

# Conexión de capa física.

## Tipos de conexiones.

Ya sea una conexión a una impresora local en el hogar o a un sitio web en otro país, para que se pueda producir cualquier comunicación de red se debe establecer antes una conexión a una red local. Una conexión física puede ser una conexión por cable o una conexión inalámbrica mediante ondas de radio.

El tipo de conexión física utilizada depende por completo de la configuración de la red. Por ejemplo, en muchas oficinas corporativas, los empleados tienen PC de escritorio o portátiles que se conectan físicamente, mediante cables, a un switch compartido. Este tipo de configuración se denomina red cableada. Los datos se transmiten a través de un cable físico.

Además de las conexiones por cable, muchas empresas también ofrecen conexiones inalámbricas para PC portátiles, tablets y smartphones. En el caso de los dispositivos inalámbricos, los datos se transmiten mediante ondas de radio. A medida que las personas y las empresas descubren las ventajas de ofrecer servicios inalámbricos, el uso de la conectividad inalámbrica es cada vez más frecuente. Para ofrecer funcionalidades inalámbricas, los dispositivos que se encuentran en una red inalámbrica deben estar conectados a un punto de acceso inalámbrico (AP).

Los dispositivos de switch y los puntos de acceso inalámbricos suelen ser dos dispositivos independientes y dedicados dentro de una implementación de red. Sin embargo, también hay dispositivos que ofrecen tanto conectividad por cable como inalámbrica. En muchos hogares, por ejemplo, las personas implementan routers de servicio integrado (ISR) domésticos, como se muestra en la figura 1. Los ISR proporcionan un componente de conmutación con varios puertos, lo que permite conectar varios dispositivos a la red de área local (LAN) con cables, como se muestra en la figura 2. Además, muchos ISR incluyen un AP, que permite que también se conecten dispositivos inalámbricos.

## Tarjetas de interfaz de red.

Las tarjetas de interfaz de red (NIC) conectan un dispositivo a la red. Las NIC Ethernet se utilizan para las conexiones por cable, como se muestra en la figura 1, mientras que las NIC de red de área local inalámbrica (WLAN) se utilizan para las conexiones inalámbricas. Los dispositivos para usuarios finales pueden incluir un tipo de NIC o ambos. Una impresora de red, por ejemplo, puede contar solo con una NIC Ethernet y, por lo tanto, se debe conectar a la red mediante un cable Ethernet. Otros dispositivos, como las tabletas y los teléfono inteligentes, pueden contener solo una NIC WLAN y deben utilizar una conexión inalámbrica.

En términos de rendimiento, no todas las conexiones físicas son iguales a la hora de conectarse a una red.

Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico experimentará una merma en el rendimiento según la distancia a la que se encuentre del punto de acceso inalámbrico. Cuanto más alejado del punto de acceso esté el dispositivo, más débil será la señal inalámbrica que reciba. Esto puede significar menor ancho de banda o la ausencia absoluta de una conexión inalámbrica. En la figura 2, se muestra que se puede utilizar un extensor de alcance inalámbrico para regenerar la señal inalámbrica en partes de la casa que estén demasiado alejadas del punto de acceso inalámbrico. De lo contrario, una conexión por cable no provocará mermas en el rendimiento.

Todos los dispositivos inalámbricos deben compartir el acceso a las ondas aéreas que se conectan al punto de acceso inalámbrico. Esto significa que el rendimiento de la red puede ser más lento a medida que más dispositivos inalámbricos acceden a la red simultáneamente. Los dispositivos conectados por cable no necesitan compartir el acceso a la red con otros dispositivos. Cada dispositivo conectado por cable tiene un canal de comunicación independiente a través de su propio cable Ethernet. Esto es importante cuando se tienen en cuenta algunas aplicaciones, como juegos en línea, transmisión de vídeo y conferencias de vídeo, que requieren más ancho de banda dedicado que otras aplicaciones.

Al analizar los siguientes temas, aprenderá más sobre las conexiones de capa física que se producen y la forma en que esas conexiones afectan el transporte de datos.

