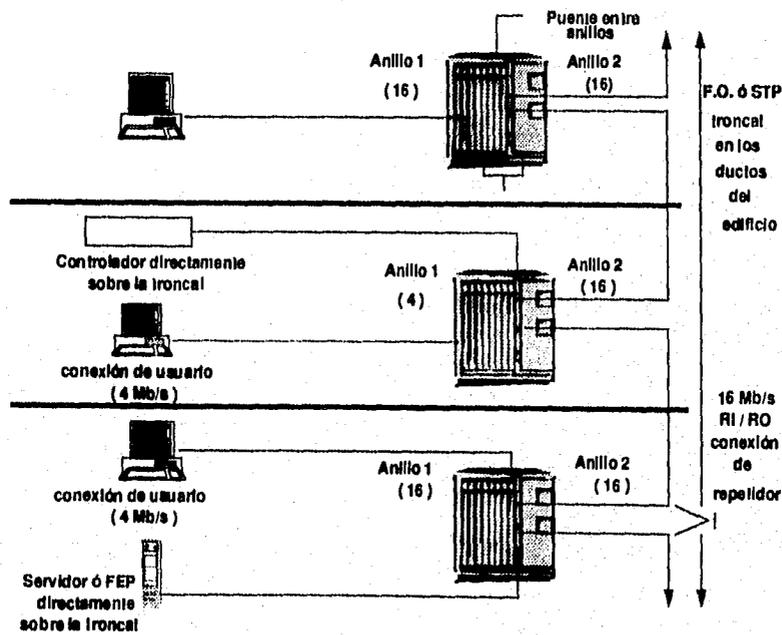


Figura 1-11. Configuración Token Ring de Troncal Secuencial.

1.2.3.2 Troncal Distribuida

En una troncal distribuida, las redes Token Ring se conectan a un concentrador central que forma la red troncal como se muestra en la Figura (1-12). Los diferentes anillos en cada piso pueden operar a 4 ó 16 Mb/s, y cada uno de ellos se conecta al concentrador central a través de un puente que se localiza en cada uno de los pisos. Se utiliza un anillo en cada uno de los concentradores de los diferentes pisos. Los enlaces entre los puentes y el concentrador central son cables estándar Token Ring, los cuales operan a través de los ductos verticales del edificio. El tipo de medio de transmisión se determina de acuerdo al tipo específico de módulos host que se utilizan en el concentrador troncal y a la longitud del cableado en cada puente. El anillo troncal opera en el concentrador central y los recursos compartidos tales como los grandes hosts pueden conectarse de manera directa a la troncal a través del concentrador central o pueden estar distribuidos.

La troncal distribuida utiliza un esquema simple de cableado y solamente algunos puertos en el concentrador para cada uno de los pisos, ya que el anillo troncal de los concentradores de los diferentes pisos no requieren ningún puerto Ring-In/Ring-Out, repetidor ó módulo host. Lo anterior es una buena alternativa para redes que no requieren conexiones directas a la troncal desde cada piso. A medida de que la tecnología de conmutación está teniendo mayor auge, otro papel de las redes con topología de troncal distribuida, será la interconexión de varias troncales colapsadas en una red consolidada cuya cobertura puede ser de, por ejemplo, todo un campus universitario.

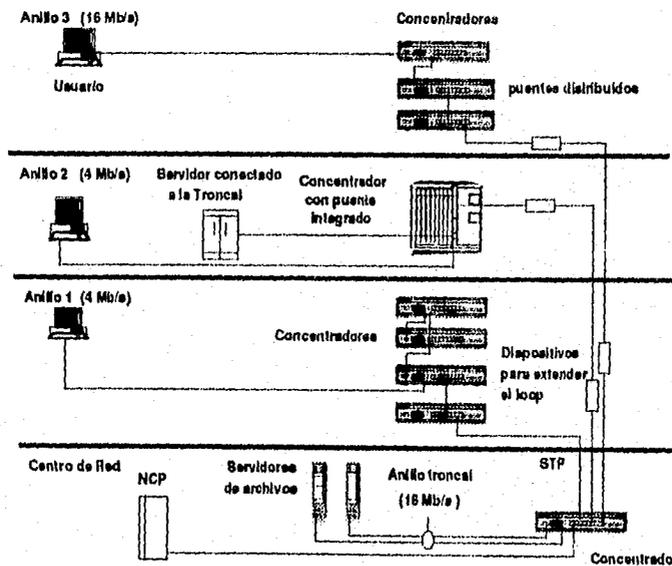


Figura 1-12. Configuración Token Ring de Troncal Distribuida.

1.2.3.3 Troncal Colapsada

En una troncal colapsada, los recursos se controlan desde un punto central (el centro de la red) y todos los usuarios de la misma se conectan a una red común, la cual también se encuentra ubicada en el centro de la red (ver Figura 1-13). Los puentes pueden instalarse en forma aislada o pueden también estar integrados en un mismo bastidor. Para las conexiones del cableado, se pueden utilizar UTP, STP ó fibra óptica entre el concentrador central y los diferentes pisos individuales.

El uso de ésta topología es particularmente atractiva ya que presenta una solución flexible en sitios que no requieren enlaces directos en cada piso hacia la troncal, y en sitios en donde es necesario que los puentes se encuentren en un lugar central. Asimismo, una configuración de troncal colapsada se presta para una fácil migración hacia una tecnología de interconexión de redes conmutadas.

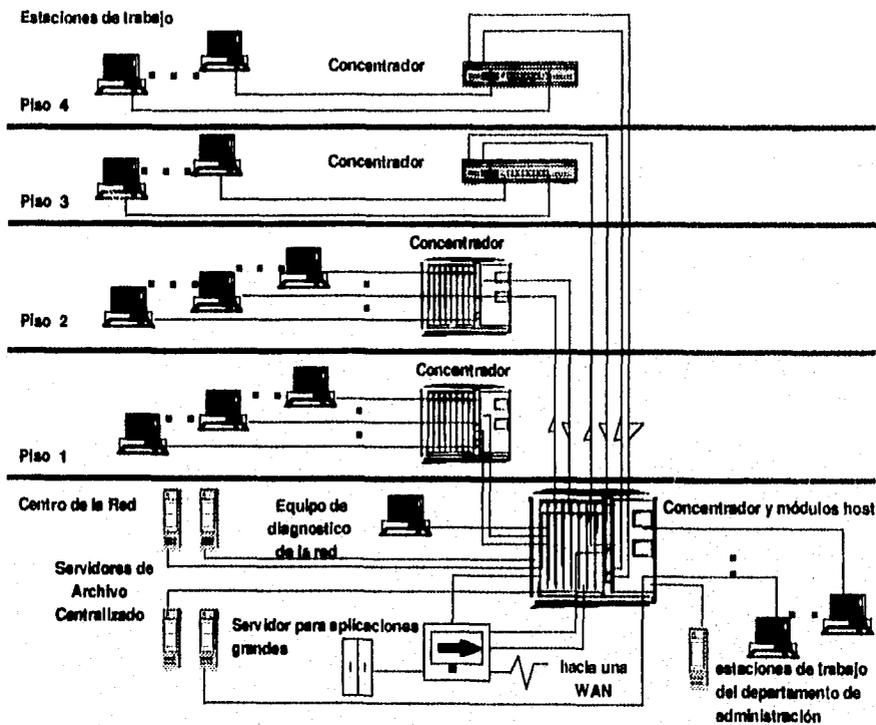


Figura 1-13. Configuración Token Ring con una Troncal Colapsada.

1.3 Implementaciones

Muchas de las LANs instaladas se han hecho insuficientes debido a las crecientes demandas de ancho de banda generadas por las aplicaciones cada vez más poderosas, por llegar hasta los usuarios, por conectar un mayor número de dispositivos y por la necesidad de comunicarse a través de las fronteras geográficas.

Para continuar satisfaciendo las crecientes demandas del cómputo cliente/servidor, surgen los conmutadores para redes locales, que es una tercera generación de tecnología de red para integrar a través de cableado un gran número de segmentos LAN a altas velocidades sin ninguna degradación en el funcionamiento de la red, aún cuando ésta se encuentre trabajando en un régimen de carga pico.

Un conmutador es un dispositivo multipuerto de la capa de enlace de datos que crea una trayectoria temporal conmutada para enviar directamente un paquete a su dirección MAC destino. Los conmutadores son rápidos, baratos y no son tan capaces de llevar a cabo funciones de control a nivel bit como los puentes y ruteadores.

1.3.1 Beneficios que ofrecen los Conmutadores en las Redes de Area Local.

La conmutación es la tecnología más eficiente para superar los retos que imponen actualmente las redes locales. A continuación se enlistan algunos beneficios que ofrecen los conmutadores:

- a) **Escalabilidad.** A diferencia de los puentes tradicionales, los conmutadores LAN pueden escalarse para soportar topologías de red complejas y de gran tamaño.
- b) **Transparencia en el protocolo.** A diferencia de los rutadores, los conmutadores operan en la capa 2 del modelo OSI y son transparentes a todos los protocolos.
- c) **Reducción de la latencia de la red.** Los conmutadores LAN ofrecen mucho menor latencia de enrutamiento que los ruteadores tradicionales por dos razones: Primero, los conmutadores no necesitan proporcionar soporte de protocolos complejos. Segundo, muchas funciones de la conmutación LAN están implementadas en hardware más que en software.
- d) **Interconexión de microsegmentos.** Los conmutadores son menos costosos que los ruteadores debido a que la mayoría de sus funciones simples pueden implementarse en hardware. Esto hace que los conmutadores sean una forma económica para interconectar microsegmentos. Los usuarios que demandan un gran ancho de banda para sus aplicaciones y

los servidores que utilizan con mucha frecuencia, se conectan de manera directa a un conmutador y tienen un ancho de banda asignado exclusivamente. A medida que se presenta la necesidad de un mayor ancho de banda, las LANs compartidas pueden segmentarse hasta que, eventualmente, se les asignen segmentos dedicados a todos los usuarios.

- e) **Conservación de la inversión existente.** La conmutación en una LAN no requiere de mejoras en el adaptador de red, nuevo cableado, cambios en las herramientas de administración de red o entrenamiento en el uso de nuevos protocolos. Los conmutadores pueden reemplazar o complementar al equipo existente de la red. Debido a que los conmutadores LAN tienen una mayor capacidad y densidad de puertos que los puentes, éstos son reemplazos ideales en el caso de conjuntos o grupos de puentes locales. Los conmutadores expanden las redes de ruteadores descargando la función de transferencia de paquetes de tal forma que el ruteador puede en realidad enfocarse a su función principal que es la de enrutar. Los conmutadores utilizados en conjunto con los ruteadores, pueden agrandar las subredes de ruteadores, hacer menos jerárquica la red, simplificar su administración y reducir los costos de interconexión de redes.

1.3.2 Características Importantes de Redes de Area Local Conmutadas.

La capacidad de conmutación de las redes locales proporciona una velocidad 10 Gb/s la cuál es suficiente para servicios LAN-hacia-LAN, LAN-hacia-ATM, ATM-hacia-ATM. Un conmutador en general, cumple con una amplia gama de requerimientos en los diferentes ambientes de redes locales tales como:

- a) Proporciona un puerto dedicado al servidor para mejorar su funcionamiento.
- b) Particionamiento en segmentos de redes locales congestionadas.
- c) Concentración de múltiples segmentos en un ruteador.
- d) Reemplazo de múltiples puentes.
- e) Creación de una troncal multi-gigabit colapsada.

1.3.3 Características Importantes de los Conmutadores en Token Ring

Algunas de las características que se pueden encontrar en los conmutadores dentro de la tecnología Token Ring son las siguientes :

- a) Contempla puertos que pueden soportar las velocidades de 4 ó 16 Mb/s que utiliza Token Ring.
- b) Utiliza conectores RJ45 y DB-9 cuando se utiliza el cableado STP/UTP ofrecida en cada puerto y para fibra óptica ofrece fibra multimodo con conectores ST.

- c) Conmutador transparente fuente-ruta con el soporte de IEEE 802.1 o IBM.
- d) Particionamiento del anillo virtual para cualquier combinación de puertos en un mismo equipo conmutador, cada anillo virtual aparenta ser un único anillo en una red fuente-ruteador.
- e) Ocultamiento del campo de información de la ruta (RIF) para acelerar el proceso de exploración y reducir el número de transmisiones.
- h) Adaptación automática a la velocidad de la estación insertada: 4 ó 16 Mb/s.
- i) Desactivación automática de puertos para control de errores o administrativos.
- j) Conmutación puerto a puerto para tráfico local sin necesidad de utilizar ancho de banda ATM.

1.3.4 Filtrado de Paquetes

El conmutador proporciona una herramienta poderosa de filtrado de paquetes, debido a que puede reconocer cualquier patrón dentro de los primeros 255 bytes de una trama y toma las acciones que se le especifican para las tramas que coincidan o no con el patrón.

Uno puede establecer filtros para las tramas que ingresan a un puerto. Las tramas que cumplen la condición especificada pueden transmitirse como es costumbre, se pueden transmitir hacia destinos adicionales, se pueden transmitir hacia un puerto de monitoreo, se pueden ramificar o se pueden pasar a través de otro filtro. Uno puede definir un conjunto de acciones por separado para las tramas que no cumplan una condición específica.

Las aplicaciones para filtrado incluyen lo siguiente:

- a) Análisis del funcionamiento de la red enrutando una copia del tráfico en tiempo real hacia un analizador LAN conectado a un puerto Token Ring o Ethernet.
- b) Supervisión de la utilización de la troncal del usuario copiando el tráfico en un servidor de conteo así como también copiando su destino.
- c) Controlar el flujo de tráfico por medio del redireccionamiento de tramas que cumplan con cierto criterio hacia un destino específico, en lugar de ó además de, enviarlas a las direcciones de destino.

1.3.5 Objetivos de Mejoramiento de la Conmutación en Token Ring.

Existen diferentes formas para utilizar conmutadores para mejorar el funcionamiento de la red. Deberán tomarse en cuenta éstos conceptos antes de configurar la unidad y conectarla a la red.

En la Tabla (1-2) se muestran algunos objetivos que se requieren en las redes locales para mejorar el funcionamiento de la red y la respectiva estrategia de conexión de estos conmutadores.

Objetivo	Estrategia de Conexión
Mejorar el funcionamiento del servidor	Proporcionar al servidor un puerto dedicado en el conmutador.
Mejorar el funcionamiento del ruteador	Descargar los segmentos de la red local del enrutador al conmutador.
Conectar más LANs al ruteador cuando éste no tengan más puertos disponibles	Concentrar múltiples LANs a través del conmutador hacia un ruteador
Superar los puertos del puente y las limitaciones de funcionamiento	Reemplazar los puentes con un Conmutador.
Incrementar la capacidad de la troncal	Reemplazar las troncales Token Ring a 16 Mbps y Ethernet utilizando el conmutador como una troncal colapsada.
Simplificar la topología fuente-ruta y reducir el número de saltos.	Reducir el número de anillos fuente-ruta creando anillos virtuales compuestos por segmentos cuyos usuarios se comunican con frecuencia.

Tabla 1-2. Objetivos y estrategias de conexión de los conmutadores.

1.3.6 Segmentación de una Red Local utilizando Conmutadores

El tráfico excesivo en una red local reduce el tiempo de respuesta de todas las estaciones. Un remedio muy común para redes locales muy congestionadas es segmentarlas en pequeñas redes locales de tal forma que el ancho de banda se comparte entre un menor número de usuarios. Utilizando un conmutador, uno puede segmentar una red local congestionada para crear redes locales múltiples ver Figura (1-14) y Figura (1-15). Esto incrementa el ancho de banda promedio disponible en cada dispositivo.

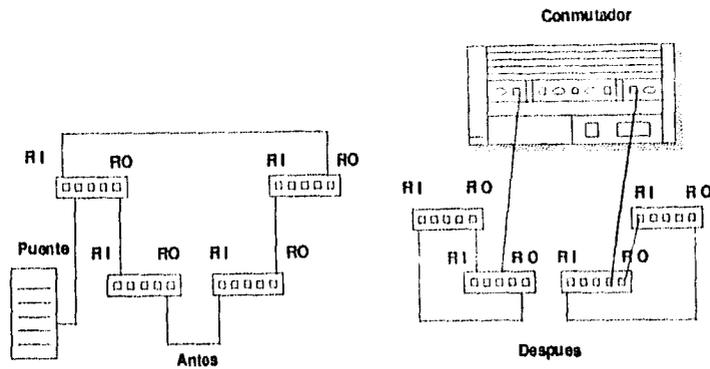


Figura 1-14. Segmentación de un Token Ring utilizando un puerto concentrador: antes y después.

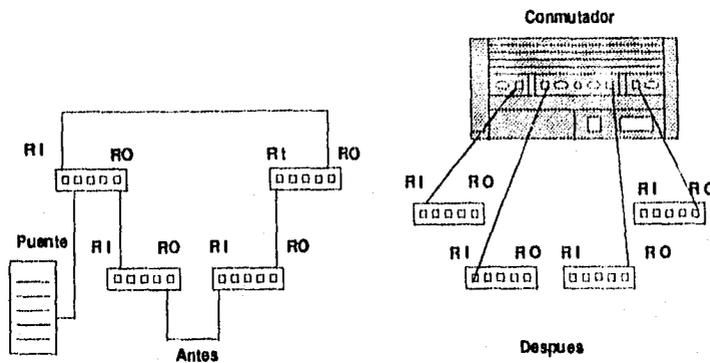


Figura 1-15 Segmentación de un anillo Token-Ring utilizando un puerto RI ó RO: antes y después.

Las redes locales Token Ring pueden segmentarse y conectarse al conmutador utilizando ya sea el puerto RI / RO o a un puerto concentrador en una red Token Ring.

1.3.7 Reemplazo de Puentes y Ruteadores por Conmutadores

Los puentes y ruteadores tradicionales no son económicos para el funcionamiento en red de un gran número de segmentos de red local. Los puentes tienen un rendimiento limitado, capacidad de configuración y soporte de la topología. Los ruteadores ofrecen un gran rendimiento y gran poder de escalación, pero pueden ser caros en términos de costos administrativos y de equipamiento. Los ruteadores pueden limitar el crecimiento y funcionamiento de una red de dos maneras: Primero, puede suceder que a éstos se les terminen los puertos; segundo, el funcionamiento de un ruteador puede degradarse como resultado de picos de tráfico constantes desde todas las interfaces.

Los conmutadores pueden ayudar a los puentes y ruteadores en problemas de falta de puertos y procesamiento. La red que se muestra en la Figura (1-16) no tiene capacidad para anillos adicionales, lo cuál hace prohibitivo para el administrador de la red segmentar los anillos existentes o adicionar nuevos anillos. La Figura (1-17) muestra dos formas de utilizar el conmutador para agregar anillos y liberar puertos del ruteador o puente. Las redes LAN tipo Ethernet pueden estar concentradas en un ruteador o puente de una manera similar.

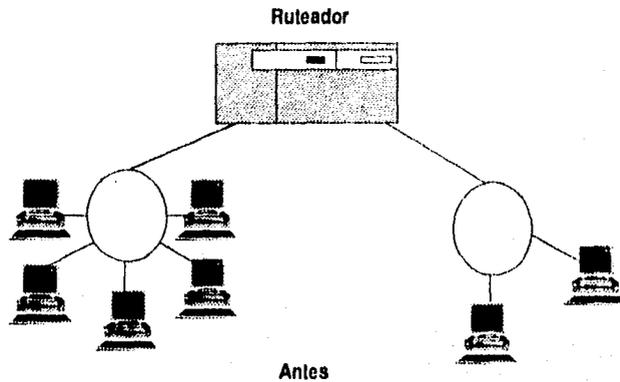


Figura 1-16. Red sin capacidad de crecimiento.

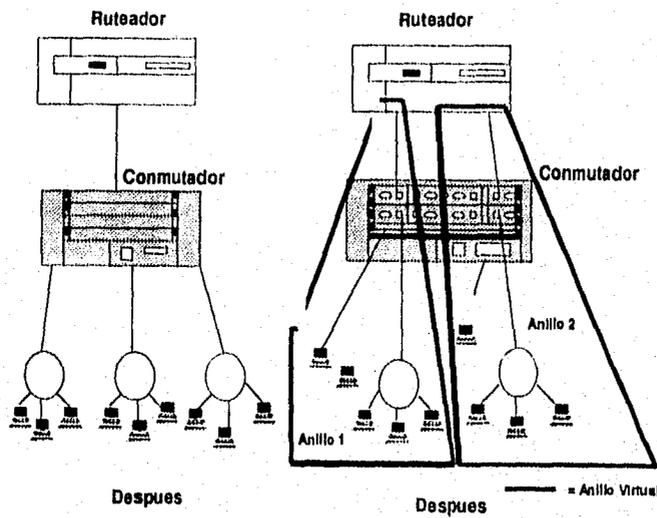


Figura 1-17. El conmutador puede concentrar anillos múltiples en una subred del ruteador como una única subred (izquierda), o como múltiples subredes ruteadas (derecha).

1.3.8 Reemplazo de una Troncal LAN por Conmutadores

La mayoría de las redes locales de tráfico de muchos contra uno, genera congestión en la troncal de la LAN y en los servidores centralizados, empeora a medida que la red se segmenta debido a que más cantidad de tráfico viaja a través de la troncal. Las soluciones tradicionales FDDI o ruteadores de troncal colapsada son caras, incrementa la complejidad de la red, tienen una escalabilidad limitada y no vale la pena desde el punto de vista económico para aumentar el ancho de banda de los servidores y de las estaciones de trabajo de alto rendimiento.

El conmutador puede servir como una troncal colapsada, incrementando el ancho de banda agregado de la troncal en varios gigabits por segundo (Figura 1-18). También puede proporcionar a un servidor un puerto dedicado en el conmutador mejorando la respuesta del servidor e incrementando la capacidad de la red. Cuando el servidor reside en un anillo con protocolo de token passing, el conmutador proporciona las funciones necesarias del concentrador Token Ring para permitirle conectarlo directamente al conmutador con un cable loop.

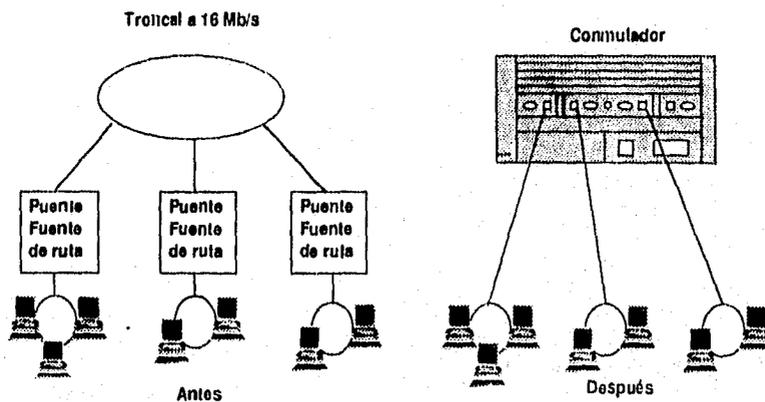


Figura 1-18. Reemplazo de una Troncal de Token Ring: antes y después

1.3.9 Reducción del número de saltos Fuente-Ruta

El enrutamiento fuente impone un límite en el número de saltos en las topologías Token Ring. El límite para la mayoría del equipo instalado es de siete saltos; para algunos adaptadores, puentes y aplicaciones nuevas el límite es de 13 saltos (nota: para que el límite sea de 13 saltos, todos los dispositivos en la ruta deben soportar 13 como límite en el número de saltos). Este límite puede inhibir la habilidad para segmentar anillos congestionados para mejorar el funcionamiento.

En una topología jerárquica, centralizada, una estación de cliente y su servidor pueden estar separados por varios saltos. Los paquetes pueden atascarse en cada uno de los saltos. La mayoría de los puentes y ruteadores no pueden tener un funcionamiento estable a velocidades considerables y empiezan a desechar paquetes. Esto genera en retardos en la red, los cuáles degradan el tiempo de respuesta de la aplicación y causan interrupciones en la aplicación.

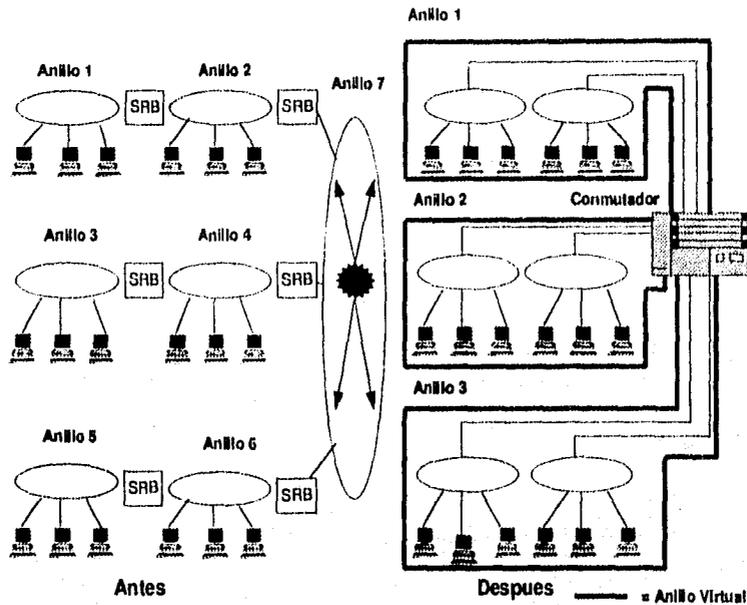
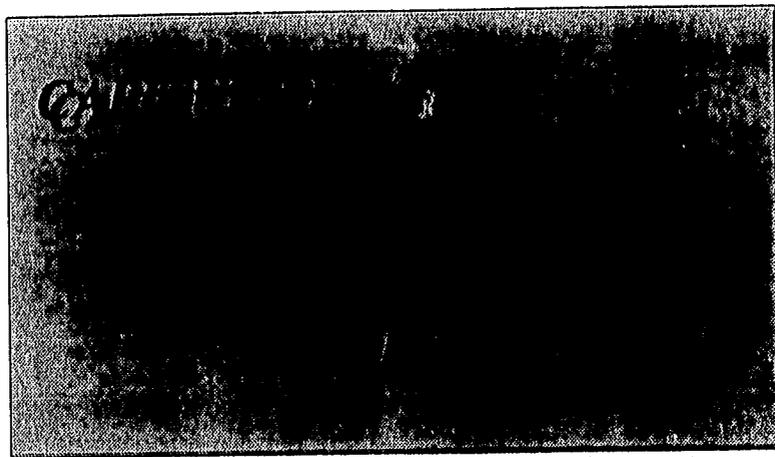


Figura 1-19. Reducción del número de saltos fuente-ruteador: antes y después

El conmutador reduce el número de saltos fuente-ruta permitiendo agrupar segmentos físicos múltiples en un solo anillo virtual (ver Figura 1-19). Cada anillo virtual en una red de fuente ruteada es como un anillo con un sólo número de anillo. Cada anillo virtual es visto por el ruteador como una sola subred. Con un número menor de saltos, el funcionamiento de la red mejora por dos razones: la primera consiste en que se puede, de una manera más libre, segmentar anillos congestionados y la otra consiste en disminuir la latencia con cada salto que se elimine.



2.1 Generalidades

2.1.1 Antecedentes

Hoy en día, Ethernet es el tipo de red que más se utiliza. Sus orígenes provienen de una red llamada AlohaNet, desarrollada en la Universidad de Hawaii durante la década de los 70. Utilizaba un método de transmisión por radio y la idea básica consistía en un sistema donde los usuarios competían por el uso sólo canal de manera no coordinada. A esta primera versión se le incluyó la detección de portadora, y la compañía Xerox construyó un sistema CSMA/CD (multiple acceso por detección de portadora con detección de colisiones), a 3 Mb/s para conectar hasta 100 estaciones de trabajo a través de un cable de 1 Km. de longitud. A este sistema se le llamó ETHERNET, en honor de éter lumífero a través del cual se pensó alguna vez que se propagaban las ondas electromagnéticas. La red Ethernet desarrollada por Xerox tuvo tanto éxito que las compañías DEC, Intel y Xerox (llamado en conjunto DIX) propusieron una norma para Ethernet a 10 Mb/s, la cuál constituyó la base para la creación de la norma IEEE 802.3. La norma que se publicó con el nombre de IEEE 802.3 difiere de la especificación correspondiente a Ethernet en el sentido de que la primera describe una familia completa de sistemas operando a velocidades de 1 a 10 Mb/s, a través de diferentes medios físicos de transmisión.

2.1.2 Características Principales

En la Tabla (2-1) se presentan las características principales de una red Ethernet.

Características principales	Ethernet
Velocidad de Datos	Transmite y recibe hasta 10 Mb/s.
Tamaño de Red	La longitud máxima es de 2.5 kilómetros.
Distancia entre Nodos	Hasta 500 metros sin uso de repetidores con cable coaxial grueso.
Número de Nodos	Puede haber 1024 estaciones (incluyendo repetidores) conectados en un sólo segmento.
Promedio de Retardo de Nodo a Nodo	Si hay otra transmisión en el cable en ese momento, el controlador entrará en modo de espera por un tiempo de 9.6 microsegundos como mínimo.
Método de Acceso al Medio de Transmisión	CSMA/CD (Consiste en que cada estación se encarga de enviar su propio paquete a través del cable, para lo cual debe verificar previamente si el canal no es utilizado ya por otra estación, en cuyo caso deberán contenerse y tratar nuevamente. En caso de que dos o más paquetes sean enviados simultáneamente, el protocolo detecta la colisión y pide a las estaciones que envíen otra vez).

Tabla 2-1. Características Principales de Ethernet.

Características principales	Ethernet
Topología	Es de bus lineal lógico y físicamente es de bus cableado en estrella. Es un diseño simple donde todas las estaciones comparten este cable único. (ver Figura 2-1).
Tamaño de Paquete	El paquete más largo que esta permitido es de 1518 bytes. El paquete de menor tamaño es de 64 bytes.
Medio de Transmisión	Cable coaxial grueso (RG-8) 10BASE5. Coaxial delgado (RG-58) 10BASE2. UTP (22-26 AWG) 10BASET . Fibra óptica 10BASEF.
Costo de Instalación y Mantenimiento	Dada la simplicidad de su topología el costo de su instalación es bajo y requiere poco mantenimiento.

Tabla 2-1. Características Principales de Ethernet.

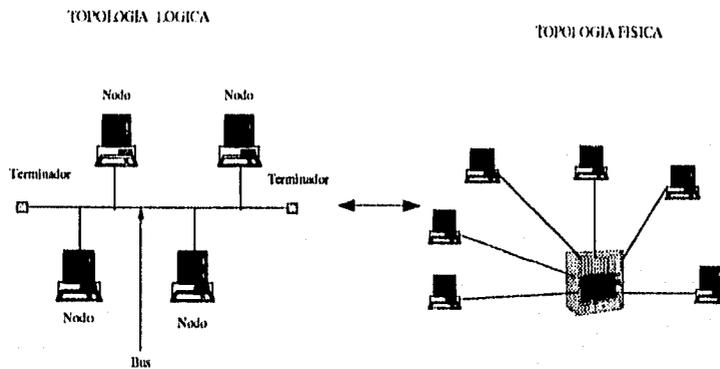


Figura 2-1. Topología lógica y física de Ethernet .

