

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA



Laboratorio 1: Señales Análogas y Digitales

Integrantes: Gabriel González

Jorge Plaza

Curso: Redes de Computadores

Profesor(a): Carlos González Cortés

Ayudante: Nicole Reyes

19 de Abril de 2019

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
1.1. Señales	1
1.2. Experimento	1
2. Desarrollo de la experiencia	2
3. Análisis de los resultados	5
3.1. Análisis del audio original en el dominio del tiempo	5
3.2. Análisis del audio original en el dominio de la frecuencia	5
3.3. Análisis del audio original y su transformada inversa	5
3.4. Análisis del audio truncado en el dominio de la frecuencia	6
3.5. Análisis del audio truncado en el dominio del tiempo	6
4. Conclusiones	7
Bibliografía	8

1. Introducción

El objetivo principal del primer laboratorio de Redes De Computadores, es comprender los fundamentos de la teoría de la comunicación, para esto, se usa un caso en particular como referencia, el cual consiste en analizar y comprender una melodía y obtener los distintos componentes que la conforman.

1.1. Señales

Las señales son una función y se utilizan para transmitir información. Para realizar esta tarea se debe poder interpretar estas señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Ambos son imágenes importantes de una señal que permiten obtener distintos análisis y conclusiones.

Para realizar el intercambio entre ambos dominios aparece la Transformada de Fourier y su inversa.

1.2. Experimento

En este laboratorio, se lleva el análisis de señales a la programación. Utilizando el lenguaje de programación Python, los investigadores utilizan un audio .wav del famoso 'Aleluya' que será llevado a dominios de tiempo y frecuencia a través del código.

Después de obtener los resultados de este experimento, se hace un análisis exhaustivo de estos. Nombrando los componentes mas importantes de los gráficos generados e interpretando de manera correcta la señal en el dominio del tiempo y de la frecuencia a través de la aplicación de la Transformada de Fourier y su inversa.

Por otro lado, se espera la comprensión de ambos investigadores de los tópicos vistos en clases a través de la aplicación practica en el laboratorio de la asignatura.

2. Desarrollo de la experiencia

Se gráfica el audio original en su amplitud y tiempo en segundos. Ambos componentes obtenidos a través de las funciones `wav.read` y `linspace` de las librerías de Numpy y Scipy en Python.

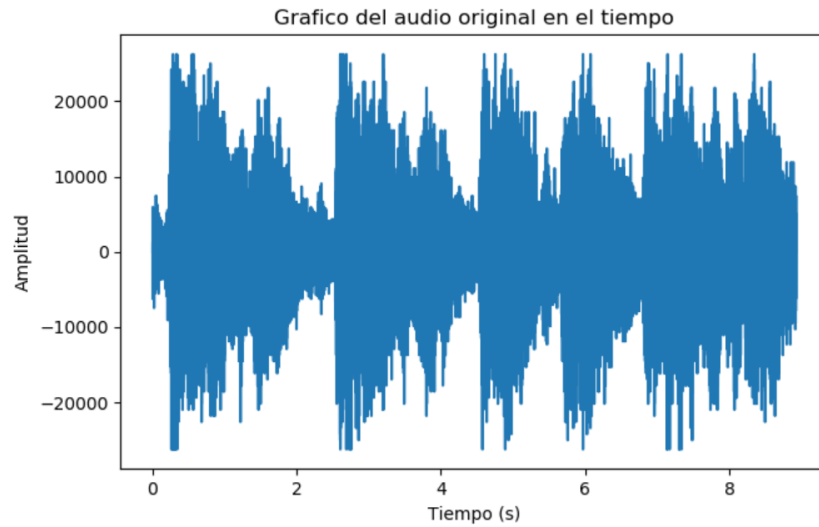


Figura 1: Audio Original en el dominio del tiempo

Se obtiene el gráfico en el dominio de la frecuencias, utilizando `fft` e `fftfreq` de la librería Scipy.

