

PRÁCTICA 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.

- Señal de Energía: 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.
- Señal de Potencia 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 usualmente se muestra usando un gráfico en el dominio de la frecuencia [1].

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 afectada por filtros y otros dispositivos en un sistema de comunicaciones.

Para una señal periódica, $\omega(t)$, la densidad espectral de potencia $P(f)$ está dada por la ecuación (3.1) [1]:

$$P(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |F_n|^2 \delta(f - nf_0) [W/Hz] \quad \text{Ec. 3.1}$$

Dónde: F_n representa coeficientes de Fourier, f_0 es la Frecuencia de la señal, y $\delta(\cdot)$ es la función delta de Dirac [1].

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.

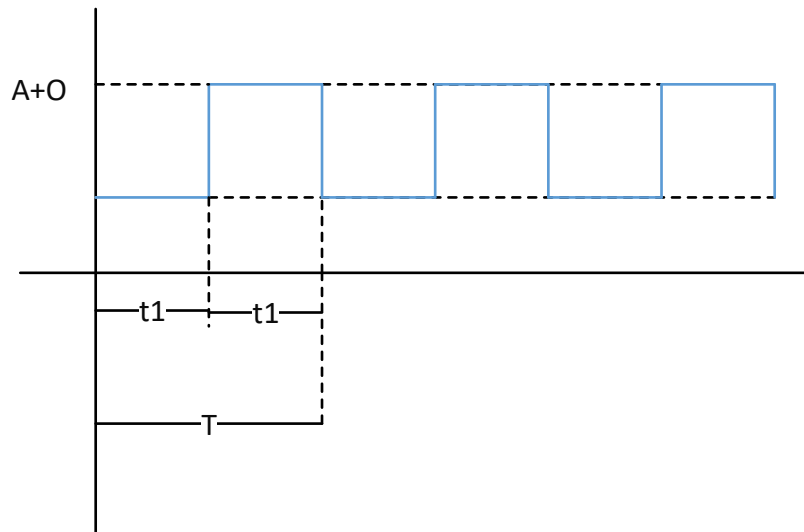
3.2.Consultar y detallar el funcionamiento de los bloques de Simulink que permitan obtener el espectro de magnitud de una señal.

3.3.Graficar en el tiempo el producto de funciones g_1 y g_2 en los siguientes casos:

- Grupo 1: Lunes 14 -16

a. $g_1(t) = 4\text{sen}(3\pi * f_1 * t)$

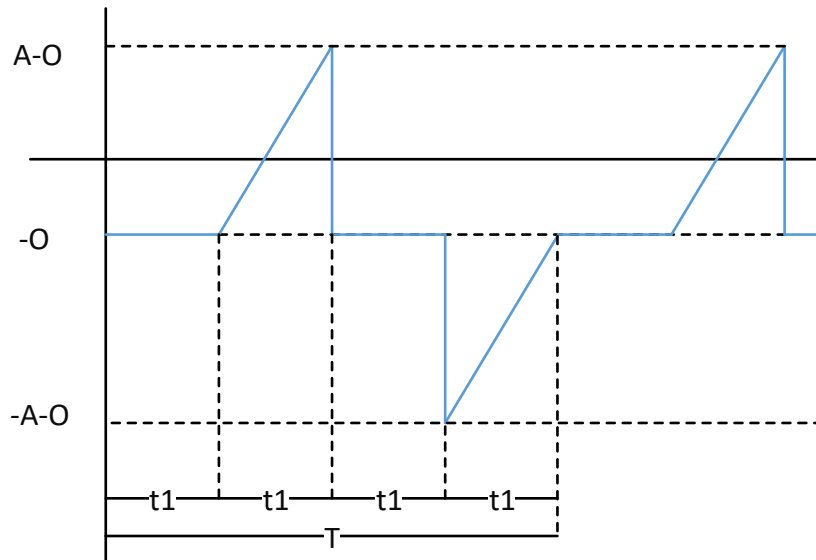
$g_2(t)$ es una señal cuadrada de frecuencia f_2 y offset O de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de frecuencia $f_1 = 7$ KHz, $f_2 = 3$ KHz, $A=6$, $O=2$ y $t_1=50\%T$

