



GUÍA DE REFERENCIA DEL CABLEADO DE FIBRA ÓPTICA

Serie de libros electrónicos sobre tecnología:
nº 1 de 4

- Introducción
- Una visión general de los principios de transmisión por fibra óptica

FLUKE
networks®
• • • • •

Índice

Introducción.....	3
Una visión general de los principios de transmisión por fibra óptica	5
Diseño.....	5
Reflexión y refracción	6
Señalización.....	8
Requisitos para una transmisión fiable.....	9
Ancho de banda	17
Tipos de fibra.....	18
Próximamente	20
Soluciones de comprobación y resolución de problemas de fibra óptica de Fluke Networks.....	21
Recursos en línea	22

Introducción

El sector de la fibra óptica es fascinante y un tanto misterioso. La necesidad de disponer de una mayor capacidad de transmisión de datos continúa aumentando a medida que las aplicaciones de red crecen y se expanden. Estas velocidades de transmisión más altas requieren un cableado que admita un ancho de banda mayor, por lo que la infraestructura de fibra óptica se vuelve cada vez más el medio preferido.

El objetivo de este libro electrónico es proporcionar una visión muy práctica de esta tecnología. En cierto sentido, es un intento de presentar una materia muy técnica de la manera más sencilla e intuitiva posible.

Este libro electrónico es interesante para los neófitos en esta materia o para aquellos que no son capaces de ir más allá de la jerga tecnológica que suele acompañar a cada tecnología. En este libro electrónico se presentan los conceptos fundamentales del sector de la fibra óptica y se ofrece al lector una buena impresión de cómo funciona realmente la tecnología, en lugar de plantear una serie de tediosas ecuaciones.

La fibra óptica es un medio de transmisión fiable y económico, pero debido a la necesidad de una alineación precisa de fibras muy pequeñas pueden aparecer problemas que van desde la contaminación de los extremos hasta daños en los enlaces. En cualquier caso, acotar el origen de los fallos suele ser una tarea que consume mucho tiempo y recursos.

Por este motivo, Fluke Networks también ha creado un libro electrónico sobre comprobación y resolución de problemas de fibra óptica dirigido a empresas con el objetivo de ayudar a garantizar: 1) la evaluación adecuada de la calidad de la instalación del cableado, y 2) la resolución eficaz de problemas para reducir el tiempo que se tarda en identificar la causa principal de un problema antes de aplicar las medidas correctivas para solucionarlo. Este libro electrónico también se puede [descargar](#) del sitio web de Fluke Networks.



FI-3000
FiberInspector™ Ultra

Una visión general de los principios de transmisión por fibra óptica

Diseño

El cable de fibra óptica está compuesto por filamentos extremadamente finos de vidrio ultrapuro diseñados para transmitir señales de luz. En la **figura 1** se muestra la composición del filamento de vidrio recubierto que es el componente básico en muchos diseños de cable de fibra óptica. El centro del filamento de fibra se denomina «núcleo». El núcleo es el que realmente alberga las señales de luz que se transmiten. Una capa de vidrio llamada «revestimiento» o «envoltura» rodea el núcleo.

El revestimiento encierra la luz en el núcleo. La región exterior de la fibra óptica se denomina «recubrimiento» o «búfer». El recubrimiento, normalmente de un material plástico, proporciona protección y conserva la resistencia de la fibra de vidrio.

Generalmente, el diámetro exterior del revestimiento es de 125 micras (μm) o 0,125 mm. El diámetro del núcleo del cable de fibra óptica que suele utilizarse en las infraestructuras de edificio es de 62,5, 50 o 9 μm . Los diámetros más grandes de 62,5 o 50 μm corresponden a tipos de fibra multimodo; la fibra monomodo tiene un diámetro menor, con un valor nominal de 9 μm .

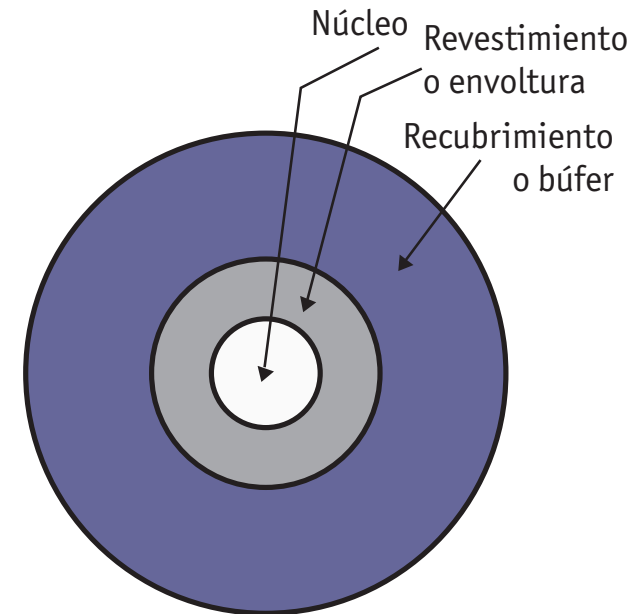


Figura 1: Sección transversal de una fibra óptica.

