



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GH ASACHI” IAȘI**  
**FACULTATEA AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE**  
**SPECIALIZAREA CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA**  
**INFORMAȚIEI**

**DISCIPLINA: ACHIZIȚIA ȘI PRELUCRAREA DATELOR -**  
**PROIECT**

# **Analiza unui semnal sonor în timp și frecvență**

**Student,**

**Agapie Oana**

**Grupa 1306A**

**Coordonator,**

**Prof. Ungureanu Florina**

**Iași, 2023**

## ***Descrierea proiectului***

Acest proiect isi propune analiza datelor dintr-un semnal audio atat in domeniul timp cat si in domeniul frecventa.

Analiza in domeniul timp consta in calcularea valorilor de minim, maxim, medie, indexul minim, cat si maxim, dispersie, medie, numar de esantioane si totalul de zero-crossing. Analiza in domeniul timp presupune totodata si filtrarea semnalului prin mediere(pe 32, 16 sau 8 elemente) si filtru de ordin I cu  $\alpha$  cuprins in intervalul (0,1), aplicarea derivatei, dar si a anvelopei semnalului initial.

Analiza in domeniul frecventa presupune aplicarea a doua filtre: FIR Ksr\_HPFF si Chebyshev invers (II) trece sus de grad 6 cu  $f_{cut}=650$  Hz, a doua ferestre: Hanning si Hamming si a reprezentarii spectrului atat pentru semnalul initial, cat si pentru cel rezultat in urma filtrarii si ferestruirii.

## ***Cerintele proiectului***

Se cere analiza fişierului „11.wav” în timp şi în frecventa. Pentru determinarea eşantioanelor se va folosi un script python ce va crea doua fişiere: unul cu frecventa de eşantionare si numărul de eşantioane, celălalt conţine eşantioanele semnalului.

### **Etapa I**

Prima etapa incepe prin incarcarea fisierului si determinarea numarului de esantioane pentru care se va folosi un script python ce va genera doua fisiere: unul ce va contine frecventa de esantionare si numarul de esantionare si cel de-al doilea contine esantioanele semnalului. Esantioanele determinate vor fi afisate pe un control tip Graph si cu ajutorul lor vor fi determinate maximul, minimul, indexul maxim si minim, media, dispersia, mediana, nuamrul de treceri prin zero si histograma semnalului. In domeniul timp se va realiza diltrarea semnalului prin doua modalitati: filtarea prin mediere(pe 32, 16 sau 8 elemente) si filtrarea cu element de ordin I. Deasemenea pe graficul cu semnalul initial va fi afisata si anvelopa semnalului, iar pe graficul ce contine filtrarea se va adauga si derivata semnalului. Exista posibilitatea vizualizarii semnalului pe tot intervalul, dar si pe secunde(atat filtrarile, cat si anvelopa si derivata). Interfata va mai contine un buton ce va permite salvarea imaginilor din ambele grafuri.

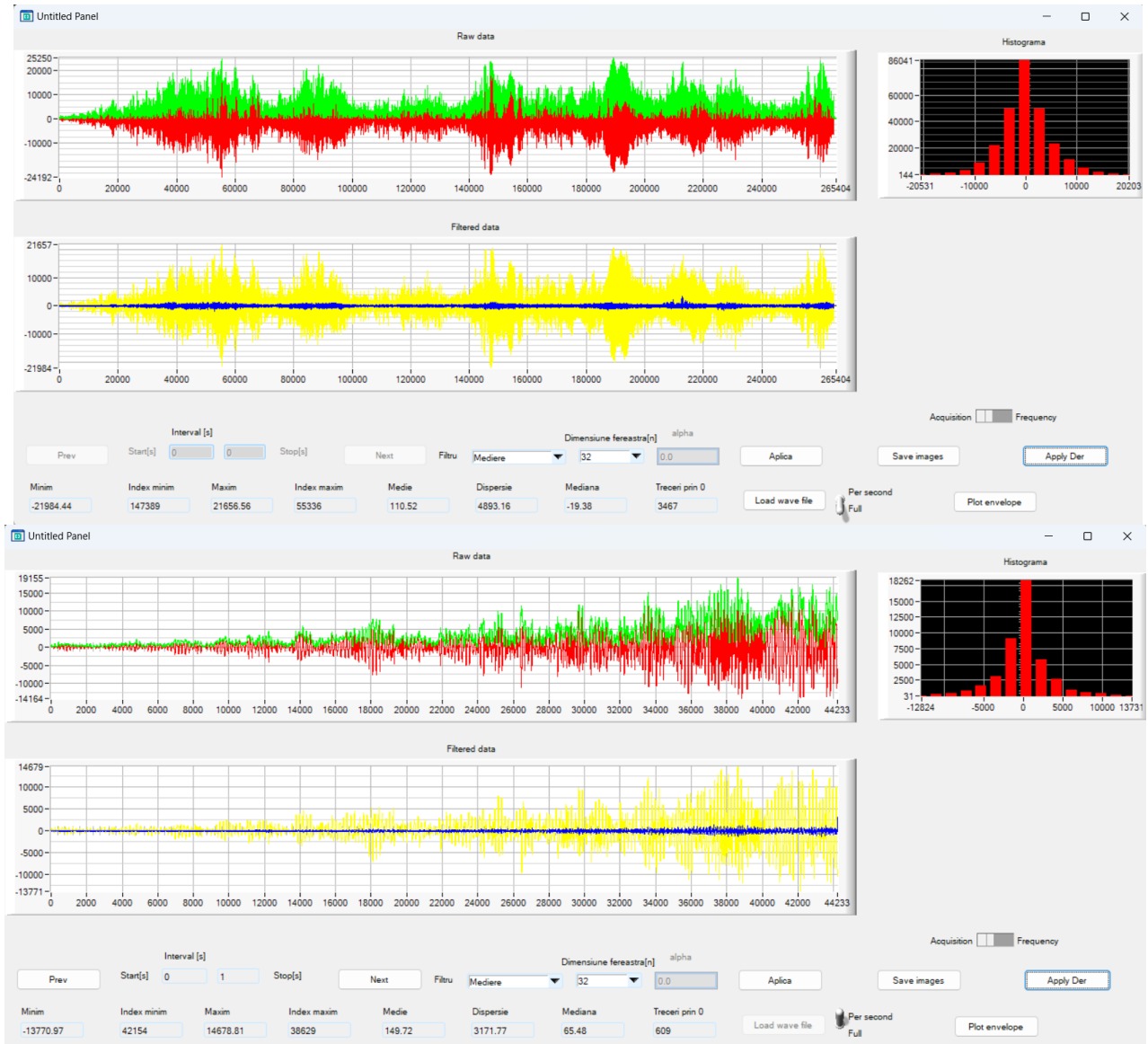
### **Etapa 2**

Se doreste adaugarea unui control tip Switch ce va face comutarea intre panel-ul curent si cel ce urmeaza a fi folosit in etapa a doua. In aceasta etapa se urmareste vizualizarea spectrului semnalului initial cat si cel al semnalului rezultat in urma aplicarii unuia dintre filtrele: FIR KSR\_HPFF si Chebyshev invers( II) trece sus si a uneia dintre ferestrele: Hamming si Hanning. Exista posibilitatea salvarii graficelor obtinute, ca imagini jpg.

