

**TEMA: Capa de red**

**CURSO: Redes y Comunicación de Datos I**

**Dr. Alex Coronado Navarro**



**Universidad  
Tecnológica  
del Perú**

# Normas y comportamientos dentro de la sesión

- ✓ Levantar o pedir la palabra para participar



- ✓ Activar micrófono para participar y desactivar luego de concluir con la participación (para sesiones virtuales)



- ✓ Respetar la opinión de sus compañeros

# ¿Qué tema tratamos la clase pasada?



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

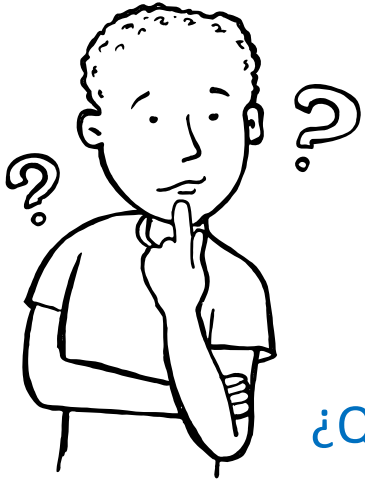
# Logro de aprendizaje

Al finalizar la sesión, el estudiante identificará las característica de la capa física, el propósito, las topologías y las tramas de capa de enlace de datos, a través de una simulación de una red.



# Saberes previos

¿Qué es la capa física?



¿Qué son los medios de comunicación?



# Temario



1. Característica de la capa física
2. Cableado de Cobre
3. Cableado UTP
4. Cableado de Fibra óptica
5. Medios Wireless
6. Propósito de la capa de enlace de datos
7. Topologías
8. Tramas de enlace de datos
9. Simulación de una red con Fibra óptica, cableado UTP y Wireless.

**Desaprende** lo que te limita



# 1. Característica de la capa física

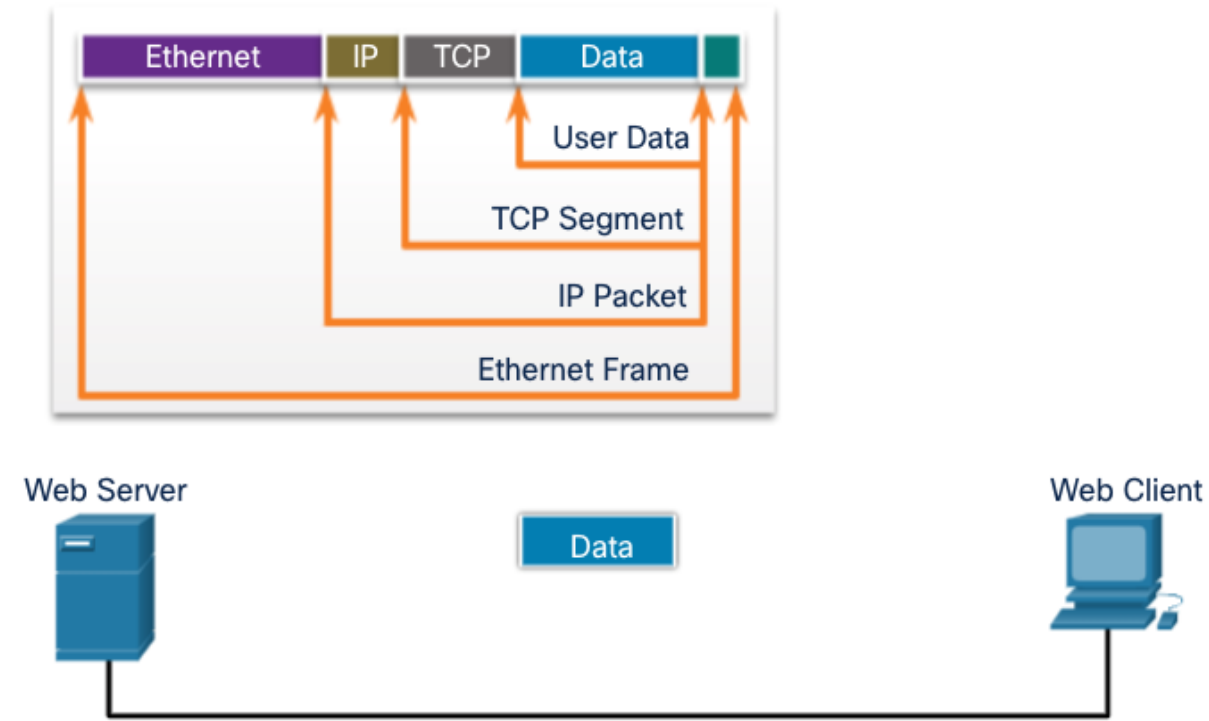


Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Purpose of the Physical Layer

## La capa física

- El **propósito** principal de la capa física en la transmisión de datos, **es crear las señales que representan los bits en cada trama en los medios.**
- Transporta bits a través de los medios de la red.
- Acepta una trama completa de la capa de enlace de datos y la codifica como una serie de señales que se transmiten a los medios locales.
- Este es el último paso en el proceso de encapsulación.
- El siguiente dispositivo en la ruta al destino recibe los bits y desencapsula en trama, luego decide qué hacer con ella.

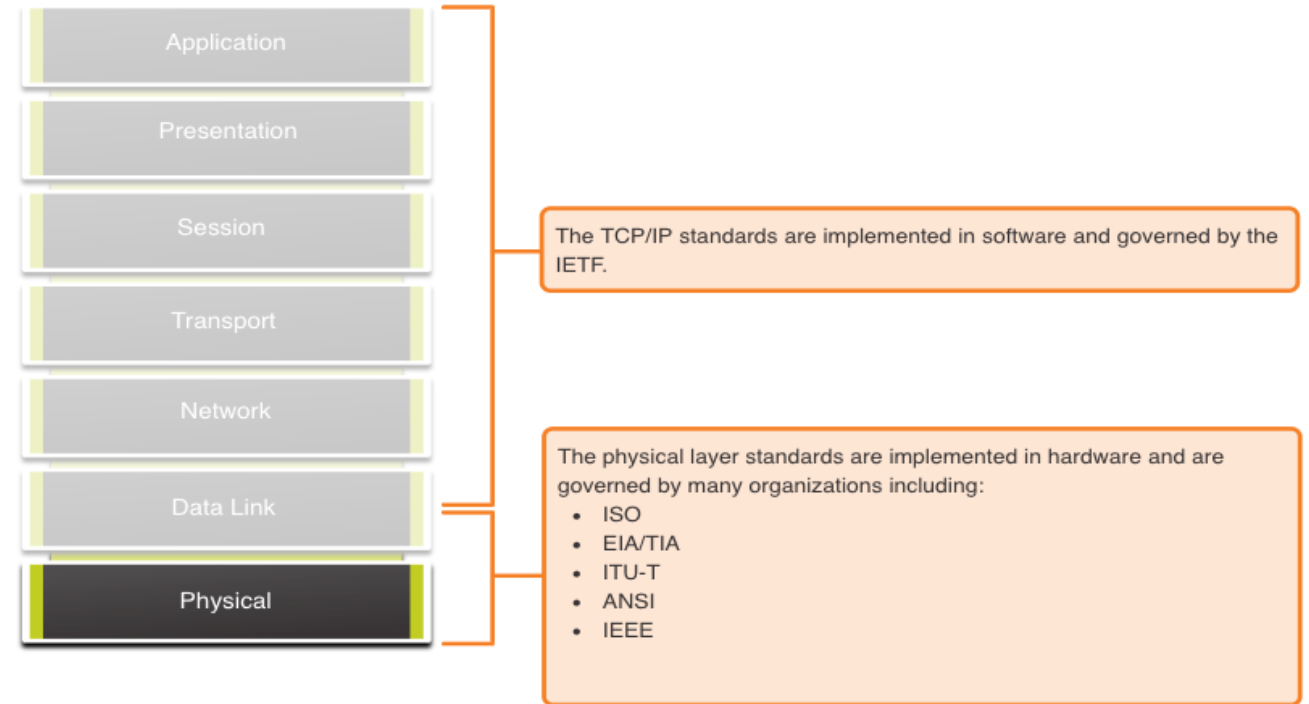




# Estándares de la capa física

Los estándares de capa física abordan tres áreas funcionales:

- Componentes físicos
- Codificación
- Señalización



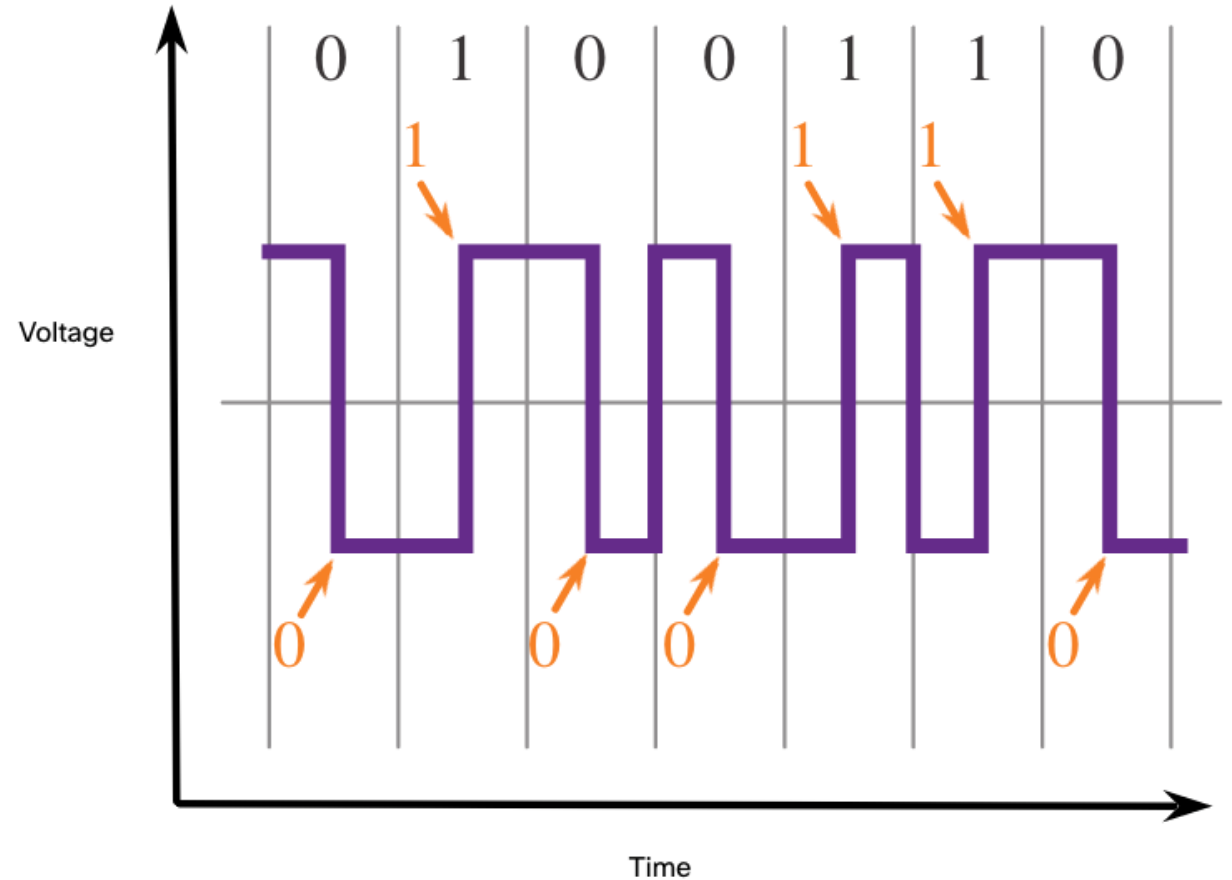
Los componentes físicos son los dispositivos de hardware, medios y conectores que transmiten las señales que representan los bits.

- Los componentes de hardware como NIC, interfaces y conectores, materiales de cable y diseños de cable están especificados en estándares asociados con la capa física.

# Physical Layer Characteristics

## Codificación

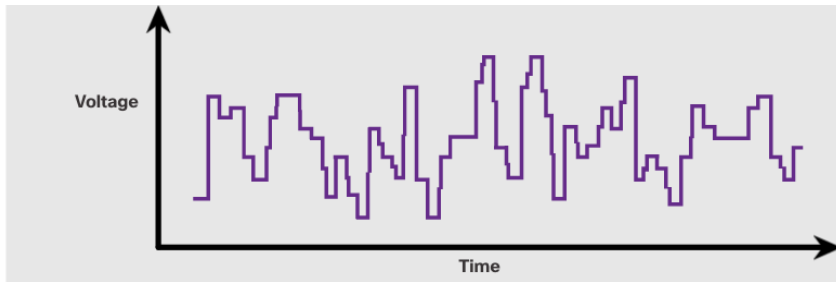
- La codificación, es un método que se utiliza para convertir una transmisión de bits de datos en un “código” predefinido.
- Por ejemplo, en la codificación Manchester los 0 se representan mediante una transición de voltaje de alto a bajo y los 1 se representan como una transición de voltaje de bajo a alto.
- Un ejemplo de codificación Manchester se ilustra en la figura.
- Este tipo de codificación se usa en Ethernet de 10 Mbps. Ethernet 100BASE-TX usa codificación 4B / 5B y 1000BASE-T usa codificación 8B / 10B.



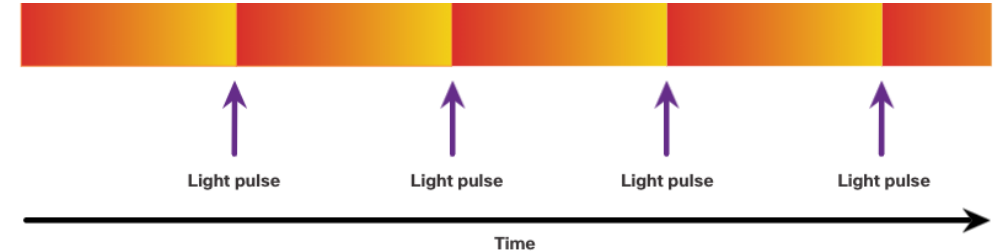
# Physical Layer Characteristics

## Señalización

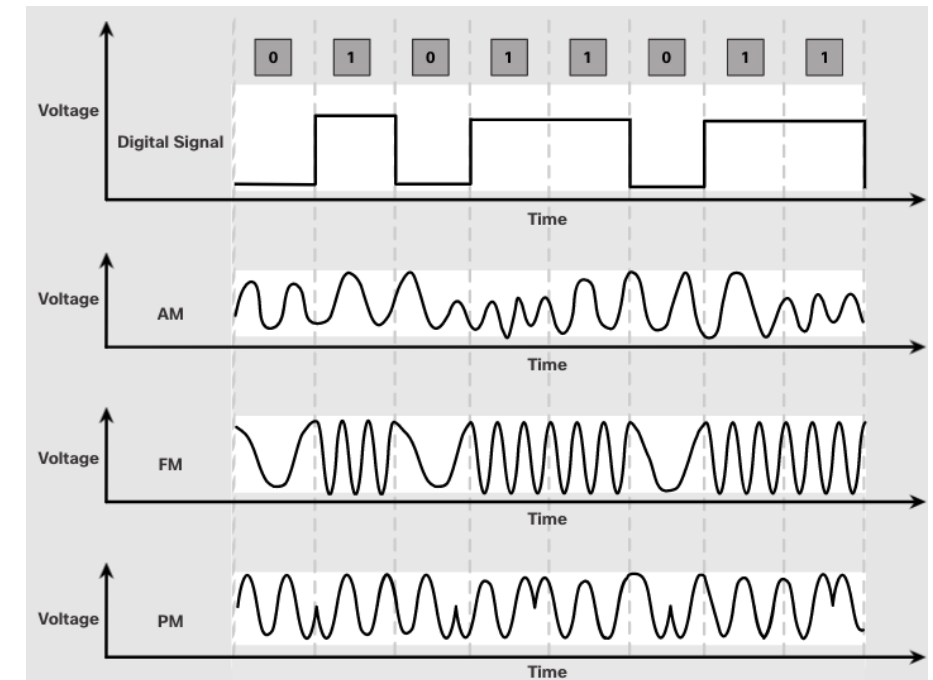
- La capa física debe generar las señales inalámbricas, ópticas o eléctricas que representan los “1” y los “0” en los medios.
- **La forma en que se representan los bits se denomina método de señalización.**
- Los estándares de la capa física deben definir qué tipo de señal representa un “1” y qué tipo de señal representa un “0”.
- Por ejemplo, un pulso largo podría representar un 1 mientras que un pulso corto podría representar un 0.



Señales eléctricas sobre cable de cobre



Pulsos de luz sobre cable de fibra óptica



Señales de microondas sobre Wireless

- Nota: **La modulación es el proceso por el cual una onda modifica otra onda.**

# Physical Layer Characteristics

## Bandwidth

- Los diferentes medios físicos admiten la transferencia de bits a distintas velocidades. La transferencia de datos generalmente se discute en términos de bandwidth.
- **Bandwidth (ancho de banda) es la capacidad a la que un medio puede transportar datos.**
- El Bandwidth digital mide la cantidad de datos que pueden fluir de un lugar a otro en un período de tiempo determinado; cuántos bits se pueden transmitir en un segundo.
- Las propiedades de los medios físicos, las tecnologías actuales y las leyes de la física juegan un papel en la determinación del Bandwidth disponible.