Reflexión y refracción

El funcionamiento de la fibra óptica se basa en el principio de reflexión interna total. La **figura 2** muestra este principio cuando la luz se propaga desde el aire al agua. Cuando la luz llega a la superficie del agua con un ángulo de incidencia θ_i menor que el ángulo crítico $\theta_{\text{crítico}}$, la luz se propaga dentro del agua, pero cambia de dirección en el límite entre el aire y el agua (refracción). Cuando un haz de luz incide en la superficie del agua con un ángulo superior al ángulo crítico, la luz se refleja en la superficie del agua. Cada material se caracteriza por tener un índice de refracción diferente, representado por el símbolo n . Este índice es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío (c) y su velocidad en un medio específico (v).

$$n = c/v$$

El índice de refracción en el vacío (espacio exterior) es 1 ($v = c$). El índice de refracción del aire (n_1) es 1,003, es decir, ligeramente superior al del vacío, mientras que el índice de refracción del agua es 1,333. Un valor más alto del índice de refracción n de un material indica que la luz se propaga más lentamente por ese material. La luz se desplaza más rápido a través del aire que en el agua. El núcleo de una fibra óptica tiene un índice de refracción más alto que el revestimiento. La luz que llega al límite entre el núcleo y el revestimiento con un ángulo de incidencia mayor que el ángulo crítico se refleja y

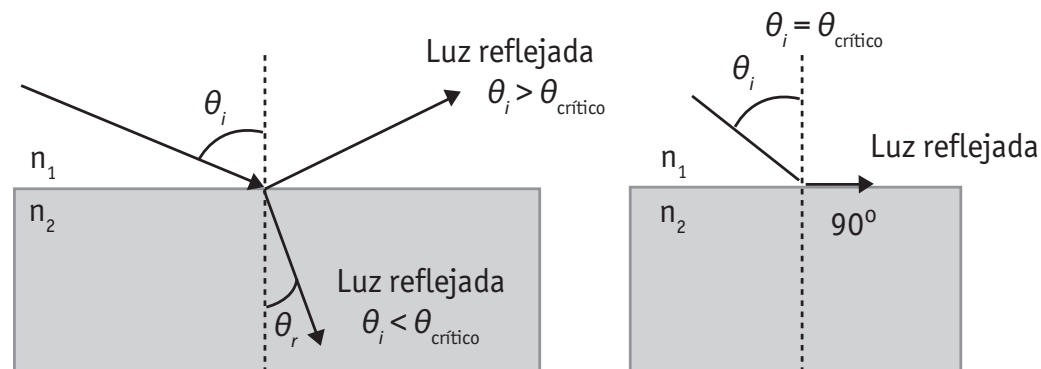


Figura 2: Principio de reflexión total. La inclinación de la luz desviada se obtiene del siguiente modo: $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$ (ley de Snell).

continúa su recorrido dentro del núcleo. Este principio de reflexión total es la base del funcionamiento de la fibra óptica. El ángulo crítico es una función del índice de refracción de los dos medios, en este caso el vidrio del núcleo y el vidrio del revestimiento. El índice de refracción del núcleo suele estar alrededor de 1,47, mientras que el índice de refracción del revestimiento es de 1,45 aproximadamente.

Apertura numérica

Como consecuencia de este principio, podemos pintar un cono imaginario con un ángulo α_i que está relacionado con el ángulo crítico (consulte la **figura 3**). Si la luz entra en el extremo de la fibra desde el interior de este cono, queda sometida a una reflexión total y se propaga por el núcleo. El concepto de este cono está relacionado con el término Apertura Numérica (NA, Numerical Aperture), que indica la capacidad de captación de luz de la fibra. La luz introducida en el extremo de la fibra desde fuera de este cono se refracta en el revestimiento cuando se topa con el borde entre el núcleo y el revestimiento; no permanece dentro de la fibra.

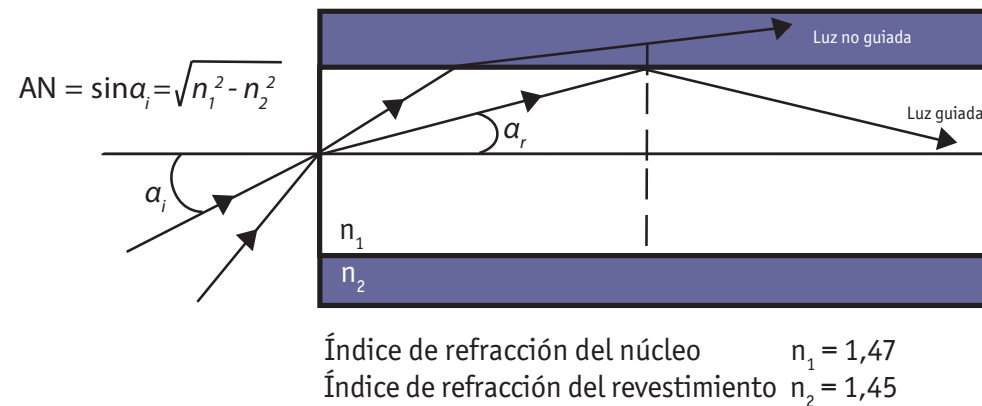


Figura 3: Apertura numérica y reflexión total: la luz que entra en la fibra con un ángulo α_i inferior al ángulo crítico se propaga por el núcleo.

