

4593

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

FIME

**INGENIERIA EN ELECTRONICA Y
COMUNICACIONES**

**TEMA: INTRODUCCION A LAS FIBRAS
OPTICAS**

**NOMBRE: FRANCISCO JAVIER ALMAGUER TARACO
MATRICULA: 654859**



K5013
59
55
.1

SAN NICOLAS DE LOS GARZA A 6/NOV/1996



1080087040

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

FIME

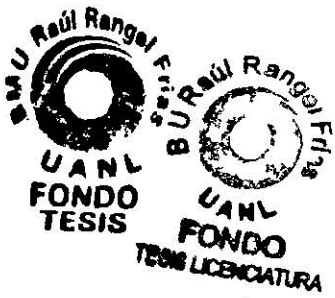
***INGENIERIA EN ELECTRONICA Y
COMUNICACIONES***

***TEMA: INTRODUCCION A LAS FIBRAS
OPTICAS***

***NOMBRE: FRANCISCO JAVIER ALMAGUER TARACO
MATRICULA: 654859***

SAN NICOLAS DE LOS GARZA A 6/NOV/1996

T
TK5103
.59
A55



ÍNDICE DE TEMAS

I.- BREVE HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA DE LAS FIBRAS ÓPTICAS

II.- FUNDAMENTOS DE LA FIBRA OPTICA

- 2.1- PRINCIPIOS DE LA TRANSMISIÓN POR FIBRA OPTICA
- 2.2- COMPONENTES DE LA FIBRA OPTICA

III.- FIBRA OPTICA

- 3.1- TIPOS DE FIBRA OPTICA

IV.- APLICACIONES DE LA FIBRA OPTICA

- 4.1- INDUSTRIA DE LA RADIODIFUSIÓN
- 4.2- COMPUTADORAS
 - A) REDES DE AREA LOCAL
 - B) FIBRAS ÓPTICAS EN LAN'S
- 4.3- SISTEMAS DE CONTROL E INSTRUMENTACION
 - A) SISTEMAS DE CONTROL
 - B) INSTRUMENTACION
- 4.4- COMUNICACIÓN DE DATOS
- 4.5- VÍDEO DIGITAL
- 4.6- APRENDIZAJE A DISTANCIA (TELE- AULAS)
- 4.7- IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN
- 4.8- USOS MILITARES
- 4.9- SEGURIDAD Y VIGILANCIA
- 4.10- TELECOMUNICACIONES
- 4.11- TELECONFERENCIAS

I.- BREVE HISTORIA DE LA TECNOLOGIA DE LAS FIBRAS OPTICAS

El primer experimento relacionado con las fibras ópticas fue desarrollado en 1870 cuando la Sociedad Real Británica en Londres, Inglaterra fue testigo de una demostración dada por el filósofo , John Tyndall. Tyndall, usó un chorro de agua que fluía de un contenedor hacia otro en un rayo de luz , demostrando que la luz usa reflexiones internas para seguir una trayectoria definida. Como el agua fluye a través del contenedor , Tyndall dirigió el rayo de luz hacia la trayectoria del agua. La luz , como fue visto por la audiencia, siguió una trayectoria en zigzag dentro de la trayectoria curvada del agua . Esto marcó el primer descubrimiento en la transmisión de la luz .

El desarrollo de la tecnología láser fue un importante paso para el establecimiento de la industria de la fibra óptica . En 1957 Gordon Gould popularizó la idea de usar lasers . Como estudiante de la Universidad de Columbia, el describió al láser como una fuente intensa de luz . Charles Townes y Arthur Schawlow y los Laboratorios Bell ayudaron a popularizar al láser en los círculos científicos . Esta fuente fue siendo utilizada por las siguientes generaciones incluyendo el láser de rubí y el láser de helio-neon en 1960 .

Con capacidades de transmisión de información de 10,000 veces mayor que las usadas por la radio-frecuencia , los lasers le dieron gran importancia a la transmisión de información , esto no fue olvidado por los ingenieros en comunicaciones. Sin embargo , el láser no era apropiado para transmisiones al aire libre, debido a que factores como el clima, el smog y otras condiciones del medio ambiente podían afectar de manera importante.

