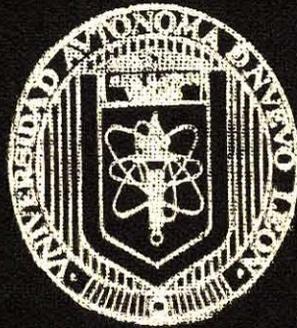


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



CABLES OPTICOS Y PRINCIPIOS
DE CABLEADO ESTRUCTURADO.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ING. EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA

FRANCISCO JAVIER CASTILLO RAMIREZ

ASESOR:

ING. LEOPOLDO R. VILLARREAL J.

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO DE 1997

T

TK5103

.59

C37

1997

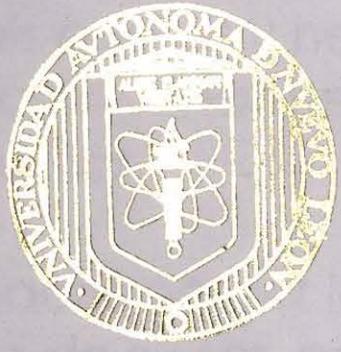
c.1



1080086877

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



CABLES OPTICOS Y PRINCIPIOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ING. EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA

FRANCISCO JAVIER CASTILLO RAMIREZ

ASESOR:

ING. LEOPOLDO R. VILLARREAL J.



X
TK5103
59
C37
1972



Agradecimiento:

A ti Dios por darme vida, salud y bienestar.
Por mis padres y hermanos.
Por acompañarme siempre en los buenos y malos momentos.

A ti Madre por ser la persona que me protegió dentro de su ser, por haberme enseñado a tener la fuerza y el carácter para seguir adelante y hacer las cosas sin temor.

A ti Padre por la confianza que depositaste en mí al apoyar cada una de mis decisiones y tener en ti un ejemplo de honestidad.

A mi Familia que de una u otra manera han contribuido en mi carrera y están presentes en mi vida.

A mis maestros por enseñarme lo útil y compartir sus conocimientos.

Gracias

INDICE

PARTE I

FIBRAS OPTICAS

| | |
|---|-----------|
| I.-INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| II.-TEORÍA DE OPERACION DE LA FIBRA ÓPTICA..... | 5 |
| A.-PROPAGACION DE LA LUZ | |
| B.-TRANSMISION DE LA LUZ EN LAS FIBRAS OPTICAS | |
| III.-PARÁMETROS DE LA FIBRA ÓPTICA..... | 17 |
| A.-APERTURA NUMERICA | |
| B.-ATENUACION | |
| C.-DISPERSION | |
| D.-ANCHO DE BANDA | |
| IV.-FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO Y MONOMODO..... | 28 |
| 1.-DISTANCIAS | |
| 2.-CAPACIDADES | |
| 3.-TIPOS DE SISTEMAS | |
| 4.-COSTO | |
| 5.-DIMENSIONES DE LA FIBRA OPTICA | |
| 6.-LONGITUDES DE ONDA DE OPERACION | |
| V.-FABRICACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA..... | 32 |
| A.-MATERIALES PARA LA FABRICACION DE LAS FIBRAS OPTICAS | |
| B.-METODOS DE FABRICACION | |
| C.-ESTIRADO Y ACABADO FINAL DE LA FIBRA OPTICA | |
| VI.-CABLES DE FIBRA ÓPTICA..... | 38 |
| A.-GENERALIDADES | |
| B.-CONSIDERACIONES DE DISEÑO | |
| C.-ELEMENTOS DE UN CABLE OPTICO | |
| D.-ESTRUCTURA BASICA DE UN CABLE DE FIBRA OPTICA | |
| E.-TIPOS DE CABLES DE FIBRA OPTICA | |
| F.-TIPOS DE AMBIENTES PARA LA INSTALACION DE CABLES DE FIBRA OPTICA | |
| VII.-CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA..... | 65 |
| A.-GENERALIDADES | |
| B.-CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE CONECTORES DE FIBRA OPTICA | |
| C.-TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA OPTICA | |
| D.-ACOPLADORES PARA CONECTORES DE FIBRA OPTICA | |

PARTE II

SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

I.- CONCEPTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO73

DISEÑO DE UN SISTEMA

CABLEADO HORIZONTAL

CUADRO DE DISTRIBUCION INTERMEDIO, BACKBONE O CABLEADO VERTICAL.

CUADRO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL.

DISTRIBUCION HORIZONTAL.

ARQUITECTURA HORIZONTAL.

II.- TRES RAZONES DE LOS SISTEMAS CONVENCIONALES DE CABLEADO QUE HAN LLEVADO A LOS USUARIOS A EMIGRAR AL PAR TRENZADO SIN BLINDAJE (UTP)75

LA EVOLUCION DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE

LA EXPLOSION TECNOLOGICA

MIGRACION HACIA UTP

III VIRTUDES DEL UTP77

LAS VIRTUDES DEL CABLE PAR TRENZADO SIN BLINDAJE (UTP)

IV EXPLICAR LA DIFERENCIA ENTRE UN CIRCUITO BALANCEADO Y UN CIRCUITO DESBALANCEADO.....78

TRANSMISION DESBALANCEADA

TRANSMISION BALANCEADA

V-DESCRIBIR LOS EFECTOS DE LA ATENUACION Y LA DIAFONIA.....80

EFECTOS DE LA ATENUACION

EFECTOS DE LA DIAFONIA DE EXTREMO CERCANO

VI EFECTOS DE BLINDAR INDIVIDUALMETE LOS PARES83

EFECTOS DE LOS PARES CON BLINDAJE INDIVIDUAL

EFECTOS DE UN TRENZADO AJUSTADO

VII CATEGORIAS DE CABLE HORIZONTAL EIA/TIA-56884

ESPECIFICACIONES DE ATENUACION DEL CABLE UTP

ESPECIFICACIONES DE DIAFONIA DEL CABLE UTP

DIAFONIA EN EL EQUIPO DE CONEXION DE UTP

VIII ESTANDAR DE CABLEADO DE EDIFICACIONES EIA/TIA - 56888

HISTORIA DEL EIA/TIA-568
PROPOSITOS DEL ESTANDAR TIA/EIA 568
ALCANCE DEL ESTANDAR EIA/TIA-568

IX LOS SEIS SUBSISTEMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO91

LA INFRAESTRUCTURA DE ENTRADA
EL SUBSISTEMA DE SALAS DE EQUIPOS.
EL SUBSISTEMA DE CABLEADO DE BACKBONE.
EL SUBSISTEMA DE ADMINISTRACION Y EL ARMARIO DE TELECOMUNICACIONES
EL SUBSISTEMA DE CABLEADO HORIZONTAL
(ESPECIFICA UNA TOPOLOGIA STAR)
EL SUBSISTEMA DEL AREA DE TRABAJO Y EL SUBSISTEMA DE CAMPUS.

X OTRAS NORMAS 96

BIBLIOGRAFIA 97

I. INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de comunicaciones basados en el uso de fibras ópticas han revolucionado el concepto tradicional de las telecomunicaciones, debido a que es posible transmitir señales luminosas en lugar de señales eléctricas con una gran capacidad de transporte de información.

En la actualidad se construyen redes de telecomunicaciones con aplicaciones de voz, datos y vídeo utilizando Fibras Ópticas.

Los sistemas de comunicación basados en cables de fibras ópticas ofrecen diversas ventajas sobre otras basadas en cables de cobre:

- A. Alta capacidad de transmisión.
- B. Dimensiones más pequeñas.
- C. Menor peso y tiempo de instalación.
- D. Baja atenuación.
- E. Grandes distancias entre repetidores.
- F. Bajo costo (Precio Beneficio).
- G. Inmunidad a campos electromagnéticos.

II TEORÍA DE OPERACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA.

A. PROPAGACIÓN DE LA LUZ.

Antes de abordar de lleno el estudio de la fibra óptica es necesario entender las leyes de la reflexión y refracción de la luz.

Supongamos que tenemos un haz de luz incidiendo sobre una región que separa dos medios homogéneos con diferentes índices de refracción absolutos (n), tal y como se muestra en la figura II-1.

El índice de refracción, simbolizado por n , es un número sin dimensión que expresa la relación de la velocidad de la luz, C en el espacio libre a su velocidad V en un material específico:

$$n = \frac{C}{V}$$

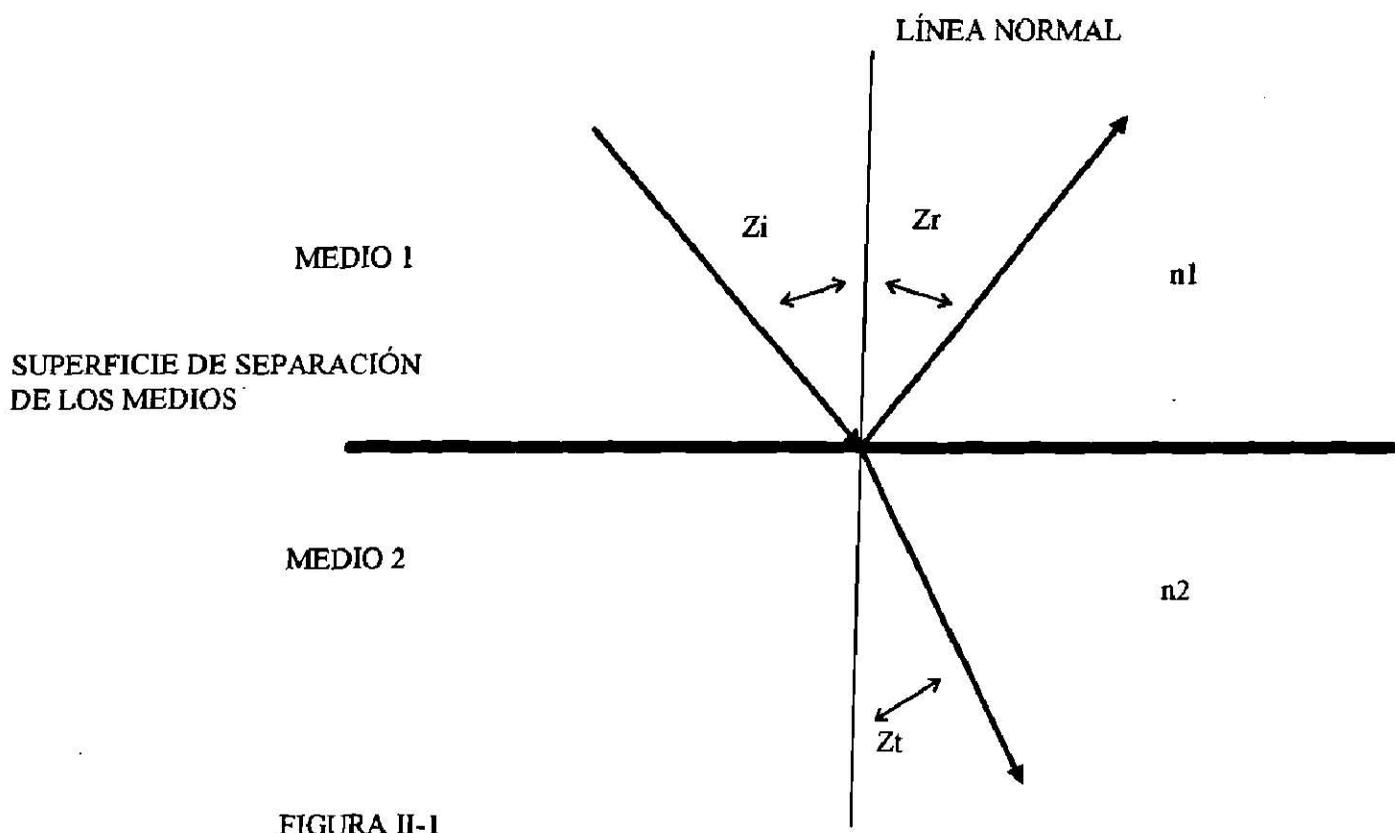


FIGURA II-1

La ley de reflexión enuncia que $Z_i = Z_r$.

Ley de Snell

La ley de Snell establece la relación entre los rayos incidentes y refractados:

$$n_i \text{Sen} Z_i = n_r \text{Sen} Z_r .$$

y

$$n_i \text{Sen} Z_i = n_t \text{Sen} Z_t .$$

Pero como $Z_i = Z_r$ entonces $n_i = n_r$ (Lo cual es lógico ya que se trata de la misma región), por lo que llamemos a $n_t = n_2$.

También obtenemos que. $\frac{\text{Sen} Z_i}{\text{Sen} Z_t} = \frac{n_2}{n_1}$

Tenemos 4 situaciones:

1. $\frac{n_2}{n_1} = 1$ Toda la luz se refracta o transmite (los dos medios son iguales) ver Fig. II-2.
2. $\frac{n_2}{n_1} > 1$ entonces $n_2 > n_1$ y $Z_i > Z_t$, la cantidad de luz que se refracta es mayor a la que se refleja. Ver fig. II-3.
3. $\frac{n_2}{n_1} < 1$ por lo que $n_2 < n_1$ y $Z_i < Z_t$, la cantidad de luz que se refleja es mayor que la que se refracta. Ver fig. II-4
4. $\frac{n_2}{n_1} < 1$ por lo que $n_2 < n_1$ pero $Z_t = 90^\circ$, aquí ocurre el fenómeno de reflexión total interna y el Z_i que corresponde se denomina ángulo crítico Z_c
 $\frac{\text{Sen} Z_c}{\text{Sen} 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1}$ ($\text{Sen} 90^\circ = 1$), entonces $Z_c = \text{Sen}^{-1}(\frac{n_2}{n_1})$, es importante hacer notar que el haz de luz refractado no existe, lo cual quiere decir que toda la potencia óptica se refleja. Ver Fig. II-5.

Este fenómeno de reflexión total interna es donde descansa el principio de operación de la transmisión en la fibra óptica.

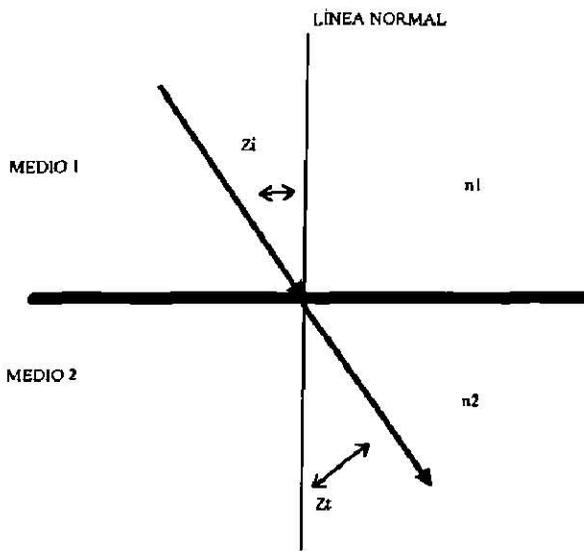


FIGURA II-2
 $n_1 = n_2$

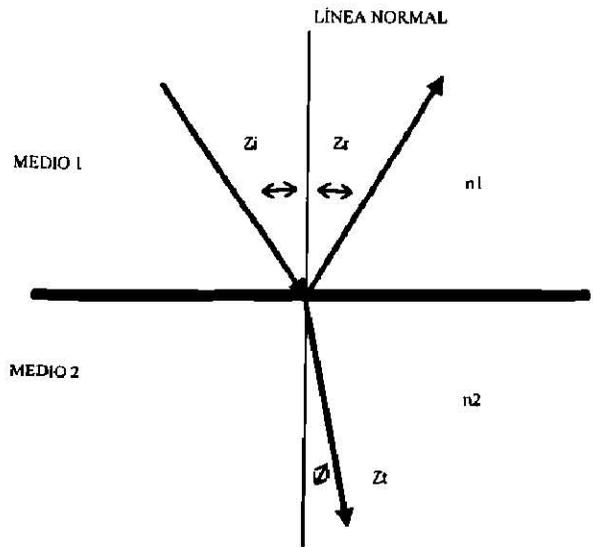


FIGURA II-3
 $n_1 < n_2$

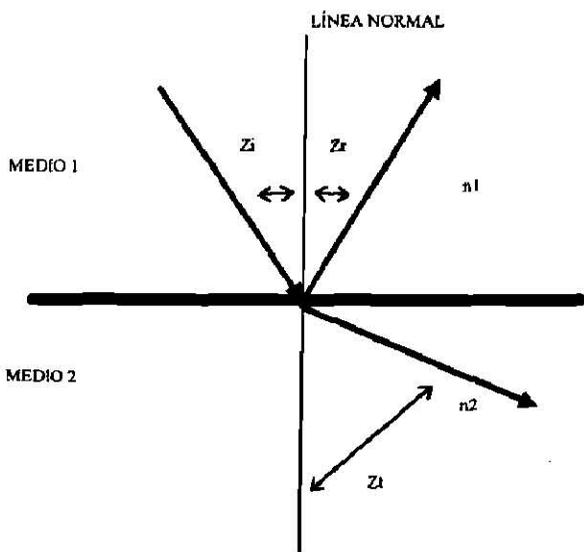


FIGURA II-4
 $n_1 > n_2$

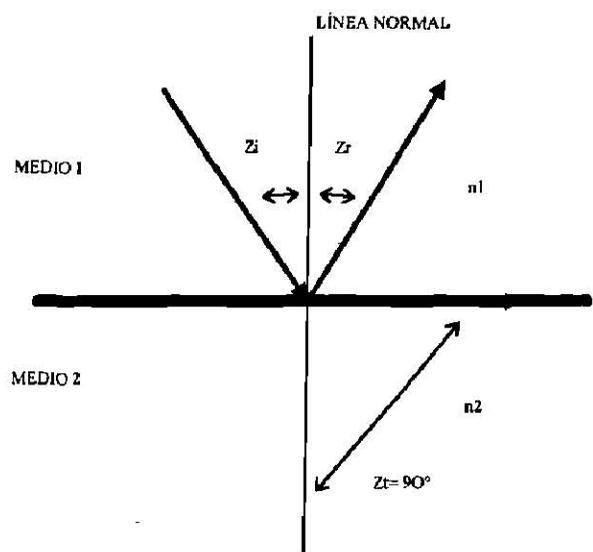


FIGURA II-5
 $n_1 > n_2, Z_i = Z_c$

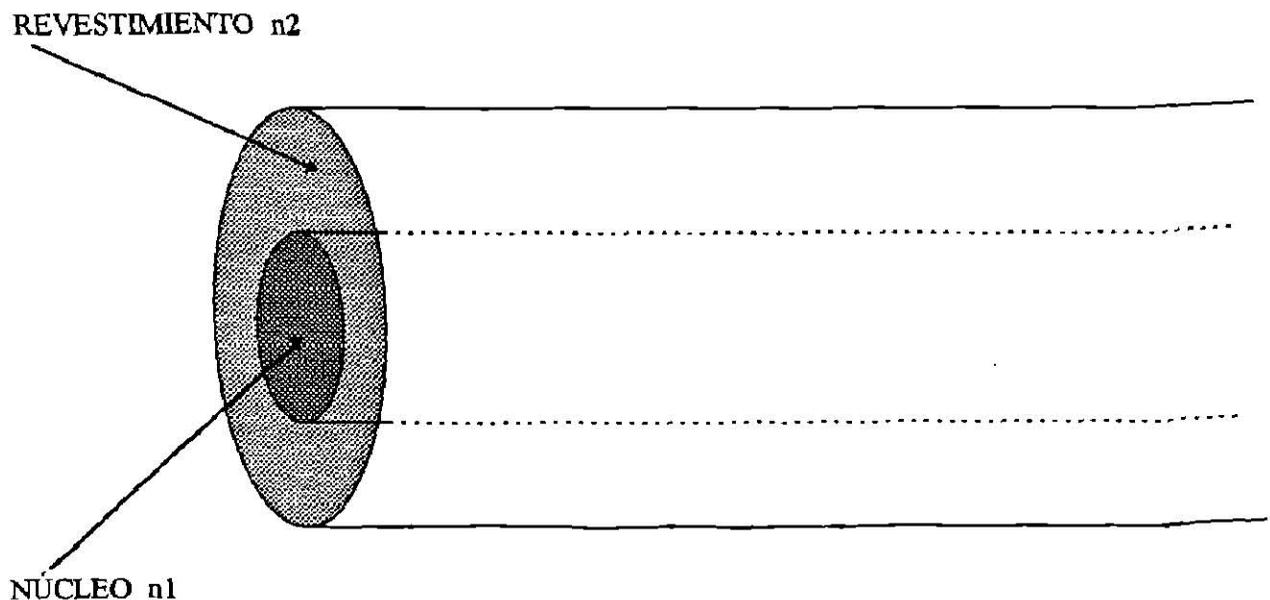
En conclusión las leyes básicas de la reflexión y refracción de la luz son:

1. Los rayos incidente, reflejado y refractado están en el mismo plano.
2. El ángulo de incidencia es igual al ángulo reflejado ($Z_i = Z_r$).
3. $n_i \text{Sen}Z_i = n_r \text{Sen}Z_r$.

