

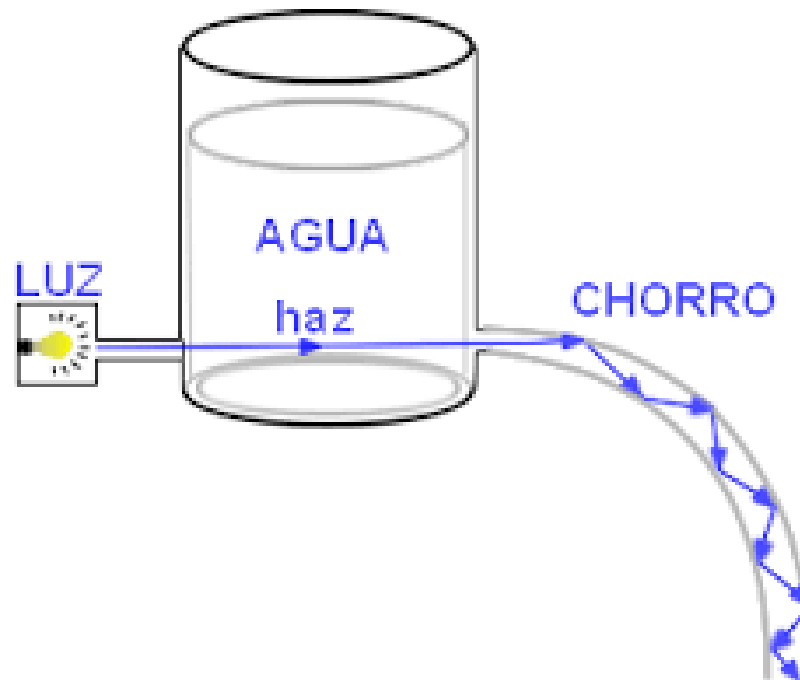
SISTEMAS DE HARDWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN

Profesor : Ing. Gonzalo Calderón

FIBRA ÓPTICA (FO)

Experimento de Tyndall

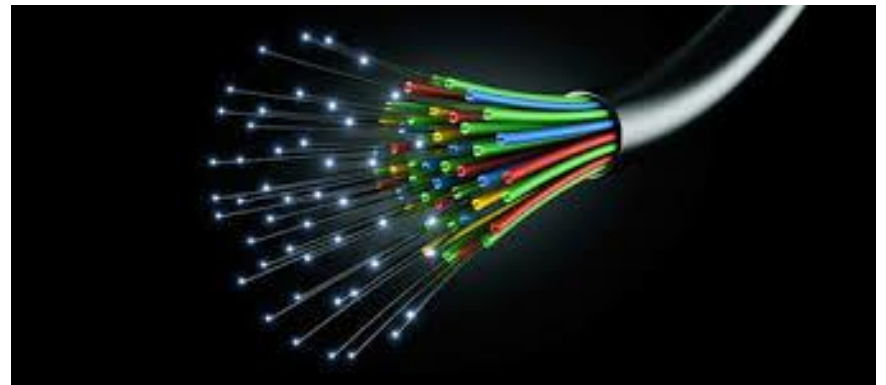
En 1870 John Tyndall demostró que un chorro de agua era capaz de conducir un haz de luz:



Introducción a las Fibras Ópticas

Fibra Óptica es simplemente un método de transportar información desde un punto a otro.

Una FO es una delgada fibra de vidrio o plástico que sirve de medio de transmisión sobre el cual se conduce información, de manera similar a un cable de cobre. Pero a diferencia de este, la **FO conduce luz en vez de electricidad**.



Introducción a las Fibras Ópticas

Características / Ventajas de las FO:

- ❖ **Inmunidad a las inducciones electromagnéticas:** No irradian o captan energía EM.
- ❖ **Inmunidad a las inducciones de radiofrecuencias:** No causan distorsión por EMI.
- ❖ **Inmunidad a la corrosión, por agua.**
- ❖ **Baja disipación.**
- ❖ **Baja Perdida:** 0,2 a 0,3 Db/Kmt
- ❖ **Transmisión mediante luz.**
- ❖ **Gran ancho de banda:** Aprox 10 Gbps, Tx de Voz, Datos y Video.
- ❖ **Inexistencia de crosstalk.**

Introducción a las Fibras Ópticas

En FO la luz es descripta en términos de longitud de onda, contrariamente a lo que sucede en electrónica que principalmente se habla en términos de frecuencia.

$$\text{Longitud de onda } \lambda = v/f$$

Donde “f” es frecuencia (Hz.), y “v” es velocidad de la onda en un medio determinado (m/Seg.).

