



UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**“ESTUDIO DE LA FIBRA ÓPTICA Y SUS
APLICACIONES”**

MONOGRAFIA

**Que para obtener el título de:
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

**PRESENTA:
MIGUEL ÁNGEL MÁNICA RINCÓN**

**DIRECTOR:
ING. SIMON LEAL ORTIZ**



XALAPA, VER.

ENERO 2013



UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



AL C.
MIGUEL ANGEL MÁNICA RINCON
P R E S E N T E.

EN RELACION A SU SOLICITUD RELATIVA, ME ES GRATO TRANSCRIBIR A USTED A CONTINUACIÓN EL TEMA QUE APROBADO POR EL H. CONSEJO TÉCNICO Y LA DIRECCIÓN DE ESTA FACULTAD QUE PROPUESTO POR ING. SIMON LEAL ORTIZ DESARROLLE CON LA MODALIDAD DE **MONOGRAFIA** DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.

"ESTUDIO DE LA FIBRA OPTICA Y SUS APLICACIONES"

	INTRODUCCION
	ANTECEDENTES
CAPITULO I	QUE ES LA FIBRA OPTICA Y COMO SE FABRICA
CAPITULO II	CLASES DE FIBRA OPTICA Y SUS CARACTERISTICAS
CAPITULO III	TIPOS DE CABLES DE FIBRA OPTICA PARA APLICACIONES ESPECIALES
CAPITULO IV	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN POR FIBRA OPTICA
CAPITULO V	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA FIBRA OPTICA
CAPITULO VI	CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA FIBRA OPTICA
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA

ATENTAMENTE.

XALAPA, VER. A 11 DE DICIEMBRE DEL 2012.


ING. MIGUEL A. VELEZ CASTILLEJOS
SECRETARIO

*jcc

ÍNDICE

Introducción	6
Antecedentes: Historia y evolución	8
Capitulo I Que es la fibra óptica y como se fabrica	
1.1 Definición de fibra óptica	12
1.2 Fabricación de la fibra óptica	13
1.2.1 Preforma	13
1.2.1.1 Deposición química de vapor modificado	14
1.2.1.2 Deposición de vapor axial	15
1.2.1.3 Deposición de vapor externo	16
1.2.1.4 Deposición química de vapor de plasma	17
1.2.2 Estirado de la preforma	19
Capitulo II Clases de fibra óptica y sus características	
2.1 Clasificación de fibra óptica	22
2.1.1 Aplicación	22
2.1.1.1 Fibras de alta calidad para enlaces de telecomunicaciones	22
2.1.1.2 Fibras para enlaces de corta y media distancia	22
2.1.2 Modo de transmisión	23
2.1.2.1 Fibra monomodo	23
2.1.2.2 Fibra multimodo	24
2.1.3 Composición	24
2.2 Características de la fibra óptica	25
2.2.1 Características generales	25
2.2.2 Características técnicas	26

2.2.3 Características mecánicas	27
---------------------------------	----

Capitulo III Tipos de cables de fibra óptica para aplicaciones especiales

3.1 Construcción básica	30
3.1.1 Cable de estructura holgada	30
3.1.2 Cable de estructura ajustada	31
3.1.3 Cable blindado	32
3.2 Uso	33
3.2.1 Cables para redes telefónicas interurbanas	33
3.2.2 Cables para redes urbanas y locales	34
3.2.3 Cables monofibra y bifibra	34
3.2.4 Cables dieléctricos	35
3.2.5 Cables para empresas eléctricas	35
3.2.6 Cables para uso militar	36

Capitulo IV Componentes de un sistema de comunicación por fibra óptica

4.1 Conectores	38
4.1.1 Conectores para fibra multimodo	38
4.1.1.1 Conectores de alineamiento de fibra desnuda	38
4.1.1.2 Conectores de alineación por virola	39
4.1.2 Conectores para fibra monomodo	40
4.2 Emisores de haz de luz	42
4.2.1 LED	42
4.2.2 Láser	44
4.3 Conversores de luz	45
4.4 Detectores	46
4.4.1 Detectores PIN	47
4.4.2 Detectores APD	47
4.4.3 Detectores PIN – FET	48

Capitulo V Ventajas y desventajas del uso de la fibra óptica

5.1 Ventajas	51
5.1.1 Baja atenuación	51
5.1.2 Gran ancho de banda	51
5.1.3 Peso y tamaños reducidos	51
5.1.4 Gran flexibilidad	52
5.1.5 Aislamiento eléctrico entre terminales	52
5.1.6 Ausencia de radiación emitida	52
5.1.7 Costo y mantenimiento	53
5.2 Desventajas	53

Capitulo VI Campos de aplicación de la fibra óptica

6.1 Redes	56
6.2 Internet	57
6.3 Telefonía	58
6.4 Área militar	58
6.5 Inspección en fabricación de piezas por fundición	59
6.6 Medicina	60
6.7 Sensores	61
6.8 Transporte de energía, señalización e iluminación	61

Conclusiones	64
---------------------	----

Bibliografía	65
---------------------	----

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se ha realizado con la intención de describir y resaltar los puntos mas importantes en cuanto a la fibra óptica se refiere.

Como el titulo lo indica, lo importante de este texto es hacer un estudio de la fibra óptica, dando a conocer su definición, métodos de fabricación, características, clasificación, campos de aplicación y otros puntos importantes a tratar.

Desde hace unos años atrás se ha venido buscando un medio que transmita información, que sea confiable y tenga la capacidad de soportar las perturbaciones que existen en el medio ambiente. Este medio es una guía de fibra conocido con el nombre de fibra óptica.

En pocos años la fibra óptica ha sido o es una de las más avanzadas tecnologías que se han desarrollado para ser utilizada en la transmisión de información.

Este material innovador le dio un giro a los procesos de telecomunicaciones en cualquiera de sus direcciones, desde obtener velocidades más rápidas en la transmisión y reducir casi a nada el ruido y las interferencias, hasta aumentar las maneras de emisión en comunicaciones y recepción mediante vía telefónica.

La fibra óptica es una barra fina y elástica de vidrio u otro material cristalino con un elevado índice de refracción, compuesto por material dieléctrico.

La fibra óptica tiene la capacidad de reunir, dirigir y transmitir la luz con bajas perdidas aun cuando este curvada. Está integrada por 2 tubos concéntricos, uno en el interior llamado núcleo y el otro en el exterior llamado revestimiento del núcleo; los cuales tienen índice de refracción diferente.

Lo que viene a continuación es una descripción histórica de como la fibra óptica fue evolucionando con el paso de los años.

ANTECEDENTES
HISTORIA Y EVOLUCIÓN

Entre 1840 y 1850, el físico suizo Daniel Collodon y el francés Jacques Babinet, señalaron que la luz podía dirigirse a través de un chorro de agua de una fuente [6]. En 1854, John Tyndall extendió esta idea basándose en un experimento en el cual utilizó un tanque de agua del cual salía un chorro, mediante dicho chorro observó que la luz se dirigía sobre este [6].

En 1880, Alexander Graham Bell inventó el teléfono, con este nuevo invento se demostró que la luz podía servir para transportar ondas de sonido [7]. Para que este aparato funcionara, Graham Bell dirigía la luz procedente del sol mediante un espejo chico sujetado sobre la membrana vibrante de un micrófono.

No obstante este nuevo invento tenía su mayor desventaja de que dependía de la luz del sol e igualmente era escaso de un manejo funcional, aun así, este aparato fue la primera prueba que se hizo empleando un haz de luz para trasladar información.

En 1954 el holandés Abraham Van Heel y el británico Harold H. Hopkins mostraron un artículo sobre un conductor óptico en una revista científica llamada Nature. Gracias a estas publicaciones la fibra óptica comenzó a desarrollarse y para 1960 ya existían fibras revestidas de vidrio con pérdidas de 1 dB/m [6].

En 1960 el estadounidense Theodore Maiman descubrió el láser. Este fue un importante adelanto en la consecución de las comunicaciones por fibra óptica ya que para 1962 se fabricaron los primeros láseres semiconductores [6].

El progreso más significativo se produjo en 1970 cuando los investigadores Donald Keck, Peter Schultz y Robert Maurer de la compañía Corning Glass Works, consiguieron construir una fibra óptica de gran longitud con una muy buena transparencia cristalina [6].

Tiempo más tarde, los investigadores de los Laboratorios Bell, presentaron un láser de semiconductores que funcionaba constantemente a temperaturas atmosféricas, además de que desarrollaron nuevos métodos para la elaboración de fibras.

En el año de 1976, los grupos de labor de la compañía AT&T de Atlanta colocaron 2 cables de fibra óptica, cada cual tenía una dimensión de 630 metros de largo y que incluían 144 fibras, tendidos mediante tubería subterránea, lo cual requería cables que evitaran curvas cerradas [6].

Para 1977, en la ciudad de Chicago, se comenzó a dar servicio mediante un sistema de fibra óptica que enviaba señales de video, voz y datos mediante 2.4 km de cables subterráneos que enlazaban 2 sucursales de intercambio de la empresa de telefonía de Illinois Bell Telephone Company [6].

Así la primera familia de sistemas de fibra óptica podía trasladar luz a algunos kilómetros sin utilizar repetidores, pero se limitaban a una atenuación de 2 dB/km aproximadamente.

Poco después se presentó una nueva familia de fibra, en la que se utilizaron los láser de arseniuro de indio y galio que emitían 1.3 μ m, tenían una atenuación de 0.5 dB/km y su emisión de pulso se limitó a 850 nm.

Para el año de 1983 la compañía de larga distancia MCI, fue la primera en desplegar un sistema de red nacional de fibra óptica en todo el territorio estadounidense [6].

En el año de 1985 ya existían cables de menos de una pulgada de diámetro, los cuales ofrecían 80,000 canales de entrada para diálogos simultáneos por medio

del teléfono. En ese entonces ya existían un total de 400, 000 km de cable de fibra óptica solamente en territorio estadounidense [6].

En 1988 se puso en función el primer cable que cruzaría el océano atlántico [6]. Este cable estaba constituido de un cristal demasiado transparente, que para regenerar las señales se utilizaron amplificadores que se colocaban a más de 64 km uno de otro. Pero tres años más tarde apareció un nuevo cable que cruzaría los océanos y que mejoro las expectativas del primero.

Para 1990, los laboratorios Bell lograron transmitir una señal de 2.5 Gb/s a lo largo de 7, 500 km sin la necesidad de utilizar regeneradores [6]. Dicha técnica utilizaba un láser soliton y un amplificador de fibra dopada de erbio que mantenía la forma y densidad de la onda de luz.