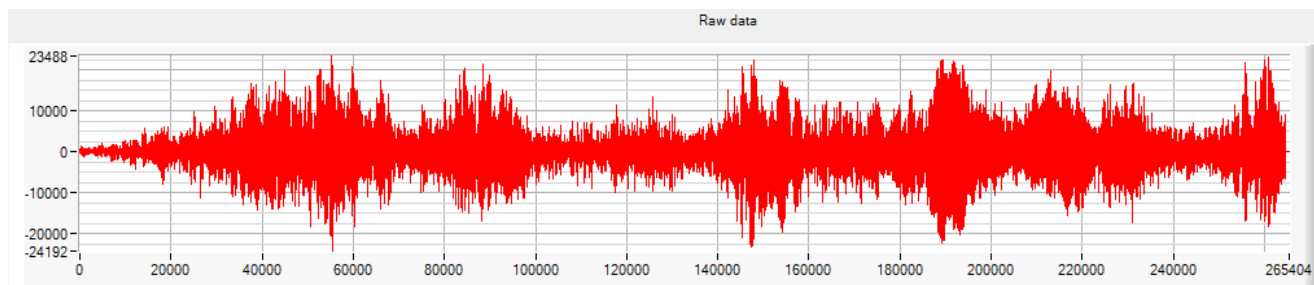
## ***Medii de dezvoltare şi fişiere utilizate***

În realizarea proiectului a fost folosit, majoritar, mediul de dezvoltare LabWindows/CVI 2020 (mediul de programare ANSI C pentru testare și dezvoltare dezvoltat de National Instruments), însă pentru generarea informațiilor referitoare la semnalul audio s-a folosit Python 3.8 cu bibliotecile Numpy și SciPy.

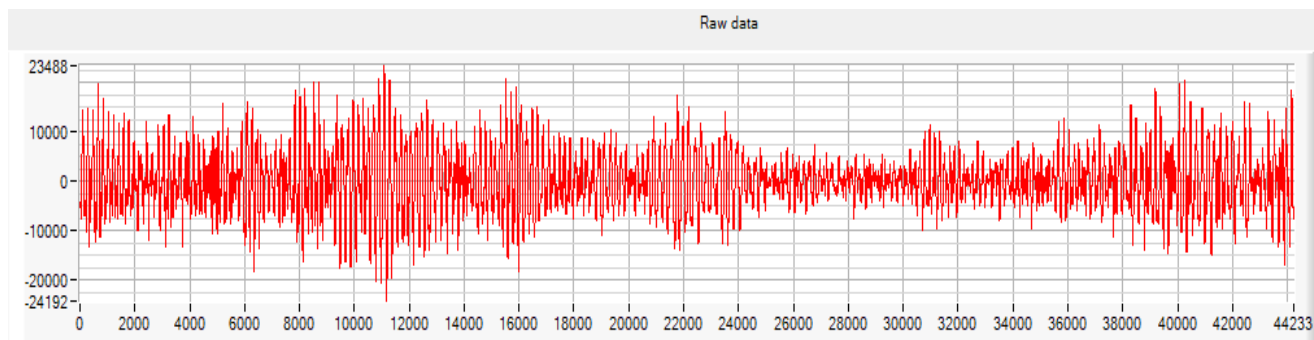
## *Etapa 1: analiza în domeniul timp*



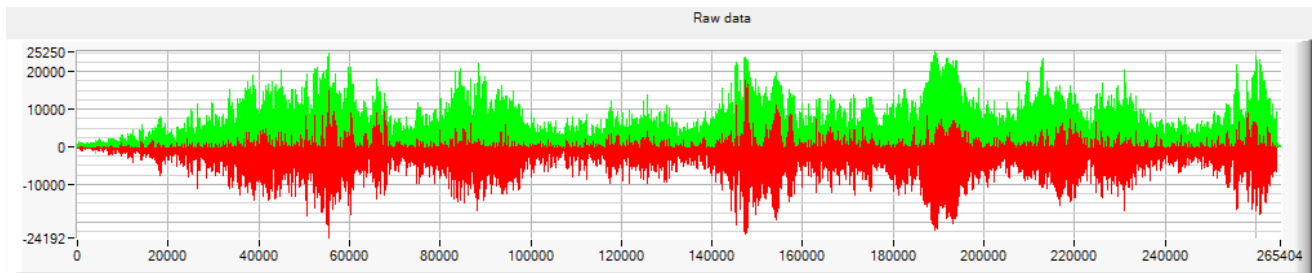
Prima parte a analizei în domeniul timp presupune evaluarea maximului, minimului, mediei, a mediei, dispersiei, Indexului maxim, minim, frecvenței de esantionare, numărului de esantioane și al trecerilor prin zero și afișarea Histogramei. S-a realizat de asemenea sectionarea pe secunde a semnalului, dând posibilitatea vizualizării fiecărei secunde în parte și a parametrelor pentru aceasta.



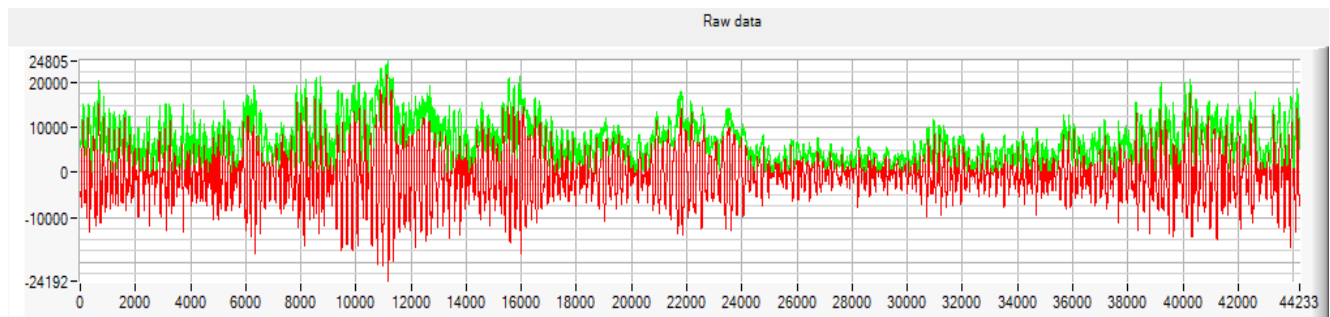
*Fig1. Reprezentarea semnalului initial*



*Fig2. Reprezentarea semnalului initial pentru secunda 1-2*



*Fig3. Anvelopa semnalului suprapusa peste semnal*

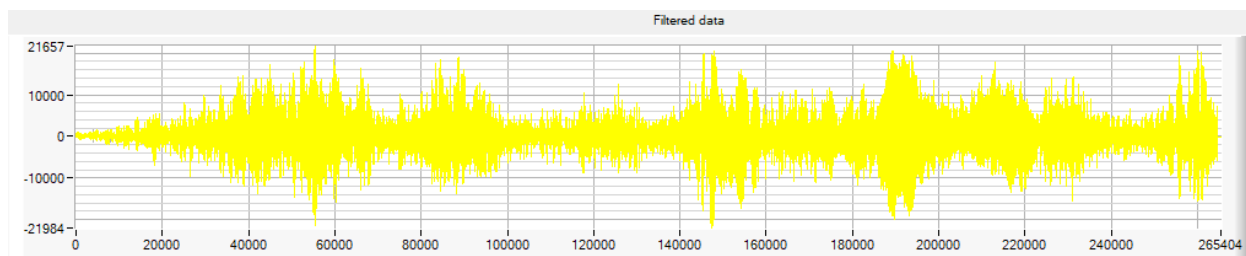


*Fig4. Anvelopa semnalului suprapusa peste semnal pentru secunda 1-2*

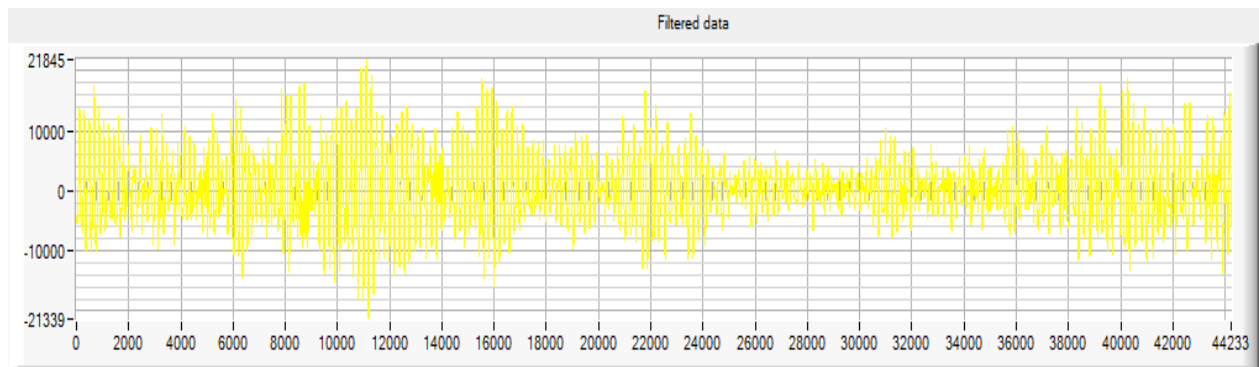
S-au realizat doua tipuri de filtrari in domeniul timp: filtrare prin mediere(pe 32, 16 sau 8 elemente) cu un numar de elemente preluat din interfata si filtrare cu element de ordin 1 cu alpha cuprins intre (0,1) selectat deasemenea dintr-un control de pe interfata.

