

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GHEORGHE ASACHI” IAȘI
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
SPECIALIZAREA CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI
DISCIPLINA ACHIZIȚIA ȘI PRELUCRAREA DATELOR PROIECT**

ANALIZA ÎN DOMENIUL TIMP ȘI ÎN DOMENIUL FRECVENȚĂ A UNUI SEMNAL SONOR

**Băcălie Ioana-Roxana
Grupa 1308A**

Rezumat proiect

Programul dezvoltat citește, afișează și aplică transformări în domeniul timp și în domeniul frecvență a unui semnal sonor. Proiectul este împărțit în două panel-uri cu roluri diferite. Primul panel reprezintă grafic semnalul sonor primit și realizează filtrarea acestuia prin două tipuri de filtre, la alegere: filtru median și filtru de ordin I. Al doilea panel reprezintă grafic rezultatul filtrării, ferestruirii și spectrul semnalului sonor. Cele două panel-uri se interschimbă printr-un switch.

Cerințe

Etapa I:

- Afișarea semnalului achiziționat pe un control de tip Graph.
- Calcularea și afișarea următoarelor valori: min/max și indexul acestora, dispersia, media, mediana, numărul de treceri prin zero, histograma.
- Afișarea semnalului filtrat în domeniul timp (filtrare prin mediere și cu element de ordinul I).
- Afișarea anvelopei semnalului pe același control Graph deja utilizat

Etapa II:

- Reprezentarea spectrului pe o anumită fereastră de timp
- Utilizarea a două tipuri de ferestre și două tipuri de filtre pentru procesarea semnalului
- Reprezentarea semnalului și spectrului înainte și după filtrare

Fișierul utilizat

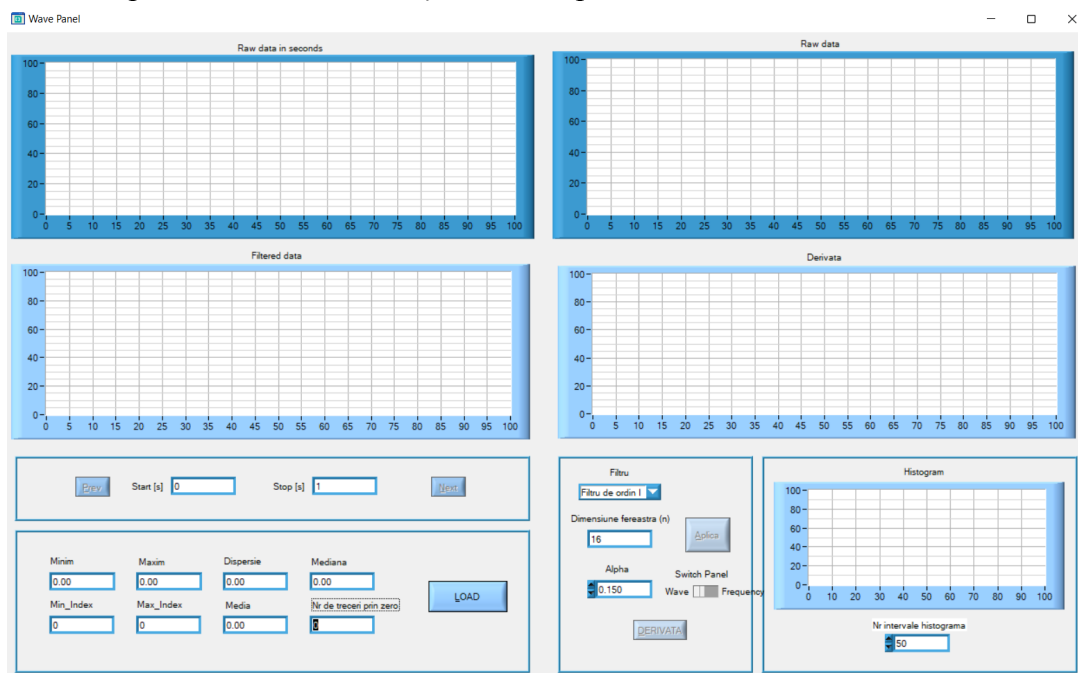
Înregistrarea se numește 21.wav și are o durată totală de 6 secunde. Numărul de puncte din semnal, frecvența de eșantionare și vectorul ce conține informațiile semnalului sunt extrase printr-un script python.

Mediul de dezvoltare

Proiectul este realizat cu ajutorul LabWindows CVI 2020.

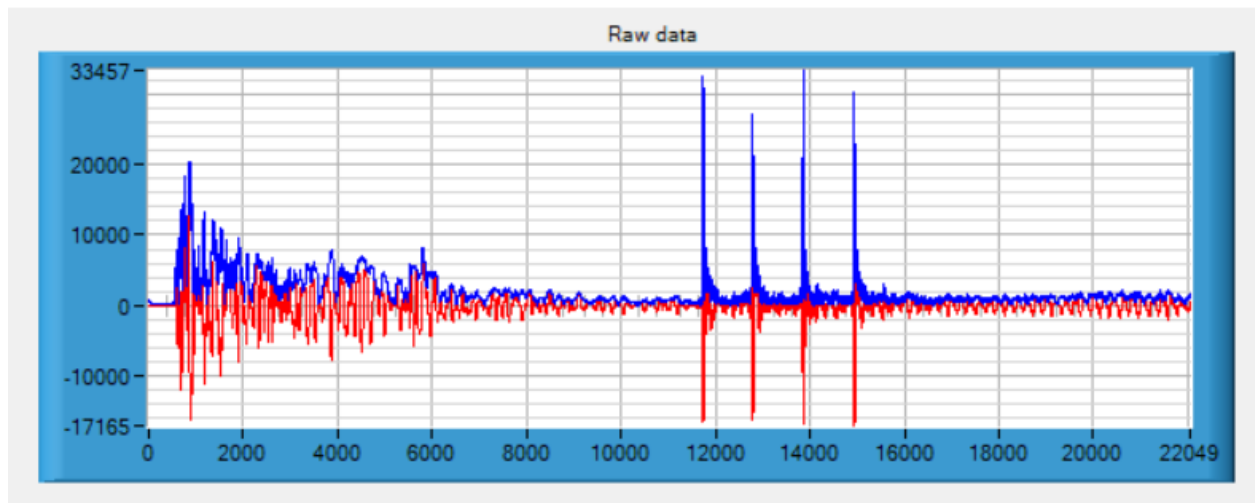
Etapa I - Analiza în domeniul timp

Panel-ul folosit pentru rezolvarea cerințelor din etapa I arată în felul următor.

