

# MODELOS DE COMUNICACION

---

**EL4005 - PRINCIPIOS DE COMUNICACIONES**

clase no. 2 | 14 de octubre de 2011

elementos básicos de un

# sistema de comunicación

# problema central

---

el problema central de comunicaciones es:

“reproducir en un lugar dado un mensaje seleccionado otro, en forma exacta o lo más parecido posible.”

# función

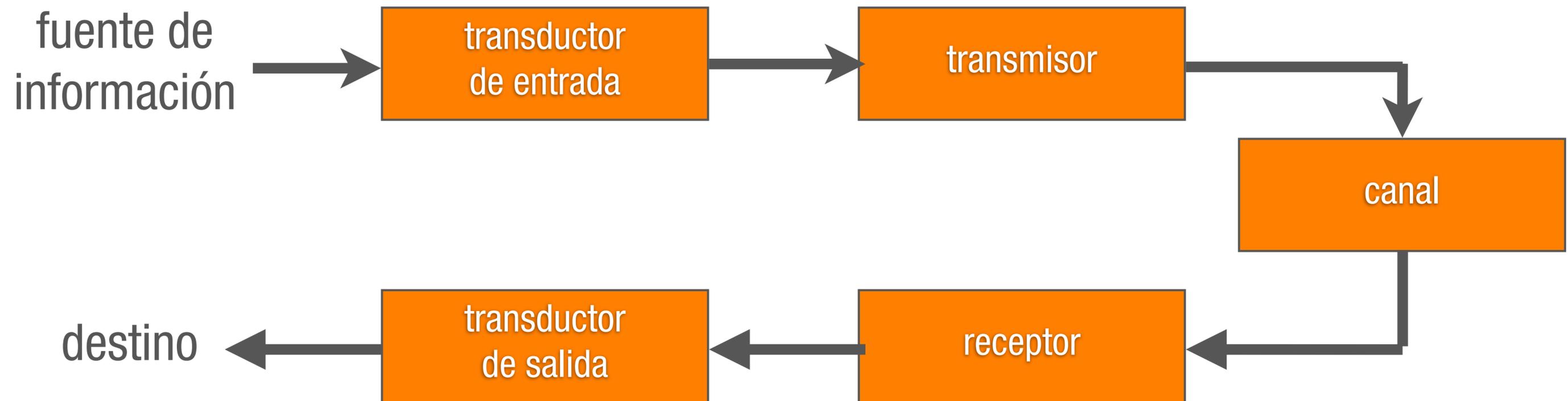
---

Los **sistemas de comunicación** están diseñados para enviar mensajes de información desde una fuente generadora de mensajes a uno o más destinos.

# componentes

# 3

elementos: transmisor (Tx), canal, receptor (Rx)



# transmisor (tx)

---

Convierte la señal eléctrica a un formato apropiado para su transmisión sobre el medio.

Ej.: Radio y TV: traducción de la señal de información a un rango de frecuencias compatible con el asignado.

Este proceso se conoce como **Modulación**, en donde se **imprime** la señal de información en una la **amplitud** de una señal **portadora** (AM), su **frecuencia** (FM) o su **fase** (PM).

# transmisor (tx)

---

Elección del tipo de modulación depende entre otras cosas:

1. **Ancho de banda** disponible
2. Tipo de **ruido** y/o **interferencia** en el medio de Tx
3. Dispositivos electrónicos disponibles para amplificación

# transmisor (tx)

---

## Otros funciones del transmisor:

1. **filtrado** de señal
2. **amplificación** de señal
3. **radiación** de la señal (antena)

# canal

---

medio físico utilizado para enviar la señal desde el Tx al Rx.

habitualmente **modifica** en forma **aleatoria** la señal transmitida

# efectos introducidos por el canal

---

ruido aditivo de origen térmico  
ruido no aditivo de tipo dispersivo

## FENOMENO ALEATORIO

se requiere de modelos matemáticos para estudiar este efecto

# receptor (tx)

---

Su función principal es la de recuperar el **mensaje** contenido en la señal recibida.

Ej.: **Modulación** de portadora :: **demodulación** de portadora (extracción del mensaje contenido en la portadora sinusoidal).

Demodulación es llevada a cabo en presencia de ruido aditivo y/o otras distorsiones.

# receptor (tx)

---

Mensaje demodulado corresponde a versión **degradada** del mensaje original.

