



**FACULTAD
DE INGENIERIA**
Universidad de Buenos Aires

**Procesamiento de Señales de Carrera
de la Maestría en Sistemas Embebidos**

TP2

Autor

Esp. Ing. Alejandro Permingeat

Tabla de contenido

Registros de cambios	3
1 . Señales y espectros	4
1.1 Señal Seno	4
1.2 Señal Cuadrada	5
1.3 Señal triangular	6
1.4 Señal Función Delta	7
2. Análisis de señal	8
3. Anti transformada discreta de Fourier	10
4. Convolución	17

Registros de cambios

Revisión	Detalle de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	18/06/2020

1 . Señales y espectros

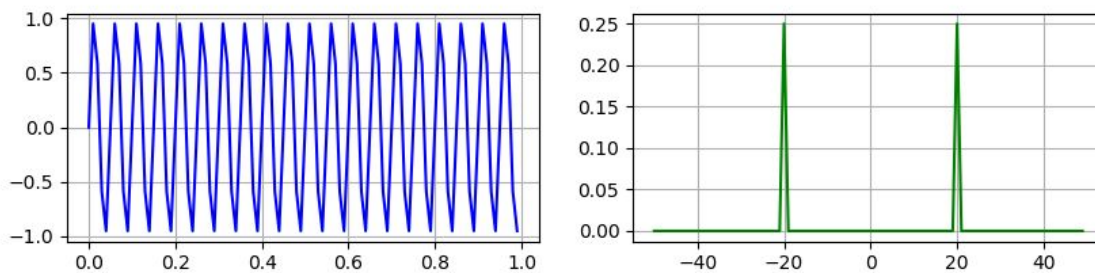
Grafique las siguientes señales lado a lado con su respectivo espectro en frecuencias:

- senoidal
- cuadrada
- triangular
- delta en $t=0$

Indicando en cada caso los parámetros destacados como:

- frecuencia
- amplitud
- densidad espectral de potencia
- F_s
- N
- B

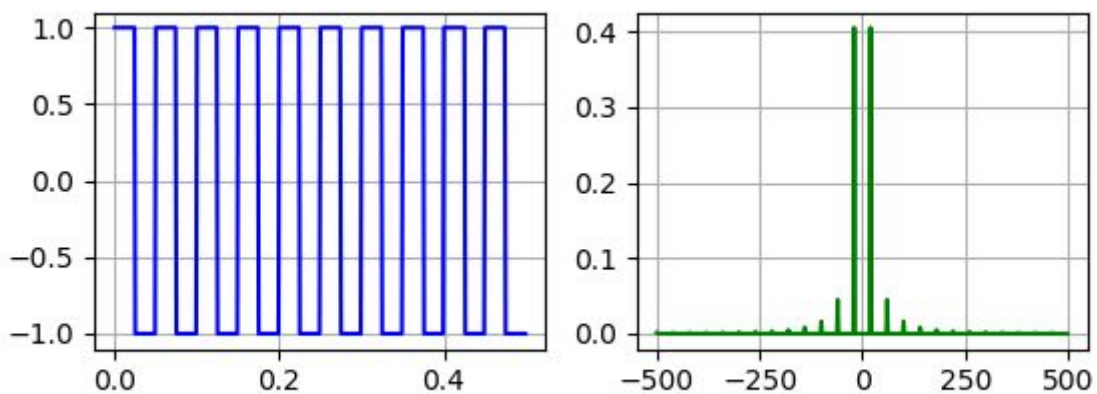
1.1 Señal Seno



- frecuencia: 20 Hz
- amplitud: 1
- densidad espectral de potencia: 0.5
- f_s : 100 Hz

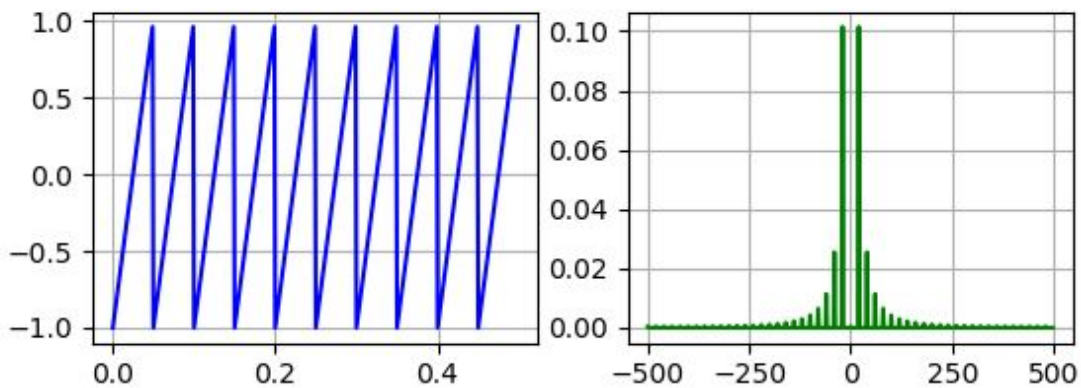
- N: 100 muestras
- B: 20 Hz

1.2 Señal Cuadrada



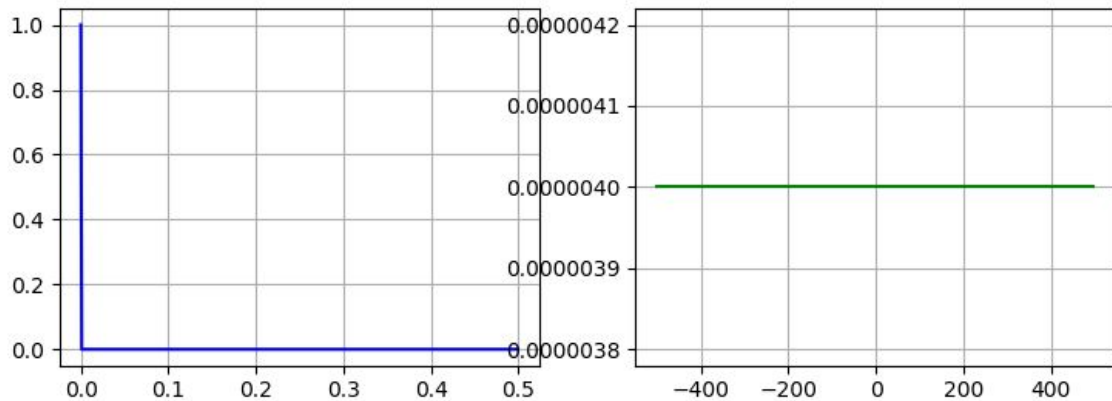
- frecuencia: 20
- amplitud: 1
- densidad espectral de potencia: 0.9999999999999999
- fs: 1000
- N: 500
- B: el ancho de banda de una señal cuadrada es infinito, pero debido a que la frecuencia de muestreo es de 1000, el ancho de banda no será mayor a 500 Hz. Sin embargo, observando el espectro de frecuencia, se podría considerar un ancho de banda de 250 Hz, ya que incluye los componentes más importantes del espectro.

