
ACHIZIȚII ȘI PRELUCRAREA DATELOR - PROIECT

**Tema: PRELUCRAREA UNUI SEMNAL ÎN DOMENIUL
TIMP ȘI FRECVENȚĂ**

Student: TOMA ANAMARIA - RAMONA

Profesor îndrumător: AXINTE CRISTIAN-TIBERIUS

Facultatea: AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

Anul : III

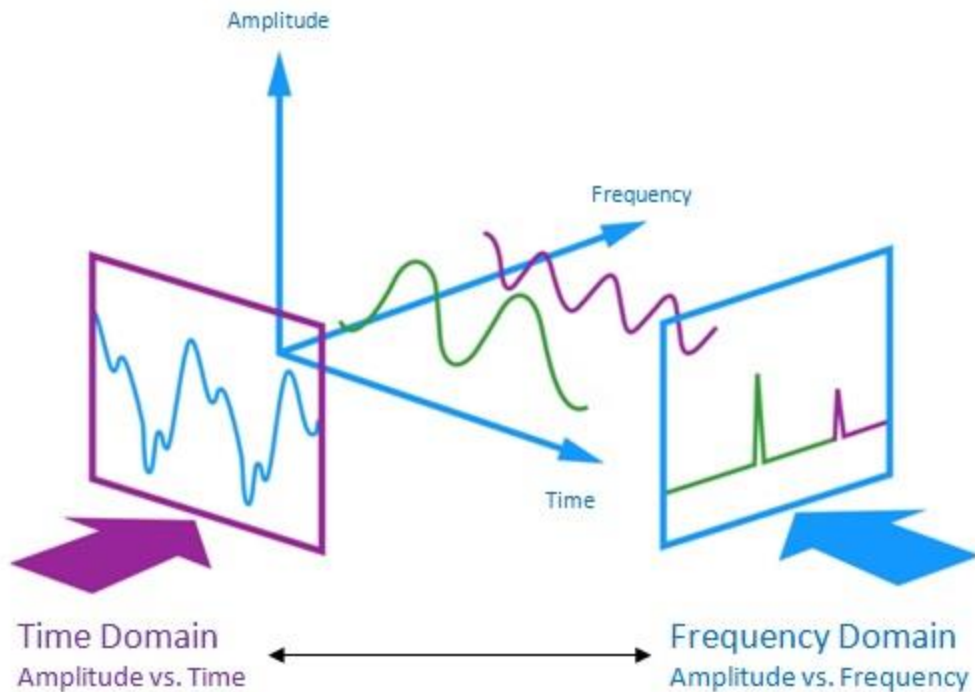


CUPRINS

I.	DESCRIEREA PROIECTULUI	3
1.	Analiza în domeniul timp:	3
2.	Analiza în domeniul frecvență:	3
3.	Mediul de Dezvoltare:.....	4
	Instrumente și Biblioteci:	4
II.	Analiza în Domeniul Timp (Etapa 1)	5
	Descriere Generală.....	5
	Implementare	5
1.	Încărcarea fișierului audio (.wav):.....	5
2.	Reprezentarea grafică a semnalului:	5
3.	Calculul caracteristicilor statistice(pe interval de o secundă):	6
4.	Filtrarea semnalului:	6
5.	Calculul parametrilor suplimentari:	7
6.	Salvarea rezultatelor:	7
	Comentarii asupra Rezultatelor	8
1.	Afișarea semnalului:.....	8
2.	Caracteristici statistice:	8
3.	Filtrarea:.....	8
4.	Parametrii skewness și kurtosis:	8
III.	Analiza în Domeniul Frecvență (Etapa 2)	9
	Descriere Generală.....	9
	Implementare	9
1.	Spectrul de frecvență:.....	9
2.	Utilizarea ferestrelor pentru procesare:	10
3.	Filtre aplicate:	11
4.	Afișarea rezultatelor:	12
	Rezultatele obținute	12
1.	Spectrul obținut:	12
2.	Filtrarea:.....	12
3.	Compararea spectrelor:	13

I. DESCRIEREA PROIECTULUI

Scopul acestui proiect este de a analiza și procesa semnale audio înregistrate din fișiere .wav. Activitățile principale includ reprezentarea grafică a semnalelor, calcularea caracteristicilor statistice, filtrarea și analiza spectrului de frecvență.



