

¿Qué es la pérdida de retorno?

La pérdida de retorno es la relación entre la potencia de señal inyectada desde una fuente y la cantidad que se devuelve o se refleja de nuevo hacia la fuente. Es un parámetro de rendimiento crítico tanto en sistemas de cables de fibra óptica como de par trenzado de cobre, ya que puede interferir en la señal transmitida y puede traer aparejado un aumento en la [pérdida de inserción](#) medida (la cantidad de potencia que pierde una señal a medida que se propaga a lo largo de un enlace de cable).

Si se refleja más potencia de nuevo hacia la fuente, hay menos potencia disponible en el extremo más alejado del cable. En algunos sistemas de fibra óptica, la pérdida de retorno incluso puede dañar la fuente láser del transceptor.

La fórmula para calcular la pérdida de retorno

La pérdida de retorno se mide en decibelios (dB) y se calcula al comparar la potencia de entrada (o incidente) con la potencia reflejada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida de retorno} = 10 \cdot \log \left(\frac{\text{potencia incidente}}{\text{potencia reflejada}} \right) \text{ en } +\text{dB}$$

El resultado siempre es un número positivo, y un valor más alto es mejor. (El hecho de que el valor se exprese como positivo es un requisito de las normas TIA e ISO, pero puede provocar confusión. Obtenga más información en [¿Está usted seguro de que es negativo?](#)). Tenga en cuenta que si no se reflejara ninguna potencia de la señal de la fuente, habría una pérdida de retorno infinita. Generalmente, una mayor pérdida de retorno se correlaciona con menos distorsión en la señal transmitida.

Pérdida de retorno frente a Precisión

Esencialmente, la reflectancia es lo opuesto a la pérdida de retorno. En lugar de la cantidad de señal inyectada en comparación con la cantidad devuelta, la reflectancia es la cantidad de señal que se devuelve en comparación con la cantidad que se inyecta. La reflectancia también se expresa en dB, pero es un número negativo como se muestra en esta fórmula:

$$\text{Reflectancia} = 10 \cdot \log \left(\frac{\text{potencia reflejada}}{\text{potencia incidente}} \right) \text{ en } -\text{dB}$$

Cuanto menor sea el número, mejor será la reflectancia. Una forma de saber si los valores altos o bajos son mejores es recordar que los valores más alejados de cero son mejores tanto para la pérdida de retorno como para la reflectancia. Tenga en cuenta que, aunque la pérdida de retorno se usa para comprobar todo el enlace de fibra, la reflectancia se usa para eventos individuales, es decir, puntos de conexión. (Obtenga más información en nuestro artículo sobre [la diferencia entre pérdida de retorno y reflectancia](#)).

Pérdida de retorno en fibra óptica

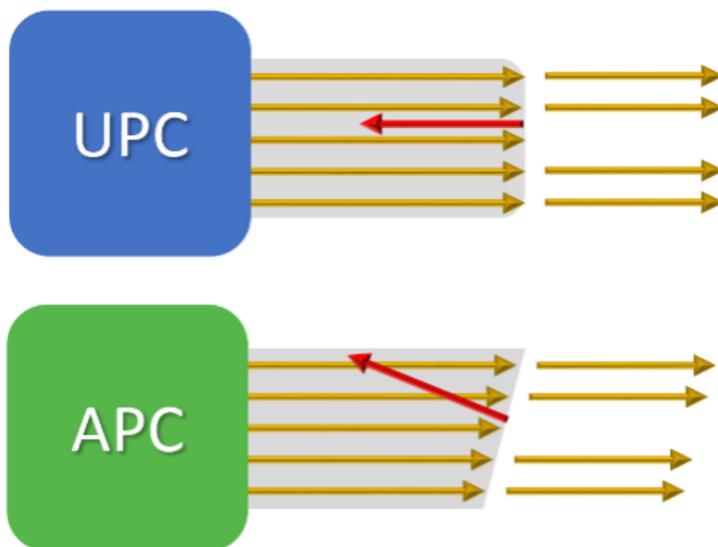
La pérdida de retorno en los sistemas de cables de fibra óptica es mucho menor que en el cobre. Esa es una de las razones por las que la fibra admite distancias mucho mayores. Por ejemplo, la pérdida de retorno óptico típica varía entre 20 dB y 75 dB, según la aplicación y el tipo, la longitud de onda, el ancho de pulso y el coeficiente de retrodispersión de la fibra que se comprueba. En comparación, el límite de pérdida de retorno para un enlace de cableado de par trenzado de cobre de categoría 6 es 10 dB a 250 MHz.

