



UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GH ASACHI" IAȘI
FACULTATEA AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
SPECIALIZAREA CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

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

Documentație
Achiziția și prelucrarea datelor - proiect

Coordonator,

Lupu Robert

Student,

Rotaru Irina

Grupa: 1308A

Iași, 2022

Rezumatul proiectului:

În cadrul acestui proiect am avut de analizat un semnal în două moduri: în domeniu timp și în frecvență. Incepand de la un fișier .wav, după ce l-am convertit prin intermediul Python în .txt, am putut să lucrez pe aceasta în interfața CVI. Am urmărit inițial filtrarea semnalului în domeniul timp prin două metode: filtrare de ordin 1 cu parametru alpha și filtrare de ordin 2 prin mediere. Am realizat histograma semnalului. Semnalul filtrat a fost mai apoi împărțit pe secunde (fișierul wav avea 6 secunde inițial, în funcție de asta a fost făcută împărțirea) pentru a se observa mai detaliat cum arată semnalul filtrat. Semnalului inițial i-am făcut și anvelopa prin intermediul transformatei Hilbert. Imaginile pe fiecare secundă a semnalului filtrat au fost salvate în format jpeg. În ceea ce privește analiza în domeniu frecvență, eu am avut asignate ferestrele Hanning și Blackman, și filtrele FIR Ksr_LPF și Butterworth trece jos cu de grad 6 cu frecvența de tăiere 1000 și frecvența de trecere 1250. S-a urmărit crearea unui nou panel în care să existe graph-uri ce reprezintă diverse caracteristici și ipostaze ale semnalului. Spectrul este un element esențial în această parte, el descriind magnitudinea unui semnal și caracteristici ale fazei în funcție de frecvență.

În această parte se aplatizează capetele semnalului în intervalul de esantionare, se calculează partea pozitivă a spectrului scalat de putere cu ajutorul FFT și se convertește spectrul de intrare. Mai apoi se aplică filtrele și ferestrele asignate și se face din nou spectrul.

Cerințe, fișier și mediu de dezvoltare:

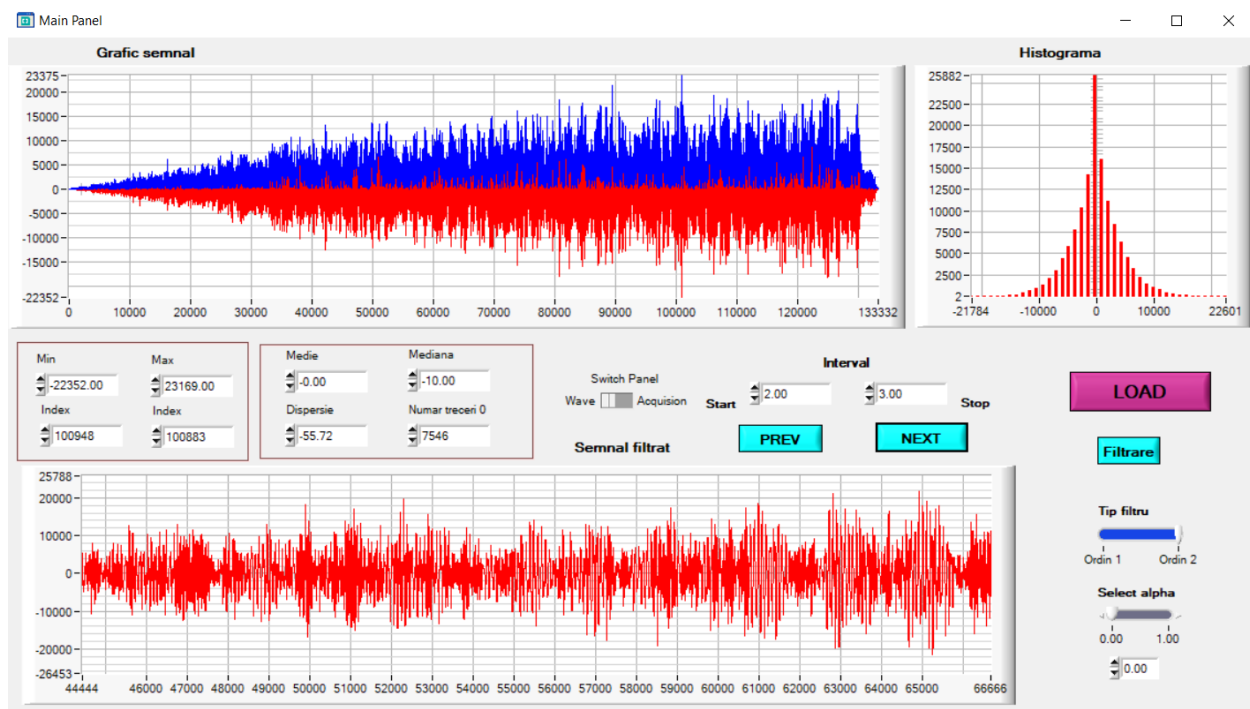
Fișierul wav, când ascultat seamănă cu o bătaie de vant sau o briză a mării. Cerințele privesc: filtrare semnal prin mediere și filtru de ordin 1, histograma, calcularea anvelopei, salvarea ca jpeg a intervalelor de o secundă a semnalului, calculul spectrului semnalului și a ferestrelor și filtrelor asignate și salvarea acestora ca jpg-uri. Mediul de dezvoltare este CVI, unde se utilizează o interfață grafică ce ne ajută să vizualizăm detalii despre semnal, în principal cu ajutorul Graph-urilor. S-a mai folosit și Python în situații ajutătoare, adică convertirea semnalului în txt și calcularea anvelopei acestuia.

