

# 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:

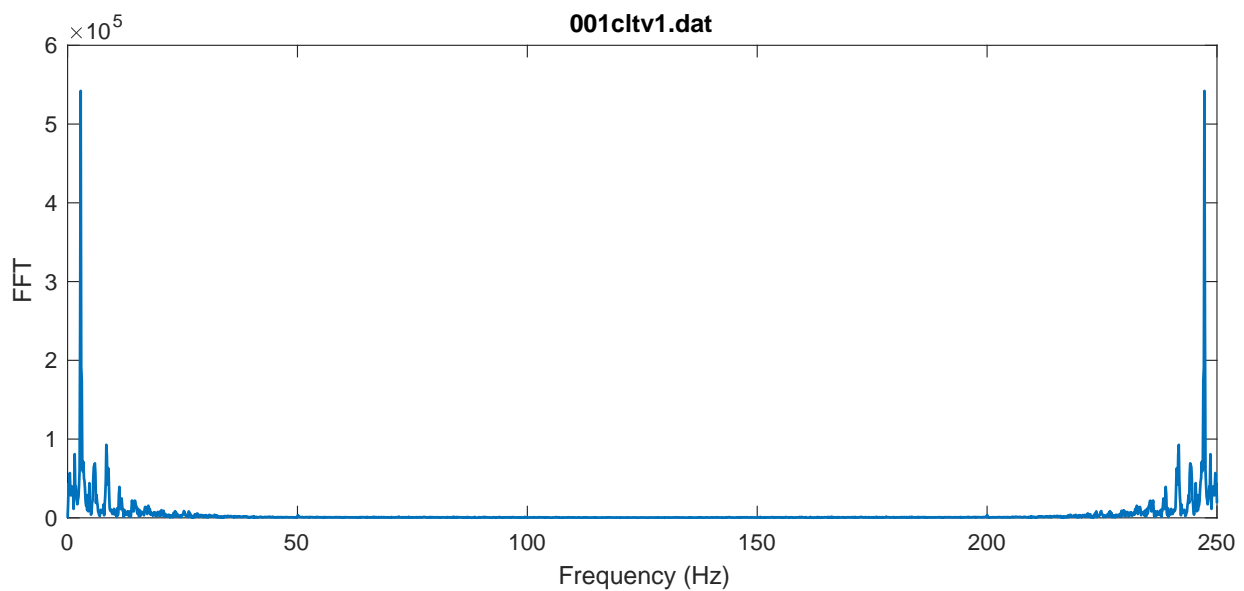


Fig. 1: *Fast Fourier Transform* del paciente 001cltv1.

---

\*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.

