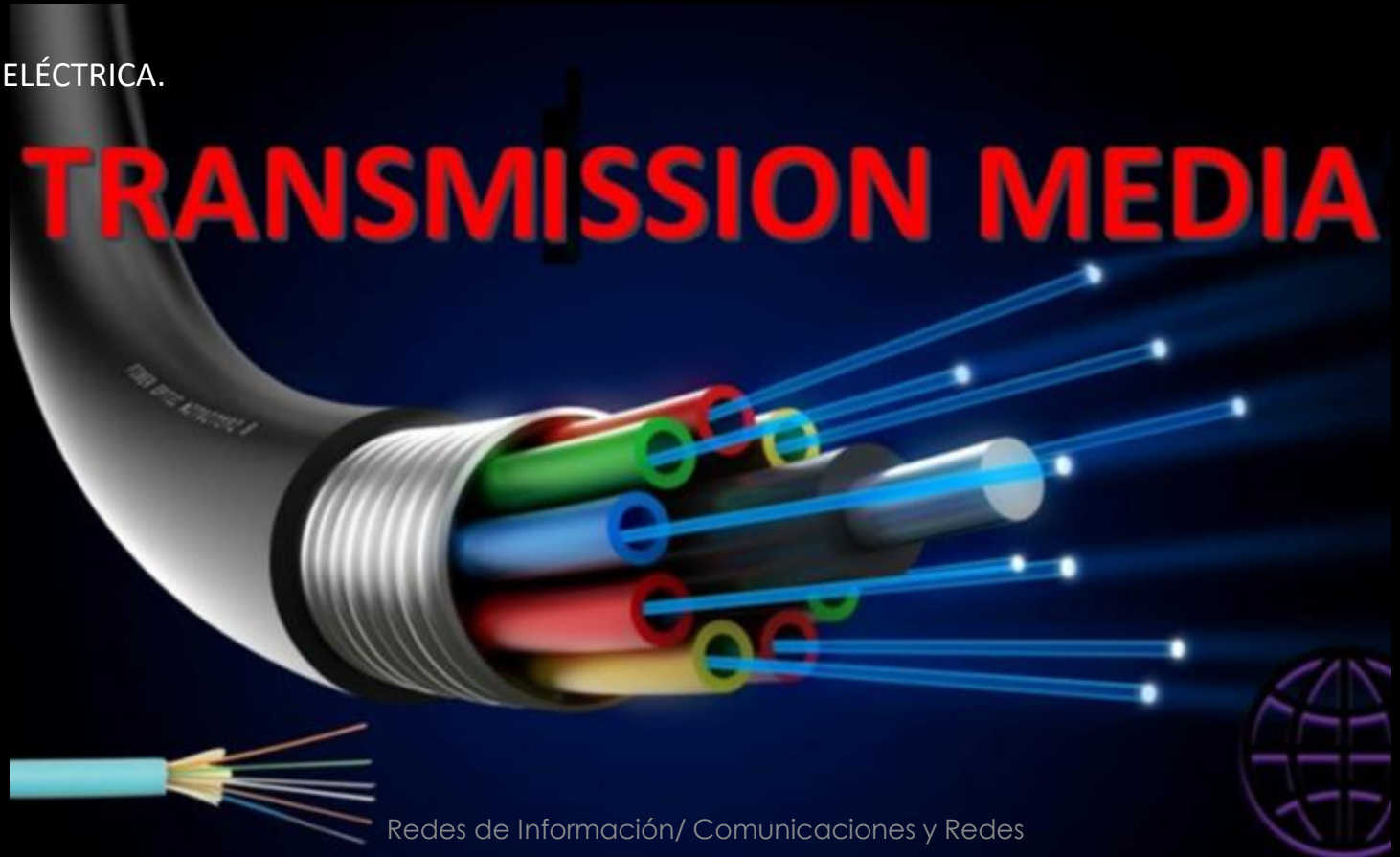


MEDIOS SÓLIDOS DE TRANSMISIÓN

ÍNDICE:

- 1- TRANSPORTE DE MEMORIAS.
- 2- EL PAR TRENZADO.
- 3- EL CABLE UTP.
- 4- EL CABLE COAXIL.
- 5- DATOS POR LA RED ELÉCTRICA.
- 6- LA FIBRA ÓPTICA.
- 7- BIBLIOGRAFÍA.



1- TRANSPORTE DE MEMORIAS.

- Transportar un DVD, un disco rígido, u otro medio grabable para leerlo en otra máquina a distancia, es una sencilla manera de transportar información con una alta tasa de bits o velocidad de datos.

