

# CAPITULO 8 Capa física del modelo OSI

## 8.0 Introducción del capítulo

### 8.0.1 Introducción del capítulo

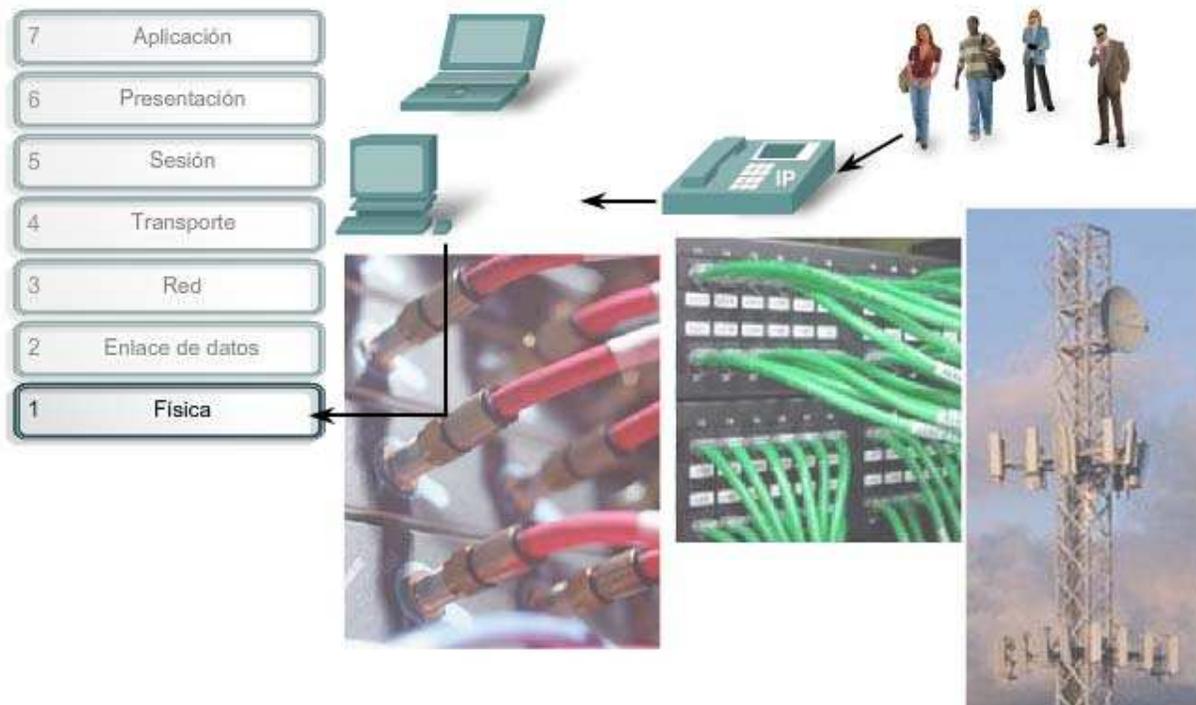
Los protocolos de la capa superior de OSI preparan los datos desde la red humana para realizar la transmisión hacia su destino. La capa física controla de qué manera se ubican los datos en los medios de comunicación.

La función de la capa física de OSI es la de codificar en señales los dígitos binarios que representan las tramas de la capa de Enlace de datos, además de transmitir y recibir estas señales a través de los medios físicos (alambres de cobre, fibra óptica o medio inalámbrico) que conectan los dispositivos de la red.

Este capítulo presenta las funciones generales de la capa física al igual que los estándares y protocolos que administran la transmisión de datos a través de medios locales.

En este capítulo, usted aprenderá a:

- Explicar la función de los servicios y protocolos de capa física en la admisión de comunicaciones a través de las redes de datos.
- Describir el propósito de la codificación y señalización de la capa física, según estos métodos se utilizan en las redes.
- Describir la función de las señales que se utilizan para representar bits mientras se transporta una trama a través de los medios locales.
- Identificar las características básicas de los medios de cobre, de fibra y de red inalámbrica.
- Describir los usos comunes de los medios de cobre, de fibra y de red inalámbrica.



La capa Física interconecta nuestras redes de datos.

## 8.1 La capa física: Señales de comunicación

### 8.1.1 Capa física: Objetivo

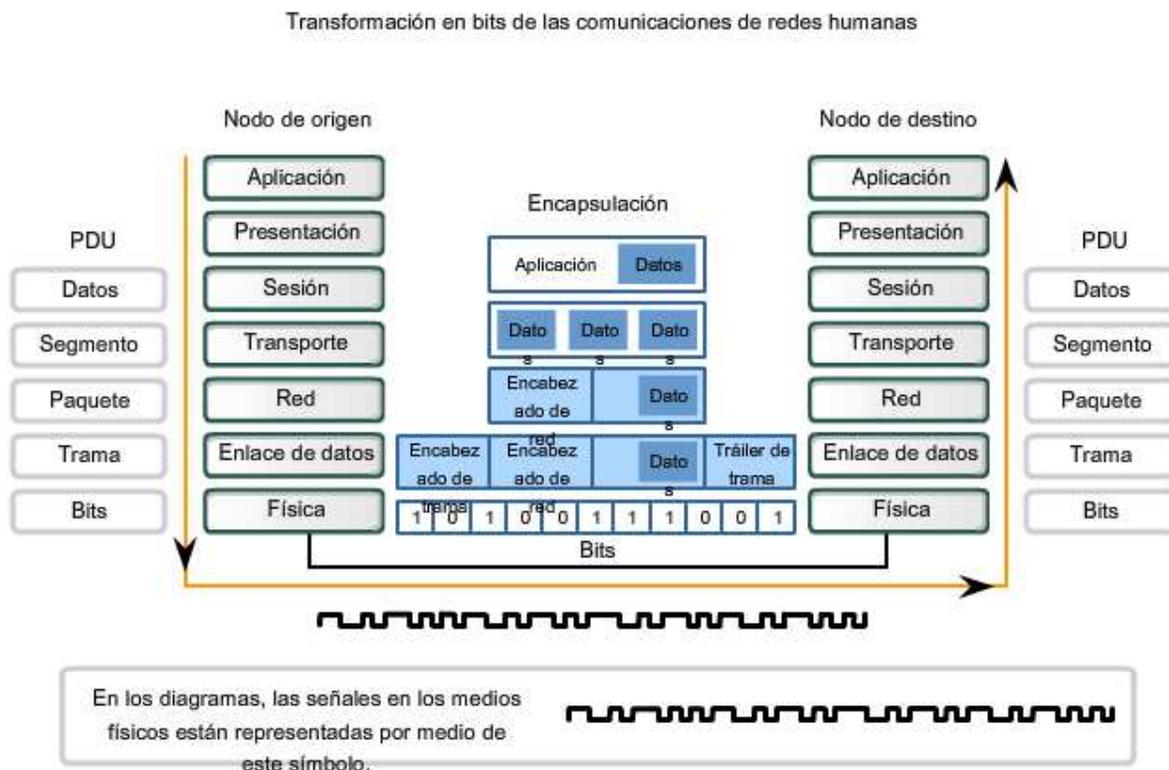
**La capa física de OSI proporciona los medios de transporte para los bits que conforman la trama de la capa de Enlace de datos a través de los medios de red.** Esta capa acepta una trama completa desde la capa de Enlace de datos y lo codifica como una secuencia de señales que se transmiten en los medios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

El envío de tramas a través de medios de transmisión requiere los siguientes elementos de la capa física:

- Medios físicos y conectores asociados.
- Una representación de los bits en los medios.
- Codificación de los datos y de la información de control.
- Sistema de circuitos del receptor y transmisor en los dispositivos de red.

En este momento del proceso de comunicación, la capa de transporte ha segmentado los datos del usuario, la capa de red los ha colocado en paquetes y luego la capa de enlace de datos los ha encapsulado como tramas. **El objetivo de la capa física es crear la señal óptica, eléctrica o de microondas que representa a los bits en cada trama.** Luego, estas señales se envían por los medios una a la vez.

Otra función de la capa física es la de recuperar estas señales individuales desde los medios, restaurarlas para sus representaciones de bit y enviar los bits hacia la capa de Enlace de datos como una trama completa.



## 8.1.2 Capa física: Funcionamiento

**Los medios no transportan la trama como una única entidad. Los medios transportan señales, una por vez, para representar los bits que conforman la trama.**

Existen tres tipos básicos de medios de red en los cuales se representan los datos:

- Cable de cobre
- Fibra
- Inalámbrico

La presentación de los bits -es decir, el tipo de señal- depende del tipo de medio. Para los medios de cable de cobre, las señales son patrones de pulsos eléctricos. Para los medios de fibra, las señales son patrones de luz. Para los medios inalámbricos, las señales son patrones de transmisiones de radio.

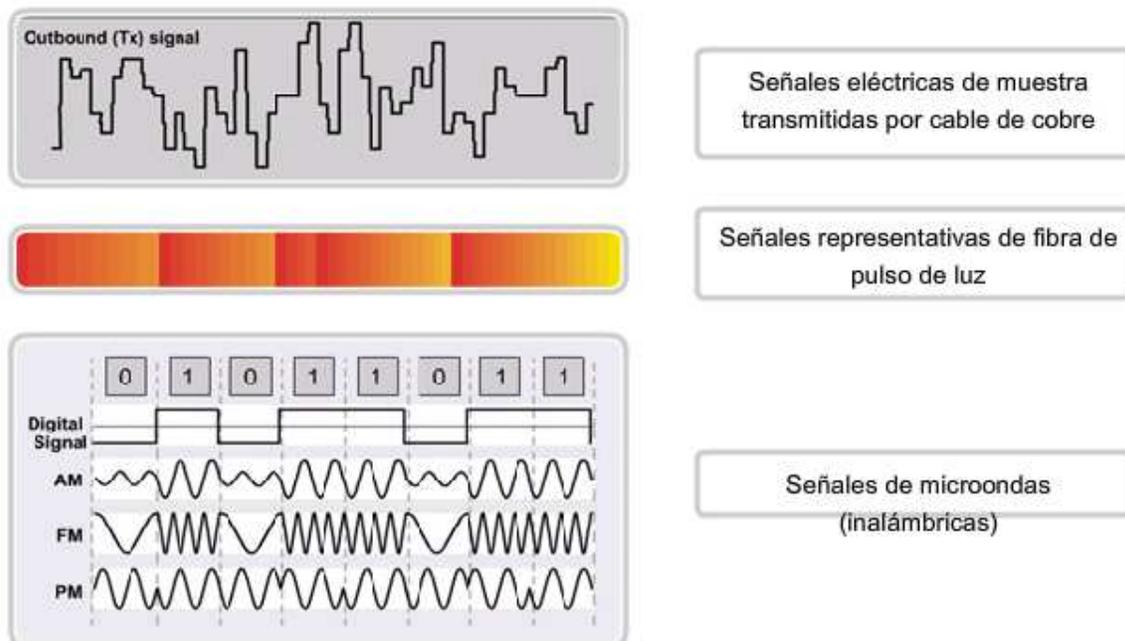
## Identificación de una trama

Cuando la capa física codifica los bits en señales para un medio específico, también debe distinguir dónde termina una trama y dónde se inicia la próxima. De lo contrario, los dispositivos de los medios no reconocerían cuándo se ha recibido exitosamente una trama. En tal caso, el dispositivo de destino sólo recibiría una secuencia de señales y no sería capaz de reconstruir la trama correctamente. Como se describió en el capítulo anterior, indicar el comienzo de la trama es a menudo una función de la capa de Enlace de datos. Sin embargo, en muchas tecnologías, la capa física puede agregar sus propias señales para indicar el comienzo y el final de la trama.

Para habilitar un dispositivo receptor a fin de reconocer de manera clara el límite de una trama, el dispositivo transmisor agrega señales para designar el comienzo y el final de una trama. Estas señales representan patrones específicos de bits que sólo se utilizan para indicar el comienzo y el final de una trama.

En las siguientes secciones de este capítulo, se analizarán detalladamente el proceso de codificación de una trama de datos de bits lógicos a señales físicas en los medios y las características de los medios físicos específicos.

