

Fibras ópticas: sensores, recomendaciones para su
instalación e inspección
Capacitación para SIEMENS

CONTENIDO

Espectro electromagnético

Principio de operación y fabricación de fibras ópticas.

Tipos de fibra óptica: por principio de operación monomodo o multimodo, y tipo de material.

Principio de operación de sensores de fibra óptica para medición de variables físicas enfocada a la medición de temperatura y deformación mecánica.

Red de Bragg en fibra óptica como sensor de temperatura y deformación mecánica.

Recomendaciones y normativas en manipulación de sensores de fibra óptica, instalación y precauciones.

Interrogadores de fibra óptica

Inspección de instalación de sensores de fibra óptica

Revisión de hojas de datos de dos (2) equipos comerciales de sensado de temperatura e interrogadores de fibras ópticas.

Claudia Gerpa Imbett
Ph.D. Ingeniería

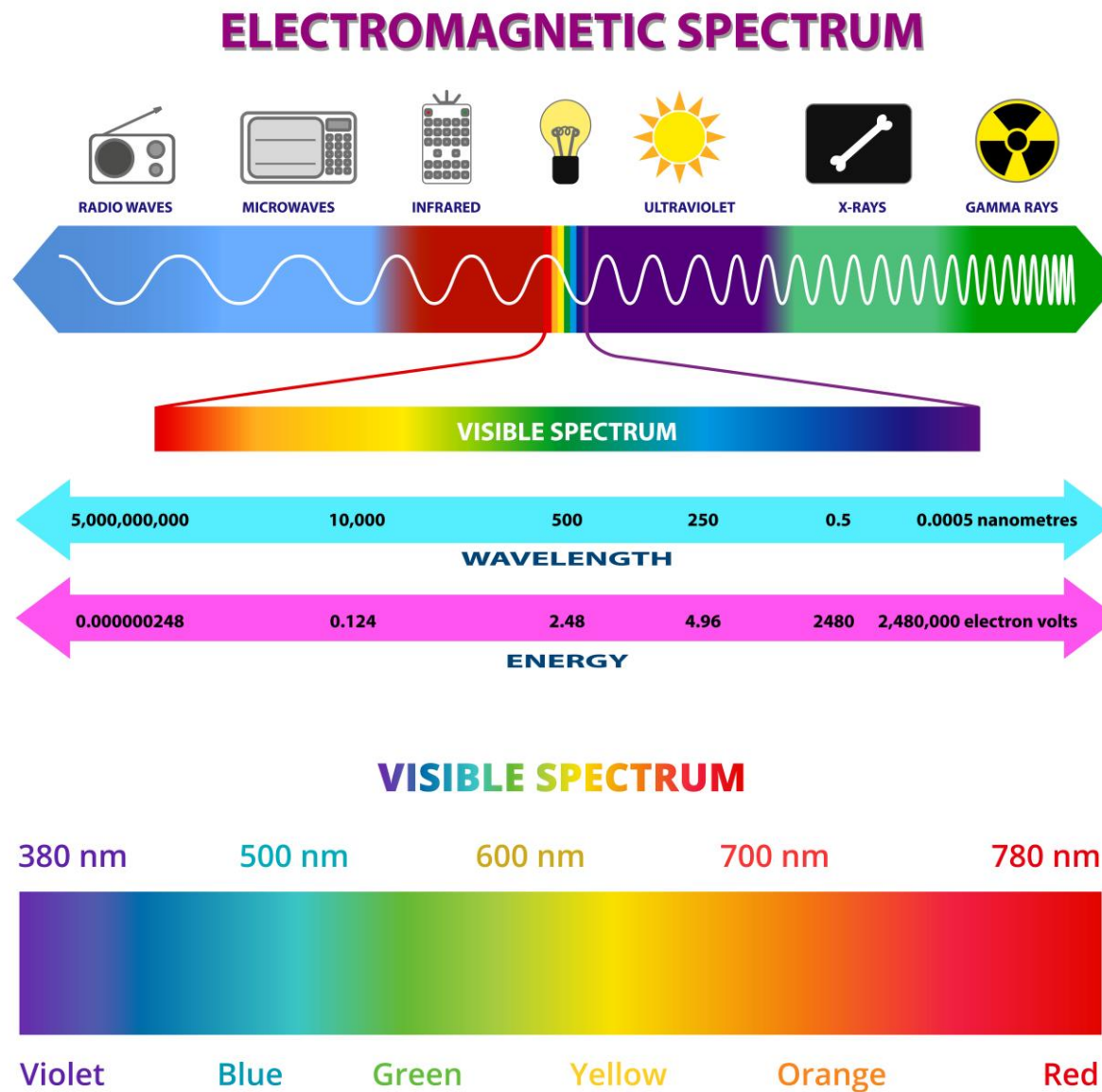




Espectro Electromagnético



Espectro Electromagnético



Espectro Electromagnético

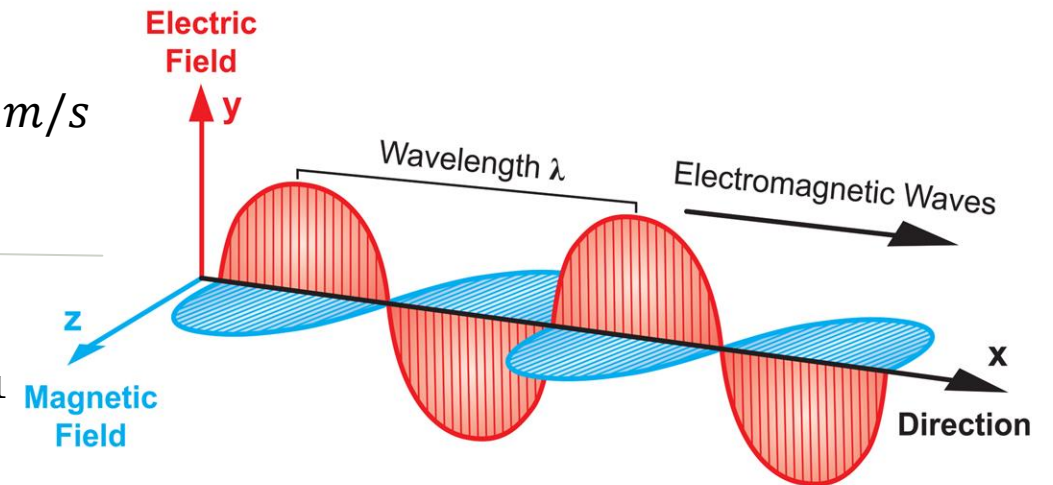
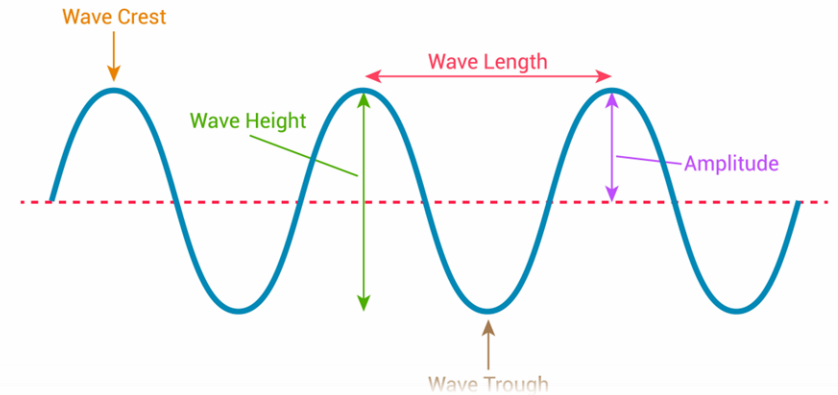
$$\lambda = c/f$$

λ es la longitud de onda (wavelength)

c es la velocidad de la luz $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

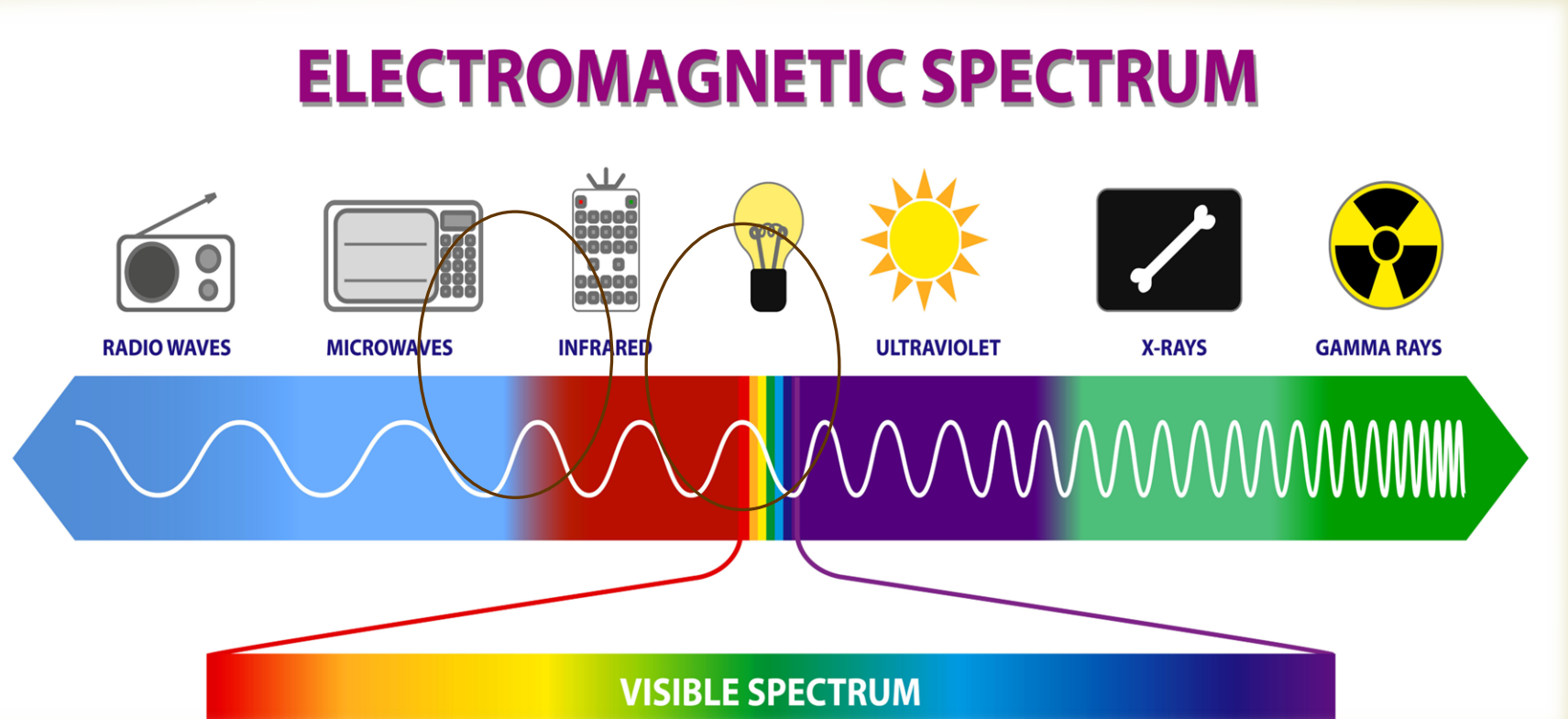
f = frecuencia en Hz (Hertz) o s^{-1}

Parts of a wave



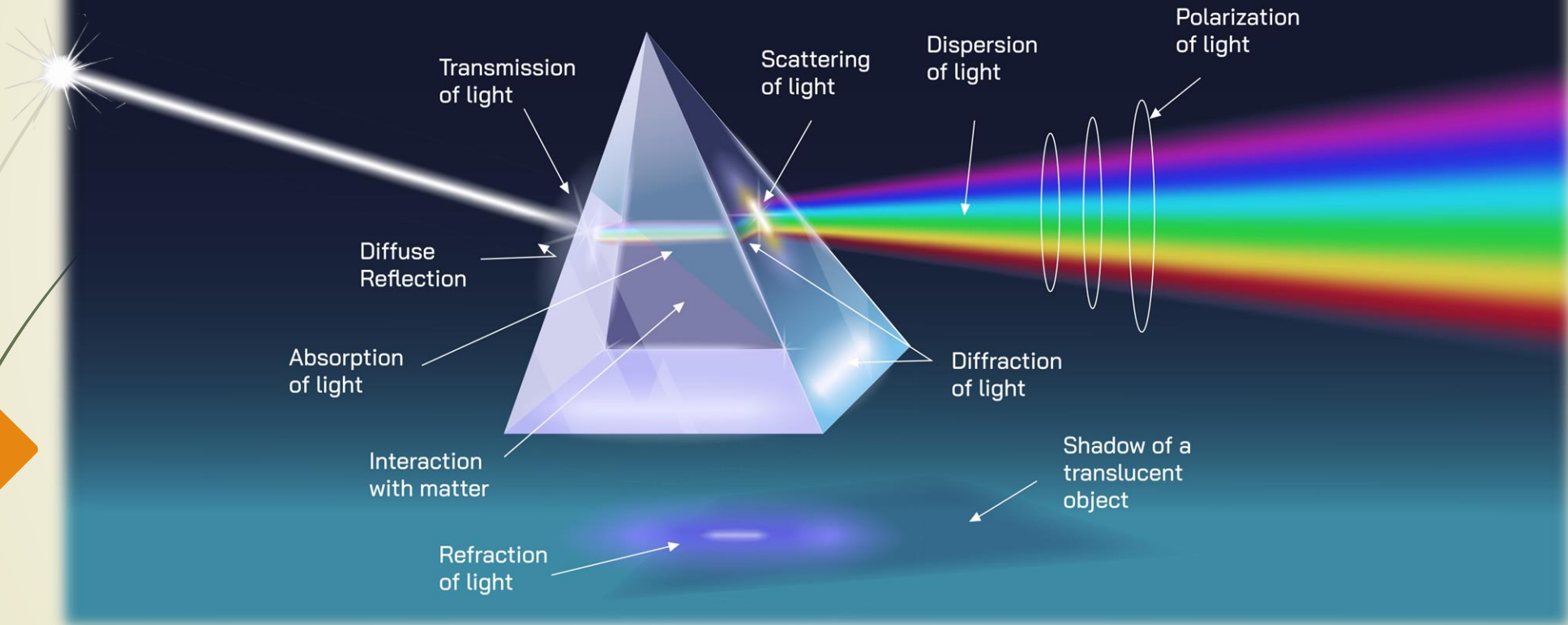
Banda óptica (300 nm – 2000 nm) que incluye el espectro visible y el infrarrojo cercano (NIR, Near Infrared hasta 1100 nm) y el infrarrojo (desde 1100 nm hasta 2000 nm).

Espectro
Electromagnético

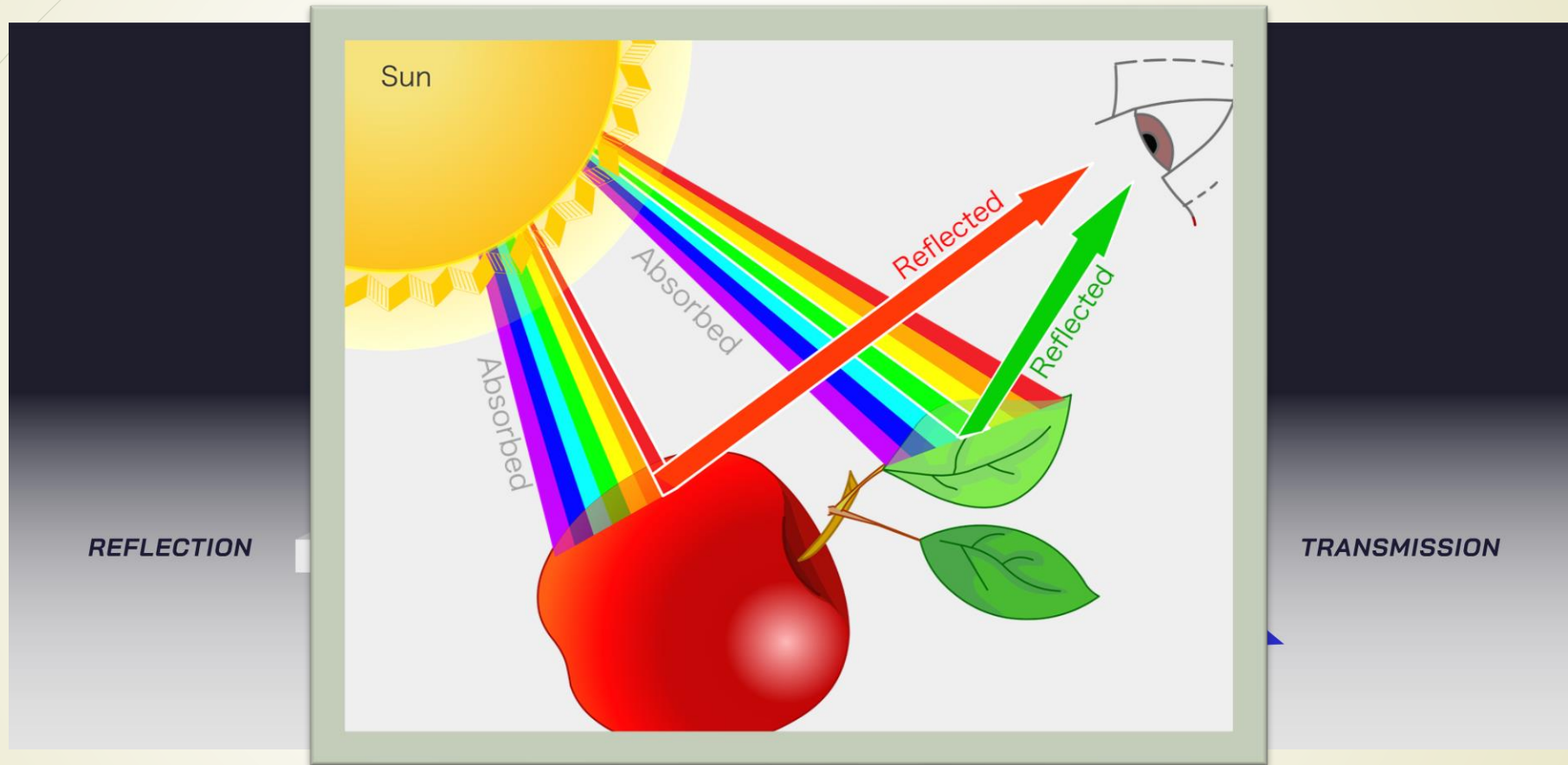


Espectro Electromagnético

PROPERTIES OF LIGHT



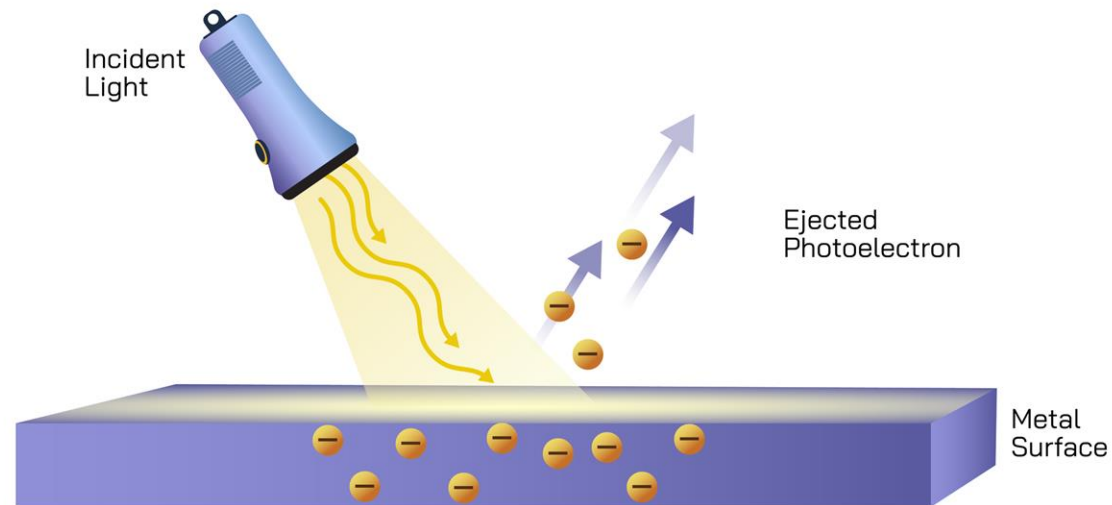
Espectro Electromagnético



HABLEMOS DE FOTÓNICA

La **fotónica** es el campo de la ciencia y la tecnología que estudia la **generación, manipulación, transmisión y detección de fotones**, es decir, de partículas de luz. A diferencia de la electrónica, que usa electrones para procesar y transmitir información, la fotónica utiliza la luz (fotones) para realizar estas funciones.

Espectro
Electromagnético

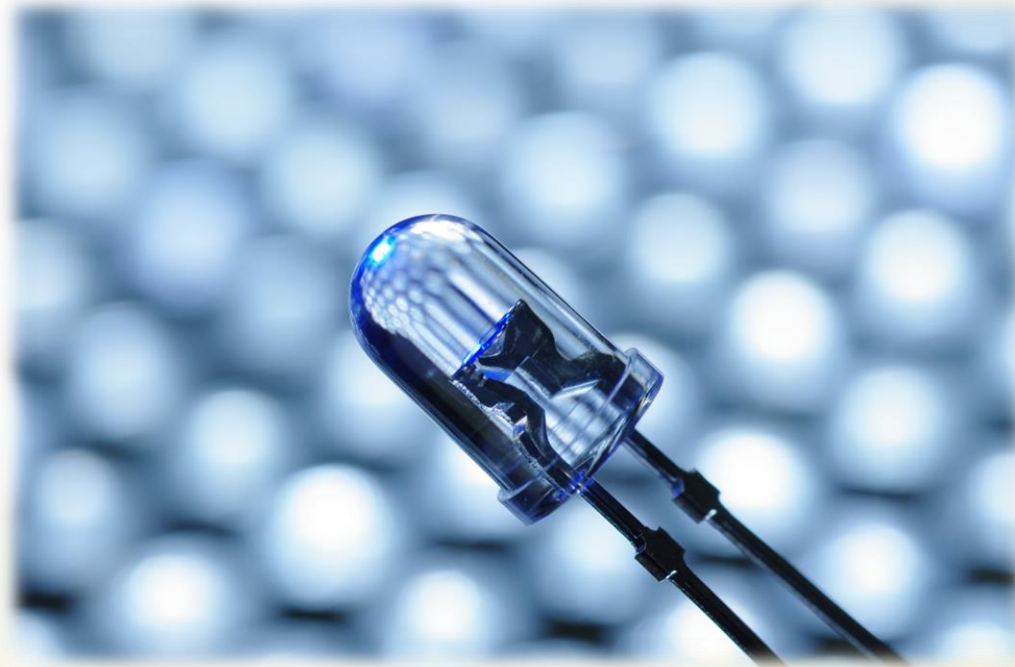


HABLEMOS DE FOTÓNICA

Algunas áreas clave dentro de la fotónica son:

1. Generación de luz: Incluye fuentes de luz como los láseres y los diodos emisores de luz (LEDs).

Espectro
Electromagnético



HABLEMOS DE FOTÓNICA

Algunas áreas clave dentro de la fotónica son:

2. Transmisión y control de la luz: Se refiere a cómo la luz se puede guiar a través de fibras ópticas o manipular usando dispositivos como moduladores ópticos.

