

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

Laboratorio 3 - Guia Práctica

Primer Semestre 2017

Martes, 2 de Mayo del 2017

Horario 07M2

- 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 tiene la siguiente señal en tiempo continuo,

$$x(t) = \cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi f_2 t)$$

la señal tiene una duración de 0.32 segundos.

- a. Digitalizar la señal $x(t)$ de $f_1=100$ Hz y $f_2=150$ Hz. a una frecuencia de muestreo $f_s=400$ Hz. Indicar el número de muestras de la señal $x[n]$ y el periodo fundamental de la señal discreta. Graficar la señal discreta. Usar **plot()**.
 - b. Calcular la DFT de $x[n]$ para N igual a la longitud de la señal digitalizada. Graficar su espectro de magnitud. Indicar el espaciamiento en frecuencia entre cada muestra (resolución espectral). Describir la gráfica e indicar los bins (muestras en frecuencia, $k \in [0, N - 1]$) en los que se encuentran los picos. Usar **plot()**, **fft()**, **fftshift()**, **abs()** y **unwrap()**.
 - c. Cambiar f_1 a 48 Hz y f_2 a 89 Hz, manteniendo el número de muestras N y f_s . Graficar la nueva función $x_2[n]$ en el espacio de muestras y su espectro de magnitud. Indicar en los comentarios en qué bins se esperaría encontrar el pico correspondiente a la frecuencia f_1 y f_2 . Comentar cómo se relaciona esto con lo obtenido en la gráfica anterior.
 - d. Graficar el espectro de magnitud de la señal $x_2[n]$ pero ahora para un número de muestras en frecuencia $N=256$. Usar **fft(x,N)**. Comparar con lo obtenido en el item anterior.
 - e. Para $f_1 = 51$ Hz y $f_2 = 53$ Hz, graficar en una misma figura (Usar **subplot**) el espectro de magnitud para un número de muestras $N=128$ (igual a la cantidad de muestras de la señal) y $N=512$. Aparecen los tonos de la señal? Indicar cómo se puede solucionar.
 - f. Aumentar el número de muestras en el tiempo hasta obtener 512. Graficar en el espacio de muestras y el espectro de magnitud de la señal para N igual a la longitud de la señal. Indicar la nueva resolución espectral. Comentar el resultado.
2. (3 puntos) Identificar el tono de frecuencia alta un audio y filtrarlo en el dominio de la frecuencia.

- a. Utilizar la función **audioread()** para abrir el archivo *audio'ledz.wav*. Graficar su espectro de magnitud en función a la frecuencia normalizada. Indicar la frecuencia de muestreo del audio y a qué frecuencia se encuentra el tono a eliminar. Escuchar el audio utilizando la función **sound()**.
- b. Diseñar un filtro FIR real por el método de muestreo en frecuencia a partir de la siguiente expresión:

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} 1, & |\omega| \leq 0,6\pi \\ 0, & 0,6\pi \leq |\omega| \leq \pi \end{cases}$$

para $M=200$. Para el diseño del filtro usar **fir2()**. Graficar el espectro de magnitud del filtro. Usar **plot()**, **fft()**, **fftshift()**, **abs()** y **unwrap()**.

- c. Realizar el filtrado en frecuencia para un número de muestras en frecuencia de $N=1024$. En una misma figura graficar el espectro de magnitud de la señal, del filtro y de la señal filtrada. Llevar la señal filtrada al espacio de muestras (Usar **ifft()**) y utilizar la función **sound()** y describir las diferencias entre la señal original y la señal filtrada.
 - d. Repetir el item anterior para un número de muestras en frecuencia de $N=L+M-1$, donde L es la longitud de la señal original y M es el orden del filtro.
 - e. Repetir el item c) ahora para $N=2^{16}$.
 - f. Realizar la convolución en el espacio de muestras. Utilizar **conv()**. Comentar las condiciones en las cuales la convolución lineal y circular son equivalentes.
3. (3 puntos) Se tiene la siguiente señal ,

$$x[n] = 1,5 \sin(0,2\pi n + \pi/4) + 0,7 \sin(0,35\pi n) + 0,4 \sin(0,8\pi n)$$

la señal fue discretizada con una frecuencia de muestreo $f_s=2$ kHz, con $n \in [0, 511]$.

- a. Graficar el espectro de la señal $x[n]$. No usar **fftshift()**, utilizar la propiedad de desplazamiento en frecuencia de la DFT.
- b. Se quiere eliminar la componente $\omega = 0,8\pi$. Implementar un filtro FIR diseñado mediante el método de enventanado utilizando una ventana rectangular de orden 100 con frecuencia de corte $\omega_c = 0,5\pi$, para esto
 - I. Graficar en una misma figura el filtro ideal y la ventana rectangular. Para el filtro ideal no olvidar de realizar L'Hospital para $n=0$ y realizar el desplazamiento de $M/2$ muestras al filtro ideal para que el filtro sea causal y tenga fase lineal.
 - II. Graficar en el espacio de muestras y el espectro en frecuencia del filtro enventanado. Para la **fft** usar $N=1024$.
 - III. Realizar el filtrado de la señal $x[n]$ en frecuencia. Mostrar el espectro de magnitud y comprobar si se eliminó la componente no deseada.
- c. Repetir el item anterior para una ventana Blackman. Usar **blackman()**