En el año de 1998, se emitieron 100 señales ópticas de 10 Gb/s por una fibra de 400 km, todo esto gracias a los laboratorios Bell [6]. Esta nueva forma de transmitir se dio debido a la técnica de “multiplexión por división de onda”, la cual proporciona una combinación múltiple en las longitudes de onda cuando se trata solo de una señal óptica. También se aumento la capacidad de emisión de una fibra a 1 Tb/s.

Una vez recalcados los acontecimientos mas importantes en la evolución de la fibra óptica, se pasará a explicar en el primer capitulo la definición de lo que es fibra óptica y los métodos por los cuales se fabrica.

CAPITULO I

QUE ES LA FIBRA ÓPTICA Y COMO SE FABRICA

1.1 Definición de fibra óptica

La fibra óptica es un sistema de traslado de información que se utiliza normalmente en las telecomunicaciones; es un alambre bastante delgado compuesto por materiales transparentes, plásticos o vidrio. Mediante la fibra óptica se trasladan pulsos de luz que son los que simbolizan los datos que se van a transmitir.

El haz luminoso que se utiliza permanece encerrado por completo y se difunde mediante el núcleo de la fibra teniendo un ángulo de reflexión mayor al ángulo límite de reflexión total. El haz luminoso se puede producir mediante un láser o un LED.

Los circuitos de fibra óptica son hilos cristalinos con un grosor semejante al de un cabello humano, esta medida puede variar entre 10 y 300 micrones. Estos circuitos trasladan mensajes mediante haces de luz que van de un extremo del circuito al otro. Aunque el circuito tenga curvaturas, el mensaje se podrá enviar sin ninguna interrupción.

La fibra óptica se puede utilizar al igual que un alambre de cobre común, ya sea en entornos pequeños hasta en las más extensas redes que abarcan miles de kilómetros.

La transferencia de luz mediante fibra óptica se fundamenta de la siguiente manera: mediante el núcleo de la fibra viaja un haz de luz el cual choca en la cara externa teniendo un ángulo mayor al ángulo crítico, de esta forma el haz de luz será reflejado hacia el interior de la fibra sin presentar pérdidas.

De esta manera, se puede transmitir luz en distancias largas reflejándose una y otra vez. Para prevenir pérdidas por propagación de luz, causadas por residuos

presentes en la superficie de la fibra, el núcleo de la fibra óptica se debe recubrir con una película cristalina de índice de refracción pequeño, ya que la reflexión se origina entre la superficie de la fibra y el recubrimiento.

La mayor parte de las fibras ópticas se fabrican de dióxido de silicio o sílice, relativamente estas sustancias son más abundantes que el cobre y con muy poca sílice se logran producir varios metros de fibra óptica.

Las dos partes más importantes de la fibra óptica la constituyen el núcleo y el recubrimiento. En el núcleo es donde se va a guiar el haz de luz y el recubrimiento va a impedir que se presenten impurezas.

Una vez que se han extraído la arena del subsuelo y se le ha extraído el dióxido de silicio, se pasara a la fabricación de la fibra óptica.

1.2 Fabricación de la fibra óptica

El proceso de fabricación de fibra óptica básicamente se puede describir a través de dos etapas; la fabricación de la preforma y el estirado de la preforma.

1.2.1 Preforma

Para llevar a cabo la fabricación de la preforma, se pueden utilizar 4 métodos diferentes. Estos métodos serán explicados en los siguientes párrafos.

1.2.1.1 Deposición química de vapor modificado

Este método se utilizó por primera vez en Corning Glass y poco después se modificó en los Laboratorios Bell Telephone para usos industriales. En él se usa un cilindro de sílice puro en el cual se coloca una combinación de dióxido de silicio y aditivos contaminantes en forma de cubierta centrada.

En un principio el cilindro es colocado en un torno, esto es para que el cilindro se mantenga girando. Al ir girando, el cilindro se calienta con un quemador de hidrógeno y oxígeno hasta alcanzar una temperatura entre 1, 400°C y 1, 600°C.

Por una extremidad del cilindro se colocan los aditivos contaminantes que son fundamentales, ya que debido a la porción que se aplique de ellos dependerá que el núcleo tenga un índice de refracción adecuado.

La deposición de los recubrimientos continuos se va a lograr si se tiene una velocidad continua en el giro del cilindro, así el núcleo de la fibra óptica quedará prácticamente reducido.

Por último se pasa al colapso, el cual se consigue de la misma forma solo que la temperatura se aumentará hasta los 1, 700°C y 1, 800°C. Exactamente es en este punto donde se asegura el reblandecimiento del silicio, transformándose en un cilindro macizo que establece la preforma.

El tamaño de la preforma es habitualmente de 1 m de largo y 1 cm de diámetro externo.

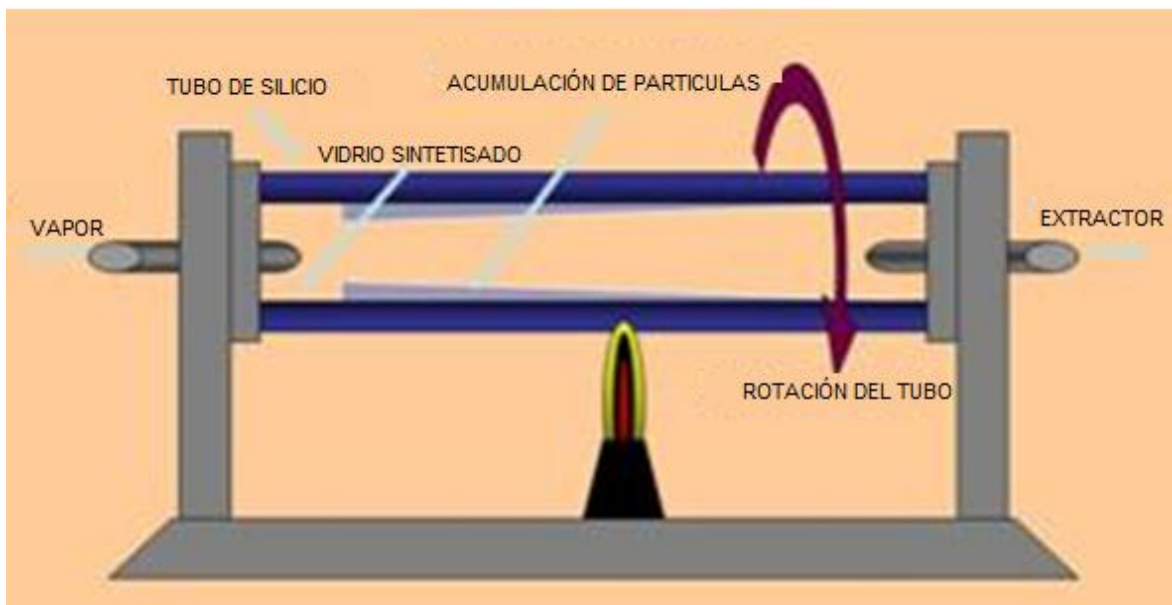


Figura 1.1 Deposición química de vapor modificado

(Tomada de <http://www.monografias.com/trabajos76/evolucion-fibra-optica-futuro/evolucion-fibra-optica-futuro3.shtml>)

1.2.1.2 Deposición de vapor axial

Este método se fundamenta de acuerdo a una técnica que desarrolló Nippon Telephone and Telegraph (NTT), normalmente es utilizado por compañías japonesas que se dedican a la fabricación de fibra óptica.

Las sustancias que se utilizan para en este método son las mismas que en el método de deposición de vapor químico modificado, incluso el proceso es similar.

Para este método se utiliza un tubo de vidrio que funciona como un soporte de la preforma. Primeramente se depositan de manera ordenada los materiales por un extremo del tubo, es aquí donde queda constituida lo que es la preforma porosa.

Una vez constituida la preforma porosa, ésta es sometida a una temperatura de entre 1, 500°C y 1, 700°C, obteniéndose de esta manera el ablandamiento del

cuarzo. Es así como el hueco interno de la preforma porosa se convierte en un cilindro solido y transparente.

La ventaja de este método es que se obtienen preformas con mayor diámetro y longitud a la vez que se requiere una menor aportación energética. Una de sus desventajas es que se necesita de un equipo sumamente sofisticado.

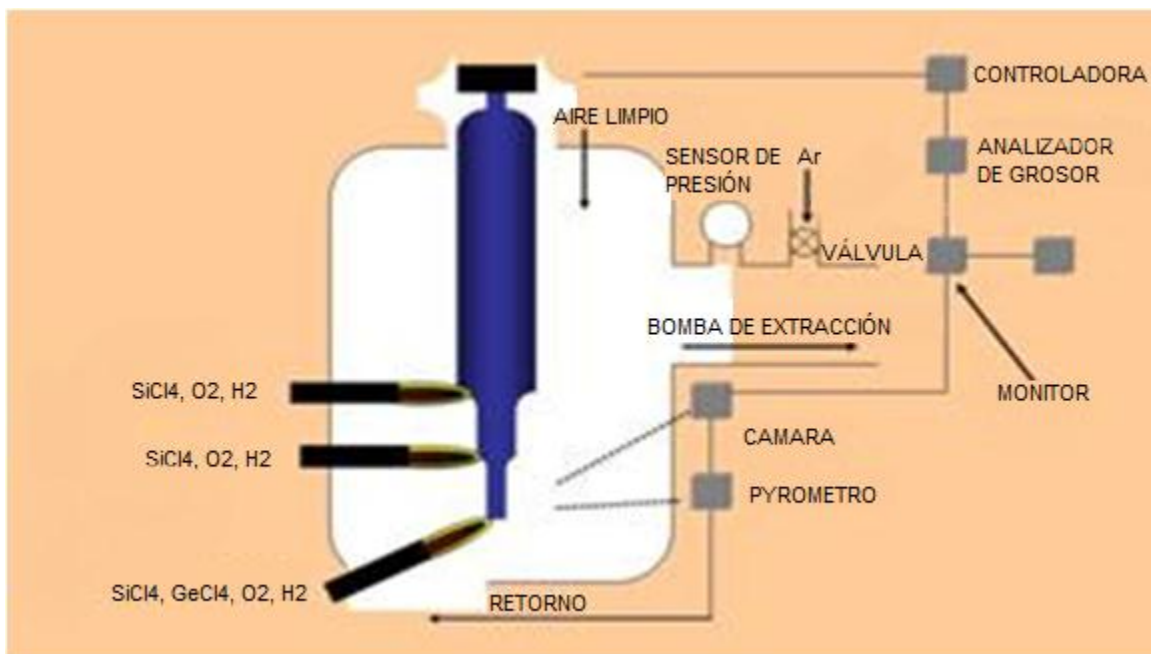


Figura 1.2 Deposición de vapor axial

(Tomada de <http://www.monografias.com/trabajos76/evolucion-fibra-optica-futuro/evolucion-fibra-optica-futuro3.shtml>)

1.2.1.3 Deposición de vapor externo

Este método fue desarrollado por Corning Glass Work. Principalmente se utiliza una barra de sustrato porcelanizada y un quemador.

