

41126
22



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"CAMPUS ARAGÓN".

"EMPALMES DE FIBRA ÓPTICA EN LA PLANTA
EXTERIOR"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N:

URIEL } CIGARROA RIVERA
SABAE } DARIO VAZQUEZ PEREZ

ASESOR: ING. RAUL BARRÓN VERA.

MÉXICO

2003.

A



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.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES: GLORIA Y RICARDO

Por que ni aun siendo ingeniero voy a encontrar la manera de pagaries el haberme dado la vida, todos los regalos, todos los consejos, todos los sacrificios y todo el apoyo que me han dado en todo momento sin importar las circunstancias.

Por lo que quiero que aienten como yo que la meta y el logro obtenido también es suyo y que la fuerza que hizo posible que hoy exista este libro fue su apoyo.

**¡MUCHAS GRACIAS!
LOS AMO.**

A MI HERMANA: PENNY

Por que a pesar de las circunstancias me brindaste apoyo, y en su momento me regalaste y empujaste, por darme un buen ejemplo y por ser tan buena hermana.

¡MUCHAS GRACIAS!

A GABY

Por que a pesar de las situaciones y momentos difíciles me brindaste tu apoyo y tu cariño, te doy gracias por haberme empujado cuando lo necesite.

¡MUCHAS GRACIAS!

A TODA MI FAMILIA

Por el ejemplo de tener una actitud de servicio y una familia unida.

¡MUCHAS GRACIAS!

A MIS AMIGOS

A toda esa gente que me apoyo que estuvo pendiente de este trabajo y que no pero hasta vario terminado.

¡MUCHAS GRACIAS!

A DIOS

Hoy te doy gracias por tener la dicha de estar vivo para compartir este logro con todos, pero además te doy gracias por todas las cosas buenas que me han pasado y también por todas las males, por que de todas esas cosas he aprendido.

¡MIL GRACIAS!

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES ROBERTO Y SALVINA.

Agradezco infinitamente que me hayan dado la vida, que me hayan dado una educación, que nunca me dieron la espalda en momentos difíciles.

MAMA:

Gracias por darme la vida y por darme los valores que me hacen ser un hombre de provecho gracias

PAPA :

Simplemente eres el mejor ingeniero del mundo

A MI HERMANO ROBERTO:

Siempre me diste ejemplo de trabajo y lucha así pues que este trabajo sea fuente de motivación para que termines tus estudios. Así mismo agradezco a Dios que hayas sido mi hermano.

A MI MADRENA ROSA:

Gracias por apoyarme tanto, y por darme el ejemplo de ser una persona de provecho y de lucha, este trabajo también es fruto de tu ayuda gracias.

A MI FAMILIA

A MIS AMIGOS:

Que siempre estuvieron apoyándome en momentos difíciles, gracias por haber estado ahí siempre, aconsejándome orientándome y tendiéndome su mano incondicionalmente gracias.

A TI CHILLAMELL:

Que puedo decir de ti amigo gracias por estar este tiempo aguantándome y la agradezco tu tiempo, tus consejos, tus regaños simplemente gracias.

A la mafia rusa (chillameLL. Gudi, wla derto)

C

INDICE

-	Introducción	2
CAPITULO I		
Fundamentos y generalidades de la fibra óptica.		
		4
1.	Definición de la fibra óptica.	4
1.1	Estructura de una fibra óptica.	4
1.2	Tipo de fibra óptica.	5
2.	Propagación.	9
2.1	Condiciones de propagación.	9
2.3	Luz coherente.	10
2.4	Luz incoherente.	11
2.5	Láser.	12
2.6	Espectro electromagnético.	12
2.7	Reflexión.	14
2.8	Refracción.	15
2.9	Índice de refracción.	16
3.	Parámetro ópticos.	17
3.1	Reflexión total y ley de Snell.	18
3.2	Ley de Snell.	18
3.3	Reflexión de Fresnel.	20
3.4	Dispersión de Raleigh.	21
3.5	Apertura numérica.	21
4.	Mediciones.	22
4.1	Atenuación.	22
4.2	Atenuaciones permitidas.	23
4.3	Longitud de onda límite o de corte.	23
4.4	Diámetro del campo modal.	24
4.5	Dispersión.	24
4.6	El problema de la dispersión en fibras ópticas.	25
4.7	Ancho de banda.	27
5.	Filosofía P.C.M.	28
5.1	Muestreo.	28
5.2	Cuantificación.	29
5.3	Codificación.	29
5.4	Multiplexaje.	29

6.	Elementos de un sistema óptico.	30
6.1	Señal analógica.	30
6.2	Fuente de luz.	30
6.3	Fuentes de luz.	31
6.4	Tiempo de respuesta.	31
6.5	Potencia óptica.	33
7.	Sistema de fibra óptica.	35
7.1	Repetidor.	36
7.2	Optica receptora.	36
7.3	Detector.	36
7.4	Procedimiento de señales.	36
8.	Cables.	37
8.1	Factores básicos.	38
8.2	Microcurvatura.	38
8.3	Curvado.	38
8.4	Esfuerzo.	39
8.5	Humedad.	39
8.6	Elemento central de tensión.	40
8.7	Estructura del núcleo.	42
8.8	Elementos de tensión.	43
8.9	Cables para exteriores.	44
8.10	Cables interiores.	44
8.11	Empleo de una estructura de cables ópticos.	45
8.12	Estructura de cables unitubo.	45
8.13	Tipos de cables.	46
8.14	Código de identificación de fabricante.	47
8:15	Algunas características de otros cables.	49
9.	Normativa.	58
9.1	Norma ISO 8802.3 (IEEE802.3).	58
9.2	Norma ISO 8802.3 10 base F.	58
9.3	Norma IEEE 802.6 (DQDB).	59
9.4	Norma FDDI.	60
9.5	FFDI-II.	62
9.6	TPDDI o CDDI.	63
10.	Redes que utilizan las fibras ópticas.	63
10.1	Introducción.	63
10.2	Funciones de FDDI.	64
10.3	Nivel Físico: PDH.	64
10.4	Nivel Físico: PHY.	64
10.5	Nivel de enlace: MAC.	65

10.6	Otras soluciones alternativas.	66
10.7	CDDI.	67
10.8	FDDI - II.	67
10.9	LCF - PMD.	68
10.10	FASNET Y EXPRESSNET.	68
10.11	DATAKIT.	70
10.11	HFC.	72
11.	Nuevas técnicas de multiplexado y demultiplexado.	74
11.1	WDM.	74
11.2	DWDM.	77
11.3	OADM.	83
12	Ventajas y desventajas de la fibra óptica.	87

CAPITULO II

1.	Empalmes de fibra óptica.	88
2.		
3.	Tipos de empalmes.	88
2.1	Empalmes manuales ó mecánicos.	89
2.2	Empalmes por fusión.	89
2.2.1	Prefusión.	91
2.2.2	Fusión.	91
3.	Pérdidas.	92
3.1	Pérdidas extrínsecas.	92
3.2	Pérdidas intrínsecas.	93
4.	Empalmadora.	94
4.1	Empalmadora FSM-20 CS.	98
4.2	Construcción.	42
4.3	Teclado del panel.	103
5.	Procedimiento.	105
5.1	Cortes.	107
6.	OTDR.	124
7.	Equipamiento en un móvil de empalme.	128
8.	Medición de atenuación total de un tramo (medición de potencia).	130
9.	Conectores.	133
10.	Bastidor y distribuidor óptico.	135

T

CAPITULO III

1.	Tipos de cajas de empalme.	141
1.1	Descripción y contenido	142
2.	Cierre Fosc.	143
2.2	Dimensiones	144
2.3	Componentes	145
2.4	Materiales y herramientas de aplicación	145
2.5	trazo de cables para empalmes rectos	146
2.6	Bloqueo de humedad	148
2.7	Entrada de un cable recto	148
2.8	Entrada de un cable en Loop	152
2.9	Instalación de cable dentro del cierre	155
2.10	Bandejas organizadoras	159
2.11	Entrada y almacenamiento de fibras que no se empalman	163
2.12	Puenteo de fibras entre charolas organizadoras	167
2.13	Instalación de la copula	168
2.14	Sellado temporal	168
2.15	Sellado permanente	170
2.16	Reentrada	174
2.17	Instalación en pozos	176
2.18	Conexión a tierra	176
2.19	Prueba de hermeticidad	177
3.	Cierre Stewing	178
3.1	Contenido	178
3.2	Descripción general	180
3.3	Dimensiones	181
3.4	Componentes del cierre	182
3.5	Materiales y herramientas	183
3.6	Trazo y preparación del cable para empalmes rectos	184 Y 186
3.7	Preparación de las tapas laterales de sellado del cierre	190
3.8	Fijación del cable y de la continuidad de tierra en el interior	193
3.9	Acomodo de los tubos holgados y de los empalmes	194
3.10	Cerrado del cierre	198
3.11	Barra de sujeción	199
3.12	Reentrada del cierre	201
3.13	Entrada de un cable en Loop	204
3.14	Primera derivación del cierre	206
3.15	Acomodo del tubo holgado y realización de empalmes	208
3.16	Segunda y tercer derivación del cierre	209
3.17	Derivaciones adicionales	212

3.18	Instalaciones	212
3.19	Cables A.T.T. y Alcatel	214
3.20	Toma de tierra del cierre	215
3.21	Prueba de hermeticidad	216

CONCLUSIONES	217
---------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	218
---------------------	------------

INTRODUCCIÓN

La Historia de la comunicación por la fibra óptica es relativamente corta. En 1977, se instaló un sistema de prueba en Inglaterra; dos años después, se producían ya cantidades importantes de pedidos de este material. Antes, en 1959, como derivación de los estudios en física enfocados a la óptica, se descubrió una nueva utilización de la luz, a la que se denominó rayo láser, que fue aplicado a las telecomunicaciones con el fin de que los mensajes se transmitieran a velocidades inusitadas y con amplia cobertura.

Sin embargo esta utilización del láser era muy limitada debido a que no existían los conductos y canales adecuados para hacer viajar las ondas electromagnéticas provocadas por la lluvia de fotones originados en la fuente denominada láser.

Fue entonces cuando los científicos y técnicos especializados en óptica dirigieron sus esfuerzos a la producción de un ducto o canal, conocido hoy como la fibra óptica. En 1966 surgió la propuesta de utilizar una guía óptica para la comunicación.

Esta forma de usar la luz como portadora de información se puede explicar de la siguiente manera: Se trata en realidad de una onda electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, con la única diferencia que la longitud de las ondas es del orden de micrómetros en lugar de metros o centímetros.

En este trabajo se explica detalladamente la unión de la fibra óptica monomodo en planta exterior, desde la preparación de la Fibra, hasta el cuidado posterior al empalme, así también como los distintos dispositivos utilizados para empalmar la fibra y descripción de los mismos

La presente investigación esta enfocada hacia las necesidades de los ingenieros o técnicos que , sin poseer grandes conocimientos sobre esta tecnología podrán en cualquier momento precisar de este trabajo de una manera fácil y sencilla.

Hasta ahora dentro de las técnicas más usadas en los empalmes y la más usada en planta exterior, es a base de empalmadoras por fusión totalmente electrónicas y de fácil manejo al operador reduciendo el tiempo del empalme.

También se mencionan los tipos de cables y conectores usados en los empalmes, en el caso de los cables se explica con detalle su composición y sus características así como también el cuidado posterior del empalme ya que es una parte muy importante en el la vida útil del empalme.

Así pues este trabajo explica detalladamente el empalme con el objetivo de que esta tecnología y esta técnica de empalme sea más conocida por los futuros ingenieros y así ayudar al desarrollo tecnológico de México.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS Y GENERALIDADES DE FIBRA OPTICA

3-A

CAPITULO I

I. DEFINICIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA.

Una fibra óptica se puede definir como un filamento de vidrio, que puede ser de solamente de 125 micras de diámetro, aproximadamente del espesor de un cabello, por el cual viaja un rayo de luz. El rayo de luz es el que contiene la información a transmitir. Cuando la luz entra por uno de los extremos de la fibra, la información contenida en esta se trasmite con muy pocas pérdidas, a gran velocidad y sin interrupción.

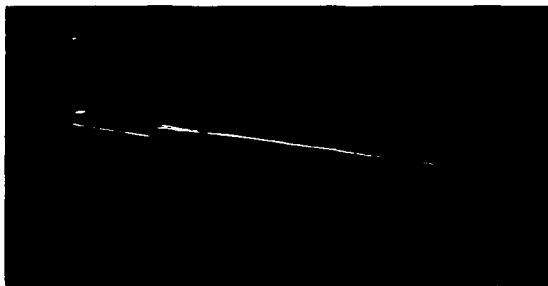


Figura 1. Tamaño de la fibra óptica.

1.1 ESTRUCTURA DE UNA FIBRA ÓPTICA.

NÚCLEO.

Es la parte central de la fibra óptica, por la que es guiada la luz que incide por uno de los extremos de la fibra. Consiste en una o varias hebras delgadas de vidrio o de plástico. Algunas fibras de vidrio tienen un diámetro de núcleo de únicamente 50 micras, y tiene un índice de refracción de tipo gradual. La importancia de contar con un núcleo de este tipo es conseguir un núcleo que

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

contenga un ancho de banda algo mayor que el que tendría otro cuyo índice de refracción fuera idéntico en todas partes.

REVESTIMIENTO.

Este componente tiene un índice de refracción menor al núcleo de la fibra y permite la reflexión total interna. El revestimiento es la parte que rodea y protege al núcleo

CUBIERTA PRIMARIA.

Se aplica al momento de fabricación de la fibra, inmediatamente después del estirado y sirve para darle protección mecánica a la fibra, evitar penetración de la humedad, la creación de micro fracturas o daños superficiales a la fibra y proporcionar dimensiones maniobrables. El diagrama nos muestra las partes fundamentales que constituyen a la fibra óptica.

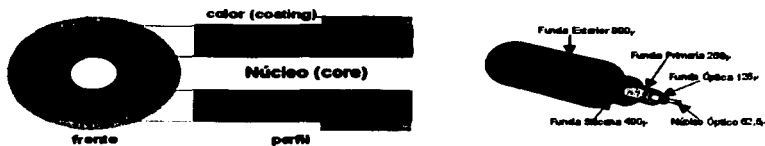


Figura 2 Estructura de la fibra óptica.

1.2 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA.

La fibra óptica está considerada aún como una tecnología relativamente nueva con respecto a los otros soportes. Su ya extendida utilización, se encuentra en plena evolución. Hubo que esperar hasta los años 60 y a la invención del láser para que este tipo de transmisión se desarrollase. Existen tres tipos de fibras, diferenciándose por el índice de refracción de los materiales que la constituyen y el diámetro de su núcleo:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- . Fibra multimodo de índice escalonado.
- . Fibra multimodo de índice de gradiente gradual.
- . Fibra monomodo.

a) Fibras multimodo de índice escalonado.

Las fibras multimodo de índice escalonado están fabricadas a base de vidrio, con una atenuación de 30 dB/Km, o plástico, con una atenuación de 100 dB/km. Tienen una banda de paso que llega hasta los 40 MHz por kilómetro. En estas fibras, el núcleo está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea. El paso desde el núcleo hasta la cubierta conlleva por tanto una variación brutal del índice, de ahí su nombre de índice escalonado.

Si se considera un rayo luminoso que se propaga siguiendo el eje de la fibra y un rayo luminoso que debe avanzar por sucesivas reflexiones, ni que decir tiene que a la llegada, esta segunda señal acusará un retardo, que será tanto más apreciable cuanto más larga sea la fibra óptica. Esta dispersión es la principal limitación de las fibras multimodo de índice escalonado. Su utilización a menudo se limita a la transmisión de información a cortas distancias, algunas decenas de metros y flujos poco elevados. Su principal ventaja reside en el precio más económico.

b) Fibras multimodo de índice de gradiente gradual.

Las fibras multimodo de índice de gradiente gradual tienen una banda de paso que llega hasta los 500MHz por kilómetro. Su principio se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta. Los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra. Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de la fibra.

La fibra multimodo de índice de gradiente gradual de tamaño 62,5/125 μ m (diámetro del núcleo/diámetro de la cubierta) está normalizado, pero se pueden encontrar otros tipos de fibras:

- . multimodo de índice escalonado 100/140 μ m;
- . multimodo de índice de gradiente gradual 50/125 μ m;
- . multimodo de índice de gradiente gradual 85/125 μ m.

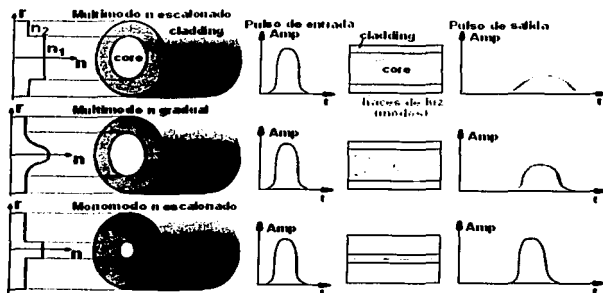


Figura 3 Tipos de fibra.

C) Fibras monomodo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

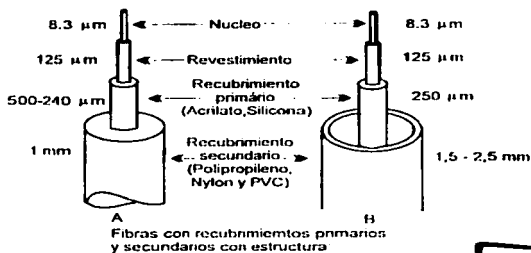
Potencialmente, este último tipo de fibra ofrece la mayor capacidad de transporte de información. Tiene una banda de paso del orden de los 100 GHz/km. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero también es la más compleja de implantar. Sólo pueden ser transmitidos los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra, por lo que se ha ganado el nombre de "monomodo" (modo de propagación, o camino del haz luminoso, único). Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir, de unos 5 a 8 μ m. Si el núcleo está constituido de un material cuyo índice de refracción es muy diferente al de la cubierta, entonces se habla de fibras monomodo de índice escalonado. Los elevados flujos que se pueden alcanzar constituyen la principal ventaja de las fibras monomodo, pero hay que tener cuidado ya que sus pequeñas dimensiones implican un manejo delicado y entrañan dificultades de conexión que aún se dominan mal. Se clasifican en:

- Dispersión normal, utilizadas en zonas urbanas y zonales.
- Dispersión corrida, utilizadas en larga distancia



Figura 4 Fibra monomodo.

A continuación se muestran los dos tipos de fibra más utilizada con las capas de sus recubrimientos ceñidos y holgados.



A) Ceñida
B) Holgada

Figura 5. Fibra ceñida y holgada.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2. PROPAGACIÓN.

El canal de fibra óptica no permite que los rayos de luz deseados escapen de su interior. Con estos rayos de luz existe la posibilidad de transmitir sonido, quizás también imágenes, estos sistemas de transmisión de fibra óptica abren un concepto completamente nuevo en sistemas de comunicaciones.

La canalización de rayos de luz a través de "camino de fibra óptica" y la generación de frecuencias de luz apropiadas y de una forma también apropiada para permitir fácilmente el paso, cualquiera que sea el tipo de sustancia que se emplee para el canal. Esto implica que distintos tipos de sustancias (los cuales caen dentro de la categoría "óptica" o "de vidrio") poseen diferentes características que hacen la conductividad de ciertas frecuencias de luz más sencillas que de otras.

Las leyes de la óptica permiten descubrir la reflexión total de la luz en la superficie que separa al núcleo del revestimiento en un conductor de fibra óptica. Para ello se considera básicamente que la luz se propaga en forma de rayos rectilíneos. Para efectuar un análisis más detallado de las diferentes formas de propagación de la luz dentro del núcleo, es necesario considerar los fenómenos de la óptica ondulatoria dado que el diámetro de un conductor de fibra óptica se halla típicamente entre los 10 y 100 μm o sea que es un poco mayor que la longitud de onda de la luz transmitida por ese núcleo (aprox. 1 μm).

2.1 CONDICIONES DE PROPAGACION.

Para que la luz pueda ser guiada en el interior de una fibra, deben cumplirse al menos dos condiciones, tanto ópticas, como de construcción, estas son:

Si n_1 es el índice de refracción del núcleo y n_2 es el índice de refracción del revestimiento, entonces $n_1 > n_2$, siempre.

Si θ_i es el ángulo de incidencia de la interface núcleo revestimiento, y θ_c es el ángulo crítico para esta interface, entonces $\theta_i > \theta_c$ siempre.

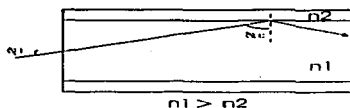


Figura 6. Condiciones de Propagación.

2.2 CONCEPTO DE LUZ Y SUS TIEMPOS.

La energía radiante esta constituida por dos radiaciones electromagnéticas.

- Luz coherente
- Luz incoherente

2.3 LUZ COHERENTE.

Es aquella luz cuyas longitudes de onda son todas iguales, están en fase y pueden ser enfocadas con precisión para viajar en la misma dirección sobre grandes distancias, sin tener dispersión o perdida de energía.

Por ejemplo la luz emitida por un láser.

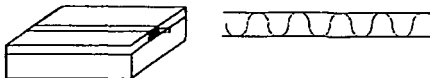


Figura 7. Luz Coherente.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.4 LUZ INCOHERENTE.

Es aquella que esta formada por distintas longitudes de onda (colores) las cuales unidas aparecen como luz blanca, estas ondas de luz se interfieren unas con otras ocasionando que su energía se debilite, distorsionando y difundiéndose su trayectoria.

Ejemplo:

La luz del sol, una vela o la de un foco.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura 8. Luz incoherente.

Ejemplo: Para ejemplificar la explicación, en 1968 un rayo fue dirigido hacia la luna a una distancia de 400,000 Km; este rayo tomo un circulo de 3.5 Km de diámetro sobre la superficie de la luna, asimismo si fuera posible proyectar luz incoherente, para cuando esta alcanzara la luna tendría un ancho de varias veces el diámetro de la misma que es de 3,500 Km.

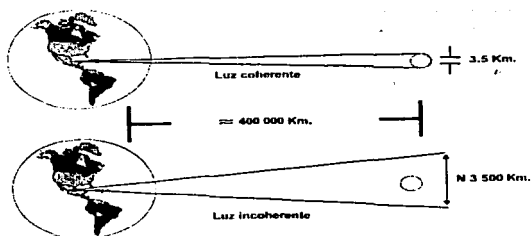


Figura 9. Ejemplo de rayos de luz.

2.5 LASER

Se deriva de las primeras letras de las palabras en inglés: "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" que significa "Amplificación de luz por emisión estimulada de radiación" y puede describirse de manera sencilla como un dispositivo que produce un tipo único de radiación, esto es, una intensa luz que puede ser enfocada en un rayo estrecho con una longitud de onda precisa. La gran energía del Láser proviene del hecho de que es luz coherente.

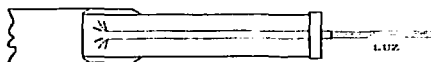


Figura 10. Fuente láser.

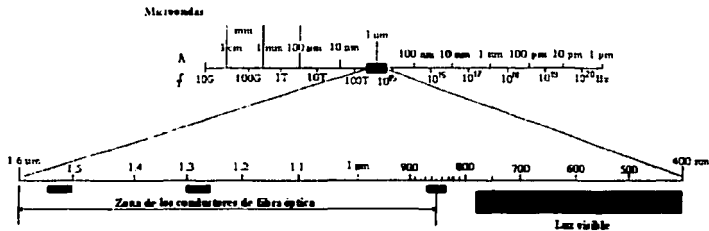
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Los láseres proporcionan radiación a las frecuencias ópticas e infrarrojas, entendiéndose por óptica la que percibimos a través de la vista y la infrarroja cuyas frecuencias son menores a las del color rojo en el espectro óptico, así estas no son perceptibles al ojo humano.

2.6 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.

El espectro de la frecuencia electromagnética total se muestra en la siguiente figura. Puede observarse que el espectro de frecuencia se extiende, desde las frecuencias subsónicas (unos cuantos hertz) a los rayos cósmicos (10^{22} Hz). El espectro de frecuencia de luz se puede dividir en tres bandas generales:

1. - Infrarroja: banda de longitudes de onda de luz que son demasiado grandes para ser vistas por el ojo humano.
2. - Visible: banda de longitudes de onda de luz las cuales el ojo humano responderá.
3. - Ultravioleta: banda de longitudes de onda de luz que son demasiado cortas para ser vistas por el ojo humano.



ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Figura 11. Espectro electromagnético.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Dentro de los colores tenemos colores visibles y no visibles.

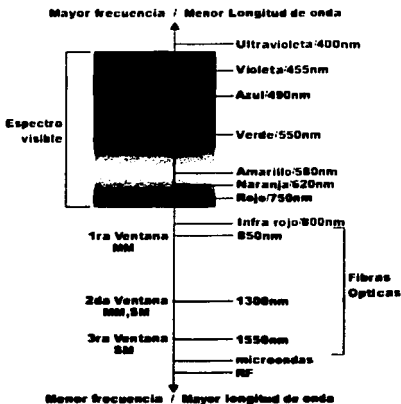


Figura 12. Colores visibles y no visibles.

En las telecomunicaciones por fibra óptica se utilizan las longitudes de onda infrarrojo cercano, o sea de 800 a 1600nm, siendo los valores predefinidos los 850, 1300 y 1550nm (nanómetros).

En el espectro electromagnético se puede observar que la luz visible solamente ocupa la reducida zona que va desde los 380nm (violeta) hasta los 780nm (rojo). A la misma se le añade la zona de radiación ultravioleta, con las longitudes de onda menores y la zona de radiación infrarroja, con longitudes de radiación mayores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.7 REFLEXION.

Es el fenómeno ocurrido al incidir un rayo de luz en una superficie reflectante y este ser reflejado de la misma.

Cuando un rayo de luz choca con una superficie puede ocurrir una reflexión, una refracción o ambos fenómenos. Esto es debido también, a los cambios de índice de refracción. En el caso de reflexión se deberán cumplir algunas condiciones.

- 1) Superficie altamente pulida o reflectante.
- 2) Angulo de incidencia adecuado.

En la figura siguiente se puede observar la reflexión a la entrada de la fibra óptica, donde θ_i (ángulo de incidencia) es igual a θ_r (ángulo de reflexión).

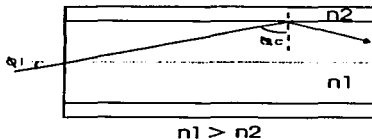


Figura 13. Reflexión.

Como se podrá notar este fenómeno causa que la mayor cantidad de luz sea lanzada fuera del núcleo de la fibra óptica, el cual no es el objetivo.

2.8 REFRACCIÓN

Es el fenómeno presentado cuando un rayo de luz se desvía de su trayectoria original al pasar de un medio a otro de diferente refringencia.

Este otro fenómeno es el más importante desde el punto de vista de entrada de luz al núcleo de la fibra óptica.

En la figura siguiente se puede ver que la refracción ayuda a introducir la mayor cantidad de luz al núcleo de la fibra, lográndose esto con ángulos

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

pequeños de los rayos que llegan al núcleo, con respecto al eje ficticio de la fibra.

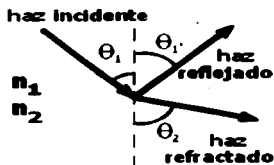


Figura 14 Refracción.

FENÓMENO DE REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN.

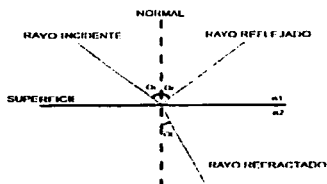


Figura 15 Fenómeno de reflexión y refracción.

2.9 ÍNDICE DE REFRACCIÓN.

Es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en un material dado.

Nuestros ojos se han adaptado durante la evolución a los rayos de la luz del sol, la cual tiene su máxima energía en el rango de 400-800nm. La radiación en este rango es llamada luz visible. La velocidad de la luz en el vacío C_0 , es de aproximadamente 3×10^8 m/s ($\approx 0,3$ m/ns). En los medios sólidos o

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

líquidos la velocidad v , es algo mas baja y el cociente nos da el índice de refracción del material.

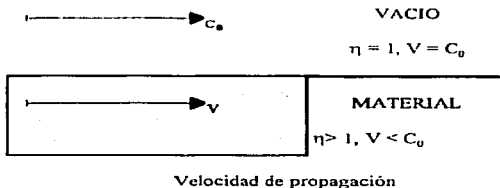


Figura 16. Índice de refracción.

3. PARÁMETROS ÓPTICOS

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En el estudio de la fibra óptica es necesario conocer los parámetros dentro de los cuales funciona.

Las ondas electromagnéticas (por ejemplo Rayos de luz) viajan en el vacío a la velocidad de la luz, c . En el aire es casi la misma velocidad, pero en otros medios, tales ondas viajan a menor velocidad (V_m), para conocer la diferencia de estas velocidades se introduce el índice de refracción como el cociente c/V_m .

El índice de refracción (designado con la letra griega "nu", η) es un número sin unidades y siempre mayor que uno ($\eta > 1$).

Cada material tiene un valor específico del índice de refracción, leves variantes en la composición, como impurezas o dopante, afectan el valor del índice de refracción, alterándose también las propiedades ópticas del material.

En las fibras ópticas ocurre esto, las diferencias entre núcleos y revestimientos están en la segunda y tercera cifra decimal del índice de refracción.

Los parámetros y conceptos utilizados en la teoría óptica, por las características y propiedades de la fibra óptica son:

- Atenuación de la fibra óptica
- Atenuación del empalme

dB/Km.
dB

- Atenuación del conector	dB
- Longitud de onda límite o de corte	ηm y μm
- Diámetro del campo modal	ηm y μm
- Ancho de banda	Bits/s y Hz
- Apertura numérica	Valor numérico entre más pequeño mejor
- Potencia óptica	dBm

3.1 REFLEXION TOTAL Y LEY DE SNELL

A través de la diferencia del índice de refracción de dos materiales, que al incidirle un rayo de luz a un plano del material más denso a determinado ángulo se mantenga el rayo refractado en el mismo plano.

Si el material al otro lado de la frontera es de un índice de refracción mayor, el rayo de luz se refracta alejándose de la superficie fronteriza y si el índice de refracción es menor, el rayo se refracta hacia la superficie fronteriza.

El valor de refracción o ángulo de desviación es conocido como ángulo crítico y representa una situación donde se refleja toda la energía luz.

Todo rayo de luz que se encuentra dentro de la fibra a un ángulo menor que el ángulo crítico se refleja totalmente en la frontera.

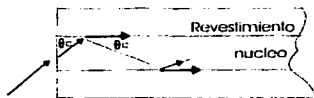


Figura 17. Reflexión total.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3.2 LEY DE SNELL.

La Ley de Snell es una relación trigonométrica que nos permite evaluar el ángulo de entrada adecuado, en función de los índices de refracción (η_0, η_1, η_2), para lograr la refracción y la reflexión total interna del rayo de luz.

Por otra parte si existe un ángulo grande de incidencia, tendremos un rebote total del rayo de luz conocido como reflectancia (R), dado este por la siguiente expresión.

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

Existe una condición práctica a considerar, R deberá ser menor o igual al 4% del 100% del rayo de la luz de entrada.

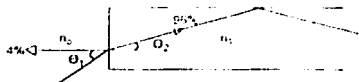


Figura 18. reflectancia.

A continuación se muestra la Ley de Snell:

$$n_1 \text{ Sen } \theta_1 = n_2 \text{ Sen } \theta_2$$

$\Rightarrow n_1, n_2$ Son los índices de refracción del aire y núcleo de la fibra, respectivamente.

θ_1, θ_2 , Son los ángulos de entrada y refracción del rayo, respectivamente.
Sen, Función tomada con respecto al eje ficticio de la fibra óptica (puede ser también Cos).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

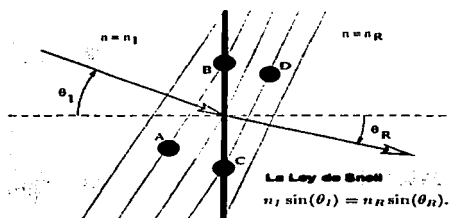


Figura 19. ley de Snell

3.3 REFLEXION DE FRESNEL

No toda la luz que incide perpendicularmente sobre una superficie puede penetrarla, ya que una pequeña parte será reflejada.

Reflexión de un haz que incide perpendicularmente.

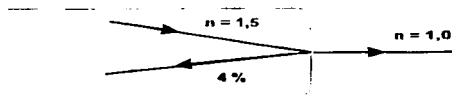


Figura 20. Reflexión de fresnel.

Se ha calculado que la cantidad de luz que regresa al origen es un 4%

3.4 DISPERSION DE RALEIGH.

Cuando la luz se propaga a través de un material no completamente homogéneo ("turbio"), la luz puede verse en otras direcciones distintas a la dirección de propagación. Este fenómeno es llamado fenómeno de Raleigh, se debe a la existencia de pequeñas partículas y zonas no homogéneas las

cuales al ser iluminadas emiten luz en todas direcciones. La luz emitida es llamada Luz de Tyndall.



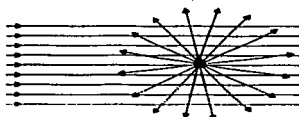


Figura 21. Dispersión de Raleigh.

3.5 APERTURA NUMÉRICA (AN).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La apertura numérica se considera como un cono de aceptación adecuada a los rayos de luz que llegan al núcleo de la fibra óptica.

A continuación mostramos este cono de aceptación de luz y la forma matemática para encontrarla.



Figura 22. Apertura numérica.

$$\begin{aligned} A.N. &= \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \\ &= n_0 \text{ sen } \theta_A \end{aligned}$$

Una A.N. adecuada para nuestros sistemas deberá andar entre 0.5 y 0.1.

4. MEDICIONES.

Los parámetros importantes, en medición serán:

- Atenuación de la fibra óptica.
- Atenuación de empalme (s).
- Atenuación del conector (es).
- Longitud de ondas de corte.
- Diámetro del campo modal dispersión.

4.1 ATENUACION.

Las señales luminosas que se propagan a través de la fibra óptica experimentan una atenuación, es decir una pérdida de energía, la cual es un

parámetro básico para tener en cuenta en el diseño de sistemas de telecomunicaciones.

La atenuación es debida a la absorción y proceso de radiación (dispersión), pero la pérdida total es el parámetro relevante.

Los mecanismos anteriormente mencionados son dependientes de la longitud de onda; por consiguiente una medida de atenuación como función de la longitud de onda (pérdida espectral), es a menudo usada para identificar regiones de bajas pérdidas adecuadas para los sistemas de telecomunicaciones.

Si nosotros conocemos la potencia óptica en dos puntos P_1 , P_2 separados una distancia L , podremos calcular la atenuación específica (dB/km.) de acuerdo con:

$$\alpha_{dB/km}(\lambda) = 1/(L \text{ (km)}) 10 \log P_1/P_2$$

La atenuación en los empalmes dependerá básicamente de la técnica usada para efectuar dicho empalme (fusión o mecánico).

Los conectores utilizados en los enlaces de fibra óptica, también presentan una atenuación.

Cuando en los dB's aparece un subíndice por ejemplo dBm, este subíndice (m) me indica que la medición, de los dB's, estará referido a una potencia de un milliwatt (mW).

4.4 DIAMETRO DEL CAMPO MODAL.

Esto es producido por los modos que viajan por el revestimiento primario (n_2) De la fibra óptica provocando una especie de "halo" luminico en el núcleo.



Figura 23. Diámetro del campo modal.

4.5 DISPERSIÓN. .

Fenómeno por el que el índice de refracción de un medio refringente varia en función de la longitud de onda que lo atraviesa.

La dispersión es un proceso de absorción y radiación de la luz.

Este mecanismo de atenuación es función del tipo que la provoca. Estos tipos son:

- Dispersión de modos ($ns/km.$).
- Dispersión del material o disp. Cromática.
- Dispersión en la guía de onda ($ns/km.$).

Como consecuencia de la dispersión, los pulsos de la luz experimentan un ensanchamiento en su tiempo de recorrido por la fibra óptica. Por lo tanto, la fibra óptica se comporta para las señales a ser transmitidas, como un filtro pasabajas.

Esto puede ser evaluado en forma practica como:

$$\text{Dispersión} \cong \frac{\sqrt{t_2^2 - t_1^2}}{L} \text{ (ns / Km)}$$

$t_1 \Rightarrow$ Tiempo inicial de inyección del pulso.

$t_2 \Rightarrow$ Tiempo final de pulso.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

$L \Rightarrow$ Longitud de la fibra óptica.