B. TRANSMISIÓN DE LA LUZ EN LA FIBRA ÓPTICA.

La transmisión de la luz a lo largo de una fibra óptica se basa en la reflexión total interna.

Las fibras ópticas tienen una forma cilíndrica, un núcleo y un revestimiento de vidrio, el núcleo es por donde se transmite la luz y el revestimiento tiene como función principal reflejar la luz hacia el núcleo.



$$n_1 > n_2$$

1. Tipo de fibras ópticas.

Las fibras ópticas pueden ser de dos tipos: Multimodo y Monomodo en función de la forma de propagación

Modos de propagación.

Los modos de propagación se deben entender como los caminos que sigue la luz dentro del núcleo de una fibra óptica y se determinan de acuerdo a las frecuencias con las que se transmiten las ondas electromagnéticas (Luz) a través de la misma. También afectan el diámetro del núcleo y la variación del índice de refracción.

En las fibras multimodo se transmiten una cantidad N de modos de propagación y en las fibras ópticas Monomodo uno solo.

a. Fibras Ópticas multimodo.

Las fibras ópticas multimodo pueden clasificarse en fibras ópticas de índice escalonado y de índice gradual.

a.1 fibras Ópticas de índice escalonado.

En las fibras ópticas de índice escalonado el núcleo tiene un índice de refracción constante, en este caso ocurre el fenómeno llamado de dispersión modal.

En una fibra óptica de índice escalonado el índice de refracción del revestimiento (n_2) es ligeramente menor que el del núcleo (n_1).

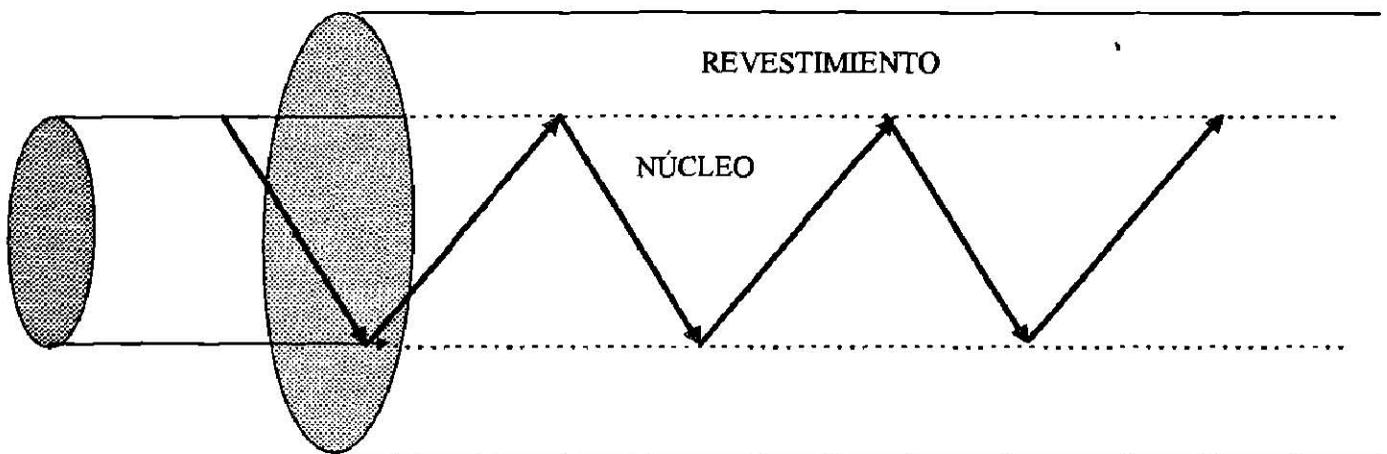
En la fibra óptica de índice escalonado se presentan dos tipos de rayos: meridionales y oblicuos.

a.1.1 Rayos meridionales:

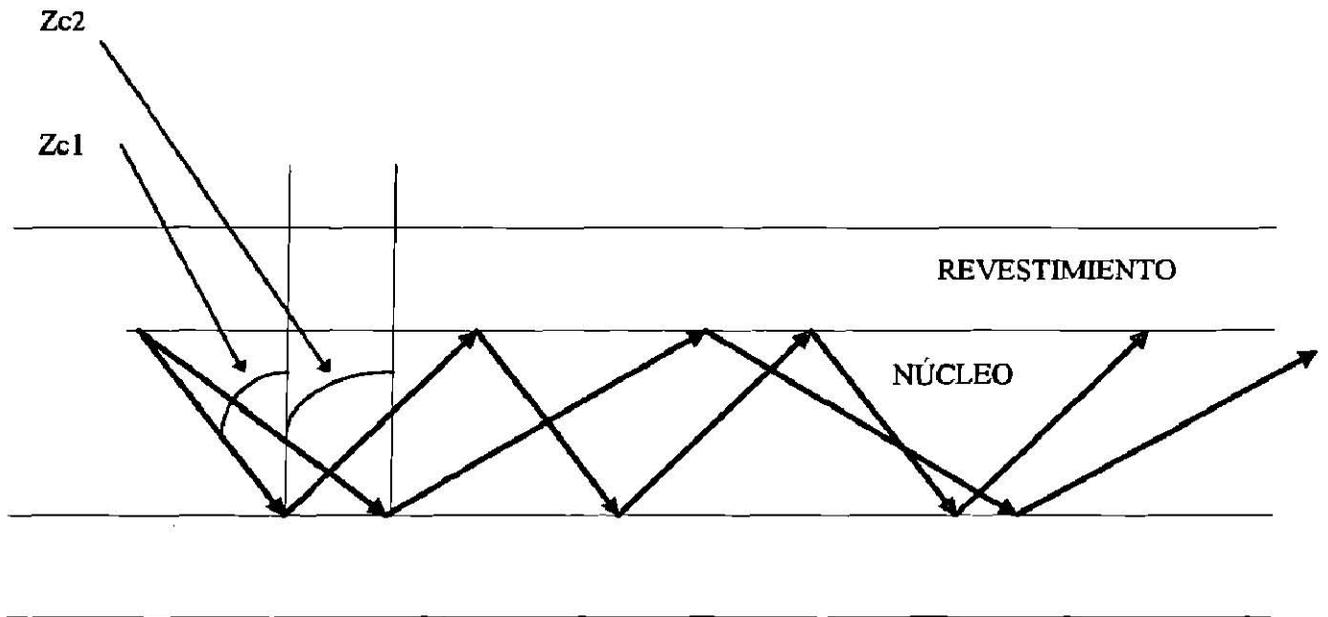
Son aquellos que inciden en el núcleo y se reflejan internamente propagándose en un plano, el ángulo de reflexión debe ser igual o mayor al ángulo crítico Z_c . La diferencia entre los índices de refracción debe ser lo menos posible (Normalmente entre 0.007 y .002).

Lo anterior es de acuerdo a la ecuación del ángulo crítico $Z_c = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$

y $n_1 > n_2$ tenemos que: $0 \leq Z_c \leq 90^\circ$, pero nos conviene obtener valores muy grandes de Z_c reduciendo la diferencia entre (n_1) y (n_2) para que de esta forma la luz viaje por el eje de la fibra óptica y se refleje las menos veces posibles, evitando así pérdidas por absorción, difusión ó dispersión.

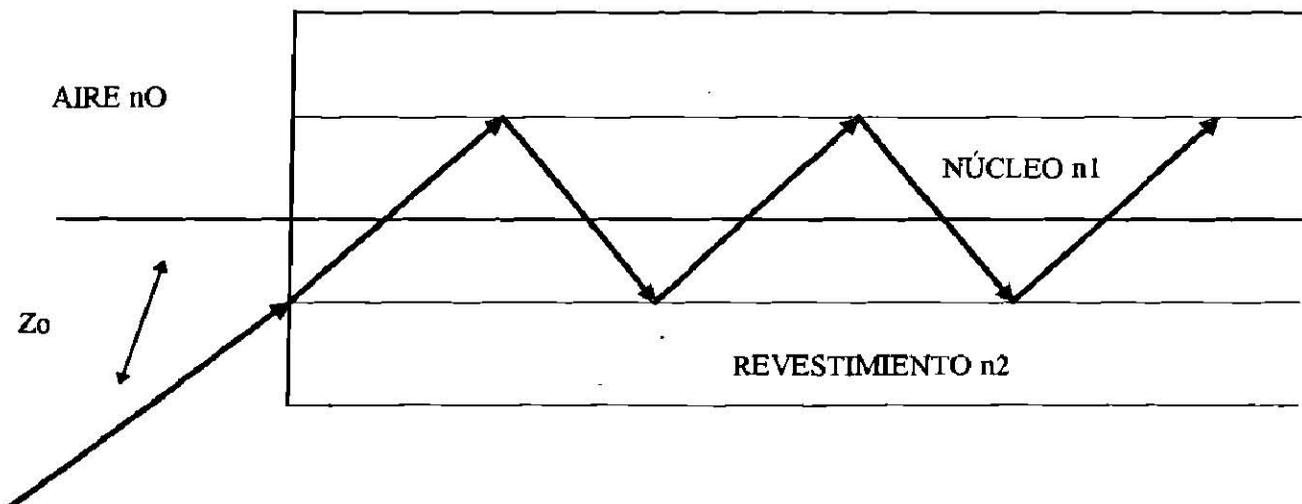


Rayos Meridionales



Recorrido de un rayo de luz con diferente ángulo de incidencia crítica Z_c

Ahora es conveniente analizar el ángulo Z_0 que forma la luz con el eje del núcleo dentro de la fibra óptica.



Angulo Z_0 que forma la luz y el eje de la fibra óptica

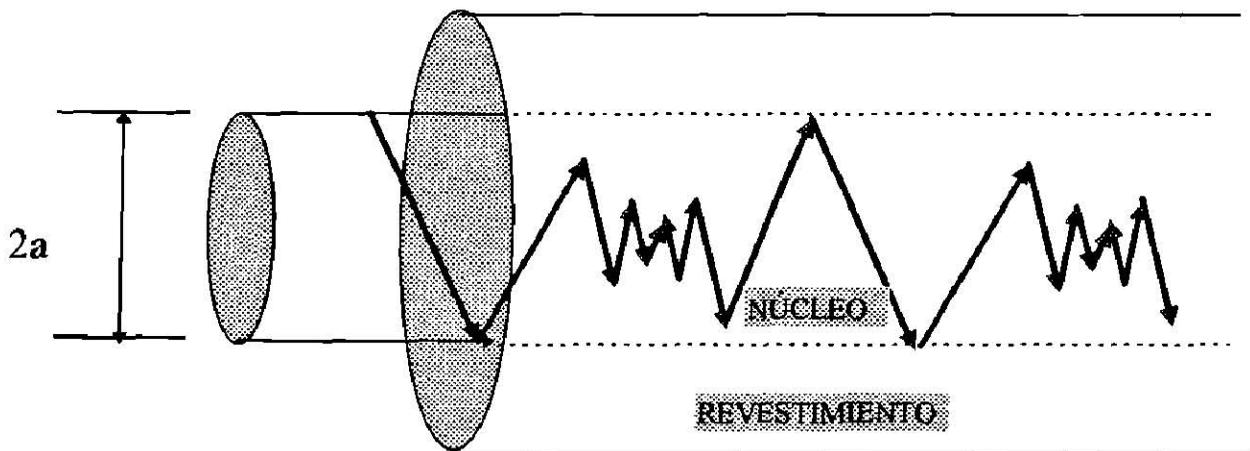
La ecuación que define el ángulo de entrada de la luz al núcleo de la fibra óptica esta dada por:

$$Z_0 \leq \text{Sen}^{-1} \left\{ \frac{\left[(n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}} \right]}{n_0} \right\}$$

Al mínimo ángulo Z_0 se le denomina ángulo de aceptación de la fibra óptica, si el ángulo Z_0 se excede del ángulo de aceptación no ocurrirá la reflexión total interna provocando que la luz se introduzca al revestimiento.

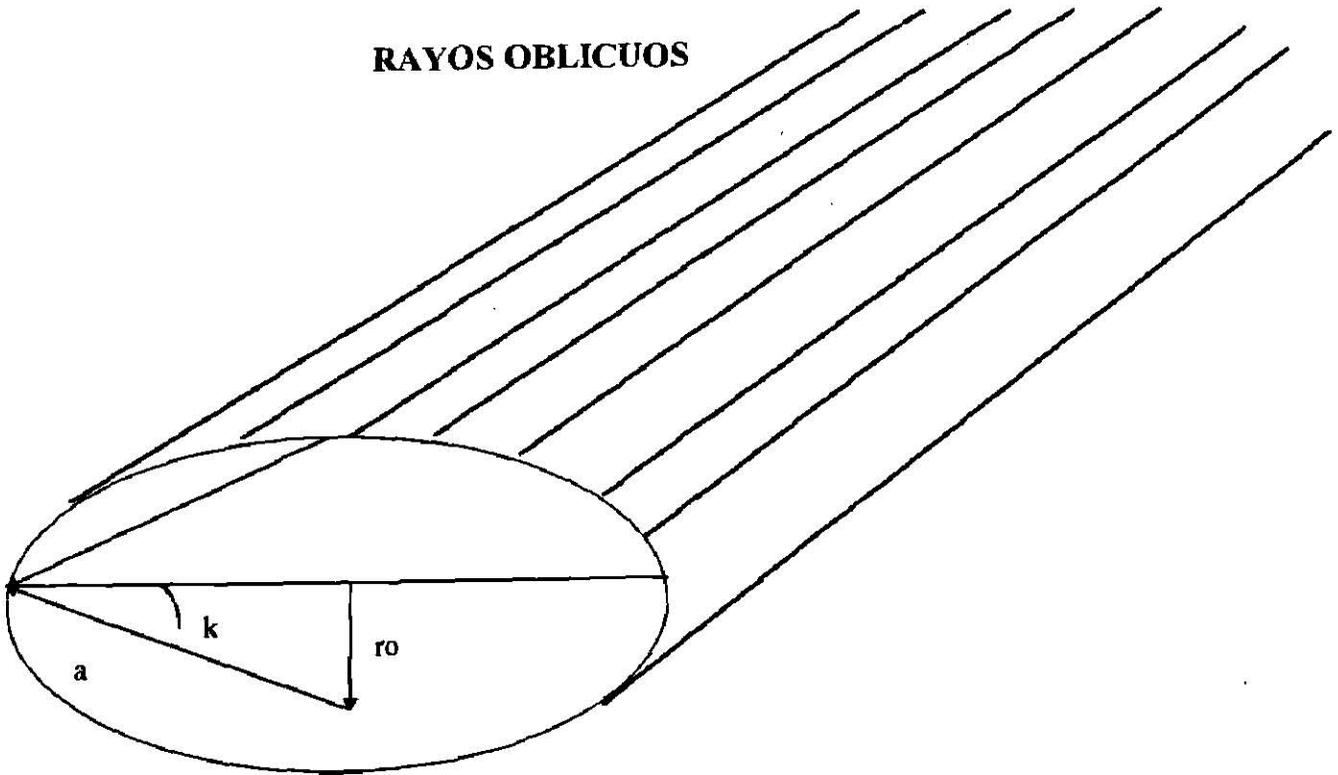
A.1.2. Rayos Oblicuos:

Son aquellos que siguen una trayectoria helicoidal poligonal a través del núcleo de la fibra óptica, los cuales se reflejan internamente pero no entran a través del eje ni son paralelos a el.



a es el radio del núcleo de la f.o.

RAYOS OBLICUOS



PERFIL DE UN RAYO OBLICUO

El ángulo crítico de los rayos oblicuos esta dado por:

$$Z_c = \text{Sen}^{-1} \left\{ \frac{1}{\left[n_1^2 (n_1^2 - n_2^2) \left(1 - \left(\frac{ro}{a} \right)^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$K = \frac{a}{ro}$$

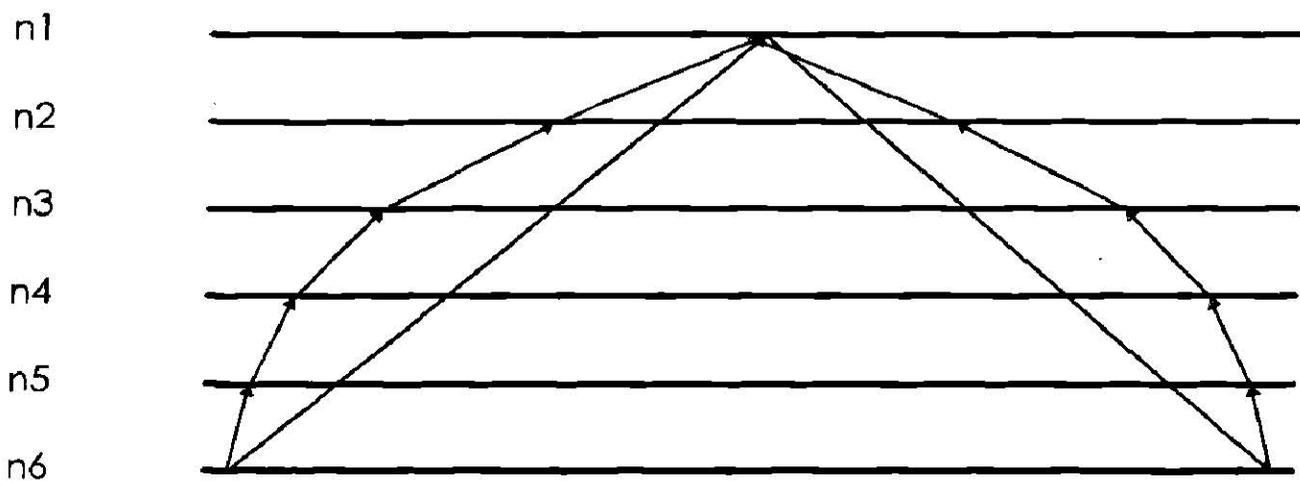
Y el ángulo Z_0 de entrada de la luz a la fibra óptica esta dado por:

$$Z_0 \leq \text{Sen}^{-1} \left\{ \frac{\left[(n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}} \right]}{n_0 \text{Cos}K} \right\}$$

$$Z_0 \text{ Máximo} = 90^\circ.$$

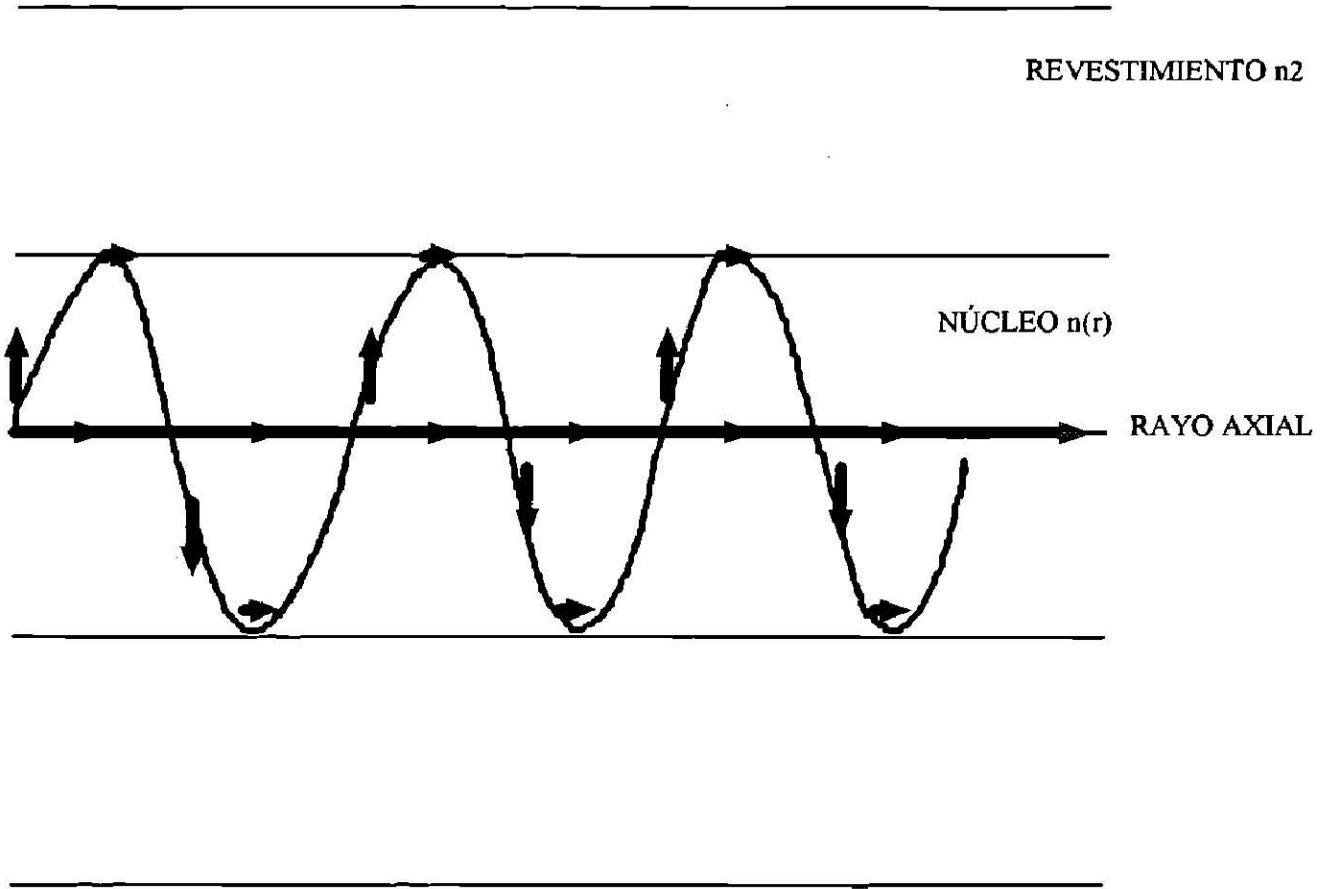
A.2 Fibras ópticas de índice gradual.