La invención del rayo láser 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 eran las impurezas de los materiales utilizados . Esto fue investigado en 1966 por Charles Kao y George Hockman de la Standard Telecommunications Laboratories , en Inglaterra , cuando las atenuaciones en las fibras conocidas eran del orden 1000 db/km . Cuatro años mas tardes tres físicos de la Corning Glass Work ; Maurer, Keck y Kaprum , eliminaron las impurezas en las fibras al suprimir los vapores dentro del tubo de vidrio que las constituye; logrando con ello , una mayor firmeza en el material diseñando fibras con atenuaciones hasta de 20 db/km.

El siguiente paso fué el poner la tecnología a trabajar en el campo. En los 70's la fuerza Naval de los Estados Unidos instaló un enlace telefónico con fibras ópticas a bordo del USS Little Rock . La fuerza militar instaló el primer enlace práctico en 1977.

Las aplicaciones comerciales pronto siguieron el ejemplo de las fuerzas militares. En 1977 , AT&T y GTE instalaron sistemas telefónicos con fibras ópticas , una aplicación que inmediatamente tuvo éxito debido a su confiabilidad y funcionamiento . Como resultado de esto las redes telefónicas con fibras ópticas son muy comunes en nuestros días . Además las computadoras , redes de información y comunicaciones de datos fueron lentamente aplicando este sistema , estos campos fueron encontrando aplicaciones en sistemas de transmisión que era inmune al ruido , y además transmitía grandes cantidades de información usando cables no tan pesados .

La manera en que la fibra sea mas pura y los lasers sean mas poderosos abrirán la puerta para que se incrementen las características tales como ancho de banda , distancias etc.

II.- FUNDAMENTOS DE LA FIBRA OPTICA

En el creciente mundo de las comunicaciones , las fibras ópticas ofrecen un método de transmisión que permite rapidez , simplicidad y eficiencia en las comunicaciones. Los sistemas con fibras tienen muchas ventajas por encima de los sistemas de cable de cobre.

- Inmunidad a la Radiación Electromagnética
- Peso Ligero
- Gran Ancho de Banda lo que permite que mas información sea enviada.
- Capacidad de Transmisión a Largas Distancias
- Mejor Calidad de la Señal .
- Costos.

2.1 - PRINCIPIOS DE LA TRANSMISION POR FIBRA OPTICA

Los principios de los sistemas de fibras ópticas son relativamente simples. Como es mostrado en la figura 2.1 , los enlaces con fibras ópticas contienen tres elementos básicos : el transmisor que permite la entrada de datos , la fibra optica que acarrea los datos , y el receptor el cual decodifica la señal optica para la salida de datos .

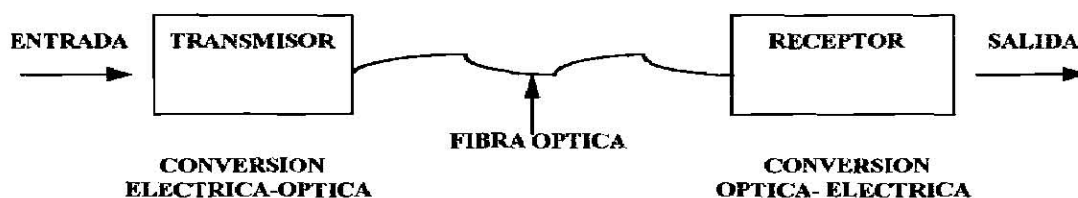


FIGURA 2.1
ELEMENTOS DE UN ENLACE DE
FIBRAS OPTICAS

El transmisor mostrado en la figura 2.2 , usa una interface eléctrica , ya sea audio, vídeo o alguna otra forma de entrada eléctrica , para alinear los datos hacia la modulación . Hay tres formas típicas de modular la señal :

Modulación en Amplitud (AM), Modulación en Frecuencia (FM) , y Modulación Digital . La salida de la modulación es transformada en pulsos de luz por medio de diodos emisores de luz (LED) o los diodos láser (LD). La longitud de onda de estas fuentes emisoras están en los rangos de 660nm a 1550nm para aplicaciones de fibras.

