

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



Laboratorio N 1

Integrantes: Maximiliano Arévalo Sáez
Alan Barahona Ruiz
Curso: Redes de Computadores
Profesor(a): Carlos González Cortés

19 de Abril de 2019

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
2. Desarrollo de la experiencia	2
2.1. Obtención de información	2
2.2. Cálculo del error cuadrático medio (ECM)	3
2.3. Gráfico de las señales	3
3. Análisis de los resultados	4
3.1. Señal original	4
3.2. Señal invertida	5
3.3. Señal invertida truncada	6
3.4. Transformada de Fourier señal original	7
3.5. Transformada de Fourier señal original truncada	8
4. Conclusiones	10
Bibliografía	11

1. Introducción

Este informe trata sobre el desarrollo del laboratorio 1 del ramo Redes de Computadores, impartido por Carlos González Cortés en la Universidad de Santiago de Chile.

En este laboratorio se trabaja con una señal de audio, con la cual tiene como objetivo trabajar con una señal en el dominio del tiempo y en el dominio de las frecuencias, viendo como se comporta la señal en el tiempo cuando esta en el dominio de las frecuencias. Por otro lado se busca identificar el comportamiento y la variación de una señal al realizar alteraciones como el truncamiento.

Este laboratorio corresponde a un primer acercamiento al análisis de señales en un caso práctico, por lo que su importancia radica en que nos permite entender de mejor forma la teoría vista en clases.

2. Desarrollo de la experiencia

El desarrollo de este laboratorio su puede separar en tres partes

2.1. Obtención de información

La señal original $f_1(t)$ es leída haciendo uso de la librería *Scipy*, donde se obtiene el *rate* de la señal (la cantidad de muestras por segundo), y la señal en sí representada como una lista de `float`.

En base a la señal $f_1(t)$ se calcula la Transformada de Fourier $F_1(w)$. A la señal $F_1(w)$ se le calcula la Anti Transformada de Fourier, obteniéndose así $f_2(t)$. Al analizar el comportamiento de $F_1(w)$, se identifican 2 picos de frecuencias, por lo que se se anulan las amplitudes que no estén cercanas a dichos picos, obteniéndose $F_2(w)$. Mas formalmente

$$F_2(w) = \begin{cases} F_1(w) & \text{si } 224,091 \leq |w| \leq 1350,48 \\ 0 & \text{si no} \end{cases}$$

Posterior a esto, se le calcula la Anti Transformada de Fourier a $F_2(w)$ obteniéndose $f_3(t)$.

Por otro lado, las listas L de largo l que representan la Transformadas de Fourier tienen las siguientes propiedades:

1. l en impar
2. $L[0]$ representa la amplitud de la frecuencia 0
3. $L[x] = L[l - x] \forall x \in [1, (l - 1)/2]$. Esto debido a que la Transformada de Fourier de una señal real es par.

En base a esto, para el cálculo de $F_2(w)$, se reconoce como puntos de corte las posiciones 2000 y 12503.

Respecto de las listas que representan la Anti Transformada de Fourier, corresponden a una lista de números complejos. Se decide trabajar con la parte real de estos números debido a que la parte compleja eran por lo general valores muy pequeños.

Para el calculo de las Transformadas de Fourier se hizo uso de la librería *Scipy*, apoyandose en funciones de *Numpy*.

2.2. Cálculo del error cuadrático medio (ECM)

Para poder analizar las señales $f_i(t)$ que se obtuvieron, se calcula el $\text{ECM}(f_1(t), f_2(t))$ y $\text{ECM}(f_1(t), f_3(t))$.

2.3. Gráfico de las señales

Para los gráficos producidos, se hizo uso de la librería *Matplotlib*.

3. Análisis de los resultados

En el desarrollo de la experiencia se obtuvieron específicamente cinco gráficos, los cuales contienen la información que se pudo recabar a partir de los diferentes cálculos y operaciones con los datos obtenidos a partir de la señal de audio de entrada "*handel.wav*". Los gráficos contienen la información de la señal original, señal invertida, señal invertida troncada, transformada de Fourier de la señal original y la transformada de Fourier de la señal troncada. Los resultados obtenidos en cada uno de ellos se analizarán a medida que estos se van explicando a continuación

3.1. Señal original

Se puede apreciar que la distribución de los puntos en el gráfico es muy similar al sonido del archivo de audio, donde se puede apreciar que existen aproximadamente cinco picos de amplitud los cuales disminuyen y luego suben abruptamente (esto se le atribuye al sonido del "*AleluyaAleluya....Aleluya*", los cuales aumentan progresivamente, disminuyendo el tiempo entre ellos, hasta el final del audio aproximadamente nueve segundos).

