

ISS projekt – 2021/2022

Python

Richard Harman

xharma05

25.12.2021

1. Základy

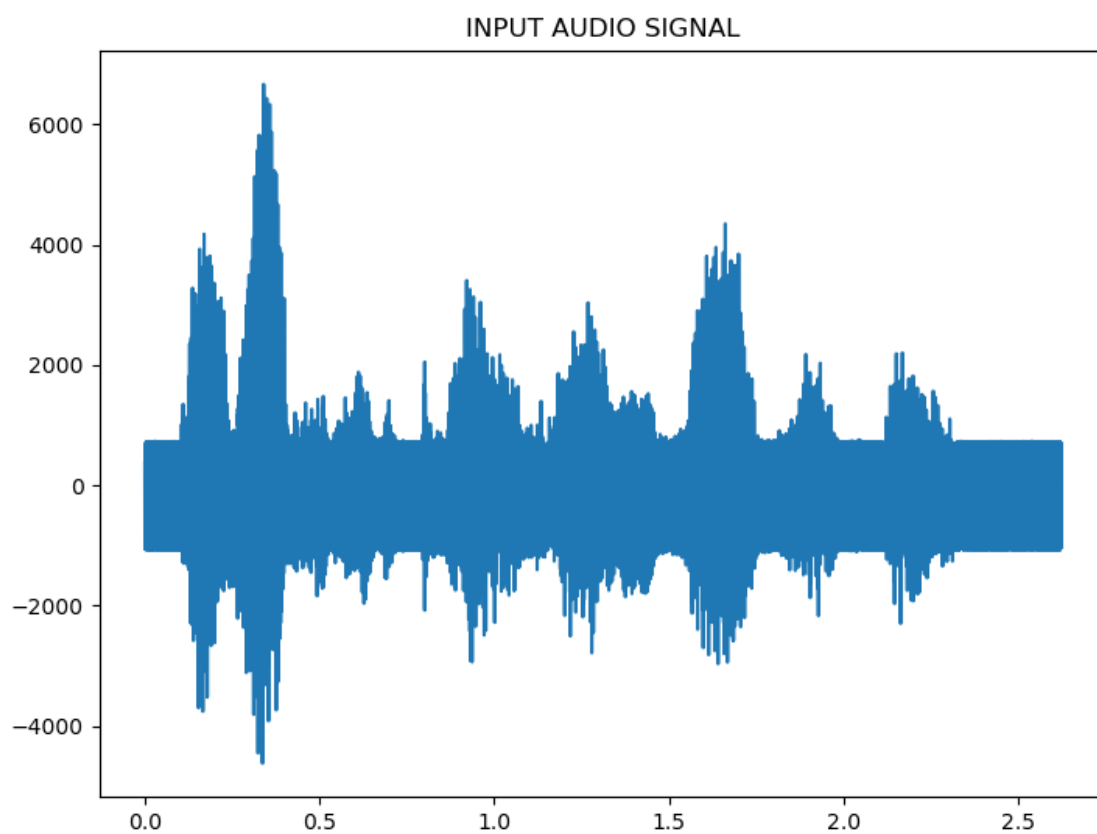
- základné informácie o audio súbore:

