

# Aspectos físicos de la transmisión

Álvaro González Sotillo

October 30, 2017

## Contents

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Medio de transmisión</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Estándares</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Señalización</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Codificación de canal</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Multiplexación</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Sincronización</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Paralelo/serie</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>Problemas en la transmisión</b>	<b>11</b>

## 1 Introducción

- La capa física se encarga de la transmisión de bits por el medio o canal de comunicación.
- El nivel de enlace genera grupo de bits (tramas). Los medios físicos transportan señales, que representan los bits.

### 1.1 Elementos

- Elementos de una comunicación:
  - 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.

## 2 Medio de transmisión

### 2.1 Tipos básicos de medios de red:

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

### 2.2 Tipos de señal

- Señal analógica
  - Todos los niveles de señal son importantes
  - En cualquier momento
  - No hay *cuantización*
- Señal digital
  - Sólo unos pocos niveles son válidos
  - En algunos momentos (*muestreo*)
  - Los demás niveles se aproximan a los válidos



Fuente: [wikitecno](#)

### 2.3 Conversión de una señal analógica a digital

- Codificador: transforma de analógico a digital
- Descodificador: transforma de digital a analógico



- **Muestreador:** A mayor número de muestras por segundo (frecuencia de muestreo),
  - Más fiel es la onda digital resultante.
  - Más información se genera por segundo
- **Cuantificador:** A mayor número de bits,
  - mayor precisión
  - más información se genera por segundo



---

## 2.4 Ejemplos analógico/digital

	Canal analógico	Canal digital
Información analógica	Teléfono o televisión (analógicos)	Televisión digital
Información digital	Fax, módem telefónico	ADSL, fibra

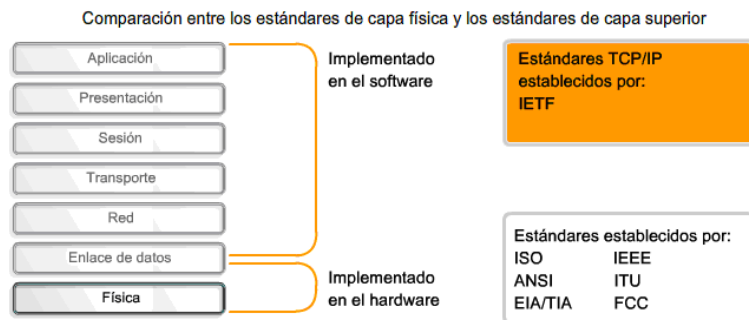
- La señal no es digital, la **información** que lleva sí.
- Consideramos canal digital a uno diseñado originalmente para llevar información digital
  - Siempre se puede cuantizar un canal analógico para convertir en digital

## 3 Estándares

- Un estándar es un acuerdo entre varias partes
- Sirve para garantizar la **interoperabilidad**
  - Cada elemento es sustituible por partes equivalentes de otro proveedor
- Tipos de estándares
  - De *iure*: Acordado entre varias partes
  - De *facto*: Por costumbre o dominancia de algún proveedor

### 3.1 Principales organizaciones estandarizadoras

ISO	Organización Internacional para la Estandarización
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
EIA/TIA	La Asociación de Industrias Electrónicas y la Asociación de las Industrias de las Telecomunicaciones
FCC	Autoridades de las telecomunicaciones nacionales, como la Comisión Federal de Comunicaciones en EE.UU.
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>



## 4 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).

### 4.1 Banda base/Banda ancha

- **Banda base**
  - Se pueden utilizar simplemente voltajes para indicar niveles
  - No se puede multiplexar el medio
  - Se suele utilizar en medios de baja velocidad
- **Banda ancha**
  - El medio se comparte, utilizando diferentes frecuencias (ver multiplexación por frecuencia)
  - Cada frecuencia es un canal independiente