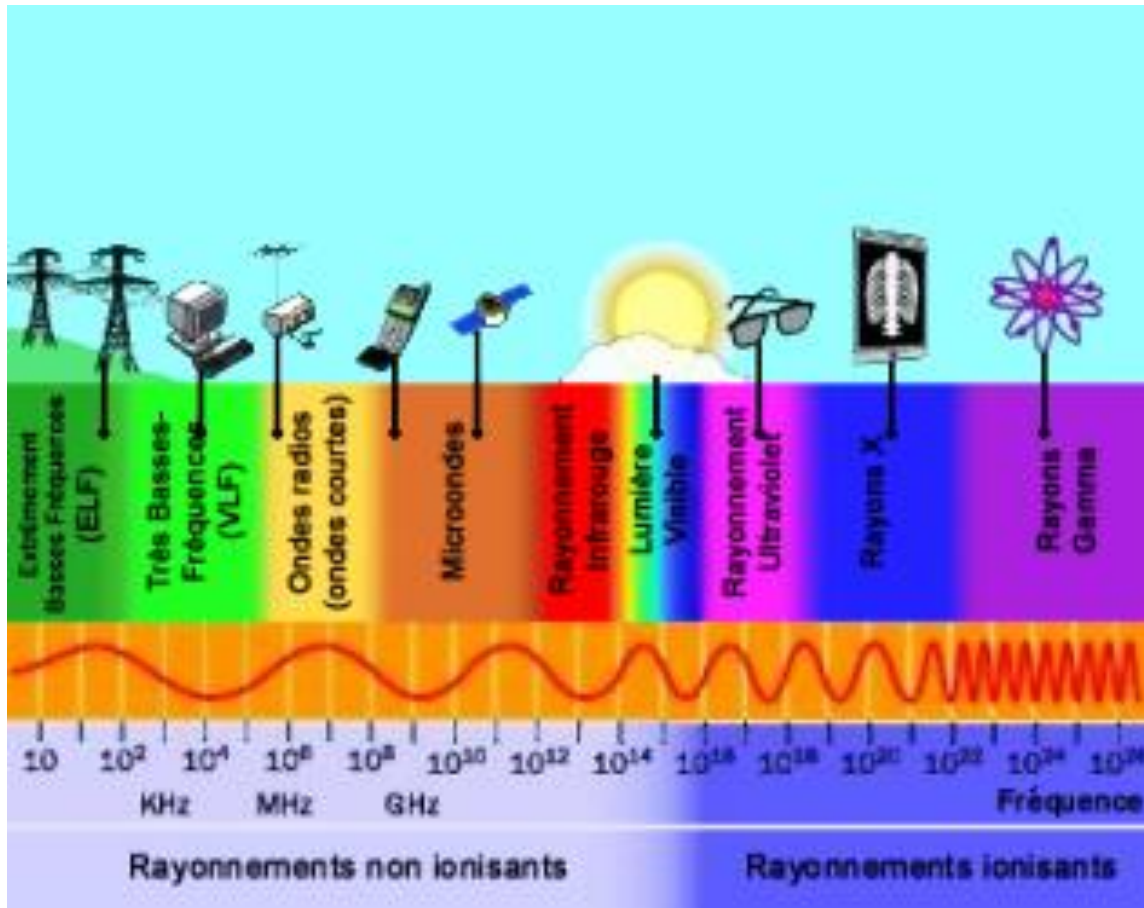
Datos:

Velocidad de la Luz : c: 300 Kmt/Seg.

Longitud de Onda luz visible: 380 nm (Violeta) a 750 nm (rojo).

Introducción a las Fibras Ópticas

En FO la luz es descrita en términos de longitud de onda, contrariamente a lo que sucede en electrónica que principalmente se habla en términos de frecuencia.



Introducción a las Fibras Ópticas

Funcionamiento de las FO:

Las FO basan su funcionamiento en la **Ley de Snell (refracción)** y el fenómeno de **reflexión total**.

Reflexión de la luz: cuando un rayo de luz encuentra una interface, parte del rayo incide en la superficie y parte es “reflejado” nuevamente al primer medio, el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.

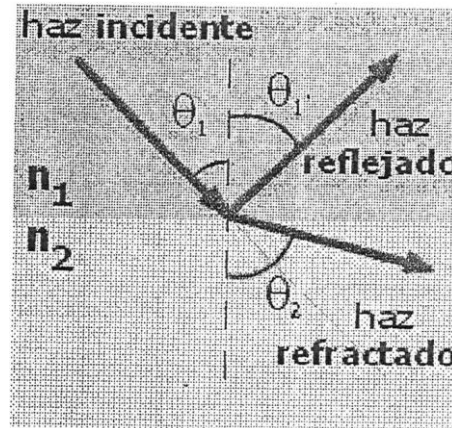
Refraccion de la luz: cuando un rayo de luz viaja por un medio transparente encuentra otro medio, parte de la luz se refracta(cambia de dirección)), el ángulo de refracción depende de las propiedades de los dos medios y el ángulo de incidencia y se expresa por medio de la ley de Snell.

Introducción a las Fibras Ópticas

Funcionamiento de las FO:

Las FO basan su funcionamiento en la **Ley de Snell (refracción)** y el fenómeno de **reflexión total**.

- ❖ Reflexión de la luz:
- ❖ Refracción de la luz:



Ley de Snell $n_1 \text{ Sen}\theta_1 = n_2 \text{ Sen}\theta_2$

•Donde θ_1 y θ_2 (ángulo de incidencia y refracción).