- *Počet vzorkov:* 41984

- *Dĺžka signálu:* 2.624 sekúnd

- *Maximálna hodnota:* 6669

- *Minimálna hodnota:* -4621



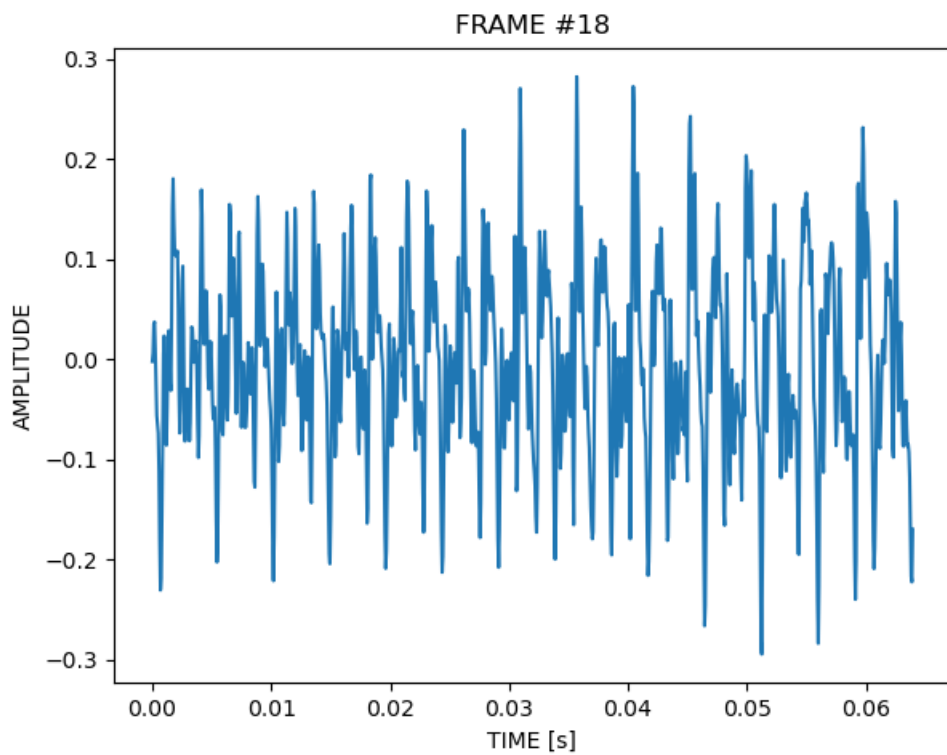
Graf 1. – Vizualizovaný vstupný signál

2. Predspracovanie a rámce

- normalizovanie signálu pomocou vlastnej funkcie `normalizeData()`

- *Počet rámcov: 81*

- každý rámec obsahuje 1024 vzorkov



Graf 2. – Vybraný znělý rámec

3. Diskrétna Fourierova Transformácia

- Pre implementovanie DFT som použil nasledujúci vzorec:

$$X[k] = \text{sum from } 0 \text{ to } N - 1 \text{ of } (x[n] * e^{(-jkn2\pi / N)})$$

- Vzorec je implementovaný v pomocnej funkcii DFTcoeffs() nasledovne:

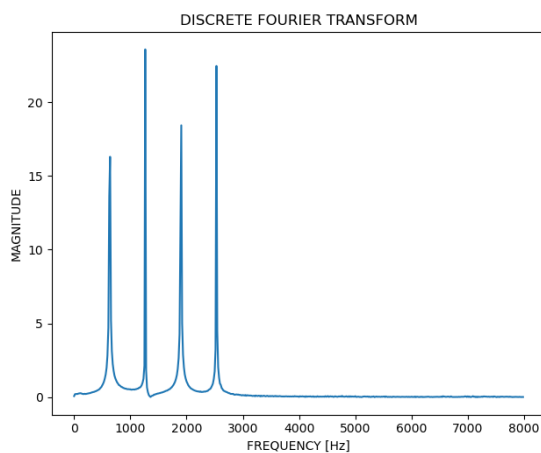
```
coefficients = []
```

```
for k in range(0, N // 2):
```

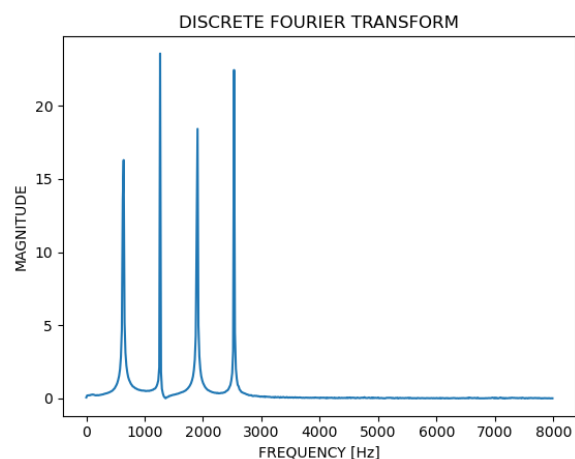
```
    coefficients.append(sum(x * [(np.exp(-1j * 2 * np.pi / N)) ** (k * n) for n in range(N)]))
```

```
return coefficients
```

- Výsledok mnou implementovanej DFT som porovnal s výsledkom FFT v knižnici numpy.