En las fibras ópticas de índice gradual el índice de refracción del núcleo no es constante, sino que va decreciendo en forma gradual del centro del núcleo al revestimiento, debido a lo anterior los rayos de luz se van flexionando. En este tipo de fibras la atenuación es menor con respecto a las fibras de índice escalonado donde el cambio del índice de refracción es mas brusco.



REPRESENTACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE UN HAZ DE LUZ EN UNA F.O. DE ÍNDICE GRADUAL Y DE ÍNDICE ESCALONADO.

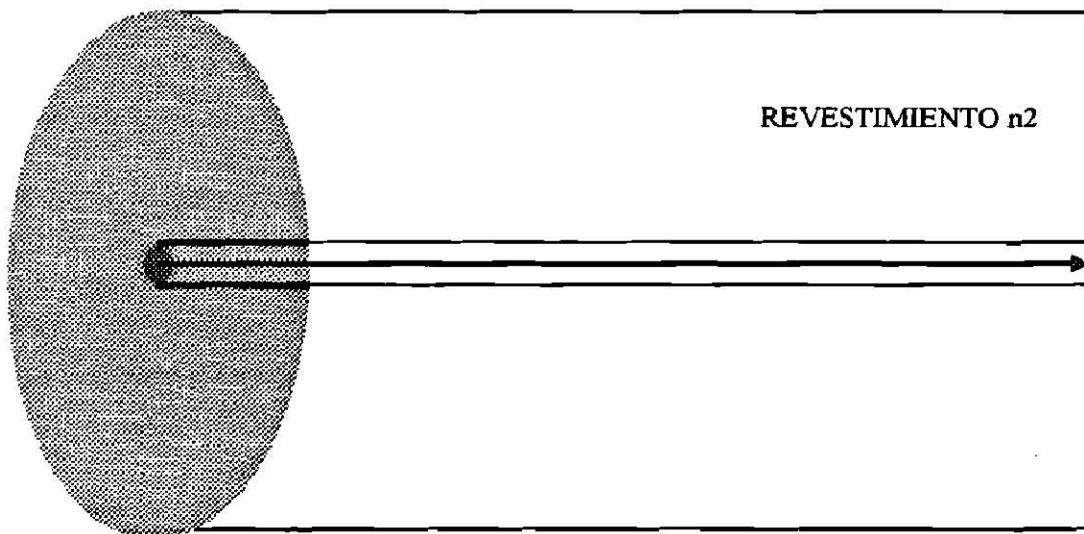
En este tipo de fibras ópticas existe un retardo entre los rayos que entran paralelos al eje de la fibra y los que se introducen con un cierto ángulo debido a la diferencia de la distancia recorrida, sin embargo esto se puede corregir logrando un adecuado decremento del índice de refracción de tal manera que incrementan su velocidad y finalmente coinciden ambos rayos en el eje del núcleo.



b. Fibras ópticas Monomodo.

Las fibras ópticas Monomodo tienen un índice de refracción en el núcleo constante y solo se presenta un modo de propagación o sea que solo se tiene una trayectoria para que la luz viaje a lo largo del núcleo por lo que no se tiene dispersión modal, normalmente la dimensión del núcleo es mucho menor a la del revestimiento en comparación a la multimodo.

| Tipo de fibra | Diámetro del núcleo | Diámetro revestimiento |
|---------------|---------------------|------------------------|
| Monomodo | 8.3 μm | 125 μm |
| Multimodo | 62.5 μm | 125 μm |



REPRESENTACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE UN HAZ DE LUZ EN UNA FIBRA ÓPTICA MONOMODO.

III. PARÁMETROS DE LA FIBRA ÓPTICA

Dentro del estudio de la fibra óptica es importante hacer notar los siguientes parámetros de la misma:

- A) Apertura Numérica
- B) Atenuación
- C) Dispersión
- D) Ancho de Banda

A) Apertura Numérica.

La apertura numérica es un parámetro que define el ángulo de aceptación de la luz en la fibra óptica o explica o explicada de otra manera es la facilidad con que la luz puede entrar en el núcleo de la fibra óptica.

Es de suma importancia considerar la apertura numérica ya que es un factor decisivo al momento de considerar pérdidas.

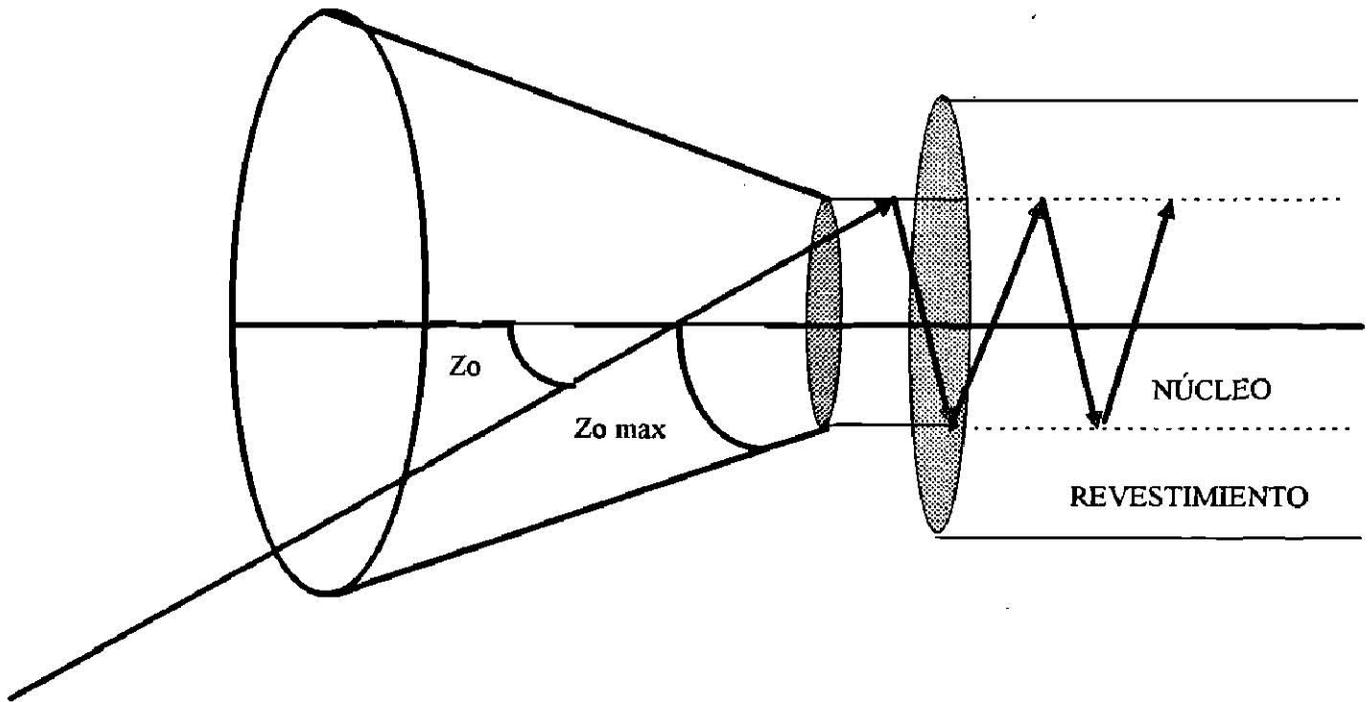
Mientras mas grande sea la apertura numérica se lograrán mejores acoplamientos, pérdidas mas bajas en los empalmes y conexiones así como también una transferencia de potencia óptica mas alta.

Como vimos anteriormente el ángulo de entrada de la luz $Z_0 \text{ max}$, se le conoce como máximo ángulo de aceptación y que si se excede este valor no se producirá la reflexión total interna ya que toda la luz se refractará en el revestimiento.

Definiremos la apertura numérica por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{N.A.} = \text{Sen } Z_0 \text{ max.}$$

Los valores de N.A. varían de 0.2 a 1 de otra manera Z_0 varía de 11.54° a 90° respectivamente.

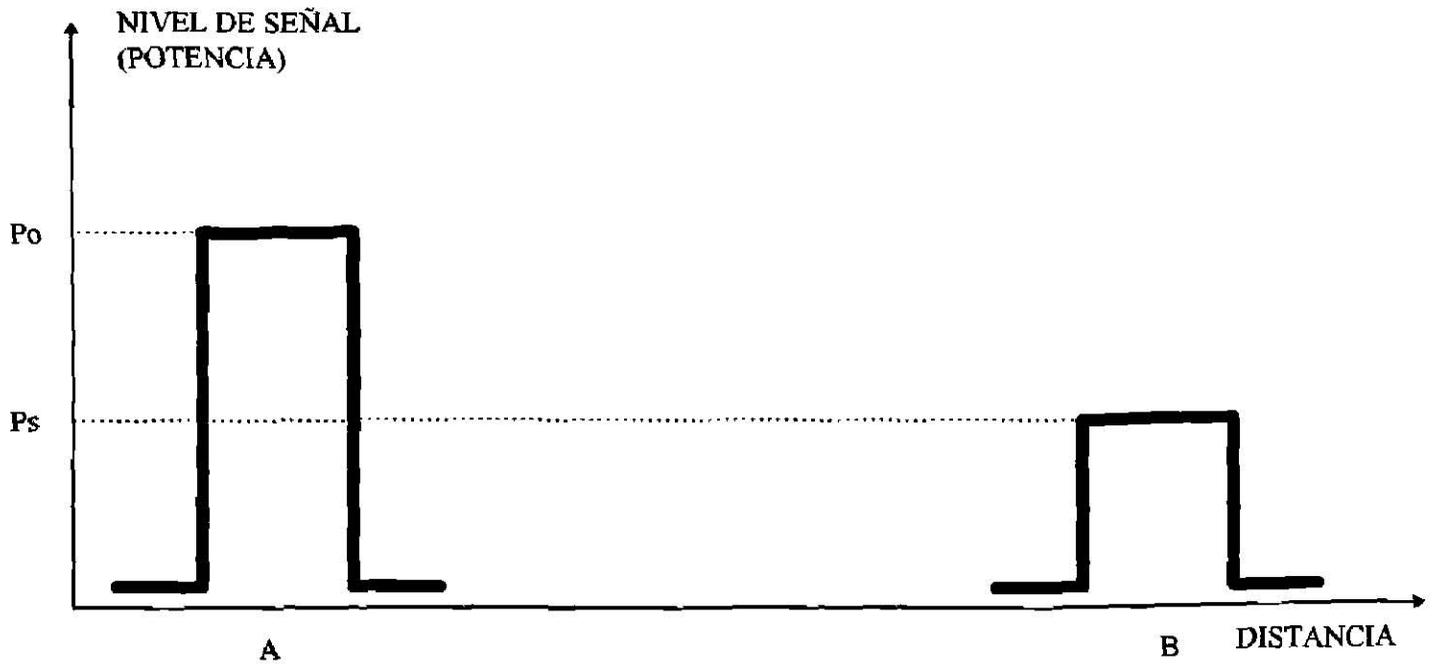


ESQUEMA DE UNA FIBRA ÓPTICA MOSTRANDO EL CONO DE ACEPTACIÓN

El cono de aceptación es aquel que se genera a partir del ángulo máximo de aceptación en donde todos los rayos de luz que no entran al mismo no se transmitirán.

B. Atenuación.

La atenuación se define de una manera general como la disminución en el nivel de señal transmitida de un punto inicial (A) a un punto final (B), pero sin cambiar la forma de la misma.



La atenuación en la fibra óptica se mide en decibeles (dB)

Atenuación dB = $10 \log(\text{Potencia recibida}/\text{Potencia transmitida})$.

$$dB = 10 \log \frac{Pr}{Pt}$$

Ejemplo

| Potencia Transmitida | Potencia recibida | Atenuación |
|----------------------|-------------------|------------|
| 1 | 1 | 0.00 dB |
| 1 | 0.90 | -0.46 dB |
| 1 | 0.80 | -0.97 dB |
| 1 | 0.70 | -1.55 dB |
| 1 | 0.50 | -3.01 dB |
| 1 | 0.30 | -5.23 dB |
| 1 | 0.01 | -10.00 dB |
| 1 | 0.01 | -20.00 dB |

El valor de la atenuación depende de la longitud de onda de la luz inyectada por el transmisor óptico.

Se tienen dos tipos generales de atenuación en las fibras ópticas.

- 1) Atenuación intrínseca
- 2) Atenuación extrínseca

1) Atenuación intrínseca.

La atenuación intrínseca se refiere a las pérdidas debidas a características inherentes de los materiales con que se fabrica las fibras ópticas. Se tienen tres tipos:

1.1 Atenuación intrínseca por absorción.

Se debe a las impurezas en el vidrio que absorben energía óptica. Ya que en los vidrios transparentes que se pueden considerar perfectos en estado normal, presentan fuertes bandas de absorción óptica en el ultravioleta y en el infrarrojo ocasionando efectos significativos en la región de los 600 a 1500 nm de la longitud de onda de transmisión.

1.2 Atenuación intrínseca por dispersión.

Este tipo de atenuación se presenta cuando los rayos de luz que están viajando en el núcleo de la fibra óptica, interactúan con el vidrio a nivel atómico y son dispersados en nuevas direcciones y quizás sean perdidos a través del revestimiento.

Se tiene también un caso especial llamado atenuación de dispersión por aberración y se debe a las variaciones en la distribución radial del índice de refracción, en el caso de las fibras ópticas de índice gradual no puede ser detectado debido a que las posibles imperfecciones se confunden con el material, pero en las fibras ópticas de índice escalonado si se puede detectar así como en las fibras ópticas monomodo.

1.3 Atenuación intrínseca por inhomogeneidades en el vidrio.

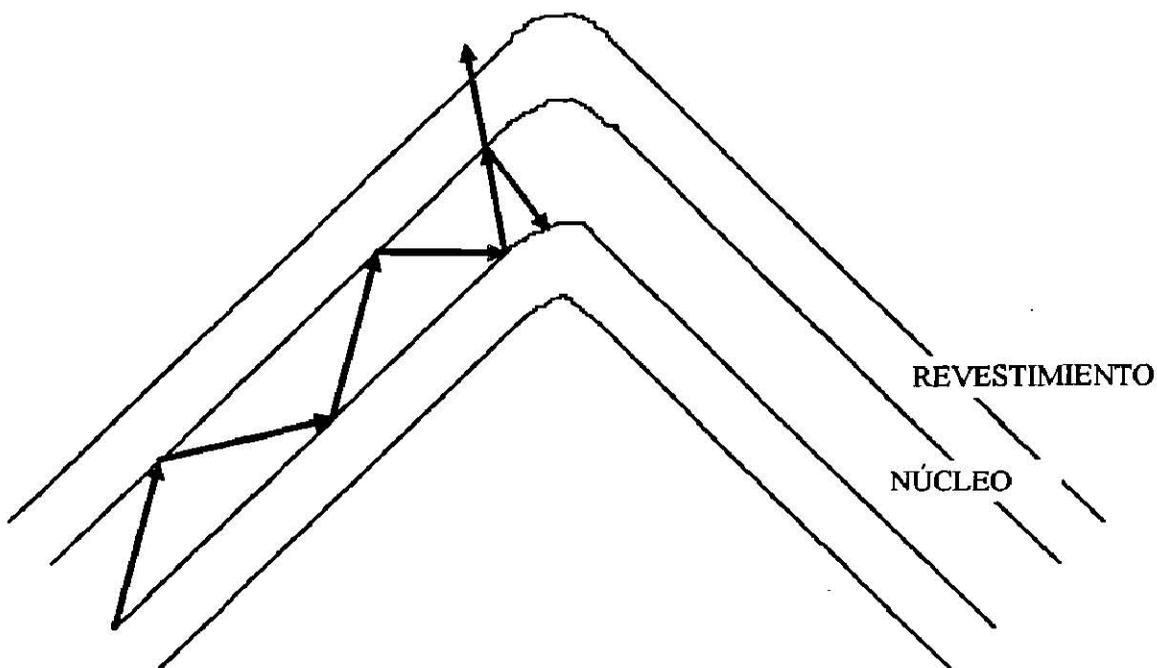
Este tipo de atenuación se debe a variaciones en el índice de refracción menores al tamaño de la longitud de onda de propagación y se ocasiona por fluctuaciones térmicas en el material así como también por fluctuaciones en la concentración de óxidos en el vidrio.

2. Atenuación extrínseca.

La atenuación extrínseca se provoca por pérdidas debidas a causas externas y se tienen 3 tipos:

2.1 Atenuación extrínseca por macrocurvaturas.

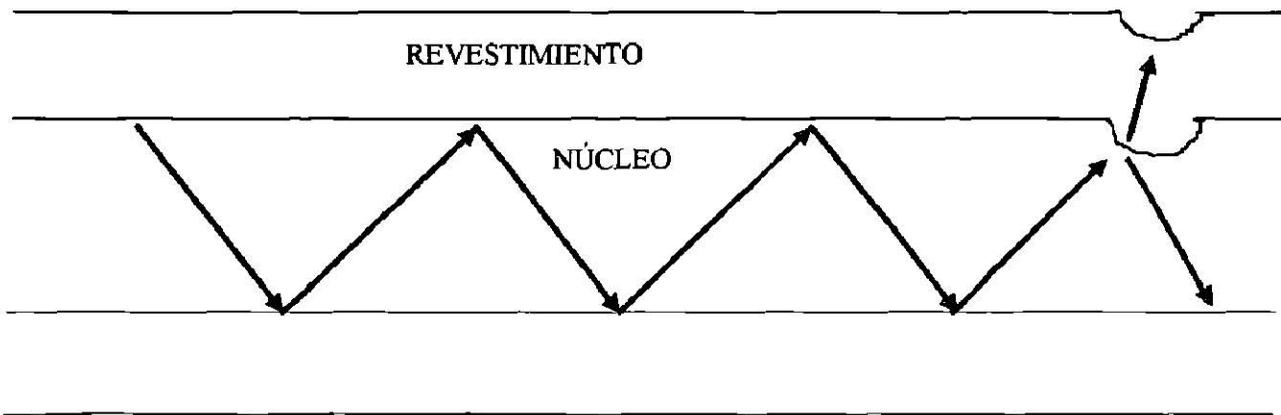
En este caso la atenuación es debida a pérdidas cuando se tiene un ángulo severo en la fibra óptica y la luz se refracta hacia el revestimiento.



2.2 Atenuación extrínseca por microcurvaturas.

Cuando se tienen microcurvaturas en el núcleo se ocasionan pérdidas de la luz hacia el revestimiento.

En algunas ocasiones se pueden deber a gotas de agua que al congelarse aumentan su volumen o bien a impactos externos sobre el cable de fibra óptica.