## Propósito de la capa física.

### La capa física.

La capa física de OSI proporciona los medios de transporte de los bits que conforman una trama de la capa de enlace de datos a través de los medios de red. Esta capa acepta una trama completa desde la capa de enlace de datos y la codifica como una secuencia de señales que se transmiten en los medios locales. Un dispositivo final o un dispositivo intermediario recibe los bits codificados que componen una trama.

El proceso por el que pasan los datos desde un nodo de origen hasta un nodo de destino es el siguiente:

- La capa de transporte segmenta los datos de usuario, la capa de red los coloca en paquetes y la capa de enlace de datos los encapsula en forma de trama.
- La capa física codifica las tramas y crea las señales eléctricas, ópticas o de ondas de radio que representan los bits en cada trama.
- Luego, estas señales se envían por los medios una a la vez.
- La capa física del nodo de destino recupera estas señales individuales de los medios, las restaura a sus representaciones en bits y pasa los bits a la capa de enlace de datos en forma de trama completa.

### Medios de la capa física.

Existen tres formatos básicos de medios de red. La capa física produce la representación y las agrupaciones de bits para cada tipo de medio de la siguiente manera:

- **Cable de cobre:** las señales son patrones de pulsos eléctricos.
- **Cable de fibra óptica:** las señales son patrones de luz.
- **Conexión inalámbrica:** las señales son patrones de transmisiones de microondas.

En la figura, se muestran ejemplos de señalización para medios inalámbricos, de cobre y de fibra óptica.

Para habilitar la interoperabilidad de la capa física, los organismos de estandarización rigen todos los aspectos de estas funciones.

## Estándares de capa física.

Los protocolos y las operaciones de las capas OSI superiores se llevan a cabo en software diseñado por ingenieros en software e informáticos. El grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF) define los servicios y protocolos del conjunto TCP/IP.

La capa física consta de circuitos electrónicos, medios y conectores desarrollados por ingenieros. Por lo tanto, es necesario que las principales organizaciones especializadas en ingeniería eléctrica y en comunicaciones definan los estándares que rigen este hardware.

Existen muchas organizaciones internacionales y nacionales, organizaciones de regulación gubernamentales y empresas privadas que intervienen en el establecimiento y el mantenimiento de los estándares de la capa física. Por ejemplo, los siguientes organismos definen y rigen los estándares de hardware, medios, codificación y señalización de la capa física:

- Organización Internacional para la Estandarización (ISO)
- Asociación de las Industrias de las Telecomunicaciones (TIA) y Asociación de Industrias Electrónicas (EIA)
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)
- Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI)
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)
- Autoridades nacionales reguladoras de las telecomunicaciones, incluida la Federal Communication Commission (FCC) de los Estados Unidos y el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI)

Además de estos, a menudo existen grupos regionales de estandarización de cableado, como la Canadian Standards Association (CSA), el European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) y la Japanese Standards Association (JSA/JIS), los cuales desarrollan las especificaciones locales.

# Características de la capa física.

## Funciones.

**Los estándares de la capa física abarcan tres áreas funcionales:**

### Componentes físicos

Los componentes físicos son los dispositivos electrónicos de hardware, medios y conectores que transmiten y transportan las señales para representar los bits. Todos los componentes de hardware, como NIC, interfaces y conectores, materiales y diseño de los cables, se especifican en los estándares asociados con la capa física. Los diversos puertos e interfaces de un router Cisco 1941 también son ejemplos de componentes físicos con conectores y diagramas de pines específicos derivados de los estándares.

### Codificación

La codificación, o codificación de línea, es un método que se utiliza para convertir una transmisión de bits de datos en un “código” predefinido. Los códigos son grupos de bits utilizados para ofrecer un patrón predecible que pueda reconocer tanto el emisor como el receptor. En el caso de las redes, la codificación es un patrón de voltaje o corriente utilizado para representar los bits; los 0 y los 1.

Por ejemplo, en la codificación Manchester los 0 se representan mediante una transición de voltaje de alto a bajo y los 1 se representan como una transición de voltaje de bajo a alto. En la figura 1 se presenta un ejemplo de la codificación Manchester. La transición se produce en el medio de cada período de bit. Este tipo de codificación se utiliza en Ethernet 10 bps. Las velocidades de datos más rápidas requieren codificación más compleja.