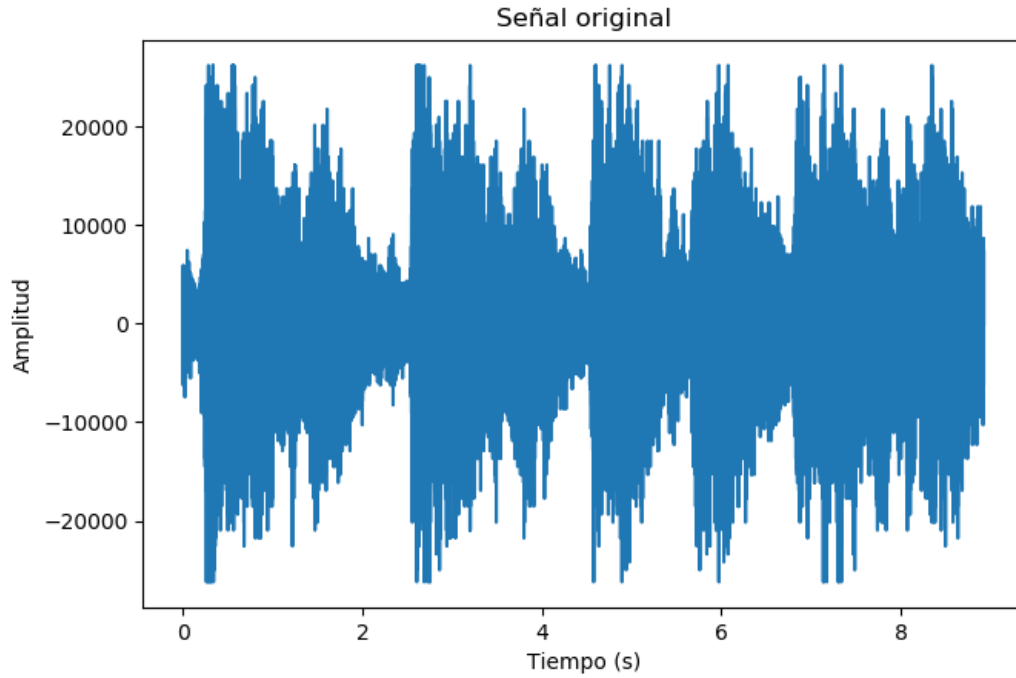


Figura 1: Señal Original.

3.2. Señal invertida

A simple vista no existe una diferencia entre este gráfico y el de la señal original, de hecho al mirar cada uno de ellos y compararlo con el otro no se aprecia nada diferente. Sin embargo, al analizar el $ECM(f_1(t), f_2(t))$ se obtiene un valor de $ECM = 1,3468e - 11$, por lo que queda en claro que no son exactamente iguales, ya que si bien posee un error muy pequeño, su presencia permite afirmar que no es la misma señal.