Espectro
Electromagnético

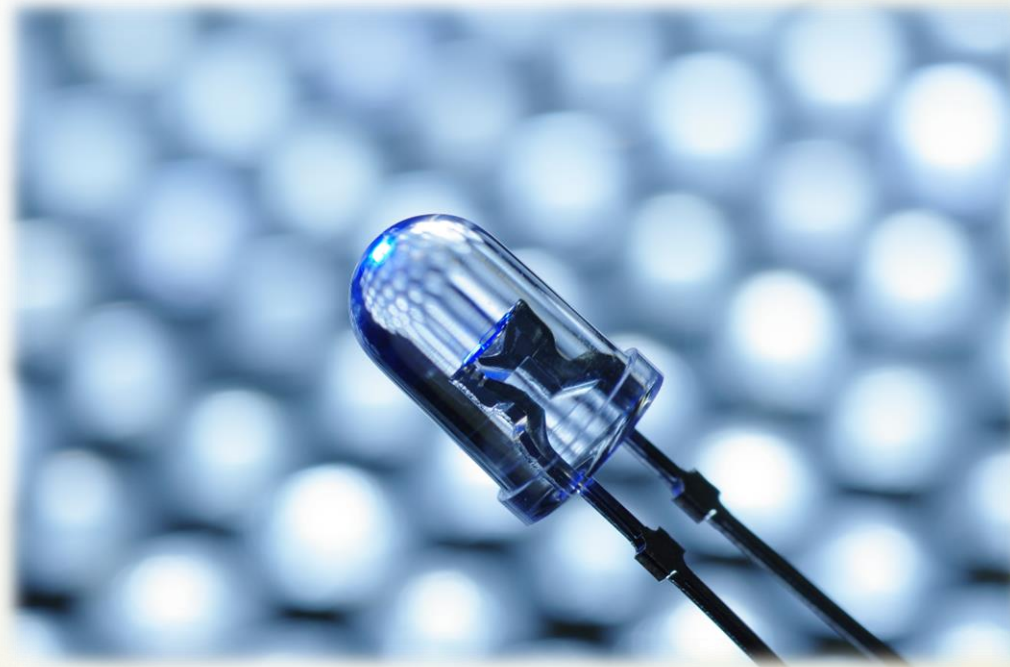


HABLEMOS DE FOTÓNICA

Algunas áreas clave dentro de la fotónica son:

3. Detección de luz: Incluye tecnologías como los fotodetectores y sensores ópticos.

Espectro
Electromagnético



HABLEMOS DE FOTÓNICA

La **óptica** tiene aplicaciones en el desarrollo de instrumentos como gafas y telescopios.

Espectro
Electromagnético

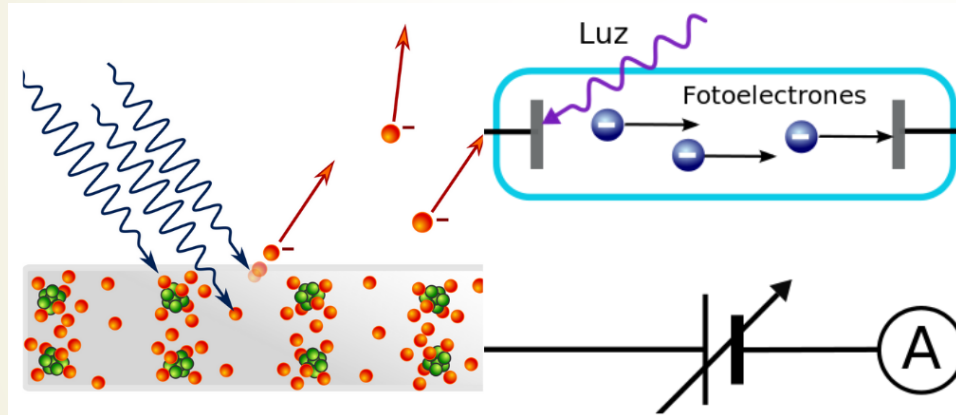
La **fotónica** tiene aplicaciones relacionadas con las **telecomunicaciones** (por ejemplo, a través de la fibra óptica), la **medicina** (láseres en cirugía), la **fabricación de chips** y la **fabricación de** cámaras y sistemas de detección. Además, se considera una tecnología clave en el desarrollo de la computación cuántica y en sistemas de energía más eficientes (páneles solares).



1.4. Ciencia de los materiales de detectores ópticos e IR

¿Fabricación de detectores ópticos?

Espectro
Electromagnético



Los receptores de luz son dispositivos semiconductores que detectan y convierten las propiedades de la luz (amplitud, frecuencia y fase) en señales eléctricas.

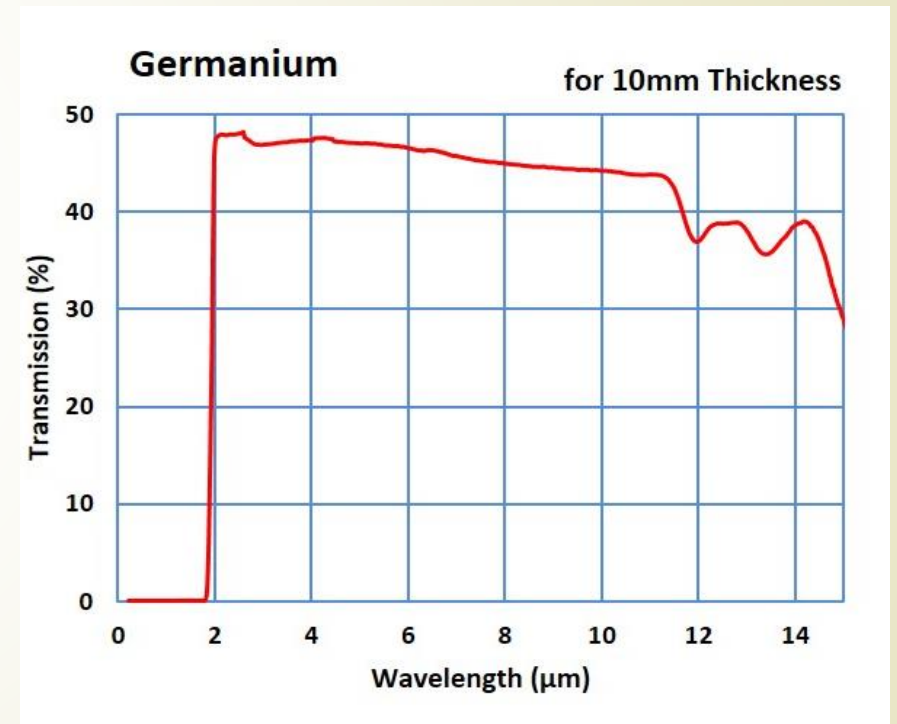
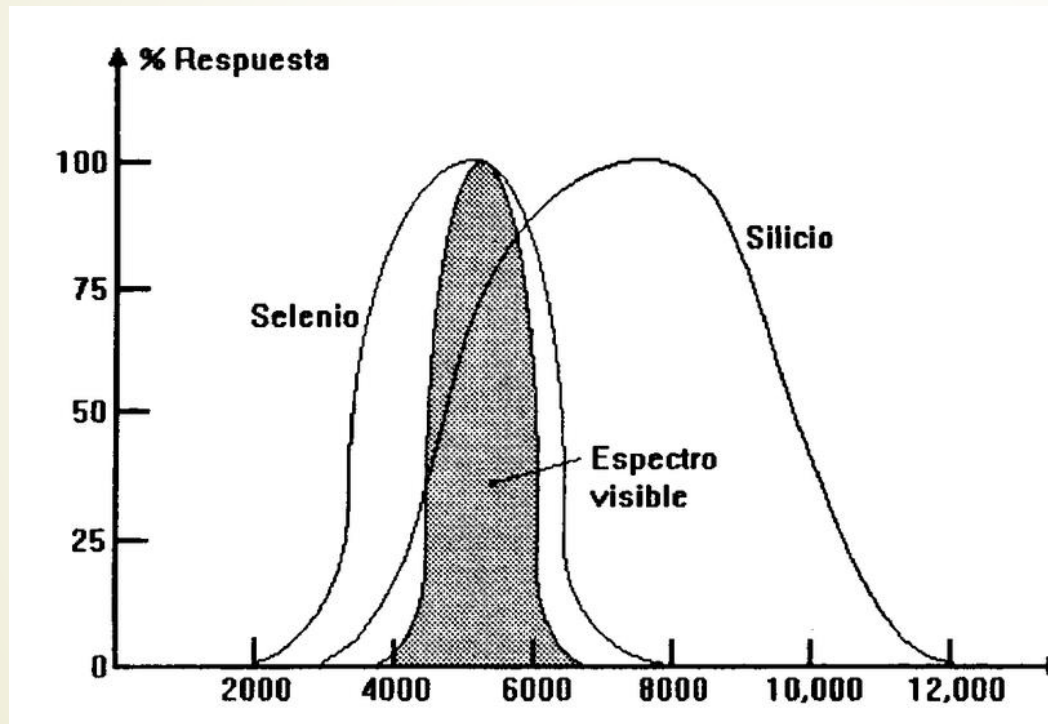
Los detectores están fabricados de materiales semiconductores como el Silicio (Si), Germanio (Ge), InGa (Arsenuro de Galio), InGaAs (Indio Arsenuro de Galio) dopados con impurezas en junturas tipo *pn* (diodos) dando lugar a fotodiodos o fototransistores.

Operan bajo el principio físico del efecto fotoeléctrico.

1.4. Ciencia de los materiales de detectores ópticos e IR

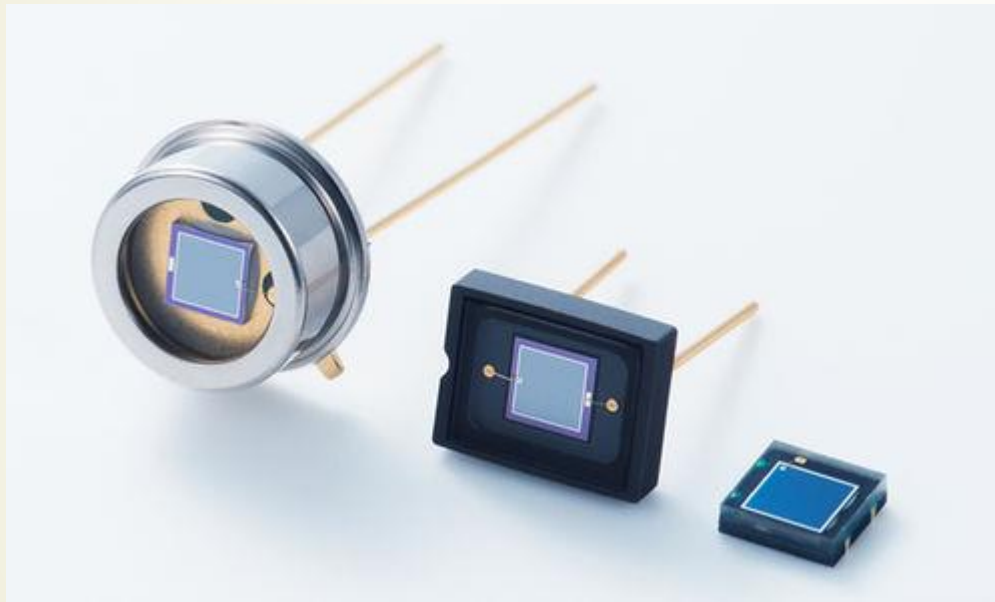
¿Fabricación de detectores ópticos?

Espectro
Electromagnético

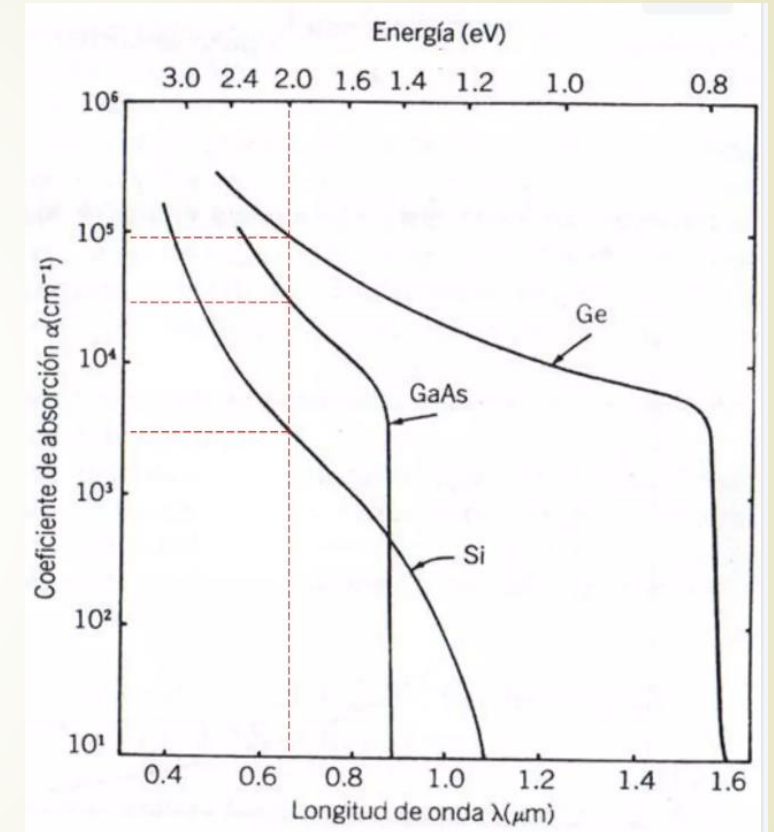


1.4. Ciencia de los materiales de detectores ópticos e IR

¿Fabricación de detectores ópticos?



Fotodiodos de silicio – 320 – 1000 nm. Max sensibilidad en 720 nm.



[Fotodiodo de silicio - S series - HAMAMATSU - de infrarrojos / UV \(directindustry.es\)](http://directindustry.es)

Espectro
Electromagnético

1.6. Unidades fotométricas y radiométricas (unidades radiométricas)

**$1 \text{ W} = 1 \text{ joule/segundo}$
 $[\text{J/s}]$**

Potencia radiante: energía electromagnética emitida, reflejada o transmitida por una fuente en todas las direcciones por unidad de tiempo (unidad= [W], watt)

**1 W/m^2 es la
potencia radiante
por metro cuadrado.**

Irradiancia: mide la cantidad de energía radiante que incide sobre una superficie por unidad de área.

**1 W/sr es la potencia
radiada por unidad
de ángulo sólido.**

Intensidad radiante: mide la cantidad de energía radiante emitida por una fuente en una dirección específica dentro de un ángulo sólido (estereorradián).

Espectro
Electromagnético



1.6. Unidades fotométricas y radiométricas (Unidades radiométricas)

Espectro
Electromagnético

1 W/m² sr es la radiación emitida desde una superficie en una dirección específica

Radiancia: mide la potencia radiante emitida o reflejada por una superficie en una dirección dada por unidad de área y por unidad de ángulo sólido.

1 joule [J] es la unidad de energía que corresponde a 1 vatio (watt) por segundo (1 J = 1 W s)

Energía radiante: cantidad total de energía emitida o recibida en forma de radiación electromagnética.



1.6. Unidades fotométricas y radiométricas (Unidades fotométricas)

1 lumen = 1 candela * 1 estereorradián.

Flujo luminoso: mide la cantidad total de luz emitida por una fuente en todas las direcciones. Es la medida de la potencia de luz visible que percibe el ojo humano.

1 candela = 1 lumen * estereorradián.

Intensidad luminosa: mide la cantidad de luz que una fuente emite en una dirección particular dentro de un ángulo sólido. Es la cantidad de flujo luminoso por unidad de ángulo sólido.

1 lux = 1 lumen/m².

Iluminancia: mide la cantidad de luz que incide sobre una superficie. Es el flujo luminoso por unidad de área.

Espectro
Electromagnético



1.6. Unidades fotométricas y radiométricas (Unidades fotométricas)

Espectro
Electromagnético

1 candela/m² es la cantidad de candelas emitidas por unidad de área en una dirección dada.

Luminancia - Candela por metro cuadrado (cd/m²): La luminancia mide el brillo percibido de una superficie que emite o refleja luz. Tiene en cuenta la intensidad luminosa y el área desde la cual se emite la luz.

1 lumen * watt = Flujo luminoso (lm) / Potencia consumida (W).

La eficacia luminosa: mide la eficiencia con la que una fuente de luz convierte energía eléctrica en luz visible.



Principio de operación y fabricación de fibras ópticas



CS

Claudia Gerpa Imbett

Ph.D. Ingeniería

Principio de operación y fabricación de fibras ópticas

La fibra óptica es un guía de onda (luz, espectro visible e IR) usado comúnmente para la transmisión de datos con baja atenuación que utiliza hilos muy delgados de vidrio o plástico.

La luz viaja confinada en el núcleo, siendo inmune a interferencias electromagnéticas siendo más confiable en entornos industriales donde hay dispositivos electrónicos.

El viaje es guiado siguiendo el fenómeno de la reflexión total interna total, lo que significa que la luz se refleja una y otra vez dentro de la fibra, manteniéndose en su interior y permitiendo que viaje grandes distancias sin escapar.



Ventanas de transmisión

Principio de
operación y
fabricación
de fibras
ópticas

Rangos
específicos de
longitudes de
onda en los
que la fibra
óptica tiene
una
atenuación
(pérdida de
señal) mínima.

Primera ventana (850 nm).

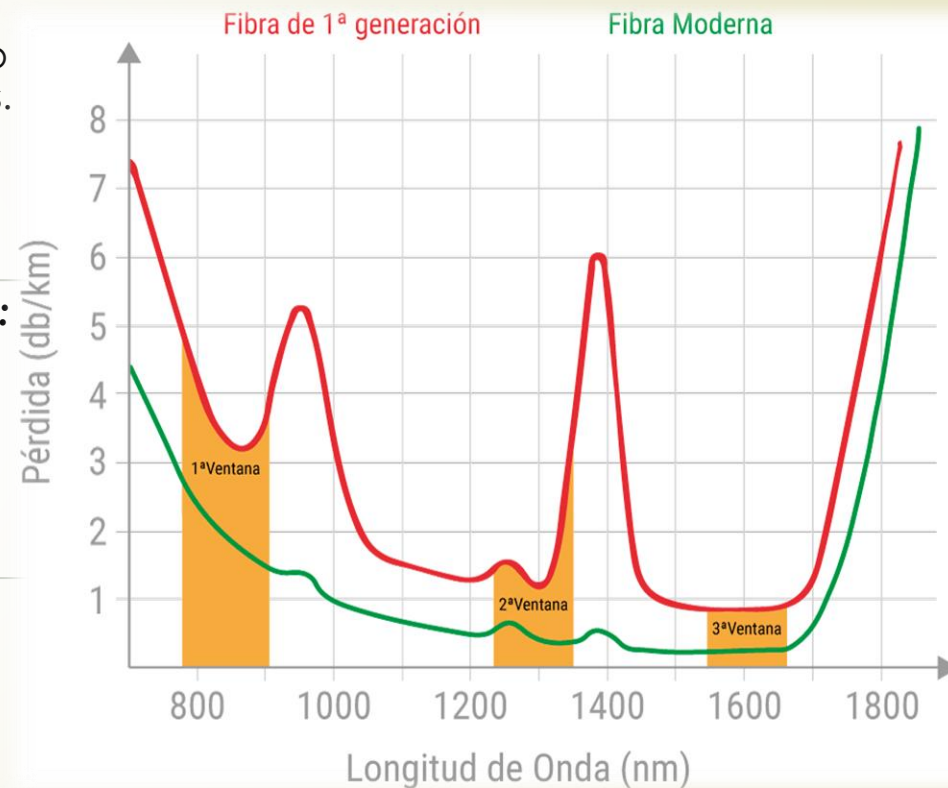
Fibras multimodo, bajo costo
de transmisores y receptores.

