

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Tesis:

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN CON FIBRA ÓPTICA

Presenta:

DANIEL SEGUNDO OROZCO

Para obtener el título de:

“INGENIERO EN ELECTRÓNICA”

Asesor de tesis:

DOCTOR EN INGENIERÍA ELECTRICA

GILBERTO GONZÁLEZ ÁVALOS

Morelia, Michoacán, febrero de 2014

Agradecimientos

A mis padres y hermanos por haberme apoyado a culminar mis estudios. A maestros y compañeros, por transmitir sus conocimientos.

Dedicatoria

A mi madre y padre de dico la tesis pesas importantes y pilares fundmientales, por que si ellos y su pollo no lo ubiese terminado.

Resumen

En el presente trabajo se destaca el inicio, desarrollo y avances de la fibra óptica a través del tiempo, como tomo una importancia en las telecomunicaciones.

Sus antecedentes históricos de la fibra óptica y el estudio de la óptica geométrica en reflexión, refracción y su apertura numérica entre otras cosas. Conociendo sus ventajas y desventajas que se tienen con otros cables de transmisión de datos y comprender su funcionamiento en diferentes casos.

Se muestra los tipos y características de fibra óptica plástica (POF), puntual y fibra óptica lateral, y los tipos de fuentes de iluminación.

Las distintas aplicaciones de la fibra óptica puntual y la fibra óptica lateral, para iluminación natural e iluminación artificial utilizando diodos led y fuentes de iluminación de halógeno.

Se determinan las conclusiones de la iluminación con fibra óptica lateral y la fibra óptica puntual. Sus alcances que pueden tener en la actualidad y en un futuro no muy lejano, como en la iluminación natural, y en la decorativa con luz artificial. Así como trabajos futuros para la optimización de estos sistemas.

PALABRAS CLAVES: Fibra, Optica, Iluminación , Sistema

Abstract

The initiation, development and progress of the optical fiber over time stands out in this work, as I take a role in telecommunications.

Its historical background of the optical fiber and the study of geometrical optics in reflection, refraction and numerical aperture among other things. Knowing the advantages and disadvantages that have other data transmission cables and understand how it works in different cases.

Types and characteristics of plastic optical fiber (POF), spot and lateral optical fiber, and the types of light sources is displayed.

The various applications of optical fiber point and lateral optical fiber for natural lighting and artificial lighting using LED diodes and halogen light sources .

The conclusions of the lateral illumination fiber and optical fiber point are determined. Its scope can have at present and in the near future, as in natural lighting, and decorative artificial light. As future work to optimize these systems.

KEYS WORKS

Fiber
Optical
Lighting
System

CONTENIDO

	Pág
Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Resumen.....	iv

CAPITULO 1 Introducción

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objetivo.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Metodología.....	2
1.5 Estructura de la tesis.....	3

CAPITULO 2 Antecedentes de la fibra óptica

2.1 Introducción.....	4
2.2 Óptica Geométrica.....	7
2.2.1 Reflexión y Refracción de la luz.....	7
2.2.2 Reflexión total interna.....	10

2.3	Fibra óptica apertura numérica.....	11
2.4	Cómo un rayo de luz entra a una fibra óptica.....	12
2.5	Dispercion en fibra optica.....	13
2.6	Tipos de fibra ópticas.....	17

CAPITULO 3 Diseño de sistema de fibra óptica

3.1	Introducción.....	22
3.2	Los sistemas de iluminación por fibra óptica tienen tres componentes.....	22
3.2.1	Características de la iluminación por fibra óptica.....	24
3.2.2	Aplicaciones.....	25
3.3	Tipos de fibra óptica para iluminación.....	27
3.3.1	Fibra óptica de emisión final de alta calidad.....	27
3.4	Fibra óptica de emisión lateral de alta calidad (CTL).....	30
3.5	Fibra óptica plástica.....	31
3.6	Iluminación para fibra óptica.....	33
3.6.1	Iluminador.....	33
3.6.2	Puerto óptico.....	35
3.7	Iluminadores.....	37
3.7.1	Iluminadores Halógenos.....	37
3.7.2	Lámparas halógenas.....	38

CAPITULO 4 Implementación de sistemas de iluminación por fibra óptica

4.1	Introducción.....	39
4.2	Iluminación con fibra óptica de un cuarto oscuro con luz natural.....	39

4.3 Iluminación con fibra óptica lateral.....	44
4.4 Iluminación de mesa con fibra óptica.....	44
4.5 Iluminación interior de una baño con fibra óptica.....	45
4.6 Iluminación de pecera con fibra óptica lateral.....	47
4.7 Otras fibras ópticas con propósito de iluminación.....	48

CAPITULO 5 Conclusiones y Trabajos futuros

5.1 Conclusiones.....	50
5.2 Trabajos futuros.....	51
Bibliografía.....	52

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 La fibra óptica como conductora de luz

Las primeras telecomunicaciones ópticas en la atmósfera libre tropezaron con los mínimos inconvenientes que las transmisiones por microondas. Así como se utilizaron guías de onda con atmósfera controlada para limitar la atenuación de las microondas, se visualizó la idea de controlar el medio de propagación de la luz.

Fue así como se originaron las guías de onda de luz, es decir, las fibras ópticas. Las ondas luminosas se propagaron dentro de un cilindro de vidrio extremadamente puro y no absorbente.

La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas.

Núcleo y revestimiento de la fibra óptica. Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor.

Cuando la luz llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total.

En el interior de una fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes en ángulos muy abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su centro. De

este modo, se pueden guiar las señales luminosas sin pérdidas por largas distancias.

A lo largo de toda la creación y desarrollo de la fibra óptica, algunas de sus características han ido cambiando para mejorarla.

1.2 Objetivo

El objetivo presente de la tesis es el estudio y el desarrollo de aplicaciones de la iluminación por medio de la fibra óptica y el aprovechamiento de la luz natural.

1.3 Justificación

El principal interés surgió cuando el Dr. Gilberto Gonzalez Avalos me propuso el tema de tesis de iluminación por medio de fibra óptica. Estudie la multifuncionalidad que tiene la fibra óptica y se abordó el tema por completo, para desarrollar aplicaciones de iluminación a través de ella misma y reducir el consumo de energía eléctrica.

Como actualmente las fibras ópticas desempeñan un papel muy importante en las telecomunicaciones como lo sabemos, su acelerado desarrollo que ha tenido en los últimos años en la mayoría de los países del mundo. Que ya en un futuro muy cercano será algo cotidiano en la iluminación por medio de fibra óptica como en casa, autos, electrodomésticos, edificios etc

1.4 Metodología

Este trabajo inicia posteriormente con el estudio e investigación de la fibra óptica y sus antecedentes de la misma.

La fibra óptica como canal de transmisión, sus descripciones generales, ventajas potenciales y sus campos de aplicación. Todo lo que aborda el tema de Óptica geométrica, como es reflexión y refracción de la luz y utilización de la reflexión total interna.

Posteriormente, se realizó la investigación de los tipos de fibra óptica. En el cual nos enfocamos en las fibras que comúnmente se utilizan en la iluminación, como son la fibra óptica de iluminación lateral, puntual y sus características.

Después se llevó a cabo la investigación de los dispositivos de iluminación y cómo funcionan, que son los que hacen que la fibra óptica resplandezca.

1.5 Estructura de la tesis

En el capítulo 1, se observó el nacimiento, desarrollo y avances a través del tiempo de las telecomunicaciones, como la fibra óptica juega un papel muy importante en el desarrollo de las telecomunicaciones.

En el capítulo 2, se muestra sus antecedentes históricos de la fibra óptica y el estudio de la óptica geométrica en reflexión, refracción y su apertura numérica entre otras cosas.

Conociendo sus ventajas y desventajas que se tienen con otros cables de transmisión de datos y comprender su funcionamiento en diferentes casos.

En el capítulo 3, se muestra los tipos y características de fibra óptica (POF), lateral y fibra óptica lateral, y los tipos de fuentes de iluminación.

En el capítulo 4, se observa las aplicaciones de la fibra óptica puntual y lateral, para iluminación natural e iluminación artificial utilizando diodos led y fuentes de iluminación de halógeno.

En el capítulo 5, se determinan las conclusiones de la iluminación con fibra óptica lateral y puntual. Sus alcances que pueden tener en la actualidad, como en la iluminación natural, y en la decorativa.

CAPITULO 2

Antecedentes de la fibra óptica

2.1 Introducción

En 1884 un físico irlandés, John Tyndall, mostró que la luz que se propaga en un medio con alto índice de refracción no puede penetrar en un medio que tiene un índice más bajo, cuando esta luz llega con un ángulo suficientemente pequeño.

Este principio, conocido con el nombre reflexión total interna es la base del funcionamiento de una fibra óptica, ya que permite confinar la luz al medio de más alto índice. Sin embargo, no fue hasta 1927 que el inglés J.L. Baird y el americano C.W. Hansell, al registrar sus patentes, dieron la posibilidad de transmitir imágenes empleado fibra de silicio.

Más tarde, las fibras de plástico se utilizaron en medicina para alumbrar lugares de difícil acceso; sin embargo, estas fibras eran poco eficaces. Gracias a los trabajos de A.C.S. van Heel y de N.S. Kapany a fines de la década de 1950, la introducción de la fibra de una cubierta protectora de menor índice y la utilización de haces de fibra, permitieron que esta tecnología evolucionara y llegara aplicarse sobre todo en el campo de la medicina.

La endoscopía fue el beneficio más grande que se obtuvo de estos procesos. No fue sino hasta el año de 1966 que, gracias a una publicación científica de K.C. Kao y G.Z. Hockham, se consideró seriamente la posibilidad de utilizar la fibra como canal de transmisión en las telecomunicaciones.

Sin embargo, esta utilización necesitaba el logro del progreso tecnológico tanto a nivel de las fibras como de las fuentes de luz.

En 1959, como o derivación de los estudios en física enfocados a la óptica, se descubrió una nueva utilización de la luz, a la que se denominó rayo láser, que fue aplicado a las telecomunicaciones con el fin que los mensajes se transmitieran a velocidades inusitadas y con amplia cobertura.

Sin embargo esta utilización del láser era muy limitada debido a que no existían los conductos y canales adecuados para hacer viajar las ondas electromagnéticas provocadas por la lluvia de fotones originados en la fuente denominada láser.

