

UD7 - NIVEL FÍSICO

1. Procesamiento de las señales

- 1.1. Introducción
- 1.2. Señales
 - 1.2.1. Señales analógicas
 - 1.2.2. Señales digitales
 - 1.2.3. Descomposición de una señal digital

2. Tipos de transmisión

- 2.1. Analógica y digital
- 2.2. Serie y paralelo
- 2.3. Síncrona y asíncrona

3. Técnicas de transmisión

- 3.1. Codificación
 - 3.1.1. Unipolar
 - 3.1.2. Polar NRZ (No Return Zero)
 - 3.1.3. Polar RZ (Return to Zero)
 - 3.1.4. Polar bifásica (Manchester)
 - 3.1.5. Bipolar AMI
- 3.2. Modulación digital a analógica
 - 3.2.1. ASK (Modulación por desplazamiento de amplitud)
 - 3.2.2. FSK (Modulación por desplazamiento en frecuencia)
 - 3.2.3. PSK (Modulación por desplazamiento en fase)

4. Multiplexación

- 4.1. Banda Ancha y Banda Base
- 4.2. MDF (Multiplexación por División de Frecuencia)
- 4.3. MDT (Multiplexación por División en el Tiempo)

5. Medios de Transmisión

- 5.1. Par trenzado
 - 5.1.1. UTP (Unshielded Twisted Pair – Par Trenzado sin Apantallar)
 - 5.1.2. FTP (Foiled Twisted Pair – Par trenzado con Pantalla Global)
 - 5.1.3. STP (Shielded Twisted Pair – Par Trenzado Apantallado)
 - 5.1.4. SFTP (Screened Foiled Twisted Pair – Cable Laminado Apantallado)
 - 5.1.5. SSTP (Screened Shielded Twisted Pair – Par Trenzado totalmente Blindado y Apantallado)
- 5.2. Cable coaxial
- 5.3. Fibra óptica
- 5.4. Medios inalámbricos

6. Limitaciones de los medios de transmisión

- 6.1. Atenuación
- 6.2. Distorsión
- 6.3. Ruido
- 6.4. Dispersión

1. Procesamiento de las Señales

1.1. Introducción

Un **dato** es una representación simbólica (numérica, alfabética, algorítmica, espacial, etc.) de un atributo o variable cuantitativa o cualitativa. Por ejemplo, 35.

- **Dato analógico**, como por ejemplo, la voz humana porque crea una onda continua en el aire.
- **Dato digital**, como por ejemplo, la información guardada en el disco duro de nuestro equipo.

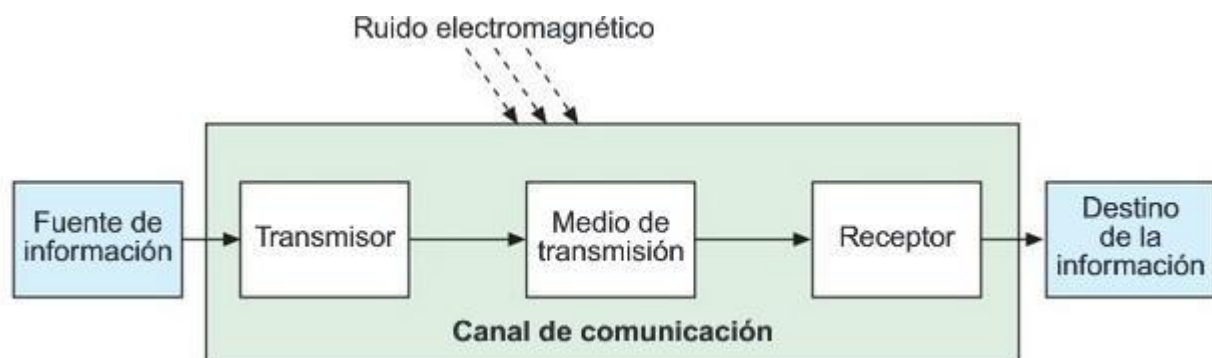
La **información** es un dato dentro de un contexto. Por ejemplo, 35 Km.

Las **comunicaciones** que tienen lugar entre elementos de una red deben ir soportadas por algún medio que permitan el soporte físico de la información.

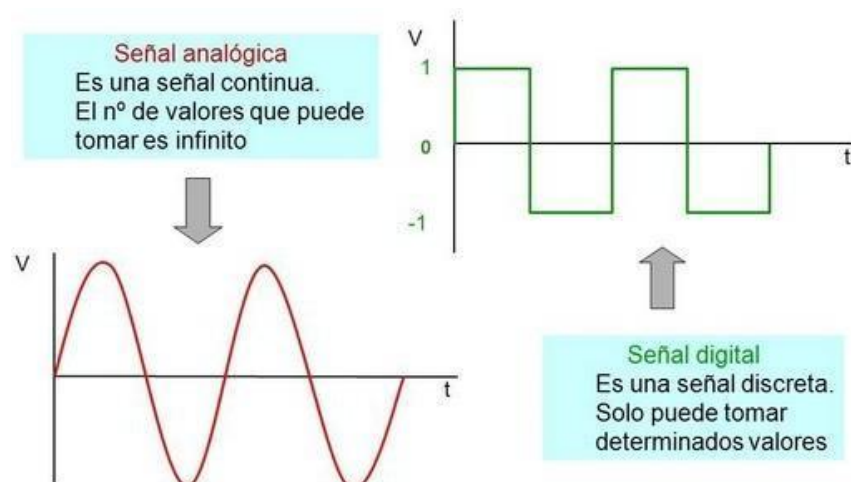
Las **señales** más comúnmente utilizadas en la comunicación de datos tienen un carácter eléctrico, electromagnético u óptico, aunque existen otro tipo de señales, como por ejemplo, las acústicas.

Los **medios de transmisión** son las vías por las cuales se comunican los datos.

Recuerda los **elementos de un sistema de comunicaciones** visto en la UD1



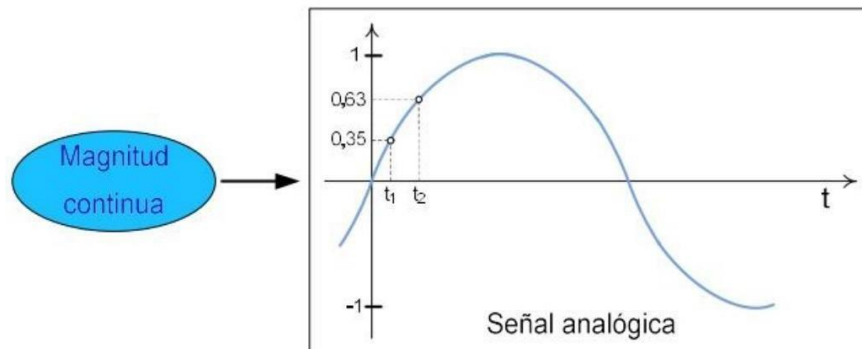
1.2. Señales



1.2.1. Señales analógicas

Una **señal analógica** es aquella que representa una señal continua en tiempo, tomando un número infinito de valores.

La **función seno** es la señal analógica más simple y puede describirse mediante tres valores: amplitud, periodo y fase.

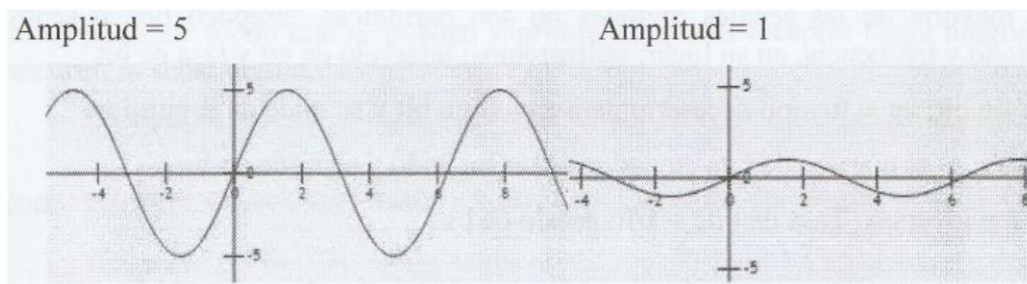


<https://www.youtube.com/watch?v=VSCT8dsF14I>

Amplitud (A)

Es el valor mayor de la señal en un intervalo.

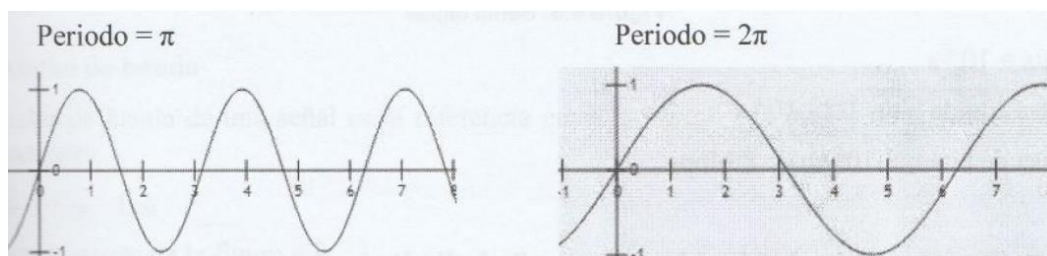
La unidad de medida para señales eléctricas es el voltio (V).



Periodo (T)

Es el tiempo necesario para completar un ciclo.

La unidad de medida es el segundo (s).



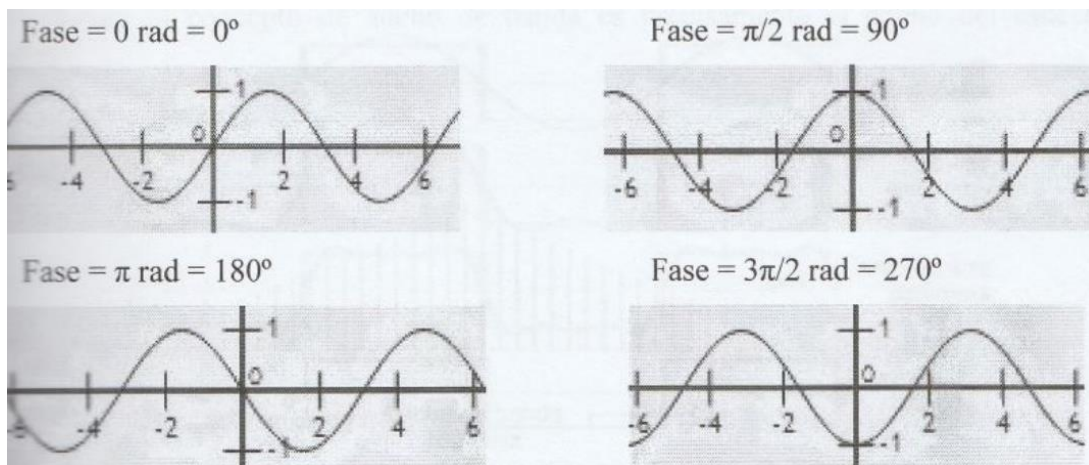
Frecuencia (f)

Es el número de ciclos que se completan en un segundo. Es la inversa del periodo $f = 1/T$.

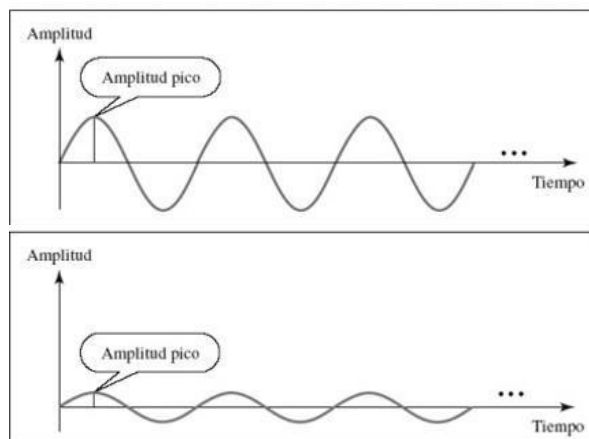
La unidad de medida es el hercio (Hz).

Fase (θ)

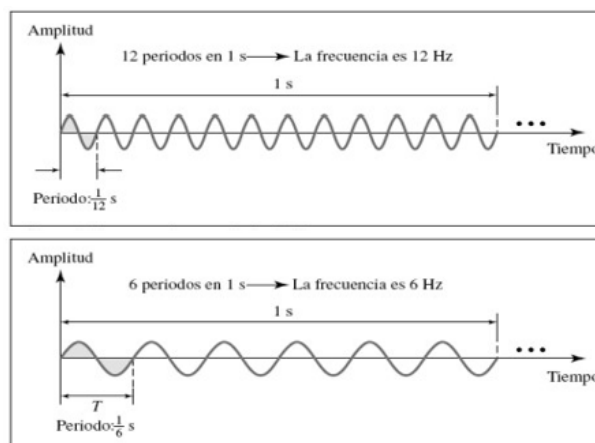
Es la distancia que se desplaza la onda horizontalmente hacia la izquierda desde su posición original. Las unidades de medida son los grados o radianes.