### Señalización

La capa física debe generar las señales inalámbricas, ópticas o eléctricas que representan los “1” y los “0” en los medios. El método de representación de bits se denomina método de señalización. Los estándares de la capa física deben definir qué tipo de señal representa un “1” y qué tipo de señal representa un “0”. Esto puede ser tan simple como un cambio en el nivel de una señal eléctrica o de un pulso óptico. Por ejemplo, un pulso largo puede representar un 1, mientras que un pulso corto representa un 0.

Esto es similar a la forma en que se utiliza el Código Morse para la comunicación. El Código Morse es otro método de señalización que utiliza la presencia o ausencia de una serie de tonos, luces o clics para enviar texto a través de cables telefónicos o entre barcos en el mar.

Existen muchas formas de transmitir señales. Un método habitual para enviar datos consiste en utilizar técnicas de modulación. La modulación es el proceso por el cual la característica de una onda (la señal) modifica a otra onda (la portadora).

La naturaleza de las señales reales que representan los bits en los medios dependerá del método de señalización que se utilice.

En la figura 2, se muestra cómo se utilizan las técnicas de AM y FM para enviar una señal.

## Ancho de banda.

Los diferentes medios físicos admiten la transferencia de bits a distintas velocidades. Por lo general, la transferencia de datos se analiza en términos de ancho de banda y rendimiento.

El ancho de banda es la capacidad de un medio para transportar datos. El ancho de banda digital mide la cantidad de datos que pueden fluir desde un lugar hacia otro en un período de tiempo determinado. El ancho de banda generalmente se mide en kilobits por segundo (kbps), megabits por segundo (Mbps) o gigabits por segundo (Gbps). En ocasiones, el ancho de banda se piensa como la velocidad a la que viajan los bits, sin embargo, esto no es adecuado. Por ejemplo, en Ethernet de 10 Mbps y de 100 Mbps, los bits se envían a la velocidad de la electricidad. La diferencia es el número de bits que se transmiten por segundo.

**Una combinación de factores determina el ancho de banda práctico de una red:**

- Las propiedades de los medios físicos
- Las tecnologías seleccionadas para la señalización y la detección de señales de red

Las propiedades de los medios físicos, las tecnologías actuales y las leyes de la física desempeñan una función al momento de determinar el ancho de banda disponible.

En la tabla, se muestran las unidades de medida comúnmente utilizadas para el ancho de banda.

## Rendimiento.

El rendimiento es la medida de transferencia de bits a través de los medios durante un período de tiempo determinado.

Debido a diferentes factores, el rendimiento generalmente no coincide con el ancho de banda especificado en las implementaciones de la capa física. Muchos factores influyen en el rendimiento, incluidos los siguientes:

- La cantidad de tráfico
- El tipo de tráfico
- La latencia creada por la cantidad de dispositivos de red encontrados entre origen y destino

La latencia se refiere a la cantidad de tiempo, incluidas las demoras, que les toma a los datos transferirse desde un punto determinado hasta otro.

En una internetwork o una red con múltiples segmentos, el rendimiento no puede ser más rápido que el enlace más lento de la ruta de origen a destino. Incluso si todos los segmentos o gran parte de ellos tienen un ancho de banda elevado, solo se necesita un segmento en la ruta con un rendimiento inferior para crear un cuello de botella en el rendimiento de toda la red.

Existen muchas pruebas de velocidad en línea que pueden revelar el rendimiento de una conexión a Internet. En la figura, se proporcionan resultados de ejemplo de una prueba de velocidad.

Existe una tercera medición para evaluar la transferencia de datos utilizables, que se conoce como “capacidad de transferencia útil”. La capacidad de transferencia útil es la medida de datos utilizables transferidos durante un período determinado. Esta capacidad representa el rendimiento sin la sobrecarga de tráfico para establecer sesiones, acuses de recibo y encapsulamientos.