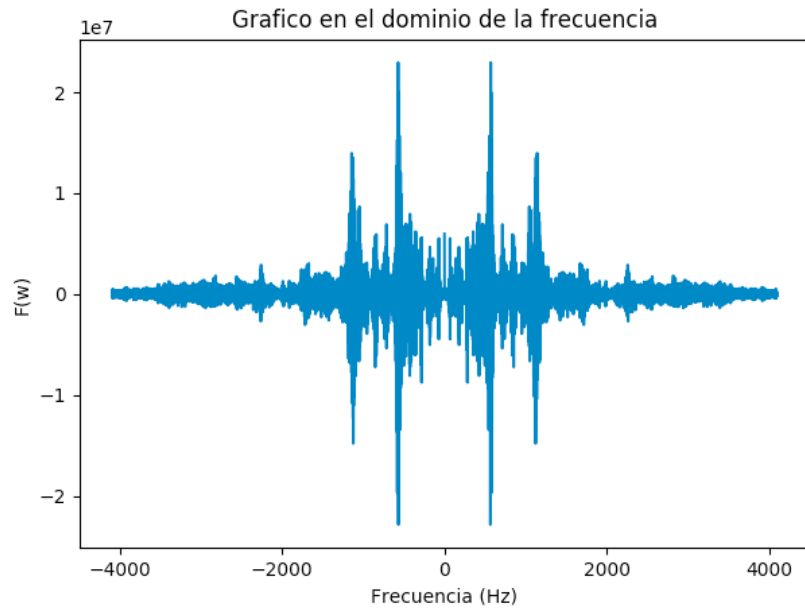


Figura 2: Audio Original en el dominio de la frecuencia

Se calcula la inversa de la transformada de Fourier obtenida anteriormente y se gráfica en el dominio del tiempo mediante la función `ifft` de la librería Scipy.

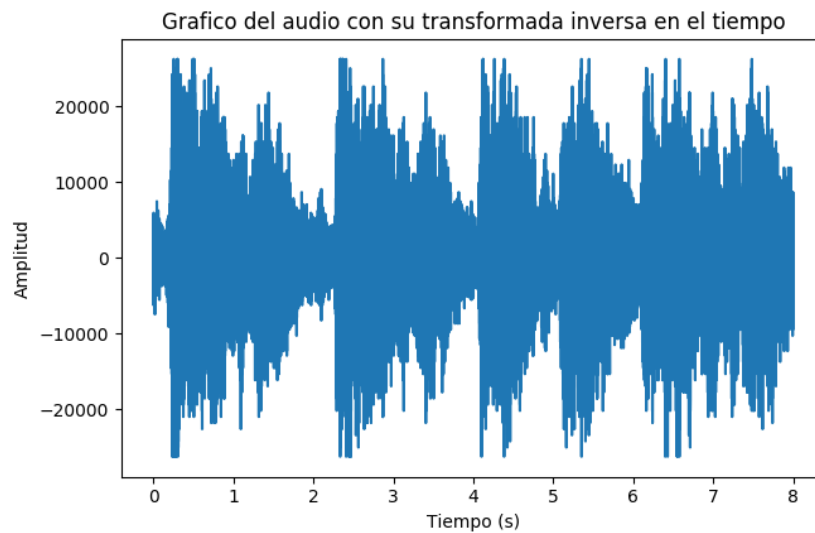


Figura 3: Gráfico de la inversa en el dominio del tiempo

Se truncan los valores de la transformada en un 75 % alrededor de los valores mas altos y se gráfica en el dominio de la frecuencia.