**Ejemplos**

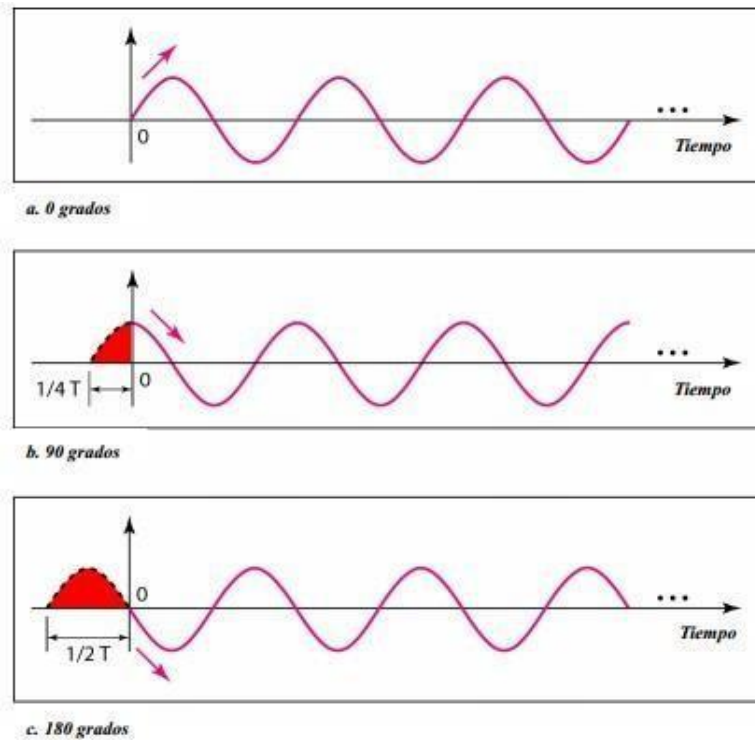
Dos señales con la misma frecuencia y fase pero con diferente amplitud



Dos señales con la misma amplitud y fase pero con distinta frecuencia



Tres señales con la misma amplitud y frecuencia pero con diferente fase

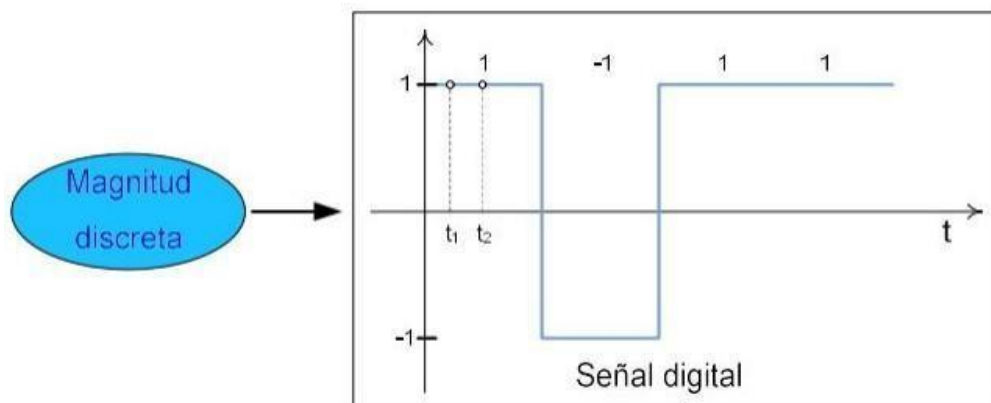


1.2.2. Señales digitales

Una señal digital es aquella que presenta una variación discontinua en el tiempo y que solo puede tomar **valores discretos**, es decir, solo puede tomar un número finito de valores. En nuestro caso concreto, estos valores corresponden al 0 y al 1, siendo la transición entre estos instantánea (teóricamente).

La representación de datos mediante señales digitales puede tener **lógica positiva o negativa**.

Una señal digital puede describirse mediante dos valores: intervalo de bit y tasa de bits.



Intervalo de bit

Es el tiempo necesario para enviar un bit.

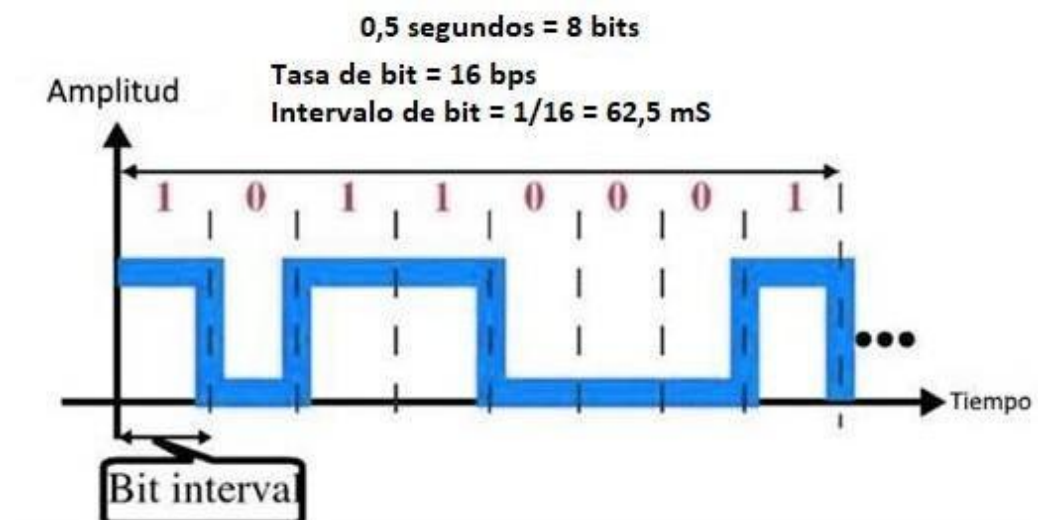
La unidad de medida es el segundo (s).

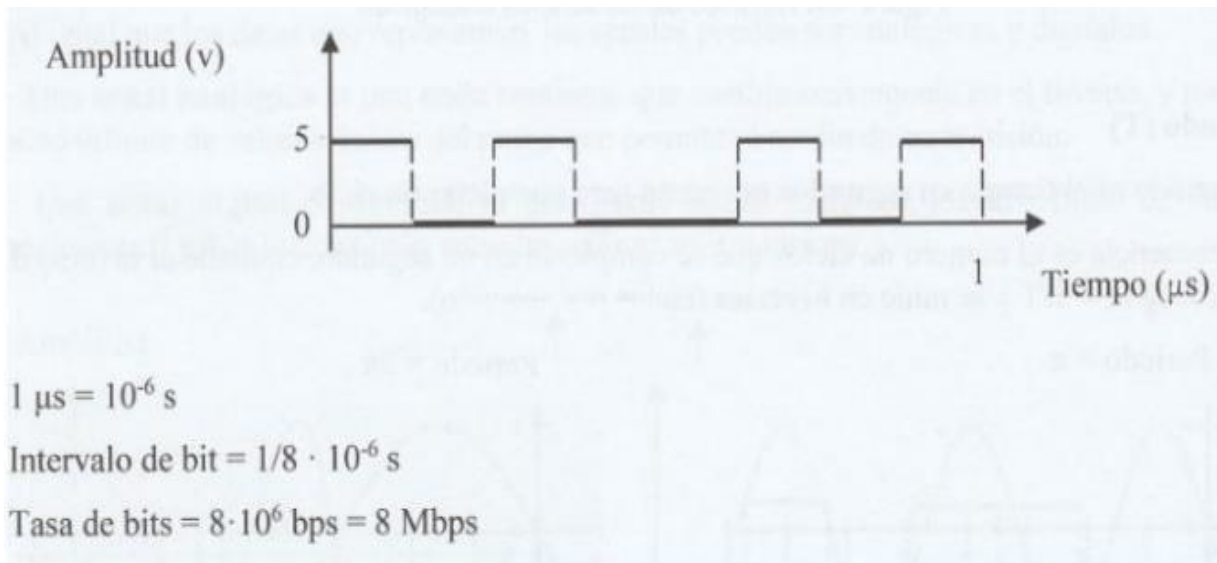
Tasa de bit

Es el número de bits enviados en un segundo.

La unidad de medida es el bit por segundo (bps).

Ambos conceptos son inversos.

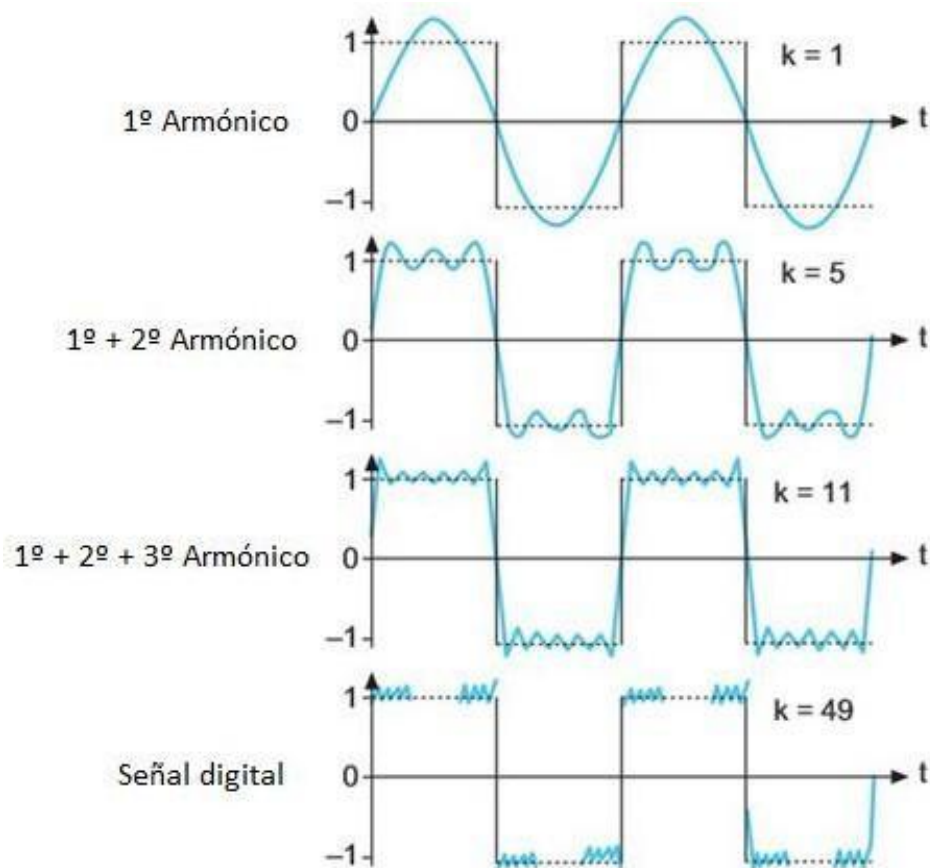
Ejemplos



1.2.3. Descomposición de una señal digital

Armónicos

Toda señal digital se puede obtener como la suma de una colección infinita de ondas seno (llamadas armónicos) con amplitud, frecuencia y fase distintas.

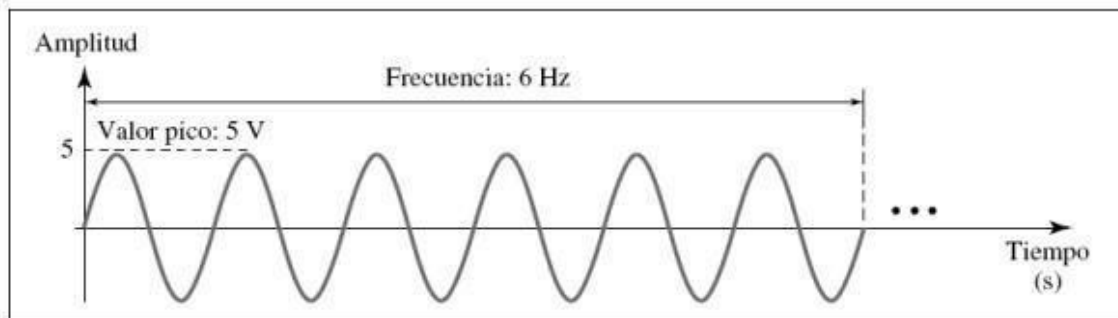


Dominio de la Frecuencia

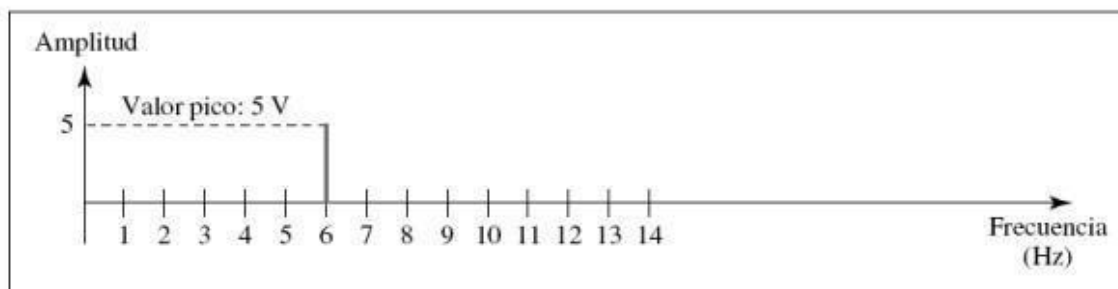
Para representar gráficamente la relación entre amplitud y frecuencia se utiliza una traza en el dominio de frecuencia.

