

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



CASO TEORICO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA
JOSE ZACARIAS VAZQUEZ GUTIERREZ

CD. UNIVERSITARIA

JUNIO DE 1996

TL

QC448

.V3

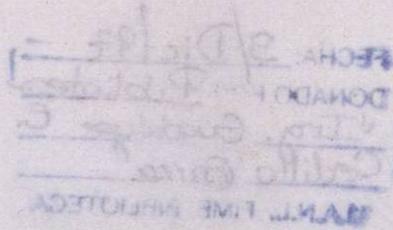
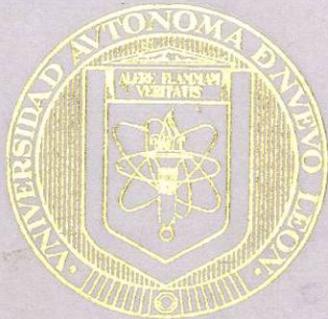
c.1



1080072260

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



C A S O P R A C T I C O
"CONECTORES Y EMPALMES EN FIBRA OPTICA"

C A S O T E O R I C O

J O S E Z A C A R I A S V A Z Q U E Z G U T I E R R E Z

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

Y COMUNICACIONES.

J U R A D O:

PRESIDENTE: ING. GOLDO VILLARREAL G.

SE. JOSE ZACARIAS VAZQUEZ GUTIERREZ

VOCAL:



CD. UNIVERSITARIA

JUNIO DE 1996

(1996)

T 448
Q C
V 3

FECHA. 9/Dic/97
DONADO POR: Biblioteca
"Ing. Guadalupe E.
Cedillo Garza
UANL FINE BIBLIOTECA

B U Rati Ra galf

U ML
FONDO
LICENCIATURA

Biblioteca Central Magna
UANL
FONDO
TEGMS

(72260)

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

C A S O T E O R I C O
"CONECTORES Y EMPALMES EN FIBRA OPTICA"

P R E S E N T A

JOSE ZACARIAS VAZQUEZ GUTIERREZ

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO EN ELECTRONICA
Y COMUNICACIONES.

J U R A D O:

PRESIDENTE: INGENIERO LEOPOLDO VILLARREAL G.

SECRETARIO:

VOCAL:

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.
A JUNIO DE 1996.

I N D I C E .

	PAGINA
INTRODUCCION.....	4
I.- UNIONES DE FIBRAS OPTICAS.....	5
II.- CONECTORES.....	10
II.1 CONECTORES DE ACERCAMIENTO MECANICO.....	13
CONECTOR FC.....	14
CONECTOR D4.....	15
CONECTOR SMA.....	15
CONECTOR Mini BNC.....	15
CONECTOR FC-PC (Phisical Contact).....	16
CONECTOR ST Conector de Bayoneta.....	16
CONECTOR SC Conector de presión.....	16
CONECTORES BICONICOS.....	17
III.-EMPALMES.....	22
III.1 EMPALMES MECANICOS.....	24
III.2 EMPALMES DE FUSION.....	28

I N T R O D U C C I O N

En el presente trabajo mi propósito a realizar es un -
breve estudio sobre "CONECTORES Y EMPALMES EN FIBRA OPTICA.

Puede decirse que en la actualidad, la red con fibra --
óptica revoluciona las comunicaciones ya que todas las com-
pañías de servicio de comunicaciones tratan de modernizarse--
mediante la red por fibra óptica.

Una cosa muy importante que trata el presente trabajo--
es la importancia de los conectores y empalmes, que es uno--
de los aspectos que se consideran en la instalación de una--
red por fibra.

Por otra parte solo queda pedir que se tome en cuenta--
el contenido de este trabajo, no por su ampliación o por ---
su volumen, si no por el valor que otorga para acrecentar --
los conocimientos del lector.

I.- UNIONES DE FIBRAS OPTICAS

La interconexión de los diferentes dispositivos que interviene en un sistema de comunicación (transmisores, receptores, etc.), con la fibras ópticas es uno de los aspectos más importantes que se consideran en la instalación de una red por fibra. Se busca que estas uniones se tenga la menor pérdida de potencia óptica para asegurar el buen funcionamiento del sistema.

La unión de los elementos puede hacerse ya sea por medio de **CONECTORES** o por medio de **EMPALMES**, Los primeros son dispositivos de fácil conexión que permiten instalar o retirar una fibra rápidamente; los empalmes se usan para unir dos fibras de manera permanente.

El tipo de unión que se elija dependerá de las necesidades de la instalación, si se requiere de una unión permanente de tramos largos de fibra óptica con bajas atenuaciones se usa el empalme, por otra parte, cuando se necesita conectar y desconectar varias veces un enlace se utiliza un conector.

Un aspecto importante a considerar en una unión es la pérdida de potencia óptica. En base a las causas que las provocan, estas pérdidas pueden clasificarse en **EXTRINSECAS** e **INTRINSECAS**.

PERDIDAS EXTRINSECAS._

Las pérdidas extrínsecas son causadas por el desalineamiento mecánico en la unión de las fibras. Este desalineamiento causa pérdidas ya que el cono de emisión de la fibra emisora no corresponde con el cono de aceptación de la fibra receptora.

Existen tres grupos principales de desalineamiento:-

a).- Separación longitudinal, b).- Desalineamiento lateral y c).- -- Desalineamiento angular.

a).- Separación longitudinal:-

La cual ocurre cuando las fibras a unirse están sobre un mismo eje, pero tienen un espacio entre las caras de sus extremos. El grado de la pérdida por separación depende de la apertura numérica de la fibra. Una fibra con una AN grande no puede tolerar mucha separación para mantener atenuación baja.

