

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  $t = 2$ :

$$x(t) = \cos(2\pi ft);$$

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:

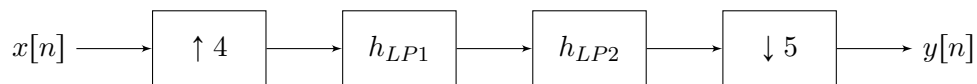


Figure 1: Sistema A:  $h_{LP1}$  es el filtro pasabajos para la interpolación de factor 4 y  $h_{LP2}$  es el filtro pasabajos para la decimación de factor 5

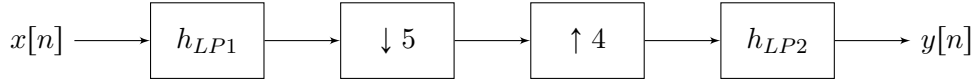


Figure 2: Sistema B:  $h_{LP1}$  es el filtro pasabajos para la decimación de factor 5 y  $h_{LP2}$  es el filtro pasabajos para la interpolación de factor 4

¿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 gráfíquelas 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  $\mu_k = \text{sinc}[\pi * (1000 * k - 25.6)/3.2]$ ; 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:

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

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 **ifftshift** 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 comience en  $n=4$  y de longitud 8. Verificar su implementación, comparar con la función **cconv**.
- d) Sean las señales

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

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

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

- 4) Se tiene la siguiente señal:

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

donde  $t \in [0, 5]$  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 la señal en espacio de muestras y espectro de frecuencia (Usar **subplot**, **stem** para la DFT usar **fft**, **fftshift**, **abs**, **unwrap**).