1.3 Señal triangular



- frecuencia: 20
- amplitud: 1
- densidad espectral de potencia: 0.3336
- fs: 1000
- N: 500
- B: el ancho de banda de una señal triangular es infinito, pero debido a que la frecuencia de muestreo es de 1000, el ancho de banda no será mayor a 500 Hz. Sin embargo, observando el espectro de frecuencia, se podría considerar un ancho de banda de 250 Hz, ya que incluye los componentes más importantes del espectro.

1.4 Señal Función Delta



- frecuencia: 20
- amplitud: 1
- densidad espectral de potencia: 0.002
- fs: 1000
- N: 500
- B: ancho de banda infinito

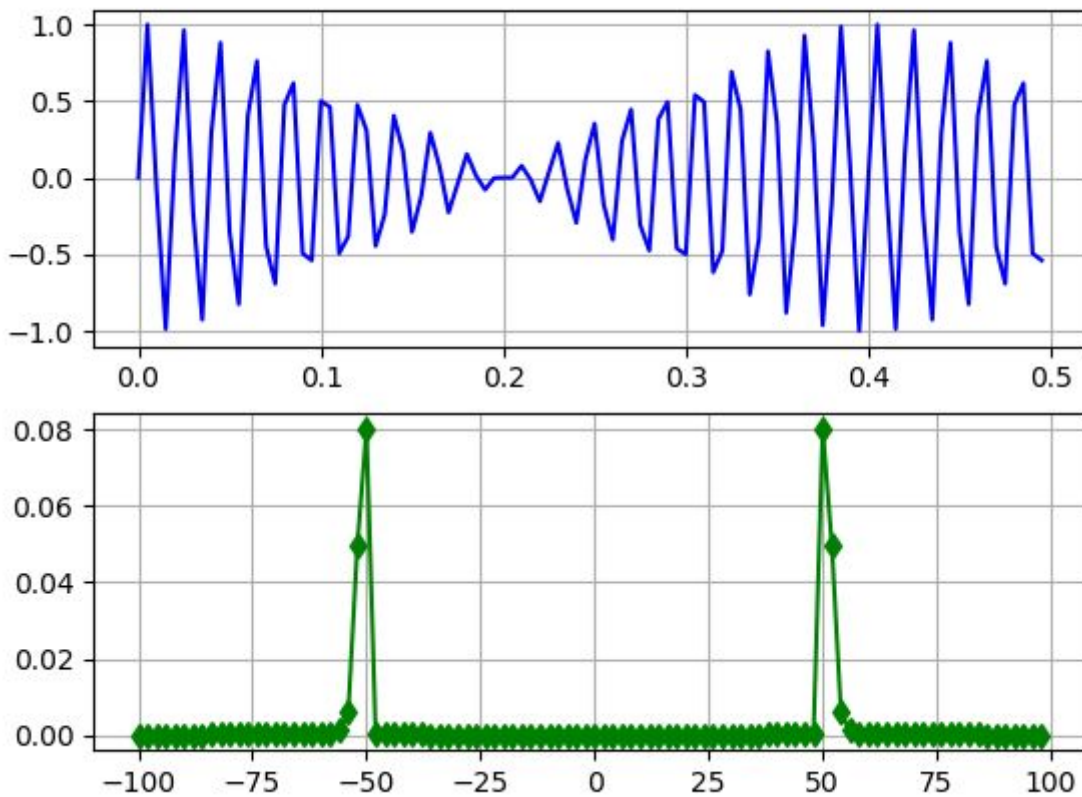


2. Análisis de señal

Dada la siguiente secuencia de números con $N=100$ y $F_s=200$, indique:

- Resolución espectral
- Obtenga el contenido espectral
- Que técnica conoce para mejorar la resolución en frecuencia?
- Aplique la técnica, grafique y comente los resultados

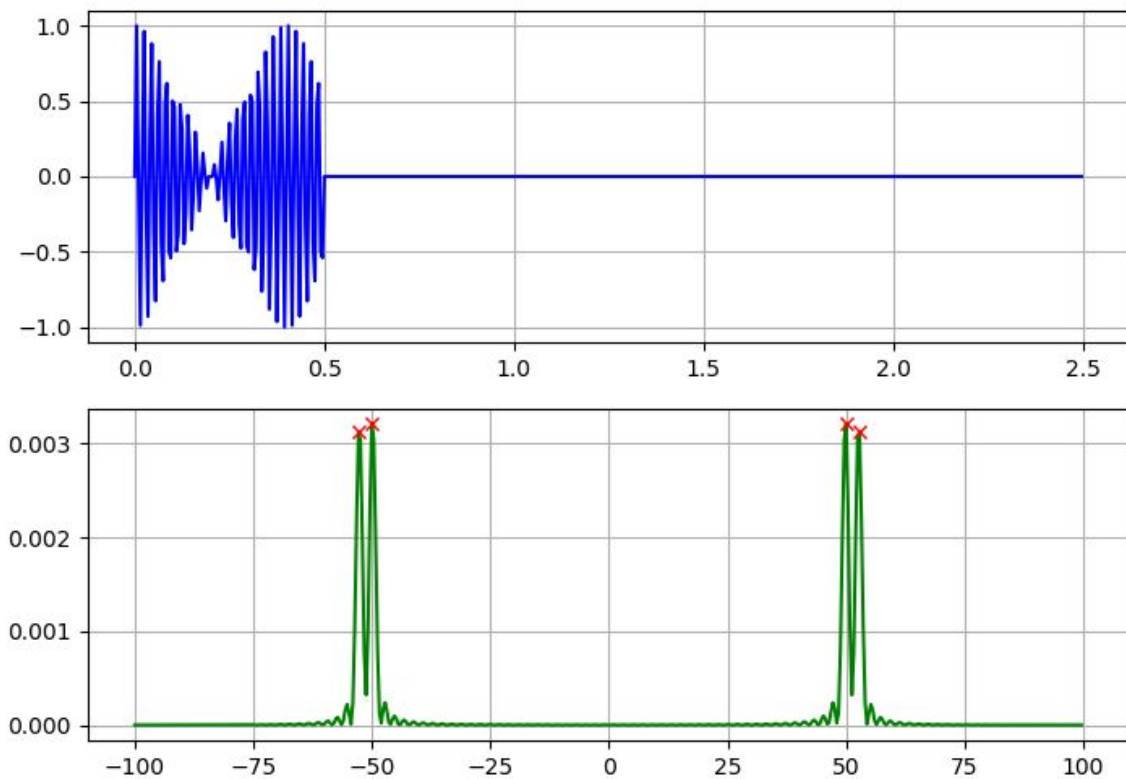
Resolución espectral = $F_s / N = 200 / 100 = 2 \text{ Hz}$





Para mejorar la resolución en frecuencia se puede utilizar la técnica de “Cero Padding”

Al aplicar la técnica de cero padding se obtiene:



Con picos en las frecuencias: -52.8 Hz, -50 Hz, 50 Hz y 52.8 Hz

Nota: para calcular los picos se utilizó la función `scipy.signal.find_peaks()` con un `threshold` del 10% del valor máximo del vector de la `fft`.

