



Tema 1: Capa Física

1ª PARTE: Tipos de Medios

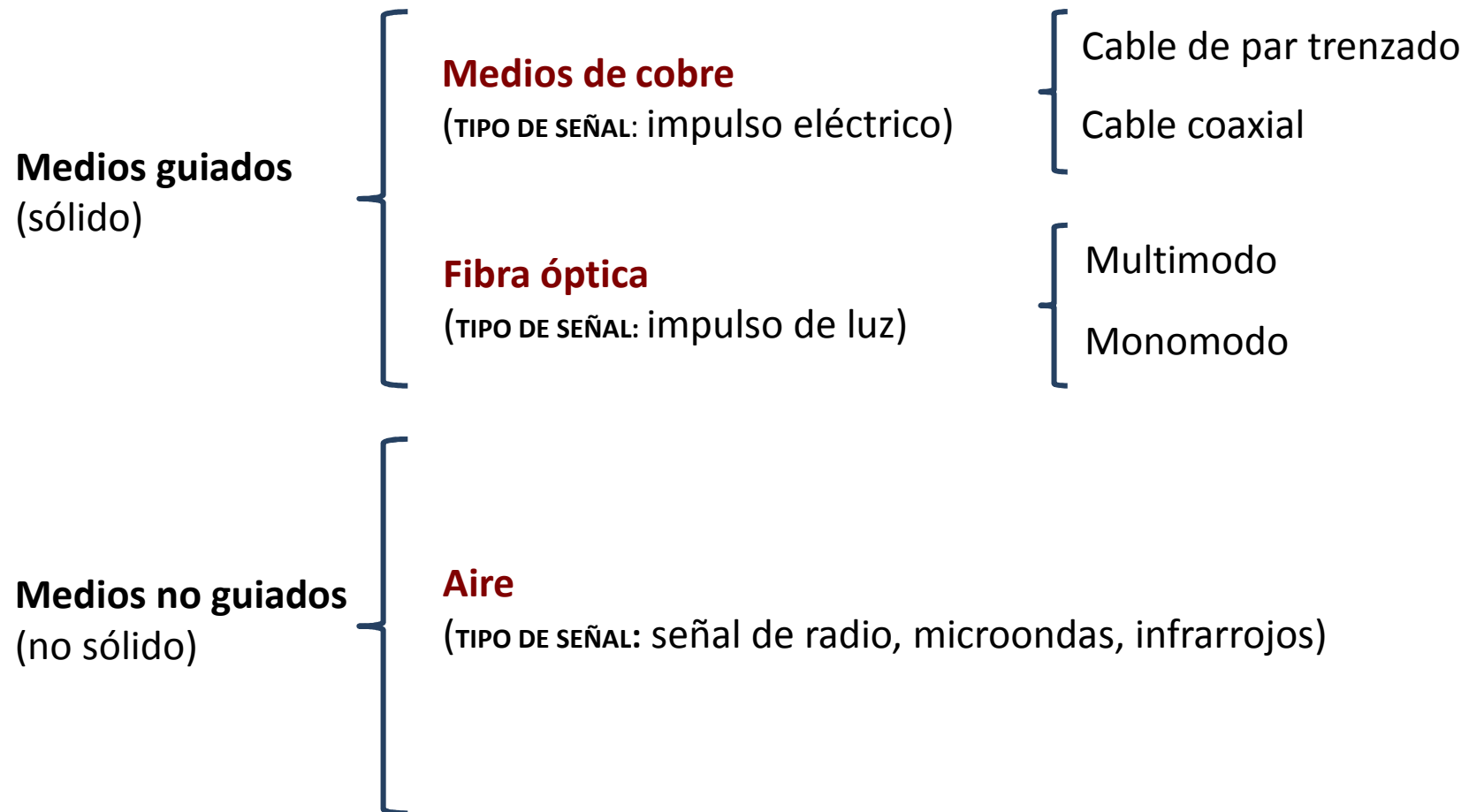
Redes de Computadores
Grado en Ingeniería Informática

Mercedes Rodríguez García

Índice 1ª PARTE

1. Tipos de medios
2. Medios de cobre
 - 2.1. Cable de par trenzado
 - 2.2. Cable coaxial
3. Fibra óptica
 - 3.1. Monomodo
 - 3.2. Multimodo
 - 3.3. Identificación monomodo/multimodo
 - 3.4. Cable submarino
4. Medios inalámbricos
 - 4.1. Espectro electromagnético
 - 4.2. Bandas de transmisión inalámbrica
 - 4.3. Antenas
5. Perturbaciones en medios de cobre
 - 5.1. Ruido
 - 5.1.1. Interferencia electromagnética (EMI)
 - 5.1.2. Interferencia de radiofrecuencia (RFI)
 - 5.1.3. Diafonía (crosstalk)
 - 5.1.4. Medidas paliativas
 - 5.2. Atenuación
6. Perturbaciones en otros tipos de medios

1. Tipos de medios



2. Medios de cobre:

2.1. Cable de par trenzado

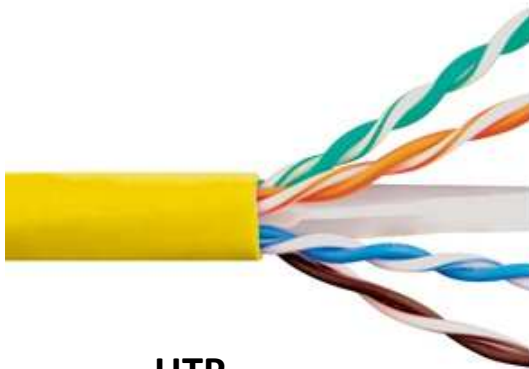
Cable:

UTP (Unshielded Twisted Pair) Cable con cuatro pares de hilos de cobre. Cada par de hilos está trenzado y se identifica con un código de color. El conjunto de pares está cubierto por un revestimiento de plástico flexible que protege al cable del daño físico.

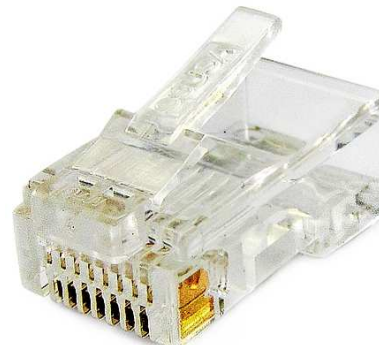
Conector:

RJ-45

Distancia máxima: 100 m (para UTP y variantes).