4.6 EL PROBLEMA DE LA DISPERSIÓN EN LAS FIBRAS ÓPTICAS.

La propagación monomodo se produce cuando el núcleo es muy pequeño (solamente una fracción del tamaño de un cabello humano). Esto hace que la unión de un número de fibras extremo con extremo (para formar un gran tramo de dichas fibras) resulte tarea complicada. El problema de la dispersión, dicho de forma sencilla, significa que varias frecuencias, y por tanto, varias longitudes de onda, se propagan por la fibra en unas condiciones que no son perfectas.

Los problemas de dispersión modal pueden afectar a la transmisión de cualquier información emitida por medio de impulsos de luz. Esto se denomina algunas veces como capacidad a la respuesta impulsiva de la fibra óptica. La dispersión modal y la del material tienden a ensanchar los impulsos de luz respecto del tiempo y aunque la transmisión de información pudiera haber comenzado con impulsos cortos y perfectamente espaciados, este tipo de dispersión puede ocasionar que los impulsos ocupen un gran intervalo de tiempo y de este modo reducir el espaciamiento temporal entre ellos llegando, en el peor de los casos, a solaparse los impulsos no existiendo así ni impulsos ni espacios. Habría únicamente un rayo de luz continuo en la salida. La dispersión relaciona, pues, la velocidad de propagación de las distintas frecuencias dentro de la banda de frecuencias transmitidas por la guía de luz óptica.

Tenemos que tener en cuenta que el modo y dispersión son términos importantes en fibra óptica de forma que vamos a intentar profundizar en su interpretación. "Modo" está relacionado con el número y clase (longitud) de las longitudes de onda que podrían propagarse a través del núcleo de una fibra óptica y además el modo está relacionado con la propagación de estas longitudes de onda normalizadas o referidas a un kilómetro de longitud del material de la fibra óptica.

Si sabemos que un LED utilizado para excitar un haz de luz en una fibra óptica envía una banda de frecuencias luminosas por la fibra, entonces no tendremos ninguna dificultad en comprender la idea de que existen varias longitudes de onda o fuentes de onda que se mueven en el interior de ese material transparente. Tampoco deberíamos tener problemas al considerar el hecho de que algunas de estas ondas pueden viajar en una línea recta a través de la fibra y que algunas rebotan al ser reflejadas por la unión del núcleo y la cubierta. Todo ello necesitará de un largo período de tiempo para viajar desde el extremo de entrada de la fibra hasta el extremo de salida. Un LED puede tener una banda entre +25nm y -25nm alrededor de una frecuencia central. El LED genera esta banda precisamente por la forma en que trabaja y por tanto tenemos un número de longitudes de onda intentando viajar a través de la fibra óptica cuando se la excita con una fuente. Algunas de ellas no consiguen llegar al final porque entran formando tal ángulo, que exceden el ángulo crítico de propagación de modo que se escapan hacia el

interior de la cubierta y se pierden para siempre. Pero muchas de ellas penetran en la fibra con el ángulo cónico de aceptación necesario, y así se propagan en una dirección u otra a lo largo de la longitud de fibra. En términos técnicos, los modos son ángulos de incidencia discretos para los rayos de luz.

Recordando la tecnología y la historia del radar, vemos que cuando se desean impulsos de forma bastante abrupta es preciso poner muchas frecuencias juntas. Partiendo de esta premisa, si decimos que algunas frecuencias emitidas por una fuente de luz pulsante no alcanzan la salida de la fibra al mismo tiempo que otras frecuencias, significa que tenemos algunos retardos en la transmisión. Ello afecta probablemente a la forma del impulso en la salida (redondeándolo, haciéndolo menos definido, y así sucesivamente). Si estamos realizando una transmisión lenta de impulsos no existe ningún problema; ahora bien, seguramente los tendremos si nos encontramos en el margen de 50 megabits o superior. Retardos de este estilo provocan errores, pérdidas de impulsos y de su forma, y todo tipo de circunstancias negativas. Esta clase de retardos tiene un nombre, dispersión cromática, lo cual quiere decir que son retardos variables debidos a que varias longitudes de onda están intentando propagarse a través de la fibra óptica.

Hay otro efecto llamado dispersión multimodal. Es un concepto que se comprende si se recuerda que en el espectro electromagnético existen interferencias entre una onda y otra, tanto en el margen de luz visible como en el invisible.

Entre los efectos positivos en la transmisión de rayos de luz a través de la fibra óptica existe un efecto llamado mezcla de modos que puede tener lugar en los empalmes y en el interior de las propias fibras. Cuando los caminos de las diferentes frecuencias luminosas son distintos los rayos tardan tiempos diferentes en viajar desde la entrada hasta la salida. En la "mezcla de modos" existe una cierta interacción entre los diversos modos (caminos), de tal manera que el tiempo que tardan todos los rayos en llegar a la salida tiende a ser un valor medio. Ello significa que los retardos tienden a equilibrarse y que todos los rayos tienden a llegar a la salida al mismo tiempo. En realidad no es posible reducir el retardo a cero, por lo que todavía existirán algunos retardos, aunque no serán tan perjudiciales como si no existiera este fenómeno de mezcla.

Con una fibra óptica, incluso si está hecha de un plástico transparente, se puede "canalizar" la luz desde un punto a otro, introduciéndola en un extremo de la fibra, de tal forma que se produzca una reflexión total en la frontera de la salida de la varilla (donde la cubierta o el material que sirve de refuerzo se une a su superficie) si y sólo si la luz se introduce con un ángulo menor que el crítico. El ángulo crítico, bajo el cual la luz "golpea" la frontera de los dos materiales (sea plástico y aire u otros cualesquiera), es menor que aquél que permite a la luz pasar a través de esa frontera.

Dado que el ángulo crítico es aquel cuyo seno es $1,00/1,50 = 0,667$, el ángulo es de 41,7 grados. Esto significa que si los rayos de luz inciden sobre la frontera de la varilla de vidrio bajo un ángulo menor que aquél, medido

desde la perpendicular al eje de la varilla, la luz escapará hacia el segundo medio a través de los límites de la varilla.

A menos que el ángulo de incidencia sea de 90 grados (ángulo bajo el cual todos los rayos de luz se escapan hacia el segundo medio y no viajan a lo largo de la varilla) algunos rayos se verán reflejados a lo largo de la varilla aún en el caso de que el ángulo sea menor que el ángulo crítico. Pero cuanto más próximo a 90 grados sea el ángulo incidente, menor será el número de rayos reflejados, hasta que al llegar a los 90 grados ninguno viajará por la varilla.

Hagamos una observación: como las imágenes son variaciones de la intensidad luminosa que incide sobre nuestros ojos, si pudiéramos hacer que estas variaciones de luz se dirigieran hacia nosotros a través de una fibra o de un haz de fibras ópticas, entonces podríamos "ver" cosas que estuvieran siendo enfocadas en el otro extremo de la fibra haciendo que dichos objetos estén adecuadamente iluminados. Un haz de fibras puede encanuzar los rayos de luz y otro haz, utilizado con lentes amplificadoras, puede usarse para observar lo que ocurre en el interior.

Cuando estamos considerando la transmisión de imágenes empleando haces de fibras ópticas, debemos recordar que cada fibra transmite normalmente sólo un pequeño segmento de la imagen. Por esta razón, es corriente utilizar tales "haces" de fibras (en los cuales cada una lleva sólo una pequeña parte de imagen) para transmitir una escena desde un extremo al otro de la fibra. Los extremos de las fibras en el lado receptor son todos ellos visionados simultáneamente con el fin de poder ver la imagen.

Conocida la flexibilidad de las fibras, y puesto que tienen un diámetro muy pequeño, es posible recubrirlas con algún material de refuerzo, de forma que los esfuerzos y tensiones mecánicas no les afecten.

Se ha descubierto que si algunas fibras son "afiladas" de forma que sean grandes en un extremo y más pequeñas en el otro extremo disminuyendo su sección en forma cónica, la extremidad mayor puede colocarse de manera que vea la imagen; luego, los propios rayos de luz la transportarán intacta a lo largo de la fibra para que se pueda ver con relativa facilidad, utilizando lentes de aumento que pueden o no estar físicamente aplicadas en el otro extremo de la fibra. Hay otros fenómenos que se originan en la reflexión y la refracción de la transmisión de rayos de luz. Es la llamada "refracción doble", de importancia porque puede facultar la división de un rayo y tener dos secciones o haces que estén polarizados perpendicularmente entre ellos. Un sistema de fibra óptica no debe ocasionar la cancelación de los rayos en su interior pues de lo contrario las pérdidas serían demasiado grandes para que dicho sistema de transmisión fuera práctico.

4.7 ANCHO DE BANDA.

Es un parámetro que caracteriza la capacidad de transmisión de la fibra y esta basado en el ensanchamiento que experimenta un pulso que se propaga en el núcleo de la fibra.

Una forma práctica de determinar este ancho de banda, es con la ecuación siguiente:

$$AB = 0.44/\Delta T(\text{MHz/Km})$$

Donde Δt , es el ensanchamiento del pulso medido en el dominio del tiempo, (por lo general expresado en nanosegundos).

Este ensanchamiento de pulso, es conocido con el nombre de dispersión de guía de ondas.

5. FILOSOFIA P.C.M.

La modulación por impulsos codificados (MIC ó PCM) describe un método de conversión de información analógica a forma digital, este método se basa en tres principios fundamentales:

Muestreo
Cuantificación
Codificación

5.1 MUESTREO

Significa tomar muestras de la señal a intervalos de tiempo iguales, ejem:

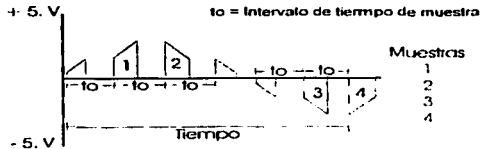


Figura 24. Muestreo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

5.2 CUANTIFICACIÓN.

Si queremos transmitir varias señales en una sola, necesitamos un multiplexaje por división de tiempo, ejem.



Figura 25. Cuantificación.

A este proceso se le denomina cuantificación.

5.3 CODIFICACIÓN.

En este proceso teniendo la muestra con un valor único en voltaje, pasaremos a convertirlas a digital o codificarlas a sistema binario, ejemplo:

Muestra 1 = 4.5v. = 010
Muestra 2 = 3.5v. = 011
Muestra 3 = 3.5v. = 101
Muestra 4 = 4.5v. = 110

Si estas muestras hubiesen estado juntas se forma un tren de la siguiente forma:

Señal de indicación de inicio.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	fin de transmisión
111	010	011	101	110	000

TABLA 2. Codificación.

5.4 MULTIPLEXAJE.

Si queremos transmitir varias señales en una sola, necesitaremos un multiplexaje por división de tiempo ejemplo.

Un equipo de cuatro señales.

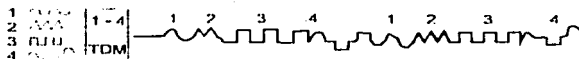


Figura 26. Multiplexaje.

6. ELEMENTOS DE UN SISTEMA ÓPTICO

6.1 SEÑAL ANALÓGICA.

En el proceso para recuperar la señal analógica se requiere de un deformador de tren de impulsos, un decodificador y un filtro pasa bajas. En esta forma convertiremos la señal digital a analógica.

6.2 FUENTE DE LUZ.

Es considerado en comunicaciones como un generador de energía electromagnética de una longitud de onda (λ) en el espectro de luz visible e infrarroja.

A continuación tenemos un esquema mostrando al enlace utilizando fibra óptica.

En cada uno de los extremos de la fibra encontramos un transductor cuya función es convertir un tipo de energía a otro.

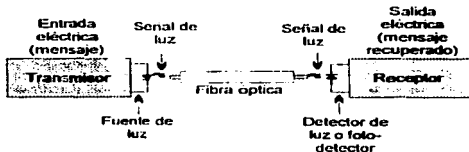


Figura 27. Sistema óptico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el extremo del transmisor, hay un transductor electro-óptico, que convierte la señal eléctrica de su entrada a una señal de luz en su salida y en el receptor igualmente un transductor que hace la función a la inversa.

6.3 FUENTES DE LUZ.

Las fuentes de luz utilizadas en sistemas de fibra óptica con mayor frecuencia son:

diodos emisores de luz (LEDs)
diodos laser semiconductor (LD)

Las fuentes de luz son escogidas de tal forma que las longitudes de onda de la luz emitida tengan una baja atenuación en la fibra y que caigan dentro de rango sensible del detector.

El patrón de radiación del LED y LASER es:

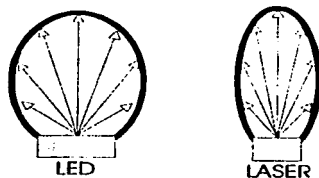


Figura 28. Fuentes de Luz.

6.4 TIEMPO DE RESPUESTA.

Los láseres tienen tiempo de crecimiento del orden de un nanosegundo y los LEDs de varios nanosegundos, esto quiere decir, que un LASER pueda ser modulado por señales de muy alta frecuencia.

El LED no es efectivo para ser usado en fibras monomodo pero el láser por sus características es compatible para fibras monomodo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Algunas compañías están fabricando LEDs preenfocados para utilizarlos con las fibras ópticas. Una de ellas es Honeywell Optoelectronics División. Parece ser que estos LEDs, de plástico, son de bajo coste y pueden ser utilizados con cables de fibra óptica que enlazarán computadores caseros, aparatos de TV y sistemas de distribución de TV por cable, así como los periféricos del computador (impresoras, ficheros, etc.).

En la fabricación de LEDs, utilizando una cubierta de plástico, la lente está sujeta de manera rígida en el extremo de la unidad, y puede tener forma esférica.

En la figura se muestra la diferencia del ancho espectral entre estas dos fuentes de luz.

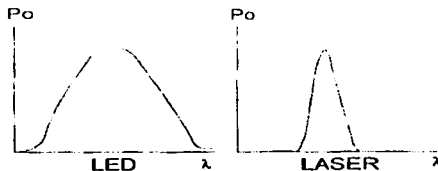


Figura 29. Ancho espectral.

las desventajas del láser son:

- Son difíciles de usar.
- Requiere retroalimentación
- Costosos

Las fuentes de luz usadas en fibras ópticas emiten luz infrarroja intensa que no es visible para el ojo humano, tanta radiación puede causar ceguera.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

6.5 POTENCIA ÓPTICA.

Es la intensidad de emisión de luz láser. En los equipos de medición (Fuente de luz y Medidor de potencia). La unidad de potencia se expresara ya sea en dBm o mW.

Detectores.

- Receptor
- Fotoreceptor
- Fotodiodos

Receptor.

La fuente de luz una vez modulada es acoplada a la fibra óptica y llega a otro extremo donde se encuentra el receptor que contiene el otro transductor llamado fotodetector que convierte la energía óptica recibida en energía eléctrica de nuevo, para así poder recuperar la información mandada en el haz de luz modulado.

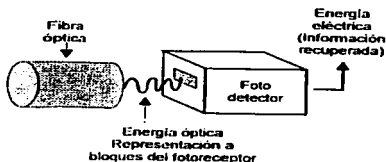


Figura 30. Receptor.

Fotodetector.

En el caso del fotodetector para maximizar las pérdidas admisibles en la fibra y en consecuencia la distancia entre el emisor y el receptor se le pide que cumpla con lo siguiente:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Alta eficiencia.
- Rápida respuesta.
- Bajo nivel de ruido.
- Tamaño pequeño.
- Confiable.
- Económico.
- Funciona en temperatura ambiente.
- Alimentado por una fuente conveniente.

Los dispositivos detectores de luz que más satisfacen estos requerimientos son los fotodiodos.

Fotodiodos.

Los más utilizados en sistemas de fibra óptica son:

- Fotodiodo PIN.
- Fotodiodo de avalancha APD.

Tanto como los emisores de luz como los fotodetectores son fabricados con semiconductores. Existen muchos dispositivos detectores de luz, pero el único que cumple con los requerimientos de un sistema de fibra óptica es indiscutiblemente el fotodiodo.

Dispositivos de interconexión.

Para la realización práctica de sistemas de comunicación por fibra óptica es necesario utilizar dispositivos de interconexión como empalmes y conectores. Las pérdidas que inducen estos dispositivos de interconexión pueden construir un factor muy importante particularmente en enlaces de telecomunicaciones de varios Km.

Empalmes.

Es la unión entre dos fibras.

De acuerdo con la técnica de empalme, podemos clasificarlo en dos grupos:

- Empalmes por fusión.
- Empalmes mecánicos.

Los empalmes mecánicos quedaron fuera de norma y actualmente solo se utilizan empalmes por fusión.

Conectores.

Son elementos en los extremos de inicio y fin de la fibra. Para interconectar dicha fibra con los equipos receptores, son desmontables con alta precisión y baja atenuación.

7. SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA

- **El transmisor**, es la unidad que debe generar los rayos de luz, que puede ser conectada y desconectada muy rápidamente y/o modulada por algún tipo de señales que representen información.

- **El medio de transmisión**, es la fibra óptica.

- **El receptor**, Debe reconvertir esos rayos de luz en voltajes y corrientes analógicas o digitales de forma que la estación del usuario pueda separar y utilizar las señales de información que se habían transmitido.

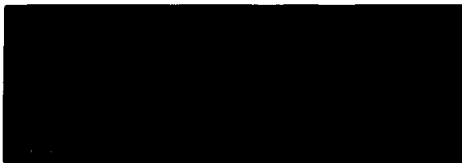
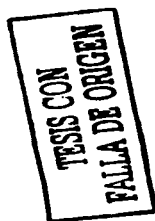


Figura 31. Sistema de fibra óptica.



Aquí el transmisor es una fuente de luz, el medio de transmisión son las fibras ópticas (cables de fibra óptica) y en el receptor se encuentra un detector de luz.

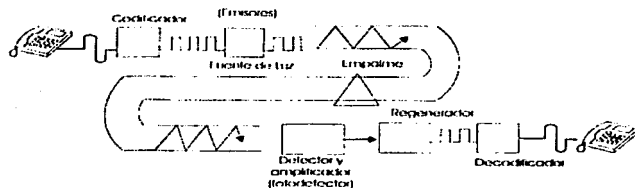


Figura 32. Sistema de comunicación óptica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.1 REPETIDOR.

Aumenta la amplitud y corrige la forma de la señal que se ha deformado durante la transmisión a cada 70km en caso de larga distancia.

7.2 OPTICA RECEPTORA .

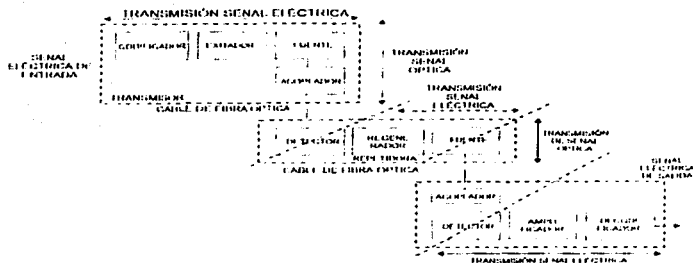
Acopla la luz del canal de información en el detector.

7.3 DETECTOR.

Convierte el campo óptico en una señal eléctrica (convertor opto-electrico O/E).

7.4 PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL

Filtros, Amplificadores, Ecuilibradores, Decodificadores, etc., que convierten la señal eléctrica del detector en forma apropiada para su uso.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 33. Procesamiento de la señal.

8. CABLES.

Uno de los elementos importantes en un enlace de fibra óptica son los cables, por lo que a continuación conoceremos todo lo concerniente a su estructura, tipos, usos y códigos de identificación.

Actualmente se fabrica una amplia variedad de cables ópticos con diferentes tipos de estructuras de acuerdo a su uso y condiciones de operación.

Existen otros aspectos que se deben analizar de una manera más profunda, En el cable de fibra óptica, esto es, su coeficiente de expansión térmica y módulos de elasticidad, su resistencia mecánica, compresión y maquinado. Las condiciones ambientales a ser considerados dependen del lugar en donde el cable de fibra óptica se vaya instalar, este puede estar:

- Aéreo
- Enterrado
- Conducido por ducto
- Bajo el agua

8.1 FACTORES BÁSICOS

Los factores a ser considerados en la construcción de cables de fibra óptica son los tipos de fuerzas a los que el cable será expuesto durante la manufactura, instalación y operación, como se muestra.



Figura 34. Factores Básicos.



Los fenómenos resultantes, tales como microcurvaturas, torceduras, y tensión, pueden perjudicar las propiedades mecánicas o de transmisión.

8.2 MICROCURVATURA.

La microcurvatura en una fibra óptica es causada por fuerzas laterales localizadas a lo largo de la fibra. Esto puede ser provocado por esfuerzos durante la manufactura e instalación y también por variaciones dimensionales de materiales del cable debidos a cambios de temperatura. La sensibilidad a la microcurvatura es función de la diferencia del índice de refracción, así como también de los diámetros del núcleo y del revestimiento. Esta microcurvatura incrementa las pérdidas ópticas, para reducir estas pérdidas el cable debe proteger a la fibra de fuerzas laterales que la doblen.

8.3 CURVADO.

El curvado de una fibra óptica es causado por la manufactura del cable, así como también por dobleces durante la instalación y variación en los materiales debido a cambios de temperatura.

Los esfuerzos que provocan torcedura de fibra son básicamente una fuerza transversal (presión lateral) y un esfuerzo longitudinal. El esfuerzo longitudinal no provoca torcedura cuando trabaja para alargar la fibra y, por lo tanto, no hay cambio en las pérdidas ópticas. Sin embargo, cuando trabaja para contraer a la fibra, este esfuerzo provoca que la fibra forme bucles y se curve, de tal manera que la pérdida óptica se incrementa. Por lo tanto, al evaluar los diseños de los cables, se debe poner especial atención a:

1. - La carga transversal trabajando en la fibra durante el cableado, instalación y utilización.
2. - La fuerza contractiva que ocurre a bajas temperaturas debido al encogimiento de los elementos del cable.

Dadas las razones anteriores, el eje de la fibra puede curvarse severamente y causar un incremento en las pérdidas ópticas.

Para prevenir incrementos en las pérdidas ópticas de la fibra se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para mantener un radio de curvatura determinado, se selecciona el radio y longitud del cableado.
- Para reducir variaciones, las fibras protegidas con pequeños coeficientes de expansión térmica deberán ser cableados alrededor de un elemento con buenas propiedades térmicas.

8.4 ESFUERZOS.

Cuando se diseñan cables de fibras ópticas es importante saber su límite de esfuerzo, por esta razón, las fibras ópticas son probadas exhaustivamente a ciertos niveles de tensión durante su manufactura. Los estudios de los mecanismos de crecimientos de imperfecciones y experimentos de envejecimiento acelerado han mostrado que para obtener una vida útil en la fibra de 20 a 40 años la tensión residual no deberá exceder 20 -30 % de la prueba de tensión mencionada. Por lo tanto, el esfuerzo práctico máximo de las fibras es alrededor del 1% y el nivel de esfuerzo continuo es una pequeña fracción del máximo.

8.5 HUMEDAD.

La resistencia a la tensión longitudinal de la fibra en la presencia de agua se reduce, así como también se reduce el tiempo a la falla estática. La pérdida de

potencia eléctrica se puede incrementar con algunas construcciones de cable cuando él esta presente en la estructura del cable.

En invierno la humedad podría congelarse y, bajo ciertas condiciones, podría causar que las fibras se comprimiran incrementando la pérdida óptica.

Cuando sea posible las fibras deben de aislarse del agua líquida. Los compuestos de relleno no son completamente impermeables y con el tiempo el contenido de humedad se puede elevar. Las técnicas siguientes son usadas para limitar el contacto con el agua:

- Barrera de humedad
- Compuesto de relleno

Existen básicamente 3 tipos de construcciones que se emplean:

- Elemento central de tensión (ECT)
- Estructura del núcleo
- Elemento exterior de tensión (EET)

8.6 ELEMENTO CENTRAL DE TENSIÓN.

Este tipo de estructura consiste de un miembro de tensión colocado en el centro del cable y alrededor de él se colocan las fibras de cubierta secundaria en forma helicoidal rellenas en los espacios libres con jelly, para darle una protección contra la humedad.

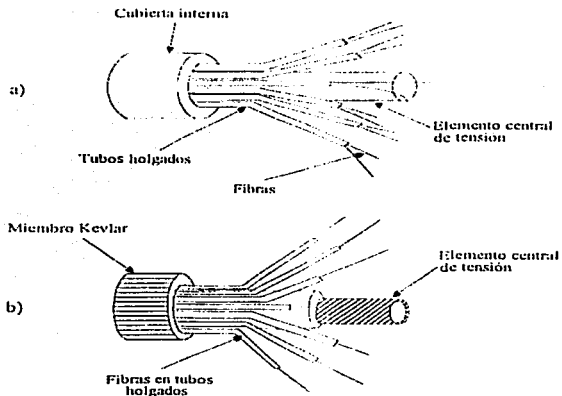


Figura 35. Elemento central de tensión.

El conjunto se reúne con una cinta de mylar para mantener primeramente en su lugar las fibras y posteriormente servir como barrera térmica en el proceso de extrucción de las cubiertas, formándose así el llamado núcleo del cable.

Cuando se requiere alta densidad de fibras se pueden usar varias capas o bien utilizar tubos holgados que contengan más de una fibra.

Si se requiere buena flexibilidad del cable se deberá usar cubiertas de tubo apretado, aunque como desventaja del cable es más sensible a la temperatura.

En esta estructura las fibras pueden ir cableadas en sentido "S" (a la izquierda), en "Z" (a la derecha) o en SZ (alternada).

Sobre el núcleo del cable pueden ir los demás elementos que conforman el cable específico, es decir, puede llevar una cubierta interna, una barrera contra la humedad, una armadura, algún elemento de suspensión, etc.

Este tipo de estructura es la que se emplea más frecuentemente para las distintas aplicaciones, ya que se obtienen cables de dimensiones reducidas,

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de buena flexibilidad y fáciles de preparar para labores de empalme y terminación.

8.7 ESTRUCTURA DEL NÚCLEO.

Este diseño incorpora al miembro central de tensión una cubierta plástica de gran espesor con ranuras en la periferia (de 6 a 12 ranuras) que van en forma helicoidal. En estas ranuras se alojan las fibras, estas fibras pueden con cubierta secundaria de tubo apretado, o bien únicamente con cubierta primaria, pudiendo ir en cada ranura mas de una fibra dependiendo de la densidad de fibras que requieren en el cable.

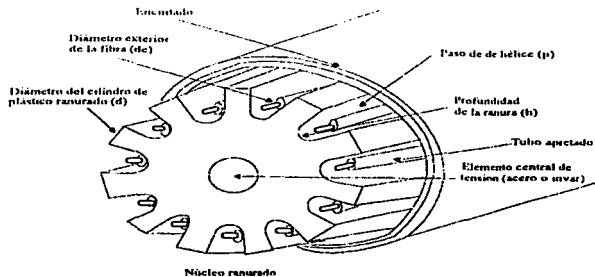


Figura 36. Estructura del núcleo.

De esta forma las fibras quedan desacopladas de los esfuerzos de tensión y tienen libertad de movimiento. Los espacios libres que no son ocupados por la fibra son llenados con jelly, y posteriormente encintados con mylar, formándose así el núcleo del cable.

A este núcleo puede colocarse los demás elementos del cable, de la misma manera que la estructura anterior.

La desventaja principal de esta estructura es que se obtienen cables con dimensiones mayores que con la del elemento central, ocasionando que su radio mínimo de curvatura sea más grande y el cable en general es un poco más difícil de preparar para labores de empalme y terminación.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

8.8 ELEMENTOS DE TENSIÓN EXTERIOR.

Este diseño emplea un elemento de tensión externo, el cual envuelve a las fibras, estas fibras pueden encontrarse reunidas por un medio de una espiral de plástico, o bien unidas por una cinta plástica formando una estructura rectangular compacta.

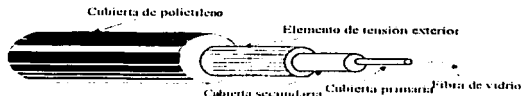


Figura 37. Elementos de tensión exterior.

Las fibras ópticas pueden ir únicamente con cubierta primaria o con cubierta secundaria de tubo apretado. En general este tipo de diseño se emplea cuando se requiere una muy alta densidad de fibras con dimensiones muy reducidas, o bien cuando requerimos una muy alta resistencia a la tensión.

Sin embargo este tipo de estructuras se emplea frecuentemente en los cables monofibra y dúplex que se usan para la interconexión a los equipos (pig tails y jumpers).

Sobre el miembro de tensión externo se colocan los demás elementos que conforman el cable (cubiertas, armaduras, barreras contra la humedad, etc.).

8.9 CABLES PARA EXTERIORES.

Los cables exteriores se emplean en la llamada planta externa, aquí existen una gran variedad de diseños caracterizándose todos ellos en contener siempre más de dos fibras.

Estos diseños contemplan todas las posibles variedades, es decir:

- Puede llevar cubierta secundaria de tubo delgado.
- Pueden ser de elemento central de tensión de núcleo ranurado, o de elemento de tensión exterior.
- Por lo regular todos llevan barreras contra la humedad que pueden ser de jelly, de cintas metálicas, o utilizando presión de gas.
- En general la cubierta externa es polietileno con negro de humo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- Pueden llevar o no armadura y si la llevan pueden ser en cualquiera de sus variedades.



Figura 38. Cables para exteriores.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

8.10 CABLES INTERIORES.

Los cables para interiores son aquellos que se utilizan dentro de los edificios o de la llamada planta interna, estos cables en general deben tener buena flexibilidad y tener en sus características en no ser propagadores de flama. Estos cables pueden contener elementos metálicos o bien ser totalmente dieléctricos, pueden contener una o más fibras. Si contiene una fibra (monofibra) por lo regular su construcción lleva protección secundaria de tubo apretado, alrededor de ella lleva un miembro de tensión externo de Aramida, sobre esta lleva una cinta ambilar como barrera térmica y sobre esta va la cubierta externa de PVC antifuego. Cuando lleva 2 fibras (dúplex) se construye con dos cables monofibras unidos por medio de una lengüeta en la cubierta externa.

En los cables multifibra se da una infinidad de diseños caracterizándose todos ellos en tener la cubierta externa de PVC antifuego y no tener armadura.

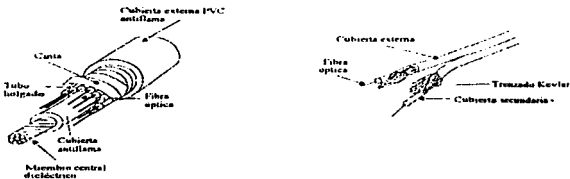


Figura 39. Cables Interiores.

8.11 EJEMPLO DE UNA ESTRUCTURA DE CABLES ÓPTICOS.

A continuación se muestra una estructura misma que se da diferente en sus partes, de acuerdo al tipo de cable.

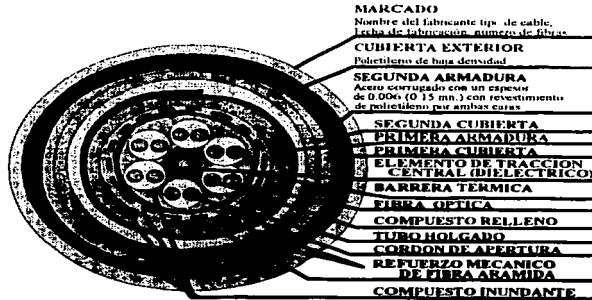


Figura 40. Estructura de cable óptico.

8.12 ESTRUCTURA DE LOS CABLES UNITUBO.

(ALCATEL Y AT&T) La siguiente figura muestra la estructura de los cables unitubo.

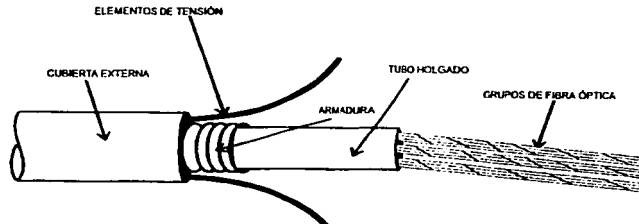


Figura 41. Cables unitubo

8.13 TIPOS DE CABLES.

En la siguiente tabla se muestran los tipos de cable, uso, capacidad, dispersión de las fibras en longitud en carrete.

Tipo Telmex	dispersión de la fibra	Uso	Capacidad (No de fibras)	longitud del carrete
TM1	Normal	Exterior, en canalización (armadura sencilla, cubierta negra)	6,12,36,48,72.	1950 m
TM3	Normal	Interior (sin armadura, cubierta amarilla)	6,12,36,48,72.	500 m
TM4	Normal	Exterior Directamente enterrado (doble armadura cubierta negra)	6,12,24.	4600 m
TM5	Corrida	Exterior, aéreo (armadura sencilla, con guía de acero para autoaporte, cubierta negra)	12,24	1950 m
TM6	Normal	Exterior, aéreo (armadura sencilla, con guía de acero para autoaporte, cubierta negra)	6,12,24.	1950 m
TM7	Corrida	Exterior, en canalización (armadura sencilla, cubierta negra)	6,12,18,24,36.	4600 m
TM8	Corrida	Exterior Directamente enterrado (doble armadura, cubierta negra)		
TM10	Corrida	Interior (sin armadura, cubierta naranja)	6,12,18,24,36,48.	500 m

TABLA 3. Tipos de Cables.

FIBRA OPTICA UNIMODO DE DISPERSIÓN NORMAL.

La fibra óptica unimodo utilizada por telmex tiene las características señaladas a continuación.

Atenuación	<0.4 db/Km @ 1300-1310 nm <0.3 db/Km @ 1550nm
Longitud de onda de corte de fibra	1190nm ≤ λc < 1330nm
Diámetro del modo de propagación	9.30 ± 0.5nm @ 1300nm
Longitud de onda de dispersión cero	1301.5nm ≤ λc < 1321.5nm
Diámetro del núcleo ("core diameter")	8.3 μm
Diámetro del revestimiento ("cladding")	125.0 ± 1μm
No circularidad del revestimiento	< 1 %
Diámetro de protección primaria	245 ± 10 μm
Concentricidad de la protección primaria	>0.70
Índice de refracción de grupo efectivo (Neff)	1.476 @ 1300 nm 1.470 @ 1550 nm
Parámetro de resistencia a la fatiga	> 20

TABLA 4 Características de cable unimodo de dispersión normal.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Fibra óptica unimodo de dispersión corrida.

La fibra óptica unimodo de dispersión corrida utilizada por telmex tiene las siguientes características.

Atenuación	≤ 0.25 db/Km @ 1500 nm
Longitud de onda de corte	1200nm \pm 1330nm
Diámetro del modo de propagación	$8.1 \pm 0.65 \pm \mu\text{m}$ @ 1500nm
Dispersión total	≤ 2.7 ps/(nm.Km) sobre un rango de 1525 @ 1575 ≤ 1321.5 nm
Diámetro del revestimiento ("cladding")	$125.0 \pm 1\mu\text{m}$
No circularidad del revestimiento	$\leq 1\%$
Diámetro de protección primaria ("coating")	$245 \pm 10 \mu\text{m}$
Cucentricidad de la protección primaria	>0.70
Índice de refracción de grupo efectivo (Neff)	1.477 @ 1300 nm 1.476 @ 1550 nm
Parámetro de resistencia a la fatiga	> 20

TABLA 5. Características de cable unimodo de dispersión corrida.

Tabla de ocupación de fibras por tubo holgado.

La siguiente tabla muestra la ocupación de fibras por cada tubo delgado de acuerdo a la capacidad de los cables.

Número de fibras	Número de fibras por tubo	Fibras de relleno
6	2	3
	6	5
12	2	
18	6	3
24	4	
36	6	
48	8	

TABLA 6. Tabla de ocupación

8.14 CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL FABRICANTE.

Hilos de identificación del fabricante y año de fabricación, de acuerdo a la siguiente tabla.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Fabricante	Color	Año de fabricación (último dígito)
Conductel	Naranja – Negro	1 –Blanco
Laticasa	Verde – Blanco	2 –Gris
Conductores Monterrey	Rojo – Blanco	3 –Violeta
Conetec	Azul – Blanco	4 –Negro
		5 –Café
		6 –Azul
		7 –Amarillo
		8 –Rojo
		9 –Verde
		0 –Naranja

TABLA 7. Código de identificación del fabricante.

Código de colores del tubo holgado.

Número de fibra	Color
1	Blanco
2	Azul
3	Amarillo
4	Rojo
5	Verde
6	Naranja

TABLA 8. Código de colores de tubo holgado.

Código de colores de los cables homologados.

