Cervi

10/10/2006

Introducción a la Fibra Óptica

CONCEPTOS BÁSICOS

Definición

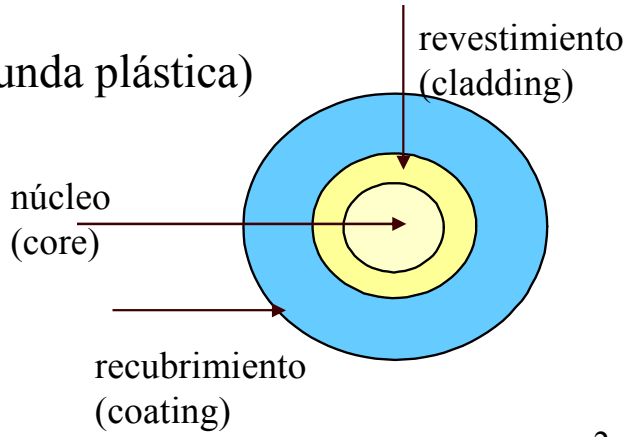
Medio dieléctrico que permite la transmisión de luz con unas pérdidas mínimas

Estructura

Núcleo: cristal de silicio por donde viaja la señal de luz

Revestimento: cristal de silicio que impide que la luz salga del núcleo, actuando como guía de ondas

Recubrimiento: protección mecánica (funda plástica)



CONCEPTOS BÁSICOS

Principales características

•Elevada velocidad de transmisión para voz, datos, vídeo,...

•Porcentaje de error de transmisión reducido

•Inmunidad a EMI o radiofrecuencia

Posibilidad de convivir con cualquier instalación eléctrica y en cualquier entorno por ruidoso que sea, evitando también cualquier problema asociado a diferencias de potencial

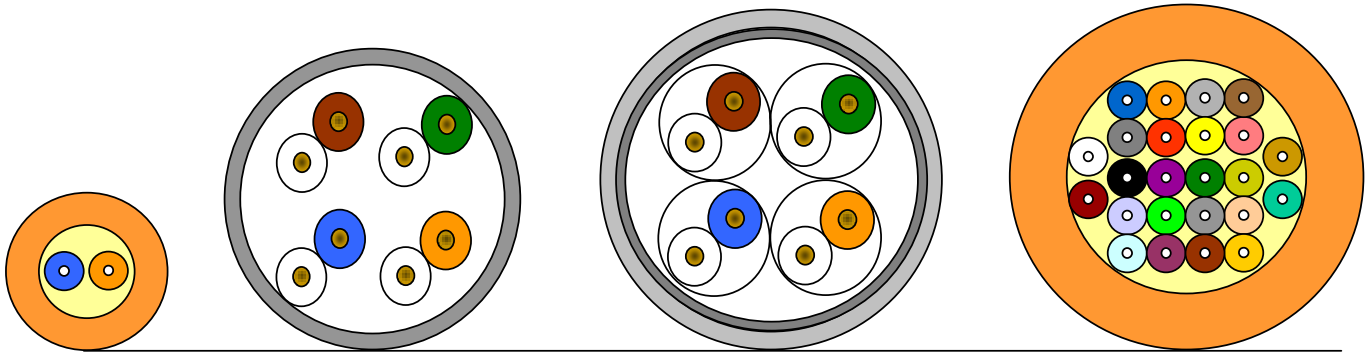
•Resistencia a corrosión, fuego,...

•Dimensiones y peso reducidos (comparable a un cabello humano):

El diámetro exterior de una fibra óptica puede ser de 250, 500 ó 900 micras (millonésimas de metro) en función de la protección mecánica empleada.

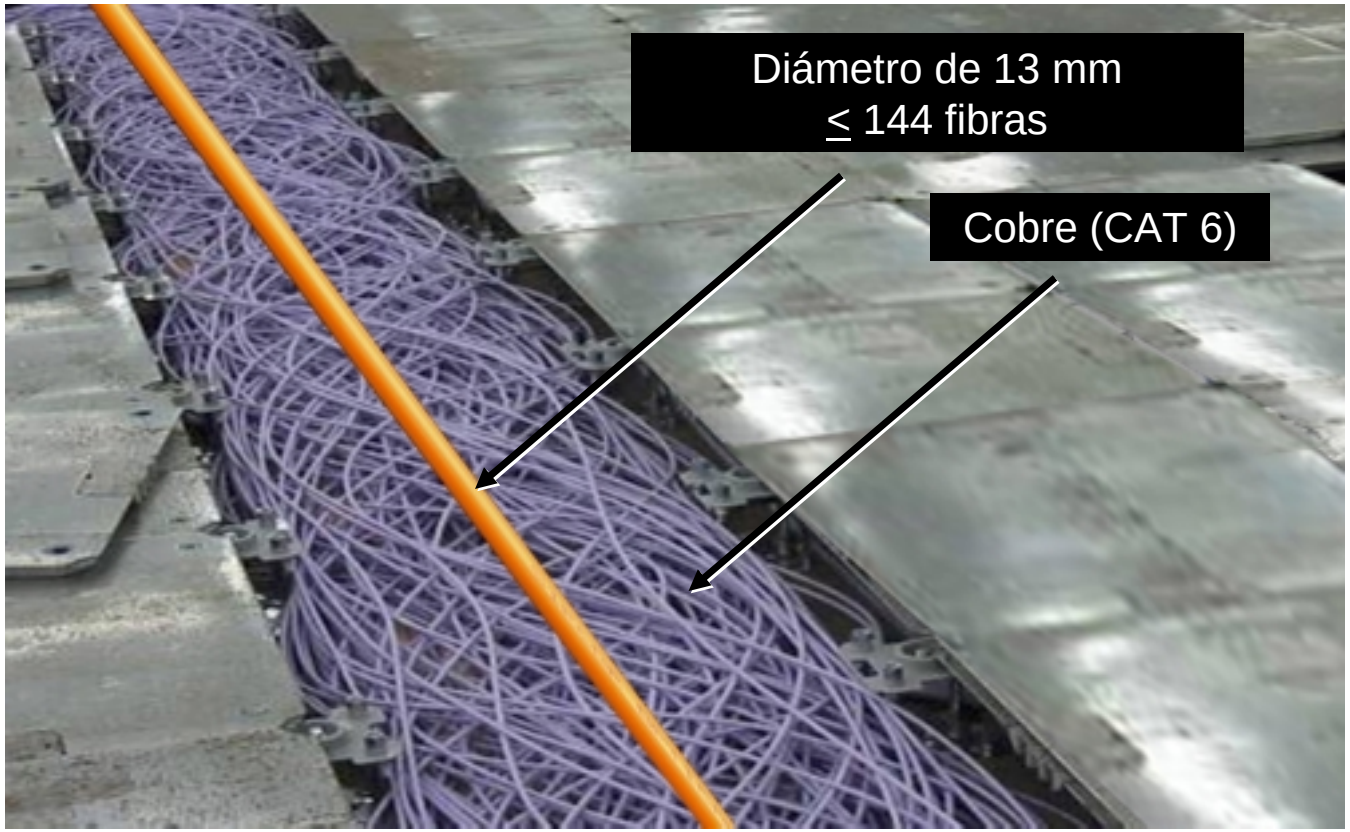
CONCEPTOS BÁSICOS

- Medidas más pequeñas y consecuentemente menor peso de los cables
- Más facilidad de instalar en lugares pequeños.
- Un cable bifibra típico es hasta 40% más pequeño que un cable CAT-6 (UTP).
- Un cable típico de 24 fibras es aproximadamente de la misma medida que un CAT-7.
- El diseño de un cable de fibra no está limitado al tipo de fibra.



Bifibra(2 Fibras) **CAT-6 (UTP)** **CAT-7 (STP)** **12xBifibra (cable de 24 fibras)**