Idealmente, las fibras deben acoplarse para evitar pérdidas, sin embargo, en algunos conectores, un espacio muy pequeño es deseable para evitar que los extremos se friccionen.

c).- Desalineamiento lateral:-

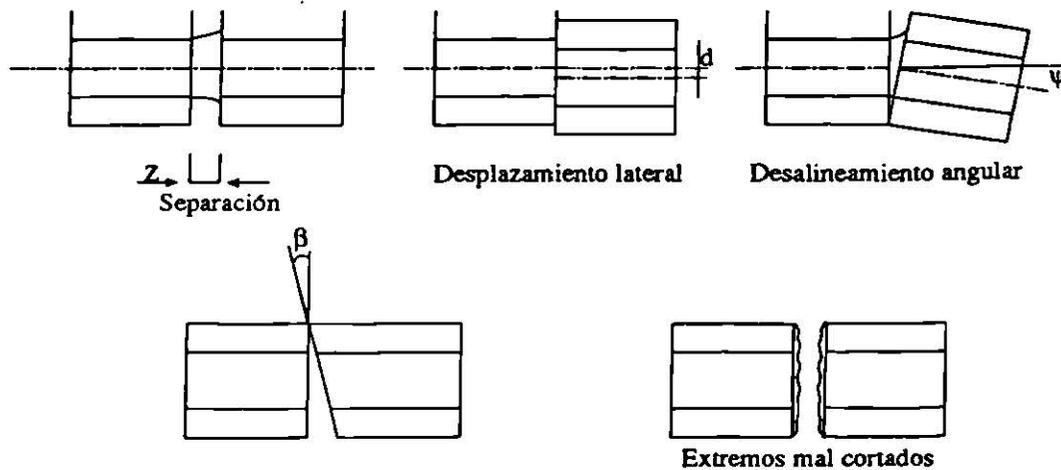
Los ejes de las fibras no están colineales si no que están separados por una distancia d . Un corrimiento es menos aceptable a medida que el diámetro disminuye.

Esta es la falla más usual y a su vez, la que genera más pérdidas.

c).- Desalineamiento angular;-

La cual sucede cuando los ejes de las fibras forman un ángulo y las caras de los extremos de las fibras dejan de estar paralelas. Aquí también el grado de pérdida depende de la AN de la fibra. si em**u**n bargo, una AN grande puede tolerar mayores fallas angulares que de-separación.

Conectores para Fibra



P E R D I D A S E X T R I N S E C A S .

##.-

PERDIDAS INTRINSECAS.-

Las pérdidas intrínsecas son ocasionadas por variaciones en la geometría de la fibra y sus características de diseño.

Estas pérdidas también tienen un efecto importante en las atenuaciones totales del sistema.

Existen 5 cinco principales diferencias en la geometría:-

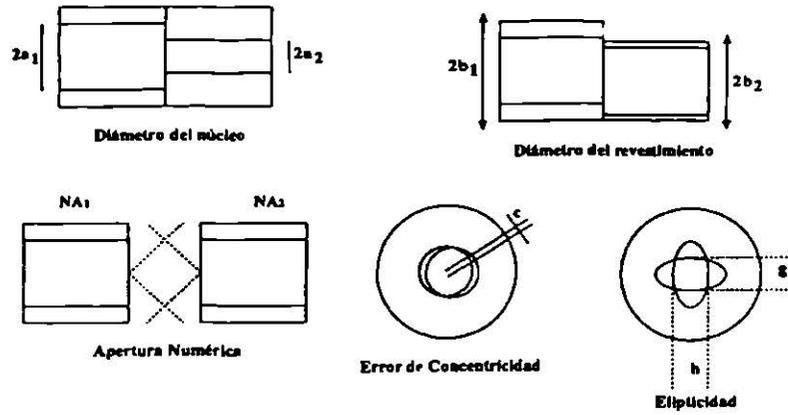
a).-Diferencias en el diámetro de los núcleos.- Ocurre cuando los diámetros de los núcleos de las fibras son diferentes.

b).-Diferencias en el diámetro de los revestimientos.- Provoca una mala alineación de los núcleos.

c).-Diferentes Aperturas Numéricas.- El mayor problema se presenta cuando la AN de la fibra transmisora es mayor que la fibra receptora ya que parte la potencia emitida se pierde al no entrar a la segunda fibra.

d).-Diferencias en concentricidad.- Ocurre cuando el núcleo no está centrado perfectamente en el centro del revestimiento deben coincidir pero a veces esto no sucede.

e).-Pérdidas por elipticidad.- Se saben que el núcleo y el revestimiento pueden ser elípticos en vez de circulares, lo cual dificulta tremendamente la alineación.



P E R D I D A S I N T T R I N S E C A S .

Estas variaciones existen en cualquier fibra y son el resultado de los procesos de fabricación. Para controlar estas pérdidas se -- han creado rigurosos estándares de calidad.

II.- C O N E C T O R E S.-

Cuando se requiere unir dos fibras de forma rápida y temporalmente se emplean los CONECTORES. Estos se utilizan ampliamente en sistemas de telecomunicaciones que están sujetos a cambios de lugar.

Los conectores deben de cumplir ciertas características de diseño entre las cuales se encuentran:

Bajas pérdidas, fácil instalación, repetibilidad, consistencia y costo.

--- Bajas pérdidas: Es necesario que el conector logre un buen acople óptico para evitar las pérdidas de potencia.

--- Fácil instalación: el conector debe ser fácil y rápidamente instalado sin la necesidad de muchas herramientas o entrenamiento especial.

--- Repetibilidad: Un conector debe ser capaz de ser conectado sin cambios en las pérdidas.

--- Consistencia: no debe haber variación en la pérdida: la pérdida debe ser consistente siempre que el conector sea aplicado a la fibra.