Número de fibra	Color
1	Natural
2	Azul
3	Amarillo
4	Rojo
5	Verde
6	Naranja
7	Violeta
8	Café
9	Gris
10	Negro
11	Rosa
12	Blanco

Tabla 9. Código de colores de los cables homologados.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Otros códigos de colores de las fibras.

Dependiendo del tipo de cable tendremos los códigos de colores por grupo, las cintas (sedas) también dividen los grupos estas van de acuerdo a tipo de cable utilizado, como ejemplo tenemos:

No de fibra	TM (Telmex)	Lxe (A.T. & T)	Unitubo Alcatel
1	Natural	Gpo. Azul. Azul	Azul
2	Azul	Naranja	Naranja
3	Amarillo	Verde	Verde
4	Rojo	Café	Café
5	Verde	Gris	Plata o Gris
6	Naranja	Blanco	Blanco
7	Violeta	Gpo. Naranja azul	Azul
8	Café	Naranja	Naranja
9	Gris	Verde	Verde
10	Negro	Café	Café
11	Rosa	Gris	Plata
12	Blanco	Blanco	Blanco
13		Gpo. Verde Azul	Azul
14		Naranja	Naranja
15		Verde	Verde
16		Café	Café
17		Gris	Plata
18		Blanco	Blanco
19		Gpo. Café Azul	Azul
20		Naranja	Naranja
21		Verde	Verde
22		Café	Café
23		Gris	Plata
24		Blanco	Blanco

Tabla 8. Otros códigos de colores.

8.15 ALGUNAS CARACTERISTICAS DE OTROS CABLES:***Descripción y aplicaciones***

- Cable de Interconexión Simple: CPS

- Se utilizan para la confección de cordones y latiguillos así como para la interconexión de equipos terminales.

**¡¡¡¡ CON
FALLA DE ORIGEN**

Construcción

- 1 - Fibra óptica.
- 2 - Recubrimiento ajustado.
- 3 - Refuerzos de aramida.
- 4 - Cubierta HFLSFR .

**Ventajas**

- Multimodo o Monomodo.
- Compacto y ligero.
- Conectorización directa.
- Flexible y resistente.
- Antihumedad.
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama, baja emisión de humos y libre de halógenos (HFLSFR).
- Totalmente dieléctrico.

Opciones

- PVC-FR flexible
- Poliuretano FR

Fibras	Simple
Diámetro (mm)	3,0
Peso (Kg/Km)	10
Tensión máxima en instalación (Kg)	50
Tensión máxima permanente (Kg)	30
Radio de curvatura (cms)	3

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Descripción y aplicaciones

Cable de interconexión dual: CIP

Se utiliza fundamentalmente para la interconexión de equipos terminales.

Construcción

- 1 - Fibra óptica
- 2 - Recubrimiento ajustado
- 3 - Refuerzos de aramida
- 4 - Cubierta individual HFLSFR
- 5 - Cubierta HFLSFR

**Ventajas**

- Dos fibras ópticas.
- Conexión directa
- Compacto y ligero.
- Flexible y resistente.
- Muy resistente.
- Antihumedad.
- Dieléctrico.
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama, baja emisión de humos y libre de halógenos (HFLSFR).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Opciones

- PVC-FR flexible.
- Poliuretano FR.

	CIP	CPD
Número de fibras	2	2
Diámetro (mm)	4 x 7	3,0 x 6,5
Peso (Kg/Km)	25	20
Tensión máxima en instalación (Kg)	100	100
Tensión máxima permanente (Kg)	50	50
Radio de curvatura (cms)	4	3

Descripción y aplicaciones

- Cable de distribución interior-externo: CDI
- Cable compacto y ligero, que se utiliza para la distribución de datos y señales en interiores de edificios y en campus.

Construcción

- 1 - Fibra óptica
- 2 - Recubrimiento ajustado
- 3 - Refuerzos de aramida
- 4 - Cubierta HFLSFR



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Ventajas

- Compacto y ligero.
- Múltiples fibras ópticas.
- Conectorización directa.
- Flexible y resistente.
- Antihumedad.
- dieléctrico
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama, baja emisión de humos y libre de halógenos (HFLSFR).
- Totalmente dieléctrico.

Opciones

- PVC-FR flexible
- Poliuretano FR

Fibras	2	4	6	8	12
Diámetro (mm)	4,5	4,5	5	6	7
Peso (Kg/Km)	18	20	25	35	40
Tensión máxima en instalación (Kg)	100	100	130	140	160
Tensión máxima permanente (Kg)	40	40	50	55	80
Radio de curvatura (cms)	5	5	5	8	7

Descripción y aplicaciones

- Cable distribución de armadura dieléctrica: CDAD
 Muy robusto, totalmente dieléctrico y protegido de los roedores, con fibra de vidrio. Puede ser instalado indistintamente en interiores o exteriores.

Construcción

- 1 - Fibra óptica.
- 2 - Recubrimiento ajustado.
- 3 - Refuerzos de aramida.
- 4 - Asiento de armadura.
- 5 - Armadura de fibra de vidrio.
- 6 - Cubierta de Caucho Acrílico-FR .

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Ventajas

- Construcción muy robusta y resistente.
- Conectorización directa.
- Flexible y resistente.
- Múltiples fibras ópticas.
- Compacto y ligero.
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama.
- Totalmente dieléctrico.
- Protección antirroedores.

Opciones

- HFLSFR
- Poliuretano-FR

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Fibras	4	8	8	12
Diámetro (mm)	8	9,5	10	11
Peso (Kg/Km)	80	100	110	130
Tensión máxima instalación (Kg)	110	140	160	170
Tensión máxima permanente (Kg)	50	60	65	70
Radio de curvatura (cms)	9	10	11	12

Descripción y aplicaciones

- Cable distribución armadura metálica: CDAM

Se trata de un cable para instalación interior-externo muy robusto y protegido de los roedores con hilos de acero.

Construcción

- 1 - Fibra óptica.
- 2 - Recubrimiento ajustado.
- 3 - Refuerzos de aramida.
- 4 - Asiento de armadura.
- 5 - Armadura de hilos de acero.
- 6 - Cubierta de Caucho Acrílico.-FR.

**Ventajas**

- Construcción muy robusta y resistente.
- Conectorización directa.
- Múltiples fibras ópticas.
- Compacto y ligero.
- Muy resistente.
- Antihumedad.
- Flexible y resistente, excelente resistencia mecánica.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama.
- Protección antirroedores.

Opciones

- HFLSFR.
- Poliuretano-FR.

Fibras	4	6	8	12
Diámetro (mm)	3	3,5	4	4,5
Peso (Kg/Km)	95	120	140	170
Tensión máxima instalación (Kg)	160	200	210	230
Tensión máxima permanente (Kg)	60	70	80	95
Radio de curvatura (cms)	9	10	11	12

Descripción y aplicaciones

- Cable de distribución: Interior Reforzado CDIF.

El más robusto, flexible y cómodo de instalar. Totalmente dieléctrico que se utiliza para la distribución de datos y señales en el interior de edificios.

Construcción

- 1 - Fibra óptica.
- 2 - Recubrimiento ajustado.
- 3 - Refuerzos de aramida.
- 4 - Cubierta individual de PVC-FR.
- 5 - Cubierta de PVC-FR.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Ventajas

- Múltiples fibras ópticas.
- Compacto y ligero.
- Construcción muy robusta y resistente.
- Conexión directa.
- Flexible y resistente.
- Excelente resistencia mecánica.
- Muy fácil de pelar, libre de gel.
- No propagador de la llama.
- Totalmente dieléctrico.

Opciones

- HFLSFR.
- Poliuretano FR.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Fibras	2	4	6	8	12
Diámetro (mm)	8	8	9,5	11,5	13
Peso (Kg/Km)	80	80	90	120	150
Tensión máxima en instalación (Kg)	120	200	300	400	500
Tensión máxima permanente (Kg)	50	80	120	170	250
Radio de curvatura (cms)	8	8	10	12	13

9. NORMATIVA.

Algunas normas propuestas para las redes locales, así como los trabajos de la ANSI para el FDDI:

9.1 LA NORMA ISO 8802.3 (IEEE 802.3).

La norma ISO 8802.3, que deriva de la proposición IEEE 802.3, describe una red local en banda base a 1 mbit/s o 10 Mbit/s, utilizando un método de acceso de tipo CSMA/CD. En ella se definen:

- . las características mecánicas y eléctricas de la conexión de un equipo al soporte de comunicación;
- . la gestión lógica de las tramas;
- . el control de acceso al soporte de comunicación.

En realidad, no hay una norma única, sino seis normas ISO 8802.3. Estas seis normas definen las condiciones de uso de la técnica misma de acceso, el CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection), del que vamos a recordar su principio.

Las diferencias entre las seis normas provienen del cableado utilizado y, por tanto, de las velocidades que se pueden alcanzar y las longitudes máximas sin repetidor. Estas seis normas son:

- . ISO 8802.3 10 base 5
- . ISO 8802.3 10 base 2
- . ISO 8802.3 10 broad 36
- . ISO 8802.3 1 base 5
- . ISO 8802.3 10 base T
- . ISO 8802.3 10 base F

Hay otras dos normas en curso:

- . ISO 8802.3 100 base VG
- . ISO 8802.3 100 base T

Vamos a ver algunas normas que afectan a la fibra óptica:

9.2 NORMA ISO 8802.3 10 BASE F.

Esta técnica está en trámite de normalización. Afecta a una red de 10 Mbit/s de fibra óptica, con una topología idéntica a la de Starlan (cuya arquitectura es en estrella alrededor de un nodo llamado hub, los hubs están conectados entre sí, formando los niveles de una arquitectura en árbol, y ya no se utiliza

el cable coaxial). El cable de doble fibra puede tener varios diámetros: 50/125, 62,5/125, 100/140. Los nodos son reemplazados por estrellas pasivas o activas que difunden las señales. La distancia entre repetidores es de 2,5 km. El transceptor está adaptado a la fibra óptica y permite detectar numerosas averías hacia la parte terminal. Su utilización está recomendada en entornos perturbados y/o para obtener un nivel de seguridad mayor que en las redes Ethernet.

9.3 NORMA IEEE 802.6 (DQDB).

La red DQDB ha sido elegida por la IEEE en el grupo de trabajo IEEE 802.6 como red básica para las comunicaciones llamadas metropolitanas, es decir, sobre un gran campus o en una ciudad. Por tanto, el comité IEEE 802.6 ha adoptado esta proposición como una red de tipo MAN. En realidad, la proposición es mucho más amplia y puede llevarse a cabo para cualquier distancia. Se ha elegido la capacidad útil de 144 Mbits/s para que se pueda adaptar a las redes digitales de servicios integrados de banda ancha. La norma DQDB utiliza dos soportes unidireccionales siguiendo una topología en bus.

Los dos extremos tienen sentidos de transmisión opuestos. Los nodos están conectados sobre los dos buses para, por un lado, tomar la información procedente de las estaciones que están por detrás y, por otro lado, para emitir hacia las estaciones que están por delante. La comunicación utiliza un único bus, al que el destinatario puede estar unido, salvo en el caso de difusión de mensajes. Una información difundida será, por tanto, emitida sobre los dos buses.

El soporte utilizado puede ser fibra óptica o cable coaxial; de cualquier forma, esta técnica necesita un soporte activo (el medio debe tener la posibilidad de ser interrumpido para introducir en él un registro de desplazamiento). La técnica de acceso asociada no es una disciplina Ethernet, sino un método que evita las colisiones sobre un soporte en bus.

En cada extremo de los dos cables se sitúa un generador de tramas cuya finalidad es emitir muy regularmente una estructura de trama, que sincroniza las diferentes estaciones conectadas. En los elementos o "slots" de esta trama, los nodos pueden depositar bytes síncronos.

El número y tamaño de los elementos de trama dependen de la capacidad del soporte. Para obtener un canal síncrono, el usuario debe reservar un "slot" sabiendo que el flujo obtenido por la reserva de un byte es de 64 kbits/s.

La técnica propuesta para el acceso al canal asíncrono se llama QP (Queued Packet); se realiza gracias a un contador que, cuando está a 0, indica que el nodo puede transmitir en el próximo "slot" libre. Los "slots" que han sido

reservados para comunicaciones síncronas en modo circuito no son contabilizadas y son transparentes para el método de acceso. La red DQDB es una buena solución para unir paneles de distribución. Permite, del mismo modo que el bucle sincronizado o la estructura FDDI, conectar a la

vez vías informáticas y circuitos telefónicos hacia el autoconmutador (PABX) y los ordenadores centrales (mainframes) de la empresa.

9.4 NORMA FDDI.

Las redes FDDI también forman parte de las redes de tipo MAN.

FDDI.

La técnica FDDI (Fiber Distributed Data Interface) propuesta por el Comité X3 T9.5 del ANSI ha sido normalizada por el ISO. Esta propuesta, que especifica los niveles físicos y MAC de un bucle basado en el concepto de testigo sobre fibra óptica, consiste a nivel MAC en un protocolo de acceso que permite que fuentes síncronas y asíncronas compartan el soporte. El flujo máximo de una red FDDI es 100 Mbits/s, su topología es un doble anillo (ver dibujo) que puede alcanzar 200 Km de circunferencia, sobre el cual se pueden conectar en torno a 500 estaciones (estando cada estación conectada a cada uno de los anillos).

La norma FDDI se descompone en:

- . un nivel físico, PL (Physical Layer), dividido en dos subniveles: el PMD (Physical Medium Dependent) y el PHY (PHYsical Layer Protocol);
- . un nivel de enlace de datos, DLL (Data Link Layer), dividido en dos subniveles: el MAC (Medium Access Control) y el LLC (Logical Link Control);
- . un estándar de gestión de estación, SMT (Station Management), que suministra el control necesario, a nivel de la estación, para gestionar los procesos situados en los diversos niveles de FDDI.

a) Nivel Físico

El nivel físico PL (Physical Layer) está constituido por dos subniveles:

La subnivel PMD (Physical Medium Dependent), que ofrece todos los servicios necesarios para las comunicaciones digitales punto a punto entre las estaciones de una red FDDI, es decir, para la transmisión de oleadas de bits codificadas de una estación a otra. El PMD define y caracteriza los

emisores y receptores ópticos, los inconvenientes de código impuestos por el soporte, los cables, los conectores, el balance energético, los repetidores ópticos y otras características físicas. El subnivel PMD es objeto de una norma: la ISO 9314.3. En esta norma están definidos:

- el soporte, para el cual hay dos posibilidades: la fibra óptica multimodo de 62,5/125 μ m de diámetro y el balance óptico de 11 dB, o bien la fibra óptica monomodo. La utilización de la fibra óptica monomodo.
- utilización de la fibra óptica monomodo permite establecer enlaces de una treintena de kilómetros entre las estaciones, enlaces limitados a 2 kilómetros con las fibras multimodo.

- la longitud de onda: 1.300 nm;
- el emisor: LED;
- el conector: doble conector ST.

El subnivel PHY (PHYSical Layer Protocol), que es objeto de la norma ISO 9313.1. Permite la conexión entre el PMD y el DDL. El nivel PHY es responsable de la sincronización y de la codificación y decodificación. Se utilizan dos niveles de codificación: el PHY convierte los símbolos procedentes del MAC en bits codificados en NRZ, el código utilizado es un código de grupo de tipo 4B/5B, un grupo de 4 bits de datos está codificado en un grupo de 5 bits codificados en NRZ, que a su vez están codificados en una secuencia de 5 bits codificados en NRZ.

b) El subnivel MAC (ISO 9314.2)

Este subnivel está destinado a ser utilizado sobre una red de altas prestaciones. Este protocolo está pensado para ser operativo a 100 Mbits/s sobre un bucle en anillo basado en testigo y un soporte de fibra óptica, pudiendo cubrir distancias de varias decenas de kilómetros. El acceso al soporte está controlado por un testigo; una estación que haya capturado el testigo lo retransmite inmediatamente por el soporte una vez que haya terminado su transmisión. Se han diferenciado dos clases de servicios sobre una red FDDI.

- . servicio síncrono;
- . servicio asíncrono.

La clase de servicio síncrono responde a aplicaciones que necesitan una banda de paso de alta capacidad y/o un tiempo de propagación en el encaminamiento determinado, con problemas si varían estos tiempos.

La clase de servicio asíncrono satisface los inconvenientes de tráfico de tipo asíncrono, presentando cierta cantidad de banda de paso compartida por todas las estaciones que utilicen este método.

Con el fin de ofrecer un servicio satisfactorio al tráfico síncrono, el tiempo de rotación del testigo está controlado. Es decir, que el tiempo total utilizado por el testigo para recorrer toda la red debe resultar inferior a un umbral determinado por las aplicaciones que utilicen la red. Un valor determina el tiempo de rotación del testigo: el TTRT (Target Token Rotation Time), que se establece durante la inicialización de la red. El valor TTRT se carga en un temporizador, llamado TRT (Token Rotation Timer) que controla la adquisición del testigo para la transmisión de las tramas en espera. El testigo puede ser capturado para transmitir una trama síncrona independientemente del valor del TRT, mientras que sólo será código para transmitir una trama asíncrona si el tiempo

del TRT no ha expirado. Opcionalmente, pueden distinguirse varios niveles de prioridad dentro del tráfico asíncrono de una estación, lo que permite controlar la banda de paso ofrecida a estas diferentes fuentes asíncronas. Cuanto más elevada sea la prioridad de una estación, mayor es la banda de paso disponible para las fuentes asíncronas de esa prioridad.

c) El subnivel SMT

Este subnivel todavía no está normalizado. Proporciona servicios tales como el control de inicialización del sistema, la gestión de la configuración, la desconexión del nuevo elemento asociado, así como los procedimientos de planificación.

9.5 FDDI-II.

En 1985 surgió la necesidad de una red local capaz de soportar simultáneamente voz y datos. El protocolo FDDI-II se reveló inadecuado para este tipo de aplicación, principalmente en redes con gran número de nodos. Así, pues, se propuso una nueva versión del bucle FDDI, principalmente a iniciativa de especialistas en telecomunicaciones, como la British Telecom y AT&T, también basada sobre bucles de fibra óptica. A fin de ofrecer una calidad de servicio adecuada para la voz, el protocolo FDDI-II utiliza una técnica de conmutación híbrida. De esta forma, la norma FDDI-II ofrece procedimientos de conmutación de circuitos para tráfico de voz y vídeo y, de conmutación de paquetes, para los datos.

FDDI-II es una propuesta de norma americana de la ANSI (Comité X3T9.5) para una red local de 100 Mbit/s de capacidad con una longitud de más de 50 km. Se trata de un doble bucle, con control de acceso por testigo. FDDI-II es una extensión de la norma FDDI-I, que añade una trama síncrona. La banda de paso está constituida por la trama asíncrona y 16 canales

síncronos que contienen 96 "cyclic groups" de 16 bytes cada uno. El flujo síncrono alcanza, por consiguiente, $16 \times 96 \times 8 / 125 \text{ ?s} = 98.304 \text{ Mbits}$.

9.6 TPDDI o CDDI.

La norma FDDI ha sido ideada hace más de diez años para ser utilizada exclusivamente con fibra óptica; sin embargo, sus principios pueden aplicarse a pares trenzados.

La utilización de la FDDI sobre pares trenzados: TPDDI (Twisted PAIR Distributed Data Interface), llamada incluso CDDI (Copper Distributed Data Interface), permite reducir considerablemente el coste de las conexiones. Las

distancias son claramente más cortas: de una treintena a un centenar de metros, dependiendo de la calidad de los pares metálicos.

TPDDI puede descomponerse en dos subclases:

TPDDI sobre STP (Shielded Twisted Pair), para la utilización de FDDI sobre pares trenzados blindados. Algunas sociedades, como Cabletron, chipcom y Synoptics especialmente, ya se han inclinado hacia la realización de tarjetas de este tipo. Estas tarjetas permiten la comunicación a 100 Mbit/s sobre un cable de par trenzado blindado;

TPDDI sobre UTP (Unshielded Twisted Pair), para la utilización de FDDI sobre pares trenzados sin blindar. Se han hecho algunos pronunciamientos referentes a la realización de una red FDDI sobre este tipo de pares. AT&T, Apple Computer, Cabletron, Fibronics y Ungermann-Bass que incluso se han asociado en un grupo llamado UTPF (Unshielded Twisted Pair Foundation)-, con el fin de potenciar los productos FDDI sobre UTP.

De esta forma, cabría esperar al menos dos normas ANSI relativas a la FDDI sobre pares trenzados: la primera para la utilización del par trenzado blindado (tipo 1 y 2 de IBM); la segunda para el par trenzado sin blindar, previsto para distancias inferiores a 100m.

10. REDES QUE UTILIZAN LAS FIBRAS ÓPTICAS.

FDDI.

10.1 INTRODUCCIÓN.

FDDI (Fiber Distributed Data interface) es una evolución de Ethernet, Token bus, a protocolos de mayores prestaciones. Propuesto por ANSI (standard X3T9.5).

Hacia 1980, comienzan a necesitarse redes que transmitan datos a alta velocidad. También se necesitaba transmitir datos en tiempos cortos y acotados. En respuesta a estas necesidades, se desarrolla FDDI. FDDI ofrece 100 Mbps, con hasta 500 estaciones conectadas y un máximo de 100 Km entre ellas. Las estaciones se conectan en un doble anillo de fibra óptica por seguridad. Por su alta velocidad de transmisión, también puede usarse como una red de conexión entre redes más pequeñas. Esta es la función que cumple la red FDDI de la Universidad.

10.2 FUNCIONES DE FDDI.

Las funciones de FDDI se define en el SMT (Station Management). Abarcan la capa física (PMD y PHY) y parte de la capa de enlace (MAC). Por ello, FDDI se instala en los niveles más bajos de la torre OSI. No habría problemas en usar otros protocolos para las capas superiores, en principio. Por contra, las implementaciones sólo han conseguido encapsular correctamente ARP e IP sobre FDDI.

10.3 NIVEL FÍSICO: PMD.

En el nivel dependiente del medio (PMD), FDDI no impone restricciones al tipo de fibra que debe usarse. Puede utilizarse fibra multimodo (MMF), o fibra monomodo (SMF). Las fibras serán de dimensiones 62,5/125 o 85/125 (diámetro del núcleo/diámetro de la fibra). MMF necesitar mejores emisores y receptores que SMF para mantener las mismas longitudes de enlace. En cualquier caso, la potencia de transmisión mínima es de -16 dBm y la potencia recibida mínima es de -26 dBm, lo que deja un margen de 11 dBs para pérdidas. Los transmisores pueden ser LED o láseres. Los receptores pueden ser diodos PIN o de avalancha. Se trabaja en la ventana de 1300 nanómetros. En una misma red puede haber enlaces con fibras MMF y SMF, aunque deben examinarse con cuidado. Se recomienda emplear conectores SC preferentemente. También pueden emplearse conectores ST. La probabilidad de error requerida es $4 \cdot 10^{-11}$.

10.4 NIVEL FÍSICO: PHY.

El otro subnivel físico, PHY, define el protocolo de introducción de datos en la fibra. FDDI introduce redundancia en los datos en transmisión. Usa un código 4B/5B, transmite 5 bits por cada 4 bits que le envía el nivel superior. La elección de los códigos se hizo para equilibrar la potencia en continua del

código, y evitar secuencias de 0's o 1's demasiado largas. El régimen binario efectivo que soporta la fibra son 125 Mbps.

MAC define la longitud máxima de trama en 4500 bytes para evitar problemas de desincronización. No hay longitud de trama mínima. El formato de trama es:

PA = Preámbulo: 30 caracteres IDLE, para sincronismo.

SD = delimitador de inicio. No se repite en el campo de datos.

FC = control de trama. Tipo de trama (síncrona).

DA = Dirección de destino.

SA = Dirección de destino.

INFORMACION: Datos transmitidos.

FCS= Redundancia de la trama con CRC-32.

ED = Delimitador de fin de trama. No se puede repetir en el campo de datos.

FS = Frame Status. Receptor informa a origen del resultado de la trama (trama errónea, bien recibida.)

Una estación que está transmitiendo trama debe retirarla del anillo. Mientras lo hace, puede introducir nuevas tramas, o transmitir caracteres IDLE, hasta retirarla completamente. Dado que protocolos superiores (UDP, por ejemplo) definen longitudes de trama diferentes, las estaciones deben estar preparadas para fragmentar/ensamblar paquetes cuando sea necesario.

10.5 NIVEL DE ENLACE: MAC.

MAC aporta las mayores novedades de FDDI. FDDI soporta dos tipos de tráfico:

- * **Tráfico síncrono:** voz, imágenes, ..., información que debe ser transmitida antes de un determinado tiempo. Podría decirse que es tráfico de datos en tiempo real.

- * **Tráfico asíncrono:** e-mail, ftp, información para la cual el tiempo que tarde en llegar al destino no es el factor decisivo.

La filosofía que persigue FDDI es atender primero el tráfico síncrono y después el tráfico asíncrono. Para ello, cada estación tiene varios temporizadores:

- * **Token Rotation Time (TRT):** tiempo transcurrido desde que llegó el último testigo.

- * **Token Hold Time (THT):** tiempo máximo que una estación puede poseer el testigo.

Todas las estaciones tienen un parámetro fijo, el **Target Token Rotation Time (TTRT)**, que fija el tiempo que tarda el testigo en dar una vuelta al anillo, y cada una tiene un parámetro propio, **Synchronous Time (ST o Ci)**, dependiendo

de autores). Este parámetro fija el tiempo máximo que una estación está transmitiendo tráfico síncrono. El mecanismo que se sigue es el que se muestra en el siguiente diagrama de flujo .

- 1) Cuando llega el testigo, comprobamos que ha llegado a tiempo. Para ello, vemos si $TRT > 0$. Si es cierto, la estación captura el testigo. Si es falso, la estación la estación lo deja pasar a la siguiente estación. En cualquier caso, TRT se reinicializa a TTRT.
- 2) Una vez la estación posee el testigo, el valor de TRT se carga en THT. Se comienzan a transmitir tramas síncronas.
- 3) THT llega a cero. En ese caso, se termina el turno de la estación, y se pasa el testigo a la siguiente.
- 4) Antes de que THT llegue a 0 se acaban las tramas síncronas que tenía la estación preparada para transmitir. Se transmiten ahora todas aquellas tramas asíncronas de que se dispongan, hasta que THT llegue a cero.

5) Si acabamos también las tramas asíncronas, pasamos el testigo. Se plantea un problema cuando se acaba el THT mientras se está transmitiendo una trama. Este fenómeno se llama overrun.

El intervalo máximo entre dos testigos en una estación ronda $2 \cdot TTRT$. Las estaciones se conectan mediante un doble anillo de fibra óptica. En cada anillo,

la información circula en una dirección. En caso de que caiga un enlace entre dos estaciones, las fibras se puentean internamente en las estaciones, de modo que el anillo no se para. Esta configuración clasifica las estaciones en dos clases:

* DAS : Dual Attachment Station. Estación conectada al doble anillo. Capaces de reconfigurarse. Más caras.

* SAS : Single Attachment Station. Estación conectada a uno de los dos anillos solamente. Más baratas.

10.6 OTRAS SOLUCIONES ALTERNATIVAS.

Se han planteado otras soluciones al estándar original expuesto anteriormente. Todas las soluciones se basan en el estándar FDDI, aunque varían algunos niveles, para adaptarlo a determinadas situaciones. Las soluciones más atractivas son CDDI, FDDI-II, y LCF-FDDI

10.7 CDDI

CDDI (Copper Distributed Data Interface) no es otra cosa que FDDI utilizando cables de cobre en lugar de fibra óptica como medio de transmisión. Sólo afecta al PMD. Para seguir cumpliendo los requerimientos de ruido y velocidad de transmisión se reduce la distancia máxima de enlace a 100 m. Para evitar también la radiación que produce el par trenzado sin blindaje (Unshielded Twisted Pair, UTP) cuando se utilice este medio de transmisión se utiliza un código diferente, NRZ- III. Básicamente, es NRZ con tres niveles, subiendo y bajando niveles hasta llegar a los extremos. De este modo, baja la frecuencia máxima que soporta el par trenzado, reduciéndose las radiaciones.

La principal ventaja que aporta CDDI es la reducción en los costes de implantación de FDDI, sobre todo cuando se quiere hacer llegar FDDI hasta los terminales de usuario (FDDI- on-desk). Los terminales suelen estar ya cableados, por lo que sustituir el cobre por la fibra óptica aparece como un coste innecesario en muchos casos. Además, los receptores y transmisores ópticos que emplea FDDI resultan demasiado caros frente a los dispositivos electrónicos que utiliza CDDI. Por lo demás, los cambios en el código no son relevantes y la reducción en la distancia máxima no es importante, puesto que CDDI se utilizaría dentro de los edificios, en los que las distancias suelen ser inferiores a esos 100 metros críticos.

10.8 FDDI-II

FDDI-II cambia el servicio que ofrece. Amplía SMT hasta completar el nivel de enlace. Ahora el nivel de red no ve un único canal de 100 Mbps sino que este canal se divide en 16 canales de 6,144 Mbps (WBC), y un canal de transmisión de paquetes, de 768 Kbps (PDG). Las tramas son de 0.125 ms y contienen intercalados los distintos canales. Inicialmente, se envían 2,5 bytes de preámbulo que sincronizan el reloj de 8 KHz que inicia las tramas y 12 bytes de cabecera de la trama. Se envía el byte correspondiente al PDG. Luego se envía un byte de cada canal. Cuando se llega a un byte múltiplo de 8 en los WBC se vuelve a enviar 1 byte de PDG.

Usualmente, los testigos se pasan a través del PDG.

Los WBC pueden subdividirse en canales menores, en funciones de las necesidades de las estaciones.

Aparece ahora un nuevo tipo de tráfico, de prioridad mayor que el síncrono de FDDI, que es el tráfico conmutado. Hay dos testigos, testigo restringido y testigo sin restricciones. Dependiendo de las restricciones en tiempo de llegada de las tramas se utiliza una combinación de tráfico y testigos.

10.9 LCF-PMO

LCF-PMO (Low-Cost Fiber Physical Medium Dependent) surge también como ante necesidad económica. Se busca reducir el coste de implantación de una red FDDI. Para ello, se cambia de nuevo el PMO. Se introduce un nuevo tipo de fibra (200/230), más baratos y de peores prestaciones. Igual que en CDDI, se amplían los márgenes de ruido, y se reducen las longitudes de los enlaces, ahora hasta los 500 metros. Se reduce la potencia mínima de transmisión en 2 dBm. Se relaja en 2 dBm la potencia mínima de recepción, quedando sólo 7 dBs para pérdidas. El resto del protocolo no se altera.

Rendimiento

El rendimiento de FDDI se mide en dos aspectos: Retardo de las tramas en llegar a la estación destino y cantidad de datos que llegan a destino por segundo. Un primer parámetro de importancia es el TTRT. Si es pequeño, el testigo circula muy rápidamente, de modo que el retardo es pequeño. Si es grande, el throughput es mayor, pero estaciones con mucha carga retrasan a las demás. Los valores típicos de TTRT rondan los 4 ms, según [2] o los 165 ms, según [6]. Otro factor a tener en cuenta es el tamaño de los paquetes. Si es grande, aumenta el throughput. Si es pequeño, disminuye el retardo.

En conclusión, FDDI ofrece transmisión de datos a alta velocidad, en tiempo real o no, entre un número de estaciones alto y separadas una distancia elevada. También puede servir como red de conexión entre LANs que están funcionando previamente. Se ha sabido adaptar a las características de entornos en los que resulta muy deseable disponer de ella, pero su elevado coste inicial parecía prohibir. Esto hace de FDDI y LCF alternativas muy interesantes para LANs. Sin embargo, la irrupción de ATM ha hecho que FDDI se considere "la hermana pequeña" de las redes de comunicación óptica. ATM ha hecho que FDDI ya no sea un campo de investigación tan activo como fue a finales de los 80, ni siquiera en FDDI-II, que aprovecha parte de las ideas que utiliza las ideas de ATM. Por ejemplo, la inclusión de canales virtuales conmutados.

10.10 FASNET Y EXPRESSNET.

FASNET es una red de alto rendimiento, adecuada para utilizarse con una red tipo LAN o MAN. Su diseño se llevó a cabo en los laboratorios de la compañía BELL y su descripción se hace en Limb, 1984; y Limb y Flores; 1987. Algunos trabajos relacionados con esta red se encuentran en Fratta y Gerla, 1985; Tobagi y Fine, 1983; Ulug, 1985.

FASNET utiliza dos buses lineales unidireccionales. Cada una de las estaciones tiene conexiones en ambos buses y puede transmitir y recibir sobre cualquiera de ellos. Cuando una estación desea transmitir una trama hacia una estación con un número mayor, transmite sobre el bus *A*; y cuando quiere hacerlo para una estación con un número menor, lo hace por medio del bus *B*. Las estaciones número 1 y *N*, como se podrá ver posteriormente, realizan un papel muy importante en esta red.

El ciclo de transmisión se inicia cuando la estación 1 comienza a transmitir una secuencia de ranuras de tamaño fijo sobre el bus *A*, y la estación *N* comienza, también, a transmitir una secuencia idéntica, pero en dirección opuesta, sobre el bus *B*. Estas ranuras son las encargadas de proporcionar la temporización para el bus. Las otras estaciones sincronizan sus transmisiones a dichas ranuras, a medida que se lleva a cabo su propagación. Se puede imaginar que las ranuras son como un tren constituido por vagones de plataformas vacías sobre las cuales se pueden transportar los datos.

Cuando una estación quiere hacer una transmisión a una estación con un número mayor, detecta el inicio del tren correspondiente al bus *A*, y espera hasta que pase la primera ranura desocupada. La estación, entonces, fija el valor de un bit en el primer octeto de la ranura, marcándola ocupada y, al mismo tiempo, coloca las direcciones correspondientes al origen y destino, así como los datos en la ranura vacía. Si los datos no se logran acomodar en una sola ranura, se pueden llegar a asignar varias consecutivas para tal efecto. Cuando la estación localizada flujo-abajo, a la que se envían los datos, ve la

trama, la copia en la memoria, dejando la ranura en el bus todavía marcada como ocupada. Un mecanismo análogo se utiliza sobre el bus *B*.

Cuando la última estación, en cualquiera de los bus, detecta el final del tren, transmite una trama de anuncio sobre el otro bus. Cuando ésta llega, comienza un nuevo tren. El intervalo de salida entre los trenes, en cualquiera de los buses es igual al tiempo de propagación del viaje completo, más aquel necesario para llegar a transmitir todas las tramas en dicho ciclo.

Desde varios puntos de vista, EXPRESSNET (Tobagi y cols., 1987) es similar a FASNET; sin embargo, en lugar de utilizar dos buses, EXPRESSNET emplea solamente un bus plegado. Cada estación está ligada al bus en dos lugares, una de estas uniones en la parte de salida, para transmisión, en tanto que la otra se efectúa en la parte de entrada para la recepción.

A diferencia de la red FASNET, que es síncrona (la primera estación de cada bus genera el tren completo, y las demás estaciones tienen que alinear sus relojes con ella), EXPRESSNET es asíncrona. Cuando una estación tiene una trama para transmitir, primero escucha el canal de entrada, para ver si el cable está usándose. Si fuera el caso, la estación espera hasta que el cable esté libre. Entonces la estación engancha su trama al final, para formar un tren. Cuando éste alcanza la parte de entrada es aceptado por la estación a la que va dirigida la trama.

Debido a que el tiempo de propagación no es cero, puede llegar a ocurrir un problema cuando dos estaciones, por ejemplo la 2 y la 3, tratan de llevar a cabo una transmisión en forma simultánea. Unos cuantos microsegundos después de que la estación 3 haya comenzado su transmisión, la parte frontal de la trama correspondiente a la estación 2 alcanzará el canal de salida y sufrirá una colisión con la trama de la estación 3. Para resolver este problema, todas las estaciones tienen que vigilar el canal de salida y terminar la transmisión, en forma instantánea, si llegan a detectar una trama, procedente de una estación de número inferior, aproximándose desde la izquierda. Este algoritmo, aparentemente, resuelve el problema de colisión a favor de la estación que tenga el número inferior, pero también llega a mutilar algunos bits de la parte frontal de su trama.

La solución obvia en este caso sería que cada estación transmitiera un preámbulo antes de la trama. No sería parte de la información y estaría diseñado para absorber las posibles colisiones. Si mantenemos el modelo del tren, el preámbulo representaría su guardaguanado delantero.

