

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.**

**CAMPUS ARAGÓN**

**“REESTRUCTURACIÓN DE LA TECNOLOGÍA FDDI HACIA ATM DE LA RED CORPORATIVA DE FINANZAS DE TELEINFORMÁTICA DE PETRÓLEOS MEXICANOS”.**

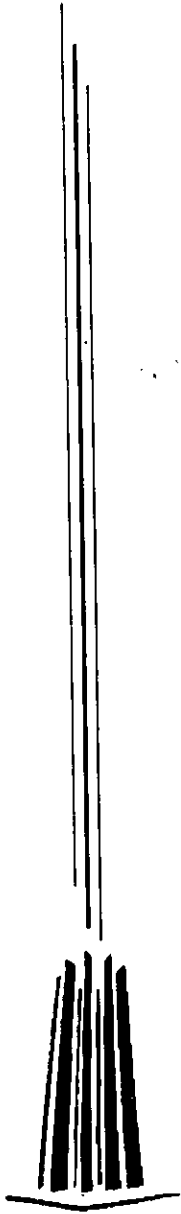
**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

**P R E S E N T A N:**

**MÓNICA GEORGINA FERNÁNDEZ MARTÍNEZ.  
MARÍA NELLY RAMÍREZ ORTEGA.**

**ASESOR:  
ING. DONACIANO JIMÉNEZ VÁZQUEZ.**





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.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a todos los profesores de la Carrera de Ingeniería en Computación.

A todas las personas que de alguna forma contribuyeron para hacer posible este trabajo, en especial al Depto. De Teleinformática de Petróleos Mexicanos  
Muchas Gracias.

# INDICE

## OBJETIVOS

## INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I                      Conceptos Generales de Redes

I.1	Definición	1
I.2	Elementos de una Red de Area Local	2
I.3	Topologias Principales	8
I.3.1	Topologia en Estrella	9
I.3.2	Topologia en Bus	11
I.3.3	Topologias en Anillo	13
I.4	Protocolos	15
I.5	Modelo de Referencia ( OSI-ISO )	17

### CAPITULO II                      Antecedentes de la red FDDI en Pemex

II.1	Características de FDDI	20
II.2	Estándares de FDDI	21
II.2.1	La Capa de Enlace de Datos ( Protocolo Mac )	23
II.2.2	El Control de Enlace Lógico ( LLC )	25
II.2.3	Medio Dependiente de la Capa Física ( PMD )	27
II.2.4	Protocolo de la Capa Física ( PHY )	27
II.2.5	Administración de la Red FDDI ( SMT )	28
II.3	Componentes de FDDI	30
II.4	Estructura de la Red FDDI ( BACKBONE )	40
II.5	Ventajas y Desventajas de FDDI	44

### CAPITULO III                      ATM (Modo de Transferencia asíncrono)

III.1	Redes ATM	46
III.2	Que es ATM	52
III.3	Características	53
III.3.1	LANE (Lan Emulation)	54
III.4	Capa Física	61
III.5	Capa ATM	61

III.6	Capa de Adaptación	64
-------	--------------------	----

**CAPITULO IV**                      **Estructura Actual de la Red ATM**

IV.1	Descripción de la Red	65
IV.2	Componentes de la Red ATM	68
IV.3	Estructura Global de la Red	70
IV.4	Ventajas y Desventajas de ATM	78

**CAPITULO V**                      **Reestructuración de la Red Corporativa de Pemex**

V.1	Características del Equipo	81
V.2	Problemas en la Red	93
V.3	Beneficios	96

<b>CONCLUSIONES</b>	98
---------------------	----

<b>SIMBOLOGÍA</b>	100
-------------------	-----

<b>ACRONIMOS</b>	101
------------------	-----

<b>GLOSARIO</b>	102
-----------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	105
---------------------	-----

## OBJETIVOS

- Conocer la estructura de la Red FDDI del Centro Administrativo Pemex y la problemática de crecimiento de la misma.
- Valorar la diferencia entre ambas tecnologías (FDDI - ATM)
- Conocer los beneficios de la tecnología ATM

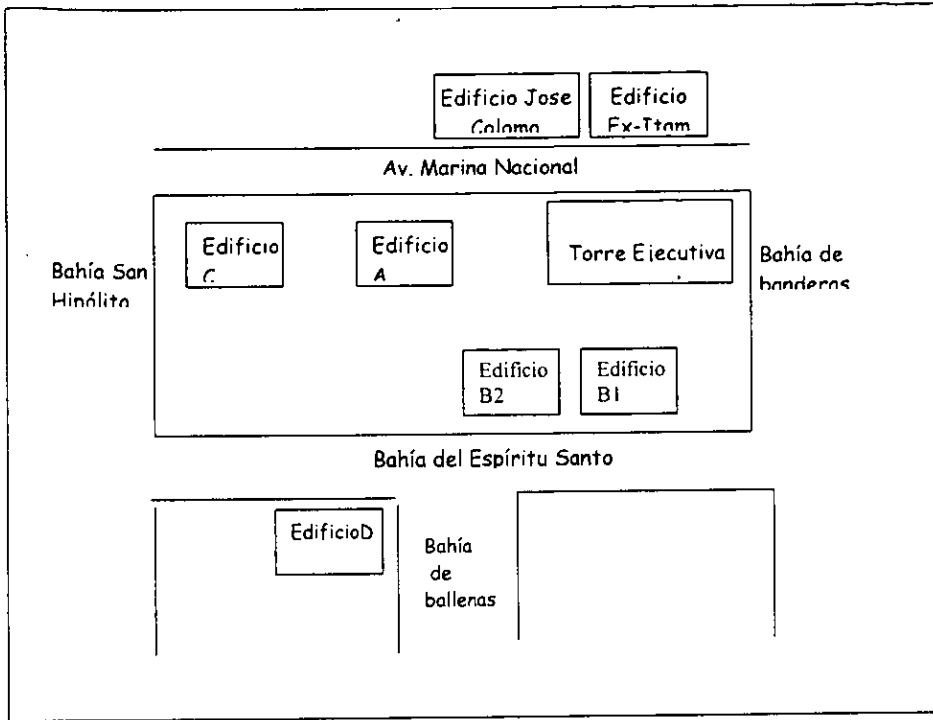
## INTRODUCCIÓN

El trabajo que a continuación presentamos muestra de forma general el cambio tecnológico que se llevó a cabo en el Centro Administrativo de Pemex ubicado en la Ciudad de México, el cual consiste en una reestructuración de la tecnología FDDI hacia una de las tecnologías más populares por el momento, dando respuesta a la problemática que se presentó por causa del crecimiento constante de la base ya instalada, así como el aumento de nuevas aplicaciones que incorporan tráfico de voz.

Antes de comenzar, cabe mencionar que el Centro Administrativo de Pemex se encuentra formada por varios edificios :

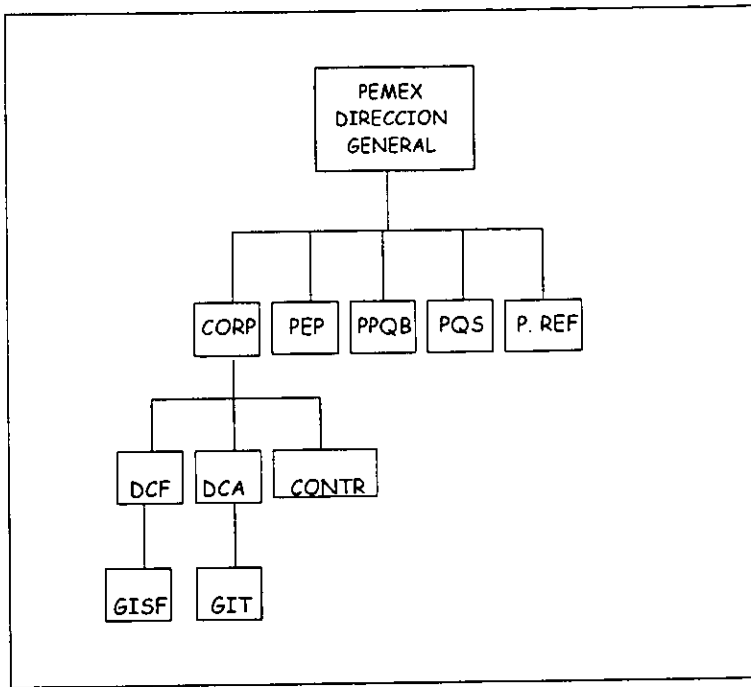
- Torre Ejecutiva
- Edificio A
- Edificio B1
- Edificio B2
- Edificio C
- Edificio D
- Edificio José Colomo
- Edificio Ex-Itam

El siguiente esquema nos muestra la ubicación de las instalaciones del Centro Administrativo de Pemex que se encuentran ubicadas en Marina Nacional.



Existen varias redes correspondientes a los diferentes organismos subsidiarios en los que está dividida la estructura de Pemex dentro del corporativo de Marina Nacional, cabe mencionar que en el presente trabajo solo analizaremos a la Red Corporativa de Finanzas del Centro Administrativo Pemex.





- Pemex Exploración y Producción.
- CORP: Corporativo
- PEP: Pemex Exploración y Producción
- PPQB: Gas y Petroquímica Básica
- PQS: Petroquímica Secundaria.
- P.REF: Pemex Refinación.
- DCF: Dirección Corporativa de Finanzas.
- DCA: Dirección Corporativa de Administración.
- CONTR: Contraloría
- GISF: Gerencia de informática y sistemas financieros
- GIT: Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones.

El capítulo I Conceptos Generales de Redes muestra de forma general los conceptos básicos de una red como son los elementos, topologías, protocolos y el modelo OSI.

El capítulo II Antecedentes de la Red FDDI en Pemex describe las características, ventajas, desventajas, capas y componentes de la tecnología FDDI, así como los antecedentes, descripción y problemática de la red inicial.

El capítulo III ATM explica que es una red ATM, características y capas del modo de transferencia asíncrono.

El capítulo IV. Estructura Actual de la Red ATM describe en forma global la estructura de la red y el equipo de comunicaciones (switches, conmutadores, enrutadores) que se fué implementando en la reestructuración para migrar poco a poco hacia el nuevo backbone ATM.

El capítulo V Reestructuración de la Red Corporativa de Pemex describe las características del equipo utilizado en la reestructuración, los beneficios y los problemas que se fueron presentando y eliminando a lo largo de la migración.

**CAPÍTULO I.**  
**CONCEPTOS GENERALES DE REDES**

# CONCEPTOS GENERALES DE REDES

## I.1 DEFINICIÓN

Las redes de computadoras surgen como una solución para la interconexión de computadoras situadas en lugares remotos con el objetivo fundamental de compartir recursos, es decir, permitir a cualquier usuario de cualquier computadora, acceder y utilizar los recursos, ya sean hardware o software del conjunto de máquinas que constituyen la red.

Los trabajos en el campo de las redes de computadoras partieron de máquinas existentes y el gran esfuerzo se realizó en la resolución del problema de la interconexión existente de dichas máquinas situadas a centenares de kilómetros de distancia.

En general, se dice que una red es un grupo de computadoras y terminales interconectadas entre sí a través de uno o varios enlaces de comunicación.

La experiencia alcanzada en el campo de las redes de computadoras tuvo influencia decisiva en el desarrollo de las denominadas redes locales de computadoras o redes LAN ( Local Area Network ).

El sector de las redes locales es uno de los de más rápido crecimiento en la industria de las comunicaciones, pues ha tenido un gran avance tecnológico y comercial en los últimos años, debido a eso ha sido necesario implementar las redes MAN ( Metropolitan Area Networks ) que proveen interconectividad y servicios sobre un área aproximada de la talla de una ciudad.

Las redes MAN se diseñaron para acarrear muchos tipos de tráfico simultáneamente incluyendo datos en tiempo real, voz y vídeo; operan sobre muchos tipos de medios físicos notables como la fibra óptica.

Las primeras redes MAN operaban a 1 Mbps, actualmente las especificaciones más lentas a las que operan son de 34 a 45 Mbps y su meta es llegar más allá de 150 Mbps.

## I.2 ELEMENTOS DE UNA RED DE AREA LOCAL

Los elementos que componen una red básicamente son:

- Servidores:

El servidor es la computadora central dentro de la red ya que nos permite compartir los recursos y es donde se encuentra almacenado nuestro sistema operativo. Los servidores son la parte más importante dentro de la red, ya que podemos tener el acceso controlado a los archivos, permiten compartir impresoras y algunos otros recursos dentro de la red.

El servidor más adecuado depende del tipo de sistema operativo, debe tener la suficiente capacidad de procesamiento para llevar a cabo las tareas de la red y contar con suficientes ranuras para expansión (tarjetas de expansión, tarjetas de interfaz, etc.). El disco duro utilizado en el servidor debe ser soportado por el sistema operativo de la red.

- Estación de trabajo:

Se le llama estación de trabajo a las microcomputadoras interconectadas por alguna tarjeta de interfaz, éstas compartirán recursos del servidor y realizarán un proceso distribuido.

En una red el proceso de datos es distribuido, por lo tanto el desempeño de la estación de trabajo se debe definir en función a la aplicación que se estará manejando en ella. Para lograr que una estación de trabajo cumpla por los

requisitos necesarios debemos tomar en cuenta que la estación debe contar por lo menos con una memoria de 640 Kb y debe tener posibilidades de crecimiento tanto en ranuras de expansión como en capacidad para colocar un disco duro o una unidad de disco óptico. Las estaciones de trabajo, conocidas a veces como terminales, tienen toda clase de dimensiones y configuraciones, además de una diversidad de capacidades de entrada y salida.

- **Tarjetas de Interfaz:**

Las tarjetas de interfaz permiten empaquetar la información y transmitirla a cierta velocidad y de acuerdo con características determinadas de envío. Estas varían según la topología y el protocolo de red. Así una tarjeta de red puede tener integrada en ella un puerto de comunicaciones de tipo serie o paralelo; la tarjeta de interfaz que va instalada dentro de cada computadora determina la forma de conexión ( topología ) de cada red. Dentro de éste grupo de tarjetas predominan tres tipos según la topología y el protocolo de red éstas pueden ser: Ethernet, Arcnet y Token Ring.

- **Cableado:**

El cable es de suma importancia en las instalaciones, ya que cada uno de los diferentes tipos de cable nos indicará la distancia máxima que se puede llegar a alcanzar entre nodos.

En las redes encontramos diferentes tipos de cableado para su conexión, éstos pueden ser de tres tipos: Cable Coaxial, Cable telefónico y Fibra óptica.

#### **Cable coaxial.**

El cable coaxial se conforma por un alambre conductor básico cubierto por una malla de cobre que actúa como tierra. El alambre conductor y la tierra se encuentran separados por un aislante plástico y finalmente todo el conjunto

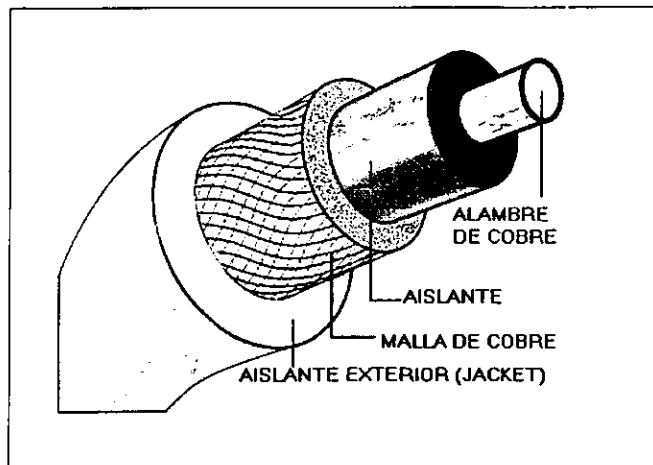
está protegido por una cubierta exterior también aislante, la cual se denomina jacket; como podemos ver en la Figura I.1

Los cables coaxiales pueden ser de varios tipos, su característica principal es que pueden transportar una señal eléctrica a mayor distancia entre más grueso es el conductor.

El cable coaxial grueso de 50 ohms de 0.4 pulgadas de diámetro, permite manejar señales hasta 500 metros sin presentar algún tipo de atenuación que produzca errores en la comunicación.

El cable coaxial delgado RG/62, tiene una impedancia de 90 ohms, un diámetro de 0.2 pulgadas y permite desplazar una señal sin necesidad de repetidores hasta una distancia efectiva de 600 metros.

El cable coaxial delgado RG/58-AU de 50 ohms, 0.2 pulgadas de diámetro, permite transportar una señal de hasta 300 metros, también sin el uso de repetidores.



**Figura I.1 Cable Coaxial**

*Las principales ventajas de este tipo de cable son:*

- Transmisión de voz, datos y vídeo
- Fácil instalación
- Compatible con Ethernet y Arcnet
- Ancho de banda de 10 Mbps
- Distancias hasta de 600 m. sin necesidad de repetidores
- Muy buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales.

**Cable Telefónico ( Twisted Pair ).**

Está formado principalmente por dos alambres de cobre que se encuentran aislados por una cubierta plástica y torcidos uno contra el otro. Esta característica es la que los distingue con el nombre de cables de par torcido. Los cables con los conductores de cobre más delgados y menos protegidos por un jacket están dentro de la clasificación del tipo UTP ( unshielded Twisted Pair; par torcido sin blindar ). Son sumamente baratos, flexibles y permiten manipular una señal a una distancia máxima de 110 m. sin el uso de repetidores.

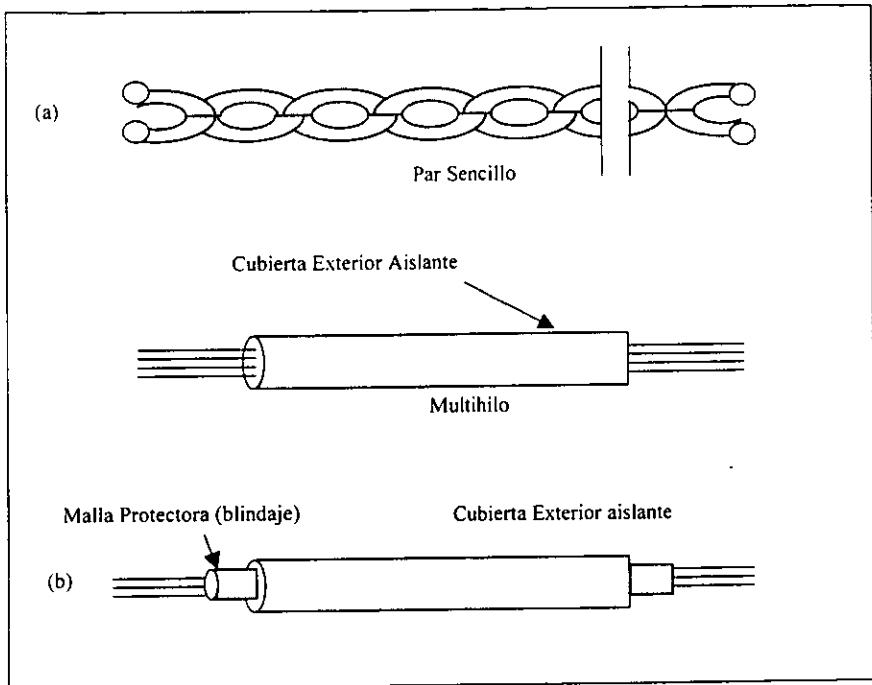
Los cables de conductores más gruesos y muy bien cubiertos por un jacket se denominan STP ( Shielded Twisted Pair; cables de par torcido blindado ). Estos últimos son más caros y menos flexibles que los UTP, pero permiten un rango de operación de hasta 500 m. En la Figura I.2 se muestran las líneas de par trenzado: a) Par trenzado sin blindaje y b) Par trenzado blindado

*Los cables telefónicos tienen como principales ventajas:*

- Tecnología conocida
- Facilidad y rapidez de instalación



- Compatibilidad con Ethernet y Token Ring
- Ancho de banda de 10 Mbps
- Distancias de hasta 110 m. con cables UTP y hasta 500 m. con STP
- Buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales



**1.2 Cable Telefónico a) UTP, b) STP ( Twisted Pair)**

### Fibra Optica.

El cable de fibra óptica se compone de una fibra muy delgada elaborada de dos tipos de vidrio con diferentes índices de refracción, uno para la parte interior y otro para la parte exterior.

Esta diferencia en la refracción previene que la luz penetre en una parte de la fibra óptica hasta la parte exterior evitando así la pérdida de la información. La fibra óptica a su vez, se encuentra cubierta por una placa aislante y protectora en la parte más exterior para darle mayor integridad estructural al cable.

Es, sin embargo, extremadamente flexible ya que se pueden realizar giros de hasta 360 grados sin problemas de afectación en el cable.

El diámetro de la fibra interior más comúnmente usado es de 62.5 micras y el de la fibra exterior, de 125. Presentan una atenuación máxima de 4 dB/Km.

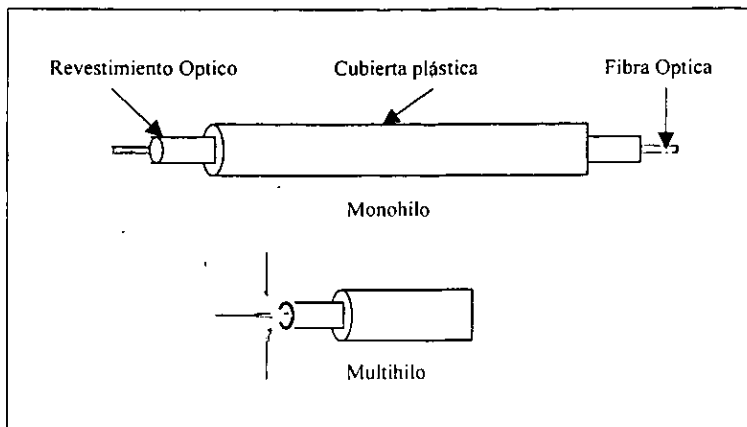
Para la transmisión de información en redes locales vía óptica se utiliza una fibra como transmisor y otra como receptor.

Es por eso que generalmente se producen en conjuntos de mínimo dos fibras por cable.

Las distancias máximas obtenidas para redes locales son de 2000 m de nodo a nodo sin el uso de amplificadores. Es importante tomar en cuenta el tipo de topología que se estará utilizando, ya que eso también nos indicará el cable a utilizar. Figura I.3.

Entre las principales ventajas de la fibra óptica se encuentran las siguientes:

- Transmisión de voz, datos y vídeo por el mismo canal
- Aplicaciones de alta velocidad
- No genera señales eléctricas o magnéticas
- Inmune a interferencias y relámpagos
- Ancho de banda de 200 Mbps y capacidad de adaptación a nuevas normas de rendimiento.
- Compatibilidad con Ethernet, Token Ring y FDDI
- Excelente tolerancia a factores ambientales



**I.3 Cable Telefónico**

### **I.3 TOPOLOGIAS PRINCIPALES**

La manera de interconectar los distintos elementos de una red da un primer acercamiento a la estructura y comportamiento de la misma. A la configuración geométrica se le llama Topología de la red.

Los nodos que conforman la red, pueden representar tanto a elementos terminales de comunicación, servidores, estaciones de trabajo, nodos de impresión, así como también elementos de unión de las distintas ramas de la red. La elección de la topología tiene un fuerte impacto sobre el comportamiento final que se va a obtener de la red. El eficaz aprovechamiento de la red depende de una serie de protocolos de comunicación entre sus distintos elementos, así como también la estructura topologica condiciona algunas características, entre las más relevantes se puede citar:

- La flexibilidad de la red para añadir o eliminar nuevas estaciones de trabajo.
- La repercusión en el comportamiento de la red, considerando que se pueda tener una falla en una de las estaciones o nodos.
- El flujo de información que pueda transitar sobre la red sin que existan problemas asociados a retardos en la comunicación debido a una carga excesiva de transporte de comunicación.
- Versatilidad en el diseño de cableado y posibilidades de crecimiento.