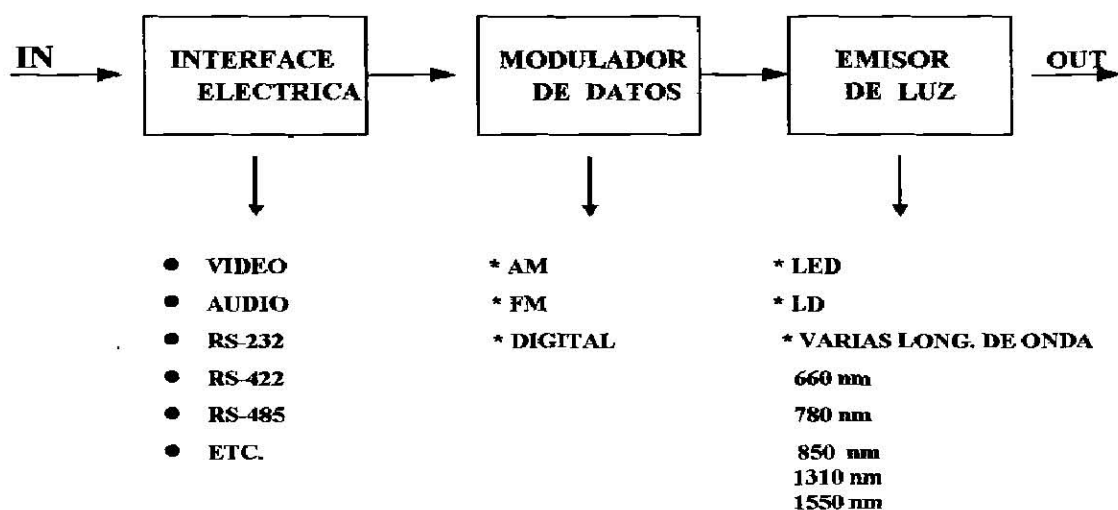


FIGURA 2. 2 TRANSMISOR DE FIBRA OPTICA

El receptor mostrado en la figura 2.3 , transforma la señal de luz de nuevo en señal eléctrica. Hay dos tipos de detectores que pueden ser usados : el Fotodiodo (PIN) o el Fotodiodo de Avalancha (APD) . Típicamente estos detectores están hechos de Silicio, o Germanio . La señal detectada y amplificada es enviada después al demodulador que convierte los pulsos de nuevo en senales eléctricas , que se traducen en vídeo, audio a otras formas a la salida.

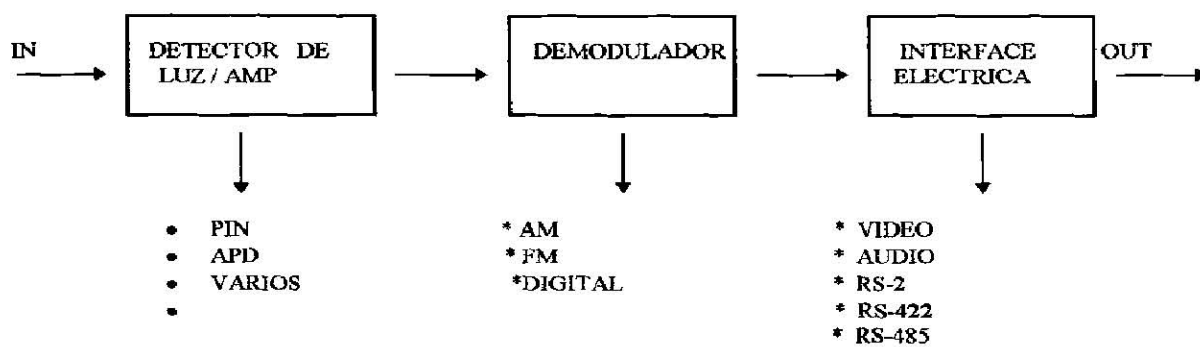
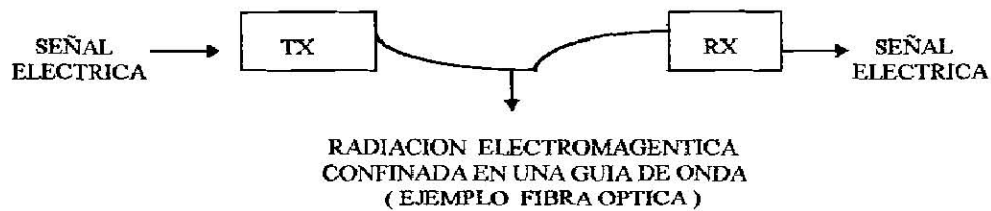
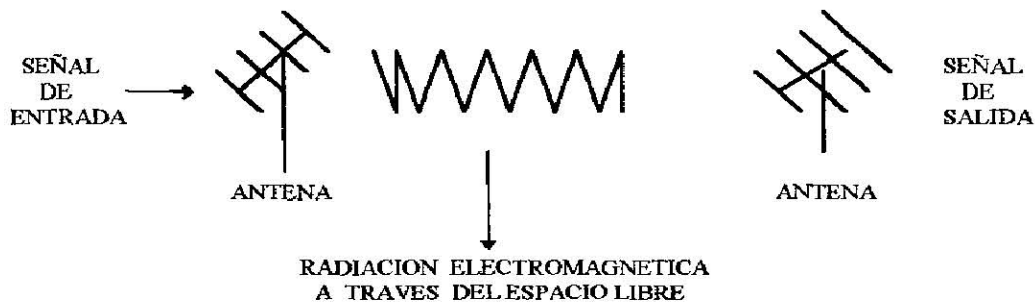
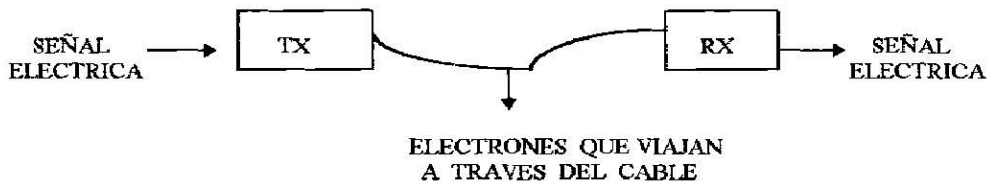