CONCEPTOS BÁSICOS



CONCEPTOS BÁSICOS

F.O. VS CABLE DE PAR TRENZADO

Inmunidad electromagnética

Cables de potencia

EMI (interferencias electromagnéticas) y radiaciones hacia el exterior

Relámpagos

Bucles de tierra

Transmisión a larga distancia

Bajas pérdidas y gran ancho de banda

Seguridad

Imposible “intervenir” una comunicación sin cortarla

CONCEPTOS BÁSICOS

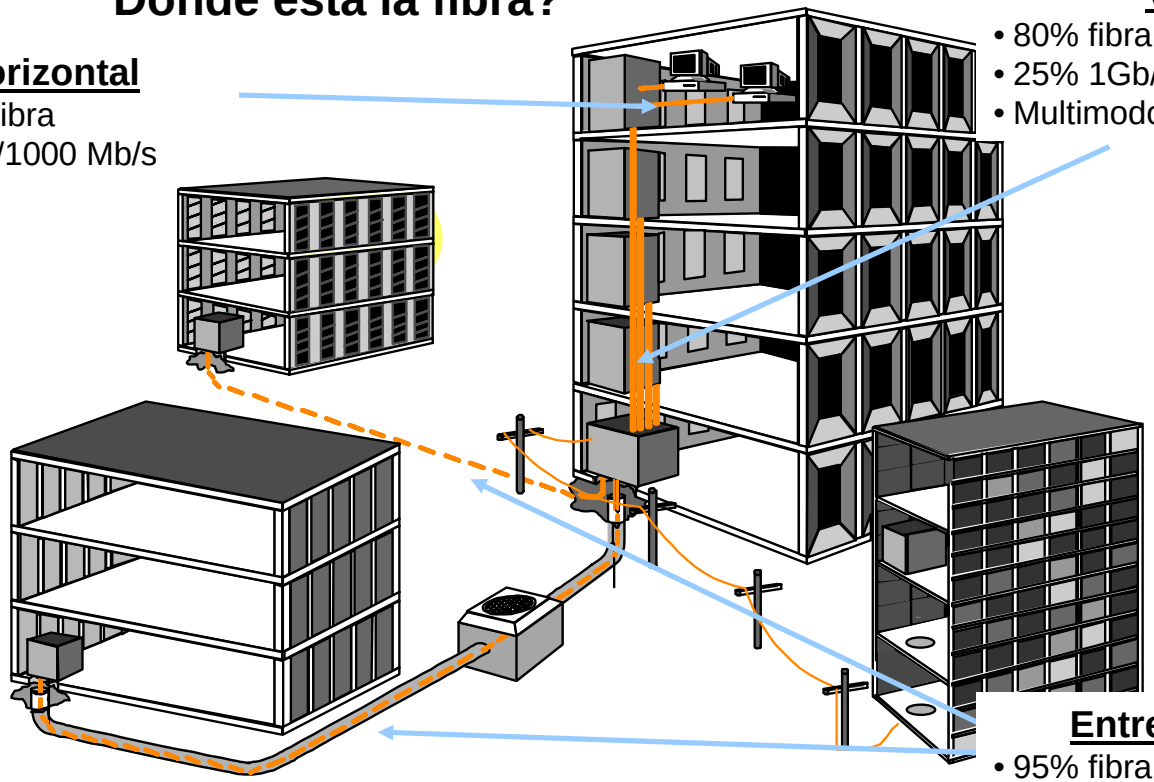
Dónde está la fibra?

Horizontal

- <1% Fibra
- 10/100/1000 Mb/s

Vertical

- 80% fibra
- 25% 1Gb/s - 75% 100 Mb/s
- Multimodo



Entre edificios

- 95% fibra
- 10 Gb/s (futuro)
  50% 1G / 50% 100M
- Monomodo

Centros de datos

- 50% fibra
- 100Mbps / 1Gbps / 10 Gbps
- Fibra multimodo.

VENTANAS DE TRABAJO

3 posibles frecuencias/long. de onda de trabajo

Concepto de ventana espectral (relación entre frecuencia y longitud de onda ($\lambda * f = c$)

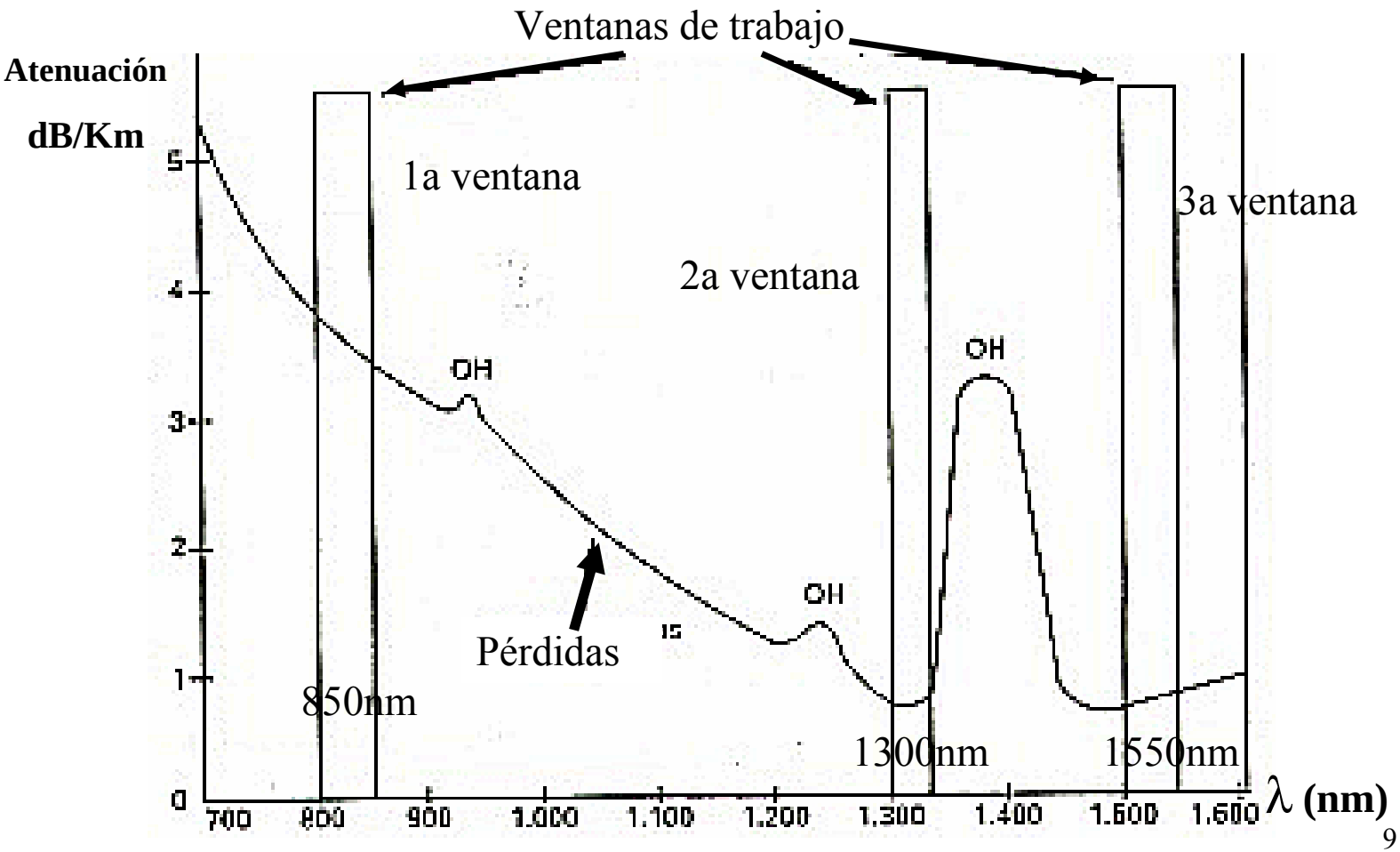
Distinto comportamiento de la gráfica de pérdidas en una fibra óptica con la frecuencia

Relación entre la dispersión y la frecuencia de trabajo (según Rayleigh $\alpha \sim 1/\lambda^4$)

Importancia de evitar determinadas frecuencias en las que se detectan picos de atenuación motivados por diversos efectos especiales (picos de absorción de diversas moléculas...)

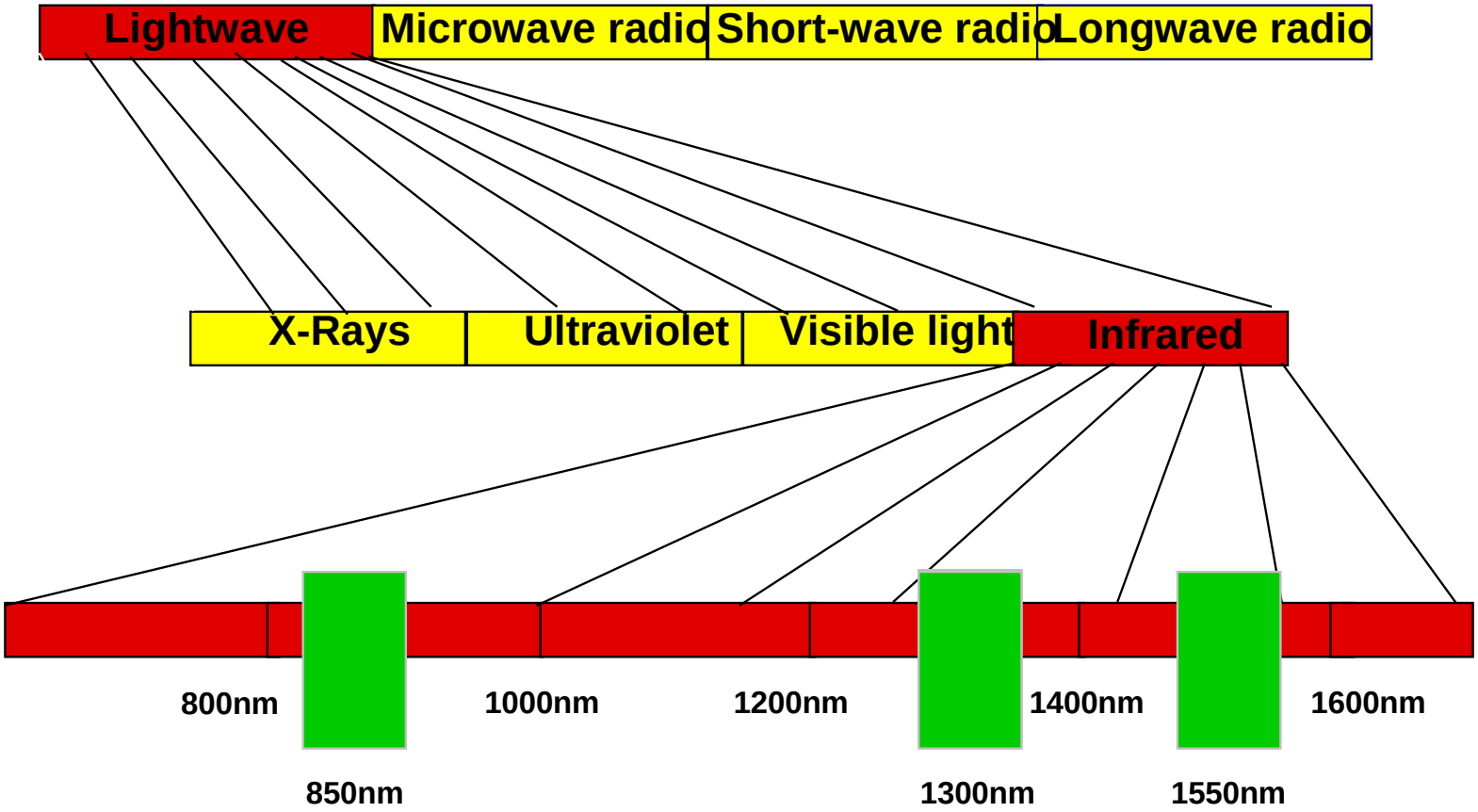
Ventanas = entornos de longitud de onda (frecuencia) óptimas por lo que respecta a los valores de atenuación obtenidos