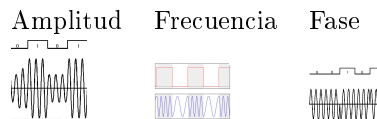
### 4.2 Modulación de señal

- Las señales no se suelen emitir sin más (excepto a veces en banda base)
- Sino que se transmiten como variaciones de una **onda sinusoidal**

$$y(t) = A \times (\omega \times t + \varphi)$$

- $A$ : Amplitud
- $\omega$ : Frecuencia

- $\varphi$ : Fase
- Los bits se representan en el medio al cambiar una o más de las características de la señal
- Amplitud
- Frecuencia
- Fase



### 4.3 Suma de señales

- Se pueden **sumar varias señales**
  - Es la forma de multiplexar varias señales por un medio
- En el lado receptor se pueden separar las señales
  - Si cada señal tiene un rango de frecuencias distinto
  - Utilizando la **Transformada de Fourier**



Señalización – Señales analógicas complejas

### 4.4 Baudios / *bit rate*

- **Baudios**: Número de señales **digitales** enviadas por segundo
  - Cada señal es de un conjunto limitado de posibilidades
- **Bits**: Número de bits enviados por segundo

$$bitrate = baudios * bitsporbaudio$$

### 4.5 Ejercicios

- Determina los baudios y bits por segundo de:
  - El foco morse de un barco de la marina, que se puede encender o apagar cada segundo
  - Un semáforo, que puede cambiar cada 0.5 segundos a uno de sus tres colores
  - Un semáforo, que puede cambiar cada 0.5 segundos a cualquier combinación de sus tres colores
  - Una sinusoidal, que 10 veces por segundo puede
    - \* cambiar de frecuencia tres a frecuencias posibles
    - \* y a la vez, cambiar de amplitud a dos amplitudes posibles

- Cada señal enviada no tiene por que ser **directamente** el dato que se quiere enviar
- El conjunto de señales recibidas pueden ser reinterpretadas
  - Para distinguir el inicio y el fin de la transmisión de los datos reales
  - Para mejorar la detección de errores
  - Para sincronizar los relojes de muestreo entre emisor y receptor
- Para el resto de la explicación se supondrán señales en banda base
  - Aunque nada impide que esto se aplicase a banda ancha

### 5.1 Codificación unipolar

0	0V
1	xV

- Ventajas
  - Simple de entender e implementar
- Desventajas
  - La amplitud media no es 0, por lo que hay un componente de corriente continua apreciable

## 5.2 Código NRZ-L

0	-xV
1	+xV



- Ventajas
  - Ya no hay corriente continua
- Desventajas
  - Si mando muchos 0s o 1s seguidos, puedo perder la sincronización del reloj

### 5.3 Código NRZI

0	La señal no cambia
1	La señal cambia de signo



- Ventajas

- Si mando muchos 1s no pierdo sincronía

- Desventajas

- Pero si mando muchos 0s sí pierdo sincronía

## 5.4 Código RZ

0 -xV seguido de 0V  
1 xV seguido de 0V



- Ventajas

- No pierdo sincronía

- Desventajas

- Necesito 3 niveles posibles en vez de dos (desperdicio bits, *hardware* más complejo)
- La mitad de los baudios se gasta en la sincronía

## 5.5 Código Manchester

0 -xV seguido de xV  
1 xV seguido de -xV



- Ventajas

- Sólo dos niveles de señal

- Desventajas

- Transiciones extra a principio de señal (con muchos 0s o 1s seguidos)

## 5.6 Código Manchester diferencial

0 Se cambia el voltaje al principio  
1 No se cambia el voltaje al principio  
-----  
Pero a mitad de bit siempre se cambia



- Ventajas

- Me ahorro algunas transiciones extra al principio

- Desventajas
  - Pero siguen quedando transiciones extra al principio

## 5.7 Código AMI

0	0V
1	xV o -xV, alternando cada vez



- Desventaja
  - Pérdida de sincronía con muchos 0s

## 5.8 B8ZS

0	0V
1	xV o -xV, alternando cada vez
<hr/>	
00000000	000VB0VB
	V: Violación, un 1 mal enviado
	B: un 1 bien enviado



