UNIVERSIDAD DE GRANADA

Procesamiento Digital de Señales

Práctica 2 – Series y Transformada de Fourier. Detección de Tonos Multifrecuencia.

Arturo Alonso Carbonero

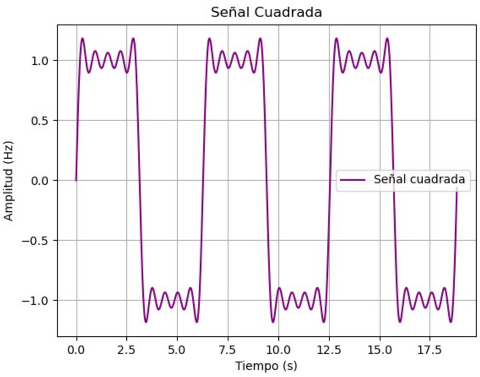
1. Objetivos de la práctica

El objetivo de esta práctica es comprender en qué consisten las series y la transformada de Fourier, es decir, el tratamiento de señales en el dominio de la frecuencia tanto en modalidad discreta como continua. Por otra parte, a partir de una señal que contiene tonos de teléfono, implementar una solución para detectar los tonos y, si es posible, indicar a qué carácter corresponde cada uno. Se trata en esencia de una aplicación directa de los contenidos vistos en el apartado de teoría de la asignatura. Concretamente, aplicados a señales cuadradas generadas manualmente.

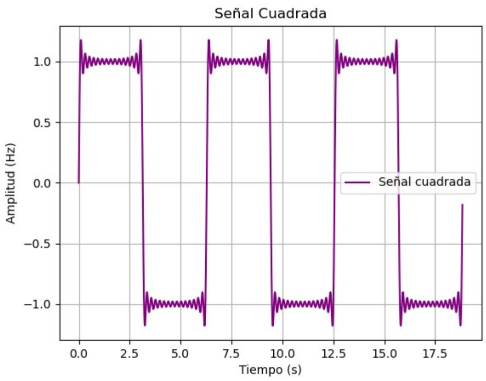
2. Resultados obtenidos

Tarea 1 – Generación de señal cuadrada

Para generar la señal cuadrada hay que implementar la expresión indicada en el guion de la práctica. Dependiendo del número de términos, la señal se asemejará más o menos a una señal cuadrada perfecta (∞ términos). A continuación se muestran dos ejemplos (para n=11 y n=31) en los cuales se aprecia dicha diferencia. A más términos, mayor “apariencia” cuadrada.



N=11

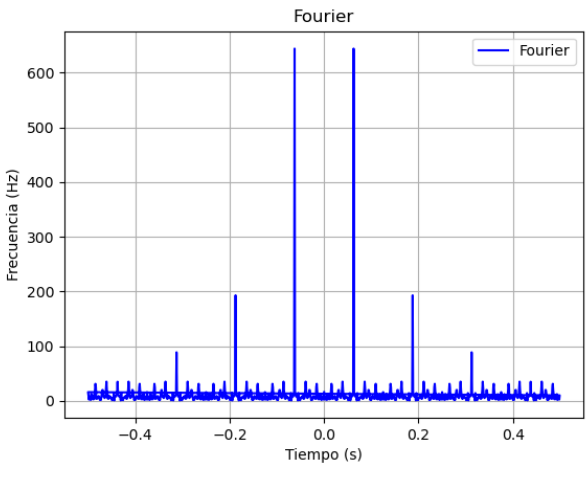


N=31

Tarea 2 – Transformada de Fourier. Análisis de la señal cuadrada

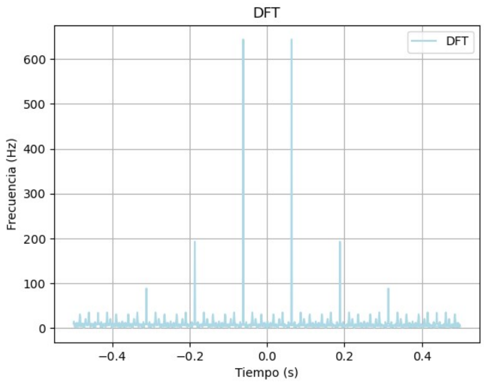
Una vez creada la señal con 64 períodos, de T=16 cada uno, y, tras aplicar la transformada de Fourier tal y como se indica en el guion, se obtiene la gráfica de la imagen.