### **Filtrarea prin mediere**

Pentru mediere s-a parcurs vectorul pe intreaga lui dimensiune, am ales ca primele elemente sa ramana cele nefiltrate, acestea fiind doar copiate, pentru restul elementelor s-a calculat media pe grupuri de dimensiunea ferestrei, fiecare element rezultand a fi media dintre el si urmatoarele “dimensiune fereastră” elemente.



*Fig5. Semnalul filtrat prin mediere pe 32 de eşantioane*



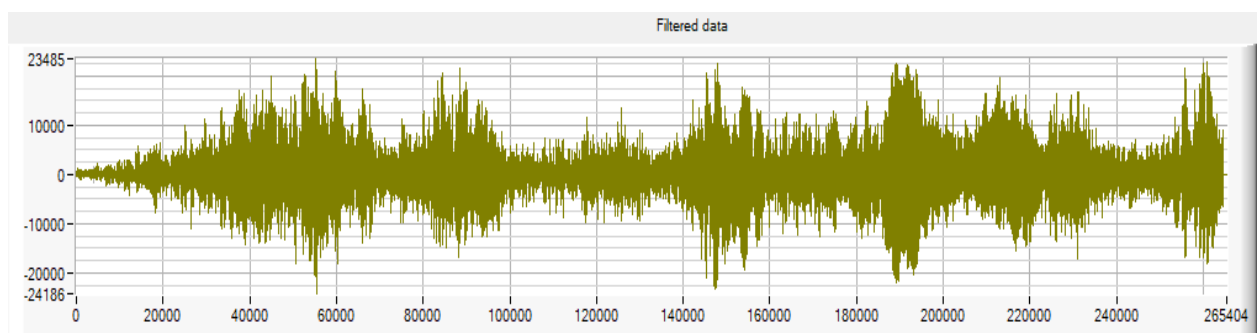
*Fig6. Semnalul filtrat prin mediere pe 32 de eșantioane pentru secunda 1-2*

### **Filtrarea cu element de ordin I**

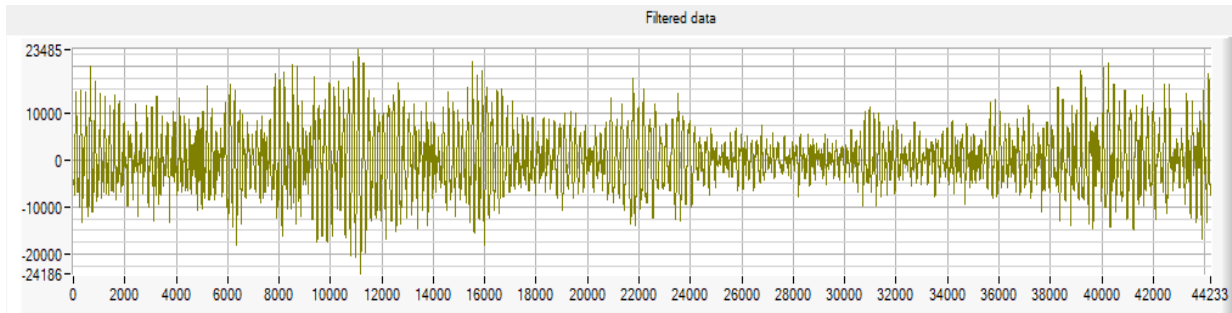
conform relației:  $\text{filt}[i] = (1 - \alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$

signal -este vectorul care contine valorile semnalului audio

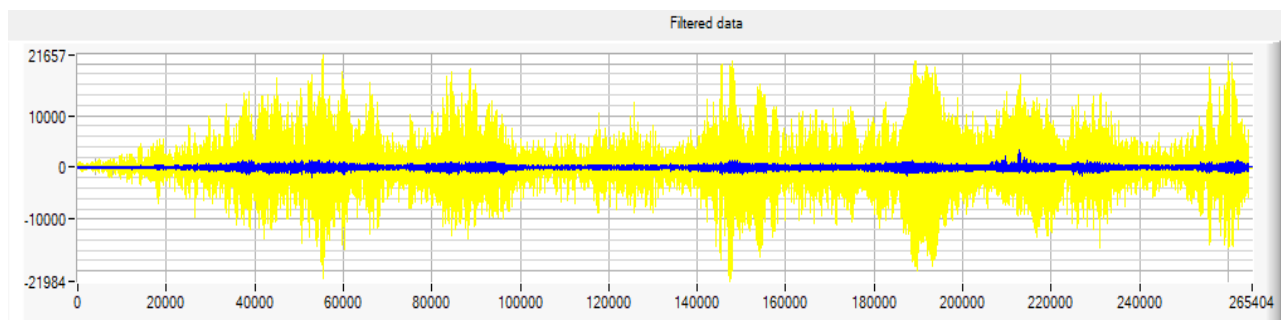
filt- sunt valorile filtrate.



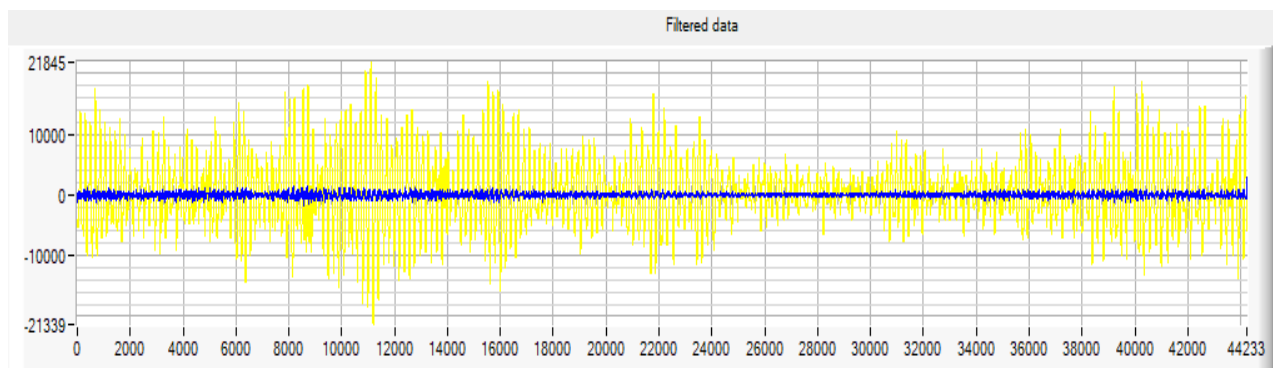
*Fig7. Semnalul filtrat cu element de ordin I,  $\alpha = 0.9$*



*Fig8. Semnalul filtrat cu element de ordin I,  $\alpha = 0.9$  pentru secunda 1-2*