Fidelidad es una función del tipo de modulación empleada, potencia del ruido, etc.

Otras tareas desarrolladas por el Rx son: Filtrado, supresión de ruido, etc.

sistemas de comunicaciones  
**digitales**

# comunicaciones digitales

---

Fuentes analógicas, señales analógicas y sistemas de comunicación analógicos:

# especialización tecnológica

# comunicaciones digitales

---

La filosofía de diseño de un sistema analógico se centra en las **propiedades de la fuente de información**; ello genera especialización de sistemas de comunicación en lugar de integración.

La filosofía de diseño de un sistema digital de comunicación se basa en las **propiedades del canal**.

# principios de diseño

---

1

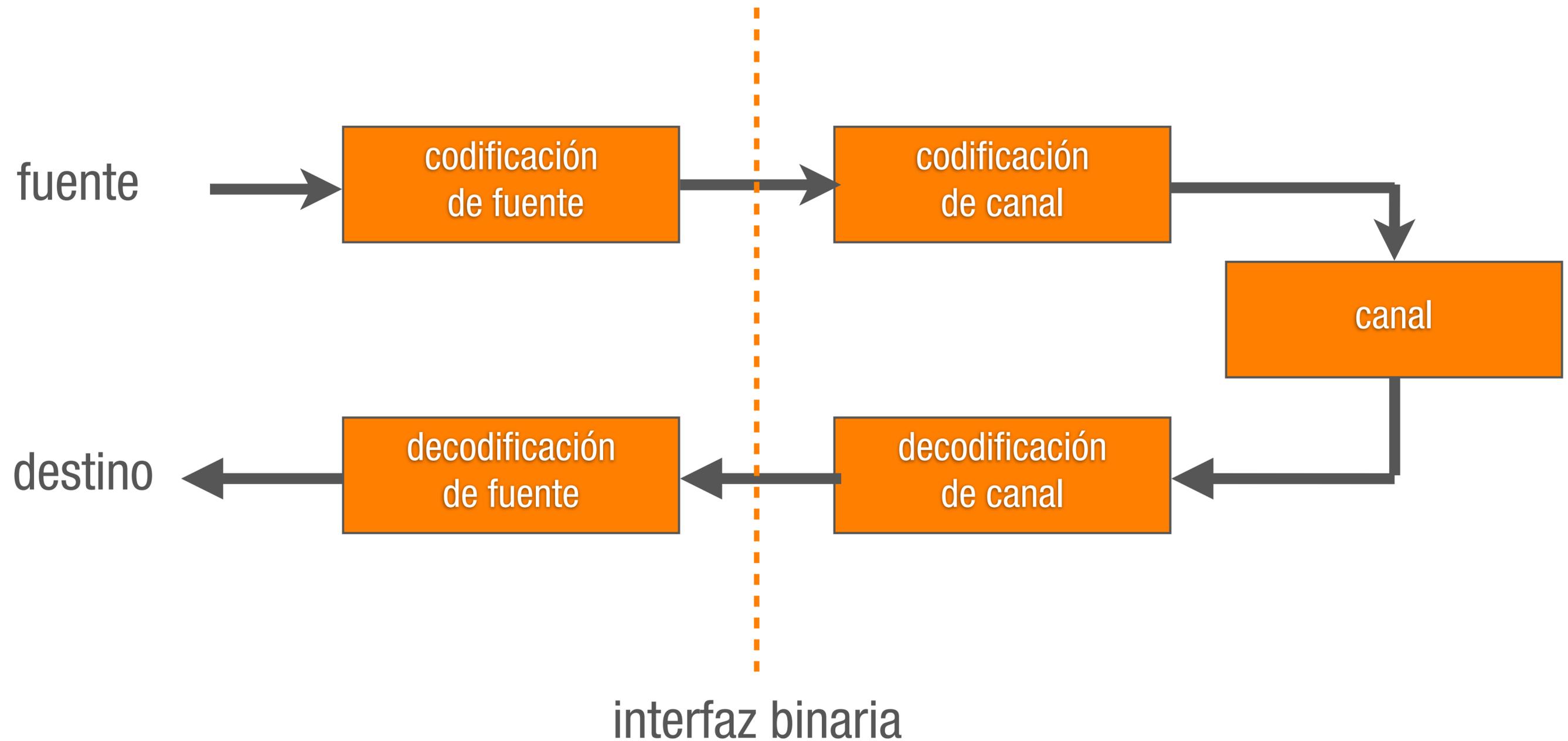
Todas las fuentes de comunicación pueden ser representadas por secuencias binarias.