-UTP-



-RJ-45 MACHO-



-RJ-45 HEMBRA-

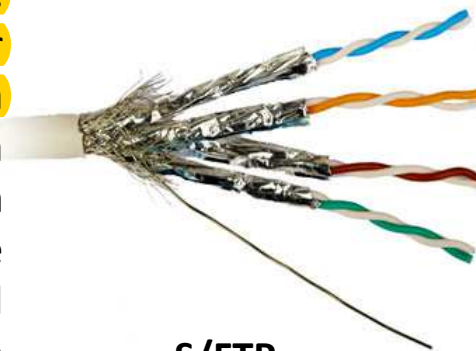
2. Medios de cobre:

2.1. Cable de par trenzado

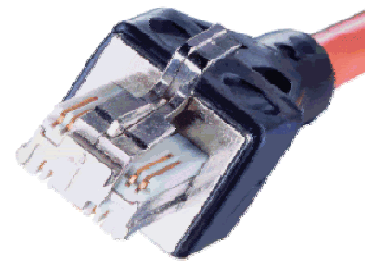
Cable: **S/FTP (Screened braid outer with individual screened foil twisted pairs)** Antiguamente conocido como S-STP. Cable con cuatro pares de hilos de cobre y un cable de drenaje (masa). Cada par de hilos está trenzado y apantallado con una lámina de aluminio. A su vez, todo el conjunto de pares está blindado por una malla de cobre estañada.

Conector: GG45 y TERA

CUIDADO el cable de drenaje tiene que estar debidamente conectado a tierra; de lo contrario, la malla de cobre estañada en lugar de comportarse como blindaje contra el ruido podría actuar como antena.



-S/FTP-



-GG45 MACHO-



-GG45 HEMBRA-

2. Medios de cobre:

2.1. Cable de par trenzado

Cable:

SF/UTP (Screened braid and foil outer with unscreened twisted pairs) Antiguamente conocido como S-FTP. Esta es otra variante de cable de par trenzado blindado. Aquí, los pares no están blindados de forma individual, en su lugar, hay dos blindajes que cubren todo el conjunto de pares: una lámina de aluminio y una malla de cobre estañado.

<http://www.dttuk.co.uk/faqs.htm#faq162>

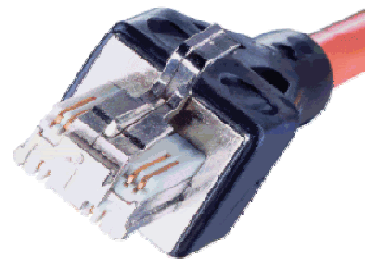


Conector:

GG45, TERA



-SF/UTP-



-GG45 MACHO-



-GG45 HEMBRA-

2. Medios de cobre:

2.1. Cable de par trenzado

Vídeos explicativos

Instalación de un conector RJ-45 hembra:

<http://www.siemon.com/share/video/instructions/utp-s310-connector-view.asp>

Instalación de un conector RJ-45 hembra (tool-less):

<http://www.siemon.com/share/video/instructions/utp-tool-less-max-module-view.asp>

Instalación de un conector GG45 hembra:

<http://www.youtube.com/watch?v=zu99XP9sbTU>

<http://www.youtube.com/watch?v=DbMTF8UmEoE>

Instalación de un conector TERA hembra:

<http://www.siemon.com/share/video/instructions/tera-outlet-termination-video-view.asp>

2. Medios de cobre:

2.1. Cable de par trenzado

Documentación adicional

Conector TERA:

https://www.siemon.com/la/company/press_releases/06-08-01_tera.asp

https://www.siemon.com/e-catalog/ECAT_GI_page.aspx?GI_ID=wa_tera-4-pair-outlet

Aplicaciones de un conector TERA modular:

http://www.siemon.com/share/video/learn/08-05-06_danielle/08-05-06_danielle-view.asp

Cable categoría 7:



https://www.siemon.com/la/white_papers/07-10-09-demystifying.asp

https://www.siemon.com/la/white_papers/10-01-07-category7.asp

2. Medios de cobre:

2.1. Cable de par trenzado

La norma TIA/EIA-568A clasifica los cables de par trenzado en **categorías**, basándose en la frecuencia máxima soportada.

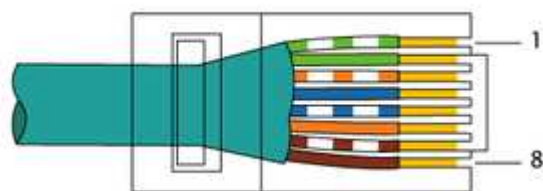
Categoría	Cable	Frecuencia máxima	Aplicación
...			
Cat 5	UTP	100 MHz	Fast Ethernet 
Cat 5e	UTP	100-200 MHz	Gigabit Ethernet 
Cat 6	UTP, F/UTP	250 MHz	Gigabit Ethernet
Cat 6a	U/FTP, F/UTP	500 MHz	10 Gigabit Ethernet
Cat 7	F/FTP, S/FTP	600 MHz	10 Gigabit Ethernet
Cat 7a	F/FTP, S/FTP	1000 MHz	10 Gigabit Ethernet
Cat 8	S/FTP	1200 MHz	En desarrollo

5. Medios de cobre:

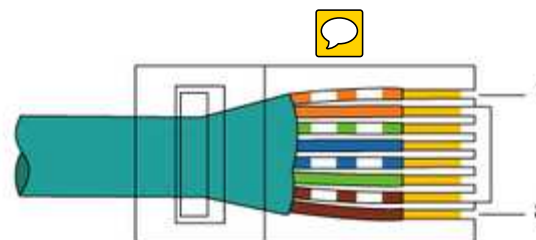
5.1. Cable de par trenzado

Tipos de cables según terminaciones

Tipo de cable	Terminaciones	Aplicación
Directo	Ambos extremos 568A o ambos extremos 568B	Conectar dos equipos de distinto tipo p.e. PC - Switch
Cruzado	Un extremo 568A y el otro extremo 568B	Conectar dos equipos de igual tipo p.e. Switch - Switch
Transpuesto	Un extremo 568A o 568B y el otro extremo orden de hilos inverso (patentado por Cisco)	Conectar PC al puerto de consola de un switch o router



EIA/TIA-568A



EIA/TIA-568B



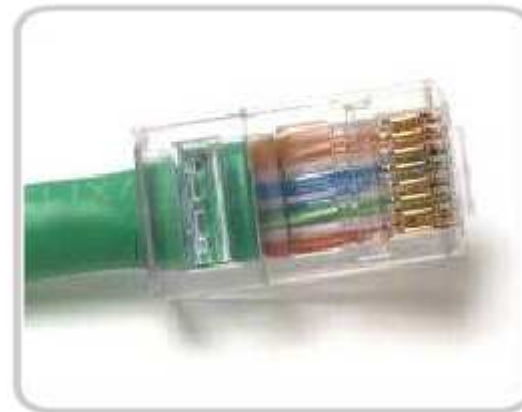
5. Medios de cobre:

5.1. Cable de par trenzado

Terminaciones correctas



Conector defectuoso: Los hilos están sin trenzar en un trecho demasiado largo.