Fue entonces cuando los científicos y técnicos especializados en óptica dirigieron sus esfuerzos a la producción de un ducto o canal, conocido hoy como la fibra óptica. En 1966 surgió la propuesta de utilizar una guía óptica para la comunicación. Esta forma de usar la luz como portadora de información se puede explicar de la siguiente manera:

“Se trata en realidad de una onda electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, con la única diferencia que la longitud de las ondas es del orden de micrómetros en lugar de metros o centímetros”.

Como portadora de información. En poco más de 10 años la fibra óptica se ha convertido en una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión de información.

Este novedoso material vino a revolucionar los procesos de las telecomunicaciones en todos los sentidos, desde lograr una mayor velocidad en la transmisión y disminuir casi en su totalidad los ruidos y las interferencias hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica.

Las fibras ópticas son filamentos de vidrio de alta pureza extremadamente compactos: El grosor de una fibra es similar a la de un cabello humano. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones, entre sus principales características se puede mencionar que son

compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad debido a que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio-frecuencia.

Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas por lo tanto son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductor y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión. Tienen la capacidad de tolerar altas diferencias de potencial sin ningún circuito adicional de protección y no hay problemas debido a los cortos circuitos

Tienen un gran ancho de banda, que puede ser utilizado para incrementar la capacidad de transmisión con el fin de reducir el costo por canal. De esta forma es considerable el ahorro en volumen en relación con los cables de cobre

Con un cable de seis fibras se puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales, mientras que se requiere de 10,000 pares de cable de cobre convencional para brindar servicio a ese mismo número de usuarios, con la desventaja que este último medio ocupa un gran espacio en los ductos y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costos.

Comparado con el sistema convencional de cables de cobre donde la atenuación de sus señales, (Decremento o reducción de la onda o frecuencia) es de tal magnitud que requieren de repetidores cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, en el sistema de fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 km. Sin que haya necesidad de recurrir a repetidores lo que también hace más económico y de fácil mantenimiento.

Originalmente, la fibra óptica fue propuesta como medio de transmisión debido a su enorme ancho de banda; sin embargo, con el tiempo se ha planteado para un amplio rango de aplicaciones además de la telefonía, automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución entre otros.

Concepto de transmisión. En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas

en energía óptica o en luminosa, por ello se le considera el componente activo de este proceso. Una vez que es transmitida la señal luminosa por las minúsculas fibras, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina detector óptico o receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original.

El sistema básico de transmisión se compone en este orden, de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo) empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo), corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida.

En resumen, se puede decir que este proceso de comunicación, la fibra óptica funciona como medio de transportación de la señal luminosa, generado por el transmisor de LED'S (diodos emisores de luz) y láser.

2.2 Óptica Geométrica

En [física](#), la óptica geométrica parte de las leyes fenomenológicas de [Snell](#) (o [Descartes](#) según otras fuentes) de la [reflexión](#) y la [refracción](#). A partir de ellas, basta hacer geometría con los [rayos luminosos](#) para la obtención de las fórmulas que corresponden a los [espejos](#), [dioptrio](#) y [lentes](#) (o sus [combinaciones](#)), obteniendo así las leyes que gobiernan los instrumentos ópticos a que estamos acostumbrados.

La óptica geométrica usa la noción de rayo luminoso; es una aproximación del comportamiento que corresponde a las [ondas electromagnéticas](#) (la [luz](#)) cuando los objetos involucrados son de tamaño mucho mayor que la [longitud de onda](#) usada; ello permite despreciar los efectos derivados de la [difracción](#), comportamiento ligado a la naturaleza ondulatoria de la luz.

2.2.1 Reflexión y Refracción de la luz.

Al igual que la reflexión de las ondas sonoras, la reflexión luminosa es un fenómeno en virtud del cual la luz al incidir sobre la superficie de los cuerpos

cambia de dirección, invirtiéndose el sentido de su propagación. En cierto modo se podría comparar con el rebote que sufre una bola de billar cuando es lanzada contra una de las bandas de la mesa.

La visión de los objetos se lleva a cabo precisamente gracias al fenómeno de la reflexión. Un objeto cualquiera, a menos que no sea una fuente en sí mismo, permanecerá invisible en tanto no sea iluminado. Los rayos luminosos que provienen de la fuente se reflejan en la superficie del objeto y revelan al observador los detalles de su forma y su tamaño.

De acuerdo con las características de la superficie reflectora, la reflexión luminosa puede ser regular o difusa. La reflexión regular tiene lugar cuando la superficie es perfectamente lisa. Un espejo o una lámina metálica pulimentada reflejan ordenadamente un haz de rayos conservando la forma del haz. La reflexión difusa se da sobre los cuerpos de superficies más o menos rugosas.

En ellas un haz paralelo, al reflejarse, se dispersa orientándose los rayos en direcciones diferentes. Ésta es la razón por la que un espejo es capaz de reflejar la imagen de otro objeto en tanto que una piedra, por ejemplo, sólo refleja su propia imagen.

Sobre la base de las observaciones antiguas se establecieron las leyes que rigen el comportamiento de la luz en la reflexión regular o especular. Se denominan genéricamente leyes de la reflexión.

Si S es una superficie especular (representada por una línea recta rayada del lado en que no existe la reflexión), se denomina rayo incidente al que llega a S , rayo reflejado al que emerge de ella como resultado de la reflexión y punto de incidencia O al punto de corte del rayo incidente con la superficie S . La recta N , perpendicular a S por el punto de incidencia, se denomina normal.

Se denomina refracción luminosa al cambio que experimenta la dirección de propagación de la luz cuando atraviesa oblicuamente la superficie de separación

de dos medios transparentes de distinta naturaleza. Las lentes, las máquinas fotográficas, el ojo humano y, en general, la mayor parte de los instrumentos ópticos basan su funcionamiento en este fenómeno óptico.

En la figura 2.1, se muestra el fenómeno de la refracción va, en general, acompañado de una reflexión, más o menos débil, producida en la superficie que limita los dos medios transparentes. El haz, al llegar a esa superficie límite, en parte se refleja y en parte se refracta, lo cual implica que los haces reflejado y refractado tendrán menos intensidad luminosa que el rayo incidente. Dicho reparto de intensidad se produce en una proporción que depende de las características de los medios en contacto y del ángulo de incidencia respecto de la superficie límite. A pesar de esta circunstancia, es posible fijar la atención únicamente en el fenómeno de la refracción para analizar sus características.



Figura 2.1 Refracción de la luz

Estos conocimientos básicos de reflexión y refracción de la luz interna total van a ser de ayuda para entender la forma en la que la luz viaja o se propaga en la fibra óptica.

2.2.2 Reflexión total interna

Anteriormente vimos que la propagación de la luz entre dos puntos muy distantes entre sí debe de hacerse necesariamente en un medio transparente y no en la atmosfera. Se llama reflexión interna total al fenómeno que se produce cuando un rayo de luz atravesando un medio de índice de refracción n más grande que el índice de refracción en el que éste se encuentra se refracta de tal modo que no es capaz de atravesar la superficie entre ambos medios reflejándose completamente. Este fenómeno solo se produce para [ángulos de incidencia](#) superiores a un cierto valor crítico, θ_c . Para ángulos mayores la luz deja de atravesar la superficie y es reflejada internamente de manera total. La reflexión interna total solamente ocurre en rayos viajando de un medio de alto índice refractivo hacia medios de menor índice de refracción.

En la figura 2.2 se muestra la reflexión interna total se utiliza en fibras óptica para conducir la luz a través de la fibra sin pérdidas de energía. En una fibra óptica el material interno tiene un índice de refracción más grande que el material que lo rodea. El [ángulo de la incidencia](#) de la luz es mayor que el ángulo crítico para la base y su [revestimiento](#) y se produce una reflexión interna total que preserva la energía transportada por la fibra.

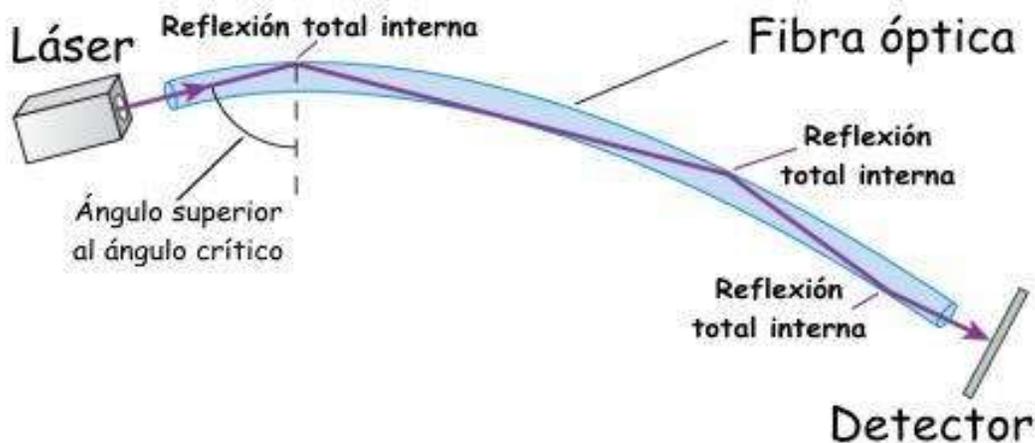


Figura 2.2 Utilización de la reflexión total interna

2.3 Apertura numérica

La Apertura numérica (NA) es una característica óptica básica de la capacidad de la fibra óptica de capturar luz. El NA también se usa para definir el cono de aceptación de una fibra óptica. Matemáticamente, se define a la apertura numérica como el seno de la mitad del ángulo del cono de aceptación ($\text{sen } \theta$). Un rayo de luz que no se encuentra dentro de este cono se perderá en el revestimiento y nunca retornará al cono.

En la figura 2.3 se muestra cuanto más grande es la apertura numérica, mayor será la cantidad de luz aceptada por la fibra.

