



UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GH ASACHI" IAȘI

FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

SPECIALIZAREA: CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

DISCIPLINA ACHIZIȚIA ȘI PRELUCRAREA DATELOR - PROIECT

Analiza unui sunet în domeniul timp și frecvență

Coordonator,

Prof. Ungureanu Florina

Student Budu Daniel,

Grupa 1306B

Iași, 2022

Descrierea proiectului

Acest proiect își propune aprofundarea cunoștințelor ce țin de și prelucrarea datelor dintr-un fișier audio utilizând drept mediu de dezvoltare LabWindows/CVI 2020. Prelucrările ce urmează se vor face în domeniul timp și frecvență. Analiza în domeniul timp va consta în calcularea valorilor de minim, medie, maxim, indexul minim, indexul maxim, dispersie, mediană, frecvența de eșantionare, numărul de eșantioane, totalul de zero-crossing și totodată filtrarea semnalului prin mediere, respectiv filtru cu element de ordin I. Analiza în domeniul frecvență va consta în reprezentarea spectrului întregului semnal și în aplicarea a două tipuri de ferestre (Dreptunghiulară și Blackman) și a două tipuri de filtre (SavitzkyGolay și Notch pentru frecvența de 1000 de Hz) secunda cu secundă.

Descrierea cerințelor proiectului

Prima etapă a proiectului constă în transformarea cu ajutorul unui script în python a unui fișier cu extensia .wav într-un fișier cu extensia .txt pentru a putea efectua următoarele prelucrări. Pentru semnalul dat s-au făcut următoarele prelucrări: plotarea grafică, histograma, afișarea parametrilor de interes (minim, maxim, indexul fiecăruia, medie, dispersie, numărul de treceri prin zero), precum și 2 filtre aplicate pe semnal (filtrare prin mediere și cu element de ordin I). Precum și afișarea semnalului filtrat și derivata acestuia, precum și anvelopa semnalului inițial.

A doua etapă a proiectului constă în implementarea unui nou panou, pentru reprezentarea semnalului în domeniul frecvență cât și prelucrarea acestuia în domeniul frecvență. Se realizează o analiză spectrală asupra fiecărei secunde din semnal. Se vor utiliza 2 tipuri de ferestruiri (Dreptunghiulară și Blackman) și a două tipuri de filtre (SavitzkyGolay și Notch pentru frecvența de 1000 de Hz) asupra semnalului inițial.

În realizarea aplicației a fost folosit mediul de dezvoltare LabWindows/CVI 2020 (mediu de programare ANSI C pentru testare și măsurare dezvoltat de Național Instruments) dar și Python 3.9.

Analiza în domeniul timp

Analiza în domeniul timp constă în execuția scriptului Python care realizează conversia fișierului 7.wav (fișierul audio asupra căruia se realizează analiza). În urma conversiei se obțin 2 fișiere .txt (waveData.txt și waveInfo.txt) care conțin informații referitoare la rata de eșantionare și numărul de valori ale semnalului. După aceasta se plotează semnalul pe un control de tip graph. Următorul pas constă în determinarea valorilor de interes minim/maxim, indicii acestora, medie, dispersie, zero-crossing. Se mai determină și histograma semnalului inițial.

Următorul pas constă în implementarea funcțiilor pentru filtrare în domeniul timp a semnalului. Primul filtru aplicat este cel de mediere pentru 16 sau 32 de elemente din fișierul waveData.txt. Al 2 filtru aplicat este element de ordin I conform relației: $\text{filtru}[i] = (1 - \alpha) * \text{filtru}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$, unde signal este vectorul inițial iar filtru este vectorul cu valorile filtrate. Tipul filtrului cât și parametrii pentru acesta vor fi luate de pe niste controale amplasate pe interfață.

Se poate vizualiza semnalul filtrat și pe secunde. Controalele Prev și Next realizează trecerea la secunda anterioară sau la cea următoare.