Señalización

Las redes de área local, como Ethernet o Fibre Channel, transmiten pulsos que representan información digital. El bit, abreviatura de dígito binario, es la unidad básica de información digital. Esta unidad solo puede tener dos valores: 0 o 1. Los datos numéricos se transforman en un número digital. Otros datos, como los caracteres, se codifican como una secuencia de bits. El valor de un bit se representa electrónicamente mediante un estado «On» u «Off». Del mismo modo, una cadena de pulsos de luz consecutivos representa la información digital transmitida a través de un enlace de fibra óptica. El estado «On» equivale a un bit con el valor 1 y el estado «Off» equivale a un bit con el valor 0. El ejemplo de la **figura 4** muestra este tipo de información digital tal y como se transmite a través de un cable de fibra óptica.

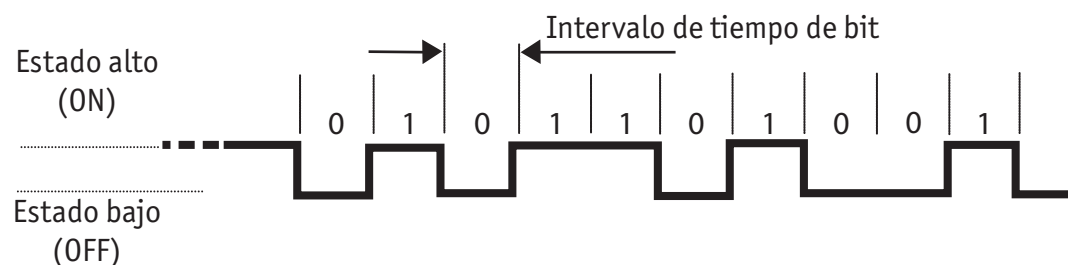


Figura 4: Un típico tren de pulsos que representa los datos digitales.

La representación de los pulsos en la **figura 4** está «idealizada». En el mundo real, hay pequeños tiempos de subida y bajada entre los pulsos. En la **figura 5** se describen las principales características de un pulso. El tiempo de subida indica la cantidad de tiempo que se necesita para cambiar la luz al estado «On», y se suele definir como el tiempo necesario para pasar del 10% al 90% de la amplitud. El tiempo de bajada es lo opuesto al tiempo de subida e indica la duración de la transición de la luz del estado «On» al «Off». Los tiempos de subida y bajada son parámetros críticos, ya que determinan el valor máximo para la velocidad a la que un sistema puede crear y transmitir pulsos.

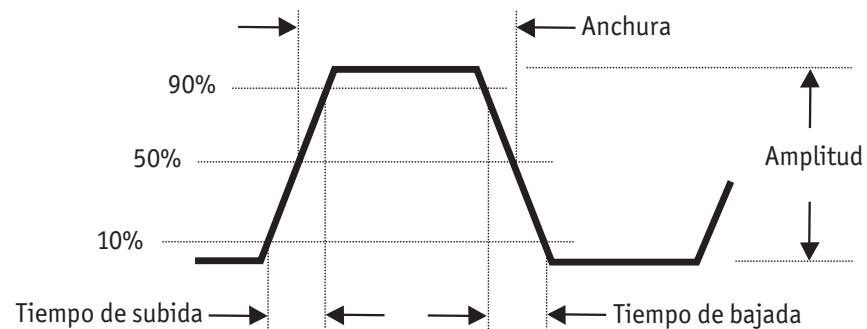


Figura 5: Análisis de un pulso.

Cuando se quieren transmitir mil millones de bits por segundo o más (velocidades de datos de 1 Gbps o superiores), ya no se pueden utilizar fuentes de luz LED debido a que sus tiempos de subida y bajada son excesivos. Estos sistemas de alta velocidad solo utilizan fuentes de luz láser. Una fuente de luz muy común en las instalaciones comerciales es el láser de emisión superficial con cavidad vertical o VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser), que transmite luz a una longitud de onda de 850 nm.

Requisitos para una transmisión fiable

Cuando la fuente de luz del dispositivo transmisor genera un tren de pulsos como el que se mostraba en la **figura 4**, la transmisión de dicho tren de pulsos por el enlace de fibra óptica debe mantener la señal con suficiente fidelidad como para que el detector del dispositivo receptor pueda interpretar cada pulso con su valor real de «On» u «Off».

Existen dos limitaciones, al menos, para garantizar una transmisión y recepción fiables:

Pérdida de inserción del canal: la máxima atenuación o pérdida de señal admisible en el medio de transmisión desde el dispositivo transmisor hasta el receptor. El término «canal» define el medio de transmisión entre transmisor y receptor, de extremo a extremo. La pérdida de señal está compuesta por las pérdidas acumuladas en el cableado de fibra óptica y en cada conexión o empalme.

Dispersión de la señal: Como veremos más adelante, los pulsos de luz tienden a esparcirse o ensancharse a medida que se propagan a lo largo del enlace de fibra óptica debido a la dispersión. Este esparcimiento debe limitarse para evitar que los pulsos lleguen juntos o se solapen en el receptor. Ambos parámetros, la pérdida de canal y la dispersión de la señal, desempeñan un papel fundamental para garantizar una transmisión fiable y sin errores. La dispersión no se puede medir en campo. Los estándares de red especifican una longitud máxima para el canal de fibra óptica, que depende de la velocidad de transmisión y de una clasificación del ancho de banda de la fibra óptica. La clasificación del ancho de banda, a su vez, se basa en mediciones de laboratorio para caracterizar la dispersión modal en fibras ópticas multimodo.