### Representaciones de señales en los medios físicos



## 8.1.3 Capa física: Estándares

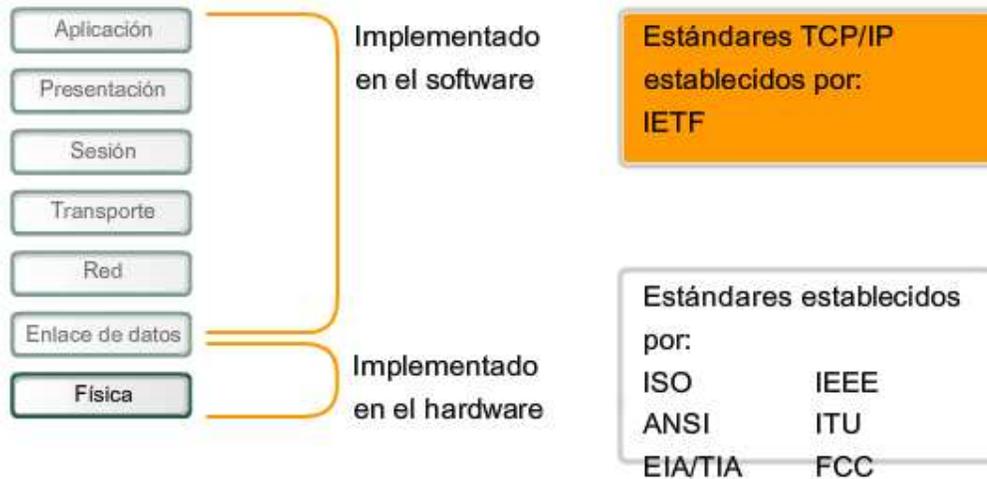
La capa física consiste en un hardware creado por ingenieros en forma de conectores, medios y circuitos electrónicos. Por lo tanto, es necesario que las principales organizaciones especializadas en ingeniería eléctrica y en comunicaciones definan los estándares que rigen este hardware.

Por el contrario, las operaciones y los protocolos de las capas superiores de OSI se llevan a cabo mediante un software y están diseñados por especialistas informáticos e ingenieros de software. Como vimos en el capítulo anterior, el grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF) define los servicios y protocolos del conjunto TCP/IP en las RFC.

Al igual que otras tecnologías asociadas con la capa de Enlace de datos, las tecnologías de la capa física se definen por diferentes organizaciones, tales como:

- La Organización Internacional para la Estandarización (ISO)
- El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)
- El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI)
- La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)
- La Asociación de Industrias Electrónicas/Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (EIA/TIA)
- Autoridades de las telecomunicaciones nacionales, como la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en EE.UU.

## Comparación entre los estándares de capa física y los estándares de capa superior



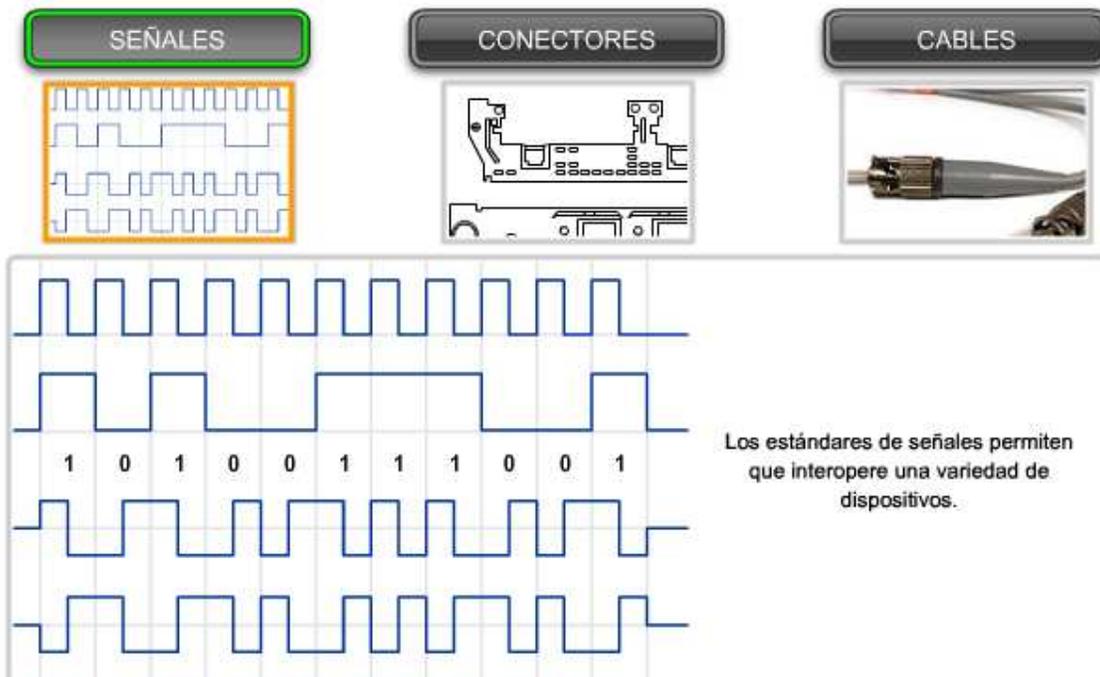
## Hardware y tecnologías de la Capa física

Las tecnologías definidas por estas organizaciones incluyen cuatro áreas de estándares de la capa física:

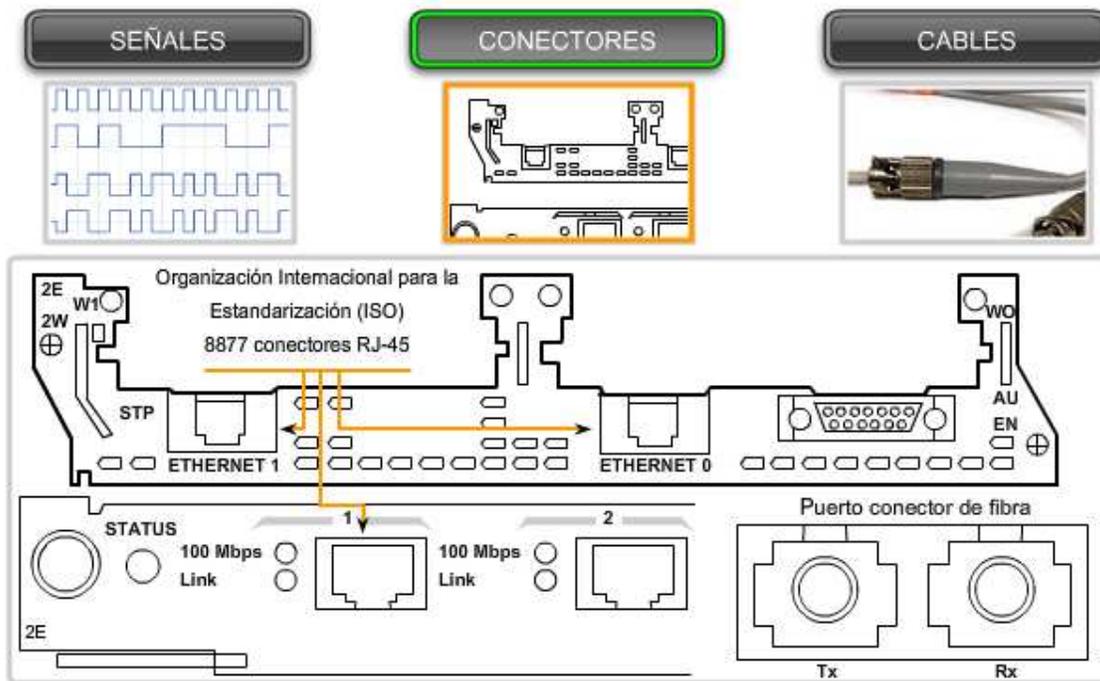
- Propiedades físicas y eléctricas de los medios
- Propiedades mecánicas (materiales, dimensiones, diagrama de pines) de los conectores
- Representación de los bits por medio de las señales (codificación)
- Definición de las señales de la información de control

Todos los componentes de hardware, como adaptadores de red (NIC, Tarjeta de interfaz de red), interfaces y conectores, material y diseño de los cables, se especifican en los estándares asociados con la capa física.

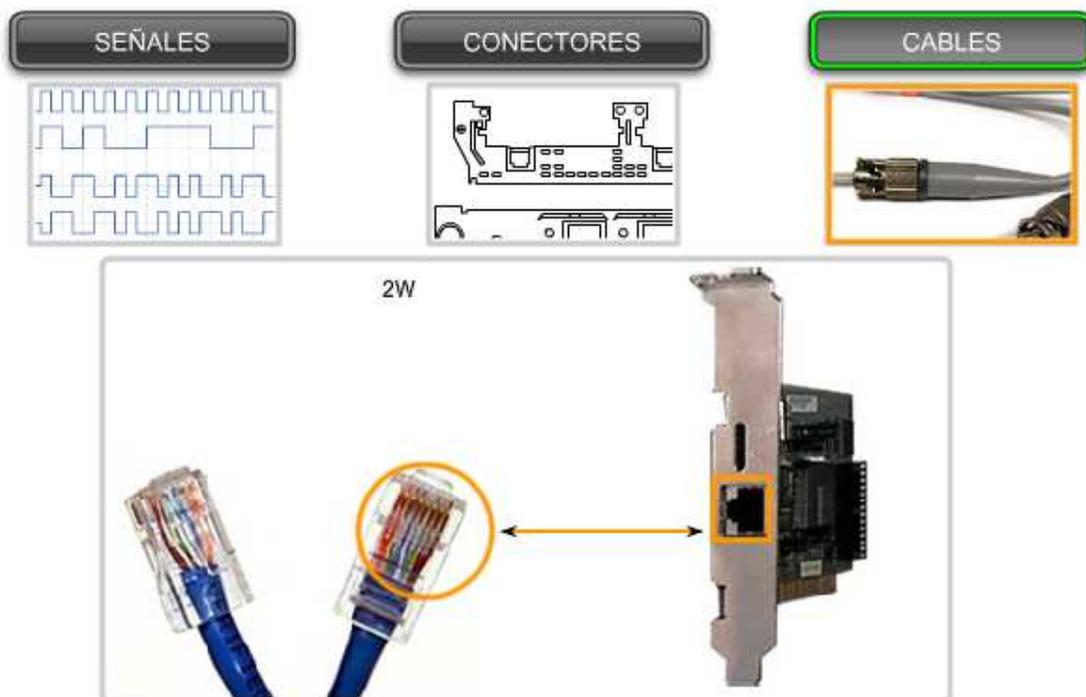
Los estándares para la capa Física especifican los requisitos de cableado, conectores y señales.



Los estándares para la capa Física especifican los requisitos de cableado, conectores y señales.



Los estándares para la capa Física especifican los requisitos de cableado, conectores y señales.



## 8.1.4 Principios fundamentales de la capa física

Las tres funciones esenciales de la capa física son:

- Los componentes físicos
- Codificación de datos
- Señalización

Los elementos físicos son los dispositivos electrónicos de hardware, medios y conectores que transmiten y transportan las señales para representar los bits.

## Codificación

La codificación es un método utilizado para convertir un stream 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. La utilización de patrones predecibles permite distinguir los bits de datos de los bits de control y ofrece una mejor detección de errores en los medios.

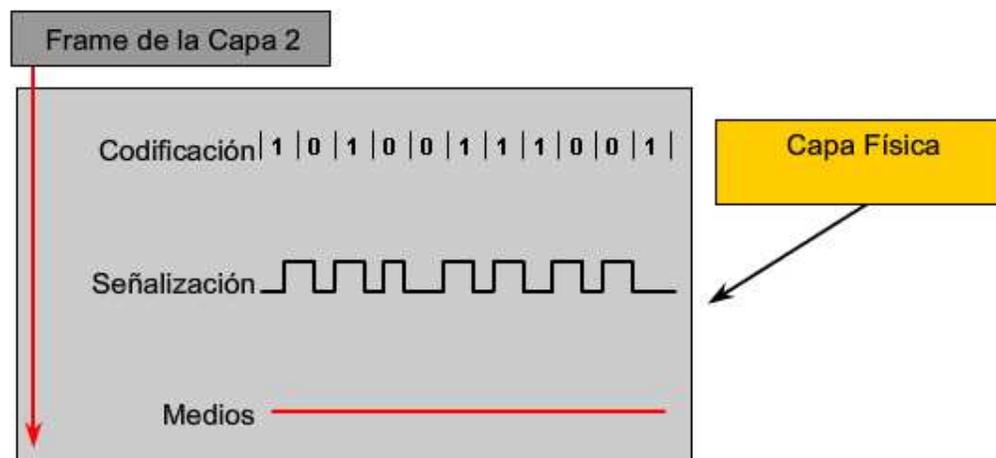
Además de crear códigos para los datos, los métodos de codificación en la capa física también pueden proporcionar códigos para control, como la identificación del comienzo y el final de una trama. El host que realiza la transmisión transmitirá el patrón específico de bits o un código para identificar el comienzo y el final de la trama.