Unit of Bandwidth	Abbreviation	Equivalence
Bits per second	bps	1 bps = fundamental unit of bandwidth
Kilobits per second	Kbps	1 Kbps = 1,000 bps = $10^3$ bps
Megabits per second	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = $10^6$ bps
Gigabits per second	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = $10^9$ bps
Terabits per second	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = $10^{12}$ bps

# Physical Layer Characteristics

## Terminología Bandwidth

**La latencia** es la **cantidad de tiempo**, incluidos los retrasos, **para que los datos viajen de un punto a 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

**El rendimiento** (Throughput) **es la medida de la transferencia de bits a través de los medios durante un período de tiempo determinado**. Debido a diferentes factores, el rendimiento suele ser menor que el ancho de banda. Hay muchos **factores que influyen en el rendimiento, como la cantidad de tráfico, el tipo de tráfico y la latencia generada por la cantidad de dispositivos**.

**La capacidad de transferencia útil** (goodput) **es la medida de datos utilizables transferidos durante un período determinado**. La capacidad de transferencia útil es el rendimiento menos la sobrecarga de tráfico para establecer sesiones, acuses de recibo, encapsulación y bits retransmitidos. La capacidad de transferencia útil siempre es menor que el rendimiento, que generalmente es menor que el ancho de banda.

## 2. Cableado de Cobre



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Características del cableado de cobre

El cableado de cobre es el tipo más común de cableado utilizado en las redes hoy en día. Es económico y fácil de instalar; pero tiene limitaciones que son:

- **Atenuación** : cuanto más tiempo tienen que viajar las señales eléctricas, más débiles se vuelven. (**pérdida de intensidad de la señal a medida que aumenta la distancia**).
- La señal eléctrica es susceptible a la **interferencia** de dos fuentes, que pueden distorsionar y corromper las señales de datos (interferencia electromagnética e interferencia de radiofrecuencia (**EMI/RFI**)). Las posibles fuentes de EMI y RFI incluyen las ondas de radio y dispositivos electromagnéticos, como las luces fluorescentes o los motores eléctricos
- **El crosstalk o diafonía** se trata de un ruido o interferencia **causada por el campo magnético de una señal de un hilo a la señal de un hilo adyacente**.

### Mitigación:

- El cumplimiento estricto de los límites de longitud del cable mitigará la atenuación.
- Algunos tipos de cable de cobre mitigan EMI y RFI mediante el uso de blindaje metálico y conexión a tierra.
- La diafonía o crosstalk se mitiga al trenzar los cables de los pares de circuitos opuestos.

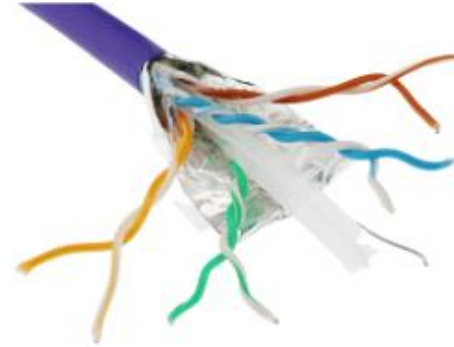


# Copper Cabling

## Tipos de cable de cobre



Unshielded Twisted-Pair (UTP) Cable



Shielded Twisted-Pair (STP) Cable



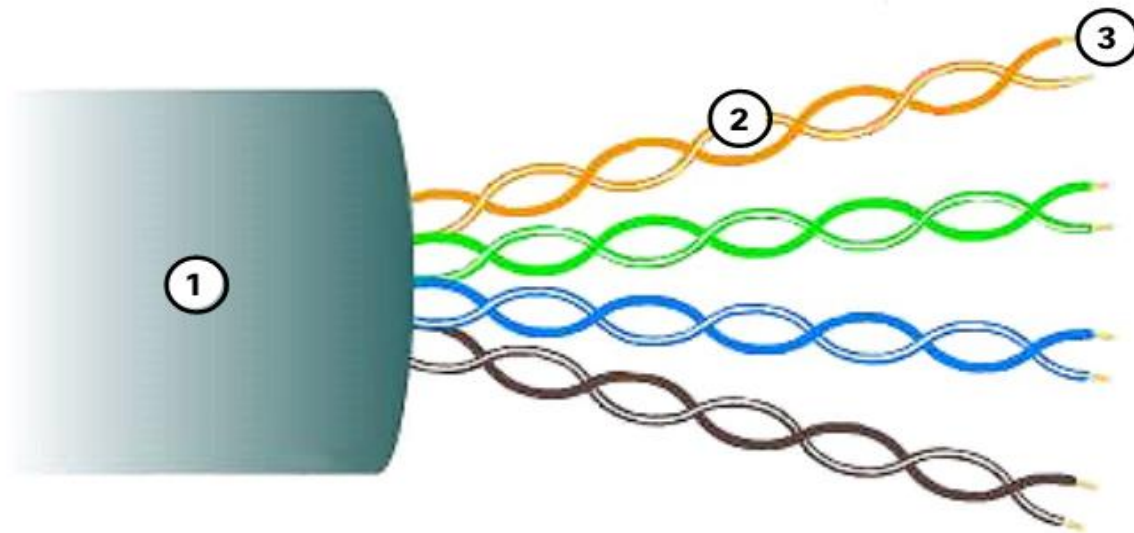
Coaxial Cable

# Copper Cabling

## Unshielded Twisted Pair (UTP)

- Unshielded Twisted Pair (Par trenzado sin blindaje)

- UTP es el medio de red más común.
- Terminado con conectores RJ-45
- Interconecta hosts con dispositivos de red intermediarios



### Características clave de UTP

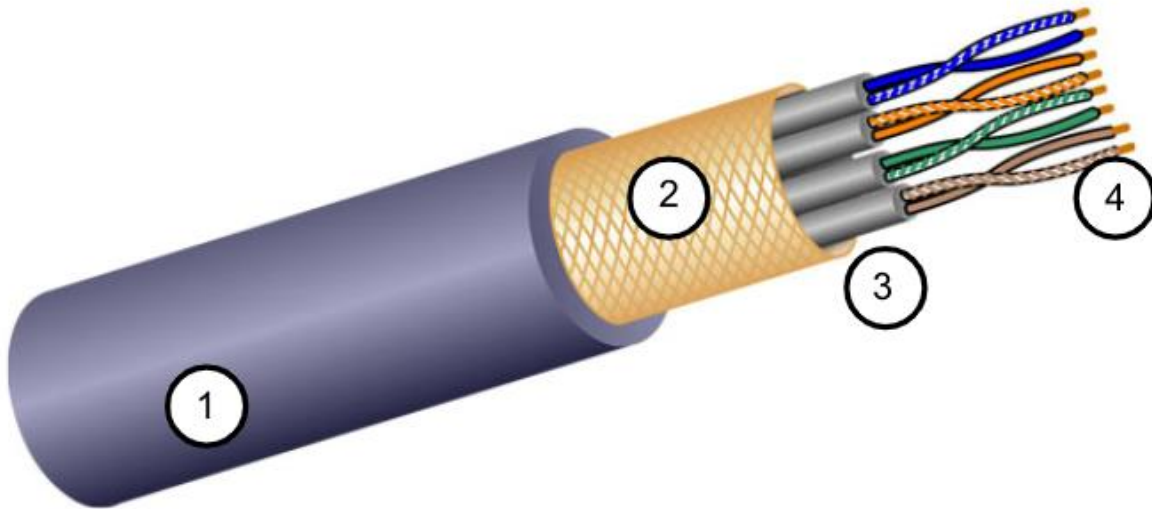
1. La cubierta exterior protege los cables de cobre del daño físico.
2. Los pares trenzados protegen la señal de la interferencia.
3. El aislamiento de plástico codificado por colores aísla eléctricamente los cables entre sí e identifica cada par.

Los cables UTP tiene limitaciones en la longitud del cable porque genera **Atenuación**, en la **interferencia electromagnética (EMI)** e **interferencia de radiofrecuencia (RFI)** y **crosstalk**

# Copper Cabling

## Shielded Twisted Pair (STP)

### Par trenzado blindado (STP)



- Mejor protección contra el ruido que UTP
- Más caro que UTP
- Más difícil de instalar que UTP
- Terminado con conectores RJ-45
- Interconecta hosts con dispositivos de red intermediarios

### Características clave de STP

1. La cubierta exterior protege los cables de cobre del daño físico.
2. El blindaje trenzado o de aluminio proporciona protección EMI / RFI
3. El blindaje de aluminio para cada par de cables proporciona protección EMI / RFI
4. El aislamiento de plástico codificado por colores aísla eléctricamente los cables entre sí e identifica cada par.

