

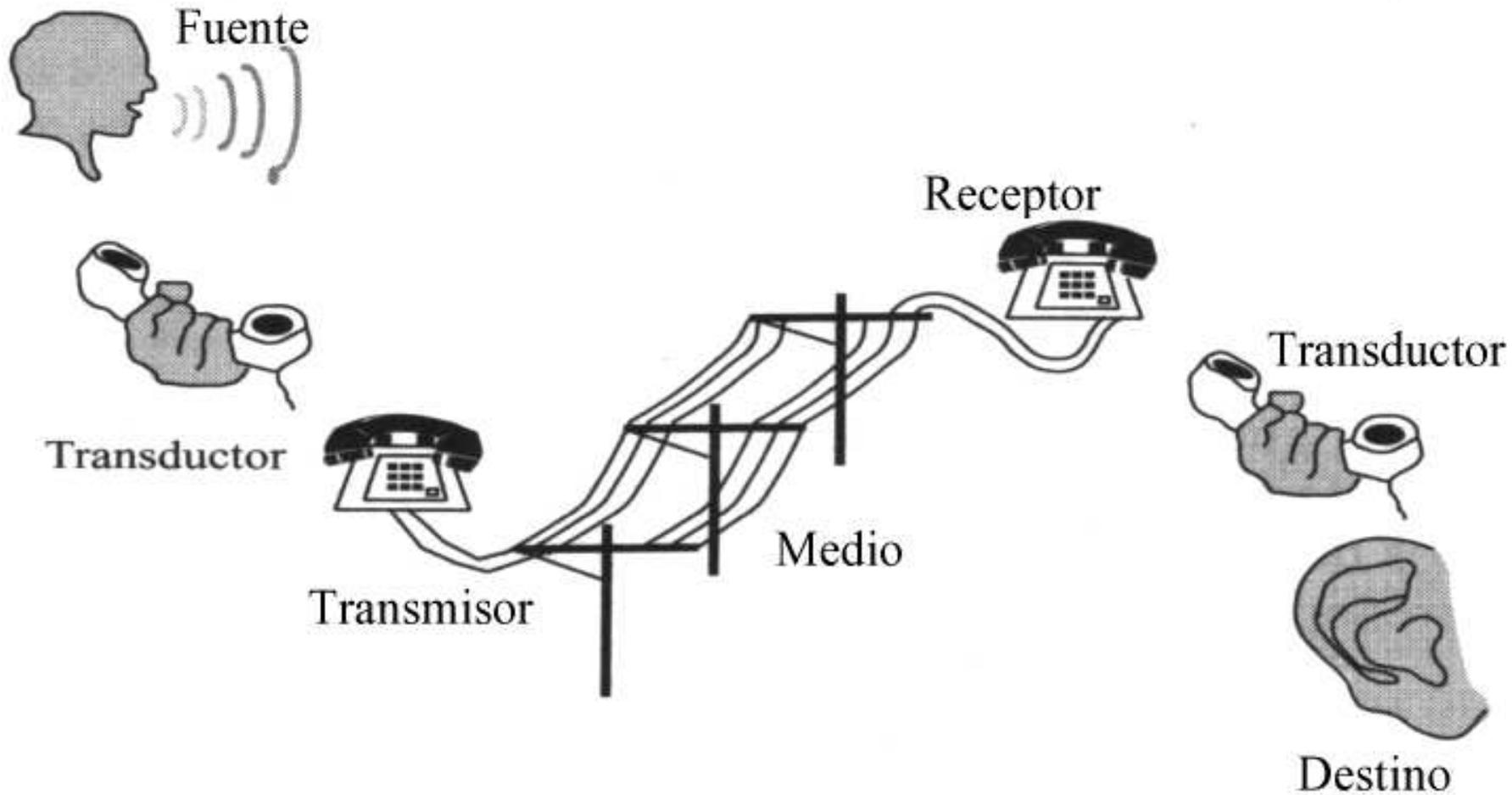
# TELECOMUNICACIONES

- 1835-1844 Samuel F. B. Morse: invención del telégrafo
- 1858 tendido del cable trasatlántico
- 1874 Emile Baudot: invención del telégrafo múltiple (varios mensajes simultáneos por la misma línea)
- 1876 Alexander Graham Bell: invención del teléfono.
- 1895 telégrafo sin hilos de Marconi (precursor) de las transmisiones por radio
- 1920 primera emisora de radio
- 1920 circuito superheterodino de Armstrong (precursor de la radio moderna)
- 1925 inicio de la televisión
- 1941 inicio de la radiodifusión comercial en FM
- 1946 inicio de la TV color
- 1950 primeros sistemas de telefonía por radio
- 1957 lanzamiento del Sputnik ruso
- 1971 aparición de la red ARPANET (Estados Unidos)
- 1972 aparición de la red IBERPAC (España)
- 1977 Primer sistema de fibra óptica para prestar servicios telefónicos
