



Teoría de la Comunicación

Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Marcelino Lázaro

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones
Universidad Carlos III de Madrid

Creative Commons License



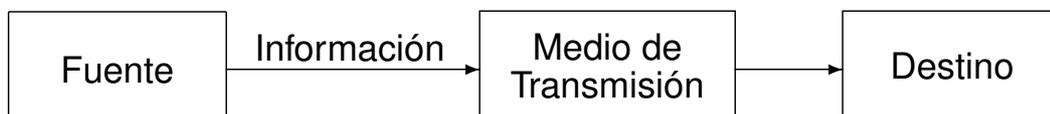
1 / 13

Índice de contenidos

- Definición de un sistema de comunicaciones
- Elementos funcionales básicos de un sistema de comunicaciones
- Sistemas de comunicaciones analógicos y digitales
- Diseño de un sistema de comunicaciones

Definición de un sistema de comunicaciones

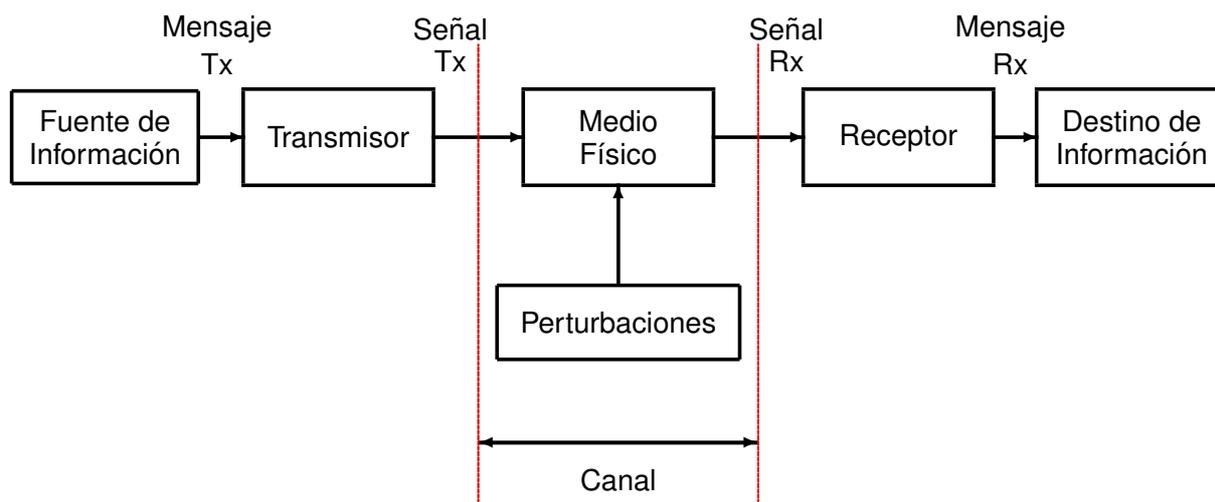
- Finalidad de un sistema de comunicaciones: **transmisión**
- Transmisión: *proceso de **enviar**, transportar, **información** de un punto (fuente) hasta otro punto (destino) a través de un canal o medio de transmisión*



- Representación física de la información para su transmisión
 - ▶ Caso más habitual: señal eléctrica o electromagnética
 - ★ Conversión información / señal eléctrica: Transductor
 - Ejemplo: salida de un micrófono (señal de voz)



Esquema funcional de un sistema de comunicaciones



Fuente de información

- Mensaje: manifestación física de la información
- Clasificación (en función del formato):
 - ▶ Fuente Analógica
 - ★ Mensajes: forma de onda continua
 - ★ Transductor: conversión a señal eléctrica/electromagnética



- ★ Objetivo de la transmisión: *Fidelidad*
- ▶ Fuente Digital
 - ★ Información contenida en un conjunto de símbolos (alfabeto finito)
 - Ejemplo: bits (alfabeto $\{0, 1\}$)
 - Información: 0110001101110010111010010101010...
 - ★ Se envían en tiempo discreto
 - ★ Objetivo de la transmisión: *Probabilidad de error* ↓

Transmisor

- Conversión de la señal de información en una señal eléctrica/electromagnética que será transmitida a través del canal de comunicaciones
- Modulación: conversión de la información en una señal adecuada a las características del canal
 - ▶ Conocimiento relativo del canal
 - ★ En particular, la banda de frecuencias en la que es utilizable
- Estrategias de transmisión
 - ▶ Transmisión en banda base (BB)
 - ★ Transmisión en baja frecuencia, centrada en cero Hz
 - ▶ Transmisión paso banda (PB)
 - ★ Transmisión en torno a una cierta frecuencia $f_c \neq 0$ Hz

Canal

- Medio físico para enviar la información
 - ▶ Cables, fibra óptica, espectro radioeléctrico, ...
- Modelo habitual: sistema lineal e invariante ($h(t)$)

$$r(t) = s(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau)h(t - \tau) d\tau$$

- Canal ideal: retardo y atenuación

$$r(t) = K \times s(t - t_0)$$

término de atenuación $K < 1$ y término de retardo t_0 seg.

