



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" IAȘI**  
**FACULTATEA AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE**  
**SPECIALIZAREA CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA**  
**INFORMAȚIEI**  
**DISCIPLINA ACHIZITIA SI PRELUCRAREA DATELOR-PROIECT**

# **Analiza unui sunet în domeniul timp și frecvență**

**Student:** Stati Andreea  
**Grupa:** 1310A

## Descrierea proiectului

Proiectul are ca obiectiv analiza unui semnal audio în domeniul timpului și frecvenței. În prima etapă, am utilizat un script în Python pentru a achiziționa semnalul audio, în urma rulării acestuia rezultând două fișiere care conțin informații referitoare la semnalul dat la intrare. Următorul pas este prelucrarea acestuia în domeniul timpului și frecvenței.

Pentru analiza în domeniul timpului, ne propunem calcularea unor caracteristici statistice precum valorile de minim, maxim, indicii acestora în vectorul datelor, medie, dispersie, mediana, histograma, numărul de treceri prin zero și anvelopa semnalului.

De asemenea, dorim să avem capacitatea de a observa semnalul filtrat cu ajutorul unui filtru de mediere, cu lungimi de 16 sau 32 de elemente, sau cu un filtru de ordin I, unde  $\alpha$  se află în intervalul  $(0,1)$ . Opțional, am determinat și derivata de ordin I a semnalului.

Analiza în domeniul frecvenței implică realizarea spectrului semnalului inițial și aplicarea unui filtru de tip mediere pe 32 de valori sau Eliptic de grad 4 și 5, trece sus cu frecvența de tăiere 1100 Hz. Aplicarea unei ferestre Hanning sau Hamming asupra semnalului filtrat și realizarea spectrului acestuia completează analiza în domeniul frecvenței.

## Cerintele proiectului

### Etapa 1

Se va utiliza un script în limbajul Python pentru încărcarea fișierului „35.wav”, urmat de o analiză detaliată în domeniul timpului. Se va genera o reprezentare grafică a semnalului, iar histograma acestuia va fi afișată. Valorile asociate minimului, maximului, indexului minim/maxim, dispersiei, mediei, medianei și numărului de treceri prin zero vor fi calculate și expuse.

Pe semnalul inițial, se va aplica un filtru de mediere (cu lungimea de 16/32 de elemente) sau un filtru de ordin I cu  $\alpha$  în intervalul  $(0,1)$ . Rezultatul acestui proces va fi reprezentat grafic, iar graficele obținute vor putea fi salvate sub formă de imagini. De asemenea, se va afișa și anvelopa semnalului, permițând reprezentarea semnalelor pe un interval de timp de o secundă.

### Etapa 2

Se intenționează adăugarea unui panou nou în cadrul aplicației pentru a ilustra reprezentarea în domeniul frecvențelor. Scopul este efectuarea unei analize spectrale detaliate asupra semnalului, implicând utilizarea a două tipuri de ferestre (Hamming și Hanning) și a două tipuri de filtre (de tip mediere pe 32 de valori și Eliptic de grad 4 și 5, trece sus cu frecvența de tăiere 1100 Hz). Atât semnalul, cât și spectrul acestuia, vor fi

reprezentați înainte și după aplicarea filtrului. Graficele obținute vor fi salvate în format jpg.

## Mediul de dezvoltare

Proiectul a fost dezvoltat în mediul LabWindows/CVI 2020, cu sprijinul mediului de dezvoltare Python 3.8 și utilizând bibliotecile NumPy pentru procesarea semnalului audio.

## Analiza în domeniul timp

Pentru analiza în domeniul timp, se va executa un script Python pentru a converti fișierul „35.wav” în două fișiere cu extensia „.txt”. Acestea vor conține informații despre rata de eșantionare și numărul de valori ale semnalului. Datele referitoare la semnalul audio inițial vor fi afișate pe un control de tip Graph. Deoarece durata fișierului audio este mai mare de 10 secunde, am extras doar 6 secunde din acesta, pe ultimele mai exact. Asta înseamnă că vectorul ce conține datele semnalului (waveData) va avea  $\text{sampleRate} * 6$  secunde de elemente.

