

# PROCESAMIENTO DE IMÁGENES, AUDIO Y VÍDEO

## Práctica 4

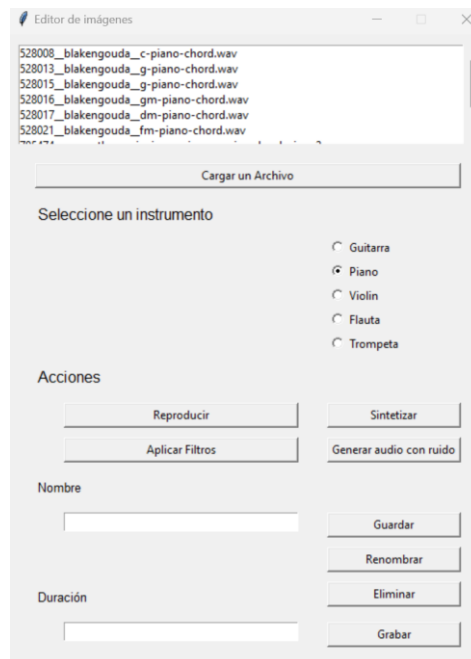
Esta práctica se divide en dos ejercicios, ambos relacionados con el análisis de sonido y procesamiento de señales. Uno de ellos aborda la identificación musical, mientras que el segundo, aborda la manipulación de señales mediante diferentes filtros.

### Ejercicio 1: Identificación de notas musicales

Mediante una interfaz gráfica de usuario, se desarrollará un identificador de notas musicales. A partir de una entrada de audio con una sola nota (o acordes), se analizará mediante la transformada de Fourier para determinar de qué nota musical se trata. Dicha nota podrá corresponder a una guitarra, piano, violín, flauta o trompeta.

Para identificar los acordes y las octavas, habrá una carpeta llamada 'data' que contendrá varios archivos en formato JSON para la guitarra y el piano.

### Ejercicio 2: Manipulación de señales mediante filtros



**Figura 1:** Se puede seleccionar alguno de los instrumentos nombrados anteriormente y saldrían en la lista de archivos las notas correspondientes al instrumento que se ha seleccionado.

## USO DEL PROGRAMA

Tal y como se puede ver en la figura 1, la interfaz permite seleccionar un instrumento y alguna de sus notas. Una vez seleccionada alguna de las notas, se sintetiza la señal de audio a partir de los componentes de frecuencia usando la transformada de Fourier para luego analizar y reconstruir la señal; esa nueva señal se sintetiza a partir de componentes

sinusoidales basados en frecuencias pico y las visualiza. Para reproducir la señal, simplemente se apretaría la tecla 'r' y se reproduciría la nota automáticamente.

Luego, para aplicar los filtros a esa señal cargada, simplemente se apretaría el botón 'Aplicar Filtros', y a partir de ahí se podrían aplicar los distintos filtros, ajustando los umbrales si es necesario. Si se quiere usar dichos filtros con señales ruidosas, se apretaría el botón 'Generar audio con ruido'.

Por otro lado, los demás botones sirven para poder guardar, renombrar o eliminar el archivo audio seleccionado o para grabar uno nuevo.

## ESTRUCTURA DEL PROYECTO

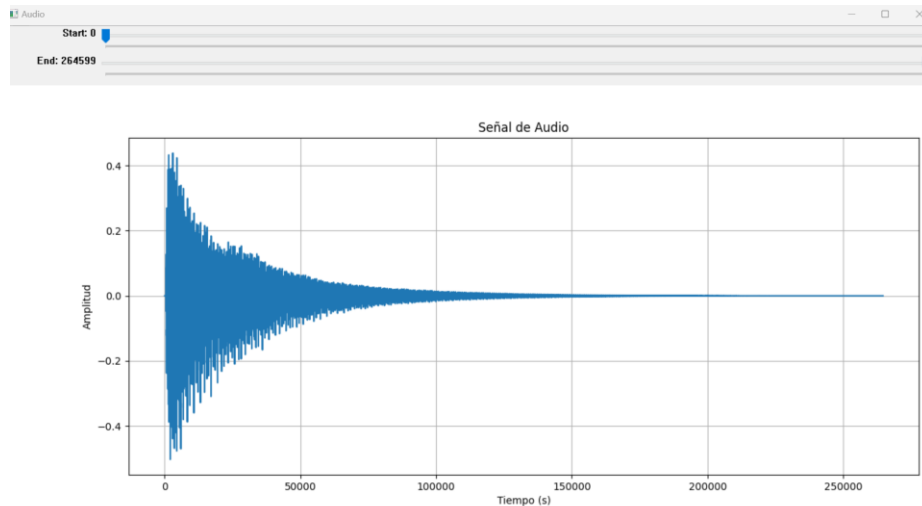
El proyecto consta de un notebook y 8 clases. El notebook contiene la lógica principal de la aplicación, mientras que las clases se encargan de cargar los datos y hacer las distintas operaciones.

