



GUÍA DE REFERENCIA DEL CABLEADO DE FIBRA ÓPTICA

Serie de libros electrónicos sobre
tecnología: nº 2 de 4

- Teoría de comprobación: Rendimiento del cableado de fibra óptica

FLUKE
networks[®]

Índice

Teoría de comprobación: Rendimiento del cableado de fibra óptica	3
Estándares de rendimiento del sector	3
Estándares de aplicaciones de red.....	6
Próximamente	11
Soluciones de comprobación y resolución de problemas de fibra óptica de Fluke Networks.....	12
Recursos en línea	13

Teoría de comprobación: Rendimiento del cableado de fibra óptica

La certificación es el tipo más completo de realizar comprobación en campo. Como se mencionó anteriormente, el método de prueba de certificación garantiza que el cableado instalado cumpla las normas de rendimiento de transmisión definidas en los estándares correspondientes del sector, como los de la Organización Internacional de Normalización/ Comisión Electrotécnica Internacional (ISO/IEC) o la TIA.

Estándares de rendimiento del sector

Se deben tener en cuenta dos grupos de normas para obtener una especificación completa y garantizar que el cableado instalado cumpla los requisitos de las aplicaciones de red previstas. El objetivo de las pruebas de certificación es, al fin y al cabo, tener la seguridad de que el sistema de cableado no será la causa de ningún fallo de funcionamiento de la red incluso antes de instalar el equipamiento de red. Cada uno de los dos grupos de normas admite los requisitos del otro, aunque no se solapan a la perfección.

Estándares de instalación genéricoss

Los estándares genéricos abordan las normas generales de instalación y las especificaciones de rendimiento. Los estándares aplicables son ISO 11801-1:2017 (en) e ISO/IEC 14763-3 Edición 2.0 (Tecnología de la Información - Implantación y operación del cableado en instalaciones de cliente - Parte 3: Comprobación del cableado de fibra óptica), y ANSI/TIA 568.3-D (Estándar para el cableado y componentes de fibra óptica). Este último especifica los requisitos de rendimiento y transmisión para el cable de fibra óptica, los conectores, el hardware de conexión y los latiguillos de las instalaciones. También se describen los métodos de transición utilizados para mantener la polaridad de

la fibra óptica y garantizar la conectividad entre transmisores y receptores en conexiones símplex, dúplex y multifibra.

Estos estándares abordan los requisitos de comprobación en campo para el rendimiento de la transmisión posterior a la instalación, que dependen de las características del cable, la longitud, el hardware de conexión, los latiguillos, el cableado de interconexión, el número total de conexiones y el cuidado con el que se instalen y mantengan. Por ejemplo, las curvaturas pronunciadas en los cables, los conectores mal instalados y un problema muy habitual, como es la presencia de polvo, suciedad y otros contaminantes en los extremos de fibra de las conexiones, repercuten negativamente en la atenuación del enlace.

Los estándares de instalación especifican como rendimiento de transmisión mínimo que la pérdida medida en el enlace sea inferior a un valor máximo permitido (límite de pérdidas), que depende de la longitud total del cable de fibra óptica y del número de conexiones y empalmes. Esta certificación se debe realizar con precisión mediante un Equipo de comprobación de pérdida óptica (OLTS, Optical Loss Test Set) o una fuente de luz y un medidor de potencia (LSPM, Light Source and Power Meter). Estas herramientas de comprobación se describirán en detalle más adelante, al igual que el reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR). Un OTDR proporciona una buena indicación de la pérdida total del enlace, pero no es lo suficientemente preciso como para realizar la prueba de certificación de pérdidas del enlace. La certificación incluye el requisito de documentar los resultados de comprobación; esta documentación proporciona la información que demuestra la aceptabilidad del sistema de cableado o la compatibilidad con tecnologías de red específicas.

Cálculo de la atenuación permitida para el enlace:

Atenuación admitida para el enlace (dB) = Atenuación permitida para el cable (dB) + Pérdida de inserción de los conectores permitida (dB) + Pérdida de inserción de los empalmes permitida (dB)

Donde:

Atenuación permitida para el cable (dB) = Coeficiente máximo de atenuación del cable (dB/km) × Longitud (km)

Pérdida de inserción de los conectores permitida (dB) = nº de pares de conectores × Pérdida permitida por conector (dB)

Pérdida de inserción de los empalmes permitida (dB) = nº de empalmes × Pérdida permitida por empalme (dB)