Pe baza acestor date, vor fi calculate și afișate diverse valori, cum ar fi: minimul, maximul, indexul acestora, media, dispersia, mediana, numărul de treceri prin zero, iar histograma va fi de asemenea prezentată. Toate acestea se vor afișa prin apăsarea unor butoane care au un nume specific. În panoul principal (MAIN\_PANEL) am creat 4 graph-uri pentru afișarea întregului semnal, a semnalului pe un interval ales de utilizator, semnalul din interval filtrat în funcție de filtrul ales, anvelopa suprapusă peste întregul semnal. Există și un graph pe care am reprezentat histograma.

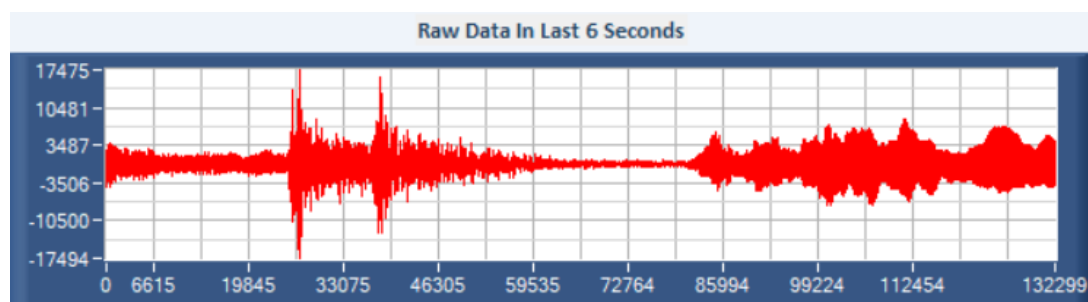


Fig. 1. Reprezentarea semnalului initial

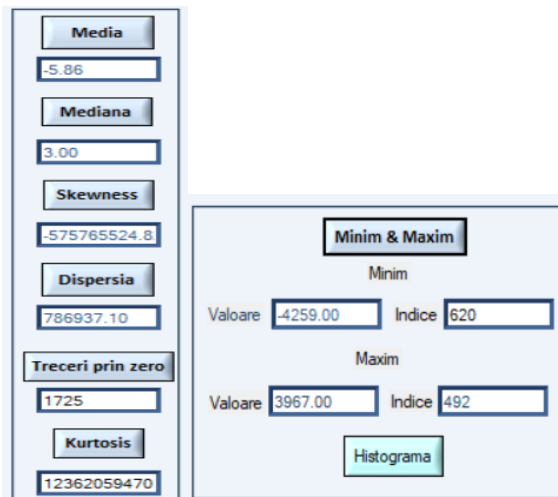


Fig. 2. Afisarea valorilor semnificative despre semnal

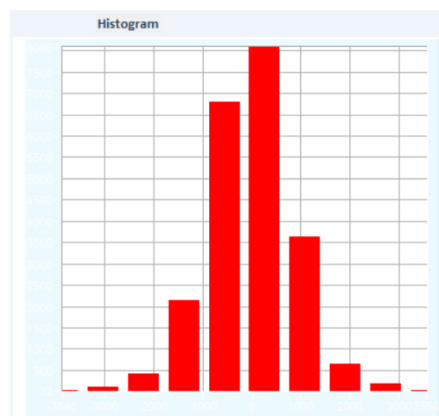


Fig. 3. Histograma Semnalului in intervalul 0-1

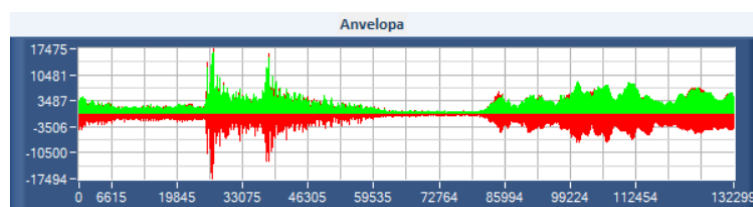


Fig. 4 Reprezentarea anvelopei semnalului initial

Mai apoi s-au aplicat urmatoarele filtre in domeniul timp:

Mediere ( pe 16 sau 32 de elemente)

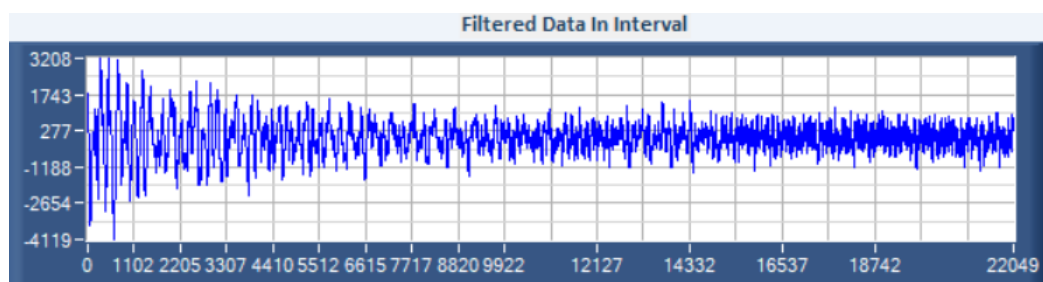


Fig 5. Filtru de mediere pe 16 elemente

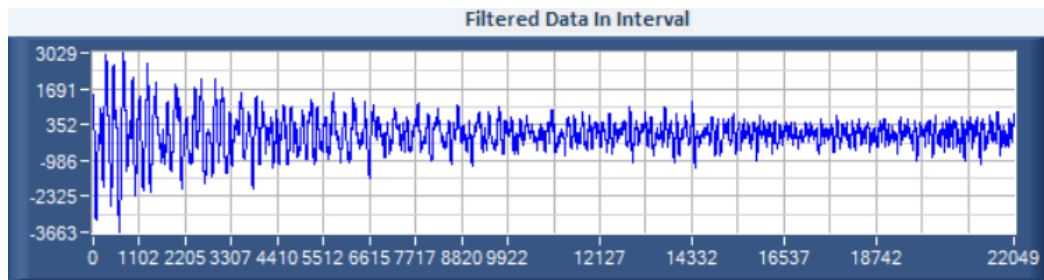


Fig. 6. Filtru de mediere pe 32 elemente

Cu un element de ordin I, conform relației:  $\text{filt}[i] = (1 - \alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$ , unde  $\alpha$  aparține intervalului  $(0, 1)$ , se realizează filtrarea semnalului. Aici,  $\text{signal}$  reprezintă vectorul ce conține valorile semnalului audio, iar  $\text{filt}$  reprezintă valorile filtrate.

Observăm că pentru valori ale lui  $\alpha$  mai aproape de 0, rezultatul filtrării devine mai evident, în timp ce pentru valori apropiate de 1, semnalul filtrat prezintă o amplitudine apropiată de cea a semnalului inițial.