Segunda ventana (1310 nm):

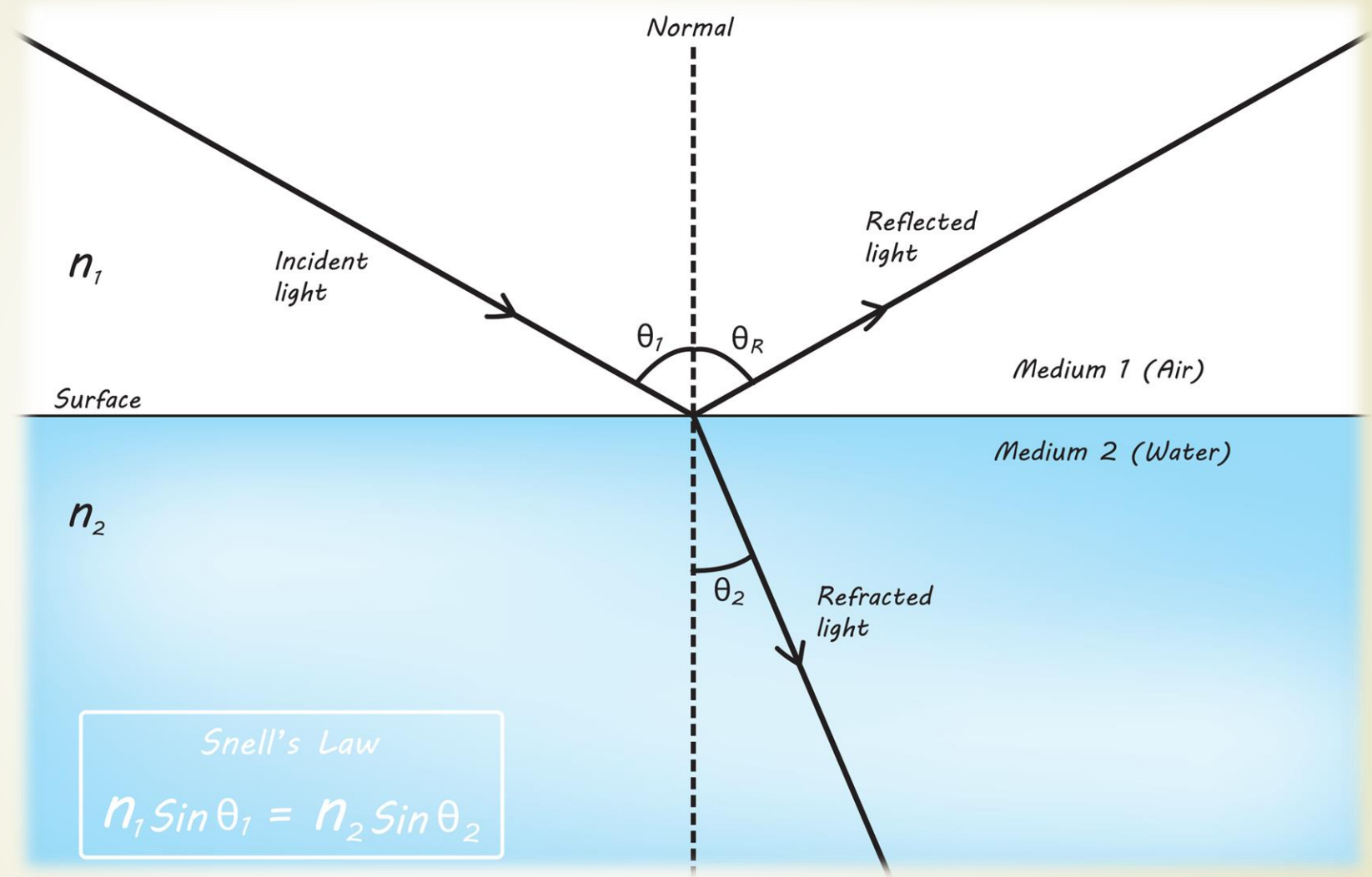
Fibras ópticas monomodo.
Menor atenuación
comparada con la primera

Tercera ventana (1550 nm):

Fibras ópticas monomodo.
Compatible con
amplificadores ópticos de
fibra dopada con erbio
(EDFA)

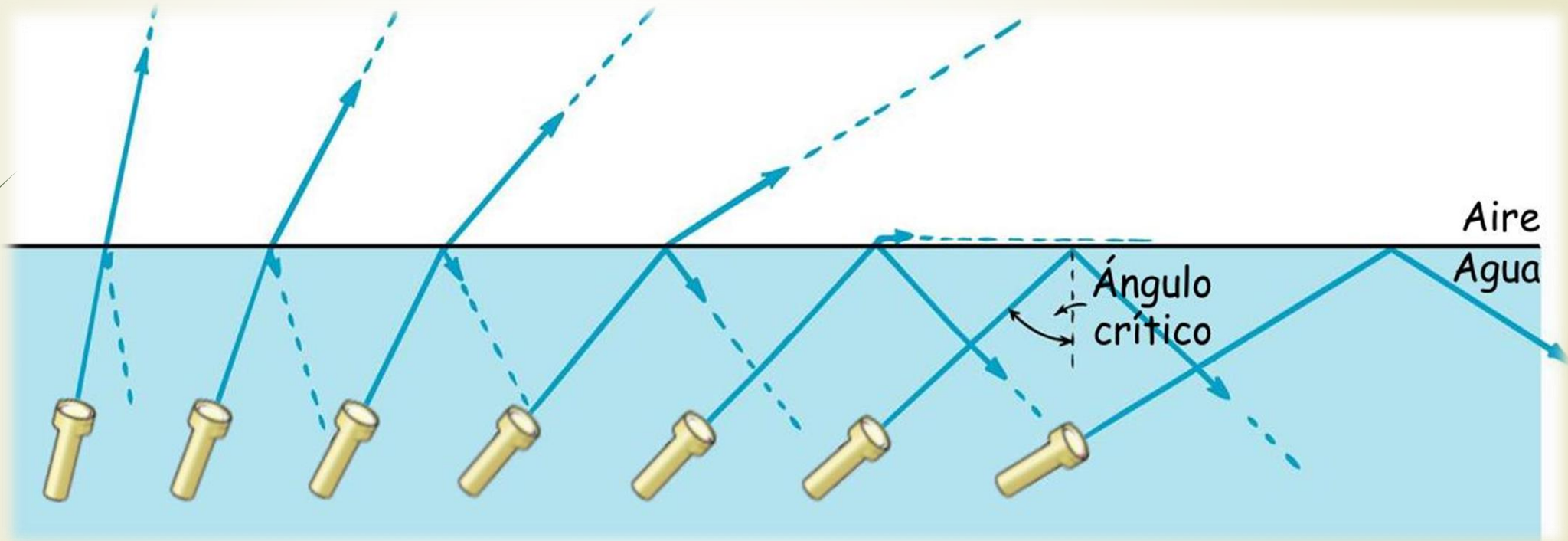


Principio de operación y fabricación de fibras ópticas

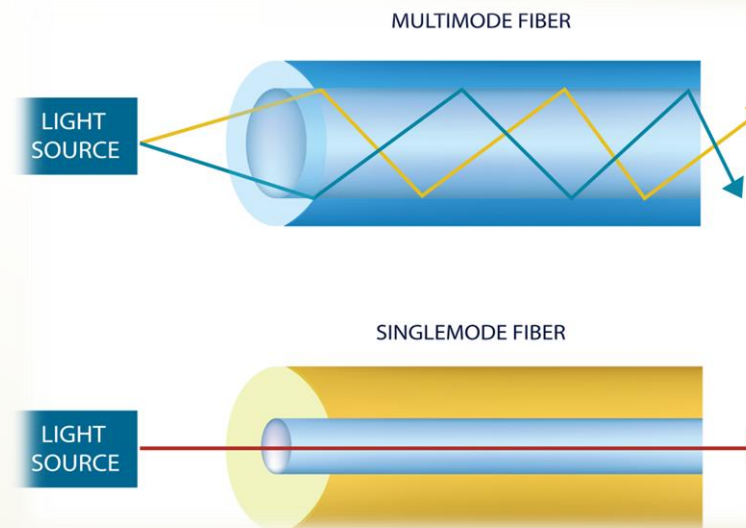
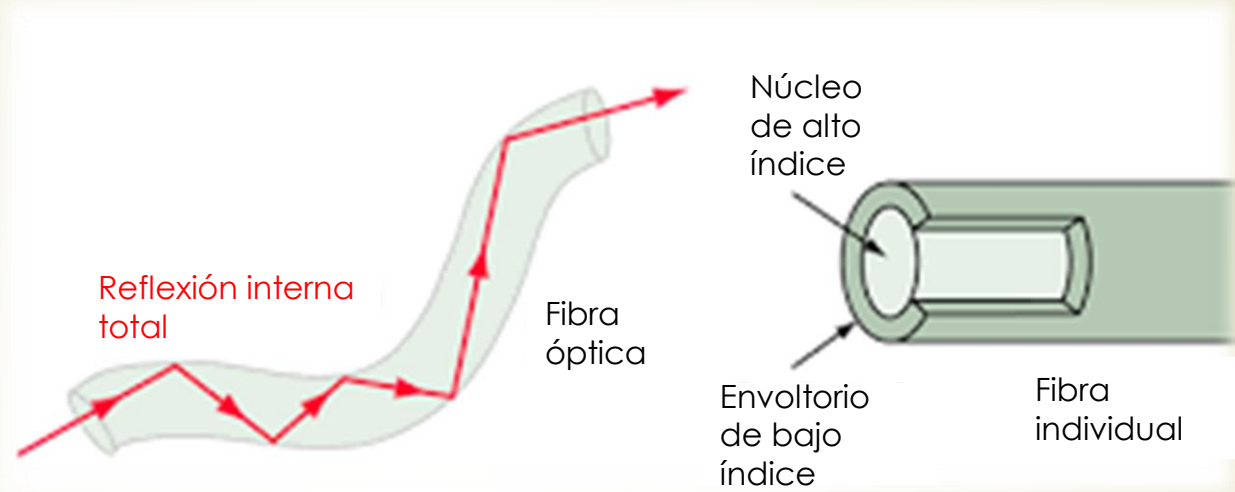


Reflexión total interna

Principio de
operación y
fabricación de
fibras ópticas

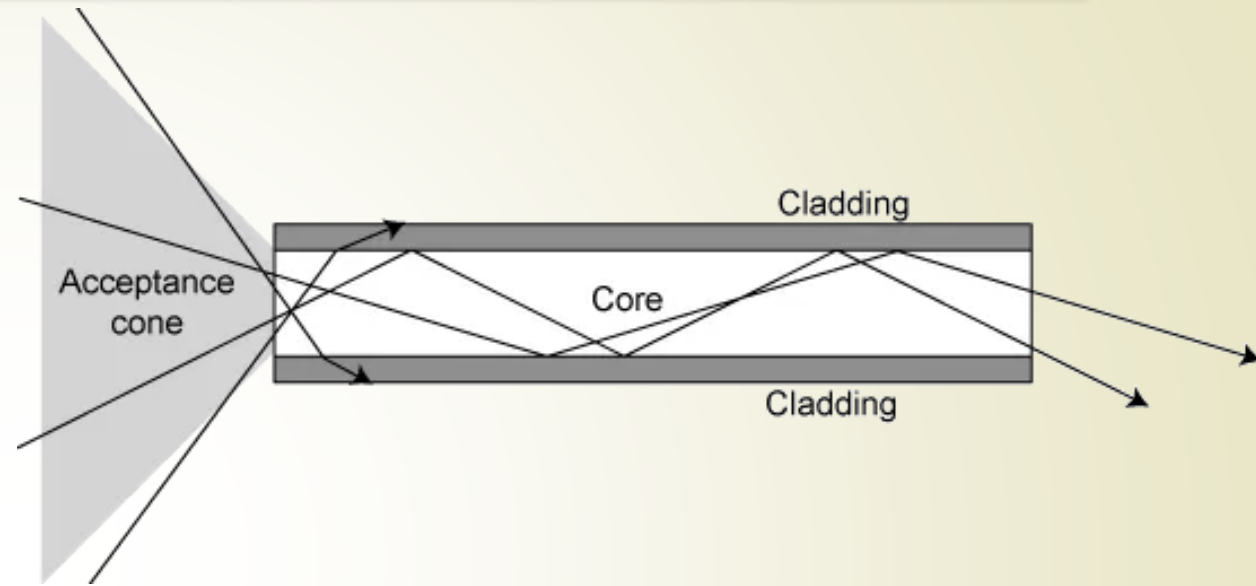


Principio de operación y fabricación de fibras ópticas



Principio de operación y fabricación de fibras ópticas

¿De qué depende
la cantidad de luz
acoplada a la
fibra óptica?
NA (Numerical
Aperture)



n_2 es el índice de refracción
del revestimiento (cladding),

n_1 es el índice de refracción del
núcleo (core).

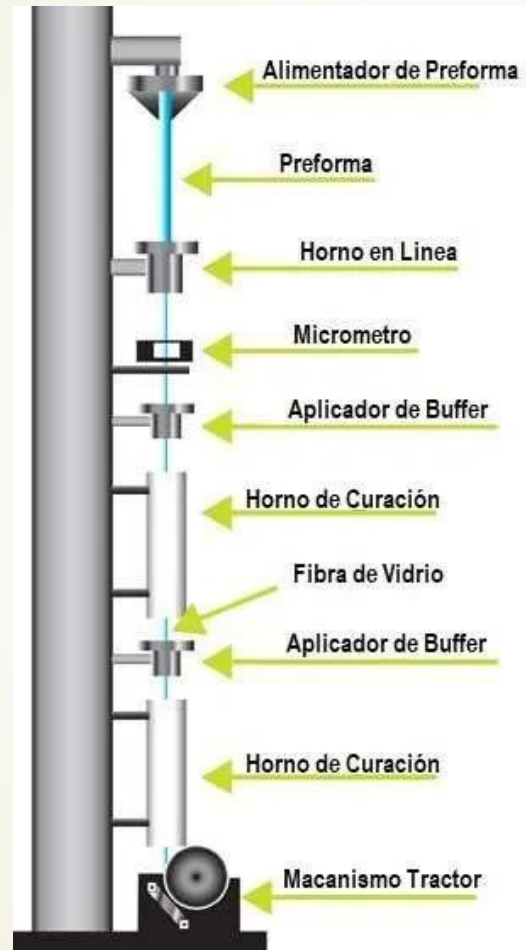
θ es el ángulo del cono de
aceptancia.

$$NA = \sin(\theta) = \frac{n_2}{n_1}$$



Principio de operación y fabricación de fibras ópticas

Pasos para fabricación



Fabricación de la preforma

Estiramiento de la preforma

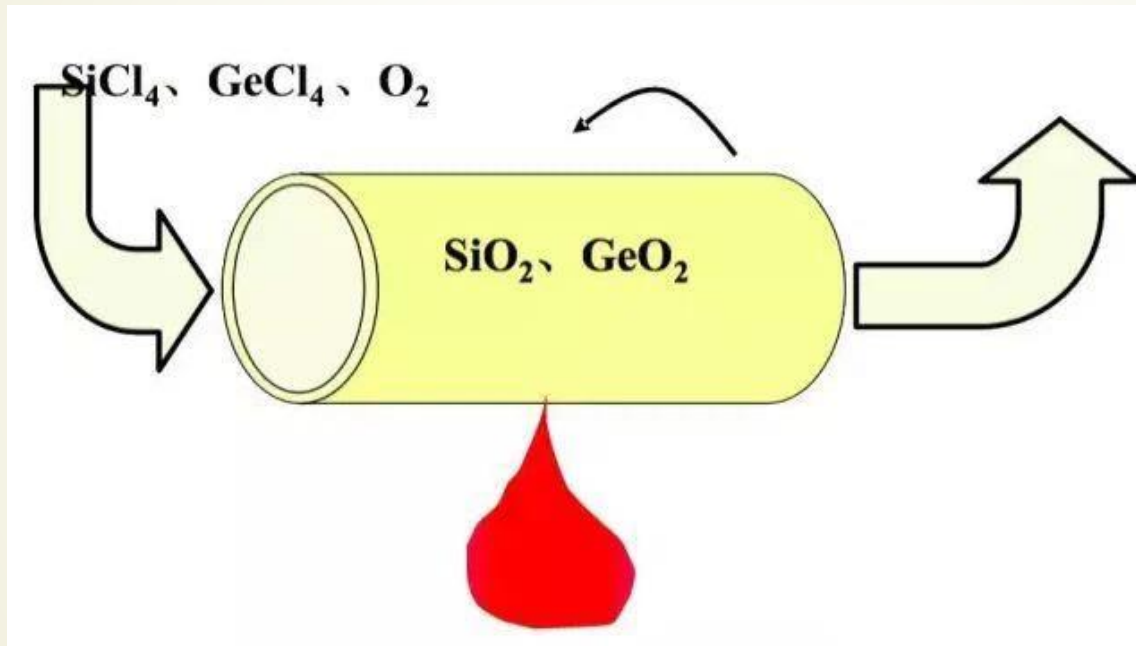
[SIEMENS - CABLES DE FIBRA OPTICA \(youtube.com\)](#)

[Fibra Óptica: Principios y Fabricación \(II\) - TP Empresas](#)

[Elaboración de fibra óptica \(youtube.com\)](#)

Principio de
operación y
fabricación
de fibras
ópticas

1. Deposición interna por fase de vapor modificada (MCVD - Modified Chemical Vapor Deposition)



Un tubo de vidrio (generalmente de cuarzo) se calienta y se introduce un gas precursor (como SiCl_4 , GeCl_4 y O_2) en su interior.

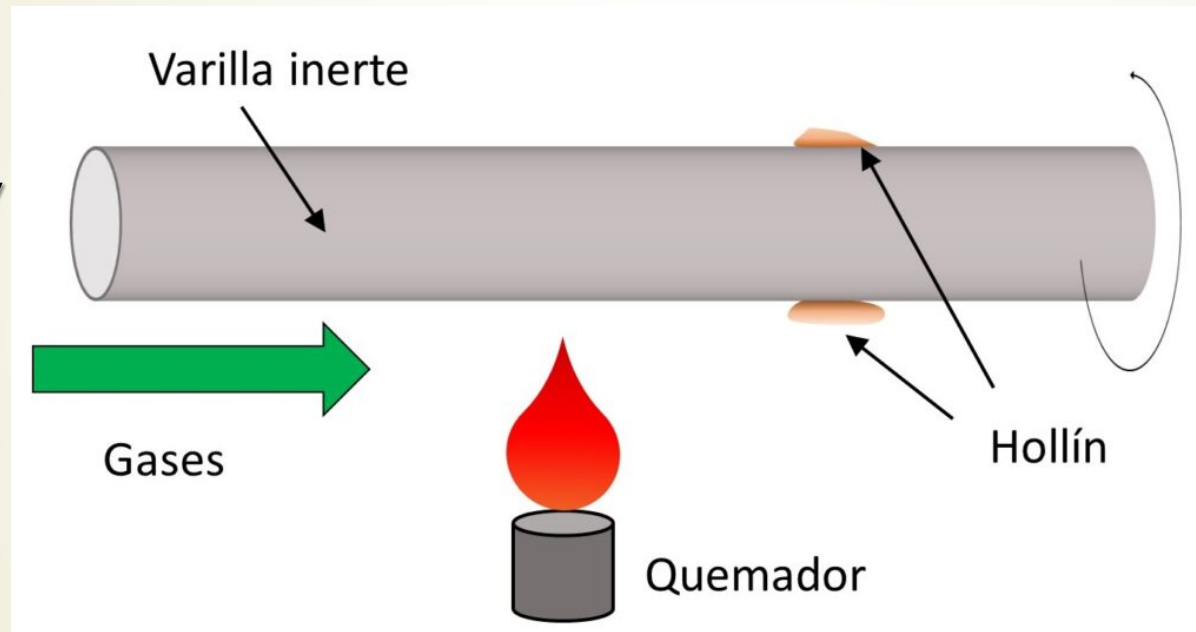
Al calentar el tubo desde el exterior con una fuente de calor (como un soplete), los gases reaccionan y forman capas de óxido de silicio (SiO_2) y óxidos dopantes en las paredes internas del tubo.

Las capas se depositan sucesivamente formando el núcleo y el revestimiento.

Posteriormente, el tubo se colapsa para formar una preforma sólida.

Principio de operación y fabricación de fibras ópticas

2. Deposición por fase de vapor fuera del tubo (OVD - Outside Vapor Deposition)

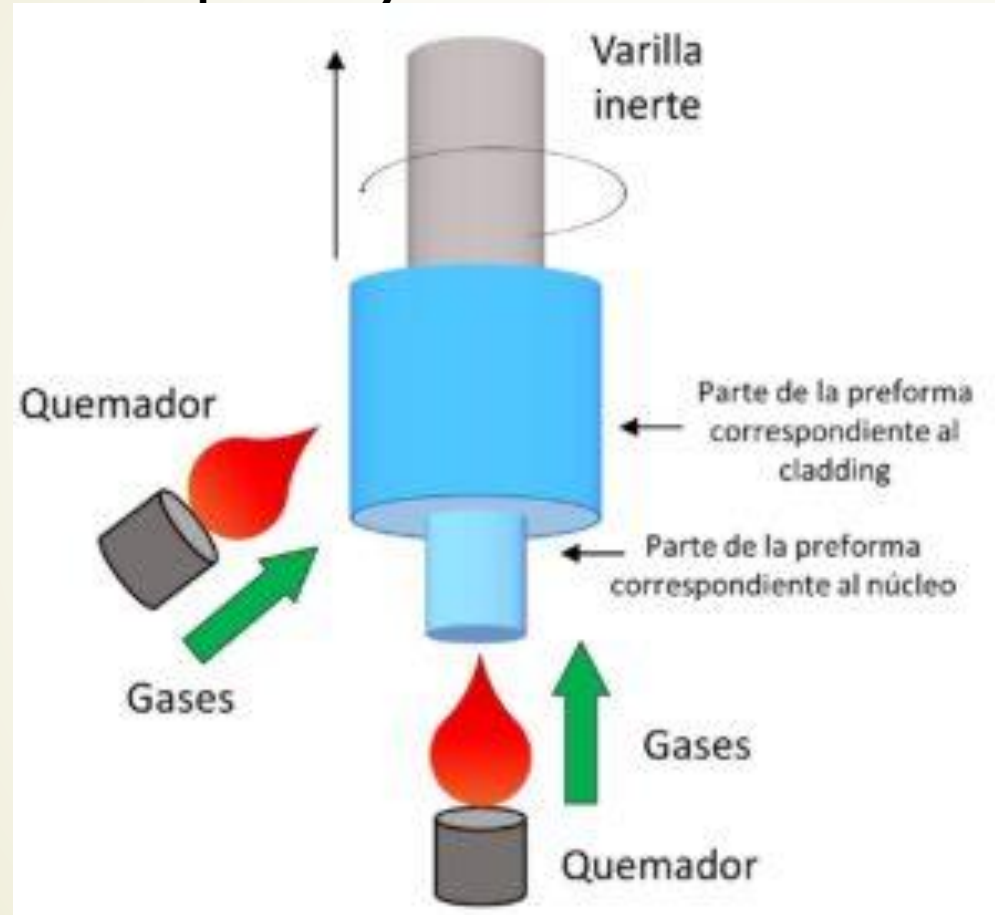


En esta técnica, los gases precursores se hacen reaccionar fuera de un mandril (una varilla) que actúa como soporte. El material resultante, generalmente sílice y dopantes, se deposita en el exterior del mandril en forma de partículas finas de vidrio, que luego se calientan para formar una capa vítrea. Se añaden varias capas hasta lograr el tamaño adecuado de la preforma. Finalmente, se retira el mandril para dejar una preforma hueca, que luego se colapsa para obtener una preforma sólida.

Ventajas: Es más rápido que otros métodos y permite fabricar preformas de mayor tamaño.

Principio de operación y fabricación de fibras ópticas

3. Deposición axial por vapor (VAD - Vapor Axial Deposition)



Similar a la técnica OVD, pero el depósito de material ocurre a lo largo del eje de la preforma.

