WHITE PAPER

Los pros y los contras de la comprobación de fibra multimodo insensible a la curvatura (BIMMF): La necesidad de flujo restringido

Introducción

La transmisión de señal en la fibra óptica depende del fenómeno de reflexión interna total. Ocurre cuando la luz pasa de un medio con un índice de refracción a otro con un índice de refracción menor. Debido a la diferencia entre el índice de refracción del núcleo de fibra (índice alto de refracción) y el revestimiento (índice menor), la luz se guía a lo largo del núcleo de la fibra al reflejarse constantemente del revestimiento. Sin embargo, cuando la fibra óptica supera cierto radio de curvatura, es posible que se pierda cierta cantidad de luz, lo cual causa una pérdida de señal. Esto puede suceder durante la instalación o en cualquier momento durante la manipulación de la fibra y, por lo general, es un problema dentro de los espacios reducidos de las áreas de parches de fibras de alta densidad del centro de datos.

Hace varios años, los fabricantes de fibras desarrollaron una fibra óptica multimodo de 50 µm ultra curvada para usar en centros de datos y redes de empresas. Esta nueva fibra multimodo insensible a la curvatura (BIMMF) ha sido anunciada para tolerar los dobleces a través de un radio de 10 mm con una pérdida de señal sustancialmente menor que las fibras multimodo no curvadas, las cuales se refieren como no BIMMF en adelante. Con la introducción de BIMMF, los instaladores pudieron finalmente desplegar las redes de fibra sin temor de sobrecurvar la fibra y degradar el rendimiento. Hoy en día, la BIMMF se despliega en muchos centros de datos y se ha publicado mucho acerca del diseño y de los beneficios.

BIMMF cuenta con láser optimizado para redes de alta velocidad y está destinado a aplicaciones con un presupuesto de pérdidas muy ajustado. Para un enlace típico de 10 gigabit Ethernet (GbE) de más de 300 m, la pérdida de canal aceptable es de 2,6 dB. Con este presupuesto de pérdidas ajustado, no existe mucho margen para pérdida inducida por la curvatura por instalaciones precarias. Los transmisores y equipos de pruebas también deben garantizar un lanzamiento firmemente controlado para prevenir las condiciones de lanzamiento sobrellenado y por debajo del nivel de llenado que pudieren contribuir con la pérdida y la comprobación incorrecta. La información que ofrecen los fabricantes de fibras y las empresas de equipos de comprobación muestra que se necesita un tipo específico de lanzamiento para comprobar la BIMMF. Esta condición de lanzamiento es el flujo restringido (Encircled Flux, EF).

EF es un criterio de medición para definir las condiciones de lanzamiento de la fibra óptica multimodo que reduce la incertidumbre de las mediciones de pérdidas de los enlaces. EF se aprobó en octubre del 2010 con la publicación de Mediciones de pérdida de potencia óptica en la planta de cables de fibra multimodo instalados, ANSI/TIA-526-14-B. EF mejora la precisión porque especifica la potencia modal a lo largo del extremo de la fibra completa del lanzamiento con el uso de un modelo, el cual coincide estrechamente con las condiciones de lanzamiento controladas de los transmisores de fibra óptica actuales de gigabit y de 10 gigabit Ethernet.

Tabla de contenido

Introducción

Diseño BIMMF

Potencia modal en fibra

Condiciones de lanzamiento

COMPATIBILIDAD CON NO BIMMF

Métodos de comprobación

RESUMEN

Diseño BIMMF

Para conseguir las propiedades de insensibilidad a la curvatura, BIMMF utiliza un diseño diferente al de las no BIMMF. En no BIMMF, el vidrio consiste en el núcleo y el revestimiento y ambos tienen un índice diferente de refracción. En cambio, la BIMMF cuenta con una "zanja" óptica diseñada especialmente que se agrega al núcleo y al revestimiento. Esta zanja contiene los modos de propagación entre el núcleo de la fibra, incluso en condiciones de extrema curvatura. No permite que la luz se escape del núcleo.

