

Conectores y empalmes



Objetivos: En este capítulo, usted aprenderá:

- Cuál es la diferencia entre los conectores y los empalmes.
- Qué requisitos deben reunir los conectores y los empalmes.
- Los tipos de conectores.
- Los tipos de terminaciones de los conectores.
- Los tipos de empalmes;
- Cómo son los procedimientos de empalme.

¿Conectores o empalmes?

Las uniones o las terminaciones de fibra óptica se realizan de dos maneras:

- 1) con conectores, que unen dos fibras para crear una unión temporaria y/o conectar la fibra a un equipo de red; o
- 2) con empalmes, que crean una unión permanente entre dos fibras.

Ambos métodos de terminación deben tener dos características principales: buen rendimiento óptico, determinado por una atenuación baja y una reflectancia mínima, y alta resistencia mecánica.

Las terminaciones también deben ser del estilo adecuado para que sean compatibles con el equipamiento utilizado y estén protegidas de los efectos nocivos del lugar de instalación.

Es probable que a ningún componente de fibra óptica se le haya prestado tanta atención como al conector. Los fabricantes han desarrollado más de 80 tipos de conectores y alrededor de una docena de maneras diferentes de instalarlos. *Solo existen dos tipos de empalmes básicos pero varias maneras de implementarlos*. Sin embargo, los fabricantes y los instaladores son afortunados ya que, en la mayoría de las instalaciones, de todos los tipos de empalmes y conectores solo se utilizan algunos.

En las fibras **multimodo** y **monomodo** se utilizan conectores y procedimientos de terminación distintos. Las terminaciones de las fibras multimodo son relativamente fáciles de realizar; la terminación en campo suele realizarse instalando conectores directamente en fibras de estructura ajustada mediante los procedimientos que se detallan más adelante. La mayor parte de las terminaciones en campo de la fibra monomodo se realizan empalmando un cable de fibra conectorizado (*pigtail*) adquirido de fábrica al cable instalado, en lugar de realizar la terminación de la fibra directamente, como es habitual en la fibra multimodo. Las terminaciones de las fibras monomodo deben realizarse con extremo cuidado al momento del ensamble, especialmente del pulido, para lograr un buen rendimiento (atenuación y reflectancia bajas), por lo que suelen realizarse en fábricas con buenas condiciones de limpieza, con epóxico curado con calor y con pulido a máquina.

En cualquier instalación, al momento de elegir un tipo de conector se debe analizar si es compatible con los sistemas que se utilizarán en la red de cables de fibra óptica, siempre que el instalador esté familiarizado con el proceso de terminación y que el cliente considere que el conector es el adecuado. Si los sistemas aún no se especificaron, es posible que se necesiten cables de conexión (*patchcord*) híbridos con conectores diferentes en cada extremo. Si el instalador no conoce las maneras de instalar el conector, sería necesario que realice una capacitación. Además, a veces puede ocurrir que el usuario haya adquirido un tipo de conector que no es el ideal para la instalación, de manera que

el instalador debería conversar con el usuario sobre las virtudes de los otros tipos de conectores antes de comprometerse a realizar el proyecto.

Los empalmes son uniones permanentes. El empalme por fusión es el más utilizado ya que ofrece el nivel de atenuación más bajo y la más mínima reflectancia, así como también, la unión más confiable. Casi todos los empalmes de fibra monomodo se realizan por fusión. El empalme mecánico se utiliza para restauraciones temporarias y para la mayoría de los empalmes de fibra multimodo.

Especificaciones acerca del rendimiento

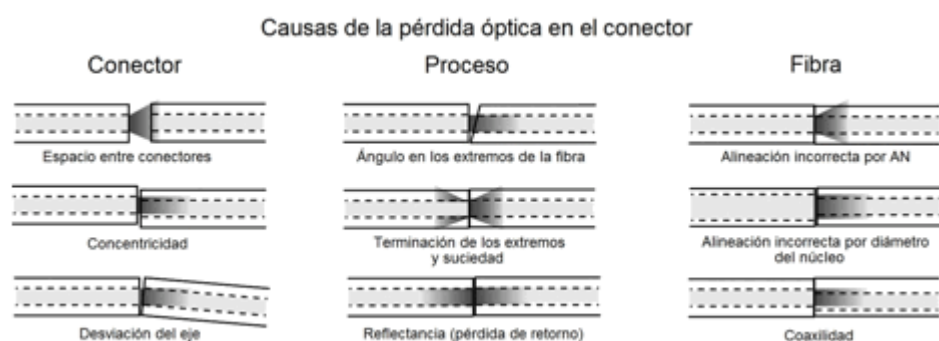
Pérdida óptica

La especificación principal de los conectores o de los empalmes es la pérdida óptica, o la cantidad de luz que se pierde en la conexión. Cuando hablamos de la pérdida del conector nos referimos a la pérdida óptica en la “conexión”, es decir, la pérdida óptica de dos conectores acoplados, que se expresa en “dB”. Puede ocurrir que un solo conector no posea pérdida óptica, por definición; *la pérdida óptica en un empalme es evidentemente la luz que se pierde en la unión entre las dos fibras.*

Para probar un conector es necesario unirlo a conectores de referencia que deben ser de alta calidad para que la medición de la pérdida no se vea perjudicada al momento de acoplarlo con un conector de características diferentes. Este es un aspecto importante que no suele comprenderse del todo bien. Para medir la pérdida óptica en los conectores debe acoplarlos a un conector similar y adecuado. Si cuando se prueba un conector se lo acopla a varios conectores diferentes, probablemente tenga pérdidas distintas ya que estas dependen del conector de referencia al que se lo unió. Probar los empalmes es mucho más difícil ya que es una unión permanente; por eso, la prueba del empalme debe hacerse de manera indirecta por medio de un instrumento denominado OTDR (*reflectómetro óptico en el dominio de tiempo*).

Tanto la pérdida del conector como la del empalme se deben a varios factores. La pérdida óptica se reduce cuando los núcleos de las dos fibras son idénticos, están alineados de manera perfecta y se tocan entre sí, los conectores y los empalmes se realizaron adecuadamente y no hay suciedad en la unión. Solo se propagará la luz que se acopla en el núcleo de la fibra receptora, con lo cual, toda la luz restante es la pérdida del conector o del empalme.