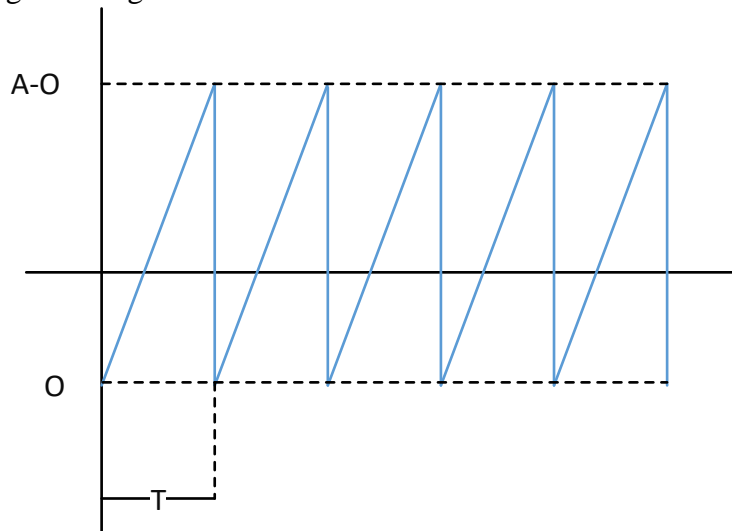
b. $g_1(t) = a_1 * \cos(7 * \pi * f_1 * t)$

$g_2(t)$ = Se tiene la siguiente función con amplitud A , un offset O , periodo $T = 1/f_2$ y un espacio entre señal $t_1 = 25\%T$.



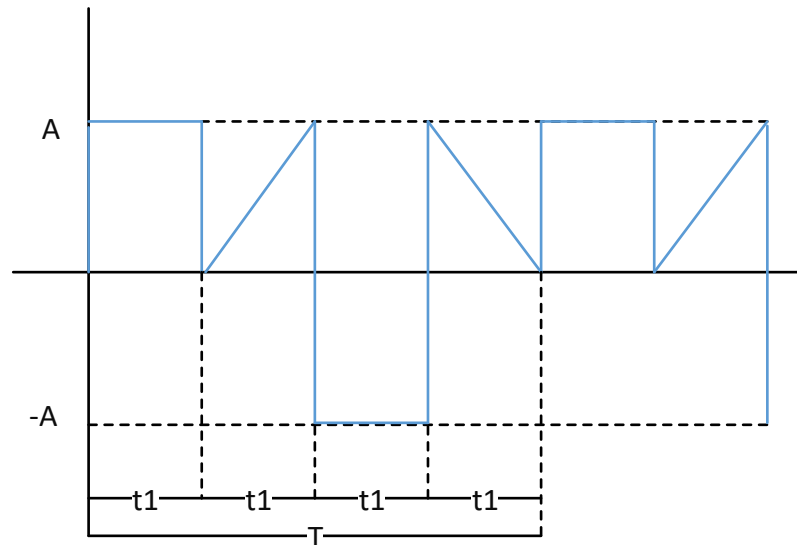
Para los valores de frecuencia $f_1 = 5\text{KHz}$ y $f_2 = 2.5\text{KHz}$, $a_1=2$, $A=3$ y $O=1$.

- c. $g_1(t) = 8 * \sin(6\pi * f_1 * t)$
 $g_2(t)$ es una función diente de sierra de periodo $T = 1/f_2$ de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de frecuencia $f_1 = 8\text{KHz}$, $T = 7 \text{ mseg}$ y $A = 3.5$.

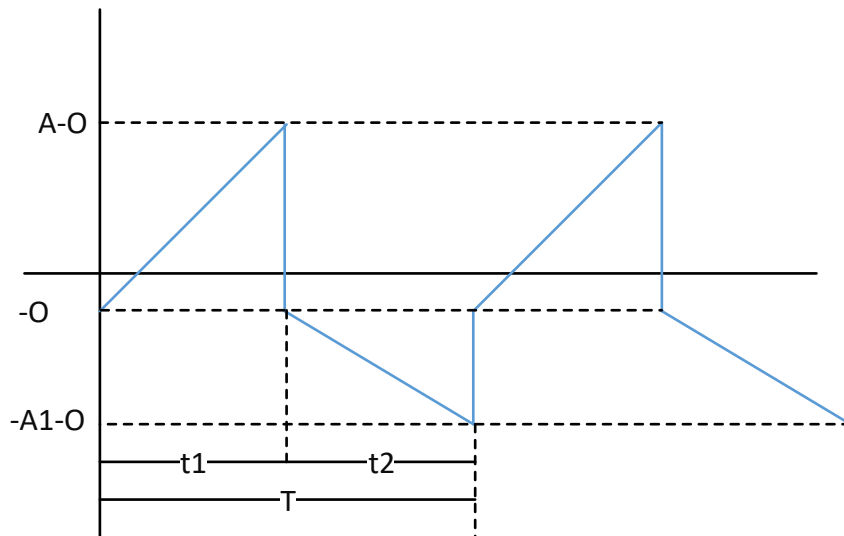
- Grupo 2 (GR2): Martes 14-16
 - a. $g_1(t) = a_1 * \cos(6\pi * f_1 * t)$
 $g_2(t)$ es una señal de frecuencia f_2 y amplitud A , de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de $f_1 = 8\text{KHz}$ y $f_2 = 4\text{KHz}$, $a_1=3$, $A=4$ y $t_1=25\%T$.