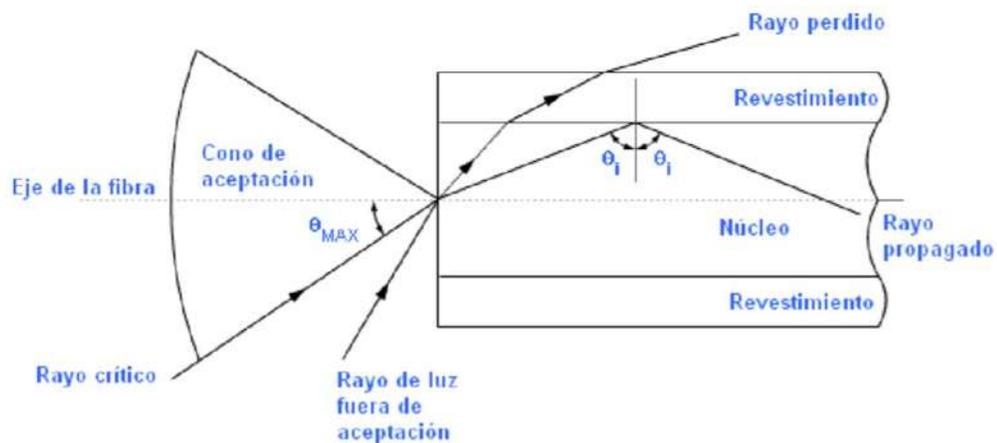


Figura 2.3 Apertura numérica de la fibra óptica

Por otro lado, si aumenta la NA, disminuye el ancho de banda de la fibra.

$$NA = n_0 \times \text{sen}(\theta_{\text{max}}) = \sqrt{n_{\text{co}}^2 - n_{\text{cl}}^2}$$

En esta ecuación, θ_{max} es la mitad del ángulo del cono, n_0 el índice de refracción externo en el extremo de la fibra (aire =1.0), n_{co} el índice de refracción del núcleo, y n_{cl} el índice de refracción del revestimiento.

2.4 Cómo un rayo de luz entra a una fibra óptica

En la siguiente figura 2.4 observamos como el rayo incidente L1 ingresa a la fibra con un ángulo θ_a . L1 se refracta por encima de la entrada de la fibra y se transmite a la interfaz del núcleo- revestimiento. L1 luego golpea la interfaz del núcleo-revestimiento con un ángulo crítico θ_c . L1 es totalmente reflejado hacia el núcleo y prosigue la propagación a lo largo de la fibra.

El rayo incidente L2 ingresa a la fibra con un ángulo mayor que θ_a . Una vez más L2 se refracta por encima de la entrada de la fibra y se transmite a la interfaz del núcleo-revestimiento. L2 golpea la interfaz del núcleo-revestimiento con un ángulo menor que el ángulo crítico θ_c . L2 se refracta en el revestimiento y se pierde. El rayo de luz incidente en el núcleo de la fibra debe estar dentro del cono de aceptación definido por el ángulo θ_a .

Definimos al ángulo θ_a como el ángulo de aceptación. Este, θ_a , es el ángulo máximo al eje de la fibra por donde puede ingresar la luz para que se propague. El valor del ángulo de aceptación θ_a depende de las características de la fibra y de las condiciones de transmisión.

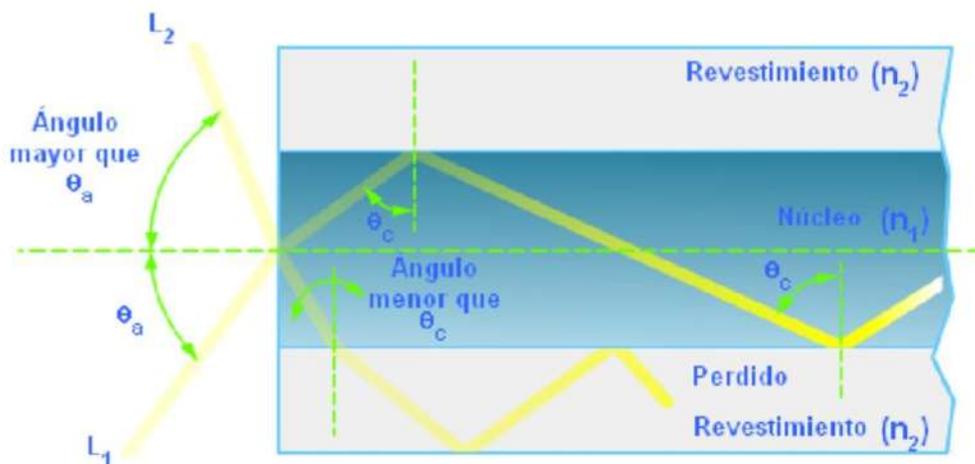


Figura 2.4 Cómo un rayo de luz entra a una fibra óptica

2.5 Dispersión en fibra óptica

La dispersión es el fenómeno por el cual un pulso se deforma a medida que se propaga a través de la fibra óptica, debido a que las distintas componentes de la señal viajan a distintas velocidades llegando al receptor en distintos instantes de tiempo. Sin embargo, existen varios tipos de dispersión:

- a) La dispersión modal,
- b) La dispersión por polarización de modo
- c) La dispersión cromática

La dispersión supone una reducción del ancho de banda pues al ensancharse los pulsos se limita la tasa de transmisión. La dispersión se caracteriza mediante el parámetro D (ps/nm·km), que indica el ensanchamiento del pulso. Este ensanchamiento aumenta con la longitud recorrida y con el ancho espectral de la fuente óptica.

- a) Dispersión Modal

La dispersión modal se debe a que los distintos modos de una fibra óptica tienen distintas velocidades de grupo, como se observa la constante de propagación, β , tras resolver las ecuaciones de Maxwell que es distinta para cada modo. Esto se puede ver pensando, según la teoría de la óptica de rayos, en la diferencia que de caminos recorre la luz por la fibra según el modo al que se acople.

En la figura 2.5 observamos como la luz recorre distintos caminos en diferentes ángulos

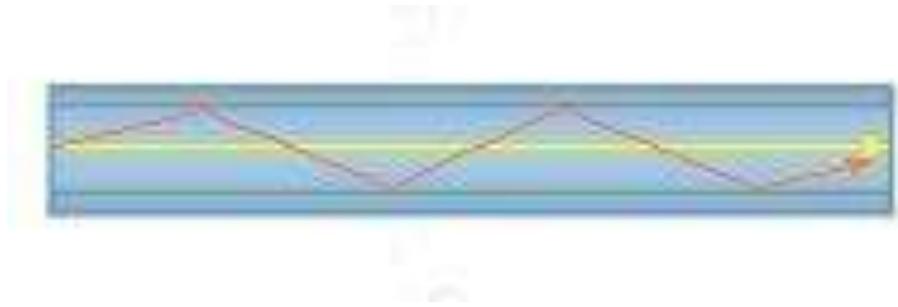


Figura 2.5 Distintos modos recorren camino con distinta longitud

Por tanto, este efecto puede solucionarse empalmado fibras monomodo, de índice gradual (que reducen la diferencia de la velocidad de grupo de cada monodo), entre otras soluciones.

b) Dispersión por polarización de modo.

Cuando una fibra es perfectamente circular la constante de propagación entre las polarizaciones es la misma y por tanto también lo es la velocidad de propagación de cada polarización. Pero como muestra la figura 2.6, en el caso de una fibra monomodo cuando no es perfectamente circular la velocidad de propagación de cada polarización (en este tenemos dos modos degenerados linealmente) va a ser distinta produciéndose la dispersión por polarización del modo PMD, como se muestra en la figura 2.6.

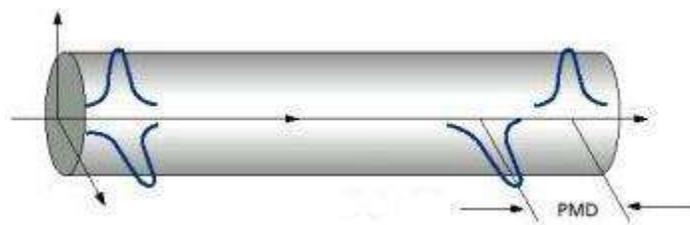


Figura 2.6 Dispersión por polarización de modo en una fibra monomodo asimétrica.

En general se puede decir que la PMD varía con la longitud y su valor medio. En las fibras actuales este valor suele ser del orde de $0.1\text{ps/km}^{1/2}$.

c) Dispersión cromática

El fenómeno de la dispersión cromática surge debido a dos razones:

i) Dispersión material: es el principal causante de la dispersión, y consiste en que el índice de refracción del silicio, material usado para fabricar las fibras ópticas, depende de la frecuencia. Por ello, las componentes de distinta frecuencia, viajan a velocidades diferentes por el silicio.

ii) Dispersión por guiado de onda: para comprender esta componente hay que recordar que la potencia de un modo se propaga parcialmente por el núcleo y parcialmente por el revestimiento. El índice efectivo de un modo se sitúa entre el índice de refracción del núcleo y del revestimiento, acercándose más a uno u otro dependiendo de cuál sea el porcentaje de la potencia que se propaga por ellos (si la mayor parte de la potencia está contenida en el núcleo, el índice efectivo estará más cerca del índice de refracción del núcleo). Como la distribución de la potencia de un modo entre el núcleo y el revestimiento depende de la longitud de onda, si la longitud de onda cambia, la distribución de potencia también cambia, provocando un cambio en el índice efectivo o constante de propagación del modo.

Por lo tanto, aún en ausencia de dispersión material, es decir, aunque los índices de refracción del núcleo y del revestimiento sean independientes de la longitud de onda, si la longitud de onda varía, seguiría produciéndose el fenómeno de la dispersión debido a la dispersión por guiado de onda.

Analizando la dispersión de forma matemática, ésta se produce porque la constante de propagación b no es proporcional a la frecuencia angular ω , es decir $db/d\omega$ no es independiente de ω . El término $db/d\omega$ se denota por β_1 , y a $1/\beta_1$, se le denomina velocidad de grupo, que es la velocidad a la que un pulso se propagaría a lo largo de la fibra en ausencia de dispersión. Pero como $\beta_2 = d^2b/d\omega^2$ es distinto de cero, se produce la dispersión. A este parámetro β_2 se le denomina parámetro de dispersión de la velocidad de grupo (parámetro GVD), y es el que gobierna la dispersión, también conocida como dispersión de velocidad de grupo.

En la figura 2.7, se muestra como varía la dispersión en tres tipos de fibra en función de los materiales dopantes empelados y del silicio en su construcción.