Conector correcto: Los hilos están sin trenzar sólo en el trecho necesario para unir el conector.

Las terminaciones inadecuadas pueden afectar negativamente a la transmisión, es más susceptible al ruido.

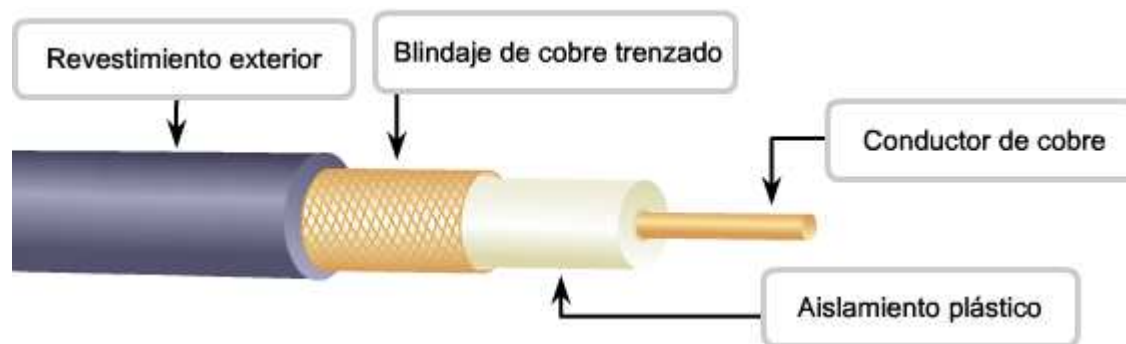
2. Medios de cobre:

2.2. Cable Coaxial

Cable: Conductor de cobre central rodeado de un aislante flexible. Sobre el aislante hay una malla de cobre que actúa como blindaje. Por último, un revestimiento exterior protege el conjunto.

Conector: BNC, F

Distancia máxima: 500 m



2. Medios de cobre:

2.2. Cable Coaxial

Usos: Indicado para transportar señales de radiofrecuencia elevadas mediante cableado, especialmente señales de televisión por cable (CATV).

http://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_por_cable

http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Proveedores_de_televisi%C3%B3n_por_cable

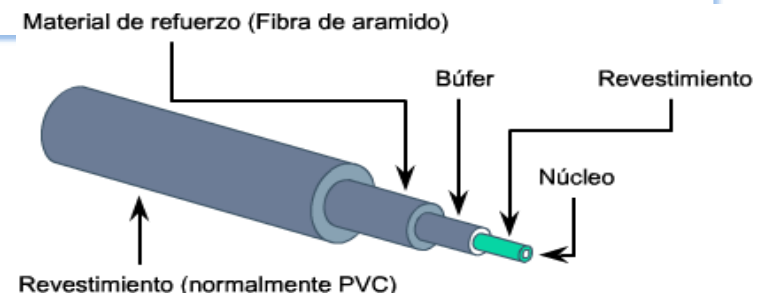
Actualmente, los ISP proporcionan **conectividad a Internet + TV + telefonía** en una misma conexión. Para ofrecer este servicio, se utiliza fibra óptica. Sin embargo, en muchos servicios, la conexión final hacia las instalaciones del cliente es cable coaxial (**HFC** -Híbrida de Fibra y Coaxial-)

http://es.wikipedia.org/wiki/Hybrid_Fibre_Coaxial

El término radiofrecuencia o RF se aplica a la banda entre 3 KHz y 300 GHz del espectro electromagnético.

3. Fibra óptica

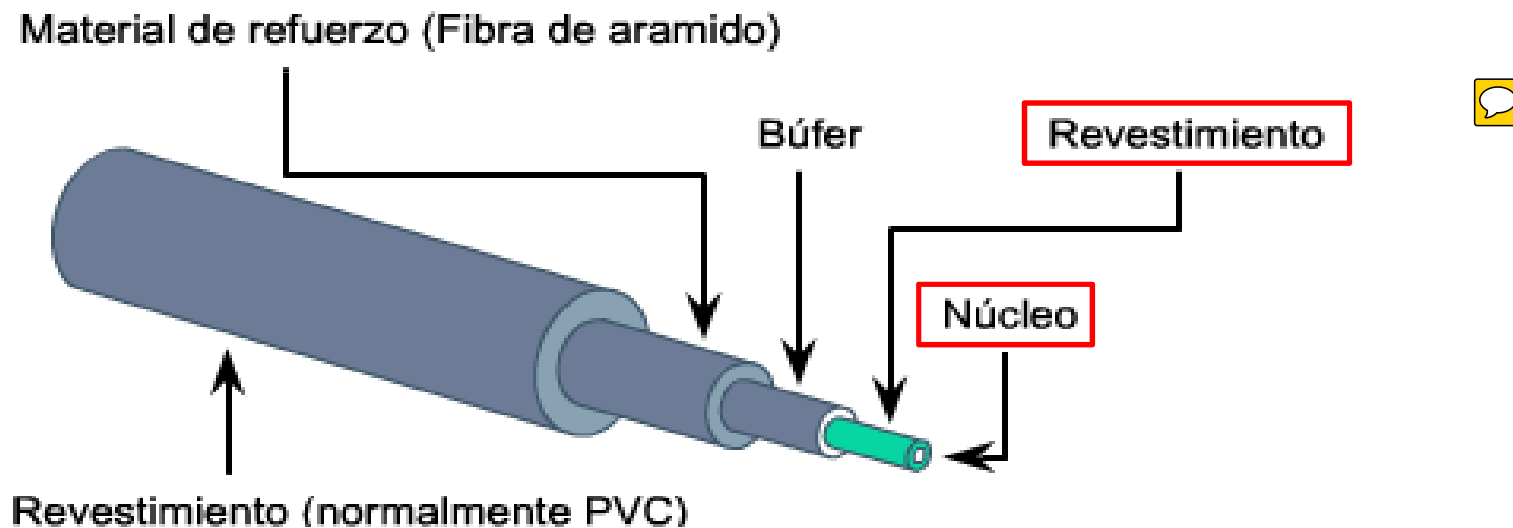
Cable:	En el centro está el núcleo, fibra de vidrio por donde circulan los pulsos de luz. El núcleo está rodeado por un revestimiento con características ópticas distintas para evitar fugas de luz. Las demás capas son un conjunto de materiales de refuerzo.
Conector:	ST, SC, LC
Fuente de luz:	Láser o LED (Diodo de Emisión de Luz)
Detector:	Fotodiodo (dispositivo electrónico semiconductor que detecta los impulsos de luz para convertirlos en voltajes).



