



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
KATEDRA ZA RAČUNARSKU TEHNIKU I RAČUNARSKE
KOMUNIKACIJE



Naziv predmeta:

Osnovi Algoritama i Struktura DSP 2

Projektni zadatak 1

Ekvalizator

Profesor:
Željko Lukač

Student:
Aleksandar Martinović, RA4/2015

Novi Sad, Mart 2018.

Izveštaj

Zadatak 1):

U prvom zadatku je bilo potrebno realizovati izračunavanje koeficijenata za all-pass filtre. Za izračunavanje se koriste jednačine prikazane na slici 1.

$$A_1(z) = \frac{\alpha - z^{-1}}{1 - \alpha z^{-1}} \quad A_2(z) = \frac{\alpha - \beta(1 + \alpha)z^{-1} + z^{-2}}{1 - \beta(1 + \alpha)z^{-1} + \alpha z^{-2}}$$

Slika 1. Jednačine all-pass filtra

$A_1(z)$ nam predstavlja prenosnu karakteristiku all-pass filtra prvog reda, dok nam $A_2(z)$ predstavlja prenosnu karakteristiku all-pass filtra drugog reda. Koeficijenti za filtre su nam koeficijenti polinoma u brojiocu i imeniocu iz obe jednačine.

Vrednosti koeficijenata su skalirane iz opsega $[-1,1]$ u opseg $[-32768,32767]$ koji odgovara tipu Int16.

Zadatak 2):

Kao drugi zadatak smo imali implementaciju shelvingLP funkcije (Niskopropusni shelving filter). Izgled funkcije u C programskom jeziku je dat na slici 2.

```
Int16 shelvingLP(Int16 input, Int16* coeff, Int z_x, Int16* z_y, Int16 K);
```

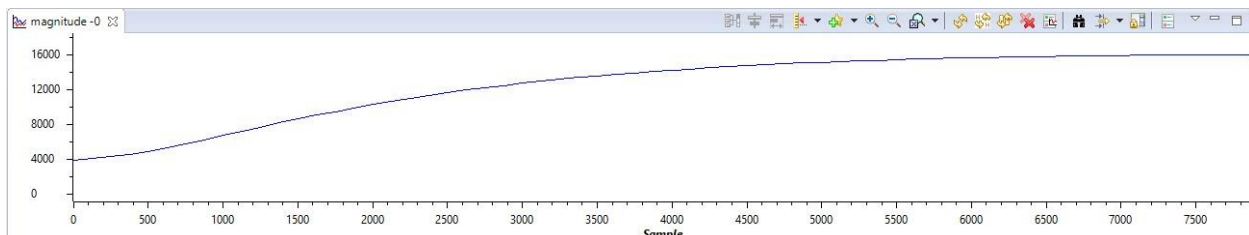
Slika 2. shelvingLP funkcija

Prenosna karakteristika shelvingLP filtra data je u tekstu zadatka i prikazana je na slici 3.

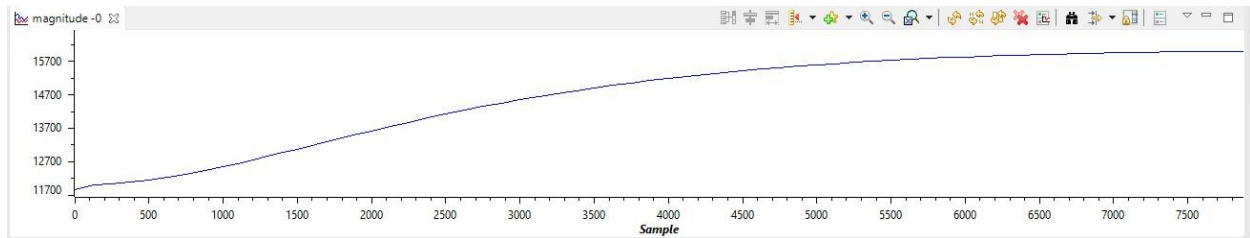
$$G_1(z) = \frac{K_{LP}}{2} [(1 - A_1(z))] + \frac{1}{2} [(1 + A_1(z))]$$