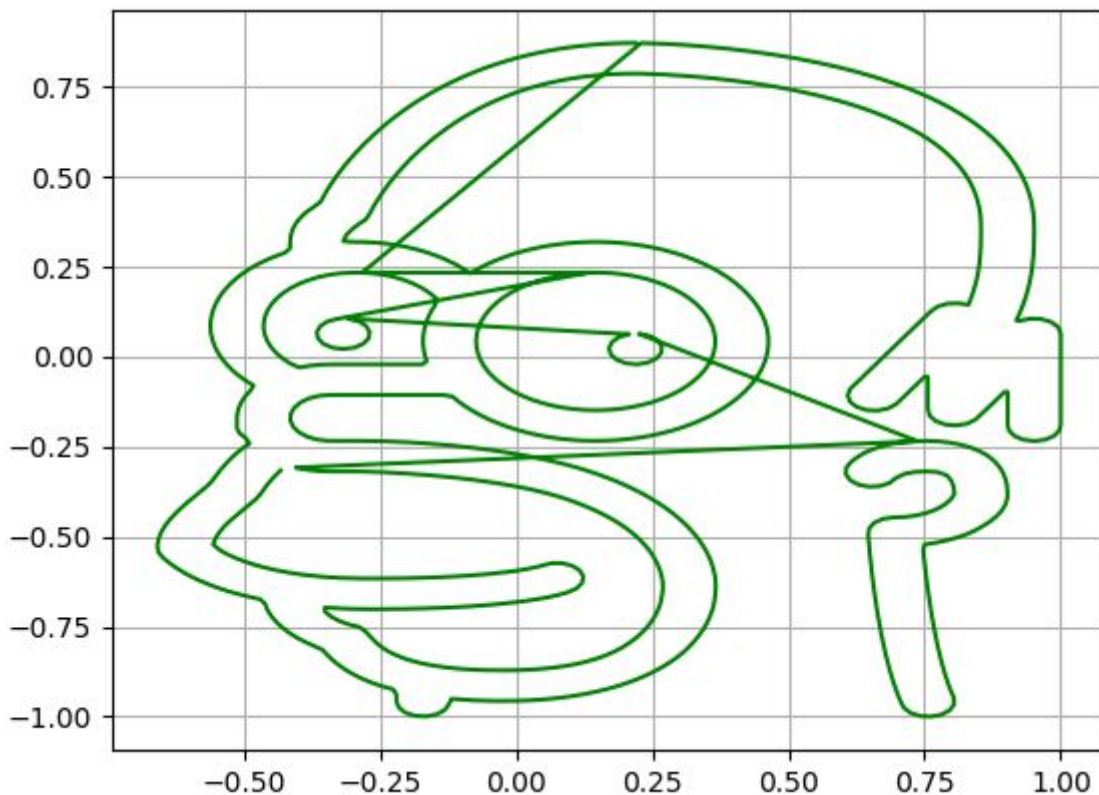
Como conclusión, al aplicar la técnica de cero padding, se observa claramente que hay dos componentes importantes: uno en la frecuencia de 50 Hz y otro en 52.8 Hz

3. Anti transformada discreta de Fourier

Dado el siguiente espectro extraído del archivo `fft_hjs.npy`, indique:

- Que cree que representa esta señal? tip: grafique en 2d la idft
- Hasta qué punto podría limitar el ancho de banda y que se siga interpretando su significado
- Grafique para mostrar los resultados

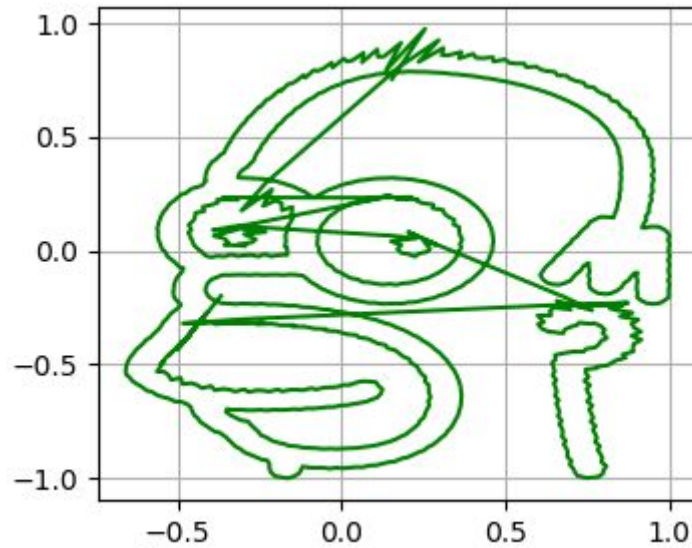
Esta señal representa un dibujo (de Homero Simpson!)



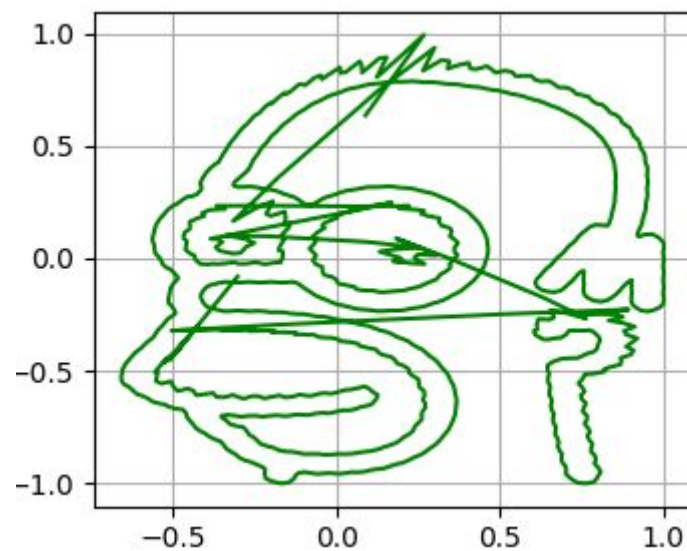


A continuación algunas pruebas con distintos anchos de banda. La imagen original contiene un ancho de banda de 500 Hz