En la **tabla 1** (consulte el libro electrónico nº 1 de esta serie) se muestra el coeficiente de atenuación del cable por tipo de cable. A 850 nm, este coeficiente es de 3,5 dB/km para todos los tipos de fibra óptica multimodo recomendados para los sistemas de cableado en instalaciones. La fibra monomodo de interior tiene un coeficiente de atenuación de 1 dB/km o menos, mientras que la fibra monomodo apta para exteriores tiene un coeficiente de 0,5 dB/km o menos. Los estándares también especifican la máxima pérdida permitida por conector como 0,75 dB y la máxima pérdida permitida por empalme como 0,3 dB. En general, las instalaciones de cableado bien realizadas deberían tener conexiones que muestren unas pérdidas de conexión significativamente menores. La misma afirmación se aplica a las pérdidas por empalme. Tenga en cuenta que, para determinar el límite de pérdidas del enlace, se debe conocer la longitud del enlace de fibra o se debe poder medir con el instrumento de comprobación.

En la **tabla 2** se muestra un ejemplo de aplicación de los cálculos del límite de pérdidas. El cálculo se realiza para un segmento de enlace de fibra OM3 de 300 metros con solo dos conectores finales y sin empalmes, que utiliza una fuente de luz de 850 nm.

	Pérdida máx. por unidad de longitud o elemento	Longitud/ Número	Pérdida calculada (dB)
Pérdida máx. en la fibr	3,5 dB/km	0,3 km	1,05
Pérdida máx. en las conexione	0,75 dB	2 conexiones	1,5
Pérdida máx. en los empalme	0,3 dB	0 empalmes	0,0
Límite de pérdidas del enlace			2,55

Tabla 2: Cálculo del límite de pérdidas para un enlace multimodo de 300 metros con fuente de luz de 850 nm.

Requisitos de longitud de onda y direccionales:

1. Los segmentos de enlace del cableado horizontal o Subsistema de cableado 1 (TIA-568.3-D) deben comprobarse en una dirección y a una longitud de onda, ya sea 850 nm o 1.300 nm para multimodo, o bien 1.310 nm o 1.550 nm para monomodo.
2. El cableado troncal/vertical (segmentos de enlace de los Subsistemas de cableado 2 y 3) debe comprobarse en una dirección al menos y a ambas longitudes de onda operativas para tener en cuenta las diferencias de atenuación asociadas con la longitud de onda. Los segmentos de enlace multimodo deben comprobarse a 850 nm y 1.300 nm; los segmentos de enlace monomodo deben comprobarse a 1.310 nm y 1.550 nm. Los enlaces que utilizan conectores con llave de bloqueo para aplicar la polaridad de la fibra solo se pueden comprobar en la dirección establecida por la llave de los conectores.

Estándares de aplicaciones de red

Para la certificación, también se deben tener en cuenta los estándares de aplicaciones de red, como por ejemplo, el estándar 802.3 del IEEE para Ethernet o el de ANSI para Fibre Channel (FC). Las aplicaciones con un alto rendimiento o throughput (rangos de Gbps y superiores) necesitan límites más estrictos para la longitud y la pérdida del canal, que dependen del tipo y la clasificación del ancho de banda de la fibra óptica y de las fuentes de luz utilizadas en los dispositivos de red. En la **tabla 3** se muestra la distancia máxima admitida y la pérdida de canal máxima aceptable para varias aplicaciones de red comunes y para los diferentes tipos de fibra descritos previamente en la **tabla 1**. La longitud máxima del canal (distancia máxima admitida) es una especificación sustitutiva para la dispersión. Siempre que la longitud del canal no supere el máximo indicado en la norma, la dispersión no provocará fallos en las comunicaciones.

La certificación en campo verificará que la longitud del canal de fibra óptica no supera la distancia máxima admitida (el límite de longitud). Los estándares de instalación descritos anteriormente necesitan medir la longitud del cable para calcular el máxima atenuación permitida para el enlace», pero por otra parte imponen una longitud máxima genérica, que puede ser bastante mayor que la longitud especificada para la aplicación. Esto significa que la comprobación según ANSI/TIA-568.3-D puede no garantizar que su aplicación de fibra funcione. La norma ANSI/TIA-568.3-D solo garantiza la calidad del trabajo de instalación. En la sección 1 de la ANSI/TIA-568.0-D se advierte al usuario de que tiene que consultar los estándares de aplicación. En la sección 5.10.1 se indica: «Las longitudes del cableado dependen de la aplicación y del medio específico elegido (consulte el anexo C). La longitud incluye los latiguillos y puentes utilizados en conexiones cruzadas, interconexiones y conexiones de los equipos a la toma».

Las **tablas 3 y 4** muestran que la longitud está limitada. Disminuye para aplicaciones con mayor velocidad de transmisión y depende de la clasificación del ancho de banda de cada tipo de fibra (que es función de las características de dispersión modal de la fibra).