EXPRESSNET y FASNET difieren en algunos aspectos. El primero es el punto relacionado con la transmisión síncrona y asíncrona (análoga a la diferencia que existe entre el anillo ranurado y el de testigo). El segundo es que, FASNET necesita N conectores en cada uno de los dos cables, en tanto que EXPRESSNET necesita $2N$ conectores en un cable, una diferencia muy significativa en las fibras ópticas, debido a la pérdida de los conectores. Por último, el tiempo de propagación para una trama que se dirige de la estación 1 a la estación N , es tres veces mayor en EXPRESSNET que en FASNET, Tobagi y Fine (1983) modelaron el rendimiento de los dos sistemas.

10.11 DATAKIT.

DATAKIT (Fraser, 1987), es una red que se diseñó en los laboratorios de la compañía Bell, y actualmente lo vende la compañía AT&T. La diferencia de esta red con respecto a la mayoría de las demás es que es una red integrada única que se utiliza en redes tipo LAN (Red de área local), MAN (red de área metropolitana) y WAN (Red de área extendida). Además, este tipo de red permite mezclar, en forma arbitraria, el uso de cables de cobre y fibras.

Desde el punto de vista de su arquitectura, DATAKIT está constituida por conmutadores de donde salen diferentes tipos de líneas, las cuales pueden dirigirse a terminales, ordenadores, o bien, a otros conmutadores de DATAKIT. Las líneas que van hacia las terminales son, típicamente, pares trenzados; en tanto que las líneas que conectan dos conmutadores de DATAKIT pueden ser troncales de fibras ópticas operando a velocidades T1 (1.544 Mbps) o mayores. Así, una red DATAKIT está constituida por múltiples estrellas interconectadas, en lugar de un bus o anillo.

El plano subyacente del conmutador tiene dos buses, uno de contienda y otros de difusión. Se pueden insertar varias tarjetas en el conmutador, cada una de ellas conectada a los dos buses. Algunas de estas tarjetas contienen

interfaces RS-232-C para terminales, otras contienen interfaces para ordenadores y, otras más contienen interfaces para líneas troncales, constituidas por cables de cobre o fibra, hacia otros conmutadores. Cuando un terminal, ordenador o algún otro interruptor DATAKIT tiene un octeto que transmitir a algún dispositivo que se encuentre ligado a otra tarjeta, éste comite por el bus de contienda, y cuando adquiere el bus, pone dicho octeto en él. La tarjeta del conmutador saca al octeto del bus de contienda y lo pone en el de difusión, de donde la tarjeta destinataria lo saca.

A diferencia de los otros tipos de redes que se han estudiado hasta ahora, DATAKIT utiliza circuitos virtuales. Cuando una terminal u ordenador quiere comunicarse con otro terminal u ordenador, envía una solicitud al ordenador de control en su conmutador local, para determinar una trayectoria hacia el destino. El ordenador de control registra la trayectoria en sus tablas y utiliza ésta cuando posteriormente llegan los datos.

Considérese, por ejemplo, lo que pasa cuando un terminal 3, que está conectado a un módulo 1, desea comunicarse con el ordenador que está conectado al mismo conmutador, a través de la línea de un módulo 2. Primero, el ordenador de control deberá establecer un circuito virtual, que resulta una entrada en la tabla hecha en el conmutador. Por ejemplo, (1,3) - (2,1) podría indicar: el módulo 1, canal 3 (es decir, la línea) sobre el módulo 2, canal 1.

Posteriormente, cuando llegue un carácter procedente del terminal, la tarjeta del terminal forma una trama DATAKIT, y trata de obtener el bus de contienda. El protocolo del bus de contienda es el algoritmo de cuenta atrás binaria descrito con anterioridad. Una vez que haya tomado posesión del bus, transmite la trama con su propio número de módulo (1), en el campo del módulo, y el número del canal del terminal (3) en el campo del canal.

Cuando el módulo del conmutador ve la trama, busca la combinación (1,3) en la tabla y efectúa la transformación sobre (2,1). Entonces, el conmutador copia la trama del bus de contienda al bus de difusión, sustituyendo el módulo y canal de origen por el módulo y canal de destino. Todas las tarjetas reciben la trama procedente del bus de difusión, pero solamente la tarjeta 2 la acepta, transmitiéndola a través de su línea 1.

Este esquema de conmutación no sólo trabaja en forma local, sino también en redes de área extendida metropolitana. Una trama destinada a un conmutador DATAKIT diferente se hará corresponder sobre uno de los canales de la apropiada línea troncal de salida. Cuando llegue una trama de datos, se conmutará a la tarjeta troncal, la cual la transmitirá sobre una de las troncales. En el otro extremo, la trama llega a otra tarjeta troncal, donde se almacena en una memoria temporal hasta que pueda tomar posesión del bus de contienda de ese sistema y llegue a conmutarse nuevamente.

En cierta forma, la conmutación de una DATAKIT se parece a una PBX (central privada). Tiene líneas de entrada y salida, y utiliza la conmutación de circuito. Por otra parte, los datos conmutados por DATAKIT representan precisamente flujos de octetos, en cualquier formato (no sólo en PCM), y a cualquier velocidad (no sólo a 64 Kbps). Además, DATAKIT no es sincrónica como la conmutación por división en el tiempo, de tal forma que un módulo

inactivo no llega a consumir ancho de banda. En este aspecto, desde el punto de vista interno, la conmutación de DATAKIT es más parecida a la conmutación de paquete que a la de circuitos, aún cuando externamente parezca realizar una conmutación de circuito.

10.12 HFC.

Redes de Telecomunicaciones por Cable

Híbridas Fibra Óptica-Coaxial (HFC).

Una red HFC es una red de cable que combina en su estructura el uso de la fibra óptica y el cable coaxial. Este tipo de redes representa la evolución natural de las redes clásicas de televisión por cable (CATV). Una red de CATV está compuesta básicamente por una cabecera de red, la red troncal, la red de distribución, y el último tramo de acometida al hogar del abonado.

La cabecera es el órgano central desde donde se gobierna todo el sistema. Suele disponer de una serie de antenas que reciben los canales de TV y radio de diferentes sistemas de distribución (satélite, microondas,...), así como de enlaces con otras cabeceras o estudios de televisión y con redes de otro tipo que aporten información susceptible de ser distribuida a los abonados a través del sistema de cable. Las redes de CATV originalmente fueron diseñadas para la distribución unidireccional de señales de TV, por lo que la cabecera era simplemente un centro que recogía las señales de TV y las adaptaba a su transmisión por el medio cable. Actualmente, las cabeceras han aumentado considerablemente en complejidad para satisfacer las nuevas demandas de servicios interactivos y de datos a alta velocidad.

La red troncal es la encargada de repartir la señal compuesta generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. El primer paso en la evolución de las redes clásicas todo-coaxial de CATV hacia las redes de telecomunicaciones por cable HFC consistió en sustituir las largas cascadas de amplificadores y el cable coaxial de la red troncal por enlaces punto a punto de fibra óptica. Posteriormente, la penetración de la fibra en la red de cable ha ido en aumento, y la red troncal se ha convertido, por ejemplo, en una estructura con anillos redundantes que unen nodos ópticos entre sí. En estos nodos ópticos es donde las señales descendentes (de la cabecera a usuario) pasan de óptico a eléctrico para continuar su camino hacia el hogar del abonado a través de la red de distribución de coaxial. En los sistemas bidireccionales, los nodos ópticos también se encargan de recibir las señales del canal de retorno o ascendentes (del abonado a la cabecera) para convertirlas en señales ópticas y transmitir las a la cabecera.

La red de distribución está compuesta por una estructura tipo bus de coaxial que lleva las señales descendentes hasta la última derivación antes del hogar del abonado. En el caso de la red HFC que está construyendo Cable Televisión de Catalunya en la ciudad de Barcelona, la red de distribución contiene un máximo de 2 ó 3 amplificadores de banda ancha y abarca grupos de unas 500 viviendas. La fibra óptica de la red troncal llega hasta el pie de un edificio, de allí sube por la fachada del mismo para alimentar un nodo óptico que se instala en la azotea, y de éste parte el coaxial hacia el grupo de

edificios a los que alimenta (para servicios de datos y telefonía suelen utilizarse cables de pares trenzados para llegar directamente hasta el abonado, desde el nodo óptico).

La acometida a los hogares de los abonados es, sencillamente, la instalación interna del edificio, el último tramo antes de la base de conexión.

Una red moderna HFC con capacidad para comunicaciones bidireccionales puede ofrecer una gran variedad de servicios de telecomunicación. El diseño de un sistema de cable requiere un conocimiento detallado de las aplicaciones y servicios que deberá soportar, ya que si no sabemos esto no podremos determinar las prestaciones de la red. Una idea que ha de tenerse siempre presente es la de que las aplicaciones evolucionan con el tiempo, y posiblemente lo harán de maneras que hoy todavía no podemos prever. Debemos tener en cuenta esta evolución tanto si la producen factores externos a las redes de cable (el progreso de la tecnología de computación, los usos cambiantes de la comunicación electrónica, etc.), como si es la propia tecnología del cable la responsable. Pero tanto en un caso como en el otro, predecir su dirección se reduce a menudo a mera especulación.

Normalmente se hace una distinción entre aplicación y servicio. Se puede ver claramente la diferencia con un par de ejemplos: las comunicaciones de voz y fax son dos aplicaciones soportadas por el servicio telefónico convencional; el servicio de Internet (basado en el protocolo de transporte IP) soporta una multitud de aplicaciones tales como correo electrónico, acceso remoto, WWW, Gopher, etc. En cualquier caso, el servicio limita a las aplicaciones; el servicio telefónico no puede, por ejemplo, soportar aplicaciones que requieran un gran ancho de banda. En el caso del servicio de televisión por cable, gracias al gran ancho de banda disponible (86 a 862 MHz. para el canal descendente; y 5 a 55 MHz. para el canal de retorno), pueden soportarse aplicaciones de reproducción de vídeo (canales digitales comprimidos mediante MPEG, por ejemplo) que son muy poco sensibles a retardos fijos de transmisión (hasta un par de segundos).

Últimamente se habla mucho del acceso a Internet mediante módems de alta velocidad a través de las redes de cable. Un módem de cable típico emplea modulación QPSK en el enlace ascendente y recibe los datos de la cabecera con modulación 64-QAM. Generalmente disponen de sistemas de gestión dinámica del espectro de retorno para transmitir en aquellos canales que menos problemas de ruido e interferencias presentan en cada momento. Las velocidades de transmisión son de unos 10Mbps y 1-2Mbps para los canales descendente y ascendente, respectivamente

11. NUEVAS TÉCNICAS DE MULTIPLEXADO Y DEMULTIPLEXADO

11.1 WDM (Wavelength-Division Multiplexing).

En las próximas generaciones de cables ópticos, el aumento del caudal se garantizará por medio de una técnica que se superpondrá a la primera: el multiplexado en longitud de onda, también conocido por su denominación americana **WDM** (Wavelength-Division Multiplexing). Consiste éste último en enviar varias señales de diferentes longitudes de onda simultáneamente por la misma línea. El **multiplexado y demultiplexado** en longitud de onda se efectúan por medio de componentes ópticos pasivos, de modo similar a la descomposición y la recomposición de los colores del arco iris por un prisma. El multiplexado en longitud de onda también abre perspectivas de direccionamiento óptico en las redes. De esta manera, las comunicaciones se podrán dirigir de una vez por todas en tal o cual dirección según su longitud de onda. Por ejemplo, en las redes con encrucijadas, algunos países recibirán las longitudes de onda cortas y otros las largas: un direccionamiento automático de gran sencillez. Todas las grandes redes a instalar antes del año 2000 se basaban en la técnica del WDM. Por ejemplo la red SeaMe We III, de una longitud de 20.000 Km, que conectará Europa (Alemania, Gran Bretaña) con el sureste de Asia (Singapur) conectó, en 1998, veinte estaciones con esta técnica.

Cuando se alcanzan caudales de más de 10 Gbit/s a distancias del orden 10.000 Km aparecen otras dificultades. En primer lugar las fibras conservan, pese a las precauciones tomadas en su fabricación, una propiedad bien conocida de la materia transparente: la de dispersar los colores. Es exactamente la misma propiedad que es la responsable de la descomposición de la luz blanca por un prisma de vidrio. Aprovechada en el multiplexado en longitud de onda, esta propiedad constituye por otra parte un inconveniente.

Recordemos que la velocidad de propagación de la luz en la materia transparente depende de la longitud de onda. El índice de refracción óptico (cociente entre la velocidad en el vacío y la velocidad en el medio material) también es por lo tanto función de la longitud de onda, y ésta es la razón por la que un prisma desvía con ángulos diferentes los rayos de diferentes colores.

En una **fibra óptica**, este efecto de dispersión cromática tiene como consecuencia el aumento de la anchura de los impulsos. Todo se debe al hecho de que un impulso luminoso breve no tiene una longitud de onda (o una frecuencia) perfectamente determinada. En efecto, una onda de frecuencia exactamente definida, es decir una senoide perfecta, se extiende hasta el infinito por los dos lados.

Supongamos que se toma solamente un pequeño fragmento de esta senoide, a modo de impulso breve. Matemáticamente, este fragmento de senoide equivale a la suma de una infinidad de sinusoides completas que difieren en su amplitud y en su frecuencia. El impulso individualizado en la onda portadora contiene por lo tanto unas componentes suplementarias, de longitudes de onda ligeramente diferentes de las originales. Y cuanto más breve es el impulso, más extenso es el intervalo de frecuencias representado. Debido a la dispersión, las diferentes componentes de la señal se propagan por la fibra a velocidades diferentes, según la longitud de onda de cada una. Los impulsos se ensanchan, de la misma forma que un pelotón de corredores se estira en una carretera. Por lo tanto se pueden llegar a mezclar con los impulsos vecinos, provocando errores de detección. Aunque la dispersión cromática resulta aceptable a los caudales citados más arriba, este inconveniente pesa doblemente a muy altos caudales. Cuanto más elevado es el caudal, más breves son y más próximos están unos de otros los impulsos. Y como los impulsos muy breves contienen más componentes que los largos, tienden a ensancharse más, con lo que aumenta superposición entre impulsos sucesivos. Por lo tanto la dispersión cromática limita muy pronto el caudal.

Análogamente, las fibras no transmiten exactamente a la misma velocidad los modos de polarización diferente. Y a consecuencia de la interferencia de polarización debida a las fibras, los impulsos están constituidos por una mezcla aleatoria de polarizaciones. Los bits transmitidos terminan por dedoblarse causando errores de detección.

Segundo problema importante: un efecto que se podría llamar *dispersión no lineal*. A partir de cierto nivel de intensidad, el índice de refracción del medio empieza a variar en función de la intensidad. Por lo tanto las intensidades pequeñas no viajan a la misma velocidad que las grandes. Pero la intensidad no es constante en las transmisiones ópticas. En el modo NVC, una señal luminosa no dibuja una almena perfecta, sino más bien una envolvente que es una aproximación y que presenta una variación continua de intensidad cuando el símbolo transmitido pasa de 0 a 1 e inversamente.

En el otro tipo de transmisión (VC), las señales se transmiten en forma de impulsos individuales bien separados. En este caso, para un 1 la intensidad es

máxima en el centro del bit y decrece hasta anularse en sus bordes (de ahí la expresión vuelta a cero o (VC). Un 0 corresponde a una ausencia de luz durante la duración de un bit. En los dos casos señalados, NVC y VC, la dispersión no lineal provoca una deformación (ensanchamiento o estrechamiento) de las señales, con las mismas consecuencias que antes. Por lo tanto, no se puede aumentar arbitrariamente la energía de las señales

para disminuir la tasa de errores: por encima de una cierta intensidad, esta tasa se pone a crecer.

Existe un medio elegante de escapar de este dilema: es un regalo de la naturaleza llamado solitón. Se trata de un impulso muy breve que conjuga idealmente la dispersión cromática y la dispersión no lineal neutralizándolas. El solitón es una señal cuya intensidad y longitud de onda media se han calculado de forma que los efectos de dispersión (variación de la velocidad de propagación debida a la longitud de onda de una parte, y debida a la intensidad de otra) se compensan. En nuestro pelotón de corredores, esto equivale a imaginar que el terreno es flexible como una red de circo (metáfora para la fibra de vidrio), y forma una depresión bajo el peso de los corredores: como tienen que remontar la pendiente de la red que se crea al frente del pelotón, los corredores rápidos resultan frenados. A la inversa, como tienen que bajar la pendiente de la cola del pelotón, los corredores lentos se aceleran. En consecuencia, la depresión de la red mantiene juntos a todos los corredores.

El solitón excita la imaginación de los ingenieros del mundo de las telecomunicaciones. Después de unas predicciones visionarias que datan de más de veinte años y de los primeros experimentos en fibras ópticas en 1980, las comunicaciones de muy alto caudal por solitones (20-100 Gbit/s) son ahora objeto de una intensa investigación. Pero la utilización de solitones implica algunos desarrollos técnicos, relativos por ejemplo a los dispositivos de emisión (impulsos muy breves), y al filtrado necesario para controlar exactamente la frecuencia central del solitón, muy sensible al ruido introducido por los amplificadores.

Estas técnicas se dominan, pero su introducción en las comunicaciones submarinas se ha retrasado hasta ahora por una simple razón: los sistemas convencionales (NVC) no han dejado de progresar gracias, no a la utilización de caudales cada vez más elevados (hemos visto que el límite es de 10 Gbit/s), sino a la técnica del multiplexado en longitud de onda.

Así, laboratorios norteamericanos y japoneses han demostrado la posibilidad de transmitir en NVC más de veinte longitudes de onda a 5 Gbit/s, es decir un caudal total de 100 Gbit/s, a 10.000 kilómetros. En contraste, el esfuerzo de investigación y desarrollo dedicado a los sistemas con solitones es sensiblemente menor, de ahí un progreso a una ligera distancia: solamente ocho canales a 10 Gbit/s (80 Gbit/s) para la misma distancia.

En los sistemas multiplexados en longitud de onda, una ventaja decisiva de los solitones sobre el NVC sigue siendo el caudal básico: con una sola longitud de onda es mucho más elevado ya que alcanza 10 Gbit/s e incluso 40 Gbit/s.

Además, estos valores son directamente compatibles con los caudales estándar de las futuras transmisiones terrestres. Finalmente, hay técnicas

experimentales que permiten aumentar la distancia de transmisión sin degradación. En los laboratorios de NTT de Japón, por ejemplo, los investigadores han hecho circular 10 Gbit/s por una fibra en bucle durante un cuarto de hora sin deformación de la señal, un tiempo que corresponde a un recorrido de 180.000.000 kilómetros y que solamente es limitado por la electrónica de sincronización. En Alcatel, también se ha demostrado este potencial para 20 Gbit/s, con repetidores aún más espaciados (140 Km en vez de los 45 Km necesarios en NVC). En el mercado de las comunicaciones submarinas, los solitones se presentan así como una alternativa muy prometedora.

Un avance más que se ha logrado en los últimos tres años es el mejoramiento de WDM una técnica rápida y novedosa llamada DWDM.

11.2 DWDM (Dense Wavelength-Division Multiplexing).

Hoy las redes de telecomunicación han tenido un incremento en el tráfico de datos. Recientes redes utilizan el multiplexado por división de tiempo Time Division Multiplexing (TDM), originalmente inventado para ser la técnica de multiplexado más eficiente para la posible transmisión de voz en una velocidad de 64 Kbits/seg. esta arquitectura no es particularmente adecuada para el tráfico de datos de hoy en día.

Un router o un ATM se puede conectar a una red de transporte mediante DWDM, mediante mapeo de paquetes o células directamente dentro de una longitud de onda sin la intervención del uso de una SONET o SDH TDM. De hecho, un TDM puede ser reemplazado por DWDM, el cual puede incrementar la utilización del ancho de banda, facilitando la red, y reduciendo costo.

DWDM puede completamente eliminar la necesidad de fibra extra, el cual es especialmente significativo para proveedores que tienen problemas de consumo de fibra, y este puede ser fácilmente coexistir con redes SONET o con las viejas terminales de fibra óptica llamadas FOT's, las cuales operan mediante protocolos asíncronos. DWDM ha revolucionado la industria de las telecomunicaciones proveyendo de infraestructura para largo transporte de redes ópticas. Como la revolución de DWDM se mueve dentro de la interfaz metropolitana (IOF) y redes de acceso, este contará con el OADM (Optical Add/Drop Multiplexer), como su red fundamental para la red óptica Metro.

Red Óptica Metro: Marketing.

En redes metropolitanas el mercado para DWDM está creciendo en proporción de las necesidades ancho de banda requerido por las empresas. DWDM reúne y excede las necesidades de ancho de banda, siendo independiente de las velocidades y protocolos usados en la red, permitiendo a los proveedores ofrecer nuevos y mejores grados servicios existentes.

Dentro del desarrollo del mercado de DWDM se manejan tres factores, colocados por orden de importancia:

- Agotamiento de la fibra en la red metropolitana.
- Expansión de las capacidades de la red de DWDM.
- Habilidad de proveer servicios y sumar nuevos.

Esta evolución se muestra en la figura siguiente:

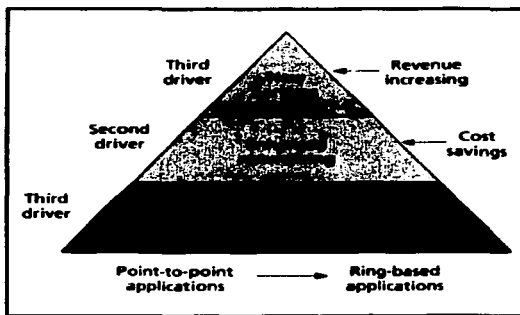


Figura 42 La Evolución de DWDM

DWDM cuenta con arquitecturas de anillos ópticas, las redes metro ópticas consolidan el transporte de todo tipo de servicio, la infraestructura usada en estas redes inhabilita la arquitectura de anillo, que consistentemente soporta

múltiples formas de tráfico, en la figura 12, se muestra una aplicación explícita de la consolidación del transporte. En la figura 12a se puede observar la variedad punto a punto de las demandas que pueden ocurrir entre diferentes tipos de elementos de redes (indicado como flechas entre elementos de redes). En la figura 12b se observa como DWDM puede proveer la conectividad requerida. Si el tráfico entre SONET/SDH ADM's está protegido por un esquema TDM este debe ser transportado de forma no protegida a la capa óptica. Por otro lado, el tráfico entre routers de protocolos de Internet pueden requerir protección con los protocolos implementados tal como Border Gateway Protocol, versión 4 (BGP4). En este caso, la protección de la capa óptica es conmutada como una opción. El tráfico entre los switches ATM, puede consistir en permanentes conexiones virtuales y puede por lo tanto ser restaurada la capa ATM. Por esta razón, puede ser posible apagar o desactivar la capa óptica protectora.

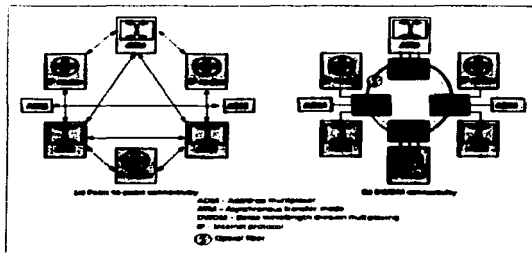


Figura 43 Consolidación del Transporte en un anillo óptico

La arquitectura path-in-line: - SONET/SDH rings, la figura 43 muestra una típica arquitectura de una red de un área metropolitana que provee la conectividad local para varios tipos de servicios. Hoy ese tipo de redes pueden ser construidas usando anillos SDH/SONET basados en la arquitectura path-in-line. Ese tipo de arquitectura está estructurada para que tenga una terminal de alta capacidad, este anillo provee de conexiones de alta velocidad entre el nodo de servicio (Service Node), y número de centrales PSTN y centrales locales, en la figura 13 denotados como LSO-1, LSO-2,... LSO-m. En una típica red de un área metropolitana, m puede ser

tan pequeño como 4 o tan gran como 15 oficinas. Los anillos distribuidos son el camino conmutado para un nivel tributario virtual (VT) o STS-1, el cual es 1+1 protegido. La distribución de anillos de baja velocidad son llevados sobre un determinado camino, en el anillo de interoficinas. Multiplexado en la distribución de anillos dentro de la terminal siempre conserva las fibras pares.

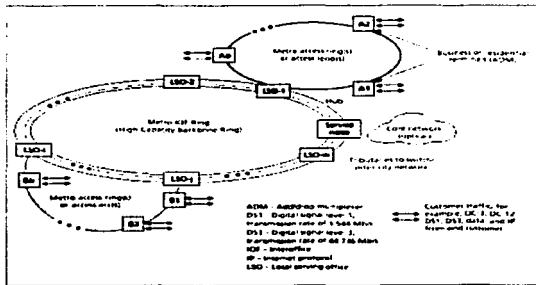


Figura 44 Topología de un área red óptica metro

La figura 44 se muestra una arquitectura con DWDM de una típica red metro, en la cual la red SDH tiene dos capas:

- La capa 1, presenta el acceso a la red metro y (622Mbps/seg).
- La capa 2, representa la capa terminal de la red metro (2.5 Gb/seg)

Cabe mencionar que esta figura muestra un ejemplo en el cual DWDM es introducido en la capa 3. Este anillo DWDM funcionará como la autopista express para tráfico interzonas.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

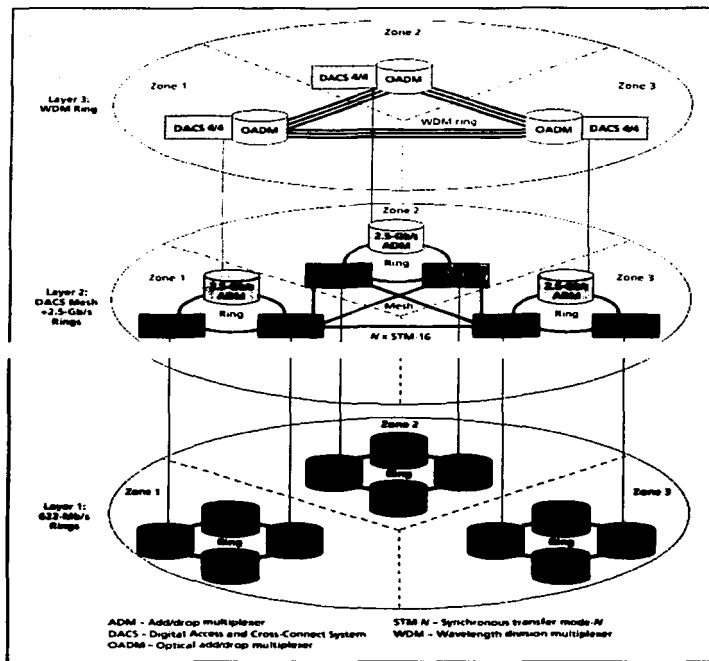


Figura 45 Una capa típica de una arquitectura de red metro con DWDM

Haciendo una comparación del IOF (Interoffice Metro) sobre SONET/SDH presenta los siguientes beneficios.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Este necesita pocas líneas de fibra óptica lo cual es especialmente importante donde el uso de la misma es muy demandado.

➤ Este puede ser usado para que a fibra óptica incremente su capacidad de transmisión.

➤ Simplifica el tiempo de arquitectura eliminando la necesidad para sincronizar canales tributarios.

➤ Este provee la capacidad de servicio de un canal claro.

➤ Este puede proveer velocidad de bit, formato, y transparencia en el protocolo.

Construcción de bloques de redes ópticas Interoffice Network (IOF Optical Networking).

La principal construcción del bloque en la red óptica metro mostrada en la figura 15, es el programable **OADM**. Este elemento permite la suma y la caída selectivas de un número de canales de longitudes de onda óptica.

OTU's (Optical Translator Unit) son usados en longitud de onda **DWDM**, este sistema desarrolla la función de regeneración en los puntos de la red donde la calidad de la señal óptica ha sido deteriorada. Otra función importante provista por OTU's es el proceso "overhead" en el cual la señal digital es extraída y procesada.

Actualmente, las redes ópticas utilizan OTU's optoelectrónicos. Todos los OTU's, ópticos no pueden proveer de un proceso general, ya que no permite el acceso a los bits eléctricos. La figura 16 muestra diferentes tipos de OTU's la operación del OTU optoelectrónico es hacia delante como se muestra en la figura, en el final del frente un fotodetector de alta velocidad, convierte las señales ópticas recibidas a señales eléctricas donde se amplifica a un nivel designado.

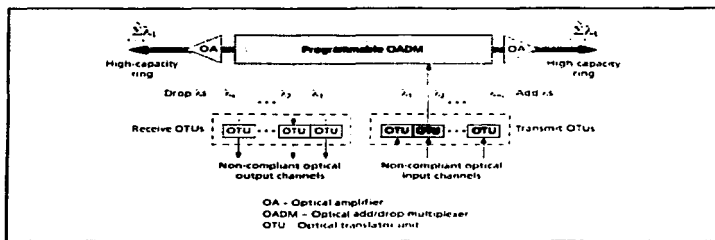


Figura 46 Modelo de referencia para un nodo de red óptica tipo metro

11.3 OADM (Optical Add/Drop Multiplexer).

Flexible o reconfigurable, OADM's son los desactivadores críticos de la red óptica metropolitana, el término "Flexible OADM", cuando la aplicamos a un anillo óptico de interfaz metro, implica que el sistema tiene la habilidad de proveer una conexión entre dos nodos para todos los canales de longitud de onda, arriba del límite de los canales disponibles. Sólo con una selección cuidadosa de tecnología y un diseño adecuado del OADM pueden tener los requisitos para la interfaz metro de la manera más efectiva.

La configuración más empleada en OADM es usando *back to back* multiplexing, como se muestra en la figura 47. En esta configuración, todos los n canales de longitud de onda en las señales ópticas de multilongitud de onda, son demultiplexados en sus longitudes de ondas tributarias.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

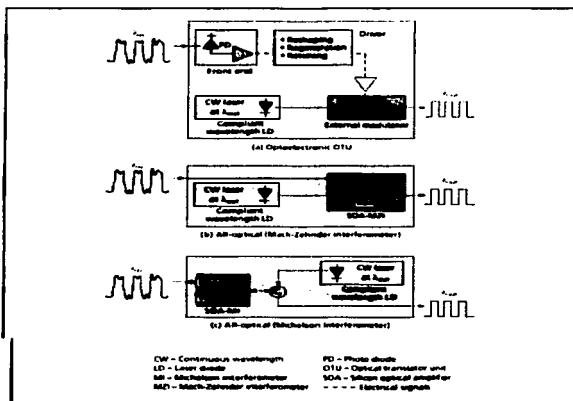


Figura 47 Etapas de la conversión óptica a eléctrica

TESIS CON
PALLA DE ORIGEN

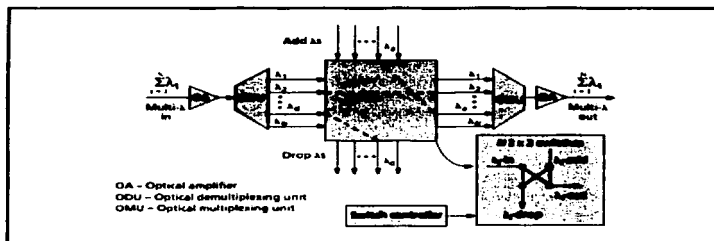
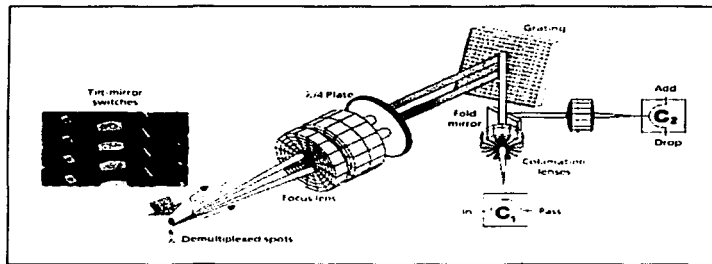


Figura 48 Arquitectura del OADM basado en el multiplexado de uno tras otro

Los espejos micromecánicos mostrados en la figura 49 responde a las fuerzas electrostáticas aplicadas. Depende del ángulo del espejo en uno los escenarios ocurridos, en general este desarrolla un libre espacio que multiplexa o remultiplexa la longitud de onda conmuta en esta estructura en una difracción plana.



Eltomson 16

Figura 49 un OADM basado en ópticas espaciales y en espejos Micromecánicos inclinados.

Anillos de acceso metro.

Los anillos de acceso metro pueden ser extremadamente útiles para el mejoramiento de los servicios ofrecidos en la red local. Se considera una aplicación por el servicio dado que ofrece un servicio de acceso a fibra base. Tal como capacidad del ancho de banda para ser incrementada a los anchos de bandas requeridos por las empresas comerciales.

Un servicio dado puede usar el servicio de acceso de anillo metro, para soportar varios abonados o clientes. La ventaja de DWDM es que un abonado, o un grupo de abonados pueden asignarles longitudes de ondas que consisten de los servicios viejos y nuevos. La figura 50 muestra el núcleo de una red metro que emplea un sistema IOF. En dos de estos modos éstas tienen una interfaz con el acceso al anillo, los nodos pueden proveer de una forma de nodo dual Inter-red (DNI) para asegurar que el acceso al anillo no presente fallas. El acceso al anillo metro puede ser desplegado usando método "rightsizing", este método hace posible introducir una familia de terminales de anillo óptico, cada uno optimizado con una diferente capacidad de longitud de onda. En esta misma figura, los nodos presentan requerimientos add/drop que son muy diferentes de aquellos nodos que se encuentran en localidades lejanas. Optical Add/Drop Multiplexers en el acceso de nodos pueden ser diseñados alrededor de específicos tamaños que pueden ser optimizados, seleccionando la tecnología adecuada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

12. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA

VENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA

- a) Insensibilidad a la interferencia electromagnética, como ocurre cuando un alambre telefónico pierde parte de su señal a otro.
- b) No existe la diafonía.
- c) Carencia de señales eléctricas en la fibra, se puede pasar el cable de fibra al lado de conductores que transporte grandes cantidades de energía.
- d) No puede ser interferida.
- e) Sin puesta a tierra de señales, como ocurre con alambres de cobre que quedan en contacto con ambientes metálicos.
- f) Fácil de instalar y bajas pérdidas.
- g) Tiene un ancho de banda amplio.
- h) Totalmente dieléctrica.
- i) Alcance máximo por tramo de fibra óptica Multimodo 2.000 mts y Monomodo 8.000 mts.
- j) Grandes velocidades en la transmisión de datos (500 Mhz).
- k) Capacidad de múltiplex amplio.
- l) Tamaño pequeño, poco peso, soporta grandes tensiones y tiene mucha flexibilidad.
- m) Inmune a la corrosión.

DESVENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA

Actualmente hay muy pocas desventajas de los sistemas de fibra óptica. Una desventaja importante es el alto costo inicial de instalar un sistema de fibra, aunque en el futuro se cree que el costo de instalar un sistema de fibra se reducirá drásticamente y por otro lado el mantenimiento y reparación de los sistemas de fibra también es difícil.

Algunas otras desventajas son las siguientes:

- a) Puede resultar mas caro si sus ventajas no son correctamente valuadas.
- b) Las pérdidas de acoplamiento y su dificultad en aplicaciones de campo por el pequeño tamaño de las fibras ópticas.
- c) Algunas fuentes luminosas tienen una vida útil muy limitada, como por ejemplo el láser.

CAPITULO II

EMPALMES DE FIBRA ÓPTICA

87-A

CAPITULO 2.

I. EMPALMES DE FIBRA ÓPTICA.

Debido a que una bobina de cable de fibra óptica no llega a superar los 2Km de longitud, mientras que la distancia entre dos repetidoras o centrales puede ser de 30 o 40 Km, deben realizarse empalmes entre los tramos, y entre cada final y los conectores.

En el proceso de construcción de redes de fibra óptica, una de las partes importantes es la realización de empalmes, de los cuales depende la perfecta transmisión de las comunicaciones.

Uniones de fibra óptica.

La interconexión y acoplamiento de fibras ópticas con diferentes dispositivos, tales como fuentes de luz, y detectores; requieren de especial cuidado, ya que en una instalación se desean reducir al mínimo las pérdidas causadas por uniones de fibras ópticas en el sistema.

Las uniones de fibras pueden ser fijas o temporales, en las primeras la unión se lleva a cabo por un empalme permanente, y en las segundas se utilizan conectores que pueden ser removibles. El tipo de unión que se elija dependerá de las necesidades y de la instalación. Por ejemplo, si se requiere una unión permanente de tramos largos de fibra óptica con muy bajas atenuaciones, se hace un empalme permanente; por otra parte cuando se necesita instalar o retirar una fibra fácil y rápidamente, se emplean los conectores. El incremento en las pérdidas de un enlace es el factor más importante que introduce cualquier unión de fibras ópticas, por lo cual, deben considerarse sus causas y la magnitud de sus efectos.