Los puntos de conexión individuales también tienen un valor de reflectancia, que se puede medir con un [reflectómetro óptico en el dominio del tiempo \(OTDR\)](#). Sin embargo, la mayoría de los fabricantes especifican la reflectancia de sus componentes en la pérdida de retorno, lo que significa que el valor se expresa como un número positivo. Recuerde que la reflectancia es un número negativo; cuanto menor sea el número, mejor será la pérdida de retorno general y la pérdida de inserción en un enlace. Un buen conector de fibra multimodo tendrá una reflectancia de -35 dB o inferior (o una pérdida de retorno de 35 dB o superior), mientras que un buen conector monomodo tendrá una reflectancia de -50 dB o inferior. Por lo general, un buen empalme de fusión será mucho más bajo, y a menudo, esos valores no pueden medirse con la mayoría de los comprobadores en campo.

Causas de pérdida de retorno en sistemas de fibra óptica

La pérdida de retorno en un sistema de fibra óptica se debe principalmente a las reflexiones de Fresnel en puntos de conexión (es decir, conectores y empalmes). Las terminaciones sucias del conector son, sin duda, la causa más frecuente, lo que degrada la pérdida de retorno en 20 dB o más. La pérdida de retorno también puede deberse a terminaciones mal pulidas, conectores mal acoplados (es decir, espacios de aire y desalineaciones del núcleo), grietas en la fibra, extremos abiertos de la fibra e impurezas que se introducen en el núcleo de fibra durante el proceso de fabricación. Las microcurvaturas y las macrocurvaturas en la fibra que pueden producirse como resultado de tensiones en la instalación, como superar el radio de curvatura o los requisitos de tensión de tracción, también pueden repercutir en la pérdida de retorno.

El ángulo de una terminación del conector también puede tener un efecto en la pérdida de retorno. Una terminación del conector UPC (contacto ultrafísico) está ligeramente redondeada, mientras que una cara de extremo APC (contacto físico en ángulo) está inclinada a 8 grados.



Formas de terminaciones de conectores UPC y APC

Cuando dos conectores UPC se acoplan, la reflectancia se dirige directamente hacia atrás a través del núcleo de fibra hacia la fuente. Sin embargo, la cara de la terminación en ángulo de un conector APC hace que gran parte de la luz reflejada se incline y sea absorbida por el revestimiento que rodea el núcleo de la fibra. Aunque un buen conector monomodo UPC tendrá un valor de -50 dB o inferior, un conector monomodo APC suele ser de -60 dB o inferior. Por lo tanto, la conectividad APC se suele desplegar en aplicaciones de fibra que son más susceptibles a la reflectancia. (Obtenga más información sobre la [conectividad de fibra de APC](#)).

Requisitos de pérdida de retorno

Como se mencionó anteriormente, un buen rendimiento de pérdida de retorno también es una buena indicación de un buen rendimiento de pérdida de inserción, que es el parámetro principal necesario para garantizar la compatibilidad con aplicaciones de fibra óptica y es un requisito para las comprobaciones de certificación de atenuación de fibra (a veces denominadas “pérdida” o “nivel 1”). Un rendimiento deficiente de la pérdida de retorno puede, en última instancia, hacer que un enlace de fibra falle en la pérdida de inserción y no pase la comprobación de certificación.

Además, hay algunas aplicaciones que son más susceptibles a la reflectancia, donde el número y los valores de pérdida de retorno de los puntos de conexión pueden reducir los requisitos máximos de pérdida de inserción. Este es el caso de los transceptores de bajo coste y bajo consumo que se usan en las aplicaciones monomodo de corto alcance DR y FR más recientes. En consecuencia, las normas IEEE especifican valores de reflectancia de conexión para estas aplicaciones en función de la cantidad de pares acoplados en un canal. Esto puede requerir la reducción de la cantidad de pares acoplados o la pérdida máxima permitida de inserción de canal. (Obtenga más información sobre los requisitos de [pérdida de inserción en monomodo de corto alcance](#)).

Herramientas para la comprobación de la pérdida de retorno en sistemas de fibra óptica

Mientras que un juego de comprobación de pérdida óptica (OLTS) como el [CertiFiber® Pro](#) de Fluke Networks proporciona comprobación de enlace de baja incertidumbre y atenuación de canal, la comprobación en campo para la pérdida de retorno en un sistema de fibra óptica requiere un [OTDR](#) que pueda medir la cantidad de luz reflejada de nuevo hacia la fuente. Esto es necesario para proyectos que especifican comprobaciones extendidas (a veces denominadas “de nivel 2”) además de pruebas de atenuación.

