IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales
Laboratorio 02 - Ejercicios Propuestos
(Segundo semestre 2016)

1) Se tiene la señal en tiempo continuo definida entre t = 0 y t = 2:

$$x(t) = cos\,(2\pi f t)\,;$$

Donde f = 100 Hz;

a) Se quiere discretizar $x(t)$, para lo cual se tiene 3 criterios a seguir para obtener 3 señales discretas diferentes:

- $x_1[n]$: 4000 muestras;
- $x_2[n]$: f_s = 1 KHz;
- $x_3[n]$: tiempo entre muestras de 10 ms;

¿Es posible generar las 3 señales discretas adecuadamente? Justifique. Escriba un script en MATLAB para las señales que puedan ser generadas adecuadamente.

b) Calcule la transformada de Fourier y grafique el espectro de magnitud de las señales generadas en el script anterior. **(Nota: Utilice fft, fftshift, unwrap y abs)**

c) Se quiere realizar un cambio de tasa de muestreo por un factor de 4/5, para lo cual se pueden utilizar los siguientes sistemas:

$$x[n] \longrightarrow \boxed{\uparrow 4} \longrightarrow \boxed{h_{LP1}} \longrightarrow \boxed{h_{LP2}} \longrightarrow \boxed{\downarrow 5} \longrightarrow y[n]$$

Figure 1: Sistema A: h_{LP1} es el filtro pasabajos para la interpolación de factor 4 y h_{LP2} es el filtro pasabajos para la decimación de factor 5

$$x[n] \longrightarrow \boxed{h_{LP1}} \longrightarrow \boxed{\downarrow 5} \longrightarrow \boxed{\uparrow 4} \longrightarrow \boxed{h_{LP2}} \longrightarrow y[n]$$

Figure 2: Sistema B: h_{LP1} es el filtro pasabajos para la decimación de factor 5 y h_{LP2} es el filtro pasabajos para la interpolación de factor 4

¿Alguna de las señales presenta distorsión cuando ingresan a alguno de los 2 sistemas? Verifique su respuesta graficando las señales y los espectros de magnitud de las señales de salida de los sistemas. **(Nota: Utilice interp y decimate)**

2) Se tienen las señales en tiempo discreto $x_{M,N}[n]$ definidas entre $n = 0$ y $n = 255$ por:

$$x_{M,N}[n] = \sum_{k=M}^{N} \mu_k \delta[n-k];$$

Al respecto, realice lo siguiente:

a) Considerando $\mu_k = 1$, genere las secuencias $x_{8,247}[n]$ y $x_{64,191}[n]$; y grafíquelas en el espacio de muestras (considere que las muestras son tomadas con 200 us de diferencia) y calcule la DFT de ambas señales. Luego, genere y grafique la señal $y[n] = x_{8,247}[n] + x_{64,191}[n]$, verifique lo siguiente:

$$DFT\{y[n]\} = DFT\{x_{8,247}[n]\} + DFT\{x_{64,191[n]}\};$$

b) Considere ahora $\mu_k = sinc\,[\pi * (1000 * k - 25.6)/3.2]$; y genere la secuencia $x_{64,191}[n]$. Compruebe la siguiente relación (inversión en el tiempo) usando MATLAB:

$$DFT\{X_{64,191}(n)\} = x_{64,191}[-k];$$

3) Verificar la propiedad de convolución circular de la DFT. Implementar en Matlab:

$$y[n] = x[n] \textcircled{N} h[n] \triangleq \sum_{k=0}^{N-1} x[k] \cdot h[(n-k) mod N]$$

donde los vectores $x[n]$ y $h[n]$ son los vectores de entrada.

a) Implementación desde el espacio de muestras.

b) Implementación desde frecuencia. Usar **fft** para obtener el espectro en frecuencia de cada señal $((X(k), H(k))$. Luego, para obtener el resultado de la convolución multiplicar ambos términos $(X(k) \cdot H(k))$. Graficar el espectro de magnitud y fase (Usar **fftshift**, **abs**, **angle**). Para volver al espacio de muestras usar **iffshift** e **ifft**.

c) Sea un $x[n]$ un pulso, de longitud 5 (posición de inicio en el tercer término) y un $h[n]$ un pulso que comienze en n=4 y de longitud 8. Verificar su implementación, comparar con la función **cconv**.

d) Sean las señales

$$x[n] = \begin{cases} (0.8)^n, & 0 \leqslant n \leqslant 12 \\ 0, & otros \end{cases}$$

$$h[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leqslant n \leqslant 10 \\ 0, & otros \end{cases}$$

Graficar el resultado de la convolución circular de ambas señales, comparar con la convolución lineal (Usar **conv**).

4) Se tiene la siguiente señal:

$$x(t) = 4 \sin 2\pi t + cos 2\pi(30)t + w(t)$$

donde $t \, \epsilon \, [0, 5]$ segundos y w modela una señal aleatoria de distribución normal con media 0 y varianza $\sigma^2 = 0.5$ (Usar **randn**).

a. Obtener $x[n]$ con un número de muestras $N = 2^5$. Comente si ocurre aliasing o no, explicar.
b. Obtener $x[n]$ con un número de muestras $N = 2^{10}$. Comente si ocurre aliasing o no, explicar.
c. Para $N = 2^{10}$, graficar las señal en espacio de muestras y espectro de frecuencia (Usar **subplot**, *stem* para la DFT usar **fft**, **fftshit**, **abs**, **unwrap**).