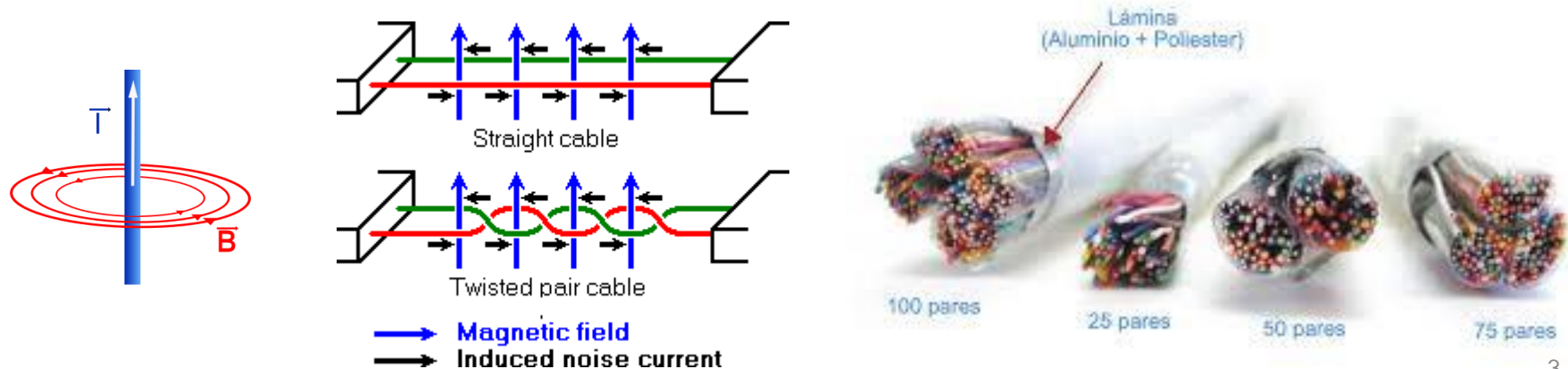
- **Ejemplo:** Una caja con 100 discos rígidos de 1 Tera-Byte cada uno, es enviada en camión desde Rosario a Mendoza. ¿Qué tasa de bits equivalente resulta?



- Suponiendo que el correo nos entrega la encomienda en 24 Hs, entonces:
 - $\text{Bit-Rate} = \text{cantidad de datos} / \text{tiempo} = 100 \times 10^{12} \times 8 \text{ bits} / (24 \times 3600 \text{ seg}) = \mathbf{9,25 \text{ Gbps.}}$
- Si el destino final fuese la ciudad de San Lorenzo, entonces entregar la caja desde Rosario puede demorar sólo una hora, y la velocidad de transferencia sería mucho mayor:
 - $\text{Bit-Rate} = 100 \times 10^{12} \times 8 \text{ bits} / 3600 \text{ seg} = \mathbf{222 \text{ Gbps.}}$
- Analicemos el costo:
 - 1 disco (1 TB) \approx U\$S 100 por unidad. Suponiendo que lo podemos regrabar 50 veces, por lo tanto son 2 U\$S por grabación. El costo de enviar una caja por correo a San Lorenzo, varía según el costo del seguro, pero supongamos U\$S 100 por caja.
 - $\text{Costo/Gbit} = \text{U$S } (2 \times 100 \text{ discos} \times 100 \text{ envío}) / (100 \times 1000 \text{ GB} \times 8 \text{ bits}) = \text{U$S } 0,025 / \text{Gbit}$
 - Suponiendo \$100 : 1 U\$S → $\approx \mathbf{\$ 2,5 / \text{Gbit.}}$ ¡Un regalo!
- ✓ **Conclusión:** No desestimar la posibilidad de emplear un transporte de cargas como medio de transmisión de datos.
- ✓ La gran desventaja es el retardo, que en la mayoría de los casos torna inviable esta forma de transmisión.

2- EL PAR TRENZADO.

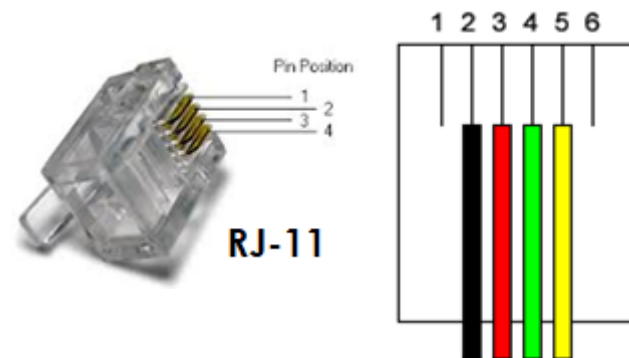
- Aunque el ancho de banda de transportar discos rígidos sea alto, el retardo también lo es, y por eso muchas aplicaciones necesitan una conexión on-line, con retardo razonable.
- **Inmunidad a las interferencias:** El par trenzado es usado como cable telefónico desde hace muchos años y fue el primero en emplearse también para datos. Consiste en dos cables finos, aislados y entrelazados entre sí. Al estar trenzados, presentan buena inmunidad al ruido eléctrico y las interferencias, y al contrario, dos cables paralelos forman una buena antena que puede captar señales (interferencias y ruido eléctrico). Por eso, cuanto más trenzado, mejor.
- **Ancho de banda:** Puede transmitir tanto señales analógicas como digitales. El ancho de banda depende de su grosor, su largo y la cantidad de trenzas por metro. Con el ancho de banda del canal de voz telefónico (3KHz) se logran velocidades de hasta 56 kbps, con señales multinivel, como en la antigua red ARPANET. Sin embargo, si se aprovecha todo su ancho de banda, de aproximadamente 1 MHz, se logran velocidades de hasta 13 Mbps, para cables de pocos kilómetros, como por ejemplo con tecnología ADSL.
- **Bajo costo:** Debido a su bajo costo y adecuada performance, su uso está muy difundido por el mundo y seguirá empleándose por muchos años más. Las telefónicas lo utilizan en cables de 25, 50, 75 y 100 pares.



2- EL PAR TRENZADO (continuación).

- **Conectores telefónicos para pares trenzados.**

- ✓ **RJ-11:** Es el conector más utilizado en telefonía. Es un estándar de EEUU. En general, se conectan solo los terminales 3 y 4 con un par telefónico.
- ✓ **TAE:** En Alemania se utiliza el conector denominado TAE para el acceso telefónico.
- ✓ **BS 6312:** Es el conector utilizado en Inglaterra.
- ✓ **F-010:** Conector telefónico francés.



3- EL CABLE UTP.

