



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**“ COMUNICACIONES FIBRA OPTICA Y SU
APLICACION A UNA RED DE COMUNICACIONES
(ETHERNET)”**

**TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

ENRIQUE ALBERTO MARTINEZ RODRIGUEZ

ASESOR:

ING. FRANCISCO TELLITUD LOPEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
PRESENTE.

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

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

Comunicaciones: "Fibra optica y su aplicación a una red de comunicaciones" (Ethernet)

que presenta al pasante: Kortinez Rodriguez Enrique Alberto,
con número de cuenta: 8824803 - 3 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de México, a 20 de enero de 1997.

MODULO:	PROFESOR:	Firma:
<u>I</u> Ing. Francisco Tallitud López	<u>Francisco Tallitud López</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u> Ing. Juan González Vega	<u>Juan González Vega</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u> Ing. Alfonso Contreras Márquez	<u>Alfonso Contreras Márquez</u>	<u>[Firma]</u>

DFP/V0805EM

**Agradezco a dios nuestro señor por haberme permitido
concluir esta carrera y dedico esta tesina:**

**Con todo el amor, respeto y cariño que se merecen mis
padres por apoyarme en las buenas y en las malas.**

**Con todo el respeto y cariño a mi hermano que siempre
me apoyo y aliento a seguir adelante.**

**A mi tío Manuel Luis y mi abuelita "china" que siempre
confiarón en mi en que lo lograría.**

**A todos mis amigos que siempre han estado conmigo y que
me han alentado a conseguir la conclusión de esta carrera**

**Agradezco a todas las personas que han tenido que intervenir
para llegar a poder concluir este trabajo.**

**Le doy gracias a la UNAM por haberme dado la oportunidad
de ser un profesionista.**

INDICE

	pagina.
Introducción	1
Antecedentes históricos	3
Ventajas de las comunicaciones por medio de fibras ópticas	4
CAPITULO I	
Antecedentes Teóricos	6
Parametros opticos basicos	6
Mecanismos de propagación de la luz	7
Apertura Numérica	13
Aceptancia	16
CAPITULO II	
Estructura fisica de una fibra óptica	17
Tipos de fibras ópticas:	
Fibras Multimodo	18
Fibras Monomodo	22
Atenuación	23
Dispersión	24
Ancho de banda en las fibras ópticas	25
CAPITULO III	
Redes con fibras ópticas	26
Redes locales por fibras ópticas	29
Factores a considerar en las redes locales	40
Como funciona la red de Ethernet	42
Cables para redes locales	43

CAPITULO IV

	pagina
Ventajas y desventajas entre las redes de Ethernet y Token Ring	45
La ventaja de cableado de fibras ópticas	46
Cable comercial (F.O) a aplicar en redes	47
Conectores para fibra óptica	50
Instalación de la fibra óptica en la Facultad de Ingeniería y DGSCA	51
Características de la red puesta en DGSCA	52
Conclusiones	53
Bibliografía	54

INTRODUCCION

A medida que progresa el desarrollo humano y tecnológico, aumenta la necesidad de transmitir grandes cantidades de información a largas distancias. Como unidades de medida de estas magnitudes se pueden usar, respectivamente, el Mhz y el km. Distintos medios de transmisión tienen diferentes capacidades de transmisión. A un cable de un par se le asigna generalmente una capacidad de transmisión de 1 Mhz-km a un radio de enlace o un cable coaxial una capacidad de aproximadamente 100 Mhz-km, mientras que a una fibra monomodo aproximadamente 100 Ghz-km.

La comunicación por medio de fibras ópticas ha revolucionado hoy en día el concepto tradicional de las telecomunicaciones, porque a través de ellas es posible enviar señales eléctricas con una alta capacidad de transmisión en el ancho de banda infrarrojo y muy bajas atenuaciones.

El desarrollo de esta nueva tecnología ha logrado tal impacto, que en la actualidad se construyen redes de telecomunicación y de video utilizando cables de fibras ópticas; se desarrollan también, entre otros, diversos tipos de sensores con fibras ópticas que tienen múltiples aplicaciones en la industria, la medicina y en el diseño experimental.

En medios de transmisión típicos, como son los cables coaxiales, el par telefónico, las microondas, el radio, etc., se llegan a utilizar frecuencias de hasta 100 G Hz. Ahora bien, mientras mayor sea el rango de la frecuencia lograda, hablando en términos de comunicación, habrá mayor capacidad de canales. Las radiaciones infrarroja y visible que oscilan en frecuencias de 100 G Hz y 10 THz, son las óptimas para lograr tal propósito (fig.1), debido a que podemos utilizar la misma luz para transportar la información únicamente encontrando el medio adecuado para ello; y las fibras ópticas constituyen este medio, ya que a través de ellas es posible transmitir la luz y establecer una calidad de comunicación excelente confiando ampliamente en las múltiples ventajas que ofrecen.

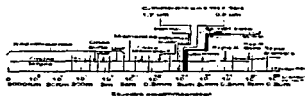


figura 1

Un sistema de comunicación se encuentra siempre que surja la necesidad de transmitir información de un punto a otro, durante los últimos años han aparecido muchas formas de sistemas para realizar esta tarea. Las principales motivaciones para generar tales sistemas y para su evolución han sido mejorar la fidelidad en la transmisión, incrementar la velocidad de transferencia de información, e incrementar la distancia entre repetidores, entre otras.

En su forma más elemental, un sistema de comunicación consta de los siguientes elementos: un transmisor, un medio de comunicación y un receptor. El primero tiene como función el procesar el mensaje a ser transmitido, modificarlo y convertirlo en una señal eléctrica u óptica de tal modo que pueda enviarse a través del medio de comunicación, el receptor se encarga de recibir dicha señal, convertirla y modificarla para recuperar el mensaje original.

Mensaje fuente	Transmisor	Canal de transmisión	receptor	Mensaje destino
----------------	------------	----------------------	----------	-----------------

El desarrollo de las redes locales ha venido a responder principalmente a las demandas de los usuarios por una mayor capacidad y mayor velocidad de transmisión en el intercambio de información entre computadoras independientes. Aún cuando los medios públicos de comunicación son adecuados para la comunicación entre terminales y otros equipos, el intercambio de información entre computadoras independientes requiere no las velocidades de dichos medios, sino velocidades de canal.

Las redes locales también han venido a solucionar los requerimientos por un mejor tiempo de respuesta de los sistemas.

Antecedentes históricos.

La utilización de la luz como transportadora de señales en sistemas de comunicación no es del todo nueva, pues dicha propiedad fue estudiada hace más de cien años por Alejandro Graham Bell, inventor del teléfono. Bell utilizó un espejo, un detector de selenio y luz solar para demostrar que la voz humana podía ser transmitida a través de la luz misma. Su sistema, conocido como foto-fono, consistía en hacer llegar la voz humana hasta el detector que estaba en un espejo (fig II); cuando las ondas del sonido llegan al espejo, producen una vibración que es inmediatamente capturada por el detector de luz como una variación de energía luminosa.

En un sistema opto-electrónico, Bell se enfrentó con dos problemas: el primero de ellos debido a la luz que estaba utilizando, ya que la luz blanca, por la alta variación de frecuencias, no era la adecuada para lograr nitidez en la modulación del sonido, y por otra parte, el aire no parecía ser el medio más adecuado para lograr la transmisión, dado que las partículas que lo constituyen absorben la luz originando pérdidas de información.

El principio de esta operación de los sistemas de telecomunicación, hoy en día, es en esencia el mismo. A partir de la primera demostración del Laser de rubí en 1960 y la evolución igualmente paralela de la tecnología de las fibras ópticas en la década de los sesenta, se volvió al principio de Bell, utilizando luz para los modernos sistemas de comunicación. Ante la creciente demanda y la necesidad de hacer más eficiente la comunicación, las compañías telefónicas fueron las pioneras en experimentar utilizando cables de fibras ópticas para la transmisión de señales.

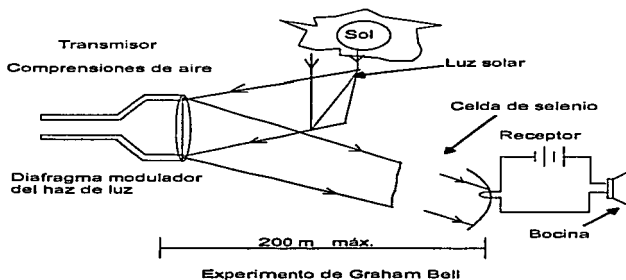


figura II

Ventajas de las comunicaciones por medio de fibras ópticas

1.- Alta capacidad de transmisión de información.

Las fibras ópticas pueden transmitir grandes volúmenes de información a altas velocidades y permitir la conversación simultánea de un gran número de usuarios.

Tipo de cable	Capacidad de transmisión de información	Conversaciones Simultáneas Teóricas
Par sencillo	1M Hz - Km	300
Coaxial	100 M Hz - Km	30,000
F.O	100G Hz - Km(*)	30,000,000

(*) Esto ha sustituido al antiguo concepto del ancho de banda por que en las fibras ópticas el ancho de banda es propiamente infinito y sólo se encuentra limitado por las capacidades del transmisor y el receptor.

2.- Dimensiones.

Un cable de 2400 pares (TAP), con diámetro externo de 80 mm, puede ser substituido por un cable de una fibra óptica con diámetro externo de 3.5 mm. (aproximadamente el grueso de un cabello).

3.- Peso y tiempo de instalación.

Un cable multipar de 3.5 km. de largo pesa aproximadamente 20,650 kg, y requiere de 800 horas-hombre para instalarlo; un cable coaxial para la misma capacidad y longitud pesa aproximadamente 18,620 kg, y requiere de 400 horas-hombre; en cambio, un cable de fibras ópticas pesa 350 kg, y necesita de tan sólo 88 horas-hombre.

4.- Atenuación.

La cantidad de luz que no llega al otro extremo de la fibra es la que ha sido absorbida por ella o ha abandonado la fibra.

Conforme se desarrolla la técnica de fabricación de fibras ópticas se obtienen atenuaciones cada vez más bajas, actualmente del orden de 0.4 dB/km para fibras monomodo, con fibras ópticas de sílica, y se espera que con la fibra óptica a base de fluoruros se logren atenuaciones aún menores. La atenuación nos dice cómo se atenúa la luz a lo largo de la fibra y se mide normalmente en dB/km, para una cierta longitud de onda.

5.- Distancia entre repetidores.

- * En líneas de cable de fibras ópticas los repetidores se hacen menos frecuentes.
- * En un par a la velocidad máxima de transmisión de 2Mbits/seg se requieren repetidores cada 1.5 km a 4 km.
- * Un coaxial a la velocidad de transmisión de 140Mbits/seg requiere repetidores cada 4.65 km.
- * Una fibra óptica a la velocidad de transmisión de 2Mbits/seg requiere repetidores cada 9 km.
- * Una fibra óptica a la velocidad de transmisión de 140Mbits/seg requiere repetidores cada 25 km.

6.- Costo.

Mientras el costo de los cables de cobre se incrementa año con año, el costo de los cables de fibras ópticas disminuye, debido al perfeccionamiento de la técnica para producirlos.

7.- Otras ventajas de las fibras ópticas.

Las fibras ópticas son flexibles, de bajo peso y permiten la propagación a muy altas distancias, sin la necesidad de transformadores que aislen la corriente; también son inmunes al ruido, no radian, son altamente resistentes a la intrusión e insensibles a interferencias de campos electromagnéticos causados por medios externos.

Las desventajas de las fibras ópticas son realmente pocas y se refieren a su manejo y al tipo de conectores y cajas de empalme utilizados en su instalación, ya que para ello se requiere el equipo y personal especializado.

8.- Mercado de las fibras ópticas.

El mercado mundial de las fibras ópticas se encuentra dividido de la siguiente forma:

APLICACION	PORCENTAJE
Telecomunicaciones	66%
Militar	16%
Computación y redes locales	11%
Industria	5%
Otros	2%
	100 %

CAPITULO I

Antecedentes Teóricos.