Las múltiples configuraciones que pueden presentarse, obedecen básicamente a tres tipos : Topología en estrella, Topología en bus, Topología en anillo.

### **I.3.1 TOPOLOGIA EN ESTRELLA**

En las topologías de estrella, cada estación se conecta con su propio cable a un dispositivo de conexión central, bien sea un servidor de archivo, un concentrador o un repetidor.

El nodo central asume un papel muy importante, ya que todas las comunicaciones que se llevan a acabo en la red se realizan por medio de éste. Lo usual es que el nodo central ejerza todas las tareas de control y posea los recursos comunes de la red; para poder reducir su influencia se puede optar por colocar el control de alguno (s) de los nodos periféricos, de modo que el nodo central actúe como una unidad de conmutación de mensajes entre todos los nodos periféricos.

La configuración en estrella presenta buena flexibilidad para incrementar o decrementar el número de estaciones de trabajo, ya que las modificaciones

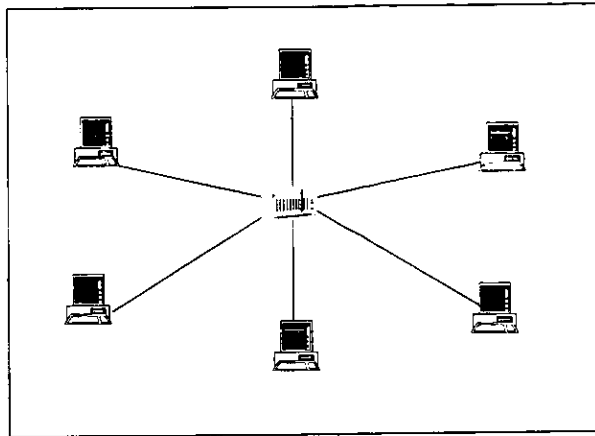
necesarias no representan ninguna alteración de la estructura y están localizadas en el nodo central.

La repercusión en el comportamiento global de la red al presentarse una falla en uno de los nodos periféricos es muy baja y solo afectaría al tráfico relacionado con éste nodo. En caso contrario si la falla se presenta en el nodo central, el resultado podría ser catastrófico y afectaría a todas las estaciones de trabajo.

El flujo de información puede ser elevado y los retardos introducidos por la red son pequeños si la mayor parte de éste flujo ocurre entre el nodo central y los nodos periféricos.

En caso de que las comunicaciones se produzcan entre las estaciones, el sistema se vería restringido por la posible congestión del dispositivo central. En caso de existir una falla en el medio de comunicación, solo quedaría fuera de servicio la estación de trabajo afectada.

La Figura I.4 muestra una topología en estrella en donde las estaciones se conectan a un dispositivo central a través de un cable por estación.



**Figura I.4 Topología en Estrella**

### **I.3.2 TOPOLOGIA EN BUS**

En la topología de bus o lineal, todos los nodos están conectados a un único canal de comunicación.

En esta topología de bus lo que lo que podrían ser los extremos del medio de transmisión no se unen, por lo tanto el bus es una línea de cableado sobre la cual se conectan todas las interfaces de cada usuario.

En los extremos del medio de transmisión se colocan unos dispositivos que se conocen con el nombre de terminadores de red y cuya función consiste en absorber la energía que hay sobre la línea y evitar los rebotes de señal que distorsionarían las señales transmitidas, como se muestra en la Figura I.5.

En las redes con ésta configuración, a diferencia de las de anillo, cada nodo no necesita actuar como repetidor de los mensajes, sino que simplemente debe reconocer su propia dirección para poder tomar aquellos mensajes que viajan por el bus y se dirigen a él. Cuando una estación de trabajo deposita un

mensaje en la red, la información se difunde a través del bus y todas las estaciones de trabajo son capaces para recibirla.

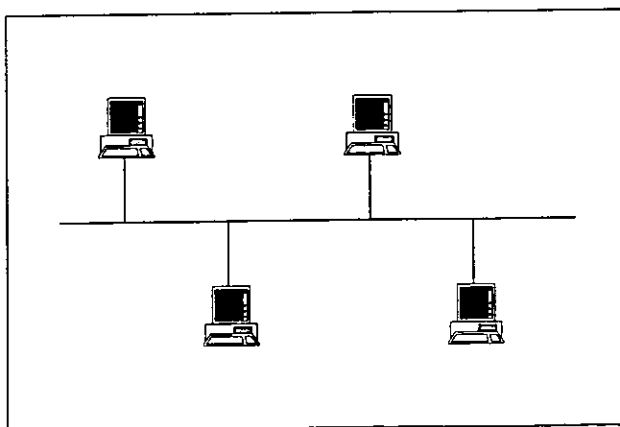
Debido a que se comparte el medio de comunicación, antes de transmitir un mensaje, cada nodo debe averiguar si el bus está disponible.

Las redes en ésta configuración son sencillas de instalar y pueden tener dificultades para adaptarse a las características del terreno o local.

Esta configuración presenta gran flexibilidad en lo referente a incrementar o decrementar el número de estaciones de trabajo.

La falla de una de las estaciones de trabajo, solo repercutirá a esa estación de trabajo en particular, pero una ruptura en el bus dejará a la red dividida en dos o inutilizada totalmente según esté implementado el control.

El hecho de que exista un bus común al que acceden todas las estaciones de trabajo tiene algunas ventajas ya mencionadas, pero nos obliga a que el control de acceso a la red sea más delicado que en el caso de las otras topologías.



**Figura I.5 Topología Bus**

### I.3.3 TOPOLOGIA EN ANILLO

En una configuración en anillo, los nodos de la red están colocados formando un anillo, de manera que cada estación tiene conexión con otras dos estaciones, terminando el cable en la misma estación donde se originó.

Los mensajes viajan por el anillo, de nodo en nodo, en una única dirección de manera que toda la información pase por todos los módulos de comunicación de la red. Cada nodo tiene que ser capaz de reconocer los mensajes que van dirigidos a él y actuar como retransmisor de los mensajes que pasando a través de él van dirigidos a otras estaciones que puedan existir dentro de la red. Puede haber más de una línea de transmisión, aunque lo más habitual es la existencia de una sola.

El control de la red puede ser centralizado o distribuido entre varios nodos, en caso de ser centralizado, uno de los nodos actuará como controlador de manera que todos los mensajes deberán pasar a través de él (si no hay averías) y en caso de una falla adoptará las medidas correspondientes para solucionar el problema.

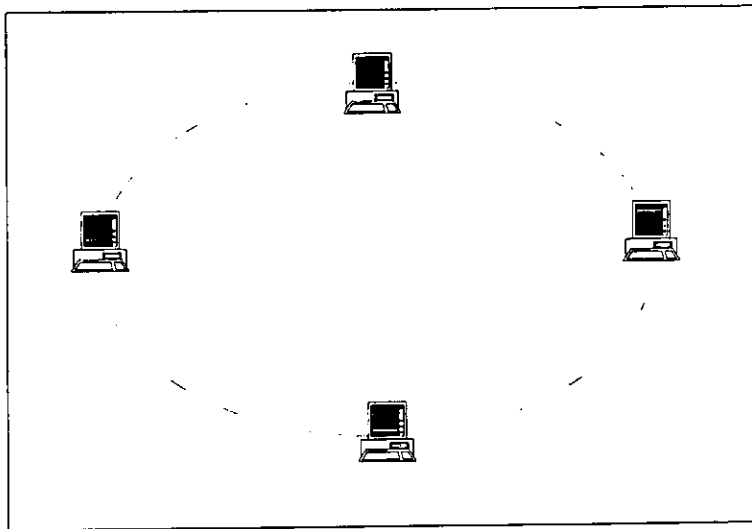
En caso de ser distribuido, el control se ejerce de manera conjunta entre diversos nodos.

El flujo de información se verá limitado por el ancho de banda del medio de comunicación. Ya que cada estación de trabajo está obligada a retransmitir cada mensaje, en caso de existir un número elevado de estaciones, el retardo introducido por la red puede ser demasiado grande para ciertas aplicaciones.

En la estructura de anillo, una falla en cualquier medio de comunicación, deja bloqueada a la red en su totalidad. Si la falla se da en una de las estaciones de trabajo, la repercusión en el resto de la red dependerá de si la avería se



encuentra o no en el módulo de retransmisión. En caso de que el módulo de retransmisión continúe funcionando de manera adecuada, la avería no se propaga a la red, sino que solamente deshabilita a esa estación de trabajo en particular. En caso contrario, donde la falla también involucra a él módulo de comunicaciones, el anillo se corta y la red queda bloqueada. Una manera de evitar estos riesgos consiste en el uso de concentradores. La Figura I.6 muestra una topología en anillo.



**Figura I.6 Topología en Anillo**

## I.4 PROTOCOLOS

Los protocolos, son las reglas y normas de control predeterminados que utilizan la red para la conexión entre nodos y computadora central (servidor), y regulan el intercambio de información. También son los que determinan el método con que los nodos ganarán el acceso al cableado.

Los principales protocolos de comunicación son también conocidos como técnicas de acceso.

Los protocolos definen tanto el software como el hardware que va a ser utilizado por la red, éstos se diseñan en varias etapas, las dos primeras son obligatorias para transmitir información en la red.

1. Interfaz eléctrica: define el conjunto real de alambres de conexión, siendo dispositivos de envío y recepción de la red.
2. Enlace de datos: define la transferencia física de un bloque de datos de un dispositivo a otro e incluye la búsqueda de errores necesaria para asegurar la exactitud de la transmisión.
3. Red: establece la conexión entre dos sistemas que no están conectados directamente entre sí.
4. Sesión: establece el conjunto de la regla para la interacción entre dos computadoras, o entre el usuario y una computadora, una vez realizada la conexión.

Entre los diferentes tipos de protocolos algunos de ellos se mencionan a continuación.

- TCP/IP: Es el conjunto de protocolos de que se vale la Internet conocido como Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de interred

(Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Cuenta con protocolos de transporte y aplicación en los que ahora se basan muchas otras redes comerciales y de investigación. Puede ser usado como protocolo de comunicaciones para redes privadas llamadas intranet.

- IPX (Internetwork Packet Exchange): Es un protocolo de red de Novell que interconecta redes que usan clientes y servidores Novell Netware. IPX es un datagrama o protocolo de paquetes. IPX trabaja en la capa de red de protocolos de comunicación y es una conexión menor (eso no significa que una conexión se mantenga durante un intercambio de paquetes como por ejemplo, en una llamada telefónica). La confirmación de Paquetes está administrada por otro protocolo de Novell, el Sequenced Packet Exchange. Otros protocolos relacionados de Novell NetWare son: El Routing Information Protocol (RIP), el Service Advertising Protocol (SAP), y el NetWare Link Services Protocol (NLSP).
- NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface) es una nueva versión extendida de NetBIOS, el programa le permite a computadoras comunicarse con una red de área local. NetBEUI muestra el formato del frame (o arreglo de información en una transmisión de datos), eso no fue especificado como parte del NetBIOS. NetBEUI fue desarrollado por IBM para productos LAN Manager y han sido adoptados por Microsoft para Windows NT, LAN Manager, y productos de Windows para grupos de trabajo. Hewlett-Packard y DEC usan eso en productos similares. NetBEUI es la mejor opción para comunicarse con una LAN simple.

## I.5 MODELO DE REFERENCIA ( OSI )

El modelo de Referencia OSI fue desarrollado por la Organización Internacional de Estandarización (ISO) en 1984. La arquitectura propuesta por ISO es aceptada universalmente.

El modelo de referencia OSI especifica un modelo de comunicaciones dividido en siete niveles independientes. (Figura I.7)

Cada nivel define un conjunto de funciones que son necesarias para comunicarse con otros sistemas similares y se comunican únicamente con los niveles adyacentes; el flujo de información a través del modelo está minimizado, al mismo tiempo cada nivel añade valor a los niveles anteriores, hasta que el nivel superior ofrece un abanico completo de servicios para las aplicaciones de comunicaciones.

Nivel físico (Capa 1): Incluye la transmisión de los datos a través de la red local. Este nivel incluye una variedad de cableados utilizados para interconectar los componentes diversos de la red como cables coaxiales, fibra óptica, pares trenzados, etc.

Nivel enlace de datos (Capa 2): Esta capa define el método de acceso a la red (protocolo). Se ocupa de las técnicas de transmisión utilizadas para "colocar" los datos en el cable, detecta los errores de transmisión en el canal físico. Aquí se incluyen los sistemas CSMA/CD, Token Bus, Token Ring.

Nivel de red (Capa 3): Se ocupa de direccionar y enviar los paquetes de información. Normalmente éste nivel se ocupa de redireccionar paquetes entre redes y/o hardware similares.

Nivel de Transporte (Capa 4): Proporciona el transporte fiable de los datos. A éste nivel se encomienda garantizar el envío de paquetes, el orden de salida y llegada de los paquetes y es totalmente independiente del hardware.

Nivel de sesión (Capa 5): Esta capa es la interfaz entre el usuario y la red. Coordina la interacción entre los programas de aplicación y se encarga de conectar a dos usuarios que deseen comunicarse.

Nivel de presentación (Capa 6): Es el responsable de formatear los datos en su paso hacia y desde la red con el objeto de proporcionar independencia a los programas de aplicación en la presentación de sus datos.

Nivel de aplicación (Capa 7): Esta capa contiene programas de aplicación de la red, que realizan tareas deseadas por el usuario tales como programas de transferencia de archivos, correo electrónico, impresión, etc.

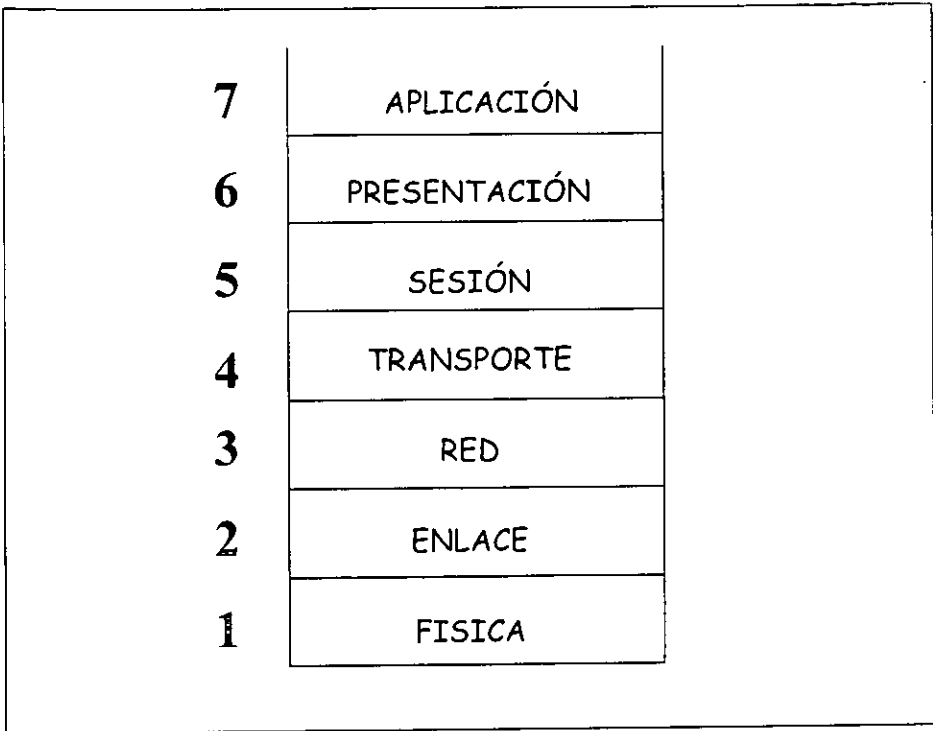


Figura I.7 Modelo de Referencia OSI

**CAPITULO II**  
**FDDI**  
**( INTERFAZ DE DATOS DISTRIBUIDA**  
**POR FIBRA )**

## FDDI ( INTERFAZ DE DATOS DISTRIBUIDA POR FIBRA )

### II.1 CARACTERISTICAS DE FDDI

Una de las formas de aprovechamiento de fibras ópticas es mediante la aplicación en forma jerárquica de la red de datos, dichas redes se encuentran acordes con las necesidades de capacidad y velocidades de transmisión que nos permite un crecimiento modular y una mejor planeación del sistema. Entre los niveles jerárquicos principales se encuentran las Redes de Columna Vertebral de Datos FDDI que comúnmente se les denomina backbone.

El comité X3T9.5 de la ANSI (American National Standards Institute) desarrolló el estándar FDDI (Interfaz de Datos Distribuida por Fibra) para alta velocidad a mediados de 1980, como la respuesta a la necesidad de una red LAN troncal de alta velocidad.

El propósito general de una Red de Area Local era integrar las operaciones y distribuir el poder de cómputo y recursos desde el escritorio a la sala de cómputo y más allá. FDDI ofrece una solución para estándares industriales y organizaciones que necesitan flexibilidad, fuerza y un alto rendimiento.

FDDI soporta múltiples topologías y configuraciones pero particularmente está bien adaptado para los siguientes:

- Redes LAN de Columna Vertebral con conexiones departamentales y trabajo en grupo.
- Respaldo Host a Host y Host para conexiones de E/S.
- Soporte técnico Cliente/Servidor y soporte para aplicaciones gráficas.
- El uso de Token Passing (pase de símbolo) y el esquema MAC basado en el estándar IEEE 802.5 Token Ring.



- Habilidad para utilizar fibra tipo unimodo, con un ancho de banda de 100 Mbps, distancias entre redes LAN de 20 a 30 KM y fibra tipo multimodo con un núcleo de 50 a 62.5 micras y distancias medianas de 10 a 20 KM entre redes LAN, también puede utilizar par trenzado.
- Una topología dual-ring para tolerancia a fallas.
- Operación de un rango de datos de 100 Mbps y la habilidad para mantener una transmisión efectiva del rango de datos de 80 Mbps.
- La distancia máxima entre nodos activos es de 2 KM.
- La habilidad para asignar dinámicamente un ancho de banda para ambos servicios de datos síncrono y asíncrono que pueden proveerse simultáneamente y transmisión de datos en tiempo real.

## II.2 ESTANDARES DE FDDI

El Instituto Nacional Americano de estándares (ANSI) definió y dirigió la creación de cuatro estándares.

Después de completar las especificaciones de FDDI, ANSI sometió a OSI dichas especificaciones y están relacionadas con los niveles uno y dos del modelo por lo que OSI ha creado una versión internacional de FDDI que es completamente compatible con la versión estándar de ANSI. Los cuatro están aprobados por ANSI e OSI excepto el estándar de la estación que administra (SMT). Un quinto estándar para fibra unimodo ha sido aprobado recientemente por ANSI. El estándar FDDI define una versión de lo físico y del enlace de capa de datos del modelo ISO.

En la tabla 1 se muestran los estándares que comprende la tecnología FDDI.

ESTANDAR ANSI / ISO	ESTANDAR FDDI
X3.166-1990/ISO 9314-3: 1990	Capa Física de Medio Dependiente ( PMD )
	Corresponde a la porción más baja de la capa física de OSI. Define los requerimientos de medios tales como fibra, conectores, para estaciones FDDI.
X3.148-1988/ISO 9314-1: 1989	Protocolo de Capa Física ( PHY )
	Corresponde a la porción más alta de la capa física de OSI. Define la decodificación y framing de datos para transmisión entre estaciones.
X3.139-1987/ISO 9314-2:1989	Control de Acceso medio ( MAC )
	Corresponde a la porción más baja de la capa de enlace de datos ISO. Define los paquetes de enlace de datos y protocolos para manipular frames, tokens, y errores.
X3T9.5/84-49	Estación Maestra ( SMT )
	Define protocolos para dirección de PMD, PHY, y funciones MAC
X3.184-1991	Capa Física del Medio Dependiente (PDM) con Fibra unimodo (SMT).
	Define los requerimientos de medios como fibra y conectores, para fibra óptica tipo unimodo.

**Tabla 1 Estándares ANSI / ISO para FDDI**

Como en los estándares IEEE 802.3, 802.4 y 802.5, el FDDI abarca las capas MAC y la capa física. El IEEE 802.2 compatible con el control de enlace lógico es capaz de soportar protocolos cliente tales como OSI y el TCP/IP. La Tabla 2 muestra la arquitectura del estándar FDDI.

IEEE 802.2 LLC ( CONTROL DE ENLACE LOGICO )	SMT  ( CAPA DE CONTROL )
MAC ( CONTROL DE ACCESO AL MEDIO )	
PHY ( PROTOCOLO FISICO )	
PMD ( MEDIO DEPENDIENTE FISICO )	

**Tabla 2 Arquitectura de FDDI**

### II.2.1 LA CAPA DE ENLACE DE DATOS ( Protocolo Mac )

Las redes FDDI Tienen dos capas, la física y la de enlace de datos, cada una dividida en dos subcapas PMD y PHY ( para la física ) y LLC y MAC ( para la de enlace de datos ).

La subcapa MAC corresponde al medio más bajo de la capa de enlace de datos OSI y está diseñada para operar más abajo del estándar LLC (IEEE 802.2), el LLC corresponde al medio más alto de la capa de enlace de datos de ISO y todos los esquemas MAC IEEE 802 son diseñados para operar bajo éste, de

tal manera que MAC provee la interfaz entre la capa LLC y el Protocolo físico PHY.

La subcapa MAC ofrece dos tipos de servicios de transmisión de paquetes en un modo básico. El servicio síncrono otorga un ancho de banda garantizado para todas las estaciones y un límite más alto en tiempo promedio de respuesta. El resto del ancho de banda es ofrecido para todas las estaciones en una dinámica, participando en las bases para un servicio asíncrono.

La subcapa MAC provee mecanismos de detección de error, de direccionamiento, construcción y verificación de tramas, de administración del Token y control del acceso al medio de comunicación. El protocolo MAC es la parte principal de FDDI.

El protocolo físico (PHY) es la porción media independiente de la capa física, éste incluye la especificación del servicio de la interfaz con MAC Y define facilidades para pasar un par de bits seriales entre MAC y PHY.

Como en IEEE 802.5 el protocolo MAC de FDDI es un Token Ring. La operación básica de un token Ring es muy similar para IEEE 802.5 y FDDI.

La técnica del token ring de FDDI está basada en el uso de una pequeña trama de token que circula alrededor del anillo cuando todas las estaciones están desocupadas. Cuando una estación está deseando transmitir debe esperar hasta que detecta el paso del token para ponerlo en esa trama vacía (Esto consiste en un cambio de 0 a 1 en la parte del bit de la trama de token), entonces captura el token e inserta un mensaje y un identificador de destino en la trama y es examinado para cada estación de trabajo sucesivamente. Si las estaciones de trabajo ven que este es el destino del mensaje, copian el mensaje y regresan el token a 0. La trama continua circulando como vacía

lista para ser llevada por una estación de trabajo cuando tenga un mensaje para enviar.

## II.2.2 LA CAPA DE ENLACE DE DATOS ( El Control de Enlace Lógico - LLC )

El LLC provee funcionalidad equivalente a la subcapa más alta de la capa de enlace de datos de OSI. Específicamente, éste define servicios primitivos, un formato de frame, una estructura direccionada y una secuencia de control de procedimientos, el resto de las funciones de enlace de datos son provistas por la subcapa MAC.

El protocolo de Control de Enlace Lógico IEEE 802.2 es particularmente importante para LANs y MANs porque provee un protocolo uniforme de interfaz entre las capas más altas y la actual red subyacente ( Figura II.1 ).

