

Osnovne komponente digitalne obrade signala

Za proveru ispravnosti implementacije koristiti Audacity radi vizuelne provere i spektralne analize. Koristiti hex editor radi provere vrednosti odbiraka..

Digitalni filtri

- Pogledati pdf-ove „Vezba 7 – FIR“ i „Vezba 8 – IIR“.

Podela filtara u zavisnosti od amplitudne karakteristike

U zavisnosti od amplitudne prenosne karakteristike filtra, definišu se tri osnovna tipa filtara. Svi ostali filtri se mogu dobiti njihovom kombinacijom.

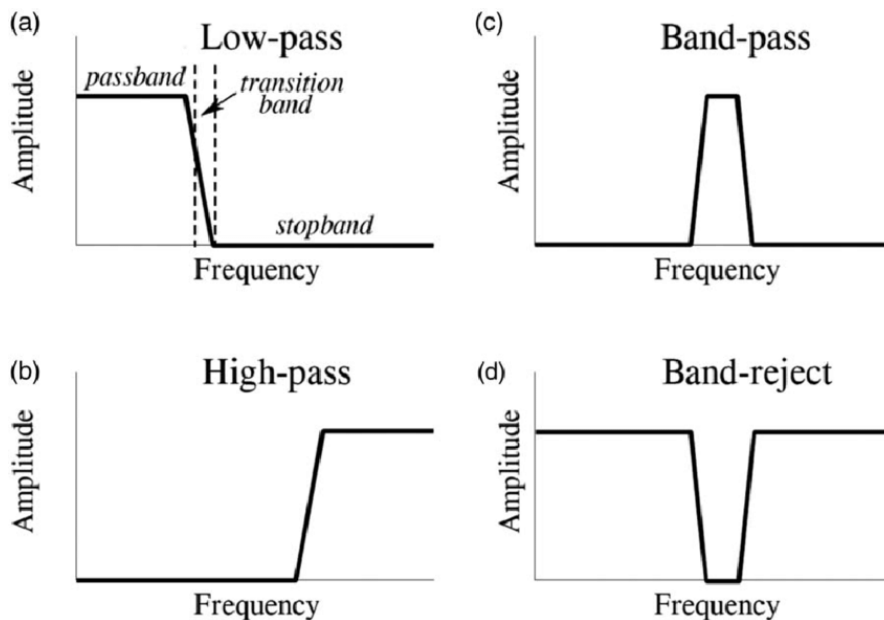
Nisko-propusni filter – NF (Low-pass – LP) propušta samo komponente čije su učestanosti manje od zadate granične učestanosti f_g a sve komponente čije učestanosti su iznad f_g nulira.

Visoko-propusni filter – VF (High-pass – HP) ne propušta komponente do zadate granične učestanosti koja je nazvana donja granična učestanost f_d .

Pojasni filter – PF (Band-pass – BP) propušta samo komponente iz zadatog opsega učestanosti od f_d do f_g .

Ovako opisani filtri su idealni filtri čiji je odziv beskonačan i nekauzalan. Kako bi se omogućila implementacija filtara u realnim sistemima, vrši se aproksimacija idealne prenosne karakteristike.