2

Todo diseño de un sistema de comunicaciones debe incluir al menos dos partes:

- conversión de la fuente a una secuencia binaria
- adaptación de símbolos binarios a formas de onda apropiada para el canal

# sistema de coms. digitales



# por qué existe la interfaz binaria?

---

- >> Hardware digital es barato, confiable y pequeño.
- >> Estandarización de la interfaz binaria simplifica implementación y mejora la comprensión.

## Teorema de Separación de Fuente/Canal (Shannon)

Si una fuente puede ser transmitida sobre un canal de alguna forma, entonces puede ser transmitido utilizando una interfaz binaria entre la fuente y el canal.

# estándar de interfaces y capas

---

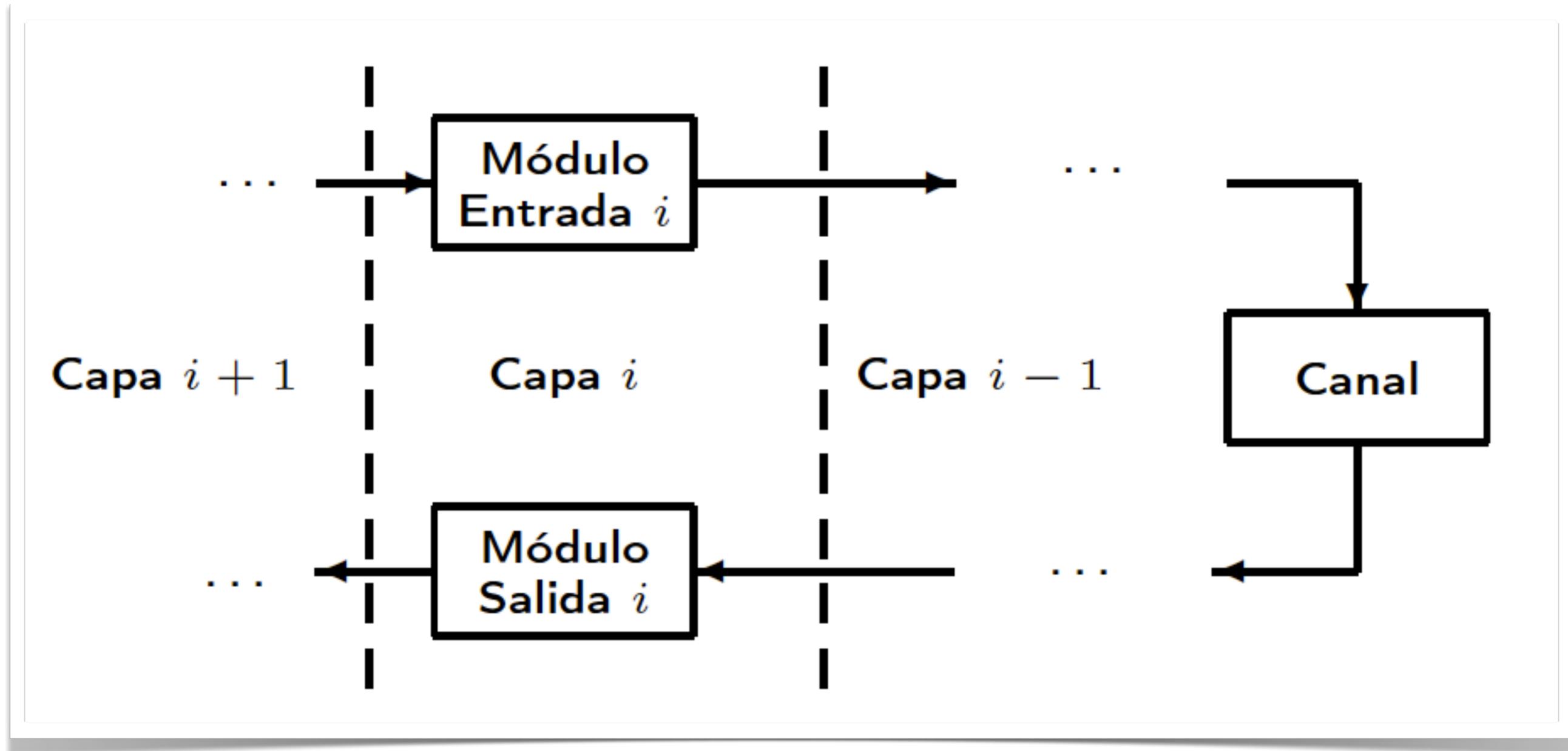
## Regla Básica de Diseño:

Un sistema de comunicaciones debe estar basado en principios simples y comunes que permitan entenderlos, manejarlos y mantenerlos.

