



Medios de Transmisión

Juan Manuel Hurtado Angulo

Programa de Ingeniería de Sistemas

Cableado de cobre

Características del cableado de cobre

Es el tipo más común de cableado utilizado en las redes hoy en día.

Las redes utilizan medios de cobre porque son económicos y fáciles de instalar, y tienen baja resistencia a la corriente eléctrica. Sin embargo, estos medios están limitados por la distancia y la interferencia de señal.

Los datos se transmiten en cables de cobre como impulsos eléctricos. No obstante, cuanto más lejos viaja una señal, más se deteriora. Esto se denomina atenuación de señal. Por este motivo, todos los medios de cobre deben seguir limitaciones de distancia estrictas según lo especifican los estándares que los rigen.

Cableado de cobre

Características del cableado de cobre

Los valores de temporización y voltaje de los pulsos eléctricos también son vulnerables a las interferencias de dos fuentes:

Interferencia electromagnética (EMI) o interferencia de radiofrecuencia (RFI)

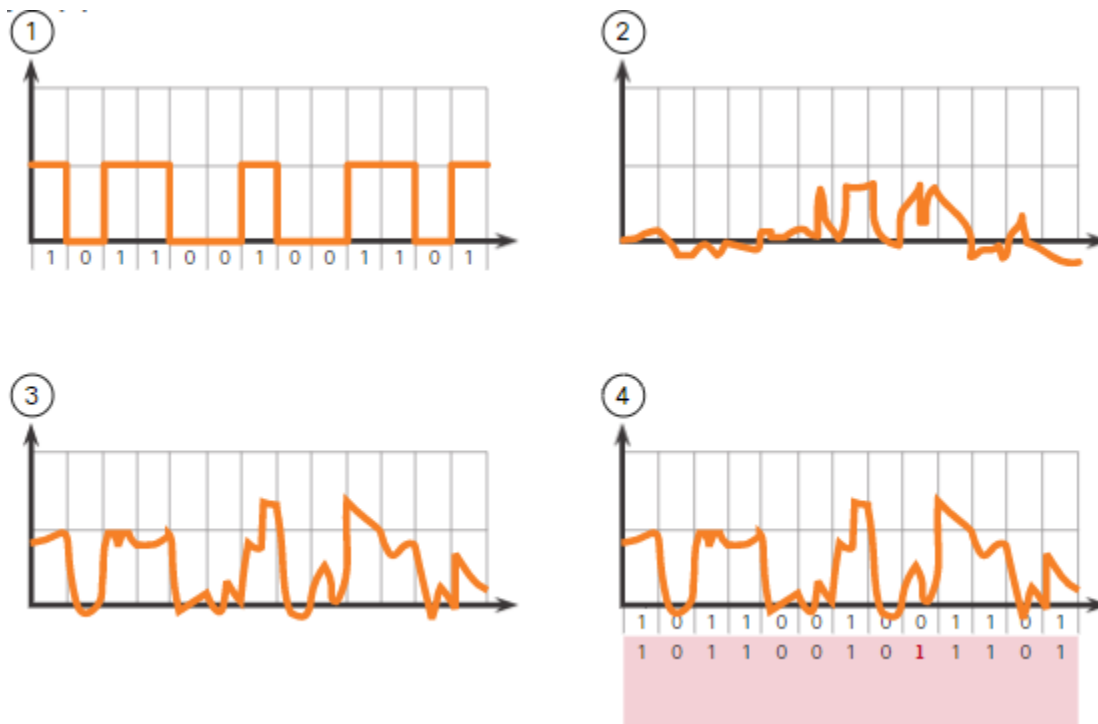
- Las señales de EMI y RFI pueden distorsionar y dañar las señales de datos que transportan los medios de cobre. Las posibles fuentes de EMI y RFI incluyen las ondas de radio y dispositivos electromagnéticos, como las luces fluorescentes o los motores eléctricos.

Crosstalk

- Crosstalk se trata de una perturbación causada por los campos eléctricos o magnéticos de una señal de un hilo a la señal de un hilo adyacente. En los circuitos telefónicos, el crosstalk puede provocar que se escuche parte de otra conversación de voz de un circuito adyacente. En especial, cuando una corriente eléctrica fluye por un hilo, crea un pequeño campo magnético circular alrededor de dicho hilo, que puede captar un hilo adyacente

Cableado de cobre

Características del cableado de cobre



1. Se transmite una señal digital pura
2. En el medio, hay una señal de interferencia
3. La señal digital está dañada por la señal de interferencia.
4. El equipo receptor lee una señal cambiada. Observe que un bit 0 ahora se interpreta como un bit 1.

Cableado de cobre

Características del cableado de cobre

Para contrarrestar los **efectos negativos de la EMI y la RFI**, algunos tipos de cables de cobre se empaquetan con un blindaje metálico y requieren una conexión a tierra adecuada.

Para contrarrestar los **efectos negativos del crosstalk**, algunos tipos de cables de cobre tienen pares de hilos de circuitos opuestos trenzados que cancelan dicho tipo de interferencia en forma eficaz.

La susceptibilidad de los cables de cobre al ruido electrónico también se puede limitar utilizando estas recomendaciones:

- La elección del tipo o la categoría de cable más adecuados a un entorno de red determinado.
- El diseño de una infraestructura de cables para evitar las fuentes de interferencia posibles y conocidas en la estructura del edificio.
- El uso de técnicas de cableado que incluyen el manejo y la terminación apropiados de los cables.