Ancho de Banda de 400 Hz

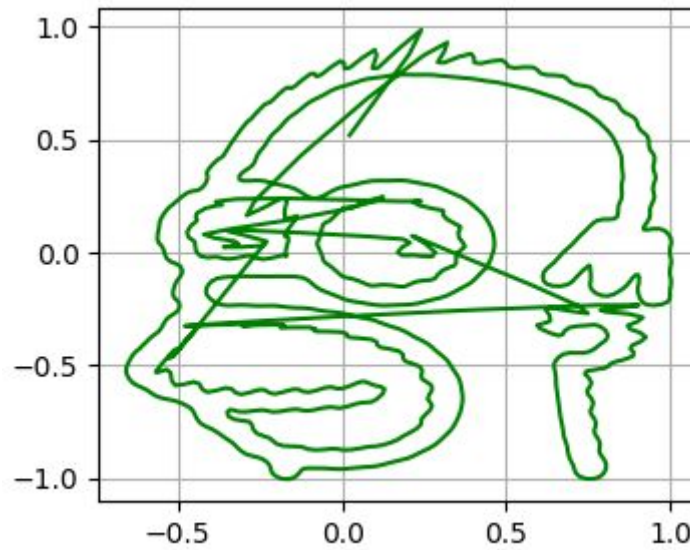


Ancho de banda de 300 Hz

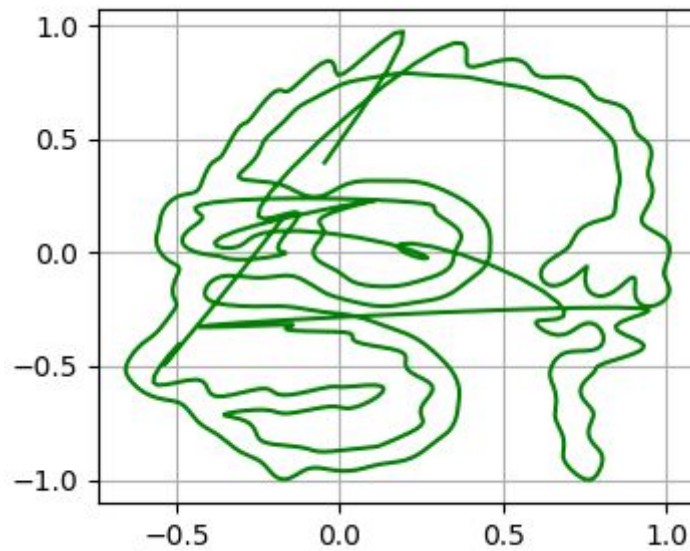




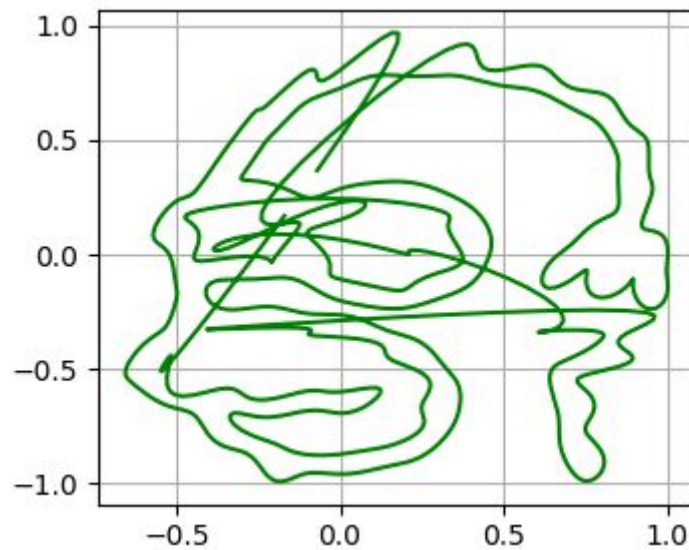
Ancho de banda de 200 Hz



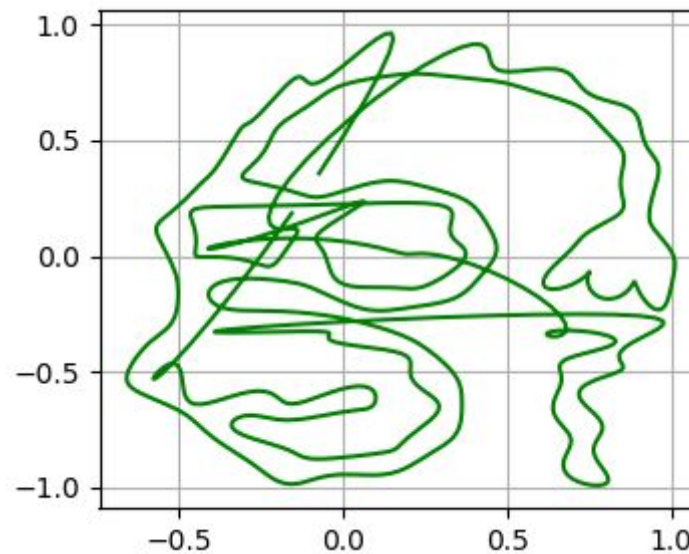
Ancho de banda de 100 Hz



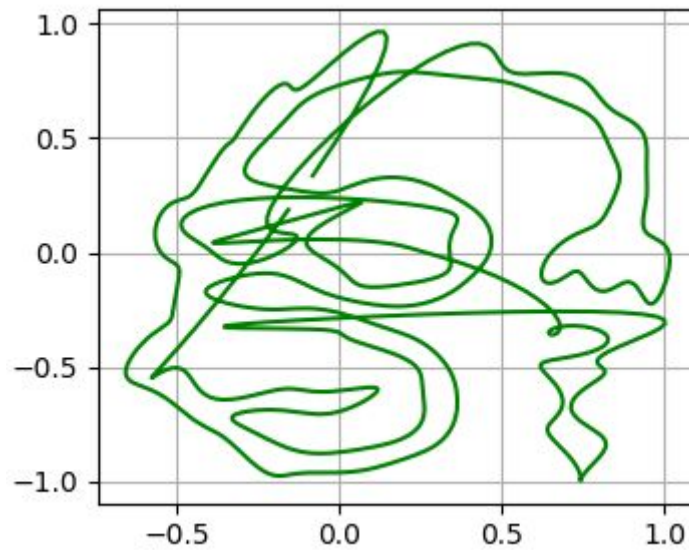
Ancho de banda de 80 Hz



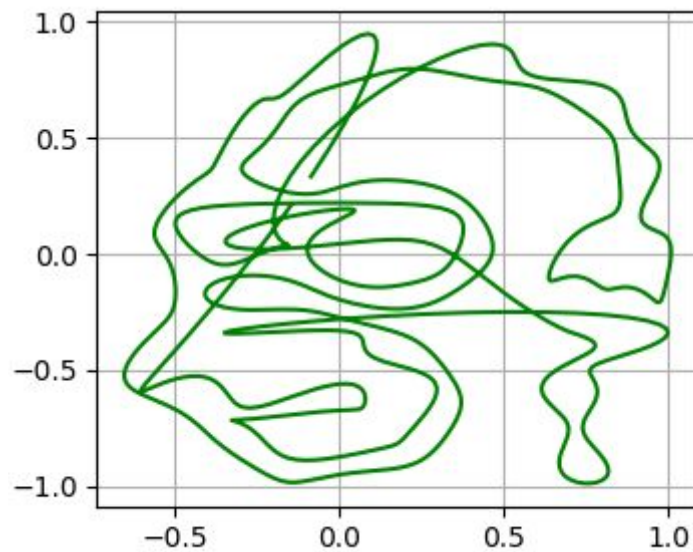
Ancho de banda de 70 Hz



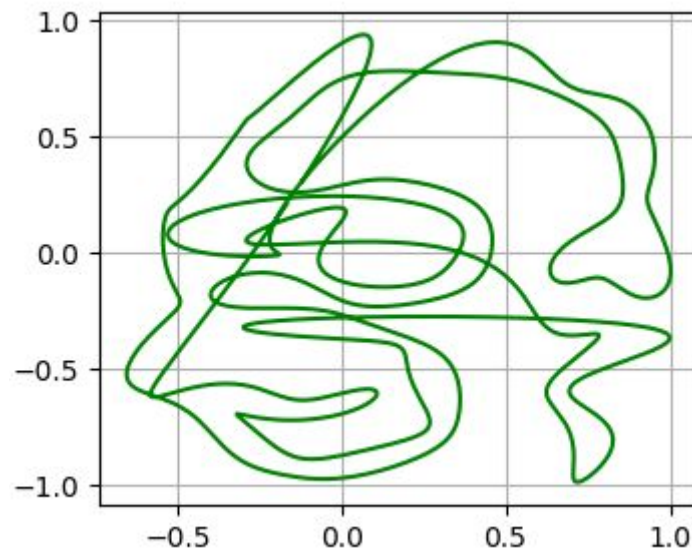
Ancho de banda de 60 Hz



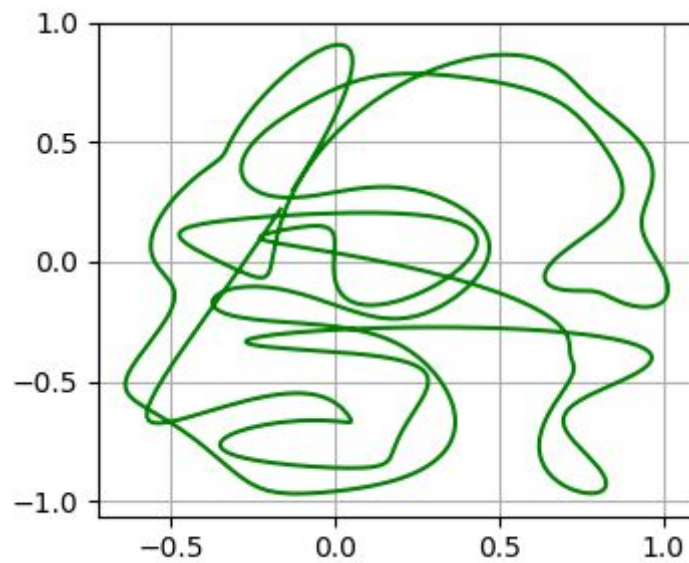
Ancho de banda de 50 Hz



