



Tema 3

Medios de transmisión

Objetivos

- Identificar y clasificar los medios de transmisión.
- Diferenciar los medios de transmisión.
- Explicar las características de los medios de transmisión, ventajas e inconvenientes de uso.
- Describir los mecanismos de codificación y las señales utilizadas en las transmisiones.

Índice

- Características de las señales
- Tipos de transmisión
 - Transmisión digital y analógica
 - Modulación
- Tipos de cableado
 - Par sin trenzar (paralelo)
 - Par trenzado
 - Cable coaxial
 - Fibra óptica
 - Medios inalámbricos
 - Ondas de radio
 - Micro ondas
 - Ondas Infrarrojas
 - Ondas de luz
 - Comparativa entre los diferentes medios de transmisión.

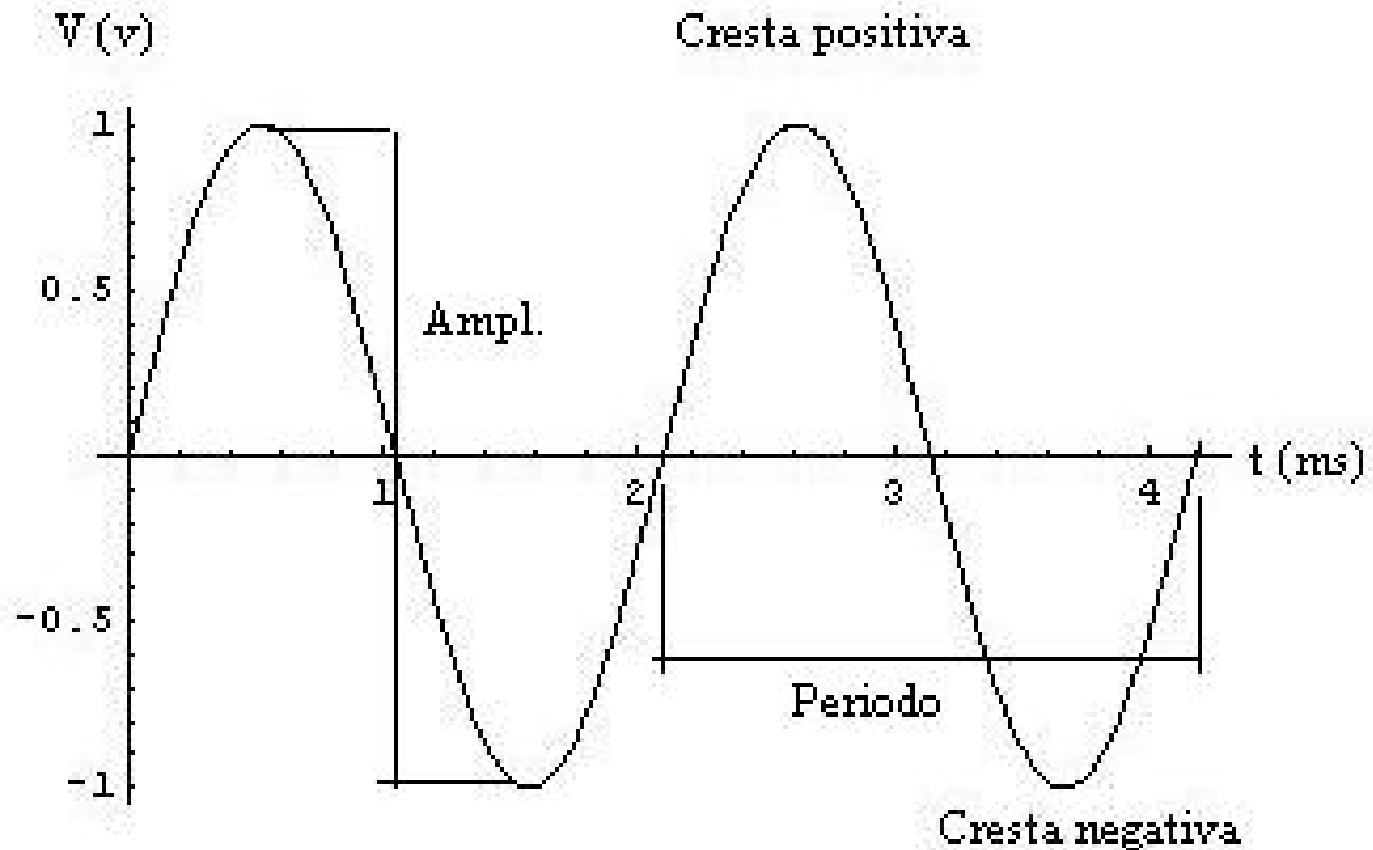


CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES

Características de las señales

- Una señal cualquiera viene definida por tres características:
 - Su amplitud: valor máximo de una señal en un intervalo.
 - Su frecuencia: que determina el número de veces que la señal se repite por segundo medido en Hz.
 - Su fase: indica el intervalo de tiempo que va desde el instante inicial al primer punto donde la señal toma el valor 0.