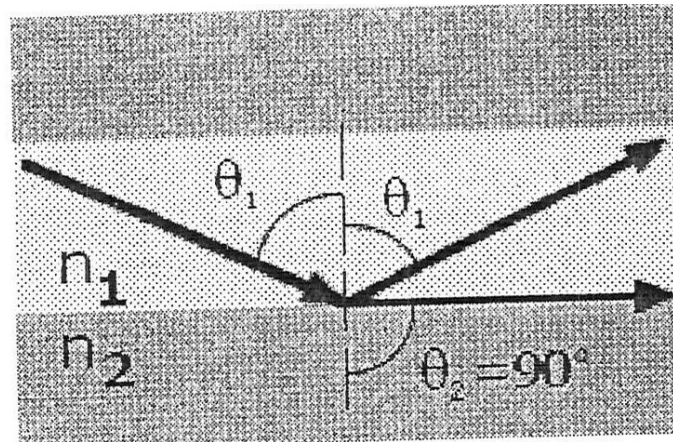
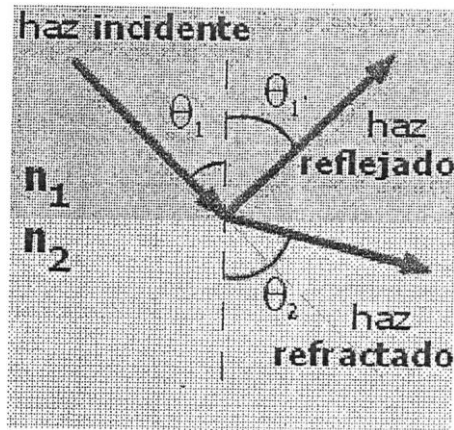
$n_{1,2}$ índice de refracción del medio . $n = c/v$

Introducción a las Fibras Ópticas

Funcionamiento de las FO:

Las FO basan su funcionamiento en la **Ley de Snell (refracción)** y el fenómeno de **reflexión total**.

Reflexión total interna: Se produce cuando la luz moviéndose en un medio con un índice de refracción mayor a otro medio (con un índice de refracción menor), incide con un ángulo de incidencia determinado que produce que toda la luz sea reflejada.



Angulo Critico θ_c : Es el ángulo de incidencia que produce un ángulo de refracción de 90° .

Introducción a las Fibras Ópticas

Funcionamiento de las FO:

Ángulos de incidencia superiores al crítico producen reflexión total.

La reflexión total se produce únicamente cuando la luz pasa de un medio a otro con un índice de refracción menor. De ahí que el “cladding” tenga un índice de refracción menor al del “core”.

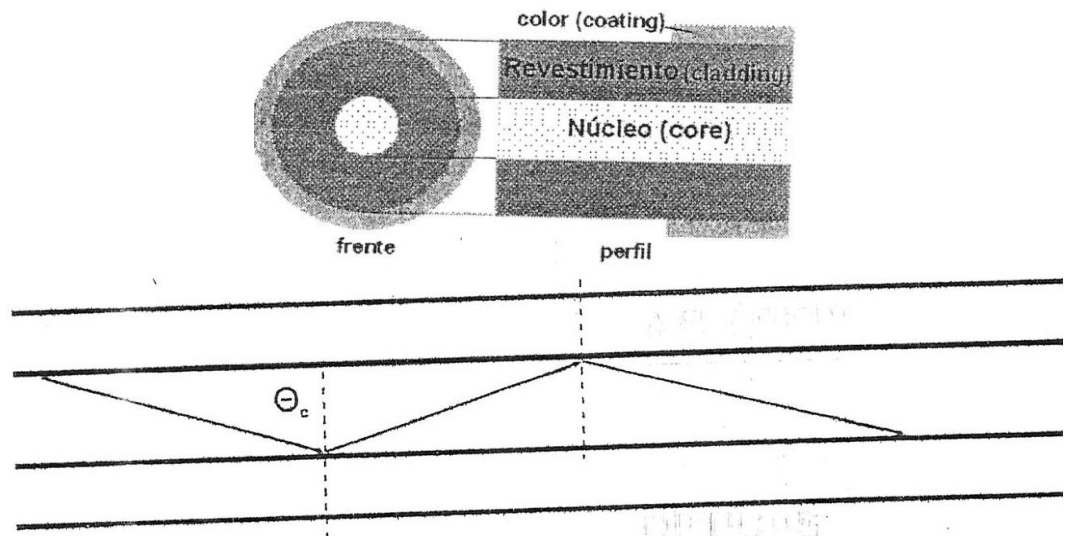
(grafico de core y cladding).