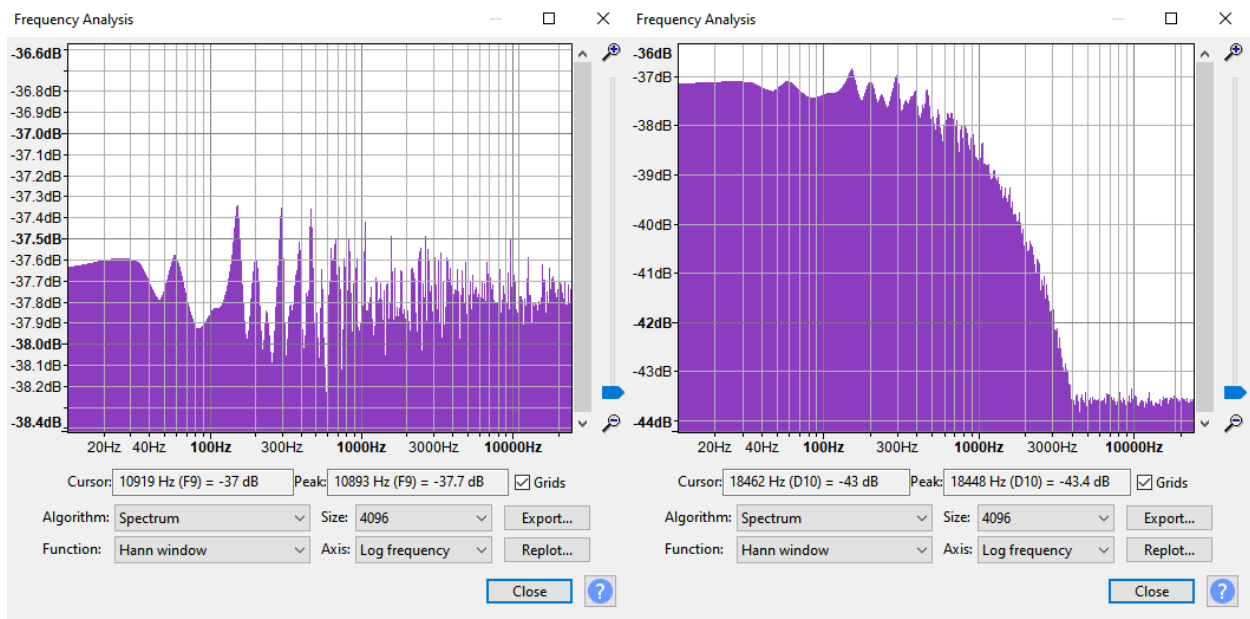
Slika 1 daje pojednostavljeni prikaz vrste filtara prema vrsti amplitudne karakteristike.



Slika 1 Vrste filtara u zavisnosti od amplitudne karakteristike (pojednostavljeni prikaz)

Provera ispravnosti implementacije

Provera ispravnosti implementacije filtra može se izvršiti analizom i poređenjem spektra ulaznog i izlaznog signala. U alatu *Audacity* odabrati željeni signal, potom kliknuti na **Analyze -> Plot Spectrum**.



Slika 2 Primer spektra ulaznog signala (levo) i filtriranog signala (desno)

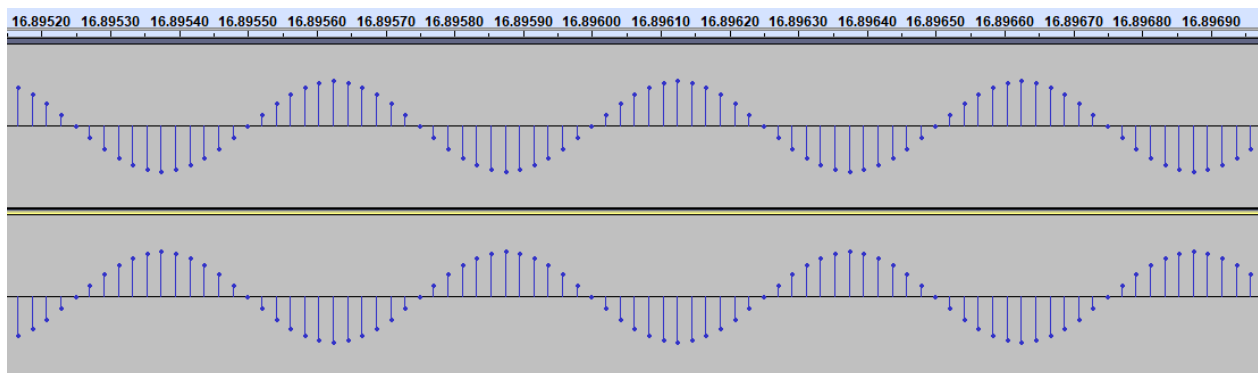
Na Slici 2 prikazana su dva spektra: spekter levo je spekter ulaznog signala belog šuma. Spekter desno je spekter signala dobijenog filtriranjem tog istog signala belog šuma niskopropusnim filtrom sa graničnom frekvencijom 4000Hz. Može se primetiti da su, u odnosu na spekter ulaznog signala, komponente do 4000Hz ostale skoro nepromenjene, dok se kod komponenti na frekvencijama višim od 4000Hz primećuje potiskivanje (smanjenje inženiteta) od oko 6dB.