Tipos de cable de cobre



Cable de par trenzado no blindado (UTP)



Cable de par trenzado blindado (STP)

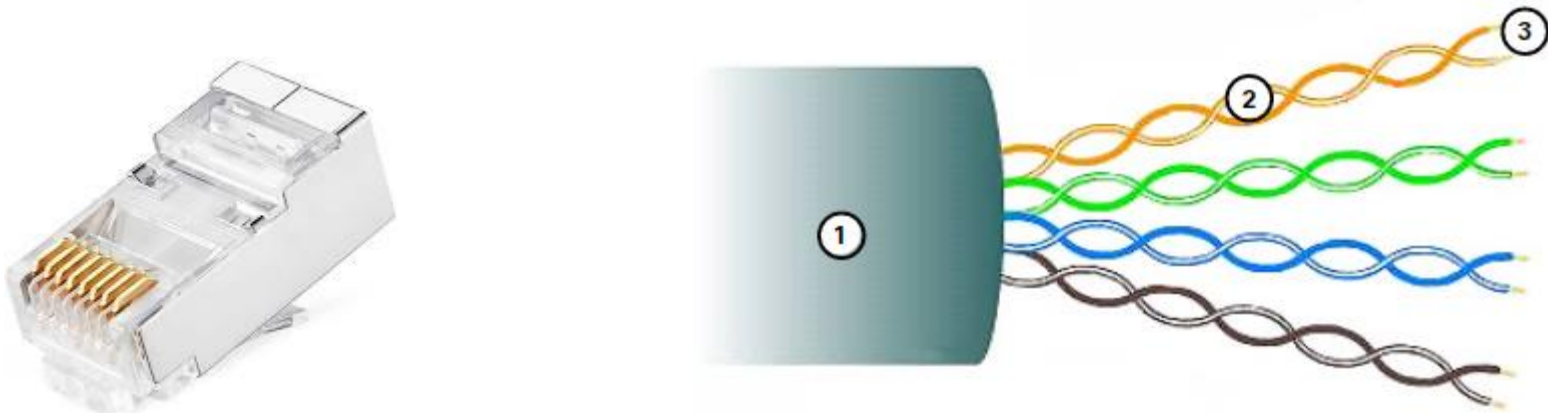


Cable coaxial

Par trenzado no blindado (UTP)

El cableado de par trenzado no blindado (UTP) es el medio de red más común. El cableado UTP, que se termina con conectores RJ-45, se utiliza para interconectar hosts de red con dispositivos intermediarios de red, como switches y routers.

En las redes LAN, el cable UTP consta de cuatro pares de hilos codificados por colores que están trenzados entre sí y recubiertos con un revestimiento de plástico flexible que los protege contra daños físicos menores. El trenzado de los hilos ayuda a proteger contra las interferencias de señales de otros hilos.



1. La cubierta exterior protege los cables de cobre del daño físico.
2. Los pares trenzados protegen la señal de interferencia.
3. El aislamiento de plástico codificado por colores aísla eléctricamente los cables entre sí e identifica cada par.

Par trenzado blindado (STP)

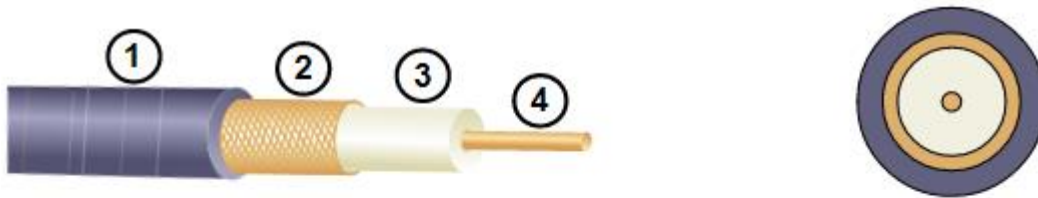
El par trenzado blindado (STP) proporciona una mejor protección contra ruido que el cableado UTP. Sin embargo, en comparación con el cable UTP, el cable STP es mucho más costoso y difícil de instalar. Al igual que el cable UTP, el STP utiliza un conector RJ-45.

El cable STP combina las técnicas de blindaje para contrarrestar la EMI y la RFI, y el trenzado de hilos para contrarrestar el crosstalk. Para obtener los máximos beneficios del blindaje, los cables STP se terminan con conectores de datos STP blindados especiales. Si el cable no se conecta a tierra correctamente, el blindaje puede actuar como antena y captar señales no deseadas.



Cable coaxial

El cable coaxial obtiene su nombre del hecho de que hay dos conductores que comparten el mismo eje. Como se muestra en la figura, el cable coaxial consta de lo siguiente:



1. Cubierta exterior
2. Blindaje de cobre trenzado
3. Aislamiento plástico
4. Conductor de cobre

Cable coaxial

Aunque el cable UTP ha reemplazado esencialmente el cable coaxial en las instalaciones de Ethernet modernas, el diseño del cable coaxial se usa en las siguientes situaciones:

Instalaciones inalámbricas - Los cables coaxiales conectan antenas a los dispositivos inalámbricos. También transportan energía de radiofrecuencia (RF) entre las antenas y el equipo de radio.

Instalaciones de Internet por cable - Los proveedores de servicios de cable proporcionan conectividad a Internet a sus clientes mediante el reemplazo de porciones del cable coaxial y la admisión de elementos de amplificación con cables de fibra óptica. Sin embargo, el cableado en las instalaciones del cliente sigue siendo cable coaxial.