Pérdida

La pérdida o atenuación es un parámetro de rendimiento sólidamente especificado tanto en los estándares de cableado como en los de aplicaciones de red. La señal debe llegar al extremo del enlace de fibra óptica (la entrada al detector en el dispositivo receptor) con la potencia suficiente como para ser detectada y decodificada correctamente. Si el detector no puede «ver» claramente la señal, sin duda la transmisión ha fallado.

La atenuación o pérdida de señal en la fibra óptica se debe a varios factores intrínsecos y extrínsecos. Dos factores intrínsecos son la dispersión y la absorción. La forma más común de dispersión, llamada «dispersión de Rayleigh», se debe a la falta de homogeneidad a nivel microscópico de la fibra óptica. Esta falta de uniformidad provoca que una pequeña parte de los rayos de luz se vayan dispersando a medida que avanzan a lo largo del núcleo de la fibra y, por lo tanto, se pierde algo de potencia luminosa. La dispersión de Rayleigh es la responsable de aproximadamente el 90% de las pérdidas intrínsecas en las fibras ópticas modernas. Su influencia es mayor cuando el tamaño de las impurezas del vidrio es similar a la longitud de onda de la luz. Por tanto, las longitudes de onda más largas se ven menos afectadas y están sujetas a menos pérdidas que las longitudes de onda más cortas.

Entre las causas extrínsecas de la atenuación se encuentran las tensiones durante la fabricación del cableado y las dobladuras (curvaturas) de la fibra. Las curvaturas se pueden dividir en dos categorías: microcurvaturas y macrocurvaturas. Las microcurvaturas se deben a imperfecciones microscópicas en la geometría de la fibra resultantes del proceso de fabricación, como la asimetría de rotación, pequeños cambios en el diámetro del núcleo o contornos irregulares entre el núcleo y el revestimiento. El estrés mecánico, la tensión, la presión o la torsión de la fibra también pueden causar microcurvaturas. En la **figura 6** se muestra la microcurvatura de una fibra y su efecto en el recorrido de la luz.

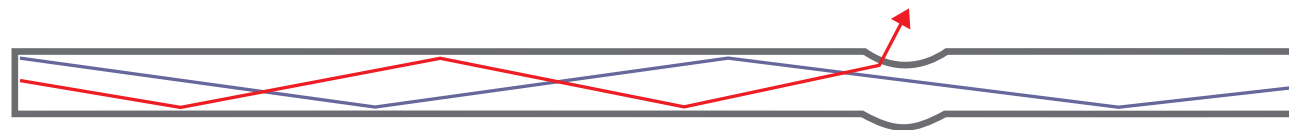


Figura 6: Una microcurvatura en una fibra óptica provoca que parte de la luz se escape del núcleo, aumentando la pérdida de señal.

La causa principal de la macrocurvatura es una dobladura con un radio pequeño. En las normas se describen los límites del radio de curvatura de la siguiente manera: «Los cables con cuatro fibras o menos destinados al Subsistema de cableado 1 (cableado horizontal o centralizado) deberán admitir un radio de curvatura de 25 mm (1 pulgada) cuando no estén sujetos a ninguna carga de tracción. Los cables con cuatro fibras o menos que se vayan a tender a través de canalizaciones durante la instalación deben admitir un radio de curvatura de 50 mm (2 pulgadas) bajo una carga de tracción de 220 N (50 lbf). Todos los demás cables de fibra óptica deberán admitir un radio de curvatura de 10 veces el diámetro exterior del cable cuando no estén sujetos a ninguna carga de tracción y 20 veces el diámetro exterior del cable cuando estén sometidos a cargas de tracción de hasta el límite nominal del cable».

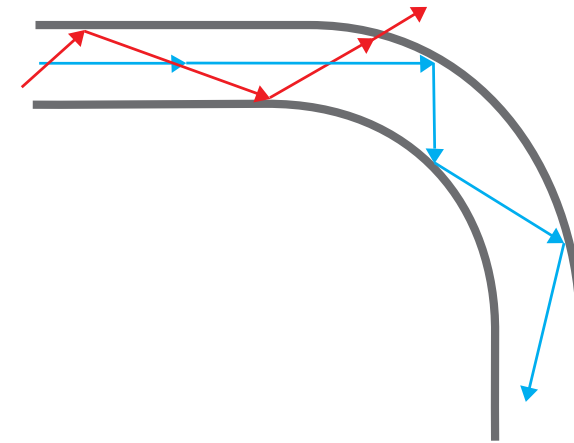


Figura 7: Una macrocurvatura o dobladura con un radio de curvatura estrecho provoca que la luz de los modos de alto orden se escape del núcleo multimodo y se produzca una pérdida.

En la **figura 7** se muestra el efecto de una dobladura de pequeño radio en el recorrido de la luz en la fibra. Parte de la luz en los grupos de modos de alto orden ya no se refleja y, por tanto, deja de estar conducida por el interior del núcleo.