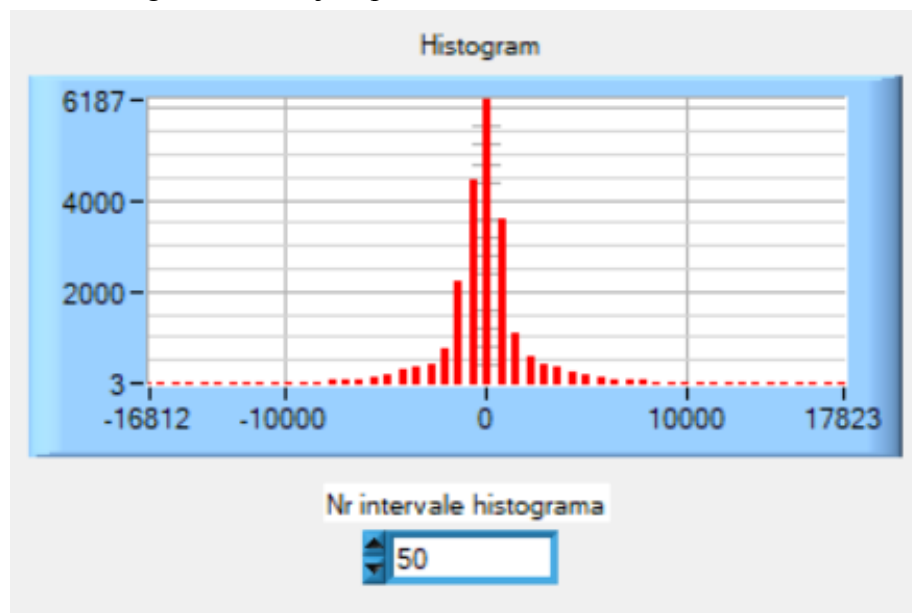


La apăsarea butonului Load, se încarcă semnalul audio inițial, precum și histograma care îi corespunde. Numărul de intervale pentru histogramă poate fi selectat prin intermediul unui control numeric de pe interfață.

În imaginea de mai jos, este reprezentat grafic semnalului sonor cu roșu, iar anvelopa acestuia este reprezentată cu albastru. Pentru calcularea anvelopei s-a utilizat o secvență python.



Pentru calculul histogrammei s-a utilizat funcția Histogram. Histograma pentru semnalul sonor este reprezentată în imaginea de mai jos, pentru 50 de intervale:

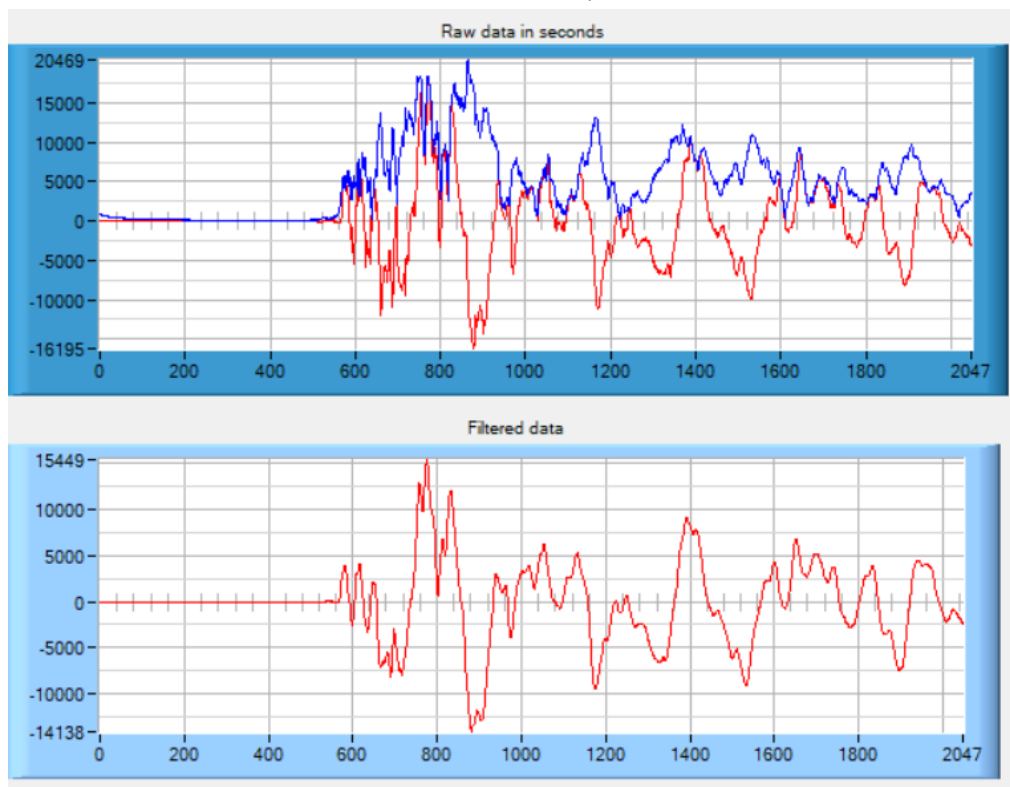


Am calculat minimul, maximum, dispersia, mediana, media și numărul de treceri prin zero pentru semnalul achiziționat.

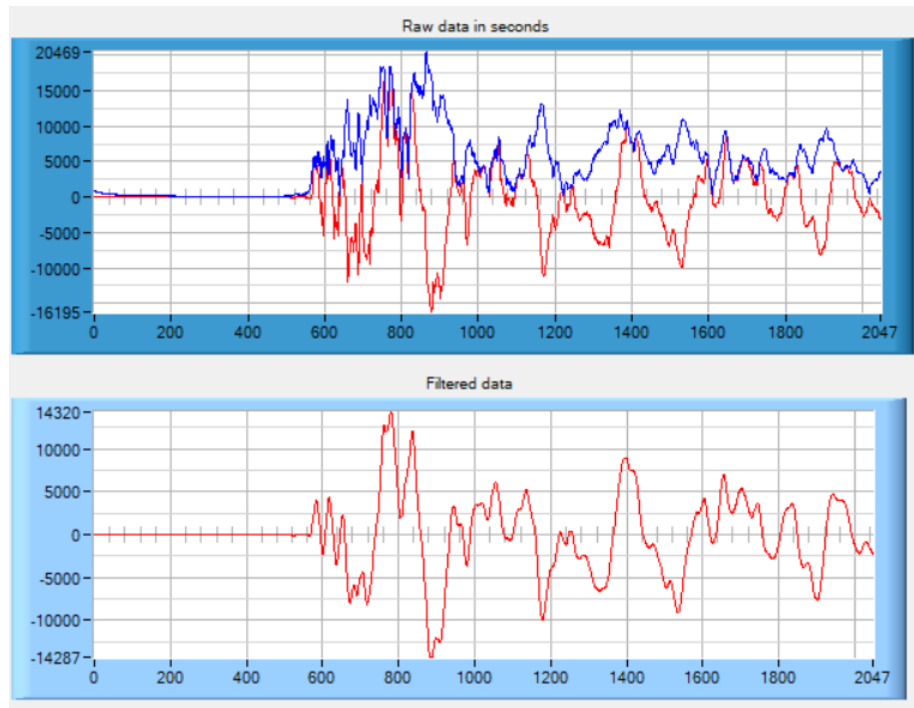
Minim	Maxim	Dispersie	Mediana
-17165.00	18176.00	-34.96	8.50
Min_Index	Max_Index	Media	Nr de treceri prin zero
14938	771	-5.36	824