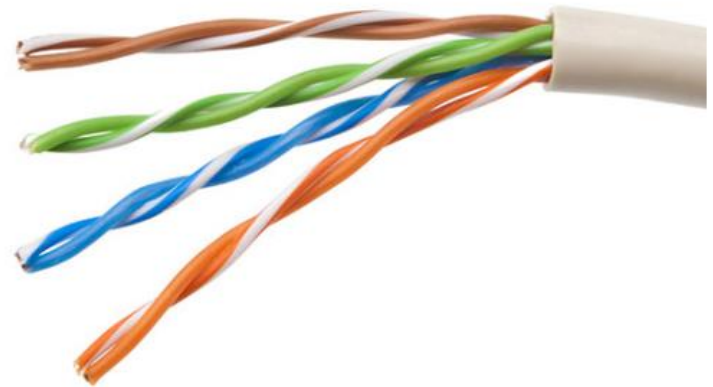
Propiedades del cableado UTP

El cableado (UTP) consta de cuatro pares de hilos codificados por colores que están trenzados entre sí y recubiertos con un revestimiento de plástico flexible. Su tamaño pequeño puede ser una ventaja durante la instalación.

Los cables UTP no utilizan blindaje para contrarrestar los efectos de la EMI y la RFI. En cambio, los diseñadores de cable han descubierto otras formas de limitar el efecto negativo del crosstalk:

Anulación - Los diseñadores ahora emparejan los hilos en un circuito. Cuando dos hilos en un circuito eléctrico están cerca, los campos magnéticos son exactamente opuestos entre sí. Por lo tanto, se anulan y también anulan cualquier señal de EMI y RFI externa.

Variando el número de vueltas por par de hilos - Para mejorar aún más el efecto de anulación de los pares de hilos del circuito, los diseñadores cambian el número de vueltas de cada par de hilos en un cable. Los cables UTP deben seguir especificaciones precisas que rigen cuántas vueltas o trenzas se permiten por metro (3,28 ft) de cable.



Conectores y estándares de cableado UTP

El cableado UTP cumple con los estándares establecidos en conjunto por la TIA/EIA. En particular, la TIA/EIA-568 estipula los estándares comerciales de cableado para las instalaciones LAN y es el estándar de mayor uso en entornos de cableado LAN.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) define las características eléctricas del cableado de cobre. IEEE califica el cableado UTP según su rendimiento. Los cables se dividen en categorías según su capacidad para transportar datos de ancho de banda a velocidades mayores.

Los cables de categorías superiores se diseñan y fabrican para admitir velocidades superiores de transmisión de datos. A medida que se desarrollan y adoptan nuevas tecnologías Ethernet de velocidad gigabit, la categoría 5e es ahora el tipo de cable mínimamente aceptable, y la categoría 6 es el tipo recomendado para nuevas instalaciones de edificios

Conectores y estándares de cableado UTP

La categoría 3 se utilizó originalmente para la comunicación de voz a través de líneas de voz, pero más tarde para la transmisión de datos.

Las categorías 5 y 5e se utilizan para la transmisión de datos. La categoría 5 soporta 100Mbps y la categoría 5e soporta 1000 Mbps

La categoría 6 tiene un separador añadido entre cada par de cables para soportar velocidades más altas. Categoría 6 soporta hasta 10 Gbps.

Categoría 7 también soporta 10 Gbps.

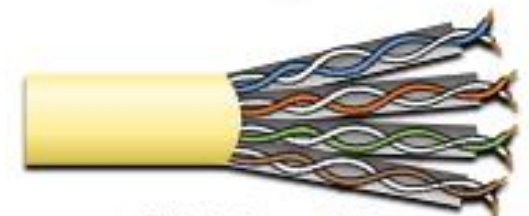
Categoría 8 soporta 40 Gbps.



Cable de Categoría 3
(UTP)



Cable de Categoría 5 o 5e
(UTP)



Cable de Categoría 6
(STP)

Conectores y estándares de cableado UTP

El conector RJ-45 es el componente macho, engarzado al final del cable.

Conectores RJ-45 para UTP



Conectores y estándares de cableado UTP

El socket, es el componente hembra de un dispositivo de red, pared, salida de partición de cubículo o panel de conexiones. Cuando se realizan las terminaciones de manera incorrecta, cada cable representa una posible fuente de degradación del rendimiento de la capa física.

Socket RJ-45 para UTP



Conectores y estándares de cableado UTP

Cable UTP mal terminado



Cable UTP correctamente terminado



Nota: La terminación incorrecta de los cables puede afectar el rendimiento de la transmisión.

Cable UTP mal terminado. Este conector defectuoso tiene cables que están expuestos, sin torcer y no cubiertos completamente por la funda.

Cable UTP correctamente terminado. Es un buen conector, los hilos están sin trenzar solo en el trecho necesario para unir el conector.