# Copper Cabling

## Cable Coaxial

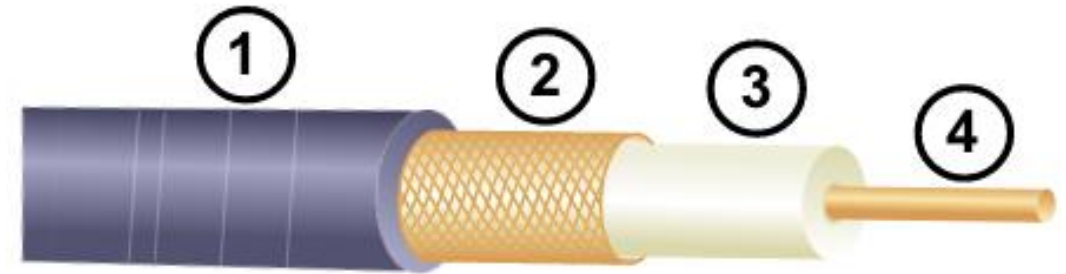
Consiste en lo siguiente:

1. Cubierta externa del cable para evitar daños físicos menores
2. Una trenza de cobre tejida, o lámina metálica, actúa como el segundo cable en el circuito y como un escudo para el conductor interno.
3. Una capa de aislamiento de plástico flexible.
4. Se utiliza un conductor de cobre para transmitir las señales electrónicas

Existen diferentes tipos de conectores utilizados con cable coaxial

De uso general en las siguientes situaciones:

- Instalaciones inalámbricas: para **conectar antenas** a dispositivos inalámbricos
- Instalaciones de **internet por cable** - cableado de las instalaciones del cliente



# 3. Cableado UTP

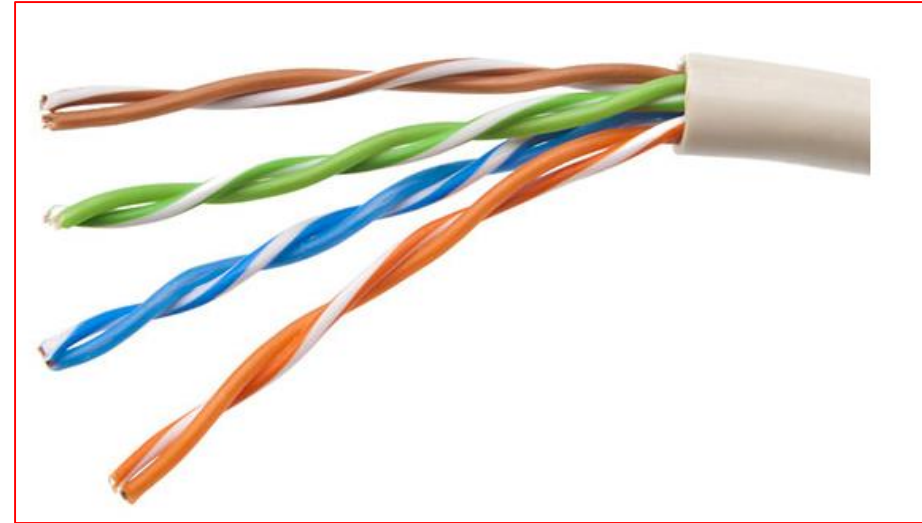


Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Propiedades del cableado UTP

UTP tiene cuatro pares de hilos de cobre codificados por colores, trenzados y encerrados en una funda de plástico flexible. No se utiliza blindaje. UTP se basa en las siguientes propiedades para limitar la diafonía:

- **Cancelación:** cada cable en un par de cables usa polaridad opuesta. Un cable es negativo, el otro cable es positivo. Están entrelazados y los campos magnéticos se cancelan eficazmente entre sí.
- **Variando el número de vueltas por par de hilos.** Los cables UTP deben seguir especificaciones precisas que rigen cuántas vueltas o trenzas se permiten por metro de cable.





# UTP Cabling Standards and Connectors

Los estándares para UTP son establecidos por la TIA / EIA. TIA / EIA-568 estandariza elementos como:

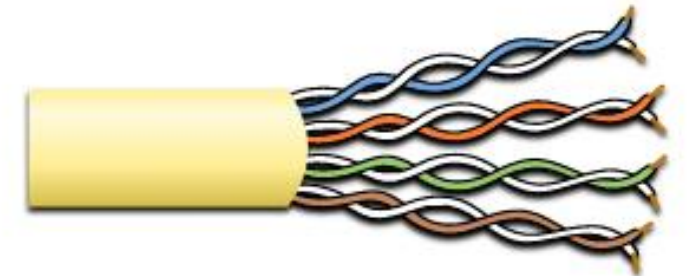
- Cable Types
- Cable Lengths
- Connectors
- Cable Termination
- Testing Methods

Los estándares eléctricos para el cableado de cobre son establecidos por el IEEE, que califica el cable de acuerdo con su rendimiento. Ejemplos incluyen:

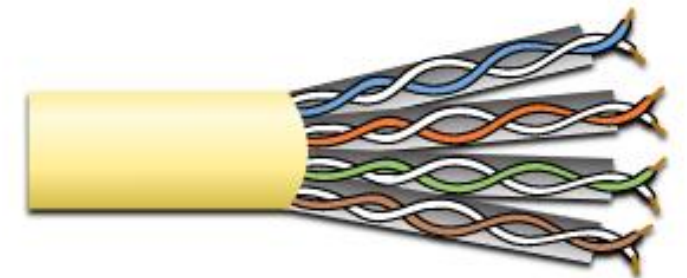
- Category 5 and 5e
- Category 6 and 6A
- Category 7 and 8



Category 3 Cable (UTP)



Category 5 and 5e Cable (UTP)



Category 6 Cable (UTP)



## UTP Cabling Standards and Connectors (Cont.)



RJ-45 Connector



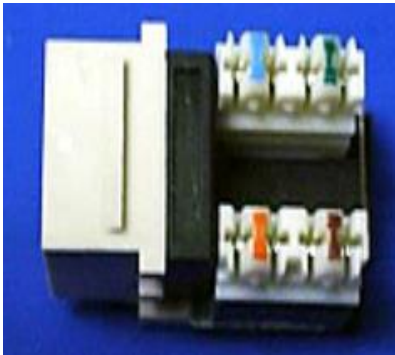
Cable UTP correctamente terminado



Cable UTP mal terminado



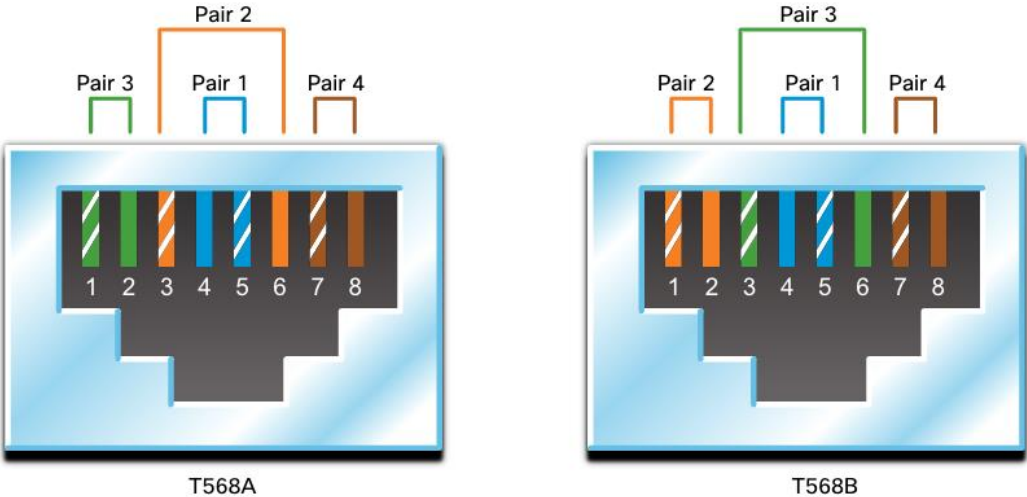
La longitud no trenzada de cada cable es demasiado larga



RJ-45 Socket

# UTP Cabling

## Straight-through and Crossover UTP Cables



Cable Type	Standard	Application
Ethernet <b>Straight-through</b>	Both ends T568A or T568B	Host to Network Device
<b>Ethernet Crossover</b> *	One end T568A, other end T568B	Host-to-Host, Switch-to-Switch, Router-to-Router
• Considerado como heredado debido a que la mayoría de las NIC utilizan Auto-MDIX para detectar el tipo de cable y la conexión completa		
<b>Rollover</b>	Cisco Proprietary	Host serial port to Router or Switch Console Port, using an adapter

