

56
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGÓN"

FALLA DE ORIGEN

INTERFACE DE DISTRIBUCION DE DATOS EN FIBRA
FDI

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A:

BEATRIZ SERNA HERNANDEZ



ENEP



ARAGON



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

BEATRIZ SERNA HERNANDEZ
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 13 de mayo del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. DONACIANO JIMENEZ VAZQUEZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " INTERFACE DE DISTRIBUCION DE DATOS EN FIBRA F D D I ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Mex., 18 de mayo de 1975
EL DIRECTOR

M. en C. CLAUDIO C. MERRIFELD CASTRO



c c p Lic. Alberto Ibarra Rosas, Jefe de la Unidad Académica.
c c p Ing. Silvia Vega Muytoy, Jefe de la Carrera de Ingeniería
en Computación.
c c p Ing. Donaciano Jiménez Vázquez, Asesor de Tesis.

CCMC'ATR'11a.

[Handwritten signatures]

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Este trabajo lo dedico a mis padres Juanita y Mario quienes han estado siempre a mi lado, apoyándome y alentándome a cada momento. Por todos sus consejos, por todo su cariño y porque los quiero mucho.

Agradezco también a mis hermanos Mario, Antonio, Emilio y Alejandra por sus consejos y ayuda para realizar este trabajo.

También quiero agradecer a mis maestros y sinodales

Ing. Donaciano Jiménez
Ing. Humberto Vargas
Ing. Blanca Estela Cruz
Ing. Narciso Hernández
Ing. Ricardo Nuñez

por todas sus sugerencias en la realización de éste trabajo.

INDICE

Justificación del proyecto	i
----------------------------------	---

Introducción	1
--------------------	---

Capítulo I. Fibra Óptica

1.1	Definición	3
1.2	Estructura	3
1.3	Clasificación	4
1.3.1	Fibras Multimodo	5
1.3.2	Fibras Monomodo	5
1.4	Atenuación en fibra óptica	6
1.5	Transmisores ópticos	6
1.6	Receptores ópticos	8
1.7	Técnicas de empalme y conectores	9
1.7.1	Empalmes	9
1.7.2	Conectores	9
1.8	Cables de fibra óptica	11
1.8.1	Tipos de cables	11
1.8.2	Consideraciones para la instalación Del cable de fibra óptica	12

Capítulo II. FDDI y el Modelo OSI

II.1	Definición de FDDI	13
II.2	Definición de Método de acceso	15
II.2.1	Método de acceso CSMA/CD	15
II.2.2	Método de acceso Token Passing	15
II.3	Modelo OSI	16
II.4	Especificaciones de FDDI	19
II.5	Subcapas FDDI	20
II.5.1	Estándar PMD	20
II.5.2	Estándar PHY	24
II.5.3	Estándar MAC	27
II.5.3.1	Protocolo de tiempo de token	29
II.5.3.2	Aislamiento de fallas y reconfiguración	30
II.5.3.3	Tipos de paquetes	32

II.5.4 Estándar SMT	32
II.5.4.1 Administrador de conexión	33
II.5.4.2 Administrador del anillo	35
II.5.4.3 Servicios de paquete SMT	36
II.6 Arquitectura de Sistema de Red (SNA)	37

Capítulo III.
Funcionamiento de FDDI

III.1 Transmisión sobre el anillo	39
III.2 Puesta en marcha de una estación	41
III.3 Inicialización del anillo	41
III.4 Estado de operación estable	43
III.5 Mantenimiento del anillo	44
III.6 Condición de señalización	45
III.7 Estructuras de datos de la red FDDI	46
III.8 Configuración y funciones de una estación FDDI	46
III.9 Operación del anillo FDDI	48
III.10 Componentes FDDI	52
III.10.1 Concentradores	52
III.10.2 Estaciones de atachamiento dual y simple	55
III.10.3 Dispositivos de interconexión de redes	57
III.10.3.1 Puentes	57
III.10.3.1.1 Reenvío y filtrado de paquete	58
III.10.3.1.2 Expansión de árbol	59
III.10.3.1.3 Tipos de puentes	61
III.10.3.1.4 Protocolo de fragmentación	63
III.10.3.2 Ruteadores	64
III.10.3.2.1 Tipos de ruteo	65
III.10.3.2.2 Forma de operación del ruteador	67

Capítulo IV
Topologías

IV.1 Tipos de topologías para redes FDDI	68
IV.1.1 Concentrador con estaciones atachadas	68
IV.1.2 Anillo dual	69
IV.1.3 Arbol de concentradores	70
IV.1.4 Anillo dual de árboles	71
IV.2 Rutas redundantes	73

IV.3	Cableado estructurado	74
IV.3.1	Elementos de un sistema de cableado estructurado	75
IV.3.2	Subsistemas del cableado estructurado	77
IV.3.2.1	Subsistema principal de campus	77
IV.3.2.2	Subsistema principal en edificio	77
IV.3.2.3	Subsistema en gabinete de Telecomunicaciones	77
IV.3.2.4	Subsistema de cableado de un área de trabajo	78
IV.4	Normas	79

Capítulo V

Ambientes de aplicación

V.1	Grupo de trabajo	81
V.2	Interdepartamental o en edificio	82
V.3	Campus	83

Capítulo VI

Etapas de Implementación

VI.1	Toma de decisión	84
VI.1.1	Análisis de tendencias	85
VI.1.2	Monitoreo del performance de la red	85
VI.2	Planeación	85
VI.2.1	Estrategia de cableado	87
VI.3	Instalación	88
VI.4	Ejemplo del proceso de implementación de una red FDDI Red corporativa de Alta Velocidad de Petróleos Mexicanos	89
VI.4.1	La toma de decisiones	89
VI.4.2	La planeación	89
VI.4.3	La implementación	93

Conclusiones	97
--------------------	----

Bibliografía	99
--------------------	----

Glosario	102
----------------	-----

JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Este trabajo tiene como uno de sus propósitos, dar a conocer el estándar FDDI (Fiber Distributed Data Interface) y la importancia que tiene la implantación de redes basadas en éste, ya que su uso permite enlazar múltiples redes, formando así una red de redes; además de que permite realizar aplicaciones en las cuales existe un alto tráfico de información (tal como el manejo de imágenes).

El interés por desarrollar este tema se dió al ver que hoy en día se está adoptando el estándar FDDI no sólo en las más importantes empresas de computación, sino también en muchas compañías que han estado en espera de un plan de cableado que les proporcione un alto rendimiento y un costo eficaz. El uso de fibra óptica, le proporciona al FDDI atributos tales como transmisión casi sin ruido, seguridad y mayor ancho de banda, lo cual permite a las compañías ubicadas en ambientes ruidosos y a largas distancias, un enlace más confiable.

Además de lo anterior, deseo hacer notar el gran papel que juega en la interconexión de diferentes ambientes, ya que su conformidad con otros estándares lo hacen ideal para interconectar ambientes con interfaces de este tipo por un lado y con Ethernet o Token Ring por el otro, debido a que ofrece integración entre los productos de diversos fabricantes.

INTRODUCCION

En los últimos años, la computación se ha ido extendiendo en todas las áreas de las empresas. Su desarrollo en términos de números, potencia y variedad de operaciones ha sido una de las causas principales de esta extensión, y además, ha hecho posible emplear las computadoras en aplicaciones que en años anteriores habrían sido imprácticas tanto desde el punto de vista de costo como desde el punto de vista de la capacidad de las computadoras.

Ultimamente, la industria de las computadoras y comunicaciones ha tenido un amplio desarrollo, el cual va íntimamente ligado con la aparición de nuevas y mejores tecnologías.

El diseño de sistemas de comunicaciones de datos y la arquitectura de redes, son dos tópicos que actualmente están teniendo un gran auge, además, el desarrollo en el campo de la computación es muy acelerado y por lo tanto, constantemente aparecen innovaciones en las áreas de hardware y software.

El desarrollo de múltiples tecnologías, con sus propios formatos de comunicación cada una, propició que se pensara en una unificación universal para estandarizar la comunicación entre máquinas de diferentes fabricantes y tecnologías, de ahí que se creara el modelo conocido como Modelo OSI.

En cualquier empresa, la adquisición y distribución de información de manera rápida son unos de los puntos críticos que deben considerarse para lograr su buen desempeño, ya que una adecuada toma de decisiones está íntimamente ligada a la oportunidad y veracidad de la información proporcionada. Dentro de este proceso, las redes juegan un papel cada vez más importante, y es por eso que es importante tomar en cuenta muchos factores cuando se requiere instalar una red, de ahí que elegir la red adecuada es una tarea difícil.

FDDI ha sido calificado como uno de los primeros estándares que en sí mismo impone un estándar, a diferencia de otros anteriores.

Hoy en día están adoptando el FDDI no sólo las más importantes empresas de computación, sino también muchas compañías que avizoran un plan de cableado híbrido de alto rendimiento y costo eficaz. Este plan híbrido emplearía cable coaxial para las estaciones en el plano horizontal enlazado a una troncal (backbone) vertical FDDI de fibra óptica.

En éste trabajo se explican los aspectos más importantes que se pueden encontrar en el estándar FDDI (Interface de distribución de datos en fibra) distribuidos en 6 capítulos.

En el capítulo I se habla acerca de fibra óptica, que es el medio de transmisión que se utiliza en la construcción de una red FDDI. Además se habla de los tipos de fuentes y detectores ópticos que son usados para poder procesar las señales de la fibra óptica. Por otro lado, se dan algunas técnicas de empalme de fibra óptica y de conexión.

En el capítulo II se definen primeramente el Modelo OSI y enseguida el estándar FDDI, además, se muestra la relación existente entre el estándar FDDI y el Modelo OSI.

El capítulo III habla acerca del modo de operación de una red FDDI, explicando como es que se lleva a cabo la transmisión en el anillo, como se realiza el aislamiento y recuperación de fallas, y cuales son los componentes y los dispositivos de interconexión de redes LAN.

En el capítulo IV se explican cuales son las topologías de red que existen y además se habla un poco acerca del concepto de cableado estructurado, el cual es muy usado en la implementación de redes.

El capítulo V trata de los ambientes de aplicación que se pueden tener en una red FDDI, y por último, el capítulo VI da los aspectos importantes que deben tenerse en cuenta en el proceso de instalación de una red FDDI.

En el capítulo VI se dan las etapas por las cuales debe pasar una compañía que desea implementar una red basada en este estándar para poder lograr con éxito sus objetivos. En este capítulo se da como ejemplo la red FDDI que se instaló en las oficinas de Petróleos Mexicanos que se encuentran en la Avenida Marina Nacional. En este punto se da una pequeña reseña de las etapas por las cuales pasó esta compañía para poder lograr la implementación de su Red Corporativa de Alta Velocidad gracias a la cual todas las Direcciones, Subdirecciones y filiales mantienen una comunicación constante no solo con las otras redes que se encuentran dentro del Centro Administrativo, sino también con las filiales encontradas fuera de la Ciudad de México.

CAPITULO I

FIBRA OPTICA

1.1 DEFINICION

Las fibras ópticas son filamentos largos y flexibles de pequeña sección transversal, formados por dieléctricos transparentes, como son el vidrio o cuarzo. Son utilizadas para transmisión de datos, voz e imágenes, a través de una línea continua, con mayor rapidez.

Las señales que se transmiten a través de las fibras no son señales eléctricas; se utilizan series de pulsos de luz a alta velocidad en los cuales se transporta la información codificada. Al final del recorrido, los pulsos que se reciben se reconvierten en señales eléctricas para poderlas procesar en las microcomputadoras, terminales o cualquier otro equipo que recibe la información.

1.2 ESTRUCTURA

La fibra óptica está constituida, como ya se mencionó, de un material dieléctrico interno denominado NUCLEO y de otro material de menor índice de refracción llamado REVESTIMIENTO. El revestimiento cubre al núcleo y éste a su vez está protegido por cubiertas de plástico. (Véase figura 1.1)



FIGURA 1.1 ESTRUCTURA DE LA FIBRA OPTICA

El núcleo está formado de vidrio o cuarzo y por él se transmiten los pulsos que se generan en el transmisor óptico.

El revestimiento también está formado de vidrio o cuarzo, pero con menor índice de refracción que el núcleo; debido a ésto las señales luminosas rebotan en el revestimiento y se dirigen de nuevo hacia el núcleo.

1.3 CLASIFICACION

Las fibras ópticas se clasifican principalmente por la forma en que se transmiten a través de ellas los pulsos de luz; de acuerdo a esta característica se tiene la siguiente clasificación (vease figura 1.2):

- Fibra Multimodo
- Fibra Monomodo

Dentro de las fibras multimodo se encuentra una clasificación más:

- Fibra Multimodo de índice escalonado
- Fibra Multimodo de índice graduado

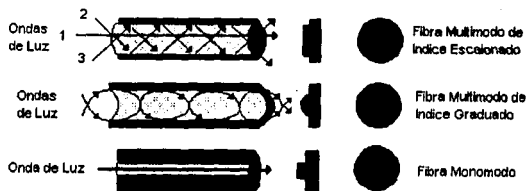


FIGURA 1.2 CLASIFICACION DE LAS FIBRAS OPTICAS

1.3.1 FIBRAS MULTIMODO.

Este tipo de fibra se caracteriza por permitir la transmisión de múltiples rayos de luz al mismo tiempo. Típicamente este tipo de fibra tiene un núcleo de diámetro de 50, 62.5 o 100 microns, además, tienen la capacidad de variar la transmisión de luz, ya sea de forma graduada o de forma escalonada y operan a 850nm (primera ventana), 1300nm (segunda ventana) ú 850 y 1300nm (ventana dual).

1.3.2 FIBRAS MONOMODO O DE MODO SIMPLE.

Este tipo de fibra se usa particularmente para largas distancias. En ésta se transmite un solo rayo, ya que tiene un núcleo mucho más pequeño que el de una fibra multimodo. Tiene núcleo de 8 y 10 microns de diámetro y un revestimiento de 125 microns y opera a una longitud de onda de 1300nm. Debido al tamaño pequeño de su núcleo se usa exclusivamente con transmisores de luz laser, ya que éste puede concentrar mayor poder en una pequeña área.

En la fibra óptica, los rayos son mantenidos en el núcleo debido a que el índice de refracción disminuye cuando aumenta la distancia desde el centro de una sección transversal imaginaria del núcleo de la fibra, debido a ésto, en una fibra multimodo de índice escalonado el índice de refracción puede disminuir por pasos, y en una fibra multimodo de índice graduado disminuye gradualmente.

No todas las luces atraviesan sobre la fibra óptica con el mismo grado de eficiencia. Por ejemplo, para las señales de luz visible es mayor la atenuación que para la región infrarroja. La luz visible tiene longitudes de onda de 400 a 700 nm y la infrarroja de 700 a 1600 nm. Para la infrarroja hay varias longitudes de onda que atraviesan sobre la fibra con muy poca pérdida, estas longitudes de onda son muy usadas para comunicación y son llamadas "ventanas". Las ventanas más comunes son 850, 1300 y 1550 nm.

I.4 ATENUACION EN FIBRA OPTICA

La atenuación describe la cantidad de poder (o luz) que es perdida cuando la señal atraviesa del transmisor al receptor por un medio de transmisión. La cantidad de señal en el sistema está determinada por la unidad de atenuación y la longitud del enlace. Mientras más larga es la longitud del cable, más grande es la pérdida de poder de la señal.

La cantidad de señal es disminuida cuando esta pasa a través de conectores y empalmes en el cable, por lo tanto es necesario considerar estas disminuciones al momento de realizar una instalación.

La fibra óptica tiene un alto grado de inmunidad a interferencias, de ahí su importancia en la instalación de una red FDDI.

La cantidad de poder especificada para una red FDDI es de 11.0dB con una atenuación máxima de 1.5 dB/Km a un ancho de banda de 1300nm.

I.5 TRANSMISORES OPTICOS (FUENTES OPTICOS)

Un transmisor óptico es aquel que convierte la energía eléctrica, proveniente de la computadora o terminal, en pulsos luminosos que se acoplan en la fibra óptica y se transmiten a través de ella. Los transmisores que se utilizan más comunmente son:

- a) *Diodos Emisores de Luz (LED)*
- b) *Diodos Laser (LD)*

Dentro de los Diodos Emisores de Luz (LED) existe otra clasificación:

- *LED con Emisión de Borde (ELED)*
- *LED de Superficie (SLED)*

De esta última clasificación, el ELED es el que se considera más confiable y potente. Los LD son los más usados para la transmisión a grandes distancias, éstos son más costosos que los LED. Se dispone tanto de LED como LD con longitudes de onda de 830 a 1300 nanómetros.

Los LED pueden entregar una potencia acoplada a la fibra óptica superior a los 1000 microwatts, mientras que los LD entregan potencias desde 1000 hasta 3000 microwatts; debido a ésto, resulta posible enviar la señal a una distancia mayor sin necesidad de amplificación con el uso de LD. Para que se logre una buena transmisión, los transmisores ópticos deben cubrir las siguientes características:

- Operar en una longitud de onda en la cual la fibra posea bajas pérdidas y exista además poca dispersión.
- Entregar una potencia de salida, de preferencia, de más de 1 mwatt.
- Operar en condiciones de temperatura ambiente.
- Brindar la posibilidad de ser modelado a frecuencias hasta del orden de Gigahz.
- Tener un tamaño y configuración compatibles con los de la fibra óptica.
- Ser de bajo costo.

Aunque los LED funcionan satisfactoriamente para muchas aplicaciones, en comunicaciones los LD presentan algunas ventajas que los hacen más atractivos, como son:

- Mayor potencia de salida.
- Más rapidez en la modulación.
- Patrones de radiación más estrechos.
- Un rayo más directivo (Se tiene un mejor acoplamiento a la fibra).

Sin embargo, los LD también presentan serias desventajas, como son:

- Costo más alto.
- Tiempo de vida más corto.
- Poca estabilidad con la temperatura.

1.6 RECEPTORES OPTICOS (DETECTORES OPTICOS)

La función del receptor óptico es demodular la señal, es decir, convertir las variaciones ópticas que recibe en variaciones eléctricas que después serán amplificadas y procesadas. A éstos dispositivos también se les conoce como Fotodetectores o Convertidores Opto/eléctricos.

Al igual que los transmisores, los receptores deben cubrir ciertas características, tales como:

- Sensitividad: Debe ser sensitivo a la longitud de onda de operación de la fuente o transmisor de luz.
- Ancho de banda: Debe tener un rápido tiempo de respuesta para seguir la rapidez de modulación de las fuentes.
- La susceptibilidad a variaciones ambientales debe ser lo más baja posible, ya que la sensibilidad, ruido y ganancia varían con la temperatura.
- Tiempo de vida largo.
- Dimensiones adecuadas y costo reducido.
- Eficiente e introducir poco ruido.

Dos de los dispositivos que cumplen con estas características y que son utilizados en las comunicaciones a través de fibra óptica son:

- Fotodiodo PIN (sin ganancia interna).
- Fotodiodo de Avalanche APD (con ganancia interna).

1.7 TECNICAS DE EMPALME Y CONECTORES

1.7.1 EMPALMES

Un empalme es la unión permanente de dos cables de fibra óptica. Esta unión puede ser realizada usando elementos simples, pero toma mucho tiempo. Generalmente se realizan por fusión, usando aparatos especiales tales como el Arco Eléctrico que sirve para derretir las dos fibras y unir las obteniéndose así buenos resultados.

En un Empalme por fusión las dos fibras son puestas en íntimo contacto y fusionadas por medio del arco eléctrico en poco tiempo. La tensión superficial del vidrio fundido tiende a ajustar el posicionamiento de los extremos de la fibra.

Otra de las formas de llevar a cabo un empalme es por medio del Pegado de las fibras con el uso de elementos adhesivos. Este es el llamado Empalme por Alineamiento de Vástago.

Tanto el método de fusión como el de pegado dan bajas atenuaciones, del orden de 0.1-0.2dB por empalme.

1.7.2 CONECTORES

Los conectores son uniones removibles que deben ser fáciles de ensamblar y además deben ocasionar baja atenuación. Son dispositivos de conexión/desconexión que permiten unir la fibra óptica al equipo. Véase figura 1.3

Existe una gran variedad de conectores para fibra óptica multimodo entre los que encontramos:

- Conector FSMA.- Este fué el primer conector estándar en la industria, usado para el acoplamiento de fibra. La primera versión de éste (FSMA 1) tenía incorporada una punta de alineación plástica; después de éste se desarrolló una nueva versión (FSMA 2) al cual se le añadió un casquillo o abrazadera de metal.
- Conector ST (conector de Bayoneta 2.5 mm).-Este tipo de conector emplea bayonetas de acoplamiento de rápida conexión/desconexión y el diámetro de la punta es de 2.5 mm. Comúnmente, la punta de este conector se hace de material cerámico, aunque también se hace de otros materiales como son plástico y metal.

- **Conector FSD** (conector de doble cubierta fija).-Este conector emplea 2 abrazaderas de metal de 2.5 mm en un cuerpo duplex. Se emplea en dispositivos activos sobre una tarjeta de circuito impreso, por ejemplo en un Transceiver. En este conector, se toman simultáneamente dos fibras.

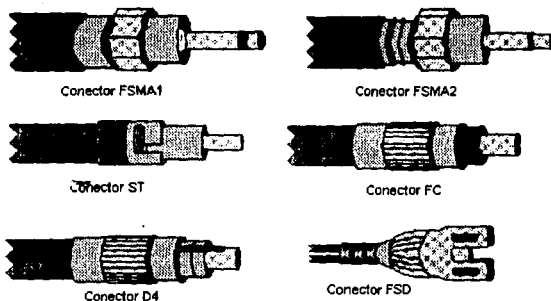


FIGURA 1.3 TIPOS DE CONECTORES

Entre los tipos de conectores que se tienen para el uso con fibra monomodo se encuentran los siguientes:

- **Conector FC** (conector para fibra de 2.5 mm).- Este tipo de conector tiene una punta cerámica de 2.5 mm de diámetro; éste es similar al conector de bayoneta de 2.5 mm, excepto por la tuerca de acoplamiento.
- **Conector D4** (conector para fibra de 2.0 mm).-Este conector tiene una punta cerámica de 2.0 mm de diámetro.