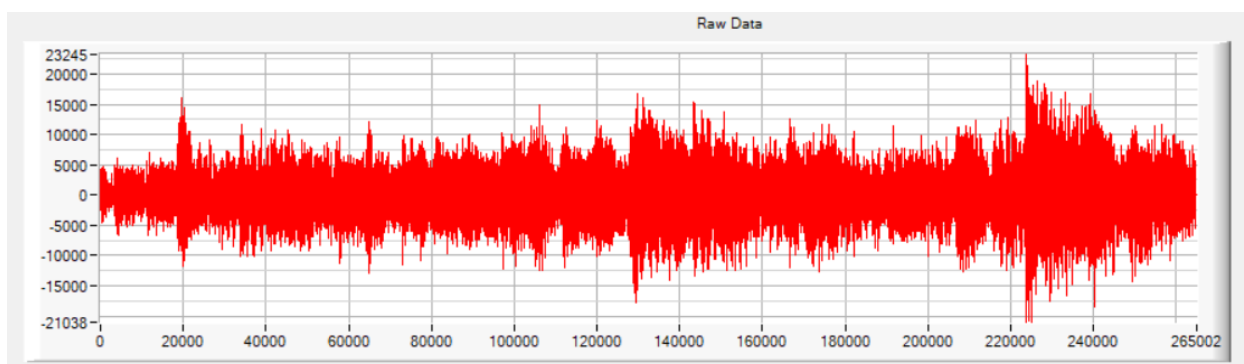


Fig 1. Reprezentarea semnalului inițial

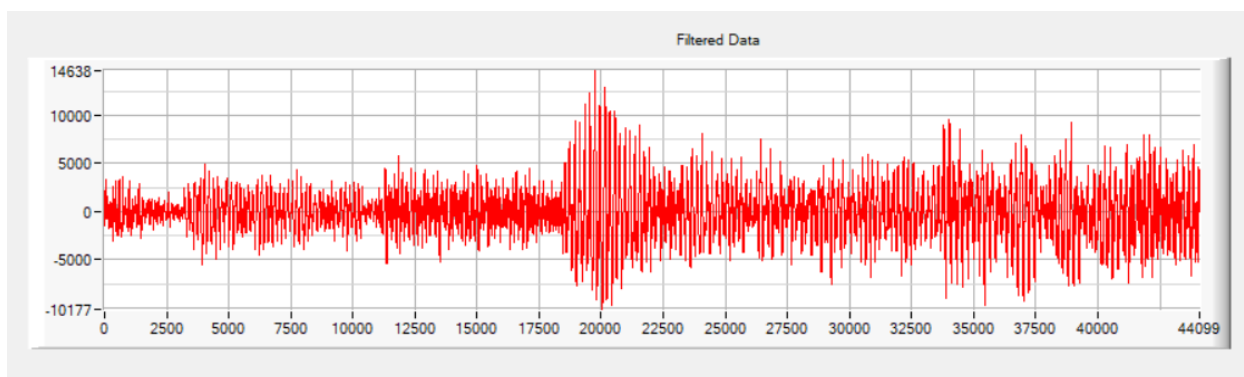


Fig 2 . Reprezentarea secunde 0-1 a semnalului , filtrată cu filtrul de mediere pe 16 elemente

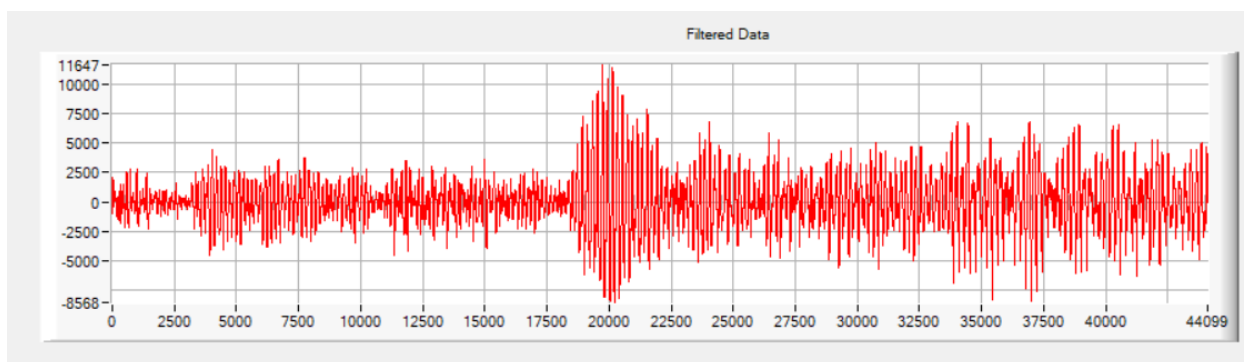


Fig 3 . Reprezentarea secunde 0-1 a semnalului , filtrată cu filtrul de mediere pe 32 de elemente