Proiectul este structurat în două etape:

1. Analiza în domeniul timp:

- Crearea unei interfețe utilizator în LabWindows/CVI pentru încărcarea și afișarea semnalelor.
- Procesarea semnalelor prin filtrare și calcularea unor caracteristici precum valorile maxime/minime, dispersia, media, mediana, numărul de treceri prin zero, skewness, kurtosis, și altele.
- Afișarea graficelor și salvarea acestora în format JPEG.

2. Analiza în domeniul frecvență:

- Implementarea transformatei Fourier (FFT) pentru analiza spectrului.
- Utilizarea diverselor ferestre și filtre pentru procesarea semnalului.
- Reprezentarea grafică a spectrului de putere și afișarea rezultatelor frecvenței și amplitudinii maxime.

3. Mediul de Dezvoltare:

- **LabWindows/CVI:** Este utilizat pentru implementarea interfeței grafice și procesarea principală a semnalelor.



- **Python:** Folosit pentru prelucrări avansate precum calculul anvelopei semnalului prin transformata Hilbert.



- **Google Colab** (opțional): Alternativă pentru implementările Python.



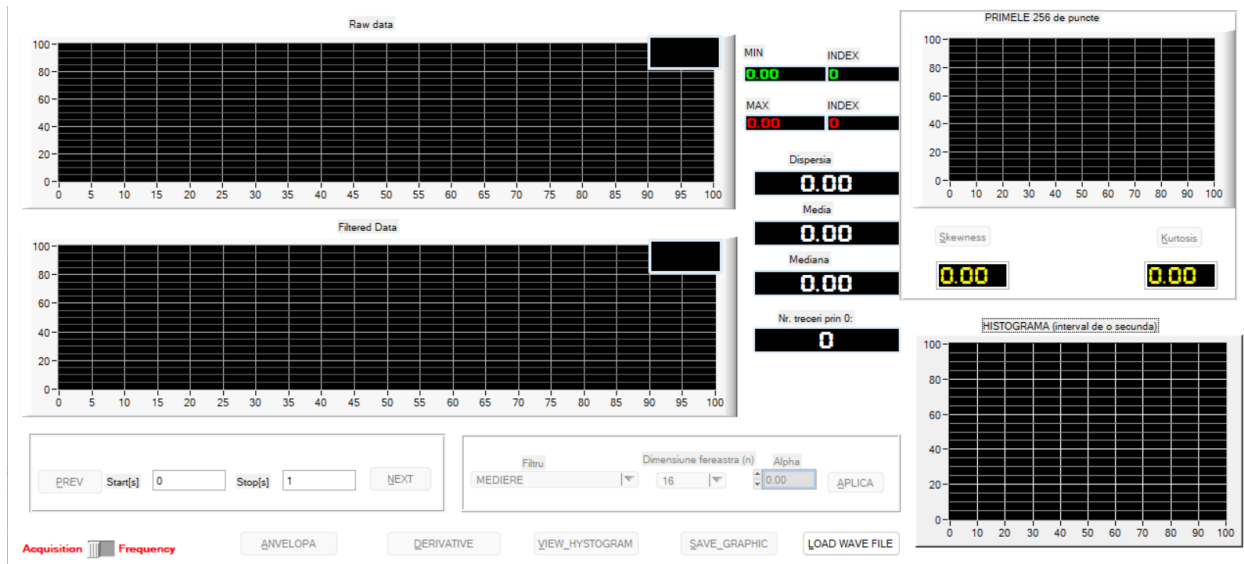
Instrumente și Biblioteci:

- **NumPy și SciPy** pentru manipularea datelor și calcul avansat în Python.
- Funcții avansate de analiză din **Advanced Analysis Library** oferită de LabWindows/CVI.
- Utilizarea ferestrelor standard (ex. RECTANGLE_) și algoritmi de filtrare (mediere și filtru de ordin I).

II. ANALIZA ÎN DOMENIUL TIMP (ETAPA 1)

Descriere Generală

Analiza în domeniul timp reprezintă prima etapă a proiectului, având ca scop principal explorarea caracteristicilor semnalului audio înregistrat. Aceasta etapă implică realizarea unei interfețe grafice în LabWindows/CVI pentru procesarea semnalului și prezentarea grafică a rezultatelor relevante.