I.8 CABLES DE FIBRA OPTICA

Son estructuras que permiten proteger a las fibras y tienen entre sus objetivos evitar daños, como rupturas totales o parciales, y evitar cambios en las características técnicas debidas a esfuerzos mecánicos que afecten la transmisión de la luz a través de ellas.

Los cables de fibra óptica están constituidos de un conjunto de fibras dotadas de protección individual, elementos de resistencia a la tracción, elementos de resistencia a la compresión, elemento de aislamiento frente al medio externo y elementos de protección contra la humedad.

Existen varios tipos de configuraciones de cables, entre los cuales se puede elegir de acuerdo a la aplicación.

I.8.1 TIPOS DE CABLES.

Para aplicaciones locales o en interiores, por ejemplo para paneles de distribución o parcheo (patch panel), para distribución en edificio, o para equipos de conexión se tienen los siguientes tipos de cables:

- Cable simple.- Este tipo contiene una sola fibra.
- Cable duplex de baja resistencia.- Este cable consiste de 2 fibras y está diseñado para su uso en ambientes templados.
- Cable duplex de alta resistencia.- Este, al igual que el anterior, consiste de 2 fibras pero la diferencia es que tiene una cubierta de PVC que lo hace más confiable para ambientes extremos.

Para aplicaciones en exteriores, tales como instalaciones aéreas o subterráneas, se tienen los siguientes tipos de cable:

- Cable blindado de 8 fibras.
- Cable de 10 o 98 pares, para instalaciones externas y para su uso dentro de tubo.
- Cable de 27 fibras de alta tensión. Este se usa para instalaciones aéreas o subterráneas.

I.8.2 CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACION DEL CABLE DE FIBRA OPTICA.

Cuando se realiza una instalación de cables de fibra óptica se deben tener en cuenta varias consideraciones, tales como:

- El radio de curvatura mínimo.- El cable no debe doblarse más del radio mínimo de curvatura especificado por el proveedor. (Esto es aproximadamente 15 veces el diámetro exterior del cable)
- La máxima tensión.- Se debe evitar sobrepasar los límites de tensión especificados por el fabricante. La tensión generalmente está en relación a los codos de 90 grados por donde pasa el cable, debido a ésto se recomienda que no sean más de 3.
- Uso de ductos para la protección del cable.
- Tipos de instalación.-
 - a) Aérea: Para este tipo de instalación se recomienda usar postes a no más de 100 mts. de espaciamiento y amarrarla al cable de acero.
 - b) Enterrado: Para este caso existen dos técnicas, la primera es enterrando el cable directamente, para este caso se recomienda usar cable doblemente armado. La otra técnica es enterrándolo pero estando el cable dentro de un ducto. Para cualquiera de los dos casos se recomienda que se entierre a no menos de 75 cm de profundidad.
 - c) Dentro de edificios: Para este tipo de instalación se deben utilizar ductos, planear un punto de interconexión entre el cable exterior y el cable interior y además se deben considerar puntos de distribución.

CAPITULO II

FDDI Y EL MODELO OSI

II.1 DEFINICION DE FDDI

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) es un estándar creado para transmisión de datos a altas velocidades, a través de fibra óptica, en redes de computadoras. Fue desarrollado bajo las normas del Instituto Nacional Estadounidense de Normas(ANSI).

ANSI es la organización coordinadora del sistema de normas en E.U. que tiene como cometido coordinar el desarrollo de normas nacionales e interactuar con la Organización Internacional de Estándares (ISO) para lograrlo.

La implantación de redes FDDI se ha utilizado principalmente para dos casos:

- 1.- Para enlazar múltiples redes locales, formando una red de redes (backbone)
- 2.- Para aplicaciones en donde hay un tráfico realmente alto.

FDDI ofrece una solución para aquellas organizaciones que necesitan flexibilidad, robustez y una gran rapidez en sus redes. Algunas de sus características son:

- Alto rendimiento, debido al uso de fibra óptica.
- Integración e interoperabilidad entre los productos de diversos fabricantes.
- Recuperación automática de fallas.
- Administración de conexiones desde la consola central, y monitoreo de errores.
- Gran capacidad de transmisión de datos.
- Inmunidad al ruido electromagnético y de radio frecuencia.
- Baja pérdida de señal.
- Distancia de hasta 2 Km entre computadoras.
- Transmisión máxima de 100 Megabits/seg.
- Topología de doble anillo.
- Método "Token Passing" para acceso al medio.

En la tabla 2.1 se pueden observar las diferencias que existen entre FDDI y otros tipos de redes.

RED	VEL. MB/SEG	CABLE	NORMA	SEGMENTO m	LONG. Km	METODO DE ACCESO
Ethernet	10	Coaxial (RG 62-58-11)	802.3	600, 185, 500	6,1,2,5	CSMA/CD
Token-Ring	4/16	Coaxial	802.5	200	1	Token Passing
FDDI	100	Fibra óptica	X3T9.5	2000	200	Token Passing

TABLA 2.1 COMPARACION DE DIFERENTES TIPOS DE RED

FDDI es ideal para la interconexión de ambientes con interfaces de diferente tipo, ya que provee una segmentación de las redes, de tal forma que el tráfico de la red local (departamental) queda aislado dentro de su propio sistema de cableado, mientras que el tráfico interredes (interdepartamental) es transportado por medio de la troncal de fibra óptica. (Véase figura 2.1)

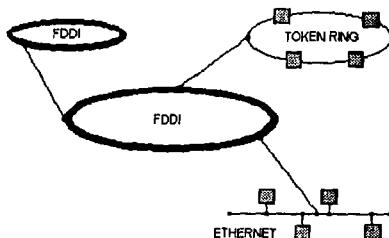


FIGURA 2.1 RED FDDI INTERCONECTANDO REDES DE DIFERENTE TIPO

II.2 DEFINICION DE METODO DE ACCESO

El método de acceso en una red, es la manera en que se transmitirán los datos entre el servidor y las estaciones de trabajo. Como se puede observar en la tabla 2.1 los métodos de acceso más usados son el CSMA/CD y el Token Passing.

II.2.1 METODO DE ACCESO CSMA/CD (CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS/COLLISSION DETECTION).

Con este método, cuando se llegan a presentar colisiones en la red, se suspenden las transmisiones existentes en la red y después se reinicia de nuevo, pero esta vez en tiempos diferentes.

Todas las estaciones de trabajo de la red se encuentran "escuchando" el bus para verificar que se encuentre libre en el momento que desean transmitir. Si el bus no se encuentra libre deben esperar para poder transmitir.

Si dos o más estaciones transmiten al mismo tiempo se presenta una colisión, y es en este momento cuando el método de acceso detiene la transmisión de todas las estaciones y después las reinicia en tiempos diferentes.

II.2.2 METODO DE ACCESO.TOKEN PASSING.

Este método consiste en hacer recorrer a través de la red un token (turno). El token es como un buzón el cual pasa por cada estación. Cuando una estación desea transmitir espera a que el token pase por ahí y después coloca la información en éste para que después siga su recorrido a través del anillo. Al pasar por las estaciones, el token es checado por estas para ver si la información que lleva es para ellas, en caso de que sí sea, toman la información y colocan en el token una respuesta la cual le indica a la estación que envió la información si el mensaje se recibió bien o no.

II.3 MODELO OSI

En 1977, la Organización Internacional de Estándares (ISO) reconoció la necesidad de fijar estándares que facilitaran la interconexión de sistemas heterogéneos, debido a ésto, en 1978 empieza a desarrollar un modelo con el objetivo de crear una arquitectura que permitiera la interconexión de sistemas distribuidos con equipos de diferentes marcas y tecnologías. Es hasta 1984 cuando es aprobado como: ISO 7498 y llamado MODELO OSI o MODELO DE REFERENCIA PARA INTERCONEXION DE SISTEMAS ABIERTOS.

En este modelo, cada nivel ejecuta tareas específicas y únicas. Sus propósitos son dar una estructura universalmente aplicable, servir como referencia de posición de estándares ya existentes y comparar requerimientos, facilitar interconexiones para comunicación de procesos de aplicación y soportar la evolución tecnológica. Las capas que componen el modelo son:

1.- Capa Física

En esta capa se transfieren los bits a través de un medio físico. Provee las características eléctricas, mecánicas, funcionales y de procedimiento que se requieren para mover los bits de datos entre cada extremo del enlace de comunicación. Todos los movimientos físicos ocurren en este nivel y esto incluye parámetros tales como niveles de voltaje, cantidad de espigas que se requieren en un conector y la activación/desactivación del circuito. Entre las normas que se encuentran dentro de éste nivel están RS 232C/V.24, V.35, IEEE 802 (10 BASE 2, 10 BASE 5, 10 BASE T), X.25 (X.21, X.21 BIS).

2.- Capa de Enlace de Datos

En esta capa se transfieren las unidades de información al otro extremo del enlace físico. Asegura la transferencia de datos vía procedimientos de control de línea, la confiabilidad del medio de transmisión debido a que realiza verificación de errores, retransmisión, control fuera del flujo y la secuenciación de las capacidades que se utilizan en la capa de red. También lleva a cabo la sincronización y el control de error para la información que se transmite por el enlace físico de la capa 1. El protocolo Synchronous Data Link Control (SDLC) de IBM se puede considerar como un ejemplo de ésta capa. Entre las normas que se encuentran dentro de este nivel están: STAR-STOP, IEEE 802 (802.3-ETHERNET, 802.4-ARCNET, 802.5-TOKEN RING), X.25 (LAPB), BLAST.

3.- Capa de Red

En esta capa se realiza la conmutación y ruteo de la información. Proporciona los medios para establecer, mantener y concluir las conexiones conmutadas entre los sistemas de usuario final. En ésta se incluyen rutinas de direccionamiento, funciones en enrutamiento y funciones semejantes. Esta es la encargada de empaquetar y enrutar de manera eficiente la información a través de la red. Entre las normas que entran dentro de esta capa se tienen: X.25(X.21), IP, IPX.

4.- Capa de Transporte

En esta capa se verifica la integridad de los datos extremo a extremo y la calidad del servicio. Se manipula el flujo de datos y el control de errores. Elige el protocolo en que se consideran tanto los requerimientos del usuario como el conocimiento del servicio de red que se proporciona. Asegura la conmutación confiable entre el dispositivo transmisor y el receptor. Aísla a las 3 capas superiores (capas 5 a 7) de los detalles de conmutación que residen en las cuatro capas inferiores (capas 1 a 4), y por tanto es posible cambiar los medios de comunicación sin que se modifiquen los procedimientos o programas de aplicaciones de las capas superiores. Entre las normas que se encuentran dentro de esta capa están: TCP, UDP.

5.- Capa de Sesión

En esta capa se administra el diálogo entre las dos aplicaciones en cooperación mediante el suministro de los servicios que se necesitan para establecer la comunicación, sincronizar el flujo de datos y concluir la conexión de manera ordenada. Un ejemplo de éste es el uso de ventanas en una computadora o aquellos servicios asociados con las aplicaciones en una macrocomputadora principal. La norma que se tiene en esta capa es la NETBIOS.

6.- Capa de Presentación

En esta capa se realiza la conversión de código y el formateo de los datos. Define la sintaxis de los datos y permite a la aplicación interpretar el significado de la información que se intercambia. Gracias a las conversiones de formato en esta capa es posible la comunicación de dispositivos que serían incompatibles de otra manera. La norma para esta capa sería la VT100.

7.- Capa de Aplicación

Atiende directamente al usuario final al proporcionarle el servicio de información distribuida para soportar las aplicaciones y administrar las comunicaciones. Los medios que se definen en esta capa son: asistencia para los programas de aplicación, terminales virtuales, transferencia de archivos, transferencia de trabajos, directorios de usuarios y autenticación de claves de acceso. Entre las normas que se encuentran dentro de esta capa están ARPANET, BSD, X.400, SNMP, NETWORKS, BLAST.

Como se puede observar en la figura 2.2, el estándar FDDI define una nueva versión de las capas física y de enlace de datos del modelo OSI, y subdivide estas dos capas en dos subcapas cada una.

CAPA DE ENLACE DE DATOS	CONTROL DE LA CAPA DE ENLACE (LLC, Logical Link Control)	ADMINISTRACION DE ESTACIONES (SMT, Station Management)
	CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (MAC, Media Access Control) - Formación de paquetes - Protocolo de cronometría y acceso - Detección de errores - Reconocimiento de direcciones	
CAPA FISICA	SUBCAPA FISICA (PHY, Physical Layer Protocol) - Convierte series de bits en bytes - Provee codificación de grupo	
	DEPENDIENTE DEL MEDIO FISICO (PMD, Physical Layer Medium Dependent) - Componentes de la fibra óptica (Longitudes de onda de 1300 nm) - Fibras duales multimodo (62.5 / 125 micrones)	

Alcance de FDDI

FIGURA 2.2 SUBDIVISION DEL MODELO OSI PARA FDDI

Como se observa en la figura 2.2, la subcapa PMD especifica el medio requerido, tal como fibra óptica, y el tipo de conectores, la subcapa PHY especifica los detalles de la transmisión tales como estados de línea, requerimientos de tiempo, características eléctricas y de codificado/decodificado, y la subcapa MAC define los paquetes de enlace de datos que son requeridos por el turno (token), protocolo, direccionamiento.

La subcapa LLC está provista para el intercambio de datos entre usuarios, ésta no forma parte de FDDI, pero si es necesaria para llevar a cabo una buena transmisión de los datos y para lograr una buena operación del anillo. Esta capa define la transmisión de un paquete de datos entre dos estaciones.

La Estación Administradora SMT lleva paquetes de información que ayudan al control, operación y mantenimiento del anillo y las estaciones que se encuentran conectadas a éste.

II.4 ESPECIFICACIONES DE FDDI.

El estándar FDDI define las siguientes especificaciones:

- Medio.- Fibra multimodo de índice graduado de 62.5/125 micron. como referencia aunque se tienen otros tamaños de fibra multimodo como son 50/125, 85/125 y 100/140 (diámetro núcleo/recubrimiento).
- Dispositivos.- Concentradores, estaciones de atachamiento simple (SAS) y estaciones de atachamiento dual (DAS).
- Topología.- Anillo dual, arbol o anillo dual de árboles.
- Rango de transmisiones.- 125 megabaud (100 Mb/s en el enlace de datos).
- Longitud de fibra.- 200 Km máximo.
- Cantidad de atenuación permitida.- 11.0 dB (fibra multimodo) y 22 dB (fibra monomodo).
- Longitud entre estaciones.- 2Km
- Método de acceso al medio.- Token passing.

II.5 SUBCAPAS FDDI.

II.5.1 ESTANDAR PMD (PHYSICAL LAYER MEDIUM DEPENDENT)

Para que se pueda llevar a cabo la transmisión de datos entre estaciones, primero deben convertirse los bits de estos datos en una serie de pulsos ópticos los cuales pueden ser transmitidos después a través de la fibra óptica.

El estándar PMD interactúa con todas las áreas que se encuentran asociadas con la transmisión física de los datos, tales como:

- Transmisores y receptores ópticos
- Cable de fibra óptica
- Conector de interface al medio
- Relay para desvíos ópticos (interfaz opcional para desvíos)

En lo que se refiere a los transmisores y a los receptores ópticos, FDDI especifica al LED como transmisor para fibra multimodo y al LD como transmisor para fibra monomodo. Además, especifica al fotodiodo PIN y al APD como receptores ópticos.

En lo que se refiere a la fibra óptica, FDDI especifica fibra dúplex multimodo con un diámetro núcleo/recubrimiento de 62.5/125 micrones. A diferencia de la fibra 100/140 micrones, la de 62.5/125 micrones ofrece mayor alcance en distancia.

El estándar PMD especifica para el cable de fibra óptica las siguientes características:

- **Longitud de onda nominal**.- Esta se refiere a la longitud de onda de los rayos de luz que son usados para llevar los datos sobre la fibra. Los LED y los LD generan y emiten la luz a una longitud de onda de 1300nm o a un valor cercano. En la siguiente figura se puede observar como la señal emitida por un transmisor se encuentra dentro de un rango de longitud de onda. Esta longitud nominal es referida como el centro de la longitud de onda. (Véase figura 2.3)

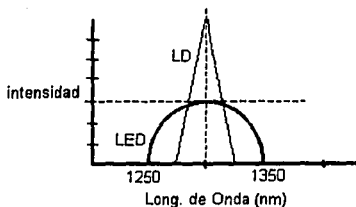


FIGURA 2.3 ESPECIFICACION DE LONGITUD DE ONDA PARA FIBRA OPTICA

- **Atenuación.**- Como se mencionó en el Capítulo I, la atenuación describe la cantidad de luz que se pierde en el transcurso del transmisor al receptor a través del cable. Se mide en dB y da una comparación de las pérdidas de la señal con la longitud del cable.

El estándar PMD especifica 11.0dB como cantidad de luz y una atenuación máxima de 1.5 dB/Km en el cable a una longitud de onda de 1300 nm.

- **Tipo de cable.**- La especificación de fibra multimodo del FDDI se ocupa de las comunicaciones entre estaciones distantes hasta 2Km una de otra y entre una máximo de 500 estaciones. Para comunicaciones en una red de área metropolitana (MAN) que sobrepasen los 2Km, FDDI está definiendo una opción de fibra unimodal con la cual se pueden lograr distancias de 10 a 60 Km. Para decidir que tipo de cable debe usarse en una instalación debe elegirse entre tubo holgado, de envoltura apretada o el de múltiples fibras.

El diseño de tubo holgado es adecuado para ambientes entre edificios, ya que la fibra está flotando libremente y el cable puede expandirse o contraerse según las variaciones de temperatura. El de envoltura apretada proporciona mayor inmunidad al ruido y se usa en instalaciones en el interior de edificios ya que posee un aislamiento mínimo contra variaciones de temperatura, debido a que consiste de varias capas plásticas aplicadas directamente sobre la fibra.

El diseño menos costoso es el de múltiples fibras por tubo, que consiste en un tubo que contiene de 2 a 12 hilos de fibra óptica; éste se recomienda para distancias largas (más de 60 m).

- **Conector de interface al medio.**- El estándar PMD define el método para la conexión física de un cable de fibra óptica a un nodo FDDI; el conector de interface al medio (MIC, Media Interface Connector) es el que se usa para hacer la conexión. Este conector alinea la fibra con el transmisor/receptor óptico en el nodo, consiste de dos mitades, la primera es el enchufe macho que se usa para terminar la transmisión de señales ópticas, y la otra es la hembra estacionaria que forma parte de la estación FDDI y que se denomina receptáculo MIC.

La conexión al medio entre estaciones adyacentes consiste en un dúplex de hilos de fibra óptica acoplados a los respectivos MIC's (MIC A y MIC B) en la estación. El conector MIC tiene dos terminales de fibra para proveer polarización de las fibras de entrada y salida. Las estaciones FDDI con acoplamiento dual (DAS) aceptan dos enchufes MIC con su entrada/salida primaria y salida/entrada secundaria respectivamente. Los receptáculos MIC están marcados como MIC A y MIC B para evitar conexiones incorrectas.

- **Tipo de puertos.**- El estándar FDDI especifica las normas de conexión para evitar la construcción de topologías ilegales. En la topología FDDI se tienen 4 tipos de puertos (véase figura 2.4):
 - 1.- **Puerto A.** Se conecta al anillo primario entrante y al anillo secundario saliente de los anillos de la red FDDI. Este puerto forma parte de una estación de atachamiento dual (DAS) o un concentrador de atachamiento dual (DAC).
 - 2.- **Puerto B.** Se conecta al anillo primario saliente y al anillo secundario entrante. Este tipo de puerto forma parte de una estación de atachamiento dual (DAS) o un concentrador de atachamiento dual (DAC) y también es usado para conectar una DAS a un DAC.
 - 3.- **Puerto M.** Conecta un concentrador a una estación de atachamiento simple (SAS), una estación de atachamiento dual (DAS) o a otro concentrador (DAC o SAC). Este tipo de puerto sólo puede ser encontrado en un concentrador ya sea de atachamiento dual o simple.
 - 4.- **Puerto S.** Conecta una estación o concentrador de atachamiento simple (SAS o SAC) a un concentrador de atachamiento dual o simple (DAC o SAC).

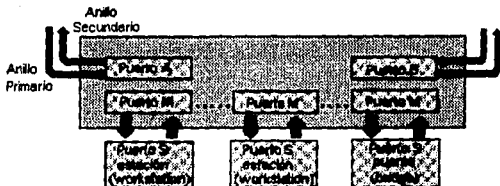


FIGURA 2.4 TIPOS DE PUERTOS USADOS EN FDDI

- **Relay para desvíos ópticos.**- Es un conmutador externo que conecta automáticamente el medio de entrada con el de salida en caso de que falle alguna estación, manteniendo así la conexión entre las demás estaciones.

Una de las desventajas de usar los relay para desvíos ópticos es que aumenta la cantidad de señal perdida entre estaciones, ya que cuando falla una estación el conmutador la aísla y une la fibra en el anillo secundario, debido a esto, aumenta la distancia entre las estaciones adyacentes a la que falló y puede llegar a exceder el máximo valor permitido, ocasionando así la pérdida de señal (véase figura 2.5).

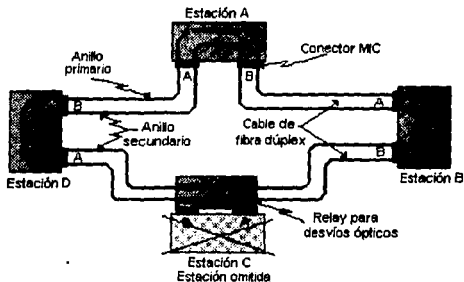


FIGURA 2.5 ANILLO FDDI CON RELAY PARA DESVÍOS ÓPTICOS (OBR)

Estos conmutadores fueron diseñados para manejo automático y a corto plazo de una estación/puente FDDI en el caso de falla. En el caso de lapsos más prolongados y aplicaciones en troncales se debe tener cuidado y precaución en el uso de éstos, y considerar las distancias apropiadas para no exceder la distancia permitida entre estaciones adyacentes que es de 2Km.