Etapa 1: Analiza în domeniul timp

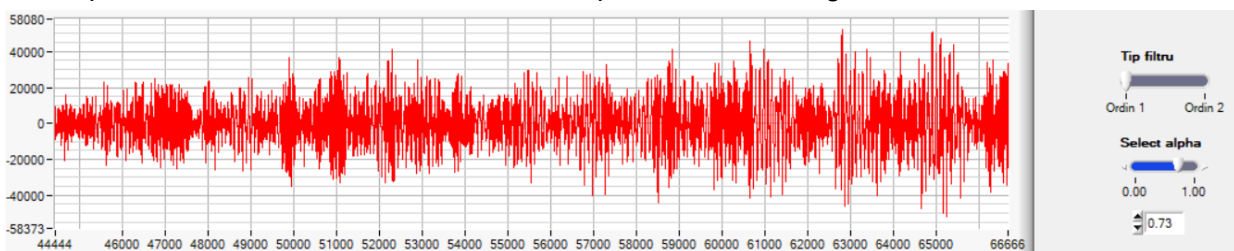
Ca și implementare, am făcut 2 funcții separate pentru calcularea semnalului filtrat, ele sunt folosite în funcție de alegerea "Tip filtru" din acel Panel. La filtrarea de ordin 1, funcția implementează pur și simplu formula: $\text{filt}[i] = (1 - \alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$, iar la cea prin mediere am folosit 16 elemente. La mediere se face suma primelor 16 elemente, se trec în semnalul filtrat, împărțite la 16 fiecare, iar pentru restul elementelor din sumă se scade semnalul inițial de $(n_{\text{elem}} - 16)$ și se adună cel curent, repetându-se împărțirea și asignarea în cel filtrat. Anvelopa am realizat-o cu ajutorul transformatei Hilbert în Python. Pentru afișarea pe secunde am împărțit numărul de puncte la 6 (atâtea secunde are fișierul meu) și am tot crescut cu numărul rezultat atunci când parcurgem semnalul.

Ca și rezultate, media mea este aproape de 0, am un semnal destul de simetric față de axa X, număr de treceri prin zero e mare, semnalul arată destul de stufos, se vede că sunt multe tăieri ale axei X. Histograma, ce arată distribuția valorilor prevede multe valori în jurul lui 0 și e destul de simetric între cele negative și pozitive, cele pozitive fiind puțin mai mari ca cele negative.

(22601,-21784). Anvelopa pare sa ocupe destul de mult din semnal (cea cu albastru), ceea ce eu cred ca se datoreaza multitudinii de valori ce sunt prezente, semnalul pare des, nu se prea observe spații libere. Ea reprezinta o limita superioara a semnalului, o evidențiere a extremitatilor acestuia.

