



# UNIVERZITET U NOVOM SADU FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



**Departman za računarstvo i automatiku**

**Smer računarstvo i automatika**

**Odsek za Računarsku tehniku i računarske komunikacije**

## PROJEKAT

**Kandidat:** Milos Jovanovic

**Broj indeksa:** RA 216/2020

**Predmet:** Algoritmi digitalne obrade zvuka

**Tema rada:** Obrada signala

**Novi Sad, decembar 2022.**

# UVOD

Zadatak ovog projekta je bio da početni signal sa smetnjom zemljotresa i sinusnih signala izgenerišemo i isfiltriramo na način tako da nam ostane željeni zvuk, kao što je zvuk cvrkuta ptica u mom slučaju. Za uklanjanje koristio sam FIR i IIR filtere.

# ZADATAK 1

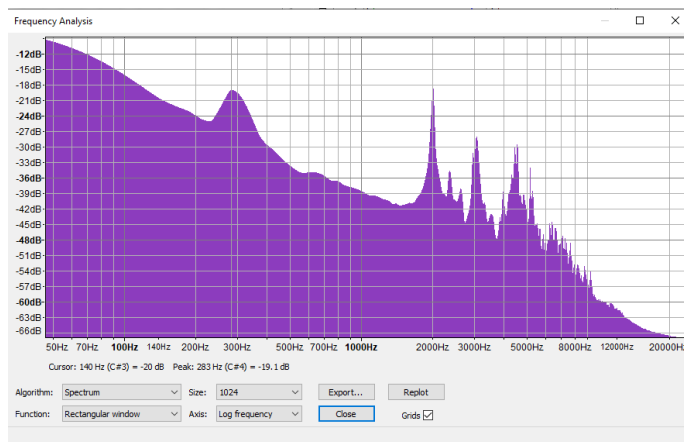
U ovom zadatku je bilo potrebno odrediti na kojim frekvencijama tj. na kojoj frekvenciji se nalazi željeni signal, kao i sinusni signal. To se moglo uraditi preslušavanjem početnog signala i analizom grafika pomoću Plot Spectrum-a. Ustanovio sam da se cvrkut ptica nalazio na frekvenciji koja je bila iznad 1800Hz, dok je sinusni signal bio na približno 2000Hz.

Kako bi se uklonio neželjeni signal zemljotresa, prepoznao sam da se početni signal mora pustiti kroz visokopropusni filter na 1800Hz.

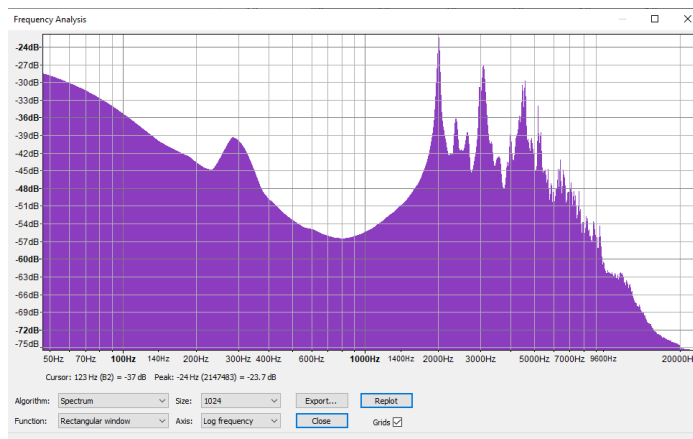
## ZADATAK 2

U drugom zadatku sam pomoću WinFilter alata generisao niz koeficijenata FIR filtera. Te koeficijente je bilo potrebno ubaciti u CCS okruženje gde se pomoću istog mogao raditi FIR filter. Kao osnovu ovog projekta sam koristio postavku sa vežbi.

Sledeći korak jeste bio ubaciti početni signal u ovo okruženje i koristiti funkciju `fir_circular`, čiji su parametri dati ulazni signal, niz koeficijenata koje sam prethodno ubacio u CCS, dužinu i history buffer-e. Nakon izvršene funkcije i uspešnog debugovanja dobio sam izlazni signal. Može se primetiti da su zvukovi ispod granice koje sam odredio oslabljeni. U nastavku su grafici Plot Spectruma koji to potvrđuju.