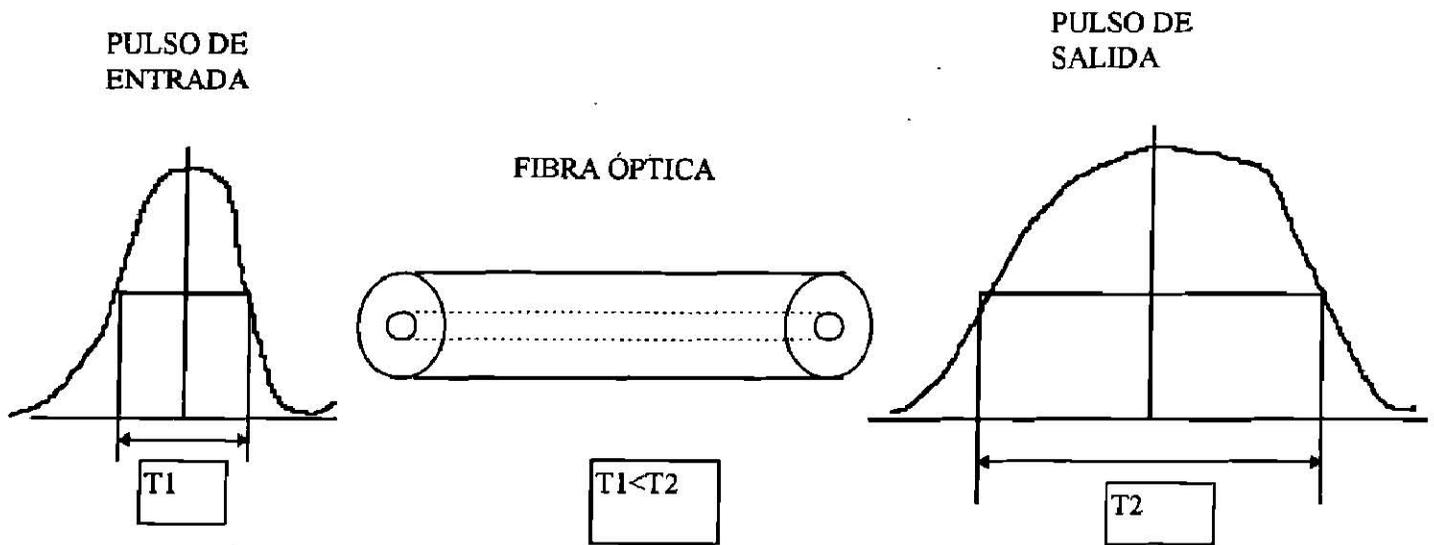
2.3 Atenuación extrínseca por absorción de impurezas.

La absorción de impurezas se ocasiona por impurezas que se van introduciendo en el vidrio, tales como iones metálicos (hierro, cobalto y cromo) pero también por iones OH (Hidróxido) del agua.

C.Dispersión.

La dispersión es un fenómeno que afecta la transmisión de la luz de una fibra óptica y es debido a las diferentes velocidades con que viajan las longitudes de onda, se puede reducir utilizando una fuente de luz monocromática como es el diodo láser.

La dispersión en las fibras ópticas causa limitaciones en el ancho de banda y está determinada por tres razones: Dispersión Modal, Dispersión del material y dispersión de la guía de onda, las cuales interactúan determinando la dispersión total.



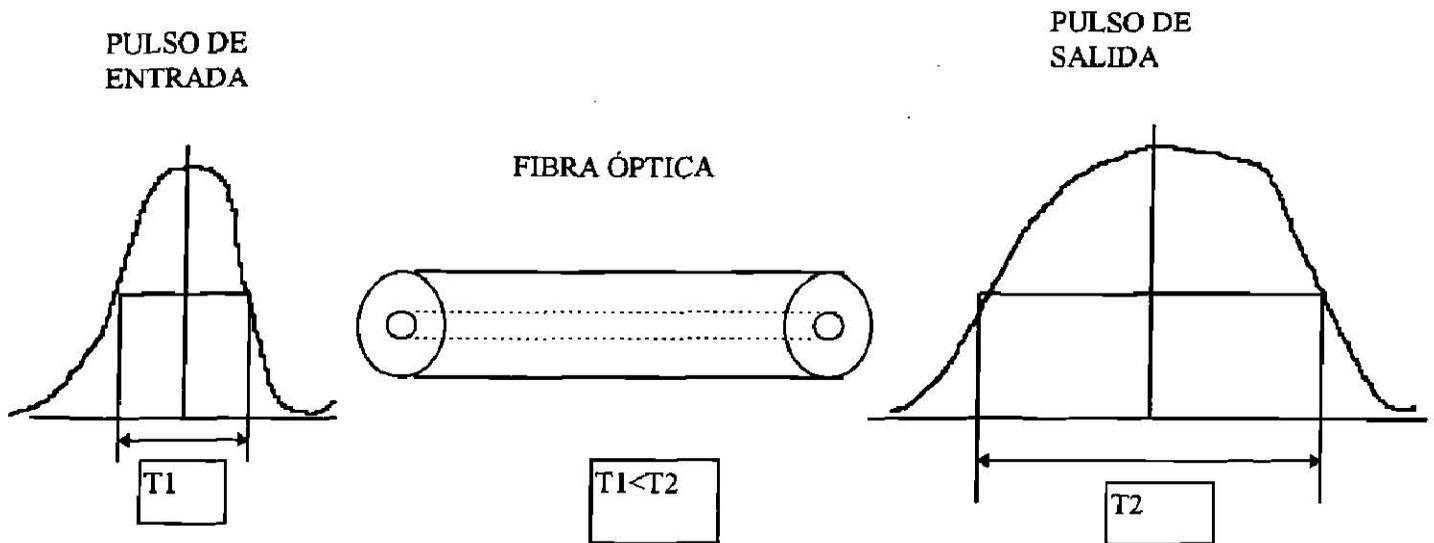
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL EFECTO DE LA DISPERSIÓN EN UN PULSO DE LUZ AL VIAJAR A TRAVÉS DE UNA FIBRA ÓPTICA.

1. Dispersión Modal.

La dispersión modal es causada por el número de modos que se transmiten dentro de la fibra óptica y a la diferencia de velocidades entre ellos, y no es afectada por el ancho de banda espectral de la fuente de luz.

2 Dispersión del Material.

Como la mayoría de las fibras ópticas están hechas de vidrio y este es un material altamente dispersivo que cambia su índice de refracción en función de la longitud de onda, provocando diferentes velocidades de propagación en el material.



REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL EFECTO DE LA DISPERSIÓN EN UN PULSO DE LUZ AL VIAJAR A TRAVÉS DE UNA FIBRA ÓPTICA.

1. Dispersión Modal.

La dispersión modal es causada por el número de modos que se transmiten dentro de la fibra óptica y a la diferencia de velocidades entre ellos, y no es afectada por el ancho de banda espectral de la fuente de luz.

2 Dispersión del Material.

Como la mayoría de las fibras ópticas están hechas de vidrio y este es un material altamente dispersivo que cambia su índice de refracción en función de la longitud de onda, provocando diferentes velocidades de propagación en el material.

3. Dispersión de la guía de onda (Dispersión Intermodal).

Este tipo de dispersión se debe al ancho espectral de la fuente, pues aún cuando permanezca constante el índice de refracción existe un efecto de dispersión del tipo cromático.

Para las fibras ópticas multimodo la dispersión del material es siempre mayor que la de la guía de onda que prácticamente resulta despreciable.

D.- ANCHO DE BANDA.

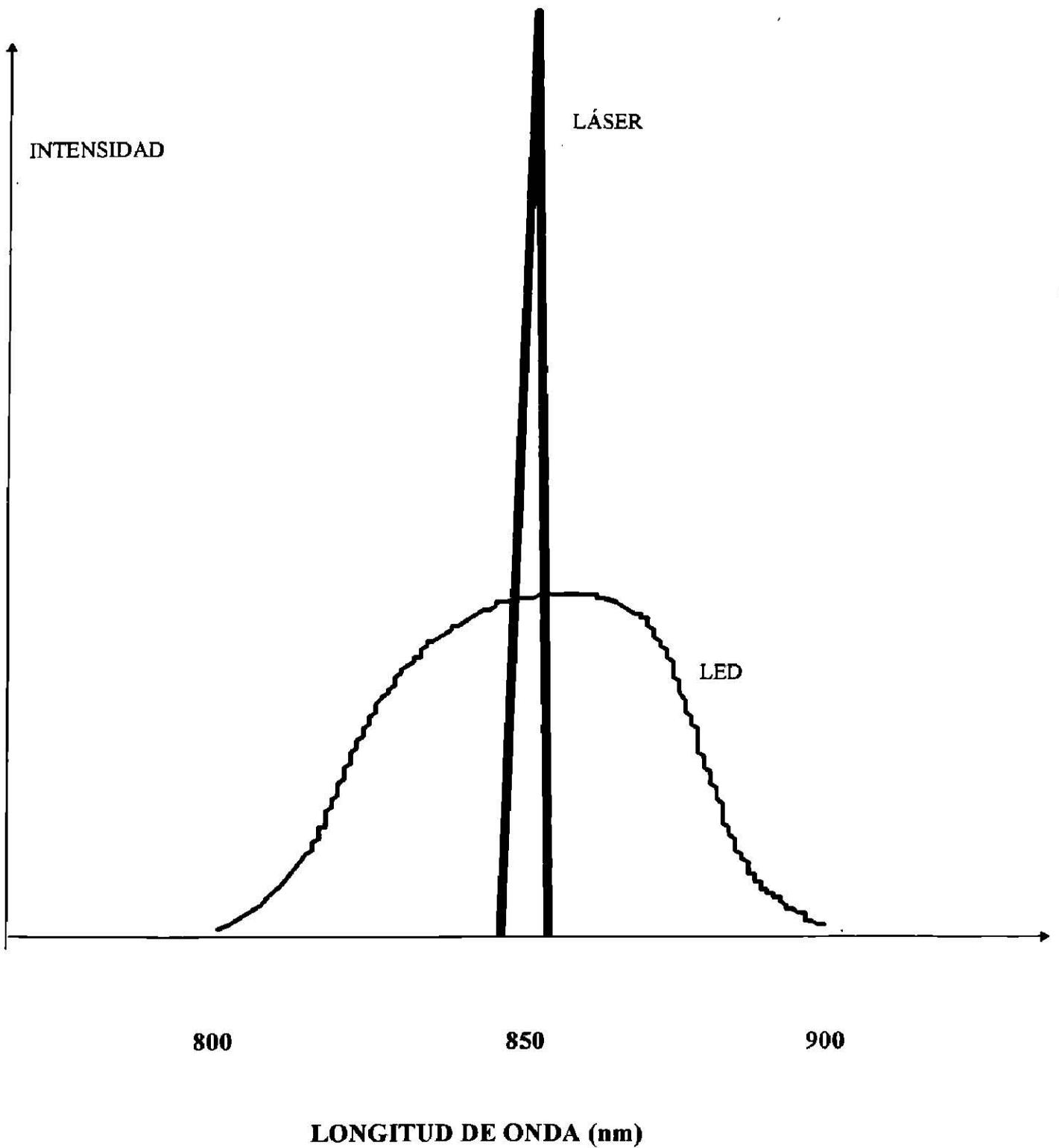
1. Definición del ancho de banda.

Ancho de banda es el método por el cual la capacidad de transmisión de un sistema de comunicaciones es especificado ó en otros términos el ancho de banda óptico del sistema es la máxima velocidad de transmisión necesaria para operar el sistema sin tener pulsos empalmados de tal manera que causen un excesivo "bit error rate" (BER), normalmente el ancho de banda especificado para una fibra óptica debe ser mayor o igual al ancho de banda del sistema.

El ancho de banda del sistema no depende solamente del ancho de banda de la fibra óptica, sino también de las características del transmisor, específicamente del ancho de banda espectral y el centro de la longitud de onda.

En aplicaciones de campus en los cuales se requieren longitudes de unos pocos kilómetros son comúnmente utilizados transmisores basados en tecnología tipo LED y Fibra Óptica Multimodo.

Bajo estas cortas distancias de enlace (Hasta 2 Km.), una fibra óptica cumpliendo con las especificaciones EIA/TIA-568, con un ancho de banda mínimo modal de 160 MHz-Km a 850 nm puede soportar hasta 20 Mbps. Esta misma fibra con un ancho de banda mínimo modal de 500 MHz-Km a 1300 nm puede transmitir hasta 100 Mbps. En ambos casos utilizando un LED como fuente de transmisión óptica.



PERFIL ESPECTRAL COMPARATIVO DE UN LÁSER Y UN LED

2. Relación entre ancho de banda y velocidad de transmisión.

Ancho de banda y velocidad de transmisión causan muchas confusiones para diseñadores de sistemas y usuarios finales.

El desempeño de los sistemas normalmente se refieren en términos de velocidad de transmisión (Bits por segundo) y el desempeño de la fibra óptica multimodo es especificado en Mhz o Mhz por kilómetro (MHz-Km), la conversión entre Bits, Bytes, Bauds y Mhz es muy importante para el diseño de sistemas.

El Bit es la unidad fundamental de información en un sistema digital y es simplemente un "1" lógico o un "0" lógico, un Byte es una palabra digital normalmente compuesta por 8 Bits.

Un Baud es el número de cambios de estado de una señal en un segundo, también se denomina razón del Baud y se miden en Bauds por segundo y puede corresponder a la razón de Bits por segundo en algunos casos, dependiendo del formato usado para la codificación de los datos binarios.

Tres populares tipos de codificación usados actualmente son:

- Non Return To Zero (NRZ).
- Return To Zero (RZ).
- Manchester.

IV FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO Y MONOMODO.

Existen dos grandes clasificaciones de fibras ópticas.

- A. Fibras Ópticas Multimodo.
- B. Fibras Ópticas Monomodo.

A. Fibras Ópticas Multimodo.

Las fibras ópticas multimodo son muy usadas para aplicaciones de campus y distribución en edificios, donde los enlaces son cortos (menos de 2 Km.) y existen muchos conectores. La gran apertura numérica de la fibra óptica multimodo permite el uso de transmisores tipo LED relativamente baratos, los cuales para distancias relativamente cortas son más eficientes.

B. Fibras Ópticas Monomodo

Las fibras ópticas monomodo son generalmente utilizadas para aplicaciones de larga distancia o aplicaciones que requieren de un ancho de banda extremadamente alto, normalmente utilizan transmisores tipo láser.

Las fibras ópticas monomodo son visualmente en apariencia física y composición similares a las fibras ópticas multimodo, sin embargo tienen características que difieren en orden de magnitud.

1. Distancia.

F.O. .Multimodo.

Enlaces menores a 2 Km. Para aplicaciones de Ethernet y Token Ring y FDDI cumpliendo con los estándares EIA/TIA 568 y IEEE.802.

F.O. Monomodo.

Enlaces de interconexión de centrales telefónicas hasta de 80 Km.

2.Capacidad.

F.O. Multimodo.

Velocidades de hasta 200 Mbps para enlaces de 2 Km. o menores, para distancias de 100 metros o menos. El ancho de banda es virtualmente ilimitado.

F.O. Monomodo.

Los equipos comerciales actuales permiten transmisiones de hasta 2 Gbps usando fibra óptica Monomodo, pero se ha probado que soporta 20 Ghz, por lo que solo limita su ancho de banda virtualmente infinito a las características de los transmisores.

3. Tipo de sistema.

F.O. Multimodo.

Sistemas de voz, datos y vídeo en redes de área local.

F.O. Monomodo.

Aplicaciones de transporte de larga distancia en telefonía debido a su alto ancho de banda y atenuación, también se utiliza en sistemas de redes

de área metropolitana con requerimientos del alto ancho de banda y enlaces grandes tales como FDDI-Monomodo, Sonet y sistema de interconexión de centros de distribución de televisión por cable.

4. Costo.

F.O. Multimodo.

Los sistemas Multimodos son típicamente mas baratos que los Monomodo, por el uso de fuentes ópticas basadas en tecnología de LED.

F.O. Monomodo.

Los sistemas Monomodo son mas caros que los Multimodo, desafortunadamente debido a los altos costos de los equipos de transmisión Monomodo y esto se acentúa mas en aplicaciones de enlaces cortos.

5. Dimensiones de la fibra óptica.

F.O. Multimodo.

Hay tres tipos de dimensiones de fibra óptica Multimodo: 62.5/125 μm (Núcleo Revestimiento), 50/125 μm y 100/140 μm . La industria soporta la estandarización de la fibra óptica de 62.5/125 μm . en los Estados Unidos de Norteamérica, también es sugerida por algunos comités internacionales, tal es el caso del estándar EIA/TIA 568 que la especifica.

Por otro lado la fibra óptica 62.6/125 μm presenta la combinación de atenuación, ancho de banda y conectividad para aplicaciones presentes y futuras.

F.O. Monomodo.

Las fibra ópticas monomodo tienen diámetros de núcleos típicamente entre 8 y 9 μm y diámetro de revestimiento de 125 μm , debido a lo anterior la apertura numérica es muy pequeña por lo que se deben de usar transmisores con láser para concentrar mas potencia en una pequeña área.

6. LONGITUD DE ONDA DE OPERACIÓN

F.O. Multimodo.

Las fibras ópticas multimodo son diseñadas para operar a 850nm o 1300nm o a ambas longitudes de onda.

La atenuación es menor a 1300 que a 850 nm.
El ancho de banda es mayor a 850 que a 1300 nm.

Es importante señalar que al seleccionar una fibra óptica tenga las dos ventanas de operación (850 y 1300 nm) ya que en una aplicación Ethernet (10 Mbps) se requiere de una longitud de onda de 850 nm y para FDDI de 100 Mbps se necesita una longitud de onda de 1300 nm.

Es conveniente indicar que el estándar EIA/TIA 568 especifica fibras ópticas de doble ventana (850 y 1300 nm) y de 62.5/125 μm .

F.O. Monomodo.

Las fibras ópticas monomodo son diseñadas usualmente para operar en una longitud de onda de 1310 nm pero también es aceptada la longitud de onda de 1550 nm en aplicaciones de telefonía, debido a la baja atenuación y dispersión que la fibra óptica monomodo presenta a 1550 nm.

V. FABRICACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA

Las fibras ópticas utilizadas en aplicaciones de comunicaciones deben fabricarse utilizando materiales específicos, métodos de fabricación especiales así como el proceso de estirado y acabado final de la fibra.

A. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.

Los materiales utilizados para la fabricación de las fibras ópticas deben tener características mecánicas y ópticas específicas.

- Que puedan fabricarse fibras largas, delgadas y flexibles.
- Que tengan la capacidad de ser transparentes a una longitud de onda específica para que puedan transmitir eficientemente la luz.
- Que los materiales sean compatibles entre si, pero con mínima diferencia entre sus índices de refracción.

Los materiales que cumplen de mejor manera estos requisitos son el vidrio y el plástico.

1. FIBRAS ÓPTICAS DE VIDRIO

El vidrio que se utiliza en la fabricación de las fibras ópticas tiene que ser ópticamente transparente como es el caso del cuarzo, para lograr materiales basados en el cuarzo con índices de refracción ligeramente diferentes, se dopa el cuarzo (SiO_2) con otros materiales como el flúor. algunos dopantes incrementan el índice de refracción (GeO y P_2O_5), mientras otros lo decrementan (Flúor y B_2O_3).

En la estructura de la fibra óptica el revestimiento debe tener un índice de refracción menor al del núcleo.

| NÚCLEO | REVESTIMIENTO |
|--------------------------|------------------|
| $GeO_2 - SiO_2$ | SiO_2 |
| $P_2O_5 - SiO_2$ | SiO_2 |
| SiO_2 | $B_2O_3 - SiO_2$ |
| $GeO_2 - B_2O_3 - SiO_2$ | $B_2O_3 - SiO_2$ |

El cuarzo puro es conocido también como vidrio puro, vidrio de cuarzo o cuarzo fundido y tiene las siguientes propiedades:

- Resistencia a altas temperaturas (1000 °c).
- Resistencia a la ruptura por choque térmico.
- Baja expansión térmica.
- Durabilidad térmica.
- Alta transparencia óptica en la región visible y en el infrarrojo.

2. Fibras ópticas con núcleo de vidrio y revestimiento plástico

Este tipo de fibras ópticas tienen altas pérdidas y bajo costo y se utilizan en enlaces cortos.

El núcleo es de cuarzo y el revestimiento de un material polímero (plástico), son llamadas también "fibras ópticas PCS" (Plastic Clad Silicia).

3. Fibras ópticas plásticas.

Las fibras ópticas plásticas utilizan plástico tanto en el núcleo como en el revestimiento.

Las fibras ópticas plásticas tienen las siguientes características:

- El ancho de banda es muy bajo.
- Para aplicaciones de Ethernet a 10 mbps a 100 metros máximo.
- Muy flexibles.
- Alta durabilidad.
- Usadas en aplicaciones médicas, automotrices señalización, vídeo de displays e industriales.
- Alta resistencia a los impactos transversales.
- No requiere de cuidados especiales en su instalación.

B. Métodos de fabricación.

Las fibras ópticas se fabrican bajo dos técnicas:

- Proceso de deposición de vapores.
- Método de fusión directa.

1. PROCESO DE DEPOSICIÓN DE VAPORES.

Este proceso consiste en obtener vapores de óxidos de metales que al ser calentados por medio de un quemador de hidróxido forman un polvo fino de cuarzo dopado. El polvo queda suspendido y mediante calor se aglomera consolidándose la capa de polvo depositada (sintetizado) y posteriormente se eliminan los huecos que el material tiene, para de esta manera realizar el colapsado.

Este proceso se lleva a cabo mediante cinco métodos:

- Método de deposición modificada de vapores químicos (M.C.V.D.).
- Método de deposición externa de vapores químicos (O.C.V.D.).
- Método de deposición axial de vapores químicos.
- Método de deposición de vapores químicos por plasma.
- Método de deposición de vapores químicos por calentamiento por medio de microondas.