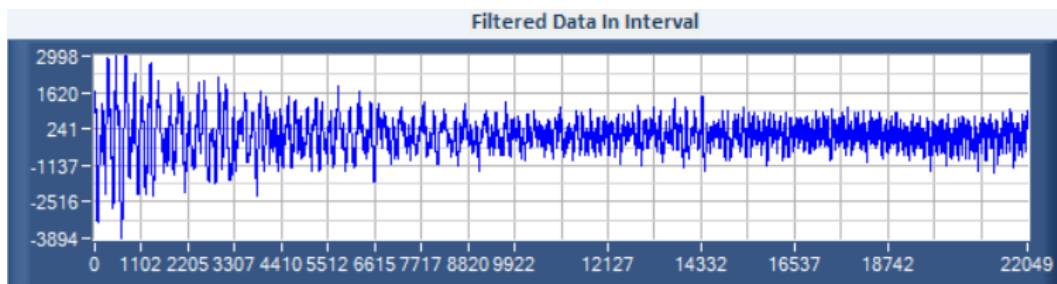


Fig. 7. Filtru de ordin I cu  $\alpha = 0.10$

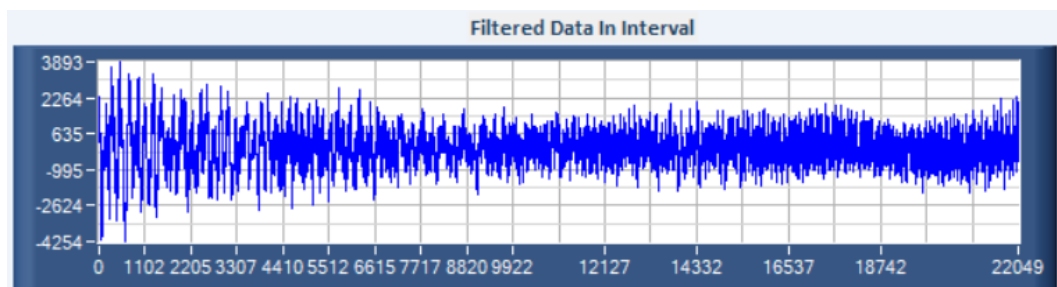


Fig. 8. Filtru de ordin I cu  $\alpha = 0.70$

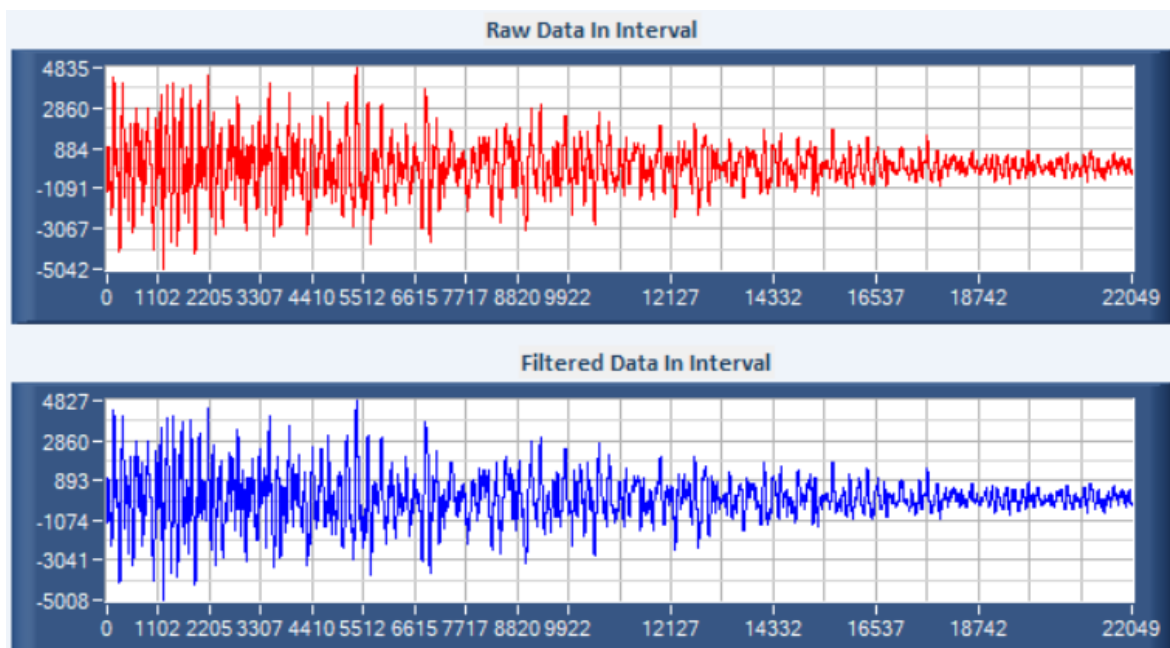


Fig. 9. Filtru de ordin I cu  $\alpha = 0.70$  pentru secunda 2-3

Vizualizarea semnalului filtrat se face doar pe o durată de o secundă, iar controalele "Prev" și "Next" facilitează navigarea între secunda anterioară și cea următoare. Utilizând funcțiile `GetCtrlDisplayBitmap` și `SaveBitmapToJPEGFile` în cadrul mediului de dezvoltare LabWindows/CVI, se realizează salvarea imaginilor obținute pentru fiecare interval de timp, atât pentru semnalul inițial, cât și pentru cel filtrat.

### Analiza în domeniul frecvență

În prima etapă a proiectului, se propune crearea unui panou nou destinat afișării spectrului semnalului. Acesta va oferi posibilitatea vizualizării spectrului pentru