

**UNIVERSITATEA TEHNICA “GHEORGHE ASACHI”, IASI**  
**FACULTATEA DE AUTOMATICA SI CALCULATOARE**  
**SPECIALIZAREA CALCULATOARE SI TEHNOLOGIA INFORMATIEI**

***ACHIZITIA SI PRELUCRAREA***  
***DATELOR - PROIECT***

*Barbuta Delia Elena, 1307A*

## ***REZUMAT***

Proiectul urmareste aprofundarea cunostintelor privind analiza semnalelor in domeniul timp si frecventa. S-a realizat analiza datelor dintr-un fisier audio, prin calculul minimului si maximului (atat valoarea, cat si indexul), dispersiei, mediei, medianei si numarului de treceri prin zero. De asemenea, au fost generate histograma, derivata si anvelopa si s-a realizat filtrarea semnalului, prin metoda medierii si a filtrarii cu element de ordin intai. A fost adaugata si o metoda de vizualizare a semnalului si a semnalului filtrat pe un anumit interval de timp, considerat de interes. Analiza in domeniul frecventa a constat in reprezentarea spectrului semnalului, pentru intervale consecutive ale semnalului, alcatuite dintr-un numar de puncte selectat din interfata. De asemenea, au fost aplicate doua tipuri de ferestre, Hamming si Welch si doua tipuri de filtre, Chebysev 2 si Butterworth. Atat in interfata pentru analiza semnalului in domeniul timp, cat si in cea pentru analiza semnalului in domeniul frecventa, au fost adaugate optiuni pentru salvarea graficelor in format BMP sau JPEG.

## ***CERINTELE PROIECTULUI***

Etapa intai a proiectului a presupus incarcarea fisierului wav 7, determinarea unor valori precum media sau dispersia, generarea histogramei, anvelopei si optional a derivatei. De asemenea, a fost necesara filtrarea semnalului si afisarea acestuia, atat in intregime, cat si pe intervale.

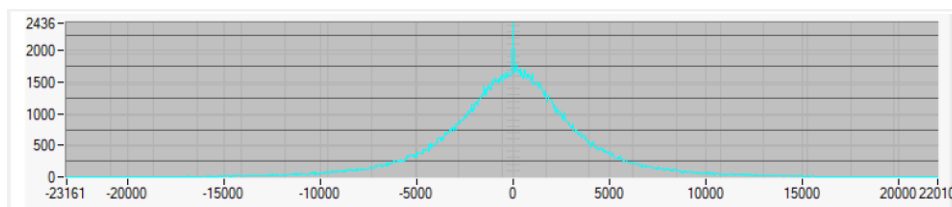
Etapa a doua a presupus crearea unui nou panou, utilizarea unui timer pentru calculul spectrului semnalului si a doua tipuri de ferestre si doua tipuri de filtre pentru procesarea acestuia.

In realizarea aplicatiei a fost folosit mediul de dezvoltare LabWindows/CVI 2021, mediu de programare ANSI C, pentru testare și masurare, dezvoltat de National Instruments.

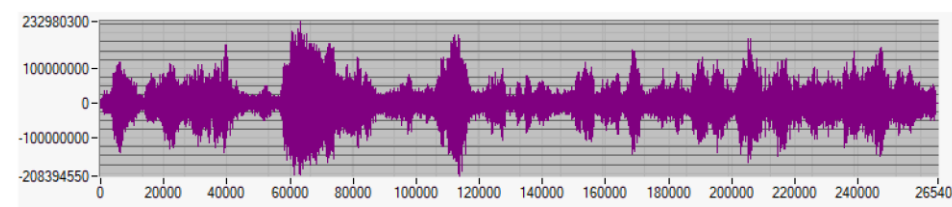
## ANALIZA IN DOMENIUL TIMP

Prima pas al analizei in domeniul timp a fost rulara unui script python ce a realizat conversia fisierului 7.wav, in doua fisiere (waveData.txt si waveInfo.txt) ce contin informatii referitoare la valorile semnalului si rata de esantionare. Se realizeaza afisarea semnalului pe un control de tip graph. Utilizand functia MinMax1D, se calculeaza valorile minime si maxime, precum si indecsii acestora, iar utilizand Median, se calculeaza valoarea mediana. Pentru medie si dispersie, au fost utilizate in calcul formulele matematice, nu functiile mediului de dezvoltare. Pentru numarul de treceri prin 0 au fost parcurse toate valorile semnalului, iar atunci cand au fost gasite doua valori consecutive cu semne diferite, a fost incrementata variabila. Toate aceste valori au fost afisate pe interfata, pe controale de tip numeric.