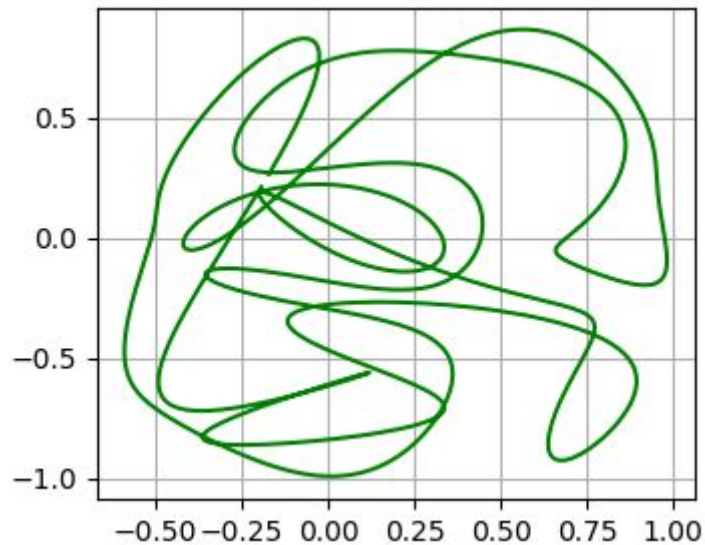
Ancho de banda de 40 Hz



Ancho de banda de 30 hz



Ancho de banda de 20 Hz



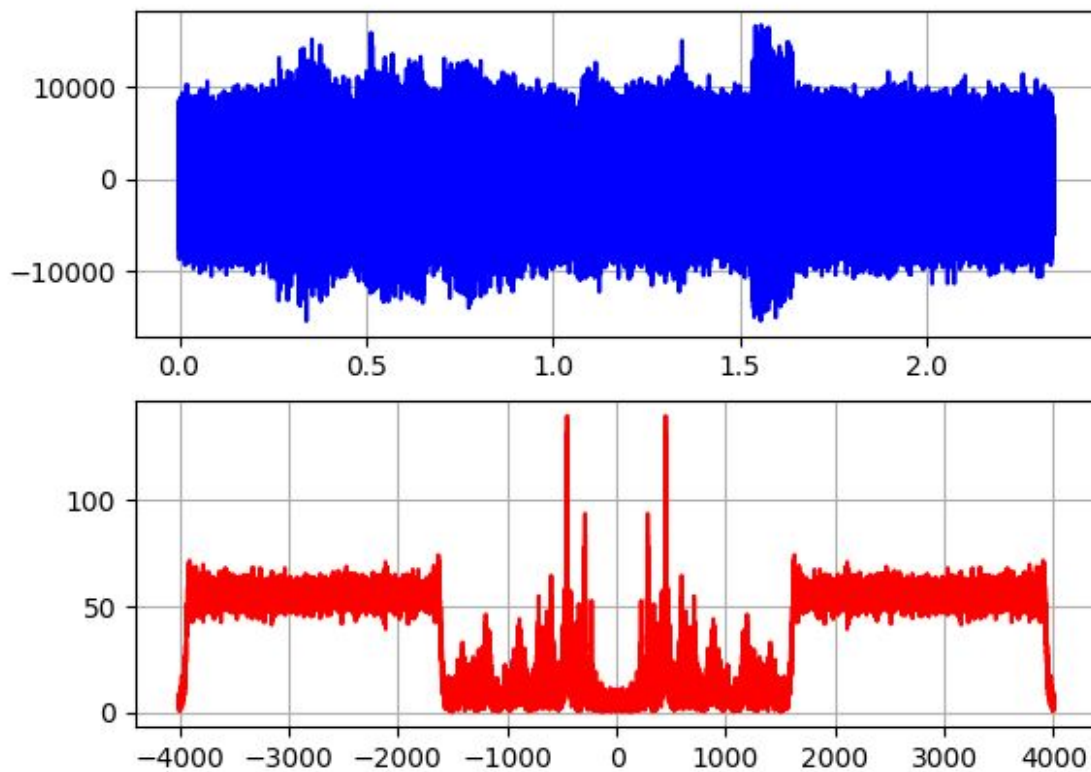
Como conclusión, la imagen original tiene un ancho de banda de 500 Hz. Si se comienza a reducir el ancho de banda, la imagen comienza a desdibujarse pero se mantiene relativamente reconocible hasta los 200 Hz. A partir de los 100 Hz se sigue reconociendo la imagen, pero ya a partir de los 60 Hz la imagen pierde bastante el sentido de la misma. Con 20 Hz o menos la imagen es totalmente irreconocible.

