LABORATORIO DE TEORÍA DE COMUNICACIONES

PRÁCTICA N° 2

1. TEMA

ANÁLISIS DE SEÑALES TIEMPO Y FRECUENCIA EN MATLAB

2. OBJETIVOS

2.1. Aplicar los conceptos relacionados a la teoría de análisis de señal en el dominio del tiempo y la frecuencia.
2.2. Aplicar MATLAB para analizar las señales en el dominio de la frecuencia y en el dominio del tiempo.
2.3. Utilizar SIMULINK para analizar señales en el dominio del tiempo y frecuencia

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Conceptos en el Dominio Temporal

La señal electromagnética, considerada como función del tiempo, puede ser continua o discreta.

Una señal continua es aquella en la que la intensidad de la señal varía suavemente en el tiempo; es decir no presenta saltos ni discontinuidades.

Una señal discreta es aquella en la que la intensidad de señal se mantiene constante durante un determinado intervalo de tiempo, luego del cual cambia a otro valor constante.

El tipo de señales más sencillas que se pueden considerar son las periódicas, que se caracterizan por contener un patrón que se repite a lo largo del tiempo. Una señal s(t) se dice periódica si y solo si:

$$s(t+T) = s(t) \quad -\infty < t < +\infty$$

Dónde: T es la constante de tiempo

3.2. Conceptos en el Dominio de la Frecuencia

Una señal electromagnética, puede tener muchas componentes de frecuencia. A través del análisis de Fourier se puede demostrar que cualquier señal está constituida por componentes sinusoidales de distintas frecuencias.

Por tanto, se puede decir que para cada señal hay una función en el dominio del tiempo que determina la amplitud de la señal en cada instante de tiempo. De igual forma hay una función en el dominio de la frecuencia que especifica las frecuencias que conforman una señal.

Se define el espectro de una señal como el conjunto de frecuencias que la constituyen.

Se define como ancho de banda absoluto de una señal a todo el rango que ocupa ese espectro. No obstante, la mayor parte de la energía de la señal puede estar concentrada en una banda relativamente estrecha. Esta banda se denomina ancho de banda efectivo o simplemente ancho de banda.

Desarrollo en Series de Fourier para Señales Periódicas

Toda señal periódica se puede expresar como una suma de funciones sinusoidales, denominadas serie de Fourier.

$$x(t) = \frac{Ao}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[A_n \cos(2\pi n f_o t) + B_n sen(2\pi n f_o t) \right]$$

Donde fo=1/T. La frecuencia fo se denomina frecuencia o armónico fundamental, los múltiplos de fo armónicos. Por tanto, una señal periódica con periodo T estará compuesta por la frecuencia fundamental fo, más los múltiplos enteros de dicha frecuencia. Si Ao es diferente de 0, la señal x (t) tendrá componente continua.

Los valores de los coeficientes del desarrollo en serie de Fourier se calculan mediante siguientes expresiones:

$$A_o = \frac{1}{T_o} \int_{to}^{to+To} g(t).dt$$

$$A_n = \frac{2}{T_o} \int_{to}^{to+To} g(t).\cos(2\pi n f_o t).dt$$

$$B_n = \frac{2}{T_o} \int_{to}^{to+To} g(t).sen(2\pi n f_o t).dt$$

3.3. Transformada de Fourier para Señales No Periódicas

El espectro de una señal no periódica a diferencia de una señal periódica, consiste de un conjunto continuo de componentes de frecuencias.

Este espectro se puede obtener mediante la transformada de Fourier. Para una señal g(t), con espectro G(f), se tiene:

$$g(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} G(w).e^{jwt}.dw \qquad G(w) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t).e^{-jwt}.dt$$

3.4. Señales Periódicas y No Periódicas

Las señales se pueden clasificarse 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.

3.5. 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.

3.6. 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.