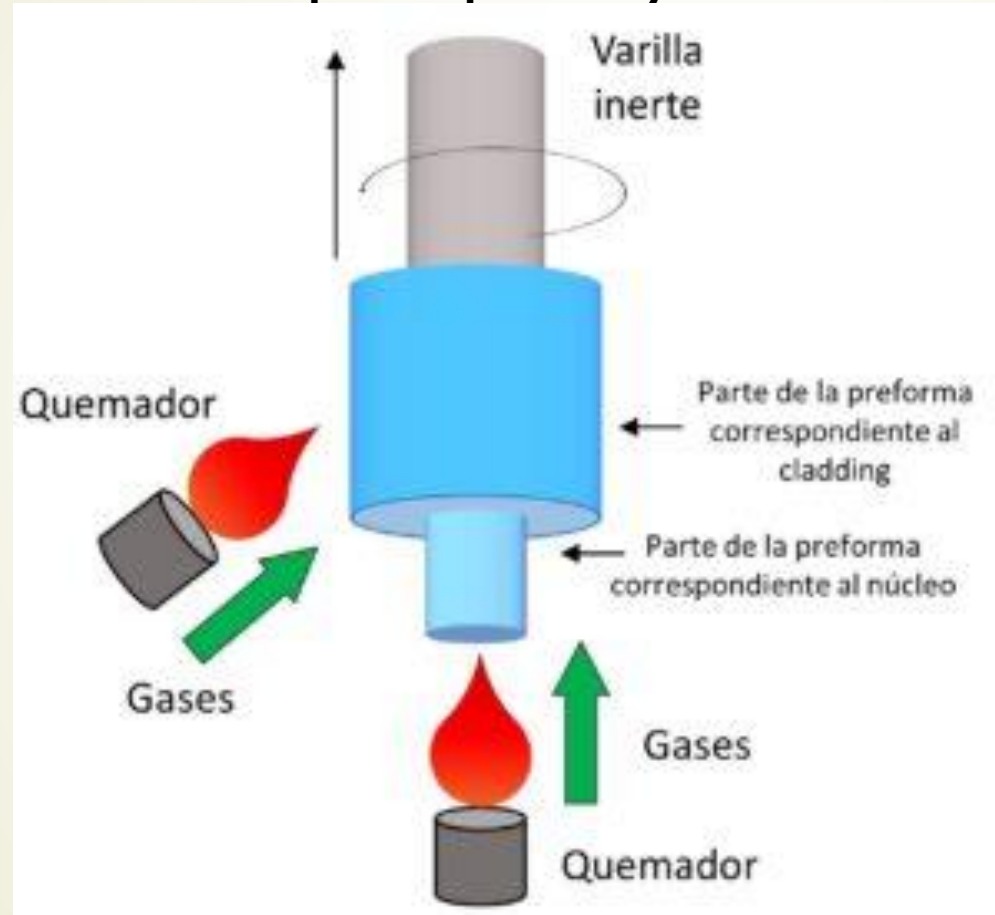
El proceso comienza con la creación de una "semilla" de preforma, sobre la cual se van depositando los materiales en forma de vapor.

A medida que el material se deposita, la preforma va creciendo axialmente (a lo largo de su longitud), lo que facilita la producción de preformas largas.

Las capas de vidrio dopado y sílice se funden en una sola pieza para formar la preforma.

Principio de operación y fabricación de fibras ópticas

4. Deposición por plasma (PCVD - Plasma Chemical Vapor Deposition)



Una variación de la MCVD, pero en este caso se utiliza plasma en lugar de un soplete de alta temperatura para inducir la reacción química de los gases dentro de un tubo de cuarzo.

El uso de plasma permite una deposición más precisa y uniforme de las capas, incluso a temperaturas más bajas.

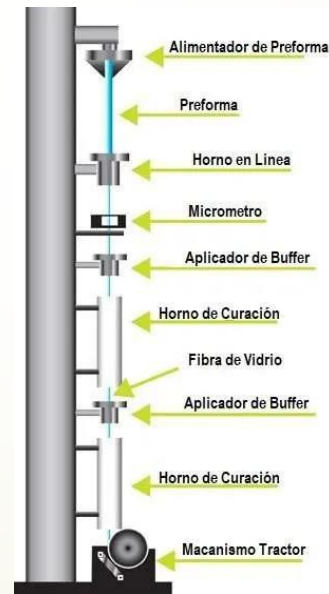
Ofrece mayor control sobre el perfil de dopantes y el índice de refracción, lo que es ideal para fibras ópticas con requisitos de rendimiento muy altos. Se usa para la producción de fibras ópticas con diseños complejos, como fibras con dispersión adaptada o fibras especiales para aplicaciones en láseres.

Principio de operación y fabricación de fibras ópticas

Una vez que se fabrica la **preforma**, se calienta en un horno especial a una temperatura alta (alrededor de 2000°C) para que el material vítreo se ablande.

La preforma se estira para formar un hilo muy fino de fibra óptica, que puede tener un diámetro de unos **125 micrómetros** (el tamaño típico de una fibra óptica).

Durante el estirado:



Se aplica un recubrimiento de polímero (generalmente acrilato) para proteger la fibra del daño físico y la humedad.

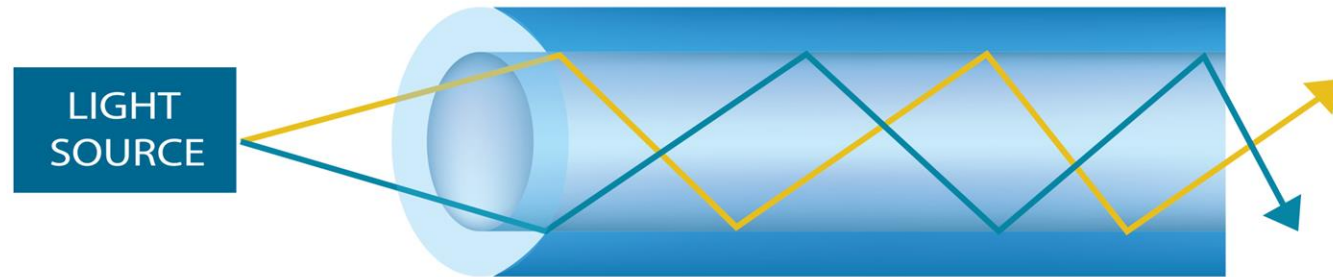
Se mide continuamente el diámetro de la fibra y se verifican otras propiedades para asegurarse de que cumple con los estándares especificados.

Tipos de fibra óptica: por principio de operación monomodo o multimodo, y tipo de material

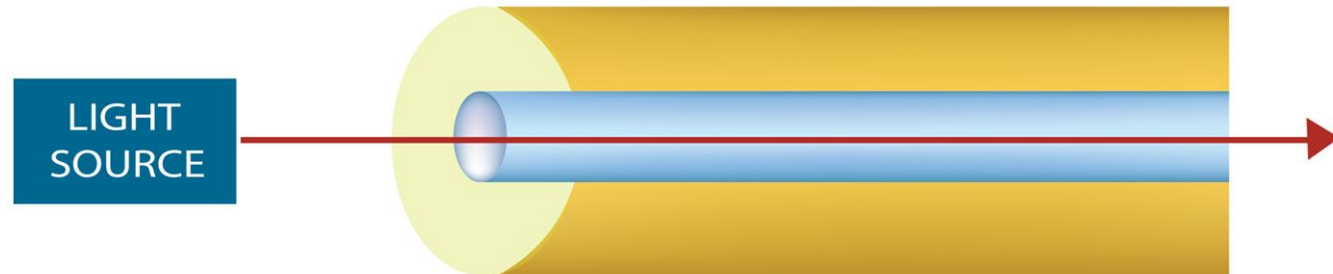


Tipos de fibra óptica:
por principio de
operación
monomodo o
multimodo, y tipo de
material

MULTIMODE FIBER



SINGLEMODE FIBER



Tipos de fibra óptica: por principio de operación monomodo o multimodo, y tipo de material

Parámetros	Tipo	Nombre
Estáticos	Ópticos Geométricos	• Apertura Numérica (NA) • Perfil de índice de refracción • Diámetro del núcleo • Diámetro del revestimiento • No circularidad del núcleo • No circularidad del revestimiento
Dinámicos	Atenuación Dispersión temporal	• Intrínseca de la fibra • Por causas extrínsecas • Dispersión modal, del material y por el efecto del guía



Tipos de fibra óptica:
por principio de
operación
monomodo o
multimodo, y tipo de
material

Hoja de datos de fibras ópticas

[Corning® SMF-28® ULL
Optical Fiber](#)

How to Order

Contact your sales
representative, or call
the Optical Fiber Customer
Service Department:
Ph: 1-607-248-2000 (U.S. and Canada)
+44-1244-525-320 (Europe)
Email: cofic@corning.com
Please specify the fiber type,
attenuation, and quantity
when ordering.

Corning® SMF-28® ULL optical fiber has the lowest loss of any terrestrial-grade, single-mode fiber with a maximum attenuation of 0.17 dB/km at 1550 nm. SMF-28 ULL fiber has been deployed around the world in some of the most challenging network applications, where ultra-low attenuation can be leveraged to extend network span lengths, skip amplification sites, upgrade to faster bit rates, add network components for improved flexibility, or lengthen the distances between regenerators. As a result, long-haul and regional networks are scalable for the higher capacities required to meet the ever-increasing global demand for bandwidth without the need to sacrifice backwards compatibility with an existing ITU-T Recommendation G.652 installed base of fibers. SMF-28 ULL fiber complies with ITU-T Recommendation G.652.B and G.654.C.

Optical Specifications

Maximum Attenuation

Wavelength (nm)	Maximum Value* (dB/km)
1310	≤ 0.31
1550	≤ 0.17
1625	≤ 0.20

*Alternate attenuation offerings available upon request.

Attenuation vs. Wavelength

Range (nm)	Ref. λ (nm)	Max. α Difference (dB/km)
1285 – 1330	1310	0.03
1525 – 1575	1550	0.02
1550 – 1625	1550	0.03

The attenuation in a given wavelength range does not exceed the attenuation of the reference wavelength (λ) by more than the value α .

Macrobend Loss

Mandrel Diameter (mm)	Number of Turns	Wavelength (nm)	Induced Attenuation* (dB)
32	1	1550	≤ 0.1
50	100	1310	≤ 0.05
50	100	1550	≤ 0.05
60	100	1625	≤ 0.05

*The induced attenuation due to fiber wrapped around a mandrel of a specified diameter.

Point Discontinuity

Wavelength (nm)	Point Discontinuity (dB)
1310	≤ 0.05
1550	≤ 0.05

Cable Cutoff Wavelength (λ_{cc})

$\lambda_{cc} \leq 1260$ nm

Mode-Field Diameter

Wavelength (nm)	MFD (μ m)
1310	9.2 ± 0.5
1550	10.5 ± 0.5

Dispersion

Wavelength (nm)	Dispersion Value [ps/(nm·km)]
1550	≤ 18.0
1625	≤ 22.0

Zero Dispersion Wavelength (λ_0): 1304 nm ≤ λ_0 ≤ 1324 nm

Zero Dispersion Slope (S_0): ≤ 0.092 ps/(nm²·km)

Polarization Mode Dispersion (PMD)

	Value (ps/√km)
PMD Link Design Value	≤ 0.04*
Maximum Individual Fiber PMD	≤ 0.1

*Complies with IEC 60794-3: 2001, Section 5.5, Method 1, (m = 20, Q = 0.01%), September 2001.

The PMD link design value is a term used to describe the PMD of concatenated lengths of fiber (also known as PMD₀). This value represents a statistical upper limit for total link PMD. Individual PMD values may change when fiber is cabled.

Tipos de fibra óptica:
por principio de
operación
monomodo o
multimodo, y tipo de
material

Hoja de datos de fibras ópticas

[044_FIBRA-OPTICA-INDOOR-OUTDOOR-ALTA-RESISTENCIA-LEGRAND.pdf](#)

Especificaciones Técnicas de la Fibra Óptica

Atenuación (del cable con las fibras ópticas)	
Atenuación máxima a 850 nm	≤ 3.0 dB/km
Atenuación máxima a 1300 nm	≤ 1.0 dB/km
Límite de Atenuación a 850 nm	≤ 2.5 dB/km
Límite de Atenuación a 1300 nm	≤ 0.7 dB/km
Diferencia de Atenuación entre 1380 nm y 1300 nm	≤ 3 dB/km
Discontinuidad puntual a 850 nm y 1300 nm	Max. 0.1 dB/km
Pérdidas por Curvatura R = 7.5 mm	≤ 0.2 dB a 850 nm ≤ 0.5 dB a 1300 nm
Pérdidas por Curvatura R = 15 mm	≤ 0.1 dB a 850 nm ≤ 0.3 dB a 1300 nm

Ancho de Banda	
Valor OFL a 850 nm	≥ 3500 MHz / km
Valor OFL a 1300 nm	≥ 500 MHz / km
Ancho de Banda Efectivo Modal (EMB) a 850 nm	≥ 4700 MHz / km
Índice de refracción agrupado a 850 nm	1.482
Índice de refracción agrupado a 1300 nm	1.477

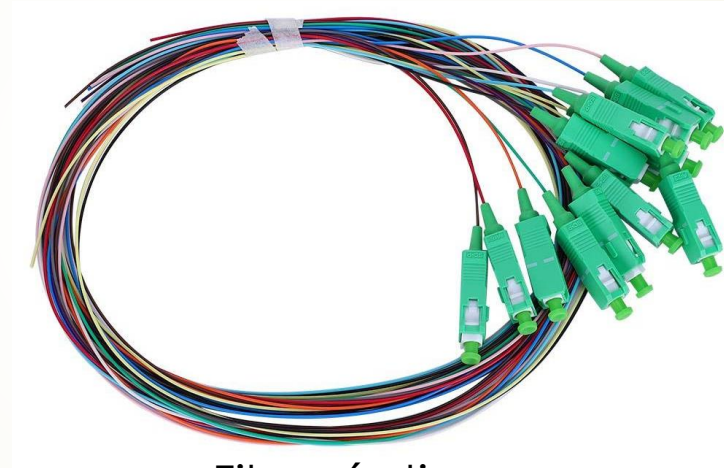
Tipos de fibra óptica: por principio de operación monomodo o multimodo, y tipo de material

Característica	Fibra Monomodo	Fibra Multimodo
Diámetro del núcleo	8-10 micrómetros	50-62.5 micrómetros
Modos de propagación	Un único modo	Varios modos
Fuente de luz	Láser	LED
Distancia de transmisión	Largas distancias (decenas a cientos de km)	Cortas distancias (hasta 2 km)
Ancho de banda	Muy alto	Menor
Aplicaciones	Telecomunicaciones, redes troncales	Redes locales, centros de datos
Costo	Más alto	Más bajo
Dispersión modal	Baja	Alta

Tipos de fibra óptica: por principio de operación monomodo o multimodo, y tipo de material



Fibra óptica desnuda



Fibra óptica
conectorizada



Fibra óptica - cable

Conectores de fibras ópticas: FC es el más usado en equipos

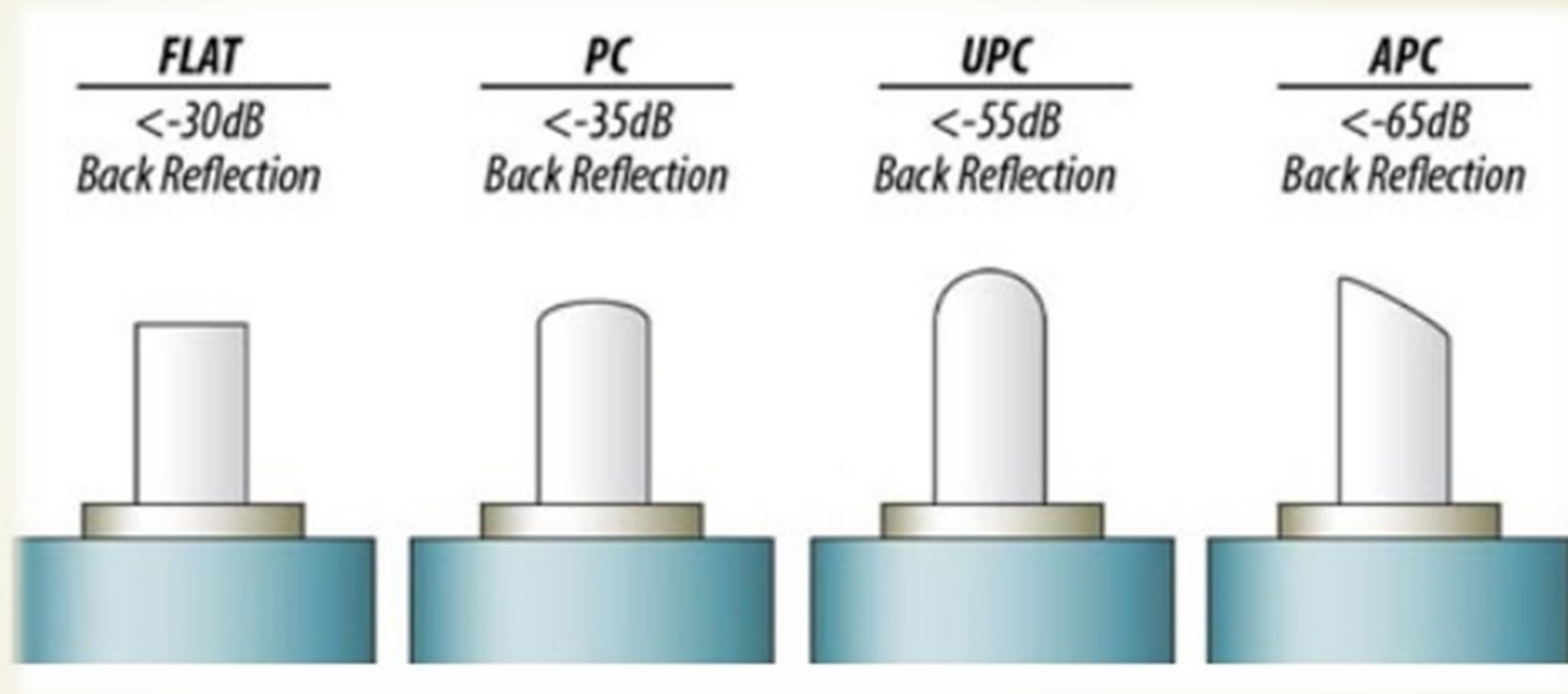
Tipos de fibra óptica:
por principio de
operación
monomodo o
multimodo, y tipo de
material

 SC	 ST	 FC	 SMA
 LC	 E2000	 MU	 DIN
 MTRJ	 MPO	 D4	 Biconic



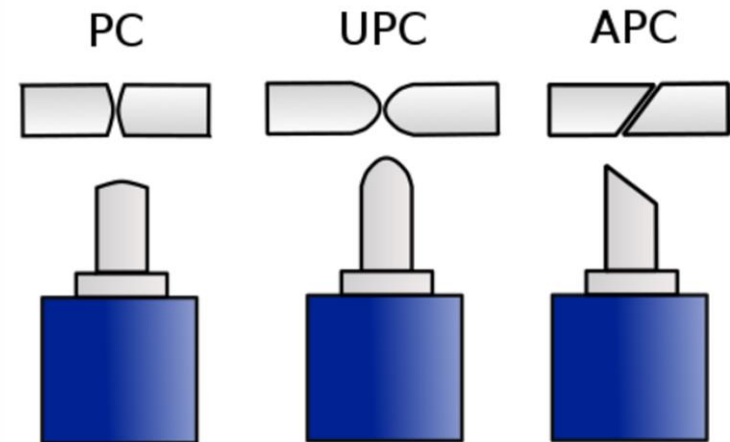
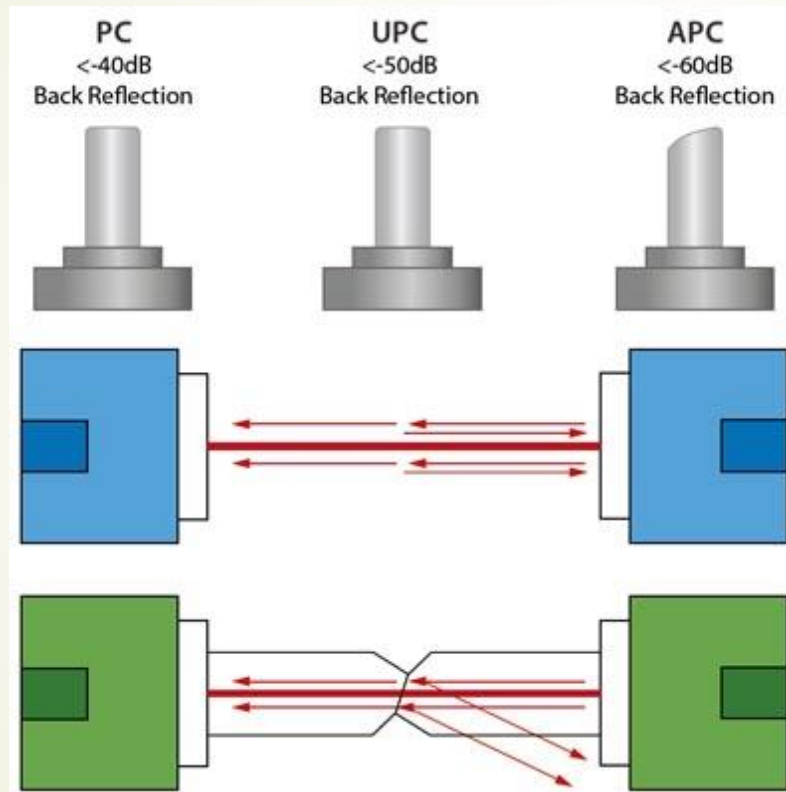
Conectores de fibras ópticas:

Tipos de fibra óptica:
por principio de
operación
monomodo o
multimodo, y tipo de
material



Conectores de fibras ópticas:

Tipos de fibra óptica:
por principio de
operación
monomodo o
multimodo, y tipo de
material



Conectores de fibras ópticas:

Tipos de fibra óptica:
por principio de
operación
monomodo o
multimodo, y tipo de
material

	pulido	SC	LC	FC	ST
Mecanismo		Push-pull	Clip	Rosca	Bayoneta
Monomodo	UPC	azul	azul	negro	negro
	APC	verde	verde	-	-
Multimodo	PC	beige	beige	negro	negro
Aplicaciones		Redes de telecomunicaciones		Industria, medicina,..	Mantenimiento
Ventajas		Modelo más común. Excelente relación tamaño/prestaciones	Uso extendido para alta densidad (data centers). 1/2 tamaño que SC	Entornos con vibraciones. Buena resistencia mecánica	Resistencia mecánica





Uniones de fibra óptica:

Tipos de fibra óptica:
por principio de
operación
monomodo o
multimodo, y tipo de
material



