

# 1. NIVEL FÍSICO

Planificación y  
Administración de Redes  
ASIR1

# CONTENIDOS

---

## Bloque I

1. Introducción a la transmisión por medio físico
2. Señales analógicas y digitales
3. Transmisión en serie y en paralelo

## Bloque II

4. Frecuencia y espectro electromagnético. Hz
5. Modos de transmisión
6. Modulación. Sistemas de modulación:
  - Analógica: AM, FM, PM
  - Digital: ASK, FSK, PSK, QAM
7. Códigos de transmisión
8. Sistemas de detección y corrección de errores
  - Ejemplos de detección: sistemas de paridad y CRC
  - Ejemplo de detección y corrección: Hamming

# CONTENIDOS

---

## Bloque III

- 9. Medios de transmisión
- 10. Cables de par trenzado (tipo, categorías, construcción)
- 11. Cable coaxial (esquema, construcción)
- 12. Fibra óptica (monomodo, multimodo)
- 13. Ventajas y desventajas de la transmisión eléctrica (cobre) y óptica (fibra óptica)
- 14. Principales tecnologías inalámbricas (WiFi, LMDS, WiMax, satélite)
- 15. Tipos de satélites

## Práctica

# 1. Introducción a la transmisión por medio físico



# 1. Introducción a la transmisión por medio físico

---

**Red de transmisión de datos → medio empleado para dicha transmisión.**

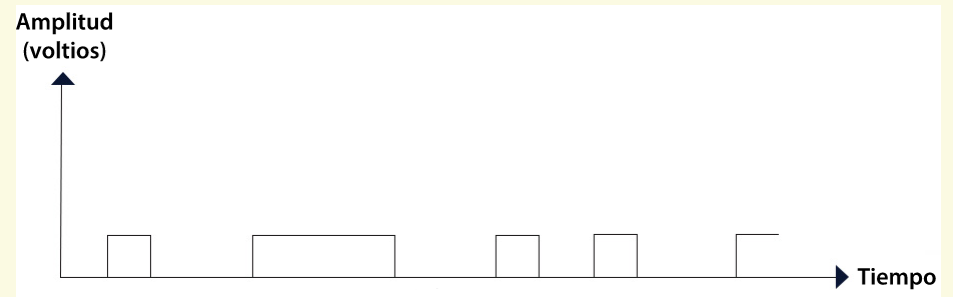
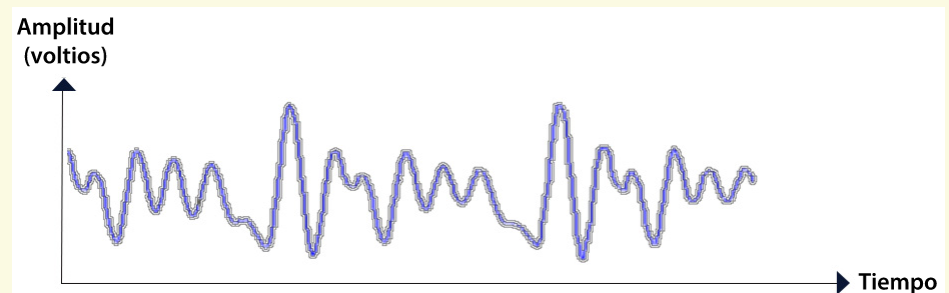
**Cuestiones relativas al medio físico:**

- ¿De qué manera se envían los dígitos binarios por el medio?
- ¿Se puede enviar información solo en un sentido o en los dos?
- ¿Pueden circular por el mismo medio varias transmisiones?
- ¿Cómo se corrigen las perturbaciones de la señal?
- ¿Cuál es el medio más adecuado?

## 2. Señales analógicas y digitales

### Datos y señales

- Para poder transmitir datos → Señales
- Señal:  $f(t)$
- Señal analógica
- Señal digital



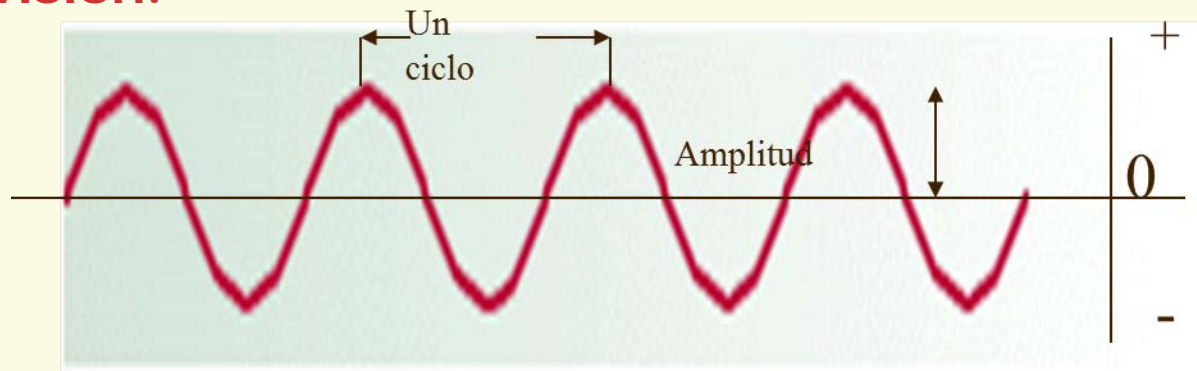
## 2. Señales analógicas y digitales

### Analógica

Se caracteriza por ser una señal continua (puede tomar cualquier valor dentro de un rango). Se representa gráficamente como una ola.

Puede ser transmitida por medios físicos o inalámbricos.

Se utiliza en sistemas como telefonía, radio y televisión.

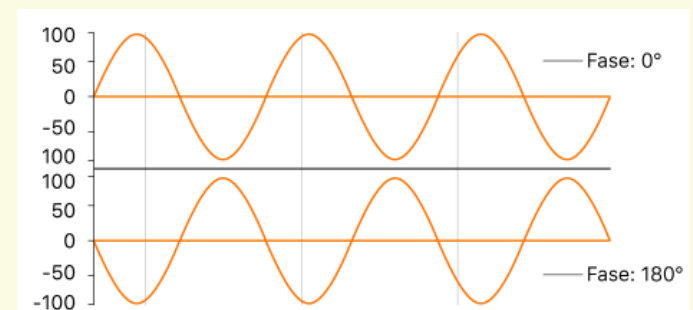
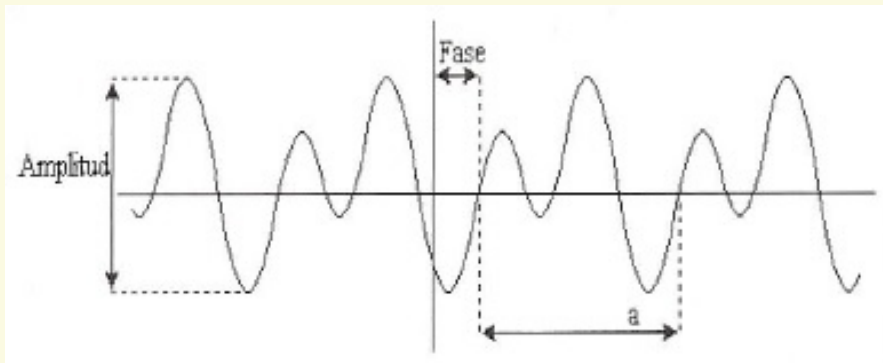


## 2. Señales analógicas y digitales

### Analógica

Sus características son:

- **Amplitud:** valor máximo de la señal en un intervalo
- **Frecuencia:** número de veces que la señal se repite por segundo
- **Fase:** compara el tiempo entre las ondas. Se mide en grados