La distancia entre los extremos de la fibra causan dos problemas: *pérdida por inserción* y *reflectancia*. El cono de luz que se forma a partir del conector desbordará sobre el núcleo de la fibra que recibe dicha luz y se perderá. Además, el



espacio de aire en la unión entre las fibras provoca un reflejo cuando la luz experimenta el cambio en el índice de refracción al transmitirse desde la fibra de vidrio hasta el aire que está en dicho espacio. Este reflejo (denominado reflexión de Fresnel) asciende a cerca del 5% en los conectores habituales, lisos y pulidos, y significa que ningún conector que tenga un espacio de aire tendrá un nivel de pérdida óptica menor a 0.3 dB aproximadamente. A este reflejo se lo denomina reflectancia o pérdida de retorno óptica, y puede llegar a ser un problema en los sistemas basados en láseres. Se utiliza una cantidad de técnicas de pulido de conectores para crear un extremo convexo en la fibra y, así, garantizar el contacto físico de los extremos de las fibras y reducir la reflectancia lo máximo

posible. En los empalmes mecánicos puede reducirse la reflexión de retorno al utilizar cortes no perpendiculares que provocan que estas reflexiones sean absorbidas por el revestimiento de la fibra. El extremo de la fibra debe estar pulido de manera adecuada y limpio para reducir al máximo la pérdida óptica. Una superficie áspera o sucia puede dispersar o absorber luz. Como la fibra óptica es tan pequeña, la suciedad habitual que está presente en el aire puede ser una causa importante de pérdida óptica. Si no se realiza la terminación de los conectores, estos deben cubrirse con tapas guardapolvo que provea el fabricante para proteger el extremo de la férula de la suciedad. Nunca se debe tocar el extremo de la férula ya que la oleosidad de nuestra piel provoca que la suciedad se adhiera a la fibra. Antes de realizar la conexión y la prueba se recomienda limpiar los conectores con paños sin pelusa humedecidos con alcohol isopropílico, o con limpiadores en seco de fibras.

Existen dos causas direccionales de pérdida óptica por una alineación incorrecta de las fibras: las diferencias en la apertura numérica (AN) y en el diámetro del núcleo que son inherentes a las fibras que se desea unir. Estas diferencias crearán conexiones que tienen niveles de pérdida óptica distintos según la dirección en la que se propaga la luz. La luz que proviene de una fibra con una AN mayor se acoplará y saturará al núcleo de la fibra que recibe dicha luz y será más sensible a la angularidad y al espacio entre conectores, de modo que la transmisión de una fibra de AN mayor hacia una de AN menor registrará una pérdida óptica mayor que la que se registraría en la dirección opuesta. Asimismo, la luz que proviene de una fibra con un núcleo mayor registrará una pérdida óptica alta al acoplarse en una fibra de diámetro más pequeño y, a la inversa, cuando una fibra de diámetro pequeño se acopla en una de diámetro grande se obtiene una pérdida óptica mínima ya que la luz es mucho menos sensible a la distancia entre los extremos de las fibras o a la desviación lateral.

Estas alineaciones incorrectas de las fibras ocurren por dos motivos: la necesidad ocasional de interconectar dos fibras distintas y las diferencias en la fabricación de fibras de las mismas dimensiones nominales. Las diferencias en la fabricación son de solo algunos micrones y contribuyen a que se generen solo pequeñas cantidades de pérdida óptica, pero la pérdida causada por las alineaciones incorrectas será direccional y provocará una pérdida óptica mayor al transmitirse de los núcleos más grandes de las fibras a otros más pequeños.

Dado que existen varios tipos de fibras monomodo y dos tipos de fibras multimodo (50/125 y 62.5/125) que se utilizan comúnmente en la actualidad, y otras dos fibras (100/140 y 85/125) que se utilizaban ocasionalmente en el pasado, es posible que algunas veces sea necesario conectar fibras distintas o utilizar fibras de un tamaño en sistemas diseñados para otros tamaños de fibra. Si conecta una fibra más pequeña a una más grande, la pérdida óptica que se produce al momento del acoplamiento será mínima, pero al conectar fibras más grandes a las más pequeñas provocará una pérdida óptica significativa en la unión.

En general, la pérdida óptica habitual de los conectores de fibras monomodo o multimodo, pulidos en fábrica por medio de técnicas de pegado o pulido, es menor a 0.3 dB. Muy pocos instaladores afrontan la terminación en campo de la fibra monomodo, en general, fusionan el cable de fibra conectorizado (*pigtail*) de fábrica a las fibras, ya que no es tan sencillo pulir el conector de fibra monomodo al realizar la terminación en campo, especialmente en términos de reflectancia. Las terminaciones en campo de la fibra multimodo son habituales, ya que los instaladores con experiencia pueden obtener resultados comparables a las terminaciones realizadas en fábrica con técnicas de pegado o pulido. La terminación en campo de los conectores prepulidos o de empalme, realizada con una cortadora de precisión (las que se fabrican para las fusionadoras), pueden producir resultados razonables cerca de los 0.5 dB, mientras que una cortadora común y corriente suele generar una pérdida óptica del rango de los 0.75 dB. Muy pocos estándares de la industria establecen límites al nivel de pérdida óptica del conector, pero el estándar TIA 568 requiere que la pérdida óptica en la conexión sea menor a 0.75 dB y la pérdida óptica en el empalme a 0.3 dB. Son cifras elevadas de pérdida pero que permitirán la utilización de conectores prepulidos o de empalme y de la mayoría de los empalmes mecánicos.

Reflectancia

La reflectancia o la pérdida de retorno óptica del conector (también llamada “reflexión de retorno”) es la cantidad de luz que se refleja en la fibra hacia la fuente emisora de luz como consecuencia de los reflejos de luz fuera de la interfaz de la superficie pulida del extremo del conector y del aire. Se la llama reflexión de Fresnel y está causada por la luz que se transmite y sufre los cambios en el índice de refracción en la interfaz entre la fibra ($n=1.5$) y el aire ($n=1$). La reflectancia es el problema principal con los conectores, pero también puede afectar a los empalmes mecánicos que contienen un gel igualador de índice para evitarla.

La reflectancia es un componente de la pérdida por conexión, y representa una pérdida de 0.3 dB para conectores que no tienen contacto o que tienen espacio entre ellos, en el caso en que dos fibras no se toquen. Reducir al máximo la reflectancia es necesario para obtener el máximo rendimiento de los sistemas de fibras monomodo de velocidad de transmisión de bits alta basados en láseres y, en especial, de las señales de amplitud modulada de televisión por cable. En los sistemas de fibras multimodo, los reflejos no son un problema pero pueden contribuir al ruido de fondo en la fibra.

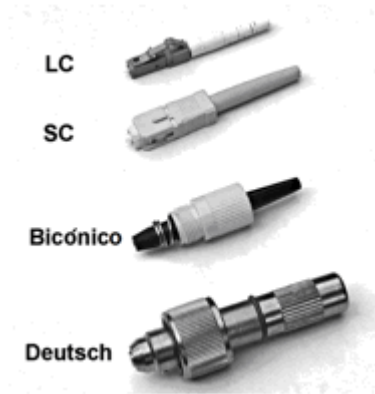
Como la reflectancia suele ser un problema en los sistemas de fibras monomodo, los fabricantes se concentraron en resolver el problema de los componentes de este tipo de fibra; sin embargo, los conectores de las fibras multimodo también se ven beneficiados ya que la reducción de la reflectancia implica también una reducción de la pérdida óptica. Se utilizaron varias estrategias para reducir la reflectancia, principalmente por medio de un pulido en forma convexa del contacto físico (PC) en el extremo de la férula del conector, que reduce la reflexión de Fresnel. La técnica implica pulir la superficie del extremo de la fibra para lograr una superficie convexa o, aún mejor, realizar un pulido en forma de ángulo suave (contacto físico angulado o APC) para prevenir la reflectancia.

