

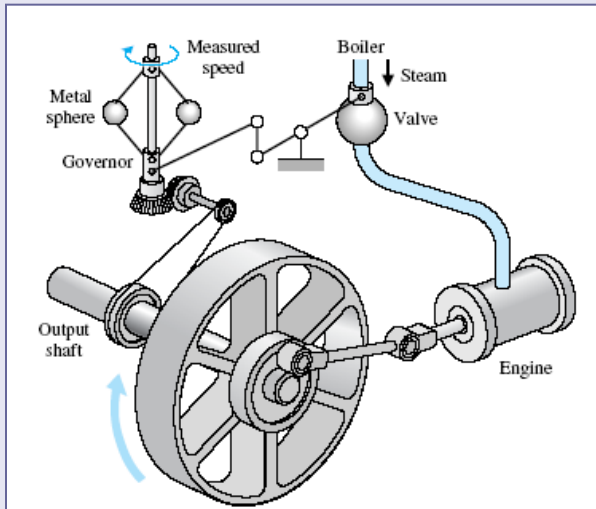


Tema 1: Introducción

(Algunas figuras han sido extraídas del libro: *Modern Control Systems* (Dorf y Bishop))

Sistemas dinámicos

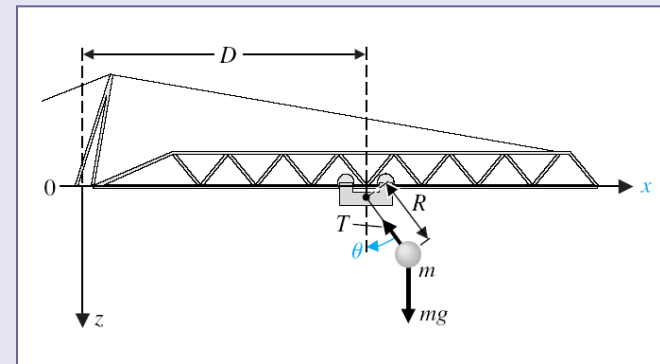
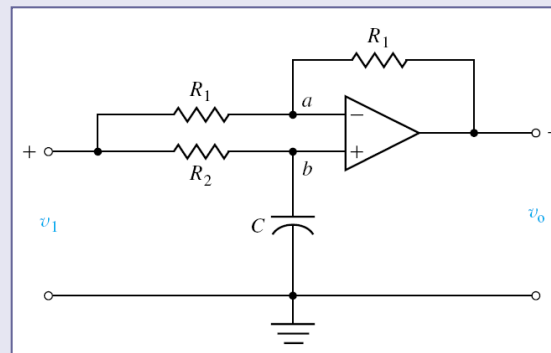
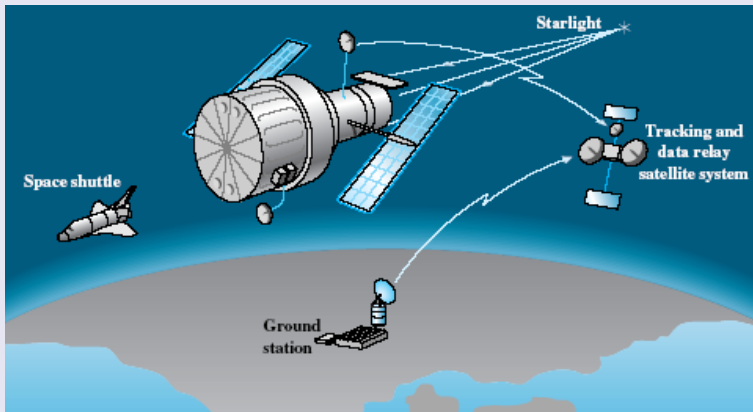
- **Sistema:** *objeto formado por un conjunto de cosas o partes, entre las cuales se establece alguna forma de relación que las articula en la unidad que es el sistema*
- **Dinámico:** *que cambia su estado a lo largo del **tiempo***



- Subsistemas interconectados (de diversa naturaleza)
- Evoluciona con el tiempo (posiciones, velocidades, caudales).

