

Señales y Sistemas

Clase 4: Sistemas
Juan Cardelino
juan@fing.edu.uy

Centro Universitario Regional Litoral Norte
Sede Paysandú
Licenciatura en Ingeniería Biológica

Curso 2018

Sistemas

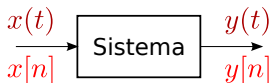
Temario

- ▶ **Sistemas continuos y discretos**
 - ▶ Concepto de sistema. Representación matemática.
 - ▶ Componentes de un sistema
 - ▶ Ejemplos (biológicos, mecánicos y eléctricos).
 - ▶ Interconexión y escala.
- ▶ **Propiedades**
 - ▶ Memoria. Invertibilidad.
 - ▶ Causalidad. Estabilidad. Invariancia. Linealidad.

Definición de Sistema

Sistema

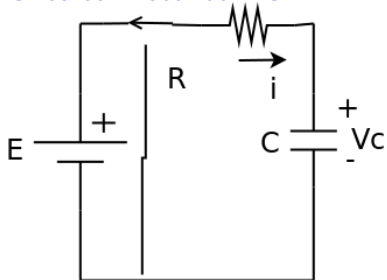
- ▶ Un sistema toma una señal a la entrada y la modifica mediante una operación matemática resultando en una señal de salida.
- ▶ Enfoque de caja negra



- ▶ Sistema en tiempo continuo
- ▶ Sistema en tiempo discreto

Modelado de Sistemas

Circuito Eléctrico RC



[Craiem and Armentano, 2006]

- ▶ malla:
 $v_s(t) + v_R(t) - v_C(t) = 0$
- ▶ Componentes
 - ▶ $v_R(t) = R \cdot i(t)$

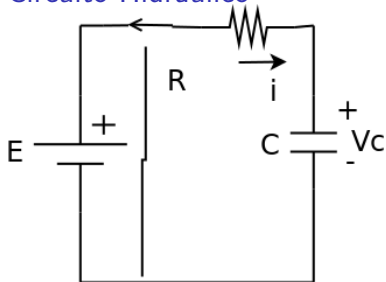
Modelado de sistemas

Sistemas Eléctricos

- ▶ Señales
 - ▶ Tensión
 - ▶ Corriente
- ▶ Componentes
 - ▶ Resistencia: proporcional, disipa
 - ▶ Condensador: integral, almacena
 - ▶ Bobina: derivativo, inercia
- ▶ Leyes
 - ▶ Conservación de carga (nodos)
 - ▶ Conservación de energía (mallas)

Modelado de Sistemas

Circuito Hidráulico



[Craiem and Armentano, 2006]

- ▶ Conservación de la masa:
 $q(t) - q_0(t) = \frac{dV}{dt}$
- ▶ Componentes:
 - ▶ válvula: $q_0(t) = \frac{p(t)}{R}$

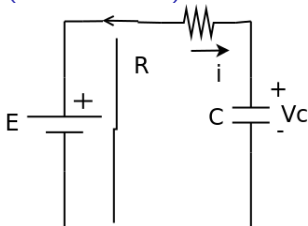
Modelado de Sistemas

Hidráulicos

- ▶ Señales
 - ▶ Caudal
 - ▶ Presión
- ▶ Componentes
 - ▶ Válvula
 - ▶ Tanque

Modelado de Sistemas

Sistema Mecánico (Traslacional)



1

- ▶ Ley de Newton: $\Sigma F = m.a$
- ▶ Variables: x, v, a ($v=x'$, $a=v'$)
- ▶ Componentes:
 - ▶ peso: $f_P = m.g$
 - ▶ rozamiento (dinámico, viscoso):
 $f_R = \rho v$
 - ▶ $f - f_R = m.a$
 - ▶ $f(t) - \rho.v = m.v'$
 - ▶ $v' + \frac{\rho}{m} - \frac{1}{m}f(t) = 0$

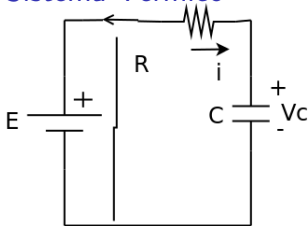
Modelado de sistemas

Mecánicas Traslacionales

- ▶ Señales
 - ▶ Fuerza
 - ▶ Posición
- ▶ Componentes
 - ▶ Amortiguador
 - ▶ Resorte

