

Práctica 2 Análisis de Señales

Ignacio Amat Hernández *

March 5, 2020

1 Ejercicio 1 Fast Fourier Transform vs Periodograma (Welch)

Primero dibujamos la *Fast Fourier Transform* de la señal:

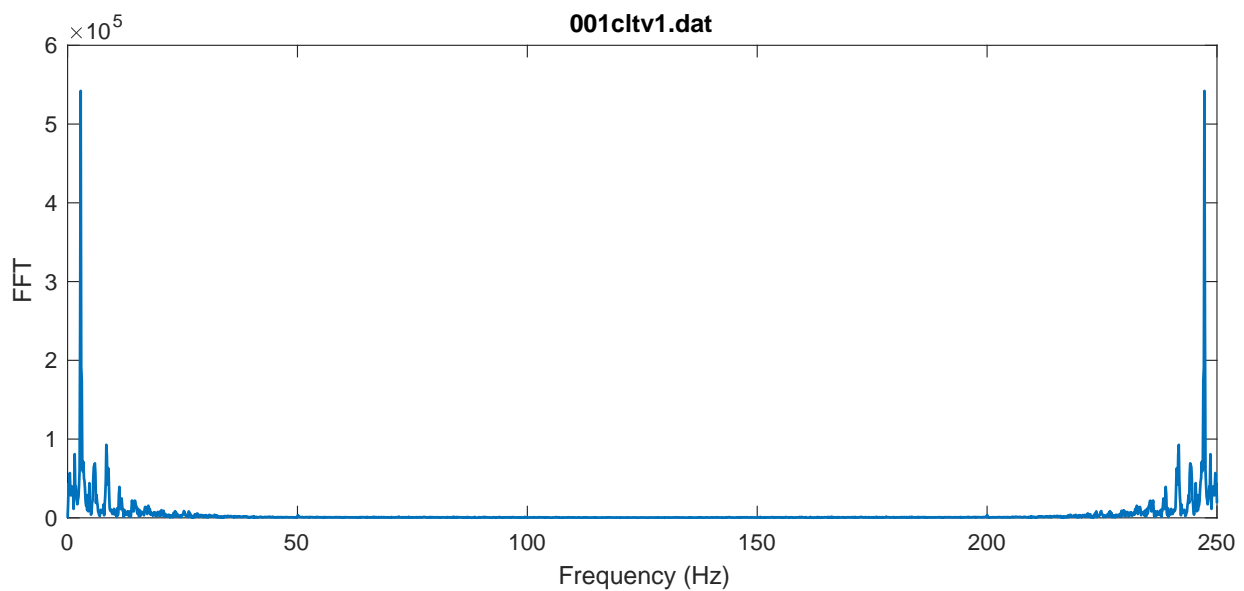


Fig. 1: *Fast Fourier Transform* del paciente 001cltv1.

*Grado en Ingeniería Biomédica, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Valencia, España.

1.1 ¿Cuál es la frecuencia del pico principal?

Ahora dibujamos en detalle los primeros $20Hz$, marcamos en rojo los picos y la escribimos la frecuencia a la que ocurren.