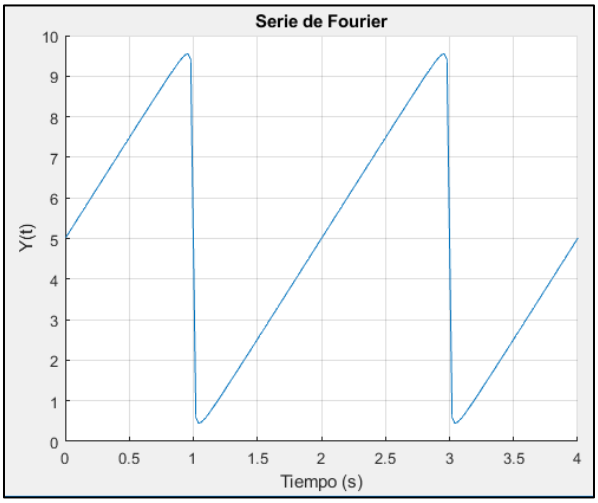
Para una señal periódica, w(t), la densidad espectral de potencia espectral de potencia está dada por:

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

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.

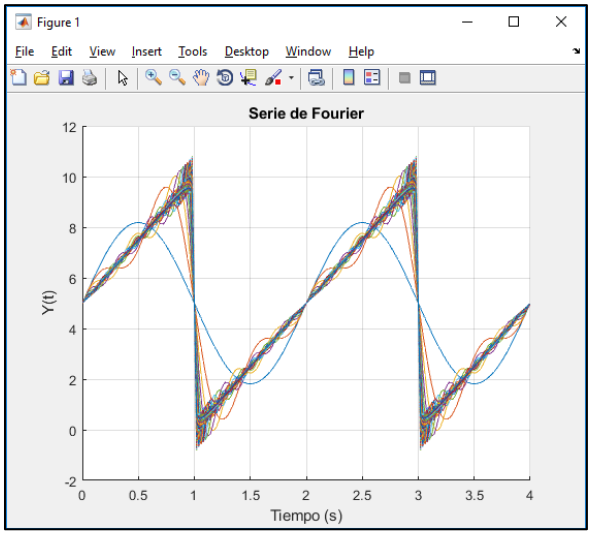
3.7. Ejemplo de la reconstrucción de una señal diente de sierra en Matlab.

Una vez obtenido matemáticamente los coeficientes de Fourier, un ejemplo de cómo reconstruir la señal en Matlab es la siguiente:




```
clc;
close all;
clear all;

%-----------------------------------------------------------------------
%      SERIE DE FOURIER DE SENAL DIENTE DE SIERRA
%-----------------------------------------------------------------------
```

```
% Ingreso de parámetros
Amplitud = input('Ingrese la amplitud: ');
Periodo = input('Ingrese el periodo: ');
Amplitud = Amplitud * 2;

Fm = 100/Periodo;

%Ingreso del # de armónicos
n = 100;

%Vector de tiempo
t = 0:1/Fm:2*Periodo;

%El siguiente lazo se encarga de ir calculando y sumando en la Función Par
%e Impar los valores de cada Armónico de la Serie de Fourier. Y se va
%graficando la señal total por cada dos iteraciones de los armónicos, todo
%sobre la misma gráfica.
for k = 1:2:n
%Vector de tiempo
t = 0:1/Fm:2*Periodo;
%sumatoria para generar Bn
Yi = zeros(1,length(t));
for j=1:1:length(t)
   for i=1:1:k
      Yi(j) = Yi(j) + ((-Amplitud/(pi*i)*cos(i*pi))* sin(i*2*pi*(1/Periodo)*t(j)));

   end
end
%sumatoria de Ao + Bn
Y = Amplitud/2 + Yi;
hold on;
figure(1);
plot(t,Y);
k = k+1;
end


title('Serie de Fourier');
xlabel('Tiempo (s)');
ylabel('Y(t)');
grid on;
hold off;
```