Una onda seno completa en el dominio del tiempo se puede representar mediante una única barra en el dominio de frecuencia.

La ventaja del dominio de frecuencia es que se puede ver inmediatamente los valores de pico de frecuencia y amplitud.

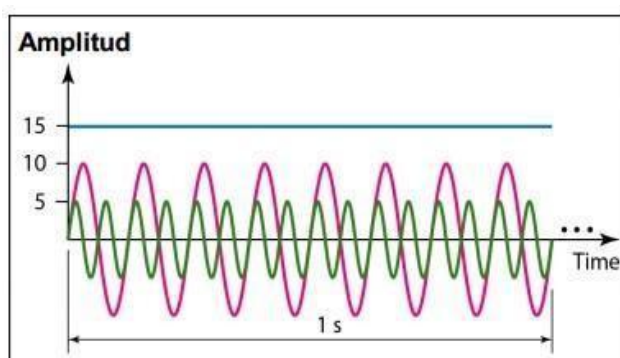


a. Una onda seno en el dominio del tiempo (valor pico: 5 V, frecuencia: 6 Hz)

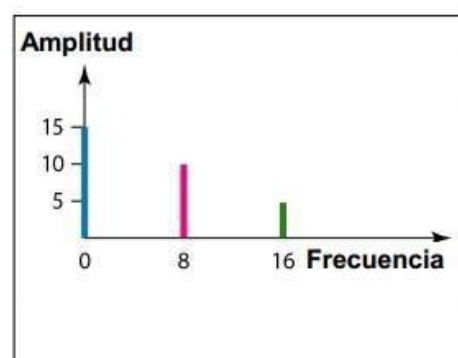


b. La misma onda seno en el dominio de frecuencia (valor pico: 5 V, frecuencia: 6 Hz)

El dominio de la frecuencia es más compacto y útil cuando se trabaja con más de una onda seno.



a. Representación en dominio del tiempo de tres ondas seno con frecuencias 0, 8 y 16

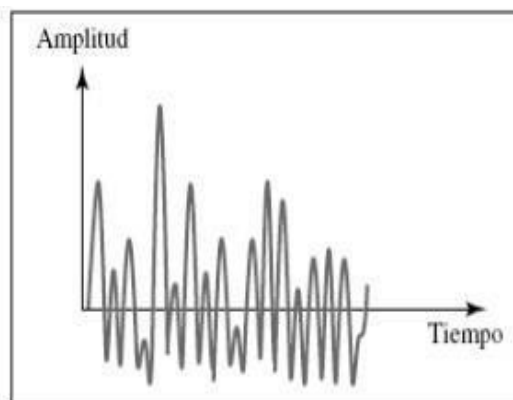
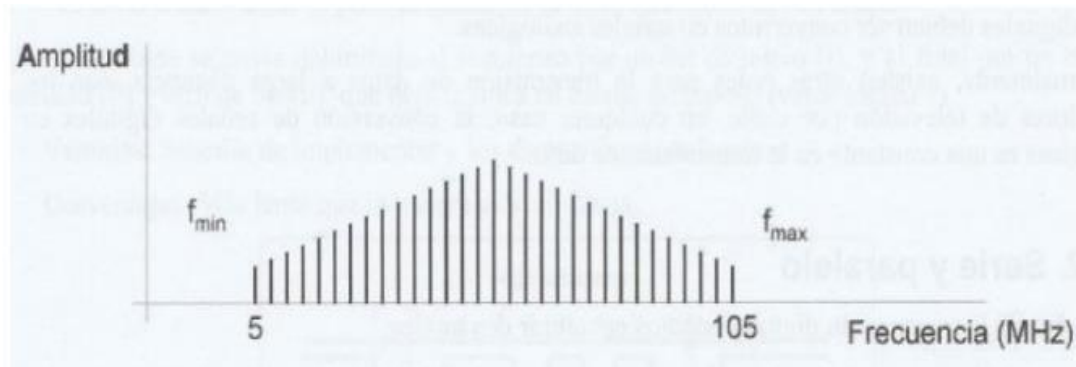


b. Representación en dominio de frecuencia de las mismas tres señales

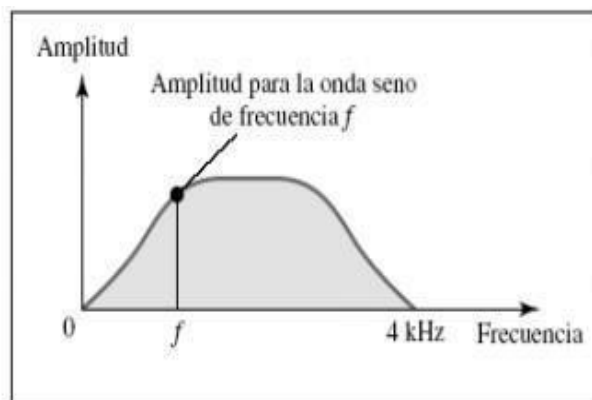
Espectro de frecuencias

Ya sabemos que una señal digital contiene una colección de armónicos, cada uno de los cuales tiene una frecuencia distinta, llamaremos espectro de frecuencias a dicha colección asociada a una señal.

En teoría, es una colección infinita, pero en los extremos los armónicos aportan muy poco (amplitud muy baja), de modo que se pueden suprimir sin que el receptor tenga ningún problema para reconstruir la señal digital.



a. Dominio del tiempo

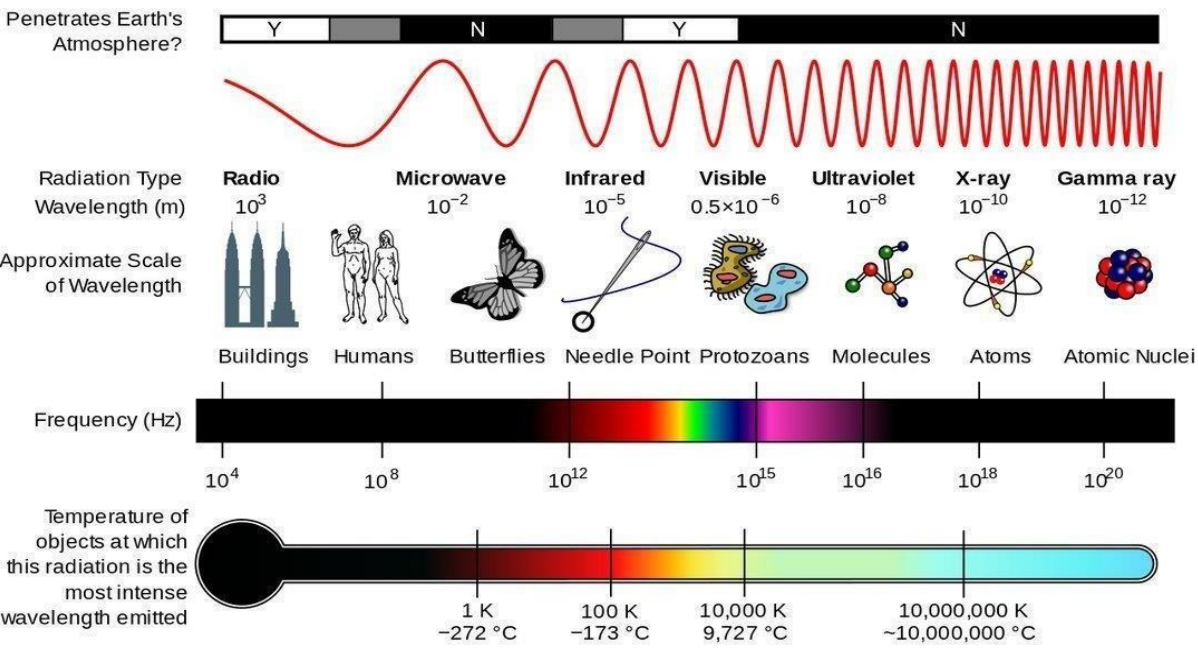


b. Dominio de frecuencia

Ancho de banda y Velocidad de Transmisión

El ancho de banda y la velocidad de transmisión (bps) de un medio suelen ser conceptos que se utilizan habitualmente como sinónimos.

El ancho de banda de una señal es la diferencia entre la mayor y la menor de sus frecuencias.



2. Tipos de transmisión

2.1. Analógica y digital

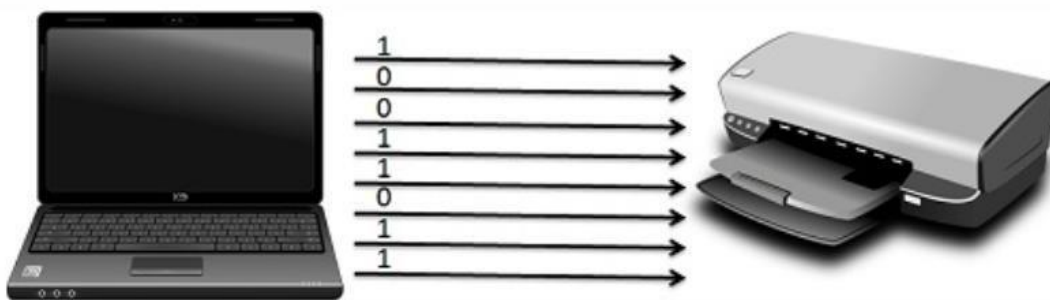
Cuando surgieron las primera LAN dentro de las empresas no existía una red que las comunicara con otras a larga distancia, por esta razón empezó a utilizarse la red analógica telefónica. Esta red está diseñada para transmitir la voz, que es una señal analógica, por tanto, los datos digitales debían ser convertidos en señales analógicas.

Actualmente, existen otras redes para la transmisión de datos a larga distancia (los operadores de televisión por cable), en cualquier caso, **la conversión de señales digitales en analógicas es una constante en la transmisión de datos.**

2.2. Serie y paralelo

Transmisión en paralelo

Los datos binarios se organizan en **grupos de n bits**, enviando todo el grupo al mismo tiempo. Físicamente consiste en usar n hilos (múltiplos de 8), por cada uno de los cuales viaja un bit, así que **todo el grupo viaja a la vez por cada impulso de reloj.**

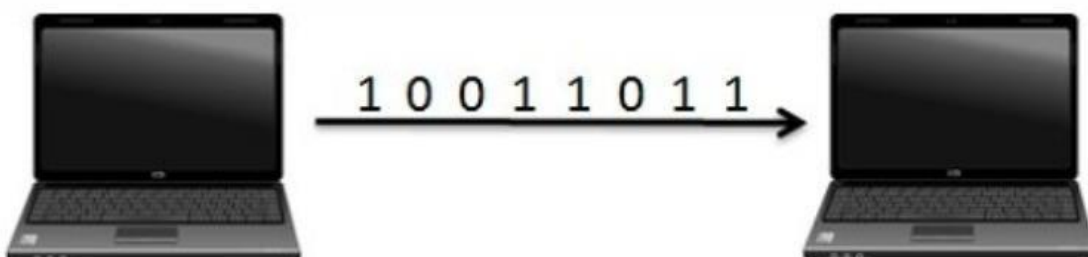


- **Ventajas:** La velocidad de transmisión es alta.
- **Desventajas:** El coste de las líneas y los posibles desfases entre ellas.

Transmisión en serie

Todos los bits viajan sobre **un único canal de comunicación**, uno detrás de otro.

Como la transmisión dentro de los dispositivos es paralela, es necesario utilizar dispositivos de conversión (UART o USB) entre el emisor y la línea (paralelo/serie) y, entre la línea y el receptor (s/p).



- **Ventajas:** Bajo coste en líneas de larga distancia.

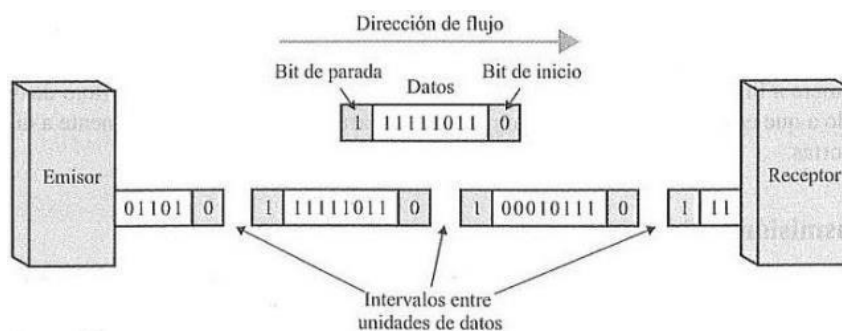
2.3. Síncrona y asíncrona

Transmisión asíncrona

La **transmisión asíncrona** tiene lugar cuando el proceso de sincronización entre emisor y receptor se realiza en cada palabra de código transmitido. Esta sincronización se lleva a cabo a través de unos bits especiales que definen el entorno de cada código. Es la transmisión más antigua y sencilla.

