

FIBRA ÓPTICA. MONOMODO O MULTIMODO

Es importante comprender las diferencias entre la fibra óptica monomodo y multimodo antes de seleccionar una u otra en el inicio de un proyecto. Sus diferentes características de ancho de banda, reflexión de la luz, emisor de luz, etc. hacen que sea adecuado usar monomodo o multimodo en diferentes situaciones.

Antes de entrar en la comparativa veamos algunos conceptos básicos acerca de la fibra óptica y qué elementos componen un cable de fibra óptica.

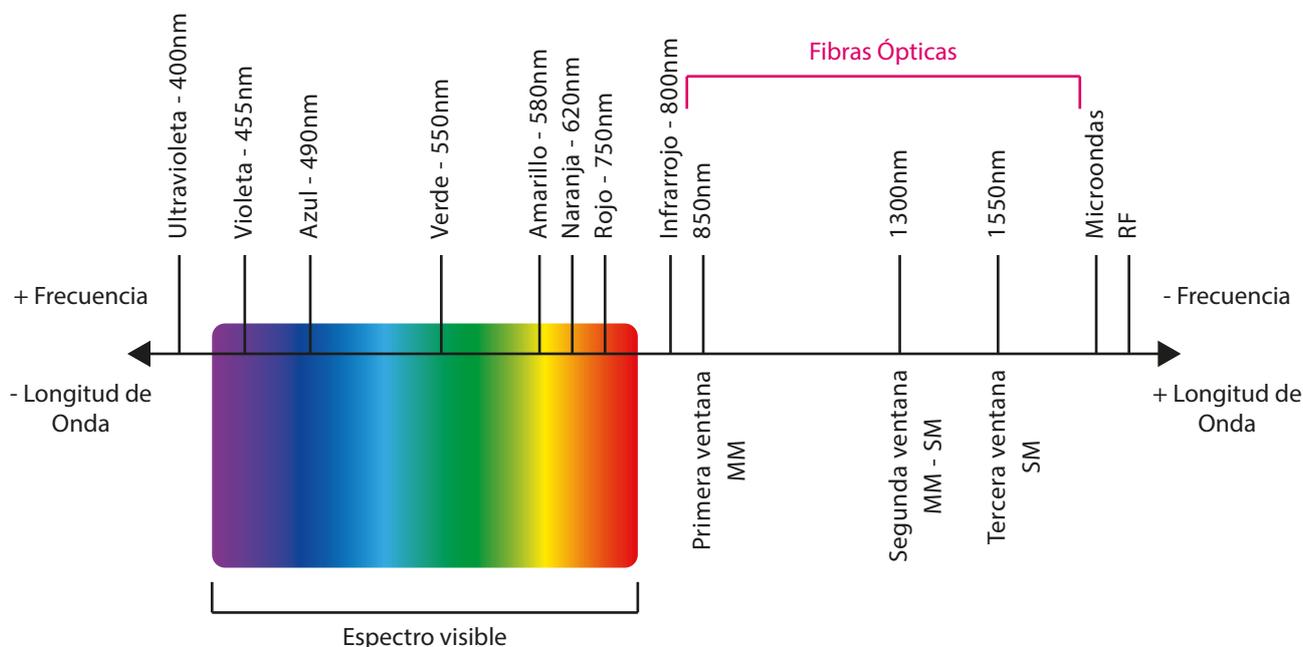
CONCEPTOS DE LA LUZ QUE AFECTAN A LA FIBRA ÓPTICA

- 1- Longitud de onda - Color de la luz.
- 2- Atenuación - Pérdida de luz.
- 3- Ancho de banda - Velocidad de transmisión.
- 4- Reflectancia - Cantidad de luz que rebota en la fibra hacia el emisor.
- 5- Reflexión - Cantidad de luz reflejada en la fibra.
- 6- Refracción - Cantidad de luz absorbida por el revestimiento de la fibra.

Longitud de onda

En los sistemas de comunicación convencionales (radio o cable) suele utilizarse la frecuencia, mientras que en las comunicaciones ópticas se utiliza la longitud de onda expresada en nanómetros.

Nos referimos a la longitud de onda como el color que tiene la luz, a diferente longitud de onda, distinto color. En el siguiente gráfico vemos como la luz que circula por un cable de fibra óptica está entre 850nm y 1550nm que es luz infrarroja invisible.