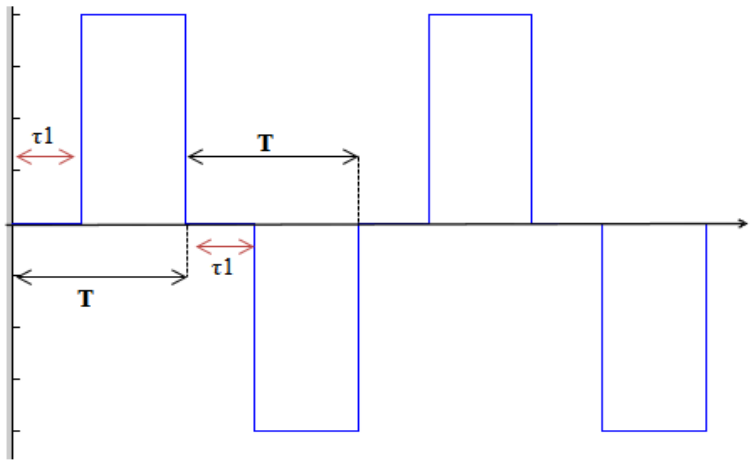
4. TRABAJO PREPARATORIO

4.1. Leer y entender el marco teórico expuesto en estas hojas guías.

4.2. Presentar el desarrollo matemático para la obtención del espectro de magnitud de la función correspondiente a cada grupo. Calcular los coeficientes Ao, An y Bn de la serie de Fourier.

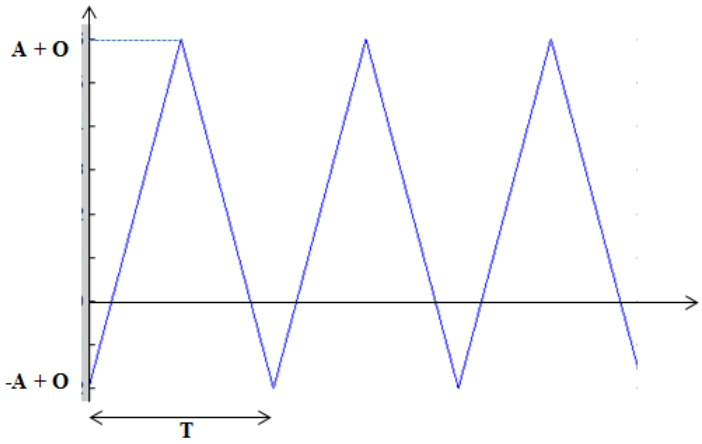
Grupo 1 (GR1):

y(t) = Una señal cuadrada aleatoria con amplitud A, periodo T y tiempo de duración en bajo de τ1.



Grupo 2 (GR2):

y(t)= Una función diente de sierra simétrica periódica con amplitud A, offset O y periodo T.



4.3. Determine matemáticamente la Serie de Fourier de las funciones del literal 4.2. Presentar una gráfica en dominio de la frecuencia (espectro de amplitud) para cada caso, tomando en cuenta los siguientes valores:

Grupo1:	Grupo 2:
A = 5	A = 10
T = 6 ms	T = 10 ms
τ1 = 2 ms	O = 2

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

- La señale y el espectro de potencia.

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

5. EQUIPO Y MATERIALES

- Equipo de computación y Matlab, (disponibles en el laboratorio).

6. PROCEDIMIENTO

6.1. Probar los archivos .m desarrollados en el preparatorio.
6.2. Obtener los coeficientes de Ao, An y Bn Fourier, para una señal dada por el instructor.
6.3. Utilizando Matlab generar un archivo .m que permita representar en tiempo y su correspondiente espectro de la función del literal 6.2

7. INFORME

7.1. Reproducir en simulink las señales realizadas tanto en el preparatorio como en el aula.
7.2. Analizar el espectro de un tren de pulsos que sucede si τ es fijo y T variable (creciente).
7.3. En base al análisis del literal anterior que sucede si T es fijo y τ variable (creciente).
7.4. Compare la densidad espectral de potencia y el espectro de las señales.

8. REFERENCIAS

Elaborado por: Ing. Ricardo Mena.

Revisado por: Ph.D. Cecilia Paredes.