2. TIPOS DE EMPALMES.

En la red de fibra óptica encontraremos dos tipos de empalmes:

- Empalme Mecánico.
- Empalme de fusión.

2.1 EMPALMES MANUALES O MECÁNICOS.

Son empalmes rápidos, permanentes o temporarios, que pueden usarse, por ejemplo, para probar bobinas. Producen atenuaciones altas, del orden de 0.20 a 1dB. Vienen rellenos con gel para mejorar la continuidad de la luz.

Pueden ser cilindros con un orificio central, o bandejitas cerradas con dos pequeñas llaves que nos permiten introducir las fibras.

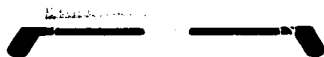


Figura 2.1 Empalmes de fibra óptica

A las fibras se les retira unos 3 cm del coating (color), se limpian con alcohol isopropílico, y luego se les practica un corte perfectamente recto a unos 5 o 6 mm, con un cortador (cutter o cleaver) especial, con filo de diamante.

2.2 EMPALMES POR FUSIÓN.

Son empalmes permanentes y se realizan con máquinas empalmadoras, manuales o automáticas, que luego de cargarlas las fibras sin coating y cortadas a 90° realizan un alineamiento de los núcleos de una y otra, para luego fusionarlas con un arco eléctrico producido entre dos electrodos.

Llegan a producir atenuaciones casi imperceptibles (0.01 a 0.10 dB)





Figura 2.2 Proceso de fusión.

El empalme por fusión es el método más utilizado y consiste en aplicar calor en una zona específica entre las fibras a unir, suavizándolas y fusionándolas. Las fibras deben prepararse precisamente en sus extremos quitándoles las cubiertas secundaria y primaria, cortando las caras de los extremos para que estén planas y perpendiculares al eje limpiando la fibra de grasa y polvo. A continuación la fibra se monta ya sea en una base ranurada o en sujetadores controlados microposicionadores accionados por motores o manualmente, con la libertad de poder moverse en las tres dimensiones para obtener un alineamiento óptimo, supervisando mediante un microscopio.

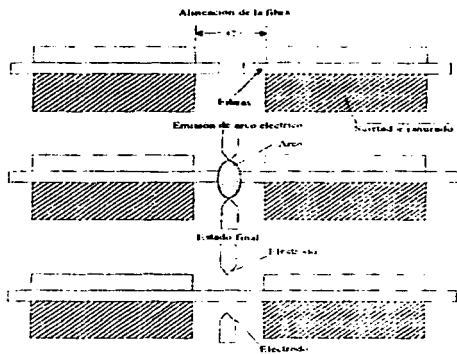


Figura 2.3 Proceso de fusión

**TECIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2.2.1 PREFUSIÓN.

Cuando los extremos de las fibras presentan impurezas pueden generarse burbujas de aire y deformaciones en el núcleo durante la elaboración del empalme. Para evitarlo, se hace una prefusión, la cual consiste en aplicar calor durante un lapso muy pequeño, mucho menor que la fusión, evitando con esto las imperfecciones.

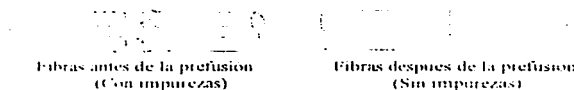


Figura 2.4 Prefusión

2.2.2 FUSIÓN.

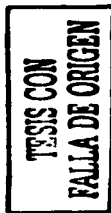
Para aplicar calor a la unión, se utiliza principalmente un arco eléctrico, aunque también se tiene fusión por gas o por láser. Para evitar movimientos indeseables de la fibra, ésta es sujeta por un sistema de bloques móviles o por sujetadores mecánicos.

El tiempo de fusión y el calor aplicado deben estar cuidadosamente controlados para obtener un empalme eficiente. Para la optimización de este método, se alimenta luz en un extremo de una de las fibras a empalmar y en la otra fibra se recoge la luz de la misma forma. Midiéndola y observándose que en donde la potencia óptica recibida sea mayor, se tendrá la alineación óptima de las fibras.

Este procedimiento puede efectuarse automáticamente sin intervención del operador.

Mediante métodos de fusión se logran atenuaciones por empalme entre 0.2 y 0.1 dB llegando a tener inclusive menos del 0.01 dB para fibras idénticas.

Una vez hecho el empalme por fusión se debe proteger con una cubierta que sustituya las cubiertas primaria y secundaria de la fibra además de almacenarse de tal forma que no reciba esfuerzos por tensión, ya que la combinación de daños superficiales por manejo de la fibra, crecimiento de grietas por calentamiento y



esfuerzos residuales por cambio de la composición química, disminuyen considerablemente la resistencia mecánica del punto de unión de las fibras.

3. PÉRDIDAS.

Por las causas que las provocan, las pérdidas pueden dividirse en:

- Extrínsecas
- Intrínsecas.

3.1 PÉRDIDAS EXTRÍNSECAS.

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

Tipos de desalineamiento.

Existen tres tipos principales de desalineamiento:

1. 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.

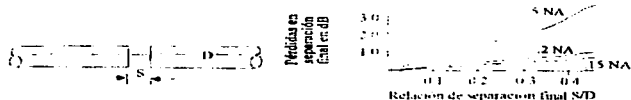


Figura 2.5 Separación Longitudinal.

2. desalineamiento o falla angular, la cual sucede cuando los ejes de las fibras forman ángulo y las caras de los extremos de las fibras dejan de estar paralelas.

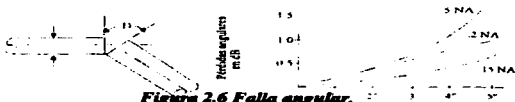


Figura 2.6 Falla angular.

3. Desplazamiento o falla axial en donde los ejes de las fibras no están colineales sino que están separadas paralelamente por una distancia determinada.

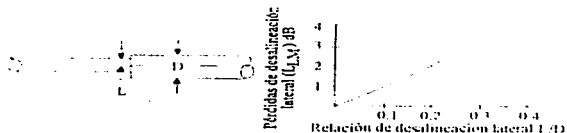


Figura 2.7 Falla axial.

Esta última falla es la más casual y a su vez, la que genera más pérdidas, ya que al reducir el área de traslape entre los núcleos de las fibras, se disminuye la potencia óptica que pasa de la fibra transmisora a la receptora.

3.2 PÉRDIDAS INTRÍNECAS.

Por otra parte, 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 pérdidas totales del sistema.

Los parámetros de variación en la geometría son:

- A. Diferente diámetro del revestimiento
- B. Diámetro del núcleo
- C. Apertura numérica.
- D. Concentricidad del núcleo y el revestimiento.
- E. Elipticidad del núcleo o revestimiento.

Diagrama mostrando las posibles pérdidas causadas por propiedades intrínsecas de las fibras.

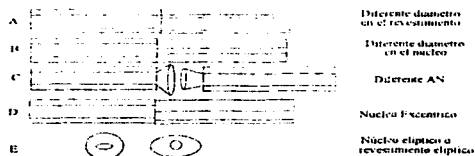


Figura 2.8 Pérdidas

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

De estos parámetros lo que generan mayores pérdidas son las variaciones del diámetro del núcleo, sobre todo, cuando la fibra transmisora tiene un núcleo de mayor tamaño que la fibra receptora y la variación de apertura numérica, ya que si la fibra transmisora tiene una apertura numérica mayor que la fibra receptora toda la potencia óptica que se salga del cono de aceptación de la fibra receptora, se perderá. Este tipo de pérdidas, son causadas por la fibra durante su proceso de fabricación y la forma de disminuirlas es mediante la utilización de fibras ópticas de alta calidad; que cumplan con rigurosas especificaciones y aseguren pérdidas intrínsecas despreciables al unir las entre sí.

Causas de las pérdidas.

Las pérdidas que se generan por desalineamientos mecánicos en la unión de fibras, están en función del método a los instrumentos utilizados para unir las fibras. También debe considerarse como una causa de pérdidas, las imperfecciones superficiales en las caras de los extremos de las fibras a unir, ya sea en empalmes o conectores. Por ello, es importante preparar adecuadamente estas caras para evitar deflexiones o reflexiones en la unión de las fibras.

Así los extremos de la fibra deben ser planos y perpendiculares al eje de la fibra.

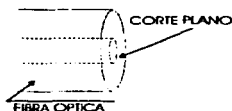


Figura 2.9 Corte de la fibra.

4. EMPALMADORA.

Máquinas para Empalmar Fibras Ópticas.

A partir de los finales de los 70's se comenzaron a desarrollar las primeras máquinas para empalmar fibras ópticas por fusión.



El principio básico con el cual son diseñadas, es la aplicación de calor en el punto de unión de las fibras, para la fusión de éstas.

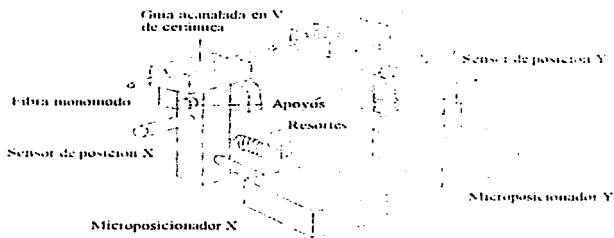


Figura 2.10 Partes de la Empalmadora

Con ello se tiene una unión permanente y no requiere materiales adicionales como pegamentos.

Para poder lograr una unión, con pérdidas aceptables, la máquina para empalmar debe manejar y monitorear varios parámetros, como son:

Posición.

Con el objeto de alinear las fibras para tener un buen empalme, se utilizan posicionadores de precisión en las tres dimensiones.

Calor.

Para regular la cantidad de calor aplicado al punto de unión de las fibras, se manejan dos parámetros, el tiempo de aplicación de la fuente de calor y la intensidad de fuente de calor.

Las fuentes de calor han variado conforme se ha desarrollado las máquinas para empalmar, comenzando primero con fusión por gas. Después por arco eléctrico formado por dos electrodos y finalmente se han desarrollado la aplicación del láser para la fusión.



El primer método, resulto con grandes pérdidas ya que el mismo quemador de gas generaba impurezas en la unión de las fibras. El último método es aún muy costoso aunque sigue en desarrollo. Por lo que el método de fusión por arco eléctrico es el comúnmente utilizado, en él se controla la corriente aplicada a los electrodos.

Para poder alinear la fibra se debe utilizar un sistema de monitoreo, el cual por lo general está constituido por un juego de espejos y lentes amplificadas por un microscopio o una pequeña cámara de video.

Con el desarrollo de estos equipos, se han facilitado los procesos para elaborar el empalme, automatizándose cada vez más el funcionamiento, poder estimar las pérdidas en el empalme, tener un equipo ligero, manejable y compatible con toda clase de fibras, sobre todo con pérdidas cada vez menores.

En la evolución de los empalmes por fusión, se han establecido "generaciones". Así, la primera generación la constituye el sistema totalmente manual en donde el operador alinea las fibras observando éstas a través de un microscopio.

Para la medición de las pérdidas en el empalme se tiene el equipo de medición del enlace, el cual puede estar varios Kilómetros de distancia.

La segunda generación, agrega un sistema de inyección de detección de luz (LID). Este se basa en el comportamiento óptico de la fibra al curvarse.

En la fibra al sufrir un dobléz, varia el ángulo de incidencia de la luz sobre el revestimiento, dando como resultado que la parte de la luz pueda entrar o salir al exterior de la fibra.

Para inyectar la luz se dobla la fibra en un diámetro de al menos 8 mm. pero no menor de 6 mm. para que la fibra no sufra tensión excesiva.

Con este sistema se pueden alinear incluso las fibras con núcleos excéntricos, ya que lo que se compara es la cantidad de luz que se transmite de un núcleo a otro.

El equipo utilizado es el FSU850, este equipo tienen un sistema con el cual se puede tener una evaluación de las pérdidas obtenidas en el empalme, en base a comparar referencias de campo y así saber si un empalme es bueno o no.

Una tercera generación surgió con el sistema de alineamiento de perfiles de índice de refracción (PAS-Profile Alignment System).

El sistema reemplaza el microscopio por una cámara de video donde se obtiene una señal de posición de los núcleos de las fibras a unir.

Esta señal se utiliza para alinear automáticamente las fibras. De esta forma, la alineación puede efectuarse a diferencia de la generación anterior, sin doblar ni comprimir la fibra.

El sistema también hace estimaciones de las pérdidas en el empalme. Sin embargo, estas estimaciones no siempre corresponden a las pérdidas reales, leídas por un OTDR, ya que solamente consideran dos parámetros para la estimación, de las diferencias de nivel y las compensaciones del núcleo y del revestimiento. Además que la estimación se efectúa fuera del área crítica donde se efectúa el empalme.

Por ello, es conveniente utilizar un equipo de medición para determinar las pérdidas reales.

Existe ya un equipo de empalme por fusión desarrollado por ERICSSON, el cual se considera de cuarta generación.

En este equipo, la estimación se hace en la zona crítica del empalme y además toma 7 parámetros para establecer la estimación.

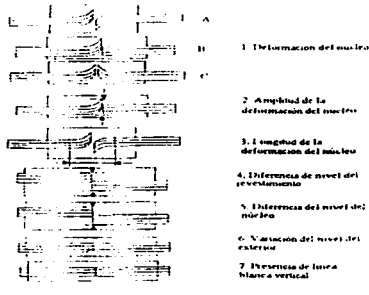
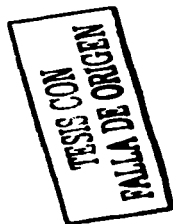


Figura 2.11 Parámetros de Estimación.

Como la estimación se efectúa precisamente en el momento de la fusión, el sistema se denomina procesamiento de imagen del empalme caliente (WSIP-Warm Splice Image Processing).

La imagen también procede de una cámara de video, la cual alimenta a un microprocesador para que efectúe la alineación automática mediante servomotores de precisión y haga la estimación de las pérdidas de la unión.



Se considera que este equipo, el FSU900, tiene un 5% de error con respecto a la medición hecha por un OTDR con lo cual no es necesario utilizar otro equipo ni a más personal y equipo de comunicación asociado.

El tiempo que toma este equipo para elaborar el empalme y estimarlo es de alrededor de 1 minuto. No requiere de personal especializado y tiene la capacidad de cambiar todos los parámetros para elaborar el empalme como son tiempos y corrientes de fusión. Estos cambios se pueden hacer vía teclado, incorporado a la máquina.

Otra ventaja a la que también se ha llegado con este equipo es su poco peso (alrededor de 7 kilos), su durabilidad, posibilidad de observar el empalme en un monitor, posibilidades de empalmar distintos tipo de fibras.

Por otra parte se han venido desarrollando equipos para multifibras, esto para poder competir con los conectores multifibras. En este tipo de máquinas se alinean y empalman a la vez múltiples fibras agrupadas, ya sea en forma de listón o en forma cuadrangular, en este caso las herramientas de corte son de mucha importancia para poder obtener bueno empalmes.

4.1 EMPALMADORA FSM-20 CS.

Descripción de la empalmadora de fibra óptica de fusión FSM-20CS.

El Empalmador de Fusión por Arco tipo FSM-20CS se emplea para empalmar las fibras ópticas de tipo SM (single Mode – Monomodo) y de tipo MM (Multi Mode _ Multimodo).

El alineamiento mutuo de las fibras de tipo monomodo y multimodo se realiza automáticamente mediante el microprocesador de procesamiento de imágenes instalado en el empalmador.

La fuente de alimentación aplicable a este sistema es la AC85-265V (50/60 Hz) o una fuente de CC de 10-15V.

PRECAUCION

NUNCA EMPLEE un aerosol limpiador en esta máquina. El aerosol contiene gas FREON que induce cargas normalmente fuertes y reduce la vida del electrodo, pudiendo causar probablemente daños en los espejos y lentes.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4.2 CONSTRUCCIÓN.

Los componentes de la empalmadora de fusión por Arco tipo FSM-20CS.

Nº	Componentes	Cantidad
1	Cuerpo de la Empalmadora de Fusión por Arco	1
2	Cable de Alimentación	1 par
3	Estuche Transportador	1

Tabla 2.1

Accesorios de la empalmadora de fusión por Arco tipo FSM-20CS.

Accesorios	Cantidad	Comentario
Electrodo de repuesto	1 par	
Fusible de Repuesto	1 juego	DC6. 3A/AC3. 15*
Espejo de Repuesto	1	
Llave Hexagonal	1	**
Pinza	1	**
Manual de instrucciones	2	

Tabla 2.2

** Usadas especialmente para cambiar el espejo.

El cuerpo del empalme de fusión por arco tipo FSM-20CS (de aquí en adelante denominado empalmador) ha sido desarrollado para el empalme mutuo de fibras ópticas.

A continuación se muestran las partes de la empalmadora de acuerdo al listado anterior.



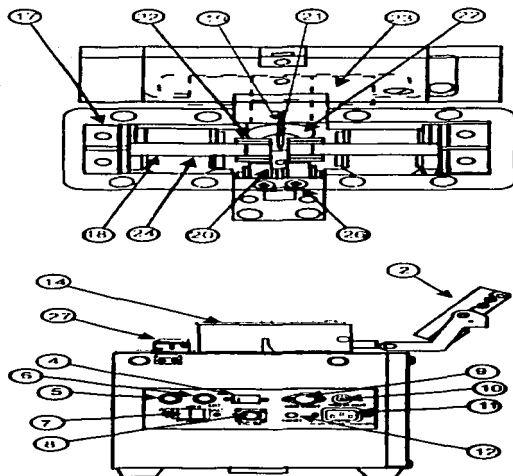


Figura 2.12 Partes de la Empalmadora.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

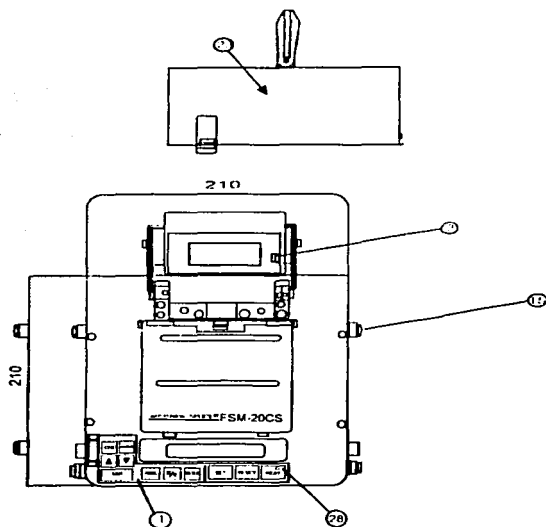


Figura 2.13 Partes de la Empalmadora.

Elementos del empalmador y sus funciones.

Nº	Nombre	Función
1	Teclado	Se usa para manejar el empalmador
2	Monitor	Visualiza la imagen de la fibra, el estado de operación y la pérdida estimada
3	Modo de contraste	Ajusta el contraste del monitor para observar la imagen de la fibra cómodamente

4	Indicador de tensión de entrada		Indica si la tensión está en el rango apropiado (verde) o no (rojo).
5	Prefusible de C.A.		Se usa un fusible de 3, 15 A.
6	Portafusible de C.C.		Se usa un fusible de 6, 3A.
7	Interruptor POWER		Interruptor de encendido/apagado
8	Terminal DC IN.		Cuando una fuente de alimentación de CC tal como una batería, conéctela a esta terminal. Ponga el interruptor POWER en DC.
9	Terminal PORT	SER.	Esta terminal se usa para la entrada y salida de datos. Cuando use un ordenador personal, conéctelo a este terminal.
10	Terminal OUT	VIDEO	Esta terminal se usa para conectar el cable de video del monitor externo. Las señales de video son NTSC compuesto.
11	Terminal AC IN		Esta terminal se usa para la entrada de la fuente de alimentación de CA (CA 85-265V, 50/60 Hz).
12	Terminal GND		Esta terminal se usa para poner a tierra el empalmador.
13	Tapa superior		Esta tapa se usa para proteger el panel de operaciones del empalmador.
14	Protector de viento		Evita descargas anormales debidas al viento. Abriendo y cerrando el protector, la lámpara se enciende o apaga. Cuando se abre, el espejo se reajusta para colocar la fibra. También funciona como un interruptor de seguridad para el interruptor de descarga, y evita la descarga mientras está abierto.
15	Terminal para Mesa de trabajo		Estos terminales se emplean para fijar el equipo a la mesa de trabajo (opcional).
16	Terminal para trípode		Esta terminal se usa para fijar el empalmador al trípode (opcional)
17	Soporte		La funda de la fibra óptica se coloca aquí.
18	Unidad de guía de fibra óptica (surco V)		Esta guía se emplea para sujetar la fibra óptica y para alinear el par de fibras que se van a empalmar.
19	Electrodos de descarga	de	Estos electrodos de descarga funden el par de fibras ópticas que se van a empalmar.
20	Lámpara iluminación	de	Esta lámpara se usa para iluminar la fibra óptica para observarla. Cuando se cierra el protector de viento, la iluminación se enciende; cuando se abre, se apaga.
21	Cubierta electrodos	del	Diseñado para el aislamiento del electrodo de alta tensión. No produce descargas cuando se desmonta la cubierta por seguridad.

22	Lente del objetivo	Este lente es para aumentar la imagen de la fibra óptica.
23	Abrazadera	Esta abrazadera se usa para colocar la fibra óptica en la guía de la fibra.
24	Abrazadera de la funda	Esta abrazadera se usa para sujetar la funda de la fibra óptica.
25	Espejo	Este espejo se usa para guiar la luz hacia la lente del objetivo para observar las imágenes de las fibras y puede ser colocado o reajustado.
26	Fijación del electrodo	Fija el electrodo de descarga en la posición deseada.
27	Calentador opcional	Este calentador se emplea para calentar el protector termorretráctil
28	Lámpara indicadora de calor	Indica que el protector termorretráctil está siendo calentado.

Tabla 2.3

4.3 TECLADO DEL PANEL.

Esta sección presenta las funciones de los conmutadores del FSM-20CS se muestra la disposición de las teclas en el panel superior del empalmador.

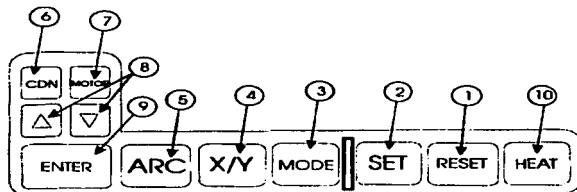


Figura 2.14 Teclado del Panel

Nº	Nombre	Función
1	Conmutador RESET	Este conmutador se usa para la operación de reinicialización. Cuando se pulsa el conmutador RESET, el sistema se para en cualquier paso del funcionamiento y las fibras regresan a la posición inicial del eje z. El empalmador acepta el RESET con un sonido de bip y visualiza "RESET" durante la reinicialización. Después de completarse la operación, se visualiza "PREPARADO" en el monitor.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2	Conmutador SET	Este conmutador se usa para iniciar el ajuste del espacio entre los extremos de dos fibras y alinearlas automáticamente. Las instrucciones "APROX" o "CORRECTO?" "ALINEAR" se muestran en el monitor en cada paso.
3	Conmutador MODE	El FSM-20CS puede preajustarse 20 condiciones diferentes de descarga para diversas fibras (SM1 - SM10, - MM1 - MM10). En este conmutador se emplea para cambiar las condiciones de descarga. En modo SM, el alineamiento del eje del núcleo se hace automáticamente, y en modo MM se realiza el alineamiento del eje de la fibra.
4	Conmutador X/Y	Este conmutador se emplea para la operación de cambio automático de campo. Cuando se pulsa el conmutador X/Y, la imagen de la fibra cambia (X) a (Y) o (Y) a (X), y posición de la imagen de la fibra se ajusta al centro del monitor, enfocándose automáticamente. El posicionamiento automático y el ajuste del enfoque luego del cambio de la imagen no se realizan antes del ajuste del espacio entre las fibras.
5	Conmutador ARC	Este conmutador se usa para el empalme por fusión. No funciona mientras el sistema está en la operación de empalme automático. A partir de la segunda descarga o antes de completarse el ajuste de espacio entre las fibras, la fibra no se mueve hacia delante a lo largo del eje Z durante la operación de descarga. Se visualiza "*** ARC ***" en el monitor justo antes de que se produzca la descarga. Si se realiza el ajuste del espacio entre las fibras, la estimación de las pérdidas sigue automáticamente a la operación de descarga (solo en SM).
6	Conmutador CND	Ese conmutador se usa para cambiar los parámetros de la condición de la descarga.
7	Conmutador MOTOR	Este conmutador se usa para controlar manualmente los motores del empalmador.
8	Conmutador Δ (arriba) Conmutador ∇ (abajo)	Este conmutador se usa para cambiar los parámetros de descarga o para controlar manualmente los motores con los conmutadores CND y Motor.
9	Conmutador ENT	Este conmutador se usa para seleccionar el menú de condiciones de descarga o para selecciona el motor con el conmutador Δ (arriba), ∇ (abajo).
10	Conmutador del calentador	Este conmutador se usa para calentar los protectores termocontráctiles. La lámpara indicadora de calor enciende durante el calentamiento.

Tabla 2.4

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

5. PROCEDIMIENTO.

Introducción.

En la elaboración de redes de fibra óptica una de las partes más críticas es la de los empalmes.

En este proceso se empieza con el pelado de la fibra, para lo cual contamos con un pelador especial, el cual veremos a continuación.

El corte de la fibra para la realización del empalme es de suma importancia pues de esto depende obtener un buen empalme. Para hacer otro parte, contamos con un cortador de alta precisión.

Pelador de protección primaria PS-01.

La pinza peladora es una herramienta que nos sirve para remover la protección primaria de las fibras ópticas.

Preparación.

Abra la pinza y verifique que las guías de las navajas estén libres de impurezas, de lo contrario utilice el cepillo de cerdas de plástico para limpiarla.

Forma de empleo.

A continuación tenemos los pasos para la utilización de esta herramienta.

Paso	Acción
1	Coloque el calibrador en la escala de 40 mm
2	Tome la peladora con la marca FUJIKURA hacia su visita y coloque la fibra a tope con el calibrador. Lo más recto posible, presione con una mano las dos abrazaderas fijas, con la otra mano, presione las dos abrazaderas móviles, haciendo el pelado longitudinalmente, procurando no dañar la fibra.
3	Posteriormente suelte las abrazaderas móviles y retire la fibra
4	Abra las pinzas y limpie las navajas con el cepillo de cerdas de plástico, regrese las abrazaderas móviles.

Tabla 2.5

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN.**

Cortador de alta precisión.

Este es un equipo, empleado para hacer el corte transversal a las fibras ópticas; incluyendo los Pig- Tails.

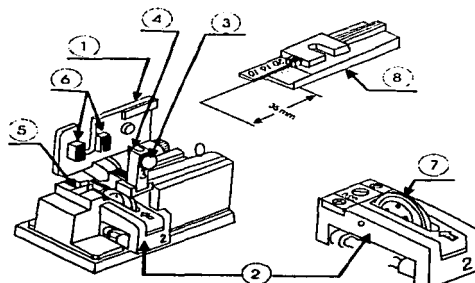


Figura 2.15 Cortador de alta Precisión.

Pieza	Descripción
1	Clip de seguridad.
2	Soporte de navaja de trazo.
3	Botón de palanca de ruptura.
4	Yunque.
5	Líneas paralelas
6	Cojinetes de goma
7	Navaja
8	Regleta

Tabla 2.6

Preparación de equipo.

Para realizar un corte se recomienda seguir los siguientes pasos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Paso	Acción
1	Se aflojan los seguros y se retira el estuche que protege el cortador.
2	Se levanta la palanca de ruptura, y el clip de seguridad y la bisagra de presión.
3	Se corre el soporte de navaja en dirección de la flecha.
4	Se moja un cotonete con alcohol isopropílico y se limpia el equipo.

Tabla 2.7

Forma de empleo.

Para la utilización de este equipo siga los siguientes pasos.

Paso	Acción
1	Para el caso del pig-tail, la fibra se coloca en la escala de 0.09 mm.
2	Para una fibra normal se coloca en la de 0.25 mm; para los dos casos las fibras deben estar de impurezas.
3	La fibra del pig-tail es colocada a 18 mm. de la escala 6 a 20 mm., haciendo coincidir la fibra desnuda y la protección primaria.
4	La fibra normal se coloca a 18 mm. de la escala de 6 a 20 mm. haciendo coincidir la fibra desnuda y la protección primaria.
5	Se baja totalmente la bisagra de presión.
6	Se baja el clip de seguridad.
7	Se corre el soporte de navaja una sola vez, evitando que rebote.
8	Se baja la palanca de ruptura y se hace presión en el botón de la palanca lentamente, hasta escuchar el "click" de ruptura.
9	Se levanta la palanca de ruptura, el clip de seguridad y la bisagra de presión, enseguida se retira la fibra óptica del cortador.

Tabla 2.8

Hay que asegurarnos que el cortador este libre de impurezas y en lugar seguro de la mesa de trabajo. Y seguir cuidadosamente las instrucciones anteriormente explicadas.

5.1 Cortes.

A continuación se da un listado de causas y soluciones en cortes.

Corte	Causa	Solución	Esquema
-------	-------	----------	---------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





Cara terminal oblicua	Marco la fibra tomando una posición indebida con la inclinación hacia abajo de la hoja de la placa de la cortadora.	Mantener la posición del plato a un nivel, mientras se marca la fibra.	
En pico	Marcado de la fibra, tomando lugar mientras la fibra no esta situada en el plano de la placa.	Colocar la fibra en la guía y sujetar la parte de la fibra con la cubierta firmemente.	
Cara ondulada	La fibra esta libre y se tuerce durante el marcado. La fibra no esta situada fijamente sobre la placa.	Sujetar la fibra firmemente en la guía durante el corte	
Terminal astillada	Durante el proceso de marcado, la superficie esta torcida para arriba. La fibra esta situada firmemente sobre la placa	Mantener la placa al nivel durante el proceso de marcado	

Tabla 2.9

Recomendaciones.

Para no tener que repetir el corte es indispensable limpiar la fibra con alcohol isopropílico, recomendamos no volver a limpiarla después del mismo. Mantener siempre limpia la cortadora y guardarla en lugar adecuado.

Conectando el cable de alimentación.

Después de asegurarse de que el conmutador POWER está apagado (OFF), inserte firmemente el conector del cable de alimentación de CA en el terminal AC IN. Después de eso, conecte el enchufe a la fuente de alimentación de CA; AC85-265V (50/60 HZ). Por seguridad, tome tierra mediante la terminal GND.

Encienda el interruptor y verifique si el indicador de tensión de entrada señala hacia la zona verde ("apropiada"). Cuando el voltaje de entrada esté en el área roja ("baja" o "alta"), verifique las fuentes de alimentación. Asegúrese de que se visualiza "Ready" en el monitor.

**TESTS CON
FALLA DE ORIGEN**

Preparación para el empalme.

Ahora veremos la ejecución de los empalmes con la empalmadora de fusión, debemos tener la fibra limpia y con un corte de 90 grados y con los

parámetros ajustados de acuerdo al tipo de fibra y condiciones del lugar. A continuación veremos como se ajustan dichos parámetros.

Potencia de arco.

El fsm-20CS puede ser preajustado a 20 condiciones de descarga diferentes (10 para fibras monomodo y otras 10 para fibras multimodo) para diversas fibras. Cada condición consta de 6 parámetros (POT ARCO, TIEMP-ARC, AVANCE, PREFUS, GAP, ECF).

En el caso de fibras SM (SM1-SM10), el alineamiento del eje del núcleo y la estimación de la pérdida del empalme se realizan automáticamente, y en el modo MM, el alineamiento del eje de la fibra se realiza automáticamente.

Operación.

1). Hay que asegurarnos que el empalmador está en la situación "PREPARADO" o que la secuencia de empalme se ha detenido después de "APROX" o que la secuencia de empalme automático ha terminado completamente antes de la operación.

2). Pulsar el interruptor MODE; se muestran 10 modos de empalme en el monitor. La marca asterisco "*" a la izquierda del parámetro muestra la forma actual del empalme.

MODO DE EMPLEO

*SM1	FUJIKURA	125 um
SM2	FUJIKURA	125 um
SM3	FUJIKURA	125 um
SM4	FUJIKURA	125 um
SM5	FUJIKURA	125 um
SM6	FUJIKURA	125 um
SM7	FUJIKURA	125 um
SM8	FUJIKURA	125 um
SM9	FUJIKURA	125 um
SM10	FUJIKURA	125 um
PREPAREDE	SM1	(x)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 3). La marca "" se mueve hacia arriba o hacia abajo con los conmutadores Δ (arriba) o ∇ (abajo). Hay que mover hacia la modalidad de empalme que desee seleccionar.
- 4). Después de la modalidad SM10, se muestran las modalidades MM.

MODO DE EMPLEO

*MM1	FUJIKURA	125 μ m
MM2	FUJIKURA	125 μ m
MM3	FUJIKURA	125 μ m
MM4	FUJIKURA	125 μ m
MM5	FUJIKURA	125 μ m
MM6	FUJIKURA	125 μ m
MM7	FUJIKURA	125 μ m
MM8	FUJIKURA	125 μ m
MM9	FUJIKURA	125 μ m
MM10	FUJIKURA	125 μ m
PREPARADE	MM1	(x)

- 5). Para salir de este estado, hay que pulsar cualquier conmutador excepto Mode, Δ (arriba) o ∇ (abajo).

Cambiando las condiciones de descarga.

Esta sección presenta los procedimientos para cambiar los parámetros de la condición de descarga (POT ARCO, TIEMP-ARC, AVANCE, PREFUS, GAP, ECF).

Operación.

Para hacer los cambios de condición de arco, siga este procedimiento.

Paso	Acción
1	Asegúrese de que el empalmador está en la situación "PREPARADO" o que la secuencia de empalme se ha detenido después de "APROX" o que la secuencia de empalme automático ha terminado completamente antes de la operación.
2	Pulse el conmutador CND; la página del menú se muestra en el monitor. El



	asterisco "*" del lado izquierdo del parámetro muestra que parámetro está seleccionado actualmente.
3	Mueva la marca "*" a "1 CONDICIÓN ARCO".
4	Pulse el conmutador ENT; las selecciones actuales de los parámetros se visualizan. El asterisco "*" del lado izquierdo del parámetro muestra que este parámetro está seleccionado para ser cambiado.
5	La marca "*" se mueve hacia arriba o hacia abajo mediante los conmutadores Δ (arriba) o ∇ (abajo). Muévela hacia el parámetro que desea seleccionar.
6	Pulse el conmutador ENT; la marca "*" se convierte en la marca "#".
7	El valor del parámetro seleccionado aumenta o disminuye con el conmutador Δ (arriba) o ∇ (abajo). El valor cambia mientras se pulsa el conmutador. Cuando éste se libera, el valor deja de cambiar.
8	Pulse el conmutador ENT; la marca "#" se convierte en la marca "*" se mueve hacia arriba o hacia abajo mediante el conmutador Δ (arriba) o ∇ (abajo).
9	Para salir de esta situación, pulse cualquier conmutador, excepto CND, ENT, Δ (arriba) o ∇ (abajo).

Tabla 2.10

Operación.

* 1 CONDICIÓN ARCO.
2 COMENTARIOS.
3 OPCIONES.

PREPARADO
SM1 (x)

Pantalla del menú.



SM1 FUJIKURA 125 um	
1 POT ARCO 12.	
2 TIEMPARC 2000 msec.	
3 AVANCE.	40 msec
4 PREFUS.	180
msec.	
5 GAP.	8line.
6 ECF	0.40.
PREPARADO	
SM1 (X)	

Parámetros de descarga.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Detalles de los parámetros de descarga.

A continuación se dan los parámetros de descarga.

Visualización	Significado	Paso	Rango
1 POT. ARCO	Potencia (de descarga) del arco	1	0 - 31. *1
2 TIEMPARC	Tiempo (de descarga) del arco	0,1 mseg	0 - 65 seg.
3 AVANCE	Tiempo de relleno durante el empalme por fusión	5 mseg	0- 1 seg.
4 PREFUS	Tiempo de prefusión durante el empalme por fusión	10 mseg	0 - 1 seg.
5 GAP	Espacio entre los extremos de las fibras	2 líneas	6 - 32 líneas. *2
6 ECF	Factor ECF	0,05	0 - 0,9 *3

Tabla 2.11

Fijando los comentarios.

