

Aspectos físicos

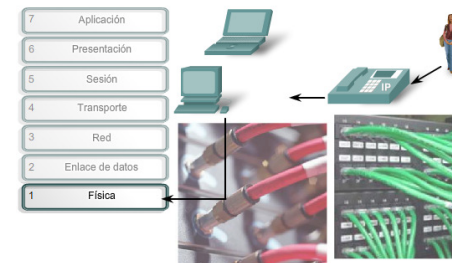
Capa física – Conceptos iniciales

Se encarga de la transmisión de bits por el medio o canal de comunicación.

El nivel de enlace generan grupo de bits (tramas). Los medios físicos transportan señales, que representan los bits.

Elementos de una comunicación:

- Emisor: la entidad que emite la señal.
- Receptor: la entidad que recibe la señal.
- Canal de transmisión: el medio que permite la transmisión de la señal.





Aspectos físicos

Capa física – Conceptos iniciales

Las funciones de la capa física son:

- Emisor: codificar en señales los dígitos binarios que representan las tramas de la capa de enlace de datos.
- Medio: transmitir las magnitudes físicas por el canal.
- Receptor: recuperar estas señales individuales desde los medios, restaurarlas para sus representaciones de bit y enviar los bits hacia la capa de enlace de datos.

La capa física debe contemplar:

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

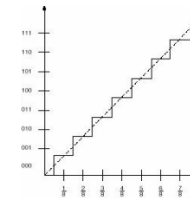
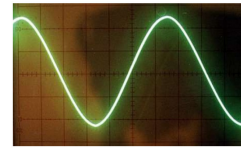
Aspectos físicos

Capa física – Conceptos iniciales

Tipos básicos de medios de red:

- Cable de cobre. Pulsos eléctricos.
- Fibra. Patrones de luz.
- Inalámbrico. Patrones de transmisión de radio.

Señal analógica Vs señal digital:



Tipos de señales / canales de transmisión:

- Señales analógicas / canales analógicos. Teléfono o televisión analógica.
- Señales analógicas / canales digitales. Televisión digital.
- Señales digitales / canales analógicos. Conexión PC vía modem telefónico.
- Señales digitales / canales digitales. Conexión PC vía ADSL.

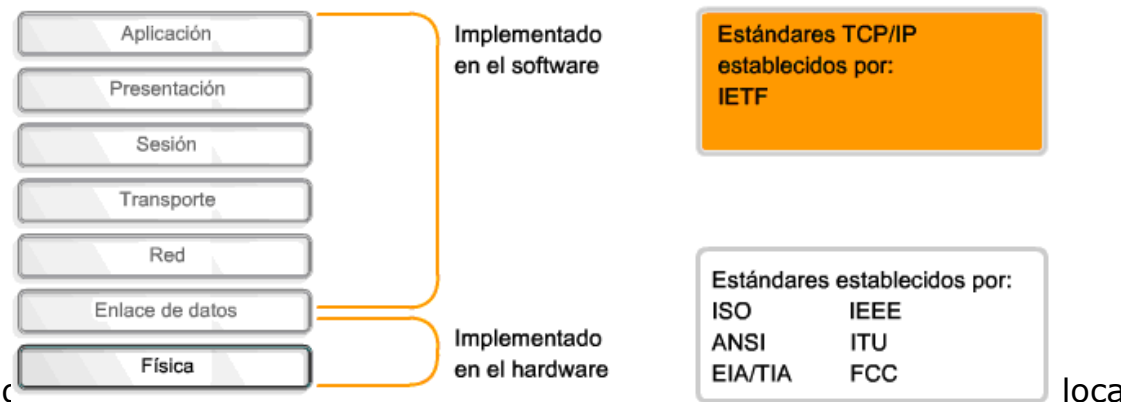
Aspectos físicos

Estándares

Principales organizaciones involucradas:

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

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





Aspectos físicos Señalización

La capa física debe generar las señales inalámbricas, ópticas o eléctricas que representan el "1" y el "0" en los medios. El método de representación de bits se denomina método de señalización.

La transmisión de la trama a través de los medios se realiza mediante una cadena o stream de bits.

El tiempo de bit es el tiempo que ocupa el medio la transmisión de un bit. El tiempo de bit debe estar sincronizado entre el transmisor y el receptor (se utilizan señales de reloj para este fin).

Para sincronizar los relojes e identificar inicios/finales tramas (información a nivel de enlace), se utilizan combinaciones de bits preestablecidas (patrones).

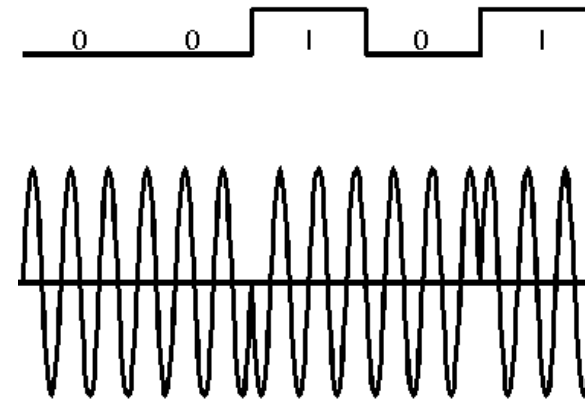
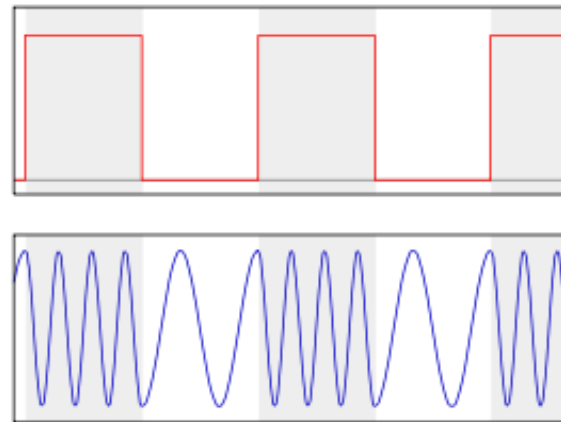
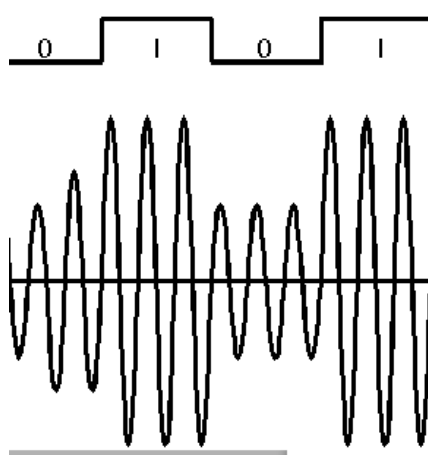
Aspectos físicos

Señalización – Señales analógicas

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

- Amplitud
- Frecuencia
- Fase

Ejemplos de modulación de señales digitales a analógicas en amplitud, frecuencia y fase.



Aspectos físicos

Señales analógicas periódicas (características)

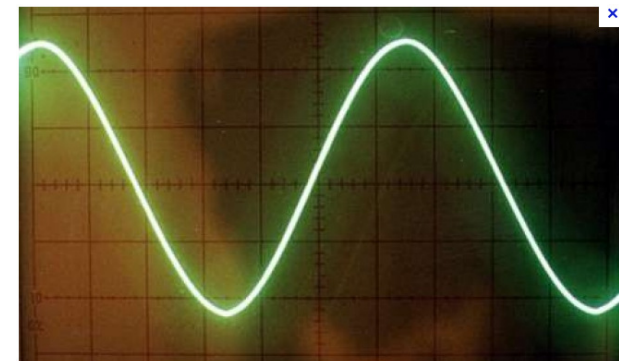
Amplitud: medida de la variación máxima del desplazamiento de la onda con respecto a su posición de reposo o equilibrio.