## Señalización

La capa física debe generar las señales inalámbricas, ópticas o eléctricas que representan el "1" y el "0" en los medios. El método de representación de bits se denomina método de señalización. Los estándares de capa física deben definir qué tipo de señal representa un "1" y un "0". Esto puede ser tan sencillo como un cambio en el nivel de una señal eléctrica, un impulso óptico o un método de señalización más complejo.

En las siguientes secciones, se examinarán diferentes métodos de señalización y codificación.

### Principios fundamentales de la capa Física



## 8.2 Señalización y codificación física: Representación de bits

### 8.2.1 Señalización de bits para los medios

**Eventualmente, todas las comunicaciones desde la red humana se convierten en dígitos binarios que se transportan individualmente a través de los medios físicos.**

Si bien todos los bits que conforman una trama se presentan ante la capa física como una unidad, la transmisión de la trama a través de los medios se realiza mediante un stream de bits enviados uno por vez. La capa física representa cada uno de los bits de la trama como una señal. Cada señal ubicada en los medios cuenta con un plazo específico de tiempo para ocupar los medios. Esto se denomina tiempo de bit. Las señales se procesan mediante el dispositivo receptor y se vuelven a enviar para representarlas como bits.

En la capa física del nodo receptor, las señales se vuelven a convertir en bits. Luego se examinan los bits para los patrones de bits del comienzo y el final de la trama con el objetivo de determinar si se ha recibido una trama completa. Luego la capa física envía todos los bits de una trama a la capa de Enlace de datos.

El envío exitoso de bits requiere de algún método de sincronización entre el transmisor y el receptor. Se deben examinar las señales que representan bits en momentos específicos durante el tiempo de bit, para determinar correctamente si la señal representa un "1" o un "0". La sincronización se logra mediante el uso de un reloj. En las LAN, cada extremo de la transmisión mantiene su propio reloj. Muchos métodos de señalización utilizan transiciones predecibles en la señal para proporcionar sincronización entre los relojes de los dispositivos receptores y transmisores.

## Métodos de señalización

Los bits se representan en el medio al cambiar una o más de las siguientes características de una señal:

- Amplitud
- Frecuencia
- Fase

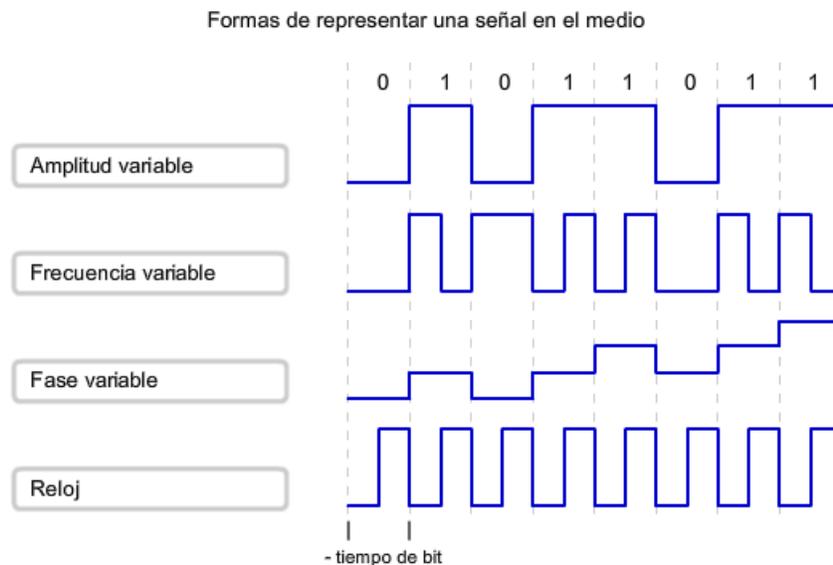
La naturaleza de las señales reales que representan los bits en los medios dependerá del método de señalización que se utilice. Algunos métodos pueden utilizar un atributo de señal para representar un único **0** y utilizar otro atributo de señal para representar un único **1**.

Por ejemplo, con el método sin retorno a cero (NRZ), un **0** puede representarse mediante un nivel de voltaje en los medios durante el tiempo de bit y un **1** puede representarse mediante un voltaje diferente en los medios durante el tiempo de bit.

También existen métodos de señalización que utilizan transiciones, o la ausencia de las mismas, para indicar un nivel lógico. Por ejemplo, la codificación Manchester indica un **0** mediante una transición de alto a bajo voltaje en el medio del tiempo de bit. Para un **1**, existe una transición de bajo a alto voltaje en el medio del tiempo de bit.

El método de señalización utilizado debe ser compatible con un estándar para que el receptor pueda detectar las señales y decodificarlas. El estándar incluye un acuerdo entre el transmisor y el receptor sobre cómo representar los 1 y los 0. Si no existe un acuerdo de señalización, es decir, si se utilizan diferentes estándares en cada extremo de la transmisión, la comunicación a través del medio físico no se podrá llevar a cabo.

Los métodos de señalización para representar bits en los medios pueden ser complejos. Observaremos dos de las técnicas más simples para ejemplificar el concepto.



## Señalización NRZ

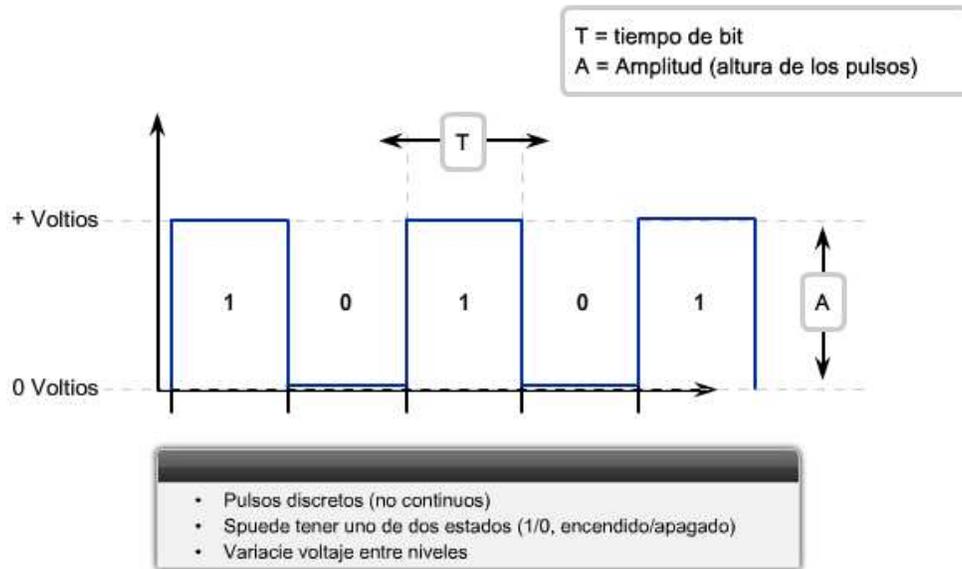
Como primer ejemplo, examinaremos un método simple de señalización: sin retorno a cero (NRZ). En NRZ, el stream de bits se transmite como una secuencia de valores de voltaje, tal como se muestra en la figura.

Un valor de bajo voltaje representa un 0 lógico y un valor de alto voltaje representa un 1 lógico. El intervalo de voltaje depende del estándar específico de capa física utilizado.

**Este método simple de señalización sólo es adecuado para enlaces de datos de velocidad lenta.** La señalización NRZ no utiliza el ancho de banda de manera eficiente y es susceptible a la interferencia electromagnética. Además, los límites entre bits individuales pueden perderse al transmitir en forma consecutiva secuencias largas de 1 ó 0. En dicho

caso, no se detectan transiciones de voltaje en los medios. Por lo tanto, los nodos receptores no tienen una transición para utilizar al resincronizar tiempos de bit con el nodo transmisor.

Bits de señalización para la transmisión Sin retorno a cero (NRZ)



### Codificación Manchester

En lugar de representar bits como impulsos de valores simples de voltaje, en el esquema de codificación Manchester, los valores de bit se representan como transiciones de voltaje.

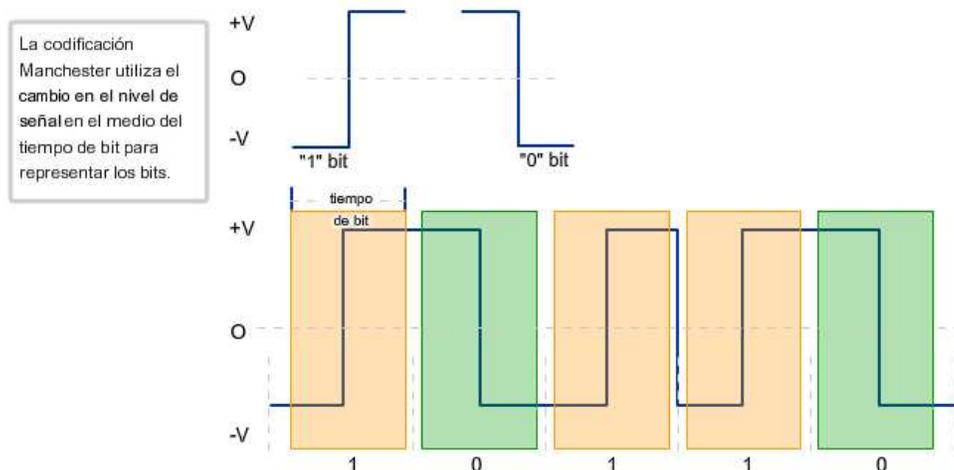
Por ejemplo, una transición desde un voltaje bajo a un voltaje alto representa un valor de bit de 1. Una transición desde un voltaje alto a un voltaje bajo representa un valor de bit de 0.

Como se muestra en la figura, se debe realizar una transición de voltaje en el medio de cada tiempo de bit. Esta transición puede utilizarse para asegurar que los tiempos de bit en los nodos receptores se encuentren sincronizados con el nodo transmisor.

la transición a la mitad del tiempo de bit será en dirección ascendente o descendete para cada unidad de tiempo en la cual se transmite un bit. Para los valores de bit consecutivos, una transición en el límite del bit "configura" la transición adecuada de tiempo medio de bit que representa el valor del bit.

**Si bien no es lo suficientemente eficiente como para ser utilizada en velocidades de señalización superiores, la codificación Manchester constituye el método de señalización empleado por Ethernet 10BaseT (Ethernet se ejecuta a 10 megabits por segundo).**

Bits de señalización para la transmisión Codificación Manchester



## 8.2.2 Codificación. Agrupación de bits

En la sección anterior, describimos el proceso de señalización según la forma en la que se representan los bits en los medios físicos. En esta sección, utilizamos la palabra codificación para representar una agrupación simbólica de bits antes de ser presentados a los medios. Al utilizar el paso de codificación antes de ubicar las señales en los medios, mejoramos la eficiencia mediante una transmisión de datos de mayor velocidad.

A medida que utilizamos mayores velocidades en los medios, existe la posibilidad de que se corrompan los datos. Al utilizar los grupos de codificación, podemos detectar errores de manera más eficiente. Además, a medida que aumenta la demanda de velocidades de datos, buscamos formas de representar más datos a través de los medios mediante la transmisión de menos bits. Los grupos de codificación proporcionan un método para realizar esta representación de datos.