En mayo de 1854, John Tyndal demostró el principio de la reflexión total interna conduciendo luz en una cascada de agua. Observó que los rayos de luz viajando a través del agua (medio ópticamente denso) no escapan hacia el aire (medio ópticamente menos denso), sino hasta que exceden a un ángulo crítico; en esencia éste es el principio de las guías de luz. Más adelante en 1910, Deybe hizo estudios de guías de onda dieléctricas, utilizando tubos contruidos de diferentes tipos de materiales dieléctricos translúcidos.

La invención del rayo laser en 1960 marcó la posibilidad de utilizar luz coherente en guías de onda para transmitir señales de comunicación. En los primeros intentos, las pérdidas de información eran muy grandes y la principal razón se debía a las impurezas en los materiales utilizados. Esto fue investigado en 1966 por Charles Kao y George Hockman, de los Standar Telecommunications Laboratories, en Inglaterra, cuando las atenuaciones en las fibras conocidas eran del orden de 1000 dB/km.

Cuatro años más tarde, tres físicos de la Corning Glass Works: Maurer, Keck y Kapron, eliminaron las impurezas en las fibras al suprimir los vapores dentro del tubo de vidrio que las constituye; logrando con ello, además, una mayor firmeza en el material con ello lograron fibras con atenuaciones hasta de 20 dB/km.

La atenuación depende del tipo de fibra de que se trate. En general, las atenuaciones alcanzadas en los últimos años han llegado hasta 0.1 dB/km, siendo el promedio de 1 dB/km.

Parametros ópticos básicos.

Índice de refracción, n

Nuestros ojos se han adaptado durante la evolución a la luz del sol, la cual tiene su máxima energía en el rango de 400-800 nm. La radiación, en este rango, es llamada luz visible. La velocidad de la luz en el vacío, C_0 , es de aproximadamente $3 \cdot 10^8$ m/s ($\approx 0,3$ m/ns). En los medios sólidos o líquidos la velocidad, v , es algo más baja y el cociente nos da el índice de refracción del material.



C_0

V

VACIO

$$n = 1, V = C_0$$

MATERIAL

$$n > 1, V < C_0$$

$$\frac{C_0}{V} = n$$

En consecuencia el valor de n para el vacío es igual a 1 y, vale alrededor de 1,5 para algunos sólidos y líquidos comunes. El índice de refracción en un material es constante con una leve dependencia de la temperatura, la longitud de onda y la presión.

Mecanismos de propagación de la luz.

Para describir los mecanismos de propagación de la luz a través de una fibra óptica, aquí se usará la óptica geométrica. La óptica geométrica se basa en que a la luz se considera como rayos angostos.

Los rayos cumplen las siguientes reglas:

a) En un medio denso (cualquiera que no sea el vacío) los rayos viajan a una velocidad (v), igual a:

$$v = \frac{c}{n} \quad (1)$$

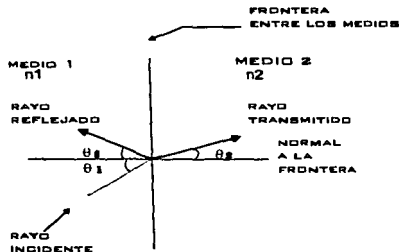
donde:

c es la velocidad de los rayos en el vacío;

n es el índice de refracción del medio.

b) Los rayos viajan en línea recta, a menos que exista un cambio del índice de refracción.

c) Cuando un rayo llega a una frontera entre dos medios con diferentes índices de refracción, éste es reflejado y el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia, como se ilustra en la figura siguiente.



REPRESENTACION DE LA REFLEXION Y TRANSMISION DE UN RAYO AL INCIDIR EN LA FRONTERA DE DOS MEDIOS.

figura 1.1

$$\theta_1 (\text{incidencia}) = \theta_1 (\text{reflexión})$$

Si parte de la potencia del rayo incidente es transmitido al otro medio, la dirección del rayo transmitido está determinado por la Ley de Snell:

$$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1 \quad (2)$$

donde:

θ_2 es el ángulo de transmisión

De la ecuación 2 se deduce que

entonces:

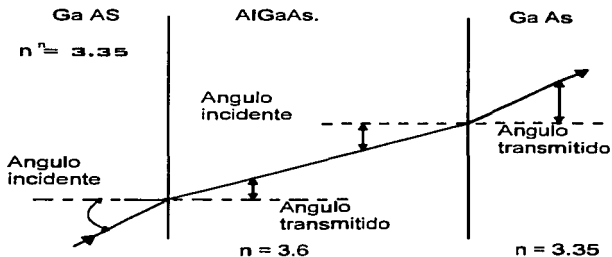
$$\text{Si } n_1 < n_2$$

$$\theta_2 < \theta_1$$

$$\text{Si } n_1 > n_2$$

$$\theta_2 > \theta_1$$

Esto implica que si un rayo viaja de un medio menos denso a otro más denso ($n_1 < n_2$), el rayo viaja con un ángulo menor con respecto a la perpendicular de la frontera. En el caso contrario cuando un rayo viaja de un medio denso hacia otro menos denso, el rayo viaja con un ángulo mayor con respecto a la perpendicular de la frontera. Una representación ilustrativa de esta conclusión se muestra en la siguiente figura, donde un rayo viaja de una capa de GaAs a una de AlGaAs y después regresa a una de GaAs.



Inclinación que sufre un rayo al viajar de un medio a otro.

figura 1.2

Si $n_1 > n_2$, existe un cierto ángulo de incidencia, con el cual el rayo transmitido viaja a lo largo de la frontera, entonces:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \quad (3)$$

Para el caso de un rayo que viaje de GaAs se tiene

$$3.6 \sin \theta_1 = 3.35$$

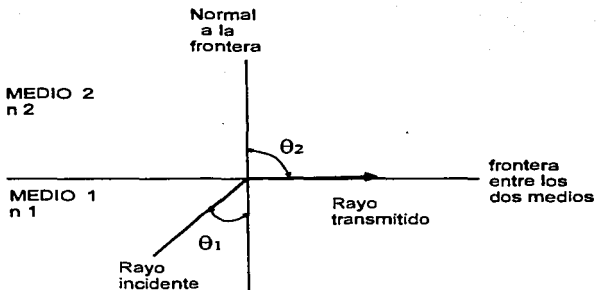
$$\theta_1 = 68.52^\circ$$

Para el caso de un rayo que viaja del vidrio ($n_1 = 1.5$) al aire ($n_2 = 1$) se tiene

$$1.5 \text{ sen}\theta_1 = 1$$

$$\theta_1 = 41.8^\circ$$

Una representación de esta situación se muestra en la fig.1.3



Representación de la propagación del rayo transmitido a lo largo de la frontera.

figura 1.3

Al ángulo de incidencia (θ_1) bajo el cual se cumple la condición representada en la fig. pasada se denomina ángulo crítico y se determina por:

$$\theta_c = \text{sen}^{-1} \frac{n_2}{n_1} \quad (4)$$

Si se cumple esta condición, se tiene que ninguna fracción de la potencia del rayo incidente no llega al medio 2.

Si el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico, el rayo totalmente se reflejará y no habrá rayo transmitido (o difractado). Una representación gráfica de la transmisión y reflexión del rayo incidente como función del ángulo de incidencia se muestra en la figura 1.4.

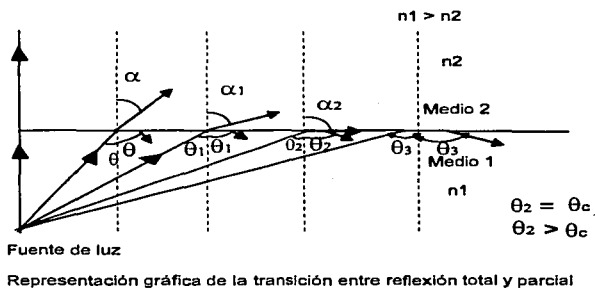


figura 1.4

Si se cumple la condición de que el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico, toda la energía del rayo incidente se refleja al medio 1 y si este medio tiene la forma de una banda, como se ilustra en la figura 1.5, entonces se tendrá la propagación del rayo de luz a lo largo de esta banda.

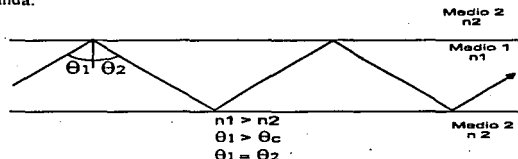
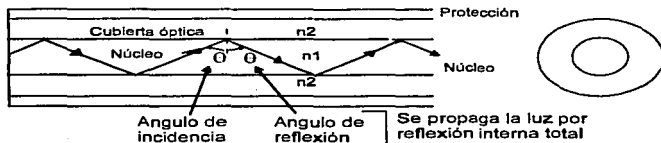


Ilustración simplificada de la propagación de la luz a lo largo de una banda

figura 1.5

El comportamiento de la propagación de la luz se puede obtener, en un material con índice de refracción n_1 rodeando con otro material con índice de refracción n_2 . Si estos materiales tienen una geometría cilíndrica, donde el material con n_1 tiene un diámetro menor al del material con n_2 , tal como se ilustra en la figura 1.6, se tiene la estructura de las fibras ópticas.

En las fibras ópticas, el cilindro interno donde viaja la luz se denomina núcleo, el siguiente cilindro se denomina cubierta óptica. Además de estos cilindros, puede tener otras cubiertas tanto de plástico blando, como de plástico duro que sirven de protección.



Estructura de una fibra óptica.

figura 1.6

Si el núcleo tiene un índice de refracción n_1 constante en toda la sección transversal y la cubierta óptica un índice de refracción n_2 , donde $n_1 > n_2$, se dice que la fibra es de **índice escalonado**.

Acoplamiento con la fibra óptica:

Apertura Numérica

Una característica importante de las fibras ópticas es su habilidad de coleccionar luz emitida por una fuente. Cuando se acopla una fuente a una fibra se presentan dos mecanismos de pérdidas, uno de ellos está relacionado al desacoplamiento de área y el otro está relacionado con la apertura numérica.

El desacoplamiento de área se presenta cuando el patrón de radiación de la fuente (cono de la emisión de luz) es más grande con respecto al área transversal del núcleo. Existen dos medios para reducir este problema; el primero consiste en reducir la distancia entre la fuente y la fibra; el segundo consiste en emplear fuentes con patrones pequeños de radiación y en particular más pequeños que el núcleo. Cuando es inevitable que exista una cierta distancia entre la fibra y la fuente, se pueden reducir las pérdidas por desacoplamiento de área empleando lentes para concentrar el haz de luz.

Aunque el área iluminada por la fuente sea menor que el área del núcleo, existen otras pérdidas asociadas con el hecho de que las fuentes tienen un cono de emisión. Si el cono de emisión de la fuente es más grande que el cono de aceptación de la fibra, la energía del rayo que no sea contenida dentro del cono de aceptación no será acoplada a la fibra óptica. El ángulo de aceptación está relacionado con el ángulo crítico, esta relación se ilustra con una fibra de índice abrupto en la siguiente fig. 1.7.

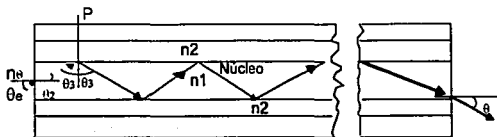


Figura 1.7 Relación entre el ángulo de aceptación y el ángulo crítico.

El ángulo mínimo de incidencia en la frontera del núcleo y la cubierta óptica para obtener reflexión total es el ángulo crítico, por lo tanto la figura anterior y empleando la ley de Snell, se tiene

$$\theta_c = \theta_c(\min) = \sin^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

θ_c es el ángulo complementario de θ_1 , por lo tanto aplicando la identidad trigonométrica

se obtiene

$$\sin^2 a + \sin^2 b = 1$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2} \right)$$

aplicando la Ley de Snell en la superficie de entrada, suponiendo que el medio donde incide el rayo es el aire se tiene:

donde

$$\sin \theta_e (\text{máx}) = n_1 \sin \theta_2 = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

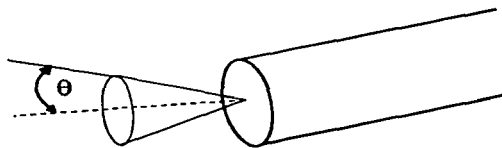
θ_e es el ángulo máximo del rayo con respecto a la normalidad de la superficie de la fibra, para el cual la reflexión interna total tiene lugar en la frontera núcleo-cubierta óptica.