De acuerdo con los fabricantes de fibra, el diseño de BIMMF es complejo y desafiante. El perfil de índice refractivo debe diseñarse cuidadosamente para garantizar que todos los parámetros de rendimiento cumplan con las normas del sector. Debido a que el ancho de banda de la fibra es una de las especificaciones para la fibra multimodo, el perfil de la fibra debe mantener un ancho de banda alto. El diseño y la ubicación de la zanja óptica constituyen un factor esencial. La fibra óptica multimodo admite varios modos de propagación de luz, dentro de los cuales se incluyen modos de orden más altos y más bajos. Más cerca del núcleo de la fibra exterior, los grupos de modo de orden mayor son más sensibles y pueden escapar del núcleo durante la curvatura. Una zanja óptica mal diseñada y ubicada incorrectamente puede causar demoras en los modos de luz de orden más altos y degradar el ancho de banda. Una BIMMF bien diseñada restringe la mayor cantidad posible de estos grupos de modo más alto para mantener la integridad de la transmisión óptica.

La idea básica de un buen diseño de BIMMF es restringir los grupos de modo de orden más alto dentro del núcleo de la fibra. Las no BIMMF por lo general admiten 17 grupos de modo clave. Las BIMMF que también se diseñaron para admitir 17 grupos de modo resultan tener mejor compatibilidad con fibras OM3 y OM4. Una forma de examinar la calidad del diseño de BIMMF es comprobar la diferencia entre BIMMF y no BIMMF con el método de flujo restringido (Encircled Flux). Debería ser pequeña la diferencia en los resultados del flujo restringido (Encircled Flux) entre un cableado que no es BIMMF y uno BIMMF bien diseñado.

Todos los diseños de BIMMF muestran una dependencia de longitud para el diámetro del núcleo de la fibra y una abertura numérica si se utiliza un lanzamiento sobrellenado. Los modos de orden más altos que se ejecutan en la zanja pueden permanecer allí por alguna distancia hasta que se atenúan. Estos modos, los cuales se capturan y propagan dentro de la zona de la zanja, se denominan "modos permeables". Este fenómeno afecta al empalme y a la pérdida del conector. Las no BIMMF, en cambio, no tienen una dependencia a la longitud. Un lanzamiento de flujo restringido (Encircled Flux) mitiga el diámetro del núcleo y la dependencia a la longitud de abertura numérica para todos los diseños de BIMMF. Además, un lanzamiento de flujo restringido (Encircled Flux) representa con precisión el rendimiento del sistema.

Potencia modal en fibra

Después de presentar las patentes, los fabricantes de fibra divulgaron que las mejoras en la curvatura se logran a través del uso de la zanja óptica mencionada anteriormente, la cual previene que los modos de orden más altos dejen el núcleo de la fibra. En una prueba realizada por uno de los fabricantes de fibra, se descubrió que BIMMF admite más grupos de modo que las fibras convencionales. Los modos extra cambian la manera en la que la luz se adapta dentro y fuera de las fibras, lo que se puede ver mediante el método de pruebas de flujo restringido (Encircled Flux).

Al comprobar las fibras convencionales, se logra la precisión con una fuente de longitud de onda doble, un latiguillo de comprobación común y un cilindro para fibra. Con BIMMF, el cilindro para fibra de 25 mm estándar no eliminará los modos de orden más alto a 850 nm, lo que provocará pérdidas pesimistas. Para lograr una comprobación precisa de BIMMF en la longitud de onda de 4 nm, se necesitan más vueltas alrededor de un cilindro para fibra más pequeño de 850 mm, pero no se puede usar el mismo cilindro para fibra para comprobar la BIMMF en la longitud de onda de 1300 nm.