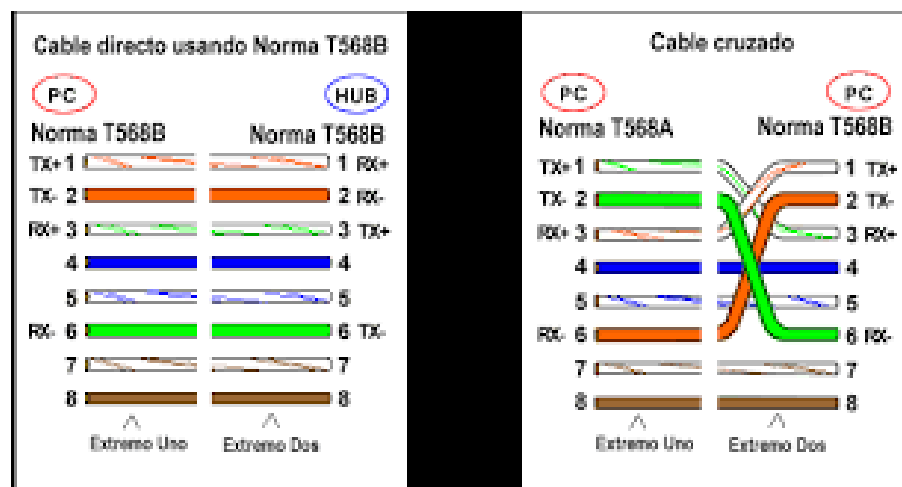
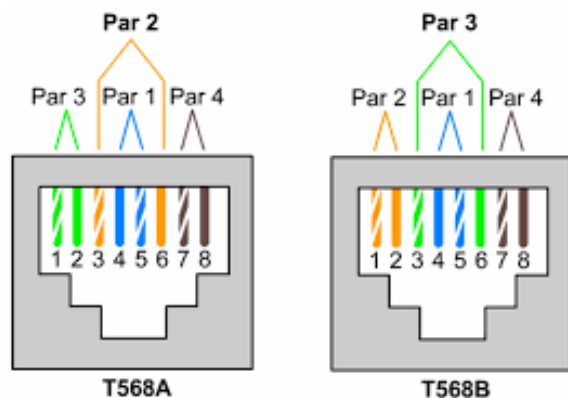


- **Cable de red UTP (Unshielded Twisted Pair):** Es un cable que contiene cuatro pares trenzados y viene en varias calidades diferentes.
- **Full-dúplex:** Se denomina así a una comunicación donde se transmite y se recibe simultáneamente. En cambio, en half-dúplex, sólo se transmite o se recibe, no ambas cosas al mismo tiempo, es como hablar por walkie-talkie.
- ✓ **Categoría 3:** Antiguamente se lo utilizaba pero tenía pocas trenzas por metro lineal, y por lo tanto era más vulnerable al ruido y a las interferencias. Su ancho de banda es 16 MHz.
- ✓ **Categoría 5:** Hoy es el más común. Tiene cuatro pares y una envoltura exterior. Su ancho de banda llega a 100 MHz. A posteriori se definió el cable UTP cat.5e con mejoras en su performance.
- ✓ **Categoría 6:** Son aptos para señales de 250 MHz de ancho de banda. Es algo más grueso que el cat.5 y cada par va envuelto en un mallado de papel metálico para mejorar su inmunidad al ruido y ancho de banda. La figura de la derecha compara las distintas categorías de pares trenzados y sus aplicaciones:
- ✓ **Categoría 7:** Logra 600 MHz de ancho de banda, siendo apto para el estándar Ethernet-10Gbps (IEEE 802.3ae).

CATEGORY	BANDWIDTH (MHz)	MAXIMUM DATARATE	APPLICATION
CAT1	<1	<100 Kbps	Telephone/ISDN
CAT2	4	4 Mbps	IBM Token ring LANs / T1-Lines
CAT3	16	16 Mbps (3-4 twists/ foot)	10 Base-T LANs Currently used in Telephone Lines
CAT4	20	20 Mbps	16 Mbps Token ring LANs
CAT5	100	100 Mbps 1000 Mbps (using 4 pairs) (3-4 twists/ inch)	100 Base – T (Fast Ethernet) 155 Mbps ATM / Gigabit Ethernet
CAT5E	100	100 Mbps 1000 Mbps (using 4 pairs)	100 Base – T (Fast Ethernet) 155 Mbps ATM / Gigabit Ethernet
CAT6	200-250	1 Gbps	Gigabit Ethernet
CAT7	600	1 Gbps	Gigabit Ethernet (over long distance than CAT6)

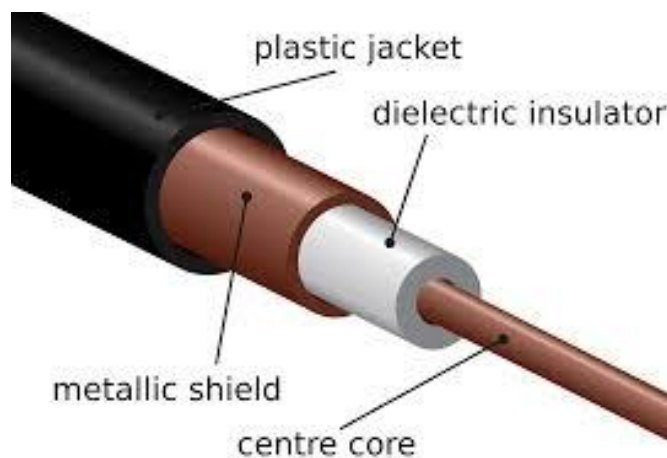
3- EL CABLE UTP (continuación).

