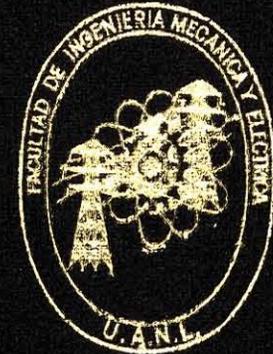
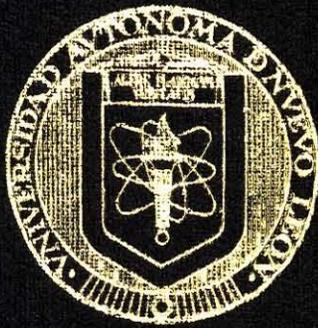


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



FIBRAS OPTICAS, CABLES Y
DISPOSITIVOS

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA

ALEJANDRO MOLINA RODRIGUEZ

ASESOR: ING. LEOPOLDO RENE VILLARREAL JIMENEZ

UNIVERSITARIA

MARZO DE 1996

03

T

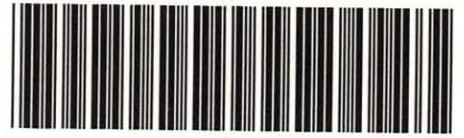
TK51

.59

M6

1996

c.1



1080087032

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



FIBRAS OPTICAS, CABLES Y
DISPOSITIVOS

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA

ALEJANDRO MOLINA RODRIGUEZ

ASESOR: ING. LEOPOLDO RENE VILLARREAL JIMENEZ



CD. UNIVESRITARIA

MARZO DE 1996

T
TK5103
159
1996



QUIERO AGRADECER A MIS PADRES QUIENES ME APOYARON A TERMINAR MIS ESTUDIOS CON GRAN SACRIFICIO, A MI PADRE (FINADO, 1920 A 1993) HERIBERTO A. MOLINA PEREZ Y A MI MADRE BERTA RODRIGUEZ. TAMBIEN AGRADESCO EL APOYO DE MIS HERMANOS TODOS MAYORES. AGRADESCO A MIS TIOS, QUIENES COMPARTIERON SU HOGAR CONMIGO SIENDO YO FORANEO. QUIERO AGRADECER LA MOTIVACION Y EL APOYO QUE ME BRINDO MI NOVIA, HOY MI PROMETIDA.

HAGO MENCION DE QUIENES ME AYUDARON EN LA REALIZACION DE ESTA TESINA.

**TRADUCCION: PERLA Y. HERNANDEZ B.
VIDAL LOPEZ**

DIBUJOS: SIMON M. BUENROSTRO

ESTE TRABAJO SE REALIZO DE DIC. 9 DEL 95 A MARZO 6 DEL 96

CONTENIDO

INTRODUCCION

TIPOS DE FIBRAS OPTICAS

CABLES DE FIBRA OPTICA

DISEÑO DE CABLES

FUENTES DE LUZ

FOTODETECTORES

DEMULTIPLEXORES

INTRODUCCION

Investigaciones y desarrollos realizados los ultimos 20 años tienen como resultado la realización comercial de la fibra óptica de bajas pérdidas y bajo costo.

Su uso preferido como un medio de transmisión en sistemas de comunicación es porque las fibras ópticas ofrecen una capacidad enorme de información en su portadora a largas distancias sin repetidoras a un costo más bajo que los convencionales sistemas de cables de cobre.

El uso de sistemas de fibras ópticas resulta mas económico, además la capacidad de éstos sistemas se puede mejorar uniendo fibras por medio de aparatos opto-electrónicos segun las necesidades del sistema.

Por ejemplo, LED'S, LASERS, Fotodetectores que pueden modular un rango extremadamente grande de información en su portadora o ancho de banda en estos sistemas.

Ademas de los beneficios como medio de transmisión son mucho más delgadas que los típicos cables de cobre, ocupan un mínimo espacio, pueden ocultarse bajo tierra por tubos de una ciudad a otra o de un edificio a otro.

Las fibras ópticas estan echas de vidrio o de material dielectrico y son inmunes a los campos e interferencias magnéticas.

Los sistemas de fibras ópticas tienen la capacidad de detectar algún problema en la fibra en el punto exacto por medio de una emisión de energía que sigue la topología de la misma.

TIPOS DE FIBRAS OPTICAS

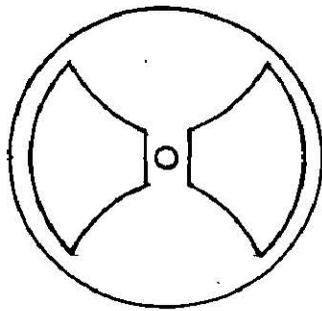
En general las fibras ópticas estan costruidas de material de vidrio y plásticas.

Fibras de vidrio: la mayoría de las fibras de vidrio estan hechas o compuestas de cuarzo o silicio (SiO^2) o sílica. El vidrio utilizado en la elaboración de las fibras ópticas se obtiene fundiendo mezclas de óxido de metal, sulfuros o selenuros. La variedad de las fibras hechas de vidrio disponibles van desde las fibras con nucleos grandes y altas pérdidas, y generalmente éstas fibras se utilizan en corta transmisión, y también estan las fibras de alta transparencia con nucleo pequeño y bajas pérdidas y estas se utilizan en transmisiones a larga distancia.

Fibras de vidrio con revestimiento de plástico: estas fibras se utilizan en transmisiones a corta distancia donde las pérdidas son tolerables, aprovechando ademas su bajo costo, su núcleo es de cuarzo y el revestimiento de plástico de menor índice de refracción, son llamadas fibras PCS (Plastic Clad Silica) como en la estructura de la fibra el revestimiento a de tener un índice de refracción menor que el núcleo.

<u>NUCLEO</u>	<u>REVESTIMIENTO</u>
$\text{GeO}^2\text{-SiO}^2$	SiO^2
$\text{P}^2\text{O}^3\text{-SiO}^2$	SiO^2
SiO^2	$\text{B}^2\text{O}^3\text{-SiO}^2$

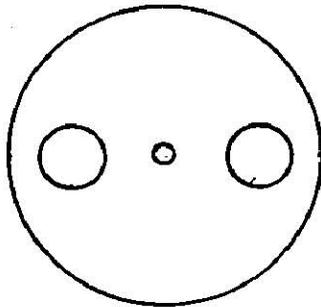
Fibras plásticas: las fibras totalmente plásticas son utilizadas en enlaces muy cortos (hasta 100 metros) y su costo es muy bajo. aunque presentan una atenuación considerable mayor que las fibras de vidrio, la resistencia radial y la durabilidad del plástico permiten que la fibra sea manejada sin cuidados especiales.



Tipo corbata

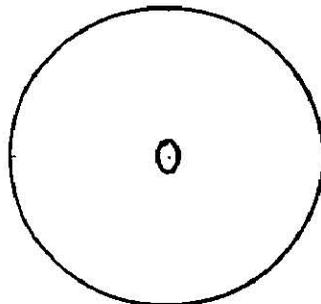
Area de plástico

Centro



Centro

Varilla tensora



Centro elíptico

CABLES DE FIBRA OPTICA

Los cables de fibra óptica son importantes en la ingeniería ya que llevan dentro un gran número de fibras ópticas protegidas de plástico, laminado de cobre o aluminio, tensores de nylon y una gran capa de plástico resistente a la interperie.

Objetivo de cableado.

El cableado en la ingeniería tiene dos objetivos principales:

- minimizar la atenuación óptica incrementando la asociación del uso de cables.
- mantener la integridad física de la fibra durante el proceso de cableado, la instalación y el servicio.

Incrementos de atenuación: se ha entendido el problema de incrementos de atenuación que induce al cablear, es necesario examinar las características de propagación de las F. O. y como estas pueden modificarse para el proceso de cableado.

Para una F. O. la cantidad de radiación es críticamente dependiente de el radio de la fibra y puede incrementarse rápidamente con una pequeña disminución en el radio de la fibra.

Dentro de la atenuación esta la pérdida por absorción que resulta por la excitación molecular del material e impurezas del mismo; si la longitud de onda iguala la frecuencia resonante de un cable, la molécula vibrara, la energía requerida para este efecto se toma de la luz y de esta manera se pierde señal óptica.

Existen también pérdidas por dispersión que se definen por cualquier cambio en el índice refractivo del material, ya que causará alteración en la dirección de los rayos de luz. Esto se debe a que en la fabricación de la fibra son inevitables las variaciones en el índice refractivo, estas variaciones dan lugar a alguna dispersión de los rayos de luz. Esto se conoce como Raleigh Scattering, y es inversamente proporcional a la longitud de onda, esto es, entre más corta sea la longitud de onda, más grande es el efecto de dispersión del material.

Integridad física de la fibra: aunque la sílica tiene un alto módulo de Young y una elasticidad excepcional, la pequeña sección frontal de una fibra normal significa que contribuye muy poco a la fuerza del cable, excepto en ciertos muy especializados cables militares. Usualmente el peso y el módulo de Young del miembro de fuerza determinan la elongación del cable por lo tanto la de la fibra; lo que importa más es la fuerza que la fibra aguantara. La respuesta para la simple pregunta de cuál será el límite de tensión que la fibra será capaz de resistir, es desafortunadamente muy complejo.

Un factor de intensificación de tensión puede ser K_{Ic} , (valor crítico) cuando la fractura ocurre:

σ_f = tensión aplicada a la fractura
 a = profundidad de la grieta
 Y = factor geométrico

$$\sigma_f = \frac{K_{Ic}}{Y\sqrt{a}}$$

Fibras textiles: La industria convencional de cable ha hecho uso de fibras filamentosas de diferentes materiales, Nylon y Terilen, Dacron, han sido usados para reforzar el cable. Son buenos para amortiguar.

Aunque tienen un alto módulo cerca de 100 GN/m^2 son raramente usados como miembros de fuerza porque exhiben hormigueo significativo ante un peso.

Una notable excepción es el Kevlar, un poliéster desarrollado por la compañía Dupont. Existen dos tipos pero el de más interés para el ingeniero es el Kevlar 49 con alto módulo de Young y alta resistencia de tensión. Es producido como un filamento de $12 \text{ }\mu\text{m}$ en diámetro con una gravedad específica de 1.45 y una fuerza tensil mayor a 2.7 GN/m^2 y módulo tensil mayor de 120 GN/m^2 .