# 4. Cableado de Fibra Óptica

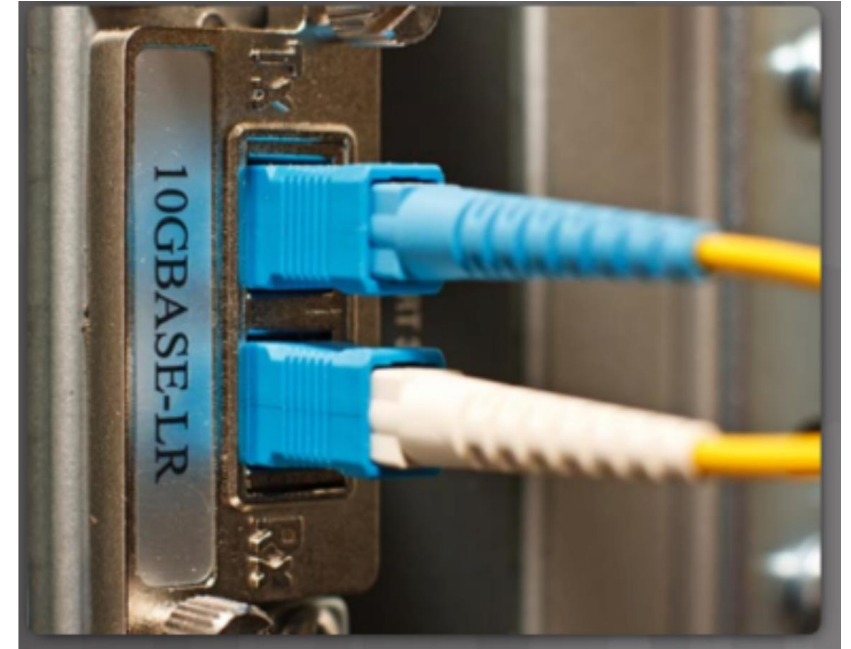


Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Fiber-Optic Cabling

## Properties of Fiber-Optic Cabling

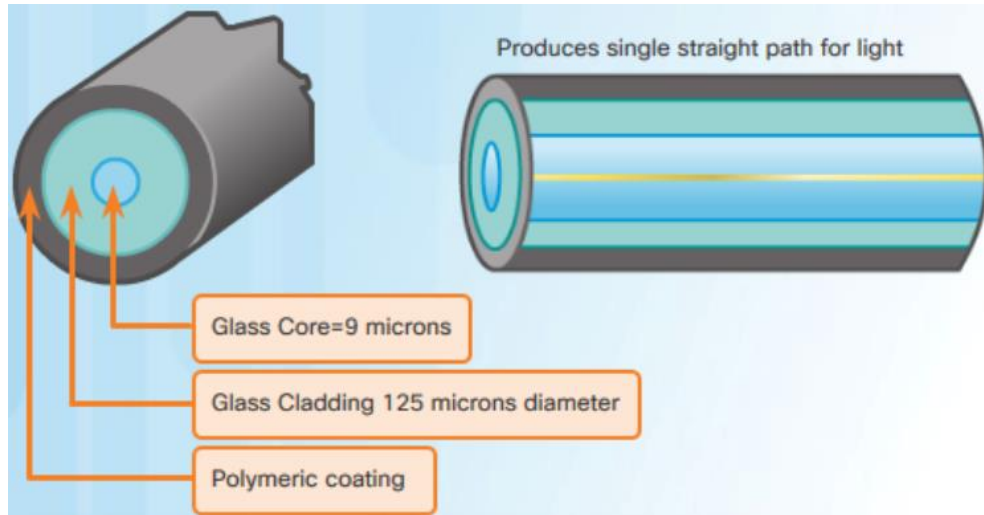
- No es tan común como UTP debido al gasto involucrado (**Es más costoso que el cableado UTP**)
- Ideal para algunos escenarios de redes.
- Transmite datos a **distancias más largas, con mayor ancho de banda** que cualquier otro medio de red
- Menos susceptible a la atenuación y **completamente inmune a EMI / RFI**
- Hecho de hilos flexibles y extremadamente delgados de vidrio muy puro
- **Utiliza un láser o LED** para codificar bits como pulsos de luz
- El cable de fibra óptica actúa como una guía de onda para transmitir luz entre los dos extremos con una mínima pérdida de señal



# Fiber-Optic Cabling

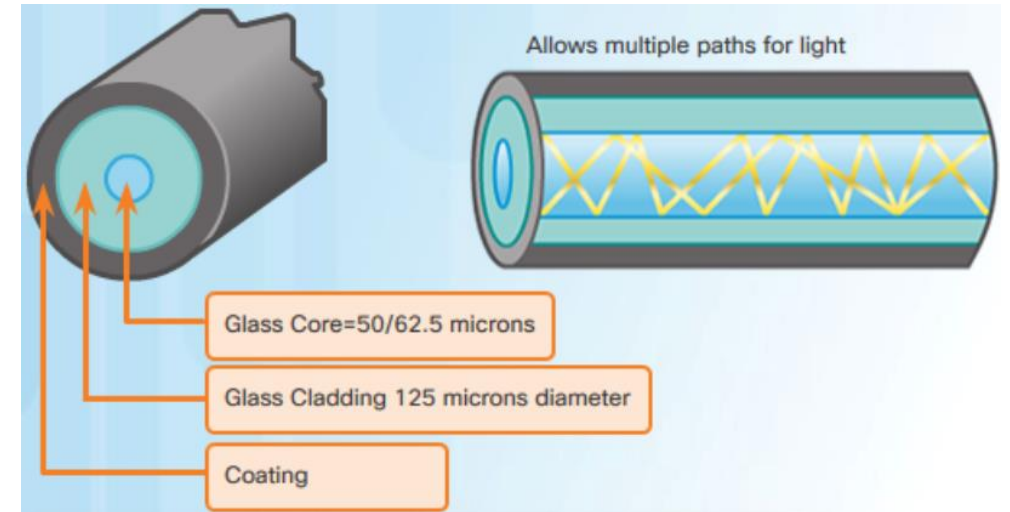
## Types of Fiber Media

### Single-Mode Fiber



- Núcleo de vidrio muy pequeño 9 micrones
- Revestimiento de vidrio de 125 micrones.
- Utiliza láseres caros
- Aplicaciones de larga distancia

### Multimode Fiber



- Núcleo de vidrio más grande 50/62.5 micrones
- Utiliza LEDs menos costosos
- Los LED transmiten en diferentes ángulos
- Proporciona un ancho de banda de hasta 10Gb/s a través de longitudes de enlace de hasta 550 metros.

# Fiber-Optic Cabling

## Fiber-Optic Cabling Usage

El cableado de fibra óptica ahora se está utilizando en cuatro tipos de industria

1. **Redes empresariales.** Se utiliza para aplicaciones de cableado backbone y dispositivos de infraestructura de interconexión
2. **Fibra hasta el hogar (Fiber-to-the-Home: FTTH).** Se utiliza para proporcionar servicios de banda ancha siempre activos a hogares y pequeñas empresas
3. **Redes de larga distancia.** Utilizado por los proveedores de servicios para conectar países y ciudades
4. **Submarine Cable Networks.** Se utiliza para proporcionar soluciones confiables de alta velocidad y alta capacidad capaces de sobrevivir en entornos submarinos hostiles a distancias transoceánicas.

<https://www.submarinecablemap.com/>



*Telefónica*

BlogThinkBig.com



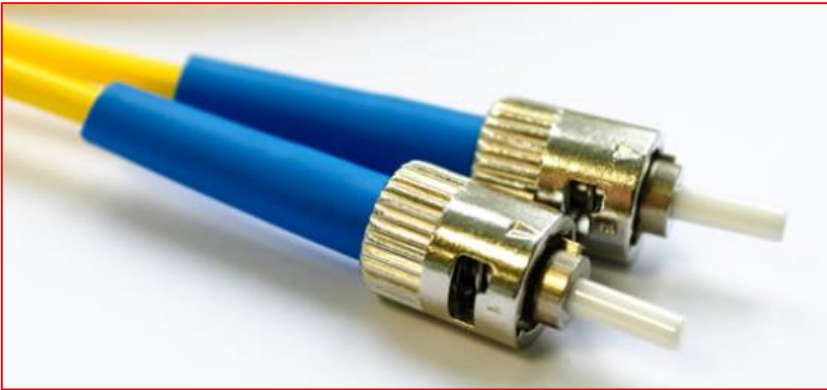
# #PeopleFirst

# Conexiones submarinas



# Fiber-Optic Cabling

## Fiber-Optic Connectors



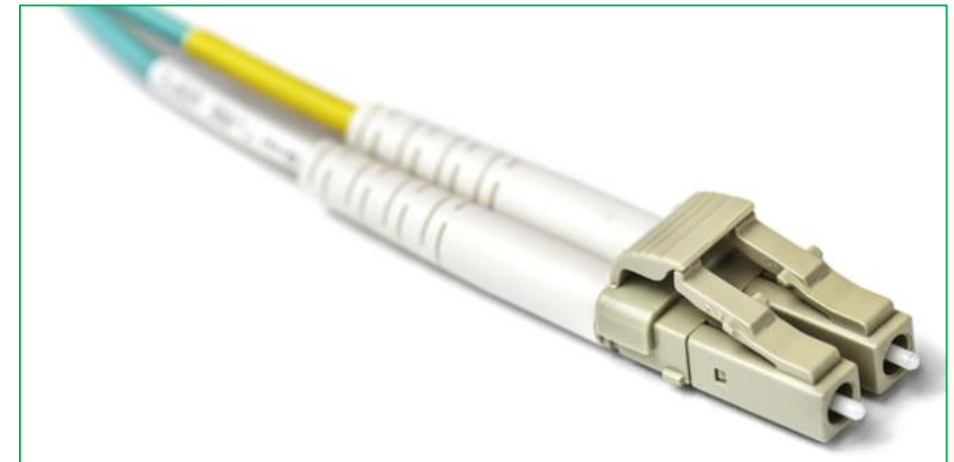
Straight-Tip (ST) Connectors



Lucent Connector (LC) Simplex Connectors



Subscriber Connector (SC) Connectors



Duplex Multimode LC Connectors

# Fiber-Optic Cabling

## Fiber Patch Cords



SC-SC MM Patch Cord



LC-LC SM Patch Cord



ST-LC MM Patch Cord



ST-SC SM Patch Cord

Una cubierta amarilla es para cables de fibra monomodo y naranja (o aqua) para cables de fibra multimodo

# 5. Medios Inalámbricos



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Properties of Wireless Media

Los medios inalámbricos transportas señales electromagnéticas que representan dígitos binarios usando frecuencias de radio o microondas.

