

# PROCESAMIENTO Y FILTRADO DE SEÑALES DE AUDIOS

Ceballos Barrios Martin Camilo - Quintana Fuentes Jose Daniel

Procesamiento de Contenido Multimedia

Universidad del Magdalena

Santa Marta, Magdalena

[martinceballoscb@unimagdalena.edu.co](mailto:martinceballoscb@unimagdalena.edu.co)

[josequintanad@unimagdalena.edu.co](mailto:josequintanad@unimagdalena.edu.co)

**Resumen**—En el siguiente laboratorio se puede observar la aplicación de las diferentes señales en la herramienta de Matlab y su importancia dentro de la vida cotidiana. Con este graficador graficamos la entrada y la respuesta de salida de sistemas determinados, para así obtener su salida y lograr la convolución de estos que posteriormente con una función permite observar su grafica; resultando un proceso práctico dentro del desarrollo de procesamiento de señales. Además, se puede observar el filtrado de señales por medio de un modelo (interfaz gráfico) que lo hace ver como un ecualizador, logrando así obtener su salida convolucionada. De esta manera, se hace mucho más práctico y vistoso el desarrollo del filtrado.

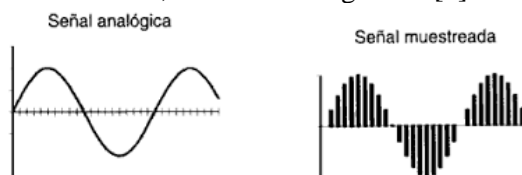
**Palabras clave:** señales, gráficas, convolución.

**Abstract** — In the following laboratory you can see the application of the different signals in the Matlab tool and their importance in everyday life. With this graphing machine we graph the input and output response of certain systems, in order to obtain their output and achieve the convolution of these that later with a function that allows us to observe their graph; resulting in a practical process within the development of signal processing. Also, the signal filtering can be observed through a model (graphical interface) that makes it look like an equalizer, thus obtaining its convoluted output. In this way, the development of filtering becomes much more practical and attractive.

**Keywords:** signals, graphs, convolution.

## I. MARCO TEÓRICO

En el procesamiento de señales de audio, al igual que en todas las demás de gran relevancia el proceso de muestreo, mediante el cual una señal analógica continua en el tiempo se convierte en una secuencia de muestras discretas de la señal, a intervalos regulares [1].

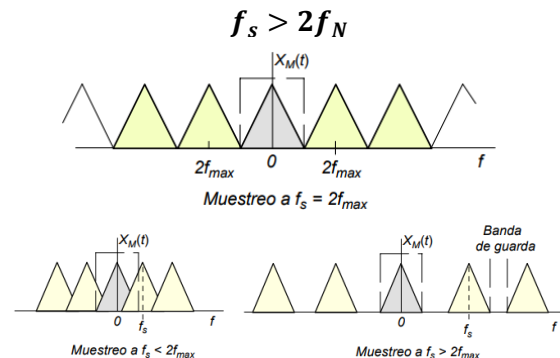


Tomado de [2]

### Teorema de muestreo de Nyquist

Así pues, existe un teorema de muestreo denominado “Teorema de muestreo de Nyquist” el cual explica la relación entre la velocidad de muestreo y la frecuencia de la señal medida. Afirma que la velocidad de muestreo  $f_s$  debe ser mayor que el doble del componente de interés

de frecuencia más alto en la señal medida, Esta frecuencia por lo general se conoce como la frecuencia Nyquist,  $f_N$ . [3].



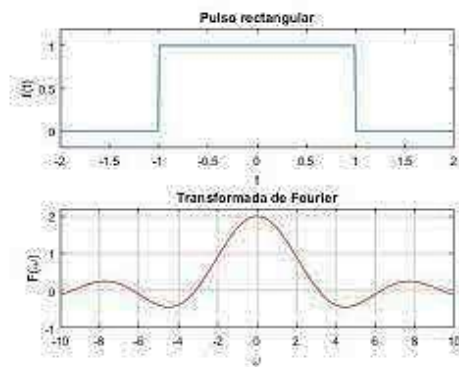
Tomado de [4]

### - Transformada de Fourier

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt$$

Tomado de [5]

La transformada de Fourier, es una transformación matemática empleada para transformar señales entre el dominio del tiempo (o espacial) y el dominio de la frecuencia. Es reversible, siendo capaz de transformarse en cualquiera de los dominios al otro. El propio término se refiere tanto a la operación de transformación como a la función que produce [6].