## Tipos de medios físicos.

Esta capa física produce la representación y agrupación de bits en voltajes, radiofrecuencia e impulsos de luz. Muchas organizaciones que establecen estándares han contribuido con la definición de las propiedades mecánicas, eléctricas y físicas de los medios disponibles para diferentes comunicaciones de datos. Estas especificaciones garantizan que los cables y los conectores funcionen según lo previsto mediante diferentes implementaciones de la capa de enlace de datos.

**Por ejemplo, los estándares para los medios de cobre se definen según lo siguiente:**

- Tipo de cableado de cobre utilizado
- Ancho de banda de la comunicación
- Tipo de conectores utilizados
- Diagrama de pines y códigos de colores de las conexiones a los medios
- Distancia máxima de los medios

En la figura, se muestran distintos tipos de interfaces y puertos disponibles en un router 1941.

# Cableado de cobre.

## Características del cableado de cobre.

Las redes utilizan medios de cobre porque son económicos, fáciles de instalar y tienen baja resistencia a la corriente eléctrica. Sin embargo, los medios de cobre se ven limitados por la distancia y la interferencia de señales.

Los datos se transmiten en cables de cobre como impulsos eléctricos. Un detector en la interfaz de red de un dispositivo de destino debe recibir una señal que pueda decodificarse exitosamente para que coincida con la señal enviada. 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.

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, como se muestra en la figura.
- **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.

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 puede estar limitada por:

- 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.

## Medios de cobre.

Existen tres tipos principales de medios de cobre que se utilizan en las redes:

- **Par trenzado no blindado (UTP)**
- **Par trenzado blindado (STP)**
- **Coaxial**

Estos cables se utilizan para interconectar los nodos en una LAN y los dispositivos de infraestructura, como switches, routers y puntos de acceso inalámbrico. Cada tipo de conexión y sus dispositivos complementarios incluyen requisitos de cableado estipulados por los estándares de la capa física.

Los diferentes estándares de la capa física especifican el uso de distintos conectores. Estos estándares especifican las dimensiones mecánicas de los conectores y las propiedades eléctricas aceptables de cada tipo. Los medios de red utilizan conectores modulares para facilitar la conexión y la desconexión. Además, puede utilizarse un único tipo de conector físico para diferentes tipos de conexiones. Por ejemplo, el conector RJ-45 se utiliza ampliamente en las LAN con un tipo de medio y en algunas WAN con otro tipo de medio.

Cable de par trenzado no blindado.

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.

Como se muestra en la figura, los códigos por colores identifican los pares individuales con sus alambres y sirven de ayuda para la terminación de cables.

Cable de par trenzado blindado.



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.

El cable STP que se muestra utiliza cuatro pares de hilos. Cada uno de estos pares está empaquetado primero con un blindaje de hoja metálica y, luego, el conjunto se empaqueta con una malla tejida o una hoja metálica.

## 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:

- Un conductor de cobre utilizado para transmitir las señales electrónicas.
- Una capa de aislamiento plástico flexible que rodea al conductor de cobre.
- Sobre este material aislante, hay una malla de cobre tejida o una hoja metálica que actúa como segundo hilo en el circuito y como blindaje para el conductor interno. La segunda capa o blindaje reduce la cantidad de interferencia electromagnética externa.
- La totalidad del cable está cubierta por un revestimiento para evitar daños físicos menores.

Existen diferentes tipos de conectores con cable coaxial.

Si bien el cable UTP esencialmente reemplazó al cable coaxial en las instalaciones de Ethernet modernas, el diseño del cable coaxial se adaptó para los siguientes usos:

- **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.

## Seguridad de los medios de cobre.

Los tres tipos de medios de cobre son vulnerables a peligros eléctricos y de incendio.

El peligro de incendio existe porque el revestimiento y aislamiento de los cables pueden ser inflamables o producir emanaciones tóxicas cuando se calientan o se queman. Las organizaciones o autoridades edilicias pueden estipular estándares de seguridad relacionados para las instalaciones de hardware y cableado.

