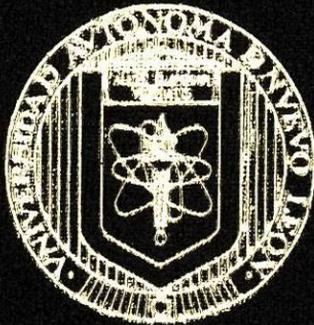


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



FABRICACION DE FIBRAS OPTICAS

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA

ENRIQUE AGUSTIN ARDINES DE LEON

ASESOR: ING. LEOPOLDO R. VILLARREAL

CD. UNIVERSITARIA

OCTUBRE DE 1996

T

QC448

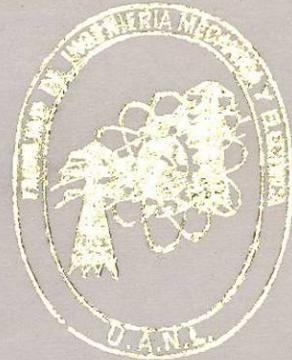
A7

C.1



1080072255

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



FABRICACION DE FIBRAS OPTICAS

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA

ENRIQUE AGUSTIN ARDINES DE LEON

ASESOR: ING. LEOPOLDO R. VILLARREAL

CD. UNIVERSITARIA

OCTUBRE DE 1996



T 448
QC
A7



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

FABRICACIÓN DE FIBRAS ÓPTICAS

TESIS

EXAMEN TIPO "B"

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES.

ASESOR: ING. LEOPOLDO R. VILLARREAL.

PRESENTA:

ENRIQUE AGUSTIN ARDINES DE LEÓN

DEDICATORIA

A DIOS:

Por no dejarme derrumbar ante las adversidades de la vida y darme salud y fuerza para terminar mi carrera satisfactoriamente.

A MI MADRE:

Que aunque no estuvo a mi lado en cuerpo durante mi carrera universitaria a estado siempre en espíritu dándome el camino adecuado para salir adelante.

A MI PADRE:

Que con su apoyo y comprensión tanto moral como económico me supo guiar para superar las metas que hasta ahora me he trazado.

A MIS HERMANOS:

Por su compañía y consejos me han ayudado a salir adelante.

A MI ESPOSA

Que aunque tenemos poco de casados supo motivarme para realizar esta tesis

A LOS CATEDRÁTICOS:

Que no escatimaron en transmitirme sus conocimientos durante el transcurso de mi carrera.

CONTENIDO

- PRINCIPIOS SOBRE FIBRAS ÓPTICAS.
- DESARROLLO DE LA FIBRA ÓPTICA.
- FABRICACIÓN DE CONDUCTORES DE FIBRA ÓPTICA.
- FABRICACIÓN DE LA PREFORMA.
MÉTODO DE FUSIÓN DE VIDRIO.
- FABRICACIÓN DE LA PREFORMA POR DEPOSICIÓN DE VIDRIO
A PARTIR DE LA FASE GASEOSA..
- MÉTODOS DE DEPOSICIÓN DE VAPORES.
- FABRICACIÓN CON MÉTODOS C.V.D.
- FABRICACIÓN CON MÉTODOS DE DOBLE CRISOL
- ESTIRADO DE LA FIBRA.
- FIBRAS CON REVESTIMIENTO DE PLÁSTICO.
- REVESTIMIENTO PROTECTORES.
- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFÍA.

PRINCIPIOS SOBRE FIBRAS ÓPTICAS.

El principio básico en el cual se fundamenta la Fibra Optica es muy simple y se comporta de la siguiente manera; la luz proyectada a un fino filamento de vidrio o plástico, se refleja bajo las paredes internas de la fibra proyectandose a travez de esta.

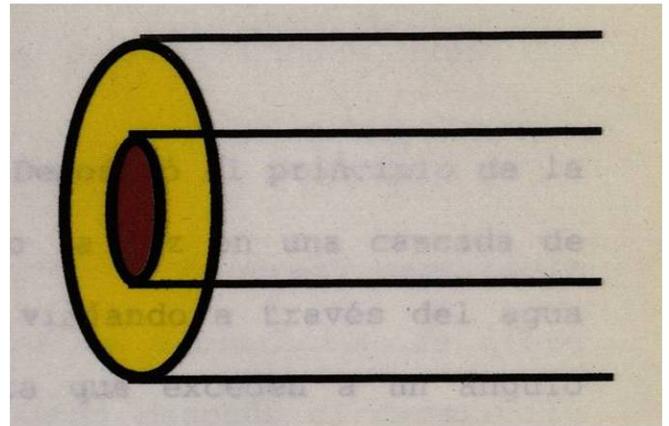
Definicion de Fibra Optica:

Las Fibras Opticas son filamentos, generalmente en forma cilindrica que consisten en un nucleo (core) de vidrio y un revestimiento (cladding) de plastico cuya relacion entre estos es de 1:10 respectivamente.

El Nucleo es la seccion a travez de la cual viaja el haz de luz

El Revestimiento es la capa que rodea al nucleo, su funcion principal es reflejar luz hacia el centro de la fibra atrapandola en el nucleo. La diferencia principal entre el nucleo y el revestimiento es la densidad del material.

El proceso de Reflexion ocurre repetidamente, guiando destellos de luz a lo largo de la longitud de la fibra.