Los intentos de producir un lanzamiento más controlado usando la BIMMF para el cable de lanzamiento demostraron que es difícil por dos razones. Primero, el diseño del cilindro para fibra requiere un diámetro externo muy pequeño con una forma única. La comprobación en BIMMF de diferentes fabricantes demostró que, aunque la fuente de 850 nm podría comprobarse de manera adecuada con un cilindro para fibra especialmente diseñado, la fuente de 1300 nm no podía usar el mismo cilindro para fibra otra vez. Según las propiedades de control de modo de EF, demostró una divergencia prevista en las mediciones de pérdidas entre las dos longitudes de onda cuando se comparan con la fibra convencional.

Condiciones de lanzamiento

Al comprobar los enlaces de las fibras multimodo, las medidas de atenuación se ven altamente influenciadas por la condición de lanzamiento de la fuente de luz. Si la comprobación se realiza con dos fuentes diferentes que cuentan con dos condiciones de lanzamiento distintas, las medidas de atenuación podrían variar significativamente. No solo la comprobación será inconsistente, sino que también producirá resultados confusos. Un enlace comprobado con un lanzamiento bajo el nivel de llenado podría no detectar los eventos de pérdida alta, tales como una conexión desalineada, lo que genera un posible mal enlace. Para lograr una medida consistente y precisa, las condiciones de lanzamiento deben ser estandarizadas. No se puede sobrestimar la importancia de un lanzamiento de flujo restringido (Encircled Flux).

Launch Cord Selection – International standards for multimode testing sets precise launch condition metrics using encircled flux for testing installed multimode fiber cabling attenuation. Los proveedores de maquinaria de comprobación, por lo general, brindan una fuente de longitud de onda dual con un cilindro para fibra común o un acondicionador de modo. Aunque es posible lograr el cumplimiento de lanzamiento con fuentes de longitud de onda duales (por ejemplo, 850 nm y 1300 nm) con el mismo envoltorio de cilindro para fibra en cables de lanzamiento no BIMMF, la información brindada en la reunión normativa de fibras de TIA demostró que los blancos de un cilindro para fibra convencional y la alineación del lanzamiento parecen discrepar si se trata de utilizar una BIMMF como cable de lanzamiento. Un cilindro para fibra convencional no parece posible debido a la gran dependencia de la longitud de onda a la pérdida de curvatura de fibra. A menos que se puedan mitigar estos inconvenientes, no debería utilizarse una BIMMF para cables de lanzamiento.

Receive Cord Selection – To complete a permanent link test using the recommended 1-cord reference method, a receive cord must be used. La finalidad del cable de recepción, así como la del cable de lanzamiento, es la de brindar medidas de atenuación del enlace, lo que incluye la planta de fibra instalada y las dos conexiones en los extremos del enlace. Para un latiguillo BIMMF bien diseñado, que coincide con el diámetro del núcleo del cableado instalado y la abertura numérica, tal vez no importe si se utiliza un cable receptor BIMMF o no BIMMF. Sin embargo, para evitar la posibilidad de un resultado por demás optimista con latiguillos BIMMF, es prudente que también se utilicen no BIMMF como los cables receptores.

COMPATIBILIDAD CON NO BIMMF

De acuerdo con la mayoría de los fabricantes de fibra, los BIMMF son completamente compatibles con las normas OM2, OM3 y OM4 para fibras multimodo optimizadas con láser, y es compatible retroactivamente con la base instalada de fibras multimodo no optimizadas con láser de 50 µm. La compatibilidad y el rendimiento dependen del diseño de la BIMMF.

En 2011, un proveedor de fibras líder realizó una prueba experimental y de modelado extensiva sobre BIMMF. Estas pruebas mostraban que las BIMMF optimizadas son compatibles retroactivamente, tienen una pérdida de curvatura macro baja, y muestran un retardo del modo diferencial similar al de las no BIMMF convencionales. Las pruebas experimentales y de modelado mostraron que las BIMMF se pueden mezclar con no BIMMF sin que se induzca el exceso de perdida.