2.1.3 Estandarización y Estructura de las Tramas

Esta diseñada para cumplir con los estándares de la norma IEEE 802.3 que define a CSMA/CD como el protocolo de control de acceso al medio de transmisión o más comúnmente conocido como MAC para la topología de bus.

En Ethernet se utilizan dos formatos diferentes para los paquetes, los cuales se muestran en la Figura (2-2) y son :

- a) Ethernet 802.3
- b) Ethernet.

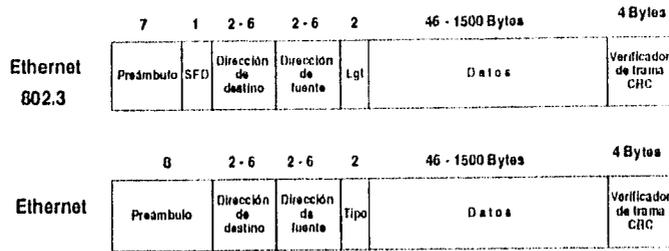


Figura 2-2. Formatos de las tramas en Ethernet

Los campos para los dos diferentes tipos de paquetes son:

- 1) El Preámbulo.- Sirve para establecer sincronización, con una secuencia de unos y ceros. La norma IEEE 802.3 divide el preámbulo de Ethernet de 8 bytes en uno de 7 bytes.
- 2) El SFD (delimitador de inicio de la trama).- Solamente existe en Ethernet 802.3 y es de 1 byte.
- 3) La Dirección Origen y Destino.- Puede ser cualquier combinación de números hexadecimales, con la única condición de que no estén repetidos en ningún otro nodo de la red.
- 4) El Campo de Longitud y Tipo.- Es una de las diferencias entre los formatos IEEE 802.3 y Ethernet, y surge la pregunta de cuándo se sabe si es 802.3 y cuando Ethernet. La forma de saberlo es cuando el máximo número de bytes que puede ir en el área de datos es de 1500 que en hexadecimal es un 5DC, por lo tanto, el rango de tipos estandarizados para Ethernet, van en un rango superior del valor de 1500, es decir que cuando el número sea mayor a 5DC se trata de una trama del tipo Ethernet.
- 5) El CRC (Verificación de Redundancia Cíclica).- Es un campo de 4 bytes y es usado para garantizar una confiabilidad en la transmisión de paquetes del 99.99%. Es un mecanismo de detección de errores.

2.1.4 Ventajas y Desventajas

Una gran cantidad de proveedores proporcionan hardware y una instalación extendida, así como servicio en cualquier ambiente imaginable.

La topología de estrella 10BASE-T por su bajo costo centraliza el cable llamado par trenzado sin blindaje (UTP), hace que esta especificación de método de acceso se muy utilizada.

Cuenta con gran flexibilidad para futuros crecimientos, en donde se puede agregar nuevos dispositivos y segmentos de cable sin la necesidad de tirar la red.

La velocidad de datos de Ethernet puede verse afectada por otros factores, como son : la velocidad de transmisión de la máquina, la velocidad del disco duro, el protocolo usado, etc. La velocidad de transmisión de 10 Mb/s se presenta solamente en la capa física.

Las colisiones son inherentes al diseño de Ethernet, la red se recupera de este error con un algoritmo de detección de colisiones.

2.2 Aplicaciones Actuales

2.2.1 Puentes

La Figura (2-3) ilustra una red típica de Ethernet, la cual contiene ocho estaciones de trabajo y dos servidores. Puesto que un total de diez estaciones se encuentran compartiendo el ancho de banda de la red, cada dispositivo tiene en promedio un décimo (1.0 Mb/s) del ancho de banda total de 10 Mb/s.

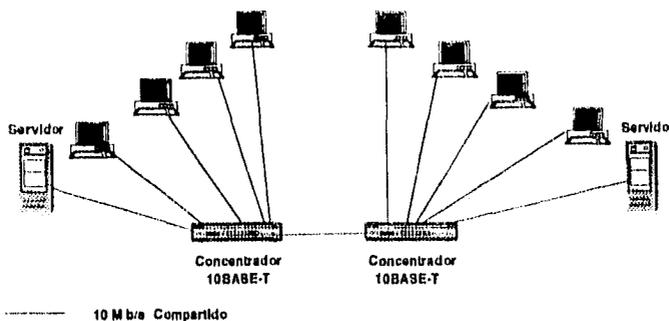
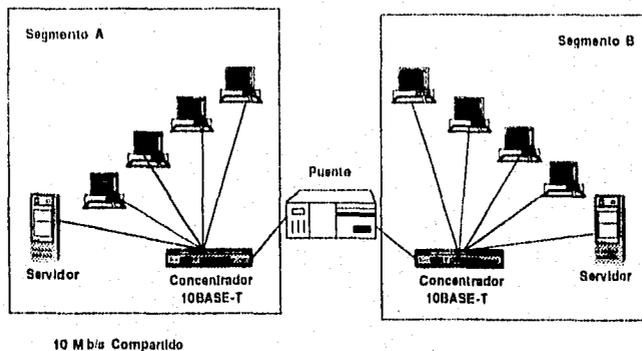


Figura 2-3. Red Ethernet antes de segmentarse.

2.2.1.1 Segmentación con Puentes

La Figura (2-4) muestra la red utilizando un puente para realizar la segmentación. En vez de un sólo dominio de colisión, existen dos dominios de colisión con cinco dispositivos en cada segmento. Puesto que un total de cinco estaciones están conectadas a cada segmento, cada dispositivo tiene en promedio la quinta parte (2.0 Mb/s) del ancho de banda de cada segmento de 10 Mb/s. En este ejemplo, el dividir la red en dos segmentos duplica el ancho de banda disponible para cada estación de trabajo.



10 Mb/s Compartido

Figura 2-4. Segmentación con Puentes en una Red Ethernet.

2.2.1.2 Puentes Locales Ethernet

Existen puentes locales Ethernet de alta velocidad que interconectan segmentos de red Ethernet a 10 Mb/s para formar así una sola red transparente como se muestra en la Figura (2-5).

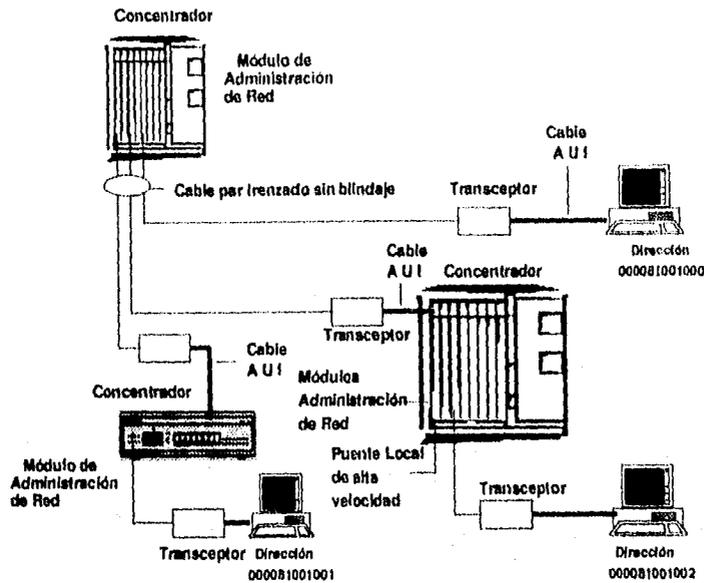


Figura 2- 5. Red Ethernet utilizando puente local de alta velocidad.

Las decisiones de enrutamiento que toman los puentes se basan en las direcciones Ethernet asignadas a cada dispositivo y guardadas en una tabla de acceso dentro de un puente local.

En general los puentes de Ethernet son dispositivos modulares que solamente se conectan a la red requiriendo un mínimo de funciones de configuración de instalación y operación.

El puenteo de concentrador a concentrador se lleva a cabo conectando a través de un AUI o un cable de fibra óptica el módulo de puente local con un transceptor, el cual, a su vez, se conecta a un módulo host compatible instalado en el siguiente concentrador.

Un puente local Ethernet también puede funcionar como un puente local en standby: el enlace redundante proporciona una ruta alterna a través del algoritmo de árbol extendido en el caso de fallas en el enlace o en puente local.

2.2.2 Configuraciones con Troncales

En una instalación Ethernet de gran tamaño, las configuraciones de troncal Ethernet enlazan a los usuarios entre sí y hacia los recursos centralizados. Las troncales más comúnmente utilizadas se les conoce con el nombre de troncal colapsada y troncal distribuída, como se describen a continuación:

2.2.2.1 Troncal Colapsada

En una troncal colapsada, los recursos se encuentran ubicados y controlados desde un punto centralizado (llamado el centro de la red) y todos los usuarios se conectan a una red común, también ubicada en el centro de la red (ver Figura 2-6). Los recursos críticos tales como los servidores, ruteadores y concentradores inteligentes se localizan en el centro de la red. Cada canal del concentrador inteligente da servicio a un departamento individual o un grupo de trabajo y proporciona la función de conectividad hacia sus recursos que se encuentran centralizados. La configuración de troncal colapsada se presta para una fácil migración hacia las tecnologías conmutadas de intercomunicación entre redes.

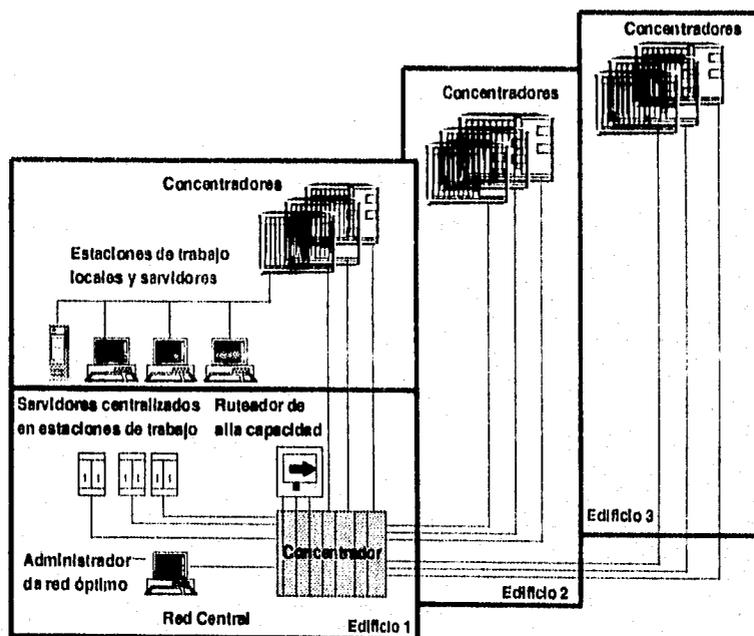


Figura 2 - 6. Configuración Troncal Ethernet Colapsada.

2.2.2.2 Troncal Distribuida

En una topología de troncal distribuida, un segmento en cada concentrador de cableado se designa en la red troncal. Este segmento se encuentra conectado a un concentrador central, usualmente en un centro de red supervisado por el departamento de administración. Se proporciona acceso directo a la troncal en cada punto donde se encuentra un centro de cableado. La topología de troncal distribuido proporciona un flujo óptimo de tráfico ya que los dispositivos de interconexión de redes se encuentran instalados en los concentradores locales en lugar de que éstos estén instalados en un centro de red. Una configuración de troncal distribuido es especialmente atractivo en las organizaciones donde los recursos estratégicos de las mismas se encuentran distribuidas ampliamente a todo lo largo de sus instalaciones (ver Figura 2-7).

A medida que las nuevas tecnologías de conmutación emergan, la interconexión de varias troncales colapsadas en una red consolidada que abarque todo un campus, se convertirá en otra aplicación de éste tipo de topología.

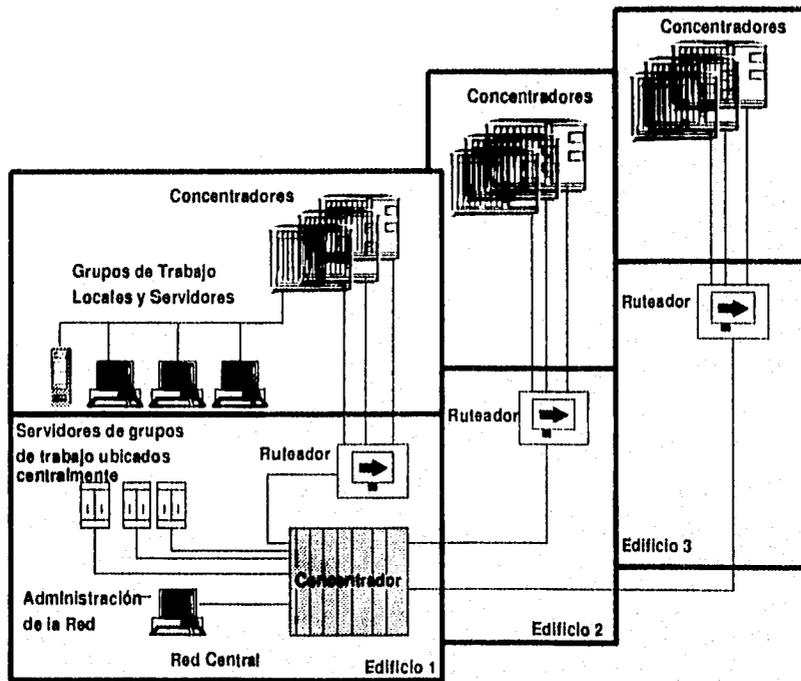


Figura 2-7. Configuración Troncal Ethernet Distribuida.

2.3 Implementaciones

La introducción de la función de conmutación Ethernet es necesaria para reforzar la ejecución de los grupos de trabajo y las PCs existentes, por medio de la sustitución de los mismos con un ancho de banda dedicado. El conmutador proporciona a cada grupo de trabajo o nodo individual, un ancho de banda total de 10 Mb/s, en lugar de tener que compartir el ancho de banda con otros dispositivos, también puede eliminar los cuellos de botella con un conmutador de 100 Mb/s hacia los servidores y la troncal.

2.3.1 Características Importantes de los Conmutadores en Ethernet

En un conmutador Ethernet pueden encontrarse las siguientes características:

- a) Como PBX soporta conversaciones simultáneas.
- b) Contempla puertos Ethernet 10BASE-T conmutados (10 Mb/s) por módulo.
- c) Soporta comunicación Full-duplex.
- d) Soporta conmutación local de tramas puerto a puerto.
- e) Selección de la función de conmutación Cut-Through ó Store-and-Forward por puerto.
- f) Puenteo transparente entre puertos Ethernet y ATM.
- g) Soporte de múltiples LANs virtuales.
- h) Soporte VLAN en toda la red.
- i) Soporte del protocolo de árbol expandido (IEEE).
- j) Hasta 8,000 direcciones MAC a través de todos los puertos.
- k) Puertos expandidos para UTP y opciones de fibra óptica.
- l) Soporte de repetidores (dirección múltiple/puertos).
- m) Protocolo de topología de alta velocidad para enlaces redundantes y una administración de LAN virtual

2.3.2 Cut-Through y Store-and-Forward

El enrutamiento es el proceso que consiste en analizar una trama tal y como se recibe y determinar la forma cómo se transmitirá. Si tanto el puerto originador como el receptor, están en el mismo módulo Ethernet, entonces es posible comenzar a transmitir el paquete antes de que éste se reciba completamente. A esto se le conoce como Cut-Through. Si los puertos originador y receptor no están en el mismo módulo Ethernet, entonces todo el paquete debe recibirse antes de que la transmisión ocurra. A esto se le llama Store-and-Forward. Bajo ciertas circunstancias, el módulo de operación Cut-Through puede proporcionar una latencia típica de 40 microsegundos, ya que no se

verifica el CRC. Dentro de este tipo de equipo se encuentra Kalpana, el cuál utiliza el modo one-the-fly, en donde, antes de que termine de ingresar el paquete, el equipo de conmutación analiza la dirección MAC fuente y destino y ya sabe a qué puerto lo va asignar. Cuando los límites de error son rebasados en el modo one-the-fly, el modo cut-through automáticamente cambia al modo store-and-forward, y al disminuir los errores, regresa al modo one-the-fly. En el modo store-and-forward, la secuencia de verificación de la trama CRC puede verificarse antes de que la trama sea enrutada. En cut-through esto no puede hacerse. Por lo tanto, existe un riesgo de enrutar tramas con error por lo que se recomienda la utilización de cut-through en conexiones hacia troncales y en redes locales en donde cada una de las estaciones verifica su propio campo CRC. Para una mayor flexibilidad, el modo cut-through en conmutadores Ethernet puede configurarse por puerto o por módulo. La latencia de Store-and-Forward es de 1,200 microsegundos y se recomienda usarlo para transmitir paquetes de LANs a WANs, para transmitir paquetes en redes con tecnología diferentes y en aplicaciones relacionadas con protocolos.

2.3.3 Controlador Ethernet Full-Duplex

Algunos proveedores ofrecen también conmutadores Ethernet con controlador Full-duplex (Figura 2-8), que teóricamente son dos caminos de tráfico que pueden proporcionar más del doble de ancho de banda para satisfacer los requerimientos de los servidores de alta velocidad. Sin embargo, ésta tecnología tiene muchas desventajas, incluyendo la falta de control de flujo, falta de estándares que la soporten y un mejoramiento en el desempeño marginal en comparación con el conmutador Ethernet Half-duplex. La mejora es mínima debido a que el software de red más utilizadas es fundamentalmente Half-duplex y el tráfico de lectura/escritura raramente esta balanceado. De hecho las conexiones Ethernet Full-duplex hacia los servidores proporcionan típicamente una incremento en el desempeño marginal (menos que el 25%) más allá de Ethernet half-duplex conmutado y casi no incrementa el desempeño hacia los clientes. Las mismas limitaciones se aplican a Fast Ethernet Full-duplex.

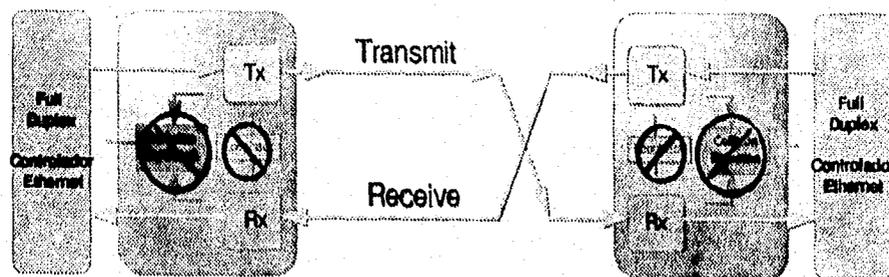


Figura 2-8. Controlador Ethernet Full-Duplex.

2.3.4 LANs Ethernet Virtuales

Cualquier combinación de puertos Ethernet conmutados en un sólo equipo conmutador Ethernet puede asignarse el mismo grupo de puentes. El grupo de puertos con el mismo número de grupo de puentes se le conoce como una LAN virtual. Cada segmento Ethernet es un segmento físico independiente con sus propias características de colisión, pero todos los segmentos dentro de una LAN virtual parecen al usuario como un sólo segmento (un sólo dominio de colisión).

Estableciendo LANs virtuales es posible :

- a) Segmentar LANs Ethernet congestionadas sin necesidad de llevar a cabo cambios en topología o configuración.
- b) Reducir el número de transmisiones innecesarias e incrementar la eficiencia del ancho de banda para grupos de trabajo que se extienden a lo largo de varios segmentos.
- c) Concentrar múltiples segmentos en una sola subred de ruteadores, evitando estructuras jerárquicas de ruteadores, reclamando direcciones IP y reduciendo los costos del equipo.

2.3.5 Microsegmentación con Conmutadores Ethernet

Un conmutador Ethernet funciona de manera muy parecida a un puente, pero ejecuta sus tareas más rápido. Los conmutadores de redes locales (LANs) poseen una menor latencia que el puenteo, lo cual iguala sus desempeños. Además los conmutadores ofrecen densidad de puertos mayor y típicamente emplean una matriz de conmutación de memoria compartida fuertemente acoplada que divide a la LAN en dominios de colisión diferentes e interconecta ambos dominios a una gran velocidad de línea. Las tramas fluyen directamente desde un puerto físico a otro, proporcionando comunicación paralela entre usuarios e incrementando el ancho de banda agregado.

Puesto que varios puertos de transmisión en el conmutador pueden transmitir tramas hacia los puertos receptores, al mismo tiempo, un nodo conmutado ubicado sobre cualquier puerto no tiene que compartir ancho de banda con otros puertos o nodos. Esto permite que el administrador de red pueda crear redes Ethernet privadas distribuyendo la carga total en múltiples segmentos.

En la Figura (2-9), los dispositivos conectados al concentrador 10BASE-T comparten el ancho de banda de un sólo segmento, cada una de las cinco estaciones recibe aproximadamente 2.0 Mb/s del ancho de banda. No obstante, los dispositivos conectados al conmutador Ethernet cuentan con un ancho de banda dedicado de 10 Mb/s. Con ésta solución, los servidores y estaciones de trabajo que requieren grandes cantidades de ancho de banda están conectadas al conmutador Ethernet, mientras que los nodos que requieren menos ancho de banda están conectados al concentrador 10BASE-T.

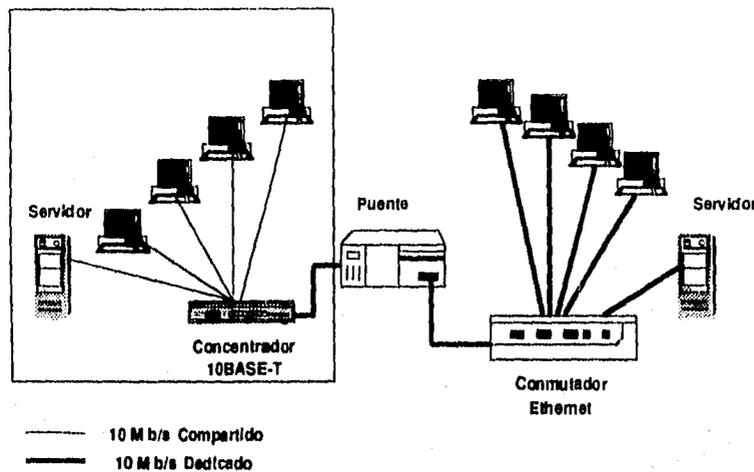


Figura 2-9. Segmentación de una Red Ethernet utilizando un Puente y un Conmutador.

La segmentación utilizando conmutadores y puentes es el método más fácil para aliviar la congestión en una LAN Ethernet. Esto no involucra cambios de las tarjetas de interfase de red, instalar cable nuevo ó "aprender" un nuevo método de acceso al medio.

No obstante, con esto sólo se soluciona el problema de ancho de banda agregado en una estación o grupo de estaciones. Los problemas de ancho de banda agregado se ejemplifican con una carga alta y continúa en la red y por la existencia de colisiones excesivas. La conmutación puede resolver éstos problemas proporcionando a cada estación un ancho de banda dedicado a 10 Mb/s pero la conmutación no resuelve el problema de banda pico en la red lo cuál implica proporcionar a cada una de las estaciones un ancho de banda de 100 Mb/s.

2.3.6 Reemplazo de Puentes o Ruteadores

El Conmutador Ethernet ofrece dos beneficios como reemplazo de puentes y ruteadores. El primero es proporcionar puertos adicionales a un costo reducido (ver Figura 2-10). El segundo es que incrementa el ancho de banda agregado de la troncal LAN.

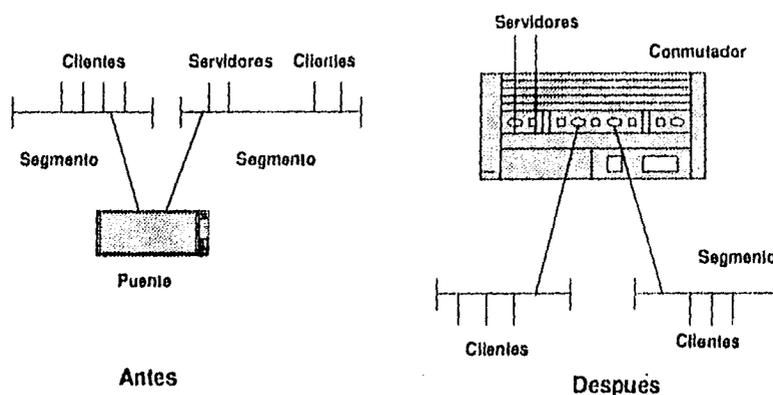


Figura 2-10. Reemplazo de un puente Ethernet: antes y después.

2.3.7 Redes con Concentradores y Conmutadores

La utilización de tramas conmutadas pueden proporcionar ganancias significativas en cuanto a desempeño cuando las transacciones de datos entre las estaciones de trabajo y servidores incurren en retardos ya sea tanto del ruteador como de la red misma.

El primer paso es identificar el problema específico en cuanto a desempeño; el siguiente paso es colocar conmutadores de trama en la red para resolver el problema. Las Figuras (2-12), (2-13), (2-14) y (2-15) proporcionan dos escenarios diferentes para la identificación y solución del problema por medio de la adición de un conmutador de tramas.

Redes de Retardo: Escenario 1

Los retardos en las redes pueden presentarse cuando el tiempo de respuesta de un servidor es afectado por la utilización o contención en un segmento local. Las colisiones en la red ocurren de una manera aleatoria puesto que las estaciones de trabajo "luchan" por el acceso a un sólo servidor como se muestra en la Figura (2-11), donde el enlace IOBASE-T con el servidor hacia el concentrador empiezan a congestionarse, debido al gran volumen de transferencias de archivos.

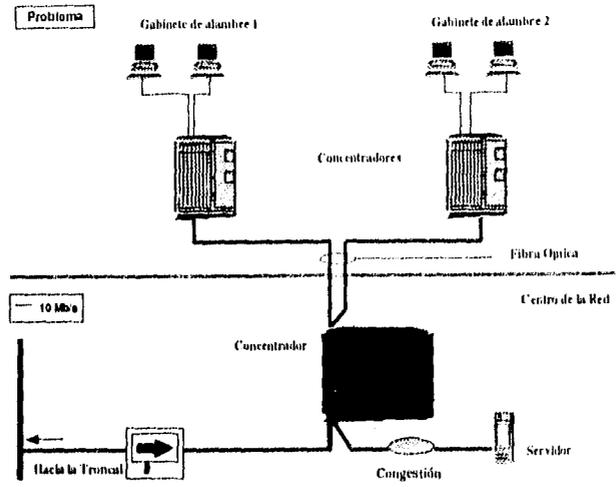


Figura 2-11. Escenario 1 : Problema de congestión en el enlace hacia el servidor.

El adicionar un conmutador, como se muestra en la Figura (2-12), proporciona un enlace dedicado a 100 Mb/s hacia el servidor, reduciendo la congestión en el enlace del servidor, y por lo tanto, proporciona al segmento Ethernet un mayor acceso al servidor. (A dicho enlace hacia el servidor se le conoce comúnmente como tubería grande). La conexiones de las diferentes estaciones en el segmento se reducen agregando enlaces dedicados a 10 Mb/s a cada gabinete de cableado.

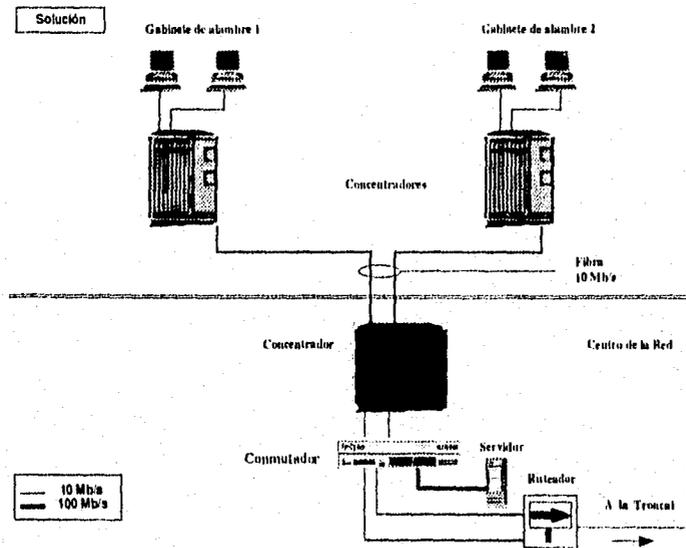


Figura 2-12. Escenario 1: Solucionando el problema de congestión en el enlace con el servidor.

Retardo de Redes : Escenario 2

Se puede presentar retardos significativos en la red cuando en los segmentos de las estaciones de trabajo existe un gran tráfico o contención (paralelismo). Debido a que el número de colisiones es relativamente constante, el desempeño general de la red se degrada, como se muestra en la Figura (2-13), donde un gran número de conexiones hacia estaciones de trabajo en los concentradores han generado un alto nivel de contención en los canales Ethernet a 10 Mb/s.

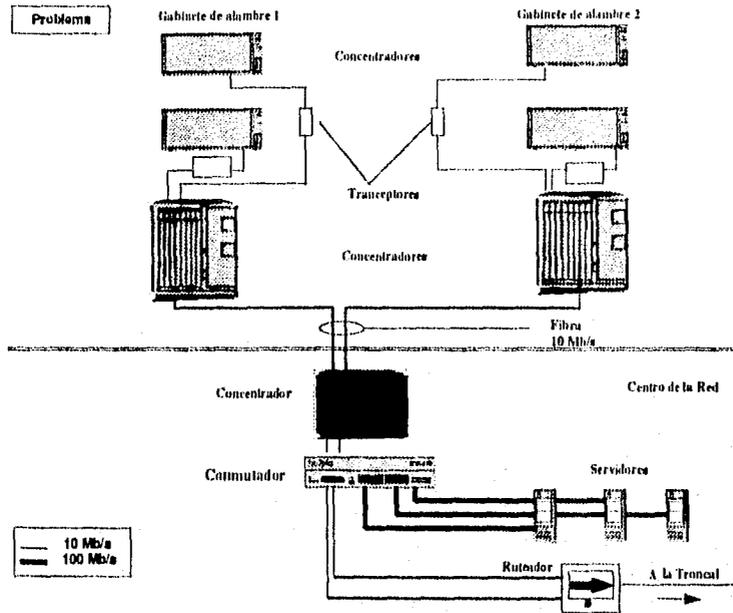


Figura 2-13. Escenario 2 : Problemas de Contención de las Estaciones de Trabajo.

Por medio de la adición de concentradores en el gabinete de cableado, como se muestra en la Figura (2-14), se puede segmentar la red reduciendo así la contención en la misma. Los enlaces a 100 Mb/s entre los concentradores tipo 1 y 2 incrementan el desempeño entre el gabinete de cableado y el centro de datos sin la necesidad de instalar fibra óptica adicional. El concentrador tipo 3 se conecta al concentrador tipo 2 a través de los puertos de expansión y los transceptores por fibra óptica a 100 Mb/s proporcionan un ancho de banda total de 400 Mb/s para el acceso del servidor hacia en los segmentos de las estaciones de trabajo.

