IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales
Laboratorio 3 - Guia Práctica
Segundo Semestre 2017

Martes, 3 de octubre del 2017

Horario 08M2

- 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. *(3 ptos.)* Se requiere diseñar un filtro digital $H(z)$ con la respuesta en frecuencia mostrada en la Figura 1.

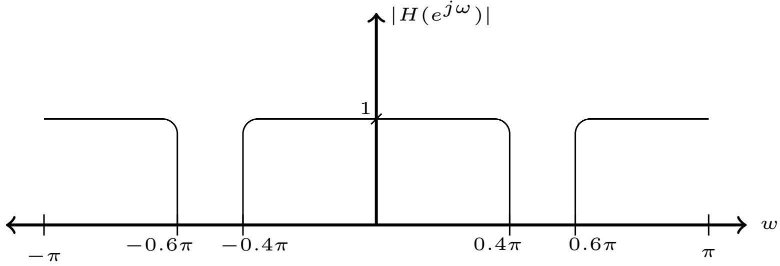

Figura 1: Respuesta en frecuencia del filtro solicitado.

a) Calcular analíticamente la **respuesta al impulso del filtro ideal** mostrado en la Figura 1. ¿Por qué este filtro no es realizable? (Responder a modo de comentario)

b) Usando el método de enventanado (función **fir1**()), calcular una secuencia de Filtros FIR de orden $p = 10, 50, 100$. Usar las ventanas Rectangular, Hanning y Bartlett (funciones **rectwin**(), **hanning**() y **bartlett**()) para cada uno de los valores de p y adicionalmente graficar la respuesta en frecuencia y fase para cada uno de los casos. ¿Qué diferencias encontró en el uso de las ventanas propuestas (rizado banda de paso, atenuación banda rechazo, caida abrupta)? (Usar funcion **freqz**())

c) Generar una señal senoidal $x_a(t)$ de 3 tonos con frecuencia $\Omega_1 = 100$Hz, $\Omega_2 = 200$Hz y $\Omega_3 = 300$Hz y amplitud unitaria. Elegir un periodo de tal forma que las frecuencias Ω_1, Ω_2 y Ω_3 correspondan a las frecuencias digitales $\omega_1 = 0.25\pi$, $\omega_2 = 0.5\pi$ y $\omega_3 = 0.75\pi$. Verificar usando la transfomada de Fourier de la señal $x_a(t)$ digitalizada. (Usar función **fft**(), **fftshift**(), **abs**(), **unwrap**().)

d) Filtrar la señal digitalizada de $x_a(t)$ con $H(z)$ (elegir un valor de p y una ventana de las propuestas) y mostrar su transfomada de Fourier. ¿Qué es lo que observa?.

2. *(4 ptos.)* Se tiene una señal digitalizada $x[n]$ captada por una antena en el cual estan contenidas varias **señales de voz** desplazadas hacia alta frecuencia (modulación) de varias emisoras radiales locales y se requiere recuperar dichas las señales (demodulación) de cada una de ellas por separado usando filtros pasabanda tal como se muestra en la Figura 2.

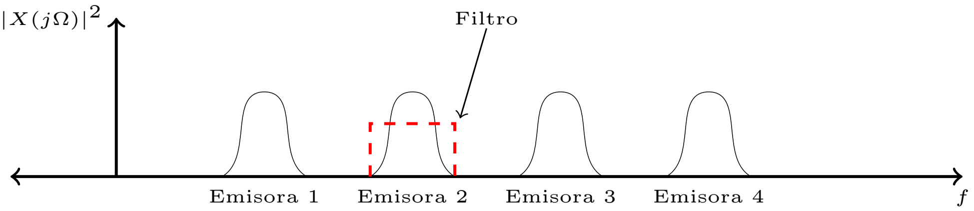

Figura 2: Gráfico de filtro pasabanda requerido.