4. Convolución

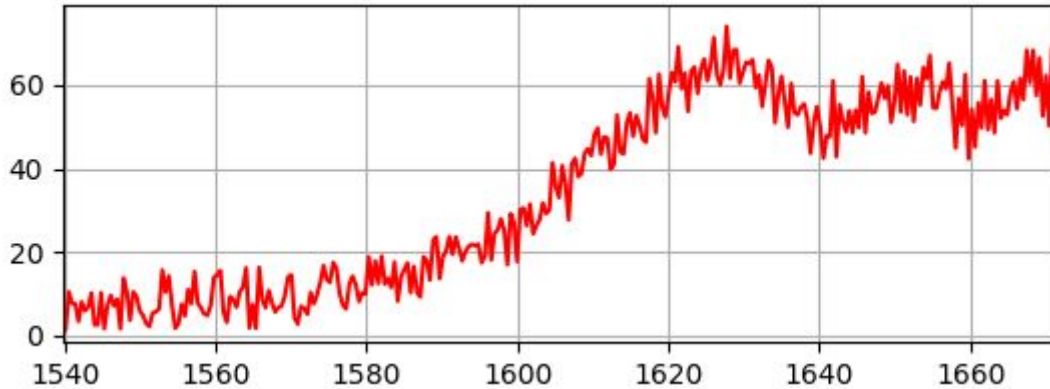
Dado el segmento de audio en el archivo `chapu_noise.npy` con $fs=8000$ y sumergido en ruido de alta frecuencia resuelva:

- Diseñe un filtro que mitigue el efecto del ruido
- Grafique el espectro antes y después del filtro
- Reproduzca el segmento antes y después del filtrado
- Comente los resultados obtenidos

A continuación se grafica la señal y su espectro de frecuencias.



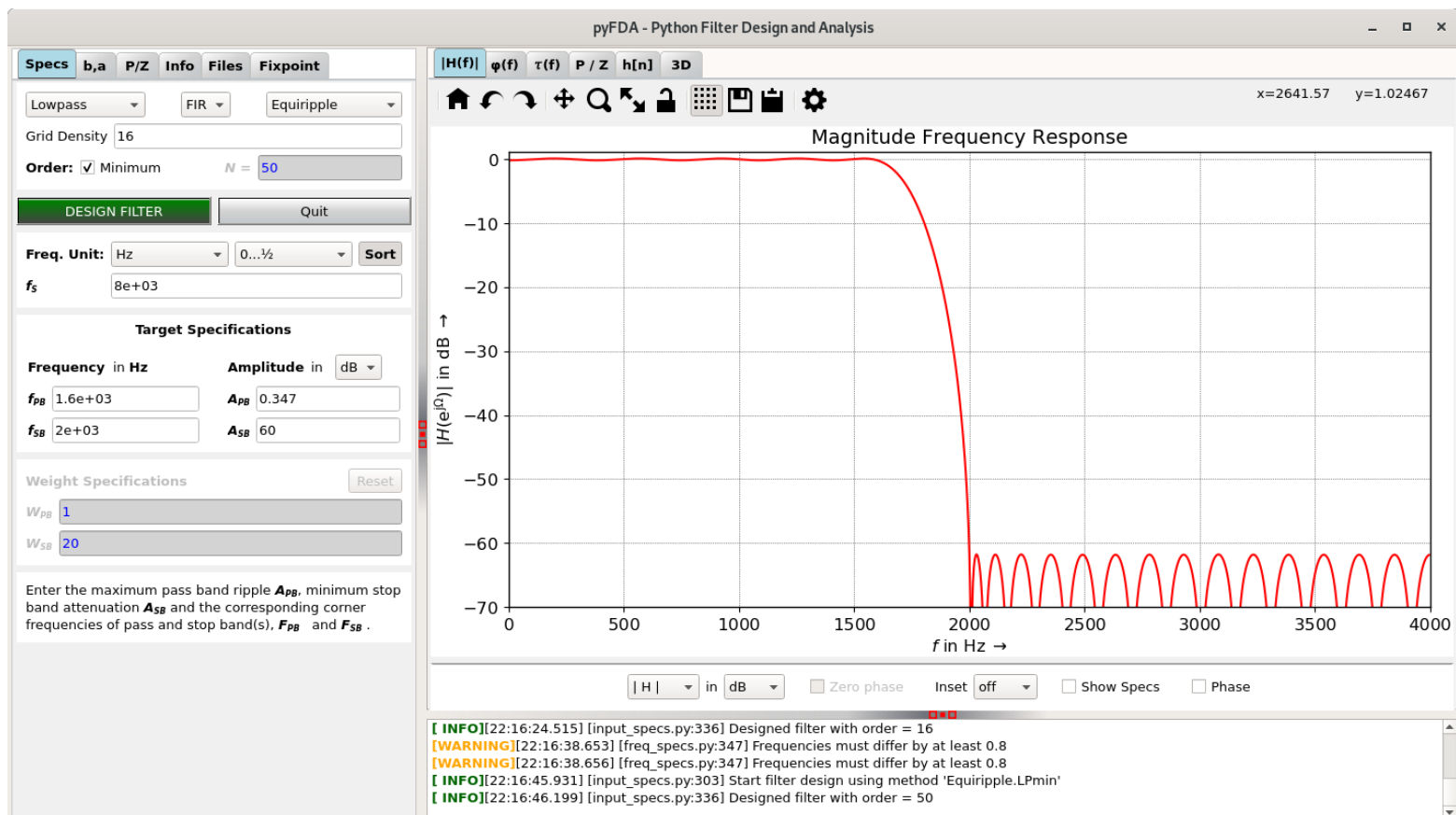
Se puede observar que hay un ruido de alta frecuencia que comienza en una frecuencia aproximada de 1600 Hz, tal como se puede observar en la siguiente imagen, la cual es un zoom de la imagen anterior.