Cada byte se envía delimitado al comienzo por un bit de inicio (I), habitualmente a 0, y al final, al menos, por un bit de parada (P), habitualmente a valor lógico 1.

- **Ventajas:** sencilla de implementar y los dispositivos son baratos.
- **Desventajas:** más lenta que la transmisión síncrona.



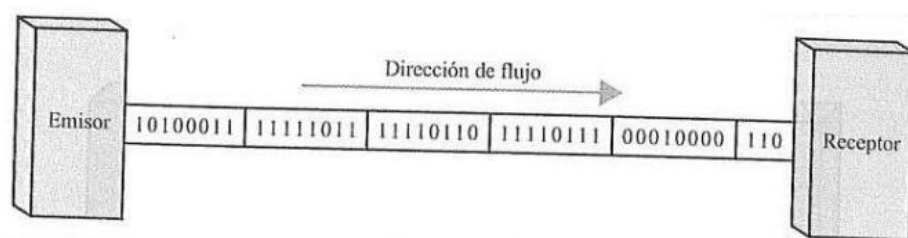
Transmisión síncrona

En transmisión síncrona se envía, además de los datos la señal de reloj; de esta manera el receptor se sincroniza con el emisor y determina los instantes significativos de la señal que recibe. Los datos se transmiten de manera consecutiva entre el emisor y el receptor, con un flujo constante que viene determinado por la señal del reloj de sincronismo.

Surge gracias a la mejora de los dispositivos y de las técnicas, que hacen posible transmitir datos y señales de reloj simultáneamente. Mejora el rendimiento de la transmisión enviando más datos y menos bits de sincronización.

El emisor debe proporcionar una señal de reloj al receptor.

Cada bloque de información que envía el emisor comienza con un delimitador llamado SYN, que es el carácter de control.



3. Técnicas de transmisión

Hay que determinar los **tipos de los datos** (analógicos y digitales) y los **tipos de las señales** (analógicas y digitales) que se van a utilizar para enviarlos, así tenemos:

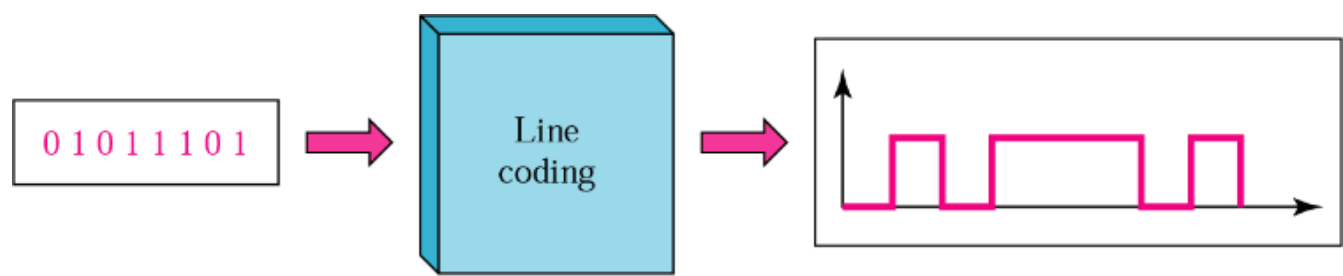
Datos	Señales	Técnica	Ejemplos
Analógica	Analógico	Modulación AM, FM	Telefonía analógica, radio y TV analógicas
Analógica	Digital	Digitalización	Radio y TV digital, voz sobre IP, transmisión de audio/video por Internet
Digital	Analógico	Modulación ASK, FSK, PSK, QPSK, QAM	Conexión por módem y ADSL
Digital	Digital	Codificación Unipolar, Polar NRZ, Polar RZ Polar bifásica, Bipolar AMI	Redes de área local

Nosotros nos vamos a centrar en las técnicas de transmisión de datos digitales mediante señales analógicas y digitales.

3.1. Codificación

La codificación es la **conversión digital a digital**, es decir, es la representación de la información digital mediante una señal eléctrica digital que puede ser transmitida.

La conversión digital a digital, codifica los unos y ceros en una secuencia de pulsos de tensión que se puedan propagar por un medio de transmisión.



Existen diferentes técnicas:

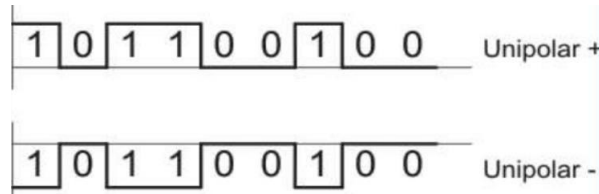
3.1.1. Unipolar

Es la técnica más antigua y la más sencilla, actualmente se usa poco.

Se denomina así porque utiliza solamente una polaridad positiva, +5 V

Unipolar positiva: asigna 5 V al valor lógico 1 y 0 V al valor lógico 0.

Unipolar negativa: asigna -5 V al valor lógico 1 y 0 V al valor lógico 0.



Sin embargo la codificación unipolar tiene, al menos, dos problemas que la hacen poco deseable:

Componente de Corriente Continua (DC)

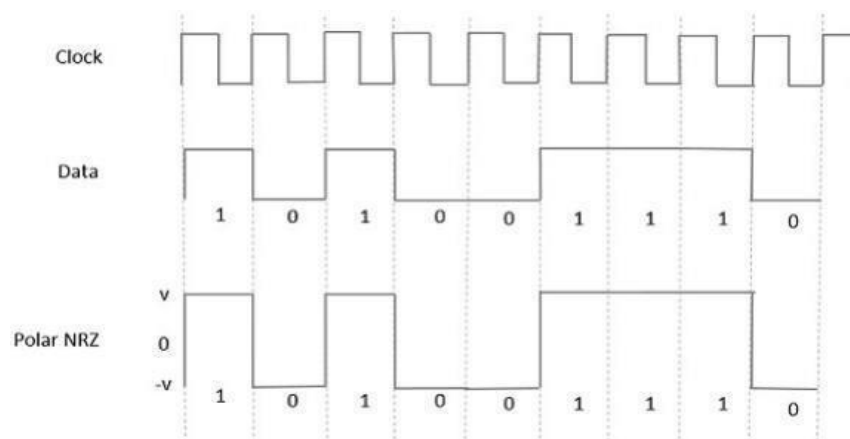
La amplitud media de una señal con codificación unipolar no es cero. Esto crea lo que se llama una componente de corriente continua (señal de frecuencia 0). Cuando una señal contiene una componente continua, no puede viajar a través de medios que no puedan gestionar este tipo de inconvenientes. También genera varios problemas como el consumo de energía, generación de calor, desgaste de componentes...

Sincronización

Cuando una señal no varía, el receptor no puede determinar el principio y el final de cada bit, por tanto la codificación unipolar puede tener problemas de sincronización siempre que el flujo de datos contenga una larga serie ininterrumpida de ceros o unos.

3.1.2. Polar NRZ (No Return Zero)

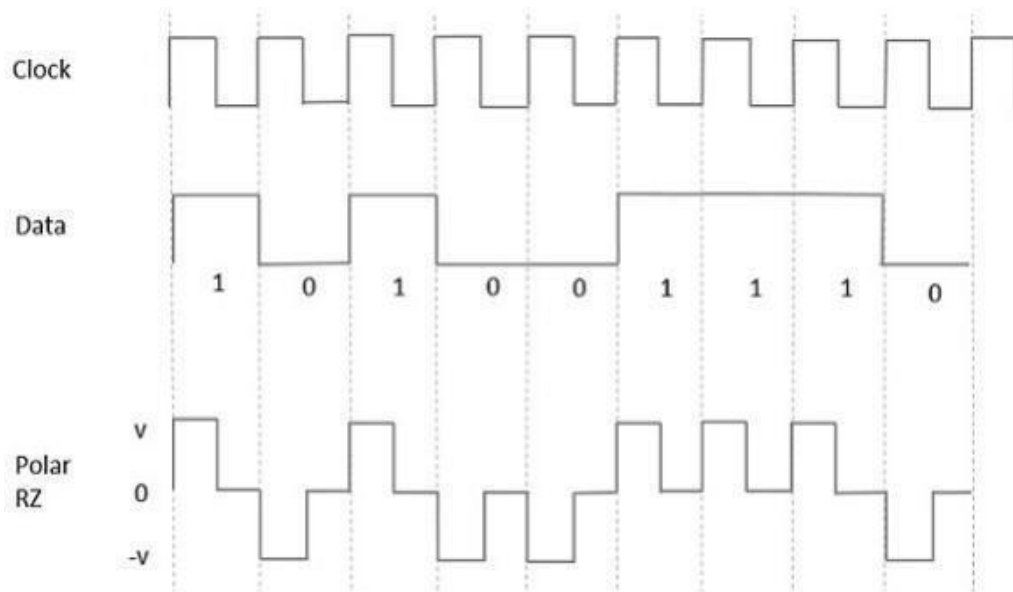
Se utilizan dos voltajes: +5 V para el valor lógico 1 y -5 V para el valor lógico 0.



Suponiendo que con el tiempo aparecen igual cantidad de ceros y unos, se compensan los valores positivos y negativos eliminando la componente continua. Sin embargo, el problema de sincronización queda sin resolver.

3.1.3. Polar RZ (Return to Zero)

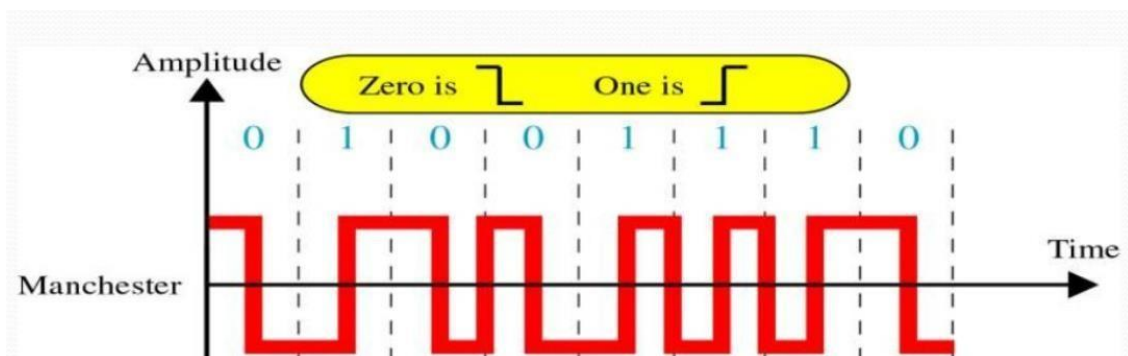
Para solucionar el problema de sincronización, este método retorna el voltaje a cero a mitad del intervalo de duración de un bit.



Resuelve la componente continua y la sincronización para largas cadenas de ceros o unos.

3.1.4. Polar bifásica (Manchester)

La señal cambia **a mitad del intervalo**, pero en vez de ir a cero (como en RZ), **continúa hasta el polo opuesto**.

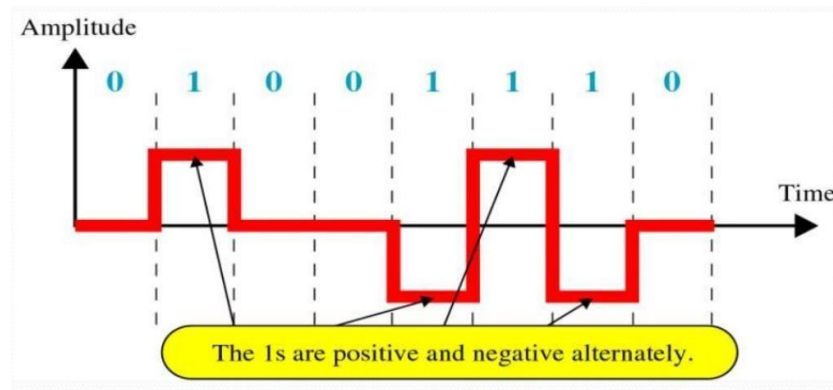


Resuelve el problema de sincronización empleando solo dos valores de amplitud, en lugar de 3. Se utiliza en redes Ethernet IEEE 802.3.