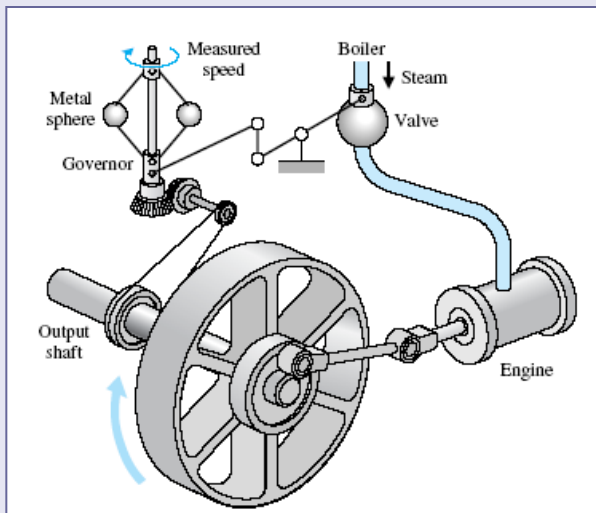
Sistemas dinámicos

■ Ejemplos de sistemas dinámicos



Conceptos Básicos

- **Señal o variable:** *toda magnitud que evoluciona con el tiempo*

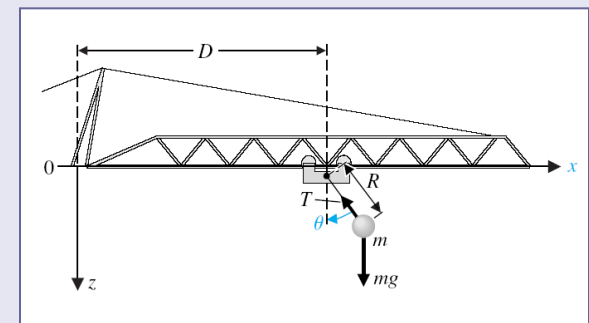
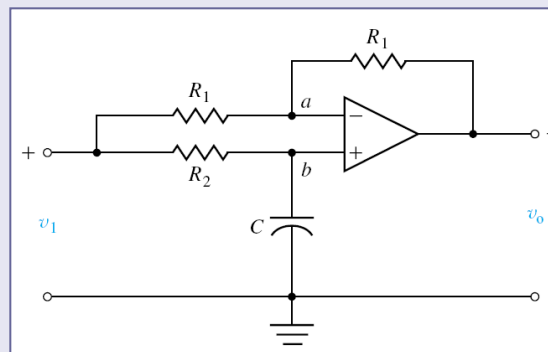
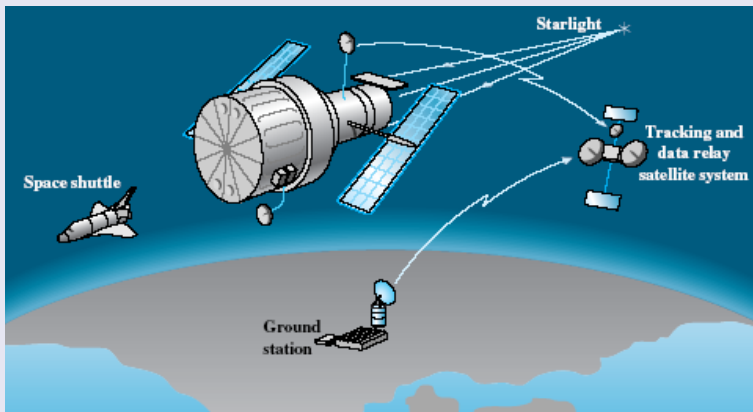


- Caudal de vapor
- Desplazamiento del pistón
- Giro del eje
- Velocidad del eje
- Velocidad del regulador
- Desplazamiento del regulador
- Energía cinética del volante de inercia

Existen infinitas señales (reales o *virtuales*)

Conceptos Básicos

- ¿Qué señales podemos indicar de estos sistemas?

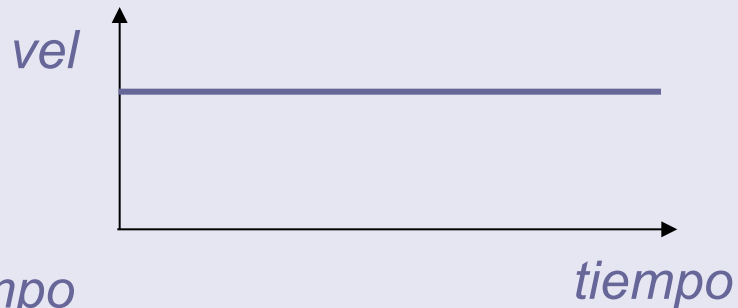
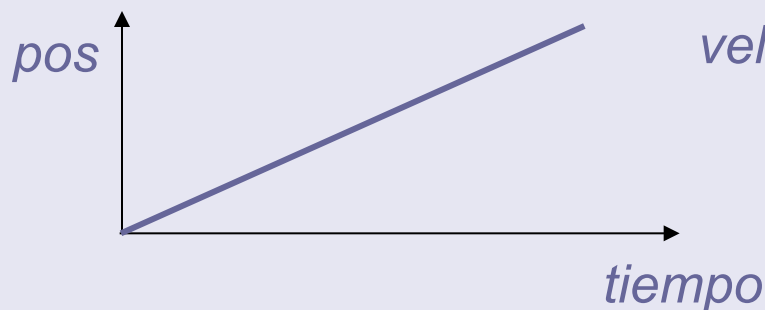


Conceptos Básicos

■ Clasificación de señales:

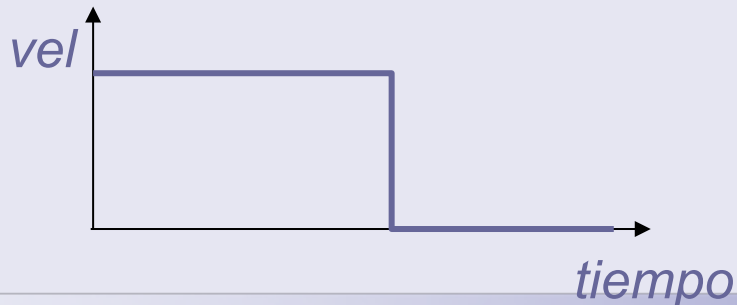
□ **Continuas (en el tiempo):** *definida en todo instante.*

Ej: cuerpo que se desplaza a velocidad constante



$p(t)$
 $v(t)$

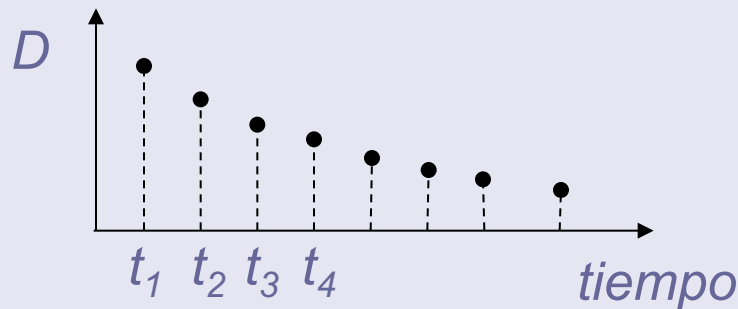
Si impactase contra un muro, ¿Es continua la señal de velocidad?