En una FO se tiene:

Índice del core: 1,48

Índice del cladding: 1,46

$$\theta_c = \arcsen(n_2/n_1), \quad \theta_c = \arcsen(1,46/1,48) \quad \theta_c = 80,6^\circ$$



Introducción a las Fibras Ópticas

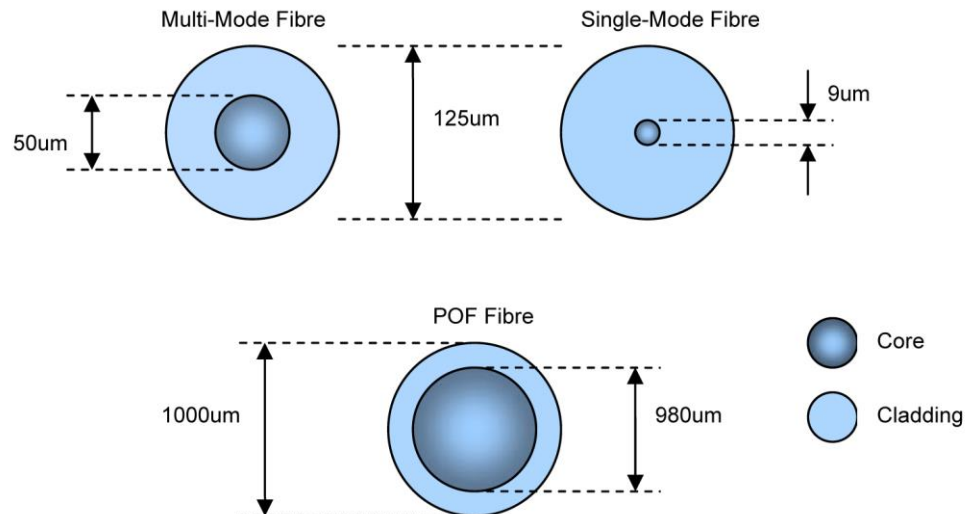
Diseño de las FO:

Las FO constan de dos capas concéntricas:

- ❖ Core (núcleo).
- ❖ Cladding (revestimiento).

CORE: parte de la FO que transporta efectivamente el haz de luz. $n: 1,46$

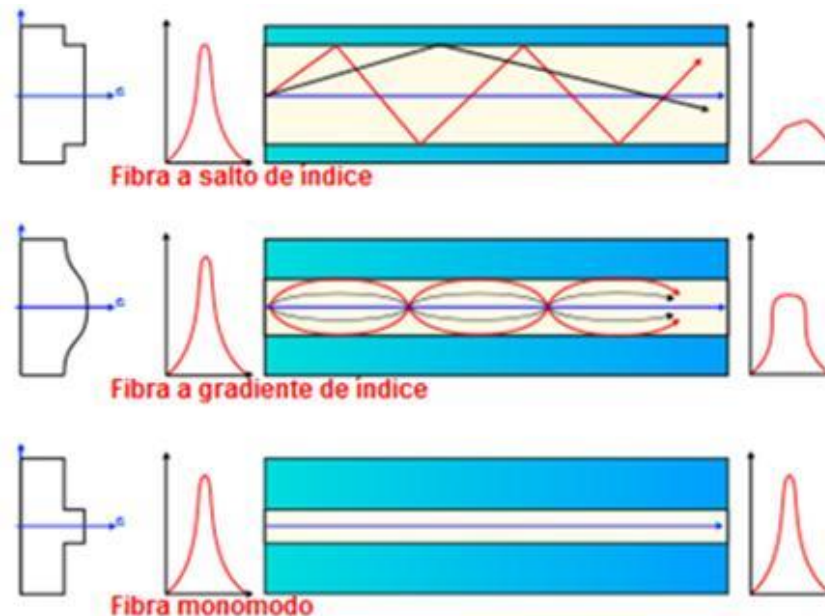
CLADDING: parte de la FO utilizado para obtener reflexión total. $n: 1,47/1,48$.



Introducción a las Fibras Ópticas

Clasificación de las FO:

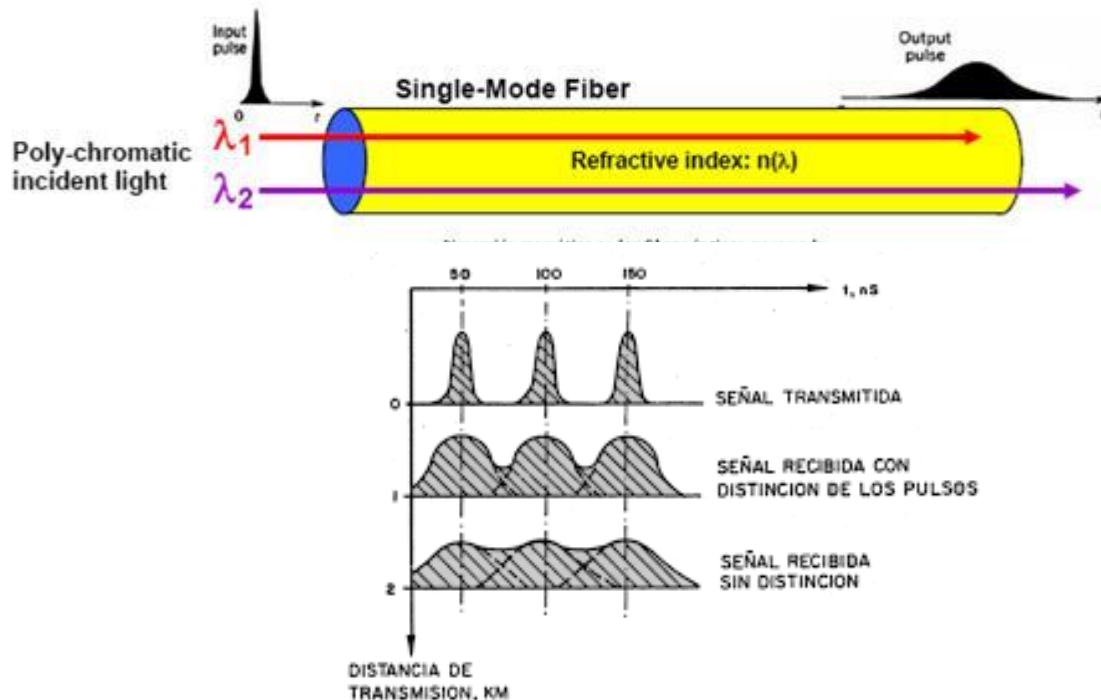
- ❖ Por el tipo de Propagación:
 - MONOMODO
 - MULTIMODO
- ❖ Por el Índice de Refracción:
 - INDICE ABRUPTO
 - INDICE ESCALONADO