Cuando se pulsa el conmutador MODE, se muestran 10 modos de empalme y sus comentarios en el monitor. El comentario se cambia de acuerdo a los pasos siguientes:

1. Asegúrese de que el empalmador está en la situación "PREPARADO" (preparado) o que la secuencia de empalme se ha detenido después de "APROX" o que la secuencia de empalme automático ha terminado completamente antes de la operación.
2. Pulse el conmutador CND; la página del menú se muestra en el monitor. El asterisco "*" del lado izquierdo del parámetro muestra que parámetro está seleccionado actualmente.
3. Mueva la marca "*" a "OPCIONES".
4. Pulse el conmutador ENT; las actuales de los parámetros se visualizan. El asterisco "*" del lado izquierdo del parámetro muestra que ese parámetro está seleccionado para ser cambiado.
5. La marca "*" se mueve hacia arriba o hacia abajo mediante los conmutadores Δ (arriba) o ∇ (abajo). Muévela hacia el parámetro que desea seleccionar.
6. Pulse el conmutador ENT para cambiar de ON (encendido) a OFF (apagado) o de OFF a On.

7. Para salir de esta situación, pulse cualquier conmutador, excepto CND, ENT, Δ (arriba) o ∇ (abajo).

Operación.

1. Asegúrese de que el empalmador está en la situación "PREPARADO" (preparado) o que la secuencia de empalme se ha detenido después de "APROX" o que la secuencia de empalme automático ha terminado completamente antes de la operación.
2. Pulse el conmutador CND; la página se muestra en el monitor. El asterisco "*" del lado izquierdo del parámetro muestra que parámetro está seleccionado actualmente.
3. Mueva la marca "*" a "COMENTARIOS".
4. Pulse el conmutador ENT; las selecciones actuales de los comentarios se visualizan. El asterisco "*" bajo el carácter muestra que éste está seleccionado para ser cambiado.
5. La marca "*" se mueve hacia arriba o hacia abajo mediante los conmutadores Δ (arriba) o ∇ (abajo). Muévela hacia el carácter que desea modificar.
6. Pulse el conmutador ENT; la marca "*" se convierte en la marca "#".
7. El carácter cambia mediante el conmutador Δ (arriba) o ∇ (abajo). La letra cambia mientras se pulsa el conmutador. Cuando este se libera, el valor deja de cambiar.
8. Pulse el conmutador ENT; la marca "#" se convierte en la marca "*" se mueve hacia arriba o hacia abajo mediante el conmutador Δ (arriba) o ∇ (abajo).
9. Para salir de esta situación, pulse cualquier conmutador, excepto CND, ENT, Δ (arriba) o ∇ (abajo).

SM1 FUJIKURA	125 um
PREPARADO SM1 (X)	

Pantalla de comentarios.

OPCIONES	
* 1 DATOS OFF	
2 PAUSA OFF	
3 ECF	ON
4 ARCO LIMPIEZA	ON
5 ANGULO	ON
6 ECF	0.40
PREPARADO	SM1
(X)	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Parámetros de la opción.

Visualización	Significado
Datos	Visualiza datos tales como un desplazamiento de eje, etc. en el monitor.
Pausa	Hace que se detenga temporalmente cuando se fija la distancia entre las fibras.
ECF	
ARCOLIMPIEZA	La descarga se produce durante 20 mseg para quitar el polvo de la superficie de la fibra a la mitad de GAP SET.
ANGULO CORTE	Las superficies cortadas de los extremos de las fibras son verificadas, y el ángulo de corte se muestra en el monitor. Se visualiza ERROR 7 cuando el ángulo es mayor que 5 grados

Tabla 2.12

Después de confirmar que se visualiza "PREPARADO" seleccione el modo SM.

Preparación de la fibra óptica

A continuación tenemos la tabla de procedimiento para la preparación de la fibra óptica.

Paso	Acción
1	Deslizar protector termocontráctil en la F.O.
2	Limpia y cortar la fibra óptica.
3	Abra el protector de viento.
4	Abra las abrazaderas.
5	Coloque la fibra óptica en el soporte.
6	Cierre cuidadosamente las abrazaderas hasta que las sujete.

Tabla 2.13

Hay que verificar que la selección de la fibra con el recubrimiento quitado esté fijo en el fondo del surco V. Luego asegúrese de que la superficie del extremo del surco V y los electrodos de descarga, se encuentren separados.

En el esquema veremos la colocación correcta de la fibra.

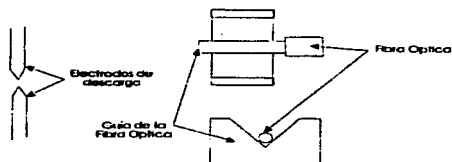


Figura 2.16 Colocación de la fibra.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Paso	Acción
1	Cierre cuidadosamente la abrazadera.
2	Cierre el protector de viento. En este momento la lámpara de iluminación enciende
3	Pulse el conmutador "SET"

Tabla 2.14

Ajuste de la fibra.

El espejo se ajusta y las fibras ópticas se mueven hacia adelante para fijar el espacio inicial entre ellas. La máquina gestiona pasos secuenciales automáticamente hasta que se realiza la estimación de la pérdida del empalme. (Si "PAUSA" esta puesto en "ON", el empalmador, hace una pausa después del ajuste del espacio entre fibras ("APROX"). Se reinicia el empalme pulsando otra vez el conmutador "SET" después de que el operador haya inspeccionado las superficies cortadas de los extremos de las fibras).

Después de que las superficies de los extremos de las fibras aparezcan en el monitor, se producirá la descarga limpiadora para eliminar el polvo de la superficie de la fibra. Si el polvo permanece aún en la superficie pulse el conmutador "RESET" y prepare la fibra otra vez. El mensaje "APROX" se visualiza durante la operación de ajuste, seguido de "FIBER OK?" acompañado de un zumbido.

Observación de la superficie del extremo de la fibra.

Verifique el estado de la superficie del extremo de la fibra en la pantalla del monitor dos veces, una antes del ajuste del espacio entre fibras y otra después del cambio automático de campos. Si el estado de la superficie del extremo NO es bueno, pulse el conmutador "RESET" e inténtelo otra vez.

El conmutador "RESET" debe ser pulsado en condiciones de un enfoque correcto de la imagen para evitar el problema del desenfoque. Hay un caso en que la máquina no puede ajustar la posición y el enfoque de la fibra debido a la utilización indebida del "RESET".

En este caso, abra el protector de viento y pulse el conmutador "SET". Aparece el mensaje ERROR 3 "TOO DARK" y los motores de enfoque y campo vuelven a su posición inicial automáticamente.

Empalme automático.

1). Alineamiento mutuo de las fibras (Se muestra "ALINEAR" en el monitor). En primer lugar, el empalmador alinea las fibras en el campo (X) como sigue.

Paso	Modo de alineamiento	Visualización en el monitor
Primer paso	Ejes de las fibras alineadas en el campo (X)	ALIGNING 1
Segundo paso	Enfoque alineado en el campo (X)	ALIGNING 2
Tercer paso	Ejes de los núcleos alineados en el campo (X)	ALIGNING 3
Cuarto paso	Ejes de los núcleos alineados en el campo (Y)	ALIGNING 4

Tabla 2.15

Los ejes de las fibras se alinean en la dirección (Y) usando la diferencia de la posición de enfoque entre ambas fibras.

En el modo MM, "ALINEAR" empieza desde el tercer paso, que es el alineamiento de los ejes de las fibras.

El símbolo "" aparece en el monitor mientras que los motores X o Y giran para el alineamiento.

2). Efectuando la descarga para empalmar fibras.

Se visualiza "" ARC "" en el monitor. El empalmador reajusta el espejo y empalma las fibras mediante una descarga.

El número de descargas se indica en el monitor cuando se produce la descarga. El número acumulado de descargas se incrementa en la descarga principal y en las descargas adicionales.

3). Estimación de la pérdida de empalme.

Se visualiza "CALCULO" en el monitor, esta secuencia es sólo para modo SM. El empalmador mide el desplazamiento del eje del núcleo mediante el procedimiento de imágenes y estima la pérdida del empalme.

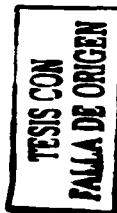
4). Visualización de la pérdida estimada.

El empalmador visualiza la pérdida estimada (sólo en SM) y "ACABADO" en el monitor.

Observación en punto de empalme.

Después del empalme, si se observan errores en la fusión tales como:

- Burbujas
- Separación
- Muy delgada



- Muy gruesa

Proceda a ajustar el empalmador.

A continuación se muestra los tratamientos de los resultados de un empalme defectuoso.

DEFECTO	CAUSA	SOLUCIÓN
• Aparición de la burbuja	Corte inadecuado de la fibra óptica. Polvo en las superficies de los extremos de las fibras.	Corte de la fibra otra vez o cambie el cortador.
• Se hace muy delgado	Descarga anormal. Funcionamiento defectuoso de la unidad principal del empalmador.	Ajuste la condición de empalme.
• Se hace muy grueso	Funcionamiento defectuoso de la unidad principal del empalmador	Ajuste la condición del empalme.

Tabla 2.16

Los protectores termocontráctiles que pueden ser usados con este calentador son FP – M.

Paso	Acción
1	Deslice el protector termocontráctil que previamente habrá sido insertado en las fibras, hacia el centro de la posición empalmada.
2	Abra la cubierta del calentador.
3	Coloque dentro del calentador el protector termocontráctil.
4	Cierre la cubierta del calentador.

Cuando la funda haya encogido completamente, la lámpara indicadora de calor se apagará y sonará un zumbador. El reforzamiento toma aproximadamente 2 minutos y medio.

Indicación de alarma

Cuando ocurre cualquier condición anormal de funcionamiento, suena un zumbador de advertencia durante unos 2 segundos y el monitor visualiza las condiciones anormales como se especifica en la tabla. El equipo indica con mensajes los diferentes errores ocurridos.



Mensaje	Causa	Solución
OVER RUN ADELANTE X ATRÁS X ADELANTE Y ATRÁS Y	<ul style="list-style-type: none"> • Hay polvo en el surco V. • La fibra se ha separado del surco V. • El primer recubrimiento de la fibra no está totalmente separado 	Limpie el surco V con un cotonete y alcohol isopropílico. Coloque la fibra otra vez en el surco V. Corte la fibra otra vez y repita el procedimiento completo.
OVER RUN FOCO CERCA FOCO LEJOS CAMPO ARR.	La fibra no está colocada adecuadamente antes del empalme automático.	El punto de enfoque y la posición de la imagen de la fibra se vuelven a sus posiciones correctas automáticamente. Coloque la fibra en el surco V y luego empiece otra vez desde el ajuste del espacio entre fibras.
OVER RUN ADEL FIZ ADEL FDR	<ul style="list-style-type: none"> • La fibra está cortada muy corta. • La fibra se ha separado del surco V. 	Corte las fibras correctamente. Coloque la fibra otra vez en el surco V.
OVER RUN ATRÁS FIZ ATRÁS FDR	Durante la operación manual, se ha pulsado el interruptor de posición de la fibra.	Vuelve automáticamente al estado "PREPARADO"

Tabla 2.17

Cuando ocurre el ERROR de la siguiente tabla verifique cual es la causa de entre las que se listan debajo. Pulse entonces el conmutador RESET y aplique el remedio de la columna de la derecha.

Cuando ocurre el ERROR 2, 3 ó 4, espere unos 15 segundos hasta que el monitor vuelva a visualizar "PREPARADO" por que el empalmador vuelve a la posición inicial automáticamente.

A continuación se muestra esta tabla con los distintos mensajes.

Mensajes	Causa	Solución
ERROR 1 ERROR DE APROX	<ul style="list-style-type: none"> • El espacio entre fibras no está ajustado 	Coloque las fibras ópticas en los V otra vez y pulse

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

	correctamente.	el conmutador SET.
ERROR 2 ERROR POSICIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Las fibras están cortadas muy largas. Espejos/lentes con suciedad. Se ve en el monitor el electrodo de descarga. 	<p>Corte las fibras ópticas otra vez a la longitud adecuada.</p> <p>Limpie los espejos y la lente del objetivo.</p> <p>El campo vuelve automáticamente a la posición correcta.</p>
ERROR 3 LUZ INSUFICIENTE	<ul style="list-style-type: none"> El protector de viento está abierto. Espejos/lentes con suciedad La lámpara está oscura. 	<p>Cierre el protector de viento y pulse el conmutador SET.</p> <p>Limpie los espejos y la lente del objetivo.</p> <p>Consulte al fabricante.</p>
ERROR 4 ERROR DE FOCO	<ul style="list-style-type: none"> El enfoque o campo de la imagen de la fibra no es correcto 	<p>Este error ocurre cuando la operación de intercambio automático de campo no funciona bien.</p> <p>Consulte al fabricante.</p>
ERROR 5 FIBRA MUY SUCIA	<ul style="list-style-type: none"> Superficie de la fibra sucia. Ángulo incorrecto del espejo dentro del protector de viento. 	<p>Quite el revestimiento de las fibras, limpie la superficie completamente y córtelas otra vez.</p> <p>Consulte al fabricante.</p>
ERROR 6 CAMBIO DE CAMPO ERROR	<ul style="list-style-type: none"> La imagen de la fibra no puede ser intercambiada. 	<p>Este error ocurre cuando la operación de intercambio automático de campo no funciona bien.</p> <p>Consulte al fabricante</p>
ERROR 7 CORTE MALO	<ul style="list-style-type: none"> Ángulo de corte grande. 	<p>Más de cinco grados de ángulo de corte.</p> <p>Reinicialize e intente cortar otra vez.</p> <p>Puede continuar el trabajo de empalme con el empalmador pulsando el conmutador "SET"</p>
ERROR 8 PROBLEMAS ESPEJO	<ul style="list-style-type: none"> Interruptor de límite del espejo roto. 	<p>Consulte al fabricante.</p>
ERROR 9	<ul style="list-style-type: none"> El interruptor del límite 	<p>Consulte al fabricante.</p>

**TESS CON
FALLA DE ORIGEN**

CARRO IZO. MAL.	posterior de la dirección z está roto o no ha sido tocado.	
-----------------	--	--

Tabla 2.18

Cuando el enfoque o la posición de la imagen de la fibra no son adecuadas, a veces el empalmador no puede ajustar el espacio entre fibras o el enfoque. En este caso, abra el protector de viento y pulse el conmutador "SET". Aparece el ERROR 3 "LUZ INSUFICIENTE" y los motores de enfoque y campo vuelven a su posición inicial automáticamente..

Con una pinza especial (125m) se pela (strip) unos 5cm de coating (color)

Se limpia (clean) la fibra con un papel suave embebido en alcohol isopropílico



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Se corta (cleave) la fibra a unos 8 a 16mm con un cutter o cleaver, con hoja de diamante, apoyando la fibra dentro del canal, haciendo coincidir el fin del coating con la división correspondiente a la medida.

Una vez cortada, la fibra no se vuelve a limpiar ni tocar.



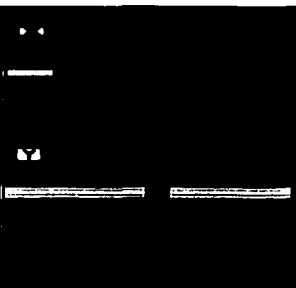
Cuidando que la fibra no contacte con nada, se introduce en la zapata de la empalmadora, sobre las marcas indicadas.

Repetir el procedimiento con la otra fibra.



En el display se verán las dos puntas, pudiéndose observar si el ángulo es perfectamente recto, sino fuera así la máquina no nos permitiría empalmar.

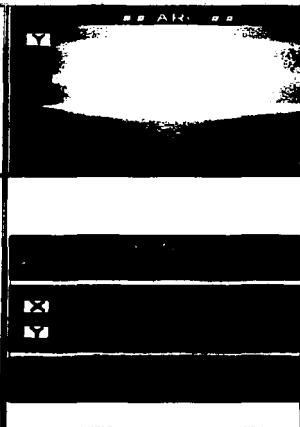
Presionando el botón de empalme, estando la empalmadora ajustada en automático, la misma procederá a alinear en los ejes x e y, y a acercar las puntas a la distancia adecuada.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Una vez cumplido esto, a través de un arco eléctrico dado entre dos electrodos, aplicará una corriente de prefusión durante el tiempo de prefusión, y luego una corriente de fusión durante el tiempo de fusión.

Luego hará una estimación (muy aproximada) del valor de atenuación resultante.



PROTECCIÓN DE LOS EMPALMES.

La zona del empalme es delicada por lo que se protege de diferentes maneras: pegándose sobre unas almohadillas autoadhesivas existentes en algunos cassettes de empalmes, rodeándose con una bisagra autoadhesiva, o con manguitos termocontraíbles (sleeves) los cuales poseen un nervio metálico.



Figura 2.17 Protección

Estos, a su vez, se colocan en un cassette, dentro de una caja de empalme o de un rack distribuidor.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**Empalmadoras:
RXS de SIECOR**



FUJIKURA FSM 40S Y FSM40SB

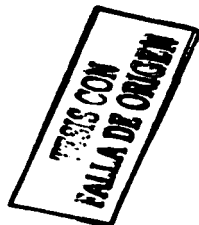


Figura 2.18 Empalmadoras.

6. OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

Un OTDR es un reflectómetro óptico en el dominio tiempo. Es un instrumento de medición que envía pulsos de luz, a la λ deseada (ejemplo 3ra ventana: 1550 nm), para luego medir sus "ecos", o el tiempo que tarda en recibir una reflexión producida a lo largo de la F.O. Estos resultados, luego de ser promediadas las muestras tomadas, se grafican en una pantalla donde se muestra el nivel de señal en función de la distancia.

Luego se podrán medir atenuaciones de los diferentes tramos, atenuación de empalmes y conectores, atenuación entre dos puntos, etc.

También se utiliza para medir la distancia a la que se produjo un corte, o la distancia total de un enlace, o para identificar una fibra dándole una curvatura para generar una fuga y observando en la pantalla del OTDR ver si la curva se "cae".

OTDR Hewlett Packard y bobina fantasma

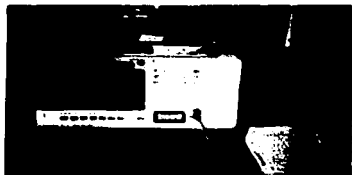


Figura 2.19 OTDR.

OTDR EXFO FTB7000

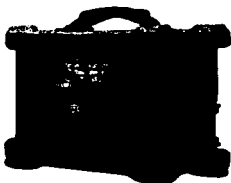
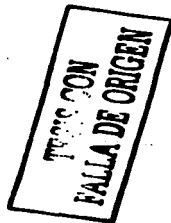


Figura 2.20 OTDR.



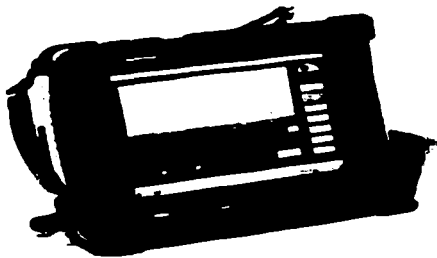
OTDR Tektronix NetTek.

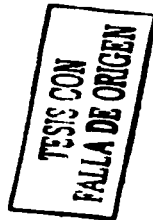
Figura 2.21 OTDR.

Parámetros de medición:

- Índice de refracción
- Ancho de pulso
- Rango de medición en Km
- λ (longitud de onda)
- Cantidad de muestras
- Monomodo, multimodo, etc.

Mediciones de:

- Atenuación entre 2 puntos
- Pérdida en empalme
- Pérdida de retorno
- Atenuación por tramo
- Distancias a empalmes, cortes, tramos, etc.



OTDR Tektronix NetTek

- Plataforma PC / Windows CE.
- Pantalla sensible al tacto.
- Optimización automática de los parámetros de testeo.
- Umbrales de medición preprogramados (valor mínimo al cual se considerará un evento).
- Módulos de potencia (hasta 4 de 9 disponibles).
- Hasta 200 Km de alcance (rango de medición).
- Tabla de eventos (conector, empalme, tramo).
- Puerto de impresora, puerto serie, puerto para teclado, disquetera.
- Puertos PCMCIA.
- Batería de hasta 8 hrs de duración.
- Software para PC para reever las curvas o exportar reportes a diversos formatos.

Puede realizarse una medición directa con el ajuste automático o pueden ajustarse los parámetros manualmente.

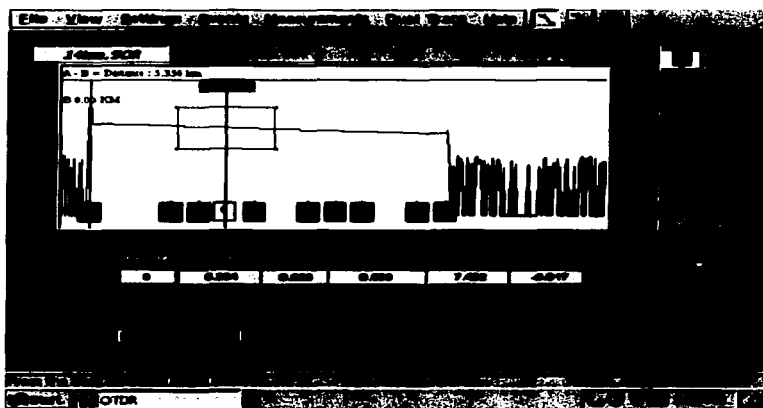


Figura 2.22 Pantalla del OTDR.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

7. Equipamiento en un móvil de empalme.

- Vehículo tipo Combi, con estantes, cajones (baño químico).
- Grupo electrógeno para generar 220v para alimentar máquinas-herramientas.
- Palancas de apertura de cámaras.
- Bomba Fly de desagote.
- Tubo de oxígeno con manómetro y manguera larga para presurización.
- Explosímetro para control de gases peligrosos y oxígeno en cámaras.
- Forzador de aire para ventilar cámaras en caso de gases o falta de oxígeno.
- Conos, vallas, cintas, etc.
- Escalera.
- Rotopercutora.
- "Robot" con medidor de luz, uso en la ciudad.
- Morral (balde de lona) para bajar herramientas a la cámara.
- Casco.
- Cinturón de seguridad (para trabajos en altura).
- Empalmadora de F.O.
- Kit de F.O. (stripper para coating, para buffer, para pigtail y para vaina, dispenser de alcohol, cleaver).
- OTDR.
- Kit de potencia (fuente láser, atenuador y medidor).
- Teléfono óptico.
- Láser visible identificador.
- Pistola de calor.
- Herramientas varias (sierra, alicate, tijera, destornilladores planos y philips, cutter).
- Mesa y silla de empalme.
- Lámpara de escritorio de 12v.
- Guantes de látex y de descarné.
- Soga.
- Carpa.
- Pala.
- Pinza de depilar.

Insumos

- Bidón con nafta.
- Números p/identif. Pigtails.
- Alcohol y/o acetona.
- Patchcords y pigtails diversos.
- Acopladores diversos.
- Termocontraibles varios.
- Precintos.
- Grampas W.
- Tarugos, tornillos.

- Hilo para ataduras.
- Papel tissue (rollos de cocina).
- Estopa, trapos.



Figura 2.23 Empalme en Campo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

8. MEDICIÓN DE ATENUACIÓN TOTAL DE UN TRAMO (MEDICIÓN DE POTENCIA)

Para medir la atenuación total de un enlace de fibra, se utilizan una fuente de luz y un medidor, que se conectarán en ambos extremos de la fibra a medir.

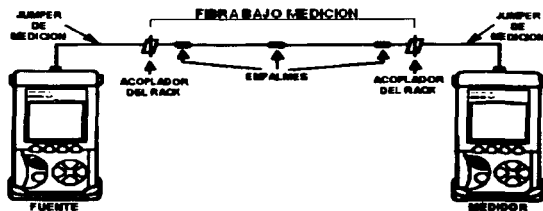


Figura 2.24 Medición de Potencia.

Cuáles conectores se incluyen y cuáles no.

Quando necesitamos medir la atenuación total de un tramo o pérdida de potencia, debemos excluir las atenuaciones producidas por los jumpers usados en la medición. Para esto, antes de realizarla, debemos conectar la fuente de luz al medidor de potencia con los mismos jumpers y adaptadores que usaremos luego, y seguir estos pasos:

- Encendemos ambos equipos
- Los ajustamos a CW (continuous wave-onda continua no pulsante)
- Elegimos la ventana deseada
- Presionamos ahora en el medidor el botón ABS>REF para almacenar el nuevo valor de referencia

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Entonces, al desconectar los jumpers entre sí y conectarlos a la fibra bajo prueba obtendremos el valor de atenuación de la fibra.

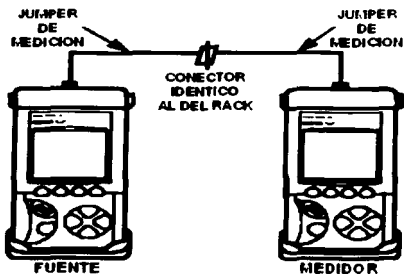


Figura 2.25 Conexiones.

Los conectores conectados a la salida de la fuente y a la entrada del medidor no deben desconectarse hasta no terminar todas las mediciones pues la atenuación producida por un conector varía cada vez que se vuelve a conectar.

Para el caso de que un equipo posea los dos módulos en él, debe conectarse el jumper de medición entre su módulo emisor y su módulo medidor, establecer la atenuación producida por este jumper para descontarla de la medición final, o, si el equipo lo permite, ajustar la referencia. Paralelamente en el otro extremo de la fibra otro operador hará lo mismo con otro equipo. La ventaja de este método es que no es necesario que fuente y medidor deban encontrarse en el mismo lugar antes de medir.

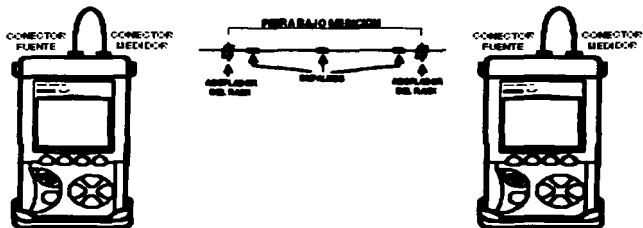


Figura 2.26 Mediciones.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Entonces una Medición de Atenuación Total podría ser:

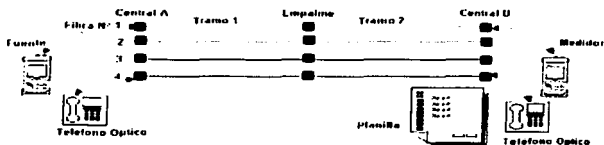


Figura 2.27 Atenuación Total.

Fuente variable EXFOFLS-210*



Medidor de Potencia EXFOFOT-80A



**Kit Fuente y Medidor
Wandel & Gottermann GOMK6 SM**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

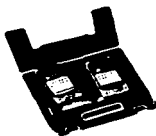


Figura 2.28 Kit de un OTDR.

9. CONECTORES

Para poder conectar un cable de fibra a un equipo es necesario que en cada fibra se arme un conector, o bien, cada fibra se empalme con un **PIGTAIL**, que es un cable de una sola fibra que posee un conector en una de sus puntas, armado en fábrica.

Jumper



(la mitad de un jumper es un pigtail)

Existe una gran variedad de conectores que se diferencian por sus aplicaciones o simplemente por su diseño:

ST y STII+



SC



FC



Euro2000



Simplex

Duplex

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Poseen una tapita para proteger la fibra de rayones y suciedad, con un gatillo para abrirla.

DIN



LC



Figura 2.29 Conectores.

Siguiendo a estos nombres vendrán siglas que indicarán alguna característica en particular.

Cualquiera de estos conectores puede venir en las opciones de pulido PC ó APC (angular para video) , en MM o SM, simples o dobles (una o dos fibras por conector), PM (polarisation maintaining), etc.

Cada conector consta de:

- Ferrule: es el cilindro que rodea la fibra a manera de PIN.
- Body: el cuerpo del conector
- Boot: el mango

También existen conectores con el cuerpo intercambiable según la necesidad, como el **Alberino de Diamond**:



Acopladores o adaptadores (adapter, coupling, bulkhead, interconnect sleeve)

Son como pequeños tambores o cajas que reciben un conector de cada lado produciendo el acople óptico, con la mínima pérdida posible.

Se utilizan en los distribuidores, para facilitar la desconexión y cambio rápido, acoplando el pigtail que se haya empalmado al cable de fibra con el patchcord que se conecta a los equipos receptores/emisores. También se usan para conectar un tramo de fibra a los equipos de medición.

DIN



**Adaptadores Híbridos
DIN a E2000 PC**



TESIS CON
PALLA DE ORIGEN

FC



MPC

E2000 a FC/PC



SMA



E2000 a SC/PC



SC



E2000 a ST/PC



ST



Euro 2000



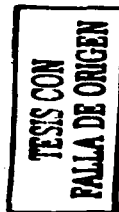
LSH y LSH-HRL

Figura 2.30 Conectores.

10. BASTIDOR Y DISTRIBUIDOR ÓPTICO.

Introducción.

Como en todos los enlaces de intercomunicación, también en los de fibra óptica se requiere de un remate final, el cual se hace en un distribuidor óptico apoyado en un bastidor los cuales se definirán a continuación.



Descripción

Estructura metálica en la cual se instalan los distribuidores ópticos y que les proporciona seguridad mecánica, eléctrica y contra intervenciones del personal no autorizado. Proporciona también el espacio adecuado para la acometida de los cables ópticos y para la salida de los jumpers hacia el equipo terminal óptico, proporcionando una fácil identificación de las unidades instaladas.

Se tienen homologados en dos tamaños: De 220 y 274 cm.

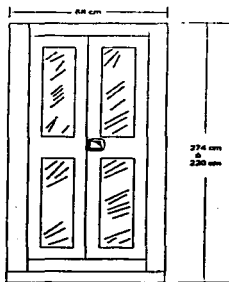


Figura 2.31 Bastidor.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Orden de ocupación para los DFO's

El orden establecido para el crecimiento, en cuanto al acomodo de los distribuidores ópticos (DFO's) se inicia de la parte superior hacia la inferior utilizando numeración romana.

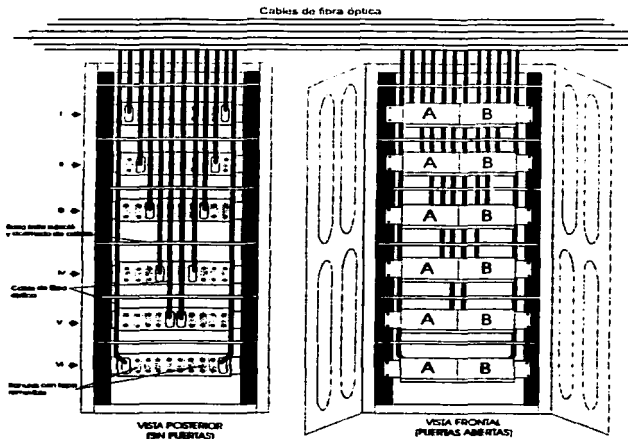


Figura 2.32 Distribuidor de F.O.

Acometida de cables al DF0.

Los cables que llegan al BDFO, para rematar en los distribuidores ópticos, deben bajar por una escalerilla portacables de aluminio.

Escalerilla portacables.

Estructura de aluminio de 30 cm. De ancho que se utiliza para resguardar del cable de F.O. y se sujeta haciendo amarres en cada peldaño, (aprox. Cada 35 cm.) con cinturones plásticos (ty wrap).

La escalerilla debe cubrirse con una tapa de aluminio que puede ser lisa o currugada. La cantidad máxima de cables por escalerilla es de 12.

DISTRIBUIDOR DE FIBRAS ÓPTICAS.

Elemento que delimita la planta exterior de la planta interior y es el punto de remate de los cables de fibras ópticas dentro de las centrales telefónicas, en el cual se alojan los empalmes de las fibras de los cables ópticos con los pigtails, los que contienen conectores FcPc en el otro extremo.

Función del DF0

El DF0 proporciona versatilidad para realizar la conexión de la red de fibra óptica con el equipo terminal óptico o bien para realizar enrutamientos a través de vías alternas.

Fijación del DF0.

El DF0 debe estar sujeto al BDFO mediante cuatro tornillos, los cables deben fijarse al chasis de la unidad tanto de la cubierta como del núcleo de tracción y en el caso de cables de usa exterior que acometan al DF0 se deberá aterrizar la pantalla del cable al DF0, el cual esta aterrizado a la barra de tierra mediante el BDFO.

Las capacidades de los DF0 con fibras de dispersión normal homologados son de 6, 12, 24, 36 y 72 fibras, y los de dispersión corrida de 12, 24 y 36, en casos especiales se han utilizado DF0's en otras capacidades.

Identificación de las F.O. en el DFO.

Para numerar las fibras se utiliza una trayectoria en forma de "Z", dividiendo en dos secciones el distribuidor, iniciando en la sección "A" de arriba hacia abajo, hasta abarcar el último para de fibras de la sección, continuando con la sección "B" con el n+1.

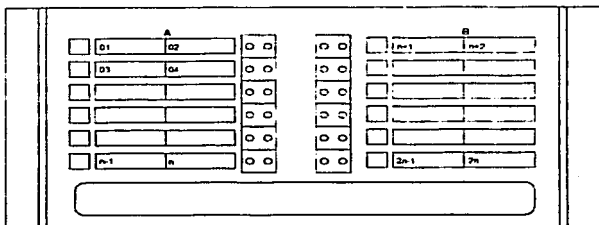


Figura 2.33 Identificación de las F.O.

Pig-tail de F.O.

Los pig-tail en el distribuidor según la dispersión de las fibra ópticas, los de color amarillo son para dispersión normal y los de color naranja son para dispersión corrida. La atenuación por empalme incluyendo conectores y adaptadores es menor a 0.5 dB.

Aterrizaje DFO al cable.

La armadura de los cables de F.O. se debe aterrizar en la barra de tierras de la fosa de cables a través del empalme terminal, de no existir empalme por no tener el cable exterior hasta el DFO, se debe realizar el aterrizaje en la fosa con la manga termocontráctil con accesorios para conexión a tierra, adicionalmente de aterrizado en el DFO con el juego de aterrizaje que contiene el distribuidor como se muestra.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

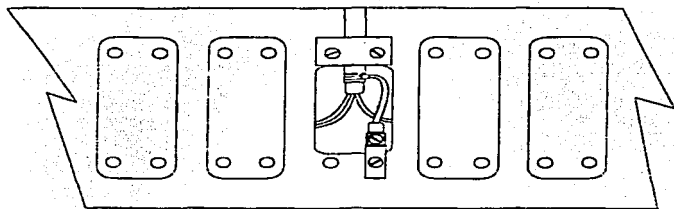


Figura 2.34 Aterrizaje de la fibra.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CAPITULO III

CIERRES Y CAJAS DE EMPALMES

140-A

CAPÍTULO 3

TIPOS DE CAJAS DE EMPALME

Tipos:

Las hay diseñadas para trabajar en pozos de visita, interiores o enterradas directamente, por lo que deberán ser altamente resistentes a la humedad, corrosión, esfuerzos mecánicos y temperaturas extremas.

De acuerdo a su estructura existen dos tipos de cajas de empalme:

- Caja cilíndrica.
- Caja rectangular.

CAJA DE EMPALMES CILÍNDRICA

El diseño de la caja de empalmes cilíndrica, consta de una o dos tapas circulares, también incluyen charolas organizadoras para el acomodo de las fibras, los accesorios necesarios para fijar el cable y una funda plástica o cubierta moldeada en forma cilíndrica.

CAJA DE EMPALMES RECTANGULAR

Este tipo de empalme, consiste en una estructura de acero inoxidable con organizadores en forma de charolas también de acero inoxidable o bien en forma de cartuchos de plástico con herrajes y cojinetes resistentes a ácidos.

Nota: En la actualidad ya no se instalan cajas rectangulares.

USO E INSTALACIÓN DEL CIERRE FOSC PARA EMPALMES DE F.O.

CONTENIDO:

- 1.-GENERALIDADES**
- 2.-OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**
- 3.-DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CIERRE**
- 3.1.-DIMENSIONES**
- 4.-COMPONENTES**
- 5.-MATERIALES Y HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN**
- 6.-TRAZO DEL CABLE**
- 7.-BLOQUEO DE HUMEDAD**
- 7.1.-ENTRADA DE UN CABLE RECTO**
- 7.2.-ENTRADA DE CABLE EN LOOP**
- 8.-INSTALACION DEL CABLE**
- 9.-BANDEJAS ORGANIZADORAS**
- 9.1.1.-ENTRADA Y ALMACENAMIENTO DE FIBRAS QUE NO SE EMPALMARAN**
- 9.2.1.- PUENTE DE FIBRAS ENTRE CHAROLAS ORGANIZADORAS**
- 10.-INSTALACION DE LA CUPULA**
- 10.1.-SELLADO TEMPORAL**
- 10.2.-SELLADO PERMANENTE**
- 11.-REENTRADA**
- 12.-INSTALACION EN POZOS**
- 13.- CONEXIÓN A TIERRA**
- 14.-PRUEBA DE HERMETICIDAD**

1.- GENERALIDADES.