Aplicación	Longitud de onda	OS1		OS2	
		Dist. (m)	Pérdida (dB)	Dist. (m)	Pérdida (dB)
10GBASE-L	1310	10000	6.2	10000	6.2
40GBASE-LR4	1310	10000	6.6	10000	6.6
100GBASE-LR4	1310	10000	6.3	10000	6.3

Tabla 3: Distancia y pérdida máximas de canal para aplicaciones de fibra óptica monomodo por tipo de fibra.

Aplicación	Longitud de onda	OM1		OM2		OM3		OM4		OM5	
		Dist. (m)	Pérdida (dB)								
1000BASE-SX	850	275	2.6	550	3.6	800	4.5	880	4.8	n/a	n/a
10GBASE-S	850	33	2.4	82	2.3	300	2.6	450	3.1	400	2.9
40GBASE-SR4	850	n/a	n/a	n/a	n/a	100	1.9	125	1.9	150	1.5
100GBASE-SR4	850	n/a	n/a	n/a	n/a	70	1.8	100	1.9	100	1.9
100GBASE-SR10	850	n/a	n/a	n/a	n/a	100	1.9	125	1.9	150	1.5
10G Fiber Channel 1200-MX-SN-I (10.512 Mbaudios)	850	33	2.4	82	2.2	300	2.6	300	2.6	n/a	n/a
16G Fiber Channel 1600-MX-SN (10.512 Mbaudios)	850	n/a	n/a	35	1.6	100	1.9	125	1.9	n/a	n/a

Tabla 4: Distancia y pérdida máximas de canal para aplicaciones de fibra óptica multimodo por tipo de fibra.

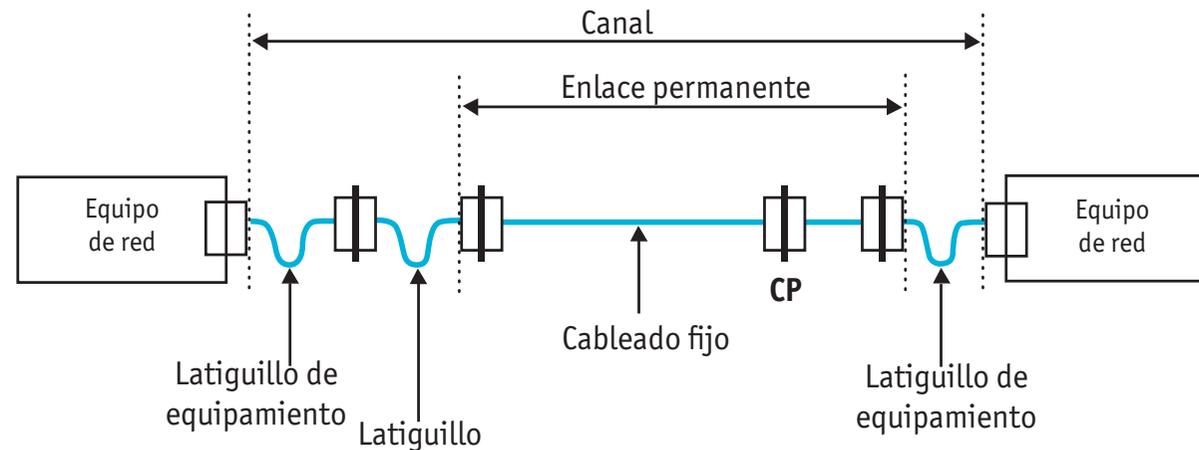


Figura 11 – El canal representa el enlace extremo a extremo que conecta transmisor y receptor. El cableado fijo, un subsegmento del canal, se denomina enlace permanente. En la figura se muestra un modelo de enlace horizontal genérico que contiene conexiones opcionales como el Punto de Consolidación (CP, Consolidation Point).

El canal es el enlace de cableado total, incluidos todos los latiguillos (también llamados latiguillos de equipamiento) que conectan los dispositivos activos. En la **figura 11** se muestra la diferencia entre el canal y el enlace permanente. El enlace permanente describe el enlace que se considera una parte permanente de la infraestructura del edificio o centro de datos. Los equipos de red se conectan al enlace permanente mediante latiguillos. Hay que tener cuidado de seleccionar latiguillos del mismo tipo de fibra que el cableado de fibra óptica del enlace permanente.

A menudo, el enlace de fibra óptica está formado por varios segmentos o secciones y, generalmente, los equipos de red aún no están instalados cuando se certifica la instalación del cableado. No es suficiente con comprobar cada segmento conforme a los estándares de instalación. Para garantizar que el sistema de cableado instalado admita la aplicación de red prevista, es necesario que los canales instalados (enlaces de fibra extremo a extremo) cumplan los requisitos de longitud y pérdida definidos en las especificaciones de la aplicación, tal como se muestra en las **tablas 3 y 4**.