II.5.2 ESTANDAR PHY (PHYSICAL PROTOCOL LAYER).

Esta capa define la porción de la capa física que es independiente del medio. Establece el método por medio del cual una estación que está recibiendo puede usar los datos entrantes para sincronizarse con la estación que está transmitiendo.

El protocolo de la capa física define:

- a) **Sincronización (reloj) y método de recuperación de datos.**- Aquí, la capa física separa las señales de reloj recibidas de los datos entrantes. Especifica el uso de relojes de distribución sobre la red, así, cada estación tiene un reloj autónomo para la transmisión o repetición de información sobre el anillo. La estación que recibe sincroniza las señales de reloj a la entrada de datos y usando éste decodifica los datos. Cuando una estación va a retransmitir datos utiliza un reloj interno para sincronizarlos y así poderlos retransmitir.
- b) **Proceso de codificación/decodificación.**- La unidad básica de información usada en la codificación FDDI es el "símbolo". Cada símbolo contiene 4 bits de longitud y es generado por la subcapa de Control de Acceso al Medio (MAC). Estos son usados para transmitir información entre las subcapas MAC's de la red FDDI.

Para poder transmitir los datos, el protocolo de la capa física (PHY) convierte los símbolos recibidos de la subcapa MAC en un grupo de bits codificado.

Para realizar la codificación, FDDI usa dos tipos de codificación: 4B/5B (codificado de bloque) y NRZ/NRZI (no retorno a cero/no retorno a cero o uno, codificado de bit). Como se muestra en la figura 2.6, después de pasar un símbolo a través de un codificador 4B/5B se codifica de nuevo con un codificador NRZ/NRZI.



FIGURA 2.6 SECUENCIA DE CODIFICACION DE DATOS

Usando el método de codificación 4B/5B, la capa PHY convierte los símbolos de 4 bits a un grupo de código de 5 bits, este último bit es adicionado al grupo de símbolos para usarse como reloj. Debido a que algunos dispositivos están limitados en el número de ceros secuenciales que pueden recibir, ningún código de 5 bits debe contener más de 3 ceros.

En la codificación 4B/5B, 5 bits fueron acomodados de tal forma que se garanticen un número de transiciones permitidas por el reloj de recuperación. Estos 5 bits son codificados adicionalmente usando NRZI con la cual una transición entre alta y baja de la señal indica un uno y una no transición indica un cero. NRZI minimiza el ancho de banda requerido, reduciendo el número de transiciones en el campo de datos, permitiendo así el uso de menos componentes ópticos costosos.

c) **Símbolos de control.**- Son pequeñas entidades de señalización usadas para la transmisión de datos, y formados de una secuencia de 5 bits. FDDI define dos tipos de símbolos:

1.- **Símbolos de datos:** Estos representan los datos enviados. De los 32 símbolos usados en FDDI solo 16 representan datos de entrada. Los símbolos restantes son de control (0-9, A-F).

2.- **Símbolos de control:** Estos muestran el estado del paquete y el estado de la línea principal. Alguna de la información que ofrecen estos símbolos son:

- *Errores detectados:* Colocado por una estación que detectó error.
- *Dirección reconocida:* Colocado por la estación que detectó un paquete enviado a ella.
- *Paquete copiado:* Colocado por la estación que copió el paquete.

Los símbolos de control son: J, K, R, S, T, Q, I Y H donde JK son delimitadores de inicio, T es delimitador de fin, RS indicadores de control y QIH los símbolos de estado de línea.

Los símbolos de estado de línea muestran el estado de la conexión física entre estaciones adyacentes. Existen diferentes estados de línea:

- Tranquilo (QLS, Quiet Line State)
- Detenido (HLS, Halt Line State)
- Dominante (MLS, Master Line State)
- Desocupado (ILS, Idle Line State)
- Activo (ALS, Active Line State)
- Ruidoso (NLS, Noise Line State)
- Desconocido (ULS, Unknow Line State)

- d) **Smoother.**- Al inicio de cada paquete, FDDI coloca un preámbulo que contiene un número de símbolos independientes de la información que se está transmitiendo. Estos símbolos son usados para sincronizar el reloj de recepción. Este grupo de símbolos se usan para prevenir que se pierda información del paquete al circular por el anillo, ya que algunas veces, las estaciones deben borrar o añadir símbolos para sincronizar sus frecuencias de reloj.

El smoother absorbe los símbolos sobrantes de los preámbulos largos y los distribuye en preámbulos cortos, borra símbolos de preámbulos mayores de 14 símbolos e inserta en preámbulos menores de 14 símbolos.

- e) **Filtro repetidor.**- Previene la propagación de códigos de violación y estados de línea inválidos, permite la propagación de paquetes "perdidos" a la siguiente capa MAC en el anillo, y permite que una estación pase datos a otra estación lejana sin que estos se pierdan en el camino.

Entre los servicios que proporciona la capa PHY se tienen:

1.- Entre las capas PHY-MAC.:

- Solicitud para transferir símbolos de la MAC a la PHY (PH_UNITDATA.request).
- Indicación para transferir símbolos de la PHY a la MAC (PH_UNITDATA.indication).
- Indicación de PHY a MAC de detección de campos inválidos en la entrada (PH_INVALID.indication).

2.- Entre las capas PHY-PMD.:

- Solicitud para transmisión de códigos de bits NZRI de la PHY a la PMD (PM_UNITDATA.request).

- Indicación para transmisión de códigos de bits NZRI de la PMD a la PHY (PM_UNITDATA.indication).
- Indicación de PMD a PHY del nivel de señal óptica en el medio (PM_SIGNAL.indication).

3.- Entre las capas PHY-SMT:

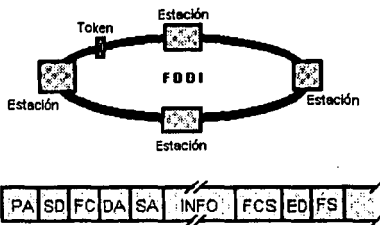
- Solicitud de la SMT a PHY para que esta última genere un campo de símbolos específico (SM_PH_LINE_STATE.request).
- Indicación de PHY a SMT de la recepción de un estado de línea específico (SM_PH_STATUS.indication).
- SMT controla la operación de la capa PHY (SM_PM_CONTROL.request).

II.5.3 ESTANDAR MAC (MEDIA ACCESS CONTROL)

Esta capa es responsable de proveer la construcción de paquetes y tokens, la transmisión, recepción, repetición y removimiento de los paquetes sobre el anillo, un buen acceso al anillo a través del uso del token, además de comunicación entre dispositivos attached, la inicialización del anillo y aislamiento de fallas, y la definición de los mecanismos de detección de error.

Un anillo FDDI con token consiste de estaciones conectadas en serie por un medio de transmisión formando un ciclo cerrado. Los datos son transmitidos serialmente como un grupo de símbolos de una estación a otra. Cada estación regenera y repite cada símbolo pasándolo enseguida a la siguiente estación. Véase figura 2.7

Un token (turno) es una secuencia única de símbolos que circula sobre el anillo. Para que una estación pueda transmitir debe adquirir primero el token, después debe colocar la información en éste y devolverlo al anillo para que siga circulando. Cuando el turno pasa por la estación a la cual se envió alguna información, la estación receptora toma esta información y devuelve el token al anillo.



**FIGURA 2.7 ANILLO FDDI CON TOKEN Y
FORMATO DE UN PAQUETE FDDI**

Del formato de paquete FDDI que se muestra en la figura 2.7 tenemos que:

- PA Es el preámbulo (símbolos sin información)
- SD Es el delimitador de inicio. Símbolo J seguido del símbolo K (Start Delimiter)
- FC Es el campo de control del paquete (Frame Control Field)
- DA Es la dirección destino (Destination Address)
- SA Es la dirección origen (Source Address)
- INFO Es la información del paquete
- FCS Es una secuencia de chequeo del paquete (Frame Check Sequence)
- ED Es el delimitador final. Símbolo T (End Delimiter)
- FS Muestra el estado del paquete (Frame Status). Dentro de éste, los indicadores que se pueden encontrar son:
 - E Indicador de error en el paquete (sólo detección)
 - A Indicador de dirección reconocida
 - C Indicador de paquete copiado

El formato del token se muestra en la figura 2.8 y consiste de:

- PA Preámbulo. Símbolos I
- SD Delimitador de inicio. Símbolo J seguido del símbolo K
- FC Campo de control del paquete
- ED Delimitador de final. Símbolo TT

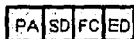


FIGURA 2.8 FORMATO DEL TOKEN

La capa MAC tiene entre sus funciones, controlar en que momento una estación puede transmitir que tanto puede transmitir, y las clases de mensajes que puede enviar. Este control de acceso a la red lo lleva a cabo basándose en el token.

II.5.3.1 Protocolo de Tiempo de Token (Timed Token Protocol).

Este protocolo garantiza un tiempo promedio de rotación del token (TOPR) obtenido después de la realización de un proceso de inicialización en el cual todas las estaciones envían un mensaje y se escoge el tiempo más pequeño. En el peor de los casos, este protocolo garantiza que el tiempo de rotación del token sea como máximo el doble del valor promedio o inicial (TOPR).

Este protocolo ofrece dos clases de servicios para transmisión:

La transmisión síncrona garantiza el uso del ancho de banda y el acceso al token, en cada rotación de éste, a una estación. Este ancho de banda es distribuido por la estación administradora (SMT).

La transmisión síncrona provee a la estación de un ancho de banda mayor, no una regularidad de la transmisión, la estación es la responsable de cuidar no salirse del ancho de banda que se le asignó. Para que la estación pueda transmitir es necesario que antes capture el turno que se encuentra girando a través del anillo.

En la transmisión asíncrona se tiene un ancho de banda compuesto de uno distribuido y de uno síncrono. Este ancho de banda es colocado por sincronización lógica de la subcapa de control de acceso al medio para poder lograr un acceso distribuido sobre el anillo. Cada estación sabe el tiempo promedio entre las recepciones del token, y además de esto, mide el tiempo real entre las recepciones de éste, si detecta que este tiempo es menor que el inicial (TOPR) utiliza la diferencia de estos dos para realizar transferencias asíncronas.

En este tipo de transmisión existen niveles de prioridad a los cuales se les asignan valores iniciales (TPRI) y debido a esto, cuando el anillo está muy cargado se retrasa la transmisión de aquellos paquetes de menor prioridad.

Dentro del protocolo del tiempo del token se definen dos tipos de tokens. Cuando una estación captura un token para transmitir un paquete, al momento de colocar la información el token se convierte en un token restringido; cuando el token es liberado, es decir, cuando se ha quitado de éste la información y se encuentra libre, es cuando se considera un token no restringido.

Existen tres tipos de marcadores (contadores) para el token, según el estado en el que éste se encuentre; éstos son:

1. Marcador de rotación del token (TRT).- Monitorea el tiempo real que se tiene entre las capturas del token y este tiempo se compara con el tiempo calculado inicialmente (TOPR).
2. Marcador de retención del token (TRH).- Monitorea el tiempo que una estación retiene el token para transmitir y fuerza a ésta a liberarlo antes de que se llegue al tiempo especificado o permitido de retención de éste.
3. Marcador de transmisión válida (TVX).- Con este marcador se inicia la recuperación de errores en el anillo, se monitorea y controla el tiempo entre la recepción de paquetes válidos o de tokens no restringidos. Este marcador se resetea antes de recibir el paquete válido o el token no restringido.

II.5.3.2 Aislamiento de fallas y reconfiguración.

En las redes FDDI se lleva a cabo un monitoreo de los anillos y de los componentes que se encuentran conectados a éstos, para poder detectar fallas o conexiones ilegales; este proceso se conoce como Administración de conexiones (CMT).

Como se muestra en la figura 2.9, cuando se detecta una falla, ésta es aislada inmediatamente y el anillo se reconfigura de modo que siga existiendo comunicación entre las estaciones que funcionan bien.

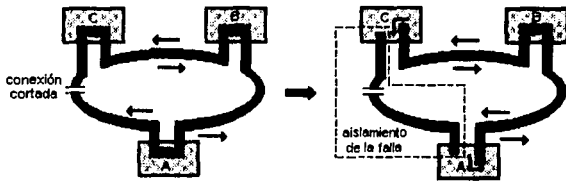


FIGURA 2.9 AISLAMIENTO DE FALLAS Y RECONFIGURACION

Cuando falla la transmisión de un paquete, las estaciones inician un proceso en el cual cada una de las estaciones transmite un paquete de señalización a las demás estaciones a través del anillo activo para detectar donde se encuentra la falla. Véase figura 2.10

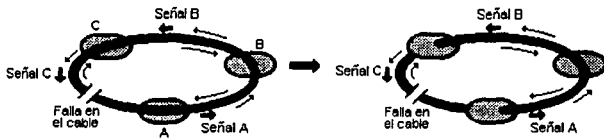


FIGURA 2.10 PROCESO DE SEÑALIZACION

II.5.3.3 Tipos de paquetes

Para poder transferir información entre las capas de control de acceso al medio (MAC) en la red, se usan paquetes (conjuntos de información). FDDI define los siguientes tipos de paquetes:

- **Paquetes MAC.**- Estos paquetes incluyen procesos usados en la inicialización del anillo y en el aislamiento de fallas. No pueden cruzar a través de puentes(bridges) o ruteadores, ya que se usan sólo en la red en la que son generados. Si alguno de estos paquetes llegara a cruzar hacia una red externa ocasionaría confusión en la red receptora.
- **Paquetes SMT.**- Estos paquetes son los que llevan información de control de operación y mantenimiento de la red. Al igual que los paquetes MAC, estos paquetes no pueden cruzar hacia redes extendidas para evitar conflictos.
- **Paquetes LLC.**- Este tipo de paquetes son los encargados de llevar información de los usuarios de una red FDDI. Cada uno de estos contiene datos de información necesaria para controlar los enlaces lógicos entre los nodos de la red. Debido a que los enlaces lógicos pueden ser entre usuarios de distintas redes, estos paquetes, a diferencia de los dos anteriores si pueden cruzar hacia otras redes a través de puentes.

II.5.4 ESTANDAR SMT (STATION MANAGMENT)

Provee los servicios necesarios al nivel de estación para monitorear y controlar un nodo o estación FDDI. Permite a las estaciones trabajar cooperativamente en el anillo y asegura la correcta operación de la red.

Las estaciones FDDI pueden tener múltiples entidades PMD, PHY y MAC, pero sólo una entidad SMT. En la figura 2.11 se muestran los componentes de una la estación administradora.

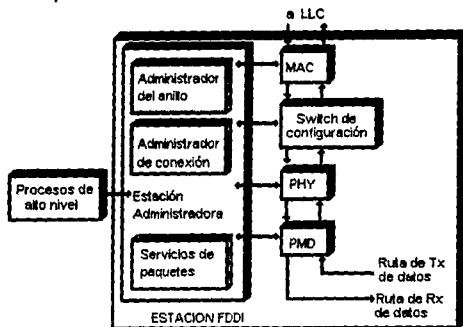


FIGURA 2.11 INCORPORACION DE LA ESTACION ADMINISTRADORA DENTRO DE LA ARQUITECTURA FDDI

II.5.4.1 Administrador de conexión (CMT).

Es la parte de la Estación Administradora que realiza la inserción y removimiento (eliminación) de estaciones en la capa física. Las estaciones FDDI pueden tener múltiples entidades PHY's y MAC's. Una de las funciones del CMT es administrar la configuración o el switch de configuración que conecta entidades PHY's a MAC's y entidades PHY's con otro nodo. Además de esto, debe administrar la conexión de nodos a la red, conexión de entidades PHY's en nodos separados (incluyendo concentradores), uso de procesos de diagnóstico para identificar y aislar componentes con fallas.

Esta parte de la estación administradora contiene los siguientes componentes:

- a) Administrador de conexión física (PCM, Physical Connection Management).- Está provista para la administración de las conexiones físicas entre entidades PHY's adyacentes. Incluye una prueba de la calidad del enlace de conexión y ejecución de las reglas de conexión. Es responsable de inicializar la conexión de los puertos de la red, administrar las señales existentes entre los puertos, detener conexiones marginales, proveer el estado del puerto al administrador de coordinación de entidades y realizar un

monitoreo de errores y ruido en la red.

Aquí se utiliza un pseudocódigo en el cual se transmite una cadena de bits que contiene la información acerca de cada estación conectada al enlace. Esta información es intercambiada entre todas las estaciones de la red. Los bits son transmitidos usando estados de línea física por medio de un enlace vía modem (HLS=1 y HLS=0). En el proceso de señalización son intercambiados los siguientes 10 bits PCM:

<u>BIT</u>	<u>FUNCION</u>
0	Bit de escape. Normalmente transmitido como cero. Este bit es reservado para uso futuro.
1 y 2	Tipo de conexión: 00 Tipo A 10 Tipo S 01 Tipo B 11 Tipo M
3	Compatibilidad de puerto.
4 y 5	Duración LCT (Link Confidence Test): 00 Corto, 50mseg. 10 Largo, 5seg. 01 Mediano, 500mseg. 11 Extendido, 50seg.
6	Disponibilidad de la entidad de control de acceso al medio para la evaluación del enlace de seguridad (LCT).
7	Resultado del LCT. Se transmite un 1 si el LCT falla o encuentra fallas.
8	Ciclo local sobre la entidad MAC. Este ciclo se realiza si el bit transmitido es un 1.
9	Puerto de salida sobre la entidad MAC. Este bit es transmitido como un 1 en la ruta de salida del puerto por la entidad MAC.

b) Administrador de configuración (CFM, Configuration Management).-

Este es responsable de controlar la interconexión de las entidades PHY y MAC dentro de una estación. La interconexión es realizada a través de la configuración de control de elementos (CCE).

c) Administrador de coordinación de entidades (ECM, Entity Coordination Management).-

Provista para controlar relays, señalar o informar a la parte PCM que el medio está disponible y coordinar funciones. Es decir, es el encargado de coordinar las señales provenientes del administrador de conexiones físicas cuando el medio está disponible e iniciar su transmisión; además de esto, debe controlar el switch de desvíos ópticos, aislar fallas, evaluar la ruta y mantener información sobre la configuración.

El Administrador de conexión es el encargado de inicializar las conexiones físicas, detección de fallas, reconfiguración en caso de fallas, trazo o localización de fallas, examinación de enlaces de seguridad y monitoreo de enlaces erróneos.

II.5.4.2 Administrador del anillo.

Es la parte de la estación administradora que recibe información de estado de la entidad de Control de Acceso al Medio y del Administrador de Conexión. El Administrador reporta este estado a la estación administradora y a los procesos de más alto nivel. Debe notificar la disponibilidad de la entidad MAC, reportar el estado de ésta y de otras entidades de la SMT, es responsable de la inicialización de funciones locales, detección de direcciones duplicadas y resolución de esto para prevenir la caída del anillo. Este provee los siguientes servicios:

- Señales de detección. Una señal es un paquete especial usado por la MAC para anunciar a otras estaciones que el anillo está cortado. Una proyección de señales indica que una estación se encuentra dentro de un conjunto de paquetes de señalización continuos mandados.
- Resolución de problemas a través del camino de los procesos. Este camino provee un mecanismo de recuperación para proyección de señales sobre el anillo FDDI.

- Disponibilidad de la MAC para transmitir.
- Detección de direcciones duplicadas.

II.5.4.3 Servicios de paquete SMT.

Son aquellas partes de la estación administradora que proveen los medios para controlar y observar la red FDDI. Estos servicios son implementados para diferentes clases y tipos de paquetes. La clase del paquete identifica la función que ésta realiza, tales como paquete de información de todas las estaciones de la red (NFI) y paquete de información de estación (SIF). El tipo de paquete designa si éste es un aviso, pregunta o respuesta a una pregunta.

Las estaciones usan los paquetes de información de todas las estaciones de la red (NFI) para anunciar periódicamente sus direcciones a las demás estaciones. Cada estación en el anillo se anuncia cada 30 segundos aproximadamente a las siguientes estaciones direccionadas.

El direccionamiento de la siguiente estación es un modo especial de direccionamiento que permite a una estación mandar un paquete a la siguiente estación en la ruta del token sin saber la dirección de ésta. Después de 30 segundos, cada estación del anillo sabe las direcciones de las demás estaciones. Estas direcciones pueden usarse para crear un mapa lógico del anillo mostrando el orden en que cada estación aparece en la ruta del token.

Las estaciones usan los paquetes de información de una estación para obtener información más detallada acerca de sus características y configuración. La información de configuración es usada para crear un mapeo lógico del anillo parecido en mucho al creado de los paquetes NIFs. En adición, los paquetes SIF's contienen información acerca del estado de atachamiento para cada puerto en un concentrador. Esta información puede ser usada para crear un mapeo físico del anillo mostrando la posición de cada estación no sólo en la ruta del token, sino también en la topología.

Además de estos dos paquetes existen otros tipos de paquetes:

- Paquete de Administración de parámetros (PMF), el cual provee acceso a todos los objetos de información base de administración (MIB), los cuales son necesarios para administrar una red FDDI en un ambiente OSI. Este paquete permite una administración remota de una estación FDDI sin Protocolo de Administración de red simple (SNMP, Simple Network Management Protocol). Actualmente, este tipo de paquete es opcional. Existen 4 tipos de paquetes de administración de parámetros:

- Obtención de solicitud/respuesta.
 - Cambiar solicitud/respuesta.
 - Adicionar solicitud/respuesta
 - Remover o eliminar solicitud/respuesta
- Paquete de Distribución de Recursos (RAF) puede soportar una variedad de políticas de red que requieren la distribución de recursos, y es usado comunmente para distribuir ancho de banda sincrónico.
 - Paquete Eco (ECF, Echo Frame) usado por la estación administradora para examinar el ciclo de respaldo. La implementación de la respuesta de éste paquete es necesaria, pero la implementación de la petición o solicitud es opcional.
 - Paquete de Servicio Extendido (ESF, Extended Service Frame) permite la adición de protocolos propietarios y experimentales a la estación administradora. La implementación de este paquete es opcional.