CONCEPTOS BÁSICOS



CONCEPTOS BÁSICOS

Longitud de onda y frecuencia?



CONCEPTOS BÁSICOS

El comportamiento por lo que respecta a la atenuación mejora de la primera a la segunda ventana y de la segunda a la tercera, pero lo más habitual es trabajar en primera ventana con fibra multimodo y en segunda con fibra monomodo

Motivo: menor coste tecnológico de los equipos emisores

Causas de la atenuación:

Dispersión (pérdida de señal de luz provocada por defectos microscópicos de la fibra)

Absorción no deseada de luz a determinadas frecuencias por parte de determinados materiales

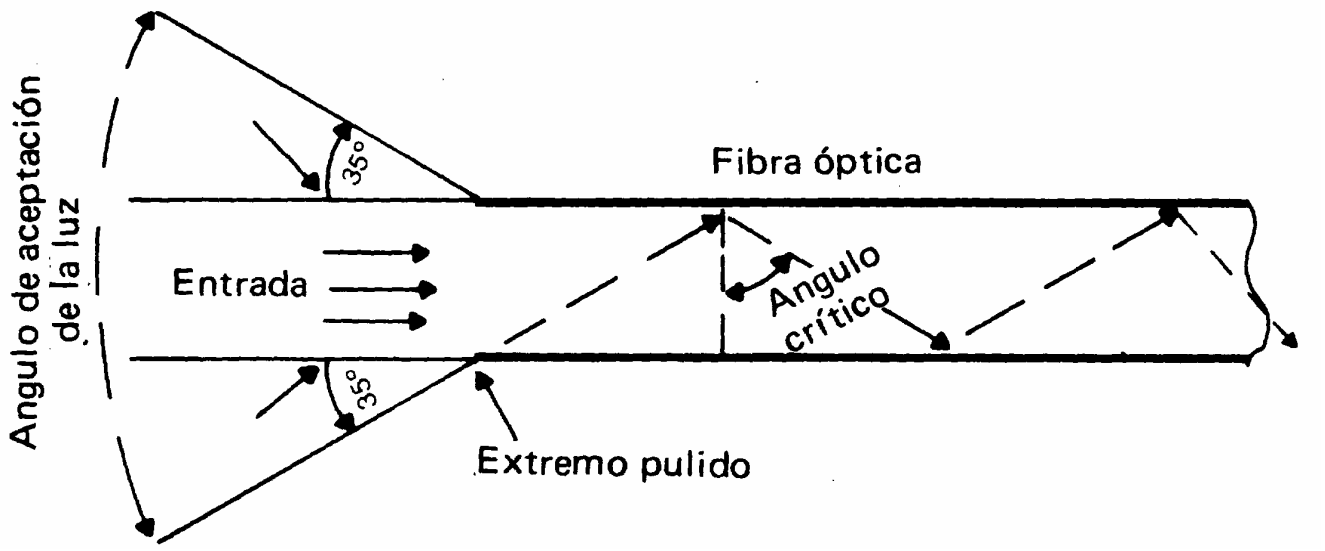
Flexión provocada por las curvaturas del cable (defectos de instalación)

CONCEPTOS BÁSICOS

Cómo viaja la luz en el seno de la F.O.

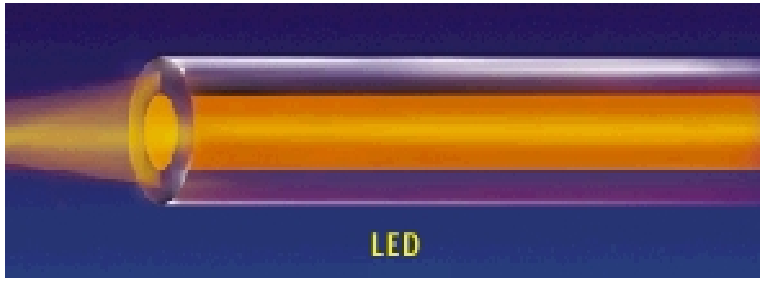
Reflexiones provocadas por la diferencia de los índices de refracción de núcleo y revestimiento==> guía ondas (principio de reflexión total)

Reflexiones ==> rebotes ==> retardo y pérdida de potencia ==> dispersión



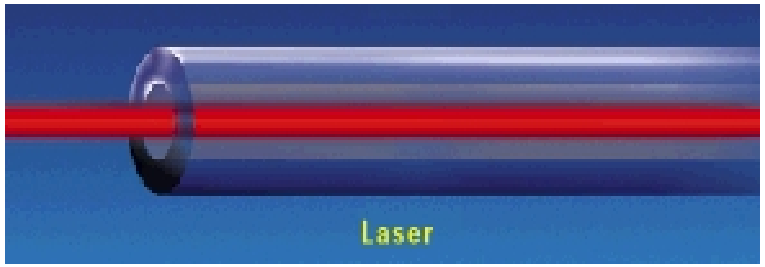
CONCEPTOS BÁSICOS

Fuentes de luz actuales



(Típicamente a 10 y 100 Mbps)

Potencia de luz distribuida al 100% del núclo de la fibra



(1, 2, 4, 8, 10 Gbps)

Potencia distribuida en una región muy concreta y estrecha.

ESPECIFICACIONES BÁSICAS

¿Cuáles son los parámetros descriptivos necesarios para identificar un cable de fibra óptica apropiado?

- **Multimodo o monomodo (en el caso multimodo será necesario especificar el diámetro del núcleo de la fibra óptica)**
- Número de fibras necesarias (en el caso de datos se requieren dos fibras para cada enlace)
- Manguera de interior o exterior (tipo de protección)

CONCEPTOS BÁSICOS

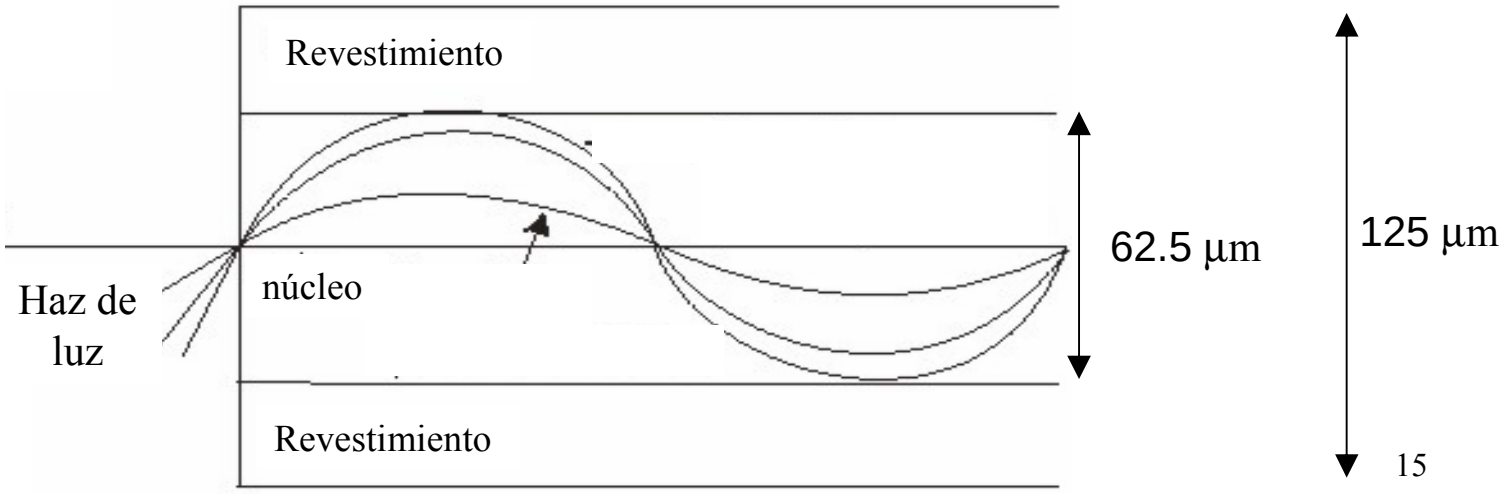
Tipos de fibras: multimodo vs. monomodo

Modo = camino de propagación de la señal luminosa

F.O. multimodo

Existen múltiples caminos posibles de paso para la luz, de modo que ésta se propaga a través de la guía de ondas con múltiples reflexiones