întregul sunet și pentru o fereastră specifică cu un număr ales de puncte, ce poate fi selectat de utilizator. De asemenea, se va oferi afișarea în domeniul frecvențelor a semnalului filtrat, precum și a semnalului filtrat și ferestruit, împreună cu spectrul rezultat. Aceste cerințe pot fi personalizate pentru o dimensiune aleasă din interfața utilizatorului, având opțiuni precum 1024, 2048, 3072, 4096, 8192, 16384, 32768 și 44100 (ce reprezintă un interval de o secundă).

Pentru calcularea spectrului semnalului, au fost utilizate funcțiile CVI precum `ScaledWindowEx`, `AutoPowerSpectrum`, `PowerFrequencyEstimate` și `ConvertedSpectrum`.

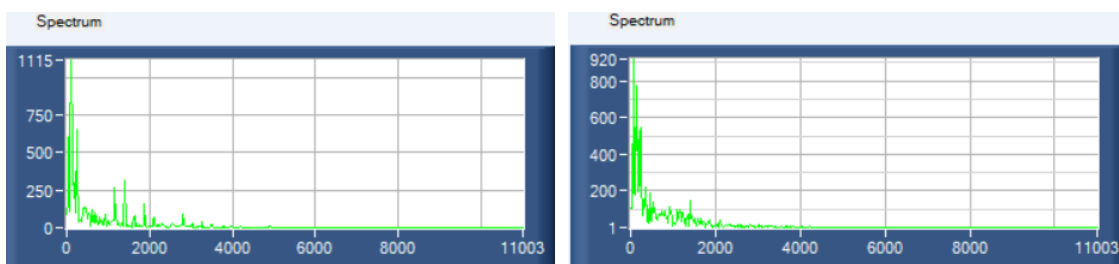


Fig.10 reprezentarea spectrului

a) secunda 0-1 din semnal      b) secunda 2-3 din semnal

S-au aplicat mai apoi filtre de tip mediere pe 32 de valori sau Eliptic de grad 4 si 5, trece sus cu frecventa de taiere 1100 Hz