$$f_{PP} = 2.85Hz \quad (1)$$

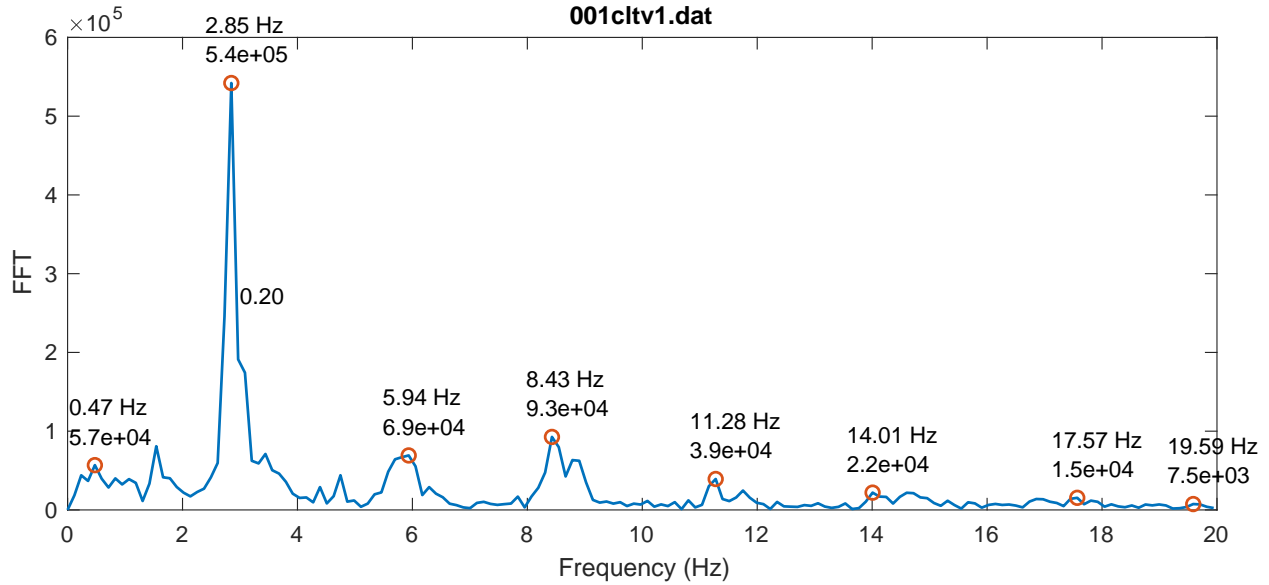


Fig. 2: Detalle de los primeros $20Hz$ de la *FFT*.

1.2 ¿Cuál es el ancho del pico principal?

Calculamos los picos y las anchuras con la función `findpeaks` de MATLAB. El pico principal tiene una anchura a media altura (*FWHM*) de $0.2Hz$ como se muestra en la **Fig. 2**.

$$FWHM = 0.20Hz \quad (2)$$

1.3 ¿Tiene armónicos? ¿Cuántos? ¿Cómo es la amplitud de los armónicos con respecto al pico principal?

Para investigar los armónicos primero tomamos el vector con las frecuencias a las que ocurren los picos de la **Fig. 2** y dividimos cada entrada por el valor del segundo pico (el pico principal). Obtenemos estos resultados:

Picos	1	2	3	4	5	6	7	8
Frecuencias	0.47	2.85	5.94	8.43	11.28	14.01	17.57	19.59
Normalizadas	0.17	1.00	2.08	2.96	3.96	4.92	6.17	6.88
Redondeadas	0	1	2	3	4	5	6	7

Table 1: Frecuencias de los picos.

En la **Tbl. 1** vemos que cuando redondeamos las frecuencias normalizadas al pico principal obtenemos una secuencia perfecta de números del 1 al 7; esto indica que los picos se corresponden con los armónicos del segundo pico. Encontramos que el pico 2 tiene 6 armónicos superiores en los primeros 20Hz de señal, es de esperar que tenga más, pero su amplitud es demasiado pequeña para poder ser detectados. Las amplitudes se muestran en al **Fig. 2**.

1.4 ¿Cuál es la resolución en frecuencia, es decir, el paso entre un punto y otro?

La resolución en frecuencia indica a partir de qué frecuencia vamos a ver la señal, y también cada cuánto se van a tomar las muestras. La resolución en frecuencia viene dada por el cociente entre la frecuencia de muestreo y el número de puntos de la transformada de Fourier, en este caso:

$$f_r = \frac{250Hz}{2107} = 0.118652Hz \quad (3)$$

1.5 ¿De qué depende la resolución en frecuencia? ¿Qué se podría hacer para aumentar el número de puntos, y así aumentar la resolución?

Vemos que la resolución en frecuencia depende del tramo que escojamos para el análisis y del envenenado, ya que son las frecuencias que dan más señal. Si aumentamos el intervalo de muestras o reducimos la frecuencia de muestreo, la resolución mejora. Si es un tramo demasiado pequeño no la veremos correctamente, y si es demasiado grande tampoco. La resolución de compromiso, para estos casos en particular, unos 8 seg puede ser óptimo (aunque también se pueden escoger tramos de 4, 16 segundos...).

