



LA FIBRA OPTICA: "Canales de luz" Una revolución en comunicaciones

ING. MAX SCHWARZ

La fibra óptica ha logrado revolucionar el campo de las comunicaciones.

La idea del uso de la luz en las comunicaciones a distancia es muy antigua y sus posibilidades son infinitas.

La transmisión de señales utiliza las fibras ópticas.

La fibra óptica es un haz que se genera a partir de tierras raras como el Sílice, formando una hebra de vidrio muy delgada de un diámetro aproximado de 0.2 milímetros.

La fibra óptica tiene la propiedad de transmitir sin interferencias de ningún tipo las señales de luz emitidas, alcanzando una gran potencia y especialmente, rapidez de transmisión.

La **Fibra Optica**, tiene múltiples aplicaciones en el mundo actual, pero fundamentalmente ha logrado revolucionar el campo de las comunicaciones alcanzando grandes ventajas sobre todos los métodos convencio-

nales. Como sabemos, la idea del uso de la luz en las comunicaciones a distancia es muy antigua y aunque ya se han alcanzado notables avances en éste campo, las posibilidades son infinitas.

En comunicaciones es bien conocido el uso de las fibras ópticas para la transmisión de señales, presentando numerosas ventajas, aunque casi siempre aparecen ciertos inconvenientes tecnológicos ya que se requieren instalaciones muy delicadas que exigen una alineación muy precisa para evitar pérdidas de transmisión y de potencia.

La **fibra óptica** es un haz que se genera a partir de tierras raras como el sílice, siendo una hebra de vidrio muy delgada de diámetro aproximado 0.2 milímetros, la cual inmersa en el medio refractor adecuado es capaz de conducir la luz a través de curvas continuas. La **fibra óptica** tiene la propiedad de transmitir sin interferencia de ningún tipo las señales de luz emitidas, alcanzando una gran potencia y sobretodo, rapidez de transmisión.

ELABORACION DE LA FIBRA

Para la fabricación de una **fibra óptica** se requiere de arena, sílice y ciertos materiales multicomponentes como son el silicato de cal sodada y cristales de borosilicato sódico, además de aditivos que son especialmente útiles para formar los óxidos en la fusión.

En esencia tanto la arena como el sílice puro constituyen los compo-

nentes primarios, mientras que las sales y los aditivos se consideran como componentes secundarios. Es común el uso de carbonatos o nitratos como aditivos principales ya que la mezcla se debe calentar hasta uniformizarse y homogenizarse hasta formar una varilla de vidrio que debido a la continua exposición al calor y a dispositivos fijadores empezará a estirarse.

Cuando empieza el estiramiento del vidrio es necesario añadir calor para mantener la correcta plasticidad del material consiguiendo la finura deseada para la fibra que se requiere fabricar. El proceso de añadir calor se considera como "correctivo" ya que debe añadirse únicamente en los puntos de estiramiento de modo que la fibra se convierta en plástico y alcance un diámetro muy reducido. El calor añadido se hace con extremo cuidado ya que el punto de reblandecimiento del vidrio utilizado en las fibras ópticas suele estar entre 800 y 1200°C.

Existen varios métodos para la fabricación de fibra óptica, sin embargo sólo algunos de ellos han funcionado comercialmente a pesar de que el costo de instalación es un tanto elevado. A continuación se presentan dos tipos de métodos que son los más importantes entre las tecnologías usadas:



A. METODOS DIRECTOS:

1. Método de doble crisol

B. METODOS INDIRECTOS

1. Moderación térmica (MCVD)
2. Plasma Activado (PCVD)
3. Oxidación-deposición en la Fase Vapor (OVPO)
4. Deposición Axial en la Fase Vapor (VAD)

Los esquemas mostrados ilustran los procesos de fabricación involucrados en la obtención de cada tipo de fibra. Es necesario señalar que el único proceso continuo es el **VAPOR AXIAL DEPOSITION (VAD)** que se ha venido usando ya durante muchos años en el Japón.

ESTRUCTURA Y COMPOSICION

La Fibra Optica es una hebra muy fina de un vidrio muy especial que puede ser de solamente 125 micras de diámetro en la cual se deben distinguir dos regiones a las cuales se les asigna los nombres de **núcleo** y **cubierta**, con la única particularidad de poseer una especial combinación de índices de refracción.

Las especificaciones técnicas de calidad las proporciona cada fabricante, pero todas están basadas en las propiedades ópticas de cada fibra en particular. Es por ello que se debe analizar la estructura fundamental de

los tipos de fibras ópticas que existen en el mercado.

La estructura y composición de una **fibra óptica** nos refiere necesariamente a la propagación natural de la luz y a los fenómenos de reflexión y refracción de la luz en los medios adecuados. El parámetro principal a controlar en el material resulta ser el índice de refracción (**N**), cuya estabilidad hace que la luz pueda atravesar el material a la velocidad

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

y sea capaz de canalizarse convenientemente de acuerdo a los requisitos de fabricación establecidos.