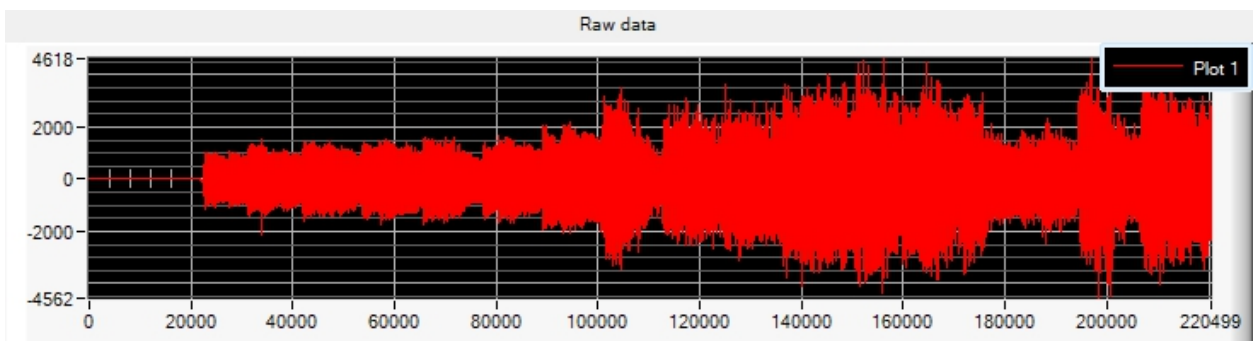
Implementare

1. Încărcarea fișierului audio (.wav):

- Fișierul este încărcat folosind un control specializat **LOAD WAVE FILE**, iar semnalul este afișat inițial într-un control grafic de tip Graph.

2. Reprezentarea grafică a semnalului:

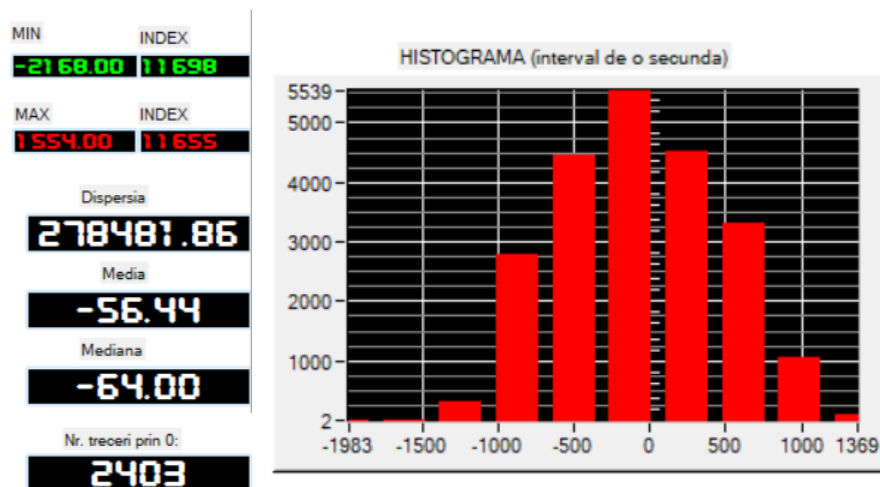
- Semnalul este afișat în funcție de timp, utilizând controlul grafic. Axa X reprezintă timpul, iar axa Y reprezintă amplitudinea semnalului.



3. Calculul caracteristicilor statistice(pe interval de o secundă):

PREV Start[s] 1 Stop[s] 2 NEXT

- **Valori minime și maxime:** Sunt determinate atât valorile extreme, cât și pozițiile lor în semnal, pentru intervalul de o secundă selectat.
- **Media și mediana:** Reprezintă indicatori ai tendinței centrale a semnalului.
- **Dispersia:** Este utilizată pentru a evalua variabilitatea amplitudinilor semnalului.
- **Numărul de treceri prin zero:** Un parametru important care indică complexitatea semnalului.
- **Histograma:** Este calculată pentru a observa distribuția amplitudinilor.