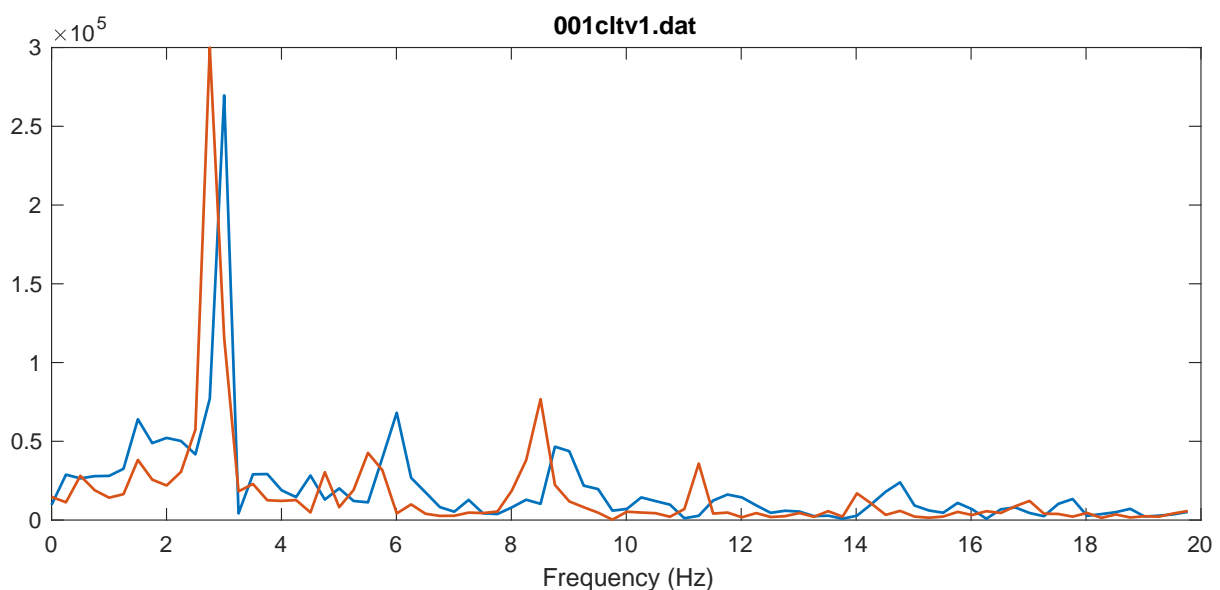


Fig. 3: Variabilidad del espectro *FFT*.