Conectores

Tipos de conectores de fibra óptica

Desde que la tecnología de fibra óptica fue introducida a fines de los años setenta, se han desarrollado numerosos tipos de conectores, probablemente más de 100 tipos. Cada diseño nuevo intentaba ofrecer un mejor desempeño (menos pérdida de luz y de reflectancia) y terminaciones más simples, rápidas y/o más económicas.

Por supuesto, el mercado es el que con el tiempo determina cuáles son los conectores eficaces, aunque se ha intentado en varias oportunidades estandarizar los conectores. Algunos son únicos para ciertos sistemas o redes, por ejemplo, la FDDI (interfaz de datos distribuida por fibra) la primera red de área local LAN, y el ESCON, la interfaz para conectar los servidores centrales (*mainframe*) de IBM a periféricos, necesitaban conectores especiales. La norma TIA 568 originalmente determinaba que los conectores SC eran los estándar, pero luego cuando los usuarios comenzaron a utilizar más los conectores ST que los SC y una nueva generación de conectores más pequeños fue introducida, la norma TIA-568B fue modificada y estableció que se aceptaba cualquier conector que fuese respaldado por las normas de FOCIS.



Los cuatro conectores que se observan aquí muestran cómo han evolucionado los conectores de fibra óptica. El de más abajo es un conector Deutsch 1000, el primer conector de fibra óptica disponible comercialmente. En realidad era un empalme mecánico, que sujetaba las fibras dentro con una pequeña tuerca que las ajustaba. La pieza que forma la nariz tenía un resorte, que permitía exponer la fibra para cortarla y unirla, con unos lentes de plástico en un adaptador de acoplamiento. El adaptador de acoplamiento también tenía un fluido igualador de índices para reducir las pérdidas, pero este ocasionaba un problema con la suciedad.

El conector bicónico de AT&T fue desarrollado por los laboratorios *Bell Labs* a mediados de los años setenta. La férula cónica era moldeada a partir de un plástico relleno con vidrio. Los primeros bicónicos tenían férulas moldeadas dentro de la fibra, hasta que desarrollaron un fragmento de 125 micrones (0.0127 cm) exactamente en el centro. Cuando los bicónicos fueron adaptados para las fibras monomodo, las férulas eran unidas con una máquina rectificadora especial para que estuvieran en el centro de la fibra.

El conector SC, que fue introducido a mediados de los ochenta, utilizaba una nueva invención, la férula cerámica moldeada, que revolucionó la terminación de la fibra óptica. La cerámica era un material ideal para las férulas. Se hacían de forma económica mediante el moldeo, mucho más económica que, por ejemplo, el mecanizado de metal. Era extremadamente estable a la temperatura, tenía características similares de expansión al vidrio, lo que evitaba el "pistoneo" cuando la férula se despegaba, un problema que tenían las férulas de metal o de plástico. Su dureza era similar al vidrio, lo que hacía que su pulido fuese mucho más fácil. Además, se adhería fácilmente a las fibras utilizando adhesivos epóxicos o anaeróbicos. En la actualidad, casi todos los conectores utilizan férulas de cerámica, usualmente de 2.5 mm de diámetro (conectores SC, ST, FC) o de 1.25 mm de diámetro (conectores LC, MU).

El conector LC fue introducido a finales de los años noventa para reducir el tamaño de los conectores de alta densidad en los paneles de conexión u otros equipos. Éste utiliza una férula más pequeña, de 1.25 mm de diámetro. Los conectores LC son los que se utilizan para las redes de telecomunicaciones y de datos de alta velocidad (de más de 1 Gb/s).



A pesar de que a través de la historia de la fibra óptica se han desarrollado más de cien tipos de conectores, solamente los tres conectores que se muestran aquí, los SC, LC y ST son los conectores de fibra que más se utilizan hoy en día.

El conector ST (marca registrada de AT&T) fue uno de los primeros conectores que utilizaron férulas cerámicas y todavía uno de los conectores más populares para las redes multimodo, mayormente para edificios y campus. Tiene una montura de bayoneta y una férula larga y cilíndrica para sostener la fibra. La mayoría de las férulas son de cerámica, pero hay algunas de metal o de plástico. Como tienen un resorte, debe asegurarse de que se inserten correctamente. Si tiene pérdidas altas, vuelva a conectarlos para ver si hay alguna diferencia.

El conector SC es un conector *snap-in* muy utilizado en los sistemas monomodo por su excelente desempeño y en los sistemas multimodo porque fue el primer conector elegido como estándar por la norma TIA-568 (ahora se acepta cualquier conector aprobado por las normas FOCIS). Es un conector *snap-in* que se ajusta con un mecanismo simple de *push-pull* (que previene la desconexión accidental). También está disponible en una configuración dúplex.

El LC es un conector relativamente nuevo que utiliza una férula de 1.25 mm, la mitad del tamaño del ST. Se utiliza generalmente en formato dúplex. Es un conector estándar de férula cerámica, que puede colocarse con cualquier adhesivo. Dado que tiene un buen desempeño, es el conector más preferido para monomodo y es el elegido para los *transceivers* multimodo para velocidades gigabit o mayores, incluso para Ethernet multimodo y canales de fibra.

Puede ver otros tipos de conectores para fibra óptica en la fuente de referencia de temas de tecnología de la FOA (*FOA Tech Topics*), en el sitio web de la FOA.

Los conectores más populares

El conector **ST** sigue siendo uno de los conectores multimodo más populares, debido a que es económico y fácil de instalar. El conector SC estaba designado como estándar por la antigua norma EIA/TIA 568A, pero al principio, su elevado costo y la dificultad para su instalación (hasta hace poco) disminuyó su popularidad en instalaciones de planta interna. De todas formas, los conectores SC nuevos son mucho mejores, en lo que respecta a costo y facilidad de instalación, por lo que ha aumentado su uso.

Pero ahora los conectores LC están compitiendo con los SC, ya que los primeros son los conectores que se utilizan para los *transceivers* de los sistemas que operan a velocidad gigabit, debido a su tamaño pequeño y su alto rendimiento.

Las redes monomodo han utilizado conectores FC o SC en la misma proporción que se utilizaron los conectores ST y SC en las instalaciones multimodo. También se utilizan algunos conectores D4. Pero los LC se han vuelto los más populares, como ya se expresó, por su rendimiento y pequeño tamaño.