La función de la fibra Óptica es el conducir y guiar la luz en forma de destellos a lo largo de grandes distancias.

El poder de la luz guiada depende de ambas diferencias de índice de refracción. Entre el Núcleo y el Revestimiento, y el diámetro del Núcleo, cuando las fibras son usadas para transmisión de poder, es preferible usar fibras con alta apertura numérica. (una diferencia grande de índice de Refracción y gran Núcleo.)

DESARROLLO DE LA FIBRA ÓPTICA

ANTECEDENTES

En Mayo de 1854, John Tyndall Demostró el principio de la Reflexión total interna; conduciendo la luz en una cascada de agua, observó que los rayos de luz viajando a través del agua no escapan hacia el aire sino hasta que exceden a un ángulo crítico; en esencia este es el principio de las guías de luz.

En 1910, Deybe hizo estudios de guías de ondas dielécticas; Utilizando tubos construidos de diferentes tipos de materiales dielécticos translúcidos.

La investigación y el Desarrollo sobre fibras ópticas para telecomunicaciones comenzó en al año de 1960. En este tiempo, la Tecnología Láser era desarrollada, y la posibilidad de sistemas de transmisión óptica usando fibras ópticas tendían a ser muy reducidas.

Con la invención del rayo Láser en 1960 se 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.

En 1966 esto fue investigado por CHARLES KAO Y GEORGE HOKMAN, de la standard telecommunications laboratories, en Inglaterra, cuando las atenuaciones en las fibras eran del orden de 1000 Db/Km.

Durante la década de 1970 a 1980, el progreso remarcable era el hecho en preformas y procesos de fabricación de fibra óptica, basada en sílice justo diez años después el desarrollo de preparación de la fibra de 20 Db/Km por el método O.C.V.D.

La pérdida de la transmisión fue reducida al utilizar otros métodos como son los Métodos M.C.V.D. y El Método V.A.D.

Un valor de pérdida de alrededor de 0.2 Db/Km, fue llevado a cabo, y volverse el límite intrínseco para la fibra óptica con base-sílice.

La reducción de pérdida más lejano puede ser llevada a cabo solamente cambiando a materiales con no-silicato.

La posibilidad de fibra de Ultra - Baja Pérdidas puede ser usando materiales transparentes al medio - infrarrojo. Fue expuesto en 1978 por (Pinnow, Van Uitret, Godman).

Tales materiales transparentes al medio infrarrojo pertenecen a las tres clases de materiales: Cristal (halide crystals), Vidrios (chalcogenide glasses) y metales pesados de vidrio de flúor,

Los metales pesados de Base Zr para vidrios al Flúor es esperado a ser uno de los candidatos que promete mucho más para la fibra óptica de ultra - baja pérdida.

Las fibras ópticas de flúor teniendo estructura de guía de onda pueden haber sido hechas por varios métodos de fundición de preforma. Desde este punto puede ser dificultoso para fabricar preformas de vidrio de flúor por el método C.V.D.

Los nuevos métodos pueden ser utilizados para fabricar preformas y fibras de vidrio de flúor con ultra - baja pérdida.

Fundición del Vidrio.

Inicialmente, el Vidrio de Flúor fue fundido por un grupo de Materiales de Óxido principalmente y Bifloruro de Amonio. El principio de convertir óxidos casi completamente dentro de fluoruros, y una Limpieza, aparentemente el grado del vidrio fue obtenido.

Las fibras ópticas Hechas de vidrio, sin embargo, nos muestran enormemente altas transmisiones de pérdida causada por impurezas y centros de espaciamento en el vidrio.

Para la preparación de una fibra óptica de baja pérdida requiere usar materiales principalmente de flúor Ultra - Puro.

Hay dos tipos de procesos de purificación investigados para los materiales de flúor.

* El primer tipo es purificación en seco, tal como refinación y purificación de vapores químicos.

* El segundo es purificación húmeda, tal como reprecipitación y extracción de solvente.

El grupo de Materiales purificado es cargado dentro de un crisol de oro o platino y en el interior de este vidrio fundido en una atmósfera usando una caja de guante. En la síntesis de la alta calidad óptica del vidrio de flúor, la atmósfera de fundición del vidrio juega un Rol Crítico, particularmente en la reducción de niveles de óxidos e hidrógenos.

Aunque la atmósfera de un gas inerte seco puede reducir el nivel de OH del vidrio. Esto no puede evitar el resultado de la formación de óxido y reducir los iones de zirconio.

FABRICACIÓN DE CONDUCTORES DE FIBRA ÓPTICA.

Para optimizar en forma metódica las características mecánicas, geométricas y ópticas de un conductor de fibra óptica su fabricación se efectúa, habitualmente, en procesos de varias etapas. Además, esta forma de fabricación permite una producción en grandes series, rápida y rentable. Actualmente, Grandes Empresas invierten grandes cantidades de dinero para las redes fundamentales de telecomunicaciones por cables de fibras ópticas.

En casi todos los procesos actuales se fabrican en primer lugar una preforma (preform). Se trata de una varilla de vidrio con núcleo y recubrimiento. Observando la sección de la preforma se ve que la misma es una ampliación a escala de las dimensiones geométricas y del perfil de índices de refracción del conductor de fibra óptica que se elabora con la misma. Calentando intensamente un extremo, se estira la preforma hasta obtener el conductor de fibra óptica final. Simultáneamente se aplica el revestimiento (coating) que hace las veces de cubierta protectora del conductor.