Primeramente se introducen en la flama del quemador lo que son cloruros volátiles y es así como se calienta la barra. El paso siguiente es sintetizar la preforma,

secando ésta misma por medio de cloro gasificado y seguido así de lo que es el colapso al igual que en el método de deposición de vapor axial. Es de esta forma como queda sintetizado el núcleo y el revestimiento de la preforma.

Una de las ventajas de este método es que se alcanzan tasas de deposición de hasta 4.3 g/min, lo que arroja una tasa de producción de fibra óptica de 5 km/h, eliminando así las pérdidas primarias en lo que es el estirado de la preforma.

A través de este método se tiene la posibilidad de producir fibras de baja atenuación y de alto nivel de calidad mediante un proceso de secado óptimo. Es así como se obtiene perfiles lisos sin configuración anular reconocible.

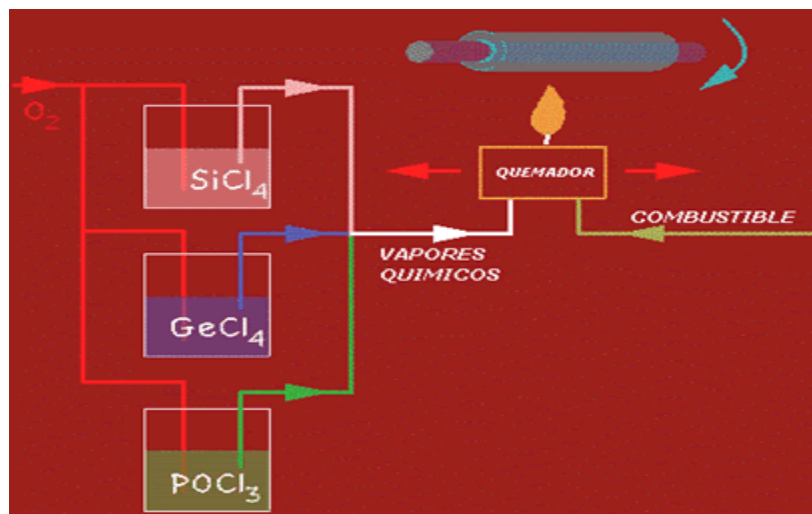


Figura 1.3 Deposición de vapor externo

(Tomado de <http://lafibraoptica peru.com/fabricacion-y-materiales-de-la-fibra-optica/>)

1.2.1.4 Deposición química de vapor de plasma

Este método lo desarrolló la compañía Philips y su característica principal es que mediante él se obtienen perfiles lisos sin configuración anular reconocible. Su fundamento parte de la oxidación de cloruro de silicio y germanio, de los cuales se forma un estado de plasma y continuando con lo que es la deposición interior.

Las preformas que se obtienen en este método son fabricadas de la misma forma que en el método de deposición de vapor químico modificado. La diferencia se encuentra en la forma de obtener la reacción.

Para la reacción se debe calentar un gas mediante microondas para así obtener el plasma. El gas es ionizado, es decir, se separa en cargas eléctricas que al volverse a unir liberan calor que es utilizado para la fundición de materiales con alto punto de fusión. Es así como en el proceso del plasma los halógenos se descomponen y con el oxígeno forman el Dióxido de Silicio.

En este proceso se forman partículas que se precipitan a una temperatura de $1,000^{\circ}\text{C}$ y forman así una capa de vidrio. Debido a que la flama de plasma se encuentra en movimiento a lo largo del cilindro, se logran obtener más de 1, 000 capas finas, lo que hace que el perfil de índice de refracción sea más exacto.

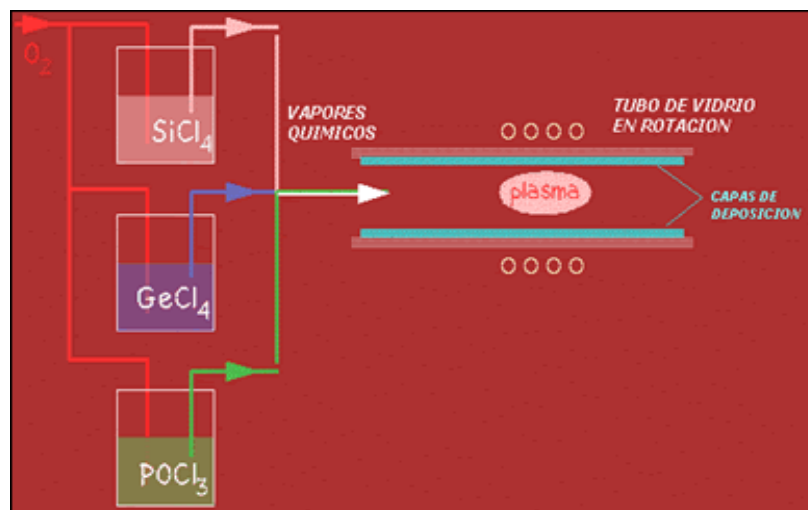


Figura 1.4 Deposición química de vapor de plasma

(Tomado de <http://lafibraoptica peru.com/fabricacion-y-materiales-de-la-fibra-optica/>)

1.2.2 Estirado de la preforma

La etapa del estirado de la preforma consiste básicamente en utilizar un horno tubular abierto, en el cual se somete la preforma a una temperatura de 2, 000°C, logrando así el reblandecimiento del cuarzo y quedando fijado el diámetro exterior de la fibra óptica.

Una vez fijado el diámetro exterior, éste debe mantenerse constante y al mismo tiempo se debe aplicar tensión a la preforma. Para que esto pueda ser posible, es necesario que los factores de tenacidad y semejanza en la tensión de tracción y la falta de flujos de convección en la parte interna del horno sean precisos.

Para llevar a cabo el proceso de estirado, la parte interna del horno se debe de aislar contra las partículas procedentes de la atmosfera con el fin de evitar que la fibra óptica sea contaminada, además de que se pueden producir micro fisuras que conllevan al rompimiento de la fibra.

Es en este proceso se le debe de aplicar un material sintético a la fibra, siendo usualmente un polímero viscoso, todo esto con el fin de obtener una mayor velocidad en el estirado (de 1 a 3 m/s), es así como se forma una cubierta uniforme en la fibra completamente libre de burbujas y residuos sucios.

Una vez que se le ha aplicado el material sintético, se pasa al endurecimiento de este mismo, formándose finalmente una cubierta de polímero elástico. Esto se lleva a cabo principalmente por procesos térmicos o reacciones químicas que emplean la radiación ultravioleta.

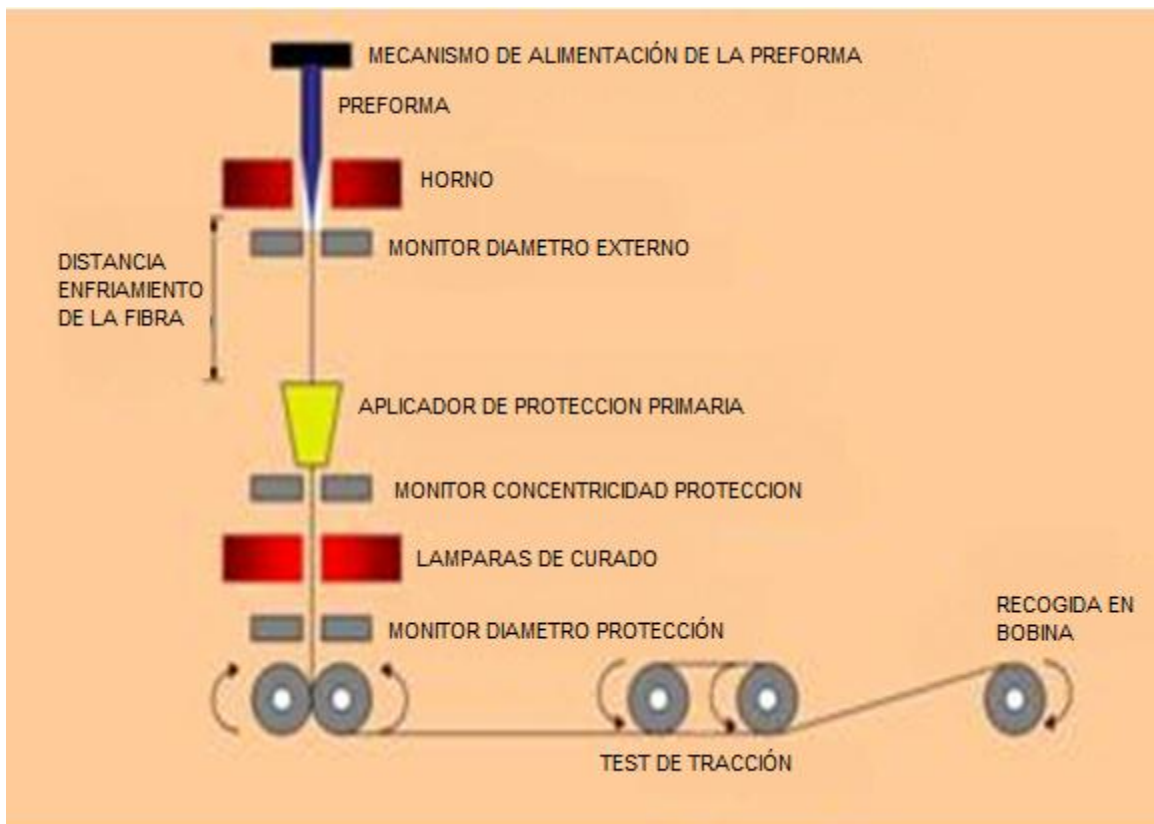


Figura 1.5 Estirado de la preforma

(Tomado de <http://www.monografias.com/trabajos76/evolucion-fibra-optica-futuro/evolucion-fibra-optica-futuro3.shtml>)

Pues como ya se vio en los párrafos antes descritos, es así como se llega a obtener la forma final de la fibra óptica. A continuación se pasará al capítulo 2 en el cual se hablara de las características de la fibra óptica y de las clases que existen de ésta.

CAPITULO II

CLASES DE FIBRA OPTICA Y SUS CARACTERISTICAS

2.1 Clasificación de fibra óptica

La clasificación de la fibra óptica responde a 3 variantes que son: la aplicación a la cual se va a destinar, el modo en que se transmite la señal óptica y a su composición.