2. Método de fusión directa.

Este método es también llamado de doble crisol y aquí la varillas de vidrio que forman el núcleo y el revestimiento se elaboran por separado. Primero se realiza la mezcla de polvos de vidrios purificados los cuales son fundidos en un crisol y agitados para formar una mezcla homogénea. Posteriormente se forma una varilla de alimentación a partir de una varilla semilla que se incorpora por inmersión al vidrio fundido para posteriormente retirarla lentamente a través de un anillo enfriador. Una vez que el vidrio sale de la varilla semilla se solidifica para tomar una forma cilíndrica de 5 a 10 mm de diámetro y algunos metros de longitud.

Las varillas son alimentadas en dos crisoles concéntricos calentados simultáneamente. Un crisol contiene el núcleo y el otro el revestimiento.

Es importante hacer notar que durante el proceso se tiene un alto riesgo de contaminantes debido a los crisoles y al horno.

Se tienen algunas ventajas y desventajas con respecto a la primera técnica:

Desventajas:

- Se obtienen fibras con alta dispersión.
- La resistencia y durabilidad mecánica es menor que la otra técnica.
- Las pérdidas aumentan debido a la baja pureza de la fibra.

Ventajas:

- Es un proceso continuo y más económico.
- Se obtienen altas aperturas numéricas para longitudes de onda bajas.

C. Estirado y acabado final de la fibra óptica.

Las preformas obtenidas por medio del proceso de deposición de vapores se limpian y se pulen, posteriormente son sometidas a una temperatura de 2,200 °c en un horno. Aquí es donde se funden las preformas y se estiran, convirtiéndose en la fibra definitiva.

Posteriormente se pasa al recubrimiento primario para darle protección mecánica axial y evitar la contaminación de la fibra óptica.

La cubierta primaria puede ser fabricada de acrilatos epóxicos o polímeros de silicio.

La velocidad de aplicación de la cubierta primaria o recubrimiento debe ser la necesaria para impregnar uniformemente toda la superficie de la fibra definiéndose así la velocidad total del estirado, se puede aumentar la velocidad aplicando el recubrimiento en varias capas, siempre monitoreando el diámetro de la fibra óptica.

Finalmente pasa a un carrete para su almacenaje.

VI. CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS

En aplicaciones prácticas las fibras ópticas deben estar protegidas contra esfuerzos mecánicos y ambientales que pueden afectar las características de transmisión de la misma, por esta razón es necesario construir estructuras especiales de cable.

A. GENERALIDADES

1. Características del tipo de cable a seleccionar.

El tipo de cable de fibra óptica a seleccionar debe cumplir las siguientes características:

- Flexibilidad.
- Identificación de fibras.
- Peso.
- Torsión.
- Vibración.
- Límite de tensión.
- Facilidad de pelado.
- Facilidad de cortado.
- Facilidad de alineación del cable y la fibra óptica.
- Resistencia química.
- Resistencia al fuego.

- Resistencia a la penetración de agua.

2. CONDICIONES AMBIENTALES CONSIDERADAS PARA LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA.

Las condiciones ambientales que deben ser consideradas para la selección del tipo de cable de fibra óptica son:

- Temperatura.
- Viento.
- Daño por sal.
- Lluvia.
- Nieve y hielo.
- Humedad.
- Descargas atmosféricas.
- Terremotos.
- Luz solar (rayos ultravioleta).
- Daño por roedores.

B. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

El vidrio es considerado mecánicamente débil, sin embargo cuando se presenta en forma de fibras su resistencia longitudinal a la ruptura esta muy cerca a la del acero.

El vidrio puede elongarse hasta 1%, mientras el cobre puede llegar al 20% de elongacion.

1. Se deben tomar en cuenta dos factores muy importantes:

- a) Microcurvaturas
- b) Macrocurvatura.

a) Microcurvaturas.

Debido a las microfracturas se limita la fuerza de tensión y están en función de la existencia de deformaciones en la superficie de las fibras ópticas debido a las impurezas ocasionadas en el proceso de fabricación o en el período de su vida útil, por lo que los esfuerzos mecánicos se concentran en esos puntos.

La penetración de agua provoca grietas o el crecimiento de las mismas en la superficie de la fibra óptica.

Es muy importante considerar protecciones contra humedad.

b). Macrocurvaturas.

Durante el proceso de fabricación de un cable de fibra óptica debe de cuidarse que las características de transmisión ópticas no sean afectadas por dobleces en el eje de la fibra, ya que pueden ocasionar problemas en el acoplamiento de energía de los modos de propagación en las fibras ópticas multimodo así como pérdidas de radiación tanto en las fibras ópticas multimodo como en las monomodo.

Debido a lo anterior se debe tener un diseño apropiado en las cubiertas de las fibras.

2. Se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Proteger las fibras contra esfuerzos mecánicos.
- b) Aislar las fibras ópticas del resto de los elementos del cable.
- c) Situar las fibras ópticas lo mas cerca del eje central.
- d) Seleccionar materiales con diferencias mínimas en su coeficiente de expansión térmica.

C. Elementos de un cable óptico.

Los elementos que componen un cable óptico son:

1. Cubierta primaria.
2. Cubierta secundaria
3. Miembro de tensión.
4. Barrera contra la humedad.
5. Armadura.
6. Cubiertas del cable.
7. Barrera térmica.

1. Cubierta primaria.

La cubierta primaria se le coloca a la fibra óptica durante la fabricación, una vez concluido el proceso de estirado y se obtienen los siguientes beneficios.

- a) Evita la entrada de humedad.
- b) Evita microfisuras.
- c) Evita daños superficiales.

2. Cubierta secundaria.

La cubierta secundaria brinda protección radial por esfuerzos mecánicos. Hay dos tipos de cubierta secundaria.

- a) Tubo holgado.

b) Tubo apretado.

a) Tubo holgado.

Las fibras ópticas están contenidas en tubos termoplásticos con una holgura que permita movimientos de las mismas, para de esta manera evitar esfuerzos de tensión durante la instalación y después de la instalación (cables aéreos), así como compensar contracciones térmicas que provoquen microcurvaturas.

Los tubos termoplásticos se rellenan con gel (material higroscópico), las fibras ópticas son mas largas que ellos para amortiguar los esfuerzos mecánicos.

En este tipo de cubierta se tienen menos pérdidas en las fibras ópticas que las de tubo apretado.

Los tubos tienen un diámetro entre 1.4 mm y 3 mm y se pueden colocar hasta 12 fibras ópticas por tubo.

b) Tubo apretado.

En este caso se le coloca un recubrimiento grueso sobre la cubierta primaria y puede ser entre 0.8 mm y 1 mm de diámetro y los materiales que se utilizan pueden ser polietileno, nylon, poliéster o polipropileno. Dicha cubierta se coloca mediante extrusión, el cual debe realizarse con sumo cuidado para evitar pérdidas excesivas por esfuerzos mecánicos y cambios de temperatura. La pérdida durante este proceso debe ser menor a 0.1 db/km.

3. Miembro de tensión.

El miembro de tensión tiene la función de incrementar la carga permitida en un cable, por lo que debe de tener:

- a) Modulo de elasticidad alto.
- b) Flexibilidad.
- c) Fuerza mecánica aceptable.
- d) Dimensiones adecuadas.
- e) Bajo peso por unidad de longitud.
- f) Coeficiente de expansión térmica adecuado.
- g) Precio razonable.

Los materiales con que se fabrican los miembros de tensión pueden ser:

- a) Acero.
- b) Filamento plástico.
- c) Fibras sintéticas.
- d) Fibras de vidrio.
- e) Plástico reforzado con fibras.

a) Acero.

Se utiliza como miembro de tensión central cuando se usa en forma de alambre o cable y como armadura cuando se utiliza en forma de fleje y malla. El rango de tensión a la ruptura esta entre 540 a 3100 N/m, tiene un alto peso y no se puede utilizar en aplicaciones dieléctricas.

B) Filamento plástico.

Se fabrica con un filamento de poliéster para brindar un alto modulo de elasticidad y mínima variación en sus dimensiones a altas temperaturas, tiene además una gran resistencia mecánica y poco peso.

C) Fibras sintéticas.

Las fibras sintéticas tiene un alto modulo de elasticidad y bajo peso, como es el caso de la aramida (kevlar).

D) Fibras de vidrio.

En algunos casos las fibras de vidrio proporcionan suficiente fuerza de tensión y en otros casos se combinan con otros materiales para aumentar su resistencia mecánica.

e) Plástico reforzado con fibras.

Las fibras de materiales plásticos se combinan con fibras de vidrio o de carbón de tal manera que se obtienen plásticos rígidos o semirígidos que tienen un modulo de elasticidad similar al del acero pero con un bajo peso.

Los miembros de tensión se pueden clasificar por su forma en cilíndrico o central.

4. BARRERA CONTRA LA HUMEDAD.

Los materiales utilizados como barrera contra la humedad deben ser:

- a) Repelentes al agua.
- b) Transparentes.
- c) No tóxicos.
- d) Presentar tal viscosidad que no escurra.

Un material con estas características es la jalea de petrolato (gel) y normalmente se usan como relleno de los tubos holgados y como compuesto inundante para los espacios libres que dejan los elementos del cable.

Se tienen también pantallas metálicas recubiertas con polietileno longitudinales como barreras de humedad.

Finalmente para tener mas seguridad se puede presurizar el cable con aire seco o nitrógeno.

5. CUBIERTAS DEL CABLE.

Las cubiertas del cable proporcionan protección mecánica, térmica y química al núcleo. Es importante hacer notar que los materiales con que se construyan las cubiertas deben tener una expansión térmica similar a los componentes adyacentes del cable para que no se transmitan esfuerzos mecánicos a las fibras ópticas.

Los materiales más utilizados en la fabricación de las cubiertas son:

- a) Polietileno (PE).
- b) Cloruro de polivinilo (PVC).

a) Polietileno (PE).

Es un material que tiene excelentes propiedades eléctricas y mecánicas, es fácil de colorear, buena flexibilidad en frío, resistencia a la humedad, aceites, productos químicos y al ozono y un precio relativamente bajo.

El polietileno no contiene plastificantes y es altamente propagador de la flama por lo que se debe utilizar en aplicaciones de planta exterior.

Por otro lado se le tiene que agregar un pigmento de negro de humo para evitar daños por radiación ultravioleta.

b) Cloruro de polivinilo (PVC).

El PVC es un material termoplástico recomendado para temperaturas entre 5 y 70 °C. Tiene buen desempeño a la fricción, se le pueden dar diferentes grados de dureza por medio de plastificantes, es resistente al envejecimiento, al ozono, ácidos alcalinos, aceites y solventes.

El PVC es un material de bajo nivel de combustión pero los plastificantes mezclados con él para ablandarlo no.

6. ARMADURA.

La armadura tiene como función la protección del cable contra daños mecánicos, roedores y termitas.

La armadura de un cable puede ser de dos tipos; de fleje o de alambre. El material mas utilizado es el acero. Cuando se utiliza en forma de fleje se hace un proceso de corrugado para darle una mayor flexibilidad.

La armadura debe colocarse sobre una cubierta interna de polietileno para de esta manera no transmitir esfuerzos mecánicos a las fibras ópticas, y también se coloca otra cubierta de polietileno sobre la armadura para facilitar su manejo.

7. Barrera térmica.

La barrera térmica sirve para evitar daños a los componentes del cable durante su fabricación (extrusión de cubiertas), normalmente se utilizan en forma de cintas helicoidales que envuelven el núcleo del cable.

Los materiales que normalmente se utilizan son el teraftalato de polietileno (cinta maylar) y el papel de pulpa de madera.

D. ESTRUCTURA BÁSICA DE UN CABLE DE FIBRAS ÓPTICAS.

Los cables de fibras ópticas están basados en tres tipos básicos de construcción:

1. Elemento central de tensión (ETC).
2. Núcleo ranurado (NR).
3. Elemento exterior de tensión.(EET)

1. Elemento central de tensión (ETC).

En esta estructura se coloca un miembro de tensión en el centro del cable y alrededor de él se colocan las fibras ópticas con su cubierta secundaria (tubo apretado o tubo holgado) en forma helicoidal relleno, los espacios vacíos con gel.

Lo anterior se agrupa con una cinta de maylar para mantener las fibras en su lugar y también para servir como barrera térmica en los procesos subsiguientes de extrusión de cubiertas, dando lugar a lo que normalmente se denomina el núcleo del cable.

Sobre el núcleo del cable se colocan el resto de los elementos que conformarán el cable, de acuerdo al diseño requerido como son la cubierta interna, barrera contra humedad, armadura, elementos de suspensión etc.

Este tipo de estructura es la más utilizada ya que tiene las siguientes ventajas:

- Se obtienen cables de dimensiones reducidas.
- Buena flexibilidad.

- Facilidad en el proceso de preparación del cable para la conectorización o empalme del mismo.

2. Núcleo Ranurado (NR).

En este tipo de estructura al miembro central de tensión se le agrega una cubierta plástica de mucho espesor con ranuras en la periferia (normalmente de 6 a 12 ranuras), en estas ranuras se alojan las fibras ópticas en su cubierta secundaria o primaria, en cada ranura se puede colocar mas de una fibra óptica.

Al usar este tipo de estructura de núcleo se logra aislar las fuerzas de tensión y da mas libertad de movimiento a las fibras ópticas. Sobre este tipo de núcleo se pueden colocar el resto de los elementos del cable.

Con este tipo de estructura se obtienen cables de mayor diámetro que el los de elemento central de tensión. Por lo que los radios de curvatura deben ser mayores así como también el proceso de preparación del cable de fibra óptica para su conectorización y empalme es mas laboriosa.

3. Elemento de Tensión Exterior (EET).

En este tipo de estructura se emplea un elemento de tensión externo, el cual contiene las fibras ópticas las cuales pueden reunirse por medio de un espiral de plástico o por una cinta plástica, formando una estructura rectangular compacta.

Las fibras ópticas contenidas solo pueden ir con su cubierta primaria o con cubierta secundaria del tipo tubo apretado.

Los cables de fibra óptica que utilizan este tipo de estructura, son utilizados cuando se requiere alta densidad de fibras ópticas en diámetros pequeños y también cuando se necesita una alta resistencia a la tensión.

E. TIPOS DE CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS.

Los diferentes tipos de cables de fibras ópticas pueden clasificarse de acuerdo a las siguientes divisiones:

1. Cables de tubo holgado.
2. Cables de tubo apretado.
3. Cables dialécticos.
4. Cables armados.
5. Cables aéreos.
6. Cables de interconexión de edificios (Campus).
7. Cables de interconexión de niveles de un edificio (RISER).
8. Cables de uso en el horizontal.
9. Cables de interconexión

1. CABLES DE TUBO HOLGADO.

Los cables de tubo holgado son principalmente utilizados para enlaces entre edificios o backbone campus, su utilización también se refiere a la planta externa, estos cables normalmente conectan el distribuidor principal con distribuidores intermedios.

Las fibras están contenidas en tubos rellenos de gel, con el fin de aislar fuerzas. Este diseño es el mas ampliamente utilizado en la industria ya que conservan establemente los parámetros de transmisión y aseguran una larga vida.

Los cables de fibra óptica de tubo holgado tienen las siguientes características:

- a) Son mas robustos que los cables basados en tubo apretado, en cuanto a las instalaciones exteriores.
- b) Son mas apropiados para instalaciones exteriores de enlaces largos.
- c) Alta capacidad de fibras ópticas, hasta 216 fibras.
- d) Alta densidad de empaquetado, específicamente para cables mayores de 24 fibras ópticas.
- e) Usualmente menos caros que los cables para interior en la relación metro-fibra.
- f) Es fácil realizar empalmes.
- g) Los cables de tubo holgado están especificados para operar en un amplio rango de temperatura.
- h) Proporcionan una excelente protección contra la penetración de agua cuando se utilizan con la característica de campus.

- i) Cuando se utiliza en ambientes exteriores puros representan la mejor opción.
- j) Tienen mas área de sección que los de tubo apretado por lo que hay que considerar esto cuando se tengan problemas de capacidad de infraestructura de transporte de cables.
- k) Las fibras contenidas en el tubo holgado deben ser terminadas en elementos tipo pigtail.
- l) Es necesario utilizar cajas de interconexión de fibra óptica (LIU'S) para terminar las fibras en los extremos del enlace.

2. CABLES DE TUBO APRETADO.

Los cables de tubo apretado son la segunda mejor categoría de cables de fibra óptica, son diseñados para aplicaciones de backbone campus, backbone riser, cableado horizontal e interconexiones.

Los cables de tubo apretado contienen fibras ópticas las cuales están protegidas con un material termoplástico de 900 μm comparado con los 250 μm de las fibras en tubo holgado.

Los cables de fibra óptica de tubo holgado tienen las siguientes características:

- a) Son mas sensibles a bajas temperaturas.
- b) Soportan menos esfuerzos mecánicos.
- c) Tienen mas flexibilidad que los cables de tubo holgado.
- d) El radio de curvatura mínimo es menor que los de tubo holgado.
- e) Tiene un fácil manejo en bajas capacidades de fibras.
- f) Cumplen el requerimiento de baja flamabilidad de la NEC (National Electrical Code).
- g) Requieren de menos tiempo y equipo que las conectorización sobre tubo holgado.
- h) Cuando cada fibra óptica contendida en un tubo apretado esta protegida con un elemento de tensión individual se puede usar en exteriores.
- i) No es necesaria su terminación en un LIU (caja de interconexión de fibra óptica) ya que no requiere de la protección que esta brinda.

3. CABLES DIELECTRICOS.

Los cables dialécticos tienen materiales no conductores, y tienen las siguientes características:

- a) Todos los cables dialécticos de uso exterior son recomendados para uso de campus tanto en instalaciones por canalización y aéreas.
- b) Eliminan la necesidad de aterrizar el cables en la entrada de los edificios para evitar descargas eléctricas.
- c) Los cables dialécticos pueden ser instalados en corridas paralelas con cables eléctricos sin recibir inducción de voltaje.
- d) Son utilizados en aplicaciones directamente enterrados donde no existe la posibilidad de roedores y rocas sólidas.

4. CABLES ARMADOS.

Los cables de fibra óptica armada, tienen una cubierta metálica normalmente corrugada y tienen las siguientes características:

- a) La armadura debe ser aterrizada en la entrada de los edificios.
- b) Los cables de fibra óptica armada con miembro central de tensión dialéctica son recomendados para usarse directamente enterrada para brindar protección contra roedores, rocas así como brindar una protección general extra.

5. CABLES AÉREOS.

Los cables de fibra óptica aéreos cuentan con una guía de acero integrada al cuerpo del cable y tienen las siguientes características:

- a) Su instalación entre postes o puntos de apoyo aéreo es relativamente fácil. Ya que en otros tipos de cables sin guía de acero, es necesario hilar el cable de fibra a un hilo mensajero.
- b) No es recomendable su uso en aplicaciones mixtas (interior y exterior) y en canalización ya que la guía de acero dificulta su instalación en ductos, escalerillas de aluminio y conduits.

6. CABLES DE INTERCONEXIÓN DE EDIFICIOS (CAMPUS).

Los cables de interconexión de edificios son usados par conectar el distribuidor principal con distribuidores intermedios en un ambiente de campus. Y tienen las siguientes características:

- a) Tienen protecciones contra rayos ultravioleta, barreras de humedad y contra ciclos de temperatura.
- b) Su uso es recomendable cuando se tienen enlaces con longitudes mas largas en ambiente exterior que la longitud de entrada a los edificios (interior).
- c) Pueden ser usados tanto en interior como en exterior.
- d) Pueden contener una alta capacidad de fibras ópticas cuando es considerada la opción de tubo holgado.
- e) Tienen una excelente protección mecánica.
- f) Pueden operar en condiciones ambientales agresivas.

7. CABLES DE INTERCONEXIÓN DE NIVELES DE UN EDIFICIO (RISER).

- a) Los cables de interconexión de niveles de edificio son normalmente utilizados para conectar el distribuidor principal con distribuidores intermedios en un ambiente de riser y tienen las siguientes características:
- b) Son cables con un menor diámetro que los de ambiente campus.
- c) Tienen menor peso y mayor flexibilidad que los de campus lo cual implica una mayor facilidad de instalación.
- d) Es mas fácil la preparación las puntas del cable para el proceso de conectorización y empalme.
- e) Requieren de conduits de menor diámetro que un cable de campus.
- f) Cumplen con la normatividad de propagación de flama de la NEC.
- g) Tienen un radio de curvatura menor que los cables de campus.

8. CABLES DE USO EN EL HORIZONTAL.

Los cables usados en el cableado horizontal conectan los closets de comunicaciones a las áreas de trabajo de manera similar que lo hace un cable UTP.

Este tipo de cables pueden contener solo fibras ópticas o fibras ópticas y pares de cobre (cables híbridos).

