Clasificación y Propiedades de los Sistemas*

Melissa Selik
Richard Baraniuk

Translated By:
Fara Meza
Erika Jackson

Based on *System Classifications and Properties*† by
Melissa Selik
Richard Baraniuk

Abstract

Descripción de varias clasificaciones de los sistemas.

1 Introducción

En este módulo algunas de las clasificaciones básicas de sistemas serán temporalmente introducidas mientras que las propiedades más importantes de sistemas serán explicadas. Como puede ser visto, las propiedades de los sistemas proveen una manera sencilla de separar un sistema de otro. Entender la diferencia básica entre sistemas, y sus propiedades, será un concepto fundamental utilizado en todos los cursos de señales y sistemas, así como de procesamiento digital de señales (Digital Signal Processing) DSP. Una vez que el conjunto de señales puede ser identificado por compartir propiedades particulares, uno ya no tiene que proveer ciertas características del sistema cada vez, pero pueden ser aceptadas debido a la clasificación de los sistemas. También cabe recordar que las clasificaciones presentadas aquí pueden no ser exclusivas (los sistemas pueden pertenecer a diferentes clasificaciones) ni únicas (hay otros métodos de clasificación [1]). Algunos ejemplos de sistemas simples se podrán encontrar aqui[2].

*Version 1.4: Jan 17, 2007 1:41 pm US/Central
†http://cnx.org/content/m10084/2.18/
‡http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/
[1] "Introduction to Systems" <http://cnx.org/content/m0005/latest/>
[2] "Simple Systems" <http://cnx.org/content/m0006/latest/>

2 Classificación de los Sistemas

A través de la siguiente clasificación, también es importante entender otras Clasificaciones de Señales[3].

2.1 Continúo vs. Discreto

Esta tal vez sea la clasificación más sencilla de entender como la idea de tiempo-discreto y tiempo –continuo que es una de las propiedades más fundamentales de todas las señales y sistemas. Un sistema en donde las señales de entrada y de salida son continuas es un **sistema continuo**, y uno en donde las señales de entrada y de salida son discretas es un **sistema discreto** .

2.2 Lineal vs. No-lineal

Un sistema **lineal** es un sistema que obedece las propiedades de escalado (homogeneidad) y de superposición (aditiva), mientras que un sistema **no-lineal** es cualquier sistema que no obedece al menos una de estas propiedades.

Para demostrar que un sistema H obedece la propiedad de escalado se debe mostrar que:

$$H\left(kf\left(t\right)\right)=kH\left(f\left(t\right)\right) \tag{1}$$

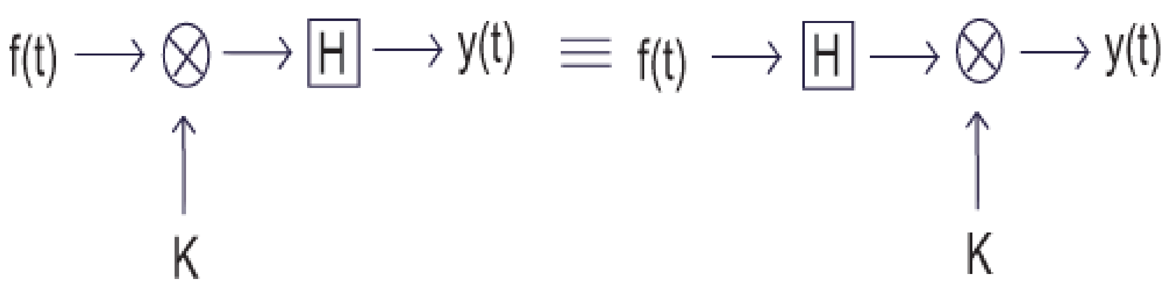


Figure 1: Un diagrama de bloque demostrando la propiedad de escalado de linealidad

Para demostrar que un sistema H obedece la propiedad de superposición de linealidad se debe mostrar que:

$$H\left(f_1\left(t\right)+f_2\left(t\right)\right)=H\left(f_1\left(t\right)\right)+H\left(f_2\left(t\right)\right) \tag{2}$$

[3]"Signal Classifications and Properties" <http://cnx.org/content/m10057/latest/>

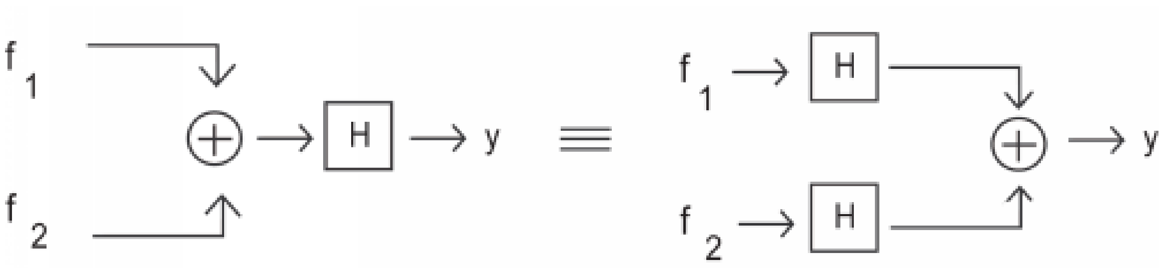


Figure 2: Un diagrama de bloque demostrando la propiedad de superposición de linealidad