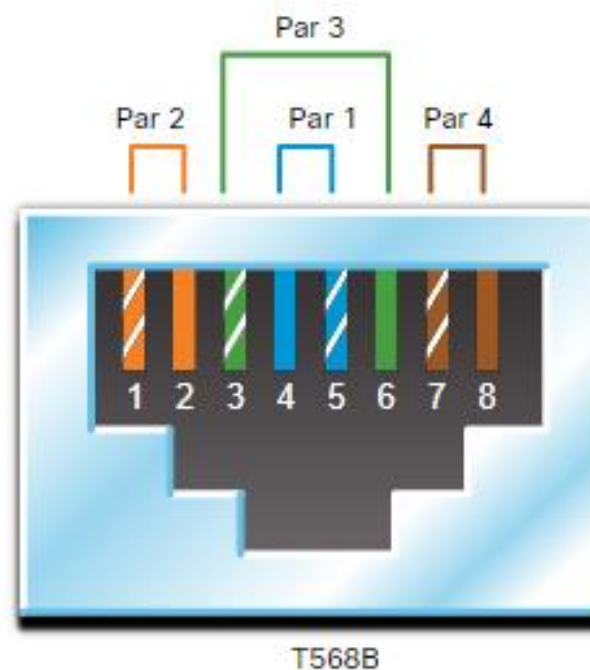
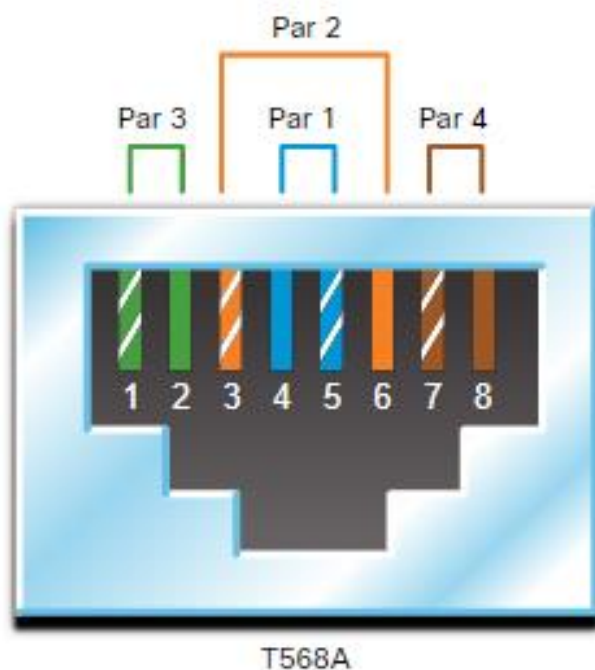
Cables UTP directos y cruzados

Cable directo de Ethernet - El tipo más común de cable de red. Por lo general, se utiliza para interconectar un host con un switch y un switch con un router.

Cable cruzado Ethernet - El cable utilizado para interconectar dispositivos similares. Por ejemplo, para conectar un switch a un switch, un host a un host o un router a un router.

Sin embargo, los cables de cruce ahora se consideran heredados, ya que las NIC utilizan cruzado de interfaz dependiente medio (Auto-MDIX) para detectar automáticamente el tipo de cable y realizar la conexión interna.

T568A and T568B Standards



Cable Types and Standards

Tipo de cable	Estándar	Aplicación
Cable directo de Ethernet	Ambos extremos son T568A o T568B.	Conecta un host de red a un dispositivo de red como un switch o concentrador.
Cruzado Ethernet	Un extremo T568A, otro extremo T568B.	Conecta dos hosts de red Conecta dos dispositivos intermediarios de red (switch a switch o router a router)

Cableado de fibra óptica

El cable de fibra óptica transmite datos a distancias más largas y con anchos de banda más altos que cualquier otro medio de red. A diferencia de los cables de cobre, el cable de fibra óptica puede transmitir señales con menos atenuación y es totalmente inmune a las EMI y RFI. El cable de fibra óptica se utiliza para interconectar dispositivos de red.

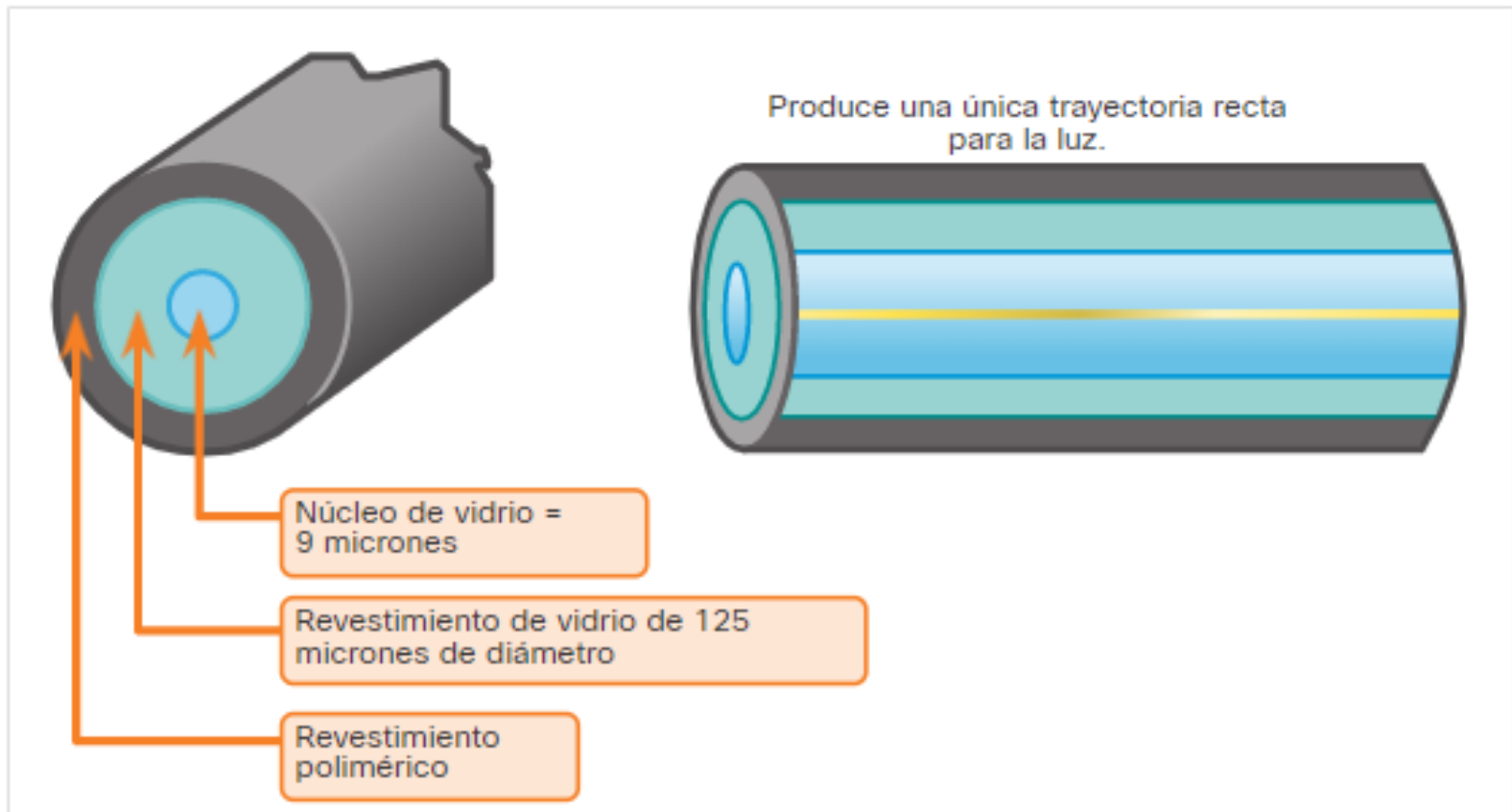
La fibra óptica es un hilo flexible, pero extremadamente delgado y transparente de vidrio muy puro, no mucho más grueso que un cabello humano. Los bits se codifican en la fibra como impulsos de luz. El cable de fibra óptica actúa como una guía de ondas, o una “tubería de luz”, para transmitir la luz entre los dos extremos con una pérdida mínima de la señal.



