

# Proyecto Final

## Procesamiento Digital de Señales

Carolina Jiménez Restrepo

1020470694

Universidad de Antioquia

Mayo 23, 2023

## 1. Filtrado de música

### Introducción

El espectro audible se encuentra conformado por las audiofrecuencias, es decir, toda la gama de frecuencias que pueden ser percibidas por el oído humano. Un oído sano y joven es sensible a las frecuencias comprendidas entre los 20 Hz y los 20 kHz.

Fuera del espectro audible:

- Por encima estarían los ultrasonidos (Ondas acústicas de frecuencias superiores a los 20 kHz).
- Por debajo, los infrasonidos (Ondas acústicas inferiores a los 20 Hz).

El espectro audible podemos subdividirlo en función de los tonos:

- Los tonos más graves (16 - 64 Hz)
- Tonos graves medios (64 - 250 Hz)
- Tonos medios (250 Hz – 2.000 Hz). Contienen el tono fundamental y los primeros armónicos de la mayoría de las fuentes sonoras.
- Tonos agudos (2.000 Hz – 4.096 Hz). Comprende el margen en que el oído humano tiene mayor sensibilidad.
- Tonos agudos de frecuencia alta (4.097 a 16.000 Hz). Corresponden a un chirrido desagradable y por ello no se utilizan para hacer música.
- Los tonos más agudos del espectro audible (16.000 a 20.000 Hz). No todas las personas son capaces de percibirlos, depende de la sensibilidad del oído de cada persona

Tenga en cuenta lo siguiente: Un bajo se puede encontrar en los tonos graves y graves medios, la voz en tonos medios y la guitarra en tonos agudos

### Procedimiento

1. Cargue el audio llamado “song.wav” y grafique la señal en frecuencia, recuerde normalizar.
2. El audio esta compuesto por: Bajo, Guitarra y Voz, diseñe los filtros adecuados para obtener por separado el Bajo, la guitarra y la voz.

Grafique el filtro y el espectro para cada uno. Para obtener los instrumentos y la voz haga uso de la información dada en la introducción, la cual sirve para definir las frecuencias de corte.

Puede apoyarse del siguiente código que corresponde al diseño de un filtro FIR pasa- altas:

```
from scipy.signal import kaiserord, lfilter, firwin, freqz
nyq_rate = fs / 2.0
roll_off = 200.0
cutoff_hz = 5000.0
width = roll_off/nyq_rate
ripple_db = 60.0

N, = kaiserord(ripple_db, width)
```

```
taps = firwin(N, cutoff_hz/nyq_rate, pass_zero=False)

w, h = signal.freqz(taps, [1], worN=2000)
plt.plot(nyq_rate*w/np.pi, np.abs(h))
```

3. ¿Se pueden obtener los instrumentos y la voz? ¿Hay algún cambio respecto al audio original?

## 2. Filtros FIIR e IIR en una señal ECG

1. Cargue el archivo llamado “ecg\_simu”, grafique los datos del archivo con una fs de 1kHz
2. Diseñe un filtro IIR y un FIR pasa bandas con frecuencias entre 0 y 50

Puede apoyarse del siguiente código que corresponde al diseño de un filtro IIR pasa-bajos:

```
from scipy.signal import butter, lfilter
order = 4 # Orden del filtro

# Calcular los coeficientes del filtro Butterworth pasa bajas utilizando la
# funcion butter
b, a = butter(order, f_cutoff, fs=fs, btype='lowpass')

# Aplicar el filtro Butterworth pasa bajos
filtered_ecg = lfilter(b, a, x)
plt.plot(t, x)
```

3. Grafique el diagrama de polos y ceros para el filtro IIR. ¿El filtro es estable?

```
# Obtener los polos y ceros del filtro
w, h = freqz(b, a, worN=2000, fs=fs)
z = np.roots(b) # Ceros del filtro
p = np.roots(a) # Polos del filtro

# Graficar el diagrama de polos y ceros
plt.figure(figsize=(6, 6))
plt.scatter(np.real(z), np.imag(z), marker='o', facecolors='none', edgecolors='orange', label='Ceros')
plt.scatter(np.real(p), np.imag(p), marker='x', color='purple', label='Polos')

# Dibujar el círculo unitario
theta = np.linspace(0, 2 * np.pi, 100)
plt.plot(np.cos(theta), np.sin(theta), '—', color = '#00C1D4', label='Círculo Unitario')

plt.xlabel('Parte Real')
plt.ylabel('Parte Imaginaria')
plt.title('Diagrama de Polos y Ceros')
plt.grid(True)
plt.axhline(0, color='black', linewidth=0.5)
plt.axvline(0, color='black', linewidth=0.5)
plt.axis('equal')
plt.legend(loc='lower right')
plt.show()
```

4. Aplique una ventana de Hamming al filtro FIR y grafique.
5. Compare la respuesta en frecuencia del filtro FIR pasa-bandas con y sin ventana. ¿Hay alguna diferencia?
6. Establezca el límite [147.65,147.71] en el eje x, aplique los dos filtros y grafique en una sola figura. ¿Qué observa?

## 3. Conclusiones

Realice conclusiones generales sobre la práctica realizada.