*Fig9. Derivata semnalului initial suprapusa peste filtrare*



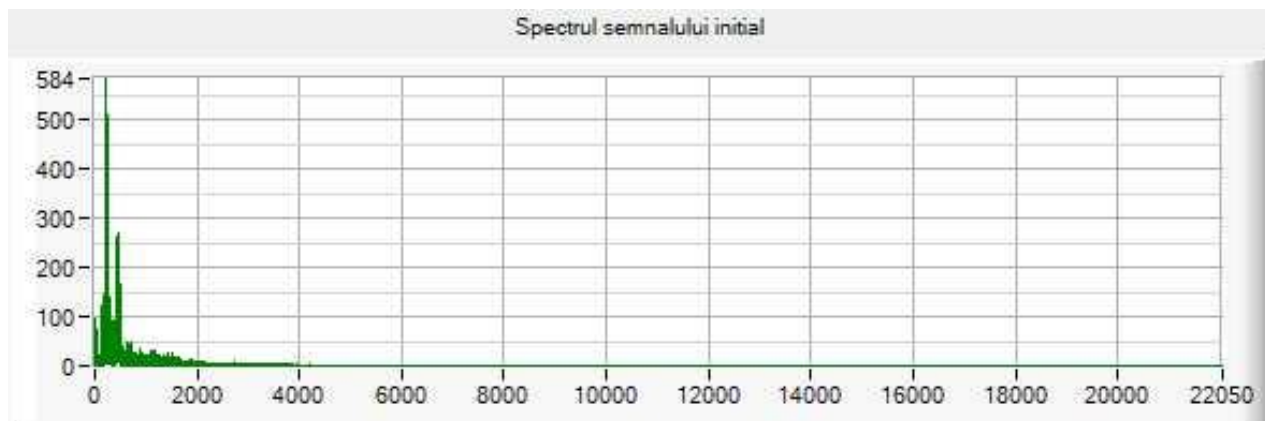
*Fig10. Derivata semnalului pentru secunda 1-2 suprapusa peste filtrare*

## ***Etapă 2: analiza în domeniul frecvențelor***

Am realizat afisarea analizei in trei moduri: pentru numarul de puncte ( $N=2048$  sau  $4096$  sau  $8192$  sau  $16384$ ), pentru semnalul sectionat pe secunde si pentru intregul semnal.

Prima parte are în vedere determinarea spectrului semnalului achiziționat cu ajutorul funcțiilor CVI *ScaledWindowEx*, *AutoPowerSpectrum*, *PowerFrequencyEstimate* și *SpectrumUnitConversion*.





*Fig11. Spectru semnal inițial*

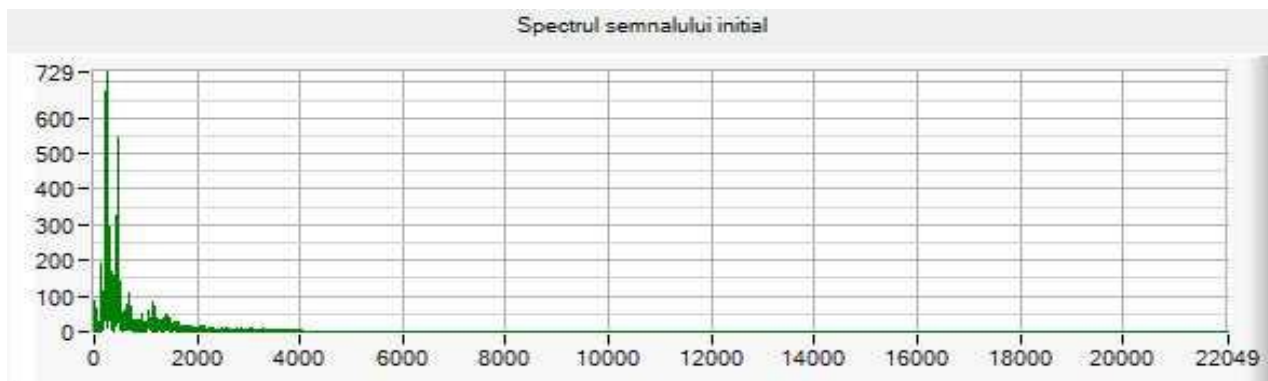


Fig12. Spectru semnal inițial pe secunda 0-1

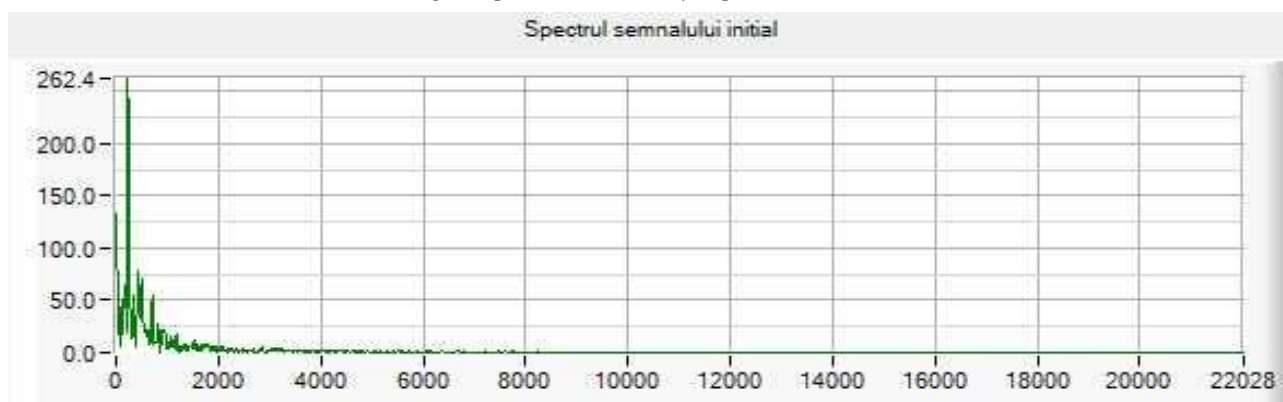


Fig13. Spectru semnal inițial pe 2049, fereastra 1

## Filtru Chebyshev II, trece sus de ordin 6

Cunoscute și sub denumirea de filtre inverse Chebyshev, tipul de filtru Chebyshev de tip II este mai puțin obișnuit deoarece nu se derulează la fel de repede ca tipul I și necesită mai multe componente.