No confundir con continuidad de la función $v(t)$ respecto a t

Conceptos Básicos

- **Discontinuas (o discretas):** *definidas sólo en ciertos instantes*
Ej. La inflación de los precios, la nómina de un trabajador



$$\{t_1, t_2, t_3, t_4, \dots\}$$

$$\{D_1, D_2, D_3, D_4, \dots\}$$

Las señales son secuencias de valores definidas en secuencias de instantes

Un tipo de señales discretas muy frecuente: **señales muestreadas**
(**muestreo:** medida de una magnitud en ciertos instantes)

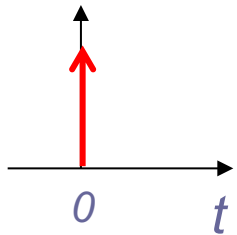
Ejemplos: Posición de un avión medida con un radar.

Análisis químico de un producto (la medida toma un tiempo)

Conceptos Básicos

- Señales de prueba: (ideales pero bien conocidas)

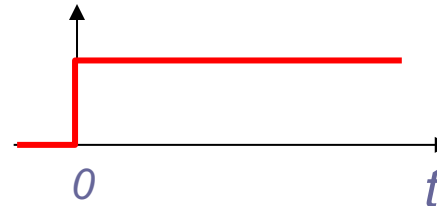
Impulso



$$u(t) = \begin{cases} 0 & t \neq 0 \\ \infty & t = 0 \end{cases}$$

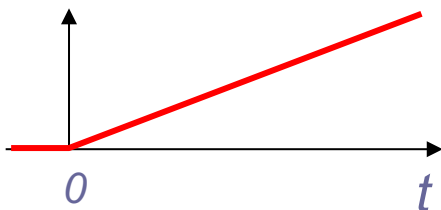
$$\int_0^{\infty} u(\tau) d\tau = 1$$

Escalón



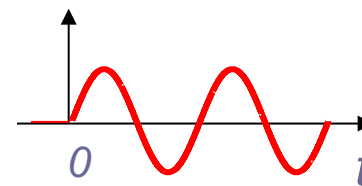
$$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$$

Rampa



$$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ t & t \geq 0 \end{cases}$$

Senoide

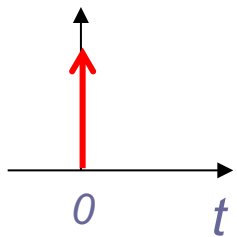


$$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \text{sen}(\omega t) & t \geq 0 \end{cases}$$

Conceptos Básicos

- Señales de prueba: Idealizaciones de señales dadas en la realidad

Impulso

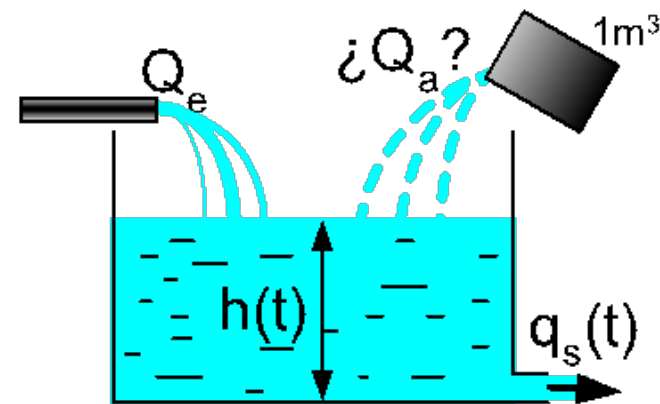
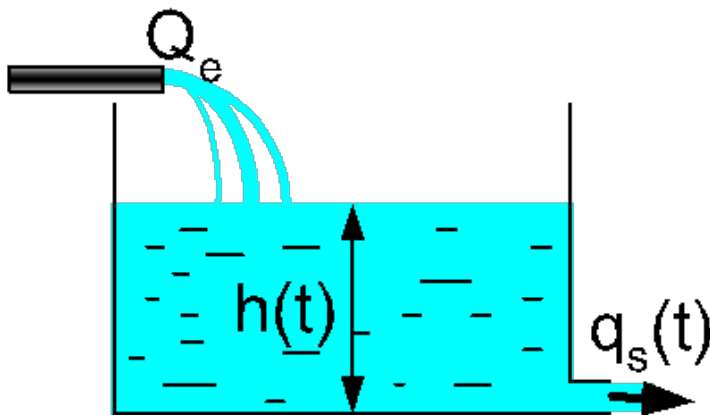