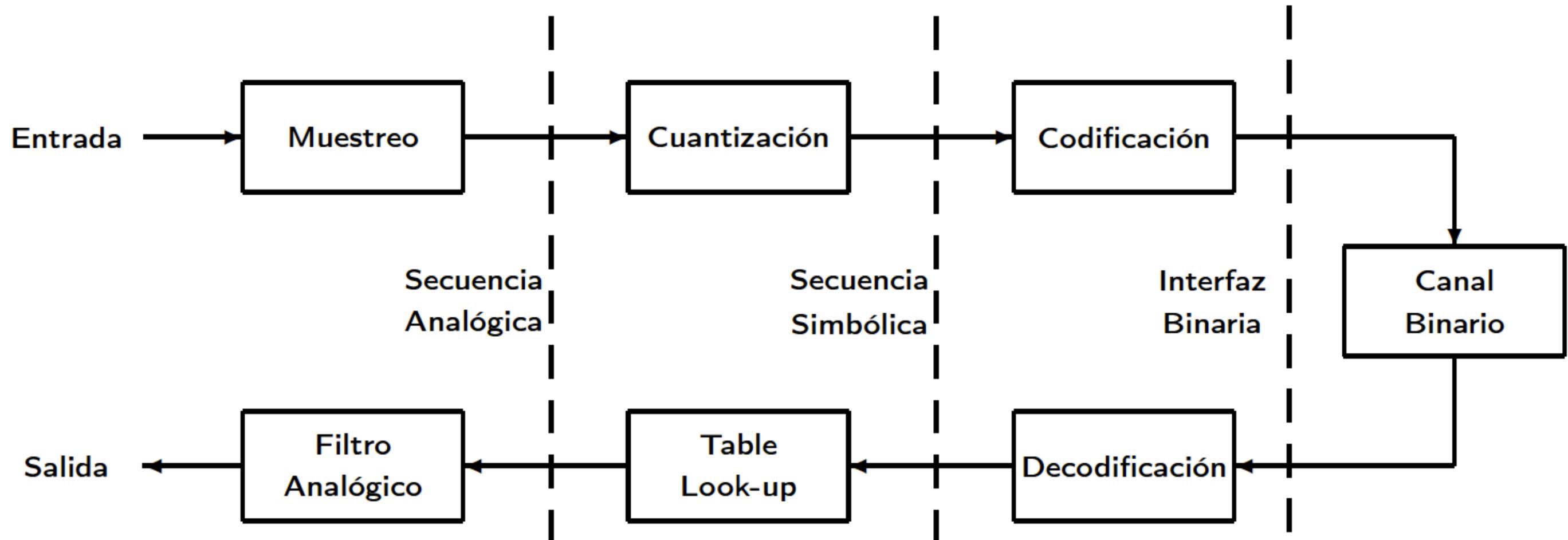
Principio 1: **Estandarización** de interfaces