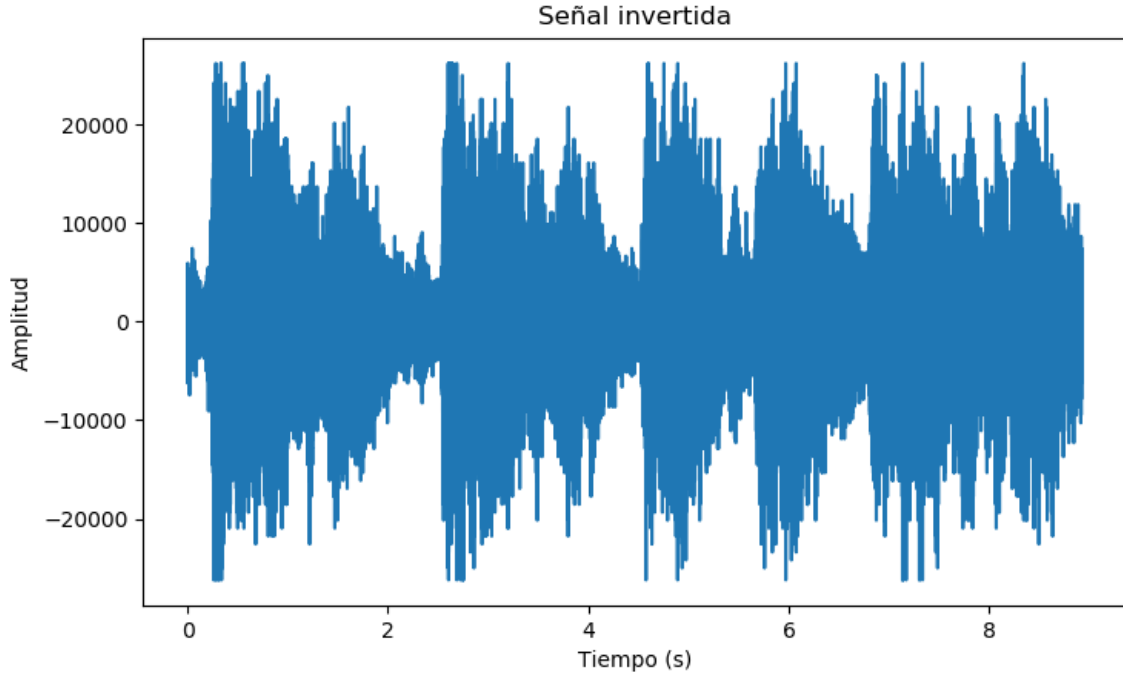


Figura 2: Señal Invertida.

3.3. Señal invertida truncada

De igual manera, se puede apreciar que visualmente el gráfico es similar a los anteriores, pero al calcular el $ECM(f_1(t), f_3(t))$ se obtuvo un valor de $ECM = 4073245,6646$ el cual es significativamente mayor que el obtenido anteriormente. Cabe mencionar que al escuchar el audio de $f_2(t)$ y $f_3(t)$, no se aprecia ninguna diferencia entre ellos. Se desconoce el por qué de esta igualdad.

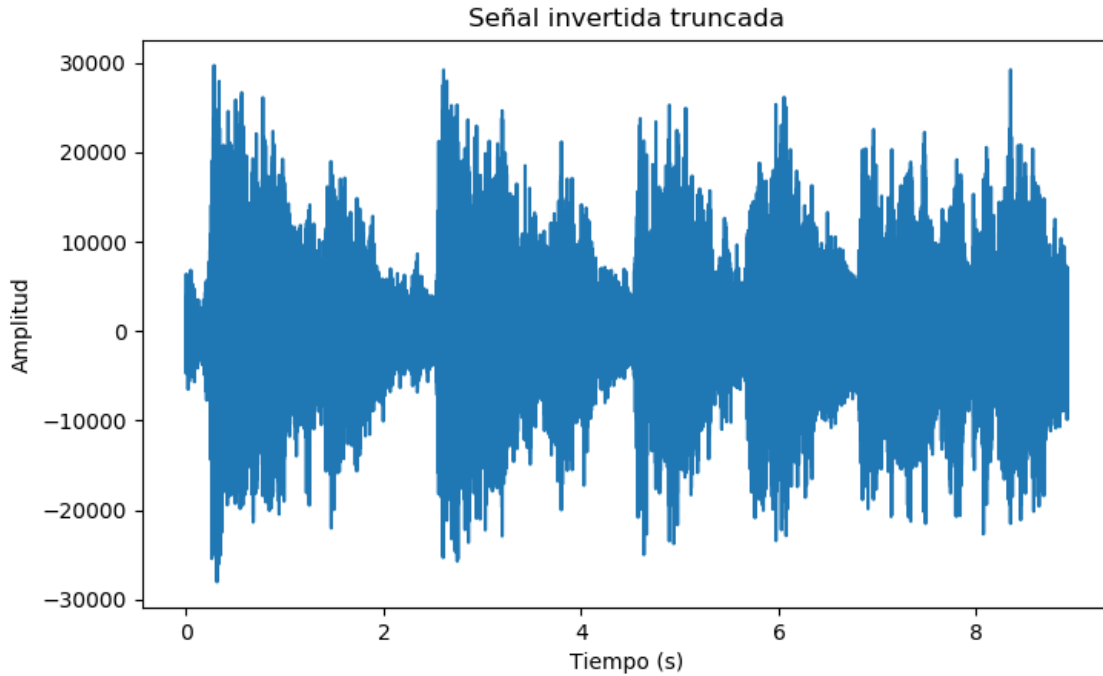


Figura 3: Señal Invertida Truncada.

3.4. Transformada de Fourier señal original

Luego de obtener el gráfico de la señal original se procede a realizar una transición del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia en la señal original, para así poder graficar la Transformada de Fourier. Visualmente se puede identificar que es una gráfica simétrica en torno al valor 0 y que existen picos de amplitud donde esta aumenta significativamente, por lo que se puede inferir que ahí es donde se encuentra mayor información de la señal (o los sonidos que más destacan en el audio). Además se identifica que la amplitud de la señal en todo el gráfico varía entre diferentes valores, lo que rectifica que aparte del sonido de las voces en el audio, existen otros como por ejemplo el ruido.