FABRICACIÓN DE LA PREFORMA

Método de fusión de vidrio.

Uno de los primeros procesos que se utilizaron para la fabricación de conductores de fibra óptica fue el método de varilla en tubo (rod in tube). En el mismo se introduce una varilla de vidrio de cuarzo de alta pureza como núcleo en un tubo que hace de recubrimiento y esta formado por vidrio de cuarzo con bajo índice de refracción. Las dimensiones de la varilla y del tubo son tales que prácticamente no queda espacio entre una y otro.

Las desventajas de este simple proceso de fabricación consisten en que después del estirado de la fibra quedan pequeñísimos deterioros e impurezas en la superficie de separación entre ambos vidrios, que ocasionan elevadas atenuaciones (de 500 a 1000 db/km) y además solo se pueden fabricar fibras ópticas multimodo con perfil escalonado.

Para evitar este problema, en otro método de fabricación los vidrios correspondientes al núcleo, y al recubrimiento son unidos en estado de fusión y luego se estira la fibra de este material directamente al salir del estado de fusión. En este método no se utiliza una preforma sólida y se le denomina

método de los dos crisoles (double crucible o compound melting) ya que los vidrios que se utilizan para el núcleo y el recubrimiento se funden en dos crisoles separados. Se utilizan vidrios de alta pureza de componentes como por ejemplo: el silicato alcalino de plomo y borsilicato sódico.

También se pueden fabricar conductores de fibra óptica con perfil gradual por difusión o intercambio de iones entre los vidrios del núcleo y el recubrimiento (Método selfoc). Resulta imposible mantener totalmente limpio el interior de los crisoles y las impurezas que por esta causa llegan al conductor de fibra óptica se agregan a los metales de transición ya existentes e incrementando la atenuación (entre 5 y 20 db/km a 850 nm). Este método de producción se utiliza especialmente para la fabricación de conductores de fibra óptica con núcleo de gran diámetro ($\geq 200 \mu\text{m}$).

El método de la separación de fase de vidrio (phase separable glass o phasil metod) consiste en formar una varilla de vidrio de borsilicato sódico a 1,200 grados C., y luego se le mantiene durante algunas horas a 600 grados C., produciéndose una transformación de fase de vidrio de borato de sodio en una matriz de vidrio de SiO_2 .

En la fase de vidrio de borato de sodio se concentran los metales de transición como por ejemplo: Fe y Cu, los que

posteriormente se eliminan por medio de ataque de ácidos quedando una performa de porosa, a la cual se le impregna con una solución salina de alta pureza como por ejemplo: nitrato de cesio y después se la somete a lavado externo. El dopado con cesio incrementa en el interior el índice refracción. La región lavada forma al recubrimiento. Este método permite fabricar conductores de fibra óptica con perfil escalonado y gradual con una atenuación de 10 hasta 50 db/km a 850 nm.

Otro método utilizado para la fabricación de performas consiste en formar para el núcleo, una varilla de vidrio de cuarzo comercial y aplicarle, mientras se le estira, un *recubrimiento de plástico transparente (plastic clad)* de bajo índice de refracción. Con este procedimiento se obtienen conductores de fibras ópticas con atenuaciones de 5 hasta 50 db/km a 850 nm. También existen conductores de fibras ópticas cuyo núcleo y recubrimientos se fabrica empleando materiales plásticos ópticamente puros con diferentes índices de refracción, son los así llamados conductores de fibra óptica plásticos. Los valores de atenuación medidos en estos conductores, a 600 nm, varían de 100 a 400 db/km.

FABRICACIÓN DE LA PREFORMA POR DEPOSICIÓN DE VIDRIO DE LA FASE GASEOSA.

Métodos de deposición de Vapores.

La deposición de vapores consiste en generar vapores de óxidos de metales, estos vapores, al ser calentados por un quemador de hidróxido, forman un polvo de cuarzo dopado.

El polvo queda suspendido, y mediante el calor se aglomera, este proceso es denominado sinterizado y gracias a él se consolida la capa de polvo depositada.

El colapsado se lleva a cabo cuando se eliminan los huecos que el material tiene,

Solo con los diferentes procesos de **deposición** a partir de la fase gaseosa (vapor Deposition) se logró fabricar conductores de fibras ópticas con atenuaciones extremadamente reducidas. Este método fue utilizado por primera vez en 1970 por la empresa corning (E.E.U.U.).

La deposición se puede efectuar de diferentes formas:

(Método OCVD, outside vapor deposition) sobre la superficie externa de una varilla de substrato en rotación.

(Método VAD, vapor axial deposition) sobre la superficie frontal de una varilla de cuarzo.

(Método IVD, inside vapor deposition) sobre la superficie interior de un tubo de vidrio de cuarzo en rotación.

En este último método se puede suministrar la energía para la deposición del vidrio ya sea desde:

Afuera por medio de un quemador de gas detonante:

(Método MCVD, modified chemical vapor deposition)

Desde adentro con una llama de plasma

(Método de PCVD, plasma activated chemical vapor deposition).