Pentru calculul histogrammei, a fost utilizata functia Histogram, din CVI, alaturi de functia PlotXY.



Pentru calculul derivatei, a fost utilizata functia DifferenceEx, cu parametrul DifferenceMethod = DIFF\_SECOND\_ORDER\_CENTRAL.

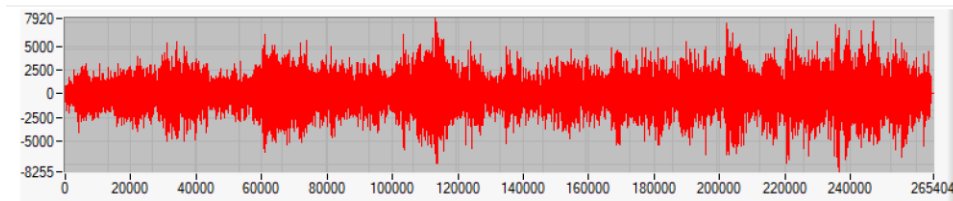


Pentru filtrarea semnalului, a fost introdus un control de tip ring pe interfata, de unde se poate alege tipul de filtrare care se doreste: mediere (pe 16 sau 32 de elemente) sau cu element de ordin 1.

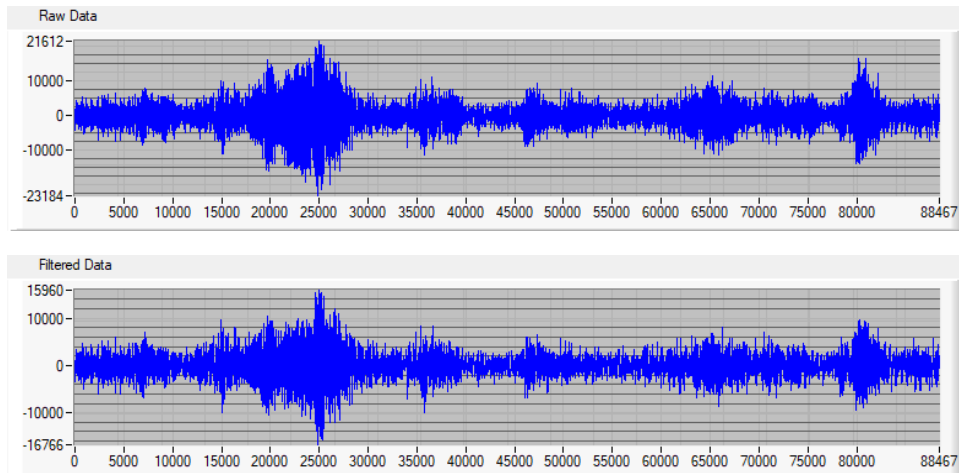
În cadrul funcției de mediere pe 16 elemente, pentru primele 16 elemente s-a realizat medierea prin adunarea tuturor valorilor întâlnite până la momentul respectiv și împărțirea acestora la poziția numărului curent în vector. De la al 17-lea element până la sfârșitul valorilor se realizează media celor 16 elemente anterioare. Mecanismul este similar pentru medierea pe 32 de elemente.

În ceea ce privește medierea cu element de ordin 1, aceasta se realizează conform relației:  $\text{filt}[i] = (1 - \alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$ , unde  $\text{signal}$  este vectorul care conține valorile semnalului audio, iar  $\text{filt}$  este un vector care conține valorile filtrate. Valoarea parametrului  $\alpha$  este fixată pe interfață și se află în intervalul  $(0, 1)$ .