Es posible verificar la linealidad de un sistema en un paso sencillo. Para hace esto, simplemente combinamos los dos primero pasos para obtener

$$H(k_1 f_1(t) + k_2 f_2(t)) = k_2 H(f_1(t)) + k_2 H(f_2(t)) \tag{3}$$

2.3 Invariante en el Tiempo vs. Variante en el Tiempo

Un sistema **invariante en el tiempo** es aquel que no depende de cuando ocurre: la forma de la salida no cambia con el retraso de la entrada. Es decir que para un sistema H donde $H(f(t)) = y(t)$, H es invariante en el tiempo si para toda T

$$H(f(t-T)) = y(t-T) \tag{4}$$

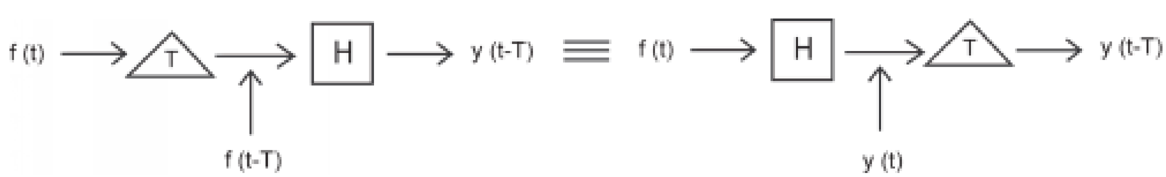


Figure 3: Este diagrama de bloque muestra la condición de la invariante en el tiempo. La Salida es la misma si el retraso es colocado en la entrada o en la salida.

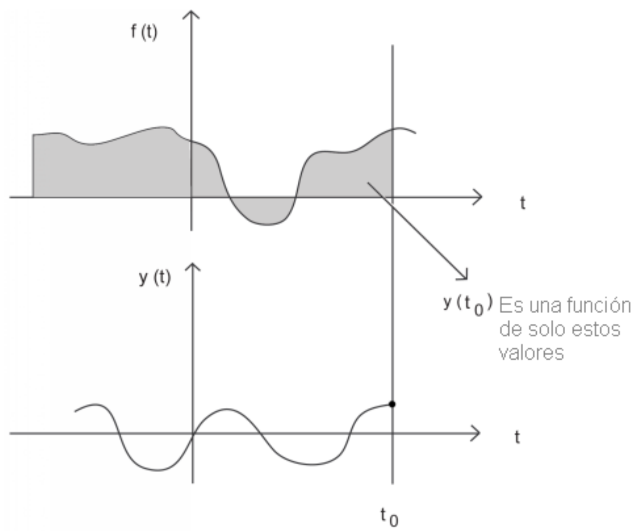
Cuando esta propiedad no aplica para un sistema, entonces decimos que el sistema es **variante en el tiempo** o que varía en el tiempo.

2.4 Causal vs. No-Causal

Un sistema **causal** es aquel que es **no-anticipativo**; esto es, que las salidas dependen de entradas presentes y pasadas, pero no de entradas futuras. Todos los sistemas en "tiempo real" deben ser causales, ya que no pueden tener salidas futuras disponibles para ellos.

Uno puede pensar que la idea de salidas futuras no tiene mucho sentido físico; sin embargo, hasta ahora nos hemos estado ocupando solamente del tiempo como nuestra variable dependiente, el cual no siempre es el caso. Imaginémonos que quisiéramos hacer procesamiento de señales; Entonces la variable dependiente representada por los píxeles de la derecha y de la izquierda (el "futuro") de la posición actual de la imagen. Entonces tendríamos un sistema **no-causal**.

(a)



(b)

Figure 4: (a) Para que un sistema típico sea causal... (b) ...la salida en tiempo t_0, $y(t_0)$, puede solamente depender de la porción de la señal de entrada antes t_0.

2.5 Estable vs. Inestable

Un sistema **estable** es uno donde las salidas no divergen así como las entradas tampoco divergen. Hay muchas maneras de decir que una señal "diverge"; por ejemplo puede tener energía infinita. Una definición particularmente útil de divergencia es relacionar si la señal esta acotada o no. Entonces se refiere al sistema como **entrada acotada-salida acotada (BIBO)** (Bounded input-bounded output) establece que **toda posible** entrada acotada produce una salida acotada.

Representado esto de una manera matemática, un sistema estable debe tener las siguientes propiedades,donde $x(t)$ es la entrada y $y(t)$ es la salida; la cual debe satisfacer la condición

$$|y(t)| \leq M_y < \infty \tag{5}$$

cuando tenemos una entrada del sistema esta puede ser descrita como

$$|x(t)| \leq M_x < \infty \tag{6}$$

M_x y M_y ambas representan un conjunto de números enteros positivos y esta relación se mantiene para toda t.

Si estas condiciones no son satisfechas, es decir, las salidas del sistema con entrada acotada crecen sin limite (divergen), entonces el sistema es **inestable**. Notemos que la estabilidad BIBO de un sistema lineal invariante en el tiempo (LTI) es descrito cuidadosamente en términos de si es o no completamente integrable[4] la respuesta al impulso.

[4]"BIBO Stability" <http://cnx.org/content/m10113/latest/>