FIGURA 2.3 RECEPTOR DE FIBRA OPTICA

La siguiente figura explica los tres medios de transmitir información



El primer esquema es una transmisión coaxial, de una manera simple, este es un método que utiliza un cable de cobre para transmitir una señal eléctrica modulada que es la que contiene la información.

El segundo método es la transmisión por el espacio libre. Esta es la manera de como las señales de radio y de TV son recibidas. El último método es la transmisión por guía de onda, este esquema describe la transmisión por fibra óptica. La guía de onda (fibra óptica) confina la radiación electromagnética (luz) . La fibra óptica ofrece lo mejor de ambos tipos de transmisión , la coaxial y la del espacio libre.

La fibra óptica tiene la ventaja de la transmisión coaxial , la habilidad de acarrear una señal desde un punto A a un punto B sin cubrir el limitado espectro electromagnético, sin embargo, la fibra no tiene la desventaja de la transmisión coaxial : el muy limitado ancho de banda y la velocidad de transmisión. La fibra también tiene las ventajas de la transmisión por el espacio libre, es decir, el ancho de banda.

2.2.- COMPONENTES DE LA FIBRA OPTICA

FIBRA.- las fibras ópticas son filamentos extremadamente delgados de cristal ultra-puro diseñadas para transmitir pulsos de luz desde un medio transmisor a un medio receptor. Estos pulsos de luz representan señales eléctricas que incluyen : vídeo, datos, información de audio o combinaciones de ambos. La figura 2.6 muestra un esquema de los componentes de la fibra óptica .

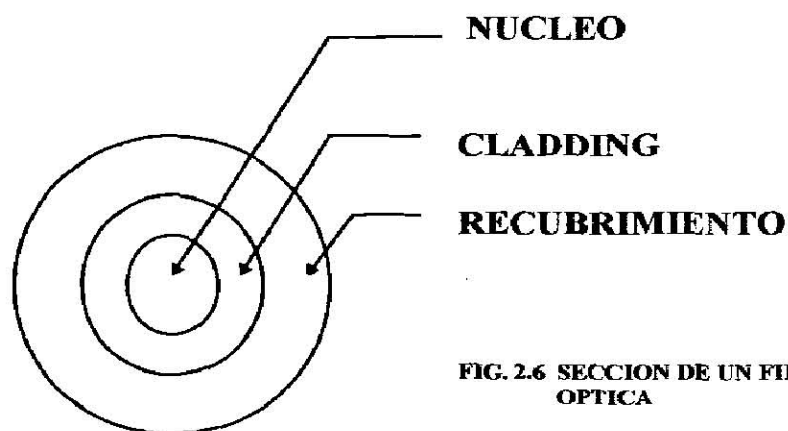


FIG. 2.6 SECCION DE UN FIBRA OPTICA

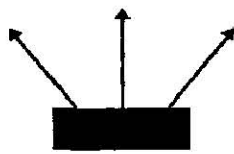
La fibra consiste de tres regiones : el centro de la fibra es el núcleo , esta región es la que transmite el pulso de luz. Alrededor del núcleo esta la región llamada "CLADDING", esta parte de la fibra refleja la luz de regreso hacia el núcleo. Este material típicamente tiene un diámetro de 125 micrones a 140 micrones . Una característica de diseño de todas las fibras ópticas es de que el índice de refracción del núcleo es mayor que el del material "cladding".