Esto proporciona **la mejor opción de movilidad**. Los números de conexión inalámbrica continúan aumentando.

Algunas de las **limitaciones** de la conexión inalámbrica

- **Area de cobertura.** La cobertura efectiva puede verse significativamente afectada por las características físicas de la ubicación de implementación
- **Interferencia.** La conexión inalámbrica es susceptible a interferencias y puede ser interrumpida por muchos dispositivos comunes (**teléfonos inalámbricos, microondas**)
- **Seguridad.** La cobertura de comunicación inalámbrica no requiere acceso a una conexión física de medios, por lo que cualquiera puede acceder a la transmisión
- **Medio compartido.** Las WLAN funcionan en half-duplex, lo que significa que solo un dispositivo puede enviar o recibir a la vez. Muchos usuarios que acceden a la WLAN simultáneamente resultan en un ancho de banda reducido para cada usuario.

# Types of Wireless Media and Wireless LAN

Los estándares IEEE para comunicaciones de datos inalámbricas cubren tanto el enlace de datos como las capas físicas. Ejemplos de estándares Wireless :

- **Wi-Fi (IEEE 802.11)** – Tecnología Wireless LAN (WLAN)
- **Bluetooth (IEEE 802.15)**. Wireless Personal Area network (WPAN) standard
- **WiMAX (IEEE 802.16)**. Utiliza una topología de punto a multipunto para proporcionar acceso inalámbrico de banda ancha
- **Zigbee (IEEE 802.15.4)**. Comunicaciones de baja velocidad de datos y bajo consumo de energía, principalmente para aplicaciones de Internet de las cosas (IoT)

En general, una LAN inalámbrica (WLAN) requiere los siguientes dispositivos:

- **Wireless Access Point (AP)**. Concentra las señales inalámbricas de los usuarios y conecta a la infraestructura de red basada en cobre existente
- **Wireless NIC Adapters**. Proporciona capacidad de comunicaciones inalámbricas a los hosts de la red

## **6. Propósito de la capa de enlace de datos**

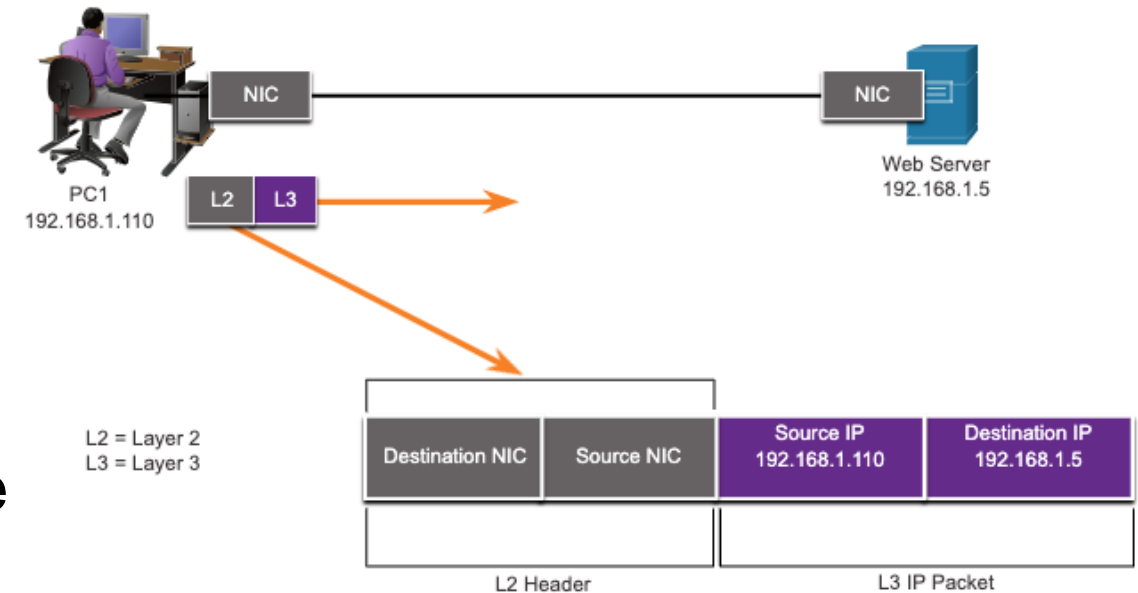


Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Purpose of the Data Link Layer

## La capa Data Link

- La capa Data Link es responsable de las comunicaciones entre las **tarjetas de interfaz de red** del dispositivo final.
- Permite que los protocolos de la capa superior **accedan a los medios de la capa física y encapsula los paquetes de la capa 3 (IPv4 e IPv6) en tramas** de la capa 2, compatible con la interfaz de red.
- También realiza **detección de errores** y rechaza tramas corruptas.



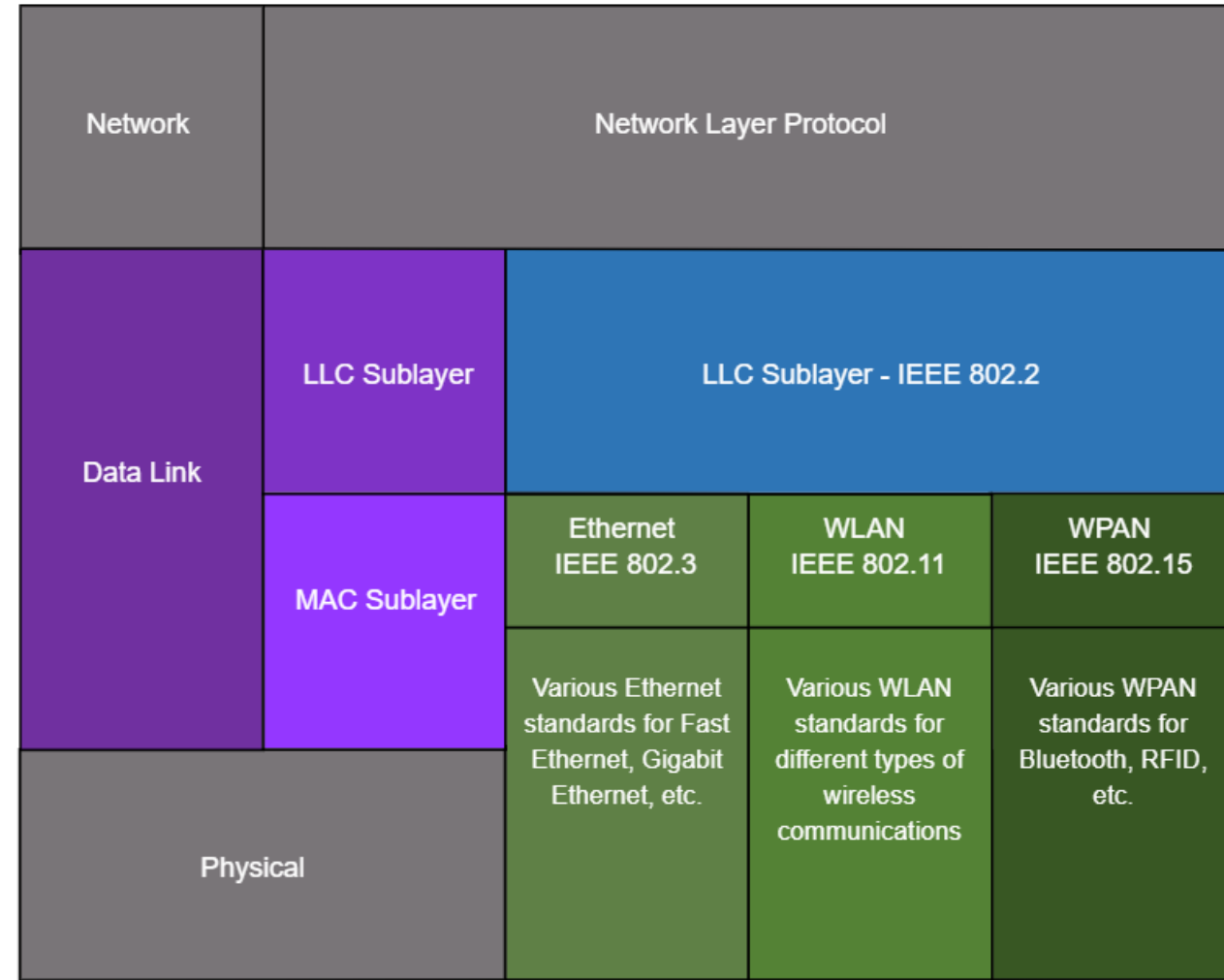


# Subcapas IEEE 802 LAN/MAN Data Link

Los estándares IEEE 802 LAN / MAN son específicos del tipo de red.