El cierre es un dispositivo de protección mecánico que tiene la finalidad de proteger los cables y los empalmes de fibras ópticas de elementos externos que puedan modificar sus características mecánicas, físicas y ópticas, así mismo debe garantizar una hermeticidad a fin de que el medio ambiente no penetre al mismo, con el consecuente daño a las fibras ópticas que se encontrasen en su interior en funcionamiento o en espera de ser utilizadas.

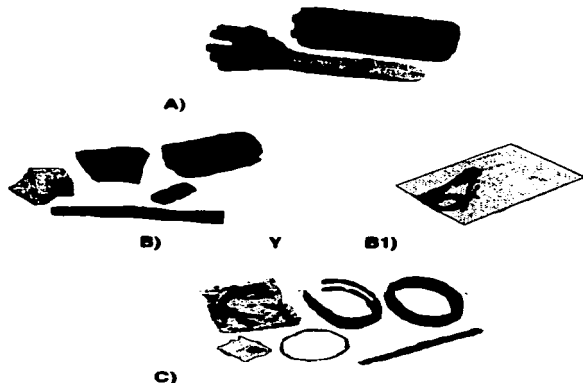
2.-OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este instructivo tiene por objeto dar a conocer como es la instalación del cierre FOSC. El cierre FOSC 100 B2 se utiliza en la realización de empalmes rectos en la fibra óptica directamente enterrada, canalizada y aérea, así como en la realización de empalmes con derivación, dado que reúne los requisitos de hermeticidad que se requieren.

3.-DESCRIPCION DEL CIERRE FOSC.

El cierre esta compuesto de tres juegos:

- A) .- Base, bandeja y cúpula
 B) y B1).- Kit para sellado de cúpula y los cables
 C) .- Componentes y accesorios



TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

El cierre combina un sistema de cierre de cables y un organizador de F.O. e incorpora una combinación de tubo contraíble y adhesivos.

El cierre posee tres entradas, dos redondas y una oval, lo cual permite realizar los empalmes con derivación, así mismo en la entrada oval pueden entrar dos cables con diámetro externo desde 12mm hasta 25mm cada uno. Cada una de las entradas redondas permite la entrada de un cable desde 5mm hasta 19mm de diámetro.

El kit Fosc 100 B2 incluye dos bandejas organizadoras para empalmes de fibra óptica con capacidad para 12 empalmes de fusión o mecánicos; usando bandejas adicionales se pueden colocar desde 24 hasta 48 empalmes de fusión o mecánicos de fibra óptica, según sea su acomodo.

La bandeja organizadora puede acomodar empalmes Tipo fusión o mecánicos y están diseñadas para colocar las fibras con una pérdida mínima.

3.1 DIMENSIONES.



Dimensiones del cierre Fosc 100B2 y 100B

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La tabla siguiente muestra los diámetros permisibles de las entradas del cierre Fosc.

FOSC	Abertura para cable	Diámetro interno	Diámetro mínimo del cable	Diámetro máximo del cable	
				Sin bloqueo	con bloqueo
100 B2	Cilíndrica (2x)	29mm	5mm	25mm	19mm
	Oval				
100 B	Cilíndrica (4x)	19mm	5mm	18mm	13mm
	Oval				
			2x12mm	2x25mm	2x25mm

4.- COMPONENTES.

Los componentes de las partes son:

A) Cierre Fosc 100 B2-Base, Bandejas acomodadoras (organizadoras) y cúpula.

B) Sellado de cables (entrada oval). –Tubo termocontractil, cinta de aluminio, autoadhesivos, clip de derivación, paño de limpieza, tira de tela abrasiva.

B1) Sellado de cúpula. –Tubo termocontractil, tira de adhesivo, tira de tela abrasiva, paño de limpieza, disecante, anillo de sellado.

C) Componentes y accesorios. –Cables de continuidad de pantalla, tubos de transporte, marcadores de identificación, cinturones plásticos, distribuidor de fibras, tubos de adhesivo, tubos termo contráctiles.

5.-MATERIALES Y HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN.

Materiales:

- Cierre Fosc 100 B2.
- Cinta vinílica.
- Soporte para cierre Fosc.

Kits complementarios:

- Fosc 100 B/TK de bandejas organizadoras.
- Fosc 100 B/H/DSK de sellado de cúpula (en caso de reintervenciones).
- Fosc 100 BITS de sellado temporal.

- Fosc 100 B/SK charola para almacenamiento de tubos holgados no intervenidos.
- Fosc 100 /LMB bloqueo de humedad para cables en LOOP.
- Fosc 100 XEG aterrizamiento externo.

Herramientas:

- Fuente de C.A. 110Va 1750 Watts.
- Pistola de aire caliente Raychem CV1981 (1460 Watts), reflector PR-12.
- Equipo de seguridad de acuerdo a normas aplicadas en Telmex.
- Tijeras y cuchillo.
- Pistola de aire caliente Raychem CV-5300
- Herramienta de mano: destornillador, sierra, pinzas de corte, segueta.
- Cortador de tubos holgados.

6.-TRAZO DEL CABLE PARA EMPALMES RECTOS

Para realizar el trazo del cable para empalmes rectos se deben de realizar las siguientes operaciones:

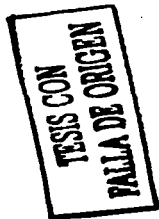
6.1- Limpiar el cable con un trapo y deslizar el tubo termocontractil por el extremo.

6.2- Retire 130 cm de la cubierta y de las pantallas metálicas.

a).-Retire la cubierta interior del cable de 12mm por encima del corte de la cubierta exterior.



Fig. 6.1 y 6.2



6.3-Corte 25mm en la cubierta del cable.

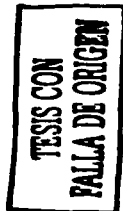
a).-Coloque el clip de continuidad en el corte efectuado y apriételo firmemente con una pinza o alicates.

**Fig.6.3**

6.4-Corte y retire el núcleo central dejando solamente 228mm a partir del corte de la cubierta exterior del cable.

**Fig.6.4**

6.5-Corte y retire los tubos holgados, dejando 76mm de tubo holgado. Limpiar las fibras expuestas, el núcleo y 152mm de la cubierta exterior del cable. Para la entrada de un cable en Loop.

**Fig.6.5**

7.-BLOQUEO DE HUMEDAD.

Existen dos formas de realizar el bloqueo de humedad y estas son:

- 7.1-Entrada de un cable recto.
- 7.2-Entrada de un cable en Loop.

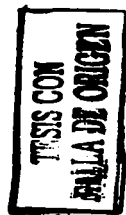
7.1.-ENTRADA DE UN CABLE RECTO

Cable de una entrada.- Para realizar el bloqueo de humedad del cable es necesario realizar los siguientes pasos:

- 7.1.6.-Instale los tubos de adhesivo de acuerdo a la siguiente secuencia:
- a)-Los tubos de adhesivo morado deberán de ser colocados alrededor del núcleo central y de la conexión de continuidad.
 - b)-Los tubos de adhesivo blanco deberán de ser colocados sobre cada uno de los tubos holgados.
 - c)-Mantenga el adhesivo lo mas cerca posible de la cubierta exterior del cable.



Fig.7.1.6



7.1.7-Instale los tubos de transporte sobre cada tubo holgado. Deslice los tubos de transporte de 12mm, (aproximadamente a la mitad del tubo de adhesivo).



Fig.7.1.7

7.1.8-Coloque los marcadores para identificación de los tubos holgados en cada tubo de transporte, siguiendo la secuencia de colocación, esto es, el # 1 sobre el tubo rojo, el # 2 sobre el tubo azul y en el sentido de las manecillas del reloj los números 3,4,5 y 6 cada uno de los tubos blancos.

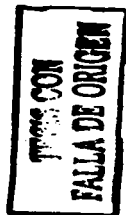


Fig.7.1.8

7.1.9-Limpie con el paño de limpieza de 50 a 75 mm hacia abajo del corte de la cubierta exterior del cable. **NOTA:** no usar gasolina por ningún motivo.



Fig.7.1.9



7.1.10- Lije el área recién limpiada con la tira de tela abrasiva.



Fig.7.1.10

7.1.11- Realice una marca a 25mm hacia abajo del corte de la cubierta exterior del cable.



Fig.7.1.11

7.1.12- Alinee el tubo termocontráctil con la marca efectuada anteriormente en el cable. Se debe de asegurar que existan 25 mm con adhesivo sobre la cubierta exterior del cable, la que corresponde a la del tubo termocontráctil.



Fig.7.1.12

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7.1.13- Los tubos de transporte, el núcleo central y el clip de continuidad se deben de juntar con un cinturón plástico.



Fig.7.1.13

7.1.14-Comience a aplicar calor al tubo termocontráctil por la parte inferior del mismo con la pistola de aire caliente CV-3500; Continuar aplicando calor hasta que el tubo termocontráctil este contraído y se visualice el adhesivo fluyendo alrededor de la cubierta del cable.

Nota: Nunca aplique calor directamente a los tubos de transporte.

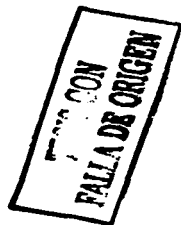


Fig.7.1.14

7.1.15- Continúe aplicando calor hasta que los adhesivos blanco y rojo fluyan y el adhesivo morado sea visible en el centro del bloqueo. Es muy importante seguir aplicando calor hasta que el adhesivo rojo se mezcle con el adhesivo blanco, no importando que el tubo este contraído.



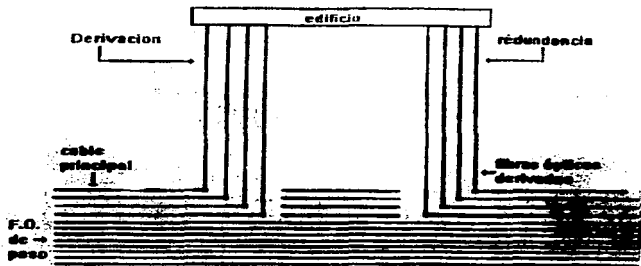
Fig.7.1.15



7.2- ENTRADA DE CABLE EN LOOP.

En el caso de una entrada en Loop en medio del cable se debe hacer un bloqueo humedad; en los tubos holgados que queden sin cortar, estos deberán ser acomodados bandeja apropiada. El kit SK contiene dos mangas termocontráctiles al efectuar el bloqueo de humedad.

La entrada de un cable en Loop se utiliza cuando se requiere hacer empalmes derivación y no se necesitan empalmar todas las fibras ópticas del cable principal únicamente las que se necesitan para la derivación. La figura siguiente lo ejemplifica.



Cable principal con derivación
Fig.7.1.2

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Para realizar el bloqueo en este tipo de entrada se debe de realizar los siguientes pasos:

7.2.1 Corte y retire 2.8 mts de cubierta exterior del cable y pantalla metálica. Retire la cubierta interior del cable hasta 12 mm por encima de la cubierta exterior; en el caso que exista pantalla metálica efectúe un corte adicional de aproximadamente 25 mm cubierta exterior del cable.

7.2.2 Posicione el clip del cable de continuidad en el corte efectuado apriételo firmemente con una pinza o alicates. Prepare el núcleo central como se indica en los puntos 6.3 y 6.4.

7.2.3 Identifique los tubos holgados que contengan las fibras ópticas que serán conectadas a la derivación y córtelos en la mitad.

- a) Se acomodarán en la bandeja metálica ubicada en la parte inferior de la primera bandeja los tubos holgados que queden sin utilizar en el campo.
- b) Las fibras del lado de la oficina central deberán ser preparadas; corte y retire con cuidado los tubos de holgados dejando 76 mm del mismo.

7.2.4- Prepare los tubos holgados, los de transporte, adhesivos y cable como se indica en el punto 6.5 y los puntos 7.1.6 al 7.1.11.

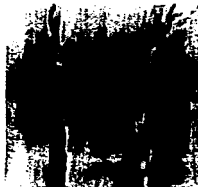


Fig.7.2.4

7.2.5- Instale la manga termocontráctil sobre los tubos de adhesivos alineándolos con la marca de 25mm efectuada en la cubierta del cable.



Fig.7.2.5

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

7.2.6- Comience a aplicar calor a la manga termocontráctil con la pistola de aire caliente, como se indica en los puntos 7.1.14 y 7.1.15



Fig.7.2.6

7.2.7- Aplique extra calor en la zona de la varilla metálica; con elemento sólido haga presión sobre la varilla de cierre metálica para asegurarse que está haciendo contacto completo con la manga.

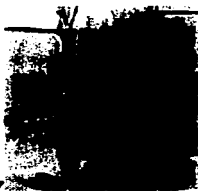


Fig.7.2.7

7.2.8- Permita que la manga termocontráctil se enfríe a la temperatura ambiente y luego retire la varilla metálica separándola con un cuchillo.



Fig.7.2.8

TEXT CON
FALLA DE ORIGEN

7.2.9- Una vez realizado este paso el sistema de bloqueo de humedad esta terminado.

Nota: Por ningún motivo mueva los cables o los tubos hasta que la manga este completamente fría.



Fig.7.2.9

INSTALACIÓN DEL CABLE

Para realizar la instalación del cable en forma correcta dentro del cierre Foc es necesario efectuarlos como se indica a continuación:

8.1- El sistema del cierre posee una entrada oval y dos redondas; para instalar el cable se deberá cortar primero el extremo de la entrada oval con una sierra.

a) Retire después la rebaba del interior de la entrada oval.

8.2- Para asegurarse que los tubos holgados no sufran daño, es necesario utilizar una herramienta que no tenga un radio de curvatura mayor al de los tubos y evitar dañarlos al introducirlos por la entrada oval del cierre Foc.



Fig.8.2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

8.3- Limpie 2mts de la cubierta del cable con un paño limpio. Deslice el tubo para sellado de la entrada oval a través de los cables y coloque el extremo del tubo sin pintura verde hacia la base del cierre Fosc. A'



Fig.8.3

8.4- Deslice los cables a través de la entrada oval. Coloque los cables para que el bloqueo de humedad quede alineado con la entrada de cables en el interior de la base.



Fig.8.4

8.5- Para asegurar el núcleo central, afloje la tuerca correspondiente, sujete el núcleo central y ajuste la tuerca. Corte el exceso del núcleo.



Fig.8.5

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

8.6- Para conectar la continuidad de pantalla, afloje la tuerca correspondiente, coloque el clip de continuidad de pantalla y ajuste nuevamente la tuerca.



Fig.8.6

8.7- Usando un paño de solvente, limpie la entrada oval de la base del cierre, limpie también el cable 150 mm por debajo del borde de la entrada oval.



Fig.8.7

8.8- Lije la entrada oval y la cubierta exterior del cable circunferencialmente(en la misma zona que se efectuó la limpieza) con la tela abrasiva. Retire el polvo con un trapo limpio y seco.



Fig.8.8

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

8.9- Coloque el tubo termocontráctil sobre la entrada oval y el cable. Realice una marca sobre los cables donde termina el tubo. Haga una segunda marca a 5mm hacia la base del cierre e instale la cinta de aluminio auto adhesivo a partir de la segunda marca. Alise el aluminio para evita posibles daños que puedan causar las partes filosas al tubo termocontráctil.



Fig.8.9

8.10- Instale el tubo termocontráctil en la entrada oval. Instale el clip de derivación asegurándose que este haga tope con el borde del tubo. Asegúrese que el extremo sin pintura verde este colocado hacia la A base y haga tope con el cierre.



Fig.8.10

8.11- Comience a contraer el tubo termocontráctil comenzando por la zona de la base cierre, con la pistola de aire caliente CV 1981. Contraiga el tubo hasta la pintura termo cromática indicadora verde se vuelva negra.



Fig.8.11



8.12- Caliente hasta que el tubo se contraiga sobre los cables y la pintura termo cromática verde se convierta en negra. Caliente posteriormente el clip en ambos lados hasta que el adhesivo muestre un flujo adecuado entre los 2 cables. Espere hasta que el tubo se enfríe a temperatura ambiente antes de aplicar esfuerzo alguno o mover los cables.



FIG.8.12

9. BANDEJAS ORGANIZADORAS

Para la correcta utilización y posicionamiento de las bandejas organizadoras es necesario seguir la secuencia siguiente:

9.1- Posicione el sistema del cierre cerca de la máquina para efectuar los empalmes de las Fibras Ópticas y asegúrelo firmemente.

9.2- Cada bandeja organizadora puede acomodar hasta 12 empalmes de Fibra Óptica del tipo de Fusión.

a) Del tipo Mecánicos, de acuerdo a sus características pueden acomodarse 60 12.

b) Cada lado de la bandeja puede sujetar como máximo 3 tubos de transporte. Retire la tapa de la bandeja inferior y utilice el soporte plástico para soportar bandejas adicionales.

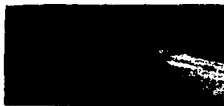


Fig.9.2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

9.3- Ubique el primer grupo de tubos de transporte en la bandeja inferior y aliníelos con la bandeja. Efectúe una marcación en cada tubo a 12 mm pasando por la zona de conexión de los cinturones plásticos, colocados a los lados de la Bandeja Organizadora.



Fig.9.3

9.4- Corte los tubos de transporte con cuidado marca efectuada previamente y asegure los a la bandeja con 2 abrazaderas plásticas.

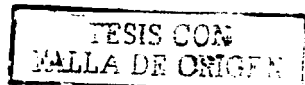


Fig.9.4

9.5- Acomode las fibras alrededor de la bandeja hasta que estén listas para realizar los empalmes deben de realizar los empalmes una vez que las fibras ópticas estén listas, con esto se evita e que acomodarlas y después tener que sacarla realizarlos, con el consecuente riesgo de romperlas o dañarlas.



Fig.9.5

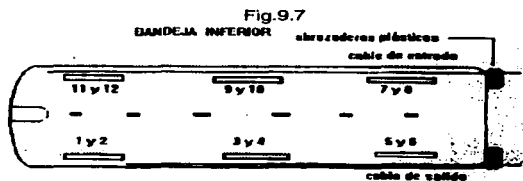


9.6- Comience a efectuar los empalmes a p- la bandeja inferior; sostenga las b- adicionales con el soporte plástico para evitar que interfieran con el trabajo. En caso que no se requieran utilizar las bandejas superiores, estas se pueden retirar.



Fig.9.6

9.7- Comience a efectuar los empalmes y acomodarlos como se indica en la Figura siguiente.



Secuencia de acomodo de empalmes en las bandejas del cierre Fosc.

9.8- Acomode el sobrante de las fibras ópticas o las fibras ópticas no empalmadas en las estaciones de la bandeja de acuerdo a como lo indica la Figura.



Fig.9.8

**DESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

9.9- Cada estación de la bandeja posee 2 abrazaderas para sostener el empalme; estas pueden reacomodarse de acuerdo al tipo de empalme a realizar.



Fig.9.9

9.10- En cada estación se acomodan hasta 2 empalmes tipo fusión o mecánicos con las respectivas cubiertas protectoras.

9.11- Una vez realizados los empalmes, instale la cubierta plástica transparente en cada bandeja.



Fig.9.11

9.12- Asegure las cubiertas plásticas con la cinta velcro alrededor de las bandejas.



Fig.9.12

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

9.13- En caso que sea necesario utilizar bandejas adicionales, se deberán de alinear los conos de las bandejas con los agujeros del soporte de la base. Apriete los conos de la bandeja para centrados en el soporte de la base mas fácilmente y luego deslícelos a través de los agujeros.



Fig.9.13

9.1.1. ENTRADA, Y ALCMACENAMIENTO DE FIBRAS QUE NO SE EMPALMARAN.

Si en la instalación del cierre Foec se necesita una entrada de cable del cuál no se intervendrán todas las fibras, la bandeja metálica para loop de fibra deberá ser colocada por debajo de la primera bandeja organizadora.

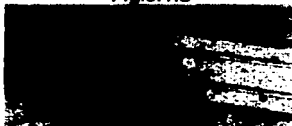
9.1.2- Para instalar la bandeja metálica primero deberán de ser removidas las bandejas organizadoras. Presione la parte de la bandeja que se fija a la base y deslícela separándola de la base.



Fig.9.1.2

9.1.3- Para montar la bandeja metálica se deberán linear en los orificios de fijación de la base. Para su fijación se utilizan los tronillos y tuercas del conjunto.

Fig.9.1.3



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

9.1.4 Reinstale las bandejas organizadoras a la base. Aline los brazos de las bandejas en los orificios del soporte de la base. Presione los brazos de la bandeja y deslícela dentro del soporte.



Fig.9.1.4

9.1.5.- Para almacenar los tubos holgados que no se van a intervenir, introduzca las fibras y los tubos holgados a través del puerto oval del cierre. Evite dañar los tubos respetando los radios de curvatura del cable O introdúzcalos en tubos de transporte y después colóquelos.

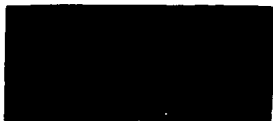


FIG.9.1.5

9.1.6- Fije y asegure el cable como se indica en los puntos &1 al &12.



Fig.9.1.6



9.1.7- Coloque los tubos holgados y asegure el cable con cinturones plásticos.

NOTA: El loop de los tubos holgados se repartirá a todo lo largo de la bandeja metálica y dentro de la base.

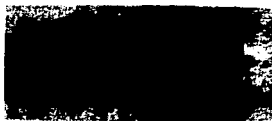


Fig.9.1.7

9.1.8- Cuando se intervenga a futuro una fibra que no se había empalmado anteriormente, identifique el tubo holgado y las fibras a ser cortadas.

9.1.9- Realice un corte, con la cortadora de tubo holgado, y remueva el tubo holgado dejando 762 mm a partir del bloqueo de humedad.

9.1.10- Después del limpiado, introduzca las fibras en el tubo de transporte y deslícelo sobre el tubo holgado.



Fig.9.1.10

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

9.1.11- Sujete el tubo de transporte a la bandeja organizadora, como se indica en los puntos 9.2 al 9.5



Fig.9.1.11

9.1.12- En el caso en que no todas las fibras van a ser empalmadas, el tubo de transporte se deberá de cortar a 10 largo para introducir en él las fibras que no se cortaran. El tubo es instalado y sujeto a la charola como se describe en los puntos del 8.1 al 8.12 las fibras que no se empalmaran serán colocadas en la misma charola que las fibras empalmadas.

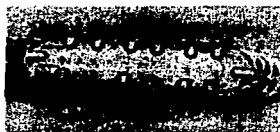
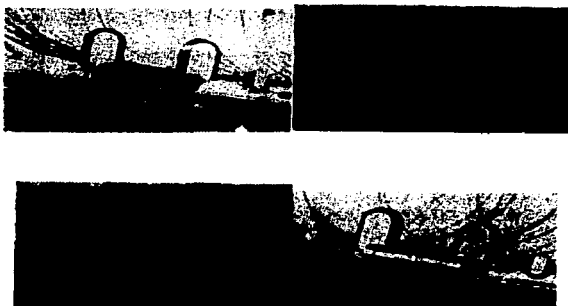


Fig.9.1.12

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Las figuras siguientes muestran la forma de acomodar los diferentes tipos de empalmes:



9.2.1 PUNTEO DE FIBRAS ENTRE CHAROLAS ORGANIZADORAS.

Para facilitar la identificación, cada empalme de cable en derivación tendrá signada una charola, por lo tanto, cuando sea necesario empalmara fibras que estén colocadas en diferentes charolas organizadoras se deberá realizar un puenteo de una O varias fibras entre charolas y colocar el empalme en la charola deseada. Se efectúa de la siguiente forma:

9.2.2- Colocar una etiqueta de identificación de puenteo en el tubo de transporte.

9.2.3- Introduzca las fibras que se van a empalmar dentro del tubo de transporte.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

9.2.4- Asegurar una terminación del tubo de transporte para el puenteo a la charola organizadora con dos cinturones plásticos. Si en esta misma posición existe un tubo de transporte, remueva el cinturón de plástico que lo sujeta. Solo un cintillo plástico puede ser removido al tiempo para evitar el desacomodamiento de los tubos de transporte existentes.

9.2.5- Pase el tubo de transporte del puenteo por debajo de la base de montaje de las charolas.

9.2.6- Dirija el tubo de transporte y asegúrelo a la charola con un cintillo plástico en las posiciones hechas para este fin.

9.2.8- Realice los empalmes con las fibras y colóquelos en las posiciones deseadas.

10. INSTALACIÓN DE LA CÚPULA

El sellado de la cúpula se puede realizar en dos formas diferentes, de acuerdo a las necesidades APRA las que se requiera el cierre, estas son:

10.1-Sellado temporal

10.2-Sellado permanente

10.1 SELLADO TEMPORAL

La colocación del sello en forma temporal se requiere cuando no se realizaran los empalmes el mismo día que se instale el cierre, no se cuenta con la herramienta y equipo necesario para efectuarlos en ese mismo momento o no se pueden realizar las mediciones de atenuación de los empalmes ese mismo día; para realizarlo hay que efectuar los siguientes pasos.

10.1.1- Introduzca la manga de goma plástica elástica alrededor de la base pasando por la parte donde se juntan la base y la cúpula.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

10.1.2- Deslice la cúpula hacia la base. Alíne la cúpula con la base de tal manera que coincida el endentado de la base y la cúpula. Instale el anillo metálico alrededor de la base sobre la posición de sujeción transitoria entre la cúpula y la base.



Fig.10.1.2

10.1.4- Deslice el anillo de goma elástica sobre la unión de la cúpula y la base.



Fig.10.1.4

10.1.5- Instale la abrazadera metálica sobre la manga y asegúrela en la posición correcta.

**YESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

NOTA: La utilización del sello temporal no debe de exceder de 2 a 3 días instalado.



Fig.10.1.5

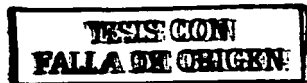
10.2 SELLADO PERMANENTE

Para la colocación de la cúpula en forma permanente se requiere efectuar las siguientes operaciones:

10.2.1- Coloque la bolsa con disecante, que viene en el kit, encima de la bandeja superior asegurándola con la cinta velcro.



Fig.10.2.1



10.2.2- Deslice con precaución la cúpula del Fosc hacia la base. Alinee las marcas blancas de la cúpula y la base. Instale el anillo de transición manteniendo la base y la cúpula juntos. El anillo deberá ser introducido completamente en la zona de transición.

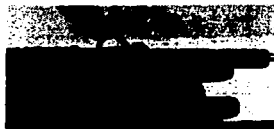


Fig. 10.2.2

10.2.3- Limpie los lados de la cúpula y de la base en la zona de transición con el paño de limpieza.

Nota: No usar por ningún motivo gasolina.



Fig. 10.2.3

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

10.2.4- Lije circunferencialmente en la zona previamente limpiada de la transición de la base y la cúpula con cinta de tela abrasiva. Retire el polvo con trapo seco y limpio.



Fig.10.2.4

10.2.5- Retire la cubierta protectora del centro de la tira de adhesivo del sello de la cúpula.

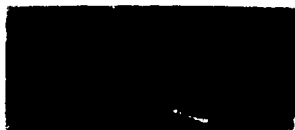


Fig.10.2.5

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

10.2.6- Coloque el adhesivo de sellado de la cúpula-base con la cinta en el centro de la zona de sellado.



Fig.10.2.6

10.2.7- Coloque el tubo termocontráctil alrededor de la zona de transición de la base y la cúpula. Comience a contraer el tubo termocontráctil con la pistola de aire caliente CV 1981. contraiga el tubo hasta que la pintura termo cromática indicadora verde se tome negra.



Fig.10.2.7

10.2.8- Espere hasta que se enfríe a la temperatura ambiente la manga antes de aplicar esfuerzo alguno o mover los cables.



Fig.10.2.8

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El domo posee una válvula de presión para checar la hermeticidad. Se puede aplicar una presión máxima de 6psi (42kpa) durante 15 minutos como máximo. Si se realiza la prueba de hermeticidad, elimine la presión interna luego del ensayo. Siempre verifique que la válvula este completamente ajustada, se haga o no la prueba.

11. REENTRADA

Para realizar una reentrada en el sistema del cierre Fosco, se requieren realizar los siguientes pasos:

11.1- Corte completamente el tubo termocontráctil en la zona de la unión de la base y la cúpula. Tenga cuidado de no cortar la base o la cúpula.



Fig.11.1

11.2- Retire el tubo termocontráctil con una pinza o alicates. No es necesario retirar el adhesivo, este se derretirá y se mezclará con el nuevo adhesivo del sello a instalar.



Fig.11.2



11.3- La cúpula podrá ser instalada de acuerdo a lo descrito en el punto 9. para esto se requerirá utilizar el kit 100 B/H/DSK. Este kit está homologado pero no tiene número de catalogo.

El Kit contiene los siguientes accesorios:

- a) Tubo termocontraible
- b) Tira de la tela abrasiva
- c) Tira de adhesivo
- d) Paño de limpieza
- e) Disecante
- f) Anillo de sellado

Proteja la base y la cúpula de suciedad, humedad u otros contaminantes. Revise la base y la cúpula antes de efectuar la reinstalación, estas deben de estar libres de cortes y grietas.

12. INSTALACIÓN EN POZOS

Pozos Prefabricados: La colocación del cierre Fosc en los pozos prefabricados de larga Distancia deberá de ser en el centro del mismo, en la parte central que el cable de Fibra Óptica acomodado conforme la Figura 8, procurando que la válvula para verificar la hermeticidad quede hacia abajo.

Pozos Normalizados: La colocación en este tipo de pozos se deberá hacer utilizando el soporte para el cierre que está homologado.

13. CONEXIÓN A TIERRA.

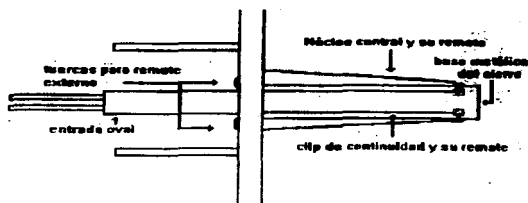
Cuando en el proyecto se indique la toma de tierra en la instalación de los enlaces de Fibra Óptica tiene que hacerse en base a las Normas de Ingeniería y debe ser de \leq a 50 ohms.; y debe conectarse al tornillo que para tal caso viene en la cubierta de del cierre.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 1) Las pantallas de los cables pueden ser fijadas y aterrizadas conjuntamente y/o el cierre tiene la facilidad de aislar las pantallas individualmente.
- 2) Para la ubicación de la Protección a tierra de los enlaces de Fibra Óptica, deberá de consultarse las Normas de Ingeniería al respecto.

Para efectuarlo hay que realizar los siguientes pasos:

1. Afloje y remueva el tornillo de la base y coloque el conector de continuidad de pantalla alineándolo con el orificio, coloque la rondana y ajuste el tornillo nuevamente.
2. La base del Fosc tiene los puntos de conexión del aterrizamiento externo. Ver Figura siguiente.



Fijación común de pantalla sin aterrizamiento externo.

**TESIS CON
FOLLA DE ORIGEN**

14. PRUEBA DE HERMETICIDAD.

La prueba de hermeticidad del cierre FOSC se realiza de la forma siguiente:

- a) Se inyecta aire seco aplica una presión constante, verificada con una válvula reguladora de 6 psi durante 15 minutos por la válvula que posee el cierre en el domo.
 - b) Durante ese lapso de tiempo el cierre debe permanecer sumergido en agua.
 - c) Se verifica visualmente que el cierre no posea fugas externas.
 - d) Se checa la presión del interior del domo con un manómetro; la presión del interior no debe de ser menor a 4 o 4.5 psi., dado que en la medida se pierden de 1.5 a 2 psi por cada medición que se realice.
 - e) Si la presión, después de este tiempo, es menor a la indicada hay evidencia de fuga en el cierre, la cual después de verificar que no es por la cubierta, se determina que es por el Bloqueo de Humedad.
- Las pruebas ópticas se deberán de realizar de acuerdo al Protocolo # 9.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

USO E INSTALACIÓN DEL CIERRE STEWING PARA REDES CON CABLES DE FIBRA OPTICA.**CONTENIDO**

- 1.- GENERALIDADES
- 2.- OBJETIVO
- 3.- CAMPO DE APLICACIÓN
- 4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CIERRE
- 4.1.- DIMENSIONES DEL CIERRE
- 4.2.- COMPONENTES DEL CIERRE
- 5.- MATERIALES Y HERRAMIENTAS
- 6.- TRAZO Y PREPARACIÓN DEL CABLE
- 6.1.- TRAZO DE CABLE
- 6.2.- PREPARACIÓN DEL CABLE
- 7.- PREPARACIÓN DE LAS TAPAS LATERALES
- 8.- FIJACIÓN DEL CABLE Y DE LA CONTINUIDAD DE TIERRA EN EL INTERIOR DEL CIERRE
- 9.- ACOMODO DE LOS TUBOS HOLGADOS Y DE LOS EMPALMES
- 10.- CERRADO DEL CIERRE
- 11.- REENTRADA DEL CIERRE
- 12.- ENTRADA DE UN CABLE EN LOOP
- 13.- PRIMERA DERIVACIÓN EN EL CIERRE
- 14.- ACOMODO DEL TUBO HOLGADO Y REALIZACIÓN DE EMPALMES
- 15.- SEGUNDA DERIVACIÓN DEL CIERRE
- 16.- TERCERA DERIVACIÓN DEL CIERRE
- 17.- DERIVACIONES ADICIONALES
- 18.- INSTALACION DE CABLES A.T.T. Y ALCATEL
- 19.- CONEXIÓN DE TOMA DE TIERRA DEL CIERRE
- 20.- PRUEBA DE HERMETICIDAD

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1.-GENERALIDADES

Actualmente la infraestructura de Telmex de redes de fibra óptica, zonales, troncales, y sectoriales adolece de una diversidad en los materiales que se utilizan para su construcción, tal es el caso de L.D., la cual cuenta con materiales de A.T.T., ALCATEL y de TELMEX; por lo anterior, se busca homogeneizar los materiales que deben de utilizarse, que a la vez se cumpla con los requerimientos de todas las áreas usuarias, que sean fáciles de manejar e instalar, sin requerir de equipos adicionales y que cumplan con los estándares de calidad.

2.-OBJETIVO

Proporcionar una guía al personal dedicado a la instalación, supervisión y mantenimiento para aplicar la norma de construcción, "Uso e instalación del Cierre Stewing en Redes de Fibra Óptica", así como los materiales, herramientas y equipos asociados para su correcto uso e instalación.

3.-CAMPO DE APLICACIÓN

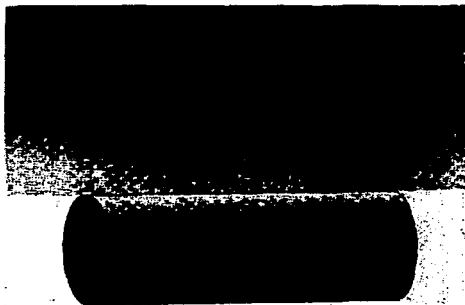
La presente norma de construcción se debe de utilizar en la instalación de cierres de empalmes, rectos y con derivación, así como para las redes ópticas flexibles (ROF), enlaces zonales, tróncales Y DE L.D. Su uso esta homologado, para todo tipo de redes de fibra óptica.

4.-DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CIERRE

Descripción

El cierre mecánico para fibras ópticas esta compuesto de tres partes fundamentales:

- a) Tubo de cierre de empalme
- b) Tapas laterales
- c) Cuerpo de cierre.

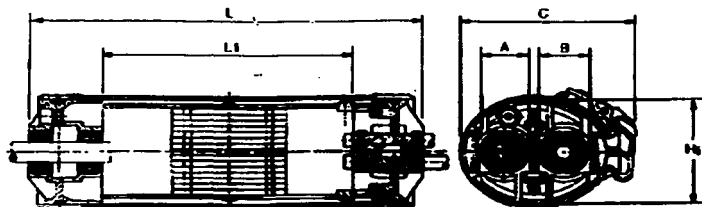


Cuerpo del cierre
Fig.4



4.1.-DIMENSIONES DEL CIERRE

Fig.4.1



Medidas en mm

Longitud total	Ancho máximo	Longitud interior	φ interior	Entrada φ A	Sencilla φ B	Adaptador φ A	Doble φ B
T.	C	L1	III	1 x	1 x	2 x	2 x
490	215	310	145	13 - 51	13- 51	13 - 25	13- 25

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2.-COMPONENTES DEL CIERRE

El juego básico del cierre esta integrado de las siguientes partes.