La otra región de la fibra optica es la capa de revestimiento , este es típicamente un material de plástico que provee protección y firmeza a las frágiles fibras . El diámetro típico de este material es de 250 micrones , 500 micrones y 900 micrones.

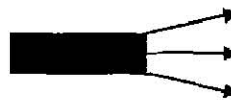
FUENTES : los dos tipos de fuentes usados en fibras ópticas son :

- **DIODOS EMISORES DE LUZ (LED'S)**
- **DIODOS LASER (LD'S)**

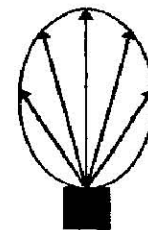
Los LED'S pueden ser : emisores de superficie o emisores de corte . La figura 2.7 ilustra los patrones de emisión de ambos.



LED'S EMISORES DE SUPERFICIE



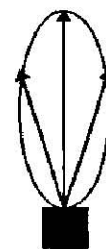
LED'S EMISORES DE CORTE



PATRON DE EMISION DE UN LED



LASER



PATRON DE EMISION DE UN LASER

DETECTORES: los detectores pueden ser los fotodiodos (PIN) o los fotodiodos de avalancha (APD'S). Los detectores detectan la señal óptica y la convierten de nuevo en señal eléctrica .

DISPOSITIVOS DE INTERCONEXION : un dispositivo de interconexión es un componente o una técnica usada para conectar la fibra a otro componente o viceversa . Estos incluyen conectores, empalmes, acopladores , switches ,multiplexores de división de longitud de onda.

III.- FIBRA OPTICA

Por los años de 1950, el desafío de los científicos estudiosos de la transmisión por fibra optica no era el de encontrar un medio ligero para transmitir información , sino de que si era posible que un conductor de vidrio sirviera para mantener las pérdidas por abajo de los 20 db/km.

En 1970 , los científicos Robert Maurer , Donald Keck y Peter Shultz desarrollaron una fibra cuya medida de atenuación era menos que los 20 db/km.

3.1 TIPOS DE FIBRA OPTICA

Hay dos tipos básicos de fibra optica : multimodo y modo simple. La fibra multimodo fue el primer tipo de fibra en ser comercializada. El núcleo es mucho mas largo que el de modo simple, permitiendo que muchos mas rayos de luz se muevan simultáneamente a través de la fibra. El tipo de modo simple, por otra parte, tiene un núcleo mas pequeño. Se podría pensar que entre mas grande este el núcleo esto permitirá aumentar el ancho de banda o la capacidad de transmisión , pero esto no es cierto. Las fibras en modo simple permiten mantener la fidelidad de cada pulso de luz sobre grandes distancias . Por eso, mas información es transmitida. Esto le da al modo simple mucho mas ancho de banda por encima del multimodo.

Las fibras de modo simple son caracterizadas como : fibra índice-paso lo que significa que el índice de refracción del núcleo de la fibra esta un paso por abajo de la cubierta cladding. Las fibras en modo simple tendrán menos atenuación debido a las diferencias entre los índices de refracción .

Pero no todo son ventajas en los modo simple, el pequeño diámetro de la fibra hace difícil el acoplamiento entre la fibra y el acoplador de luz , y usualmente menos potencia es usada en las fibras de modo simple .

Las fibras multimodo son también caracterizadas como índice-paso. El termino multimodo simplemente se refiere al hecho de que muchos rayos de luz son transportados por la guía de onda. En estas fibras el núcleo es mucho mas largo lo que hace que el acoplamiento sea mucho mas fácil y menos costoso.

IV.- APLICACIONES DE LA FIBRA OPTICA

Ventajas de la fibra optica tales como , tamaño pequeño, gran ancho de banda e inmunidad a la radiación electromagnética hace que estos sistemas sean aplicables en muchos campos y usos. De hecho, cada día es explorada una nueva aplicación . En este capitulo trataremos de clarificar los beneficios y ofrecer una visión amplia de las aplicaciones de las fibras ópticas .