Ciclo: oscilación de un punto desde su posición inicial hasta que vuelve a esa posición.

Periodo (T): duración de un ciclo.

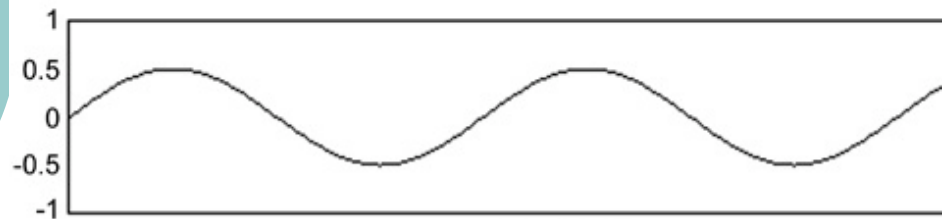
Frecuencia ($f=1/T$): es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico

Fase: desplazamiento inicial de la señal

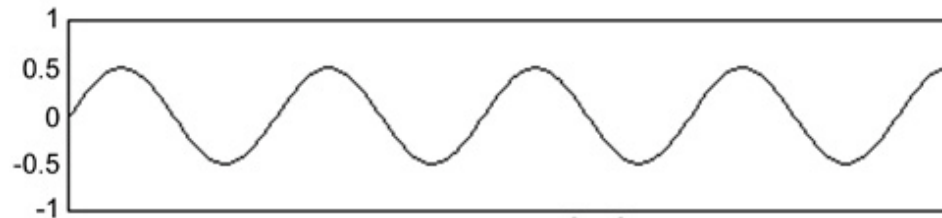


Aspectos físicos

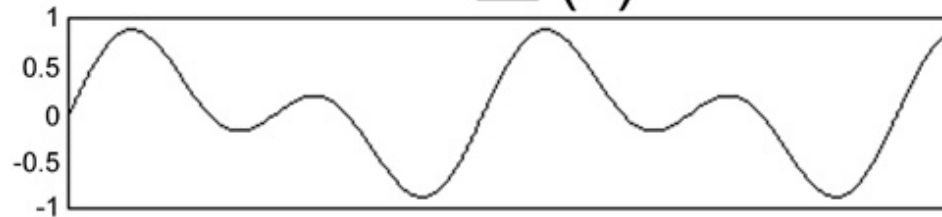
Señalización – Señales analógicas complejas



+ (=)



= (-)



Una onda compleja se puede ver como la composición de ondas más sencillas con distintas frecuencias.

La transformada de Fourier permite encontrar las ondas sencillas que componen un más compleja.

Aspectos físicos

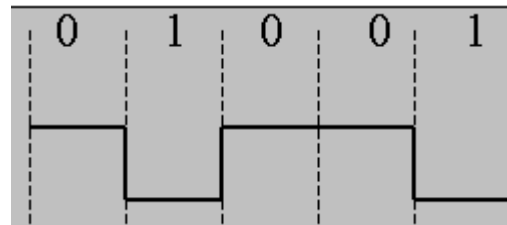
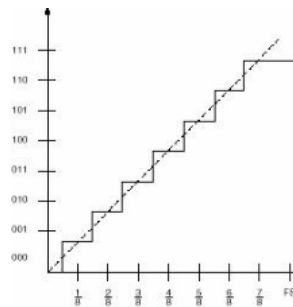
Señalización – Señales digitales

Las señales digitales presentan un conjunto de valores discreto, siendo su modo de señalización los diferentes valores que presenta la señal física.

En las comunicaciones, habitualmente se utiliza un modelo de señalización binario.

La tasa de bits (bit-rate) es el número de bits transmitidos por unidad de tiempo.

La tasa de baudidos (baudrate) es el número de señales por segundo. Un baudio puede contener varios bits.





Aspectos físicos

Codificación digital

La codificación es un método que se utiliza para convertir un flujo o conjunto de bits de datos en un código predefinido.

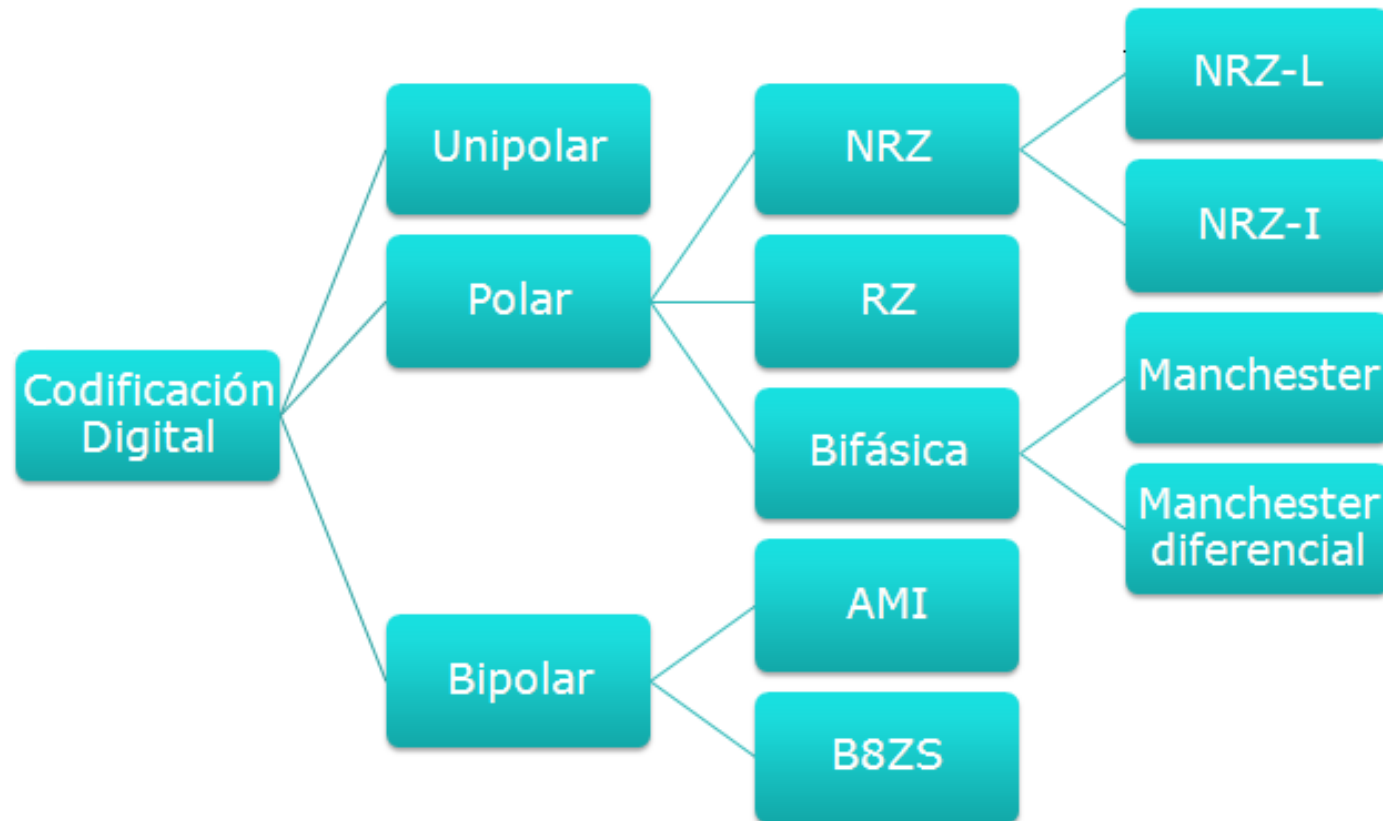
Los códigos son grupos de bits utilizados para ofrecer un patrón predecible que pueda reconocer tanto el emisor como el receptor.