3.1.5. Bipolar AMI

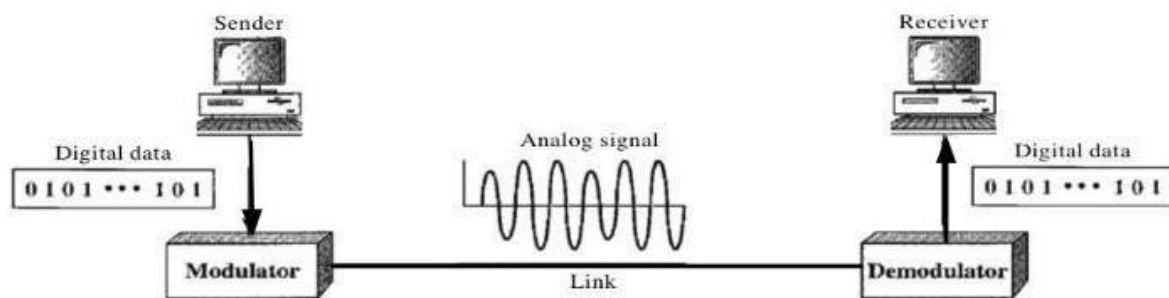
Utiliza 3 niveles de voltaje: positivo, negativo y cero.

- El cero se representa con voltaje 0.
- Los unos se representan alternando los voltajes positivos y negativos.



3.2. Modulación digital a analógica

La **conversión digital a analógica** o modulación, es el proceso de cambiar una característica de la señal analógica portadora, basándonos en la información de la señal digital.



Señal portadora

En la modulación, el **módem produce una señal analógica de alta frecuencia**, que actúa como base o transporte para la señal de información (digital).

Esta señal se llama **señal portadora**, la información digital modula (modifica) la portadora, cambiando alguna de sus características. Esta modificación se denomina **modulación por desplazamiento**.

La modulación se realiza en el módem y su objetivo es la transmisión de información a grandes distancias, donde la atenuación de las señales digitales constituye un problema. **El módem genera la señal portadora, recibe la señal moduladora del PC y las une obteniendo la señal modulada**, que se envía por el medio.

Características

- **Tasa de bits:** el número de bits transmitidos en un segundo.
- **Tasa de baudios:** el número de señales por segundo. Está limitada por el ancho de banda del medio.

$$\text{TASA DE BITS} = \text{TASA DE BAUDIOS} \times \text{N}^{\circ} \text{ DE BITS POR SEÑAL}$$

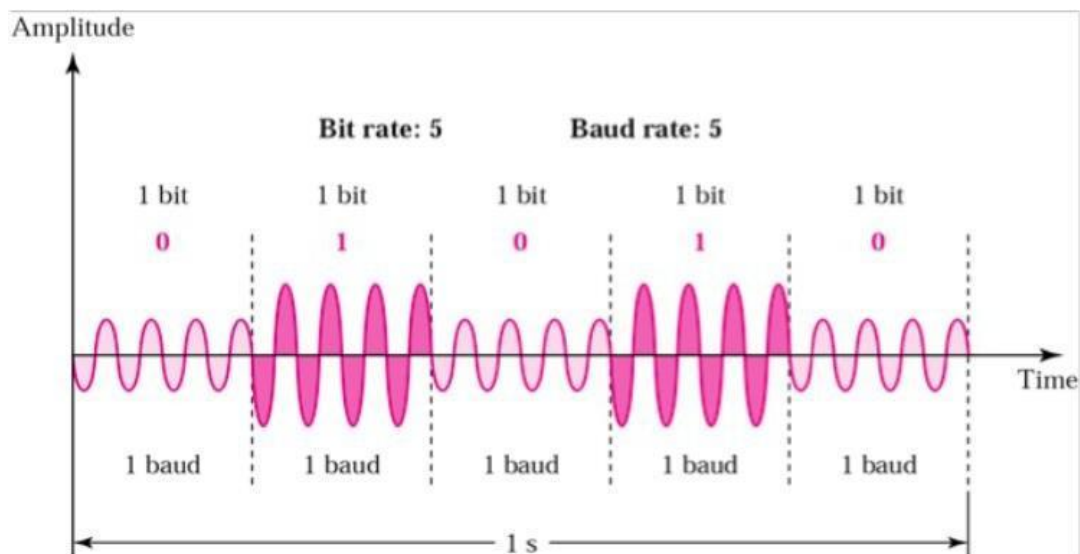
El número de bits por señal depende del tipo de modulación utilizado.

3.2.1. ASK (Modulación por desplazamiento de amplitud)

La **amplitud** de la señal portadora cambia entre dos valores bien diferenciados, que representan los valores lógicos 0 y 1.

La frecuencia y la fase permanecen constantes.

Cada señal transporta 1 bit.



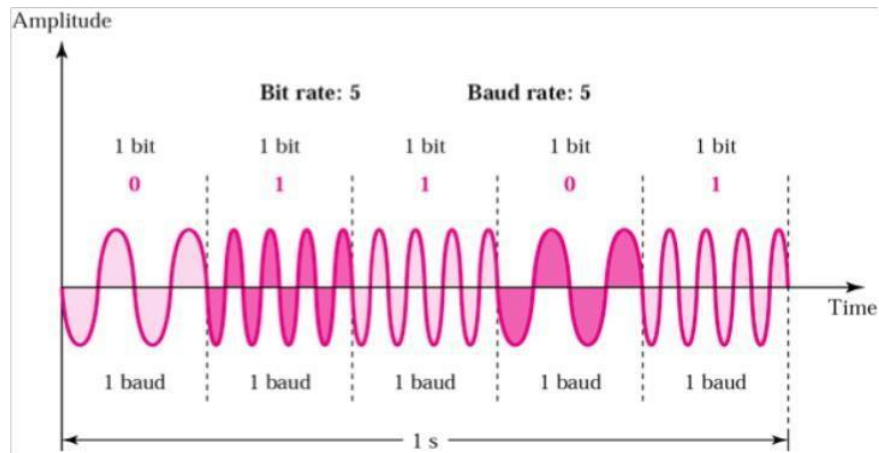
La transmisión ASK es **muy susceptible a ruidos**, es decir, voltajes introducidos en la línea por fenómenos externos, como el calor o la inducción electromagnética. Esto se debe a que solo utiliza la amplitud para distinguir entre 0 y 1. También sufre **atenuación**.

3.2.2. FSK (Modulación por desplazamiento en frecuencia)

La **frecuencia** cambia entre dos valores significativos para distinguir los valores lógicos 0 y 1.

La amplitud y la fase permanecen constantes.

Cada señal transporta 1 bit.



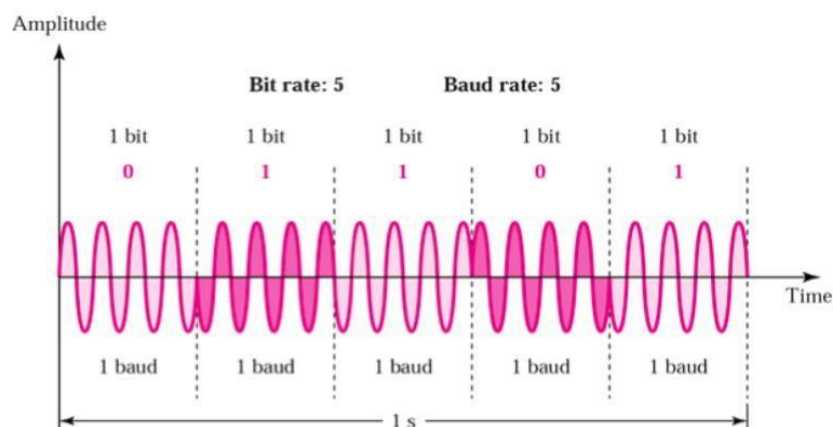
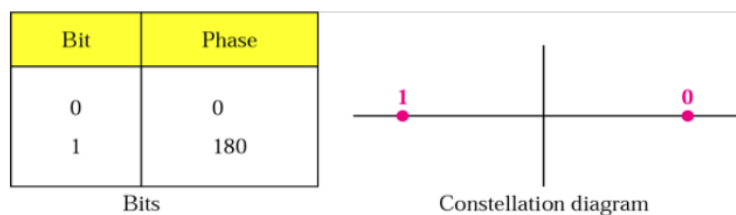
FSK es menos susceptible al ruido porque utiliza la frecuencia para distinguir entre 0 y 1, por tanto, el módem receptor busca cambios de frecuencia, de modo que los cambios de voltaje no afectan a la reconstrucción de los datos. Está **limitada por el ancho de banda del medio**.

3.2.3. PSK (Modulación por desplazamiento en fase)

La **fase** cambia entre 2 o más valores, para representar los valores lógicos 0 y 1, respectivamente.

La amplitud y la frecuencia permanecen constantes.

Cada señal puede transportar 2 o más bits.



4. Multiplexación

4.1. Banda Base y Banda Ancha

Dependiendo del número de comunicaciones que pueden intercambiarse simultáneamente entre el transmisor y el receptor, se clasifican en **banda base** (una sola comunicación) y **banda ancha** (varias comunicaciones).

Banda Base

En este tipo de TX la señal que transporta la información se transmite tal cual por el medio de transmisión. Esta característica hace que no sea idónea para comunicaciones remotas, dado que la señal se degrada con la distancia y tampoco es adecuada en entornos expuestos a ruidos electromagnéticos e interferencias. Es adecuada para distancias cortas, ya que se abarata el coste de la instalación.

Banda Ancha

En este tipo de TX la señal que transporta la información sufre una serie de variaciones que pueden afectar al valor de su amplitud, frecuencia o fase. Se dice que la señal está modulada. Esta técnica consiste en desplazar la señal inicial sobre una frecuencia determinada conocida como señal portadora. En un mismo medio pueden coexistir diversas portadoras.



Sabías que...



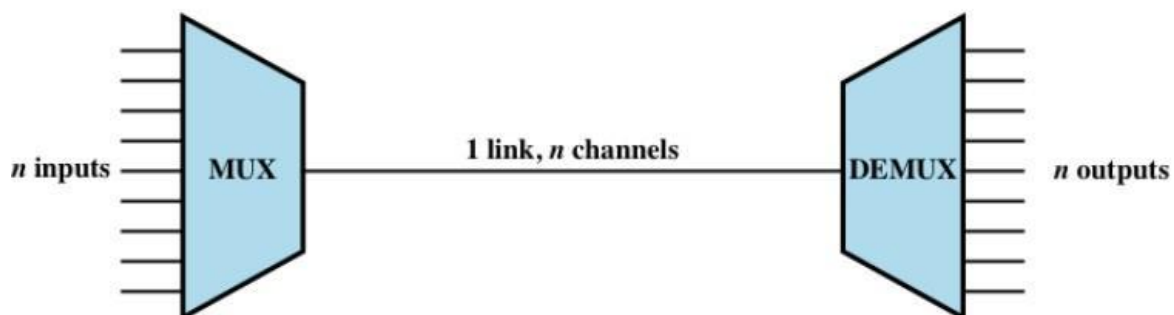
La televisión y la radio FM son dos medios de comunicación que utilizan la técnica de transmisión en **banda ancha**. Los canales son enviados por el mismo medio (en este caso el aire) siendo transportados cada uno por una onda portadora (cada una de ellas a una frecuencia distinta).

Imaginemos dos cadenas musicales. Una de ellas se emite en la frecuencia portadora de 89.2 MHz y la otra en la frecuencia portadora de 97.1 MHz. Ambas cadenas comparten el medio, pero tienen adquiridos los derechos de emitir por una frecuencia sin que nadie más pueda hacerlo. De esta forma podemos seleccionar qué cadena escuchar. Se dice entonces que sintonizamos un canal específico.

La asignación de un canal específico tiene un coste asociado y la realiza la Secretaría General de Telecomunicaciones.

Por otro lado, un claro ejemplo de comunicación en **banda base** es el que se realiza mediante la emisión de voz a través de ondas acústicas mediante un hilo tensado.

En este caso el medio es un medio guiado, sobre el cual se transmite una onda de presión (acústica). Esta presión, puesto que el cable está tensado, viaja por el hilo. La información transmitida es la voz que no sufre ningún tipo de modulación, por lo cual utiliza todos los recursos del medio para su transporte.