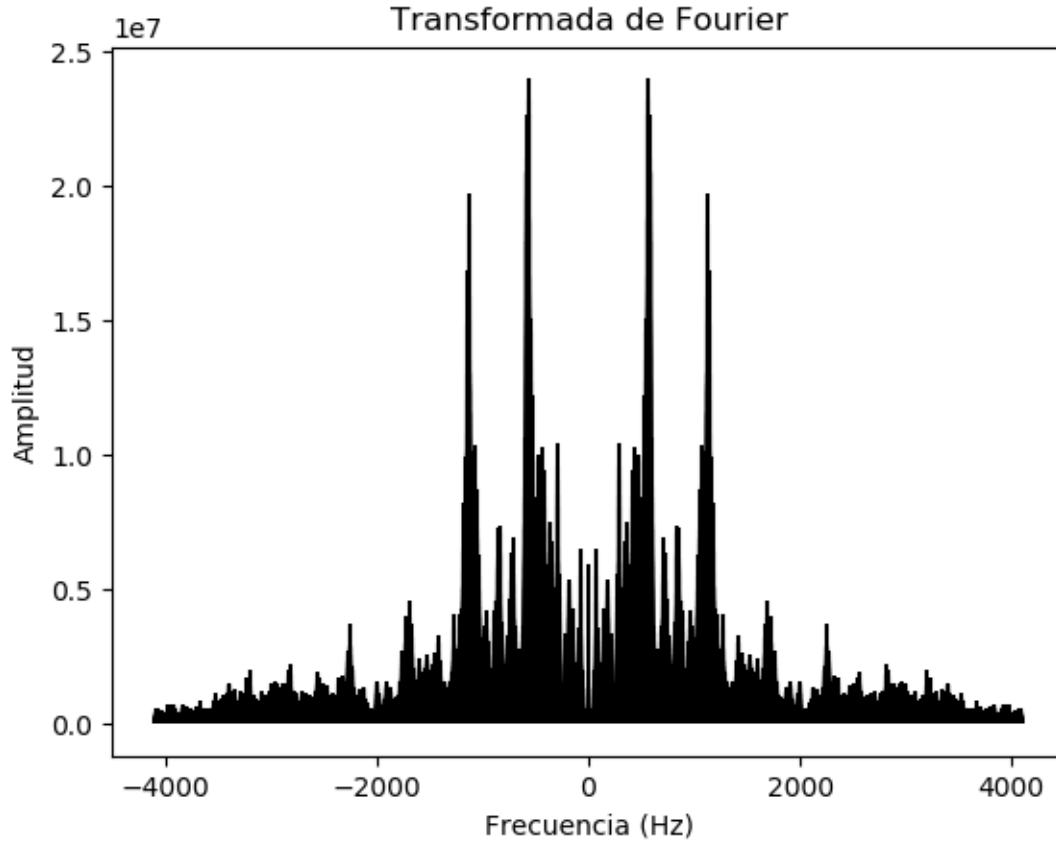


Figura 4: Transformada de Fourier.

3.5. Transformada de Fourier señal original truncada

Visualmente se identifica que el gráfico es prácticamente el mismo que el de la Transformada de Fourier, pero con los segmentos retirados debido a la truncamiento realizado. La principal diferencia que se obtuvo es que se logra escuchar en el fondo el mensaje que contenía el audio original (las voces cantando aleluya), pero sobre el se escuchan sonidos fuertes y distorsionados. Lo que se puede obtener de esto es que el audio cambió, definitivamente no es el mismo, pero lo que causa curiosidad es que igual el mensaje original se encuentra presente dejando de lado los otros sonidos que aparecieron, por lo que se piensa que existe la posibilidad de recuperar la información que contenía el audio original aplicando

alguna especie de filtro para mejorar la calidad este.