Invertor

Invertor je komponenta obrade signala koja „obrće“ signal, odnosno pomera fazu sa π (180 stepeni).

Provera ispravnosti implementacije

Jedan od načina provere: u alatu *Audacity* otvoriti ulazni i izlazni signal u istom projektu jedan ispod drugog i uporediti signale.



Slika 3 Primer ulaznog sinusnog signala (gore) i izlaznog signala nakon inverzije (dole)

Mixer NxM

Mikser je komponenta koja od ulaznog signala koji se sastoji od N kanala, pravi izlazni signal koji ima M kanala, gde je izlaz na i -tom kanalu linearna kombinacija kombinacija ulaza sa svih N kanala.

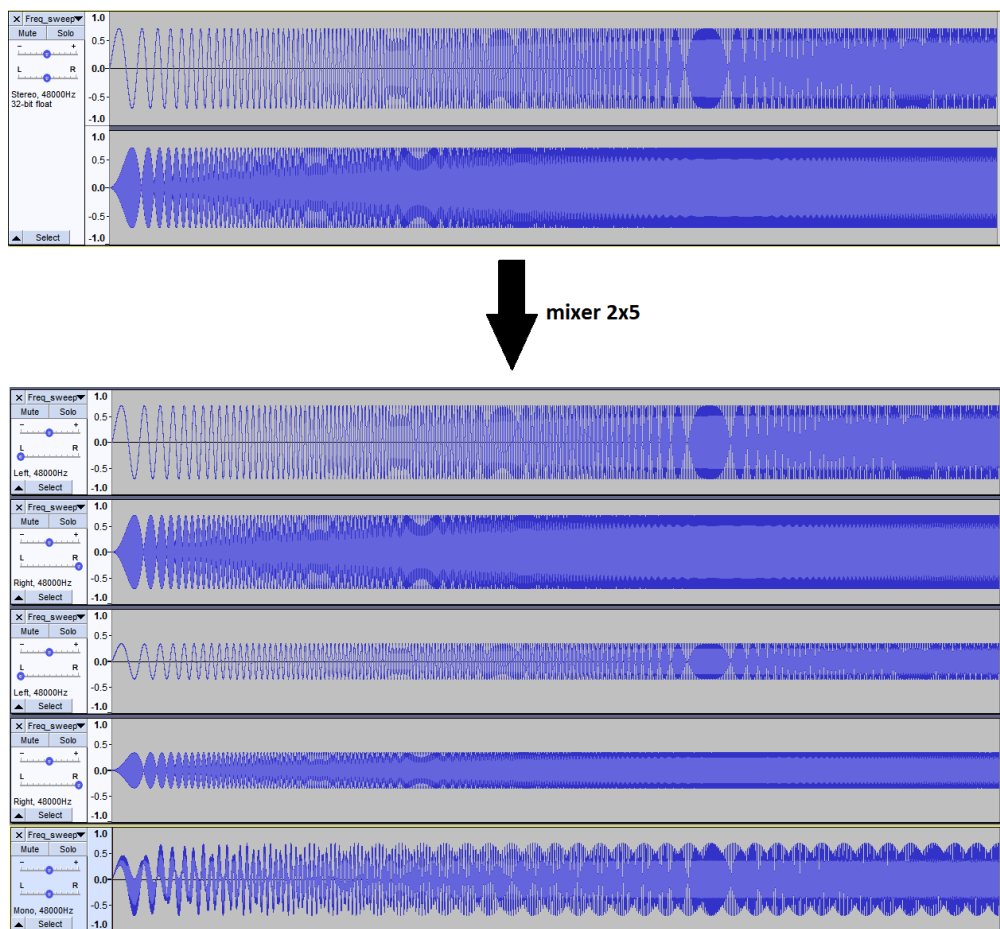
$$y_i = \sum_{j=0}^{N-1} a_{i,j} \cdot x_j$$

$$i = 0, 1, \dots, M-1; j = 0, 1, \dots, N-1$$

Koeficijent $a_{i,j}$ predstavlja pojačanje koje se primenjuje na ulazni odbirak s j -tog kanala, kako bi se dobio izlazni odbirak na i -tom kanalu.