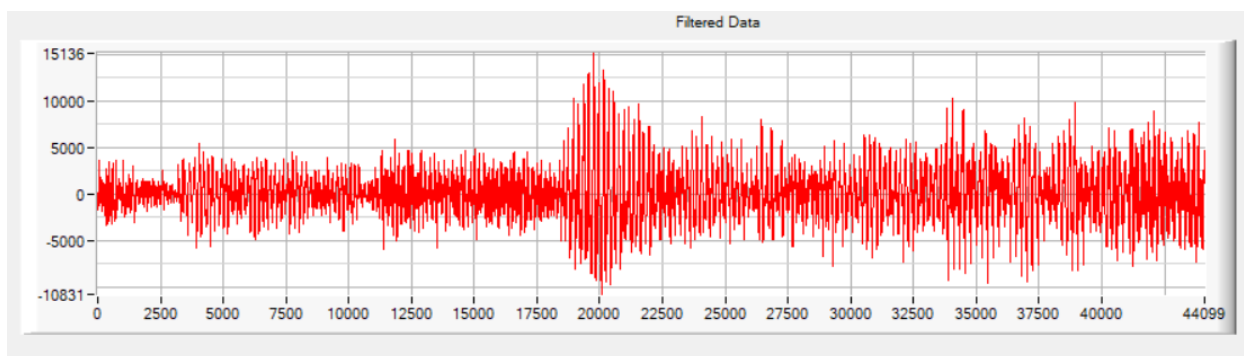


Fig 4 . Reprezentarea secunde 0-1 a semnalului , filtrată cu un element de ordin I, unde $\alpha=0.2$

Semnalul inițial , dar si anvelopa acestuia.

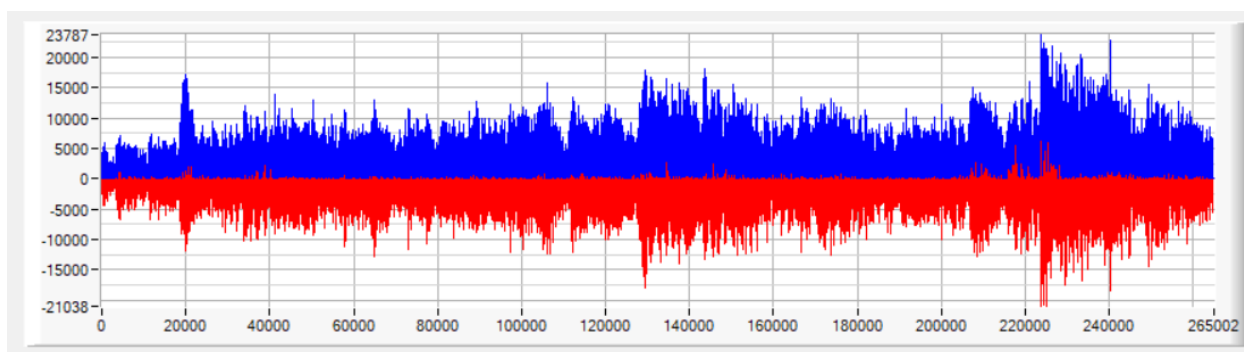


Fig 5. Anvelopa semnalului

Se afișează derivată semnalului pe același control Graph unde s-a reprezentat semnalul filtrat. (acest lucru fiind valabil pentru ambele tipuri de filtre)