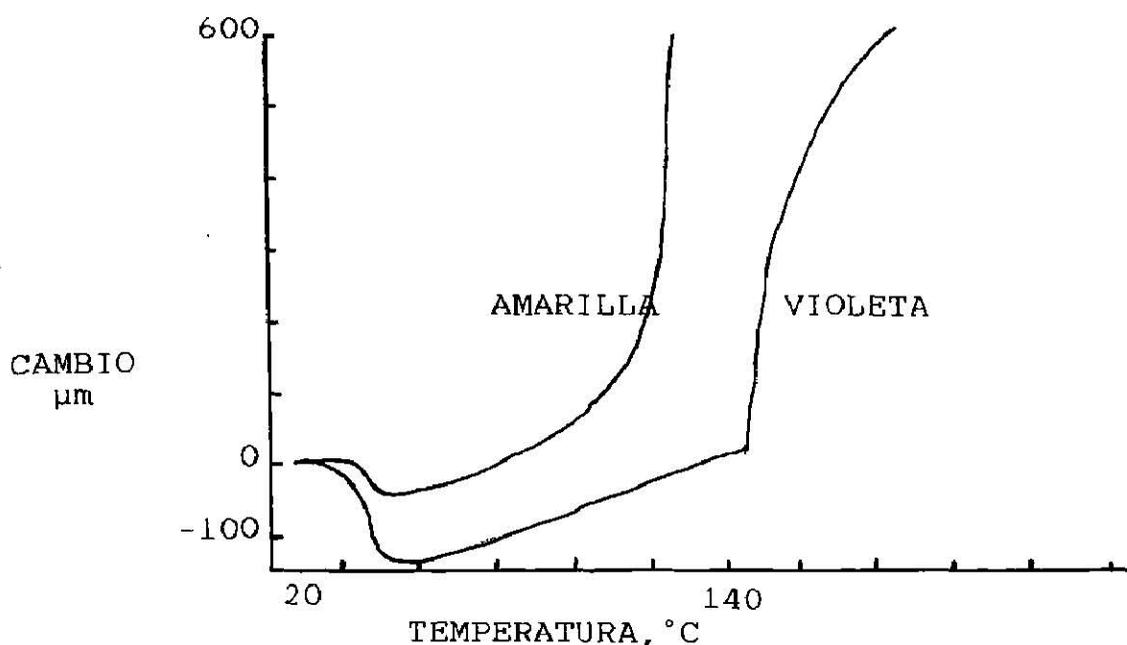
Kevlar es muy atractivo como miembro de fuerza porque tiene un módulo de Young casi como el del acero y únicamente $1/5$ de gravedad específica que el acero. Sus propiedades son muy uniformes ante una gran variedad de temperaturas y muestra un pequeño negativo coeficiente de expansión.

La única desventaja es que aunque ofrece gran flexibilidad es al costo de proveer protección contra el pandeo de fibras que ocurre a bajas temperaturas.

Plásticos reforzados con cristal: Existen muchos tipos de miembros de fuerza basados en cristal. La cantidad de cristal

varía al igual que el medio de rivetear. El segundo usualmente un poliéster o resina de epóxico determina la escala de temperatura. El tipo de cristal define el módulo de Young del miembro de fuerza. S-glas, con módulo tensil de 72 GN/m^2 y E-glas con módulo de 76 GN/m^2 son los cristales mas usados. Miembros de S-glass tienen el mas bajo coheficiente de expansión termal y esto brinda buena protección contra el pandeo a bajas temperaturas.

Influencias de aditivos: Los aditivos influyen en las propiedades mecánicas hasta cierto grado. En la figura siguiente se muestra la diferencia en el comportamiento mecánico que ocurre con tefzel cuando existe un cambio menor en el aditivo de color. Estos pequeños cambios pueden alterar el funcionamiento del cable a bajas temperaturas.



Flamabilidad: Las consideraciones de flamabilidad para cables de fibra óptica son similares a las de cables convencionales - pero por su tamaño habren el campo a materiales mas costosos. Usualmente polímeros halogenados y aditivos eran usados. Pero ahora tienden a usarse los materiales no halogenados, han sido desrrollados para uso industrial, militar y general.

El cable sufre calentamiento que es moderado por el calor es - pecífico del compuesto de envoltura. Hidratos inorgánicos sir - ven como relleno para incrementar el calor específico y aumen - tar la resistencia de flama inicial. Alumina Trihydrate es uno de los rellenos. La florina (F1) forma un bondo fuerte con el carbón haciendolos resistentes a flamas y dificil de encender. Clorina y Bromina son efectivos a un punto mas bajo. Compues - tos de fosforo y aditivos son tambien efectivos. Mas tarde - combustión y propagación ocurren, la presencia de pesados ha - lógenos prohíben el acceso del oxígeno y facilitan la forma - ción de carbón. Esto contribuyó al alto nivel de humo asociado con la quema de PVC. Esto es en muy altas temperaturas.

Efectos ambientales (Temperatura): Para operar sobre una esca - la de temperatura especificada, los cables de fibra óptica de - ben cocretar todos los requerimientos correspondientes a los - cables convencionales. Si el módulo de Young del cable es alto y es envuelto por un material de bajo coheficiente de expan - sión el cable tiende a servir una especificación mas grande de

escala de temperatura.

Niveles altos de temperatura son definidos por el comportamiento de los componentes plásticos. La mayoría de los materiales convencionales se pueden usar de 40°C hasta 70°C. Pero Hytrel con aditivos puede usarse arriba de 100°C y polímeros con florina hasta 155°C arriba de estos materiales como poli-ether-etherretone pueden usarse pero con extrema precaución para aplicarse en capas de fibra on-line.

Para una buena operación a bajas temperaturas, plásticos deben ser escogidos con propiedades físicas que no tengan un cambio radical que cause que la amortiguación mecánica debido a la encapsulación se pierda. Para la mayoría de los cables habrá una baja temperatura a la que un incremento en atenuación (debilitación o delgades) será aparente.

Un mecanismo mostrado por Reeve demuestra que una fibra sujeta en tubo flojo toma una configuración helical cuando es expuesta a compresión longitudinal. Ya que muchos plásticos tienen una expansión con coheficiente de temperatura de por lo menos 2 ordenes de magnitud mayor a la de sílica, compresión es anticipada con una reducción de temperatura. Lenahan pudo comprobar que si una fibra es tratada como un rayo en un medio elástico, un balance de fuerza y momento nos dan una ecuación diferencial.

K= constante de tirantez de la fibra.

Ef= módulo de fibra.

I= momento de inercia de la fibra.

F= fuerza compresiva.

$$EfI(d^4y/dz^4) + F(d^2y/dz^2) + Ky = 0$$

Al calcular la fuerza compresiva a una cierta temperatura de -
las propiedades de los materiales de la fibra y el revesti -
miento, la temperatura a la cual la fuerza mínima de pandeo se
sobrepasa se determina por

$$F_{min} = 2 (E_f I K)^{\frac{1}{2}}$$

Los resultados denominan la función de diferentes diseños de -
revestimiento. También las temperaturas que usualmente hay -
pérdidas.

DISEÑO DE CABLES

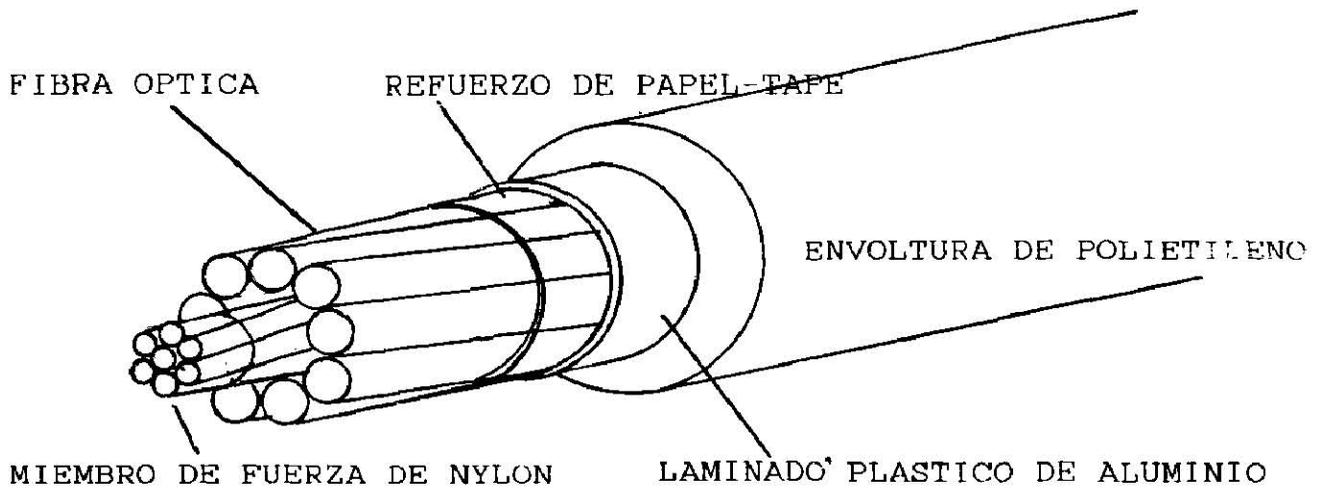
Cables con propósito general: Un antiguo diseño de cables se muestra en la figura siguiente, fibras para golpes apretadas se extienden en espiral alrededor de un miembro acerado de nylon, cintas y una barrera de plástico-aluminio impermeabilizante rodean las fibras, y el cable está completo con su envoltura de polietileno. En este cable en particular, la envoltura es de presión resaltada esto en combinación con el paragolpes apretado le dan una impresión de que el cable es un cable reforzado.

Aunque como en muchos de los ejemplos logrados, la presión radial es bajo. Esto se debe a que la envoltura se solidifica primero en su superficie exterior.