Principio 2: **Agrupación de funcionalidades** en capas

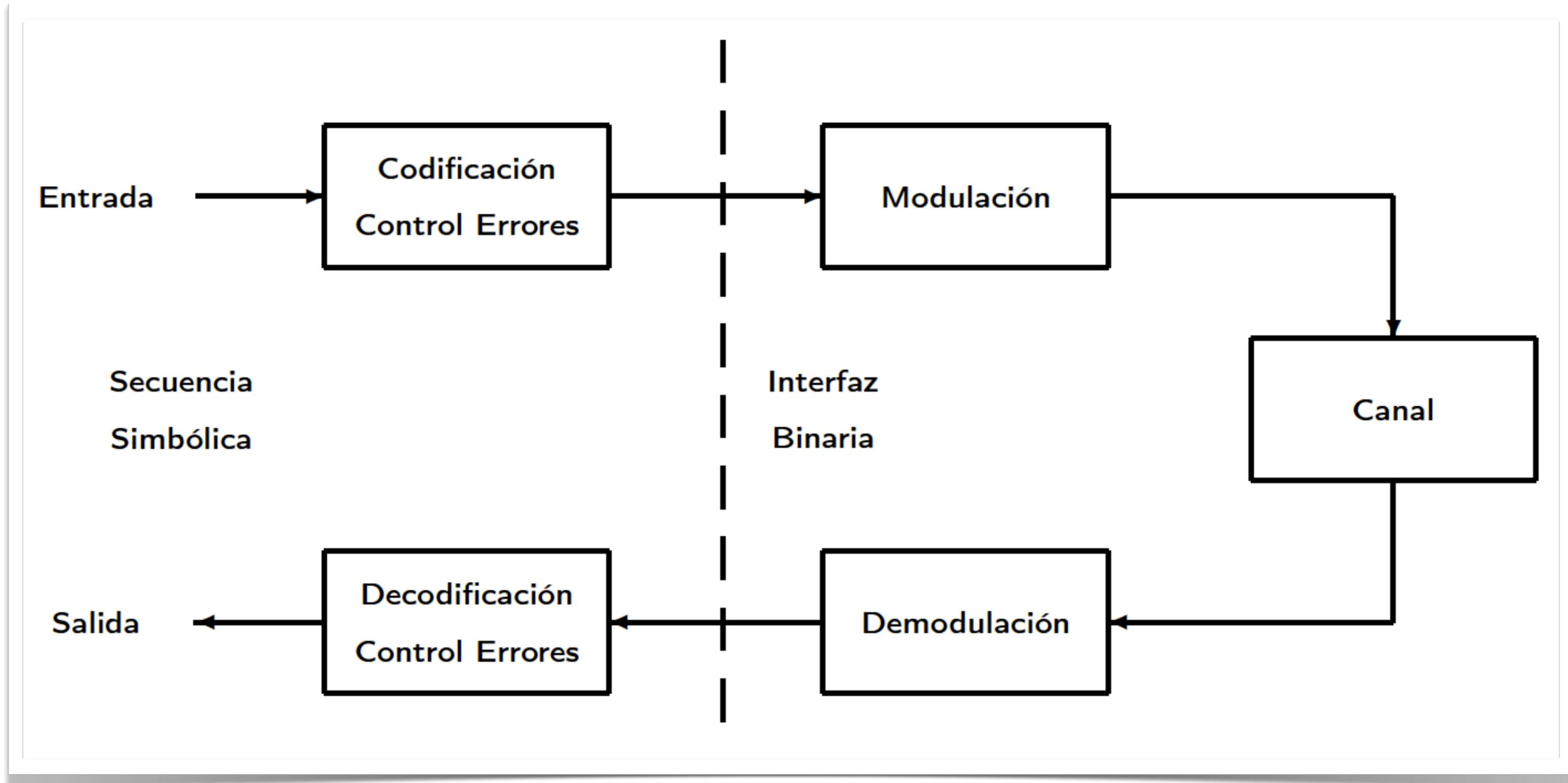
# estándar de interfaces y capas



# ejemplos: codificación de fuente



# ejemplos: codificación de canal



modelos matemáticos de

**canales de comunicación**

# importancia de modelos

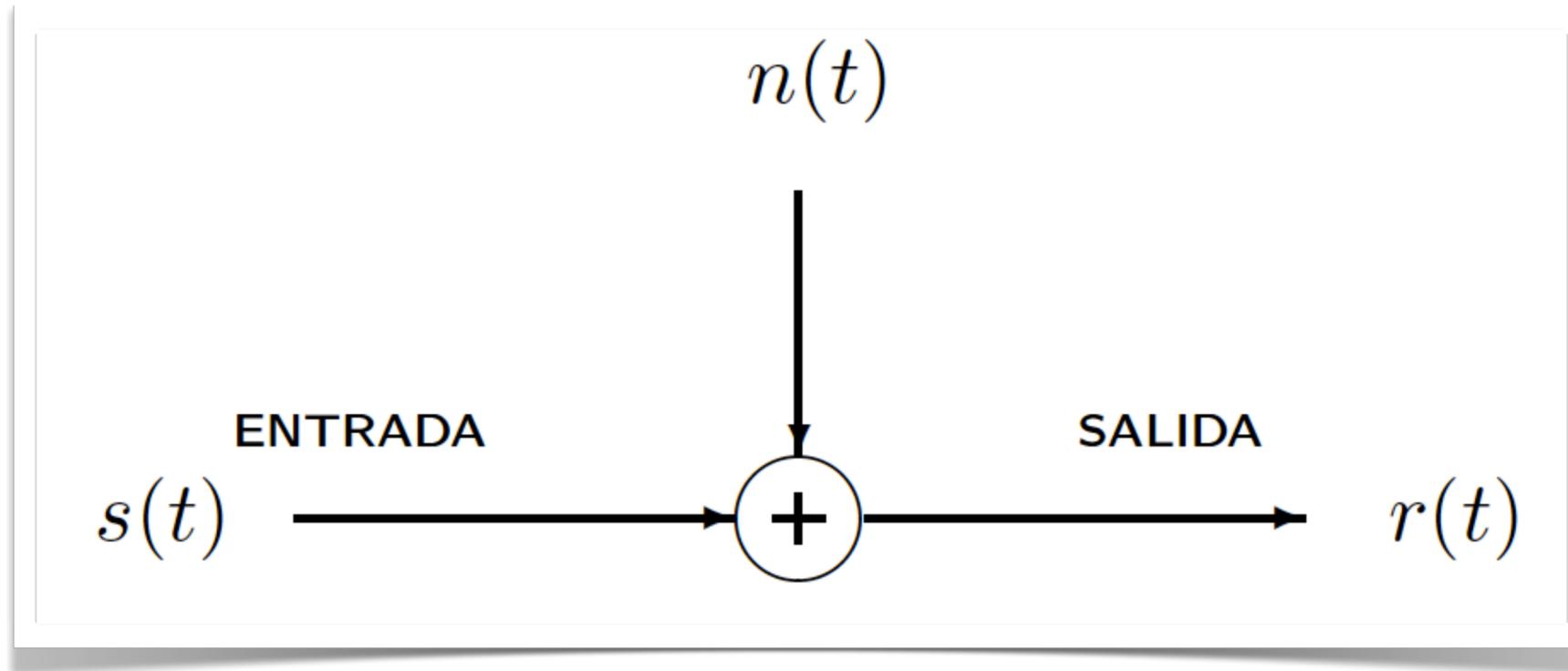
---

Modelos resumen las características más sobresalientes e importantes de un medio de transmisión.

**Facilitan el diseño** de codificadores de canal y moduladores en el extremo Tx, así como también el de demoduladores y decodificadores de canal en el extremo Rx.

En general, permiten un mejor diseño, análisis y evaluación de sistemas de comunicación.

# canal de ruido aditivo



donde

>>  $s(t)$  : forma de onda de la entrada (de potencia limitada  $P$ )

>>  $r(t)$  : forma de onda de salida

>>  $n(t)$  : forma de onda de ruido (de potencia  $N_0$ , independiente de la señal de entrada)

# canal de ruido aditivo

---

el ruido aditivo puede ser modelado como un proceso estocástico independiente de la señal de entrada:

$$r(t) = s(t) + n(t), \quad t > t_0$$

generalmente el origen del ruido es térmico, y se origina en la entrada del receptor.

este ruido es modelado muchas veces como un **proceso blanco y Gaussiano**, lo que da nombre al canal (AWGN).

# canal de ruido aditivo

---

es un buen modelo para canales de ancho de banda ilimitado (deep-space communication channel)