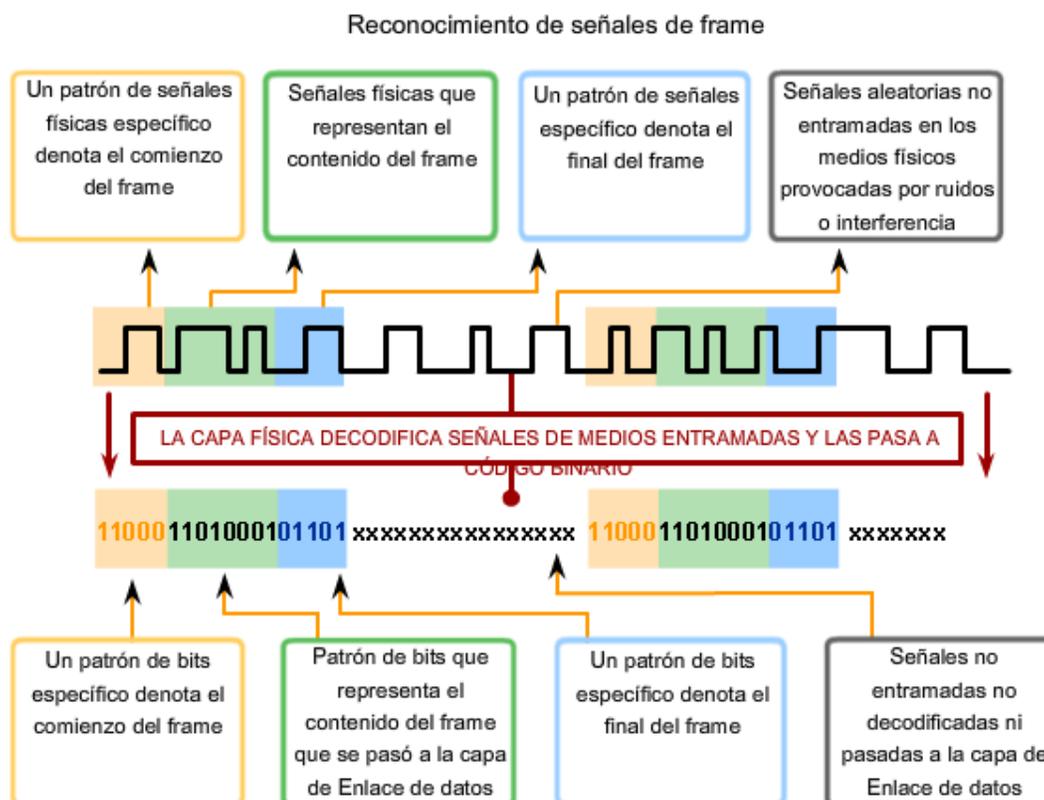
La capa física del dispositivo de red debe ser capaz de detectar señales legítimas de datos e ignorar señales aleatorias sin datos que también pueden encontrarse en el medio físico. El stream de señales que se transmite necesita iniciarse de tal forma que el receptor reconozca el comienzo y el final de la trama.

### Patrones de señales

Una forma de detectar tramas es iniciar cada trama con un patrón de señales que represente los bits que la capa física reconoce como indicador del comienzo de una trama. Otro patrón de bits señalará el final de la trama. Los bits de señales que no se entranan de esta manera son ignorados por la capa física estándar que se utiliza.

Los bits de datos válidos deben agruparse en una trama. De lo contrario, los bits de datos se recibirán sin ningún contexto para darle significado a las capas superiores del modelo de red. La capa de Enlace de datos, la capa física o ambas pueden proporcionar este método de tramado.

La figura describe algunos de los objetivos de la señalización de patrones. Los patrones de señales pueden indicar: el comienzo, el final o el contenido de una trama. Estos patrones de señales pueden codificarse en bits. Los bits se interpretan como códigos. Los códigos indican la ubicación donde comienzan y finalizan las tramas.



### Grupos de códigos

Las técnicas de codificación utilizan patrones de bits denominados símbolos. Es posible que la capa física utilice un conjunto de símbolos codificados, denominado grupos de códigos, para representar la información de control o datos codificados. **Un grupo de códigos es una secuencia consecutiva de bits de código que se interpretan y asignan como patrones de bits de datos.** Por ejemplo, los bits de código 10101 pueden representar los bits de datos 0011.

Como se muestra en la figura, los grupos de códigos a menudo se utilizan como una técnica de codificación intermediaria para tecnologías LAN de mayor velocidad. Este paso se realiza en la capa física antes de generar señales de voltaje, impulsos de luz o radiofrecuencias. La transmisión de símbolos mejora la capacidad para detectar errores y la sincronización de los tiempos entre los dispositivos receptores y transmisores. Estas consideraciones son importantes al admitir una transmisión de velocidad alta a través de los medios.

Si bien la utilización de grupos de códigos genera sobrecarga debido a los bits adicionales que se transmiten, se logra mejorar la solidez de un enlace de comunicaciones. Esta característica se aplica especialmente a la transmisión de datos de mayor velocidad.

Entre las ventajas de utilizar grupos de códigos se incluyen:

- Reducción del nivel de error en los bits
- Limitación de la energía efectiva transmitida a los medios
- Ayuda para distinguir los bits de datos de los bits de control
- Mejoras en la detección de errores en los medios

### **Reducción de los errores en el nivel de bits**

Para detectar correctamente un bit individual como un **0** o un **1**, el receptor debe saber cómo y cuándo probar la señal en los medios. Este paso requiere la sincronización de los tiempos entre el receptor y el transmisor. En muchas tecnologías de la capa física, las transiciones en los medios se utilizan para esta sincronización. Si los patrones de bit que se transmiten en los medios no crean transiciones frecuentes, esta sincronización puede perderse y ocasionar un error binario individual. Los grupos de códigos se diseñan para que los símbolos obliguen la introducción de un amplio número de transiciones de bits en los medios para sincronizar estos tiempos. Esto se logra utilizando símbolos para asegurar que no se utilicen demasiados **1** ó **0** en forma consecutiva.

### **Limitación de la energía transmitida**

En muchos grupos de códigos, los símbolos garantizan el equilibrio entre la cantidad de **1** y **0** en una secuencia de símbolos. El proceso de equilibrar la cantidad de números **1** y **0** transmitidos se denomina equilibrio DC. Este método evita que se incluyan cantidades excesivas de energía en los medios durante una transmisión. De esta manera, se reduce la interferencia generada desde los medios. En muchos métodos de señalización de medios, un nivel lógico, por ejemplo un **1**, se representa mediante la presencia de energía que se envía a los medios, mientras que el nivel lógico opuesto, un **0**, se representa como la ausencia de esta energía. La transmisión de una secuencia larga de números **1** podría recalentar el láser transmisor y los fotodiodos en el receptor, lo que podría causar elevados índices de error.

### **Distinción entre datos y control**

Los grupos de códigos incluyen tres tipos de símbolos:

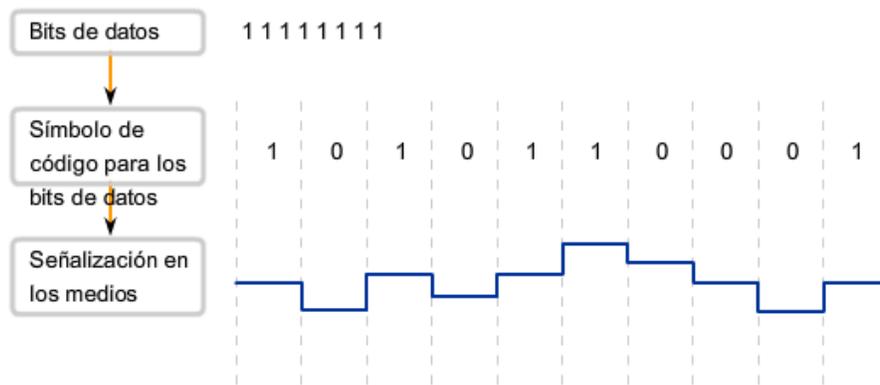
- Símbolos de datos: Símbolos que representan los datos de la trama cuando ésta se transmite a la capa física.
- Símbolos de control: Códigos especiales introducidos por la capa física que se utiliza para controlar la transmisión. Entre ellos se incluyen los símbolos de fin de la trama y de medios inactivos.
- Símbolos no válidos: Símbolos cuyos patrones no están permitidos en los medios. El receptor de un símbolo no válido indica un error de trama.

Todos los símbolos codificados en los medios son exclusivos. Los símbolos que representan datos que se envían a través de la red tienen diferentes patrones de bit de los símbolos utilizados para control. Estas diferencias permiten que la capa física en el nodo receptor identifique inmediatamente datos desde la información de control.

### **Mejoras en la detección de errores en los medios**

Además de los símbolos de datos y de control, los grupos de códigos incluyen símbolos inválidos. Éstos son los símbolos que pueden crear secuencias largas de **1** ó **0** en los medios. Por lo tanto, no son utilizados por el nodo transmisor. Si un nodo receptor recibe uno de estos patrones, la capa física puede determinar que se ha producido un error en la recepción de datos.

## Grupos de códigos



## 4B/5B

Como ejemplo, examinaremos un grupo de códigos simple denominado 4B/5B. Los grupos de códigos que se utilizan actualmente en las redes modernas son, por lo general, más complejos.

En esta técnica, 4 bits de datos se convierten en símbolos de un código de 5 bits para la transmisión a través del sistema de medios. En 4B/5B, cada byte que se transmitirá se divide en parte de cuatro bits o cuartetos y se codifica como valores de cinco bits denominados símbolos. Estos símbolos representan los datos que deben transmitirse al igual que el conjunto de códigos que permite controlar la transmisión en los medios. Los códigos incluyen símbolos que indican el comienzo y el final de la transmisión de una trama. Si bien este proceso genera una sobrecarga en las transmisiones de bits, también incorpora características que ayudan a la transmisión de datos a velocidades superiores.

4B/5B garantiza la aplicación de al menos un cambio de nivel por código para proporcionar sincronización. La mayoría de los códigos utilizados en 4B/5B equilibran la cantidad de números 1 y 0 utilizados en cada símbolo.

Como se muestra en la figura, se asignan 16 de las 32 combinaciones posibles de grupos de códigos para los bits de datos. Los grupos de códigos restantes se utilizan para los símbolos inválidos y los símbolos de control. Seis de los símbolos se utilizan para ejecutar funciones especiales que identifican la transición desde datos de espera a datos de trama y el delimitador de final del stream. Los 10 símbolos restantes indican códigos inválidos.

Símbolos de código 4B/5B

Códigos de datos		Códigos no válidos y de control	
Código 4B	Símbolo 5B	Código 4B	Símbolo 5B
0000	11110	inactivo	11111
0001	01001	comienzo del stream	11000
0010	10100	comienzo del stream	10001
0011	10101	final del stream	01101
0100	01010	final del stream	00111
0101	01011	error de transmisión	00111
0110	01110	transmisión inválida	00000
0111	01111	inválido	00001
1000	10010	inválido	00010
1001	10011	inválido	00011
1010	10110	inválido	00100
1011	10111	inválido	00101
1100	11010	inválido	00110
1101	11011	inválido	01000
1110	11100	inválido	10000
1111	11101	inválido	11001

## 8.2.3 Capacidad para transportar datos

Los diferentes medios físicos admiten la transferencia de bits a distintas velocidades. La transferencia de datos puede medirse de tres formas:

- Ancho de banda
- Rendimiento
- Capacidad de transferencia útil

### Ancho de banda

La capacidad que posee un medio de transportar datos se describe como el **ancho de banda** de los datos sin procesar de los medios. **El ancho de banda digital mide la cantidad de información que puede fluir desde un lugar hacia otro en un período de tiempo determinado.** El ancho de banda generalmente se mide en kilobits por segundo (kbps) o megabits por segundo (Mbps).

El ancho de banda práctico de una red se determina mediante una combinación de factores: las propiedades de las tecnologías y los medios físicos elegidos para señalar y detectar 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.

La figura muestra las unidades de ancho de banda de uso más frecuente.