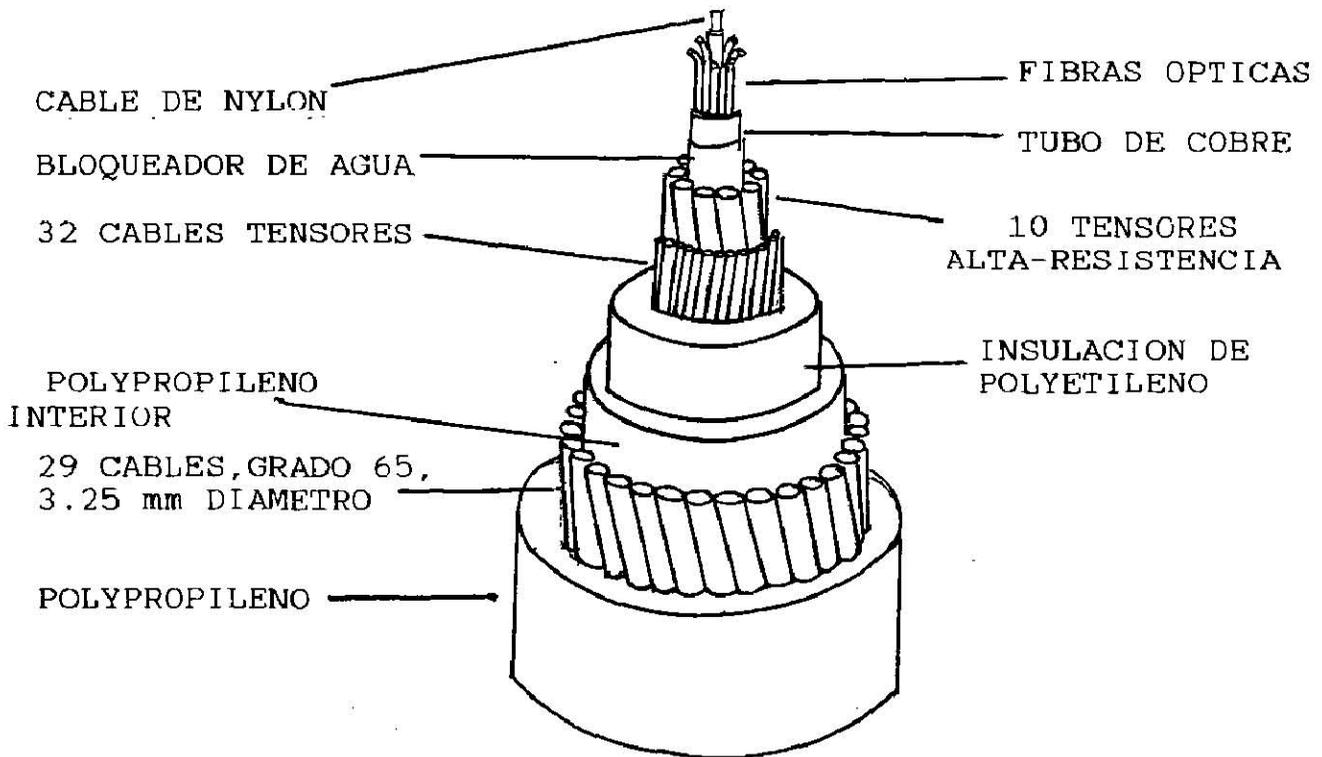
El mismo diseño general también ha sido usado con fibras empaquetadas en tubos flojos y en tubos flojos rellenos de gel.

También ha sido usado con una variedad de miembros de fuerza dieléctricos y sin lámina de plástico-aluminio para situaciones donde un cable totalmente dieléctrico se necesita.

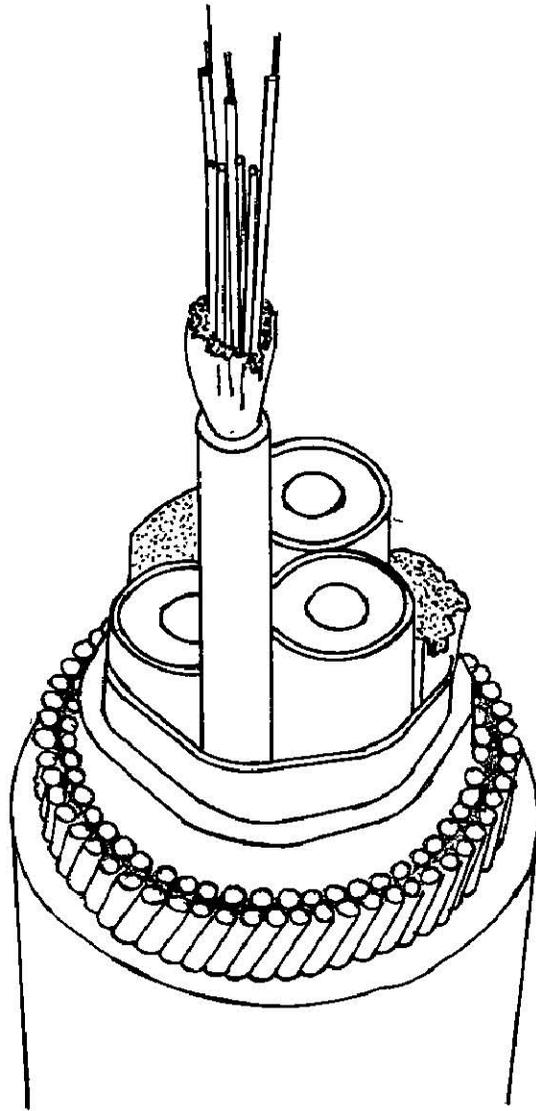
Cables submarinos: Los requisitos para un cable óptico submarino a profundidad fueron realizados por Worthington en 1980, él escogió el diseño con una fibra de elongación de un .2% a sus pesos máximos de tensión de 100 KN, con un tubo de aluminio resistente a la presión que no mostro deformación a presiones de hasta 100 GN/m². Un desarrollo de este diseño (para comunicaciones telefónicas transoceánicas) se muestra en la sig. figura.



CABLE CON PROPOSITO GENERAL



CABLE SUBMARINO

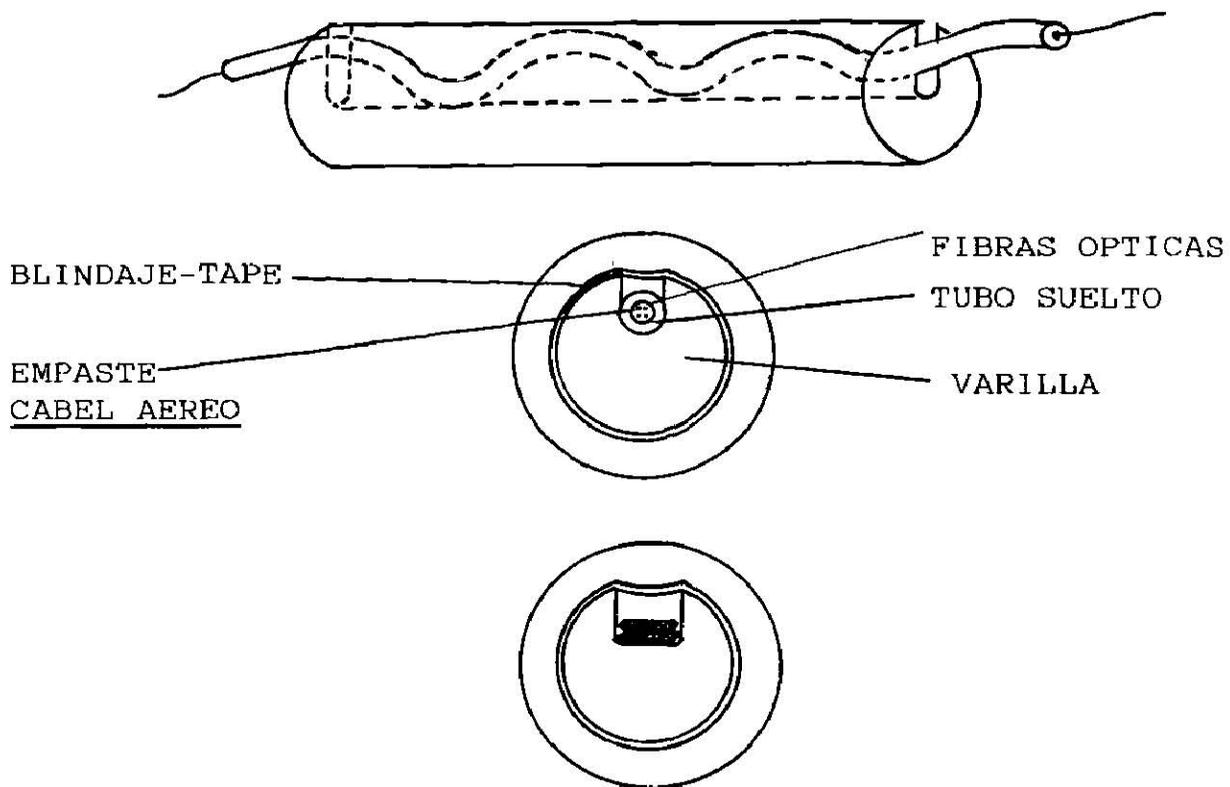


CABLE TRIFASICO

Para reducir la generación de hidrógeno un tubo de cobre es usado en lugar de uno de aluminio, dos capas de miembros de fuerza acerados son usados para lograr un balance de torcedura y una mayor carga de trabajo. Un aislante de polietileno es usada para aislar la fuente de poder de los repetidores de el agua salada. Para las terminaciones del cable que estan en aguas menos profundas, una armazon mas de polietileno y alambres de acero son añadidos.