La utilización de patrones predecibles permite distinguir los bits de datos de los bits de control y ofrece una mejor detección de errores en los medios.

También permiten identificar el comienzo y el final de una trama.

Aspectos físicos

Codificación digital - binaria

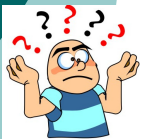


Aspectos físicos

Codificación digital (unipolar, NRZ-L y NRZI)

Código unipolar ($0 \rightarrow 0$, $1 \rightarrow x$).

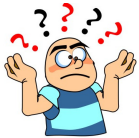
1 0 0 1 0 0 Unipolar +



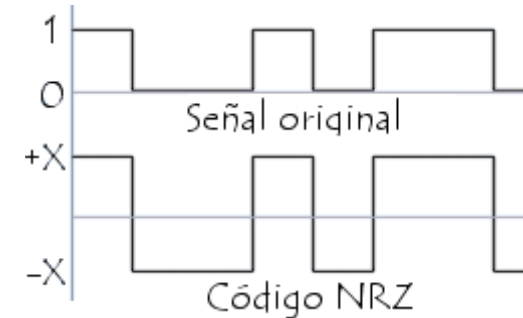
La amplitud media no es cero.
Componente de corriente continua.

1 0 0 1 0 0 Unipolar -

Código NRZ-L ($0 \rightarrow -x$, $1 \rightarrow x$).



Sincronización con muchos 0s o 1s seguidos.

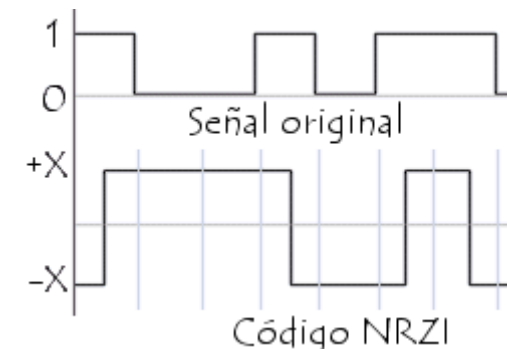


Código NRZI

- $0 \rightarrow$ la señal no cambia
- $1 \rightarrow$ la señal se invierte



Sincronización con muchos 0s seguidos.



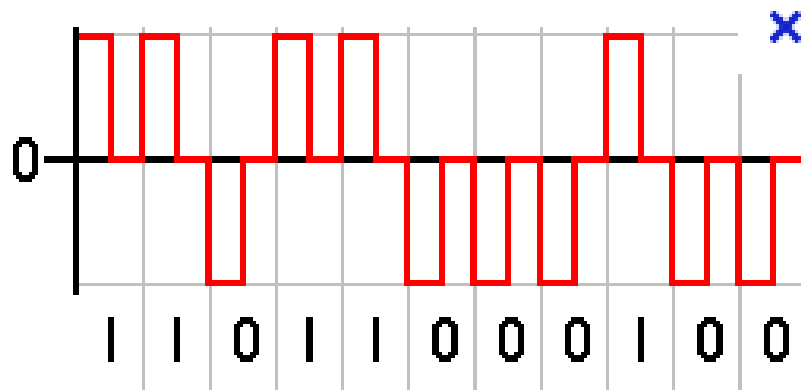
Aspectos físicos

Codificación digital (RZ)

Código RZ. Como NRZL pero a mitad del intervalo se vuelve a cero.

- 0 → transición desde positivo a cero
- 1 → transición desde negativo a cero

Requiere 2 transiciones por cada bit.



Permite sincronización entre emisor y receptor con las transiciones a 0

Aspectos físicos

Codificación digital (Manchester)

Código Manchester

- 0 → La señal sube de $-x$ a x
- 1 → La señal baja de x a $-x$

La transición se realiza a mitad del bit.

Si es preciso (dependiendo del siguiente bit a transmitir), al inicio de cada bit vuelve a realizar una transición.



Permite sincronización entre emisor y receptor



Transiciones extra al inicio de algunos ciclos.

Aspectos físicos

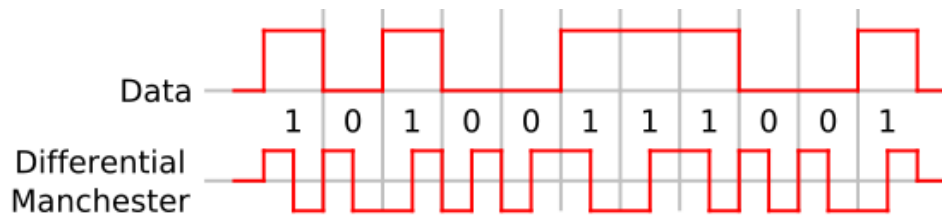
Codificación digital (Manchester diferencial)

Código Manchester diferencial. Siempre transición en medio.

- 0 → Transición al principio
- 1 → Sin transición al principio

La transición se realiza a mitad del bit.

Si es preciso (dependiendo del siguiente bit a transmitir), al inicio de cada bit vuelve a realizar una transición.



Permite sincronización entre emisor y receptor



Transiciones extra al inicio de algunos ciclos.

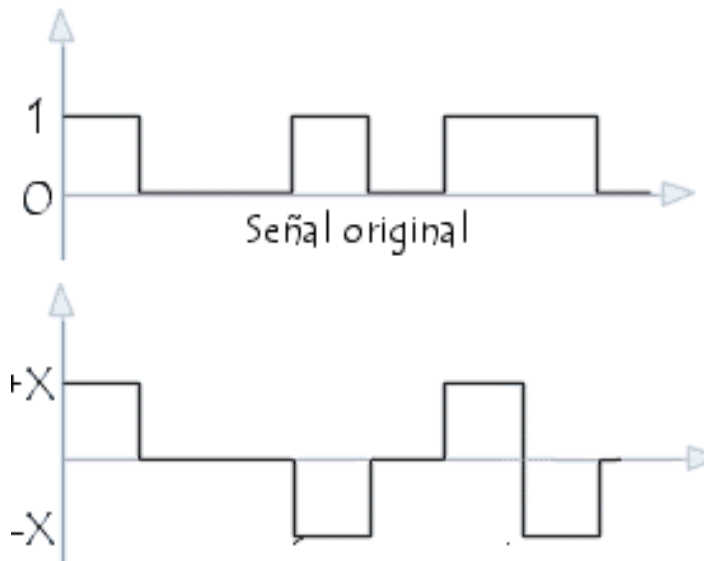
Aspectos físicos

Codificación digital (AMI)

Código AMI

- $0 \rightarrow 0$
- $1 \rightarrow$ Alterna entre $-x$ y x

Problemas para sincronizar muchos 0s seguidos.