La capa de enlace de datos consta de dos subcapas. **Control de enlace lógico (LLC)** y **control de acceso a medios (MAC)**.

El control de acceso a los medios proporciona la colocación de las Tramas en los medios.



# Subcapas IEEE 802 LAN/MAN Data Link

**La subcapa LLC** toma los datos del protocolo de red (IPv4 o IPv6), y **agrega información de control de Capa 2** para ayudar a entregar el paquete al nodo de destino.

**Permite que múltiples protocolos de Capa 3 usen la misma interfaz de red y medios.**

**Coloca información en la Trama que identifica qué protocolo de capa de red se usa.**

**La subcapa MAC controla la NIC** y otro hardware responsable de enviar y recibir datos en el medio físico cableado o inalámbrico.

**La subcapa MAC** proporciona encapsulación de datos:

- **Delimitación de trama:** Estos bits delimitadores **proporcionan sincronización entre los nodos de transmisión y recepción.**
- **Direccionamiento:** proporciona direccionamiento de origen y destino para transportar la trama de capa 2 entre dispositivos en el mismo medio compartido.
- **Detección de errores:** **Adiciona un Trailer para detectar errores** de transmisión.

La subcapa MAC también proporciona control de acceso a medios, **permitiendo que múltiples dispositivos se comuniquen a través de un medio compartido** (half-duplex).

# 7. Topologías



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

Hay tres topologías WAN físicas comunes:

- **Point-to-point** : la topología WAN más simple y más común. Consiste en un enlace permanente entre dos puntos finales.
- **Hub and spoke**: similar a una topología en estrella donde un sitio central interconecta sitios de sucursal a través de enlaces punto a punto.
- **Mesh** : proporciona alta disponibilidad pero requiere que cada sistema final esté conectado a cualquier otro sistema final.
- **Partial mesh**: Proporciona alta disponibilidad, pero un sitio se conecta solo con algunos sitios remotos y no con todos como el Full Mesh.

# Topologies

## Topologías LAN

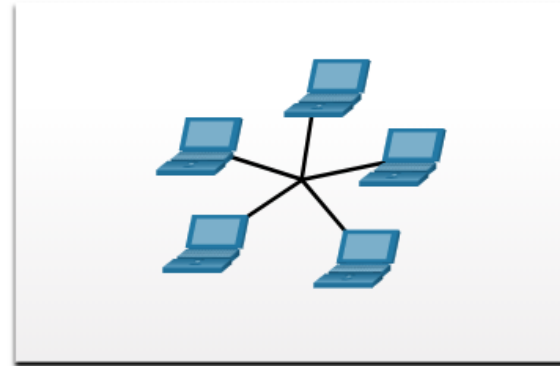
Los dispositivos finales en las LAN suelen estar interconectados mediante una topología de **Estrella** o **Estrella extendida**.

Las topologías en estrella y en estrella extendida son fáciles de instalar, muy escalables y fáciles de solucionar.

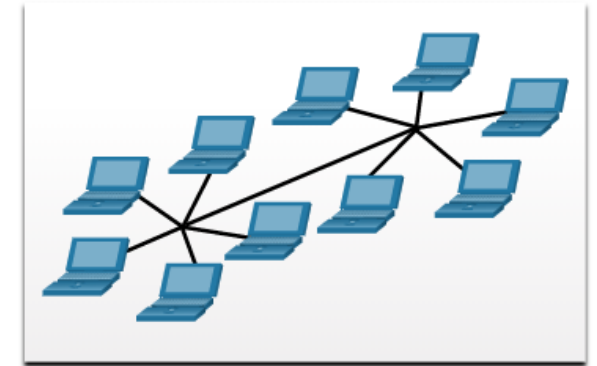
Las primeras tecnologías de Ethernet y Token Ring proporcionan dos topologías adicionales

- **Bus** : todos los sistemas finales encadenados y terminados en cada extremo.
- **Anillo** : cada sistema final está conectado a sus respectivos vecinos para formar un anillo

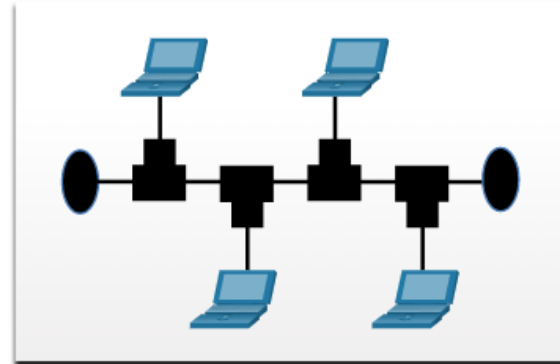
### Physical Topologies



Star Topology



Extended Star Topology



Bus Topology



Ring Topology

# Topologies

## Comunicaciones Half y Full Duplex

### Half-duplex

- Solo permite que un dispositivo envíe o reciba a la vez en un medio compartido.
- Se utiliza en WLAN y topologías de bus heredadas con Hubs Ethernet.

### Full-duplex

- Permite que ambos dispositivos transmitan y reciban simultáneamente en un medio compartido.
- Los Switchs Ethernet funcionan en modo full-duplex

La comunicación Full-duplex, **no requiere control de acceso de medios en la capa de enlace de datos.**



# Métodos de Control de acceso

## Contention-based access (**Método de acceso por contienda**)

Todos los nodos operan en half-duplex, compitiendo por el uso del medio.

- Carrier sense multiple access with collision detection (**CSMA/CD**) se usa en la topología bus legacy (heredada) bus Ethernet.
- Carrier sense multiple access with collision avoidance (**CSMA/CA**) se usan en las Wireless LANs.

## Controlled access (**Método de acceso controlado**)

- Acceso controlado es determinista donde cada nodo tiene su propio tiempo en el medio.
- Utilizado en redes legacy como Token Ring y ARCNET.

# Contention-Based Access – CSMA/CD

## CSMA/CD

- Usado por LAN Ethernet heredadas.
- Funciona en half-duplex donde solo un dispositivo envía o recibe a la vez.
- Utiliza un proceso de detección de colisión para controlar cuándo puede enviar un dispositivo y qué sucede si varios dispositivos envían al mismo tiempo
- Todos los dispositivos de red **escuchan antes de transmitir**

## CSMA/CD collision detection process:

- Los dispositivos que transmiten simultáneamente provocarán una colisión de señal en los medios compartidos.
- Los dispositivos detectan la colisión.
- Los dispositivos esperan un período de tiempo aleatorio y retransmiten datos

# 8. Tramas de enlace de datos



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Data Link Frame

## La Trama

La capa data link encapsula los datos con un encabezado y un Trailer para formar una Trama. Una trama de enlace de datos tiene tres partes

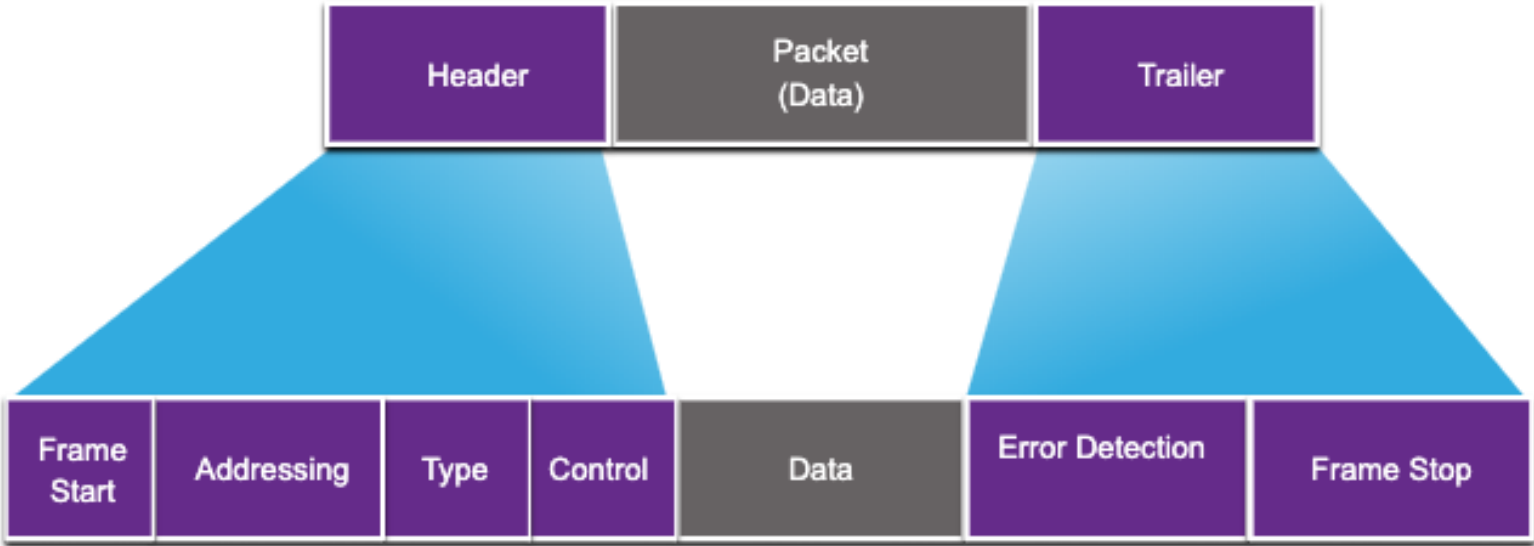
- **Header**
- **Data**
- **Trailer**

Los campos del encabezado y el Trailer varían según el protocolo de capa data link.