Los retardos en la red también se pueden presentar debido a que ciertas aplicaciones específicas requieren de un mayor ancho de banda que un segmento Ethernet a 10 Mb/s puede

proporcionar. Se puede presentar retardos significativos en los ruteadores cuando la troncal del ruteador se congestiona; "cuando demasiados saltos entre ruteadores a lo largo de la trayectoria de datos incremente el tiempo total de transferencia de paquetes; o cuando se congestione la interfase Ethernet del ruteador".

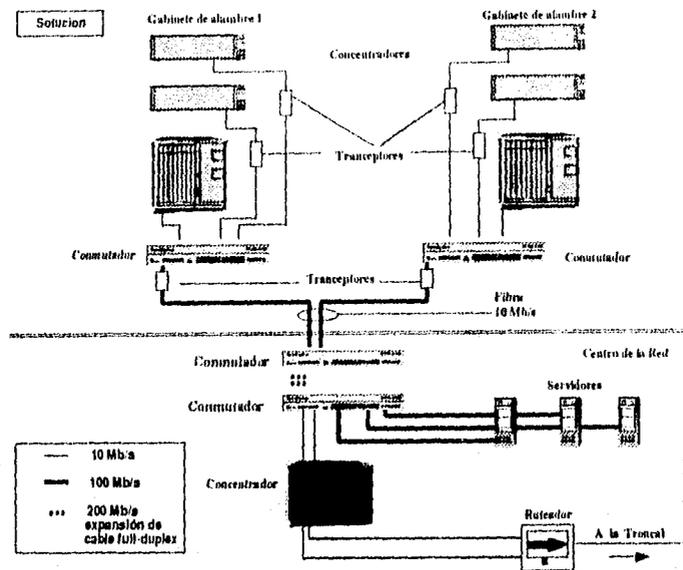


Figura 2-14. Escenario 2 : Solución a los problemas que contención de las estaciones de trabajo.

La siguiente lista menciona algunas limitantes específicas que se deben considerar cuando se implementan concentradores:

- Un máximo de 32 conmutadores pueden residir en un sólo ambiente de conmutación de tramas (conjunto conectado entre sí).
- Dentro de un ambiente de conmutación de tramas, se pueden soportar 8192 direcciones MAC.
- Se pueden soportar 1024 direcciones MAC por cada puerto LAN virtual. Cuando se excede el límite de 1024, las direcciones de destino (DAs) no se almacena en las tablas de cada puerto; cuando una DA no se encuentra en las tablas, los paquetes con esa DA son difundidos a través de toda la LAN virtual.
- Todos los conmutadores dentro de determinado ambiente deben identificarse con la misma dirección IP de subred para efectos de administración.

2.3.7.1 Implementación de redes que utilizan ESE (Ethernet Switching Engine)

ESE es un dispositivo modular para concentradores. Cuando estaciones en diferentes segmentos intercambian información, el ESE conecta en forma dinámica las dos redes sin causar interferencia con otros segmentos de la red. Debido a que el ESE incrementa el ancho de banda disponible para cada estación, este alarga la vida las LANs saturadas sin requerir algún cambio en el cableado o en los nodos terminales.

La ubicación óptima del ESE requiere de un análisis cuidadoso de los patrones de tráfico en la red. De manera ideal, ESE se coloca en la red de tal forma que se segmente así, físicamente los grupos de usuarios en secciones donde la mayoría del tráfico generado es local.

En el ejemplo mostrado en la Figura (2-15), una red de tres segmentos basada en ESE soporta tres grupos de trabajo Ethernet separados y tres servidores departamentales. Cada servidor posee una conexión Ethernet privada a 10 Mb/s. Debido a que los puertos son dinámicos (los circuitos pueden ir entre cualquiera de los puntos terminales), el ancho de banda se multiplica por el número de puertos de 10 Mb/s, entregando un total de 30 Mb/s por todas las estaciones de trabajo.

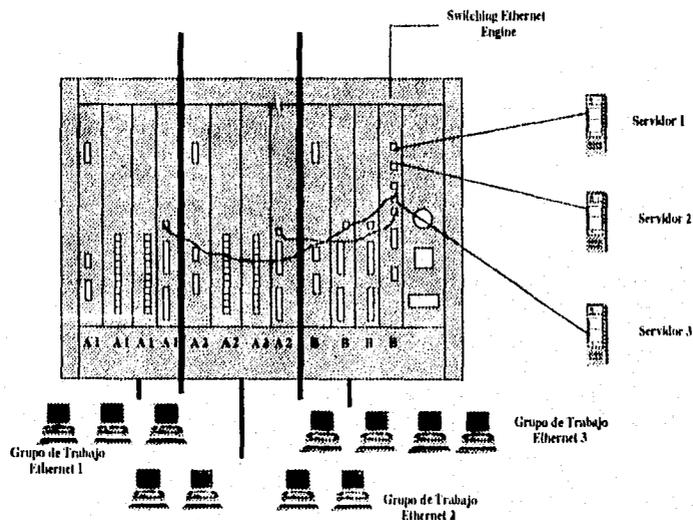


Figura 2-15. Ejemplo de un ESE Multiplicador de ancho de banda.

2.3.8 Conmutación Ethernet con enlaces FDDI

En ésta red dos conmutadores que se encuentran en los pisos 2 y 3 como se muestra en la Figura (2-16), proporcionan la función de conmutación Ethernet para grupos de trabajo y conexiones a los servidores FDDI. Los servidores locales en el piso 2 se enlazan a grupos de trabajo usando FDDI a alta velocidad. Un enlace inferior FDDI conecta el conmutador que se encuentra en el piso 3 a un servidor farm del piso 1 por medio de un concentrador FDDI.

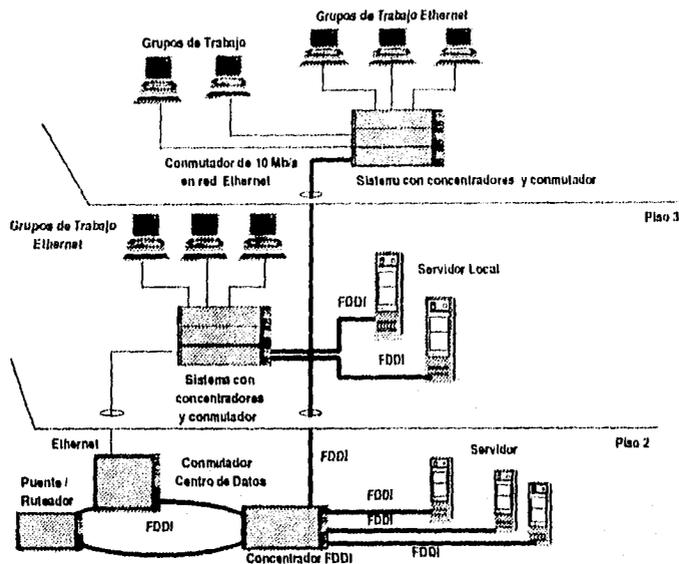


Figura 2-16. Conmutación Ethernet con enlaces FDDI.

Un módulo en el conmutador proporciona la función de conmutación Ethernet, así como también, la conmutación entre conexiones Ethernet y FDDI a través del panel de conexiones del concentrador del multiservicio. Se pueden adicionar más puertos conmutados instalando módulos de expansión como se requiera.

4.3.9 Conmutación Ethernet con enlaces ATM y LANs Virtuales

Además del uso de conmutador es como dispositivo para mejorar el ancho de banda Ethernet en los pisos, el administrador de la red emplea conmutadores con la facilidad de emulación LAN para crear dos redes locales virtuales: Ingeniería y finanzas como se muestra en la Figura (2-17).

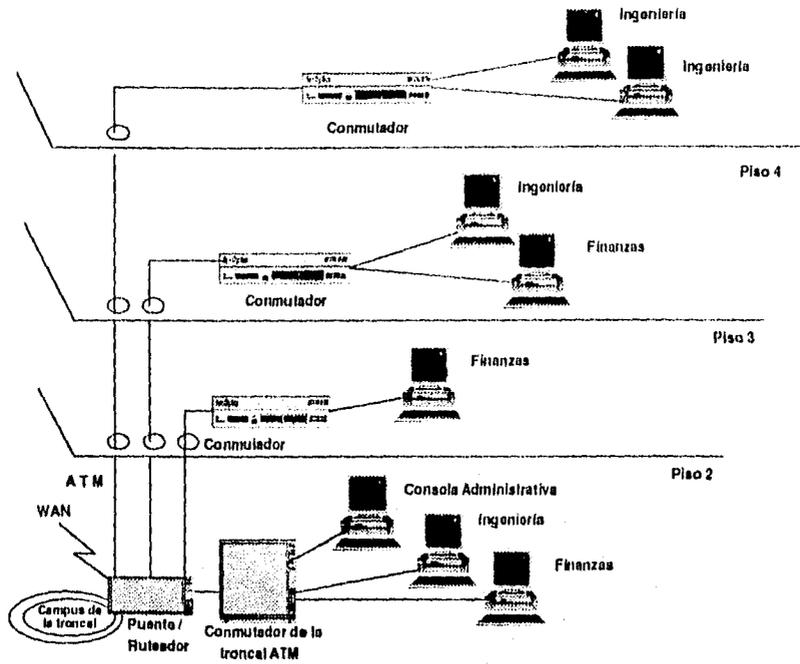
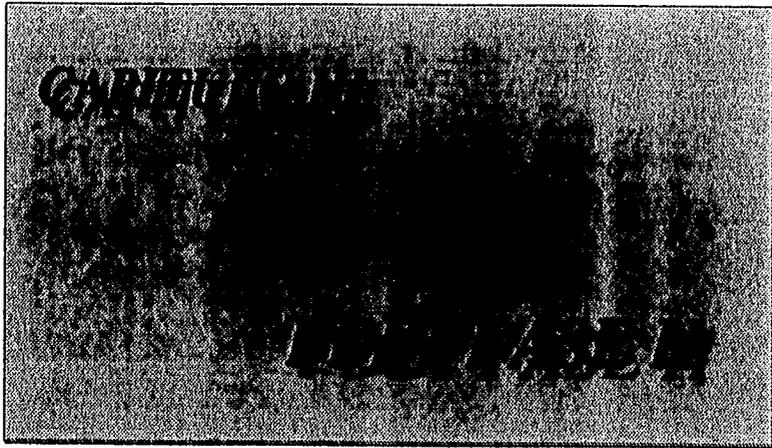


Figura 2-17. Conmutación Ethernet con ATM y LANs Virtuales.

A pesar de que estos dos grupos de trabajo están distribuidos en cuatro pisos diferentes, la emulación LAN les permite manejarse como si los usuarios estuvieran en la misma ubicación física. Los enlaces inferiores de ATM desde los conmutadores de los grupos de trabajo se extienden hacia un conmutador troncal ATM en el primer piso. Un ruteador/puente proporciona conectividad entre las LANs virtuales, así como, entre la troncal del campus y entre los enlaces WAN.



3.1 Generalidades

3.1.1 Antecedentes

En los años 1990s, el término FDDI será de un uso tan común como lo es Ethernet y Token Ring en éstos días. Las interfases o adaptadores para FDDI empezaron a aparecer en el mercado en el año de 1987. En la actualidad, éstos dispositivos se encuentran instalados en la mayoría de los sistemas de cómputo incluyendo supercomputadoras, superminicomputadoras, minicomputadoras, estaciones de trabajo y computadoras personales. De acuerdo con un estudio de mercado realizado por la compañía Rising Star Research en el año de 1992, se proyecta que el mercado a nivel mundial de los productos FDDI será de 1.3 billones de dólares por año para 1996. En términos de número de unidades, la velocidad de crecimiento es del 80 % por año en 1993 y cerca del 100 % en 1994 y 1995.

A pesar de que las tecnologías actuales se están desarrollando para operar redes a 100 Mb/s, éstas tecnologías se encuentran muy lejanas en cuanto a desarrollo comparadas con la tecnología FDDI, la cuál ya es un estándar y se ha incorporado en las principales arquitecturas de protocolo de red. Los productos que están utilizando las tecnologías competidoras de FDDI son, en parte, productos propietarios por lo que tomará varios años antes de que se publiquen los estándares para éstas tecnologías. Los productos FDDI están siendo fabricados por cientos de compañías por lo que, debido al alto grado de competencia entre ellas, los costos asociados a éstos productos están bajando de una manera considerable.

La velocidad de los sistemas de cómputo (para el mismo precio) está creciendo a una velocidad exponencial. De acuerdo con Gordon Bell (1992), en el corto plazo el desempeño de microprocesadores se incrementará a una velocidad de un 60 % por año, proporcionando una mejora en el desempeño de 4 veces cada tres años. El incremento en la velocidad de procesamiento en los equipos de cómputo implica un aumento proporcional en la velocidad a la que la información se genera, consume y se utiliza para intercomunicar éstos sistemas. La ley de Amdahl establece que, a groso modo, los requerimientos de ancho de banda de los procesadores son proporcionales a su velocidad. Las redes en anillo IEEE 802.3/Ethernet o IEEE 802.5/Token Ring se diseñaron para satisfacer las necesidades de procesadores que operaban a velocidades en el rango de 1 a 16 millones de instrucciones por segundo (MIPS). Actualmente, con velocidades de procesamiento que normalmente exceden éste límite, el uso de FDDI se está convirtiendo en una necesidad y, por ésta razón, no es raro encontrarla en muchas estaciones de trabajo y, en un futuro, en las computadoras personales.

3.1.1.1 FDDI I

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) es una tecnología de interconexión de redes de área local particularmente adecuada para manejar tráfico de datos alta velocidad que opera a 100 Mb/s. Como se diseñó en su forma original, FDDI es un sistema de comunicación de datos que utiliza el medio de transmisión fibra óptica, el cuál está fabricado con vidrio de alta pureza en lugar de pares de cobre. La información en la red se transporta en el medio óptico a través de la modulación de los rayos de luz. Existen ciertos dispositivos en la red FDDI que transforman las señales luminosas en señales eléctricas para su procesamiento. La información es convertida de nuevo a señales luminosas antes de enviarse hacia el anillo.

La tecnología FDDI se basa en un par de anillos donde el token viaja en direcciones opuestas y proporciona una supercarretera de alta velocidad para el tráfico de datos. Su arquitectura de doble anillo proporciona un alto grado de confiabilidad y tolerancia a fallas. Bajo operación normal, el anillo principal se utiliza para transportar información de tráfico de datos mientras que, el anillo secundario, se utiliza para la función de recuperación automática en el caso de que se llegase a presentar una ruptura en el anillo principal.

La ANSI (The American National Standards Institute) es responsable del desarrollo del estándar FDDI. El comité del ANSI que está a cargo de la elaboración y aprobación del estándar FDDI es el X3T12 (anteriormente llamado X3T9.5).

3.1.1.2 FDDI II

FDDI-II es un estándar completamente nuevo de FDDI, que se basa en una arquitectura de conmutación de circuitos más que en un esquema de token-passing circulante temporizado el cuál esta diseñado básicamente para su uso en redes que transportan aplicaciones de voz de tipo isócrono, video y multimedia, además de tráfico de datos en forma asíncrona.

A pesar de su bajo retardo y su capacidad para manejar tráfico isócrono, FDDI-II puede tener problemas para obtener gran apoyo por parte de los usuarios y fabricantes. Existen dos razones principales en las que se basa la afirmación anterior:

- a) La tecnología FDDI-II no es compatible con la especificación original de FDDI-I
- b) FDDI-II puede ser demasiado costosa ya que cada adaptador de FDDI-II necesita estar equipado con dos circuitos integrados que operen a nivel capa MAC, uno para datos en forma asíncrona y otro para tráfico isócrona.

Una red FDDI-II opera en cualquier momento dado, en alguno de los dos modos siguientes :

- a) En el modo *Básico*, la red opera de forma idéntica que FDDI-I que utiliza token-passing. El tráfico de paquetes en forma síncrona o asíncrona opera exactamente de la misma forma que en una red FDDI-I, sin embargo, no está soportado el servicio de tráfico isócrono.
- b) En el modo *Híbrido*, los servicios de tráfico de forma isócrona se proporcionan adicionalmente a los servicios de tráfico del modo básico. El modo híbrido proporciona tanto servicios de paquetes como de conmutación de circuitos. Los servicios de conmutación de circuitos son apropiados para aplicaciones de voz y video ya que se mantiene una única trayectoria de transmisión a través de la red durante toda la duración de la conexión.

Una red FDDI-II normalmente comienza su operación en el modo básico para negociar los temporizadores y parámetros necesarios para los protocolos de token temporizado y, posteriormente, la red efectúa el cambio al modo híbrido.

Para que una red pueda operar en modo híbrido, todos los nodos en anillo deben ser nodos FDDI-II. Si un nodo en la red no es un nodo FDDI-II, el anillo no podrá efectuar el cambio a modo híbrido.

3.1.2 Características Principales

FDDI utiliza un método de acceso de token temporizado para compartir el medio de transmisión entre las diferentes estaciones que la componen. Este método de acceso es diferente al método de acceso de token-passing tradicional en que el tiempo que le toma al token en recorrer todo el anillo es medida de manera precisa por cada estación y utilizada para determinar el derecho a su uso.

Las estaciones en una red FDDI se encuentran organizadas formando una topología de doble anillo de árboles, tal como el que se muestra en la Figura (3-1) .

El anillo principal que se muestra en la parte superior de la figura es un anillo doble puesto que cada cable consiste de dos fibras ópticas. Las estaciones de trabajo que se encuentran conectadas al concentrador en la parte baja de la figura forman un árbol.

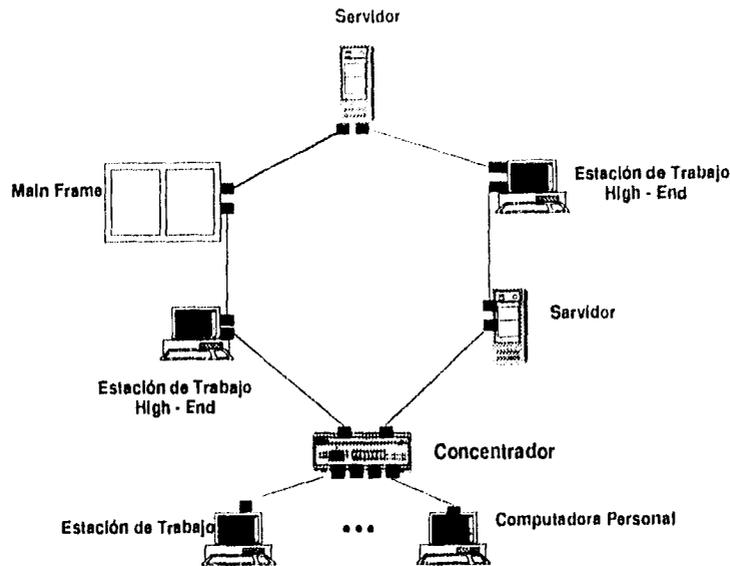


Figura 3-1. Ejemplo de la Topología de la Red FDDI.

Debido a la importancia de las tecnologías FDDI y FDDI-II, a continuación se presenta una comparación entre ambas:

Características Principales	FDDI	FDDI-II
Velocidad de Datos	100 Mb/s	100 Mb/s
Tamaño de la Red	20 Km (100 Km por anillo)	200 Km
Distancia entre Nodos	2 Km (con -11dB perdidos)	2 KM
Promedio de retardo nodo a nodo	10-200 ms en Asíncrono y 8-16 ms en Síncrono	Igual a FDDI y 125 µs fijos en Isócrono
Tamaño de paquete	4500 bytes	1536 bytes
Método de Acceso al Medio	Token-Passing	Token-Passing
Arquitectura	Token-Passing Temporizado	Conmutación en Circuitos
Topología	Anillo Doble de árboles o estrella	Anillo Doble de árboles o estrella
Número de nodos	500	
Cableado	Fibra Optica, UTP y STP	Fibra Optica
Costo de instalación y mantenimiento	Elevado	Muy elevado
Servicios de red y mantenimiento	Asíncrono y Síncrono	Asíncrono, Síncrono y Isócrono

Tabla 3-1. Comparación entre las Tecnologías FDDI y FDDI-II.

Con esto no se pretende decir que FDDI es la mejor solución para todos los casos. Más adelante se verá que resulta ser una excelente opción para realizar una troncal de redes locales, pero no para llevarlo al escritorio de todos los usuarios, ya que su desventaja continúa siendo el precio y los cuidados de instalación y mantenimiento.

3.1.3 Estructura de la Trama FDDI II

La información en un anillo FDDI se transmite en forma de tramas. El estándar FDDI especifica un tamaño máximo de la trama de datos de 4,500 octetos. Las redes FDDI utilizan diferentes tipos de tramas. A continuación se detallan las tramas de datos y las trama del token.

Estructura de la Trama de Datos

Los campos que componen la trama de datos de FDDI se muestran en la Figura (3-2) y están definidas de la siguiente manera:

- 1) Preambulo (PA). Sincroniza la trama con el reloj de cada estación.
- 2) Delimitador de Inicio (SD). Indica el inicio de la trama.
- 3) Control de Trama (FC). Contiene información de control.
- 4) Dirección de Destino (DA). Dirección del receptor de la trama.
- 5) Dirección Fuente (SA). Dirección del originador de la trama.
- 6) Información (INFO). Datos
- 7) Secuencia de Verificación de Trama (FCS). Verifica la redundancia cíclica de 32 bits
- 8) Delimitador de Fin (ED). Indica el final de la trama
- 9) Estatus de la Trama (FS). Contiene indicadores de control.

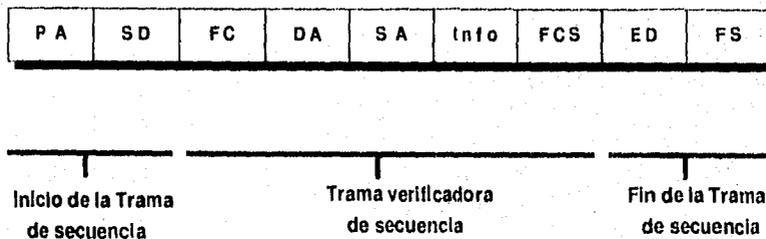


Figura 3-2. Formato de la Trama de Datos FDDI.

Estructura de la Trama del Token

Un token es un tipo especial de trama. Con la finalidad de empezar a transmitir información a través del anillo FDDI, es necesario que primero una estación capture el token. Solamente se permite la existencia de un token en el anillo en todo momento. Una vez que la estación recibe el token, puede transmitir múltiples tramas de información hasta que un temporizador termine su conteo o expire. Después, la estación deberá colocar el token en el anillo.

El formato de una trama de estafeta se muestra en la Figura (3-3).



Figura 3-3. Formato de la Trama del Token.

El token es una trama mucho más pequeña que básicamente contiene un preámbulo, un delimitador de inicio, una trama de control y un delimitador de paro. Ver la Tabla (3-2) para la definición de cada uno de los campos.

3.1.4 Ventajas de la Utilización de FDDI

En el proceso de análisis y toma de decisión para instalar una red FDDI, el administrador de la red perteneciente a una compañía o cualquier otra organización así como también el personal a cargo de la planeación de las estrategias de interconexión de redes, deberán analizar, antes que nada, las necesidades de comunicación de la empresa para determinar si se justifica o no la instalación de una red de éste tipo. Las necesidades y circunstancias bajo las cuales tiene sentido la instalación de una red FDDI son las siguientes:

- a) **Gran Ancho de Banda:** El gran ancho de banda que requieren las computadoras y aplicaciones de alta velocidad es la razón básica de utilizar FDDI en lugar de tecnologías LAN más antiguas. Cuando se estima el requerimiento de ancho de banda, se deberá tomar en cuenta la naturaleza del tráfico entre computadoras, el cual se caracteriza por ser en ráfagas (tráfico aleatorio). La carga de tráfico en períodos pequeños de tiempo en las redes de computadoras es muy alto cuando se compara con el promedio de carga de tráfico en períodos largos de tiempo. Como regla general, las redes deben estar diseñadas para un valor de utilización promedio no mayor al 5 % del período más largo de tiempo promedio (diariamente). Debido a que las cargas de tráfico muy grandes degradan los tiempos de respuesta de la red, la productividad de la misma

productividad de la misma desciende de una manera considerable. Por lo tanto, aún si el requerimiento de ancho de banda promedio es del orden de 1 a 10 Mb/s, se debe considerar el instalar FDDI para ahorrar dinero y recursos humanos.

En la estimación de los requerimientos de ancho de banda, es importante tomar las providencias necesarias para permitir un futuro crecimiento. Aún si solamente se necesitan de 10 a 12 Mb/s en el presente, se puede esperar tener la necesidad de contar con un ancho de banda de 100 Mb/s en cuatro o cinco años. A diferencia del equipo de cómputo, los costos del equipo de comunicaciones y el cableado son más elevados y más difíciles de reemplazar después de que se han instalado.

- b) **Mayor Distancia entre Estaciones:** La red FDDI permite una distancia entre estaciones de 2 kilómetros con fibra óptica multimodo. Con fibras ópticas monomodo se pueden alcanzar distancias de hasta 60 kilómetros dependiendo de la calidad de las mismas. Estas distancias son suficientes para interconectar varios edificios dentro de un campus.
- c) **Gran Cobertura:** La red FDDI permite hasta una longitud de 200 kilómetros de fibra óptica o, lo que es equivalente, 100 kilómetros de cable conteniendo dos fibras ópticas. Esta es una distancia más que suficiente para cubrir una organización multicampus. En general, las demás redes tienen una cobertura limitada la cual es menor a 10 kilómetros.
- d) **Gran Número de Estaciones:** La red FDDI permite la conexión de hasta aproximadamente 500 estaciones a una sola red. Por ésta razón, FDDI es particularmente apropiada en ambientes de oficinas con un gran número de estaciones. En algunas redes, la eficiencia de las mismas se ve degradada de manera significativa a medida que aumenta el número de nodos que se encuentran compartiendo el medio de transmisión. En la red FDDI se presenta cierta degradación en la eficiencia, sin embargo, ésta no es significativa. No obstante, por razones de confiabilidad y disponibilidad, se recomienda que se reorganicen las redes grandes como un gran número de redes pequeñas conectadas a través de puentes o ruteadores.
- e) **Tráfico en Tiempo Real:** El método de acceso al medio de transmisión en la red FDDI garantiza un límite en el tiempo que una determinada estación tiene que esperar con el objeto de obtener el token y, por lo tanto, el derecho a transmitir su información a través del canal de comunicaciones. Este tipo de servicio llamado servicio síncrono es adecuado en aplicaciones en tiempo real, en las cuáles es importante que ciertos mensajes circulen a través del anillo aún en momentos de que exista una carga de tráfico intensa.

- f) **Integración de Voz, Datos y Video:** Adicionalmente a la ventaja que representa el tiempo de acceso determinístico mencionado en el punto anterior, la clase de servicio sincrónico también posee un ancho de banda reservado. Lo anterior es muy útil en el caso de tráfico de voz y video. Por lo tanto, FDDI es la red utilizada preferentemente en ambientes con tráfico multimedia, tales como servidores de información y bibliotecas.
- g) **Gran Disponibilidad:** Este término se refiere al porcentaje de tiempo que la red está disponible para su uso. FDDI utiliza varios mecanismos automáticos de recuperación de fallas, los cuales permiten que la red se restablezca de una manera rápida después de que se ha presentado una falla. Todos los enlaces de la red se encuentran sujetos a cada momento a una supervisión continua por lo que si una estación o un cable falla, ésta situación se detecta de manera inmediata y se aísla de la red. Por lo tanto, FDDI es adecuada en ambientes tales como el control de tráfico aéreo, en la bolsa de valores, en bancos y otras aplicaciones de negocios en las que la indisponibilidad de la red resulta en pérdidas muy significativas.
- h) **Alta Confiabilidad:** Confiabilidad se refiere a las velocidades o tasas de error en la red mientras se encuentra en operación. En general, las velocidades de error de las fibras ópticas son menores que las de los cables de cobre de longitud equivalente. Aún los enlaces de cobre en la red FDDI se han diseñado para obtener una tasa de errores a través de todo el anillo de 10^{-9} . El esquema de codificación y los mecanismos de redundancia cíclica utilizados por FDDI permiten la detección de la mayoría de los errores que se presentan en la red. La velocidad de los errores que no se detectan es del orden de 10^{-20} o menor. Por lo tanto, FDDI es adecuado para ambientes de interconexión de redes tales como el control de tráfico aéreo, donde una baja confiabilidad de la red puede ser demasiado costosa.
- i) **Alta Seguridad:** La fibra óptica proporciona un medio de comunicaciones muy seguro debido a que no es posible leer o modificar las señales ópticas sin causar una ruptura en ella. Aunque es posible romper un cable de fibra óptica e insertar una ramificación, ésta operación involucra una ruptura temporal del enlace. En ambientes militares, donde la seguridad es sumamente importante, se prefiere el uso de la red FDDI a través de fibra óptica en lugar de redes basadas en cables de cobre, las cuales pueden ramificarse.
- j) **Inmunidad al ruido:** En las plantas de manufactura donde existe una considerable cantidad de interferencia electromagnética, la fibra óptica proporciona un medio de transmisión libre de ruido.

3.2 Aplicaciones Actuales

Las aplicaciones típicas de las redes FDDI caen dentro de tres categorías: Redes troncales, redes "backend" basadas en FDDI y conexiones directas de FDDI hacia el usuario.

3.2.1 Redes Troncales basadas en FDDI

Una red troncal es un mecanismo de conexión entre dos o más redes o segmentos de red. Un campus troncal usualmente interconecta redes que se encuentran instaladas en diferentes edificios. A veces, éstos edificios se encuentran esparcidos en un área de gran cobertura. Como tal el campus troncal posee requerimientos específicos debido a su tamaño y función. La Figura (3-4) muestra una configuración de FDDI troncal.

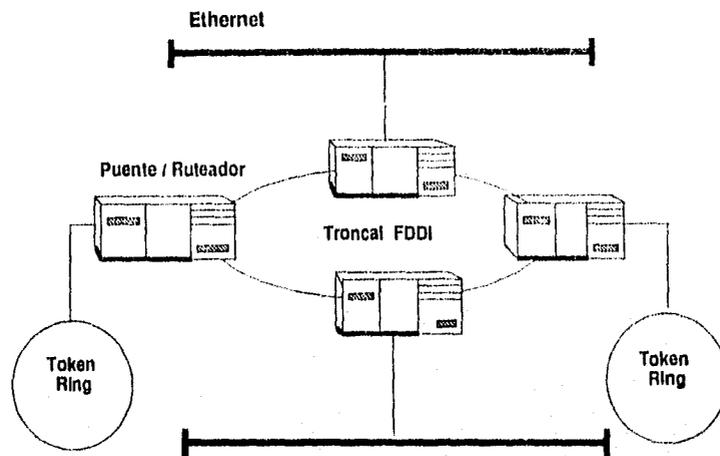


Figura 3-4. Red Troncal basada en FDDI.

El campus troncal, siendo la autopista central de información para el tráfico, necesita tener suficiente ancho de banda para transportar grandes volúmenes de información de una manera eficiente. Asimismo, necesita ser robusta y proporcionar facilidades de tolerancia de fallas y redundancia. La fallas deben detectarse, aislarse y repararse de la manera más rápida posible.