$$u(t) = \begin{cases} 0 & t \neq 0 \\ \infty & t = 0 \end{cases}$$

$$\int_0^{\infty} u(\tau) d\tau = 1$$

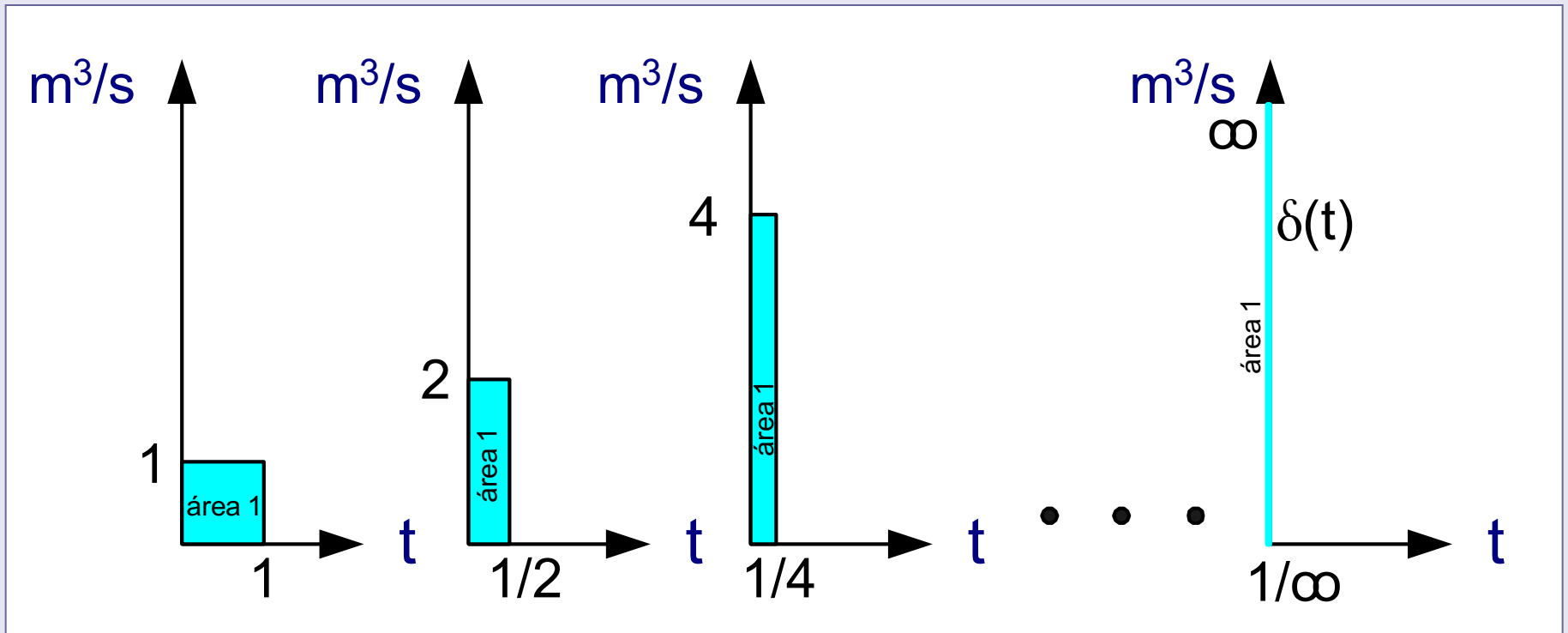
señal que toma valor infinito en un tiempo infinitesimal...

¿para qué sirve?

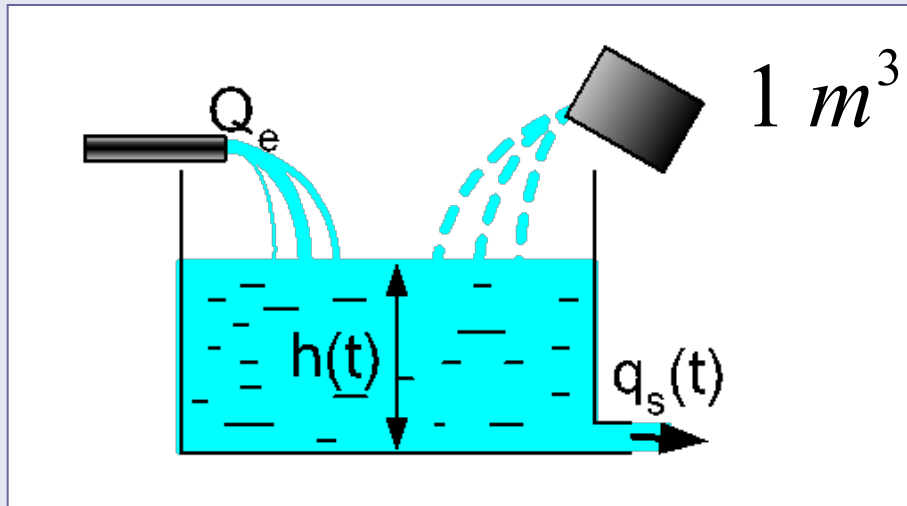


Conceptos Básicos

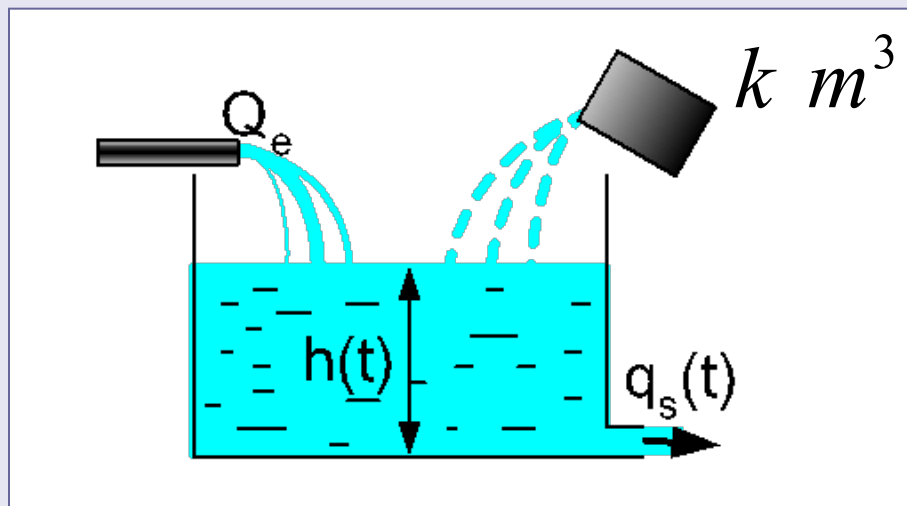
- Interpretación del impulso:



Conceptos Básicos



$$Q_a = \delta(t)$$

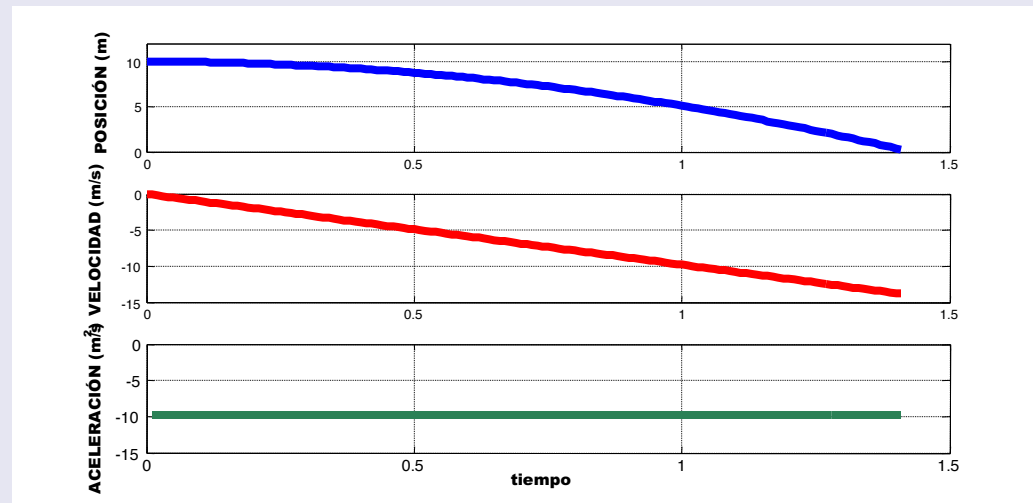
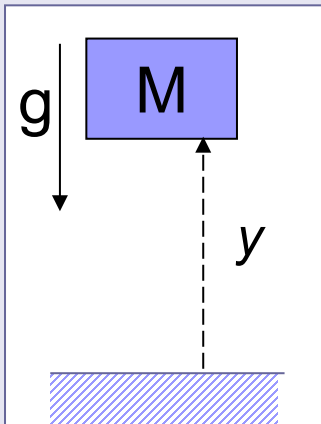


$$Q_a = k \delta(t)$$

Conceptos Básicos

■ Trayectorias y comportamientos:

- **Trayectoria de una señal:** evolución temporal de una magnitud.



$$y(t)$$

$$\frac{dy(t)}{dt}$$

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2}$$

- **Comportamiento:** el conjunto de trayectorias de todas la señales del sistema

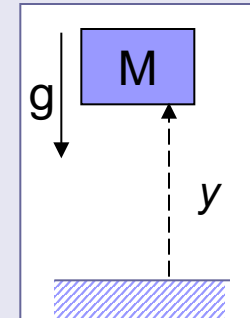


Conceptos Básicos

■ Estado de un sistema dinámico:

- El conjunto de variables que caracterizan el comportamiento del sistema.
- Conocido el estado en t_0 , se puede saber la evolución del sistema $t > t_0$
- Ejemplo: Cuerpo que cae

variables de estado: posición y velocidad.



□ Otros ejemplos:

- **Circuitos eléctricos:** tensión de los condensadores e intensidad en bobinas.
- **Sistemas mecánicos:** posición y velocidad por cada grado de libertad.

- **Orden:** El número mínimo de variables de estado de un sistema.

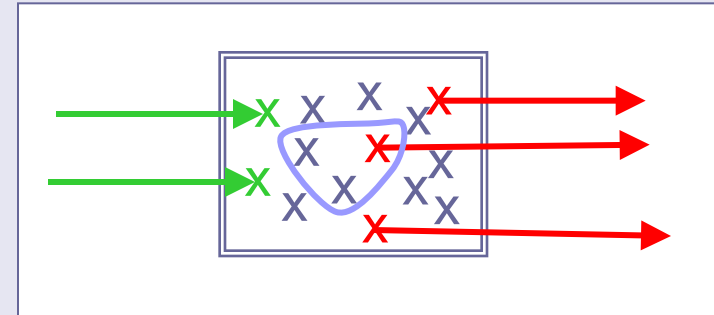
Es una medida de su complejidad

Conceptos Básicos

■ Variables y parámetros:

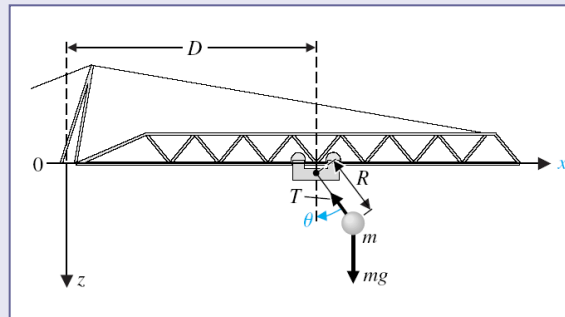
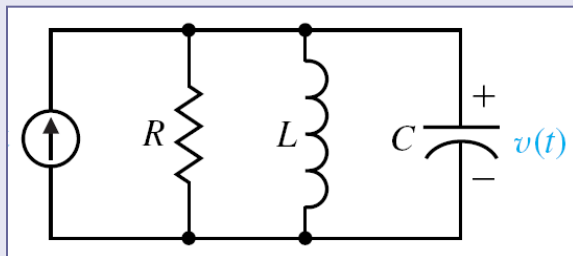
□ Tipos de variables:

- **Entradas:** son las causantes de la evolución del sistema.
- **Salidas:** son las señales que interesa analizar o medir.
- **Internas:** el resto de las (infinitas) señales