Características de las señales





TIPOS DE TRANSMISIÓN

Tipos de transmisión

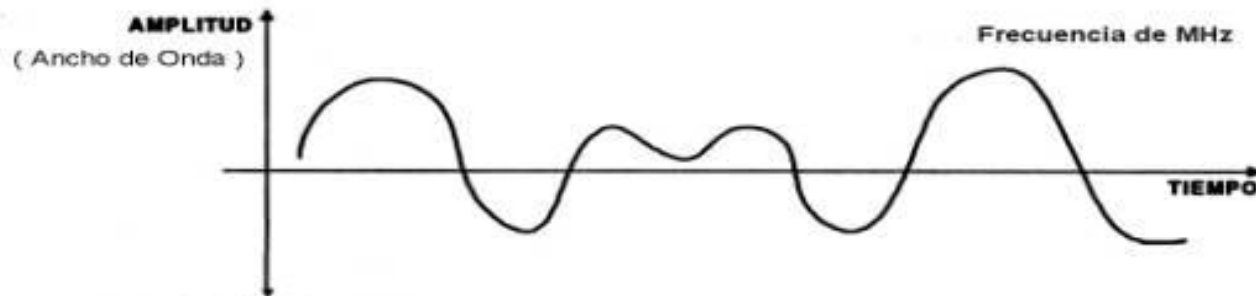
- Para que la información pueda transmitirse por un determinado medio, es necesario convertir de alguna forma esos ceros y unos para que puedan viajar hasta el receptor y éste pueda interpretarlos correctamente.
- Dentro de un ordenador los dígitos binarios se transmiten de un dispositivo a otro como señales eléctricas convenientemente codificadas. A cada dígito binario se le puede asociar un nivel de tensión o voltaje diferente, es lo que se conoce por el principio fundamental de la electrónica digital.
 - +5 voltios para representar un 1.
 - 0 voltios para representar un 0.

Tipos de transmisión

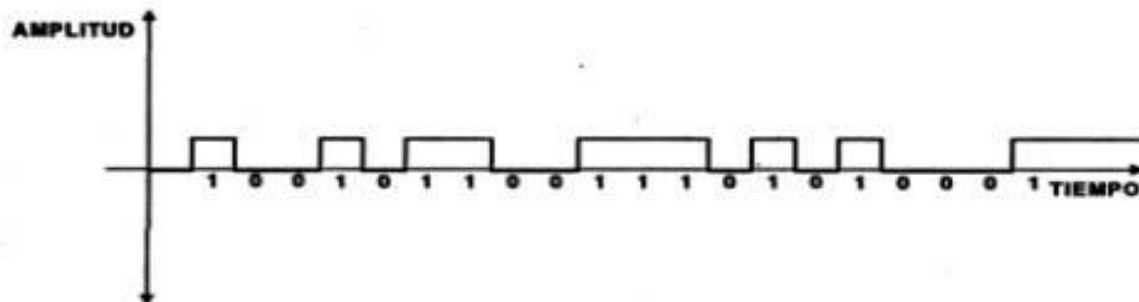
- Cuando se transmite información binaria utilizando corriente eléctrica se necesitan al menos dos hilos diferentes: por uno de ellos circula la señal y el otro es la masa del circuito. Es necesario que exista esta masa para que el circuito se cierre y pueda circular corriente por él; además, se toma como voltaje de referencia (0 voltios).

Tipos de transmisión

SEÑAL ANALÓGICA



SEÑAL DIGITAL



Tipos de transmisión

- Normalmente suele considerarse que la transmisión de las señales por los cables suele ser perfecta, en realidad no ocurre así debido a la tecnología usada para fabricar los componentes. Por ese motivo se considera un 1 niveles de voltaje entre 4 voltios y 6 voltios y un 0 en niveles de voltaje entre -1voltio y 1 voltio.
- Existen varios tipos de cableado, que necesitaran distintos tipos de codificación.

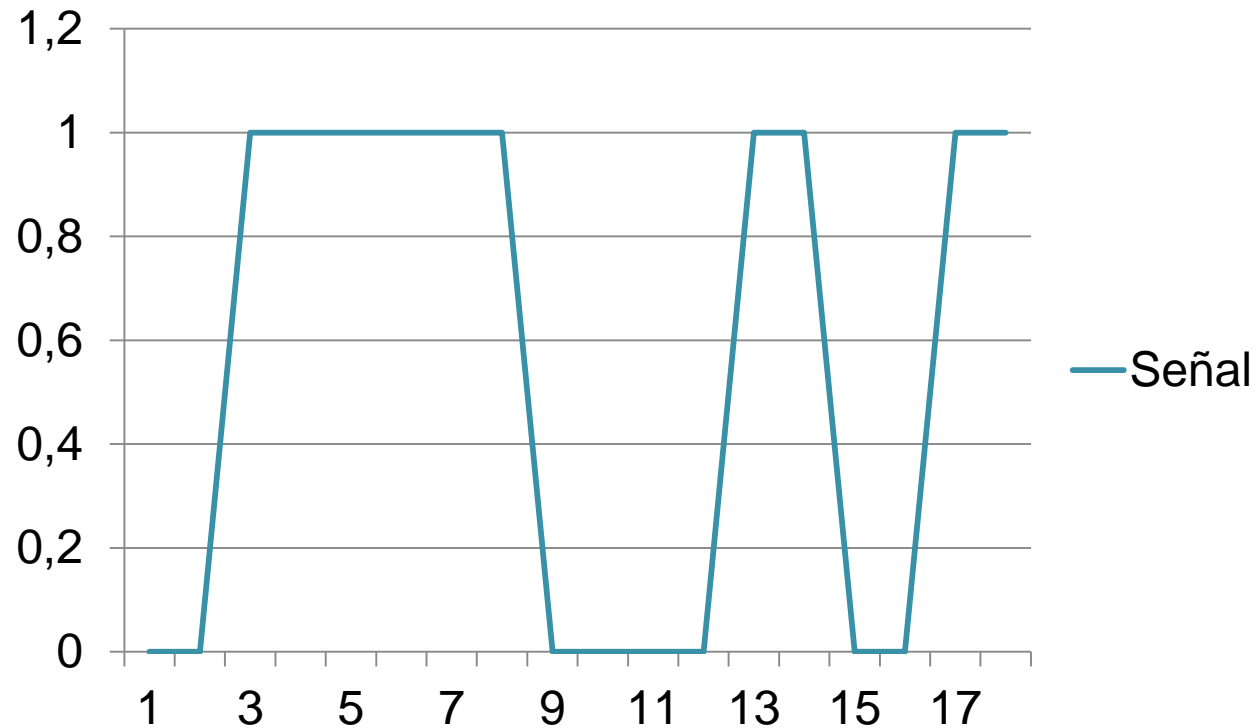
Tipos de transmisión

Caso práctico:

Supongamos que deseamos transmitir el número 334 por un único cable de cobre (dos hilos), utilizando la codificación anterior. Este número, representado en binario natural, es el $(101001110)_2$. Podríamos utilizar valores de voltaje 5 voltios para el 1 y 0 voltios para el 0. Además podríamos pensar que en esta transmisión los dígitos se enviarán en orden del dígito menos significativo al más significativo dejando transcurrir un segundo entre cada uno de ellos.