Las características de este tipo de cable son las siguientes:

- a) Tienen un diámetro muy similar a los de cables UTP de 4 ps.
- b) Permiten radios de curvatura muy pequeños.
- c) Tiene una gran facilidad de preparación de puntas para su conectorización.
- d) Las fibras ópticas contenidas utilizan tubo apretado.
- e) Utilizan aramida (Kevlar) como elemento de tensión y protección mecánica.
- f) Cumple con el requerimiento de la NEC en cuanto a la propagación de flamas.
- g) Son flexibles.

9. CABLES DE INTERCONEXIÓN

Los cables de interconexión son los recomendados para usarse en los patch cords de fibra óptica o pequeños enlaces dentro de un SITE de comunicaciones. Y tienen las siguientes características:

- a) Son los cables de fibra óptica mas flexibles.
- b) Soportan pequeños radios de curvatura.
- c) Son visualmente estéticos.
- d) Tienen una larga vida y confiabilidad.
- e) Sus presentaciones mas comunes son de 1 y 2 fibras ópticas.
- f) No contienen ningún elemento metálico o conductor.
- g) No requieren de una protección mecánica ya que su uso es en condiciones controladas.
- h) Son fácilmente conectorizables.

F. TIPOS DE AMBIENTES PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS.

Básicamente se consideran tres tipos de ambientes para utilización de cables de fibra óptica.

1. Ambiente interior
2. Ambiente exterior
3. Ambiente mixto (interior y exterior)

1. Ambiente interior.

Se define como ambiente interior aquel el cual se localiza en el interior de un edificio o bien en una área dentro de una nave industrial cerrada.

En general los cables de tubo apretado son recomendados para usar en interior por su facilidad de manejo, además de que estos generalmente cumplen con los requerimientos de bomberos.

En este tipo de ambiente se pueden utilizar cables designados como plenum o no plenum. Plenum se refiere a la capacidad del forro del cable de no emitir humos tóxicos y baja emisión de humos ya que normalmente este tipo de cables se localizan en las cámaras plenum utilizadas para el retorno del sistema de aire acondicionado.

La UL designación para el NEC artículo 770 para cables de fibra óptica enuncia lo siguiente.

| DESCRIPCIÓN DEL CABLE | DESIGNADOR | APLICACIONES | SUBSTITUCIÓN |
|-------------------------------------|------------|-------------------|--------------|
| CABLE DE FIBRA ÓPTICA CONDUCTIVO | OFC | PROPOSITO GENERAL | OFNR/OFNR |
| CABLE DE FIBRA ÓPTICA NO CONDUCTIVO | OFN | PROPOSITO GENERAL | OFNP/OFNP |
| RISER CONDUCTIVO | OFNR | RISER | OFNP/OFNP |
| RISER NO CONDUCTIVO | OFNR | RISER | OFNP/OFNP |
| PLENUM CONDUCTIVO | OFNP | PLENUM | N.A. |
| PLENUM NO CONDUCTIVO | OFNP | PLENUM | N.A. |

2. AMBIENTE EXTERIOR.

Se define como ambiente exterior aquel que se localiza en los exteriores de los edificios que comprenden un campus o una área geográfica delimitada.

Los cables de tubo holgado son recomendados para aplicaciones en exteriores por su excelente resistencia y diseño compacto.

Debido a los rellenos que contienen los tubos apretados y el cable mismo, este diseño no es apropiado para usar en interiores y si se usa no debe exceder de 15 metros en la entrada de un edificio o de un ambiente interno, sin embargo podría transportarse a una distancia mas larga si el cable esta contenido en un tubo metálico rígido. Lo anterior de acuerdo como una recomendación de la NEC.

3. AMBIENTE MIXTO (INTERIOR Y EXTERIOR).

Ambiente mixto se define como aquel en donde convive un cable con un ambiente exterior como interior. Tal es el caso de interconexiones entre edificios no muy largas o en donde no es deseable el uso de cajas de acometida de interface de fibra óptica o bien donde no es posible hacer el cambio del tipo de cable para acometer los edificios.

Se pueden utilizar tanto cables de tubo holgado como de tubo apretado y la elección depende del costo y relación de distancia exterior contra interior.

Básicamente hay tres opciones:

- Usar solamente cables de tubo holgado.
- Usar solamente cables de tubo apretado.
- Usar una combinación de los tipos de cables con un punto de empalme de transición.

Consideraciones generales.

- Los cables de tubo holgado deben ser instalados en tubos metálicos. En el interior.
- Los cables de tubo apretado deben ser instalados en ductos. En el exterior.
- Debido a que los cables de tubo apretado y holgado tienen diferentes costos es necesario evaluar económicamente la opción de utilizar un empalme de transición.
- El empalme de transición es relativamente fácil realizarlo pero requiere de mano de obra y materiales especializados. Además que implica una pérdida del sistema.

- Cualquiera de los tres métodos es aceptable y la utilización depende de los factores involucrados tales como son el número de fibras, la longitud de la instalación tanto interna como externa, infraestructura especial requerida, sensibilidad del cliente así como normas seguidas en la instalación del sistema.
- Para instalaciones de cable directamente enterrado y aéreas utilizar cables de tubo holgado.
- Para instalaciones en ducto metálico de mas de 500 mts utiliza cables de tubo holgado.
- Cuando se tengan limitaciones en la capacidad de los duc utilizar cables de tubo holgado.

VII. CONECTORES DE FIBRAS ÓPTICAS

A. GENERALIDADES DE LOS CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.

Después de que un cable de fibra óptica ha sido instalado este debe ser terminado por medio de conectores, para que de esta manera las fibras ópticas puedan ser accesadas y puestas en servicio.

Cuando se necesita unir dos fibras de manera fácil y temporal se utilizan los conectores de fibra óptica. Existen dos grandes grupos de conectores de fibra óptica:

1. De acercamiento mecánico de precisión de los extremos de la fibra.
Los cuales utilizan estructuras que requieren de precisión lateral, azimutal y longitudinal para lograr el alineamiento requerido de la fibra.
2. De acercamiento óptico de los frente de onda de la fibras a unir.
En este caso se utilizan lentes para ayudar en el proceso de alineamiento de las dos fibras a unir, logrando mejores tolerancias angulares.

Los conectores mas utilizados son los pertenecientes al primer grupo ya que combinan diferentes factores tales como costos, pérdidas ópticas, durabilidad, facilidad de instalación, variedad de la estructura de los conectores, etc.

B. CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.

Pérdida de potencia óptica.

Las pérdidas de los conectores pueden variar de acuerdo al tipo de conector así como de el fabricante que los produzca.

Repetibilidad.

La pérdida de inserción de un conector usualmente varia de acuerdo al número de veces que este es insertado en un acoplador de fibra óptica, ya que la cara final del conector va sufriendo un desgaste.

Durabilidad.

La calidad de las propiedades mecánicas del conector determinan el desempeño consistente del mismo.

Facilidad de uso.

Algunos conectores son mas fácil de manejar que otros.

Facilidad de instalación.

Algunos conectores requieren de herramientas especiales y complicados procesos de instalación así como de entrenamiento y práctica mientras otros solo necesitan pocas herramientas y un corto entrenamiento.

Costo. Los costos varían de acuerdo al proceso de manufactura y tipo de conector.

C. TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.

Los conectores de fibra mas populares son los siguientes:

1. Conector tipo ST.
2. Conector tipo SC.
3. Conector tipo FDDI.
4. Conector tipo SMA (905/906).
5. Conector tipo FC/FC-PC.
6. Conector tipo D4/D4-PC.
7. Conector tipo bicónico.
8. Conector tipo mini BNC.
9. Conector tipo escon.

1. Conector tipo ST.

- a) Son los mas comúnmente utilizados y ampliamente aceptados para aplicaciones de redes de área local ya sea en enlaces tipo backbone riser, campus y horizontal.
- b) Se usan principalmente en aplicaciones de fibras ópticas multimodo, también se pueden utilizar en aplicaciones de fibra óptica monomodo.
- c) La punta esta fabricada de cerámica, cerámica/zirconia y acero cromado
- d) Tienen una perdida de 0.3 db.
- e) Compatible con las recomendaciones de FDDI.

f) Tiene una pérdida adicional de 0.2 db por cada 1000 conexiones (que es su vida útil aproximadamente).

2. Conector tipo SC.

a) Son utilizados y aceptados para aplicaciones de redes de área local ya sea en enlaces tipo backbone riser, campus y horizontal.

b) Se usan principalmente en aplicaciones de fibra óptica monomodo pero su uso en aplicaciones de fibra óptica multimodo esta creciendo.

c) La punta esta fabricada de cerámica, cerámica/zirconia, vidrio en cerámica y vidrio en polímero.

d) Tienen una pérdida de 0.3 db.

e) Compatible con las recomendaciones de FDDI.

f) Tienen un mecanismo de conexión tipo push-pull para facilidad en la conexión.

g) Tiene aplicaciones para espacios donde se requiera alta densidad de conectores.

h) Esta disponible en versión simple y dúplex.

i) El cable de fibra óptica que alimenta al conector debe ser asegurado para prevenir desconexiones temporales por cargas axiales.

3. Conector tipo FDDI.

- a) Su uso en aplicaciones de redes de área local esta creciendo, ya sea en enlaces tipo backbone riser, campus y horizontal.
- b) Se usan en aplicaciones de fibra óptica multimodo y no son utilizados en aplicaciones de fibra óptica monomodo.
- c) La punta esta fabricada de cerámica/zirconia.
- d) Tienen una perdida de 0.3 db.
- e) Es el idealmente compatible con las recomendaciones de FDDI.
- f) Tienen un mecanismo de conexión tipo push-pull para facilidad en la conexión.
- g) Con un adaptador apropiado puede ser directamente acoplado con dos conectores tipo st.
- h) solo esta disponible en versión dúplex.

4. Conector tipo SMA (905/906).

- a) Su uso principal es del tipo militar pero también son utilizados y aceptados para aplicaciones de transmisión de datos en redes de área local.
- b) Se usan principalmente en aplicaciones de fibra óptica multimodo y no son utilizados en aplicaciones de fibra óptica monomodo.
- c) La punta esta fabricada de acero cromado, níquel-bronce y plástico.

- d) Tienen una pérdida de 0.8 db.
- e) Tienen un tamaño pequeño
- f) Tiene aplicaciones para espacios donde se requiera alta densidad de conectores.
- g) Tiene una buena durabilidad y amplia disponibilidad en el mercado.
- h) Es de los conectores mas fáciles de instalar ya requieren de un mínimo de herramientas y habilidad.

5. Conector tipo FC/FC-PC.

- a) Su uso principal es en telefonía y CATV también son utilizados para aplicaciones de transmisión de voz y datos a alta velocidad.
- b) Son utilizados principalmente en aplicaciones de fibra óptica monomodo. Pero también se usan en aplicaciones de fibra multimodo.
- c) La punta esta fabricada de cerámica/zirconia.
- d) Tienen una pérdida de 0.4 db.
- e) Requiere de un pulido con equipo automatizado.
- f) Es altamente durable ya que soporta cerca de 1000 inserciones.
- g) En la versión FC-PC (physical contac) en la punta del casquillo en lugar de presentar una superficie plana tiene una superficie esférica de un radio de 60 μm para asegurar un contacto efectivo en la unión y reducir la reflexiones y la perdidas.

6. CONECTOR TIPO D4/D4-PC.

- a) Son utilizados principalmente para aplicaciones de telefonía así como también transmisión de voz y datos a alta velocidad.
- b) Son utilizados principalmente en aplicaciones de fibra óptica monomodo. Sin embargo también se utilizan en aplicaciones de fibra óptica multimodo.
- c) La punta esta fabricada de cerámica/zirconia.
- d) Tienen una perdida de 0.4 db.
- e) Requiere de un pulido con equipo automatizado.
- f) Es altamente durable ya que soporta cerca de 1000 inserciones.
- g) En la versión D4-PC (physical contac) en la punta del casquillo, en lugar de presentar una superficie plana tiene una superficie esférica de un radio de 60 μm , para asegurar un contacto efectivo en la unión y reducir las reflexiones y la perdidas.

7. CONECTOR TIPO BICÓNICO.

- a) Son utilizados principalmente para aplicaciones de telefonía así como también transmisión de voz y datos a alta velocidad.
- b) Son utilizados principalmente en aplicaciones de fibra óptica monomodo. Sin embargo también se utilizan en aplicaciones de fibra óptica multimodo.
- c) La punta esta fabricada de material termoplástico.
- d) Tienen una perdida de 0.7 db.
- e) Tiene un resorte para asegurar el punto de contacto.

8. CONECTOR TIPO MINI BNC

- a) Son utilizados principalmente para aplicaciones de productos IBM en redes de área local.
- b) Son utilizados solo en aplicaciones de fibra óptica multimodo. No pudiéndose utilizar en aplicaciones de fibra óptica monomodo.
- c) La punta esta fabricada de acero cromado.
- d) Tienen una perdida de 0.5 db.

9. CONECTOR TIPO ESCON

- a) Son utilizados principalmente en sistemas IBM.
- b) Son utilizados solo en aplicaciones de fibra óptica multimodo. No pudiéndose utilizar en aplicaciones de fibra óptica monomodo.
- c) La punta esta fabricada de zirconia
- d) Tienen una perdida de 0.5 db.
- e) Tiene una presentación dúplex.

D. ACOPLADORES PARA CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.

Es importante señalar que los conectores de fibra óptica requieren de elementos de interconexión llamados acopladores de fibra óptica, ya que estos simplifican las pruebas y el mantenimiento así como brindan la oportunidad de una fácil administración e inventario de las interconexiones.

Existen tantos tipos de acopladores como tipos de conectores de fibra óptica hay.

PARTE II

I.- CONCEPTO DE CABLEADO ESTRUCTURADO

DISEÑO DE UN SISTEMA

Logramos el diseño de sistema descomponiéndolo en secciones separadas (backbone, horizontal y sistema), todos integrados para formar un sistema completo de cableado para comunicaciones.

CABLEADO HORIZONTAL.

El cableado horizontal comienza donde el usuario conecta un terminal y termina en un punto localizado centralmente llamado el cuadro de distribución. El cableado horizontal conecta cada área de trabajo a una localización central. Los cuadros de distribución deben de estar localizados de forma que las longitudes de los cables horizontales estén limitadas a 300 pies (aproximadamente 92 metros) para proveer compatibilidad con la operación de redes locales a alta velocidad. Cuando el cableado horizontal está apropiadamente diseñado, cada interfase de oficina es accesible desde un cuadro de distribución apropiado.

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN INTERMEDIO.

Cada cuadro de distribución debe ser localizado de forma que la longitud del cableado horizontal esté limitada a 300 pies (aproximadamente 92 metros) para asegurar que hay compatibilidad con la operación de LAN de alta velocidad. El recorrido del cable debe estar libre de puentes, subdivisiones y empalmes desde la placa de pared o cualquier otra interfase de oficina, hasta el producto de interconexión.

BACKBONE O CABLEADO VERTICAL.

El backbone o cableado vertical provee el cable alimentador principal dentro de un edificio. El cableado del backbone puede ser "estilo campus", donde éste conecta a varios edificios entre sí o se puede instalar verticalmente entre los pisos para conectar varios cuadros de distribución intermedios al cuadro de distribución principal. Este cable es generalmente de fibras ópticas (lo recomendable), pares retorcidos o una combinación

de ambos. Otras opciones incluyen la red local de banda base (Baseband LAN), LAN de banda ancha (Broadband LAN) y canales multiplexados.

CUADRO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL

El cuadro de distribución principal provee los medios para hacer las interconexiones de los canales horizontales a los puertos de los equipos a los canales troncales. Los puertos de cada pieza de equipo del sistema necesitan ser convertidos a los productos de interconexión montados en el cuadro de distribución. Las conexiones del sistema de voz y de datos, son incorporadas en el cuadro principal de distribución, incluyendo el dispositivo del sistema y la interfase.

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL

El cableado horizontal provee la infraestructura de comunicaciones desde el área de trabajo (oficina, salón de conferencia, etc.) hasta el armario del alambrado. Este segmento del cableado del edificio generalmente representa más del 90% del cableado, haciendo esto la mayor parte del costo. Además, el cable horizontal será enterrado en el piso, el techo y las paredes, haciéndolo muy difícil y costoso de cambiar en el futuro. Esto significa que de todo el cableado del edificio, el segmento horizontal merece la mayor atención y que tomará la mayor parte del tiempo de diseño.

ARQUITECTURA HORIZONTAL

El canal horizontal consiste de cableado apropiado para dar soporte a los servicios especificados, una salida de usuario (una placa de pared de oficina) y el campo de interconexión en el armario.

El medio de transportación es la parte más importante a pesar de no ser la más visible. La calidad del cable determinará la vida útil de su infraestructura de comunicaciones; las conexiones en los extremos pueden ser mejoradas fácilmente pero para mejorar el cableado requiere que se arranque de las paredes y el techo.

Si la distancia de recorrido del cableado desde un armario hasta el área de trabajo es menor de 90 metros (300 pies), se puede usar cableado UTP. Esto le da unos diez metros adicionales(30 pies) para los cordones de las oficinas y de los armarios. Se recomienda la Categoría 5, pero como mínimo se debe utilizar un cable de Categoría 3(soporta velocidades de datos de 20 Mbps) donde es probable que se forme un LAN.

Un cable de Categoría 5 es sólo marginalmente más costoso (su instalación no es más costosa) y sportará la próxima generación de redes locales con velocidad de datos sobre 155 Mbps. Sólo utilice cables de 4 pares a pesar de que la mayoría de los canales requiere solamente 2 pares; los pares adicionales son "repuestos" para ser usados en caso de falla de un conductor o para temporalmente llevar un segundo canal.

II.-TRES RAZONES CONVENCIONALES DE CABLEADO QUE HAN LLEVADO A LOS USUARIOS A EMIGRAR AL PAR TRENZADO SIN BLINDAJE

(I)LA EVOLUCION DE LAS NESESIDADES DEL CLIENTE

◆ La visión de los decenios de 1970 y 1980

Cableado para aplicaciones dedicadas.
Arquitecturas propias de cada fabricante (arquitectura cerrada).
Procesamiento central.
Voz/datos.
Tasas de datos inferiores a 10 megabits por segundo (mbps).

◆ La visión del decenio de 1990

Cableado para sistemas integrados.
Arquitectura abierta.
Computacion distribuida a traves de redes.
Voz/datos/imagen/video.
Tasas de hasta 100 mbps y mayores

Una rápida mirada hacia los años anteriores muestra que las aplicaciones han cambiado dramáticamente en las últimas dos décadas; esta velocidad de cambio no disminuirá en el futuro. Los clientes exigen un sistema integrado de cableado con arquitectura abierta que permita los frecuentes cambios de aplicaciones.

LA EXPLOSION TECNOLOGICA

- ◆ Las necesidades de las aplicaciones del cliente aumentan y cambian constantemente. Hoy en día no basta con dar soporte a las aplicaciones tradicionales (terminales de datos y teléfonos).
- Los ciclos de vida de las aplicaciones son cada vez más cortos (de 3 a 5 años); por ende, los sistemas de cableado tendrán que ser capaces de aceptar la tecnología futura.
- ◆ Actualmente un ejemplo los laboratorios Bell están trabajando en el modo asíncrono de transferencia (ATM) a 155 mbps, y están experimentando con transmisiones a tasas tan altas como 622 mbps.

MIGRACION HACIA UTP

- ◆ Aplicaciones del coaxial.
 - IBM 3270-2,36 mbps.
 - Video en banda base-analógico 8mhz.
 - Ethernet-10 mbps.
- ◆ Aplicaciones de los pares trenzados blindados (stp).
 - EIA-232-20 kbps.
 - Token ring-16 mbps.
- ◆ Aplicaciones de fibra óptica.
 - Interfaz de datos distribuida por fibra (FDDI) 100 mbps.
 - ATM-155 mbps.
- ◆ A través de los años, nuevas y cambiantes aplicaciones han dado origen a una variedad de sistemas independientes de cableado no estructurado. estos sistemas han traído como consecuencia:
 - Altos costos
 - Tiempos de disponibilidad por averías.
 - Problemas administrativos.

- ◆ Las aplicaciones que tradicionalmente han usado otro tipo de medios de transmisión están basadas actualmente en cables de par trenzado sin blindaje (UTP) de calibre 24.
- ◆ En la actualidad, el UTP es el medio de transmisión preferido por la mayoría de los cuerpos de estandarización y los proveedores de equipo, pero las velocidades más altas traen como consecuencia la necesidad de que la calidad y el desempeño sean consistentes.

III.- VIRTUDES DEL UTP

- ◆ Robusto y fácil de instalar.
- ◆ Excelente eficiencia espacial.
- ◆ La transmisión en modo balanceado y la torsión de los pares minimiza la interferencia externa.
- ◆ Buena capacidad de transporte de información.
- ◆ Cableado independiente de la aplicación.