II.6 ARQUITECTURA DE SISTEMA DE RED (SNA).

Es una arquitectura desarrollada por IBM que especifica como los equipos Mainframes se comunican jerárquicamente con periféricos no inteligentes tales como terminales e impresoras.

SNA comprende funciones distribuidas en las que muchas de las responsabilidades de la red se pueden desplazar de la computadora principal a otros componentes como procesador de comunicación de entrada, unidades remotas de control inteligentes o terminales. Se utiliza el principio de independencia de dispositivo, el cual permite la comunicación de un programa de aplicación con un dispositivo de entrada/salida, sin importar los requerimientos únicos de tal dispositivo.

Una red SNA es un grupo de unidades lógicas (UL), enlazadas mediante sesiones. Una UL es un "puerto" a través del cual el usuario tiene acceso a los servicios de la red y puede ser una terminal, una computadora personal que emule a una terminal, una impresora o un programa de aplicación. Funciona en el nivel de aplicación y realiza dos tareas: activar la sesión y utilizar la sesión para comunicarse. Una sesión es una conexión lógica entre ULs y es independiente de la naturaleza física de la conexión; se puede pensar en ella como la conversación entre aplicaciones. El protocolo que se utiliza para realizar las tareas conversacionales se denomina sesión UL.

En una red SNA el usuario final (operador de la terminal) dialoga con la red a través de la UL (unidad lógica). Estas ULs se implementan como códigos o microcódigos de programa (firmware) y con ellos se proporciona al usuario final un punto de acceso a la red.

El intercambio de datos que realizan los usuarios finales se sujeta a cierta cantidad de reglas de procedimiento (protocolos) que se especifican en la unidad lógica antes de comenzar el intercambio de información. Estas reglas de procedimiento especifican la forma en que se conducirá la sesión, el formato de los datos, la cantidad de datos que envía un usuario final antes de que conteste el otro usuario final, y las acciones que se deben tomar si ocurre un error.

A cada unidad lógica (UL) de una red se le asigna un nombre de red. Antes de iniciar una sesión, la red SNA determina la dirección de red que corresponde a cada nombre de red de UL. Con este esquema se logra que un usuario final (por ejemplo el operador) establezca comunicación con otro usuario final (por ejemplo un programa de aplicación) sin necesidad de especificar en que lugar de la red se localiza ese usuario final. Estos nombres y direcciones de red se utilizan para direccionar los mensajes.

CAPITULO III

FUNCIONAMIENTO DE FDDI

Los estándares FDDI definen las funciones que controlan la operación y mantenimiento del anillo. Esta tecnología aísla las fallas y con esto se permite una continua operación en el anillo.

Una estación activa transmite información secuencialmente como un campo de símbolos a la siguiente estación activa sobre el anillo. Cada que una estación activa recibe símbolos de datos los regenera y repite al siguiente dispositivo activo sobre el anillo.

El anillo dual con rotación contraria es uno de los conceptos básicos en el estándar FDDI. Este consiste de un anillo primario y uno secundario o de respaldo. El flujo de datos en el anillo secundario es en dirección contraria a la del anillo primario. Las principales funciones de la ruta secundaria son:

- Ayudar en la inicialización y reconfiguración del anillo.
- Proveer un respaldo para el anillo primario.

FDDI limita la longitud total de fibra a 200 Km. Puesto que la topología del anillo dual efectivamente dobla la longitud promedio en el caso de aislamiento de alguna falla, la longitud actual de cada anillo está limitada a 100 Km.

III.1 TRANSMISIÓN SOBRE EL ANILLO

El anillo dual con rotación contraria fué diseñado con la habilidad para continuar la transmisión si un dispositivo sobre el anillo primario falla o si ocurre una falla en el cable. El anillo es restaurado gracias al aislamiento de la parte que tiene la falla y a la unión del anillo primario al anillo secundario para mantener la ruta de transmisión. Esta redundancia en el diseño del anillo provee un grado de tolerancia no encontrado en otros estándares de red. Los dispositivos activos están conectados a los dos anillos. Bajo condiciones normales, el anillo de respaldo está desocupado; no existe transmisión de datos sobre éste.

Cuando una falla ocurre, las estaciones adyacentes a ésta se reconfiguran y unen el anillo primario al anillo secundario. En éste caso, la topología de anillo dual cambia a una topología de anillo simple. Si ocurren varias fallas, el anillo sufre segmentaciones y entonces se obtienen varios anillos independientes. Cuando las fallas son corregidas, la topología regresa de nuevo a ser una topología de anillo dual.

Como se puede observar en la figura 3.1, si la estación A falla se reconfigura el anillo aislando esta estación, y de ésta forma la ruta del token sobre el anillo simple resultante es de la estación B a la estación D.

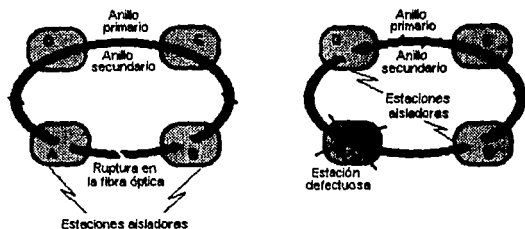


FIGURA 3.1 AISLAMIENTO DE FALLAS EN LA TOPOLOGIA DE ANILLO DOBLE

La falla en la estación A causa que el puerto A de la estación B y el de la estación D detecten señales perdidas, y entonces aíslan su conexión con ésta. Todas las estaciones reinician las conexiones físicas después de haber aislado a la estación que tiene la falla. De esta forma, se mantiene la operación de la red gracias a la unión del anillo primario al anillo de respaldo o secundario en las estaciones B y D. Esta configuración es mantenida hasta que la falla es corregida.

La operación del anillo incluye la puesta en marcha, inicialización, operación estable y mantenimiento de éste. Cada estación en el anillo FDDI usa 3 marcadores para regular su operación, los cuales son administrados localmente por las estaciones individuales; estos son:

a) MARCADOR DE ROTACION DEL TOKEN (TRT).

Este es muy importante para la completa operación de la red FDDI, ya que es utilizado para marcar el periodo entre la recepción de tokens. Este marcador es inicializado para diferentes valores, dependiendo del estado del anillo. Durante el estado de operación estable el TRT expira cuando el tiempo de rotación del token inicial (TTRT) se ha excedido. Las estaciones negocian el valor del TTRT por medio de la demanda de procesos.

b) MARCADOR DE RETENCION DEL TOKEN (THT).

Este marcador controla la longitud de tiempo en el cual una estación puede inicializar paquetes asíncronos. Una estación que retiene el token puede iniciar transmisiones asíncronas si el tiempo de retención del token no ha expirado. El THT es inicializado con el valor correspondiente a la diferencia entre las llegadas del token y el TTRT.

c) MARCADOR DE TRANSMISION VALIDA (TVX).

Este controla el periodo entre las transmisiones válidas en el anillo, detecta ruido excesivo, pérdida del token y otras fallas. Cuando la estación recibe un token o paquete válido se resetea. Si el TVX expira, entonces la estación inicia una secuencia de inicialización del anillo.

III.2 PUESTA EN MARCHA DE UNA ESTACION.

La porción del administrador de conexiones del SMT controla la puesta en marcha y los procesos de conexión física normales. En el encendido, las estaciones reconocen sus estaciones vecinas por transmisión y reconocimiento de secuencias de estado de línea definidas. Una vez que las estaciones reconocen a cada una de las otras:

- Cambian información sobre el tipo de puerto y reglas de conexión.
- Negocian la longitud del enlace por medio de un test de seguridad. Con esto checan la calidad del enlace entre las estaciones.
- Ejecutan el test de seguridad de enlace.
- Intercambian resultados.

Si el test de seguridad de enlace pasa, las estaciones completan la conexión física transmitiendo hacia otra la secuencia de estado de línea definida.

III.3 INICIALIZACION DEL ANILLO.

Después de que las estaciones completan la conexión, las estaciones FDDI necesitan mandar un proceso para inicializar correctamente el anillo por medio de un tiempo de rotación inicial del token. Este proceso asegura que las estaciones reciban o tengan un tiempo de servicio garantizado. El tiempo de rotación inicial del token (TTRT) puede ser establecido basándose en:

- El número de estaciones atachadas.
- La longitud del anillo.
- El tiempo requerido por cada estación para transmitir datos sobre el anillo.

Durante la inicialización del anillo, las estaciones negocian el TTRT con otras. Este proceso de negociación es llamado ***Demanda de proceso*** (claim process), y determina que estación inicializa el anillo. El proceso es similar a una subasta, en este caso, la oferta con menor tiempo es la que gana el derecho a inicializar el anillo.

El proceso de demanda inicia cuando la entidad de Control de Acceso al Medio (MAC) en cada estación transmite continuamente paquetes de demanda.

Un paquete de demanda contiene la dirección de la estación y el mandato para el TTRT.

Si el paquete tiene un:

- Mandato de tiempo corto, la estación repite el paquete de demanda y detiene el envío de sus mandatos.
- Mandato de tiempo largo, la estación remueve el paquete de demanda y continúa enviando paquetes con sus mandatos para el TTRT.

Cuando una estación recibe su paquete de demanda, ésta gana el derecho a inicializar el anillo. Si dos o más estaciones hacen mandatos idénticos, la estación con la dirección más larga y grande gana el mandato o la orden.

La estación ganadora inicializa el anillo emitiendo un token. Este token pasa a través del anillo antes de ser capturado por alguna estación.

En la figura 3.2 se puede observar la negociación de las estaciones para inicializar el anillo. En este ejemplo, las estaciones A y C tienen mandatos más cortos que las estaciones B y D. La estación C está usando un mandato más corto que la estación A.

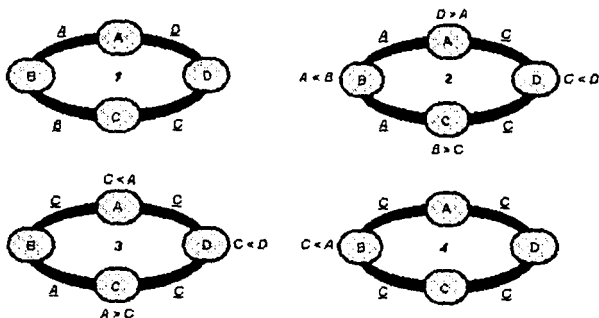


FIGURA 3.2 PROCESO DE DEMANDA PARA INICIALIZACION DEL ANILLO

Cuando inicia el proceso de negociación, todas las estaciones activas inician la emisión de sus paquetes de demanda y entonces:

La estación D recibe un paquete de demanda corto de la estación C, debido a esto, esta estación detiene el envío de su paquete y envía entonces el paquete de la estación C, que es más corto, a la estación A. Mientras tanto, la estación B recibe un paquete corto de la estación A, y como éste es más corto, detiene el envío de su paquete y en su lugar envía el paquete de la estación A a la estación C.

La estación C recibe un paquete de la estación A, pero debido a que éste es más grande que su propio paquete de demanda, continua enviando su paquete.

La estación A recibe el paquete de la estación C enviado por la estación D, y como este paquete es más corto que su paquete, envía a la estación B el paquete de la estación C. La estación B recibe éste paquete y como es más corto que su paquete envía este a la estación C.

Cuando la estación C recibe su paquete, coloca el TTRT y envía un token hacia el anillo y de ésta forma queda inicializado el anillo con un tiempo inicial de rotación del token igual al tiempo de demanda de la estación C.

Por medio de este proceso se permite a todos los dispositivos atachados al anillo iniciar la transmisión de datos, basándose en el tiempo inicial de rotación del token y terminar cuando ya no hay más información que transmitir o cuando el marcador de tiempo de retención del token expira.

III.4 ESTADO DE OPERACION ESTABLE

El estado de operación estable en el anillo se logra cuando éste se ha inicializado y todas las estaciones atachadas a éste están funcionando correctamente. Cuando una estación desea transmitir debe esperar el token.

Existe un protocolo llamado Protocolo de tiempo del token el cual incluye un número de pasos que cada estación debe realizar para poder obtener el token y así iniciar la transmisión. Estos pasos son:

- 1.- Esperar hasta que detecte el token.
- 2.- Capturar el token.
- 3.- Detener el proceso de repetición del token. Después de esto, el token ya no estará presente en el anillo.
- 4.- Iniciar el envío de paquetes. Estos paquetes pueden ser enviados hasta que ya no exista más información para transmitir, o hasta que el tiempo de retención del token asignado se termine.
- 5.- Lanzar o devolver el token hacia el anillo para el uso de alguna otra estación que desee transmitir.

Todas las estaciones activas en el anillo, excepto aquella que está transmitiendo, checan la dirección destino de todos los paquetes que pasan por ellas y si le corresponde ese paquete lo toma y coloca símbolos de estado (*Indicadores de Control*) dentro de éste para informar que ha recibido y tomado el paquete. Si el paquete no está dirigido a esta estación sólo lo checa para verificar que no contenga errores y después lo retransmite hacia la siguiente estación. Si la estación detecta un error en el paquete entonces coloca un indicador de error.

Una vez que el paquete circula por todo el anillo, la estación que envió el paquete lo remueve del anillo, pero al quitarlo quedan paquetes parciales en el anillo llamados *Fragments*.

Para evitar retrasos en la operación del anillo, las estaciones leen y repiten los campos del paquete inmediatamente después de que lo reciben. La primera parte de un paquete contiene la información de la clase del paquete seguida por el destino, la dirección de origen y los datos. Cuando la estación que envía recibe un paquete y en él detecta su dirección en el campo de dirección fuente, remueve del anillo los restos de éste.

Cuando los restos de un paquete llegan a una estación que esté transmitiendo ésta los quita del anillo; con este proceso, cada estación asegura que los fragmentos del paquete no degraden la correcta operación del anillo.

III.5 MANTENIMIENTO DEL ANILLO

La responsabilidad para monitorear la integridad del anillo es de todas las estaciones que se encuentran sobre el anillo. Cada una de las estaciones monitorea las condiciones encontradas en la inicialización del anillo, incluyendo:

- inactividad en el anillo más larga que el tiempo de transmisión válida
- ruptura física o lógica en el anillo
- paquetes inválidos en el anillo

Tiempo de Transmisión Válida.- Las estaciones usan la fijación de tiempo en el marcador de transmisión válida para detectar algún corte en la actividad del anillo. El marcador de transmisión válida obtiene la longitud de tiempo entre las recepciones; si este tiempo excede el valor especificado en el marcador, se indica una condición de error, y las estaciones entran entonces en el proceso de demanda. Si el proceso de demanda falla, las estaciones entran al proceso de señalización.

Proceso de señalización.- Una señal es un paquete especializado usado por la entidad MAC para anunciar a otra estación que el anillo se encuentra cortado. El paquete de señalización es un paquete que hace un saludo e invitación, y espera a que la parte principal de su paquete de señalización regrese.

Una estación FDDI puede iniciar el proceso de señalización cuando el proceso de demanda falla o si la estación administradora lo requiere. Cuando esto sucede, la estación inicia la transmisión continua de paquetes de señalización.

La entidad MAC usa paquetes de señalización para anunciar que el anillo está cortado y para localizar y aislar la falla, si es posible. De esta forma, si una estación recibe:

- Una señalización de su estación vecina (anterior), ésta repite ese paquete y detiene la transmisión de su paquete.
- Su paquete de señalización, ésta asume que el anillo lógico está restaurado o que no tiene ninguna falla y entonces termina su proceso de señalización e inicia el proceso de demanda.
- Un paquete que no es de señalización, ésta transmite un paquete de señalización e indica que alguna estación no se encuentra dentro del proceso de señalización.

III.6 CONDICION DE SEÑALIZACION

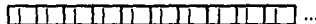
Es un marcador (reloj) de señalización sujeto al control del componente de administración del anillo SMT, mide la longitud entre la transmisión de señales. Si este tiempo excede el tiempo límite (aproximadamente 10 segundos), el administrador del anillo inicia un procedimiento de recuperación que intenta restaurar la operación normal de la estación.

El procedimiento de recuperación inicia con la transmisión de una señalización directa, la cual informa las condiciones del anillo. Si después de ésto no se ha recuperado el anillo entonces el administrador inicia la función de rastreo.

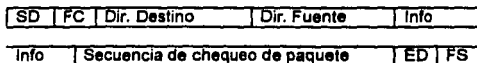
La función de rastreo utiliza una señalización física con la cual se transmiten una serie de símbolos que cada estación debe repetir a su estación vecina. Si una estación no recibe este paquete en el tiempo permitido entonces envía mensajes a las siguientes estaciones indicando que la estación anterior a ella tiene una falla y de ésta forma todas las estaciones se reconfiguran y dejan afuera aquella que tiene la falla hasta que ésta sea arreglada.

III.7 ESTRUCTURAS DE DATOS DE LA RED FDDI

* Bits sin valor o uso (idles) ...



* Paquete



* Fragmento



* Token



III.8 CONFIGURACION Y FUNCIONES DE UNA ESTACION FDDI.

La configuración de una estación FDDI es la que se muestra en la figura 3.3

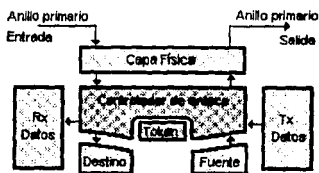


FIGURA 3.3 ESTRUCTURA DE UNA ESTACION DE CONEXION SIMPLE

Una estación FDDI tiene varias funciones dentro de la operación de la red, estas funciones son la transmisión, recepción, repetición y remivimiento de paquetes (véase figuras 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7)

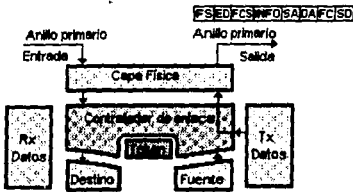


FIGURA 3.4 TRANSMISION DE PAQUETE

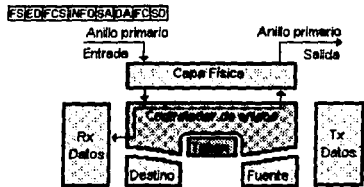


FIGURA 3.5 RECEPCION DE PAQUETE

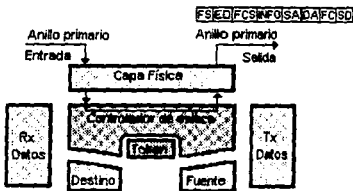


FIGURA 3.6 REPETICION DE PAQUETE

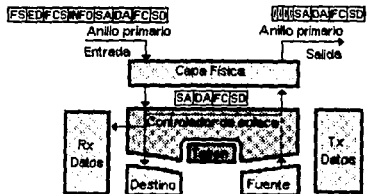
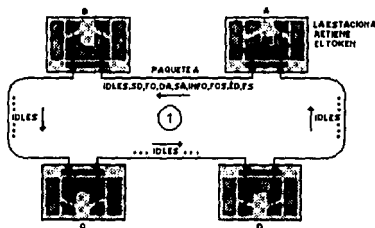


FIGURA 3.7 REMOVIMIENTO DE PAQUETE

III.9 OPERACION DEL ANILLO FDDI

En una red FDDI, todos las estaciones atachadas a ésta hacen uso de las funciones que se explicaron en el punto anterior , para permitir que exista una comunicación entre todos los equipos conectados a la red.

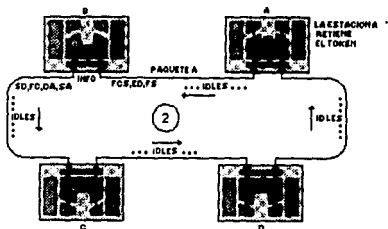
Por medio de las siguientes figuras se da una breve explicación de como se lleva a cabo el proceso de comunicación en la red FDDI.

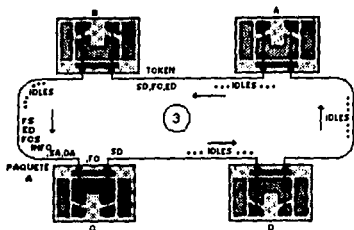


- Los nodos B, C y D emiten bits llamados "IDLES" los cuales no tienen ninguna validez.

- El nodo A transmite un paquete para el nodo C.

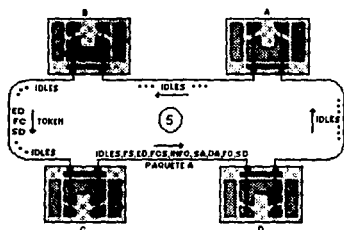
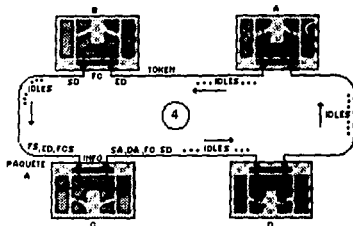
- El nodo B se pone en modo de repetición después de checar el campo "SD" del paquete y confirmar que no es para él.





- El nodo B emite bits sin validez después de repetir los campos "ED" y "FS" del paquete transmitido por A.
- El nodo C se pone en modo de repetición después de checar el campo "SD" del paquete
- El nodo A pasa el token hacia la siguiente estación.

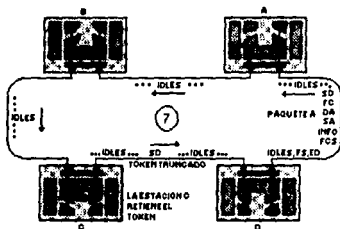
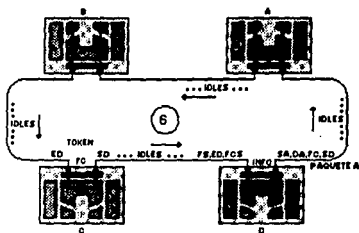
- El nodo C se pone en modo de recepción después de checar que el campo "DA" del paquete tiene su dirección.
- El nodo B inicia la repetición del paquete entrante, que en éste caso se trata del token



- El nodo B reconoce el token, pero como no tiene nada que transmitir, lo repite y reinicia la emisión de sus IDLES.
- El nodo C completa la repetición del paquete e inicia la emisión de sus IDLES.