La utilización de FDDI como una troncal proporciona una solución total en cuanto a las grandes demandas que exige una red en un campus. En términos de distancia, el estándar FDDI especifica una longitud total del anillo de 200 Km. Esto puede ser igual a 100 Km por anillo en una topología de doble anillo. Utilizando la configuración por default, puede existir una distancia máxima de 2 kilómetros entre cualquier par de nodos dentro de una red FDDI.

FDDI aprovecha el gran ancho de banda que proporciona la fibra óptica, la cuál lo posibilita para transferir información a una velocidad de 100 Mb/s. Como se mencionó antes, esto es una mejora muy significativa en cuanto a velocidad con respecto a otras topologías de red tales como Ethernet y Token Ring.

El uso de la arquitectura de doble anillo proporciona una tolerancia para recuperación de fallas a éstas y mantiene en operación a la red en el caso de que se presente una ruptura en la troncal. Usando el mecanismo de envoltura del anillo, las fallas que se llegasen a presentar en la troncal se aíslan y reparan en forma rápida y transparente.

Por último, se conserva la autonomía individual de cada una de las LAN dentro del campus. No se lleva a cabo ningún cambio en la operación de las redes individuales que se conectan a la troncal.

3.2.2 Redes "Backend" basadas en FDDI

La razón que originalmente motivó el desarrollo de FDDI fue el proporcionar una forma más rápida y eficiente para conectar mainframes y otros hosts. A una red FDDI que brinda éste tipo de conexión se le conoce con el nombre de backend. La Figura (3-5) muestra una configuración backend basada en FDDI. Muchos fabricantes están manufacturando mainframes de alta velocidad y otros hosts equipados con facilidades de FDDI de tal forma que puedan utilizarse en redes backends basadas en FDDI.

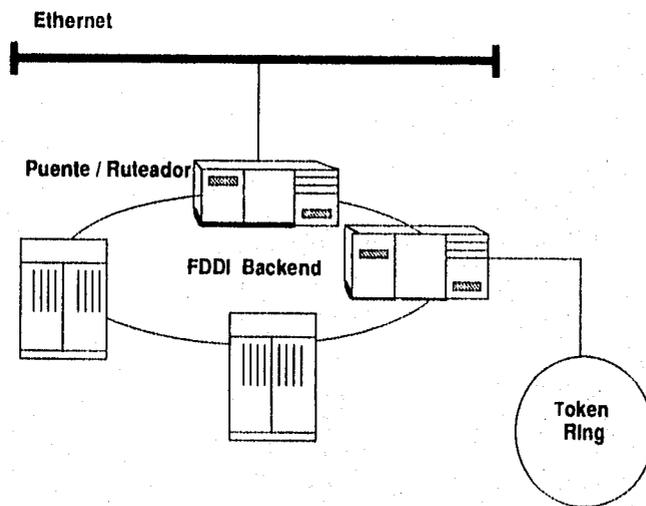


Figura 3-5. Red Backend basada en FDDI.

La ventaja principal de una red backend basada en FDDI es su velocidad de acceso. En una red de éste tipo es muy probable que los hosts se accesen con mayor frecuencia que cualquier otro nodo dentro de la red. Por medio de la utilización de FDDI como un backend hacia éstos hosts, la velocidad de acceso total en la red se incrementa en forma muy significativa.

3.2.3 FDDI hacia el Usuario

En una configuración FDDI hacia el usuario, todos los nodos de la red FDDI se encuentran conectados al anillo FDDI. Para conexiones de estaciones de trabajo que requieren muy alta velocidades de acceso a la red, FDDI hacia el usuario brinda una solución óptima. FDDI está comenzando a abrirse brecha hacia el usuario a través de la introducción de adaptadores de FDDI hechos por varios fabricantes. Sin embargo, el factor más prohibitivo que se presenta en el camino para el uso en forma extensiva de FDDI hacia el usuario es el costo por conexión. La instalación de la fibra óptica a través de todo el edificio hacia cada escritorio es demasiado costoso y el precio de los adaptadores FDDI es relativamente alto.

Como respuesta a todos éstos factores agravantes, se está gestando una tendencia actualmente que permitirá instalar FDDI a través de otro medio de transmisión que no sea fibra óptica. Diferentes comités encargados del desarrollo de FDDI se encuentran trabajando arduamente en el uso de FDDI a través de cableado con par trenzado con o sin blindaje. A través de la utilización del cableado por par trenzado, en particular cableado que ya se encuentra instalado en muchos sitios, se espera que el costo por nodo de una conexión directa FDDI disminuya de manera considerable.

En la Figura (3-6), todos los nodos se encuentran conectados a ambos anillos de FDDI. Esto muestra una de las posibles opciones para traer FDDI hacia el usuario.



Figura 3-6. Red FDDI hacia el Usuario.

La configuración más común con estaciones de trabajo de una red FDDI hacia el usuario es la topología "anillo de árboles", la cual se muestra en la Figura (3-7). En un anillo de árboles, los concentradores se encuentran conectados en el anillo troncal. Tanto las estaciones de trabajo como los concentradores se ramifican del concentrador principal. Las estaciones de trabajo se encuentran conectadas al anillo principal solamente; el anillo secundario se conserva a nivel troncal para funciones de tolerancia a fallas en el caso de que se presentase una falla en el anillo. La topología de anillo de árboles es la más comúnmente utilizada y la configuración FDDI más fácil de administrar.

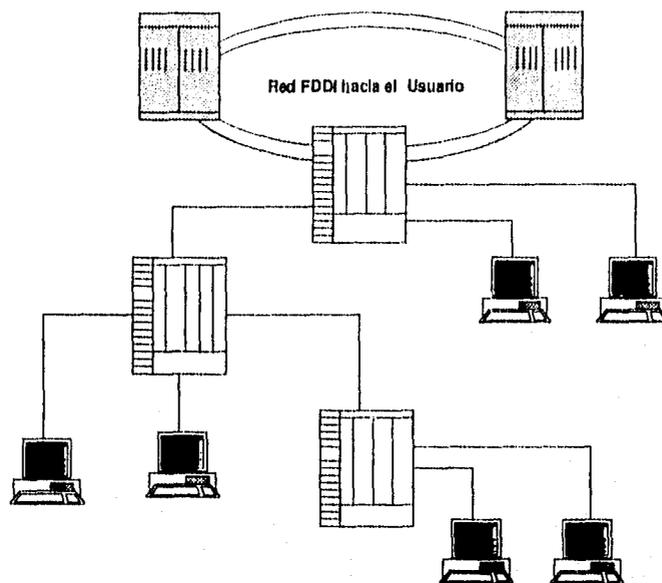


Figura 3-7. Red FDDI con Topología de Anillo de Árboles.

3.3 Implementaciones

Cuando salieron los primeros productos de FDDI a finales de los años 80, el mercado era muy pequeño puesto que ésta tecnología era nueva y los estándares no estaban bien definidos. Por otro lado, varias compañías pequeñas se enfocaron a fabricar productos de FDDI; puesto que muchas de éstas compañías no tenían una gran base instalada de otro equipo de interconexión de redes, éstos primeros productos tendieron a estar basados en estándares e ininteroperables. Por otro lado, debido a que muchos de los proveedores de productos FDDI eran pequeñas compañías sin una base instalada o historial y esto aunado al hecho de que FDDI era nuevo y tampoco tenía ningún historial, el mercado de FDDI se movió de una manera demasiado lenta.

Para 1990, la situación había cambiado en forma dramática. Primero, la mayoría de los estándares de FDDI ya habían sido aprobados o estaban en las últimas etapas de su aprobación. Segundo, el mercado saturó de manera considerable con anuncios de productos de muchos fabricantes incluyendo a grandes proveedores de redes y computadoras grandes.

Existen actualmente más de tres docenas de proveedores que ofrecen puentes FDDI, ruteadores y controladores de estaciones de trabajo. Mientras que todos ellos poseen diferencias en cuanto a características y facilidades específicas, la mayoría tienen similitudes básicas entre sí.

3.3.1 Implementación I

La tecnología FDDI complementa a las redes Ethernet donde son necesarias las interconexiones a alta velocidad. Los productos FDDI incluyen concentradores, puentes y controladores como lo muestra la Figura (3-8). Como se puede ver, su estrategia es la de construir redes FDDI como un conjunto de árboles donde los nodos raíz se encuentran interconectados vía el anillo dual FDDI. Originalmente, solo podían conectarse concentradores de FDDI al doble anillo, aunque los nuevos puentes de doble conexión pueden también conectarse al doble anillo.

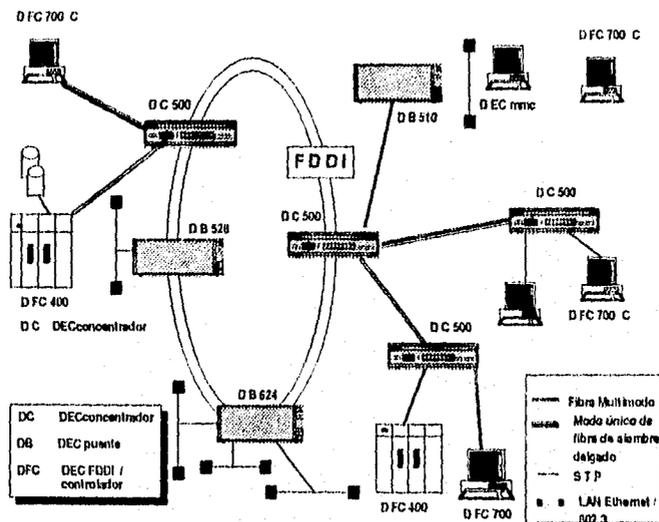


Figura 3-8. Ejemplo de una Configuración FDDI.

En la Figura (3-8) se muestra una implementación la cuál incluye concentradores, puentes y controladores. Consiste en un concentrador inteligente de doble conexión que se utiliza para conectar

en forma directa a las estaciones FDDI (estaciones de trabajo y/o puentes) a la troncal FDDI de doble anillo. Pueden existir hasta un máximo de 12 interconexiones FDDI SAS hacia el concentrador.

Los puentes en la figura son dispositivos inteligentes de auto-aprendizaje que proporcionan la función de interconexión entre redes LANs tipo Ethernet ó IEEE 802.3 y una red troncal FDDI. Dichos puentes, además de desempeñar funciones estándares de puente transparente tales como filtrado y enrutamiento, llevan a cabo la traducción a alta velocidad de paquetes de datos entre redes FDDI y redes Ethernet/802.3. Debido a que el puente es independiente al protocolo, puede aceptar múltiples protocolos operando en las dos redes. Como puente inteligente, éste dispositivo puede "recordar" la ubicación de dispositivos en redes puenteadas y construir las tablas de enrutamiento correspondientes. Adicionalmente, tiene la capacidad de filtrar tráfico a las velocidades máximas permitidas de FDDI y Ethernet/IEEE 802.3 (461,309 paquetes por segundo; 446,429 de FDDI y 14,880 de Ethernet/IEEE 802.3) y enrutar tráfico a la velocidad máxima permitida de Ethernet/IEEE 802.3 (14,880 paquetes por segundo).

Existen puentes que pueden conectar una sola red Ethernet/802.3 a una red FDDI, así como también puentes que pueden conectar hasta tres LANs a una sola red FDDI. Cada puente contiene un puerto FDDI MMF ó un puerto SMF o ambos, así como tres puertos LAN seleccionables por switch de tipo IEEE 802.3/Ethernet de cable coaxial grueso o delgado.

Los controladores FDDI son una interfase instalable por el usuario que permite la conexión directa de las estaciones de trabajo a un anillo FDDI a través de cable coaxial delgado (Cheapernet).

3.3.2 Implementación 2

Otra implementación de FDDI es la que se muestra en la Figura (3-9).

El concentrador puede conectar hasta 32 estaciones de conexión sencilla (SAS) al anillo FDDI. Se puede agregar o quitar cualquier SAS sin que esto afecte la operación del anillo.

El puente funciona como un puente transparente local o remoto entre una red FDDI y ya sea una LAN IEEE 802.3/Ethernet, una LAN IEEE 802.5 Token Ring, una WAN X.25 ó otra red FDDI. Como dispositivo local, el puente se configura como un DAS en un anillo FDDI o solamente como otro nodo en la LAN. Como dispositivo remoto, permite la conexión de una red FDDI hacia otra red FDDI remota ó de una red LAN hacia una red WAN.

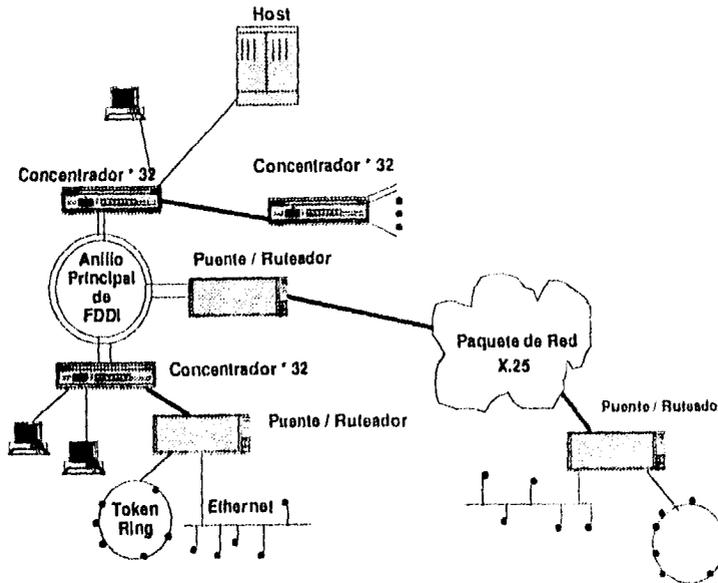


Figura 3-9. Ejemplo de Implementación de FDDI.

3.3.3 Ruteadores FDDI

El enrutamiento en un ambiente FDDI es relativamente directo. Como se describió en la sección anterior, cuando se envía información a través de un ruteador, éste analiza el número de la red destino. Verifica sus tablas de enrutamiento y determina qué trayectoria utilizar para transmitir la información. Después, el ruteador genera una nueva trama para su envío a través del medio de transmisión.

En la Figura (3-10), el ruteador 1 recibe un paquete Ethernet desde una estación fuente A, ubicada en la red 128.1.0.0. El ruteador verifica el encabezado de la capa de red (el encabezado IP, por ejemplo) y encuentra que el destino final de la información es B, el cual está ubicado en la red 128.3.0. Después de consultar sus tablas de enrutamiento, decide enviar la información a través de la red FDDI, 128.2.0.0, hacia el ruteador 2. Con la finalidad de realizar ésta tarea, el ruteador 1 toma la información y la coloca en una trama FDDI dirigida hacia el ruteador 2, Notar que en el encabezado IP, el destino final (B) permanece constante.

El ruteador 2 recibe la trama a través de la red FDDI. Este copia la trama y fija los indicadores de estatus de trama para indicar que ha recibido y copiado la información. El ruteador

envía de regreso la trama a través del anillo FDDI hacia el ruteador 1 para que éste, que fue el que originó la trama, la pueda sacar del anillo.

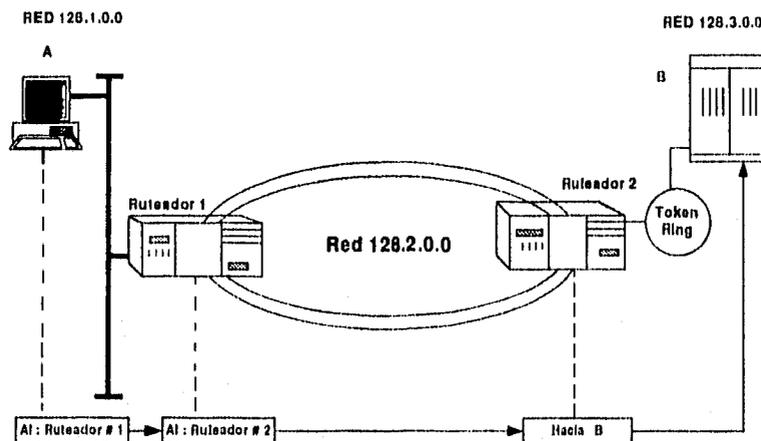


Figura 3-10. Interconexión de Redes Ruteadas.

Una vez que el ruteador 2 recibió la trama, analiza el encabezado LLC. El encabezado LLC contiene información que le indica al ruteador que la trama contiene información IP. Posteriormente verifica el encabezado IP dentro del campo de información de la trama FDDI. El ruteador se da cuenta que el destino final de la información es B, el cual está localizado en la red 128.3.0.0. El ruteador 2 tiene un enlace directo hacia la red 128.3.0.0. El ruteador 2 genera una trama Token Ring y transmite la información hacia B a través de la red Token Ring.

Un dispositivo FDDI es responsable de evacuar todas las tramas que se presentan en el anillo FDDI. En éste ejemplo, el único dispositivo que genera datos en el anillo FDDI es el ruteador "1". El ruteador 2 es el destino de las tramas enviadas por el ruteador 1. Es responsable de fijar los indicadores de estatus de la trama copiada y de la dirección reconocida y de repetir las tramas de regreso al anillo de la misma forma que cualquier otro información que reciba utilizando el anillo.

Cuando el ruteador 2 envía la información al host B, se efectúa la transmisión utilizando Token Ring IEEE 802.5. Por lo tanto, es necesario que el ruteador 2 y el host B sigan las reglas de transmisión para la comunicación del anillo IEEE 802.5 Token Ring. La red FDDI no está involucrada.

3.3.4 Puentes de Encapsulamiento

Un puente de encapsulamiento es un dispositivo que toma un paquete Ethernet y lo coloca dentro de una trama FDDI con la finalidad de transmitir la información en el anillo FDDI. Si la red FDDI no es el destino, un segundo puente de encapsulamiento quita la información de la trama FDDI y coloca la trama original en la red de destino.

Algunos fabricantes de puentes llaman a los puentes de encapsulamiento puentes transparentes. Los puentes de encapsulamiento fueron el primer tipo de dispositivo de puenteo desarrollado por FDDI. Estos fueron diseñados para utilizar una red FDDI como una troncal de alta velocidad entre las otras dos redes que utilizan tecnología similar.

La interconexión de redes de la Figura (3-11) utiliza puentes de encapsulamiento.

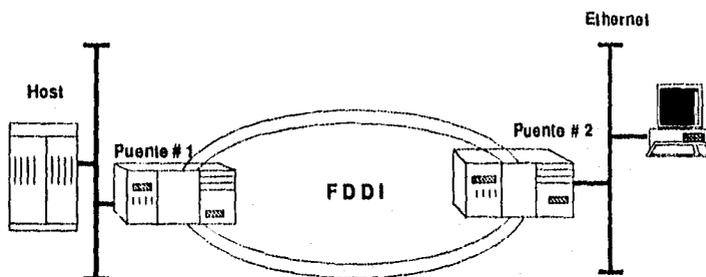


Figura 3-11. Interconexión de Redes utilizando Puentes de Encapsulamiento.

Un puente de encapsulamiento opera tomando el paquete Ethernet original y envolviéndolo dentro de una trama FDDI para su transmisión a lo largo de la troncal FDDI. La trama FDDI es posteriormente removida por otro puente de encapsulamiento, permitiendo así, que el paquete Ethernet original proceda a su destino final. Notar que el delimitador de inicio y el preámbulo de un paquete Ethernet son regenerados por la red destino.

La Figura (3-12) muestra un paquete Ethernet encapsulado dentro de una trama FDDI.

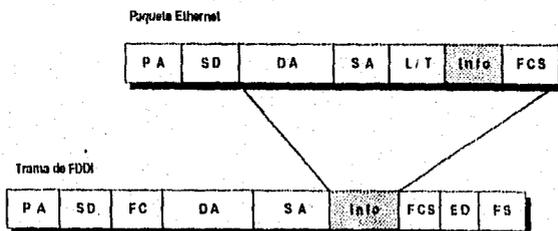


Figura 3-12. Encapsulamiento FDDI de un paquete Ethernet.

3.3.4.1 Limitaciones de los Puentes de Encapsulamiento

Una de las limitaciones de los puentes de encapsulamiento es que éstos solamente pueden utilizarse en la interconexión de redes que tienen topologías parecidas conectadas al anillo FDDI. Por ejemplo, no es posible utilizar un puente de encapsulamiento en la red de la Figura (3-13).

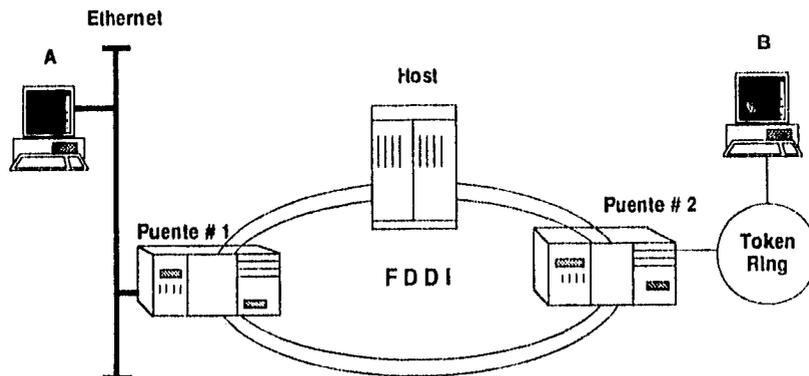


Figura 3-13. Interconexión de Redes Heterogéneas.

En la Figura (3-13), la estación A y la estación B no se pueden comunicar. El paquete original Ethernet enviado por la estación A se encapsula por medio de una trama FDDI. El paquete posteriormente se transmite alrededor del anillo FDDI y el segundo anillo quita la trama FDDI, dejando el paquete Ethernet original. Desafortunadamente, la red Token Ring no puede reconocer el paquete Ethernet, por lo que la transmisión no tiene éxito.

Otra limitación de los puentes de encapsulamiento es que las máquinas que se encuentran en la red Ethernet no pueden comunicarse directamente con máquinas que estén en el anillo FDDI y viceversa. La estación A en la Figura (3-13) no puede comunicarse con el host de la red FDDI y el host de la red FDDI no puede comunicarse con la estación A.

El procedimiento de encapsulamiento utilizado por los puentes de encapsulamiento no está estandarizado. Esto significa que todos los puentes de encapsulamiento en el mismo ambiente de interconexión de redes debe estar fabricado por el mismo proveedor. No existe interoperabilidad entre los puentes de encapsulamiento fabricados por diferentes proveedores.

3.3.5 Puentes Traductores

El segundo tipo de puente de FDDI a Ethernet se llama puente traductor. Como su nombre lo indica, un puente traductor lleva a cabo la traducción de la trama de la fuente y la convierte a una forma que pueda ser reconocida por el destino.

En la Figura (3-14), la estación A posee información que mandar al host B. La trama Ethernet primero se traduce a través de del puente 1 a una trama FDDI. Esta trama viaja alrededor de la red FDDI hacia el puente 2. El puente 2 traduce de nueva cuenta la trama FDDI al formato Ethernet y la transmite al destino, el host B.

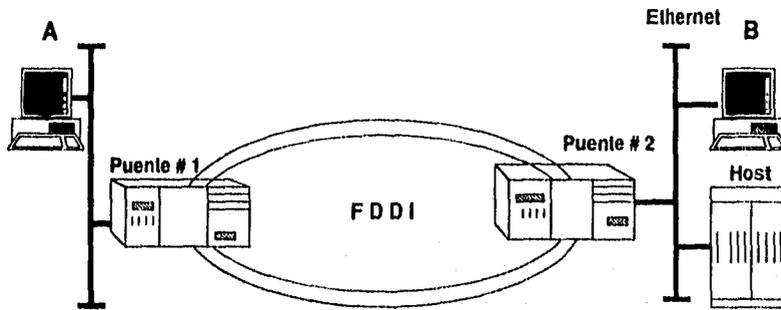
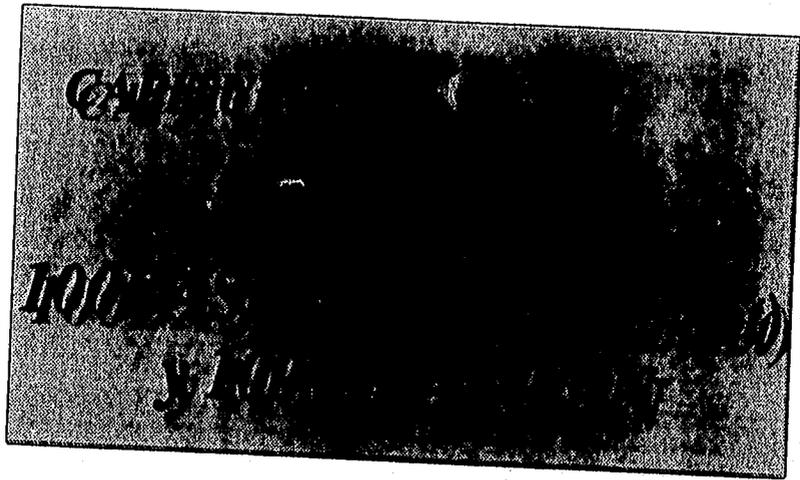


Figura 3-14. Puentes Traductores.

Existe un gran número de diferencias entre los paquetes Ethernet y las tramas FDDI. De hecho, la única información que se conserva constante entre los tipos de trama es la información real transportada por la trama. Todos los demás campos serán ya sea modificados, descartados o recalculados.

Una trama FDDI tiene un tamaño máximo de 4,500 bytes. Una red Ethernet puede manejar un tamaño máximo de paquetes de solamente 1,500 bytes. Cuando se envía información desde una red FDDI a una red Ethernet, todas las tramas no deben ser mayores a 1,500 bytes. Si un puente traductor recibe una trama FDDI que es mayor a los 1,500 bytes destinada a una red Ethernet, la trama se descarta.

Con la finalidad de limitar el tamaño de la trama FDDI, existen protocolos de las capas altas que se encargan de regular la magnitud de dicha trama. Por ejemplo, TCP es un protocolo de la capa de transporte que permite negociar el tamaño máximo del segmento.



4.1 Generalidades

4.1.1 Antecedentes

Se estima que las dos terceras partes de todas las redes de área local (LANs) instaladas en el mundo son redes Ethernet y que la mayoría de dichas redes emplean tecnología 10BASE-T.

A través de los años, las plataformas de usuario se han incrementado en forma continúa tanto en capacidad como en velocidad de procesamiento. Existe un crecimiento continuo en el número de aplicaciones cliente-servidor operando en las LANs actuales. Estas aplicaciones se caracterizan por un aumento en la carga de tráfico de datos aunado a un aumento en los requerimientos de ancho de banda pico. Asimismo, muchas organizaciones están considerando el uso de sus redes de área local para transmisión de voz, video y aplicaciones multimedia.

Estos factores y mucho más están motivando a que el usuario demande un incremento significativo en cuanto a velocidad de la tecnología Ethernet a 10 Mb/s. Las tecnologías que actualmente se encuentra compitiendo se han desarrollado para que las redes lleguen a tener una velocidad de transferencia de datos igual a 100 Mb/s. Dichas tecnologías son:

- a) 100BASE-T (Fast Ethernet)
- b) 100VG-AnyLAN

La Tabla (4-1) muestra algunos de los obstáculos que se enfrentaron para poder usar las tecnologías 100BASE-T ó 100VG-AnyLAN, proporcionando, en cada una de ellas, las soluciones a las que se llegaron.

Obstáculos	Solución de 100BASE-T	Solución de 100VG-AnyLAN
<p>Con CSMA/ CD no es sencillo cambiar la velocidad de transmisión de 10 a 100 Mb/s ya que:</p> <p>a) El retardo limita el diámetro de la red.</p> <p>b) La FCC no permite la transmisión de datos usando "Codificación Manchester" tradicional a 100 Mb/s sobre un cable de par trenzado</p>	<p>a) Limitar el tamaño global de la red.</p> <p>b) Cambiar el esquema de codificación de la capa física.</p>	<p>a) Utilizar un nuevo protocolo a nivel capa MAC</p> <p>b) Cambiar el esquema de codificación de la capa física</p>

Tabla 4-1. Obstáculos y soluciones de 100BASE-T y 100VG-AnyLAN.

4.1.1.1 100BASE-T (Fast Ethernet)

Es un estándar soportado en la actualidad por el Comité IEEE 802.3u que define una arquitectura de red que, en base al estándar 10BASE-T, conserva casi la misma arquitectura original del IEEE 802.3 Ethernet, a la vez que aumenta de una manera significativa el desempeño de toda la red. A partir de 1994, ésta tecnología está soportada por más de sesenta proveedores.

La tecnología 100BASE-T tiene las siguientes similitudes con la 10BASE-T:

- Utiliza el mismo método de acceso CSMA/CD y las mismas funciones que la capa MAC.
- Conserva una arquitectura que se basa en concentradores.
- Opera sobre cableado UTP.
- Utiliza las mismas herramientas de administración de red.
- Aprovecha los conocimientos y experiencia de la gente de sistemas.

La cobertura total de una red 100BASE-T que utiliza cable UTP es de 205 metros, 325 metros para cable de Fibra Optica y 2 kilómetros para la Fibra Optica en modo Full-Duplex. La cobertura de una red 100BASE-T se redujo con respecto a la especificación de 500 metros manejada por 10BASE-T. Esto fue necesario para asegurar una adecuada detección de colisiones a altas velocidades. La distancia máxima entre un nodo terminal y su concentrador asociado es de 100 metros, la cual es la misma que maneja una red basada en la tecnología 10BASE-T.

4.1.1.1.1 Topología

Como se muestra en la Figura (4-1), la topología de una red 100BASE-T es similar a una red 10BASE-T. La red emplea una topología en estrella, con repetidores/concentradores desempeñando la función central entre cada una de las estaciones terminales. Cada nodo terminal se conecta a través de un enlace punto a punto a su concentrador local. El estándar 100BASE-T establece que puede haber un máximo de 2 repetidores/concentradores entre dos estaciones terminales.

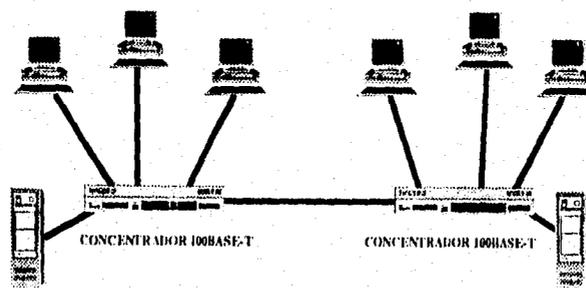


Figura 4-1. Topología de la red 100BASE-T (Fast Ethernet).