Conectores de Fibra Óptica – Material
Electrico e Iluminación – Bricos

Principio de operación de sensores de fibra óptica



Principio de
operación de
sensores de fibra
óptica

$$E = E_o \cos(\omega t + \phi)$$

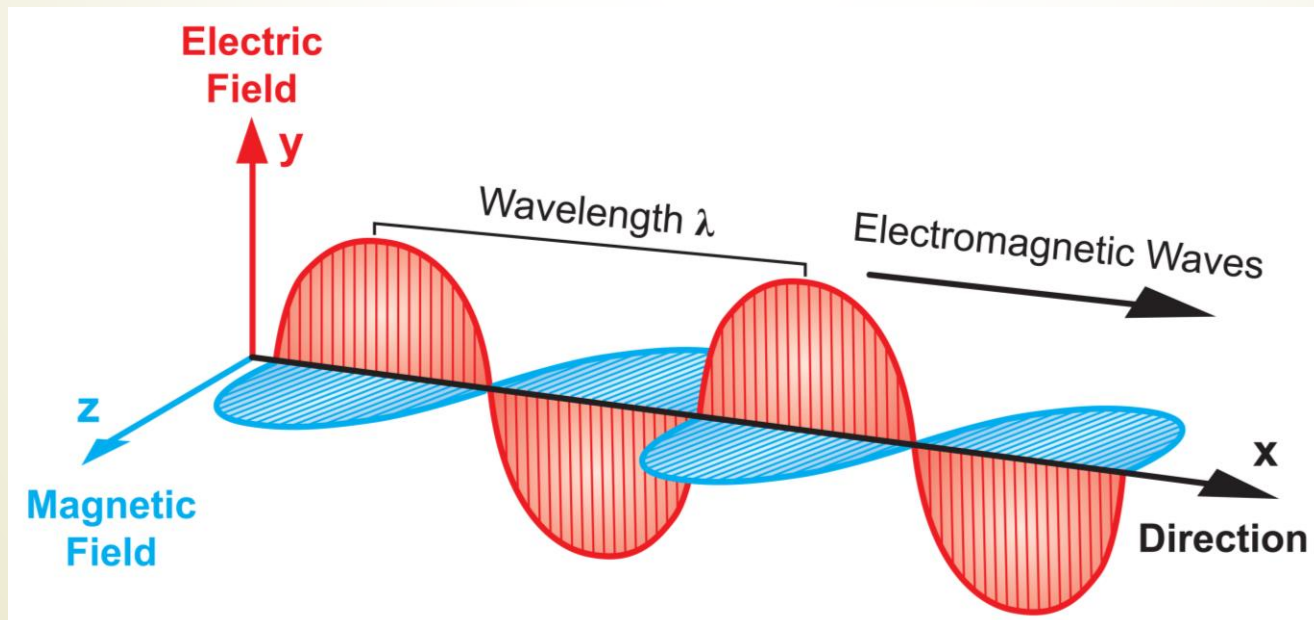
E_o Amplitud de la Onda

ω Frecuencia angular

ϕ Fase de la onda

$$\omega = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Polarización: Oscilación del campo eléctrico



Perturbación sobre:

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \cos(\omega t + \phi)$$

E_0 Amplitud de la Onda

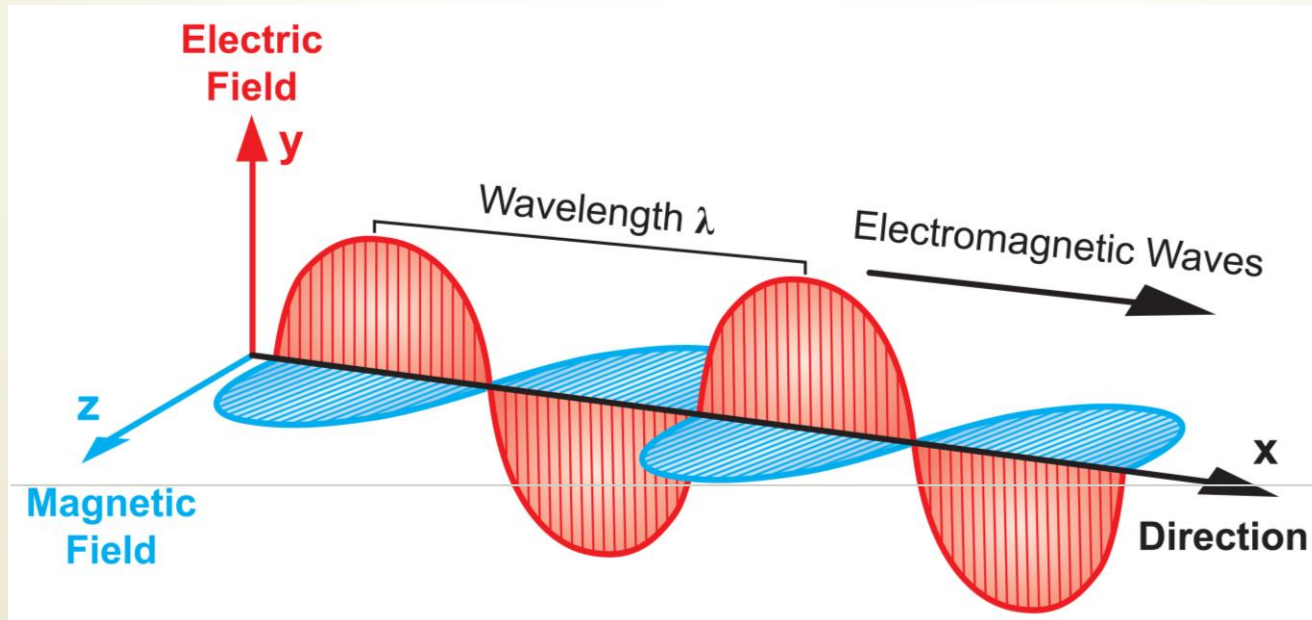
ω Frecuencia angular

ϕ Fase de la onda

$$\omega = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Polarización: Oscilación del campo eléctrico

Principio de
operación de
sensores de fibra
óptica



Principio de operación de sensores de fibra óptica

Perturbaciones son:

Magnitudes físicas, como temperatura, presión, deformación, vibración o desplazamiento deben producir cambios en la **Intensidad** (E^2), **fase** ϕ , **polarización** (E) o **longitud de onda** (λ) de la luz que viaja sobre la fibra óptica.

Estos sensores son de tamaño reducido, altamente sensibles, precisos y capaces de funcionar en condiciones extremas donde los sensores convencionales no serían adecuados, como ambientes con alta radiación, temperaturas extremas o presencia de interferencias electromagnéticas.



Principio de operación de sensores de fibra óptica

Sensores de fibra óptica más fiables son los que operan con cambios en longitud de onda (λ), ya que, a diferencia de las otras magnitudes, es una magnitud absoluta y medible con equipos ópticos (analizador de espectros)

Veamos cómo se viabilizaron, y se operan los sensores de fibra óptica cuya medición está relacionada con cambios de longitud de onda.



Red de Bragg en fibra óptica como sensor de temperatura y deformación mecánica

CS

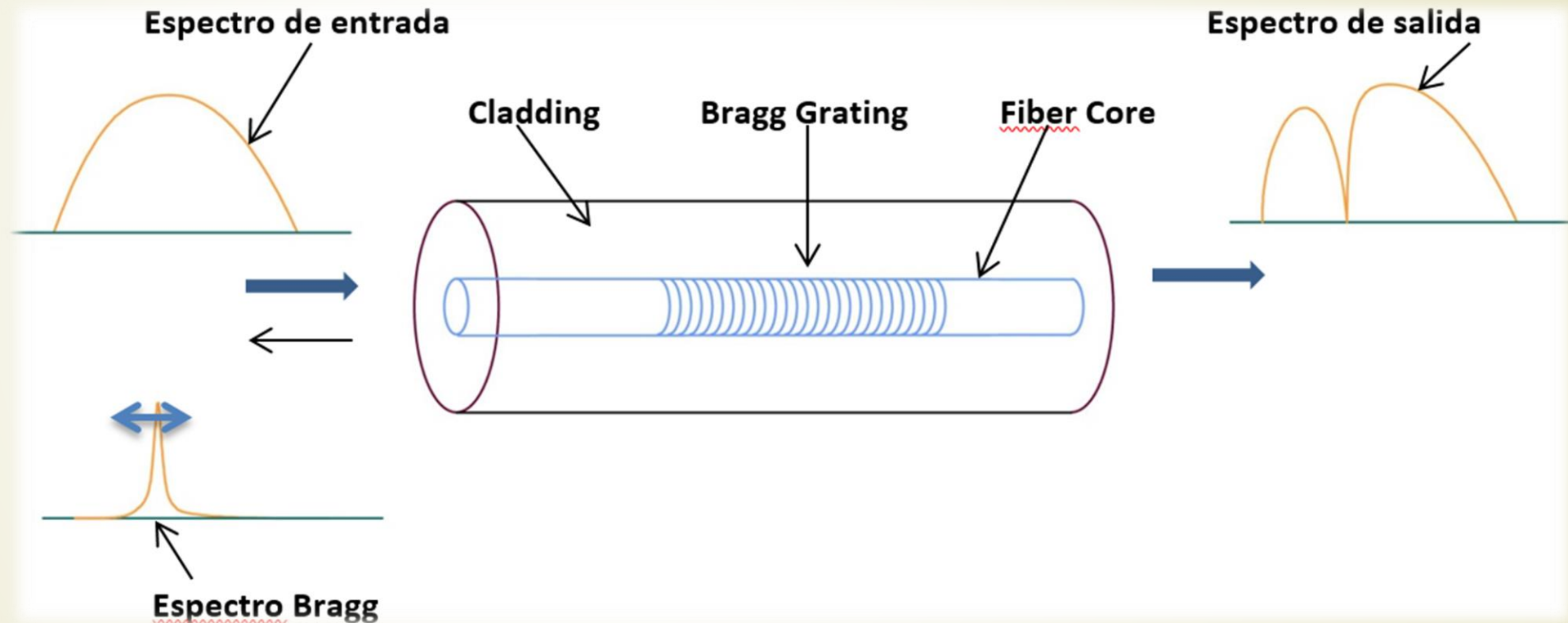
Claudia Gerpa Imbett

Ph.D. Ingeniería

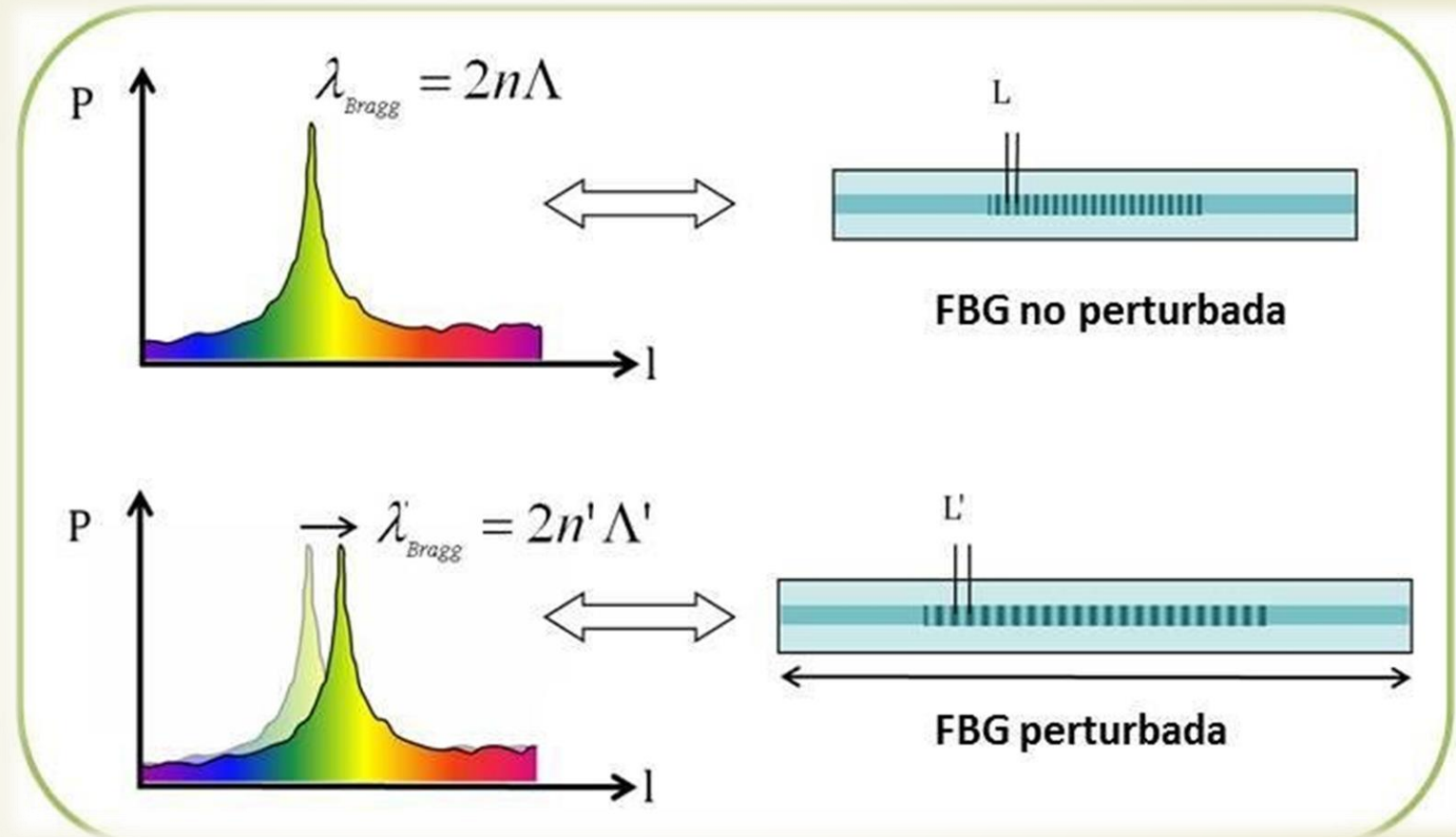


Modulación periódica del índice de refracción del núcleo de una fibra monomodo que permite la reflexión de una porción del espectro de la luz de entrada.

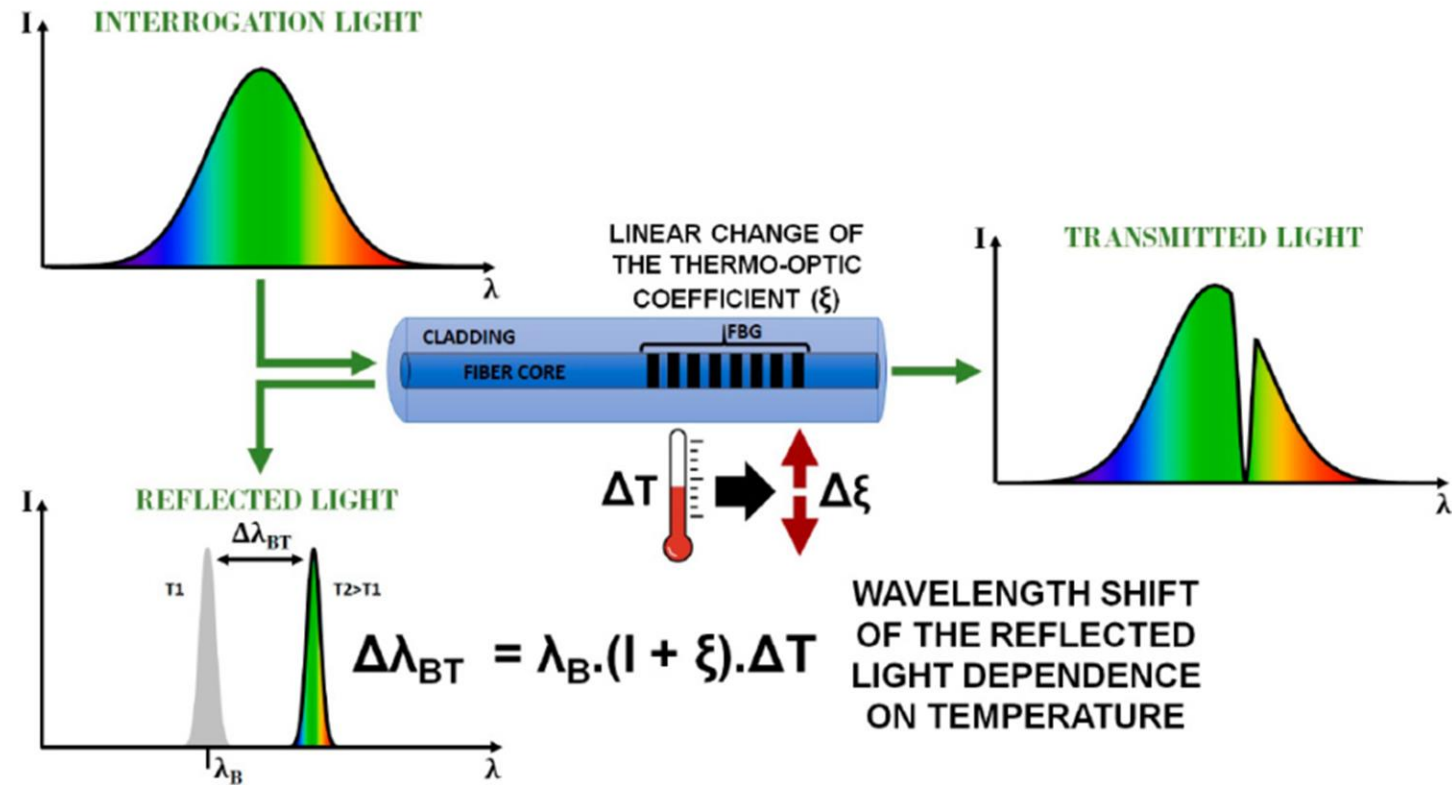
Red de Bragg en fibra óptica como sensor de temperatura y deformación mecánica



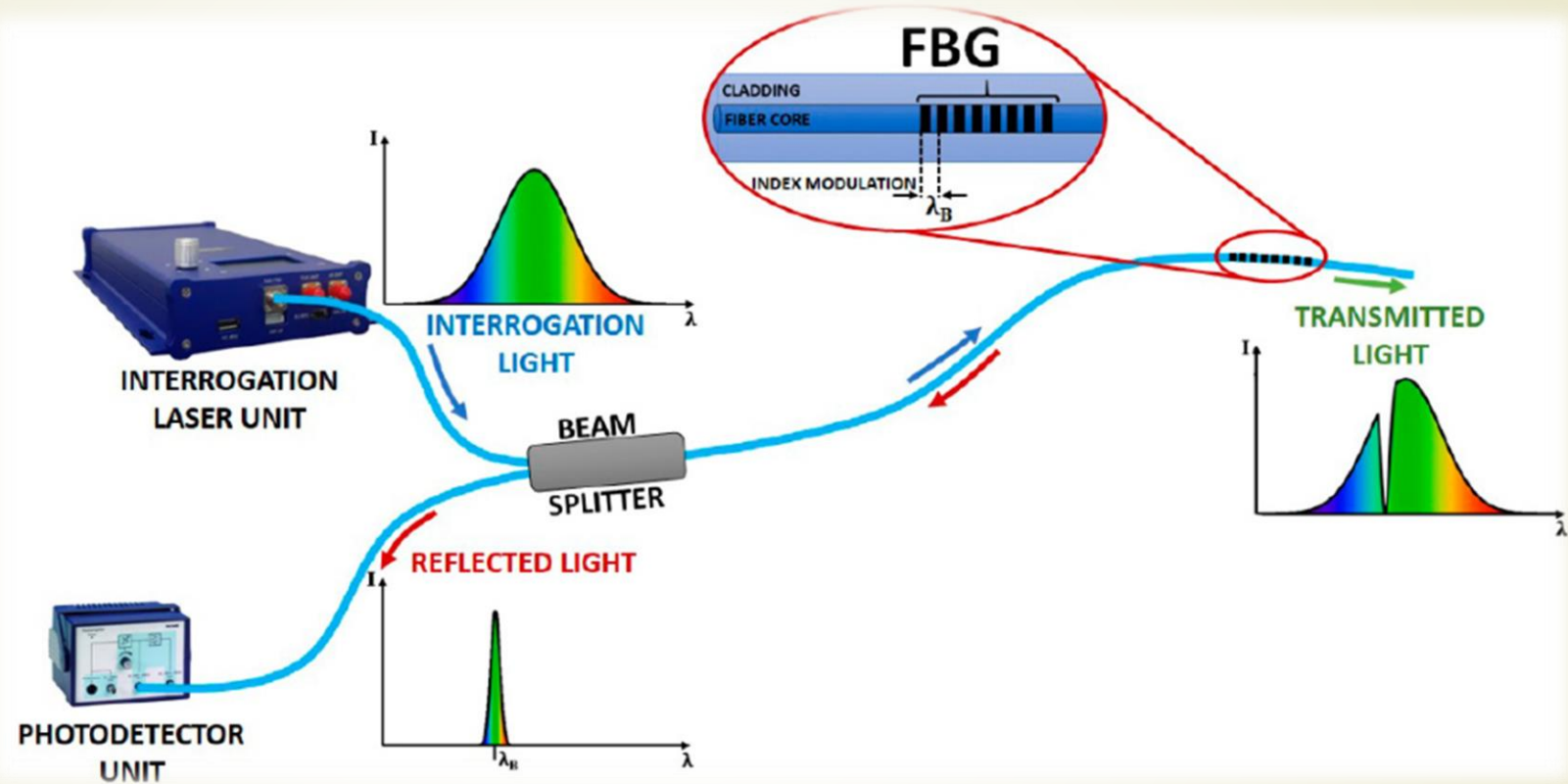
Red de Bragg en
fibra óptica como
sensor de
temperatura y
deformación
mecánica



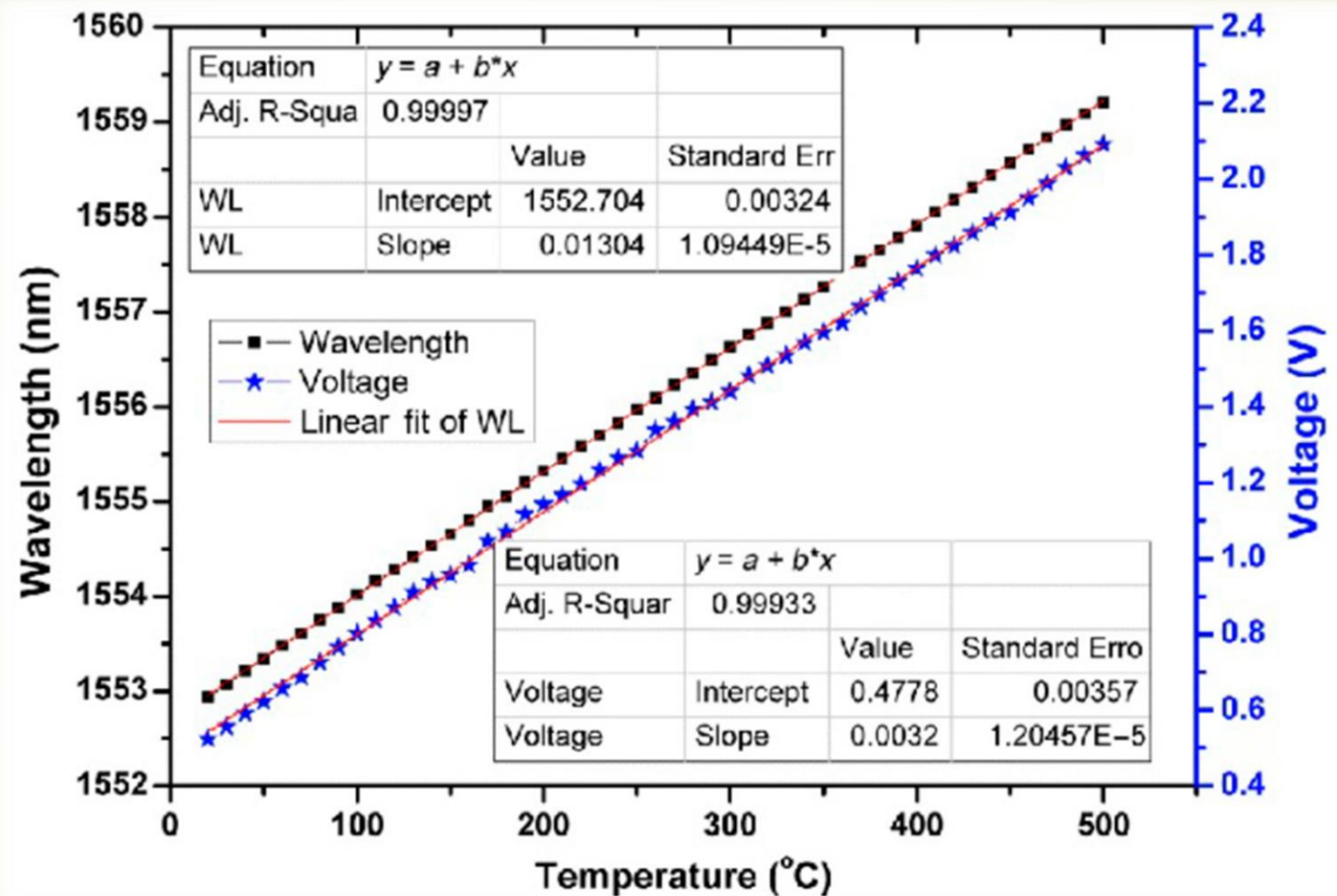
Red de Bragg en
fibra óptica como
sensor de
temperatura y
deformación
mecánica