Slika 3. Prenosna karakteristika shelvingLP filtra

Nakon uspešne implementacije funkcije, ona je testirana dovođenjem impulsnog odziva na ulaz, prosleđivanjem koeficijenata dobijenih u prvom zadatku za $\alpha = 0.3$, z_x i z_y su memorije za ulazne i izlazne odbirke IIR filtra prvog reda koji se poziva unutar shelvingLP funkcije, k je pojačanje/slabljenje u propusnom opsegu (za testiranje je korišćeno $k=8192$, odnosno $\frac{1}{4}$ vrednosti Int16, i $k=24576$, odnosno $\frac{3}{4}$ vrednosti Int16). Dobijeni izlaz sistema prikazan je FFT Magnitude grafikom (Slika 4a i Slika4b).



Slika 4a. Izlazni signal shelvingLP za vrednosti $\alpha = 0.3$, $k = 8192$



Slika 4b. Izlazni signal shelvingLP za vrednosti $\alpha = 0.3$, $k=24576$

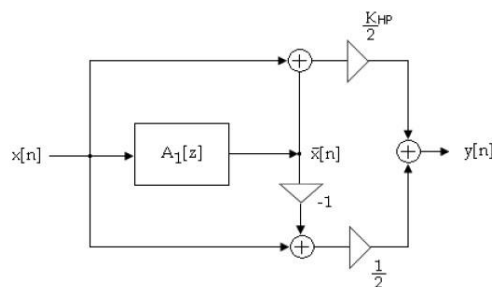
Zadatak 3):

Naredni zadatak predstavlja realizaciju shelvingHP(Visokopropusni shelving filter). Izgled funkcije u programskom jeziku C prikazan je na slici 5.

```
Int16 shelvingHP(Int16 input, Int16* coeff, Int16* z_x, Int16* z_y, Int16 K);
```

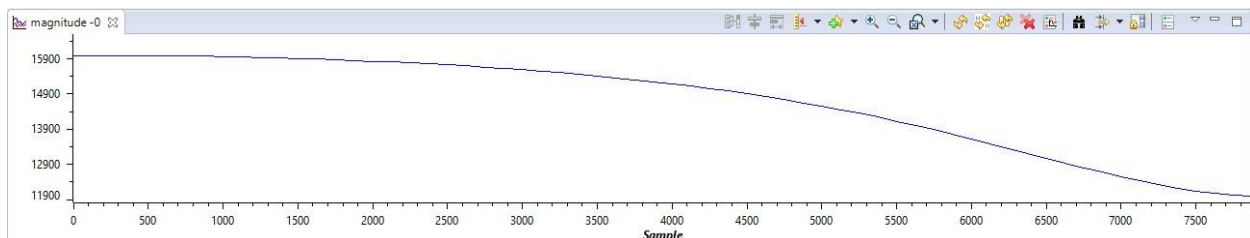
Slika 5. shelvingHP funkcija

Izgled jednostavnog shelvingHP kola prikazan je na slici 6.

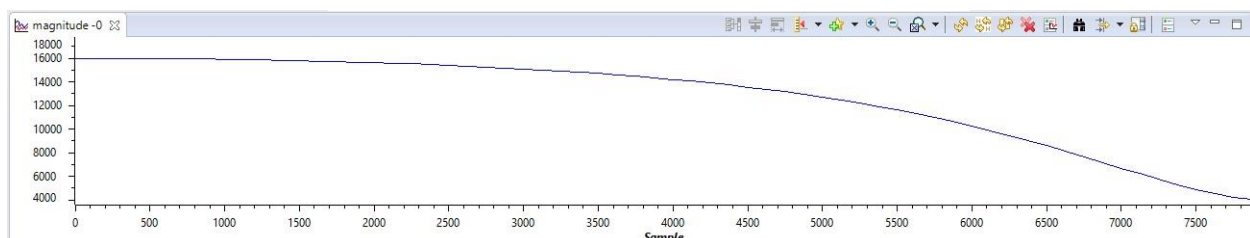


Slika 6. shelvingHP kolo

Nakon implementacije shelvingHP filtra za potrebe testiranja kao ulazni signal dovodi se Dirakov impuls, koriste se koeficijenti dobijeni u prvom zadatku za $\alpha = 0.3$, z_x i z_y nam predstavljaju memoriju za ulazne i izlazne podatke all-pass filtra prvog reda, za k se stavljaju vrednosti 8192 i 24576. Izgledi izlaznih signala prikazani su na slikama 7a i 7b.