**Plot pre filtera**

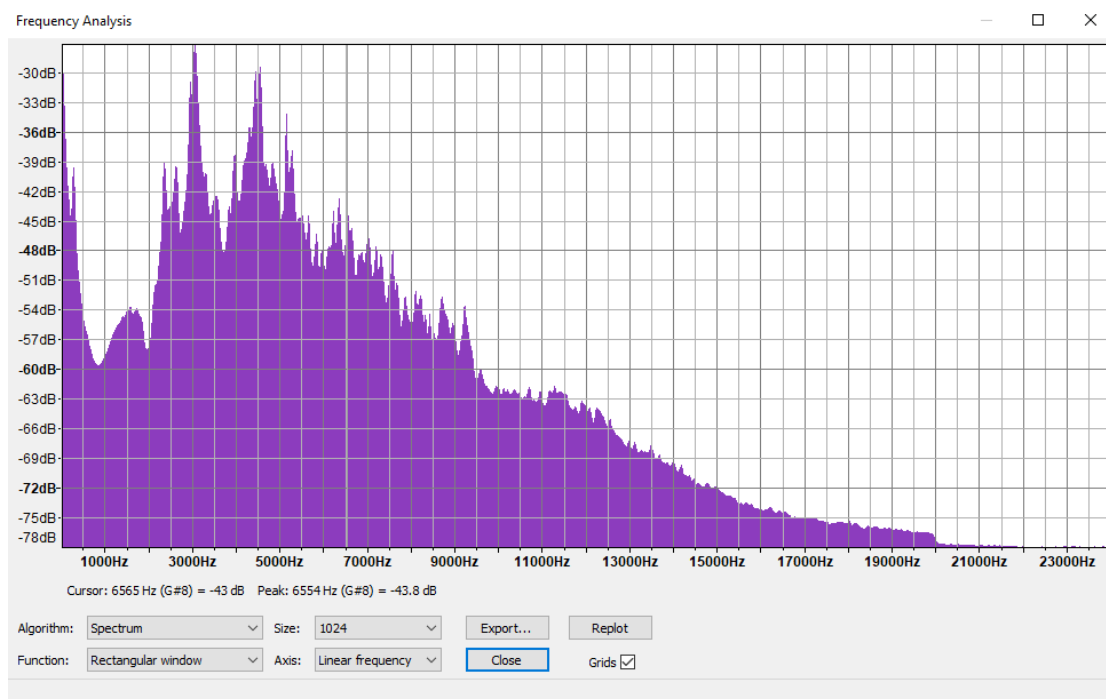


**Plot nakon filter**

## ZADATAK 3

Izlazni signal iz prethodnog zadatka nije uklonio sinusni signal. Zbog toga se morao iskoristiti IIR filter drugog reda (Notch filter). Da bi se ova funkcija realizovala morao se izračunati niz koeficijenata pomoću formule koja nam je data.

Notch filter je rađen na 2000Hz gde sam kao vrednost parametara  $r$  uzeo 0.95, a gde su nam ostali koeficijenti bili dati uz formulu. Iz sledećih grafika dobijenih pomoću Plot Spectruma vidimo da se na frekvenciji približno određenom sinusu vrednost signala znatno smanjila.