Ahora, la norma EIA/TIA 568 permite cualquier conector de fibra óptica, mientras que esté respaldado por las FOCIS. Esto abrió camino para el desarrollo de nuevos conectores, que denominamos "conector compacto SFF", que incluye el LC de AT&T LC, el MT-RJ, el Opti-Jack de Panduit, el Volition de 3M, el E2000/LX-5 y el conector MU. El conector LC fue el que ha tenido mayor éxito dentro de los Estados Unidos.

Conectores de fibra óptica para aplicaciones especiales



Hay varios tipos especiales de conectores de fibra óptica disponibles, tales como los conectores MTP multifibra que se utilizan en cableados prefabricados, para conexiones militares, para conexiones submarinas o para aeronaves, los conectores para fibra óptica de plástico (POF), etc. La mayoría han sido diseñados para aplicaciones específicas y requieren rigurosas pruebas de certificación. Algunos conectores, como los Mil-C-38999, son conectores para cables de cobre, adaptados para sostener férulas de fibra óptica. Muchos de estos conectores requieren tipos de cables especiales así como procesos de terminación, limpieza, manipulación y prueba también especiales. Consulte las instrucciones del fabricante cuando esté manipulando este tipo de conectores.

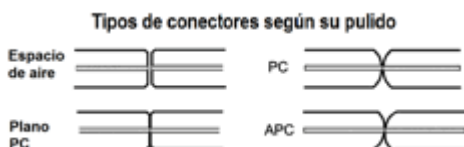
Fabricación de los conectores

La mayoría de los conectores disponibles hoy en día utilizan férulas cerámicas para sostener y alinear las fibras. La cerámica se utiliza debido a que se adhiere bien al vidrio, es fácil de pulir y tiene una baja dilatación térmica, como la fibra de vidrio. El extremo de la férula cerámica se pega o crimpa al cuerpo del conector. La parte de atrás del conector tiene una forma adecuada para que se pueda introducir un manguito de compresión, que se utiliza con los cables simplex con cubierta para crimpar los elementos de resistencia de aramida al cuerpo del conector, lo que brinda resistencia mecánica a la terminación del cable.



Formas y tipos de pulido de la férula del conector

Los conectores de fibra óptica pueden tener distintas formas de férulas o terminaciones, normalmente denominadas terminación o tipos de pulido. Los primeros conectores, que no tenían férulas con ranuras y podían rotar en los adaptadores de conexión, siempre tenían un espacio de aire entre los conectores para evitar que rotaran y provocaran rayones en el final de las fibras. Los extremos de las férulas se pulían en superficies planas y resistentes.



Los primeros conectores ST y FC con férulas con ranuras estaban diseñados para unirse completamente, lo que ahora llamamos conectores de tipo "contacto físico" (PC). Estos primeros

conectores todavía tenían el extremo plano pulido. Al reducir el espacio de aire se reducía la pérdida y la reflexión (lo que es muy importante para los sistemas monomodo basados en láser), ya que tiene una pérdida de alrededor del 5% (equivalente a 0.25 dB) en cada espacio de aire y la luz vuelve reflejada a la fibra. Mientras que los conectores con espacio de aire normalmente tenían pérdidas de 0.5 dB o más y una reflexión de -20 dB, los conectores PC tienen menos pérdidas, de 0.3 dB y una reflexión menor, de -30 a -40 dB. Los conectores PC deben ser pulidos en una superficie plana con una almohadilla suave para permitir un pulido convexo.

Poco después se determinó que al pulir las férulas de una forma convexa producía una mejor conexión. La férula convexa garantizaba que las fibras del núcleo estuviesen en contacto. Las pérdidas eran de menos de 0.3dB y la reflectancia de -40 dB o incluso mejor.

La solución definitiva para los sistemas monomodo extremadamente sensibles a las reflexiones, como la televisión por cable (CATV) o las redes de telecomunicaciones con una tasa de bits alta, fue la de realizar ángulos de 8 grados en el extremo de la férula para crear lo que denominamos un conector APC o conector PC angulado. Luego, cualquier luz reflejada está en un ángulo que se absorbe en el revestimiento (*cladding*) de la fibra, lo que resulta en una reflectancia menor a -60 dB.

Código de colores de los conectores:

Desde el principio, los colores **naranja**, **negro** o **gris** eran para la fibra multimodo y el **amarillo** para la fibra monomodo. Sin embargo, con la llegada de los conectores metálicos como el FC y el ST, la asignación de códigos de colores fuese difícil, por eso comúnmente se utilizan botas protectoras de colores en las fibras o en el cable para identificar los conectores. Algunas veces no se conoce el color del conector, por lo que el usuario debe identificar el tipo de fibra por el cable.

Según el código de colores de la norma TIA 568, los cuerpos y/o botas protectoras de los conectores deben ser de color beige para la fibra multimodo, con excepción de la fibra optimizada para láser, para la que se utiliza el color turquesa (aguamarina), **azul** para las fibras monomodo y **verde** para los conectores APC (angulados).

Proceso de terminación

En general, los conectores multimodo se instalan en campo luego de su tendido, mientras que los conectores monomodo se instalan normalmente luego de empalmar en la fibra un cable de fibra conectorizado (*pigtail*) de fabricación industrial. Las terminaciones de fibra monomodo son menos tolerantes que las multimodo y los procesos de pulido son más importantes, es por ello que es mejor realizar las terminaciones monomodo en una fábrica utilizando máquinas de pulido (correctamente). En el caso de redes de datos de velocidad reducida, pueden instalarse los conectores monomodo en campo, pero no se logran pérdidas menores a 1 dB y la reflectancia puede ser un problema.

Los conectores pueden instalarse directamente en la mayoría de los tipos de cables, incluso en los cables simplex de estructura ajustada, cables duplex (*zipcord*) y cables “*breakout*”, en los que los elementos de resistencia de aramida están crimpados o pegados al cuerpo del conector para crear un conector resistente. Los conectores pueden unirse a las fibras de 900 micrones de estructura ajustada con en los cables de distribución, pero la terminación no es tan resistente como la de los cables con chaqueta, por lo que deben ser instalados en paneles de conexión o cajas para su protección. La terminación de las fibras de 250 micrones de estructura ajustada en cables de estructura holgada puede ser complicada, salvo que tengan un refuerzo denominado kit para proteger la terminación de la fibra (*breakout kit*) o kits de bifurcación (*furcation kits*), donde cada fibra está vestida por un tubo de plástico más grande. En general, la terminación de la fibra de tipo holgada y de los cables tipo cinta (*ribbon*) se hace con un cable de fibra óptica conectorizado (*pigtail*).