A este ángulo se le denomina ángulo de aceptación y a su seno se le denomina apertura numérica (NA)

NA = $\sin \theta_e (\text{máx}) = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$
 si se supone que el ángulo de aceptación es pequeño, entonces el ángulo sólido de aceptación (Ω) se puede aproximar a:

$$\Omega = \pi \text{NA}^2$$

Una representación gráfica de los rayos que pueden aceptar una fibra óptica se muestra en la figura 1.8, donde el cono de aceptación tiene un ángulo igual a 2θ .



$$\text{NA} = \sin \theta$$

Figura 1.8 Representación del ángulo de aceptación de una fibra óptica.

Si la fibra óptica es de índice gradual se obtiene que la NA es igual a:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

donde:

n_1 es el índice de refracción en el centro del núcleo.

La potencia acoplada a una fibra puede expresarse como:

$$P_A = P_T \left(1 - (\cos\theta)^m\right)$$

donde

P_A es la potencia acoplada a la fibra;

P_T es la potencia total en el núcleo;

m es un parámetro definido por el patrón de radiación de las fuentes, para el LED de superficie, $m = 1$.

El porcentaje (%) de acoplamientos típicos de diferentes fuentes a diferentes fibras se muestra en la tabla siguiente.

Tabla de acoplamientos típicos de LED y LASER en fibras ópticas.

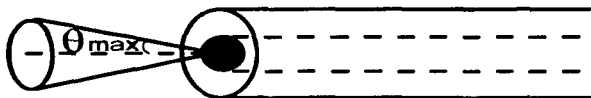
FUENTE	FIBRAS		
	Multimodo índice abrupto $d = 100\mu\text{m}$ del núcleo	Multimodo $50\mu\text{m}$ del núcleo	Monomodo $9\mu\text{m}$ del núcleo
LED	10%	1%	<1%
LASER		50%	10%

La apertura numérica es un parámetro que indica el ángulo de aceptación de la luz en la fibra, o simplemente, la facilidad con que la fibra permite que la luz pase a través de ella.

La apertura numérica es un parámetro muy importante a considerar cuando se determinan pérdidas en la fibra, ya que es uno de los factores que contribuyen a incrementarla.

Aceptancia

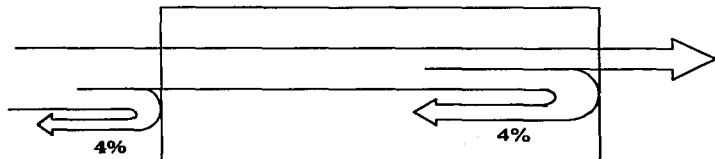
La aceptación nos dice qué cantidad de luz puede ser introducida dentro de la fibra. Es proporcional a la sección transversal del núcleo y al cuadrado de la apertura numérica y también depende del tipo de fibra, índice escalonado o índice graduado (figura 1.9)



Cono de aceptación.

figura 1.9

Se entiende también que no toda la luz que incide en forma perpendicular sobre la superficie de entrada puede penetrar en la fibra, debido a las llamadas pérdidas de Fresnel (figura 1.10). La cantidad perdida es de aproximadamente un 4% para cada superficie de transición entre aire y vidrio.



Pérdidas de Fresnel.

Figura 1.10

CAPITULO II

Fundamento de operación.

El mecanismo de la transmisión de la luz a lo largo de una fibra óptica se basa en la reflexión total interna que ocurre cuando un haz de luz emerge de un medio denso a uno menos denso.

Estructura física de una fibra óptica.

Las fibras ópticas son filamentos, generalmente de forma cilíndrica, que consisten de un núcleo y un revestimiento de vidrio. Se muestra en la figura 2.1, la forma más simple de la constitución de una fibra óptica.

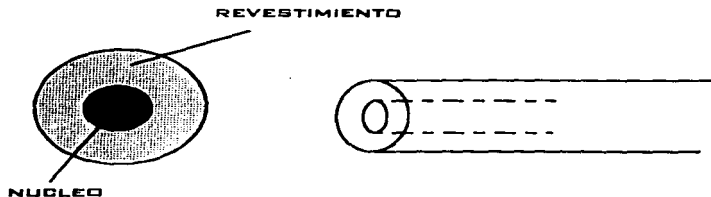


figura 2.1

• Núcleo (Core)

Es la sección central de la fibra a través de la cual viaja el haz de luz.

• Revestimiento (Cladding).

Es la capa que rodea al núcleo. Su función principal es reflejar la luz hacia el centro de la fibra, atrapándola dentro del núcleo.

Tipos de fibras ópticas.

Las fibras ópticas son del tipo monomodo y multimodo, dependiendo de la forma de propagación que presenten.

• Fibras Multimodo

Las fibras multimodo pueden ser de fibras de índice escalonado y fibras de índice gradual.

*Fibras de índice escalonado.

El núcleo de estas fibras está constituido de un índice de refracción constante, rodeado por un revestimiento. El índice del revestimiento siempre es menor que el del núcleo con el que hace frontera; en este caso si ocurre dispersión modal (se vera más adelante), tal como se muestra en la figura 2.2, donde a es el radio del núcleo.

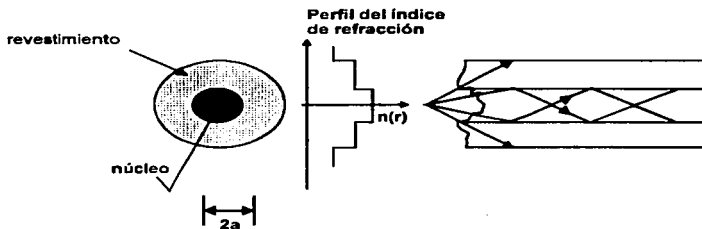


figura 2.2

En la figura 2.3, se observa la estructura de una fibra de índice escalonado, que consiste, como ya se ha visto, de un núcleo (core) homogéneo en este caso con un diámetro $2a$ e índice de refracción n_1 y de un revestimiento (cladding) que rodea al núcleo y tiene un índice de refracción n_2 ligeramente menor que el núcleo:

$$n_2 = n_1 (1 - \Delta)$$

En esta ecuación, Δ es la diferencia fraccional del índice de refracción entre el núcleo y el revestimiento:

$$\Delta = (n_1 - n_2) / n_1$$

En la frontera entre el núcleo y el revestimiento se produce una reflexión total interna debido a la diferencia entre los índices de refracción; el ángulo crítico en este caso será:

$$\text{sen}\theta_c = n_2/n_1 = 1 - \Delta$$

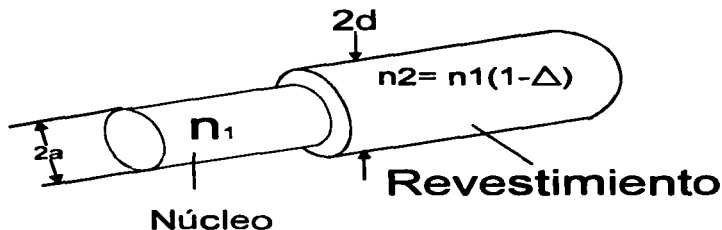


figura 2.3

En la fibra de índice escalonado se presentan dos tipos de rayos, los meridionales (Meridional Rays) y los rayos oblicuos (Skew Rays). Los primeros entran a través del eje de la fibra, se reflejan internamente y se propagan en un plano, esto se ve en la figura 2.4.

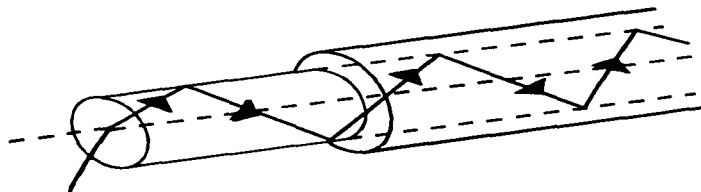


figura 2.4

Los segundos no entran a través del eje, ni son paralelos a él, sino que se reflejan internamente siguiendo una trayectoria helicoidal, esto se vé en la figura 2.5.

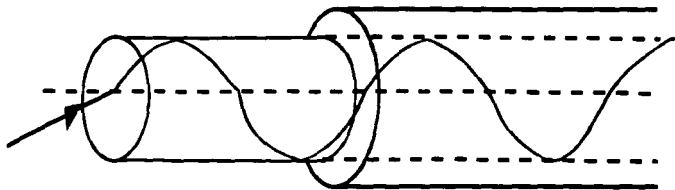


figura 2.5

a. Rayos Meridionales.

Estos rayos inciden primeramente en el núcleo de la fibra y quedan contenidos en un plano perpendicular a su sección transversal. Luego que han entrado al núcleo, deben incidir en la frontera entre el núcleo y el revestimiento y reflejarse con un ángulo θ_c (ángulo crítico) o ángulos mayores, para que la reflexión sea total y el rayo quede confinado dentro del núcleo de la fibra.

b. Rayos Oblicuos.

A diferencia de los rayos meridionales, estos rayos siguen una trayectoria de forma helicoidal poligonal dentro del núcleo de la fibra, reflejándose también internamente

***Fibras de índice gradual.**

En esta fibra, el índice de refracción del núcleo va decreciendo gradualmente en función del radio, hasta llegar al revestimiento. Debido a que el índice de refracción del núcleo decrece, los rayos de luz se van flexionando gradualmente regresando al centro del núcleo como se observa en la figura 2.6, donde "a" es el radio del núcleo. Esto explica la razón por la que en este tipo de fibra la atenuación es menor, comparada con la fibra escalonada, donde el cambio en el índice de refracción es mucho más brusco.

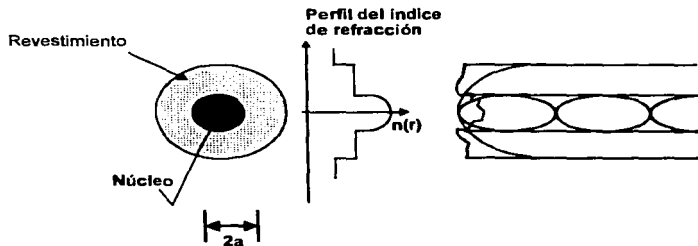


figura 2.6

En las fibras de índice escalonado hay un pequeño retardo entre los rayos que inciden en la fibra paralelos al eje y aquellos que lo hacen con un cierto ángulo, debido a la diferencia de distancia recorrida. Para solucionar este problema se diseñaron fibras con un núcleo cuyo índice de refracción vaya decreciendo gradualmente desde el eje hasta la frontera con el revestimiento, provocando que las sucesivas refracciones hacia el eje del núcleo hagan que ambos rayos coincidan en tiempo. Es cierto que la trayectoria que recorren los rayos que inciden con diferentes ángulos es más larga, pero debido a que su velocidad es mayor en las regiones donde el índice de refracción es menor, compensa al recorrido haciendo que lleguen casi al mismo tiempo que los rayos axiales.

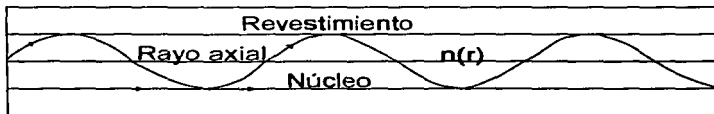


figura 2.7

En este caso, es necesario establecer un sistema de coordenadas cilíndricas y encontrar el camino óptico recorrido por el rayo, tomando en cuenta la variación del índice de refracción en la fibra.

• **Fibras Monomodo.**

En estas fibras el índice de refracción del núcleo es constante y tiene un sólo modo de propagación, pues permite que la luz viaje a través de una sola trayectoria a lo largo del núcleo, tal como se muestra en la figura 2.8, evitando la dispersión modal.

Las dimensiones del núcleo son mucho menores que el revestimiento (por ejemplo: 10/125 μm).

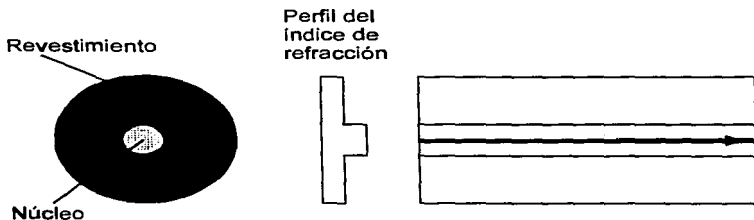


figura 2.8

Modos de propagación.