Tipos de medios de fibra

Fibra monomodo

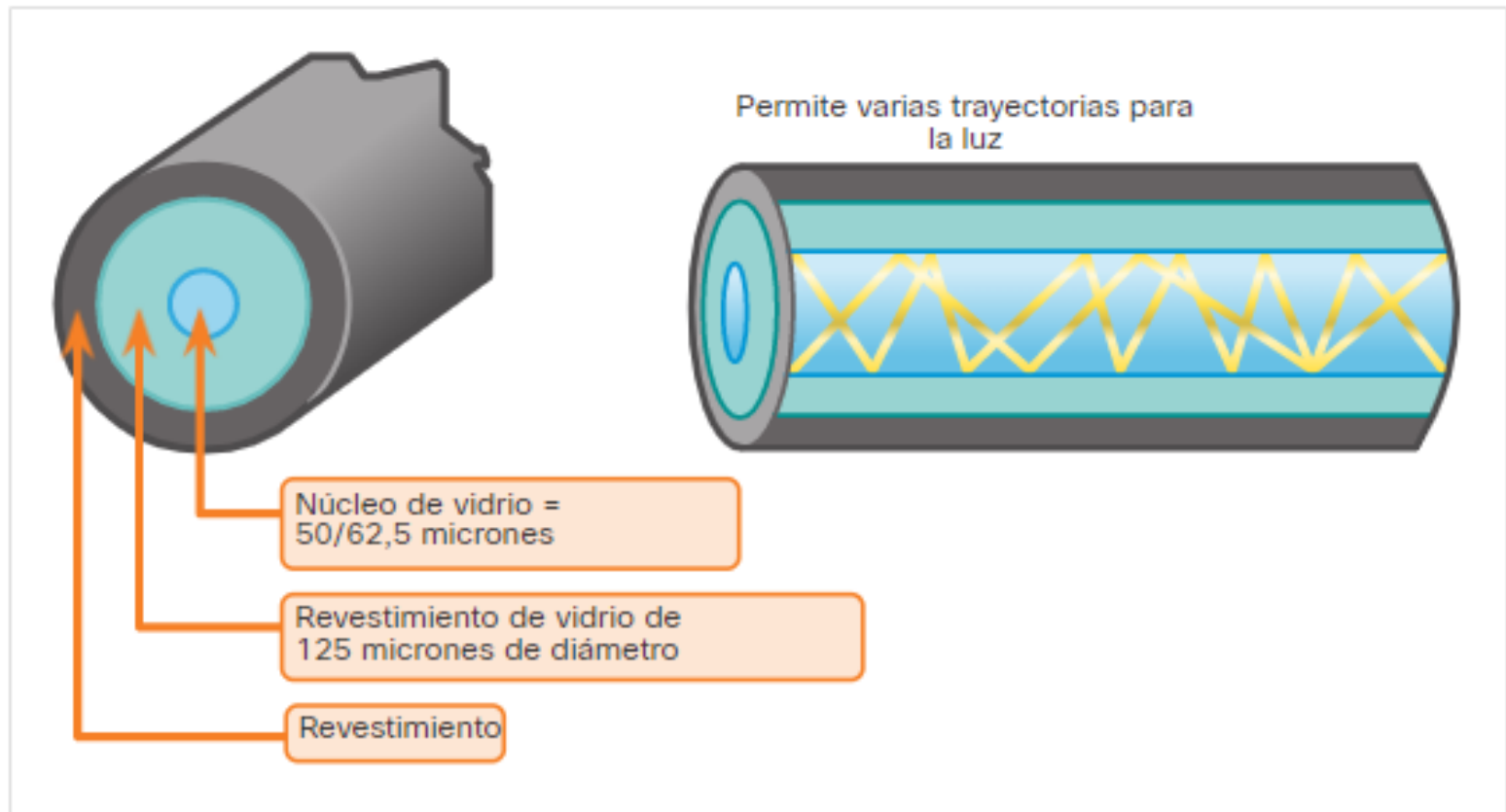
SMF consta de un núcleo muy pequeño y utiliza tecnología láser para enviar un solo rayo de luz, como se muestra en la figura. SMF es popular en situaciones de larga distancia que abarcan cientos de kilómetros, como las requeridas en aplicaciones de telefonía de larga distancia y televisión por cable.