4.2. Multiplexación por división de Frecuencia (FDM)

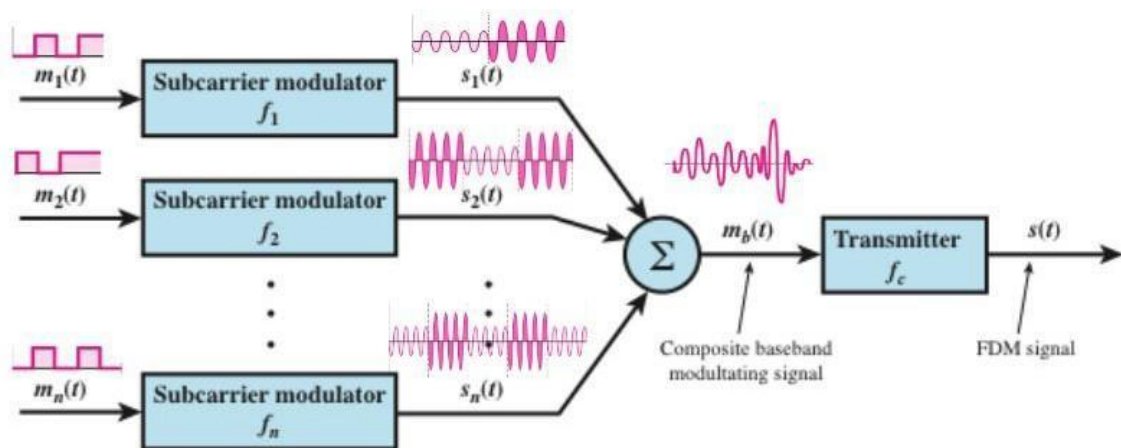
Multiplexación por división de la frecuencia en medios de transmisión de gran ancho de banda.

En lugar de utilizar este ancho de banda para transmitir un único flujo de datos digitales a gran velocidad, se divide en varios subcanales para transmitir flujos de datos digitales de forma simultánea a una velocidad menor.

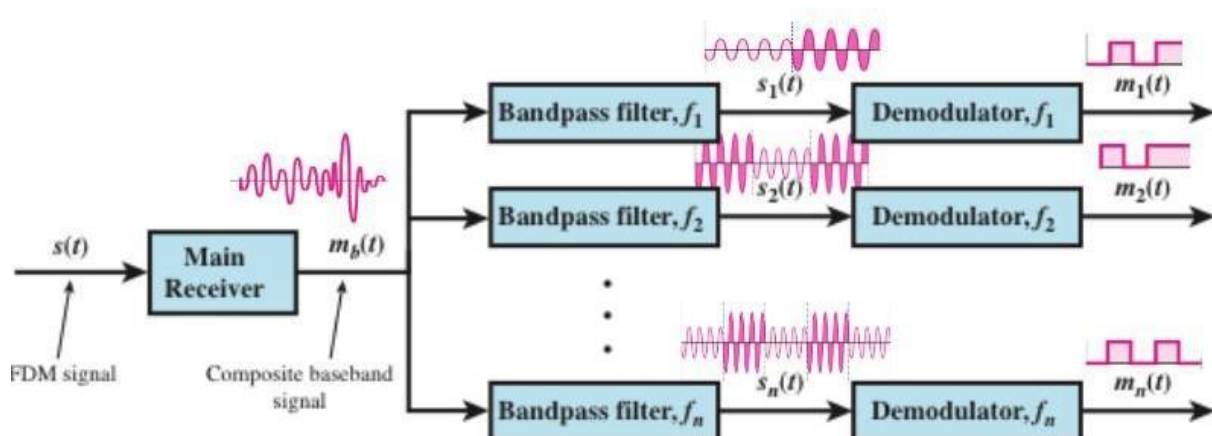
Para ello es necesario modular los datos digitales mediante señales analógicas de distinta frecuencia.



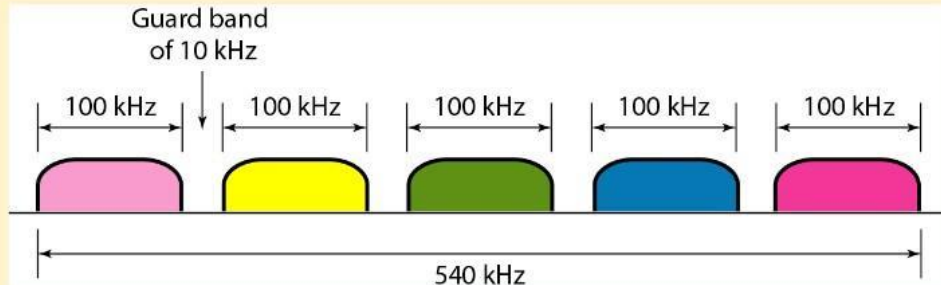
Emisión en FDM



Recepción en FDM

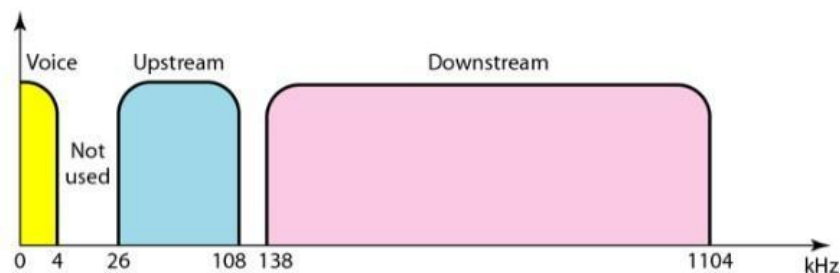


Ejemplo: Se quieren multiplexar cinco canales de 100 kHz cada uno para enviarlos simultáneamente por un mismo medio de transmisión. En este caso es necesario utilizar bandas de guardia de 10 kHz para evitar interferencias entre los distintos canales. ¿Cuál es el ancho de banda mínimo necesario en el medio de transmisión?



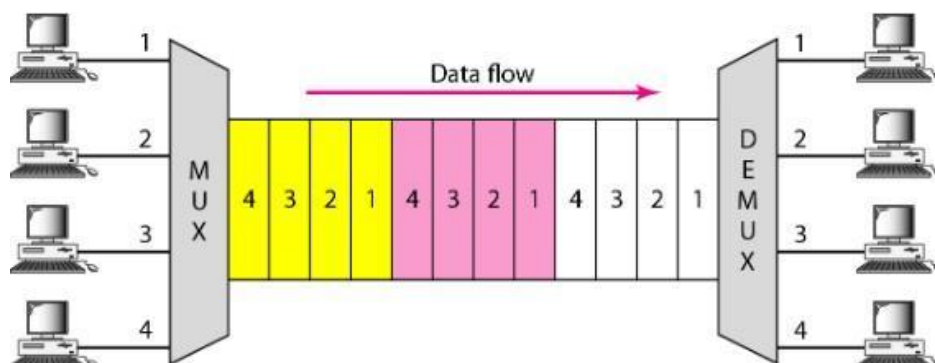
ADSL utiliza flujos de datos de subida y bajada asimétricos

- Canal de voz: ~4KHz
- Subida de datos (upstream): ~80KHz
- Bajada de datos (downstream): ~1MHz



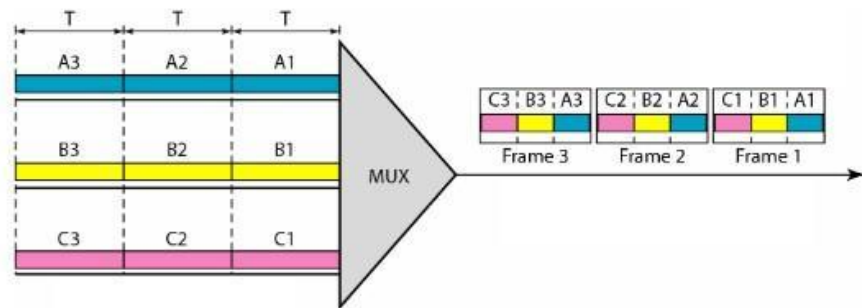
4.3. Multiplexación por división en el Tiempo

Es similar al anterior, pero en lugar de dividir los canales en rangos de frecuencias, se utilizan ranuras de tiempo para ir introduciendo datos de distintas procedencias.

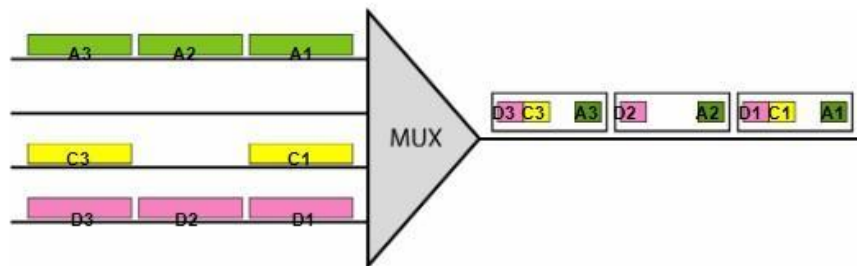


TDM Síncrono

La asignación de ranuras temporales a cada dispositivo de transmisión es fija



Si un dispositivo no utiliza su ranura, ésta se desperdicia



5. Medios de Transmisión

5.1. Par trenzado

5.1.1. UTP (Unshielded Twisted Pair - Par trenzado no apantallado)

Formado por **varios pares de hilos de cobre**, cada hilo tiene aislamiento de PVC y un **color específico**.

El trenzado de los cables permite que cada hilo esté próximo a la fuente de ruido durante el mismo tiempo. Por tanto el efecto de interferencia es igual en ambos cable y el receptor puede distinguir la información sin problemas.

El **trenzado no elimina el ruido, pero reduce considerablemente su efecto**.

Dentro de cada clasificación, se agrupan por categorías: Cat5, Cat 5e, Cat 6 y Cat 7



Ventajas:

Barato, flexible y fácil de instalar.

Conector RJ45 para UTP:

Cada hilo de cable está unido a una patilla del conector. Son de policarbonato, bronce fosforado, níquel plateado y de oro de 50 micras.

Socket RJ45 para UTP:



5.1.2. FTP (Foiled Twisted Pair - Par trenzado apantallado globalmente)

Es este tipo de cable, como en UTP, sus pares no están apantallado, pero sí **dispone de una pantalla global** para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas.

Sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP y utiliza los mismos conectores RJ45.



5.1.3. STP (Shielded Twisted Pair - Par trenzado apantallado individualmente)

Tiene una funda de metal o un **recubrimiento en forma de malla entrelazada que rodea cada par de conductores aislados**. Sirve para eliminar el ruido producido por una fuente de calor, o las interferencias de otro canal.

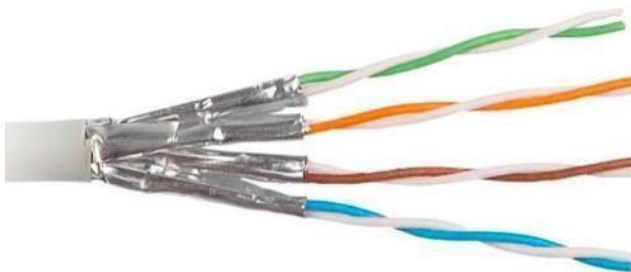
Los materiales son más costosos y requiere una instalación específica. El **conector utilizado es RJ-49**

Ventajas:

Muy poco susceptible al ruido.

Desventajas:

El cable es rígido y difícil de manejar.



5.1.4. SFTP (Screened Shielded Twisted Pair)

Este cable se basa en la construcción del FTP, pero en el apantallamiento global se le ha añadido una malla metálica LSZH alrededor para aumentar el aislamiento. .

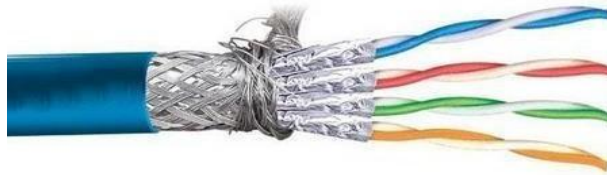


5.1.5. SSTP (Screened Shielded Twisted Pair)

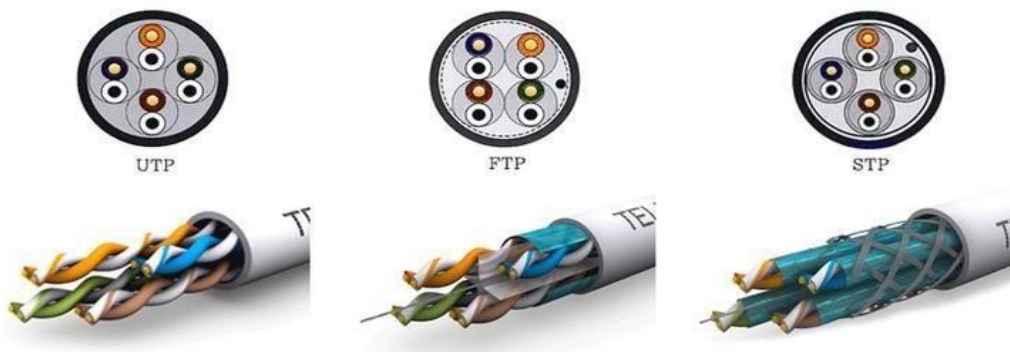
Este cable es el de más altas prestaciones, con excelente protección frente a altas frecuencias y gran capacidad de transmisión a largas distancias.

Se basa en la construcción del STP, pero a su vez también encontramos un forro global de material LSZH.

Su pantalla global irá de forma general conectada a la toma de tierra de los equipos, para eliminar tensiones residuales. Por supuesto es el cable de mayor coste.