Para comprobar que los armónicos son impares, basta con calcular el valor de cada uno mediante la siguiente expresión: **frecuencia * 1/n** para **n=(1,3,5,…).** De esta forma, si los valores son correctos, tendrán un decaimiento de esa forma. En este caso, la frecuencia es aproximadamente 640. 640*1/3=213. En la imagen, el segundo armónico tiene un valor de 197. Es una diferencia sustancial. El ejercicio es correcto pero desconozco el origen de dicho error (se aplica a todos los armónicos). Aun así, son valores semejantes a los esperados y el decaimiento (de 1/n) es correcto.

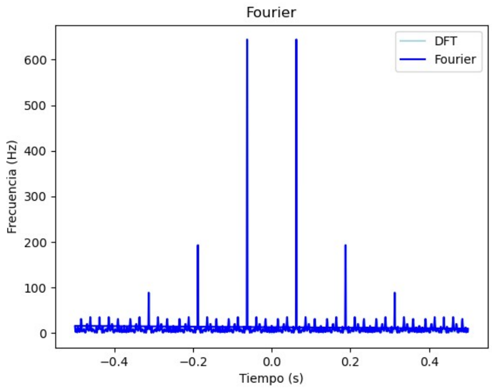


Tarea 3 – DFT

Esta tarea consiste en aplicar la transformada de Fourier a una señal muestreada. No es computacionalmente viable adaptar el comportamiento de la integral ya que es infinita, por lo que se implementará una versión discreta de la transformada (DFT) que viene dada por la expresión del guion de la práctica, obteniendo el resultado de la imagen de la izquierda. En la imagen de la derecha se puede comprobar que su funcionamiento es correcto, ya que se obtienen los mismos valores que con fft para la misma señal.



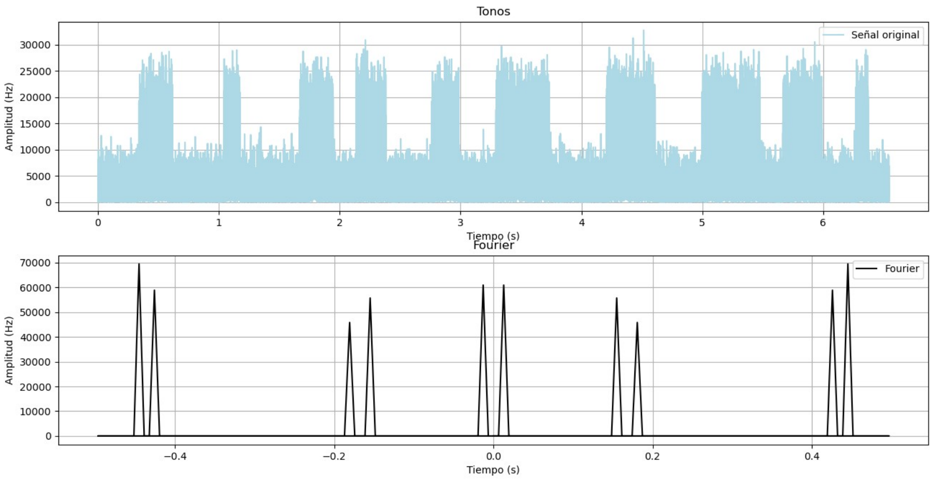
DFT



DFT y fft

Tarea 4 – Detección de tonos multifrecuencia

El objetivo de esta tarea es obtener los tonos de una señal y sus frecuencias. Para ello, localizaré los picos de la señal, que se corresponden con los tonos, comprobando cuándo los valores de las frecuencias superan cierto umbral (funciones procesarTonos() y obtenerPicos()). A continuación, busco en las zonas donde hay picos los posibles candidatos (función obtenerCandidatos()) de entre las frecuencias. En la siguiente imagen se puede ver el resultado de mostrar la señal original y las frecuencias. La cantidad de resultados numéricos es considerable, por lo que para visualizarlos es necesario ejecutar el fichero de la tarea.



3. Reflexión

Esta práctica es más compleja que la anterior. Esto es debido a la complejidad de la tarea 4. He encontrado dificultad a la hora de generar las frecuencias y a la hora de detectar los picos, ya que no es tan trivial como el resto de tareas. Sin embargo, salvo dicha tarea y la excepción de la tarea 2 (comentada en el apartado que le corresponde), no es una práctica extremadamente complicada.