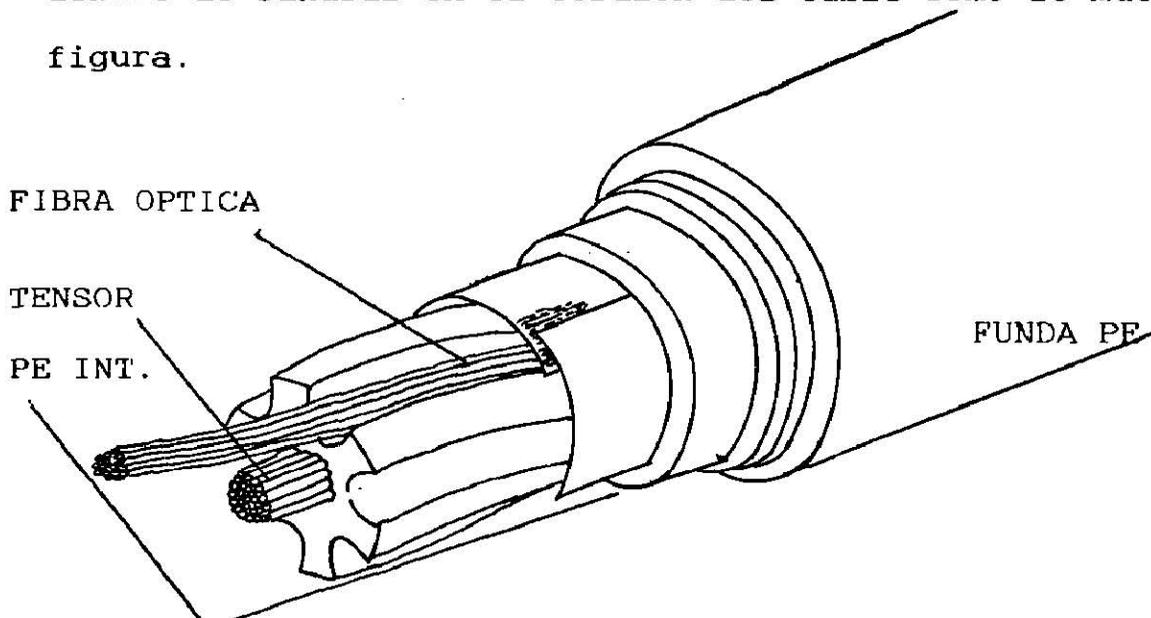
Cables industriales: Muchas aplicaciones industriales pueden ser realizadas con cables de propósito general, particularmente esas versiones que usan amortiguación apretada. Esto da protección adecuada de altas presiones uniaxiales e impactos que se encuentran en ambientes industriales.

Cables aereos: Instalación aerea puede ser realizada atando un cable de propósito general a un alambre mensajero ya instalado en postes adecuados. Tales técnicas nos permiten que muchos de los cables de telecomunicación mas pequeños pueden ser usados en instalaciones aereas. Un cable más especializado se fabrica añadiendo un miembro de fuerza separado de acero reteniendose los dos en una envoltura especial como lo muestra la figura.

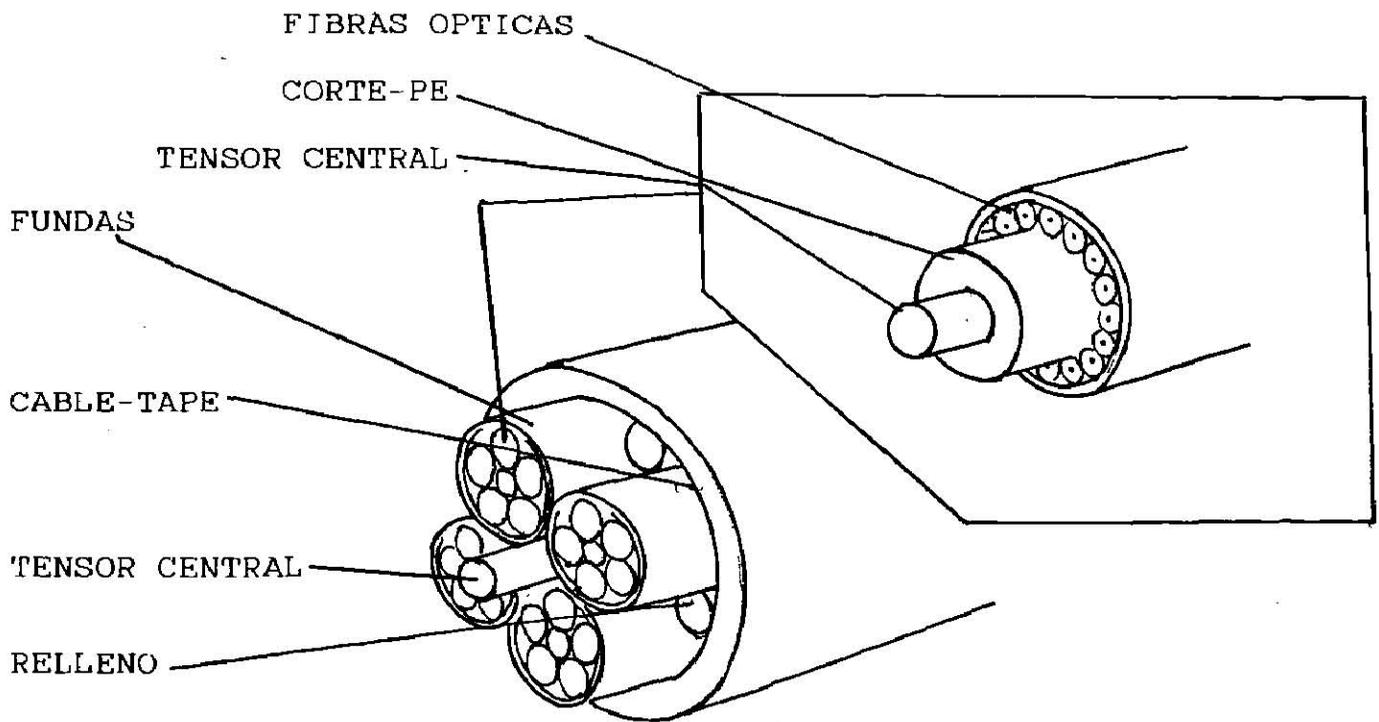


Cables enterrados: En previas aplicaciones cables de proposito general fueron enterrados y fueron susceptibles a ataques de roedores. Los roedores favorecen mas los cables ópticos que los convencionales.

Se creó en 1981 por Hope una funda protectora anti-roedores y multiples fibras son tendidas, solas en moños o en bultos, dentro de ranuras en el corazón del cable como lo muestra la figura.



Cables para telecomunicaciones: Estos cables aparecen en un ambiente muy favorable. Cambios drásticos de temperatura, disturbios despues de colocar, y vibraciones son ausentes. Dentro de estos diseños se estudia el costo-efectivo ya que existe gran variedad de estos cables, tambien es importante que no sea tan bromoso en su instalación. En la figura que corresponde a estos cables se muestran algunas diferencias.



CABLE PARA TELECOMUNICACIONES

Cables para comunicaciones militares: Estos cables se requieren que resistan ciertas condiciones rigurosas que incluyen

- manejo, tendido y levantamiento a corto plazo en condiciones climáticas extremas.

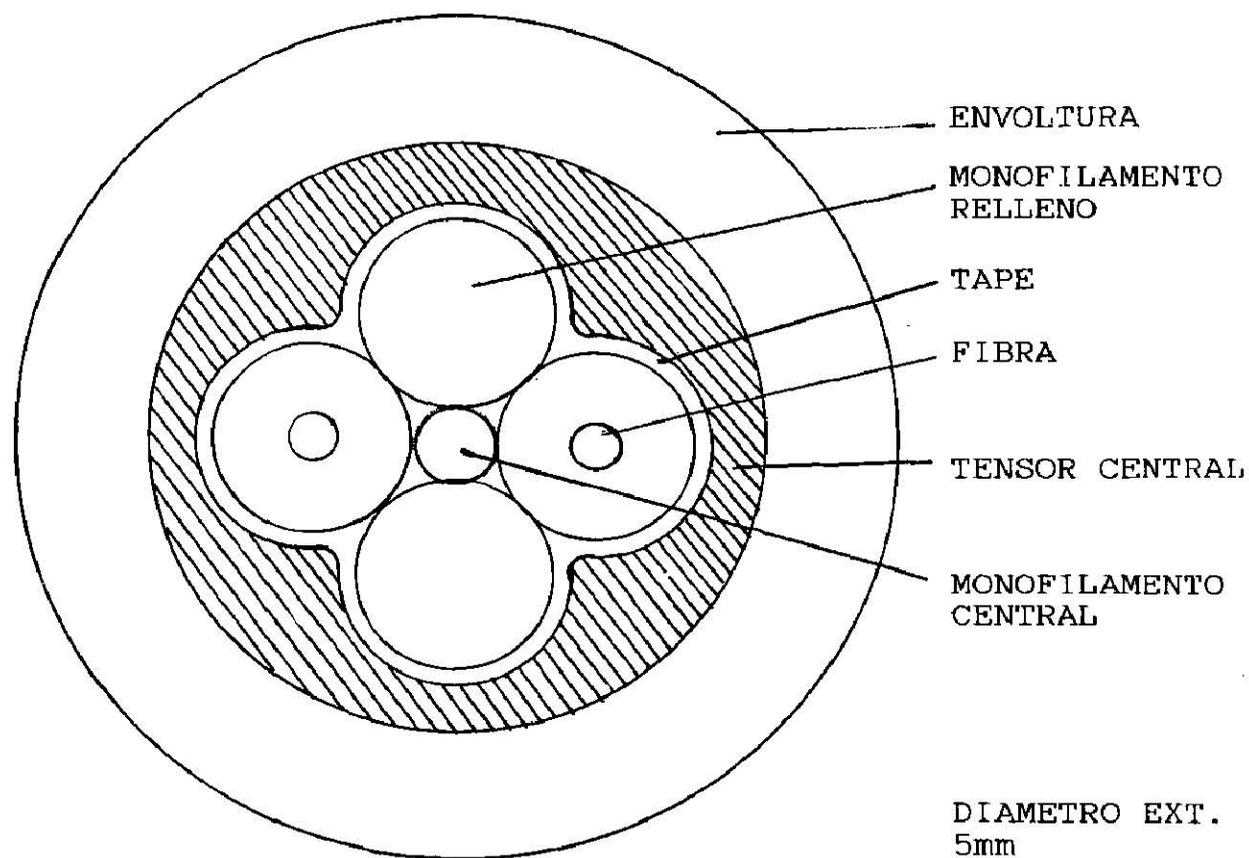
- muy resistente a la humedad.

- expuesto a bajas temperaturas.

- alto impacto, fuerzas compresivas, abrasivas y torceduras.

- efectos de ataques nucleares, químicos y biológicos.

Este cable está rodeado con 20 tiras de Kevlar y una funda de Hytrel flama retardante.