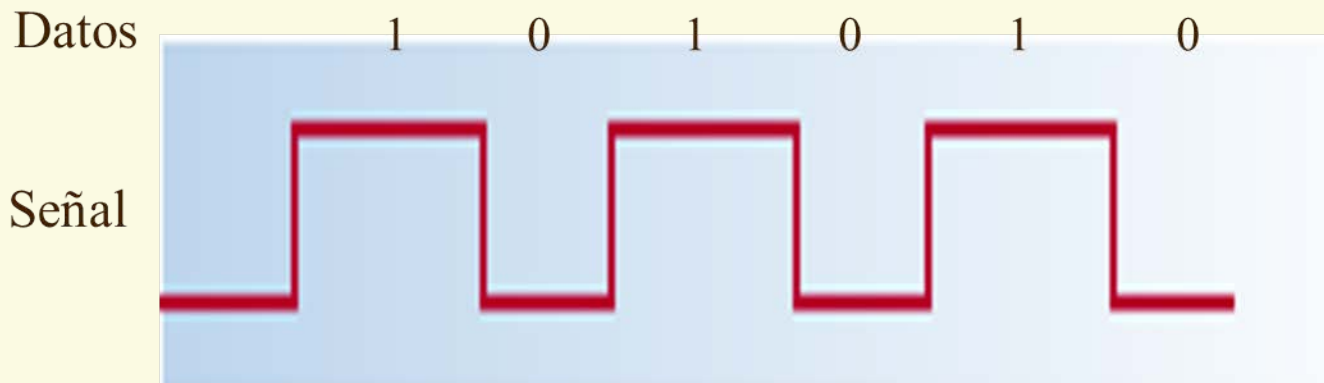
## 2. Señales analógicas y digitales

### Digital

Se caracteriza por ser una señal discreta: solo toma los valores 1 y 0 (señal binaria).

Es una señal que puede ser transmitida sólo a través de medios físicos.

Es la utilizada entre sistemas de ordenadores.



### 3. Transmisión en serie y en paralelo

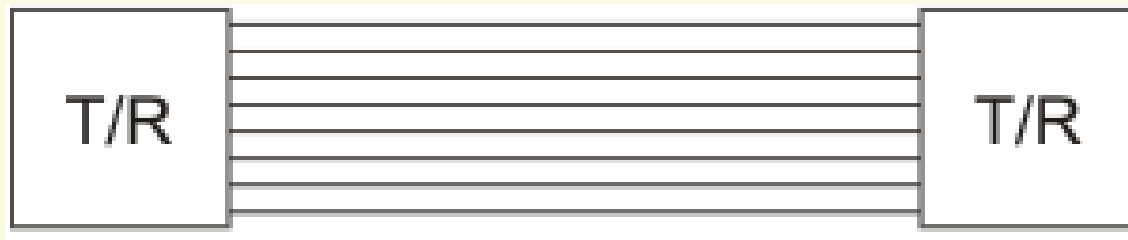
Hay dos tipos de transmisión:

- **Serie:** los bits que comprenden un carácter son transmitidos secuencialmente sobre una línea.
  - Transmisión más lenta
  - Solo necesita un cable
  - Se puede transmitir a largas distancias



### 3. Transmisión en serie y en paralelo

- **Paralela:** los bits de un carácter son transmitidos de forma simultánea.
  - Si un carácter consta de 8 bits se necesitan 8 líneas
  - N líneas físicas en un cable o una línea física dividida en subcanales resultantes de la división del ancho de banda. Cada bit se envía en una frecuencia diferente
  - Mayor velocidad
  - Mayor coste, interferencias y uso para cortas distancias



## 4. Frecuencia y espectro electromagnético. Hz

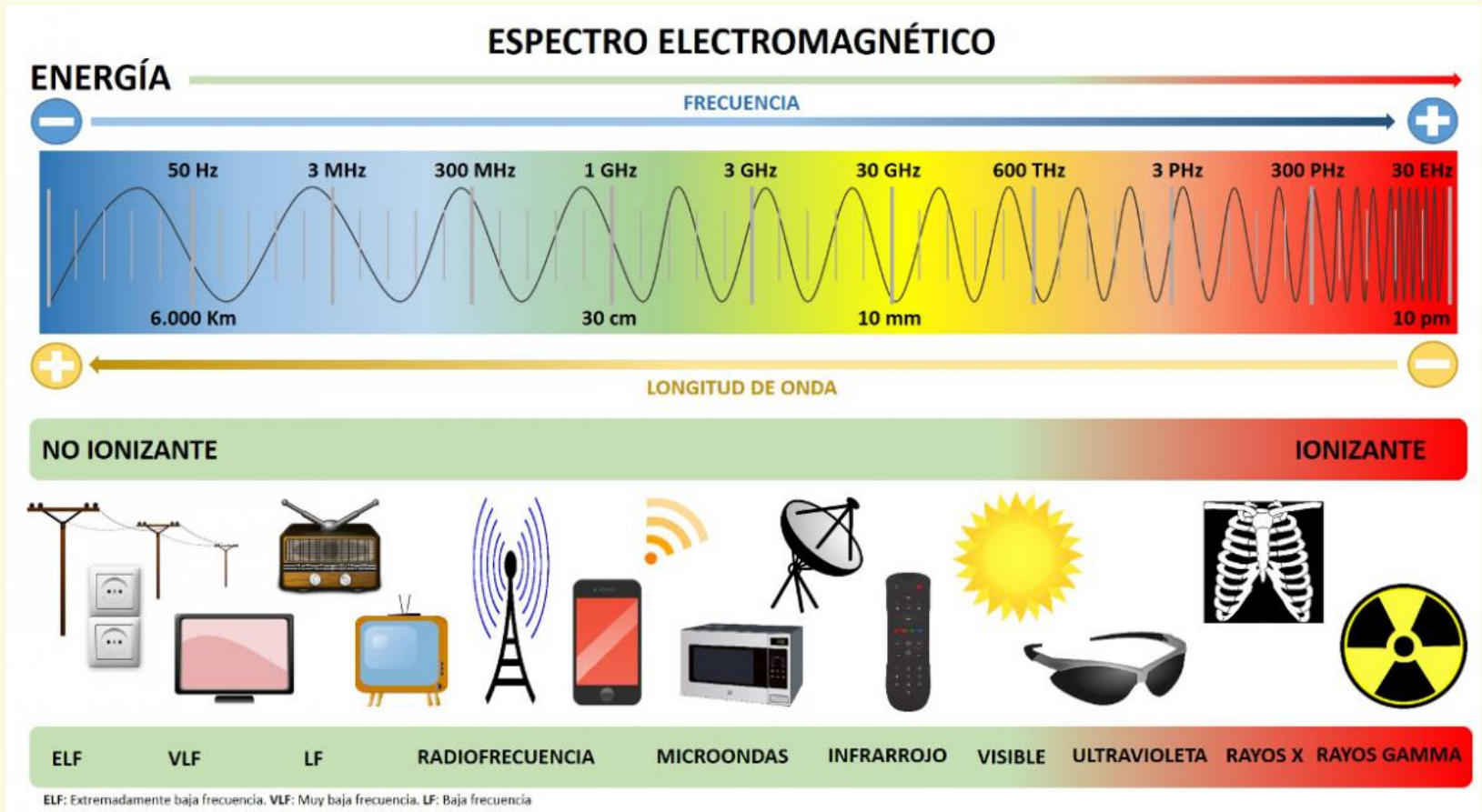
---

**El espectro electromagnético** son las “autopistas del aire” por las que viajan distintas señales, entre otras las de radio, televisión, telefonía, ...

