

# Transmisión de datos



Select

Apuntes



## Señales: Analógicas vs Digitales

### Señal Analógica

- Es **continua en el tiempo**.
- Puede ser una **tensión (voltaje)**, **corriente**, o **carga eléctrica** que **varía de forma suave** entre dos valores.
- Un ejemplo común: una señal de voz sin procesar.
- Tiene un **período** **T**, si es periódica (se repite cada cierto tiempo).

### Señal Digital

- Solo toma **dos valores posibles**: **0** o **1**.
- No es continua: **salta de un valor a otro**.
- Se usa en computación y telecomunicaciones para representar información.

## Teorema de Nyquist

Este teorema responde a la pregunta:

¿Con qué frecuencia tengo que tomar muestras de una señal analógica para poder reconstruirla en formato digital?

**Respuesta:**

Hay que tomar muestras al doble de la frecuencia más alta de la señal.

**Fórmula:**

$$FM \geq 2 \times FS$$

- **FM** = Frecuencia de muestreo (cuántas muestras tomamos por segundo).
- **FS** = Frecuencia máxima de la señal original.

**Ejemplo:**

Si la señal de voz humana tiene un máximo de **4kHz**, debemos muestrear a **8kHz**.

## Muestreo y Conversión A/D (Analógico a Digital)

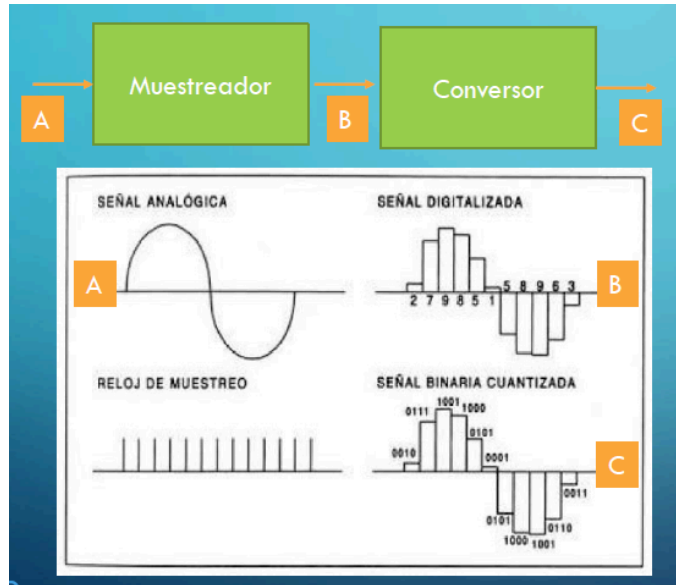
**Proceso:**

## 1. Muestreador (Discretizador):

- Recibe una señal analógica y toma **muestras a intervalos regulares** según FM.
- Esto genera una señal con **valores discretos (puntos finitos)**.

## 2. Conversor A/D:

- Convierte esos valores **numéricos** (por ejemplo: voltajes) a **binario** (0 y 1) usando una **tabla de codificación**.



Resultado final: una señal digital lista para transmitir.

# Jerarquía de Transmisión (SDH y SONET)

## SDH – Synchronous Digital Hierarchy

Estandar internacional. Es un sistema **internacional** para transmitir grandes volúmenes de datos a alta velocidad por fibra óptica. Organiza transmisiones digitales.

## Tramas estándar (STM – Synchronous Transport Module):

Niveles de transmisión definidos dentro de la jerarquía SDH

Nivel	Velocidad aproximada	Data
STM-1	155 Mbps	
STM-4	622 Mbps	Multiplica STM por 4
STM-16	2.5 Gbps	Multiplica STM1 por 16
STM-64	10 Gbps	

Nivel	Velocidad aproximada	Data
STM-256	40 Gbps	

Se usa en redes de telecomunicaciones.