Los peligros eléctricos son un problema potencial, dado que los hilos de cobre podrían conducir electricidad en formas no deseadas. Esto puede exponer al personal y el equipo a una variedad de peligros eléctricos. Por ejemplo, un dispositivo de red defectuoso podría conducir corriente al chasis de otros dispositivos de red. Además, el cableado de red podría representar niveles de voltaje no deseados cuando se utiliza para conectar dispositivos que incluyen fuentes de energía con diferentes potenciales de conexión a tierra. Estos casos son posibles cuando el cableado de cobre se utiliza para conectar redes en diferentes edificios o pisos que utilizan distintas instalaciones de energía. Finalmente, el cableado de cobre puede conducir los voltajes provocados por descargas eléctricas a los dispositivos de red.

Como consecuencia, las corrientes y los voltajes no deseados pueden generar un daño a los dispositivos de red y a las PC conectadas o bien provocar lesiones al personal. Para prevenir situaciones potencialmente peligrosas y perjudiciales, es importante instalar correctamente el cableado de cobre según las especificaciones relevantes y los códigos de edificación.

En la figura, se muestran prácticas de cableado adecuadas para evitar posibles peligros eléctricos y de incendio.

## Cableado UTP.

### Propiedades del cableado UTP.

Cuando se utiliza como medio de red, el cableado de par trenzado no blindado (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 cables descubrieron que pueden limitar el efecto negativo del crosstalk por medio de los métodos siguientes:

- **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, los dos campos magnéticos se anulan y también anulan cualquier señal de EMI y RFI externa.

- **Cambio del 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. Observe en la figura que el par naranja y naranja/blanco está menos trenzado que el par azul y azul/blanco. Cada par coloreado se trenza una cantidad de veces distinta.

Los cables UTP dependen exclusivamente del efecto de anulación producido por los pares de hilos trenzados para limitar la degradación de la señal y proporcionar un autoblandaje eficaz de los pares de hilos en los medios de red.

## 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. Algunos de los elementos definidos son:

- Tipos de cables
- Longitudes del cable
- Conectores
- Terminación de los cables
- Métodos para realizar pruebas de cable

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. Por ejemplo, el cable de Categoría 5 (Cat5) se utiliza comúnmente en las instalaciones de FastEthernet 100BASE-TX. Otras categorías incluyen el cable de categoría 5 mejorada (Cat5e), la categoría 6 (Cat6) y la categoría 6a.

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 velocidades en gigabits, Cat5e es el tipo de cable mínimamente aceptable en la actualidad. Cat6 es el tipo de cable recomendado para nuevas instalaciones edilicias.

Algunos fabricantes producen cables que exceden las especificaciones de la categoría 6a de la TIA/EIA y se refieren a estos como cables de “categoría 7”.

### Cables de categoría 3 (UTP)

- Se utiliza para la comunicación de voz.
- Se utiliza con mayor frecuencia para líneas telefónicas.

### Cables de categoría 5 o 5e (UTP)

- Utilizado para la transmisión de datos.

- Los cables Cat5 admiten velocidades de 100 Mbps y pueden admitir velocidades de 1000 Mbps, pero esto no se recomienda.
- Los cables Cat5e admiten velocidades de 1000 Mbps.

## Cables de categoría 6 (UTP)

- Utilizado para la transmisión de datos.
- Cuenta con un separador agregado entre cada par de cables para permitir que funcione a velocidades más elevadas.
- Admite velocidades desde 1000 Mbps hasta 10 Gbps, aunque esta última no se recomienda.

## • Cables de categoría 7 (UTP)

- El estándar Cat 7 fue creado para permitir [10 Gigabit Ethernet](#)
- 100 metros de cableado de [cobre](#).
- El cable contiene, como los estándares anteriores, 4 pares trenzados de cobre. Cat 7 puede
- Termina tanto con un conector eléctrico [GG-45](#), ([GigaGate-45](#)) (compatible con [RJ-45](#)) como con un conector [TERA](#). Cuando se combina con éstos, el Cat 7 puede transmitir frecuencias de hasta 600 [MHz](#).