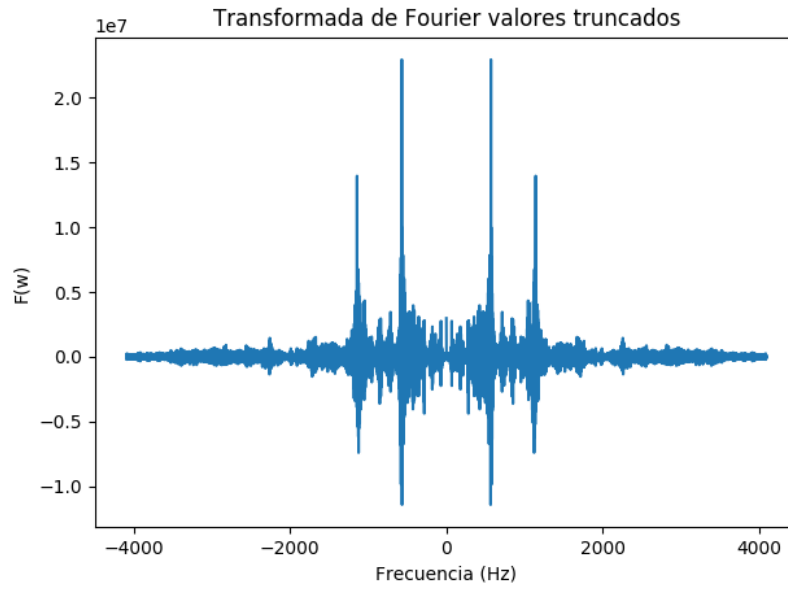


Figura 4: Gráfico truncado en el dominio de la frecuencia

Los mismos valores truncados se grafican en el dominio del tiempo.

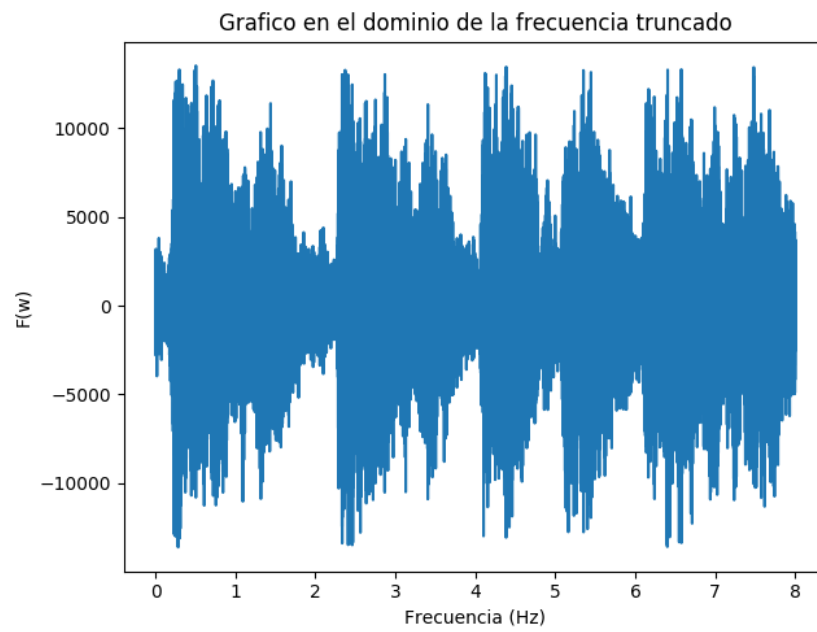


Figura 5: Gráfico truncado en el dominio del tiempo

3. Análisis de los resultados

3.1. Análisis del audio original en el dominio del tiempo

En base al gráfico perteneciente a la figura 1, se obtuvieron los componentes de la amplitud y del tiempo de la melodía 'handel.wav' y su comportamiento a través del tiempo, la cual consiste en la repetición constante de la palabra 'Aleluya'. Al analizar el espectro, podemos ver que la melodía dura aproximadamente 9 segundos, en su intervalo de tiempo $[0 - 2.5]$ s, se genera un 'Aleluya' con un pico de Volumen muy alto y de larga duración, luego en el intervalo $[2.5 - 4.5]$ s, se denota un periodo parecido al intervalo anterior, luego en los intervalos $[4.5 - 5.7]$ s y $[5.7 - 6.8]$ s se denota una reducción muy ínfima en el Volumen y notable en la duración periódica de cada aleluya, finalmente en el intervalo $[6.8 - 8.9]$ s se denota un ultimo Aleluya con mayor duración, manteniendo el nivel del Volumen al inicio de este comparado con el primer intervalo analizado, y un aumento notorio del volumen en la mitad del intervalo.