3. Fibra óptica

Los cables de fibra óptica se designan por **diámetro Núcleo/diámetro Revestimiento**

Ejemplo: un cable de fibra con núcleo de 62,5 μm (micrones) de diámetro y revestimiento de 125 μm es designado por **62,5/125 μm** .



3. Fibra óptica

Se requieren dos fibras para realizar una operación **full duplex** ya que la luz sólo puede viajar en una dirección a través de un hilo de fibra óptica.



AUNQUE TAMBIÉN EXISTE: comunicación full-duplex empleando un único hilo de fibra ¿cómo? utilizando la técnica WDM (con esta técnica se pueden multiplexar varias señales sobre una fibra óptica mediante portadoras de diferente longitud de onda)

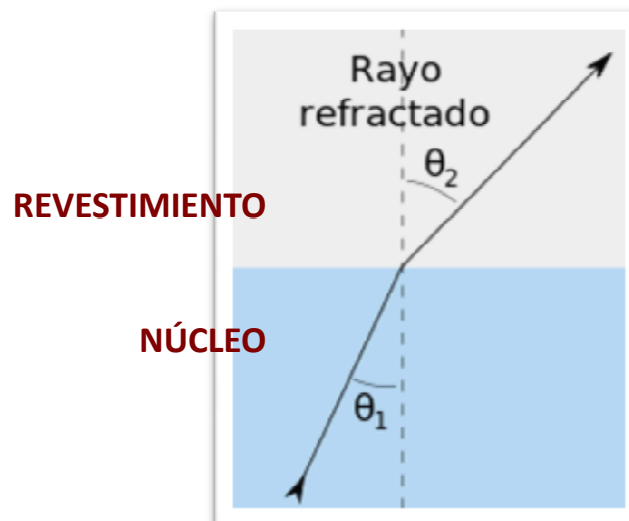
http://www.phoenixcontact.com/global/news/248_76978.htm

http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_de_longitud_de_onda



3. Fibra óptica

Refracción: Cuando un haz de luz pasa de un medio a otro que tiene diferente densidad óptica, la dirección del haz cambia.



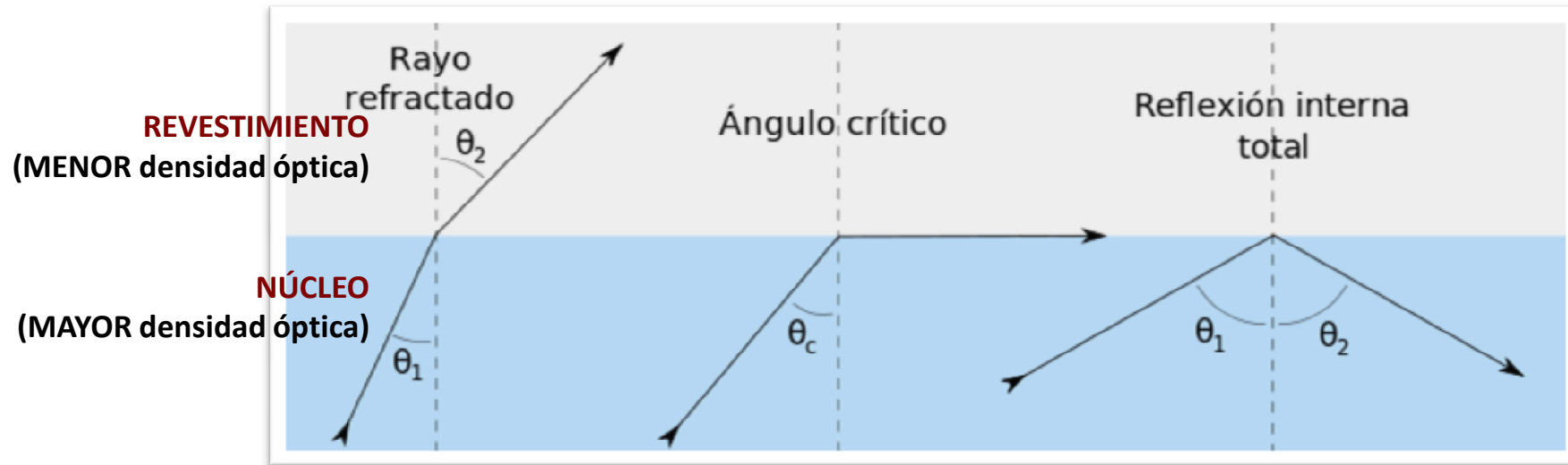
θ_2 es el ángulo de refracción

θ_1 es el ángulo de incidencia

El ángulo de refracción depende de dos factores:

- El ángulo de incidencia.
- La densidad óptica de los materiales (también llamada índice de refracción).

3. Fibra óptica



A medida que aumenta el ángulo de incidencia, aumenta el ángulo de refracción. Cuando el ángulo de refracción alcanza los 90° , se dice que el ángulo de incidencia ha alcanzado el ángulo crítico.

Si el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico, el haz de luz se refleja completamente (no hay fugas en la fibra).

3. Fibra óptica

Diseñando un cable de fibra óptica.- Para conseguir que una fibra guíe las ondas de luz sin pérdidas por refracción, han de darse dos condiciones:

- El ángulo de incidencia debe ser mayor que el ángulo crítico.
- El índice de refracción (densidad óptica) del núcleo debe ser mayor que el del revestimiento.

CUIDADO al curvar demasiado un cable de fibra se puede cambiar el ángulo de incidencia. Esto podría provocar fugas.