Introducción a las Fibras Ópticas

Dispersión MODAL de las FO:

Se origina por las diversas trayectorias que toman los rayos de luz dentro de la fibra, los que toman caminos mas cortos llegan antes que aquellos que toman caminos mas largos, esto ocasiona “un ensanchamiento de los pulsos ” con la posibilidad de superposición entre pulsos adyacentes.

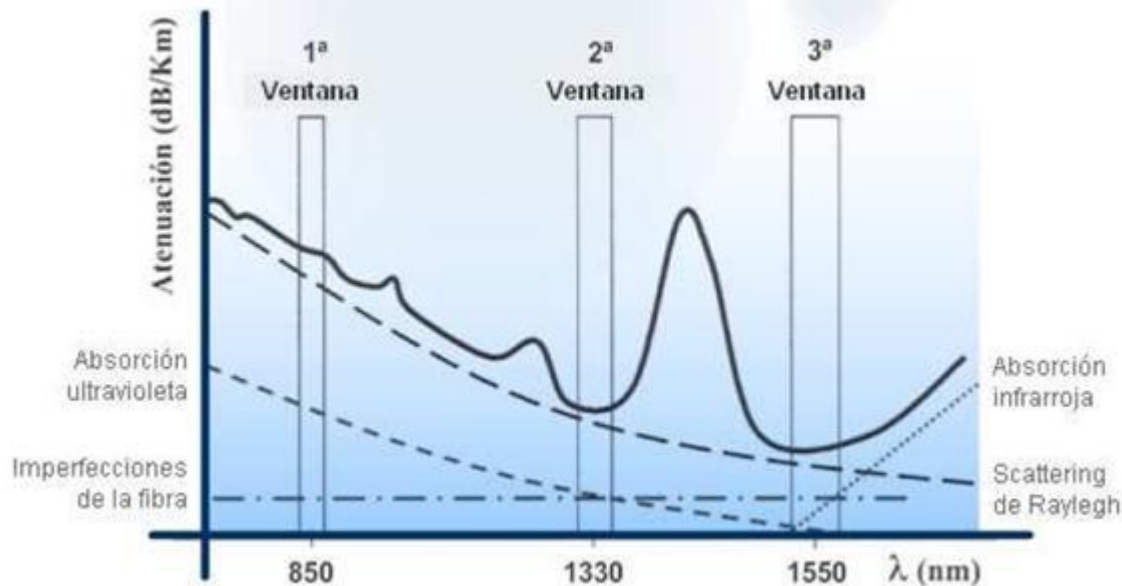


Introducción a las Fibras Ópticas

Atenuación de las FO:

Es la pérdida de energía de la luz viajando a través de la fibra.

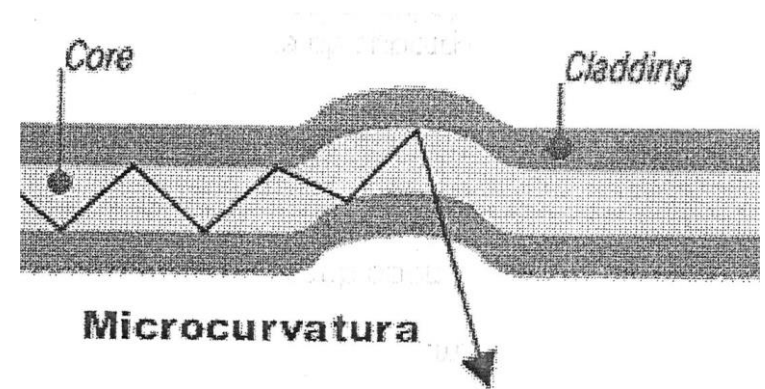
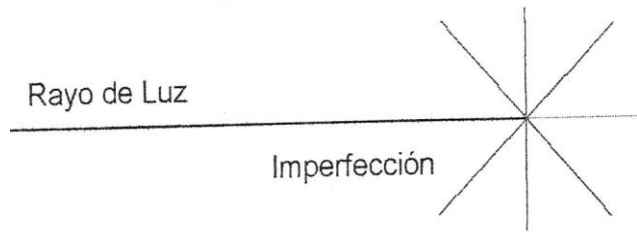
- Se mide en dB/Km.
- Varía con la longitud de onda de la luz “ventana de bajas pérdidas”.
- Independiente de la frecuencia de la señal transmitida.