### Cálculo base:

$$\text{STM-1} = 8000 \text{ tramas/seg} \times 270 \text{ columnas} \times 9 \text{ filas} \times 8 \text{ bits} = 155 \text{ Mbps}$$

### ¿Qué se transmite?

- Una **llamada de voz digitalizada** necesita:

$$\rightarrow 8 \text{ kHz} \times 8 \text{ bits} = \mathbf{64 \text{ Kbps}}$$

Entonces:

- 32 canales  $\rightarrow 64 \times 32 = \mathbf{2048 \text{ Kbps} = 2 \text{ Mbps} = \text{trama E1}}$
- 24 canales (en SONET, usado en EE.UU.) = **1.5 Mbps**

## **SONET – Versión estadounidense**

Se usa para la transmisión de datos, especialmente en fibras ópticas.

- T1 / DS1: 1.536 Mbps
- T3 / DS3: 44.736 Mbps
- OC-3: 155.52 Mbps
- OC-12: 622.08 Mbps
- OC-48: 2.488 Gbps

$\rightarrow$  SONET y SDH son **compatibles**, pero con **nombres y jerarquías diferentes**.

## **Detección y Corrección de Errores**

Cuando se transmiten datos, **pueden cambiar algunos bits**. Para evitar problemas, usamos **códigos correctores**.

### Código de Hamming

Un método para **detectar y corregir errores** de 1 bit. Se agregan bits de paridad, para detectar errores.

### Bit de Paridad (ejemplo básico):

Se agrega un **bit extra (paridad)** que depende del resto:

- Si la cantidad de **1** es impar, se agrega un **1** para hacerlo par (paridad par).
- Si llega algo diferente, sabemos que **hubo un error**.

Sirve solo para **detectar** errores de **1 bit**.

### Conceptos clave:

- **Distancia de un código:** cantidad de bits que deben cambiarse para pasar de una palabra a otra.
- Para **detectar errores:** distancia mínima = 2
- Para **corregir errores:** distancia mínima = 3

### Ejemplo: palabra binaria de 4 bits

Queremos proteger 4 bits (A, B, C, D).

Debemos agregar **K bits de paridad** tal que:

$$2^K \geq M + K + 1$$

→ Con  $M = 4$ , la mínima  $K$  que cumple esto es **3**

Los bits de paridad ( $K_1, K_2, K_4$ ) van en posiciones que son potencias de 2.

La **palabra final** será:

$K_1 K_2 M_3 K_4 M_5 M_6 M_7$

( $M_3 = A, M_5 = B, M_6 = C, M_7 = D$ )

### Cómo detecta errores el código de Hamming:

1. Se calculan las **paridades** ( $P_1, P_2, P_4$ ) en destino.
2. Se forma una "palabra de error": ( $P_4, P_2, P_1$ ) en binario → indica la posición del bit con error.

3. Si el número corresponde a una posición **Mi** (datos), se corrige.
4. Si es una posición **Ki**, se **descarta el error**.

PAGINA DE UN COMPAÑERO QUE EXPLICA MUY BIEN  
HAMMING:

<https://www.notion.so/Hamming-2441f4c0ff45806fa973f60dbf2ce30e>

## Multiplexación

### ¿Qué es?

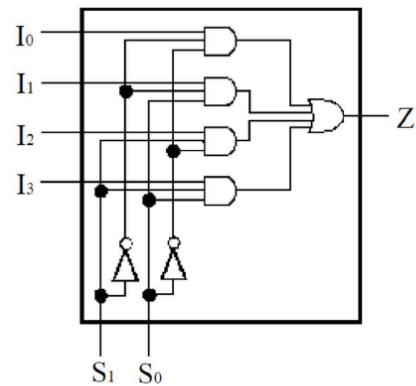
Es una técnica de telecomunicación que permite **transmitir varios datos por un mismo canal**. Optimiza el uso del canal y ayuda a la eficiencia.