- 1982 inicio de la telefonía móvil en España
- 1995 inicio de la telefonía GSM en España
- 2001 inicio de la telefonía GPRS en España
- ¿¿ 2004 ?? inicio de la telefonía UMTS

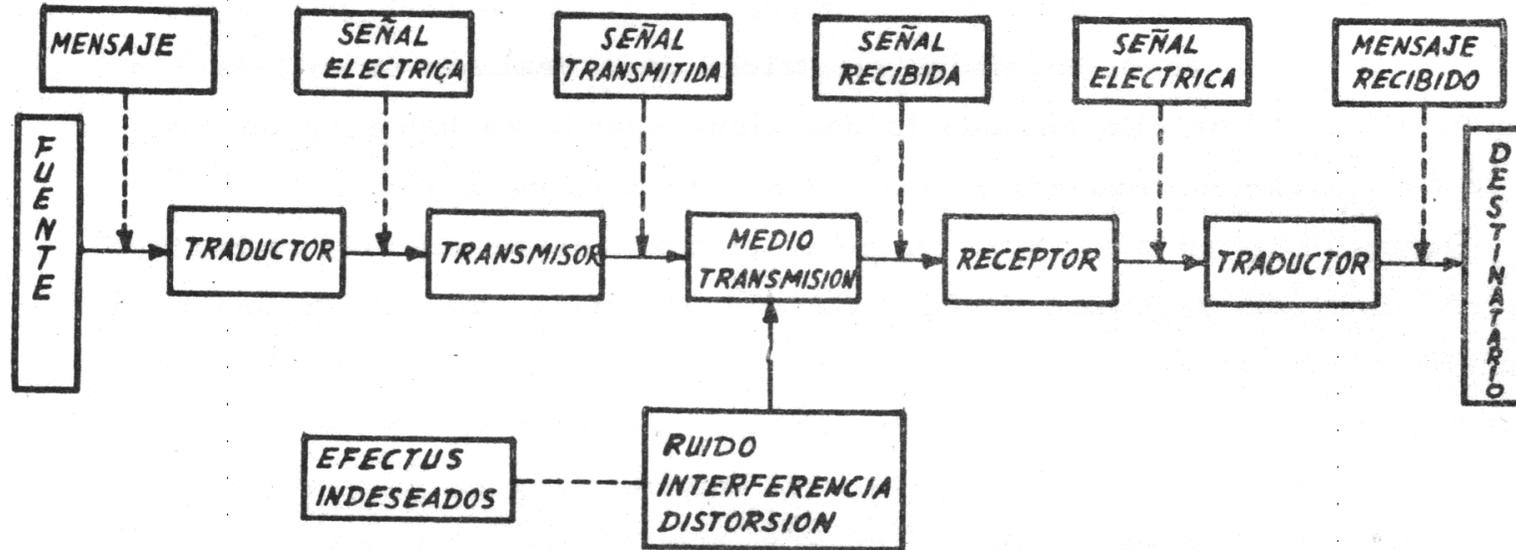
# TELECOMUNICACIONES

- Normalización
  - ♦ ITU (Unión internacional de Telecomunicaciones)
    - CCITT (Comité Consultivo Internacional de Teléfonos y Telégrafos)
    - CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones)
  - ♦ ECMA (Asociación de Fabricantes Europeos de Ordenadores)
  - ♦ ANSI (American National Standards Institute)
  - ♦ EIA (Electronics Industries Association)
  - ♦ ISO (International Standards Organization)
  - ♦ IETF (Internet Engineering Task Force)
  - ♦ CEN (Comité Europeo para Estandarización)
  - ♦ IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica)