Los OTDR transmiten pulsos de luz de alta potencia a una fibra; y cuando estos pulsos de luz se encuentran con eventos reflectantes (es decir, conexiones, roturas, grietas, empalmes, dobleces agudos o el extremo de la fibra), el instrumento los refleja, los rastrea y los caracteriza. La pérdida de retorno de un enlace se mide al calcular el total de toda la luz reflejada de todos los eventos y la retrodispersión total del enlace. Un OTDR también proporciona valores de reflectancia y la ubicación para cada evento individual, lo que es ideal para aplicaciones como monomodo de corto alcance, donde usted necesita conocer la reflectancia específica de las conexiones, y para la resolución de problemas.

Es importante tener en cuenta que el uso de un OTDR se considera un método de comprobación alternativo. No sustituye al OLTS, porque la medida de atenuación total lograda con un OTDR no representa necesariamente la pérdida total que se produce en un enlace una vez que está en funcionamiento. (Obtenga más información sobre el [uso de un OLTS y un OTDR para una estrategia de comprobación completa](#)).

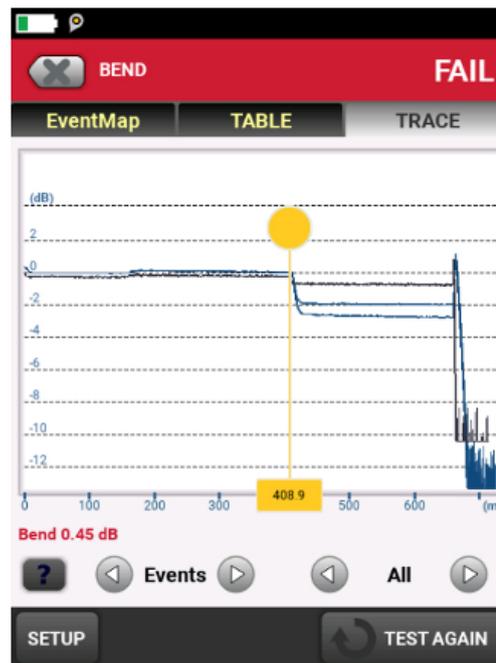
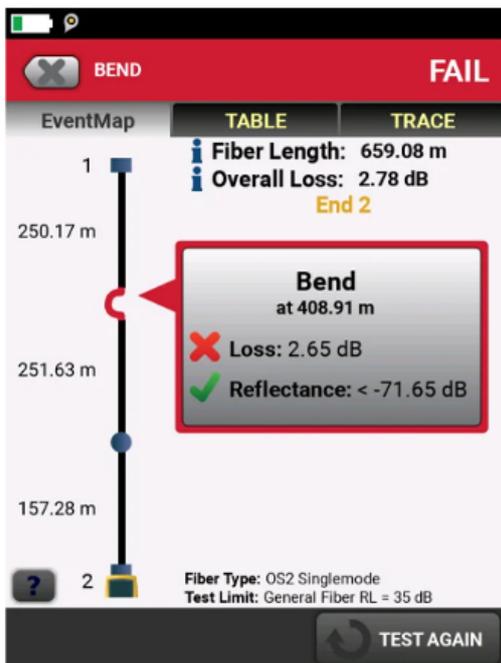
Procedimiento de comprobación de pérdida de retorno para fibra óptica

La comprobación de la pérdida de retorno con un OTDR requiere el uso de latiguillos y cables de recepción, que permiten medir la reflectancia del primer y el último conector para que puedan incluirse en la medición de la pérdida de retorno general. Las longitudes de la fibra de lanzamiento y el cable de recepción también deben retirarse de la medición mediante compensación. Los OTDR como el [OptiFiber™ Pro](#) son fáciles de configurar: simplemente se selecciona el tipo de fibra y los límites de comprobación y, luego, se establece la compensación de lanzamiento.

Al usar un OTDR, las comprobaciones se realizan bidireccionalmente, ya que la reflectancia de conectores y empalmes específicos depende de la dirección de la comprobación. Incluso si dos fibras conectadas son del mismo tipo, las fibras pueden tener ligeras variaciones y coeficientes de retrodispersión distintos que pueden provocar que se refleje más luz después de una conexión que antes de una conexión.