Graf 3. – Implementovaná DFT

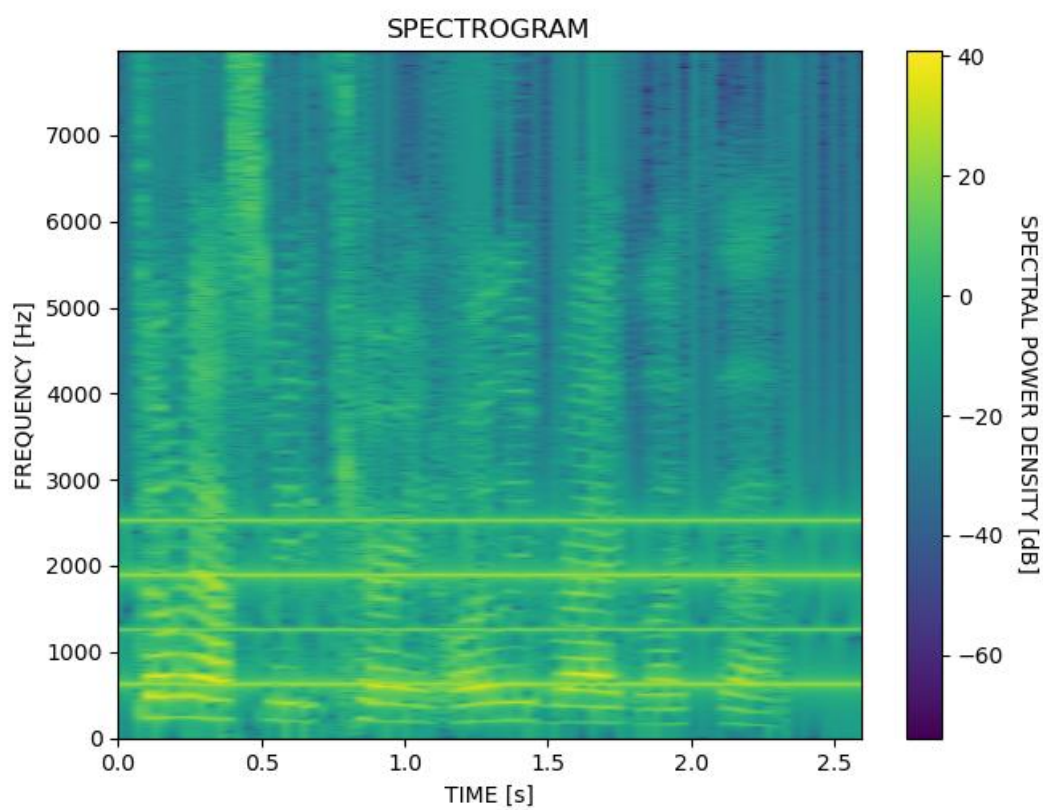


Graf 4. – Numpy FFT

- Rozdiely medzi nimi boli zanedbateľné, preto môžeme povedať, že implementovanie DFT bolo úspešné.

4. Spektrogram

- spektrogram vstupného zvukového signálu



Spectrogram 1. – Vstupného zvukového signálu

5. Určenie rušivých frekvencií

- Nájdené približné rušivé frekvencie: 640 Hz, 1265 Hz, 1906 Hz, 2531 Hz

- Frekvencie f_2, f_3, f_4 sú približnými násobkami f_1 :