Provera ispravnosti implementacije

Proveriti broj kanala ulaznog i izlaznog signala (otvaranjem u *Audacity*-ju). Za proveru vrednosti odbiraka (da li odbirak na određenom kanalu na izlazu ima odgovarajuću vrednost koja se dobija kao linearna kombinacija odbiraka sa ulaznih kanala) koristiti hex editor.



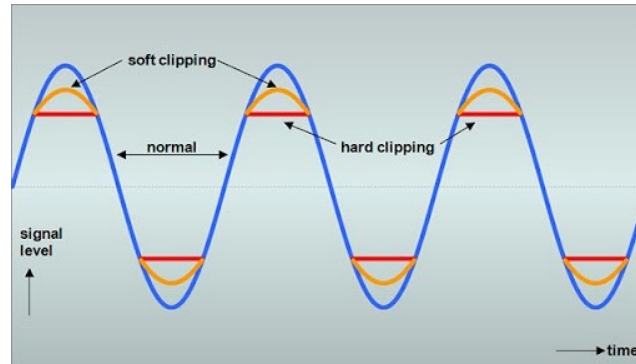
Slika 4 Primer ulaznog signala i izlaznog signala nakon miksera 2x5

Distorzija

Do distorzije signala dolazi zbog različitih načina „odsecanja“ signala. Odnosno, postavlja se granična vrednost i svi odbirci koji su iznad ili ispod granične vrednosti se spuštaju na nivo granične vrednosti. Postoji više vrsta postizanja distorzije – *hard clipping*, *soft clipping*, *full* i *half wave recitifier*.

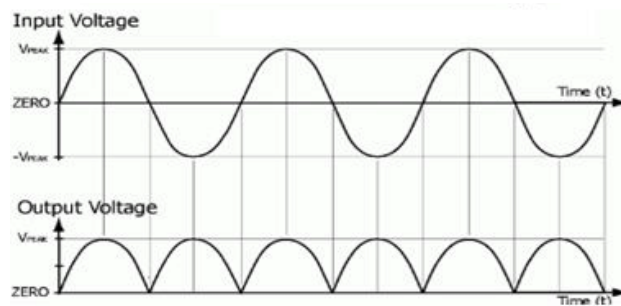
Hard clipping je jednostavna vrsta odsecanja – vrednosti signala se ograničavaju na opseg $[-g, g]$.

Kod *soft clipping*-a, vrednosti signala se ograničavaju prema unapred određenoj krivoj.

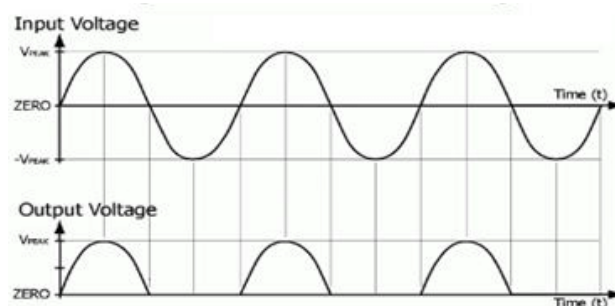


Slika 5 Prikaz hard i soft clipping-a

Full wave recitifier kao izlaz daje apsolutne vrednosti ulaza (pozitivne vrednosti se ne menjaju, dok negativne menjaju znak). *Half wave recitifier* negativne vrednosti anulira.