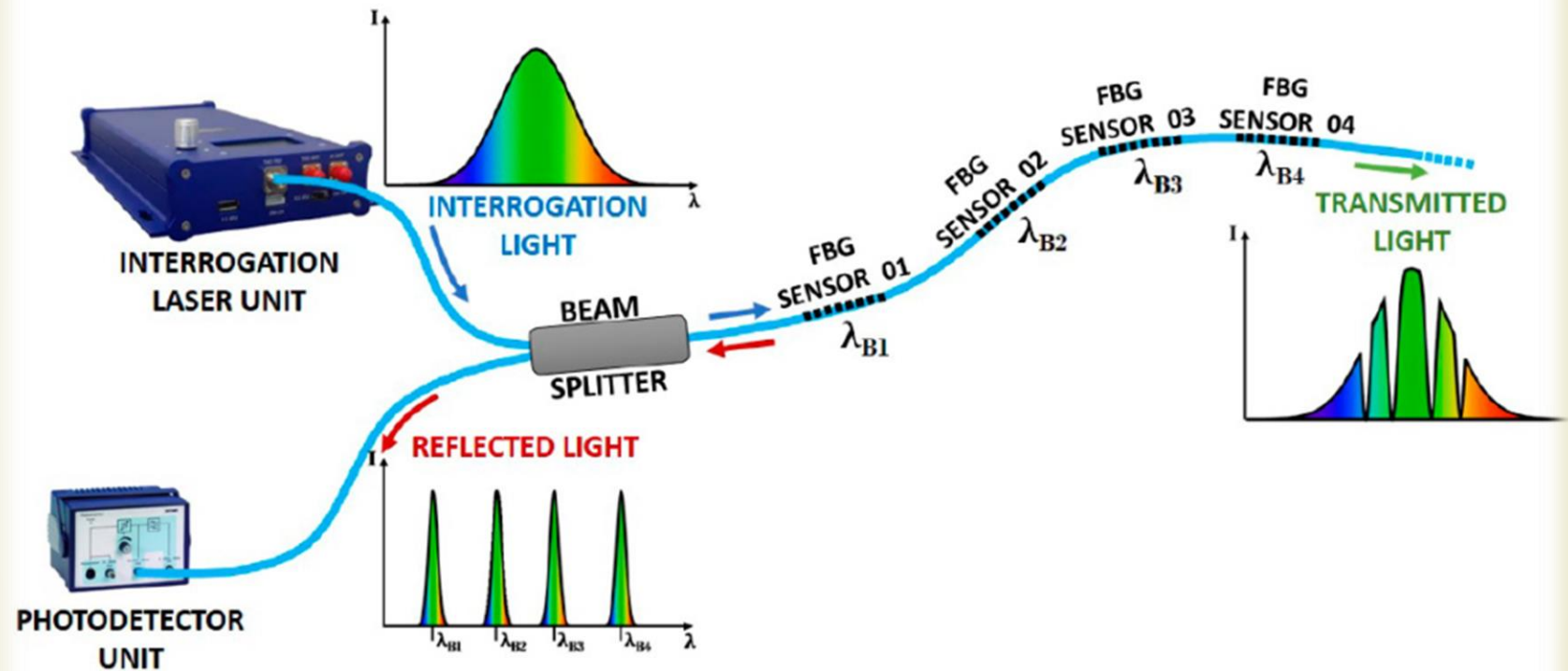
Red de Bragg en
fibra óptica como
sensor de
temperatura y
deformación
mecánica



Red de Bragg en
fibra óptica como
sensor de
temperatura y
deformación
mecánica



Red de Bragg en
fibra óptica como
sensor de
temperatura y
deformación
mecánica



Red de Bragg en
fibra óptica como
sensor de
temperatura y
deformación
mecánica

Sensores basados en redes de Bragg en Fibra óptica (Fiber Bragg Grating Sensors, FBG sensor) son altamente sensibles y lineales a temperatura y deformación mecánica.

Un sensor FBG tiene una sensibilidad dependiente del índice de refracción de la fibra óptica (coeficiente termo-óptico), como del período de rejilla dentro de la fibra a perturbaciones térmicas externas (expansión térmica). Sensitividad típica de 13 pm/oC.

Un sensor FBG cambia su periodicidad por deformaciones longitudinales (1 pm/ $\mu\epsilon$).

Sensores de FBG pueden ser “grabados” en un solo hilo de fibra ofreciendo la posibilidad de despliegue multiplexado a lo largo de la fibra.

Son claves la escogencia del sistema de interrogación, las características de la fuente de luz de gran ancho espectral (banda ancha) para el sistema de sensoramiento.





Recomendaciones y normativas en manipulación de sensores de fibra óptica, instalación y precauciones



Recomendaciones y normativas en manipulación de sensores de fibra óptica, instalación y precauciones

Empalmes de fibra óptica: las normativas y estándares que los regulan son fundamentales para asegurar la calidad, fiabilidad y seguridad de las instalaciones. Estas normativas cubren aspectos como los métodos de empalme, las pérdidas aceptables, las condiciones ambientales y los procedimientos de inspección y prueba.

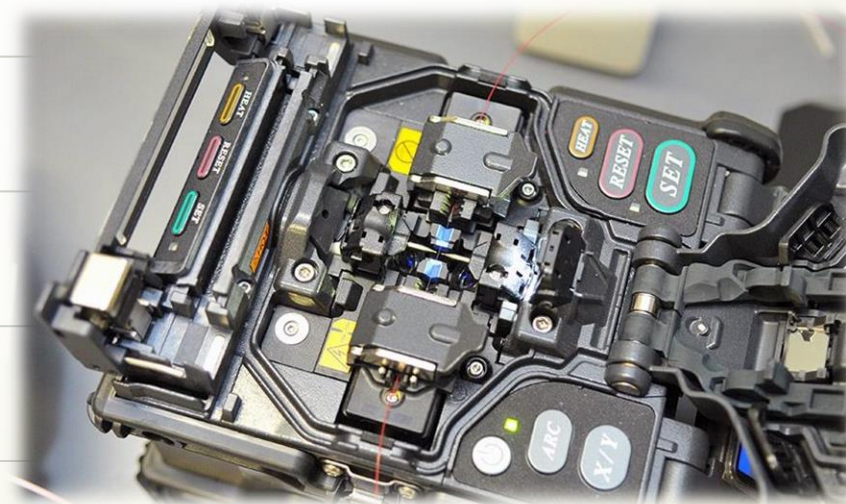
ANSI/TIA-568

ISO/IEC 11801

IEC 61300

Telcordia GR-20

ITU-T G.652



Recomendaciones y normativas en manipulación de sensores de fibra óptica, instalación y precauciones

Pérdidas aceptables en empalmes: Las normativas generalmente establecen que las pérdidas en un empalme de fusión no deben exceder 0,1 dB para fibras monomodo y hasta 0,3 dB para fibras multimodo.

Limpieza y preparación: Se requiere una limpieza adecuada y corte preciso de las fibras antes del empalme. Cualquier suciedad o imperfección puede afectar el rendimiento del empalme.

Empalme por fusión vs. empalme mecánico: El empalme por fusión es el método preferido para minimizar las pérdidas, pero las normativas permiten empalmes mecánicos en ciertos escenarios, con directrices claras sobre cuándo es apropiado.

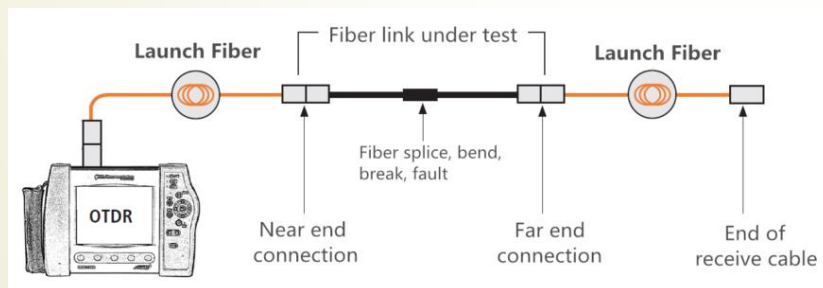
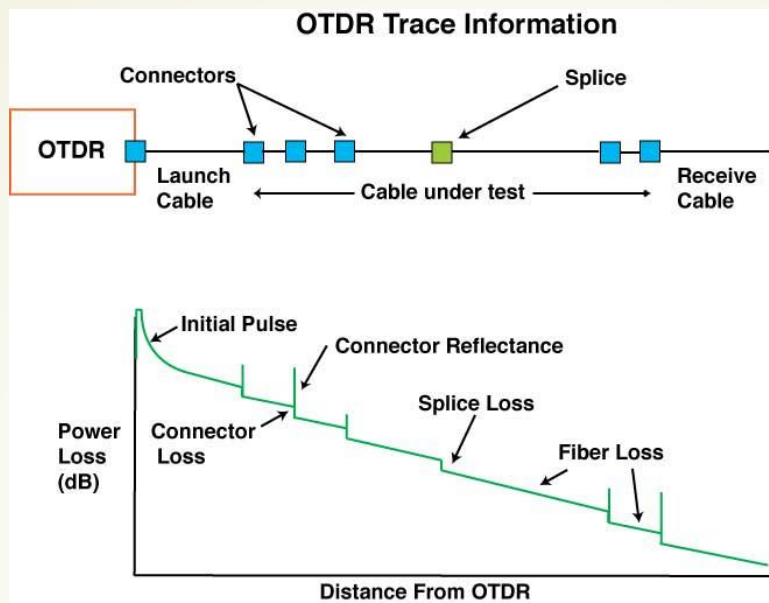
Las normativas exigen pruebas después del empalme, generalmente usando:

OTDR (Optical Time Domain Reflectometer): Reflectometría en el dominio del tiempo para medir las pérdidas y la integridad del empalme.

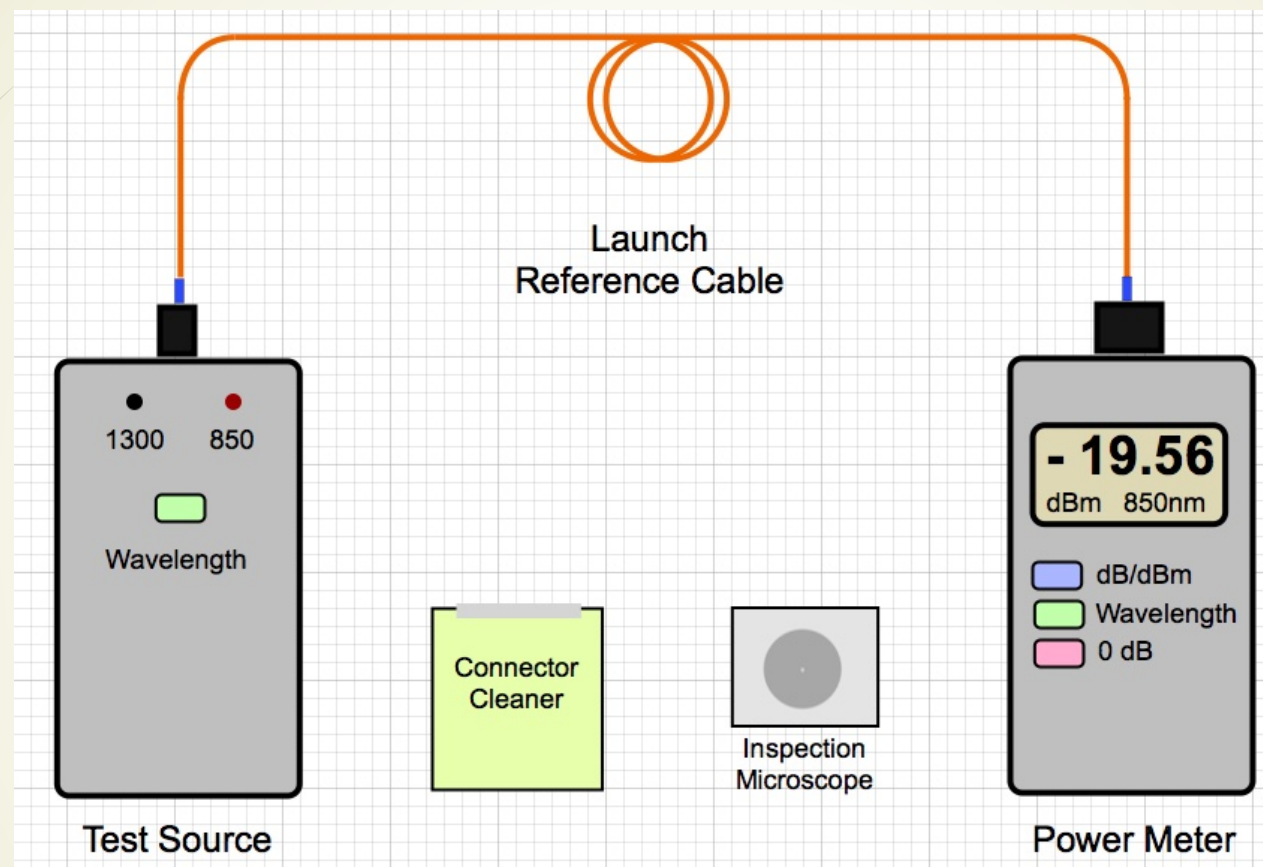
Medidores de potencia óptica: Para medir la pérdida total del enlace tras el empalme.



Recomendaciones y normativas en manipulación de sensores de fibra óptica, instalación y precauciones



Recomendaciones y normativas en manipulación de sensores de fibra óptica, instalación y precauciones



<https://www.thefoa.org/tech/ref/testing/Insertion%20Loss%20-%20VHO%20Lab/Insertion%20Loss%20-%20VHO%20Lab%20MM/IL-0dB-1.jpg>

Interrogadores de fibra óptica

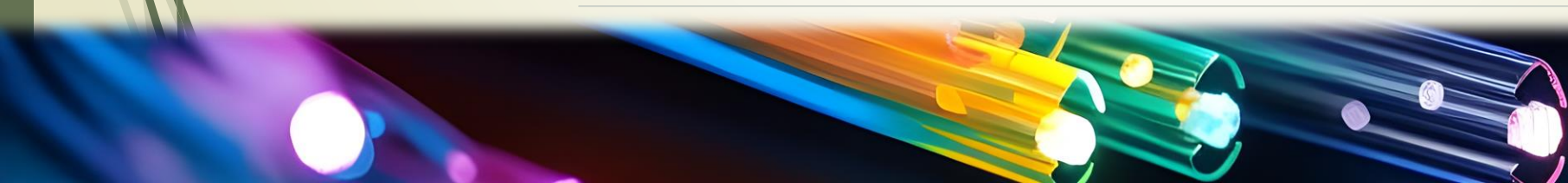
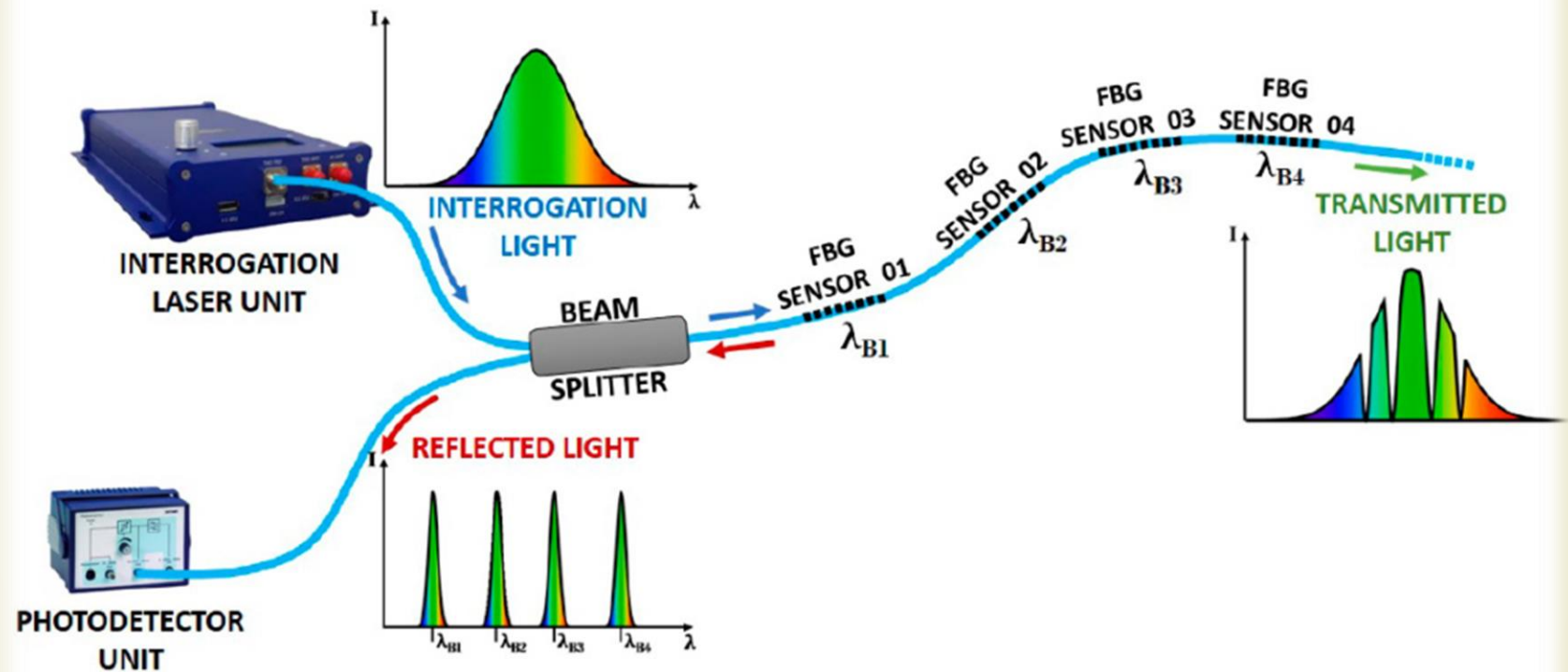


CS

Claudia Gerpa Imbett

Ph.D. Ingeniería

Interrogadores de fibra óptica





Interrogadores de fibra óptica

Lee o mide las señales de los sensores de fibra óptica, interpretando las variaciones en las características de la luz (longitud de onda) que viaja a través de la fibra.

Convierten las señales ópticas en datos útiles que pueden ser analizados. El interrogador emite luz a través de la fibra y recibe la señal óptica modificada por los sensores, interpreta estas variaciones de las propiedades ópticas y las convierte en mediciones físicas.

El interrogador procesa estas señales y las traduce en datos de las variables medidas lo que permite a los usuarios interpretar las condiciones del entorno monitoreado.

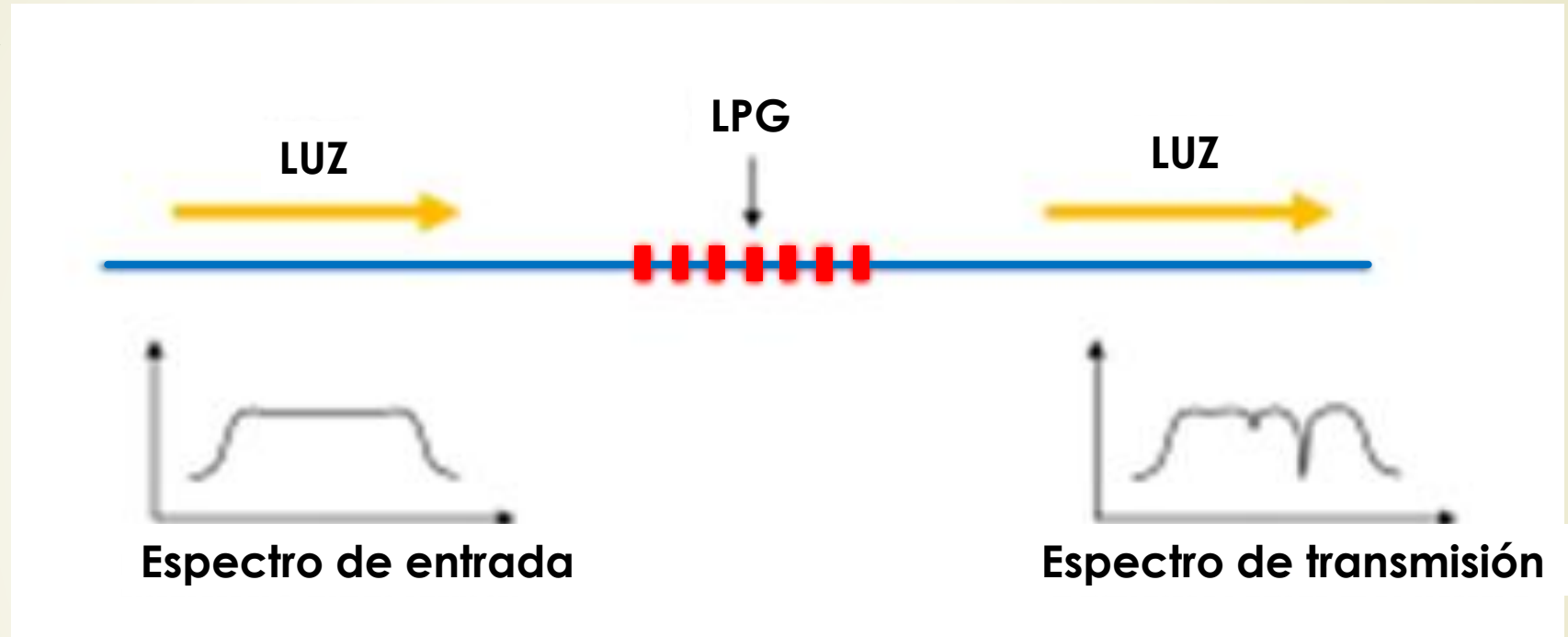
Tipos de interrogadores:

De rejillas de Bragg en fibra óptica (FBG) para medición de longitud de onda.