Introducción a las Fibras Ópticas

Causa de la atenuación en las FO:

- **Esparcimiento**: Pérdida debida a imperfecciones en la estructura básica de la fibra. Imperfecciones durante su fabricación. En el vidrio “ideal” el esparramiento es nulo.
- **Absorción**: Pérdida debido por el cual las impurezas en la FO “absorben” energía y disipan una pequeña cantidad de calor.
- **Pérdida por curvatura de la fibra**: puede originarse en el proceso de manufactura “microcurvaturas”, o proceso de cableado “macrocurvaturas”, y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibilitan nuevas reflexiones.



Introducción a las Fibras Ópticas

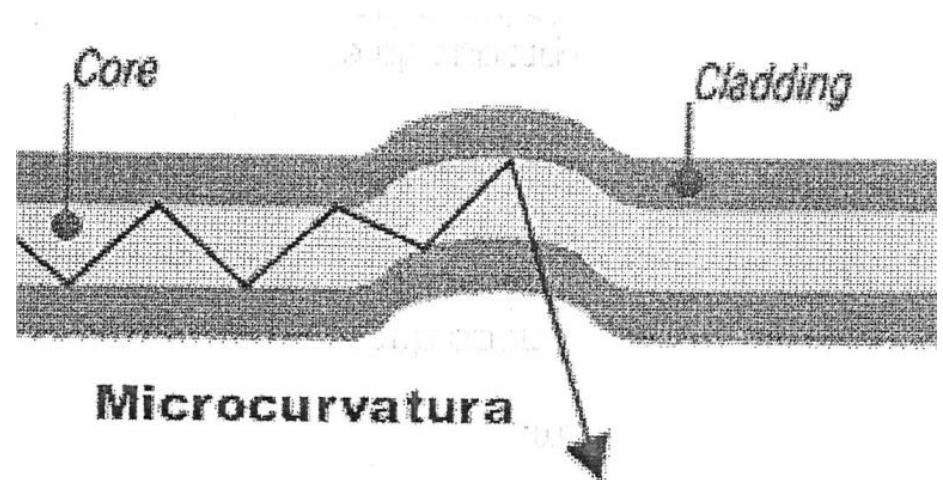
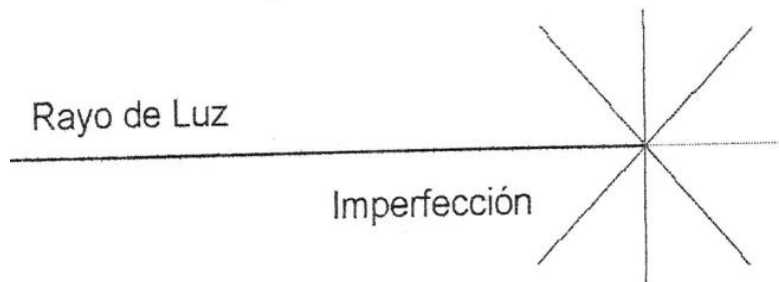
Causa de la atenuación en las FO:

- **Esparcimiento**: Pérdida debida a imperfecciones en la estructura básica de la fibra. Imperfecciones durante su fabricación. En el vidrio “ideal” el esparsamiento es nulo.
- **Absorción**: Pérdida debido por el cual las impurezas en la FO “absorben” energía y disipan una pequeña cantidad de calor.
- **Pérdida por curvatura de la fibra**: puede originarse en el proceso de manufactura “microcurvaturas”, o proceso de cableado “macrocurvaturas”, y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibilitan nuevas reflexiones.

Introducción a las Fibras Ópticas

Causa de la atenuación en las FO:

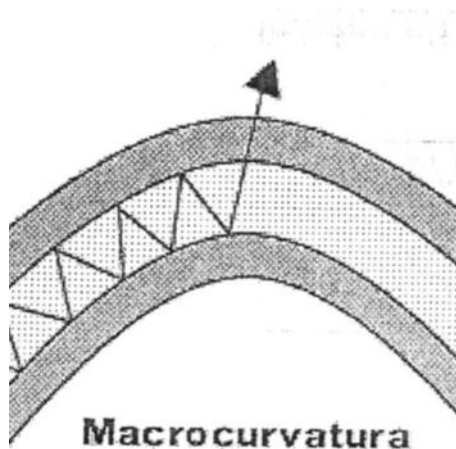
- **Esparcimiento**: Pérdida debida a imperfecciones en la estructura básica de la fibra. Imperfecciones durante su fabricación. En el vidrio “ideal” el esparsamiento es nulo.
- **Absorción**: Pérdida debido por el cual las impurezas en la FO “absorben” energía y disipan una pequeña cantidad de calor.
- **Pérdida por curvatura de la fibra**: puede originarse en el proceso de manufactura “microcurvaturas”, o proceso de cableado “macrocurvaturas”, y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibilitan nuevas reflexiones.