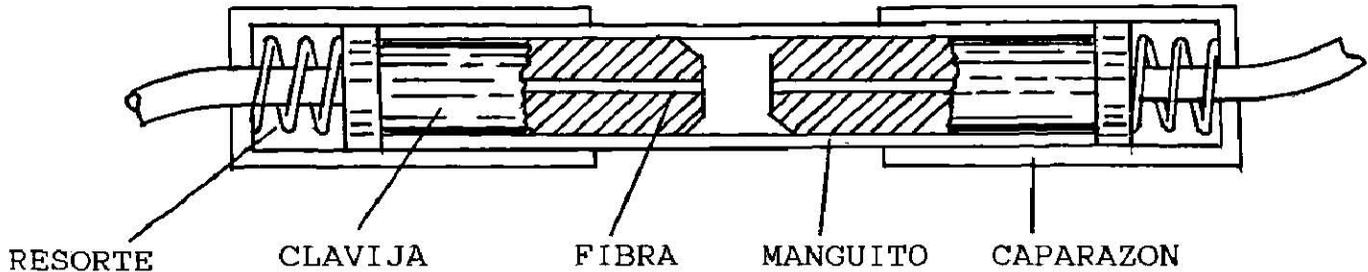


TIPOS DE CONECTORES

Algunas estructuras han sido desarrolladas para obtener una -
conexión de fibra óptica eficiente.

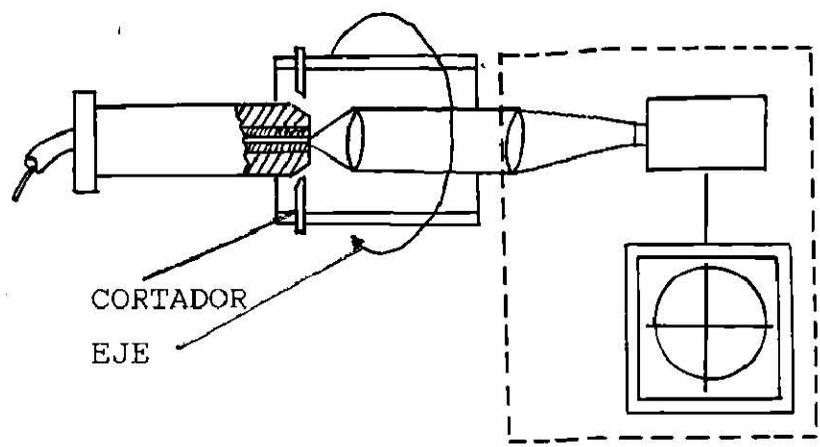
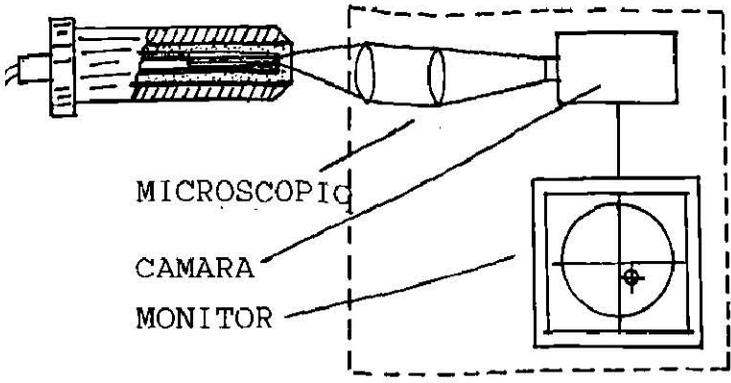
Conectores Ferrule: Una banda o aro metálico alrededor de un -
fuste delgado para prevenir partiduras.

Un diseño simple, genérico de conector está en la figura de -
abajo. Simples conectores de este tipo tienen pérdidas de in -
sercción arriba de 1.0 dB si son aplicados a fibras de multi -
modo.



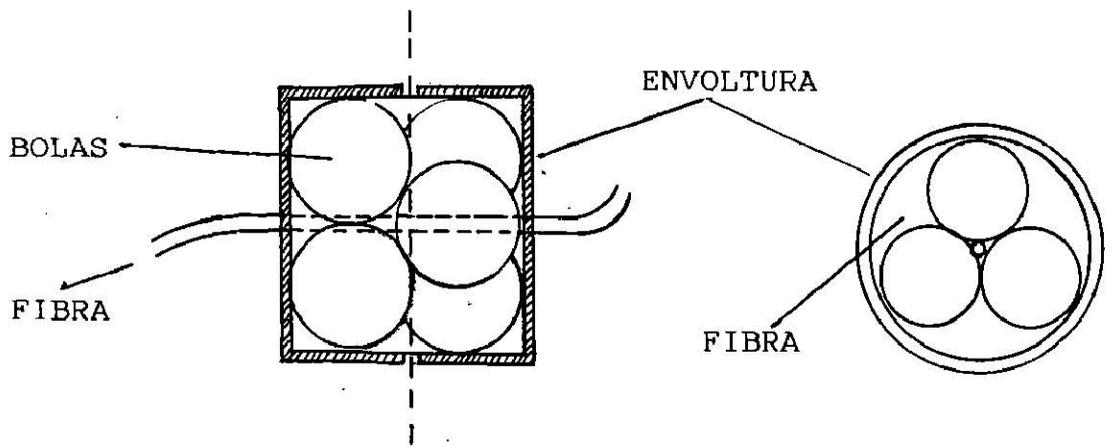
Conectores Ferrule con centro activo alineado: Colocamiento -
certero del centro de la fibra dentro del conector ferrule -
puede ser logrado por una técnica de alineamiento activa.

Usando micromanipulación, ilustrado en la sig. figura, la fi -
bra es unida a un tubo de cristal capilario que después es u -
nido a un tubo de metal. Esto permite manejarse la fibra mas
facilmente. Después el ensamble de fibra es insertado a un -
hollo flojo del ferrule principal y centrado por micromanipu -
ladores. Un sistema de observación verifica el centreo. Una -
vez centrado la fibra es unida.



MICROMANIPULADOR

Conectores de triple-bola: La precisión necesitada para cen -
trear la fibra dentro de la clavija puede ser logrado locali -
zando el claro de la fibra que es el creado poniendo 3 bolas -
de tungsteno en un forro.

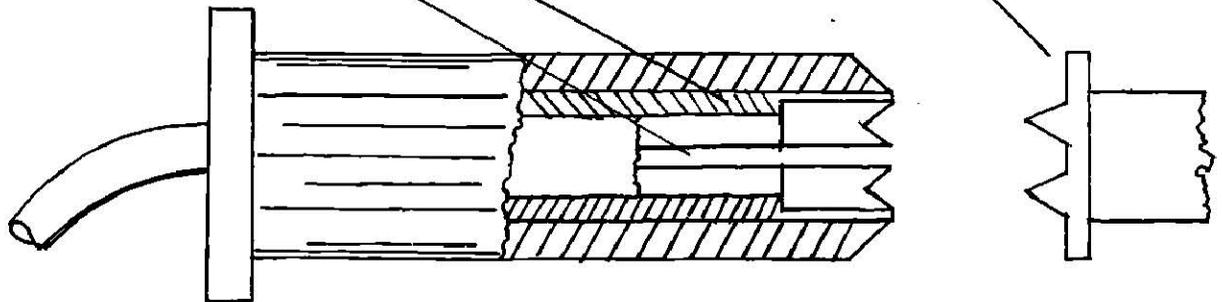


Conector capilario de cerámica: El colocamiento de la fibra es
obtenido al capturar una capilaria cerámica dentro de la pun -
ta de la clavija ferrule como lo muestra la fugura correspon -
diente.

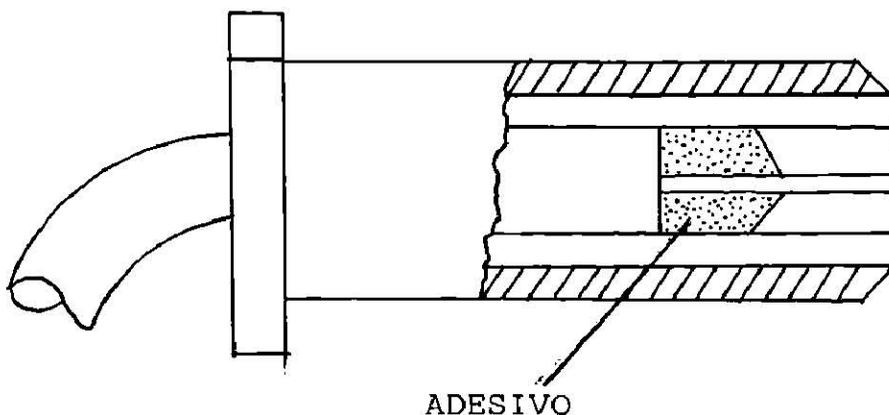
INTERMEDIO DE FERRULE

HERRAMIENTA DE COMPRESION

FIBRA



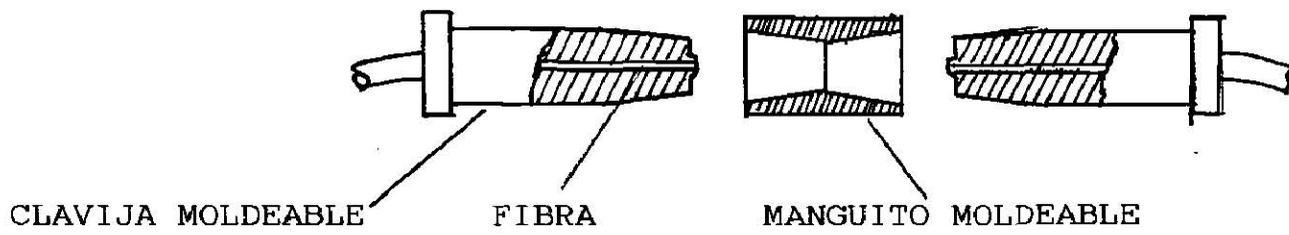
Conector deformable de inserción: Esta es una alternativa al uso de resina de epóxico para la unión de fibra. Un ferrule duro de metal es acabado con un inserto hecho de una aleación de metal relativamente suave y teniendo un hoyo concéntrico preciso. Después que la fibra es insertada dentro del hoyo, un instrumento comprime y deforma el inserto y después aprieta la fibra.