Diferencias entre los cables UTP – FTP - STP



Crimpado correcto de conectores RJ-45 en cables UTP

Cable UTP mal terminado



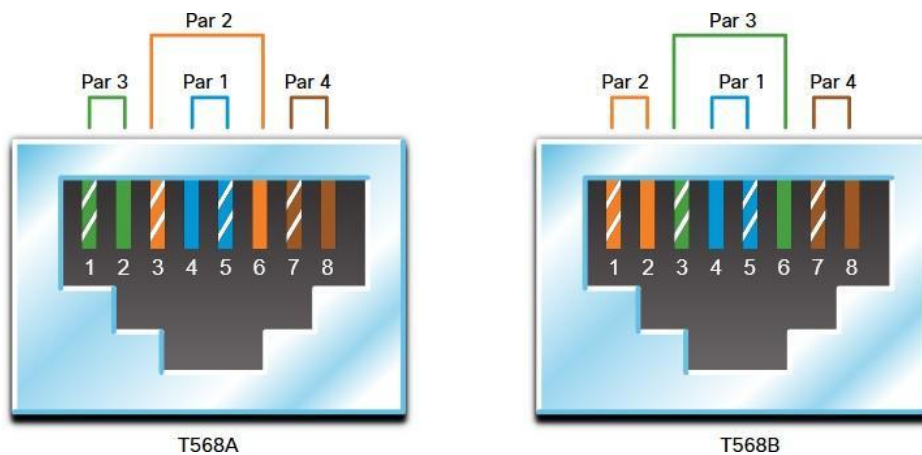
Este conector defectuoso tiene cables que están expuestos, sin torcer y no cubiertos completamente por la funda..

Cable UTP correctamente terminado



Es un buen conector, los hilos están sin trenzar solo en el trecho necesario para unir el conector.

Estándares para cables UTP



T568B - T568B = Straight-Through

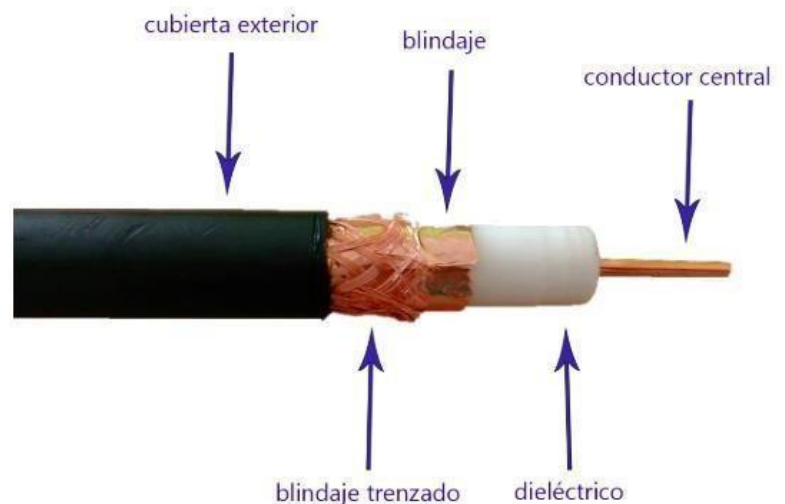
T568A - T568B = Crossover

5.2. Cable coaxial

Está formado en el centro por un hilo rígido de cobre recubierto por un aislante blanco, que a su vez está recubierto por una malla y un revestimiento muy fino de aluminio.

Este revestimiento sirve como blindaje contra el ruido y como un segundo conductor. Por último, todo el cable está protegido por una cubierta de plástico.

En general, es menos susceptible al ruido que el par trenzado

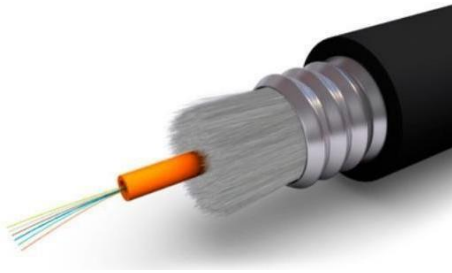


Conectores coaxiales para redes Ethernet:



5.3. Fibra óptica

La fibra óptica está basada en la utilización de las ondas de luz para transmitir información digital sobre fibra de vidrio.



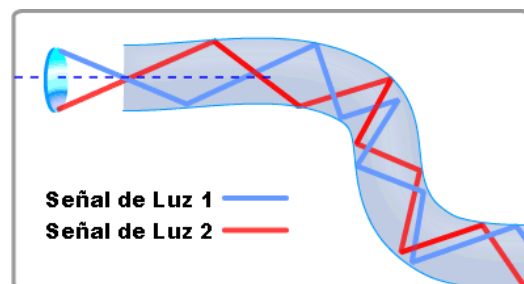
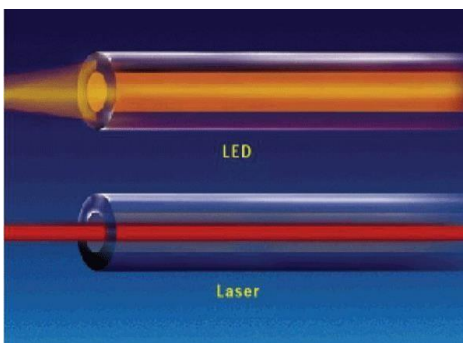
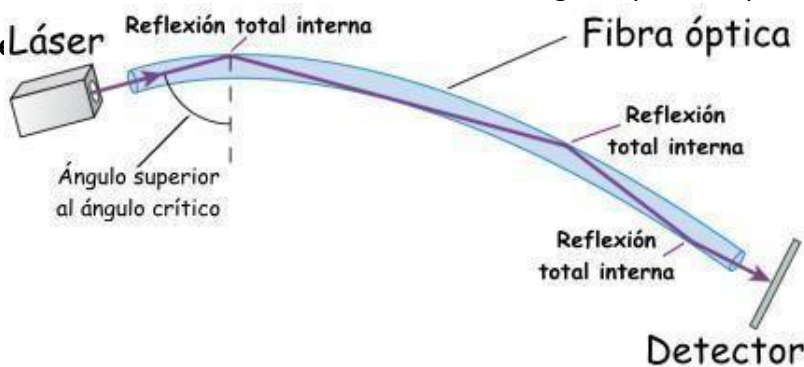
Usos

- Redes empresariales
- Fibra hasta el hogar (FTTH)
- Redes de larga distancia
- Rede de cables submarinos

Elementos

- **La fuente de luz:** Se encarga de convertir una señal eléctrica en luminosa. Normalmente, utiliza un pulso de luz para representar el valor 1 lógico y la ausencia de luz para representar el valor 0 lógico.
- **El medio de transmisión:** Fibra de vidrio ultradelgada que transporta pulsos de luz.

- **El detector:** Cuando la luz incide sobre él.

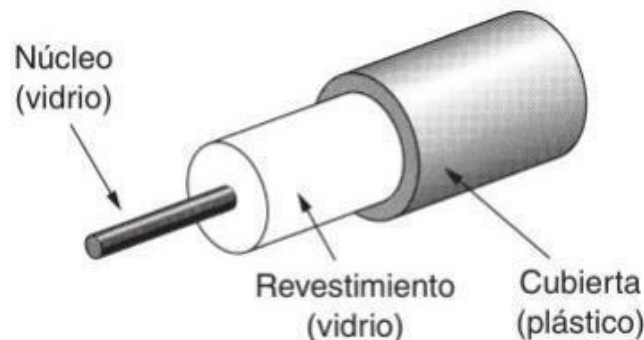


Composición de la fibra

En general, un hilo de fibra está formado por 3 partes:

El **núcleo**, que es un cilindro de pequeña sección por el que se transmite la luz, está recubierto por un **revestimiento** con menor índice de refracción, para mantener toda la luz en el interior. A continuación, la **cubierta plástica** para proteger el revestimiento e impedir que ningún rayo de luz exterior entre en el núcleo.

Finalmente, varias fibras suelen agruparse en haces protegidos por fundas aislantes formando el cable de fibra óptica.

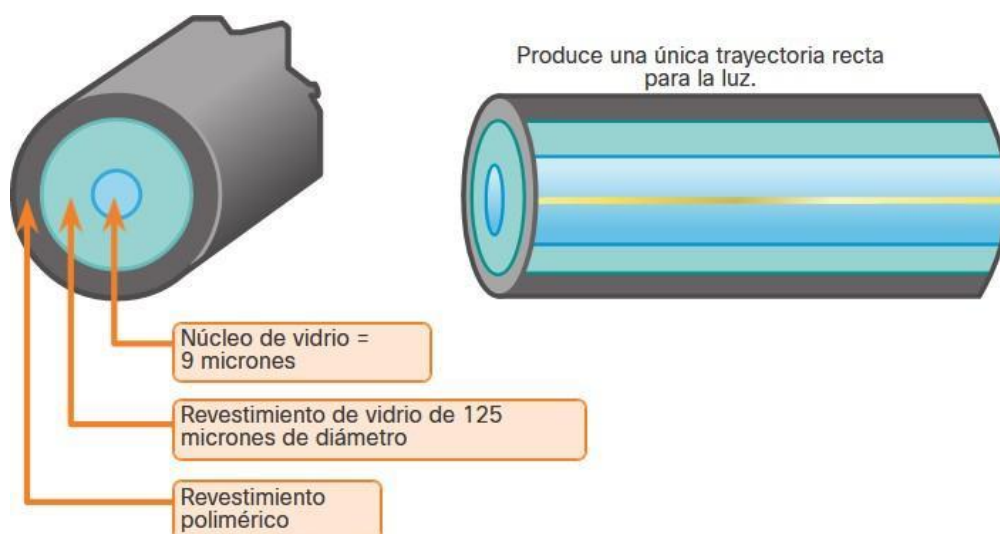


Tasa de transferencia

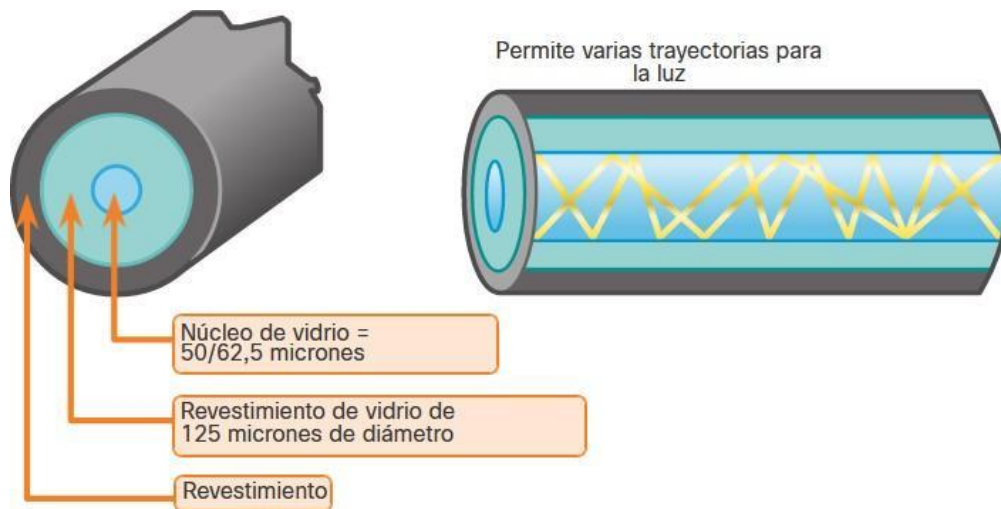
La fibra óptica permite velocidades de hasta 10 Gbps. Aunque el cable puede sobrepasar este valor (255 Tbps), los dispositivos de conversión de señales eléctricas en ópticas, diodos emisores y fotodiodos, no superan esta velocidad.

Modos de transmisión

- **Monomodo:** Utiliza **una fuente de luz** muy enfocada que determina un rango muy pequeño de ángulos para los rayos de luz, prácticamente en línea recta. Así, todos los rayos llegan juntos a su destino, sin distorsionar la señal.



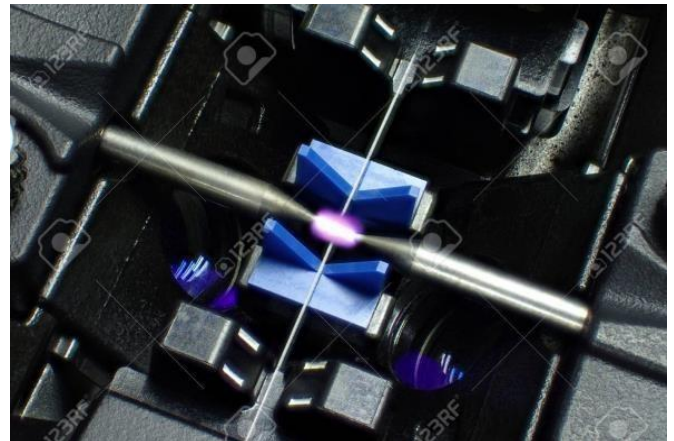
- **Multimodo:** Hay **múltiples rayos de luz** que se mueven a través del núcleo por caminos distintos. La densidad del núcleo permanece constante, esto provoca que algunos rayos incidan con un ángulo menor al crítico y penetren en la cubierta perdiéndose, otros rebotan muchas veces hasta alcanzar el destino, y unos pocos viajan en línea recta. Esta diferencia de tiempos provoca una **distorsión en la señal**.