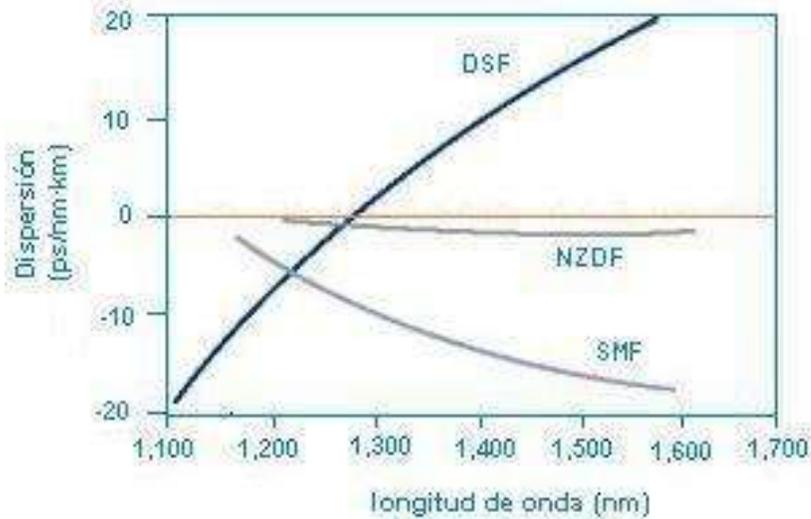


Figura 2.7 Variación de la dispersión según los materiales y el tipo de guía de onda para el caso de fibras DSF (*Dispersion Shifted Fiber*), SMF (*Standard Single Mode Fiber*) y NZDF (*NonZero Dispersion Fiber*)

En la figura 2.8 muestra como varía la dispersión con la longitud de onda en los tres tipos de fibras del caso anterior.

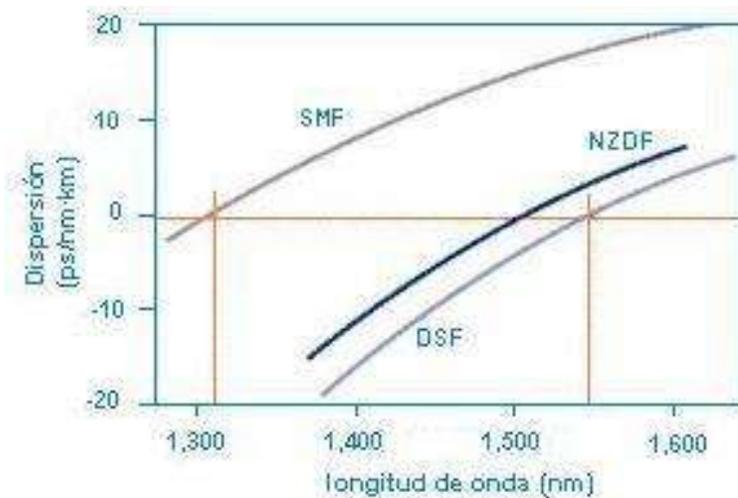


Figura 2.8 Variación de la dispersión con la longitud de onda para el caso de fibras DSF (*Dispersion Shifted Fiber*), SMF (*Standard Single Mode Fiber*) y NZDF (*NonZero Dispersion Fiber*)

La fibra SMF es la fibra monomodo estándar. En cambio existen otros tipos de fibra como la **DSF** (*Dispersion Shifted Fiber*) cuya dispersión está desplazada que permiten tener una dispersión nula en la tercera ventana como se muestra en la figura 2.8. La fibra **NZDF** (*NonZero Dispersion Fiber*) se caracteriza por tener una dispersión muy próxima a cero en tercera ventana pero no nula. La utilidad de este tipo de fibras es que buscan tener algo de dispersión cromática que pueda compensar los efectos producidos por los fenómenos no lineales.

2.6 Tipos de fibra ópticas

a) Fibra Monomodo

Potencialmente, esta es la fibra que ofrece la mayor capacidad de transporte de información. Tiene una banda de paso del orden de los 100 GHz/km. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero también es la más compleja de implantar, construir y manipular. El dibujo muestra que sólo pueden ser transmitidos los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra, por lo que se ha ganado el nombre de "monomodo" (modo de propagación, o camino del haz luminoso, único).

Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir, de unos 5 a 8 μm . En la figura 2.8, si el núcleo está constituido de un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, entonces se habla de fibras monomodo de índice escalonado. Los elevados flujos que se pueden alcanzar constituyen la principal ventaja de las fibras monomodo, ya que sus pequeñas dimensiones implican un manejo delicado y presentan dificultades de conexión que aún se dominan mal.

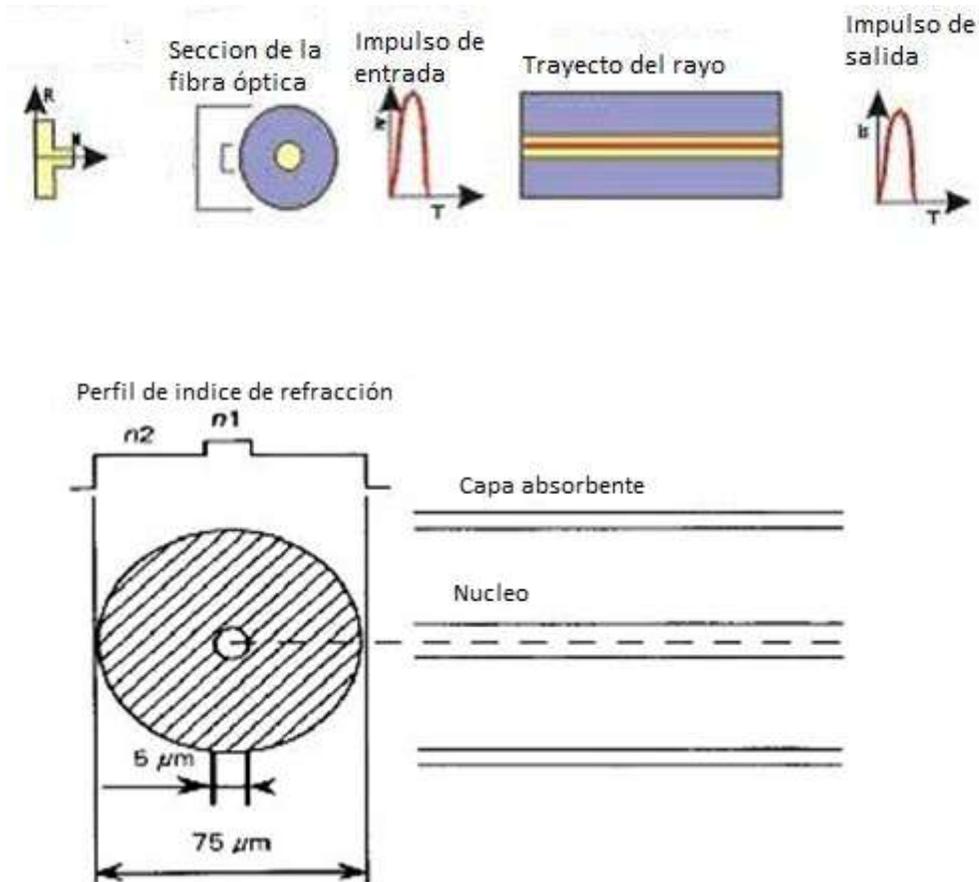


Figura 2.8 Características y comportamiento de la fibra monomodo.

b) Fibra Multimodo de Índice Gradiente Gradual

Las fibras multimodo de índice de gradiente gradual tienen una banda de paso que llega hasta los 500MHz por kilómetro. Su principio se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta. Los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra, como se puede ver en el la figura 2.9. Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de la fibra.

La fibra multimodo de índice de gradiente gradual de tamaño 62,5/125 mm (diámetro del núcleo/diámetro de la cubierta) está normalizado, pero se pueden

encontrar otros tipos de fibras: multimodo de índice escalonado 100/140 mm, multimodo de índice de gradiente gradual 50/125 mm.

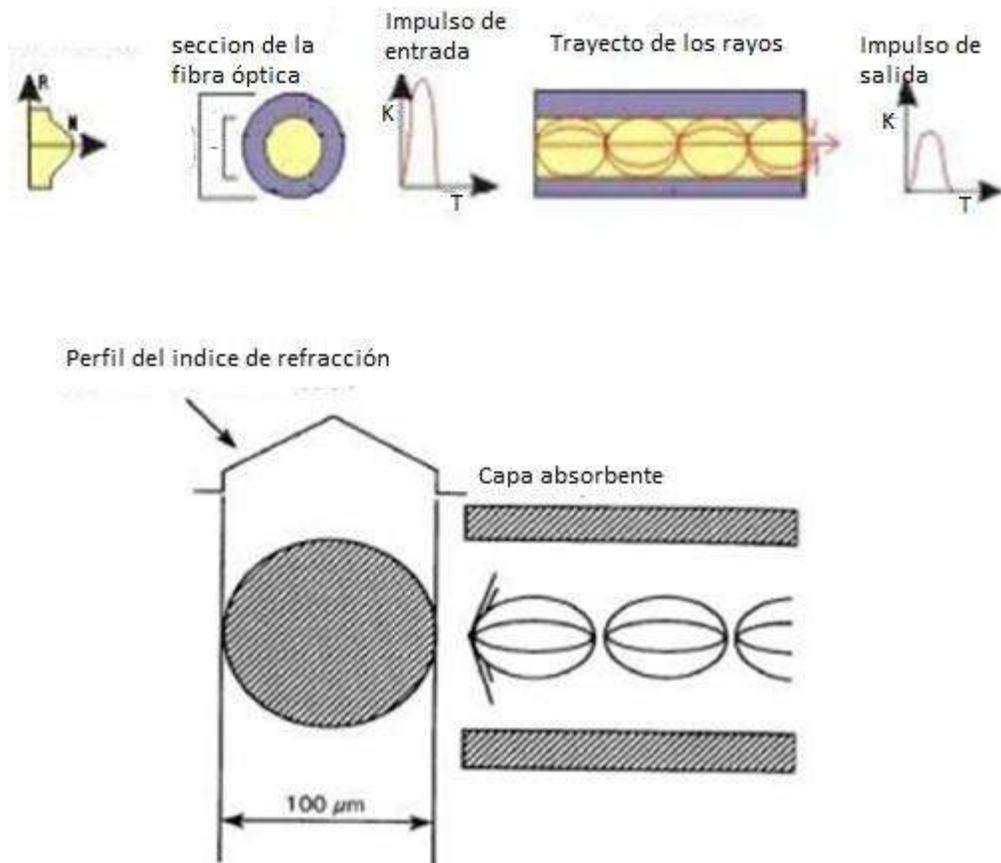


Figura 2.9 Características y comportamiento de la fibra multimodo de índice gradual.

c) Fibra Multimodo de índice escalonado

Las fibras multimodo de índice escalonado están fabricadas a base de vidrio, con una atenuación de 30 dB/km, o plástico, con una atenuación de 100 dB/km. Tienen una banda de paso que llega hasta los 40 MHz por kilómetro. En estas fibras, el núcleo está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea. El paso desde el núcleo hasta la cubierta conlleva por tanto una variación brutal del índice, de ahí su nombre de índice escalonado como se muestra en la figura 2.10.