Tipos de transmisión

Señal



Tipos de transmisión:

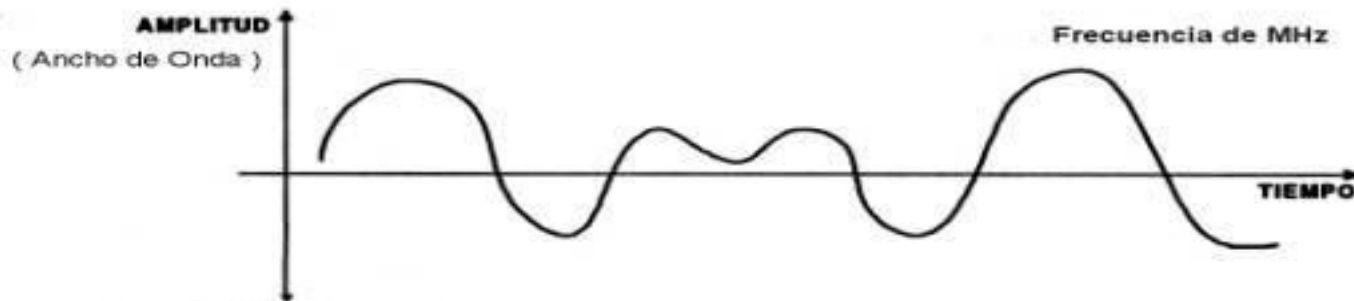
Transmisión digital y analógica

- Las **señales analógicas** se caracterizan por representar funciones continuas en el tiempo y pueden tomar cualquier valor de voltaje dentro de un rango que permita el medio de transmisión.
- Las **señales digitales** se caracterizan por representar funciones discretas en el tiempo y únicamente pueden tomar varios valores dentro de un rango.
- En las transmisiones digitales pueden existir más de un valor aunque es muy común encontrarnos señales con dos valores, tres o hasta cuatro valores distintos.
- La señal digital es mucho más rápida que la analógica.

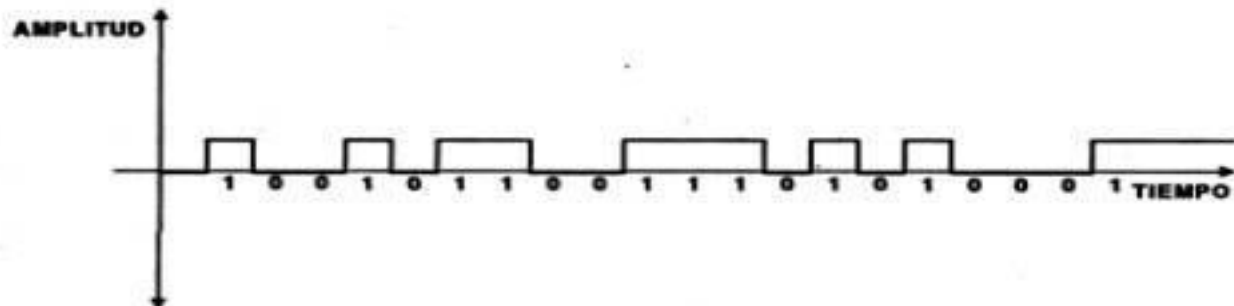
Tipos de transmisión:

Transmisión digital y analógica

SEÑAL ANALÓGICA



SEÑAL DIGITAL



Tipos de transmisión:

Modulación

- Cuando aparecieron las primeras redes, no existía infraestructura para conectar esas redes con otras ubicadas a una larga distancia, por lo que se hizo uso de la red telefónica que usaba señales analógicas.
- Todo medio de transmisión está limitado por una velocidad de transmisión máxima, lo que se conoce como **ancho de banda**. Se mide en bps y depende de la distancia a transmitir y el tipo de medio de transmisión.
- Cuando se transmite una señal digital no se puede realizar directamente, sino que es preferible modificarla de alguna forma con el fin de permitir una mayor velocidad de transmisión en medios de baja calidad. Una de las técnicas más importantes que se utiliza actualmente es la modulación.

Tipos de transmisión:

Modulación

- Se dice que una señal llamada **portadora** está modulada por otra llamada **moduladora** cuando esta última controla algún parámetro de la primera.
- Normalmente se actúa sobre un único parámetro de la señal: amplitud, frecuencia o fase.
- Al dispositivo que realiza esta conversión se llama módem.

Tipos de transmisión: Modulación



Existen varios tipos de modulación, dependiendo de si la señal que lleva la información es analógica o digital y de si la portadora es a su vez analógica o digital.

Tipos de transmisión: Modulación

- **Modulación analógica con portadora analógica:** Se usa si se desea transmitir la señal analógica a una frecuencia diferente o con un ancho de banda menor. La modulación se puede realizar utilizando cambios de amplitud, frecuencia o fase de la señal portadora.
- **Modulación analógica con portadora digital:** Se utiliza cuando se desea transmitir la señal analógica a través de una red digital. En este caso, lo más probable es que la señal moduladora tenga una frecuencia y un ancho de banda inferior a la señal modulada, con lo que se produce un desaprovechamiento del medio de transmisión.
- **Modulación digital con portadora analógica:** Se utiliza cuando se desea transmitir la señal digital por un medio de transmisión analógico. Es la modulación más común y la pueden utilizar los usuarios para el acceso a internet a través de la red telefónica conmutada.
- **Modulación digital con portadora digital:** No existe como tal, aunque es un caso particular de lo que se denomina **transmisión en banda base**.