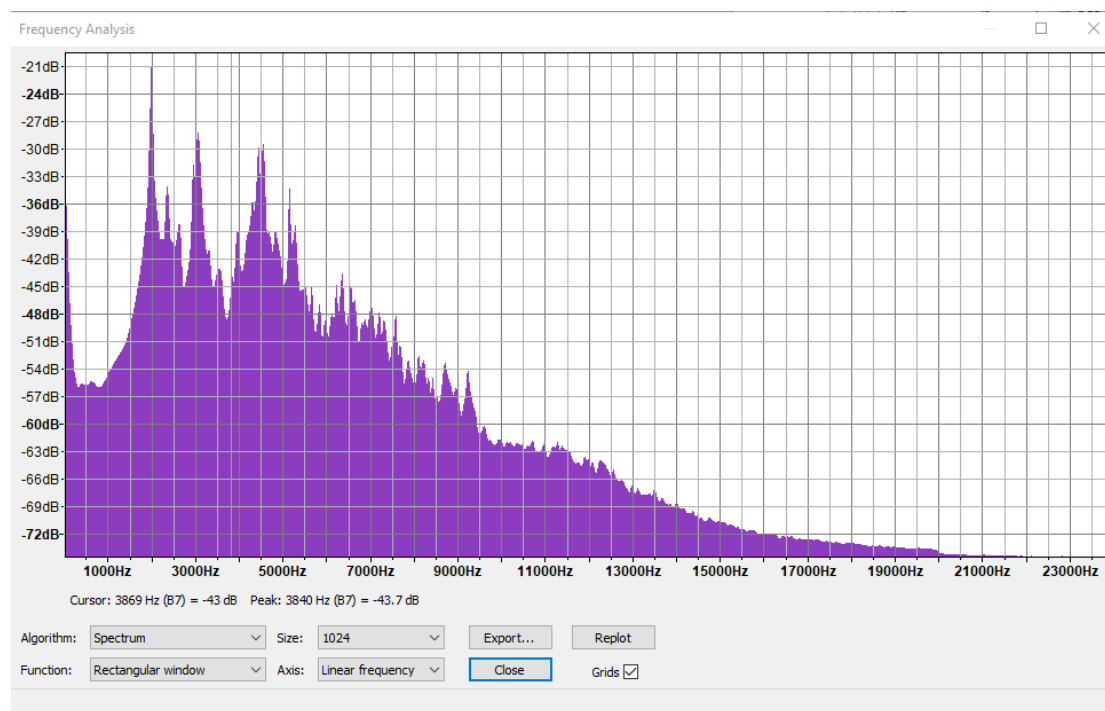


**Plot nakon IIR filtera**

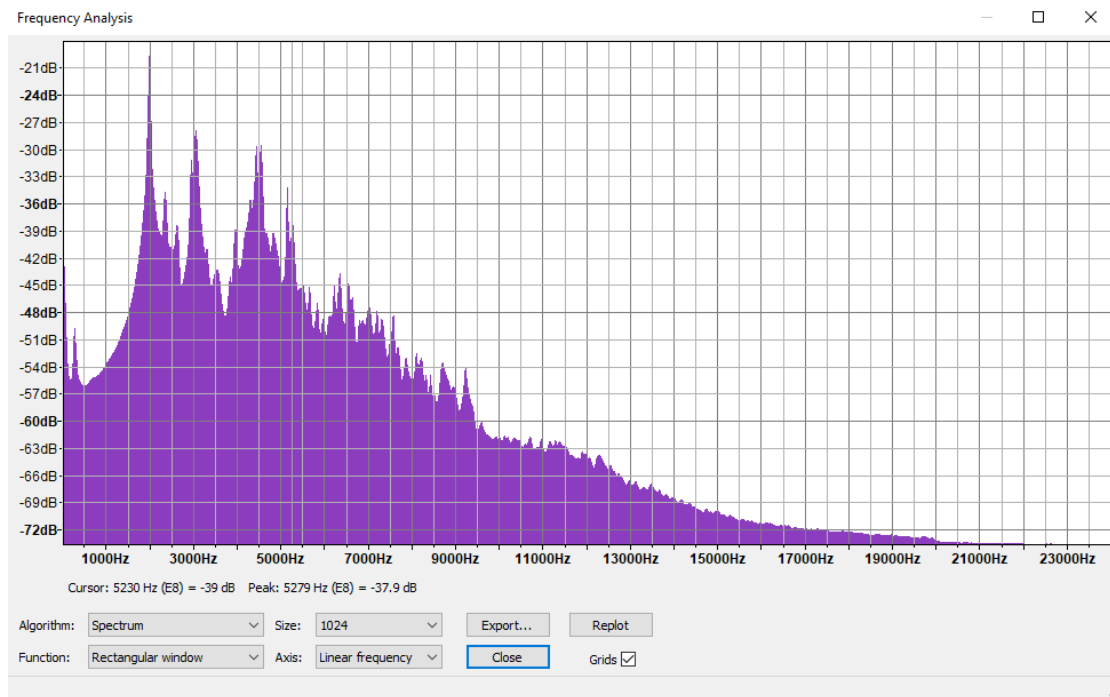
## ZADATAK 4

U četvrtom zadatku, kao u prethodna dva, bilo je potrebno implementirati FIR i IIR filtere. Razlika u korišćenju FIR filtera je bila što su korišćeni FIR 77. i 129. reda čije smo koeficijente generisali pomoću WinFilter alata, a razlika u korišćenju IIR filtera je ta što smo u ovom slučaju imali IIR 4. i 6. reda.