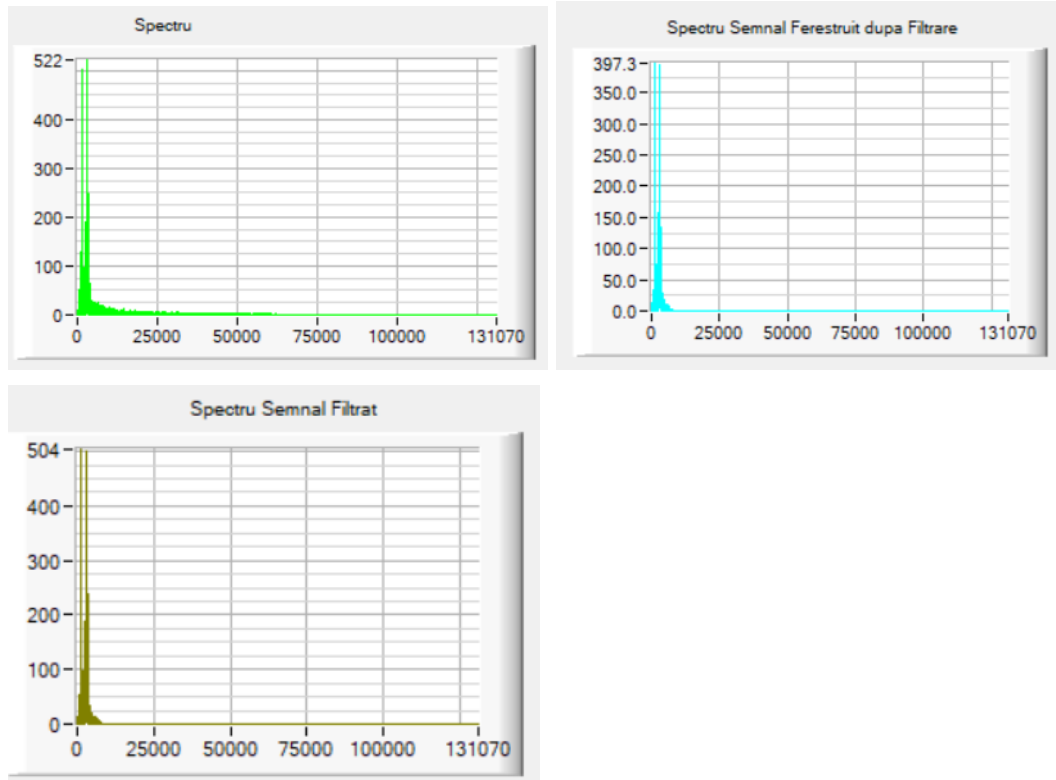


În ceea ce privește filtrarea, nu am observat diferențe majore între cele doua modalități de filtrare. Cea de sus este de ordin 2, iar aceasta de ordin 1, cu $\alpha=0.73$. Motivul pentru care facem aceasta filtrare este pentru a reduce zgomotul.



Etapa 2: Analiza în frecvență

Spectrul ne demonstrează faptul ca orice semnal poate fi privit ca o suma de sinusoide. Spectrum unui semnal sinusoidal va avea o singura componenta a frecvenței. Prin spectru vedem impuritatile unui semnal comparativ cu unul pur, sinusoidal. Maximul ce apare în spectru ne arată amplitudinea semnalului.



În ceea ce privește spectrul semnalului meu, se observa doua ramuri dominante și încă cateva pe langa acestea care au valori mai măricele, urmate de altele cu valori mici. După filtrarea semnalului, în spectrul se observa o reducere a zgomotului, valorile de maxim ramanand destul de apropiate de cele ale spectrului inițial. Ce diferente se observa între spectrul semnalului inițial și cel filtrat și ferestruit sunt valori mai mici atat în ramurile dominante, cat și în cele cu valori mai mici. La cel inițial observam o maximă de 522, iar la cel filtrat și ferestruit una de 397. Aceste diferențe sugerează o reducere a zgomotului semnalului după aplicarea filtrării și ferestruirii.

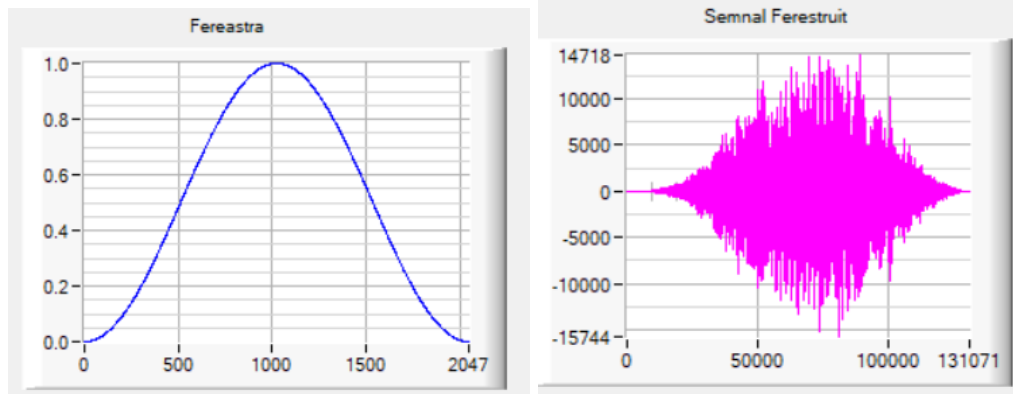
Ferestruirea reprezinta o solutie de inlaturare a variatiilor mari din zona de margine a unei bucăți dintr-un semnal, ea schimba forma semnalului în domeniul timp și afectează spectrul, așa cum se observa și în imaginile atașate în documentație. Folosim ferestruirea pentru a rezolva scurgerile spectrale.