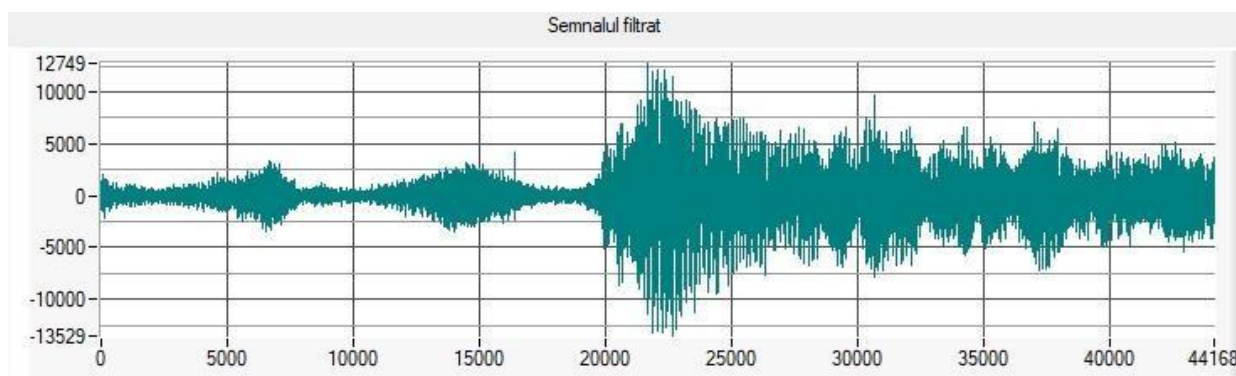
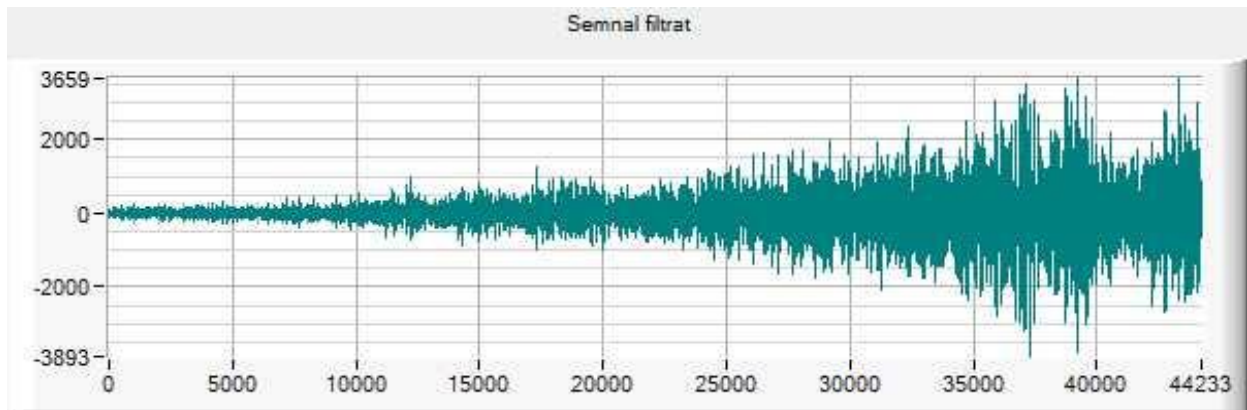
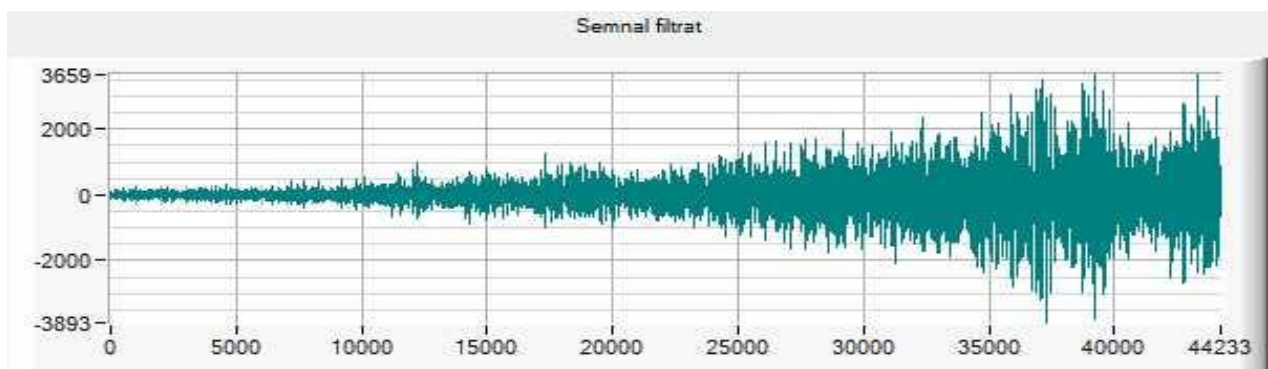


Fig14. Semnal full filtrat cu Chebyshev II

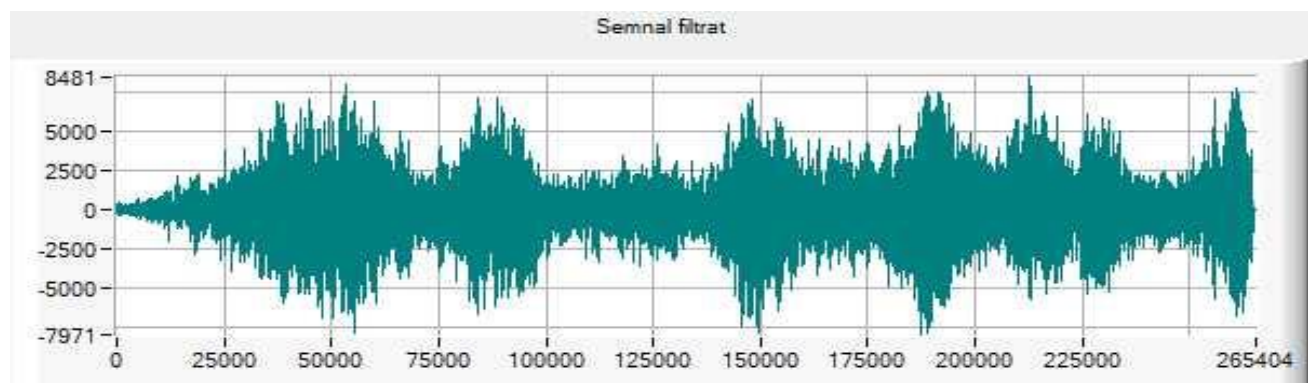


*Fig15. Secunda 0-1 a semnalului filtrat cu Chebyshev II*



*Fig16. Fereastra 1(de 2048 de puncte) a semnalului filtrat cu Chebyshev II*

## Filtru KSR\_HPF



*Fig17. Semnalul full filtrat cu filtru KSR\_HPF*

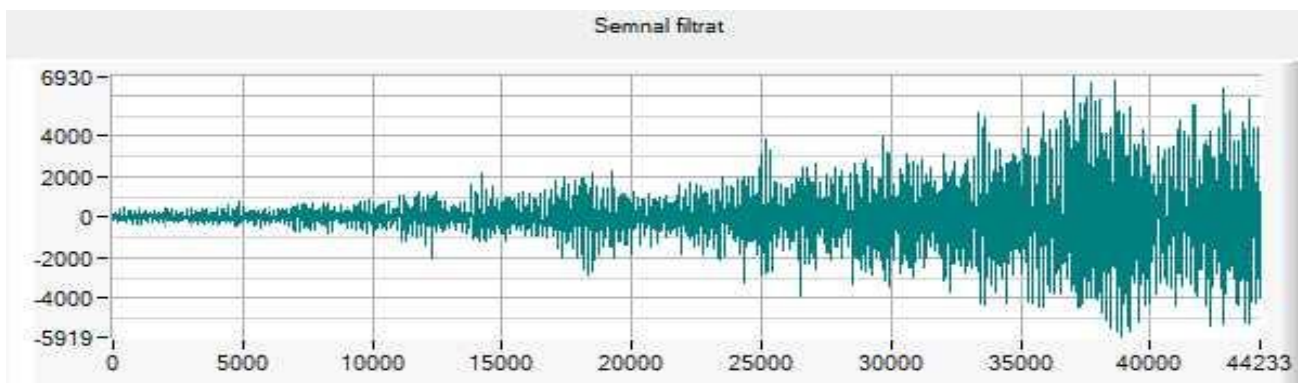


Fig18. Secunda 0-1 a semnalului filtrat cu KSR\_HPF

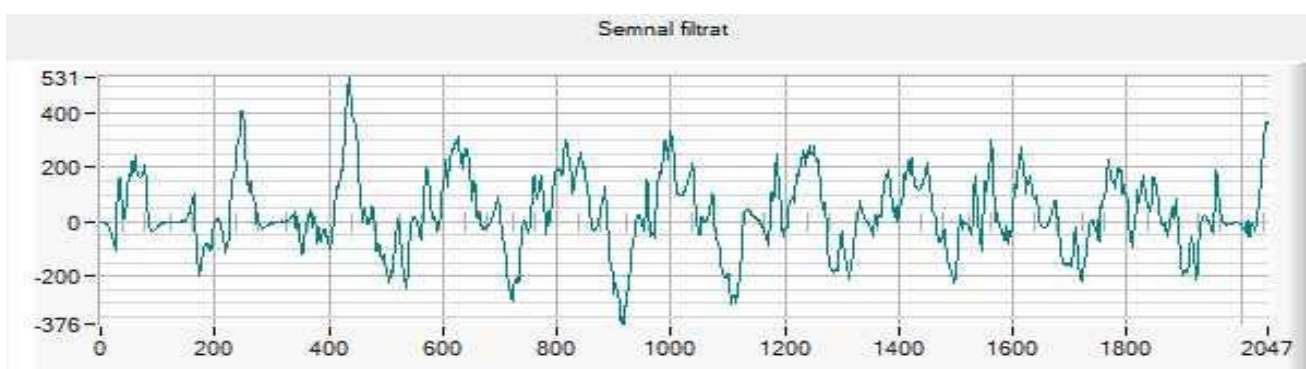


Fig19. Fereastra 2(de 2048 de puncte) a semnalului filtrat cu KSR\_HPF

## Ferestruirea

Cele doua ferestre sunt aproximativ similare, diferența dintre ele este că fereastra Hanning atinge zero la ambele capete, eliminând orice discontinuitate. Fereastra Hamming se oprește imediat după zero, ceea ce înseamnă că semnalul va avea în continuare o ușoară discontinuitate.