Un OTDR traza la luz reflejada y retrodispersada en un rastro que muestra gráficamente la caracterización de un enlace de fibra. Generalmente, los usuarios expertos de OTDR pueden reconocer los eventos reflexivos para los cables de lanzamiento, los conectores, los empalmes mecánicos, los empalmes de fusión, las fibras faltantes y el extremo del enlace. Sin embargo, no todo el mundo es experto en análisis de trazas. El OptiFiber Pro cuenta con una lógica avanzada que interpreta automáticamente la traza y proporciona un “EventMap”, que indica la ubicación y la reflectancia de los conectores, los empalmes y las anomalías. (Obtenga más

información sobre la resolución de problemas con la fibra, incluidos los OTDR, en nuestro [documento técnico Resolución de problemas de fibra](#)).



Ejemplos de un EventMap y una traza de los resultados OTDR en una herramienta OptiFiber

Pérdida de retorno en cobre

La pérdida de retorno también es un parámetro de rendimiento para sistemas de cableado de par trenzado de cobre. Una diferencia clave es el hecho de que la pérdida de retorno sobre el cobre varía con la frecuencia de la señal: se considera esencialmente una medición de ruido y, por lo tanto, es peor a frecuencias más altas. Por ejemplo, la pérdida de retorno máxima permitida para la categoría 5e especificada a 100 MHz es de alrededor de 16 dB, mientras que la categoría 6A especificada a 500 MHz es de solo 8 dB. Recuerde que, cuanto mayor sea el número, mejor será la pérdida de retorno. En el cableado de cobre, una pérdida de retorno excesiva puede aumentar la diafonía, distorsionar las señales y dar lugar a tasas de errores de bits más altas.

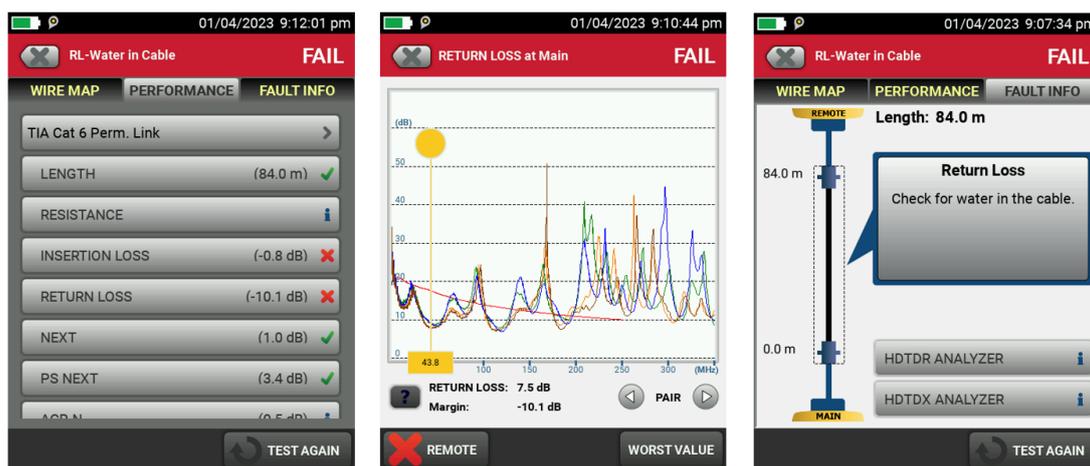
Causas de pérdida de retorno en sistemas de cableado de cobre

La pérdida de retorno en los enlaces de cableado de cobre se debe a discrepancias de impedancia que pueden ocurrir entre los componentes o variaciones de impedancia menores a lo largo de un cable. Por eso, los fabricantes de conectividad se esfuerzan por diseñar sus enchufes y conectores para que tengan la impedancia correspondiente, mientras que los fabricantes de cables se esfuerzan por medir y controlar la uniformidad durante todo el proceso de fabricación. La pérdida de retorno también puede deberse a cables retorcidos o dañados o malas prácticas de terminación, por ejemplo, el destrenzado adicional innecesario de un par en los puntos

de terminación. Otra posible causa de pérdida de retorno en el cableado de cobre es la presencia de agua en el cable.

Cómo comprobar la pérdida de retorno en sistemas de cableado de cobre

Debido a que la pérdida de retorno cambia con la frecuencia, se comprueba en todo el intervalo de frecuencia para una aplicación determinada. Por ejemplo, en un canal de categoría 5e, la pérdida de retorno se prueba de 1 MHz a 100 MHz. Para la categoría 6A, se prueba de 1 MHz a 500 MHz. La [serie de comprobadores DSX CableAnalyzer™ de Fluke Networks](#) comprueba automáticamente cada par en cada frecuencia, sobre la base de la aplicación que se está comprobando, y traza los resultados en toda la frecuencia como se muestra a continuación.