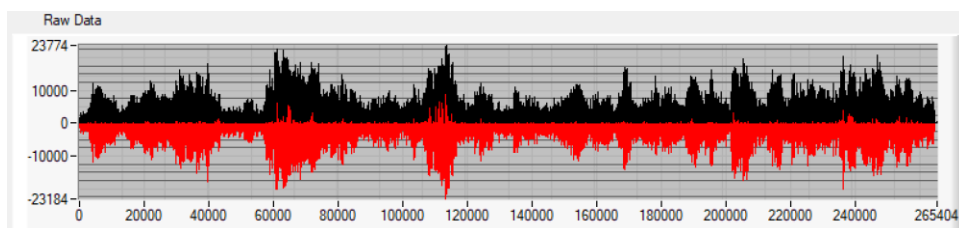
În imaginea de mai jos se poate observa rezultatul filtrării cu element de ordin 1 ( $\alpha = 0.05$ ). Amplitudinea semnalului este mai mică decât cea a semnalului inițial. Cu cât valoarea lui  $\alpha$  este mai apropiată de 0, se observă mai bine rezultatul filtrării, dar dacă parametrul  $\alpha$  are valori apropiate de 1, semnalul filtrat se aseamănă celui nefiltrat.



Se poate vizualiza semnalul filtrat pe intervale. Controalele Prev și Next realizează trecerea la intervalul anterior sau la intervalul următor. Totuși, aplicația nu permite ca începutul intervalului să fie mai mic decât 0 sau sfârșitul să fie mai mare decât 6, pentru a nu depăși dimensiunea semnalului. În imaginile de mai jos poate fi observat semnalul nefiltrat și semnalul filtrat prin mediere pe 16 elemente, între secunde 2 și 4. Acestea imagini au fost salvate în format BMP, prin apăsarea butonului “Salvati”, cu numele introdus de utilizator în interfață. Această funcționalitate a fost realizată cu ajutorul funcțiilor `GetCtrlDisplayBitmap` și `SaveBitmapToBMPFile` din CVI.



Anvelopa semnalului a fost obtinuta in python, prin rulara unui script ce a generat valorile acesteia, care au fost mai apoi incarcate in CVI cu ajutorul functiei FileToArray si plotate pe graficul semnalului. Rezultatul arata in felul urmator:



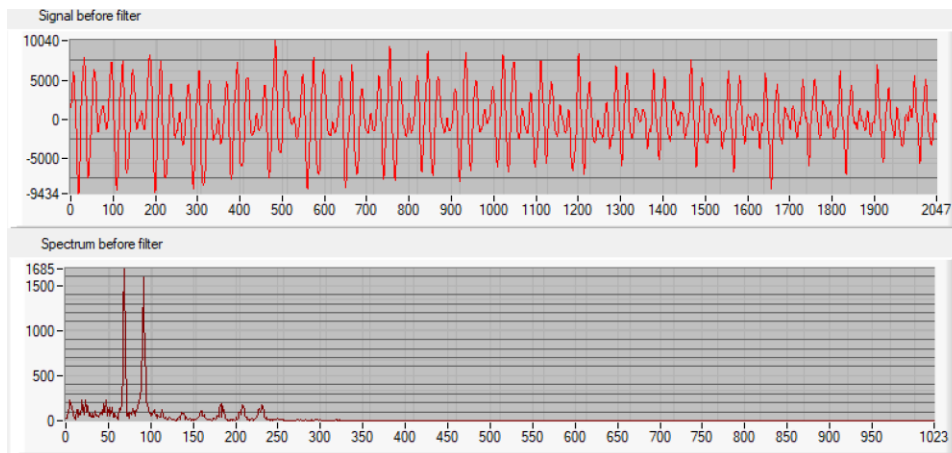
## ***ANALIZA IN FRECVENTA***

Primul pas al acestei etape a constat in crearea unui nou panou, pentru afisarea rezultatelor. La apasara butonului SWITCHPANEL, se realizeaza trecerea dintr-un panou in celalalt. Pe interfata a fost adaugat un control numeric, pentru selectarea numarului de puncte in care va fi reprezentat spectrul si un timer. La fiecare tick al timer-ului, vom afisa pe interfata secunda corespunzatoare si vom calcula spectrul semnalului, pentru un numar de puncte egal cu cel preluat de pe interfata (acesta trebuie sa fie putere a lui 2).

În funcția `timerCB`, se calculează numărul de intervale (parte întreagă din numărul total de puncte supra numărul de puncte pe interval, plus unu) și numărul de puncte rămase (restul împărțirii numărului de puncte la numărul de puncte pe interval). Se va calcula pentru fiecare interval spectrul semnalului în numărul de puncte citit de pe interfață, iar pentru ultimul interval se va calcula pentru numărul de puncte rămase. Când procesul se termină, timerul va fi oprit.