- ▶ Respuesta del canal

$$h(t) = K \times \delta(t - t_0) \leftrightarrow H(j\omega) = K \times e^{-j\omega t_0}$$

- Efectos no deseados
 - ▶ Distorsión lineal
 - ▶ Distorsión no lineal
 - ▶ Ruido

Receptor

- Función: convertir la señal recibida en información
- Objetivo: recuperar la información transmitida con un objetivo de calidad
 - ▶ Sistemas analógicos: señal recibida lo suficientemente *parecida* a la señal recibida (fidelidad)
 - ★ Cuantificación: relación señal a ruido (S/N)
 - ▶ Sistemas digitales: recibir un número limitado de bits erróneos
 - ★ Cuantificación: probabilidad de error de bit (BER)
- Tareas a realizar
 - ▶ Demodulación: proceso inverso al de la modulación
 - ▶ Rechazar en lo posible todas las perturbaciones
 - ▶ Deshacer las distorsiones del canal
 - ★ Más sencillo en sistemas digitales

Sistemas de comunicaciones analógicos y digitales

● Sistema de comunicaciones analógico

- ▶ Diseñado para enviar como información una forma de onda continua



● Sistema de comunicaciones digital

- ▶ Diseñado para enviar como información una secuencia de símbolos pertenecientes a un alfabeto finito (M posibles valores para cada símbolo)
 - ★ Ejemplo más común: Bits ($M = 2$): $\{0, 1\}$
- Información: 0110001101110011010101110010011010...
- ▶ Transmisión a una velocidad (tasa de símbolo) dada: R_s símbolos/s
 - ★ Se transmite un símbolo cada $T = \frac{1}{R_s}$ segundos
- ▶ Los símbolos han de convertirse en señales eléctricas para su transmisión
 - ★ Cada símbolo se asocia a una forma de onda
 - ★ Caso más simple: formas de onda de $T = \frac{1}{R_s}$ segundos

● Preponderancia de los sistemas de comunicaciones digitales

Diseño de un sistema de comunicaciones

● Factores a tener en cuenta en el diseño

- ▶ Calidad requerida
 - ★ Sist. analógicos: fidelidad \rightarrow relación señal a ruido (S/N)
 - ★ Sist. digitales: tasa de errores (BER)
- ▶ Consumo de recursos
 - ★ Ancho de banda
 - ★ Energía/Potencia
 - ★ Limitación en estos recursos
 - Limitaciones físicas
 - Limitaciones administrativas
 - Limitaciones económicas
- ▶ Coste
- ▶ Tecnologías existentes

● Objetivo del diseño

- ▶ Proporcionar la calidad requerida con las restricciones en los recursos disponibles con el menor coste posible (en ocasiones limitado) haciendo uso de las tecnologías disponibles

Análisis de sistemas de comunicaciones

- Los sistemas de comunicaciones transmiten información
 - ▶ Conversión de información en una señal adecuada
 - ▶ Transmisión de esta señal a través de un cierto medio (canal)
 - ▶ Procesado de la señal recibida para extraer la información
- Tareas del transmisor y receptor
 - ▶ Generar y procesar señales
- Análisis de un sistema de comunicaciones
 - ▶ Caracterización de las señales
 - ▶ Modelo para el procesado o transformación de señales

Señales

- Definición: funciones con las que se representan variaciones de una magnitud física a lo largo del tiempo
- Clasificación según la naturaleza de la variable independiente
 - ▶ En tiempo continuo: $x(t)$
 - ▶ En tiempo discreto: $x[n]$
- Clasificación según la naturaleza de la señal
 - ▶ Determinista
 - ★ Conocida completamente en cualquier instante de tiempo
 - ★ Señalización, códigos de encriptación o codificación
 - ▶ Aleatoria
 - ★ Desconocida en cualquier instante de tiempo
 - ★ Conocimiento estadístico
 - ★ Ejemplos: Señales de información, ruido e interferencias
- Sistemas: transforman señales

Caracterización de señales y sistemas - Programa del Grado

● Señales deterministas

▶ Dominio del tiempo: **Sistemas y circuitos**

- ★ Valor medio
- ★ Energía/Potencia
 - Señal de energía: $E_x < \infty$ ($P_x = 0$)
 - Señal de potencia: $0 < P_x < \infty$ ($E_x = \infty$)
- ★ Valor eficaz: valor de continua con la misma potencia
- ★ Operaciones básicas (desplazamiento, escalado,...)
- ★ Señales básicas
- ★ Sistemas lineales e invariantes: convolución

▶ Dominio de la frecuencia : **Sistemas lineales**

- ★ Señales periódicas ($T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$): Desarrollo en Serie de Fourier
- ★ Señales aperiódicas: Transformada de Fourier
- ★ Sistemas lineales en el dominio transformado

● Señales aleatorias

▶ **Estadística**

- ★ Variables aleatorias y procesos aleatorios (dominio temporal)

▶ **Teoría de la Comunicación**