Slika 7a. shelvingHP za vrednosti $\alpha=0.3$ i $k=8192$



Slika 7b. shelvingHP za vrednosti $\alpha=0.3$ i $k=24576$

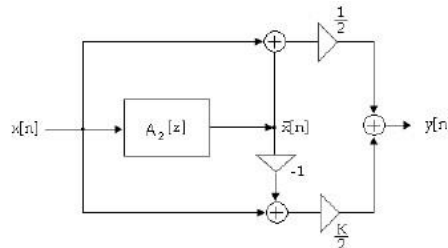
Zadatak 4):

Zadatak 4 je implementacija koda za shelvingPeek filter. Izgled funkcije u programskom jeziku C prikazan je na slici 8.

```
Int16 shelvingPeek(Int16 input, Int16* coeff, Int16* z_x, Int16* z_y, Int16 K);
```

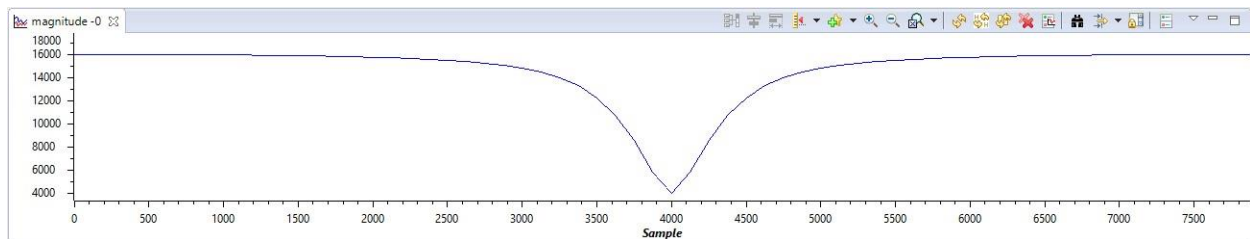
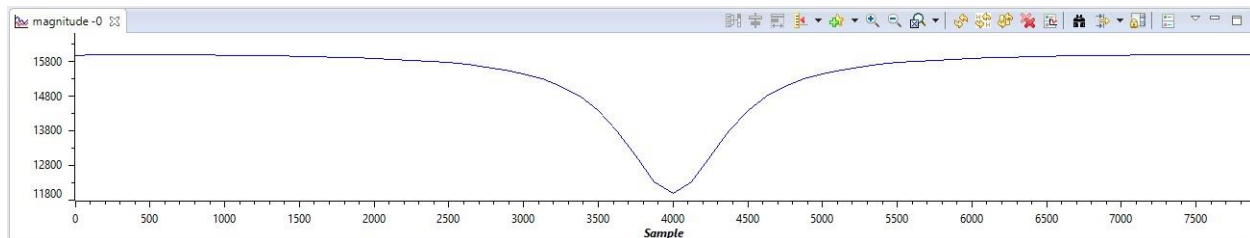
Slika 8. shelvingPeek funkcija

ShelvingPeek filter koristi all-pass filter drugog reda. Jednostavno kolo shelvingPeek filtra prikazano je na slici 9.



Slika 9. shelvingPeek kolo

Kada smo implementirali shelvingPeek filter doveli smo Dirakov impuls kao ulazni signal, koeficijenti nam sada zavise od parametara $\alpha=0.7$ i $\beta=0$, z_x i z_y predstavljaju memoriju za ulazne i izlazne podatke all-pass filtra drugog reda, a $k=8192$ i $k=24576$. Izlazni signali iz sistema su prikazani na slikama 10a i 10b.