La longitud de la fibra y la longitud de onda de la luz que se propaga a través de la fibra son los parámetros principales para determinar la cantidad de atenuación. La pérdida en un enlace de fibra óptica instalado está compuesta por la pérdida en la fibra más la pérdida en las conexiones y empalmes. Las pérdidas en conexiones y empalmes suponen la mayor parte de las pérdidas en los enlaces de fibra óptica más cortos, típicos en las aplicaciones para redes de edificio. Una herramienta de resolución de problemas, como

un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR, Optical Time Domain Reflectometer), permite medir e inspeccionar la pérdida en cada conexión o empalme.

Dispersión

La dispersión describe cómo se esparcen los pulsos de luz a medida que se desplazan a lo largo de la fibra óptica. La dispersión limita el ancho de banda de la fibra, reduciendo así la cantidad de datos que puede transmitir la fibra. Para el análisis de la dispersión, nos ceñiremos a la dispersión modal en fibras multimodo.

El término «multimodo» se refiere al hecho de que gran cantidad de modos de rayos de luz se propagan simultáneamente a través del núcleo. En la **figura 8** se muestra cómo se aplica el principio de reflexión interna total a la fibra óptica multimodo de índice en escalón. El término «índice en escalón» se refiere al hecho de que hay un salto en el índice de refracción entre el núcleo y el revestimiento. Cuando la luz entra en la fibra, se separa en diferentes rutas conocidas como «modos». El principio de reflexión interna total, descrito anteriormente y mostrado en la **figura 3**, guía cada ruta o modo a través del núcleo de la fibra. Un modo se desplaza directamente por el centro de la fibra. Otros modos se propagan con diferentes

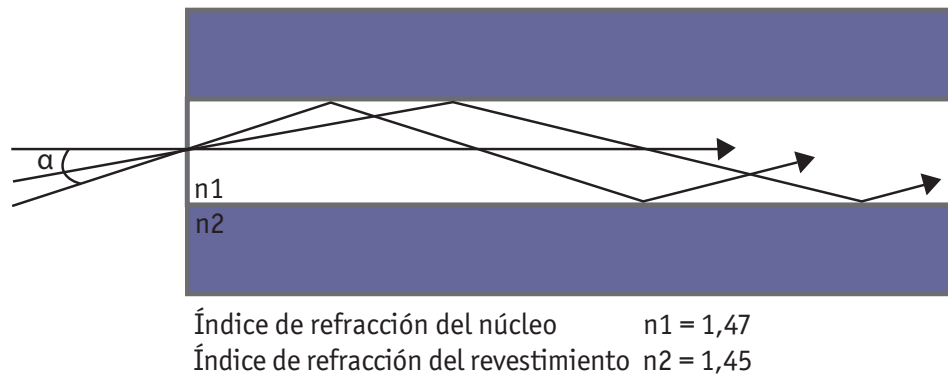


Figura 8: La fibra óptica recoge toda la luz que entra dentro del ángulo determinado por la Apertura Numérica. La luz se refleja en el límite entre el núcleo y el revestimiento y recorre rutas diferentes. Estas rutas también se denominan modos. La fibra óptica multimodo guía la luz a lo largo de varios recorridos o modos. La luz que entra con los ángulos más amplios rebota más veces y recorre caminos más largos. Constituyen los modos de orden superior.

ángulos y rebotan de un lado a otro debido a la reflexión interna. Los modos que más rebotan se denominan «modos de orden superior». A los modos que rebotan muy poco se les llama «modos de orden inferior». El camino más corto es la línea recta. Todas las demás rutas que recorre la luz (modos) son más largas que el recorrido en línea recta. Cuanto más pronunciado es el ángulo, más rebotes se producen y más largo es el camino recorrido. A medida que la longitud de la ruta varía, también varía el tiempo de propagación para alcanzar el extremo del enlace de fibra. La disparidad entre los tiempos de llegada de los diferentes rayos de luz, también conocida como retardo de modo diferencial (DMD, Differential Mode Delay), es la razón de la dispersión o esparcimiento de un pulso de luz a medida que se propaga a lo largo del enlace de fibra.

El efecto de la dispersión (consulte la **figura 9**) aumenta con la longitud del enlace de fibra óptica. A medida que aumenta la distancia que recorren los pulsos, se amplía la diferencia de longitud de las rutas, por lo que también se incrementa la diferencia entre los tiempos de llegada y el esparcimiento de los pulsos sigue creciendo. El resultado es que cuando llegan al final del enlace de fibra más largo, los pulsos de luz se montan unos sobre otros y el receptor ya no puede distinguirlos, y mucho menos descodificar su estado (valor). Para conseguir mayores velocidades de datos se envían pulsos más cortos en rápida sucesión. En consecuencia, la dispersión limita la velocidad a la que se pueden transmitir los pulsos. En otras palabras, la dispersión limita el ancho de banda del cableado.



Figura 9: El efecto resultante de la dispersión hace que los pulsos transmitidos lleguen a la vez y se solapen en el extremo del enlace (entrada al detector). El detector ya no es capaz de reconocer ni descodificar el estado de cada uno de los pulsos.