Pentru realizarea spectrului se aplică inițial o fereastră, cu scopul de a "aplatiza" forma semnalului la capetele intervalului analizat. În acest fel, fiecare buffer de esanțioane va fi asimilat cu o perioadă a semnalului. Mai apoi se calculează partea pozitivă a spectrului scalat de putere, se generează frecvența pentru spectrul de putere (`frequencyPeak`) dar și valoarea maximă din spectrul de putere (`powerPeak`). Aceste două valori sunt afișate pe interfață. Urmează convertirea spectrului de intrare în format linear, ceea ce permite o reprezentare grafică mai convenabilă.

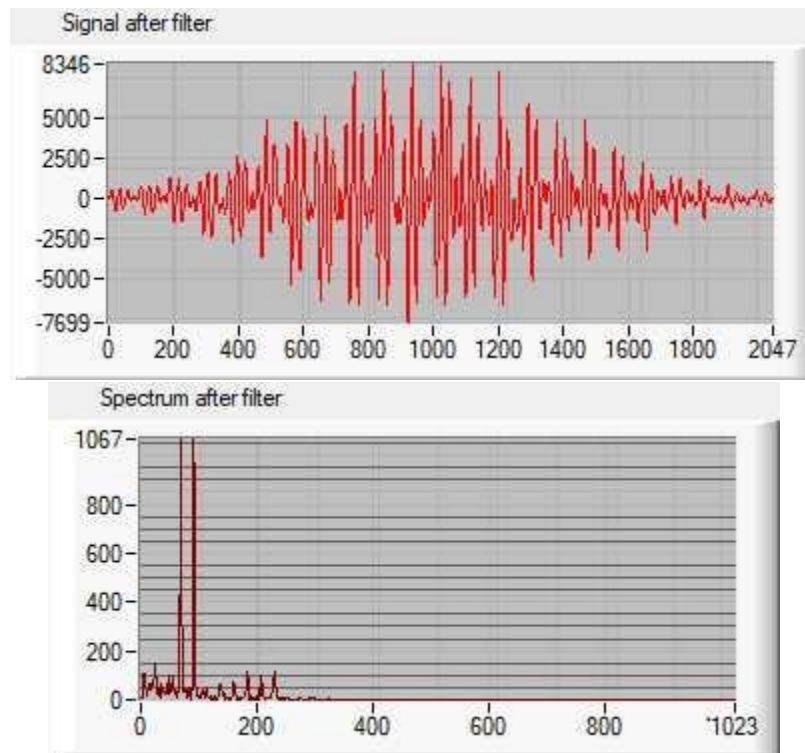
Imaginea de mai jos arată semnalul nefiltrat și spectrul acestuia, pentru un număr de 2048 de puncte, la secunda 3. Se observă faptul că reprezentarea spectrului are o dimensiune egală cu jumătate din frecvența de esanționare a semnalului.



Cea de-a doua parte a analizei in frecventa consta in selectarea de pe interfata a unui tip de fereastră(Hamming sau Welch) si a unui filtru(Butterworth de ordin 4 si Chebysev 2 de ordin 4, trece jos pentru 1/3 din spectru). Ferestruirea si filtrarea au fost aplicate pe acelasi numar de esantioane ca anterior. Functiile utilizate sunt: HamWin, WelchWin, Bw\_LPF si InvCh\_LPF. Graficele cu semnalul filtrat si spectrul acestuia sunt afisate pe interfata. Filtrele Butterworth si Chebysev 2 sunt filtre cu raspuns infinit la impuls. Filtrul Butterworth au caracteristica plata în banda de trecere, banda de tranzitie nu foarte ingusta, iar atenuarea in banda de stop este mare. Filtrul Chebysev 2 contine oscilatii (ripluri) in banda de oprire. In banda de trecere caracteristica este plata.

Din momentul in care este bifat checkbox-ul “Save Graphs”, pentru fiecare nou interval vor fi salvate imagini cu semnalul filtrat si spectrul acestuia, utilizand functiile GetCtrlDisplayBitmap si SaveBitmapToJPEGFile.

In imaginile de mai jos se poate observa semnalul filtrat (Butterworth) si ferestruit(Hamming), pentru un un numar de 2048 de puncte, la al treilea tick al timer-ului.



Se poate observa modul in care se modifica semnalul la aplicarea ferestrei. Pentru ca am utilizat o fereastră de tip Hamming, semnalul este mai aplatizat la capete. De asemenea, se observa cum la aplicarea filtrului amplitudinea semnalului scade.