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

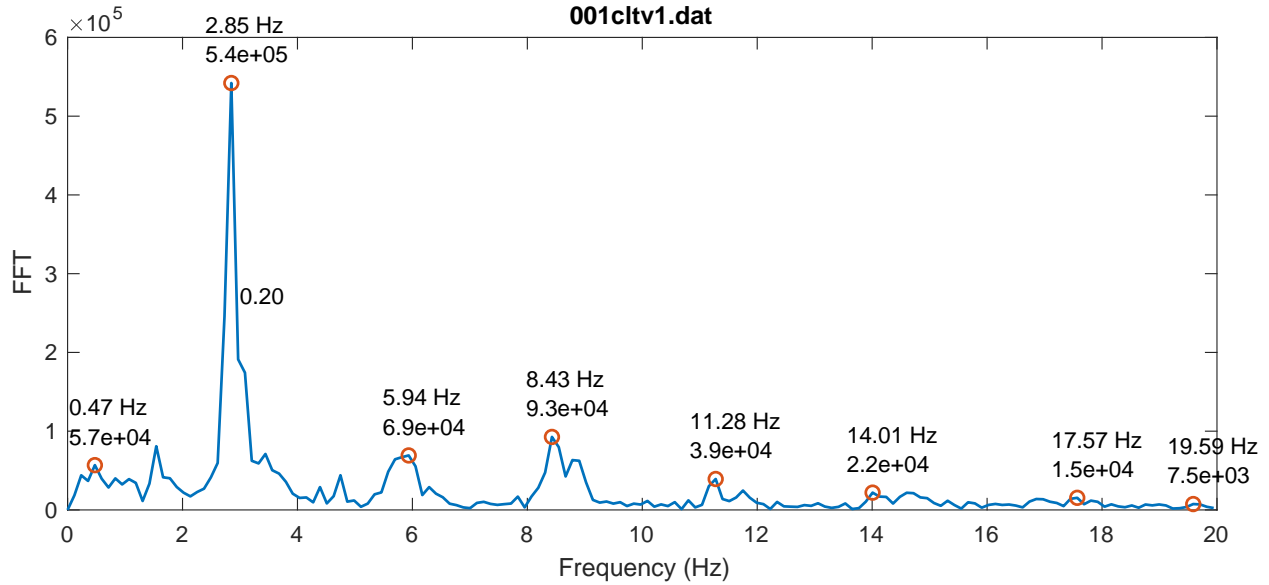


Fig. 2: Detalle de los primeros  $20Hz$  de la *FFT*.

### 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 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?

La resolución en frecuencia marca la capacidad que tenemos para detectar eventos rápidos, si se produce un evento que dure menos de  $1/f_s$  segundos no seremos capaces de verlo en nuestra señal. Para aumentar la resolución es menester aumentar la frecuencia de muestreo, ello requiere de un conversor capaz y tener la suficiente memoria y potencia de procesado para tratar el mayor volumen de datos.

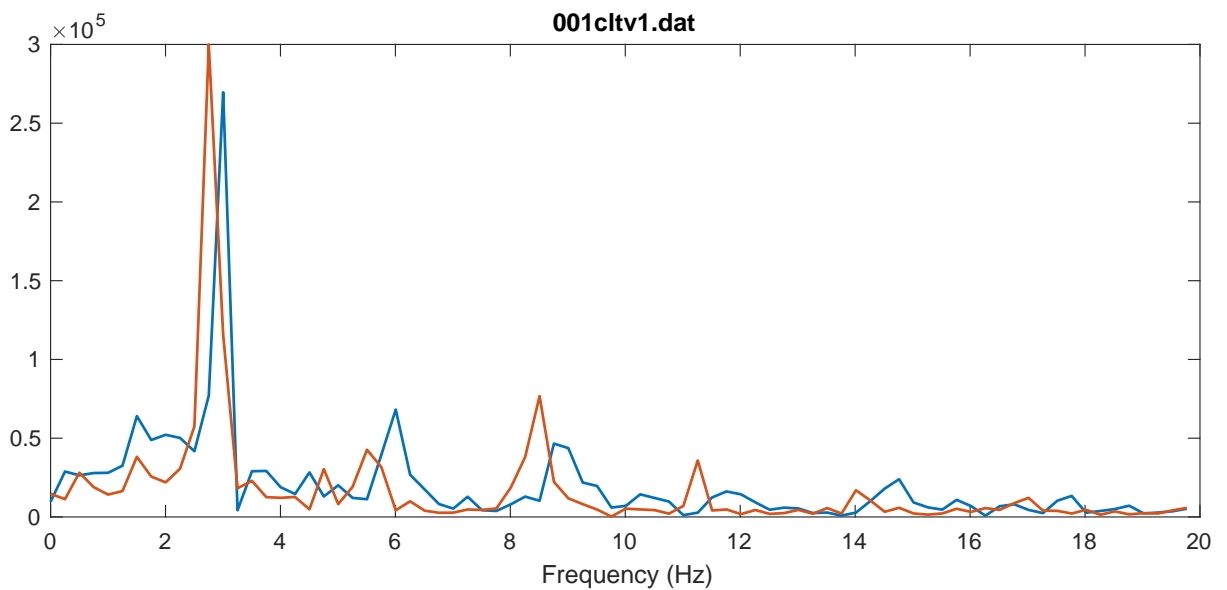


Fig. 3: Variabilidad del espectro *FFT*.