Tipos de transmisión: Modulación

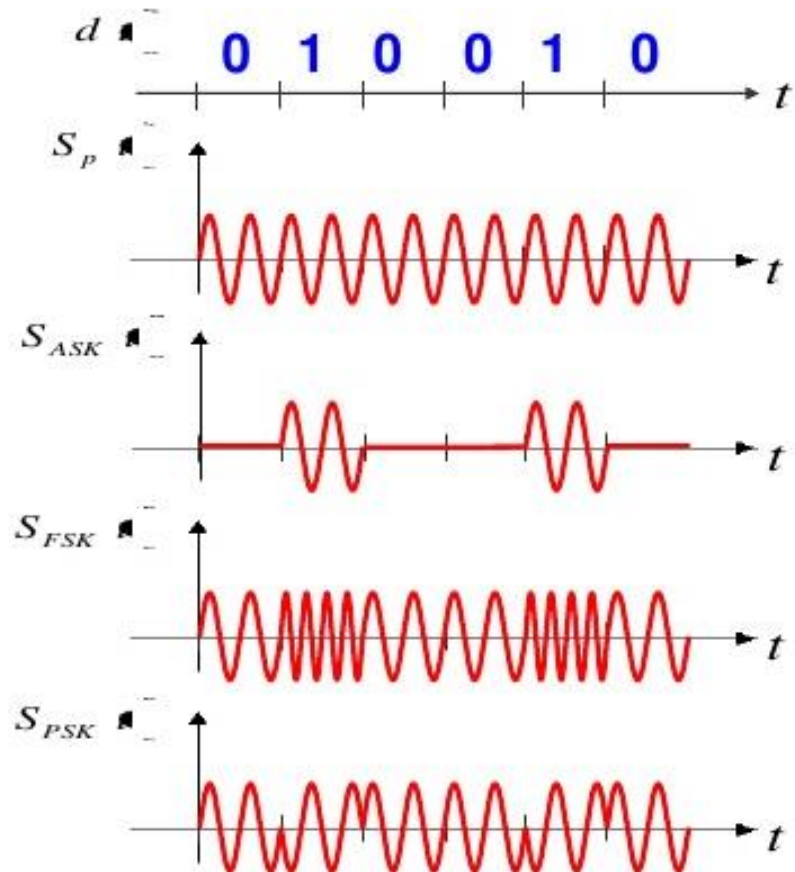
*Información Digital
Binaria*

*Modulación por
Conmutación de Amplitud
ASK*

*Modulación por
Conmutación de Fase
PSK*

*Modulación por
Conmutación de
Frecuencia FSK*

*Señal Portadora
Analógica*



Tipos de transmisión: Modulación

- Los métodos de modulación expuestos anteriormente se siguen utilizando, sin embargo, con el propósito de permitir una mayor velocidad de transmisión utilizando el mismo medio, se han realizado algunas modificaciones: **Modulación multibit, modulación QAM**

Tipos de cableado

- El medio de transmisión constituye el soporte físico a través del cuál emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos.
- Distinguimos dos tipos de medios: **guiados y no guiados**. En ambos casos, la transmisión se realiza por medio de ondas electromagnéticas.
- La naturaleza del medio, junto con la de la señal que se transmite a través de él, constituye un factor determinante de las características y la calidad de la transmisión.

Tipos de cableado

- Características de los medios de transmisión:
 - Velocidad de transmisión de datos.
 - Ancho de banda que puede soportar.
 - Espacio entre repetidores.
 - Fiabilidad de transmisión.
 - Coste.
 - Facilidad de instalación.
 - Condiciones atmosféricas.

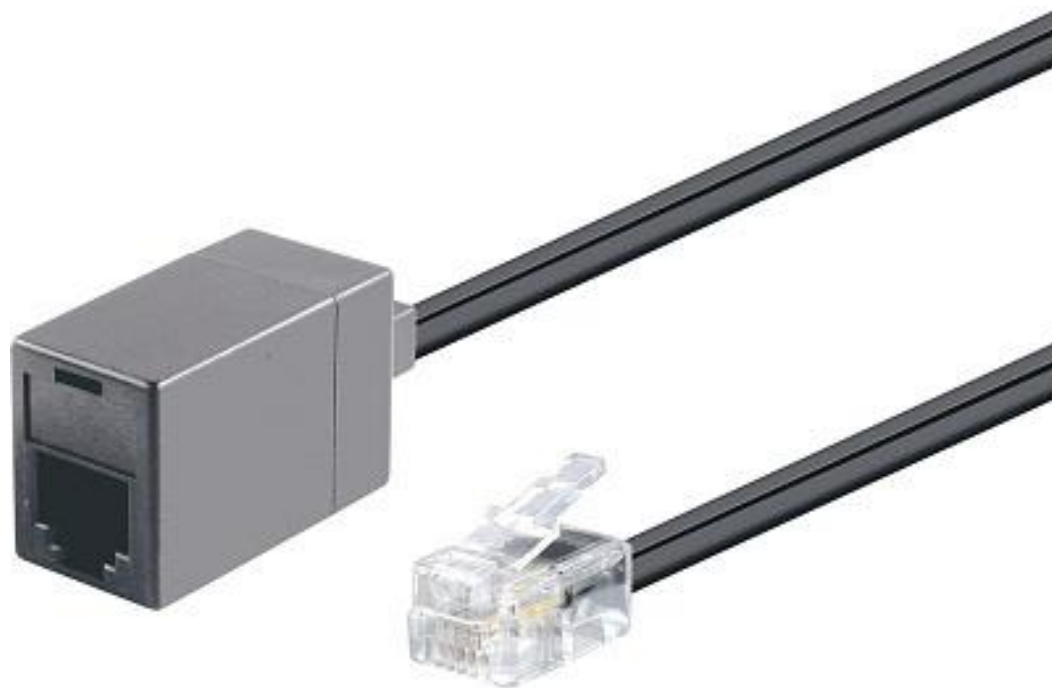
Tipos de cableado

- Hay muchas formas de cableado en redes locales o metropolitanas:
Cableado estructurado. La norma más utilizada es la EIA/TIA-568.