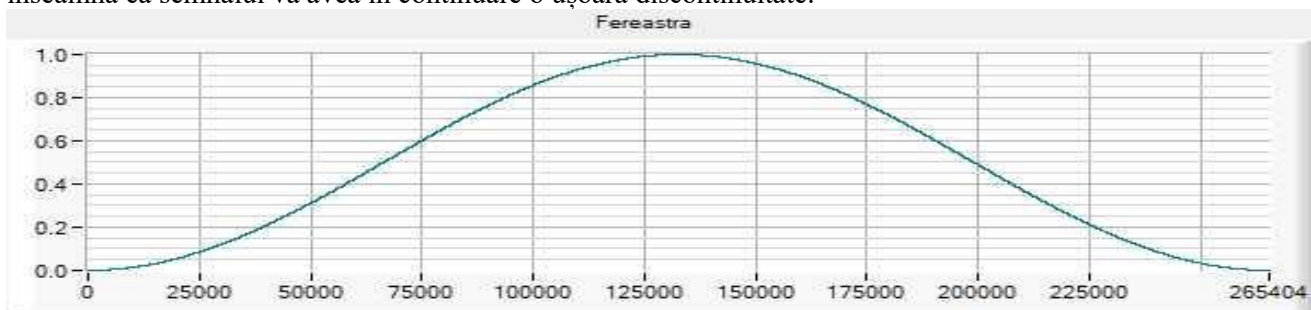
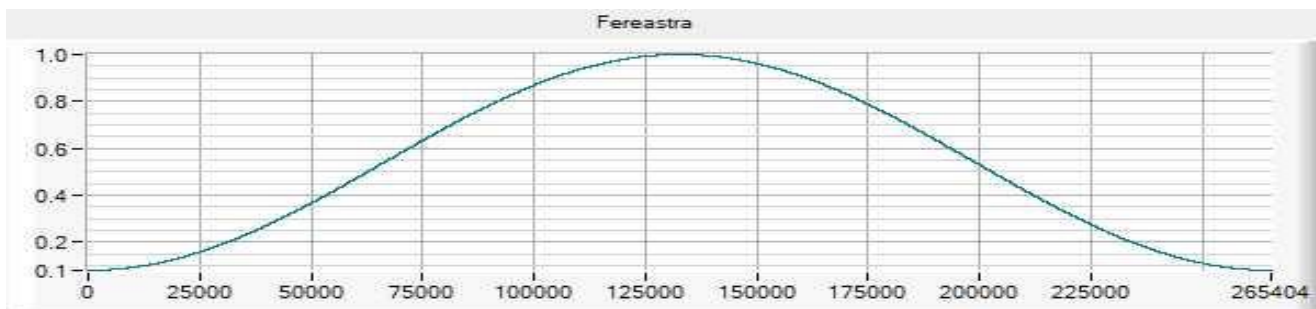
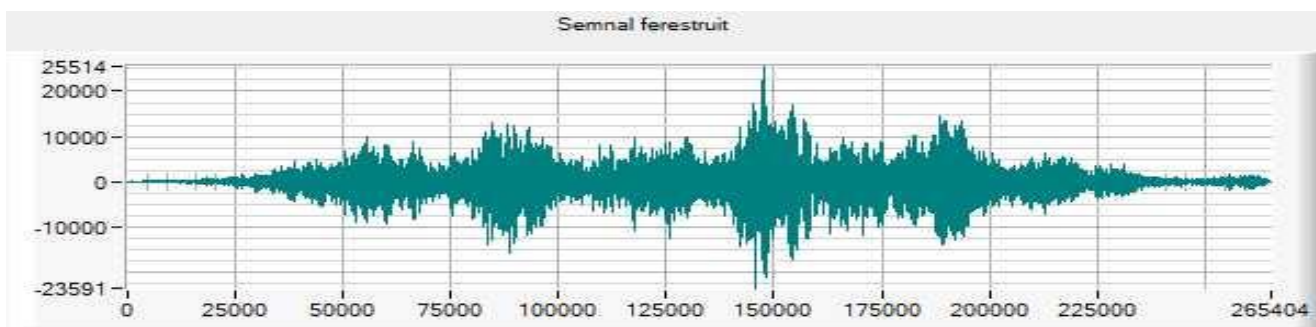