3. Fibra óptica:

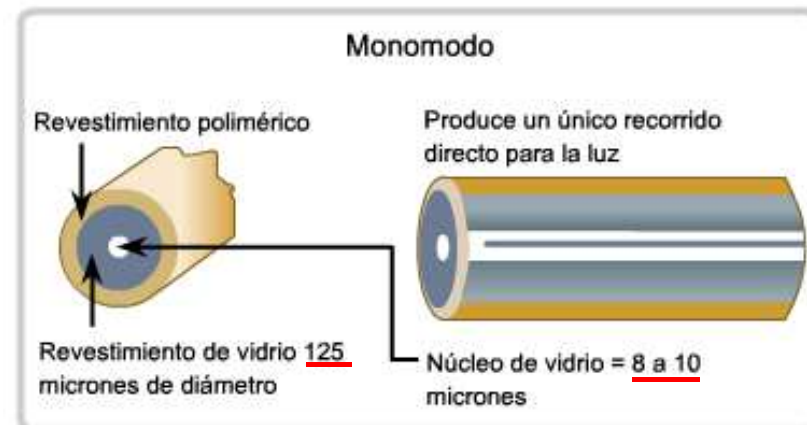
3.1. Monomodo

Fuente de luz: **Laser**. La luz que emite el laser es coherente, se concentra en un solo haz.

Este haz tiende a propagarse en línea recta por el núcleo. Como sólo hay **un camino** (modo) por donde circula, la fibra se denomina monomodo.

El núcleo es muy pequeño.

Soporta distancias de transmisión largas.



- Núcleo pequeño
- Menor dispersión
- Adecuado para aplicaciones de larga distancia (hasta 100km, 62,14 millas)
- Utiliza láser como fuente de luz, a menudo en backbones de campus, para distancias de varios miles de metros

3. Fibra óptica:

3.1. Monomodo



Conector Suscriptor (SC)



Conector Lucent (LC)

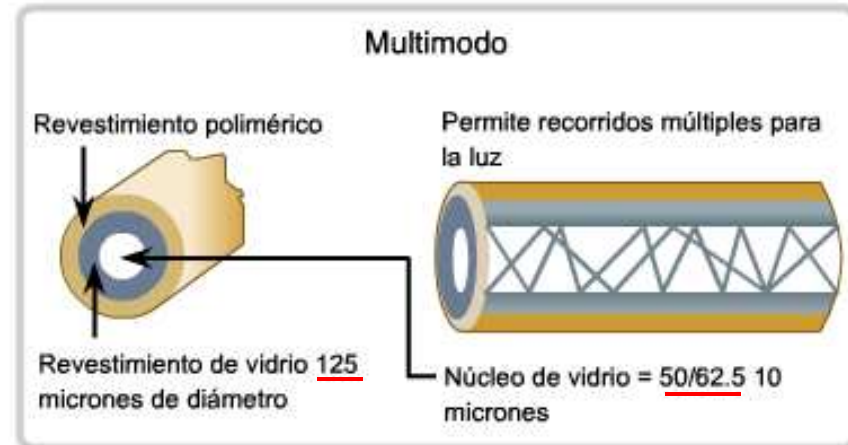
3. Fibra óptica:

3.2. Multimodo

Fuente de luz: **LED**. La luz que emite un LED es incoherente, es decir, se dispersa (varios haces).

El núcleo de fibra multimodo es mayor que el monomodo para que puedan circular los diferentes haces, cada uno sigue una trayectoria (modo) diferente.

Los haces tienen distintos ángulos de incidencia, como consecuencia, no llegarán a la vez al receptor (**dispersión modal**). A medida que aumenta la longitud de la fibra, también aumenta la dispersión modal, por este motivo, las distancias de transmisión son mucho menores que en las monomodo.

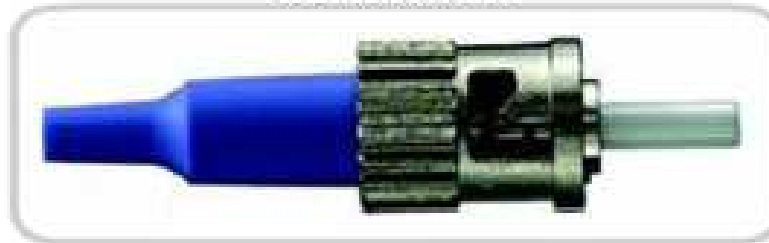


- Núcleo mayor que el del cable monomodo (50 micrones o superior)
- Permite mayor dispersión y, por lo tanto, pérdida de señal
- Usado para aplicaciones de larga distancia, pero para menores distancias que el monomodo (hasta ~2km, 6560pies)
- Usa LED como fuente de luz a menudo en las LAN o para distancias de unos doscientos metros dentro de una red de campus

3. Fibra óptica:

3.2. Multimodo

Conector ST



El conector de punta recta (ST) es ampliamente usado con la fibra multimodo



Conector Lucent (LC)



Conector Lucent (LC) duplex

3. Fibra óptica

3.3. Identificación monomodo/multimodo

El color de la cubierta exterior suele utilizarse para identificar si un cable de fibra es monomodo o multimodo, pero éste no es un método fiable. El estándar TIA-598C sugiere que la cubierta exterior sea **amarilla para la fibra monomodo**, y **naranja para la fibra multimodo**. Para salir de dudas, lo mejor es leer las especificaciones del cable impresas en la cubierta.



¿Qué puedes comentar sobre el cableado submarino?

¿Qué importancia tiene este tipo de medio en las comunicaciones globales?