Conector Ferrule de plástico moldeado: Estos son apropiados -

por su bajo costo. Pueden ser producidos en masa por moldes de presición.

Conectores Bicónicos:



Conectores de clavija:

FUENTES DE LUZ

Estructuras LED: Estas requieren una gran copulación de electrones y hoyos en la región activa del dispositivo.

En el pasado dos estructuras básicas de Led's en el sistema material GaAs, AlGaAs han sido usadas extensivamente para uniones de trayecto corto, onda de luz de telecomunicaciones como

(SLED)-Led's emitentes de superficie

(ELED)-Led's emitentes de filo o rivete.

Ambos son piezas confiables que tienen patrón de emisión definida. Por sus diferencias estructurales Eled's son mas sensitivas a las variaciones de temperatura que los Sled's. Pero Eled's tienen ventajas significantes como energía acoplada y mejor disipación de calor que Sled's.

Diodos super-luminosentes (SLD'S): Estos se distinguen de Led's y diodos Laser's porque la luz emitida consiste de una emisión amplificada espontanea que tiene un espectro mas angosto que la de Led's pero mas amplia que los Laser's. Aún mas, los Sld's no tienen un mecanismo de realimentación integrado que es indispensable para diodos Laser's.

Anchura de linea espectral LED y patron de radiación: Entre las características del Led's, la emisión de longitud de onda y el ancho espectral de fuente son los mas importantes en el diseño de sistemas de transmición de onda luz. Estas dos pro -

propiedades afectan el rate de datos máximos. Y la distancia de transmisión por la pérdida de fibra y dispersión depende de la longitud de onda. La anchura espectral del Led puede ser ampliado por calentamiento o operando a corriente mas alta.

SLED - patrón de radiación

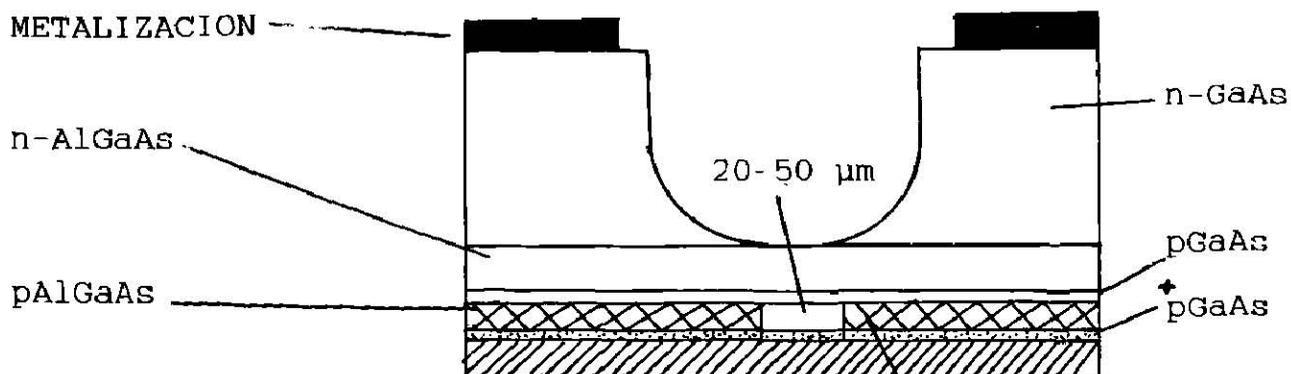
$I(\phi)$ poder por unidad de area por unidad de angulo sólido
 (ϕ) angulo entre la dirección de emisión y la normal a la superficie de emisión
 I_0 radiación axial

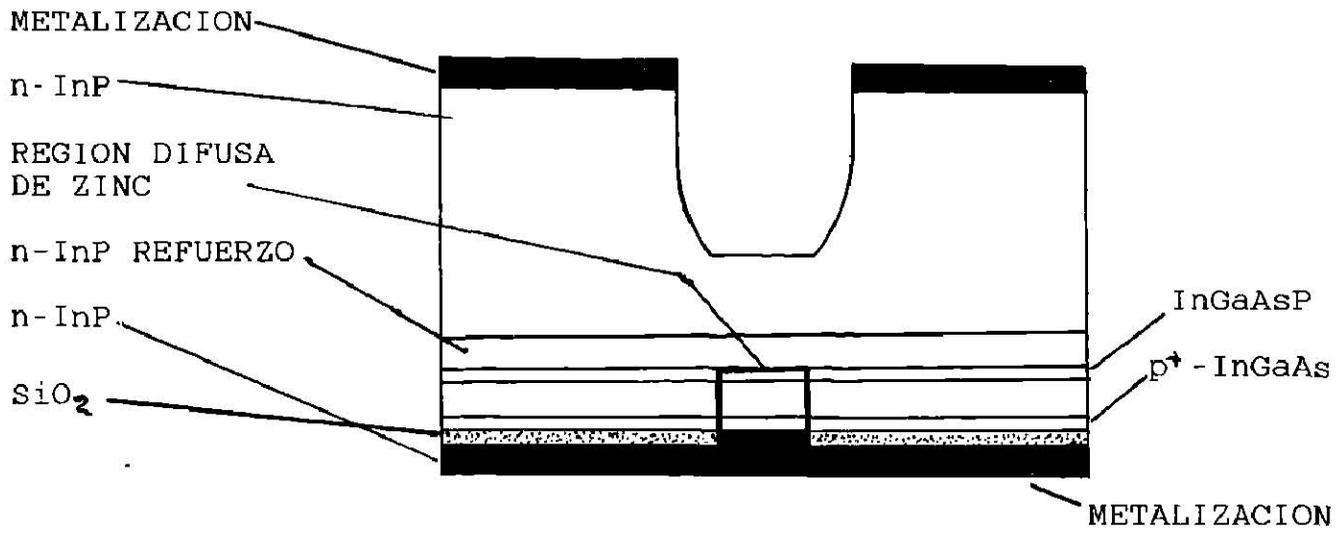
$$I(\phi) = I_0 \cos \phi$$

La radiación axial I_0 de un Sled depende del gruesor de la región radiactiva de reconvinación, la densidad de corriente, y la eficiencia cuántica interna. Esta puede ser aproximada por

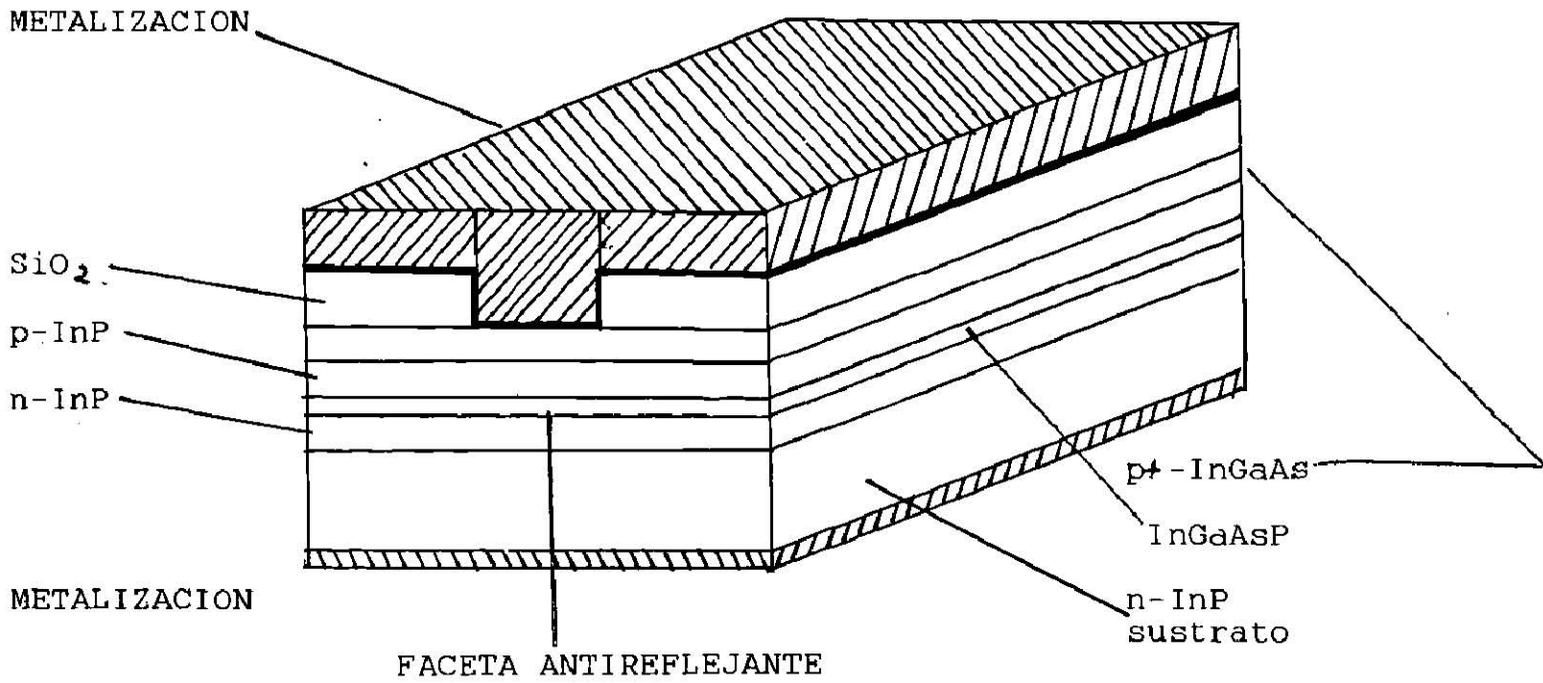
η_{int} = eficiencia cuántica interna del LED
 T = parámetro que toma en consideración la pérdida por absorción de los fotones emitidos atravez del semiconductor y la transmisión en la interface semiconductor del aire.
 J = densidad de corriente
 V = voltaje de unión
 n = índice refractivo del semiconductor