Unidades de ancho de banda, velocidad de transmisión (throughput) y capacidad de transferencia útil

Unidad de ancho de banda	Abreviatura	Equivalencia
Bits por segundo	bps	1 bps = fundamental unit of bandwidth
Kilobits por segundo	kbps	1 kbps = 1,000 bps = $10^3$ bps
Megabits por segundo	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = $10^6$ bps
Gigabits por segundo	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = $10^9$ bps
Terabits por segundo	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = $10^{12}$ bps

### 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, como Ethernet.

Muchos factores influyen en el rendimiento. Entre estos factores se incluye la cantidad y el tipo de tráfico además de la cantidad de dispositivos de red que se encuentran en la red que se está midiendo. En una topología multiacceso como Ethernet, los nodos compiten por el acceso y la utilización de medios. Por lo tanto, el rendimiento de cada nodo se degrada a medida que aumenta el uso de los medios.

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, sólo se necesita un segmento en la ruta con un rendimiento inferior para crear un cuello de botella en el rendimiento de toda la red.

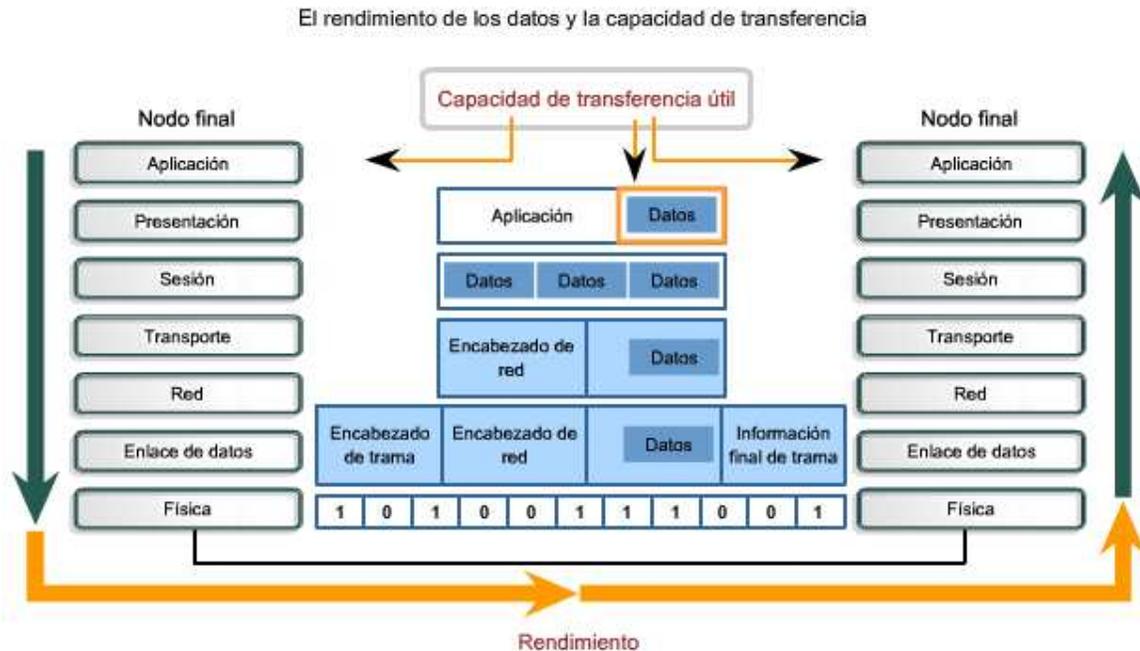
### Capacidad de transferencia útil

Se ha creado una tercera medida para evaluar la transferencia de datos utilizables. Dicha medición se denomina capacidad de transferencia útil. **La capacidad de transferencia útil es la medida de datos utilizables transferidos durante un período de tiempo determinado. Por lo tanto, es la medida de mayor interés para los usuarios de la red.**

Como se muestra en la figura, la capacidad de transferencia útil mide la transferencia efectiva de los datos del usuario entre las entidades de la capa de aplicación, por ejemplo entre el proceso de un servidor Web de origen y un dispositivo con explorador Web de destino.

A diferencia del rendimiento, que mide la transferencia de bits y no la transferencia de datos utilizables, la capacidad de transferencia útil considera los bits que generan la sobrecarga del protocolo. Esta capacidad representa el rendimiento sin la sobrecarga de tráfico para establecer sesiones, acuses de recibo y encapsulaciones.

Por ejemplo, considere dos hosts en una LAN que transfieren un archivo. El ancho de banda de la LAN es de 100 Mbps. Debido al uso compartido y al encabezado de los medios, el rendimiento entre los equipos es solamente de 60 mbps. Con una sobrecarga del proceso de encapsulación de stack TCP/IP, la velocidad real de los datos recibidos por la computadora de destino, es decir la capacidad de transferencia útil, es sólo de 40 Mbps.



La **velocidad de transferencia de datos** es el rendimiento real de la red. La **capacidad de transferencia útil** es una medida de la transferencia de datos utilizables una vez que se ha eliminado el tráfico de encabezado de protocolo.

## 8.3 Medios físicos: Conexión de la comunicación

### 8.3.1 Tipos de medios físicos

La capa física se ocupa de la señalización y los medios de red. Esta capa 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 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.

La figura muestra algunas de las características de los medios de networking.

Esta sección también describirá algunas de las características importantes de los medios inalámbricos, ópticos y de cobre comúnmente utilizados.

## Características de los medios físicos

### Medios de Ethernet

	10BASE-T	100BASE-TX	100BASE-FX	1000BASE-CX	1000BASE-T	1000BASE-SX	1000BASE-LX	1000BASE-ZX	10GBASE-ZR
Medios	UTP Categoría EIA/TIA 3, 4, 5, cuatro pares	UTP Categoría 5 EIA/TIA, dos pares	50/62.5 m fibra multimodo	STP	UTP Categoría 5 (o mayor) EIA/TIA, cuatro pares	fibra multimodo de 50/62.5 micrones	fibra multimodo de 50/62.5 micrones o fibra monomodo de 9 micrones	Fibra monomodo de 9 m	Fibra monomodo de 9 m
Longitud de segmento máxima	100m (328 pies)	100m (328 pies)	2 km (6562 pies)	25 m (82 pies)	100 m (328 pies)	Hasta 550m (1804 pies) según la fibra utilizada	550 m (MMF) 10 km (SMF)	Aprox. 70 km	Hasta 80 km
Topología	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella	Estrella
Conector	ISO 8877 (RJ-45)	ISO 8877 (RJ-45)		ISO 8877 (RJ-45)					

## Características de los medios físicos

### Medios inalámbricos

Estándares	Bluetooth 802.15	802.11(a,b,g,n), HiperLAN 2	802, 11, MMDS, LMDS	GSM, GPRS, CDMA, 2.5- 3G
Velocidad	<1 Mbps	1 - 54+ Mbps	22 Mbps+	De 10 a 384 Kbps
Intervalo	Cortocircuito	Medio	Medio - largo	Largo
Aplicaciones	Dispositivo a dispositivo entre pares	Red empresarial	Fijo, acceso última milla	Acceso para PDA, teléfonos móviles y celulares

## 8.3.2 Medios de cobre

El medio más utilizado para las comunicaciones de datos es el cableado que utiliza alambres de cobre para señalar bits de control y datos entre los dispositivos de red. El cableado utilizado para las comunicaciones de datos generalmente consiste en una secuencia de alambres individuales de cobre que forman circuitos que cumplen objetivos específicos de señalización.

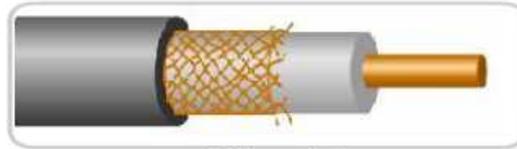
Otros tipos de cableado de cobre, conocidos como cables coaxiales, tienen un conductor simple que circula por el centro del cable envuelto por el otro blindaje, pero está aislado de éste. El tipo de medio de cobre elegido se especifica mediante el estándar de la capa física necesario para enlazar las capas de Enlace de datos de dos o más dispositivos de red.

Estos cables pueden utilizarse para conectar los nodos de una LAN a los dispositivos intermedios, como routers o switches. Los cables también se utilizan para conectar dispositivos WAN a un proveedor de servicios de datos, como una compañía telefónica. Cada tipo de conexión y sus dispositivos complementarios incluyen requisitos de cableado estipulados por los estándares de la capa física.

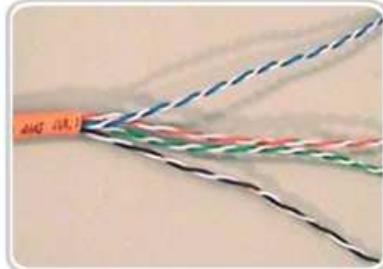
Los medios de red generalmente utilizan conectores y tomas. Estos elementos ofrecen conexión y desconexión sencillas. Además, puede utilizarse un único tipo de conector físico para diferentes tipos de conexiones. Por ejemplo, el conector RJ-45 se utiliza ampliamente en las LAN con un tipo de medio y en algunas WAN con otro tipo.

La figura muestra algunos conectores y medios de cobre de uso común.

## Medios de cobre



Cable coaxial



Cable de par trenzado no blindado



Conexiones RJ-45

## Interferencia de señal externa

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.

Los valores de voltaje y sincronización en estas señales son susceptibles a la interferencia o "ruido" generado fuera del sistema de comunicaciones. Estas señales no deseadas pueden distorsionar y corromper las señales de datos que se transportan a través de los medios de cobre. Las ondas de radio y los dispositivos electromagnéticos como luces fluorescentes, motores eléctricos y otros dispositivos representan una posible fuente de ruido.

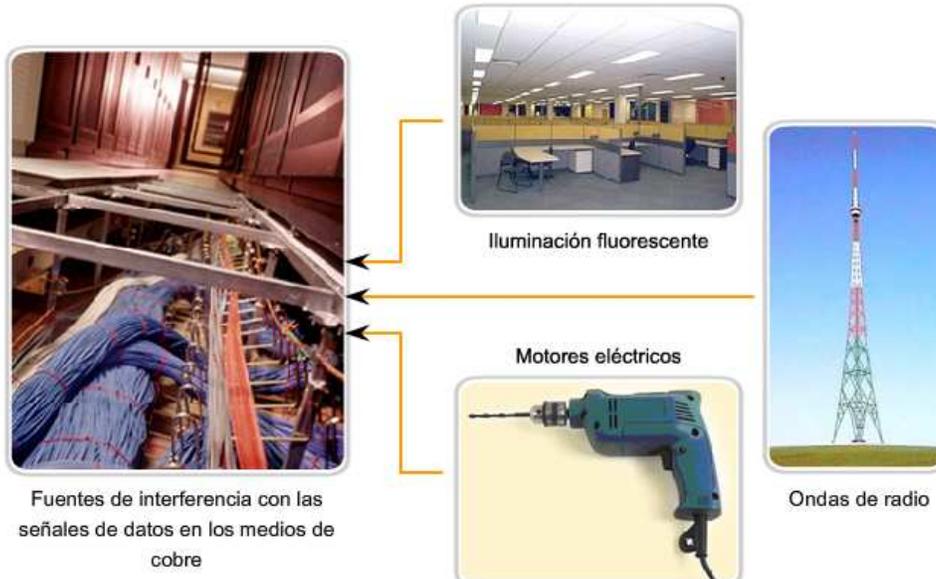
**Los tipos de cable con blindaje o trenzado de pares de alambre están diseñados para minimizar la degradación de señales debido al ruido electrónico.**

La susceptibilidad de los cables de cobre al ruido electrónico también puede estar limitada por:

- Selección del tipo o categoría de cable más adecuado para proteger las señales de datos en un entorno de networking determinado
- Diseño de una infraestructura de cables para evitar las fuentes de interferencia posibles y conocidas en la estructura del edificio
- Utilización de técnicas de cableado que incluyen el manejo y la terminación apropiados de los cables

La figura muestra algunas fuentes de interferencia.

Interferencia externa con los medios de cobre



### 8.3.3 Cable de par trenzado no blindado (UTP)

El cableado de par trenzado no blindado (UTP), como se utiliza en las LAN Ethernet, consiste en cuatro pares de alambres codificados por color que han sido trenzados y cubiertos por un revestimiento de plástico flexible. Como se muestra en la figura, los códigos de color identifican los pares individuales con sus alambres y sirven de ayuda para la terminación de cables.