Para ello se plantea el uso de un filtro pasabajos, cuyo diseño se realizará con la aplicación pyFDA con los parámetros:

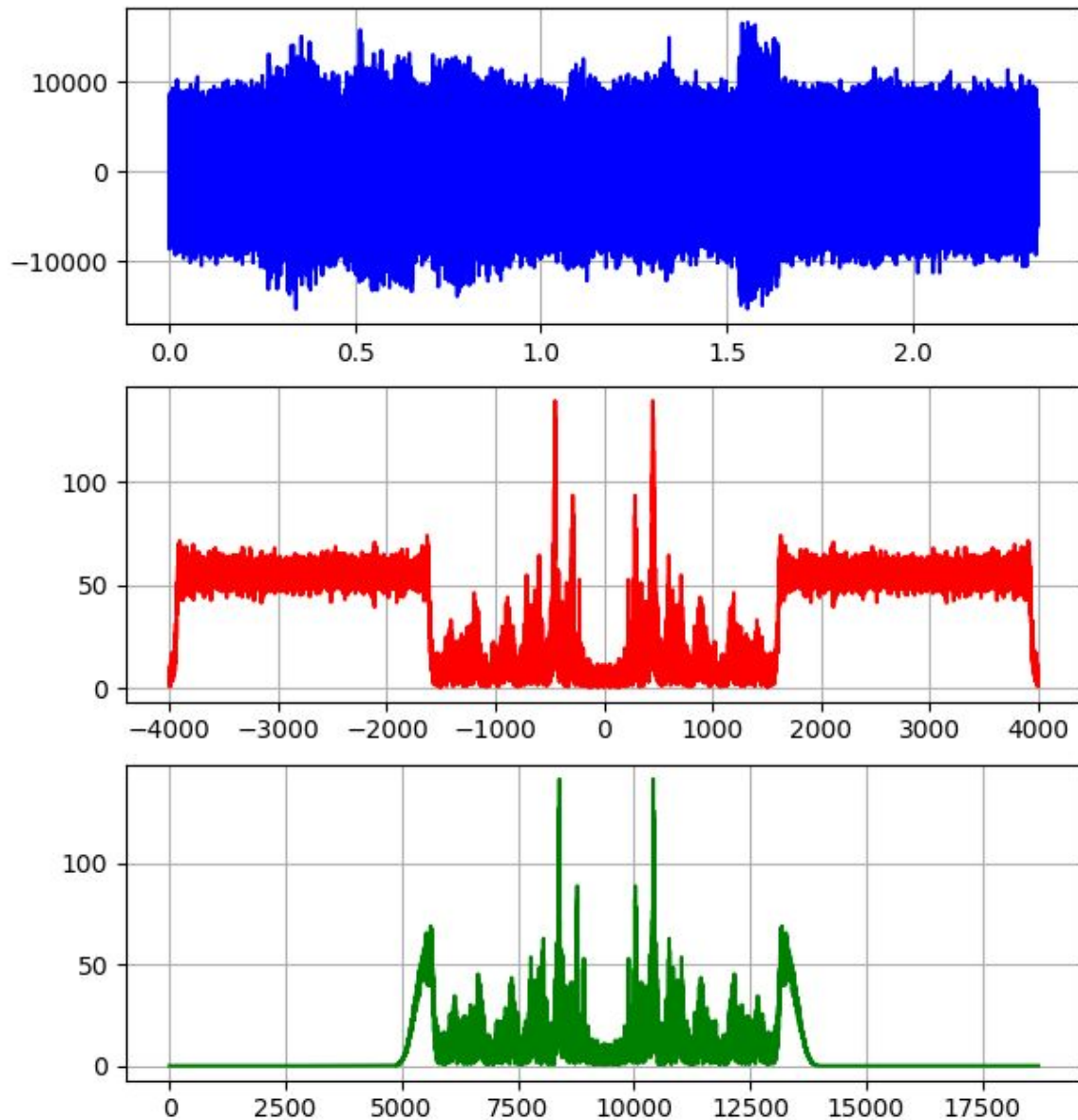
Fpb: 1600 Hz

Fps: 2000 Hz





En las siguientes figuras se pueden observar, en azul la señal original, en rojo la FFT de la señal original y en verde la FFT de la señal filtrada