## 1.6 Calcule la densidad espectral de potencia

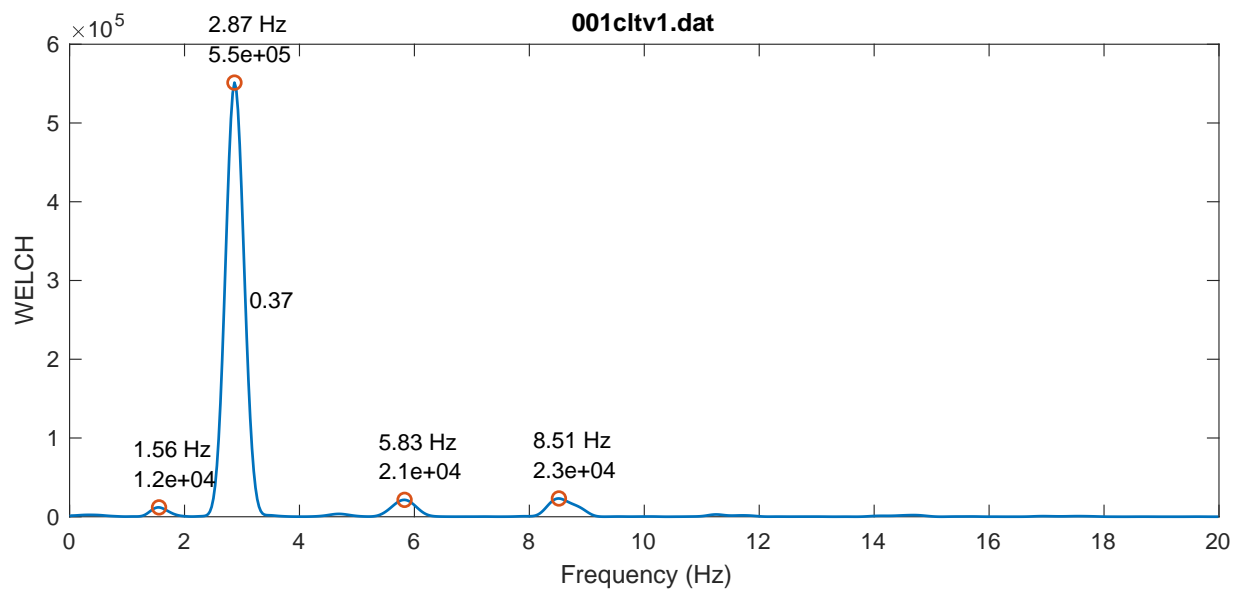


Fig. 4: Periodograma de *Welch*.

## 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.

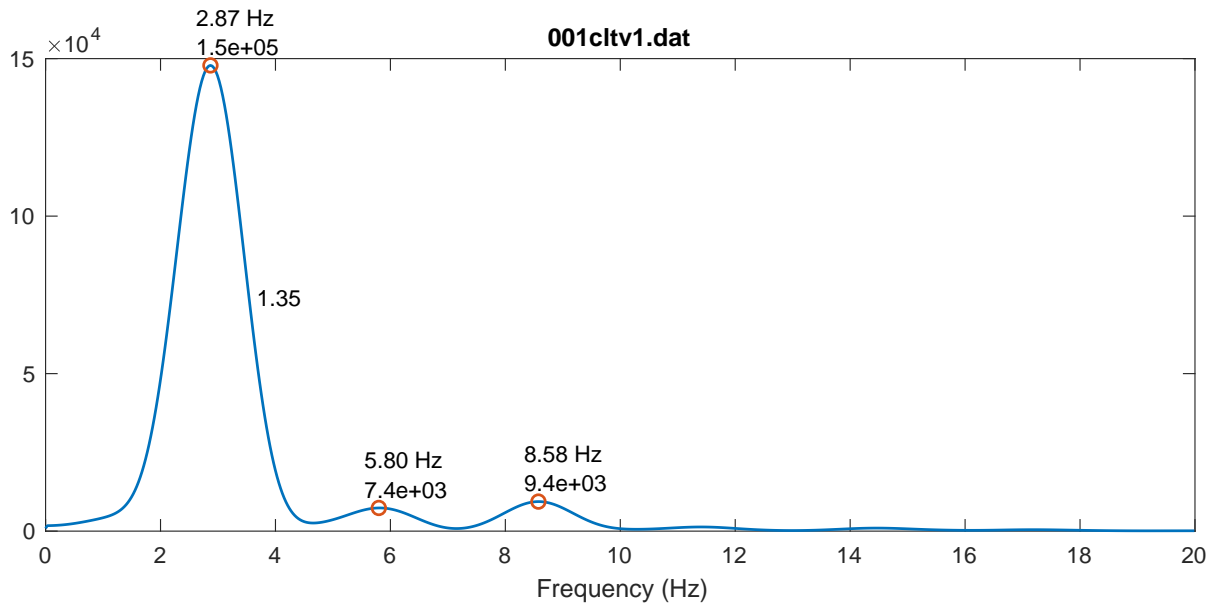


Fig. 5: Periodograma de *Welch*.

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