Fibra óptica de índice gradual

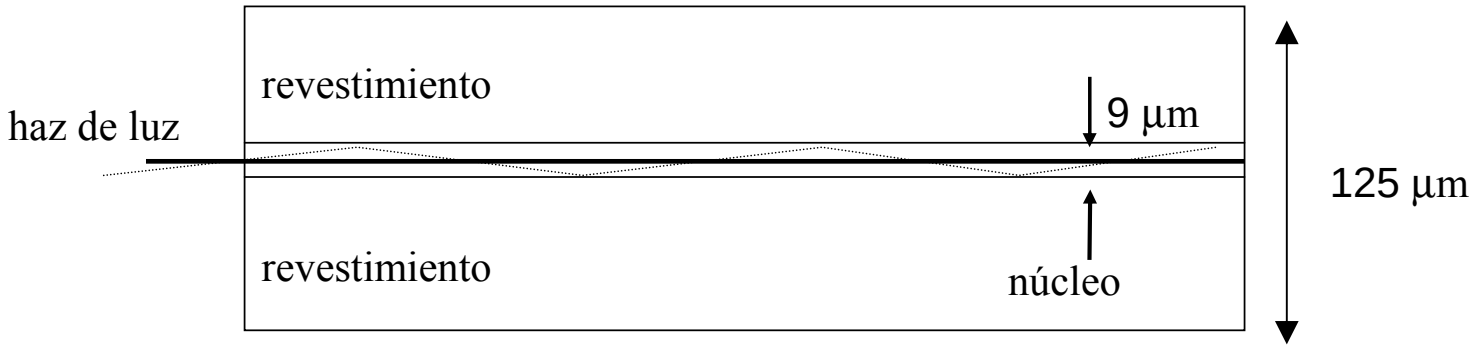


CONCEPTOS BÁSICOS

Tipos de fibras: multimodo vs. monomodo

F.O. monomodo

Existe un único camino posible (1 único modo) de propagación de la señal de luz a través de la fibra, con una trayectoria casi paralela al eje del núcleo.

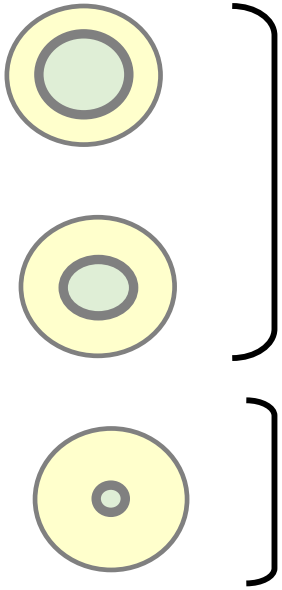


CONCEPTOS BÁSICOS

Tipos de fibras: multimodo vs. monomodo

Clasificación básica en función de la relación entre los diámetros de núcleo y revestimiento

Diámetro núcleo	Diámetro revestimiento	
**62,5µm	125 µm	MULTIMODO
50 µm	125 µm	MULTIMODO
9 µm	125 µm	MONOMODO



CONCEPTOS BÁSICOS

Tipos de fibras: multimodo vs. monomodo

Características principales

Características	F.O. multimodo	F.O. monomodo
Diámetro nucleo	50 - 62,5 µm	8-10 µm
Diámetro cubierta	125 µm	125 µm
Banda pasante	200 - 1200 MHz/Km	>10 GHz/Km
Atenuación		
1a ventana	~ 3.2dB/Km	
2a ventana	~0.8 dB/Km	0.3 - 0.5 dB/Km
3a ventana	0.6 - 1.5 dB/Km	0.15 - 0.3 dB/Km

CONCEPTOS BÁSICOS

Estándar IEEE 802.3ae. 10Gbps

Para fibra **multimodo**:

Tipo OM1: Sólo se soporta una distancia de 32 metros.
Tipo OM2: Sólo se soporta una distancia de 82 metros.
Tipo OM3 50/125: Se soporta una distancia de 300 metros.

Por consiguiente, la fibra multimodo recomendada en previsión de futuro es la OM3 de 50/125.

Para fibra **monomodo**:

Se soportan hasta 40Kms con la electrónica y fibra actual de 9 o 10.

CONCEPTOS BÁSICOS

Tipos de fibras: multimodo vs. monomodo

Ventajas e inconvenientes

MULTIMODO	MONOMODO
⇓ Mayor atenuación	⇑ Menor atenuación
⇓ Más cara	⇑ Más barata
⇑ Terminación sencilla y barata	⇓ Terminación compleja y cara
⇑ Utillaje barato	⇓ Utillaje caro
⇑ No requiere personal muy especializado	⇓ Requiere personal especializado

ESPECIFICACIONES BÁSICAS

¿Cuáles son los parámetros descriptivos necesarios para identificar un cable de fibra óptica apropiado?

- Multimodo o monomodo (en el caso multimodo será necesario especificar el diámetro del núcleo de la fibra óptica)
- **Número de fibras necesarias (en el caso de datos se requieren dos fibras para cada enlace)**
- Manguera de interior o exterior (tipo de protección)

Número de fibras

• La transmisión en una fibra óptica es unidireccional (aunque existen la posibilidad de transmisión bidireccional empleando dos frecuencias distintas), por lo que para enlaces de datos que requieran TX y RX necesitaremos dos fibras para implementar un canal de comunicación; para la TX de vídeo, por ejemplo, bastará con una sola fibra

• Sobredimensionar: es recomendable duplicar el número de fibras de una instalación como previsión de futuras necesidades

• Valores estandarizados para fibras de estructura holgada suelen ser mangueras de 4, 6, 8, 12 y 24 fibras

• Cables de sólo dos fibras se plantean para latiguillos e instalaciones “fiber to the desk”

ESPECIFICACIONES BÁSICAS

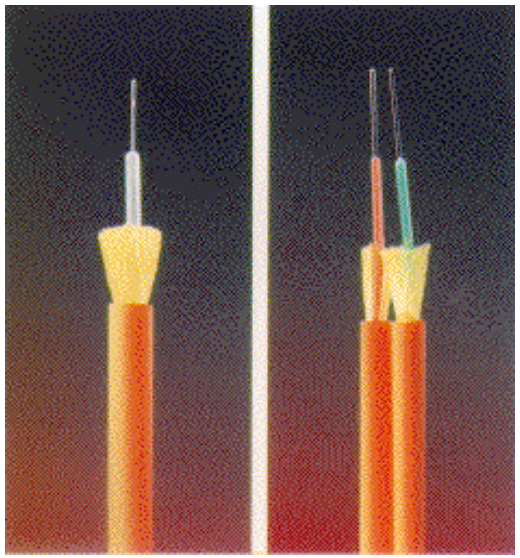
¿Cuáles son los parámetros descriptivos necesarios para identificar un cable de fibra óptica apropiado?

- Multimodo o monomodo (en el caso multimodo será necesario especificar el diámetro del núcleo de la fibra óptica)
- Número de fibras necesarias (en el caso de datos se requieren dos fibras para cada enlace)
- **Manguera de interior o exterior**
  - **Estructura holgada o ajustada**
  - **Tipo de protección**

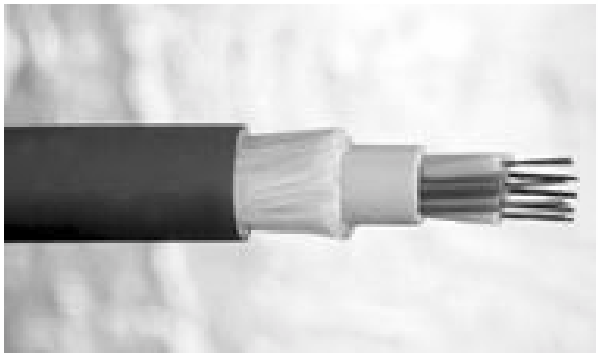
ESTRUCTURA DE LOS CABLES DE F.O.