2.1.1 Aplicación

De acuerdo a la aplicación que se le desee dar a la fibra óptica y dándole mas importancia en cuanto a las telecomunicaciones se refiere, se pueden tener en cuenta 2 grupos.

2.1.1.1 Fibras de alta calidad para enlaces de telecomunicaciones

Para este caso se debe de tener la seguridad de que la fibra en realidad sea de vidrio o mínimo que su núcleo si lo sea. También las hay de plástico, las cuales tienen atenuaciones de miles de dB/km y son aplicadas a distancias cortas.

En otras palabras, las fibras de alta calidad están compuestas de sílice, mientras que las demás, solo el núcleo esta compuesto de vidrio.

2.1.1.2 Fibras para enlaces de corta y media distancia

Aquí se encuentran las de índice gradual y las de salto de índice.

Las de índice gradual son ideales para transmitir señales de televisión y para las redes multiservicio en área de abonado, en las cuales es necesario un ancho de banda de 100 a 200 MHz/km.

Las de salto de índice comprenden las fibras con núcleo de dióxido de silicio y revestimientos plásticos, además de las fibras con núcleo y revestimiento de vidrio. Las fibras con revestimiento plástico oponen resistencia a las radiaciones y son ideales para utilizarse en el área militar.

Cualquiera de los dos tipos de fibras con salto de índice son ideales para la transmisión de datos, redes de comunicación en industrias y en lo absoluto en sistemas que utilicen un ancho de banda no mayor de 10 a 15 MHz/km.

2.1.2 Modo de transmisión

Dependiendo del modo en que se transmita la señal óptica, la fibra óptica se puede clasificar en fibra monomodo o fibra multimodo.

2.1.2.1 Fibra monomodo

El haz de luz que se transporta a través de esta fibra, sigue la misma trayectoria que el eje de la fibra, de ahí el nombre monomodo, es decir único camino del haz de luz.

En este tipo de fibra, el diámetro del núcleo y la longitud de onda de la señal que se trasmite, se encuentran en un orden de medida análogo que va de 5 a 8 mm.

Con esta fibra se alcanza una mayor circulación de información y tiene un ancho de banda que se encuentra en el orden de los 100 GHz/km, siendo estas su principal ventaja. Pero también cuenta con una gran desventaja, debido a su pequeña dimensión se tiene una mayor complejidad a la hora de instalarla.

2.1.2.2 Fibra multimodo

En este tipo de fibra el núcleo y el revestimiento están fabricados de sílice, esta compuesto de tal forma que el índice de refracción muestra una estructura más o menos parabólica.

El haz de luz que se hace pasar a través de esta fibra puede seguir varios trayectos. En una fibra multimodo existen muchas maneras de propagar la luz. Es usada principalmente en redes de corta distancia, menores a 1km.

Gracias a que el núcleo de la fibra multimodo es de gran dimensión, ésta es mas económica, mas fácil de diseñar y su instalación y conexión es mas sencilla.

2.1.3 Composición

De acuerdo a su composición, actualmente hay tres tipos de fibra óptica:

- 1) Núcleo y cubierta de plástico
- 2) Núcleo de vidrio con cubierta plástica (PCS)
- 3) Núcleo y cubierta de vidrio (SCS)

Haciendo una comparación entre las fibras de vidrio y las fibras fabricadas totalmente de plástico, estas últimas son mas flexibles, mas fuertes, mas resistentes a la presión, son menos pesadas, mas sencillas de instalar y su costo es mas bajo.

Las desventajas que las fibras de plástico presentan ante las de vidrio es que las de plástico tienen una mayor atenuación, la propagación de luz es menos eficiente y solo son utilizadas en redes cortas como instalaciones en un solo edificio.

Ahora bien si se hace una comparación entre la PCS y la SCS, las PCS son una combinación de vidrio y plástico y las SCS están fabricadas en su totalidad de vidrio. Cabe mencionar también que a las fibras PCS las afecta menos la radiación y por lo tanto son mejores para un uso militar. Las fibras SCS tienen menor fuerza y son más débiles al crecimiento atenuante cuando son expuestas a radiaciones.

2.2 Características de la fibra óptica

En cuanto a lo que respecta de las características que presenta la fibra óptica, en los párrafos siguientes, se hablara de esto.

2.2.1 Características generales

Dentro de sus características generales se encuentran las coberturas más resistentes.

El recubrimiento especial es alargado a presiones altas directamente por encima del núcleo del cable, de esta forma se van a obtener aristas helicoidales en la parte interna del recubrimiento especial del cable. El recubrimiento incluye un 25% más de material que los recubrimientos de un cable convencional.

Normalmente en la parte interna del recubrimiento se coloca un gel, una vez que este gel se asienta, va a formar canales que hacen que el agua se escurra y no se quede estancada dentro del cable, es así como se tendrá una mayor vida útil de la fibra sobre todo en entornos húmedos.

Actualmente ya existen también protecciones anti inflamables, ya que los antiguos cables de fibra óptica eran recubiertos con materiales inflamables y el gel con que

se rellenaba también era inflamable, por tal motivo no cumplían correctamente con las normas de instalación. Es por eso que con las nuevas tecnologías que se aplican en el diseño de la fibra, se descartan riesgos y se cumple con la normas.

Otra de las características generales es el empaquetado de alta densidad. Este consiste en introducir una mayor cantidad de fibras dentro de un cable que tenga el menor diámetro posible. Todo esto con el fin de obtener una instalación más fácil y rápida, además de que el cable pueda soportar grandes dobleces.

Actualmente se han llegado a introducir hasta 72 fibras dentro de un cable con diámetro muy pequeño, casi menos de la mitad del diámetro de un cable común, obteniendo así una súper densidad.

2.2.2 Características técnicas

Dentro de las características técnicas se puede decir que la fibra óptica es una forma de transmitir información analógica o digital.

Fundamentalmente la fibra óptica esta compuesta por el núcleo, que es donde se propaga la luz, y el revestimiento que es un elemento necesario para que se produzca el medio de propagación.

Existen 3 características fundamentales de las cuales depende la cantidad de transferencia de información dentro de una fibra óptica, estas características son:

- 1) Diseño exacto de la fibra.
- 2) Propiedades con que cuentan los materiales utilizados en su fabricación.
- 3) Ancho del espectro luminoso (a mayor ancho de espectro, menor cantidad de transferencia de información).

El tamaño de un cable de fibra óptica es más pequeño que el de un cable convencional. El diámetro de un cable que contiene 10 fibras es de entre 8 a 10 mm y tiene la misma capacidad de transmisión que un cable convencional de 10 tubos.

El peso también es algo muy importante ya que un cable de fibra óptica tiene un peso bastante pequeño respecto a un cable de cobre o aluminio, además de que es más fácil de instalar.

La temperatura es una de las características técnicas que también se pueden mencionar. Como se sabe el sílice es un material que se usa en la fabricación de la fibra óptica y este se funde a 600°C, por tal motivo la fibra óptica puede funcionar en ambientes que van de – 550°C a 125°C sin alterar su naturaleza.

2.2.3 Características mecánicas

Dentro de las características mecánicas podemos mencionar que la fibra óptica como componente sólido instalado dentro de un cable integrado por varias fibras, no cuenta con las propiedades adecuadas de empuje que proporcionen un uso directo.

Por otro lado, existen muchos casos en que las instalaciones se localizan al aire libre o en medios agresivos en los cuales se puede afectar al núcleo.

Por tales motivos se ha llevado a cabo una investigación acerca de elementos optoelectrónicos y fibras ópticas que a mejorado la calidad de trabajo de los sistemas. Es fundamental que se tengan recubrimientos y protecciones de buena calidad que protejan a la fibra. Para lograr esto se debe considerar su debilidad a curvaturas y microcurvaturas, tensión y propiedades de deterioro.

Para poder determinar la las curvaturas y microcurvaturas es necesario realizar los siguientes ensayos:

Tensión: cuando se alarga o encoge el cable se producen fuerzas que sobrepasan el limite de elasticidad de la fibra óptica y provoca que se rompa o se presenten las microcurvaturas.

Compresión: esta resulta de las presiones o tensiones que existen dentro del cable.

Impacto: se ocasiona fundamentalmente por los protectores que tiene el cable óptico.

Enrollamiento: generalmente se tiene siempre un límite para el ángulo de curvatura, pero la presencia de revestimientos evita que éste sea sobrepasado.

Torsión: es la fuerza que hace que el cable sea retorcido sobre su eje central.

Limitaciones Térmicas: estas restricciones distinguen a gran nivel dependiendo si se trata de una fibra fabricada de vidrio o una fabricada de materiales plásticos.

Un objetivo mas es la disminución de daños complementarios por cableado y los cambios de disminución en la temperatura. Estas desigualdades se presentan debido a que en ocasiones se hacen diseños para mejorar otros aspectos de la fibra óptica.

Pues es así como llegamos al final del capitulo 2, dando paso al siguiente capitulo en el cual se hablara de los cables de fibra óptica que existentes en cuanto a aplicaciones especiales se refiere.

CAPITULO III

TIPOS DE CABLES DE FIBRA OPTICA PARA APLICACIONES ESPECIALES

Los tipos de cable de fibra óptica para aplicaciones especiales son clasificados de acuerdo a su construcción básica y de acuerdo al uso que se pretende obtener de ellos.

3.1 Construcción básica

De acuerdo a su disponibilidad en construcción básica, se tienen los siguientes tipos:

- Cable de estructura holgada.
- Cable de estructura ajustada.
- Cable Blindado

3.1.1 Cable de estructura holgada

Constituido por diferentes tubos de fibra que cercan a una sección céntrica reforzada y son envueltos por una capa protectora. Su principal característica son los tubos de fibra que alberga el cable dentro de él. Cada uno de estos tubos tiene un diámetro de 2 a 3 mm y en su interior son colocadas varias fibras de una manera holgada.

Los tubos que contienen este tipo de cable son huecos o aun mejor están rellenos de un tipo de gel que evita que el agua tenga contacto con la fibra. El tubo holgado tiene como función alejar a la fibra de las fuerzas mecánicas que se ejercen en el exterior del cable.

La sección céntrica del cable incluye un material de refuerzo como lo es el acero, kevlar o algún material similar a estos. Con esto se le da una mayor fuerza y soporte al cable a la hora de realizar el tendido.