VARIANTE: incluir atenuación “a” en la señal de entrada

$$r(t) = as(t) + n(t), t > t_0$$

# canal con memoria

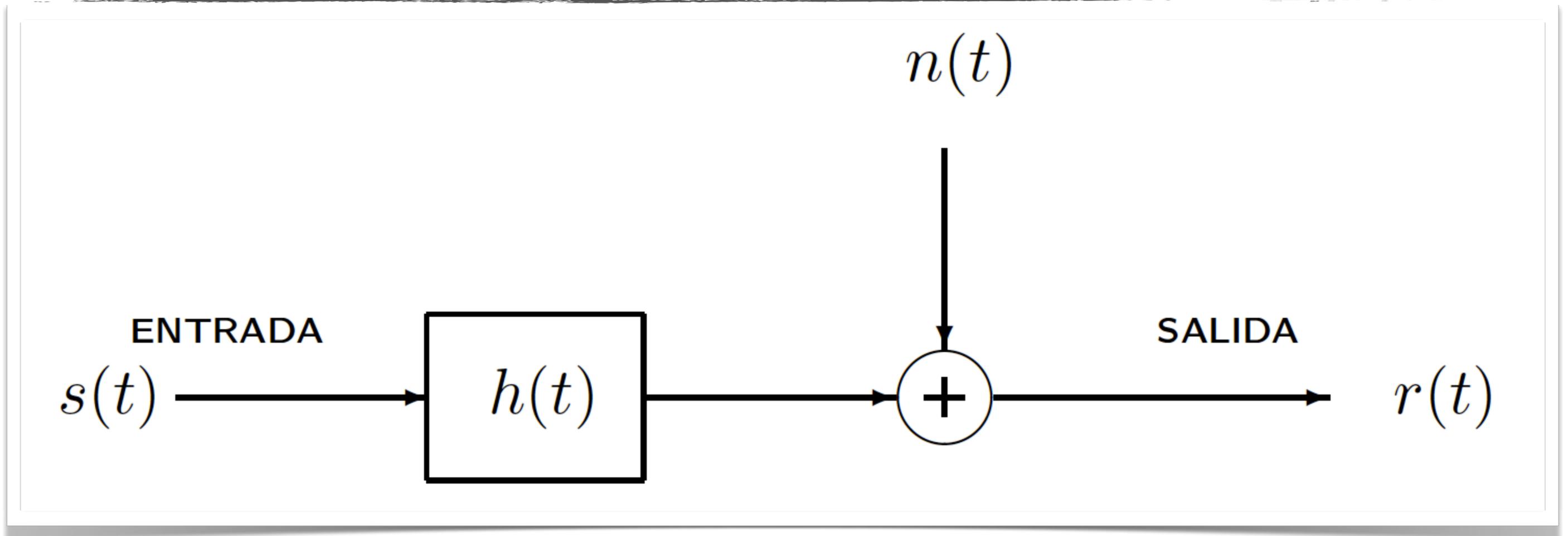
---

muchas veces los símbolos son dispersados temporalmente por el canal, produciendo eco que entorpece la comunicación.

esto puede modelarse mediante un filtro lineal de respuesta al impulso  $h(t)$ , acotado en un cierto intervalo de tiempo:

$$r(t) = h * s(t) + n(t)$$

# canal con memoria



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

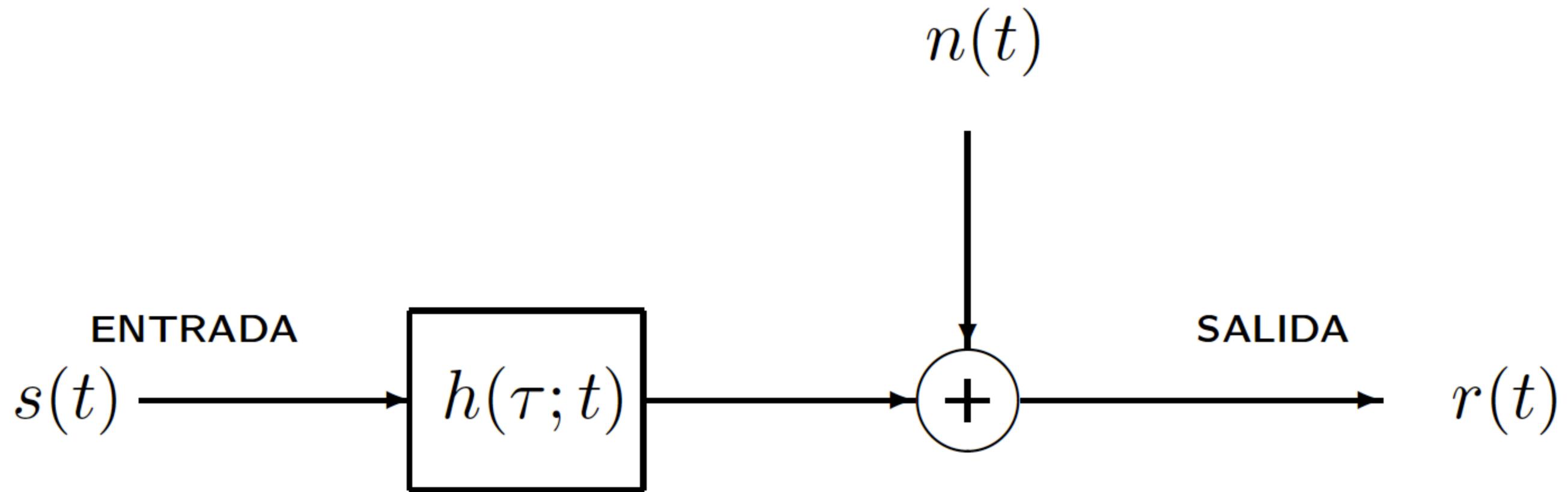
# canal con memoria

---

ideal para:

- >> canales tipo **par trenzado de Cu.**
- >> **enlaces inalámbricos** con línea de visión
- >> medios de almacenamiento magnético (discos duros)

# canal con memoria temporal



la salida del canal es

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

# canal con memoria temporal

---

ideal para:

>> canales tipo **guia de onda** con dispersión interna (cable coaxial y fibra óptica).

>> **enlaces inalámbricos** sin línea de visión

EJ: sistema celular móvil:

$$h(\tau, t) = \sum_{k=1}^L a_k(t) \delta(\tau - \tau_k)$$

donde  $L$  es la cifra de dispersión, los valores de  $a_k(\cdot)$  son los factores de atenuación, y  $\tau_k$  corresponde a los retardos de cada modo.

resumen de  
**la clase**

# resumen

---

el problema central de comunicaciones es:

“reproducir en un lugar dado un mensaje seleccionado otro, en forma exacta o lo más parecido posible.”

todo sistema tiene 3 componentes:

Tx + canal+ Rx

# resumen

---

comunicaciones analógicas: centradas en la fuente

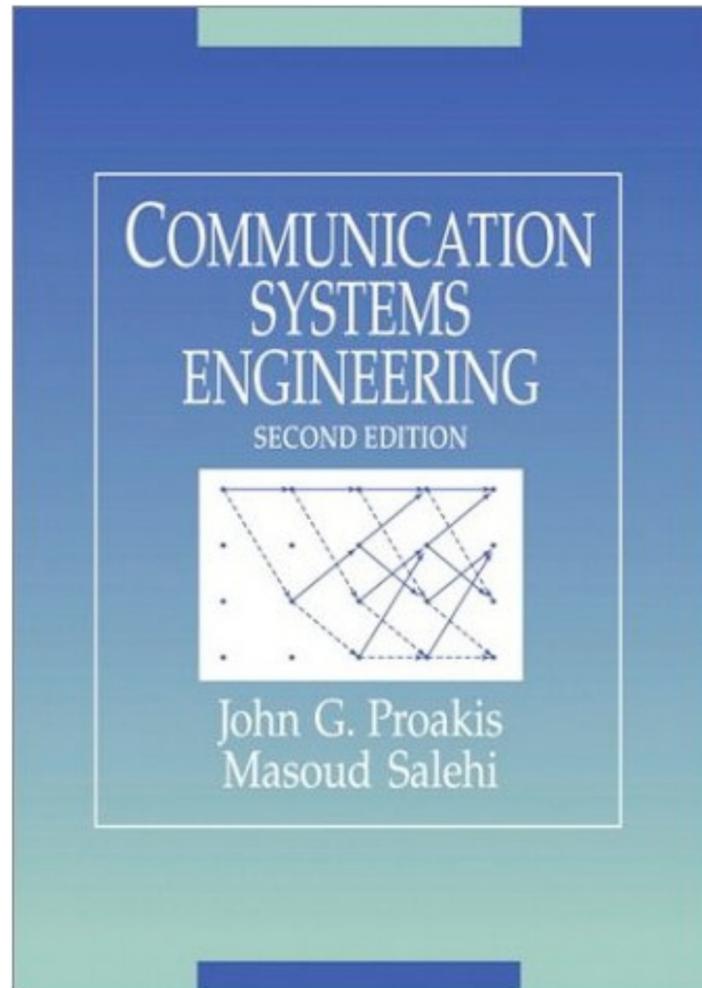
comunicaciones digitales: centradas en el canal

Principio de Diseño: dividir para reinar  
enfoque multicapa con interfaces

3 tipos de canal con ruido:  
aditivo, con memoria y con memoria temporal.

# lectura

---



## Proakis & Salehi, *Communications Systems Engineering,* Capítulo 2