En estos Métodos la deposición se produce por medio de la descomposición de compuestos volátiles de alta pureza en una llama de gas detonante. Estos métodos se utilizan actualmente en la fabricación industrial en gran escala de preformas para conductores de fibra óptica monomodo y multimodo con la más reducida atenuación (0,2 db/km a 1550 nm) y gran ancho de banda (>2 Ghz * km a 1300 nm). O baja dispersión (<3.5 ps/nm km entre 1290 y 1330 nm). Por un lado se atribuye gran importancia

a la mejora de la velocidad de deposición es decir la masa de las partículas depositadas por minuto (soot particle), cuyos valores típicos se hallan en el orden de 1 a 5 g./min.

Por otro lado se preocupan aumentar el tamaño de la preforma para obtener de cada una de ellas fibras con una longitud de más de 100 km. Los valores típicos actuales varían entre 20 y 50 km.

FABRICACIÓN CON MÉTODOS CVD.

La fibra óptica esta destinada a jugar un importante papel en las telecomunicaciones, tal como confirman las notables inversiones realizadas por los fabricantes para mejorar la tecnología de producción de fibras de alta calidad a bajo costo.

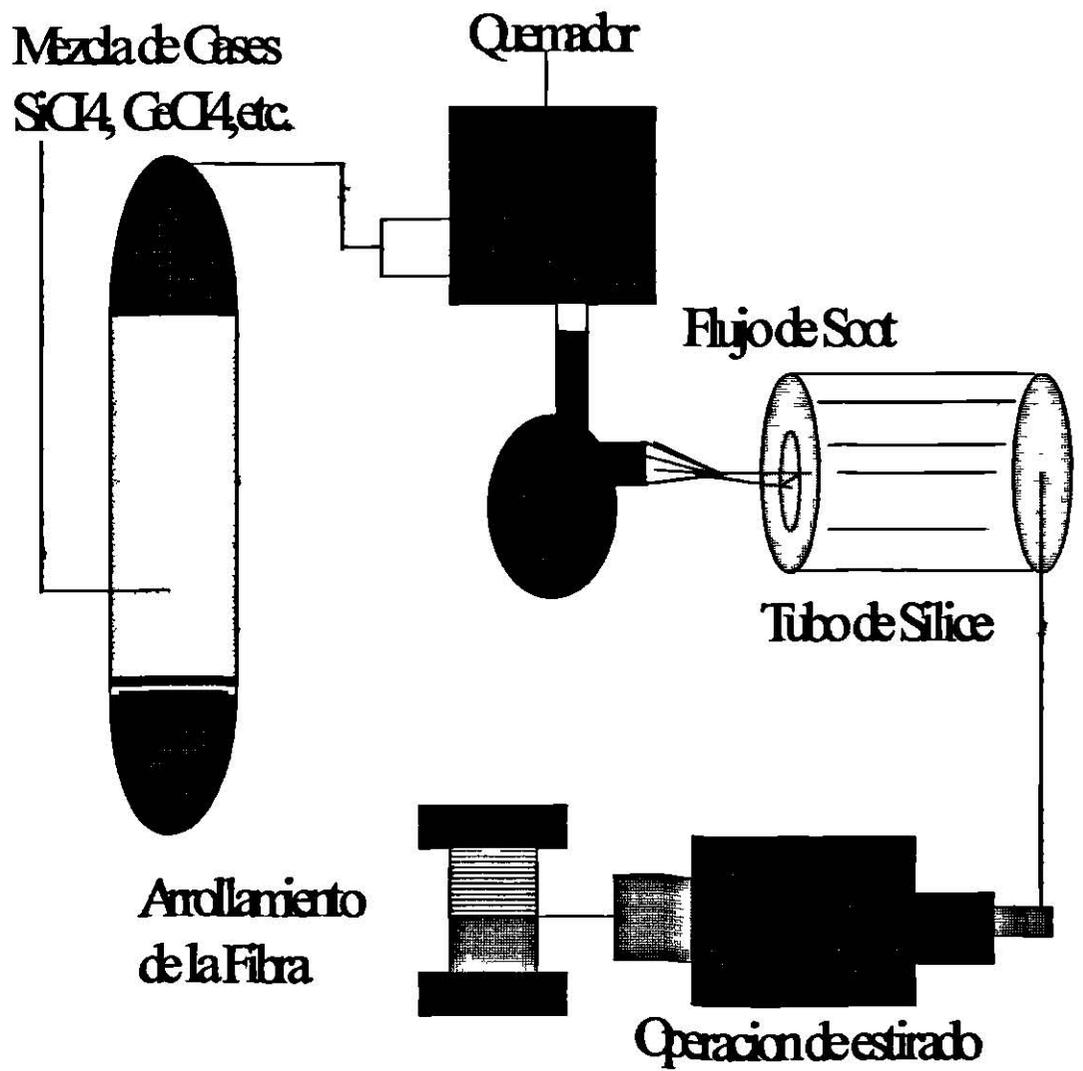
Los esfuerzos de los fabricantes se han orientado básicamente hacia el desarrollo por el método CVD (chemical vapor deposition), que inicialmente fue puesto a punto por Corning Glass.

En la figura A se esquematiza el proceso clásico CVD.