1.6 Calcule la densidad espectral de potencia

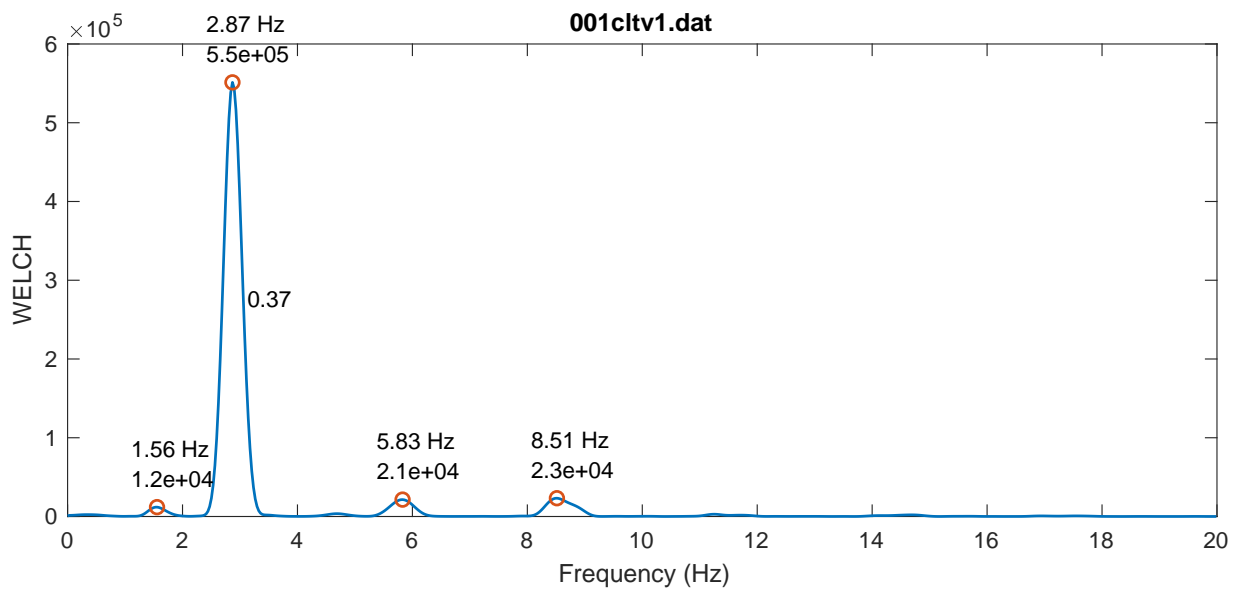


Fig. 4: Periodograma de *Welch*.

1.7 ¿Sobre cuántos tramos se realiza el promediado?

La señal entera tiene 2107 muestras y nosotros usamos una ventana de $4 \text{ secs} * f_s = 1000$ muestras con un solape de 500 muestras. El promedio se realizará sobre tres tramos.

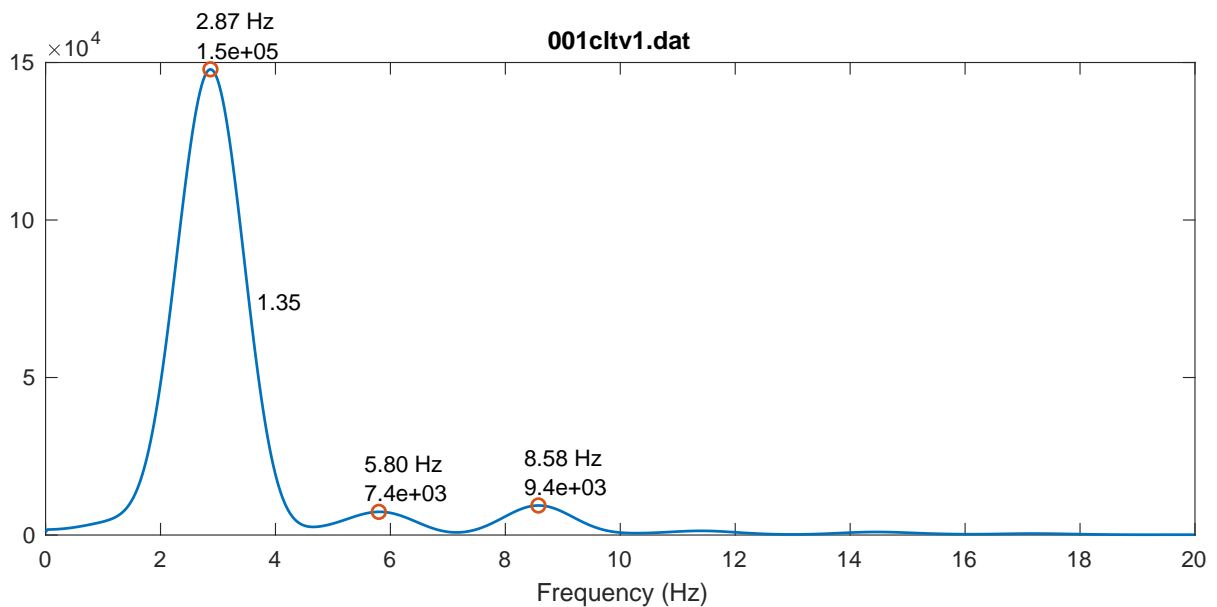


Fig. 5: Periodograma de *Welch*.

1.8 ¿Cómo cambia el ancho del pulso? ¿Por qué?

El pulso se ensancha debido al aumento de la ventana, esto se debe a que

1.9 ¿Qué espectro es más fiable?

El espectro proporcionado por el periodograma de *Welch* es menos fiable que el proporcionado por la transformada de *Fourier*, esto es debido a que el periodograma suaviza la señal. Este suavizado inherente a la técnica implica perder parte de la información.