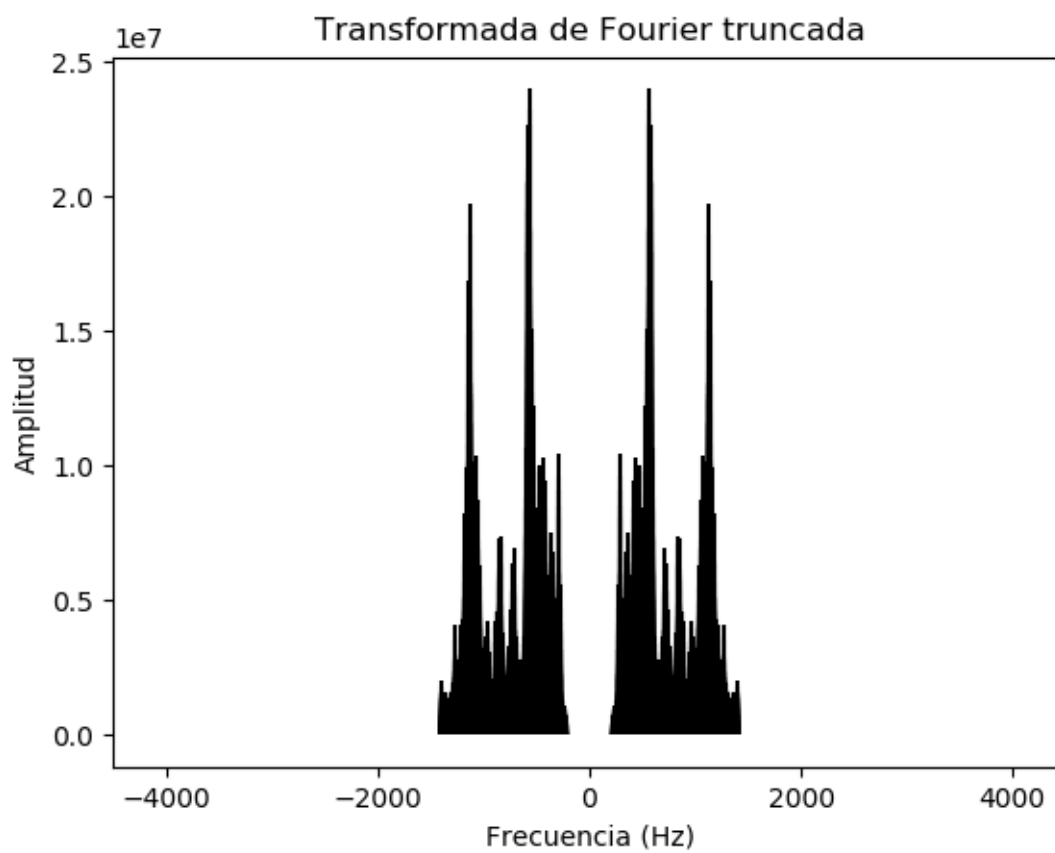


Figura 5: Transformada de Fourier Truncada.

4. Conclusiones

El desarrollo de esta experiencia consistió en recibir un determinado archivo de audio, cuyo nombre es **handel.wav** para realizar diferentes cálculos y gráficos con los datos e información obtenidos dentro de este.

En primer lugar se obtuvo el gráfico de la señal en el dominio del tiempo, donde se apreciaba el comportamiento de la amplitud y la señal como tal durante el lapso aproximado de 9 segundos, correspondientes a la duración del audio.

Posteriormente se invirtió el audio, luego se realizó el gráfico y se obtuvo el error cuadrático medio con respecto a la señal original. Se pudo analizar que si bien a simple vista parecían prácticamente iguales y el error era muy bajo, al escuchar el audio invertido este se escuchaba diferente al audio original, pero muy similar (por no decir iguales) al audio obtenido al realizar el truncamiento. Por una razón desconocida se escuchaban muy parecidos siendo que el error cuadrático medio entre la señal truncada y la original es mucho mayor al de la señal invertida.

Para poder obtener la transformada de Fourier y la transformada Inversa se utilizaron funciones de **Scipy** denominadas *fft* e *ifft* respectivamente. Se pudo identificar que la transformada de Fourier es simétrica en torno al origen y poseía diferentes variaciones de amplitud en el dominio de la frecuencia, aunque claramente habían picos de amplitud que sobresalían sobre los demás, por lo que se pudo concluir es que en esos intervalos se encontraba la mayor información del audio, en este caso las voces cantando aleluya, lo que quedó confirmado al realizar el truncamiento de la señal en los intervalos que presentaban una menor oscilación de amplitud. Se dice que se ha confirmado, ya que aunque se truncó la señal, al conservar los intervalos que poseían mayores picos de amplitud, aunque la salida contenía ruidos extraños, aún se escuchaba el mensaje original de fondo.

Finalmente se puede concluir que en el desarrollo de esta experiencia se ha introducido al manejo de señales reales utilizando un lenguaje de programación, en este caso *Python 3.7*, y se han apreciado los diferentes efectos que se producen al realizar alteraciones a la señal original.

Bibliografía

(2019). Enunciado laboratorio 1. [Online] http://www.udesantiagoovirtual.cl/moodle2/pluginfile.php?file=%2F250970%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2FLaboratorio%201%20Enunciado.pdf.