b. $g_1(t) = 10 * \cos(2\pi * f_1 * t)$

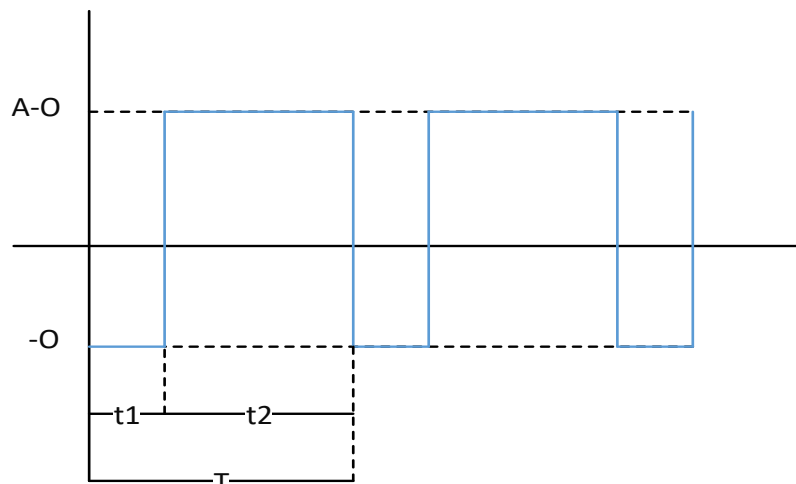
$g_2(t)$ es una señal con periodo T , amplitud A y A_1 , offset O



Para los valores de $T=10\text{ms}$, $A=5.5$ y $A_1=4$, $O=2$, $t_1=t_2$ y $f_1=10\text{kHz}$.

c. $g_1(t) = 4 * \sin(5\pi * f_1 * t)$

$g_2(t)$ es una función con periodo $T = 1/f_2$ de acuerdo a la siguiente figura:

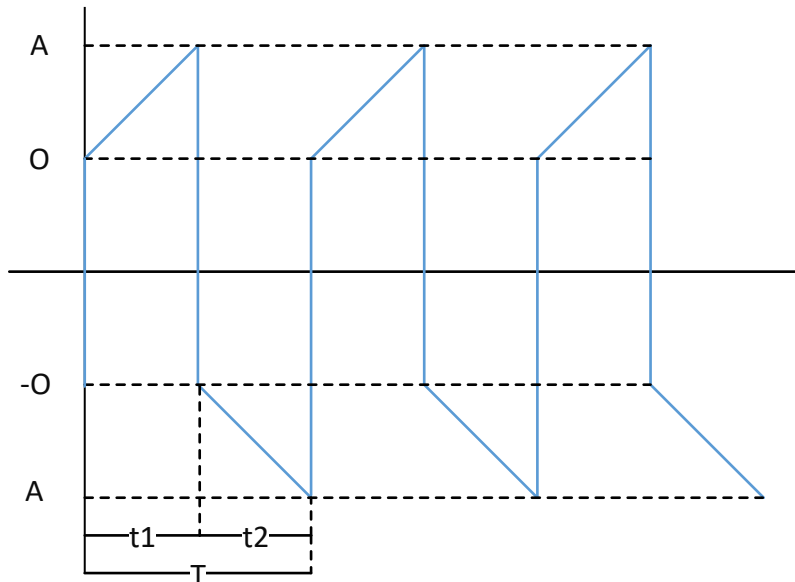


Para los valores de frecuencia $f_1 = 3\text{KHz}$, $f_2 = 2.5 \text{ KHz}$, $t_1=25\%T$, $t_2=75\%T$, $A = 15$ y $O=8$.