La pérdida del empalme de fibra es altamente dependiente del número de modos guiados y sus formas de campo de modo. La pérdida de empalmes se minimiza cuando el número de modos y las formas de campo de modelo coinciden. Esto significa que se necesita un lanzamiento EF controlado y que el tamaño del núcleo de la fibra y las tolerancias coinciden. El EF se mantiene en un empalme entre las no BIMMF y las BIMMF cuando el tamaño del núcleo y la tolerancia coinciden.

A continuación sigue un resumen brindado en la reunión normativa de TIA por parte de un fabricante de fibra líder, el cual tiene el formato de preguntas y respuestas y se trata sobre la compatibilidad de BIMMF y no BIMMF (no se incluyen los datos de la prueba):

1. Pregunta: ¿El enlace de un BIMMF homogéneo exhibe una pérdida de inserción equivalente a aquellas de las fibras multimodo heredadas? Respuesta: Los diseños de BIMMF muestran pérdidas de inserción menores que las fibras multimodo heredadas.

2. Pregunta: ¿El enlace de un BIMMF heterogéneo exhibe una pérdida de inserción equivalente a aquellas de las fibras multimodo heredadas? Respuesta: Concatenar varios BIMMF para el mismo diseño tiene un impacto mínimo.

3. Pregunta: ¿El enlace de un cable mixto de diferentes diseños de BIMMF exhibe una pérdida de inserción equivalente a aquellas de las fibras multimodo heredadas? Respuesta: Las pérdidas de inserción son comparables cuando los diferentes diseños de BIMMF están concatenados.

4. Pregunta: ¿La mezcla de BIMMF con fibras multimodo heredadas muestra una pérdida de inserción equivalente a aquellas de las fibras multimodo heredadas? Respuesta: Cuando se mezclan los diseños de BIMMF con fibras multimodo heredadas, las pérdidas de inserción son menores que aquellas de la fibra multimodo heredada únicamente.

Métodos de comprobación

Ahora miremos más detalladamente los métodos de comprobación para BIMMF, los cuales no difieren realmente de aquellos usados para otros tipos de fibras, salvo por algunas excepciones. La comprobación de cableado de fibra multimodo que contiene BIMMF siempre necesita un cable de lanzamiento adherido a la fuente de luz utilizada durante la comprobación y a un cable de recepción cuando se mide un enlace permanente. A continuación siguen tres recomendaciones básicas para comprobar BIMMF en base a comprobaciones y consensos generales de especialistas en fibras:

1. Utilice un lanzamiento de flujo restringido (Encircled Flux) con cables de lanzamiento no BIMMF

2. Utilice el método de comprobación de referencia de un cable

3. Utilice un cable de recepción no BIMMF para comprobaciones de enlaces permanentes

Puede ser más importante usar un cable de recepción que coincida estrechamente con la fibra en la comprobación en vez de prescribir un tipo de fibra. Esto es similar a la situación en la cual el tamaño del núcleo se mezcla al realizar la comprobación. El efecto de interconectar BIMMF a no BIMMF cuando no coinciden por su diseño es similar al que sucede cuando se conectan dos fibras de diferentes tamaños de núcleo o aperturas numéricas. Cuando la luz pasa de un diámetro de núcleo menor a uno mayor, la atenuación será menor que si la luz pasara de un diámetro de núcleo mayor a uno menor. Sin embargo, por su seguridad, se recomienda el uso de un cable receptor no BIMMF.

La figura 1 muestra el proceso de tres pasos generalizado para medir y validar la atenuación de un latiguillo corto. En el paso 1, el poder de salida del cable de lanzamiento no BIMMF es nulo si se usa un metro de poder óptico con un fotodetector de área grande. En el paso 2, se mide el lado "A" del cable de referencia de la comprobación (TRC). Finalmente en el paso 3, se mide el lado "B" del latiguillo.