Conectores

Existen dos formas principales de unir dos cables ópticos:

- **Utilizando conectores:** Cada tramo de fibra óptica viene de fábrica con conectores en los extremos. Tiene una pérdida de entre el 10% y 20% de luz.
- **Fundiendo los extremos:** Se funde el vidrio de los extremos formando una conexión sólida que solo sufre una ligera atenuación. Requiere una máquina fundidora de fibra denominada fusionadora.



Tipos de Conectores

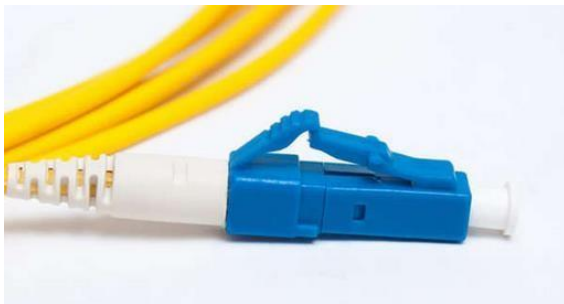
ST



SC



LC Simplex



LC Dúplex



Ventajas respecto a los medios de cobre

- Tiene ancho de banda mayor que el cobre (2 GHz).
- Baja atenuación, solo se necesitan repetidores cada 70 Km.
- No sufre interferencias por onda electromagnética, ni tampoco las provoca.
- La fibra es más delgada y ligera que el cobre.
- No tiene fugas.

5.4. Medios inalámbricos

También llamados medios no guiados, transportan la señal a través del aire, el agua o el vacío, sin utilizar cables. La señal, en este caso, son ondas electromagnéticas que se propagan igual que las ondas del agua en un estanque.

Si viajan por el vacío o por el aire, viajan a la velocidad de la luz, cuando atraviesan un sólido se ralentizan según su densidad.

Ondas de radio:

Pueden viajar largas distancias, atraviesan los edificios y viajan en todas direcciones desde la fuente emisora.

Televisión, radio FM y AM, radio marítima, teléfonos, faxes...

Microondas:

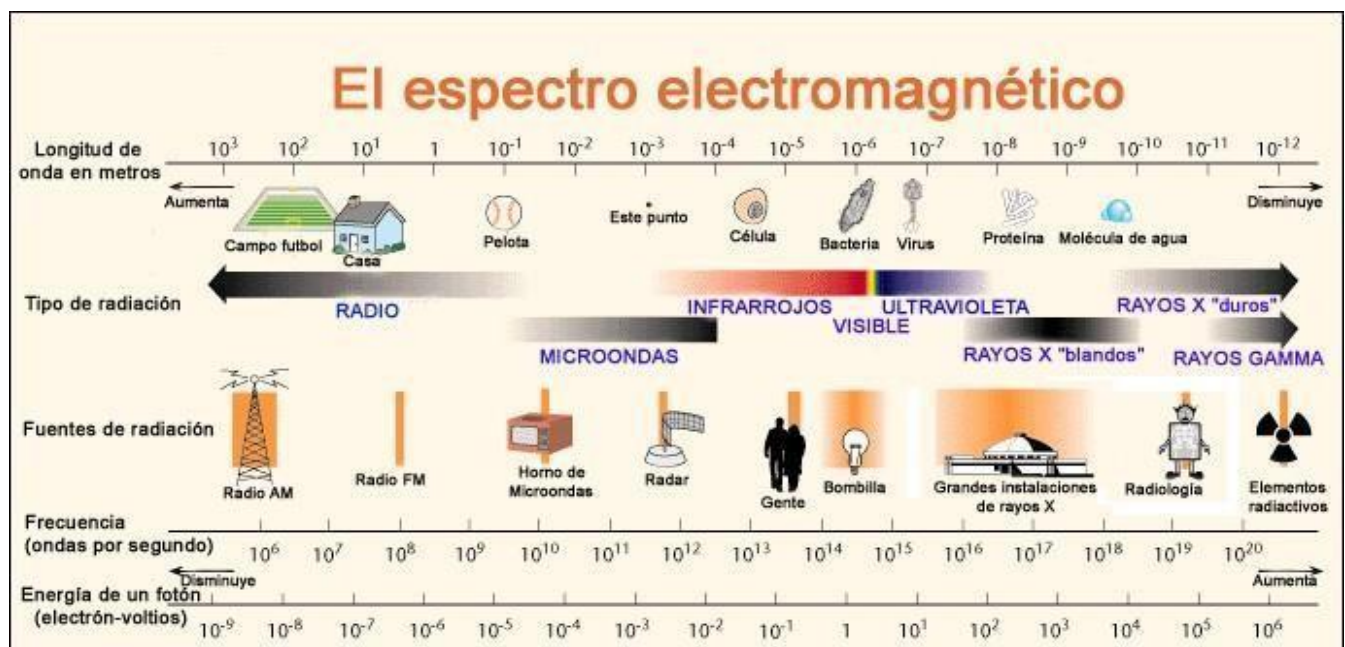
Son ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias de entre 300 MHz y 300 GHz. Permiten transmisiones terrestres y con satélites.

Televisión, móviles, satélites, radares...

Ondas infrarrojas:

Se utilizan en comunicación de corto alcance. Emisor y receptor deben estar alineados, no atraviesan objetos sólidos y son sensibles a la luz del sol.

Control remoto de electrodomésticos, puerto infrarrojo de portátiles...



WI-FI: Estándar IEEE802.11

Tecnología de Red de Área Local (LAN) Inalámbrica (WLAN). Utiliza el protocolo de acceso al medio CSMA/CA (acceso Múltiple por Detección de Portadora con Prevención de Colisiones).

La NIC inalámbrica primero debe escuchar para ver si el canal de radio está libre antes de transmitir.

Bluetooth: Estándar IEEE802.15

Tecnología de Red de Área Personal (PAN) Inalámbrica (WPAN).

Utiliza un proceso de emparejamiento de dispositivos para comunicarse a través de distancias relativamente cortas.

WIMAX: Estándar IEEE802.16

Conocida como Interoperabilidad mundial para el acceso por microondas .

Utiliza una topología punto a multipunto para proporcionar un acceso de ancho de banda inalámbrico.

6. Limitaciones de los medios de transmisión

El medio de transmisión no es un sistema ideal para transportar señales. Existen diversos problemas que pueden afectar a la transmisión de la señal. Los más importantes son:

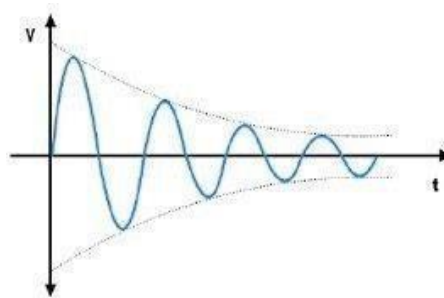
6.1. Atenuación

Es la disminución de la Amplitud de la señal.

El **medio** por el que viajan las señales ofrece cierta **resistencia**, por lo que las señales van perdiendo **energía** para vencer dicha resistencia. Una parte de energía se convierte en **calor**, por eso los cable eléctricos se calientan (efecto Joule).

Para recuperar la amplitud original se usan **repetidores en señales digitales** y **amplificadores en señales analógicas**.

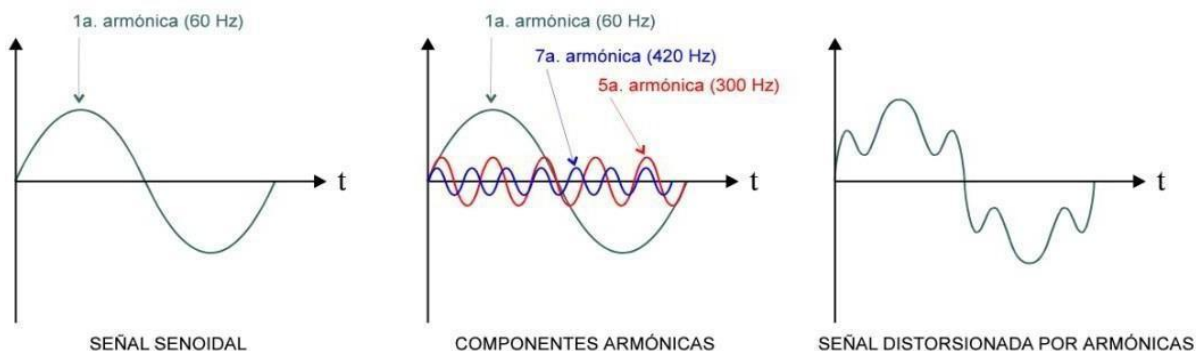
La atenuación **depende de la distancia y de la frecuencia**. A igual distancia, las mayores frecuencias sufren más atenuación.



6.2. Distorsión

La distorsión es un cambio de forma en la señal. Cuando una señal es compuesta, cada componente tiene su propia velocidad de propagación, y por tanto, pueden alcanzar el destino en diferentes instantes.

Las componentes más lentas sufren un desfase, esto hace que la lectura de la señal por parte del receptor sea distinta.



6.3. Ruido

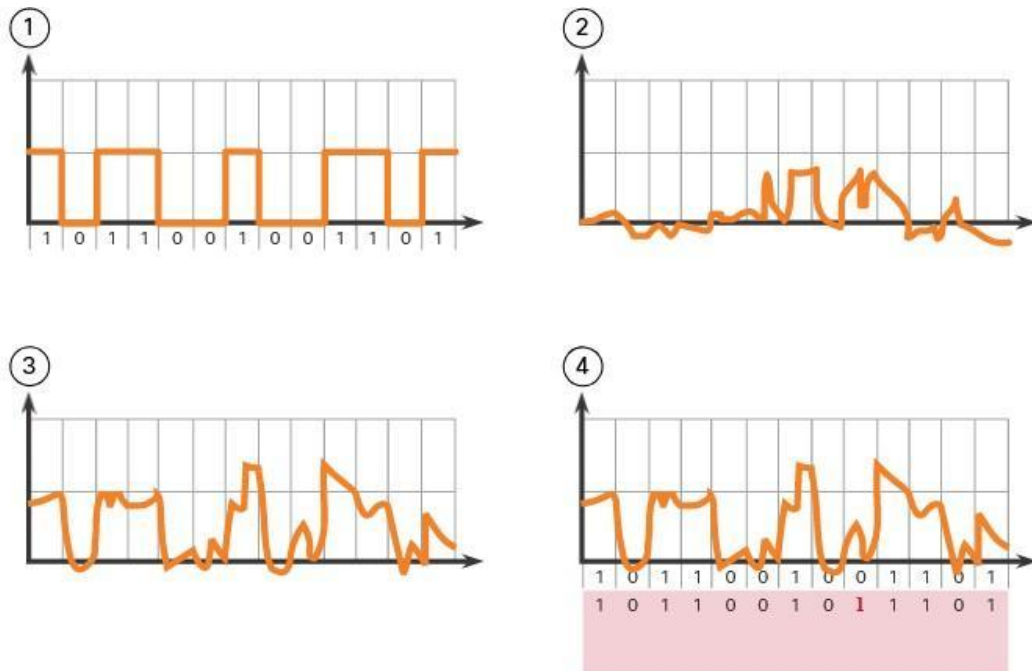
El ruido es la aparición de nuevas señales que no pertenecen a la transmisión. Puede ser:

- **Ruido térmico:** Se debe a la agitación térmica de los electrones que forman el propio cable, está en función de su temperatura y es inevitable.
- **Diafonía o crostalk:** Cuando dos cables están muy próximos, las señales de uno son recibidas por el otro y viceversa (interferencia).
- **Ruido impulsivo:** Consiste en pulsos aleatorios de bastante amplitud y corta duración. Ocurre al encender o apagar ciertos dispositivos.
- **Ruido inducido:** Se debe a fuentes externas como motores o electrodomésticos que producen una inducción electromagnética modificando la señal.

Sabías que...



Un cable al transmitir una señal electromagnética se puede comportar como una antena radiando parte de la señal hacia el exterior. Este fenómeno puede producir interferencias en un entorno cercano al cable.



1. Se transmite una señal digital pura
2. En el medio, hay una señal de interferencia
3. La señal digital está dañada por la señal de interferencia.
4. El equipo receptor lee una señal cambiada. Observe que un bit 0 ahora se interpreta como un bit 1.

6.4. Dispersión

Consiste en una variación gradual del ángulo de incidencia del haz de luz que provoca pérdida de señal luminosa.