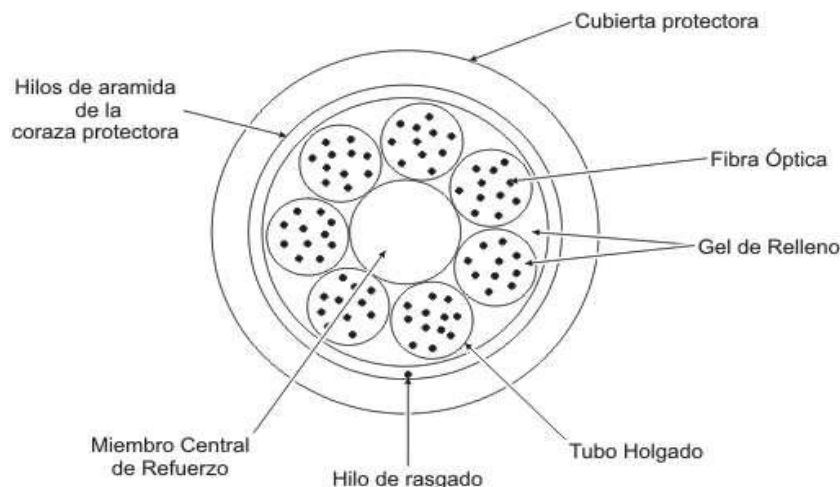


Figura 3.1 Cable de estructura holgada

(Tomado de <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>)

3.1.2 Cable de estructura ajustada

Este cable incluye diversas fibras con una protección secundaria que a su vez cercan una sección central de refuerzo y todo esto es envuelto por una capa protectora externa. El revestimiento plástico que actúa como protección secundaria de la fibra tiene un diámetro de 900 μm que a su vez rodea al revestimiento de la fibra que tiene un espesor de 250 μm .

La protección secundaria se le aplica individualmente a cada fibra con el fin de darle un mejor soporte físico además de que le permite ser conectada de manera directa sin la necesidad de realizar empalmes. Esto representa minimizar costo de instalación y descartar la realización de empalmes a la hora de tender el cable.

Los daños por microcurvatura pueden aumentar en este tipo de cable, ya que su estructura ajustada es mas susceptible a las cargas alargamiento o tensión. Por lo contrario el cable de estructura ajustada es mas elástico y su radio de curvatura es menor que el de un cable de estructura holgada.

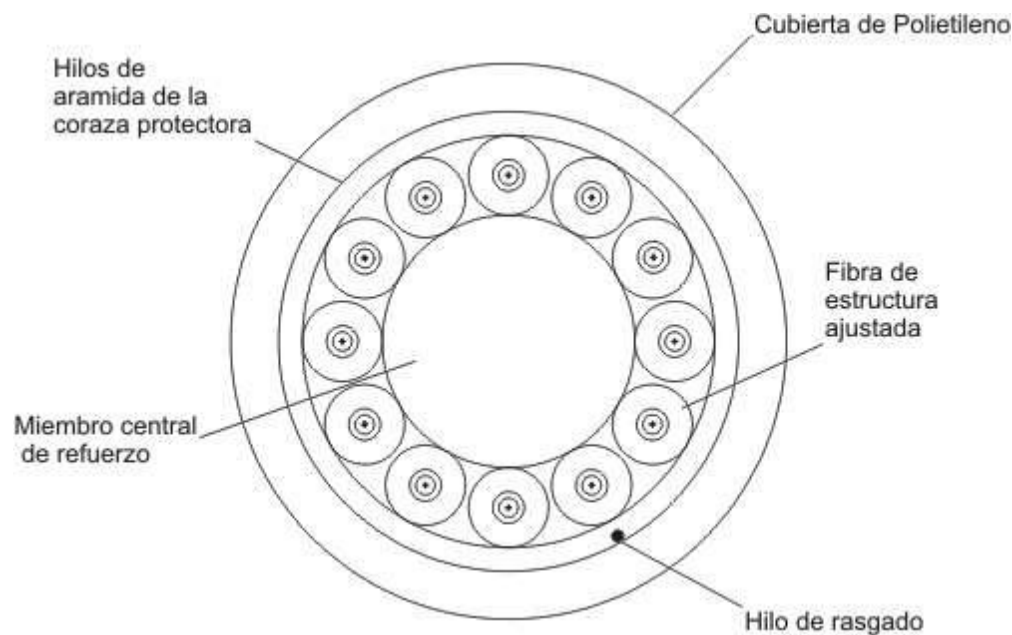


Figura 3.2 Cable de estructura ajustada

(Tomado de <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>)

3.1.3 Cable blindado

Este cable al igual que el cable de estructura holgada, esta constituido de varios tubos de fibra que rodean a un miembro central de refuerzo. La diferencia es que el cable blindado antes de la cubierta protectora cuenta con una capa de acero, la cual le brinda al cable una mejor oposición a ser aplastado y lo protege contra roedores.

Este tipo de cable se utiliza principalmente en la industria pesada y por lo general las líneas de tendido son subterráneas. Prácticamente este cable se encuentra en

estructura holgada aunque en ocasiones también puede haber de estructura ajustada.

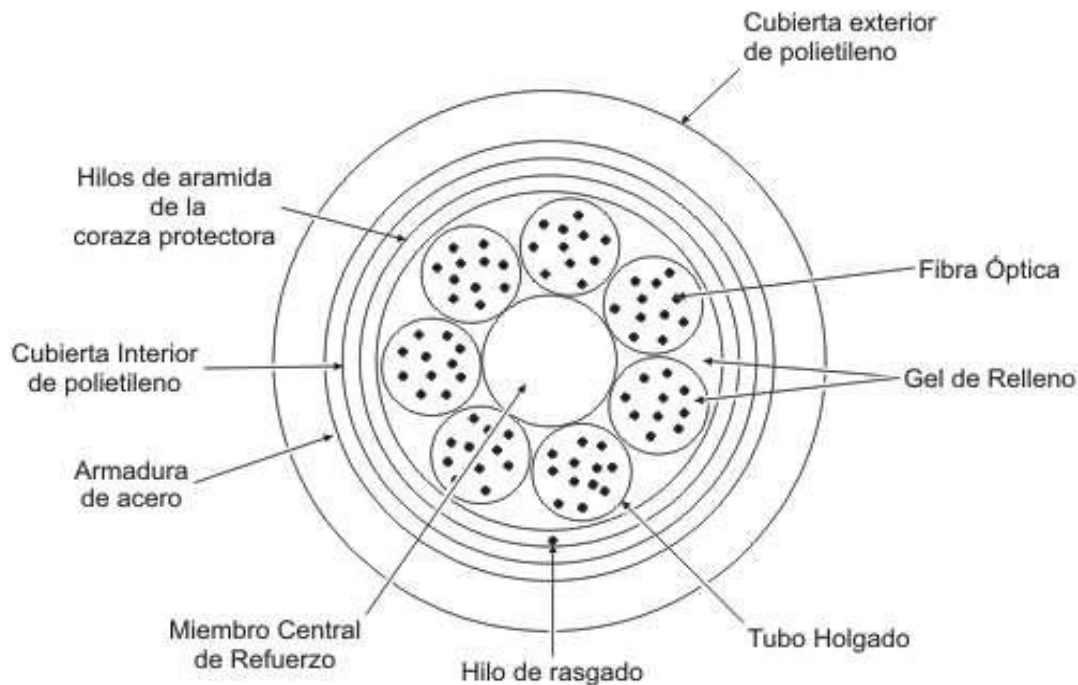


Figura 3.3 Cable blindado

(Tomado de <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>)

3.2 Uso

En los siguientes párrafos se hará la descripción de los diferentes grupos en que se pueden clasificar los cables de fibra óptica, esto dependiendo del tipo de uso que se pretende obtener de ellos.

3.2.1 Cables para redes telefónicas interurbanas

Este tipo de cable son habitualmente los más utilizados. Tienen una cubierta metal plástica con relleno de gel el cual impide que el agua penetre hacia su interior.

Ésta cubierta solo se le aplica cuando van a ser tendidos en ambientes agresivos como lo es el subsuelo, en cambio cuando son tendidos en redes aéreas y canalización no es necesario aplicarles dicha cubierta.

3.2.2 Cables para redes urbanas y locales

Se utilizan principalmente para tendidos de redes en áreas urbanas o zonas con un nivel de población elevada. Por medio de estos cables se puede comunicara a una central telefónica con otra, además de que se usan en redes de área local, servicios de televisión, terminales de datos, etc.

Normalmente a cada cable de este tipo se le introducen 16 tubos, que a su vez a cada tubo se le introducen 8 fibras. Dichos tubos van metidos en canalizaciones, por lo que no es necesario aplicarles una cubierta metal plástica.

Cabe mencionar también que este que este tipo de cable es similar al cable para redes telefónicas interurbanas.

3.2.3 Cables monofibra y bifibra

La función principal de este tipo de cables, es la de actuar como una correa de conexión entre los equipos receptores de señal y los cables de fibra cuando son desenrollados para la conexión entre estos. Debido a la función que realizan, es obligatorio que sean demasiado flexibles por lo cual deben de ser fabricados por medio de una hilatura de kevlar trenzada.

A este tipo de cable es necesario que se le aplique encima del primer revestimiento un revestimiento secundario, el cual debe ser ajustado y demasiado

elástico. En algunos casos dicho revestimiento es de poliuretano anti inflamable esto como una medida de seguridad.

3.2.4 Cables dieléctricos

Estos cables son usados principalmente para los servicios de transmisión telefónica multicanal y servicios de banda ancha. Es necesario que para algunas de sus aplicaciones deban estar completamente exentos de materiales metálicos.

Estos cables se utilizan demasiado en entornos extremadamente ruidosos o en ambientes donde se presentan perturbaciones eléctricas. Gracias a que son muy flexibles y livianos, se utilizan también en tendidos de redes áreas o en canalizaciones.

El núcleo de este cable es fabricado de kevlar y uno de sus revestimientos externos es fabricado de hilatura de kevlar. Principalmente cuenta en su interior con 32 fibras.

3.2.5 Cables para empresas eléctricas

Actualmente los cables de fibra óptica han ido ganando territorio en lo que respecta a las líneas de distribución de alta tensión, esto es gracias a sus propiedades dieléctricas y a que están protegidas ante interferencias electromagnéticas.

Estos cables son introducidos en el conductor de tierra de la red de distribución y como es expuesto a temperaturas muy elevadas, los tubos que albergan a las

fibras son de plástico fluorado. Debido a la aplicación a que son destinados, solamente deben contener en su interior 4 tubos con 4 fibras cada uno.

El revestimiento de estos cables es a base de aluminio extruido sobre el cual se colocan 1 o 2 envolturas tejidas de aleación de aluminios que conforman el cable a tierra.

Cabe señalar también que el núcleo óptico de cada fibra que es colocada en estos cables, puede resistir temperaturas de hasta 220°C y corrientes de 25 KA.