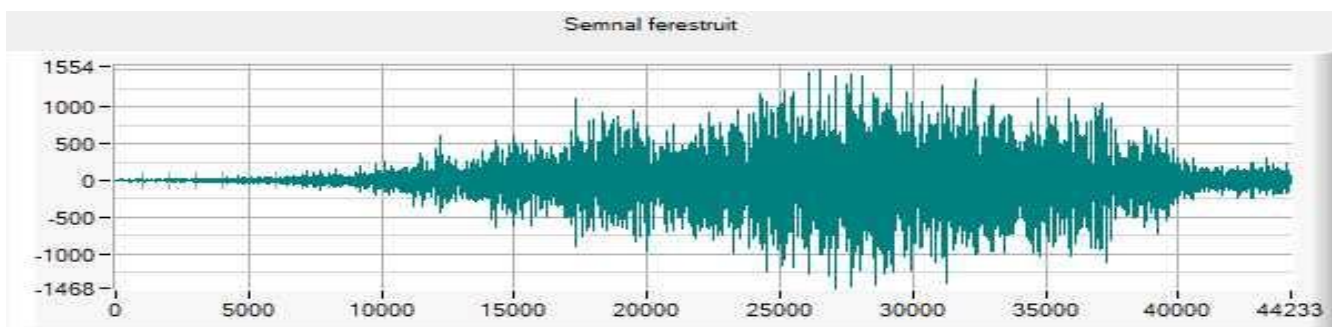
Fig20. Fereastra Hanning



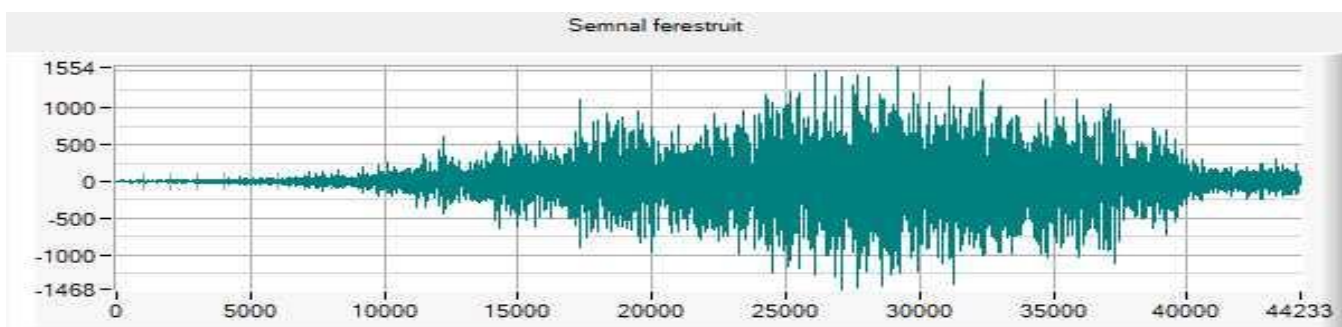
*Fig21. Fereastră Hamming*



*Fig22. Semnalul full ferestruit cu fereastră Hamming si filtru Chebychev II*

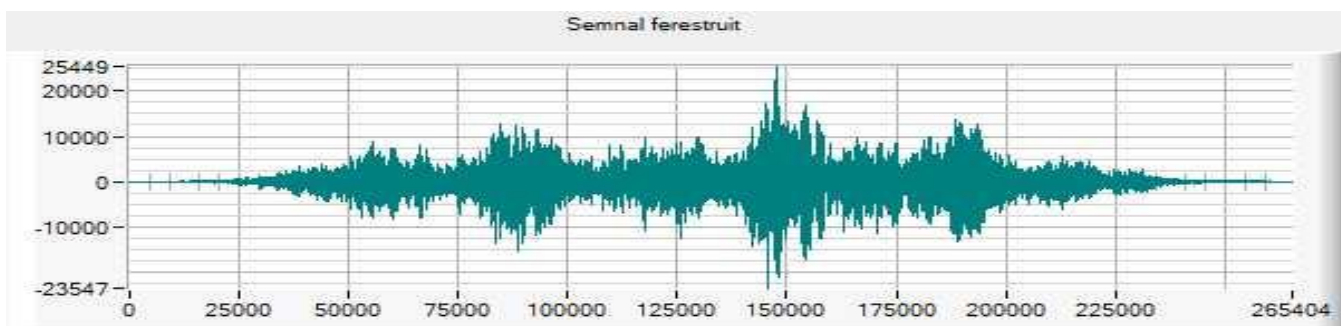


*Fig23. Secunda 0-1 a semnalului ferestruit cu fereastră Hamming si filtru Chebychev II*

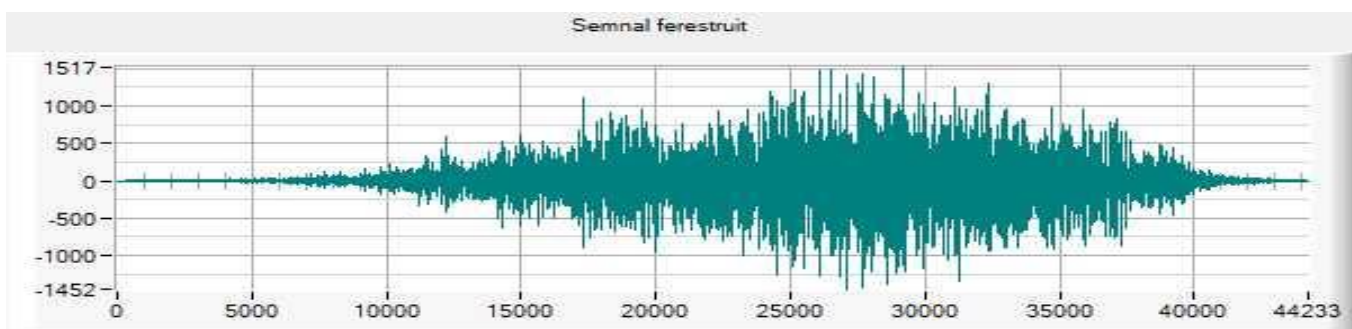


*Fig24.Fereastră 1 a semnalului ferestruit cu fereastră Hamming si filtru Chebychev II*

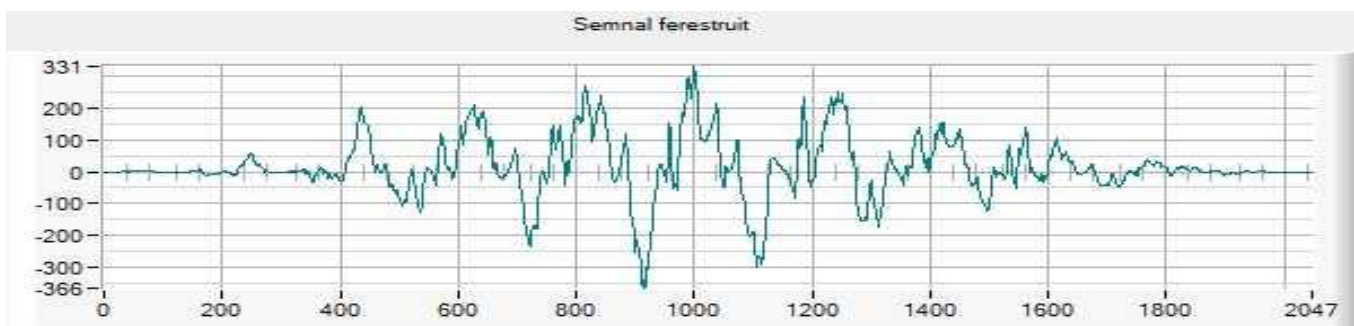




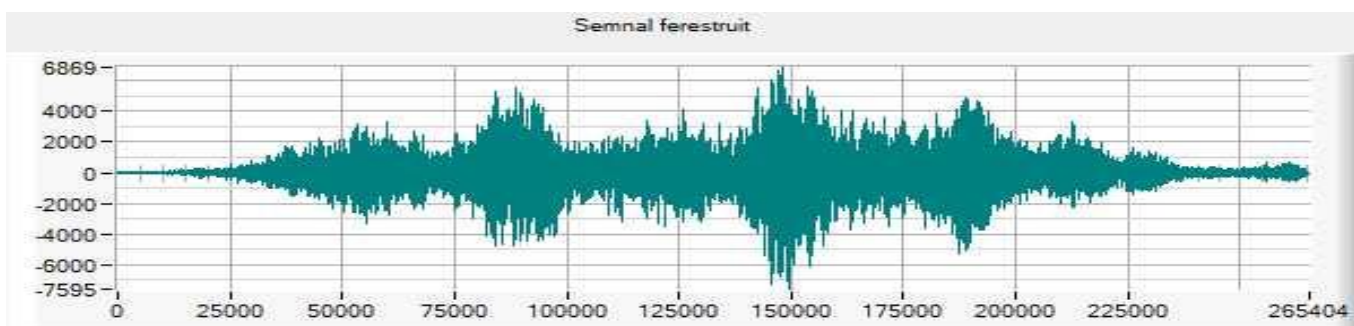
*Fig25. Semnalul full ferestruit cu fereastră Hanning si filtru Chebychev II*



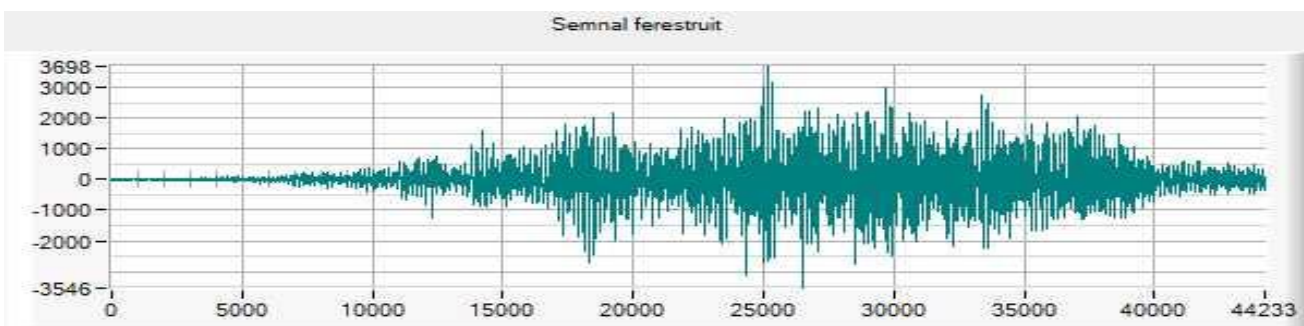
*Fig26. Secunda 0-1 a semnalului ferestruit cu fereastră Hanning si filtru Chebychev II*