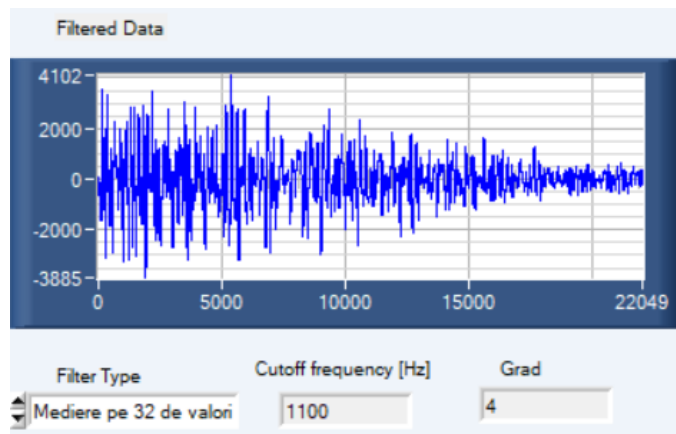


Fig. 11 Filtru de tip mediere pe 32 de valori

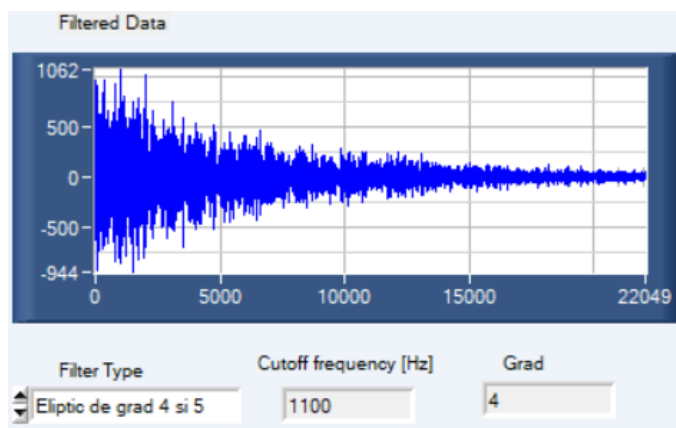


Fig. 12. Filtru Eliptic de grad 4, trece sus cu frecventa de taiere 1100 Hz

Asupra filtrarii, s-a aplicat o fereastră de tip Hanning sau Hamming.

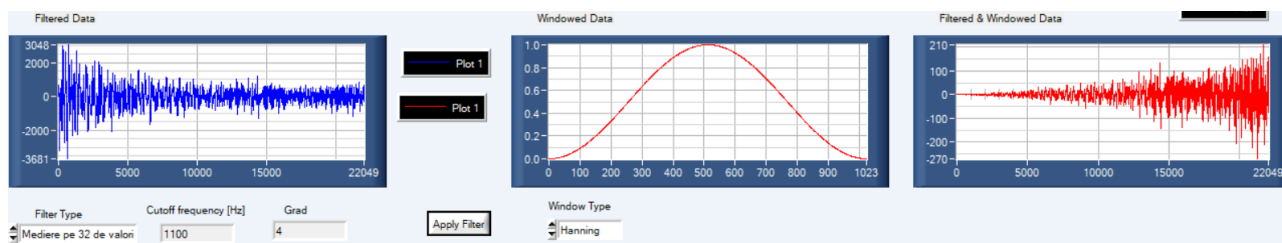


Fig. 13. Semnalul filtrat de tip mediere pe 32 de valori si ferestruit Hanning

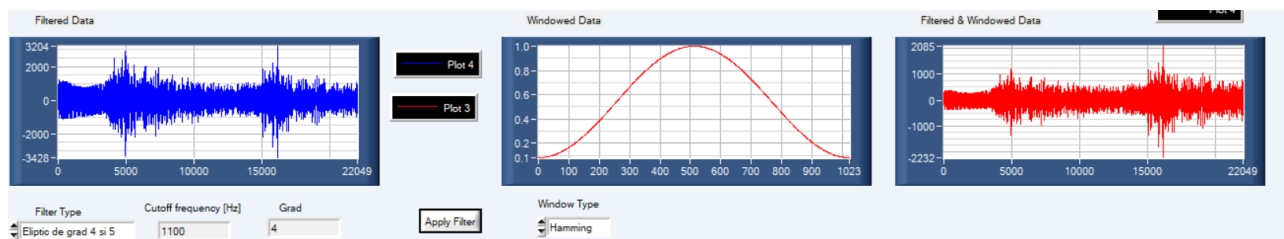


Fig. 14. Semnalul filtrat Eliptic de ordin 4 si ferestruit Hamming