Dichas clases se dividen en los siguientes archivos '.py':

- **DataLoader:** Esta clase se encarga de manejar archivos de audio. Tendrán 3 clases; DataLoader, que es una clase abstracta que define métodos base load y save para ser implementados por MusicLoader (encargado de cargar y guardar archivos, y también de convertir audio estéreo a mono) y DataLoaderFactory (encargado de crear instancias de MusicLoader).
- **FFTCalculator:** Es una clase que proporciona métodos para realizar cálculos relacionados con la transformada de Fourier. Consta de un método que calcula la transformada rápida de Fourier de una señal de entrada y otro que reconstruye la señal original a partir de sus componentes de magnitud y fase, lo que devuelve la señal reconstruida en el dominio del tiempo.
- **Filters:** Filters es un modulo que contiene una clase que permite la visualización de la señal seleccionada, así como una serie de botones y trackbars que permite aplicarle distintos filtros.
- **PitchCalculator:** Esta clase se encarga de calcular tonos y acordes musicales a partir de señales de audio.
  - o Carga las frecuencias de notas y acordes de piano y guitarra desde archivos JSON (nombrados anteriormente).
  - o Calcula el tono más fuerte de una señal, identifica múltiples tonos en una señal y sus amplitudes.
  - o Detecta acordes basados en las frecuencias de la señal.
  - o Determina si las frecuencias corresponden a un acorde específico.
- **Signal:** Es una clase que gestiona señales de audio, analiza su contenido y permite reproducir dichas señales.
- **Visualizer:** Es una clase que se encarga de la visualización de señales de audio y sus transformadas de Fourier.

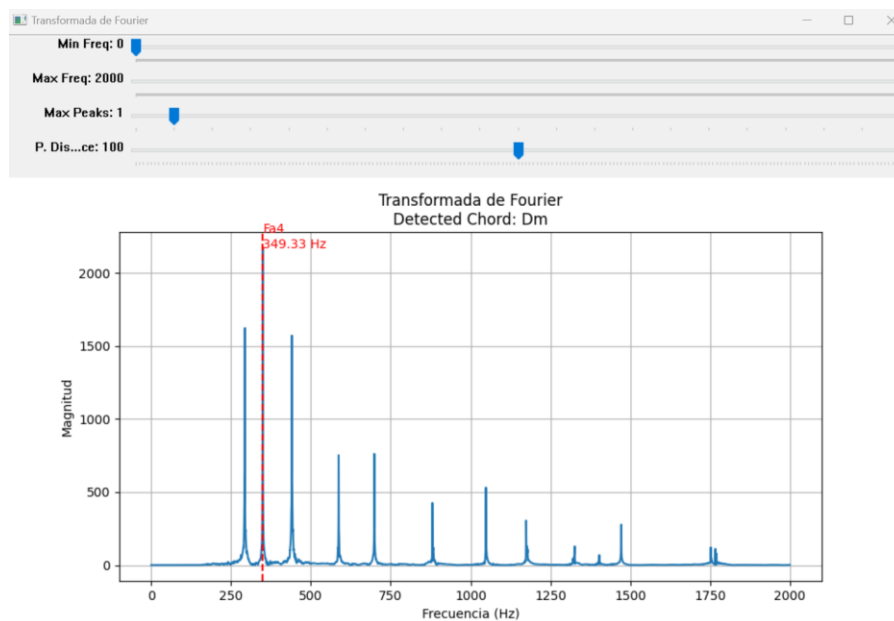
## LÓGICA

Primero, tal y como se puede ver en la Figura 1, se selecciona alguno de los instrumentos, y luego se elige alguna de las notas que aparecen en la interfaz.



**Figura 2:** Esta gráfica es lo que aparecería después de seleccionar alguna nota o cuando se aprieta el botón 'Sintetizar'. Muestra la señal de audio con respecto al tiempo, pudiendo mediante trackbars ajustar el inicio y el fin de dicha señal.

Luego, se calcularía automáticamente la transformada de Fourier de dicho audio, detectando la presencia de diferentes frecuencias y magnitudes, con el fin de identificar notas musicales o acordes.