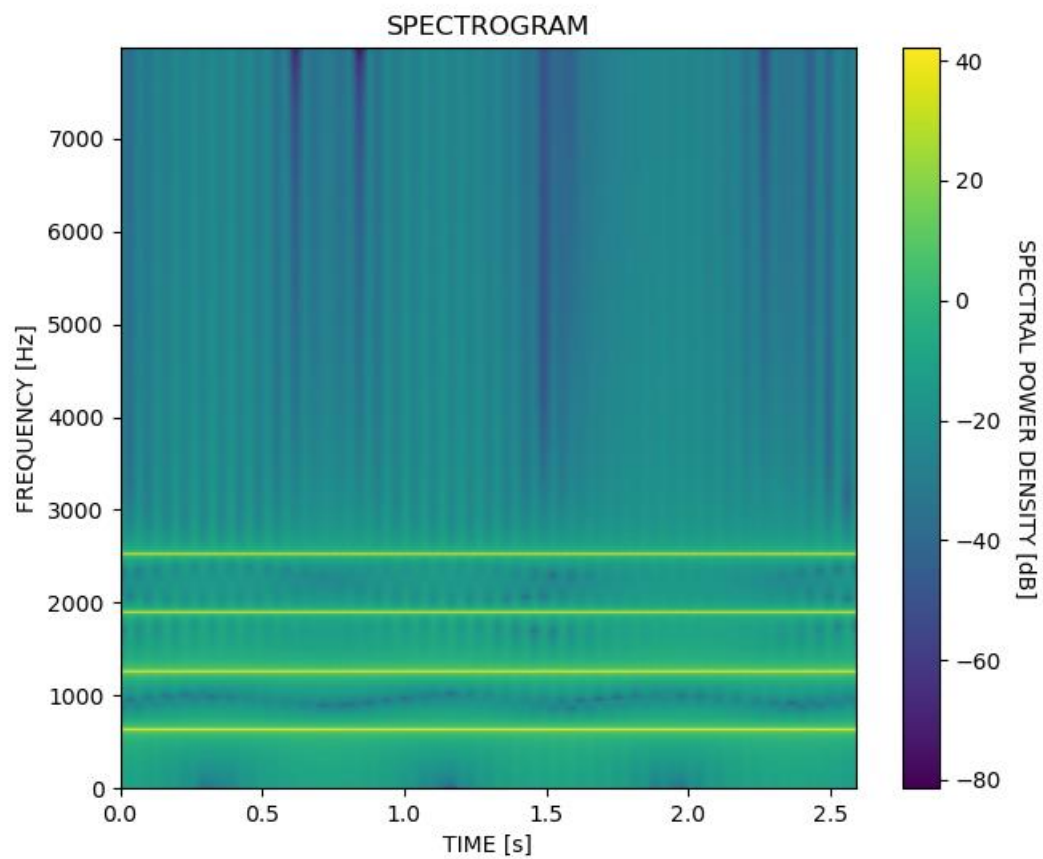
$$f_2 = 1265 \approx 1280 = 2 \times 640 = 2 \times f_1$$

$$f_3 = 1906 \approx 1920 = 3 \times 640 = 3 \times f_1$$

$$f_4 = 2531 \approx 2560 = 4 \times 640 = 4 \times f_1$$

6. Generovanie signálu

- spektrogram 4 cosínusoviek na rušivých frekvenciách, následne uložený do súboru 4cos.wav



Spektrogram 2. – Spektrogram 4 rušivých frekvencií

7. Čistiaci filter

- Zvolil som si filter so 4 pásmovými zádržami

- Ich koeficienty pri frekvenciach:

f_1 :

[0.97009831	-1.87929974	0.97009831	1.	-1.92150767	0.98481683]
[1.	-1.93722607	1.	1.	-1.92374506	0.98505389]
[1.	-1.93722607	1.	1.	-1.92348509	0.98871202]
[1.	-1.93722607	1.	1.	-1.92944223	0.98918784]
[1.	-1.93722607	1.	1.	-1.92930052	0.99582154]
[1.	-1.93722607	1.	1.	-1.9370667	0.99606102]

f_2 :