Por lo que se solicita:

a) Graficar la transformada de Fourier de la señal $x[n]$ (archivo de audio `signal.wav`[1]). ¿Qué es lo que observa y cuántas señales se encuentran superpuestas? (Usar funciones **wavread**(), **fft**(), **fftshift**(), **abs**()).

b) Usando la función **butter**() diseñar los **filtros pasabanda** necesarios para separar cada una de las señales contenidas en la señal $x[n]$. Mostrar la transformada de Fourier de cada una de las señales filtradas por separado.

c) Generar las **señales cosenoidales** $cos(2\pi f_c n/f_s)$ donde f_c es la frecuencia central donde se ubica cada señal de voz, `n=0:(length(x) - 1)` y f_s frecuencia de muestreo de $x[n]$. **Multiplicar** (**.***) las señales cosenoidales con las señal del inciso b) correspondiente. Al hacer esto el espectro de la señal se debe haber desplazado hacia baja frecuencia tal como muestra la Figura 2c. Verificar con la transformada de Fourier.

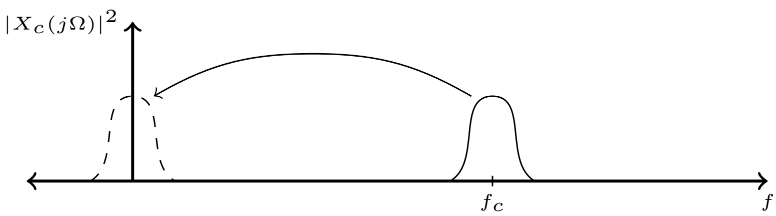

Figura 2c: Desplazamiento hacia baja frecuencia.

d) Finalmente filtrar las señales de tal forma que solo quede la señal de voz en baja frecuencia. Escuchar los resultados usando la función **wavplay()** e indentificar los mensajes del audio.

[1]El archivo está almacenado en la carpeta **/laboratorio/lab03/08M2**

3. *(3 ptos.)* Se tiene el siguiente filtro analógico pasabanda RLC:

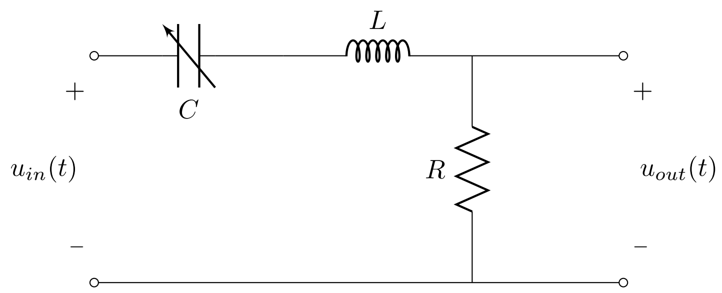

Figura 3: Filtro pasabanda RLC.

El filtro representado en la Figura 3 fue usado ampliamente en comunicaciones VHF (Very High Frequency) como sintonizador de radio a través del capacitor variable con el cual se varía la frecuencia. Cada uno de los componentes usados tiene una respuesta en frecuencia analógica mostrada a continuación.

$$v_C(t) = \frac{1}{C}\frac{di(t)}{dt} \quad \xrightarrow{\mathcal{L}} \quad V_C(s) = \frac{1}{Cs}I(s)$$

$$v_R(t) = i(t)R \quad \xrightarrow{\mathcal{L}} \quad V_R(s) = RI(s)$$

$$v_L(t) = L\int_0^t i(t)dt \quad \xrightarrow{\mathcal{L}} \quad V_L(s) = LsI(s)$$

a) Calcular la función de transferencia $H_{RLC}(s)$ del filtro analógico representado en la Figura 3 en función de las variables R, L y C [2]. Colocar sus resultados a modo de comentario en su programa.

b) Reemplazar los valores de R=1Ω, L = 1μH y C=100pF y usando respuesta en frecuencia verificar en qué frecuencia se encuentra centrada el filtro pasabanda. (Usar función **freqs**())

c) Variar el valor del capacitor ± 50% de su valor. ¿Qué ha sucedido con la respuesta en frecuencia del sistema?

d) Calcular la respuesta en frecuencia digital el método de **transformación bilineal** para que la banda de paso se encuentre en $\omega_p = 0.5\pi$. Comente los resultados. ¿Qué ganancia tendría una señal de 50Mhz con el filtro digital?. (Usar funciones **freqz**(), **bilinear**())

e) Con el periodo de muestreo calculado en el inciso anterior calcular coeficientes del filtro digital por el método de **invarianza al impulso**. (Usar función **impinvar**())

[2]Sugerencia: Usar ley de Kirchhoff