4.1.1.1.2 Protocolos de la Arquitectura 100BASE-T

El estándar 100BASE-T combina la capa MAC (CSMA/CD) mejorada con un de los tres esquemas de señalización para proporcionar a los usuarios una amplia flexibilidad en el cableado. 100BASE-T opera sobre UTP categorías 3, 4 y 5, STP y Fibra Óptica. La Figura (4-2) muestra una versión simplificada de la arquitectura del protocolo 100BASE-T junto con los tres diferentes protocolos de la capa física: 100BASE-TX, 100BASE-T4 Y 100BASE-FX. También se puede observar que el estándar 100BASE-T define una interfase independiente al medio físico (MII) que es análoga al conector AUI para Ethernet a 10 Mb/s, ya que éste permite una mayor flexibilidad en el cableado utilizando transceptores externos. MII proporciona una interfase común entre la capa MAC y las tres diferentes capas físicas, tomando las diferencias entre estas tres capas físicas y las hace transparentes a las capas que están arriba de éstas. El estándar también especifica un cable MII que no debe exceder 1 metro de longitud entre la tarjeta controladora y las tarjetas de la capa física, como se muestra en la Figura (4-3).

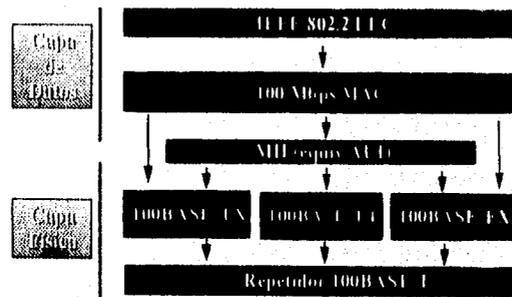


Figura 4-2. Protocolos de la Arquitectura 100BASE-T.

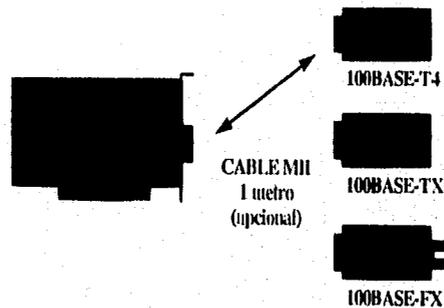


Figura 4-3. Opciones de Conexión del MII.

Como se mencionó en el párrafo anterior, la capa física de 100BASE-T tiene tres protocolos diferentes. En la Tabla (4-2) se resumen las características más importantes de éstos :

Características	100BASE-TX	100BASE-T4	100BASE-FX
Velocidad	100 Mb/s	100 Mb/s	100 Mb/s
Cableado	a) IBM Tipo 1 STP con conector DB9. b) UTP Categoría 5 con conector RJ45 Utiliza 2 pares de cable igual que 10BASE-T.	UTP Categoría 3, 4 ó 5 con conector RJ45. Utiliza los cuatro pares de cable.	Dos hilos de Fibra óptica (62.5/125 µm) conectores : FDDI MIC, ST y SC. Un hilo para transmitir y otro para recibir.
Distancia entre nodos	100 metros.	100 metros.	Fibra óptica no- estándar: >450m. F. O. Full-Duplex : 2 Km.
Codificación	4B/5B (4 bits x 5 bauds ú 80%), misma que se usa en el estándar TP-PMD de FDDI. No utiliza el esquema de codificación Manchester (1 bit x 2 bauds ó 50 %).		4B/5B (4 bits x 5 bauds ú 80%), la cuál se utiliza en el estándar TP-PMD de FDDI.

Tabla 4-2. Características de los Protocolos de la Capa Física de 100BASE-T.

4.1.1.2 100VG-AnyLAN

Es un tecnología que está emergiendo y que compete con 100BASE-T como una solución de usuario a 100 Mb/s, y como solución troncal de LAN. Actualmente está siendo desarrollada por el Comité IEEE 802.12 y está soportada por aproximadamente veinte proveedores de red .

La tecnología 100VG-AnyLAN se diseñó para soportar el transporte de tramas Ethernet y Token Ring, y no es en realidad una tecnología Ethernet ó Token Ring, ya que emplea un protocolo de la capa MAC diferente por completo. Los tipos de trama pueden ser los mismos, sin embargo, los métodos para acceder los servicios de red son diferentes.

4.1.1.2.1 Método de Acceso

Utiliza una nueva capa MAC llamada Método de Acceso de Prioridad por Demanda (DPAM). Este es un método de acceso centralizado donde la estación final del control de repetidores/concentradores inteligentes accesan la red. El objetivo de DPAM es proporcionar un método de acceso determinístico que maximice el desempeño de la red eliminando los problemas

tradicionales asociados con colisiones, en el caso de la red Ethernet, y de retardo en la rotación del token en el caso de la red Token Ring.

El método de acceso DPAM maneja dos niveles diferentes de prioridad para solicitar acceso a la red:

- a) Una solicitud con prioridad normal que se utiliza para obtener el acceso a la red para la transmisión estándar de datos.
- b) Una solicitud de prioridad alta utilizada en aplicaciones muy sensibles al tiempo tales como videoconferencia y multimedia.

La prioridad alta y normal deberán estar implementados en software y formar parte de la trama de transmisión de datos.

4.1.1.2.2 Topología

La Figura (4-4) ilustra la topología de una red típica 100VG-AnyLAN, la cuál está formada por tres componentes básicos: Repetidores/concentradores, nodos de red y enlaces punto a punto. La instalación opcional de dispositivos de interconexión de redes tales como puentes y ruteadores proporcionan conectividad hacia las LANs tradicionales, WANs ú otros 100VG-AnyLAN.

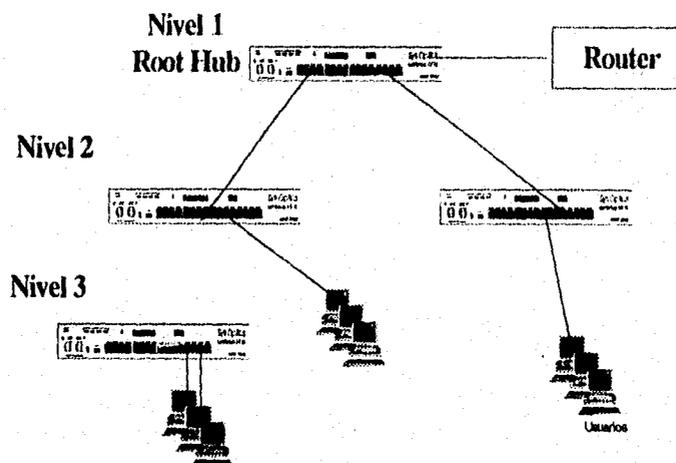


Figura 4-4. Topología 100VG-AnyLAN.

4.1.1.2.3 Protocolos de la Arquitectura 100VG-AnyLAN

Los protocolos de la arquitectura 100VG-AnyLAN corresponden a las dos capas más bajas del modelo de referencia OSI, como se muestra en la Figura (4-5). La subcapa MAC lleva a cabo diferentes funciones en los nodos terminales que las funciones de los repetidores/concentradores. La subcapa MAC del nodo terminal en un concentrador se le conoce como MAC, mientras que en la subcapa MAC de un repetidor se conoce como RMAC. Este proporciona un control primario sobre el acceso a la red y la secuencia de paquetes. Adicionalmente, es el responsable del método de prioridad por demanda (DPAM) y del método de acceso asociado "round-robin polling".

El estándar 100VG-AnyLAN define dos protocolos en su capa física:

- a) Protocolo Independiente al Medio de Transmisión (PMI): Durante la transmisión, la subcapa PMI transmite octetos generados por las subcapas MAC y RMAC hacia el PDM. Durante la recepción, la subcapa PMI prepara paquetes recibidos de la subcapa PDM para ser transmitidos a las subcapas MAC y RMAC.
- b) Protocolo Dependiente al Medio de Transmisión (PMD): Proporciona especificaciones particulares para cada uno de los medios de transmisión.

También define dos interfases para la capa física:

- a) Interfase Independiente al Medio de Transmisión (MII). Define una interfase entre las subcapas PMI y PMD.
- b) Interfase Dependiente al Medio de Transmisión (MDI).

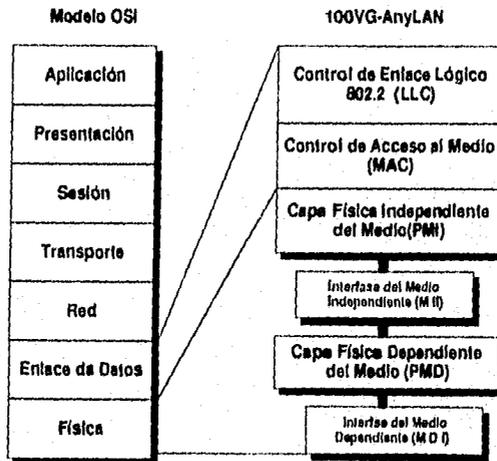


Figura 4-5. Protocolos de la Capa Física de 100VG-AnyLAN comparados con el Modelo OSI.

4.1.2 Características Principales de 100BASE-T y 100VG-AnyLAN

Las características principales de 100BASE-T y 100VG-AnyLAN se muestran en la Tabla (4-3) donde se presenta una comparación entre ambas:

Características principales	100BASE-T	100VG-AnyLAN
Estatus	Emergente	Emergente
Estándares	IEEE 802.3u	IEEE 802.12, 100VG Forum
Madurez	En su infancia	En su infancia
Tecnología	Noviembre 1994	Noviembre 1994
Soporte	Fast Ethernet Alliance (FEA) 60 + miembros	100VG-AnyLAN Forum 20 + miembros
Complejidad	Bajo	De media - Alta
Facilidad de Migración	Buena	Pobre
Topología	Repetidor / concentrador basado en estrella	Repetidor / concentrador basado en estrella
Velocidad	100 Mb/s	100 Mb/s
Latencia	30 ms máximo	121 ms mínimo.
Método de Acceso al Medio	CSMA / CD	DPAM
Arquitectura	Medio Compartido	Medio Compartido
Tamaño de la Red	450 metros para fibra y 205 metros para UTP	2,500 metros para fibra y 600 metros para UTP y STP
Unidad	Trama variable	Trama variable
Overhead	1.7 %	1.7 %
Aplicaciones	Troncales LAN, servidores farm, a nivel usuario	A nivel usuario y troncales LAN
Servicios	Asíncrono	Asíncrono
Tráfico	Datos y multimedia en forma parcial	Datos y multimedia en forma parcial
Cableado	4 - Pares Categoría 3 UTP 4 - Pares Categoría 4 UTP 4 - Pares Categoría 5 UTP 2 - Pares Categoría 5 UTP 2 - Pares Tipo 1 STP 2 - Fibras, 62.5 / 125 μ m	4 - Pares Categoría 3 UTP 4 - Pares Categoría 4 UTP 4 - Pares Categoría 5 UTP 2 - Pares Tipo 1 STP 2 - Fibras, 62.5 / 125 μ m
Tipo de Trama	802.3 Ethernet	802.3 Ethernet 802.5 Token Ring
Costo (en la actualidad)	Dos veces el estándar de Ethernet	De 3 a 4 veces el estándar de Ethernet
Costo (12 - 24 meses)	Bajo	Bajo

Tabla 4-3. Características Principales de 100BASE-T y 100VG-AnyLAN.

4.2 Aplicaciones Actuales

Hablar de aplicaciones actuales en este tipo de tecnologías no es tan fácil debido a que, tomando en cuenta su reciente aparición, podría pensarse que son implementaciones. Sin embargo, su topología se basa en repetidores/concentradores que se consideran como aplicaciones actuales, siendo su única diferencia con los otros dispositivos de interconexión, la velocidad de 100 Mb/s con que opera.

4.2.1 Aplicaciones Actuales de 100BASE-T (Fast Ethernet)

4.2.1.1 Concentradores

Los repetidores/concentradores se utilizan para conectar dos o más segmentos en una red 100BASE-T, para así formar un sólo dominio de colisión. Los repetidores juegan un papel primordial en la red 100BASE-T, ya que cada nodo terminal está conectado a un repetidor/concentrador. El término dispositivo repetidor describe tanto el hardware como el protocolo que reside dentro de un repetidor.

Es importante aclarar que la especificación IEEE utiliza el término repetidor exclusivamente. Sin embargo, en la industria de las redes de área local, la mayor parte de los fabricantes utilizan el término concentrador.

4.2.1.2 Repetidores

Las funciones de un repetidor 100BASE-T son muy similares a las correspondientes de un repetidor IEEE 802.3 tradicional, ya que opera a nivel capa física del modelo de referencia OSI. Sus funciones principales son las de recibir, amplificar y retransmitir toda la información que llega a él. Aún en el peor de los casos, el cual involucra condiciones de error en cuanto a ruido, temporización y amplitud, el repetidor debe ser capaz de retransmitir la información de la misma manera como ésta arribó a él.

El repetidor efectúa la operación mencionada anteriormente de manera simultánea como recibe la información. El caso de que se presente una colisión en la red, el repetidor propaga la colisión transmitiendo una señal de congestión. Si el repetidor recibe un error, éste no intenta corregirlo, por lo que el mismo se propaga a través de toda la red.

4.2.1.2.1 Repetidores Transparentes

Los repetidores transparentes conectan capas físicas de dos estaciones. Utilizando un solo repetidor transparente, pueden existir hasta dos repetidores entre cualquier par de nodos dentro de un sólo dominio de colisión.

La Figura (4-6) muestra la operación de un repetidor transparente que conecta dos cables 100BASE-TX. Es importante mencionar que cada uno de los puertos del repetidor tiene las mismas subcapas de PCS Y PMA por lo que una trama puede viajar en forma transparente a través del repetidor.

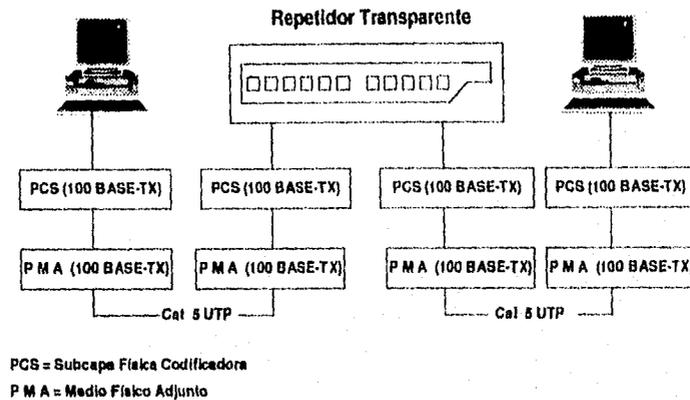


Figura 4-6. Operación del Repetidor Transparente.

4.2.1.2.2 Repetidores Traductores

Los repetidores traductores llevan a cabo la conversión de la señalización de línea en la capa física entre las tecnologías 100BASE-T, 100BASE-T4 y 100BASE-FX. Cuando se utilizan los repetidores traductores, puede existir solamente uno entre cualquier par de nodos dentro de un dominio de colisión.

La Figura (4-7) muestra la operación de un repetidor traductor que conecta un cable 100BASE-TX con uno 100BASE-T4. Es importante notar que cada puerto del repetidor posee diferentes subcapas PCS Y PMA, diferentes de tal forma que debe traducirse una trama de una capa física a la otra, conforme ésta viaja a través del repetidor.

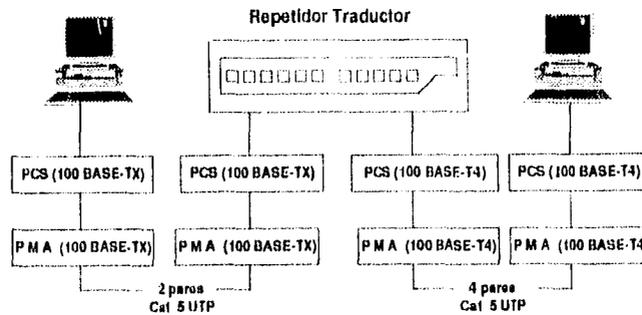


Figura 4-7. Operación de un Repetidor Traductor.

4.2.1.3 Consideraciones de Diseño de 100BASE-T

La tecnología 100BASE-T conserva el parámetro crítico de la longitud máxima permitida de cable UTP de 100 metros desde el concentrador hasta el usuario final. A pesar de lo anterior y como resultado del mejoramiento de la interfase MAC, las reglas en cuanto a topología de Ethernet a 100 Mb/s son diferentes a las correspondientes de Ethernet a 10 Mb/s. El diámetro máximo del cable UTP en una red 100BASE-T puede ser de 205 metros (de 325 metros utilizando fibra óptica) mientras que en una red 10BASE-T el diámetro máximo de cable UTP puede ser hasta de 500 metros (de 2,500 metros en el caso de la fibra óptica).

La Figura (4-8) muestra las reglas básicas de la topología 100BASE-T, a la vez que proporciona ejemplos de cómo éstas reglas permiten la instalación de redes 100BASE-T de gran cobertura.

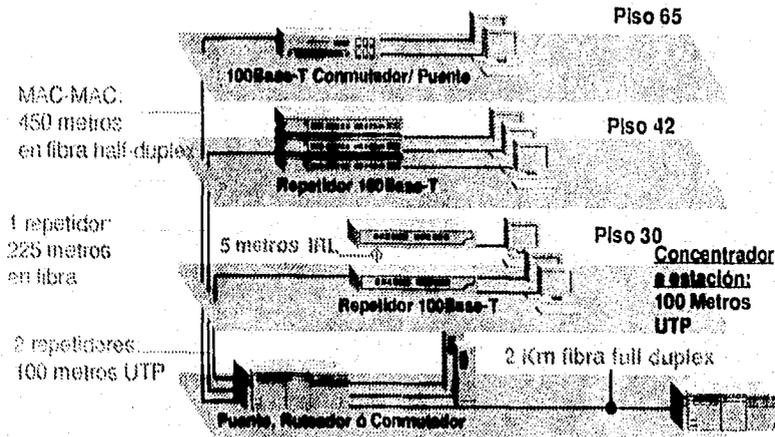


Figura 4-8. Reglas de la Topología de la red 100BASE-T.

Es necesario considerar las reglas básicas de la topología 100BASE-T que se mencionan a continuación :

- a) La longitud máxima de cable UTP es de 100 metros. Esta regla es idéntica a la del estándar 10BASE-T.
- b) El número máximo de saltos entre repetidores es de dos. En el caso de una topología que utilice dos repetidores, el diámetro máximo de la red es de 205 metros, el cuál permite tramos de cable de 100 metros de longitud hacia el usuario y un enlace entre repetidores (IRL) de 5 metros con UTP conectando dos concentradores en los centros de cableado.
- c) En una topología con un sólo repetidor se permite una cobertura total de la red de 325 metros. Se utiliza esta topología cuando se conecta un concentrador en el centro de cableado con un tramo de fibra óptica hacia un dispositivo troncal colapsado. La topología con un solo repetidor permite un enlace de fibra óptica con longitud de 225 metros desde el repetidor hasta el ruteador ó conmutador además de un tramo de cable UTP de 100 metros de longitud desde el repetidor hasta los usuarios.
- d) Se permite una máxima longitud de fibra óptica de 450 metros para conectar MAC con MAC utilizando los estándares de 100BASE-FX half-duplex. Se emplea una conexión MAC con MAC en una configuración de un conmutador a otro conmutador o en una configuración de un usuario terminal a un conmutador.
- e) En el caso de tramos de gran longitud, puede utilizarse una versión no estándar full-duplex de 100BASE-FX para conectar dos dispositivos de interconexión de redes ubicados a una distancia de dos kilómetros entre sí.

Aparentemente, las reglas mencionadas con anterioridad pudieran parecer estrictas. Sin embargo, en las redes actuales de troncal colapsada, las cuáles utilizan fibras ópticas junto con conmutadores, puentes y/o ruteadores para la conexión entre centros de cableado ó grupos de trabajo, la tecnología 100BASE-T puede implementarse en redes empresariales de gran cobertura.

La Figura (4-8) ilustra todas éstas reglas en cuanto a topología, y muestra que a través del uso de una combinación adecuada de productos en una arquitectura de troncal colapsada, la tecnología 100BASE-T puede utilizarse en LANs de gran cobertura. Dentro del centro de cableado puede utilizarse un repetidor 100BASE-T de bajo costo para conectar todas las estaciones terminales dentro de una distancia máxima de 100 metros utilizando cable UTP. En caso de requerir más puertos que los que puede proporcionar un concentrador ó un conjunto de éstos, es posible conectar

dos repetidores dentro del centro de cableado utilizando un enlace entre repetidores de 5 metros de longitud.

Por lo tanto, cada centro de cableado está conectado a un punto de generación centralizada de información que sirve como el dispositivo de troncal colapsada para la red. El dispositivo de interconexión de red (el cuál puede ser un puente, ruteador o conmutador), aísla el tráfico entre grupos de trabajo, y también divide la red en diferentes dominios de colisión independientes, cada uno de los cuáles puede tener un diámetro de 205 ó 325 metros. Si se requiere de una mayor distancia, se pueden utilizar puentes y conmutadores para ampliar la cobertura de la LAN. A través de la conexión de repetidores con dispositivos de interconexión de red, es posible crear redes con tecnología 100BASE-T de gran cobertura.

4.2.2 Aplicaciones Actuales de 100VG-AnyLAN

4.2.2.1 Concentradores

Los repetidores/concentradores son los dispositivos centrales en la operación de una red con tecnología 100VG-AnyLAN. Cada nodo terminal tiene un enlace punto a punto hacia un concentrador el cuál proporciona a los diferentes nodos, permiso para acceder los recursos de la red. Dichos concentradores administran el acceso a la red preguntando en forma continúa a cada uno de sus puertos para determinar cuáles nodos, si es que los hay, solicitan permiso para acceder la red para determinar si la petición es de alta ó baja prioridad.

Un concentrador puede configurarse para soportar la transmisión de tramas IEEE 802.3 Ethernet ó IEEE 802.5 Token Ring si es que está diseñado para soportar ambos tipos de trama. Todos los concentradores conectados al mismo segmento de red deberán configurarse para soportar el mismo formato de trama. En otras palabras, las tramas IEEE 802.3 e IEEE 802.5 no pueden coexistir en el mismo segmento de red.

En una red de tecnología 100VG-AnyLAN, existen dos tipos de concentradores :

- a) Nivel 1 (Concentrador Raíz): Es el concentrador central en la topología de red, conectando a cada uno de los nodos con un enlace en topología estrella. Los nodos 100VG-AnyLAN pueden ser estaciones de trabajo, servidores, conmutadores, puentes, ruteadores u otros concentradores 100VG-AnyLAN. El concentrador de nivel 1 es muy importante, ya que administra el proceso round-robin polling en todo el segmento de la red. Cada segmento de la red tiene un sólo concentrador nivel 1.

- b) **Concentrador de Bajo Nivel:** Este tipo de concentrador está conectado a la red como si fuera un nodo y es posible tener hasta tres niveles de concentradores en cascada, es decir, concentrador nivel 1 (concentrador raíz) , nivel 2 y nivel 3, utilizando una red 100VG-AnyLAN.

Cada concentrador tiene un puerto de enlace hacia el nivel superior y múltiples puertos hacia el nivel inferior :

- a) **Puertos hacia el nivel inferior:** Conectan los nodos de usuario o concentradores de bajo nivel a la red. Un concentrador debe tener un puerto hacia el nivel inferior por cada dispositivo conectado a él.
- b) **Puerto hacia el nivel superior:** Funciona como un puerto de nodo pero está reservado para la conexión del concentrador (como si fuera un nodo) hacia un puerto de nivel inferior de un concentrador de un nivel superior. Los concentradores del nivel 1 no tiene un puerto de nivel superior activo.

La Figura (4-9) muestra una topología de red ilustrando la ubicación de los puertos de enlace superior e inferior.

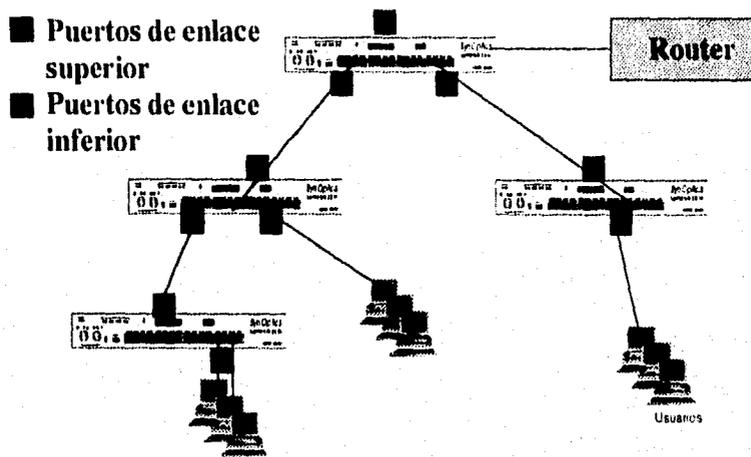


Figura 4-9. Puertos hacia el Nivel Inferior y Puertos hacia el Nivel Superior.

Cada puerto del concentrador puede configurarse para operar en uno de los dos modos para ayudar a proteger la seguridad de la red 100VG-AnyLAN:

- a) **Modo Normal:** Los puertos que operan en el modo normal son sólo tramas transmitidas específicamente a los nodo(s) de la red. El modo de operación normal puede configurarse para puertos conectados a una sola estación de usuario o a un concentrador de bajo nivel.
- b) **Modo Supervisor:** Los puertos que operan en el modo supervisor se le transmiten todas las tramas recibidas por el concentrador. Este modo puede utilizarse para puertos conectados a puentes ó ruteadores.

4.2.2.2 Nodos de Red en 100VG-AnyLAN

Un nodo 100VG-AnyLAN puede ser una PC, una estación de trabajo, un servidor, un puente, un ruteador ú otro concentrador 100VG-AnyLAN. Un aspecto importante que cabe mencionar es que los concentradores de bajo nivel se consideran nodos de la red puesto que el concentrador de nivel 1 (concentrador raíz), administra el proceso de "round-robin polling" en toda la red. En una red en cascada, un concentrador de bajo nivel termina su sondeo round-robin y envía las solicitudes al concentrador de alto nivel uno a la vez. El concentrador de alto nivel es el encargado de otorgar o negar el permiso para el acceso de los dispositivos conectados al concentrador de bajo nivel.

Enlace 100VG-AnyLAN

En una red 100VG-AnyLAN, los nodos se conectan a los concentradores a través de enlaces dedicados punto a punto. Se puede utilizar cable que contenga un grupo de 25 pares, sin embargo, éste requiere el uso de repetidores que tengan capacidad de llevar a cabo la función "Store and Forward" debido a la excesiva interferencia que se puede presentar durante la recepción y retransmisión de paquetes direccionados hacia un grupo.

Debido a la gran cantidad de interferencia, no puede utilizarse un cable que contenga 25 pares en enlaces de concentrador a concentrador, concentrador a puente ó concentrador a nodo de usuario en donde éste puede recibir todo el tráfico de la red.

4.2.2.3 Round-Robin Polling

Los concentradores 100VG-AnyLAN utilizan un sondeo round-robin polling en cada puerto para otorgar a los nodos de usuario el acceso a la red. Los concentradores conservan diferentes apuntadores de sondeo: Apuntador de solicitud de prioridad-normal y apuntador de solicitud de alta prioridad.

4.2.2.4 Consideraciones de Diseño de 100VG-AnyLAN

Se pueden utilizar redes relativamente grandes utilizando la tecnología 100VG-AnyLAN. Las reglas y recomendaciones para el diseño de una red 100VG-AnyLAN se mencionan a continuación:

- a) La topología para el caso de una red de un sólo nivel debe ser una estrella física, la cuál no tendrá ramificaciones o loops.
- b) La topología en cascada deberá limitarse a los tres niveles, ya que esto minimiza "arbitration overhead".
- c) Todos los nodos en un segmento (no puenteado) 100VG-AnyLAN deben utilizar el mismo formato de paquete (IEEE 802.3 ó IEEE 802.5).
- d) Se permite un número máximo de 1024 nodos en un dominio de red 100VG-AnyLAN (sin puentear). Sin embargo, se recomienda que el número máximo de nodos se limite a 250 estaciones por razones de desempeño de la red.
- e) Pueden existir múltiples trayectorias entre cualquier par de concentradores en la red siempre y cuando solamente una trayectoria se encuentre activa en cualquier momento dado.
- f) La distancia máxima entre cualquier par de nodos en un dominio de la red 100VG-AnyLAN (sin puentear) debe ser menor a 2.5 km.
- g) Una red de cable UTP de 4 pares requiere el uso de todos los pares.
- h) En una topología con par trenzado no se permite el uso de cable plano.
- i) Deben utilizarse puentes o ruteadores cuando se requiera proporcionar conectividad entre redes de diferente tecnologías.
- j) No deben existir más de siete puentes entre cualquier par de nodos en la red.

4.3 Implementaciones

Para mejorar aún más estas tecnologías, la utilización de conmutadores es una buena alternativa ya que ofrecen un ancho de banda dedicado y recursos de red por estación de trabajo a través de una conmutación por puerto y además de otro tipo de beneficios que se comentaron en capítulos anteriores del presente trabajo.

4.3.1 Etapas de Migración en 100BASE-T

La migración de 100BASE-T (Fast Ethernet) se realiza a través de varias etapas, permitiendo a los administradores de la red implementar la tecnología Fast Ethernet a 100 Mb/s cuando y donde sea necesario. En la Figura (4-10) se muestra una secuencia típica de migración hacia 100BASE-T.

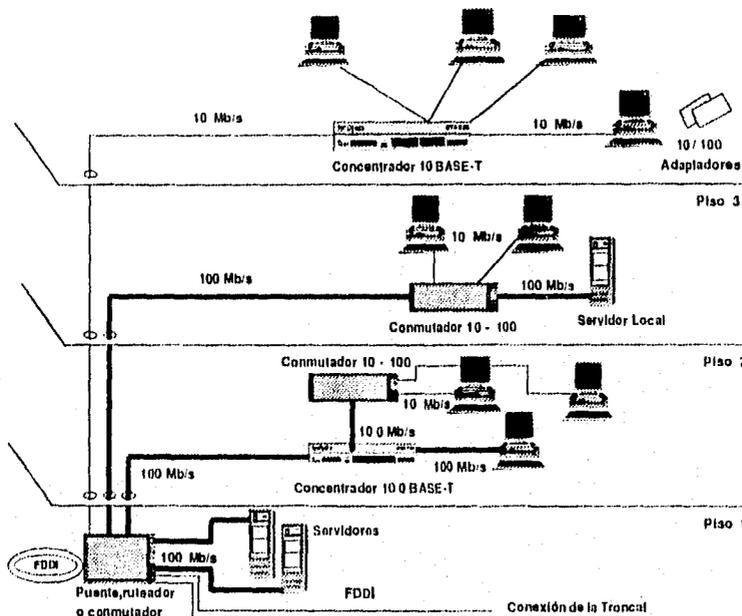


Figura 4-10. Etapas de Migración en 100BASE-T (Fast Ethernet).

En la parte superior de este edificio se encuentran las etapas 1 y 2 del proceso de migración. En primera instancia se determinará el tipo de cable a instalar. Si es de categoría 5 con dos pares disponibles para datos, es recomendable el planear utilizar productos 100BASE-TX, así como el cable existente 10BASE-T. El cableado categoría 3 ó 4 de 4 pares para datos requiere el uso de productos 100BASE-T4.