4.1.- INDUSTRIA DE LA RADIODIFUSION

Ha sido observado que la industria de la radiodifusión esta en el umbral con sus dos revoluciones tecnológicas . La primera fue el rápido desarrollo al vídeo digitalizado . La segunda es el movimiento a la televisión de alta definición como HDTV (HIGH DEFINITION TV) o NTCS (NATIONAL TELEVISION SYSTEMS COMMITTE , que es un standar usado en E.U.) . Estas dos revoluciones en combinación hacen emigrar e la tecnología de fibras ópticas a todas la implementaciones de la industria de la radiodifusión . Los enlaces con fibra optica soportan transmisiones con vídeo y audio . Los tipos de señal de vídeo transportadas incluyen; multicanalización (4,12,40,60,80 canales en común) punto a punto con interfaces RS-250 ; y vídeo digitalizado (NTSC, CCIR 656, EU95,SMPTE 240M). Los tipos de señales de audio transportados incluyen : multicanalización de audio, calidad CD stereo punto a punto y el audio digitalizado.

En cualquier aplicación, algunas características de la fibra son mas criticas que otras. Los parámetros críticos de la fibra para la industria de la radiodifusión son : peso ligero, inmunidad al ruido o interferencias electromagnéticas , gran ancho de banda, grandes distancias, y una mejor calidad de señal . Algunos ejemplos de aplicaciones actuales de la fibra optica es el " The Force 2629 Fiber Optic Camera Link " este modelo fue diseñado para operar como un estudio de transmisión portable el cual comunica la cámara con el camión de control en situaciones de transmisiones remotas. Esta unidad transmite vídeo, dos canales de audio y dos medios de intercomunicación en distancias arriba de los 1.8 km . En TV convencional, el cable normal es el coaxial, sin embargo, este es muy susceptible a interferencias electromagnéticas , variaciones de voltage es pesado y difícil de desplegarse.

4.2- COMPUTADORAS

Las altas velocidades de enlace con fibras ópticas permiten la rápida transmisión de datos desde una central a una estación remota. Las características de ancho de banda de la fibra óptica permiten a las LAN (LOCAL AREA NETWORK) (REDES DE AREA LOCAL) operar a altas velocidades. Las aplicaciones en computadoras caen en dos categorías : interconexión de periféricos y las LAN'S . En ambas areas , los parámetros de las fibras incluyen inmunidad al ruido electromagnético, gran ancho de banda ,y capacidad de transmisión a grandes distancias . El bajo costo de instalación y el fácil traslado a nuevas tecnologías hacen de estas aplicaciones fáciles de escoger, hablando en términos de interconexión de periféricos, en cambio para las LAN'S el uso es mas variado.

A) REDES DE AREA LOCAL

Una red de area local o LAN es una red de comunicación electrónica que interconecta equipos, tales como computadoras, impresoras, fax,modems,y plotters , en una limitada area geográfica tal como un edificio de oficinas a algún campus. Todos los equipos pueden comunicarse con otro en las LAN'S. Cada punto de unión se llama nodo, cada nodo es una dirección , capaz de mandar y recibir información con otros nodos. Las fibras ópticas son una opción muy atractiva para las LAN'S por dos razones: su extensa capacidad de transmisión a grandes distancias y su inmunidad al ruido electromagnético.

Los acopladores de estrella y las llamadas "tee" son configuraciones usadas muy a menudo en las LAN'S . La red de estrella y la red de anillo son también muy usadas. La topologia de estrella conecta todos los nodos con un punto central a través del cual todos los mensajes pasan. La estructura de anillo conecta todos los puntos de manera serial uno con otro; los mensajes fluyen de un nodo a otro en una sola dirección . Las topologias hibridas son la combinación de anillos con estrella o con bus.

B) FIBRAS ÓPTICAS EN REDES DE AREA LOCAL

Los dos tipos de LAN'S mas usadas en la actualidad son IEEE 802.3 Ethernet y 802.5 Token Ring . Ambos sistemas incorporan la interconexión de dispositivos transmitiendo con cable par trenzado. El FDDI, (Fiber Distributed Data Interface) (Interface de Fibra para Distribución de Datos) es la primera red de area local diseñada en todos los aspectos para usar la fibra optica . Su funcionamiento ha sido impresionante, ofreciendo una velocidad de transmisión de 100 Megabits por segundo a lo largo de 100km con mas de 1000 estaciones de trabajo unidas.