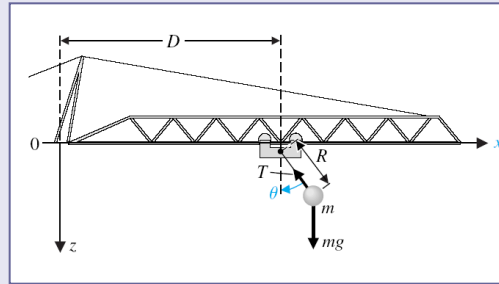
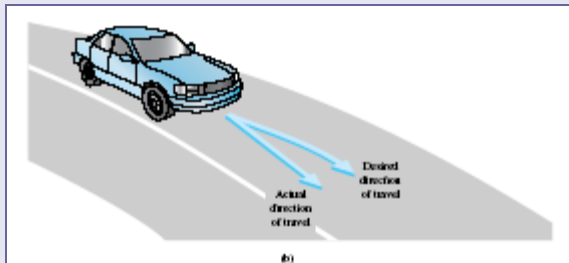
→ Estados

□ Ejemplos:



Conceptos Básicos

- Tipos de entradas: (*desde el punto de vista tecnológico*)
 - Entradas manipulables: aquellas cuya evolución se puede fijar o manipular
 - Perturbaciones: aquellas entradas que no son manipulables.
 - Ejemplos:



- Parámetros de un sistema: magnitud que caracteriza al sistema y que lo distingue de otro semejante.
 - Ejemplo:
Distinguir parámetros y señales de los sistemas anteriores

Conceptos Básicos

□ Modelos:

■ representación del sistema que permite su estudio.

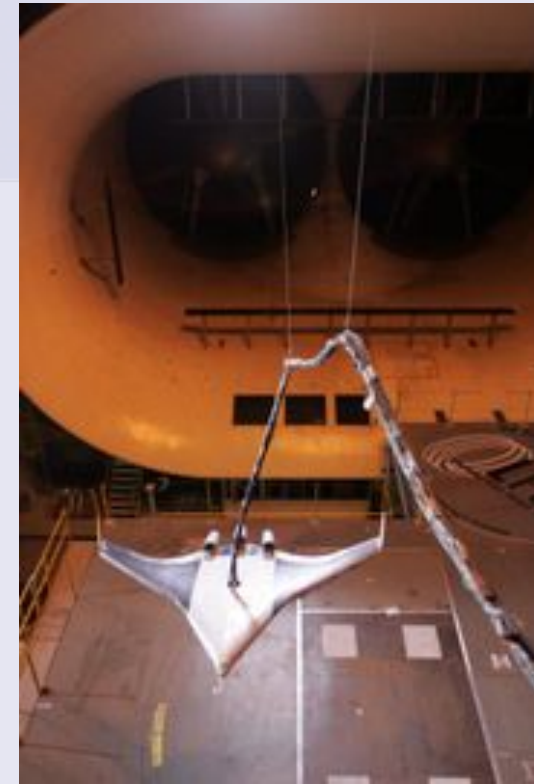
□ Representación física (Modelos a escala) →

□ Representación matemática (Ecuaciones)

■ Utilidad de un modelo

- Predecir la evolución del sistema
- Analizar el comportamiento del sistema
- Analizar el efecto de la variación de parámetros sobre la evolución
- Estudiar el efecto de las entradas sobre la evolución del sistema

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = g$$



Modelo \neq Sistema

Errores de modelado

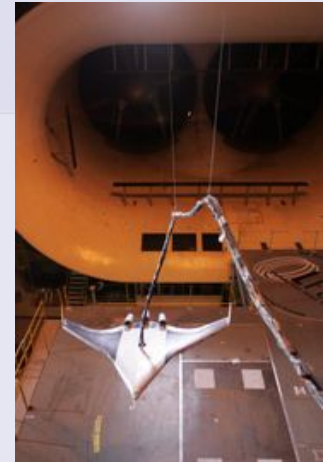
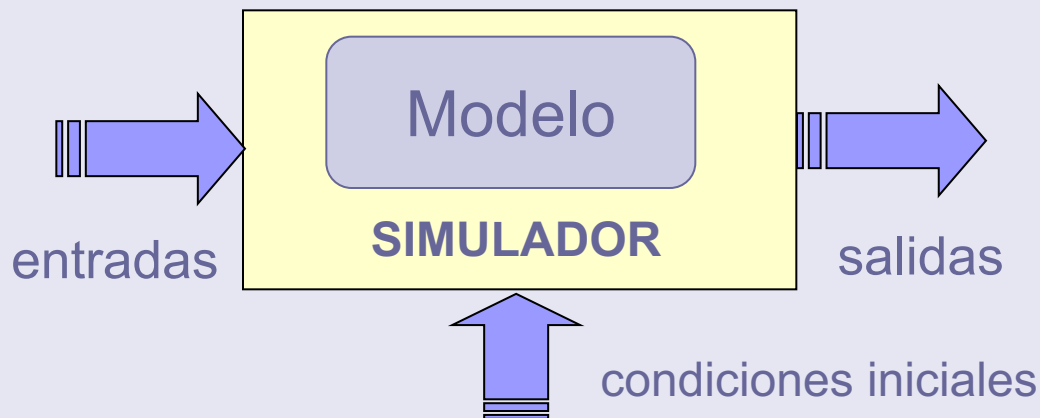
Conceptos Básicos

□ Simulación de un modelo:

- Utilizar el modelo para predecir la evolución de ciertas señales.