La fibra multimodo de índice gradual se desarrolló para compensar la dispersión inherente a las fibras multimodo de índice en escalón. El «índice gradual» se refiere al hecho de que el índice de refracción del núcleo disminuye gradualmente conforme nos alejamos del centro del núcleo. El vidrio del centro del núcleo tiene el índice de refracción más alto, por lo que la luz que va por el centro del núcleo avanza a menor velocidad. Es decir, la luz que realiza el recorrido más corto a través de la fibra se propaga más lentamente. Esta disposición del núcleo permite que todos los rayos de luz alcancen el extremo receptor aproximadamente al mismo tiempo, reduciéndose así la dispersión modal en la fibra. En la fibra multimodo de índice gradual, como se ve en la **figura 10**, la luz ya no se desplaza en líneas rectas rebotando de borde a borde, sino que sigue un recorrido helicoidal; se va reflejando gradualmente hacia el eje del núcleo debido al continuo descenso del índice de refracción del vidrio del núcleo.

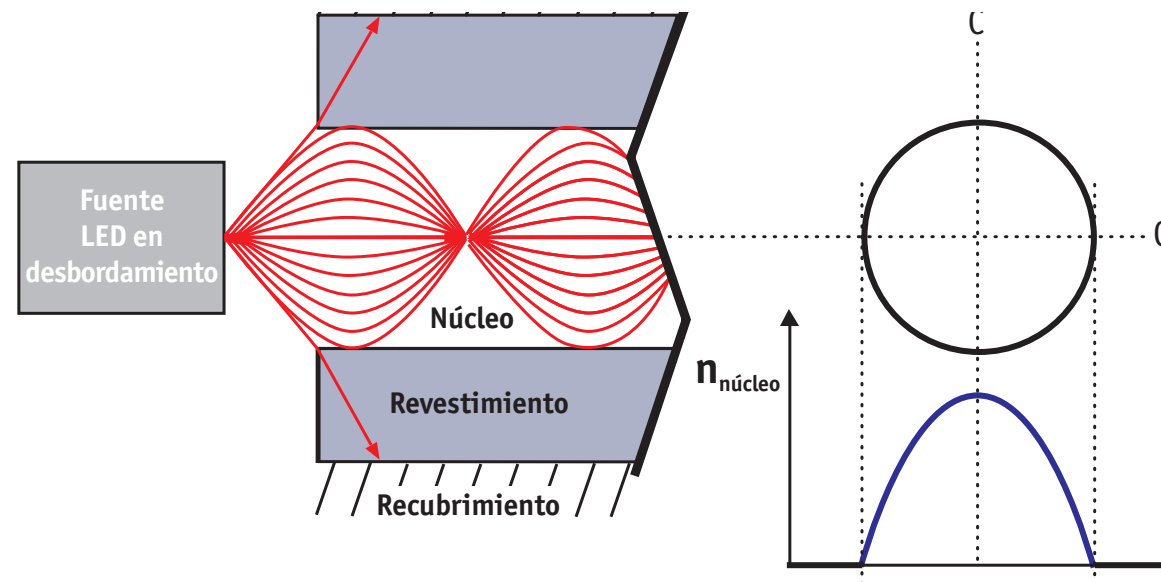


Figura 10: Los recorridos de la luz (modos) siguen una trayectoria helicoidal, como se muestra en la parte izquierda. En la fibra multimodo de índice gradual, el índice de refracción varía a lo ancho del núcleo. Es más alto en el centro y disminuye gradualmente hacia el límite con el revestimiento. La luz de los modos inferiores (próximos al centro del núcleo) avanza más lentamente, mientras que en las regiones exteriores los modos se propagan con mayor rapidez, para tratar de compensar el tiempo adicional que se tardaría en recorrer estas rutas más largas. En consecuencia, la fibra multimodo de índice gradual tiene más ancho de banda.

La fibra multimodo optimizada para láser que se utiliza en las aplicaciones de red de alta velocidad actuales (tasas de datos en el rango del gigabit por segundo) es una fibra multimodo de índice gradual. Además, esta fibra optimizada para láser usa el diámetro más pequeño para el núcleo multimodo, 50 μm . Un diámetro de núcleo más pequeño disminuye el efecto de dispersión en la fibra, al reducir el número de modos.

La fibra «monomodo», como su propio nombre indica, solo permite un modo de propagación cuando la longitud de onda es mayor que la longitud de onda de corte¹. La longitud de onda de 1.310 nm, que se utiliza en la mayoría de las aplicaciones de fibra monomodo (diámetro del núcleo de 9 μm) para redes de edificio, está muy por encima de la longitud de onda de corte, que se sitúa entre 1.150 nm y 1.200 nm. Las fibras monomodo, que utilizan longitudes de onda más altas, preservan fielmente cada pulso de luz en distancias más largas, ya que no están expuestas a la dispersión modal que se produce cuando hay varios modos. Esto permite transmitir más información por unidad de tiempo, y a mayores distancias (la pérdida intrínseca es menor a las longitudes de onda mayores). Por esta razón, las fibras monomodo tienen más ancho de banda que las multimodo.

El diseño de las fibras monomodo también ha evolucionado con el tiempo. Existen otros tipos de dispersión y faltas de linealidad que no se tratan aquí, ya que no desempeñan un papel importante en las aplicaciones de fibra óptica para redes de edificio. La fibra monomodo tiene algunas desventajas. El menor diámetro del núcleo dificulta el acoplamiento de la luz entre fibras. Las tolerancias de los conectores y empalmes monomodo son más estrictas para conseguir una buena alineación entre estos núcleos más pequeños. Además, las fuentes de luz láser de mayor longitud de onda son más caras que las VCSEL de 850 nm.