### Multiplexor (MUX) →

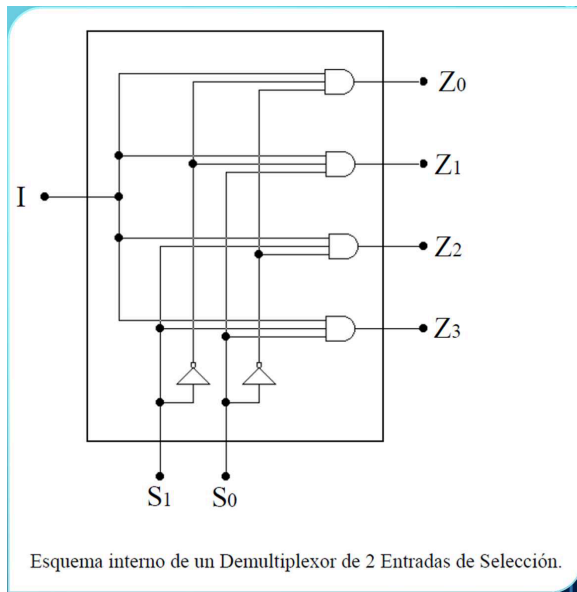
- Es un **circuito digital** con varias entradas de datos, algunas de control, y **una sola salida**.
- Solo una entrada es seleccionada para pasar a la salida, según las señales de control.

Ejemplo: si hay 2 entradas de control → puede haber  $2^2 = 4$  **entradas de datos**.

### Demultiplexor (DEMUX) ↓



Esquema interno de un Multiplexor de 2 entradas de Selección.



- Hace lo **inverso**: una sola entrada de datos, varias salidas.
- Las señales de control **deciden a qué salida enviar el dato**.

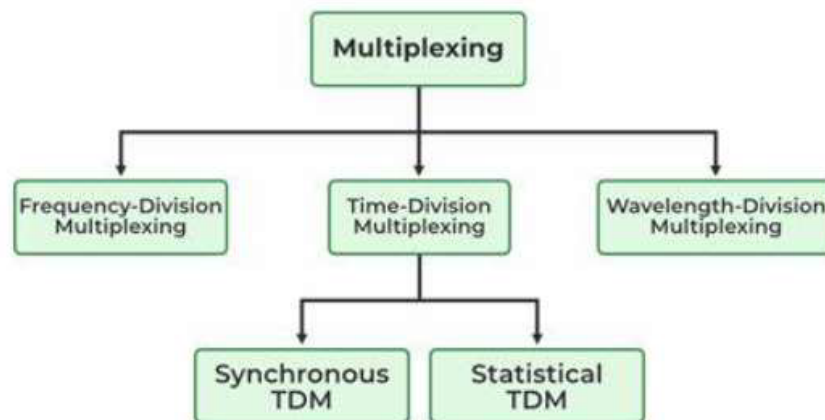
Ejemplo: con 2 controles → 4 salidas posibles.

### Árbol de Demultiplexores

Podemos **construir un DEMUX grande** combinando otros más pequeños.

Ejemplo: usar 4 DEMUX de 4 salidas para crear uno de 16 salidas.

## 12 34 Tipos de Multiplexación



### TDM – Time Division Multiplexing

- Divide el tiempo en **ranuras**.
- Cada usuario transmite **durante su turno**.
- Ejemplo: llamadas digitales en una red.

### FDM – Frequency Division Multiplexing

- Divide el **espectro de frecuencias**.

- Cada usuario usa una **frecuencia diferente**.
- Ejemplo: radio FM, cada emisora tiene una frecuencia propia.

### **WDM – Wavelength Division Multiplexing**

- Se usa en **fibra óptica**.
- Divide la **luz** en colores (longitudes de onda).
- Cada usuario tiene su color → como si fuera una autopista con varios carriles de luz.



## **Glosario para esta clase:**

- **FM:** Frecuencia de muestreo.
- **FS:** Frecuencia máxima de la señal.
- **MUX / DEMUX:** Multiplexor / Demultiplexor.
- **SDH / SONET:** Estándares de transmisión digital.
- **Bit de paridad:** bit extra para detectar errores.
- **Código de Hamming:** técnica para detectar y corregir errores.
- **TDM, FDM, WDM:** técnicas de multiplexación.