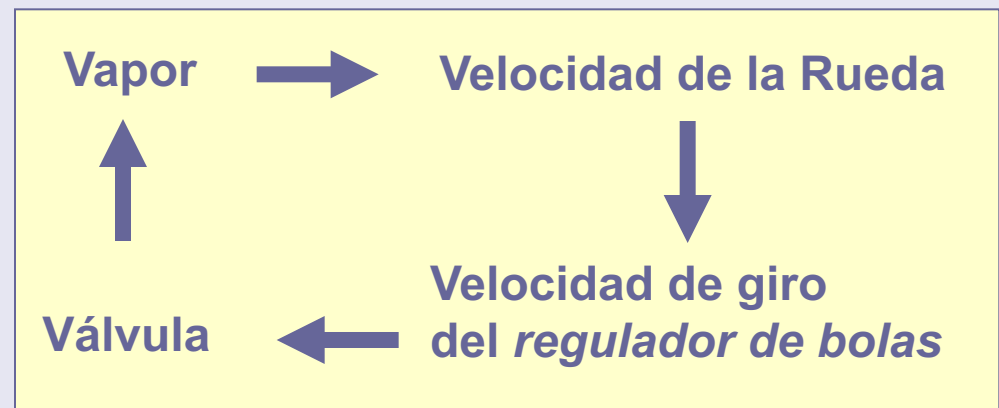
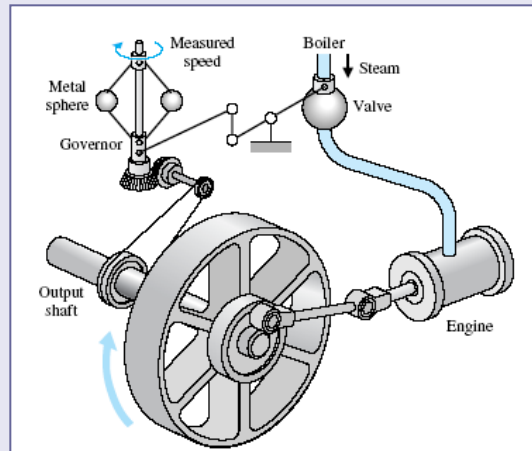
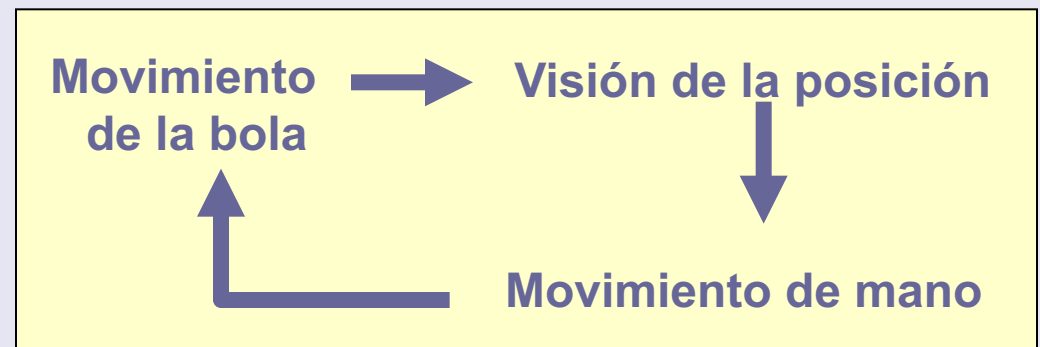
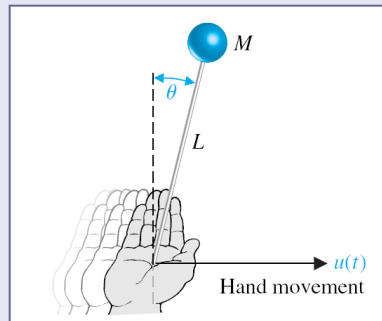
■ Simuladores:

- Ensayo sobre el modelo a escala
- Solución de las ecuaciones matemáticas:
Algoritmos implementados en computadores



Conceptos Básicos

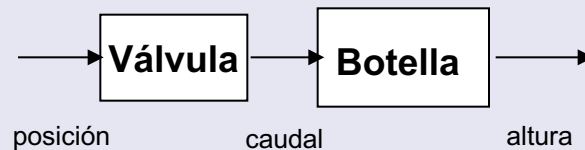
- **Realimentación:** Interconexión entre subsistemas en la que ciertas entradas dependen de las salidas



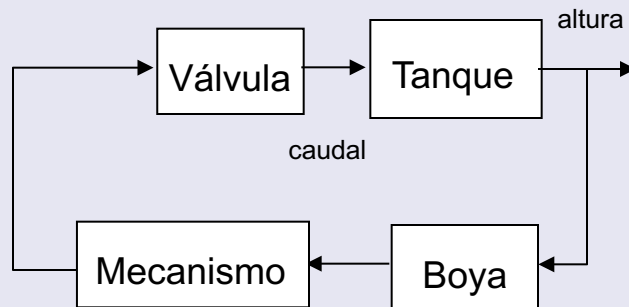
Conceptos Básicos

□ La realimentación como herramienta tecnológica: **El Control**

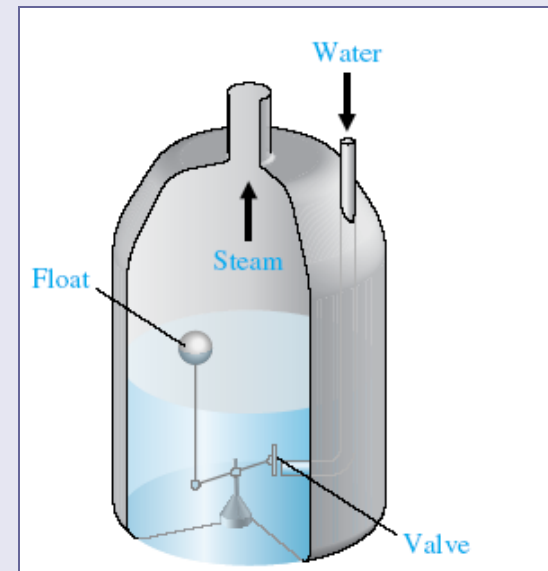
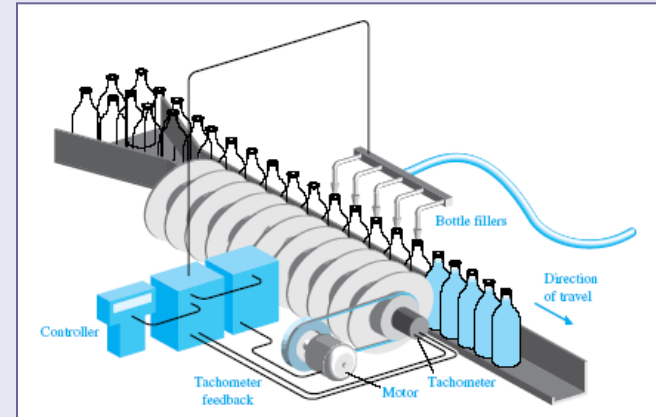
- Deben existir variables manipulables.
- El control en *bucle abierto*