¹ **Longitud de onda de corte:** la longitud de onda por debajo de la cual una fibra óptica monomodo deja de transmitir un único modo.

Ancho de banda

A "Una característica esencial para el rendimiento de la fibra es el ancho de banda o la capacidad de transportar información de la fibra óptica. En términos digitales, el ancho de banda se expresa como una velocidad de bits a la que se pueden enviar señales a una distancia determinada sin que ningún bit interfiera con el bit anterior o el posterior. El ancho de banda se expresa como un producto de MHz•km. La interferencia se produce debido al fenómeno de dispersión descrito anteriormente.

El ancho de banda se puede definir y medir de diversas formas. Las tres especificaciones normalizadas de ancho de banda y las mediciones aplicables son el ancho de banda en desbordamiento, el ancho de banda modal restringido y el ancho de banda láser o ancho de banda modal efectivo (EMB, Effective Modal Bandwidth). La razón de estos diferentes métodos proviene de las diferencias en las características de las fuentes de luz utilizadas para transmitir la información.

La fuente de luz tradicional para Ethernet a 10 Mbps y 100 Mbps ha sido el diodo emisor de luz (LED, Light Emitting Diode), una opción excelente para aplicaciones que trabajan a velocidades de hasta 622 Mbps. Los LED producen una salida de luz uniforme que llena todo el núcleo de la fibra óptica y utiliza todos sus modos. Para predecir mejor el ancho de banda de las fibras multimodo convencionales cuando se utilizan con fuentes de luz LED, se usa un método denominado ancho de banda en desbordamiento (OFL, Overfilled Bandwidth) y se comprueba con condiciones de emisión de luz de flujo restringido (EF, Encircled Flux). El flujo restringido, o EF, reduce la incertidumbre de la medición de pérdidas y se abordará más detenidamente en la tercera sección de este libro electrónico.

Tal como se mencionó anteriormente, los LED no se pueden modular lo suficientemente rápido como para transmitir los mil millones de pulsos o más por segundo necesarios para conseguir velocidades de datos en el rango de los Gbps. La fuente de luz habitual para permitir velocidades de transmisión de gigabits por segundo en las aplicaciones para redes

de edificio es el VCSEL (láser de emisión superficial con cavidad vertical), a una longitud de onda de 850 nm. A diferencia de un LED, la salida de luz de un VCSEL no es uniforme y, por tanto, no es adecuada para su uso en equipos de comprobación. Cambia de VCSEL a VCSEL a través del extremo de la fibra óptica. Como resultado, los láseres no excitan todos los modos de la fibra multimodo, sino más bien un conjunto restringido de modos. Y lo que es más importante, cada láser emite un conjunto distinto de modos en la fibra y con diferentes valores de potencia para cada modo.

Un método mejor para garantizar el ancho de banda en enlaces de fibra óptica para la implantación de velocidades de gigabits por segundo es la medición del retardo de modo diferencial o DMD, que vimos en el análisis anterior sobre la dispersión. Esta técnica de medición es la única especificación de ancho de banda mencionada en los estándares para velocidades de datos de 10 Gbps. El ancho de banda láser o EMB se deduce matemáticamente a partir de las mediciones del DMD.

Tipos de fibra

En el estándar ISO/IEC 11801 se definen varios tipos de fibras ópticas para las diversas clases de aplicaciones de las redes de edificio. El estándar ISO/IEC 11801 define cinco tipos de fibra óptica multimodo (OM1, OM2, OM3, OM4 y OM5) y dos tipos de monomodo (OS1 y OS2). Estas designaciones de los tipos también están encontrando aceptación en el mercado norteamericano y se enumeran en el documento ANSI/TIA-568.3-D². En la siguiente tabla se ofrece un breve resumen de las principales características de estos tipos de fibra.

² Asociación del Sector de las Telecomunicaciones (TIA, Telecommunications Industry Association). La TIA representa al sector de las telecomunicaciones junto con la Asociación de Industrias Electrónicas. La TIA está acreditada por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, American National Standards Institute) como uno de los principales contribuyentes a las normas voluntarias. El estándar ANSI/EIA/TIA 568 para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales es la principal norma relacionada con los sistemas de cableado estructurado de Norteamérica.

		Coeficiente de atenuación del cable (dB/km)		Ancho de banda modal mínimo (MHz•km)		
				En desbordamiento		Láser
Longitud de onda (nm)		850	1300	850	1300	850
Tipo de fibra óptica	Diámetro del núcleo (µm)					
OM1	62.5	3.5	1.5	200	500	n/a
OM2	50	3.5	1.5	500	500	n/a
OM3	50	3.5	1.5	1,500	500	2,000
OM4	50	3.0	1.5	3,500	500	4,700
OM5	50	3.0	1.5	3,500	500	4,700

Table 1 – Tipos de fibra óptica multimodo (designaciones de ISO).