# Ejemplo de comunicación

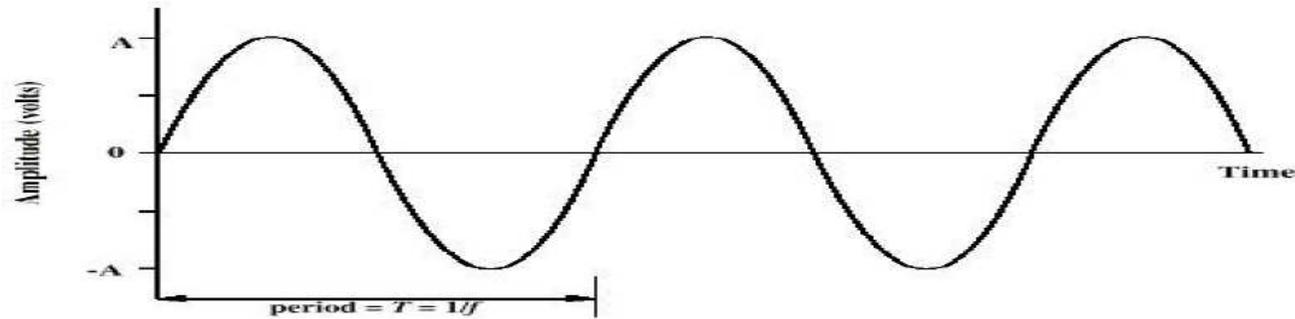


# Concepto de comunicación

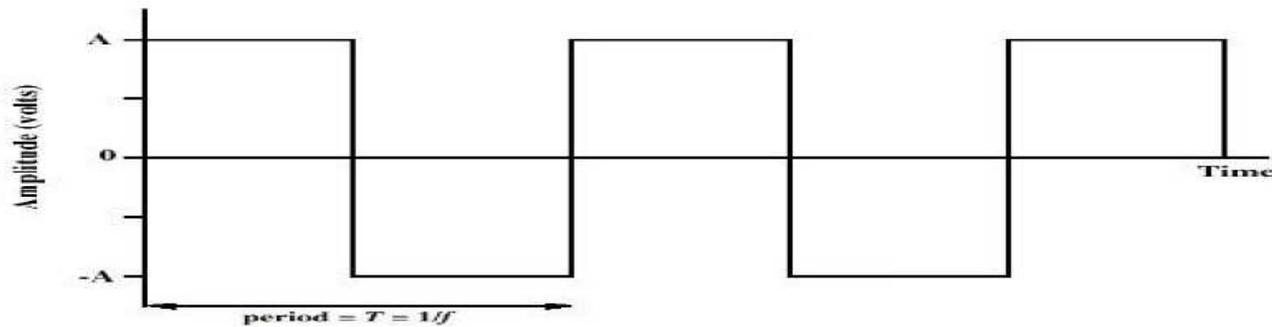


- **Comunicación** = transvase de información entre dos o más entes a través de un medio físico, mediante signos entendibles por todas las partes y siguiendo unos procedimientos establecidos por todas las partes
- Transductores -> conversión entre magnitudes físicas/electricas
- Transmisor -> adaptación de la señal al medio (modulación)
- Medio de transmisión -> transmisión de las señales eléctricas/ópticas
- Canal de comunicación = transmisor + medio + receptor
- Efectos indeseados -> pérdida de información

# Características de las señales



(a) Sine wave



(b) Square wave

- Señal -> variación de una magnitud física (tensión/corriente) en el tiempo
- Señales periódicas:
  - Periodo (T) = tiempo que tarda en completar un ciclo (segundos)
  - Frecuencia (f) = número de ciclos por segundo ->  $f = 1/T$  (Hz = Hertzios)
  - Fase -> posición relativa en el tiempo (grados o radianes)
  - Amplitud (A) -> valor máximo de la magnitud física (voltios, amperios)
  - Potencia (P) -> energía que transmite por unidad de tiempo (W = Watios)