Los cables pueden tenderse con los conectores ya instalados si y solo si usted puede hacer frente a dos cuestiones. En primer lugar, el largo del cable debe ser exacto. Si es muy corto, deberá tender otro cable más largo (no es rentable realizar empalmes). Si es muy largo, usted habrá desperdiciado dinero y tendrá que almacenar el cable sobrante. En segundo lugar, los conectores deben estar protegidos. Algunos fabricantes de cables y de conectores ofrecen cubiertas protectoras para los conectores, pero de todas formas debe ser muy cuidadoso al tender los cables. Debería considerar colocar las terminaciones en un extremo y tirar del otro extremo sin terminaciones para no poner en riesgo a los conectores. Ahora hay una tendencia en aumento: instalar sistemas previamente terminados con el conector multifibra MTP 12; es un conector muy pequeño, no mucho más grande que un conector ST o SC, pero termina hasta 12 fibras. Los fabricantes venden los cables multifibra que ya tienen instalados los conectores MTP que se conectan a los paneles de conexiones previamente terminados con conectores ST o SC.

Terminaciones para fibra multimodo

Para las fibras multimodo hay varios tipos de terminaciones disponibles. Cada versión tiene sus ventajas y sus desventajas, por lo que aprender más sobre cómo trabaja cada una lo ayudará a decidir cuál utilizar.

Terminaciones para fibra monomodo

La fibra monomodo requiere conectores y técnicas de pulido diferentes, que se realizan mejor dentro de una fábrica. Como consecuencia, la terminación de la fibra monomodo se realiza conectándola con un cable de fibra conectorizado (*pigtail*) ensamblado en fábrica. La terminación de la fibra monomodo requiere conectores especiales, con mucha más tolerancia en la férula, en especial la ranura para sostener la fibra. Para pulirlo se requiere un papel de lija granulado especial con partículas de diamantes, debe realizarse sobre una almohadilla plana con una mezcla para pulir para así lograr una reflectancia baja. Si usted sabe cómo hacerlo, puede colocar los conectores monomodo en campo. Pero habrá mayor pérdida y mayor reflectancia.

Terminaciones con sistema adhesivo

La mayoría de los conectores tienen resinas epóxicas u otros adhesivos para mantener la fibra dentro de la férula del conector y un pulido fino del extremo de la fibra para un acabado suave. Siga los procedimientos de terminación atentamente, ya que han sido elaborados para generar las pérdidas más bajas y las terminaciones más confiables. Utilice solamente los adhesivos especificados, ya que la unión de la fibra a la férula es vital para lograr menores pérdidas y un rendimiento a largo plazo. Hemos visto gente utilizando adhesivos epóxicos de ferreterías, cianoacrilato, entre otros, pero luego se arrepintieron. Solo pueden utilizarse aquellos adhesivos aprobados por los fabricantes o distribuidores de los conectores. Si el adhesivo no funciona, algo que no es tan inusual cuando las férulas de los conectores están hechas de metal, la fibra “pistonea” (sobresaliendo de la férula o retrayéndose), lo que ocasiona altas pérdidas y posibles daños al conector acoplado.

El proceso de pulido acarrea tres pasos pero solo toma un minuto: “pulir en el aire” para desgastar la fibra que sobresale, pulir la fibra sosteniéndola de forma perpendicular a la superficie de pulido, en una almohadilla suave con un disco de pulido, y luego realizar un pulido final suave.

Epóxico/Pulido

La mayoría de los conectores y casi todas las terminaciones de fabricación industrial son los simples de tipo “epóxico/pulido”, en el que se pega la fibra al conector con epóxico y se pule el extremo con un papel de lija granulado especial. Este método es el que brinda la conexión más confiable, menores pérdidas (de menos de 0.5 dB) y costos más bajos, en especial si se instalan muchos conectores. La pequeña gota de epóxico endurecida que rodea la fibra en el extremo de la férula hace que los procesos de corte y pulido sean mucho más fáciles, es prácticamente infalible. Puede dejar que el epóxico se

seque durante la noche o puede utilizar un horno de curación económico. Nunca debe utilizarse una “pistola de calor” para tratar de curar el epóxico más rápido ya que el calor de forma despareja puede no curarlo por completo o puede recalentarlo, lo que hará que jamás se cure. Tampoco utilice los hornos "Hot Melt", ya que tienen una temperatura mucho mayor y arruinarán el epóxico.

Pulido /adhesivo “Hot Melt” (de fusión en caliente)

Este es el nombre comercial de 3M para un conector que ya viene con el epóxico dentro del conector (en realidad, el pegamento seco). Debe poner el conector en un horno especial. En pocos minutos, el pegamento se derrite, entonces saca el conector, insertar la fibra pelada, lo deja enfriar y ya está listo para pulir. Es rápido y fácil, tiene poca pérdida, pero no es tan económico como el tipo epóxico, que se ha convertido en el favorito de muchos contratistas que instalan cantidades relativamente pequeñas de conectores. Recuerde que tendrá que utilizar un horno especial "Hot Melt", ya que necesita una temperatura mucho más alta que la que se utiliza para curar el epóxico.

Adhesivo anaeróbico y pulido

Estos conectores utilizan un adhesivo “anaeróbico” de secado rápido que se cura más rápido que otros tipos de adhesivos. Se utilizan varias técnicas para aplicar este adhesivo, incluso inyectándolo en el conector antes de insertar la fibra o simplemente pasando sobre la fibra el adhesivo con un paño antes de insertarla en el conector. Estos adhesivos se secan en 5 minutos si se dejan solos o en 30 segundos si se utiliza un acelerador químico.

Los conectores anaeróbicos funcionan bien si su técnica es buena, pero algunos no tienen el amplio rango de temperatura que tienen los adhesivos con epóxico. Muchos instaladores utilizan el Loctite 648, con la solución aceleradora o sin ella, ya que es más prolijo y fácil de utilizar.

El proceso de terminación



El proceso de terminación es parecido para todos los tipos de conectores adhesivo/pulido. Debe comenzar preparando el cable, pelando la chaqueta exterior y cortando los elementos de refuerzo. Luego, debe pelar la fibra con una herramienta especial que remueve el recubrimiento plástico sin dañar la fibra. Entonces debe limpiar la fibra y dejarla a un costado. Debe aplicar el adhesivo en el conector o en la fibra, y luego la fibra se inserta y se crimpa al cuerpo del conector.

Cuando el adhesivo está seco, la fibra entonces se corta cerca del extremo de la férula. El pulido incluye tres pasos: primero, realice un “pulido en el aire” para desgastar la fibra cortada cerca de la superficie de la férula. Luego, pule con dos papeles de lija de distinto gramaje sobre una almohadilla de goma utilizando un disco de pulido para mantener la fibra perpendicular a la superficie.

Observe el extremo de la férula con un microscopio para inspeccionar la fibra óptica. Lea el capítulo sobre pruebas (comprobación) para obtener más información sobre la inspección de los conectores.

Un instalador con experiencia puede colocar terminaciones en los cables multifibra en aproximadamente un minuto por fibra, utilizando el tiempo requerido para curar el adhesivo para preparar otros conectores y reducir el tiempo que le toma cada conector.