El modo de propagación se refiere en esencia a los caminos ópticos que sigue la luz dentro de la fibra. El modo de propagación en una fibra óptica se determina básicamente de acuerdo a la frecuencia con la que se transmite la onda electromagnética a través de la fibra. Otros factores que se deben considerar para establecer el modo propio de propagación son el diámetro del núcleo y la variación del índice de refracción. Sin embargo, el tipo de fibra de que se trate también es otro factor indispensable.

Si la fibra es monomodo, sólo existe en ella un modo de propagación como se observó en la figura pasada. En cambio, una fibra multimodo puede tener n modos de propagación diferentes.

Atenuación

En la evolución de las fibras ópticas, la atenuación siempre ha representado un serio reto a vencer para obtener una alta transmisión de señal. La atenuación de una fibra óptica se mide en decibelios (dB). Un decibel es 10 veces el logaritmo de la relación de dos niveles de potencia de entrada a salida. El caso de una fibra óptica, los equivalentes de la resistencia eléctrica son la absorción y la dispersión. La absorción se debe a impurezas químicas y la dispersión a propiedades del material.

*Atenuación por absorción.

Se debe a pérdidas de calor y se divide a su vez, en atenuación por absorción intrínseca y absorción de impurezas extrínsecas.

a. Atenuación por absorción intrínseca.

La atenuación por absorción intrínseca ocurre cuando un material en estado normal es considerado perfecto. Un ejemplo de ello lo constituye el vidrio, que se considera un material perfectamente transparente. Sucede que los vidrios transparentes representan fuertes bandas de absorción óptica en el ultravioleta y en el infrarrojo, y residuos de las mismas presentan mayores efectos en la región de los 600 a los 1,500 nm de longitud de onda λ de transmisión.

b. Atenuación por absorción de impurezas extrínsecas.

La absorción de impurezas se debe al tipo de impurezas que se van introduciendo en el vidrio, en su mayoría, iones metálicos como hierro, cobalto y cromo.

Cabe mencionar que también el agua es otra impureza en su forma de iones OH (Hidróxido), pues dichos iones contribuyen con picos de absorción.

El valor mínimo absoluto de atenuación al que se ha llegado es de 0.1 dB/Km en 1.5 μm , con pérdidas intrínsecas de absorción prácticamente despreciables.

*Atenuación por dispersión.

Se debe a pérdidas de tres tipos:

a. Atenuación por dispersión intrínseca.

Cuando algunos de los rayos de luz dejan de ser guiados por la fibra, perdiéndose a lo largo de la trayectoria; se dice que hay pérdidas de radiación o dispersión

.b. Atenuación por inhomogeneidades en el vidrio.

Se debe a variaciones del índice de refracción, menores al tamaño de la longitud de onda de propagación. Las causas son fluctuaciones térmicas en el material y fluctuaciones en la concentración de óxidos en el vidrio.

c. Atenuación de dispersión por aberración.

Se debe a las variaciones en la distribución radial del índice de refracción.

En el caso de fibras de índice gradual, este tipo de atenuación no puede ser detectado debido a que las posibles imperfecciones se confunden en el material. En las fibras de índice escalonado si se detecta y se presenta como una rugosidad entre la frontera del núcleo y el revestimiento. En la fibra monomodo, esta irregularidad es detectable únicamente cuando tiene una longitud de onda especial relacionada con las constantes de propagación del modo fundamental y el que le sigue.

Dispersión

La dispersión es otro fenómeno que afecta la transmisión de la señal en las fibras ópticas. Resulta por efecto de las diferentes velocidades con que viajan las longitudes de onda a través de un medio dado.

La dispersión del material es un factor limite en la capacidad de razón del bit, presente en cualquier tipo de cable. El efecto se puede reducir utilizando una fuente de luz monocromática como el diodo LASER.

La dispersión en las fibras es la que causa limitaciones en el ancho de banda y está regida por tres mecanismos: dispersión intermodal, dispersión del material y dispersión de guía de onda. En conjunto, estos tres fenómenos determinan la dispersión total.

***Dispersión modal.**

Este tipo de dispersión no se debe al ancho espectral de la fuente que produce la luz, sino al número de modos que viajan dentro de la fibra y a la diferencia de velocidades entre uno y otro.

***Dispersión del material.**

Una de las principales razones por la que es necesario hacer un análisis electromagnético y óptico para las fibras ópticas, es porque están hechas en su mayoría de vidrio, y el vidrio es un material dispersivo que cambia su índice de refracción en función de la longitud de onda.

La causa de la dispersión es simple, pues si la longitud de onda varía, hay diferentes velocidades de propagación en el material.

***Dispersión de la guía de onda.**

Existe otro tipo de dispersión debido al ancho espectral de la fuente, pues aun permaneciendo constante el índice de refracción, persiste un efecto de dispersión que llamaremos cromático.

Distancia y Ancho de banda en las fibras ópticas.

Para determinar el parámetro de ancho de banda en las fibras ópticas, debemos tomar en cuenta principalmente: el ensanchamiento de los pulsos modal, intermodal y del material; la forma del perfil del índice de refracción, que en la fabricación es difícil de controlar; las microdesviaciones que sufre la fibra con el uso e instalación; y la distribución espectral de la fuente de luz que se utilice.

La dispersión modal, intermodal y del material son únicas en cada fibra fabricada y se pueden determinar controlando la forma de inyección de la luz a la fibra, la forma espectral y la amplitud de la fuente usada, con el objeto de tener una medida comercial del ancho de banda utilizable. El fabricante elimina en lo posible los efectos de la fuente para que el comprador evalúe su ancho de banda de acuerdo a la fuente que utilice. Una de las características que más interesa en la fabricación de la fibra, es obtener una excitación uniforme de los modos de propagación. Sabemos que los fenómenos de dispersión del pulso de luz provienen de efectos de la guía: modales, intermodales, del material, y de fenómenos de transferencia de potencia entre modos originados por imperfecciones en la geometría de la fibra.

Fuente luminosa.- La atenuación de la luz en el seno de una fibra óptica es en función de su longitud de onda. La atenuación es mínima en tres longitudes de onda, 850 nm, 1300 nm, y 1550 nm. Las fuentes luminosas de 850 nm (LEDs) son las más corrientes, pero tienen limitaciones de alcance. Los LEDs de 1300 nm son muy costosos de fabricar, pero se caracterizan por su gran ancho de banda y grandes alcances. En cuanto a los LEDs de 1550 nm, no son muy corrientes por su alto costo.

Tamaño del cable.- Los tamaños de los cables de fibra óptica se definen por un conjunto de dos números (p.ej., 50/125). El primero es el diámetro del núcleo, y el segundo el diámetro exterior de la fibra -ambos en micras.

Las técnicas de fabricación de fibras ópticas multimodo imponen un ancho de banda límite de aproximadamente 1Ghz por km.

CAPITULO III

REDES CON FIBRAS OPTICAS.

Una red se forma por más de dos sistemas (dispositivos) que se enlazan para intercambiar información y compartir recursos. Estos sistemas pueden ser computadoras terminales y/o equipos periféricos. A cada uno de los sistemas en una red se les llama nodos. A los nodos de propósito general que tienen una gran capacidad de procesar datos se les llama "hosts".

Para las áreas locales, con distribución geográfica moderada (un edificio o un conjunto de ellos), la red (LAN) es un sistema de comunicación de datos que enlaza dispositivos independientes. Estos dispositivos deben ser de bajo costo y además su comunicación debe ser de un costo muy pequeño. El establecimiento de una red para comunicar datos a distancias grandes, en tiempos cortos y de gran calidad se ha dado, primero, con la digitalización de la red telefónica y segundo con la utilización de las fibras ópticas. Una red que cubre estas características se llama RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI) y con ella se puede transmitir voz, textos, datos, imágenes fijas y móviles, y otros servicios.

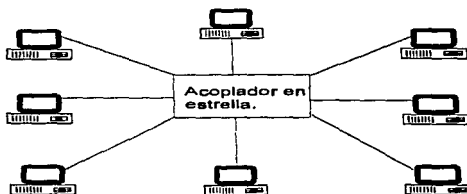
Con los sistemas RDSI es posible dar servicios de banda ancha cuyas velocidades requeridas son por lo menos de 140 Mbits/s en las líneas de abonado, por lo que la incorporación de las fibras ópticas es de gran ventaja. Con esto se podrá dar servicio de videotelefonía, videoconferencias a empresas, video textos, transmisión de datos a alta velocidad, distribución de programas televisivos (televisión de alta definición), distribución de audio con sonido estereofónico y otros.

El modelo de referencia para las LANs de acuerdo al comité de la IEEE-802 está constituido por tres capas, las cuales son: La física, la del control al medio de acceso y la del control del enlace lógico. La primera capa está relacionada con la naturaleza del medio de transmisión y las características de los dispositivos de conexión y señalización. La segunda capa trata con el control del medio de transmisión, ya que en una red local un conjunto de dispositivos necesitan compartir un solo medio de transmisión, por lo que es necesario controlar el acceso de la información para que solamente un dispositivo transmita a la vez. La tercera capa es la encargada de establecer, mantener y dar por terminado un enlace lógico entre dispositivos.

Las LANs se clasifican de acuerdo con la topología de la red, el medio de transmisión, la técnica de transmisión y el protocolo de acceso.

La topología de una red se especifica por la forma en que se conectan los dispositivos. Las más utilizadas en las LANs son: de estrella, de anillo y de bus.

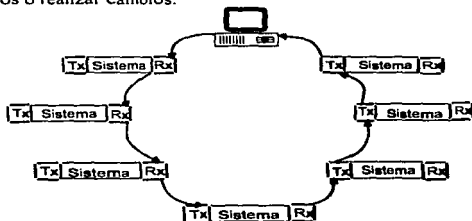
Red en estrella.- En este tipo de red todos los dispositivos se conectan a través de un punto central, el cual los controla. Esta topología tiene como ventaja que aísla las fallas, así como la interconexión y reparación de los dispositivos que la forman. La desventaja es que se requiere una mayor cantidad de cable en su instalación.



Topología tipo estrella.

figura 3.1

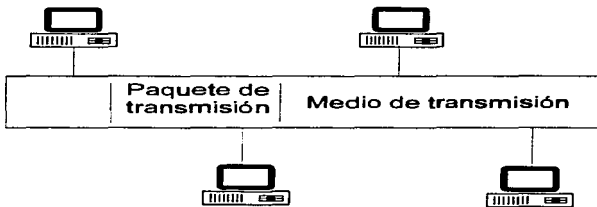
Red en anillo.- En esta topología los dispositivos se conectan uno después de otro formando un anillo. Cada dispositivo debe tener un transreceptor, los datos se transmiten en una sola dirección alrededor del bucle. La ventaja que se tiene con esta red es que se requiere menor sensibilidad a la distancia, ya que cada dispositivo genera la señal. La desventaja radica en la gran sensibilidad a fallas, ya que si un dispositivo falla, la comunicación se interrumpe si no es redundante, además presenta dificultad para agregar nuevos dispositivos o realizar cambios.



Topología tipo anillo.

figura 3.2

Red en forma de bus.- En esta red con un solo bus todos los dispositivos se conectan. La ventaja que tiene se debe a las longitudes cortas de transmisión y a la baja sensibilidad a fallas de los dispositivos. Sus dificultades son: alta sensibilidad a la distancia y la realización de cableados para futuras expansiones.



Topología de bus .

figura 3.3

Las LANs por su medio de transmisión se clasifican de banda angosta y de banda ancha.

Las LANs de banda base angosta.- Estas redes usan un solo medio de transmisión de datos. Todos los nodos transmiten en la misma frecuencia, por lo que tienen que esperar turno para hacer uso del canal de comunicación. Con las técnicas de multiplexaje se puede compartir el canal de comunicación.

Redes LANs se banda ancha.- En estas también se usa un solo canal físico de transmisión, pero se subdivide en varios canales usando las técnicas de multiplexaje. La información se puede transmitir simultáneamente a través del medio de comunicación, en estas redes se puede transmitir voz, video, datos y algún otro servicio.

