

## PRIMER LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES II

### 1. PROCEDIMIENTO:

En Matlab realice el diagrama de simulación en Simulink, para la una señal PAM con muestreo natural y de techo plano.

Este diagrama emplea un generador de pulsos y un generador de señales para producir una señal senoidal.

A continuación, module con un multiplicador, la señal del generador de pulsos y la señal senoidal, para obtener una señal PAM con muestreo natural.

Repita el procedimiento anterior, coloque después de modular, un retenedor de orden cero, con tiempo de retención igual al del ancho del pulso de muestreo; de esta forma se obtiene pulsos cuadrados, para la señal PAM con muestreo de techo plano.

Finalmente, se puede ver la salida colocando un osciloscopio en la salida del retenedor de orden cero.

A continuación, simule los siguientes ejercicios:

- a. Genere una onda PAM empleando una señal moduladora senoidal de frecuencia  $\omega_m = 0.5\pi$  rad/s, período de muestreo  $T_s = 1$  s y duración de pulso  $T = 0.05$  s.
- b. Calcule y exhiba el espectro de magnitud de la onda PAM.
- c. Repita el experimento para una duración de pulso  $T = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$  s.

El muestreo natural implica la multiplicación de una señal de mensaje por un tren de pulsos rectangular. El período fundamental del tren de pulsos es  $T_c$  y la duración del pulso es  $T$ .

- a. Genere y exhiba la onda PAM para una onda moduladora senoidal, con las siguientes especificaciones:

Frecuencia de modulación:	1 kHz
Frecuencia de repetición del pulso ( $1/T_c$ ):	10 kHz
Duración del pulso ( $T$ ):	1 ó 2 $\mu$ s

- b. Calcule y exhiba el espectro de la onda modulada. Verifique por tanto que la onda moduladora original puede recuperarse sin distorsión pasando la onda modulada a través de un filtro pasabajas. Especifique los requerimientos que debe satisfacer dicho filtro.

Para realizar este punto, usted deberá a través del bloque simout almacenar en un vector de datos (tipo double) el contenido de la señal modulada para luego realizar el algoritmo de la FFT sobre dicho vector en el Workspace.

El algoritmo para el desarrollo de este numeral se muestra a continuación:

```
%Vector donde se calcula y almacena la FFT de la señal modulada
Xmag=abs(fftshift(fft(simout,801)))/801;
```

```
%Vector de frecuencias donde se calculó el espectro
w=2*[-400:400]*2*pi/801;
%Gráfica del espectro de la señal
plot(w,Xmag)
```

Donde la función `fft(simout, 801)` calcula la FFT del arreglo `simout` con 801 puntos (10 períodos de señal). Esta cantidad de puntos se calcularon de acuerdo al siguiente criterio, siendo  $\omega_r$  la resolución mínima de la FFT:

$$M \geq \frac{\omega_s}{\omega_r} = \frac{2\pi}{0.0025\pi} = 800$$

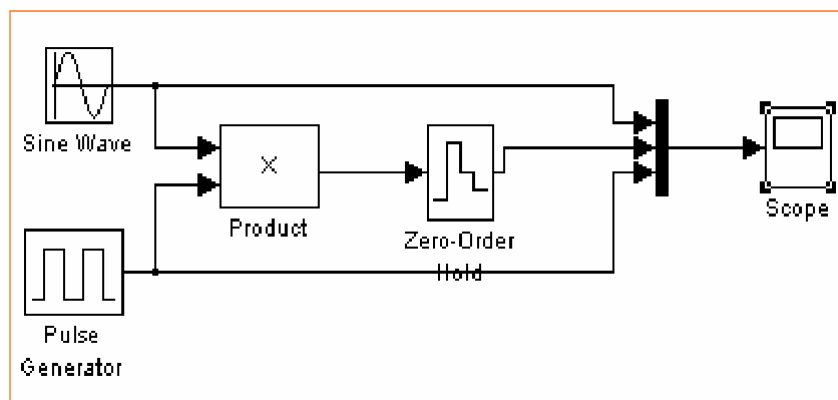
La función `fftshift(...)` se encarga de desplazar el centro del espectro a 0, para dejarlo simétrico con respecto al origen.

Para el inciso b, usted deberá diseñar un filtro, el cual cumpla con las especificaciones y sea capaz de reconstruir la señal seidonal muestreada.