Tipos de medios de fibra

Fibra multimodo

MMF consta de un núcleo más grande y utiliza emisores LED para enviar pulsos de luz. Específicamente, la luz de un LED ingresa a la fibra multimodo en diferentes ángulos, como se muestra en la figura. Se usa mucho en las redes LAN, debido a que pueden alimentarse mediante LED de bajo costo. Proporciona un ancho de banda de hasta 10 Gb/s a través de longitudes de enlace de hasta 550 metros.



Uso del cableado de fibra óptica

En la actualidad, el cableado de fibra óptica se utiliza en cuatro tipos de industrias:

Redes empresariales - Se utilizan para aplicaciones de cableado backbone y dispositivos de infraestructura de interconexión

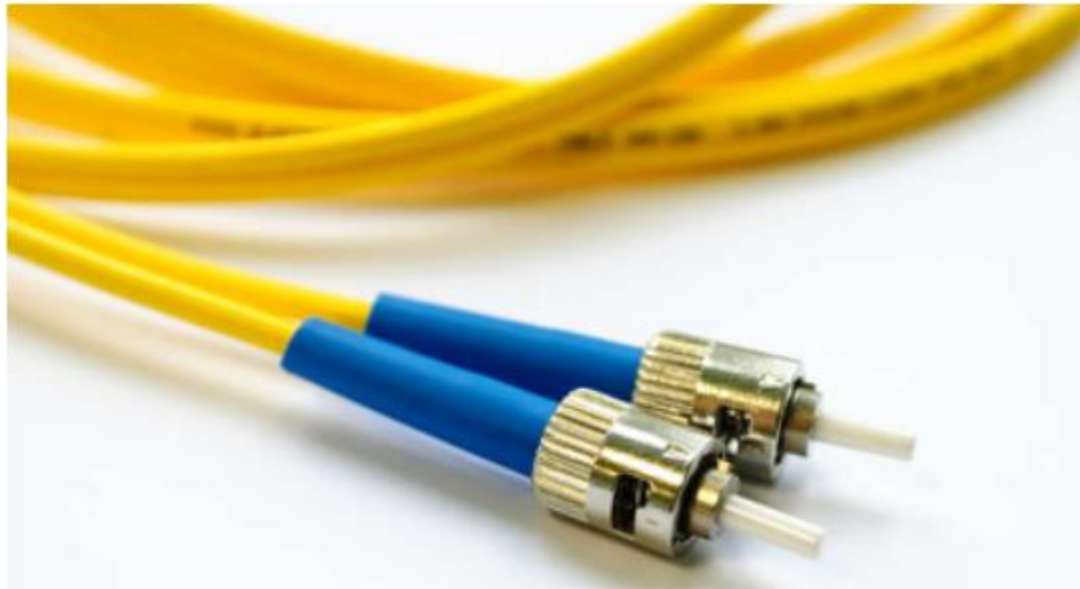
Fibra hasta el hogar (FTTH) - se utiliza para proporcionar servicios de banda ancha siempre activos a hogares y pequeñas empresas

Redes de larga distancia - Utilizadas por proveedores de servicios para conectar países y ciudades

Redes de cable submarino - se utilizan para proporcionar soluciones confiables de alta velocidad y alta capacidad capaces de sobrevivir en entornos submarinos hostiles a distancias transoceánicas. Busque en Internet el "mapa de telegeografía de cables submarinos" para ver varios mapas en línea.

Conectores de fibra óptica

Los conectores de punta directa: conectores ST fueron uno de los primeros tipos de conectores utilizados. El conector se bloquea de manera segura con un mecanismo tipo bayoneta "enroscable/desenroscable".



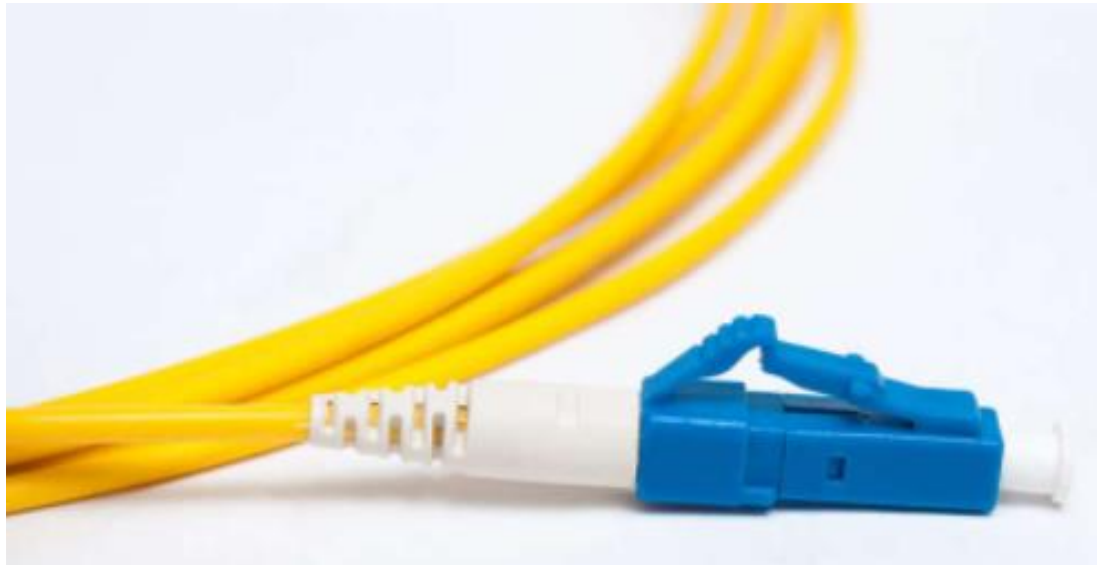
Conectores de fibra óptica

Los conectores de suscriptor: Los conectores SC a veces se denominan conector cuadrado o conector estándar. Es un conector LAN y WAN ampliamente adoptado que utiliza un mecanismo de inserción/extracción para asegurar la inserción correcta. Este tipo de conector se utiliza con la fibra óptica multimodo y monomodo.



