

אותות ומערכות – עבודת סיום



פרוייקט זה הוגש כעבודת סיום בקורס אותות ומערכות הנלמד בתואר ראשון בהנדסת חשמל. בפרוייקט בוצע עיבוד אות על שיר באמצעות מסננים וכלים מתמטיים על מנת להסיר את קול הזמר ולהשאיר רק את המוזיקה.

This project was hand in as a final paper in Signals And Systems course for a Bachelor degree in Electrical And Electronics Engineering. The project is trying to remove the singer voice from a song leaving only the music using signal processing tools such as filters and other algorithms.



Made with **gnu octave**
open source MATLAB
compatible software

1. השיר הנבחר הוא השיר הפארודי "מתוקה מהחיים", בקובץ המצורף **metuka.mp3**.

2. נמצא את התדר המרכזי של קול הזמר ע"י ביצוע התמרת פורייה מהירה - FFT על קטע מהשיר בו נשמע רק הזמר ללא מוסיקת רקע.

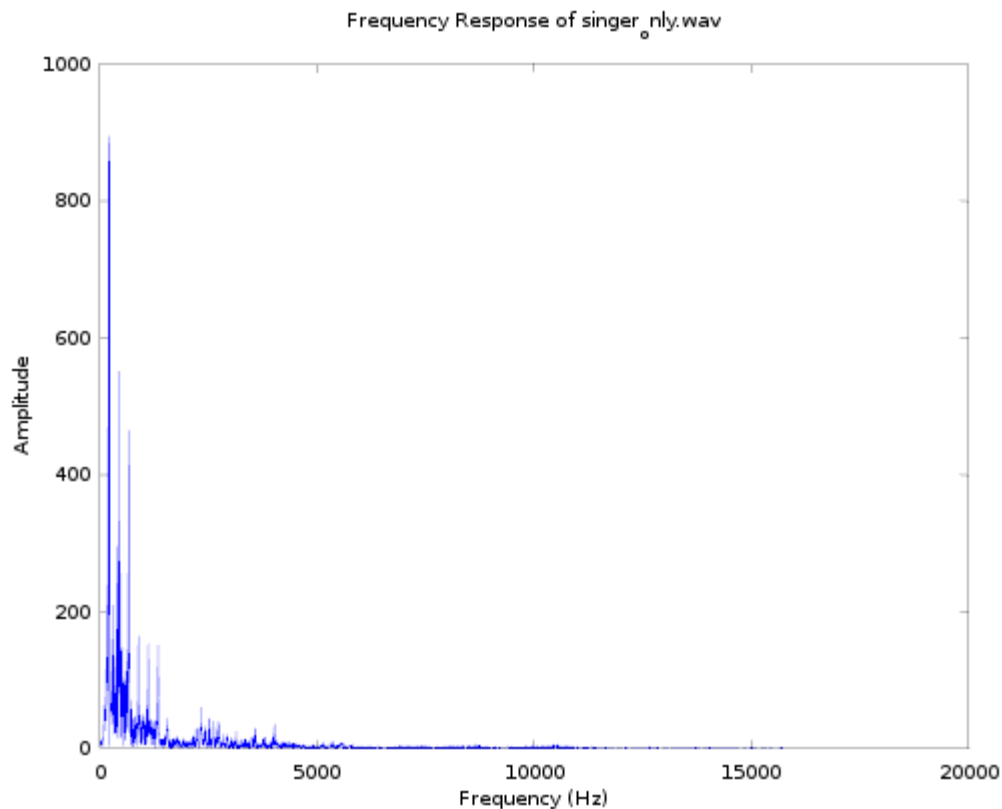
```
%Load File
file = 'singer_only.wav';
[y,Fs,bits] = wavread(file);

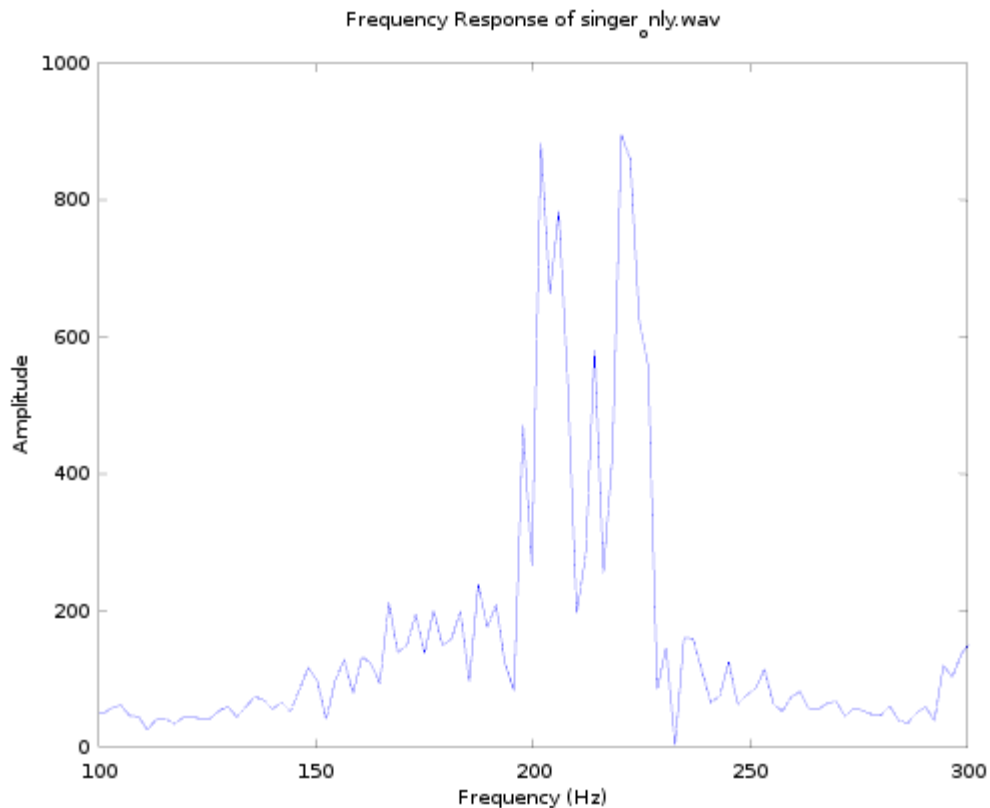
Nsamps = length(y);

%Do Fourier Transform
y_fft = abs(fft(y));           %Magnitude
y_fft = y_fft(1:Nsamps/2);
f = Fs*(0:Nsamps/2-1)/Nsamps;

%Plot Sound File in Frequency Domain
figure
plot(f, y_fft)
xlim([0 20000])
xlabel('Frequency (Hz)')
ylabel('Amplitude')
title('Frequency Response of singer_only.wav')
```