El trenzado cancela las señales no deseadas. Cuando dos alambres de un circuito eléctrico se colocan uno cerca del otro, los campos electromagnéticos externos crean la misma interferencia en cada alambre. Los pares se trenzan para mantener los alambres lo más cerca posible. Cuando esta interferencia común se encuentra en los alambres del par trenzado, el receptor los procesa de la misma manera pero en forma opuesta. Como resultado, las señales provocadas por la interferencia electromagnética desde fuentes externas se cancelan de manera efectiva.

Este efecto de cancelación ayuda además a evitar la interferencia proveniente de fuentes internas denominada crosstalk. Crosstalk es la interferencia ocasionada por campos magnéticos alrededor de los pares adyacentes de alambres en un cable. Cuando la corriente eléctrica fluye a través de un alambre, se crea un campo magnético circular a su alrededor. Cuando la corriente fluye en direcciones opuestas en los dos alambres de un par, los campos magnéticos, como fuerzas equivalentes pero opuestas, producen un efecto de cancelación mutua. Además, los distintos pares de cables que se trenzan en el cable utilizan una cantidad diferente de vueltas por metro para ayudar a proteger el cable de la crosstalk entre los pares.

#### Estándares de cableado UTP

El cableado UTP que se encuentra comúnmente en el trabajo, las escuelas y los hogares cumple con los estándares estipulados en conjunto por la Asociación de las Industrias de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA). TIA/EIA-568A 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 de los cables
- Conectores
- Terminación de los cables
- Métodos para realizar pruebas de cable

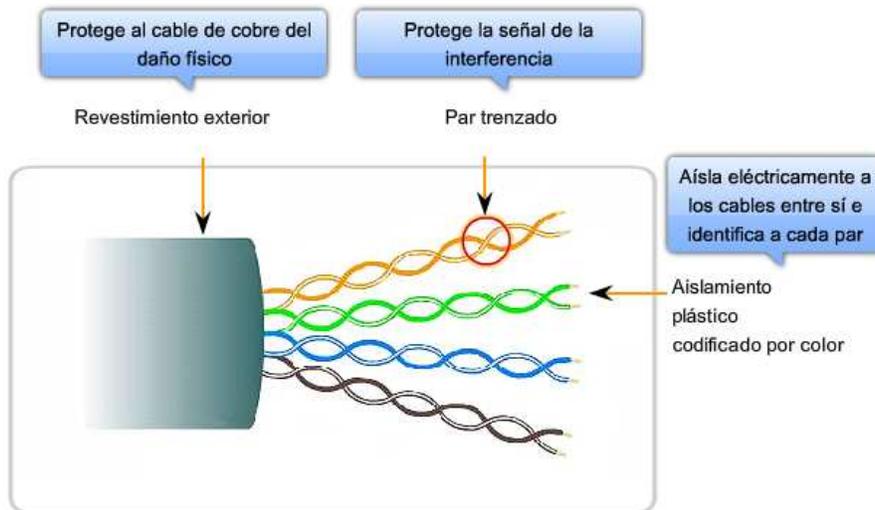
El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) define las características eléctricas del cableado de cobre. IEEE califica el cableado UTP según su rendimiento. Los cables se dividen en categorías según su capacidad para transportar datos de ancho de banda a velocidades mayores. Por ejemplo, el cable de Categoría 5 (Cat5) se utiliza comúnmente en las instalaciones de FastEthernet 100BASE-TX. Otras categorías incluyen el cable de Categoría 5 mejorado (Cat5e) y el de Categoría 6 (Cat6).

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.

Algunas personas conectan redes de datos utilizando los sistemas telefónicos existentes. Generalmente, el cableado de estos sistemas es algún tipo de UTP de categoría inferior en comparación con los estándares actuales de Cat5+.

La instalación de cableado menos costoso pero de calificación inferior resulta poco útil y limitada. Si se decide adoptar posteriormente una tecnología LAN más rápida, es posible que se requiera el reemplazo total de la infraestructura del cableado instalado.

## Cable de par trenzado no blindado (UTP)



## Tipos de cable UTP

El cableado UTP, con una terminación de conectores RJ-45, es un medio común basado en cobre para interconectar dispositivos de red, como computadoras, y dispositivos intermedios, como routers y switches de red.

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 diferentes órdenes 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:

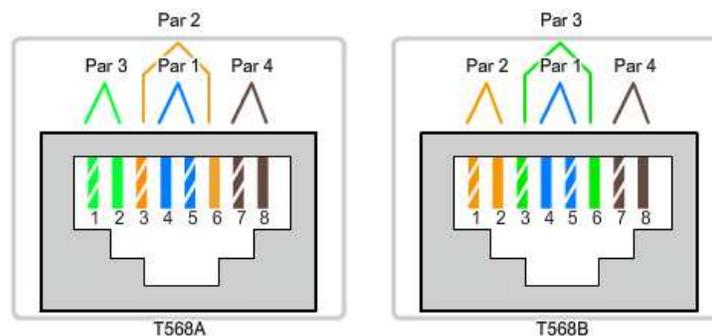
- Cable directo de Ethernet
- Cruzado de Ethernet
- Consola

La figura muestra la aplicación típica de estos cables, como así también una comparación de estos tres tipos de cable.

Es posible que la utilización de un cable de conexión cruzada o de conexión directa en forma incorrecta entre los dispositivos no dañe los dispositivos pero no se producirá la conectividad y la comunicación entre los dispositivos. Éste 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.

Tipos de cables directo, de conexión cruzada y transpuesto

Tipo de cable	Estándar	Aplicación
Cable directo de Ethernet	Un extremo T568A, otro extremo T568B	Conexión de un host de red a un dispositivo de red como un switch o hub.
Cruzado Ethernet	Un extremo T568A, otro extremo T568B	Conexión de dos hosts de red. Conexión de dos dispositivos intermedios de red (switch a switch o router a router).
Transpuesto	Propietario de Cisco	Conecte el puerto serial de una estación de trabajo al puerto de consola de un router utilizando un adaptador.



## 8.3.4 Otros cables de cobre

Se utilizan otros dos tipos de cable de cobre:

1. Coaxial
2. Par trenzado blindado (STP)

### Cable coaxial

El cable coaxial consiste en un conductor de cobre rodeado de una capa de aislante flexible, como se muestra en la figura.

Sobre este material aislante hay una malla de cobre tejida o una hoja metálica que actúa como segundo alambre del circuito y como blindaje para el conductor interno. La segunda capa o blindaje reduce la cantidad de interferencia electromagnética externa. La envoltura del cable recubre el blindaje.

Todos los elementos del cable coaxial rodean el conductor central. Esta construcción se denomina coaxial (o coax como abreviatura) ya que todos comparten el mismo eje.

### Usos del cable coaxial

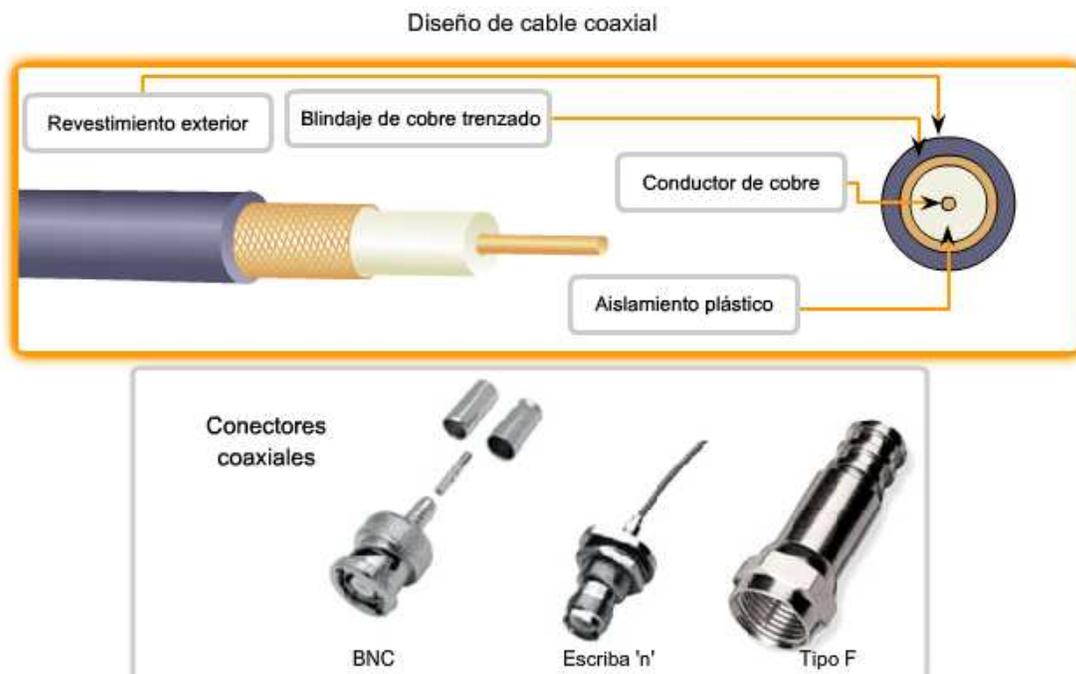
El diseño del cable coaxial ha sido adaptado para diferentes necesidades. El coaxial es un tipo de cable importante que se utiliza en tecnologías de acceso inalámbrico o por cable. Estos cables se utilizan para colocar antenas en los dispositivos inalámbricos. También transportan energía de radiofrecuencia (RF) entre las antenas y el equipo de radio.

Es el medio de uso más frecuente para transportar señales elevadas de radiofrecuencia mediante cableado, especialmente señales de televisión por cable. La televisión por cable tradicional, con transmisión exclusiva en una dirección, estaba totalmente compuesta por cable coaxial.

Actualmente, los proveedores de servicio de cable están convirtiendo sistemas de una a dos vías para suministrar conectividad de Internet a sus clientes. Para ofrecer estos servicios, las partes de cable coaxial y los elementos de amplificación compatibles se reemplazan por cables de fibra óptica multimodo. Sin embargo, la conexión final hacia la ubicación del cliente y el cableado dentro de sus instalaciones aún sigue siendo de cable coaxial. Este uso combinado de fibra y coaxial se denomina fibra coaxial híbrida (HFC).

En el pasado, el cable coaxial se utilizaba para las instalaciones Ethernet. Hoy en día, el UTP (Par trenzado no blindado) ofrece costos más bajos y un ancho de banda mayor que el coaxial y lo ha reemplazado como estándar para todas las instalaciones Ethernet.

Existen diferentes tipos de conectores con cable coaxial. La figura muestra algunos de estos tipos de conectores.



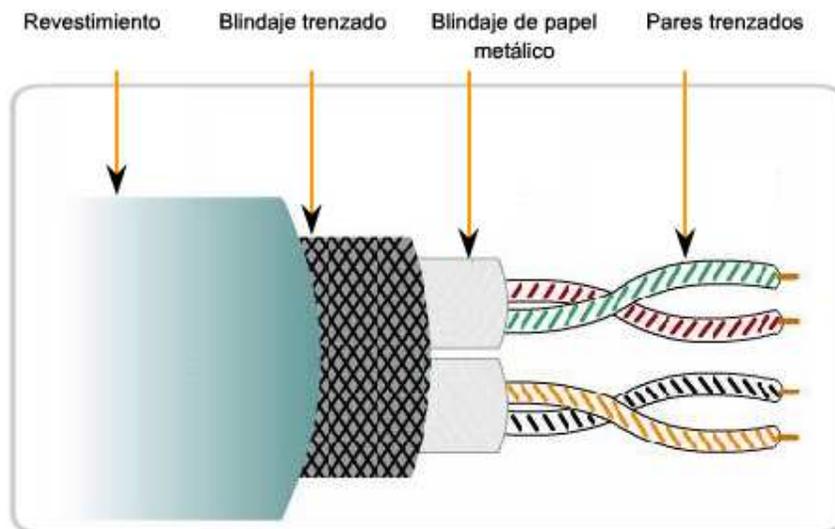
## Cable de par trenzado blindado (STP)

Otro tipo de cableado utilizado en las redes es el par trenzado blindado (STP). Como se muestra en la figura, STP utiliza dos pares de alambres que se envuelven en una malla de cobre tejida o una hoja metálica.