Para el caso de la **fibra óptica** se requieren realmente un sistema doble en el cual exista, una hebra que se comporte como núcleo y otra como cubierta con diferente índice de refracción que actúe como recubrimiento. Para ello se ha empleado las leyes físicas de la Óptica y los principios más saltantes que dicha ciencia puede proporcionar. Con ese fin se recurre al principio de **refracción de la luz**, que como sabemos consiste en el paso de la misma de un medio de una densidad **D1** a otro con una densidad **D2** distinta de la primera; sufriendo un efecto de desviación que es claramente apreciable. Por otro lado la ley de Snell ha permitido establecer una proporcionalidad entre los índices de refracción y los

senos de los ángulos formados logrando una dependencia matemática entre los índices de refracción del material. Pero la idea fundamental radica en que debe crearse una combinación adecuada de índices de refracción a fin de que la transmisión sea lo más perfecta posible.

TRANSMISION MODAL Y DISPERSION

Las fibras ópticas en general pueden agruparse como fibras **monomodo** y fibras **multimodo**, siendo las segundas las de mayor utilización en el mercado mundial. El modo de una fibra es la característica que las refiere a la cantidad de frecuencias de transmisión a utilizarse, existiendo determinados límites para diferentes tipos de fibras.

Las fibras monomodo, no sólo trabajan en un modo único, sino que tienen la particularidad de que el modo es independiente del material de composición de la fibra, considerándose que la misma solamente es capaz de transmitir una frecuencia de luz.

Las fibras multimodo son capaces de transmitir en varias frecuencias superando los límites establecidos para las fibras monomodo, logrando de esta manera una mayor versatilidad en el uso.

La dispersión es un problema muy conocido entre los fabricantes, y ha sido objeto de estudio determinándose que se dá cuando varias frecuencias se propagan por la fibra en condiciones no perfectas. Existen varios tipos de dispersión, siendo los más importantes:

- Dispersión Cromática
- Dispersión Multimodal
- Dispersión Monomodal

La primera de ellas está originada por retardos variables que se dan cuando distintas frecuencias de diferentes longitudes de onda, tratan de pasar a través de una fibra óptica. Por su lado las dispersiones modales se dan generalmente en las fibras multimodo debido a ciertos entrecruces entre los modos con una consecuente obstrucción; siendo en cambio muy raro observar dispersión en las fibras monomodo ya que sólo se da cuando la fibra tiene un diámetro extremadamente pequeño.

EL MERCADO DE LA FIBRA

A nivel nacional es algo complicado tratar de definir históricamente un mercado, ya que en el Perú la demanda de productos ópticos y de la fibra como tal es bastante limitada. Sin embargo debemos rescatar que ya existen algunas empresas que empiezan a interconectarse por medio de

redes de fibra óptica y que la Compañía de Teléfonos cuenta ya con un soporte óptico que le ha permitido cablear todo un sector de la ciudad de Lima.

A nivel internacional la demanda esta constituida por diversos países que se pueden agrupar en bloques siendo la Comunidad Económica Europea la mayor demandante con casi 757 000 kilómetros de fibra durante 1991 que representa cerca del 47,4% del mercado mundial. A ella le siguen America del Norte (32,8%), Oriente Asiático (China y Japón)(13,6%), Oceanía (2,9%), América del Sur (0,6%), entre otros; habiéndose registrado una demanda global para 1991 de 1 598 500 km de fibra.

La oferta de mercado la constituyen una gran cantidad de medianas empresas en su mayor parte japonesas. Podemos mencionar a las más importantes en el mundo:

1. FURUKAWA ELECTRIC CO.
2. AMERICAN FIBER OPTICS CORP. (AMFOX)
3. ANRITSU ELECTRIC CO.
4. BERKENHOFF & DREBES GmbH.
5. CORNING GLASS WORKS
6. FUJIKURA LTD.
7. NIPPON SHEET GLASS CO.
8. NTT IBARAKI ELECTRICAL COMM.

Sin embargo, es necesario mencionar que la oferta mundial resulta

muchas veces insuficiente para cubrir la cada vez más creciente demanda de fibra óptica. Ello se ha ido acentuando con los grandes cambios en el orden mundial al aparecer nuevos mercados y abrirse nuevas posibilidades en las recientemente formadas repúblicas independientes del antiguo bloque socialista.

