



# **IC 323 -Comunicación de Datos**

## **Unidad N°6: Información y Codificación**



# Medición de la Información

- *¿Qué se entiende exactamente como información y cómo se mide?*
- La cantidad de información se intuye como una relación inversa a la probabilidad de ocurrir.
- Matemáticamente se define:

$$I_j = \log_2 \left( \frac{1}{P_j} \right) \text{ [bits]}$$

- Es la información enviada en el  $j$ -ésimo mensaje. Es inversa al logaritmo en base 2 de la probabilidad de ocurrencia del mensaje. Se mide en bits (o binitis)



# Información promedio

- La medida de información promedio de una fuente digital se define como:

$$H = \sum_{j=1}^m P_j I_j = \sum_{j=1}^m P_j \log_2 \left( \frac{1}{P_j} \right) \text{ [bits]}$$

- La información promedio es llamada **entropía**



# Medición de la Información

- Encuentre el contenido de información de un mensaje que consiste en una palabra digital de 12 bits. Asuma que la probabilidad de ocurrencia de cada valor de dígito es igual e independiente de los otros dígitos.

$$P_j = \frac{1}{2^{12}}$$

$$I_j = \log_2 \left( \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^{12}} \right) = \log_2 \left( 2^{12} \right) = 12 \text{ bits}$$



# Medición de la Información

- Si los mensajes no fueran equiprobables, algunos podrían contener más de 12 bits de información y algunos menos. La información promedio sería menor.
- Por ejemplo si la mitad de los 4.048 mensajes posibles tienen una probabilidad de  $10^{-5}$  y la otra mitad de  $4,78 \times 10^{-4}$ ,

$$H = \sum_{j=1}^m P_j I_j = 2024 \cdot 10^{-5} \log_2(10^5) + 2024 \cdot 4,78 \cdot 10^{-4} \log_2(2,092 \cdot 10^3)$$

$$H = 11,14 \text{ [bits]}$$



# Velocidad de Fuente o Información

- La velocidad de fuente está dada por:

$$R = \frac{H}{T} \text{ bits / s}$$

$T$  es el tiempo requerido para enviar un mensaje



# Capacidad de Canal y Sistemas de Comunicación Ideales

- Para verificar si un sistema es ideal o perfecto, pueden utilizarse muchos criterios
- En los sistemas digitales, un sistema óptimo es aquel que minimiza la probabilidad de error de bit a la salida del sistema sujeto a las restricciones de energía transmitida y del ancho de banda del canal



# Capacidad de Canal y Sistemas de Comunicación Ideales

- ¿Es posible un sistema sin error de bit a la salida aún cuando se introduzca ruido en el canal?
- Shannon demostró que para el caso de una señal con ruido blanco gaussiano añadido se puede calcular una capacidad de canal tal que si la velocidad de información es menor, la probabilidad de error tiende a cero:

$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

B es el ancho de banda en Hertz, S/N la relación señal ruido (watts/watts, no dB)

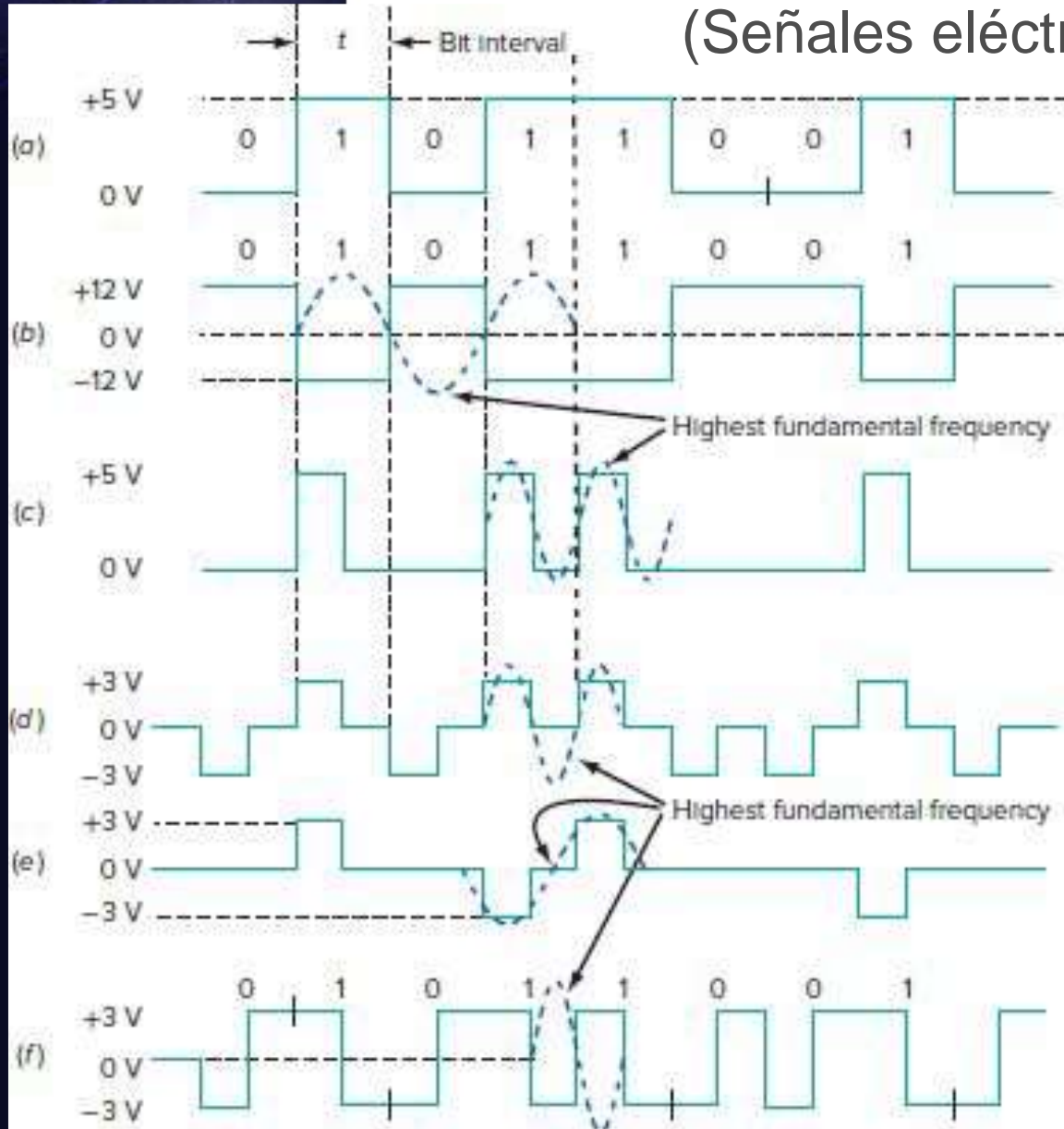
En la práctica es necesaria una codificación para la corrección de errores