--- Costo: por su uso frecuente, un conector debe ser barato.

En general los requerimientos para conectores son los siguientes:

* Menor de 0.5 dB para telecomunicaciones

##.-

*0.5 a 1 dB para redes locales y sistemas internos

*1a3 dB para aplicaciones donde pérdidas grandes son aceptables y los bajos costos son más importantes que bajas pérdidas.

Para lograr bajas pérdidas de acoplamiento, el conector debe alinear cuidadosamente los núcleos. Una pequeña diferencia puede ser -- trascendental; por ejemplo calculemos las tolerancias por separación-- longitudinal, desalineamiento lateral y angular para una fibra multi-- modo de índice graduado parabólico de 50 micras de diametro y 0.20 -- de AN. Por medio de las ecuaciones vistas anteriormente:

Pérdida menor ó igual a 0.5dB: Separación longitudinal máxima 54.4 --
micras.
desalineamiento lateral máximo 6.4
micras.
desalineamiento angular máximo 1.466°

Pérdida menor ó igual a 1dB: Separación longitudinal máxima 102.8micra
desalineamiento lateral máximo 12.09micra
desalineamiento angular máximo 2.77°

Estas cantidades nos indican el grado de precisión con el cual-- se debe fabricar los conectores.

Las pérdidas en conectores dependen en parte de los factores ex-- trínsecos e intrínsecos así como la longitud de onda y de la coheren-- cia de la fuente de luz utilizada; también hay que considerar en la - eficiencia de un conector el efecto de reflexión, esto es debido a que existe un película de aire entre conector a un ángulo tal que la po-- tencia reflejada no sea guiada dentro de la fibra

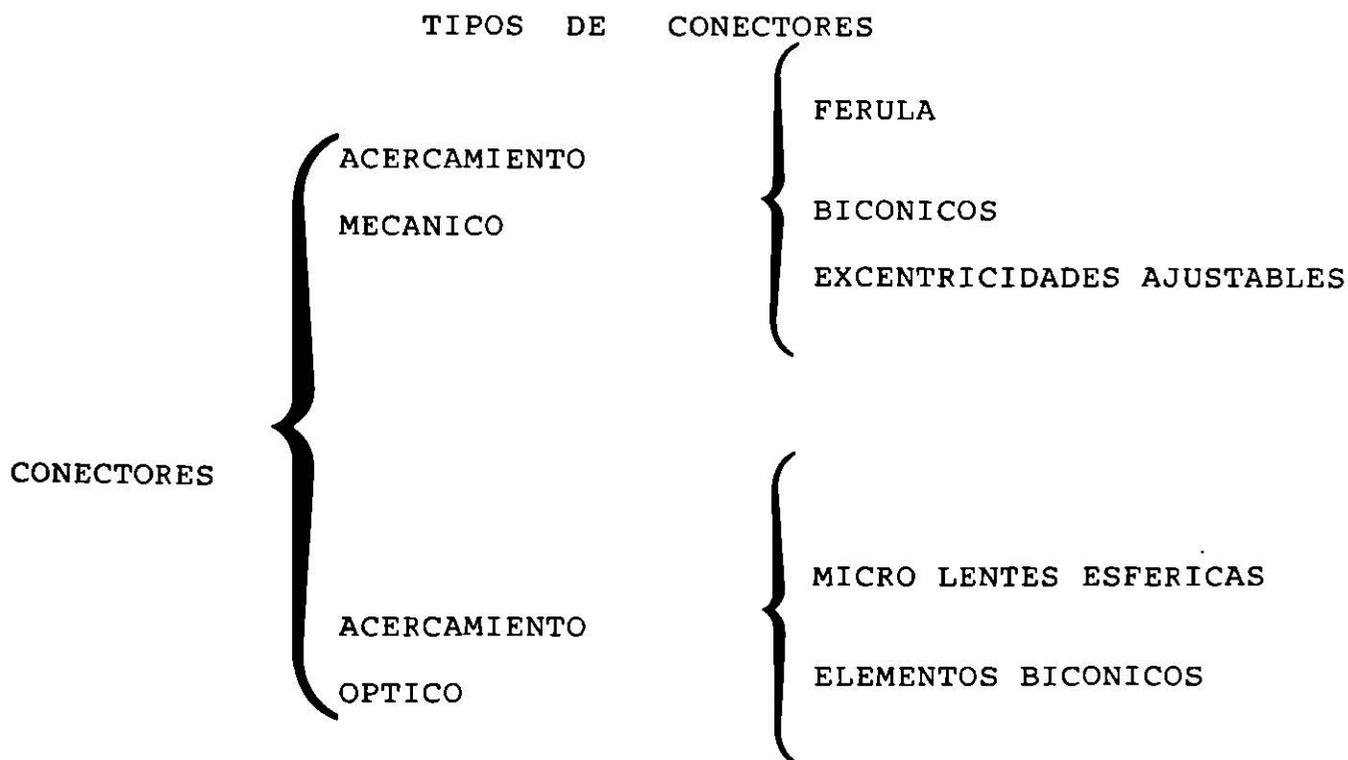
###.-

Los conectores de fibras que se siguen inovando en la actualidad se basan en los sistemas de transmisión que se desea manejar--- unidireccional, etc. En base a sus principios de diseño se pueden dividir dos tipos:

A).- DE ACERCAMIENTO MECANICO: De precisión en los extremos de la fibra. Se utilizan estructuras que requieren de precisión lateral, azimutal y longitudinal para lograr el alineamiento requerido por la fibra.

B).- DE ACERCAMIENTO OPTICO: De los frentes de onda de las fibras a unir; para lo cual se utilizan lentes para lograr el alineamiento -- obteniendo mejores tolerancias angulares.