נקבל גרף של עוצמות התדרים השונים:





אם נגדיל את הגרף באיזור בו העוצמות הגבוהות, נבחין כי התדר עם העוצמה הגבוהה ביותר הוא 220 Hz . זהו התדר המרכזי.

3. בכדי לבדוד את קול הזמר נבחר במסנן bandpass מסוג Butterworth מסדר שלישי. נבחר סינון ברוחב פס של 40 Hz , כלומר תדר קטעון נמוך $f_{\text{low}} = 180 \text{ Hz}$ ותדר קטעון גבוה $f_{\text{high}} = 220 \text{ Hz}$.

עבור מסננים דיגיטליים, תדרי הקטעון צריכים להיות בין 0 ל-1, כאשר 1 תואם לקצב Nyquist - חצי מתדר הדגימה, שהוא במקרה זה $f_{\text{sample}} = 44100 \text{ Hz}$. לכן נחלק את תדרי הקטעון בחצי מתדר הדגימה, כלומר ב- 22050 Hz .

```
%load signal package for octave
pkg load signal
```

```
%signal from file
x=wavread('metuka.wav');
```

```
%design a 3 order band pass filter
[b a] = butter(3, [20 420]/22050);
```

```
%filter the signal using the b and a coefficients from
%the butter filter design function
```

```
x_filtered = filter(b,a,x);
```

```
%write filtered file
```

```
wavwrite(x_filtered,44100,'metuka_filtered.wav');
```