Podemos comparar esto con los 16 Megabits por segundo para el token ring o los 10 Megabits por segundo para las redes ethernet.

La topología FDDI esta arreglada como una topología de anillo que usa dos anillos rotantes . El anillo primario acarrea información alrededor del anillo en una sola dirección mientras que el segundo acarrea información en la otra dirección . La redundancia y el hecho de que cada estación esta unida solo a la estación inmediata siguiente hace que la topología FDDI sea altamente confiable.

4.3- SISTEMAS DE CONTROL E INSTRUMENTACION

A) SISTEMAS DE CONTROL

Las fibras ópticas permiten a los sistemas de control estar integradas a través de señales multiplexadas, módem, y enlaces de alta velocidad. Las aplicaciones para los sistemas de control están encontrando usos en variedad de industrias. Por ejemplo, en plantas químicas, las fibras ópticas sensan los cambios físicos y químicos durante un proceso para luego activar los mecanismos de control.

En aplicaciones aerospaciales , el peso ligero y la inmunidad al ruido electromagnético de las fibras han reemplazado al sensible cable de cobre. Dentro de las futuras aplicaciones se encuentra la de monitorear controles de vuelo críticos . Las fibras también son usadas en los paneles de iluminación en la industria automotriz , otra aplicación que aun esta en desarrollo es la de usar sensores para monitorear los sistemas de control. Estos sensores pueden monitorear luces, emisiones exhaustivas , el funcionamiento de encendido etc.. Los sistemas de radar y sistemas de control de trafico que interconectan señales de trafico y monitorean los vuelos están también siendo utilizados con aplicaciones de fibras.

B) INSTRUMENTACION

Las fibras ópticas pueden ser utilizadas en instrumentos científicos de muchas formas . Desarrollos como el endoscopio permiten a los ingenieros mirar dentro de los motores o maquinas o algún reactor durante alguna operación .

4.4- COMUNICACIÓN DE DATOS

Sin las limitantes del ancho de banda y las velocidades permitidas por el cable de cobre , los usos para la fibra optica en comunicaciones son numerosos . Aplicaciones de baja velocidad como los son enlaces con RS-422, RS-485, y RS-232 han encontrado uso en aplicaciones de seguridad y vigilancia , monitoreo de sistemas, y las redes de area local . Los enlaces de alta velocidad con capacidades de hasta 2,5 gbps y mas encuentran su aplicación en la industria de la computación así como aplicaciones militares . A medida que nos movemos inexorablemente hacia la " Era de la Información " , las comunicaciones con fibras ópticas nos proveerán del suficiente ancho de banda requerido para un campo amplio de servicios .

4.5- VÍDEO DIGITAL

El vídeo digital, como se menciona anteriormente , representa el futuro de la industria de la difusión de vídeo. Así como el CD revoluciono la industria del audio, el vídeo digital revolucionara la industria de la radiodifusión . Debido al ancho de banda requerido para transmitir vídeo digital, la fibra optica es una clara opción para estas aplicaciones . La primera emisión toda de vídeo digital ocurrió en 1994 en los Juegos Olímpicos de Invierno. La fibra fue seleccionada para conectar eventos que estaban fuera de distancia, tales como el descenso libre en ski, con el estudio de producción . La topografía del lugar localizado a las afueras de Lillehammer, en Noruega hicieron que las transmisiones con microondas fueran inusuables . La fuerza de los enlaces vídeo digital/datos seriales fueron seleccionados para ser utilizados en varios lugares . Pruebas aplicadas directamente en el campo han demostrado exitosamente las ventajas de la fibra en este tipo de aplicaciones.

4.6- APRENDIZAJE A DISTANCIA (TELE-AULAS)

El aprendizaje a distancia ha revolucionado la educación , uniendo salones a través del campus o a través de la nación . Esta aplicación implica enlaces audio/vídeo que interconectan a un maestro en un salón con estudiantes localizados en otros salones. La comunicación es en ambos sentidos usando cámaras de vídeo y sistemas de audio conectados vía fibras ópticas . Las ventajas de la fibra son que no existe radiación electromagnética , hay inmunidad al ruido , soporta grandes distancias, y hay una mejor calidad de señal. Debido a que el precio por la enseñanza en los colegios sube cada día mas , la habilidad para enseñar a mas gente abarcando mas distancias esto beneficiara de ambas maneras, la educación comenzara a ser mas accesible para aquellos que así lo quieran ,y la facilidad para educar a mas personas se expandera y así cubrirá una area mas extensa .

