

# PROYECTO: Filtrado de señal armónica

## Asignatura: Señales y sistemas

**Objetivo:** Analizar la respuesta en frecuencia de señales senoidales armónicas. Experimentar la funcionalidad de filtros Butterworth paso-bajas y paso-altas de diferente orden respecto a las frecuencias fundamentales de la señal de entrada. Emplear la herramienta GUIDE y la interfaz gráfica [Armonicos.fig](#).

### ANTECEDENTES

Investiga la definición de señal armónica. Reporta tres casos donde surgen señales de este tipo.

### SEÑALES ARMÓNICAS

1. Gráfica la señal  $x(t) = \frac{1}{2}\cos(2\pi f_1 t) + \frac{1}{2}\cos(2\pi f_2 t) + \frac{1}{2}\cos(2\pi f_3 t)$ ,  $0 \leq t \leq 1.5$  [s], siendo  $f_1 = 100$ ,  $f_2 = 200$  y  $f_3 = 800$ Hz, con frecuencia de corte de 300 Hz y frecuencia de muestreo  $f_s = 2$ mil Hz.
  - g) Observa y registra la gráfica de respuesta en la frecuencia y su relación con  $f_1$ ,  $f_2$  y  $f_3$ .
  - h) Aplica un filtro Butterworth paso bajas de 8° orden con frecuencia de corte  $f_c = 300$ Hz. Analiza las gráficas de la señal filtrada y de su respectiva respuesta en frecuencia.
  - i) Aplica un filtro paso altas de 8° orden con frecuencia de corte  $f_c = 300$ Hz. Analiza las gráficas de la señal filtrada y de su respectiva respuesta en frecuencia.
  - j) De las respuestas en tiempo y en frecuencia, describe el efecto producido por las etapas de filtrado.

### 2. Investigación y desarrollo

#### PRIMERA PARTE

- k) Describe el empleo de las instrucciones [freqz](#), [filter](#), [butter](#) y [audioread](#) de Matlab.
- l) Con Matlab genera la señal  $x(t) = \frac{1}{2}\cos(2\pi f_1 t) + \frac{1}{2}\cos(2\pi f_2 t)$ ,  $0 \leq t \leq 1.5$  [s], siendo  $f_1 = 300$ ,  $f_2 = 900$ Hz, con frecuencia de muestreo  $f_s = 5$ mil Hz.
- m) Genera la señal  $y(t) = x(t) + R(t)$ , donde  $R(t)$  es un ruido Gaussiano  $R \sim N(0, 0.01)$ .
- a) Diseña un filtro Butterworth paso bajas de 9° orden, con frecuencia de corte de 500 Hz y frecuencia de muestreo  $f_s = 5$ mil Hz. Grafica la respuesta en magnitud y fase del filtro. Aplica a  $y(t)$  el filtro diseñado.
- b) Diseña un filtro Butterworth paso altas de 9° orden, con frecuencia de corte de 500 Hz y frecuencia de muestreo  $f_s = 5$ mil Hz. Grafica la respuesta en magnitud y fase del filtro. Aplica a  $y(t)$  el filtro diseñado.
- n) Grafica la respuesta en frecuencia de  $x(t)$ ,  $y(t)$  y de las señales resultantes del filtrado.

#### SEGUNDA PARTE

- o) Describe la operación de las siguientes instrucciones:  

```
[y,Fs] = audioread('Mensaje.mp3');  
sound(y,Fs);
```

**Ancho de banda de canal telefónico:** Diseña un filtro paso banda con frecuencia de paso entre 300 y 3400Hz. Grafica la respuesta en magnitud y fase del filtro y aplica el filtro diseñado a la señal de audio "Mensaje.mp3".