# Practica 2: Series y Transformada de Fourier. Detección de tonos multifrecuencia

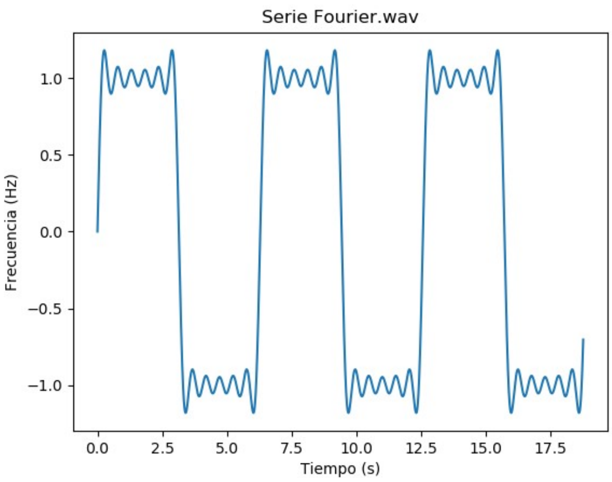
Procesamiento Digital de Señales, Universidad de Granada
Autor: Miguel Carracedo Rodríguez
Fecha: 9/04/2022

## 1. Introducción

En esta práctica vamos a aplicar los conceptos dados en la parte de teoría (transformada de Fourier y serie de Fourier) para poder reconocer los distintos tonos de frecuencia generados al marcar números en un teléfono y ser capaz de identificar el número que ha sido pulsado. Recordar como se explicó en la parte de teoría que cualquier señal que se encuentre en el dominio del tiempo puede representarse como la suma de señales sinusoidales con distintas frecuencias. Para las señales periódicas aplicaremos la serie de Fourier, en caso contrario utilizaremos la transformada de Fourier.

## 2. Tarea 1

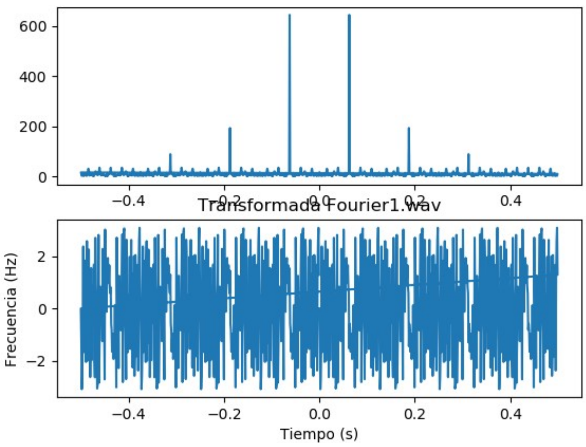
En esta tarea se nos pide que comprobemos que la señal cuadrada que se nos ha dado coincide con el x(t) (para T0 = 2*pi). La gráfica muestra el resultado de ir aumentando progresivamente el número de fuentes, así podemos demostrar que cada vez se está consiguiendo una mejor adaptación a la señal periódica cuadrada original. En el caso de que lo hiciésemos con infinitos bloques obtendríamos la señal cuadrada (obviamente no podemos hacer uso de infinitos generadores sinusoidales).




- En la señal de salida podemos observar como a medida que se aumentan los generadores se demuestra que la serie de Furier se adapta a x(t).

## 3. Tare 2

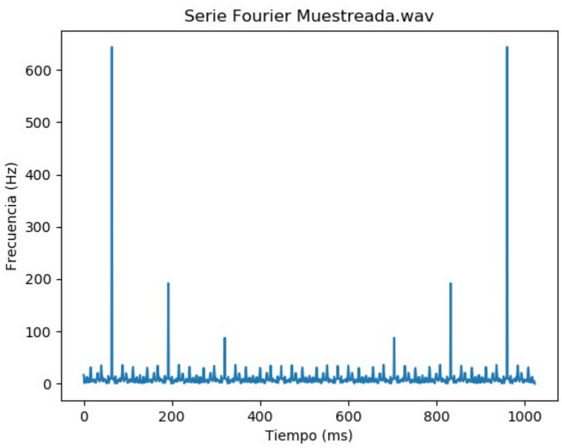
Como se vio en teoría y en la Transformada de Fourier que tenemos comprobamos que el comportamiento recae en los armónicos impares. Sabiendo esto vamos a general la gráfica que demuestra que los armónicos son los impares.