- El nodo C inicia la repetición del paquete de entrada.

- El nodo D inicia la repetición del paquete después de chequear el campo "SD".

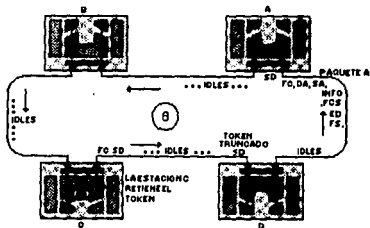


- El nodo C captura el token y lo quita del anillo.

- El nodo D completa la repetición del paquete y después comienza la emisión de IDLES.

- El nodo A inicia la repetición del paquete entrante después de chequear el campo "SD"

- El nodo C inicia la transmisión de un paquete



III.10 COMPONENTES FDDI

III.10.1 CONCENTRADORES.

El **concentrador** juega un papel importante en las topologías usadas en las redes FDDI. Este ofrece la flexibilidad necesaria para acomodar las diversas estructuras de cableado encontradas. Es el componente principal en la topología de anillo dual de árboles ya que ofrece un punto de conexión entre estaciones finales y otros dispositivos FDDI.

El concentrador FDDI permite el atachamiento de múltiples estaciones de atachamiento simple (SAS), estaciones de atachamiento dual (DAS) u otros concentradores al anillo dual FDDI. Utilizando concentradores en cascada se puede crear una topología de anillo dual de árboles. Cuando se usa una configuración Standalone (un solo concentrador y varias estaciones atachadas a él), éste viene a ser lo que sería el hub en una topología Workgroup.

Actualmente, el concentrador controla la topología de una red, ya que decodifica y retoma los campos de datos de las estaciones y éstos datos pasan hacia otras estaciones a través de él.

El concentrador puede ser diseñado como un concentrador de atachamiento simple (SAC) o como un concentrador de atachamiento dual (DAC), pero en ambos casos, éste actúa como un punto de conexión hacia la red FDDI. (Véase figura 3.8)

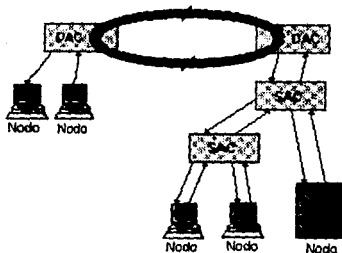


FIGURA 3.8 ANILLO DUAL DE ARBOLES

El concentrador de atachamiento dual, está provisto de varios componentes los cuales le permiten el atachamiento al anillo dual, a diferencia de los concentradores de atachamiento simple los cuales no están dotados de estos componentes.

La estructura básica de un concentrador FDDI incluye la estación administradora y una entidad opcional de control de acceso al medio. Su estructura también incluye varias entidades de Protocolo de Capa Física (Independiente del Medio) y Capa Física Dependiente del medio para las conexiones físicas. Véase figura 3.9

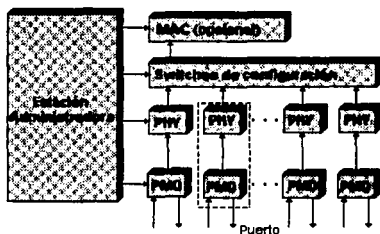


FIGURA 3.9 ESTRUCTURA BASICA DEL CONCENTRADOR

Dependiendo de los requerimientos de la red y/o de la aplicación que va a tener ésta, el concentrador puede estar equipado con o sin Control de Acceso al Medio.

Los estándares FDDI especifican que un concentrador puede ser creado con o sin Control de Acceso al Medio. Esta entidad provee al concentrador de los servicios requeridos para administrar a las estaciones remotas.

Los concentradores sin control de acceso al medio son usados en las topologías Standalone pequeñas con área geográfica limitada. En estos casos, los servicios de administración pueden ser un gasto innecesario.

El concentrador realiza dos funciones importantes: desvíos e inserción de estaciones. Los switches de configuración internos del concentrador realizan estas dos funciones. Estos controlan los puertos, dentro y fuera del anillo, para el control de los protocolos de conexión FDDI y para el uso de comandos de una estación administradora.

El desvío de estación responde con la detección de fallas. Si uno de los siguientes eventos ocurre, el dispositivo de desvíos de la estación habilita al concentrador para desconectar lógicamente la estación atachada al anillo:

- El concentrador detecta un alto grado de error o una conexión defectuosa.
- Una entidad administradora de red requiere que el concentrador se reconfigure.

Independientemente del software administrador de red, el concentrador puede insertar alguna SAS o DAS.

El software de administración de red (SNMP) permite al usuario configurar un concentrador de acuerdo a las necesidades de la red. Este software permite al administrador de la red remover o insertar estaciones del concentrador y acceder a la información de mantenimiento de éste.

El Protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol) es el protocolo común para que cualquier software pueda comunicarse con la Estación Administradora (Equipo donde corre el software de administración). Este protocolo define cinco comandos diferentes para realizar sus funciones, de los cuales tres son utilizados permanentemente en el diálogo que la estación administradora mantiene con cada dispositivo a través del Software de Agente SNMP (Software que cada dispositivo debe correr) que se encuentra en cada uno de ellos.

Si estuviéramos viendo en la estación administradora el mapa de toda la red, y deseáramos analizar con más detalle lo que está sucediendo en un concentrador determinado, debemos seleccionar con el mouse ese concentrador para que aparezca en la pantalla la información específica de ese dispositivo.

Lo anterior parece bastante automático, sin embargo, para que esto pase tuvo que existir todo un diálogo (bajo protocolo SNMP) entre la estación administradora y el Software de Agente que tiene el concentrador.

El diálogo sería como sigue:

Estación Administradora:	Cuantos puertos tienes?
Software de Agente (Concentrador):	Tengo 12 puertos
Estación Administradora:	Cual es el status del puerto 1
Software de Agente (Concentrador):	Todo OK
Estación Administradora:	Cual es el status del puerto 2
Software de Agente (Concentrador):	Todo OK
etc.	

Este diálogo se llevaría a cabo mediante los tres comandos más suales de SNMP:

```
GetRequest  
GetNextRequest  
GetResponse
```

Los otros dos comandos son:

SetRequest
Trap

El uso de cada uno de éstos es el siguiente:

- Pedir un dato (GetRequest). - Se utiliza cuando la Estación Administradora requiere saber el valor de cualquier variable MIB (Management Information Base. Forma común en que se ven los datos) de algún dispositivo.
- Pedir el siguiente dato (GetNextRequest). - Se usa cuando ya se ha preguntado un dato y se desea saber el siguiente en la lista. Esto es, por ejemplo, cuando hemos preguntado el status del puerto 1 de un concentrador Ethernet y queremos saber también el status de los puertos 3 y 4, hacemos estas peticiones con GetNextRequest.
- Poner un valor a una variable (SetRequest). - La Estación Administradora lo usa cuando necesita fijar un valor a una variable de algún dispositivo.
- Contestar los tres mensajes anteriores (GetResponse). - Este lo utiliza el agente SNMP de cada equipo de red para contestar a un mensaje Get, GetNext o SetRequest.
- Avisar algún suceso importante del lado del dispositivo (Trap). - Este es el único mensaje que no se origina en la Estación Administradora, sino en el propio dispositivo. En otras palabras, el Agente SNMP que se encuentra corriendo dentro de cada elemento administrado envía este mensaje cuando detecta alguna condición de error.

III.10.2 ESTACIONES DE ATACHAMIENTO DUAL Y SIMPLE.

FDDI define dos tipos de conexiones para el anillo: Estación de Atachamiento Simple (SAS) y Estación de Atachamiento Dual (DAS).

Las estaciones de trabajo de alta velocidad, dispositivos de interconexión tales como puentes y otros equipos son conectados en la red FDDI con alguno de estos métodos. La conexión física que se muestra en la figura 3.10 es básica en el diseño del anillo FDDI. Esta conexión permite a los dispositivos atachados pasar información sobre el anillo.

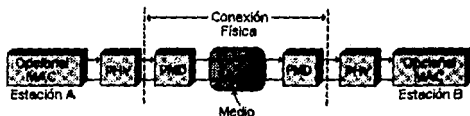


FIGURA 3.10 CONEXION FISICA FDDI

Una conexión física está formada entre las capas físicas (PHY/PMD) de dos estaciones conectadas por cable. FDDI requiere que todas las conexiones en el anillo sean punto a punto, full duplex y bidireccional. Cada atachamiento a la red tiene un componente de transmisión y uno de recepción. Una conexión válida contiene dos fibras, dando así una ruta de transmisión y una de recepción.

La SAS se conecta sólo al anillo primario y se conecta al anillo dual a través de un concentrador. Debido a que la SAS se conecta al anillo primario y no al de respaldo, ésta no puede aislarse en el caso de que ocurra una falla, ya sea que la falla sea en una estación o en la fibra. Para evitar que una conexión de éstas quede fuera del anillo en caso de alguna falla en alguna otra estación en el medio, ésta se conecta a un concentrador. Esta es una de las principales razones para la conexión de las estaciones SAS a un concentrador.

Las características de diseño en el concentrador le permiten detectar problemas en la conexión causados por una falla en la SAS, y aislar esta falla del anillo.

La SAS que se muestra en la figura 3.11 consiste de una entidad MAC, SMT, PHY y PMD. En la topología de anillo dual de árboles, la estación de atachamiento simple provee de seguridad y de un método de costo efectividad para conexión a la red FDDI.

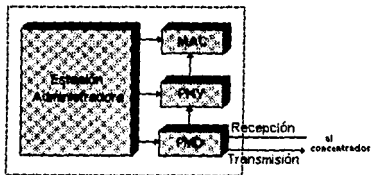


FIGURA 3.11 ARQUITECTURA DE UNA ESTACION DE ATACHAMIENTO SIMPLE

En contraste con la SAS, la DAS se conecta tanto al anillo primario como al anillo secundario. La DAS consiste de dos entidades PHY y dos entidades PMD, una u (opcionalmente) dos entidades MAC, una u (opcionalmente) dos entidades SMT y un dispositivo para desvíos ópticos (opcional). Véase figura 3.12

Este tipo de estación no requiere el uso de un concentrador para conectarse a la red FDDI; debido a esto puede acceder a ambos anillos. La estación de atachamiento dual es capaz de desviar el anillo en caso de que ocurra alguna falla.

Una estación de atachamiento dual tiene sus limitaciones, por ejemplo, cuando dos o más estaciones fallan o se desconectan, la red LAN FDDI se segmenta en varias redes, quedando algunos usuarios aislados de los recursos de red.

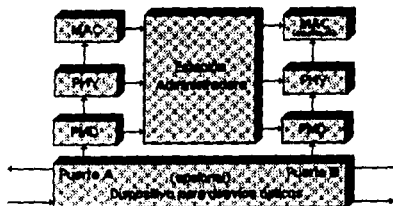


FIGURA 3.12 ARQUITECTURA DE UNA ESTACION DE ATACHAMIENTO DUAL

Mientras los estándares FDDI soportan nodos DAS conectados directamente al anillo dual, el uso de nodos SAS o DAS configurados con un concentrador en un anillo dual de árboles es una implementación más fácil administrable y más segura.

III.10.3 DISPOSITIVOS DE INTERCONEXION DE REDES

III.10.3.1 Puentes

Un puente es un dispositivo que "ve" paquetes y decide si los debe pasar de un lado al otro o no. A la labor de "ver" paquetes se le llama "*Capacidad de filtraje*", mientras que a la de pasar los paquetes de una red a otra se le denomina "*Capacidad de reenvío*". Para que el puente o bridge pueda hacer su labor de reenvío de paquetes, debe conocer qué direcciones están en cada uno de sus puertos (el bridge puede tener más de dos puertos); esto lo logra por medio del uso de unas tablas de direcciones, las cuales son actualizadas constantemente. Existen tres formas de actualizar estas tablas:

- De forma estática.- Es decir, introduciéndolas manualmente vía una micro o terminal conectada al puente.
- De forma dinámica.- Bajo este esquema, si el puente "ve" un paquete cuya dirección origen no tiene en sus tablas, actualiza la tabla del puerto en el cual vió el paquete. A esta labor se le denomina "*Aprendizaje de Direcciones*", y a los puentes que tienen esta característica se les llama "*Puentes Inteligentes*".
- Una mezcla de las dos anteriores.

En el ambiente FDDI, el puente actúa como un enlace entre redes existentes. Estas redes LAN pueden ser del mismo o de diferente tipo. Las funciones básicas de un bridge incluyen:

- Rastreo de direcciones fuente.
- Reenvío y filtrado de paquetes.
- Translación.
- Fragmentación.

Cada vez que un puente recibe un paquete registra la dirección fuente de éste en su base de datos de reenvío, también conocida como Tabla de direcciones. Esta es solamente una localidad de memoria del puente en la cual se almacenan las direcciones de enlace de datos de todas las estaciones que son "vistas" por el puente. En esta tabla también se registra la dirección con la cual el paquete fué recibido, es decir por cual puerto del puente se recibió el paquete. Algunos puentes pueden generar por sí mismos estas tablas de direcciones y se les conoce como "Puentes Inteligentes".

Debido a que cada paquete contiene la dirección fuente de la estación transmisora, se actualiza constantemente la base de datos de reenvío del puente con los datos de cada estación que manda un paquete sobre la red. En una red extendida, todos los puentes conocen las direcciones de todas las estaciones relacionadas a este.

III.10.3.1.1 Reenvío y filtrado de paquete

El propósito básico de un puente es el reenvío de paquetes entre redes LAN (redes de área local) atachadas. Esta característica del puente permite a todas las estaciones de las redes extendidas comunicarse con las estaciones de las otras redes.

Los puentes tienen la funcionalidad de almacenamiento y reenvío. Automáticamente almacenan los paquetes entrantes y reenvían sólo aquellos que están destinados a una estación que se encuentra de otro lado del anillo. Esta característica del puente se conoce como "Filtrado de Dirección Destino" y lo lleva a cabo usando las tablas de direcciones. Los paquetes que no están destinados a pasar a través del puente son simplemente descargados del área de almacenamiento del puente.

Existen tres tipos básicos de filtrado que pueden ser realizados por un puente:

- Filtrado de direcciones destino.- Cuando un mensaje llega, el puente examina las direcciones fuente y destino y envía mensajes destinados hacia otras redes locales. Este tipo de filtrado descarta aquellos mensajes que pertenecen a la misma red a la cual pertenece la estación que envió el mensaje (transmisora). En algunos puentes, los administradores de red pueden modificar las tablas de direcciones destino.

- **Filtrado de direcciones fuente.**- Algunos puentes también ejecutan el filtrado de las direcciones fuente. Por ejemplo, el administrador pudo enviar al puente un mensaje para rechazar o regresar todos los mensajes enviados por el nodo B de una red, y así, cuando el puente recibe un mensaje proveniente del nodo B no lo reenvía, es decir, no lo pasa a través de él. Alternativamente, el puente pudo regresar todos a aquellos paquetes destinados a nodos que no encontró en su tabla de direcciones.

Este es un dispositivo completo para controlar el flujo de tráfico, para aislar sistemas, y para proveer seguridad.

- **Filtrado de Protocolo.**- Algunas generaciones de puentes actuales ofrecen un protocolo de filtrado, además del filtrado de direcciones fuente. En éstos, el administrador instruye al puente para que pueda filtrar todas aquellas transmisiones originadas bajo un protocolo específico. En este caso, el puente reenvía o filtra aquellos paquetes basados en el protocolo. Este tipo de filtrado es usado también para controlar el flujo de tráfico, para aislar sistemas y para proveer seguridad.

Todos los puentes realizan el filtrado de direcciones destino, pero no necesariamente realizan el filtrado de direcciones fuente y protocolo.

Un puente FDDI puede ser capaz de soportar un alto tráfico de información. Cuando los datos pasan a través de él, puede tomar en microsegundos la decisión concerniente al destino del paquete. Las características que permiten el buen desempeño del puente son entre otras su capacidad de filtrado y reenvío de datos.

El **rango de reenvío** es la velocidad con la cual el puente procesa los paquetes que recibe y determina si éstos deben atravesarlo o no. Está basado en el número de paquetes de datos que pueden transferirse hacia otra red. Este rango está determinado por la velocidad del puente en la retransmisión de un paquete hacia la siguiente red después de haber tomado la decisión de filtrado.

III.10.3.1.2 Expansión de Arbol

La topología lógica de una red LAN extendida debe ser un ciclo libre, es decir, una ruta claramente definida para todas las estaciones atachadas. Para prevenir la existencia de ciclos en la red extendida, los puentes forman una configuración lógica llamada Expansión de árbol.

La creación de un árbol de expansión se hace basándose en el Algoritmo de expansión de árbol definido por IEEE 802.1d. Este algoritmo previene la existencia de ciclos lógicos en la red de expansión. Tiene la función de crear sólo una ruta lógica entre dos puentes, realizar la conexión propia de todas las estaciones encontradas en la red extendida y cuidar la duplicación de rutas. Véase figura 3.13

Este algoritmo también es llamado Transparente y se usa normalmente en aquellas instalaciones que tienen varias redes Ethernet unidas por puentes y que tienen uno o más ciclos cerrados. Ya que este algoritmo deshabilita automáticamente algunos puentes para evitar que ciertos paquetes circulen permanentemente.

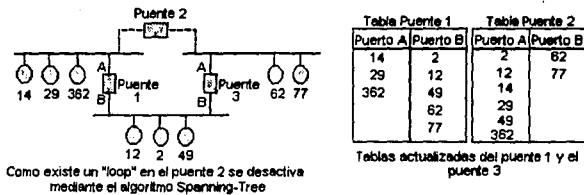


FIGURA 3.13 METODO DE EXPANSION DE ARBOL

Otro de los protocolos usados en los puentes es el Source-Routing que fué implementado bajo Token-Ring (véase figura 3.14). Este posee un campo llamado RI (Routing Information) el cual tiene dos objetivos:

- a) Si es un paquete de búsqueda, el campo empieza en blancos y al atravesar por cada puente éstos ponen su sello, es decir, colocan el número de puente que es y hacia que anillo se dirige. De esta forma, cuando un paquete que sale del nodo A llega al nodo B, el nodo B sabe específicamente la ruta que tomó el paquete para llegar hasta él.

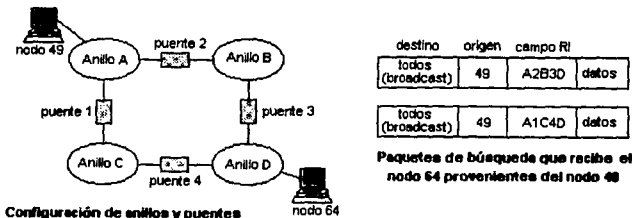


FIGURA 3.14 METODO DE SOURCE-ROUTING

b) Si se trata de un paquete que va de un anillo a otro, por una ruta ya conocida, simplemente lleva en el RI la secuencia de anillos y puentes que debe atravesar.

En el caso de Source-Routing, el trabajo del puente se simplifica ya que sólo tiene que ver el RI y decidir en base a éste, pero antes de esto, tuvo que haber un diálogo entre todas las estaciones para obtener este campo RI por medio del uso de los paquetes de búsqueda.

Un puente que use el método de expansión de árbol debe llevar en sus tablas todas las direcciones de los nodos de todas las redes.

III.10.3.1.3 Tipos de Puentes

Existen Puentes de Encapsulamiento y Puentes de Translación; los primeros están creados para aquellas redes FDDI en las cuales la red extendida no necesita comunicarse con ningún dispositivo de la red FDDI.

Los puentes de translación están diseñados para crear paquetes que son estándares y que pueden atravesar hacia las redes interconectadas, para lograr esto los puentes deben hablar el mismo lenguaje (protocolo), ésto asegura una interoperabilidad en la red FDDI. Véase la figura 3.15

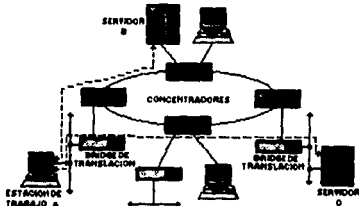


FIGURA 3.15 PUENTES DE TRANSLACION

El encapsulamiento de datos es una técnica usada por algunos vendedores de estos dispositivos para enviar datos sobre la red extendida, en estos casos el puente es usado sólo como una vía de información (véase figura 3.16). Por ejemplo, el puente de encapsulamiento Ethernet a FDDI encapsula el paquete Ethernet con una cabecera y remolque o caja de información FDDI y después lo reenvía a la red FDDI. En otras palabras, el paquete de una red no FDDI queda convertido en un paquete FDDI. La dirección destino queda encapsulada en el paquete. Esto permite que se puedan enviar paquetes encapsulados de un puente a otro siempre y cuando estos tengan la misma técnica de encapsulamiento. Cada puente de encapsulamiento contiene una tabla de las direcciones de todos los puentes que se encuentran conectados a la red.

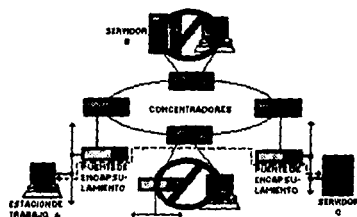


FIGURA 3.16 PUENTES DE ENCAPSULAMIENTO

Uno de los problemas del uso de los puentes de encapsulamiento es que las estaciones de trabajo de una red extendida que contiene un puente de encapsulamiento no pueden comunicarse con los dispositivos conectados a la red FDDI directamente, es decir, aquellos que no utilizan puente de encapsulamiento.

Los puentes de translación modifican los campos de un paquete reenviado para hacerlo compatible con el formato de paquete de la red a la cual es enviado. Por ejemplo, las estaciones de trabajo sobre una red LAN IEEE 802.3/Ethernet pueden usar servidores conectados directamente a la red debido a que los paquetes de la subred son trasladados al formato de FDDI. Estos tipos de puentes permiten el uso de componentes de varios vendedores.

III.10.3.1.4 Protocolo de Fragmentación

FDDI permite la creación de paquetes con una longitud mayor a los 4500 bytes, pero algunas subredes tales como IEEE 802.3/Ethernet no tienen la capacidad para manejar paquetes tan grandes.