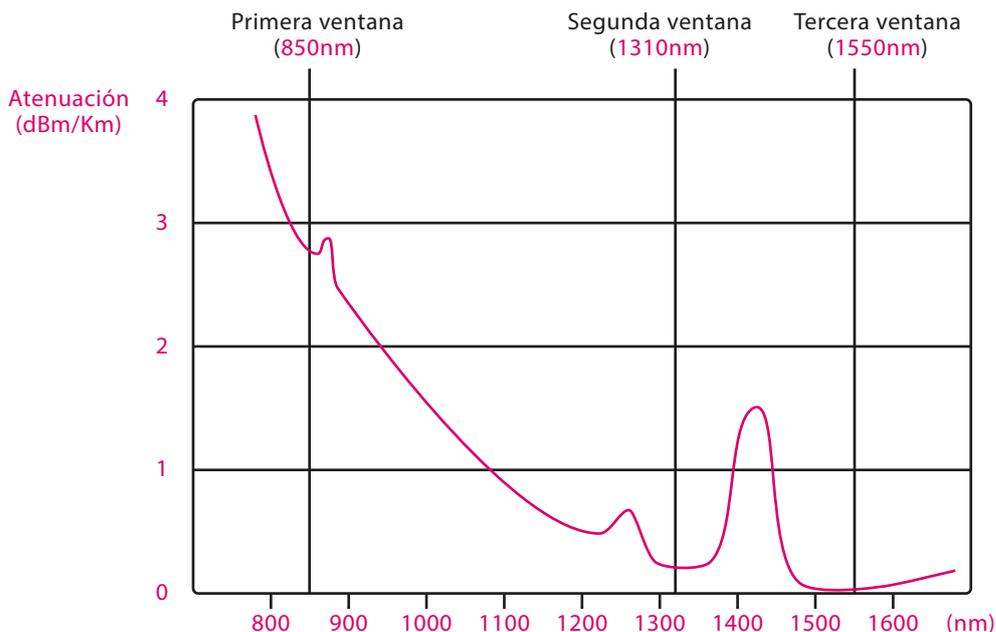
Las comunicaciones ópticas utilizan unas partes del espectro electromagnético que denominamos ventanas que corresponden a determinadas longitudes de onda: 850, 1300 y 1550nm.

Atenuación

Es la pérdida de luz a lo largo del cable expresada en dB/Km. Habitualmente la fibra óptica está hecha de sílice y no refleja de la misma forma todas las longitudes de onda.

Las longitudes de onda que mejor refleja el sílice son 850, 1300 y 1550nm, las que antes hemos denominado como ventanas.

Según la longitud de onda utilizada, la fibra óptica tendrá una cierta capacidad de propagación de la luz, y por tanto una longitud máxima aplicable.



Una atenuación de más de 3dB (lo que significa tener en la salida la mitad de la señal de entrada) no es admisible.

Ancho de banda

Es la velocidad a la que se transmite la luz a través de la fibra óptica y se expresa en MHz por km.

Un ancho de banda de 500MHz-km indica que a 500MHz la señal puede ser transmitida una distancia de 1 km.

El ancho de banda para fibras multimodo suele ser de 500MHz por Km y en las fibras monomodo está en el rango de los GHz, normalmente 100GHz por Km.

El ancho de banda es inversamente proporcional a la distancia.

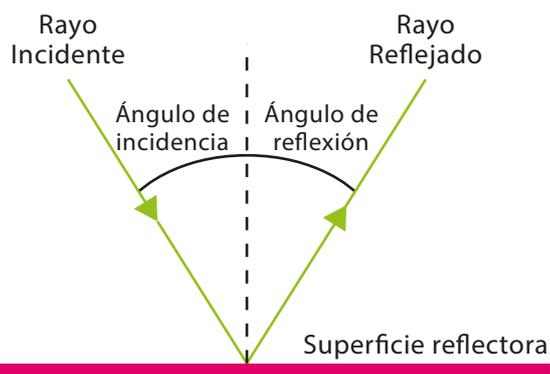
Reflectancia

Al incidir la luz sobre una superficie se genera una reflexión en sentido y ángulo contrario a la luz que incide.

En la fibra óptica, cuando incide el haz de luz, una parte se refleja en el propio material y regresa al emisor.

Por lo tanto si la luz reflejada, es en algún momento superior a la emitida, el emisor quedará cegado.

La reflectancia de la fibra óptica se expresa en dB.



Reflexión y Refracción

Para entender estos dos términos imaginemos un cable de fibra óptica como un túnel completamente redondo con las paredes cubiertas completamente de espejos.