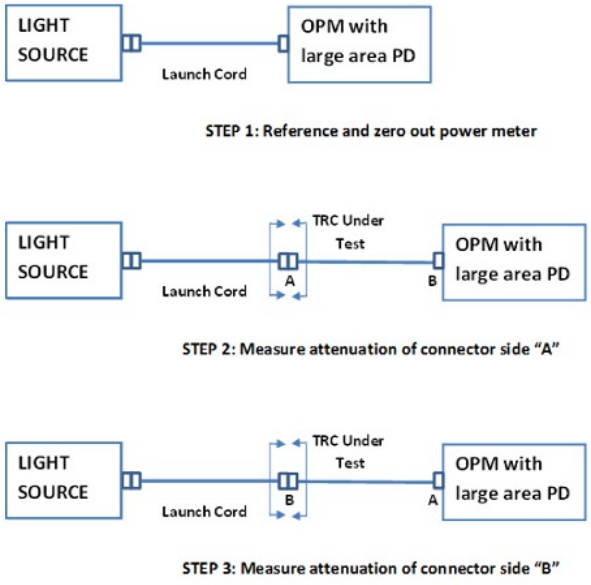

Figura 1: método general para comprobar un latiguillo corto

La figura 2 muestra el proceso de dos pasos generalizado para medir y validar la atenuación de un enlace permanente. En el paso 1, el poder del salida del cable de lanzamiento no BIMMF es nulo si se usa un metro de poder óptico con un fotodetector de área grande (1 mm o más). En el paso 2, se agrega el cable receptor al extremo de la planta de cableado. Todos los latiguillos se realizan con no BIMMF. Luego, se realiza la medida de atenuación final.

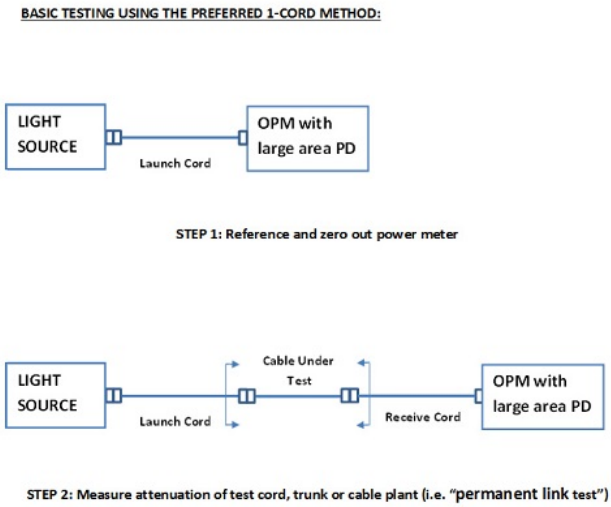

Figura 2: método general para comprobar un enlace permanente

La figura 3 muestra la comprobación completa de cuatro pasos que incluye la referencia, validación del cable de recepción y la comprobación del enlace permanente real mediante un lanzamiento de flujo restringido (Encircled Flux) en un cable de lanzamiento no BIMMF y en un cable de recepción no BIMMF. El cableado de la comprobación puede ser BIMMF, no BIMMF o una mezcla de ambos.