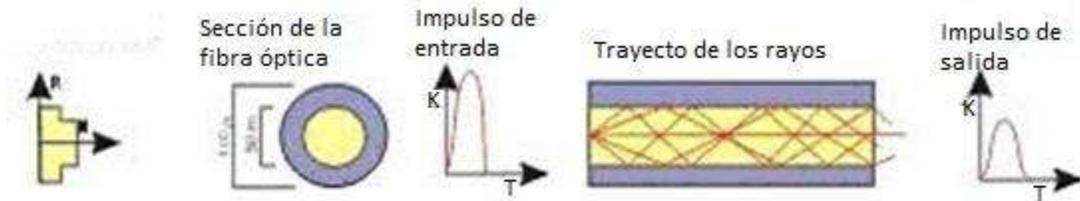


Figura 2.10 índice escalonado.

En este tipo de fibra viajan varios rayos ópticos, reflejándose a diferentes ángulos, como se muestra en la figura 2.11.

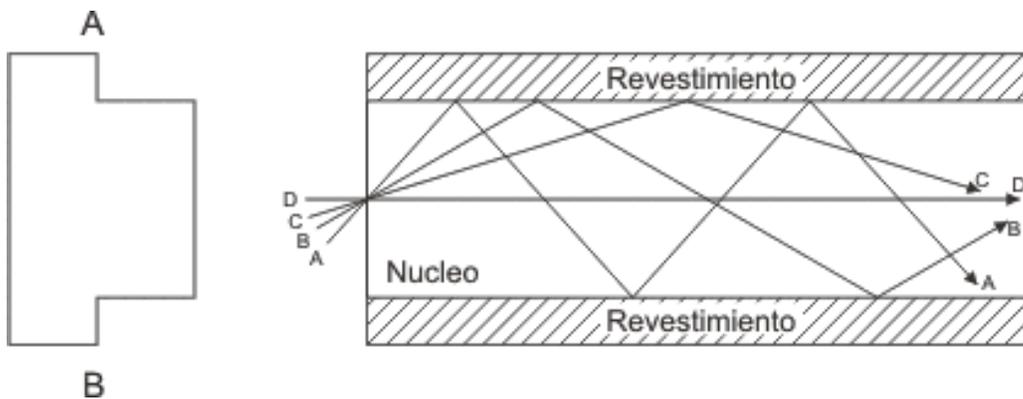


Figura 2.11 Características y comportamiento de la fibra monomodo de índice escalonado.

Ventajas de fibra óptica.

- Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones.
- Video y sonido en tiempo real.
- Es inmune al ruido y las interferencias.
- Las fibras no pierden luz, por lo que la transmisión es también segura y no puede ser perturbada.
- Carencia de señales eléctricas en la fibra.
- Presenta dimensiones más reducidas que los medios pre-existentes.

- El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos.
- La materia prima para fabricarla es abundante en la naturaleza.
- Compatibilidad con la tecnología digital.

Desventajas.

- El costo es alto en la conexión de fibra óptica, las empresas no cobran por tiempo de utilización sino por cantidad de información transferida al computador, que se mide en megabyte.
- El coste de instalación es alto.
- Fragilidad de las fibras.
- Disponibilidad limitada de conectores.
- Dificultad de reparar un cable de fibra roto en el campo.

CAPITULO 3

Diseño de sistema de fibra óptica

3.1 Introducción

La iluminación con fibra óptica está desarrollando una serie de posibilidades grandiosas para el diseño decorativo, el diseño de espacios, este tipo de iluminación rompe fronteras en esta rama, hoy en día todo proyecto de diseño arquitectónico y de interiores puede aprovechar los efectos encantadores de este tipo de iluminación.

Esta iluminación puede ser aprovechada en espacios dónde se pretende generar una estimulación a los sentidos, discotecas, restaurantes, casas, jardines, albercas, plazas comerciales, escenografías, estantes de publicidad y mucho más.

La fibra óptica por su maleabilidad y capacidad de conducir la luz es un excelente elemento para crear efectos visuales que pueden llevar al espectador a tener experiencias jamás experimentadas.

Explicaremos un poco más cómo se puede aprovechar técnicamente este tipo de iluminación.

3.2. Los sistemas de iluminación por fibra óptica tienen tres componentes

1) El iluminador: Es la fuente que inyecta la luz al tubo de fibra óptica. Dentro del iluminador, se encuentra una rueda de colores, la que permite el cambio de color de las fibras ópticas conectadas al equipo. Un motor puede girar continuamente la rueda de colores o detenerla en cualquier color.

En la actualidad, existen iluminadores equipados con lámparas de haluro metálico o, para aplicaciones más pequeñas, un LED. En el primer caso, el iluminador se conecta a una toma convencional de 220V 50hz y el consumo puede ser de 75, 100, 150, 200 ó 250 watts, dependiendo de la potencia de la lámpara de haluro metálico o halógeno. El equipo puede incluir ventiladores para refrigerar continuamente la lámpara y poder funcionar las 24 horas del día sin ningún inconveniente, como se muestra en la figura 3.1.



Figura3.1. Lámpara o iluminador led

2) El cable de fibra óptica: Hay dos tipos de cable de fibra óptica: En la figura 3.2, los de iluminación lateral (que generan una línea continua de luz al estilo de un tubo de neón), y en la figura 3.3, de iluminación puntual (spot o end-lit) que transmiten la luz de un extremo a otro del cable, generando de esta manera un spot de iluminación.

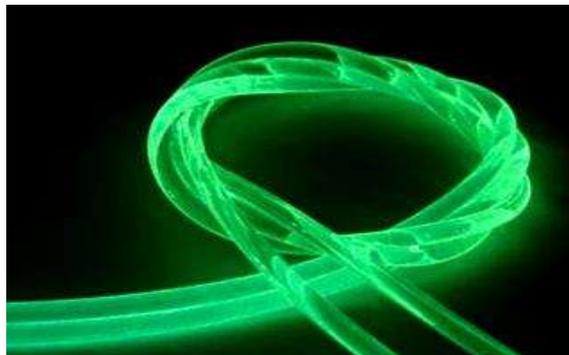


Figura 3.2. Fibra óptica de iluminación lateral.

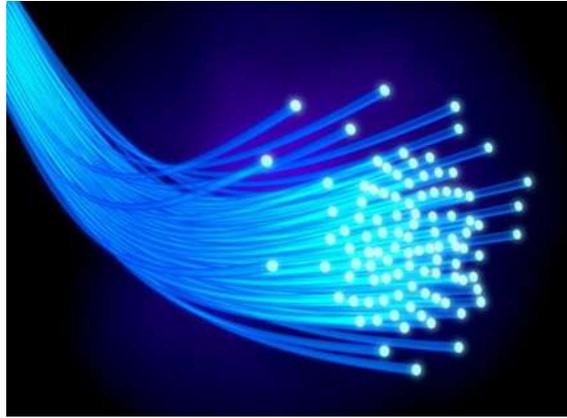


Figura 3.3. Fibra óptica de iluminación puntual.

3) El foco (terminal): Pueden haber distintos tipos de focos (terminales) que se conectan al cable de fibra óptica. En el caso del cable de iluminación lateral pueden instalarse guías de montaje permitiendo generar líneas curvas o rectas dado que el cable de fibra óptica es flexible. En el caso del cable de iluminación puntual la diversidad de focos (terminales) es mayor, dependiendo de las aplicaciones. Por ejemplo puede conectar lentes sub-acuáticos para iluminación de piletas de natación o focos (terminales) en una gran variedad de diseño similares en apariencia y funcionalidad a la disponibilidad que se encuentra en el mercado en lámparas equivalentes halógenas, incandescentes y fluorescentes. La disponibilidad es muy variada y limitada sólo por su imaginación dado de que puede también crear y adaptar sus propias terminales sin riesgo alguno dado de que no existe riesgo eléctrico en la terminal de iluminación.

3.2.1. Características de la iluminación por fibra óptica

En primer lugar, se destaca la ausencia de electricidad, calor y gases, como también de rayos ultravioletas e infrarrojos, tanto en el spot de luz como en la línea de luz. Esto se debe a que el cable de fibra óptica se conecta delante de la lámpara del iluminador, sin contacto físico ni eléctrico entre ambos elementos. Entonces, la fibra óptica transporta la luz y la conduce hasta el lugar deseado.

Además, esta característica permite el cambio de color de la instalación mediante el accionamiento de una tecla, permitiendo crear efectos únicos que sería imposible de realizar con un sistema de iluminación convencional.

Dado que los cables de fibra óptica se fabrican principalmente de plástico, no existe ninguna posibilidad de rotura o de necesidad de mantenimiento en la instalación, siendo a su vez resistente al vandalismo, pues no hay nada que se pueda romper o dañar.

Finalmente, su instalación es muy sencilla, y se puede realizar tanto en interiores como en intemperie.

3.2.2. Aplicaciones

Hasta hace pocos años, esta tecnología fue utilizada casi exclusivamente para la iluminación de jardines y piscinas, donde se destaca por la seguridad que representa la ausencia de energía eléctrica en la luminaria. Con el paso del tiempo, se han desarrollado equipos más eficientes y menos costosos, permitiendo que la fibra óptica se gane un espacio de privilegio en la paleta de los diseñadores de iluminación. Por ejemplo, por la flexibilidad y la diversidad de colores que puede ofrecer, se ha convertido en un elemento recurrente tanto en la decoración de fachadas y espacios interiores como en la fabricación de letreros luminosos, reemplazando al gas neón. **En la tabla 3.1 ventajas comparativas en distintas aplicaciones.**

Tabla 3.1 comparativa

Jardinería y Paisajismo

Iluminación de 12 volts	Iluminación por fibra óptica
Baja tensión (12 volts). Los sistemas dicen ser seguros.	Ausencia total de tensión. Seguridad total.
Utilizan menos electricidad que los sistemas de 220 volts.	Utilizan menos electricidad que los sistemas de 12 volts.
Fácil instalación y recambio de lámparas en el artefacto.	Fácil instalación. No existe lámpara en el artefacto.
Los artefactos son más pequeños que los de 220V.	Los artefactos son más pequeños que los de 12V.
No se puede cambiar el color de la iluminación.	Permite el cambio de color de la iluminación.
Los artefactos deben estar accesibles para realizar el recambio de la lámpara.	Los artefactos pueden estar en lugares inaccesibles, ya que no requiere recambio.