**Detección de errores.** Un nodo de transmisión crea un **resumen lógico del contenido** de la trama, conocido como el valor de verificación de redundancia cíclica (**CRC**). Este valor se coloca en el campo de **secuencia de verificación de trama (FCS)** para representar el contenido de la trama. EL **CRC se utiliza para determinar la integridad de la Trama** recibida en el destino.

# Data Link Frame

## Campos de la Trama

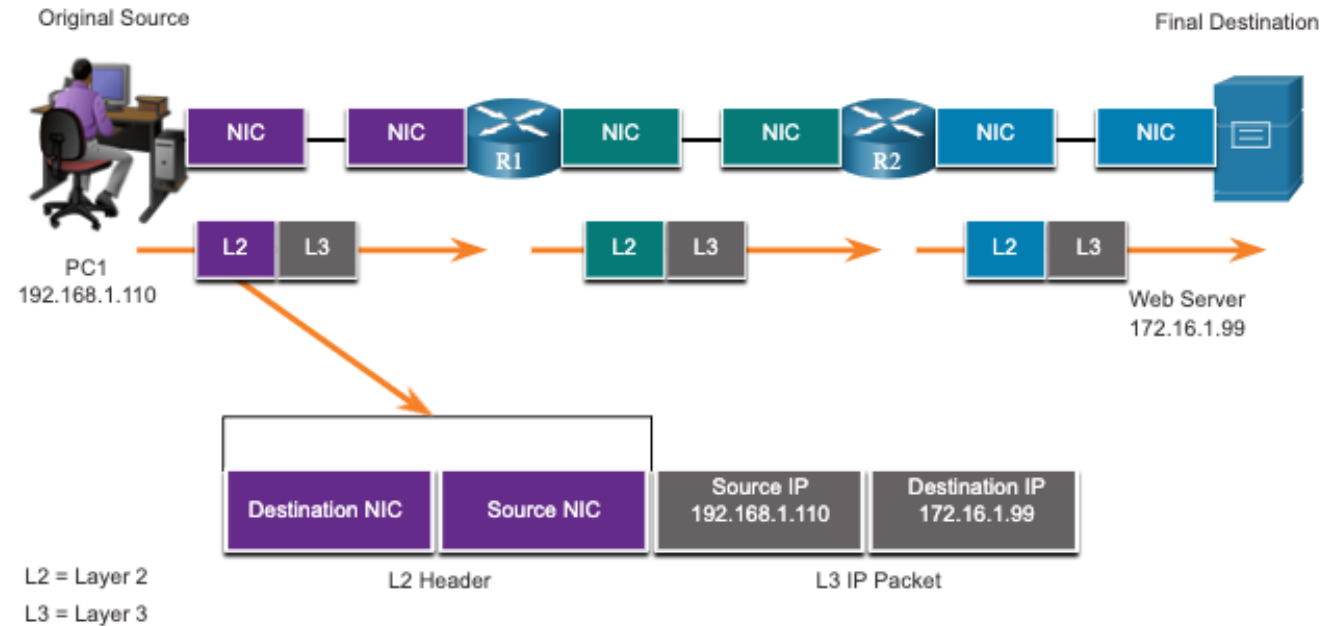


Field	Description
Frame Start and Stop	Identifica el principio y el final de la trama
Addressing	Indica los nodos de origen y destino locales
Type	Identifica el protocolo encapsulado de capa 3
Control	Identifica los servicios de control de flujo
Data	Contiene la carga útil (payload) de la trama
Error Detection	Se utiliza para determinar errores de transmisión

# Data Link Frame

## Direccionamiento Capa 2

- También se conoce como una dirección física.
- La dirección física origen y destino es adicionada en el encabezado de la trama.
- Se usa solo para la entrega local de una trama en el enlace.
- Actualizado por cada dispositivo que reenvía la Trama



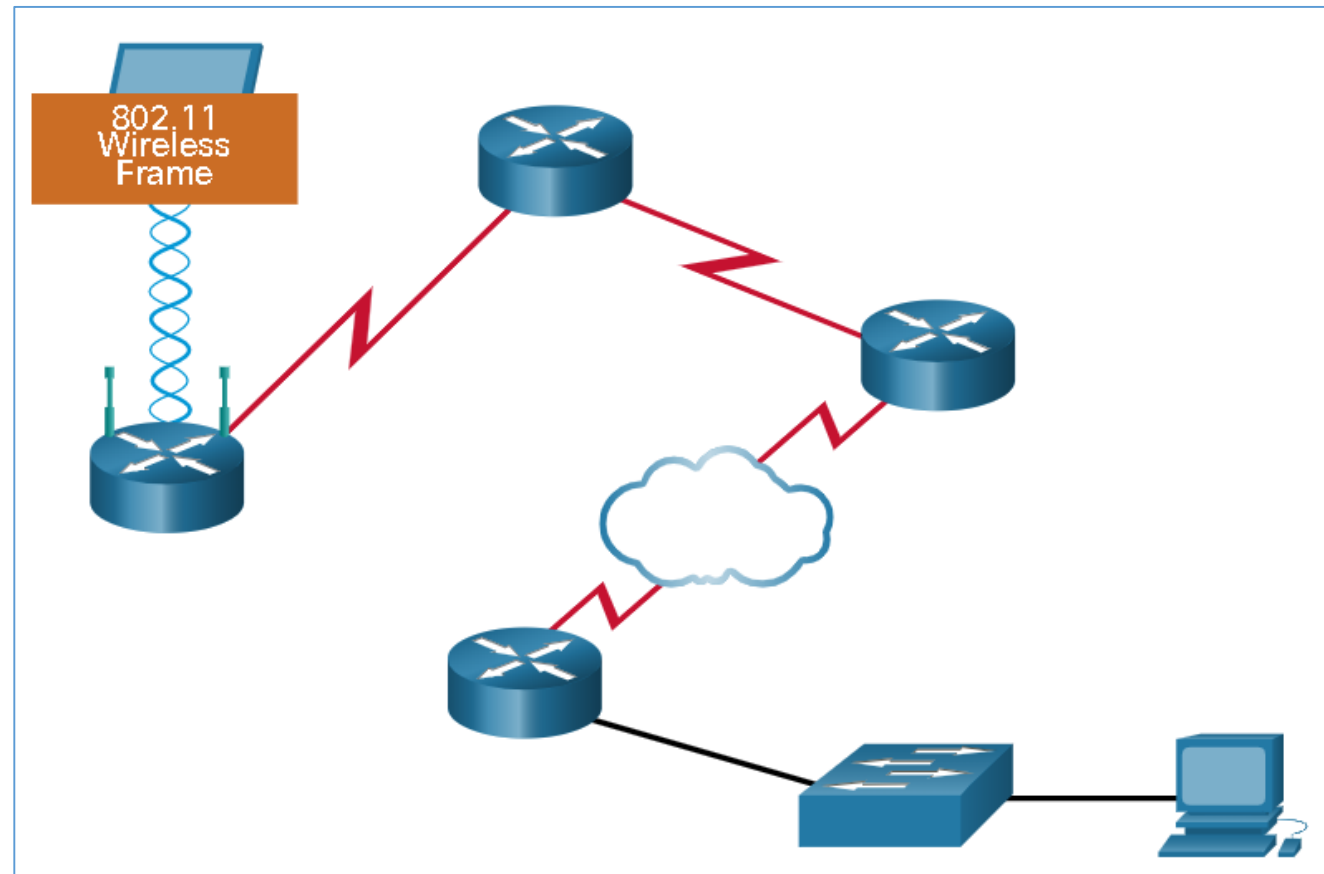


# Tramas LAN y WAN

La topología lógica y los medios físicos determinan el protocolo de enlace de datos utilizado :

- Ethernet
- 802.11 Wireless
- Point-to-Point (PPP)
- High-Level Data Link Control (HDLC)
- Frame-Relay

Cada protocolo realiza control de acceso a medios para topologías lógicas específicas



## **9. Simulación de una Red, utilizando Fibra óptica, UTP y Wireless**

# TAREA

Simulación de una Red Conmutada

Ingresa a la plataforma canvas y descarga:

✓ **03 PRACTICA 03 - Topologia de red**



Universidad  
Tecnológica  
del Perú

# Conclusión

- **¿Qué aprendimos el día de hoy?**
- **¿Qué les gustaría que se mejore de nuestras sesiones de clase?**





**Universidad  
Tecnológica  
del Perú**