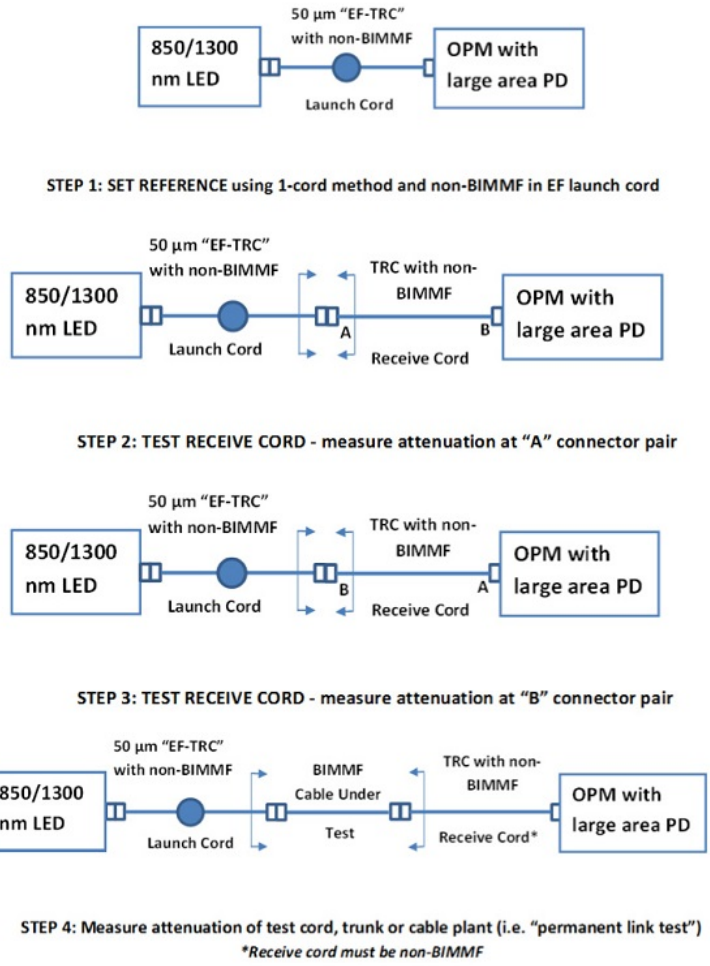

Figura 3: proceso de cuatro pasos para comprobar un enlace permanente

RESUMEN

BIMMF permite que los instaladores de cableado puedan desplegar una red, preocupandose menos por inducir una pérdida de curvatura debido a la mano de obra. BIMMF es comparable y compatible con otras fibras multimodo insensibles a la curvatura, como OM3 y OM4. Sin embargo, el diseño de BIMMF es fundamental para lograr una buena compatibilidad.

Para una operación manual de los enlaces BIMMF, ya sean homogéneos o mezclados con fibras heredadas, es importante usar un lanzamiento controlado más estrechamente: flujo restringido (Encircled Flux). Un lanzamiento sobrellenado atrapará una mayor cantidad de modos de orden más altos en la zanja (por ejemplo, en los modos permeables) y se vería comprometido el rendimiento. Debido a que no es fácil utilizar BIMMF con un cilindro para fibra y como un cable de lanzamiento, y ya que los cilindros para fibra comunes producen resultados de longitud de onda distorsionados, no se deben utilizar no BIMMF para cables

de lanzamiento.

El método de referencia de un cable le brindará las medidas más precisas al comprobar cables de cuerda cortos hechos de BIMMF o un enlace que contiene BIMMF. Se recomienda el uso de no BIMMF como cable receptor al medir enlaces permanentes. Al hacerlo, se evitarán los resultados excesivamente optimistas para un diseño BIMMF menos que ideal.

Acerca de Fluke Networks

Fluke Networks es el líder mundial en herramientas de certificación, resolución de problemas e instalación para profesionales que instalan y ofrecen mantenimiento de infraestructura de cableado de redes importantes. Desde la instalación de los centro de datos más avanzados hasta la restauración del servicio en las peores condiciones climatológicas, nuestra combinación de confiabilidad legendaria y el rendimiento sin comparación garantiza que los trabajos se realizarán de forma eficiente. Entre los productos más representativos de la empresa se encuentra el innovador LinkWare™ Live, la solución de certificación de cableado conectada a la nube líder en el mundo, con más de catorce millones de resultados cargados hasta la fecha.

1-800-283-5853 (US & Canada)
1-425-446-5500 (Internacional)
http://www.flukenetworks.com

Descriptions, information, and viability of the information contained in this document are subject to change without notice.

Revised: 22 de agosto de 2019 2:35 PM
Literature ID:

© Fluke Networks 2018