

## PRACTICA No. 3

**TEMA:** “ANÁLISIS ESPECTRAL EN MATLAB Y SIMULINK”

### 1. OBJETIVO

- Aplicar los conceptos relacionados a la teoría de análisis de señal en el dominio del tiempo y la frecuencia.
- Utilizar SIMULINK para analizar señales en el dominio del tiempo y frecuencia

### 2. INTRODUCCIÓN

#### Señales Periódicas y No Periódicas

Las señales se pueden clasificar según sean de energía o de potencia.

- Energía de una señal: Una señal se dice que es de energía si su E es finita, lo que implica que su potencia es cero; una señal no periódica es una señal de energía ya que su energía es finita y diferente de cero.
- Potencia de una señal: Una señal se dice que es de potencia si su potencia es finita, lo que implica que su energía es infinita; una señal periódica es una señal de potencia ya que su potencia es finita y diferente de cero.

#### Espectro de una señal

El espectro de una señal está relacionado con todo el conjunto de frecuencias que la constituyen y se muestra usando un gráfico en el dominio de la frecuencia.

#### Densidad Espectral de Potencia

Se define para señales de potencia y determina la contribución en potencia de las diferentes componentes de frecuencia constitutivas de la señal. Es de utilidad en la descripción de cómo el contenido de potencia de señales y ruido es afectado por filtros y otros dispositivos en un sistema de comunicaciones.

Para una señal periódica,  $w(t)$ , la densidad espectral de potencia espectral de potencia está dada por:

$$P(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |Fn|^2 \delta(f - nfo) [W/Hz]$$

El espectro de Fourier constituye el gráfico de los coeficientes de Fourier en función  $f$ ; de manera que para una señal periódica el espectro solo existe en valores discretos de  $f$ .

#### Filtros

Son sistemas caracterizados por una entrada y una salida de forma que en la salida solo aparecen parte de las componentes de frecuencia de la señal de entrada. De acuerdo a su respuesta en frecuencia se clasifican en:

- Filtro Pasa bajo: Un filtro paso bajo corresponde a un filtro caracterizado por permitir el paso de las frecuencias más bajas y atenuar las frecuencias más altas.

- Filtro Pasa banda: Es un tipo de filtro electrónico que deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal y atenúa el paso del resto.
- Filtro Pasa alto: Es un tipo de filtro electrónico en cuya respuesta en frecuencia se atenúan las componentes de baja frecuencia, pero no las de alta frecuencia.

### 3. TRABAJO PREPARATORIO

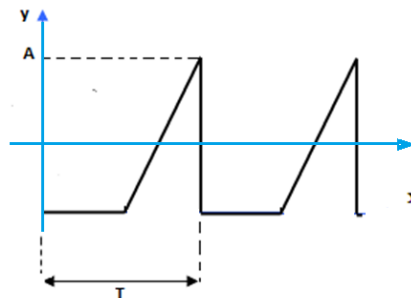
3.1. Consultar sobre las funciones de MATLAB para procesamiento de señales: fir1, fir2, buttord, butter, cheb1ord, cheb2ord, cheby1, cheby2, filter, filtfilt, freqz, pwelch, rand y guide. (La consulta consiste en realizar un párrafo explicativo de 3 o 4 líneas sobre el uso de la función, sus parámetros, y los datos devueltos por la función).

3.2. Consultar y detallar el funcionamiento de los bloques de Simulink que permitan obtener el espectro de magnitud de una señal.

3.3. Graficar en el tiempo el producto de funciones g1 y g2 en los siguientes casos:

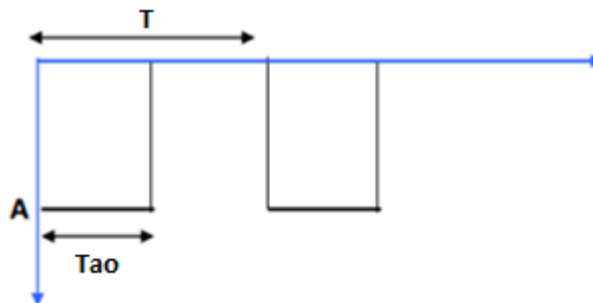
- Grupo 1 (GR1): LUNES 14-16

- a.  $g_1(t) = a_1 \cdot \text{sen}(\pi \cdot f_1 \cdot t)$   
 $g_2(t)$  es una función diente de sierra de periodo  $T = 1/f_2$  de acuerdo a la siguiente figura:



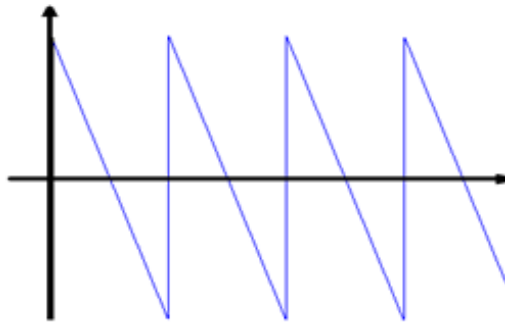
Para los valores de frecuencia  $f_1 = 3\text{kHz}$  y  $f_2 = 6\text{kHz}$ ,  $a_1 = 2$  y  $A = 3$ .

- b.  $g_1(t) = a_1 \cdot \cos(7 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot t)$   
 $g_2(t)$  es una señal cuadrada de frecuencia  $f_2$  y amplitud  $A$ , de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de frecuencia  $f_1 = 3\text{kHz}$  y  $f_2 = 1.5\text{kHz}$ ,  $a_1 = 4$ ,  $\text{tao} = 80\%T$  y  $A = 5$ .