După ce este apăsat butonul *Load*, devine activ și butonul *Aplica*, la a cărei apăsare se aplică un filtru. Filtrele care pot fi aplicate sunt filtrul de mediere și filtrul de ordin I. Tipul filtrului se selectează printr-un control de pe interfață. Semnalul filtrat este afișat pe câte o secundă, utilizatorul apăsând butoanele *Next* și *Prev* pentru a alege intervalul dorit. Aceste butoane devin active doar după apăsarea butonului *Aplică*. Dimensiunea ferestrei pentru filtrul de mediere și valoarea lui alpha pentru filtrul de ordin I sunt selectate de pe interfață prin controale numerice. Dimensiunea ferestrei poate fi egală cu 16 sau 32, în timp ce alpha poate lua valori între 0 și 1.

În ambele imagini de mai jos, cu albastru este reprezentată anvelopa semnalului.
Rezultatul aplicării filtrului de ordin I între secunda 0 și secunda 1 este următorul:

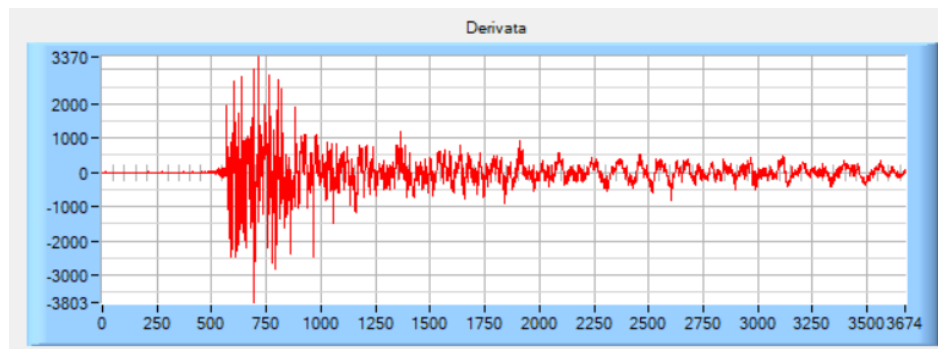


Rezultatul aplicării filtrului de mediere între secunda 0 și secunda 1 pentru dimensiunea 16 este următorul:



Atunci când se încearcă apăsarea butonului Prev la secunda 0 sau apăsarea butonului Next la secunda 6 nu produce niciun efect, deoarece se poate naviga doar între secunde 0 și 6.

La apăsarea butonul *Derivata* se calculează derivata semnalului, pentru intervalul de secunde selectat. Reprezentarea grafică a rezultatului derivării pentru secunde 0-1 este următorul:

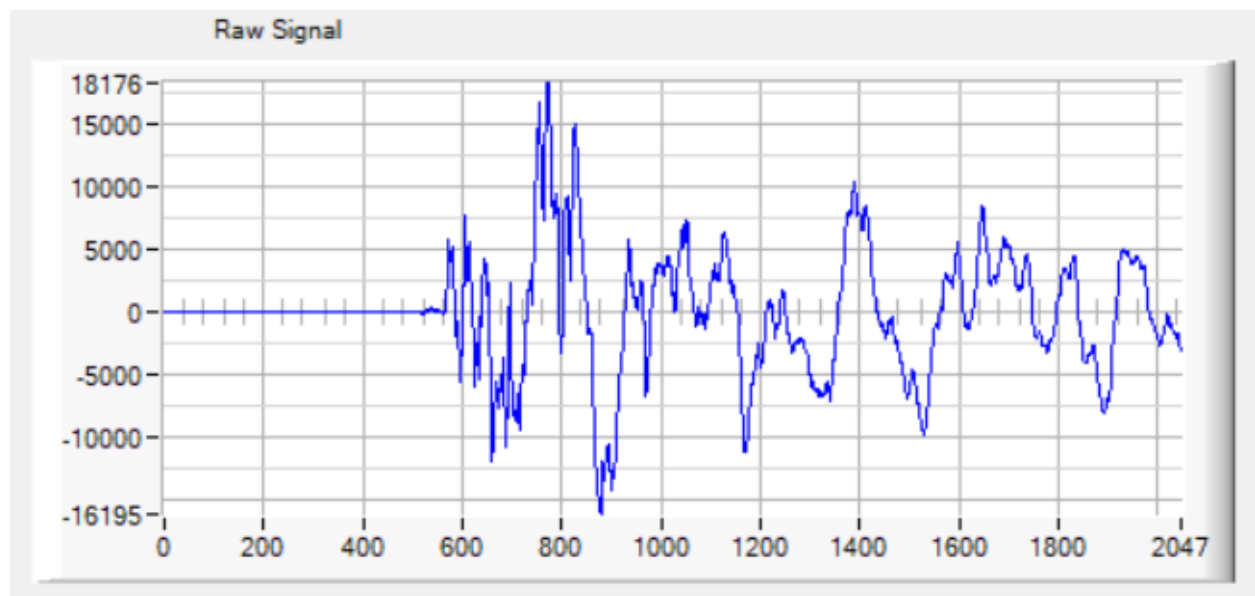


Etapa II - Analiza în domeniul frecvență

Cu ajutorul switch-ului *Switch Panel* se poate trece din primul panel în al doilea.

În cel de-al doilea panou se regăsește reprezentarea semnalului inițial, împreună cu semnalul ferestruit și spectrul, apoi semnalul filtrat, semnalul filtrat și ferestruit și spectrul corespunzător. Numărul de puncte este selectat prin intermediul unui control numeric și este egal cu 2048, 4096 etc. De asemenea, Frequency Peak și Power Peak sunt afișate pe ecran.