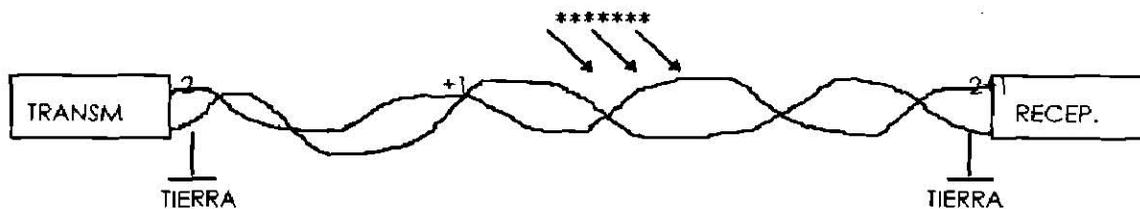
LAS VIRTUDES DEL CABLE PAR TRENZADO SIN BLINDAJE (UTP)

- * El cable UTP es robusto y se instala fácilmente.
- * Los cables UTP presentan además una eficiencia espacial óptima, es decir, se dispone de una alta capacidad en un cable muy pequeño.
- * La transmisión en modo balanceado y los pares trenzados minimizan la susceptibilidad ante interferencias externas. El cable UTP, tiene una excelente capacidad de transporte de información.
- * En estos cables se garantizan velocidades de 100 mbps en distancias de 100 mts con productos denominados de categoría 5.
- * Otra ventaja importante del UTP es que es independiente de la aplicación. Las únicas diferencias entre las distintas aplicaciones están en el adaptador o "balun" en el área de trabajo y en las conexiones en el armario de telecomunicaciones (TC) a través del subsistema de administración.

IV.- EXPLICAR LA DIFERENCIA ENTRE CIRCUITO BALANCEADO Y UN CIRCUITO DESBALANCEADO

TRANSMISION DESBALANCEADA

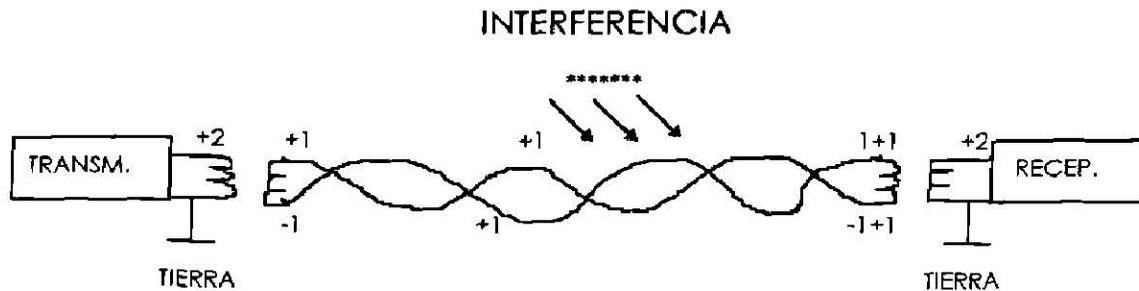
INTERFERENCIA



TRANSMISION DESBALANCEADA

- ◆ En la transmisión desbalanceada, o transmisión con un conductor conectado a tierra, uno de los dos conductores que constituyen el par se conecta a tierra en uno o ambos extremos del enlace. Este tipo de transmisión funciona bien con tasas de datos bajas y en distancias cortas, en ambientes libres de ruido. Sin embargo, el cable puede captar ruido proveniente de fuentes externas, tales como balastos de lámparas fluorescentes, sacapuntas, máquinas destructoras de papel, etc. Este ruido puede ser interpretado por el receptor como si fuesen datos y ocasionar errores.
- ◆ En su forma original, la norma EIA-232 utiliza transmisión desbalanceada. Por lo tanto, si se tiende una conexión EIA-232 a lo largo de distancias largas en ambientes ruidosos, puede haber problemas.
- ◆ Una manera de evitar esto consiste en emplear cables blindados, reduciendo de este modo la susceptibilidad del cable al ruido externo.

TRANSMISION BALANCEADA

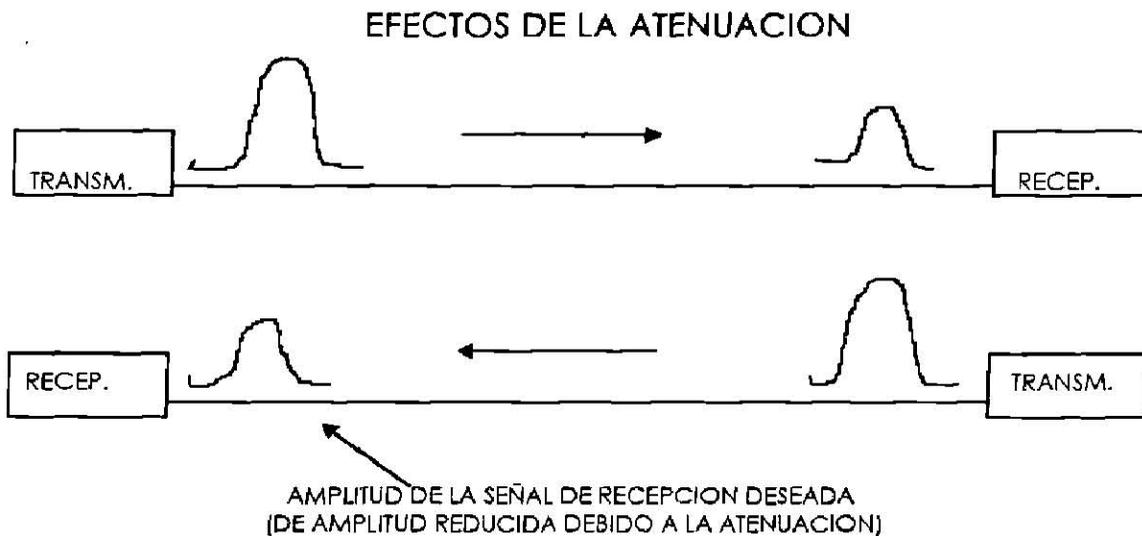


TRANSMISION BALANCEADA

- ◆ El uso de la transmisión balanceada es una manera considerablemente más barata de evitar la interferencia externa. En la transmisión balanceada, los transformadores pequeños o balun aíslan el cable de la circuitería electrónica y solo dejan pasar la señal de diferencia en el cable. Debido a que los dos conductores de un par están tan cerca y ninguno de ellos está conectado a tierra, la cantidad de ruido captado por un conductor de un par es aproximadamente igual a la cantidad de ruido captado por el otro conductor. El trenzado de un par, especialmente cuando se realiza de forma ajustada, mejora esto aún más; de este modo se garantiza que la cantidad de ruido captado por cada conductor es virtualmente idéntico. El balun en la interfaz del receptor solo permite el paso de la señal de diferencia. Por lo tanto, solo pasa la señal de datos deseada y se rechaza el ruido no deseado. Por supuesto, se asume que está siendo utilizado un balun de alta calidad de un fabricante de renombre.
- ◆ La emisión electromagnética, o cantidad de energía que se irradia desde el cable, es también de interés. Si esta emisión (denominada usualmente interferencia electromagnética o EMI) de un sistema es excesiva, puede ocasionar interferencias sobre otros servicios, tales como las señales de televisión. A fin de minimizar esto, la Comisión Federal de Comunicaciones de los EE.UU o FCC (CISPR-22, en el caso de aplicaciones internacionales) ha fijado límites estrictos sobre los sistemas.

- ◆ En un sistema balanceado, donde un conductor de un par lleva la señal de datos exactamente opuesta al otro, el campo que genera un conductor es anulado virtualmente por el campo generado por el otro. Esto se debe a que los dos conductores de un par están muy cerca el uno del otro. En un sistema que utiliza circuitería electrónica y cables correctamente balanceados, los límites de la FCC sobre los niveles máximos de emisión pueden satisfacerse fácilmente.
- ◆ El uso de la transmisión balanceada con circuitería electrónica y cables correctamente balanceados en ambientes de oficina elimina la necesidad de colocar blindaje a los pares como medida preventiva contra la interferencia externa y la emisión electromagnética.

V.-DESCRIBIR LOS EFECTOS DE LA ATENUACION Y LA DIAFONIA



ASPECTOS TECNICOS DEL UTP

EFECTOS DE LA ATENUACION

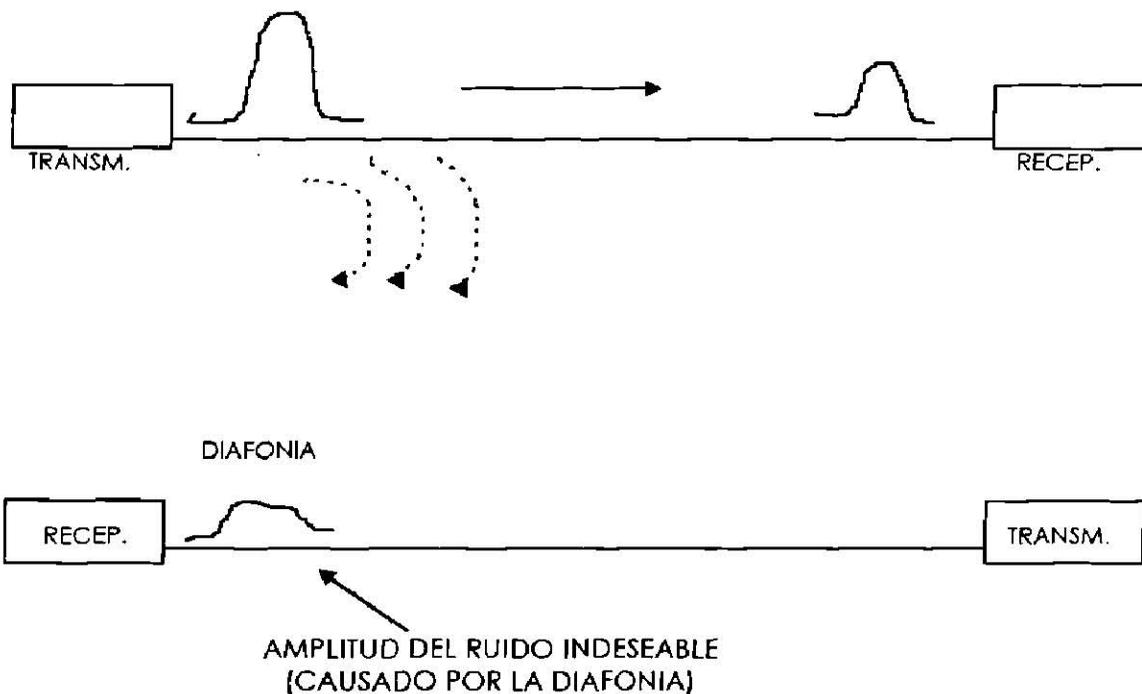
- ◆ La atenuación se debe a dos factores:

Las pérdidas en el cobre, que son ineludibles e iguales para todo par trenzado de calibre 24 y 100 ohmios.

Las pérdidas en el dieléctrico (disipación), debidas a los materiales de aislamiento y recubrimiento de los conductores y el cable.

- ◆ La diafonía está determinada estrictamente por el algoritmo de longitud (paso) del trenzado utilizado en los pares. En general, mientras más corto sea el paso del trenzado (giro más ajustado) mejor será la atenuación de la diafonía.
- ◆ La reducción al mínimo de la pérdida de disipación de los materiales de aislamiento y recubrimiento es importante para minimizar la atenuación del cable. El factor de disipación es una medida relativa de las pérdidas en un material.
- ◆ De todos los materiales típicos utilizados en los cables los más óptimos son el polietileno y el teflón.
- ◆ Estos aislantes son utilizados en los cables que no son para "plenum" (espacio sobre el cielo raso) se emplea un tipo especial de polietileno para retardar la aparición de llamas. A causa de sus propiedades de lenta propagación de las llamas y baja diseminación de humo, el teflón se utiliza en los cables de tipo "plenum".
- ◆ La atenuación se expresa comúnmente en dB por unidad de longitud (p.ej; dB/1000 pies) y es una medida de cuanto se debilita una señal o se reduce en amplitud al viajar a través de un cable. A mayor atenuación (pérdida) de un cable, menor o más débil será la señal recibida; esto, se desea que las pérdidas en un cable sean las menores posibles. Mientras más bajas sean las pérdidas por unidad de longitud del cable, mayor será la distancia a la que puede enviarse la señal.
- ◆ La mayoría de las aplicaciones para redes de área local (LAN) consisten en sistemas de dos pares, en donde un par se utiliza para transmitir datos a otro dispositivo, y el otro par se usa para recibir datos desde el otro dispositivo.
- ◆ Esto lleva a otro parámetro crítico de los cables, la diafonía del extremo cercano ("next").

EFFECTOS DE LA DIAFONIA DE EXTREMO CERCANO NEXT



EFFECTOS DE LA DIAFONIA DE EXTREMO CERCANO

- ◆ La diafonia de extremo cercano ("next") se refiere al acoplamiento no deseado de señales desde el par de transmisión al par de recepción. El aislamiento respecto al next se expresa en dB y es una medida de cuan bien aislados entre si están los pares de un cable.
- ◆ Mientras mayor sea (mayor valor en dB) el aislamiento de la next de un cable, menor será el acople no deseado hacia otro pares, y por lo tanto mejor será el cable.

VI.-EFECTOS DE BLINDAR INDIVIDUALMETE LOS PARES

EFECTOS DE LOS PARES CON BLINDAJE INDIVIDUAL

- ◆ En un cable IBM STP tipo 1 los conductores son muy abultados debido a los pares han sido blindados individualmente. Las líneas de campo, o la manera en que el campo eléctrico ocasionado por la señal se distribuye alrededor del par en UTP y STP, se muestran en la ilustración.
- ◆ El blindaje confina los campos o los mantiene mas concentrados. Esto, a su vez, aumenta la atenuacion del cable. A fin de superar el aumento en la atenuación ocasionado por el blindaje, el cable tipo 1 utiliza conductores de calibre 22 recubiertos con un aislamiento sumamente grueso. Esto coloca el blindaje lo suficientemente lejos los pares de forma que tenga poco efecto sobre la atenuación.
- ◆ La desventaja de blindar individualmente los pares es que hace necesario emplear conductores mas grandes y aislamientos mas gruesos para estos. La ventaja de blindar individualmente los pares es la mejora del desempeño ante la diafonía.

EFECTOS DE UN TRENZADO AJUSTADO

EFECTOS DE UN TRENZADO AJUSTADO

- ◆ Una mejor forma de lograr un buen desempeño ante la diafonía consiste en usar un trenzado ajustado y de paso corto en los pares de cable.
- ◆ Si se utiliza un trenzado de paso largo, los conductores de pares diferentes tienden a entrelazarse o colocarse juntos dentro del cilindro del par adyacente. En caso de que se utilice trenzado de paso corto, debido a que la ubicación del par gira tan rápido dentro del cilindro, los conductores de los pares no pueden "invadir" el cilindro de los pares. De éste modo, la separación del par aumenta y la distorción de la forma helicoidal ideal del par trenzado disminuye. Ambos efectos mejoran significativamente el desempeño ante la diafonía.

- ◆ Este es el enfoque eficiente para obtener un buen desempeño ante la diafonía.

VII.-CATEGORIAS DE CABLE HORIZONTAL EIA/TIA-568

Los estándares EIA/TIA suministran una estructura a las ofertas de productos UTP. Estas categorías ayudan al usuario a adaptar los productos a sus requerimientos. Aunque ahora el usuario posee algunos puntos de referencia, las decisiones que debe tomar todavía no son simples. Existen importantes diferencias en las capacidades de cada producto, aún dentro de una misma categoría.

La siguiente tabla relaciona las categorías de los cables de 4 pares con la max. Frecuencia según el estándar EIA.

| CATEGORIA EIA | FREC. MAX. (MHz) |
|------------------|------------------|
| 3 | 16 |
| 4 | 20 |
| 5 | 100 |

También la norma define requerimientos de desempeño para el equipo de terminación de las categorías 3, 4 y 5 UTP.

ESPECIFICACIONES DE ATENUACION DEL CABLE UTP

- ♦ La siguiente tabla muestra la atenuación máxima permitida, en dB por 1000 pies, en diversas frecuencias para las categorías 3, 4 y 5. Notese que los cables de categoría 3 presentan la máxima atenuación, mientras que los cables de categoría 5 muestran las mas bajas cifras.

ESPECIFICACIONES DE ATENUACION DE CABLES UTP
EIA/TIA TSB-36
ATENUACION MAXIMA
dB POR 305 M (1000 PIES) A 20 °C

| FRECUENCIA (MHz) | CATEGORIA 3 | CATEGORIA 4 | CATEGORIA 5 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.064 | 2.8 | 2.3 | 2.2 |
| 0.256 | 4.0 | 3.4 | 3.2 |
| 0.512 | 5.6 | 4.6 | 4.5 |
| 0.772 | 6.8 | 5.7 | 5.5 |
| 1.0 | 7.8 | 6.5 | 6.3 |
| 4.0 | 17 | 13 | 13 |
| 8.0 | 26 | 19 | 18 |
| 10.0 | 30 | 22 | 20 |
| 16.0 | 40 | 27 | 25 |
| 20.0 | - | 31 | 28 |
| 25 | - | - | 32 |
| 31.25 | - | - | 36 |
| 62.5 | - | - | 52 |
| 100 | - | - | 67 |

ESPECIFICACIONES DE DIAFONIA DEL CABLE UTP

- ♦ La siguiente tabla muestra el peor caso de diafonía de extremo cercano (next) de par a par, en dB por 1000 pies, que se permite en diversas frecuencias para las categorías 3, 4 y 5.

Observe que los cables de categoria 3 presentan el peor desempeño ante el next, mientras que los cables de categoria 5 ofrecen el mejor desempeño.

**ESPECIFICACIONES DE DIAFONIA DE CABLES UTP
EIA-TIA TSB-36
PERDIDA POR NEXT DEL PEOR PAR
dB EN 305 M (1000 PIES)**

| FRECUENCIA (MHz) | CATEGORIA 3 | CATEGORIA 4 | CATEGORIA 5 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.510 | 54 | 68 | 74 |
| 0.772 | 43 | 58 | 64 |
| 1.0 | 41 | 56 | 62 |
| 4.0 | 32 | 47 | 53 |
| 8.0 | 28 | 42 | 48 |
| 10.0 | 26 | 41 | 47 |
| 16.0 | 23 | 38 | 44 |
| 20.0 | - | 36 | 42 |
| 25 | - | - | 41 |
| 31.25 | - | - | 40 |
| 62.5 | - | - | 35 |
| 100 | - | - | 32 |

- ♦ La siguiente tabla muestra la atenuación máxima permitida, en dB, a diversas frecuencias para los equipos de conexión de UTP de las categorías 3, 4 y 5. Observe que el equipo de categoría 3 posee la máxima atenuación, mientras que el equipo de categoría 5 posee la atenuación mas baja.