Iluminación con líneas de luz

Iluminación con neón	Iluminación por fibra óptica
Es frágil.	Virtualmente irrompible.
Existe riesgo eléctrico.	Ausencia de riesgo eléctrico
Un solo color por tubo.	Posibilidad de cambio de color del tubo.
Una vez dada la forma no se puede cambiarla (inflexible).	Posibilidad de cambiar la forma cuantas veces uno quiera (totalmente flexible).
Altos costos de mantenimiento.	Costos de mantenimiento inexistentes o muy bajos.
No se puede instalar dentro del agua o alrededor del agua.	Permite instalarlo dentro y alrededor del agua.
Tramos cortos (hasta 4 mts).	Tramos de hasta 30 mts continuos.
Requiere una complicada instalación eléctrica.	No requiere instalación eléctrica, sólo una toma de 220V.

Su bajo consumo de energía eléctrica, cero emisión de calor y radiación la han transformado en una alternativa muy atractiva para diversas aplicaciones, como iluminar alimentos congelados en refrigeradores de supermercados o piezas históricas en museos. Por sus características seguras y su resistencia contra los golpes, también se ha convertido en una fuente de iluminación para ambientes industriales, agresivos e incluso explosivos.

3.3. Tipos de fibra óptica para iluminación

A continuación se mencionaran algunos tipos de fibra óptica para propósitos de iluminación.

3.3.1. Fibra óptica de emisión final de alta calidad. (Haces Spectraflex)

La fibra óptica es un conductor de luz hecho de vidrio. Debido a sus diferencias en los índices de refracción entre el núcleo y la capa exterior la luz viaja de un extremo a otro de la fibra, por el núcleo reflejándose en las paredes de la capa externa como se muestra en la figura 3.4.

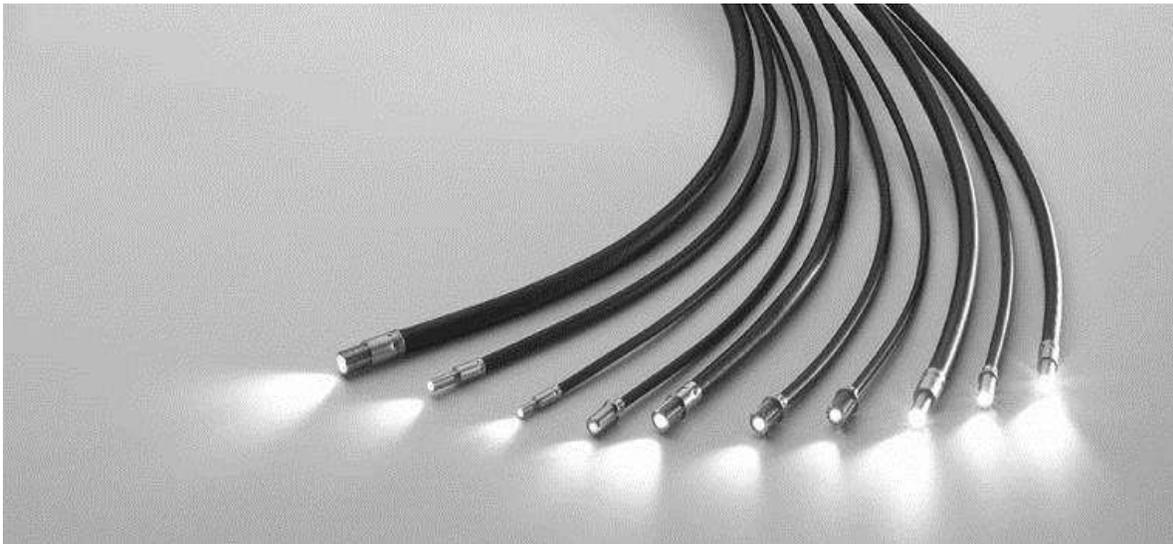


Figura 3.4 Fibra óptica de emisión final de alta calidad.

Características

La fibra óptica es un excelente transmisor de luz debido a sus características físicas, no transmite ni los rayos infrarrojos ni los rayos ultravioleta. La fibra óptica para iluminación se comercializa y se aplica en forma de haces de fibra óptica. Los haces de fibra óptica constan de una cabeza, varios ramales y terminales en la punta de cada ramal.

Un equipo de iluminación mediante fibra óptica, está compuesto de un haz de fibra, que puede contener ramales de diferentes diámetros y longitudes y de un generador.

Debido sus propiedades de transmisión de luz, la fibra óptica es un material muy versátil para conseguir efectos de iluminación espectaculares. Una de las características básicas es que no transmite electricidad, solo transmite luz, de este modo mantenemos separadas la fuente de luz, del lugar a iluminar. Esto nos permite ser muy creativos a la hora de iluminar ambientes donde intervenga el agua por ejemplo.

Referencias

La fibra óptica es un producto que se fabrica a medida en función de las necesidades de cada proyecto. Existen una serie de parámetros que definen un haz de fibra óptica.

- Cabeza común: Es el extremo del haz conectado al generador de luz, esta cabeza es estándar.
- N° de ramales/Longitud: Número de ramales y longitud de cada uno.
- Tipo/s de fibra: Es el tipo de cable de fibra que conforma cada ramal, diferentes diámetros, diferente intensidad.
- Terminales: Dependiendo del tipo de fibra, el ramal se puede terminar con diferentes terminales.

Especificaciones

Existen 8 tipos diferentes de cables de fibra óptica de vidrio para la iluminación, en función del diámetro útil de las mismas. La nomenclatura utilizada para designarlas es proporcional a la intensidad de luz que son capaces de

transmitir. De esta manera, una fibra óptica de Tipo 24 transmite casi el doble de intensidad de luz que una fibra de Tipo 14 y 3 veces más que una fibra de Tipo 8.

La tabla 3.2, indica las características de Fibra óptica de emisión final de alta calidad.

3.2. Tabla características generales.

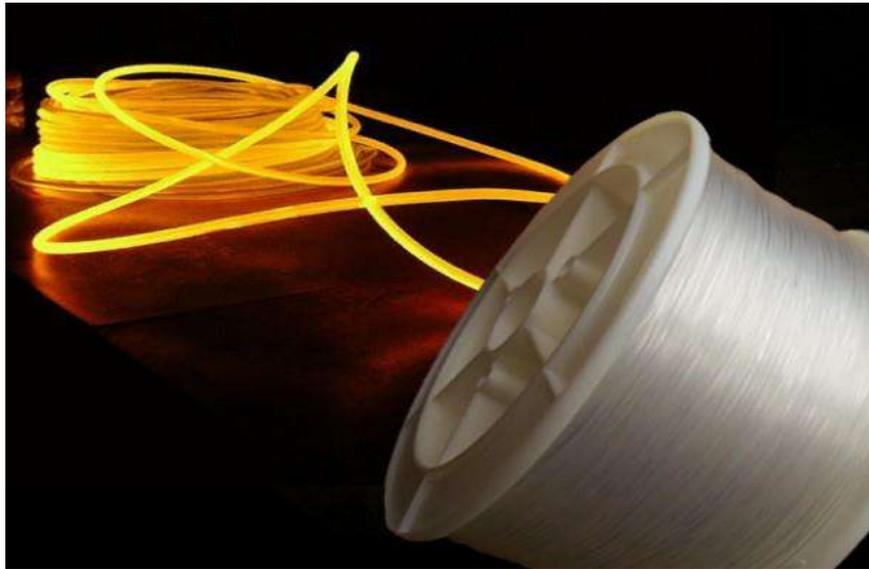
Nomenclatura	Tipo 3/4	Tipo 1.5	Tipo 3	Tipo 8	Tipo 14	Tipo 18	Tipo 24	Tipo 36
Diámetro interior de la fibra (mm)	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	4.5	6.0	7.3
Diámetro exterior (mm)	2.2 ±0.1	2.7 ±0.1	3.85 ± 0.1	4.85 ± 0.1	6.35 ±0.15	6.9 ±0.15	8.7 ±0.3	10.1 ±0.3
Max. Nº de Puntos CAPA(40mm)	130	81	40	23	15	12	9	7
Max. Nº de Puntos CAPB(54mm)	290	182	90	52	34	26	16	10
Max. Nº de Puntos CAPC(65mm)	465	265	130	59	-	27	-	-
Radio mínimo de curvatura (mm)	5	8	15	20	25	35	50	60
Terminal	B1	B1.5	B2	F3, G3, B3, TR3	F4, G4, B4, TR4	F4.5, G4.5	F6	F7.3
Máx. Longitud (m)	20							
Cabeza común	530 en aluminio anodizado negro.							
Recubrimiento	HFFR (no propaga la llama y no emite gases tóxicos)							
Temp. Funcionamiento	-20...+80 ºC							
Apertura Numérica	0.54							

Aplicaciones:

- Vitrinas/ Museos/ Comercio
- Ascensores
- Piscinas, saunas
- Iluminación arquitectónica
- Bares/ Discotecas
- Iluminación decorativa
- Gimnasios
- Señalización

3.4. Fibra óptica de emisión lateral de alta calidad (CTL)

En la figura 3.5, se muestra una fibra de iluminación longitudinal es un novedoso producto de muy alta calidad que nos permite marcar perímetros de luz en diferentes ambientes. Este tipo de fibra es ideal para la iluminación de los bordes de una piscina, para marcar los perfiles de fachadas o edificios, etc como se muestra en.



Fibra 3.5. Óptica lateral CTL.

Características:

- Efectos visuales impresionantes
- No requiere mantenimiento
- Eléctricamente seguro, sólo transmite luz
- Fácil instalación
- Núcleo reflectante optimiza rendimiento (CTL170)

A diferencia del neón que es de vidrio rígido y por tanto tiene que hacerse de pequeños segmentos, la FIBRA CTL, gracias a su flexibilidad y ductilidad permite realizar formas decorativas con tramos de hasta 30 metros. La instalación de este

tipo de fibra es rápida y sencilla, evitando así altos costos de instalación. Como todo producto de fibra óptica es mantenimiento el prácticamente nulo, consiste en limpiar el producto si está sucio y en cambiar la lámpara del generador cada 7000 horas. En la tabla 3.3 se muestran sus diámetros y referencias.

Tabla 3.3. Fibra Óptica CTL.

Referencia	Diámetro Ext.(mm)
CTL90	9
CTL120	12
CTL170	17

3.5. Fibra óptica plástica

La fibra óptica plástica es un conductor de luz hecho de materiales que debido a sus diferencias de índices de refracción entre el núcleo y la capa exterior transmiten la luz de un extremo a otro de la fibra como se muestra en la figura 3.6.