Tipos de cableado: Par sin trenzar (paralelo)

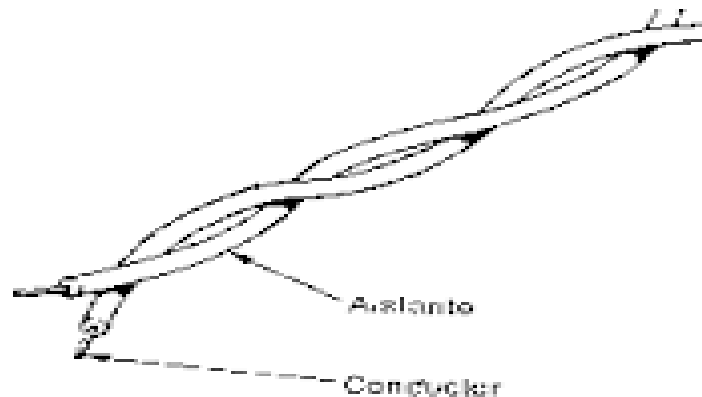
- Esta formado por dos hilos de cobre recubiertos por un material aislante.
- Ofrece muy poca protección frente a interferencias.
- Normalmente se utiliza como cable telefónico para transmitir voz analógica y las conexiones se realizan mediante un conector RJ-11.
- Es un medio semidúplex ya que la información circula en los dos sentidos por el mismo cable pero no se realiza al mismo tiempo.
- Es el cable que se utiliza para conectar el terminal telefónico con la caja de conexiones del usuario.
- Según los estándares de cableado estructurado, a este tipo de cable se le conoce como categoría 1.

Tipos de cableado: Par sin trenzar (paralelo)



Tipos de cableado: Par trenzado

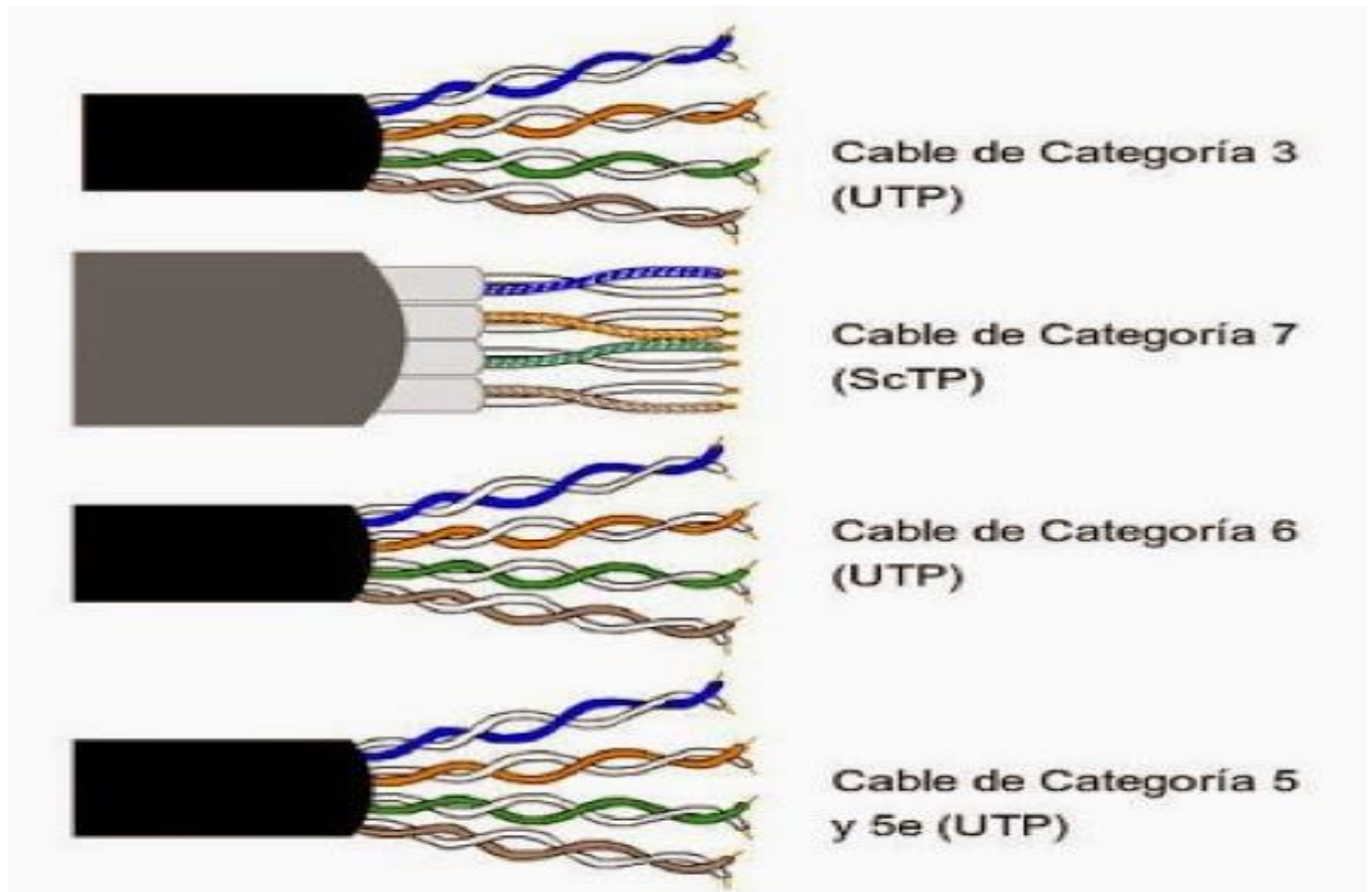
- Consiste en dos cables de cobre aislados, normalmente de 1 mm de espesor, enlazados de dos en dos de forma helicoidal, semejante a la estructura del ADN.
- La forma trenzada del cable se utiliza para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos y a otras interferencias procedentes del exterior.