Los protocolos más importantes utilizados en las LANs son:

El protocolo CSMA/CD de multiacceso a portadora con detección de colisión para bus (Ethernet). Este protocolo está normalizado por la IEEE 802.3.

El protocolo de sistema de acceso en vía única (token passing) está normalizado por la IEEE 802.4.

Con el protocolo CSMA/CD, todos los elementos de la red pueden monitorear al medio de transmisión en cualquier instante. Cuando una estación o elemento desea transmitir, primero tiene que comprobar el estado de línea y esperar su acceso a la transmisión. La colisión puede ocurrir si dos dispositivos transmiten a la vez, por lo que cada dispositivo detecta la colisión y espera para monitorear el medio y retirarse cuando desea transmitir. El tiempo de espera en cada dispositivo es diferente, por lo que la probabilidad de colisión es muy baja.

El protocolo de acceso a vía única se utiliza en redes de anillo, en este esquema un mensaje llamado símbolo (token) se envía de una estación a otra siguiendo el sentido del anillo, cuando la estación o el dispositivo recibe el mensaje (símbolo) se puede hacer la transmisión o bien pasar el símbolo no usado a la siguiente estación. En cada estación se tiene oportunidad de transmitir durante el tiempo en que la muestra circula alrededor de la red de anillo.

REDES LOCALES POR FIBRAS OPTICAS.

Las redes locales son sistemas de comunicaciones multiterminal de acceso múltiple, de cobertura reducida (<10 km) y de velocidad limitada desde 10 Mbps hasta 100 Mbps.

Una de las características de las redes locales, es que el medio de transmisión y el ancho de banda son compartidos por todas las estaciones, a través de algún medio de acceso múltiple. Los principales son:

1) Acceso dedicado:

- a) acceso múltiple por división de frecuencia.
- b) acceso múltiple por división de longitud de onda.
- c) acceso múltiple por división de tiempo.

2) Acceso por contención:

- a) acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisión (CSMA/CD)
- b) paso de Token.

Interconexión de redes locales por un enlace punto a punto a través de fibra óptica.

La primera aplicación de la fibra óptica en redes locales, es la sustitución de enlaces típicos lográndose que la red se pueda extender geográficamente algunos kilómetros por encima de sus límites.

Un enlace de interconexión, permite que dos redes basadas en cables coaxiales puedan incorporarse en una sola, con un cable de fibra óptica bidireccional que tiene conectados en sus extremos unos dispositivos llamados de acceso múltiple, (el método de acceso en una red local define la manera como cada uno de los nodos en dicha red van a hacer uso del medio de transmisión y bajo qué condiciones; teniendo como objetivo establecer un límite superior en el tiempo promedio de acceso), que es en donde se logra el acceso a la red. Estos enlaces ofrecen seguridad y buen desempeño, gracias a que las fibras ópticas tienen inmunidad a la interferencia electromagnética y al mismo tiempo se aíslan eléctricamente las redes. (ver figura 3.4).

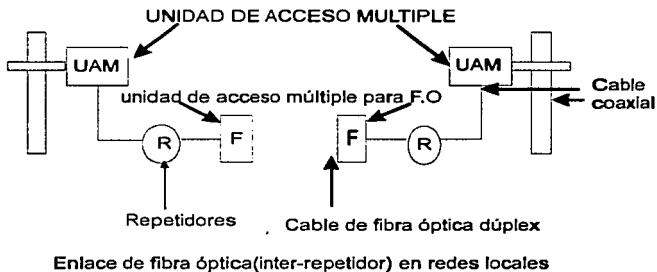
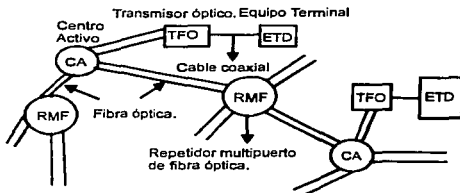


figura 3.4

Redes locales de fibras ópticas utilizando acceso por contención.

CSMA/CD (Carrier-Sense múltiple Access/Collision Detection).

El estándar Ethernet está basado en la transmisión bidireccional de la energía eléctrica en cables, sin embargo este estándar puede implementarse sobre enlaces de fibras ópticas. En este esquema se utiliza un elemento central, donde se conecta cada estación. El elemento central actúa como un repetidor, cuando una estación transmite la señal se envía hacia cada una de las estaciones conectadas (ver figura 3.5). La configuración puede ser estrella simple o estrella multinivel.



Red de fibra óptica basada en elementos centrales y utilizando CSMA/CD

figura 3.5

Aún cuando el esquema es el correspondiente a una estrella, en realidad virtualmente se tiene un medio común para todas las estaciones. La transmisión de cualquier estación es recibida por todas las otras estaciones, y si dos o más estaciones transmiten al mismo tiempo habrá una colisión, como sucede en las redes basadas en cables coaxiales.

El problema central reside en la detección de las colisiones. Para lograr la conexión de un número de estaciones, al menos las que se pueden conectar con cable coaxial, se requiere una configuración que utiliza varios elementos centrales como lo muestra la figura pasada. Se han estudiado cuatro configuraciones basadas en Ethernet sobre fibras ópticas.

Estrella pasiva con detección de colisión por analisis de señal.

Esta configuración se basa en un elemento central completamente pasivo, que consiste en un acoplador estrella transmisor-receptor que distribuye hacia todas sus salidas un paquete recibido por cualquier entrada (ver figura 3.6a). Se debe cuidar que el nivel de potencia sea aproximadamente igual en todas las señales, de modo que no existan señales de niveles altos sobre niveles bajos.

Se han propuesto varios esquemas para que las interfases de las estaciones a la red puedan examinar la señal para detectar colisiones: medición del nivel de potencia promedio, detección del ancho de los pulsos para detectar violaciones al código, comparación bit a bit de la señal transmitida y la señal recibida (eco).

Si todos los transmisores tuvieran pequeñas diferencias en los niveles de transmisión, se podría utilizar este método sin ningún problema, sin embargo, si se tiene un gran número de estaciones conectadas de esta forma, y si existieran varios elementos centrales en la red, los niveles de potencia de las señales tendrían diferencias más notables que harían la detección de colisiones insegura, por ello esta configuración tiende a aplicarse principalmente en redes locales pequeñas.

Estrella pasiva con detección por analisis en el dominio del tiempo.

Para superar los requisitos de acoplamiento de la potencia de la señal óptica, se ha propuesto como alternativa un sistema basado en la sintonización de señal. La configuración de este esquema es la misma que la de la estrella pasiva con detección por análisis de señal, pero la detección de colisión se realiza en el transmisor-receptor, midiendo el tiempo de transmisión y el tiempo de recepción del eco. Si la señal llega antes, seguramente hubo una colisión. Una desventaja de este método es que en cada estación, el transmisor-receptor debe ser ajustado en tiempo de acuerdo a su distancia, y aún así dado que existe tolerancia de banda, la detección no es 100 % segura.

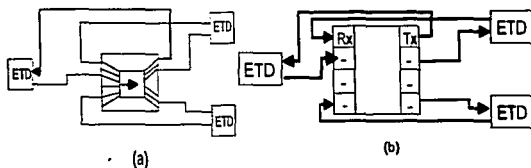
Estrella activa.

Para superar los problemas presentados en la configuración de estrella pasiva, se ha propuesto un esquema que utiliza un elemento central activo (ver figura siguiente b). El sistema consiste en enlaces individuales bidireccionales punto a punto. Los receptores pueden aceptar un intervalo dinámico amplio, de modo que la potencia de la señal óptica recibida, pueda variar ampliamente entre los puertos sin impacto en el desempeño del sistema.

La detección de colisiones se efectúa en el receptor de cada estación al mismo tiempo que la transmisión, para ello el elemento central realiza el siguiente algoritmo de conmutación.

a) Si solamente se recibe un paquete en el elemento central, el paquete es transmitido hacia todas las salidas menos la que corresponde a la estación transmisora.

b) Si se recibe más de un paquete en el elemento central, entonces existe una colisión y el elemento central transmite una señal portadora, sin datos todos los puertos de salida. Como una variante, la señal portadora puede ser una señal válida, reconocida por todas las estaciones, de este modo, la detección se asegura siempre que se esté dentro del intervalo dinámico del receptor.

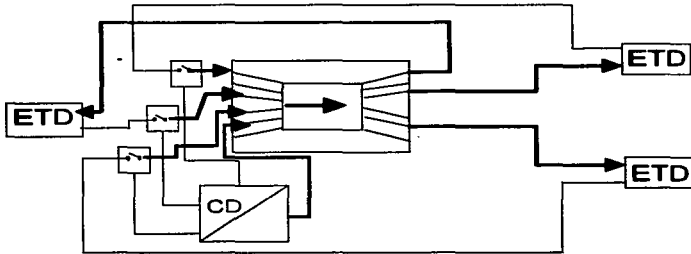


a) Elemento central pasivo; b) Elemento central activo

figura 3.6 a y b

Estrella híbrida.

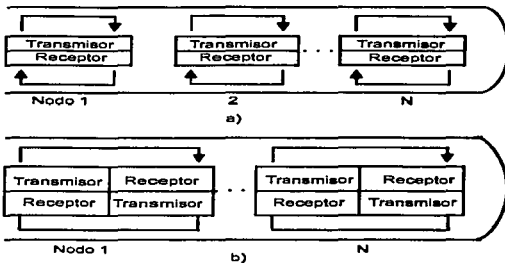
La última alternativa es ópticamente la más compleja (ver figura 3.7). También, al igual que la estrella activa, está realiza la detección de colisión por medio de un elemento central semi-activo. La señal de detección de colisión es superpuesta en los datos transmitidos. Los receptores deben detectar esta señal superpuesta para detectar la colisión. Este sistema híbrido puede proporcionar la detección de colisión de modo aproximado a la efectividad del sistema con elemento central activo, sin embargo, como en los casos pasivos, la adición de nodos extras no es tan sencilla, razón por la cual el diseño se emplea principalmente en redes pequeñas.



Elemento central híbrido.

figura 3.7

Otra opción para la aplicación Ethernet consiste en una línea, como se muestra en la figura 3.8, la línea puede ser reentrante o puede ser dual. En este último caso, el control de acceso no se realiza por contención como en el caso Ethernet o IEEE 802.3. El estándar definido para la presente configuración está dado por FDDI (Fiber Distributed Data Interface) realizado por el comité ANSI: American National Standards Institute).



Dos estructuras de red: a) línea re-entrante, b) línea dual

figura 3.8

Redes locales de fibras ópticas utilizando acceso por paso de Token.

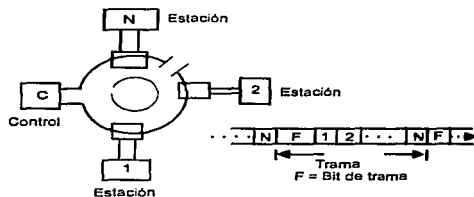
En 1982, ANSI X379.5 comenzó a desarrollar el estándar FDDI que utiliza una topología de anillo dual. El control de acceso de "desocupado" de FDDI se basa en la captura coordinada de una trama llamada "token". Para reducir el estado de "desocupado", FDDI permite insertar el token justo al final de la última trama transmitida, en vez de esperar a que la parte final de esta trama llegue a la estación una vez completada la vuelta del anillo.

Debido a la alta razón de transferencia de datos y los requerimientos de distancia, FDDI es el primer estándar para redes locales utilizando la tecnología de las fibras ópticas, aun cuando se considera también un estándar para redes de área metropolitana.

Redes locales de fibra óptica utilizando conmutación por división en el tiempo.

En 1988, se inició el desarrollo del estándar de Canal de Fibra Óptica (Fiber Channel Standard), para la intercomunicación serial de computadoras hacia dispositivos periféricos de almacenamiento de datos. Esto tenderá a reemplazar los enlaces punto a punto seriales, ampliamente usados en el mundo de las supercomputadoras. El esfuerzo de estandarización es relativamente nuevo y es importante por ser el primer estándar de la capa de control de acceso al medio para servicios que requieran velocidades de gigabits.