- Ventajas
  - Sincronización con muchos 0s

## 5.9 4B/5B

- Se agrupan paquetes de 5 bits
- Correspondencia entre cada paquete de 5 bits con
  - Una secuencia de 4 bits
  - Un código de control
  - Algo inválido (ha habido un error)

00000	11111
00001	11110
00010	11101
00011	11100
00100	11011
00101	11010
00110	11001
00111	11000
01000	10111
01001	10110
01010	10101
01011	10100
01100	10011
01101	10010
01110	10001
01111	10000
10000	01111
10001	01110
10010	01101
10011	01100
10100	01011
10101	01010
10110	01001
10111	01000
11000	00111
11001	00110
11010	00101
11011	00100
11100	00011
11101	00010
11110	00001
11111	00000

## 5.10 Ejercicios

Codifica los dígitos 1011100010 en:

- NRZ
- NRZI



- 
- AMI
  - Bipolar con sustitución de 8 ceros
  - Manchester
  - Manchester diferencial.
  - 4B/5B

### 5.11 Velocidad de transferencia

- Cada medios físico admiten la transferencia de información a cierta velocidad.
- 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 (colisiones en el medio si es de acceso compartido, errores de transmisión o sincronía,...)
  - **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.

## 6 Multiplexación

- Uso compartido del medio por los hosts de la red
  - Por frecuencia
  - Por tiempo
  - Por frecuencia y tiempo
- El efecto es conseguir varios *canales* a través de solo un medio de transmisión

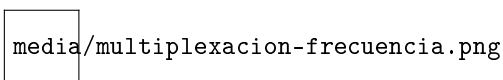
### 6.1 Multiplexación por tiempo

- Se divide el tiempo en ranuras (*slots*)
- Las ranuras se reparten por orden entre los canales
- Si el medio tiene una capacidad  $c$ , cada uno de los  $n$  canales tiene una capacidad de  $c/n$



### 6.2 Multiplexación por frecuencia

- Se divide el rango de frecuencias que el medio soporta
- Se reparte dicho rango entre varios canales (banda ancha)



---

## 6.3 Multiplexación en tiempo y frecuencia

- Se utilizan la multiplexación en tiempo
- En cada canal resultante, se usa la multiplexación en frecuencia



- Nota: se podría seguir multiplexando cada canal por tiempo y por frecuencia

## 7 Sincronización

- Proceso mediante el 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


### 7.1 Transmisión asíncrona

- Las señales que permiten marcar los tiempos están incluidas en el mensaje transmitido.
- 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.
- Está en **desuso**



### 7.2 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 relojes 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 sensible al ruido y obtiene un mejor rendimiento de la línea de datos.
- Es la utilizada en Manchester, Manchester diferencial, RZ

 media/transmision-sincrona.png

---

## 8 Paralelo/serie

- Modo de transmisión serie
  - Una única línea transmite los datos
  - Ejemplos: ADSL, USB 1.0
- Modo de transmisión paralelo
  - La información se envía simultáneamente por varias líneas
  - Más rápido, pero con mayores problemas de sincronía a distancias largas
  - Ejemplos: buses internos del ordenador

## 9 Problemas en la transmisión

- En una transmisión, la señal recibida puede ser distinta de la emitida por culpa de perturbaciones:
- Atenuación
- Distorsión
- Interferencia
- Ruido
- Diafonía

### 9.1 Atenuación

- Debilitamiento de la señal debido a la resistencia eléctrica del canal
- La **amplitud** de la señal disminuye

### 9.2 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).

### 9.3 Interferencia

- Suma a la señal que se transmite de otra señal de origen conocido.
- Ejemplo: cuando la señal de potencia, se acopla a la señal de datos transmitidos.

#### 9.3.1 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.

---

## 9.4 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.