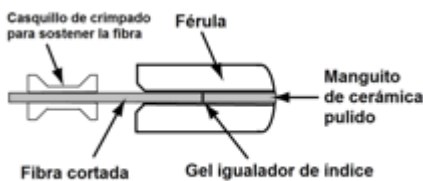
Es importante que siga los procedimientos de terminación atentamente, ya que los mismos han sido elaborados para generar las menores pérdidas y las terminaciones más confiables. Utilice solamente los adhesivos especificados, ya que la unión de la fibra a la férula es vital para lograr menores pérdidas y un rendimiento a largo plazo. Y, como todo, ¡la práctica hace al experto!

Crimpado/ Pulido

En lugar de pegar la fibra en el conector, estos conectores utilizan un casquillo de crimpado para sostener la fibra. La mayoría de los que estaban disponibles en el pasado brindaban una pérdida marginal del rendimiento, es por ello que ya no están disponibles. Puede optar por cambiar mayores pérdidas por una mayor velocidad de terminación, pero sólo son una buena opción si usted instala pocas cantidades y su cliente está de acuerdo.

De tipo prepulido (también denominado “cortar y crimpar”)

Algunos fabricantes ofrecen unos conectores que vienen con un pequeño trozo de fibra ya insertado a la férula y un empalme mecánico en el interior del conector, por lo que usted solamente debe cortar la fibra e insertarla como un empalme, un proceso que puede realizarse rápidamente. Para unir el conector, muchos conectores utilizan un empalme por fusión en lugar de un empalme mecánico.



Este método tiene aspectos buenos y malos. La fabricación es compleja, por lo que estos conectores son costosos, casi diez veces más que lo de tipo adhesivo/pulido, ya que requieren una fabricación cuidadosa. Una parte del costo extra puede compensarse con los costos menores de trabajo en su instalación. Para tener menos pérdidas, debe realizar un buen corte en la fibra en la que se está realizando la terminación, ya que el corte de la fibra es un factor importante en las pérdidas de un empalme mecánico. Se recomienda utilizar una cortadora de precisión como las que se utilizan con las fusionadoras de fibra óptica, que algunos fabricantes ofrecen como parte de los kits de terminación. Incluso si hace todo correctamente, la pérdida será ligeramente más alta, ya que tendrá la pérdida de la conexión más la pérdida por empalme en cada conector. La mejor forma de realizar la terminación es verificar la pérdida del empalme con un localizador visual de fallos y “retorcerlos” como se hace con los empalmes mecánicos.

Indicaciones para las terminaciones en campo

A continuación hay algunas cuestiones que debe recordar cuando esté instalando conectores en campo. Si sigue estos lineamientos, ahorrará tiempo, dinero y evitará una frustración.

Con cualquier cosa que realice, siempre siga detenidamente las instrucciones del fabricante sobre las terminaciones.

Elija cuidadosamente el conector y en el caso de que sea algún tipo distinto a los de epóxico o pulido, aclárelo con el cliente. Algunos clientes tienen opiniones firmes sobre los tipos o las marcas de los conectores utilizados en sus trabajos.

NUNCA lleve un tipo nuevo de conector para instalar en campo hasta que haya instalado suficientes en la oficina o en el laboratorio como para estar seguro de que puede instalarlos con éxito. Aquél no es el lugar para realizar experimentos o aprender. Uno de los factores de costo más importantes en la

instalación de conectores es su rendimiento: cuántos pasan las pruebas. El factor más importante de la terminación en campo es la experiencia del instalador.

Debe tener las herramientas correctas para el trabajo. Asegúrese de tener las herramientas adecuadas y en buenas condiciones antes de partir a realizar el trabajo. Esto incluye todas las herramientas para las terminaciones, para los cables y el equipo de comprobación, ¿sabe si los cables de prueba están en condiciones?, sin ellos las terminaciones bien hechas obtendrán mediciones satisfactorias en las pruebas. Cada vez más instaladores están adquiriendo sus propias herramientas, como los mecánicos de autos, ellos dicen que así se aseguran que las herramientas estén bien cuidadas.

El polvo y la suciedad son sus enemigos, es muy difícil colocar terminaciones o realizar empalmes en un lugar con polvo. Procure trabajar en el lugar más limpio que sea posible; utilice paños que no dejen pelusa (no utilice hisopos ni paños hechos con remeras viejas) para limpiar cada conector antes de conectarlo o probarlo; no trabaje cerca de las rejillas de la calefacción, ya que estas le soplarán polvo encima suyo continuamente; coloque cubiertas en los conectores y en los paneles de conexiones cuando no los esté utilizando; manténgalos cubiertos y limpios.

No pule excesivamente. Contrariamente a lo que todos piensan, pulir demasiado es tan malo como pulir muy poco. La férula cerámica en la mayoría de los conectores de hoy en día es mucho más fuerte que la fibra de vidrio. Al pulirla demasiado, la fibra se debilita y así obtiene una superficie de la fibra cóncava, en lugar de convexa como debería ser, aumentando las pérdidas. Unas pasadas es todo lo que se necesita.

Cambie los papeles de lija granulados regularmente. Al pulir, se acumulan residuos y suciedad en el papel de lija que, lo puede ocasionar problemas luego de pulir muchos conectores y resultar en terminaciones deficientes. Verifique las especificaciones del fabricante.

Inspeccione y pruebe; luego realice la documentación. Es muy difícil solucionar problemas cuando se desconoce el largo de los cables, a dónde se dirigen o qué resultados dieron las pruebas originalmente. Por ello, mantenga una buena documentación. Los usuarios inteligentes la necesitan y ya saben que pagarán un adicional por una buena documentación.

¿Debe realizar las terminaciones en campo?

Muchos fabricantes ofrecen sistemas de cableado prefabricado para instalaciones de planta interna y de planta externa. De hecho, la aplicación más grande de sistemas prefabricados es aquella para las instalaciones de fibra hasta el hogar (FTTH), que ahorra muchísimo tiempo de instalación y costos. Para utilizar sistemas prefabricados se necesita saber exactamente donde se tenderá el cable, así puede especificarse el largo de los cables. Mediante el uso de sistemas CAD (de diseño asistido por computadora) y gráficos de diseño, se diseña el cableado completo según las especificaciones del cliente y se arma en la fábrica utilizando componentes estándar. Los antiguos sistemas prefabricados (algunos todavía están disponibles) eran solamente cables con las terminaciones colocadas, con conectores ST o SC estándar, protegidos con una bota plástica con un lazo de arrastre enganchado a los elementos de refuerzo de la fibra. El cable se colocaba con la bota en el lugar y luego esta se removía para conectar el cable en los paneles de conexiones.

Hoy en día es más común utilizar cables de red troncal (*backbone*) con pequeños conectores para multifibra MTP que se tiran de un cuarto al otro y se conectan a módulos de racks que en la parte trasera tienen conectores MTP y en el frente conectores monomodo; y como en todo, esto tiene su compensación, los conectores ensamblados en fábrica en general tienen menos pérdidas que las terminaciones en campo, pero los conectores MTP, incluso aquellos ensamblados en fábrica, no son de baja pérdida, por lo que la pérdida total puede ser mayor a la de los sistemas terminados en campo. Los costos también tienen su compensación, ya que los sistemas prefabricados son más costosos pero

el tiempo de instalación es mucho menor. En los edificios nuevos, los sistemas prefabricados son una buena idea, pero deben considerarse todos los aspectos antes de tomar una decisión.

Manipulación y protección de las terminaciones

A pesar de que los conectores están diseñados para ser lo suficientemente resistentes para ser manipulados y los cables recubiertos son bastante resistentes, los conectores necesitan algo de protección. Como los cables multifibra tienen muchas terminaciones por donde puede accederse a las fibras para realizar pruebas o cambiar configuraciones, los puntos de interconexión requieren la manipulación de las terminaciones, lo que incluye identificar cada conector/terminación.

Las conexiones pueden realizarse en diferentes tipos de equipos, como racks de paneles de conexiones o cajas de terminación. Los equipos adecuados deben elegirse de acuerdo a la instalación. Estos se verán en detalle en el capítulo de instalación.

Empalmes

Los empalmes crean una unión permanente entre dos fibras, por lo que su uso está limitado a aquellos lugares donde no se espera que los cables estén disponibles para realizar mantenimientos en el futuro. La aplicación más común del empalme es para la concatenación (la unión) de los cables en las conexiones largas de cable en plantas externas donde la longitud del tendido requiere más de un cable. El empalme puede utilizarse para combinar diferentes tipos de cables, como conectar un cable de 48 fibras a seis cables de 8 fibras que van a diferentes lugares. Los empalmes generalmente también se utilizan para colocar las terminaciones de las fibras monomodo con cables conectorizados (*pigtails*) en cada fibra, y por supuesto, los empalmes se utilizan para las restauraciones de las instalaciones en plantas externas.

Hay dos tipos de empalmes: por fusión y mecánicos. El empalme por fusión es el más utilizado ya que es el que brinda las pérdidas más bajas y la menor reflectancia, como también brinda la unión más fuerte y más confiable. Prácticamente todos los empalmes de fibra monomodo son por fusión. El empalme mecánico se utiliza para restauraciones temporarias y empalmes de fibras multimodo. En la foto que sigue a continuación, hay un empalme por fusión a la izquierda y el resto son diferentes tipos de empalmes mecánicos.



Empalmes por fusión

Los empalmes por fusión se hacen “soldando” dos fibras utilizando un arco eléctrico. Por cuestiones de seguridad, los empalmes por fusión no deben realizarse en espacios cerrados como alcantarillas o cualquier atmósfera que pueda ser explosiva. El equipo para realizar el empalme por fusión en general es muy voluminoso para los tendidos aéreos, por lo que los empalmes por fusión en general se realizan en un camión o tráiler equipado especialmente para ello.

Las fusionadoras por fusión para fibras monomodo son muy automatizadas, por lo que es difícil que se realice un empalme malo si se limpian y cortan las fibras adecuadamente y se siguen las indicaciones para utilizar la fusionadora de forma correcta. Los empalmes por fusión hoy en día son tan buenos que algunos empalmes pueden no ser detectados en los trazados gráficos de un OTDR. Algunas máquinas fusionadoras solamente realizan una fusión por vez, pero las fusionadoras para cintas de fibras pueden empalmar 12 fibras de una vez.

El proceso del empalme por fusión



La preparación de las fibras

El proceso de empalme por fusión es casi igual para todas las fusionadoras automáticas. El primer paso es pelar, limpiar y cortar las fibras a la que se realizará el empalme. Debe pelar el recubrimiento de la fibra para dejar al descubierto la longitud necesaria de fibra desnuda, limpiar la fibra con un paño adecuado, cortar la fibra siguiendo las indicaciones de la cortadora de precisión que está utilizando, colocar cada fibra en las guías de la fusionadora y fijarla allí.

Ejecutar el programa de empalme

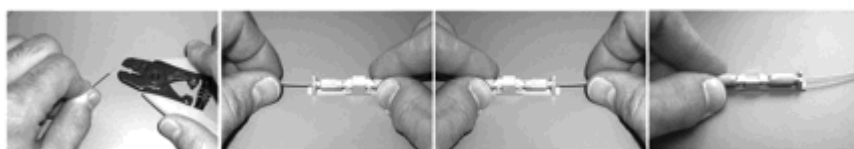
Primero elija el programa adecuado para las fibras en las que se realizará el empalme. La fusionadora mostrará las fibras mientras que se realiza el empalme en una pantalla de video. Se deberán inspeccionar los extremos de las fibras para comprobar que los cortes estén bien realizados, aquellos que no lo estén serán rechazados, y aquellas fibras deberán cortarse de nuevo; luego se colocan las fibras en posición, se prefusionan para quitar cualquier suciedad en los extremos de la fibra y para precalentar las fibras para el empalme. Las fibras se alinean utilizando el método alineación por núcleo que se utiliza en esa fusionadora, luego se fusionan por un arco automático que las calienta en un arco eléctrico y lo transmite a todas las fibras a una tasa controlada.

Cuando la fusión está terminada, la fusionadora inspeccionará el empalme y mostrará la pérdida óptica estimada del empalme, luego le indicará al operador si el empalme debe realizarse de nuevo. El operador retira las fibras de las guías y les coloca un maguito protector termocontraíble o una protección tipo mordaza.

Empalmes mecánicos

Los empalmes mecánicos se realizan con un dispositivo que alinea los extremos de las dos fibras y los mantiene unidos con un gel igualador de índice o pegamento. Hay varios tipos de empalmes mecánicos, como las pequeñas varillas de cristal o las abrazaderas de metal en forma de “v”. Las herramientas necesarias para realizar los empalmes mecánicos no son muy costosas, pero los empalmes en sí pueden ser más costosos. Muchos empalmes mecánicos se utilizan en restauraciones, pero con la práctica y utilizando una cortadora de precisión de calidad, como las que se usan para los empalmes por fusión, pueden funcionar bien con fibras monomodo y también con fibras multimodo.

El proceso del empalme mecánico



La preparación de las fibras

El proceso de empalme es casi igual para todos los tipos de empalmes mecánicos. El primer paso es pelar, limpiar y cortar las fibras a las que se realizará el empalme. Debe pelar el recubrimiento de la fibra para dejar al descubierto la longitud necesaria de fibra desnuda, limpiar la fibra con un paño adecuado, cortar la fibra siguiendo las indicaciones de la cortadora de precisión que está utilizando; si utiliza una cortadora de precisión como las que vienen con las fusionadoras logrará empalmes más consistentes y con pérdidas más bajas.

Cómo realizar el empalme mecánico

Coloque la primera fibra en el empalme mecánico. La mayoría de los empalmes están diseñados para limitar la profundidad en que se inserta la fibra mediante el largo de fibra pelada. Asegure la fibra en el lugar si las fibras están separadas; algunos empalmes aseguran ambas fibras al mismo tiempo. Repita estos pasos para la segunda fibra.

Puede optimizar con un localizador visual de fallos, que es una fuente láser de comprobación, las pérdidas de un empalme mecánico si los extremos de fibra a empalmarse se pueden ver. Retire suavemente una de las fibras, rótelas levemente y vuélvala a insertar hasta que la luz visible sea mínima, lo que indica la menor pérdida.

Cómo realizar buenos empalmes

Para lograr constantemente empalmes con bajas pérdidas se necesita una técnica adecuada y un mantenimiento del equipo en buenas condiciones. Por supuesto, la limpieza es una cuestión importante. Las peladoras de fibras deben mantenerse limpias y en buenas condiciones, y deben reemplazarse cuando están dañadas o gastadas. Las cortadoras de precisión son las más importantes, ya que el secreto de los buenos empalmes (ya sean por fusión o mecánicos) es obtener buenos cortes en ambas fibras. Mantenga las cortadoras de precisión limpias y el filo del lápiz rayador con punta de carburo alineado, y cámbielo regularmente. Debe realizar de forma adecuada los mantenimientos correspondientes de las fusionadoras y ajustar los parámetros de fusión de según las fibras que se empalmen. Para los empalmes mecánicos, es importante realizar una ligera presión en la fibra para mantener los extremos juntos mientras está asegurándolos. Si es posible, utilice un localizador visual de fallos para optimizar el empalme antes de asegurarlo.

Protección de los empalmes

Para protegerlos del entorno y del deterioro, los empalmes necesitan una funda de protección. Normalmente se los ubica en una bandeja de empalmes que luego se los coloca dentro de una caja de empalmes en las instalaciones en planta externa o dentro de un panel de conexión en las instalaciones en planta interna. Dentro de los cierres de empalmes y en cada extremo, aquellos cables que tengan blindaje o elementos de resistencia deben estar debidamente conectados a tierra.

Cómo elegir el tipo de empalme

La elección entre los empalmes por fusión o mecánicos se puede realizar según diferentes parámetros, que incluyen el rendimiento, confiabilidad y costo. Además, los instaladores pueden elegir el tipo de empalme con el que están más familiarizados o del que ya cuentan con el equipo para realizarlo.

Desde el punto de vista del rendimiento, los empalmes por fusión brindan pérdidas bajas y baja reflectancia, por lo que se los prefiere para las redes monomodo. Los empalmes por fusión pueden no funcionar bien en algunas fibras multimodo, por lo que se prefieren los empalmes mecánicos para los conectores multimodo, salvo que sea una instalación submarina o aérea, donde se prefiere la seguridad que brindan los empalmes por fusión.

Desde el punto de vista de la confiabilidad, el empalme por fusión es la mejor elección. Cuando se realiza bien y se asegura con un manguito protector, el empalme puede durar lo mismo que el cable. Algunos estudios han demostrado que los empalmes mecánicos también son duraderos, pero éstos no tienen la resistencia mecánica que tienen los empalmes por fusión.

Si el costo es un problema, la elección dependerá de la cantidad de empalmes a realizar. Los empalmes por fusión requieren equipos costosos pero realizan empalmes económicos, mientras que los empalmes mecánicos requieren equipos económicos pero el empalme en sí es más costoso. Si usted realiza muchos empalmes (por ejemplo en una gran red de telecomunicaciones o de televisión por cable, donde pueden ser miles), los empalmes por fusión serán más económicos. Si tan sólo necesita algunos empalmes o está realizando una restauración y no tiene una fusionadora de fibra óptica disponible, los empalmes mecánicos son una elección lógica.

Preguntas de revisión

Verdadero o falso

Indique si los siguientes enunciados son verdaderos o falsos.

- _____ 1. La mayoría de las terminaciones en campo de cables monomodo se realizan con empalmes por fusión con cables conectorizados (*pigtail*) de fabricación industrial.
- _____ 2. Los conectores SC y LC tienen férulas de distinto tamaño, por lo que no pueden unirse.

Ejercicio con opciones múltiples

Identifique la opción que mejor complete la frase o responda a la pregunta.

- _____ 3. ¿Cuál era el conector para planta interna que la primera versión de las normas TIA/EIA 568 recomendaba utilizar?
- A. ST
 - B. SC
 - C. LC
 - D. Cualquier conector respaldado por las normas FOCIS
- _____ 4. ¿Cuál es el conector que ahora se especifica en las últimas normas actuales 568?
- A. SC
 - B. LC
 - C. MT-RJ
 - D. Cualquier conector respaldado por las normas FOCIS
- _____ 5. Las terminaciones de fabricación industrial como las que se utilizan para hacer cables de conexión (*patchcords*), ¿qué método utilizan para unir el conector al cable?
- A. Epóxico/pulido
 - B. Adhesivo anaeróbico
 - C. Prepulido
 - D. Cualquiera de las anteriores
- _____ 6. ¿Qué se necesita para obtener bajas pérdidas en un conector prepulido?
- A. Buena técnica de pelado del cable
 - B. Una buena cortadora de precisión
 - C. Un crimpado delicado
 - D. El tipo de cable adecuado
- _____ 7. La diferencia entre un conector de fibra óptica y un empalme es que _____.
- A. los conectores son más grandes que los empalmes
 - B. los conectores son desmontables, mientras que los empalmes son permanentes
 - C. los conectores requieren adhesivos
 - D. los empalmes requieren herramientas costosas

- ___ 8. ¿Cuál de los siguientes requerimientos de rendimiento no comparten los conectores y los empalmes?
- A. bajas pérdidas
 - B. baja reflexión
 - C. repetibilidad
 - D. durabilidad luego de reiteradas uniones
- ___ 9. En el caso de los conectores monomodo, _____ es tan importante como las pérdidas bajas.
- A. la facilidad de las terminaciones en campo
 - B. la baja reflectancia
 - C. el bajo costo
 - D. la compatibilidad con muchos tipos de cable
- ___ 10. Los empalmes mecánicos y los conectores de tipo prepulido necesitan un/a buen/a _____ para tener bajas pérdidas.
- A. técnica de pulido en campo
 - B. corte en la fibra en la que se está colocando la terminación
 - C. pérdida de la fibra
 - D. diseño del cable
- ___ 11. El pulido de conectores de tipo “contacto físico” (PC por sus siglas en inglés) está diseñado para reducir _____.
- A. Las pérdidas
 - B. La reflexión
 - C. Las pérdidas y la reflexión
 - D. El tiempo de pulido

Unir

Identifique los siguientes conectores:



- ___ 12. ST
- ___ 13. SC
- ___ 14. LC
- ___ 15. MTP