- **Cableado del conector RJ45:** Las normas TIA 568A y 568B se utilizan para el armado de los conectores de red RJ45, como se ve en las figuras. La diferencia entre las normas T568A y T568B es que cambian de posición los pares 2 y 3, (anaranjado y verde):
 - Par 1 = Azul y cable rayado blanco/azul. Pines 4 y 5.
 - Par 2 = Anaranjado y cable rayado blanco/anaranjado.
 - Par 3 = Verde y cable rayado blanco/verde.
 - Par 4 = Marrón y cable rayado blanco/marrón. Pines 7 y 8.
- **Cable derecho o cruzado:** Entre 2 PCs se utiliza el cable cruzado ya que ambas PCs transmiten por los pines 1 y 2, y reciben por los pines 3 y 6. En cambio, entre una PC y un switch o hub, se utiliza un cable derecho, ya que estos elementos de red transmiten por los pines 3 y 6, y reciben por los pines 1 y 2, (al revés que las PCs).
- **Switches:** Los switches modernos ya detectan automáticamente el cableado y pueden transmitir por el par 3 o por el par 1, y por lo tanto da lo mismo utilizar un cable derecho o cruzado.



4- EL CABLE COAXIL:

- **Blindaje:** Con un mejor blindaje contra interferencias, el cable coaxil presenta mejor performance que el par trenzado, permitiendo mayores velocidades de transmisión y a mayores distancias. Algunos coaxiles tienen un ancho de banda que alcanza el GHz. Pero es más costoso que el par trenzado. Está formado por un conductor central envuelto en un aislador, un cilindro metálico exterior, que luego es protegido por una envoltura plástica. También vienen de varios grosores. Los gruesos permiten altas potencias, (Kilovatios) y se utilizan para la transmisión de radio AM y FM.
- **Impedancias:** Desde el punto de vista eléctrico existen 2 clases, de 50 ohms y 75 ohms, (impedancia característica). Su diferencia, más que una cuestión técnica es por adaptación de impedancias, porque originariamente los operadores de TV por cable usaban el coaxil de 75 ohm, mientras que las compañías de telefonía empleaban el de 50 ohms. Aunque la performance es similar en ambos.
- Para largas distancias, hoy es reemplazado por la fibra óptica, que tiene un menor costo por ancho de banda, es más liviana y ocupa menos espacio.



Category	Impedance	Use
RG-59	75 Ω	Cable TV
RG-58	50 Ω	Thin Ethernet
RG-11	50 Ω	Thick Ethernet



4- EL CABLE COAXIL (continuación).

Type	Dielectric	Time Delay (ns/m)	Propagation Velocity (% of c)	Weight (kg/100m)	Jacket (mm)	Bending Radius Rep. (mm)	Attenuation @ 400MHz (dB/100m)
R G- 178/A/B	Solid Teflon	4.8	69.4		2.8		95
R G-223/U	Solid Polyethylene	5	65.9		8.3		28.8
R G-316	Solid Teflon	4.8	69.4		4		65.6
R G-402	Solid Teflon	4.8	69.4		5.5		23.6
R G-405	Solid Teflon	4.8	69.4		3.4		42.6
Times Microwave LMR-240	Foam Polyethylene	3.97	84	5	6.1	63.5	16.4
Huber&Suhner S04262B-01	Foam Polyethylene	4.1	82	4.5	5.5	70	18
Times Microwave LMR-195	Foam Polyethylene	4.17	80	3	4.95	50.8	24
GigaLink A 50 UFP	aPTFE		84	6.2	5.2	90	25 @ 1GHz
Thermax 900-142	low-density PTFE	4.2	79	5.8	4.83	25.4	21.3 @ 500MHz



4- EL CABLE COAXIL (continuación).

- Conectores para cables coaxiales:



Common RF Coax Connectors - A Visual Guide

Type N

Plug "Male"	Jack "Female"	Reverse Polarity Plug	Reverse Polarity Jack
Male Pin	Female Pin	Female Pin	Male Pin

TNC

Plug "Male"	Jack "Female"	Reverse Polarity Plug	Reverse Polarity Jack
Male Pin	Female Pin	Female Pin	Male Pin

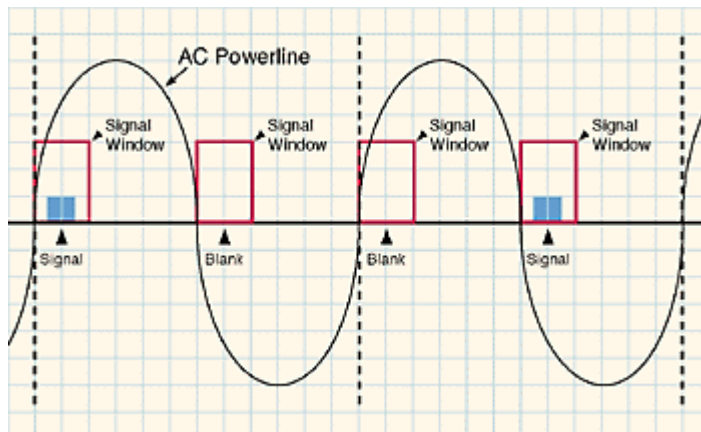
SMA

Plug "Male"	Jack "Female"	Reverse Polarity Plug	Reverse Polarity Jack
Male Pin	Female Pin	Female Pin	Male Pin

Note: Most Access Points have either Reverse Polarity SMA jacks or Reverse Polarity TNC jacks.