Interrogadores de sensores distribuidos para la medición de múltiples longitudes de onda.

Interrogadores de intensidad para la medición de la intensidad de la luz utilizando técnicas de filtrado + fotodiodos. Son más simples, pero menos precisos que los basados en la detección de longitud de onda.

Interrogadores de
fibra óptica

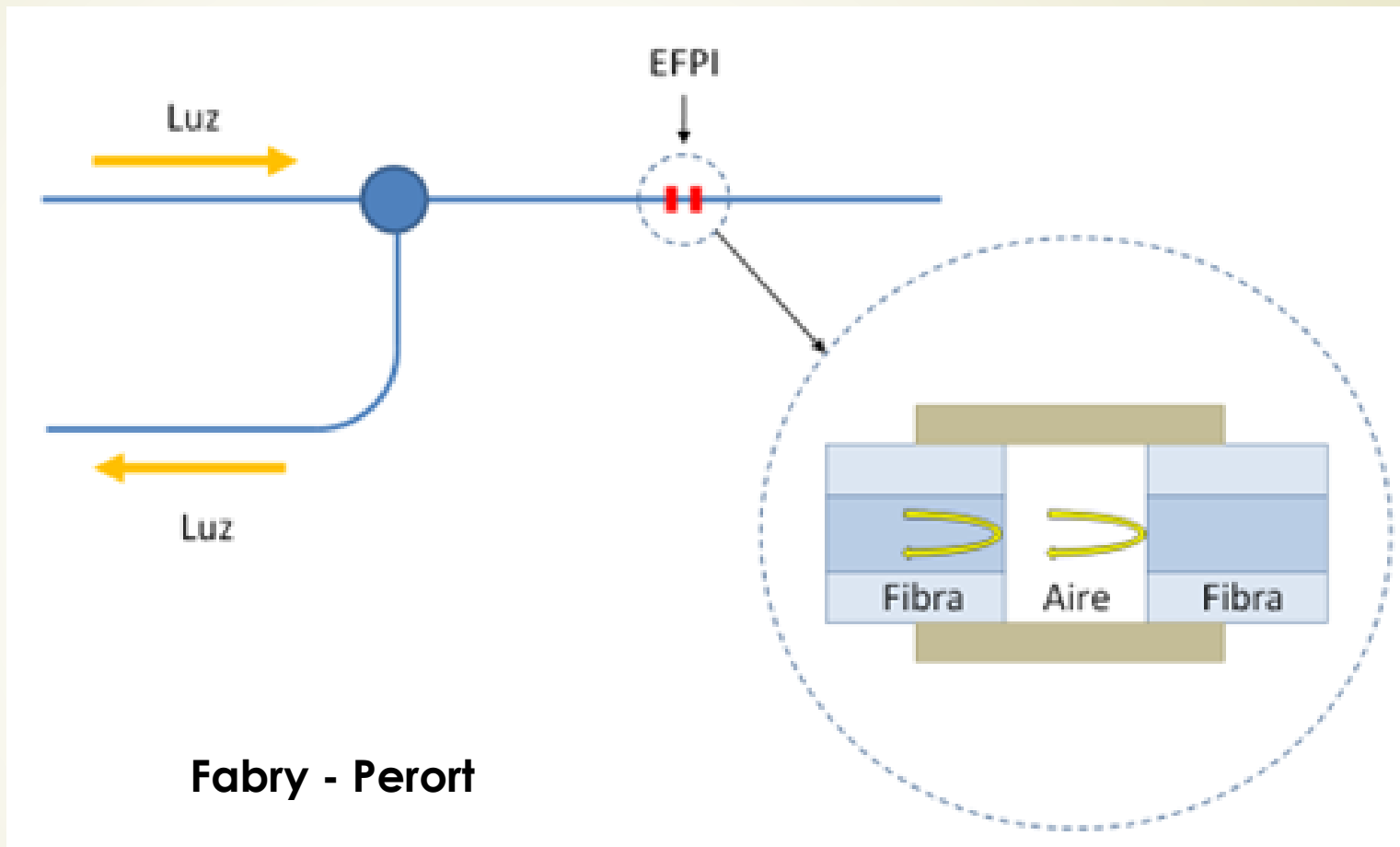


Redes de periodo largo

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2663014002/html/>

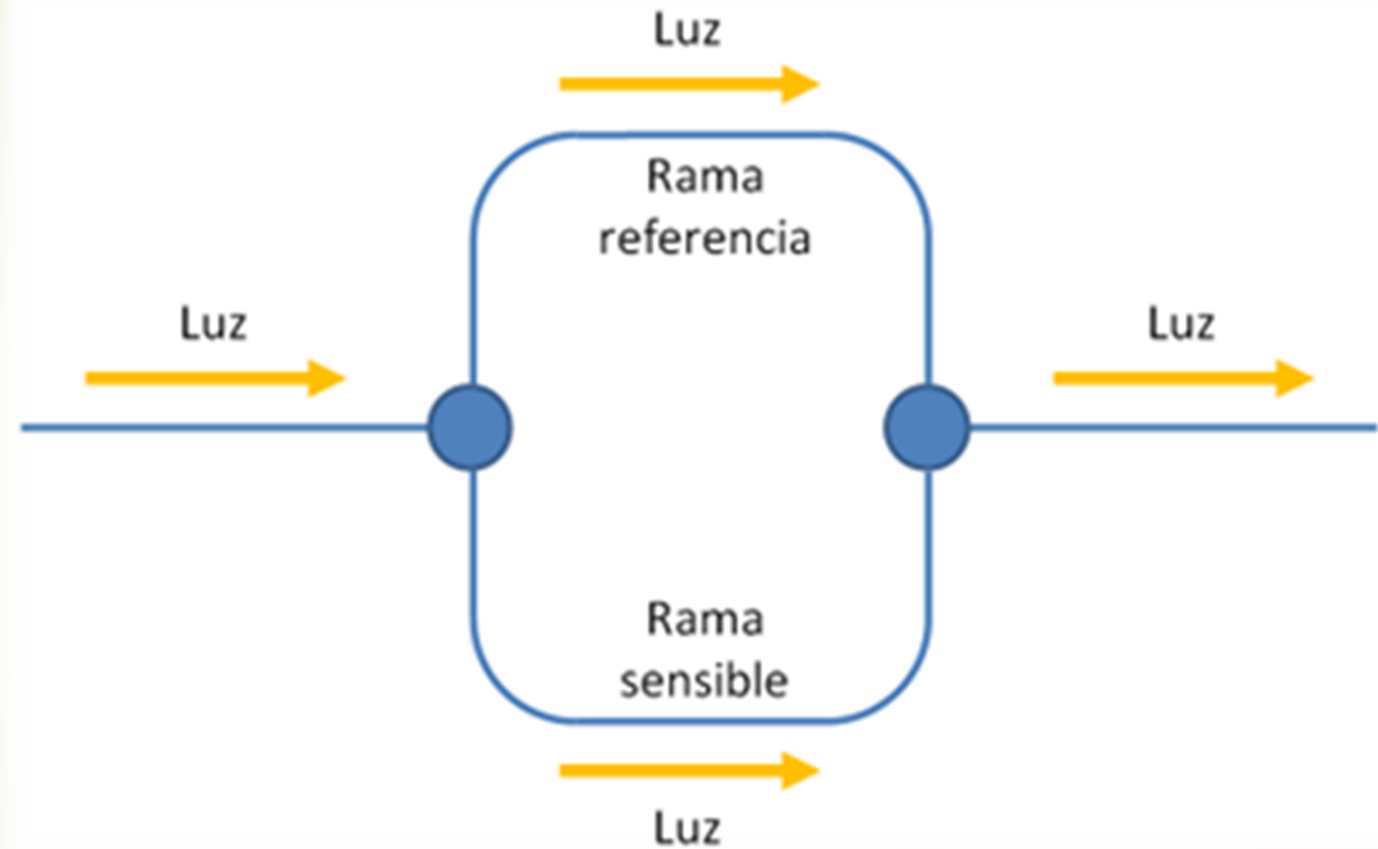


Interrogadores de
fibra óptica



<https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2663014002/html/>

Interrogadores de
fibra óptica

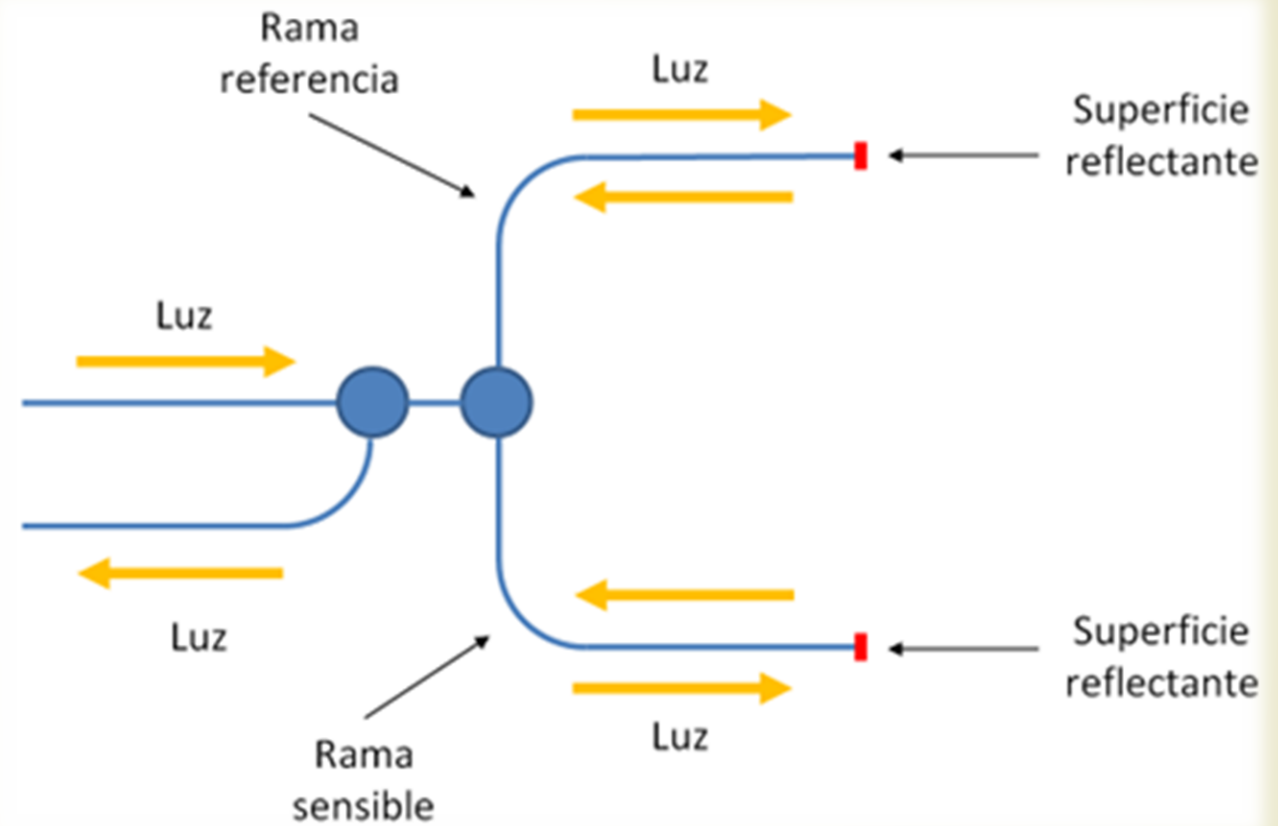


Interferometro de Mach Zender

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2663014002/html/>



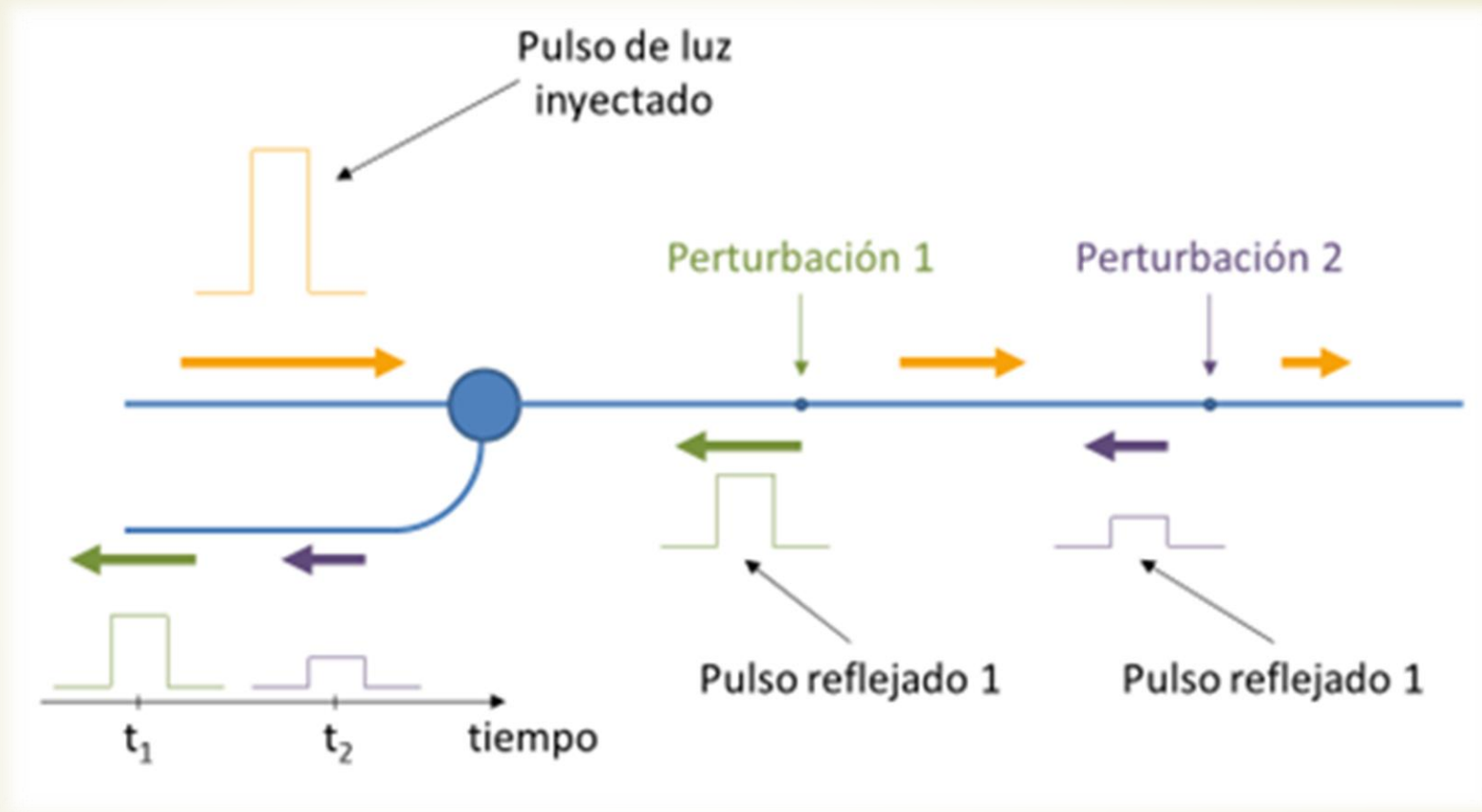
Interrogadores de
fibra óptica



Interferometro de Michelson

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2663014002/html/>

Interrogadores de
fibra óptica

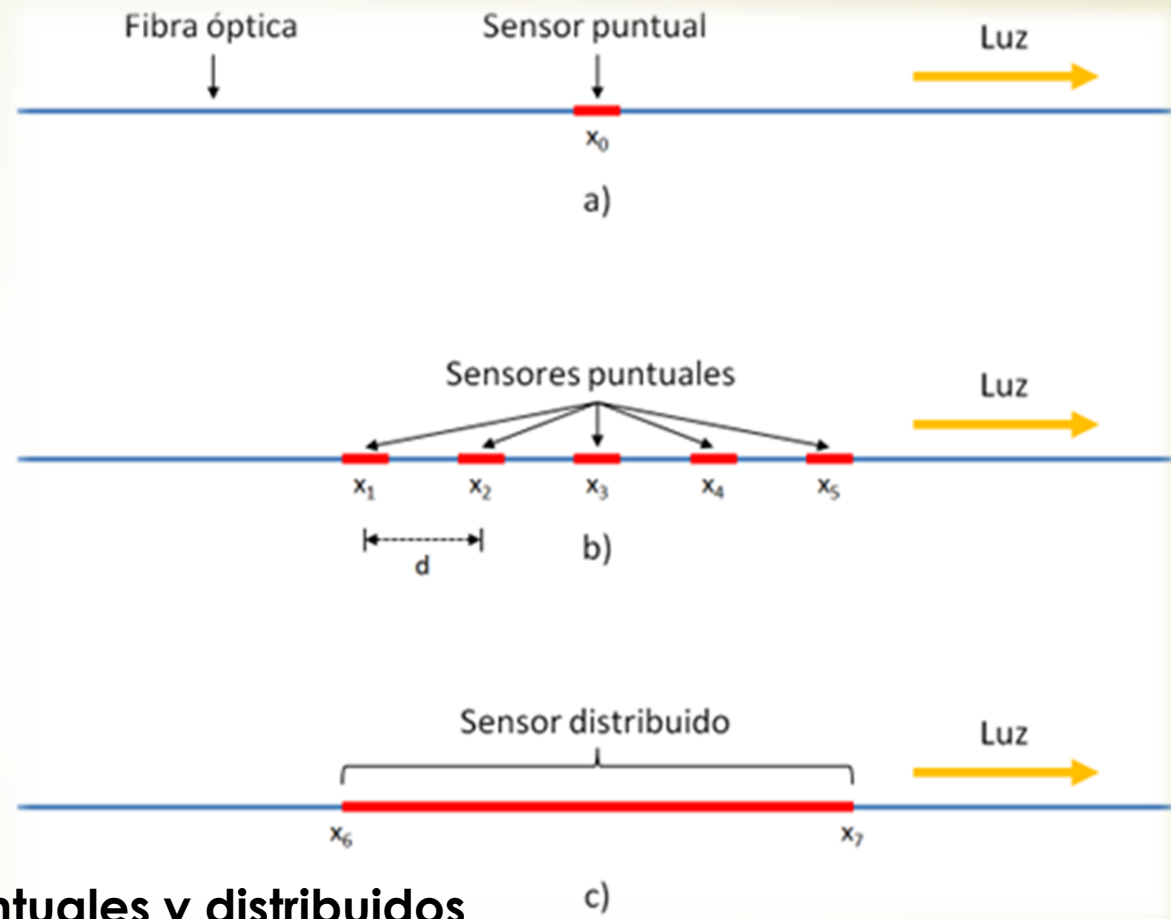


Reflectometría Óptica en el dominio del tiempo

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2663014002/html/>



Interrogadores de
fibra óptica



Sensores puntuales y distribuidos

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/266/2663014002/html/>

Inspección de instalación de sensores de fibra óptica



Inspección de instalación de sensores de fibra óptica

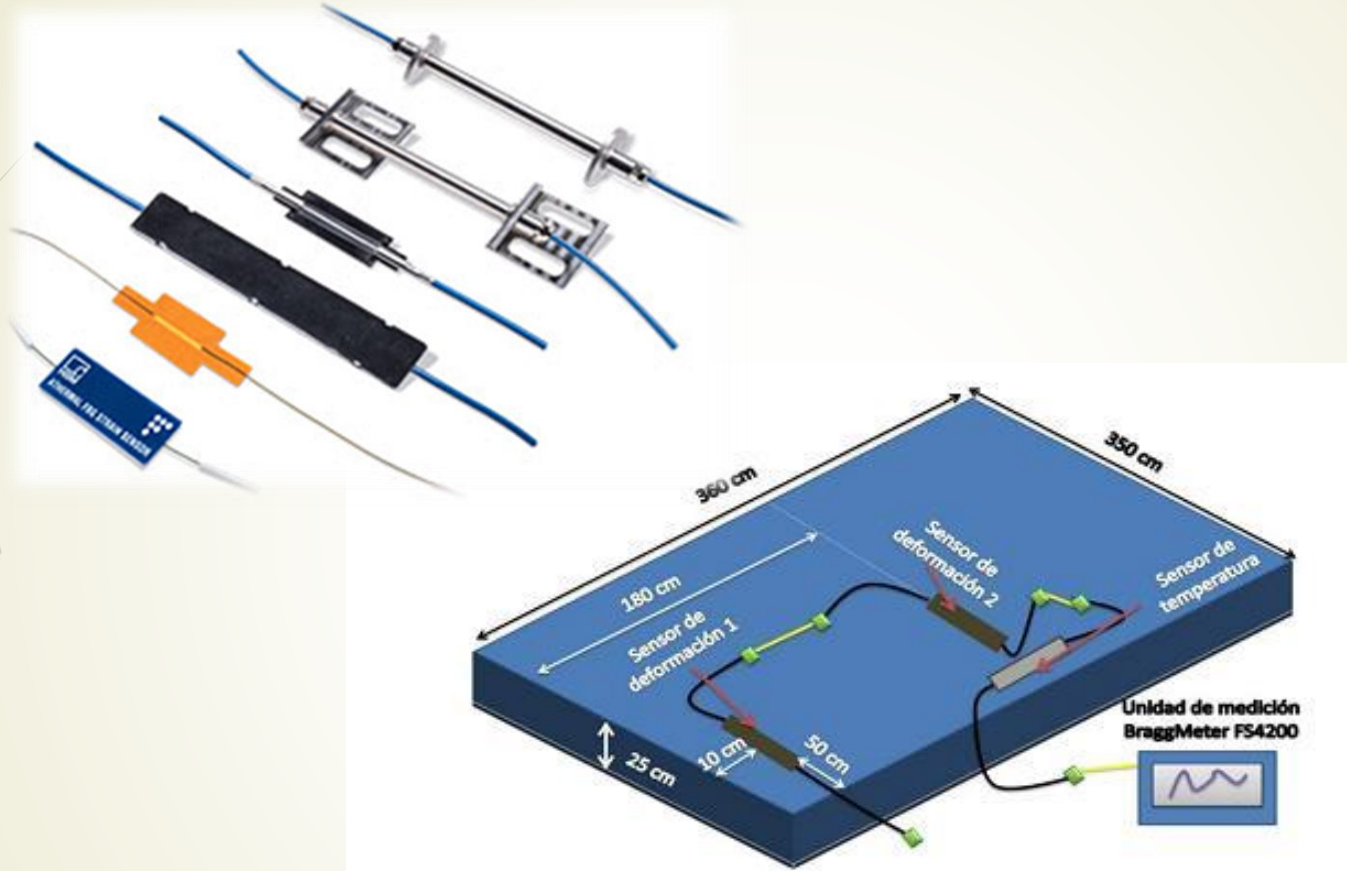
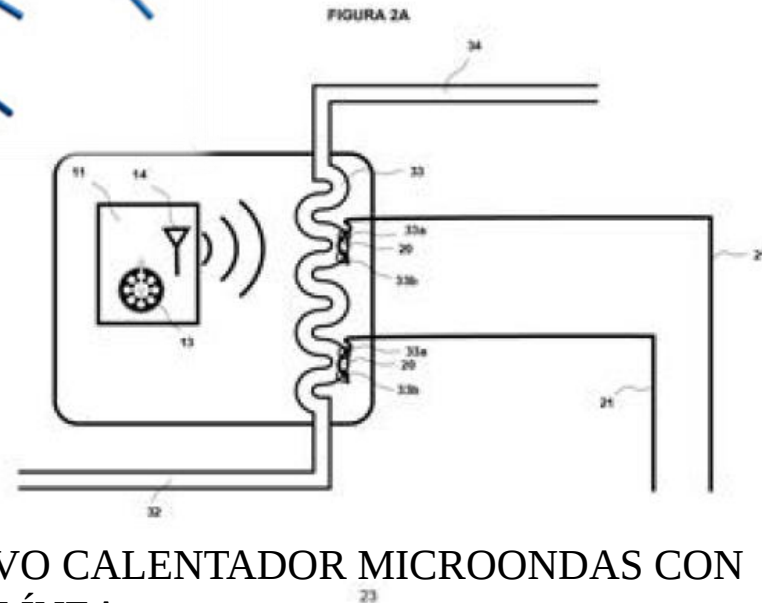
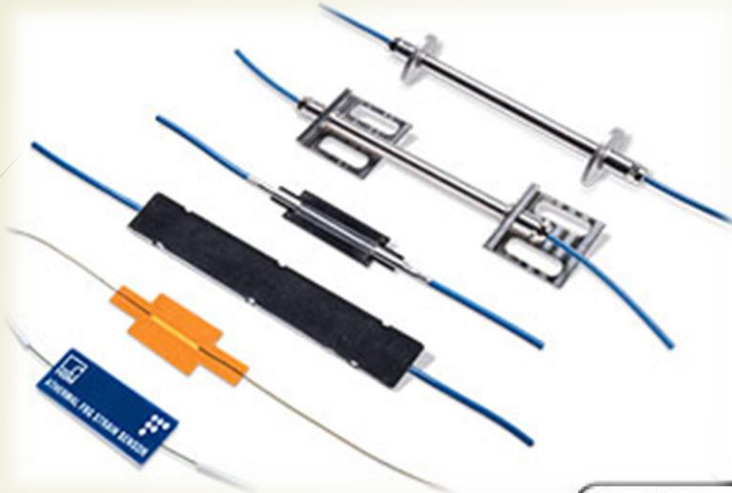


Figura 3: ubicación de los sensores de fibra óptica en una losa de concreto

[Medición de microdeformaciones en losas viales usando sensores de redes de Bragg en fibras ópticas \(scielo.org.co\)](http://scielo.org.co)

Inspección de