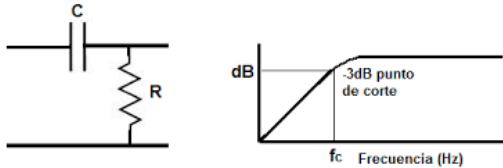
Tomado de [7]

### Filtros electrónicos

Un Filtro electrónico es un elemento que deja pasar señales eléctricas a través de él, a una cierta frecuencia o rangos de frecuencia mientras previene el paso de otras, pudiendo modificar tanto su amplitud como su fase. Es un dispositivo que separa, pasa o suprime un grupo de

señales de una mezcla de señales. Pueden ser: analógicos o digitales, los filtros analógicos son aquellos en el que la señal puede tomar cualquier valor dentro de un intervalo, mientras que la señal de los filtros digitales toma solo valores discretos. Los filtros analógicos son divididos en filtros pasivos y filtros activos, dependiendo del tipo de los elementos que se emplean para su realización [8].

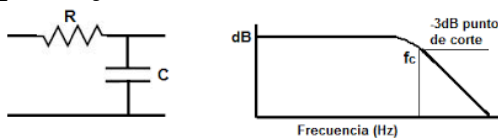
### Filtros pasa alta



Tomado de [9]

Un filtro pasa alto, como su nombre lo dice, deja pasar solo las frecuencias altas.

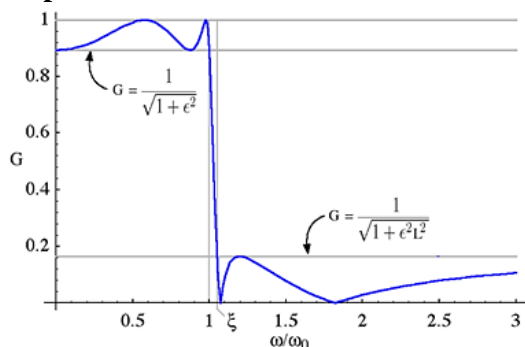
### Filtros pasa baja



Tomado de [10]

Un filtro pasa bajo, como su nombre lo dice, deja pasar solo las frecuencias bajas.

### Filtro elíptico



Tomado de [11]

El filtro elíptico a diferencia de los demás filtros tiene un rizado en la banda de paso y en la banda de atenuación, este filtro es lo más cercano a un filtro ideal ya su banda de transición tiene una caída muy rápida, una de las ventajas como se menciono tiene una caída abrupta en la banda de transición, que es su cambio desde la banda de paso a la banda de supresión, una de sus desventajas es que para su cálculo requiere de funciones elípticas por lo que su función de transferencia se hace muy complicada de resolver [12].

## II. DESARROLLO

%% Importar Señales de Audio

```
clear all; close all; clc;
```

% Importación de audios a utilizar

```
gm = importdata("Bajo 5 seg.mp3");
sm = importdata("Trompeta 5 seg.mp3");
```

%Ajuste de tamaño de los vectores de los audios para poder sumarlos

```
sm = sm.data;
sm = sm(:,1);
sm = sm(1:190000);
```

```
gm = gm.data;
gm = gm(:,1);
gm = gm(1:190000);
```

%Mezcla de las dos señales

```
ym = sm + gm;
```

% Frecuencia de muestreo teniendo en cuenta el Teorema de Nyquist-Shannon

```
fs = 44100;
T = 1/fs; % Sampling period
L = length(ym); % Length of signal
t = (0:L-1)*T; % Time vector
```

%Reproducción de señal combinada

```
sound(ym,fs)
pause(5)
```

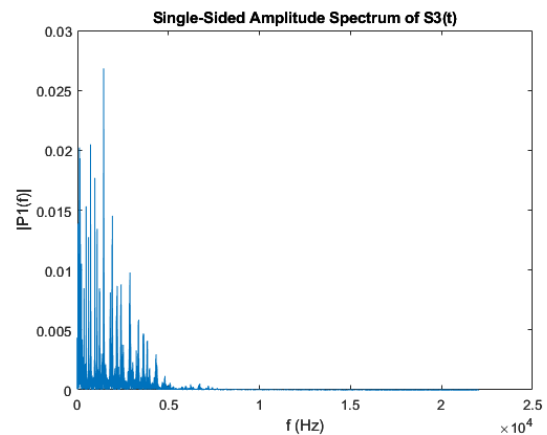
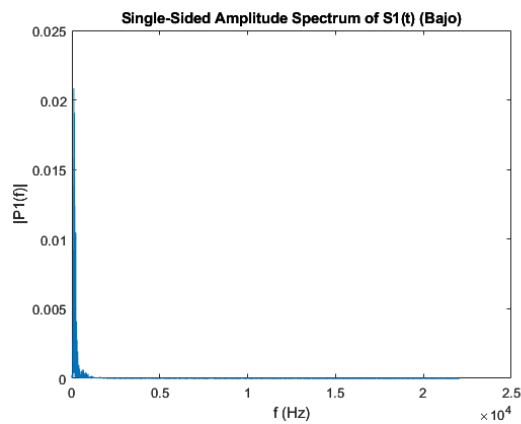
% Espectro de la señal 1 (Bajo)

```
Y = fft(gm);
P2 = abs(Y/L);
P1 = P2(1:L/2+1);
P1(2:end-1) = 2*P1(2:end-1);

f = fs*(0:(L/2))/L;

plot(f,P1)
title('Single-Sided Amplitude Spectrum of S1(t) (Bajo)')
xlabel('f (Hz)')
ylabel('|P1(f)|')
```

Grafica del Espectro de la señal del bajo.