El método se define como soot process (proceso de hollín). Consiste en la introducción de halogenuros, en un quemador adecuado, junto con el oxígeno y un gas combustible. En la zona de alta temperatura del quemador, los halogenuros reaccionan y producen óxidos, formándose agregados por reacción. El flujo próximo de partículas se hace pasar por un tubo de silicio en rotación y se deposita parcialmente en la parte interior del mismo, para formar una capa de material poroso. Mediante síntesis posterior se obtiene una capa sólida de vidrio, con un índice de refracción más elevado que el tubo original. La preforma así obtenida se somete a estiramiento, obteniendo la fibra óptica.

Este procedimiento permitió a la Corning Glass conseguir fibras ópticas con una atenuación inferior a los 20 dB/km.

Representación Esquemática del Método de Fabricación CMI



FABRICACIÓN CON MÉTODOS DE DOBLE CRISOL.

Las técnicas de doble crisol se diferencian de los métodos CVD.

Aún no siendo comparable en cuanto a calidad con los mejores sistemas CVD, permite obtener buenos resultados en la preparación de fibras de uso general.

Este procedimiento figura G se basa esencialmente en el uso de dos contenedores de fondo cónico, cada uno de ellos con un orificio. Los dos contenedores están dispuestos concéntricamente: el crisol interno contiene el material constructivo del núcleo, mientras que la zona intermedia formada entre el crisol interno y el externo contiene el material de recubrimiento.

El trefilado de la fibra va precediendo de una preparación adecuada con vidrios base adecuadamente purificados, presentando especial atención a los metales: como el hierro, cobre, níquel, y cromo.

Los componentes básicos de las mezclas vidriosas son SiO_2 , Na_2O , B_2O_3 , mezclados en una determinada proporción; a esta mezcla básica se añaden posteriormente sustancias dopantes que mejora su índice de refracción. A tal objeto se han tomado especiales disposiciones para evitar cualquier forma de contaminación.

El crisol de preparación está relacionado en sílice sintética, y se calienta por radiofrecuencia. Las varillas de vidrio así obtenidas alimentan al doble crisol en el que se funden a temperaturas de unos 900 grados C.

Las dimensiones de los orificios de trefilado en esta fase pueden variar entre 0.5 y 3mm.

Para obtener fibras de índice gradual, se desplaza la boquilla del crisol externo y así, el vidrio del núcleo entra en contacto con el vidrio del revestimiento un poco antes de que se llegue al final de la boquilla del revestimiento, desde donde se estira la fibra.

En este caso es importante poner especial atención para evitar contaminantes durante el proceso, los cuales surgen principalmente del ambiente del horno y de los propios crisoles.

Por esta razón los crisoles están hechos de platino de alta pureza.

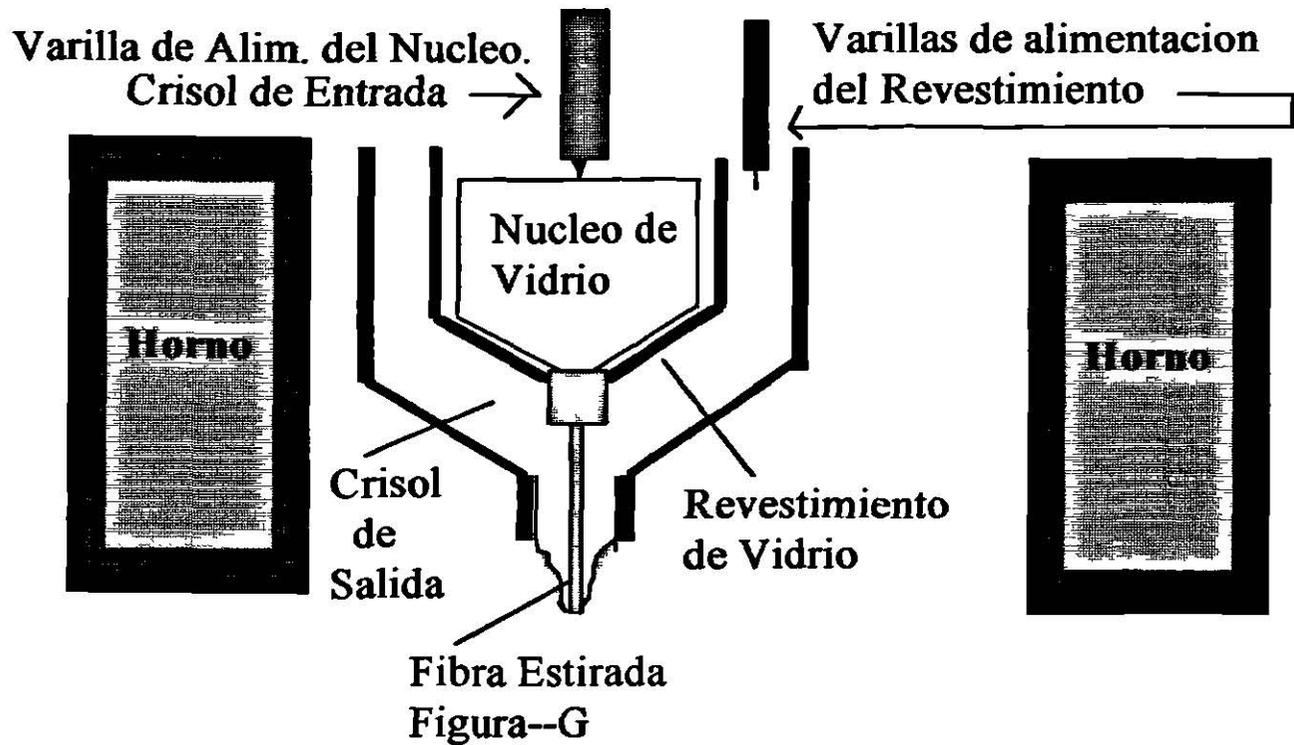
Las ventajas de este Método son:

- A) Es un proceso continuo y económico con respecto a los demás.
- B) Para bajas longitudes de onda se tienen altas aberturas numéricas.