- Grupo 3 (GR3): Miércoles 16 -18

a. $g_1(t) = a_1 * \sin(4\pi * f_1 * t)$

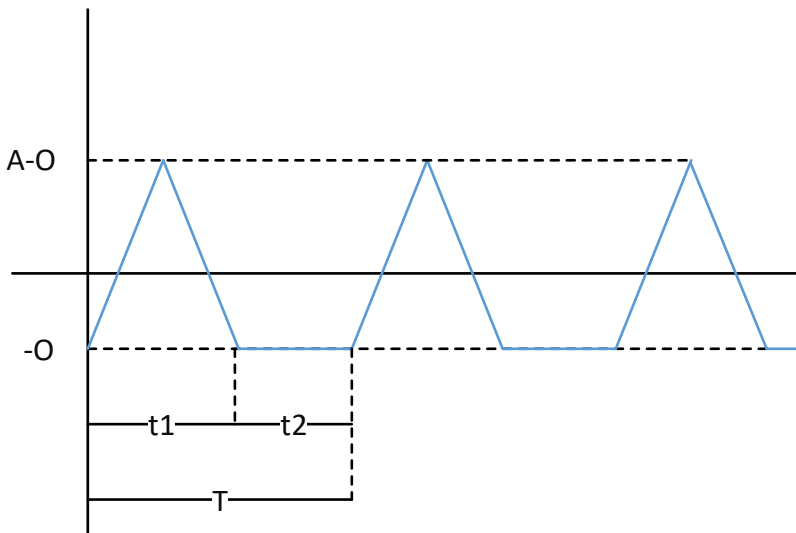
$g_2(t)$ Una función periódica con amplitud A , offset O , periodo T , frecuencia f_2 y un espacio entre señal τ_1 y τ_2 .



Para los valores de frecuencia $f_1= 4\text{kHz}$ y $f_2 = 3\text{kHz}$, $t_1= 40\%T$, $t_2=60\%T$, $O=3$ y $A=5$.

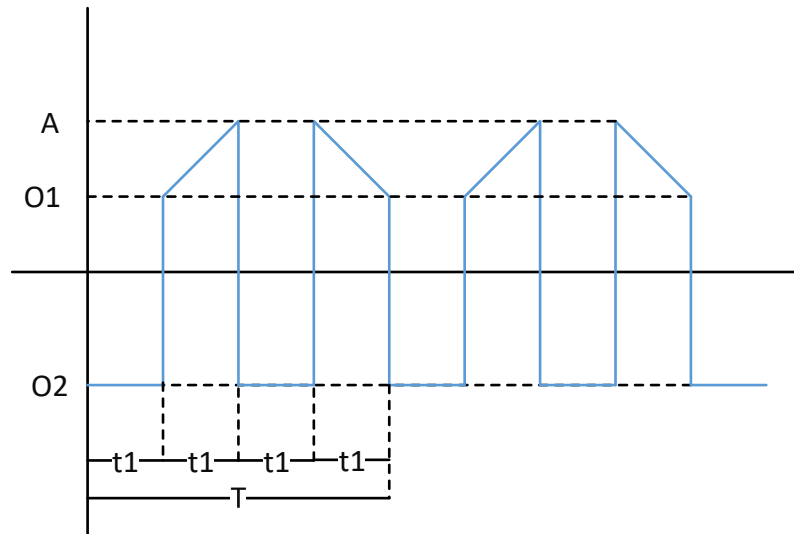
b. $g_1(t) = a_1 * \sin(2\pi * f_1 * t)$

$g_2(t)$ es una función de periodo $T = 1/f_2$, con una amplitud A y offset O de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de frecuencia $f_1 = 4\text{KHz}$ y $f_2 = 3\text{KHz}$, $a_1=3.5$, $A=7$ y $t_1=t_2=50\%T$.

- c. $g_1(t) = a_1 * \sin(3\pi * f_1 * t)$
 $g_2(t)$ es una función con amplitud A , con offset O_1 y O_2 , periodo $T = 1/f_2$ y tiempo de duración en bajo de τ , de acuerdo a la siguiente figura:



Para los valores de $A=7$, $O_1=5$, $O_2=-3$, $T=5$ y $t_1=25\%T$, $f_1=5\text{Khz}$ y $f_2=4\text{Khz}$.

3.4. Elaborar una GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) independiente por cada literal de funciones (a, b, c) que permita graficar en una:

- 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.

La GUI deberá permitir ingresar en un textbox los valores de Amplitud, Periodo y Número de periodos de las señales; y con un botón se generen todas las señales.

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

3.5. Elaborar una GUI 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 ingresadas mediante una barra deslizante. (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 anteriores.
- 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, qué sucede si τ es fijo y T variable (creciente).
- 5.2. En base al análisis del literal anterior, qué sucede si T es fijo y τ 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

[1] A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, S. Hamid, “Signals and systems”, 2da ed., Ed.: Prentice Hall, 1997.

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