Slika 6 Full wave recitifier



Slika 7 Half wave recitifier

Provera ispravnosti implementacije

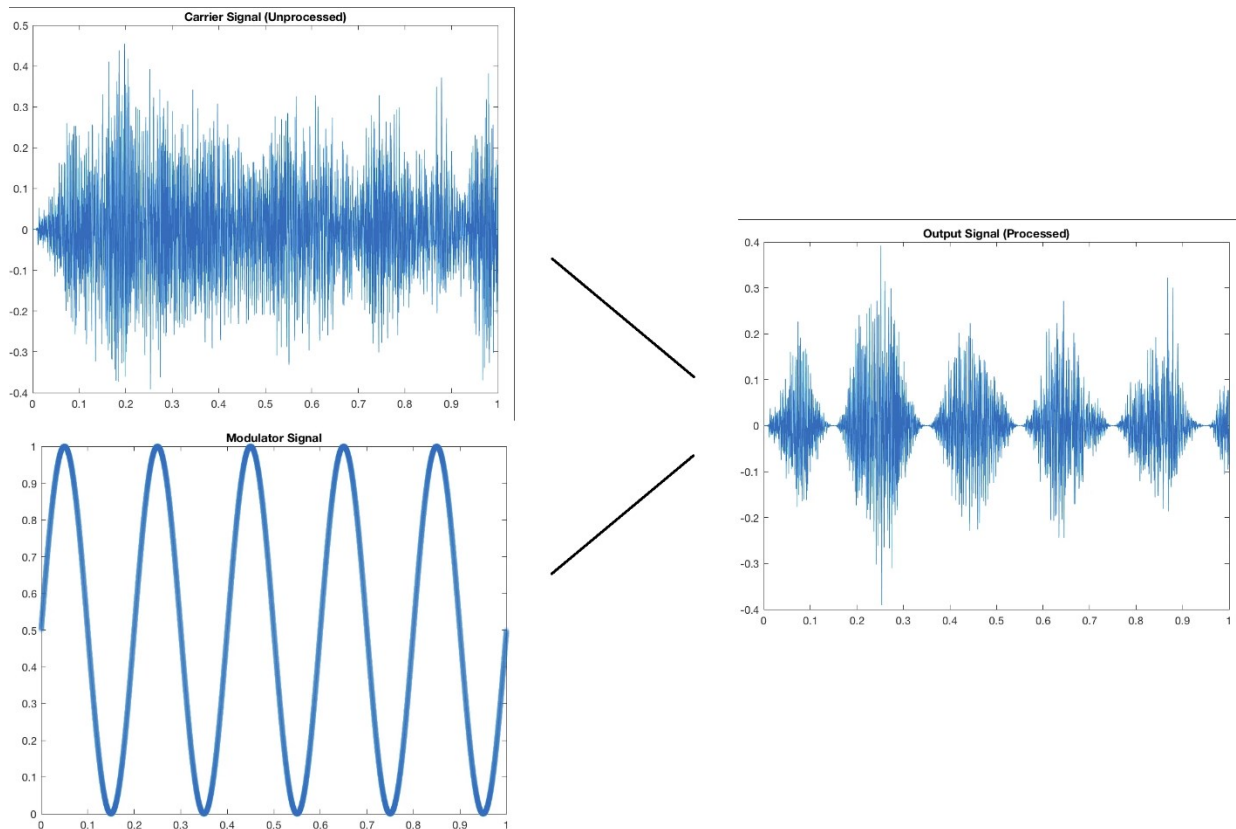
Proveriti da li su vrednosti izlaznog signala u odnosu na ulazni ograničene prema zadatoj vrsti distorzije.

Tremolo

Tremolo je vrsta amplitudne modulacije. Kod ovog efekta, amplituda nosećeg signala (signal koji se obrađuje) se moduliše niskofrekventnim oscilatorom (signal niske frekvencije). Modulišući signali mogu biti različitih oblika – trougaoni signal, sinusoida, signal četvrtke itd.

Provera ispravnosti implementacije

U alatu *Audacity* proveriti da li je amplituda ulaznog signala modulisana prema amplitudi modulišućeg signala (niskofrekventnog oscilatora).



Slika 8 Primer primene tremolo efekta nad ulaznim signalom gde je niskofrekventni oscilator sinusoida

Eho i reverberacija

- Pogledati *pdf* „Vezba 6 – Diskretni sistemi“.