**ATENUACION DE EQUIPOS DE CONEXION DE UTP
TIA-EIA TSB-40**

| FRECUENCIA (MHz) | CATEGORIA 3 (dB) MAX | CATEGORIA 4 (dB) MAX | CATEGORIA 5 (dB) MAX |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1.0 | 0.4 | 0.1 | 0.1 |
| 4.0 | 0.4 | 0.1 | 0.1 |
| 8.0 | 0.4 | 0.1 | 0.1 |
| 10.0 | 0.4 | 0.1 | 0.1 |
| 16.0 | 0.4 | 0.2 | 0.2 |
| 20.0 | - | 0.2 | 0.2 |
| 25 | - | - | 0.2 |
| 31.25 | - | - | 0.2 |
| 62.5 | - | - | 0.3 |
| 100 | - | - | 0.4 |

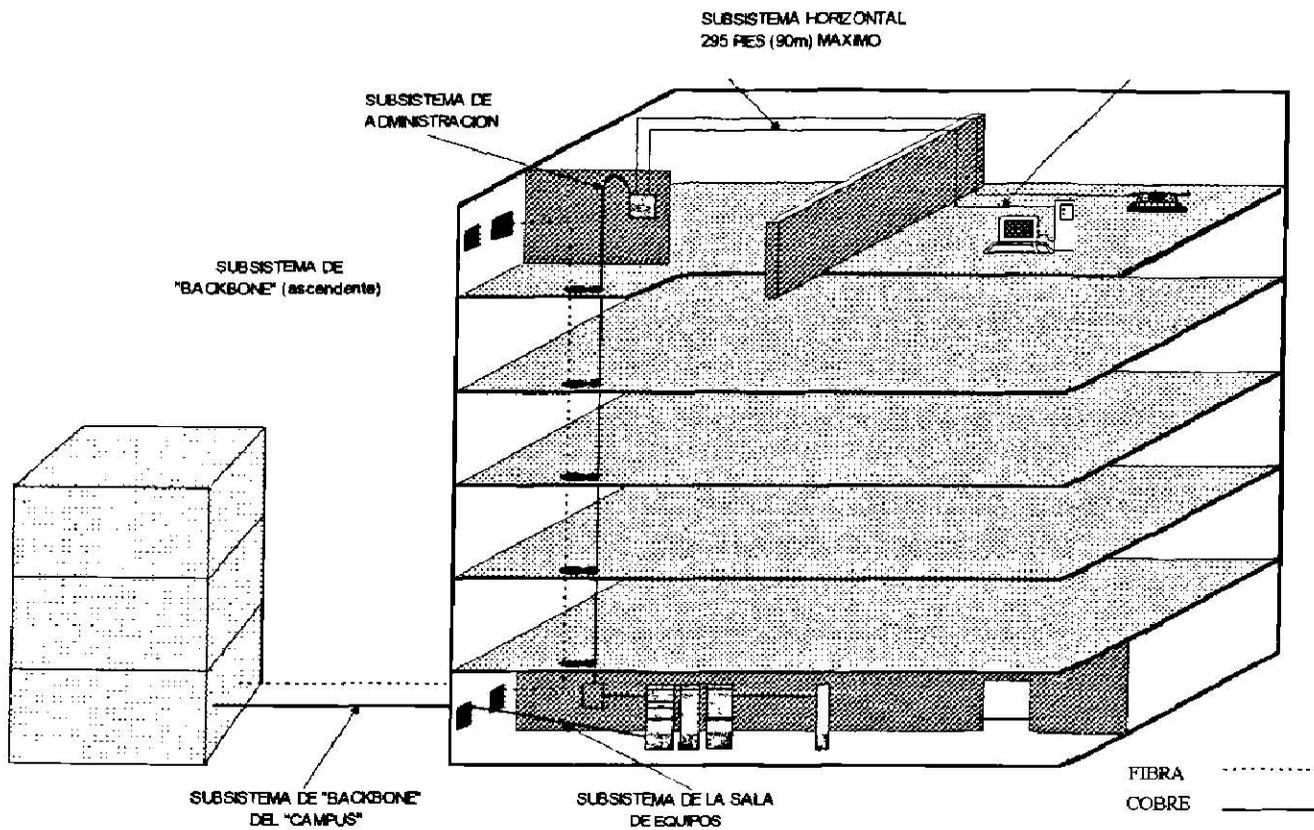
DIAFONIA EN EL EQUIPO DE CONEXION DE UTP

- ◆ La siguiente tabla muestra el peor caso de diafonía de extremo cercano (next) de par a par, en dB, que se permite en diversas frecuencias para el equipo de conexión de UTP. Notese que el equipo de categoría 3 posee el peor desempeño ante next, mientras que el equipo de categoría 5 presenta el mejor desempeño.

DIAFONIA DE EQUIPO DE CONEXION DE UTP
TIA-EIA TSB-40

| FRECUENCIA (MHz) | CATEGORIA 3 (dB) MIN | CATEGORIA 4 (dB) MIN | CATEGORIA 5 (dB) MIN |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1.0 | 58 | > 65 | > 65 |
| 4.0 | 46 | 58 | > 65 |
| 8.0 | 40 | 52 | 62 |
| 10.0 | 38 | 50 | 60 |
| 16.0 | 34 | 46 | 56 |
| 20.0 | - | 44 | 54 |
| 25 | - | - | 52 |
| 31.25 | - | - | 50 |
| 62.5 | - | - | 44 |
| 100 | - | - | 40 |

VIII.-ESTANDAR DE CABLEADO DE EDIFICACIONES EIA/TIA - 568



ESTANDAR DE CABLEADO DE EDIFICACIONES EIA/TIA - 568

HISTORIA DEL EIA/TIA-568

A principios de 1985, las compañías representantes de las industrias de las telecomunicaciones y de la computación acordaron que se debería tener un estándar para los sistemas de cableado de telecomunicaciones en un edificio comercial.

La asociación de las industrias de comunicaciones y computación (CCCIA), solicitó a la (EIA) Asociación de la Industria Electrónica que se creara dicho estándar; seis años después se creó el EIA/TIA 568 (sistema de cableado para telecomunicaciones de edificios comerciales), se publicó en julio de 1991, la EIA/TIA 568 tiene los siguientes propósitos:

PROPOSITOS DEL ESTANDAR TIA/EIA 568:

- ◆ Especificar un sistema de cableado genérico para telecomunicaciones que soporte multiproductos y ambientes multiproveedor.
- ◆ Provee dirección al diseño de productos para telecomunicaciones comerciales.
- ◆ Habilita la planeación e instalación del cableado con un mínimo de conocimientos en los productos de telecomunicaciones a ser instalados.
- ◆ Estabiliza el criterio para el desempeño/técnico para varias configuraciones de sistemas de cableado.

ALCANCE DEL ESTANDAR EIA/TIA-568

El estándar especifica:

- ◆ Requerimientos mínimos para el cableado de telecomunicaciones en un ambiente de oficina.
- ◆ Recomienda topologías y distancias.
- ◆ Medios y parámetros para determinar el desempeño.
- ◆ Conectores y asignaciones de pines para asegurar la interconectabilidad.
- ◆ La vida útil del sistema de cableado de telecomunicaciones sobrepase los diez años.
- ◆ A principios de los noventa, tres organizaciones- ANSI (American National Standard Institute), EIA (Electronics Industries Association) y TIA (Telecommunications Industry Association)- definieron un conjunto de estándares de cableado para la industria de telecomunicaciones, una variedad de requerimientos de aplicaciones de frecuencia. El conjunto de estándares llamados "estándares de cableado de

telecomunicaciones para edificios comerciales"; designado "EIA/TIA-568".

- ◆ El estandar EIA/TIA-568 para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales define un sistema de cableado que da cabida a un ambiente de multiples proveedores. El propósito de la norma es permitir la planificación y la instalación de edificios sin que sea necesario conocer los dispositivos de telecomunicaciones que se instalaran definitivamente en el edificio.
- ◆ El hecho es que todos los proveedores importantes de sistemas de voz, datos y computación reconocen los beneficios economicos, en terminos del costo inicial y de los costos de mantenimiento y administración, de colocar un sistema universal de cableado en edificios comerciales en el momento de su construcción ó de una remodelación importante.
- ◆ El estandar EIA/TIA-568 requiere de una topología física en estrella. El ejemplo mostrado ilustra la terminología usada en el estandar y presenta un típico esquema físico. Los elementos del sistema de cableado incluyen:

- ⇒ El cableado horizontal.
- ⇒ El cableado de backbone.
- ⇒ El area de trabajo.
- ⇒ Los armarios de telecomunicaciones.
- ⇒ Las salas de equipo.
- ⇒ Los puntos de administración.
- ⇒ La infraestructura de entrada.

Las distancias maximas de cable especificadas por el estandar eia/tia-568 para utp se indican a continuacion:

- ◆ El cableado horizontal: 90 mts (295 pies)
- ◆ Cableado de backbone: 800 mts (2625 pies)
- ◆ Area de trabajo: 3 mts (10 pies)
- ◆ Armarios de telecomunicaciones:
 - * Terminacion de horizontal: 7 mts (23 pies)
 - * del horizontal al backbone: 6 mts (20 pies)
- ◆ Salas de equipo: 20 mts (66 pies)
- ◆ Puntos de administración:
 - * Conexion cruzada principal (mc): 20 mts (66 pies)
 - * conexion cruzada intermedia (ic): 20 mts (66 pies)

IX.-LOS SEIS SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO.

El estandar EIA/TIA-568 requiere de una topología física en estrella, y una serie de elementos del sistema de cableado estructurado que son:

1.- La infraestructura de entrada

- ◆ La entrada de edificio facilita y provee el punto de salida para el cable de interfaz con el cableado principal o backbone, los requerimientos físicos para interconectar la red estan definidos en el estandar EIA/TIA-569.

2.- El subsistema de salas de equipos.

- ◆ Los aspectos de diseño de las salas de equipos estan especificados en el estandar EIA/TIA-569, la sala de equipos es el espacio reservado para los equipos de comunicaciones compartidos por muchos usuarios, esto incluye el campo principal de distribución y los aparatos de conmutación tales como PBX o LANS. A veces, cuando la política de la compañía de telefonos lo permite, dicha sala puede incluir la interfaz de la red, el punto donde el cableado de la compañía de telefonos y su sistema de distribución del edificio se encuentran. Los grandes computadores centrales pueden estar presentes tambien. La sala de equipos es el lugar donde se ubica el campo principal de distribución de todo el edificio. Luego de la instalación, la sala de equipos es con frecuencia el sitio donde tiene lugar la administración rutinaria de los circuitos.

3.- El subsistema de cableado de backbone.

(especifica una topologia star hierarchical)

- ◆ El subsistema de backbone es el que suministra las rutas de cableado principales (o de alimentación) en un edificio. Comunmente este subsistema provee las multiples instalaciones circuitales entre dos ubicaciones, especialmente cuando el equipo comun del sistema esta ubicado en un punto central. El subsistema de backbone consta de cableado de cobre o una combinación de cableado de cobre y de fibra óptica, junto con los equipos asociados utilizados para llevar este cable a otras localidades.

- ◆ Para comunicaciones dentro de un edificio, el subsistema de backbone conecta los armarios de telecomunicaciones a las áreas de equipo. Estas áreas pueden ser una única sala principal de equipo, o múltiples lugares dentro del edificio.
- ◆ Para comunicarse con otros edificios, el subsistema de backbone conecta a la troncal y las conexiones cruzadas de distribución en la sala de equipo con las instalaciones internas de los edificios que constituyen el subsistema del campus.
- ◆ A fin de suministrar el acceso a comunicaciones con redes externas, el subsistema de backbone une la conexión cruzada troncal y la porción de interfaz de red a las instalaciones de red de la compañía telefónica. Las interfaces de red usualmente se ubican en una sala adyacente o cercana a la sala de equipos. Las interfaces de red definen la frontera entre las instalaciones y el sistema de distribución del local.

Cuatro * tipos de medios son reconocidos como opciones para cableado de backbone cuyas distancias máximas son las siguientes:

1) 100 ohms UTP cable (Unshielded Twister Pair), pares trenzados sin blindaje (800 mts max).

⇒ 24 awg (american wire gauge)

⇒ 25 pares en grupo atados.

⇒ Cable puede estar blindado stp.

2) 150 ohms stp cable (shielded twister pair), pares trenzados con blindaje (700 mts max)

3) 62.5/125 μ m cable de fibra óptica multimodo (2000 mts max)

4) Cable de fibra óptica monomodo (3000 mts max).

* La siguiente revisión del estándar realizará una revisión en sí mismo reconociendo al cable coaxial como una opción de cableado de backbone, cualquier cambio aparecerá en los siguientes documentos del 568.

4.- EL SUBSISTEMA DE ADMINISTRACION Y EL ARMARIO DE TELECOMUNICACIONES

- ◆ El subsistema de administración consta de las conexiones cruzadas e interconexiones que se realizan para unir dos subsistemas o para asignar circuitos y las interconexiones permiten una administración sencilla de los circuitos comunes de equipo para encaminar y reencaminar diversas partes de un edificio o un campus.
- ◆ Las conexiones cruzadas se llevan a cabo mediante cables de puente o de interconexión (patch - cords). Un cable de puente es un hilo único de corta longitud, mientras que un cable de interconexión contiene varios hilos y posee conectores en ambos extremos. Los cables de interconexión constituyen una manera sencilla de reestructurar los circuitos sin necesidad de las herramientas especiales que se requieren para instalar los cables de puente. Las interconexiones cumplen el mismo propósito que las interconexiones cruzadas, pero, pero aquellas utilizan cables terminados en conectores, receptáculos y adaptadores en lugar de cables de puente o de interconexión.
- ◆ Un armario de telecomunicaciones (TC) se utiliza no solamente para alojar los cables de backbone y del cableado horizontal, sino también para las terminaciones mecánicas de entrada y salida de cross-connect (conexiones cruzadas de paso), dispositivos electrónicos diversos de transmisión, y fuentes de alimentación auxiliares para los equipos terminales, favor de referirse al estándar EIA/TIA-569 para especificaciones de diseño del armario de telecomunicaciones.

5.- EL SUBSISTEMA DE CABLEADO HORIZONTAL (ESPECIFICA UNA TOPOLOGIA STAR)

- ◆ El subsistema horizontal cubre la distancia desde la salida telecomunicaciones del área de trabajo (wa) hasta el armario de telecomunicaciones (tc), esto incluye :
 - Cableado horizontal
 - Salidas de telecomunicaciones
 - Terminaciones de cable
 - Conexiones cruzadas

El cableado horizontal deberá conformar una topología en estrella con cada IO en el área de trabajo conectada al TC.

Tres * tipos de medios son reconocidos como opciones para cableado horizontal que no excedan una distancia máxima de 90 mts.

- 1) Cuatro pares 100 ohms utp cable (24 awg conductores solidos)
- 2) Dos pares 150 ohms stp cable
- 3) Dos fibras 62.5/125 μm cable de fibra óptica

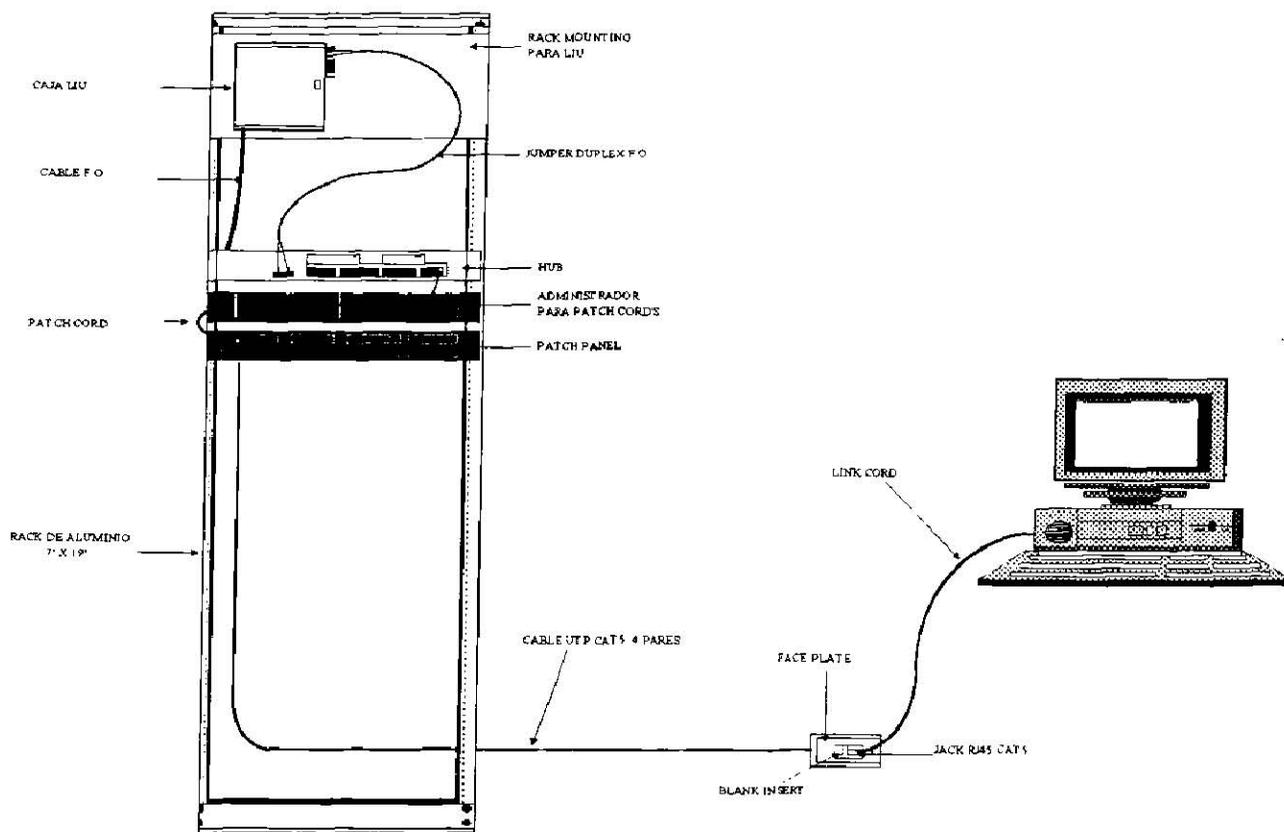
*La siguiente revisión del estandar realizará una revisión en si sigue reconociendo al cable coaxial como una opción de cableado de backbone, cualquier cambio aparecerá en los siguientes documentos del 568.

6.- EL SUBSISTEMA DEL AREA DE TRABAJO Y EL SUBSISTEMA DE CAMPUS.

- ◆ Los componentes del subsistema del area de trabajo conectan el extremo de la salida de información (IO) del subsistema horizontal al equipo terminal de datos o de voz. El equipo de estación puede constar de cualquier conjunto de dispositivos incluyendo, mas no limitandose a, telefonos, computadoras y terminales de datos.
- ◆ Aunque el cableado del area de trabajo es crítico para un sistema de distribución bien administrado, lo mas común es que no sea permanente y este diseñado para facilitar los cambios y la reestructuración de los dispositivos conectados.
- ◆ El cableado del área de trabajo consiste en los cables y adaptadores que conectan a los dispositivos con la entrada/salida (IO). El cableado incluye cables de montaje y conectores, así como también los cables de extensión que son necesarios con el fin de realizar conexiones.
- ◆ Aunque no son parte del área de trabajo, ciertos tipos de equipo pueden ser necesarios al realizar la conexión entre el dispositivos de la estación y la IO. Estos dispositivos de adaptación generalmente se requieren con el fin de adaptar las características de transmisión del dispositivo conectado a las características de transmisión del sistema de distribución de par trenzado sin blindaje (UTP). Estos dispositivos no son necesarios si el dispositivo conectado se encuentra equipado con un puerto modular de 8 posiciones.
- ◆ El subsistema del campus extiende el cableado de un edificio al equipo y a los dispositivos de comunicación en otros edificios dentro de la misma área. Es la porción del sistema de distribución que incluye el medio de transmisión y el equipo de apoyo necesarios para proveer una infraestructura de comunicación entre edificios. Consta de cables de cobre, cables de fibra óptica y dispositivos eléctricos de protección que

se utilizan para evitar que las descargas eléctricas que se produzcan sobre el cable se introduzcan a los edificios.

DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA



OTRAS NORMAS

- EIA/TIA 569 normas de los espacios y vías de paso de telecomunicaciones para edificaciones comerciales: suministra directivas para el diseño de vías de paso para el cableado horizontal y del área de trabajo, las instalaciones de entrada del edificio, los armarios de telecomunicaciones y las salas de equipo.
- EIA/TIA - 570 normas de cableado de telecomunicaciones residencial y de pequeños comercios; reemplaza a la EIA/TIA - 568 como el estándar principal para estos ambientes.
- EIA/TIA - 606 normas de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales: suministra las directivas para rotular y administrar los componentes que comprenden un sistema estructurado de cableado.
- EIA/TIA - 607 requerimientos de conexión a tierra y de empalmes de telecomunicaciones para edificaciones comerciales: describe un método estándar para la distribución de la tierra de señal a lo largo de un edificio.
- ANSI normas para la Interfaz de Datos Distribuidos por Fibra (FDDI): describe un conjunto de reglas para la implementación de redes "Token ring" de 100 mbit/s por fibra óptica y sistemas de cableado UTP.
- IEEE 802.3 método de acceso CSMA/CD: describe diversas implementaciones de la red Ethernet a 10 mbit/s, incluyendo las opciones que dependen del medio físico 10base-t (UTP) y 10base-fl (fibra).
- IEEE 802.5 método de acceso "Token ring": describe la implementación de redes "Token ring".

NFPA 70 código eléctrico nacional de los EE.UU. : describe las prácticas necesarias para resguardar a las personas y a la propiedad de peligros como descargas eléctricas e incendios, que surgen debido al uso de electricidad.

BIBLIOGRAFIA

SEMINARIO DE SISTEMAS TELEINFORMATICOS Y DE COMUNICACIONES EN LA EMPRESA.

CENTRO DE INVESTIGACION EN INFORMATICA I.T.E.S.M .

DIPLOMADO EN SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO SYSTIMAX ® SCS
AT&T

NETWORK WIRING SYSTEM
PANDUIT

CATALOGO DE REDES INVIERNO '94 - '95
DIGITAL

CATALOGO DE SISTEMAS DE CABLEADO
ANIXTER DE MEXICO

CATALOGO DE PRODUCTOS PARA REDES
MOD-TAP

DIPLOMADO DE CABLEADO ESTRUCTURADO
GRUPO MATEL

DIPLOMADO DE FIBRAS OPTICAS
GRUPO MATEL

CURSO DE CONECTIVIDAD
FIME UANL

CURSO DE FIBRAS OPTICAS
FIME UANL

ARTICULOS VARIOS
REVISTA RED