4.7- IMAGENES DE ALTA RESOLUCION

Las fibras ópticas transportan típicamente imágenes de alta resolución en vídeo codificadas como señales RGB (red,green,blue). El ancho de banda puede exceder los 100 MHZ por color. El gran ancho de banda y la facilidad de transmitir a grandes distancias hacen de esta aplicación muy útil para imágenes medicas así como estaciones de trabajo computacionales. En términos de imágenes medicas , inventos tales como el endoscopio son importantes cuando se requiere examinar el interior del cuerpo humano así como los ultrasonidos y los rayos "x" . Otras aplicaciones incluyen los modelos computacionales CAD/CAM/CAE, imágenes a control remoto de trafico aéreo, simulación d vuelos, telemetría , imágenes geofísicas hechas en computadoras, así como aplicaciones de diseño y publicidad.

4.8- USOS MILITARES

Las fibras ópticas juegan un papel muy importante en las aplicaciones militares. Una simple fibra optica puede reemplazar a kilómetros y toneladas de cable de cobre usados en muchos sistemas de control. En los barcos, los enlaces con fibras transportan señales de vídeo de las cámaras de vigilancia hasta la central de control, eliminando la interferencia causada por los poderosos sistemas de radar localizados cerca de las cámaras .Existen sistemas de radar a base de fibras ópticas ,lanzadores de misiles, y lanzadores de torpedos que permiten a los misiles ser monitoreados y que cumplan con el rumbo correcto.

4.9- SEGURIDAD Y VIGILANCIA

Las fibras ópticas son ideales en aplicaciones de seguridad porque son difíciles (pero no imposible) de tocarse sin ser detectadas. La fibra optica transporta tanto vídeo como voz e incorpora enlaces tales como RS-232 , RS-485, y accesos de control . Seguridad en un perímetro, seguridad en aeropuertos, y las técnicas de acceso usan las fibras con excelentes resultados. En los inicios de los 90 la seguridad en los aeropuertos se volvió mas estricta, requiriéndose acceso con tarjetas electrónicas . Estos sistemas implementan monitoreo con vídeo y acceso de datos a todos los puntos. La tarjeta de un empleado accedera a un punto solo si la imagen de la persona coincide con la que se encuentra grabada en el sistema central de control. Las distancias implican, sobre todo en los grandes aeropuertos, que las fibras son la mejor opción para estos sistemas.

4.10- TELECOMUNICACIONES

La industria de las telecomunicaciones es el principal usuario de la tecnología de las fibras ópticas . Las fibras han sido empleadas en una gran variedad de dispositivos de comunicación. Las fibras ofrecen un gran ancho de banda y poca atenuación . Además , los cables de fibra optica son mas baratos que los cables metálicos . Las fibras fueron utilizadas inicialmente en líneas troncales que conectaban un central de oficinas, a lo largo de grandes distancias , a la oficina central. Con los grandes anchos de banda las centrales telefónicas han ofrecido otros servicios adicionales tales como vídeo, y otros servicios de información .

Las ventajas de las fibras en las telecomunicaciones van mas allá de los servicios telefónicos . Otras ventajas son :

- Las compañías telefónicas pueden incrementar la capacidad de sus sistemas sin estar agregando mas líneas de cable.**
- El cable transatlántico de fibra optica puede ofrecer un método continuo de telecomunicación entre Norteamérica y Europa.**
- Las fibras tienen ventaja sobre los satélites de comunicaciones ; los satélites están sujetos a limitaciones de ancho de banda , y producen efectos de retardo que no son creados por las fibras.**

- **La fibra juega un papel importante en el desarrollo de operaciones implicadas con las telecomunicaciones tales como : comunicaciones de microondas y sistemas telefónicos de emergencia**

4.11- TELECONFERENCIAS

Similar al de aprendizaje a distancia , las teleconferencias emplean sistemas con fibras ópticas para conectarse a los municipios o otras unidades de gobierno por medio de audio y vídeo. Un ejemplo específico de esta aplicación conocido como Magistrado en Electrónica, permite cumplir con las leyes oficiales en contra de los personas que no cumplen con los requerimientos , esto se hace vía cámaras de vídeo y audio . En comunidades rurales , donde ocurre el arresto de los infractores , si las salas de la corte están alejadas se hace uso de las teleconferencias para juzgar a los infractores en lugar de hacer largos viajes.