## • Conectores UTP.

Los cables UTP generalmente se terminan con un conector RJ-45. Este conector se utiliza para una variedad de especificaciones de capa física, una de las cuales es Ethernet. El estándar TIA/EIA-568 describe las asignaciones de los códigos por colores de los hilos a la asignación de pines (diagrama de pines) de los cables Ethernet.

Como se muestra en la figura 1, el conector RJ-45 es el componente macho que está engarzado en el extremo del cable. El socket es el componente hembra en un dispositivo de red, una pared, una toma en el tabique divisorio de un cubículo o un panel de conexiones.

Cada vez que se realiza la terminación de un cableado de cobre, existe la posibilidad de que se pierda la señal y de que se genere ruido en el circuito de comunicación. Cuando se realizan las terminaciones de manera incorrecta, cada cable representa una posible fuente de degradación del rendimiento de la capa física. Es fundamental que todas las terminaciones de medios de cobre sean de calidad superior para garantizar un funcionamiento óptimo con tecnologías de red actuales y futuras.

En la figura 2, se muestra un ejemplo de un cable UTP mal terminado y un cable UTP bien terminado.

## Tipos de cables UTP.

Según las diferentes situaciones, es posible que los cables UTP necesiten armarse según las diferentes convenciones para los cableados. Esto significa que los alambres individuales del cable deben conectarse en diferente orden para distintos grupos de pins en los conectores RJ-45.

A continuación se mencionan los principales tipos de cables que se obtienen al utilizar convenciones específicas de cableado:

- **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:** 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.
- **Cable de consola:** cable exclusivo de Cisco utilizado para conectar una estación de trabajo a un puerto de consola de un router o de un switch.

En la figura, se muestra el tipo de cable UTP, los estándares relacionados y la aplicación típica de estos cables. También se identifican los pares de hilos individuales para los estándares TIA-568A y TIA-568B.

Es posible que el uso de un cable de conexión cruzada o de conexión directa en forma incorrecta entre los dispositivos no dañe los dispositivos pero tampoco se producirá la conectividad y la comunicación entre los dispositivos. Este es un error común de laboratorio. Si no se logra la conectividad, la primera medida para resolver este problema es verificar que las conexiones de los dispositivos sean correctas.

## Comprobación de cables UTP.

Después de la instalación, se debe utilizar un comprobador de cables UTP, como el que se muestra en la figura, para probar los siguientes parámetros:

- Mapa de cableado
- Longitud del cable
- Pérdida de señal debido a atenuación
- Crosstalk

Se recomienda revisar minuciosamente que se cumplan todos los requisitos de instalación de UTP.

# Cableado de fibra óptica.

## Propiedades del cableado de fibra óptica.

Transmite de datos a través de distancias más extensas y a anchos de banda mayores 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.

A modo de analogía, imagine un rollo de toallas de papel vacío que tiene el interior recubierto con material reflectante. Este rollo mide mil metros de largo y tiene un pequeño puntero láser que se utiliza para enviar señales de Código Morse a la velocidad de la luz. Básicamente, así es cómo funciona un cable de fibra óptica, excepto que tiene un diámetro más pequeño y utiliza tecnologías de emisión y recepción de luz sofisticadas.

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

- **Redes empresariales:** la fibra óptica se utiliza para aplicaciones de cableado troncal y para la interconexión de dispositivos de infraestructura.
- **Fibre-to-the-Home (FTTH):** la fibra hasta el hogar se utiliza para proporcionar servicios de banda ancha siempre activos a hogares y pequeñas empresas.
- **Redes de largo alcance:** los proveedores de servicios las utilizan para conectar países y ciudades.
- **Redes por cable submarinas:** se utilizan para proporcionar soluciones confiables de alta velocidad y alta capacidad que puedan subsistir en entornos submarinos adversos por distancias transoceánicas. Haga clic [aquí](#) para ver un mapa de TeleGeography con las ubicaciones de cables submarinos.

En este curso, nos centraremos en el uso de la fibra óptica en el nivel de empresa.

# Diseño de cables de medios de fibra óptica.

La fibra óptica se compone de dos tipos de vidrio (núcleo y revestimiento) y un blindaje exterior de protección (revestimiento).