Los conectores más usados son los de primer tipo, y en el que se encuentran muchas variedades que combinan costos, pérdidas óptica durabilidad, etc...



###.-

II.1.- CONECTORES DE ACERCAMIENTO MECANICO:

La tecnología de conectores ha experimentado grandes cambios en años recientes debido a su creciente demanda en el mercado, los conectores de acercamiento mecánico son los más usados y existe una amplia variedad de ellos.

Su característica principal es que la alineación de los extremos de las fibras se realiza mecánicamente. Los conectores de acercamiento mecánico pueden ser de férula, bicónicos y de excentricidad ajustable.

Conectores de Férula:-

Los conectores de férula constituyen una de las más extensas familias de conectores. Constan de un miembro central (férula) que puede ser de plástico, cerámica, o acero inoxidable, rodeado por un casquillo protector metálico. Su desarrollo comenzó a partir de los 70's - con los conectores FC (FERRULE CONNECTOR) y SMA, después le siguieron los conectores ST, bicónicos y el D4.

Los conectores bicónicos fueron ampliamente usados por ATT y Bell Telephon, pero en la actualidad se prefieren los conectores FC, ST y SC.

En Europa y Japón, el conector más usado por las compañías telefónicas y telegráficas es el FC, aunque, al igual que en América, comienza a ser sustituido por el SC.

###._

CONECTOR	OPERACION	ATENUACION dB	APLICACIONES.
FC	Monomodo	0.7	Enlaces telefonicos gnde.
FC-PC	Monomodo	0.5	Enlaces telefonicos gnde.
D4	Monomodo	1.0	Enlaces telefonicos gnde.
D4-PC	Monomodo	0.7	Enlaces telefonicos gnde.
ST	Multimodo	0.7	Redes locales (voz,datos)
SC	Multimodo	0.8	Redes locales (voz,datos)
SMA	Multimodo	1.5	Redes locales (voz,datos)
Mini BNC	Multimodo	1.0	Redes locales (voz,datos)

C O N E C T O R E S D E F E R U L A

CONECTOR FC. Conector de enroscado.-

En este conector la fibra desnuda se introduce en el orificio de de una capilaridad concéntrica (férula) encargada del centrado y fijación de la fibra. La ferúla a su vez se inserta en un casquillo ---- (funda de metal) rodeado de un anillo mecánico de enroscado que la -- sostiene y comprime sin lastimar la fibra, al introducir la fibra al - conector esta se separa con resina expóxica en la cavidad de la féru- la para lograr la fijación adecuada de la fibra.

Este tipo de conector tiene pérdidas entre 0.6 y 1dB para fibras de monomodo 10/125 y se pueden lograr menores pérdidas mejorando la - técnica del pulido de la férula, produciendo una superficie con alto grado de planicidad. Tiene un tiempo de vida bastante amplio, durante el cual puede ser utilizado para hasta 1000 incresiones.

(figura # 01).

###.-

CONECTOR FC-PC (Physical Contact).-

Es una variación al conector FC. Este diseño presenta en la punta de la férula, una superficie convexa, el lugar de una superficie -- plana, con un radio de curvatura aproximado de 60mm. para que las fi-- bras estén en un real contacto físico durante la unión.

Este diseño reduce las reflexiones y las pérdidas, llegando a tener -- menos de 0.5 dB por conector. Se utiliza en la transmisión de voz y -- datos de alta velocidad, a lo igual que el FC, posee una alta durabili-- dad. (figura #02).

CONECTOR ST. Conector de bayoneta.-

Este conector fue desarrollado por la ATT y utiliza la tecnolo-- gía de férula del FC. con la diferencia de que en lugar de un anillo de enroscado, utiliza una especie de bayoneta que sujeta a un seguro-- en el casquillo de la férula. Su aplicación principal se encuentra -- en telecomunicaciones. Los primeros conectores ST fueron construidos-- con férulas de cerámica alúmina, pero en los últimos cinco años se ha sustituido por cerámica zirconia, que es un material más suave, más -- elástico y con mayor resistencia al impacto.

(figura #03).

CONECTOR SC. Conector de presión.-

Este conector es uno de los más recientes conectores de férula-- y está comenzando a sustituir al FC en Japón y en algunas partes de-- Europa y América. El tipo de férula que utiliza es similar a los ante-- riores. la diferencia es que se acopla al casquillo exterior de la --

férula a presión, lo cual le proporciona una mayor durabilidad. Además ha sido diseñado para configuraciones dobles y triples en mente lo que le hace tener claras ventajas sobre el FC y el ST. A esta familia pertenece el conector EC utilizado para fibras monomodo. (figura #04).

CONECTOR D4.-

Es similar al FC e inclusive tiene la versión D4-PC. Tiene pérdidas aproximadas de 0.7 dB y una durabilidad de 1000 inserciones. Se utiliza en equipo de telecomunicaciones. (figura #05).

CONECTOR SMA (Subminiatura-A).-

Este conector es muy utilizado en equipo de transmisión de datos su férula es de tamaño reducido, posee larga durabilidad y amplia disponibilidad en el mercado. Es uno de los conectores más fáciles de ensamblar, ya que requiere de un mínimo de herramientas y de habilidad para su manejo. Sus pérdidas no son tan bajas como las de los conectores FC, pero se encuentran en un rango de entre 0.7 y 2dB, que es bastante aceptable. La cubierta externa del conector se presenta en distintos tipos de materiales, como acero, bronce niquelado o plástico dependiendo de la aplicación. Los conectores; RFO (EUROPEAN STANDARD) SFO (INTERNACIONAL STANDARD) y FMA-5, FMA-6 (STANDARD MILITAR) pertenecen a esta familia. (figura #06).