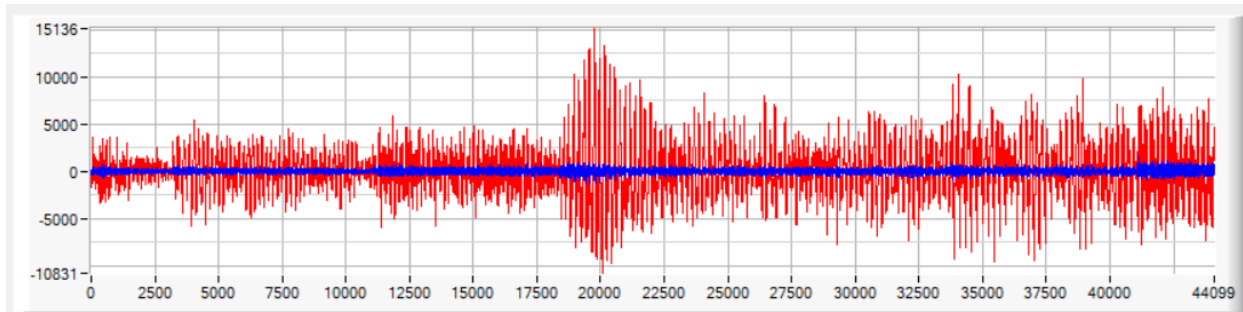


Fig 6. Derivata semnalului filtrat

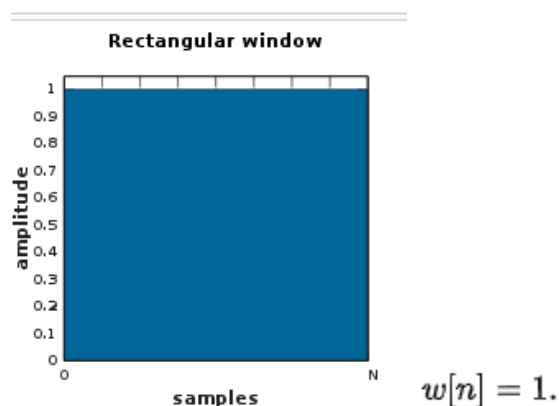
Analiza în frecvență

Se vor aplica două tipuri de ferestre: Triunghiulară și Blackman și a două tipuri de filtre: trece bandă Chebyshev I și II pentru 1/3 - 2/3 din spectrul semnalului pe o secundă la alegere din semnalul inițial.

Analiza în domeniu frecvență în crearea unui nou panou pe care vor fi amplasate controale de timp graph pentru semnal, semnalul filtrat, dar și a spectrurilor acestora, după aplicarea unei ferestruiri cu scopul de a aplatiza la capete semnalul. De asemenea se vor determina și 2 valori de interes pentru fiecare spectru: *frequencyPeak* și *powerPeak*.

Se vor aplica două tipuri de ferestre: Dreptunghiulară și Blackman și a două tipuri de filtre: SavitzkyGolay și Notch pentru frecvența de 1000 de Hz.

Fereastra Dreptunghiulară



Fereastra dreptunghiulară (uneori cunoscută sub numele de vagon sau fereastră Dirichlet) este cea mai simplă fereastră, echivalentă cu înlocuirea tuturor valorilor cu excepția N ale unei secvențe de date cu zerouri, făcând să pară ca și cum forma de undă se pornește și se oprește brusc.