Como segunda etapa se instalarán adaptadores Fast Ethernet de doble velocidad (10/100 Mb/s) en las nuevas computadoras personales. Para preparar la migración, todos los buses EISA y PCI de alto desempeño de las PCs deberán configurarse con adaptadores de doble velocidad. De ésta forma, las computadoras podrán soportar la tecnología Ethernet compartido, Ethernet conmutado, Fast Ethernet y aún Fast Ethernet conmutado. Estos adaptadores de doble velocidad proporcionan ambas velocidades a los dispositivos en el mismo puerto operando a 10 Mb/s.

Dentro de la tercera etapa se contempla la instalación de un conmutador a 10/100 Mb/s en las computadoras personales existentes. Este nuevo conmutador entrega Ethernet a 10 Mb/s a cada puerto para satisfacer las demandas de la mayoría de las computadoras personales instaladas. Aquellas que tienen bus ISA pero que carecen del ancho de banda necesario para utilizar 100BASE-T a toda su capacidad. Al mismo tiempo, los concentradores proporcionarán Ethernet a 100 Mb/s para conexiones hacia servidores de alta velocidad y troncales. El único cambio que se requiere es modificar las conexiones de 10BASE-T de concentradores de acceso compartido de 10BASE-T hacia puertos 10BASE-T conmutados en el conmutador a 10-100 Mb/s. Es importante hacer notar que este tipo de conmutador proporciona a los dispositivos ambas velocidades pero en puertos diferentes.

Como cuarta etapa de migración, cuando existan más computadoras personales o cuando se incremente el tráfico en la LAN, será necesario instalar concentradores 100BASE-T. Esta migración hacia 100BASE-T se comienza utilizando concentradores para conectar PCs y servidores que tienen adaptadores 10/100 Mb/s. Para conexiones entre los nodos 100BASE-T y las redes existentes 10BASE-T, es recomendable utilizar un conmutador de doble velocidad (10-100 Mb/s), y así contar con los beneficios que se mencionaron en las etapas anteriores. Los concentradores a 100 Mb/s proporcionan una red 100BASE-T compartida para las computadoras personales y los servidores de gran desempeño.

La quinta etapa de migración consiste en extender 100BASE-T hacia la troncal conectando grupos de trabajo y servidores 100BASE-T a un dispositivo de troncal colapsada de alta velocidad con capacidad de Fast Ethernet tal como un ruteador, un conmutador o un conmutador Fast Ethernet. La conmutación o enrutamiento de 100BASE-T extiende el gran rendimiento de los servidores y la conexión de la troncal.

4.3.1.1 ¿Cómo migrar una Estación de Trabajo de 10BASE-T a 100BASE-T ?

Para dar a los usuarios la velocidad que necesitan, la solución más fácil y costeable es la tecnología 100BASE-T ó Fast Ethernet, la cuál permite migrar hacia la interconexión de redes a alta

velocidad sin tener que cambiar el cableado existente, comprar equipos caros, luchar contra la interoperabilidad o soportar tecnologías con las que no se está familiarizado.

Existen diversos tipos de adaptadores con los cuales se pueden obtener mayores velocidades a un menor costo; dichos adaptadores son compatibles con las aplicaciones actuales de 10BASE-T y con el software de la red, así como también con el estándar IEEE 802.3u de 100BASE-T (Fast Ethernet). Estos adaptadores operan a 10 ó 100 Mb/s utilizando una sola tarjeta, aumentando así, ancho de banda al grupo de trabajo cuando y donde se necesite.

Se puede comenzar la migración hacia Fast Ethernet con adaptadores que ofrecen doble velocidad. El procedimiento siguiente explica la manera de hacerlo.

Paso 1 :

Instalar adaptadores en las nuevas computadoras personales y servidores y, posteriormente, se enlazan con el concentrador 10BASE-T existente. Con esto se obtienen computadoras personales y servidores con adaptadores de doble velocidad, es decir, de 10/100 Mb/s, operando a 10 Mb/s. En la Figura (4-11) se muestra dicho ejemplo.

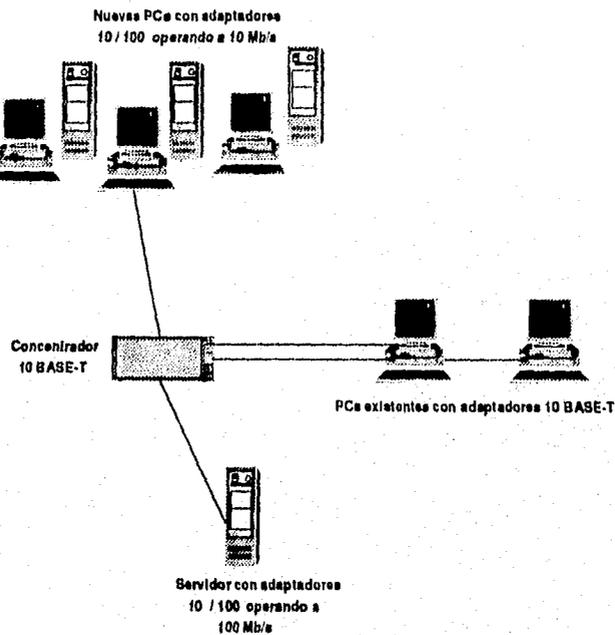


Figura 4-11. Primera Etapa de la Migración hacia Fast Ethernet.

Paso 2:

Conectar las computadoras personales y servidores con un concentrador 100BASE-TX utilizando adaptadores. Los adaptadores comienzan a operar de manera automática a 100 Mb/s, sin hacer ningún cambio en el cableado existente, hardware ó software. Además, mediante la conexión del conmutador, se proporciona una comunicación entre segmentos de 100BASE-T y 10BASE-T sin parches. Este paso se muestra en la Figura (4-12). Como se mencionó anteriormente, agregando un concentrador al grupo de trabajo se puede reforzar el rendimiento sin equipos caros o cambios en el cableado. Adaptadores de 10/100 Mb/s en las computadoras personales y servidores automáticamente juntan la velocidad de datos de Fast Ethernet. También se puede utilizar un conmutador Fast Ethernet en las LANs Ethernet existentes para eliminar el tráfico ocasionado por los cuellos de botella. Este conmutador proporciona enlaces Ethernet conmutados de 10 Mb/s a grupos de trabajo Ethernet o usuarios individuales, así como, 100 Mb/s a más de 2 puertos de Fast Ethernet.

Los adaptadores de 10 Mb/s soportan transmisión 10BASE-T sobre cableado UTP de dos pares de la categoría 3, 4 ó 5 para voz y datos. El par de cables, su terminación y longitud pueden ser exactamente la mismas que como en cualquier otra conexión 10BASE-T.

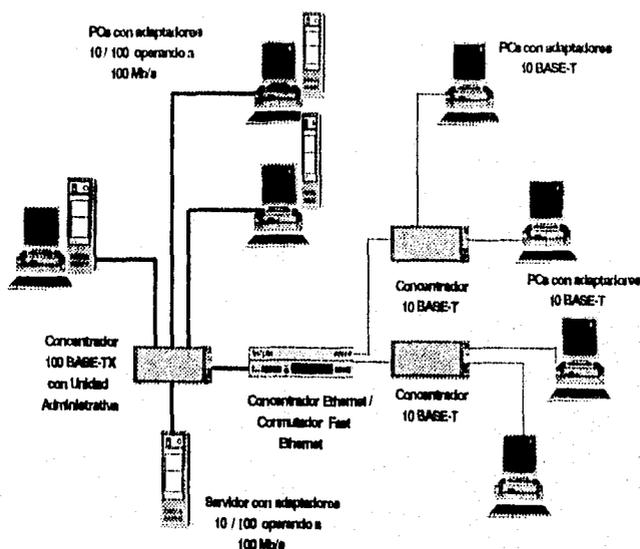


Figura 4-12. Segunda Etapa de la Migración hacia Fast Ethernet.

Los adaptadores de 100 Mb/s soportan transmisión de 100BASE-T a través de cableado UTP de categoría 5. El adaptador requiere sólo dos pares de alambre para operar a 100 Mb/s. Los pares, su terminación y longitud son las mismas que como en cualquier otra conexión 10BASE-T sobre cable UTP categoría 5.

4.3.2 Utilización de las Tecnologías 100BASE-T y 100VG-AnyLAN Conmutadas.

En la Figura (4-13) se describe una posible solución de interconexión de redes entre empresas que combina 100BASE-T con Ethernet conmutado a 10 Mb/s Ethernet e Ethernet compartido para satisfacer con los diferentes requerimientos de ancho de banda y costos en cada una de las partes de la red empresarial. En una red típica, en general existen algunas áreas que requieren poco ancho de banda y, por otro lado, hay otras que continuamente operan con cuellos de botella. Tomando en cuenta diferentes patrones de tráfico, sería inadecuado proporcionar a todos los usuarios un acceso igual al ancho de banda. Los usuarios que utilizan un gran ancho de banda estarían restringidos ó, por otro lado, el ancho de banda (y por lo tanto, el dinero) se desperdiciaría en los usuarios que utilizan la red en forma moderada. La mejor solución desde el punto de vista económico es adquirir la cantidad adecuada de ancho de banda que esté de acuerdo a los requerimientos de los usuarios.

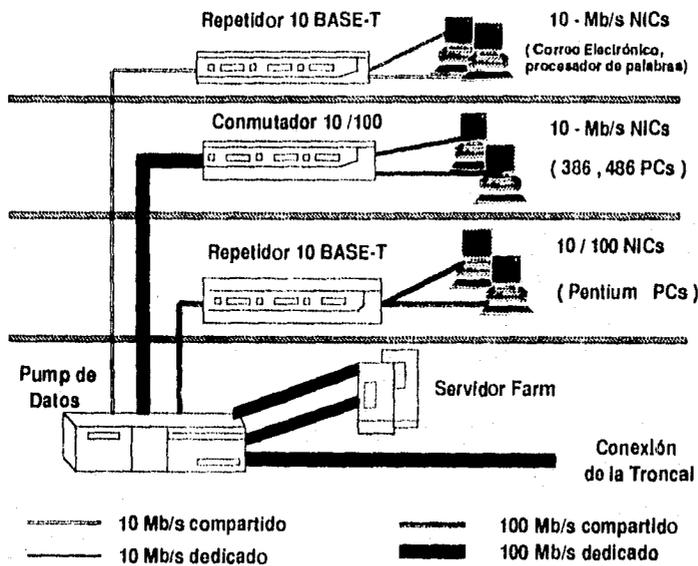


Figura 4-13. Utilización de la Tecnología 100BASE-T Conmutada.

Los puntos que se mencionan a continuación se refieren a la Figura (4-13) :

- a) En las aplicaciones cuya demanda de ancho de banda es baja tales como correo electrónico y procesamiento de palabra, una LAN compartida a 10-Mb/s es muy atractiva desde el punto de vista económico, a la vez que proporciona un ancho de banda más que suficiente. Estos grupos de trabajo pueden conectarse en un centro generador de información a través de la troncal colapsada para obtener el acceso a un server farm ó hacia la troncal de la empresa.

- b) En estaciones de trabajo ligeramente más poderosas, la solución correcta puede ser Ethernet privado ó Ethernet conmutado a 10-Mb/s. La mayoría de las PC's 386 y 486 utilizan el bus ISA el cuál puede transmitir información a 30Mb/s. Es obvio que un bus ISA no puede manejar información a una velocidad 100 Mb/s. Sin embargo, el proporcionar a éstas PC's con una interfase dedicada a 10 Mb/s puede, de manera dramática, aumentar el desempeño de éstos usuarios, si dichos enlaces a 10 Mb/s se combinan con un enlace inferior a 100 Mb/s para eliminar cuellos de botella en el acceso al servidor o a la troncal.
- c) La tecnología 100BASE-T llevó al usuario final para estaciones de trabajo de alto desempeño y computadoras personales para proporcionarles el ancho de banda de 100 Mb/s que éstos usuarios necesitan.
- d) Debido a que un gran número de grupos de trabajo operando a 10 y 100 Mb/s accesan los servidores en la arquitectura troncal colapsada, es evidente la necesidad de un acceso rápido al servidor. Una interfase 100BASE-T dedicada proporciona el ancho de banda necesario a éstos servidores, a la vez que permite una fácil conexión con las redes LANs Ethernet existentes.

4.3.2.1 Tecnología Ethernet Conmutada aplicada a un Grupo de Trabajo Independiente

En la Figura (4-14), se muestra un conmutador que proporciona conmutación Ethernet, de bajo costo a un grupo de trabajo donde una red Ethernet compartida está consumiendo también ancho de banda. Si el tráfico se congestiona entre los nodos del grupo de trabajo y el servidor, el puerto Fast Ethernet del conmutador puede proporcionar un enlace del servidor de 100Mb/s. A este tipo de conexión en grupos de trabajo se le conoce como conexión independiente.

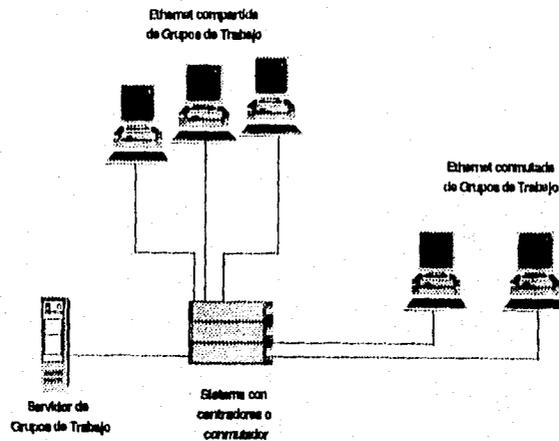
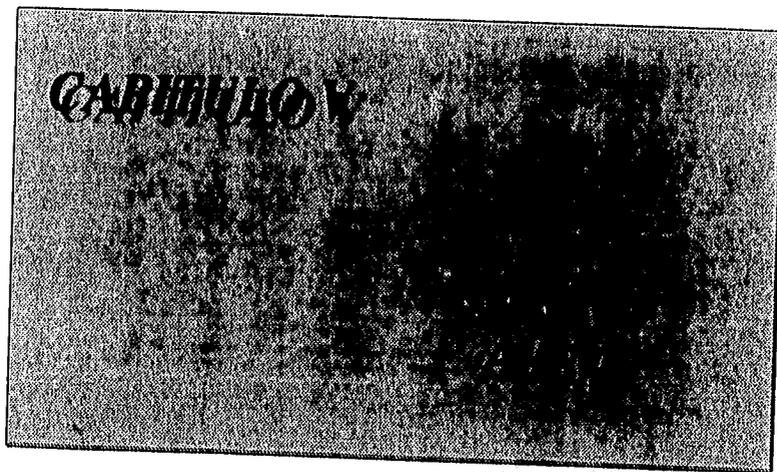


Figura 4-14. Grupo de trabajo Independiente.



5.1 Generalidades

5.1.1 Antecedentes

Los primeros conceptos de esta tecnología nacieron de un trabajo realizado por AT&T y CNET relacionado a la conmutación de celdas, en 1983. Cinco años más tarde, el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía), llamado ahora ITU-TSS, adoptó éstos conceptos como modo de transferencia para la BISDN (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha). Por ser una tecnología que se encuentra en su infancia, las normas que definen ATM están bajo constante revisión y actualización. La ANSI ha participado activamente en el establecimiento de normas ATM para su aplicación dentro de los Estados Unidos.

5.1.2 Definición de ATM

ATM es una tecnología de interconexión de redes conmutadas orientada a la conexión tanto local como de área amplia que permite que un número virtualmente ilimitado de usuarios tener comunicaciones dedicadas a alta velocidad.

El Modo de Transferencia Asíncrona ó ATM, define un método de transmisión y conmutación de datos entre sistemas de redes. Las tecnologías que definen ATM se componen de otros métodos de comunicación existentes, tales como conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes. ATM ha tomado éstas metodologías y aplicado los conceptos de una manera nueva y revolucionaria.

ATM es un servicio orientado a la conexión, lo que significa que soporta un concepto llamado circuitos virtuales. Un circuito virtual permite a un dispositivo ATM solicitar a la red conexión remota de uno o varios sistemas.

5.1.3 Características Principales

ATM permite a los administradores de red diseñar redes muy eficientes, flexibles y escalables. Las redes ATM tienen las siguientes características:

- a) ATM empaqueta y transporta información en celdas con formato fijo de 53 bytes, de manera independiente al tipo de información y el medio de transmisión con el que esté construída la red o de la aplicación que se desee correr a través de la red.

- b) Las interfaces ATM pueden operar a diferentes velocidades (por ejemplo, 155 Mp/s ó 45 Mb/s) y consisten de diferentes tipos de medios de transmisión (tales como fibra óptica multimodo, fibra óptica monomodo y cable de par trenzado con y sin blindaje). Las diferentes interfaces pueden combinarse en una sola red sin representar esto ningún problema en cuanto a la operación de la red.

Las características que se mencionan en el párrafo anterior significa que la tecnología ATM es adecuada en un amplio rango de ambientes (tales como interconexión de dispositivos hacia el usuario, LANs de troncal campus, y WANs) y puede utilizarse para transportar una gran variedad de aplicaciones (tales como voz, video y datos). La tecnología ATM ofrece una de las mejores soluciones para las redes actuales que requieren de altas velocidades, baja latencia de red y soportan aplicaciones flexibles.

Las características principales de ATM las resume la Tabla (5-1) que se muestra a continuación:

Características Principales	A T M
Estatus	En etapa de surgimiento
Estándares	Foro ATM , IETF, ITU-TSS
Madurez	Pre-infancia
Complejidad	Alta
Ancho de Banda	25 Mb/s / 2.5 Gb/s
Latencia	20 - 30 ms
Distancia	Global
Arquitectura	Ancho de Banda Asignable
Método de Acceso	Conmutación de Celdas
Unidad	Celda fija
Tamaño de Frame	53 Octetos
Overhead	9.5 %
Medio	UTP Cat. 3, 5, STP y Fibra Optica
Servicios	Asíncrono / Síncrono / Isócrono
Tráfico	Voz, video, datos y multimedia
Aplicaciones	Campus , Edificio , MAN, WAN, Usuario
Costo (hoy)	Muy alto
Costo (12 - 24 meses)	Medio

Tabla 5-1. Características Principales de ATM.

5.1.4 Arquitectura de ATM

La arquitectura de ATM se describe por un modelo (ver Figura 5-1) que, en cuanto a diseño, es similar a la del Modelo de Referencia OSI (ver Tabla 5-2).

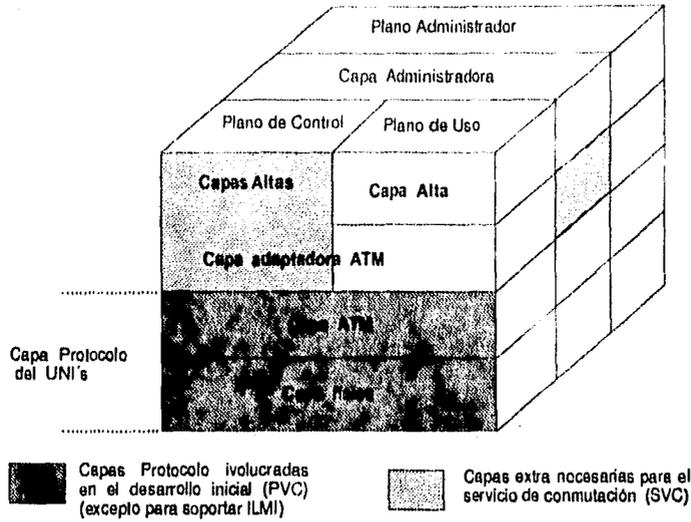


Figura 5-1. Modelo de la Arquitectura ATM.

Capa OSI	Subcapa ATM
Capa de Red (3)	Las capas altas incluyen: *Señalización como Interim local management interface (ILMI) *Transferencia de datos
Capa de Enlace de Datos (2)	La capa de adaptación de ATM (AAL) incluye: *Subcapa de convergencia (CS) *Subcapa de segmentación y reunión (SAR)
Capa Física (1)	La capa física incluye: *Convergencia de transmisión (TC): Por ejemplo, red síncrona óptica (SONET) *Subcapa dependiente del medio físico (PMD)

Tabla 5-2. Tabla Comparativa entre los Modelos OSI y ATM.

Las interfases de usuario hacia la red (UNIs) operan en la capa física y la capa ATM para proporcionar la conexión física a una red ATM.

5.1.5 Formato de Trama

Se consideran tres modos de transferencia, los cuáles se comparan en la Tabla (5-3) :

Modo de Transferencia Sincrona	Modo de Transferencia de Paquetes	Modo de Transferencia Asíncrona
a) Multiplexaje Sincrono por división de tiempo b) Conmutación de circuitos físicos c) Optimizando para tráfico constante CBR (Tasa de transferencia de Bit cte) d) Ejemplo: Sistema de Transporte de datos E1 / T1 * Ver formato de la trama en la Figura (5-2)	a) Transmisión Asíncrona b) Tramas de longitud variable c) Conmutación de Circuitos virtuales d) Optimización para tráfico no uniforme e) Ejemplo : LAN * Ver formato de la trama en la Figura (5-3)	a) Multiplexaje asíncrono por división de tiempo b) Celdas de longitud fija c) Conmutación de Circuitos Virtuales d) Soporta CBR y tráfico no uniforme e) Capaz de integrar voz, video y datos * Ver el formato de la trama en la Figura (5-4).

Tabla 5-3. Comparación de los Diferentes Modos de Transferencia.

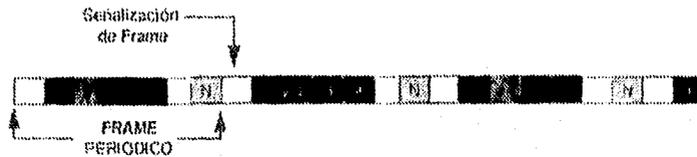


Figura 5-2. Trama del Modo de Transferencia Sincrona.

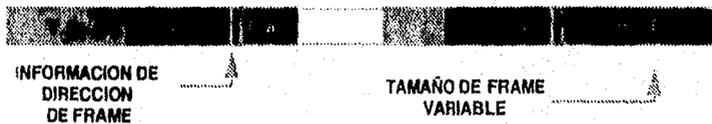


Figura 5-3. Trama del Modo de Transferencia de Paquetes.

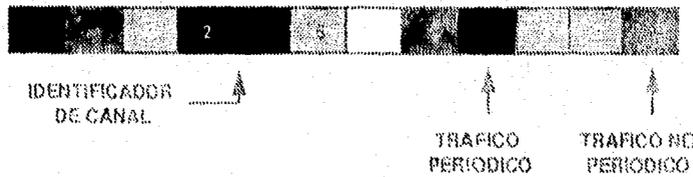


Figura 5-4. Trama del Modo de Transferencia Asíncrona.

El formato de la celda ATM (Figura 5-5), está constituido por los siguientes campos:

- a) Control de Flujo Genérico (GFC). Está compuesto por 4 bits de longitud y controla el flujo de tráfico de la terminal a la red.
- b) Identificador de Camino Virtual (VPI). Tiene 8 bits de longitud. Permite hasta 256 rutas virtuales y cada ruta puede tener varios canales virtuales (ver Figura 5-5).
- c) Identificador de Canal Virtual (VCI). Tiene 16 bits de longitud (ver Figura 5-6).
- d) Indicador de tipo de contenido (PTI). Tiene 3 bits de longitud e identifica el tráfico normal y el tráfico de mantenimiento.
- e) Prioridad de pérdida de celda. Tiene 1 bit de longitud e identifica una celda de alta prioridad (0) o una celda sujeta a desecharse (1).
- f) Revisión de error en encabezado (HEC). Tiene 8 bits de longitud y realiza revisiones de error en el encabezado. LLeva a cabo detecciones múltiples o individuales de bits con error. Es capaz de corregir errores de un sólo bit.
- g) Contenido "Payload". Contiene la información de la capa superior de datos o de servicios.

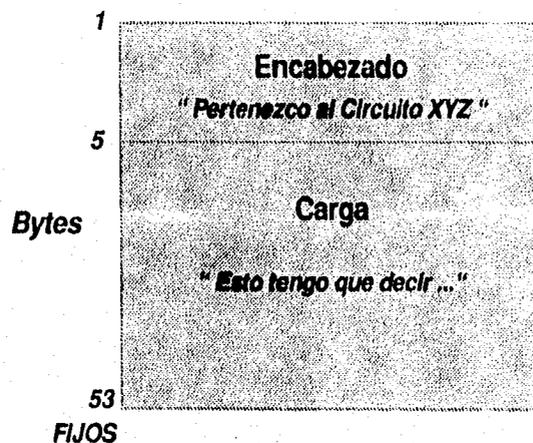


Figura 5-5. Formato de la Celda ATM.

5.2 Implementaciones

5.2.1 Emulación LAN

Para que ATM se pueda utilizarse de manera exitosa hacia el usuario, esta debe proporcionar servicios similares a los de las LANs, a la vez que deberá de ser capaz de conectarse con el cableado, equipos, aplicaciones y protocolos de comunicación de datos existentes. Para satisfacer éstos objetivos, el Grupo de Trabajo del Comité Técnico de Emulación de LAN del Foro ATM ha empezado a trabajar en la especificación de Emulación LAN. Cuando se termine la especificación inicial de Emulación LAN, esta definirá el procedimiento para convertir las direcciones MAC a direcciones ATM, así como, la estrategia para puentear los protocolos existentes a través de una red ATM.

La decisión del Foro del ATM para desarrollar la Emulación LAN usando un paradigma de puenteo presenta varias ventajas importantes sobre un paradigma de enrutamiento :

- a) Un paradigma de puente no requiere modificaciones a los protocolos de la capa de la red y los manejadores que residen en los nodos de la red.
- b) La tecnología de puenteo puede implementarse en hardware de una manera fácil la cual la hace menos cara y más fácil de administrar que la tecnología de enrutamiento.
- c) A través del soporte de una interfase estándar entre un host y su adaptador de red tal como la especificación de Interfase de Manejador de Red (NDIS) o la Interfase Abierta de Enlace de Datos Abierta Datos (ODI), un adaptador de ATM es visto por el host como si se estuviera comunicando a través de una LAN de medio compartido IEEE 802.x.

Cuando se termine la especificación de Emulación de LAN esta definirá cómo una red ATM puede emular una gran parte del protocolo existente IEEE 802.x MAC (Ethernet o Token Ring) de tal forma que los protocolos de más alto nivel (IP, IPX, y otros), puedan usarse sin modificación alguna. El objetivo final de la especificación de Emulación LAN, es el de eliminar la necesidad de realizar algún cambio en los protocolos de las capas más altas existentes.

5.2.1.1 Subcapa de Emulación LAN

Como ya se sabe una LAN IEEE 802.x proporciona un servicio MAC no orientado a la conexión donde cada nodo contiene por el acceso al medio de transmisión físico compartido. Algunas de las características que son comunes a todas las LANs IEEE 802.x son :

- a) Un servicio de entrega no orientado a la conexión basado en " el mejor esfuerzo" .
- b) Una dirección MAC de 48 - bits.
- c) Un espacio de dirección plano.
- d) Soporte de transmisión dirigida a un sólo nodo utilizando una dirección MAC única en forma global.
- e) Soporte de transmisión a varios nodos utilizando una dirección de grupo.
- f) Soporte de transmisión de difusión amplia utilizando una dirección de difusión amplia bien conocida.
- g) Una Interfase de Control de Enlace Lógico IEEE 802.2 (LLC) hacia la capa de red.
- h) Soporte de puenteo transparente.

En contraste, ATM proporciona un servicio de comunicación orientada a la conexión basada en un medio de transmisión punto a punto conmutado. El problema que enfrenta el grupo de trabajo de Emulación LAN del Foro ATM es muy complejo: cómo hacer que una red ATM orientada a la conexión sea vista por los protocolos tradicionales de la capa de la red como una LAN IEEE 802.x no orientada a la conexión.

Para proporcionar un servicio MAC no orientado a la conexión en la parte superior de ATM, una subcapa de Emulación LAN debe definirse con el objeto que emule la operación de una LAN no orientada a la conexión. En la subcapa de Emulación LAN está ubicada en la parte superior de la capa de adaptación ATM (AAL) y emula el servicio LAN haciendo que la red ATM punto a punto conmutada sea vista por el LLC 802.2 como una LAN de medio compartido IEEE 802.x.

La emulación de las LANs, ofrece una características que muchas LANs no pueden, la transmisión en ATM es full-duplex, es decir, una estación ATM puede transmitir y recibir simultáneamente a diferencia de las estaciones Token Ring, Ethernet o FDDI que únicamente transmiten o reciben, pero no simultáneamente. Como consecuencia podemos pensar en que ATM será sumamente útil en situaciones donde exista un alto volumen de tráfico como son servidores de archivo o sistemas de imagen. La emulación de LANs ofrece beneficios adicionales como el tamaño ilimitado de paquetes que pueda manejar ATM comparado con el tamaño manejado por las normas LAN. Aún cuando el paquete está segmentado en celdas, ATM cuenta con las herramientas necesarias para realizar las tareas de segmentación, por lo que el desempeño en general del sistema se verá mejorado de manera notable.

5.2.2 LANs Virtuales

En una LAN tradicional IEEE 802.x, el tráfico se transmite a todas las estaciones a través de el medio físico compartido con cada estación determinando qué paquetes debe recibir y qué paquetes debe descartar. En una red ATM, cada segmento LAN puede emularse utilizando un modelo cliente - servidor permitiendo que un selecto grupo de nodos ATM (clientes) puedan integrarse a un servicio de emulación LAN (servidor). Cada LAN se compone de todos los nodos que se han integrado al servicio particular de emulación LAN. Un sistema terminal se configura como un miembro de un sólo servicio de emulación LAN mientras que un sistema intermedio, tal como, un ruteador, pertenece a múltiples servicios de emulación LAN y proporciona conectividad entre cada una de las LANs emuladas.

La Figura (5-6) muestra una red ATM compuesta de tres segmentos LAN separados de ATM: Segmento A, Segmento B y Segmento C. Cada uno de los miembros de un segmento particular LAN, es un miembro del mismo servicio de emulación LAN.

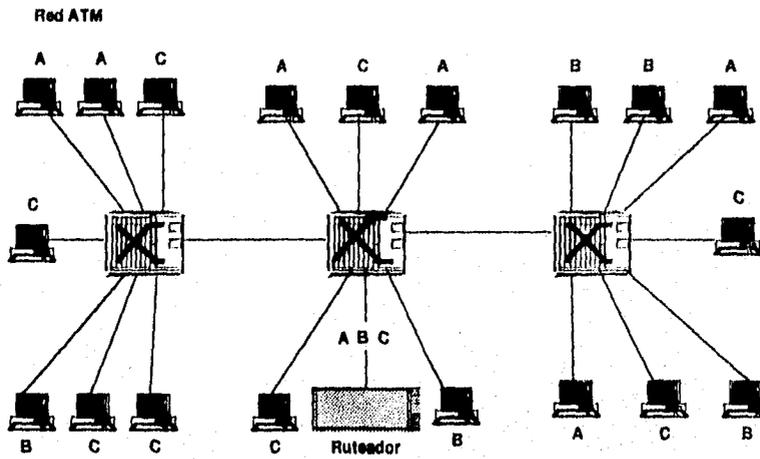


Figura 5-6. LANs Virtuales utilizando un Servicio de Emulación LAN.