Tipos de cableado: Par trenzado

- **Pares trenzados no apantallados (UTP):** Son los más simples y no tienen ningún tipo de pantalla conductora. Por esa razón son muy flexibles, pero son muy sensibles a interferencias. El par trenzado UTP de categoría 5 está recubierto de una malla de teflón.
- **Pares trenzados apantallados individualmente (STP):** Son iguales que los anteriores pero en este caso se rodea a cada par de una malla conductora, que se conecta a las diferentes tomas de tierra de los equipos. Gracias a esta construcción, poseen una gran inmunidad al ruido.
- **Pares trenzados apantallados individualmente con malla global (S/STP):** Son iguales que los anteriores, pero añadiendo una pantalla global a todos los cables. Son los que poseen una mayor inmunidad al ruido.
- **Pare trenzados totalmente apantallados (FTP o S/UTP):** Son unos cables de pares que poseen una pantalla conductora global en forma trenzada. Mejora la protección frente a interferencias con respecto a los cables UTP, aunque su coste es inferior frente a los cables STP.

Tipos de cableado: Par trenzado



Tipos de cableado: Par trenzado

- Dependiendo del número de pares que tenga un cable, el número de vueltas por metro que posee su trenzado y los materiales utilizados, los estándares de cableado estructurado clasifican a los tipos de pares trenzados por categorías (de la 1 a la 7).

Tipos de cableado: Cable coaxial

- Es otro medio típico de transmisión. Este cable tiene mejor blindaje que el par trenzado, por lo que puede alcanzar velocidades de transmisión mayores y los tramos entre repetidores o estaciones pueden ser más largos.
- El cable coaxial consta de un alambre de cobre duro en su parte central por donde circula la señal, el cual se encuentra rodeado por un material aislante. Este material está rodeado por un conductor cilíndrico presentado como una malla de cobre trenzado que hace de masa. El conductor externo está cubierto por una capa de plástico protector. Esta construcción le confiere un elevado ancho de banda y excelente inmunidad al ruido.

Tipos de cableado: Cable coaxial



Tipos de cableado: Cable coaxial

- Hay dos tipos de cable coaxial:
- **Coaxial de banda base:** Se utiliza para la transmisión digital. El ancho de banda máximo que se puede obtener depende de la longitud del cable; para cables 1km, por ejemplo, es factible obtener velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps. Los cables coaxiales se emplean en redes de área local y para transmisiones de larga distancia. Existen dos tipos:
 - **Coaxial grueso:** Se emplea para realizar la estructura troncal de distribución de la red.
 - **Coaxial fino:** Dada su flexibilidad es más fácil de instalar, aunque es más caro y posee menor inmunidad frente a interferencias.
- **Coaxial de banda ancha:** Se utiliza para transmisión analógica, comúnmente para el envío de la señal de televisión por cable. Al ser una señal de naturaleza analógica, los cables pueden emplearse para aplicaciones que realicen transmisiones de hasta 100 Km. De distancia, y pueden mantener velocidades de transmisión de datos de hasta 150 Mbps.

Tipos de cableado: Fibra óptica

- La fibra óptica está basada en la utilización de las ondas de luz para transmitir información binaria. Un sistema de transmisión óptico tiene tres componentes:
 - **Fuente de luz:** Se encarga de convertir una señal digital eléctrica en una señal óptica.
 - **Medio de transmisión:** Es una fibra de vidrio ultra delgada que transporta la luz.
 - **El detector:** Se encarga de generar un pulso eléctrico en el momento en el que la luz incide sobre él.