Cada una de estas señales se emite en una **frecuencia** concreta.

Las frecuencias se miden en **Hz**

## 4. Frecuencia y espectro electromagnético. Hz



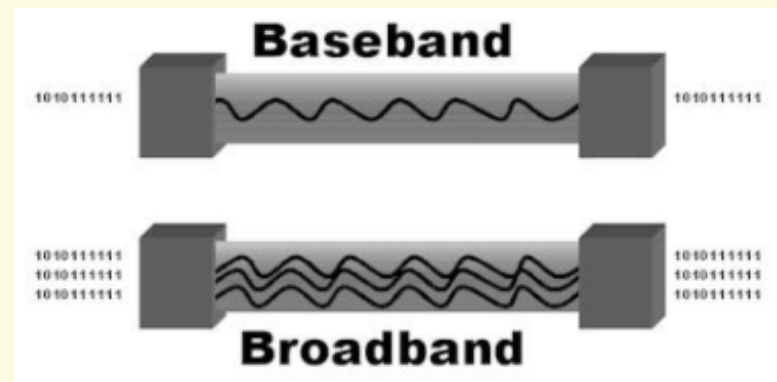
## 5. Modos de transmisión

**Ancho de banda:** rango de frecuencias que se pueden transmitir por un canal determinado.

### MODOS DE TRANSMISIÓN DE LA SEÑAL:

**Banda base:** un canal que trabaja en modo banda base utiliza todo el ancho de banda, por lo que en un momento determinado solo puede transmitir una señal

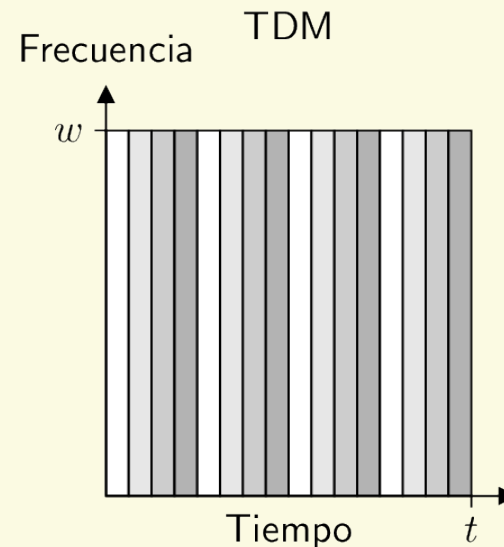
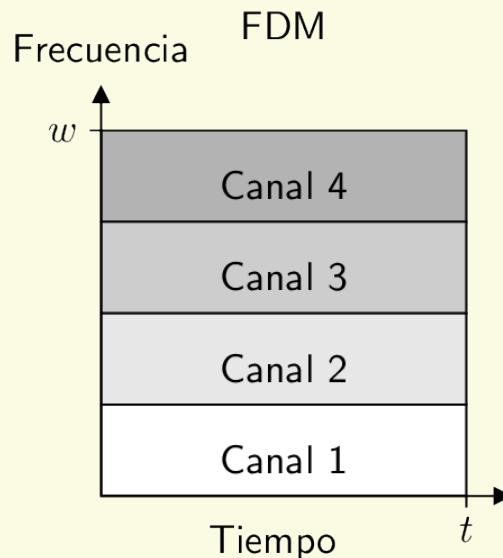
**Banda ancha:** se pueden transmitir varias señales por el mismo canal utilizando diferentes frecuencias



## 5. Modos de transmisión

**Banda base:** admite varios tipos de CODIFICACIÓN de la señal (formas de representar la información binaria).

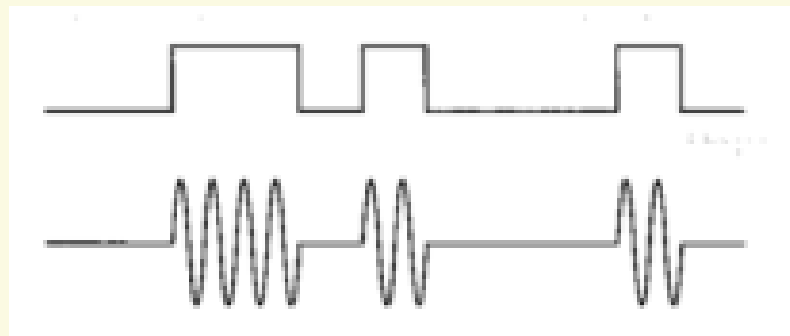
**Banda ancha:** para transmitir varias señales se utiliza la multiplexación (por división en frecuencia – FDM o por división en el tiempo - TDM)



## 6. Modulación. Sistemas de modulación

**Modulación:** modificación de la señal para aprovechar mejor el canal. Consiste en enviar datos en un determinado tipo de señal.

Modifica una característica de una **señal portadora** en función de la señal que transporta los datos a transmitir (**señal moduladora**)





## 6. Modulación. Sistemas de modulación

Para adecuar la señal al medio se utilizan distintos procesos:

- Datos digitales en señal portadora digital

 **codificación**

- Datos digitales en señal portadora analógica

 **modulación**

- Datos analógicos en señal portadora digital

 **digitalización**

- Datos analógicos en señal portadora analógica

 **modulación**

## 6. Modulación. Sistemas de modulación

---

### Resumen de los tipos de modulación

	Datos digitales	Datos analógicos
Portadora digital	Codificación (Banda base)	Digitalización (VoIP)
Portadora analógica	Modulación (Modem telefónico)	Modulación (Radio AM, FM)