Los protocolos de comunicación comunes tales como el Internet Protocol (IP) definen un método para poder manejar los paquetes de tamaño grande, este método es conocido como Fragmentación de Paquete.

La fragmentación corta un paquete en varios paquetes pequeños y en cada uno de éstos se coloca la información necesaria para poder reensamblarlo cuando llegue a la estación destino. Con esto se asegura que las restricciones del tamaño de paquete no sean violadas cuando estos atraviesan de la red FDDI a la red Ethernet a través del puente. De esta forma, los paquetes pueden ser reenviados completamente hacia la subred. Véase figura 3.17



FIGURA 3.17 FRAGMENTACION DE PAQUETE

La fragmentación es muy importante para aquellas aplicaciones y protocolos que usan paquetes de tamaño muy grande. Cuando no se tiene la capacidad de fragmentación en un puente FDDI, simplemente la aplicación no tiene la posibilidad de interconexión.

Algunos puentes tienen la habilidad de monitorear las condiciones existentes en la red extendida. Esto lo logran realizando un monitoreo en orden, ajustando la topología lógica y mejorando la distribución de tráfico o arreglando todo lo que esté mal. Llevan el conteo del número de paquetes reenviados y del número de paquetes rechazados para tener un mejor control. La base de datos de reenvío puede ser observada y, en caso necesario, modificada en forma remota; con esto se permite al administrador de la red determinar la localización de todas las estaciones de trabajo y/o administrar varias partes de la red extendida. Además de esto, se pueden ajustar los parámetros existentes en el algoritmo de Arbol de Expansión el cual contiene disponible para el administrador de la red toda la información acerca de la topología de la red extendida.

III.10.3.2 Ruteadores

Los ruteadores son dispositivos que se encuentran en el nivel 3 del Modelo OSI que conectan nodos y redes de igual o diferente arquitectura o tipo que soportan los mismos protocolos de red. También proveen una interconexión LAN a LAN y LAN a WAN.

Cada ruteador contiene una tabla o base de datos con las direcciones de todos los nodos que se encuentran atachadas a la red. Además de esto, cada ruteador contiene una base de datos donde contiene a todos los ruteadores adyacentes. Estas bases de datos se actualizan periódicamente gracias al intercambio de información que existe entre todos estos.

Cada determinado tiempo, los ruteadores mandan mensajes acerca de la carga de tráfico en la red y topología. Esta información se guarda en una base de datos diferente y se examina cada que llegan paquetes.

En una red WAN puede haber múltiples puntos de enlace y de desvío (ruteadores). Con esto, los paquetes pueden moverse a través de estos enlaces en series de brinco. Cada ruteador decide el siguiente enlace para acarrear el paquete. Cada ruteador está afectado sólo con el enlace usado para cada brinco.

La presencia del ruteador en la red debe ser conocida por el nodo que está enviando. El nodo que transmite envía los datos a la dirección destino a través de un ruteador específico. Por ejemplo, el direccionamiento en el paquete puede indicar que el mensaje para el nodo B debe ir a través del ruteador 1. Véase figura 3.18

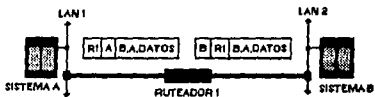


FIGURA 3.18 DIRECCIONAMIENTO DE PAQUETE POR MEDIO DE RUTEADOR Y PUENTE

Debido a que el paquete pasa a través del ruteador, éste último examina su base de datos para identificar la dirección del siguiente ruteador y redireccionar y enviar el paquete hacia él.

Una diferencia entre el puente y entre el ruteador es que el puente no conoce cual es la dirección de la estación final y por lo tanto los campos de las direcciones destino y fuente del paquete no sufren modificación al pasar por él.

III.10.3.2.1 Tipos de Ruteo

Existen varios tipos de ruteo utilizados en los ruteadores, estos son:

Ruteo Autónomo.- En este tipo los sistemas sólo proporcionan la dirección de capa de red con el paquete. El servicio autónomo selecciona la ruta a ser usada basándose en prioridad, costo u otra información. Este tipo de ruteo puede ser distribuido o centralizado. En el centralizado una autoridad central asigna a cada ruteador una nueva actividad. Cada paquete es desviado de acuerdo a las instrucciones de la autoridad central. En el distribuido, el ruteador toma la decisión basándose en la información de su base de datos y la información obtenida de los ruteadores.

El ruteo del paquete puede:

- Seguir siempre la misma ruta entre ruteadores especificados.
- Variar dependiendo de la decisión del ruteador basándose en las condiciones de la red y de cambios hechos en la topología (Ruteo Adaptivo).

Ruteo Adaptivo.- El ruteador puede enviar el mensaje por una ruta alternativa (véase la figura 3.19). Algunos protocolos soportan este tipo de ruteo, pero otros no. Los protocolos de ruteo adaptivo pueden:

- Proveer una ruta alternativa cuando la línea empieza a congestionarse.
- Alternar entre dos rutas los paquetes que llegan.
- Balancear la carga de paquetes a través de múltiples líneas.

Ruteo basado en Host.- En este tipo de ruteo, el sistema que envía el mensaje es el que toma la decisión de ruteo. Este sistema define la ruta y asigna un número de ruteo para cada sesión. Todos los paquetes llevan el número de ruteador en el área de protocolo de control del paquete. El ruteador simplemente sigue las instrucciones.

En este tipo de ruteo, ya sea la estación que envía o un sistema administrador de ruteador externo asigna un número de ruteador y notifica a todos los ruteadores sobre la ruta definida. Cuando la sesión se completa, el ruteador da instrucciones a los demás para desactivar la ruta.

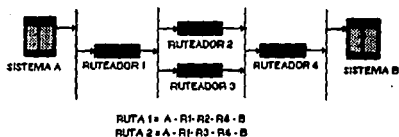


FIGURA 3.18 RUTEO ADAPTIVO

Las redes pueden operar a diferentes rangos de transmisión de datos, debido a ésto, los ruteadores son usados para controlar el flujo de información entre redes múltiples. Cuando el ruteador está ocupado puede enviar un mensaje de "paro de envío". Esto da tiempo al ruteador para limpiar sus buffer. Si por alguna razón el ruteador no puede enviar el paquete al siguiente ruteador lo retiene hasta que lo puede mandar.

Cada protocolo tiene típicamente sus propias reglas o algoritmo de ruteo. Algunos hacen ruteo adaptivo y otros nó. Los ruteadores pueden ser de protocolo simple o de multiprotocolo.

Un ruteador con protocolo simple habla sólo a otro ruteador que usa el mismo protocolo. Ejemplos de ruteadores de protocolo simple son DECnet a DECnet, IP a IP u OSI a OSI. Los ruteadores que contienen este tipo de protocolo tienen una sola base de datos (tabla) de direcciones.

La combinación de varios protocolos en un ruteador da como resultado un ruteador con multiprotocolo. Estos ruteadores deben tener una base de datos por cada protocolo.

Debido a que cada protocolo tiene sus propias reglas, la implementación de todas las variaciones de reglas en un multiprotocolo hacen que baje la rapidez del ruteador.

En un intento por proveerse de mayor rapidez, muchos ruteadores multiprotocolo encapsulan mensajes enviándolos entre ruteadores y usan un protocolo propietario o el protocolo Internet.

El uso de protocolos propietarios restringe al ruteador de encapsulamiento para poder realizar el trabajo de comunicación. En un ruteador IP, si el encapsulamiento usado por el vendedor es propietario, entonces el ruteador de encapsulamiento necesita ser del mismo vendedor. Este es el mismo problema que existe en los puentes de encapsulamiento.

Existen diferentes métodos disponibles por los ruteadores para soportar protocolos múltiples. Algunos protocolos múltiples son el protocolo integrado IS-IS (Intermediate System), el cual usa un protocolo integrado simple para rutear tanto paquetes IP como OSI. Este protocolo usa encapsulamiento y permite tres tipos de ruteo:

- Sólo IP
- Sólo OSI
- Dual (IP y OSI)

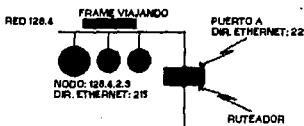
III.10.3.2.2 Forma de operación del ruteador

Así como el puente, el ruteador tiene que revisar cada frame que llega y ver si la dirección física destino está en otra red; la diferencia es que el ruteador lo hace a nivel de red (véase figura 3.20), es decir:

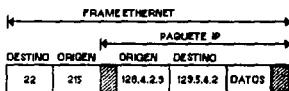
- 1.- Toma el paquete que estaba dentro de un frame, y desecha el frame.
- 2.- Revisa si la dirección final está en otra red. Por ejemplo, el ruteador recibe un paquete que viene de la red 128.4 y el paquete va para la 129.5.
- 3.- Consulta entonces sus tablas de ruteo (previamente construidas), y sabe por cual de sus puertos enviar el paquete. Puede ser que el paquete sea enviado a su red destino o requiera de ir a otro ruteador en donde sucederán estos mismos pasos.

Las tablas del ruteador se construyen con base a un algoritmo de ruteo el cual define:

- El tipo de información que se van a intercambiar los ruteadores, y bajo qué circunstancias se la envían (por tiempo definido y/o por evento).
- Los parámetros y criterios que se considerarán para elegir la mejor ruta. A dichos criterios se les denomina métricas. En general, entre más métricas se tomen en cuenta, mejor es el algoritmo.



a) Configuración General



b) Frame Original

ORIGEN	DESTINO
128.4.2.9	129.5.4.2 DATOS

PASO 1) TOMA SOLO EL PAQUETE

DIRECCION	129.5. 4.2
MASCARA	FF FF 00 00
OPERACION AND	128.4. 0.0
(Nivel de bits)	↑
	RED DESTINO

c) Secuencia de pasos

PASO 2) REvisa si la dirección final está en otra red

RED	PUERTO A USAR
I	I
129.5	B

PASO 3) REvisa las tablas de ruteo y decide por cual ruteador enviar el paquete.

FIGURA 3.20 PASOS FUNDAMENTALES DE UN RUTEADOR EN EL REENVIO DE PAQUETES

CAPITULO IV TOPOLOGIAS

IV.1 TIPOS DE TOPOLOGIAS PARA REDES FDDI

Todas las redes tienen topologías físicas y lógicas. La Topología Física se refiere al arreglo actual de los cables y equipos (hardware) que están dados de alta en la red. La Topología Lógica se refiere a la ruta actual de un paquete o frame desde su fuente hasta su destino. La ruta de la topología lógica varía dependiendo del flujo de tráfico y del número de estaciones activas sobre la red.

En el estandar FDDI se permiten las siguientes topologías:

IV.1.1 CONCENTRADOR CON ESTACIONES ATACHADAS (STANDALONE).

Como su nombre lo indica, esta topología consiste de un solo concentrador y sus estaciones atachadas. Las estaciones pueden ser estaciones de atachamiento simple (SAS) o estaciones de atachamiento dual (DAS).

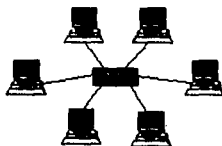


FIGURA 4.1 TOPOLOGIA DE UN SOLO CONCENTRADOR

En este tipo de topología el concentrador puede conectar, por ejemplo, múltiples dispositivos de alto desempeño en un grupo de trabajo y/o múltiples redes LAN a través de dispositivos de interconexión como son los puentes. Como se muestra en la figura 4.1, este tipo de topología es independiente y no requiere acceder al anillo dual FDDI.

IV.1.2 ANILLO DUAL.

Esta topología consiste de estaciones de atachamiento dual conectadas directamente al anillo dual, y es muy usada en aquellas redes donde el número de usuarios es limitado.

Debido a que cada estación es parte del cableado principal (troncal), el comportamiento de cada usuario es crítico para la operación del anillo. El simple hecho de que un usuario desconecte una estación de trabajo de atachamiento dual causa una ruptura en el anillo y por lo tanto provoca que la operación del anillo caiga.

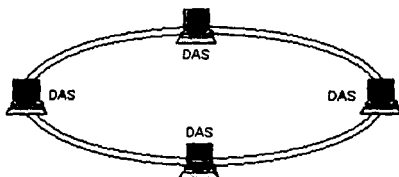


FIGURA 4.2 TOPOLOGÍA DE ANILLO DUAL.

Como se puede observar en la figura 4.2, el anillo dual provee una ruta de transmisión secundaria en el caso de que ocurra una falla. Cuando ocurren múltiples fallas se obtienen dos o más anillos segmentados. Cada anillo es completamente funcional, pero no existe acceso hacia los otros anillos.

Una de las desventajas de este tipo de topología es que las estaciones de atachamiento dual requieren el doble del número de conectores y cables. Otra desventaja es que la intervención manual y manipulación del cableado del anillo es requerido para todas las adiciones, movimientos y cambios, y ésto puede ocasionar una inestabilidad en instalaciones largas.

IV.1.3 ARBOL DE CONCENTRADORES.

Esta es la opción preferida cuando se cablean juntos grandes grupos de dispositivos de usuarios. Los concentradores son cableados en una topología de estrella jerárquica usando concentradores para formar las nuevas rutas o ramas del árbol.

En esta configuración un concentrador es designado como el hub y los cables corren de éste hacia las estaciones de atachamiento dual y otros concentradores (véase figura 4.3). Esta topología provee gran flexibilidad para adicionar y remover concentradores FDDI y estaciones, o cambiar su localización sin interrumpir la operación de la red FDDI.

Se pueden conectar más concentradores en el segundo nivel del árbol para soportar nuevos usuarios.

Esta topología es buena para sistemas de cableado estructurado y permite a los administradores de la red mejorar el control de acceso a usuarios y, además, la inoperabilidad de sistemas puede ser fácilmente removida de la red por el concentrador.

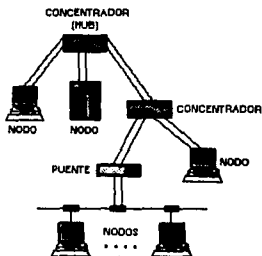


FIGURA 4.3 ARBOL DE CONCENTRADORES

IV.1.4 ANILLO DUAL DE ARBOLES.

Esta topología se caracteriza por tener concentradores en cascada de otros concentradores conectados al anillo dual.

Este tipo de topología es la recomendada para las redes FDDI, ya que provee un alto grado de tolerancia de falla e incrementa la disponibilidad del anillo principal (troncal).

El anillo dual de árboles es también la topología más flexible ya que se puede extender la red por la simple adición de concentradores (véase figura 4.4), además, las estaciones atachadas o concentradores conectados al anillo dual pueden ser removidos de la red como sea necesario ya que los concentradores pueden desviar estaciones inactivas o defectuosas sin romper la operación de la red.

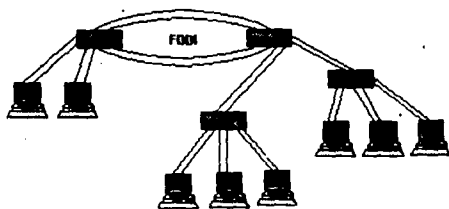


FIGURA 4.4 ANILLO DUAL DE ARBOLES

El anillo dual en la red troncal (principal) garantiza una ruta de respaldo de datos para todos los concentradores y estaciones de atachamiento dual que se encuentran conectados a la red.

Uno de los problemas de la topología de anillo dual es que cuando múltiples fallas ocurren al mismo tiempo, la red es segmentada debido al aislamiento de las fallas y a la reconfiguración de la red y por lo tanto se obtienen una o más subredes la red original y cada una de estas no tiene comunicación con las otras subredes. Véase figura 4.5

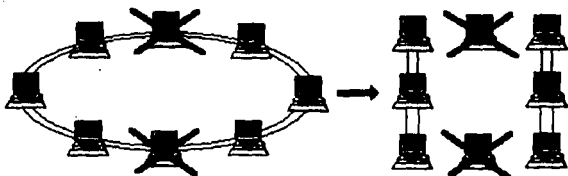


FIGURA 4.5 SEGMENTACION DEL ANILLO EN UNA TOPOLOGIA DE ANILLO DUAL SIN CONCENTRADORES

Si se usan concentradores en el anillo dual de árboles se puede resolver el problema de la segmentación del anillo (véase figura 4.6). Esta topología crea una sofisticada red que mantiene todas las estaciones conectadas a los concentradores sin perder su integridad en el caso de que falle algún nodo.

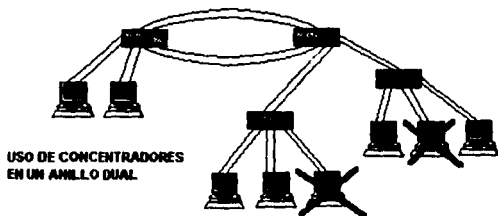


FIGURA 4.6 AISLAMIENTO DE FALLAS EN UNA RED CON TOPOLOGIA DE ANILLO DUAL DE ARBOLES

En el caso de una topología de anillo dual de árboles, el administrador de conexión permite el removimiento de enlaces defectivos ya que no se ocasionaría una ruptura en la red.

IV.2 RUTAS REDUNDANTES

Una ruta redundante es aquella que provee de varias rutas del anillo dual para la transmisión de la información. Estas son utilizadas como una medida de seguridad en caso de fallas en los equipos o en el medio de comunicación. El estándar FDDI permite rutas redundantes en topologías de árbol así como en el anillo dual.

En la figura 4.7 se puede observar un concentrador en cascada de otros dos concentradores que están atachados al anillo dual. El concentrador principal conecta a los otros concentradores al anillo dual. La conexión de respaldo (puerto A) se activa sólo si la conexión primaria (puerto B) falla. Este arreglo es llamado Ruta Dual o Redundante.



FIGURA 4.7 RUTA DUAL O REDUNDANTE

Existen tres métodos de implementación de rutas redundantes (véase figura 4.8):

- 1) Atachando una DAS a dos puertos M en algún concentrador.
- 2) Atachando una DAS a dos concentradores diferentes.
- 3) Atachando una DAS a dos concentradores sobre diferentes anillos duales FDDI.

Existe también una topología de redundancia para estaciones de atachamiento simple, la cual provee dos rutas de acceso para SAS. Esta es usada en sistemas con alta probabilidad de falla, y se requiere el uso de dos tarjetas de interface para SAS para conectarla a dos puertos de concentrador.

TOPOLOGIA DE UN SOLO CONCENTRADOR

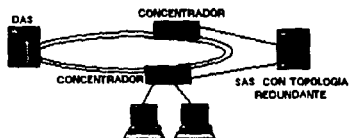
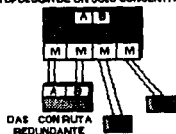


FIGURA 4.8 TOPOLOGIAS REDUNDANTES

IV.3 CABLEADO ESTRUCTURADO

Físicamente las redes consisten de varios dispositivos y del cable que los conecta. Debido a que en una red es muy común que se incremente el número de usuarios, se necesita mayor poder en los equipos que manejan grandes cargas de datos, aceptación de sistemas cliente/servidor y equipos de aplicaciones intensivas tales como gráficas e imágenes, se hace necesario pensar en un sistema de cableado estructurado, el cual comprende varios elementos con funciones diversas, todas ellas críticas para el buen funcionamiento de dicho esquema.

El estándar EIA/TIA 568 (Asociación de Industrias Electrónicas/Industrias de telecomunicaciones) para diseños de cableado (Cableado Estructurado) cubre cuatro áreas generales:

- 1) El medio (cable de fibra óptica, cable coaxial, cable de par torcido).
- 2) Topología.
- 3) Terminadores y conectores
- 4) Administración.

Los sistemas de cableado en edificios definidos por el estándar son diseñados para tener una vida útil de hasta 10 años. Este estándar emplea una topología de estrella jerárquica. Una topología lógica de punto a punto, anillo, árbol o anillo dual de árboles puede proyectarse fácilmente dentro de la topología de estrella.

Entre las ventajas que se encuentran dentro de un sistema de cableado estructurado se encuentran:

- Fácil configuración para soportar un gran número de equipos activos.
- Provisión de puntos de centralización para la administración y mantenimiento de la red.
- Se tiene una plataforma para un crecimiento modular.

Un sistema de cableado estructurado consiste de una infraestructura flexible de cables que puede aceptar y soportar sistemas de computación y de teléfono múltiples, independientemente de quien fabricó los componentes del mismo.

IV.3.1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO.

Como se puede observar en la figura 4.9, un sistema de cableado estructurado está constituido por varios elementos, estos son:

1) Ensamblajes para conexiones provisionales de cables.

Son cables con conectores que interconectan los puertos del panel conmutador y/o conectan el equipo de las estaciones de trabajo a las salidas o "outlets" de información. Gracias a estos ensamblajes se logra que el mudar, agregar o cambiar conexiones sea rápido y fácil.

2) Salidas de información.

Las salidas o "outlets" de información son los puntos de terminación para los cables que están en o cerca de la estación de trabajo. A estos se les clasifica de acuerdo al lugar físico de instalación (montaje, emprotado o embutido, montaje sobre la superficie, mueble modular, piso elevado, o que atraviesa), la cantidad de puertos por salida y los tipos de conectores requeridos.

3) Cable horizontal.

El cable horizontal es el medio por el cual se transmiten los servicios de comunicaciones. Este puede ser un cable no blindado de par torcido (UTP), un cable blindado de par torcido (STP) y/o un cable de fibras ópticas.

4) Productos para la interconexión.

Estos son los que proveen el medio de terminación para el cableado y al mismo tiempo sientan las bases para administrar los traslados, adiciones y los cambios. Existen dos tipos de equipos para realizar la interconexión, el primero son los paneles conmutadores o "patch panels", y los bloques con perforaciones o bloques tipo "punch-down".

5) Cable principal.

Un sistema de cableado estructurado consiste de cables horizontales de distribución independientes, conectados por medio de productos de interconexión al cableado ascendente o principal. El cable principal es aquel que parte del punto de distribución principal y se conecta con todas las salidas de telecomunicaciones. Los cables principales están hechos típicamente de fibras ópticas o de pares de cobre múltiples.