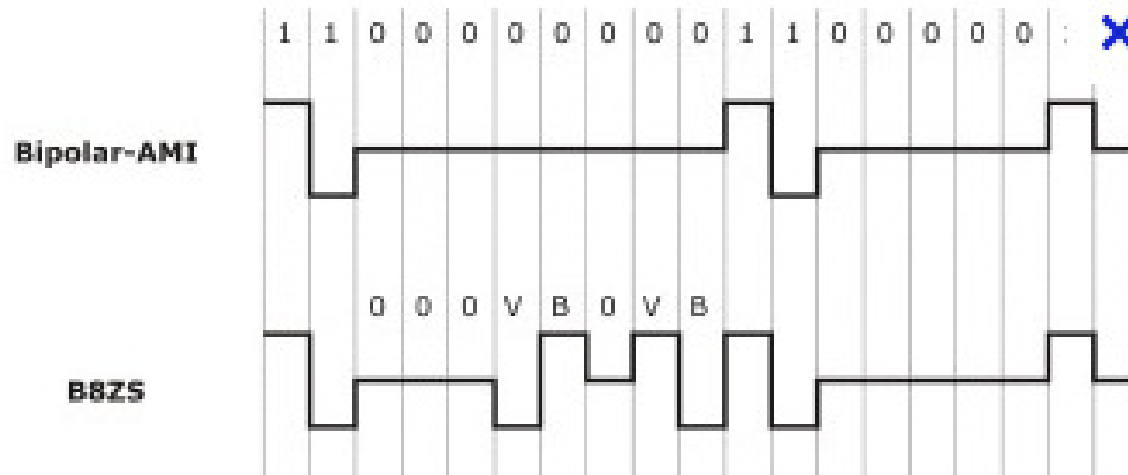


Aspectos físicos

Codificación digital (Bipolar con sustitución 8 ceros)

Código B8ZS. Como la AMI, pero cuando aparecen 8 "ceros" consecutivos, se introducen cambios artificiales en el patrón basados en la polaridad del último bit 'uno' codificado:

- V: Violación, mantiene la polaridad anterior en la secuencia.
- B: Transición, invierte la polaridad anterior en la secuencia.
- Los ocho ceros se sustituyen por la secuencia: 000V B0VB



Aspectos físicos

Codificación digital (4B/5B)

En 4B/5B, cada byte que a transmitir se divide en partes de cuatro bits y se codifica según la tabla como valores de cinco bits denominados símbolos.



4B/5B garantiza la aplicación de al menos un cambio de nivel por código para proporcionar sincronización.

Códigos de datos

Código 4B	Símbolo 5B
0000	11110
0001	01001
0010	10100
0011	10101
0100	01010
0101	01011
0110	01110
0111	01111
1000	10010
1001	10011
1010	10110
1011	10111
1100	11010
1101	11011
1110	11100
1111	11101

Códigos no válidos y de control

Código 4B	Símbolo 5B
inactivo	11111
inicio del stream	11000
inicio del stream	10001
final del stream	01101
final del stream	00111
error de transmisión	00100
inválido	00000
inválido	00001
inválido	00010
inválido	00011
inválido	00100
inválido	00101
inválido	00110
inválido	01000
inválido	10000
inválido	11001



Aspectos físicos

Capacidad del canal para transportar datos

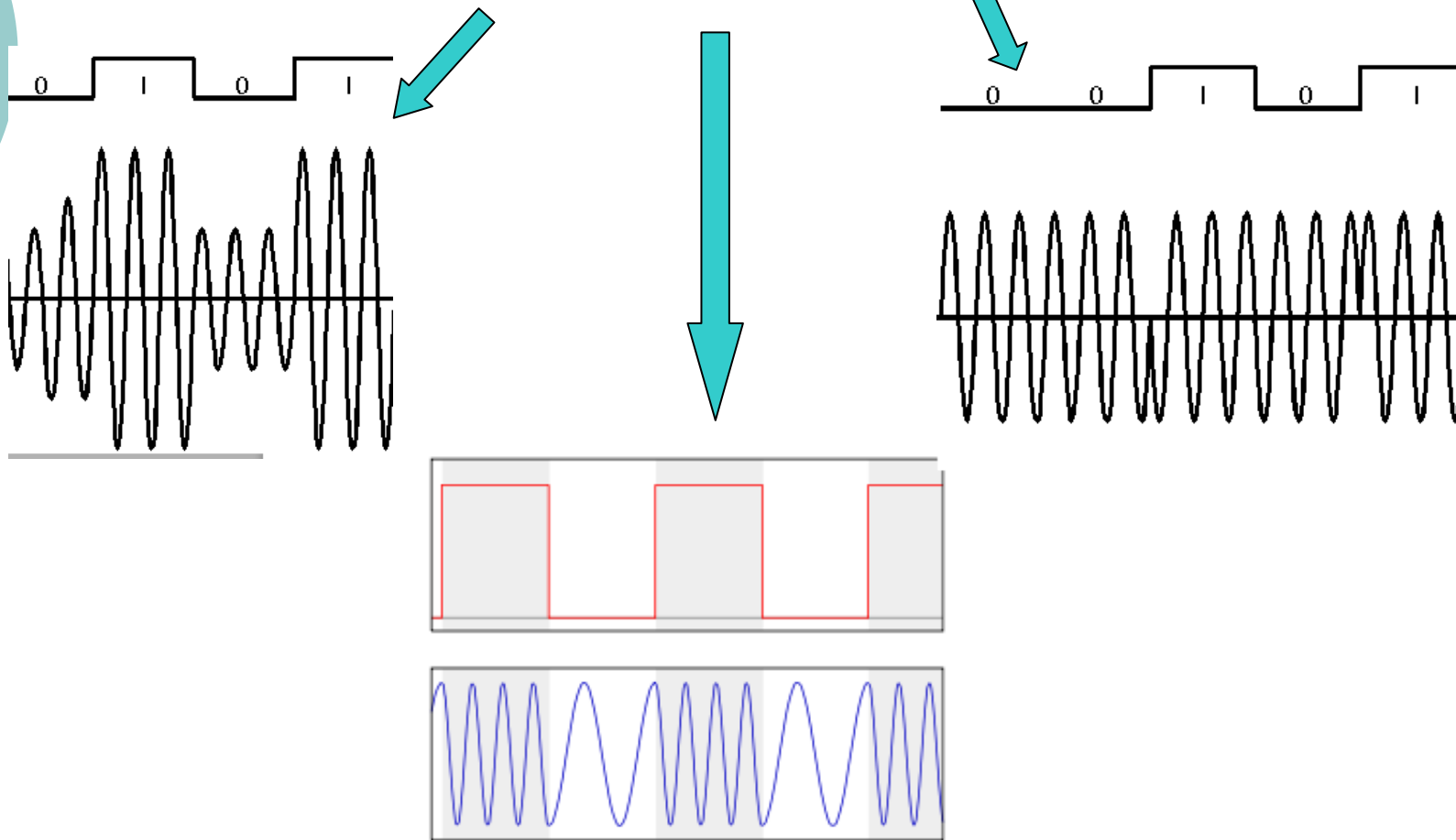
Los diferentes medios físicos admiten la transferencia de bits a distintas velocidades. La transferencia de datos puede medirse de tres formas:

- Ancho de banda. Capacidad que posee un medio de transportar datos sin procesar.
El ancho de banda digital (kbps o Mbps) mide la cantidad de información que puede fluir desde un lugar hacia otro en un período de tiempo determinado.
- Rendimiento. Medida de transferencia de bits a través de los medios durante un período de tiempo determinado.
Generalmente no coincide con el ancho de banda. Por ejemplo por colisiones en el medio si es de acceso compartido.
- Capacidad de transferencia útil. Mide la transferencia efectiva de los datos del usuario entre las entidades de la capa de aplicación (descartando la sobrecarga de cabeceras del resto de capas).