**Si bien la fibra óptica es muy delgada y susceptible a dobleces muy marcados, las propiedades del vidrio del núcleo y de revestimiento la hacen muy fuerte. La fibra óptica es duradera y se implementa en redes en**

**condiciones ambientales adversas en todo el mundo.**

## Tipos de medios de fibra óptica.

Los pulsos de luz que representan los datos transmitidos en forma de bits en los medios son generados por uno de los siguientes:

- Láseres
- Diodos emisores de luz (LED)

Los dispositivos electrónicos semiconductores, denominados “fotodiodos”, detectan los pulsos de luz y los convierten en voltajes. La luz del láser transmitida a través del cableado de fibra óptica puede dañar el ojo humano. Se debe tener precaución y evitar mirar dentro del extremo de una fibra óptica activa.

En términos generales, los cables de fibra óptica pueden clasificarse en dos tipos:

- **Fibra óptica monomodo (SMF):** consta de un núcleo muy pequeño y emplea tecnología láser costosa para enviar un único haz de luz, como se muestra en la figura 1. Se usa mucho en situaciones de larga distancia que abarcan cientos de kilómetros, como aplicaciones de TV por cable y telefonía de larga distancia.
- **Fibra óptica multimodo (MMF):** consta de un núcleo más grande y utiliza emisores LED para enviar pulsos de luz. En particular, la luz de un LED ingresa a la fibra multimodo en diferentes ángulos, como se muestra en la figura 2. Se usa mucho en las redes LAN, debido a que se puede alimentar mediante LED de bajo costo. Proporciona un ancho de banda de hasta 10 Gbps a través de longitudes de enlace de hasta 550 m.
- Una de las diferencias destacadas entre la fibra óptica multimodo y monomodo es la cantidad de dispersión. La dispersión se refiere a la extensión de los pulsos de luz con el tiempo. Cuanta más dispersión existe, mayor es la pérdida de potencia de la señal.

# . Conectores de fibra óptica.

•

- El extremo de una fibra óptica se termina con un conector de fibra óptica. Existe una variedad de conectores de fibra óptica. Las diferencias principales entre los tipos de conectores son las dimensiones y los métodos de acoplamiento. Las empresas deciden qué tipos de conectores utilizarán según sus equipos.
- Se requieren dos fibras para realizar una operación full duplex ya que la luz sólo puede viajar en una dirección a través de la fibra óptica. 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 óptica aceptan las fibras de transmisión y recepción en un único conector, conocido como “conector dúplex”, como se muestra en el conector LC multimodo dúplex en la figura 1.

## Conectores de punta directa (ST)

Uno de los primeros tipos de conectores utilizados. El conector se bloquea de manera segura con un mecanismo tipo bayoneta de giro.

## Conectores suscriptor (CS)

En ocasiones, se lo denomina 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 Lucent (LC) simplex (WSA)

Una versión pequeña del conector SC de fibra óptica. En ocasiones, denominado conector “pequeño” o “local”, cada vez adquiere mayor popularidad debido a su tamaño reducido.

## Conectores LC multimodo dúplex

Similar a un conector LC simplex, pero que utiliza un conector dúplex.

Los cables de conexión de fibra óptica son necesarios para interconectar dispositivos de infraestructura. En la figura 2, se muestran diversos cables de conexión comunes. 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. Los cables de fibra óptica se deben proteger con un pequeño capuchón de plástico cuando no se utilizan.



# Prueba de cables de fibra óptica.

La terminación y el empalme del cableado de fibra óptica requieren equipo y capacitación especiales. La terminación incorrecta de los medios de fibra óptica produce una disminución en las distancias de señalización o una falla total en la transmisión.

**Tres tipos comunes de errores de empalme y terminación de fibra óptica son:**

- **Desalineación:** los medios de fibra óptica no se alinean con precisión al unirlos.
- **Separación de los extremos:** no hay contacto completo de los medios en el empalme o la conexión.
- **Acabado final:** los extremos de los medios no se encuentran bien pulidos o puede verse suciedad en la terminación.