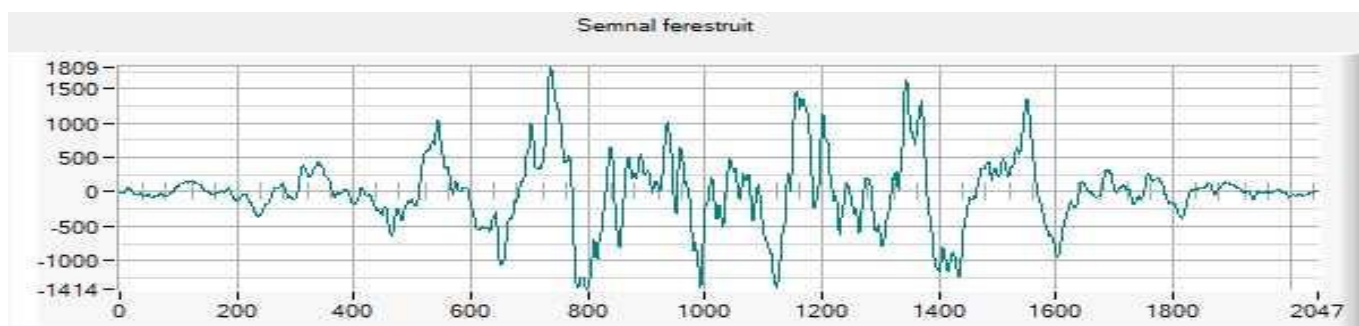
*Fig27.Fereastră 1 a semnalului ferestruit cu fereastră Hanning si filtru Chebychev II*



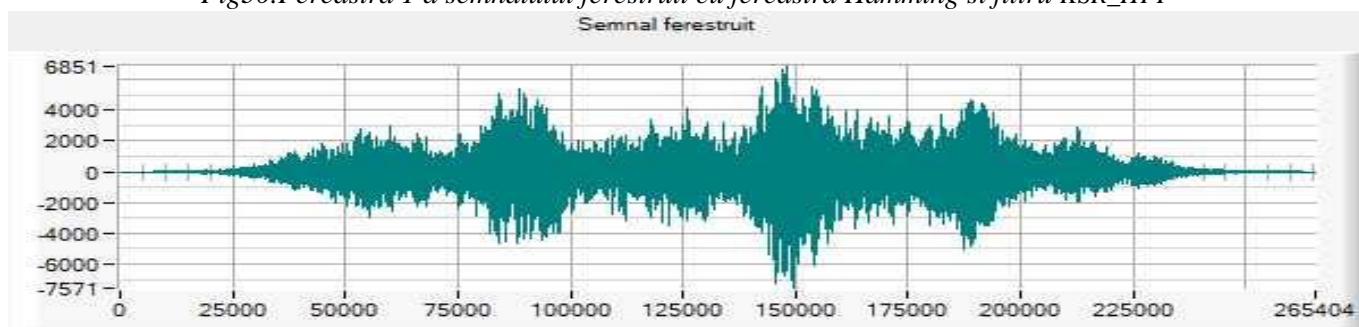
*Fig28. Semnalul full ferestruit cu fereastră Hamming si filtru KSR\_HPF*



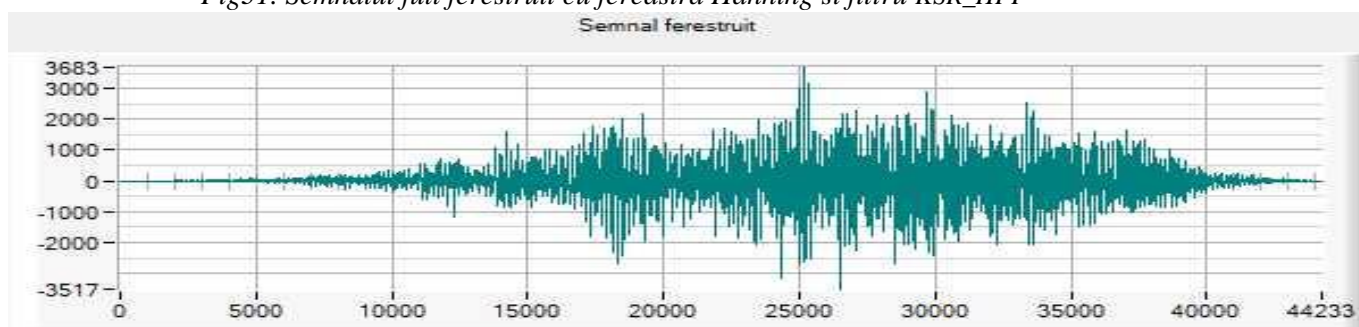
*Fig29. Secunda 0-1 a semnalului ferestruit cu fereastră Hamming si filtru KSR\_HPF*



*Fig30.Fereastra 1 a semnalului ferestruit cu fereastră Hamming si filtru KSR\_HPF*



*Fig31. Semnalul full ferestruit cu fereastră Hanning si filtru KSR\_HPF*



*Fig32. Secunda 0-1 a semnalului ferestruit cu fereastră Hanning si filtru KSR\_HPF*

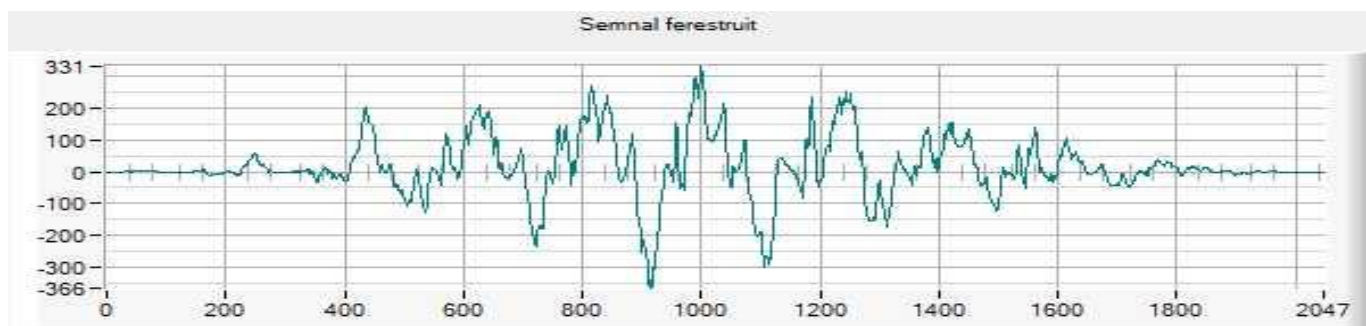


Fig33.Fereastra 1 a semnalului ferestruit cu fereastra Hanning si filtru KSR\_HPF



Fig34.Graficul spectrului semnalului ferestruit cu fereastra Hamming si filtru KSR\_HPF

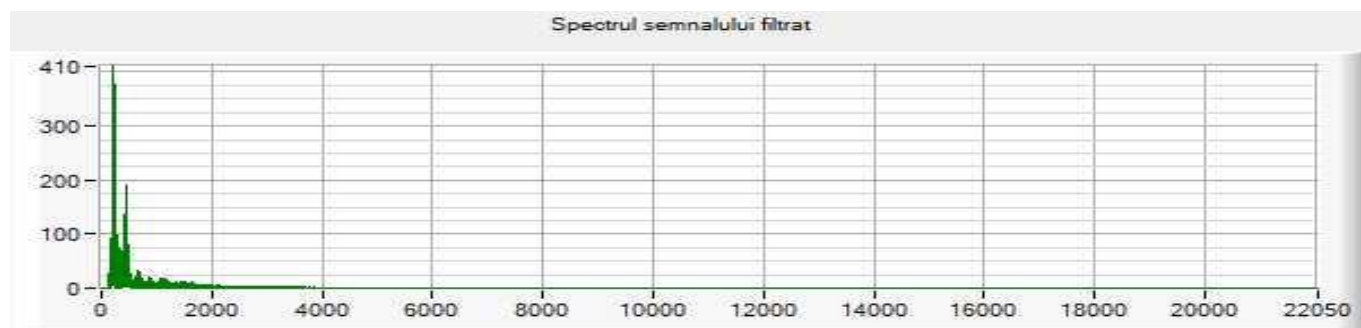


Fig35.Graficul spectrului semnalului ferestruit cu fereastra Hanning si filtru KSR\_HPF



Fig36.Graficul spectrului semnalului ferestruit cu fereastra Hamming si filtru Chebyshev II





*Fig37.Graficul spectrului semnalului ferestruit cu fereastră Hanning si filtru Chebyshev II*