Aspectos físicos

Señales digitales en medios analógicos

Modulación en amplitud, frecuencia y fase.



Aspectos físicos

Actividades

Codifica los dígitos 1011100010 en:

- NRZ
- NRZI
- AMI
- Bipolar con sustitución de 8 ceros
- Manchester
- Manchester diferencial.
- 4B/5B
- Modulación en amplitud
- Modulación en frecuencia
- Modulación en fase



Aspectos físicos

Señales analógicas en medios analógicos

No lo vamos a ver



Aspectos físicos

Señales analógicas en medios digitales

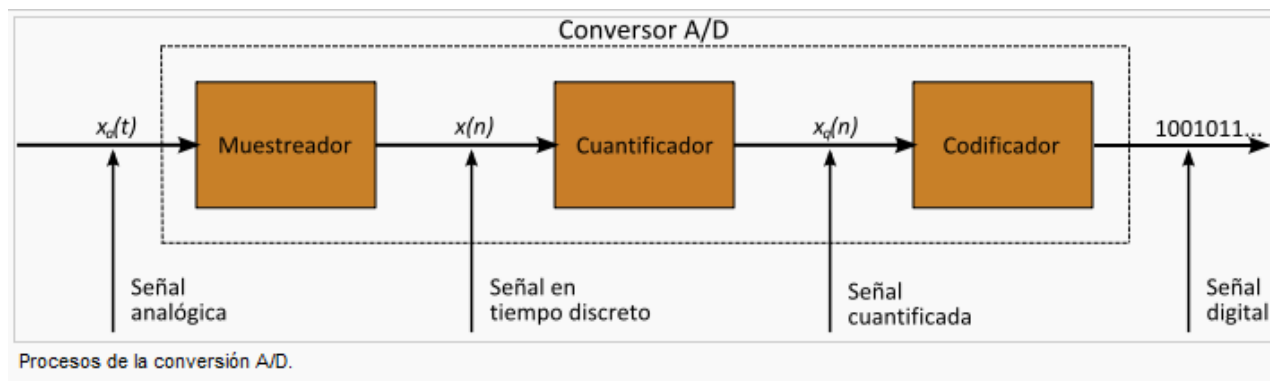
Conversión de una señal analógica a digital. Pasos:

- Muestreo
- Redondeo
- Codificación
- Transmisión

La señal se reconstruye en el receptor a partir de información digital

Codificador: transforma de analógico a digital

Decodificador: transforma de digital a analógico



Aspectos físicos

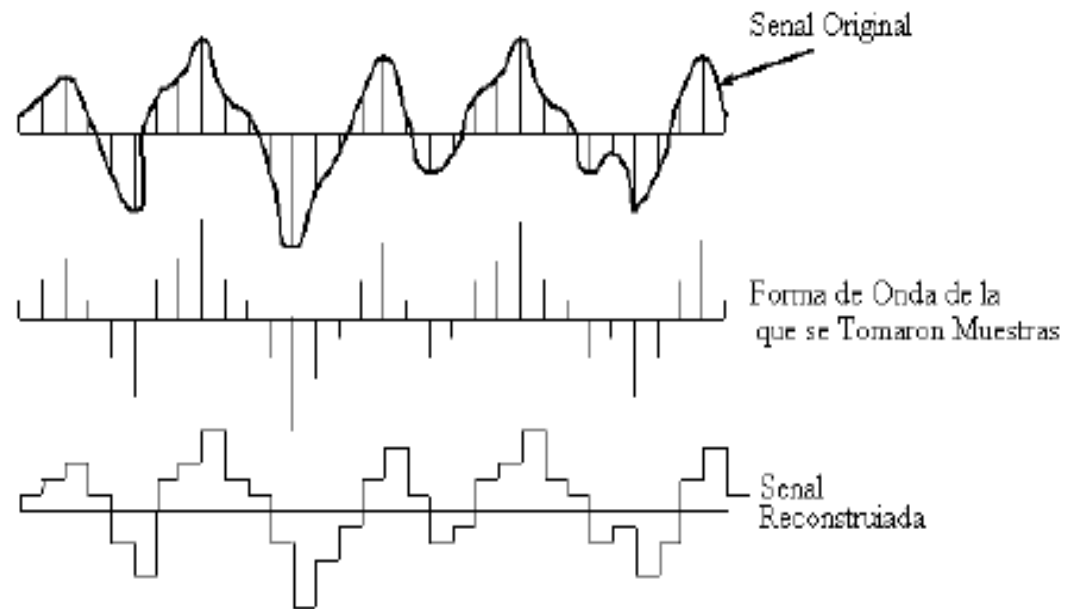
Señales analógicas en medios digitales. Muestreo

Se toman medidas de la señal analógica a intervalos regulares.

A mayor número de muestras por segundo (frecuencia de muestreo), más fiel es la onda digital resultante.

Por otro lado, es necesario establecer cuántos bits son necesarios para cada medición.

A mayor número de bits, mayor precisión y más fiel será la onda digital resultante.





Aspectos físicos

Señales analógicas en medios digitales. Redondeo y codificación

Redondeo: a mayor número de muestras obtenidas, la señal digital reflejará con mayor precisión la señal analógica que reproduce. Aquellos valores de la señal analógica que no se consideran en la digital, deberán ser redondeados al valor digital más próximo.

Codificación: en última instancia, la transmisión por el medio será digital binaria. Por tanto si el muestreo se realiza sobre múltiples valores digitales, éstos tendrán que utilizar combinaciones de bits para reflejar el valor.

Envío por canal digital: para el envío final, se podrá utilizar cualquiera de los modelos de codificación digital vistos anteriormente.

Aspectos físicos

Multiplexación

Se trata de la técnica que permite compartir el medio entre diferentes usuarios para obtener el mejor aprovechamiento de su ancho de banda.

Ejemplo: si un medio tiene una capacidad de 4800 bps, entonces puede admitir 2 canales separados de 2400 bps o 4 canales de 1200 bps.

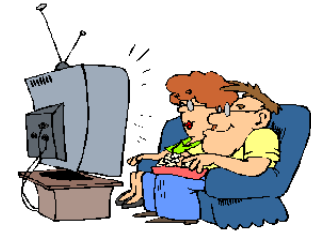


Aspectos físicos

Multiplexación por división en frecuencia

Se asigna una banda de frecuencias concreta a cada canal lógico.

- Se usa en la radio y tv.
- Se usa en ADSL para separar voz y datos.