## 6. Modulación. Sistemas de modulación

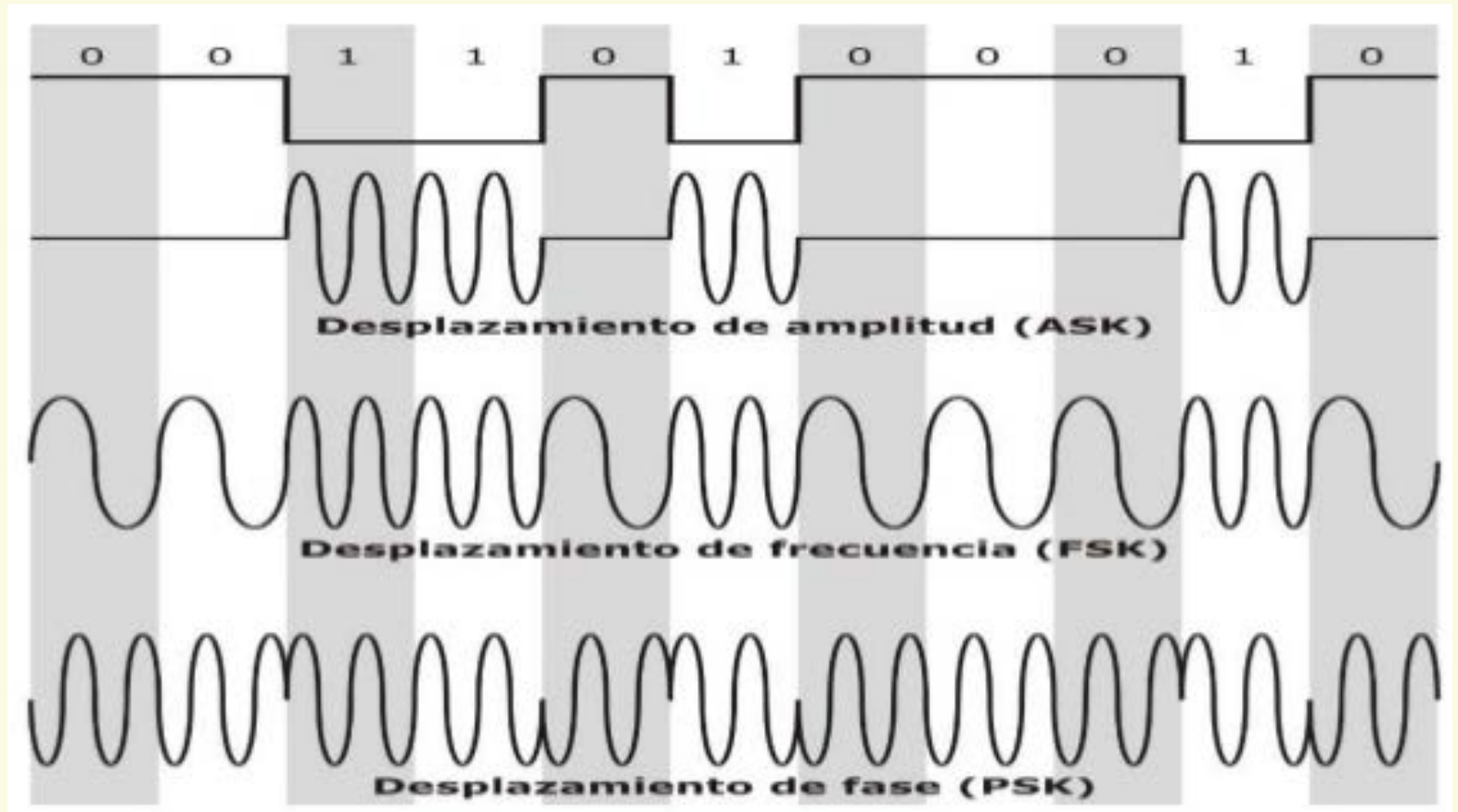
---

### Modulación de datos digitales en señal analógica

Existen tres mecanismos:

- Modulación en amplitud (ASK)
- Modulación en frecuencia (FSK)
- Modulación en fase (PSK)

## 6. Modulación. Sistemas de modulación



## 6. Modulación. Sistemas de modulación

---

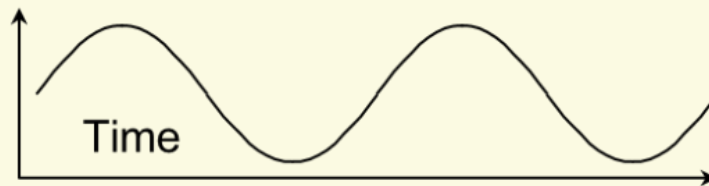
### Modulación de datos analógicos en señal analógica

Existen tres mecanismos:

- Modulación en amplitud (AM)
- Modulación en frecuencia (FM)
- Modulación en fase (PM)

## 6. Modulación. Sistemas de modulación

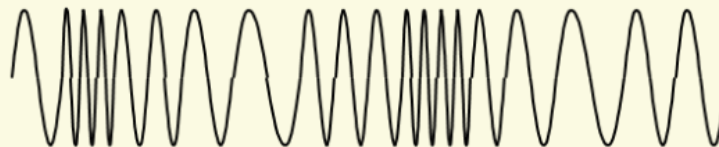
Voltage



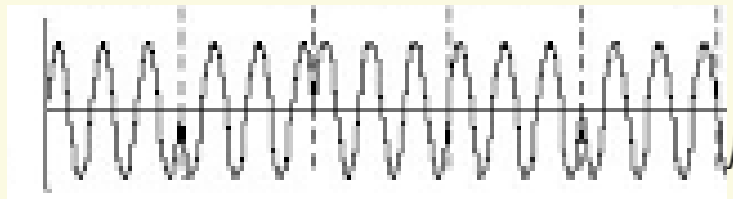
Input Modulating Signal



AM Signal



FM Signal



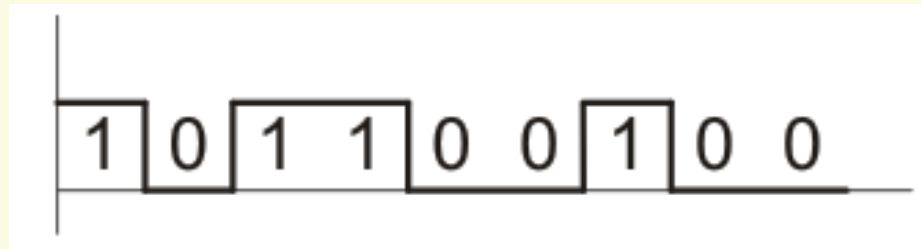
PM Signal

## 7. Códigos de transmisión

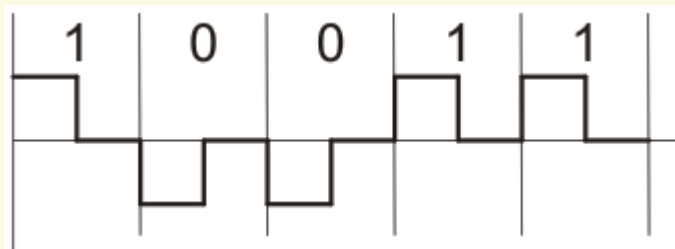
**Codificación. Datos digitales en señal digital**