$$I_0 = (\eta_{int} T J V) / (4\pi n^2)$$



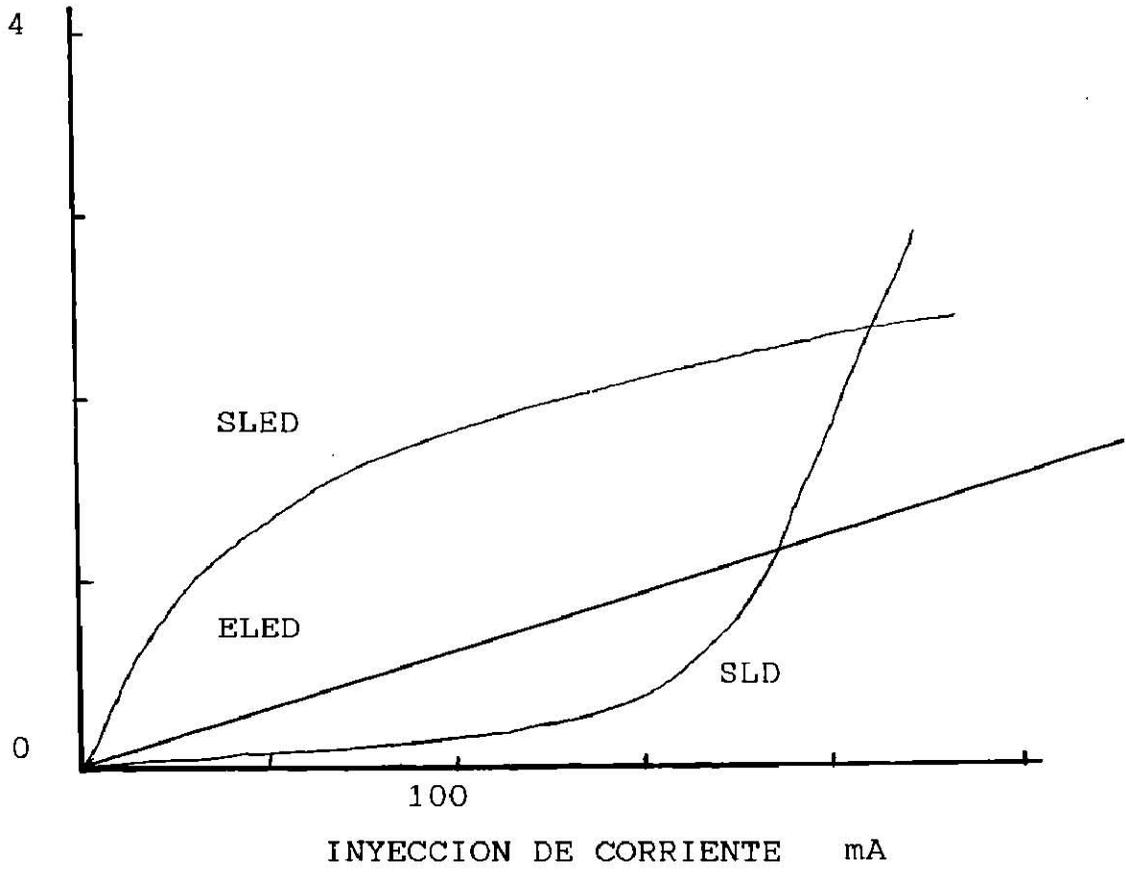


SLED



ELED

SALIDA
mW



Diodos LASER: Entre las diferentes estructuras Laser's desarrollados hace tiempo, solamente unos cuantos son escogidos (i, e, 1.3 y 1.5 μm) para sistemas de comunicación de fibra óptica. Estas selecciones son basadas sobre requerimientos estrictos tales como alta funcionabilidad, economía y confiabilidad. En el pasado, estructuras Laser's fueron agrupadas en guías-ganancia y en estructuras guías-índice. Como siempre las aplicaciones crecieron, y se incrementaron las demandas sobre Laser's más funcionables.

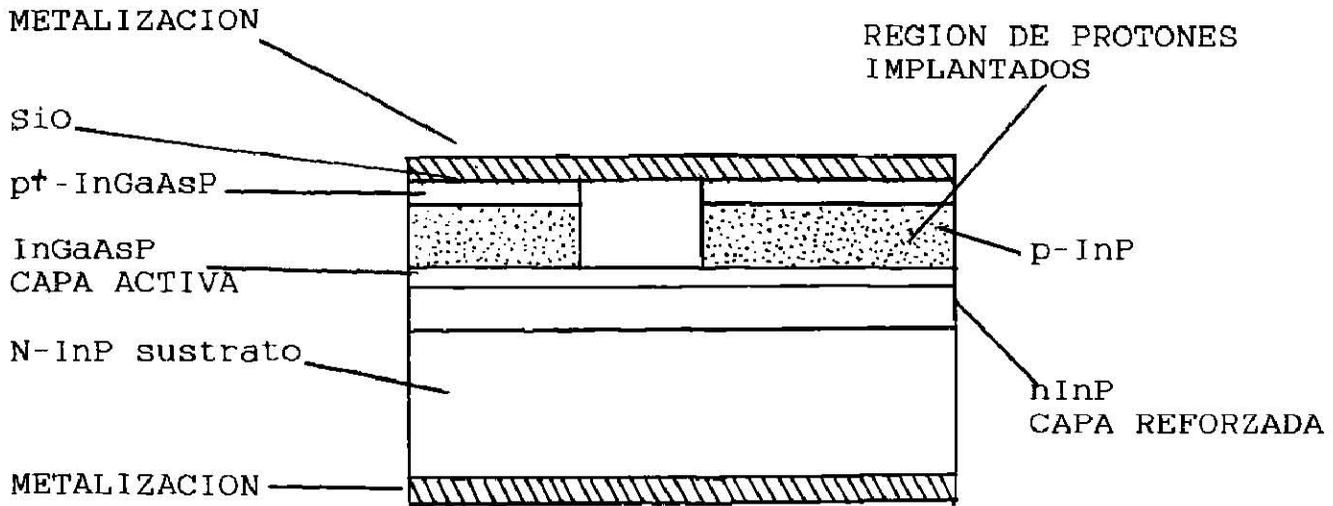
Respecto a la comunicación coherente el enfoque a las investigaciones del Laser como línea recta y consecutivamente la estabilidad, monomodo, emisión-sintonizable-longitud de onda (Laser's).

Como en Led's de doble heterounión, modos ópticos en inyección de portadora en diodos Laser's son confinados en la dirección perpendicular a la unión pn y dos heterouniones.

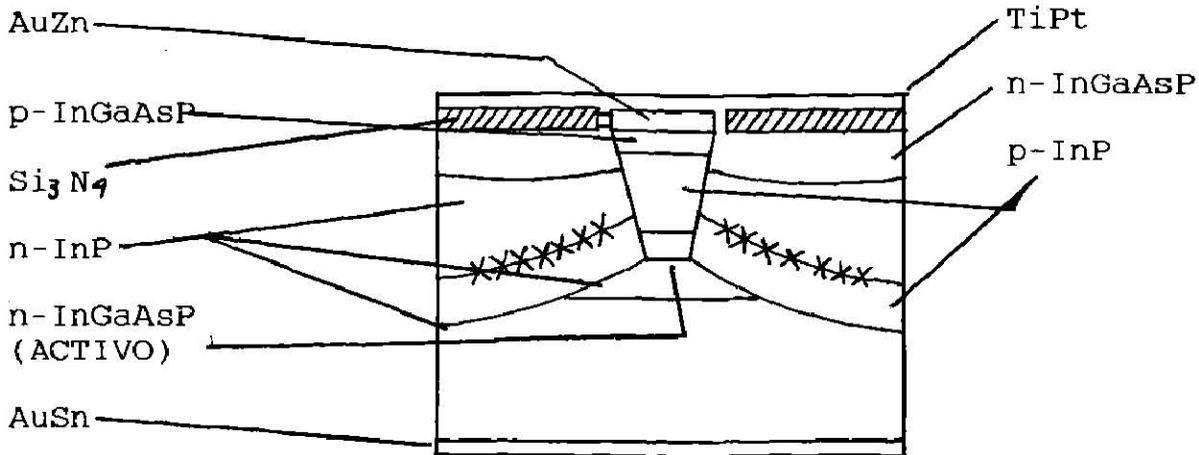
Con el uso de técnicas de doble heterounión solamente la corriente de umbral, el ancho-área del diodo Laser puede ser drásticamente reducida. Esto es posible cuando la unión es limitada a una angosta raya de la región menor a 10 μm de anchura. En la fig. correspondiente se muestra la estructura correspondiente del Laser de bombardeo de protones. Ya que la región activa bajo la raya (banda) es ancho para soportar las oscilaciones de muchos modos laterales, la salida, entonces, puede ser multimodo.

El bombardeo de protones estimula la salida hacia una luz coherente menor de $10\ \mu\text{m}$.

En contraste a los laser's índice-guía tienen un gran paso dieléctrico en dirección lateral y compensación de ganancia y pérdida. Estos resultados en una superación de grado de limitación lateral óptica. Este paso dieléctrico puede ser muy brusco y se puede obtener por el uso lateral hetero-barreras (Buried-heteroestructuras) como lo indica la fig.