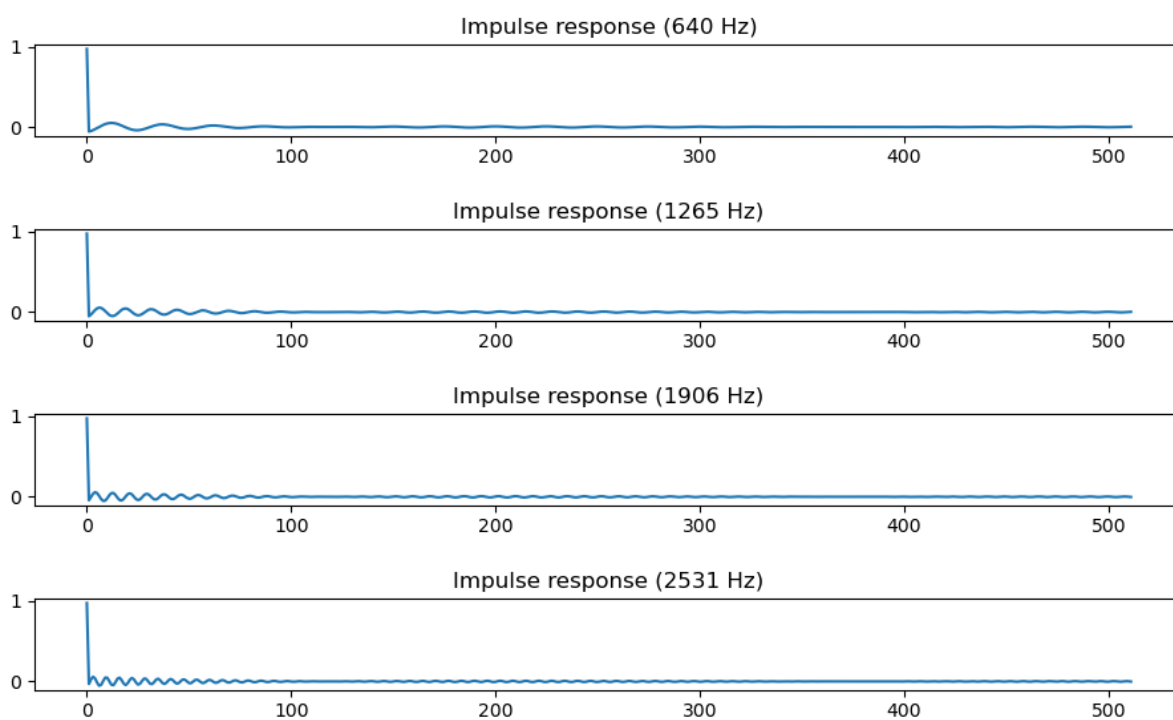
[0.97009831	-1.70573616	0.97009831	1.	-1.7430882	0.98487925]
[1.	-1.75831268	1.	1.	-1.74703447	0.98499145]
[1.	-1.75831268	1.	1.	-1.74317876	0.98883727]
[1.	-1.75831268	1.	1.	-1.75390972	0.98906255]
[1.	-1.75831268	1.	1.	-1.7473745	0.99588457]
[1.	-1.75831268	1.	1.	-1.76191262	0.99599798]

f_3 :

[0.97009831	-1.42166682	0.97009831	1.	-1.4516718	0.98490261]
[1.	-1.46548737	1.	1.	-1.45721395	0.98496809]
[1.	-1.46548737	1.	1.	-1.44977743	0.98888416]
[1.	-1.46548737	1.	1.	-1.46491406	0.98901565]
[1.	-1.46548737	1.	1.	-1.4520965	0.99590818]
[1.	-1.46548737	1.	1.	-1.47276209	0.99597437]

f_4 :

[0.97009831	-1.05823	0.97009831	1.	-1.07923291	0.98491556]
[1.	-1.0908482	1.	1.	-1.08602136	0.98495514]
[1.	-1.0908482	1.	1.	-1.07550408	0.98891017]
[1.	-1.0908482	1.	1.	-1.09407174	0.98898963]
[1.	-1.0908482	1.	1.	-1.07586451	0.99592127]
[1.	-1.0908482	1.	1.	-1.10127929	0.99596128]



Graf 5. – Impulzné odozvy filtrov

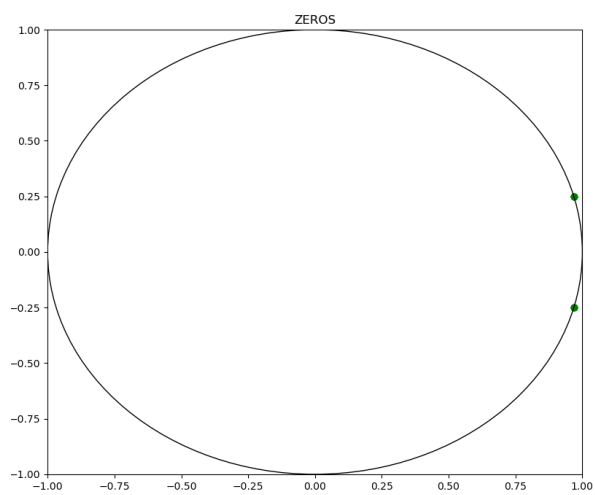
8. Nulové body a póly

- Nulové body:

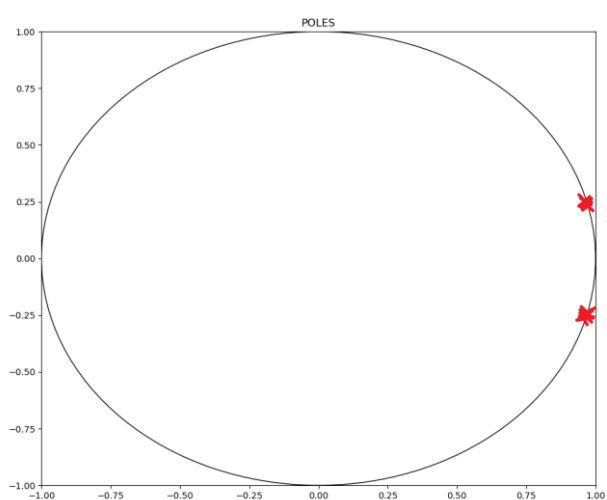
$0.96861304+0.24857351j$	$0.96861304+0.24857351j$	$0.96861304+0.24857351j$
$0.96861304+0.24857351j$	$0.96861304+0.24857351j$	$0.96861304+0.24857351j$
$0.96861304-0.24857351j$	$0.96861304-0.24857351j$	$0.96861304-0.24857351j$
$0.96861304-0.24857351j$	$0.96861304-0.24857351j$	$0.96861304-0.24857351j$

- Póly:

$0.96853335+0.24084055j$	$0.96472112+0.24186982j$	$0.96187253+0.24465308j$
$0.96187253-0.24465308j$	$0.96472112-0.24186982j$	$0.96853335-0.24084055j$
$0.96465026-0.25548272j$	$0.96174255-0.25251395j$	$0.96075384-0.24853349j$
$0.96075384+0.24853349j$	$0.96174255+0.25251395j$	$0.96465026+0.25548272j$