**Existen distintas codificaciones:**

- **Codificación unipolar NRZ (No Return to Zero)**

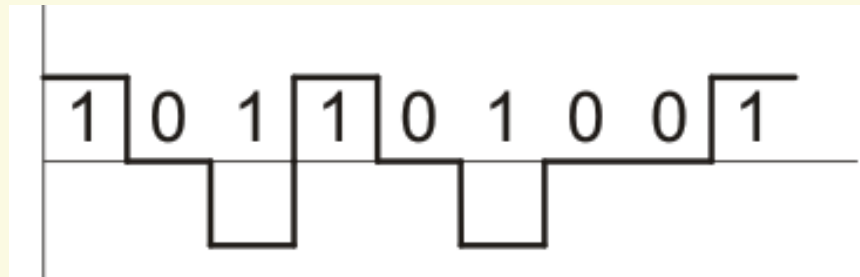


- **Codificación polar RZ (Return to Zero)**



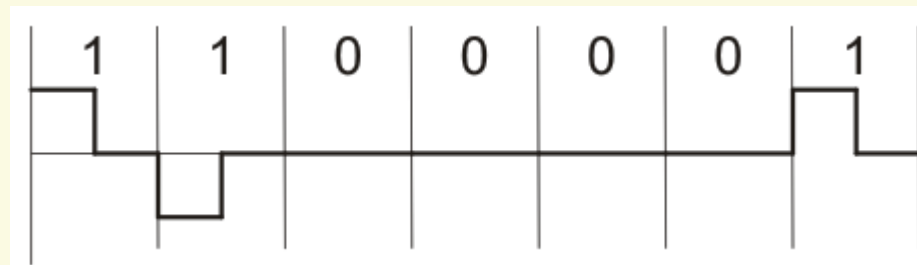
## 7. Códigos de transmisión

- **Codificación bipolar NRZ (No Return to Zero)**



**AMI NRZ**

- **Codificación bipolar RZ (Return to Zero)**

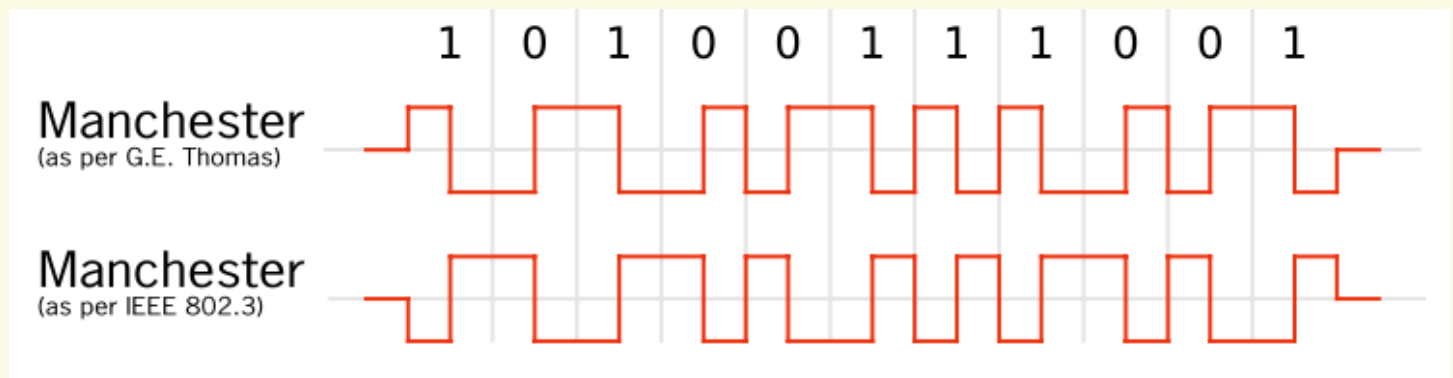


**AMI RZ**

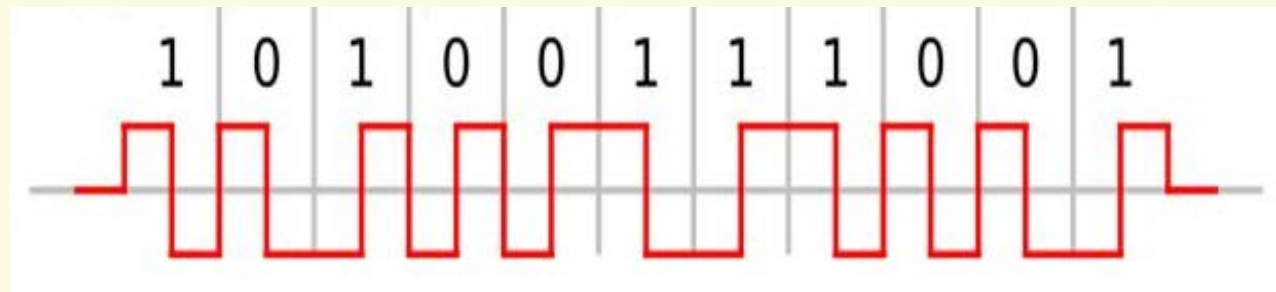


## 7. Códigos de transmisión

- **Código Manchester**



- **Código Manchester diferencial**



## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

---

**Detectar y prevenir los errores que puedan aparecer durante el intercambio de información**

**Detección de errores:** comprueba que los datos recibidos son realmente los que se quisieron enviar

**Corrección de errores:** capaz de identificar los datos que han sido alterados durante la transmisión

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión



**Añade información  
para el control de  
errores**

**Maneja la  
información recibida  
y verifica si ha  
habido errores**

**ERROR** → Cambio de 0 por 1 o al revés. Puede ser en un bit o en una ráfaga

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

---

### Sistemas de detección de errores

- **Sistemas de paridad:** a los bloques de información se añade un bit llamado de paridad.
  - Paridad par: se busca un número par de unos.
  - Paridad impar: se busca un número impar de unos

### Ejemplos:

Información	Criterio	Código
0 1 1 1 0 0 1	Paridad par	0 1 1 1 0 0 1 0
0 1 1 1 0 0 1	Paridad impar	0 1 1 1 0 0 1 1

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

---

### Sistemas de paridad

Esta técnica permite reconocer errores de un único bit y errores de ráfaga siempre que el número total de bits cambiados sea impar.

La verificación se hace comprobando la paridad de los datos recibidos con el bit de paridad.

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

---

### Sistemas de paridad

#### Ejercicio:

Un receptor recibe los siguientes datos, que incorporan un bit de paridad impar para la detección de errores. Realizar esta verificación e indicar si los datos recibidos son correctos o no:

- a. 00110110**1** → ¿Correcto?
- b. 0101110**1**0 → ¿Correcto?
- c. 1111110**1**0 → ¿Correcto?
- d. 100000**1**00 → ¿Correcto?
- e. 0010100**1**0 → ¿Correcto?
- f. 1010100**1**0 → ¿Correcto?
- g. 1101110**1**0 → ¿Correcto?

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

---

### Sistemas de detección de errores

- **Códigos de redundancia cíclica:** se basa en la división binaria y la inclusión de un resto a la derecha de la información que se quiere enviar.

Se necesita un polinomio generador.

Está estudiado qué polinomios son mejores y cuál es su tamaño más adecuado.

Por ejemplo en Ethernet el polinomio generador es de grado 32 → se añaden 32 bits de redundancia

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

---

### Códigos de redundancia cíclica

#### ENVÍO

1. Se añaden tantos bits 0 a la derecha como grado tenga el polinomio generador
2. Se hace la división en módulo 2 entre ese polinomio generado y el generador
3. Se concatena el polinomio generado con el resto obtenido en la división anterior.
4. El resultado es el que se envía al receptor.

#### RECEPCIÓN

1. Por su parte el receptor tiene que dividir la información que le llegue entre el polinomio generador
2. Si el resto de dicha operación es 0 entonces la información que ha recibido es correcta. Sino no.



## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

### Códigos de redundancia cíclica

Ejemplo1 (emisor):

Datos a transmitir → 101001

Polinomio generador → 111 (grado 2)

10100100

111

111

0100

111

0110

111

00110

111

0010

La cadena que se transmite es 10100110

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

### Códigos de redundancia cíclica

Ejemplo1 (receptor):

Cadena transmitida → 10100110

Polinomio generador → 111 (grado 2)

10100110

111

111

0100

111

0110

111

00111

111

0000

Como el resto es 0 el receptor entiende que el mensaje es correcto

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

---

### Códigos de redundancia cíclica

Ejemplo2 (emisor):

Datos a transmitir → 100100

Polinomio generador → 1101

¿Cuál es la cadena que se transmite?

## 8. Sistemas de detección y corrección de errores en la transmisión

---

### Sistemas de detección y corrección de errores

- **Código Hamming:** se añaden bits intercalados entre los datos de manera que se puedan identificar y corregir errores de un solo bit.

Se puede diseñar un código Hamming que detecte y corrija ráfagas de cierta longitud pero el número de bits de redundancia necesarios sería muy elevado



## 9. Medios de transmisión

---

### Guiados

- Cable de par trenzado
- Cable coaxial
- Fibra óptica

### No guiados

- Transmisión inalámbrica terrestre
  - WiFi
  - LMDS
  - Wimax
- Satélite

## 9. Medios de transmisión

---

### Sistema de cableado estructurado

- Sistema de conectores, cables, dispositivos y canalizaciones que forman la infraestructura necesaria para implantar una LAN en un edificio, oficina, ...
- Existen estándares que definen estos sistemas, uno de los más conocidos es el EIA/TIA-568