- El control en *bucle cerrado*



- Adecuado cuando hay cambios (o desconocimiento) en el sistema



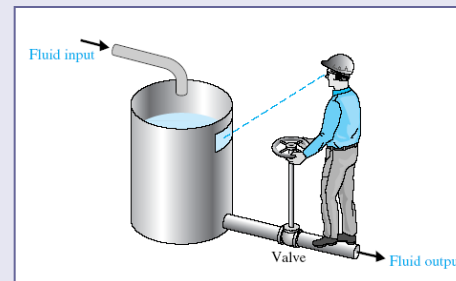
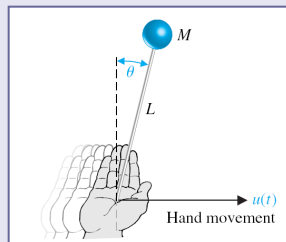
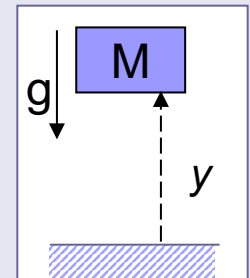
Clasificación de los sistemas

□ Tipos de señales

- **Sistemas continuos:** Señales continuas
- **Sistemas discretos:** Señales discretas

□ Influencia del exterior

- **Sistemas autónomos:** No tiene entradas (aislado)
 - Evoluciona por las condiciones de las que parte.
 - Idealización
- **Sistemas no autónomos:** Sí tiene entradas



- Evoluciona por las entradas y por las condiciones iniciales.

Clasificación de los sistemas

□ Carácter dinámico

■ Sistema estático:

- Las salidas **sólo** dependen de las entradas

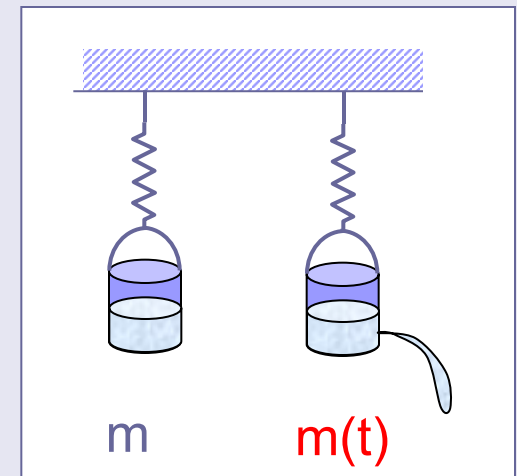
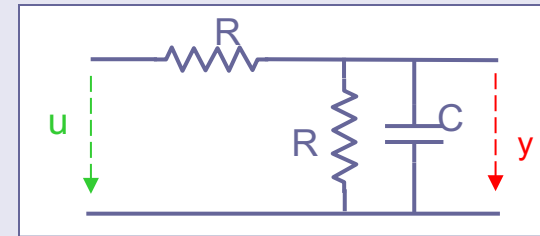
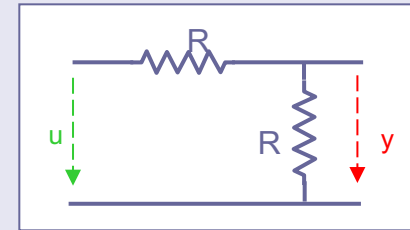
■ Sistema dinámicos:

- Las salidas dependen de las entradas y de sus valores pasados (historia)

□ Variación con el tiempo de los parámetros

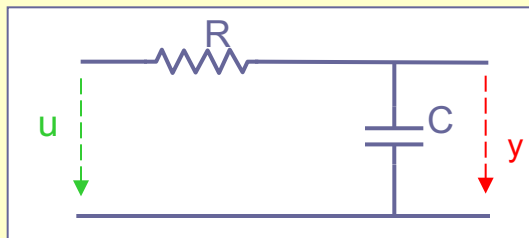
■ Sistema variante en el tiempo

■ Sistema invariante en el tiempo



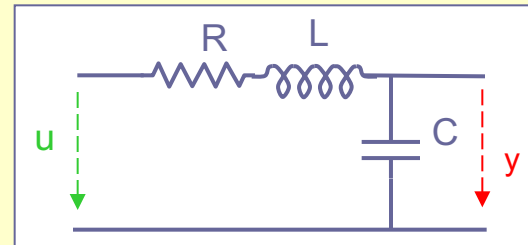
Ecuaciones y evolución temporal

- Las ecuaciones permiten analizar la evolución del sistema



$$u = Ri + y$$
$$i = C \frac{dy}{dt}$$

$$RC \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = u(t)$$



$$u = Ri + v_L + y$$
$$i = C \frac{dy}{dt}$$
$$v_L = L \frac{di}{dt}$$

$$LC \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + RC \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = u(t)$$