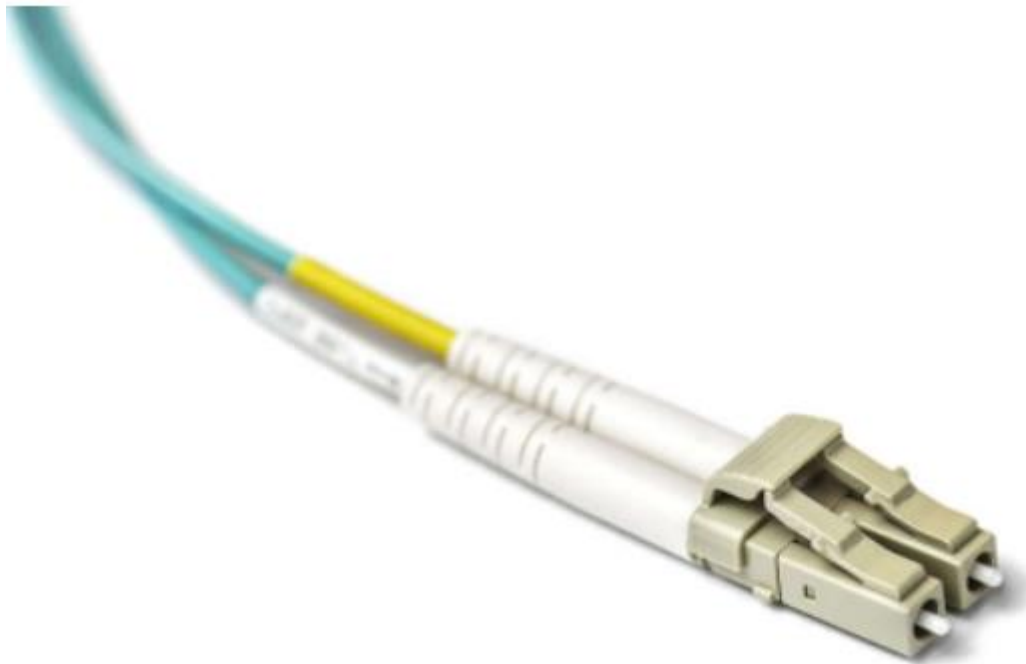
Conectores de fibra óptica

Los conectores lucent: Los conectores LC simplex son una versión más pequeña del conector SC. A veces se denominan conectores pequeños o locales y están creciendo rápidamente en popularidad debido a su tamaño más pequeño.



Conectores de fibra óptica

Los conectores LC multimodo duplex: Un conector LC multimodo dúplex es similar a un conector LC simplex, pero utiliza un conector dúplex.



Conectores de fibra óptica

Hasta hace poco, la luz solo podía viajar en una dirección sobre la fibra óptica. Se requirieron dos fibras para soportar la operación dúplex completa. En consecuencia, los cables de conexión de fibra óptica forman un haz de dos cables de fibra óptica, y su terminación incluye un par de conectores de fibra monomodo estándar. Algunos conectores de fibra aceptan tanto las fibras de transmisión como de recepción en un único conector, conocido como conector dúplex

Cables de conexión de fibra

Los cables de conexión de fibra óptica son necesarios para interconectar dispositivos de infraestructura. El uso de colores distingue entre los cables de conexión monomodo y multimodo. El conector amarillo corresponde a los cables de fibra óptica monomodo y el naranja (o aqua) corresponde a los cables de fibra óptica multimodo

Cables de conexión de fibra

Cables de conexión multimodo SC-SC



Cables de conexión de fibra

Cables de conexión monomodo LC-LC



Cables de conexión de fibra

Cables de conexión multimodo ST-LC



Cables de conexión de fibra

Cables de conexión monomodo SC-ST



Fibra versus cobre

En la actualidad, en la mayoría de los entornos empresariales, la fibra óptica se utiliza principalmente como cableado troncal para conexiones punto a punto de alto tráfico entre instalaciones de distribución de datos. También se utiliza para la interconexión de edificios en campus de múltiples edificios. Debido a que los cables de fibra óptica no conducen electricidad y tienen una baja pérdida de señal, son adecuados para estos usos.

UTP and Fiber-Optic Cabling Comparison

Problemas de implementación	Cableado UTP	Cableado de fibra óptica
Ancho de banda soportado	10 Mb/s - 10 Gb/s	10 Mb/s - 100 Gb/s
Distancia	Relativamente corta (de 1 a 100 metros)	Relativamente largo (1 - 100,000 metros)
Inmunidad a EMI y RFI	Baja	Alta (Totalmente inmune)
Inmunidad a peligros eléctricos	Baja	Alta (Totalmente inmune)
Costos de medios y conectores	Más bajo	Más alto
Se necesitan habilidades de instalación	Más bajo	Más alto
Precauciones de seguridad	Más bajo	Más alto

Medios inalámbricos

Los medios inalámbricos transportan señales electromagnéticas que representan los dígitos binarios de las comunicaciones de datos mediante frecuencias de radio y de microondas.