Reprezentarea semnalului inițial pentru un număr de 2048 de puncte este următorul:

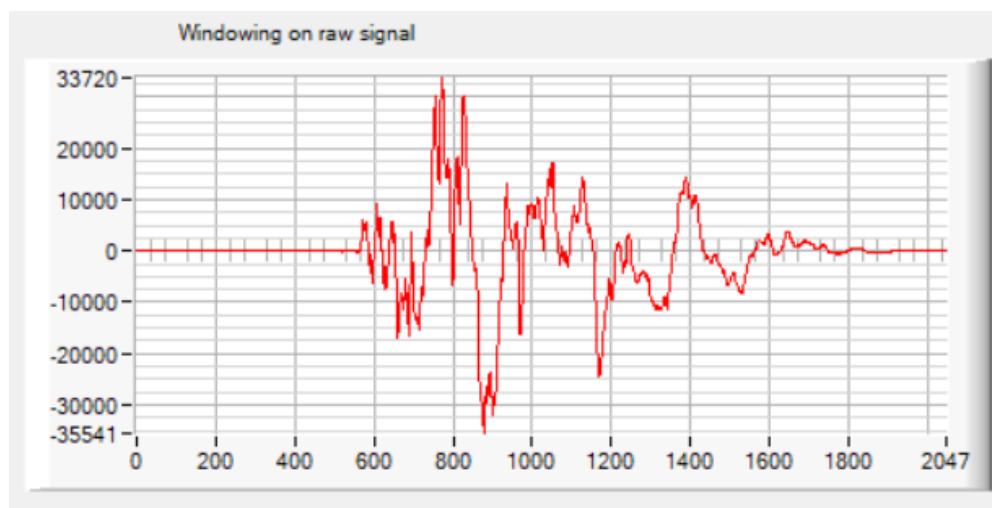


Cele două ferestre aplicate sunt Blackman și FlatTop, care sunt selectate prin intermediul unui switch.

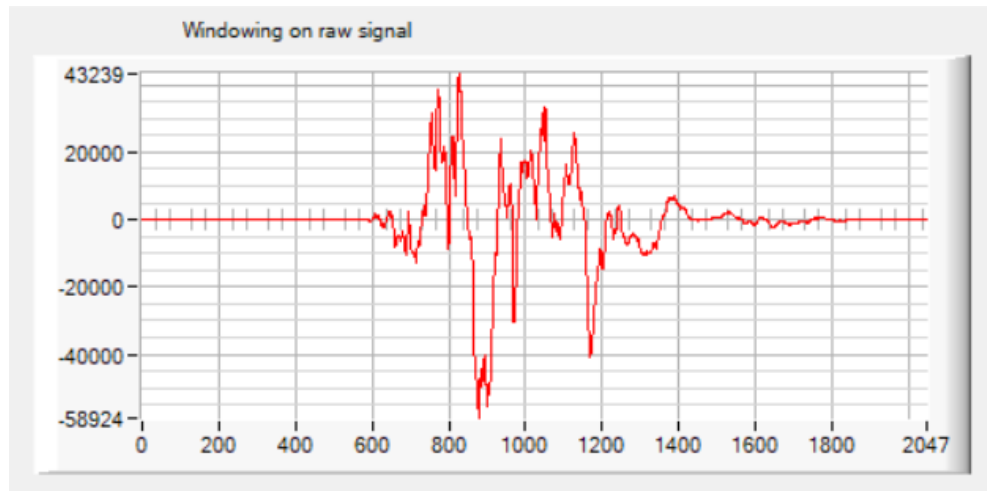
Fereastra Blackman se obține din familia de ferestre în cosinus ridicat, ca ferestrele Hamming și Hanning prin adăugarea unui termen suplimentar față de fereastra Hamming care conduce la lărgirea și mai mult a lobul principal.

Ferestrele Flat Top au o ondulație foarte scăzută a benzii de trecere ($< 0,01$ dB) și sunt utilizate în principal în scopuri de calibrare.

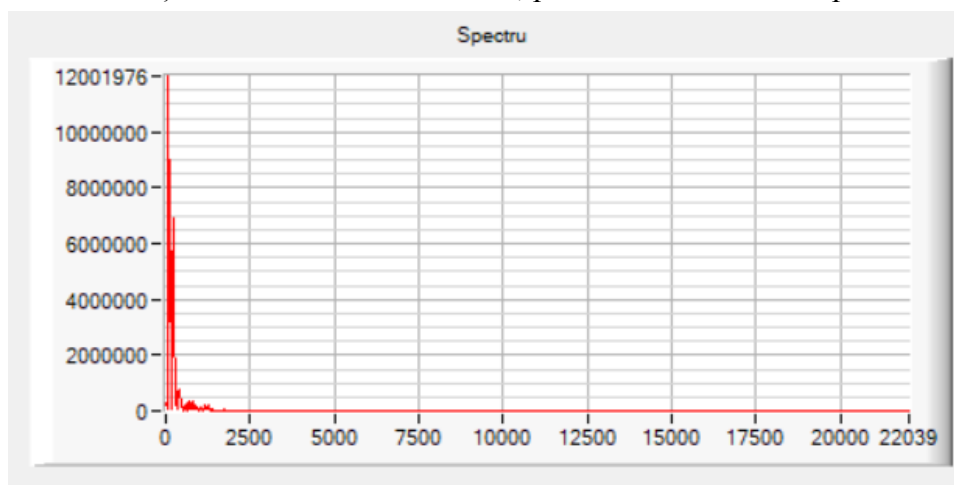
Reprezentarea semnalului inițial ferestruit cu fereastra Blackman, pentru un număr de 2048 de puncte este următoarea:



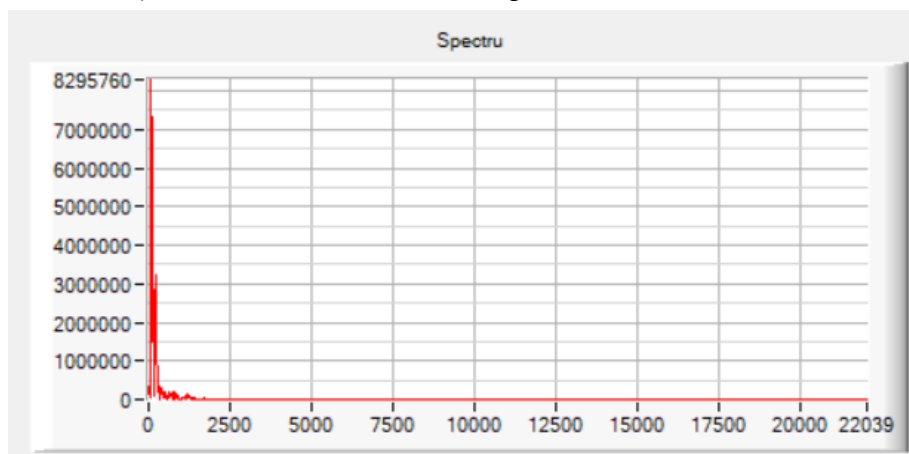
Reprezentarea semnalului inițial ferestruit cu fereastra FlatTop, pentru un număr de 2048 de puncte este următoarea:



Spectrul semnalului inițial ferestruit este următorul, pentru fereastra Flat Top:



Spectrul semnalului inițial ferestruit este următorul, pentru fereastra Blackman:

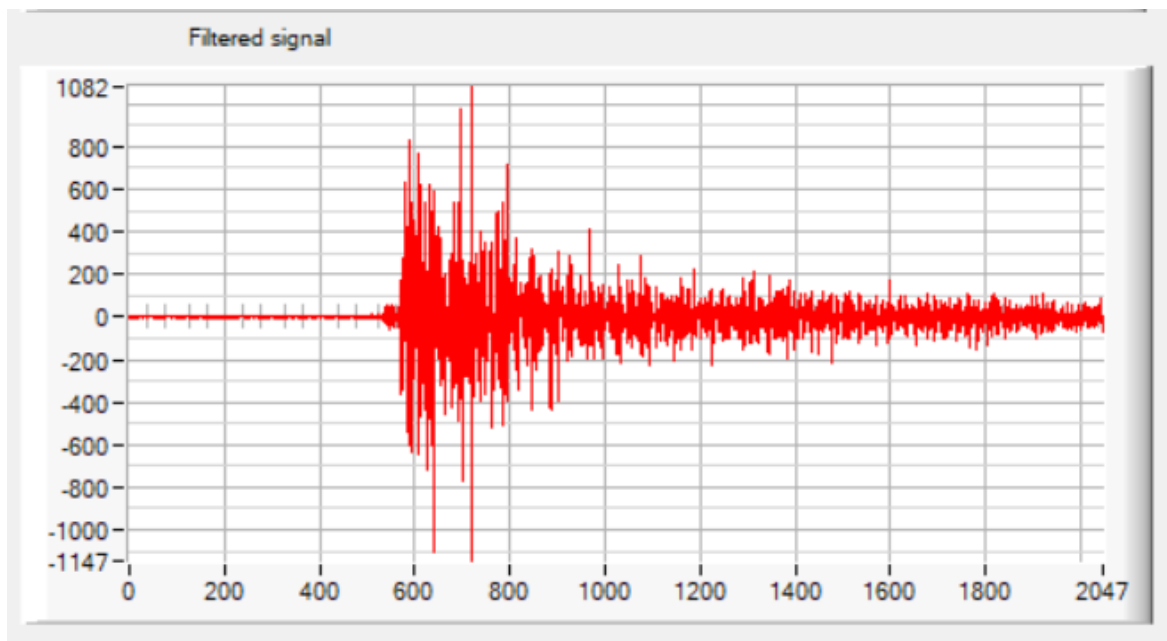


Apoi, aplicăm unul din cele două filtre selectate printr-un switch: Bessel trece bandă pentru 2/4-3/4 din spectru sau EquiRpl_BPF.

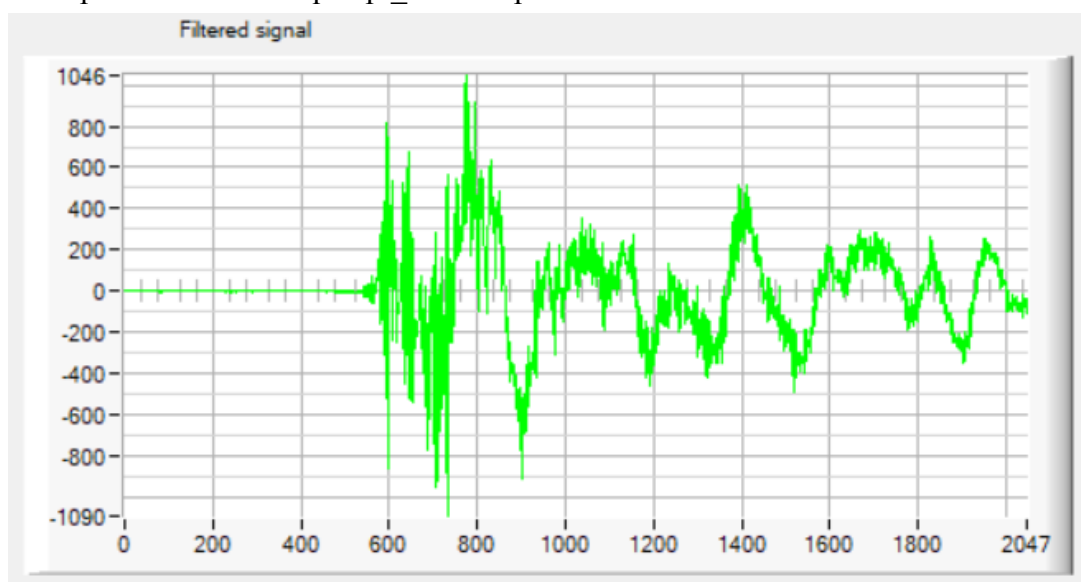
Filtrul Bessel este un filtru foarte asemănător cu cel Gaussian, chiar tinde spre aceeași formă. Acesta păstrează forma de undă a semnalelor filtrate în banda de trecere.

Filtrul EquiRipple_BPF este un caz simplificat al funcției EquiRipple, generând doar coeficienții de filtru.

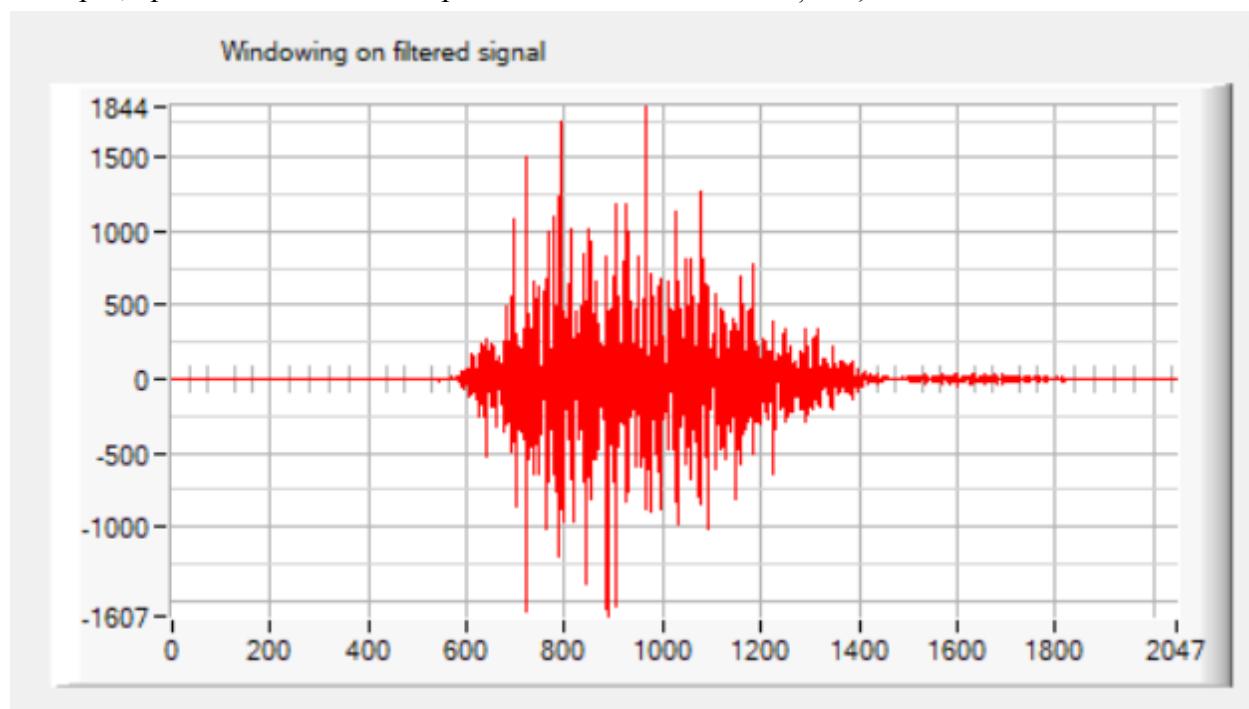
Rezultatul aplicării filtrului Bessel asupra semnalului este următorul:



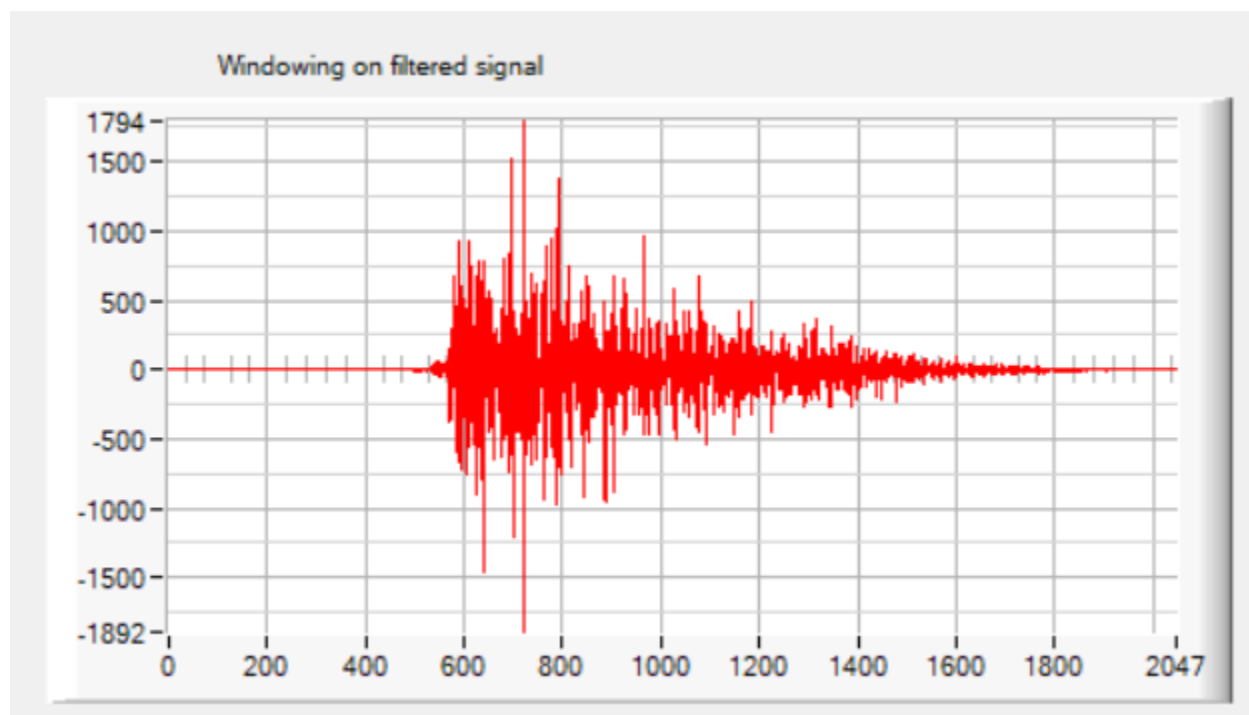
Rezultatul aplicării filtrului EquiRpl_BPF asupra semnalului este următorul:



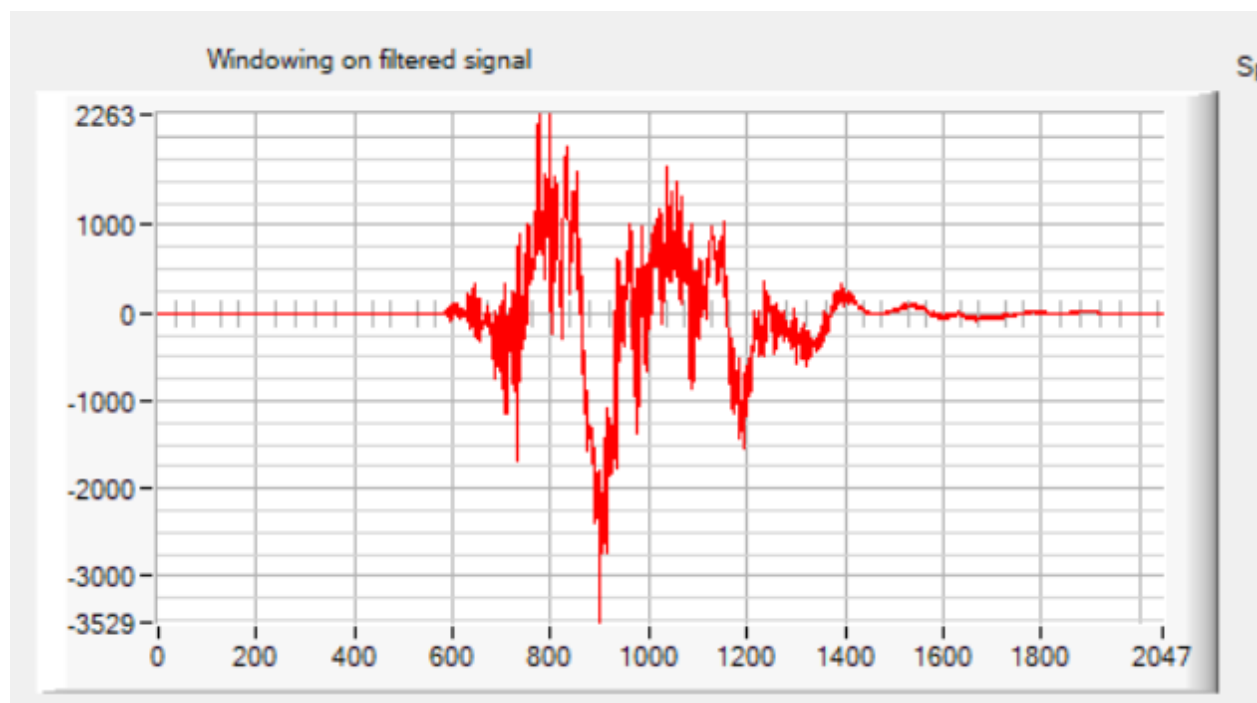
Mai apoi, aplicăm ferestruirea asupra acestor semnale filtrate și obținem următoarele rezultate:



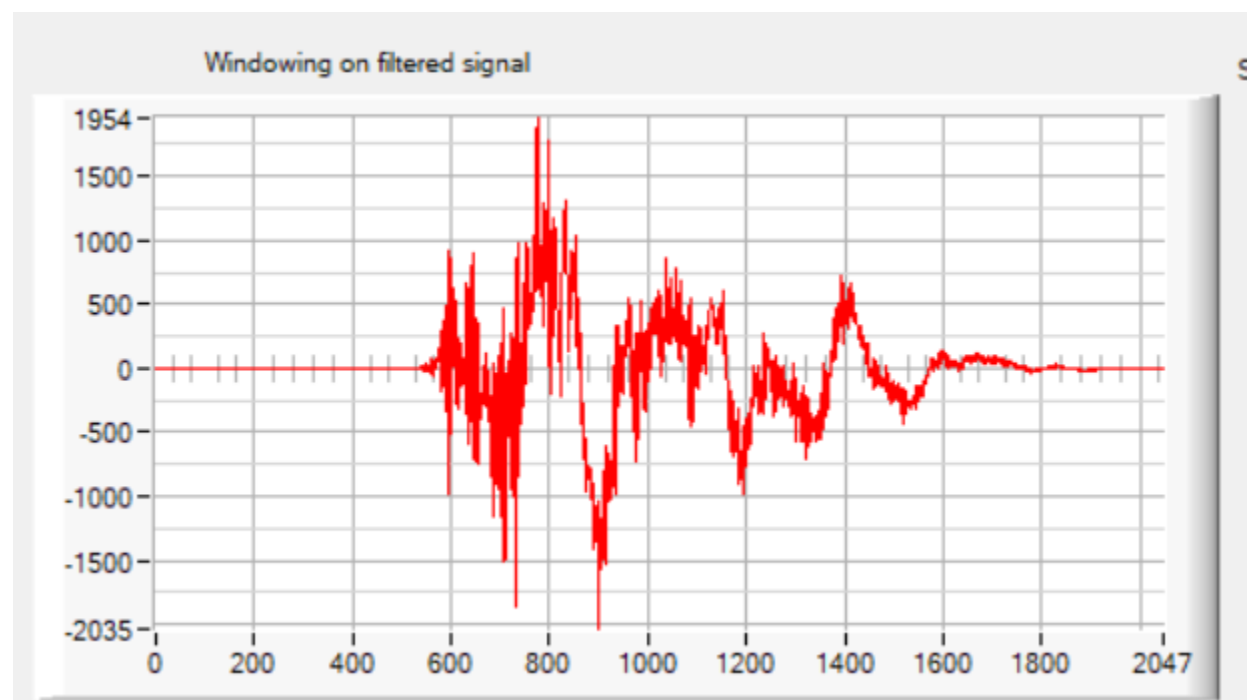
Bessel Flat Top



Bessel Blackman

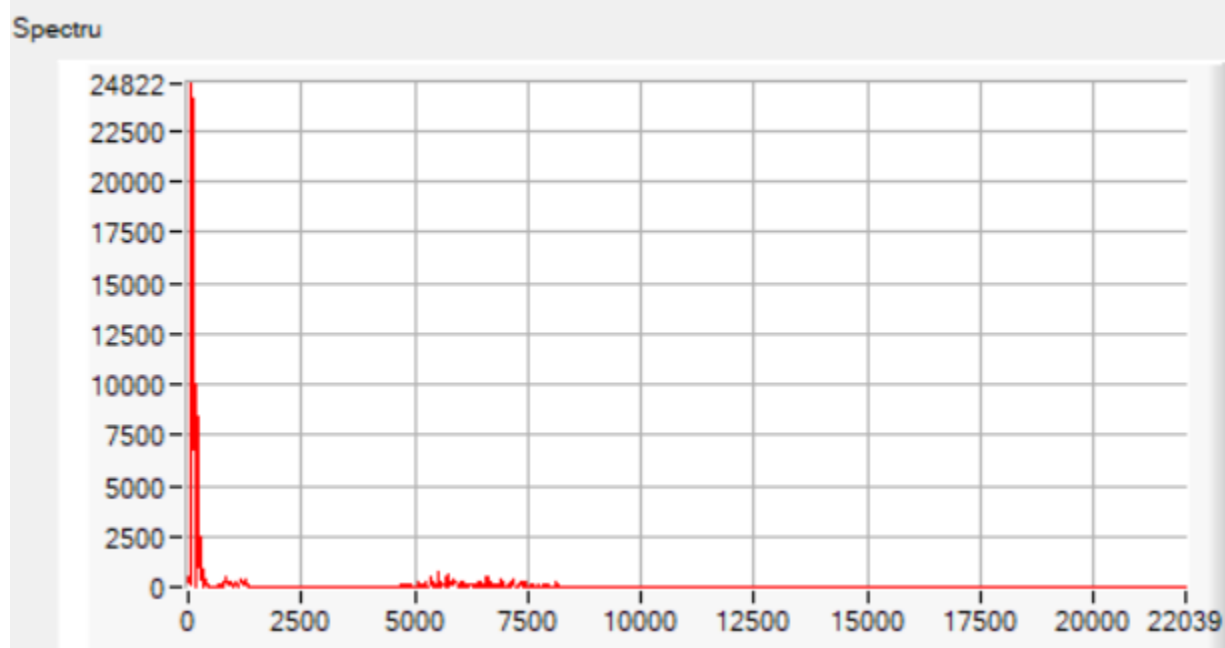


EquiRpl Flat Top

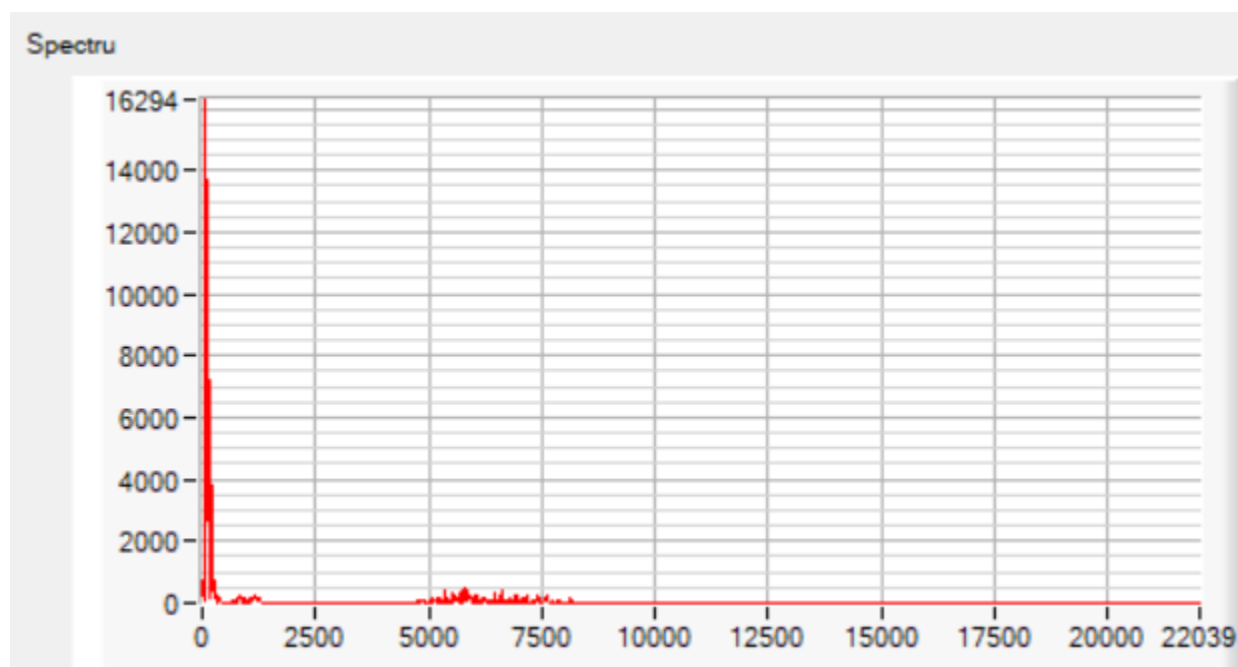


EquiRpl Blackman

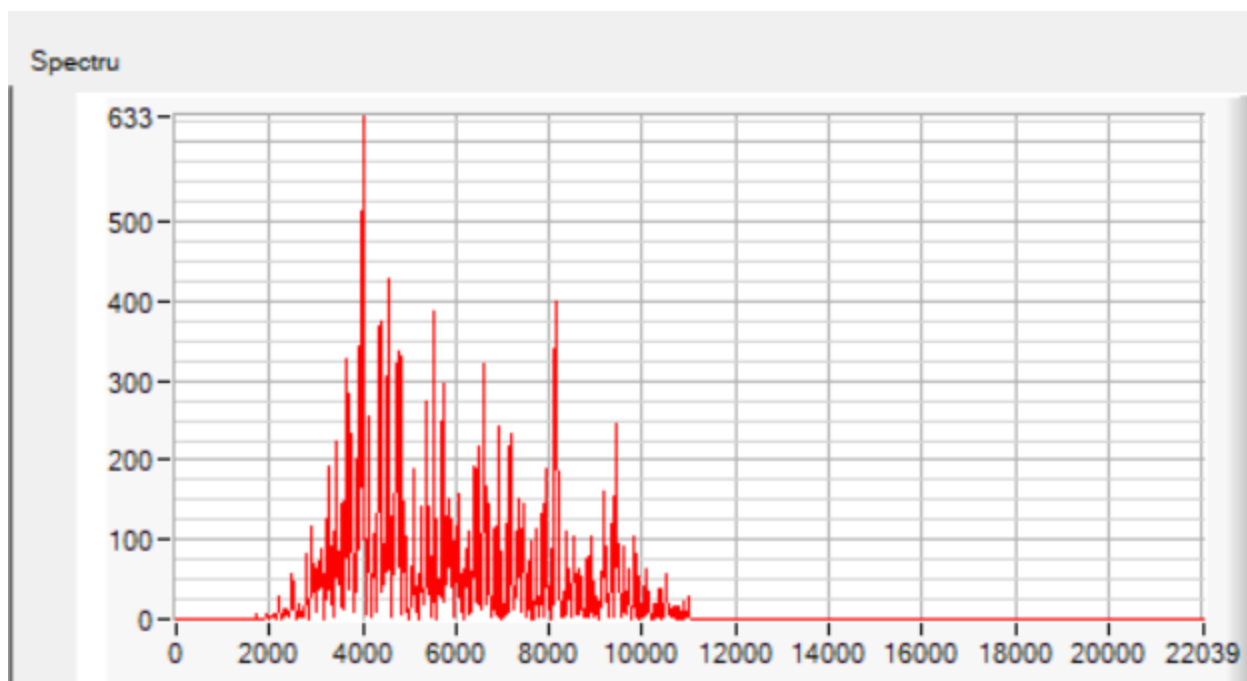