Modelado de Sistemas

Sistema Térmico



2

- ▶ Ley de Newton: $\Sigma F = m.a$
- ▶ Variables: x, v, a ($v=x'$, $a=v'$)
- ▶ Componentes:
 - ▶ peso: $f_P = m.g$
 - ▶ rozamiento (dinámico, viscoso):
 $f_R = \rho v$
 - ▶ $f - f_R = m.a$
 - ▶ $f(t) - \rho.v = m.v'$
 - ▶ $v' + \frac{\rho}{m} - \frac{1}{m}f(t) = 0$

Modelado de sistemas

Térmicos

- ▶ Térmicos
 - ▶ Potencia
 - ▶ Temperatura

Propiedades de Sistemas

Propiedades

- ▶ Memoria
- ▶ Invertibilidad
- ▶ Estabilidad
- ▶ Linealidad
- ▶ Invariancia en el tiempo
- ▶ Causalidad
- ▶ Deterministico
- ▶ Cantidad y tipo de entradas y salidas

Resumen

Sistemas continuos y discretos

Propiedades de Sistemas

Sistemas Lineales e Invariantes en el Tiempo

Interconexión de Sistemas

Clasificación de Sistemas

Clasificaciones

- ▶ Propiedades: Sistemas lineales e invariantes en el tiempo.
- ▶ Estructura: Una entrada y una salida

Modelo Matemático

- ▶ Ecuaciones diferenciales ordinarias con coeficientes constantes
- ▶ Cada término de la ecuación corresponde con un componente físico
→ Ley Conocida

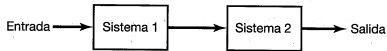
Sistemas a considerar

Alcance

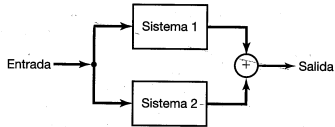
- ▶ Propiedades y estructura que nos permite entenderlos y desarrollar herramientas para su análisis.
- ▶ Muchos sistemas de importancia práctica se pueden modelar de forma exacta.
- ▶ Muchos de los que no se pueden modelar de esta forma, se pueden aproximar.
- ▶ Sirve para entender la forma de modelar problemas más complejos.

Interconexión de Sistemas

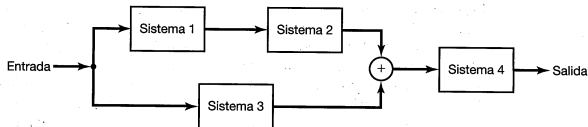
Serie y Paralelo



(a)



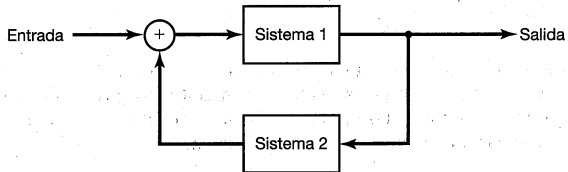
(b)



La frontera de un sistema es arbitraria y depende del interés del análisis. Se puede mirar en muchas escalas.

Interconexión de Sistemas

Realimentación



Sistemas Lineales Invariantes en el Tiempo

Definición

- ▶ Linealidad
- ▶ Invariancia en el tiempo






Otras propiedades

- ▶ Determinístico
- ▶ Una entrada y una salida

Matemáticamente

Ecuaciones diferenciales ordinarias con coeficientes constantes.

Referencias I

-  Carlson, A. B. and Crilly, P. (2009).
Communication Systems.
McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 5th edition.
-  Couch II, L. W. (1996).
Digital and Analog Communication Systems.
Prentice Hall, 5th edition.
-  Craiem, D. and Armentano, R. (2006).
Análisis de Sistemas Lineales.
Centro de Estudiantes de Ingeniería Tecnológica - CEIT.
-  Oppenheim, A. V. and Schafer, R. W. (2009).
Discrete-Time Signal Processing.
Prentice Hall, 3rd edition.
-  Oppenheim, A. V., Willsky, A. S., and Hamid, S. (1996).
Signals and Systems.
Prentice Hall, 2nd edition.

Referencias II



Smith, S. W. (1997).

The Scientist & Engineer's Guide to Digital Signal Processing.

California Technical Pub., 1st edition.