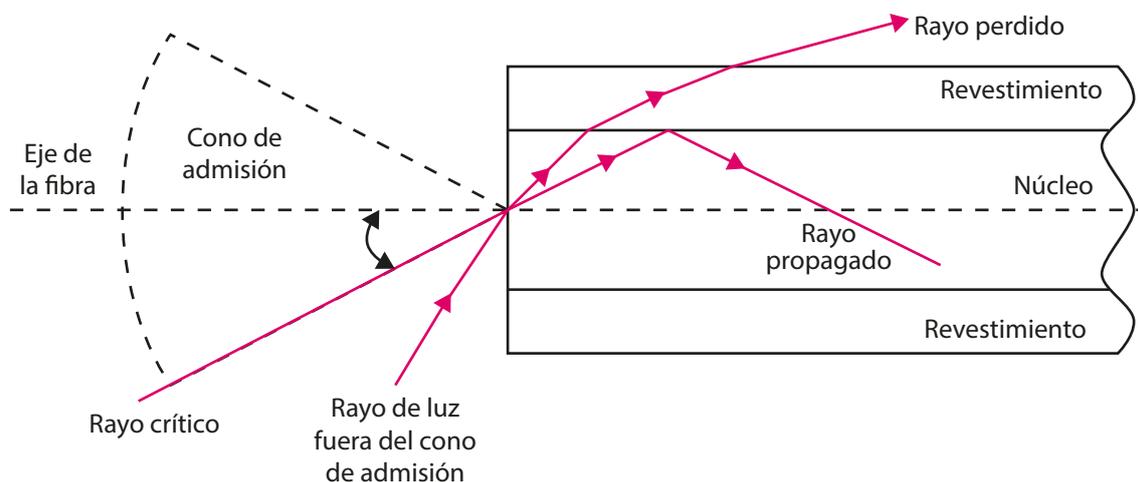
Estos espejos tienen una capacidad de reflexión del 95%, es decir, reflejan solo el 95% de la luz que les incide. El otro 5% es absorbido por el propio espejo, provocando una pérdida por reflexión.

La refracción sería la forma en cómo rebota la luz en el túnel de espejos dependiendo del ángulo con el que incide la luz sobre el espejo. Según la ley de Snell, si el ángulo sobre el que incide la luz es superior a 45° , la luz no se verá reflejada.

Por lo tanto, dependiendo del ángulo de incidencia, se producen pérdidas por refracción. Para que la luz se propague a lo largo de la fibra, tiene que llegar al extremo de la fibra dentro del límite llamado "cono de admisión".

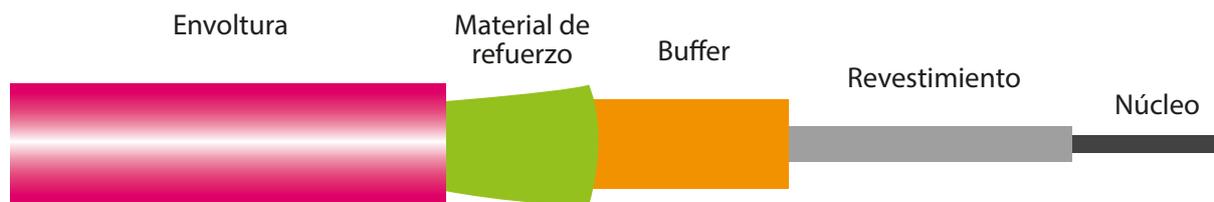
La luz que llega fuera de este cono se pierde en el revestimiento.

La mitad del ángulo del cono de admisión con respecto al eje de la fibra, es el ángulo máximo en el cual los rayos de luz aún son aceptados para la transmisión a través de la fibra. Este ángulo se denomina ángulo de admisión.



Es fundamental realizar los empalmes de fibra lo más rectos posibles y si se usan conectores, que estos sean de la máxima calidad posible con el objetivo de alinear al máximo los dos lados de la fibra.

PARTES DE UN CABLE DE FIBRA ÓPTICA



Núcleo - El centro del cable de fibra óptica es una fina pieza de cristal que proporciona el camino que siguen las señales de luz. El núcleo es muy pequeño en diámetro, tanto en monomodo como multimodo son 125 micras de diámetro exterior. El núcleo es macizo, no es un tubo.

Revestimiento - El núcleo está cubierto o rodeado de material óptico que también está hecho de cristal extremadamente puro al igual que el núcleo.

El trabajo del revestimiento es reflejar las señales de luz de nuevo hacia el núcleo. Al tener un índice de refracción diferente al núcleo, la luz atraviesa el núcleo pero rebota en el revestimiento, de manera que pueda viajar por el núcleo.