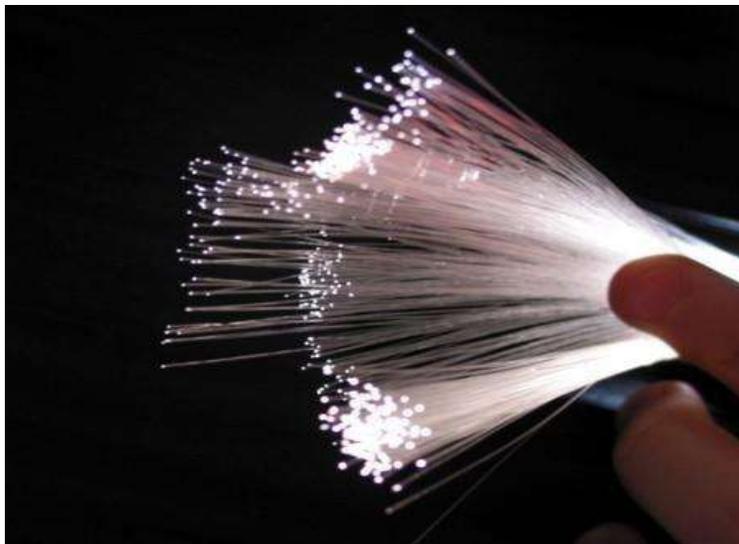


Figura 3.6. Fibra Óptica plástica.

La fibra óptica plástica es una alternativa viable a la fibra óptica de vidrio para proyectos con presupuestos más ajustados.

La fibra de plástico no tiene las mismas características de durabilidad y capacidad de soportar efectos. Sin embargo, en cuanto a las propiedades de transmisión de luz las características son bastante similares a la fibra óptica de vidrio.

Referencias

La fibra de plástico se comercializa en forma de bobinas o bien en forma de haces. Existen diferentes tipos de fibra en función de su diámetro, desde 0,75 hasta 3 mm como se especifica en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Bobinas Fibra Óptica Plástica

Diámetro (mm)	Mx Bobina
0,75	2700
1,00	1500
1,50	700
2,00	250
3,00	150

La figura 3.7 se muestra un bobina de fibra óptica puntual.



Figura 3.7 bobina de fibra óptica plástica.

Aplicaciones

- Cielos estrellados
- Saunas
- Piscinas
- Gimnasios
- Iluminación decorativa
- Vitrinas básicas
- Maquetas
- Instalaciones interiores.

3.6. Iluminación para fibra óptica

Todos los sistemas de iluminación por fibra óptica están configurados por los mismos elementos, sin importar la aplicación final de los mismos.

- Iluminador.
- Puerto óptico.
- Arnés de fibras.
- Terminales.

3.6.1. Iluminador

Un iluminador es intrínsecamente un proyector interno, donde la luz de la lámpara L, por medio de un reflector R y, a veces con ayuda de ópticas o lentes, es focalizada en un punto situado perpendicularmente al eje del puerto o P, donde se colocarán las fibras.

Esta es la razón por la que la potencia inicial en lúmenes de la lámpara guarda poca relación con la que se inyecta en las fibras, ya que las pérdidas del reflector y de todo el sistema de proyección son considerables como se muestra en la figura 3.8.



Figura 3.8. Iluminador para fibra óptica.

Es el único elemento activo del sistema y en su forma más básica está constituido por una caja que contiene:

1. Una lámpara
2. Un reflector
3. Un equipo de alimentación
4. Un ventilador
5. Algunos elementos de protección, como:
 - Filtros anticalóricos,
 - Fusibles térmicos o lentes
6. Un conector para el puerto óptico.

El diagrama del iluminador se ilustra en la figura 3.9.

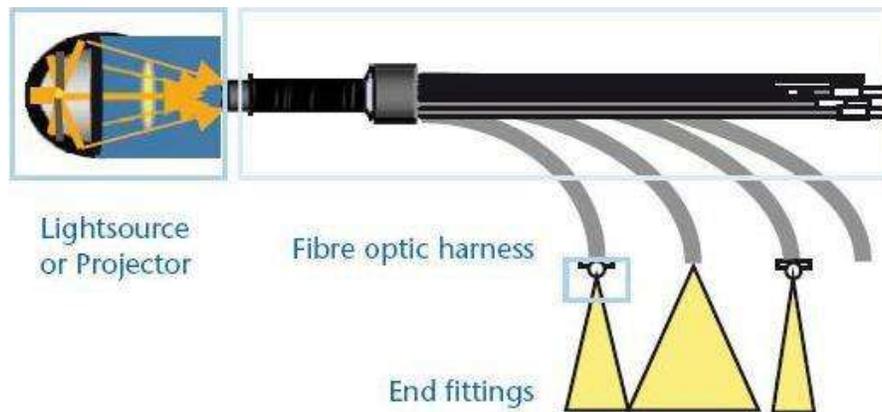


Figura 3.9. Diagrama de iluminador.

La figura que proyecta la lámpara en la pantalla se denomina mancha y debido a las características de la lámpara, cuerpo del filamento o elemento de descarga, etc, no es homogénea.

3.6.2 Puerto óptico

En la figura 3.10 se muestran los puertos ópticos los cuales son elementos mecánicos cuya función consiste en sujetar las fibras ópticas agrupadas y centradas en la pantalla de proyección del iluminador



Figura 1.10. Puerto Óptico

Las características más salientes de un buen puerto óptico son facilidad de montaje y rigidez mecánica que asegure una fijación estable y geométrica

correcta, capaz de ajustarse a múltiples diámetros de fibras, dotado de elementos que protejan el colector común del arnés y susceptible de recoger las fibras sin adhesivos.

En cualquier sistema de iluminación por fibra óptica la calidad del puerto óptico es, posiblemente, el elemento más importante para el funcionamiento correcto y la duración del conjunto.

Es importante la especificación de los puertos ópticos adicionalmente al resto del sistema, detallando las características de estos ya que constituyen un elemento crítico.

Adicionalmente, los puertos ópticos deben incorporar un elemento que proteja el arnés de los esfuerzos y tensiones laterales a que se somete el extremo colector durante la instalación, provocando que el encuentro mantenga un radio de curvatura mínimo que no dañe la geometría interior de las fibras.

Protector de Puerto óptico

Otro elemento a considerar es la capacidad individual de cada puerto óptico concreto ya que esto es determinante a la hora de conocer el número de conductores ópticos que pueden ser alimentados por cada iluminador como están en la figura 3.11.



Figura 3.11. Protector de puerto óptico.

3.7. Iluminadores

Estos elementos constituyen las únicas partes activas de la instalación y requieren criterios de ubicación, ventilación y accesibilidad concretos para la implantación y mantenimiento del sistema.

La especificación de estos equipos es particularmente complicada e imprecisa ya que no existen estándares de construcción o rendimiento a parte del consumo de los equipos expresado en W, y la referencia del tipo de lámpara utilizado, detalles que no guardan una relación directa con la cantidad de luz que se inyecta en las fibras.

En líneas generales existen dos grupos de iluminadores de uso general en el mercado:

1. Halógenos
2. Descarga

3.7.1. Iluminadores Halógenos.

La figura 3.13, muestra un iluminador de halógeno que consiste en una lámpara halógena de potencia variable que puede incorporar equipo de alimentación, ventilación, sistema de efectos y elementos de protección según el uso final y ubicación del dispositivo.



Figura 3.13 iluminador de halógeno.

3.7.2. Lámparas halógenas.

En la figura 3.14, se muestran lámparas susceptibles de ser incorporadas en iluminadores halógenos son todas aquellas provistas de reflector, de vidrio o metálico, con potencias variables entre los 20 y los 250W.



Figura 3.14 lámpara de halógeno

Se pueden presentar errores de foco:

- Errores de foco debidos a la mala calidad de la lámpara.

Cualquier imperfección en la posición del bulbo en la lámpara llevan consigo una desviación del haz con referencia a la pantalla P en el colector común CC.

Esta desviación puede causar una disminución considerable de rendimiento, entre entredós equipos aparentemente idénticos.

- Errores de foco debidos a un montaje deficiente del soporte.

La carencia de control de calidad en el montaje del soporte en el iluminador puede provocar asimismo pérdidas considerables de rendimiento, que sumadas a las anteriores pueden dar resultados deplorables.

Estas son algunas de las razones por las que la especificación de un iluminador de 75, 150 o 250W, contra otro de igual potencia de lámpara no tiene sentido, (como no lo tendría asumir que dos coches que gasten 6L a los 100Km son iguales), si no se consideran prestaciones, precisión en el montaje y componentes utilizados.

CAPITULO 4

Implementación de sistemas de iluminación por fibra óptica puntual

4.1 Introducción

La fibra óptica plástica (POF) se utiliza habitualmente para la transmisión de luz con efectos decorativos y estéticos. Ejemplos de esto son los juguetes donde la luz se transmite a través de filamentos que crean preciosos haces de colores de fibras ópticas. Una ventaja añadida de POF sobre la fibra óptica de vidrio en el entretenimiento o cuando se utiliza como decoración es la durabilidad y el precio. POF tiene un costo de fabricación mucho menor que la fibra de vidrio y no es tan frágil. Una de las aplicaciones que se busca es el ahorro de energía eléctrica aprovechando la luz del día para su transmisión por medio de la fibra óptica.

4.2 Iluminación con fibra óptica de un cuarto oscuro con luz natural

En este punto implementamos pruebas de un sistema de iluminación con fibra óptica en un cuarto oscuro con luz natural, para ver las dimensiones que pueden tomar si aprovechar la luz del día. Para el ahorro de energía eléctrica.

A continuación se describen los pasos necesarios para realizar un sistema de iluminación aprovechando la luz natural del día:

- 1.- Fibra óptica plástica como la que se muestra en la figura 4.1, de 2 mm, cortamos 20 tramos de 1m de largo y se pulen los filamentos.



Figura 4.1, fibra óptica plástica.

2.- Se juntan para formar un diámetro de 50 mm, y se fijan cada uno, ya sea con pegamento o cinchos.

3. La figura 4.2, se utiliza 1m de manguera para instalaciones eléctricas para cubrir la fibra óptica de las inclemencias del tiempo.



Figura 4.2 manguera para instalaciones eléctricas.

4.- Se adapta un lente de 8 optrias en chasis de base de plástico trasparente, para captar la mayor cantidad de rayos de luz solar del exterior como se muestra en la siguiente figura 4.3.



Figura 4.3, chasis y el lente.

5.- En la figura 4.4 se utiliza el chasis de lámpara para fijarse en la pared del interior del cuarto oscuro en el cual se le introduce las puntas de la fibra óptica.