נמיר ונקבל את הקובץ **metuka_filtered.mp3**

בכדי לבודד את המוזיקה נבחר במסנן bandstop מסוג Butterworth מסדר שלישי.
נבחר סינון ברוחב פס של 38991 zh , כלומר תדר קטעון נמוך $f_{\text{stop}} = 02 \text{ zh}$ ותדר קטעון גבוה $f_{\text{stop}} = 02 \text{ zh}$.
עבור מסננים דיגיטליים, תדרי הקטעון צריכים להיות בין 0 ל-1, כאשר 1 תואם לקצב Nyquist - חצי מתדר הדגימה, שהוא במקרה זה $f_{\text{sample}} = 44100 \text{ zh}$. לכן נחלק את תדרי הקטעון בחצי מתדר הדגימה, כלומר ב- 2 .

```
%load signal package for octave
```

```
pkg load signal
```

```
%signal from file
```

```
x=wavread('metuka.wav');
```

```
%design a 3 order band pass filter
```

```
[b a] = butter(3, [20 20000]/22050,'bandstop');
```

```
%filter the signal using the b and a coefficients from
```

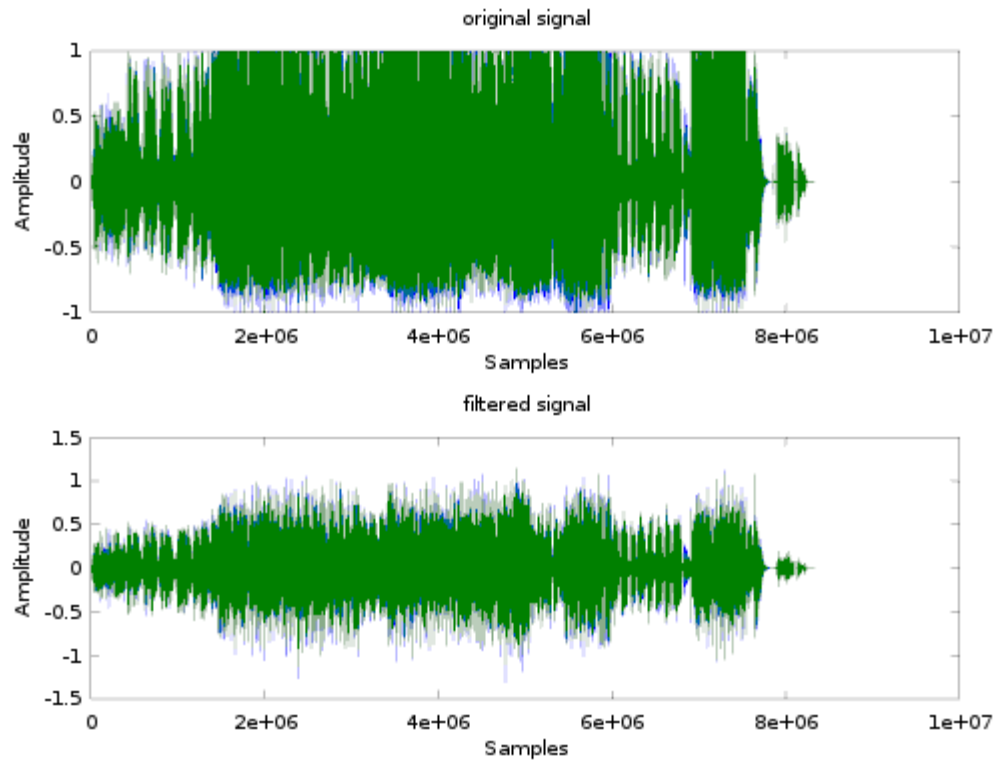
```
%the butter filter design function
```

```
x_filtered = filter(b,a,x);
```