Frecuencia



Tiempo

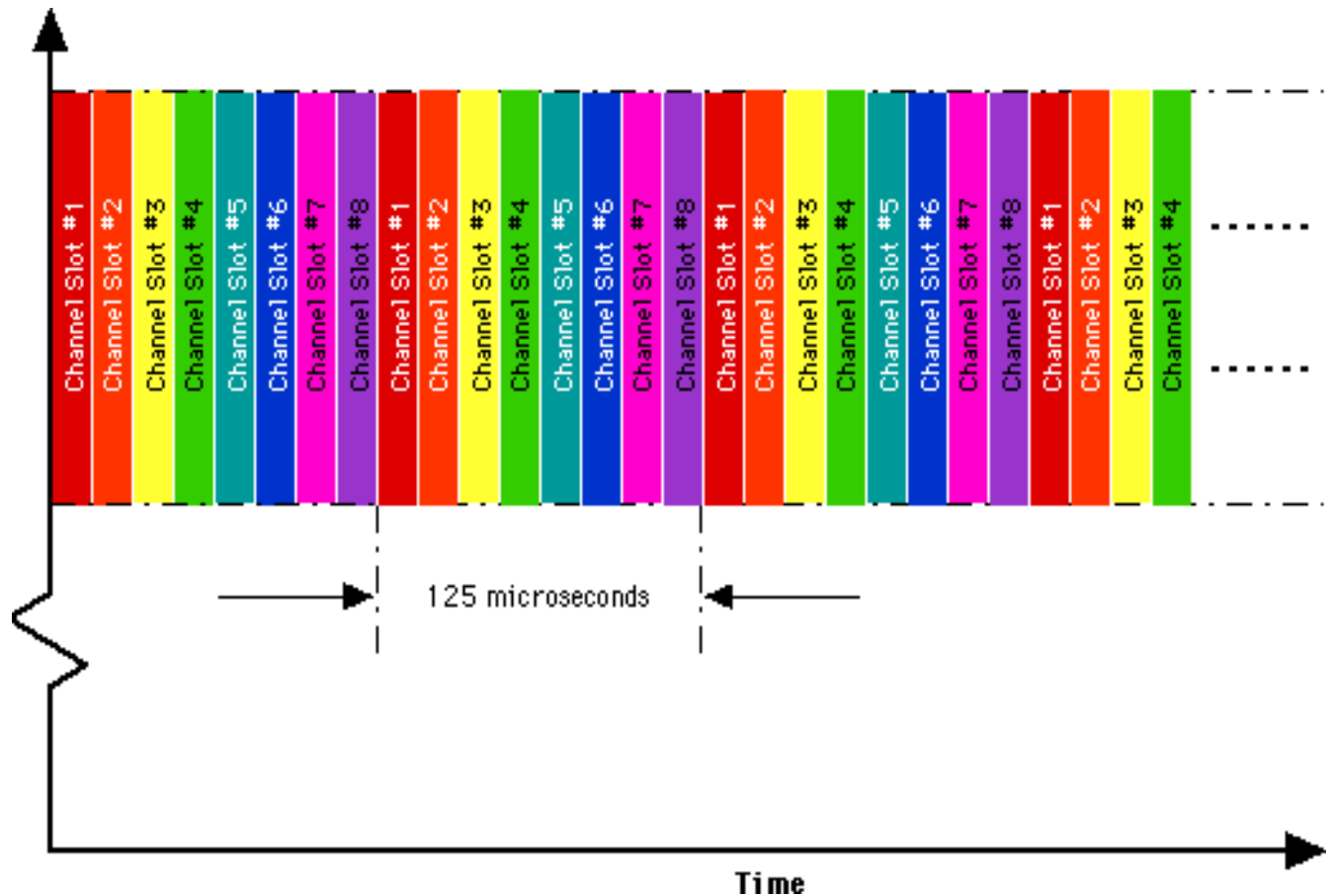
Aspectos físicos

Multiplexación por división en tiempo



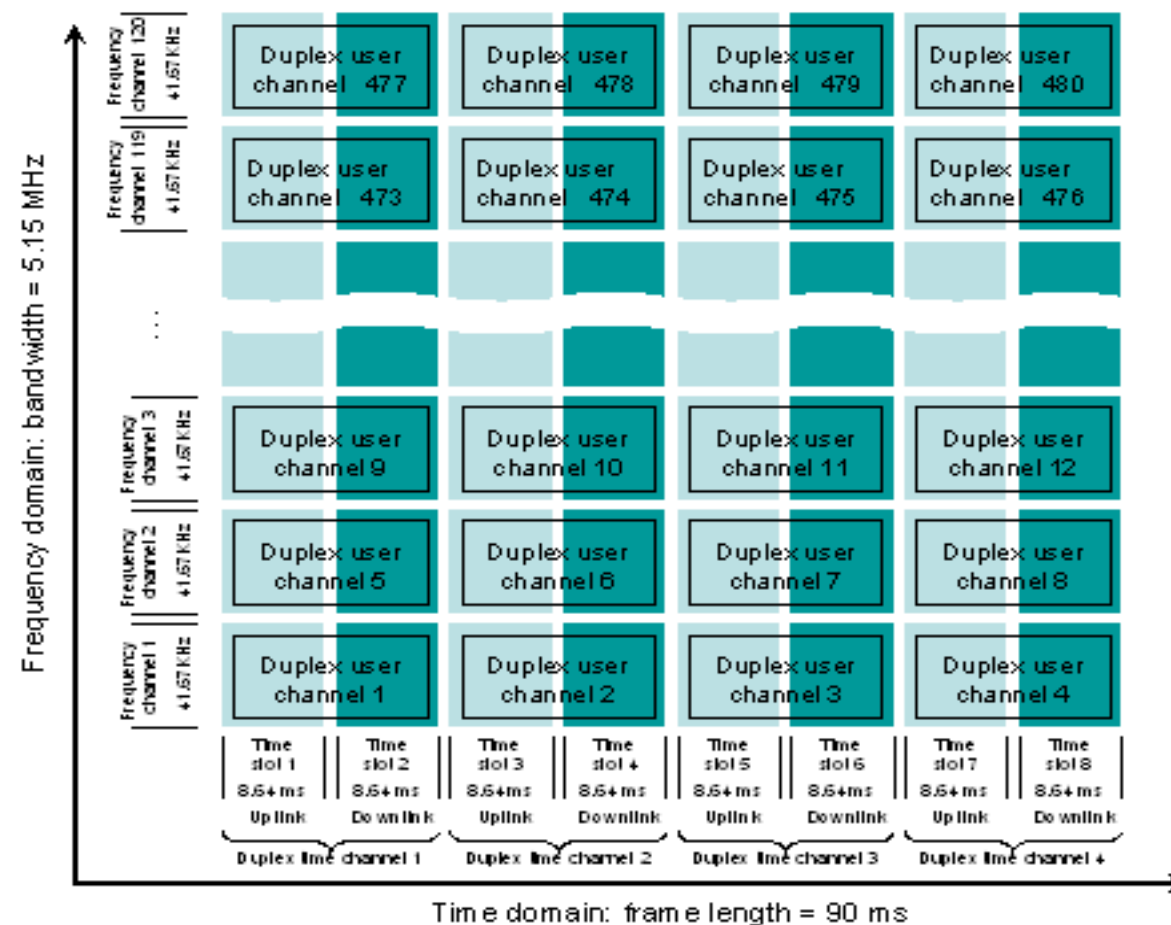
Se divide el tiempo en ranuras. Cada canal obtiene determinadas ranuras de tiempo.

- Se usa en transmisión digital



Aspectos físicos

Multiplexación combinada





Aspectos físicos

Actividades

Dibuja la señal que se transmite por un medio cuando se envía las secuencias

- 100101
- 101110

Utilizando:

- Multiplexación por división en el tiempo, donde a cada canal se asigna una ranura de 2 bits
- Usa codificación NRZ

Repite el ejercicio con codificación NRZI y ranuras de 3 bits.



Aspectos físicos

Sincronización

Proceso mediante en cual el equipo receptor, conoce los momentos exactos en que debe medir la magnitud de la señal para identificar la información recibida.

Dependiendo del tipo de sincronización, la transmisión puede ser:

- Asíncrona
- Síncrona





Aspectos físicos

Transmisión asíncrona

Las señales que permiten marcar los tiempos están incluidas en el mensaje transmitido.