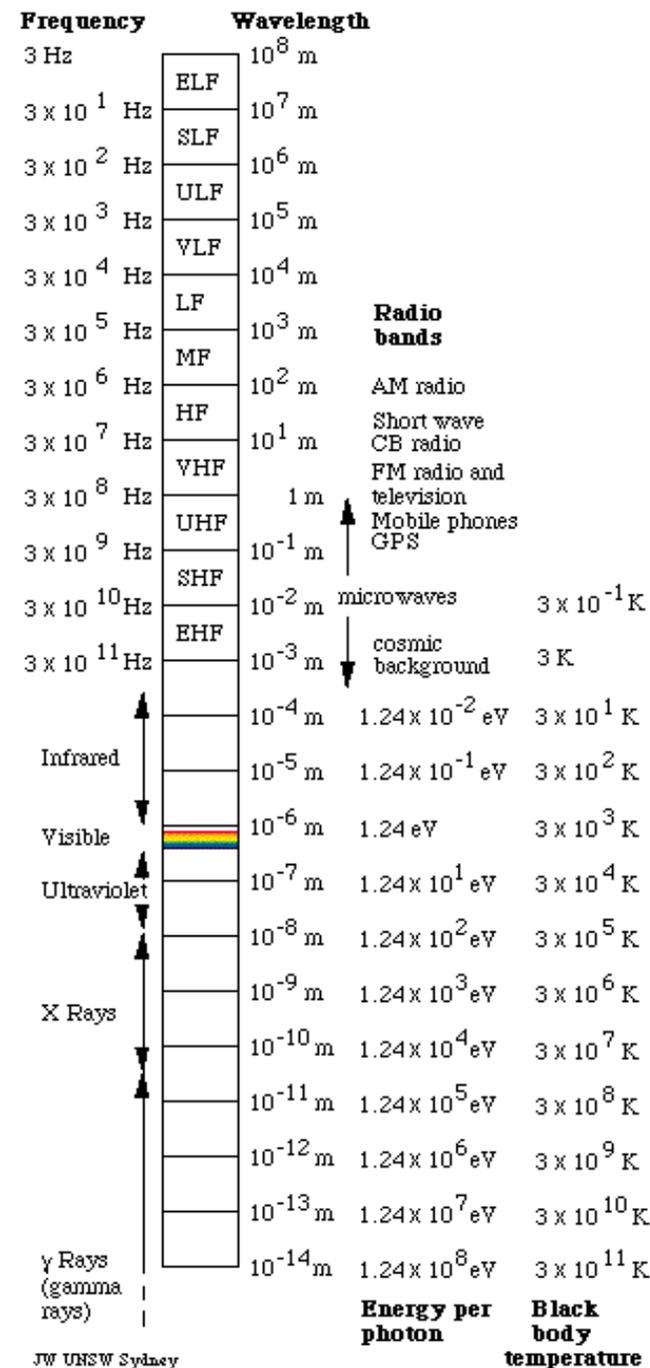
- Ondas -> propagación de la señal en el espacio
  - Velocidad de propagación (v) -> depende del medio
  - Longitud de onda ( $\lambda$ ) -> distancia entre dos puntos “en el mismo estado”  $\lambda = T \cdot v$
- Señales continuas y discretas:
  - Continua -> puede tomar cualquier valor dentro de un rango (p.e.: números decimales: 1, 1,234, 1,566678, 2, 2,33333333 )
  - Discretas -> sólo pueden tomar algunos valores fijados (p.e.: números enteros: 1, 2, 3, 4 ..... )

tiempo\amplitud	Continua	Discreta
Continua	ANALÓGICA	Discreta
Discreta	Muestreada	DIGITAL

- Periodicidad
  - Señal periódica -> se repite en el tiempo
  - Señal aperiódica -> no se repite