Slika 10a. shelvingPeek za vrednosti $\alpha=0.7$, $\beta=0$, $k=8192$ Slika 10b. shelvingPeek za vrednosti $\alpha=0.7$, $\beta=0$, $k=24576$ **Zadatak 5):**

Zadatak 5 predstavlja suštinu ovog projekta, a to jeste pravljenje jednostavnog ekvalizatora. Da bismo uspjeli da napravimo ekvalizator neophodno je pozivati funkcije implementirane u zadacima 2,3 i 4 sledećim redosledom:

- 1 shelvingLP filter,
- 2 shelvingPeek filtra i
- 1 shelvingHP filter

Svaki student je dobio određene frekvencije (primer na slici 11), na osnovu kojih je trebao izračunati parametre α i β i koje koristi za izračunavanje koeficijenata za shelving filtre. Izračunavanje parametara α i β se vrši uz pomoć formula prikazanih na slikama 12a i 12b.

Izlazni signal ekvalizatora za dobijene vrednosti α i β i za $k=8192$, $k=24576$ prikazan je na slikama 13a i 13b.

R.b	Br. Indeksa	Band 0 f_c	Band 1 f_0	Band 1 Δf	Band 2 f_0	Band 2 Δf	Band 3 f_c
33	RA 004/2015	350 Hz	1080 Hz	710 Hz	3915 Hz	1485 Hz	6 kHz

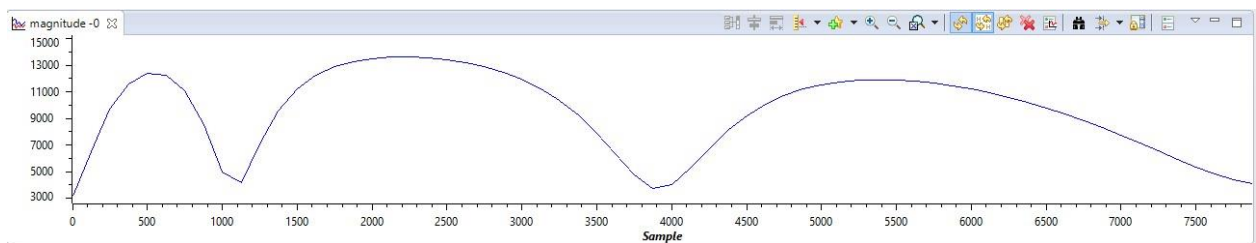
Slika 11. Frekvencije za izračunavanje koeficijenata α i β

$$\Delta\omega = \cos^{-1}\left(\frac{2\alpha}{1+\alpha^2}\right)$$

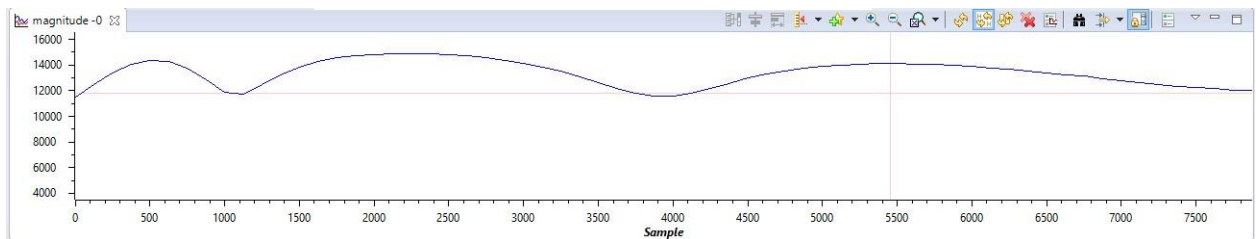
Slika 12a. Formula za izračunavanje koeficijenta α

$$\omega_0 = \cos^{-1}(\beta)$$

Slika 12b. Formula za izračunavanje koeficijenta β



Slika 13a. Ekvalizator za parametar $k=8192$



Slika 13b. Ekvalizator za parametar $k=24576$