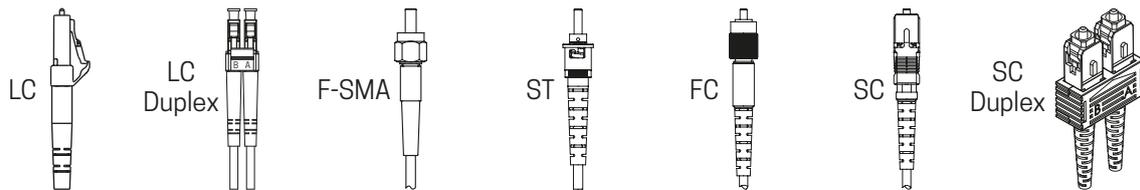
Buffer - Generalmente fabricado en plástico que protege mecánicamente a los dos anteriores.

Material de refuerzo - Pueden ser fibras de aramida o poliamida, según el tipo de cable.

Envoltura - Está hecho de poliuretano muy resistente (PVC) y protege los componentes interiores del cable de fibra óptica.

Para aumentar el ancho de banda de un cable de fibra óptica, un mismo cable puede estar formado por diversos buffers, que hacen que el conjunto pueda transportar cantidades muy altas de información (TBytes/segundo).

CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA



MONOMODO O MULTIMODO

Monomodo

Es un tipo de fibra, que por su construcción (núcleo muy pequeño), sólo permite el paso de un haz de luz, este haz de luz, no rebota en las paredes, y viaja paralelo a la longitud del cable. Por ese motivo, las pérdidas por reflexión (distorsión modal), son menores, y por tanto la fibra puede ser más larga que en las multimodo.

Multimodo

Es un tipo de fibra, que por su construcción (mayor diámetro del núcleo) permite el paso de más de un haz de luz de diferente longitud de onda, y por tanto permite que varios "modos" de luz puedan entrar y salir de la fibra. Se basa en la reflexión contra sus paredes para la propagación de la luz.



El coste de fabricación de una fibra monomodo es superior por el emisor de luz que se utiliza. Son diodos láser con mayor potencia y direccionalidad que el diodo tipo LED que utiliza la fibra multimodo, que genera una luz más difusa.

Tipos de fibra OM1, OM2, OM3, OM4, OS1, OS2

El significado de OM, se aplica a la fibra óptica Multimodo (MM - Multi Mode), la numeración hace referencia al tipo de núcleo, distancia máxima, ventana de operación (longitud de onda) y ancho de banda.

Por ejemplo, la OM2 sería una fibra multimodo con un diámetro de núcleo de 50µm, un diámetro del revestimiento de 125µm, distancia máxima 550 m, longitud de onda 850 nm, atenuación máxima 3,5 dB/km y ancho de banda 500 Mhz-Km.

El significado de OS, se aplica a la fibra óptica monomodo (SM - Single Mode).

Por ejemplo, la OS1: sería una fibra monomodo con un diámetro de núcleo de 9µm, un diámetro del revestimiento de 125µm, longitud de onda 1310nm y una atenuación de 0.5 dB/Km.

A mayor número: OM1, OM2, OM3... mayor es la calidad del material y por tanto, mayor transparencia tiene y más lejos puede llegar la luz.

Fibra óptica y tipo de cable	Longitud de onda nm	Atenuación máxima (db/Km)	Ancho de banda modal overfilled (MHz • Km)	Ancho de banda modal efectiva (MHz • Km)
62,5/125µm Multimodo TIA 492AAAA (OM1)	850	3,5	200	No requerido
	1300	1,5	500	No requerido
50/125µm Multimodo TIA 492AAAB (OM2)	850	3,5	500	No requerido
	1300	1,5	500	No requerido
850nm Optimizado para láser 50/125µm Multimodo TIA 492AAAC (OM3)	850	3,5	1500	2000
	1300	1,5	500	No requerido
850nm Optimizado para láser 50/125µm Multimodo TIA 492AAAD (OM4)	850	3,5	3500	4700
	1300	1,5	500	No requerido
Monomodo interior/externo TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)	1310	0,5	N/D	N/D
	1550	0,5	N/D	N/D
Monomodo planta interna TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)	1310	1,0	N/D	N/D
	1550	1,0	N/D	N/D
Monomodo planta externa TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)	1310	0,5	N/D	N/D
	1550	0,5	N/D	N/D

Comparativa

Especificación	Monomodo	Multimodo
Coste de la fibra	Más barata	Más cara
Equipo de transmisión	Más caro (Diodo láser)	Más barato (LED)
Atenuación	Baja	Alta
Longitud de onda	1260nm a 1640nm	850nm a 1300nm
Instalación	Conexiones más complejas	Núcleo grande, fácil de manejar
Distancia	Redes medias y largas (>200Km)	Redes locales (< 2Km)
Ancho de banda	Grande (>1Tb/s)	Limitado (10Gb/s en corta distancia)