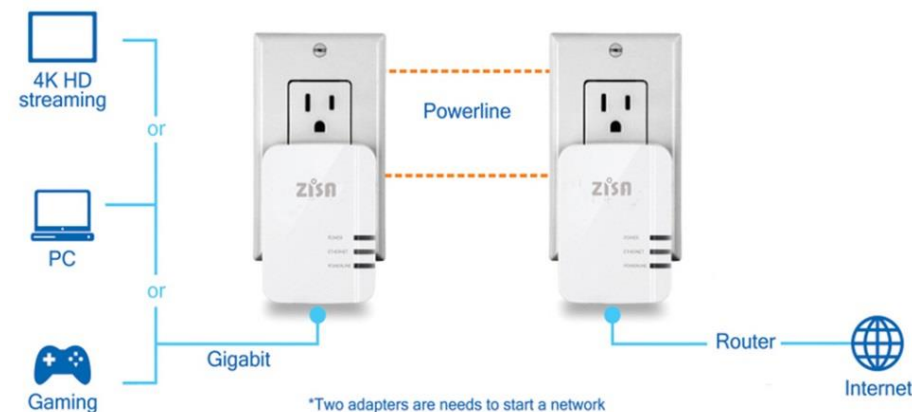
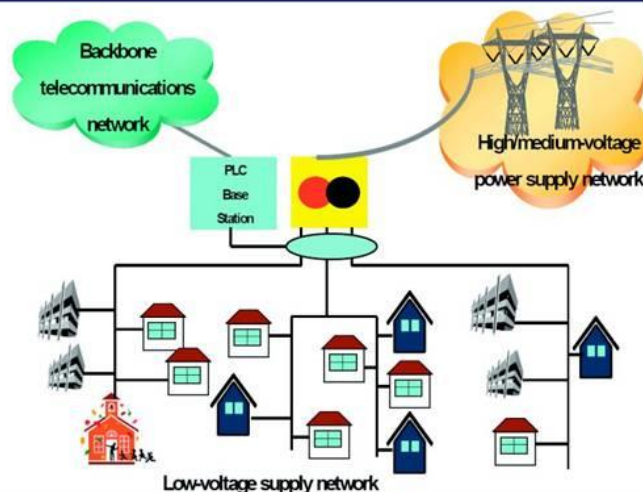
5- DATOS POR LA RED ELÉCTRICA.

- **PLC (Power Lines Communications).** : Los cables de corriente alterna que alimentan nuestros domicilios particulares pueden usarse para comunicación de datos. Aunque, por no estar trenzados, la inmunidad al ruido es baja. De todos modos, en la práctica se logran transmitir velocidades de hasta 100 Mbps dentro de una misma vivienda, (distancias cortas), según la norma IEEE 1901, del año 2010 que es compatible con Ethernet.



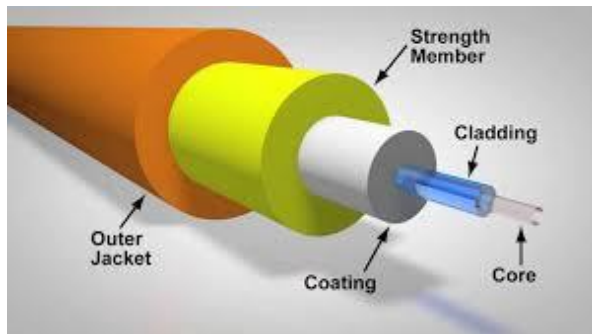
PLC Access Network

1

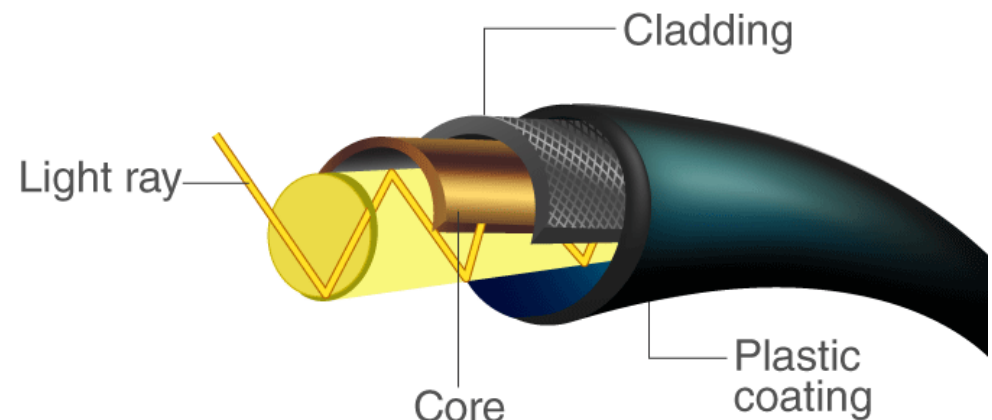


6- LA FIBRA ÓPTICA.

- **Estructura física:** La fibra óptica conduce la luz. Su interior es de vidrio, delgadísimo y transparente (el “core”, como se observa en la figura), aunque hay modernas fibras de núcleo de plástico transparente. Este núcleo está recubierto por otra capa de vidrio (cladding), que tiene el grosor de un cabello humano, ($125\text{ }\mu\text{m}$), y cuyo índice de refracción es menor que el del núcleo central, lográndose que el rayo de luz al refractarse no escape de la fibra. Está envuelta en una fina capa de plástico de color opaco (coating) y luego, en general, lleva una cobertura de kevlar que le da resistencia mecánica. Finalmente suele tener una capa exterior (outer jacket) de recubrimiento plástico.