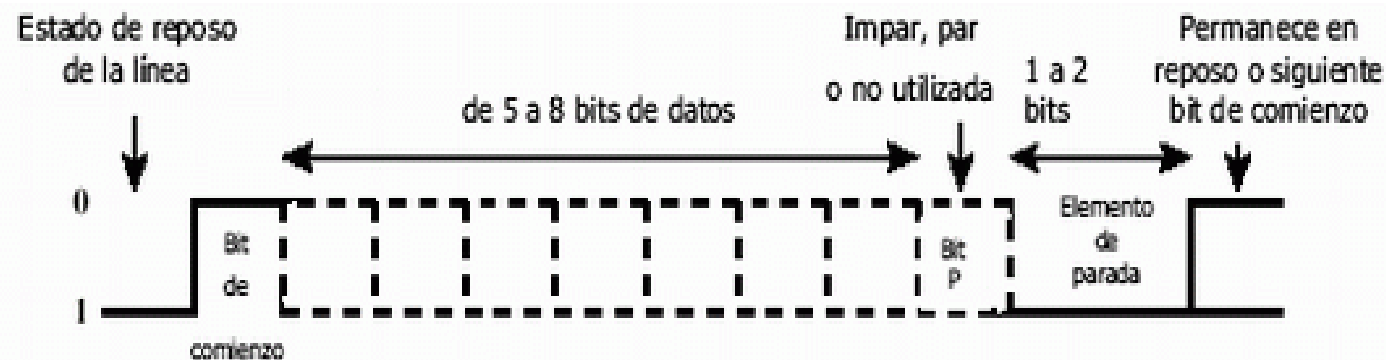
En el mensaje hay algunos bits que sirven para sincronizar emisor y receptor.

Los datos se transmiten enviándolos carácter a carácter, donde cada carácter tiene una longitud de 5 a 8 bits. El receptor tiene la oportunidad de resincronizarse al principio de cada carácter.

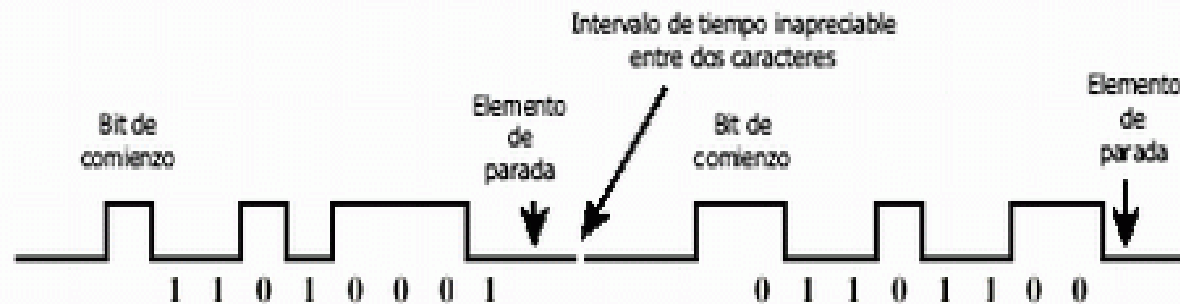
La transmisión asíncrona es sencilla y no costosa, si bien requiere de 2 o 3 bits suplementarios por cada carácter.

Aspectos físicos

Transmisión asíncrona



(a) Formato de un carácter



(b) Cadena de caracteres de 8 bits asíncronos

Aspectos físicos

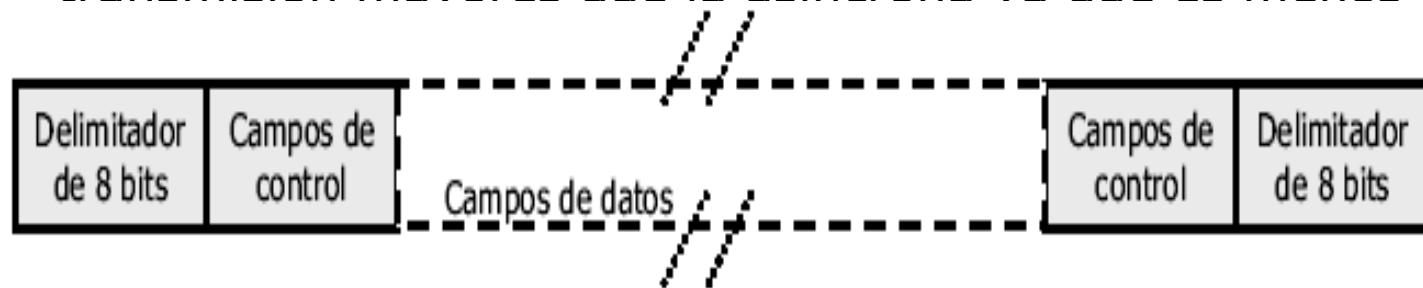
Transmisión síncrona

Los bits se envían a una cadencia constante sin discriminar los caracteres que componen.

El emisor y el receptor se encargan de la sincronización de modo que sean capaces de reconstruir la información original. Deben utilizar relejes a la misma frecuencia.

El comienzo y el final de cada bloque de datos se identifican con patrones de bits conocidos en ambos lados de la comunicación.

El modo de transmisión síncrona permite velocidades de transmisión mayores que la asíncrona ya que es menos

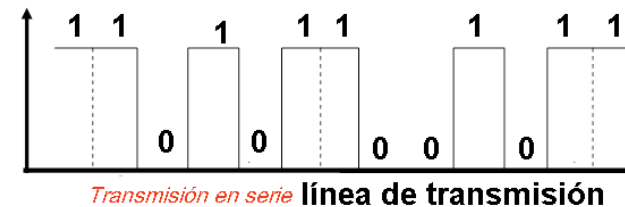


Aspectos físicos

Modos de transmisión

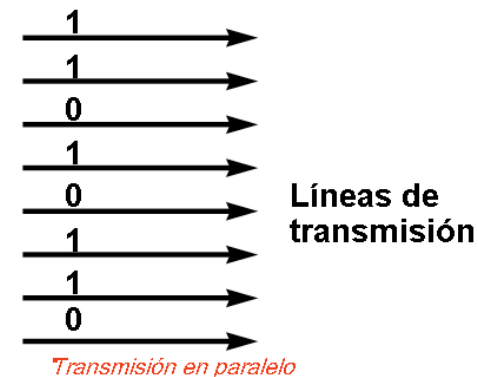
Serie: todas las señales se transmiten por una única línea de datos secuencialmente.

- Ordenador-modem
- Modem-línea telefónica



Paralelo: se transmiten simultáneamente un grupo de bits, uno por cada línea del mismo canal.

- Es N veces más rápida que una serie equivalente.
- Más caro en grandes distancias
- Cableado interno en el ordenador.



Aspectos físicos

Perturbaciones en la transmisión

En una transmisión, la señal recibida puede ser distinta de la emitida por culpa de perturbaciones:

- Atenuación
- Distorsión
- Interferencia
- Ruido
- Diafonía



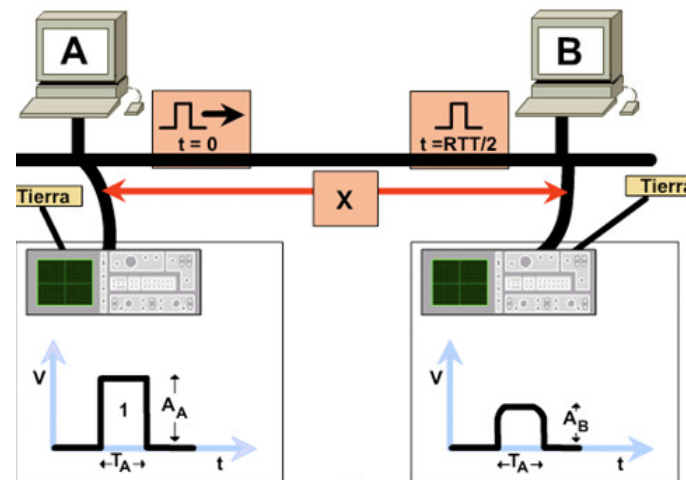
Aspectos físicos

Atenuación

Debilitamiento de la señal.