3.2.6 Cables para uso militar

Este tipo de cables debe de contar con muy buenas propiedades dieléctricas, además que debe de tener resistencia mecánica muy elevada, ser bastante resistente a radiaciones nucleares y debido a eso el núcleo debe de ser fabricado con sílice.

Otra de sus obligaciones es que el arreglo de sus elementos ópticos y la estructuración de sus recubrimientos sea la apropiada para facilitar y agilizar el pelado y uso de conectores.

Pues es de esta manera como se dio a conocer las clases de cables de fibra óptica que existen para aplicaciones especiales. Ahora es momento de pasar al siguiente capítulo donde se darán a conocer los principales componentes de un sistema de comunicación por fibra óptica.

CAPITULO IV

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN POR FIBRA OPTICA

Dentro de los componentes que se utilizan en un sistema de comunicación por fibra óptica los más destacados son los siguientes: los conectores, el tipo de emisor del haz de luz, los conversores de luz y los detectores.

4.1 Conectores

La función que realizan los conectores, es la de enlazar las líneas de fibra óptica con los transmisores o receptores de un sistema de comunicación. Existen muchos tipos de conectores, pero en este apartado se mencionaran a los mas importantes.

4.1.1 Conectores para fibras multimodo

Los conectores para fibras multimodo se clasifican en dos grupos, esta clasificación se va a realizar de acuerdo a la manera en que se vayan a alinear las fibras que se desean unir.

4.1.1.1 Conectores de alineamiento de fibra desnuda

Para conectar entre si las fibras desnudas, se debe de utilizar el conector de haz expandido o de lente compuesta, como se le quiera llamar. Este tipo de conector emplea las extremidades de la fibra cortada y sin necesidad de recubrimiento.

Los extremos de la fibra deben de ser alineados en una lente compuesta, que se fabrica a base de un material central bicónico y es moldeado en plástico. El interior de dicha lente consta de 2 agujeros cóncavos rellenos de fluido óptico.

La ventaja del conector de lente compuesta es que elimina las pérdidas por desprendimiento longitudinal y transversal entre los extremos. Ahora por lo contrario, su desventaja es que carece de alineación angular para los haces expansivos. Esto último se puede evitar moldeando las 2 lentes en el mismo proceso.

Para la conexión de fibras desnudas se puede utilizar otro conector llamado de doble codo. En este conector si es necesario el recubrimiento, ya que lo utiliza como elemento alineador.

El conector de doble codo posee 2 mitades que son enroscadas entre si. En una de esas mitades se localiza el canal sobredimensionado formado por 4 varillas. En el punto medio de ese canal se sujeta una de las fibras.

En la otra mitad del conector es colocada una fibra que se agarra a una manija retráctil, la flexibilidad del muelle de dicha manija es la que garantiza el contacto cuando se unen las 2 mitades.

4.1.1.2 Conectores de alineación por virola

Para este tipo de conectores se debe introducir una virola entre la fibra y el elemento alineador.

En primer lugar tenemos que la virola es un cilindro vacío, en los extremos de dicho cilindro se localizan rubís con perforaciones en el centro, dichas perforaciones tiene un diámetro igual al de la fibra desnuda. Una vez introducida la fibra, las perforaciones son selladas con resina epoxi y la fibra que queda fuera de la virola se debe pulir.

Por medio del mecanismo descrito anteriormente se pueden elaborar el conector bicónico o el conector de bolas.

El conector bicónico aguarda 2 violas en una manija centrada moldeada interiormente en forma bicónica. Las violas cuentan con collares de obstrucción que se enroscan a la manija central. Internamente cada collar cuenta con muelles que garantizan la penetración de las violas en el componente cónico y el próximo contacto de las extremidades de la fibra.

El conector de 2 bolas aguarda 2 violas ajustadas en los extremos donde sobresale la fibra. En dichos extremos se colocan 3 esferas que determinan un espacio hueco por el que sobresale la fibra. Al interponer 60° una viola de otra, se va a obtener el ensamble del conector.

4.1.2 Conectores para fibras monomodo

La tolerancia de alineación de los conectores para fibras monomodo es menor en un orden de magnitud que la de los conectores para fibras multimodo.

En estos conectores la fibra se introduce en anillos de obstrucción que se atornillan en un racor central. En el centro del racor se introduce una esfera agujereada que se encarga de centrar el conjunto para proporcionar que las extremidades de la fibra pasen de un lado a otro.

En uno de los anillos de obstrucción se encuentran 3 tornillos micrométricos colocados a 120° uno de otro, esto permite que la fibra se desplace lateralmente entre en un extremo.

En el otro anillo de obstrucción existe un agujero por el cual se introduce el haz de luz y al mismo tiempo con un microscopio adaptado en un extremo del anillo, se debe monitorear el núcleo de la fibra para así asegurarse que este quede centrado sobre la malla por medio de los 3 tornillos.

Para todas las conexiones que se hacen, siempre quedaran pequeños espacios entre ellas, esto tiene como consecuencias que se aumente las perdidas. Para evitar este problema se deben agregar líquidos de ajuste con un buen índice de refracción.

Otros tipos de conectores que se utilizan en la fibra óptica son:

- FC: se utilizan en la transferencia de datos y en las telecomunicaciones.
- FDDI: son utilizados en las grandes redes de fibra óptica.
- LC y MT – Array: son los adecuados para utilizarse en transferencias de alta densidad de datos.
- SC y SC-Dúplex: se utilizan solamente para la transferencia de datos.
- ST o BFOC: son utilizados en pequeñas redes de fibra óptica.

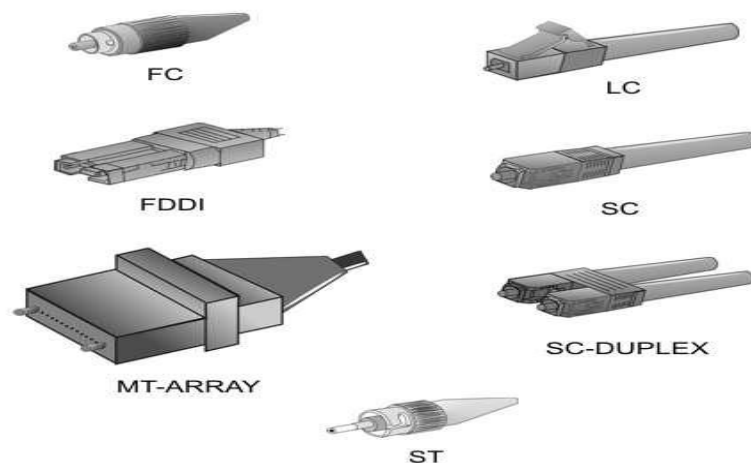


Figura 4.1 Algunos tipos de conectores

(Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Tipos_conectores_fibra_optica.jpg)

4.2 Emisor de haz de luz

El emisor de haz de luz constituye al único elemento activo del sistema y esta compuesto de 3 elementos fijos y una serie de accesorios que dependen de las prestaciones del emisor.

Los 3 elementos fijos son:

- 1) Un chasis de soporte al colector óptico
- 2) Equipo y accesorios
- 3) Sistema óptico y fuente de luz

Los accesorios son:

- Equipo de alimentación a la fuente de luz
- Sistema de filtros
- Obturadores para variar las características de la luz
- Sistema de refrigeración para el equipo
- Elementos de control
- Protección necesaria

El emisor de luz es un dispositivo que tiene como función generar el haz de luz y a la misma vez emitirlo para que así se pueda realizar la transmisión de datos. El emisor de luz se clasifica en dos tipos: LED o Láser.

4.2.1 LED

La corriente eléctrica necesaria para hacer funcionar a un LED varia de 50 a 100 mA, su velocidad de emisión es lenta, solo puede ser utilizado en fibras

multimodo, pero son fáciles de utilizar y su vida útil de funcionamiento es bastante larga, mencionando también que su costo es muy económico.

Un LED o diodo emisor de luz, no es mas que un diodo de unión P-N compuesto por un elemento semiconductor, dicho elemento puede ser arseniuro de galio o fosfato de galio aluminio.

Se dice que un LED es polarizado de manera directa cuando los portadores minoritarios son introducidos entre la unión P-N, por medio de esta unión los portadores minoritarios se combinan con los portadores mayoritarios y transfieren energía de manera luminosa.

Un LED funciona de manera similar que un diodo común, la característica que los distingue, es que en un LED algunos componentes semiconductores se eligen con el propósito de que perfeccionen una técnica radiactiva para que así se pueda producir un fotón. Un fotón es una partícula que se transporta a la velocidad de la luz y al estar en reposo no posee masa.

El ambiente energético de los componentes utilizados para la fabricación de un LED, definirá si el haz de luz que se transmite a través de él es invisible o es visible, sin desechar la idea de que el haz de luz pueda ser de color.

Existen diferentes tipos de LED, aunque los mas comunes son los de crecimiento epitaxial, de unión homóloga y los de heterounión.

Los LED de crecimiento epitaxial son principalmente fabricados de arseniuro de galio con dopaje de silicio. Normalmente transmiten la luz a una longitud de onda 940 nm, teniendo como potencia de salida 3 mW con una corriente de 100 mA.

Un LED de unión homóloga transmite la luz a una longitud de onda de 900 nm, teniendo como potencia de salida 500 μ W. Este tipo de LED presenta un problema, tal problema es que carece de dirección a la hora de transmitir la luz, esto lo hace incompetente para ser utilizado como una fuente de luz en una red de comunicación por fibra óptica.

Finalmente tenemos el LED de heterounión que presenta características similares a un LED de crecimiento epitaxial, la diferencia es que el LED de heterounión tiene una geometría diseñada para que la corriente sea concentrada en un área muy corta de la cubierta activa.

4.2.2 Láser

La corriente eléctrica necesaria para hacer funcionar a un láser varía entre 5 y 40 mA, su velocidad de emisión es muy rápida, se utiliza en fibras monomodo y multimodo; pero contrario al LED, son difíciles de utilizar, su vida útil de funcionamiento es más corta y su costo es mucho más elevado.

Un láser puede ser construido de diferentes materiales ya sean líquidos, sólidos o gases, aunque el láser que normalmente se utiliza en las redes de comunicación por fibra óptica es el láser semiconductor.

Un láser se construye de manera similar que un LED, la diferencia es que los extremos del láser están demasiadamente pulidos. Dichos extremos retienen a los fotones en el área activa, provocando que se reflejen entre sí y exciten a los electrones libres para que se unan con los agujeros en un nivel más elevado de energía.

