

# ISS Projekt 2018

FIT VUT

**Zpracovala:** Silvie Chlupová

**Vypracováno:** 23.12.2018

**Obor:** Informační technologie

**Ročník:** II

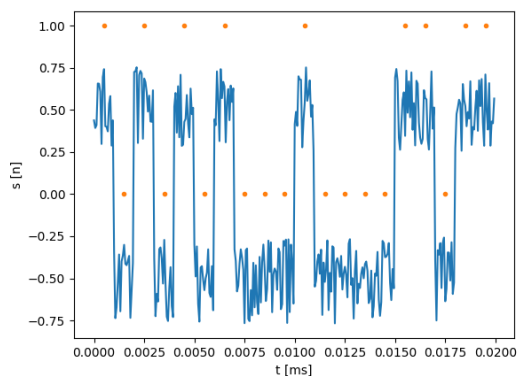
**Semestr:** III

## Čtení signálu z wav

Nejdříve se načte signál ze souboru xchlup08.wav a pomocí nástroje scipy se signál analyzuje. Vzorkovací frekvence vyšla 16000 Hz, délka je 32000 vzorků, délka v sekundách 2 s. Počet binárních symbolů je 2000.

## Dekódování do binárních symbolů

V tomto úkolu bylo provedeno dekodování do binárních symbolů. Vzal se každý 8. vzorek ze segmentu 16 vzorků a pokud byl větší než 0, tak výstupem je 1, pokud byl menší, výstupem je 0. Kromě vizuálního posouzení správnosti dekodování symbolů byla také provedena zkouška použitím funkce XOR při porovnávání se souborem xchlup08.txt. Symboly byly dekodovány správně.



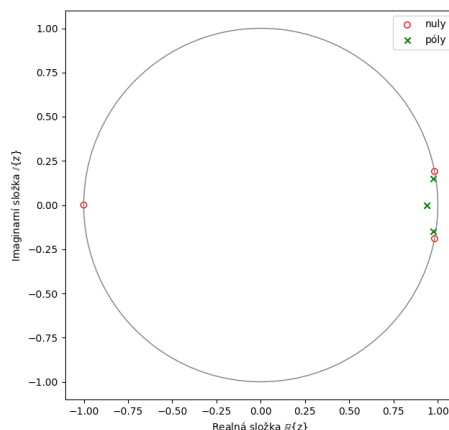
Obrázek 1: Dekódování do binárních symbolů

## Nulové body a póly

Byl zadán filtr s přenosovou funkcí  $H(z)$

$$B = [0.0192, -0.0185, -0.0185, 0.0192]$$

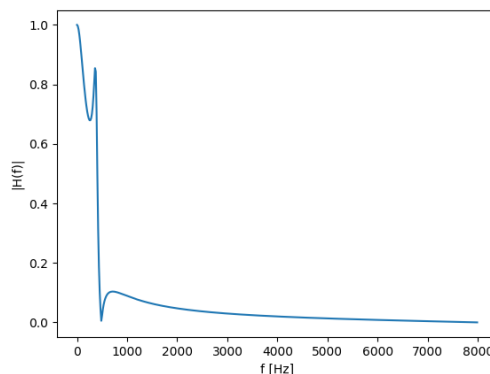
$$A = [1.0000, -2.8870, 2.7997, -0.9113]$$



Obrázek 2: Nulové body a póly přenosové funkce

Filtr je stabilní, všechny póly jsou uvnitř jednotkové kružnice, platí tedy  $|p_k| < 1$ . Nulové body a póly byly získány funkcí `tf2zpk`, které stačí zadat koeficienty A a B.

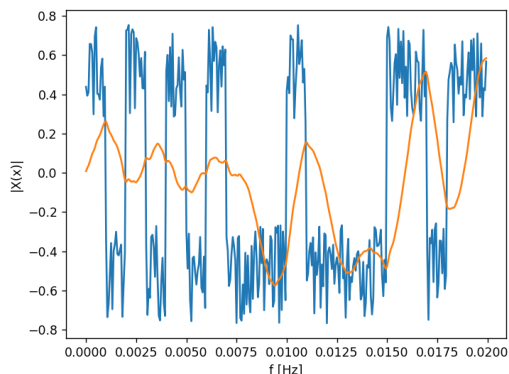
## Modul kmitočtové charakteristiky



Obrázek 3: Modul kmitočtové charakteristiky

Jedná se o dolní propust. Mezní frekvence je 484 Hz. Modul kmitočtové frekvence byl získán knihovnou funkcí `freqz`.

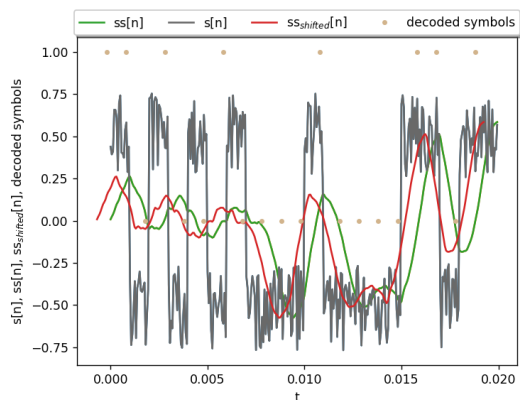
## Filtrace signálu



Obrázek 4: Vyfiltrovaný signál

Signál bude posunut o 7 vzorků (doleva), tj. bude předbíhat signál získaný filtrací. Hodnota byla získána vizuálně a také porovnáváním výsledné chybovosti při posunutí signálu, tak aby byla co nejmenší.

