

# Trabajo Práctico

Señales y sistemas (TB065) - FIUBA  
Martin Klöckner - [mklockner@fi.uba.ar](mailto:mklockner@fi.uba.ar)

En el presente trabajo se realiza un análisis visual en el dominio temporal de dos señales musicales. Para realizar el análisis se utiliza un script de python para graficar en principio las señales completas y luego porciones de ambas en busca de intervalos particulares. Por ultimo se analiza el comportamiento de las señales al aplicarse dos filtros diferentes, teniendo solo la respuesta al impulso de los filtros.

## Primer muestra

Para la primer muestra (archivo `cancion1.wav`) se realiza el gráfico de la misma en el dominio temporal, el resultado se muestra en la figura 1.

La frecuencia de muestreo de la misma es 44100 Hz, esto se obtiene del mismo script utilizado para graficar el archivo, en el cual se divide la cantidad de muestras por la duración del archivo.

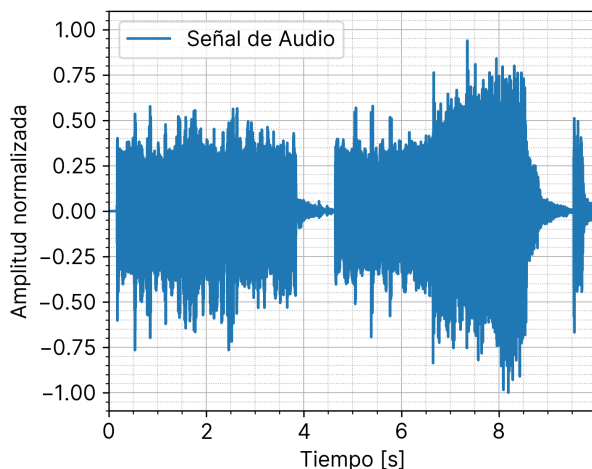


Figura 1: Gráfico de archivo 'cancion1.wav'

## Secciones cuasi-periódicas

Cuando la señal tiene una estructura repetitiva, pero con variaciones en amplitud, fase o frecuencia se dice que la señal es cuasi-periódica.

Realizando un análisis visual en detalle de la muestra se buscan partes donde se comporte como tal, dos ejemplos se dan en las figuras 2 y 3. En la primera se grafica el intervalo 0.248 s a 0.256 s, mientras que en la segunda se grafica el intervalo 0.520 s a 0.528 s.

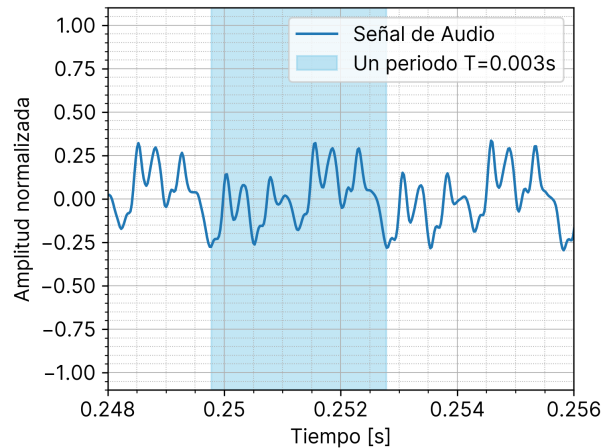


Figura 2: Sección cuasi-periódica archivo 'cancion.wav'

Dentro de los intervalos cuasi-periódicos graficados, se pueden detectar visualmente los períodos fundamentales, los cuales se ven resaltados en color celeste claro.

Curiosamente en ambos casos el período es igual y resulta  $T = 0.003$  s, lo cual corresponde con una frecuencia de aproximadamente 333 Hz. Comparando con notas musicales de tabla esto se asemeja a una nota *E4*, la cual tiene una frecuencia de 329.228 Hz. Siendo que el período se relaciona de manera inversa con la frecuencia y esta de manera directa con la nota musical, se puede asegurar que al disminuir este período la frecuencia aumentará y la nota musical será mas aguda, mientras que en el caso contrario si aumenta el período la frecuencia disminuye y también la nota musical.

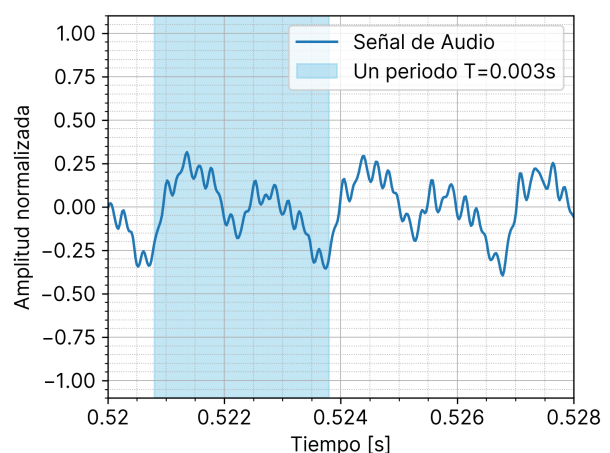


Figura 3: Sección cuasi-periódica archivo 'cancion.wav'

## Segunda muestra

Utilizando el mismo script de python utilizado para la primer muestra (archivo `cancion1.wav`) se grafica

la señal de la segunda muestra (correspondiente al archivo `cancino2.wav`) en el dominio temporal, en este caso se gráfica a partir del segundo 6 ya que antes de esto la señal tiene amplitud nula, con lo cual no aporta información significativa, el gráfico resultante se muestra en la figura 4.