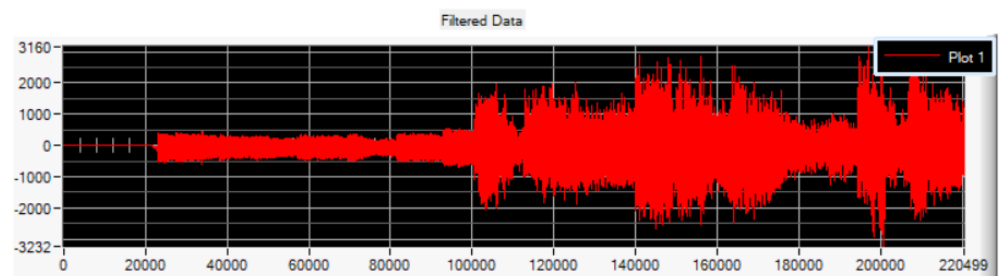


4. Filtrarea semnalului:

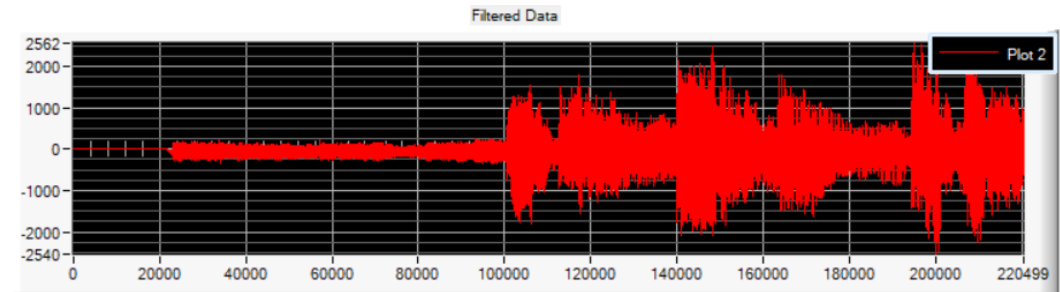
- Două tipuri de filtre sunt implementate:

➔ filtrarea prin mediere :

- Cu 16 elemente



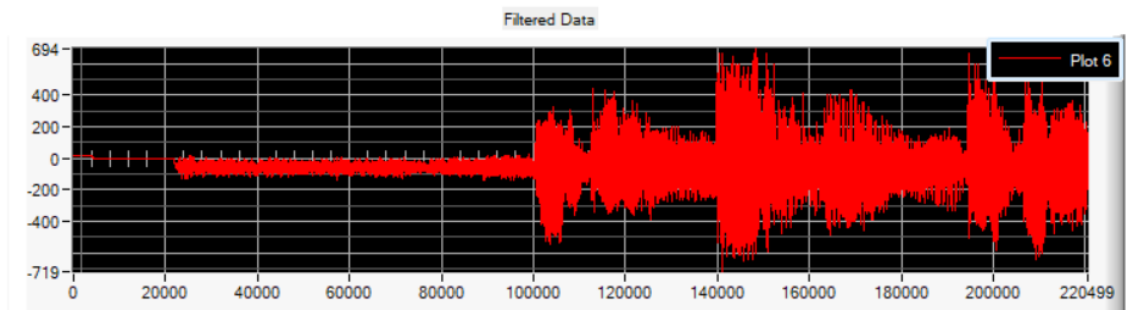
- Cu 32 elemente



➔ filtrarea cu un element de ordin I (bazată pe formula:
 $\text{filt}[i] = (1-\alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$).

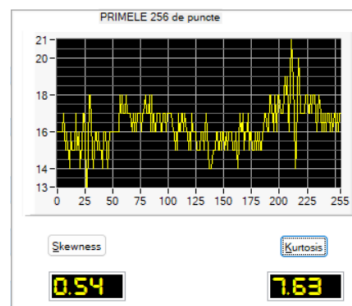
- o Valoarea parametrului alpha este setabilă printr-un control numeric în intervalul [0, 1].

- Pentru $\alpha = 0.01$



5. Calculul parametrilor suplimentari:

- o **Skewness (Șimetria):** Caracterizează forma distribuției amplitudinilor, indicând gradul de asimetrie.
- o **Kurtosis (Aplatizarea):** Reflectă vârful distribuției și ponderea extremelor față de restul distribuției.



6. Salvarea rezultatelor:

- o Graficele sunt salvate automat ca imagini în format JPEG pentru fiecare secvență analizată, utilizând funcțiile dedicate din LabWindows/CVI.

Comentarii asupra Rezultatelor

1. Afișarea semnalului:

Semnalul original prezintă variații ample, iar limitarea la 6 secunde permite o analiză detaliată a unei părți relevante a acestuia. Graficul inițial oferă o imagine clară asupra amplitudinilor și frecvențelor componente.