CAPA ALTAS	Base de Datos	Procesador de Palabra	Sistema Operativo de Red	Correo electrónico	Archivos de sistema	
	<b>IEEE 802.2 Control de Enlace</b>					
LAN MAC CAPAS FISICA		IEE 802.	IEE 802.	IEE	IEE 802.	IEE FDDI
	CSMA/CD	Token Bus	Toke Ring	DQDB	Voice data LAN	

**Figura II.1. El LLC Es una interfaz uniforme entre las diferentes capas más altas de protocolos y esquemas LAN/MAC.**

Todas las LAN y protocolos MAC MAN verán el mismo protocolo LLC encima de ellos. Todos estos medios del estándar LLC a interfaz MAC se requieren para permitir que el LLC corra sobre algún tipo de LAN o MAN.

El LLC hace de MAC y de LAN/MAN física una implementación transparente para las capas más altas, estas capas más altas interactúan con el LLC usando un estándar para la interfaz más alta.

En otras palabras el LLC es el "pegamento" que permite a algún esquema MAC operar bajo una capa física más alta de servicio, así un bus 802.3 puede correr con facilidad bajo los paquetes de Email. Similarmente el paquete Email corre con igual facilidad sobre 802.5 Token Ring o sobre 802.6 MAN

El LLC es muy importante desde el punto de vista de arquitectura del protocolo. Nótese: que decir que una aplicación corre con igual facilidad sobre diferentes estrategias subyacentes LAN/MAN sólo se refiere a la habilidad de las capas del protocolo para comunicarse.

De hecho, una aplicación dada muestra significativamente mejor funcionamiento sobre un tipo de red y otro, el LLC permite sólo la aplicación para correr en ambas redes.

Los servicios que proporciona el LLC son :

- Servicios de puntos de acceso
  - Direccionamiento de LAN
  - Direccionamiento SAP
- Servicios LLC
  - Tipos de servicio
  - Clases de LLC
- Servicios Primitivos LLC
  - Tipos de primitivos

- Servicios Primitivos LLC
- Servicios primitivos de MAC
- Frames LLC

### II.2.3 MEDIO DEPENDIENTE DE LA CAPA FISICA ( PMD )

Los estándares PMD FDDI corresponden al medio más bajo de la capa física de OSI (Physical Layer Medium Dependent).

EL PMD especifica los requerimientos del hardware como comunicación óptica, características del tipo de fibra, conectores, relevador óptico y los requerimientos de funcionalidad para la transmisión.

Para fibra monomodo se especifica un diodo LASER, para multimodo un LED.

Para el receptor se cuida su sensibilidad (potencia mínima de recepción).

Los conectores para fibra óptica son STC, el SMA, el D4 y el bicónico.

Para el cable se especifica la  $\lambda$  de 1250 a 1350 micras, atenuación de 1.5 dB/Km máxima.

Tipo de cable: 62.5/125 micras, multimodo; monomodo o UTP5.

Relevador óptico: Debe hacer un bypass al receptor óptico en caso de falla, manteniendo la conectividad del anillo.

## II.2.5 ADMINISTRACION DE LA RED FDDI ( SMT )

SMT es el estándar ANSI FDDI que proporciona niveles de enlace de dirección para FDDI. Así SMT es un protocolo de bajo nivel que direcciona la administración de las funciones FDDI que son proporcionadas por PMD, PHY y MAC. El estándar SMT no está terminado, pero los productos FDDI proveen una actualización fácil del SMT. Comúnmente las redes FDDI son confiables operando con las revisiones SMT 5.1 y 6.2 en estaciones de la misma red. Comúnmente estas estaciones usan la revisión final de SMT que también interoperarán con ese. La revisión 6.2 fue hecha en 1990 para los estándares del SMT, la cual está diseñada específicamente para redes FDDI que soportan servicios de paquetes de datos.

La capa SMT proporciona las tramas para la administración remota de estaciones FDDI en la capa de enlace, pero están limitadas para un anillo unimodo FDDI. Ellas no se pueden mover a través de una red de cobertura amplia o a través de múltiples rings FDDI. Ellas no manejan funciones externas de FDDI, tales como redes IEEE 802.3 ó 802.5.

SMT proporciona procedimientos de control que son necesarios para la estación o nodo para la administrar los procesos FDDI, de modo que todos y cada uno de los dispositivos puedan trabajar juntos en la misma red. El SMT debe comunicarse con todas las entidades del protocolo en un nodo FDDI. Las funciones SMT en términos generales están divididas en tres categorías:

1. La administración de la conexión es responsable principalmente del establecimiento y mantenimiento de las conexiones físicas y la topología lógica de la red.



## II.2.5 ADMINISTRACION DE LA RED FDDI ( SMT )

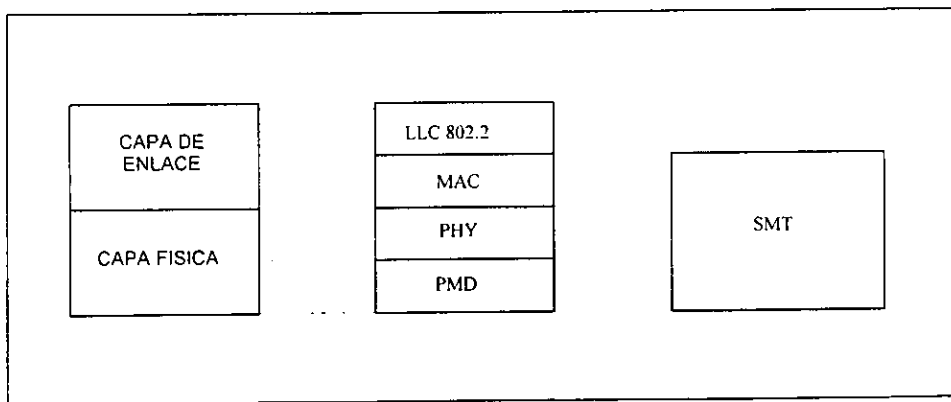
SMT es el estándar ANSI FDDI que proporciona niveles de enlace de dirección para FDDI. Así SMT es un protocolo de bajo nivel que direcciona la administración de las funciones FDDI que son proporcionadas por PMD, PHY y MAC. El estándar SMT no está terminado, pero los productos FDDI proveen una actualización fácil del SMT. Comúnmente las redes FDDI son confiables operando con las revisiones SMT 5.1 y 6.2 en estaciones de la misma red. Comúnmente estas estaciones usan la revisión final de SMT que también interoperarán con ese. La revisión 6.2 fue hecha en 1990 para los estándares del SMT, la cual esta diseñada específicamente para redes FDDI que soportan servicios de paquetes de datos.

La capa SMT proporciona las tramas para la administración remota de estaciones FDDI en la capa de enlace, pero están limitadas para un anillo unimodo FDDI. Ellas no se pueden mover a través de una red de cobertura amplia o a través de múltiples rings FDDI. Ellas no manejan funciones externas de FDDI, tales como redes IEEE 802.3 ó 802.5.

SMT proporciona procedimientos de control que son necesarios para la estación o nodo para la administrar los procesos FDDI, de modo que todos y cada uno de los dispositivos puedan trabajar juntos en la misma red. El SMT debe comunicarse con todas las entidades del protocolo en un nodo FDDI. Las funciones SMT en términos generales están divididas en tres categorías:

1. La administración de la conexión es responsable principalmente del establecimiento y mantenimiento de las conexiones físicas y la topología lógica de la red.

2. La administración del anillo es la responsable principalmente del establecimiento y mantenimiento de la operación del anillo tal como asegurarse que el token sea legal y que este circulando.
3. La administración operacional esta distribuida con otras funciones necesarias para el mantenimiento y administración de la red en un ambiente OSI, tal como monitorear a varios tiempos y parámetros de los protocolos individuales FDDI, estas funciones pueden también incluir interfaces del SMT con otras herramientas de administración de red y protocolos. La Figura II.2 muestra un diagrama de las subcapas de la capa de enlace y la capa física.



**Figura II.2 Divisiones de las capas**

## II.3 COMPONENTES DE .FDDI

En muchas descripciones de redes, el término nodo y estación son usados como sinónimos. Un nodo en una red FDDI es un elemento activo en la red; éste es capaz de repetir las transmisiones entrantes pero no necesariamente es capaz de funcionar con un error en la capa de enlace de datos recuperando funciones.

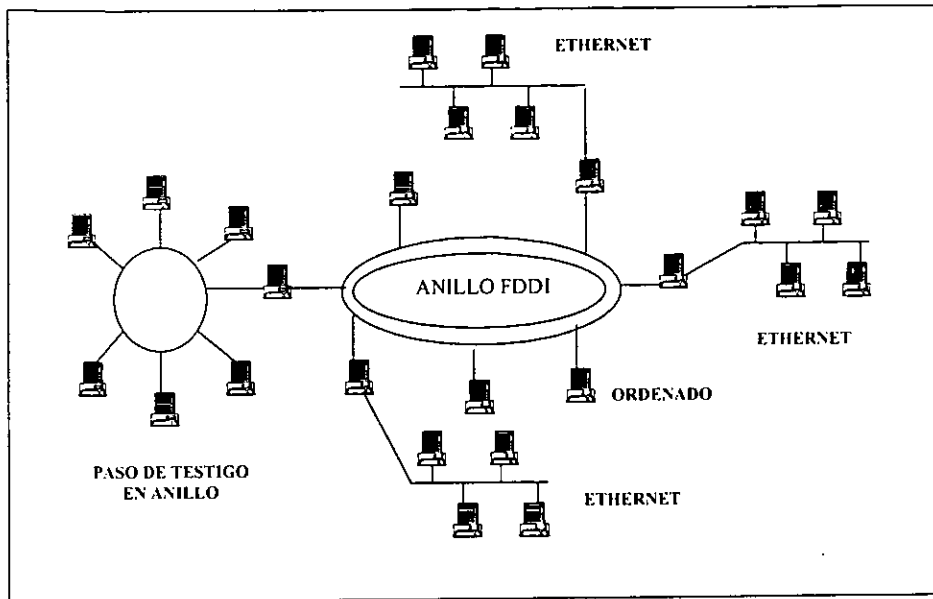
Todas las estaciones FDDI son nodos, pero no todos los nodos son estaciones. Este tipo de tecnología (FDDI) puede ser utilizada para soportar una red local por aplicaciones en las que se requiere de gran ancho de banda pero eso implicaría un costo muy elevado, por lo que se ha caracterizado para funcionar como backbone (columna vertebral), dando soporte a redes ya existentes de Área Metropolitana.

FDDI es una fibra óptica que comprende dos anillos giratorios opuestos, físicamente los anillos constan de dos o más conexiones punto a punto entre estaciones adyacentes. Uno de los anillos se llama primario, está conectado lógicamente a todas las estaciones y es usado para la transmisión de datos. El otro anillo es llamado secundario y está conectado a las estaciones de acoplamiento dual, este generalmente es usado como respaldo.

El tráfico de los rings viaja en direcciones opuestas, y ambos están conectados punto a punto entre estaciones adyacentes.

FDDI tiene un gran rendimiento de operación a 100 Mbps, cubre distancias de hasta 200 Km, y soportan hasta 1000 estaciones conectadas. Puede utilizarse de la misma manera que cualquiera de las redes tipo LAN, pero tomando en cuenta su gran ancho de banda se utiliza como backbone (columna

vertebral) para conectar redes tipo LAN de cobre que trabajan a velocidades menores, como se muestra en la Figura II.3



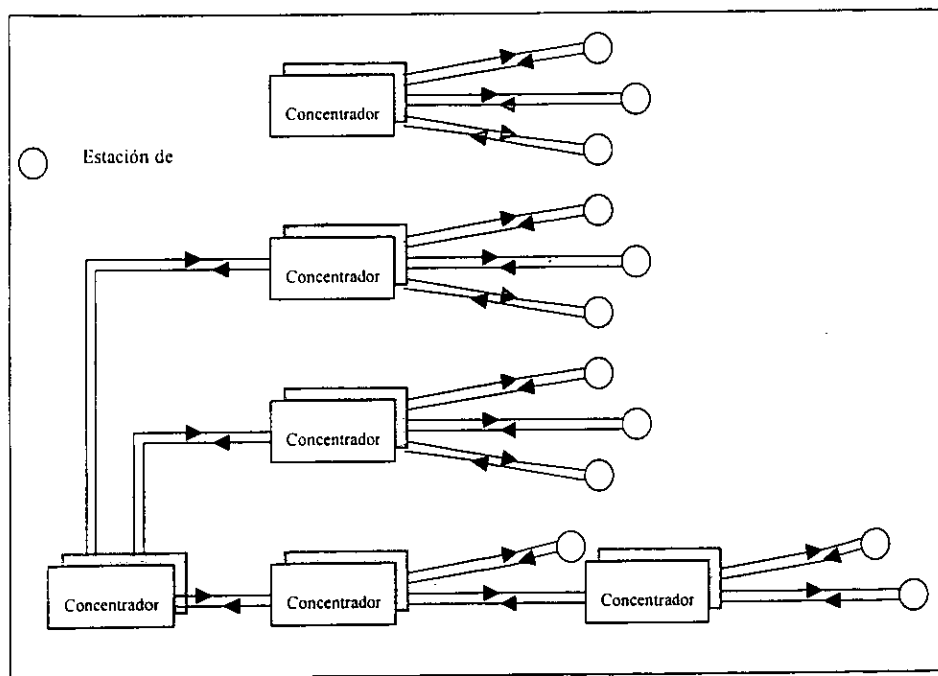
**Figura II.3 Anillo FDDI empleado como backbone para conectar redes tipo LAN**

Existen además tres tipos de componentes utilizados por la red FDDI, estos son concentradores (CON), estaciones de enlace único (SAS) y estaciones de enlace doble (DAS); así, los concentradores pueden ser accedidos en forma única o doble. Por su parte las DAS pueden enlazarse con otras DAS o CON. Un CON puede ser utilizado como un dispositivo individual que conecta varios SAS.

De esta manera, la topología de la red FDDI se definirá como un anillo doble de árboles (Figura II.4).

Hay tres variaciones de dicha topología basadas en los dispositivos antes mencionados como son:

- Anillo Doble donde las DAS son conectadas entre ellas para formar un lazo físico y no se utilizan CON o SAS.
- Árbol donde las SAS son enlazadas a un CON en forma de estrella y no se utilizan las DAS.
- Anillo Doble de árboles, dichos árboles son conectados a un anillo doble junto con las DAS.



**La Figura II.4 muestra una topología de árboles**

A continuación se describe los componentes principales de FDDI

### *1).- Concentradores (CON)*

Son los equipos básicos para construir una red FDDI. Éstos tienen múltiples puertos para conectar usuarios de estaciones de trabajo y dispositivos tales como puentes, enrutadores y otros concentradores para el ring FDDI.

Un concentrador es la raíz de una topología de árbol FDDI. Un concentrador de acceso doble (DAC) une al anillo doble FDDI; un concentrador de acceso único (SAC) une a otro concentrador.

Los concentradores FDDI conectan múltiples dispositivos para el ring FDDI Y pueden:

- a) Funcionar como un dispositivo que encierra a una red FDDI en una caja.
- b) Enlazar al anillo doble FDDI si éste es un concentrador de enlace doble (DAC).
- c) Enlazar a otro concentrador en una configuración de árbol si éste es un concentrador de enlace único (SAC).
- d) Dirigir el enlace doble a otro concentrador si éste es una DAC.
- e) El enlace doble hace un respaldo enlazando a un segundo concentrador para dar un servicio ininterrumpido a un concentrador en árbol.
- f) garantizar que la falla o baja energía de algunas SAS no causen alguna interrupción del anillo. Esto es usado particularmente cuando las PCs o dispositivos similares que se conectan al anillo se encienden o apagan frecuentemente y para proteger al anillo de fallas de estación, estos dispositivos que constantemente son apagados o movidos pueden conectarse a la red por medio de un concentrador.

### **Ventajas de los Concentradores:**

- Las tarjetas controladoras SAS son más económicas que las tarjetas DAS; por lo que las empresas pueden conectar a usuarios de diferentes oficinas a estaciones de trabajo para FDDI de una forma fácil y económica.
- Ofrecen a los administradores de redes un incremento en la seguridad, flexibilidad y control de la red. Los administradores de redes backbone (de columna vertebral) tienen pocos dispositivos para operar y estos dispositivos están distantes de los usuarios finales. Los dispositivos conectados para los concentradores pueden conectarse y desconectarse sin afectar el anillo de la red backbone (de columna vertebral).
- Pueden dirigirse hacia concentradores de niveles más altos para aumentar la tolerancia a fallas.

### **2).- Dispositivos SAS y DAS**

#### **Estaciones de enlace único (Single Attachment Stations - SAS):**

Se conectan a un anillo primario seguidas de un concentrador FDDI vía fibra unimodo, estas estaciones unen solamente el ring primario el cual proporciona conexiones para múltiples SAS. Debido a que las SAS sólo conectan a un anillo, éstas no pueden protegerlo en caso de que una estación o enlace falle, pero si el anillo falla una SAS puede ser aislada de la red.

#### **Estaciones de enlace doble (Dual Attachment Stations - DAS):**

Se conectan a ambos, al anillo doble o a un concentrador (es). Estas estaciones unen a ambos anillos (primario y secundario). En el caso de existir una falla en el anillo primario o secundario, el anillo remedia la falla en cualquiera de las DAS. Las DAS no requieren un concentrador para la conexión a la red FDDI sin embargo, una DAS también puede conectarse a

FDDI a través de un concentrador como si ésta fuera un dispositivo SAS. Opcionalmente un dispositivo DAS puede incluir un Optical Bypass Relay. Los dispositivos DAS (como puentes, enrutadores y servidores de gran funcionamiento) pueden incorporarse dentro de la topología de doble anillo FDDI como se muestra en la Figura II.5.

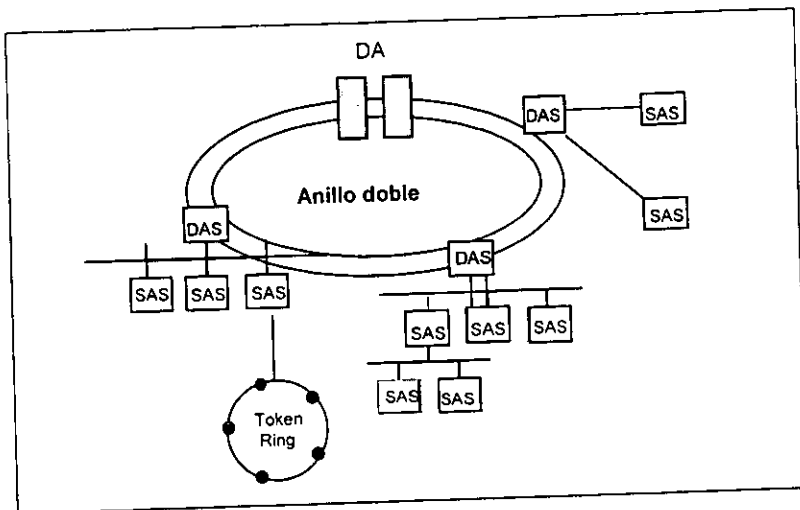


Figura II.5 Dispositivos DAS y SAS en una topología de doble anillo FDDI

FDDI direcciona lo necesario para realizar técnicas de confiabilidad como:

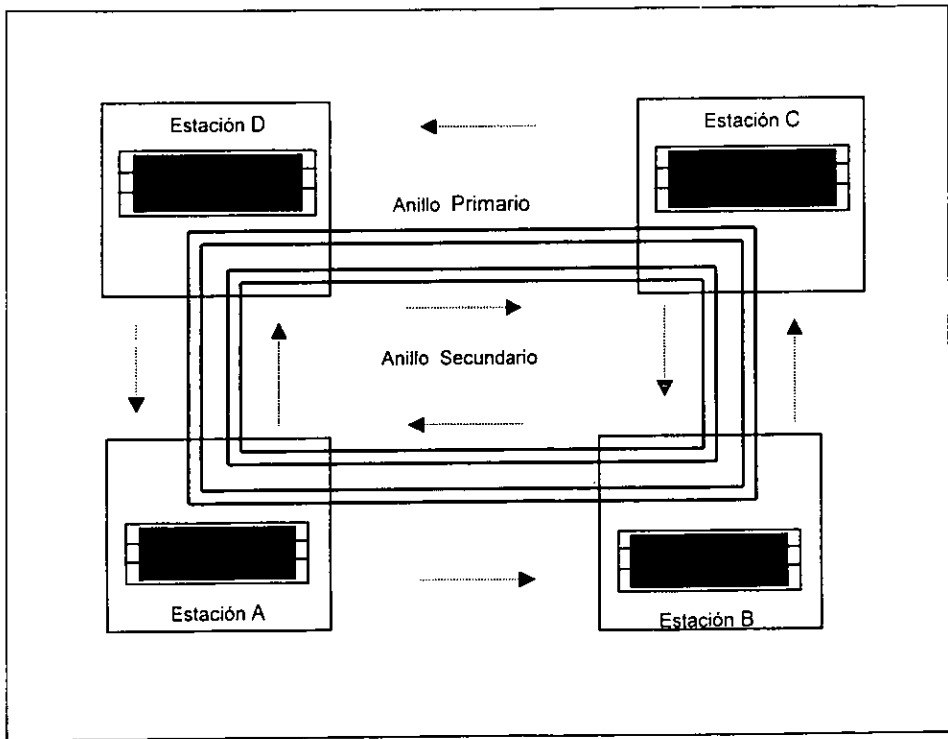
*Station Bypass:* Una estación con falla o fuera de servicio puede ser puenteada, utilizando un switch automático óptico para puentear.

*Wiring Concentrator:* Los concentradores de cableado pueden ser utilizados en una estrategia de cableado tipo estrella.



### 3).- Anillo Doble Giratorio-Contrario

El centro de la tecnología FDDI es el anillo doble giratorio-contrario. Éste consta de un anillo primario y uno secundario. Los datos fluyen en direcciones opuestas en los dos, el flujo de datos primario muestra la salida contraria a las manecillas del reloj (Figura II.6).



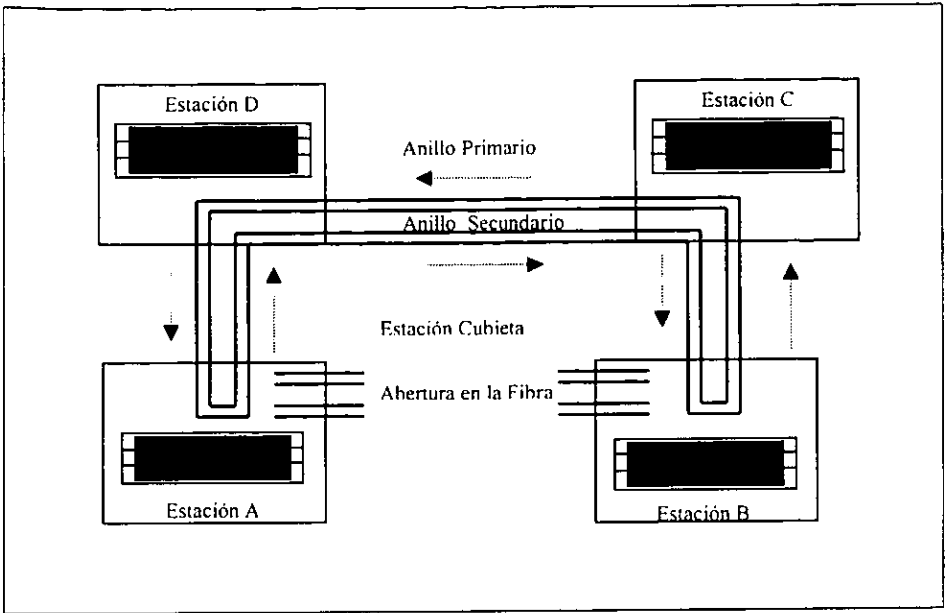
**Figura II.6 Anillo doble giratorio-contrario**

Los dispositivos activos de FDDI se conectan para cada uno a través de fibras dobles, porque el tiempo de falla de FDDI limita la longitud total de la fibra para 200 kilómetros (124 millas), la topología de doble anillo duplica la longitud media en el caso de cubrir al anillo. Este limita la longitud actual de cada anillo en una red completamente redundante FDDI para 100 kilómetros (62 millas).