CONECTOR Mini BNC.-

Este conector utiliza el mismo sistema de unión que usan los conectores BNC.....

para cbles eléctricos coaxiales. Su férula está constituida con un material cerámico y tiene una pérdida menor a 1dB para una fibra 50 125 (figura #07).

CONECTORES BICONICOS.-

Estos conectores estan diseñados con un casquillo de contacto-similar a las férulas, que al que se aplica una resina epóxica con lo que se reduce el desgaste mecánico por rozamiento.

La tecnología de conectores bicónicos es ampliamente utilizada en la fibra multimodo para telecomunicaciones en transmisión de datos. Consiste en dos conos concéntricos que se encargan de alinear la fibra en el casquillo.

Se obtiene pérdidas menores de 1dB. El casquillo es de cerámica encapsulado en metal y la cubierta es de cuarzo combinado con el material epóxico. Incluye un resorte para ajustar el punto de contacto

CONECTOR	OPERACION	ATENUACION dB	APLICACIONES
Bicónico	Monomodo	1.0	Redes locales -- (voz .datos)

CONECTORES BICONICOS (FIG.).-



C O N E C T O R E S.-

FIGURA # 1 CONECTOR FC. Conector de enroscado.-

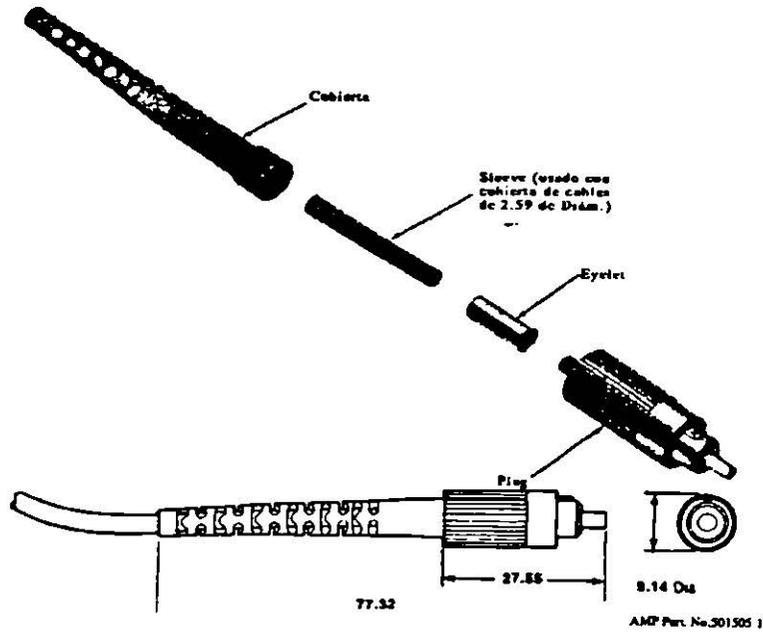
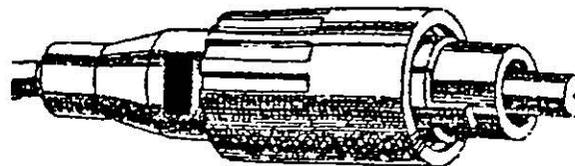


FIGURA # 2 CONECTOR FC-PC (Physical Contact).-



. -

FIGURA # 3 CONECTOR ST. Conector de bayoneta.-

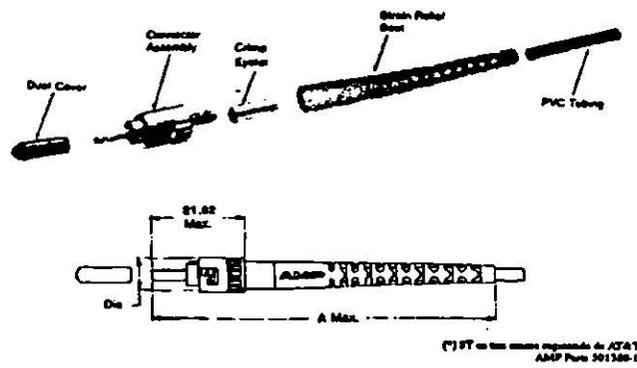
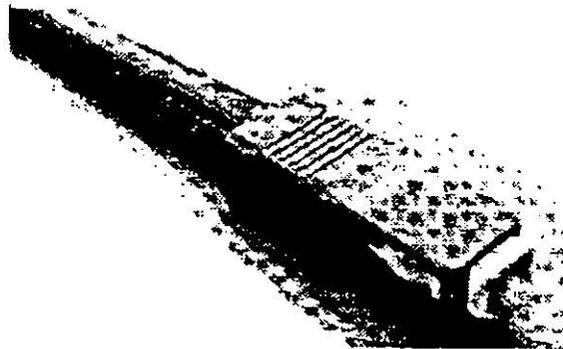