2. Caracteristici statistice:

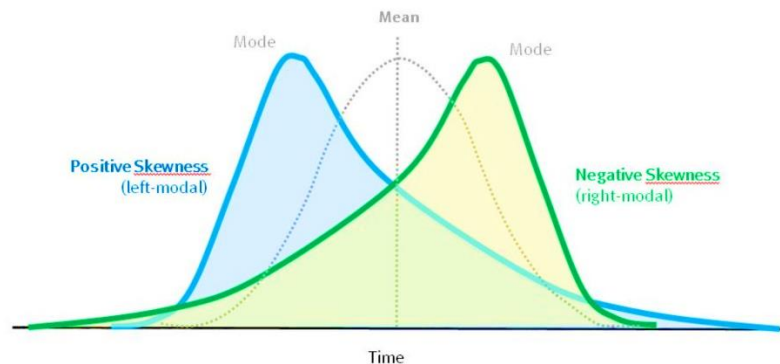
- Valorile minime și maxime sunt ușor de identificat și permit o descriere simplă a dinamicii semnalului.
- Media și dispersia oferă informații utile despre amplitudinile dominante ale semnalului.

3. Filtrarea:

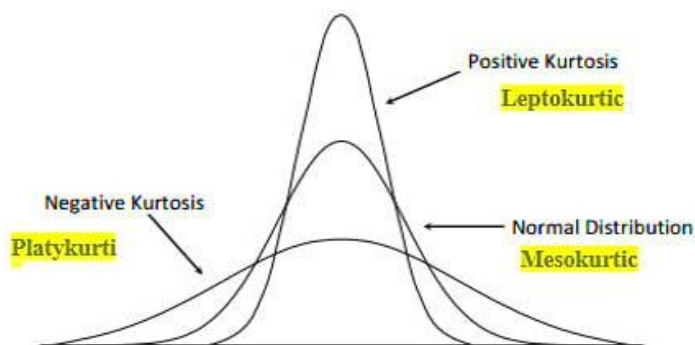
- Filtrarea prin mediere reduce zgomotul semnalului, în timp ce filtrul de ordin I permite ajustarea detaliată a semnalului folosind parametrul alpha.
- Compararea între semnalul filtrat și cel original evidențiază clar efectul fiecărui filtru aplicat.

4. Parametrii skewness și kurtosis:

- Skewness indică o ușoară asimetrie în distribuția amplitudinilor, specifică semnalelor reale.



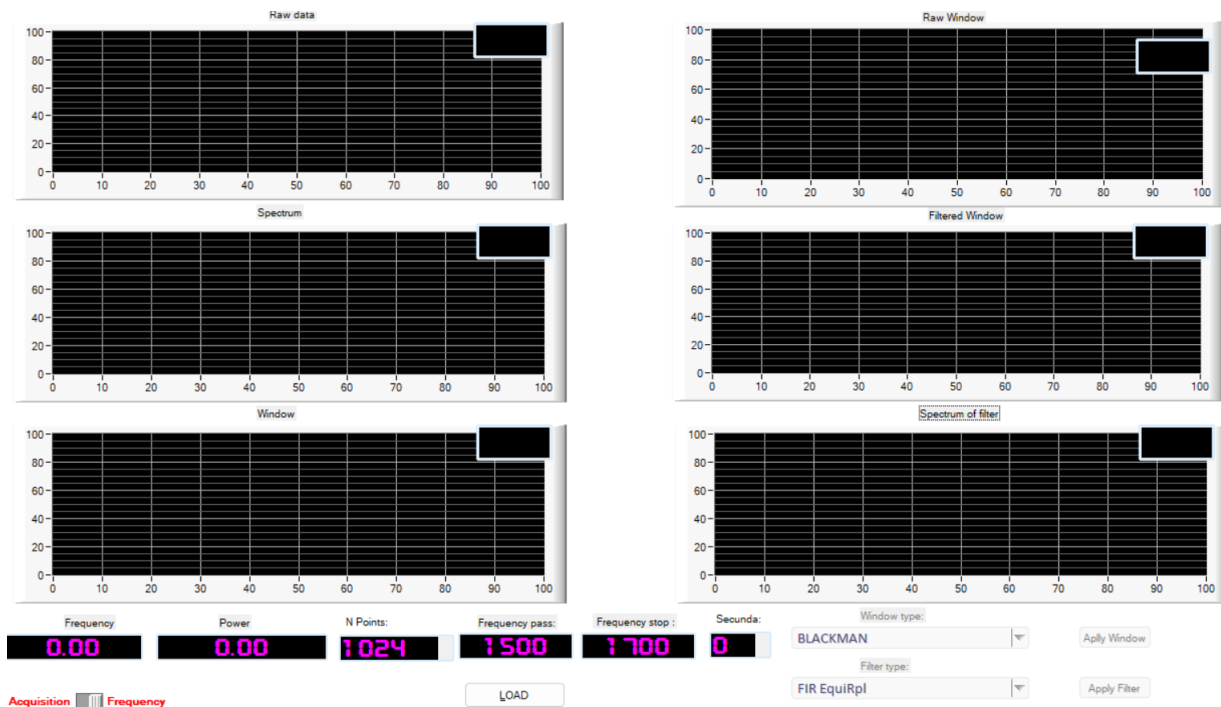
- Kurtosis evidențiază concentrarea amplitudinilor în jurul valorii centrale.



