

Sistemas de Comunicaciones

Tema 1: Introducción



Grado en Ingeniería de Sistemas de
Telecomunicación
Departamento de Ingeniería de Comunicaciones
Universidad de Málaga

Curso 2012/2013



OCW UMA

Martos Naya, E; Fernández Plazaola, U.; Cañete Corripio, F.J; Luque Nieto, M.A.
(2012) Sistemas de Comunicaciones. OCW-Universidad de Málaga, <http://ocw.uma.es>
Bajo licencia Creative Commons Attribution-NonComercial-ShareAlike 3.0 Spain



Tema 1: Introducción

sumario

clasificación de señales

información y comunicación

modelo de sistema de comunicaciones

Tema 1: Introducción

objetivos

- repaso de clases de señales
- definición de notación
- generalidades de la comunicación y los sistemas de comunicaciones analógicos y digitales
- descripción básica de los elementos/funciones en un sistema de comunicaciones digitales

Tema 1: Introducción

clasificación de señales

información y comunicación

modelo de sistema de comunicaciones

clasificación de señales

definiciones

discretización temporal

- señales de tiempo continuo: $x(t)$
- señales de tiempo discreto: $x[n]$

discretización de amplitud

- señales de amplitud continua: $x(t)$, $x[n]$ con $x \in \mathbb{R}$
- señales de amplitud discreta: $x(t)$, $x[n]$ con $x \in \mathbb{Z}$ o conj. finito $\in \mathbb{R}$

carácter información

- señales analógicas: $x(t)$ con $x \in \mathbb{R}$
- señales digitales: $x[n]$ con $x \in \mathbb{Z}$ o conj. finito $\in \mathbb{R}$

carácter estadístico

- señales deterministas: $x(t)$, $x[n]$, de valor conocido para todo t, n , modelables como funciones
- señales aleatorias: $X(t)$, $X[n]$, de valor no predecible, modelables estadísticamente

clasificación de señales

interpretación de la frecuencia

señales en tiempo continuo

señales en tiempo discreto

$$2\pi f = \omega$$

$$f' \left(\frac{\text{ciclos}}{\text{muestra}} \right) = \frac{f}{f_m}$$

$$\Omega \left(\frac{\text{rad}}{\text{muestra}} \right) = \omega T_m$$

$$-\infty < f < \infty$$

$$-\infty < \omega < \infty$$

$$f(\text{Hz}) = f' \cdot f_m$$

$$\omega \left(\frac{\text{rad}}{\text{seg}} \right) = \frac{\Omega}{T_m}$$

$$2\pi f' = \Omega$$

$$f_m \left(\frac{\text{muestras}}{\text{seg}} \right)$$

$$T_m \left(\frac{\text{seg}}{\text{muestra}} \right)$$

$$-\frac{1}{2} < f' < \frac{1}{2}$$

$$-\pi < \Omega < \pi$$

$$-\frac{f_m}{2} < f < \frac{f_m}{2}$$

$$-\frac{\pi}{T_m} < \omega < \frac{\pi}{T_m}$$

clasificación de señales

transformaciones de Fourier

señales en tiempo continuo

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j2\pi f t} dt \qquad X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$$

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) \cdot e^{j2\pi f t} df$$

señales en tiempo discreto

$$X(f') = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \cdot e^{-j2\pi f' n} \qquad X(\Omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \cdot e^{-j\Omega n}$$

$$x[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(\Omega) \cdot e^{j\Omega n} d\Omega = \int_{-1/2}^{1/2} X(f') \cdot e^{j2\pi f' n} df'$$

Tema 1: Introducción

clasificación de señales

información y comunicación

modelo de sistema de comunicaciones

información y comunicación

fuentes de información

formato información

- fuentes de información analógica: emiten mensajes/símbolos continuos
- fuentes de información digital: emiten mensajes/símbolos discretos

medida de la información

Sea A = mensaje o símbolo

$A \in E = \{mensaje_1, mensaje_2, \dots, mensaje_N\}$

$$I(A) = \log_n \frac{1}{P(A)}$$

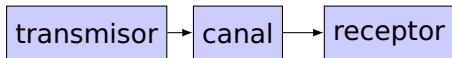
si $n = 2 \Rightarrow I(A)$ (bits/símbolo)

cantidad de información \Leftrightarrow resolución de incertidumbre

información y comunicación

transmisión información

modelo de comunicación



- sistemas de comunicación analógicos (SCA): transmiten información en forma analógica
- sistemas de comunicación digitales (SCD): transmiten información en forma digital

objetivo: transmitir la mayor cantidad de información posible con la mayor exactitud

medidas de la calidad: S/N (SCA) y $BER = P_B$ (SCD)

transmisión de información analógica por SCD

muestreo + cuantificación

información y comunicación

comparación de sistemas

ventajas de los SCD

- multiplexación de información de fuentes de naturaleza diversa
- capacidad de regeneración
- tolerancia a distorsión
- uso de circuitos digitales
- privacidad, encriptación
- compresión y almacenamiento

inconvenientes de los SCD

- necesidad de mayor capacidad de transmisión
- necesidad de mejor sincronización