## Posun filtrovaného signálu



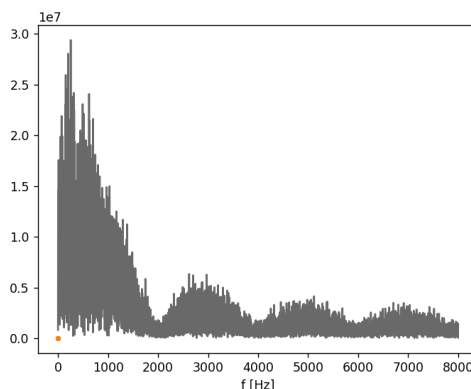
Obrázek 5: Posunutí filtrovaného signálu

Signál by skutečně posunut ( $ss_{shifted}[n]$ ) a bylo provedeno dekódování do binárních symbolů stejným postupem jako v úloze 2.

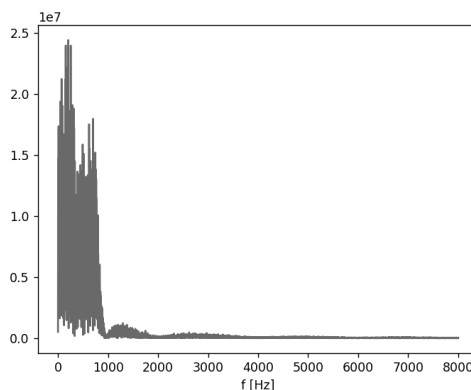
## Chybovost

Dekódované symboly z posunutého signálu mají chybovost 45%. Počet chyb je 9.

## Diskrétní Fourierova transformace



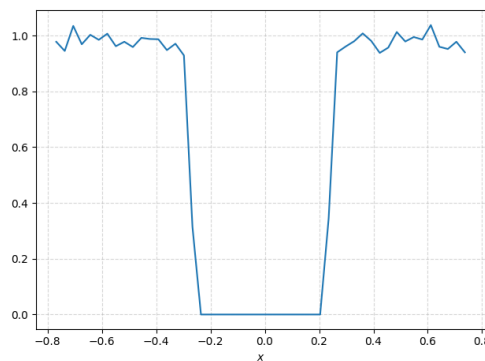
Obrázek 6: Diskrétní Fourierova transformace



Obrázek 7: Diskrétní Fourierova transformace

Z obrázku 7 lze vidět, že bylo ověřeno, že typ filtru byl skutečně dolní propust, jelikož se objevují především nižší frekvence, zatímco v obrázku 6 pro nefiltrovaný signál se objevují i vyšší frekvence po určitých úsecích (0 - 2000 Hz, 2000 - 4000 Hz).

## Odhad funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti

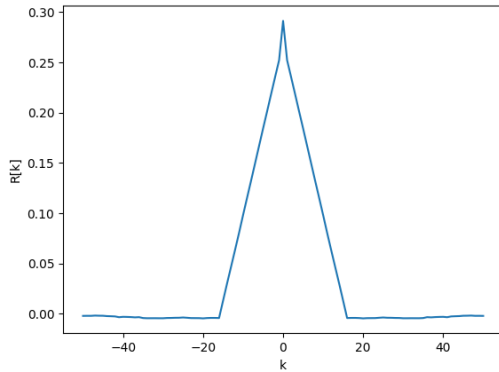


Obrázek 8: Odhad funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti

Byl proveden odhad funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti, viz obrázek 8. Byl ověřen vzorec  $\int_x p(x)dx = 1$ , vyšlo číslo 0.9699, tedy téměř 1.

## Časový odhad sdružené funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti

### Korelační koeficienty

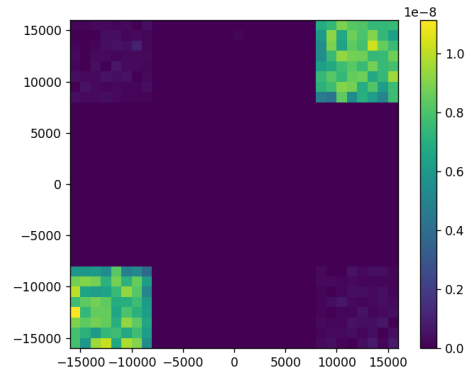


Obrázek 9: Korelační koeficienty  $R[k]$

V této úloze byl proveden výpočet korelačních koeficientů podle vzorce  $R[k] = \frac{1}{N} \sum_n x[n]x[n+k]$ .

### Hodnoty korelačních koeficientů

Hodnoty koeficientů  $R[0]$ ,  $R[1]$ ,  $R[16]$  jsou  $R[0] = 0.29128$ ,  $R[1] = 0.25220$  a  $R[16] = -0.00416$ .



Obrázek 10: Časový odhad sdružené funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti

### Správnost odhadu sdružené funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti

Byl ověřen vzorec  $\int_{x_1} \int_{x_2} p(x_1, x_2, 1) dx_1 dx_2 = 1$ , viz funkce task13 v programu xchlup08.py

### Korelační koef. ze sdružené funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti

Hodnota koeficientu  $R[1]$  je  $R[1] = 0.25202$ , tedy přibližně stejná hodnota korelačního koeficientu jako v úloze 11.