Ferestrele pe care le-am avut de aplicat sunt următoarele:

Hanning funcționează după următoarea formula:

$$w(n) = 0.5 \left(1 - \cos \left(2\pi \frac{n}{N} \right) \right), \quad 0 \leq n \leq N$$

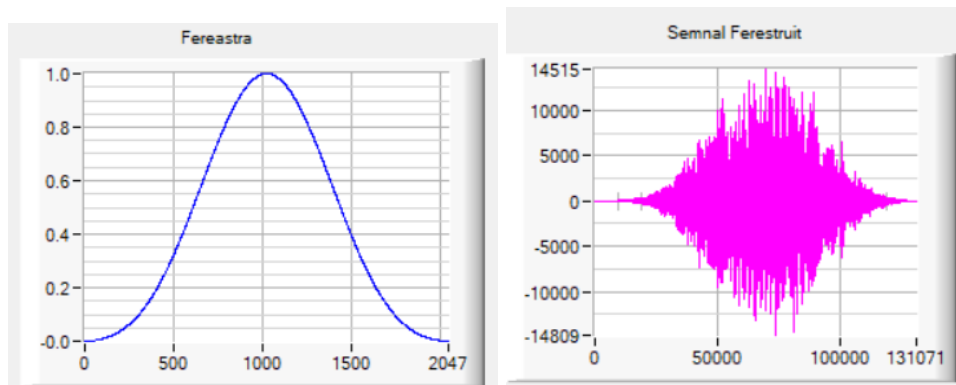
Are o rezoluție în frecvența bună, o scurgere spectrală acceptabilă și o acuratețe a amplitudinii acceptabilă. Prin aplicarea acesteia, spectrul este adunat în jurul frecvenței fundamentale, lucrul ce poate fi observat în imaginile de mai sus.



Blackman funcționează după următoarea formula:

$$w(n) = 0.42 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{L-1}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{L-1}\right), \quad 0 \leq n \leq M-1$$

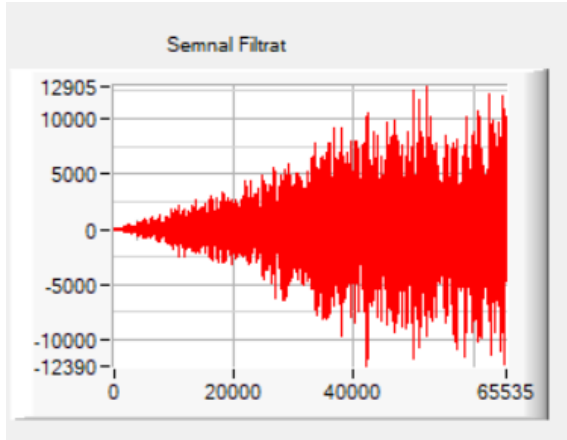
Blackman are o rezoluție în frecvență slabă, are cea mai bună scurgere spectrală și o acuratețe a amplitudinii bună.



Ferestruirea ne ajută prin reducerea discontinuităților de la capete și prin separarea componentelor de frecvențe apropiate. Cele două ferestre sunt destul de asemănătoare, Blackman este cea ce se apropie destul de mult de varianta optimă, având rezultate puțin mai bune.

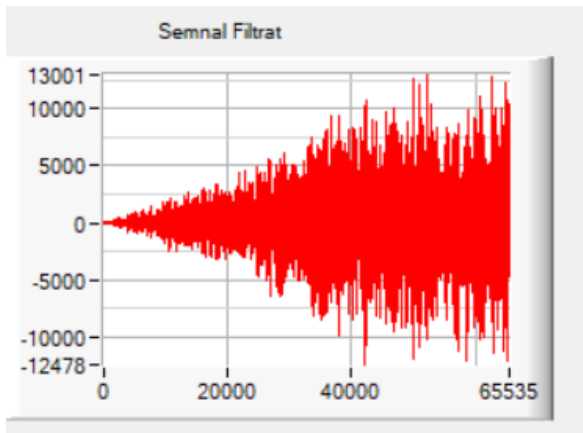
Filtrele pe care le-am avut de aplicat sunt:

FIR Ksr_LPF - filtru cu răspuns finit la impuls, trece jos



Butterworth - filtru cu răspuns infinit la impuls, ordin 6
Funcționează după formula:

$$H(j\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \varepsilon^2 \left(\frac{\omega}{\omega_t}\right)^{2n}}}$$



Prin aplicarea acestor filtre, se observa cum se reduce zgomotul semnalului. Maximul și minimul acestuia sunt mai mici, deoarece valorile care ajungeau la acele extremități erau puține și nu majoritare, iar lățimea semnalului este mai mică.

Așadar, proiectul privește analiza în domeniul timp și în frecvență a unui semnal, atingând puncte precum realizarea histogramei, determinarea minimelor, maximelor, mediei și a altora, filtrarea semnalului prin diverse metode, ferestruirea acestui și realizarea spectrului.