Cuando se requiere enviar datos en enlaces punto a punto, el estándar de Canal de Fibra puede emplearse en redes locales con el objeto de usar una sola interfaz física para el control periférico, en las redes éstas operan a velocidades de gigabits. (ver figura 3.9).



Esquema de acceso múltiple por división de tiempo.

figura 3.9

Redes locales de fibras ópticas utilizando acceso por división de longitud de onda.

La generación de nuevos servicios tales como comunicación multimedia, ha incrementado la necesidad de redes de datos de altas velocidades. Es evidente que las topologías y los medios de transmisión de las redes actuales para proporcionar conectividad entre nodos, es inadecuada para estos servicios, de ahí surge la necesidad de redes multicanal. Una forma de realizar canales múltiples en las fibras ópticas es por medio de multiplicación por división de longitud de onda o de frecuencia (WDM: Wavelength Division Multiplexing). Con WDM existe mayor flexibilidad y usando transmisores-receptores sintonizables, es posible obtener canales dinámicamente tanto como sea requerido por el tráfico.

Además, se pueden tener servicios de banda base. Estos servicios han sido clasificados por el CCTT. Recomendación L121 como sigue:

- 1) Servicios de conversación: transferencia de información de extremo a extremo en tiempo real.
- 2) Servicios de mensajería: comunicación basada en almacenamiento y retransmisión.
- 3) Servicios de consulta: consulta de información almacenada en bases de datos.

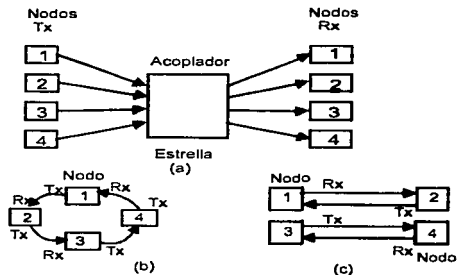
Debido a los requerimientos de altas velocidades, las redes deben proporcionar canales concurrentes múltiples. Una forma de lograrlo es por medio de diferentes longitudes de onda para cada canal. Una ventaja de usar WDM es que, con el uso de transmisores o receptores sintonizados en los nodos, la topología virtual de la red se vuelve independiente de la topología de la red física, debido a que todos los nodos tienen acceso a todas las longitudes de onda. Esto proporciona mayor flexibilidad dado que los canales pueden asignarse dinámicamente de acuerdo a los requerimientos del tráfico.

En la figura 3.10, se muestra una red de 4 nodos. Los nodos se conectan a un acoplador estrella, (ver fig.3.10a). El acoplador combina la luz de todos los transmisores y entrega la combinación a los receptores. Asignando apropiadamente la longitud de onda de los receptores, es posible crear diferentes topologías virtuales como se muestra en las figuras 3.10b y 3.10c.

En general, un nodo puede tener transmisores y receptores múltiples. El número de transmisores y receptores presentes en cada nodo, es típicamente mucho menor que el número de nodos en la red. Entonces, la conectividad se puede preservar en dos formas:

- 1) teniendo una red de saltos múltiples, es decir, si el nodo A no tiene un canal directo al nodo B, los datos de A a B serán enviados a través de nodos intermedios.
- 2) coordinando en el tiempo el uso de las longitudes de onda.

El resultado es siempre un enlace de un solo salto, a expensas de un retardo mayor. Existen varios métodos de asignar los pares fuente-destino para longitudes de onda específicas, estos métodos oscilan de los algoritmos clásicos de acceso múltiple hasta los algoritmos de asignación de tiempo.



Red WDM a)Topología Física, b)Topología Lógica1, c)Topología Lógica 2

Fibras ópticas.

Los cables de fibras ópticas presentan una serie de ventajas con respecto a los cables metálicos, entre otras:

- Tienen un ancho de banda mucho mayor, alrededor de 50 GHz/km, lo cual se traduce en una mayor capacidad de transmisión de información y la posibilidad de transmitir datos a velocidades muy altas, de hasta 100 Mbps.
- Ofrecen una atenuación muy baja, del orden de 0.5 dB/km, eliminando por ende el uso de amplificadores para enlaces distantes.
- Inmunidad completa a las radiaciones electromagnéticas.
- Es totalmente dieléctrica, eliminando los problemas de aterrizaje, lazos de tierra (ground loops), de corto circuito, descargas, etc.
- Se pueden transmitir señales tanto analógicas como digitales, prácticamente de cualquier frecuencia y velocidad, además de que no requiere acopladores de impedancia para transmitir con eficiencia.
- Sus dimensiones y pesos son pequeños comparados con los cables metálicos.
- Ofrece una mayor seguridad debido a que la fibra no radia señales, de tal modo que es prácticamente imposible extraer datos de un canal sin ser detectado.
- El costo, que inicialmente era alto comparado con los medios convencionales de transmisión, se ha tornado competitivo y en ocasiones más bajo.
- El mantenimiento de una instalación de fibra óptica es mínimo por peso y tamaño.

El tipo de fibra óptica empleado más comúnmente para transmisión de datos es el **multimodo**, pudiendo ser de vidrio o de plástico, dependiendo del tipo de red, la velocidad de transmisión, cobertura de la red y el ambiente al que va a estar expuesta la fibra.

El cable de fibras óptica puede tener varias presentaciones de acuerdo esencialmente al ambiente al cual va estar expuesta y a la capacidad de transmisión requerida. Así, es posible tener cables para interiores, exteriores, dieléctricos, con armadura, autotransportados, o de aplicación especial.

Factores a considerar en las redes locales.

La velocidad de transferencia. La velocidad de transferencia es la principal medida del funcionamiento para la mayoría de las redes. Arcnet tiene 2.5 megabits por segundo (Mbps), Ethernet 10 Mbps y Token Ring 4 y 16 Mbps, estas velocidades representan la velocidad máxima de transferencia. Al evaluar un sistema de red por su velocidad, se deberá de estar más interesado en conocer su transferencia real de datos (throughput) varía considerablemente dependiendo del hardware y del protocolo de acceso empleado y de la actividad en la red.

Protocolo de comunicación. El protocolo de comunicación se refiere a la manera como los datos viajan de una estación a otra. A pesar de existir diversos protocolos, estos se reducen básicamente a dos principales, el Token Passing (paso de ficha) y el CSMA/CD, (Carrier Sensing Multiple Acces/Colition Detection). La diferencia principal entre estas dos maneras de enviar datos a través de la red es que en las redes del tipo Token Passing, como lo son Arcnet y Token Ring, un mensaje, o ficha (Token) se encuentra siempre circulando a una cierta velocidad, cada que esta ficha pasa por una estación, se le encarga el envío de un paquete de datos al servidor o a otra estación. En las redes que utilizan protocolos de contención, como por ejemplo Ethernet, cada estación se encarga de enviar su propio paquete a través del cable, para lo cual debe chequear previamente si el canal no es utilizado ya por otro paquete, en cuyo caso deberá contenerse y tratar de nuevo. En caso de que dos o más paquetes se envíen al mismo tiempo, el protocolo detecta la colisión y pide a las estaciones que envíen nuevamente.

Ethernet se basa en el principio de que cada estación tiene la misma oportunidad de usar la red. Las redes como Ethernet utilizan conexiones de red pasivas, de modo que las estaciones que no están involucradas en una transmisión no afectan el flujo de la información transmitida de manera alguna.

En general, el protocolo Token Passing requiere una relación diferencial entre señal y ruido de 23 db, mientras que el de contención Ethernet requiere solamente 13 db. Por esa razón es fácil ejecutar en Ethernet 10 Mbps en un par telefónico sin protección, mientras que IBM recomienda fuertemente el cable protegido aún para la Token Ring de 4 Mbps.

Ethernet soporta con éxito cientos de estaciones.

Topología. La topología de la red se refiere a cómo se establece y se cablea la red. La elección de la topología afectará la facilidad de la instalación, el costo del cable y la confiabilidad de la red. Tres de las topologías básicas de red son la estrella, el bus y el anillo.

En las topologías de estrella, cada estación se conecta con su propio cable a un dispositivo de conexión central, bien sea un servidor de archivo o un concentrador o repetidor. Esta topología utiliza más cable que las topologías de bus, pero es mucho más fácil aislar las fallas. Si una estación funciona mal en la red, solamente se apaga la estación individual afectada. El resto de la red continúa operando sin interferencia. La topología de estrella es ideal para muchas estaciones que se localizan a una gran distancia aparte. La flexibilidad de la estrella permite hacer una fácil instalación, y hace fácil agregar, relocalizar, o remover estaciones de la red.

En las topologías de bus o lineales, todas las estaciones se conectan a un cable central llamado "bus". Este tipo de topología es fácil de instalar y requiere de menos cable que la topología de estrella.

En las topologías de anillo, las estaciones se conectan físicamente en un anillo, terminando el cable en la misma estación de donde se originó.

Esto hace que las topologías de anillo sean más difíciles de instalar que las topologías de estrella o de bus. Ya que cada estación repite activamente todos los mensajes, la falla de una estación rompe el anillo, causando que toda la red se apague, a menos que se integre una costosa redundancia en el sistema. La topología de anillo ha dejado de ser popular, cediendo su paso a la topología de anillo modificado, en la cual la falla de una estación no significa la caída de la red. Arcnet y Token Ring son una muestra de lo que se considera anillo modificado, o anillo de estrellas.

Ethernet tiene no solo las ventajas del bus y el anillo combinadas, sino que un gran número de fabricantes se han dedicado a proveer diversos tipos de concentradores y repetidores que facilitan el diseño de las redes Ethernet y monitorean su funcionamiento. Token Ring utiliza una topología de anillo conectado con estrella. Las estaciones se enlazan en una estrella alrededor de un concentrador repetidor o MAU (Multiple Acces Unit, Unidad de acceso múltiple). Los repetidores, a su vez, se conectan en un anillo, sirviendo el repetidor como un punto de conexión con los dispositivos cercanos.

Cableado. El cableado puede llegar a representar una porción substancial del costo de la instalación total de la red. Elegir un cable equivocado podría tener un gran impacto sobre el funcionamiento y la confiabilidad de la red. Arcnet y Ethernet pueden utilizar un cable coaxial, de fibra óptica o telefónico. Token ring utiliza cable especial de par torcido o de fibra óptica. El cable coaxial soporta velocidades de transmisión de datos mucho más altos que el cable telefónico y es relativamente fácil de instalar. Puede utilizarse para conectar estaciones mucho más apartadas que con el telefónico y está protegido para resistir la interferencia electromagnética.

Tráfico. El número de estaciones y el tipo de aplicaciones definirá el tipo de tráfico de la red. En las redes con una actividad ligera, la mayor parte del procesamiento se realiza en la estación de trabajo y requiere de poco acceso a los recursos comunes como disco duro, impresoras, etc. Los datos pueden leerse de la red, manipularse en la estación de trabajo, y luego salvarse en el disco compartido. En las redes de carga mediana a pesada, con frecuencia se requiere el acceso al disco de la red y ocasionalmente, la transferencia de datos máxima que la red puede ofrecer. Las aplicaciones incluyen manejos de base de datos continuas tales como entradas de órdenes, inventario y transacciones de contabilidad, clasificación, índice y generaciones de reportes. Mientras más tráfico tiene una red, requiere de un protocolo más rápido para atender a las constantes llamadas de la estación al servidor.

Ethernet en general es más rápida y es una alternativa que debe siempre de considerarse, desde luego con su precio mayor y dificultad, en el caso de coaxial, del

cableado del bus lineal. Ethernet ofrece ante todo una gran estandarización a lo largo de un gran número y gran diversidad de fabricantes de equipo esta es una de sus grandes ventajas.

Como funciona le red de Ethernet

Este tipo de redes utiliza una topología de bus lineal con un protocolo de acceso CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection).

En este tipo de red cada estación se encuentra conectada bajo un mismo bus de datos, es decir que las computadoras se conectan a la misma línea de comunicación (cableado), y por esta transmiten los paquetes de información hacia el servidor y/o los otros nodos.

Cada estación se encuentra monitoreando constantemente la línea de comunicación con el objeto de transmitir o recibir sus mensajes. Si la línea presenta tráfico en el momento que una estación quiere transmitir, la estación espera un periodo muy corto (milisegundos) para continuar monitoreando la red.