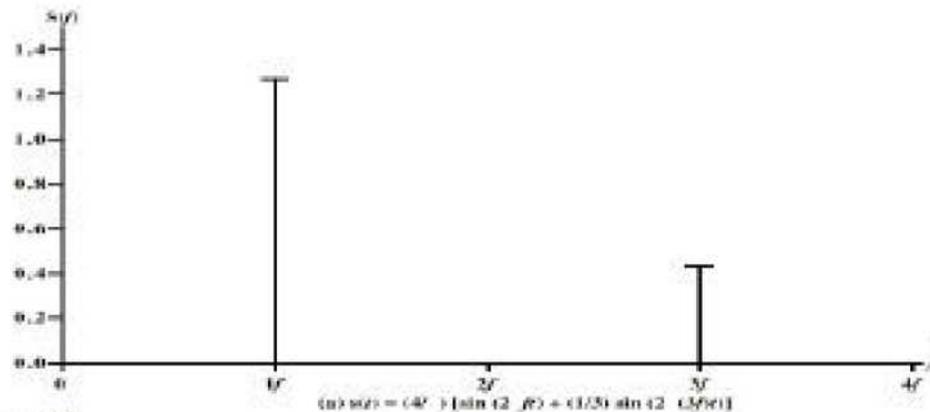
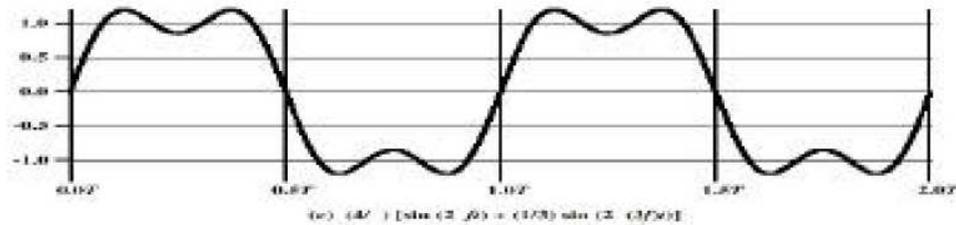
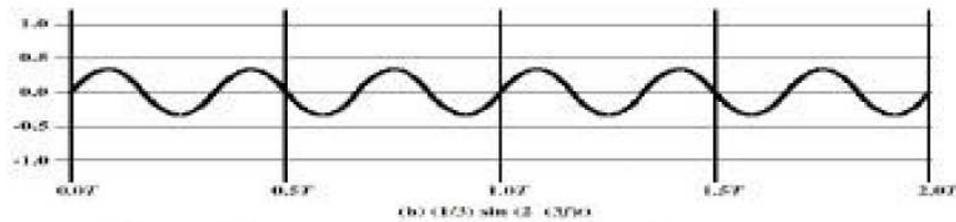
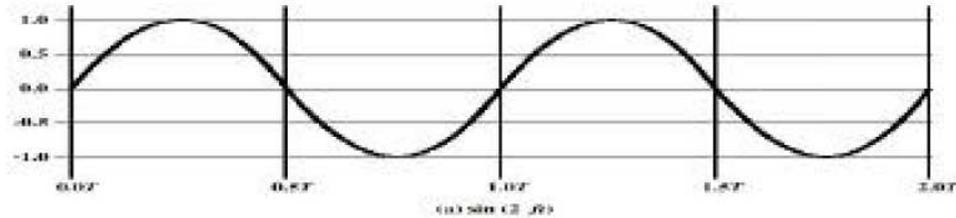
# Señales en la frecuencia

- **30 Hz – 300 Hz. Extremely Low Frequency (ELF)** Radiaciones producidas por redes eléctricas.
- **300 Hz - 3 kHz. Ultra Low Frequency (ULF).** Frecuencias de voz.
- **3 - 30 kHz. Very Low Frequency (VLF).** Capacidad de transporte de información muy pequeña.
- **30 - 300 kHz. Low Frequency (LF).** Ondas kilométricas. Propagación a lo largo del mundo mediante reflexión en la ionosfera y en la tierra.
- **300 kHz - 3 MHz. Medium Wave (MW).** (Ondas hectométricas). Peor reflexión, pero aún así se propagan cientos de Km.
- **3 - 30 MHz. High Frequency (HF) o Short Wave (SW).** Ondas decamétricas. Incluye Banda Ciudadana (CB) y radiocontrol. Mayor capacidad de transporte
- **30 - 300 MHz. Very High Frequency (VHF).** Ondas métricas. Incluye FM y televisión. Antenas típicamente de  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{1}{4}$  de la longitud de onda. Transmisión sólo en línea recta. Gran atenuación por obstáculos
- **300 MHz - 3 GHz. Ultra High Frequency (UHF).** Ondas decimétricas. Televisión y telefonía móvil. Gran capacidad de transporte de información.
- **3 - 30 GHz. Super High Frequency (SHF).** Ondas centimétricas o microondas Comunicación por satélite. Muy alta capacidad de transporte. Altísima atenuación por obstáculos
- **30 - 300 GHz. Extra High Frequency (EHF).** Ondas milimétricas. Poco usada por sus dificultades técnicas.