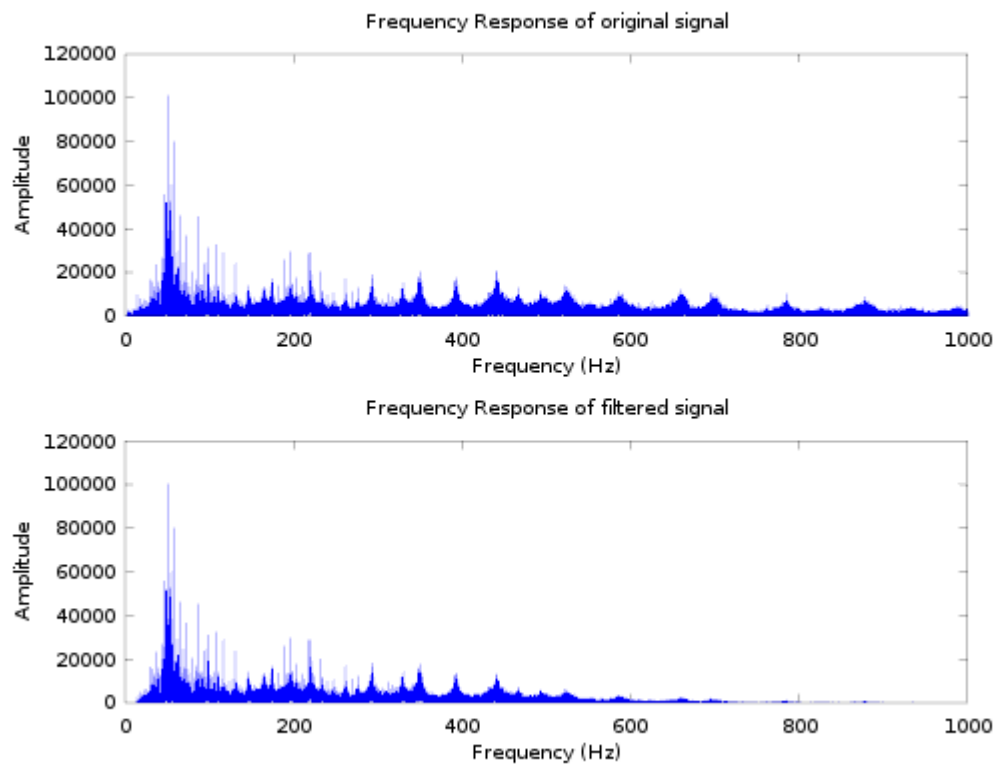
```
%write filtered file
```

```
wavwrite(x_filtered,44100,'metuka_music.wav');
```

נמיר ונקבל את הקובץ **metuka_music.mp3**



האות לפני ואחרי מסנן bandpass לבידוד קול הזמר במישור התדר והזמן



4. מדובר בזמר ולכן נסיח את קולו כך שהתדר המרכזי יוכפל (אוקטבה אחת למעלה). נבצע זאת באמצעות הכפלת האות מהקובץ `metuka_filtered.mp3` ב- $\cos(2\pi \cdot (F_c - f) \cdot t)$ והעברה דרך מסנן תדרים נמוכים.

```
Fs = 44100; % Sampling Frequency (Hz)
tmax = 190; % Time Duration Of Signal (sec)
t = linspace(0, tmax, tmax*Fs); % Time Vector
f = 220; % Original Frequency
x=wavread('metuka_filtered.wav'); % Original Signal
[y,fs] = wavread('metuka_filtered.wav');
t=[1/fs:1/fs:length(y)/fs];

Fc = 440; % Output Frequency
cosine = cos(2*pi*(Fc-f)*t);
x_cosine = x.*cosine;

% High-Pass Filter
Fn = Fs/2;
Wp = Fc/Fn;
Ws = Wp*0.8;
[n,Wn] = buttord(Wp, Ws, 1, 10); %calculates the minimum order of
Butterworth filter required to meet a set of filter design
specifications.
[b,a] = butter(n,Wn,'high');

%filter the signal using the b and a coefficients from
%the butter filter design function
x_filtered = filter(b,a,x);

% Write new Signal file
wavwrite(x_filtered, Fs, 'metuka_filtered_high_octave.wav')
```

נמיר ונקבל את הקובץ `metuka_filtered_high_octave.mp3`

5. נוסיף את הקול המועלה באוקטבה למוזיקה המבודדת ונקבל את הקובץ `song_mixed.mp3`