III. ANALIZA ÎN DOMENIUL FRECVENȚĂ (ETAPA 2)

Descriere Generală

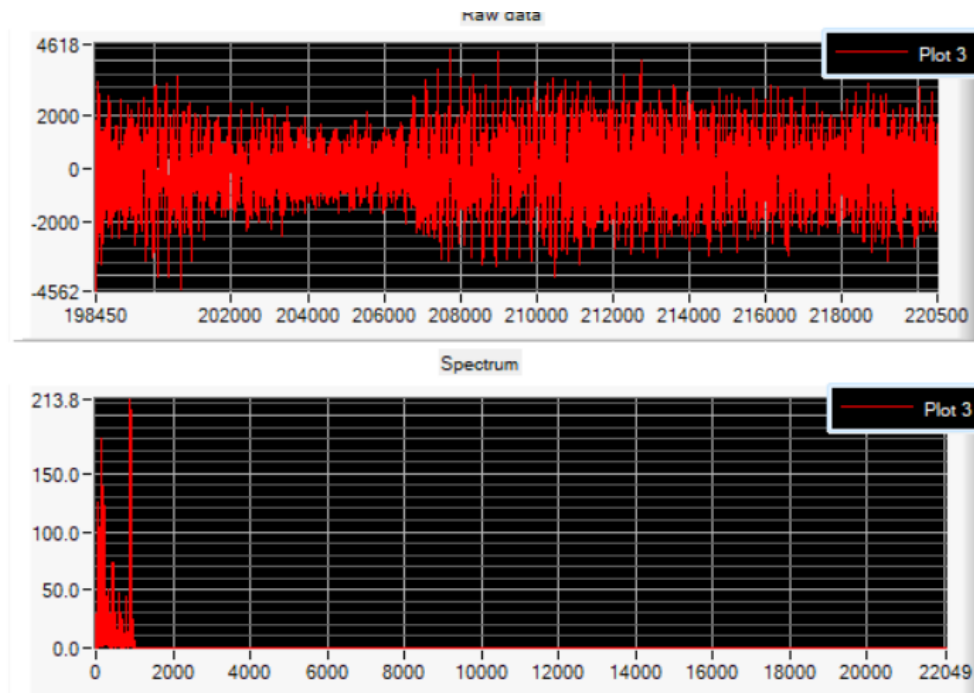
Analiza în domeniul frecvență reprezintă etapa finală a proiectului, concentrându-se pe spectrul semnalului audio. Aceasta implică utilizarea transformatei Fourier pentru a extrage componentele frecvențiale, aplicarea diverselor ferestre pentru a minimiza efectele de scurgere spectrală, și folosirea filtrelor pentru procesarea semnalului.



Implementare

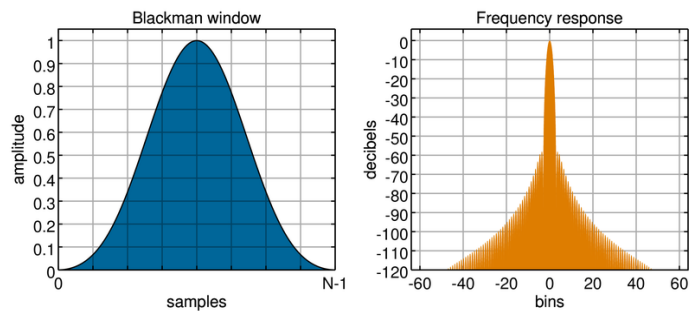
1. Spectrul de frecvență:

- Este calculat utilizând Transformata Fourier Discretă (DFT) prin implementarea FFT (Fast Fourier Transform).
- Dimensiunea ferestrei de timp este selectabilă de utilizator (între 1024, 2048, 4096 sau 8192 de puncte).
- Spectrul este afișat grafic într-un control de tip Graph, reprezentând amplitudinile în funcție de frecvență.