Tema 1: Introducción

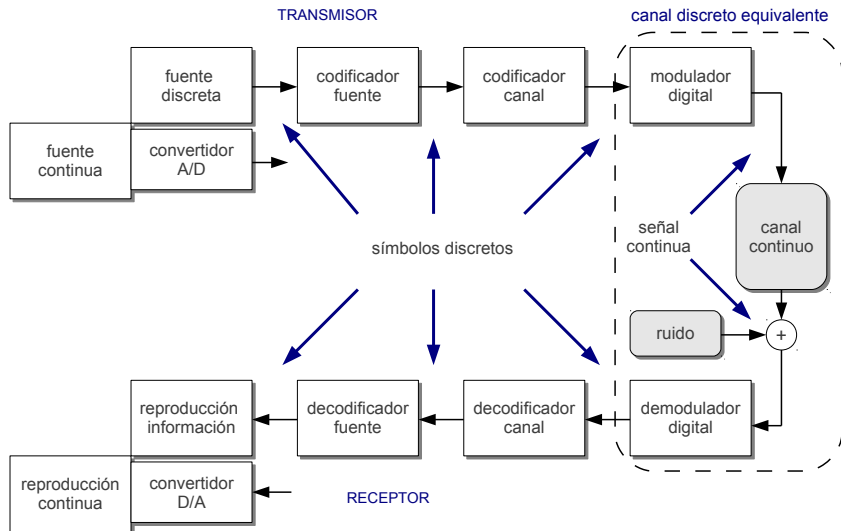
clasificación de señales

información y comunicación

modelo de sistema de comunicaciones

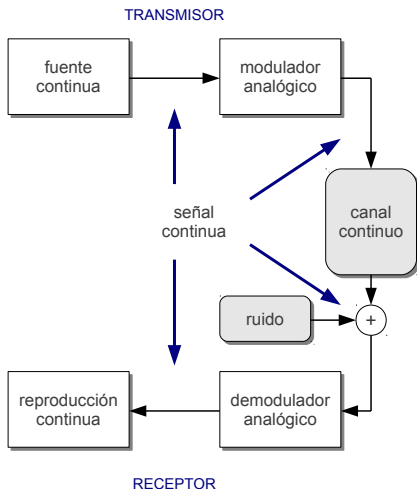
modelo de sistema de comunicaciones

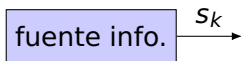
sistema de comunicaciones digitales



modelo de sistema de comunicaciones

sistema de comunicaciones analógicas





modelo de fuente discreta

modelo estadístico, parámetros

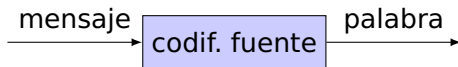
- alfabeto: conjunto de símbolos $s_k \in S = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$
- tasa emisión de símbolos (en símb./seg.)
- estadística de los símbolos: probabilidades de los símbolos y dependencia probabilística de secuencias

cantidad de información: $I(s_k) = \log_2 \frac{1}{p(s_k)}$ (bits/símbolo)

información media: $\sum_{k=1}^{k=N} p(s_k)I(s_k)$ (bits/símbolo) \Rightarrow entropía

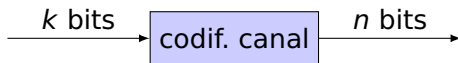
sistema de comunicaciones

elementos 2



modelo de codificador de fuente

- entrada: símbolos (mensajes)
- salida: símbolos (palabras código en binario)
- objetivo: representación eficiente mensajes (compresión información, codificación binaria)
- decodificador de fuente: sincronizado, memoriza secuencias, detecta y convierte símbolos

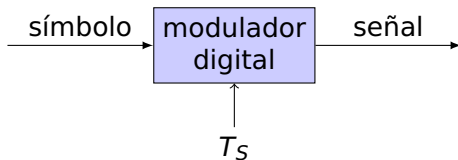


modelo de codificador de canal

- entrada: símbolos en bloques de k bits
- salida: símbolos en bloques de n bits
- objetivo: mejora fiabilidad transmisión
- redundancia: $n - k$ bits
- tasa del código: $r = \frac{k}{n} \leq 1$
- decodificador de canal: sincronizado, memoriza secuencias, detecta y/o corrige errores

sistema de comunicaciones

elementos 4

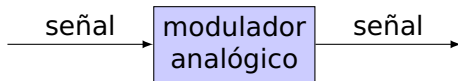


modelo de modulador digital

- entrada: símbolos
- salida: formas de onda
- objetivo: adaptación al medio de transmisión
- conversión: discreto a continuo
- traslación espectral: señal paso bajo o paso banda
- demodulador digital: sincronizado, detecta y decide símbolos

sistema de comunicaciones

elementos 5

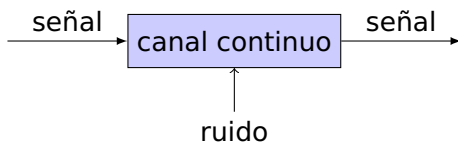


modelo de modulador analógico

- entrada: formas de onda
- salida: formas de onda
- objetivo: adaptación al medio de transmisión
- traslación espectral: señal paso banda (paso bajo menos común)
- demodulador analógico: deshace la traslación espectral

sistema de comunicaciones

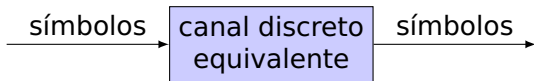
elementos 6



modelo de canal continuo

- entrada y salida: formas de onda
- objetivo: modela el uso del medio de transmisión
- degradación de la señal: perturbaciones y distorsión
- parámetros: atenuación, nivel de ruido, ancho de banda, etc.
- capacidad del canal: cantidad de información que puede transmitirse por el canal

$$C = f\left(\frac{S}{N}, B\right) \text{ (bits/seg)}$$



modelo de canal discreto

- entrada y salida: símbolos (números, bits...)
- objetivo: modela el uso del medio de transmisión y el módem
- parámetros: probabilidad de error
- capacidad del canal: cantidad de información que puede transmitirse cada vez que se usa el canal

$$C = f(P_B) \text{ (bits/tx)}$$