El cable STP cubre todo el grupo de alambres dentro del cable al igual que los pares de alambres individuales. STP ofrece una mejor protección contra el ruido que el cableado UTP pero a un precio considerablemente superior.

Durante muchos años, STP fue la estructura de cableado de uso específico en instalaciones de red Token Ring. Con la disminución en el uso de Token Ring, también se redujo la demanda de cableado de par trenzado blindado. El nuevo estándar de 10 GB para Ethernet incluye una disposición para el uso del cableado STP. Esta medida vuelve a generar interés en el cableado de par trenzado blindado.

Cable de par trenzado blindado (STP)



## 8.3.5 Seguridad de los medios de cobre

### Peligro por electricidad

Uno de los posibles problemas de los medios de cobre es que los alambres de cobre pueden conducir la electricidad de manera no deseada. Debido a este problema, el personal y el equipo podrían estar sujetos a diferentes peligros por electricidad.

Un dispositivo de red defectuoso podría conducir la 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. Por último, el cableado de cobre puede conducir 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 computadoras 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.

### Peligros de incendio

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.

## Seguridad de los medios de cobre



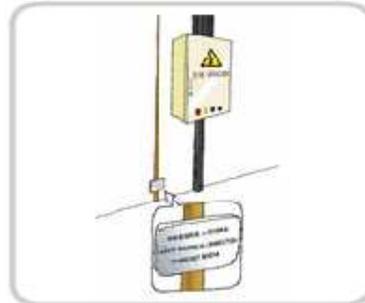
La separación entre el cableado de datos y el de energía eléctrica debe cumplir con los códigos de seguridad.



Los cables deben estar conectados correctamente.



Se deben verificar las instalaciones para detectar cualquier daño.



El equipo debe estar correctamente conectado a tierra.

### 8.3.6 Medios de fibra

El cableado de fibra óptica utiliza fibras de plástico o de vidrio para guiar los impulsos de luz desde el origen hacia el destino. Los bits se codifican en la fibra como impulsos de luz. El cableado de fibra óptica puede generar velocidades muy superiores de ancho de banda para transmitir datos sin procesar. La mayoría de los estándares actuales de transmisión aún necesitan analizar el ancho de banda potencial de este medio.

#### Comparación entre cableado de cobre y de fibra óptica

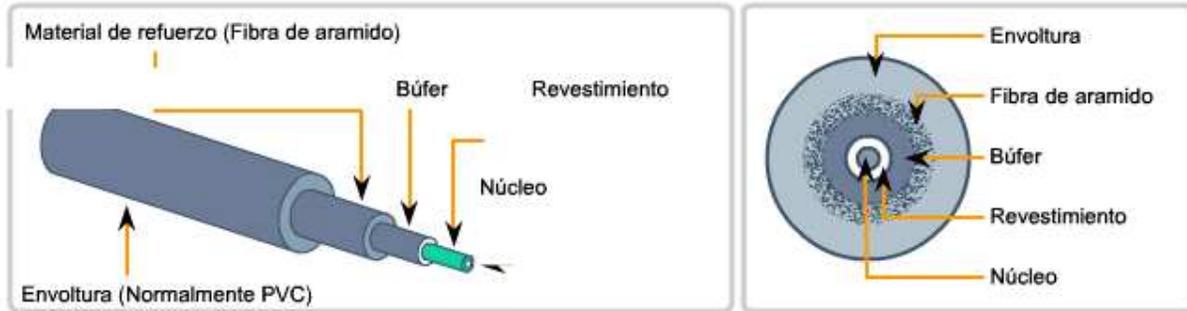
Teniendo en cuenta que las fibras utilizadas en los medios de fibra óptica no son conductores eléctricos, este medio es inmune a la interferencia electromagnética y no conduce corriente eléctrica no deseada cuando existe un problema de conexión a tierra. Las fibras ópticas pueden utilizarse en longitudes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

Algunos de los problemas de implementación de medios de fibra óptica:

- Más costoso (comúnmente) que los medios de cobre en la misma distancia (pero para una capacidad mayor)
- Se necesitan diferentes habilidades y equipamiento para terminar y empalmar la infraestructura de cables
- Manejo más cuidadoso que los medios de cobre

En la actualidad, en la mayor parte de los entornos empresariales se utiliza principalmente la fibra óptica como cableado backbone 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.

## Diseño de cable de los medios de fibra



Conectores de fibra

## Fabricación del cable

Los cables de fibra óptica consisten en un revestimiento exterior de PVC y un conjunto de materiales de refuerzo que rodean la fibra óptica y su revestimiento. El revestimiento rodea la fibra de plástico o de vidrio y está diseñado para prevenir la pérdida de luz de la fibra. 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. Los patch cables de la fibra óptica agrupan dos cables de fibra óptica y su terminación incluye un par de conectores de fibra únicos y estándares. Algunos conectores de fibra aceptan fibras receptoras y transmisoras en un único conector.

## Diseño de cables de medios de fibra

La fibra proporciona comunicaciones full duplex con un cable dedicado para cada dirección.



## Producción y detección de señales ópticas

Los láseres o diodos de emisión de luz (LED) generan impulsos de luz que se utilizan para representar los datos transmitidos como bits en los medios. Los dispositivos electrónicos semiconductores, denominados fotodiodos, detectan los impulsos de luz y los convierten en voltajes que pueden reconstruirse en tramas de datos.

Nota: 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.

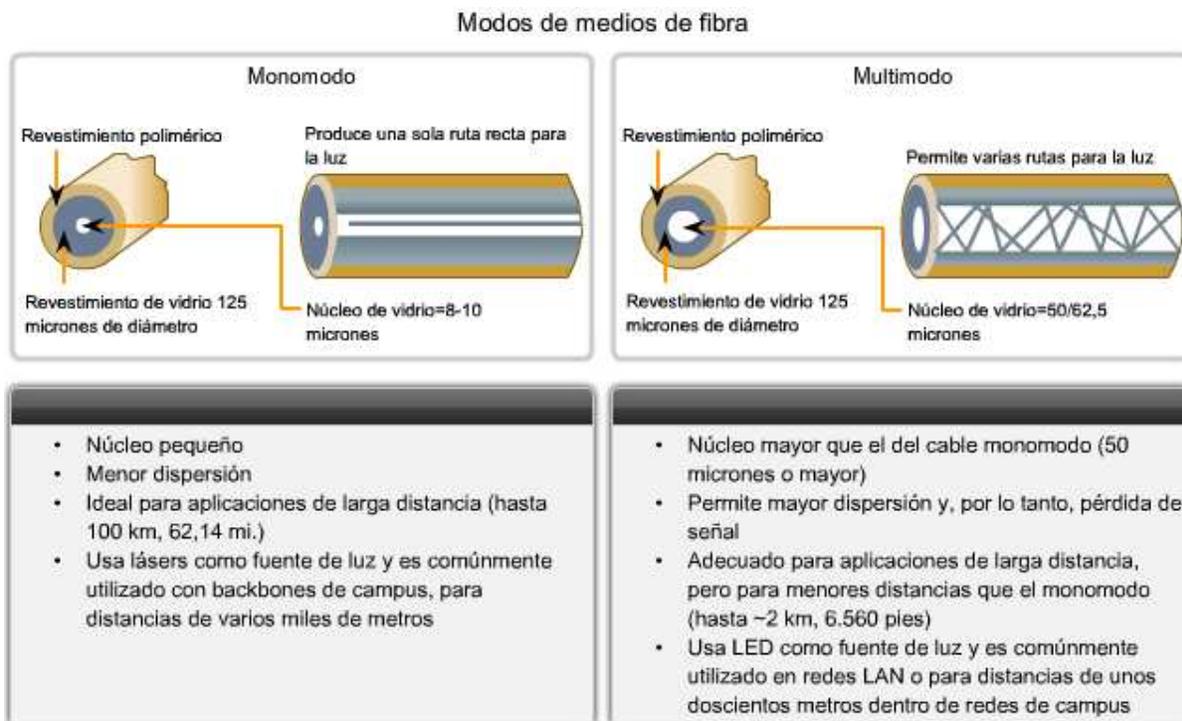
## Fibra multimodo y monomodo

En términos generales, los cables de fibra óptica pueden clasificarse en dos tipos: monomodo y multimodo.

La fibra óptica **monomodo** transporta un sólo rayo de luz, generalmente emitido desde un láser. Este tipo de fibra puede transmitir impulsos ópticos en distancias muy largas, ya que la luz del láser es unidireccional y viaja a través del centro de la fibra.

La fibra óptica **multimodo** a menudo utiliza emisores LED que no generan una única ola de luz coherente. En cambio, la luz de un LED ingresa a la fibra multimodo en diferentes ángulos. Los tendidos extensos de fibra pueden generar impulsos poco claros al recibirlos en el extremo receptor ya que la luz que ingresa a la fibra en diferentes ángulos requiere de distintos períodos de tiempo para viajar a través de la fibra. Este efecto, denominado dispersión modal, limita la longitud de los segmentos de fibra multimodo.

La fibra multimodo y la fuente de luz del LED que utiliza resultan más económicas que la fibra monomodo y su tecnología del emisor basada en láser.



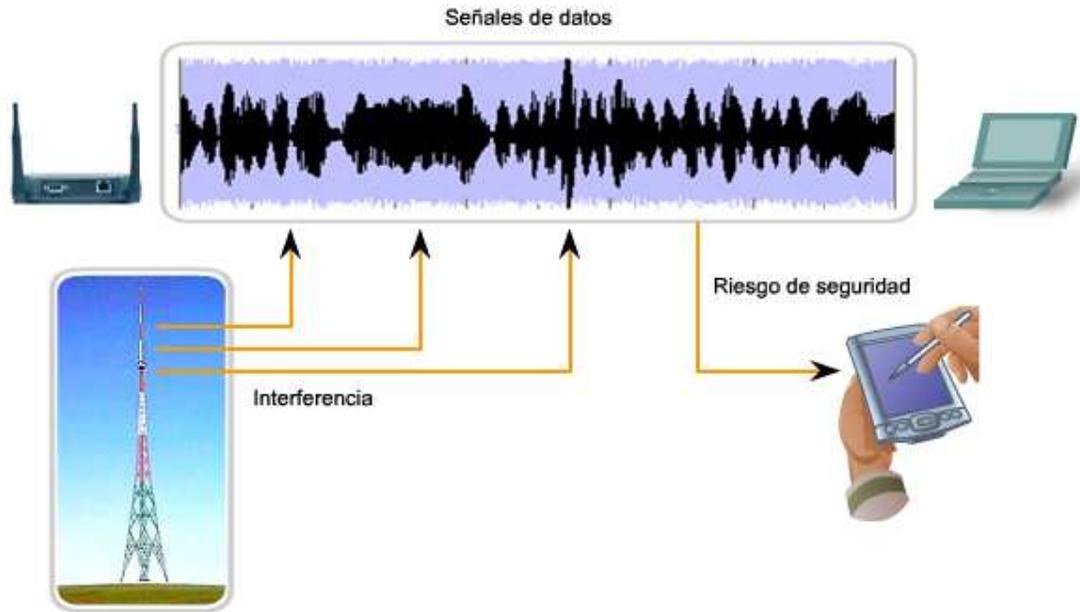
### 8.3.7 Medios inalámbricos

Los medios inalámbricos transportan señales electromagnéticas mediante frecuencias de microondas y radiofrecuencias que representan los dígitos binarios de las comunicaciones de datos. Como medio de red, el sistema inalámbrico no se limita a conductores o canaletas, como en el caso de los medios de fibra o de cobre.

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. El medio inalámbrico también es susceptible a la interferencia y puede distorsionarse por dispositivos comunes como teléfonos inalámbricos domésticos, algunos tipos de luces fluorescentes, hornos microondas y otras comunicaciones inalámbricas.

Los dispositivos y usuarios que no están autorizados a ingresar a la red pueden obtener acceso a la transmisión, ya que la cobertura de la comunicación inalámbrica no requiere el acceso a una conexión física de los medios. Por lo tanto, la seguridad de la red es el componente principal de la administración de redes inalámbricas.