- En la gráfica tenemos que mirar los picos y observar como el valor del pico coincide con n * frecuencia y decaimiento 1/n. La primera y la segunda parecen estar bien, en la tercera hay un poco de diferencia (debería dar 128 (1/5) y nos da 87) puede que se deba por ser una aproximación de Fourier.

# 4. Tarea 3

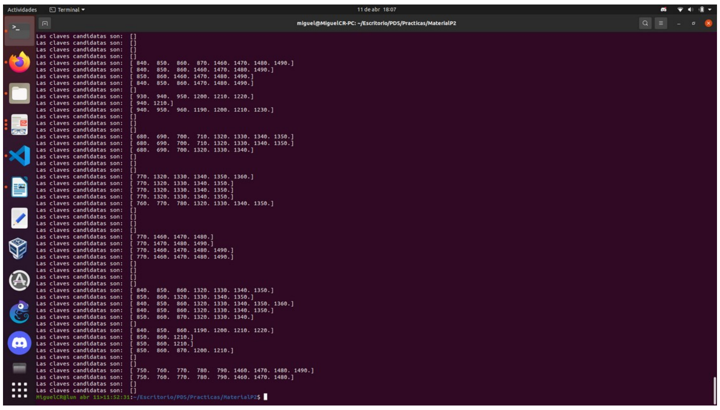
Ahora vamos a generar una función para replicar la DFT. Esto se hace para solucionar el problema de redondeo que se produce al multiplicar x*w.  En la función vamos a recorrer la x una vez a sido procesada en busca de los valores muy cercanos a 0.




- De esta manera conseguimos eliminar el ruido y la gráfica obtenida  muestra aquellos valores cercanos a 0 convertidos a 0.

# 5. Tarea 4

Esta tarea se puede hacer de muchas maneras lo que yo hice fue primero dividir la señal en muchas pequeñas muestras. En esas muestras comprobar si la frecuencia es mayor que un valor que significa que se pulso una tecla (umbral). Si es mayor hacemos la fft de ese segmento (ventana). Por último asignar un digito dependiendo de en que rango este la fft se encuentre.



-En la gráfica se pueden ver las posibles claves candidatas generadas con una valor de tamaño de 800. Se suelen generar entre 1 y 4 claves candidatas lo cual es más o menos decente. Estos valores deberían de compararse con una tabla para sacar el dígito pulsado. Tener en cuenta que por defecto fft tiene tantos puntos como longitud de segmentos leemos.

# 6. Opinión personal

Esta práctica me ha ayudado a comprender mejor como funciona y la utilidad de la transformada y serie de Fourier no solo en practica si no también en teoría. Los principales problemas que tuve surgieron en la tarea 3 y 4. En la tarea 3 tenía un warning a la hora de obtener los resultados tras llamar a la función dft_alt() esto se debía a que se lo tenía que indicar en valor absoluto. En la tarea 4 la principal complicación era saber como muestrear cada segmento de la señal y que tamaño de segmento debería de darle. Tuve que ir probando con distintos valores hasta encontrar uno que imprimiese uso resultados aceptables, además se me olvidaba indicarle que los datos serían números complejos. La práctica la valoraría un 9/10 siendo la tarea 4 la más entretenida con diferencia, recomendaría  asegurarse de que la gente entiende la transformada de Fourier de forma teórica para las tareas 1 y 2.