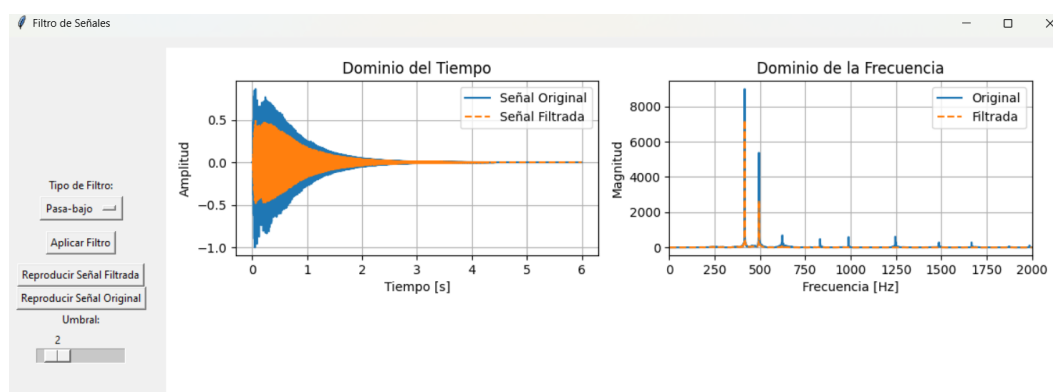
**Figura 3:** Esta gráfica muestra el espectro de la frecuencia de la señal en el rango de 0 a 2000 Hz, con picos que representan las frecuencias fundamentales y sus armónicos. En este caso en concreto, se detecta el acorde DM (Re menor) y se marca una frecuencia de 349.33Hz, que correspondería con la nota Fa4, tal y como se refleja. En cuanto a los trackbars, permiten

personalizar el análisis de la señal de audio para así tener una mejor identificación de notas y acordes específicos de la señal. Se puede ajustar la frecuencia mínima y máxima para el análisis, también permite limitar el número máximo de picos de frecuencia y ajustar la distancia mínima entre picos detectados (para así reducir la detección de picos muy cercanos entre sí que pueden ser armónicos).

Para poder escuchar la señal, se puede apretar el botón ‘Reproducir’, lo que abriría la gráfica de la figura 2. Para escuchar la señal de audio que se representa, se debe apretar la tecla ‘r’, y se reproduciría automáticamente.

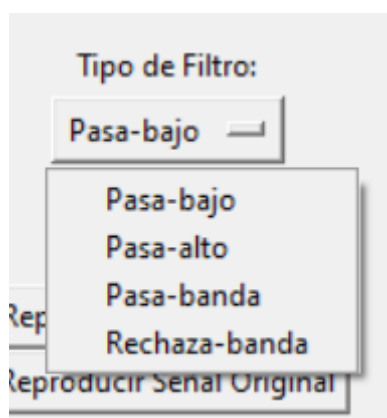
Si se quiere grabar un nuevo audio, simplemente se pondría la duración en la interfaz, se aprieta el botón ‘Grabar’ y se guardaría un nuevo archivo. Si se quiere renombrar el audio, se pueden hacer uso de los botones para manejar archivos.

Una vez seleccionado el audio, y situados en la ventana principal de la aplicación (ver Figura 1), uno puede seleccionar la opción de Aplicar Filtros, y se le abrirá la pestaña mostrada en la Figura 4.



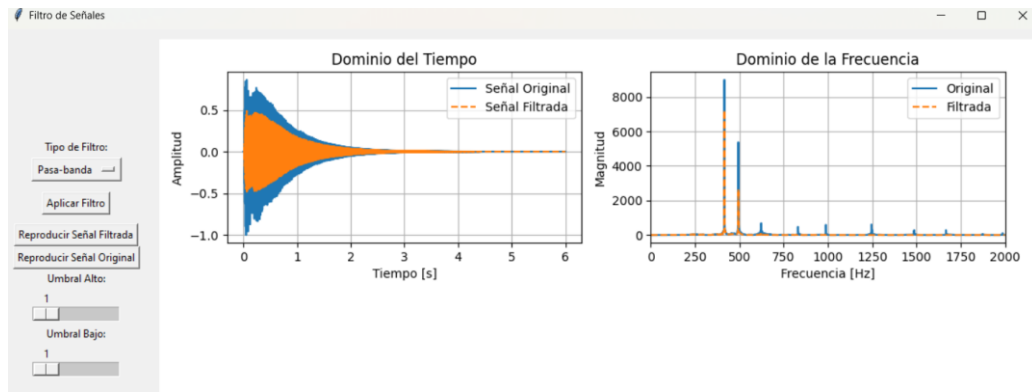
**Figura 4:** Interfaz gráfica de aplicación de filtros.

Si se selecciona sobre ‘Pasa-bajo’, se mostrará una lista desplegable con los distintos filtros, como se aprecia en la Figura 5.



**Figura5:** Interfaz gráfica de aplicación de filtros.

Si se selecciona los filtros ‘Pasa-bajo’ o ‘Paso-alto’, aparece un trackbar que permite seleccionar el umbral superior o inferior de frecuencia, respectivamente (ver Figura 4). Si se seleccionan los filtros ‘Pasa-banda’ o ‘Rechaza-banda’, aparece un umbral superior y uno inferior, como se muestra en la Figura 6.



**Figura 6:** Interfaz gráfica de aplicación de filtros.