Las desventajas de este Método son:

- A) Se tienen fibras con una alta dispersión.
- B) Se tiene una resistencia y una durabilidad magancias menores a los otros métodos
- C) Se tiene más pérdidas por tener baja pureza en la fibra.

Metodo de Doble Crisol



ESTIRADO DE LA FIBRA.

Para el estirado de la fibra se coloca a la preforma en el soporte de la torre de estirado (figura I).

La posición del soporte se puede variar en sentido vertical por medio del dispositivo de avance.

Para pasar al proceso de estirado, se limpia y pule la preforma con el objeto de eliminar defectos superficiales que pudiesen debilitar la fuerza mecánica de la fibra.

Con un elemento calefactor como puede ser un horno de quemadores de hidróxidos, de un Láser de CO₂, de resistencia de Grafito o de tungsteno, o de inducción de ZrO₂, (circonia).

Se calienta el extremo inferior de la preforma hasta aprox. 2000 grados C., de tal forma que adquiera la viscosidad adecuada para estirar la fibra hacia abajo, en esta etapa es donde la preforma al fundirse y estirarse se convierte en la fibra definitiva, por ello se debe asegurar que la atmósfera que rodea la fusión este libre de contaminantes y con una cantidad mínima de turbulencia térmica.

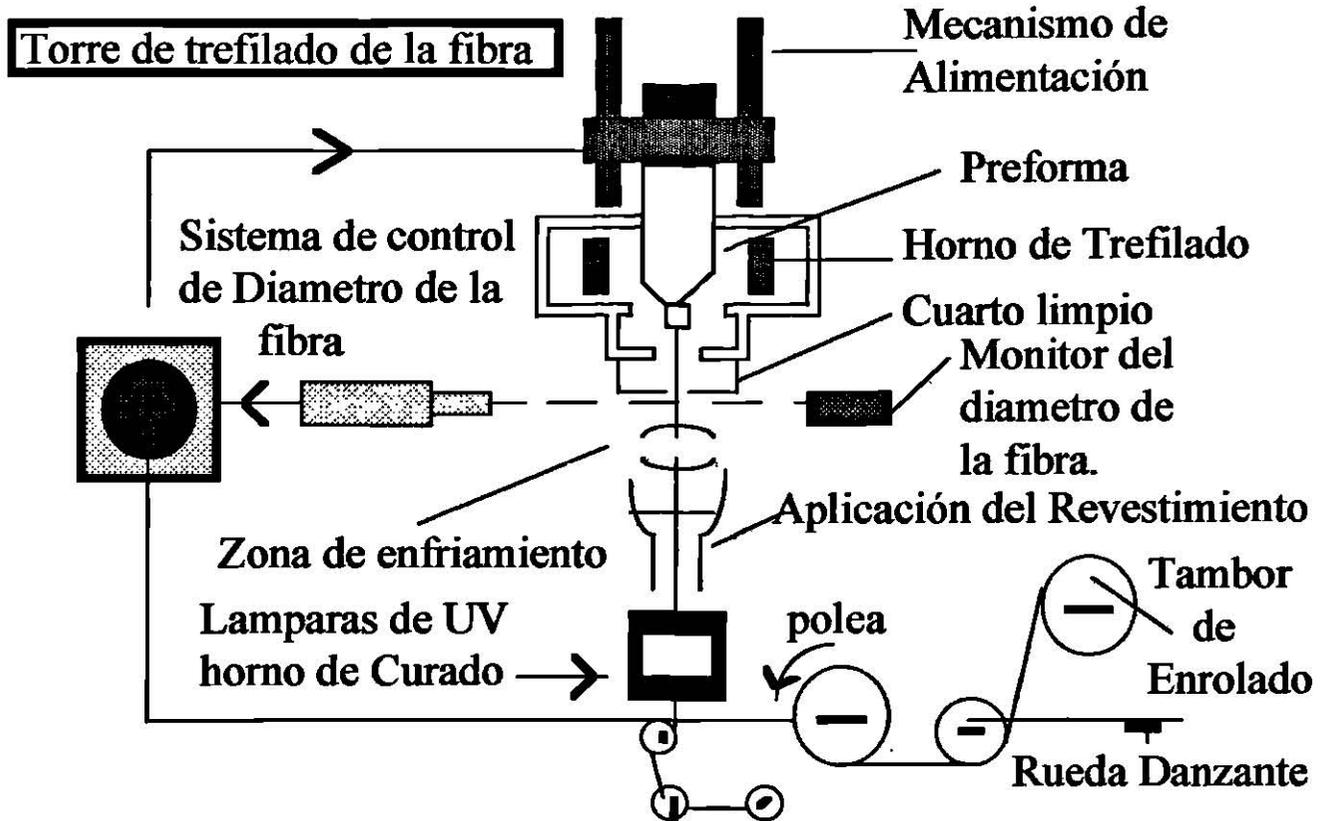
Después de este procedimiento, la fibra pasa a un ambiente donde se mide su Diámetro para tener un control preciso ($\pm 2\%$) de sus dimensiones. Aquí, la fibra pasa de 1600°C a la salida del horno, a 80°C para la etapa de recubrimiento primario.