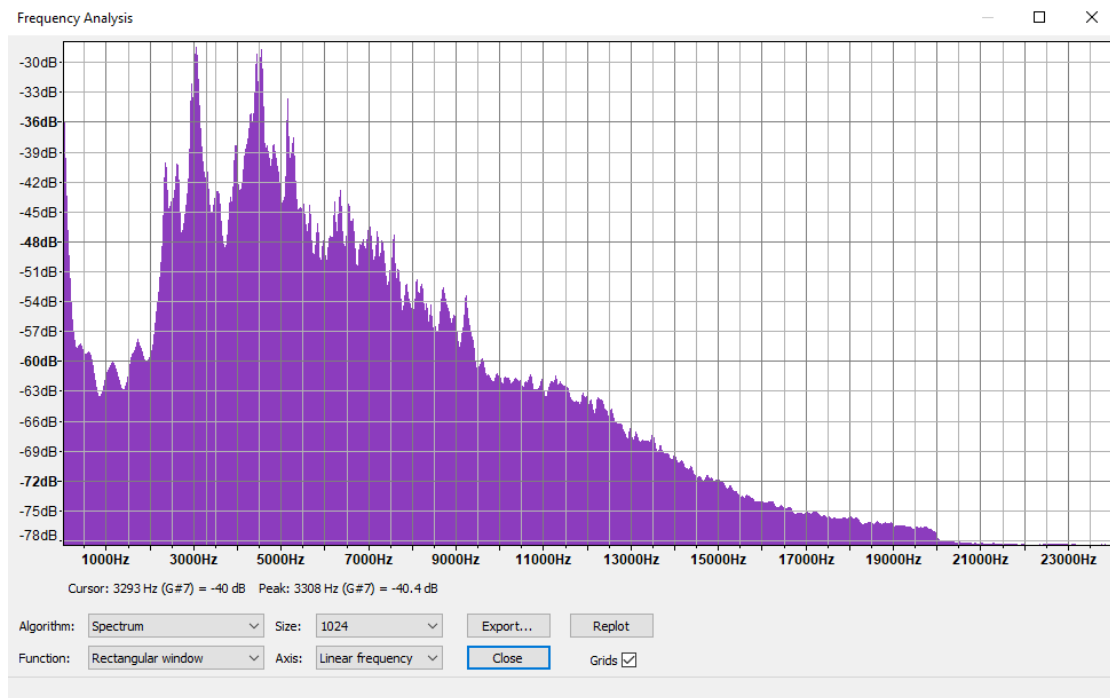
Koeficijenti IIR filtera su stavljani u matrice 2x6 za 4. red i 3x6 za 6. red. Korišćene su funkcije `fourth_order_IIR` i `sixth_order_IIR`, a kao parametri ovih funkcija su prosleđeni ulazni signali, niz prethodno implementiranih koeficijenata i history buffer-i.



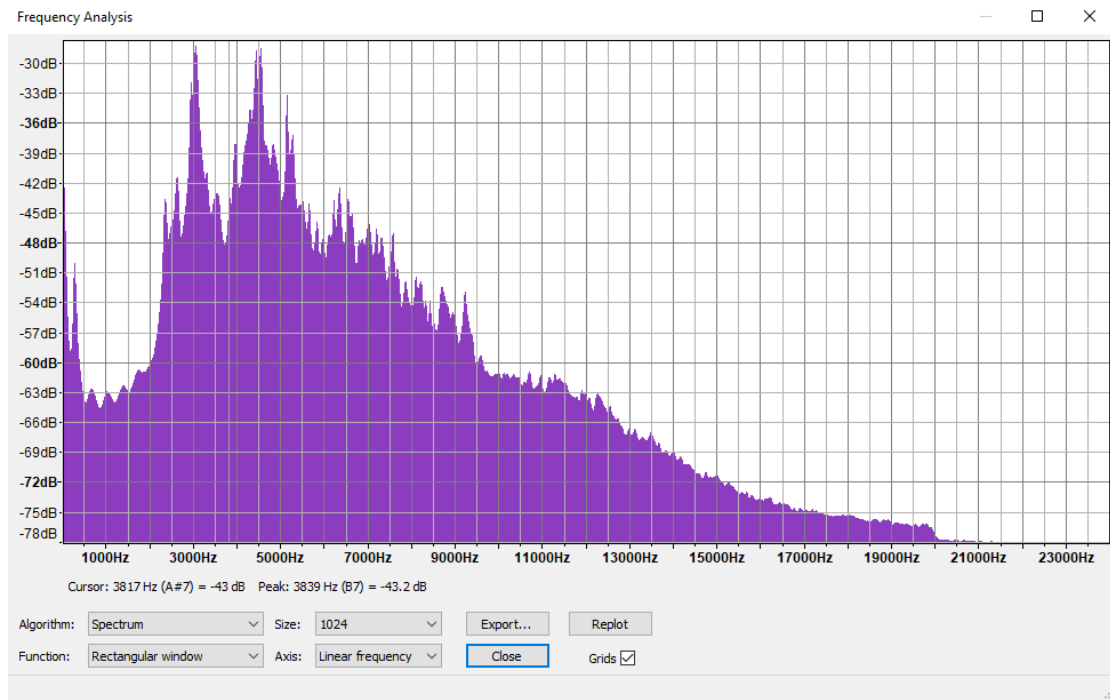
**Plot nakon FIR filtera 77. reda**



**Plot nakon FIR filtera 129. reda**



**Plot nakon IIR filtera 4. reda**



**Plot nakon IIR filtera 6. reda**



# ZAKLJUČAK

Izradom ovog projekta sam stekao veštine o konciznom i preciznom određivanju graničnih frekvencija kod zvučnih signala, korišćenju alata kao što su CCS, WinFilter i Audacity. Zaključio sam kako funkcioniše visokopropusni filter i filter za uklanjanje (potiskivanje) sinusnog signala pomoću Notch filtera sastojanog od 2., 4. i 6. reda. Takođe smo te obrađene signale mogli prikazati vizuelno pomoću alata za skiciranje grafika gde smo dodatno potvrdili promene.