Figura 4.4, chasis de lámpara.

6.- La figura 4.5, se observa cómo queda ensamblado cada material de el que se describió anterior mente, para montarse o fijarse en la iluminación del cuarto oscuro.



Figura 4.5. Armado final.

En la siguiente figura 4.6, se muestra como queda montado en el muro del cuarto después de a verse hecho unas perforaciones previas, para colocar un extremo de la fibra al exterior y en el interior fijar el chasis de lámpara para el sistema de iluminación natural.



Figura 4.6. Sistema de iluminación natural.

La figura 4.7 se nota la intensidad que alcanza la iluminación natural con fibra óptica puntual, que a la sombra alcanza una intensidad de 230 lux a la sombra y al rayo del sol un promedio de 500 lux.



Figura 4.7. Iluminación con fibra óptica.

La figura 4.8. Muestra la intensidad de la luz natural a la sombra cuando en el chasis del exterior está colocado el lente y no recibe la luz al 100%.



Figura 4.8. Intensidad a la sombra.

En el sistema de iluminación natural con fibra óptica puntual se optimizaría la iluminación si pudiéramos varios sistemas de iluminación, como los que se presentan, en diferentes posiciones del cuarto.

4.3 Iluminación con fibra óptica lateral

El cable de fibra óptica de iluminación lateral con funda transparente con protección UV (Ultravioleta) para su colocación tanto en interiores como exteriores. Su radio de curvatura es su diámetro multiplicado por cuatro. Esta recomendado para iluminación perimetral de piscinas, edificios, resalten motivos decorativos, carteles publicitarios, teatros, discotecas y señalizaciones de emergencia.

Está prácticamente diseñada para obtener baja luminosidad de señalización en ambientes como perímetros planos y curvas cerradas. No debe superar los 30 metros de cable por corte, después de eso va perdiendo su eficiencia de luminosidad.

A continuación se presentan tres aplicaciones con la fibra óptica lateral:

4.4 Iluminación de mesa con fibra óptica

Esta aplicación observamos como la mesa de una cocina se ilumina el contorno con la fibra óptica lateral, aplicada de forma decorativa. Esta mesa se utilizó 3 metros de fibra óptica latera, utilizando como base de iluminación un led ultra brillante de color blanco, alimentado con una batería de 3 volts. Como se observará en la siguiente figura 4.10.

En la figura 4.10 como observa la mesa en la área dela cocina con la luz encendida.



Figura 4.10 Mesa a iluminar.

En la figura 4.11 se observa como con la luz apagada se ilumina el contorno de la mesa con la fibra óptica lateral.

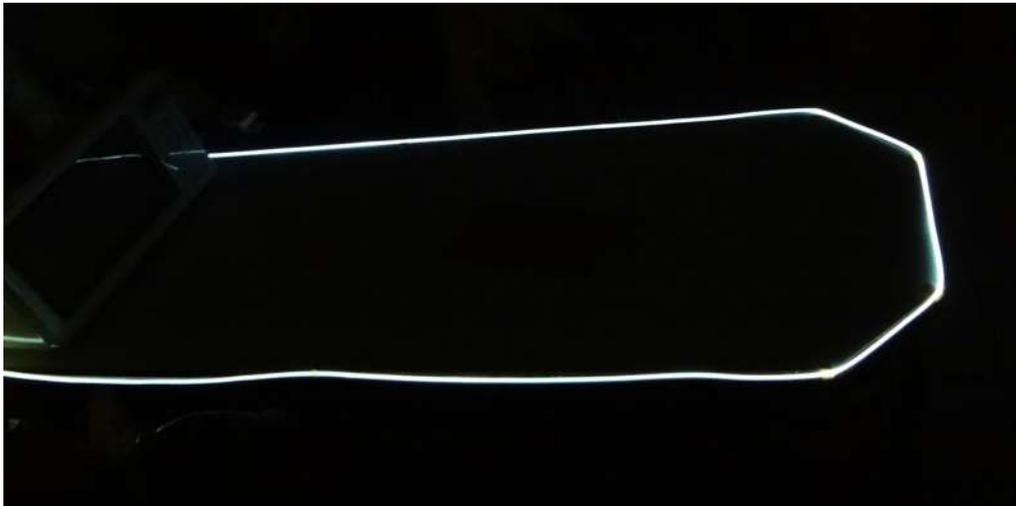


Figura 4.11 Iluminación de mesa.

4.5 Iluminación interior de una baño con fibra óptica

En la iluminación del interior de un baño utilizamos 3 metros de fibra óptica lateral, fijada en la parte superior del contorno de la pared. Utilizando como base de iluminación un led ultra brillante alimentada con una batería de 3 volts.

En la figura 4.12 se observa las dimensiones del baño y se coloca en la parte superior la fibra óptica lateral.

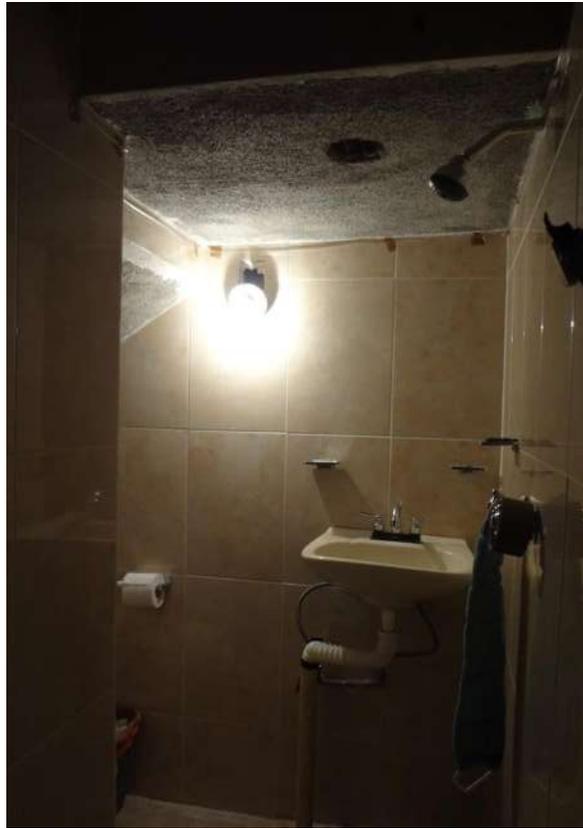


Figura 4.12, Baño iluminado con foco incandescente.

En la figura 4.13 observamos como la fibra óptica lateral ilumina el contorno donde se colocó en el interior del baño y las dimensiones que pueden tomar sus aplicaciones.



Figura 4.13. Baño iluminado con fibra óptica.

La figura 4.13, se colocó fibra óptica de 5 mm de diámetro en el contorno superior.

4.6. Iluminación de pecera con fibra óptica lateral

La figura 4.14, se presenta un pecera a la que posteriormente se le aplicó la última aplicación de la fibra óptica lateral que consiste en la iluminación de la pecera, que se muestra en la figura 4.15.



Figura 4.14 Pecera.



Figura 4.15, pecera iluminada con fibra óptica lateral.

En la figura 4.15. Se utiliza fibra óptica plástica lateral, con un diámetro de 5 mm, utilizando como fuente de luz diodos led ultra brillante alimentados con una batería de 9 volts.

4.7 Otras fibras ópticas con propósito de iluminación

Los tipos de fibra óptica plástica son variados en cuanto su diámetro van desde los 0.75 mm y alcanzan los 10 mm, tanto en la iluminación lateral y la iluminación puntual. Todo dependerá de lo que se quiera realizar y las habilidades de cada persona y en cuanto costos entre mayor sea su diámetro el costo aumenta.

CAPITULO 5

Conclusiones y Trabajos futuros

5.1 Las conclusiones del presente trabajo de tesis, se describen a continuación

- Se concluyó el estudio y el desarrollo de aplicaciones de la iluminación por medio de la fibra óptica y el aprovechamiento de la luz natural y artificial para fines estéticos.

- A través de la investigación se dió a conocer los diferentes tipos de fibra óptica puntual y fibra óptica lateral, como es su funcionamiento interno y sus características físicas.

- En esta investigación de la fibra óptica, se desarrollaron sistemas de iluminación aprovechando la luz natural del día por medio de la transmisión por fibra óptica puntual que a largo plazo tendrá beneficios. También se conoció la iluminación artificial por medio de leds o lámparas de halógeno, utilizando fibra óptica lateral, para fines decorativos y su bajo consumo de energía eléctrica.

- En la actualidad la fibra óptica está tomando un rumbo muy importante para los sistemas de iluminación por sus beneficios y sus características. Su campo de aplicación cada vez se está haciendo más extenso abarcando desde la estética de edificios, discotecas, museos, lugares públicos, etc.

- Así como también en el área médica, como en la instrumentación de equipo médico, o en la iluminación natural para los pacientes o trabajadores que tienen grandes beneficios.

5.2 Trabajos futuros

- Para los trabajos futuros se realizaría el sistema de iluminación natural aprovechando la luz del día con la fibra óptica puntual, se podría optimizar contado con los recursos económicos, para tener el equipo necesario como herramienta para el cortado de fibra óptica y también la inversión de material. Como lentes especiales y un seguidor de sol para captar al 100% la luz del día.

- En cuestión de la iluminación de fibra óptica lateral, podríamos mejorar su calidad en cuestión de estética, colocado material adecuado. Como serian guías para su colocación y fijarse. Contar con fuentes de luz, con mejor calidad que se adecuen a lo que se busca.

Biografía

1. Jean Pierre Nérou Introducción a las telecomunicaciones por FIBRAS OPTICAS Editorial Trillas.
2. Sistemas de Fibras Ópticas, Autor: Ibrahím Alonso Vargas
3. By Raymond A. Serway, John W. Jewett, Fisica II
4. <http://topicosdefisicaunidad4optica.wikispaces.com/search/view/aperura+num+eria+fibra+optica>
5. <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>
6. <http://proyredes.blogspot.mx/2008/07/tipos-de-fibra-ptica.html>
7. <http://www.fiberstars.cl/FibraPlanayElastica.htm>
8. http://www.boadasconcom.com/user_files/boadasconcom/File/EUROFIBROPTIC%20-%20CATALOGO.pdf
9. <http://tec.nologia.com/2012/05/05/14-gadgets-luminosos-que-brillan-en-la-oscuridad/>
10. http://www.importexportsa.com/productos_ufo.php
11. <http://es.aliexpress.com/wholesale/wholesale-optical-fiber-cable-for-lighting/1.html>