FIGURA # 4 CONECTOR SC. Conector de presión.-



###_

FIGURA # 5 CONECTOR D4.-

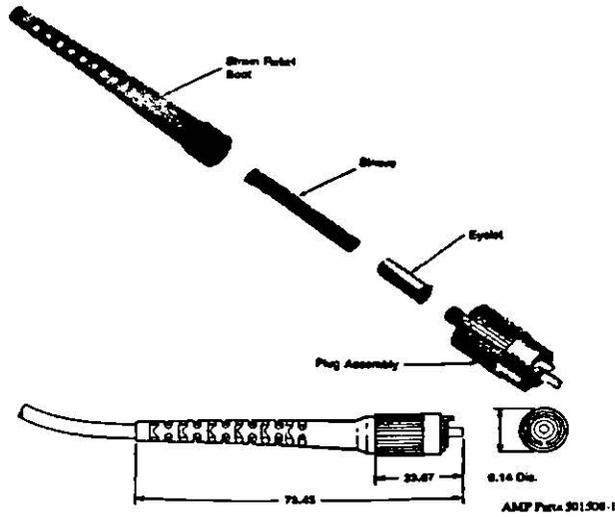


FIGURA # 6 CONECTOR SMA (Subminiatura-A).-

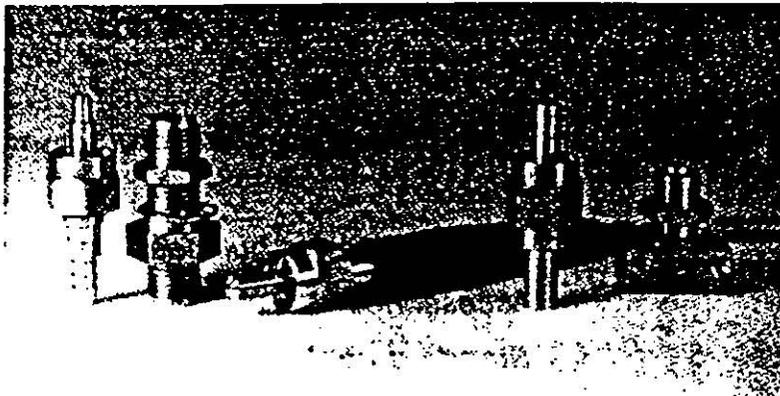
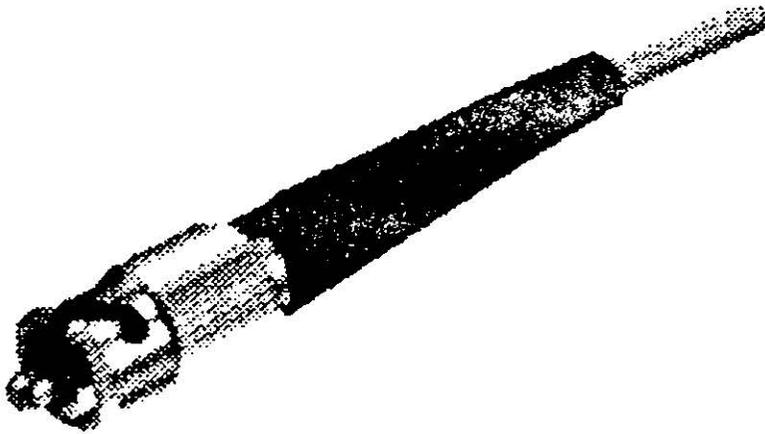


FIGURA # 7.- CONECTOR Mini BNC.-



III.- EMPALMES.-

Cuando se requiere unir dos fibras de forma definitiva y con mínimas pérdidas, se utilizan los EMPALMES.

Hay ocasiones que se requiere enlazar puntos que están separados a una distancia mayor que el largo de los cables que se fabrican esto hace necesario unir fibras con mínimas pérdidas de una manera definitiva.

El procedimiento para realizar un empalme es el siguiente:

1.-SEPARACION DE LOS EXTREMOS DE LA FIBRA: Se realiza mediante el uso de herramientas adecuadas para el corte de la fibra desnuda. Primero se tiene que quitar la cubierta y después se realiza el corte de una manera limpia, que asegure perpendicularidad al eje de la fibra planicidad en la cara y un mínimo de estrías.

2.-ALINEACION: Consiste en alinear las caras de las fibras. puede hacerse de dos maneras:

A).- Pasiva: Cuando se requiere gran precisión como el de las fibras multimodo. Se basa en técnicas geométricas y se utilizan mucho en empalmes mecánicos.

B).- Activa: Cuando se requiere de una alineación precisa, para lo cual se usan propiedades ópticas. Una manera es detectar un máximo en la potencia recibida a través de la unión de las caras. Este es el sistema usado en algunas de las empalmadoras automáticas.

3.-RETENCION DE ALIMENTAMIENTO: Una vez fijado el punto óptimo de unión, se debe mantener la posición de las fibras para...

###.-

III.- EMPALMES MECANICOS

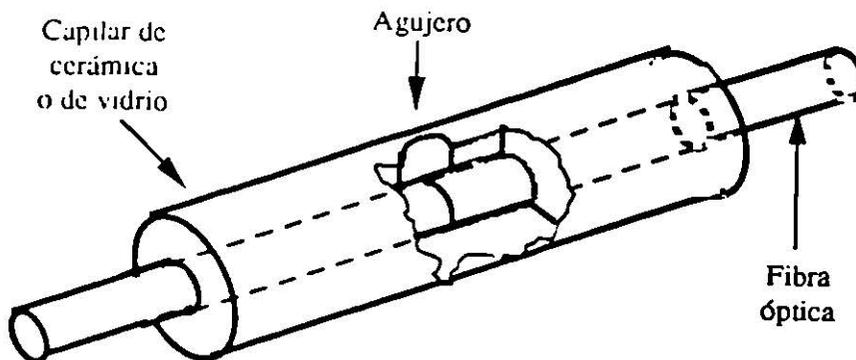
Se utilizan dispositivos mecánicos para obtener un buen alineamiento y durabilidad.

Los empalmes mecánicos se pueden clasificar en dos categorías principales: por tubos capilares y por ranuras.