La utilización del láser en redes de comunicación por fibra óptica tiene muchas ventajas, algunas de estas ventajas son:

- El láser cuenta con un patrón de radiación bastante directo, esto hace que la luz que emite sea más fácil de adaptar en una fibra óptica. Es así como se minimizan las pérdidas por adaptación y se pueden fabricar fibras mas diminutas.
- Un láser tiene una potencia de salida de 5 mW, mayor que la de un LED, es por esto que el láser se puede utilizar en redes de comunicación por fibra óptica de larga distancia.

Ahora por lo contrario, también se tiene desventajas al utilizar el láser en redes de comunicación por fibra óptica, algunas de las desventajas son:

- El láser tiene un costo 10 veces mas elevado que el de un LED.
- El láser tiene una vida útil de trabajo mucho menor que la de un LED.
- El láser depende mas de la temperatura, por lo que su funcionamiento se va a ver afectado dependiendo del medio donde se utilice.

4.3 Conversores de luz

Un conversor de luz es un aparato opto electrónico que convierte una señal de información de voz o de datos en una señal de luz. Su función es transportar esta señal de luz a través de la fibra óptica y en su momento convertirla nuevamente en una señal de información de voz o de datos.

Aquí también se debe de tomar en cuenta a los emisores ópticos, ya que a través de ellos se lleva a cabo la conversión de señal eléctrica a señal de luz. El emisor óptico recibe la señal de voltaje por medio de una interface y luego la convierte en

una señal de corriente. Finalmente la señal de corriente va a producir un cambio en la intensidad de la fuente luminosa para así concretar la conversión.

Como ejemplo se puede tomar un láser, este cambiara su intensidad en función de la señal de información. Posteriormente la luz que se produce en el láser es introducida en un extremo de la fibra óptica y por medio de esta se conducirá la luz sin que se presenten grandes pérdidas.

En otro extremo de la fibra óptica se ubica un detector de luz o receptor óptico, por medio de el se va a convertir la señal de luz en una señal de corriente, esta señal de corriente se convertirá en una señal de voltaje y es así como se restablece la información que se envió por medio del transmisor.

4.4 Detectores

Se puede decir que un detector es parte del conversor de luz, esto debido a que una vez que la señal óptica se convierte en señal eléctrica, el detector la regenera para enviarla a los equipos terminales o prepararla para ser enviada a otros repetidores.

Los detectores deben de cumplir con ciertas condiciones para poder ser utilizados, estas condiciones son que su corriente inversa sea demasiado pequeña para que detecte señales ópticas muy débiles, tengan buena rapidez de respuesta y que el ruido que genera sea casi despreciable.

4.4.1 Detectores PIN

Un detector PIN es básicamente un fotodiodo y quizá es uno de los artefactos que mas se utilizan en una red de comunicación por fibra óptica. También son muy utilizados en redes tolerantes a una fácil segregación entre posibles niveles de luz y en distancias pequeñas.

El diodo PIN es construido básicamente por una capa sutilmente deficiente de materiales semiconductores del tipo i, dicha capa es introducida en medio de otras 2 capas, una de material tipo p y otra de material tipo n.

El haz de luz es introducido al artefacto por medio de un hoyo pequeño y una vez que esta adentro cae sobre el elemento intrínseco. El elemento intrínseco debe de ser bastante grueso para que así los fotones entran hacia el artefacto puedan ser captados.

La mayor parte de los fotones son captados en la banda de valencia del elemento intrínseco por medio de electrones. Cuando los fotones son captados, añaden la suficiente energía para que se puedan generar portadores en la región de agotamiento, esto proporciona que fluya corriente mediante el artefacto.

4.4.2 Detectores APD

En el detector APD, la luz que choca en el fotodiodo se absorbe por una capa fina de material tipo n firmemente deficiente. Estos detectores son más sensibles que los detectores PIN por lo tanto no necesitan de mucha amplificación.

Gracias a una polarización inversa se genera una elevada intensidad de campo eléctrico en la unión i-p-n, esto conlleva a una ionización de impacto; mientras se

lleva a cabo este proceso, un conductor atrapa bastante energía para ionizar a otros electrones, originando así que los conductores ionizados produzcan mas ionizaciones.

Los detectores APD tienen una clasificación, la cual se muestra a continuación:

- 1) De silicio: estos tienen un nivel de ruido bastante pequeño y presentan un rendimiento de trabajo hasta del 90%. El voltaje de alimentación que requieren para su funcionamiento varía entre 200 y 300 V.
- 2) De germanio: estos son altamente recomendados para funcionar con longitudes de onda que van desde los 1, 000 a lo 1, 300 nm y su rendimiento de trabajo es del 70%.
- 3) Los que son fabricados con los elementos de los grupos III y V de la tabla periódica.

4.4.3 Detectores PIN – FET

En el análisis del vínculo entre señal y ruido de un receptor, la inteligencia del detector es determinante para que ese vínculo sea mayor. Una solución que se propone para las elevadas longitudes de onda, es la de un detector PIN acompañado de un amplificador de bajo nivel de ruido.

La solución propuesta se fundamenta en una unión monolítica de un detector PIN de arseniuro de galio aluminio y un circuito amplificador del tipo FET de arseniuro de galio, estos 2 juntos remplazan a un diodo que se cablea en la entrada del amplificador, lo que origina un rendimiento de la baja capacidad del conjunto.

Gracias a la solución antes mencionada se pueden crear detectores optoelectrónicos integrados de gran utilidad, estos tienen un mayor ancho de banda y mu bajo costo.

Pues es así como como se da por terminado este capitulo en el cual se hablo de los componentes que se utilizan en un sistema de comunicación por fibra óptica. Para el siguiente capitulo se hablara de las ventajas y desventajas que se tienen al utilizar la fibra óptica.

CAPITULO V

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA FIBRA OPTICA

5.1 Ventajas

5.1.1 Baja Atenuación

La fibra óptica es un medio de transmisión físico que presenta los menores niveles de atenuación. Es por eso que se pueden crear conexiones directas de 100 a 200 km sin la necesidad de utilizar repetidores y con un aumento en la seguridad y economía de los equipos.

5.1.2 Gran ancho de banda

La capacidad de transmisión de la fibra óptica es bastante alta, además de que puede transmitir de forma paralela ondas ópticas de diversas longitudes que se interpreta a una mejor rentabilidad de los sistemas.

Es casi un hecho que mediante solo 2 fibras ópticas se pueden trasladar todas las llamadas de telefonía de un solo país, esto mediante sistemas dotados con equipos de transmisión que sean capaces de operar con grandes cantidades de información que van desde los 100 MHz/km hasta los 10 GHz/km.

5.1.3 Peso y tamaño reducidos

Una fibra óptica tiene un diámetro casi igual que el de un cabello de una persona. De hecho el diámetro de un cable formado por 64 fibras es de entre 15 y 20 mm y su peso aproximado es de 250 kg/km.

Un cable convencional de 900 pares calibre 0.4, tiene un diámetro de entre 40 y 50 mm y un peso de 4, 000 kg/km. Al comparar estos valores con los de un cable

de fibra óptica, se puede concluir que estos últimos son más ventajosos en la forma de que son más fáciles de manejar.

5.1.4 Gran flexibilidad

La fibra óptica se fabrica a través de materiales derivados del dióxido de silicio o sílice, este es un componente de la arena que es una materia prima que se encuentra en grandes cantidades sobre la superficie terrestre. Algunos de los materiales que se derivan de la sílice tienen un alto grado de flexibilidad y por lo tanto se van a utilizar para la fabricación de fibras.

5.1.5 Aislamiento eléctrico entre terminales

Como ya se mencionó en el apartado anterior, la fibra óptica se fabrica a partir del dióxido de silicio que es un material altamente dieléctrico. Es por eso que al no estar presente algún material metálico que conduzca la electricidad no se producirán flujos de corriente en el cable de fibra. Por tal motivo son ideales para instalarse en ambientes donde existan perturbaciones eléctricas.

5.1.6 Ausencia de radiación emitida

La fibra óptica es un medio por el cual se transmite luz pero que no produce radiaciones electromagnéticas que alcancen a interceptarse con señales eléctricas. La radiación que emiten otros medios tampoco afecta a la fibra óptica, por lo tanto esto la hace un medio de transmisión de información seguro y de gran calidad sin que la información sea degenerada.

5.1.7 Costo y mantenimiento

En los últimos años ha disminuido de manera drástica el costo de un cable de fibra óptica y la tecnología que se utiliza para su montaje. Actualmente el costo de un sistema de cableado por fibra óptica es menor que el de un sistema de cableado por cobre.

Otro de los aspectos importantes es que el costo de mantenimiento de un sistema de cableado por fibra óptica es mucho mas bajo que el de un sistema de cableado por cobre. Sin embargo en ocasiones se necesita que la capacidad de información sea pequeña por lo que el costo de la fibra óptica puede ser mayor.

5.2 Desventajas

La principal desventaja de la fibra óptica es que solo se puede utilizar en sistemas de comunicación de tasas muy elevadas de bits. Además es demasiado difícil tener un control adecuado de la fase de una señal óptica.

Los empalmes que se realizan para la conexión de cables de fibra óptica son muy complejos y en caso de que el cable se rompa serán muy difíciles de reparar. Cabe mencionar también que los empalmes causan perdidas notables si no se tiene atención al hacer la unión entre las terminales y los equipos.

Otro de los inconvenientes que se tiene al instalar un sistema de comunicación por fibra óptica, es la necesidad de utilizar artefactos adicionales más caros como lo son fuentes de luz, transmisores, detectores, multiplexores, receptores, entre otros, dado que la forma de transmitir es diferente a la de un sistema convencional por cobre.

El costo de la fibra óptica va a ser razonable solo en los casos que se requiera un sistema de baja atenuación y con un ancho de banda demasiado elevado. En los casos de ancho de banda bajo el conductor de cobre es menos costoso.

Otra de las desventajas que presenta la fibra óptica, es que no transfiere energía eléctrica, por tal motivo no puede ser utilizada para energizar la terminal de recepción. Dicha terminal de recepción debe energizarse por medio de una línea eléctrica independientemente separada del conducto óptico.

De esta manera se da por terminado el capítulo 5, donde se hablo de las ventajas y desventajas de la fibra óptica principalmente ante los sistemas de cable convencional por cobre. Pues ahora se pasara al siguiente y último capítulo de este trabajo donde se hablara de los campos a los cuales se aplica la fibra óptica.

CAPITULO VI

CAMPOS DE APLICACION DE LA FIBRA ÓPTICA

6.1 Redes

Día con día la fibra óptica es mas utilizada en la comunicación, esto gracias a que las ondas de luz que se transmiten a través de ella tienen una alta frecuencia, además de que la señal que traslada la información es capaz de aumentar junto con la frecuencia.

