

Unidad IV

Caracterización temporal de sistemas

4.1. Clasificación de sistemas.

La clasificación de un sistema al igual que el análisis de los aspectos del mismo es un proceso relativo; depende del individuo que lo hace, del objetivo que se persigue y de las circunstancias particulares en las cuales se desarrolla. Los sistemas se clasifican así:

SEGÚN SU RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE

√

Abiertos:

Sistemas que intercambian materia, energía o información con el ambiente. Ejemplos: célula, ser humano, ciudad, perro, televisor, familia estación de radio.

√

Cerrado

: Sistemas que no intercambian materia, energía o información con el ambiente. Ejemplos: universo, reloj desechable, llanta de carro.

SEGÚN SU NATURALEZA

√

Concretos:

Sistema físico o tangible. Ejemplos: Equipos de sonidos, pájaro, guitarra, elefante.

√

Abstractos:

Sistemas simbólicos o conceptuales. Ejemplo: Sistema sexagesimal, idioma español, lógica difusa.

SEGÚN SU ORIGEN

√

Naturales:

Sistemas generados por la naturaleza, tales como los ríos, los bosques, las moléculas de agua.

√

Artificiales:

Sistemas que son productos de la actividad humana, son concebidos y contruidos por el hombre, tenemos al tren, avión, idioma inglés

4.2. Definición de sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI).

Para comenzar a estudiar los sistemas, debemos primero considerar el concepto de señal.

Si bien es un término de muy amplio alcance, en el contexto que nos atañe consideramos como señal a toda ***variación de una cantidad física (por lo general con el tiempo) susceptible de ser representada matemáticamente y de la cual podemos obtener alguna información o realizar algún cambio.***

Según su naturaleza podemos clasificar a las señales en dos grupos, a saber: las que pueden definirse en cada instante de un determinado intervalo, llamadas ***señales de tiempo continuo***, y aquéllas que pueden representarse como una sucesión de valores ordenados mediante un índice entero, llamadas ***señales de tiempo discreto***. (El uso de la palabra "Tiempo" establecida por el uso alude a que la mayoría de las señales procesadas dependen del tiempo, sin ser éste el caso general).

Con esto, definiremos como ***sistema*** a cualquier ente físico o proceso capaz de recibir una señal, denominada *de entrada*, o *excitación* ($x(t)$), y transformarla en otra señal que denominaremos *de salida* o *respuesta*. ($y(t)$)

Según la naturaleza de las señales que los sistemas procesan, usualmente se los clasifica también como "*de tiempo continuo*" o "*de tiempo discreto*".

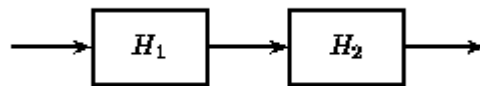
Como puede apreciarse, las definiciones previas son de carácter muy general. Esto pone en evidencia una de las grandes ventajas de la teoría de señales y sistemas, esto es: ***puede aplicarse al estudio de una gran cantidad de problemas reales de muy diversa naturaleza física.***

En este trabajo centraremos nuestra atención en un tipo particular de sistemas, denominados "*Sistemas Lineales e Invariantes en el Tiempo*" o "*SLTI*",

Nota: Si bien este trabajo está desarrollado en tiempo continuo, pueden hallarse relaciones totalmente análogas para los sistemas de tiempo discreto

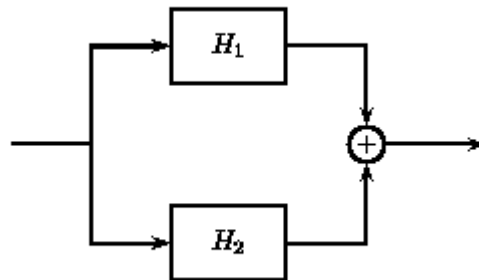
4.3. Respuesta al impulso de un sistema LTI.

- **SERIE:** Si dos o más sistemas están en serie uno con otro, el orden puede ser intercambiado sin que se vea afectada la salida del sistema. Los sistemas en serie también son llamados como sistemas en cascada. Un sistema equivalente es aquel que está definido como la **convolución** de los sistemas individuales.



Esquema sencillo Sistema LTI Serie

- **PARALELO:** Si dos o más sistemas LTI están en paralelo con otro, un sistema equivalente es aquel que está definido como la suma de estos sistemas individuales.



Esquema sencillo Sistema LTI Paralelo

4.4. Caracterización de sistemas LTI por medio de la integral de convolución.

Es todo aquello que contiene información acerca de la naturaleza o el comportamiento de algún fenómeno físico (electromagnético, acústico, mecánico, biológico, etcétera).

Una señal se representa matemáticamente por medio de una función que depende de una o más variables independientes.

Señales discretas y continuas

Las variables independientes sólo pueden tomar conjuntos restringidos de valores.

Las funciones representativas sólo están definidas para los valores posibles de las variables.

Señales discretas Señales continuas

Las variables independientes son continuas (pueden tomar cualquier valor real).

Las funciones representativas están definidas para sucesiones continuas de las variables independientes.

4.5. Relación de convolución en el tiempo y multiplicación en la frecuencia.

Representación matemática $y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau)x(t - \tau)d\tau$

Representación simbólica $y(t) = h(t)*x(t)$

Representación textual $h(t)$ es convolucionada con $x(t)$

En circuitos prácticos $y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\tau)x(t - \tau)d\tau$

4.6. Definición y cálculo de la función de transferencia.

Una **función de transferencia** es un [modelo matemático](#) que a través de un cociente relaciona la respuesta de un sistema (modelada) a una [señal](#) de entrada o excitación (también modelada). En la teoría de control, a menudo se usan las funciones de transferencia para caracterizar las relaciones de entrada y salida de componentes o de sistemas que se describen mediante ecuaciones diferenciales lineales e invariantes en el tiempo.

4.7. Función de transferencia del circuito RC.

Está definida por la expresión $x(t) = A e^{st}$, siendo

$$A = A e^{j\varphi}, s = j\omega_0 t$$

$$x(t) = A e^{st} = A e^{j\varphi} e^{j\omega_0 t}$$

$$= A [\cos(\omega_0 t + \varphi) + j \sin(\omega_0 t + \varphi)]$$

$$\operatorname{Re}\{x(t)\} = A \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad \operatorname{Im}\{x(t)\} = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

Se dice que un conjunto de funciones exponenciales complejas están relacionadas armónicamente cuando sus periodos son submúltiplos de uno dado, que es el periodo fundamental (T_0).

$$x_k(t)$$

Armónico de orden k (entero)

Exponencial compleja de periodo $T_k =$

$$T_0$$

$$k$$