Puede escoger uno de estos dos métodos para asegurarse de que el canal instalado cumpla los requisitos de la aplicación antes de poner en marcha el servicio de red:

1. Para calcular la pérdida de canal, sume los datos de cada segmento de enlace del canal y, a continuación, añada la contribución prevista de los latiguillos de interconexión a las pérdidas. El estándar ISO/IEC 14763-3 Ed. 2: 2014 indica presupuestos explícitos para la pérdida de una conexión entre un TRC y un enlace (0,5 dB para fibra multimodo y 0,75 dB para fibra monomodo), en contraposición a la pérdida máxima para las conexiones realizadas con latiguillos comerciales (0,75 dB tanto en fibra multimodo como monomodo).
2. Mida la pérdida de canal tal como se muestra en la **figura 12**. Las conexiones finales del canal (las que conectan los equipos de red) ahora se llevan a cabo con latiguillos de referencia de comprobación (TRCs, Test Reference Cords), que aportan una pérdida despreciable. Este es el método que se debe utilizar cuando se comprueben canales completos de fibra y no

solo segmentos de los mismos. Además, la configuración de la comprobación debe incluir tanto los latiguillos finales como los TRCs. Tenga en cuenta que la precisión de las mediciones dependerá en gran medida de que el establecimiento de la referencia de la fibra sea correcto.

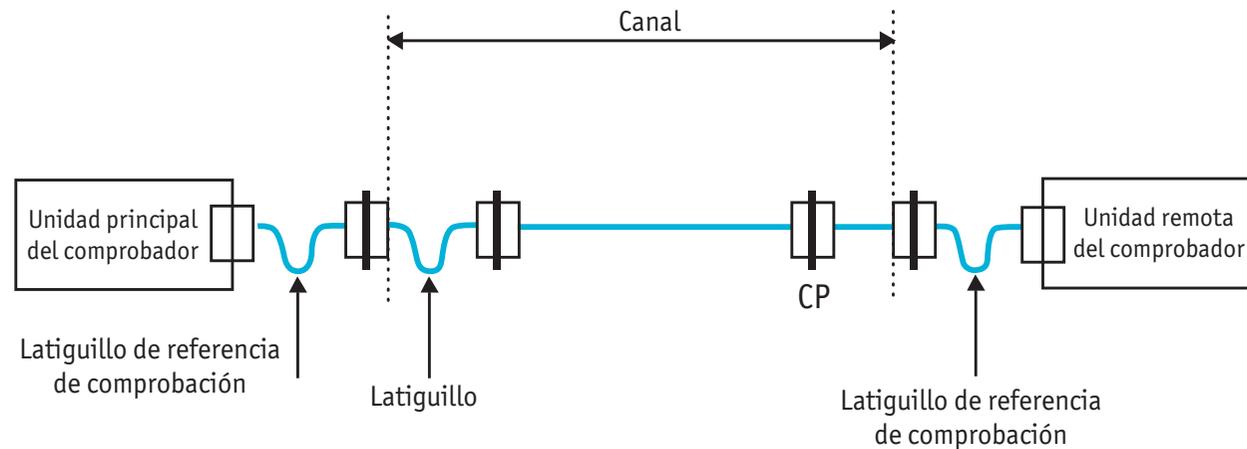


Figura 12: Las conexiones finales de la fig. 12 no forman parte de la especificación del canal. Al sustituir los latiguillos por latiguillos de referencia de comprobación (TRCs) para la medición de la pérdida y longitud del canal, el «error» en la medición de pérdida refleja la diferencia de longitud entre un TRC y la suma de los dos latiguillos utilizados para completar el canal.

Polaridad de los enlaces de fibra óptica

Las instalaciones de red de área local admiten la comunicación bidireccional mediante el uso de fibras ópticas independientes para cada dirección. El sistema de cableado deberá proporcionar medios para mantener una polaridad correcta de la señal, de manera que el transmisor de un extremo del canal se conecte al receptor del otro extremo del canal. Se utilizan varios métodos para mantener la polaridad de los sistemas de cableado de fibra óptica. Las directrices se describen e ilustran en el anexo B del estándar TIA-568-C.0. Se deberían seleccionar tipos de conectores dúplex o sistemas de conectores multifibra que permitan mantener la ordenación de las fibras en función de las características de acoplamiento de las tomas.

Próximamente

Pronto estarán disponibles los siguientes libros electrónicos:

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

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