La velocidad de estirado (valor típico 200 metro/min.) y la del dispositivo de avance se deben ajustar exactamente por medio de un circuito de regularización para obtener una fibra cuyo diámetro se mantenga constante en el valor requerido.

Durante la operación de estirado se mantienen constantes las relaciones geométricas del núcleo y el recubrimiento aunque del diámetro de la preforma hasta el de la fibra estirada la reducción puede llegar a una relación de 300 a 1.

Directamente detrás del instrumento utilizado para la verificación del diámetro se aplica en torno de la fibra el revestimiento (coating). La envoltura de plástico protege al conductor de fibra óptica contra microcurvaturas, mejora su resistencia y facilita el manejo.

Cuando el revestimiento se ha endurecido por efecto de calor o radiación ultravioleta, el conductor de fibra óptica es sometido al ensayo continuo de resistencia a la tracción, haciendo pasar a la fibra óptica con su revestimiento por una serie de poleas las cuales ejercen sobre el mismo una tensión mecánica ajustable con gran precisión. El conductor de fibra óptica debe resistir esta carga mínima antes de ser bobinado en un tambor cilíndrico.



FIBRAS CON REVESTIMIENTO DE PLÁSTICO

Las fibras de sílice-plástico (figura 2) representan una alternativa interesante en el cuadro general de las telecomunicaciones a corta distancia (Redes Locales), por su costo muy reducido y por su diámetro relativamente grande (hasta 1 mm). Las fibras ópticas de sílice y plástico sirven también para satisfacer exigencias especiales en la automatización industrial, como son el transporte de señales de: ON/OFF, señalización luminosa, etc.

La fabricación de este tipo de fibra se inicia con una varilla de sílice Purísima, por ejemplo del tipo de Spectrosil WF (Thermal Syndicate Ltd) o bien Tetrasil (Quartz & Sílice). Esta última compañía ha puesto a punto un método de producción de sílice, que permite obtener un producto especialmente indicado para la fibra óptica.

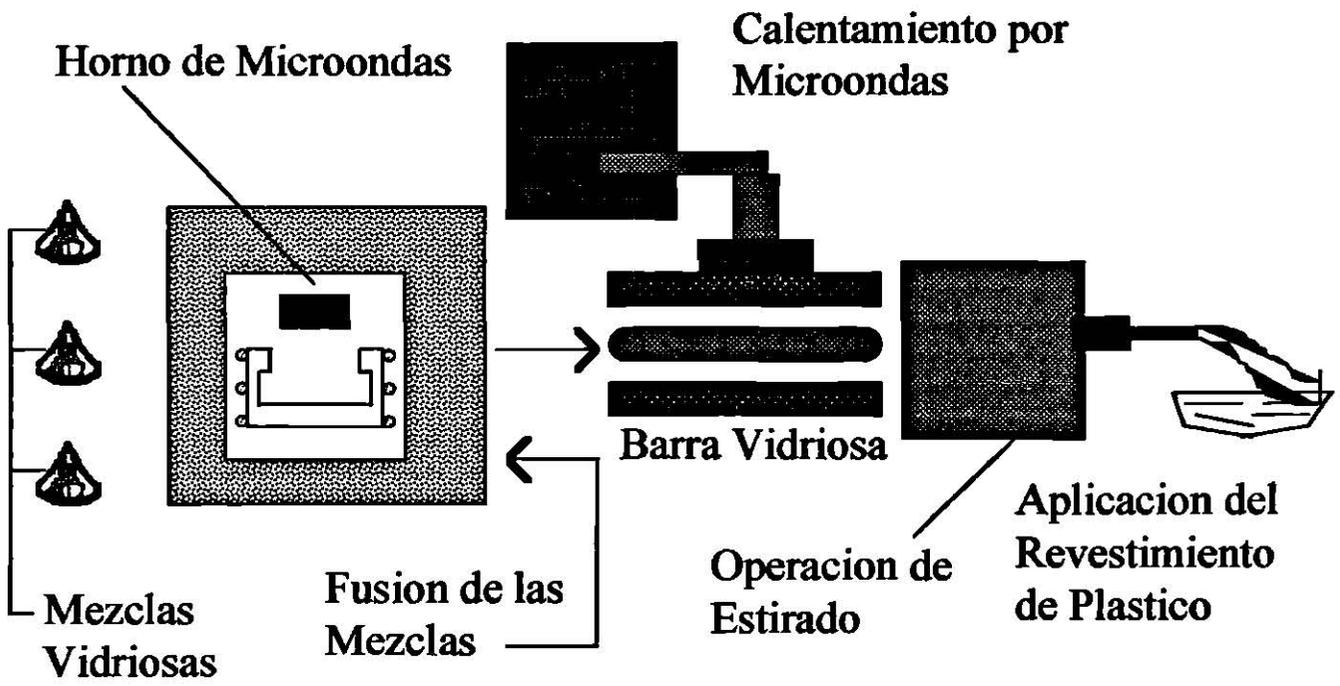
El procedimiento se inicia con un Lingote de sílice, transformado en preformas. Posteriormente se pasa a la fase de estirado para obtener una viscosidad suficiente del material,

que garantice una operación correcta de estirado, la cual ha de ser efectuada tomando especiales medidas para evitar microfisuras o degradación de las características ópticas.