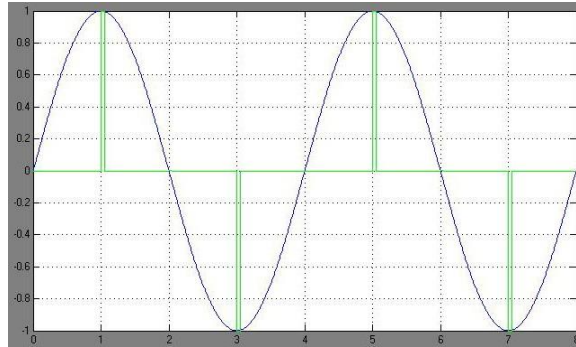
```
Xmod=abs(fftshift(fft(smod,801)))/801;
w=40050*[-400:400]*2*pi/801;
plot(w,Xmod);
[b,a]=butter(6,0.3);
outp=filter(b,a,smod);
Ymod=abs(fftshift(fft(outp,801)))/801;
figure;
plot(w,Ymod);
t=0:2.5e-5:5:2e-2;
figure;
plot(t,outp);
```

## 2. DIAGRAMA GENERAL POR BLOQUES:

Genere sendas simulaciones de las señales PAM, con diversos tiempos de ancho de pulso del muestro natural y techo plano.

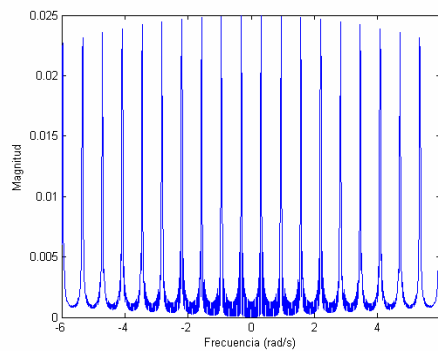


En un mismo plano, coloque las señales generadas y la señal de salida PAM.

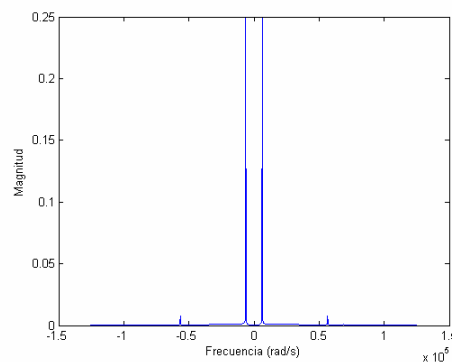


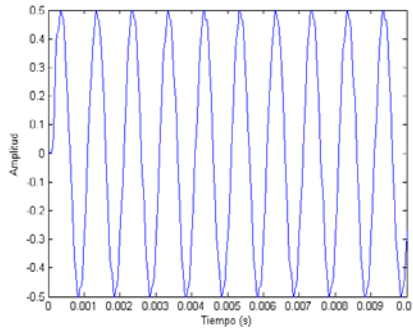
Donde la señal de color azul es la señal moduladora y la señal de color verde es la señal de salida modulada.

Genera el espectro en frecuencia de la señal PAM, con diversos tiempos de ancho de pulso del muestro natural y techo plano.



Aplique un filtro al espectro en frecuencia de la señal PAM, con diversos tiempos de ancho de pulso del muestro natural y techo plano, a una frecuencia de corte ( $F_c$ ), para obtener la seínodal muestreada.





### 3. COMPARACIÓN Y ANÁLISIS:

- Compare la respuesta generada en la señal PAM, con muestreo natural y de techo plano.
- Analice como influye el ancho del pulso de la señal portadora.
- Analice las salidas del filtro, dependiendo de su orden.
- Redacte como mínimo tres (3) conclusiones de la práctica.

### 4. CUESTIONARIO:

- ¿Cómo varía el espectro para los diferentes tipos de PAM?
- ¿Por qué varían los espectros en frecuencia de las señales PAM, en función del ancho del pulso para cada tipo de señal?.
- ¿Se puede presentar un sobre muestreo? ¿En que circunstancias se presenta? ¿Cual es su causa de existir?.
- ¿Que topología de filtro se puede emplear para recuperar la señal original y se permita la menor distorsión por armónicos superiores? ¿Cuál es el más aconsejable? ¿Por qué?.
- ¿Por qué en el proceso de muestreo se hace menos efectivo, si se aumenta el ancho de los pulsos de la señal portadora?
- Si se varia las frecuencias de muestreo ¿Qué se mantiene constante el la señal muestreada?
- ¿Es mejor tener un espectro de frecuencia con diversos armónicos distribuidos?
- ¿Es más fácil recuperar la señal muestreada con un espectro de frecuencia disperso? ¿Por qué?

### 5. ENTREGABLES:

Se debe entregar un informe, en el cual se incluya el desarrollo del procedimiento de ésta guía, el cuestionario resuelto, la comparación, análisis y las conclusiones de las mediciones realizadas en La simulación.