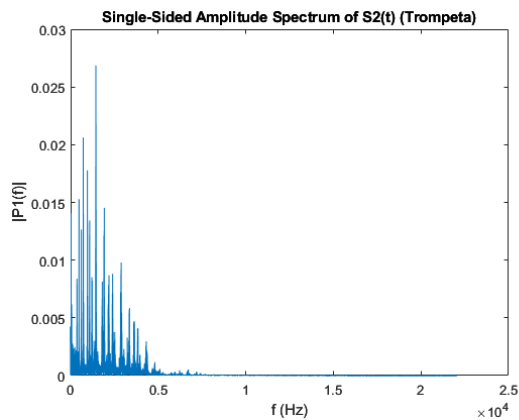
% Espectro de la señal 2 (Trompeta)

```
Y = fft(sm);
P2 = abs(Y/L);
P1 = P2(1:L/2+1);
P1(2:end-1) = 2*P1(2:end-1);

f = fs*(0:(L/2))/L;

plot(f,P1)
title('Single-Sided Amplitude Spectrum of S2(t) (Trompeta)')
xlabel('f (Hz)')
ylabel('|P1(f)|')
```

Grafica del Espectro de la señal de la trompeta.



% Espectro de la señal 3 (Señal combinada)

```
Y = fft(ym);
P2 = abs(Y/L);
P1 = P2(1:L/2+1);
P1(2:end-1) = 2*P1(2:end-1);

f = fs*(0:(L/2))/L;

plot(f,P1)
title('Single-Sided Amplitude Spectrum of S3(t)')
xlabel('f (Hz)')
ylabel('|P1(f)|')
```

Grafica del Espectro de la señal combinada.

## FILTRO PasaAlto

% Filtrando la señal del Bajo

```
Fstop = 500;      % Stopband Frequency
Fpass = 1000;     % Passband Frequency
Astop = 80;       % Stopband Attenuation (dB)
Apass = 1;        % Passband Ripple (dB)
match = 'both';   % Band to match exactly
```

% Construct an FDESIGN object and call its ELLIP method.

```
h = fdesign.highpass(Fstop, Fpass, Astop, Apass, fs);
Hd = design(h, 'ellip', 'MatchExactly', match);

ymf1 = filter(Hd,ym);
sound(ymf1,fs)
```

## FILTRO PasaBajo

% Filtrando la señal de la Trompeta

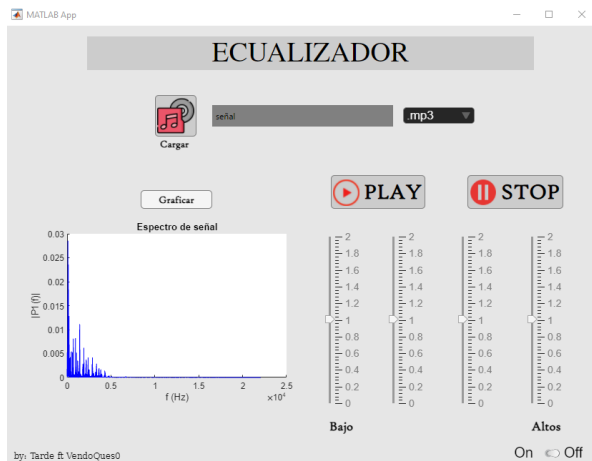
```
N = 15;          % Order
Fpass = 450;     % Passband Frequency
Apass = 1;       % Passband Ripple (dB)
Astop = 80;      % Stopband Attenuation (dB)
```

% Construct an FDESIGN object and call its ELLIP method.

```
h = fdesign.lowpass('N,Fp,Ap,Ast', N, Fpass, Apass, Astop, fs);
Hd = design(h, 'ellip');

ymf1 = filter(Hd,ym);
sound(ymf1,fs)
```

## Interfaz gráfica:



En la interfaz gráfica se puede evidenciar más fácilmente el trabajo de filtrado como también el grafico del espectro de la señal deseada. Se tiene cuatro filtros desde los bajos hasta los altos y así poder filtrado lo deseado de la señal original.