- 1.-Tubo del cierre de empalme.
- 2.-Tapas laterales
- 3.-Barras de sujeción. (la inferior con tornillo para tierra).
- 4.-Tensores del cierre.
- 5.-Instructivo de instalación del proveedor.
- 6.-Juego de accesorios.
- 7.-Juego de accesorios para F.O. (Tapones ciegos, cinta selladora, etc.)
- 8.-Fijación a la pared.
- 9.-Charolas de empalme



5.-MATERIALES Y HERRAMIENTAS**5.1.-Los materiales a utilizarse son:**

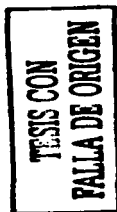
- 1.-Cierre de empalme.
- 2.-Accesorios para una derivación.
- 3.-Juego de accesorios para 2 derivaciones.
- 4.-Charola adicional.
- 5.-Cinta adhesiva color negro
- 6.-Limpiador de cables rellenos.

5.2.-LA HERRAMIENTA A UTILIZARSE:

- 1.-Cortadora de tubo holgado.
- 2.-Cortadora longitudinal de tipo holgado Siecor, para cable Conducel.
- 3.-Cortadora longitudinal de tubo holgado Alcatel, para cables Alcatel.
- 4.-Cortadora longitudinal de tipo holgado A.T. & T., para cables A.T. & T.
- 5.-Peladora de fibra óptica.
- 6.-Cinta métrica.
- 7.-Tijeras y navaja.

5.3.-EL EQUIPO A UTILIZARSE PARA REALIZAR LOS EMPALMES ES:

Empalmadora de fusión.
O.T.D.R.
Planta de luz.
Manguitas SMUV Tipo NTA 182.
Teléfonos ópticos.
Empalmes Mecánicos Fibertook-II 250-250.
Fuente de luz .



6.-TRAZO PREPARACIÓN DEL CABLE PARA EMPALMES RECTOS

Antes de proceder a realizar el trazo del cable, es necesario abrir el cierre en el caso en que este viniera cerrado, para hacerlo se siguen los siguientes pasos:

- a).- Con un desarmador, quite primero los tensores chicos.
- b).- Quite el tensor grande, con un desarmador.
- c).- Retire el cuerpo del cierre del tubo del cierre de empalme.
- d).- Quite la barra superior de sujeción.

Una vez efectuado lo anterior, el cierre se encuentra listo para la intervención.

6.1.-TRAZO DE CABLE

La preparación del cable para efectuar empalmes rectos, se debe de efectuar en la forma siguiente:

6.1.1.- Efectuar una marca en los cables de 3mts. a partir de la punta. Retirar el polvo de los cables y efectuar una marca a 50 cms. de la marca de los 300cms.

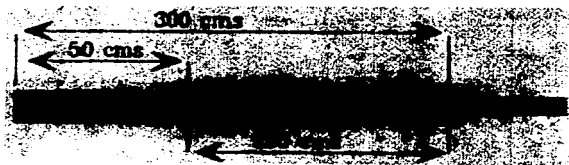


Fig.6.1



6.1.2.- Pelar la cubierta de los cables desde la punta hasta la marca de los 50 cms.

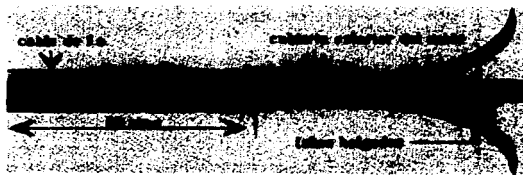
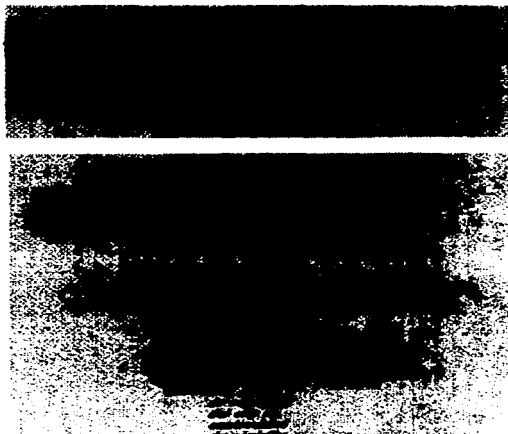


Fig.6.1.2

6.1.3.- Conectar la continuidad de pantalla, colocando el clip entre la pantalla de acero y la cubierta hasta sentir un ligero tope, apretándolo fuertemente.

Fig.6.1.3



6.2.-PREPARACIÓN DEL CABLE

1.- Limpiar la cubierta del cable en el sector de sellado, aproximadamente 15cms. de la marca de 2.50 mts, con la toalla limpiadora.



Fig.6.2

6.2.2.- Medir el diámetro del cable con una cinta métrica, o con la plantilla provista en el instructivo de instalación del proveedor, el cual viene en cualquier cierre que se entrega.



Fig.6.2.2



6.2.3.- Retirar los anillos de las tapas laterales y determinar la cantidad de cinta selladora a colocar en el cable, a la siguiente tabla.



ϕ del cable la F.O. (mm)	Cantidad de anillos a eliminar	Longitud de la cinta selladora (cms)	
12	Ninguno	28	
13		26	
14		24	
15		22	
16		20	
17		18	
18		17	
19		15	
20		14	
21		13	
22		1	35
23			32

Figuras 6.2.3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.2.4.-Cortar la cantidad de cinta selladora, estirarla varias veces. Limpiar la cinta con un trapo seco para eliminar el polvo.

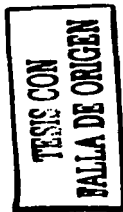


Fig. 6.2.4

6.2.5.-Marcar en el cable los puntos donde se colocaran las cintas selladoras en el instructivo de instalación provisto con el cierre por el proveedor, se adjunta la plantilla para determinar los puntos de colocación de las cintas. Se deben de instalar dos cintas por cada cable. El marcado del cable debe de iniciarse a partir de la marca de los 2.50mts.



Fig.6.2.5



6.2.6.-Colocar las cintas selladoras en los puntos indicados en el cable. Enrolle fuertemente las cintas comenzando con el lado puntiagudo dirigido hacia el cierre. Se debe de terminar la colocación de la cinta selladora como se indica en las figuras siguientes:

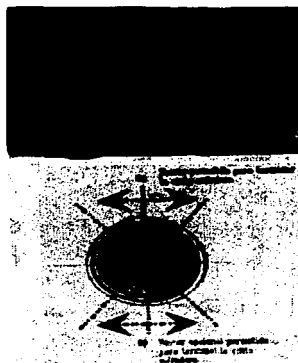
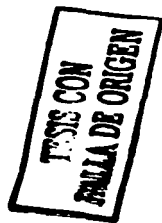


Fig.6.2.6



6.2.7.-Asegurar la cinta selladora con una cinta adhesiva delgada.

7.-PREPARACIÓN DE LAS TAPAS LATERALES DE SELLADO DEL CIERRE

Una vez concluidas las operaciones de trazo y preparación del cable, se procederá a la preparación y colocación de las tapas laterales del cierre, de acuerdo a los siguientes pasos:

- 7.1.-Se retiran los 2 tornillos que sujetan las dos caras de las tapas.
- 7.2.-Se retiran la cantidad de anillos selladores de la entrada, de acuerdo a lo indicado en la tabla de los diámetros de la F.O.

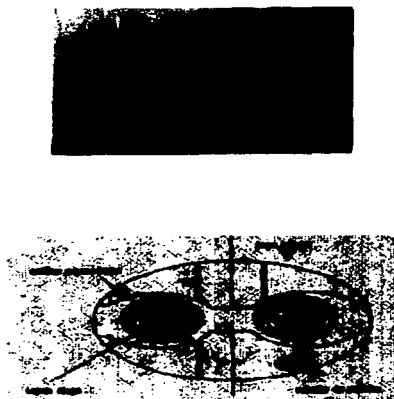
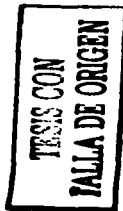


FIG.7



7.3.-Coloque el cable sobre la entrada . Se debe cuidar que la cinta selladora colocada sobre el cable quede en la posición correcta, la cual se muestra en las figuras anteriores a este punto.

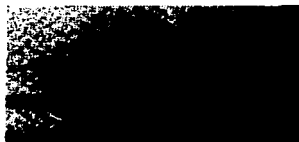
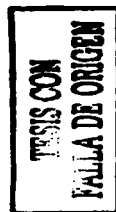


Fig.7.3

7.4.- Coloque los tapones ciegos en las entradas sin utilizar. En las entradas sin utilizar no se deben de eliminar anillos.



Fig.7.4



7.5.- Coloque el empaque de las tapas laterales. Los topes de los empaques deben de quedar en el lado opuesto al cerrado del cierre.

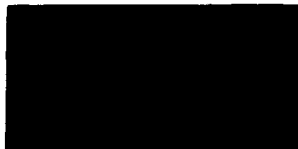


Fig.7.5

7.6.- Cierre las tapas laterales, apretando en forma diagonal los tornillos hasta sentir un ligero tope. No es necesario ningún torque especial. Los mismos pasos se siguen para ambas tapas laterales.

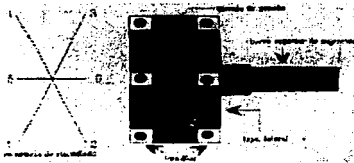
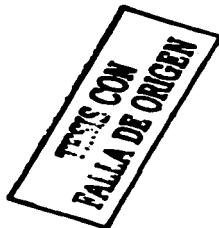


Fig.7.6



8.-FIJACIÓN DEL CABLE Y DE LA CONTINUIDAD DE TIERRA EN EL INTERIOR DEL CIERRE.

Una vez que se han fijado los cables en las tapas laterales, es necesario fijar el cable en el interior del cierre y efectuar el aterrizaje de la continuidad de pantalla lo cual se efectúa de la forma siguiente :

8.1.-Corte el núcleo de tracción dieléctrico del cable.

8.2.-Realice el aterrizaje de la continuidad de pantalla, fijando esta en el tornillo que esta en la barra inferior de sujeción como se indica en la figura siguiente:

FIG.8.2



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

9.-ACOMODO DE LOS TUBOS HOLGADOS Y DE LOS EMPALMES

Para efectuar el acomodo y los empalmes, se efectúa lo siguiente:

a).-Se desprenden las charolas de empalme, aflojando los tornillos que la sujetan.

Efectuados los pasos anteriores y dado que es un empalme recto, los tubos holgados y la fibra se podrán acomodar en la forma siguiente:

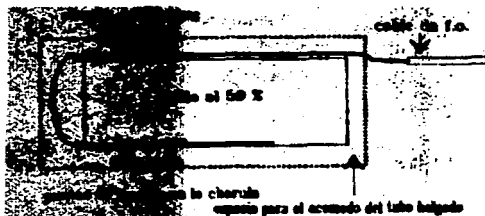
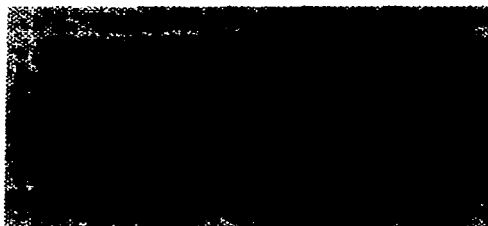
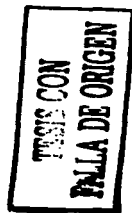


Fig. 9



9.1.- Cada charola de empalmes tiene capacidad para almacenar 12 empalmes de fusión o mecánicos, según se requiera.

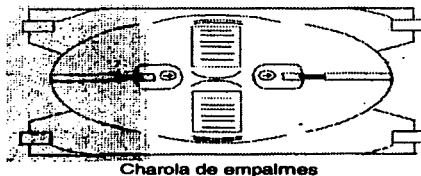
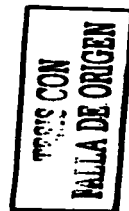


Fig.9.1

9.2.- La cantidad de tubo holgado o de fibra óptica a almacenar, dependerá de la cantidad que se desee dejar para mantenimiento; la tabla siguiente nos da la cantidad de fibra óptica a almacenar en las charolas:

Cantidad a almacenar en las charolas.	Longitud máxima de las F.O. (mm)	Longitud mínima de las F.O. (mm)
3	1440	1040
2.5	1180	860
2	950	690
1.5	730	540
1	490	370

Fig.9.2



9.3.- Fijar los empalmes realizados en las charolas, en las posiciones destinadas a los mismos, como se muestra en las siguiente figura:

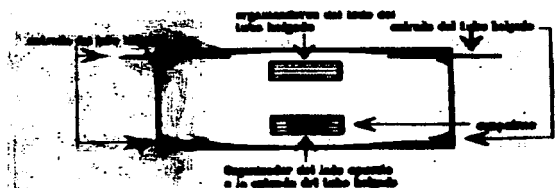


Fig.9.3

9.4.- En caso de utilizar empalmes mecánicos, es necesario romper los brazos de soporte dentro de la charola. Colocarles un poco de la masa selladora a cada empalme para asegurar su fijación en la charola.

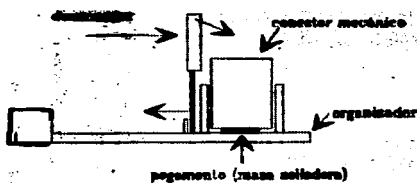


FIG.9.4

TESIS CON
CALLA DE ORIGEN

9.5.-Recomendaciones para acomodar los empalmes en las charolas.

- a).-Cuando al efectuar un empalme, este quede en el lado opuesto a la entrada del tubo holgado a la charola, es necesario voltear el empalme una vez, a fin de que, por cuestiones de mantenimiento, al sacarlo la fibra quede torcida.
- b).-Cuando al efectuar un empalme, este queda en el mismo lado de la entrada del tubo holgado, no es necesario voltearlo, dado que su acomodo evita la torcedura de la fibra, si esta tuviese que sacarse por mantenimiento.

9.6.-Para colocar charolas adicionales: se sujeta la charola adicional colocando las bisagras en la parte trasera de la charola existente y sujetando la adicional con estas. Las charolas se abren en forma de libro, como en la figura siguiente:

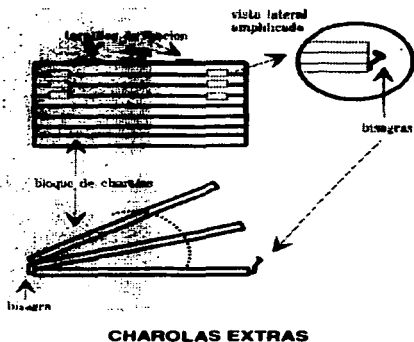


Fig.9.6

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

10.-CERRADO DEL CIERRE

Una vez efectuados los empalmes y acomodadas las fibras ópticas, se debe de proceder a efectuar lo siguiente:

10.1.-Masa selladora

10.1.1.-Introduzca el cartucho de la masa selladora en la bomba inyectora, corte la punta del mismo y colóquelo la punta de inyección, cierre la bomba inyectora y presione hasta que 1 cm de la masa selladora salga por la boquilla del cartucho.



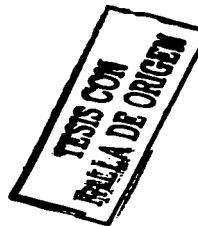
Fig.10.1.1

10.1.2.- Inyecte la masa selladora en las tapas laterales, por el orificio que cada tapa trae, hasta que fluya por el lado contrario, unos 5cm aproximadamente.

10.1.3.- Coloque los tapones de plástico en cada tapa lateral para asegurar la masa selladora



Fig.10.1.3



BARRA DE SUJECION

10.1.4.- Apriete el perno de seguridad, para asegurar la colocación correcta del empaque.

10.2.- Barra de sujeción.

10.2.1.- Coloque la barra de sujeción superior y atorníllela en las tapas laterales.

10.3.- Cerrado del Cierre.

10.3.1.- Aplique lubricante en las partes visibles de los empaques.



Fig.10.3.1

10.3.2.- Introduzca el cuerpo del cierre en el tubo envolvente, cuidando que los toques de los empaques de las tapas laterales, queden en el lado opuesto del cerrado del cierre.

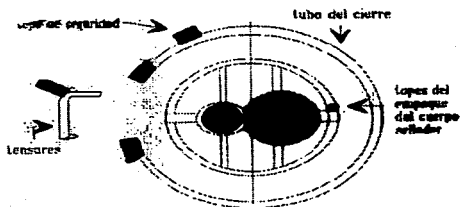


Fig.10.3.2



10.3.3.-Cierre el tubo lo más posible con la mano, coloque primeramente los tensores chicos con un desarmador. Asegure la posición del cierre con la mano.

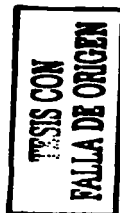


Fig.10.3.3

10.3.4.- Coloque el tensor grande y ciérralo con un desarmador, el cual sustituye la herramienta mostrada en la figura.



Fig.10.3.4



10.3.5.- Asegure los tensores con los cinturones de plástico provistos en el kit.



Fig.10.3.5

11.-REENTRADA DEL CIERRE

Para realizar la reentrada al cierre Stewing, se debe de proceder de la siguiente forma.

11.1.-Corte los cinturones plásticos con unas tijeras o pinzas de corte.

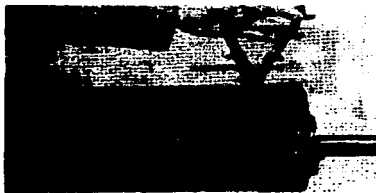


Fig.11.1



11.2.-Retire los tensores del cierre, comenzando con el tensor grande, utilizando como herramienta un desarmador .

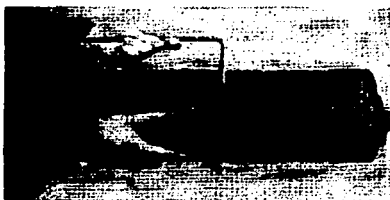


Fig.11.2

11.3.-Retire los tensores chicos utilizando un desarmador para efectuarlo.

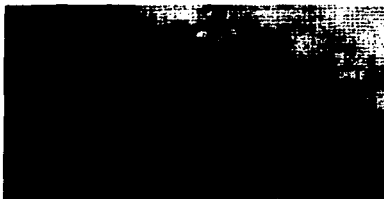
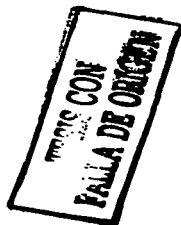


Fig.11.3



11.4.-Retire el cuerpo del cierre del tubo.



Fig.11.4

11.5.-Retire la barra de sujeción superior.

11.6.-Retire los tapones de plástico de la tapa lateral.



Fig.11.6

11.7.-Para cerrar el cierre proceda de acuerdo los puntos anteriores para cierre.



12.-ENTRADA DE UN CABLE EN LOOP

Actualmente en la infraestructura de redes con cables de fibra óptica se presentan casos en que no es conveniente partir o cortar la fibra óptica, en esas situaciones se deja el cable en loop, de tal forma que, cuando se necesite efectuar una derivación, ya sea hacia uno o varios usuarios, únicamente se corten las fibras ópticas que se requiriesen para realizar tal conexión, sin afectar las fibras ópticas en servicio, ni incrementando los valores de atenuación del enlace.

Procedimiento:

Para realizar la entrada de un cable en loop, es necesario efectuar los siguientes pasos.

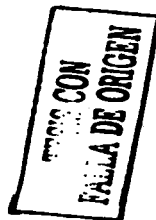
12.1.-Realizar un trazo del cable de 2.95mts. aprox., en la parte del cable que se introducirá en el cierre.

12.2.- Se efectúan los pasos mencionados en el Trazo del cable y Preparación del cable.



Fig.12.2

12.3.-Acomodo de los tubos holgados.



Una vez fijado el cable en el interior del cierre, se debe de proceder a acomodar los tubos holgados en la charola de uso especial.

Procedimiento:

- a).-Cuidar que los tubos holgados lleguen hasta la pared del cierre.
- b).-Sujete los tubos holgados con cintos de plásticos a la charola de uso especial.

12.4.-Para realizar el cerrado del cierre , se siguen los pasos mencionados en el Cerrado del Cierre.

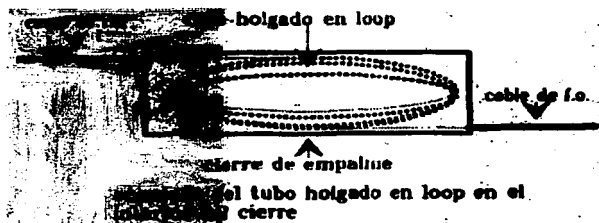


Fig.12.3 y 12.4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

13.-PRIMERA DERIVACIÓN EN EL CIERRE

Las derivaciones en los cierres de empalmes son necesarias cuando se precisa de conectar un usuario al cable de alimentación principal, o a la troncal de larga distancia.

Dos son los casos que se pueden presentar:

- 1.-Derivación de un cable en Loop.
- 2.-Derivación de un empalme recto.

Para efectuar la primera derivación en el cierre mecánico de fibra óptica Stewing, es necesario efectuarlo de acuerdo a la siguiente secuencia:

13.1.-Trazo y Preparación del Cable de Derivación.

Procedimiento

Se realiza el trazo del cable (3 mts.).

13.2.-Preparación de las Tapas Laterales.

Una vez realizado el trazo y la preparación del cable, es necesario efectuar los siguientes pasos:

13.2.1.-Retire la tapa lateral seleccionada para efectuar la derivación, bien puede ser la izquierda o la derecha. Retire los tornillos que sujetan la tapa seleccionada, en forma diagonal, esto es, uno de cada lado en forma de cruz.

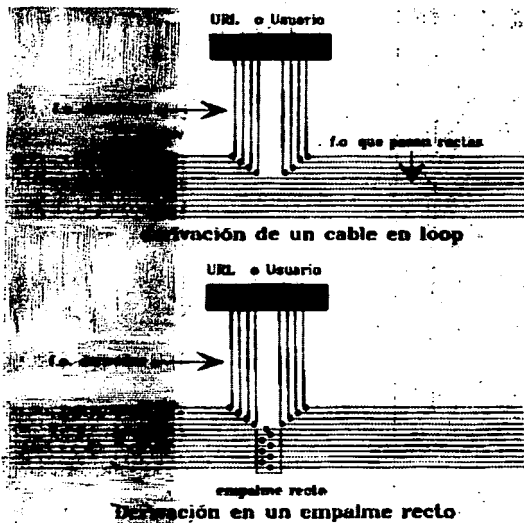
13.2.2.-Quite la masa selladora del cuerpo de la tapa seleccionada. No es necesario que esta quede completamente limpia. Retire lo mas que se pueda.

13.2.3.-Retire el tapón ciego de la tapa seleccionada y la cantidad de anillos.

13.2.4.-Coloque el cable en la entrada de la tapa.

13.2.5.-Efectuar la continuidad y aterrizaje del cable.

13.2.6.-Cierre la tapa lateral seleccionada.



Derivación en un empalme recto

Fig.13

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

14.-ACOMODO DEL TUBO HOLGADO Y REALIZACIÓN DE EMPALMES

Una vez fijo el cable de derivación en el interior del cierre, se procederá a acomodar y efectuar los empalmes, de acuerdo a la siguiente secuencia :

- 14.1.-Acomodar los tubos holgados de reserva en la charola de uso especial, cuidando que estos lleguen hasta la pared del cierre.
- 14.2.-Seleccione del cable principal, las fibras a empalmar con las usuario; en el caso de cable en Loop, corte el tubo holgado con la cortadora longitudinal de tubo holgado. Introduzca las fibras seleccionadas en el tubo de transporte y fíjelas, en la charola destinada al usuario, con los cintos de plástico.
- 14.3.- Realice los empalmes y acomode el restante de la fibra en la charola.
- 14.4.- Fije la charola con los tornillos y, posteriormente , coloque la barra superior de sujeción
- 14.5.- Proceda al cerrado del cierre.

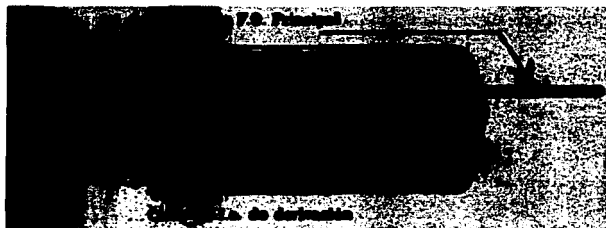


Fig.14

TESTIS CON
FALLA DE ORIGEN

15.-SEGUNDA DERIVACIÓN DEL CIERRE

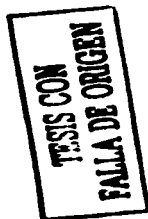
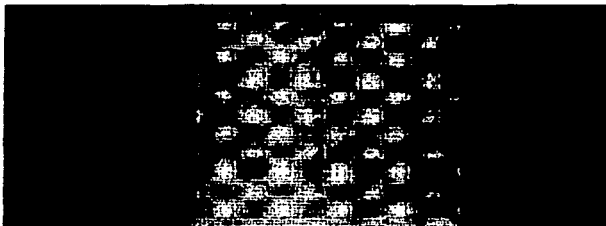
La segunda derivación en el cierre es necesario efectuarla cuando se necesita conectar un nuevo usuario a la red de F.O. tal es el caso único de las ROF'S.

Para efectuar la segunda derivación se deben de efectuar los pasos indicados en los puntos : 6,7,3,7,5,7,6,10.1 al 10.1,4,8,13.2.1 al 13.2.4., agregando únicamente, una nueva charola destinada para el usuario a conectar.

16.-TERCERA DERIVACIÓN DEL CIERRE

Para efectuar una tercera derivación en el cierre, aparte de la charola para el nuevo usuario, es necesario efectuar los siguientes pasos:

- 16.1.- Abrir el cierre, de acuerdo a los puntos del 11 al 11.5, realice el trazo del cable, de acuerdo a los puntos 6,6.1,6.2 al 6.2.1.
- 16.2.- Limpiar el cable en el sector de sellado, aproximadamente 15cms de la marca de los 3 mts, con la toalla limpiadora.
- 16.3.- Medir el diámetro del cable con una cinta métrica, o con la plantilla provista en el instructivo, de instalación del proveedor, el cual viene en cada cierre que se entrega.
- 16.4.- Determinar la cantidad de cinta selladora a colocar en el cable, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla de longitudes de cinta selladora.

16.5.- Retire la barra superior de sujeción del cierre.

16.6.- Una vez preparado el cable, retire la tapa lateral seleccionada para la entrada del cable. Afloje 105 tornillos en forma diagonal, quite los tapones de plástico y retire la masa selladora de la tapa seleccionada.

16.7.- Retire la totalidad de los anillos distanciadores de la tapa lateral. Coloque el multiplicador de vía en la entrada seleccionada.

16.8.- Prepare el cable existente: retire la cinta selladora y realice los pasos del 16.2 al 16.4.

16.9.- Coloque los cables y realice la continuidad y aterrizaje en el interior del cierre, de acuerdo a lo mencionado en el punto 8.

16.10.- Cierre la tapa lateral, apretando los tornillos en forma diagonal. Inyecte la masa selladora en la tapa, hasta que fluya por el extremo contrario unos 5 cms aproximadamente. Coloque los tapones de plástico.

16.11.- Seleccione del cable principal las fibras a empalmar con las de usuario. Colóquelas en el tubo de transporte y lléveselas a la charola de usuario. Fíjelo con un cinta de plástico a la charola.

16.12.- Seleccione, del cable de usuario las fibras a empalmar y las restantes, acomódelas en la charola en forma de anillos.

16.13.- Coloque la tapa superior de las charolas y sujétela con el tornillo provisto.

Coloque la barra superior de sujeción.

16.14.-Proceda a cerrar el cierre, de acuerdo a lo descrito en el punto 10.3.

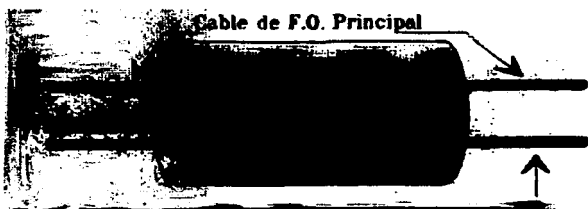
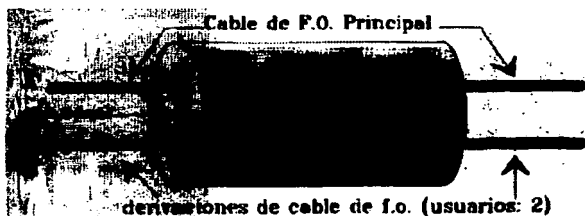


Fig. Derivaciones del cable de F.O. (USUARIOS 3)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

17.-DERIVACIONES ADICIONALES

La estructura de las redes ópticas flexibles (ROF), requiere de contar con un material que tenga la facilidad de permitir, aparte de un empalme recto de 72 F.O., 5 derivaciones para conectar usuarios a su infraestructura, por lo tanto, es la única red en la que se pueden tener 5 derivaciones en un cierre de F.O.

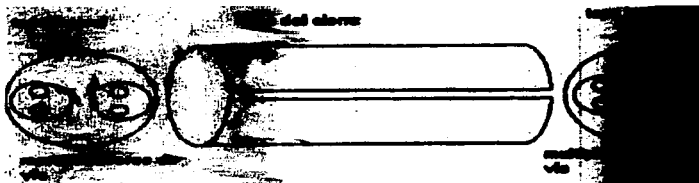


Fig.17

18.- INSTALACIÓN DE CABLES A.T.T. Y ALCATEL

Para el caso que el cierre Stewing se utilice para el mantenimiento de las rutas troncales de L.D., en las cuales se encuentran instalados cables de las Cias A.T.T. y ALCATEL, es necesario efectuar los siguientes pasos:

Para efectuar la entrada de un cable ALCATEL ó A.T.T., en un cierre de fibra óptica Stewing, se deben realizar los pasos idénticos a los realizados para la entrada de un cable de fibra óptica tipo Teimex.

Actualmente y debido a la solicitud de L.D. de contar con stock de cables de F.O. para mantenimiento de las rutas troncales construidas con cables ALCATEL y A.T.T., se analizó la posibilidad de fabricar cables de fibra óptica con códigos de colores idénticos a los utilizados en los cables de las Cias ya citadas; a la fecha, se ha comprobado la compatibilidad de las fibras ópticas de ALCATEL y A.T.T., con las de fabricación nacional, obteniéndose como resultado la completa compatibilidad de las mismas.

Por lo anterior para el mantenimiento de las rutas troncales de Alcatel y A.T.T., se usaran cables Teimex TM-7 y TM-8.

Se deben de identificar el tipo de cable a intervenir y el código de colores de los cables de fibra óptica a empalmar.

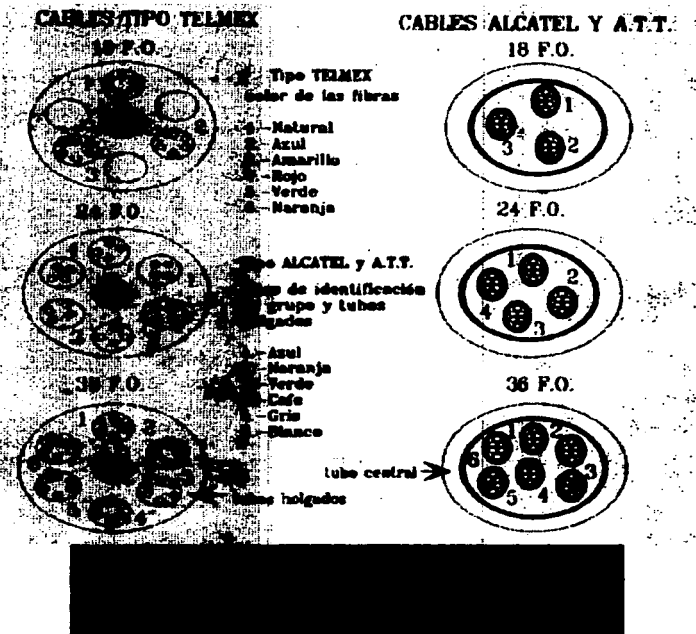
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La siguiente tabla muestra los códigos de colores de los diferentes cables de F.O.

TABLA DE EQUIVALENCIAS DE CABLES DE FIBRA OPTICA.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Las figuras siguientes muestran la estructura de los cables de fibra óptica de las Cías ALCATEL, A.T.T. y la de los cables tipo TELMEX.

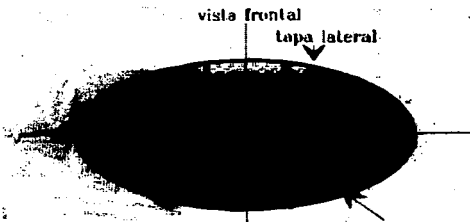


HECHO EN MEXICO
CON
MATERIA PRIMA
DE ORIGEN
MEXICANO

19.- CONEXIÓN DE TOMA DE TIERRA DEL CIERRE

Para efectuar la conexión de toma de tierra del cierre, realice lo siguiente:

- 1.- El cierre trae integrado un tornillo para toma de tierra externa, el cual se encuentra en una de las tapas laterales.
- 2.- Afloje el tornillo y coloque la zapata que conecta las varillas de toma de tierra.
- 3.- El valor de la toma de tierra debe de ser menor a 50 ohms.



NOTA: Para la construcción de la Toma de Tierra, ver el I.T. DFNC 10 OI "Construcción de Tomas de Tierra para Protección de la Planta Externa contra Perturbaciones Eléctricas Ocasionadas por Rayos y Fuentes de Energía".

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

20.- PRUEBA DE HERMETICIDAD

La prueba de hermeticidad se realiza para verificar que el cierre ya una vez cerrado, no presente fugas, lo cual garantiza la no introducción de agua a su interior.

La prueba de hermeticidad o FLASH TEST consiste en inyectarle, al cierre de F.O. 5lbs de aire a presión constante, durante 15 minutos, tiempo durante el cual el cierre debe permanecer sumergido en el agua, se verifica con agua jabonosa que no existan fugas en el mismo.

En caso de no presentarse fugas, el cierre fue instalado correctamente, de lo contrario se debe reabrir y proceder a cerrarlo exceptuando la inyección de la masa selladora.

CONCLUSIONES

Los empalmes de fibra óptica en planta exterior están destinados para realizar enlaces a grandes distancias y con flujos de información bastante grandes y de gran importancia, por lo tanto debido a esta gran importancia de estos enlaces, los empalmes se deben realizar con gran cuidado y mucha precaución.

Así bien es de vital importancia poner especial cuidado desde la preparación de la fibra óptica, antes del empalme, durante el empalme al final de este, ya que la protección del empalme contra la humedad y otros factores climáticos es de gran importancia en la vida funcional del empalme.

En este trabajo se ha obtenido la experiencia necesaria para establecer a forma de un manual con bases y lineamientos requeridos para hacer adecuadamente un empalme de fibra óptica en la planta exterior, considerando los cuidados correspondientes y medidas previas y posteriores al empalme.

Hemos considerado la tecnología más reciente para la realización de este trabajo, con empalmadoras de alto porcentaje de efectividad y de baja atenuación así como los cortadores de fibra y la herramienta para el empalme así también para su terminado con los cierres más usados y actualizados.

También es importante mencionar, que esta tecnología ya tiene tiempo de estar en el mercado de las telecomunicaciones, aun no es muy conocida y esto implica que el manejo principalmente en planta externa sea más complicado y al no tener muchos conocimientos en México de la misma, este trabajo trata de ayudar a conocer más sobre las telecomunicaciones ópticas.

BIBLIOGRAFIA

Introducción a la fibra óptica
Baltasar Rubio Martínez
Edit Ra-ma
Primera edición
Enero 1994

Sistemas de comunicaciones electrónicas
Wayne Tomasi
Edit. Pearson Educación
Segunda edición
1996

Tecnología de la fibra óptica
Sothcott, P.
Comunicaciones eléctricas Vol. 56 No 4
1981

Fabricación de fibras ópticas para sistemas de telecomunicación.
Alcatel
Comunicaciones eléctricas vol. 59 No 4
1985

Comunicaciones por fibra óptica
Díaz de la Iglesia, R
Marcombo Barcelona
1985

fundamentos y emalmes de fibra óptica
Intelmex
Mayo 2000

Revista RED
Editorial red
No 137
Abril 2002
www.red.com.mx

Cisco networking Fundamentals
Cisco Systems, Inc
1999
www.cisco.com