Empalmes por tubos capilares:-

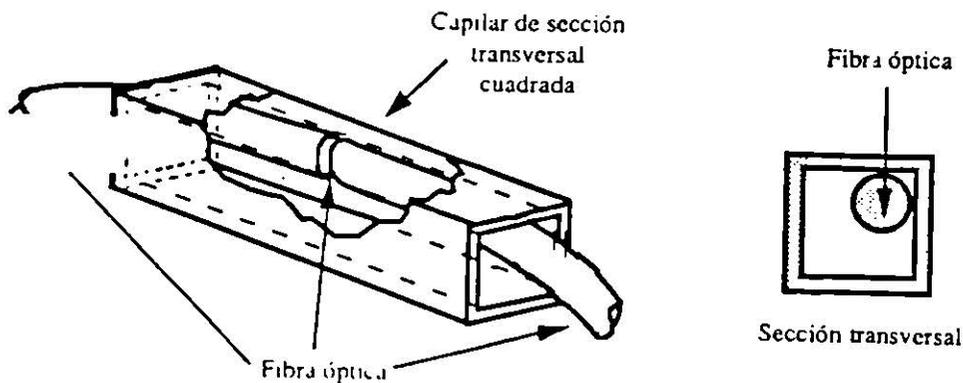
Un pequeño tubo capilar de cerámica o vidrio de sección circular con un diámetro de la fibra. Puede servir de dispositivo para realizar empalmes mecánicos (como se puede observar en la figura).

Las fibras desnudas se insertan cuidadosamente hasta que hacen contacto en el centro y entonces se inyectan un pegamento a través de la ranura transversal. El inconveniente de este método es el pequeño diámetro y la dificultad de la inserción de la fibra.



EMPALMES DE TUBOS CAPILARES.

Una variación del método anterior consiste en considerar un tubo capilar con una SECCION CUADRADA (como se muestra en la figura de abajo). Se inserta las dos fibras arrinconandolas en una de las esquinas hasta que hacen contacto. Este método tiene la ventaja de facilitar la inserción de las fibras, pero dificulta la fijación de las fibras.



SECCION CUADRADA.

METODO DE LAS VARRILLAS:-

Mediante dos varrillas de precisión se pueden simular una ranura en V donde se coloca la fibra como se muestra la figura correspondiente a este método. Una vez conseguida la alimentación se coloca una tapa plana y se inyecta un adhesivo. Este es el método doble.

###.-

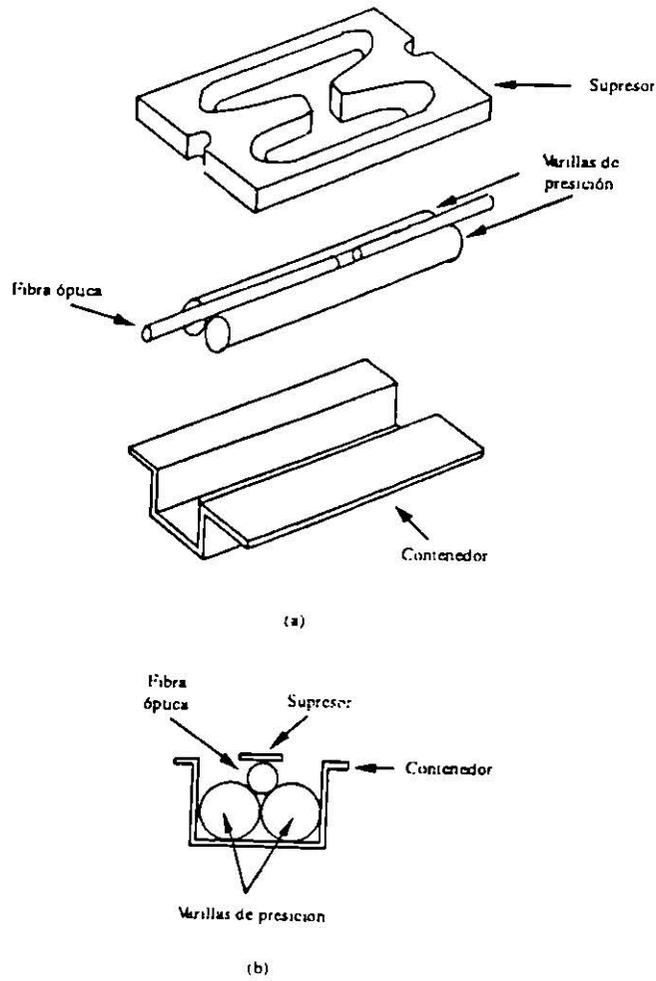


Fig. METODO DOBLE.

Una variante se muestra en la figura de abajo, donde se utiliza TRES-VARRILLAS que se ajustan por medio de un elástico.

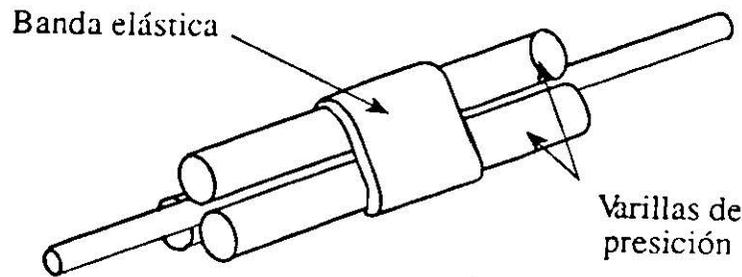


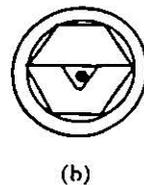
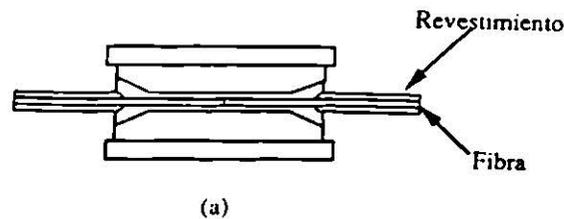
Figura 21 Treas varillas

Fig. TRES VARRILLAS

Todos estos métodos presentan la limitante de que las fibras deben tener los mismos diámetros y una alta concentricidad. Se tienen pérdidas hasta de 1dB. Las ventajas son su facilidad y rapidez de elaboración.