Si la línea esta libre, la estación transmisora envía su mensaje en ambas direcciones por toda la red. Cada mensaje incluye una identificación del nodo transmisor hacia el receptor y solamente el nodo receptor puede leer el mensaje completo.

Cuando dos estaciones transmiten sus mensajes simultáneamente una colisión ocurre y es necesaria una retransmisión. Ya que el nodo aún está monitoreando, sabe que ha ocurrido una colisión, es decir, es capaz de detectar la colisión, e intentara de nuevo la transmisión del mensaje. El protocolo incluye las reglas que determinan cuánto tiempo tendrán que esperar los nodos o estaciones para realizar sus envíos nuevamente.

La velocidad de transmisión de Ethernet es de 10 Mbps, por lo contrario de lo que se pudiese pensar conforme al tipo de comunicación y operación, en el que se tienen tiempos de respuesta inconsistentes e imprecindibles, su rendimiento es muy superior al de otro tipo de redes locales.

El protocolo CSMA/CD. (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection; Acceso múltiple del sentido de transporte/Detección de colisiones). En este protocolo de acceso, que se utiliza en redes Ethernet, un mensaje se transmite por cualquier estación o nodo de la red en cualquier momento, mientras la línea de comunicación se encuentra sin tráfico. Es decir, antes que ese nodo se transmita, toma un tiempo para verificar que ningún otro lo esté haciendo. Por lo tanto, el primer mensaje que se envía es el primero en atenderse.

Cuando dos o más nodos transmiten simultáneamente, ocurren colisiones y, entonces, el proceso se repite hasta que la transmisión es exitosa; así se impide la pérdida de datos.

Debido a que entre más transmisiones se intenten, más colisiones pueden ocurrir, los tiempos de respuesta son inconsistentes e impredecibles, pero debido a la gran velocidad de transferencia de información con que cuenta Ethernet (10 Mbps), su rendimiento es muy superior al de otras redes.

Estándares. En la actualidad es común hablar de estándares, y que son éstos sino un conjunto de lineamientos que todos están dispuestos a cumplir.

En el mundo de la computación, cuando se establece un estándar y un fabricante lo cumple se dice que su producto es compatible. De esta manera, los fabricantes pueden desarrollar productos de red que puedan desempeñarse con otros productos que a su vez también lo sean.

Para las redes locales, organizaciones tales como la Asociación de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos (IEEE). Principalmente, cuyo producto es el 802, desarrollan estándares de comunicación. Este proyecto, en particular, tiene como finalidad establecer el procedimiento para lograr la comunicación entre los nodos de una red.

Cables para redes locales.

Cable coaxial. El cable coaxial se conforma por un alambre conductor básico cubierto por una placa metálica que actúa como tierra. El alambre conductor y la tierra se encuentran separados por un aislante plástico y, finalmente, todo el conjunto está protegido por una cubierta exterior, también aislante, a la que por lo común se le llama *jacket*. Su principal característica es que pueden transportar una señal eléctrica a mayor distancia entre más grueso es el conductor. El cable grueso suele ser más caro y menos flexible.

Las redes Ethernet de tipo bus se pueden implantar con dos tipos de cable coaxial. Una de ellas opera con cable coaxial delgado RG/58-A/U de 50 ohms, 0.2 pulgadas de diámetro y permite transportar una señal hasta 300 metros, sin el uso de repetidores. Las principales ventajas de este tipo de cable son las siguientes:

- Transmisión de voz, video y datos.
- Fácil instalación.
- Compatibilidad con Arnet y Ethernet.
- Ancho de banda de 10 Mbps.
- Distancias hasta de 600 metros sin necesidad de repetidores.
- Muy buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales.
- Precio promedio. \$1 00 dolar estadounidense por metro de cable delgado y \$2.5 dólares por metro de grueso.

Cable telefónico. El cable telefónico se forma principalmente por dos alambres de cobre que se encuentran aislados por una cubierta plástica y torcidos uno contra el otro. Es esta característica la que los distingue con el nombre de cables de par torcido (Twisted Pair). El par torcido, a su vez, se encuentra cubierto por una cubierta aislante y protectora en la capa exterior denominada *jacket*.

Los cables con los conductores de cobre más delgados y menos protegidos por un *jacket* están dentro de la clasificación de cables tipo UTP (Unshielded Twisted Pair; par torcido sin blindar). Son sumamente baratos, flexibles y permiten manipular una señal a una distancia máxima de 110 metros sin el uso de amplificadores.

Los cables de conductores más gruesos y muy bien cubiertos por un *jacket* son denominados del tipo STP (Shielded Twisted Pair; cables de par torcido blindado). Estos últimos son más caros y menos flexibles que los UTP, pero permiten un rango de operación de hasta 500 metros, como es el caso de las instalaciones de tipo Token Ring STP cuando se instalan redes con un número máximo de 15 unidades MAU (Multiple Access Unit) con tarjetas de 4 Mbps.

En general, el cable telefónico viene en conjuntos típicos de 2, 3, 4, 6, 12, 16, y 25 pares de cables torcidos, sin embargo, para redes locales de tipo UTP sólo se necesitan dos pares de cable para conectar a cada nodo de la red.

Las causas de falla de cables generalmente se deben a factores humanos (una ruptura accidental) y raras veces a factores ambientales, debido a que la vida útil de un cable bien instalado y protegido supera los 10 años.

Los cables UTP y STP para redes de tipo Ethernet y Token Ring deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tener una impedancia entre 85 y 115 ohms a 10 Mhz.
- Presentar una atenuación máxima de 11 db/110 metros a 10 Mhz, o una atenuación máxima de 7.2 dB/110 metros a 5 Mhz.

Los cables telefónicos tienen como principales ventajas:

- Tecnología conocida.
- Facilidad y rapidez de instalación.
- Compatibilidad con Ethernet, Token ring y Starlan.
- Ancho de banda de 10 Mbps.
- Distancias de hasta 110 metros con cables UTP y de hasta 500 metros en caso de cable STP.
- Excelente relación de precio rendimiento.
- El precio promedio del cable UTP es de \$ 0.60 dólares por metro en tanto que el cable STP es de \$2.50 dólares por metro.
- Buena tolerancia a interferencias debidas a factores ambientales.

CAPITULO IV.

Ventajas y desventajas entre las redes de Ethernet y Token Ring.

Ethernet.- Basada en la técnica CSMA-CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) de 10 Mbps, en la cual todas las estaciones contienen por igual por el acceso al bus de la LAN. Si una estación detecta que no hay transmisión en la LAN, transmite. En caso de que dos estaciones transmitan simultáneamente ambas advertirán que han entrado en colisión, esperarán un breve período predeterminado y volverán a transmitir.

Las ventajas del Ethernet incluyen:

- Una norma bien definida para cables UTP, fibra óptica y coaxial.
- Equipos relativamente económicos.
- Hubs inteligentes que brindan un alto nivel de administración y tolerancia a las fallas.

Las desventajas del Ethernet son:

- Limitaciones topológicas en cuanto al número de repetidores, número de estaciones y limitaciones de distancia debidas a las demoras.
- La técnica CSMA/CD que reduce el throughput de la red (aproximadamente un 30% antes que el tiempo de respuesta aumente significativamente).

Token Ring.- Basado en la tecnología "Token Passing" de 4 o 16 Mbps, en la cual una trama única (el "Token" o símbolo) es pasada por una trayectoria cerrada (el "Ring" o anillo) de modo tal que solo una estación que captura el Token puede acceder a la LAN. Se basa en un sistema estructurado de cableado por el cual todas las estaciones están conectadas en configuración de estrella a un hub o unidad de acceso ubicado en el centro de cableado.

Las ventajas del Token Ring incluyen:

- Protocolo determinista que garantiza tiempos de respuesta confiables y alto throughput (alrededor del 70% antes que los tiempos de respuesta aumenten significativamente).
- Un alto grado de tolerancia a las fallas y confiabilidad incorporados a la normal alto grado de flexibilidad en la topología, en lo que hace a distancias y tipos de medio físico de conexión.
- Incluyendo STP, UTP y fibra óptica.

Las desventajas del Token Ring son:

- Equipos de mayor costo.
- A causa del jitter*, no pueden por lo general haber más de 250 estaciones por LAN.

jitter*: Distorsión de las líneas de comunicación analógicas causadas por una variación en las posiciones de referencia temporal de una señal. Puede causar pérdida de datos, particularmente a altas velocidades.

La ventaja del cableado de fibras ópticas.

La fibra es el medio más económico de transmisión de grandes cantidades de voz, vídeo y datos de alta calidad a largas distancias. La fibra tiene el ancho de banda mayor de cualquier medio por alambre, y lo hace sin sacrificar el rendimiento. La atenuación es mínima y la retroreflexión (o "crosstalk") no existe. Debido a que la fibra es un medio dieléctrico, es inmune a la interferencia electromagnética (EMI) y a la interferencia de frecuencia de radio (RFI). También, debido a que no conduce electricidad, la fibra puede ser instalada en ambientes peligrosos o sensitivos a las chispas.

Cables de fibras ópticas vs. cables de cobre de alto rendimiento.

PARÁMETRO	FIBRA ÓPTICA	CABLE DE COBRE
Distancia de transmisión	1,000 metros (MM)* 10,000 metros (SM)*	100 metros
Ancho de banda	500 Mbps (MM) multigigabit (SM)	100 Mbps
Retroreflexión (NEXT)	Ninguna	44 dB
EMI	Ninguna	Problema
RFI	Ninguna	Problema
Fallas a tierra, rayos	Ninguna	Gran problema
Seguridad	Segura	Fácilmente empalmado
Apoyo de multimedios	Si	Cuestionable
Facilidad de identificación de fallas/pruebas de instalación	Simple	Difícil
Duración (vida)	10-15 años	3-5 años

MM*: multimodo

SM*: monomodo

Cable Comercial (F.O) A Aplicar a Redes.

Normalización.

Existen 2 normas principales para cableado estructurado:

EIA/TIA 568 A.- Norma de industria emitida en Estados Unidos por la asociación de la Industria de Telecomunicaciones junto con la Asociación de la Industria Electrónica, la primera edición se hizo en 1991 y la revisión "A" se aprobó en octubre de 1995.

ISO/IEC 11801.- Norma internacional publicada en mayo de 1995 por la Organización Internacional de Normalización con la Comisión Electrotécnica Internacional.

Hay versiones de que la TIA/EIA 568 A exige cable sin blindaje (UTP) y la ISO/IEC 11801 blindado (FTP). Esto no es correcto ya que ambas normas aceptan varias opciones de cable:

Cables Aceptados.

EIA/TIA 568 A

UTP 100 Ohms 4 pares o más

STP 150 Ohms 2 pares

Fibras multimodo 62.5

Fibras monomodo

ISO/IEC 11801

UTP 100 Ohms 2, 4 pares o más

FTP 100 Ohms 2, 4 pares o más

STP 150 Ohms 2 pares o más

FTP 150 Ohms 2 pares o más

UTP 120 Ohms 2, 4 pares o más

FTP 120 Ohms 2, 4 pares o más

Fibras multimodo 62.5

Fibras monomodo

Las fibras ópticas pudieran utilizarse a todo lo largo de un cableado con mejores características técnicas, su uso se limita en la actualidad por factores económicos o de facilidad de uso:

- a) El usar fibras en el 100% del cableado rara vez es la opción óptima en costo.
- b) Existe mayor experiencia en general con cables de cobre que ópticos para instalación y mantenimiento.

c) Un sistema híbrido de fibra más cobre necesita tener intercalados convertidores optoelectrónicos y multiplexores (para aprovechar la fibra) lo que rompe con la simplicidad original de tener un cableado totalmente pasivo.

Esto último es un precio bajo por las mejores características de la fibra además de que ya se mencionó en algunos casos no hay otra opción, por lo que se espera un uso cada vez mayor de fibra para redes de datos.

El tipo de fibra más común es la multimodo, ya que la monomodo está muy sobrada para la aplicación y requiere conectores y emisores más caros.

Los componentes típicos de un sistema de fibra óptica son los siguientes:

Sistemas verticales.

Troncal, cable ascendente y cable de distribución.