Existen tres conceptos importantes en la Figura (5-7) que deben comprenderse :

- a) Los nodos de red pueden ser miembros del mismo servicio de emulación LAN (segmento LAN ATM) aún en el caso de que estos se conecten a diferentes conmutadores en la red, siempre y cuando los conmutadores estén interconectados.

- b) El tráfico destinado a los nodos terminales en el mismo segmento LAN se encuentra puentado por el servicio de emulación LAN. Esto significa que el tráfico entre dos nodos ATM nativos en el segmento C está puentado.
- c) El tráfico destinado a los nodos terminales sobre diferentes segmentos LAN debe enrutarse. Esto significa que se requiere que cada servicio de emulación LAN enrute el tráfico entre nodos en los segmentos A y B hacia el ruteador.

Puesto que la membresía en un segmento LAN ATM se define a través de la membresía lógica hacia un servicio de emulación LAN más que una conexión física a un segmento LAN, el término LAN virtual con frecuencia describe un segmento LAN ATM. Una LAN virtual es un grupo de estaciones de trabajo que se encuentran conectadas lógicamente en lugar de estar conectadas físicamente en la red.

El concepto de LANs virtuales soporta movilidad terminal y un aumento en la flexibilidad en la administración de la red. Utilizando herramientas de software de administración, un administrador de red puede, de manera sencilla, agregar o reconfigurar nodos o segmentos de una sola LAN virtual, aún cuando los nodos o segmentos se encuentren esparcidos en toda la organización.

Otra manera posible de implementación de ATM, es la de una troncal, interconectando varias LANs, como Ethernet, Token Ring y FDDI. Las razones del por qué ATM puede funcionar adecuadamente como un servicio troncal son:

- a) Facilidad de interfase común para todo tipo de conexiones, incluyendo interconexión LAN-WAN.
- b) El ancho de banda asociado al conmutador es mayor o equivalente a la suma de todos sus enlaces, ofreciendo así un servicio ininterrumpido, ya que la red nunca se verá saturada por tráfico.
- c) Baja latencia punto a punto, basada en conmutación de hardware (física).
- d) Ancho de banda escalable, incrementos en enlaces de ancho de banda fácilmente implementables.
- e) Necesidades mínimas de administración, la implementación de los conceptos de redes virtuales ofrecen mayor responsabilidad y seguridad.
- f) El flujo de tráfico no necesita ser balanceado ya que se tiene un ancho de banda asegurado y constante.

Otro medio es el acceso remoto, reemplazando WANs existentes. La relación de transmisión de ATM es mucho mayor que la gran parte de las WANs existentes en la actualidad, incluyendo X.25, Frame Relay y conexiones dedicadas punto a punto que utilizan protocolos como PPP y HDCL. Además de que ATM soporta aplicaciones de multimedia sumando a todos los demás servicios remotos, eliminando así un posible costo adicional de redes paralelas o redes separadas.

Se tiene contemplado que para fines de 1996 o antes se emplee BISDN y alrededor de 1999, éste se emplee públicamente. Los factores que acelerarán dicho avance serán la instalación generalizada de fibras ópticas y el uso extensivo de SDH.

5.2.3 Utilización Inicial de la Tecnología ATM

La tecnología ATM puede emplearse en un amplio rango de productos que se pueden utilizar en todo el ambiente de la computación y de las telecomunicaciones. Cuando la tecnología ATM se utilice por completo, promete integrar comunicaciones de voz, video y datos a través de una sola LAN, MAN y WAN integrada. Es fácil observar por qué los proveedores, analistas de la industria y el prensa comercial siguen haciendo alusión al concepto "Revolución ATM". Dicha revolución presuntamente, reemplazará a la tecnología actual junto con todas sus deficiencias, con una nueva tecnología que resolverá todos los problemas de telecomunicaciones en un instante. Sin embargo, la realidad indica que esta revolución será más que otra cosa una evolución y que los cambios en un inicio no serán tan dramáticos.

El consenso de la industria de la comunicación de datos es que ATM inicialmente aparecerá las redes privadas a nivel de campus ó edificio y, poco a poco, migrará al ambiente LAN y, eventualmente al ambiente WAN. (ver Figura 5-7).

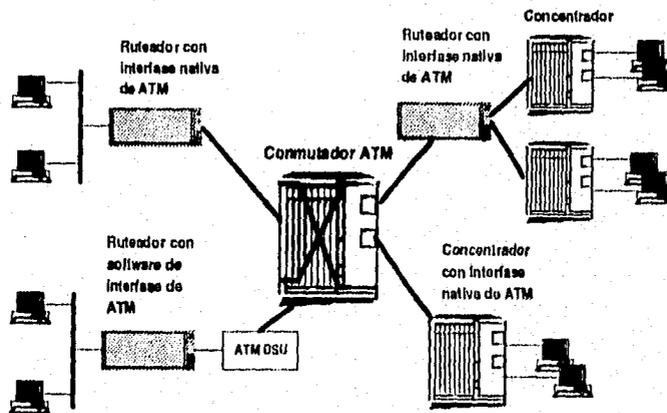


Figura 5-7. Utilización de la Tecnología ATM en una Red Campus-Edificio.

Existen varias razones de tipo tecnológico y financiero que soportan el uso inicial de ATM en el ambiente campus-edificio :

- a) La utilización a nivel campus-edificio proporciona una solución inmediata a uno de los problemas más complejos a los que se enfrenta un administrador de la red -la necesidad de una forma más rápida para interconectar LANs que proporcionen gran escalabilidad para un diseño flexible de red. La instalación de equipo ATM a nivel campus ofrece un incremento inmediato en ancho de banda donde se necesite el más alto rendimiento.
- b) La utilización de ATM a nivel campus posee el menor riesgo tecnológico. El costo inicial es relativamente bajo, el hardware de las estaciones de trabajo y protocolos no tienen que modificarse, un mínimo número de estándares ATM son suficientes y sólo una pequeña parte del personal debe capacitarse.
- c) La disponibilidad de tarjetas adaptadoras LAN ATM permite que esta tecnología se extienda hasta el usuario. Sin embargo, los adaptadores ATM son caros y en la mayoría de los casos proporcionan más ancho de banda que una PC típica de escritorio o estación de trabajo es capaz de utilizar. No tiene sentido conectar una PC con un bus que opera en un rango de 8 hasta 33 MHz a una red que puede operar a más del doble de esa velocidad. Como resultado, aparentemente los servidores de alto desempeño más que las estaciones de trabajo utilizarán adaptadores ATM para descongestionar los cuellos de botella ofreciéndoles una conectividad directa hacia los conmutadores ATM.
- d) El surgimiento de versiones mejoradas de tecnologías convencionales tales como 100BASE-T, 100VG-AnyLAN, FDDI a través de cobre, FDDI-II, FDDI Follow-on LAN (FFOL), y Ethernet conmutado causarán que disminuya la demanda de ATM hacia el usuario.
- e) Cada celda ATM tiene un 9.4 % de información no útil (un encabezado de 5 octetos / una celda de 53 octetos = 9.4%). Esto significa que el 9.4 % de los bits que se transmiten en una red ATM constituyen en encabezado de la información y que sólo el 90.6 % de los bits transportan información de usuario. Cuando ATM se compara con otras tecnologías, las cuales contienen una información no útil de 1 % o 2 %, es evidente que ATM no hace uso eficiente de su ancho de banda. Por lo tanto, la tecnología ATM no es adecuada en aplicaciones que operan sobre facilidades de transmisión con velocidades de transferencia de información menores a una señal T3 (45 Mb/s) o E3 (34 Mb/s) debido a la que la eficiencia será muy baja. No se espera un amplio uso de ATM en el ambiente WAN hasta que las líneas de muy alta velocidad se conviertan en un estándar para enlaces punto a punto.

- f) Los problemas críticos de administración de congestión y control de flujo en una red ATM siguen sin resolverse. El uso de ATM en las WANs requiere de una solución que se base en estándares aceptados internacionalmente. Desafortunadamente, no se vislumbra que se pueda llevar a cabo una decisión hasta la segunda mitad de esta década debido a que es necesario realizar investigaciones, se deben hacer propuestas a través de grupos de trabajo, el Foro ATM, así como, organizaciones internacionales dedicadas a la generación de estándares deben llegar a un acuerdo para solucionar estos problemas. Por fortuna, aparentemente las funciones de administración de congestión y control de flujo no son la fuente de problemas significativos en una red ATM a nivel de campus o edificio.

5.2.4 Migración de una red de Edificio / Campus hacia ATM

Cuando se toma en cuenta la evolución de una red edificio/campus existente hacia ATM, la estrategia de migración que se utilice deberá ofrecer los siguientes beneficios:

- a) Construir utilizando tecnologías actuales y en surgimiento, para satisfacer necesidades del presente y del futuro.
- b) Utilizar nueva tecnología sólo en las partes de la red que así lo necesiten.
- c) Migrar la red en una serie de etapas a un costo incremental mínimo.
- d) Ofrecer una estrategia de actualización que sea económica por medio de la utilización de plataformas y arquitecturas de interconexión de redes estén disponibles en la actualidad.
- e) Implementar sistemas de conectividad de baja-latencia en el grupo de trabajo y la troncal de campus para un mejor desempeño.
- f) Implementar nuevas facilidades que estén implementadas sobre mejoras anteriores sin pérdida de funcionalidad.
- g) Actuar de manera natural, paso a paso, que permita la integración de troncales ATM con las redes LANs existentes, para así proteger la inversión.
- h) Mantener conectividad sin "parches" a través de toda la configuración.
- i) Simplificar la función de la administración de la red.

5.2.4.1 Plan de Migración en Tres Etapas

Como parte de la evolución desde una sola LAN por edificio a LANs separadas en cada piso, muchos administradores de red han reconfigurado sus redes distribuidas en troncales colapsadas. Una configuración de troncal colapsada elimina el ruteador en cada piso, concentrando todas las conexiones en un sólo dispositivo en el sótano, junto con un grupo de servidores de "high-end" conocidos como un servidor Farm. Esta arquitectura, la cual se ilustra en la Figura (5-8),

"colapsa" de manera efectiva la troncal distribuida en un backplane de alta-velocidad de el ruteador central. El backplane del ruteador central puede transferir la información entre segmentos LAN hasta 80 veces más rápido que en una troncal Ethernet distribuida, y 8 veces más rápido que una troncal FDDI.

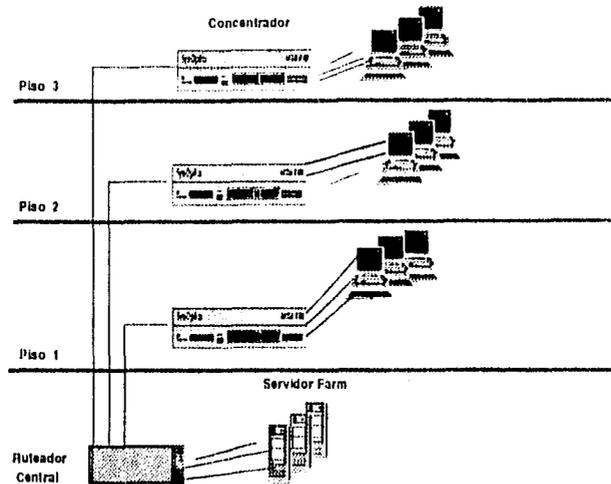


Figura 5-8. Arquitectura de una Troncal Distribuida.

En una configuración típica, la troncal colapsada se utiliza en configuración estrella en la cual los sistemas terminales se conectan con cable de par trenzado sin blindaje (UTP) hacia los concentradores en cada piso. Los concentradores en cada pisos se interconectan verticalmente a través de uno de los pares de fibra óptica en un mazo que contiene un enlace entre repetidores con fibra óptica (FOIRL). Los segmentos LAN del servidor farm están directamente conectados al ruteador troncal colapsada en el sótano.

La migración de una red troncal colapsada hacia ATM se lleva a cabo de una manera económica en tres etapas :

5.2.4.1.1 Etapa 1 : Troncal Colapsada con LANs Virtuales y Grupos de Trabajo

La primera etapa de la estrategia de migración hacia ATM no involucra necesariamente el uso de ATM. Para reducir costos, se debe aprovechar la base instalada de tecnologías LAN, y simplificar la función de administración de la red. El objetivo de la estrategia de migración es la de utilizar nuevas tecnologías sólo en las partes de la red donde sean necesarios mayores anchos de banda sin recurrir a mejoras de caras y riesgosas.

5.2.4.1.1.1 Incrementar la Segmentación LAN

A medida que crece la demanda de ancho de banda, el tener todos los recursos en un piso compartiendo un sólo segmento LAN puede llevar de una manera rápida a la formación de un cuello de botella en la red. La solución tradicional a éste problema es segmentar cada piso en múltiples segmentos LAN y proporcionar a cada segmento su propio enlace de bajada hacia el ruteador central. La Figura (5-9) muestra dicha configuración con tres segmentos LAN (E1, E2 y M1) utilizados en el tercer piso, dos segmentos LAN (E3 y F) utilizados en el segundo piso, y un sólo segmento LAN (M2) utilizado en el primer piso.

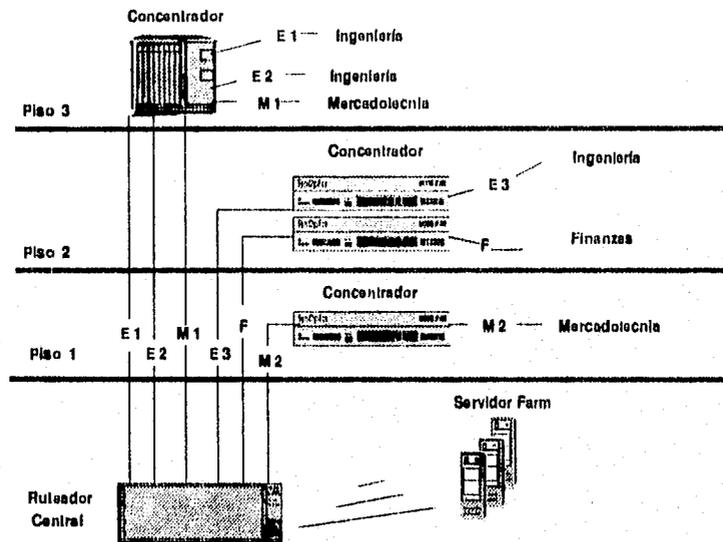


Figura 5-9. Troncal Colapsada con múltiples LANs en el segundo y tercer pisos

Esta solución simplemente requiere la adición de un enlace inferior por cada LAN o segmento LAN entre el concentrador del piso y el ruteador central. En la Figura (5-10), el uso de múltiples enlaces inferiores triplica de manera efectiva el ancho de banda disponible en el tercer piso y duplica el ancho de banda en el segundo piso.

Es importante notar que los enlaces inferiores adicionales no necesariamente requieren la instalación de nuevo cableado, ya que muchos edificios tienen cableado por fibra óptica de repuesto que están listos para utilizarse.

Sin embargo, existen dos factores importantes que establecen límites en cuanto al número de enlaces inferiores que pueden instalarse:

- a) El primer factor es la limitación física -la capacidad de los puertos del ruteador. El administrador de la red debe asegurarse que el dispositivo de la troncal colapsada tenga suficientes puertos para soportar tanto los enlaces inferiores existentes como los que se instalarán en un futuro cercano en cada uno de los pisos.
- b) La segunda limitación es la gran complejidad en cuanto a la administración de la red. A medida que la segmentación aumenta el funcionamiento de la red mejora. Sin embargo, esto también significa que ahora hay más redes LANs que administrar. Por ejemplo, si IP se utiliza como protocolo de la capa de red, cada segmento nuevo requiere su propio número de red IP, complicando la administración y saturando los números de red IP de la organización. Por supuesto, el administrador de red puede optar por emplear subredes para conservar el número de direcciones IP de la organización, sin embargo esto aumenta la complejidad de la administración de la red. En cualquier caso, las estaciones terminales podrían necesitar que se les asigne nuevas direcciones IP.

Para reducir la complejidad, el administrador de red puede optar por agrupar los enlaces de bajada asociados con cada uno de los tres diferentes grupos de trabajo y conectarlos a un puente. El puente para cada grupo de trabajo podría a su vez conectarse a un puerto en el ruteador troncal colapsada. El puenteo de los tres segmentos del departamento de Ingeniería en una red lógica requiere de un sólo número de red IP, y el ruteador aísla al grupo de trabajo de ingeniería de los grupos de trabajo de los departamentos de Mercadotecnia y Finanzas. Esta configuración se muestra en la Figura (5-10).

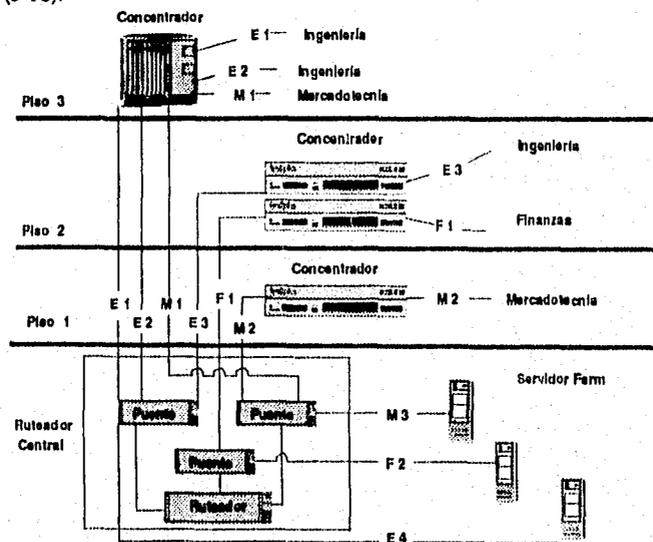


Figura 5-10. Troncal Colapsada con Puentes Externos.

Desafortunadamente, ésta configuración no proporciona una solución económica y escalable al problema :

- a) La instalación de puentes extras reduce el desempeño agregando un retardo adicional al tráfico que viaja a través de la infraestructura vertical.
- b) Si el puerto que conecta a un puente externo con el ruteador no proporciona una capacidad adicional igual a la suma de los enlaces inferiores conectados a éste, el tráfico puenteado puede congestionarse.
- c) La compra de puentes externos con una interfase de alta-velocidad incrementa el costo del hardware de la red.

5.2.4.1.1.2 LANs Virtuales y Grupos de Trabajo

Los problemas referentes al puenteo anteriormente mencionados pueden solucionarse agregando una facilidad de "Agrupación de Puertos" al ruteador de la troncal colapsada. Dicha facilidad proporciona una función de puenteo entre los diferentes enlaces inferiores la cuál es interna al ruteador troncal colapsada. A cada segmento de LAN puenteado se conoce como una LAN Virtual.

Existen varias ventajas en la utilización de LANs Virtuales que se enuncian a continuación :

- a) Una LAN virtual que toma más de un puerto del puente/ruteador es vista por la red como un único segmento de LAN lógico. La ventajas de enrutamiento multiprotocolo se mantienen debido que el administrador de la red puede enrutar el tráfico entre las diferentes LANs virtuales.
- b) Puesto que la interfase entre la función de puenteo y la función de enrutamiento es interna al puente/ruteador central, no existe retardo adicional en la infraestructura vertical debido a que la capacidad adicional de la interfase soporta sus enlaces inferiores conectados.
- c) Asignando un único número de red IP a cada LAN virtual elimina la complejidad de la segmentación en los diferentes pisos, ya que no existe la necesidad de cambiar las direcciones de las estaciones terminales.
- d) La utilización de LANs virtuales ahorra tiempo invertido en la administración de la red debido a que los grupos de trabajo pueden configurarse por software en el ruteador central sin hacer ningún cambio en el cableado.

La Figura (5-11) muestra un ejemplo de una troncal colapsada construída con un ruteador que soporta LANs virtuales. En la figura, la troncal del edificio conecta dos grupos de Ingeniería y uno de Mercadotecnia en el tercer piso, un grupo de Ingeniería y uno Finanzas en el segundo piso y un grupo de Ingeniería y uno de Mercadotecnia en el primer piso. Cada uno de éstos grupos tiene su propio segmento de LAN.

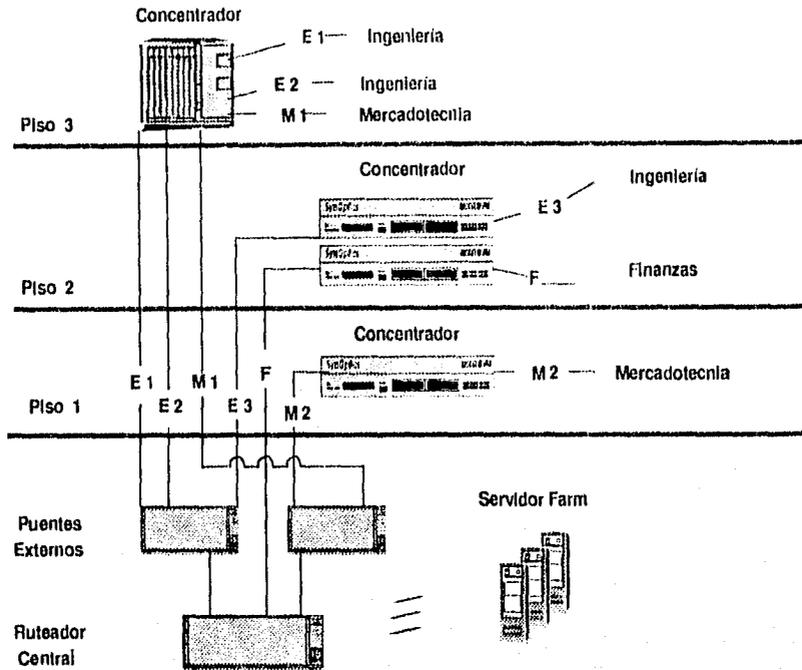


Figura 5-11. Ejemplo de Grupos de Trabajo Virtuales en el ruteador central.

Usando las características de una LAN virtual, todos los grupos de Ingeniería se combinan en una sola LAN lógica, a pesar de que físicamente están divididas dentro de tres segmentos distribuidos en los dos pisos. Para simplificar la administración de la red, se le asigna a ésta LAN virtual un solo número de red IP en lugar de tres. De manera similar, los segmentos de Mercadotecnia en el primer y tercer pisos puede configurarse como una sola red lógica con un número de red. Cada servidor "high-end" en el servidor farm está conectado a LAN virtual asociada con su grupo de trabajo primario por medio de la función de puenteo interno soportado por el ruteador de troncal colapsada.

5.2.4.1.1.3 Grupos de Enrutamiento.

Cuando el tráfico de la red expande entre los edificios en un ambiente campus, el resultado es un aumento en la demanda de ancho de banda en la troncal campus. Los administradores de la red normalmente, como respuesta a esta situación a cuello de botella conectan los edificios con una sola red troncal FDDI a 100 Mb/s de medio de transmisión compartido. Sin embargo a medida que crece la red, cada edificio puede tener cientos de dispositivos conteniendo por ancho de banda de la troncal de medio-compartido entre los diferentes edificios. Otro problema es que los usuarios y los grupos de trabajo con mucha frecuencia necesitan reubicarse dentro del campus, mientras que el servidor con el que se comunican principalmente permanece en un servidor farm en otro edificio. Como consecuencia, la troncal del campus se puede convertir en un cuello de botella.

Para permitir el crecimiento así como disminuir la congestión, puede utilizarse un concentrador de conmutación para crear grupos de ruteadores. Un grupo de ruteadores se implementa por medio de la instalación de un enlace privado conmutado de alta-velocidad entre los ruteadores para permitir que la interconexión de redes sea escalable. Se requiere que cada uno de los ruteadores en el grupo soporte una interfase de alta-velocidad, así como un rendimiento del sistema necesario para una máxima eficiencia en esa interfase.

La Figura (5-12) muestra tres alternativas de configuración de troncal campus que pueden proporcionar una mejora muy significativa en cuanto a funcionamiento cuando se comparan con una sola red troncal FDDI a 100 Mb/s con medio de transmisión compartido.

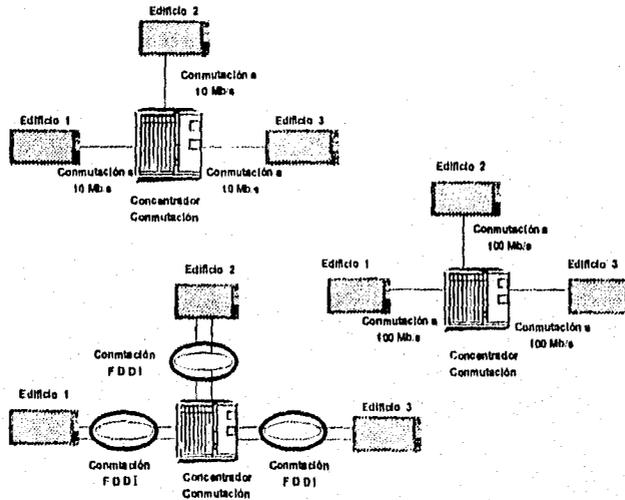


Figura 5-12. Implementación de Grupos de Ruteadores en un campus con concentradores de conmutación.

El concentrador de conmutación permite que cada edificio tenga un enlace de campus privado compuesto, ya sea por una red Ethernet a 10 Mb/s, un Ethernet a 100Mb/s, o una interfase FDDI a 100Mb/s. Es importante notar que los grupos de ruteadores pueden emplearse sin hacer ningún cambio en el hardware o software en la estación terminal.

Otro método es utilizar ATM en una troncal campus. Este método emplea un conmutador de celdas ATM ya sea un ATM DXI o una interfase ATM nativa en cada uno de los ruteadores de la troncal colapsada. La interfase ATM DXI funciona a velocidades de hasta 52 Mb/s mientras que una interfase ATM nativa soporta velocidades desde 155Mb/s hasta 2.5 Gb/s y mayores. También es importante notar que un grupo de ruteadores basado en ATM puede crearse sin necesidad de hacer ninguna modificación en hardware o software en la estación terminal. El ruteador de troncal colapsada en cada edificio proporciona conectividad entre las LANs tradicionales y la troncal de campus ATM. En la figura (5-13) se muestra esta implementación.

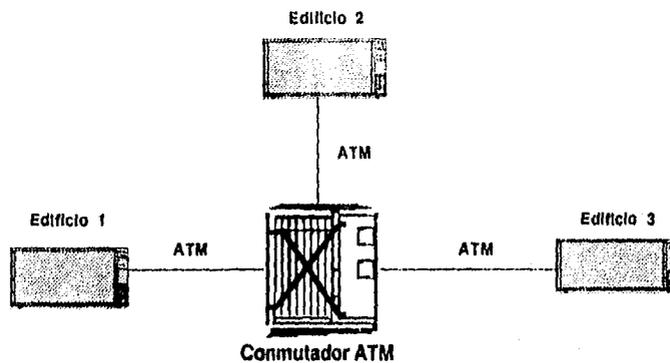


Figura 5-13. Ruteador troncal colapsado que conecta a las LANs tradicionales y la troncal campus ATM.

5.2.4.1.2 Etapa 2 : Troncal Colapsada con Enlaces Internos de Alta-Velocidad.

Como se ha visto, el incrementar el ancho de banda disponible en los grupos de trabajo individuales significa aumentar la segmentación LAN de cada uno de los pisos. Eventualmente, el administrador de la red llegará a un punto en el que ya no cuente con fibras ópticas de repuesto en el cableado de la red o que ya no existan puertos físicos disponibles en el ruteador. En este punto, el adicionar segmentos o enlaces inferiores se vuelve impráctico.

La Etapa 2 de la estrategia de migración resuelve este dilema utilizando enlaces inferiores de alta velocidad para reemplazar a múltiples enlaces inferiores de segmentos LAN más lentos. Como se verá, los enlaces inferiores de alta-velocidad pueden emplear tecnología FDDI, Fast Ethernet o ATM.

El administrador de la red puede aún continuar incrementando el desempeño total de la red en cada piso por medio de más segmentación horizontal sin la necesidad de cambiar el hardware o software en cada uno de los usuarios.

Para dar soporte a enlaces inferiores de alta-velocidad, el funcionamiento del procesamiento de trama por puerto del ruteador troncal colapsada necesita incrementarse en un factor de 10 aproximadamente. Existen varias formas para llevar este escalamiento en cuanto a la operación de la red. Todas éstas requieren la distribución, a cierto nivel, de la función de enrutamiento dentro de la troncal colapsada.

Enlaces Inferiores FDDI

La Figura (5-14) muestra un ejemplo de una solución única de enlace inferior de alta velocidad utilizando FDDI, un concentrador de conmutación ATM y un ruteador con troncal colapsada. Es importante notar que no se está empleando una arquitectura de enrutamiento distribuido. El concentrador de conmutación proporciona enlaces inferiores FDDI a 100 Mb/s configurados como dos segmentos FDDI, con cada segmento definiendo un grupo de trabajo separado. Cada servidor "high-end" en el servidor farm se une al segmento de FDDI asociado con su grupo de trabajo primario por medio de un puente-por-puerto o concentración de FDDI con el concentrador de conmutación.

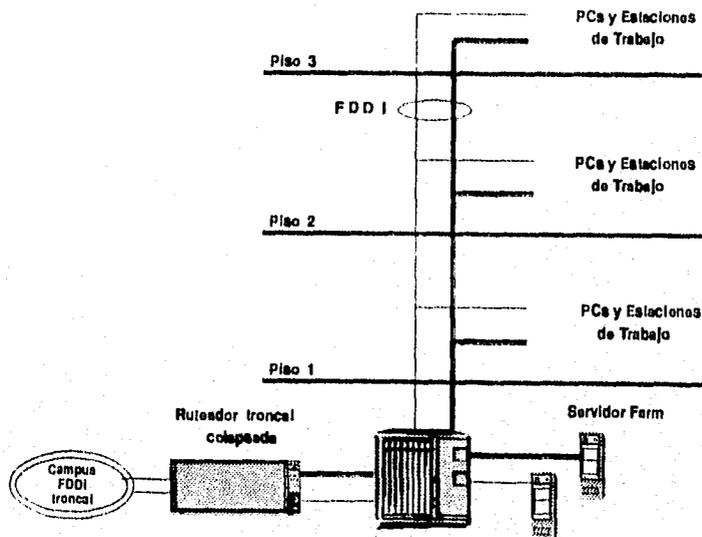


Figura 5-14. Enlaces Inferiores FDDI a través de un Concentrador a un Ruteador de Troncal.

El ruteador de troncal colapsada proporciona la función de enrutamiento total entre los segmentos FDDI, y una troncal campus FDDI. Esto resulta en dos grupos de trabajo operando a una velocidad extremadamente alta dentro de un edificio el cual cuenta con paredes protegidas contra fuego entre ellas y el campus troncal. El funcionamiento se escala distribuyendo el enrutamiento de tramas dentro del grupo de trabajo hacia el concentrador de conmutación, asignando a la vez la función más compleja de determinación de la ruta al ruteador de troncal colapsada.

Enlaces Inferiores Fast-Ethernet

En la actualidad FDDI no es la única tecnología madura de LAN de alta-velocidad que puede utilizarse como un enlace inferior para conectar tanto segmentos LAN Ethernet como Token Ring. Sin embargo, en un futuro muy cercano, estará disponible la tecnología 100BASE-T Fast Ethernet. Fast Ethernet soportará conexiones de bajo costo de grupos de trabajo a 100Mb/s y de enlaces inferiores a través del cableado Ethernet existente.