## 9. Medios de transmisión

---

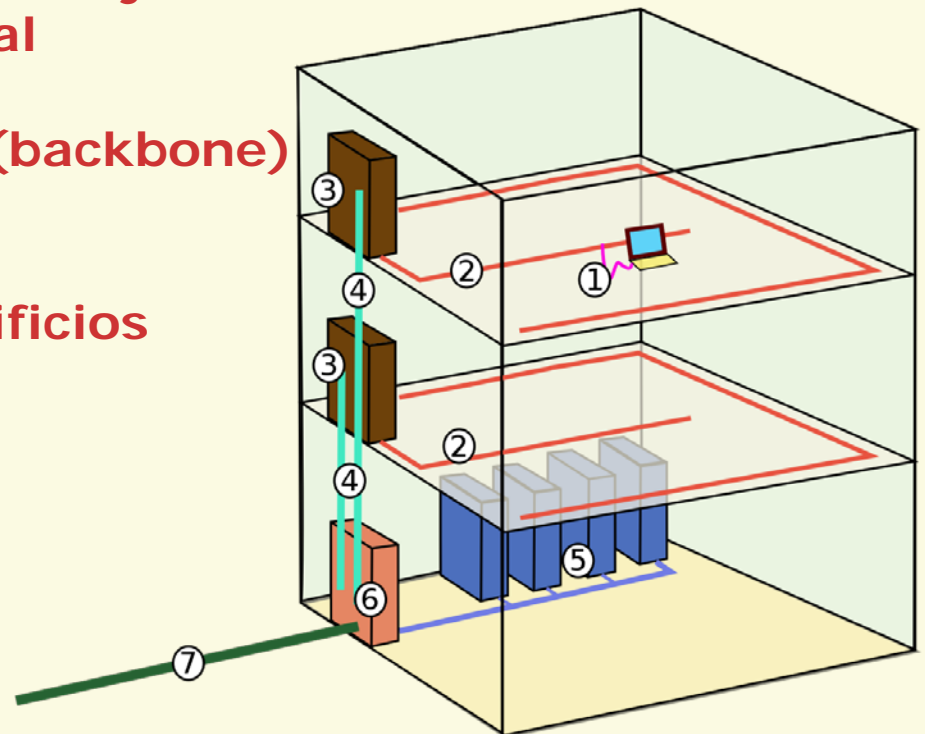
### Sistema de cableado estructurado

- Define aspectos como:
  - Topología
  - Tipos de cables
  - Distancia máxima de los cables
  - Conectores
  - Comprobación de cables
  - Canaletas

## 9. Medios de transmisión

### Sistema de cableado estructurado

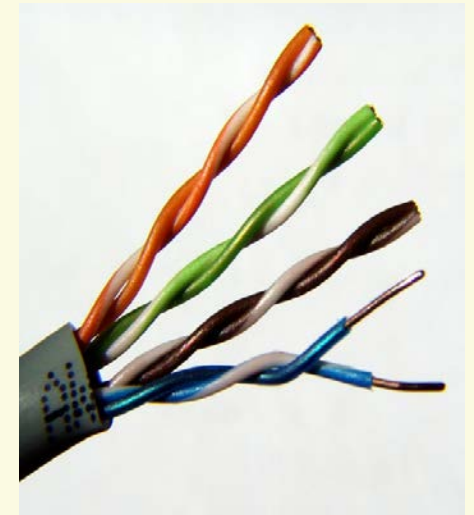
1. Cableado área de trabajo
2. Cableado horizontal
3. Rack-armario
4. Cableado vertical (backbone)
5. Centro de cálculo
6. Entrada al edificio
7. Cableado entre edificios





## 10. Cable de pares trenzados

- Pares de cobre recubiertos de PVC. Cada par va trenzado para anular interferencias, diafonías, acoplamientos, ...
- Redes LAN: cables de 4 pares con conectores RJ-45
- No son el mejor medio de transmisión pero tienen ventajas como la flexibilidad, el coste o la facilidad de instalación



## 10. Cable de pares trenzados

---

Dependiendo del recubrimiento externo se clasifican en:

- **UTP (Unshield Twisted Pair)**. Sin apantallamiento. Interferencias. Bajo coste. Fácil instalación.
- **FTP (Foiled Twisted Pair)**. Con pantalla global para todos los pares. Menos interferencias.
- **STP (Shielded Twisted Pair)**. Cada par va apantallado. Más costoso y difícil de instalar.

## 10. Cable de pares trenzados

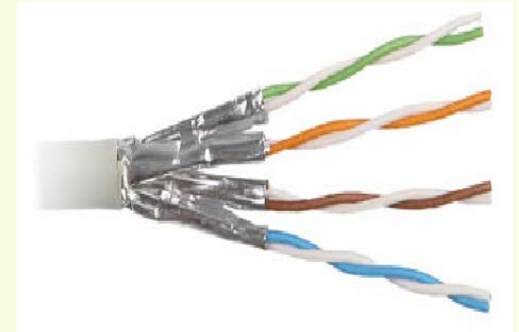
---



**UTP**



**FTP**



**STP**

## 10. Cable de pares trenzados

---

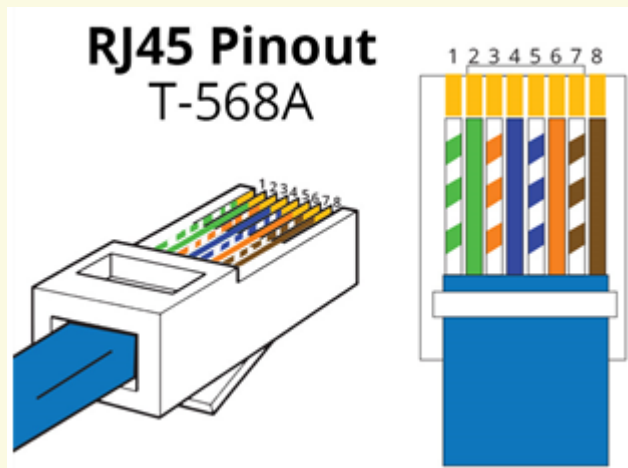
Dependiendo del número de pares, vueltas del trenzado o materiales:

- Categoría 1 (Red telefónica)
- Categoría 2
- Categoría 3
- Categoría 4
- Categoría 5 (100 Mbps)
- Categoría 5e (1000 Mbps)
- Categoría 6 (1000 Mbps)
- Categoría 6a (10 Gbps)
- Categoría 7
- Categoría 8 (40 Gbps)

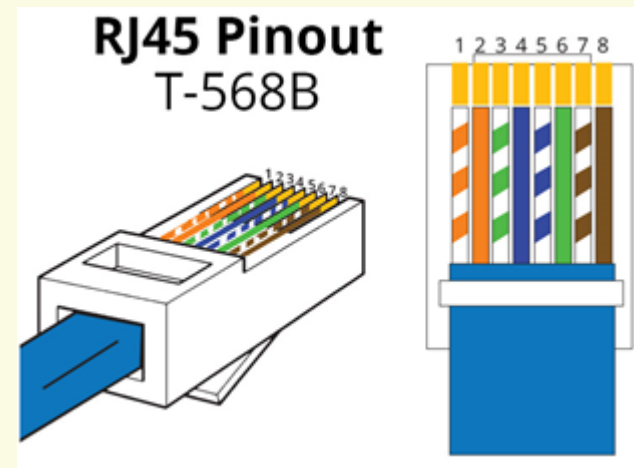
## 10. Cable de pares trenzados

Estándares de cableado:

**T-568A**



**T-568B**



**Cable directo: dos extremos iguales, mismo estándar**

**Cable cruzado: un extremo con cada estándar**

## 10. Cable de pares trenzados



## 11. Cable coaxial

- Aparece hacia 1930
- Transporta señales eléctricas de alta frecuencia
- Dos conductores concéntricos de cobre, núcleo y malla o blindaje
- Capa aislante o dieléctrico entre ambos conductores
- Cubierta aislante exterior de plástico



## 11. Cable coaxial

---





## 11. Cable coaxial

---

- Para LAN se utilizan dos tipos:
  - **Thicknet (Grueso)**: Grosor de 1,27 cm. Segmentos máximos de 500 m. Es de instalación más difícil, por lo que está en desuso. Suele ser de color amarillo con marcas cada 2,5m para señalar los lugares donde se pueden insertar ordenadores. Se usa en backbones o para conectar diferentes LAN con coaxial fino
  - **Thinnet (Fino)**: Grosor de 0,64 cm. Segmentos máximos de 185-200 m. Instalación más sencilla. El núcleo puede ser un cable de cobre o varios hilos de cobre entrelazados.