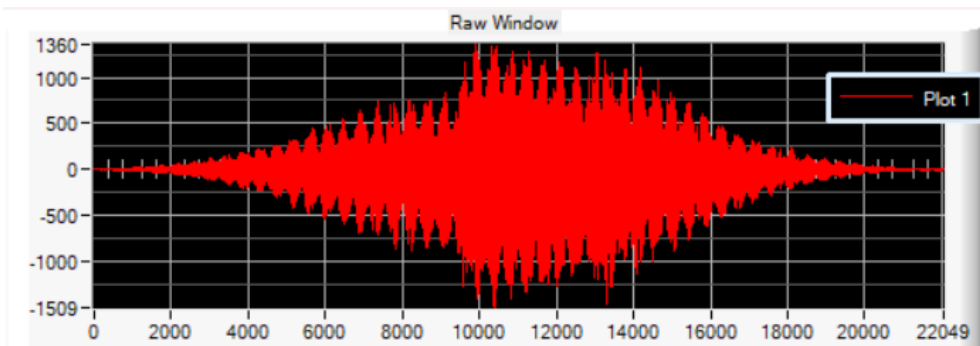
2. Utilizarea ferestrelor pentru procesare:

- **Blackman:** Fereastră cu o atenuare mare în banda laterală, utilizată pentru semnale cu spectru larg. Reduce eficient scurgerea spectrală la costul unei rezoluții mai mici.

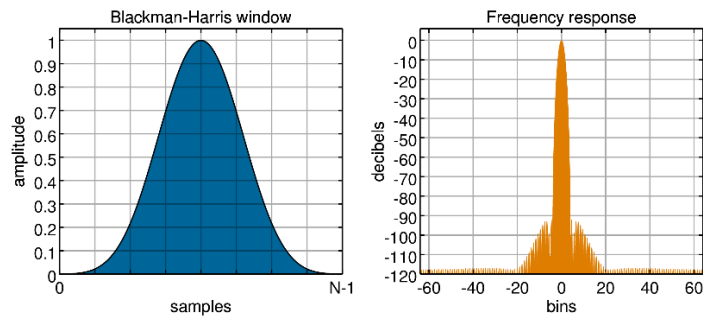


$$y_i = x_i[0.42 - 0.50\cos(w) + 0.08\cos(2w)]$$

→ A doua secundă din sunet:

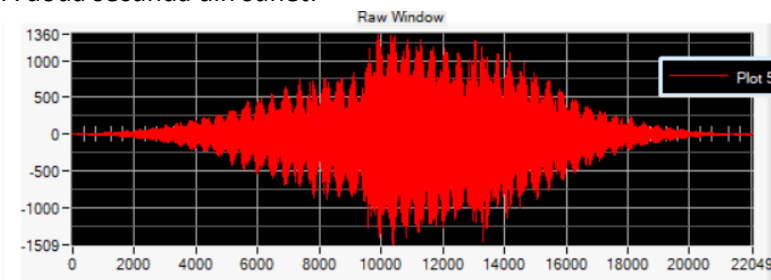


- **Blackman-Harris:** O variantă avansată care oferă o atenuare suplimentară a componentelor nedorite în spectru. Este potrivită pentru analize de precizie unde interferențele trebuie eliminate.



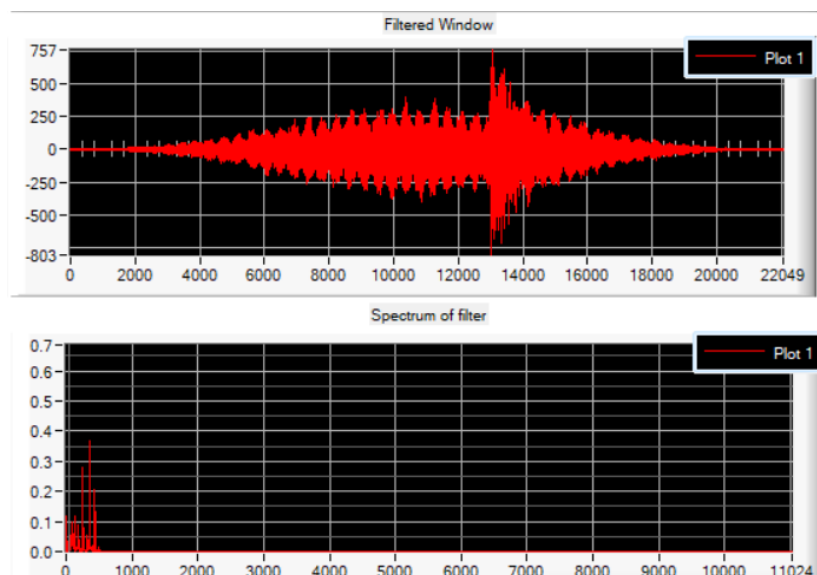
$$Y_i = X_i \left(0.42323 - 0.49755 \cos\left(\frac{2\pi i}{n}\right) + 0.07922 \cos\left(\frac{4\pi i}{n}\right) \right)$$