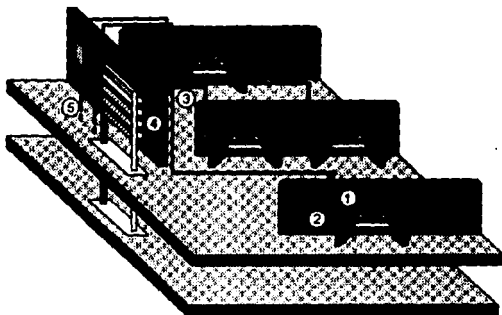


FIGURA 4.9 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

La funcionalidad completa de un sistema de cableado estructurado está inmersa en un "Concentrador Inteligente (Hub)", en el cual se concentran todas las conexiones para poder administraras una por una.

El estándar EIA/TIA 568 divide la topología de los sistemas de cableado estructurado en subsistemas como se muestra en la figura 4.10.

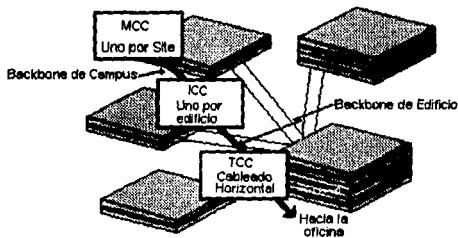


FIGURA 4.10 SUBSISTEMAS DE TOPOLOGIA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

IV.3.2 SUBSISTEMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.

IV.3.2.1 SUBSISTEMA PRINCIPAL DE CAMPUS (MCC).

Se enlazan grupos de edificios juntos en un mismo cuarto (Site). En este subsistema se tiene en uno de los edificios todas las conexiones principales (MCC, Main Crossconnect), las cuales van hacia otros edificios o a ese mismo, en un lugar equipado especialmente para esto (Site). En el Site se encuentran conectados todos los componentes que enlazan a todos los Backbones de cada edificio.

En este tipo de subsistema el cable de fibra óptica y otros medios son instalados entre los edificios por medio de conductos ocultos (bajo tierra) o visibles (sobre tierra).

IV.3.2.2 SUBSISTEMA PRINCIPAL EN EDIFICIO (ICC).

Este subsistema se conoce también como Ascendente, y provee el enlace entre el Backbone de Campus y las áreas horizontal/workgroup. Este subsistema es una conexión intermedia (ICC, Intermediate Crossconnect) y se encuentra en un cuarto bien equipado dentro del edificio, como en el caso del Subsistema de Campus.

El cable de fibra óptica es instalado de piso a piso a un gabinete de telecomunicaciones existente en cada piso del edificio.

IV.3.2.3 SUBSISTEMA EN GABINETE DE TELECOMUNICACIONES (TCC).

También se le conoce como Horizontal y provee la conexión del sistema principal de un edificio al cableado del área de trabajo. Es el punto de transición, ya que si la configuración sobre el piso no requiere cableado de fibra óptica, ésta finaliza en el TCC (telecommunications Closet). Si las aplicaciones actuales o futuras lo garantizan, el cable de fibra óptica puede extenderse hacia las oficinas.

IV.3.2.4 SUBSISTEMA DE CABLEADO DE UN AREA DE TRABAJO (WORKGROUP).

Este subsistema conecta todos los dispositivos activos, tales como estaciones de trabajo, al Gabinete de Telecomunicaciones. Frecuentemente consiste de una caja de comunicación que puede ser configurada para aceptar varias conexiones de cable para poder soportar transmisiones de datos, voz, imagen y video.

En la figura 4.11 se observa de forma más detallada el uso de los subsistemas del cableado estructurado.

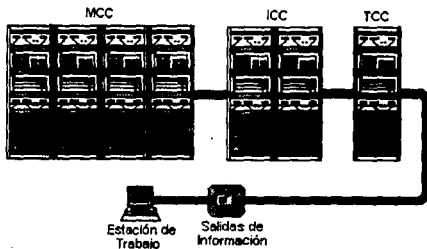


FIGURA 4.11 USO DE LOS SUBSISTEMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

IV.4 NORMAS

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Las redes de área local suelen tener diversas configuraciones. Por ejemplo, las redes con topología de estrella tienen un controlador central, pero en una topología de anillo cada estación se conecta con las que se encuentran a su derecha o a su izquierda.

Las normas para telecomunicaciones son protocolos (reglas) que se acuerdan entre las entidades gubernamentales emisoras y la industria pertinente. Las siguientes organizaciones especifican, identifican y acuerdan sobre las normas de telecomunicaciones.

Organización Internacional de Normalización (ISO).

Con sede en Ginebra, Suiza, desarrolló el Modelo de Referencia OSI de 7 capa.

Instituto Nacional Estadounidense de Normas(ANSI).

Organización coordinadora nacional del sistema de normas en E.U. La componen aproximadamente 900 compañías. Se trata de una organización de normalización y su cometido es coordinar el desarrollo de normas nacionales voluntarias e interactuar con la ISO para desarrollar las normas nacionales que cumplan con las recomendaciones internacionales de la ISO.

El ANSI desarrolló la interfaz para distribución de datos por fibra (FDDI) para redes de área local estructurales grandes. Una red FDDI es esencialmente una de anillo con paso de marca y contador de vueltas con velocidad de transferencia de 100 millones de bits por segundo. Esta velocidad es al menos 10 veces mayor que las tres normas para red de área local IEEE 802; el factor mandatorio en la norma FDDI es la capacidad de dar cabida a tal velocidad en la fibra. A pesar de que las normas IEEE 802.3 (Ethernet), IEEE 802.4 (ducto con marca) e IEEE 802.5 (anillo con paso de marca) se pueden implementar con fibra, en ellas no se aprovecha la capacidad de la fibra ya que para la primera y la segunda se especifica una velocidad de transferencia de 10 millones de bits por segundo, y para anillo como paso de marca se especifican 4 millones de bits por segundo.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Este Instituto es una Asociación Profesional de Estados Unidos cuyos comités de normas se concentran en las normas de red de área local.

Las normas IEEE 802 son los estándares para la interconexión de los equipos computadores en una red de área local. Esta se distribuye con las capas de enlace físico del modelo OSI.

La IEEE 802.3 es un estándar que describe las capas físicas y de enlace de datos para una red de área local basado en una topología de bus y con el método de acceso CSMA/CD. A esta norma se le llama frecuentemente norma Ethernet.

Ethernet fue la primera y la de más arraigo de las tres normas para red de área local. Para esta norma se utiliza una topología de canal, una metodología de acceso de tipo de acceso múltiple por detección de portadora/detección de colisión, y se implementa utilizando un medio de banda ancha o fibras ópticas para circuitos de enlace de banda ancha.

La IEEE 802.4 es un estándar de la capa física que especifica una red LAN con método de acceso Token Passing sobre una topología de bus. Es un esquema de canal con marca empleado especialmente en el cable de banda ancha

La IEEE 802.5 es un estándar de la capa física que especifica una red LAN con método de acceso Token Passing sobre una topología de anillo. En esta se utiliza un mecanismo de acceso por paso de marca con señalización en banda base sobre par de alambre torcido.

CAPITULO V

AMBIENTES DE APLICACION

Un ambiente de aplicación común FDDI usa una red principal (Backbone) de alta velocidad, la cual conecta múltiples redes de mediana velocidad, pero estas aplicaciones no están limitadas sólo a conexiones en backbone. Existen muchos sistemas que requieren una respuesta de red en tiempo real, tales como simuladores de vuelo o una aplicación de control de procesos que requieren un tiempo de transporte muy pequeño, los cuales pueden ser implementados basándose en FDDI.

FDDI es usado también en ambientes de grupos de trabajo, para aplicaciones con intensivo manejo de gráficas, tales como CAD/CAM, publicidad comercial y trabajos de radiología de mucho cuidado. En estos ambientes, los archivos largos pueden distribuirse a los usuarios en un tiempo realmente corto.

El estándar FDDI tiene previstos los siguientes tipos de aplicación:

V.1 GRUPO DE TRABAJO (WORKGROUP).

Esta configuración se caracteriza por un número relativamente pequeño de dispositivos atachados sobre un área geográfica limitada. Generalmente consiste de un concentrador base el cual conecta todas las estaciones de trabajo (DAS), servidores y minicomputadoras existentes (véase figura 5.1).

Cuando la red de area local requiere de mayor ancho de banda y características de recuperación de fallas, podemos conectar hacia un concentrador central todas las estaciones de atachamiento dual o simple, o se puede implementar un anillo dual para un número limitado de usuarios al cual irán conectadas todas las estaciones de atachamiento dual.

Las redes LAN FDDI de Grupo de trabajo soportan la transferencia de datos de una manera rápida y confiable, y se sitúan particularmente en un departamento o grupo el cual necesite funcionar como una sola unidad.

Para muchas implementaciones FDDI, el concentrador base de una configuración de Grupo de trabajo puede ser conectado a una red mayor FDDI de edificio o interdepartamental y después a una red de Campus.

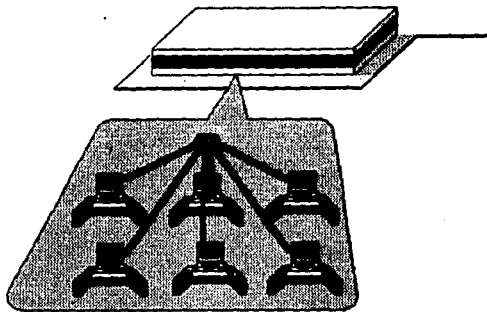


FIGURA 5.1 RED LAN FDDI DE GRUPO DE TRABAJO

V.2 INTERDEPARTAMENTAL O EN EDIFICIO.

Con una configuración de éste tipo se enlazan varias redes LAN existentes en un mismo edificio (véase figura 5.2). Todas las redes son conectadas via puentes y ruteadores a un centro de datos existente en el edificio, y de éste lugar se conectan a la red de Campus (Backbone) usando también puentes y ruteadores.

La mejor topología para una red interdepartamental es una configuración de árbol. De la figura siguiente, el concentrador central localizado en el ICC conecta la red LAN del edificio a una red de Campus.

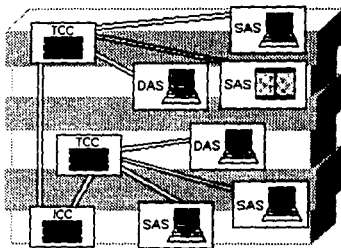


FIGURA 5.2 RED FDDI INTERDEPARTAMENTAL

En organizaciones pequeñas, las cuales no se extienden sobre más edificios, la red interdepartamental puede ser la red corporativa (Backbone).

V.3 CAMPUS

Una red de este tipo provee un backbone, de mayor ancho de banda, con la facilidad para enlazar múltiples redes LAN dentro de una red integrada. Esta configuración soporta una topología de anillo dual FDDI, un árbol o un anillo dual de árboles.

- La red mostrada en la siguiente figura 5.3 consiste de un anillo dual de árboles en el cual los cables son difundidos hacia el exterior de concentrador a concentrador o puente en otro edificio.

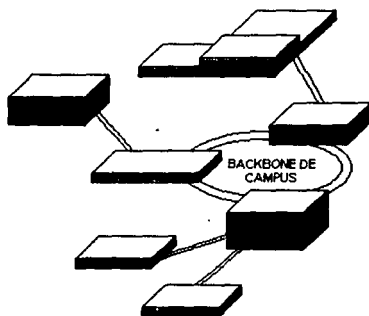


FIGURA 5.3 RED FDDI CAMPUS

En una topología de anillo dual, los concentradores de los edificios son conectados juntos en una configuración de anillo.

En la topología de anillo dual de árboles, los concentradores están instalados en un anillo dual en el MCC de la red Campus. Esta topología provee facilidad para mantenimiento, servicio y aislamiento de fallas, así como adición, removimiento o reconfiguración de las redes dentro de cada edificio.

CAPITULO VI

ETAPAS DE IMPLEMENTACION

El proceso de implementación de una red FDDI consiste de 3 etapas básicamente:

- Toma de decisión
- Planeación
- Instalación

VI.1 TOMA DE DECISION.

El tomar la decisión de implementar una red FDDI y determinar el momento en el cual se debe iniciar su instalación depende de varios factores, tales como el tipo de aplicaciones que son usadas en la organización en cuestión, la extensión actual de la red (si es que ya existe alguna), las predicciones que se tienen sobre futuras aplicaciones y el volumen de tráfico.

Existen dos razones que hacen necesaria la implementación de una red que proporcione un alto grado de procesamiento de datos, éstas son:

- Un crecimiento en el número de equipos usados para el procesamiento de datos, y
- Un enorme incremento en el volumen de procesamiento de datos.

La eficiencia y rapidez en el procesamiento de datos dependen de los servicios que son suministrados y de las aplicaciones de la red.

Como ya se mencionó anteriormente, una de las características de FDDI es su capacidad de realizar enlaces de interconexión sobre distancias de varios kilómetros, lo cual permite enlazar los pisos de un edificio y/o varios edificios en una misma red.

Una de las formas que nos ayudan a tomar la decisión de realizar la implementación de una red es la realización de un análisis que nos proporcione la información más importante acerca de las necesidades actuales y futuras de la compañía.

Para aquellos lugares en los cuales ya se tiene una red instalada, es importante realizar un análisis de tendencias de la red. Las predicciones de los volúmenes de tráfico futuros deben estar basados en un análisis de tendencia de muestras del tráfico actual y de un monitoreo de la red.

VI.1.1 ANALISIS DE TENDENCIAS

El análisis de tendencias es una función muy importante de la administración de la red, ya que permite a los administradores hacer predicciones inteligentes acerca del futuro de la red, basándose en el análisis de los datos actuales. Este análisis es posible realizando un sondeo de datos a través de un nodo durante un periodo de tiempo largo.

En la actualidad, algunos vendedores tienen disponibles utilerías para poder realizar el sondeo de los datos y para poder determinar los niveles de actividad y las muestras de tráfico que existen en la red actual.

VI.1.2 MONITOREO DEL PERFORMANCE DE LA RED

El entender el flujo de tráfico y performance de la red actual es un punto muy importante en el análisis de implementación de una nueva red, ya que si los niveles de performance no son aceptables debido a topologías ineficientes, el administrador de red debe hacer una reconfiguración de ésta y reasignar nuevos dispositivos, ya que los niveles de performance bajos de la red son resultado de un inadecuado ancho de banda, y por lo tanto se requiere una tecnología que proporcione uno mayor.

VI.2 PLANEACION.

La etapa de planeación consiste en analizar y determinar todo aquello que será necesario realizar y adquirir para implementar la red, además de decidir como será instalada y en que tiempo.

La planeación de una red FDDI debe considerar:

- El tipo de cable que será utilizado.

Es necesario decidir si se va a utilizar fibra multimodo o monomodo, dependiendo del tráfico de datos que habrá en la red, de la velocidad que será necesaria y de la longitud que tendrá la red, considerando que con la fibra multimodo se puede tener un mayor tráfico de datos pero con una menor velocidad y a una distancia menor que con una fibra monomodo.

- El tipo de topología óptima, considerando su disponibilidad, escalabilidad y mantenimiento, además de el tamaño que tendrá la red.

Dependiendo del número de equipos y/o de las redes que serán interconectadas en la red FDDI, y del crecimiento que existirá en el futuro, es necesario seleccionar el tipo de topología óptica, ya sea StandAlone, Anillo dual, Arbol de concentradores ó Anillo dual de árboles.

- Los componentes que serán necesarios para lograr la interconexión de todos los equipos que serán utilizados en la red.

Si la red FDDI va a interconectar varias redes locales debe considerarse la adquisición de puentes y/o ruteadores, para permitir el acceso de una a otra red. Otros de los componentes importantes son los concentradores y las estaciones de trabajo, los cuales pueden ser de atachamiento dual o simple, dependiendo del tipo de topología que se haya decidido implementar.

- El servicio y soporte que será brindado por los proveedores o personas especializadas.

Es de gran importancia obtener o programar un servicio y soporte para el caso de alguna falla en la red o para cualquier otro problema que pudiera existir en ésta. El soporte es una parte muy importante dentro del mantenimiento de la red, ya que por medio de éste se pueden resolver algunos problemas que se detecten, antes de que se produzca una falla en la red.

- Si ya se tiene una red instalada, se debe considerar la configuración y extensión del sistema de cableado actual, ya que actualmente, la fibra es usada en redes IEEE 802.3 y IEEE 802.5 y por lo tanto es posible que tender fibra óptica en la nueva instalación, sólo se necesita hacer una configuración que la incluya.
- Desarrollar una estrategia de cableado.

El cableado es una parte muy importante dentro de la red, y es por eso que se hace necesario desarrollar una estrategia para evitar problemas una vez que entre en funcionamiento la red. En el caso de usar fibra óptica en el área de trabajo, ésta debe ser llevada hasta ahí con las bases especificadas para tender fibra óptica, es decir, de gabinetes de cableado a las salidas de la pared de las oficinas de usuarios.

VI.2.1 ESTRATEGIA DE CABLEADO

El diseño del cableado físico requiere de una planeación cuidadosa, la cual debe incluir los requerimientos para aplicaciones y conexiones de al menos 10 años en el futuro. Si se realiza un buen plan de cableado, la red puede cambiar y crecer de la misma forma que lo haga la organización.

Para aquellas organizaciones que van a realizar un nuevo diseño de su red y van a recablear la ya existente se puede diseñar un plan de cableado basándose en:

- Un análisis y evaluación cuidadosos de las aplicaciones que son necesarias y del número actual de usuarios.
- Una predicción de las demandas futuras
- Una planeación de la interconexión de tipos diferentes de dispositivos de comunicación
- La planeación de una estructura fácil de reconfigurar y de administrar

Los criterios para desarrollar e implementar un plan de cableado se basan en:

- La habilidad de crecer y cambiar el ambiente de trabajo de los usuarios
- La capacidad de usar dispositivos de múltiples vendedores
- La facilidad de dar mantenimiento y servicio
- La flexibilidad para reconfigurarse sin interrumpir el servicio

El proceso de análisis de la red determina la configuración lógica de ésta para el Site (lugar dedicado específicamente para la conexión de los equipos más importante, tales como servidor, concentrador, equipos para monitorear la red, etc.)

El diseño de la red debe tomar en consideración:

- Los servicios de comunicación de diferentes tipos de datos
- Los requerimientos del performance de la red
- El equipo que será colocado en la red

VI.3 INSTALACION

La instalación es una fase muy importante en la implementación de la red, ya que es cuando se lleva a cabo la interconexión física de todos los equipos, el cableado y la preparación y configuración de los componentes.

La primera parte de la instalación es la realización del cableado, el cual debe ser perfectamente probado antes de continuar con la instalación de los equipos. Debe realizarse una medición de la atenuación que existe entre cada nodo para verificar que no exceda la cantidad permitida y así evitar la pérdida de información.

Es importante evitar lo más posible la colocación de empalmes, ya que éstos también agregan una cantidad de atenuación a la cantidad ya existente debido al medio de comunicación y a los conectores.

Una vez que se ha comprobado el buen funcionamiento en el cableado, se puede continuar con la instalación de los equipos, los cuales deben ser correctamente configurados, dependiendo de su tipo y del uso que se les dará dentro de la red.

Una vez que se ha terminado la instalación física de la red, se lleva a cabo un proceso llamado Certificación, con el cual se establece que la instalación se encuentra dentro de los requerimientos de cableado. Esta se lleva a cabo realizando una medición de las pérdidas de señal en la fibra óptica (atenuación) y una medición de las pérdidas en todos los empalmes y conectores que existan dentro de la red.

Una vez terminado este proceso, se certifica que la integridad de los datos no será perdida al momento de que éstos viajen a través de la red.

VI.4 EJEMPLO DEL PROCESO DE IMPLEMENTACION DE UNA RED FDDI

RED CORPORATIVA DE ALTA VELOCIDAD (FDDI) PETROLEOS MEXICANOS

Hasta ahora, han sido varias las empresas que han adoptado FDDI para enlazar sus redes tales como Petróleos Mexicanos. A continuación se menciona como se llevó a cabo la realización de su red FDDI.

VI.4.1 LA TOMA DE DECISIONES

Para esta empresa, la necesidad de una infraestructura de comunicaciones lo suficientemente rápida entre sus redes locales que permitiera el establecimiento y desarrollo de los sistemas ejecutivos de información para la Subdirección de Finanzas fué lo que hizo que se tomara la decisión de poner en marcha un Backbone FDDI que permitiera el intercambio de información a gran velocidad entre las distintas áreas de la Subdirección y que a la vez permitiera la comunicación con otras subdirecciones.

Una vez que se realizó este análisis y se tomó la decisión, el objetivo de la compañía fué establecer una red de transmisión de datos de alta velocidad que proporcionara un medio de integración de la Dirección General con las Subdirecciones, a nivel del Centro Administrativo, y que facilitara el intercambio de información estratégica que posibilitara la toma de decisiones eficiente y oportuna, por tal motivo, la Gerencia de Informática Institucional se abocó a la adquisición e instalación de una red FDDI dentro del Centro Administrativo.

VI.4.2 LA PLANEACION

El proyecto se planeó en dos etapas:

La primera consistió en integrar en la red todos los pisos de la Torre Ejecutiva (45 pisos) y los pisos del Edificio "C" (4 pisos), dejando una línea Ethernet IEEE 802.3 en cada uno de éstos con fibra óptica.

Para la conexión de las redes existentes en cada uno de los pisos al Backbone se planeó utilizar un puente entre la fibra óptica y el cable coaxial delgado.

Durante esta etapa, se dejaría cableado (en cajas de parcheo) un punto de conexión en cada uno de los edificios A, B1 y B2 para integrarlos en la segunda etapa. Al final de esta quedarían conectados de inmediato al Backbone la Dirección General (pisos 43,44 y 45 de la Torre Ejecutiva), la Subdirección de Finanzas (piso 38 de la Torre Ejecutiva), las Áreas de la Subdirección de Finanzas (pisos 28, 29, 30 y 31 de la Torre Ejecutiva), la Gerencia de Contabilidad (pisos 1 y 2 del edificio "C") y la Gerencia de Informática Institucional (pisos 3 y 4 del edificio "C").