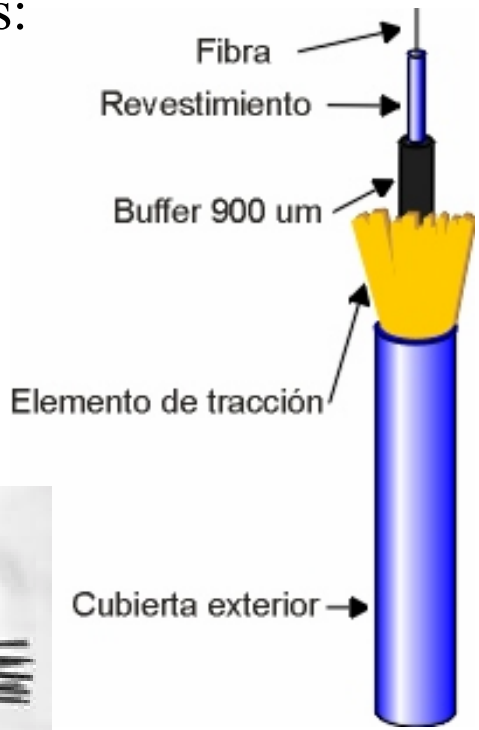
2 alternativas para la construcción de los cables:

Estructura ajustada:



•Estructura holgada

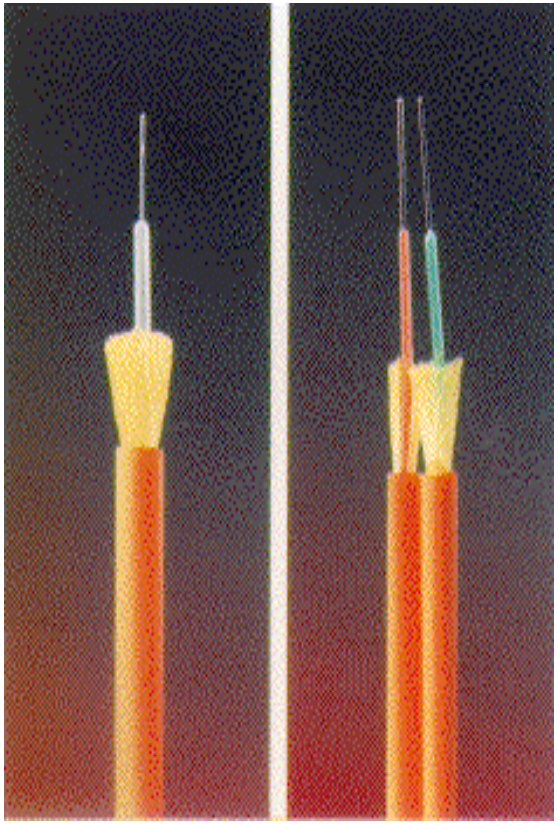




ESTRUCTURA DE LOS CABLES DE F.O.

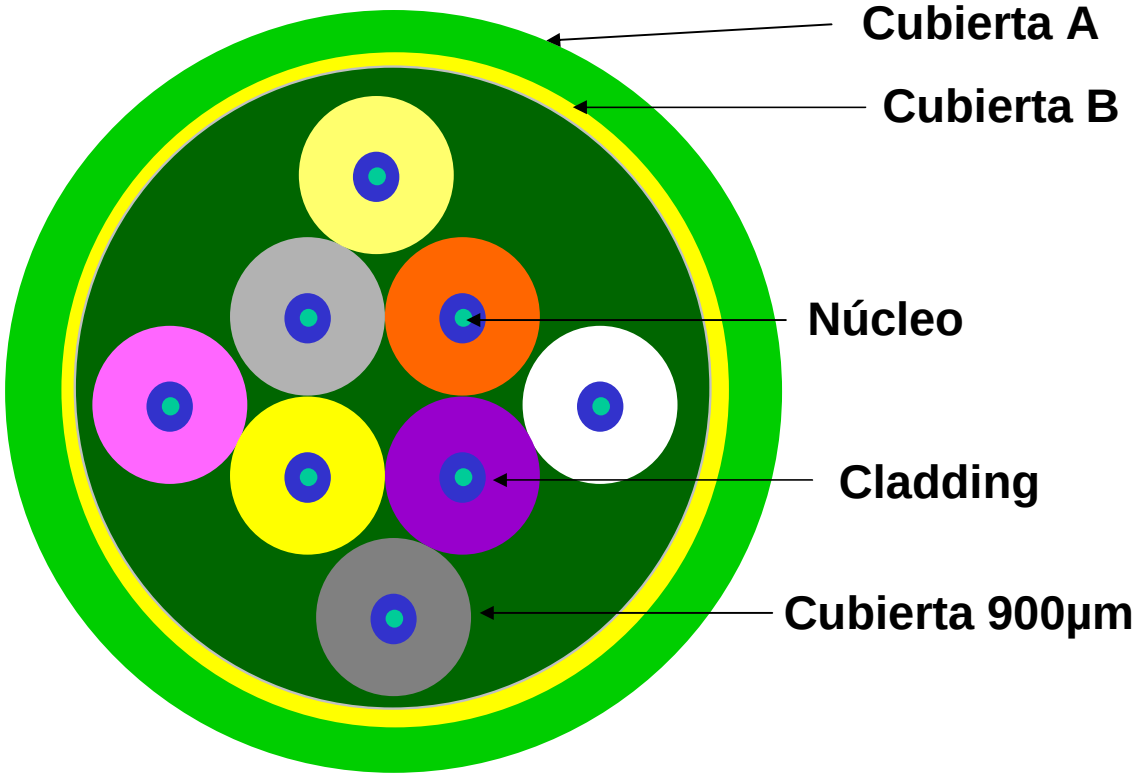
ESTRUCTURA AJUSTADA

- Un único conductor de fibra óptica se aloja en el interior de un tubo de plástico
- Protección mecánica excelente
- Alta flexibilidad
- Fácilmente conectoritzable (fácil de manipular)
- Estanqueidad óptima
- No hay gel antihumedad ==> más sencilla y limpia para trabajar
- Aplicaciones más habituales: distancias cortas, instalaciones de interior, montaje de latiguillos, terminación de conectores



ESTRUCTURA DE LOS CABLES DE F.O.

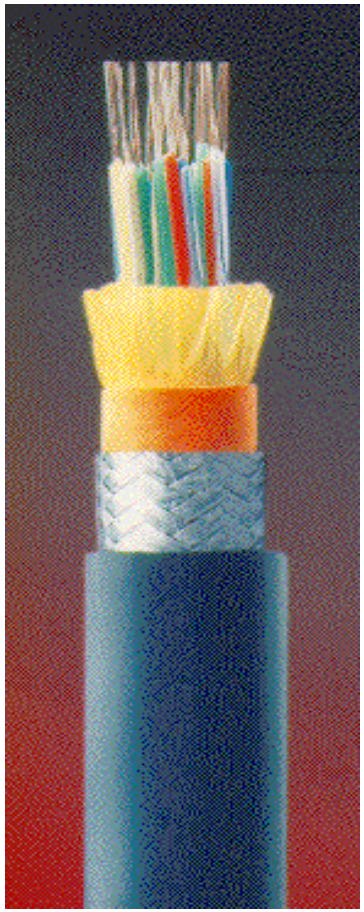
ESTRUCTURA AJUSTADA



ESTRUCTURA DE LOS CABLES DE F.O.