La frecuencia fundamental de esta segunda muestra resulta 48000 Hz, esto también se obtiene del script de python.

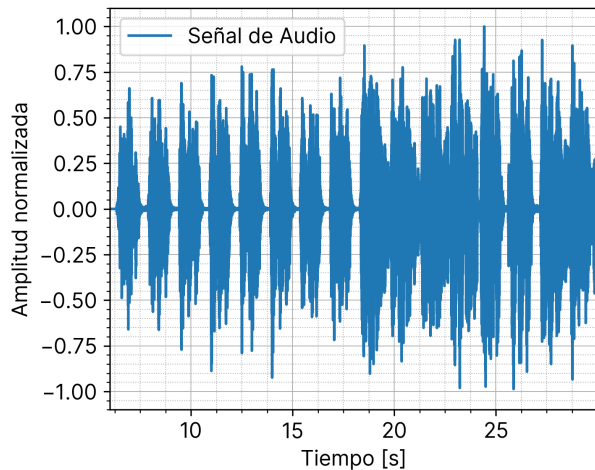


Figura 4: Gráfico de archivo 'cancion2.wav'

### Secciones no-periódicas

A diferencia del análisis realizado sobre la primer muestra en busca de secciones cuasi-periódicas, para esta segunda muestra se buscan secciones no periódicas, esto es, secciones donde la señal no tiene un patrón repetitivo marcado. Se toman dos intervalos en los cuales la señal de muestra se comporta como tal, el intervalo de 14.72s a 14.73s y el intervalo 26.57s a 26.58s, ambos intervalos se muestran graficados en las figura 5 y 6 respectivamente.

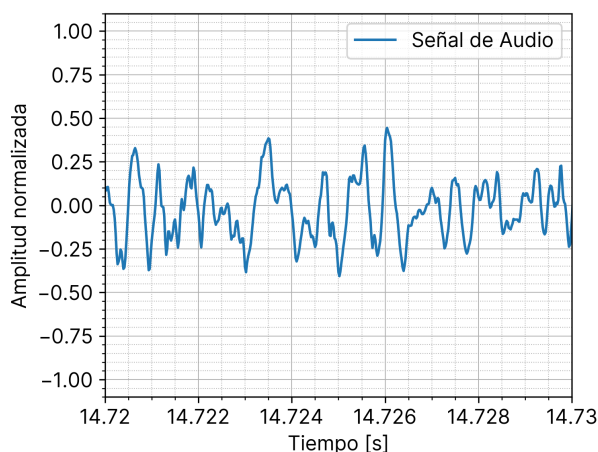


Figura 5: Sección no periódica archivo 'cancion2.wav'

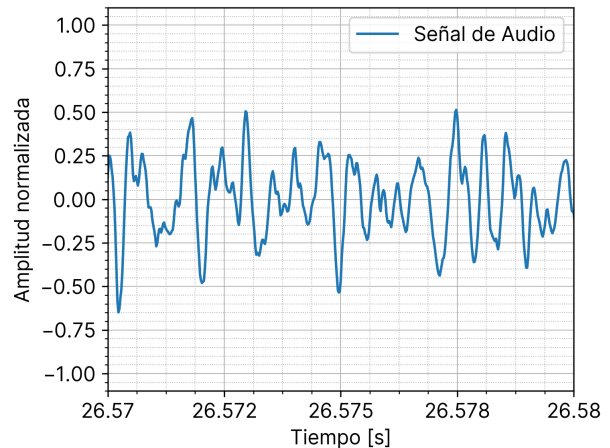


Figura 6: Sección no periódica archivo 'cancion2.wav'

Dado que las secciones son no periódicas, no se puede hablar de una frecuencia fundamental como si se podía en las secciones cuasi-periódicas en la primer muestra.

### Filtrado

Para obtener la salida de la señal luego de aplicarle un filtro (respuesta al impulso del primer filtro correspondiente al archivo `respuesta_impulso_1.txt` y del segundo filtro correspondiente al archivo `respuesta_impulso_2.txt`) es necesario realizar una convolución entre la señal de entrada y la respuesta al impulso del filtro, esto suponiendo que el filtro es un sistema LTI (si no lo fuera no se podría calcular la salida solo teniendo la respuesta al impulso).

La salida del filtro 1 al aplicar la primer muestra se puede ver en la figura 7, se puede ver que atenúa partes de la señal principalmente cerca del segundo 7 y también una parte cerca del segundo 8.75.