instalación
de sensores de
fibra óptica



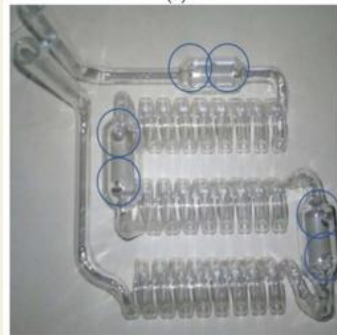
SISTEMA Y DISPOSITIVO CALENTADOR MICROONDAS CON
SENSADO PASIVO EN LÍNEA

Tipo: Patente de Invención Nacional

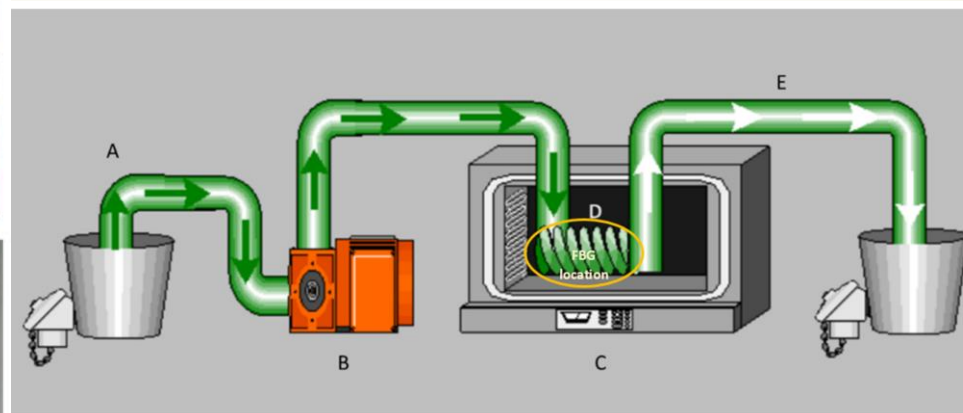
Inspección de instalación de sensores de fibra óptica



(a)



(b)



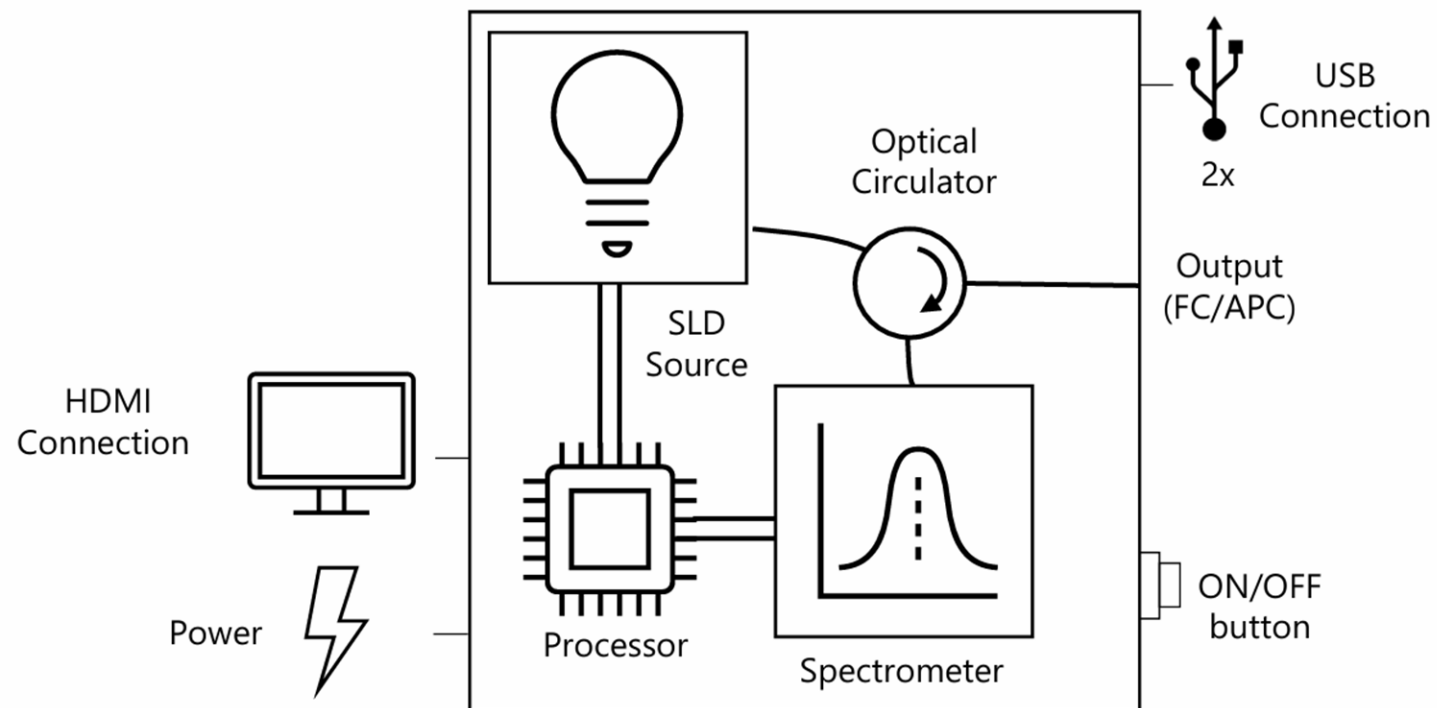
[Heating Device Based on Modified Microwave Oven: Improved to Measure Liquid Temperature by Using FBG Sensors \(mdpi.com\)](http://mdpi.com)

Revisión de hojas de datos de dos (2) equipos comerciales



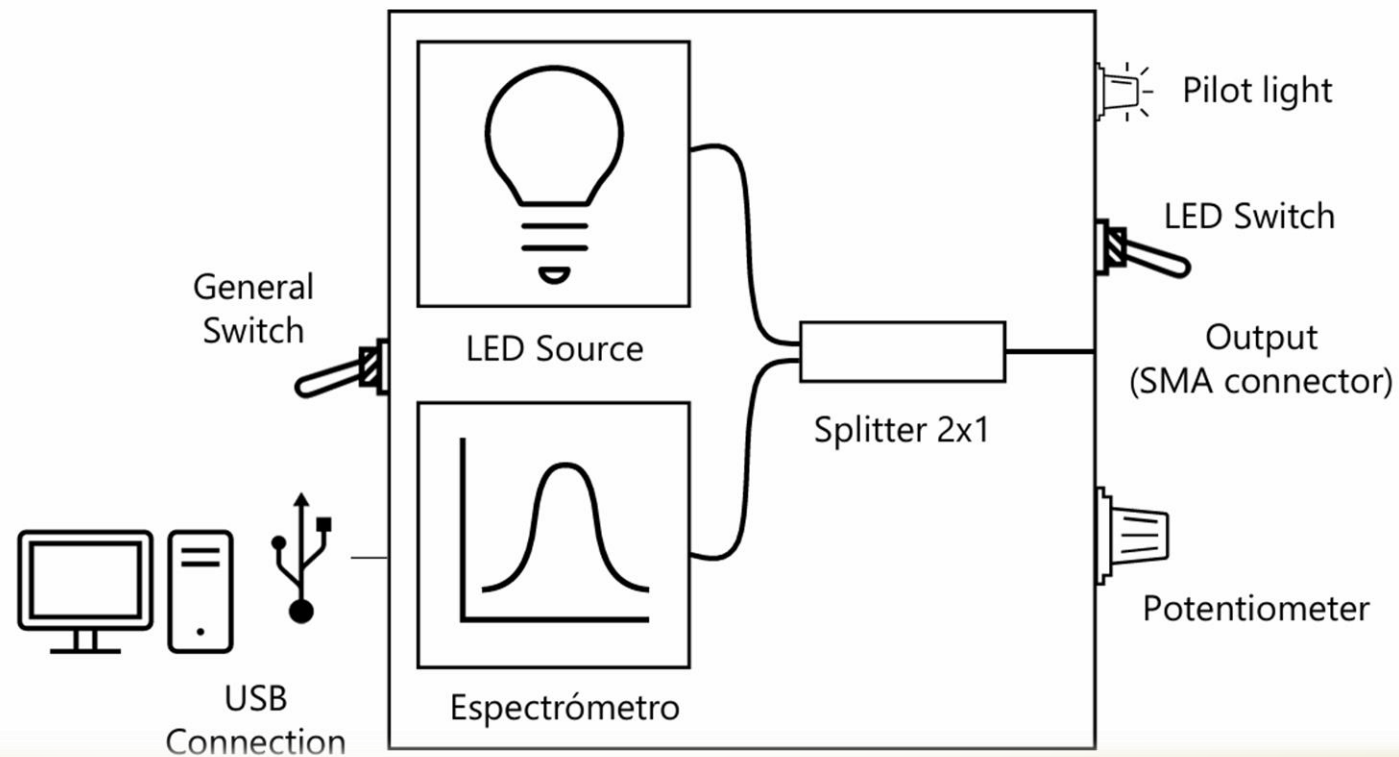
Revisión de hojas de
datos de dos (2)
equipos comerciales

2.1 Blocks diagram

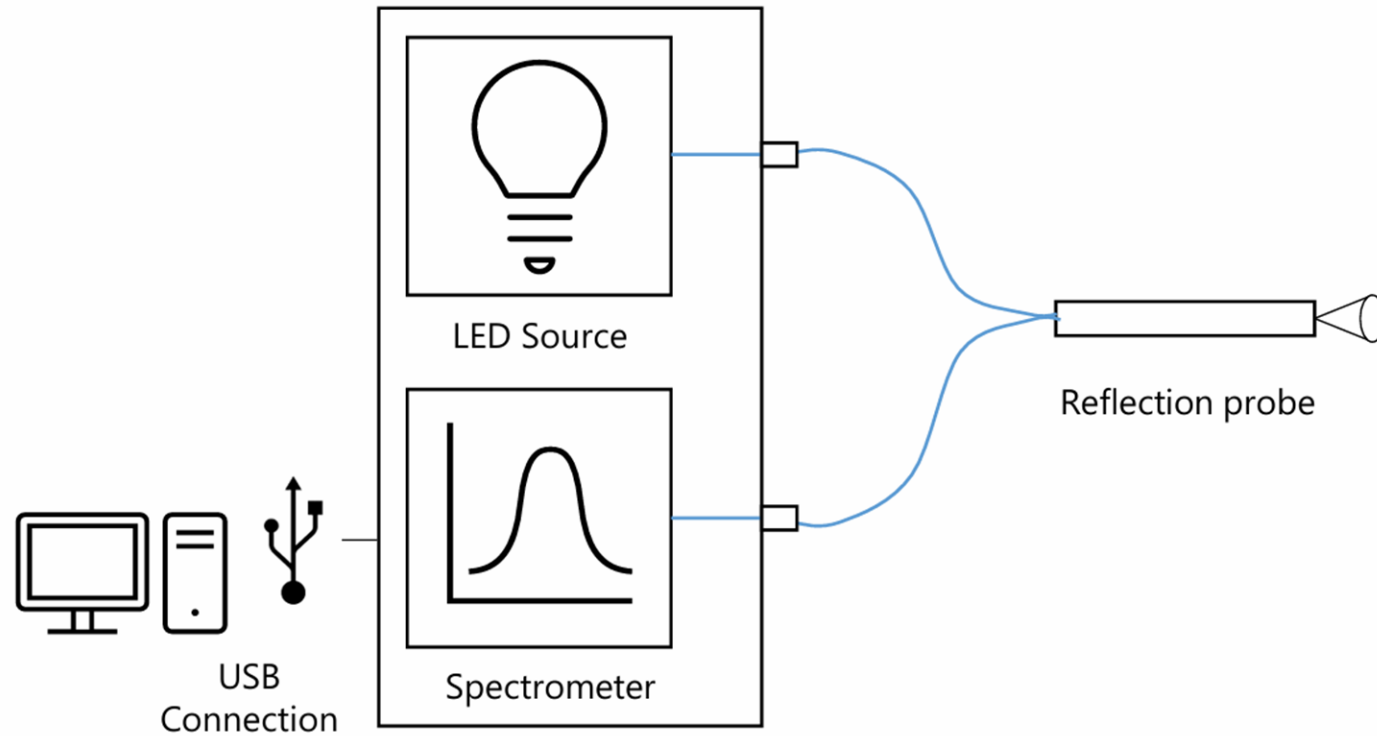


Revisión de hojas de
datos de dos (2)
equipos comerciales

2.1 Blocks diagram



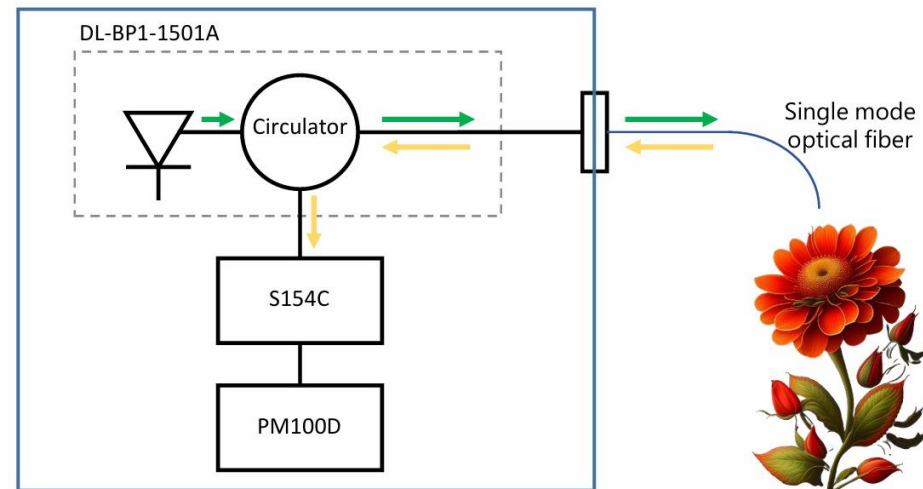
Revisión de hojas de
datos de dos (2)
equipos comerciales



Revisión de hojas de
datos de dos (2)
equipos comerciales

General characteristics

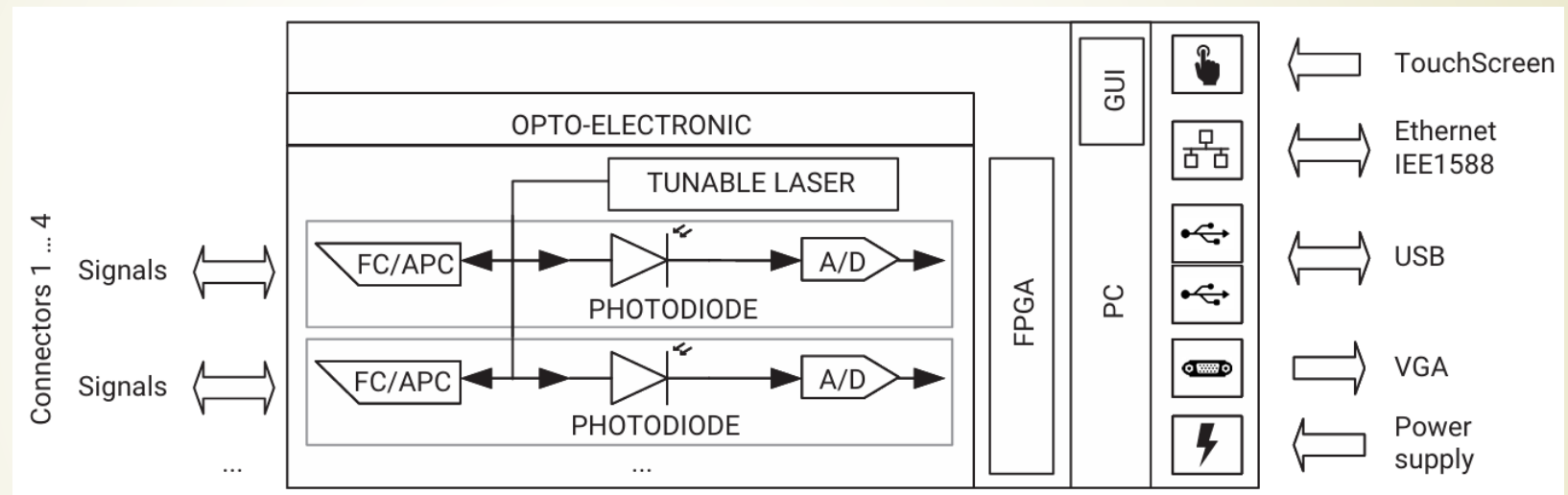
- InGaAs Photodiode S154C from Thorlabs:
 - Wavelength range between 800 and 1700 nm.
 - Optical Power Working Range of 100 pW to 3mW.
- SLED light source DL-BP1-1501A from Denselight:
 - Center wavelength: 1550 nm.
 - Optical power: 12 mW.
 - FWHM: 70 nm
 - Built-in circulator.



Equipment schematic

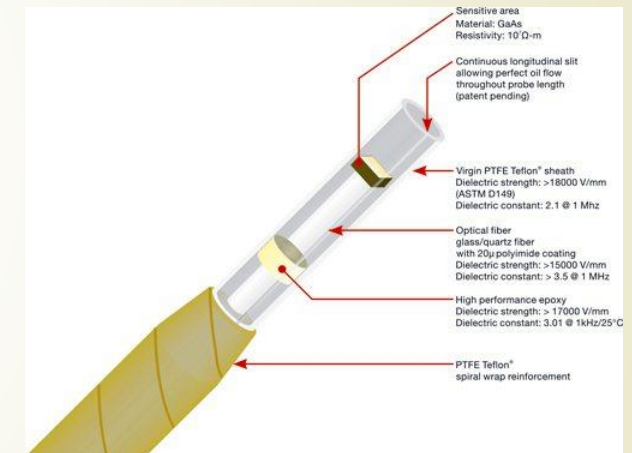
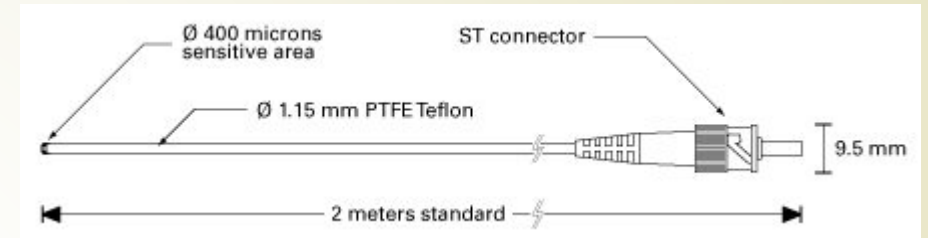
[MUSTANG Optical interrogator User Manual \(pyroistech.com\)](http://pyroistech.com)

Revisión de hojas de
datos de dos (2)
equipos comerciales



[FS42PI; Portable BraggMETER PI; Data sheet; B04205 \(hbm.com\)](#)

Revisión de hojas de datos de dos (2) equipos comerciales



[AP-M09-27L-02E Nomad-Touch-1503-low.pdf](#)
(qualitrolcorp.com)

[illegible]



CS

Claudia Gerpa Imbett

Ph.D. Ingeniería