# Métodos de Codificación

(Señales eléctricas)



**NRZ Unipolar**

**NRZ Bipolar (RS232)**

Asynchronous low speed transmissions

**RZ Unipolar**

**RZ Bipolar**

easy to derive the clock from the transmitted data (synchronous)

**RZ AMI Bipolar**

alternative mark inversion

**Manchester o bifase**

(usado en redes LANs  
mayor ancho de banda)



# Selección del Métodos de Codificación

- Depende de la aplicación
- Para transmisiones sincrónicas, RZ y Manchester son preferidos porque el reloj es más fácil de recuperar.
- RZ o Manchester bipolar son preferidos para eliminar componentes de corriente continua

(DC no siempre es un problema. En algunas aplicaciones, el valor medio de DC es usado para propósitos de señalización. Por ejemplo, en LAN Ethernet, detecta cuando dos o más estaciones están tratando de transmitir al mismo tiempo usando DC).



# Ejercicios

- 1- Una fuente generadora de mensajes genera uno de cuatro mensajes aleatoriamente cada  $1\mu s$ . Las probabilidades de estos mensajes son: 0,4; 0,3; 0,2 y 0,1. Cada mensaje emitido es independiente de los demás mensajes en la secuencia.
  - 1.a- ¿Cuál es la entropía de la fuente?
  - 1.b- ¿Cuál es la velocidad de la información generada por esta fuente en bps?



# Ejercicios

- 2- Considere una imagen de  $600 \times 600$  px. Cada pixel puede asumir uno de 16 valores distintos de brillo (de blanco a negro, pasando por tonos de gris) con igual probabilidad. Encuentre la cantidad de información contenida en esta imagen.
- 3- Una transmisión de video requiere 24 imágenes del problema anterior, cada segundo. Calcule el ancho de banda requerido si la SNR requerida en el receptor es de al menos 50 dB.



# Codificación para Corrección de Errores

- Si los datos a la salida de un sistema de comunicación digital tienen errores que ocurren con frecuencia, estos pueden reducirse con cualquiera de las siguientes técnicas:
  - **Requisición de repetición automática (ARQ)**
  - **Corrección de errores directa (FEC)**



# Codificación para corrección de errores

- En un sistema **ARQ**, cuando un circuito receptor detecta errores de paridad en un bloque de datos, el receptor envía un requerimiento para que el bloque sea **retransmitido**
- En un sistema **FEC**, los datos están codificados para que el receptor detecte y **corrija errores**

Estos procedimientos se denominan también codificación de canal debido a que se utilizan para corregir errores causados por el ruido en el canal.

Esto es diferente a la codificación de fuente donde el propósito de la codificación es extraer la información esencial de la fuente y codificarla de una forma digital para almacenarla eficientemente o bien transmitirla.



# Codificación para corrección de errores

- La utilización de la técnica **ARQ** o **FEC** depende de la aplicación en particular.
- **ARQ** se usa en los sistemas de comunicación por computadora porque su implementación es relativamente barata y generalmente exige canal duplex tal que la terminal receptora pueda transmitir un acuse de recibido (**ACK**) o una requisición de retransmisión (**NAC**).
- **FEC** se utiliza en canales simplex donde el envío de un indicador no es posible. Es preferible en sistemas con largos retrasos de transmisión.