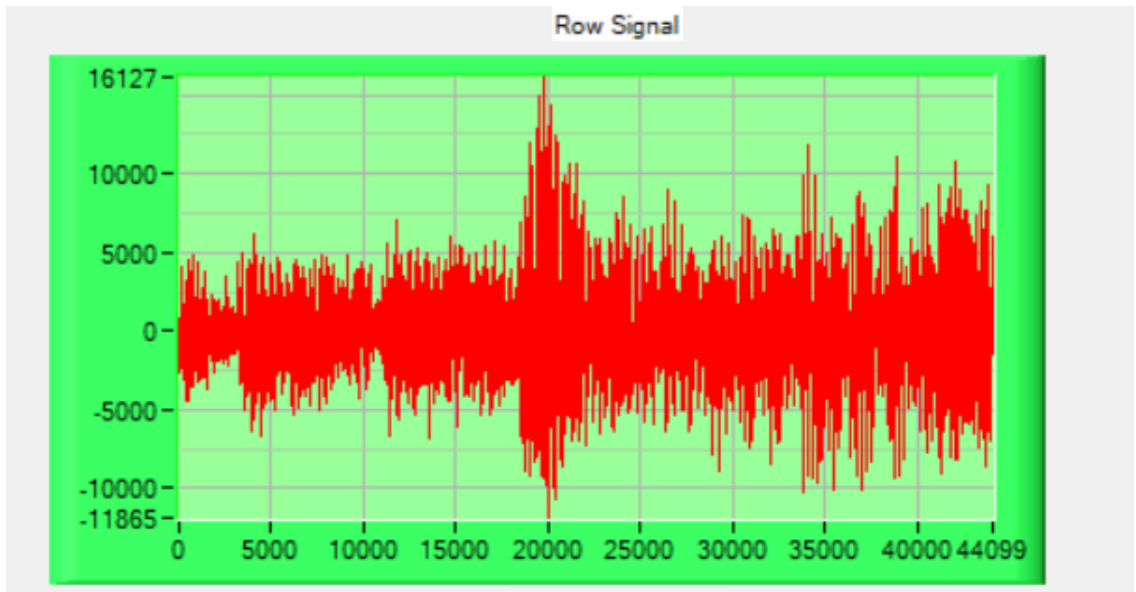
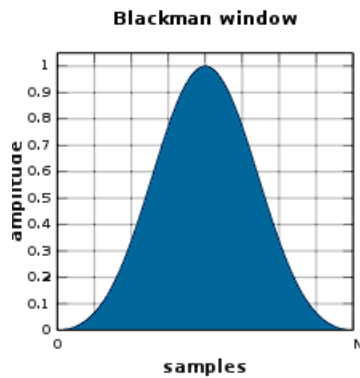


Fig 7. Secunda 0-1 a semnalului cu fereastra de tip Dreptunghiulară

Fereastra Blackman



$$w[n] = a_0 - a_1 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right) + a_2 \cos\left(\frac{4\pi n}{N}\right)$$

$$a_0 = \frac{1 - \alpha}{2}; \quad a_1 = \frac{1}{2}; \quad a_2 = \frac{\alpha}{2}.$$

Fereastra Blackman este utilă pentru măsurarea componentelor de nivel foarte scăzut în prezența unui semnal mare de intrare, cum ar fi o măsurare a distorsiunii.

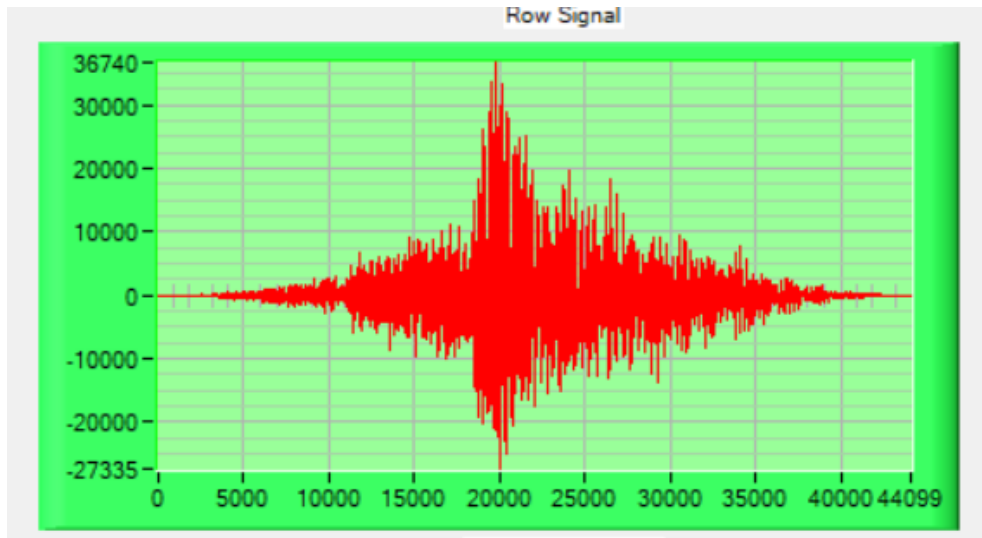


Fig 8. Secunda 0-1 a semnalului cu fereastra de tip Blackman

Filtrele SavitzkyGolay și Notch pentru frecvența de 1000 de Hz

SavitzkyGolay:

Un filtru Savitzky–Golay este un filtru digital care poate fi aplicat unui set de puncte de date digitale cu scopul de a netezi datele, adică de a crește precizia datelor fără a distorsiona tendința semnalului.

$$Y_j = \sum_{i=\frac{1-m}{2}}^{\frac{m-1}{2}} C_i y_{j+i};$$

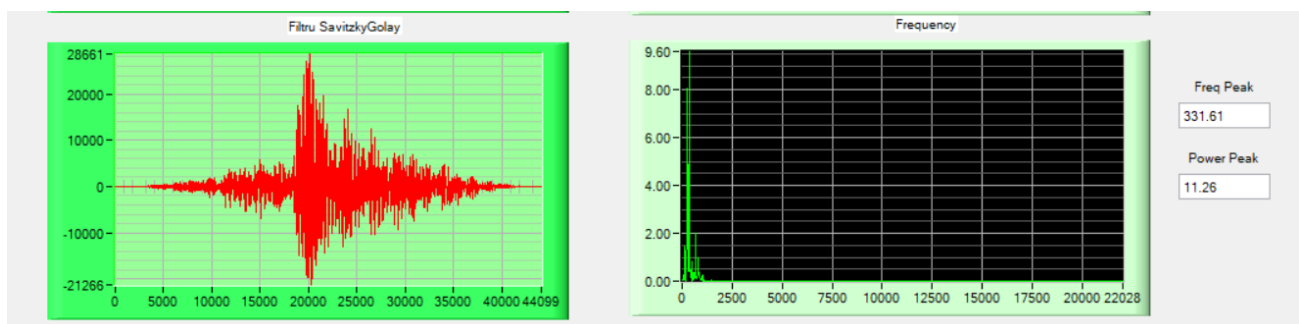


Fig 9 . Secundă 0-1 a semnalului cu fereastră de tip Blackman și filtru SavitzkyGolay, împreună cu spectrul pe secundă respectivă

Notch

Filtrul Notch este de tip OB special în sensul că este proiectat să elimine total o frecvență (de ex. 50 Hz!), mai exact banda de oprire este foarte îngustă.

$$\begin{aligned} H(z) &= (1 - e^{j\omega_0} z^{-1})(1 + e^{-j\omega_0} z^{-1}) \\ &= 1 - 2 \cos(\omega_0) z^{-1} + z^{-2} \end{aligned}$$

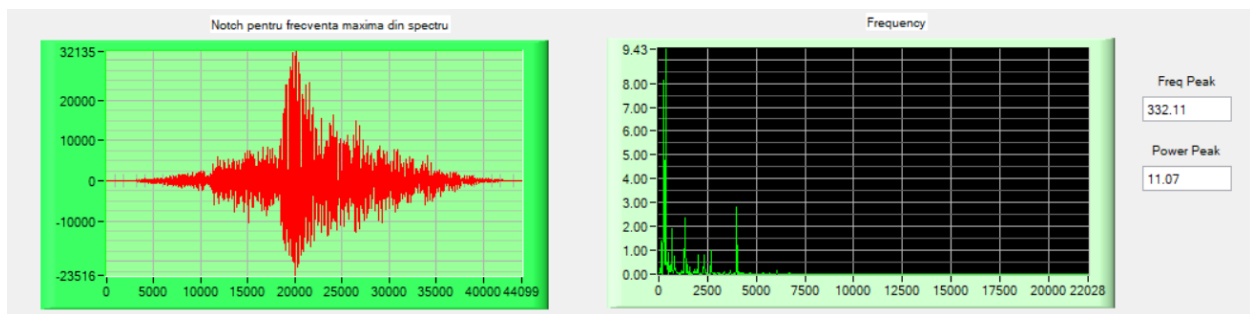


Fig 10 . Secundă 0-1 a semnalului cu fereastră de tip Blackman și filtru Chebyshev II, împreună cu spectrul pe secundă respectivă