3.2. Análisis del audio original en el dominio de la frecuencia

En base al gráfico perteneciente a la figura 2, se obtuvieron los componentes de frecuencia y de la transformada de Fourier de la melodía, denotamos que existen dos valores de la transformada muy altos que se distinguen de los demás datos obtenidos. Ambos peaks se encuentran en un intervalo $[500, 1500]$ (Hz). Este intervalo de frecuencia se considera como un tono medio, no alcanza a ser lo suficientemente agudo o grave, lo cual demuestra el comportamiento de la voz presente en el archivo de audio.

En resumen, los tonos mas importantes del 'Aleluya' se encuentran en las frecuencias medias.

3.3. Análisis del audio original y su transformada inversa

Tomando en cuenta los gráficos pertenecientes a la figura 1 y 3, podemos analizar y realizar un contraste en base a los dos espectros de muestreo, donde el gráfico 1 tiene consigo un intervalo de valores en sus extremos de $[-26214, \dots, +26214]$, y la transformada inversa

de Fourier perteneciente al gráfico 3, tiene consigo un intervalo de valores en su parte Real de $[-26214.00003, \dots, +26214.00003]$, aproximando a su 100 milésima parte, y verificando que contienen la misma cantidad de elementos entre los dos espectros, podemos afirmar que son por no decir prácticamente iguales, podemos decir que son equivalentes, afirmando la teoría de que una señal emitida y su transformada inversa de Fourier son homologas.

3.4. Análisis del audio truncado en el dominio de la frecuencia

El gráfico perteneciente a la figura 4, muestra el resultado del truncamiento de todos los valores del gráfico perteneciente a la figura 2 de la transformada de Fourier, en otras palabras, se hizo este procedimiento para obtener los valores mas significativos, ya que esto nos permite disminuir el ruido al archivo de audio, y mejorar la calidad del sonido, cabe mencionar, que el porcentaje de truncamiento fue de un 50 %, el archivo de audio resultante del procedimiento anterior es guardado en un archivo llamado 'Truncate-handel.wav'.

3.5. Análisis del audio truncado en el dominio del tiempo

El gráfico de la figura 5 es el resultado final de cada procedimiento anterior mencionado, y este al compararlo con el inicial de la figura 1, se vio notoriamente una disminución de la amplitud, ya que el truncamiento de la transformada de Fourier implica un recorte inevitable en los valores de la amplitud, permitiendo que el audio resultante disminuya su Volumen y mejore su calidad de sonido, por consiguiente los valores de tiempo a través del espectro no se ven afectados de ninguna manera.

4. Conclusiones

Los objetivos del experimento fueron cubiertos de manera satisfactoria. Por una parte, se logra realizar una implementación del análisis de señales en un lenguaje de programación. Con la ayuda de librerías externas y experiencia de los programadores se construye un código robusto que permite generar los gráficos analizados anteriormente.

Por otra parte y mas importante, los estudiantes se muestran satisfechos por el conocimiento adquirido en el laboratorio. Comprendiendo en mayor profundidad los tópicos vistos en el aula de clases. El trabajo permite generar diálogos constructivos del tema en estudio, como también, un trabajo exhaustivo de investigación y lectura de artículos complementarios.

Finalmente, mencionar que se espera continuar aprendiendo con el curso del semestre tanto con su teoría como con la implementación practica de sus contenidos.

Bibliografía

- (1968). Introduccion a la teoria y sistemas de comunicacion. [Online] https://drive.google.com/file/d/0B4Dce_EH2DkscXZGQ2djQWdDTWM/view.
- (2013). Scipy documentation. [Online] <https://docs.scipy.org/doc/scipy-0.13.0/reference/index.html>.
- (2017). Como interpretar fourier. [Online] <https://www.youtube.com/watch?v=zI07K4653u8>.
- (2017). Espectro audible. [Online] https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_audible.
- (2018). Frecuencia de muestreo. [Online] https://es.wikipedia.org/wiki/Frecuencia_de_muestreo.
- (2018). ¿que es la transformada de fourier? [Online] <https://www.youtube.com/watch?v=spUNpyF58BY&t=777s>.
- (2019). Enunciado laboratorio 1. [Online] http://www.udesantiagoovirtual.cl/moodle2/pluginfile.php?file=%2F250970%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2FLaboratorio%201%20Enunciado.pdf.