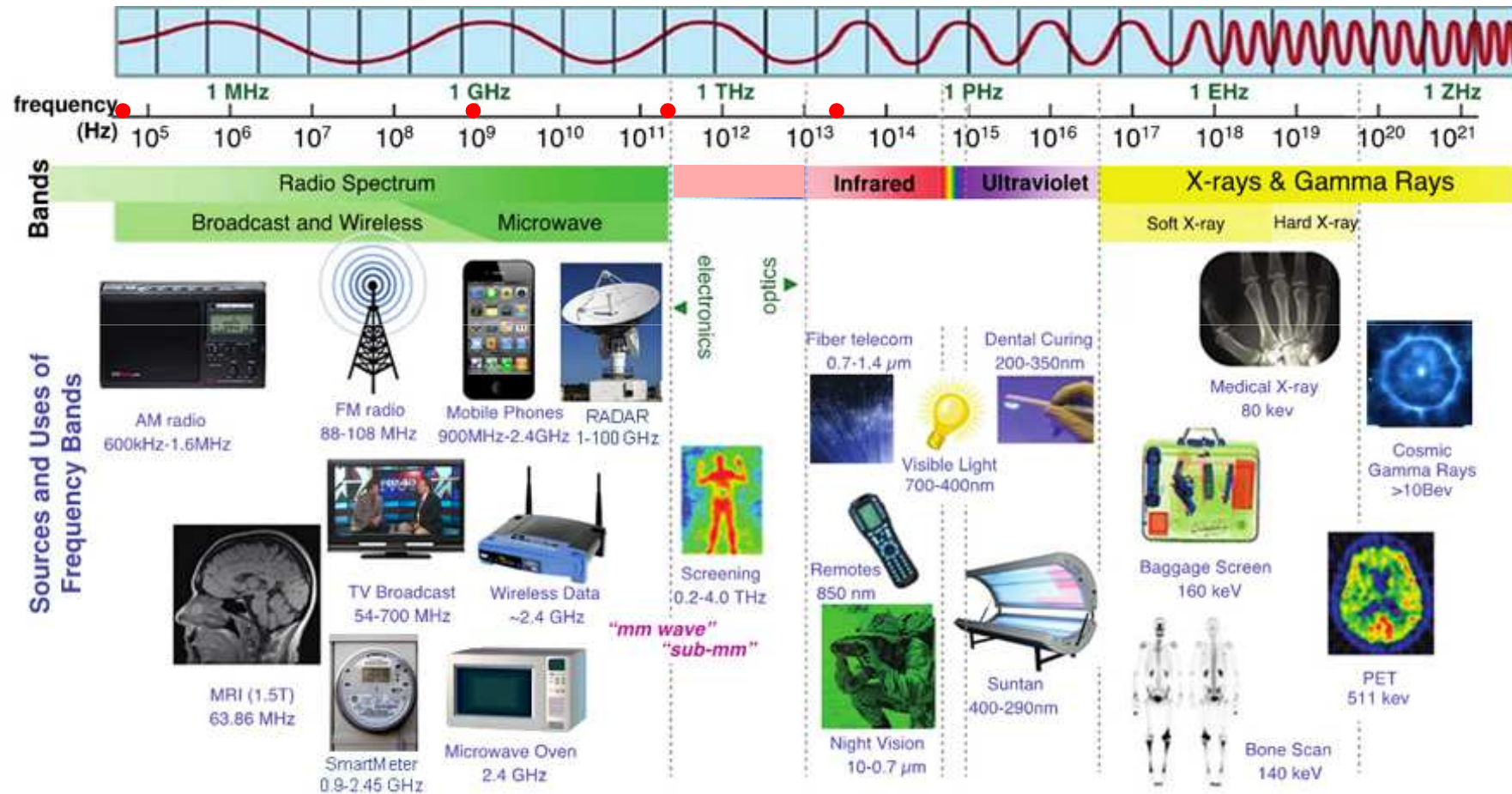
¿Puedes mostrar algún mapa mundial de cableado submarino?

¿Y algún vídeo interesante?

¿Qué tiene que ver Conil en todo esto?

4. Medios inalámbricos

4.1. Espectro Electromagnético



4. Medios inalámbricos

4.2. Bandas de transmisión inalámbrica

Según el rango de frecuencias de trabajo, las transmisiones no guiadas se pueden clasificar en tres tipos:

- **Ondas de radio: 3 KHz – 1 GHz**
 - Omnidireccionales (propagación en todas direcciones).
 - Telefonía móvil, radio, televisión.
- **Microondas: más de 1 GHz – 300 GHz**
 - Direccionales (propagación en una cierta dirección, emisor y receptor deben estar alineados, aunque esto depende del tipo de antena).
 - Wi-Fi, Bluetooth, Wimax, satélite, telefonía fija inalámbrica.
- **Infrarrojos: más de 300 GHz – 20 THz**
 - Extremadamente Direccionales (emisor y receptor deben estar perfectamente alineados).
 - Escasa utilización debido al punto anterior. Desplazada por tecnologías como Wi-Fi y Bluetooth.

RF

4. Medios inalámbricos

4.2. Bandas de transmisión inalámbrica

El uso de radiofrecuencias (RF) está regulado por agencias gubernamentales. Para difundir por una de estas bandas hay que tener licencia (obtenida en subasta, licitación, ...). Hay tres **bandas que no requieren licencia (bandas ISM)**:

- 900 MHz → telefonía móvil (GSM, GPRS)
- 2,4 GHz → Wi-Fi, Bluetooth
- 5 GHz → Wi-Fi

Sobre licencias:

<http://blogcmt.com/2010/04/30/conceptos-basicos-de-telecos-espectro-radioelectrico/>

http://es.wikipedia.org/wiki/Cuadro_Nacional_de_Atribuci%C3%B3n_de_Frecuencias

http://es.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=infozone&file=art_tecnico4.html

4. Medios inalámbricos

4.2. Bandas de transmisión inalámbrica

A igual potencia de señal,
Mayor frecuencia → Menor alcance de la señal

<http://noticias.juridicas.com/articulos/15-Derecho%20Administrativo/200710-56548698462153748.html>

4. Medios inalámbricos

4.3. Antenas

Conductor eléctrico utilizado para **radiar y captar** energía electromagnética.



Wi-Fi

<http://www.34t.com/unique/WiFiAntenas.asp>



Wimax

5. Perturbaciones en medios de cobre

Las perturbaciones son **efectos nocivos que modifican la forma de la señal** durante la transmisión. Tipos:

- Ruido 
- Atenuación 

5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

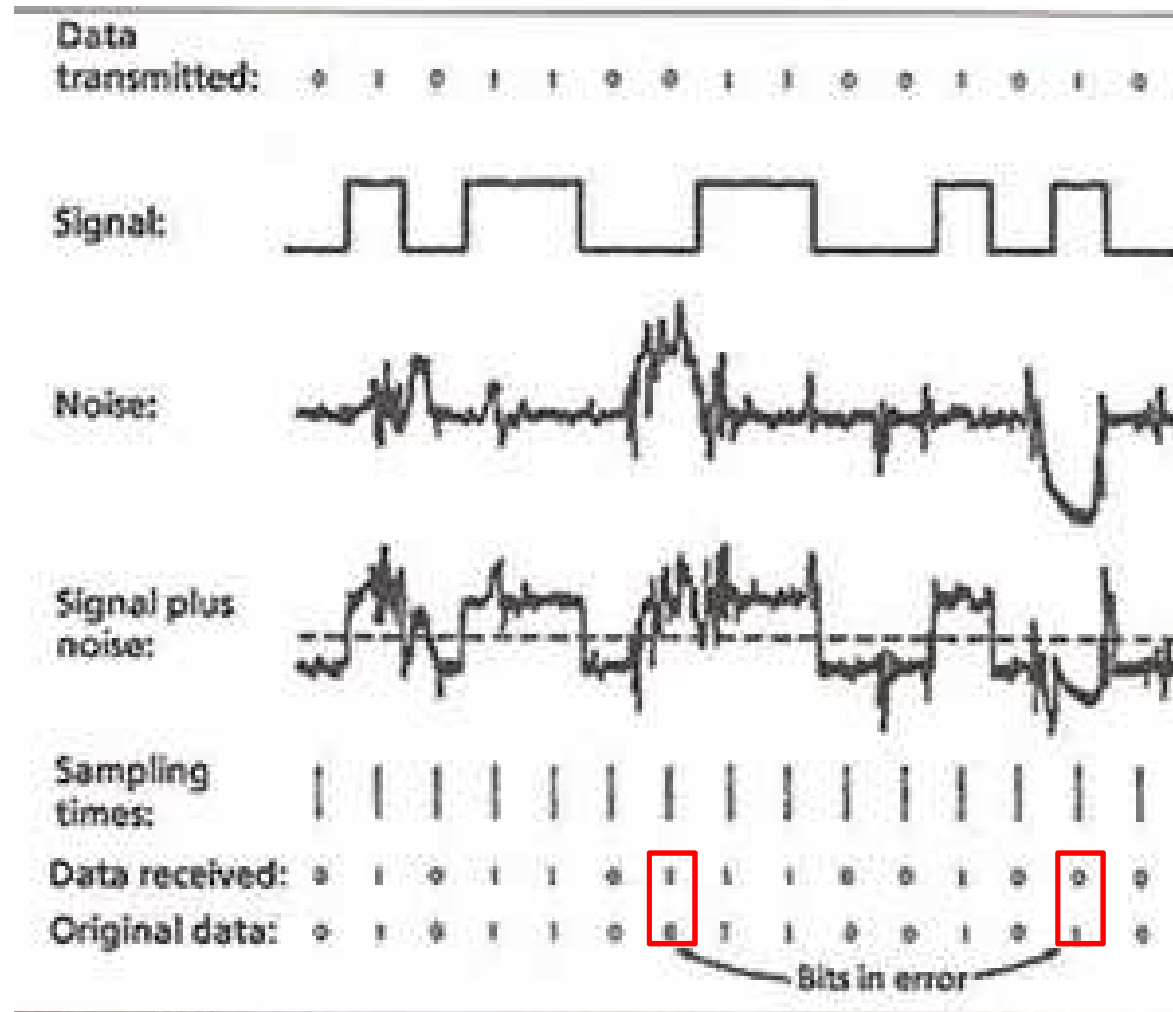
El ruido es una señal no deseada que **se suma** a las señal que está transmitiéndose, alterándola y distorsionándola.

Las señales de datos muy distorsionadas por el ruido no podrán ser reconocidas correctamente por el receptor, originando errores de transmisión.

Es necesario conocer las fuentes que lo originan para minimizar su efecto en los sistemas de comunicaciones.

5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido



5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.1. Interferencia Electromagnética (EMI)

También conocido como ruido eléctrico.

Interferencia originada por dispositivos que utilicen o generen **tensiones variables**. Estas tensiones generan energía electromagnética que es irradiada como señal de radio. El cable de cobre de la red de comunicaciones actúa como antena y capta esta señal, señal que se sumará a la original.

Ejemplo: las luces fluorescentes irradian una señal de 50 ó 60 Hz que puede ser captada por dispositivos cercanos en forma de ruido eléctrico.

5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.1. Interferencia Electromagnética (EMI)

La fuente de la interferencia puede ser cualquier objeto, artificial o natural, que posea corrientes eléctricas que varíen rápidamente:

- Descargas atmosféricas (rayos)
- Ruido solar
- Generadores y motores eléctricos (p.e. el motor de un ascensor)
- Iluminación fluorescente
- Calentadores eléctricos, fotocopiadoras, refrigeradores, etc.
- Dispositivos eléctricos defectuosos



5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.2. Interferencia de Radiofrecuencia (RFI)

Generalmente, se considera que EMI y RFI son un mismo concepto, sin embargo, RFI constituye un subconjunto de EMI. El rango de frecuencias de las emisiones RFI es desde **150 KHz hasta 100 MHz**, mientras que el rango de emisiones EMI se expande hasta varios GHz.

La fuente de interferencia puede ser cualquier equipo que genere señales de radio, por ejemplo, transmisores de radio y televisión.



5. Perturbaciones en medios de cobre:

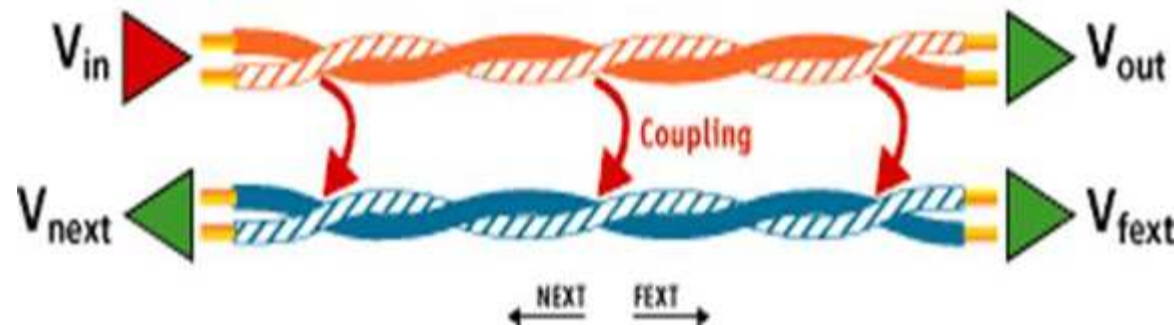


5.1. Ruido

5.1.3. Diafonía (crosstalk)

Interferencia entre pares de un mismo cable.

Cuando cambia el voltaje en un par de hilos, se genera energía electromagnética. Esta energía es irradiada como una señal de radio. Los pares adyacentes funcionan como antenas y pueden captar esta señal, interfiriendo en la transmisión de esos hilos.



5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.3. Diafonía (crosstalk)

Esta interferencia se propaga por todo el par, llegando a ambos extremos.

La interferencia recibida en el extremo transmisor se denomina **NEXT** (diafonía de extremo cercano).