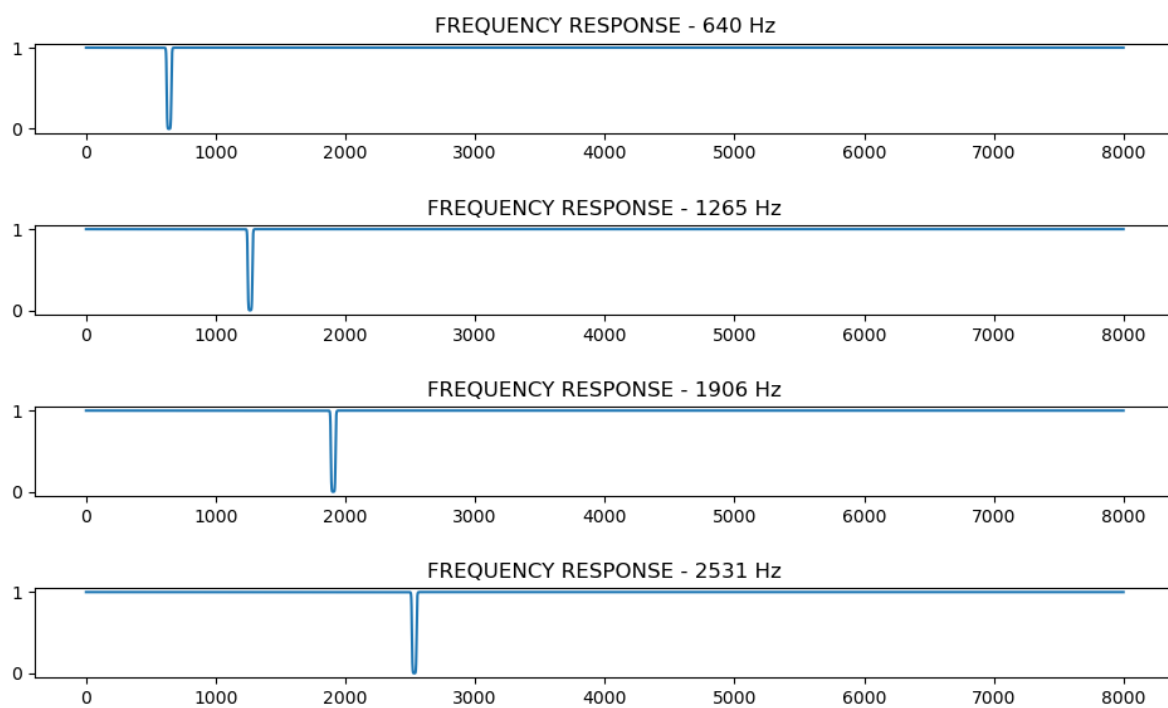


Graf 6. – Nulové body



Graf 7. – Póly

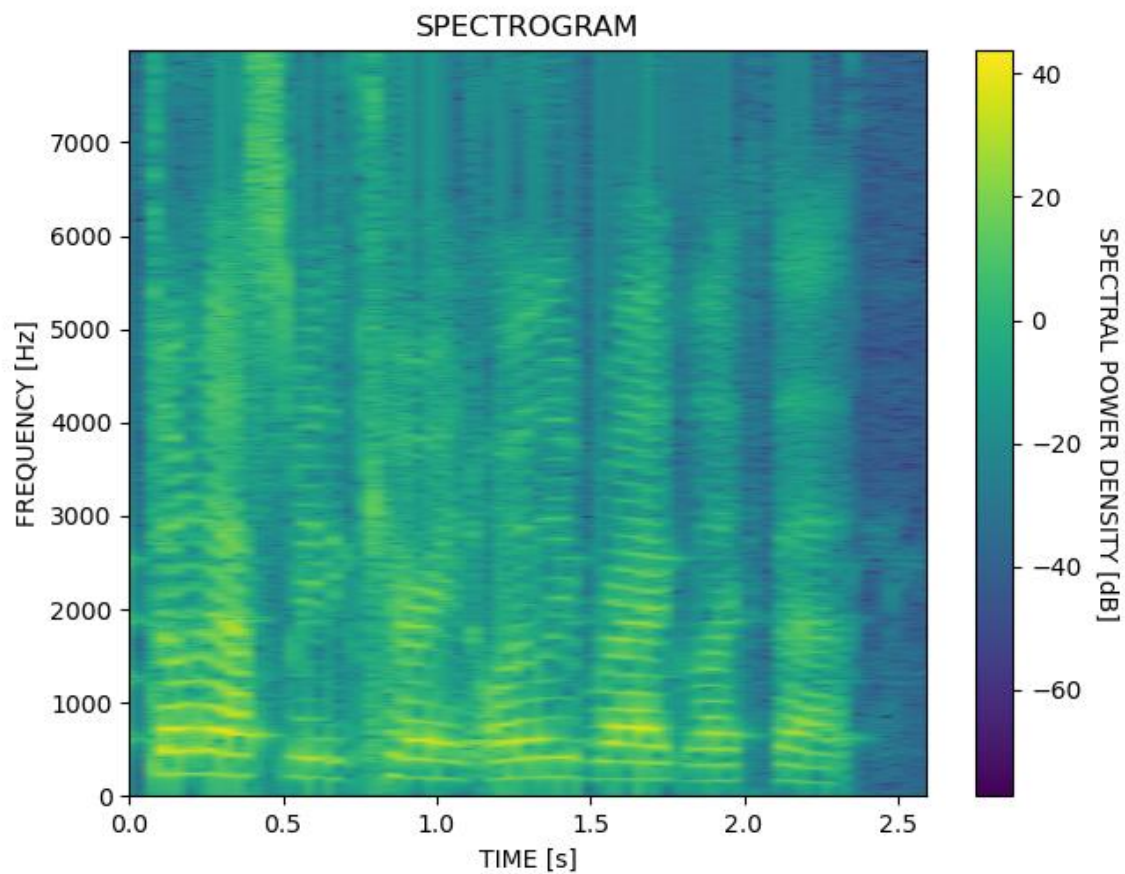
9. Frekvenčná charakteristika



Graf 7.- Frekvenčná charakteristika filtra

10. Filter

- výstupný signál je postupne vyfiltrovaný všetkými štyrmi filtrami, čo môžeme vidieť na spektrograme výstupného zvukového signálu



Spektrogram 3.- Spektrogram výstupného signálu

11. Výsledok

- výstupný signál sme vyexportovali ako „*clean_4pasmovezadrze.wav*“
- pri vypočutí výstupného zvuku si môžeme všimnúť, že sme úspešne vyfiltrovali rušivé frekvencie a teda hodnotíme proces za úspešný