Tenga en cuenta que las fibras multimodo tradicionales más antiguas, con un ancho de banda en desbordamiento inferior a 200 MHz•km, no se incluyen en esta tabla y ya no se recomiendan en el diseño de nuevas instalaciones. La designación OM3 describe el cable de fibra óptica multimodo optimizado para láser de gran ancho de banda. Entre los diferentes estándares de transmisión basada en fibra óptica para Ethernet a 10 Gbps, la 10GBASE-SR (la transmisión en serie a 10 gigabits por segundo que utiliza VCSEL a la longitud de onda corta, 850 nm) es la implementación más económica de esta aplicación de red de alta velocidad para redes de área local en edificios, centros de datos o redes de área de almacenamiento. Para esta aplicación, OM3 es el tipo de cable de fibra óptica preferido.

Los fabricantes de fibra óptica han desarrollado fibras multimodo optimizadas para láser con características de ancho de banda modal mejores que las especificadas para OM3. Esto ha supuesto la aprobación de las clasificaciones OM4 y OM5, con un ancho de banda láser efectivo de 4.700 MHz•km.

Próximamente

Pronto estarán disponibles los siguientes libros electrónicos:

Nº 2: Teoría de comprobación: Rendimiento del cableado de fibra óptica

Estándares de rendimiento del sector

Estándares de aplicaciones de red

Nº 3: Certificación del cableado de fibra óptica

Selección del estándar de rendimiento

Certificación: Equipos y procedimientos necesarios



Unidades de medida

Establecimiento de la referencia: Fundamentos

Condiciones de emisión

Nº 4: Certificación de fibra con un OLTS en la práctica **Conclusiones**

Soluciones de comprobación y resolución de problemas de fibra óptica de Fluke Networks

	Inspección y limpieza				Comprobación de MPO	Comprobación de pérdida/longitud (Certificación de nivel 1)		Caracterización de la instalación y resolución de problemas (Certificación de nivel 2)			
											
	FiberInspector™ Micro FI-500	FiberInspector™ Pro FI-7000	FiberInspector™ Ultra FI-3000	Kits de limpieza de fibra óptica	Comprobador de MPO MultiFiber™ Pro	Equipo de comprobación de pérdida óptica CertiFiber® Pro	Kits de comprobación de fibra y medición de potencia SimpliFiber® Pro	Localizador visual de fallos VisiFault™	Fiber QuickMap™	OTDR OptiFiber® Pro	OTDR OptiFiber® Pro HDR para PON/FTTx
Comprobación de contaminación o daños en los extremos	✓	✓	✓				✓			✓	✓
Calificación de la inspección de los extremos		✓	✓				✓			✓	✓
Iluminación de puertos	✓		✓								
Enfoque automático	✓		✓								
Limpieza de la contaminación				✓							
Verifica la conectividad					✓	✓	✓	✓		✓	✓
Verifica la polaridad					✓	✓	✓	✓			
Verifica la pérdida global del enlace para que no se supere el presupuesto de pérdidas					✓	✓	✓				
Comprobación de pérdidas en fibras dúplex						✓				✓	✓
Certificación de Nivel 1 monomodo					✓	✓	✓				
Certificación de Nivel 1 multimodo compatible con EF					Compatible con EF en el adaptador	Con TRCs EF	✓				
Localización de fallos								✓	✓	✓	✓
Certificación de nivel 2										✓	✓
Resultados Pasa/Falla		✓	✓			✓			✓	✓	✓
Documentación de los resultados de comprobación		✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓
Tipos de fibra admitidos	Multimodo Monomodo	Multimodo Monomodo	MPO	MPO, Multimodo Monomodo	MPO, Multimodo Monomodo	Multimodo Monomodo	Multimodo Monomodo	Multimodo Monomodo	Multimodo	Multimodo Monomodo	Monomodo (1.310, 1.550, 1.490 y 1.625 nm)
Tipo de fuente					LED, láser FP	LED, láser FP	LED, láser FP	Láser	Láser	LED, láser FP	Láser

Otros recursos de alto nivel técnico:

Para descargar el libro electrónico sobre comprobación y resolución de problemas de fibra, visite:

www.flukenetworks.com/request/fiber-test-troubleshooting-ebook

Para descargar el libro electrónico sobre mediciones de equilibrio en par trenzado, visite:

www.flukenetworks.com/request/free-e-book-balance-measurements-handbook

Si desea hablar con un experto, busque su teléfono de contacto local en:

www.flukenetworks.com/contact

Vídeos de aprendizaje en línea

Estos vídeos proporcionan formación básica sobre el Sistema de certificación de cableado Versiv™ al completo. Para cada producto, una serie de vídeos trata los siguientes temas:

- Desembalaje: qué incluye el producto y qué hacer con ello
- Configurar una comprobación
- Realizar una comprobación
- Guardar y gestionar resultados (con LinkWare™ PC y LinkWare™ Live)

www.youtube.com/FlukeNetworksVideo

Blog «Crónicas del cableado»

Descubra las novedades del mundo de la comprobación y los estándares con artículos escritos por expertos de Fluke Networks.

www.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles

Base de conocimientos

Saque el máximo partido a su inversión en Fluke Networks con consejos y trucos, además de actualizaciones de productos de nuestro equipo de expertos del servicio de asistencia.

www.flukenetworks.com/knowledge-base

P.O. Box 777, Everett, WA, EE. UU. 98206-0777

Fluke Networks está presente en más de 50 países de todo el mundo. Para encontrar su oficina local, visite www.flukenetworks.com/contact.

©2020 Fluke Corporation. Todos los derechos reservados.
11/2020 19086-RL