## Seguridad y señales de medios inalámbricos



### Tipos de redes inalámbricas

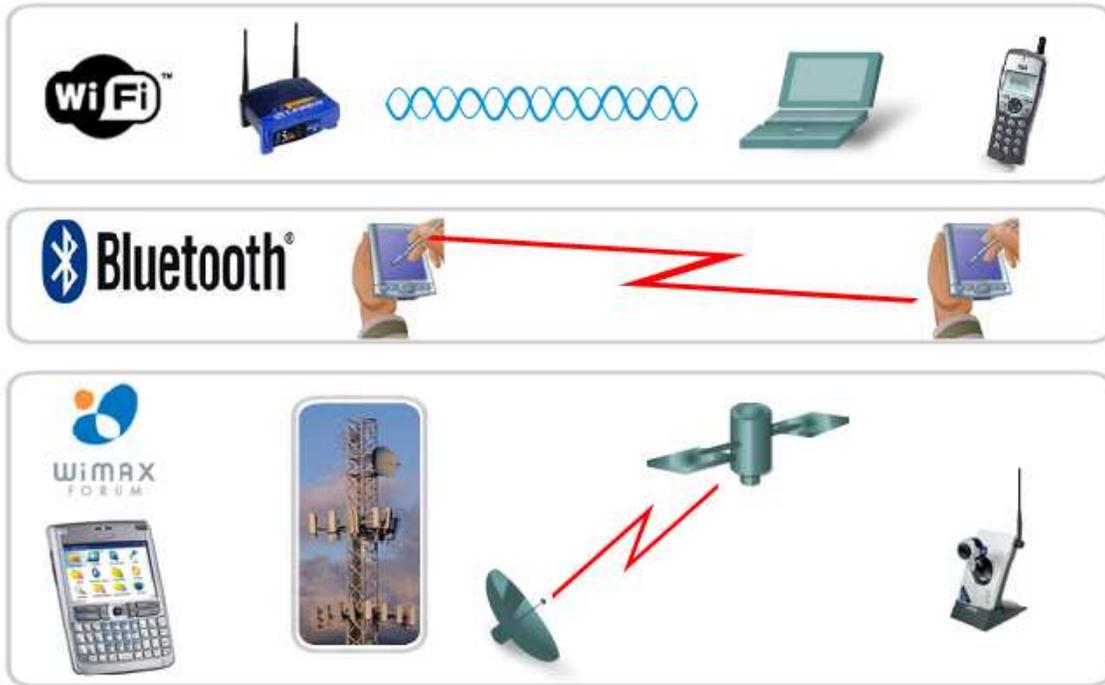
Los estándares de IEEE y de la industria de las telecomunicaciones sobre las comunicaciones inalámbricas de datos abarcan la capas física y de Enlace de datos. Los cuatro estándares comunes de comunicación de datos que se aplican a los medios inalámbricos son:

- IEEE estándar **802.11**: Comúnmente denominada Wi-Fi, se trata de una tecnología LAN inalámbrica (Red de área local inalámbrica, WLAN) que utiliza una contención o sistema no determinista con un proceso de acceso a los medios de Acceso múltiple con detección de portadora/Prevención de colisiones (CSMA/CA).
- IEEE estándar **802.15**: Red de área personal inalámbrica (WPAN) estándar, comúnmente denominada "Bluetooth", utiliza un proceso de emparejamiento de dispositivos para comunicarse a través de una distancia de 1 a 100 metros.
- IEEE estándar **802.16**: Comúnmente conocida como WiMAX (Interoperabilidad mundial para el acceso por microondas), utiliza una topología punto a multipunto para proporcionar un acceso de ancho de banda inalámbrico.
- Sistema global para comunicaciones móviles (GSM): Incluye las especificaciones de la capa física que habilitan la implementación del protocolo Servicio general de radio por paquetes (GPRS) de capa 2 para proporcionar la transferencia de datos a través de redes de telefonía celular móvil.

Otros tipos de tecnologías inalámbricas, como las comunicaciones satelitales, ofrecen una conectividad de red de datos para ubicaciones sin contar con otros medios de conexión. Los protocolos, incluso GPRS, permiten la transferencia de datos entre estaciones terrestres y enlaces satelitales.

En cada uno de los ejemplos anteriores, las especificaciones de la capa física se aplican a áreas que incluyen: datos para la codificación de señales de radio, frecuencia y poder de transmisión, recepción de señales y requisitos decodificación y diseño y construcción de la antena.

## Tipos y estándares de medios inalámbricos



### LAN inalámbrica

Una implementación común de transmisión 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, generalmente a través de un cable de cobre, a la infraestructura de red existente basada en cobre, como Ethernet.
- Adaptadores NIC inalámbricos: Proporcionan capacidad de comunicación inalámbrica a cada host de la red.

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

Los estándares incluyen:

**IEEE 802.11a:** opera en una banda de frecuencia de 5 GHz y ofrece velocidades de hasta 54 Mbps. Posee un área de cobertura menor y es menos efectivo al penetrar estructuras edilicias ya que opera en frecuencias superiores. Los dispositivos que operan conforme a este estándar no son interoperables con los estándares 802.11b y 802.11g descritos a continuación.

**IEEE 802.11b:** opera en una banda de frecuencia de 2.4 GHz y ofrece velocidades de hasta 11 Mbps. Los dispositivos que implementan este estándar tienen un mayor alcance y pueden penetrar mejor las estructuras edilicias que los dispositivos basados en 802.11a.

**IEEE 802.11g:** opera en una frecuencia de banda de 2.4 GHz y ofrece velocidades de hasta 54 Mbps. Por lo tanto, los dispositivos que implementan este estándar operan en la misma radiofrecuencia y tienen un alcance de hasta 802.11b pero con un ancho de banda de 802.11a.

**IEEE 802.11n:** el estándar IEEE 802.11n se encuentra actualmente en desarrollo. El estándar propuesto define la frecuencia de 2.4 Ghz o 5 GHz. La velocidad típica de transmisión de datos que se espera es de 100 Mbps a 210 Mbps con un alcance de distancia de hasta 70 metros.

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. Sin embargo, 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.

Estos estándares e implementaciones para las LAN inalámbricas se analizarán con más detalle en el curso Redes inalámbricas y conmutación LAN.

Adaptadores y puntos de acceso de una WLAN



Punto de acceso inalámbrico

Adaptadores inalámbricos

### 8.3.8 Conectores de medios

#### Conectores comunes de medios de cobre

Los diferentes estándares de la capa física especifican el uso de distintos conectores. Estos estándares establecen las dimensiones mecánicas de los conectores y las propiedades eléctricas aceptables de cada tipo de implementación diferente en el cual se implementan.

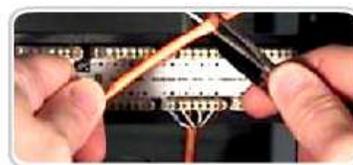
Si bien algunos conectores pueden parecer idénticos, éstos pueden conectarse de manera diferente según la especificación de la capa física para la cual fueron diseñados. El conector RJ-45 definido por ISO 8877 se utiliza para diferentes especificaciones de la capa física en las que se incluye Ethernet. Otra especificación, EIA-TIA 568, describe los códigos de color de los cables para colocar pines a las asignaciones (diagrama de pines) para el cable directo de Ethernet y para los cables de conexión cruzada.

Si bien muchos tipos de cables de cobre pueden comprarse prefabricados, en algunas situaciones, especialmente en instalaciones LAN, la terminación de los medios de cobre pueden realizarse en sitio. Estas terminaciones incluyen conexiones engarzadas para la terminación de medios Cat5 con tomas RJ-45 para fabricar patch cables y el uso de conexiones insertadas a presión en patch panels 110 y conectores RJ-45. La figura muestra algunos de los componentes de cableado de Ethernet.

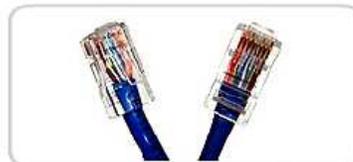
Conectores de medios de cobre



Bloque de inserción a presión 110



Conectores UTP RJ-45



Socket UTP RJ-45



## Terminación correcta del conector

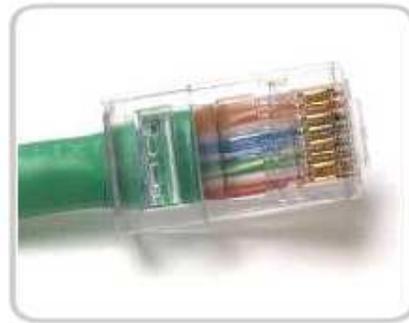
Cada vez que se realiza la terminación de un cableado de cobre, existe la posibilidad de que se pierda la señal y de que se genere ruido en el circuito de comunicación. Las especificaciones de cableado de Ethernet en los lugares de trabajo establecen cuáles son los cables necesarios para conectar una computadora a un dispositivo intermediario de red activa. Cuando se realizan las terminaciones de manera incorrecta, cada cable representa una posible fuente de degradación del funcionamiento 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 algunos casos, como por ejemplo en las tecnologías WAN, si se utiliza un cable de terminación RJ-45 instalado incorrectamente, pueden producirse daños en los niveles de voltaje entre los dispositivos interconectados. Este tipo de daño generalmente ocurre cuando un cable se conecta para una tecnología de capa física y se utiliza con otra tecnología diferente.

### Conectores de medios de cobre Terminación RJ-45



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 de cableado inadecuadas pueden afectar el rendimiento de la transmisión.

## Conectores comunes de fibra óptica

Los conectores de fibra óptica incluyen varios tipos. La figura muestra algunos de los tipos más comunes:

**Punta Recta (ST)** (comercializado por AT&T): un conector muy común estilo Bayonet, ampliamente utilizado con fibra multimodo.

**Conector suscriptor (SC)**: conector que utiliza un mecanismo de doble efecto para asegurar la inserción positiva. Este tipo de conector se utiliza ampliamente con fibra monomodo.

**Conector Lucent (LC)**: un conector pequeño que está adquiriendo popularidad en su uso con fibra monomodo; también admite la fibra multimodo.

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

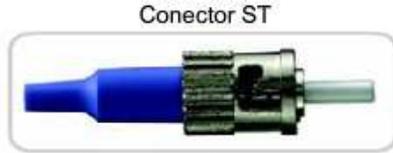
Tres tipos comunes de errores de empalme y terminación de fibra óptica son:

- 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 recomienda el uso de 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.

Se puede realizar una prueba de campo al emitir una luz brillante en un extremo de la fibra 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 funcionamiento de la fibra, es una forma rápida y económica de detectar una fibra deteriorada.

#### Conectores de medios de fibra



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



Conector SC  
El conector suscriptor (SC) es ampliamente usado con la fibra monomodo



Monomodo (LC)  
Conector Lucent (LC) monomodo



Multimodo (LC)  
Conector LC multimodo



Multimodo duplex (LC)  
Conector LC multimodo duplex

## 8.5 Resumen del capítulo

### 8.5.1 Resumen y revisión

La Capa 1 del modelo OSI es responsable de la interconexión física de los dispositivos. Los estándares de esta capa definen las características de la representación en frecuencias eléctricas, ópticas y radiofrecuencias de los bits que componen las tramas de la capa de Enlace de datos que se transmiten. Los valores de bit pueden representarse mediante impulsos electrónicos, impulsos de luz o cambios en las ondas de radio. Los protocolos de la capa física codifican los bits para la transmisión y los decodifican en el destino.

Los estándares de esta capa también son responsables de describir las características físicas, mecánicas y eléctricas de los conectores y medios físicos que interconectan los dispositivos de red.

Los diversos protocolos de la capa física y los medios poseen distintas capacidades para transportar datos. El ancho de banda de datos sin procesar es el límite máximo teórico de transmisión de bits. El rendimiento y la capacidad de transferencia útil son diferentes medidas de una transferencia de datos observada durante un período de tiempo determinado.

#### En este capítulo, aprendió que:

- Explicar la función que cumplen los servicios y protocolos de la capa Física al admitir la comunicación a través de redes de datos.
- Describir el objetivo de la codificación y señalización de la capa Física de la manera en que se utilizan en las redes.
- Describir la función de las señales utilizadas para representar bits a medida que se transporta un frame a través de medios locales.
- Identificar las características básicas de los medios de red inalámbricos, de fibra y de cobre.
- Describir los usos comunes de los medios de red inalámbricos, de fibra y de cobre.