

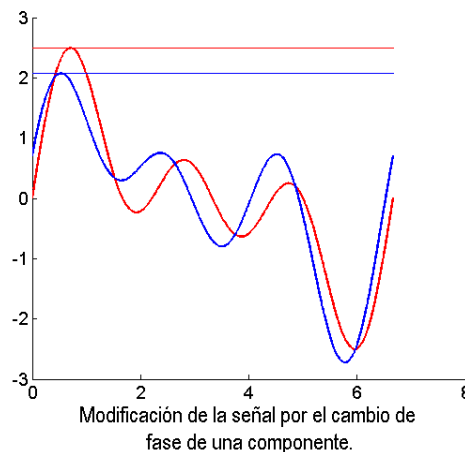
# SEÑALES ELÉCTRICAS

## Práctica de Ejercicios nº9, Tema 3 y 4

Lunes 16 de mayo de 2022

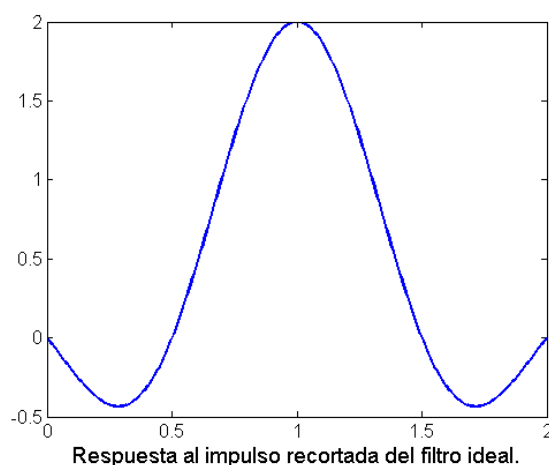
**OBJETIVO:** Experimentar con el concepto de fase lineal. Comparar un par de filtros llamados "de fase lineal". Practicar con la síntesis de señal mediante convolución y la FFT inversa.

**1)** Simule el efecto de una distorsión de fase. Para esto puede sumar tres senoidales unitarias de 0.15, 0.30 y 0.45Hz, cambiando la fase de la tercera de cero a 45°. Observe como cambia en consecuencia la forma de onda y el valor de pico de la señal compuesta.



**2)** Se sabe que un filtro pasa bajos ideal no es realizable ya que su respuesta al impulso resulta NO causal. Una manera de lograr un filtro aproximado al ideal es tomar una respuesta impulsiva recortada con respecto a la original y "retrasarla" para respetar la condición de causalidad. La fase del filtro resulta lineal con respecto a la frecuencia.

**a)** Se quiere tener un filtro pasa-bajos con ancho de banda  $AB=1\text{Hz}$ , y amplitud unitaria. Para esto se quiere conservar el lóbulo principal y los primeros lóbulos laterales de la respuesta al impulso del filtro ideal, con lo que se conserva el 95% de la energía de la respuesta impulsiva. ¿Cuanto será el retardo de tiempo introducido por el filtro aproximado?



- b)** Encuentre la respuesta en frecuencia del filtro aproximado mediante la FFT, y compárela con un filtro de Bessel, llamado de "fase lineal", de tercer orden y el mismo retardo de tiempo. ¿Qué tan lineal resulta la respuesta de fase del filtro aproximado? ¿Es más lineal que la respuesta en fase del filtro de Bessel?

*Filtro de Bessel normalizado, con retardo de 1 segundo:  $H(s)=15/(s^3+6s^2+15s+15)$ .*

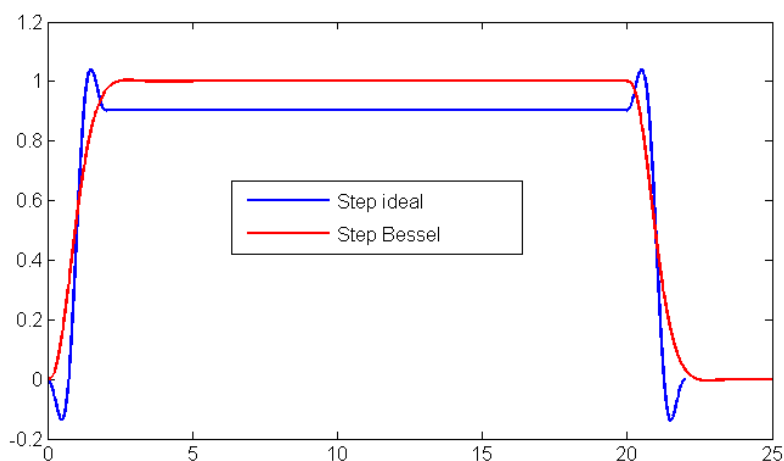
- c)** Usando la FFT inversa encuentre la respuesta al impulso del filtro de Bessel, y compárela con la del filtro PB ideal aproximado. ¿Cuál de las 2 respuestas le parece a Ud. que representa mejor un elemento con transmisión sin distorsión?



- d)** Mediante convolución en el tiempo, encuentre la respuesta al escalón de los dos filtros. Verifique si los valores de estado estacionario coinciden con los esperados a partir de los módulos de las respuestas en frecuencia correspondientes. Indique cómo se manifiesta (o dónde es medible) el retardo de tiempo teórico en las formas de onda de salida.

(Resulta interesante observar cómo cambia la respuesta al escalón, al ir adoptando aproximaciones al filtro ideal que consideren más lóbulos de la respuesta al impulso).

- ¿Cuál filtro diría que reproduce mejor la forma de la señal de entrada?



- 3)** Use una señal compuesta como la del ejercicio 1 para excitar los filtros calculados en el ejercicio 2:

- a)** Calcule las señales de salida mediante el producto en la frecuencia y la FFT inversa.  
**b)** Observe cómo se manifiestan en las formas de onda de salida los retardos de tiempo esperados para cada uno de los filtros. Observe las diferencias de los valores de pico entre una y otras señales.

(Para comparar, conviene colocar en un mismo gráfico la onda de entrada junto con las 2 de salida).

**c)** Repita usando una frecuencia fundamental igual a 0.05Hz. Compare nuevamente cómo se manifiestan los retardos, y los máximos de las señales de salida.

**d)** Note que la señales en el tiempo aquí calculadas no tienen transitorio. ¿Por qué?

**4)** Los dos filtros tratados comparten la idea de diseño de producir un filtrado con baja distorsión. Luego de haber realizado las simulaciones... ¿Puede mencionar similitudes y diferencias de comportamiento entre ellos?.