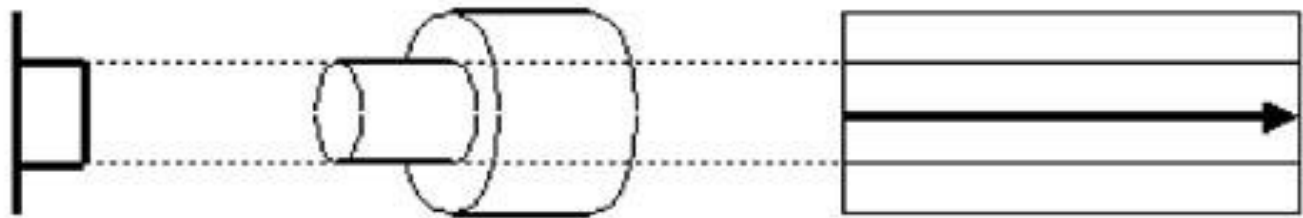
Tipos de cableado: Fibra óptica



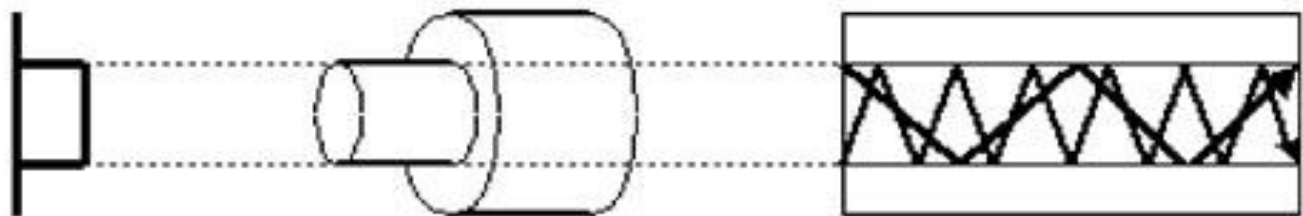
Tipos de cableado: Fibra óptica

- Los cables de fibra óptica pueden transmitir la luz de tres formas diferentes:
- **Mono modo:** En este caso, la fibra es tan delgada que la luz se transmite en línea recta.
- **Multi modo:** La luz se transmite por el interior del núcleo incidiendo sobre su superficie interna, como si se tratara de un espejo. Las pérdidas de luz en este caso también son prácticamente nulas.
- **Multi modo de índice gradual:** La luz se propaga por el núcleo mediante una refracción gradual. Esto es debido a que el núcleo se construye con un índice de refracción que va en aumento desde el centro a los extremos. Suele tener el mismo diámetro de las fibras multi modo.

Tipos de cableado: Fibra óptica



FIBRAS MONOMODO



FIBRAS MULTIMODO

Tipos de cableado: Fibra óptica

- **Cable holgado:** Se monta con un único revestimiento para todas las fibras que alberga y suele incluir una capa exterior de gel como aislante contra la humedad. El coste de estos cables es menor, pero los conectores y empalmes son más caros. Este tipo de cables se utilizan en instalaciones de exterior y tienen una flexibilidad muy limitada.
- **Cable con recubrimiento ajustado:** Se montan las fibras independientemente, con un recubrimiento propio para cada una de ellas. Este cable tiene un mayor coste por metro, pero resulta más económico a la hora de montar conectores y empalmes. Su flexibilidad facilita la instalación sobre todo en interiores de edificios.

Tipos de cableado: Fibra óptica

- La fibra puede alcanzar o incluso superar los 1,5 Tbps, con la tecnología actual. Pero recientes investigaciones apunta a un posible tope de transmisión aproximado a 255 Tbps (con fibra multi modo y sin silicio).
- El máximo alcanzado a día de hoy, lo marcan tanto las empresas de telecomunicaciones, como los dispositivos de red, que a día de hoy no están capacitados para transmitir dichas velocidades.
- También existe un gran inconveniente que es el coste. Dicho coste no depende tanto del precio del metro de cable sino más bien con el montaje, ya que el cable no se puede doblar demasiado y las conexiones son muy costosas y complicadas.

Tipos de cableado: Fibra óptica

- Existen tres formas de unir dos cables de fibra óptica:
 - **Utilizando conectores:** Se conecta los cables mediante conectores que vienen de fabrica en los cables, la conexión es fácil pero se pierde entre un 10 – 20% de la luz que circula a través de la conexión.
 - **Realizando empalmes:** Se realiza un corte cuidadoso de cada extremo y se unen mediante una manga especial que los sujeta en su lugar.
 - **Fundiendo los dos extremos:** Se realiza una fusión de los dos tramos para formar una conexión sólida. Sigue existiendo un poco de atención.

Tipos de cableado: Fibra óptica

- Ventajas que tiene el uso de la fibra óptica frente a los cables de cobre convencionales:
 - Puede manejar anchos de banda mucho más grandes que el cobre.
 - Debido a su baja atenuación, sólo se necesitan repetidores cada 30 Km (en el cobre se necesitan repetidores cada 5 Km)
 - No es interferida por ondas electromagnéticas.
 - Es delgada y ligera, sobre todo comparado con cables de cobre de igual capacidad de transmisión.
 - Las fibras no tienen fugas y es muy difícil intervenirlas. Hay que cortar el cable o desviar parte de la luz, tarea nada sencilla que requiere el uso de equipos costosos.