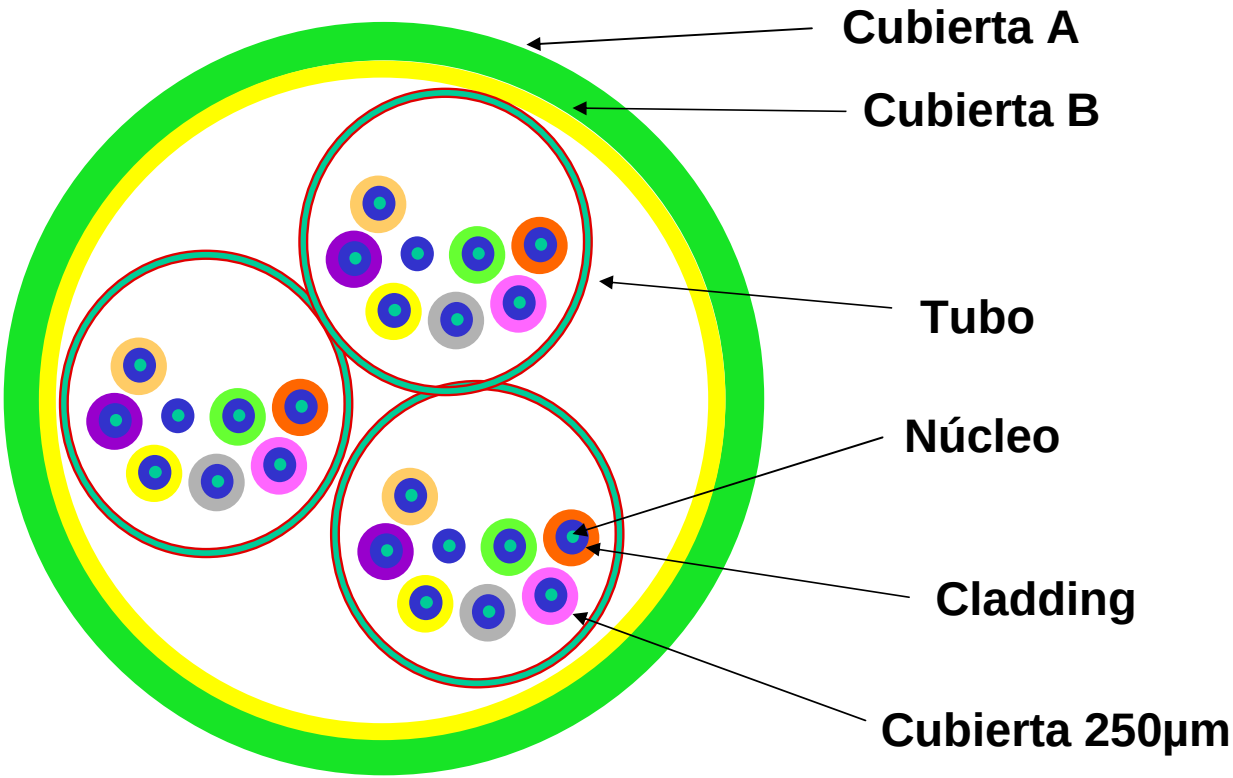
ESTRUCTURA HOLGADA

- Varios conductores (entre 4 y 12 habitualmente) se introducen en una cubierta mayor ==> conductores no ajustados a la cubierta
- Mayor densidad de fibras en un mismo cable
- Se recubre con gel antihumedad para mejorar la estanqueidad si se deterioran las protecciones
- Poca flexibilidad
- Difícil de conectorizar (laborioso a causa del gel y la armadura)
- Se suelen utilizar protecciones contra roedores (armadura de acero o material dieléctrico)
- Aplicaciones más habituales: distancias largas, instalaciones de exterior



ESTRUCTURA DE LOS CABLES DE F.O.

ESTRUCTURA HOLGADA



ESTRUCTURA DE LOS CABLES DE F.O.

PROTECCIONES

• Ejemplos de elementos de protección:

CER(2FM62)KV: Cable bifibra con cubierta externa de PVC retardante a la llama. Ajustada

CERH(8FM62) NEXO 62.5/125: Cable de 8 fibras protegidas por tubos de estructura holgada, blocante al agua. No propagador de la llama, baja emisión de humos. Totalmente dieléctrico. Resistente a los roedores.

CERH(12FM62)CAHR 62.5/125: Cable de 12 fibras protegidas por tubos de estructura holgada con gelatina. antihumedad. Protección antirroedores y antihumedad general. Armadura de acero coarrugado.

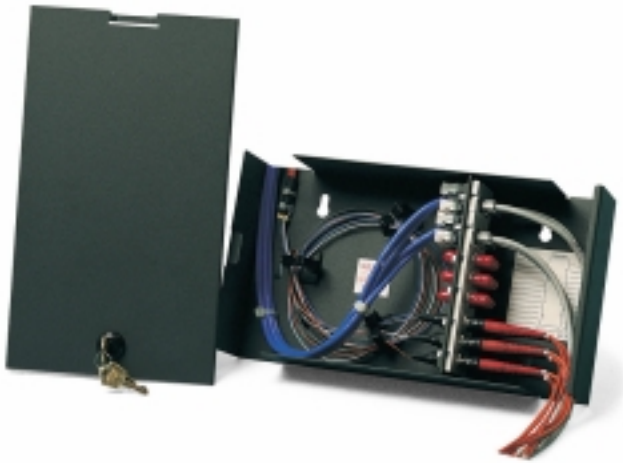
ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN UN SISTEMA DE F.O.

CABLE

- Manguera
- Patchcords

CONECTORES

PANELES O CAJAS DE TERMINACIÓN, TORPEDOS, ...



ELEMENTOS DE MONTAJE

EQUIPOS DE MEDIDA

OPTOELECTRÓNICA

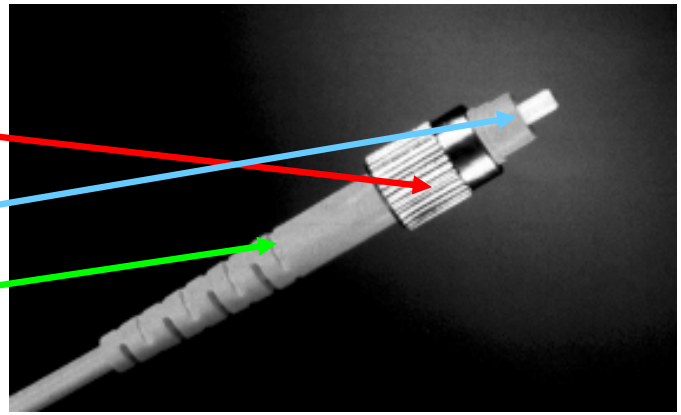
CONECTORES

Elementos del conector

Anclaje: rosca, bayoneta, ...

Ferrula: elemento que guía la fibra hasta el extremo del conector

Manguitos de protección



Tipos de montaje

Epoxy: método basado en la utilización de una cola (epoxy) para fijar el conductor de fibra óptica al interior de la ferrula.

Mecánico: método basado en la fijación por presión (crimpado) del conductor de fibra óptica al interior de la ferrula.

El primer método es más fiable (mejor sujeción de la fibra) y más duradero (se evitan problemas asociados a oxidación y sensibilidad a temperatura)

CONECTORES

Tipos de conectores

SMA

- Anclaje de rosca
- Multimodo
- Pérdides de inserción ~0.6dB

ST

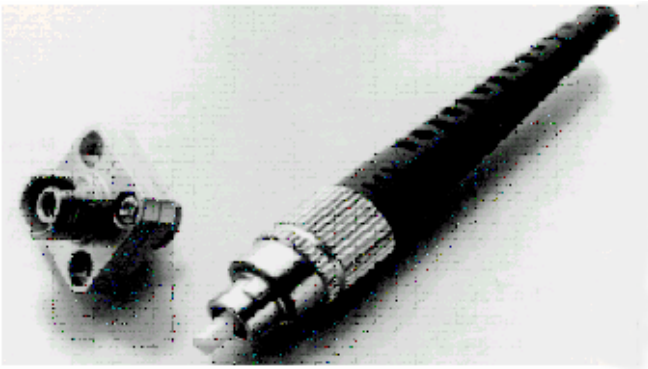
- Anclaje de bayoneta
- Multimodo/monomodo
- Pérdidas de inserción ~0.5dB (multimodo)

CONECTORES

Tipos de conectores

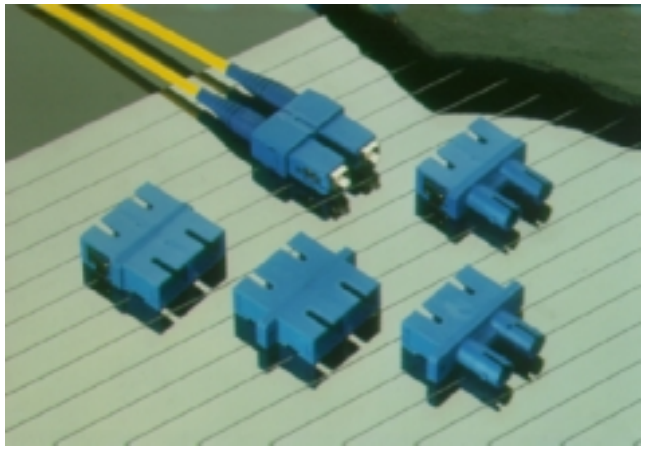
FC/PC

- Anclaje de guía i rosca
- Multimodo/monomodo
- Pérdidas de inserción ~0.3dB (mmodo)



SC

- Anclaje push-pull
- Multimodo/monomodo
- Pérdidas de inserción ~0.25dB (mmodo)

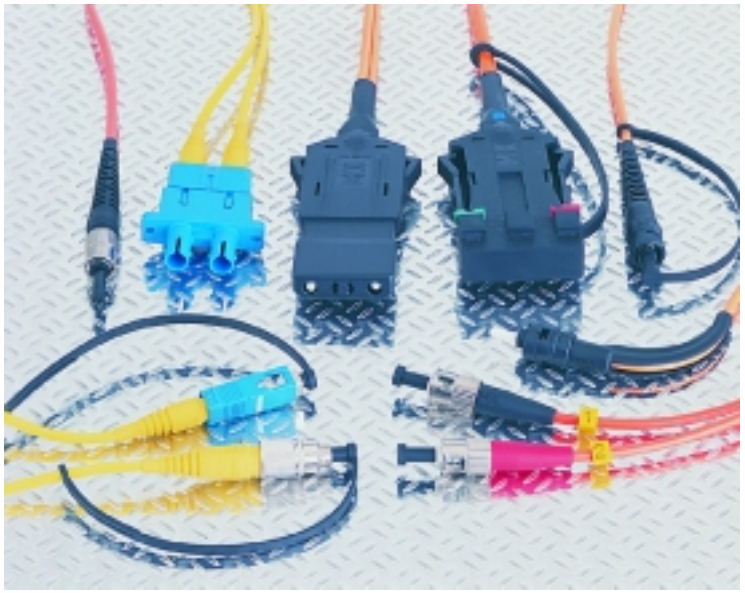


CONECTORES

Tipos de conectores

FDDI

- Anclaje push-pull
- Compatible FDDI
- Sometido a polarización
- Multimodo
- Pérdidas de inserción ~0.4dB (multimodo)