Se puede realizar una prueba de campo rápida y sencilla que consiste en iluminar un extremo de la fibra con una linterna potente mientras se observa el otro extremo. Si la luz es visible, entonces la fibra es capaz de transmitir luz. Si bien esta prueba no garantiza el rendimiento, es una forma rápida y económica de detectar una fibra deteriorada.

Como se muestra en la figura, se puede usar un Reflectómetro óptico de dominio de tiempo (OTDR) para probar cada segmento del cable de fibra óptica. Este dispositivo introduce un impulso de luz de prueba en el cable y mide la retrodispersión y el reflejo de la luz detectados en función del tiempo. El OTDR calculará la distancia aproximada en la que se detectan estas fallas en toda la longitud del cable.

## Comparación entre fibra óptica y cobre.

La utilización de cables de fibra óptica ofrece muchas ventajas en comparación con los cables de cobre. En la figura, se destacan algunas de estas diferencias.

Debido a que las fibras de vidrio que se utilizan en los medios de fibra óptica no son conductores eléctricos, el medio es inmune a la interferencia electromagnética y no conduce corriente eléctrica no deseada cuando existe un problema de conexión a tierra. Las fibras ópticas son finas, tienen una pérdida de señal relativamente baja y pueden utilizarse en longitudes mucho mayores que los medios de cobre. Algunas especificaciones de la capa física de fibra óptica admiten longitudes que pueden alcanzar varios kilómetros.

En la actualidad, en la mayor parte de los entornos empresariales se utiliza principalmente la fibra óptica como cableado troncal para conexiones punto a punto con una gran cantidad de tráfico entre los servicios de distribución de datos y para la interconexión de los edificios en el caso de los campus compuestos por varios edificios. Ya que la fibra óptica no conduce electricidad y presenta una pérdida de señal baja, es ideal para estos usos.

# Medios inalámbricos.

## Propiedades de los 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. A medida que aumentan las opciones de ancho de banda de red, la tecnología inalámbrica adquiere popularidad rápidamente en las redes empresariales.

En la figura, se destacan varios símbolos relacionados con la tecnología inalámbrica.

**Existen algunas áreas de importancia para la tecnología inalámbrica, que incluyen las siguientes:**

- **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 half-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. Cuantos más usuarios necesiten acceso a la WLAN de forma simultánea, cada uno obtendrá menos ancho de banda. Half-duplex se analiza más adelante en este capítulo.

Si bien la tecnología inalámbrica es cada vez más popular para la conectividad de escritorio, el cobre y la fibra óptica son los medios de capa física más populares para las implementaciones de redes.

# Tipos de medios inalámbricos.

Los estándares de IEEE y del sector de las telecomunicaciones sobre las comunicaciones inalámbricas de datos abarcan la capa física y de enlace de datos.

**Nota:** Otras tecnologías inalámbricas, como las comunicaciones satelitales y de datos móviles, también pueden proporcionar conectividad a redes de datos. No obstante, estas tecnologías inalámbricas exceden el ámbito de este capítulo.

**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

**Wi-Fi es una marca comercial de Wi-Fi Alliance. La tecnología Wi-Fi se utiliza con productos certificados que pertenecen a los dispositivos WLAN basados**

**en los estándares IEEE 8**

## 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 LAN inalámbrica 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, como Ethernet. Los routers inalámbricos domésticos y de pequeñas empresas integran las funciones de un router, un switch y un punto de acceso en un solo dispositivo, como el que se muestra en la figura.
- **Adaptadores NIC inalámbricos:** proporcionan capacidad de comunicación inalámbrica a cada host de la red.

A medida que la tecnología fue evolucionando, surgió una gran cantidad de estándares WLAN basados en Ethernet. Se debe tener precaución al comprar dispositivos inalámbricos para garantizar compatibilidad e interoperabilidad.

Los beneficios de las tecnologías inalámbricas de comunicación de datos son evidentes, especialmente en cuanto al ahorro en el cableado costoso de las instalaciones y en la conveniencia de la movilidad del host. Los administradores de red necesitan desarrollar y aplicar procesos y políticas de seguridad rigurosas para proteger las LAN inalámbricas del daño y el acceso no autorizado.