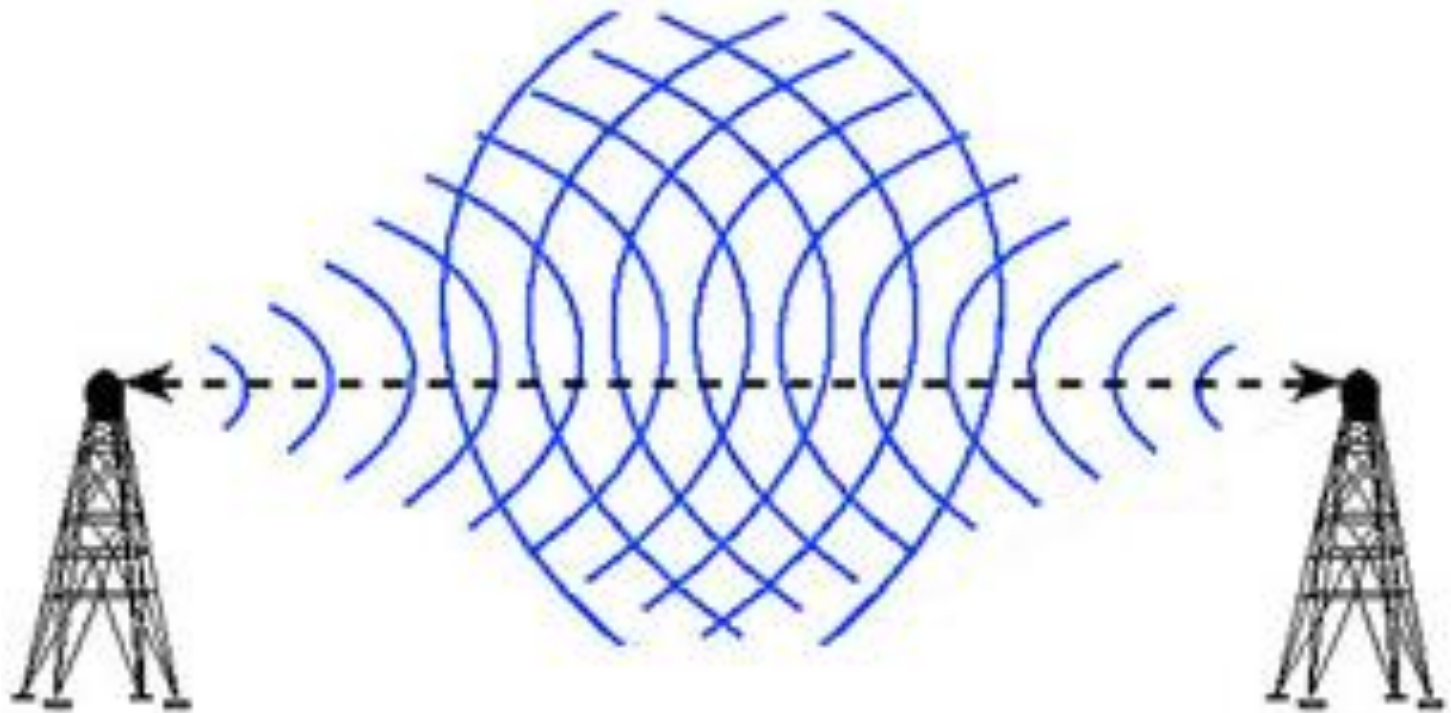
Tipos de cableado: Medios inalámbricos

- Prescinde de cualquier cable entre el emisor y el receptor.
- Es muy útil en conexiones donde tanto el emisor como el receptor están en continuo movimiento.
- También resulta de muchísima utilidad cuando resulta costoso tender hilos de comunicación en zonas geográficas de difícil acceso.
- Las comunicaciones inalámbricas consisten en el envío y recepción de electrones (fotones) que circulan por el espacio libre (aire). Dependiendo de la frecuencia de la señal, existen diferentes tipos de enlaces inalámbricos, exhibiendo diferentes propiedades.

Tipos de cableado: Medios inalámbricos, Ondas de radio

- Son fáciles de generar y recorren grandes distancias, penetran en los edificios sin problemas y viajan en todas las direcciones desde su fuente emisora.
- Existen las ondas de baja frecuencia y las de alta frecuencia (rebotan en la ionosfera).

Tipos de cableado: Medios inalámbricos, Ondas de radio



Tipos de cableado: Medios inalámbricos, Micro ondas

- Permiten transmisiones tanto terrestres como con satélites.
- Sus frecuencias están comprendidas entre 1 y 10 Ghz y posibilitan transmisiones por encima de los 10 Mbps.
- No atraviesan bien los obstáculos, de modo que es necesario situar antenas repetidoras cuando queremos realizar comunicaciones a largas distancias.
- En el caso de los satélites se estima que la señal tarda en ir y volver aproximadamente 0,3 segundos, para algunos servicios concretos puede resultar inaceptable.

Tipos de cableado: Medios inalámbricos, Micro ondas



Tipos de cableado: Medios inalámbricos, Ondas infrarrojas

- Se utilizan mucho para la comunicación de corto alcance, en controles remotos de televisores.
- Son sistemas baratos y fáciles de construir, pero no atraviesan objetos sólidos.
- No puede usarse en exteriores porque el sol emite gran cantidad de señales infrarrojas.

Tipos de cableado: Medios inalámbricos, Ondas de luz

- Permiten comunicación siempre que exista visión directa entre ellas.
- Una de estas señales más usadas es el láser.
- Posee una elevada velocidad de transmisión pero es difícil de instalar y es fácilmente interferido por elementos como la lluvia.

Tipos de cableado: Comparativa

Medio	Velocidad máxima transmisión	Distancia entre repetidores
Par trenzado coaxial	1 Gbps	2 – 10 km
Coaxial	2 Gbps	10 – 100 km
Fibra óptica	Más de 10 Gbps	Más de 100 km.
Ondas de radio	1 Mbps	100 – 1000 km
Microondas	10 Mbps	80 km
Infrarrojo	10 Mbps	200 km
Ondas de luz	1 Mbps	1 km

Tipos de cableado: Comparativa

Característica	Cable coaxial		Cable de pares trenzado	
	Grueso	Delgado	UTP	STP/FTP
Velocidad de transmisión	1 Gbps	10 Mbps	100 Mbps	1 Gbps
Longitud máxima de segmento	500 m	200 m	100 m	100 m
Inmunidad frente a interferencias	Máxima	Buena	Mínima	Buena
Conectores usados	Transceptor	BNC	RJ-45	RJ-45
Flexibilidad física	Ninguna	Media	Máxima	Media
Dificultad de transmisión	Alta	Baja	Media	Alta
Coste	Alto	Bajo	Muy bajo	Bajo

Ejercicios

1. Representa gráficamente cómo se transmitiría la secuencia 1001011101101 utilizando modulación portadora analógica en amplitud (ASK), frecuencia (FSK) y fase (PSK).
2. Dibuja de forma esquematizada lo que sucede con un haz de luz cuando atraviesa un tramo de fibra óptica multimodo que ha sido instalado con una curva demasiado pronunciada.
3. Una compañía de comunicaciones desea realizar un estudio de requerimientos de una red de comunicación que transmita películas de video bajo la modalidad de pago por visión. Estas películas se enviarán a los abonados como una secuencia de 24 fotogramas por segundo codificados en binario. Cada fotograma tendrá una resolución de 800 x 600 y cada uno de estos puntos codifica el color como 16 bits. Se desea obtener la velocidad de transmisión sostenida que debe soportar esa red de comunicación para que pueda cumplir con esos requerimientos.