OPTICAL FIBER

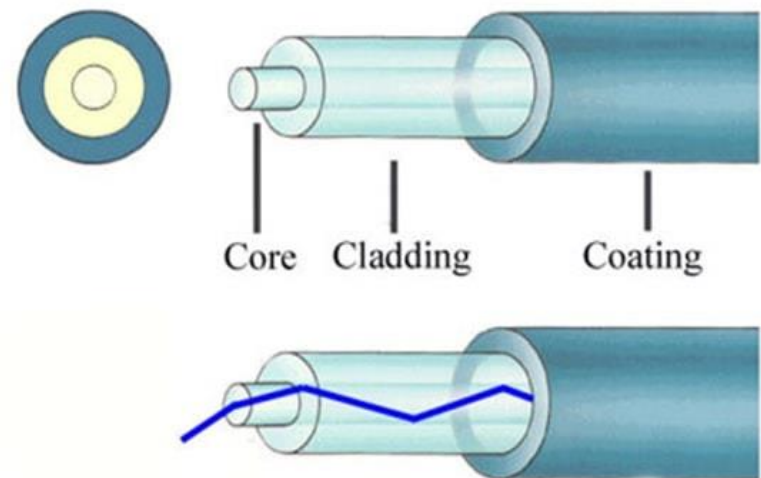
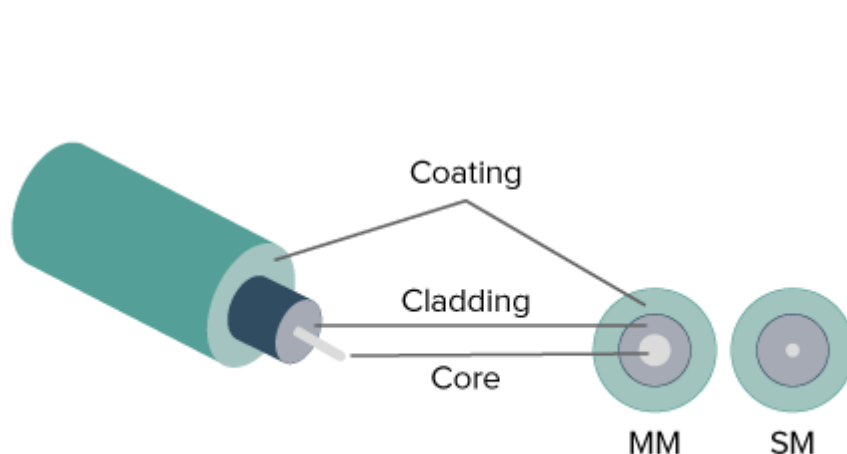


BYJU'S
The Learning App

© Byjus.com

6- LA FIBRA ÓPTICA (continuación).

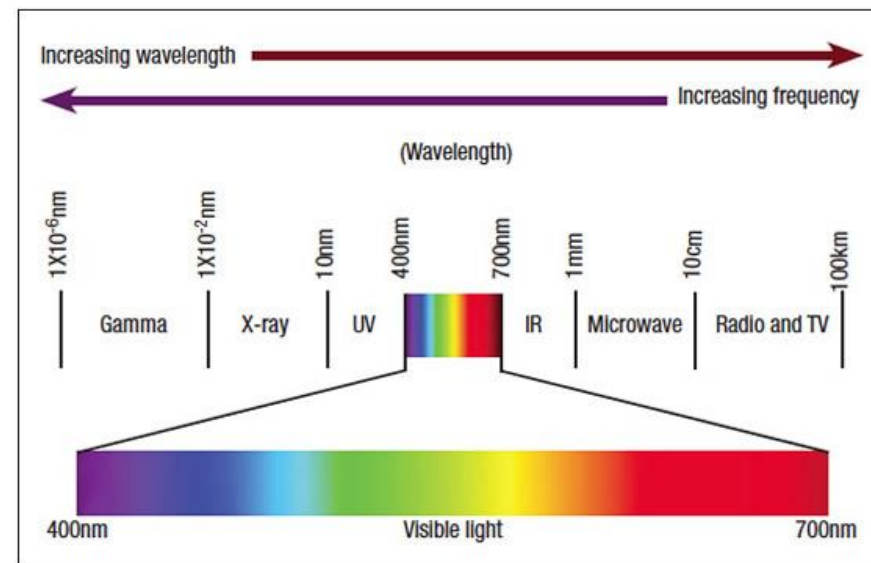
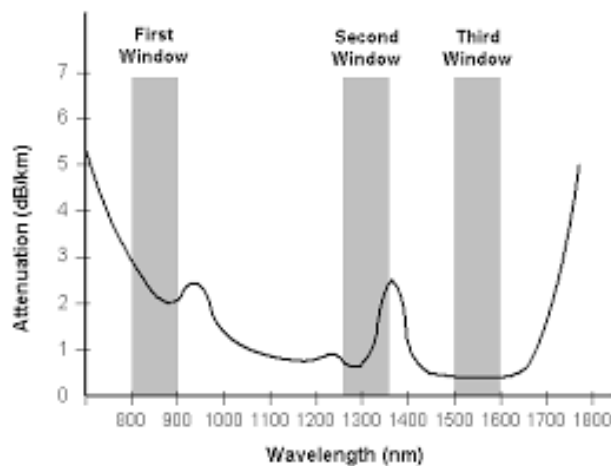
- **Fibras Multimodo:** Las fibras multi-mode tienen un núcleo central de unos 62 μm de diámetro. La luz viaja rebotando y refractándose entre el núcleo central y el cladding, produciéndose una pequeña dispersión del pulso de luz en cada rebote en sus diferentes longitudes de onda, por lo que se emplea para distancias de pocos kilómetros.
- **Fibras Monomodo:** Las fibras single-mode son más modernas y costosas, tienen un núcleo central mucho más delgado, (8 ó 10 μm), es decir, unas pocas veces la longitud de onda de la luz. Por lo tanto la luz viaja en línea recta sin rebotes, como en una guía de ondas. La dispersión es mucho menor y por lo tanto se utilizan para largas distancias (100 Km) sin amplificación debido a su muy baja atenuación. En estas comunicaciones de larga distancia se alcanzan hoy los 500 Gbps gracias a la fibra óptica, aunque aún estamos lejos de llegar a su máximo ancho de banda, que es de unos 50 Tbps = 50.000 Gbps. El límite de velocidad está en los receptores de luz constituidos por fotodiodos.