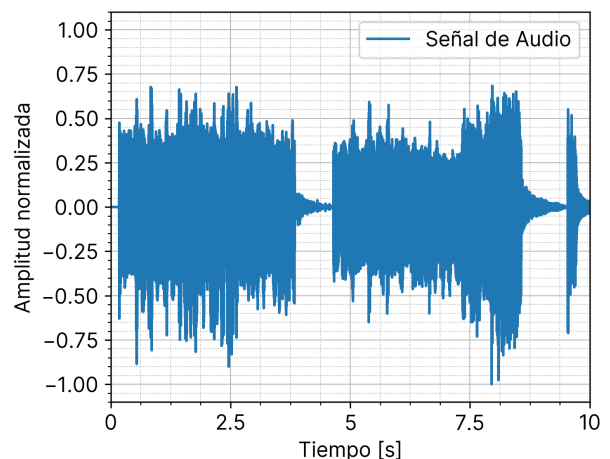


Figura 7: Primer muestra salida de filtro 1

Aplicando el segundo filtro a la primera muestra resulta como se muestra en el gráfico de figura 8. Se puede ver que esta a diferencia del filtro 1, no atenúa o amplifica significativamente partes de la señal, si no que es más leve.

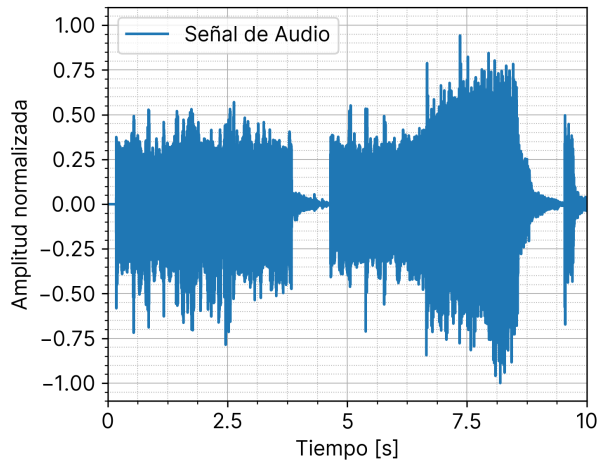


Figura 8: Primera muestra salida de filtro 2

De manera análoga para la segunda muestra se aplican los filtros mediante la convolución entre la señal de muestra y la respuesta al impulso del respectivo filtro. La salida de la segunda muestra al aplicar el primer y segundo filtro se puede ver en las figuras 9 y 10 respectivamente.

Se puede ver claramente en la figura 9 y comparando con el gráfico de la muestra original (figura 4) que se atenúa la señal principalmente en la primera parte de la señal (antes del segundo 18.5) aunque también ocurre en la segunda parte, por ejemplo en el pico que ocurre cerca del segundo 24.5, en la señal original alcanza un máximo de 1.00 mientras que en la señal filtrada se atenúa a 0.75.

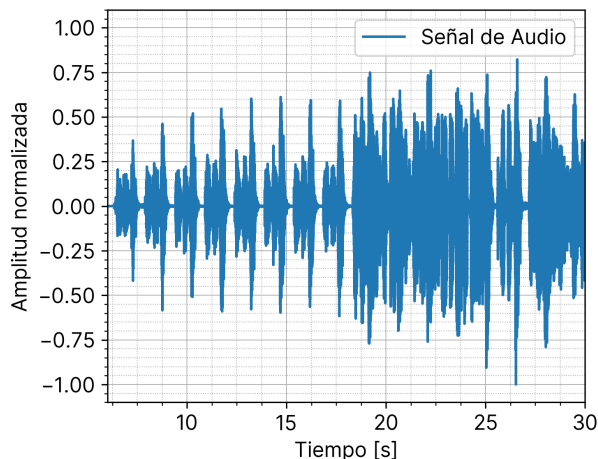


Figura 9: Segunda muestra salida filtro 1

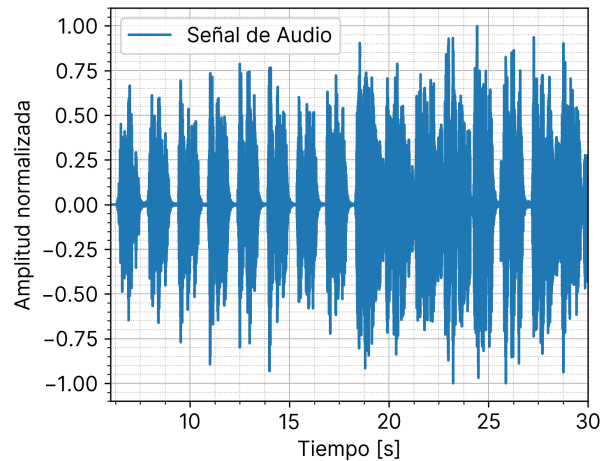


Figura 10: Segunda muestra salida filtro 2

En el caso del segundo filtro, de manera análoga a lo que ocurría con la primera muestra, no se observa un cambio significativo en la señal filtrada, si no mas bien una leve atenuación general, aunque si se percibe una drástica atenuación de un instante específico de la señal en el segundo 29.9 aproximadamente.