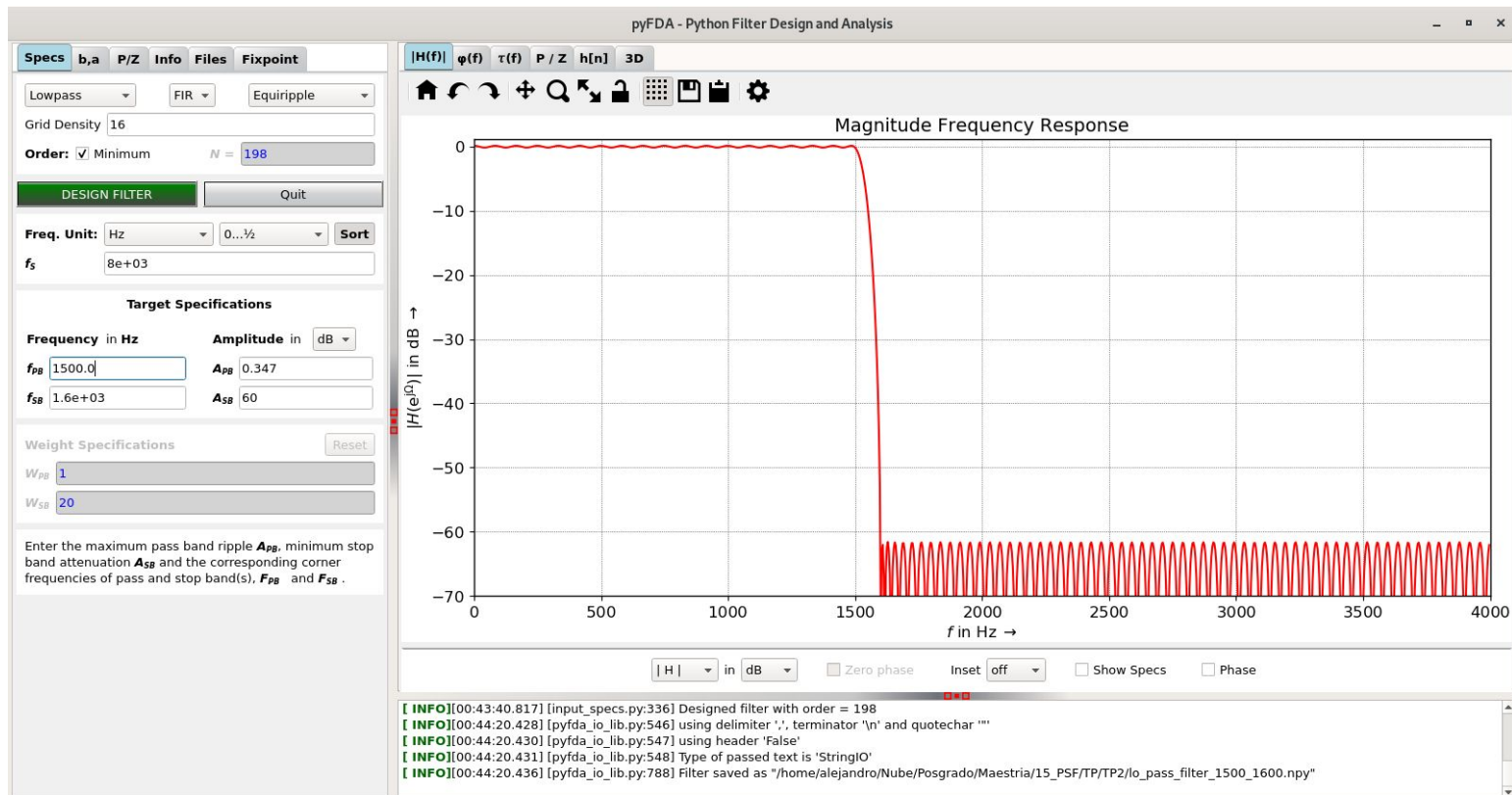


Como se puede observar el filtro no es adecuado, ya que deja pasar un remanente importante de la señal que se desea filtrar.

Se realiza un nuevo intento utilizando otro filtro pasabajos, pero ahora con los parámetros:

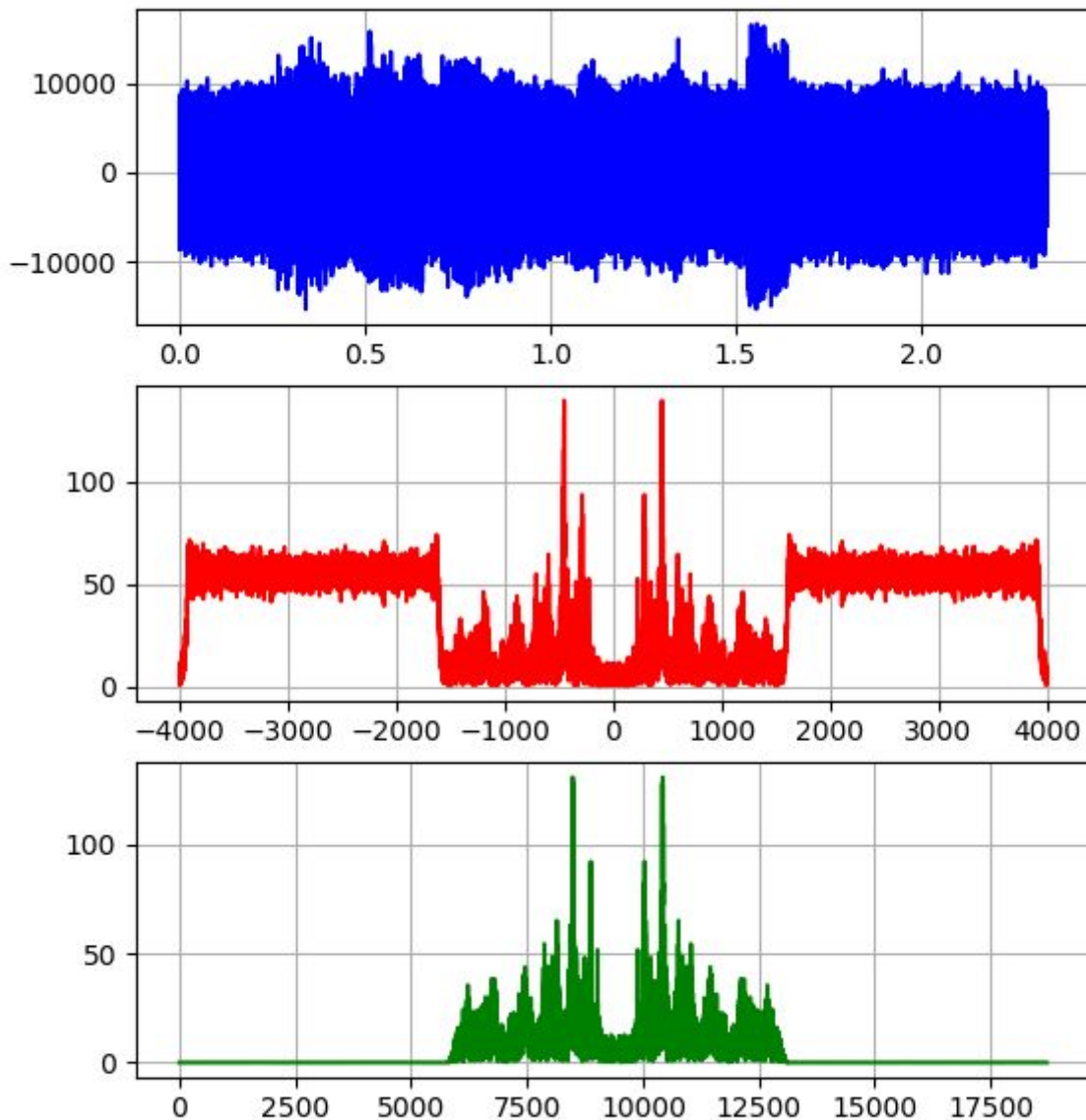
Fpb: 1500 Hz

Fps: 1600 Hz





En las siguientes figuras se pueden observar, en azul la señal original, en rojo la FFT de la señal original y en verde la FFT de la señal filtrada



Ahora sí se puede apreciar que el filtrado ha sido adecuado para eliminar todo el componente de alta frecuencia.

Al retirar los componentes de alta frecuencia, aparece el mensaje original del gran Chapulin Colorado “No contaban con mi astucia”



Adicionalmente la señal filtrada tiene una menor duración, que la señal original del tamaño del filtro.