Debido a la resistencia eléctrica que presenta tanto el canal como los otros elementos que participan en la transmisión.

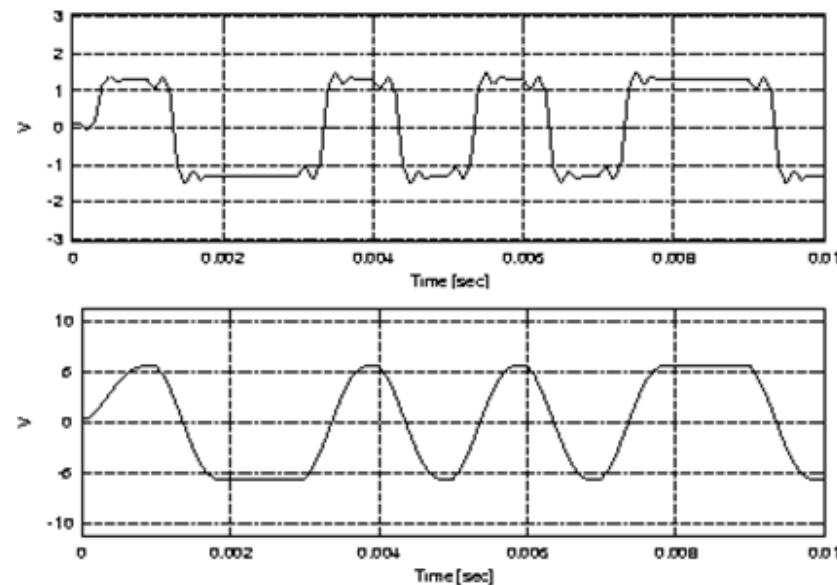
La amplitud disminuye.



Aspectos físicos

Distorsión

Deformación de la señal por el hecho de que la velocidad de propagación de la señal en el medio varía con las características de la señal misma (ejemplo frecuencia).

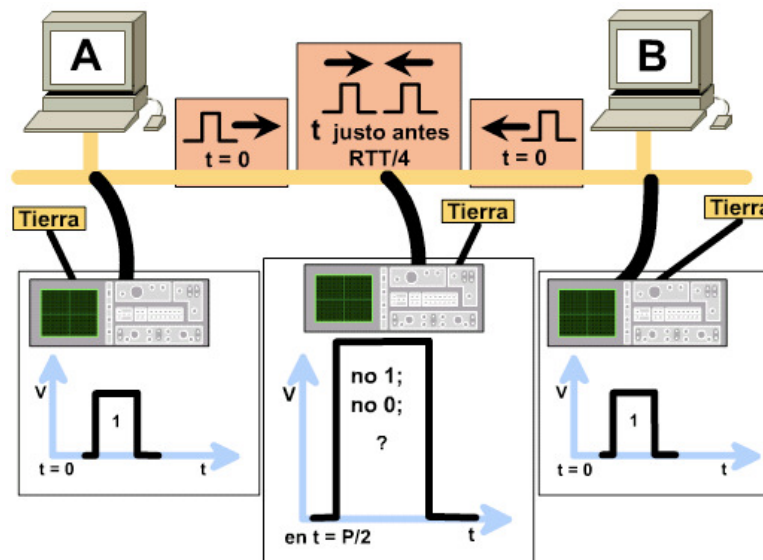


Aspectos físicos

Interferencia

Suma a la señal que se transmite de otra señal conocida y no deseada.

- Ejemplo: cuando la señal de potencia, se acopla a la señal de datos transmitidos.



Aspectos físicos

Ruido

Es la suma de múltiples interferencias, posiblemente de origen desconocido y de naturaleza aleatoria.

Los propios componentes físicos de cualquier canal o dispositivo de transmisión generan ruido eléctrico.

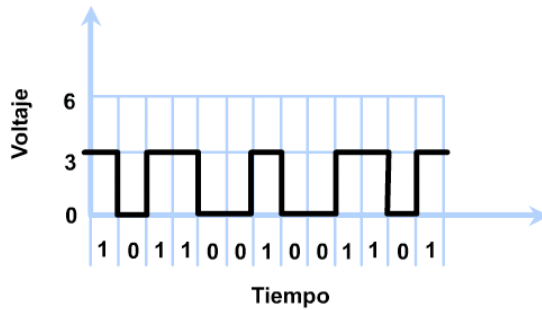
El ruido se puede aislar solo en ciertos casos.



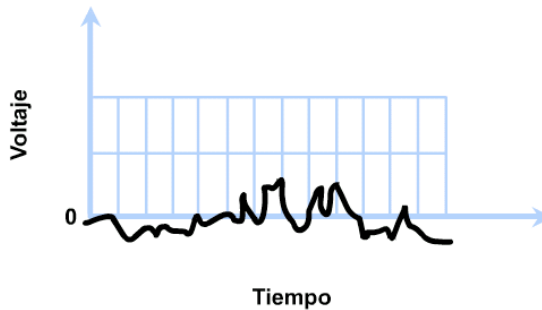
Aspectos físicos

Distorsión

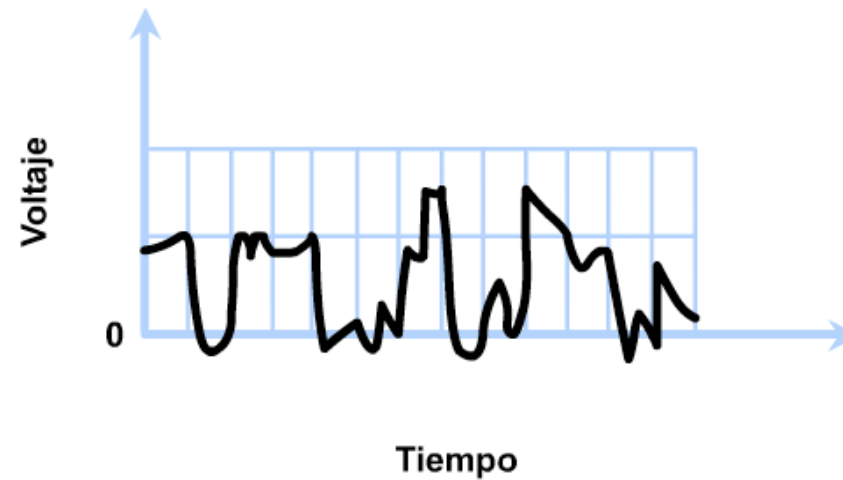
Señal digital



Ruido eléctrico



Señal digital y ruido eléctrico





Aspectos físicos

Diafonía

Entre dos circuitos existe diafonía, denominada en inglés Crosstalk (XT), cuando parte de las señales presentes en uno de ellos, considerado perturbador, aparece en el otro, considerado perturbado.

Diafonía inteligible es aquella en que en el circuito perturbado se "entiende" la señal que se transmite por el circuito perturbador

- Ejemplo: escuchar a otra conversación por teléfono.