#### *4).- Falla, Aislamiento y Recuperación de FDDI.*

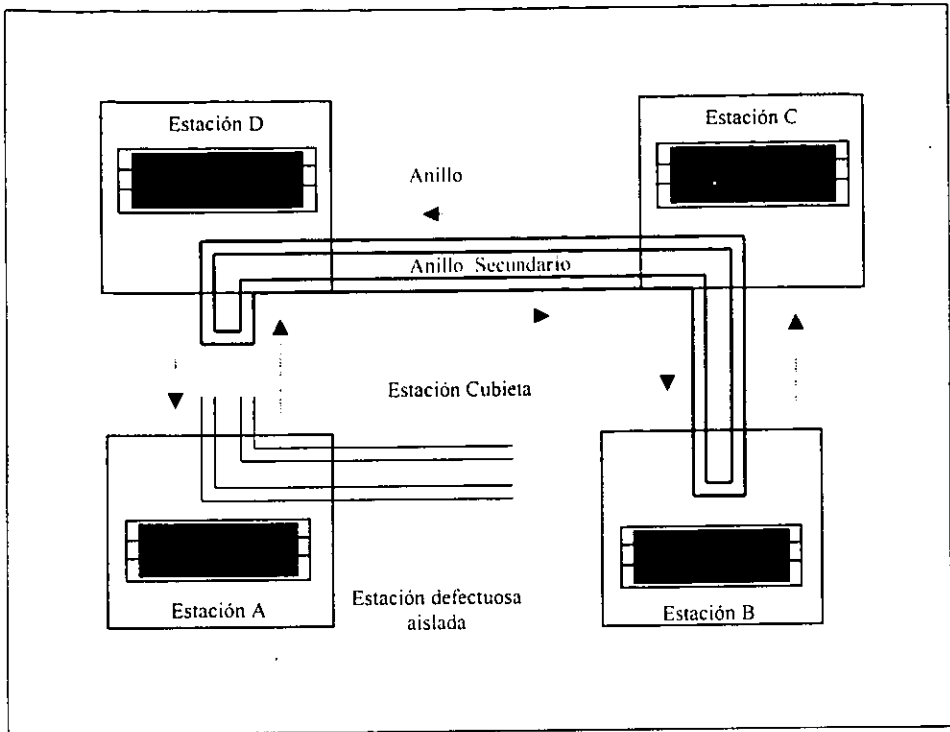
El anillo doble giratorio-contrario de FDDI está diseñado para proporcionar tolerancia a fallas en el caso de que un cable o dispositivo falle.

La transmisión de la ruta del anillo cubre del anillo primario al anillo secundario, este anillo permanece cubriéndolo hasta que la falla es aislada y/o reparada, hasta que la red regresé al modo de doble anillo. Si los dos anillos llegan a desactivarse en el mismo punto, por ejemplo como consecuencia de un incendio o algún otro tipo de accidente en el conducto del cable, los dos anillos podrán unirse para formar un solo anillo que tendrá una longitud de casi del doble. Esta redundancia en el diseño del anillo proporciona un grado de tolerancia a fallas y la disponibilidad de la red no encontrada en otras redes. Si una falla ocurre entre estaciones tal como una ruptura en la fibra, las estaciones FDDI en ambos lados de la falla se reconfiguran como se muestra en la Figura II.7



**Figura II.7 Falla Cubierta en un Enlace del Anillo FDDI**

Cuando una estación falla es aislada y cubierta por el anillo formando una Topología de anillo unimodo. Consecuentemente esta situación es crítica para conectar dispositivos grandes (puentes, enrutadores y servidores) en un anillo doble. Una instalación FDDI limitará los dispositivos conectados en el anillo doble para los que siempre están encendidos y conectados a la red todo el tiempo. La Figura II.8 muestra una falla en una estación del anillo cubierta de acuerdo a la redundancia del mismo.



**Figura II.8 Falla cubierta por una Estación del Ring FDDI**

## II.4 ESTRUCTURA DE LA RED FDDI (BACKBONE)

Existen varias redes correspondientes a las diferentes áreas en las que está dividido el corporativo de Pemex (así como varias dependencias externas que ofrecen servicios como bancos, información de la bolsa, pero éstas últimas no se continuarán mencionando) las cuales son:

- 1.- Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones
- 2.- Dirección corporativa de administración
- 3.- Servicios Médicos
- 4.- Contraloría

- 5.- Petroquímica secundaria
- 6.- Refinación
- 7.- Dirección corporativa de Finanzas
- 8.- Gas y Petroquímica Básica
- 9.- Pemex Exploración y Producción

De las cuales las primeras seis redes cuentan con solo topología Ethernet y par trenzado en su mayoría, así como coaxial delgado en su red local, y están conectadas a un anillo de fibra óptica a través de un enrutador. Las últimas tres redes ya cuentan con tecnología ATM en su red local. Cabe mencionar que existen algunas redes pertenecientes a estas subsidiarias que no están conectadas al anillo, también se tuvo que considerar que varias de estas tenían conexión a sus centros foráneos por medio de una red X.25, Frame Relay, así como su nueva red WAN basada en tecnología ATM de la cual solo se considerará que habrá dos salidas hacia ésta red WAN. Nosotros sólo haremos referencia de la red de la Dirección Corporativa de Finanzas.

Casi en su totalidad, las redes de Pemex están basadas en el protocolo IP, algunas redes se tienen trabajando con protocolo IPX pero solo localmente.

El anillo de fibra óptica de la red corporativa de finanzas de alta velocidad de PEMEX se basa en el estándar FDDI que especifica 100 Megabits por segundo como tasa de transmisión máxima, en un anillo doble de fibra óptica basado en protocolo Token passing especificado hasta la Capa de Control de Acceso al medio (MAC) del modelo ISO.

#### 1.- Topología del anillo FDDI:

Esta estructura se basa en una troncal dual consistente en dos anillos, primario y secundario, cada uno transmitiendo en un sentido de rotación

inverso al otro. El anillo primario se encarga del flujo de datos mientras que el anillo secundario actúa como una ruta redundante de respaldo del anillo primario en caso de falla proporciona un ancho de banda de adicional de 100 Mbps (Figura II.9 conexiones del equipo al anillo).

## 2.- Optical Bypass Relay

Otra cualidad del anillo FDDI, son las interfaz para desvíos donde si una estación pierde suministro eléctrico, un conmutador externo OBR ( relay para desvíos ópticos -optical bypass relay), automáticamente conectará el medio de entrada con el de salida, manteniendo así completo al anillo y omitiendo la estación. Los conmutadores OBR para desvíos ópticos fueron diseñados para manejo automático y a corto plazo de una estación/puente FDDI en el caso de corte de luz, daño en una estación DAS, etc.

Opcionalmente, los dispositivos en el anillo doble pueden estar conectados a través del Optical Bypass Relay para minimizar el impacto de la red cuando el dispositivo es removido desde la red para el mantenimiento o está fuera de línea por otras razones.

Como se menciona anteriormente, la Figura II.10 muestra el diagrama de la Red inicial FDDI y la Figura II.11 los pisos en donde se encontraba instalado este equipo. La Red de la Dirección Corporativa de Finanzas es una de las redes que ofrecen la mayor cantidad de aplicaciones hacia las demás redes.

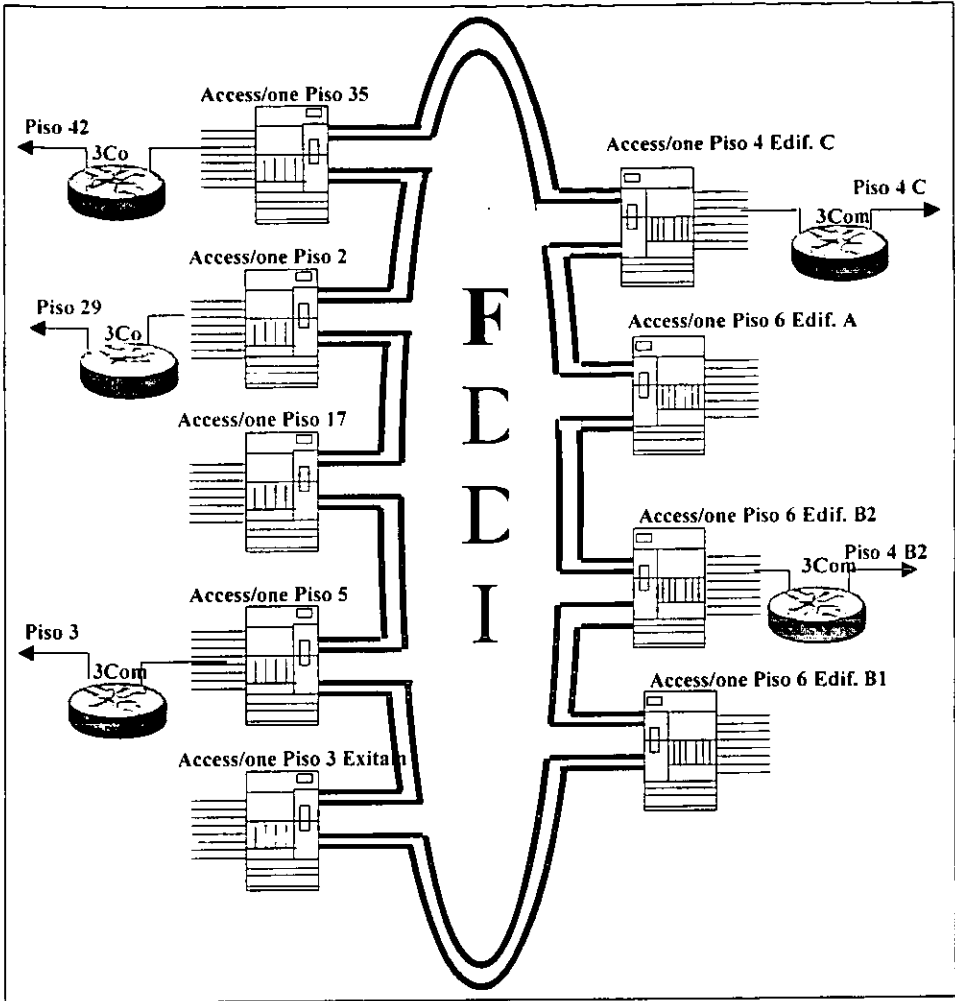


Figura II.9 conexiones del equipo al anillo

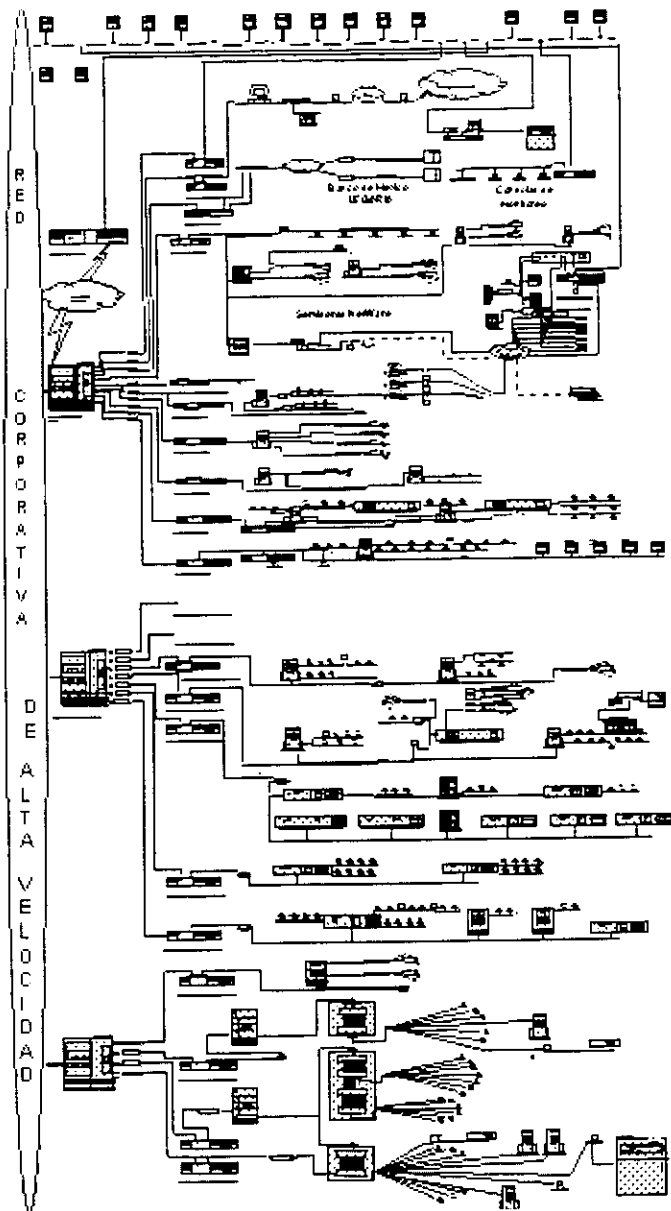
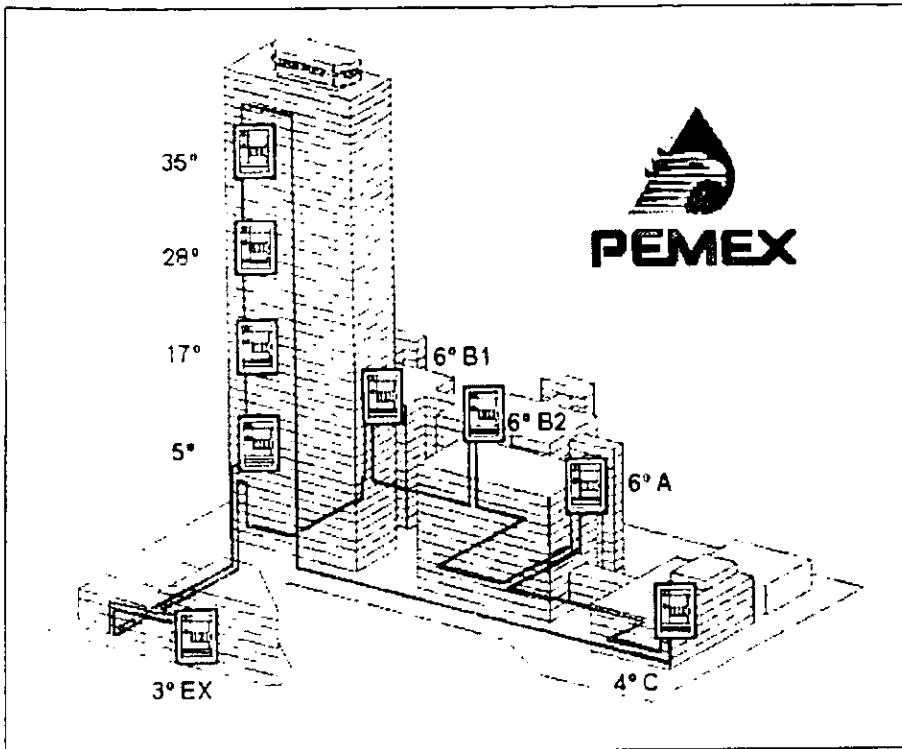


Figura II.10 Diagrama de la Red Inicial.





**Figura II.11 Diagrama de la Red FDDI del Centro Administrativo Pemex**

## **II.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE FDDI**

FDDI está diseñado para proporcionar un amplio ancho de banda como propósito general de interconexión entre computadoras de alta velocidad y periféricos incluyendo la interconexión de LANs y otras redes.

Algunas de las ventajas son:

- a) Debido al doble anillo con que cuenta se tiene mayor ancho de banda sobre fibra, soporte a mayores grupos de trabajo, y aplicaciones más complejas.
- b) Mayores distancias (hasta 2 Km entre nodos con fibra multimodo)

- c) Normalización para interconexión con redes LAN de otros tipos como Ethernet y Token Ring. Soporta redes mayores, explota el ancho de banda de la fibra al máximo y elimina colisiones.
- d) No genera ruido electromagnético
- e) puede unir hasta 500 estaciones.
- f) Debido a su capacidad de aislamiento óptico previenen loops eléctricos y protege contra descargas y picos de voltaje.
- g) Tolerancia a fallas

Las desventajas incluyen:

- a) No admite aplicaciones de voz o vídeo
- b) Suele ser demasiado costoso para conexiones sencillas de PC a LAN.

Aunque FDDI cumple con las características de permitir tener una red confiable por su tolerancia a fallas gracias a su anillo doble redundante, la mayor parte de su limitación se debe a que es una tecnología que todavía es de medio compartido, las interfaces para conectarse al anillo son muy caras, no permite mayor crecimiento en cuanto ancho de banda ya que es solo una tecnología de 100 Mbps, que no permite migrar hacia otra tecnología, no se soportan calidades de servicio, aunque se pueden asignar prioridades no es suficiente como para garantizar una buena calidad.

**CAPITULO III**  
**ATM**  
**(MODO DE TRANSFERENCIA**  
**ASÍNCRONO)**

## ATM (MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO)

### III.1 REDES ATM

Muchas organizaciones están planeando migrar sus redes internas hacia ATM a fin de aprovechar las demandas ascendentes por el ancho de banda requerido que exigen las nuevas aplicaciones. Aunque ATM está continuamente en desarrollo, las organizaciones pueden usar esta tecnología para ambientes LAN y WAN. Una red ATM consta de una serie de conmutadores conectados punto a punto mediante un enlace normalmente de fibra óptica desde redes locales hasta redes corporativas. Los conmutadores ATM soportan dos clases de interfaces: la interfaz de usuario de red (UNI) y la interfaz de nodo de red (NNI). Los UNI conectan las terminales de los sistemas ATM (enrutadores) hacia los conmutadores ATM, mientras que un NNI conecta dos conmutadores ATM. Más precisamente un NNI es cualquier enlace físico o lógico, mediante dos conmutadores ATM que intercambian información (Figura III.1).

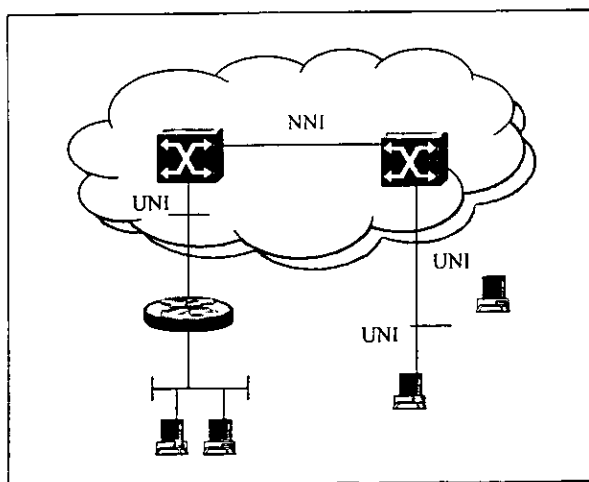
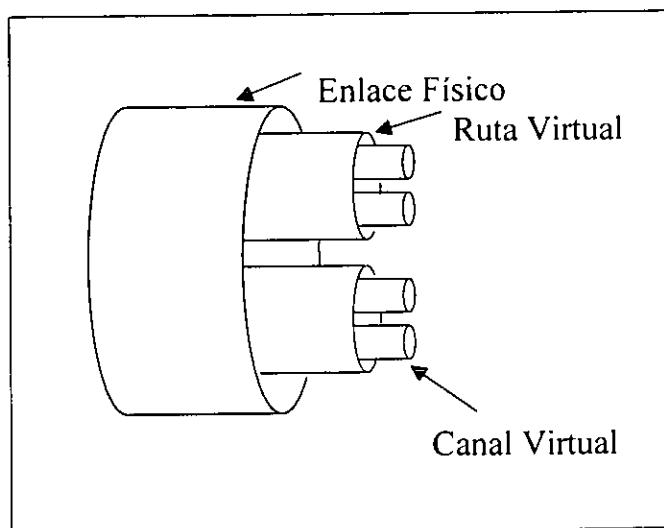


Figura III.1. Interfaz de una red ATM.

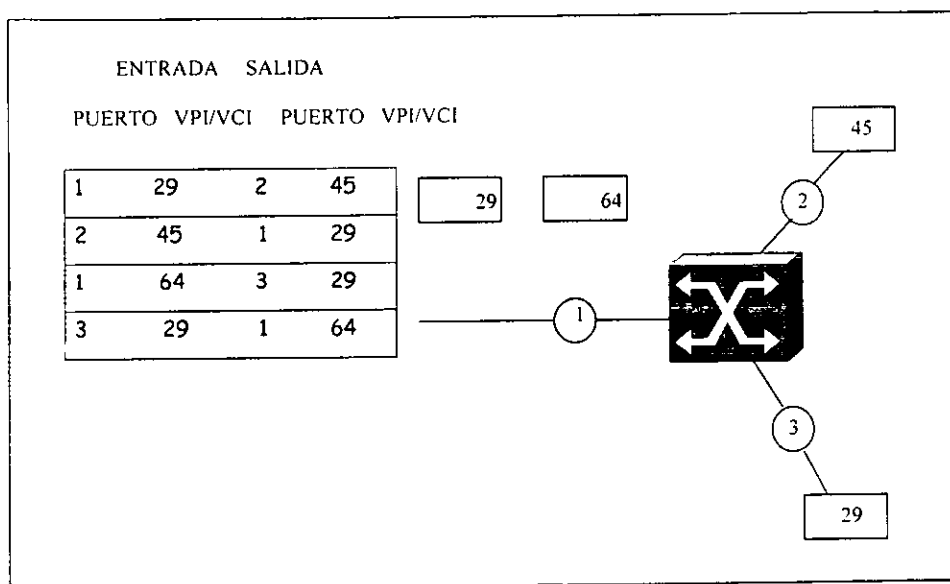
Las redes ATM se basan en el establecimiento de conexiones. Esto es, un circuito virtual necesita instalarse a través de la red ATM antes de transferir datos. Los circuitos ATM son de dos tipos: caminos virtuales, identificados por identificadores de camino virtual (VPI) y canales virtuales, identificados por la combinación de un VPI y un identificador de canal virtual (VCI). Todos los VCI y VPI, tienen únicamente significado local a través de un enlace particular y éstos son remapeados apropiadamente por el conmutador. En la figura III.2 podemos ver el uso del VPI y VCI.



**Figura III.2. Uso de el VPI y VCI .**

La operación básica de un conmutador ATM es muy simple, para recibir una celda a través de un enlace de un valor VCI o VPI conocido; basta mirar el valor de la conexión en una tabla de translación para determinar el puerto de salida (o puertos) de las conexiones y de los nuevos valores VPI/VCI en ese

enlace y después, retransmitir la celda en la salida con las conexiones apropiadas de los identificadores. La operación es muy simple puesto que un mecanismo externo pone en prioridad a las tablas de translación local de la transmisión de cualquier dato. Como se puede observar en la Figura III.3, supongamos que una celda llega al puerto 1 de entrada con un valor 29 dentro del encabezado de VPI/VCI, el conmutador lee el encabezado de esta celda y busca este valor dentro de su tabla que se muestra en la misma Figura.