Una vez concluida la fase de tetrifilado y enfriada la fibra, se pasa a la aplicación del recubrimiento plástico.

Esta operación se realiza también tomando las medidas adecuadas. Una vez finalizada esta primera operación, es normal aplicar un segundo revestimiento de plástico con funciones de protección mecánica de la fibra.

Preparacion de la Fibra Optica con Revestimiento de Plastico



REVESTIMIENTOS PROTECTORES

La fibra óptica es un componente relativamente robusto y resistente a la tracción, no obstante, pueden surgir durante las operaciones microfacturas que, además de perjudicar la calidad de transmisión, disminuyen la resistencia mecánica.

Para evitar estos inconvenientes, es necesario proteger la fibra contra choques mecánicos mediante un adecuado revestimiento aplicado en la fase de fabricación.

Se distinguen generalmente dos tipos de protecciones de la fibra: protección suelta y protección adherente. Ambos tipos tienen sus ventajas y sus desventajas.

Entre las ventajas de la protección suelta, hay que solicitar la protección de la fibra contra eventuales sollicitaciones extremas, tanto longitudinales como transversales, ya que la fibra queda introducida en un tubo de material plástico con un diámetro entre 5 y 10 veces superior al de la fibra óptica. La fibra se dispone en el interior de la vaina de forma helicoidal, con lo que resulta bastante definida contra las sollicitaciones mecánicas; además, en la fase de

ensamblado de la vaina, al no ser esta solidaria con la fibra, no se produce degradación de las prestaciones ópticas.

Las anteriores ventajas están compensadas con algunos inconvenientes, como son un importante aumento del diámetro de la fibra, dificultades de manipulación. (Especialmente cuando se han realizado uniones), y escasa protección de los extremos con posibles infiltraciones de polvo y humedad.

Con la protección adherente, la fibra óptica es solidaria del revestimiento, resultando en este caso menos protegida contra las sollicitaciones transversales y longitudinales; sin embargo, el diámetro global es reducido y no se presentan dificultades de manipulación en los extremos, estando además la fibra protegida contra la humedad y el polvo.

CONCLUSIONES:

Los sistemas de comunicación convencionales por microondas están constituidos por una serie de componentes básicos. En primer lugar, estos sistemas poseen un oscilador capaz de generar ondas "portadoras" (emisión simultánea de todas las ondas con una misma frecuencia), en forma altamente coherente.

A continuación, dichas ondas deben de ser moduladas con el fin de que puedan transportar una determinada información variando su frecuencia o su amplitud.

Finalmente se procede a la transmisión del haz de microondas modulando, canalizando a lo largo de una guía de ondas metálicas o propagándolas a través de la atmósfera. Dado que las ondas se atenúan al propagarse, un sistema de comunicación de este tipo para grandes distancias, exigirá además, la instalación de toda una serie de estaciones repetidoras intermedias. En tales estaciones, las señales de microondas serán detectadas, amplificadas y reformadas para restituirles su señal original y transmitir las a su destino final.

Al llegar a éste, el haz se detecta, se amplifica y se reforma de nuevo antes de ser procesado, con el fin de recuperar la información que transporta desde el lugar de origen.

Hasta hace poco hubiera sido difícil el poder disponer de un sistema de comunicaciones basado en las ondas luminosas que fuera comparado con el antes citado. A pesar de ello, las ventajas que puede ofrecer un sistema como este son evidentes, la capacidad de transportar señales en una onda electromagnética aumenta con su frecuencia y la frecuencia de las ondas luminosas resulta ser del orden de 20,000 a 200.000 veces mayor que la de las microondas.

El desarrollo del Láser a principios de la década de 1960 constituyó el origen de una serie de acontecimientos que están cambiando profundamente las perspectivas de las comunicaciones ópticas. Durante estos últimos años se han producido tres avances importantes en este campo:

- 1) La invención del diodo Láser semiconductor.
- 2) El desarrollo de las fibras ópticas Ultra delgadas.
- 3). El desarrollo de nuevos dispositivos microópticos.

Dentro del campo de las comunicaciones, el desarrollo de sistemas para la transmisión de información por medio de enlaces de fibra óptica ha sido grande.

Algunas de las aplicaciones del uso de fibra óptica en los sistemas de comunicación han sido: la transmisión de voz, la transmisión de datos, y la transmisión de datos, y la transmisión de vídeo.

Gracias a estos dispositivos se ha reducido grandemente las pérdidas que existían en los sistemas convencionales de cables, el número de cables utilizados y se ha aumentado la capacidad de transmisión de información.

BIBLIOGRAFÍA

FIBER OPTICS DEVICES AND SYSTEM

PETER K. CHEO, PARENTICE-HALL-1985.

FIBER OPTIC OPTOELECTRONICS

PETER K. CHEO

FIBER OPTICS

BOCA RATÓN, FLORIDA.

CRC PRESS INCC 1984.

FIBER OPTICS

THEORIA AND APLICATIONS

SERGE UNGAR.

CONDUCTORES DE FIBRAS ÓPTICAS

GUNTHER MAHLKE Y PETER GOSSING.