Actualmente se encuentran en funcionamiento bastantes redes de comunicación de larga distancia por fibra óptica, dichas redes son ajustadas por medio de enlaces transcontinentales y transoceánicos. La ventaja es que la señal que viaja a través de la fibra óptica, puede atravesar grandes distancias si la necesidad de un repetidor que regenere dicha señal.

Hoy en día los repetidores que se utilizan en una red de comunicación por fibra óptica, son colocados a distancias de 100 km entre uno y otro. Actualmente se han desarrollado amplificadores que pueden aumentar aun más estas distancias de colocación.

La fibra óptica también se aplica en las redes de área local o LAN (Local Area Network), estas son un conjunto de ordenadores que permiten compartir datos, aplicaciones y otros recursos. Una LAN tiene como función conectar una serie de abonados con equipos como lo son computadoras o impresoras.

Los sistemas LAN tienen la capacidad de aumentar el rendimiento de los equipos y toleran de una manera sencilla la integración de nuevos usuarios a la red. Los equipos de una LAN se encuentran separados por distancias cortas, es por eso que son ideales para usarse en oficinas o en instalaciones universitarias.

Otra de las aplicaciones de la fibra óptica se sitúa en las redes de área amplia o WAN (Wide Area Network). Estas redes son semejantes a las redes de área local,

la diferencia es que las WAN conectan equipos entre si que se encuentran separados por distancias mas largas, ya sea que se encuentren en distintos puntos de una región o en otras regiones.

6.2 Internet

La fibra óptica juega un papel muy importante en los servicios de conexión a internet, ya que al ser aplicada en estos servicios va a permitir que se tenga una mayor rapidez de navegación por medio del internet.

Para poder navegar por una red de internet no solo es necesario tener una computadora, el módem y algunas aplicaciones o programas, también se necesita ser demasiado tolerante ante la lentitud de dicha red.

La mayor parte de los usuarios que se conectan a una red de internet, lo hacen por medio de una línea telefónica, es por eso la gran lentitud de dicha red, ya que una línea telefónica carece de la capacidad de transmitir graficas, videos, textos y otros datos que se desplazan sobre la red.

Afortunadamente hoy en día la fibra óptica es un medio por el cual se puede uno conectar a internet. Con este nuevo avance se obtiene una velocidad de navegación muy alta de hasta 2 Mb/s, cuando con una línea telefónica solo se alcanzan de 28 a 34 Kb/s.

6.3 Telefonía

Con el objetivo de normalizar las interfaces actuales, se han establecido sistemas de transmisión por fibra óptica obteniendo una gran aplicación de esta en las redes de telecomunicaciones públicas.

Para conectar un teléfono solo basta un cable de cobre convencional, pero para implementar los servicios adicionales como lo es una video llamada es necesaria la intervención de una fibra óptica.

Actualmente con el BIGFON (red urbana integrada de telecomunicaciones en banda ancha por fibra óptica) se ha mejorado la calidad de comunicación entre las personas por medio de los teléfonos.

De acuerdo a la estrategia proyectada, un servicio de banda ancha podrá ser complementado con un servicio de distribución de radio y televisión mediante un IBFN. El IBFN no es nada más que una red de telecomunicación integrada por banda ancha.

6.4 Área militar

Los beneficios que ofrece la fibra óptica al área militar, se fundamentan en la seguridad que presenta este medio de transmisión en comparación con otros medios como los cables de cobre convencional o la radio. Es así como se minimiza considerablemente la necesidad de codificar un mensaje en virtud de la protección anti detección propia de las fibras.

La fibra óptica se aplica al área militar por tener una ventaja muy importante, esta ventaja es que la fibra óptica es inmune a una detección electromagnética, ya que

es absurdo seguir eléctricamente un cable de fibras ópticas hasta entrar en el equipo.

Otra razón justificable del uso de la fibra óptica en esta área, es que tienen un peso demasiado pequeño. Como ejemplo se tomara al avión A-7 de la US Navy, ya que al utilizar fibra óptica en su fabricación, se redujo el peso de este mismo y las longitudes de cable fueron mas cortas.

Una de las aplicaciones estratégicas de los cables de fibra óptica, es que se emplean en la colocación de radares que se encuentran alejados del centro de operación, teniendo así una mayor seguridad para los radares de detección que se sitúen en cualquier parte del centro de operación. Lo anterior se debe a la excelente seguridad que presenta la fibra óptica ante factores ambientales.

La fibra óptica también es utilizada para el control de misiles de crucero que son lanzados desde un campamento terrestre. Tales misiles se pueden controlar desde uno o más campamentos, además de que las rampas que impulsan al misil se encuentran entrelazadas por redes ópticas.

En lo que respecta a la utilización de las redes de área local dentro del área militar, estas se utilizan para entrelazar campamentos militares móviles.

6.5 Inspección en fabricación de piezas por fundición

En el proceso de fabricación de una pieza por fundición, es necesario analizar si la pieza presenta deformaciones que son provocadas por burbujas de aire que son captadas durante el proceso.

Actualmente el análisis de piezas fabricadas por fundición, se lleva a cabo mediante fibroscopios. Estos aparatos tienden a ser muy flexibles, por lo que permiten entrar a las zonas más estrechas y curvadas de la pieza.

Para construir un fibroscopio se requiere esencialmente de una guía de luz conformada por un haz encerrado en un cable de 10 fibras con un diámetro no mayor a 1mm. En caso de que se deseen inspeccionar rincones esquinados se utilizara una monofibra sintética.

6.6 Medicina

Las ventajas que presenta la fibra óptica en el campo de la medicina son muy claras. Actualmente los modernos fibroscopio han remplazado a los sistemas tradicionales para realizar técnicas endoscópicas.

Los modernos fibroscopios son diseñados en base a nuevas técnicas optoelectrónicas, estos constan de un extremo fijo o flexible en el que se adaptan agujas, pinzas para tomas de muestras, electrodos de cauterización, tubos para dosificación de anestésicos, introducción o evacuación de líquidos y otros funcionamientos.

La aplicación de la fibra óptica en el campo de la medicina, responde generalmente a 3 divisiones que a continuación se enuncian:

- 1) Diagnostico: es parte de los estudios radiológicos y partir de aquí se permiten observar visiones amplias de puntos determinados y poder tomar muestras de dicho punto. Por medio del fibroscopio se puede detectar cáncer y úlceras en su estado inicial, algo que no es posible por medio de rayos X.

- 2) Terapéutico: aquí el uso de la fibra óptica permite ejercer cirugías en vías biliares para extracción de cálculos, cuerpos extraños, inyectar medicamentos, agrandar órganos para una mejor cirugía, entre otras aplicaciones.
- 3) Postoperatorio: a partir de aquí, mediante el fibroscopio, se puede observar de manera directa e inmediata las zonas que fueron afectadas durante la cirugía.

6.7 Sensores

La aplicación de la fibra óptica como un sensor óptico, es muy ventajosa ante un sensor eléctrico. La ventaja principal es que los sensores ópticos son de menor tamaño y no presentan corrientes eléctricas. Estos sensores se utilizan para medir tensión, temperatura, presión, entre otros parámetros.

Actualmente se ha desarrollado una nueva tecnología de hidrófonos, que consta de más de 100 sensores ópticos. Dichos hidrófonos son utilizados en la detección de sismos, en la industria petrolera y en las compañías marinas de guerra de ciertos países.

Los sensores ópticos de temperatura y presión son muy utilizados en los pozos petrolíferos, ya que a diferencia de los sensores eléctricos, resisten mayores temperaturas y presiones.

6.8 Transporte de energía, señalización e iluminación

La fibra óptica presenta un gran nivel de transparencia, esto permite que el haz de luz que viaja a través de ella sea utilizado solo como luz visible. Esta luz visible

choca con celdas fotovoltaicas que pueden alimentar artefactos electrónicos de muy bajo consumo.

Para el caso de la industria automovilística también se hace uso de la fibra óptica, tanto para supervisar de partes internas en un motor, inyectores o sistemas de frenado como para la señalización e iluminación de los iconos en los tableros del automóvil.

Una aplicación más de la fibra óptica, es su utilización en las pizarras de los estadios deportivos. Las letras o números de dichas pizarras las forman matrices de puntos, cada uno de estos puntos es un diminuto haz producido mediante una fibra. Dicho sistema también se aplica en redes de semáforos y en señalizaciones colocadas en carreteras.

A través de la fibra óptica se pueden iluminar lugares que estén en riesgo de incendiarse debido a un cortocircuito, por tal motivo se pueden aplicar en instalaciones de industrias petrolíferas, industrias que manejan sustancias inflamables y en la industria minera.

Es así como como se llega a la culminación de este sexto y último capítulo, donde se pudo ver que existen diferentes campos a los cuales se puede aplicar la fibra óptica. Ahora bien, para finalizar por completo este trabajo se pasara a la conclusión en general.

CONCLUSIONES

En conclusión se puede plasmar una definición concreta de fibra óptica, la cual sería: varilla extremadamente fina, construida de materiales cristalinos con alto índice de refracción, que se utiliza para transmitir un haz de luz. Cuando el haz de luz penetra por un extremo de la fibra, se transmitirá hacia el otro extremo sin que se generen grandes pérdidas aun cuando la fibra sea curva.

Se puede mencionara que la fibra óptica forma parte de una de las etapas mas importantes en las telecomunicaciones y en la electrónica moderna, pues ella constituye al pilar mas importante del sostén en el desarrollo tecnológico actual.

La fibra óptica no solo vino a revolucionar el campo de las telecomunicaciones, sino que también le dio un giro de 180° a otros campos como lo son la medicina, la industria en general y en las áreas militares.

Hoy en día la fibra óptica esta al alcance de mucha gente; pero si actualmente esta se encuentra en algunas edificaciones o casas, en un futuro no muy lejano absolutamente todos los edificios y casas contarán con cable óptico a tal grado de que con solo enchufarlo a una computadora o una televisión se podrá disfrutar de todos sus beneficios.

De esta manera se puede decir que la fibra óptica es y será por muchos años más el medio más eficaz y rápido que exista en las telecomunicaciones, sin desechar la idea de que algún día se puedan desarrollar nuevas tecnologías que sobrepasen las expectativas con que cumplen las fibras ópticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Introducción a la ingeniería de la fibra óptica; Baltazar Rubio Martínez; Addison – Wesley iberoamericana
2. Introducción a las telecomunicaciones por fibras ópticas; Jean Pierre Nerou; Trillas
3. Fibras ópticas. Transmisión de luz; J. Carlos Jiménez Cortes; ceac
4. Sistemas de comunicaciones electrónicas; Wayne Tomasi; Pearson Educación
5. www.monografias.com
6. www.promax.es/downloads/products/esp/historiaFO_e.pdf
7. www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica