

73
29.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

COMUNICACIONES
"CONEXIONES PARA FIBRAS
OPTICAS"

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
MENDIETA GARCIA ROBERTO EDGAR

ASESOR: ING. FRANCISCO TELLITUD LOPEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

268006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Comunicaciones. " Conexiones para fibras ópticas"

que presenta el pasante: Mendieta Garcia Roberto Edgar

con número de cuenta: 8832111-4 para obtener el Título de:

Ingeniero Mecanico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 10 de Junio de 19 98

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
II	Ing. Juan Gonzales Vega	
IV	Ing. Alfonso Contreras Marquez	
I	Ing. Vicente magaña Gonzales	

PROLOGO

La aparición de las fibras ópticas en los sistemas de comunicación creó una revolución en la transmisión de datos a alta velocidad. Existen rumores acerca de la dificultad y el alto costo para la conexión de las fibras, en función de esto el presente trabajo fue diseñado para proporcionar un manual a los alumnos que realizan practicas de transmisión de datos por medio de fibras ópticas y como guía para la identificación de los conectores existentes en el mercado y sus pasos para el armado.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo constituye la obra de mucha gente que me ha apoyado en estos años de mi formación. Incontables son aquellos a los que nunca conocí, pero cuya sabiduría quedo en los libros que lei.

Otro grupo igualmente importante lo constituyen los profesores que compartieron su conocimiento y experiencias.

El apoyo moral se lo debo a mis padres Juan Manuel y María y les agradezco todo lo que han hecho por mi.

A mi hermano Juan Manuel le agradezco que sea un estímulo y ejemplo, y de la misma forma espero serlo para mi hermana Nancy.

INTRODUCCION

En la actualidad la eficiencia de las institución se debe a la velocidad con la que manejan datos, para eso es necesario vias de comunicación que ofrezcan las características de velocidad, ancho de banda, costo y facilidad de instalación.

Las tecnologías interactivas están creando un nuevo estilo de vida, por ejemplo los llamados cibermatas de la generación bit veneran los objetos multimedia, bucean en las redes de comunicación, teletrabajan a distancia y se entretienen con las ofertas de la realidad virtual.

El avance mas significativo en el desarrollo de las comunicaciones fue en los sistemas digitales, el Láser y la Fibra Optica, ya que de sus características de capacidad se tiene una enorme ventaja en la transmisión, menor ruido, ancho de banda amplio, inmunidad a las interferencias electromagnéticas, etc.

Cuando uno conecta su equipo informático a la línea telefónica por medio de un módem, sabe que entra a un nuevo medio de comunicación con una audiencia teórica de 15 millones de personas, el número de individuos que pueden compartir en ese momento la misma red informática.

Para satisfacer la demanda de comunicación se necesitan de vias por las cuales se transporte la información sin interferencias y a bajo costo.

En el pasado los generadores a lo largo de cables transatlánticos de fibra convertían de regreso las señales ópticas en señales eléctricas las limpiaban y entonces las reconvertían en óptica en la siguiente etapa del viaje. Hoy los generadores están pasados de moda; nuevos amplificadores basados en láser mantienen la señal siempre cerca de la zona de la luz infrarroja.

Lo que realmente hay que hacer es darle velocidad a internet donde la fibra óptica es la espina dorsal. Conjuntamente con el láser se provee de potencia para cientos de llamadas telefónicas, a través de hebras de sílice del diámetro de un cabello.

INDICE

TEMA	PAGINA
Capitulo 1	
Antecedentes históricos	1
Ventajas de las fibras ópticas	2
Desventajas de las fibras ópticas	2
Capitulo 2	
Antecedentes teóricos	
Índice de refracción n	3
Propagación de la luz	3
Estructura de una fibra óptica	6
Tipos de fibras	7
Apertura numérica	7
Principio de operación	9
Fibra multimodo	9
Fibra monomodo	12
Atenuación	13
Dispersión	15
Distancia y ancho de banda en las fibras ópticas	15
Cables ópticos	16
Capitulo 3	
Típos de conectores	18
Conector SMA ()	20
Conector ST	24
Conector Bicónico	25
Conector FC	27

Conector FC / APC	28
Conector FC / PC	29
Conector SC	30
Conector Dúplex FDDI	32
Conector LSA DIN-47.256-T5	35
Conector HMS 10 / HP	36
Capitulo 4	
Ensamble de conectores	39
Preparación del extremo de la fibra	39
Pegado de la fibra	39
Corte y pulido de la fibra	39
Procedimiento de ensamble para conectores AMP Optímale	
FSMA-I y II (SMA-905 y SMA-906) de fibra óptica.	41
Proceso de ensamble	
Preparación de fibras	42
Terminación de las fibras	43
Ondulación	44
Pulido de la fibra	45
Dimensión de la abrazadera de pulido	47
Capitulo 5	
Empalmes	49
Proceso de empalme por fusión	50
Labores previas al empalme por fusión	50
Guiado de los cables de fibra óptica	51
Preparación de los módulos de empalme	51
Preparación y montaje de manguitos de empalme y	
alternativamente repartidores ópticos	52

Labores previas al empalme por fusión	
Limpieza de la fibra	52
Desnudado de la fibra	52
Corte de la fibra óptica	53
Proceso de fusión	54
Empalme mecánico de fibras	55
Capítulo 6	
Métodos de prueba y corrección de errores	57
Medición manual de atenuación	58
A) Método de pérdidas por inserción	58
Medición en el extremo cercano	58
Medición en el extremo lejano	59
B) Método de corte regresivo	59
Medición en el extremo lejano	60
Medición en el extremo cercano	60
Medición de atenuación por medio de reflectometría	60
Reflectómetro óptico	60
Conclusiones	63
Índice de figuras	64
Índice de tablas	67
Bibliografía	68
Catálogos	69

CAPITULO 1

ANTECEDENTES HISTORICOS

Jonh Tyndall (1829-1893) Demostró que la luz puede conducirse en el interior de una cascada de agua y se mantenía en su interior hasta exceder un ángulo crítico probando con eso el principio de reflexión total, que es la base de las guías de luz.

En 1960 con el descubrimiento del LASER se consiguió. una fuente de luz coherente en donde las partículas no toman trayectorias independientes sino que actúan cooperativamente siendo en extremo monocromática, altamente direccional y enfocable a un punto cuyas dimensiones son del orden de magnitud de una longitud de onda.

La atenuación depende del tipo de fibra de que se trate. En general, las atenuaciones alcanzadas en los últimos años ha llegado 0.1 dB/km, siendo el promedio de 1 dB/km.

VENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA

Superior al cable de cobre como el cable coaxial, el par trenzado y la guía de ondas, la fibra óptica tiene las siguientes ventajas:

- NO PUEDE SER INTERFERIDA SIN QUE SEA DETECTADA
- AMPLIO ANCHO DE BANDA
- ES TOTALMENTE DIELECTRICO
- CAPACIDAD DE MULTIPLEX AMPLIO
- MENOR TAMAÑO Y MENOR PESO
- MENOR COSTO POR SER DE VIDRIO
- MAYOR DISTANCIA ENTRE REPETIDORES
- EN GENERAL MENOR COSTO POR CANTIDAD DE INFORMACION

DESVENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA

Existen pocas desventajas la mayoría relacionada con la inversión inicial.

- PUEDE RESULTAR MAS COSTOSO SI SUS CARACTERISTICAS NO SON DEBIDAMENTE PLANEADAS.
- DIFICULTAD EN EL ACOPLAMIENTO DEBIDO AL TAMAÑO.
- FUENTES LUMINOSAS DE VIDA LIMITADA. (LASER)
- EQUIPO Y PERSONAL CAPACITADO PARA SU MANEJO E INSTALACION.
- ES DIRECCIONAL (ENLACE PUNTO A PUNTO).

CAPITULO 2

ANTECEDENTES TEORICOS

INDICE DE REFRACCION n

Cuando un tren de ondas luminosas pasa oblicuamente de un medio que cierta densidad a otro con densidad distinta, las ondas cambian de dirección, esta es la refracción, es decir, es la desviación que sufre un rayo luminoso al pasar de un medio a otro de distinta densidad.

Experimentalmente se puede medir la velocidad de propagación de la luz en el vacío C que es aproximadamente 3×10^8 y es mas baja en cualquier otro medio, el cociente nos da el índice de refracción y la variación es insignificante con respecto a la temperatura.

PROPAGACION DE LA LUZ

Para describir los mecanismos de propagación de la luz a través de una fibra óptica se utilizara la óptica geométrica, en donde se considera a la luz como un conjunto de rayos angostos en lugar de analizar su naturaleza ondulatoria.

Un rayo que incide en la frontera de dos medios con diferentes índices de refracción es reflejado con el mismo ángulo con el que incidió.

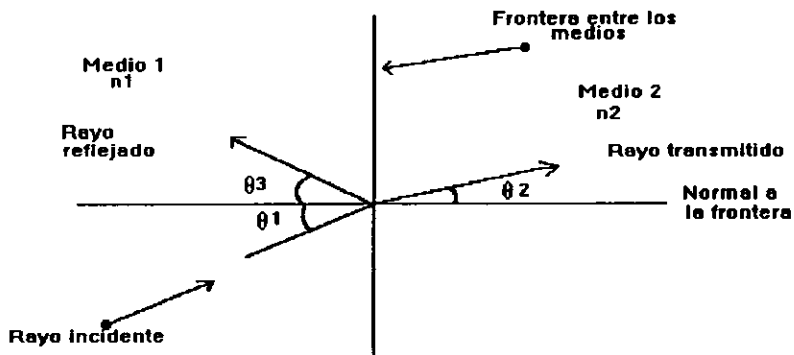


FIG 1 Representación de la reflexión y transmisión de un rayo al incidir en la frontera de dos medios

Si parte de la potencia del rayo incidente es transmitido al otro medio, la dirección del rayo transmitido ésta determinado por la ley de Snell. Esta es una relación trigonométrica que nos

permite evaluar el ángulo de entrada adecuado, en función de los índices de refracción para lograr la refracción total interna del rayo de luz.

$$n_2 \text{ sen } \theta_2 = n_1 \text{ sen } \theta_1 \quad (1)$$

donde: θ_2 es el ángulo de transmisión

De la ec (1) se deduce que Si $n_1 < n_2$

entonces $\theta_2 < \theta_1$ (2)

Si $n_1 < n_2$ $\theta_1 < \theta_2$ (3)

Esto implica que si un rayo viaja de un medio menos denso a otro más denso ($n_1 < n_2$), el rayo viaja con un ángulo menor con respecto a la perpendicular de la frontera. En el caso contrario cuando un rayo viaja de un medio denso a otro menos denso el rayo viaja con un ángulo mayor con respecto a la perpendicular de la frontera.

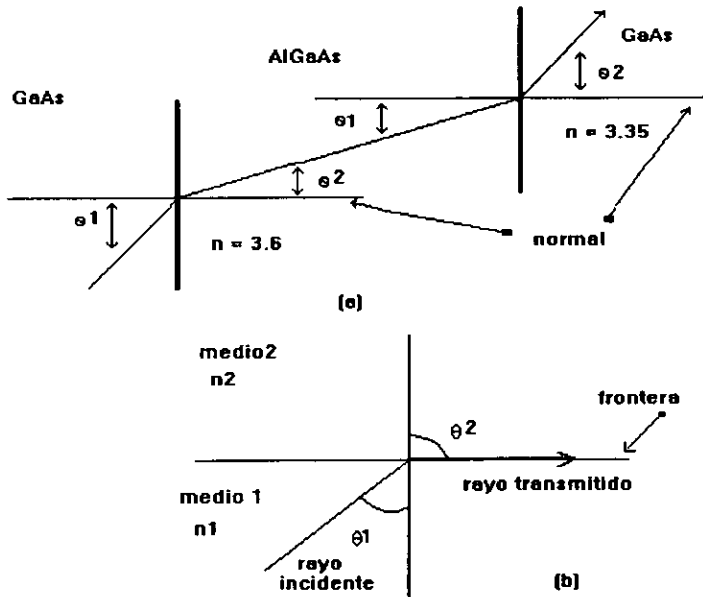


fig. 2 (a) Inclinación que sufre un rayo de un medio a otro. (b) ángulo crítico

Si $n_1 < n_2$, existe un cierto ángulo de incidencia, con el cual, el rayo transmitido viaja a lo largo de la frontera.

$$n_1 \text{ sen } \theta = n_2 \quad (4)$$

Para el caso de que un rayo viaje de AlGaAs se tiene.

$$3.6 \text{ sen } \theta_1 = 3.35$$

$$\theta_1 = 68.52^\circ$$

Para el caso de un rayo que viaja del vidrio ($n = 1.5$) al aire ($n = 1$) se tiene

$$1.5 \text{ sen } \theta_1 = 1$$

$$\theta_1 = 41.8^\circ$$

Al ángulo de incidencia (θ) bajo el cual se cumple la condición representada en la figura se le denomina ángulo crítico. fig. 2 (b)

$$\text{Sen } \theta_c = n_2 / n_1 \quad (5)$$

Si se cumple esta condición se tiene que ninguna fracción de la potencia del rayo incidente llega al medio 2.

Si el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico el rayo totalmente se reflejará y no habrá rayo transmitido ó difractado.

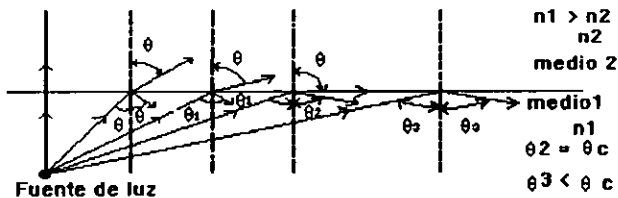


fig. 3 Representación gráfica de transición ente reflexión total y parcial.

Si se cumple la condición de que el ángulo de incidencia es mayor al ángulo crítico, toda la energía del rayo incidente se refleja al medio 1 y si este medio tiene la forma de una banda, entonces se tendrá la propagación del rayo de luz a lo largo de esta banda.

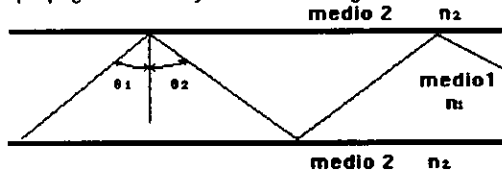


fig. 4 Ilustración simplificada de la propagación de la luz a lo largo de una banda

$$n_1 > n_2$$

$$\theta_1 > \theta_2$$

$$\theta_1 = \theta_2$$

El comportamiento de la propagación de la luz se puede obtener, en un material con índice de refracción n_1 rodeado con otro material con índice de refracción n_2 . Si estos materiales tienen una geometría cilíndrica, donde el material con n_1 tiene un diámetro menor al del material con n_2 .

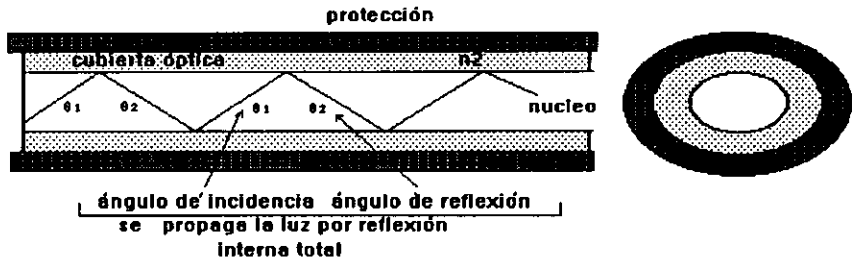


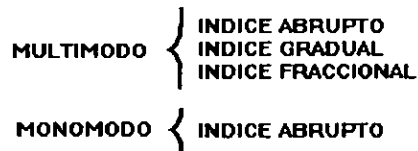
fig. 5 Estructura de una fibra óptica

ESTRUCTURA DE UNA FIBRA OPTICA

La luz viaja en el núcleo de la fibra óptica reflejándose en la cubierta óptica. La protección esta formada por plástico duro. Si el núcleo tiene un índice de refracción n_1 constante en toda la sección transversal y la cubierta óptica un índice de refracción n_2 , donde $n_1 > n_2$, se dice que la fibra es de índice escalonado

TIPOS DE FIBRAS OPTICAS

Existen 4 tipos de fibras ópticas :



APERTURA NUMERICA

Una característica importante de las fibras ópticas es su habilidad para transmitir luz emitida por una fuente. Cuando se acopla una fuente a una fibra se presentan dos mecanismos de pérdidas, uno de ellos está relacionado al desacoplamiento del área y el otro está relacionado con la apertura numérica.

La apertura numérica se considera como un cono de aceptación adecuada a los rayos de luz que llegan al núcleo de la fibra óptica, determinante de la cantidad de luz que puede aceptar una fibra, y en consecuencia la cantidad de potencia que puede transmitir.

El desacoplamiento del área se presenta cuando el área iluminada por la fuente es más grande con respecto al área transversal del núcleo.

Existen dos soluciones, 1) reducir la distancia entre la fuente y la fibra y 2) reducir la fuente y en particular las que el núcleo de la fibra. Cuando es inevitable que exista una cierta distancia entre la fibra y la fuente, se pueden reducir las pérdidas por desacoplamiento de área utilizando lentes.

Aunque el área iluminada sea menor que el área iluminada por el núcleo, existen otras pérdidas asociadas con el cono de emisión. Si el cono de emisión de la fuente es mayor que el cono de aceptación de la fibra, la energía del rayo que no sea contenida dentro del cono de aceptación no será acoplada a la fibra óptica. El ángulo de aceptación está relacionado con el ángulo crítico.

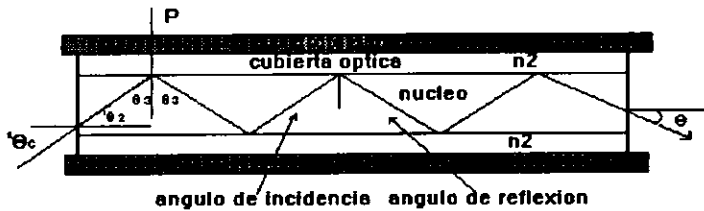


fig. 6 fenómeno de reflexión total.

La cantidad de luz que puede ser introducida dentro de la fibra óptica, es proporcional a la sección transversal del núcleo y al cuadrado de la apertura numérica y también depende de la fibra, ya sea de índice gradual o escalonado. A esto se le llama ACEPTANCIA.

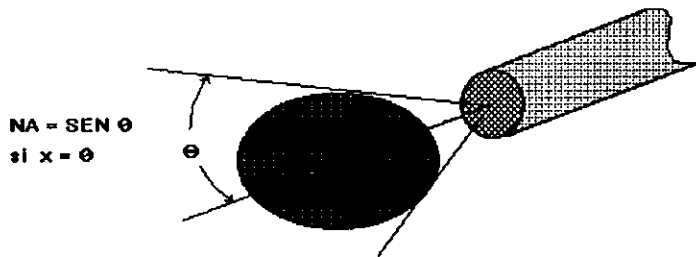


fig. 7 Representación del ángulo de aceptación de una fibra óptica.

Si la fibra es de índice gradual se tiene que la NA es igual a:

$$NA = (n_1^2 - n_2^2)^{0.5}$$

donde n_1 es el índice de refracción en el centro del núcleo.

La potencia acoplada a una fibra puede expresarse como:

$$PA = PT (1 - (\cos x)^{m-1})$$

donde: PA es la potencia acoplada a la fibra

PT es la potencia total en el núcleo

m es un parámetro definido por el patrón de radiación de las fuentes, para el LED de superficie, $m = 1$.

La apertura numérica es un parámetro que indica el ángulo de aceptación de la luz en la fibra, o simplemente la facilidad con que la fibra permite que la luz pase por ella.

La apertura numérica es un parámetro muy importante a considerar cuando se determinan pérdidas en la fibra multimodo, ya que es uno de los factores que contribuyen a incrementarla

FUENTE	FIBRA		
	Multimodo Índice abrupto Núcleo	Multimodo d= 50 uM del Núcleo	Monomodo d= 9 uM del Núcleo
LED	10%	1%	< 1%
LASER	50%	10%	10%

tabla 1 Porcentaje de acoplamientos típicos de diferentes fuentes a diferentes fibras.

Se entiende también que no toda la luz que incide en forma perpendicular sobre la superficie de entrada puede penetrar en la fibra, debido a las pérdidas de Fresnel, y corresponde a un 4% para cada superficie de transición entre aire y vidrio.

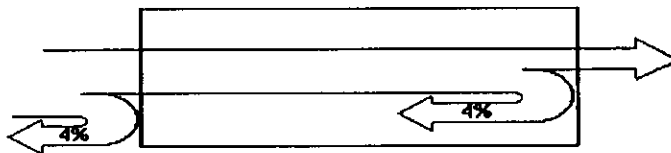


fig. 8 pérdidas de fresnell

PRINCIPIO DE OPERACION

El mecanismo de transmisión de la luz a lo largo de la fibra óptica se basa en la reflexión total interna que ocurre cuando un haz de luz emerge de un medio denso a uno menos denso.

El núcleo de la fibra óptica es la sección central donde viaja el haz de luz, la cubierta óptica ó revestimiento es la capa que cubre al núcleo se refleja el haz hacia el centro de la fibra, manteniendo la luz siempre en el núcleo.

FIBRAS MULTIMODO

Las fibras multimodo pueden ser de índice escalonado y de índice gradual.

En las fibras de índice escalonado el núcleo de estas fibras esta constituido de un índice de refracción constante, rodeado por un revestimiento. El índice del revestimiento siempre es

menor que el núcleo con el que hace frontera. Este es el caso si ocurre dispersión modal.

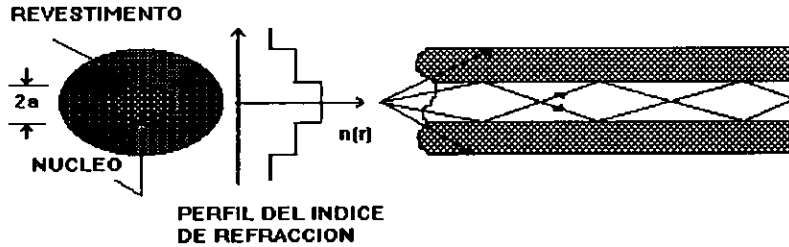


fig. 9 Estructura de una fibra multimodo.

$$n_2 = n_1 (1 - \Delta)$$

En esta ecuación Δ es la diferencia fraccional del índice de refracción entre el núcleo y el revestimiento.

$$\Delta = (n_1 - n_2) / n_1$$

En la frontera entre el núcleo y el revestimiento se produce una reflexión total interna debido a la diferencia entre los índices de refracción; el ángulo crítico en este caso será:

$$\text{SEN } \theta_c = n_2 / n_1 = 1 - \Delta$$

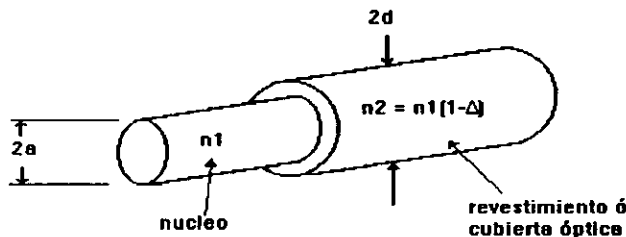


fig. 10 Estructura de una fibra óptica de índice escalonado

En la fibra de índice escalonado se presentan dos tipos de rayos, los meridionales y los oblicuos. Los meridionales entran a través del eje de la fibra, se reflejan internamente y se propagan en un plano.

Estos rayos inciden primeramente en el núcleo de la fibra y quedan contenidos en un plano perpendicular a su sección transversal. Luego que han entrado al núcleo, deben incidir en la frontera entre el núcleo y la cubierta óptica y reflejarse con un ángulo θ_c (ángulo crítico) o ángulos mayores, para que la reflexión sea total y el rayo quede confinado dentro del núcleo

de la fibra.

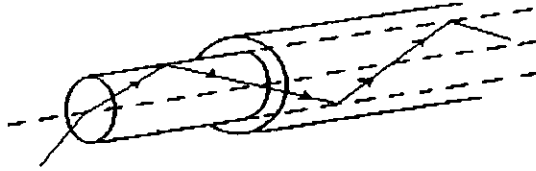


fig. 11 Rayos meridionales a través de la fibra.

Los oblicuos no entran a través del eje, ni son paralelos a él, sino que se reflejan internamente siguiendo una trayectoria helicoidal reflejándose también internamente.

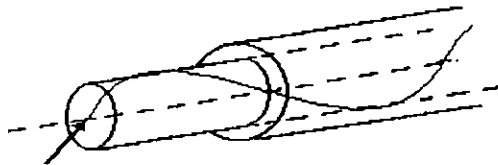


fig. 12 Rayos oblicuos a través de la fibra.

Los rayos meridionales inciden primeramente en el núcleo de la fibra y quedan contenidos en un plano perpendicular a su sección transversal. Luego que han entrado al núcleo, deben incidir en la frontera entre el núcleo y el revestimiento y reflejarse con un ángulo θ_c ó ángulos mayores, para que la reflexión sea total y el rayo quede confinado dentro del núcleo de la fibra.

Los rayos oblicuos a diferencia de los rayos meridionales, estos rayos siguen una trayectoria de forma helicoidal poligonal dentro del núcleo de la fibra, reflejándose también internamente.

Fibras de índice gradual, en esta, el índice de refracción del núcleo va decreciendo gradualmente en función del radio, hasta llegar al revestimiento. Debido a que el índice de refracción del núcleo decrece, los rayos de luz se van flexionando gradualmente regresando al centro del núcleo (a es el radio del núcleo). Esto explica el porque en este tipo de fibra la atenuación es menor comparada con la de índice escalonado, donde el cambio es mucho mas brusco.

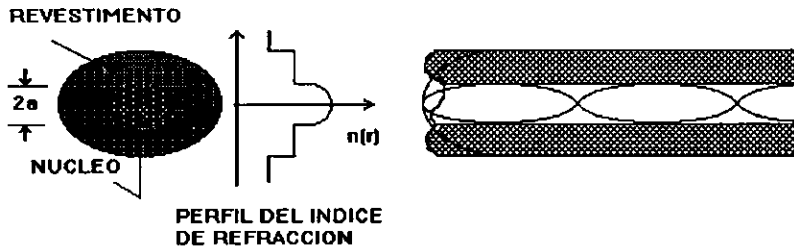


fig. 13 Estructura de una fibra de índice gradual.

En las fibras de índice escalonado hay un pequeño retardo entre los rayos que inciden en la fibra paralelos al eje y aquellos que lo hacen con un cierto ángulo, debido a la diferencia de distancia recorrida. Para solucionar este problema se diseñaron las fibras con un núcleo cuyo índice de refracción vaya decreciendo gradualmente desde el eje hasta la frontera del revestimiento provocando que las sucesivas fracciones hacia el eje del núcleo hagan que ambos rayos coincidan en tiempo. Es cierto que la trayectoria que recorren los rayos que inciden con diferentes ángulos es más larga, pero debido a que su velocidad es mayor en las regiones donde el índice de refracción es menor, compensa al recorrido haciendo que lleguen casi al mismo tiempo que los rayos axiales.

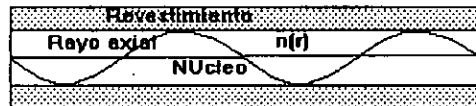


fig. 14 Trayectoria del haz

En este caso es necesario establecer un sistema de coordenadas cilíndricas y encontrar el camino óptico recorrido por el rayo, tomando en cuenta la variación del índice de refracción en la fibra.

FIBRAS MONOMODO

En esta fibras el índice de refracción del núcleo es constante y tiene un sólo modo de propagación, pues permite que la luz viaje a través de una sola trayectoria a lo largo del núcleo, evitando la dispersión modal.

Las dimensiones del núcleo son mucho menores que el revestimiento. (por ejemplo 10/125 μm).

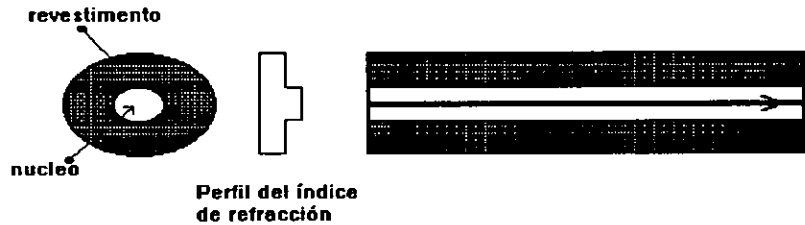


fig. 15 Estructura de una fibra monomodo.

El modo de propagación de la fibra se refiere en esencia a los caminos ópticos que sigue la luz dentro de la fibra. El modo de propagación en una fibra óptica se determina básicamente de acuerdo a la frecuencia con la que se transmite la onda electromagnética a través de la fibra.

Otros factores que se deben considerar para establecer un modo propio de propagación son el diámetro del núcleo y la variación del índice de refracción. Sin embargo, el tipo de fibra de que se trate también es otro factor importante.

Si la fibra es monomodo, solo existe en ella un modo de propagación, en cambio una fibra multimodo puede tener n modos de propagación diferentes.

ATENUACION

En la evolución de las fibras ópticas, la atenuación siempre ha representado un serio reto a vencer para obtener una alta transmisión de señal. La atenuación de una fibra óptica se mide en decibeles (dB). Un decibel es 10 veces el logaritmo de la relación de dos niveles de potencia de entrada a salida. El caso de una fibra óptica, los equivalentes de la resistencia son la absorción y la dispersión.

La absorción se debe a impurezas químicas y la dispersión a propiedades del material.

La atenuación por absorción se debe a pérdidas de calor y se divide a su vez, en atenuación por absorción intrínseca y absorción de impurezas extrínsecas.

La atenuación por absorción intrínseca ocurre cuando un material en estado normal es

considerado perfecto. Por ejemplo el vidrio, que se considera un material perfectamente transparente pero representa fuertes bandas de absorción óptica en el ultravioleta y en el infrarrojo, y residuos de las mismas representan mayores efectos en la región de los 600 a los 1,500 nm de longitud de onda λ de transmisión.

La atenuación por absorción de impurezas extrínsecas se debe al tipo de impureza que se va introduciendo en el vidrio, en su mayoría, iones metálicos como hierro, cobalto y cromo.

Cabe mencionar que también el agua es otra impureza en su forma de iones OH (hidróxido), pues dichos iones constituyen picos de absorción.

El valor mínimo absoluto de atenuación al que se ha llegado es de 0.1 dB/Km. en 1.5 μm , con pérdidas intrínsecas de absorción prácticamente despreciables.

La atenuación por dispersión se debe a pérdidas de tres tipos

Atenuación por dispersión { **Atenuación por dispersión intrínseca**
Atenuación por inhomogeneidades en el vidrio
Atenuación de dispersión por aberración

La primera sucede cuando algunos rayos de luz dejan de ser guiados por la fibra perdiéndose a lo largo de la trayectoria.

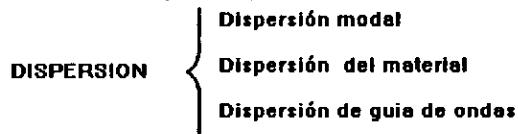
La segunda se debe a variaciones en el índice de refracción, menores al tamaño de la longitud de onda de propagación. Esto es producido por cambios térmicos en el material y a concentración de óxidos en el vidrio.

La última corresponde a las variaciones en la distribución radial del índice de refracción.

Esta atenuación no se detecta en las fibras de índice gradual debido a que las posibles imperfecciones se confunden en el material. En las fibras de índice escalonado si se detecta y se presenta como una rugosidad entre la frontera del núcleo y el revestimiento en la fibra monomodo, esta irregularidad es detectable únicamente cuando tiene una longitud de onda especial relacionada con las constantes de propagación del modo fundamental y el que le sigue.

DISPERSION

La dispersión es otro fenómeno que afecta la transmisión de la señal en las fibras. Resulta por efecto de las diferentes velocidades con que viajan las longitudes de onda a través de un medio dado. La dispersión del material es un factor límite en la capacidad de razón de bit, presente en cualquier tipo de cable. El efecto se puede reducir utilizando una fuente de luz monocromática como el diodo LASER. La dispersión en las fibras es la que causa limitaciones en el ancho de banda y esta regida por tres mecanismos:



La primera no se debe al ancho espectral de la fuente que produce la luz, sino al número de modos que viajan dentro de la fibra y a la diferencia de velocidades entre uno y otro.

La dispersión del material es una de las razones para hacer un análisis electromagnético y óptico para las fibras es porque están hechas en su mayoría de vidrio, y el vidrio es un material dispersivo que cambia su índice de refracción en función de la longitud de onda.

La causa de la dispersión es simple, pues si la longitud de onda varía, hay diferentes velocidades de propagación en el material.

El último tipo de dispersión es debido al ancho espectral de la fuente, pues aun siendo constante el índice de refracción, persiste un efecto de dispersión llamado cromático.

DISTANCIA Y ANCHO DE BANDA EN LAS FIBRAS OPTICAS

Para determinar el parámetro de ancho de banda en las fibras ópticas debemos tomar en cuenta principalmente: el ensanchamiento de los pulsos modal e intermodal y del material; la forma del perfil del índice de refracción, que en la fabricación es difícil de controlar; las microdesviaciones que sufre la fibra con el uso e instalación; y la distribución espectral de la fuente de luz que se utilice.

La dispersión modal, intermodal y del material son únicas en cada fibra fabricada y se pueden

determinar controlando la forma de inyección de la luz a la fibra, la forma espectral y la amplitud de la fuente usada, con el objeto de tener una medida comercial del ancho de banda utilizable. El fabricante elimina en lo posible los efectos de la fuente para que el comprador evalúe su ancho de banda de acuerdo al ancho de banda que utilice. Una de las características que mas interesa en la fabricación de la fibra, es obtener una excitación uniforme de los modos de propagación. Sabemos que los fenómenos de dispersión del pulso de luz provienen de los de los efectos de la guía.

TIPOS DE CABLES OPTICOS

Los cables ópticos se dividen para su uso en tres grupos:

A) CABLES PARA INTERIORES

B) CABLES PARA EXTERIORES

C) CABLES ESPECIALES

Los cables para interiores, son flexibles, delgados inflamables, se utilizan en edificios y pueden tener elementos metálicos o ser dielectricos totalmente.

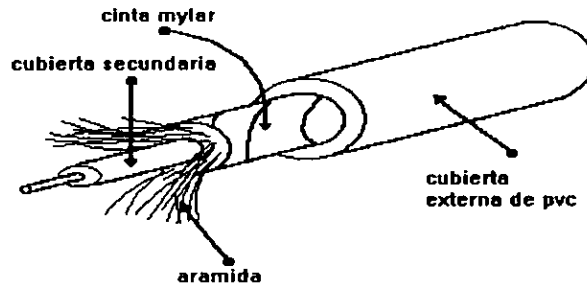


fig. 16 Partes de una monofibra

La fibra lleva protección secundaria de tubo apretado (cable de construcción sólida y compacta) al rededor de ella lleva un miembro de tensión externa de Aramida, sobre esta lleva una cinta de Mylar como barrera térmica y sobre esta va la cubierta externa de PVC inflamable.

En los cables dúplex más de dos monofibras se unen por medio de una lengüeta de la

cubierta exterior y existen gran cantidad de diseños

En general se caracterizan estos cables por la cubierta de PVC y que no llevan armadura.

Los cables para exteriores tienen como característica principal tener más de dos fibras, tienen gran cantidad de variedades, por ejemplo:

A) Pueden llevar o no cubierta secundaria de tubo holgado (en el que la fibra se encuentra libre de tensión) o de tubo apretado.

B) Puede ser de elemento central de tensión del núcleo ranurado, o de elemento de tensión exterior.

C) Por lo general todos llevan un tipo de barrera contra la humedad que pueden ser de gel, de cintas metálicas, presión de gas, o una capa de plomo.

Casi todos llevan cubiertas externas de polietileno con negro de humo.

D) Puede o no llevar armadura y si la llevan puede ser en cualquiera de sus variedades.

CUBIERTAS DEL CABLE

Un cable típico para enlaces directamente enterrados tiene la siguiente forma:

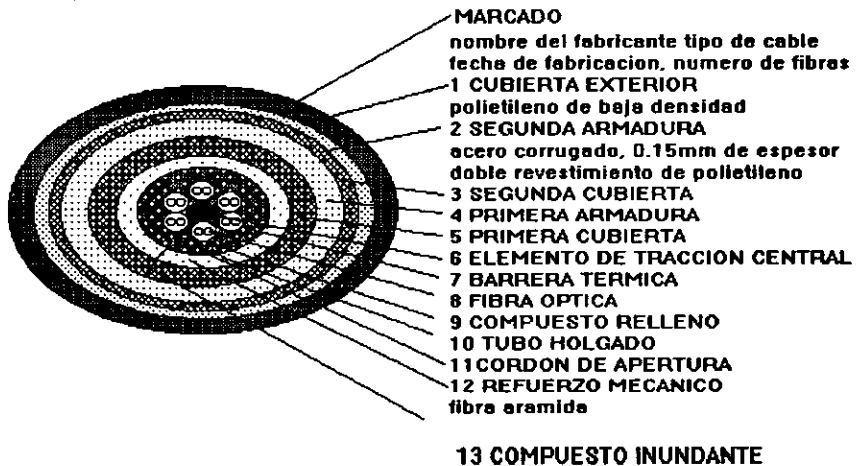


fig. 17 Capas de un cable de uso rudo.

CAPITULO 3

TIPOS DE CONECTORES

Los conectores ópticos constituyen uno de los elementos más importantes de los sistemas de comunicaciones ópticas.

Se define el conector óptico como aquel dispositivo desconectable a voluntad que nos permite interconexión de fibras ópticas.

Los conectores en base a su diseño se dividen en dos categorías los de acercamiento mecánico de precisión de los extremos de la fibra y de acercamiento óptico de los frentes de onda de las fibras a unir.

Los de acercamiento mecánico utilizan escrituras que requieren de precisión lateral, de azimutal longitudinal para lograr el alineamiento requerido de la fibra. Siendo estos los más difundidos

La segunda categoría utiliza lentes para afinar el alineamiento y así conseguir mejores tolerancias angulares

Estos están formados por dos unidades "macho" que se interconectan por medio de una "hembra" común a ambos o acoplador óptico.

La férula realiza una doble función, la parte interna retiene mecánicamente la fibra óptica y la parte exterior guía a la fibra óptica cuando se inserta el conector en la hembra común de acoplamiento o acoplador óptico.

La férula está hecha de aluminio, acero inoxidable, acero inoxidable niquelado, circonio y materiales cerámicos.

La parte exterior del conector es una carcasa metálica (esta puede ser de aluminio, acero inoxidable, acero inoxidable niquelado, plásticos y polímeros), esta realiza la función de inmovilizar mecánicamente el conector en el acoplador óptico.

La fiabilidad del acoplamiento entre las fibras depende de la precisión en el dimensionado de las férulas y de la concentricidad del núcleo de la férula con el núcleo de la fibra óptica.

El criterio constructivo que se emplea en la fabricación de las férulas es realizarlas en una

sola pieza, mecanizando en su interior un taladro que servirá para centrar la fibra y es retenida por medio de un adhesivo epoxy.

Las causas que determinan la excentricidad en el acoplamiento férula-fibra, son:

- La propia excentricidad en el mecanizado del taladro, y se puede estimar en el margen de 1 a 1.5 micras.
- La excentricidad de alineamiento entre el taladro y el núcleo de la fibra óptica y que puede tener un valor máximo de 0.6 micras (especificado por el CCITT)
- La excentricidad resultante del proceso de fijación con epoxy de la fibra óptica, y que puede alcanzar un valor de 0.4 micras.

En el peor de los casos se pueden alcanzar valores de excentricidad en el acoplamiento fibra-férula de hasta 2.5 micras, valor que en caso de darse entre conectores de fibras monomodo puede llegar a producir incrementos en las atenuaciones de hasta 1 dB.

Los conectores ópticos realizados con férulas de alta precisión presenten un error máximo en su concentricidad de 1 micra y son los idóneos para la conectorización de las fibras ópticas monomodo.

El valor de tolerancia entre el diámetro de la fibra óptica y el orificio de centrado de la misma, que se maneja habitualmente en los procesos de fabricación, es de 0.5 micras.

En la actualidad se aplican las técnicas más recientes con la introducción de nuevos materiales para la fabricación de las férulas, tales como materiales cerámicos o metales como el circonio, de una gran dureza y resistencia y que permite tolerancias en su pulido inferiores a 0.5 micras.

Una vez mecanizadas las férulas el paso siguiente consiste en desnudar y seccionar la fibra óptica introduciéndola por el orificio de centrado para proceder a su fijación mediante adhesivo epoxy.

Antes del endurecimiento del adhesivo se procede al ajuste y centrado de la fibra óptica en la férula mediante un equipo que inyecta luz en la fibra óptica e ilumina su núcleo, lo que permite su observación mediante un conjunto de lentes.

El ajuste se realiza girando la férula en el dispositivo óptico hasta alcanzar la posición óptima de centrado.

Si la excentricidad excede un determinado valor e imposibilita alcanzar la posición óptima de centrado se utiliza una herramienta especial que presiona el cuerpo central de la férula.

A continuación se inicia de nuevo el ajuste de la férula en el dispositivo de centrado.

El valor de excentricidad tolerable para las fibras ópticas monomodo es de 1 micra, y para las fibras multimodo es de 2 micras.

Una vez centrada la fibra óptica en la férula el paso siguiente del proceso es pulir el extremo de la férula y montar la carcasa del conector.

Depende del fabricante el uso del epoxico en las fibras.

El último paso es medir las fibras ópticas conectorizadas para comprobar los valores de pérdidas que introduce los conectores. Algunas veces, estas mediciones se realizan en fábrica y se desechan todas las fibras ópticas conectorizada que presenten pérdidas superiores a un cierto valor en base a una norma establecida previamente.

Las fibras ópticas conectorizadas que suministran los fabricantes se entregan con su respectivo protocolo de medición de pérdidas que garantiza las Pérdidas de Inserción introducidas por el conector .

Los conectores de férula única o de enfrentamiento directo comercialmente son:

CONECTOR SMA

Este conector es la versión óptica del conector subminiatura tipo A. Es actualmente el más utilizado en los sistemas de transmisión de datos de cortas distancias con fibras ópticas multimodo.

Este tipo de conector es el más probado pues lleva mas de 10 años en el mercado, esta normalizado y constituyó durante años un Estándar de Fabricación.

Sus datos de normalización son conforme a las normas: MIL Standard 186 y MIL-C 83522 1a/2a.

Existen dos versiones SMA-905 Y SMA-906, la diferencia entre ambas consiste en que el modelo SMA-905 tiene la férula recta, mientras que el modelo SMA-906 tiene un resalte de mayor diámetro a partir de la mitad de la férula.

La versión más ampliada es la del modelo 905.

El acoplamiento entre conectores se realiza por medio del acoplador SMA que garantiza una separación entre las caras enfrentadas de las fibras ópticas de 3 a 18 micras.

La distancia de separación esta en función de la precisión que alcanzó durante el proceso de pulido de las férulas.

Los valores de atenuación que introducen estos conectores oscilan entre 0.3 dB y 1.5 dB. Un valor típico de atenuación es de 0.8 dB.

En la actualidad la introducción de nuevos materiales para la fabricación de las férulas, tales como materiales cerámicos y aluminio con carcasas exteriores metálicas o de polímero, han dado origen a las versiones SMA-86.020 y SMA-86.021 en los que se optiman los valores de la pérdidas de inserción características que introducen los conectores y acopladores SMA.

Los conectores de la versión 86.020 introducen unas pérdidas de inserción típicas de 0.25 dB para fibras ópticas con diámetros de 5./125 micras, y de 0.2 dB para fibras con diámetros de 62.5/125 micras.

La versión 86.021 introduce perdidas de inserción típicas de 0.25 dB para fibras ópticas con diámetros de 5./125 micras, y de 0.2 dB para fibras de 62.5/125 micras.

La diferencia entre ambas versiones consiste en que en la primera la carcasa exterior del conector es un polímero, mientras que en la segunda es metálica. Pero en ambas versiones.

La férula está fabricada con aluminio y material cerámica, además de ser compatibles con las antiguas versiones SMA-905 y 906.

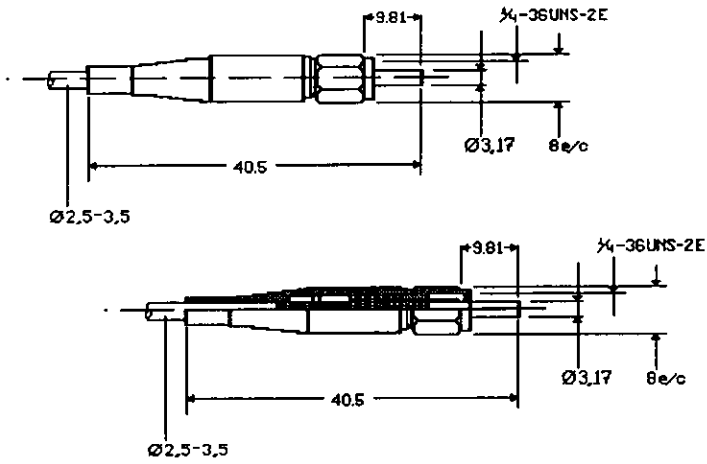


fig. 18 Vistas en sección y corte de la sección de un conector SMA-905.

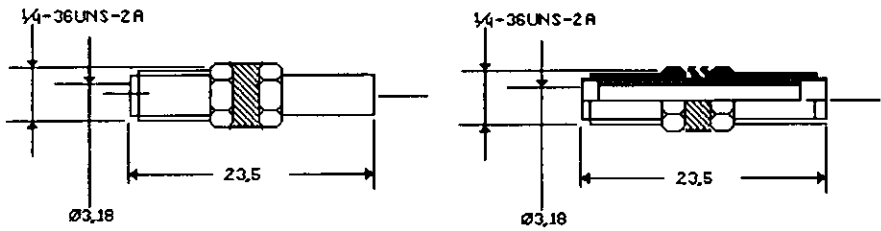


fig. 19 Vistas en sección y corte de la sección de un acoplador válido para un conector SMA-905

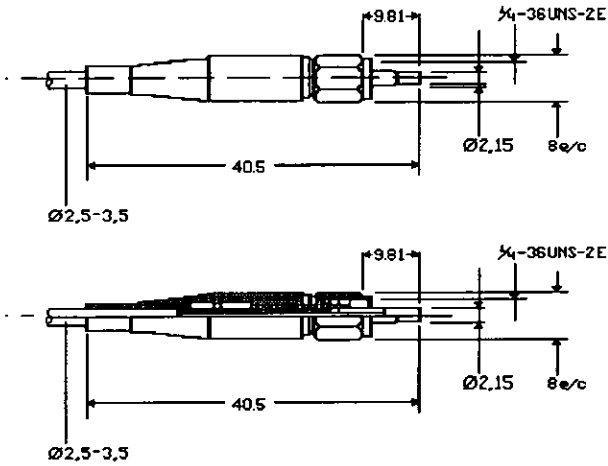


fig. 20 Vistas en sección y corte de la sección de un conector SMA-906.

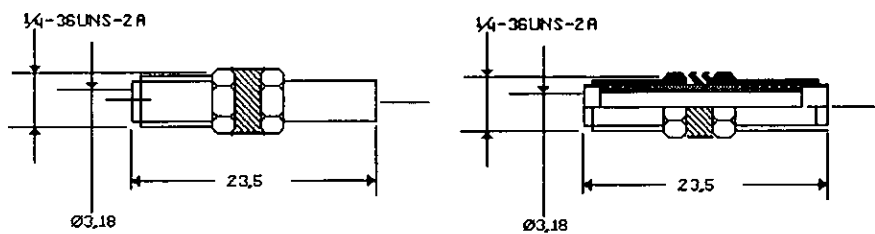


fig. 21 Vistas en sección y corte de sección de un acoplador para un conector SMA-906

CONECTOR ST

Este conector es un desarrollo de la firma DORRAN y tiene un diseño del tipo bayoneta muy similar al BNC del cable coaxial.

Se diferencia del tipo SMA, en que en el conector ST las caras de las fibras están en contacto físico entre sí y bajo presión, reduciendo de esta forma las pérdidas por efecto de reflexión de Fresnel.

La carcasa exterior presenta un elemento de codificación mecánico o chaveta que al encastrar obliga a la férula a adoptar una posición única de trabajo.

La férula tiene un diámetro de 2.5 mm y originalmente se construía siempre de material cerámico. Para mantener ambos extremos de las fibras bajo presión las férulas están sometidas a presión con sendos muelles con lo que lógicamente este conector no necesita mantener una distancia prefijada entre férulas.

Para el interconexión de los conectores ST, se utiliza un acoplador ST que presenta la peculiaridad de que la pieza central de guiado construida de material cerámico es solidaria con la parte mecánica exterior del acoplador ST construida de metal.

El cuerpo exterior del acoplador presenta en ambos sentidos sendos chaveteros donde alojar las chavetas respectivas de las férulas y que obliga a estas a adoptar su posición única de trabajo.

Su utilización es indistinta para fibras monomodo y multimodo, si bien está muy impuesto en todas las redes de área local multimodo al haber sido adoptado como un estándar de fabricación para estas redes por empresas como A.T.&T., D.E.C., I.B.M., SIEMENS, SIECOR, etc.

Los valores de atenuación que introducen se encuentran entre 0.1 dB y 0.4 dB con un valor típico de 0.25 dB.

La aplicación a este conector de las técnicas y materiales actuales con la fabricación de las férulas en circonio y de las carcasas exteriores en polímero han dado origen a las versiones ST- 86.010 y ST-86.013 en los que se optiman los valores de la pérdidas de inserción

características que introducen los conectores y acopladores ópticos ST.

Los conectores de la versión 86.010 están diseñados para fibras multimodo e introducen unas pérdidas de inserción típicas de 0.2 dB para fibras con diámetros de 50 /125 micras, y de 0.1 dB para fibras con diámetros de 62/125 micras con unas pérdidas de retorno típicas superiores a 18 dB.

Los conectores de la versión 86.013 están diseñados para fibras ópticas monomodo e introducen unas pérdidas de inserción típicas de 0.25 dB con unas pérdidas de retorno típicas superiores a 30 dB cuando el pulido de la férula es P.C., y superiores a 42 dB cuando el pulido de la férula es super P.C..

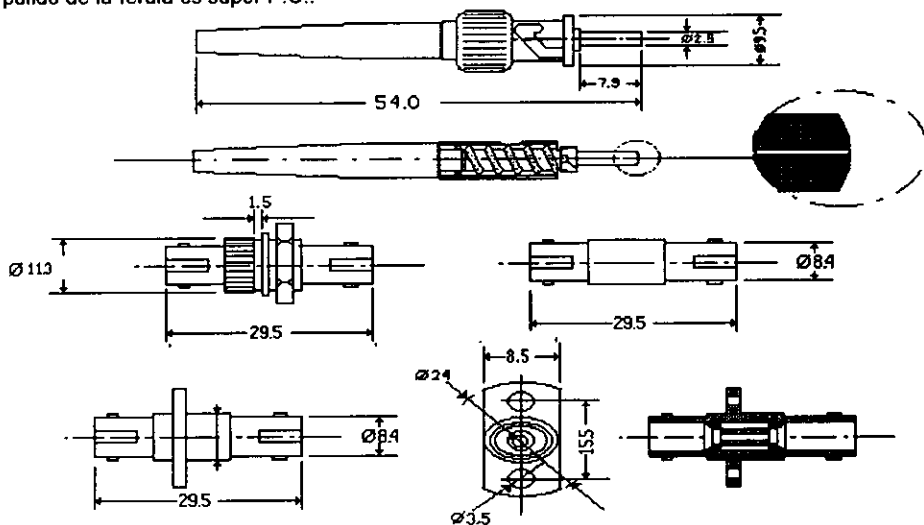


fig. 22 Vistas en sección de un conector ST de un acoplador ST así como el detalle final de la férula del conector ST con pulido PC.

CONECTOR BICONICO

Desarrollado por AT&T este conector esta formado por una férula en forma troncocónica y como el conector ST mantiene las caras de las fibras en contacto y bajo presión.

Presenta la ventaja de su excelente precisión en el centrado debido a la forma troncocónica tanto de la férula como del acoplador bicónico que es el elemento de interconexión de ambas

férulas, construido en plástico y presenta la peculiaridad de que la pieza central del guiado es flotante. No es por tanto, solidaria con la carcasa exterior del acoplador bicónico.

La férula está formada por dos partes: la exterior construida de material plástico que realiza la función de guiado; y la interior construida con material cerámico que realiza las funciones de centrado, posesionado y contacto final con la férula siguiente.

La parte interior de la férula presenta un resalte con respecto a la parte exterior de la misma. No tiene ningún elemento mecánico de codificación que obligue a la férula a adoptar una posición única de trabajo.

Entre la férula y la carcasa exterior del conector existe un muelle que tiene la misión de mantener presionadas ambas férulas entre si manteniendo los extremos de las fibras en contacto y bajo presión.

Este acoplador permite almacenar en su interior una gota de líquido adaptador de índice para minimizar las perdidas introducidas por efecto de Reflexión de Fresnel.

El uso de este conector esta limitado a unas aplicaciones muy específicas debido a su elevado costo, pero se puede usar en fibras monomodo y multimodo.

Para las fibras monomodo el valor de la pérdida de inserción característico introducido por una conexión con dos conectores y un acoplador bicónico es de 0.59 dB.

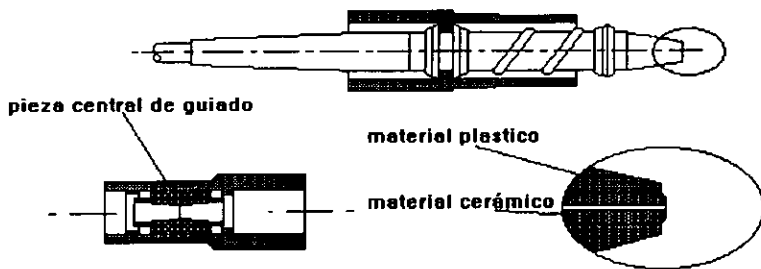


fig. 23 Vistas en sección de un conector y un acoplador bicónico así como el detalle final de la férula del conector bicónico

CONECTOR F.C.

Este conector constituye un estándar en Japón. Su diseño fue auspiciado por N.T.T., su desarrollo corrió a cargo de la firma SEIKO y posteriormente se adoptó por Compañías Telefónicas Norteamericanas y Europeas.

Está formado por una férula totalmente cilíndrica y trabaja como el conector ST manteniendo las caras de las fibras en contacto y bajo presión por la acción de los muelles que presionan las férulas.

La férula está formada por dos partes: La exterior construida en acero inoxidable que realiza la función de guiado y presenta una chaveta que obliga a la férula a adoptar una única posición de trabajo; y la interior construida con material cerámico que realiza las funciones de centrado, posesionado y contacto final con la férula siguiente.

La terminación del extremo de la parte interna de la férula es totalmente plana y de aquí provienen las siglas que lo denominan: F.C. Face Contac o Superficie de Contacto.

En este conector el extremo seccionado de la fibra óptica en la férula presenta una superficie cóncava pulida y se conoce como pulido de la férula P.C..

Para el interconexión de los conectores F.C., se utiliza un acoplador F.C. que presenta la peculiaridad de que la pieza central de guiado construida en una aleación de cobre y berilio es solidaria con la carcasa exterior del acoplador F.C. construida de metal.

El cuerpo exterior del acoplador presenta en ambos sentidos sendos chaveteros donde alojar las chavetas respectivas de las férulas y que obliga a estas a adoptar su posición única de trabajo.

Posteriormente se modificó este conector desarrollando la versión F.C./P.C. que difiere del F.C. en la forma de terminación del extremo seccionado de la fibra óptica en la férula y que presenta una superficie convexa mucho mas apropiada para las fibras ópticas monomodo.

El conector F.C. es apropiado para conectar fibras multimodo, mientras que para las monomodo es preferible la versión F.C./P.C.

La actualización de materiales y técnicas ha creado la versión FC-86.057 indistinto para

fibras monomodo y multimodo optimizándose las pérdidas, ya que para las fibras multimodo las pérdidas de inserción típicas son de 0.1 dB con pérdidas de retorno típicas superiores a 18 dB y pérdidas de inserción típicas de 0.08 dB con pérdidas de retorno típicas superiores a 45 dB para las monomodo.

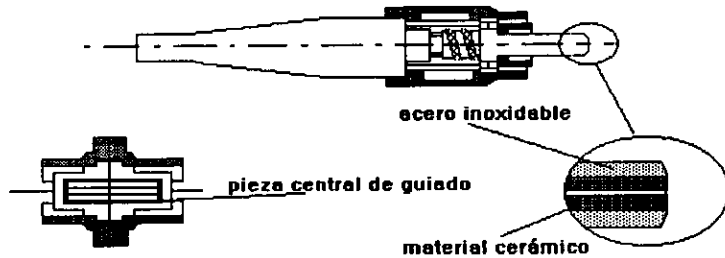


fig. 24 Vistas en sección de un conector F.C. de un acoplador F.C.

así como el detalle final de la férula del conector F.C..

CONECTOR F.C./A.P.C.

Este conector es una variante del F.C. y fue desarrollado por SEIKO.

La superficie de terminación de los extremos de las fibras es convexa pulida y difiere del FC/PC en su terminación en el extremo de la férula no es perpendicular a su eje longitudinal sino que presenta una desviación angular con respecto al mismo de 8°.

De esta divergencia en su diseño provienen las siglas que lo denominan Face Contac/Angle Polished Contac o superficie de contacto /pulido en ángulo.

Este diseño del extremo seccionado de la fibra óptica mejora las pérdidas características del retorno en el conexionado de las fibras ópticas monomodo que es donde encuentra su ámbito de utilización.

El diseño de construcción es idéntico a del conector F.C. La férula es totalmente cilíndrica y trabaja como el conector F.C. manteniendo las caras de las fibras en contacto y bajo presión por la acción de los muelles que presionan las férulas.

La férula está formada por dos partes; la exterior construida de acero inoxidable que realiza la función de guiado y que presenta una chaveta que obliga a la fibra a adoptar una sola

posición de trabajo; la interior construida con material cerámico que realiza las funciones de centrado, posesionando y contacto final con la férula siguiente.

Para el interconexión de los conectores F.C./A.P.C. se utiliza un acoplador análogo al utilizado con los F.C./P.C. que en su cuerpo exterior presentan en ambos sentidos sendos chaverteros donde alojar las chavetas respectivas de las férulas .

El diseño de este conector con su peculiar geometría persigue optimizar las pérdidas de retorno que llegan a alcanzar valores superiores a 70 dB, con unas pérdidas típicas de inserción de 0.2 dB.

CONECTOR F.C./P.C.

Desarrollado por SEIKO este conector es semejante al F.C., la única variante es que el extremo seccionado de la fibra óptica presenta una superficie convexa pulida que origina un punto de contacto,. Con este diseño se mejoran las pérdidas características en el conexión de fibras monomodo que es donde encuentra su ámbito de utilización.

Los detalles constructivos son idénticos a los del modelo F.C. . La férula es total mente cilíndrica y trabaja como el conector F.C. manteniendo las caras de las fibras ópticas en contacto y bajo presión por la acción de los muelles que presionan las férulas.

Para el interconexión se utiliza un acoplador que presenta la peculiaridad de que la pieza central de guiado construida en una aleación de cobre y berilio o de circonio es solidaria con la carcasa exterior del acoplador construida de metal o de polímero.

Existen versiones de alta calidad de estos conectores que no son sino conectores FC./P.C a los que se les somete a un mayor número de pasos de pulido con lo que se logra aumentar el grado de convexidad del extremo seccionado de la fibra óptica y son llamados Super P.C..

Análogamente existe una versión de menor calidad que es la que se conoce F.C.-P.C./D3. tiene un costo menor a la versión anterior y los valores de pérdidas que introduce están por encima de los 0.05 dB.

Hay otras versiones idénticas al modelo F.C./P.C. pero de uso restringido y por tanto

específico para el ámbito de aplicación de los equipos de determinadas empresas como son N.T.T. y N.E.C..

Pero todos estos modelos son compatibles entre si por responder al mismo estándar de fabricación.

Las diferencias entre ellas estriba en el acabado y pulido de la férula; diferencias que no son significativas al no afectar su compatibilidad y no constituir un obstáculo para su colectividad.

El valor característico de pérdidas de inserción introducido por una conexión de dos conectores y un acoplador F.C/P.C. es de 0.38 dB.

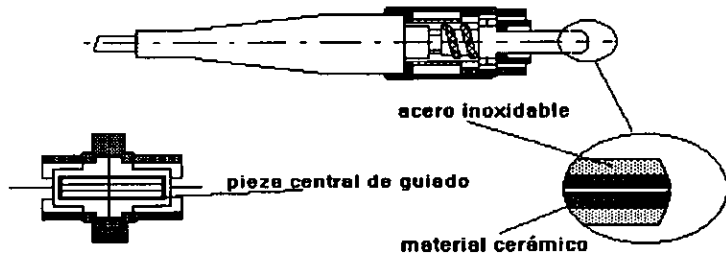


fig. 25 Vista en sección de un conector F.C/P.C., de un acoplador F.C./P.C. así como el detalle de la sección final de la férula del conector F.C/P.C.

CONECTOR S.C.

Este conector responde a un nuevo criterio de modularidad, es el conector más moderno y está diseñado para permitir que sea posible apilarte por simple presión. Esta llamado a ser el conector utilizado para llevar la fibra óptica al abonado F.T.T.H..

La carcasa está fabricada en material plástico y su férula es idéntica a la utilizada en los conectores F.C/P.C., por lo tanto su forma de trabajo es idéntica a aquéllos.

La aplicación a este conector de las técnicas y materiales actuales con la fabricación de las férulas en material cerámico (circonio) y de las carcasas exteriores en polímero ha dado origen a la versión S.C.-86.061, tanto para las fibras ópticas monomodo como multimodo, en la que se optiman los valores de las pérdidas características que introducen los conectores y acopladores ópticos S.C..

La versión S.C.-86.061 diseñada para la fibra multimodo introducen unas pérdidas de inserción típicas de 0.15 dB para fibras ópticas con diámetros de 50/125 micras y de 0.1 dB. para fibras con diámetros de 62.5/125 micras con unas pérdidas de retorno típicas superiores a 18 dB.

Los conectores de la versión S.C.-86.061 diseñados para fibras ópticas monomodo introducen unas pérdidas de inserción de típicas inferiores a 0.2 dB con unas perdidas de retorno típicas superiores a 30 dB cuando el pulido de la férula es P.C., y superiores a 45 dB cuando el pulido de la férula es super P.C..

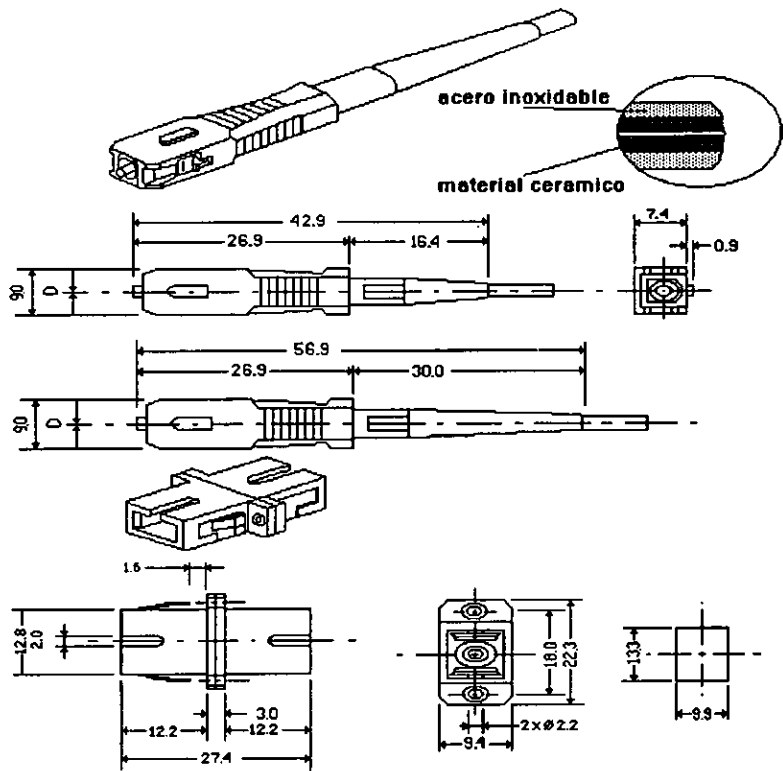


fig. 26 Vista en sección de un conector S.C., de un acoplador S.C. así como el detalle de la sección final de la férula del conector S.C..

CONECTOR DUPLEX F.D.D.I.

Este conector dúplex conocido también como O.C.D., es el conector adaptador con el que se implementan los anillos F.D.D.I. realizados mayoritariamente para fibras ópticas multimodo.

Constituye una variante de encapsulado de dos conectores S.T. sobre una misma base mecánica y se diferencia del tipo ST en que al ser un conector dúplex, la retención del mismo no se realiza mediante la bayoneta, sino mediante dos retenedores montados sobre la base mecánica.

Está amparado por la norma A.N.S.I.-X3T9.5 que es la que normaliza todos los equipos y accesorios destinados a su utilización en redes F.D.D.I..

Esta misma Norma normaliza la fibra óptica multimodo con diámetros de 62.5/125 micras como las que se deben de utilizar en el montaje de estos conectores, si bien se admite y tolera en la misma norma la utilización y montaje de estos conectores en fibras ópticas con diámetros de 50./125 micras

Este conector se suministra completamente montado y verificado por sus fabricantes sus pérdidas características de inserción y retorno. Presenta la particularidad de que siempre viene conectorizado en ambos extremos constituyendo un cordón de interconexión o jumper.

Las dos modalidades de conectorización de los cordones de interconexión son con conectores dúplex F.D.D.I. en ambos extremos o con un conector dúplex F.D.D.I. en un extremo y sus respectivos dos conectores ST en el otro.

En el caso de los anillos F D D I realizados con fibras ópticas monomodo la norma ANSI-X3T9.5, normaliza el conector FC como el de obligada utilización en la mismas.

Esta misma norma se utiliza para la fibra óptica monomodo con diámetros de núcleo comprendidos desde 8.7 micras hasta 10 micras y diámetro de revestimiento de 125 micras como la idónea para su montaje en los citados conectores F.C..

En el caso de los anillos FDDI realizados con fibras ópticas la norma ANSI-X3T9.5 no ampara el conector dúplex FDDI en su versión monomodo y sin embargo esta disponible comercialmente.

Las dos modalidades de conectorización de los cordones de interconexión son con conectores dúplex FDDI monomodo en ambos extremos, con un conector dúplex FDDI monomodo en un extremo y con sus respectivos dos conectores FC en el otro extremo.

Este conector es confiable mediante la inserción de una chaveta o llave que codifica mecánicamente al conector y que, una vez montada, impide cualquier equivocación en el reconexión del conector y, por tanto, cualquier error o violación en la topología del anillo que mediante estos conectores se conforma.

La aplicación a este conector de las técnicas y materiales actuales con la fabricación de las férulas en circonio o en material cerámico y de las carcazas exteriores en polímero han dado origen a la versión 86.030, tanto para fibras ópticas monomodo como multimodo, en la que se optiman los valores de las pérdidas características que introducen los conectores y acopladores ópticos dúplex FDDI.

En los conectores de la versión 86.030 diseñados para fibras ópticas multimodo la férula se construye en circonio e introducen unas pérdidas de inserción típicas de 0.2 dB para fibras ópticas con diámetros de 50/125 micras, y de 0.15 dB para fibras ópticas con diámetros de 62.5/125 micras con una pérdidas de retorno típicas superiores a 18 dB.

En los conectores de la versión 86.030 diseñados para fibras ópticas monomodo la férula se construye en circonio e introducen unas pérdidas de inserción típicas de 0.2 dB para fibras ópticas con pérdidas de retorno típicas superiores a 30 dB cuando el pulido de la férula es PC y superiores a 45 dB cuando el pulido de la férula es Super PC.

El código de colores y las siglas respectivas para codificar los conectores dúplex FDDI son:

*Color ROJO -Letra A - utilizada en estaciones DAS

*Color AZUL -Letra B - utilizada en estaciones SAS

*Color VERDE -Letra M

*Color BLANCO -Letra S - Carencia de codificación.

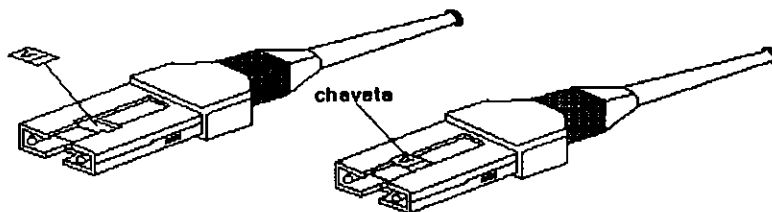


fig. 27 Conector dúplex FDDI junto con la pieza que permite la codificación del mismo.

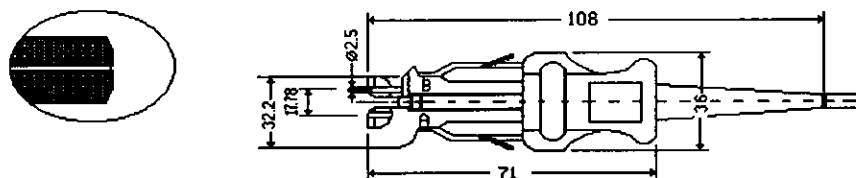


fig. 28 Vista en sección de un conector dúplex FDDI de un acoplador dúplex FDDI así como el detalle de la sección final de la férula del conector dúplex FDDI.

CONECTOR L.S.A-D.I.N. 47.256-T5

Este conector creado por SIEMENS Y DIAMOND se desarrolló conforme las recomendaciones de la Comisión Electrotecnia Internacional I.E.C. y cumple con las normas D.I.N..

Es característico de este conector La férula cilíndrica con una chaveta en su parte posterior junto con su forma de trabajar manteniendo los extremos seccionados de las fibras en contacto y bajo presión sin la acción de muelle alguno.

Se trata de un conector de altísima precisión en el que prevalece la selección de los materiales empleados en la fabricación de la férula y del acoplador LSA-DIN.

La férula esta formada por dos partes: la externa construida en carburo de tungsteno que realiza la función de guiado y presenta una chaveta que obliga a la férula a adoptar una única posición de trabajo; y la interna construida en una aleación de níquel y plata que realiza las funciones de centrado, posesionado y contacto final con la férula siguiente.

La terminación de la parte interna de la férula y del extremo seccionado de la fibra óptica presentan una superficie esférica pulida.

La forma de trabajar de este conector es distinta de las de ahora expuestas al carecer de muelle alguno que mantenga las férulas bajo presión.

Para el interconexión de los conectores LSA-DIN se utiliza un acoplador DIN 47.256 que tiene la peculiaridad de que la pieza central de guiado, construida en carburo de tungsteno, es solidaria con la carcasa del acoplador DIN 47.256.

El cuerpo exterior del acoplador presenta en ambos sentidos sendos chaveteros donde alojar las chavetas respectivas de las férulas y que las coloca en posición.

Es un conector de calidad que se usa en aplicaciones de alta precisión, y en España ha sido el adoptado por RENFE para la red de comunicaciones del tren de alta velocidad A.V.E..

El valor característico de pérdidas de inserción que introduce una conexión con dos conectores y un acoplador LSA-DIN, es de 0.73 dB.

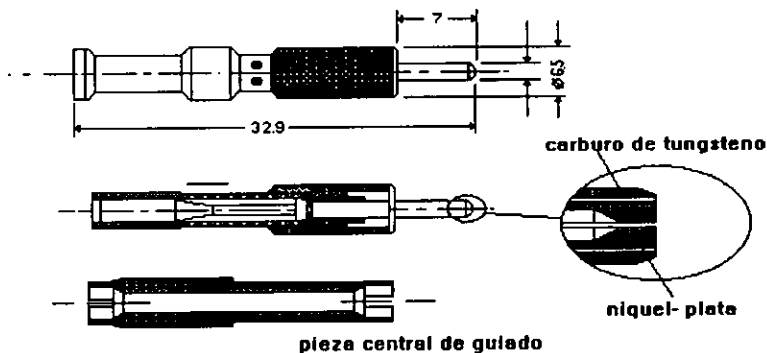


fig. 29 Vistas en sección de un conector LSA-DIN., de un acoplador DIN 47.256 así como el detalle de la sección final de la férula del conector LSA-DIN.

CONECTOR HMS 10 /H.P.

Este conector creado por HEWLETT-PACKARD y DIAMOND se desarrolló conforme las recomendaciones de la Comisión Electrotecnia Internacional (I.E.C.) y cumple con las normas D.I.N..

Está formado por una férula totalmente cilíndrica con una chaveta en su parte posterior y trabaja como el conector FC, manteniendo las caras de las fibras en contacto y bajo presión por la acción de sendos muelles que presionan las férulas. Se trata de un conector de altísima precisión en el eje que prevalece la selección de los materiales empleados en la fabricación de la férula y del acoplador HMS, análogos a los utilizados en la fabricación del conector LSA-DIN.

La férula está formada por dos partes: la externa construida en carburo de tungsteno que realiza la función de guiado y presenta una chaveta que obliga a la férula a adoptar una única posición de trabajo; y la interna construida en una aleación de níquel y plata que realiza las funciones de centrado, posesionado y contacto final con la férula siguiente.

La terminación del extremo de la parte interna de la férula y del extremo seccionado de la fibra óptica presenta un resalte con respecto a la parte externa de la férula, esta presenta una

superficie totalmente plana y pulida.

Para el interconexión de los conectores HMS 10/HP se utiliza un acoplador HMD que tiene la pieza central de guiado, construida en carburo de tungsteno, es solidaria con la carcasa exterior del acoplador HMS construida de metal.

El cuerpo exterior del acoplador presenta en ambos sentidos sendos chaveteros donde alojar las chavetas respectivas de las férulas y que obligan a éstas a adoptar la posición de trabajo.

Es el conector propugnado por HEWLETT-PACKARD, para su utilización en equipos de instrumentación óptica, por su alta precisión ante los bajos valores de pérdidas de inserción que introduce y la escasa variación de estos valores cuando se le somete a una alta repetitividad en el conexionado.

El valor característico de pérdidas de inserción que introduce una conexión con dos conectores y un acoplador HMS 10 HP es de 0.42 dB.

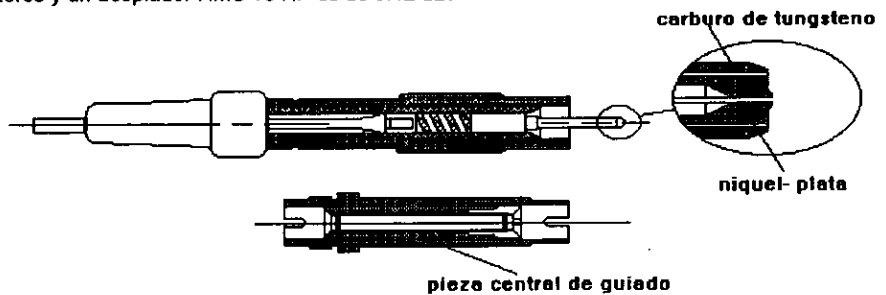


fig. 30 Vistas en sección de un conector HMS, de un acoplador HMS así como el detalle de la sección final de la férula del conector HMS.

CONECTOR	Fibra	Atenuación	Férula	Carcasa	Calidad	Fabricante	Costo
SMA 905 y 906	monomodo	0.8 dB	Aluminio y Mat.Ceram.	polímero	buena	AMP	promedio
SMA 86. 20 y 21	monomodo	0.25 dB	Aluminio y Mat.Ceram.	metal	buena	AMP	Promedio
ST	monomodo multimodo	0.25 dB	Mat.Ceram.	metal	buena	DORRAN	Promedio
ST 86.010	multimodo	0.2 dB	Mat.Ceram.	metal	buena	DORRAN	Promedio
ST 86.013	monomodo	0.25 dB	Mat.Ceram.	metal	buena	DORRAN	Promedio
bicónico	monomodo multimodo	0.59 dB	Plastico y Mat.Ceram.	metal	excelente	AT & T	Caro
FC	multimodo	0.1 dB	Acero inox. y Mat.Ceram.	metal	buena	NTT/SEIKO	Promedio
FC 86.057	multimodo monomodo	0.1 dB	Acero inox. y Mat.Ceram.	metal	buena	NTT/SEIKO	Promedio
FC /APC	multimodo	0.2 dB	Acero inox. y Mat.Ceram.	metal	buena	SEIKO	promedio
FC/PC	multimodo	0.1 dB	Acero inox. y Mat.Ceram.	metal	buena	SEIKO	Promedio
FC/PC D3	multimodo	0.05 dB	Acero inox. y Mat.Ceram.	metal	baja	SEIKO	Barato
SC	multimodo	0.1 dB	Circonio	Plastico	buena	DORRAN	Promedio
SC 86. 061	multimodo	0.15 dB	Circonio	Plastico	buena	DORRAN	Promedio
SC 86.061	monomodo	0.2 dB	Acero inox. y Mat.Ceram.	Plastico	buena	DORRAN	Promedio
Duplex FDDI	multimodo	0.2 dB	Circonio	Polímero	buena	DORRAN	Promedio
Duplex 86.030	multimodo monomodo	0.2 dB	Circonio	Polímero	buena	DORRAN	Promedio
LSA DIN	multimodo monomodo	0.73 dB	Carburo de tungsteno	Polímero	Excelente	HP/DIAMOND	Caro
HMS 10 HP	multimodo monomodo	0.42 dB	Carburo de tungsteno	Polímero	Excelente	HP/DIAMOND	Caro

tabla 2 Tabla comparativa de los diferentes conectores existentes en el mercado.

CAPITULO 4

ENSAMBLE DE CONECTORES

En esta sección se tratan los pasos necesarios para el armado de los conectores apartir de la fibra óptica desnuda y un conector despiezado en alguno de sus modelos antes mencionados. Aunque el proceso difiere levemente en función del fabricante y de los materiales empleados, los pasos fundamentales son los siguientes.

PREPARACION DEL EXTREMO DE LA FIBRA

Consiste en desvestir la fibra a las distancias apropiadas, así como los elementos de tracción, para su pegado y posteriormente fijación a la férula y al cuerpo del conector.

PEGADO DE LA FIBRA

Consiste en introducir la fibra óptica desnuda por el orificio de guiado de la férula para a continuación, depositar el adhesivo y esperar su endurecimiento, el cual se puede acelerar por medio de calor mediante la aplicación de radiación ultravioleta (adhesivos Epoxy).

Dependiendo del fabricante existen algunos conectores que no requieren del adhesivo y esto puede facilitar el armado.

CORTE Y PULIDO DE LA FIBRA

Estriba en cortar la fibra en el punto mas cercano posible a la superficie de la férula para, después proceder a pulir el extremo de la férula.

El pulido se hace con un abrasivo de grano muy fino del orden de 0.5 micras.

se trata de una operación muy delicada en la que se han de describir durante todo el proceso de pulido una trayectoria en forma de "ocho" sin modificar el sentido de pulido, y con la adición repetida de sustancias para lubricar y pulimentar el extremo de la fibra durante el proceso.

Hasta aquí la descripción del proceso. Los valores que se obtienen de atenuación no pueden

llamarse característicos pues aquí lo único característico es la disparidad entre los valores obtenidos.

Son frecuentes los valores de atenuación por encima de 2 dB.

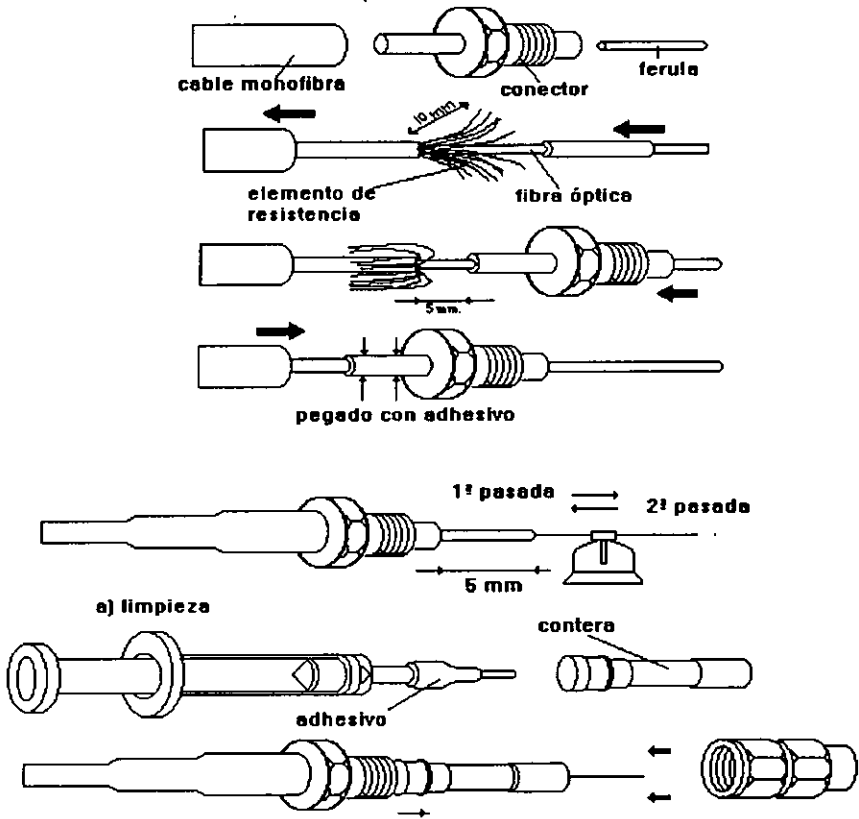


fig. 31 Pasos fundamentales en el proceso de conexionado y montaje de los conectores

**PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE PARA CONECTORES
AMP OPTÍMALE FSMA-I Y FSMA-II (SMA-905 Y SMA-906) DE FIBRA OPTICA**

En la figura se muestran los conectores con sus partes desglosadas. La elección del conector depende de 1) el diámetro de la fibra óptica 2) del diámetro de la cubierta 3) del material del conector 4) del tipo de conector (I ó II). Las partes del conector son:

- Cuerpo de unión
- Férula de alineación primaria
- Resquicio metálico
- Alivio de tensión
- Cubierta
- Mangas de alineación (solo FSMA-II)
- Tubo espaciador (provisto para ajustar cables de 3.0 mm ó menores al conector)

Los conectores deben ser ajustados con las pinzas 58190-1 la cual debe de tener el aislamiento apropiado.

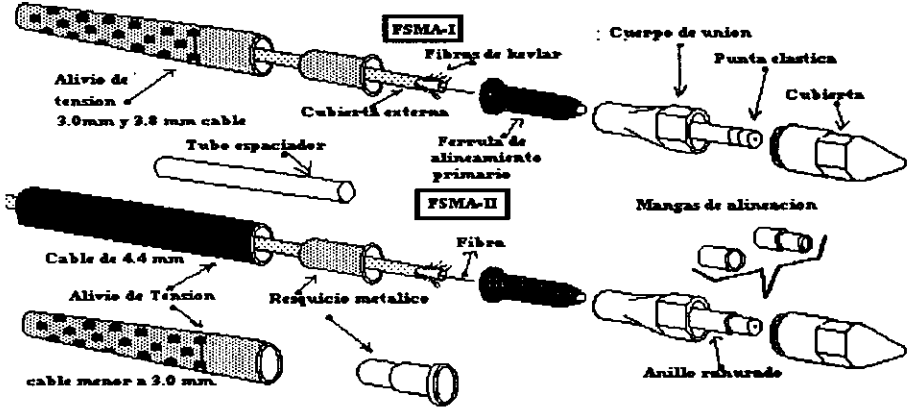


fig. 32 Vista en explosiva de los elementos de los conectores FSMA I y II (SMA 905 y 906).

El cuerpo del conector tiene una ranura especial que acepta un anillo cuando el sello es deseado

para esto es requerido el epoxy, el cual necesita un tiempo de cura o secado recomendado de 24 hrs. en 25 °C o un tiempo de aceleración de 4 hrs. a 65°C. El adhesivo de cura rápida

requiere de 30 minutos a 25°C. Estos epoxicos pueden ser usados con conectores en ambientes arriba de 85°C. Para temperaturas arriba de 125 °C se requiere epoxico de alta temperatura el cual requiere de una cura horneada de 15 minutos a 100°C.

PROCESO DE ENSAMBLE

PREPARACION DE FIBRAS

Aviso :

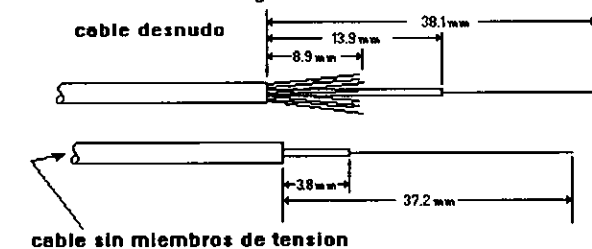
- Ser muy cuidadoso para disponer de las puntas propias de las fibras pueden fácilmente perforar la piel y causar irritación.

- Siempre use lentes y guantes cuando trabaje con fibras ópticas.

1.- Disminuya el calor de la tubería o estire sobre la cubierta del cable

2.- Si el cable tiene miembros de potencia al rededor de la fibra, deslice la abertura sobre la cubierta (de otra forma la abertura es omitida) El encendido termina del punto de la abertura hacia el final de la fibra.

3.- Mover el cable a las dimensiones mostradas en la figura.



cable sin miembros de tension
fig. 33 Desnudado de la fibra

- Quitar el revestimiento del amortiguador primario de la fibra. Esta puede darse por filtración en el final de la fibra con removedor de pintura por cerca de dos minutos. Limpie la fibra con una tela seca.

5.- Si la cubierta del cable tiene un diámetro menor de 2.3 mm y tiene miembros de potencia deslice el tubo espaciador sobre el cable para añadir soporte.

La tubería se anexará al material tanto que la abertura asegure el cable después de la ondulación.

TERMINACION DE LAS FIBRAS.

- 1.- Quitar la pinza separadora del, epoxico y juntar el epoxico completo de 20 a 30 segundos. vierta el epoxico en un dispersor o en una hoja.
- 2.- Llene el cuerpo del conector hasta la mitad.

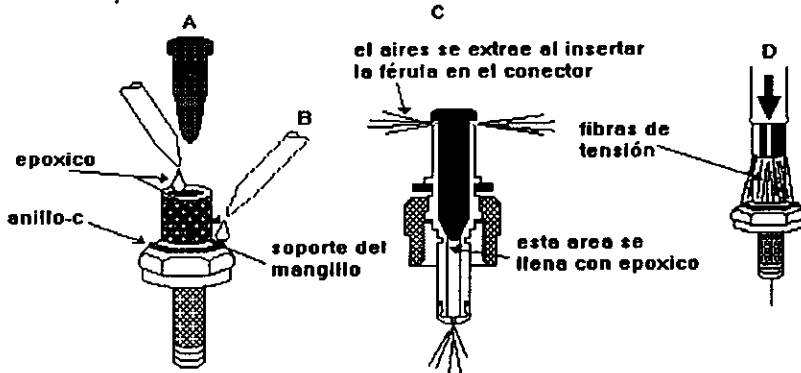


fig 34 Extracción del aire y pegado de la fibra en el interior del conector

- 3.- Aplique 2 o 3 gotas de epóxico fuera del cordón del enchufe se aconseja una capa delgada.
- 4.- Lentamente inserte el remate primario en el cuerpo del conector. Una inserción lenta y cuidadosa asegura que el aire es desplazado por el epoxico.
- 5.- Inserte la fibra con un movimiento rotaciones, tan lejos como sea posible dentro del cuerpo del conector. Los miembros de potencia deben extenderse sobre el nudo del enchufe. La fibra pasará a través del remate primario y pasará extendido a la punta del cuerpo del conector.

ONDULACION

Nota: Solo los cables con miembros de potencia terminados con conectores FSMA con aberturas usan una ondulación.

- 1.- Poner la abertura arriba de los miembros de poder y en medio de los hombros del cuerpo, atrás del anillo c del cuerpo del conector.
- 2.- Gire Las asas de las pinzas hasta que se aflojen, abra las pinzas completamente.
- 3.- Ponga el conector en las pinzas así el borde de la abertura descansa sobre el borde de la locación.

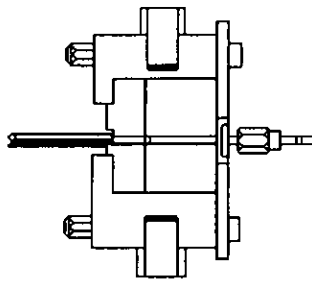
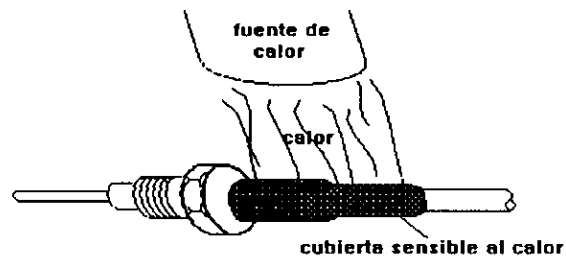


fig. 35 Ondulado del conector.

- 4.-Cerrar las asas hasta ondular la abertura.

COMPLETAR EL JUEGO DE PIEZAS.

- 1.- Disminuir el calor



Aviso: el exeso de calor puede dañar la fibra óptica

fig. 36 Fijado de la cubierta

- A) Girar el tubo caliente hasta que la abertura del enchufe este lo más lejos posible.
- B) Aplique calor al juego de piezas para contraer la tubería.

C) Ponga el juego de piezas aparte hasta que el epoxico lo cure, recomendamos que el cable sea largo, con el conector abajo, hasta que el epoxico lo cure

2.- Ayuda para la aplicación.

A) Aplique algunas gotas de epoxico a la abertura y deslice la relevación de la tensión en la abertura lo mas lejos posible.

B) Ponga el juego de piezas aparte hasta que el epoxico lo cure. recomendamos que el cable sea largo, con el conector abajo, hasta que el epoxico lo cure.

PULIDO DE LA FIBRA.

El pulido puede hacerse a mano con una abrazadera de pulido o con maquina, aquí se describe el pulido a mano.

1.- Sostenga firmemente el conector del juego de piezas.

ESGURIDAD PARA EL ARREGLO DEL EXCESO DE FIBRAS

Aviso:

Un método a mano es poner una pieza pequeña se masking tape sobre la fibra antes de marcarla. La fibra es entonces fácil de retirar y componer.

2.- Con el borde del biselado de la herramienta para marcar hacia arriba, ligeramente marque la fibra; después presione la fibra hacia afuera del conector.

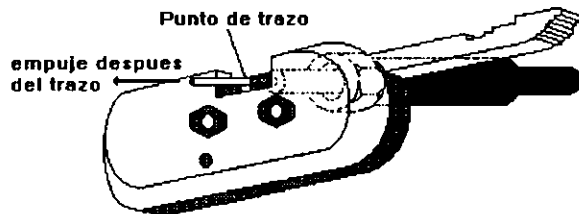


fig. 37 Marcado de la fibra

Nota: La fibra plástica puede cortarse con una navaja, dejando una pequeña parte de la fibra afuera. No la corte jústelo con la punta del conector.

3.- Ensarte la abrazadera de pulido al conector. La dimensión de la abrazadera esta establecida de fabrica.

4.- Asegure de tener limpia una superficie plana en la cual se pule la fibra. La superficie pulida deberá ser limpiada con agua de preferencia agua corriente.

Precaución:

Durante el pulido el agua y la película de pulir deben estar limpias para prevenir partículas abrasivas de rasguños o astillas en la superficie de la fibra.

Nota:

El pulido para los conectores SMA se requiere solo en dos fases primero con 5 μm y después con 1 μm .

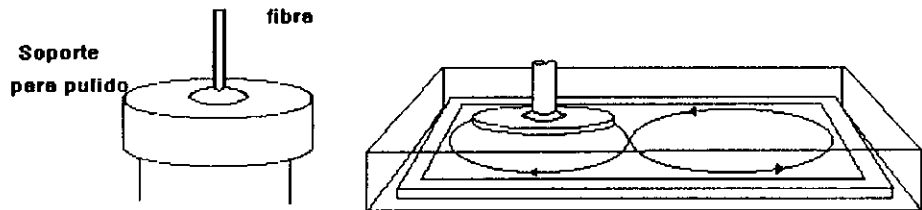


fig. 38 Pulido de la fibra

Tome el grupo de piezas firmemente con los dedos descansando sobre la abrazadera de pulido.

5.-Ponga la lija de 5 μm sobre la superficie a pulir.

El pulido en una extensión de la FIG 7 se mueve hasta la punta del conector que esta junto con la abrazadera de pulido.

6.- Cambie de 5 μm a 1 μm .

7.- Continúe puliendo al rededor de 20 golpes, hasta que la fibra quede lisa.

Nota:

Nunca inspeccione ó mire dentro de la punta de una fibra cuando el poder óptico se aplique a la fibra. La luz infrarroja que se usa aunque no pueda ser vista, puede causar daño en los ojos.

8.- Inspeccione el pulido bajo la lupa o microscopio, revise lo siguiente.

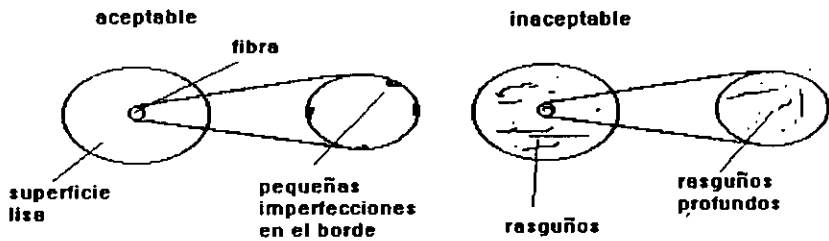


fig. 39 Inspección de la calidad del pulido.

- Rasguños sobre el conector indican que necesita otra pulida con $1\ \mu\text{m}$.
- Las pequeñas astillas en borde exterior de la fibra son permitidos. Las astillas largas ó astillas en el centro de la fibra indican que necesita pulirse ó que la terminación es inaceptable y la fibra debe ser terminada.

9.- Retire la abrazadera de pulido. Cuidadosamente seque el conector con una tela suave.

10.- Para los conectores SMA-906 solamente: Ponga la alineación correcta del enchufe sobre la punta del conector.

- Use la manga de alineación larga si el conector es conectado a otro conector por medio de una agarradera de acoplamiento. (Solamente uno de los conectores en una agarradera de acoplamiento requiere un enchufe).

11.- Ponga la bala con cuerda sobre el conector si el cable no va a ser usado inmediatamente.

Nota: Los conectores deben estar secos.

DIMENSION DE LA ABRAZADERA DE PULIDO.

La dimensión de la abrazadera de pulido debe de ser revisada periódicamente para asegurarse de las precisas dimensiones del pulido.

1.- Aplicar calor o acetona para unir al tornillar, unir junto a la base de la abrazadera y tornillar hasta que esté bien unida.

Precaución : No aplicar mas de 5 lb/in de presión al tornillar.

2.- Tornillar en la abrazadera hasta que la dimensión correcta sea alcanzada.

3.- Aplique varias gotas de Loctite Super Adesivo 430 al tornillar a la base de la abrazadera.

Deje que el Loctite actúe por 2 hrs.

Nota:

Manteniendo una cercana tolerancia de 9.806 a 9.812 mm. Asegure una fibra pequeña en la hendidura y de este modo reduce la pérdida de inserción.

Siempre que se haga un arreglo para la abrazadera del pulido, la profundidad de la hendidura en la superficie de la abrazadera debe ser medida. Si las hendiduras son menores de 0.127mm de profundidad, el artículo es inservible y deberá reemplazarse.

CAPITULO 5

EMPALMES

El conector es una unión móvil que se usa cuando es necesario desconectar fibras más de una vez. Su aplicación principal es el equipo de oficina (transmisor- receptor).

El empalme se usa en la planta externa, aunque también se encuentra aplicación en equipo de oficina.

El objetivo principal de acoplamiento de empalme es alineamiento preciso de los núcleos de las fibras por unir en tal forma, que la energía óptica se propague con un mínimo de pérdidas a través del empalme.

Los métodos empleador para empalmar las fibras ópticas han ido evolucionado desde el principio de utilización de esta técnica y, por orden de aparición, fueron los siguientes:

* Soldadura por microllama.

* Pegado

* Soldadura por fusión.

De todas estas técnicas las que se ha impuesto de forma definitiva es la de soldadura de las fibras ópticas por fusión con arco eléctrico.

Esta imposición viene promovida por el hecho de que todas la administraciones telefónicas, P.T.T., han adoptado la fibra óptica monomodo como medio definitivo para las comunicaciones a larga distancia y, por lo tanto para la formación de sus redes interurbanas e interconexiones de las mismas a las redes internacionales.

La razón que ha impuesto a las máquinas de empalme por fusión con arco eléctrico por ser éstas las que mejores prestaciones, en cuanto a valores de atenuación, presentan frente a las técnicas antes mencionadas.

PROCESO DE EMPALME POR FUSION

El proceso de empalme se puede desglosar en una serie de labores previas dado que muy raramente, las fibras que hay que empalmar se encuentran desnudas.

Lo habitual es empalmar cables de fibras ópticas entre sí lo que se denomina "en paso". Es el caso que se produce cuando se realizan enlaces a larga distancia y en los que se concatenan tramos de F. O.

El otro caso se produce cuando queremos empalmar cables de fibras ópticas a otros cables o cordones monofibra que están conectorizados en un solo extremo, que se denominan latiguillos o pigtails. (trenzas ó colas de cerdo).

Este caso es habitual en la formación de repartidores ópticos mediante la conectorización de todas las fibras ópticas que conforman los cables antes citados.

LABORES PREVIAS AL EMPALME POR FUSION

PREPARACION, DESNUDADO Y LIMPIEZA DE LOS CABLES DE F.O.

La preparación consiste en fijar las distancias de cable necesarias en ambos extremos para la realización de las labores posteriores.

El desnudado consiste en eliminar las cubiertas y protecciones de que consta el cable.

Para dejar al descubierto tan sólo los elementos centrales del cable alma, fiador y las fibras ópticas guiadas en el interior de sus protecciones holgadas o ajustadas.

La limpieza consiste en eliminar, mediante el uso de disolventes, todas las sustancias de relleno que se encuentran en los intersticios de las distintas capas y protecciones que conforman los cables ópticos.

Estas sustancias están siempre compuestas por "geles" que son sustancias tixotrópicas o hidrófugas que presentan la propiedad de no tener avidez alguna por la absorción de agua.

Se encuentran en un estado gelatinoso permanente y rellenan todos los intersticios del cable y de la protección holgada.

Están en contacto con la fibra óptica que en un paso posterior procederemos a limpiar.

con ALCOHOL ISOPROPILICO, TRICLOETANO Y ENEPTANO.

GUIADO DE LOS CABLES DE FIBRA OPTICA

El guiado de los cables es la operación en que se conforman las curvas y recodos que tendrán éstos en el interior de las cámaras de registro y de los repartidores ópticos, de manera que se respeten en todo momento los radios de curvatura mínimos de los cables de fibra óptica.

Se preverán las reservas de fibra óptica necesarias para las inevitables operaciones de mantenimiento en los enlaces y para las futuras ampliaciones de los mismos.

En este punto se fijan y marcan las distancias exactas a las que se realizarán las operaciones de amarre y sellado de la cubierta del cable de fibra óptica los manguitos de empalme, contenedores o conjuntos de derivación. Estos elementos son los encargados de garantizar la fijación y permanencia del empalme.

PREPARACION DE LOS MODULOS DE EMPALME

Los módulos de empalme son unos receptáculos fijos que permiten almacenar en su interior las fibras ópticas dotándolas de la adecuada protección una vez empalmadas.

Los módulos de empalme están diseñados para respetar en todo momento el radio de curvatura mínimo de las fibras ópticas desnudas.

En este paso del proceso se amarran las protecciones holgadas al exterior del módulo de empalme.

A continuación, se corta la protección holgada con especial cuidado para no dañar las fibras ópticas que se hallan en su interior.

Habitualmente se deja una reserva de fibra óptica desnuda con una longitud aproximada de tres metros que después se almacena en el interior del módulo de empalme.

Para llegar a este punto del proceso es imprescindible tras cortar la protección holgada, proceder a una limpieza cuidadosa del gel que rellena internamente la protección del cable.

PREPARACION Y MONTAJE DE MANGUITOS DE EMPALME Y ALTERNATIVAMENTE REPARTIDORES OPTICOS

En este punto del proceso, se ha de amarrar el fiador del cable óptico al bastidor o armadura del manguito de empalme.

Este paso es muy importante pues dota de una gran rigidez mecánica al conjunto cable-manguito -cable y le permite soportar los esfuerzos de tracción a los que se verá sometido el cable y evita que estos repercutan sobre las fibras.

Alternativamente, en el caso de repartidores, esta labor se simplifica y se reduce a la identificación y reasignado de la numeración de las fibras ópticas conforme al criterio seguido en el enlace.

LABORES PROPIAS DEL EMPALME POR FUSION

LIMPIEZA DE LA FIBRA.

Esta operación es análoga a la que se realizó con anterioridad para el cable óptico. Los materiales que se utilizan en la limpieza de las fibras ópticas desnudas son los mismos, que ya utilizamos para la limpieza de los cables ópticos.

DESNUDADO DE LA FIBRA

Se utilizan unas herramientas especiales de precisión especiales llamadas desaisladoras de fibra óptica.

Estas eliminan el recubrimiento primario y las protecciones secundarias de las fibras ópticas de diámetros externos de 250 micras, 500 micras y 900 micras.

Su funcionamiento consiste en "morder" con unas cuchillas micrométricas la protección exterior, después por tracción desnudar esta protección con lo que nos encontraríamos con la protección anterior hasta llegar a la protección primaria.

se repite la operación para las demás protecciones hasta llegar a la fibra completamente desnuda con un diámetro externo de 125 micras.

Esta medida del diámetro corresponde al revestimiento de la fibra óptica o Cladding en las fibras ópticas monomodo.

CORTE DE LA FIBRA OPTICA

Esta operación, consiste en cortar la fibra óptica a la longitud precisa para su empalme. De su buena ejecución depende el proceso completo del empalme por fusión.

La distancia de corte oscila desde 1 cm. hasta 3 cm. para todas las maquinas. Las cortadoras tienen la siguiente secuencia "tensar - combar - marcar - cortar".

La fibra óptica se introduce a la distancia de corte prefijada, y es tensada por dos mordazas.

La parte central entre ambas mordazas es una superficie convexa que nos garantiza el arqueado de la fibra junto a esta una superficie perpendicular para marcar la fibra.

La operación de marcar es la mas critica de todo el proceso, pues consiste en realizar una pequeña incisión con una profundidad máxima de cinco micras sobre la superficie del revestimiento de la fibra con un diámetro 125 micras.

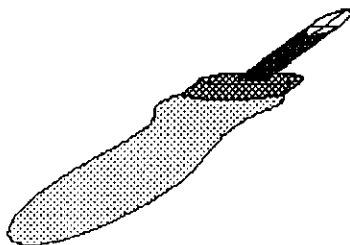


fig. 40 Rallador de fibras ópticas

El material con el que se fabrica la cuchilla, encargada de hacer la citada incisión, es un factor determinante en la calidad del corte. Se obtienen cortes con desviaciones angulares inferiores a un grado con el empleo de titanio, e incluso se llega a alcanzar valores inferiores a 0.5° con el empleo de diamantes.

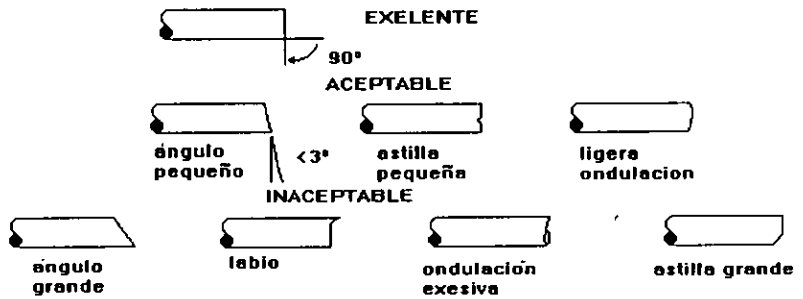


fig. 41 Inspección en el corte de las fibras ópticas

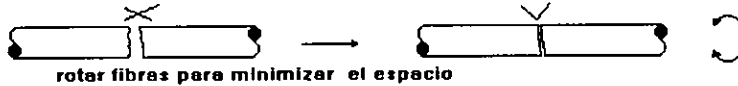
PROCESO DE FUSION

Observando con el microscopio, se deslizan las fibras sobre la ranura en V hasta que sus extremos casi se toquen y queden alineados con los electrodos. Deslizandose se retira una de las fibras del área de electrodos y se aplica la prefusión (arco de corta duración) a la otra fibra. La prefusión sirve para prevenir el efecto dañino de la formación de burbujas de aire.

Sin embargo, la prefusión excesiva causará durante la fusión que la fibra tenga un cuello excesivo (estrangulamiento). La fibra retirada, deslizarla hasta tocar la fibra prefusionada.

rotar las fibras para minimizar el espacio entre ellas.

ALINEAMIENTO

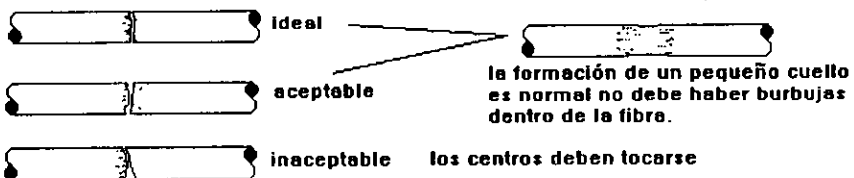


rotar fibras para minimizar el espacio

PREFUSION



FUSION



prefusión excesiva produce demasiad estrangulamiento

la formación de un pequeño cuello es normal no debe haber burbujas dentro de la fibra.

fig. 42 Alineación de las fibras ópticas.

Finalmente se aplica la fusión (arco de duración mas grande) para ablandar los extremos de la fibra, la tensión superficial hará que la fibra fundida produzca una unión uniforme casi invisible. Con esto concluye el empalme que debe estar libre de cuello excesivo, burbujas de aire y fisuras.

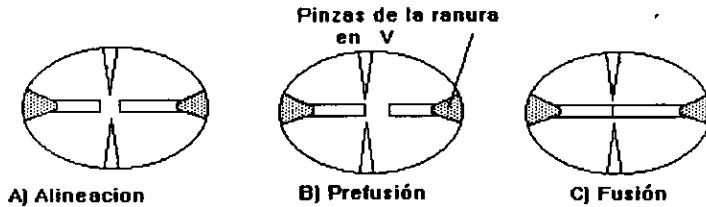


fig.43 Alineación de las fibras en el equipo de fusión.

Después de la fusión, la resistencia de la fibra a la tensión disminuye, también la presencia de humedad puede provocar una disminución adicional. Para mantener la integridad mecánica del empalme y protegerlo del medio ambiente, se usa el protector de empalme, que es propiamente un encapsulado. Se han ensayado diversas formas de encapsulado, una que ha dado resultados satisfactorios, se muestra en la figura. Después de colocar la fibra como se indica la mitad superior del protector se cierra y el empalme queda protegido en una estructura tipo emparedado.

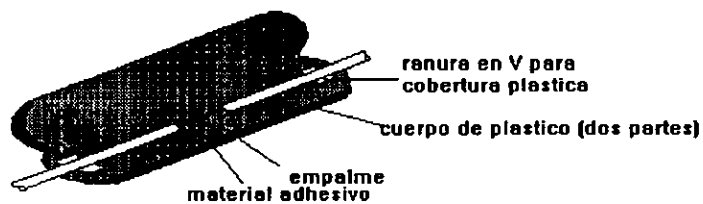


fig. 44 Protector de empalmes

EMPALME MECANICO DE FIBRAS

La técnica más eficiente para el empalmemecánicode fibras es la de ranura en V, esta consiste en una caja con una ranura longitudinal en forma de V que alinea las fibra.

Otro método semejante es el uso de mangas de alineación del mismo diámetro interior que

el diámetro exterior de la fibra.

La unión permanente para ambos métodos se logra con cemento o epóxico.

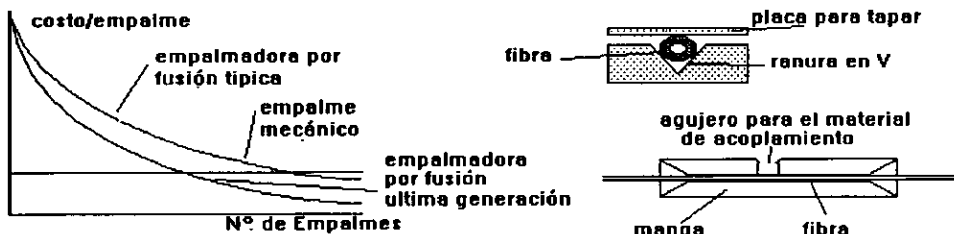


fig. 45 Costo por empalme para métodos mecánicos y por fusión.

Empalmes mecánicos. Ranura en V y Manga de Alineación

METODO	PERDIDA EN EMPALME	DIMENSION DEL REFUERZO	TIEMPO DE EMPALME	PROPIEDADES
RANURA EN V	0.1 DB	4 x 6 x 30 mm	GRANDE	+ Requiere Habilidad + Variaciones Potenciales de Tiempo
MANGA	0.3 DB	4 x 5 x 60 mm	GRANDE	+ Difícil de Operar + Variaciones Potenciales de tiempo
FUSION	0.1 DB	3 x 3 x 60 mm	CORTO	+ Se Requiere Equipo Sofisticado

tabla 3. Características de los métodos de empalme

CAPITULO 6

METODOS DE PRUEBA Y CORRECCION DE ERRORES

La atenuación y la dispersión son dos características de las fibras ópticas que limitan la separación entre transmisor y receptor; La longitud máxima del enlace será función del que primero ocurra. En la práctica, después que se ha instalado la fibra la medición de la atenuación y la dispersión es una necesidad, con el objeto de garantizar los objetivos previstos en el cálculo teórico y así tener una referencia para el mantenimiento del enlace.

La atenuación se puede medir en forma manual o automática, los métodos manuales son los que se usan en las aplicaciones manuales de campo, por lo que se describen en detalle. Los métodos automáticos requieren de condiciones especiales como es el caso del fabricante de la fibra, a manera de ejemplo se presenta uno de ellos.

La potencia que originalmente se inyecta en la fibra se propaga hacia el receptor, y se le conoce como señal directa, las condiciones prácticas de propagación en una fibra hacen que parte de la señal regrese a la fuente óptica. La potencia que regresa, la componen señales de retrodispersión y reflexión. Existen dos arreglos para medir la atenuación.

A) TECNICA DE LOS DOS PUNTOS, utiliza la señal directa y se conoce también como técnica directa.

B) TECNICA DE RETRODISPERSION, que se desarrolla en base a la señal que regresa.

Básicamente existen dos métodos para medir la atenuación en forma manual y son: Pérdida por inserción y corte regresivo. Los dos métodos utilizan para medir la potencia óptica un receptor óptico (multímetro óptico).

Cualquiera que sea el método utilizado, se deben cumplir con ciertos requisitos como son:

a) Simple y rápido sobretodo si se realiza en el campo donde las condiciones suelen ser adversas

B) Versátil con el objeto de facilitar la interconexión con la fibra bajo prueba y al equipo asociado.

C) Suficientemente preciso para que sea confiable.

D) La técnica de medición empleada debe ser equivalente a la del fabricante para poder contrastar ambos resultados.

MEDICION MANUAL DE ATENUACION.

Para la medición manual de atenuación, generalmente se utiliza como medidor de potencia un multimetro óptico. Los valores se obtienen en dB. dependiendo de la longitud de onda transmitida.

A) METODO DE PERDIDAS POR INSERCIÓN

Consiste en dos mediciones, la primera en el extremo cercano que sirve de referencia y la segunda en el extremo lejano. La diferencia entre las dos mediciones da la atenuación de la fibra bajo prueba.

MEDICION EN EL EXTREMO CERCAÑO

Conectar a la fuente de luz el mezclador de modos. El otro extremo del mezclador se empalma a 1 m de fibra semejante a la fibra de prueba. Aproximadamente de 15 - 20 cm del extremo de la fibra empalmada realizar la extracción de modos. El tramo extra de fibra que se emplea tiene dos razones: La primera es para prevenir que se haga uso excesivo de la fibra del mezclador para la extracción de luz; la segunda es tener un empalme adicional, que igualará el número de empalmes en las dos mediciones dando mayor precisión al resultado.

Conectar el tramo de fibra de 1 m. al receptor y obtener la medición de extremo cercano.

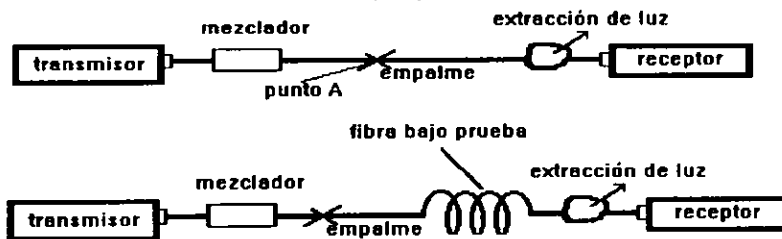


fig.

46 Medición de atenuación por el método de pérdidas por inserción

A) Para el extremo cercano. B) Para el extremo lejano

MEDICION EN EL EXTREMO LEJANO

Para esta medición se abre en el punto (a) de la medición en el extremo cercano y se empalma el extremo del mezclador a la entrada de la fibra bajo prueba. En el extremo de salida de la fibra bajo prueba se realiza la extracción de luz del revestimiento y se conecta al receptor.

En estas condiciones se, obtiene la medición en el extremo lejano.

El método en si introduce un pequeño error que consiste en la diferencia de atenuaciones entre los empalmes de la medición en el extremo cercano, y la del extremo lejano. Comúnmente es inferior a una décima de dB.

Para este método es importante tener presente que la conexión mas sensible es en el transmisor y no debe perturbarse en el lapso de tiempo que se realiza la medición de extremo cercano y extremo lejano. En caso contrario, se debe efectuar nuevamente la medición en el extremo cercano que sirve de referencia.

B) METODO DE CORTE REGRESIVO

En este método se realizan dos mediciones, la primera en el extremo lejano y la segunda en el cercano. La diferencia entre las dos mediciones da la atenuación de la fibra bajo prueba. Comparando con el método de pérdidas por inserción el orden de las perdidas se invierte.

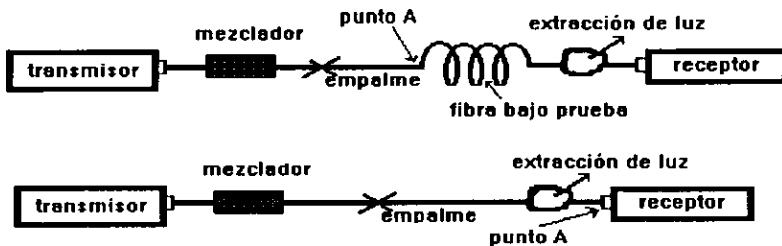


fig. 47 Medición de atenuación por el método de corte regresivo

A) Para el extremo cercano B) Para el extremo lejano

METODO EN EL EXTREMO LEJANO

Uno de los extremos del mezclador se conecta al transmisor, y el otro se empalma a la entrada de la fibra bajo prueba. En el extremo de salida de la fibra bajo prueba se realiza la extracción de luz del revestimiento, conectándose posteriormente al receptor y se obtiene la medición en el extremo lejano.

MEDICION EN EL EXTREMO CERCANO

En este caso, se corta la fibra en el punto (a). se realiza la extracción de luz y se conecta al receptor para efectuar la medición en el extremo cercano.

La técnica de corte regresivo es más preciso que la anterior pero tiene el inconveniente que al hacer el corte en la medición del extremo cercano, se pierden algunos centímetros de la fibra bajo prueba, esto puede llegar a ser un problema cuando la fibra no tiene suficiente longitud.

MEDICION DE ATENUACION POR MEDIO DE REFLECTOMETRIA

Usando principios de reflectometría se puede medir la atenuación en una fibra óptica, también se pueden localizar fallas, así como medir la pérdida que introducen discontinuidades como conectores, empalmes, fisuras etc.

La medición de atenuación se realiza con un reflectómetro óptico en el dominio del tiempo OTDR, con el que se determinan indirectamente las pérdidas como una función de la longitud de la fibra, la cual se calcula por medio de mediciones de la diferencia temporal en el recorrido de la señal directa y la reflejada compuesta. La señal reflejada compuesta esta formada de las señales de reflexión y retrodispersión.

REFLECTOMETRO OPTICO.

El principio de operación del OTDR es semejante al radar. Consiste en un fotoemisor (láser) que envía pulsos periódicos de corta duración < 20 nseg. a uno de los extremos de la fibra bajo prueba.

Parte de la energía de los pulsos regresa al mismo punto de entrada, con la ayuda de un acoplador direccional, la señal regresa se detecta y se muestra en una pantalla de osciloscopio. La amplitud de la señal de reflexión compuesta depende de la pérdida de la señal como se observa en el eje vertical, en el eje de tiempo se representa la longitud de la fibra. En este caso se ha supuesto que en la fibra existe un empalme. Los extremos de entrada y salida de la fibra serán por los puntos a y b respectivamente. Cuando el extremo de salida de la fibra esta abierta, se obtiene una fuerte reflexión que se caracteriza por la señal de reflexión compuesta cae a la línea base del osciloscopio como sucede también en el caso de una rotura total en la fibra.

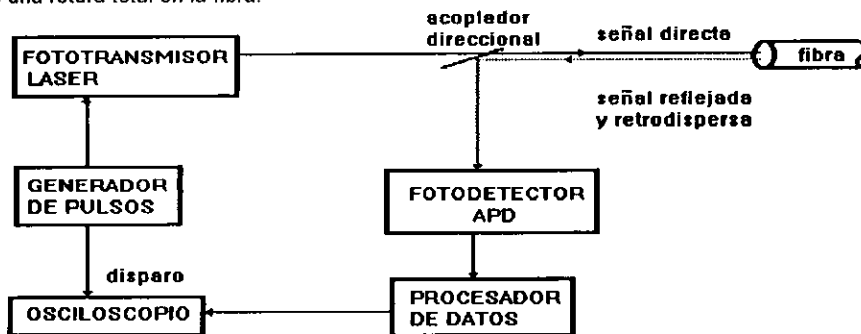


fig. 48 Diagrama básico de un OTDR

Cuando la luz de la señal directa se propaga en la fibra, se encuentran fluctuaciones microscópicas del índice de refracción que se propaga en la fibra, encuentra fluctuaciones microscópicas del índice de refracción que se deben a impurezas moleculares del proceso de fabricación en la fibra.

Esto provoca dispersión de la luz en todas las direcciones, resultando que una pequeña cantidad pequeña de la luz dispersa se propaga hacia atrás, es decir en dirección del fotoemisor. Esta señal se atenúa en la misma forma que la señal directa, por lo tanto la señal de retrodispersión que aparece en el osciloscopio sirve para determinar atenuación en la fibra, además de localización de fallas y pérdidas por discontinuidades.

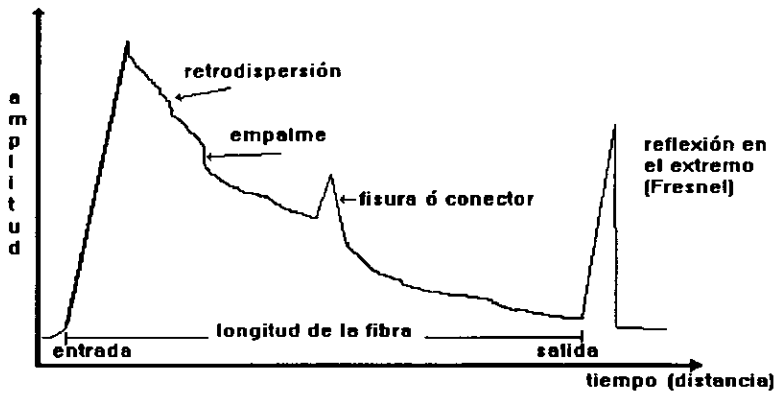


fig. 48

Señal de regreso como se observa en la pantalla de un OTDR.

CONCLUSIONES

Los dispositivos pasivos realizan funciones imprescindibles tanto en la configuración como en el funcionamiento de los enlaces realizados con fibras ópticas.

La validez de un enlace con fibras ópticas se ve reducido por una gran cantidad de pérdidas, es por eso que el minimizarlas es tan importante.

Con este trabajo se demuestra que la conexión no es un proceso complicado si se disciplina al seguir una serie de pasos y se siguen las precauciones debidas, el enlace se hará sin problemas.

En el empalme solo se requiere un poco de practica en el uso del equipo que, aunque es costoso, su uso no tiene complicaciones y los resultados son equivalentes.

las grandes ventajas de las fibras ópticas desplazaran en un futuro no muy lejano a los sistemas actuales de comunicaciones.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Representación de la reflexión y transmisión de un rayo al incidir en la frontera de dos medios	3
2	a) Inclinación que sufre un rayo de un medio a otro b) ángulo crítico	4
3	Representación gráfica de transmisión entre reflexión total y parcial	5
4	Ilustración simplificada de la propagación de la luz a lo largo de la banda.	5
5	Estructura de una fibra óptica	6
6	Fenómeno de reflexión total	8
7	Representación del ángulo de aceptación de una fibra óptica	8
8	Pérdidas de Fresnell	9
9	Estructura de una fibra multimodo	10
10	Estructura de una fibra óptica de índice escalonado	10
11	Rayos meridionales atraves de la fibra óptica	11
12	Rayos oblicuos atraves de la fibra óptica	11
13	Estructura de una fibra óptica de índice gradual	12
14	Trayectoria del haz	12
15	Estructura de una fibra monomodo	13
16	Partes de una monofibra	16
17	Capas de un cable para uso rudo.	17
18	Vistas en sección y corte de la sección de un conector SMA 905.	22
19	Vistas en sección y corte de la sección de un acoplador SMA 905.	22

20	Vistas en sección y corte de la sección de un conector SMA 906.	22
21	Vistas en sección y corte de la sección de un acoplador SMA 906.	23
22	Vistas en sección de un conector ST, de un acoplador así como el detalle final de la férula del conector ST.	25
23	Vistas en sección de un conector biconico, de un acoplador así como el detalle final de la férula del conector bicónico	26
24	Vistas en sección de un conector FC, de un acoplador así como el detalle final de la férula del conector FC.	28
25	Vistas en sección de un conector FC/PC, de un acoplador así como el detalle final de la férula del conector FC/PC.	30
26	Vistas en sección de un conector SC, de un acoplador así como el detalle final de la férula del conector SC.	31
27	Conector FDDI junto con la pieza que permite la codificación del mismo.	34
28	Vista en sección de un conector dúplex FDDI de un acoplador FDDI así como el detalle de la sección final del conector.	34
29	Vistas en sección de un conector dúplex LSA-DIN, de un acoplador DIN 47.256.así como el detalle final de la férula del conector LSA-DIN	36
30	Vistas en sección de un conector HMS, de un acoplador así como el detalle final de la férula del conector HMS.	37
31	Pasos fundamentales en el proceso de montaje de los extremos y conexionado de los conectores.	40
32	Vista en explosiva de los elementos de los conectores FSMA I y II (SMA 905 y 906).	41

33	Desnudado de la fibra.	42
34	Extracción de aire y pegado de la fibra en el interior del conector.	43
35	Ondulado del conector	44
36	Fijado de la cubierta	44
37	Marcado de la fibra.	45
38	Pulido de la fibra.	46
39	Inspección de la calidad del pulido de la fibra.	47
40	Rallador de fibras ópticas.	53
41	Inspección del corte de la fibra óptica.	54
42	Alineación de las fibras ópticas	54
43	Alineación de las fibras ópticas en el equipo de fusión	55
44	Protección del empalme.	55
45	Costo por empalme para métodos mecánicos y por fusión Empalmes Mecánicos. Ranura en V y Manga de Alineación.	56
46	Medición de atenuación por el método de pérdida por inserción. A) Extremo cercano, B) Extremo lejano.	58
47	Medición de atenuación por el método de pérdida de corte regresivo. A) Extremo cercano, B) Extremo lejano.	59
48	Diagrama básico de un OTDR	61
49	Señal de regreso como de observa en un OTDR.	62

INDICE DE TABLAS

TABLA		PAGINA
1	Porcentaje de acoplamientos de diferentes fuentes a diferentes fibras.	9
2	Tabla comparativa de los diferentes conectores existentes en el mercado	38
3	Características de los métodos de empalme	56

BIBLIOGRAFIA

- 📖 FUNDAMENTOS DE FISICA
ROBERT HALIDAY
EDITORIAL C.E.C.S.A. 1986
- 📖 COMUNICACIONES OPTICAS
JOSE MARTIN SANZ
EDITORIAL PARANINFO 1996
- 📖 INTRODUCCION A LA FIBRA OPTICA Y EL LASER
EDWARD L. SAFFORD
EDITORIAL PARANINFO 1994
- 📖 SISTEMAS DE CONECCION CON FIBRAS OPTICAS
AMP
- 📖 SISTEMAS DE COMUNICACION
TELEDATA

Simplex Connectors

Multimode Products

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-6752.

Plugs

Product Facts

- Low cost
- Loss—less than 1.5 dB typical
- Multiple fiber sizes (125-1000 microns)
- Repeatable coupling efficiency
- Corrosion resistant construction
- Performance and reliability at low cost

Performance Characteristics

Insertion Loss: < 1.5 dB
FOTP 34

Cable Retention: 155 N min.

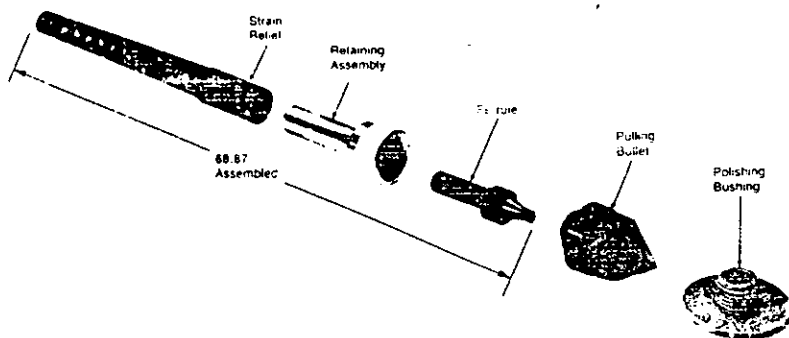
Durability: 250 mating cycles

Temperature Range:
-40°C to +60°C

Materials:

Ferrule and Polishing Bushing—Thermoplastic
Retainer Assembly—Copper alloy, plated

Tools and Accessories



Fiber Diameter (Over Cladding) (μm)	Part Numbers			
	Cable O.D. (Over Jacket) (μm)			
	Plastic Fibers		Glass Fibers	
125	2.2 ¹	2.5 ¹	3.0	3.8
140	—	501067-1	501067-2	501067-3
140	—	501068-1	501068-2	501068-3
230 ²	—	501070-1	501070-2	501070-3
500	501074-1	—	—	—
1000	501076-1	—	—	—

¹Spacer tube included with these kits

²Or plastic clad silica

Description	Part Number
Termination Kit w/Economy Hand Tool	501282-3
Termination Kit w/OPTIMATE Hand Tool	501282-5
Installer's Kit, All Connectors	501258-7,-8,-9
Hand Tool—OPTIMATE, No Dies	58190-6
Dies for OPTIMATE Tool, Eyelet Crimp	58291-1
Hand Tool—OPTIMATE, w/Eyelet Crimp Dies	58190-5
Dies for OPTIMATE Tool, Insulation Crimp—up to 3.0 mm	312831-1
Dies for OPTIMATE Tool, Insulation Crimp—3.8 mm	312831-2
Dies for OPTIMATE Tool, Insulation Crimp—4.4 mm	312831-3
Hand Tool—Economy, w/Dies up to 3 mm Jacket	501257-1
Hand Tool—Economy, No Dies	220190-1
Dies for Economy Tool, up to 3 mm Jacket	501295-1
Curing Sleeve Kit (12) ¹	502253-1
Epoxy, (25) 2-Gram Packets:	
Quick Cure (45 min.)	501195-8
Standard Cure (24 Hour)	501195-4
Polishing Film:	
Step 1 (5 μm)	228433-8
Step 2 (1 μm)	228433-7
Polish Length Gauge	501301-2

¹Protects fiber end during curing

2.0 mm Threaded Connectors

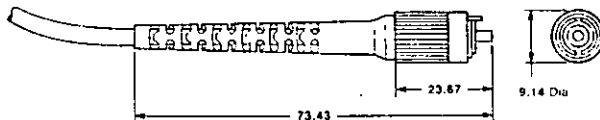
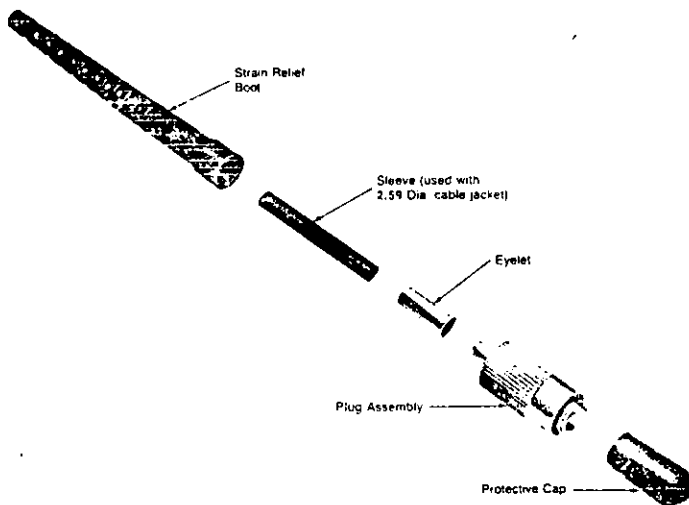
Singlemode and Multimode Products

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-6752.

Plugs

Product Facts

- Low loss, less than .40 dB typical
- PC style for superior performance
- Return loss— >30 dB typical
- Terminates up to 3.00 dia. cable jacket
- Compatible with NEC-D4 connectors
- Keyed for repeatable performance
- Multimode and single-mode versions available
- May be tuned for minimum loss
- Bend-limiting strain relief
- High precision ceramic ferrule
- Corrosion resistant construction
- Easily applied in the field
- Single-throw design permits use of universal OPTIMATE hand tool



Fiber Diameter ¹ (μ m)	Part Numbers ²	
	Multimode	Singlemode
124	—	501508-1
125	502157-1	501508-2
126	—	501508-3
127	—	501508-4
128	—	501508-5
140	502157-2	—

¹Nominal cable jacket O.D. (over cladding) is 3.00
²Each connector kit includes a strain relief, sleeve, eyelet, plug assembly and protective cap

Performance Characteristics

- Insertion Loss:** <0.4 dB typical
- Temperature Range:** -40°C to +85°C
- Durability:** 1000 mating cycles. <0.2 dB change typical
- Cable Retention:** 267 N tensile load

Materials:

- Plug Assembly—Nickel plated brass
- Ferrule—Ceramic
- Eyelet—Tin plated copper
- Sleeve—Vinyl
- Strain Relief—Thermoplastic

**FSMA Connectors,
MIL-C-83522 Version
(Continued)**

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-8752.

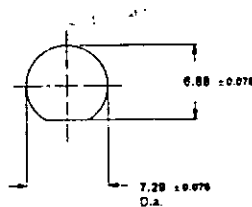
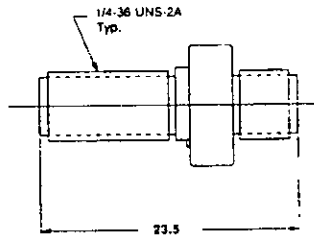
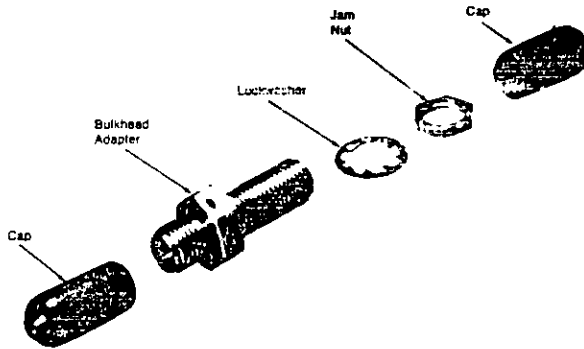
**Receptacle—
Coupling Bushing**
AMP Part No.
601432-1
Military No.
MIL-C-83522/3-02

Product Facts

- Qualified to MIL-C-83522
- Use with two FSMA MIL-C-83522 plugs (see page 29)
- Corrosion resistant stainless steel construction
- Performance and reliability at low cost
- Metal body ensures EMI/RFI shielding for sensitive electro-optic circuitry
- Safety wire holes

Material:

Stainless steel, passivated

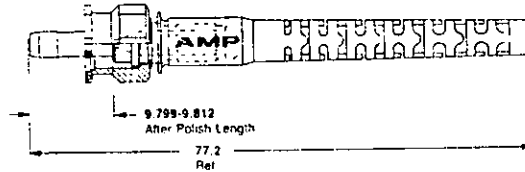
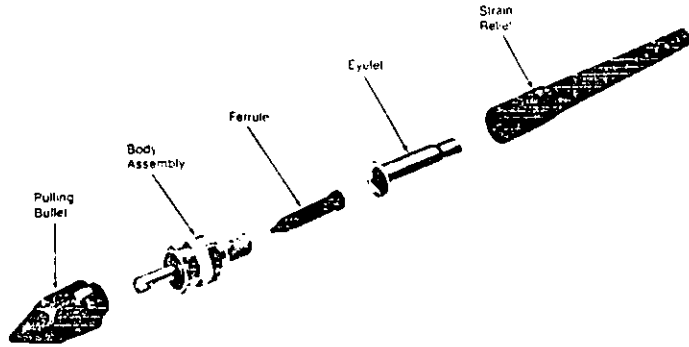


Recommended Panel Cutout

Plugs

Product Facts

- Qualified to MIL-C-83522
- AMP FSMA Type I connector style (resilient tip)
- For 125 and 140 μm fibers
- For 3.0 mm cable diameter
- Simple termination procedure
- Corrosion resistant stainless steel construction
- Environmentally sealed against moisture and industrial fluids
- Safety wire holes
- Ribbed strain relief protects from vibration and flexing



Typical Assembled View

Fiber Diameter (μm)	Part Numbers	
	AMP	MIL-C-83522
125	501348-1	2-03
140	501348-2	2-04

Performance Characteristics

- Insertion Loss:** 1.5 dB typical
- Durability:** 200 mating cycles
- Cable Retention:** 176.5 N minimum (depending on cable construction)

Materials:

- Body—Stainless steel, passivated
- Eyelet—Copper, tin plated
- Ferrule, Connector Tip, Strain Relief Boot—Thermoplastic

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-6752.

2.5 mm Threaded Connectors
(Continued)

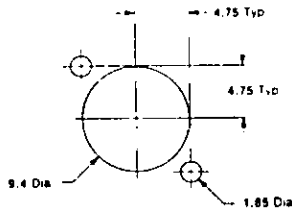
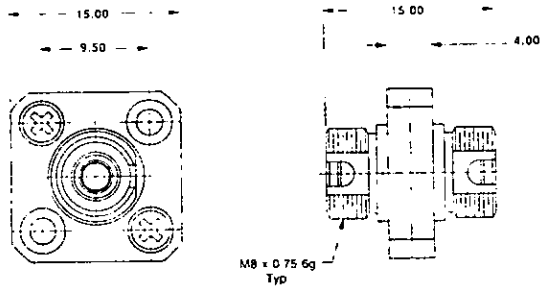
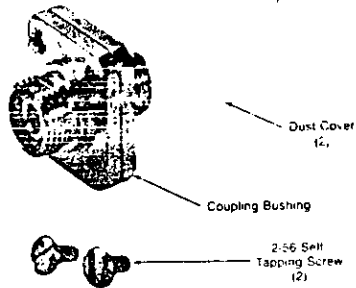
Receptacle—
Coupling Bushing
Part No. 501506-1
(Ceramic Sleeve)
Part No. 501506-2
(Metal Sleeve)

Product Facts

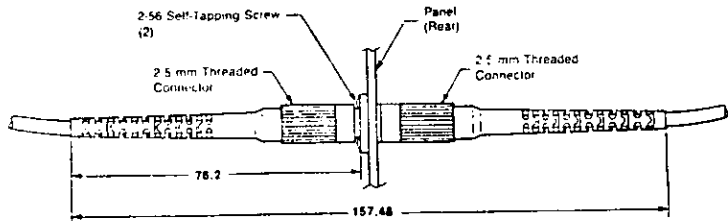
- Split sleeve for precision alignment
- Corrosion resistant construction
- Excellent performance and reliability
- Fits bulkheads up to 3.5 mm thick
- NTT-PC and NEC-D3 compatible
- Also available pre-mounted on 4-pack panel assemblies (see page 25) and in various enclosures

Materials:

Coupling Bushing—Nickel plated brass
Self-Tapping Screws—Stainless steel
Alignment Sleeve—Ceramic or metal



Recommended Panel Cutout



Typical Mated View

Singlmode and Multimode Products

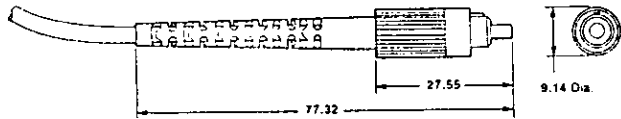
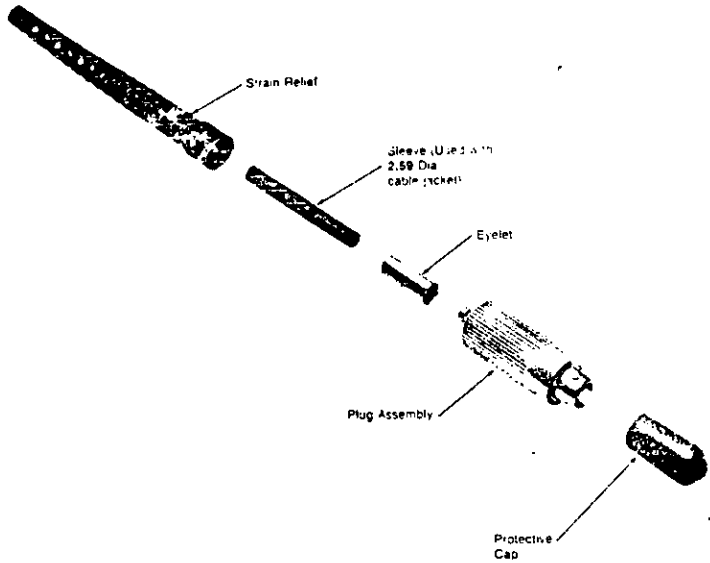
For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-6752.

2.5 mm Threaded Connectors

Plugs

Product Facts

- Low loss—less than .40 dB typical
- PC style for superior performance
- Return loss > 30 dB typical
- Terminates fiber in up to 3.00 dia. cable jacket
- Compatible with NTT-FC and NEC-D3 connectors
- Multimode and single-mode versions available
- Keyed for repeatable performance
- May be tuned for minimum loss
- Bend-limiting, high precision strain relief
- Corrosion resistant construction
- Easily applied in the field
- Single crimp design permits use of universal OPTIMATE hand tools (see page 25)



Typical Assembled View

Fiber Diameter ¹ (µm)	Part Numbers ²	
	Multimode	Singlemode
124	—	501505-1
125	502156-1	501505-2
126	—	501505-3
127	—	501505-4
128	—	501505-5
140	502156-2	—

¹Nominal cable jacket O.D. (over cladding) is 3.00

²Each connector = 1 includes a strain relief, sleeve, eyelet, plug assembly and protective cap

Performance Characteristics

Insertion Loss:

.40 dB typical

Temperature Range:

-40 °C to +85 °C

Durability: 1000 mating cycles, < 0.2 dB change

Cable Retention: 267 N

tensile load

Materials:

Plug Assembly—Nickel plated brass

Ferrule—Ceramic

Eyelet—Tin plated copper

Sleeve—Vinyl

Strain Relief—Thermoplastic

2.5 mm Bayonet Connectors

(Continued)

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-572-6752.

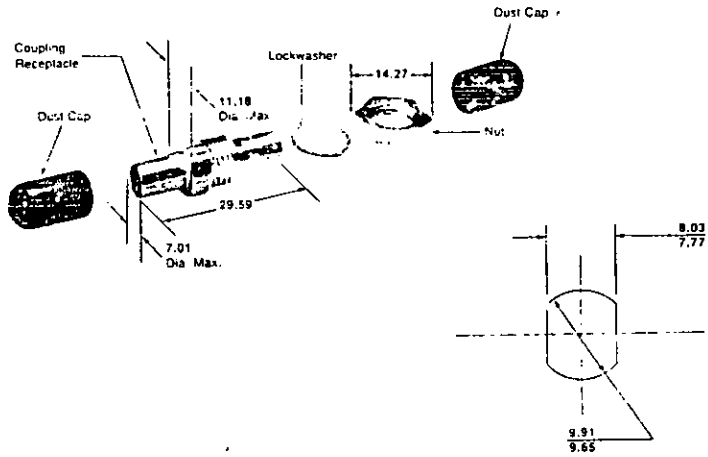
**Receptacles—
Coupling**
Part No. 501381-1

Product Facts

- Use with two plugs to make a free-hanging splice or panel feed-through connection
- Simple bayonet latch for ease of engagement
- Durable construction
- Low loss

Material:

Zinc, nickel plated



Recommended Panel Cutout

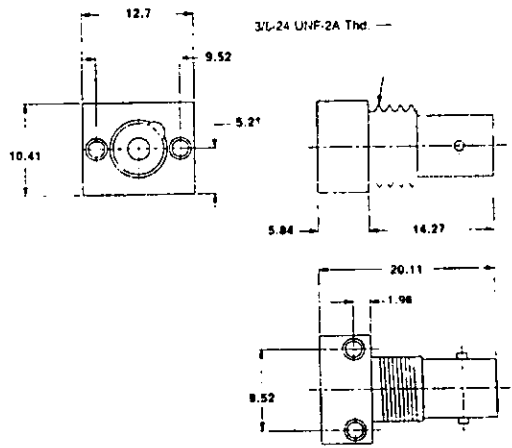
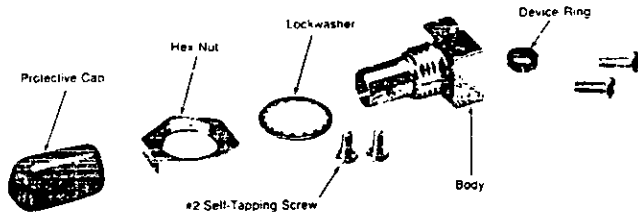
**Active Device
Mount**
Part No. 501474-1

Product Facts

- Use to mate a 2.5 mm Bayonet Connector (ST-type) active device
- Simple bayonet latch for ease of engagement
- Durable construction
- Low loss

Material:

Zinc, nickel plated



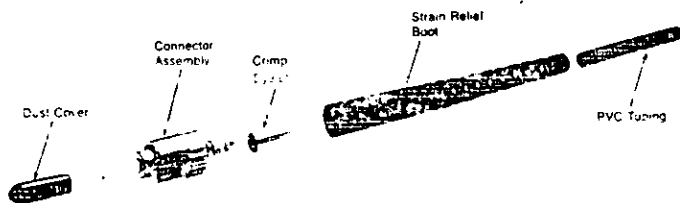
2.5 mm Bayonet Connectors

Plugs

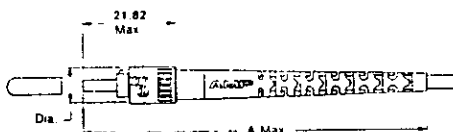
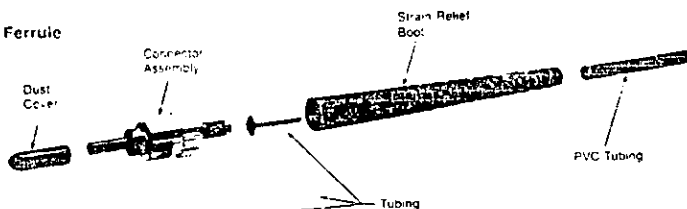
Product Facts

- ST style compatible
- Low loss—0.6 dB typical (ceramic), 1.0 dB typical (plastic)
- Single crimp termination for cables up to 3 mm in diameter
- Keyed bayonet prevents rotation and allows quick connect/disconnect functions
- Durable—less than 0.2 dB change after 1000 cycles
- Choice of ceramic or plastic ferrule

Ceramic Ferrule



Plastic Ferrule



Ferrule Type	Dim. A	Cable Size (µm)	Part Number
Ceramic	46.68	125	501380-1
		140	501380-2
		125	502160-1
		140	502160-2
Plastic	78.72	230	502160-3
		500	502160-4
		100	502160-5

Performance Characteristics

Insertion Loss: 0.6 dB, typical (ceramic), 1.0 dB, typical (plastic)

Mating Cycles (Less than 0.2 dB change): 1000 (ceramic), 250 (plastic)

Cable Retention: 133.4 N

Operating Temperature:
 -30°C to +70°C (ceramic),
 -20°C to +60°C (plastic)

Materials:

Body—Zinc, nickel plated
 Ferrule—Ceramic or plastic
 Crimp Eyelet—Copper, tin plated
 Strain Relief Boot—Thermoplastic elastomer

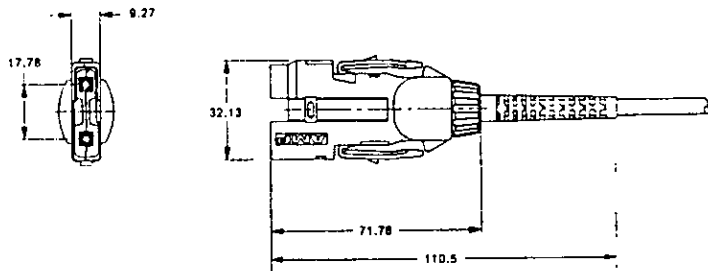
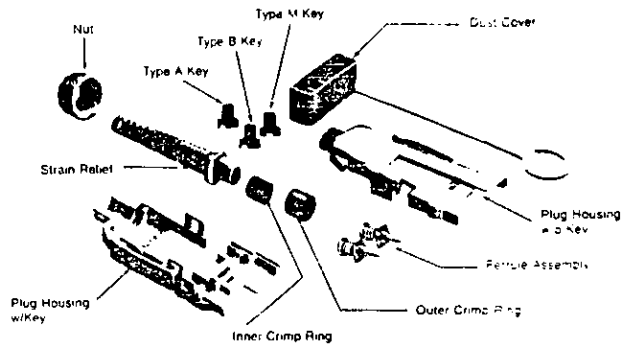
For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-6752.

Fixed Shroud Duplex (FSD) System (Continued)

Plugs

Product Facts

- ESDI Compatible
- Uses 2.5 mm ceramic floating ferrules for low loss—0.6 dB typical
- Positive side-latch mating
- Includes designed-in polarization and keying
- Bend-limiting strain relief boot



Cable Size (µm)	Cable Type	
	DUALAN	Light Duty Dual
125	501780-1	502015-1
140	501780-2	502015-2

Performance Characteristics

Insertion Loss (Typ):
 0.6 dB
Mating Cycles (0.1 dB Change): 500
Cable Retention: 150 N
Operating Temperature:
 -20°C to +65°C

Materials:

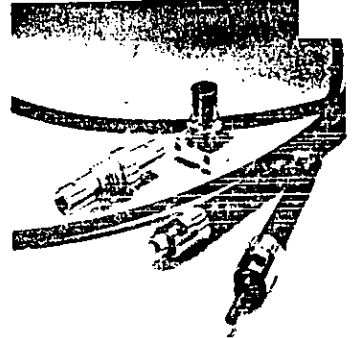
Housing and Nut—PBT plastic
Strain Relief—Polypropylene
Dust Cover—Thermoplastic rubber
Ferrule Assembly—Stainless steel and ceramic
Inner Crimp Ring—Brass
Outer Crimp Ring—Copper



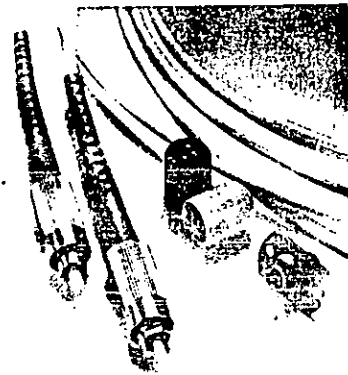
Fixed Shroud Duplex (FSD) System
(Pages 5-15)



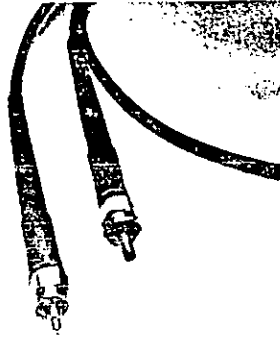
Data Links and FDDI Network Designer's Kit
(Pages 16-18)



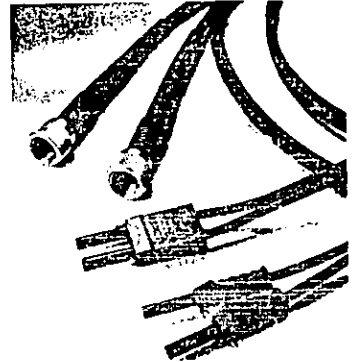
Multimode 2.5 mm Bayonet Connectors
(Pages 19-22)



Multimode and Singlemode 2.5 mm and 2.0 mm
Threaded Connectors (Pages 23-28)



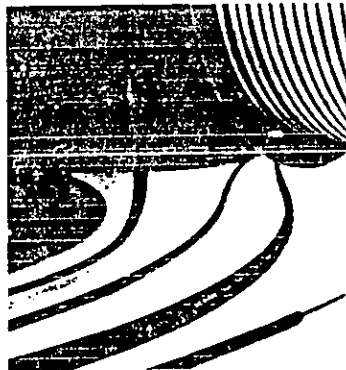
FSMA Connectors - Military and Standard
Versions (Pages 29-37)



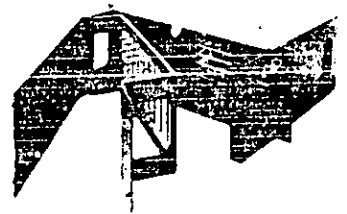
Simplex and DHP Connectors
(Pages 38-42)



Splices
(Pages 43-46)



Cable
(Pages 47-57)



Distribution Hardware
(Pages 58-64)

**FSMA Connectors,
Standard Version**

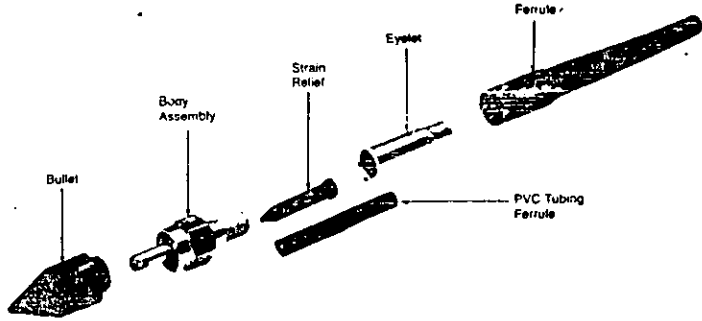
Multimode Products

Plugs

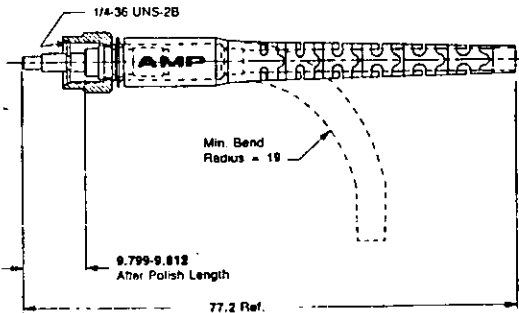
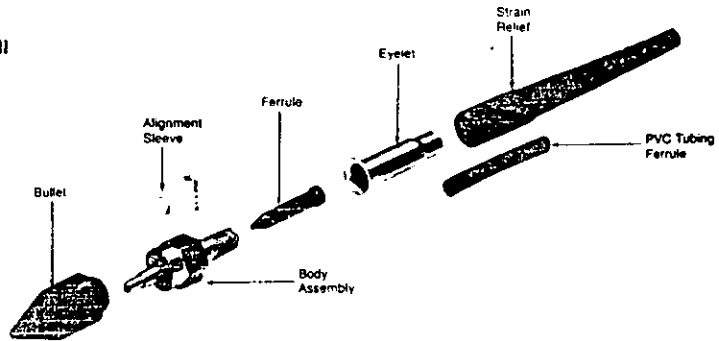
Product Facts

- Industry compatible with 905 (FSMA-I) and 906 (FSMA-II) style connectors
- Terminates fiber sizes from 125 through 1000 microns in diameter
- Design parameters conform to the proposed NATO and IEC interface standards for military and instrument applications
- Resilient tip design of FSMA-I connectors minimizes mating tolerance problems
- Environmental sealing available³
- Single crimp design allows all crimps to be made simultaneously with one tool
- Corrosion resistant construction
- Performance and reliability at low cost

FSMA-I



FSMA-II



Typical Assembled View

Performance Characteristics

- Insertion Loss:** 1.5 dB typical
- Temperature Range:** Nickel plated brass and stainless steel— -55 °C to +105 °C
- Durability:** 200 mating cycles
- Cable Retention:** 266.9 N min. depending on cable construction

Materials:

- Connector Body—Stainless steel or nickel plated brass
- Coupling Nut—Stainless steel or nickel plated brass
- Alignment Sleeves—Thermoplastic
- FSMA-I Connector Tip—Thermoplastic
- Eyelet—Tin plated copper
- Tubing—PVC
- Primary Ferrule—Thermoplastic
- Strain Relief—Thermoplastic

Tools and Accessories

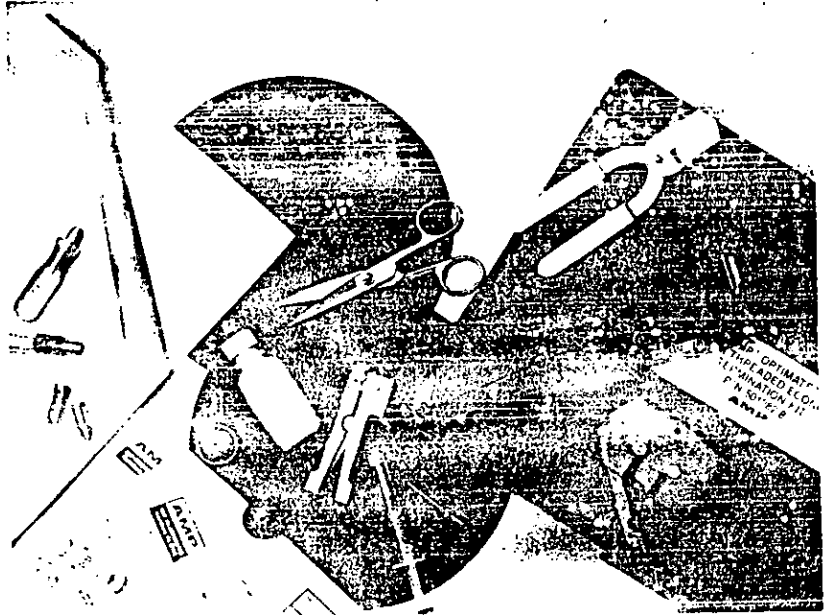
(Continued)

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-527-6752.

Termination Kits

- For: Simplex
- FSMA
- 2.0/2.5 mm Threaded
- 2.5 mm Bayonet
- Biconic
- Fixed Strand Duplex (FSD)

Termination kits provide all the material and tools (except epoxy, see page 75) required to terminate a particular type of fiber optic connector. Conveniently packaged in a handy carrying case, each termination kit is available with either an economy hand tool or a standard hand tool. Economy tools will only terminate cables up to 3 mm in diameter. The standard tool accepts different crimp dies for use with different connector types and cable diameters. The kits contain enough consumable materials to terminate approximately 60 connectors. The consumable items in the kit can be purchased separately.



Connector Type	w/OPTIMATE Hand Tool	w/Economy Hand Tool
2.5 mm Bayonet (ST Type)	501282-7	501282-9
FSMA-I & FSMA-II	501282-4	501282-1
2.0 mm Threaded (EC Type), 2.5 mm Threaded (FC Type)	501282-6	501282-8
FSD	—	501800-1
Simplex	501282-5	501282-3
Biconic	1-501282-0	1-501282-1

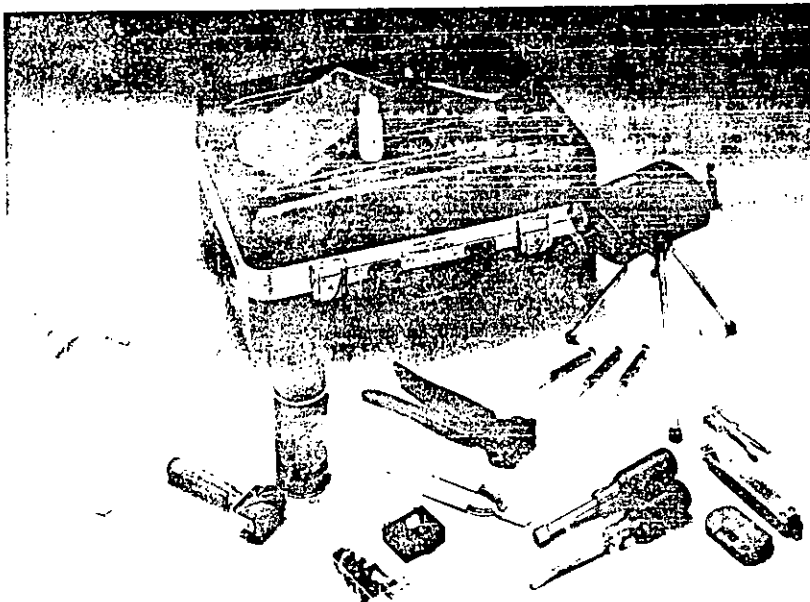
Tools and Accessories

(Continued)

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-6752.

Professional Installer Kits

For
FSD
2.5 mm Bayonet (ST type)
2.0 mm Threaded (D4-PC)
1.1
1.5 mm Threaded (FC-PC)
with
FSMA
Simplex
Disconnectable Splice



The OPTIMATE Professional Installer Kits from AMP provide the professional installer with all the necessary tools required to perform terminations on the complete line of OPTIMATE products. Included in the kit is the OPTIMATE Hand Tool, which, with its set of interchangeable dies, will crimp all OPTIMATE connectors that require crimping. In addition, an Inspection Microscope and Epoxy Curing Oven are included with specific kits.

Part No. 501258-7

Includes all tools necessary to terminate the connectors listed above. This is a complete kit which includes:

- Hand tool and crimping dies
- Polishing bushings
- Polishing film
- Cable and fiber strippers
- Microscope with tripod and power source (see page 77 for details)
- Epoxy curing oven (110 VAC) (see page 75 for details)

Part No. 501258-8

The same as 501258-7 except the epoxy oven operates at 220 VAC.

Part No. 501258-9

The same as 501258-7 except kit does not contain microscope or epoxy curing oven.

Note: Epoxy not included in kit. It must be purchased separately. See page 75.

Tools and Accessories
(Continued)

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-8752.

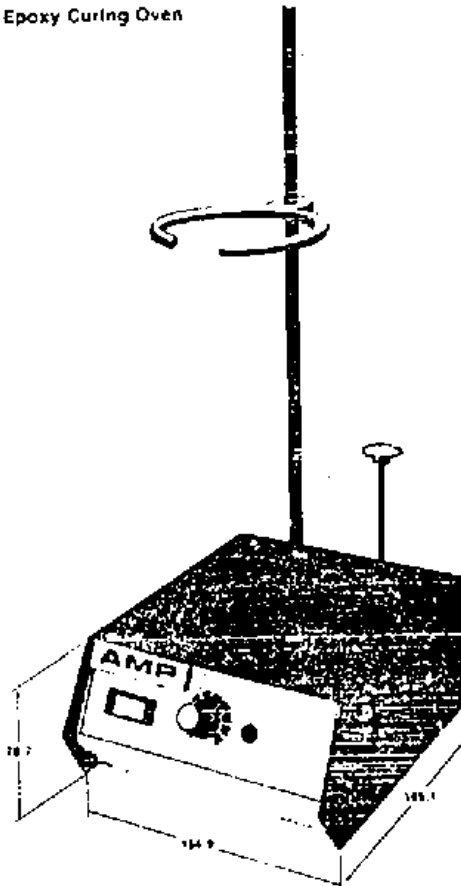
Epoxy



The recommended epoxies for the OPTIMATE product line are available in economical and convenient packages. The premeasured components are contained in a flexible plastic pouch that has two compartments separated by a leak-proof diaphragm. To blend the components, all that is necessary is to remove the diaphragm and knead the pouch. After blending, cut one end to dispense. There are three epoxies available, each intended for a particular product or field application.

Properties	Use With	Oven/Wt. (g)	Part Number
General Purpose Use: Low Viscosity High Impact Blue Color 10 min. Pot Life Slow Cure: 24 hr. @ 25°C Quick Cure: 2 hr. @ 65°C Operating Temperature: -50°C to +100°C	FSD FSMA FSMA Disconnectable Splice 2.5 mm Bayonet 2.5 mm Threaded 2.0 mm Threaded Disconnect Connector	25/2	501195-1
High Temperature Use: Low Viscosity amber Color 40 min. Pot Life Oven Cure Only 15 min. @ 100°C Operating Temperature: -60°C to +175°C	MIL-SPEC FSMA FSMA	25/2	501195-2
Fast Ambient Cure Use: Medium Viscosity Low Temperature Silver Color 2 Minute Pot Life Fast Cure: 45 min. Operating Temperature: -50°C to +125°C	FSMA Simplex Disconnectable Splice	10/2	501195-3
General Purpose Use (Quick Cure in Curing Oven): Medium Viscosity Blue Color 30 min. Pot Life Slow Cure: 24 hr. @ 25°C Quick Cure: 2 hr. @ 65°C 30 min. @ 100°C in Spool Curing Oven	FSD FSMA Simplex Disconnectable Splice 2.5 mm Bayonet 2.5 mm Threaded 2.0 mm Threaded Disconnect Connector	25/4	502270-1

Epoxy Curing Oven



The Epoxy Curing Oven reduces the time required to cure epoxy in fiber optic connectors. The oven provides a uniform, controlled curing environment which increases productivity and consistency of terminations. The unit accepts all AMP connectors. The unit is equipped to cure up to four FSD connectors and twelve single connectors at once. Optional adapter blocks are available to cure eight FSD or 24 single connectors. It features a variable temperature control from 60°C to 125°C and includes a thermometer and cable support bracket. 110 and 220 VAC units are available.

Description	Part Number
110 VAC	502124-1
220 VAC	502124-2
Adapter Block for FSD	102222-1
Adapter Block for 24 Single Connectors	502129-1

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-6752

Tools and Accessories
(Continued)

Polishing (Lapping) Film Packets

Polishing film sheets are used with polishing bushings for final polishing of fiber optic connectors. Each part number consists of a packet of (10) 215.9 mm x 279.4 mm (8.5 in. x 11.0 in.) sheets. Each packet will polish between 60 and 600 connectors.

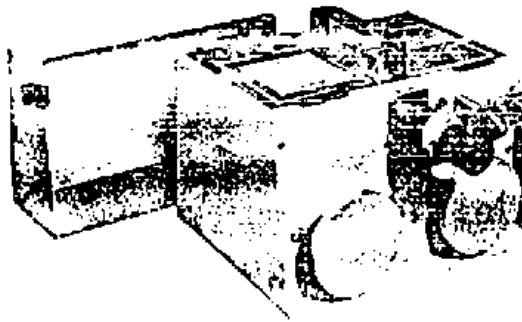
Use With Connector	Description/ Polish Sequence	Part Number
FSMA Simple, FSD, 2.0 X 2.5 mm Threaded	5 μ m/Fast	228433 8
Disconnectable Splice	1 μ m/Normal	228433 7
2.5 mm Bayonet and Distribution Connector	0.3 μ m/Slow	228433 5

Consumables Kits

Contains all consumables used to finish up to 100 connectors. Contains general purpose solvent, cleaning applicators and polish pads.

Use With	Part Number
FSMA FSD 2.5 mm Bayonet	501276-1
PC Polished Products 2.0 mm Threaded 2.5 mm Threaded	501276-2

Polishing Machine Part No. 501186-1



The AMP Polishing Machine provides an easy means for polishing optical fiber ends. This lightweight, portable machine is designed with a two-step operation to produce a precise fiber termination in less than two minutes. A unique sweep-arm mechanism moves the fiber at 12 strokes per minute, while the self-contained adjustable pneumatic pressure control assures a soft start and firm finish. The unit operates on 115 VAC, 60 Hz power.

Precision Adapters (For Polishing Machine)

Application	Part Number
FSMA Connectors	501276-1
Simple Connectors and Disconnectable Splices	501277-1
2.5 mm Bayonet Connector	501276-2

Polishing Disks (for Polishing Machine)

Use With Connector	No. of Conn. Polished/ Box	Description/ Polish No.	No. of Sheets/ Box	Part Number
FSMA	50	9 μ m/1	50	501186-2
Simple	200	1 μ m/2	50	501186-4
Disconnectable Splice	200	0.3 μ m/3	50	501186-5
Assortment Pack ¹	—	—	—	501186-6
2.5 mm Bayonet	—	9 μ m/1	50	501186-2
(ST type)	50	1 μ m/2	50	501186-4
		0.3 μ m/3	50	501186-5

¹Assortment Pack contains 17 sheets of each of Part Numbers 501186-2, 4, 5.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

AMP

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-8792.

Tools and Accessories (Continued)

Hand Tools



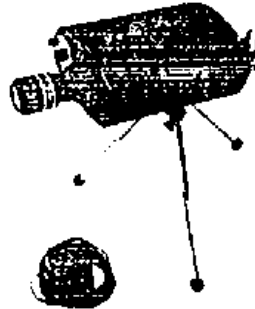
Economy Tool



OPTIMATE Tool

Use With Connectors	Cable Jacket Diameter	OPTIMATE Hand Tool Part Numbers		Economy Hand Tool Part Numbers	
		Tool	Front Die Set	Tool	Die Set
FSMA I FSMA II Simplex	3.0 mm	58190-5	Included with Tool	31283-1	50175-1
		58190-6	58291-1	31283-1	72519-1
FSMA I FSMA II Simplex	3.8 mm	58190-5	Included with Tool	31283-1	—
		58190-6	58291-1	31283-1	—
FSMA I FSMA II Simplex	4.4 mm	58190-5	Included with Tool	31283-3	—
		58190-6	58291-1	31283-3	—
2.5 mm Bayonet 2.0 mm Threaded 2.5 mm Threaded	3.0 mm	58190-6	58289-1	—	220190-1
		58190-5	58321-1	—	220190-1
Biconic	3.0 mm	58190-5	58321-1	—	58326-1
FSD	DUALAN and LENI Dury Dual	58190-5	58393-1	—	270190-1
FSD Breakout Kit	DUALAN and Protection Kit	58190-6	58393-1 58404-1	—	270190-1 58190-1

Inspection Microscope Kit Part No. 501196-5



The Inspection Microscope is designed specifically for inspection of terminated or cleaved ends of single mode and multimode fibers in both field and laboratory applications. This portable, hand held unit provides 100 power magnification for optimum detection of flaws. It operates on 120 VAC or battery power (AC adapter is included).

The complete microscope kit includes a handy carrying case, tripod stand, AC adapter and all adapters needed to inspect the following connectors:

- FSMA
- 2.5 mm Bayonet (ST type)
- 2.5 mm Threaded (FC)
- 2.0 mm Threaded (D4)
- FSD
- Simplex
- Biconic
- Distribution Connector

Technician's Guide to Fiber Optics by Donald J. Sterling, Jr. Publication 83299



An excellent introductory and intermediate level fiber optic text. This definitive book covers the fundamentals of data transmission, equipment, fiber characteristics, splicing and connectors, connectors and splice products, and other fiber optic components.

Call AMP Product Information Center
1-800-522-8792

Fiber Optic Technology

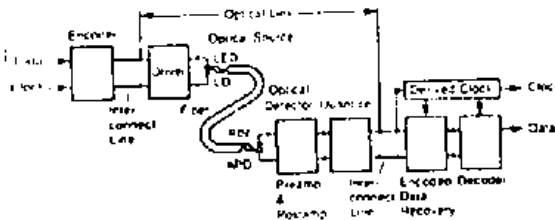
Introduction

Although the principle of total internal reflection was first demonstrated by Sir John Tyndall in 1870, it's only been in the last decade and a half that commercial products based on this principle have become widely available. The following discussion summarizes the technology in current use in the field. Many of the good leads exist for those who wish to delve deeper into the subject.

Why Use Fiber Optics?

Fiber optic technology is a dramatic step in the evolution of electronic communications. A constant concern in communications is sending ever-increasing amounts of information with greater efficiency over a medium requiring less space. As speeds and transmission distances increase, the difficulty of using copper cable also increases. The problems caused by electromagnetic interference (EMI), cross talk and signal distortion become more troublesome as operating frequencies increase. In both these areas—signal integrity and information carrying capacity—fiber optics offers many advantages over copper cable. It is these advantages that have sparked the intense interest in fiber optics as a next generation transmission medium.

Fiber Optic Link Components



An **optical fiber** is a thin, flexible glass or plastic waveguide through which light can be transmitted. The most common size of fiber optics is as a transmission link connecting two electronic circuits. The fiber optic link has three main parts:

- Transmitter
- Receiver
- Interconnection System

The **transmitter** converts a signal from electricity to light. It includes an electronic drive circuit and a light source such as an LED or laser diode.

The **receiver** converts a light signal back into an electrical signal. It includes a light detector and receiver circuit.

The **interconnection system** provides the transmission medium for connecting the transmitter and receiver. It includes optical fibers, connectors and associated hardware. AMP Incorporated is a supplier of optical transmitters and receivers, and complete interconnection systems and components.

The specific advantages of fiber optics include the following:

The specific advantages of fiber optics include the following:

- Wide bandwidth
- Low loss
- Electromagnetic immunity
- Small size
- Light weight
- Security
- Safety

Wide Bandwidth

The bandwidth of optical fibers allows high data rates. Fiber optic telephonic systems routinely carry thousands of voice channels over a single fiber. High data rates also allow efficient use of communication channels in computers and local area networks.

Low Loss

Optical fibers offer low attenuation of signals. Single mode fibers, for example, have losses of less than 1 dB/km. Such low losses allow long interconnection runs without the need for regenerating the signal with a repeater.

Also important, attenuation in an optical fiber does not change with modulation frequency as it does with copper wire. Thus the length of the link or distance between repeaters decreases only slightly with increasing data rate. (This is due to dispersion, rather than attenuation.)

Electromagnetic Immunity

Since the fiber is a dielectric, it is not affected by electromagnetic fields. The fiber neither picks up nor emits EMI. Electromagnetic energy is offered an ideal transmission medium for meeting EMI regulations such as FCC (bucket 20780). The elimination of cross talk, ground loops and signal distortion from EMI means error free transmission, even in electrically hostile environments.

Small Size

An optical fiber is considerably smaller than its copper counterpart. Small size means the interconnection medium will not consume as much space, whether in a conduit running under a computer floor or a local area network running through an office building. In addition, the high data rates of a fiber optic link may allow a single fiber with serial transmission to replace many wires of a parallel interconnection.

Light Weight

Since glass weighs less than copper, weight savings can be significant. Weight sensitive applications such as aircraft or automobiles clearly benefit.

Security

Fiber optics offer secure communications. Not only is a fiber nearly impossible to tap without detection, the fact that it does not radiate electromagnetic energy makes fiber eavesdropping techniques equally useless.

Safety

The dielectric properties of the fiber isolate it electrically. The fiber carries no current. Since fibers present no spark hazards, they can be used in flammable or explosive environments such as refineries or chemical plants.



Fiberoptic Cable

Superior Fiberoptic Cable—Popular Lengths, Lower Prices!

- Near-unlimited bandwidth at high speeds over long distances.
- ST to SC and SC to ST configurations available.
- Totally immune to electrical interference.

With these low prices, now is the best time to install fiber optics. Get almost unlimited bandwidth at high speeds—and over long distances. Run fiber to the desktop for increasingly common high-data-rate systems such as FDDI, multimedia, or ATM (Asynchronous Transfer Mode)—any application that requires the transfer of large, network-time-consuming files.

Our fiberoptic cables come in standard lengths, PVC or Plenum, and—for the first time—with SC connectors. Order now!

SPECIFICATIONS

Cable Size — 0.12" x 0.24" (3 x 6.1 mm)
 Cladding Diameter — 125 µm
 Core Diameter — 52 µm
 Fiber Type — Multimode (graded index)
 Maximum Attenuation — EFN062, EFN062 SC9km
 Minimum Bandwidth (3 dB) — 160 MHz/km
 Minimum Bend Radius — 5:1
 Operating Temperature — -4° to 158°F (-20° to 70°C)

PLUS!
 Fiberoptic Adapters.
 See p. 104.

Black Box Explains SC and ST Connectors.

The SC™ Connector features a molded body and a push-pull locking system. It's perfect for the office, CATV, and telephone applications.



The ST™ Connector uses a bayonet locking system. Its ceramic ferrule ensures high performance.



Black Box de México, S.A. de C.V.

Item		Code	Price
Terminated Fiber Optic Cables			
ST-ST			
Duplex Riser	1-m (3.2-ft)	EFN062-001M-CC	\$78.34
	3-m (9.8-ft)	EFN062-003M-CC	\$91.78
	5-m (16.4-ft)	EFN062-005M-CC	\$98.50
	10-m (32.8-ft)	EFN062-010M-CC	\$111.94
	Custom lengths	EFN062-CC	\$90.70 + \$.78/ft.
Plenum	5-m (16.4-ft)	EFN062-005M-CC	\$104.10
	10-m (32.8-ft)	EFN062-010M-CC	\$117.54
	15-m (49.2-ft)	EFN062-015M-CC	\$151.14
	Custom lengths	EFN062-CC	\$90.70 + \$.78/ft.
Simplex Riser	1-m (3.2-ft)	EFN062-001M-C	\$40.26
	3-m (9.8-ft)	EFN062-003M-C	\$51.48
	5-m (16.4-ft)	EFN062-005M-C	\$53.70
ST-SC			
Duplex Riser	1-m (3.2-ft)	EFN4010-001M	\$107.46
	3-m (9.8-ft)	EFN4010-003M	\$115.30
	5-m (16.4-ft)	EFN4010-005M	\$129.86
	10-m (32.8-ft)	EFN4010-010M	\$156.74
SC-SC			
Duplex Riser	1-m (3.2-ft)	EFN4025-001M	\$123.14
	3-m (9.8-ft)	EFN4025-003M	\$129.66
Plenum	5-m (16.4-ft)	EFN4020-005M	\$147.78
	10-m (32.8-ft)	EFN4020-010M	\$174.66
Simplex Riser	3-m (9.8-ft)	EFN4030-003M	\$97.38
Terminated Fiber Optic Adapter Cable			
Duplex Riser (62.5 microns)	SMA905	EFN062-MM	\$106.40 + \$.78/ft.
	SMA906	EFN062-BB	\$106.40 + \$.78/ft.
	ST-SMA905 (ST, SMA905 Adapters)	EFN062-CM	\$106.40 + \$.78/ft.
	ST-SMA906 (ST, SMA906 Adapters)	EFN062-BC	\$106.40 + \$.78/ft.
Plenum (62.5 microns)	SMA905	EFN062-MM	\$106.40 + \$.78/ft.
	SMA906	EFN062-BB	\$106.40 + \$.78/ft.

Tel.: (51) 420-01-00

CABLES/CONNECTORS/TOOLS/RACKS
Fiberoptic

Fiber Connector Tool Kit

**No-Glue, No-Polish Ceramic-Tip
Fiber Connection. Just Crimp!**



Get an instant ceramic-tip fiber connection. Pre-Polished Fiber Connectors handle ST, SC, and FC connections.

or ready for the easiest fiber connections you've ever made. With the Fiber Connector Tool Kit and Pre-Polished Fiber Connectors.

The rotating cam on the ST and FC Pre-Polished Fiber Connectors make terminations quick and smooth. The Connectors require no polishing and no epoxy during installation, and there's no compromise in performance. An SC connector is also available for fiber-to-desktop applications.

All three Connectors come with a fiber-optic stub in the connector. The stub is already cemented firmly in place. It is pushed to a physical contact push—the best available—for maximum signal and lowest light loss. Just insert a stripped and cleaved fiber cable into the Connector, match up the hub and fiber cable, and then crimp. The whole job takes less than a minute.

Mechanical Splice and Tray

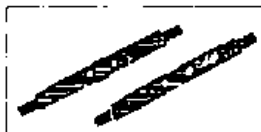
Joining fiber cables is faster, too, thanks to the No-Adhesive Mechanical Splice. Insert a stripped and cleaved fiber cable into each end of the Splice. Twist. A cam locks the fibers into position for accurate alignment. A problem and organize your splices. Use the Mechanical Splice and Tray.



One push with the Fiber Optic Cleaver (FT538) cuts fiber cable cleanly.



The Connector holding two cables and two compression hood frings make up the Pre-Polished Fiber Connector (FO031-R2).



Stress-free splicing. No gluing or alignment problems (FO030).



Hold up to six splices securely in the Mechanical Splice Tray (MF602).

What's in the Kit:

- Installation Tool/Bench Clamp, Crimp Tool, and Fiber Optic Cleaver
- Assembly manual and video
- Buffer Tube Stopper
- Ruler, strip length gauge, scissors, and tweezers
- Electrical tape, alcohol wipes, and marker

Item	Code	Price
<i>Order your splicers and tool kit</i>		
Fiber Connector Tool Kit	FT535-R2	\$1786.40
Pre-Polished Fiber Connector (ST)	FO031-R2	\$38.02 each
(SC)	FO032	\$39.14 each
(FC)	FO033	\$38.02 each
<i>...or order the tools separately:</i>		
Installation Tool/Bench Clamp	FT545	\$666.40
Crimp Tool	FT546	\$330.40
Fiber Optic Cleaver	FT538	\$560.00
No-Adhesive Mechanical Splice (pkg. of 6)	FO030	\$724.00
Mechanical Splice Tray	MF602	\$57.12

Hot Melt Connector System Install Ceramic-Tip Fiber Connectors Fast—No Epoxy, No Mess.



Insert the Hot Melt Connector into the oven.



While the connector heats up, prepare the cable ends for connection.



Insert the fiber cable into the Hot Melt Connector. No epoxies or other adhesives to mess with.



Set the Connector in the Polishing Machine. Each Connector gets the most accurate polishing—automatically—for lowest light loss.

Hot Melt oven is portable—make connections anywhere. Adhesive is already loaded into the Connector. Instructional video is included. For ST style connectors.

Concrete fiber with ceramic-tipped ST Connectors with Hot Melt Connectors are preloaded with Hot Melt Adhesive. Just heat the Connector in the Hot Melt oven for 60 seconds and it's ready for use. No epoxy.

The Tool Kit (FT520) contains the stopper, the oven, all the tools you will need: Strip Stand, holders, and polishing paper. It also includes a manual for the Connectors, and you're ready to learn to use them. An instructional video (included) shows you how easy it is.

If you already have another ST termination kit, you can still use our Hot Melt Connectors. Just order our Conversion Kit and get on your way. You need Hot Melt ST Connectors—no duplicate tools. If you're a professional, you can use the polishing machine, or you can buy a fiber optic stopper.

Long-lasting ceramic ST Connectors work with the accuracy you need for fiber.

FO020

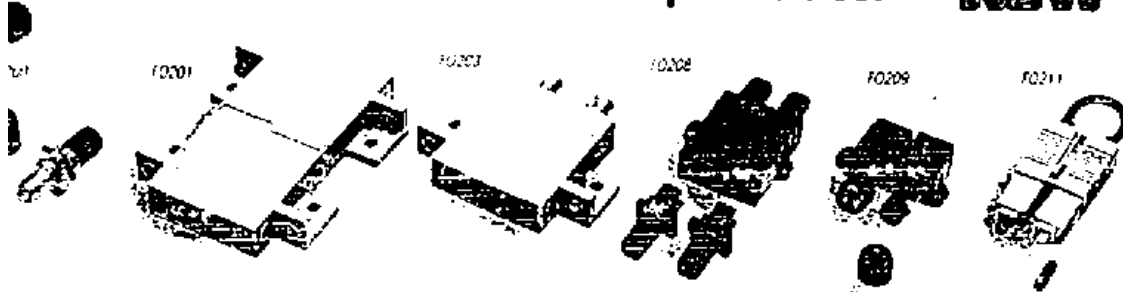
Item	Code	Price
Hot Melt Connector System Tool Kit	FT520	\$1444.00
ST Connectors	FO020	\$14.22 each
<i>Accessories</i>		
Conversion Kit	FT522	\$548.80
Polishing Machine	FT525	\$1344.00
Cooling Stand	FT532	\$54.48
Holders Package (6)	FT533	\$94.08
One-Strip Hand Polishing Paper	FT530	\$22.74
One-Strip Machine Polishing Paper	FT531	\$22.74

CABLES/CONNECTORS/TOOLS/RACKS
Fiberoptic

Fiberoptic Adapters

Link Several Different Kinds of Fiberoptic Cables.

NEW



Choose the Adapter you need to link your fiber cable.

ST-ST and ST-SC Adapters: Use in single mode and multimode applications. These Adapters adapt the SC style to ST style. The ST-SC Key Adapter accepts two simplex connectors, or one duplex connector. Mounting screws are available for the ST-SC Adapter.

SC-SC Coupling Receptacles: Come with ceramic alignment sleeves and are used with all SC type connectors. Use in single-mode and multimode applications. The Duplex model accepts two simplex connectors, or one duplex connector.

FSD Duplex Receptacles: Features fixed keys. A self-aligning, free-floating interface provides low-loss mating. Mates two duplex FSD plugs using mounting ears with 4-40 pre-threaded inserts.

FDDI-ST Adapters: Four keying options available. And they meet stringent ANSI X3T9 specifications. A self-aligning, free floating interface provides low-loss mating. Use in duplex mode. Connects FSD connectors to two ST style connectors.

Includes mounting ears with 4-40 pre-threaded inserts.

SC Multimode Loopback Connector: Use for multimode fiberoptic receiver applications and equipment testing. Includes 0.5 dB insertion loss and 0.5 ferrule centerline.

SPECIFICATIONS

Gender — F0210, F0208, F0207

MT receptacle

F0201, F0203 Receptacle

Connectors —

F0210 SC to ST Duplex,

F0208 SC to SC Duplex,

F0207 SC to SC Simplex,

F0203 FSD Duplex keyed for a dual

ST style receptacle,

F0201 FSD Duplex

Keyed A to B

Size — F0210, F0208 0.35"H x 1.7"W x

1.2"D (0.9 x 2.5 x 3 cm),

F0207 0.35"H x 0.5"W x 1.2"D

(0.9 x 1.3 x 3 cm),

F0201, F0203 2.9"H x 0.47"W x 1.5"D

(7.4 x 1 x 3.8 cm)

Item	Code	Price
ST-ST Multimode Adapter	Simplex F0200	\$13.38
ST-SC Adapter	Duplex F0209	\$61.54
ST-SC Adapter	Simplex F0210	\$39.14
SC-SC Coupling Receptacle	Duplex F0208	\$57.86
	Simplex F0207	\$39.14
FSD Duplex Receptacle	Key A to B F0201	\$39.14
	Key M to S F0202	\$39.14
FDDI-ST Bulkhead Adapter	Keying Type A F0203	\$33.54
	Keying Type B F0204	\$33.54
	Keying Type M F0205	\$33.54
	Keying Type S F0206	\$33.54
SC Multimode Loopback Connector	F0211	\$111.94

PLUS!

Fiber Tool Kit
see p. 150

Multimode Connector

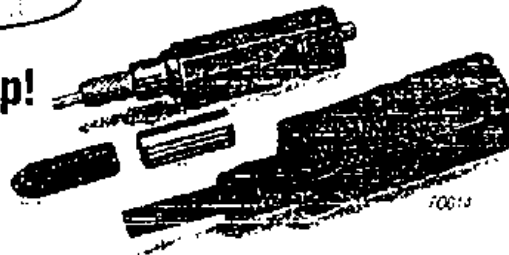
Connecting Fiber Cables Is a Snap!

Simple push-pull latching mechanism.
 Ceramic ferrule means extra durability.

BLACK BOX® SC Multimode Connector has a push-pull, snap-in latching mechanism to help you avoid some of the locking and threading difficulties of ST and ST style connectors.

Your connection is durable. The ceramic ferrule is less vulnerable to axial variability from flexing and pulling. It's also less susceptible to warpage during vibration and shock.

The SC Multimode Connector is designed for today's advanced fiberoptic applications that require high density and high performance. You can use it in applications for telecommunication networking, CATV/Premise installation, and LAN networking.



SPECIFICATIONS

Durability — 1000 cycles

Ferrule Construction — Ceramic

Ferrule Diameter — 0.1 (2.5 mm)

Ferrule Exposure — 0.060 (1.5 mm)

Insertion Loss — 0.3 dB

Return Loss — 40 dB

Temperature Range — -20°C

to 85°C (-4°F to 185°F)

Latching Mechanism — Push-pull,

snap-in

Item	Code	Price
SC Multimode Connector	F0014	\$37.92



Black Box de México, S.A. de C.V.

TEL: (5) 420-01-00

Fiber
Te
Th

- A C
- Cor

Fiber
mod-
only
and I
(JPK
Conn
Conn
Fi
cable
to her
includ
are G
Fi
Pack
Have
avail

Fiber
Adapt
S
JPK
S
Size
G
JPK
Weight
JPK

Fiber

Wh
Str

- Hig
- Str
- Spl
- Ins
- Fix
- Me



M

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-822-8782.

**FSMA Connectors,
MIL-C-83522 Version**
(Continued)

**Active Device
Mounts**

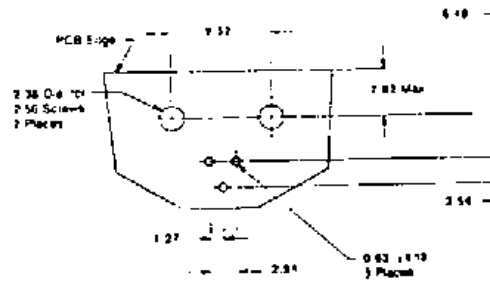
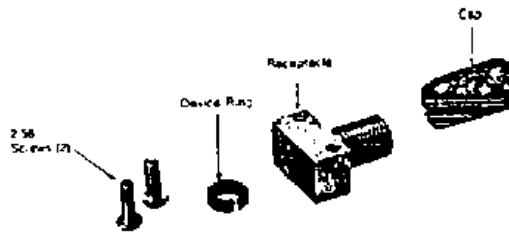
Product Facts

- Qualified to MIL-C-83522
- Accepts TO-18, TO-46 and TO-52 type active devices
- Use with one FSMA MIL-C-83522 plug (see page 29)
- Corrosion resistant stainless steel construction

Material

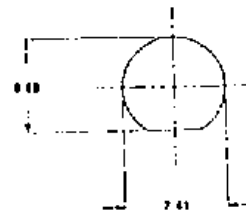
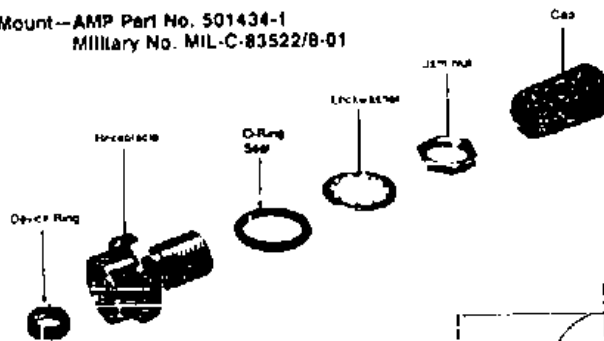
Stainless steel, passivated

**PC Board Mount—AMP Part No. 501433-1
Military No. MIL-C-83522/4-01**



Recommended PC Board Layout

**Panel Mount—AMP Part No. 501434-1
Military No. MIL-C-83522/8-01**



Recommended Panel Cutout



Fiber Optic Interconnection System

Introduction

To help transmit more information over longer distances fiber optic technology offers many advantages over copper wire systems, including wide bandwidth, EMI immunity, low signal loss, small size, and high security.

AMP has been committed to fiber optic interconnection technology since 1975. This commitment has evolved to a point where AMP can provide a total system which includes several different connector families, splices, patching, cable, cable assemblies, test equipment, associated tooling and test systems. The program allows optical systems to be tailored to installation requirements with components that are matched to industry standards.

A few of the many uses of the AMP Fiber Optic Interconnection System are:

- FDDI networks
- Local area networks
- Computer branch exchanges
- Private branch exchanges
- Transmission equipment
- Switching equipment
- Aerospace applications
- Military applications
- Industrial controls
- Test equipment
- Data communication equipment
- Computer peripherals
- Wiring centers
- Building entrances

AMP has the facilities and the skilled personnel to help you with fiber optic system interconnection design.

Also, AMP will assist you with installation support in the form of product training and field engineering. AMP is a service oriented company with people prepared to lend constant support to your product and application requirements.

Need more information?

Call the Product Information Center: 1-800-522-6752.

The Product Information Center is staffed with food artists well versed in all AMP products. The Center can provide you with:

- Engineering Support
- Catalogs
- Technical Documents
- Product Samples
- AMP Authorized Distributor Locations

Numerical Values

Unless otherwise indicated, all dimensions in this catalog are in millimeters.

To convert metric units in this catalog to the U.S. customary equivalents, use the following formulas:

To convert from	to	Multiply by
millimeter (mm)	inch	0.03937
centimeter (cm)	inch	0.3937
meter (m)	inch	39.37
meter (m)	foot	3.281
kilogram (kg)	pound	2.2046
kilogram (kg)	pound (lb)	2.205
kilogram (kg)	pound (lb) x 0.453592	0.72481

Fixed Shroud Duplex (FSD) System

Multimode Products

For drawings, technical data or examples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-822-8752.

Product Facts

- Meets specifications of ANSI X3T9 (FDDI)
- Duplex plug can mate directly to data links
- Retention to prevent improper mating
- Four keying options possible, per FDDI PMD specification
- Duplex-to-simplex and duplex-to duplex couplings available
- Mechanically isolated, free floating alignment permits
- Rigid shroud to protect precision ferrules
- Wall outlet for fixed building cabling

Applications

- Any duplex, fiber optic system
- Host-host and host-peripheral interfaces
- Wiring closet patch fields
- IEEE 802.4 token bus
- Building wiring - wall outlets

The AMP FSD Connector System is only part of a complete family of products that is gaining popularity for a wide range of applications requiring wall outlets for full duplex communication. Included in this complete family are:

- Duplex connector kits to terminate cables
- Coupling adapters to connect FSD to FSD, FSD to 2.5 mm bayonet
- Wall outlets and wiring closet hardware
- Transceiver Adapters
- Termination tooling

Found in other sections of catalog—

- 125 Mbit/sec. transceivers (see page 16) for building FDDI equipment.
- External bypass switch units (see page 71)
- Cable assemblies (see page 51)

FDDI: a 100 Mbit/sec. Token Ring network is

becoming the network of choice as a backbone to connect lower speed LAN's as well as a high speed "back end" network to interconnect mainframes and peripherals.

The AMP FSD system provides flexibility for the O/E M who is designing equipment which incorporates FDDI. (See diagram on pages 14 and 15) The 125 Mbit/sec. transceiver accepts a plastic or metal FSD adapter which conforms to the FDDI dimensional requirements. This configuration allows the cable plant to plug directly to the data link, without intervening pigtails. The transceivers are available in "raised ECL" to be compatible with commercial FDDI chipsets, as well as standard ECL. Board and bulkhead couplings allow remote connections between Media Interface Connectors (MIC) and the data links.

AMP offers a Dual Optical Bypass Switch module which can be interposed between the station and the fiber plant to maintain ring integrity when the station is powered down.

FSD patch panels and enclosures allow the use of fibers on a duplex circuit basis for premises installations rather than using single fiber connections, as was the practice in the past. Now the network can be configured with duplex numbers. Preparation eliminates the possibility of transmitting and receive fibers. Star couplers for other networks, such as fiber ETHERNET or token bus, can also be produced with AMP FSD connectors. Thus the cable plant becomes a true utility, supporting both star-cabled ring and star topologies through simple cable rearrangement. See Figure 1 below.

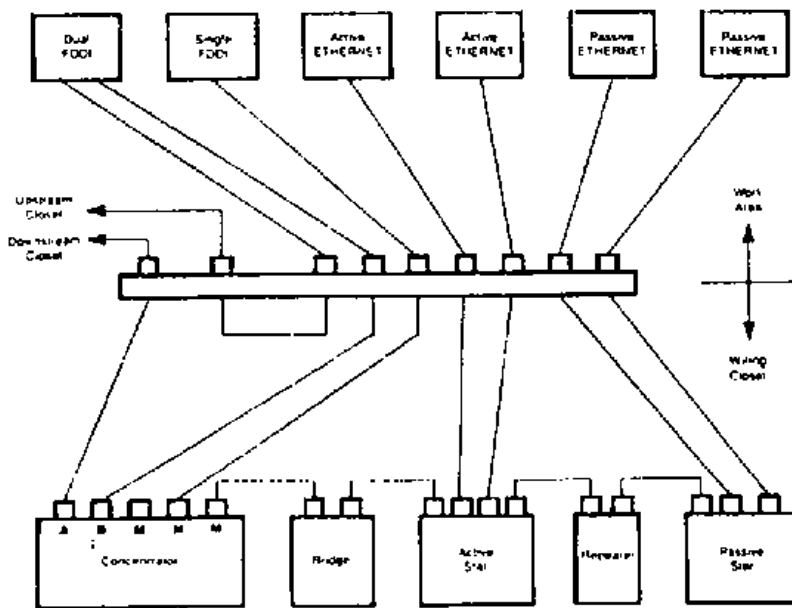


Figure 1

Keying for FDDI

All connectors and cable assemblies are shipped with color-coded keys to ensure proper connection. Key styles A and B are used with dual attach stations. Key styles M and S are used for the attachment of a single attach station to a concentrator, with M at the concentrator end, and S at the station end. Three keys are provided (A, B & M) to be installed by the customer/user. The connector without a key installed is a type S, and will mate to any receptacle, regardless of its key style. All receptacles, whether on transceiver adapters or connector couplings, have the keys molded in. For this reason, care should be taken when ordering receptacles to ensure that the part numbers reflecting the desired keys are specified.



2.5 mm Threaded Connectors (Continued)

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center: 1-800-522-8752.

4-Pack Panel Assembly Part No. 501515-1

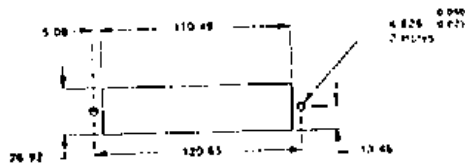
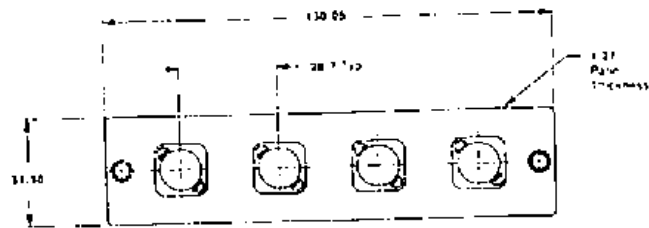
Product Facts

- Fits in AMP distribution hardware (500 pages 5G-58)
- Allows feed through panel coupling for four connections (see page 23)
- Low loss
- Standard industry dimensions maximize design flexibility



Material

Panel—Steel, white enamel
Coupling—Brass, nickel plated



Panel Thickness 0.531-2.948
Recommended Panel Cutout

Tools and Accessories

Description	Part Number
Termination Kit w/Economy Hand Tool	501282-8
Termination Kit w/OPTIMATE Hand Tool	501282-6
Installation Kit, All Connectors	501258-7 8 9
Hand Tool—OPTIMATE, No Dies	58190-6
Dies for OPTIMATE Tool, Eyelet Comp	58289
Hand Tool—Economy, No Dies	220190-1
Dies for Economy Tool	58292-1
Epoxy, (25) 2g Packs	501195-4
Epoxy, Oven Cure, (25) 4g Packs	502270-1
Epoxy Applicator	501473-3
Polishing Bushing	501861-1
Polishing Film	
Step 1 (0.5 μm)	228433-8
Step 2 (1 μm)	228433-7
Step 3 (0.3 μm)	228433-5
Step 4 Cloth	501859-1
Polishing Compound	501860-1
Polishing Pad Cushion	501858-1
Curing Sleeve ¹	501579-1
Tuning Tool	501568-1

¹Terminate lead end during tuning.

FSMA Connectors
(Continued)

For drawings, technical data or samples, contact your AMP sales engineer or call the AMP Product Information Center 1-800-522-6752.

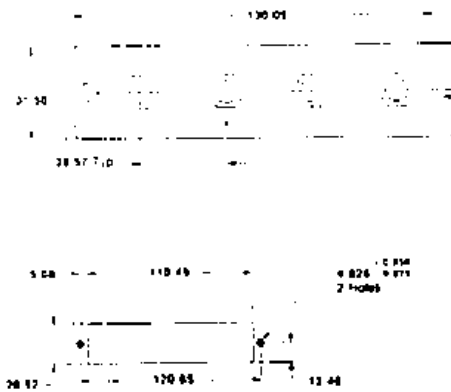
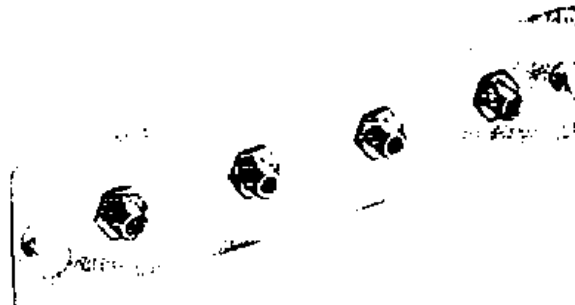
4-Pack Panel Assembly¹
Part No. 501682-1

Product Facts

- Allows feed-through panel coupling of four FSMA connections (see pages 32 and 33)
- Low loss
- Standard mounting dimensions maximize design flexibility

Materials:

Panel—Steel, white enamel
Coupling—Stainless steel, passivated



Panel Thickness: 0.533-0.846
Recommended Panel Cutout

Tools and Accessories

Description	Part Number
Termination Kit w/Economy Hand Tool	501282-1
Termination Kit w/OPTIMATE Hand Tool	501282-4
Installer's Kit for all AMP Connectors	501258-7-0-0
Hand Tool—OPTIMATE, No Dies	58190-6
Die for OPTIMATE Tool, Eyelet Crimp	58291-5
OPTIMATE Tool w/Eyelet Die	58190-1
Dies for OPTIMATE Tool Insul Crimp	
< 3.0 mm	312831-1
3.0 mm	312831-2
4.4 mm	312831-3
Hand Tool—Economy, No Dies	220190-1
Dies for Economy Tool < 3.0 mm Jacket	501290-1
Economy Tools w/Dies < 3.0 mm Jacket	501297-1
Epoxy (25) 2 Gram Packs Quick Cure (1/2 Hour)	501195-6
Standard Cure (24 Hours @ Ambient)	501195-4
Polishing Film	
Step 1 (5 µm)	228430-8
Step 2 (1 µm)	228430-7
Step 3 (0.3 µm)	228430-5
Polish Bushing	228095-1
Polish Length Gauge	501301-1
Curing Sleeve Kit (12) ²	502242-1

²Protects fiber and during curing.

¹Use 4-Pack Assemblies with enclosures on pages 58-60.