

# **Laboratorio 1**

## ***Análisis de señales y sistemas lineales en el dominio del tiempo***

### ***Conceptos fundamentales***

Una señal es un conjunto de información o datos. Algunos ejemplos son la señal de televisión, los precios diarios en un mercado o una señal de teléfono. En todos los casos, las señales son funciones de la variable independiente tiempo. Sin embargo, esto no es siempre el caso, ya que una señal puede ser también función del espacio. Pero en el curso de Comunicaciones trataremos exclusivamente con funciones del tiempo. Por otro lado, es importante poder hacer algo con las señales, para lo cual utilizamos los sistemas. Un sistema permite el procesamiento de señales, modificando o extrayendo información adicional de las mismas, de forma tal que podemos decir que un sistema es una entidad que procesa un conjunto de señales (entradas) produciendo otro conjunto de señales (salidas).

Las señales y los sistemas pueden representarse y analizarse tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia. Ambas representaciones brindan información valiosa para el estudio de las señales y los sistemas, y son fundamentales para el análisis de los sistemas de comunicación. En este laboratorio solo se estudiarán algunas propiedades y operaciones sobre señales, así como se analizarán algunos procesos de sistemas lineales invariantes en el tiempo sobre las señales en el dominio del tiempo.

#### **Objetivos**

- Ilustrar y examinar los conceptos teóricos desarrollados en clase relativos al análisis de señales y sistemas lineales.
- Utilizar una herramienta de análisis matemático y simulación para confirmar algunos conceptos importantes sobre el análisis de señales y sistemas en el dominio del tiempo.
- Analizar algunas señales y sistemas lineales utilizados comúnmente en el estudio de los sistemas de comunicación.

#### **Experiencias**

Desarrolle los siguientes problemas propuestos. No todos los pasos del procedimiento o preguntas en los problemas se pueden solucionar directamente con el software, algunos requieren una resolución previa o parcial analítica antes de implementar alguna aplicación para la solución usando el programa.

### Señales: clasificación y operaciones

Clasifique la señal (a) e indique qué propiedades u operaciones se aplican en cada caso (b)-(e). Genere los gráficos de las señales indicadas y muéstrelas en una sola figura (5 gráficas separadas, una debajo de la otra) utilizando un mismo intervalo de tiempo para mostrar todas las gráficas. Incluya nombres de los ejes y de cada figura – esto último en el eje de las ordenadas.

- $x(t) = (2|t|^{1.3} - 3|t|)/(e^{-4|t-1|} + 1)$ , para  $|t| \leq 2$  s.
- $x(0.7)$
- $x(-t)$
- $x(0.5t)$
- $x(-2t - 1)$
- $0.5[x(t) * x(0.5t)]$

### Señales básicas de interés

Desarrolle una función para generar y graficar las siguientes señales básicas - discretas

- Función impulso unitario  $\delta(t - \tau)$  “impuni”
- Función escalón unitario  $u(t - \tau)$  “escuni”
- Función rampa  $r(t - \tau)$  “rampa”
- Función rectangular  $\text{rect}((t - \tau)/T)$  “rect”

En una misma figura usando cuatro gráficos separadas (uno debajo del otro) grafique las siguientes funciones  $\delta(t - 2.5)$ ,  $u(t + 1.5)$ ,  $r(t - 1)$  y  $\text{rect}((t - 1)/4)$  en el intervalo  $|t| \leq 5$  s con un intervalo de tiempo de 0.5 seg.

### Representación de señales por medio de un conjunto base

Sean las siguientes funciones base sobre el intervalo de tiempo  $0 \leq t \leq 4$  s:

$$\phi_{2i}(t) = \cos(0.5 \pi i t), 0 \leq i \leq 3$$

$$\phi_{2i-1}(t) = \sin(0.5 \pi i t), 1 \leq i \leq 3$$

- En una misma figura pero en dos gráficos separados (2x1) grafique cada conjunto de señales base  $\phi_{2i}(t)$  y  $\phi_{2i-1}(t)$ .
- Usando el software, demuestre que las funciones base dadas forman un conjunto ortogonal.
- Determine (en forma analítica) los coeficientes de la serie exponencial de Fourier correspondientes a estas señales base para la señal  $x(t) = 0.5(t - 1)^2$  en el intervalo  $0 \leq t \leq 4$  s.
- Grafique la señal  $x(t)$  y su aproximación por la serie exponencial de Fourier en  $0 \leq t \leq 4$  s. Utilice distintas cantidades de coeficientes. Compare.

## Sistemas LTI

Una señal de un solo tono  $s(t) = \sin(400\pi t)$  se transmite a un amplificador de audio y bocina para producir una señal de advertencia. Un filtro con respuesta al impulso  $h(t) = 200 e^{-100t} \cos(400\pi t) u(t)$  se ha diseñado para reducir la interferencia aditiva en la señal recibida.

- e. Desarrolle un *script* para simular la acción del filtro y determine la señal de salida del filtro,  $y(t)$ , cuando se recibe la señal de entrada  $x(t) = [\cos(100\pi t) + \sin(400\pi t) - \cos(800\pi t)] u(t)$ .
- f. En una misma figura pero en gráficos distintos, grafique a respuesta al impulso del filtro, la señal de entrada y la señal de salida.

## Detección de señales

Considere un sistema de comunicación que incluye una fuente binaria de información con velocidad  $1/T$  símbolos por segundo, un transmisor que genera señales de duración  $T$  para transmitir la información, un canal con ruido AWGN ( $\text{SNR} = 8 \text{ dB}$ ) que produce retraso (0.7), y un receptor que utiliza un correlador y un comparador para la detección de la señal transmitida.

- a. Dibuje el diagrama de bloques del sistema descrito.
- b. Considere un conjunto de *señales antípodas* con forma de pulso rectangular. Desarrolle un *script* para simular el sistema cuando se transmite uno de los posibles valores que emite la fuente.
- c. Ajuste los parámetros de tiempo, amplitud, ruido, retraso, etc. que requiera para la simulación. En una misma figura pero en gráficos distintos (uno debajo del otro) grafique la señal transmitida, la señal recibida y la salida del correlador.
- d. Comente sobre las formas de onda.