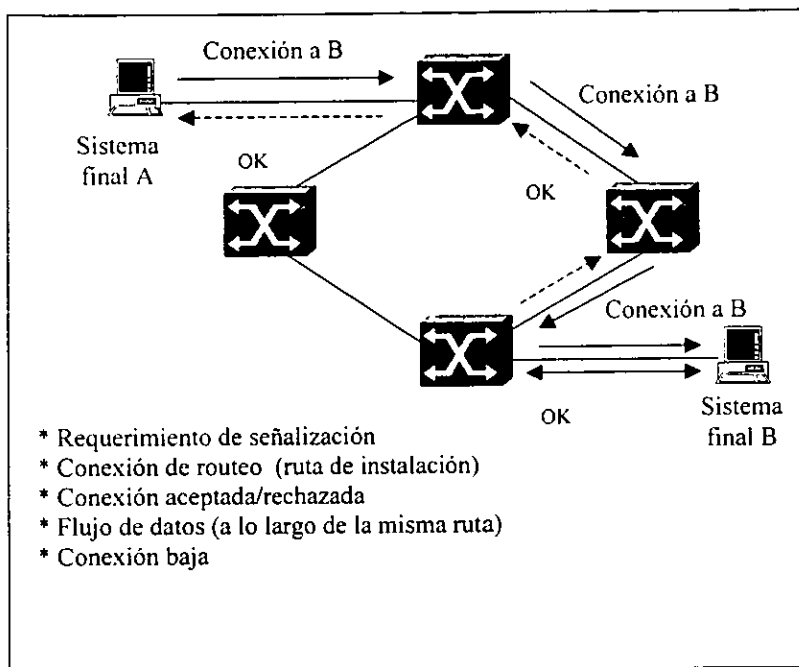
**Figura III.3. Operación del conmutador ATM.**

La manera en la cual estas tablas son puestas determina los dos tipos fundamentales de conexiones ATM.

- a) Conexiones virtuales permanentes (VPC).- Una VPC es una conexión puesta por el administrador de la red entre un puerto origen o de entrada de el conmutador ATM al puerto destino o de salida de el mismo conmutador u otro conmutador ATM, programada apropiadamente con sus valores VCI/VPI.
- b) Conexiones virtuales conmutadas (SVC).- Una SVC es una conexión que es instalada automáticamente a través de una señalización de protocolo. Las SVC no requieren ser instaladas manualmente por el usuario. Por su amplio uso, son las más usadas en las redes ATM.

La señalización de una red ATM es iniciada por un sistema final ATM que desea instalar una conexión a través de una red ATM señalando los paquetes que se enviaron en un canal virtual VPI=0, VCI=5 (Esto significa que este canal virtual está reservado para tráfico de señalización, y no puede transmitirse otro tipo de información a través de la conexión. Todos los conmutadores son también preconfigurados para recibir alguna señalización de paquetes enviados a través de esta conexión y pasarlos a un proceso de señalización asociado con el conmutador. En general, todos los VCI están reservados con cada VPI para tales propósitos de control; conexiones de datos están asignadas desde VCI fuera de este rango). La señalización es enrutada a través de la red de conmutador a conmutador instalando identificadores en la conexión hasta que alcance el destino (sistema final). El más reciente tampoco puede aceptar y confirmar el requerimiento de conexión o puede rechazarlo borrando la conexión. En la Figura III.4 se

muestra porque la conexión es puesta a lo largo de la ruta del requerimiento de conexión, el dato también fluye a lo largo del mismo camino.

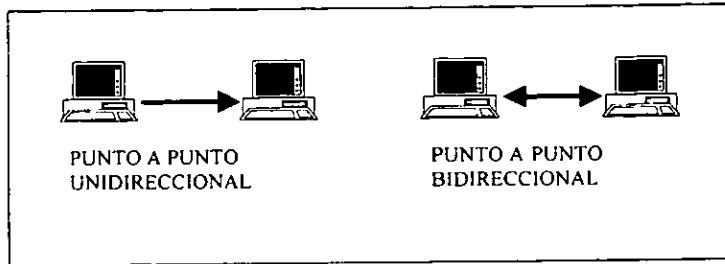


**Figura III.4. Señalización SVC a través de conexión ATM**

Existen dos tipos fundamentales de conexiones ATM:

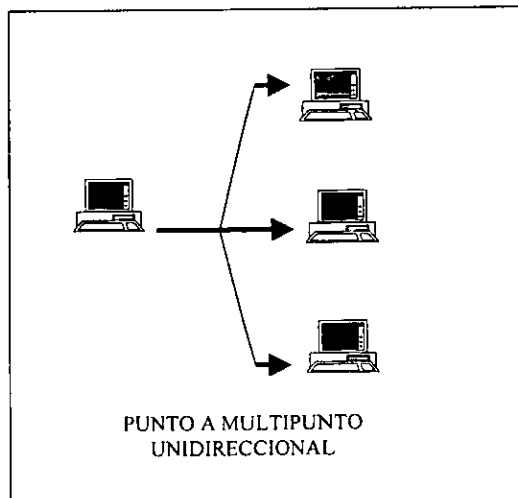
- Conexión punto a punto, la cual conecta dos sistemas terminales ATM, estos pueden ser unidireccionales donde el tráfico de información fluye en solo una dirección, o bidireccionales, donde el flujo de información fluye en ambos sentidos (Figura III.5).





**Figura III.5. Tipos de conexiones punto a punto.**

- Conexiones punto a multipunto, los cuales conectan una simple terminal fuente hacia múltiples sistemas terminales destinos. Cada conexión es unidireccional, permitiendo la transmisión de información en un solo sentido (Figura III.6).



**Figura III.6. Conexión punto a multipunto.**

### III.2 QUE ES ATM

El Modo de Transferencia Asíncrono es una tecnología de transportación y conmutación a grandes velocidades que opera en la capa física y en parte de la capa de enlace de datos del modelo OSI. También se le conoce como cell relay que como el frame relay mueve paquetes con rapidez. ATM lo hace como en redes de área amplia (ATM puede conmutar datos a velocidades en gigabits).

ATM lo hace transportando celdas en forma confiable y expedida a través de la interfaz de la red hasta su destino.

Se le ha diseñado teniendo en mente el soporte de una conectividad multipunto de gran capacidad a costo razonable. Puede llevar servicios de velocidades constantes o variables, servicios isócronos (voz/vídeo) o asíncronos (datos), así como soportar servicios orientados a las conexiones o sin conexiones.

El entorno de conmutación ATM es independiente de la velocidad de datos y admite la conmutación tanto de redes públicas como de redes de área local a velocidades ultra altas que superan 1 Gbps, se espera que estas se incrementen hasta 10 Gbps. Pueden operar también a 45 Mbps y a 1.544 Mbps.

ATM puede proporcionar grandes cantidades de ancho de banda sobre demanda, de tal forma que si un usuario no está utilizando alguna conexión asignada, el ancho de banda asignado puede ser utilizado por otra conexión que la requiera. Además ATM permite que este ancho de banda sea escalado fácilmente, ya que ATM no está ligado a un medio, como las tecnologías de

red local. El modelo de referencia ATM es similar al Modelo ISO como se puede ver en la Figura III.7

Funciones de capas superiores	
Capa de adaptacion ATM/ ATM Adaptation Layer AAL	Convergence Sublayer (CS)
	Segmentation and Reassembly (SAR) Sublayer
Capa ATM	
Capa Fisica	Transmission Convergence (TC) Sublayer
	Physical Medium Dependent (PMD) Sublayer

**Figura III.7 Modelo de Referencia ATM.**

### III.3 CARACTERISTICAS DE ATM

La característica más atractiva del ATM es su capacidad de proporcionar un gran ancho de banda, el cual resulta indispensable para muchas nuevas aplicaciones para redes tanto locales como de área amplia. Algunos ejemplos son las videoconferencias de escritorio a escritorio, la animación, el envío de mensajes y la comunicación multimedia, el trabajo cooperativo y el acceso a supercomputadoras. Ni Token Ring, ni Ethernet, ni FDDI pueden proporcionar un ancho de banda garantizado de 155 Mbps por usuario que no se comparta con nadie más en la red.

ATM también abre la posibilidad a la utilización de la misma tecnología a nivel local y a través de grandes distancias, con lo cual se reducirá la necesidad de puentes y enrutadores, sobre todo en lo que se refiere a la conversión de velocidades y protocolos. Estos dispositivos de interconexión, ahora

esenciales para el armado de redes de área amplia se podrán convertir en facilitadores de la comunicación, en especial cuando el usuario desee tener la posibilidad de escoger, por ejemplo entre T1, Frame Relay y ATM.

Los conceptos de ATM son en esencia muy simples:

- La asignación de ancho de banda se realiza en función de la demanda de envío de tráfico.
- No se realiza control de errores en el campo de dato, y el control de flujo se realiza fundamentalmente por los ETD de usuario. Con ello se maximiza la eficiencia.
- Proporciona transferencia temporal, es decir pequeñas variaciones de retardo entre las señales de la fuente y el destino. Por ello permite la transferencia de señales isócronas.
- Las células se transmiten en intervalos regulares, sin no hay información se transmiten en células no asignadas.
- Se garantiza que las células llegan a su destino en el mismo orden en que fueron transmitidas.

### **III.3.1 LANE (LAN EMULATION)**

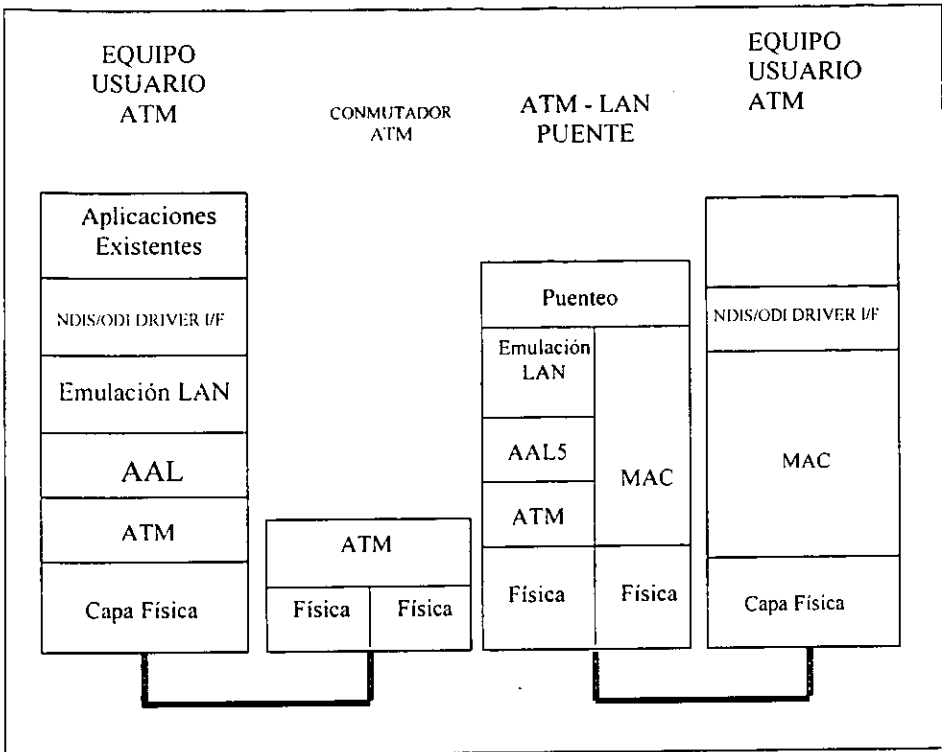
Dos son los métodos que pueden utilizarse para interconectar redes locales sobre una red ATM. El primer método es nativo, este método de encapsular sobre ATM, permite comunicación directa entre redes locales que operan bajo el mismo protocolo.

El Segundo método para interconectar redes locales sobre una red ATM es mediante la tecnología LAN Emulation.

LAN Emulation es un protocolo de capa 2 orientado a conexión, que mira a la red Ethernet o Token Ring así como una estación o servidor con tarjeta ATM como un segmento de red. Como un servicio de capa 2, LAN Emulation puede manejar ambos protocolos, enrutables tales como TCP/IP, IPX, y DECNET así como también protocolos no enrutables tal como NetBIOS y SNA.

De estos dos métodos, LAN Emulation ofrece varias ventajas: Los usuarios pueden aprovechar la alta velocidad apoyada por ATM y el acceso a dispositivos ATM (servidores y estaciones de trabajo) sin reemplazar su inversión en su infraestructura LAN actual. Las redes Ethernet, Token Ring y estaciones terminales ATM se comunican como si ellos estuvieran sobre la misma LAN, pero ahora con un backbone a mayor velocidad ATM el cual es transparente al usuario. Otra ventaja es que pueden estar varias redes emuladas corriendo dentro de la misma red ATM.

En la figura III.8 se puede observar que las aplicaciones actuales pueden seguir siendo utilizadas, al comparar las siguientes pilas, dentro de una estación conectada a una red local, y una estación con tarjeta ATM, conectadas a través de LAN Emulation.



**Figura III.8 Comunicación a través de LANE.**

### Aplicaciones para el Protocolo LAN Emulation:

El protocolo LAN Emulation crea un ambiente en el que todos los segmentos de red local, así como estaciones conectadas directamente a la red, se vean como si estuvieran conectados a una misma red local. LAN Emulation trabaja como un protocolo que une a la capa 2 del modelo de Interconexión Abierta de Sistemas (OSI). No emula todo el protocolo real MAC:

Por ejemplo, no son emulados, el protocolo de acceso al medio (CSMA/CD) para Ethernet, para eso utiliza protocolos propios.

Las dos aplicaciones primarias que pueden utilizar el protocolo LAN Emulation son:

- Centralizar los servidores utilizando adaptadores ATM para conectar estos directamente a la red ATM. Los vendedores de adaptadores ATM deben agregar el apoyo protocolar LAN Emulation al software del adaptador.
- Integrando LANs existentes sobre un backbone ATM. La integración de LANs se realiza con enrutadores y conmutadores LAN, que utilizan el protocolo LAN Emulation que además permiten implementar redes virtuales (VLANs) dentro de la red. Con LAN Emulation implementado sobre los dispositivos de las redes internas de trabajo, no requiere ningún cambio los adaptadores de las estaciones de trabajo u otra estación terminal.

### **Los componentes de LAN Emulation.**

Dentro de LAN Emulation, cada dispositivo ATM, como una estación de trabajo, o servidor o conmutador local debe tener un software implementado conocido como Emulador de Cliente de Red Local (LAN Emulation Client, LEC). Esto es, cada dispositivo ATM que se quiera comunicar entre si, debe tener implementado un LEC perteneciente a la misma red emulada (ELAN). Pero para que operen requieren de varios servicios. La arquitectura de LAN Emulation, define una serie de servicios divididos en tres componentes lógicos:

- Servidor de Configuraciones (LAN Emulation Configuration Server, LECS), que proporciona información de configuración al LEC, como conectarse a su correspondiente ELAN, proporcionandole la dirección

ATM del Servidor de la Red Emulada (LAN Emulation Server,LES).

- Servidor de Red Emulada (LAN Emulation Server,LES) proporciona funciones de control, como habilitar a un LEC a conectarse a una ELAN en particular, así, como el de resolver direcciones MAC en direcciones ATM.
- Servidor de Direcciones Desconocidas (Broadcast/Unknown Server, BUS) maneja aquellos frames que tienen una dirección de broadcast, multicast o desconocida como su destino, mandando este a todos los LECs pertenecientes a la misma ELAN.

### **Comunicación entre los componentes LANE.**

Los componentes LANE se comunican utilizando conexiones ATM, llamadas Conexiones Virtuales de Canal (VCCS) como se muestra en la Figura III.9. El orden de las conexiones es el siguiente:

- Circuito de Configuración (Configuration Direct VCC), que es una conexión bidireccional temporal entre el LEC y el LECS, durante la fase de configuración.
- Circuito de Control (Control Direct VCC), que es una conexión bidireccional entre el LEC y el LES correspondiente al ELAN, utilizada para registrar direcciones, así como para resolver estas.
- Circuito de Control de Distribución (Control Distribute VCC), que es una conexión punto a multipunto utilizada para peticiones de resolución de direcciones para direcciones MAC no registradas.
- Circuito de Envío de Paquetes Multidifusión (Multicast Send VCC), en el que todo el tráfico de broadcast, multicast y direcciones no conocidas es transmitido hacia el BUS.
- Circuito de Reenvío de Paquetes Multidifusión (Multicast Forward VCC),



generado por el BUS hacia el LEC para que este le envíe información al LEC.

- Circuito de Datos (Data Direct VCC), que son conexiones creadas entre LEC para transportar datos entre aplicaciones.

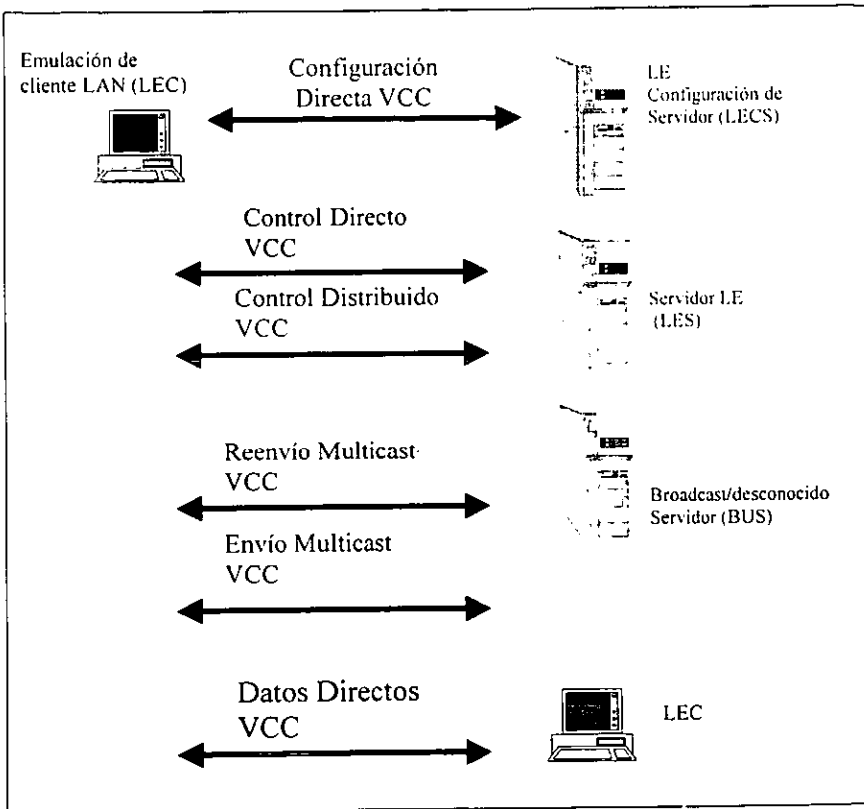


Figura III.9 Conexiones necesarias para el ambiente LANE.

## **LAN Switching.**

El implementar conmutadores LAN es la manera más económica para aumentar el ancho de banda disponible sobre medios LANs compartidos existentes, sin requerir cambios costosos por adaptadores, cableado, software de red, o aplicaciones. Los conmutadores LAN pueden entregar rápidamente, las conexiones LAN dedicadas a usuarios individuales y el ancho de banda agregada para un mejor desempeño. Los conmutadores LAN también permiten la creación de redes virtuales (VLANs), que son las agrupaciones de usuarios con base en su función lógica en vez de su ubicación física.

## **LANE y VLANs.**

Una característica importante de las redes internas conmutadas es su capacidad para apoyar redes virtuales (VLANs), las cuales son los grupos de usuarios definidos por su función lógica, no por su ubicación física. Las redes virtuales se pueden agrupar por la función de los usuarios, tal como comercialización o ingeniería, o por el protocolo de la capa 3. Como las redes virtuales se crean mediante un simple cambio de configuración, en los enrutadores y conmutadores, no son necesarios cambios de cableado cuando un usuario quiere moverse desde un LAN físico a otro.

LANE es un protocolo de normas basado, que se usa para crear, transportar y extender redes virtuales a través de una red ATM.

### **III.4 CAPA FISICA**

La Capa Física define las características de la interfaz con el medio de transmisión, como es la interfaz en si, la velocidad de transmisión y como las celdas ATM son montadas en las líneas de transmisión. Por el tipo de funciones que realiza, esta capa se separo en dos subcapas, una referente al medio de transmisión, y la otra a la extracción de datos de este medio.

- Subcapa Dependiente al Medio Físico (Physical Medium Dependent Sublayer), que trata con los detalles referentes a un medio específico, como velocidad de transmisión, tipo de conector, extracción de reloj, etc.
- Subcapa de Convergencia para la Transmisión (Transmission Convergence Sublayer), encargada de extraer la información del medio de transmisión, así como de la generación del HEC y su chequeo, que se refiere a un algoritmo de detección de errores aplicado al encabezado de la celda.

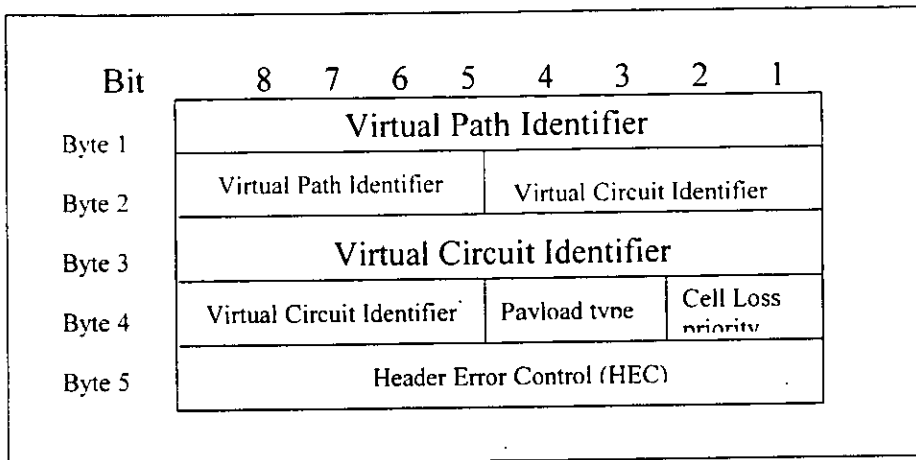
### **III.5 CAPA ATM**

La Capa ATM es la encargada de procesar las celdas, insertando o extrayendo el encabezado, multiplexado y demultiplexado de celdas, así como direccionamiento y traducción del VPI y VCI de la celda.

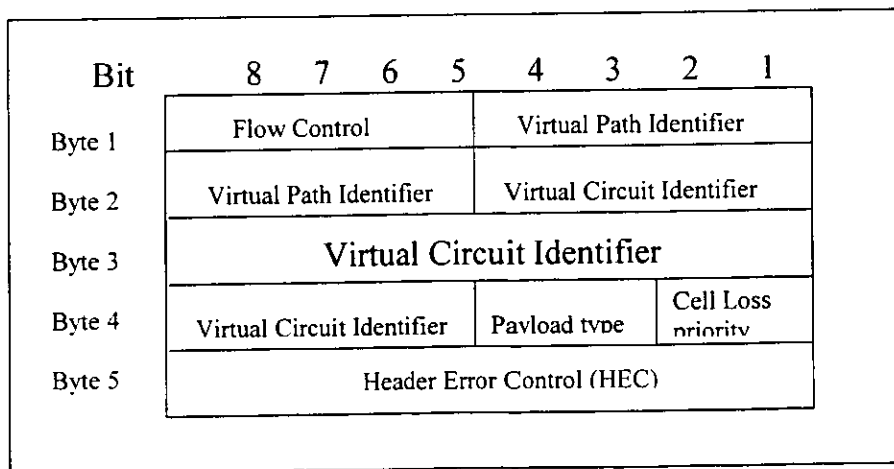
Las celdas de la capa ATM están compuestas por 53 octetos de longitud y constan de 5 octetos del encabezado y un espacio para información de usuario de 48 bytes. El encabezado contiene el VPI y VCI que nos sirven como dirección. El tamaño de la celda fue escogido como un compromiso entre una celda de gran longitud que transporta frames de gran longitud eficientemente, así como una celda de corta longitud que minimizara el

retardo para aplicaciones sensibles al retardo como SNA voz y vídeo.

