

# 1 Espectrograma

Un espectrograma es una imagen que muestra como varían a lo largo del tiempo las frecuencias que componen a una señal dada. Para ello, requiere aplicarle a la señal la transformada rápida de Fourier (FFT), para luego realizar el mapeo. Para esta parte del trabajo, vamos a explicar como funciona la función `signal.spectrogram()` de la librería `scypi`.

## 1.1 Parámetros que recibe

La función nos da la posibilidad de recibir hasta 11 parámetros distintos, aunque sólo el primero es obligatorio. Estos parámetros son: arreglo con la señal, frecuencia de sampleo, ventana a utilizar por la FFT, longitud de cada segmento, cantidad de elementos a repetir por cada FFT (overlapping), longitud de la FFT, como desacoplar los valores, dimensiones del arreglo de salida (haciendo referencia a si es un numero complejo o flotante), escala (relacionado a las unidades de los valores que se dibujan), ejes (escala de los ejes) y modo.

## 1.2 Parámetros que devuelve

La función devuelve el arreglo de frecuencias correspondiente, el arreglo del tiempo correspondiente, y el arreglo con el espectro en sí.

## 1.3 Overlapping óptimo según el tipo de ventana

Cuando la cantidad de datos es muy extensa en el tiempo, se suelen dividir las muestras y aplicarle la FFT a cada una. Esto hace que en determinados casos se pierda información de lo que sucede en el tiempo y el espectro puede no representar fielmente a la señal en su totalidad. Para evitar este efecto, se utiliza la técnica del overlapping, la cual consiste en utilizar los últimos datos de una secuencia como los primeros de la siguiente, de manera tal de que las FFT tengan una mejor referencia temporal de lo que le ocurre a la señal en el tiempo.

Sin embargo, al haber distintos tipos de ventanas, existen distintos valores de overlapping para cada una. A continuación se muestra una tabla extraída del paper “Spectrum and spectral density estimation by the Discrete Fourier transform (DFT), including a comprehensive list of window functions and some new flat-top windows.” de G. Heinzel\*, A. Rüdiger and R. Schilling, que detalla cual es el porcentaje óptimo para cada tipo de ventana:

Name	Text Section	Graph page	PSLL [dB]	SLDR [ $f^{-n}$ ]	NENBW [bins]	3 dB BW [bins]	flatness [dB]	ROV [%]
Rectangular	C.1 p.30	51	13.3	1	1.0000	0.8845	-3.9224	0.0
Welch	C.3 p.31	53	21.3	2	1.2000	1.1535	-2.2248	29.3
Bartlett	C.2 p.30	52	26.5	2	1.3333	1.2736	-1.8242	50.0
Hanning	C.4 p.31	54	31.5	3	1.5000	1.4382	-1.4236	50.0
Hamming	C.5 p.32	55	42.7	1	1.3628	1.3008	-1.7514	50.0
Nuttall3	C.7.1 p.34	57	46.7	5	1.9444	1.8496	-0.8630	64.7
Nuttall4	C.7.4 p.35	60	60.9	7	2.3100	2.1884	-0.6184	70.5
Nuttall3a	C.7.2 p.35	58	64.2	3	1.7721	1.6828	-1.0453	61.2
Kaiser3	C.8 p.36	64	69.6	1	1.7952	1.7025	-1.0226	61.9
Nuttall3b	C.7.3 p.35	59	71.5	1	1.7037	1.6162	-1.1352	59.8
Nuttall4a	C.7.5 p.35	61	82.6	5	2.1253	2.0123	-0.7321	68.0
BH92	C.6 p.32	56	92.0	1	2.0044	1.8962	-0.8256	66.1
Nuttall4b	C.7.6 p.36	62	93.3	3	2.0212	1.9122	-0.8118	66.3
Kaiser4	C.8 p.36	65	94.4	1	2.0533	1.9417	-0.7877	67.0
Nuttall4c	C.7.7 p.36	63	98.1	1	1.9761	1.8687	-0.8506	65.6
Kaiser5	C.8 p.36	66	119.8	1	2.2830	2.1553	-0.6403	70.5

Figura 1: Parámetros de los distintos tipos de ventanas.