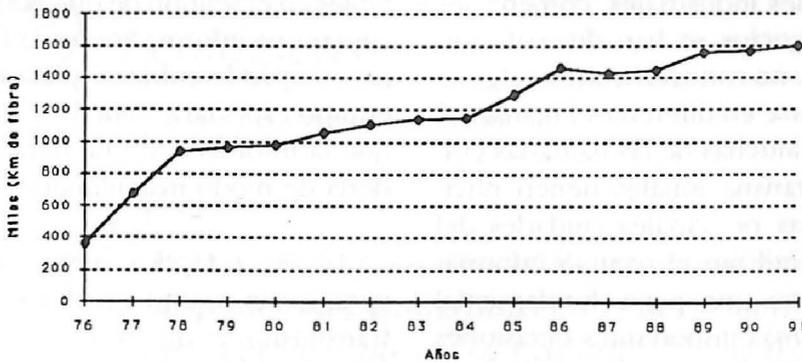
Los costos de la fibra óptica dependen del proceso involucrado en su fabricación y tipo de planta que se utiliza, además del acabado deseado de la fibra. El precio de mercado a nivel mundial ha descendido desde casi 3 US\$/m (1973) que fue el precio más alto alcanzado por cada metro de fibra hasta 0,01 US\$/m (Standar actual por metro) a medida que se han ido mejorando los procesos y se ha incrementado el número de ofertantes a nivel mundial. Por ello hoy día podemos encontrar cómodas fibras de hasta 9,3 US\$/km, siendo un precio que hasta hace algunos años era imposible concebir para dicho producto. Sin duda la tendencia está marcada y muy pronto será cada vez más accesible a nuestras economías la adquisición de sistemas completos de fibra óptica.

DEL COBRE A LA FIBRA OPTICA

Los medios de transmisión por excelencia siempre han sido los metales, sobretudo los llamados metales

Mercado Mundial Anual

Demanda: 1976-1991



preciosos por su gran conductividad (el oro y la plata son excelentes conductores), aunque desafortunadamente son demasiado caros para trabajos de esta naturaleza y presentan desventajas en materia de peso y densidad de transmisión. Desde un punto de vista técnico-económico se determinó que el cobre, siendo apreciablemente más barato, puede perfectamente hacer trabajos de comunicación sin presentar contratiempos y a un costo razonable. Por ello es que se ha venido usando el cobre como medio transmisor por excelencia y a pesar de no ser liviano es sin duda más barato y cómodo en trabajos de esta naturaleza.

El cobre ha gozado de grandes preferencias entre los medios de transmisión y recepción, debido no sólo a su precio, sino también a su alta resistencia y gran durabilidad. El cobre se usa actualmente en cables especialmente diseñados para telefonía,

transmisión eléctrica, redes especiales, etc.

El cable de cobre tiene una resistencia directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su área de sección por lo que muchas veces se requieren cables excesivamente pesados para realizar un trabajo en particular.

La ciencia ha destinado millones de dólares a la investigación de nuevos y modernos materiales, invirtiendo en la búsqueda de mejores cualidades en diferentes materiales a bajo costo para tratar de sustituir eficientemente al cobre. La aparición de la **Fibra Optica** como alternativa resulta ser el fruto de arduos años de las labores de investigación y desarrollo.

DE LIMA A PEKIN EN MILISEGUNDOS

La información es uno de los

recursos de mayor importancia en el mundo actual, sobretodo cuando las actividades industriales, comerciales y de negocios se han diversificado tanto que no conocen frontera alguna al instalarse en diferentes lugares del planeta. Muchas de las llamadas empresas transnacionales tienen oficinas en las principales ciudades del globo y utilizan el recurso información como una pieza fundamental para las más importantes decisiones de negocios.

Una cualidad fundamental para que una información sea provechosa consiste en obtenerla oportunamente y con el mayor grado de seguridad. Durante años se han venido usando los transportes de información convencionales que en los últimos tiempos han presentado serios inconvenientes en todo el mundo. La aparición de la telefonía celular y la comunicación vía satélite han simplificado mucho la gran mayoría de los problemas de comunicación. Hoy día y fruto del trabajo de muchos años podemos contar con nuevos materiales en múltiples áreas industriales y comerciales y precisamente uno de estos materiales es la **fibra óptica** por sus ventajas de peso, densidad, seguridad, flexibilidad y rapidez.

Las ventajas comparativas en cuanto a peso son evidentes al considerar que se trata de cables mucho más livianos que los convencionales. La seguridad de la información se garan-

tiza por el hecho de que los cables de fibra óptica son prácticamente inviolables en el sentido de que para interceptar una información sería necesario romper la cubierta y captar con equipo especial el haz de luz, con lo que la información obtenida se perdería de modo instantáneo.

La Fibra Optica ofrece además ventajas en cuanto a la **densidad** de transmisión ya que se pueden enviar y recibir simultáneamente millones de datos al mismo tiempo, ahorrando **tiempo** de transmisión ya que se transmite a la velocidad de la luz con una gran potencia y precisión. Ello nos sugiere haber cumplido con la imaginación de Julio Verne al dar la vuelta al mundo en un tiempo que el escritor jamás soñó. Hoy es factible establecer una comunicación desde Lima a cualquier lugar del mundo en milisegundos. ●

BIBLIOGRAFIA:

- Optical Fiber Production Ernest Bonek, Bernhard Furch, Heinrich Otruba United Nations - Industrial Development Organization July 1985 - UNIDO
- Licht wellen leiter kabel (FIBRA OPTICA, CABLES Y CONDUCTORES) Gunther Mahlke y Peter Gossing Siemens Aktiengesellschaft ISBN 3-8009-1463-8 IBM - Perú. Julio 1990.
- Introducción a la Fibra Optica y el Láser Edward L. Safford. Paraninfo Ibérica Grafic S.A. Madrid - España Marzo de 1982.