Hay básicamente dos tipos de encabezados, el encabezado UNI (User-to-Network Interface) y el encabezado NNI (Network-to-Network Interface), mostrados en las figuras III.10 Y III.11.



**Figura A) III.10 Encabezado de una Celda UNI.**



**Figura B) III.11 Encabezado de una celda NNI.**

Los campos mas importantes como se ha venido mencionando es el Virtual Path Identifier (VPI) y el Virtual Circuit Identifier (VCI).

El VPI identifica la ruta que debe ser tomada por la celda, mientras que el VCI identifica el circuito o conexión en esa ruta. Los siguientes campos se explican a continuación:

- El Control de Flujo Genérico (Gerencia Flow Control, GFC) en el encabezado UNI se pretende usar para controlar el acceso a la red, así como el control de este flujo.
- El Indicador de Tipo de información contenida en la celda (Payload Type Indicator, PTI) indica el tipo de dato llevado en el campo de datos de información de usuario o payload, así como si la celda experimento congestión durante su trayectoria.
- La Prioridad para Perdida de Celdas (Cell Loss Priority, CLP) indica si la celda puede descartarse en caso de que la red este descongestionada.
- El Campo para detectar Errores en el Encabezado (Header Error Correction, HEC) es el resultado de un algoritmo de detección de errores que se aplica al encabezado para saber si hubo errores durante la transmisión de la celda.

### III.6 CAPA DE ADAPTACIÓN ATM

El propósito de esta capa es el de recibir datos de varias fuentes posiblemente de diferentes características, adaptarlas y convertirlas en segmentos de 48 bytes. El posible tráfico proveniente de estas fuentes se ha dividido en cuatro clases, con las siguientes características (Figura III.12).

Clase de Tráfico	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
AAL	AAL-1	AAL-2	AAL-3/4 AAL-5	AAL-3/4
Modo de Conexión	Orientado	Orientado	Orientado	No Orientado
Transferencia de Bits	Constante	Variable	Variable	Variable
Ejemplos	Voz PCM, video	voz y video	Frame Relay, SNA, SMDS TCP/IP	

**Figura III.12 Clases de tráfico**

La Capa de Adaptación ATM (AAL) consta de dos subcapas:

- La Subcapa de Convergencia (Convergence Sublayer, CS), es donde los datos son recibidos de las diferentes aplicaciones, y mapeados a la siguiente subcapa. Esta información es empaquetada en unidades de datos de protocolo (Convergence Sublayer Protocol Data Units, CS-PDUs), que dependiendo de la capa de adaptación tendrá un encabezado.
- Subcapa de Segmentación y Ensamblaje (Segmentation and Reassembly Sublayer, SAR) recibe estos CS-PDUs y los segmenta en unidades de datos de protocolo de 48 bytes (Segmentation and Reassembly Sublayer Protocol Data Units, SAR-PDU), el cual es mapeado directamente en una celda ATM y transmitido a la Capa Física.

**CAPITULO IV**  
**ESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED ATM**

## ESTRUCTURA ACTUAL DE LA RED ATM

### IV.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED

Durante la etapa de implementación y migración se tuvieron que tomar varias consideraciones, principalmente la de no interrumpir el servicio a los usuarios y por la cantidad de redes existentes ésta se llevaría por lo menos dos meses, por lo que se tuvo que levantar primeramente el backbone ATM, pero sin dar servicio alguno inicialmente.

Este backbone ATM se conformo por conmutadores ATM, conmutadores LAN, tarjetas de interfaz de red ATM en algunos servidores, así como enrutadores para permitir la comunicación a nivel capa 3, entre las diferentes redes.

- Los conmutadores ATM realizarían las siguientes funciones:
  - a) Operar en un ambiente ATM formando un backbone con otros conmutadores ATM conectados entre sí.
  - b) Permitir la comunicación hacia otras redes ATM
  - c) Permitir transferir el tráfico de las redes conectadas a los conmutadores LAN, hacia otros conmutadores LAN o servidores con interfaz ATM.
- Los conmutadores LAN realizan las siguientes funciones:
  - a) Permitir el tráfico entre redes conectadas al mismo conmutador LAN y hacia otras redes en el backbone, canalizando el tráfico a través del puerto ATM utilizando la funcionalidad de LAN emulation.
  - b) Permitir el establecimiento de Redes virtuales.



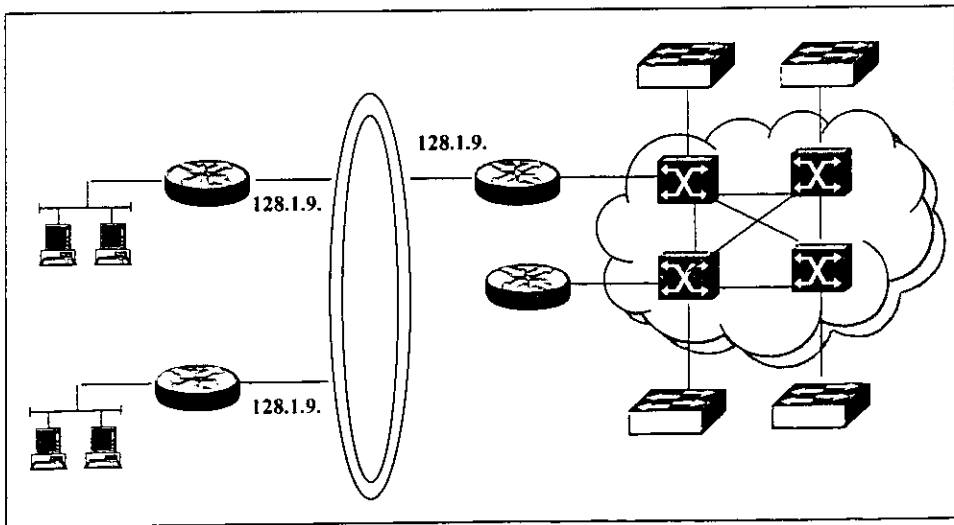
- Dentro de las funciones del enrutador se encuentran:

- a) Proporcionar la información de direccionamiento a los equipos de la red que la requieran.

- b) Implementar el uso del protocolo de enrutamiento IP/IPX sobre la red.

Una vez instalado todo este equipo, uno de los enrutadores se tuvo que conectar al anillo FDDI para que de alguna forma las redes que se fueran conectando al backbone ATM no perdieran conectividad con las redes que aun no permanecían conectadas al anillo FDDI.

Un punto muy importante, fue que el protocolo de ruteo es totalmente estático, por lo que después de tener conectado uno de los enrutadores al anillo, la siguiente tarea fue la de configurar en cada uno de los enrutadores conectados en una ruta por default que apuntara hacia el enrutador que forma parte del backbone como se ilustra en la Figura IV.1



**Figura IV.1 Esquema de Conectividad Inicial**

Una ruta por default dentro de IP tendría la siguiente forma:

0.0.0.0                      0.0.0.0                      128.19.6

La cual significa:

- La primera dirección (0.0.0.0) hace referencia a cualquier red que no se conozca dentro de su tabla de ruteo.
- La segunda cifra (0.0.0.0) hace referencia a que esta red puede ser de cualquier mascara.
- La tercera dirección indica que estas redes que no se conocen, se envíen los paquetes al enrutador con la dirección 128.19.6, el cual funciona también como default gateway o compuerta de enlace al exterior de todos los demás.

Esto nos sirve para que cuando se desconecte una red y un enrutador del anillo, se conecte a los conmutadores LAN. En todos los enrutadores que estaba definida una ruta hacia esta red que se acaba de conectar, se deberá borrar para quitar esta red de su tabla de enrutamiento, y así cuando estas redes que aún están conectadas al anillo requieran comunicarse con esta red que ya esta conectada al backbone ATM, al no encontrar la dirección de red en sus tablas de enrutamiento, mandaran la información (paquetes) a su ruta por default, que es el enrutador con dirección 128.19.6, por lo que conforme se vaya migrando, el trabajo de eliminar rutas se reducirá. El enrutador conectado a la red ATM deberá tener habilitado un LEC (LAN Emulation Client - Cliente de emulación LAN) de la ELAN (emulated LAN - LAN emulada) que corresponda a la dirección de red que se migro, por lo que están conectados al anillo más de 100 enrutadores. Todo el trabajo de ruteo estará en los enrutadores conectados a la red ATM.

Para la comunicación hacia las redes ATM ya existentes, se generó una ELAN entre los conmutadores de la red ATM (backbone ATM) y los enrutadores de la red ATM de la subsidiaria que se conectara siendo esto un proceso muy simple.

## **IV.2 COMPONENTES DE LA RED ATM**

Todo el equipo que se utilizó en la reestructuración es Marca Cisco System, ya que Cisco ofrece una gran variedad de soluciones de acceso remoto. Cisco enfrenta las necesidades de información intensiva de organizaciones a través de un producto extenso y una estrategia tecnológica que comparten muchas de las empresas de actuales redes interconectadas. La solución Cisco es implementarlas a través de un software que lleve una mezcla de enrutamiento, conmutación y tecnologías de direccionamiento de red. El componente principal de la estrategia de arquitectura de Cisco es el Sistema de Operación de las redes interconectada (IOS), el valor añadido del software reside en la parte central de todas las soluciones de redes interconectadas Cisco; porque el hardware de la red inevitablemente cambia en pocos años con la introducción de la nueva generación de procesadores, conmutadores y componentes de memoria y finalmente la inteligencia de las redes se queda en el software. El IOS está unificando el hilo que conecta redes distintas y proporciona una ruta de migración escalable cuando los usuarios necesiten evolucionar.

El IOS comprende un conjunto único de capacidades de software que se combinan para diferenciar las soluciones de la interconexión de redes de

Cisco desde otras alternativas de la industria. El IOS soporta usuarios y aplicaciones desde el inicio hasta el final en toda la empresa mientras proporciona seguridad e integridad de datos. Esto administra efectivamente los recursos para controlarlos y unificar los complejos, distribuyendo la inteligencia en la red.

En cuanto los componentes de la Red ATM, se encuentran los siguientes:

6 conmutadores ATM LightStream 1010

18 Conmutadores LAN Modelo Catalyst 5000

2 Conmutadores LAN Modelo Catalyst 3200

1 Enrutador Modelo 7507

1 Enrutador Modelo 7513

1 Enrutador Modelo 7000

Los 19 conmutadores Catalyst 5000, se encuentran distribuidos a lo largo de la Torre Ejecutiva.

El Catalyst ubicado en piso 17 proporciona el servicio desde el piso 17 hasta el piso 27, así mismo se encuentran los demás catalyst en el piso 28, 29, 30, 31, 32, 33 y 34 que cubre hasta el piso 37, otro en el piso 38 que cubre hasta el 43 y el último hasta el 44 de la Torre Ejecutiva.

La forma de conexión de los equipos aquí mencionados se explicara de forma mas detallada en el punto IV.3 Estructura global de la Red.

### IV.3 ESTRUCTURA GLOBAL DE LA RED

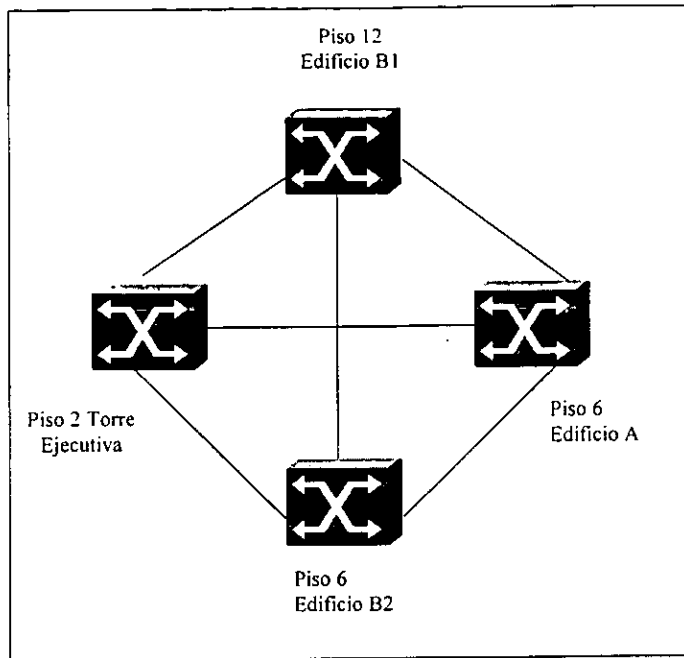
La red ATM de Pemex, está compuesta totalmente por equipo de la compañía Cisco Systems ( una de las compañías líderes en este Mercado).

La red ATM de Pemex, responsabilidad de la Gerencia de Ingeniería en Telecomunicaciones.

La Red ATM estuvo compuesta en un principio por un backbone formado por cuatro conmutadores ATM (equipados con interfaces de 155 Mbps) modelo LightStream 1010 conectados de manera que forman una malla; actualmente se tienen seis conmutadores LightStream 1010. La conexión entre estos conmutadores fue utilizando PNNI como protocolo de enrutamiento, de tal forma que en caso de falla de algunos de los conmutadores nos permite una redundancia dinámica con cualquiera de los demás conmutadores.

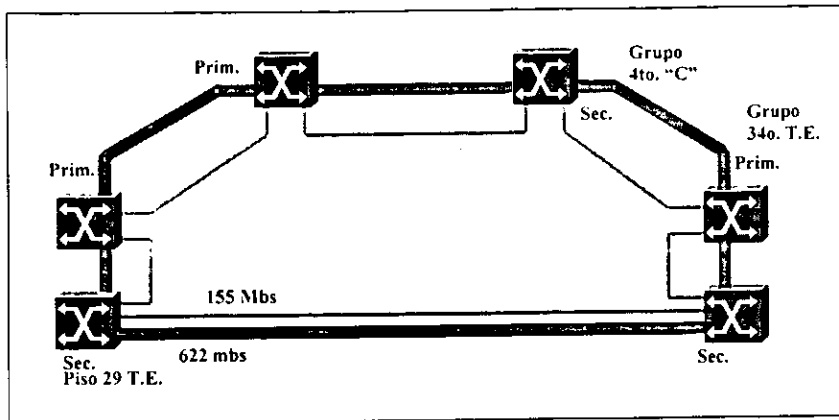
Como se menciona, el enrutamiento es dinámico, esta es una de las características principales de PNNI. Además, permite que la red sea escalable con facilidad.

Cada uno de estos conmutadores ATM soporta hasta 32 puertos de 155 Mbps, de los cuales se utilizaron 3 puertos para la conexión de troncales por cada conmutador. Por lo que quedaron 29 puertos por conmutador ( $29 \times 4 = 116$  puertos disponibles para puertos de usuario), dichos puertos de usuario pueden ser conmutadores LAN, tarjetas de red ATM, otras redes ATM, etc. Estos conmutadores pueden soportar interfaces de 622 Mbps, siendo posible en caso de ser necesario instalar estos módulos, trayendo como consecuencia una reducción en el número de puertos, ya que cada Puerto de 622 Mbps, ocupan la capacidad de la que ocupan 4 puertos de 155 Mbps. La topología de la malla inicial entre los conmutadores ATM se muestra en la Figura IV.2.



**Figura IV.2 Conexión inicial entre los conmutadores ATM.**

Posteriormente se aumentaron al backbone ATM dos conmutadores más LightStream 1010 como se muestra en la Figura IV.3.



**Figura IV.3 Conexión del backbone de conmutadores ATM LightStream 1010.**

A esta malla se conectaron 18 conmutadores LAN modelo Catalyst 5000 y 7 conmutadores LAN modelo Catalyst 3200 utilizando interfaz UNI 3.1.

Dichos equipos ocuparon 25 puertos mas, quedando aun 91 puertos disponibles.

La finalidad de estos conmutadores LAN es la de proporcionar el servicio a toda la base instalada que aun no incorporaba tecnología ATM dentro de su ambiente local, así como la de proporcionar los servicios a otras redes que no contaban con comunicación hacia las redes de Pemex como en el caso de algunos departamentos aislados del Instituto Mexicano de Petróleo y Refinación, Figura IV.4.

Las redes que no contaban con ATM dentro de su ambiente local, eran subsidiarias tales como las de la misma Gerencia de Ingeniería de Telecomunicaciones, la Dirección Corporativa de Administración, la red de

Servicios Médicos, la red de la contraloría, la red de Petroquímica Secundaria, y parte de la red de Refinación.

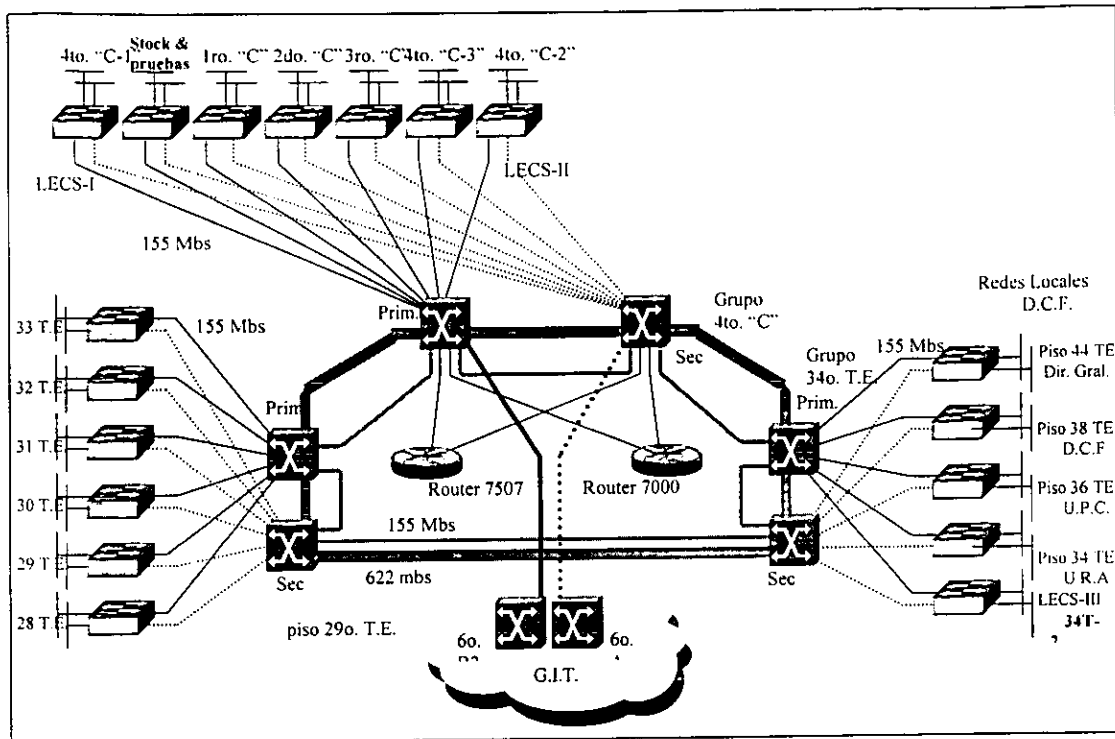


Figura IV.4 Conexión de conmutadores LAN modelo Catalyst 5000

### Redes virtuales

La definición de redes virtuales se basó por el direccionamiento de red, es decir, por cada dirección de red se asignó una red virtual, permitiendo con eso que se integraran los mismos departamentos que estaban separados físicamente en una sola red virtual o dominio IP, así como con la ventaja



adicional de poder asignar cada puerto de los conmutadores LAN a cualquier red virtual.

Se separaron redes que compartían las mismas instalaciones, pero pertenecían a diferentes redes subsidiarias.

Para la comunicación entre las diferentes redes virtuales, se requirió de la instalación de dos enrutadores modelo 7000 y 7507 equipados con interfaz ATM, en los que además de haberse distribuido la carga, están configurados de tal forma que si alguno de ellos falla, el otro tiene la responsabilidad de asumir toda la carga.

Además que este backbone (columna vertebral) sirve como medio de transporte para la comunicación entre las diferentes redes ATM ya existentes dentro de Pemex .

Las subsidiarias que ya cuentan con esta infraestructura son:

- Refinación, la cual cuenta con un total de 6 conexiones hacia el backbone (columna vertebral), 5 de estas conexiones son hacia conmutadores ATM de la compañía Bay Networks, y la restante es hacia un conmutador ATM de Cisco Systems. Cada una de estas conexiones son hacia redes ATM independientes. Cada uno de estos conmutadores ATM proporciona servicios a varias redes dentro de varios pisos en los edificios Torre Ejecutiva y edificio B2.
- Gas y Petroquímica Básica, la cual cuenta sólo con una conexión hacia el backbone, siendo esta hacia un conmutador ATM de la compañía Fore Systems. Esta red proporciona el servicio también a varios pisos del Edificio B1.
- Pemex Exploración y Producción, cuenta con solo una conexión hacia el backbone, siendo ésta hacia un conmutador ATM de Cisco Systems. Esta

red proporciona el servicio a varios pisos ubicados en la torre Administrativa y a un edificio llamado Torre Negra que queda fuera del centro administrativo Pemex.

- Dirección Corporativa de Finanzas, es una de las subsidiarias más importantes, ya que proporciona la mayoría de las aplicaciones que se utilizan dentro del Centro Administrativo, por lo que todas las demás requieren comunicación a esta. Es por eso que es la única red ATM que cuenta con redundancia (dos conexiones hacia el backbone), de tal forma que si uno de ellos falla el otro entra automáticamente en operación. Esta red está formada por varios conmutadores ATM Cisco Systems, por lo que estas conexiones son entre conmutadores diferentes para evitar un tiempo considerable fuera de servicio en caso de que alguno de estos falle. Esta red proporciona servicio a varios pisos ubicados en el Edificio C y Torre Ejecutiva.