Estantes de distribución, paneles conmutadores y cajas de terminación.

Conjuntos de cables de puente y cables de conexiones temporales.

Sistemas horizontales.

Cables horizontales (de dos a cuatro fibras).

Paneles de parcheo y cajas de terminación.

Salidas de información multimedios.

Conjuntos de cables para puenteo y cables de parcheo temporales.

Ensamble de cables puentes de fibras ópticas y de los cables de interconexión.

Ofrece cable de dos fibras para construcción interior.

Satisface los mismos requerimientos de rendimiento que los cables centrales ("backbone") y los horizontales.

Proporciona una orientación de cruce para interconexiones provisionales o para equipo de interconexión.

Fibra Óptica-Sistema Multimodo de 62,5/125 μm

Cables multimodo de fibras ópticas para aplicaciones en cables "backbone" y horizontales:

Tienen un diámetro nominal de centro/cubierta de 62,5/125 μm .

Tienen fibras ópticas de índice gradual.

Satisfacen o superan los requerimientos definidos por las especificaciones contenidas en la EIA/TIA-568 y en la FDDI*.

Soportan las redes mayores de 1000 Mbps para la especificación de cableado horizontal de 90 metros.

Tipo de Fibra	Ancho de Onda (nm)	Atenuación** (dB/km)	Ancho de Banda** (Mhz/km)
62,5/125	850	3,5	160
62,5/125	1300	1,0	500

Fibra Óptica-Sistema Monomodo.

Cables Monomodo de fibras ópticas para aplicaciones en los cables "backbone" y horizontales:

Tienen un diámetro nominal de centro/cubierta de 10/125 μm .

Satisfacen o exceden los requerimientos definidos por las especificaciones de las normas EIA/TIA-568 y FDDI.

Soportan las redes de alta velocidad para multimedios, video, y distribución de datos.

Proporcionan un canal para datos, de alta velocidad y baja pérdida, sobre múltiples kilómetros para aplicaciones troncales entre edificios.

Tipo de Fibra	Ancho de Onda (nm)	Atenuación** (dB/km)	Ancho de Banda** (Mhz/km)
10/125	1300	0,5	1000

* FDDI, Fiber Distributed Data Interface: Interfase de datos distribuidos por fibra. Estándar definido por ANSI que especifica una red token passing de 100 Mbps empleando cable de fibra óptica.
"backbone" Red fundamental. Actúa como conducto primario (o "espinna dorsal") de tráfico que usualmente viene de, o va hacia, otras redes.

** Depende del fabricante.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Conectores para fibra óptica.

El conector de fibra óptica es un componente crítico de la red, y debe elegirse cuidadosamente ya que la más ligera falta de alineación puede resultar en una significativa pérdida de potencia.

Tipo ST ó T568-SC.

Capaz de hacer conexiones de una o de dos fibras.

Utilizados en las conexiones provisionales principales, intermedias, en los gabinetes (clósets) de telecomunicaciones, y en las salidas de telecomunicaciones.

La máxima atenuación por cada par de conectores acoplados es de 1,0 dB.

Capaz de acoplarse y desacoplarse más de 200 veces.

Conectores CamLite ST compatible y SC -no necesitan curado o pulido.

Los conectores de la serie CamLite simplifican la terminación en el campo de las fibras ópticas. Destinados para ser usados cuando se instalan unos pocos conectores a la vez, el conector CamLite puede ser usado en el escritorio o durante el mantenimiento y la restauración. Los conectores SC y ST compatible no requieren del uso de epoxi , ni pulido para hacer conexiones consistentes. de baja pérdida, en menos de un minuto. Una tenaza engarzadora, un hendedor y una herramienta para pelar los cables, es todo lo que se necesita para terminar la instalación. El conector CamLite está diseñado para ser usado ya sea con la fibra 900 con separador, o con las fibras con envoltura de 3,0 mm. Además, el conector CamLite cumple con las normas de la industria de amplitud de temperatura de operación de -40 °C a 70 °C.

Conectores ST compatible y SC - curados por luz UV (ultra violeta).

Los conectores ST compatible y SC de Siecor , instalables en el campo y de curado por luz UV, se arman en menos de 5 minutos. Los conectores utilizan un adhesivo UV de un sólo material que se cura en 45 segundos, eliminando la necesidad de hornos de curado, y el consiguiente tiempo de calentado y enfriamiento. Los conectores son excelentes para grandes instalaciones o en cualquier lugar donde hay una alta concentración de conectores. Los conectores son para 62,5/125 μm o 50/125 μm fibra multimodo, tienen una envoltura/subunidad OD de 3,0 mm, y son ideales para ser usados con instalaciones de cables de separadores apretados, MIC y tubo flojo.

Conector ST compatible-curado en horno.

Los conectores de epoxi ST compatible y SC de Siecor, de curado tradicional en horno, tienen un casquillo (férula) de cerámica zirconia o compuesto. Los conectores SC son excelentes para grandes instalaciones o en cualquier lugar donde hay una alta concentración de conectores. Los casquillos vienen preradiados para obtener un mejor resultado en relación a la pérdida de retorno en el campo, en comparación a los conectores de cerámica chatos.

Instalación de la fibra óptica en la Facultad de Ingeniería y DGSCA

Antecedentes

Desde 1986 la Facultad de Ingeniería se incorporo a la REDUNAM y por medio de ella a Internet. En éste principio, se crearon 3 dominios que fueron, a saber, los correspondientes a la división de estudios de posgrado (conocida como depfi.unam.mx), a la antigua división de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Electrónica e Industrial (conocida como FIDIEEC) y el antiguo Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería, a cargo de la secretaria general en el edificio principal (conocida como cecafi.unam.mx).

Con el incremento de usuarios de INTERNET, y el rápido crecimiento de equipo de cómputo basado en procesadores RISC y el sistema operativo UNIX, la Facultad se ve en la necesidad de proveer del servicio de INTERNET a todos sus edificios, es así como surge el plan de desarrollo de la red de la Facultad de Ingeniería.

El primer paso que se tomó, fué llegar a un acuerdo con el comité asesor de cómputo para generar un plan de desarrollo de red, y con el apoyo del director Ing. Jose Manuel Cobarrubias, se dio el visto bueno al plan.

El plan se proyectó a 5 años. Durante el primer año, se instaló la red de fibra óptica necesaria para dar servicio a los edificios en la zona de los edificios de Ciencias Básicas, DIMEI, y DIE.

Los problemas inmediatos a resolver fueron la asignación de un dominio, la distribución de direcciones IP de acuerdo a las necesidades proyectadas por las divisiones, y la distribución de recursos, de manera que resultara equitativa.

La política que se siguió, fué:

Cada edificio contará con un concentrador de F.O. de 6 puertos, para dar servicio a todos los pisos por medio de un backbone de fibra óptica.

La asignación de concentradores de F.O se hizo de acuerdo al crecimiento esperado es 5 años por las divisiones. La elección de los equipos se basó en la posibilidad de crecer de un esquema compartido de 10 Mbps a 100 Mbps efectivos.

Se instalará en cada piso de los edificios que así lo requieran, un concentrador de UTP (HUB), de 12 o 24 puertos, de acuerdo a las necesidades mostradas en su planeación a 5 años.

En caso de que una División o Secretaría requiera mayor cantidad de puertos, será responsabilidad de esta el asignar parte de su presupuesto para adquirir los concentradores necesarios.

Una vez definidos estos puntos, se hizo manifiesta la necesidad de contar con un grupo que se encargara de coordinar, controlar y vigilar el crecimiento de las redes en los diferentes pisos.

Por su parte la DGSCA manifestó que solamente puede reconocer a una persona como encargada de la red.

Es por esto que el comité asesor de cómputo decide crear el grupo encargado de estas funciones, formado por representantes de todas las divisiones y secretarías, siendo la Secretaría General la encargada del contacto con DGSCA.

Características de la red puesta en DGSCA.

- La instalación física tardó cerca de 3 meses.
- Intervinieron en la instalación 2 empresas que fueron:
Delta Sistemas y Neeps Ingeniería.
- 2 cuadrillas de cada empresa que constó de 6 personas cada cuadrilla.
- En la parte exterior se utilizó Tubo galvanizado de 5 pulgadas; esto fué en las zonas principales.
- La profundidad fue de metro a metro y medio, la cual esta por medio de en un ducto
- En la transmisión se utilizan solo datos en la Facultad de Ingeniería.
Estas son normas de DGSCA y el video se utiliza por medio de otro cable.
- Se utilizó en total de cable de 2 km a 2 km y medio.
- La longitud de cable utilizado entre 2 edificios fue de 350 metros.
- Se manejo una atenuación máxima de 2.5 db por Km.
- Se utilizaron transceivers dobles de ida y vuelta de marca 3COM y capacidad de 10 Mbps
- Transceivers externos al puerto AUI de marca 3COM y capacidad de 10 Mbps.
Aunque en este caso ya existían transceivers de marca DEC.
- Los conectores son de tipo ST compatible y su marca de AT&T
- Solamente se utilizó el conector cuando llegaba al concentrador.
- Cada conector de fibra óptica costo 20 dolares.
- Es una red Ethernet de velocidad de 10 Mbps y un cableado UTP Nivel 5.
- La conexión es en la mayoría de laboratorios de centro de computo de la Facultad de Ingeniería, la conexión fué en 4 zonas principalmente.
- Cuando se necesiten más nodos se utiliza un concentrador esto es apilable.

Conclusiones.

En esta tesina me di cuenta de lo importante que sera en el futuro el uso de la fibra óptica, pues hoy en dia ha avanzado bastante el uso de este medio de comunicación, mientras más se utilice este medio como en la actualidad el costo de las instalaciones va a disminuir bastante y será muy fácil encontrar este producto en diferentes empresas, pues en la actualidad solamente en empresas especializadas en este producto se puede conseguir. Es muy sorprendente que por un medio tan delgado como el de la fibra óptica pueda transmitirse bastante información y usando los medios adecuados no se pierda la misma. En este producto al saber invertir en un buen proyecto nos ahorraremos muchos conectores, muchas horas de trabajo-hombre, etc.

Aqui se observó que al ir adentrando más en este tema su aplicación a las redes LAN, es muy necesaria y por lo mismo trae muchos beneficios respecto a respuesta en la velocidad de los datos, que es lo que se busca en una instalación de una red.

Como se pudo apreciar una red Ethernet es muy eficaz, tiene un precio medio y una mayor velocidad de respuesta y al mismo tiempo más adelante en el futuro se puede ampliar sin necesidad de reconstruir de nuevo la red. Hablando de precios en las diferentes tipos de redes Arcnet es la solución, pero si se busca una estandarización a diversos ambientes y alta velocidad, Ethernet es mejor. Si se exige integración IBM, solo se considera la de Token Ring. Así que cada red se adapta a las necesidades del usuario según lo requiera.

Como se menciona dentro del capítulo IV, la instalación de la fibra óptica no es del 100% en la instalación sino que lleva una parte de cable de UTP ó STP según se haya proyectado, pues una instalación así resulta más económica y lleva sus respectivos transceivers, lo necesario para hacerla más eficiente, mientras que una instalación del 100% de fibra óptica es muy costosa.

Bibliografía

Hildeberto Jardón Aguilar, Roberto Linares y Miranda
"Sistemas de comunicaciones por fibras ópticas"
Ed. AlfaOmega México 261 p.

Centro de Optica ITESM
"Fibras Opticas" Ed. Conductores Latincasa, Monterrey México 328 p.

Conductores Latincasa
"Comunicaciones por fibra óptica" Ed. Ericsson, México D.F. 64 p.

ANIXTER
"SIECOR productos de fibras ópticas" Sistema de transporte Universal U.S.A.
1994. Anixter Inc.

ANIXTER
"Programa de rendimiento total del sistema". Tecnología de cableado para los años 1990s y
futuros. U.S.A 1994 Inc.

ANIXTER
"Cables Condumex para aplicaciones en redes locales". Conducel S.A. de C.V.
México, D.F. Marzo 1996.

RAD data communications.
"Productos para la comunicación de datos". RAD Febrero 1996.

CISCO SYSTEMS
"Interconexión de redes: Términos y Acrónimos". México, D.F.