## 1.4 Espectrograma de una escala de Sol generado por ASDR

Para este punto, se generó un archivo de sonido de una escala mayor de Sol, para analizar luego con el espectrograma. La salida obtenida fue la siguiente:

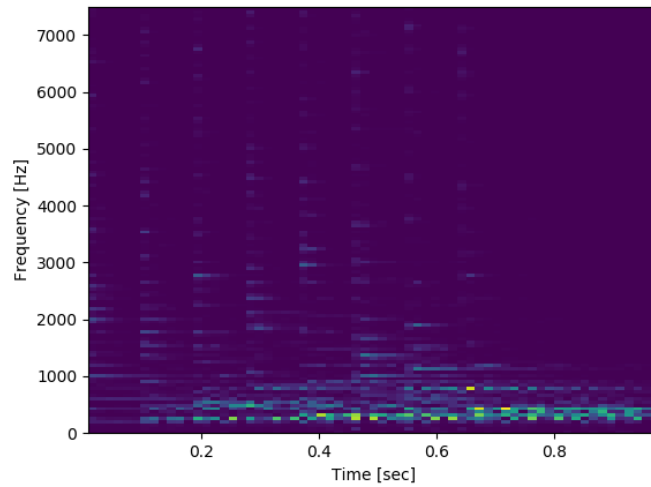


Figura 2: Espectrograma para una escala de Sol.

Las frecuencias fundamentales de la escala fueron 196 Hz, 220Hz, 247Hz, 261Hz, 294Hz, 329Hz, 370Hz y 392Hz pero vemos en el espectrograma que las frecuencias presentes no son solo esas, sino que aparecen ténues ruidos de frecuencias de hasta 7000Hz, haciendo énfasis en el rango de 0 a 1000Hz en todo el tiempo. Ahora, si cambiamos los parámetros de la FFT, junto con el overlapping, obtenemos los siguientes espectros:

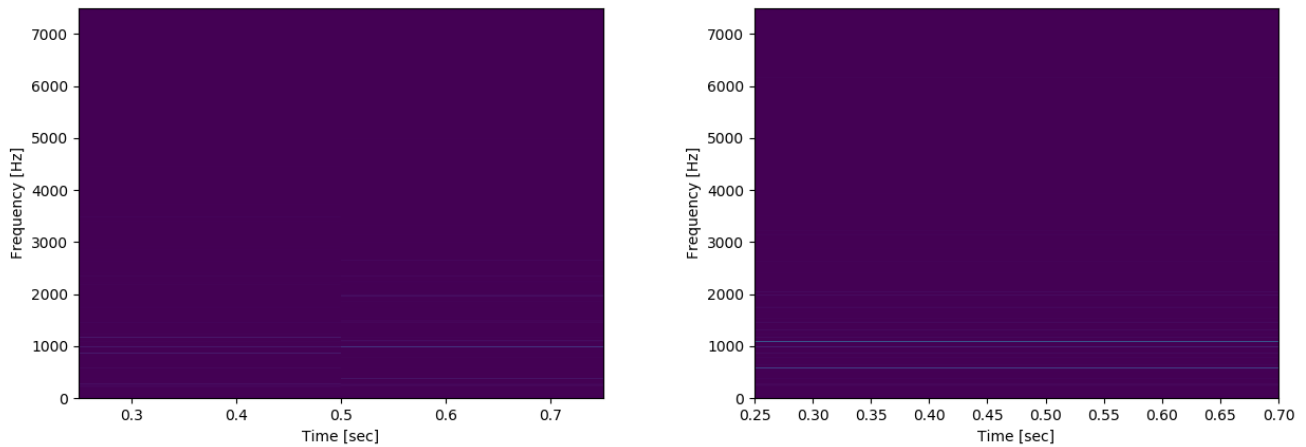


Figura 3: Espectrogramas con overlapping de 25% y 50%.

Podemos ver que se pierde definición y fidelidad en ambos casos, aunque se destaca que en la implementación con overlapping de 50% el resultado es mas fidedigno y no posee ruido.

## 1.5 Conclusiones

El espectrograma es una herramienta útil a la hora de analizar señales y su espectro, pero debe utilizarse con sumo cuidado, puesto que posee sus limitaciones. Para un uso óptimo, debe saberse el tipo de señal que se desea

analizar de antemano, para así de esta manera elegir la ventana y su ancho más óptimos y con ellos su óptimo overlapping.