Ejemplos de resultados de comprobación de cableado de cobre mostrados en un DSX CableAnalyzer que muestran una falla de pérdida de retorno (izquierda), un gráfico de frecuencia de la pérdida de retorno (centro) y la pantalla “Información sobre fallos” que diagnostica la causa de la falla de pérdida de retorno.

Cuando la pérdida de retorno ocurre en un único punto de frecuencia y todas las demás frecuencias pasan con margen, esto suele ser una indicación de un asunto del cable. Generalmente, cuando los cuatro pares fallan (especialmente en frecuencias más bajas), puede indicar un cable de baja calidad o agua en el cable. La interpretación de gráficos de frecuencia de fallas de pérdida de retorno requiere una especialización significativa, pero esa capacidad se incorpora a la función “Información sobre fallos” en el DSX CableAnalyzer. (Obtenga más información sobre [cómo medir y comprobar la pérdida de retorno en sistemas de cobre](#)).

¿Qué hace que un equipo de comprobación de pérdida de retorno sea bueno?

Ya sea que esté comprobando fibra o cobre, la clave para un buen comprobador de pérdida de retorno es la precisión.

Para las comprobaciones de certificación de fibra, usted necesita un comprobador que admita las comprobaciones de OTDR con la capacidad de comprobar enlaces de fibra multimodo y monomodo en múltiples longitudes de onda y según las normas del sector o los límites de comprobación personalizados. Además, la capacidad de configurar un comprobador de forma fácil y automática para interpretar la traza del OTDR con un mapa gráfico que muestre la ubicación de los eventos de reflexión puede contribuir considerablemente a una resolución de problemas más fluida. Como parte de la familia de productos modulares de certificación de cableado Versiv™, [OptiFiber™ Pro](#) es un OTDR de alta precisión que proporciona facilidad de uso sin características complicadas y engorrosas para ingenieros de redes empresariales e instaladores de cableado tanto en ambientes empresariales como de OSP. OptiFiber Pro es compatible con la gestión de resultados basada en la nube de [LinkWare™ Live](#); se puede actualizar fácilmente con el firmware más reciente para admitir nuevas aplicaciones; y está respaldado por un plan de protección integral con asistencia técnica las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Para las comprobaciones de certificación de cobre, es importante seleccionar un comprobador que esté certificado de forma independiente por un laboratorio técnicamente cualificado para cumplir con los requisitos de precisión de TIA e IEC para el cableado que espera comprobar. Por ejemplo, se requiere precisión de nivel IIIe para los comprobadores TIA categoría 6A/IEC clase E_A. Si desea obtener la máxima flexibilidad y garantizar mediciones altamente precisas, elija un comprobador con precisión TIA nivel 2G o IEC nivel VI. El comprobador debe tener la capacidad de certificar el rendimiento de todas las categorías de cable y aplicaciones de corriente. Debe mostrar los resultados de todos los parámetros en los cuatro pares de un cable, incluida la pérdida de retorno. (También vale recordar que Alien Crosstalk forma parte de la norma, por lo que tener un comprobador que lo mida es inestimable en aquellos casos ocasionales en los que se requiere). Por último, un comprobador con capacidades de diagnóstico puede reducir el tiempo necesario para corregir las causas de la pérdida de retorno. La serie DSX CableAnalyzer de certificadores de cobre cumple todos estos requisitos; y como parte de la plataforma Versiv (como OptiFiber Pro), es compatible con LinkWare Live, puede actualizar el firmware fácilmente y está respaldada por una protección integral de Fluke Networks.

Si su equipo trabaja con cableado de fibra y cobre, busque un comprobador que pueda realizar ambos tipos de comprobaciones a través de la misma interfaz de usuario, lo que puede reducir en gran medida el tiempo de aprendizaje y la posibilidad de errores. El software de generación de informes y archivado que admite resultados de cobre y fibra le permitirá ahorrar aún más tiempo; y Versiv también cumple con estos requisitos, con una única interfaz de usuario para la certificación de cobre y las comprobaciones de OLTS y OTDR (e incluso la inspección de terminaciones). Versiv permite que los cuatro tipos de comprobaciones se especifiquen como parte de un solo proyecto, lo que garantiza que las pruebas no se omitan por error. Y para la generación de informes, LinkWare proporciona una única plataforma para todas estas comprobaciones, tanto en versiones basadas en PC como en la nube.



3-3433818



Av. Beni, C/ Mururé, 2055.
Santa Cruz, Bolivia.