The optical fiber carries the light in its core, whose refractive index greater than the cladding.

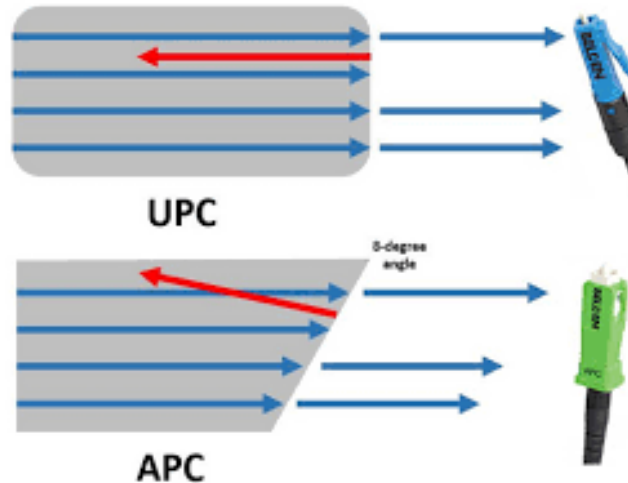
6- LA FIBRA ÓPTICA (continuación).

- **Espectro y atenuación:** La luz visible tiene una longitud de onda entre $0,4 \mu\text{m}$ y $0,7 \mu\text{m}$, ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$). La fibra óptica se utiliza con luz infrarroja, ya que es la zona en que presenta menor atenuación, menos de 1 dB/Km , (recordemos que $3\text{dB} \approx$ la mitad de potencia). Tres bandas de frecuencias, (ventanas) se utilizan para transmitir por fibra óptica. Están centradas en $0,85 \mu\text{m}$, $1,3 \mu\text{m}$ y $1,55 \mu\text{m}$. Las dos últimas presentan una atenuación tan baja como $5\%/ \text{km}$ y se utilizan para largas distancias. ($1000 \text{ nm} = 1 \mu\text{m}$).
- **Conexión:** Las fibras pueden conectarse de 3 maneras:
 - ✓ Con Conectores, donde se pierde un 10% ó 20% de luz, pero facilita la conexión, reconexión de los sistemas.
 - ✓ Con Splitters (separadores), donde un mismo rayo se divide por dos o más caminos diferentes.
 - ✓ Por Soldaduras, donde dos fibras se fusionan y se unen en una sola fibra, con una pequeña atenuación en la unión.
- **Transmisores y receptores:** Como fuentes de luz se emplean LEDs, para cortas distancias, o LASERs, que son más caros, para largas distancias. En el extremo receptor se utilizan fotodiodos, que convierten la luz en señales eléctricas y son los elementos más lentos del sistema, que restringen la velocidad de las transmisiones por fibra.



6- LA FIBRA ÓPTICA (continuación).

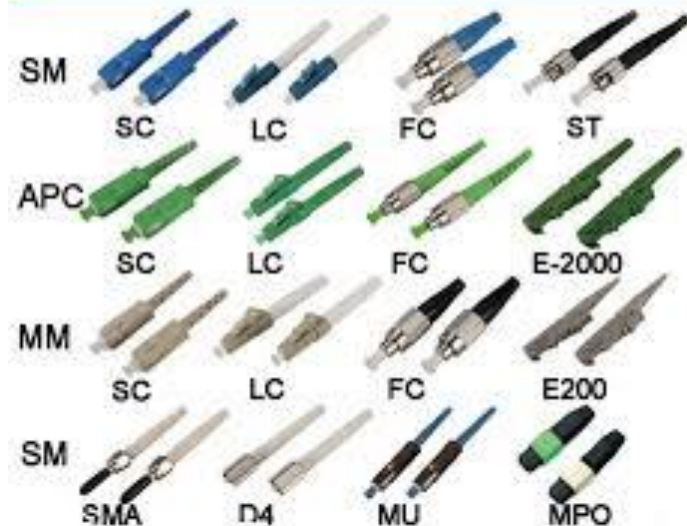
- **Conectores para fibra óptica:** Algunas siglas y su significado:
 - APC (Angled Physical Contact).
 - UPC (Ultra Physical Contact).
 - SM (Single-Mode), MM (Multi-Mode).
 - ST (Straight Tip).
 - SC (Subscriber Connector).
 - LC (Lucent Connector).
 - FC (Ferrule Connector)