Spectrul este calculat pentru semnalul filtrat ferestruit și reprezentările grafice sunt următoarele:



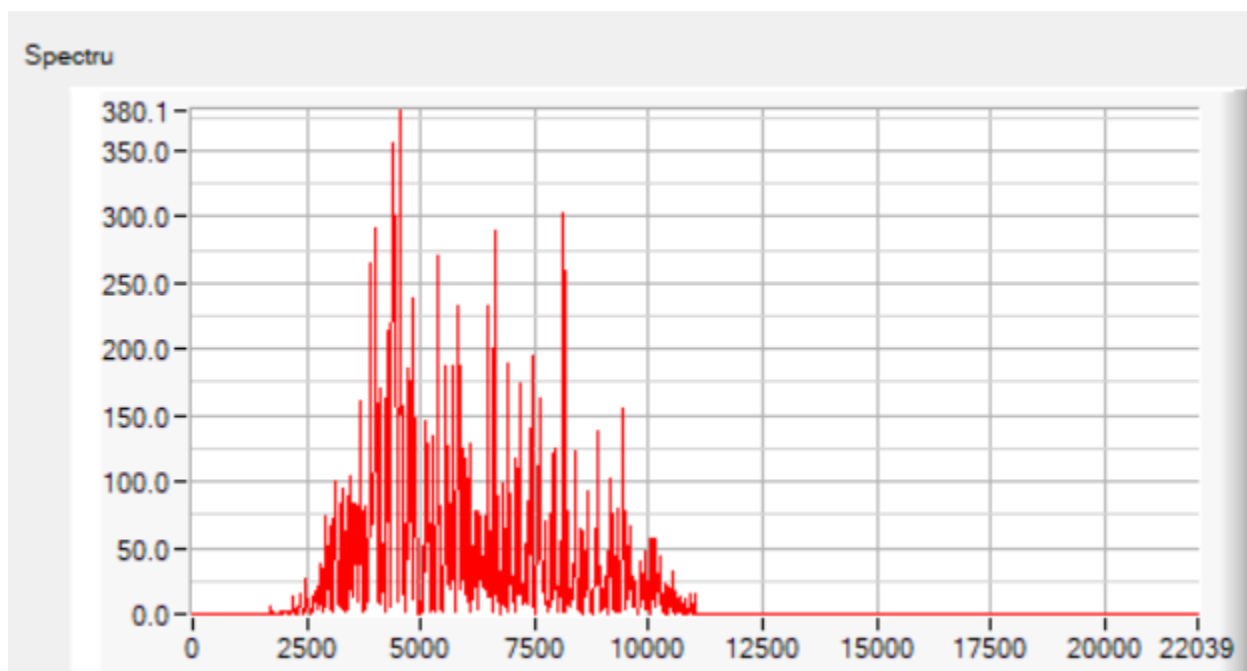
Spectru EquiRpl Flat Top



Spectru EquiRpl Blackman



Spectru Bessel Flat Top



Spectru Bessel Blackman