LASER (BOMBARDEO DE PROTONES)



LASER (BURIED-HETEROESTRUCTURA)

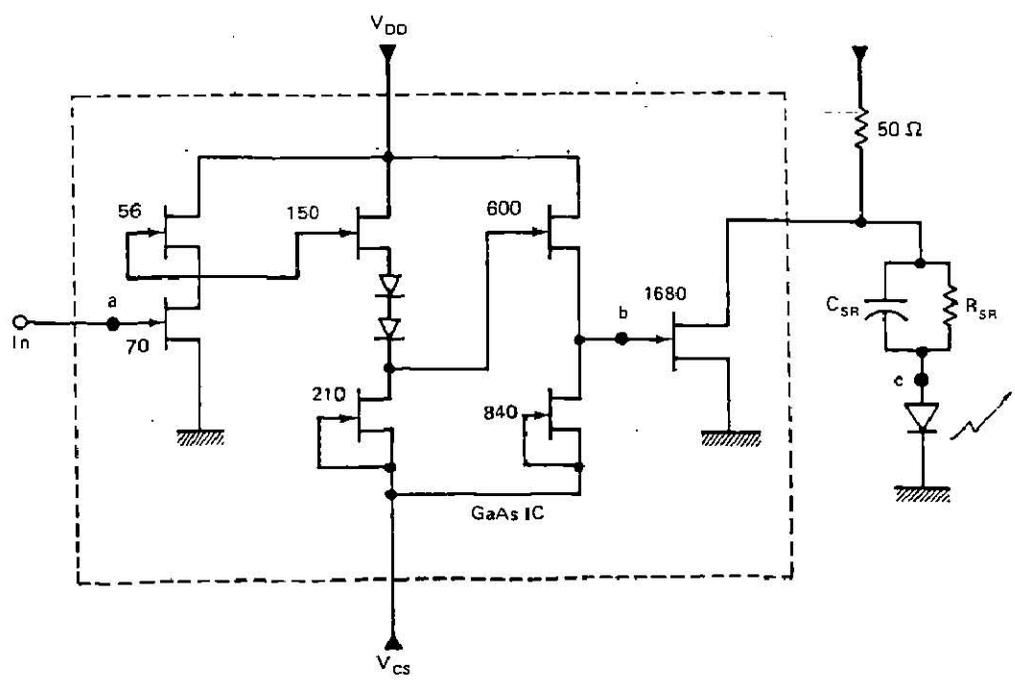
Circuitos de mando: Una clase importante de circuitos de mando LED incluye esos diseñados para transmisión media (menos de 1-Gbit). En este caso, el diseño óptimo es uno en el cual una función de alta velocidad es limitado solo por el alza y baja de tiempo del LED y no por el circuito de mando.

Los requerimientos básicos de un circuito de mando de un LED son:

- entregar corriente entre 50 y 100 mA
- encender y apagar la salida LED a alta velocidad en respuesta a una señal de entrada de bajo nivel

Un circuito popular es un switch emisor comun bipolar de transistor. Este circuito tiene los méritos de alta ganancia, voltaje bajo de entrada y un LED independiente.

Otra variación de switch de emisor común es el circuito emisor de cople. Este circuito opera como un amplificador diferencial en línea, exepcto que la escala de cambios esta fuera de la región lineal del amplificador.



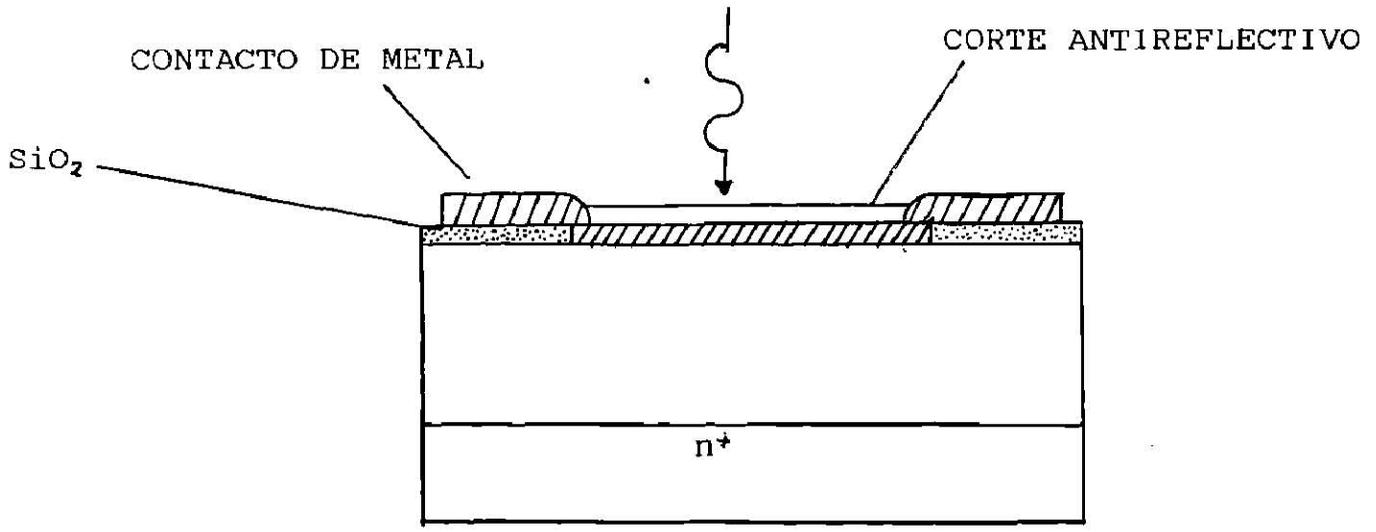
FOTODETECTORES

Los fotodetectores desempeñan un papel fundamental en los sistemas de fibra óptica, ya que su alta sensibilidad a las señales de luz (led's, laser's) permiten la amplificación de bajo ruido de información. Dentro de fotodetectores veremos fotodiodos PIN y fotodiodos de avalancha APD.

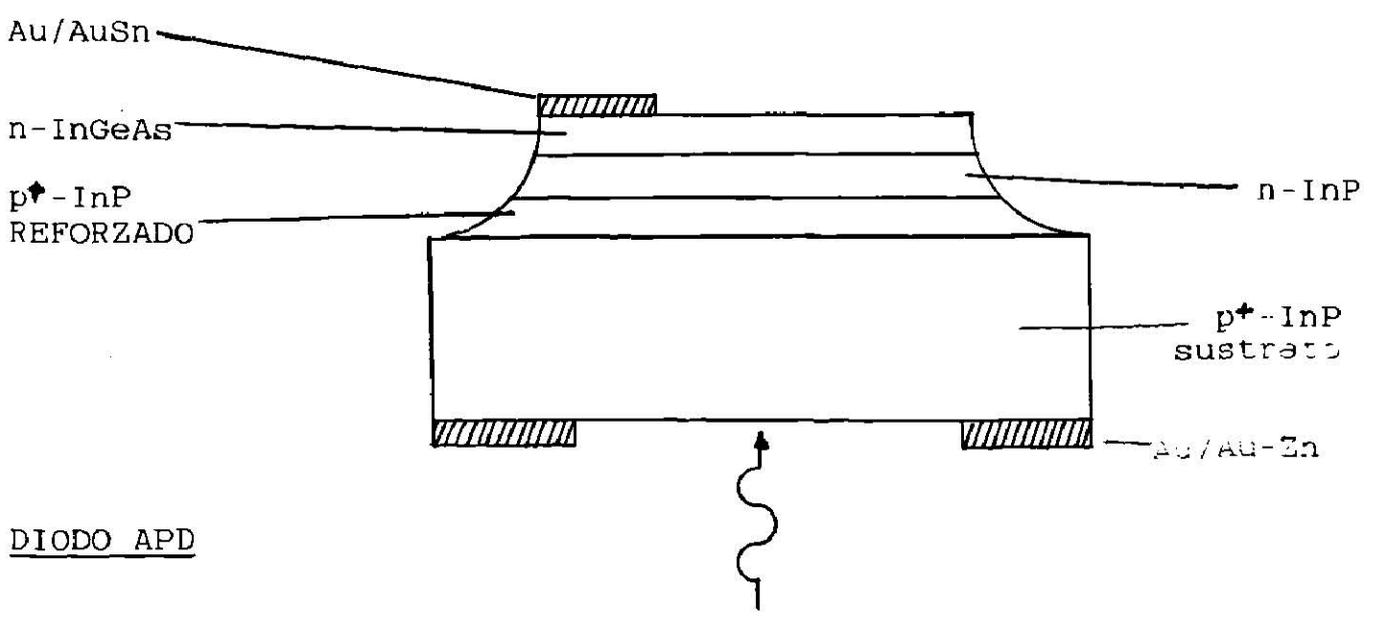
Fotodiodo PIN: estos son los fotodetectores de silicón la cual responden a la radiación espectral visible y cercano al infrarrojo. Su estructura se muestra en la fig. correspondiente y corresponde a un PIN metal-semiconductor de contacto schottky (alta velocidad). La unión Ge-pn los hace que respondan de .8 a 1.7 μm tienden a ser usados en largas regiones de longitud de onda. Los fotodiodos PIN operan normalmente en polarización inversa y en corto circuito y pueden resistir como máxima polarización inversa no mas de 50 volts. Tienen una capacitancia de .2 a .3 pf.

APD: estos fotodetectores contienen una región de alto campo eléctrico y exhibiciones de multiplicación de avalancha de portadoras fotogeneradas. El mecanismo de multiplicación es basado en el efecto de impacto de ionización en el semiconductor, donde portadoras libres creadas por fotoabsorción son acelera-

das por un fuerte campo eléctrico hasta una suficiente ganancia de energía, y, una colisión encima con otros átomos, produciendo mas pares de agujeros de átomo hasta elevarse una ganancia en el fotodetector. A diferencia del PIN estos requieren altas polarizaciones de voltaje para mantener el alto campo eléctrico. La polarización inversa arriba de 400 volts no es rara para esta especie de diodo. En la figura correspondiente se muestra su estructura.



DIODO PIN

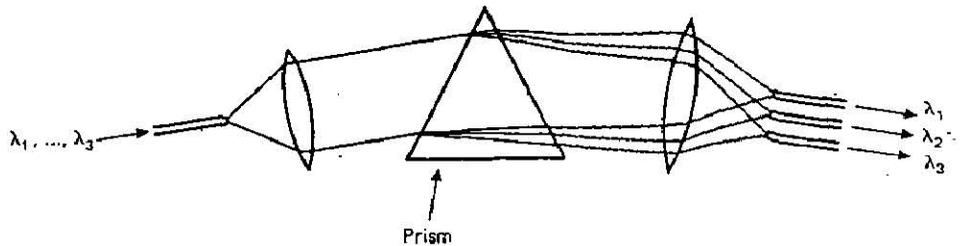


DIODO APD

DEMULTIPLEXORES

Los demultiplexores tienen como función principal separar las diferentes longitudes de onda de entrada-salida hacia la salida de rayos de diferentes ángulos.

En la fig. siguiente se muestra una estructura básica de los grandes demultiplexores formado por un prisma, aquí se muestra la dirección de los rayos y su separación.



BIBLIOGRAFIA

SISTEMAS DE FIBRAS OPTICAS
ING. LEOPOLDO RENE VILLAREAL JIMENEZ
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
U.A.N.L.

FIBER OPTICS HANDBOOK
For Engineers and scientists
FREDERICK C. ALLARD
MCGRAW-HILL