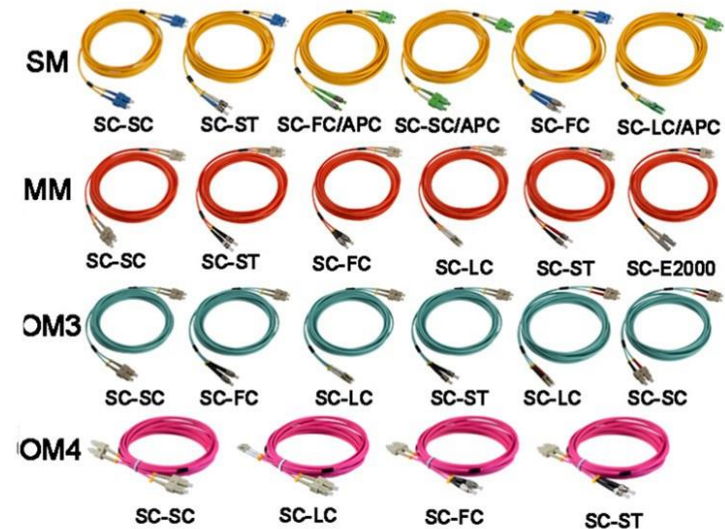
Conectores de múltiples fibras



Fiber Optic Connector



Fiber Optic Patch Cord



6- LA FIBRA ÓPTICA (continuación).

- **Soldadura:** La unión de dos fibras se realiza con máquinas fusionadoras automáticas, como la de la figura.
1. El operador acerca manualmente las puntas de las fibras a soldar, previamente peladas, es decir, sólo el vidrio, (“core and cladding”), sin la delgada capa plástica de color “coating”.
 2. Luego la máquina toma el control y aproxima mecánicamente y con precisión ambas puntas a soldar y por medio de un electrodo suelda derritiendo los extremos de las fibras.
 3. Luego comprueba la calidad de la soldadura, midiendo su atenuación.



6- LA FIBRA ÓPTICA (continuación).

- **Comparación entre las características de la fibra óptica con respecto al cable coaxil:**

- **Ventajas:**

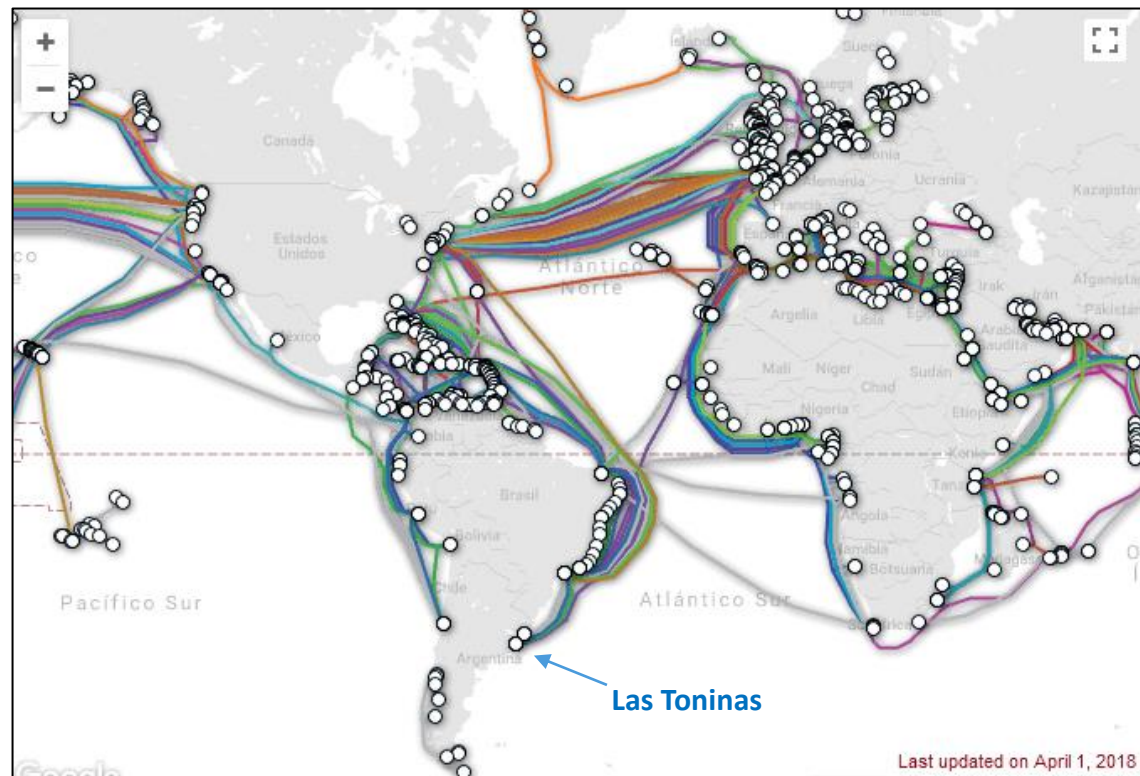
- Mayor ancho de banda.
- Menor atenuación, (necesita un repetidor cada 50 Km o más, mientras que el coaxil, cada 5 Km).
- No es afectada por interferencias eléctricas.
- No es afectada por sustancias corrosivas, (importante para los ambientes industriales).
- Pesa unas 80 veces menos, y es más delgada, (menor costo de instalación).

- **Desventajas:**

- Los transmisores y receptores son más caros.
- No es muy flexible.
- Necesita personal técnico más capacitado.
- No transmite potencia, sólo señales.

✓ El presente y futuro de las comunicaciones de datos está claro que pasará por las fibras ópticas. En la figura se observan los cables submarinos de fibra óptica en el mundo actual.

✓ Desde Las Toninas sale el cable submarino de fibras ópticas que nos comunica con el resto del mundo.



7- BIBLIOGRAFÍA.

- “Computer Networks”. Andrew Tanenbaum y David Whetherall. 5° edition. Pearson Education Inc.