EMPALME ELASTOMERICO:

Este método es muy parecido al de tubos capilares, con la diferencia de que el diámetro del tubo es ligeramente menor que el de la fibra y está compuesto de un material elástico. El orificio tiene un ensanchamiento en la entrada para facilitar la inserción de la fibra. Una vez dentro del orificio, la fibra presenta presiones simétricas -- lo que permite una alineación automática, sin importar el diámetro de de los núcleos.

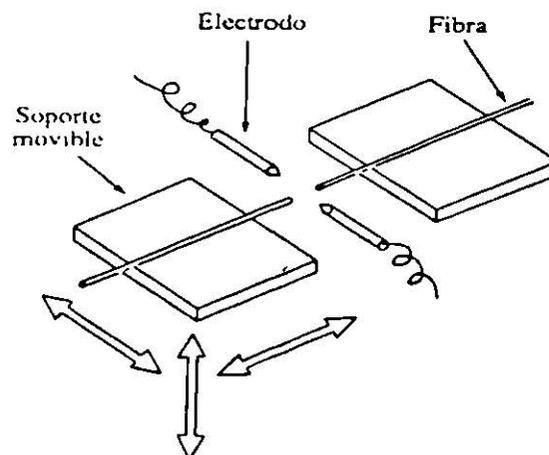


EMPALME ELASTOMERICO.

III.- 2 EMPALMES DE FUSION.-

El empalme por fusión es uno de los métodos más usuales para -- unir dos fibras. Consiste en calentar los extremos de las fibras hasta fundirlos uno con otro.

Las fibras tienen que prepararse quitando sus cubiertas, cortando los extremos perpendiculares a los ejes y limpiándolas de grasa y polvo. A continuación se montan las fibras sobre ranuras o posicionadores -- controlados para hacer un ajuste horizontal, vertical y longitudinal y lograr una buena alineación. La verificación se suele hacer con un microscopio.



EMPALMES DE FUSION.

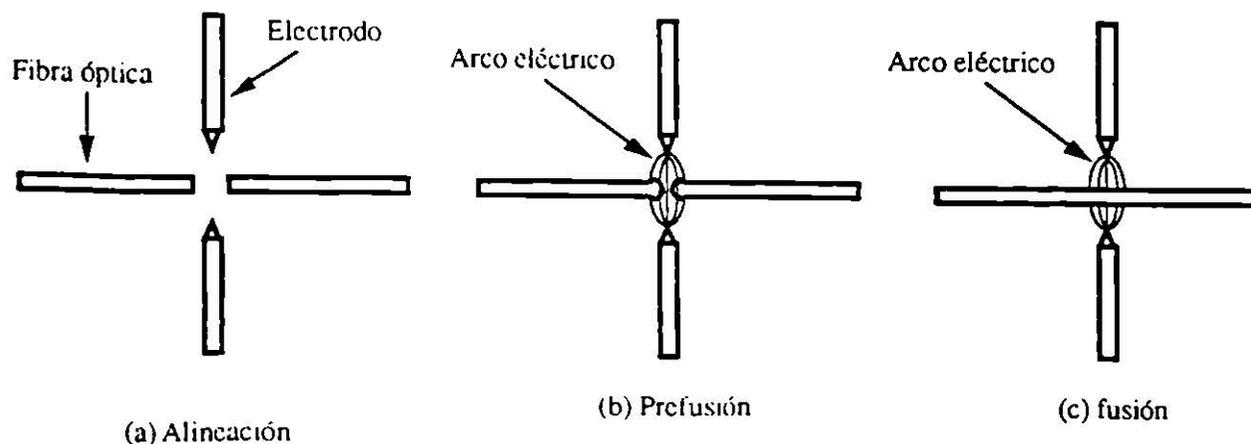
###.-

El siguiente paso es aplicar una pequeña descarga mientras las fibras mantienen una pequeña separación. Esto hace con el fin de eliminar burbujas de aire e imperfecciones que puedan generarse a la hora de la fusión. Este paso se llama PREFUSION. De esta manera los extremos se rodean y se suavizan las superficies.

El tiempo de fusión y el calor aplicado deben estar cuidadosamente controlados para obtener un empalme eficiente. Una manera de optimizar el método es transmitir luz a través de la unión y encontrar el punto de máxima transferencia. Esto se puede hacer automáticamente con una máquina.

Las pérdidas que se obtienen mediante el método de fusión están entre 0.2 y 0.1 dB, llegando a tener, inclusive, menos de 0.01 dB para fibras idénticas.

Los pasos para realizar un empalme de fusión se muestra en la siguiente continuación:



PASOS PARA REALIZAR UN EMPALME
DE FUSION.

###.---

Una vez lograda la fusión, se deben proteger la zona con una cubierta que sustituya las cubiertas primaria y secundaria.

Actualmente existen en el mercado máquinas empalmadoras portátiles por fusión. Estas empalmadoras deben de leer y controlar varios parámetros con la posición y el calor aplicado. Para la posición se utilizan microposicionadores que realizan un ajuste en tres dimensiones; para tomar en cuenta el calor se debe observar la intensidad del calor aplicado y el tiempo que se aplica la fuente.

La fuente de calor se produce mediante un arco eléctrico ya que presenta la ventaja de poder controlar la corriente que fluye, también existen empalmadoras que funcionan con gas, aunque ya están en desuso en la actualidad también existen empalmadoras que fusionan a las fibras con la ayuda de un rayo láser, pero su costo es demasiado elevado. Para apreciar mejor la alineación, la empalmadora cuenta con una cámara de video por medio de la cual se puede realizar ajustes.