La interferencia recibida en el extremo receptor se denomina **FEXT** (diafonía de extremo lejano).

5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.4. Medidas Paliativas

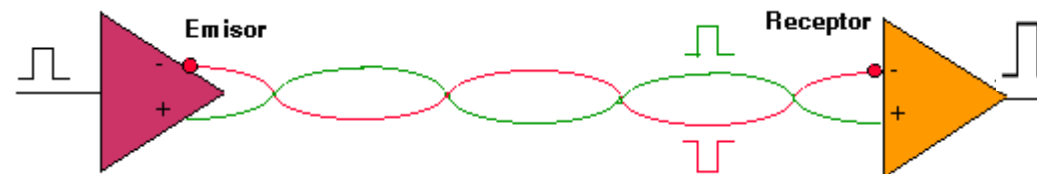
Señales diferenciales

Las señales que se transmiten por un cable de par trenzado son diferenciales.

Una señal diferencial **se transmite por los dos conductores del par**, en lugar de hacerlo por uno sólo.

Por cada conductor se transmite una señal de igual voltaje pero de polaridad opuesta (señales simétricas), llamadas $V(+)$ y $V(-)$. Es decir, cada uno de los hilos envía una copia de los datos, siendo las dos copias imágenes espejo.

El receptor medirá la diferencia entre las dos señales $V(+)$ - $V(-)$.



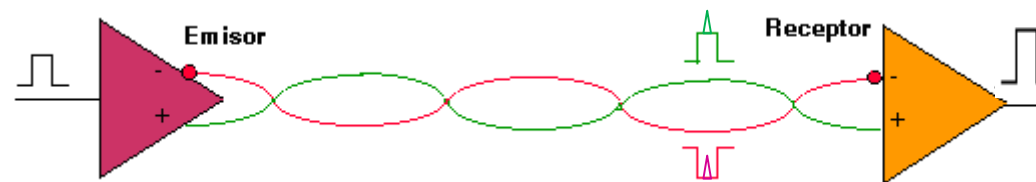
5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.4. Medidas Paliativas

Señales diferenciales

Las señales diferenciales son más robustas ante las interferencias: si el ruido se suma por igual en ambos conductores, al calcular $V(+)$ - $V(-)$ se cancela.



5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.4. Medidas Paliativas

Trenzado de los hilos

- **Contribuye a cancelar el ruido recibido**

Los dos hilos de un par están trenzados entre sí a intervalos regulares. En un tendido, cada hilo está cerca de la fuente de ruido durante la mitad del tiempo y lejos durante la otra mitad. De esta forma, el efecto acumulativo de la interferencia es prácticamente igual en ambos conductores. Como la señal que circula por esos conductores es diferencial, el ruido se cancela casi en su totalidad. El trenzado no siempre elimina el impacto del ruido, pero lo reduce significativamente.

Si los dos hilos de un par no estuvieran trenzados, el hilo más cercano a la fuente de ruido sufriría mayor interferencia y terminaría con un nivel de tensión más alto que el hilo que está más alejado, la cancelación no sería posible.

5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.4. Medidas Paliativas

Trenzado de los hilos

- **Evita la emisión de ruido**

Cuando un hilo está transportando corriente, se crea un campo magnético a su alrededor. El campo magnético puede interferir en hilos cercanos. Para combatirlo, los pares de hilos transportan señales en direcciones opuestas, de modo que los dos campos magnéticos también se generan en direcciones opuestas y se neutralizan. Al trenzar los pares, se mantienen juntos los dos hilos garantizándose una cancelación de los campos efectiva.

Cuanto más alta es la categoría de un cable de par trenzado, mayor es el paso de trenzado (número de vueltas por unidad de longitud).

5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.1. Ruido

5.1.4. Medidas Paliativas

Medida paliativa	EMI/RFI	Diafonía
Blindaje en cada par	☑	☑
Separador de pares		☑
Trenzado	☑	☑
Terminación de conectores adecuada	☑	☑
Señales diferenciales	☑	☑
Blindaje global	☑	
Cuidar el diseño de la instalación de cableado	☑	



Los cables coaxiales, F/UTP, S/UTP y S/FTP son menos susceptibles al ruido EMI/RFI porque el elemento conductivo que está conectado a masa desvía a tierra cualquier señal de ruido, evitando que llegue al conductor interior.

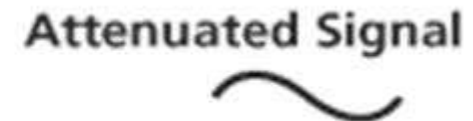
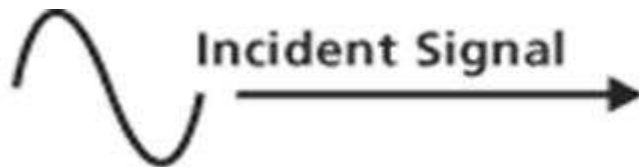
5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.2. Atenuación



La atenuación es la **pérdida progresiva de potencia** (amplitud) de la señal cuando se propaga por el medio de cobre. Se debe a la resistencia que ofrece el cable.

La pérdida de amplitud puede provocar que el receptor no sea capaz de distinguir un 1 de un 0.



5. Perturbaciones en medios de cobre:

5.2. Atenuación

Factores que incrementan la atenuación:

- La distancia.- Cuanto mayor es la longitud del cable, mayor es la atenuación.
- Las señales de alta frecuencia.- Cuanto mayor es la frecuencia de la señal, mayor es la atenuación.

Medidas paliativas:

- No exceder las distancias máximas permitidas.
- Si hubiera que exceder esas distancias, utilizar dispositivos que regeneren la señal (hub, switch, etc).

6. Perturbaciones en otros tipos de medios

Como la fibra de vidrio no es un conductor eléctrico,

- La fibra óptica es inmune a EMI y RFI.
- En la fibra óptica no existe diafonía.



Entonces,

¿Qué problemas nos encontramos en la fibra óptica?



6. Perturbaciones en otros tipos de medios



En los medios inalámbricos,
¿Qué podría atenuar la señal?
Y, ¿Qué podría interferir?



Conclusiones

- Cada tipo medio tiene sus ventajas y desventajas.

<< No todos son adecuados para el mismo fin >>

- Factores que van a determinar nuestra elección:
 1. Distancia máxima soportada por el medio físico.
 2. Ambiente en el cual se instalará el medio físico.
 3. La velocidad a la que se deben transmitir los datos.
 4. El coste del material y su instalación.