Los medios inalámbricos proporcionan las mejores opciones de movilidad de todos los medios y la cantidad de dispositivos habilitados para tecnología inalámbrica sigue en aumento. La tecnología inalámbrica es ahora la principal forma en que los usuarios se conectan a las redes domésticas y empresariales.

Limitaciones de la tecnología inalámbrica

Área de cobertura - Las tecnologías inalámbricas de comunicación de datos funcionan bien en entornos abiertos. Sin embargo, existen determinados materiales de construcción utilizados en edificios y estructuras, además del terreno local, que limitan la cobertura efectiva.

Interferencia - La tecnología inalámbrica también es vulnerable a la interferencia, y puede verse afectada por dispositivos comunes como teléfonos inalámbricos domésticos, algunos tipos de luces fluorescentes, hornos microondas y otras comunicaciones inalámbricas.

Seguridad - La cobertura de la comunicación inalámbrica no requiere acceso a un hilo físico de un medio. Por lo tanto, dispositivos y usuarios sin autorización para acceder a la red pueden obtener acceso a la transmisión. La seguridad de la red es un componente principal de la administración de redes inalámbricas.

Medio compartido - WLAN opera en medio duplex, lo que significa que solo un dispositivo puede enviar o recibir a la vez. El medio inalámbrico se comparte entre todos los usuarios inalámbricos. Muchos usuarios que acceden a la WLAN simultáneamente resultan en un ancho de banda reducido para cada usuario.

Tipos de medios inalámbricos

Los estándares de IEEE y del sector de las telecomunicaciones sobre las comunicaciones inalámbricas de datos abarcan la capas física y de enlace de datos. En cada uno de estos estándares, las especificaciones de la capa física se aplican a áreas que incluyen:

- Codificación de señales de datos a señales de radio
- Frecuencia e intensidad de la transmisión
- Requisitos de recepción y decodificación de señales
- Diseño y construcción de antenas

Algunos Estándares inalámbricos

Wi-Fi (IEEE 802.11) - Tecnología de red LAN inalámbrica (WLAN), comúnmente llamada Wi-Fi. WLAN utiliza un protocolo por contención conocido como acceso múltiple por detección de portadora con prevención de colisiones (CSMA/CA). La NIC inalámbrica primero debe escuchar antes de transmitir para determinar si el canal de radio está libre. Si otro dispositivo inalámbrico está transmitiendo, entonces la NIC deberá aguardar hasta que el canal esté libre. Wi-Fi es una marca comercial de Wi-Fi Alliance. Wi-Fi se utiliza con dispositivos WLAN certificados basados en los estándares IEEE 802.11.

Bluetooth (IEEE 802.15) - Este es un estándar de red de área personal inalámbrica (WPAN), comúnmente conocido como «Bluetooth». Utiliza un proceso de emparejamiento de dispositivos para distancias de 1 a 100 metros.

WiMAX (IEEE 802.16) - Comúnmente conocida como Interoperabilidad mundial para el acceso por microondas (WiMAX), utiliza una topología punto a multipunto para proporcionar un acceso de ancho de banda inalámbrico.

Algunos Estándares inalámbricos

LoRaWAN - es un protocolo de red de área amplia de baja potencia (LPWAN) basado en la tecnología Semtech LoRa para dispositivos IoT y redes LoRaWAN. La especificación de LoRaWAN proporciona interoperabilidad entre dispositivos inteligentes sin la necesidad de instalaciones locales complejas

Sigfox - es un estándar de redes para Internet de las Cosas (IoT) creado en Toulouse por Ludovic Le Moan y Christophe Fourtet.

Sigfox emplea la codificación por desplazamiento de fase binaria diferencial - DBPSK y la codificación por desplazamiento de frecuencia gaussiana - GFSK, que permite la comunicación utilizando la banda de radio ISM industrial, científica y médica que utiliza 868MHz en Europa y 902MHz en los EE. UU.

Zigbee (IEEE 802.15.4) - Zigbee es una especificación utilizada para comunicaciones de baja velocidad de datos y baja potencia. Está diseñado para aplicaciones que requieren corto alcance, baja velocidad de datos y larga duración de la batería. Zigbee se utiliza normalmente para entornos industriales e Internet de las cosas (IoT), tales como interruptores de luz inalámbricos y recopilación de datos de dispositivos médicos.

LAN inalámbrica

Una implementación común de tecnología inalámbrica de datos permite a los dispositivos conectarse en forma inalámbrica a través de una LAN. En general, una WLAN requiere los siguientes dispositivos de red:

Punto de acceso inalámbrico (AP) - Concentra las señales inalámbricas de los usuarios y se conecta a la infraestructura de red existente basada en cobre.

Adaptadores NIC inalámbricos - Brindan capacidad de comunicaciones inalámbricas a los hosts de red



Medios de Transmisión: No Guiados

- Ondas electromagnéticas para comunicaciones
 - Microondas
 - Muy direccionales
 - Terrestres o por satélite
 - Ondas radio:
 - 30 MHz - 1 GHz
 - Omnidireccionales
 - Infrarrojos:
 - Reflexión directa
 - $3 \cdot 10^{11}$ - $2 \cdot 10^{14}$ Hz.

BANDAS DE FRECUENCIAS	
<i>Símbolo</i>	<i>Frecuencia</i>
VLF	3-30KHz
LF	30-300KHz
MF	300-3000KHz
HF	3-30MHz
VHF	30-300MHz
UHF	300-3000MHz
SHF	3-30GHz
EHF	30-300GHz
	300-3000GHz