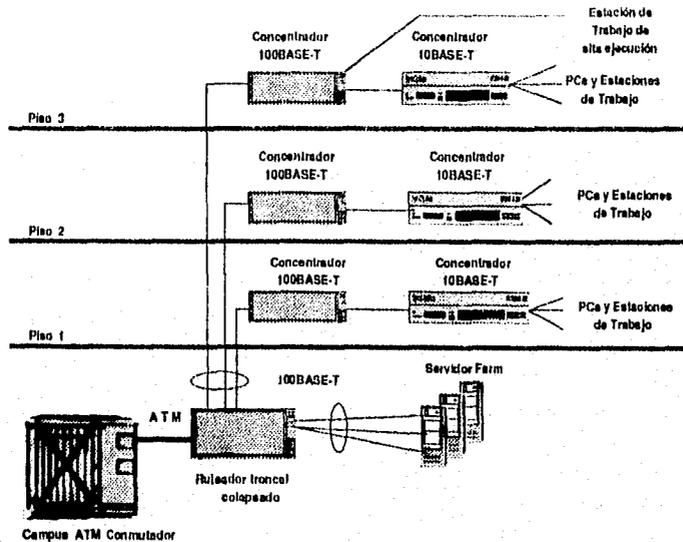


Figura 5-15 Enlaces Inferiores 100BaseT hacia una troncal colapsada.

La Figura (5-15) muestra un ejemplo de una solución de enlace inferior a alta velocidad utilizando concentradores 10BASE-T, concentradores de conmutación de piso de 100BASE-T, un ruteador de troncal colapsada y una troncal campus ATM. Los concentradores de piso 100BASE-T proporcionan los enlaces inferiores Ethernet de 100Mb/s desde los concentradores de 10BASE-T hacia el ruteador de troncal colapsada, así como también acceso a 100Mb/s hacia estaciones de trabajo de alta velocidad.

La mayoría de los concentradores 100BASE-T tendrán como mínimo uno, y la posibilidad de muchos, puertos de conmutación o puenteo 10/100 de bajo costo sobre una tarjeta para conectar los nodos 100BASE-T con las LANs tradicionales 10BASE-T existentes instaladas en cada piso. Los tres enlaces inferiores 100BASE-T están configurados como tres segmentos separados cada uno de ellos definiendo un grupo de trabajo independiente. Cada servidor "high-end" en servidor farm esta conectado al segmento asociado con su grupo de trabajo primario por medio de la función de la LAN virtual que esta soportada por el ruteador de troncal colapsada.

Enlace Inferior ATM de Alta Velocidad.

Un problema que eventualmente tendrá que resolverse con respecto a los enlaces inferiores LAN es que todos los segmentos conmutados en un enlace inferior en particular debe utilizar el mismo número de red o deberán tener una función total de ruteador en cada extremo de enlace inferior. Por supuesto que se pueden utilizar enlaces inferiores en cada piso pero éste método eventualmente, provocará un problema de densidad a medida que se incrementa el número de segmentos en la LAN.

La interfase por fibra óptica multimodo 155 Mb/s especificada por el Foro ATM esta diseñada para utilizar el cableado de fibra óptica multimodo existente en el edificio. Dicha interfase ofrece una tecnología ideal para el mejoramiento de los enlaces inferiores tanto en velocidad como en capacidad.

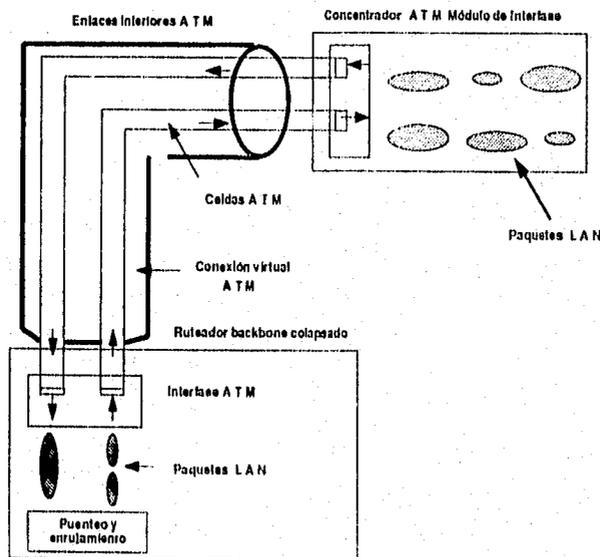


Figura 5-16. Conexión Troncal utilizando Enlaces Inferiores ATM.

En la Figura (5-16), se muestra la tecnología ATM utilizando conexiones virtuales dedicadas que operan en forma paralela entre sí en lugar de conexiones en serie compartidas. ATM no solamente ofrece un enlace inferior a una velocidad de 155 Mb/s, sino que también permite una segmentación LAN significativamente mayor sin necesidad de desperdiciar cableado de fibra óptica. Un sólo enlace inferior ATM puede soportar de 15 a 30 LANs Ethernet o de 10 a 20 de LANs Token Ring a 16 Mb/s en cada piso. Puesto que cada LAN mantiene una conexión virtual distinta dentro del enlace inferior, cada segmento puede identificarse por medio del ruteador. Esto permite al administrador de la red el número de trabajos virtuales como si cada segmento tuviera un enlace inferior físico independiente. La conversión entre los paquetes LAN y las celdas ATM en el enlace inferior.

Interfases del Concentrador y del Ruteador

Por fortuna, la interfase de ATM a 155 Mb/s puede implementarse de una manera económica por medio de la simple adición de nuevos módulos de interfase en el ruteador de troncal colapsada y en los concentradores de cada piso. Debido a que la interfase ATM a 155 Mb/s esta basada en los estándares de Foro ATM, ésta tecnología será compatible con equipo de un gran número de fabricantes.

La interfase ATM en los concentradores de cada piso convierte el tráfico de Ethernet y Token Ring en celdas de ATM. Cuando el concentrador recibe las celdas provenientes del enlace inferior, el módulo de interfase del concentrador lleva a cabo el proceso contrario, reensamblando celdas ATM en paquetes LAN para su transmisión hacia las estaciones de trabajo de los usuarios. La interfase nativa ATM en el ruteador funciona de la misma forma que la interfase ATM en el concentrador de cada piso convirtiendo los paquetes en celdas y viceversa.

Cada segmento LAN en un piso se explora en una conexión virtual ATM separada que esta identificada en cada encabezado de celda ATM. El ruteador deriva la identificación del segmento LAN de los campos VPI/VCI contenidos en el encabezado de celdas ATM. Esto asegura que la función de enrutamiento y puenteo de paquetes se lleve a cabo adecuadamente.

Extensión de Grupo de Trabajo Virtual.

La utilización de un enlace inferior ATM permite que se mejore y extienda el concepto de trabajo virtuales. El ruteador trata a cada conexión virtual en un enlace inferior ATM como un puerto lógico. Por lo tanto, el agrupamiento de puertos físicos se convierte en el agrupamiento de los

puertos lógicos en la etapa 2. Todas las funciones que normalmente están asociadas con un puerto físico se aplican a cada uno de los puertos lógicos, como se muestra en la Figura (5-17).

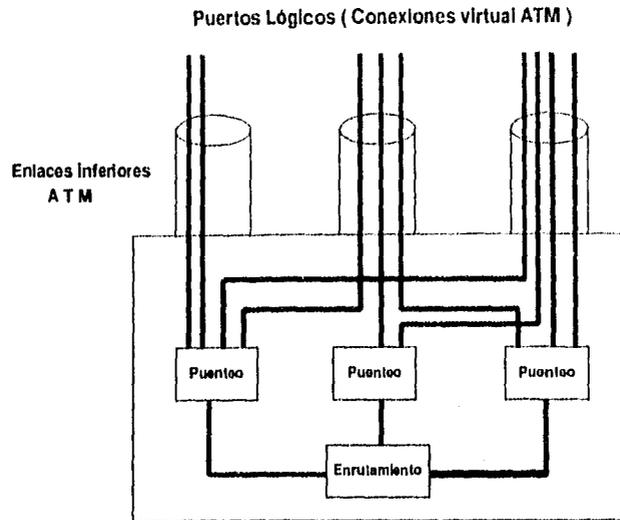


Figura 5-17. Grupos de Trabajo Virtuales utilizando Enlaces Inferiores ATM.

Esta extensión aumenta en varios órdenes de magnitud la densidad efectiva de puertos del ruteador. Todas las ventajas de los grupos de trabajo virtuales se siguen aplicando a medida que el número de segmentos LAN en los diferentes pisos aumenta y las LANs tradicionales continúan soportándose.

5.2.4.1.3 Etapa 3 : Mejoramiento de la Troncal Colapsada utilizando ATM enrutado

La tercera etapa y última de la estrategia de migración involucra la utilización de conmutación ATM para "cross-conectar" segmentos LAN y grupos de ruteadores para formar una troncal campus ATM.

El enlace inferior ATM estandarizado descrito en la sección anterior puede conectarse a un conmutador ATM, proporcionando al administrador de red la habilidad de "cross-conectar" cada canal virtual y, por lo tanto, cada segmento LAN hacia un ruteador o puerto de ruteador específico. Dicha configuración se muestra en la Figura (5-18).

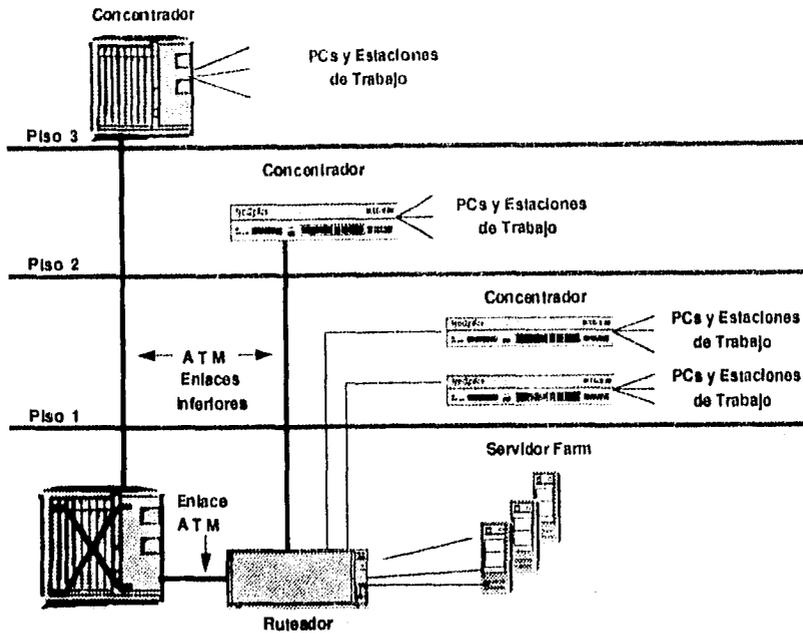


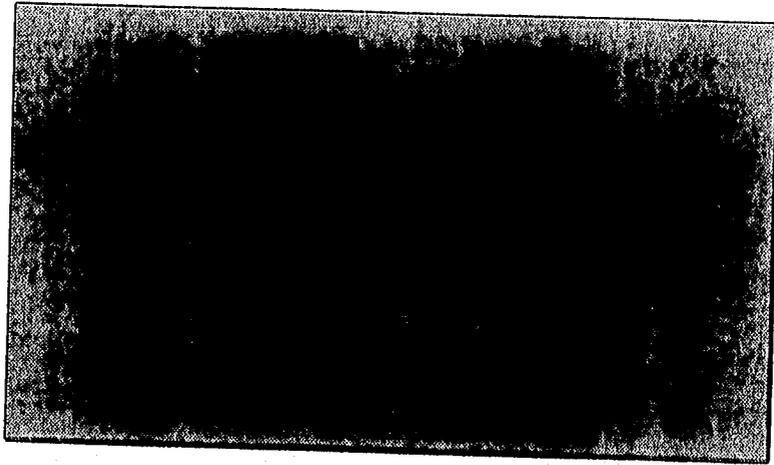
Figura 5-18. Utilización de un Conmutador ATM para "cross-conectar" segmentos LAN.

La función de "cross-conectar" segmentos LAN mejora el funcionamiento de la red debido a que la carga de tráfico se comparte entre todos los ruteadores. El hecho de dividir la carga entre los concentradores y ruteadores tiene también la ventaja de proteger a la red contra fallas en los componentes. Además, es posible la función de "homing" de segmentos, -por ejemplo, todos los segmentos LAN que forman un grupo de trabajo virtual pueden dirigirse o "homed" hacia un solo ruteador. De ésta forma, el administrador de la red puede cambiar los segmentos "homing" sin tener que modificar la red física.

Determinación de la Ruta en Sistemas Terminales ATM.

Existen dos componentes principales de un conmutador ATM al primero se le llama enrutamiento de celdas o lógica de "cross-conexión" digital, el cuál, hasta ahora, ha recibido una gran atención y se le ha invertido un mayor tiempo en desarrollo. En general una vez que se ha establecido un canal virtual, los conmutadores ATM tienen una velocidad excepcionalmente alta, así como una capacidad de enrutamiento de celdas con un latencia muy baja.

El otro componente funcional de un conmutador ATM es la determinación de la ruta, el cual establece los canales virtuales sobre los que se transmite la información. En ambientes LAN actuales, la determinación de la ruta se lleva a cabo de manera automática a través de la máquina de enrutamiento en el ruteador de troncal colapsada. Este nivel de funcionalidad automática también es necesaria en el ambiente ATM. Puesto que los sistemas terminales utilizan protocolos muy diferentes (TCP/IP, IPX, AppleTalk y otros), es necesario que la función de la determinación de la ruta sea dependiente del protocolo. La forma más fácil de llevar a cabo esta tarea es agregando ATM a la lógica de determinación de ruta multiprotocolo que se ha desarrollado en forma muy extensiva que ya reside en la máquina de conmutación de troncal colapsada. Ya han empezado a surgir métodos estandarizados de emulación LAN y determinación de ruta a raíz de la labor que está llevando a cabo el grupo de trabajo de emulación LAN del Foro ATM y por el IETF (Internet Engineering Task Force) sobre enrutamiento a través de ATM.



CONCLUSIONES

La evolución de las tecnologías en las redes locales está orientada concretamente al concepto de las redes conmutadas (*Local Area Network Switching*) para evitar los cuellos de botella que se forman conforme se va integrando un mayor número de usuarios a las redes departamentales dentro de las grandes organizaciones. Esto significa que se han buscado nuevos dispositivos o tecnologías que complemente las actuales servicios que se ofrecen a través de tecnologías Ethernet, Token Ring o inclusive FDDI.

El desarrollo de dispositivos de conmutación o switcheo tanto para Ethernet como para Token Ring será una solución económicamente atractiva comparada con tecnologías más maduras como FDDI, donde se utiliza fibra óptica. Esta última tecnología sobrevivirá a través del tiempo, pero cumpliendo con funciones de interconexión entre edificios y campus corporativos, más que con funciones de sistema centralizado (troncal colapsada). El concepto de conmutación en redes será muy importante para el mercado.

La evolución de ATM (*Asynchronous Transfer Mode; Modo de Transferencia Asíncrona*) será algo trascendental, sobre todo en lo referente a telecomunicaciones y al mercado de cómputo, ya que permitirá finalmente la convergencia tan anhelada por los usuarios de servicio de voz, datos e imagen integrados por un sólo dispositivo que los puede administrar de manera inteligente. Concretamente en México, la evolución y el posicionamiento de la tecnología ATM se dará, a nivel local.

El concepto de concentrador ATM, es una evolución del concentrador tradicional para los edificios corporativos, será muy importante, ya que ofrecerá un medio de transporte sumamente eficiente y sobre todo, preparado para una infraestructura de conexión de otros servicios, como voz e imagen. Esta es la plataforma que empezaremos a ver en algunos clientes corporativos, más que esperar un posicionamiento inmediato de ATM de forma masiva. Esto estará en manos de los prestadores de servicios de datos, quienes no tendrán una libre competencia hasta principios de 1997.

En el presente trabajo, se pretendió mostrar las diferentes tecnologías que cualquier empresa puede considerar para satisfacer sus necesidades de mayor ancho de banda en redes locales, que utilizan la tecnología conmutada. La elección de cualquiera de ellas dependerá de las necesidades muy particulares de los usuarios y de las redes mismas.

A continuación se presentan las conclusiones obtenidas del material desarrollado :

Para incrementar el ancho de banda de las tecnologías Token Ring y Ethernet y así evitar la congestión que puede presentarse en este tipo de redes, se planteó la posibilidad de reemplazar de manera sencilla un concentrador con un dispositivo llamado conmutador, el cual proporciona 4 Mb/s o 16 Mb/s de Token Ring y 10 Mb/s de Ethernet de ancho de banda dedicado a cada puerto del conmutador, manteniendo todos los adaptadores de LAN y su cableado. También se consideran conmutadores con puertos de alta velocidad para manejar las conexiones hacia el servidor.

Otra forma de incrementar el ancho de banda de Ethernet es a través del modo de operación Full-Duplex, el cual consiste en un arreglo de alambres dentro del cable 10BASE-T para proporcionar dos ráfagas simultáneas de 10 Mb/s, mejorando con esto la eficiencia de la red.

La tecnología FDDI, incluyendo su Fase II, es un sistema basado completamente en fibra óptica el cual se encuentra estandarizado y funciona a 100 Mb/s. Esta tecnología está disponible en la actualidad en el mercado y básicamente se implementa como una solución troncal con enlaces hacia servidores farm (conjunto de servidores centralizados). Debido a que el medio de comunicación óptico y sus adaptadores son costosos, la penetración de esta tecnología en el mercado nacional es limitada.

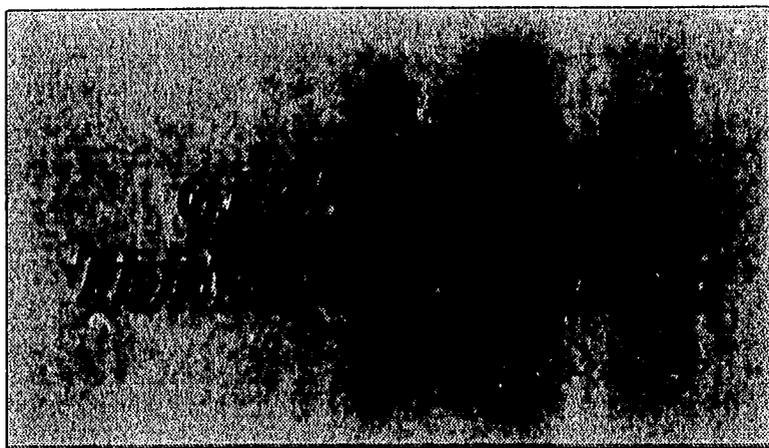
Una de las soluciones para satisfacer las necesidades de mayor ancho de banda es la tecnología 100BASE-T (Fast Ethernet), la cual puede integrarse a las LANs actuales de 10BASE-T y puede fácilmente escalar velocidades a 100 Mb/s, para eliminar colisiones se requiere de la utilización de conmutadores. Fast Ethernet ofrecerá precios más bajos sobre todas las redes de tecnologías de 100 Mb/s cuando se requiera cambiar de Ethernet 10 Mb/s a un mayor ancho de banda, asegurando con esto su aceptación en el mercado.

Actualmente existen adaptadores de Fast Ethernet de 10/100 Mb/s que pueden trabajar en ambas redes: Ethernet a 10 Mb/s o 100BASE-T (Fast Ethernet) a 100 Mb/s. La operación a 10/100 Mb/s hace que éstos adaptadores sean ideales para compañías que estén pensando en Fast Ethernet para un futuro cercano, pero que no pueden costear el esfuerzo de desplazar su base instalada de bus Ethernet y de conmutadores actuales.

En el mercado abrumador de los productos de redes de alta velocidad Fast Ethernet no es la única tecnología que se debe considerar. Una tecnología muy competente llamada 100VG-AnyLAN, también está diseñada a operar a 100 Mb/s. Esta tecnología tiene una gran desventaja: La falta de soporte de los grandes proveedores de redes.

En muchas formas 100VG-AnyLAN es técnicamente superior a 100BASE-T. Cambiar de redes Ethernet a 100VG-AnyLAN requiere rediseñar la red, tener nuevos adaptadores y comprar nuevos concentradores. Falta aun encontrar una solución debidamente implementada para soportar Token Ring. Es importante hacer notar que 100BASE-T y 100VG-AnyLAN, no son compatibles y por lo tanto no pueden operar juntos en la misma red.

ATM es como un vino tinto refinado; es bueno hoy pero será aún mejor dentro algunos años. La generación actual de adaptadores y conmutadores ATM puede resolver algunas necesidades de negocios, pero la tecnología requiere mejoras posteriores para volverse una mejor solución para cualquiera que la necesite. A largo plazo, ATM promete incrementar el ancho de banda, garantizar la calidad de servicio y mejorar la escalabilidad sobre los medios compartidos de hoy, como Token Ring, Ethernet y FDDI.

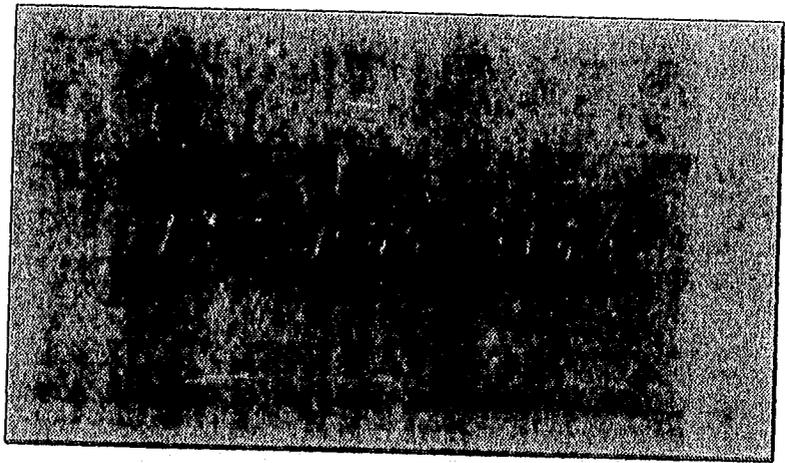


Términos y Siglas	Significado de la Siglas en Inglés	Significado de la Siglas en Español
AC	Access Control	Control de Acceso
ANSI	American National Standards Institute	Instituto Nacional Americano de Estandarización
ASCII	American Standard Code For Information Interchange	Código Estándar Americano para Intercambio de Información
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Modo de Transferencia Asíncrona
B-ICI	Broadband Interexchange Carrier Interface	Interfase Transportadora de Intercambio de Banda Ancha
Backbone		Troncal Principal
Baseband		Bandabase
BISDN	Broadband Integrated Services for Digital Networks	Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha
Bridge		Puente
BSI	British Standards Institute	Instituto de Estándares Británicos
CAD	Computer Application Design	Diseño de Aplicaciones por Computadora
CCITT	Consultive Comitee for International Telegraphy and Telephony	Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía
CRC	Cyclical Redundancy Checking	Verificación de Redundancia Cíclica
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection	Acceso Múltiple de Sensado de Portadora como detección de colisión
DA	Destiny Address	Dirección de destino
DAC	Dual Attached Concentrator	Concentrador con Doble conexión, una por anillo
DAS	Dual Attached Station	Estación con Doble conexión, una por anillo
DCE	Data Communication Equipment	Equipo de Comunicación de Datos
DLCI	Data Link Connection Identifier	Identificador de Conexión de Enlace de Datos
DLSw	Data Link Switching	Conmutación de Enlace de Datos
DNIC	Data Network Identification Code	Código de Identificación de Red de Datos
DPAM	Demand Priority Architecture	Arquitectura de Demanda por prioridad
DSU	Data Service Unit	Unidad de Servicio Digital
DTE	Data Terminal Equipment	Equipo Terminal de Datos
Dual Homing		Método de Conexión de dispositivos con redundancia
ED	End Delimiter	Delimitador del Fin
E-1		Enlace Digital Norma CCITTG703
EIA	Electronic Industries Association	Asociación de Industrias Electrónicas
Ethernet		Medio de acceso de red basado en la norma IEEE 802.3
ETR	Early Token Release	Liberación Temprana del Token

Términos y Siglas	Significado de la Siglas en Inglés	Significado de la Siglas en Español
FC	Frame Control	Campo de Control de Tramas
FCC	Federal Communications Commission	Comisión Federal de Comunicaciones
FCS	Frame Control Sequential	Control de la Secuencia de Tramas
FDDI	Fiber Distributed Data Interface	Interfase de Datos Distribuida por Fibra óptica
FEP	Front End Processor	Procesador Frontal
Flooding		Método de envío de información simultánea
FOIRL	Fiber Optic Inter Repeater Link	Repetidor de enlace a través de fibra óptica
Frame Relay		Protocolo de Conmutación de Tramas
Frame Switch		Conmutador de Tramas
FS	Status Frame	Trama de Estatus
Gps		Gigabits por segundo
Half Duplex		Transmisión de datos en ambas direcciones
HDLC	High Data Link Control	Control de Alto Nivel del Enlace de Datos
HUB		Concentrador
IDN	International Data Number	Número de Datos Internacional
IEEE	Institute of Electric and Electronic Engineers	Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica
INFO		Campo de Información de Datos
IP	Internet Protocol	Protocolo de Interconexión de Redes
IPX		Protocolo de redes Novell
ISA	Industry Standard Architecture	Arquitectura de Estándar Industriales
IS-IS	Intermediate System to Intermediate System	Sistema Intermedio a Sistema Intermedio
ISO	International Standard Organization	Organización Internacional de Estándares
ITU	International Telecommunication Union	Unión Internacional de Telecomunicaciones
Kbps		Kilobits por segundo
LAN	Local Area Network	Red de Area Local
LAP	Link Access Procedure	Procedimiento de Enlace de datos
Lobe		Tramo de cable que interconecta un dispositivo de red Token Ring a una unidad de acceso
LLC	Logic Link Control	Control de Enlace Lógico
MAC	Media Access Control	Control de Acceso al Medio
Mainframe		Computadora Central
MAU	Multiaccess Attachment Unit	Unidad de Acceso Multiestación
Mbps		Mega bits por segundo

Términos y Siglas	Significado de la Siglas en Inglés	Significado de la Siglas en Español
MDI	Media Dependent Interface	Interfase Dependiente del Medio
MIB	Management Information Base	Base de Datos de Información para la Administración
MII	Media Independent Interface	Interfase Independiente del Medio
MMF	Multimode Fiber	Fibra Multimodo
Multimedia		Manejo de Información de voz, video y datos
NAUN	Nearest Available Upstream Neighbor	Notificación de Vecino Activo Anterior más próximo o Cercano
NIC	Network Interface Card	Tarjeta de Interfase Controladora de Red, también conocida como adaptador de red
NMM	Network Management Module	Módulo de Administración de Red
NMS	Network Management System	Sistema de Administración de Red
NMS	Network Management Station	Estación de Administración de Red
NNI	Network Node Interface	Interfase nodo de red
NNP	Neighbor Notification Process	Proceso de notificación de vecino
NOM		Norma Oficial Mexicana
OSI	Open System Interconnection	Interconexión de Sistemas Abiertos
PBX	Private Branch Exchange	Conmutador Privado
PC	Personal Computer	Computadora Personal
PHY	Physical	Capa de Protocolo Físico
PLP	Package Link Protocol	Protocolo de Enlace de Paquetes
PMD	Physical Media Dependent	Capa Física Dependiente del Medio
PPP	Point to Point Protocol	Protocolo Punto a Punto
PVC	Permanent Virtual Circuit	Circuito Virtual Permanente
RDI		Red Digital Integrada
RFC	Request For Coment	Solicitud de Comentario
RIF	Router Information Frame	Campo de Información de Ruteo
RMON	Remote Monitor	Monitor Remoto
SAC	Single Attached Concentrator	Concentrador de Conexión Sencilla
SAP	Services Access Point	Punto de Acceso al Servicio
SAS	Single Attached Station	Estación de una sola conexión
SDLC	Synchronous Data Link Control	Control de Enlace de Datos Síncrono
SFD	Start Frame Delimiter	Delimitador de la Trama de Inicio
SMDS	Switched Multi-Megabit Data Services	Servicio de Conmutación de Datos de Múltiples Megabits
SMF	Single Mode Fiber	Fibra Monomodo
SMT	Station Management	Administración de Estación
SNA	Systems Network Architecture	Arquitectura de Redes de Sistemas
SNMP	Simple Network Management Protocol	Protocolo de Administración de Red Sencilla

Términos y Siglas	Significado de la Siglas en Inglés	Significado de la Siglas en Español
STP	Shielded Twisted Pair	Par Trenzado Blindado
Switch		Conmutador
TCP	Transmission Control Protocol	Protocolo de Control de Transmisión
TCP / IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol	Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Interconexión de Redes
Token Ring		Método de Acceso a la red basado en la Norma IEEE 802.5
TP	Twisted Pair	Par Trenzado
UNI	User Network Interface	Interfase a la Red de Usuario
UTP	Unshielded Twisted Pair	Par Trenzado sin Blindaje
WAN	Wide Area Network	Red de Area Amplia
X.21		Protocolo de Capa Física que define las interfases física y eléctrica entre la red y las estaciones
X.25		Conjunto de normas y regulaciones que definen una red de área amplia utilizando conmutación de paquetes
XNS	Xerox Network Services	Servicios de Red Xerox



BIBLIOGRAFIA

High-Speed Data Networking. Independent- Study Guide.
3COM Education Services.
November, 1994.

Understanding FDDI Self-Study Guide
3 COM Education Services.
March, 1992.

Simplifying LAN-WAN Integration. A Complete Guide
Wellfleet Communications, Inc.
July, 1993.

Technical Reference Pocket Guide.
Bay Networks.
May, 1995.

Integrating SNA and Multiprotocol LAN Networks. A Complete Guide.
Wellfleet Communications, Inc.

Centillion 100. Installation and Configuration.
Bay Networks.
October, 1995.

Fiber Distributed Data Interface. An Introduction
Wendy G. Michael, William & Cronin Jr. Karl F. Pieper
Digital Press 1993.

FDDI. Technology and Applications
Sonu Mirchandani & Roman Khanna
John Wiley Sons, Inc.
1993.

FDDI Handbook. High Speed Networking Using Fiber and Other Media
Raj Jain
Addison Welsey, 1994.

FDDI Networking. Planning, Installation and Management

Martin A. W. Nemzow

McGraw-Hill

1994.

Metropolitan Area Networks. Concepts, Standards and Services.

Gary C. Kessler. David A. Train

McGraw-Hill

1992.

Redes de Ordenadores.

Andrew S. Tanenbaum.

Prentice-Hall

1991.

Local Area Networks. Architectures and Implementations

James Martin

Prentice-Hall

1989.

Revista RED. Las Redes Locales de Mayor Exito

Año IV, Noviembre 1995 número 39.

Revista RED. Avance en Redes de Datos.

Año VI. Marzo 1996, número 66.

ANIXTER

Presentaciones varias.