

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales
Laboratorio 03 - Ejercicios Propuestos
Segundo Semestre 2016

1. Dada la señal $x_c(t) = \cos(2\pi 100t) + \sin(2\pi 202,5t)$, la cual debe ser muestreada con 1000 muestras con una frecuencia de muestreo $F_s = 1000$ Hz, se le pide lo siguiente:
 - a. Calcular la DFT y graficar el espectro de magnitud y fase de la señal. Para expresar el espectro de frecuencia centrado en 0 utilizar la función `fftshift`. Para obtener el vector de frecuencias de $-\pi$ a π , se debe restar 2π a su vector. Finalmente, debe utilizar `unwrap` para suavizar saltos de fase bruscos
 - b. Aumentar el número de muestras en frecuencia al doble. Graficar la nueva señal y la transformada. Comentar las diferencias entre la señal original y la señal nueva.
 - c. Una particularidad de aplicar la `fft` es que se asume que la señal debe ser periódica. En caso no lo sea, se genera un efecto el cual se le conoce como fuga espectral. Dicho efecto, genera artefactos al rededor de las frecuencias presentes dentro de la señal. Para ver reducir dicho efecto, se pide aplicar una ventana `hamming(hamming)`, una `hanning(hann)` y una `blackman(blackman)` con tamaño $N=500$ en la señal original. Graficar la ventana en el tiempo, la nueva señal en el tiempo y su respectivo espectro. Comentar con respecto al efecto de leakage para todos los casos.
2. Se desea diseñar un filtro digital pasa altos que siga el modelo de $H(e^{j\omega})$.

$$H(e^{j\omega}) = \begin{cases} 1 & , 0.8 \pi \leq \omega \leq \pi \\ 0 & , 0 \leq \omega < 0.8 \pi \end{cases}$$

- Orden del filtro: 30

Para ello se le pide lo siguiente:

- a. Generar una `sampling (sinc)` con el valor de 30 muestras para generar el filtro.
 - b. Construir un filtro por el método del enventanado utilizando una ventana `hamming`.
 - c. Construir un filtro por el método del enventanado utilizando una ventana `blackman`.
 - d. En una sola ventana graficar la respuesta al impulso del filtro deseado y de los dos filtros deseados. Comentar con respecto a la amplitud de las muestras.
 - e. En una sola ventana graficar la respuesta en magnitud en escala logarítmica ($20\log_{10}$) y comentar cuál tiene la mejor respuesta. dar sus apreciaciones con respecto a los lóbulos principales y laterales.
3. Para comparar los métodos de diseño de filtros digitales a partir de prototipos analógicos se aplican los métodos de invarianza al impulso y transformación bilineal. Dadas las siguientes especificaciones:

- Filtro pasa bajos Butterworth
- banda de paso: $[0 - 0,25\pi]$
- banda de rechazo: $[0,65\pi - \pi]$
- Atenuación en la banda de paso: 2 db
- Atenuación en la banda de rechazo: 25 db

Se le pide lo siguiente:

- a. Diseñar el filtro analógico de forma analítica, y verificar su resultado empleando los comandos *buttord()* y *butter()* (tener en cuenta que la frecuencia de muestreo no es una característica del mismo).
 - b. Hallar los coeficientes del filtro IIR utilizando el método de transformación bilineal. Graficar la magnitud y fase del filtro. ¿Tiene fase lineal? ¿Decae de forma monótona? Explicar.
 - c. Hallar los coeficientes del filtro IIR utilizando el método de invarianza al impulso. Graficar magnitud y fase. ¿Qué diferencias observa respecto al caso anterior? Explicar.
4. Se sabe que un filtro Wiener predictivo tiene el esquema mostrado en la Figura 1. Dadas las siguientes señales:
- $s[n]$: suma de tonos senoidales de frecuencias 10 y 15 Hz, muestreada a 100 Hz durante 2 segundos.
 - $w[n]$: ruido blanco aditivo de media 0 y varianza 0.4.
 - $d[n] = s[n] + w[n]$

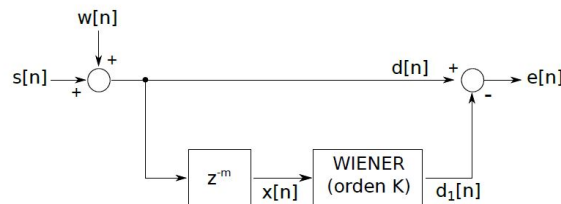


Figura 1: Esquema de un Filtro Wiener predictivo

y sabiendo que las 3 señales son WSS, y que $s[n]$ y $w[n]$ son no correlacionadas, se le pide lo siguiente:

- a. Hallar los coeficientes del filtro considerando un orden fijo de $K=10$, para retardos de 10, 20 y 30. Graficar en espacio de muestras y frecuencia la señal original, la señal corrompida, la señal estimada y el error. Para cada caso:
 - I. Generar la señal $x[n]$ con el retardo adecuado.
 - II. Generar la matriz de autocorrelación de $x[n]$ y el vector de correlación cruzada de $x[n]$ y $d[n]$ para el orden solicitado.
 - III. Resolver las ecuaciones Wiener-Hopf para hallar los coeficientes del filtro.

Funciones útiles: *xcorr()*, *toeplitz()*, *filter()*.
- b. Considerar ahora un valor fijo de retardo $m=10$, y hallar los coeficientes del filtro para órdenes de 5, 10, y 20. Graficar nuevamente los resultados obtenidos.
- c. ¿Cómo afecta alterar el orden del filtro y el retardo a la señal estimada? Puede utilizar el comando *norm()* para evaluar similitud entre dos señales.