CONECTORES

Tipos de conectores: pequeño formato

MTRJ

- Tamaño reducido ~RJ45
- No es necesario pulir
- Rápido y fácil de instalar
- Permite reterminación
- Terminación de 2 fibras en cada conector
- Multimodo/monomodo
- Pérdidas de inserción ~0.2dB (multimodo)

CONECTORES

Tipos de conectores: pequeño formato

LC

- Tamaño reducido ~RJ45
- Rapidez y facilidad de instalación
- Multimodo/monomodo
- Pérdidas de inserción ~0.3dB (multimodo)

Per fibra folgada

Per fibra ajustada

VF45

- Tamaño reducido ~RJ45
- Rapidez y facilidad de instalación
- Multimodo/monomodo
- Pérdidas de inserción ~0.3dB (multimodo)

Procedimientos de unión

Existen básicamente 2 posibilidades:

- Conectorización: unión de dos fibras mediante el encaramiento de dos conectores a través de una doble hembra; se utiliza algún tipo de cola (epoxy habitualmente) en un proceso manual que finaliza con el pulido de la terminación del conector.
- Fusión: unión de dos fibras por fusión molecular; el proceso requiere la utilización de maquinaria de precisión

CONECTORES

MATERIAL

Maleta de conectorización

Empalmadora

Conectorización vs. Fusión

CONECTORIZACIÓN

- ⇓ Enlace de peor calidad (pérdidas típicas 0.3-0.5dB)
- ⇓ Proceso manual
- ⇓ Requiere pulido
- ⇑ Utillaje barato

FUSIÓN

- ⇑ Enlace de mejor calidad (pérdidas típicas 0.05dB)
- ⇑ Proceso automático
- ⇑ No requiere pulido
- ⇓ Utillaje caro

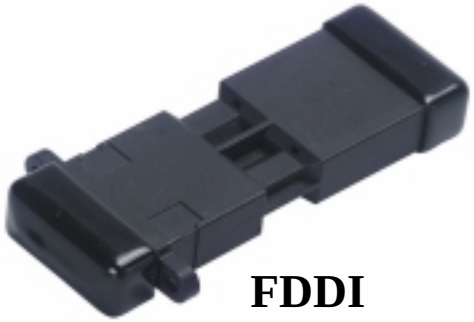
PANELES

Punto de recepción de una o más mangueras de fibra óptica, donde se puede terminar o dar continuidad a una tirada mediante patchcords

PRODUCTOS

ADAPTADORES

MT-RJ



FDDI

dual ST dual SC

dual SC

LC

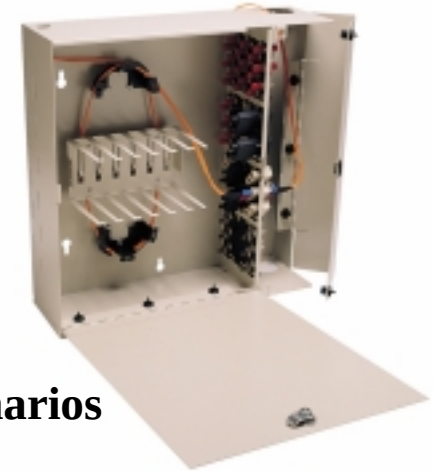
optoclip

PRODUCTOS

CAJAS Y ARMARIOS

multimedia

cajas



armarios

PRODUCTOS

ROSETAS

PRODUCTOS

PATCHCORDS

Sesión práctica

PROCEDIMIENTOS TERMINACIÓN CONECTORES

1. Conectorización

El objetivo de este proceso es fijar la fibra óptica en el interior del conector, de modo que el extremo de la fibra se termine exactamente al final de la ferrula del conector. Existen dos procedimientos:

Crimpado: fijación de la fibra mediante presión

Encolado: fijación de la fibra mediante cola (epoxy)

Comparativa: la opción epoxy es más conveniente, ja que el proceso de crimpado se basa en la utilización de esferas de acero en el interior del conector para fijar la fibra, por lo que no es una solución tan fiable por varios motivos:

- sensible a la temperatura y a procesos de oxidación
- fijación menos homogénea
- menor durabilidad

PROCEDIMIENTOS TERMINACIÓN CONECTORES

1. Conectorización

Procedimiento

1. Identificar el tipo de cable y pelar las distintas capas hasta llegar al conductor de fibra óptica, dejando al aire unos 5-8cm; este proceso puede ser complejo y debe disponerse de las herramientas adecuadas

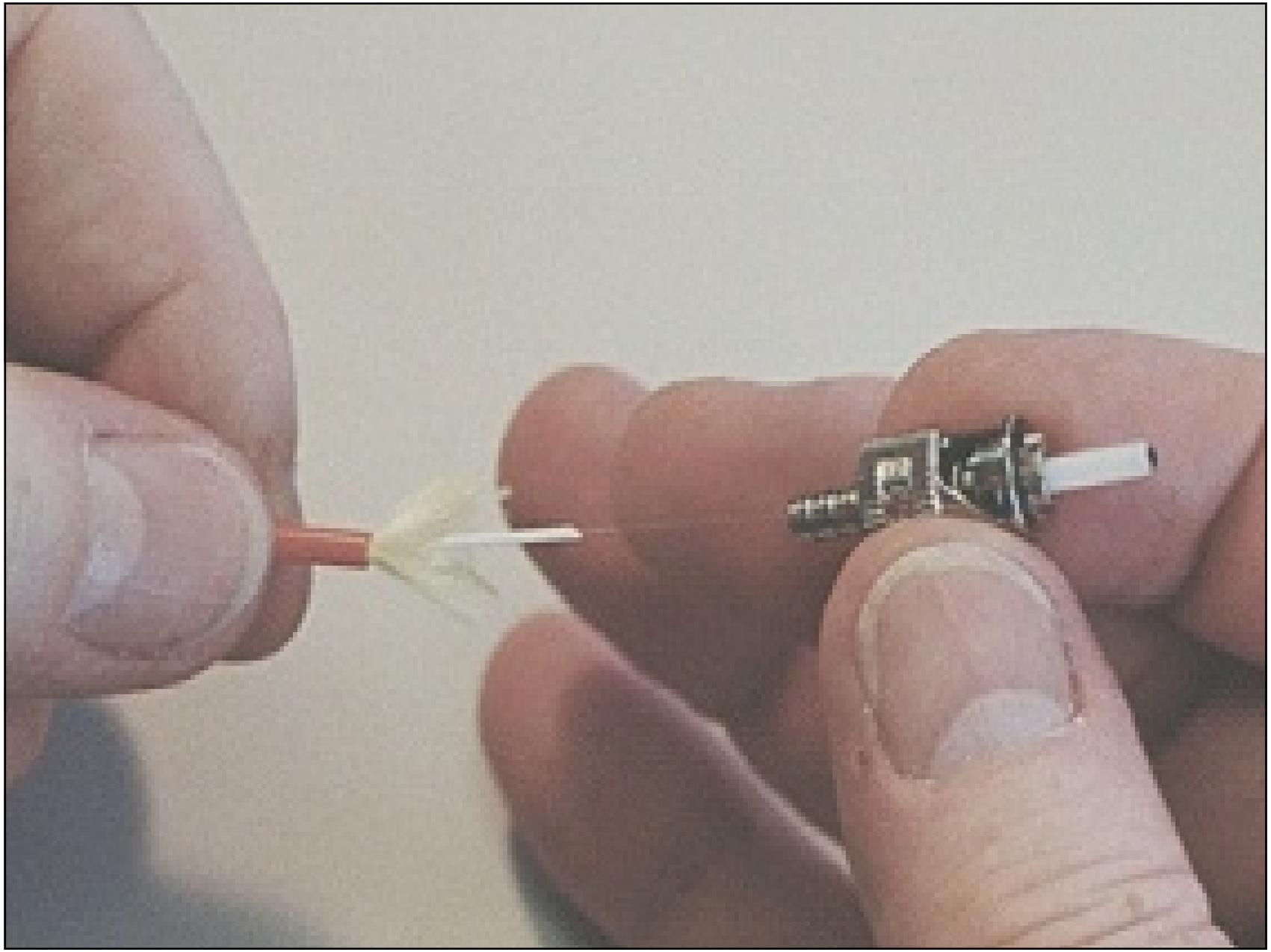
2. Llenar de cola la ferrula del conector y pasar el conductor de fibra por el conector (previamente pasar todos los elementos de protección: manguitos, fundas...)