Introducción a las Fibras Ópticas

Causa de la atenuación en las FO:

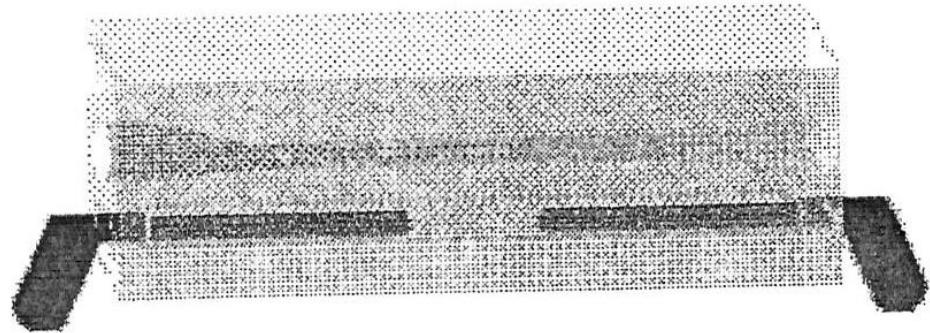
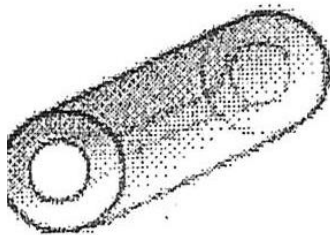
- **Esparcimiento**: Perdida debida a imperfecciones en la estructura básica de la fibra. Imperfecciones durante su fabricación. En el vidrio “ideal” el esparsamiento es nulo.
- **Absorción**: Perdida debido por el cual las impurezas en la FO “absorben” energía y disipan una pequeña cantidad de calor.
- **Perdida por curvatura de la fibra**: puede originarse en el proceso de manufactura “microcurvaturas”, o proceso de cableado “macrocurvaturas”, y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibilitan nuevas reflexiones.



Introducción a las Fibras Ópticas

Empalmes de FO:

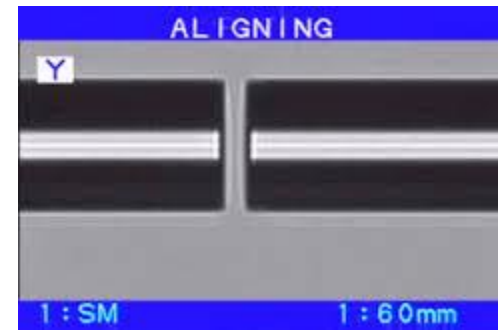
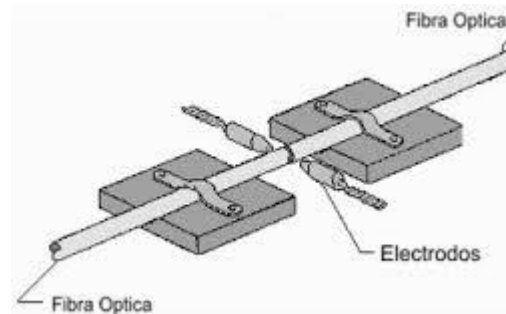
Empalmes manuales o mecánicos: Son empalmes rápidos, permanentes o temporarios, que pueden usarse, por ejemplo para probar bobinas. Producen una atenuación alta del orden de los 0,20 a 1 dB.



Introducción a las Fibras Ópticas

Empalmes de FO:

Empalmes por fusión: Son empalmes permanentes y se realizan con maquinas empalmadoras, manuales o automáticas, que luego de cargarles la fibra sin “coating” y cortadas a 90 ° realizan un alineamiento de los núcleos de una y otra, para luego fusionarla con un arco eléctrico. Las atenuaciones son del orden de lo 0,001 a 0,10 dB.



Introducción a las Fibras Ópticas

Empalmes de FO:

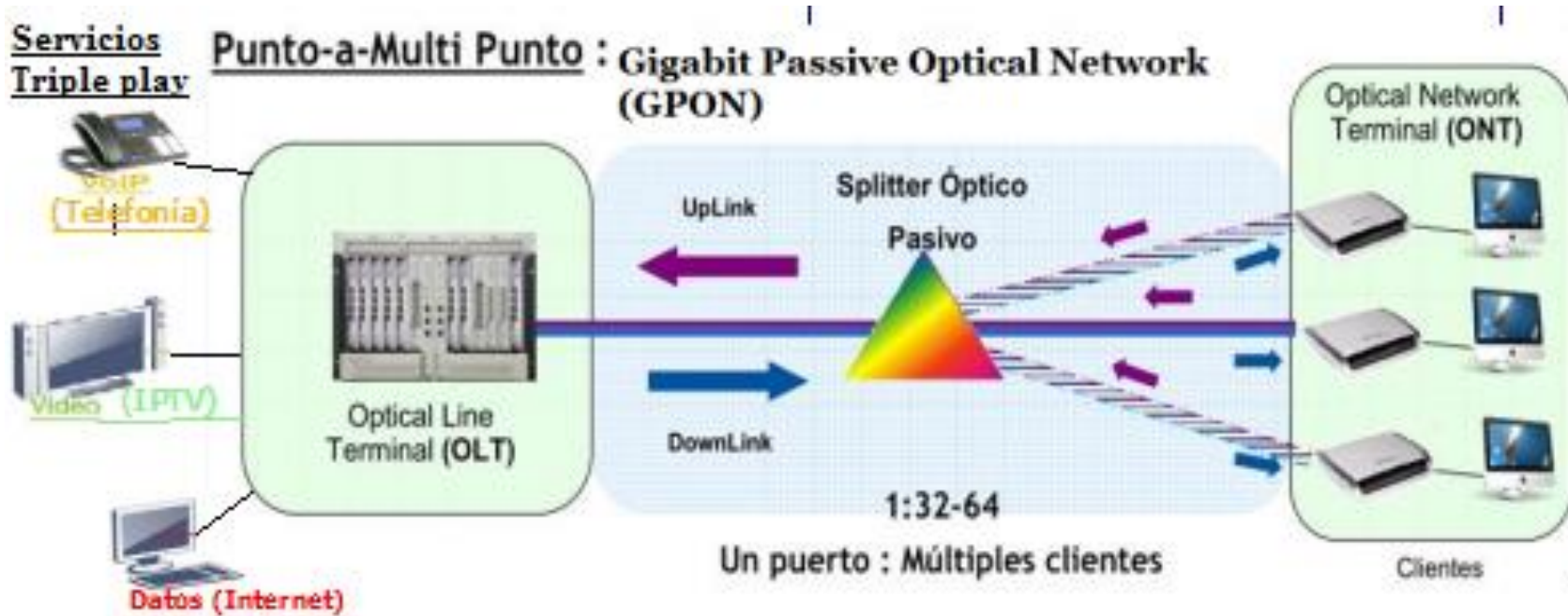
Causas de atenuación en un empalme por fusión:

Cuando se unen dos fibras, asumimos que las fibras son idénticas. Pero las variaciones geométricas entre ellas pueden ocasionar los siguientes defectos aumentando las pérdidas en los empalmes.

- Variación del ángulo de corte.
- Variación del diámetro del core.
- Variación del diámetro del cladding.
- Errores de concentricidad.

Introducción a las Fibras Ópticas

Aplicación de las FO en una Red:



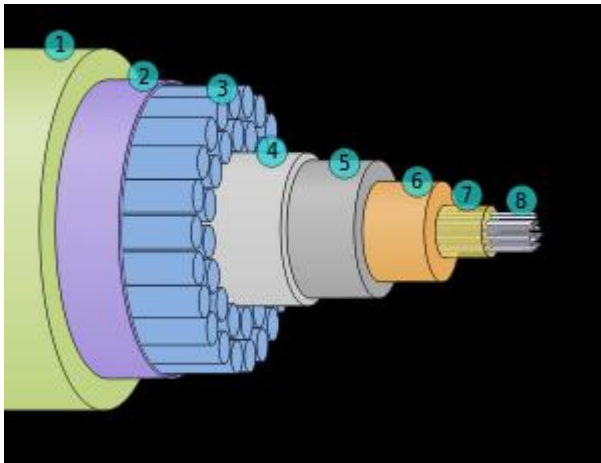
Introducción a las Fibras Ópticas

Aplicación de las FO en una Red:



Introducción a las Fibras Ópticas

Aplicación de las FO en una Red:



Fibra óptica Venezuela-Cuba

Comienzan las pruebas del cable de fibra óptica, que multiplicará por 3.000 la capacidad de internet de la isla

Inversión:
USD 70 millones
Vida útil: 25 años

Salida: 640 Gigabytes
(3.000 veces mayor
a la actual)

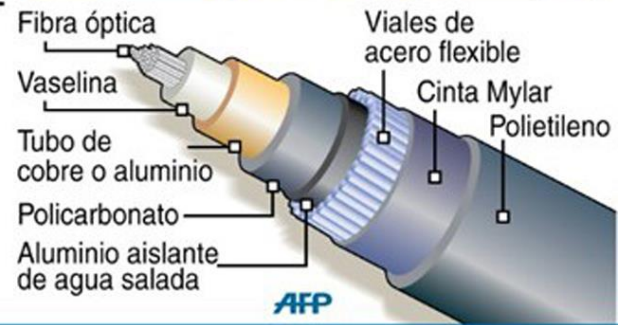
Internet en Cuba:

En millones

Acceso a internet	Sin internet
1,6	11,2

85,71%

Sólo hay acceso en oficinas estatales a USD 1,8/hora y en hoteles a USD 7/hora



AFP

Introducción a las Fibras Ópticas

Red de FO submarina “ Las Toninas”:



Introducción a las Fibras Ópticas