# Dualidad tiempo-frecuencia

- Señal sinusoidal = tono puro
- Señal compuesta -> formada por muchos tonos (Fourier)
- Espectro de la señal -> frecuencias contenidas en la señal y su amplitud
- Ancho de banda de la señal -> margen de frecuencias del espectro
- Señales con ancho de banda ilimitado -> ancho de banda efectivo = banda que contiene la mayor parte de la energía
- Componente continua (DC) = componente de frecuencia 0



# Parámetros de la comunicación

- Atenuación

$$A(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_E}{P_S}$$

La atenuación es función de la frecuencia

Función de transferencia del canal -> modifica la señal

Ancho de banda del canal -> atenuación menor del 50% en potencia (3dB)

- Distorsión = efecto por el cual el medio se comporta de forma no lineal
  - Amplitud -> se atenúa de distinta forma las distintas componentes
  - Retardo -> retardo distinto para las distintas componentes
- Perturbaciones = señales ajenas al sistema:
  - Ruido
    - › Ruido térmico -> agitación de los electrones
    - › Ruido de intermodulación -> no linealidad => aparición de armónicos que interfieren
    - › Diafonía -> acoplamiento entre líneas que transportan señales
    - › Ruido impulsivo (ráfagas)
  - Interferencias

# Parámetros de la comunicación

- Calidad del canal -> se mide como:

- ♦ tasa de error (errores/bit)

- ♦ relación S/R =  $(S/R)(dB) = 10 \log \frac{P_S}{P_R}$

- Capacidad del canal = velocidad máxima de transmisión

- ♦ Teorema de Nyquist: máxima velocidad de modulación =  $2W$  (baudios)

- ♦ Teorema de Shannon (señales multinivel):

- Amplitud total (señal + ruido) =  $\sqrt{S+R}$

- Separación mínima entre niveles =  $\sqrt{R}$

- Máximo número de niveles posibles (según ruido) =  $\log_2 \sqrt{1+S/R}$

- Capacidad máxima del canal (bps):  $C = W \log_2 (1+S/R)$

- Protocolos de transmisión

- ♦ Protocolo = conjunto de reglas que hacen posible la comunicación

- ♦ El protocolo controla la comunicación transmitiendo información de control junto con los datos

# Representación digital de la información

- Unidades de información

- Información de un suceso a:  $I(a) = \log_x \frac{1}{P(a)}$

- $X = 2 \rightarrow$  Shannon

- $X = e \rightarrow$  NAT

- $X = 10 \rightarrow$  Hartley

- Representación de dígitos binarios  $\rightarrow$  bits

- Si '0' y '1' son equiprobables  $\Rightarrow$  1 bit  $\equiv$  1 Shannon

$$I('0') = \log_2 \frac{1}{0,5} = 1 \text{ Shannon}$$

$$I('1') = \log_2 \frac{1}{0,5} = 1 \text{ Shannon}$$

# Adaptación de impedancias

- Potencia transmitida

$$P_L = |E|^2 \cdot \frac{R_L}{|Z_S + Z_L|^2}$$

Potencia máxima para adaptación de impedancias

- Reflexión de ondas -> coef. de reflexión de potencia

$$R_p = \frac{P_{\text{incidente}}}{P_{\text{reflejada}}} = \left[ \frac{|Z_L - Z_S|}{|Z_L + Z_S|} \right]^2$$

Reflexión nula para adaptación de impedancias