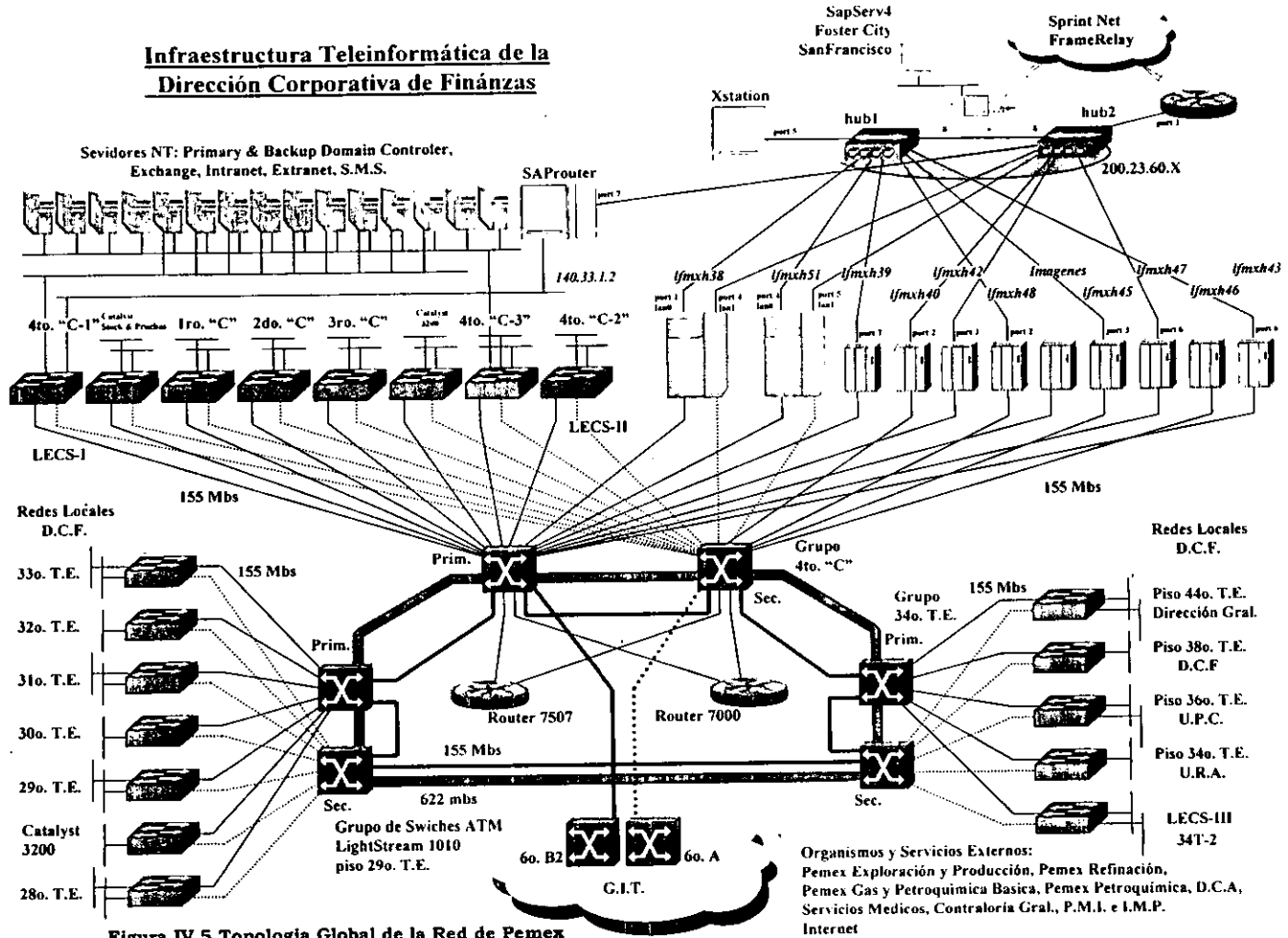
- Conexión hacia la red WAN, es a través de las cuales se envía todo el tráfico hacia los puntos foráneos de Pemex.

Esta conexión proporciona servicio a todo el Centro Administrativo, está compuesta por dos conexiones de diferentes conmutadores ATM, hacia un conmutador ATM de la familia Cisco-StrataCom (BPX) que es el punto de contacto hacia esa red.

- Se tiene una conexión hacia un mainframe IBM, al que se le incorporó una tarjeta ATM. Este es el único servidor conectado al backbone, pero la mayoría de las dependencias que ya cuentan con ATM en su red local como el caso de la red de la Dirección Corporativa de Finanzas, y la red de Refinación cuentan con un gran número de servidores, en su mayoría HP, que ya están equipados con tarjeta ATM.

En estas últimas conexiones se utilizaron seis para Refinación, una para Gas y Petroquímica Básica, una para Pemex Exploración y Producción, dos para la Dirección Corporativa de Finanzas, dos para la conexión hacia la WAN y una última más hacia el mainframe IBM, dando 13 conexiones más, quedando 78 puertos disponibles para crecimiento futuro, así como redundancia en caso de que se instalen redundantes entre los diferentes equipos usuarios, hacia la red ATM. La conexión entre los conmutadores ATM que forman parte del backbone, y los conmutadores ATM pertenecientes a las diferentes subsidiarias, fue utilizando como protocolo de enrutamiento ATM: IISP; el cual es un protocolo de enrutamiento estático que no evita que se pueda tener redundancia dinámica entre el backbone ATM y la conexión hacia la red de la Dirección Corporativa de Finanzas. Además IISP permite que se puedan utilizar los servicios de LANE entre redes ATM diferentes, pues ayuda a la generación de SVS's a través de esta interfaz, y así tener compatibilidad entre los diferentes equipos de los diferentes fabricantes. De esta forma en la Figura IV.5 se puede mostrar la topología global de la red de Pemex, donde los conmutadores ATM encerrados dentro de una nube simbolizan toda la red ATM de cada subsidiaria.

## Infraestructura Telemática de la Dirección Corporativa de Finanzas



**Figura IV.5 Topología Global de la Red de Pemex**

**Organismos y Servicios Externos:**  
 Pemex Exploración y Producción, Pemex Refinación,  
 Pemex Gas y Petroquímica Basica, Pemex Petroquímica, D.C.A,  
 Servicios Medicos, Contraloria Gral., P.M.I. e I.M.P.  
 Internet

## IV.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ATM

Entre las ventajas de ATM se encuentran:

- Su utilización y mantenimiento flexible, eficiente, dinámica e inteligente en el uso de ancho de banda es simple. Además es extremadamente rápido y confiable en la entrega de información.
- Soporta simultáneamente la transmisión uni, bi y multidireccional de información.
- Promete satisfacer instantáneamente las necesidades de comunicaciones del usuario al ofrecer la transmisión de aplicaciones síncrona y asíncronas de voz, vídeo y datos, a diversas velocidades, en múltiples direcciones, con diferentes grados de calidad y servicio.
- Es superior a las técnicas tradicionales de multiplexión (Time División Multiplexing) ya que puede manejar el ancho de banda de una forma flexible e inteligente, concediéndolo a las aplicaciones solo cuando estas lo requieran.
- Llego para quedarse y ha pasado de ser una tecnología experimental de laboratorio a una opción viable para los usuarios que desean consolidar sus redes actuales de voz, vídeo y datos, con el objeto de reducir gastos a través de la eliminación de enlaces múltiples y de una mayor eficiencia y simplicidad en los servicios.
- Velocidad de acceso mediana y alta (2048 mbps hasta 622 mbps).
- Enlaces : Digitales, Fibra Optica.
- Aplicaciones: Transmisión de voz, vídeo y datos a alta velocidad.

Ejemplos de uso: Videoconferencia, telemedicina, teleeducación, consolidación de voz, vídeo y datos.

El modo de transferencia asíncrono traerá también la ventaja de una mejor administración. En primer lugar, simplifica la interconexión de redes locales. Los concentradores ATM permitirán que las conexiones se realicen entre cualquiera de los dos puertos del concentrador, sin importar si los dispositivos que se han añadido se localizan en una red Ethernet, Token Ring o FDDI. Además, mapeará lógicamente la dirección física de un nodo terminal hacia los diversos puertos del concentrador.

El mecanismo de conmutación del concentrador podrá enlazar una estación de trabajo con cualquier red local de una instalación, a cualquier ancho de banda que se necesite, por ejemplo, con la red Ethernet, a 10 Mbps, o con la FDDI, a 100 Mbps.

En otro caso hipotético, cuando un usuario se cambie de piso, ya no habrá necesidad de recablear y de cambiar los direccionamientos lógicos del software de su estación de trabajo y del servicio correspondiente. Con un sencillo movimiento en la consola central de administración, ATM se encarga de restablecer todo el mapa de conectividad de la instalación. Y esto se aplica tanto para uno como para varios usuarios.

Además, también es más fácil modificar los derechos de acceso a los diversos recursos disponibles en cada segmento. Otra ventaja para la administración de la red es que ATM permite concentrar en un área central todos los servidores de una instalación de gran tamaño, con lo cual aumenta la seguridad y el control de los mismos sin que se sacrifique su desempeño.

A diferencia de otras alternativas tecnológicas con configuraciones fijas, ATM permite una gran flexibilidad en cuanto a topología.

Los concentradores ATM permitirán ordenar los nodos en estrella, en anillo o en cualquier combinación que facilite el tráfico de señales en una instalación

determinada. Los beneficios que se pueden derivar de ésta característica son innumerables y de nuevo, facilitan la labor de la administración de la red.

Sin embargo, pese a todas la ventajas que promete ATM, aún quedan algunas dudas que resolver en cuanto a su óptimo funcionamiento. A la fecha no han habido muchas experiencias concretas con ésta tecnología. No se sabe aún que dificultades pueden surgir en instalaciones particulares.

## **DESVENTAJAS**

La posibilidad de utilizar el ATM a distintas velocidades y sobre distintos medios físicos puede crear incompatibilidades entre los equipos instalados y los cableados existentes.

**CAPITULO V.**  
**REESTRUCTURACIÓN DE LA RED**  
**CORPORATIVA DE PEMEX**



# REESTRUCTURACIÓN DE LA RED CORPORATIVA DE PEMEX

## V.1 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

### - LIGHTSTREAM 1010

Entre los conmutadores ATM se encuentra el LightStream 1010, es el primero de una serie de switches nuevos de Cisco Systems. Es un switch modular de 5-Gbps diseñado para usarlo en grupos de trabajo o campus dependiendo de la naturaleza de la interfaz empleada.

El LightStream 1010 utiliza un chasis modular con 5 ranuras de expansión que se caracteriza por su opción doble de tolerancia a fallas y carga compartida de fuente de poder. La ranura de expansión central en el LightStream 1010 está dedicada a un módulo reemplazable simple. (Figuras V.1 y V.2)

El Procesador del Switch ATM (ASP) soporta 5 Gbps de memoria compartida completamente encapsulado de fabrica, junto con estas características, el procesador RISC también proporciona la inteligencia central del mismo así como un gran funcionamiento.

El resto de las ranuras de expansión soportan más de cuatro módulos de acarreo intercambiables (CAMs), cada uno de los cuales en turno, pueden soportar arriba de dos módulos adaptadores de puerto intercambiables (PAMs) por un máximo de 8 PAMs por switch, soportando una amplia variedad de interfaces ATM para escritorio, backbone, y área amplia.

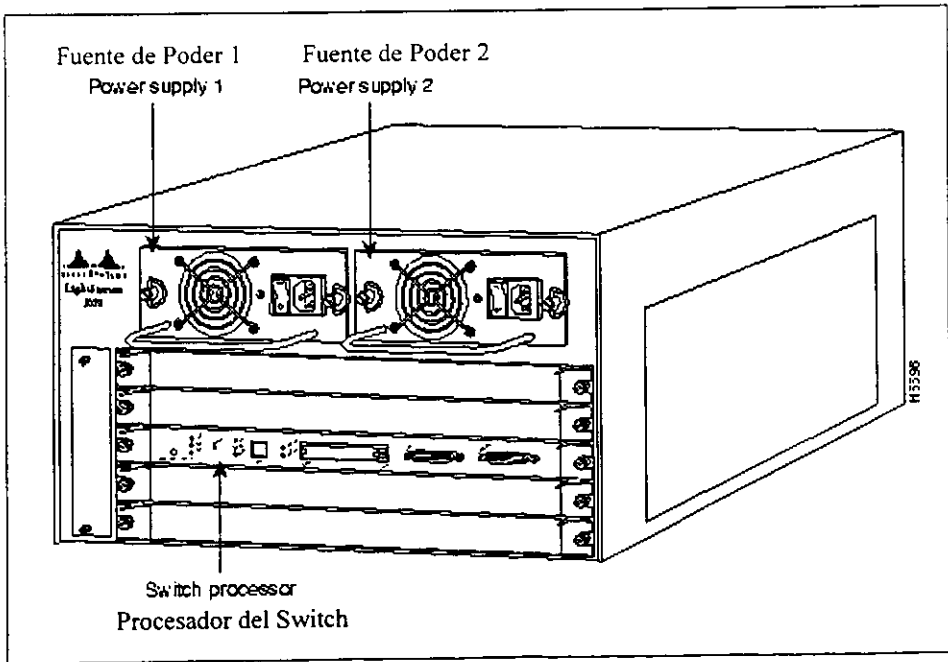
La tabla 3 muestra un resumen de características del LightStream 1010 y la tabla 4 muestra los componentes del chasis del lightStream 1010.

Características	Descripción
Capacidad de procesador y Switch.	5 Gbps memoria compartida, 65,536 celdas compartidas ATM celdas buffers 16 MB de Procesador DRAM standard, máximo de 64 MB 8 MB de memoria flash estandard, internamente expandible arriba de 16 MB plus arriba de 20 MB a través de tarjetas flash PCMCIA.
Software de imagen	Imagen Default con protocolo IISP Opcional PNNI imagen con capacidad plug-and-play.
Módulo adaptador de Puerto	PAM con 4 puertos sonet STS3c/SDH STM1 fibra multimodo, Conectores SC. PAM con 4 puertos de fibra SONET STS3c/SDH STM1 modo simple, conectores SC, PAM con 4 puertos UTP-5 SONET STS3c/SDH STM1, conectores SC PAM con 1 puerto para fibra SONET STS12c/SDH STM4c modo simple, conector SC PAM con 2 puertos DS3, conectores BNC PAM con 2 puertos E3, conectores BNC
Interfaz de tiempo	Ciclo de cronometraje, capa 4 reloj de precisión para su cronometraje de reloj maestro. Distribución de puertos
Acceso de administración	Ethernet standard y puertos seriales dual EIA/TIA 232 en módulo ASP.
Conexiones	32,000 punto a punto, 1985 punto a multipunto conmutación VC y VP, PVC y SVC Segmento F4 y F5 OAM y flujo punto a punto, RDI y AIS OAM Ping en direcciones IP o ATM
Señalización y enrutamiento	UNI 3.0, UNI 3.1, ILMI PNNI fase 1, soporte IISP Soft PVC/PVP acceso a listas y firewalls ATM Modo Plug-and-play con imagen PNNI. Soporte de enlace redundante con balanceo de carga o selección apropiada.
Administración de tráfico	Modo simple y dual por puerto, tráfico múltiple, configurable para conexión, puerto y switch. Clases de prioridad múltiples Todo tipo de conexiones ATM y AALs Control de entradas de conexión, etiquetado y desechado CLP Desecho de paquetes inteligentes Soporte de velocidad de bit disponible: modo de señalización EFCI y modo relativo en todo caso señalado.
Administración de Red	LEDs de Puertos Rx y Tx , LEDs de estatus de equipo común y conmutado. Puerto snooping y conexión direccionada Estándar múltiple y empresa MIBs Texto base interfaz basada en línea de comando en la familia de interfaz de routeo Standard Cisco IOS posibilidades de seguridad: contraseñas y TACACS Telnet, TFTP, BOOTP, LAN Emulación cliente, RFC 1577 Clásica IP de Cliente ATM, para acceso a Administración. Panorama Cisco GUI aplicación para configuración y administración de dispositivos Aplicación para administración de sistema Director Atm GUI
MTBF	Configuración del sistema para 7.1
Dimensiones (H x W x D)	Chasis: 10.5 x 17.2 x 18.1" standard 19-inch rack montable (26.7 x 43.7 x 46.1 cm) ASP y CAM: 1.2 x 14.4 x 16.0" (3.0 x 36.6 x 40.6 cm) PAM: 1.2 x 6.5 x 10" (3.0 x 16.5 x 25.4 cm)
Peso	Vacio: 43 lbs (19.5 kg) Carga completa: aproximadamente 85 lbs (39 kg) (dependiendo de la carga).

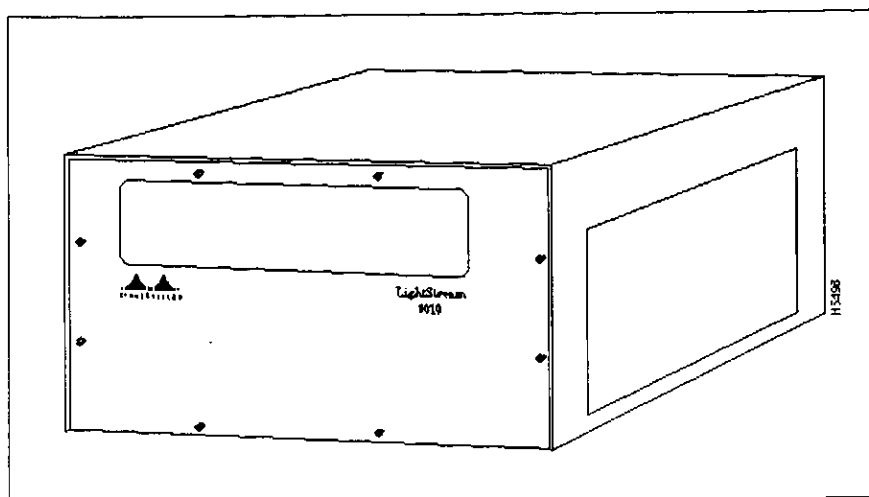
**Tabla 3 Resumen de Características del LightStream 1010**

Tipo	Descripción
Componentes del chasis	Chasis con 5 ranuras de expansión LS-1010, 1 Fuente de Poder, 1 Switch ATM
	Módulo para Procesador (16 MB RAM, 8 MB Flash), Cubiertas para las ranuras de expansión, sin cables de corriente.
	Respaldo de fuente de Poder (instalada en sistema)
	Cable de corriente AC para, USA, Europa, UK, (instalado y de reserva)
	Cable de corriente AC para CD12, Italia (instalado y reserva)
	Módulo de acarreo para 2 puertos PAM adaptados con cubiertas para ranuras de expansión vacías (instaladas) y 2 mas de reserva. Cubierta para ranuras de expansión CAM.
	Módulo ASP, 16-MB RAM, 8 MB Flash memory, sin tarjeta Flash card (instalada por default).

**Tabla 4 Componentes del chasis LightStream 1010**



**Figura V.1 muestra la parte posterior del panel LightStream 1010.**



La Figura V.2 LightStream 1010 Switch vista frontal.

#### - CATALYST 3200

Catalyst 3200 es un miembro flexible, escalable y de gran funcionamiento de la familia Catalyst 3000 que tiene la característica de ser apilable. Cuenta con un chasis para 7 ranuras de expansión y una de ellas es flexible. Seis de estas ranuras de expansión utilizan módulos para medios como 100BaseTX, 100BaseFX, 100VG alguna LAN TX, 100VG alguna LAN FX, 10BaseT, 10BaseFL y ATM. Combinada con esta arquitectura apilable, el Catalyst 3200 puede ser configurado de numerosas formas a través de alguna combinación entre esos módulos.

Estos dispositivos operan en la capa de Control de Acceso Medio (MAC) y es completamente compatible con TCP/IP, DECnet, LAT, XNS, AppleTalk, y NetWare.

Flexibilidad continua con habilidad para aumentar el nuevo módulo de ruteo access WAN todo en un dispositivo integrado que puede ser fácilmente

instalado proporcionando conectividad WAN a todos los dispositivos conectados al switch.

El software le permite aumentar conmutadores para proporcionar puertos adicionales de conectividad sin la molestia de reconfigurar o instalar un nuevo dispositivo. Es apilable con más de 7 Catalyst 3000, Catalyst 3100 u otro Catalyst 3200 y utilizan un Catalyst Matriz común para proporcionar arriba de 3.84 Gbps de ancho de banda. Todos los puertos conmutados de la familia apilable del Catalyst 3000 (con el mismo segmento VLAN ) pueden acceder a la WAN a través del módulo access WAN 3011.

Cada uno de los puertos del Catalyst 3200 proporciona 10, 100 o 155 Mbps dedicados de ancho de banda entregando un ancho de banda mayor que algún medio compartido de soluciones de red. Esos puertos conmutados pueden estar conectados a dispositivos individuales tales como servidores, estaciones de trabajo u otros conmutadores o enrutadores. La familia Catalyst 3000 también puede conectarse para compartir hubs proporcionando gran funcionamiento para soluciones de pequeñas organizaciones. La Figura V.3 muestra la parte posterior del chasis del Catalyst 3200.

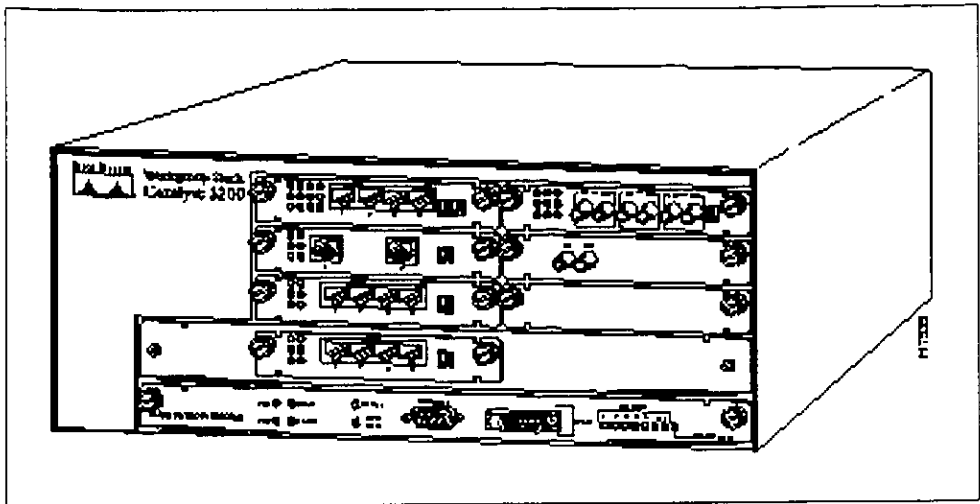


Figura V.3 muestra la parte posterior del Catalyst 3200.

#### Características del Catalyst 3200

- Capacidad plug and play
- Bajo error de conmutación
- Filtrado de direcciones en direcciones origen y destino
- Direcciones automáticas en demanda, viejas direcciones en una base por puerto, 10,000 para sistema y 1700 por puerto.
- 192 KB buffering por puerto a 10 Mbps (384 packets)
- 40 microsegundos de tiempo de latencia y compatible con IEEE 802.1
- Analizador de puerto de switch (SwitchProbe SPAN), puerto para monitoreo RMON
- Puerto de consola
- Soporte Telnet
- Puente MIB, Ethernet MIB, SNMP MIB II y extensiones Catalyst
- Flash PROM para actualización de software
- Soporte Full-duplex
- Canal Ether para conectividad para Catalyst existente
- Capacidad para Virtual LAN (VLAN)
- Expansión de Componentes
- Fuentes de poder redundantes con 2 entradas para CA.

## - CATALYST 5000

La serie Catalyst 5000 es un sistema de conmutación modular que proporciona conmutación de alta densidad en interfaces Ethernet y Fast Ethernet para cableado estructurado y aplicaciones de datos centralizados.

Los sistemas de la serie Catalyst 5000 proveen redes LAN Virtuales y conmutación opcional multicapas con funcionalidades del Sistema Operativo para Interredes Cisco (Cisco IOS). El diseño modular habilita a los usuarios para conexiones dedicadas Ethernet de 10 Mbps y Fast Ethernet de 100 Mbps a segmentos de LAN existentes o para estaciones de trabajo de alto desempeño y servidores utilizando UTP y STP y cable de fibra óptica. La arquitectura de conmutación incluye una espina dorsal (Backbone) de conmutación de datos única integrada de 1.2 Gigabits por segundo, que soporta el uso de alta velocidad de conmutación Ethernet y Fast Ethernet a un rango amplio de interfaces de espina dorsal incluyendo Fast Ethernet, FDDI y ATM.

El chasis del switch Catalyst 5000 cuenta con cinco ranuras de expansión (Ver la Figura V.4). La primer ranura de expansión es para la tarjeta supervisora la cual proporciona conmutación y administración local y remota, e interfaces de doble enlace. De la ranura de expansión dos a la cinco están disponibles para módulos de conmutación.