La segunda etapa consistía en integrar a la red de alta velocidad cada uno de los pisos de los edificios A, B1 y B2, así como la integración paulatina de las distintas Subdirecciones y otras áreas que ya contaban con la infraestructura necesaria.

El diagrama de interconexión que se planeó es el que se muestra en la figura 6.1.

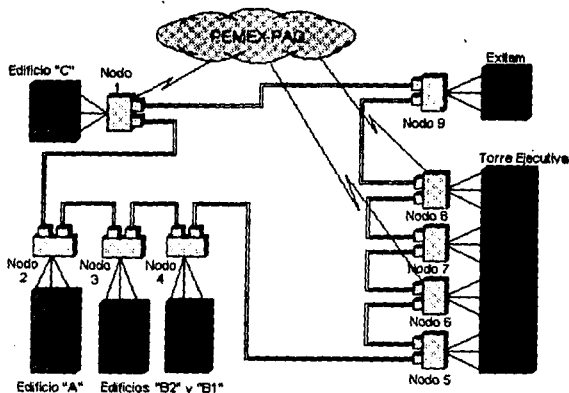
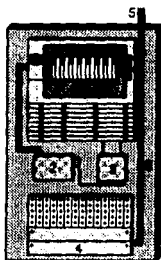


FIGURA 6.1 DIAGRAMA DE INTERCONEXION DE LA RED FODI DE PETROLEOS MEXICANOS

Antes de llevar a cabo este proyecto, las redes locales existentes operaban en forma independiente unas de otras dentro del Centro Administrativo, pero con el backbone se hizo posible que en cualquier momento se interconectarán hacia otra red local como usuario de la misma, ya sea para transferencia de archivos o emulación de terminales a los equipos MINIs y MAINFREMS, así como efectuar consultas y actualizaciones a las bases de datos de los esquemas institucionales alojados en ellos (SICEP, SIC-1, SIC-2, SIT, SIRH, SIS, etc...). Dentro del centro administrativo, la comunicación a otra red local o equipo se lleva a cabo mediante el servicio directo del backbone, y la conexión a redes o equipos remotos se lleva a cabo mediante los servicios de ruteo de la red Pemex-Paq bajo el protocolo X.25.

La distribución de los concentradores se realizó de acuerdo a la ubicación de las redes de área local que se interconectarán, y dependió directamente de la operación del equipo, así como la capacidad del mismo y de la distancia entre éstos y las redes de área local. Estos concentradores fueron distribuidos dentro de los edificios que forman parte del Centro Administrativo de manera que se minimizara el tendido de la fibra óptica.

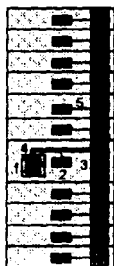


Componentes:

- 1.- Concentrador
- 2.- LIU, Caja de distribución de 24 fibras (FDDI)
- 3.- Dual Bypass Switch
- 4.- LIU, Caja de distribución de 144 fibras (puertos Ethernet)
- 5.- Entrada de fibra óptica al gabinete
- 6.- Fibra óptica de 12 hilos

FIGURA 6.2 DIAGRAMA DE GABINETES

La distribución de la fibra hacia los pisos de los edificios se hizo a través de ductos provenientes de los gabinetes que fueron colocados estratégicamente dependiendo de las redes que se iban a interconectar, de ésta manera, se colocaron gabinetes como el que se observa en la figura 6.2 y de estos gabinetes se distribuyó el cableado a los pisos correspondientes como se muestra en la figura 6.3.



Componentes:

- 1.- Gabinete
- 2.- LUJ (12 fibras)
- 3.- Escalerilla en ducto vertical
- 4.- Fibras anillo FDDI
- 5.- Fibras servicio Ethernet a cada piso de la torre

FIGURA 8.3 DIAGRAMA DE CONEXION DEL GABINETE Y SERVICIOS ETHERNET AL DUCTO

En la etapa de planeación de la red, se determinó utilizar LEDs como fuentes luminosas y APD (avalancha) como los receptores, Además, los concentradores deberían contener dispositivos de desvío óptico externos.

En lo que respecta al tráfico de datos en la red, se determinó que en el caso de redes adyacentes (aquellas que se encontraran ligadas al mismo concentrador) el flujo de datos no se llevaría a cabo a través del anillo.

El ancho de banda se consideró que no sería menor de 500 Mhz-Km. Se planeó utilizar fibra multimodo de cristal con un diámetro 62.5/125 +/-3 micras y una ventana de operación de 1300 nm(nanómetros). La atenuación máxima permitida se consideró de 1.5 dB/Km.

El tiempo de envejecimiento considerado de la red, en condiciones de operación normal, fué de 15 años. En lo que respecta a los empalmes, la atenuación máxima permitida fué de 0.5 dB, y el número máximo de estaciones que podrían conectarse al anillo dual sería 500.

El tipo de tarjetas para interconexión a la red permitidas en los equipos fueron: 3COM, Ethernet IEEE 802.3 (10base2, 10base5 y 10baseT) a 10 Mbps.

Los tipos de protocolos permitidos fueron:

- IPX/SPX
- TCP/IP
- NETBIOS
- X.25

En lo que respecta a Sistemas Operativos, los permitidos son:

- MS-DOS
- NETWARE
- OS/2
- UNIX y compatibles

1.4.3 LA IMPLEMENTACION

Antes de que la compañía pensara en instalar el Backbone (1991), la compañía contaba con equipos en diversas áreas sin ninguna cohesión, una tecnología obsoleta, recursos informáticos mal distribuidos, áreas con demanda de servicios sin equipo y una función informática sin una estrategia definida. Además, la adquisición de equipo de cómputo se llevaba a cabo de forma separada del software y de la capacitación necesaria.

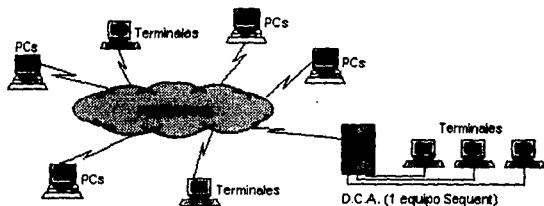


FIGURA 6.4 CONECTIVIDAD EXISTENTE EN 1991

En este año, la compañía sólo contaba con 35 PC's y 48 terminales conectadas a la red Pemex-Paq, además de 23 terminales conectadas al equipo Sequent (véase figura 6.4).

Para el año 1992 se empezaron a obtener recursos informáticos que contaran con una tecnología de punta acorde a la modernización.

Para finales de este año, la compañía ya tenía un crecimiento adecuado a las exigencias de ese entonces y se había llevado a cabo una renovación y sustitución de todos los equipos y software obsoletos y además se había iniciado un plan de capacitación del personal que hiciera uso de éstos recursos.

A principios de este año se recibieron 57 redes locales, 33 minicomputadoras, 600 Pcs y se inició la implementación de la primera fase de la Red Corporativa de Alta Velocidad FDDI (véase figura 6.5).

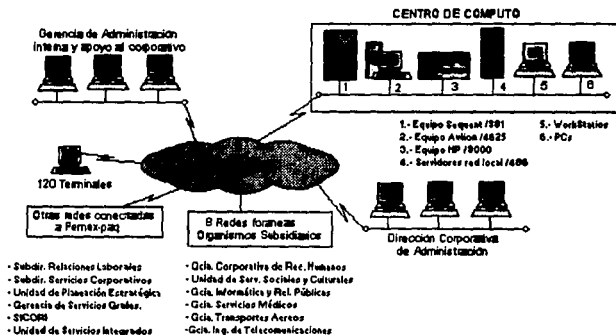


FIGURA 6.5 CONECTIVIDAD EXISTENTE EN 1992

Durante el año de 1993 la compañía continuó incrementando su infraestructura tecnológica y la capacitación informática de sus empleados, ya que se brindó asesoría y apoyo a todas las filiales.

Durante este año se terminó la primera fase de la red FDDI y se inició la segunda etapa. A finales de la segunda etapa, todos los usuarios contaban con la capacidad de captar, analizar e interpretar la información proveniente de las diferentes redes de la D.C.A. para la toma de decisiones.

Durante este año se instalaron sistemas de monitoreo, administración y control de todas las redes interconectadas a través del Backbone (véase figura 6.6).

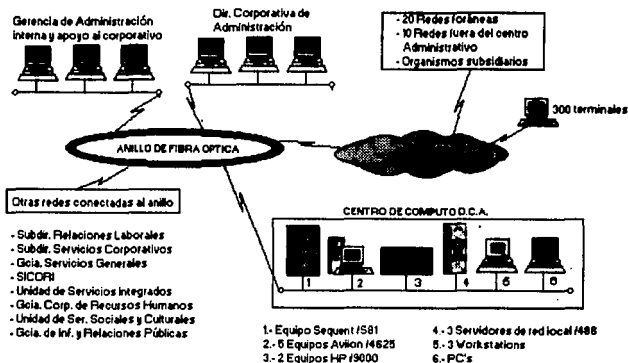


FIGURA 6.6 CONECTIVIDAD EXISTENTE A FINALES DE 1993

Para mediados del año de 1994 la Red Corporativa de Alta Velocidad ya estaba terminada y desde entonces todas las Direcciones, Subdirecciones, y demás Filiales tienen la capacidad de mantener una comunicación directa a través del Backbone. Al final de la instalación, la Red Corporativa de Alta Velocidad quedó como se muestra en la figura 6.7.

Como puede observarse en la figura 7, se trata de una red en ambiente de Campus con una topología de anillo dual de árboles, lo que permite hacer modificaciones, dar de baja o añadir equipos y aumentar o disminuir su tamaño con el simple hecho de aumentar o eliminar concentradores del anillo y sin la necesidad de dar de baja el funcionamiento de la red.

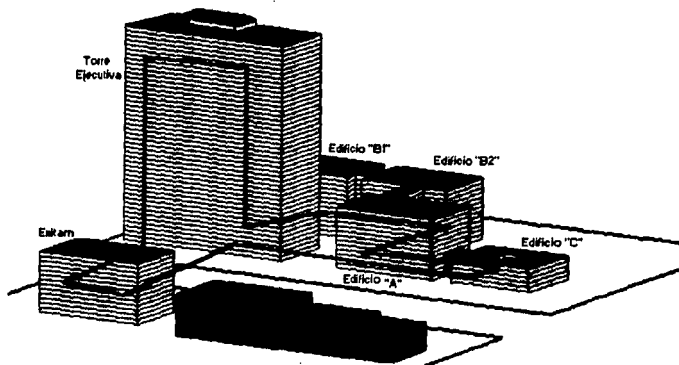


FIGURA 6.7 RED CORPORATIVA DE ALTA VELOCIDAD DE PETROLEOS MEXICANOS

Esta es sólo una de las redes que se han implementado basándose en el estándar FDDI y que han hecho uso de sus beneficios, pero actualmente existen algunas otras compañías que están considerando el cambio hacia este tipo de red.

CONCLUSIONES

Como se mencionó en los capítulos anteriores, el estándar FDDI provee características que son de gran importancia en las redes actuales, tales como alta velocidad, mayor ancho de banda, flexibilidad y aislamiento de fallas, entre otras. Además de esto, nos brinda la posibilidad de utilizar componentes no solo de un mismo proveedor sino de varios, permitiendo así que la red pueda hacer uso de aquellos componentes de mejores características que van apareciendo con los avances de la tecnología moderna.

El uso de concentradores en el backbone provee una topología flexible y administrable y un control y administración máximos en los movimientos, adiciones y cambios que sean hechos en la red; además de realizar el aislamiento de aquellos dispositivos en los cuales se produzca una falla.

En lo que respecta a las estaciones de atachamiento dual, en primera instancia, la implementación de la red con estos dispositivos puede ser una solución más efectiva, ya que no necesitan concentradores para conectarse a la red FDDI. Sin embargo, las conexiones de estaciones de trabajo con DAS son sólo apropiadas para pequeños grupos de trabajo, sin una planta de cableado estructurado y que experimenten pocos movimientos y cambios.

Los grupos de trabajo con DAS están configurados para seguir trabajando en el caso de interrupciones debido a fallas en la red, por tanto, remover o dar de baja dos de las estaciones de trabajo provocará la segmentación del anillo y el aislamiento de éstas.

Con respecto a los concentradores y a las estaciones de atachamiento simple, el uso de una SAS y la conexión de ésta a la red FDDI a través de un concentrador provee una mayor administración y flexibilidad para aislar tanto al backbone como a los recursos del grupo de trabajo del servicio interrumpido.

La implementación de un anillo dual de árboles provee a los concentradores de una ruta de transmisión redundante, además, el cableado sobre las ramas del árbol es simple lo cual provee un ahorro significativo en el costo de la red.

Los puntos claves en la selección de la topología de anillo dual de árboles son:

- **Disponibilidad:** Debido a que la integridad de la red no se ve afectada debido a fallas, adiciones, eliminaciones o cambios en las estaciones atachadas a ésta.
- **Escalabilidad:** Para aumentar o disminuir el tamaño de la red basta con adicionar o eliminar concentradores.
- **Mantenimiento:** Los concentradores inteligentes y las utilerías de red permiten que se lleve a cabo el monitoreo y mantenimiento de la red.

En las topologías de árbol o de anillo dual de árboles, se puede notar que es posible que falle un concentrador o que se rompa el cable entre dos concentradores o entre dos DAS en el anillo dual; debido a esto, para prevenir fallas en la comunicación, FDDI emplea una tolerancia de fallas, llamada Ruta Dual. Gracias a la implementación de ésta en un árbol de concentradores, los dispositivos que se encuentran del lado donde ocurrió la falla pueden seguir accediendo al anillo FDDI a través de una conexión de respaldo al anillo.

Para poder llevar a cabo la implementación de una red FDDI, es de gran importancia hacer un análisis de las necesidades actuales y futuras de la empresa para poder desarrollar un plan de instalación en el cual se especifique el tipo de cableado, ambiente, componentes, software, etc.

En lo que respecta a la adquisición de los componentes, es importante considerar varias opciones de proveedores ya que no es conveniente utilizar un sistema propietario, es decir, que dependa de un solo proveedor. FDDI proporciona la característica de permitir la interconexión de componentes de distintos distribuidores, y por lo tanto es mejor considerar un sistema abierto.

Una vez que se ha desarrollado el plan de instalación se tiene la posibilidad de iniciar la instalación de la red.

FDDI es un protocolo de red que ya ha sido adoptado por la mayoría de las compañías que desarrollan componentes de red, y gracias a esto se incrementa la flexibilidad en la configuración y la confiabilidad de las instalaciones. Además, en diversos estudios del mercado se ha encontrado que FDDI es una tecnología de extensa implantación.

Las redes FDDI a 100 Mbps ofrecen un gran ancho de banda, los backbones proveen una supercarretera para interconectar redes locales y de área amplia.

Las redes FDDI soportan redes locales tales como Ethernet y Token Ring, además el uso de repetidores inteligentes da un punto central para administrar las conexiones entre las estaciones de un área, piso o red remota.

Cuando se utiliza FDDI, se puede realizar la instalación de backbones que requieren de grandes distancias. Para ello es necesario un alto grado de tolerancia a fallas, confiabilidad y redundancia. Los backbones se utilizan para conexiones a subredes Ethernet y/o Token Ring. Para integrar FDDI en instalaciones de cableado existente y topologías de estrella, los concentradores inteligentes que soporten Ethernet, Token Ring y FDDI serán los indicados.

El hecho de llevar FDDI hasta la computadora del usuario se debe a las aplicaciones que requieren un alto ancho de banda, tales como transferencia de imágenes, simulación, etc. En este caso, poner FDDI depende completamente de los requerimientos de ejecución del nivel de las aplicaciones, disponibilidad, y precio de las tarjetas de red para FDDI.

BIBLIOGRAFIA

- "Fiber Optics: The complete directory for fiber optics users"
(Manual)
International Edition, 1993
págs. 3 - 12

- "Hubbell premise wiring, Inc."
Editorial Hubbell
Full line catalog - 1100R
págs. 160 - 171

- "Fiber optic signal. Cross-connect systems"
ADC telecommunications
4a. edición.
págs. 1, 4, 5, 63 - 66

- "New products. Inside front and back covers"
Catalog 82164
January, 1994
Editorial Cable & Connector Warehouse, Inc.
págs. 160 - 180

- "Wiring Systems Catalog. Worldwide Wiring Systems Specialists"
Editado por Anixter
págs. 1 - 15, 10 - 13, 31 - 37

- "An FDDI Tutorial"
Bob O'Hara
Tomos 1 y 2

- "A primer to FDDI: Fiber Distributed Data Interface"
Editado por Digital Equipment Corporation
págs. 1 - 197

- "Diccionario de Electrónica Informática"
Biblioteca de Electrónica Informática
Editorial Orbis Marcombo, 1986

- **"The Fiber Optic Lan Handbook"**
Dr. Walter Bryan Hatfield
Editorial Codenoll. Technology Corporation.
1990, 4a edición.
págs. 10 - 50, 45 - 88

- **"Comunicación de Datos en los negocios"**
Jerry FitzGerald
Editorial Limusa
Grupo Noriega Editores.

- **Revista: Noticomper: Conectividad y Sistemas Abiertos.**
Año 1 No. 3, 1993
Artículo: "Cómo trabajar con puentes y ruteadores"
Por: Ulises Castillo
págs. 4 - 14

- **Revista: Noticomper: Conectividad y Sistemas Abiertos.**
Año 1 No. 2, 1992
Artículo: "TCP/IP una visión general"
Por: Ulises Castillo
págs. 4 - 11

- **Artículo: "Cableado Estructurado"**
Por: Jorge Varela
págs. 15 - 23

- **Revista: Noticomper: Conectividad y Sistemas Abiertos.**
Año 1 No. 1, 1992
Artículo: "Administración Global de Redes"
Por: Ulises Castillo
págs. 7 - 17

- **Revista: Data Communications"**
Editada por McGraw Hill's
July 1984
Artículo: "New Standars for Local Networks push upper limits for
lightwave data"
Por: Sunil Joshi y Venkatraman Lyer
págs. 127 - 138

- **Revista: Telecommunications**
Septiembre 1987
Editada por Horizon House
Artículo: "Implementing FDDI: Design Goals and Trade-offs"
Por: Ilan Kolnik and Joseph Garodnick
págs. 77 - 88

- **Revista: Telecommunications**
Septiembre 1986
Editada por Horizon House
Artículo: "LANS: On their way to systems"
Por: John M. Davidson and Don Huntington
págs. 53 - 64

- **"FDDI Product Catalog"**
G. Ward Paxton
Editado por ODS (Optical Data Systems)
págs. 4 - 11

- **"Sistemas de Cableado Estructurado"**
Editado por Anister
págs. 5 - 11

- **"Introduction to LAN's"**
Editado por Trademark of AMP Incorporated
págs. 1 - 47

- **"FDDI Pocket Guide"**
Editado por INTEROP 91 Fall Solutions Showcase
págs. 1 - 28

- **"FDDI en la Empresa"**
Jayshree Ullal
Editado por Ungermann-Bass
págs. 1 - 6

GLOSARIO

Ancho de banda : Frecuencia a la cual la ganancia de un amplificador o cualquier otro circuito se reduce en 3 dB de su valor de corriente continua. / Extensión del espectro o grama de frecuencias comprendidas en cierta banda. / Banda de frecuencias que puede ser reproducida por un amplificador. (Se mide en dB)

Arquitectura : Es la forma en que el hardware o software está estructurado. Describe como el sistema o programa está construido y como se unen sus componentes. También define las funciones y descripción de formatos de datos y procedimientos usados para la comunicación entre nodos o estaciones de trabajo.

Demodulación : Proceso, en el receptor, por medio del cual se recupera el mensaje de la onda modulada.

Dieléctrico : Un material dieléctrico es aquel que puede utilizarse como aislador dada su poca conductividad eléctrica.

Dispersión : Consiste en que diferentes componentes de frecuencia de una forma de onda se propagan a diferentes velocidades. Una forma de onda compleja, como la que se produce en un modem se compone típicamente de muchas componentes de frecuencia diferentes; cuando los diversos componentes de tal forma de onda empiezan a propagarse a diferentes velocidades hacen que la forma de onda se "disperse" en el tiempo. Si la forma de onda se dispersa demasiado, el demodulador puede no ser capaz de interpretarla correctamente, de modo que se producirán errores.

Frecuencia : Número de ciclos complejos por unidad de tiempo para una magnitud periódica tal como corriente alterna, ondas acústicas u ondas de radio. La frecuencia se mide en Hertz.

Hertz : Unidad de frecuencia igual a un ciclo por segundo.

Índice de refracción : Es la medida de la velocidad de luz en un material, relativa a la velocidad de luz en un vacío.

Longitud de Onda : Longitud de una onda compleja de una alternancia o fenómeno vibratorio que generalmente se mide cresta a cresta o valle a valle de ondas sucesivas.

Micron : (Micrómetro) Millonésima parte de un metro = 10^{-6} metros.

Modulación : En general, hablar de modulación es hablar de variar alguna característica de una señal para poder adecuarla a las características del sistema de transmisión. Muchas señales de entrada no pueden ser enviadas directamente hacia el canal como vienen del transmisor, por eso se modifica su onda, cuyas propiedades se adaptan mejor al medio de transmisión.

Nanómetro : Una billonésima parte de un metro = 10^{-9} metros.

Performance : Es la forma en la cual se desempeña un sistema, lo cual incluye funcionamiento, ejecución y actuación.

Sensitividad : Aptitud de un receptor radioeléctrico de suministrar una señal de salida fácilmente utilizable a partir de una señal débil de entrada.

Señal : Función que transfiere información. Cantidad eléctrica, como corriente o tensión, que puede utilizarse para transportar información relativa a comunicaciones, control o cálculos.

Sistema : Conjunto de elementos interrelacionados entre sí, que actúan de manera conjunta para realizar una función definida. Es un ente formado por un conjunto de entradas, un conjunto de salidas y una relación bien definida entre ambos conjuntos.

Site : Es un lugar especial en el cual se encuentran ubicados todos los equipos que son utilizados en una red, tal como servidores, concentradores, estación administradora, etc.