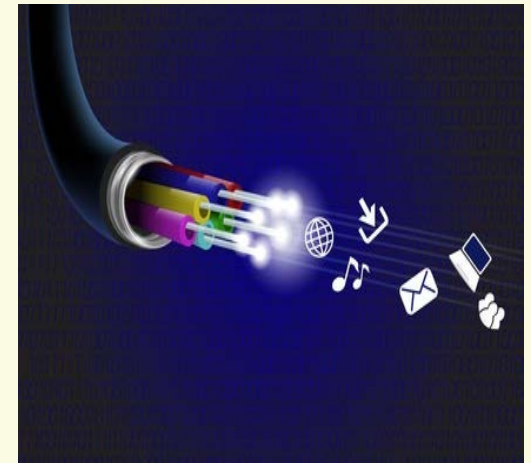
## 11. Cable coaxial

---

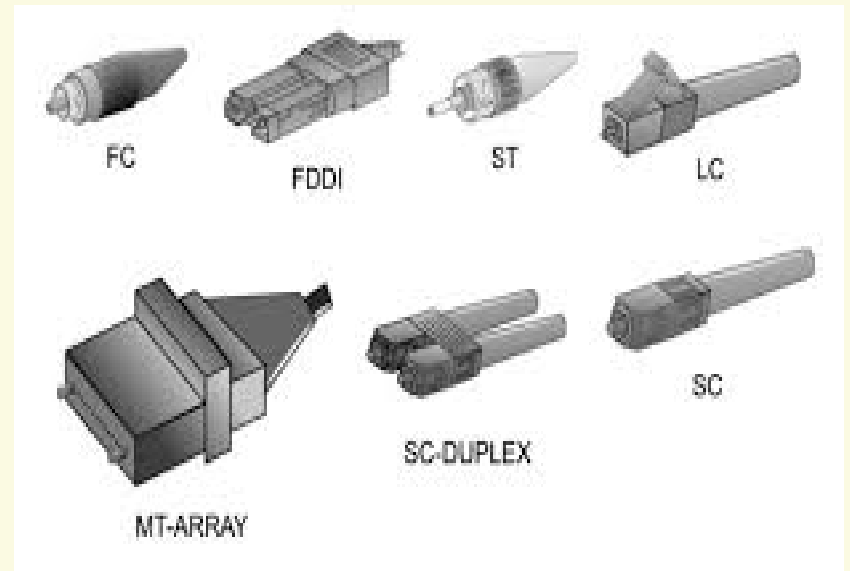
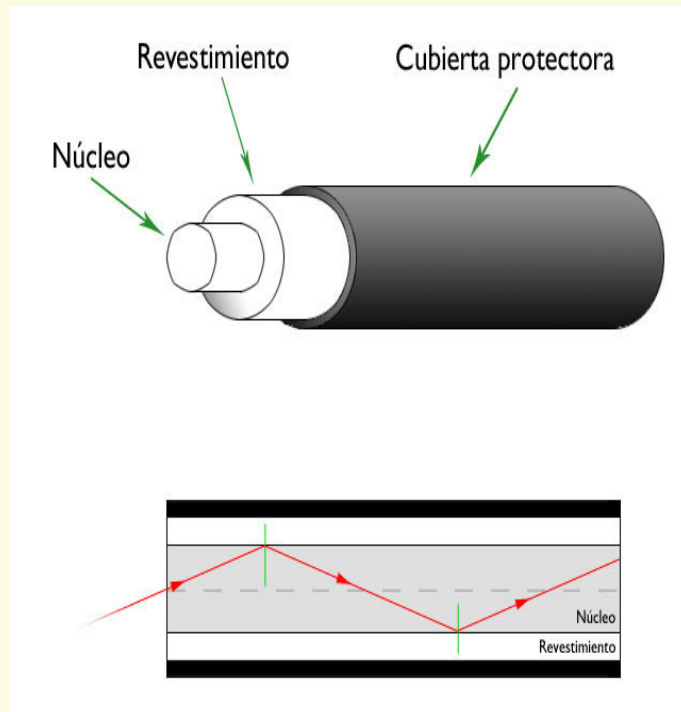
- Se usa principalmente en televisión por cable, la conexión entre la antena y el televisor, circuitos cerrados de televisión, redes de área local, y dispositivos de radioaficionado.

## 12. Fibra óptica

- Consiste en un hilo muy fino de material transparente, generalmente fibra de vidrio, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.
- La fuente de luz puede ser un LED o un diodo láser.
- Permite enviar gran cantidad de datos a una gran distancia y velocidad



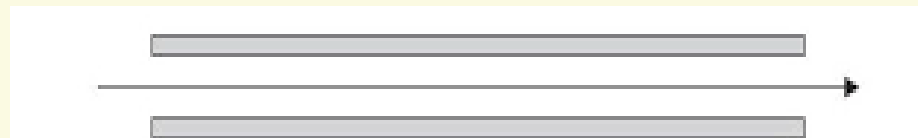
## 12. Fibra óptica



## 12. Fibra óptica

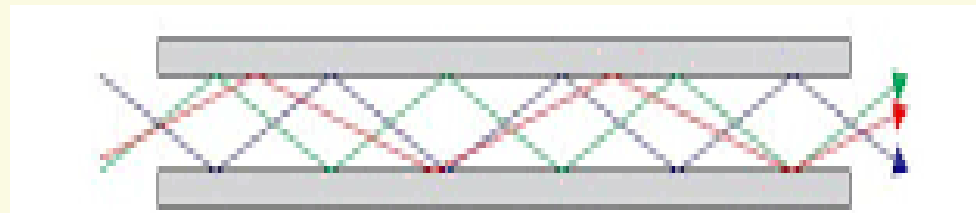
---

**Fibra monomodo:** se transmite un solo haz de luz por el interior de la fibra. Se recomiendan distancias de unos 20 km, aunque puede alcanzar los 300 km. La fuente de luz es un láser. Es la más adecuada para transmitir a largas distancias.



## 12. Fibra óptica

**Fibra multimodo:** se pueden transmitir varios haces de luz por el interior de la fibra. Generalmente su fuente de luz son LEDs de baja intensidad, teniendo distancias cortas de propagación (2 o 3 km) pero son más baratas y fáciles de instalar.