➔ A doua secundă din sunet:

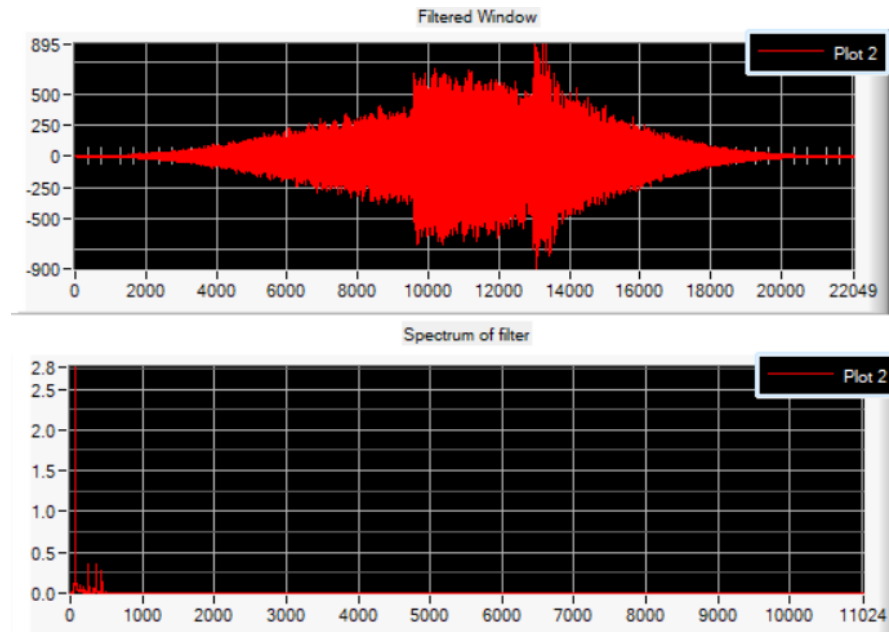


3. Filtre aplicate:

- **FIR EquiRpl (Finite Impulse Response):** Filtru trece-sus cu răspuns întârziat, optimizat pentru o undulație echilibrată în banda de trecere și banda de oprire.



- **Chebyshev I:** Filtru trece-sus cu panta abruptă în jurul frecvențelor critice, oferind o atenuare semnificativă în banda de oprire. Parametrii utilizați includ:
 - **fpass:** 1500 Hz
 - **fstop:** 1700 Hz



4. Afișarea rezultatelor:

- Spectrul semnalului original este comparat cu spectrul semnalului filtrat.
- Rezultatele sunt salvate ca imagini JPEG, folosind funcții dedicate din LabWindows/CVI.

Rezultatele obținute

1. Spectrul obținut:

- Spectrul inițial indică prezența componentelor armonice multiple. Domeniile cu frecvențe ridicate conțin în mod frecvent zgomot.
- După aplicarea ferestrei Blackman, zgomotul este redus semnificativ, iar spectrul devine mai clar.
- Utilizarea ferestrei Blackman-Harris oferă o atenuare și mai pronunțată, cu un impact ușor asupra amplitudinilor componentelor de bază.

2. Filtrarea:

- Aplicarea filtrului FIR EquiRpl elimină eficient componentele nedorite de joasă frecvență, păstrând în același timp armonicile semnalului de bază.

- Filtrul Chebyshev I asigură o selecție precisă a frecvențelor trecute, dar poate introduce o undulație reziduală în banda de trecere.

3. Compararea spectrelor:

- Spectrul după aplicarea filtrelor arată o reducere clară a zgomotului, cu un nivel minim de deformare a componentelor semnalului de bază.