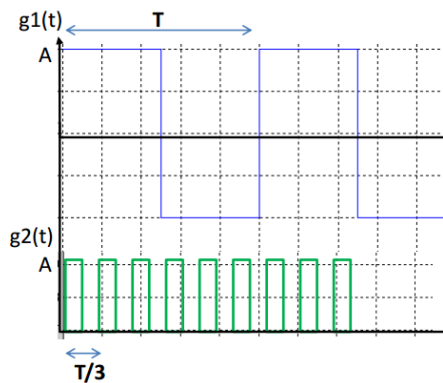
- c.  $g_1(t) = 5 \cdot \sin(5\pi \cdot f_1 \cdot t)$ ,  
 $g_2(t)$  es una función diente de sierra de periodo  $T = 1/f_2$  de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de frecuencia  $f_1 = 6\text{KHz}$ ,  $T = 5 \text{ mseg}$  y  $A = 2.5$ .

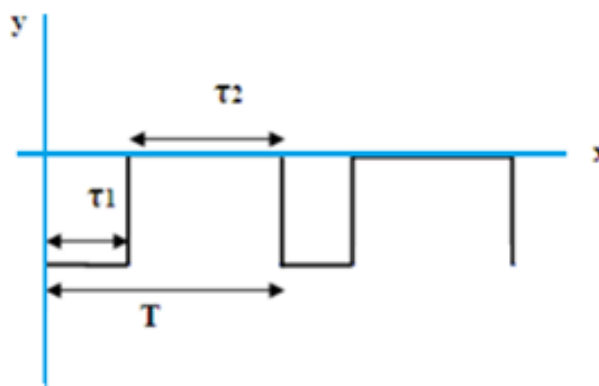
- Grupo 2 (GR2): MARTES 16-18

- a.  $g_1(t)$  es una señal cuadrada periodo  $T$  y amplitud  $+A$   
 $g_2(t)$  un tren de pulsos de período  $T/3$  y amplitud  $A$ .



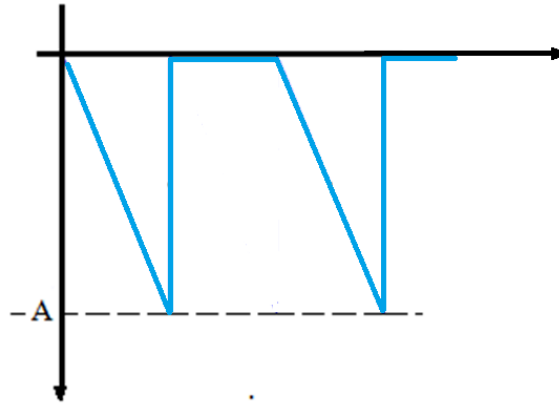
Para los valores de  $T=4$  y  $A=7$ .

- b.  $g_1(t) = a_1 \cdot \cos(6\pi \cdot f_1 \cdot t)$   
 $g_2(t)$  es una señal cuadrada de frecuencia  $f_2$  y amplitud  $A$ , de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de frecuencia  $f_1 = 2\text{kHz}$  y  $f_2 = 1.5\text{kHz}$ ,  $a_1=2$  y  $A=3$ .

- c.  $g_1(t) = 2 \cdot \sin(4\pi \cdot f_1 \cdot t)$   
 $g_2(t)$  es una función diente de sierra de periodo  $T = 1/f_2$  de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de frecuencia  $f_1 = 5\text{ KHz}$ ,  $f_2 = 2.5\text{KHz}$  y  $A = 1.5$ .

3.4. Elaborar un archivo .m que permita graficar en una **misma figura**:

- Las 2 señales
- La señal (multiplicada) en función del tiempo
- El espectro de potencia de dicha señal, de las funciones: a, b y c, del literal anterior.

Generar un archivo .m para cada literal.

(Nota: Estos archivos .m deben traerlos ya hechos para la práctica)

3.5. Elaborar un archivo .m en Matlab, donde se visualice dos señales, una señal cuadrada simétrica y una señal diente de sierra; de modo que la amplitud y la frecuencia sean modificables. (Nota: Los rangos de amplitud deben ser de 1 a 10, y los de frecuencia de 10 a 10000).

## 4. PARTE PRÁCTICA

4.1. Probar los archivos .m desarrollados en el preparatorio.

4.2. Generar mediante un archivo .m una suma de señales senoidales de amplitud  $A$ , y distintas frecuencias  $f$ ; y hacer pasar a esta señal por un filtro pasabanda. Mostrar la señal antes y después del filtro, y notar la diferencia entre ambos casos. Mostrar la variación de la función densidad espectral de potencia.

4.3. Generar una señal senoidal de amplitud  $A$ , y frecuencia  $f$ ; y adicionarle ruido blanco. Mostrar las componentes de frecuencia de la señal antes y después de adicionar ruido.

4.4. Elaborar en Simulink modelos que realicen las mismas funciones que los archivos .m de los numerales 4.2 Y 4.3.

4.5. Elaborar en Simulink los modelos del numeral 3.3. de tal forma que se visualice la señal multiplicada en el tiempo y su correspondiente espectro de magnitud.

## 5. INFORME

- 5.1. Analizando el espectro de un tren de pulsos que sucede si  $\tau$  es fijo y  $T$  variable (creciente).
- 5.2. En base al análisis del literal anterior que sucede si  $T$  es fijo y  $\tau$  variable (creciente).
- 5.3. Compare la densidad espectral de potencia y el espectro de las señales.
- 5.4. Analice el efecto del filtro sobre la densidad espectral de potencia.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

NOTA: Parte importante del informe constituyen los resultados prácticos y las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego de la realización de la práctica.