## 13. Ventajas y desventajas de transmisión eléctrica (cobre) y óptica (fibra óptica)

---

### COBRE

- Menor velocidad de transmisión (UTP Cat 6 1Gbps)
- Distancias de transmisión más cortas
- Susceptible a interferencias
- Mayor diámetro
- Menos segura: se puede intervenir la señal

### FIBRA

- Mayor velocidad de transmisión y ancho de banda (10 Gbps)
- Distancias de transmisión más largas
- Inmune a interferencias eléctricas
- Tamaño reducido
- Más segura

## 14. Principales tecnologías inalámbricas

---

### WiFi (IEEE 802.11)

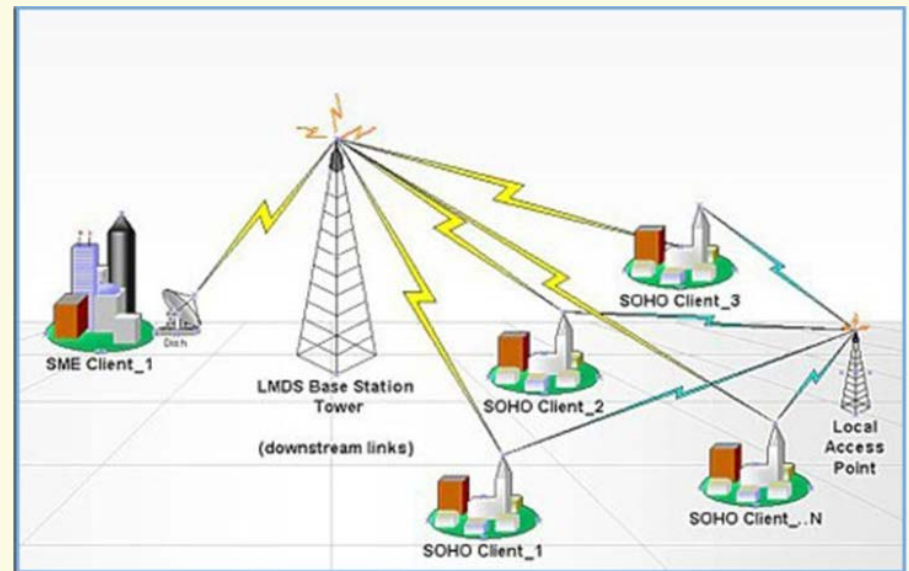
- Opera en las bandas 2,4 Ghz y 5 Ghz
- Potencia en emisión muy limitada
- Utilizado para LAN aunque también permite enlaces punto a punto de unos km. mediante antenas de alta ganancia y visión directa
- Velocidades máximas típicas: 11, 54, 300, 1000 Mbps



## 14. Principales tecnologías inalámbricas

### LMDS (Local Multipoint Distribution Service)

- Opera en 3,5 Ghz, 28 Ghz, 29 Ghz
- Hasta 35 km de alcance con visión directa (media 7 km)
- Hasta 45 Mbps
- Velocidades típicas:
  - 2, 4, 8 Mbps



## 14. Principales tecnologías inalámbricas

---

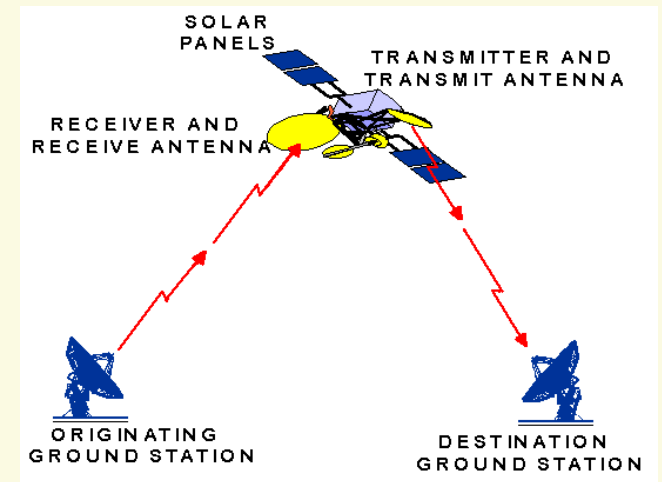
### WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

- 802.16d para instalaciones fijas y 802.16e para móviles
- Opera en 2,3GHz, 2,5GHz.
- Hasta 70 Km de alcance con visión directa.
- Hasta 70 Mbps. En la práctica unos 20 Mbps compartidos con células de 6 km de radio.

## 14. Principales tecnologías inalámbricas

### Satélites

- Ondas electromagnéticas transmitidas mediante satélites artificiales situados en órbitas alrededor de la Tierra
- Canal ascendente y canal descendente con distinta frecuencia, mayor en el canal ascendente.



## 14. Principales tecnologías inalámbricas

---

### Satélites

- **Bandas:**

- Banda L (1,53 - 2,7 GHz)**

- Ventajas: grandes longitudes de onda pueden penetrar a través de las estructuras terrestres; precisan transmisores de menor potencia.

- Inconvenientes: poca capacidad de transmisión de datos.

- Banda Ku (11,7 - 12,7 GHz)**

- Ventajas: longitudes de onda medianas que traspasan la mayoría de los obstáculos y transportan una gran cantidad de datos.

- Inconvenientes: la mayoría de las ubicaciones están adjudicadas.

## 14. Principales tecnologías inalámbricas

---

### Satélites

- **Bandas:**

- Banda Ka (18 - 31 GHz)**

- Ventajas: amplio espectro de ubicaciones disponible; las longitudes de onda transportan grandes cantidades de datos.

- Inconvenientes: son necesarios transmisores muy potentes; sensible a interferencias ambientales.

- Banda C (3,4 - 6,4 GHz)**

- Ventajas: menos susceptible a efectos climáticos como la lluvia comparado con la banda Ku y Ka.

- Inconvenientes: Los costos por equipamiento es un poco más elevado que la Banda Ku.

- Problemas de retardo, más alto que en comunicaciones terrestres

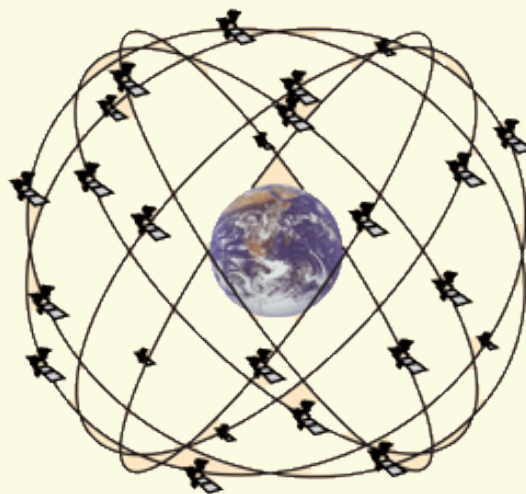
## 15. Tipos de satélites

---

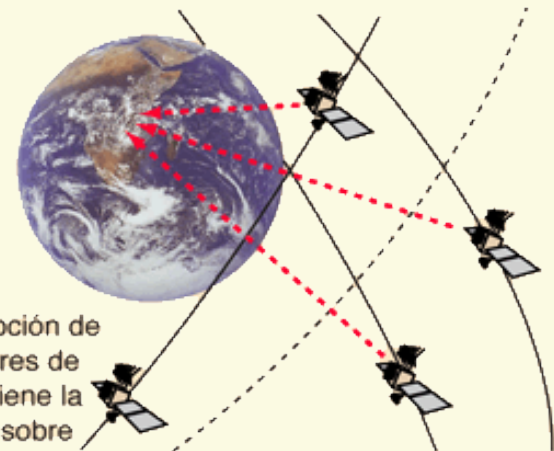
- **Satélites LEO (Low Earth Orbit).** Órbitas entre 0 y 2.000 km.
- **Satélites MEO (Medium Earth Orbit).** Órbitas entre 2.000 y 35.786 km.
- **Satélites GEO (Geoestacionarios).** Órbitas a 35.786 km. Suspendidos siempre sobre el mismo punto del globo terrestre.
- **Satélites HEO (Highly Elliptical Orbit).** Por encima de los 35.786 km.

## 15. Tipos de satélites

- **Satélites GPS.** En una órbita a unos 20.000 km. Es una red de 24 satélites con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie terrestre. Proporcionan un servicio de posicionamiento.



24 Satélites GPS rodean la Tierra a 17.700 kilómetros.



Con la recepción de señales de tres de ellos, se obtiene la localización sobre la Tierra.

## 15. Tipos de satélites

- **Google Loon.** Globos de helio que proporcionan conexión a Internet. Flotan a una altura aproximada de 20 km. Se pueden teledirigir y comunicar entre ellos.

