

# IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

## Laboratorio 3 - Guia Práctica

### Segundo Semestre 2017

Martes 26 de septiembre del 2017

#### Horario 08M1

- Duración: 2 horas, 30 minutos.
- Está permitido el uso de material adicional.
- La evaluación es **estrictamente** personal.
- **Está terminantemente prohibido copiar código externo (ejemplos de clase, material en linea, etc.)**

1. (4 puntos) Se le brinda la señal  $y(t)$  la cual debe ser discretizada considerando un  $n \in 0,1, \dots, 999$  y una frecuencia de muestreo de  $fs = 1000$

$$y(t) = \sin(2\pi 150t + \pi/4) + \sin(2\pi 350t + 3\pi/4) \quad (1)$$

- a. (1.0 punto) Crear las señales discretas

$$y1[n] = \sin(2\pi 150n + \pi/4) \quad (2)$$

$$y2[n] = \sin(2\pi 350n + 3\pi/4) \quad (3)$$

$$y[n] = y1[n] + y2[n] \quad (4)$$

Graficar su espectro de magnitud en el rango fundamental de  $-\pi$  a  $\pi$ .

- b. (1.0 punto) Diseñar un filtro digital FIR pasabajos utilizando el método de enventanado (*fir1*) de orden  $N = 80$ , una frecuencia de corte normalizada de  $0.4 \pi$  y una ventana hanning. Graficar su espectro de magnitud y su espectro de fase en el rango fundamental de  $-\pi$  a  $\pi$ .
- c. (0.5 punto) Convolucionar la señal (*conv*) con el filtro hallado anteriormente y graficar el espectro de magnitud en el rango fundamental de  $-\pi$  a  $\pi$ .
- d. (0.5 punto) Crear un filtro pasabajos ideal. Para ello, crear un vector binario que elimine los componentes de frecuencia alta y conserve las bajas frecuencias. Realizar el producto de dicho filtro con la transformada de Fourier de la señal original y graficar el espectro de la señal en el rango fundamental de  $-\pi$  a  $\pi$ . Responder en los comentarios si logra aislar completamente las bajas frecuencias.
- e. (1.0 punto) En una misma ventana, con ayuda del comando *subplot*, graficar en tiempo discreto  $y1[n]$ , la señal hallada en (c) y la transformada inversa de lo hallado en (d). Utilizar el comando *xlim* para limitar el número de muestras en el rango de 0 y 300 muestras. Responder en los comentarios qué señal ha logrado generar una mejor reconstrucción de la componente de baja frecuencia y a qué se debe.

2. (3 puntos) Existen aplicaciones en donde se requiere detectar una forma de pulso específico sin embargo, la relación señal a ruido es muy baja en toda frecuencia (i.e. señales de radar). Por lo que resulta de utilidad el uso de un filtro en forma de onda. En el archivo `p2.mat` se tienen tres señales `p`, `x` y `t`. Estas señales corresponden al pulso teórico a detectar  $p(t)$ , la señal recibida con ruido  $x(t)$  y el eje de tiempo, respectivamente.  $x(t)$  tiene el pulso  $p(t)$  centrado en cero y con ruido gaussiano. La frecuencia de muestreo es de 1000 Hz.
  - a. (1 punto) Graficar la señal  $x(t)$ , notará que el pulso es virtualmente indistinguible. Graficar el espectro de magnitud entre  $-\pi$  a  $\pi$  de  $p(t)$  y  $x(t)$  usando todas las muestras disponibles. Usando la gráfica identifique la frecuencia del segundo lóbulo lateral de  $p(t)$  en Hz y radianes y escríbala en los comentarios. Si se hace un filtro pasabajo a esta frecuencia ¿Considera usted que se detectará correctamente la señal?
  - b. (1 punto) Diseñar un filtro pasabajo FIR de orden  $N = 50$  utilizando una ventana hanning (`fir1`) usando la frecuencia de corte del punto anterior. Filtrar  $x(t)$ . Graficar la salida en el tiempo y comentar si corresponde a la señal filtrada de forma adecuada.
  - c. (1 punto) Ahora se le pide diseñar un filtro en forma de onda. Para ello crear el vector `-1:0.001:1` y crear un pulso triangular(`tripuls`). Este pulso triangular servirá de filtro, por lo que se le pide filtrar la señal utilizando `conv` adicionando la opción 'same'. Comentar sobre la salida y comparar su resultado con lo obtenido en el inciso (b).
3. (3 puntos) Se le brinda el archivo `unknown_syst.p` el cual es un filtro desconocido cuyas características se desean averiguar. Para ello, se le pide lo siguiente:
  - a. (1 punto) Definir un impulso de 256 muestras e ingresar como parámetro de entrada a `unknown_syst.p`. Graficar el espectro de magnitud y de fase en el rango fundamental de  $-\pi$  a  $\pi$  y responder en los comentarios qué tipo de filtro es, si tiene una respuesta finita y su(s) frecuencia(s) de corte en radianes.
  - b. (1 punto) Con la información obtenida en el inciso anterior, se le pide diseñar un filtro FIR por el método del enventanado (`fir1`) utilizando la ventana que prefiera. El orden del filtro será de  $N = 50$ . Graficar su espectro de magnitud y de fase en el rango fundamental de  $-\pi$  a  $\pi$ .
  - c. (1 punto) Crear la señal  $x[n] = \cos(2\pi 0.4n) + \cos(2\pi 0.2n) + \cos(2\pi 0.05n)$ . Considerando que  $n \in 0, 1, \dots, 299$ . Ingresar dicha señal en el sistema desconocido. Adicionalmente, realizar la convolución (`conv`) de  $x[n]$  con el filtro creado en el inciso anterior. En una misma ventana, graficar los espectros de magnitud y de fase en el rango fundamental y responder en los comentarios qué filtro ha logrado filtrar adecuadamente la señal. Adicionalmente, responder cuál filtro tiene mayor orden y cómo llega a dicha conclusión.