## III. CONCLUSIONES

En relación al siguiente laboratorio indagamos sobre Respuesta impulso de un sistema LTI y Convolución discreta y propiedades fundamentales de la relación entrada-salida para sistemas LTI. Se pudo comprobar que conociendo la respuesta del sistema a la señal impulso, es posible predecir la respuesta de un sistema LTI a una entrada arbitraria.

## REFERENCIAS

- [1] A. Ashok, Procesamiento de señales analógicas y digitales, Mexico: THOMSON LEARNING, 2002.
- [2] [En línea]. Available: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_5.htm).
- [3] ni, «Adquirir una Señal Analógica: Ancho de Banda, Teorema de Muestreo de Nyquist y Aliasing,» ni, 9 Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.ni.com/es-co/innovations/white-papers/06/acquiring-an-analog-signal--bandwidth--nyquist-sampling-theorem-.html#:~:text=El%20Teorema%20de%20Muestreo%20de%20Nyquist%20explica%20la%20relaci%C3%B3n%20entre,alto%20en%20la%20se%C3%B1al%20medida..>
- [4] C. Perez, J. Zamanillo y A. Casanueva, Sistemas de

Telecomunicación, Universidad de Cantabria.

- [5] [En línea]. Available: <data:image/png;base64,iVBORw0KGgoAAAANSU hEUgAAAcAAAB3CAMAACQeH8xAAAAGV BMVEX///8AAAD5+fn7+/vt7e3z8/OTk5PT09NSU lI0NDTX19elpaWbm5vw8PCpqanj4+M/Pz/MzMx vb295eXnExMR/f3+/v7/Hx8c6Ojqzs7MJCQng4OC FhYVqampMTEygYGAcHBwuLi5WVla4uLiNjY0 UFBQIJSUdHR1FRUUpKSla2uW9A+2A>.
- [6] «Transformada de Fourier,» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Transformada\\_de\\_Fourier](https://es.wikipedia.org/wiki/Transformada_de_Fourier).
- [7] [En línea]. Available: <data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQA AAQABAAD/2wCEAAoHCBQSERgSFBYVEhIS GBQREhISGRoSEhIRGBQeGRkUGRgcIy4nHB4r IRkYJjgmKy8xNjU4HCQ7QD0Py42NTEBDaw MEA8QHhISHj8kJCE0MTE0MTQxMTQxNDQx NDE0NDQ0MTE/NDU0MTQ0NDQ0NDU/MTE0 PzQxND80NDQxNDQ/Mf/AABEIAMIBAwMBIlg ACEQEDEQH/>.
- [8] «ingeniatric,» [En línea]. Available: <https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatric/index.php/tecnologias/item/456-filtro-electric%C3%B3nico.html>.
- [9] [En línea]. Available: <data:image/png;base64,iVBORw0KGgoAAAANSU hEUgAAAXkAAACGCAMAAAPbgp3AAACQF BMVEX///8AAADCwsIPDw/29va1tbX8/PyFhYXp 6eksLCy6urqLi4uvr6/5+fnh4eHKypERESjo6NRU VF4eHj//Xw8PDW1tZWVlbDQ2/d/VfX1/59bQ6A ADj4+OYmJgAAGpynIfHx8kJCTI//E//vSuHjS0t JpaWmUIJS0j2BAQEAYGBifn>.
- [10] [En línea]. Available: <data:image/png;base64,iVBORw0KGgoAAAANSU hEUgAAAbEAAAB0CAMAAAA8XPwAAACN 1BMVEX///8AAADh4eGSkpIxMTH6+vqkpKT39/f BwcG6urpSUII7Ozv29vZDQ0NKSkr7Ox9fX2Dg 4OLi4uZmZn//rMzMz//+3n5+f/8L//+DV1dWqqqr y/95IAADw45na2tplZXW2//8cAACq9PkpKSq//+ 0tLT//+W8oWnJ//cyIZ3d3cAA>.
- [11] [En línea]. Available: <https://www.researchgate.net/profile/Lee-Gonzales-Fuentes/publication/313823162/figure/fig27/AS:467689085902853@1488517175448/Figura-67-Respuesta-en-frecuencia-de-un-filtro-Eliptico.png>.
- [12] Monografias. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos83/filtro-eliptico/filtro-eliptico>.
- [13] [En línea]. Available: <data:image/png;base64,iVBORw0KGgoAAAANSU hEUgAAANwAAAB+CAMAAAB4UI9WAAAAe 1BMVEX///5+fkAAAwMDDCwsLn5+dhYWGf hYX19fUICAhERESNjY3Y2NiIj8/PwMDAzv7+ +ZmZklJSVJSUmoqKgSEhLd3d27u7tpaWlwcHB3>

d3eWlpbPz89VVVWysrIXFxcdHR04ODgzMzOsr  
KxbW1s+Pj6hoaF9fX0hISGPUYCeAAADuklEQ.