3. **Cortar** el sobrante de fibra con la herramienta adecuada

4. **Pulir** en un mínimo de dos pasos, disminuyendo progresivamente el grosor del papel; una gradación coherente sería 5µm, 1µm, 0.3µm

5. Verificar con el microscopio la corrección de la terminación

molex



PROCEDIMIENTOS TERMINACIÓN CONECTORES

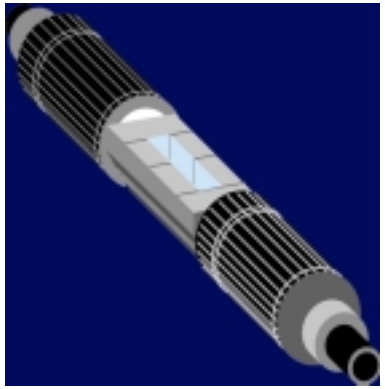
2. Fusión

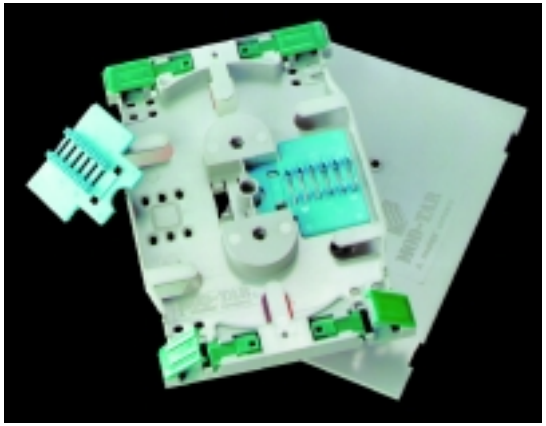
El objeto de este proceso es encarar dos fibras ópticas y unirlas por fusión molecular utilizando una fuente de calor. Para conseguirlo es imprescindible la utilización de una máquina de precisión (empalmadora) responsable de realizar la alineación de las dos fibras en el espacio (XY, XYZ), y de una herramienta de alta precisión para cortar las fibras a la perfección.

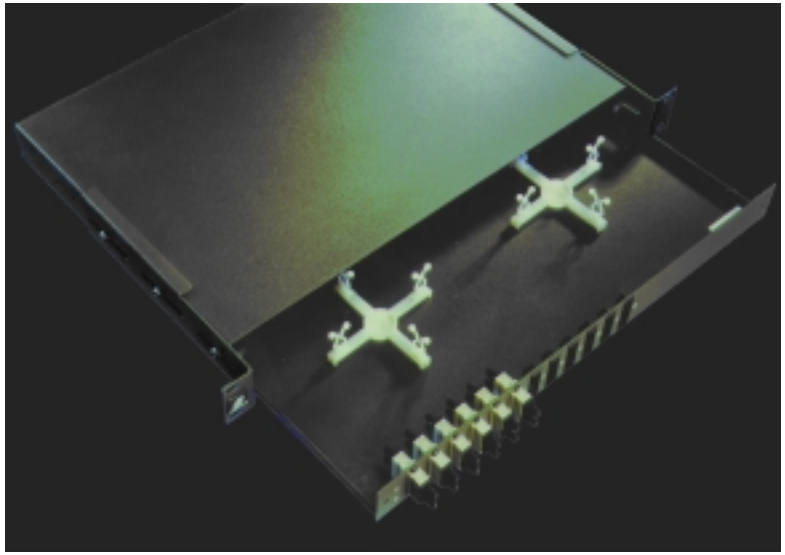
Por tanto, el concepto es sensiblemente distinto a la idea de conectorización, ya que en este caso no terminamos en un conector sino que unimos directamente dos conductores de fibra óptica.

La llegada al panel también se soluciona necesariamente con la utilización de conectores ==> utilización de ***pigtails***

PROCEDIMIENTOS TERMINACIÓN CONECTORES







PROCEDIMIENTOS TERMINACIÓN CONECTORES

2. Fusión

Procedimiento

1. Identificar el tipo de cable y pelar las distintas capas hasta llegar a los conductores de fibra óptica, dejando al aire unos 5cm; este proceso puede ser complejo y debemos disponer de las herramientas adecuadas. Debemos tener en cuenta que habitualmente fusionamos fibras monomodo y las utilizamos para largas distancias, por lo que suelen ser instalaciones de exterior; esto conlleva la utilización de armaduras de acero corrugado entre otras protecciones.

2. Utilizar la cortadora de precisión (diamante) a fin de dejar las dos puntas perfectas para su posterior unión

3. Preparar el protector del empalme y colocar los dos extremos de la fibra en la empalmadora, que llevará a cabo la fusión

4. Una vez fusionadas las fibras fijar el empalme en un horno (mediante un protector de material termorretráctil)

5. Colocar el empalme en la cartela dentro del panel, caja, torpedo, ...

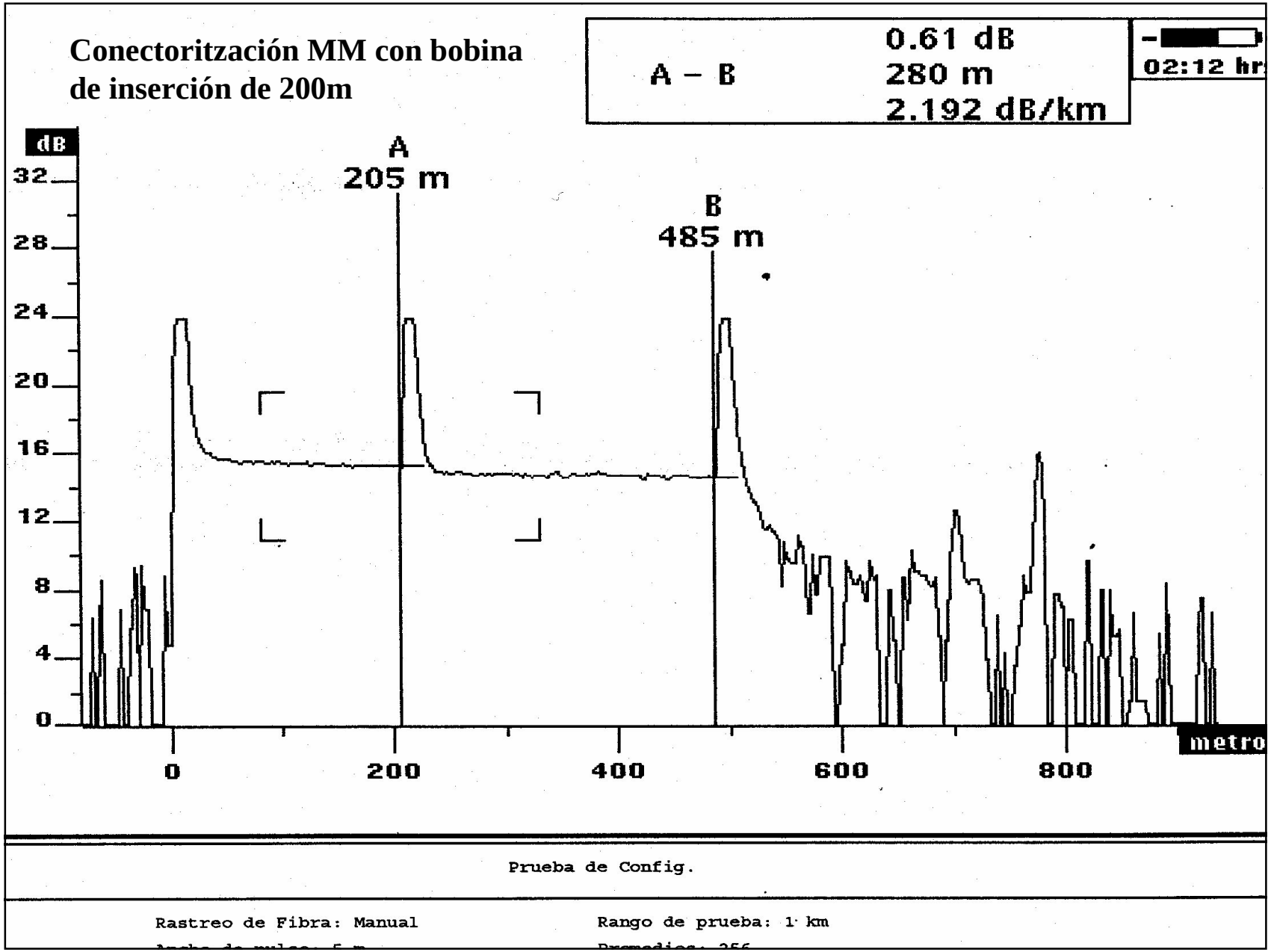
Elementos de medida

1. Medidor de potencia

Elementos de medida

2. Reflectòmetro (OTDR)

Conectorización MM con bobina de inserción de 200m



Muchas Gracias