El la ranura de expansión cinco del chasis modular de la serie Catalyst 5000 tiene una tolerancia completa a fallas de energía con una fuente de poder de respaldo opcional y una complementación total de intercambio de módulos de interfaces. En los módulos de interfaces intercambiables todos los componentes del sistema pueden ser removidos, añadidos o cambiados sin reiniciar o llevar al sistema fuera de línea. La ranura de expansión cinco

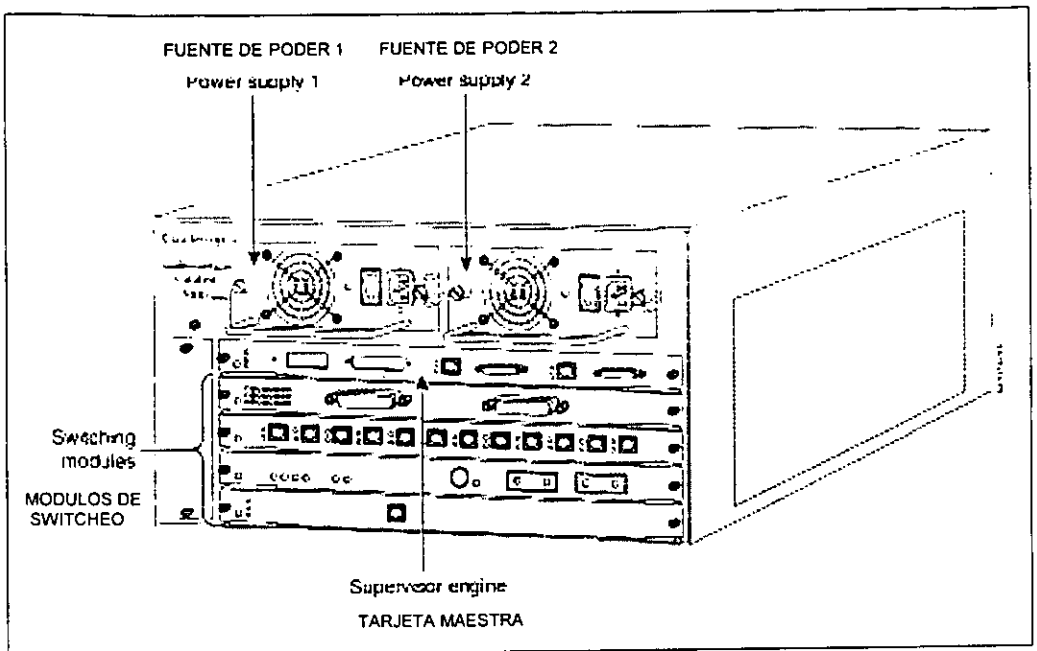
soporta la tarjeta supervisora y en la cuarta ranura de expansión restante soporta cualquier otro módulo de administración. Este módulo contiene dos interfaces Fast Ethernet para conectarse a estaciones de trabajo, servidores, otros conmutadores y enrutadores.

El sistema de la serie Catalyst 5000 tiene características que contribuyen a su capacidad de manejo de tráfico superior como flexibilidad para soportar la formación de VLAN's con y entre switches catalyst 5000 y a través de enrutadores ATM, escalabilidad hasta 1024 VLAN's a través de plataformas tales como ATM o enlaces de 100 Mbps.

El Catalyst 5000 integra módulos de ATM, Emulación LAN (LANE), subcapa física (PHY) a ambos tráficos de LAN (Token Ring y Ethernet) a través de una red ATM.

Este módulo soporta ambos tipos de LAN con una implementación (LEC) (Cliente de Emulación LAN - LAN Emulation Client), así como servicios LANE, LECS (Servidor de configuración emulación LAN), LES, (Servidor de emulación LAN - LAN Emulation Server) y BUS (Broadcast and Unknown Server - Servidor desconocido y broadcast).





**Figura V. 4 Catalyst 5000**

### - CISCO 7000 Y 7513

La serie Cisco 7000 proporciona un sistema de información profesional con la flexibilidad necesaria para conocer los constantes requerimientos de cambio en el núcleo y puntos de distribución de la interred. También proporciona una ruta de migración sencilla para futuras tecnologías.

De La serie Cisco 7000 se derivan la serie 7500 que es una plataforma de enrutadores multiprotocolo de gran funcionamiento, el cual incluye: Cisco 7505, Cisco 7507 y el Cisco 7513 (Figura V.5 y V.6).

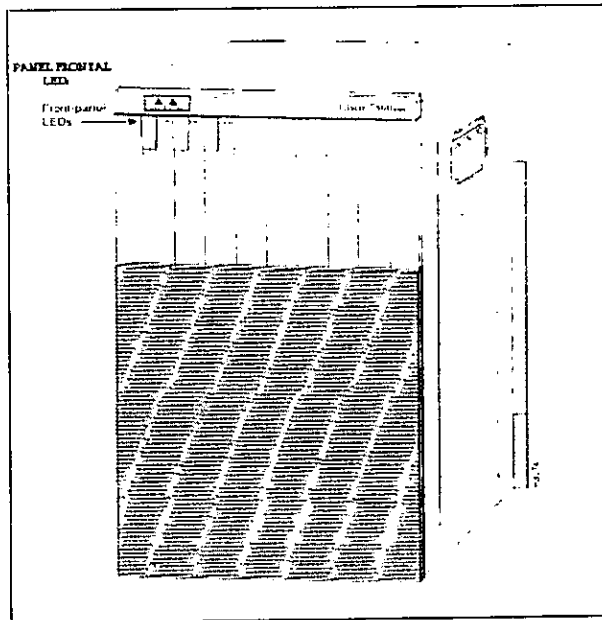
El Cisco 7500 está fabricado con un bus extendido Cisco de alta velocidad (CyBus) y el Cisco 7507 y el 7513 están fabricados con un CyBuses dual. Las interfaces de red residen en procesos de interfaz modular las cuales proveen una conexión directa entre el CyBus y la red externa.

### **Características**

Seguridad, Disponibilidad y Servicio.

- a) Reconfiguración de software en línea. Habilita cambios en la configuración de software que ocurren sin necesidad de reiniciar o interrumpir las aplicaciones de red y servicios.
- b) Insertar y remover en línea. Permite actualizar a muy alta densidad y nuevas interfaces de procesos sin necesidad de reiniciar o poner el sistema fuera de línea, reduce la intervención de operadores puesto que la interfaz de procesos es automáticamente reconfigurada.
- c) Inicialización rápida. Después de una actualización de software, habilita al sistema para que se ponga en línea rápidamente, minimizando así el impacto en la red. Ambiente de monitoreo. Alerta sobre problemas antes de que suceda una condición crítica, permitiendo solucionar el problema, mientras el sistema está en línea. Autodiagnóstico y herramientas. Asegura que los módulos estén operando antes de que entren en línea, eliminando problemas de red potenciales.
- d) Sistema de suministro de poder doble opcional solo Cisco (7000). El equipo puede operar con un suministro de poder individual o de carga compartida.

e) Memoria rápida y EPROM. Software seguro, rápido y actualizaciones en micro código. Permite un punto centralizado y simple de administración.



**FIGURA V.5 Panel Frontal del Cisco 7513**

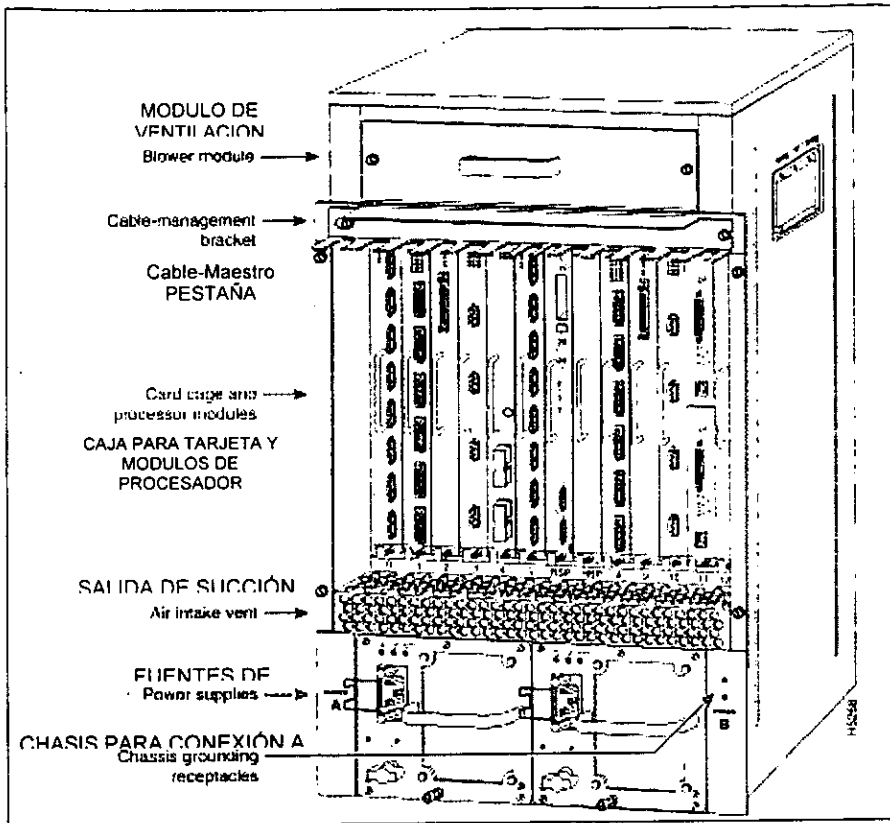


Figura V.6 Parte Posterior del 7513

### Especificaciones

- Proceso de ruteo conmutado. CPU MIPS RISC con un reloj externo de 50 MHz. de velocidad y un reloj interno de 100 MHz. de velocidad.
- Puerto de Consola ( macho EIA/TIA-232---DCE).
- Puerto auxiliar (EIA/TIA-232---DTE).
- 16 Mb DRAM, actualizable hasta 128 MB.
- 128 KB. de NVRAM.

- 8 MB de memoria rápida y PCMCIA en tarjetas de memoria rápida actualizables a 40 MB.
- Batería de respaldo
- Reloj/Calendario de tiempo real.
- Cuatro ranuras de expansión para procesos de interfaz, para Cisco 7505, cinco ranuras de expansión para procesos de interfaz para Cisco 7507; 11 ranuras de expansión para procesos de interfaz para Cisco 7513.
- Suministro de poder de AC y DC.
- Cable de poder (solo AC).
- Consola y cables auxiliares.
- Hardware de rack montable.
- Cable de administración BUCKETS (solo Cisco 7505 y Cisco 7513).

## V.2 PROBLEMAS EN LA RED

### Problemas en el backbone FDDI

En los primeros años de Ethernet compartir 10 Mbps era suficiente para enviar correo electrónico, transferir archivos, compartir impresoras, etc. En los últimos cuatro años surgió una gran cantidad de aplicaciones nuevas cuya característica era la cantidad de tráfico que manejaban como son:

- Multimedia (tráfico de voz, vídeo y datos)
- Videoconferencia (voz y vídeo)
- Cliente/servidor (Servidores NT)
- Bases de Datos cada vez más grandes a las que pueden acceder gran cantidad de usuarios

- Intranet corporativas dentro de cada una de las subsidiarias en las que se guarda una gran cantidad de información, así como servicios.

Todas estas aplicaciones requieren de equipo con el hardware necesario, capacidad de procesamiento, cantidad de memoria tanto en PCs como en equipos Unix y NT equipados con tarjetas de red más rápidas, discos duros, unidades de respaldo, lectores de discos compactos, etc. Es por eso que debido a la instalación de todo este equipo, así como los planes de adquirir mayor equipo de cómputo fueron agravando el problema de tráfico en la red principalmente en el backbone originando desde tiempos de respuesta muy lentos hasta pérdida de sesiones entre las aplicaciones y descontento entre los usuarios por el retraso en la productividad.

Independientemente el mantenimiento de los concentradores que se encuentran instalados en el backbone es muy costoso porque ya no se tiene soporte por parte del fabricante y sobretodo porque se excedió la cantidad de puertos de cada concentrador debido al crecimiento entre equipo y usuarios.

En la red FDDI las conexiones de la mayoría de los enrutadores con el anillo son en modo simple, de tal forma que no se aprovechaban las características de redundancia. Los servidores conectados directamente al anillo si tienen conexión dual.

La mayoría de las interfaces de los enrutadores conectados al anillo son interfaces Ethernet a 10 Mbps, los cuales utilizan un adaptador para hacer posible la conexión al anillo FDDI a 100 Mbps, por lo que las interfaces de acceso de estos son realmente a 10 Mbps. El hecho de cambiar estas interfaces, provocaría cambiar en la mayoría de los casos el enrutador por cada una de las redes.

Los concentradores de FDDI ya no tienen soporte por parte del fabricante, por lo que hubo que migrar gradualmente éstos hacia otra tecnología que mejorara las nuevas necesidades de comunicación.

#### **Problemas a lo largo de la reestructuración ATM**

A lo largo de la reestructuración surgieron ciertos problemas que posteriormente fueron analizados a fondo para su corrección.

El problema principal radicaba en que las versiones del equipo de comunicaciones eran distintas y esto dio origen a una inconsistencia en la conectividad. La corrección se hizo cambiando la versión del software para Catalyst 5000.

Otro problema fuerte se dio cuando la temperatura del equipo excedió el límite establecido por el fabricante. Actualmente se tiene un extractor de aire para mantener una temperatura más o menos de 24 ° C. ya que el límite de tolerancia es de 10 ° C a 40 ° C.

Cada seis meses se realiza un mantenimiento preventivo a los equipos, porque el polvo puede ser un factor negativo para el buen funcionamiento, y de esta forma evitar fallas de hardware.

Adicionalmente se presentó el problema de que la fibra óptica estaba sucia por lo que continuamente se tiene que dar mantenimiento a los conectores de la misma.

Fue necesario implementar un equilibrio entre enrutadores para evitar frames con paquetes dañados distribuyendo y conectando la misma cantidad de redes para cada uno de los enrutadores que se encuentran en los diferentes pisos.

Hubo inconsistencia en la implantación de nuevos protocolos y se eliminó el protocolo HSRP (Hot Standby Routing Protocol), ya que causó conflicto con un enrutador conectado para Banamex.

**El Software líder de los equipos de comunicación de Cisco ((IOS) Sistema Operativo de redes ).**

El software IOS asegura seguridad, robustez y confiabilidad entre las redes, soportando protocolos LAN - WAN y controlando accesos a redes, además permite instalaciones y mantenimientos de redes centralizadas, integradas y automatizadas, permitiendo un crecimiento en la red para seguir cambiando rápidamente los requerimientos de las empresas.

El valor del software reside en la parte central del equipo de redes Cisco, porque el hardware de la red inevitablemente cambiará en pocos años con la introducción de procesadores, conmutadores y componentes de memoria y finalmente la inteligencia de las redes se queda en el software. La misión del software de IOS es soportar la evolución de todas las estrategias actuales de plataformas de red.

Las características del software habilitan un desarrollo efectivo de nuevas aplicaciones y servicios que le permite a empresas generar mejores ingresos, reducir costos y mejorar los servicios a clientes.

Este opera en todas las clases de plataformas de red, incluyendo enrutadores, switches ATM, switches LAN y WAN, servidores de archivo y hubs inteligentes. El IOS soporta rangos más amplios de protocolos en la industria como: TCP/IP, IBM SNA, Novell Netware, Apple Talk, DECnet, Banyan VINES, X.25, Frame Relay, ISDN. Soporta aplicaciones nuevas de multimedia disponibles a través de Protocolo-Independiente Multicast (PIM),



el IOS también se desarrolla para soportar la Interface Privada de red a nodo (PNNI).

También protege los recursos de las empresas con características de seguridad, soporte, incluyendo firewalls, y encriptamiento. El IOS reduce costos con un uso eficiente de ancho de banda de red mientras va eliminando administraciones innecesarias de rutas estáticas. Las características avanzadas de IOS tales como la filtración, terminación, traducción de protocolo, rápida transmisión y servicios de dirección auxiliares proporcionan una infraestructura flexible y escalable capaz de encontrarse con evolucionados requerimientos actuales de redes.

### **V.3 BENEFICIOS**

Sin duda alguna los beneficios que ATM brinda con respecto a otras tecnologías son muchos. ATM ofrece una conexión de conmutación privada para cada usuario. Mucho más rápida para compartir medios tecnológicos (por ejemplo, Ethernet, Token Ring, LANs FDDI). Cuando consideramos sólo términos de velocidad, ATM proporciona velocidades de transmisión más rápidas que las LANs de medios compartidos, arriba de 622 Mbps y más allá. La velocidad es uno de los principales beneficios ya que con eso se ha conseguido mejorar el tiempo de respuesta de las aplicaciones de los usuarios.

Además se consideró redundancia en hardware como equipo con fuentes dobles y tarjetas de respaldo. Se tienen conexiones puntuales y permanentes ya que si uno de los equipos queda fuera de operación entra otro de respaldo,

pero debido a que los conmutadores se encuentran conectados en forma de malla, sería muy difícil que eso suceda porque se necesitaría que fallaran sus tres troncales de cada uno.

La posibilidad de que gran número de usuarios quede fuera de servicio es muy remota, a menos que el conector donde se encuentra el cable de red tenga algún problema.

## CONCLUSIONES

Si bien es cierto, determinar el impacto de esta reestructuración sería difícil, lo que si se puede asegurar es que el tiempos de respuesta y las transferencias de archivos de las aplicaciones entre las diferentes redes aumentaron considerablemente así como nuevas aplicaciones de transmisión de voz, datos y vídeo tuvieron mejores resultados gracias a un mayor ancho de banda de 100 Mbps con el que operaban en FDDI hasta 622 Mbps.

Como ya se mencionó el problema de saturación de tráfico en el backbone, el crecimiento desmedido de usuarios y el deseo de integrar voz, datos y vídeo en una infraestructura común de comunicaciones dieron pie a buscar un medio que pudiera soportar todas estas aplicaciones tanto en capacidad de procesamiento, cantidad de memoria, estaciones de trabajo y servidores en ambiente Unix y NT con un tiempo de respuesta más rápido.

Se realizaron pruebas en operación y poco a poco se fueron eliminando grupos de enrutadores y concentradores que conformaban el backbone FDDI para dar paso al nuevo equipo de la familia Cisco Systems que comprende la nueva red ATM de la Dirección Corporativa de Finanzas de Teleinformática .

La familia Cisco Systems empezó a integrar nuevas redes y nuevos usuarios. Cabe mencionar que dicha migración se llevo a cabo no solo por los beneficios a obtener, sino también por estandarizar la infraestructura con las otras dependencias.

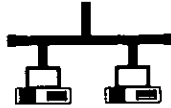
Actualmente ATM añadió nuevas características a la red, de igual forma LAN Emulation ya que LANE cumple con la función de facilitar la migración hacia un ambiente ATM.

Finalmente podemos decir que la reestructuración de la Red FDDI hacia ATM dió como resultado soluciones que aumentaron el desempeño, robustez, confiabilidad, flexibilidad y calidad de la red, asegurando así la interoperabilidad de la misma.

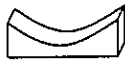
## SIMBOLOGIA



ANILLO FDDI



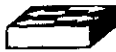
RED LAN



PUENTE



ENRUTADOR



CONMUTADOR LAN



CONMUTADOR ATM

## ACRÓNIMOS

ATM	ATM Modo de Transferencia Asíncrono (Asynchronous Transfer Mode)
FDDI	Interfaz de Datos Distribuida por Fibra
ISO	Organización Internacional de Normas (International Standard Organization)
LAN	Red de Area Local (Local Area Network)
LANE	Emulación de Red Area Local (Local Area Network Emulation)
MAC	Control de Acceso al Medio (Medium Access Control)
MAN	Red de Area Metropolitana (Metropolitan Area Network)
NNI	Interfaz de Nodo de Red (Network Node Interface)
TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de interred
UNI	Interfaz para Usuario de Red (User to Network Interface)
VCI	Identificador de Circuito Virtual (Virtual Circuit Identifier)
VPI	Identificador de Ruta virtual (Virtual Path Identifier)
WAN	Red de Area Extensa (Wide Area Network)

## GLOSARIO

**ATM:** (Asynchronous Transfer Mode) Tecnología de conmutación y multiplexaje de alta velocidad, orientada a conexión, que usa celdas de 53 bytes para transmitir diferentes tipos de tráfico simultáneamente.

**CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS** (circuit switching): El modo de operación de una red telefónica y también de alguna de las redes de datos digitales más modernas.

Primero se establece un camino de comunicación a través de la red entre las terminales de origen y de destino, que se utiliza en forma exclusiva durante toda la llamada o transacción. Ambas terminales deben operar con la misma tasa de transferencia de información.

**CONMUTACIÓN DE PAQUETES** (packet switching): Modo de operación de una red de comunicación de datos. Cada mensaje que se va a transmitir por la red se divide primero en varias unidades de mensaje independientes, más pequeñas, llamadas paquetes. Cada paquete contiene información de direccionamiento. Al recibirse un paquete en un nodo intermedio de la red primero se almacena y, dependiendo de la información de direccionamiento que contiene, se reenvía por un enlace apropiado al siguiente nodo, y así sucesivamente. Los paquetes que pertenecen al mismo mensaje se reensamblan en el destino.

**CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (MAC: medium access control):** Muchas LAN emplean un sólo medio de transmisión común al cual están conectados todos los dispositivos de la red. Por tanto, cada dispositivo debe seguir un procedimiento para asegurar que las transmisiones se realicen en forma ordenada y equitativa.

**CONTROL DE ENLACE DE DATOS DE ALTO NIVEL (HDLC):** Protocolo estándar convenido internacionalmente y definido para controlar el intercambio de datos a través de un enlace de datos punto a punto o multiextensión.

**CONTROL DE ENLACE LÓGICO (LLC):** Protocolo que forma parte de la capa de enlace de datos en la LAN; se ocupa de transferencia confiable de datos a través del enlace de datos entre dos sistemas de comunicación.

**EQUIPO TERMINAL DE DATOS (DTE):** Nombre genérico para cualquier dispositivo de usuario conectado a una red de datos. Entre estos dispositivos están las pantallas, las computadoras y las estaciones de trabajo de oficina.

**EQUIPO TERMINAL DEL CIRCUITO DE DATOS (DCE):** Equipo proporcionado por la autoridad de red para conectar dispositivos de usuario a la red. Hay diferentes clases de DCE para los distintos tipos de redes.

**FDDI** Estándar basado en una topología de anillo que opera a una tasa de datos de 100 Mbps.

**HSRP (Hot and Standby Routing Protocol)** Protocolo propietario desarrollado por Cisco Systems para manejar enrutadores en espejo, ofreciendo redundancia dinámica.

**RED DE ÁREA EXTENSA (WAN):** Cualquier red privada o pública que cubre un área geográfica amplia.



**RED DE ÁREA LOCAL (LAN):** Red de comunicación de datos que interconecta una comunidad de dispositivos digitales distribuidos en un área limitada.

**RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (ISDN):** Es la nueva generación de redes en telecomunicaciones que utiliza técnicas digitales tanto para la transmisión como para la conmutación. Con estas redes es posible manejar comunicaciones tanto de voz como de datos.

**TRANSMISIÓN ASÍNCRONA:** Esta implica que el reloj del receptor no está sincronizado con el reloj del transmisor durante la transmisión de datos entre dos dispositivos conectados por una línea de transmisión.

**TRANSMISIÓN SÍNCRONA:** Técnica para transmitir datos entre dos dispositivos conectados por una línea de transmisión. Los relojes del transmisor y receptor están en sincronía.

LAN Switch Conmutador de Red de Area Local.