



UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE 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,

Gorie Ioana

Grupa 1307A

Iași, 2022

Descrierea proiectului

Acest proiect își propune implementarea unei aplicații utilizând LabWindows CVI pentru a achiziționa un semnal și a-l prelucra în timp și frecvență.

În domeniul timp se dorește observarea filtrării semnalului, pe câte o secundă, prin aplicarea unui filtru de mediere (pe 16 sau 32 de elemente) sau ordin I cu α în intervalul (0,1). De asemenea, se dorește aflarea minimului, maximului, media, mediana și dispersia semnalului și totalul de zero-crossing. La fiecare prelucrare rezultatele obținute se salvează sub formă de fișiere cu extensia .jpeg.

Pentru prelucrarea în domeniul frecvenței se va observa ferestruirea semnalului (fereastră Hanning, fereastră Triunghiular) și filtrarea acestuia prin aplicarea unui filtru (filtru Butterworth, trece sus, cu ordin la alegere pentru $\frac{1}{2}$ din frecvențele înalte sau Chebyshev, trece bandă de ordin 5, pentru $\frac{1}{4}$ și $\frac{1}{2}$ din spectru). Se poate alege și numărul de puncte pentru care se realizează ferestruirea.

Cerințe

Etapa 1

- utilizând Python 3.8 se va ruleaza un script ce va genera doua fișiere text din care vom extrage numarul de eșantioane și frecvența de eșantionare al fișierului wav
- afișare semnal pe un control tip Graph
- calcularea și afișarea valorilor min/max, dispersia, medie, mediana
- se implementează funcțiile pentru filtrare prin două metode: mediere (pe 16 sau 32 de elemente), cu un element de ordin I conform relației:

$$\text{filt}[i] = (1 - \alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i],$$

unde signal este vectorul care conține valorile semnalului audio iar filt sunt valorile filtrate (alt vector!).

Pe interfața aplicației se creează un control pentru selecția tipului de filtru. Pentru filtrul de ordin I, valoarea parametrului α se va fixa prin intermediul unui control numeric în intervalul (0÷1).

- realizați afișarea grafică a semnalului filtrat pe intervale de timp de o secundă

Adăugați posibilitatea de selecție a filtrului (mediere, α) și corespunzător a dimensiunii respectiv coeficientului α .

- pentru fiecare interval de timp se salvează imaginile obținute pentru semnalul dat și cel filtrat.

Etapa 2:

- se include în aplicație un nou panou
- în panoul nou se va implementa prelucrarea în frecvență a fișierului wav.
- se include un control de tip Graph pentru reprezentarea spectrului întregului semnal și un control numeric tip întreg pentru selectarea numărului de puncte (N) pentru Transformata Fourier.
- se va calcula și reprezenta spectrul pe semnalul întreg sau pe câte o sec., similar cu modul în care s-a realizat analiza pe 1 sec în prima etapă.
- trebuie să se utilizeze două tipuri de ferestre și două tipuri de filtre pentru procesarea semnalului (window: Hanning, Triunghiular, filtre: filtru Butterworth pentru $\frac{1}{2}$ din frecvențele înalte, sau Chebyshev trece bandă de ordin 5 pentru $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ din spectru).
- realizarea documentației (4-5 pagini)

Mediul de dezvoltare

Pentru achiziționarea unui semnal audio s-a folosit mediul de programare PyCharm utilizându-se o funcție python ce folosește bibliotecile numpy și scipy.

Pentru realizarea interfeței și a codului ce fac posibilă prelucrarea semnalului a fost folosit mediul de dezvoltare LabWindows/CVI 2020 și 2017 (mediu de programare ANSI C pentru testare și măsurare dezvoltat de National Instruments).

Analiza în domeniul timp

În cadrul interfeței avem reprezentat în primul grafic semnalul nefiltrat și în cel de-al doilea grafic semnalul filtrat, alături de histograma. Pentru filtrul de mediere putem alege numărul de puncte cu ajutorul casetei Dimensiune Fereastra, iar pentru filtrul de ordin I putem alege variabila alpha cu ajutorul controlului Alpha.

După apăsarea butonului WaveData care va realiza conversia fișierului „14.wav” ce va genera două fișiere cu informații referitoare la eșantionarea și numărul de valori ale semnalului, pe interfață se va genera semnalul achiziționat. Pe baza lui se vor calcula și se vor afișa pe interfață minimul, maximul, media, mediana, dispersia și zero crossingul, precum și histograma.

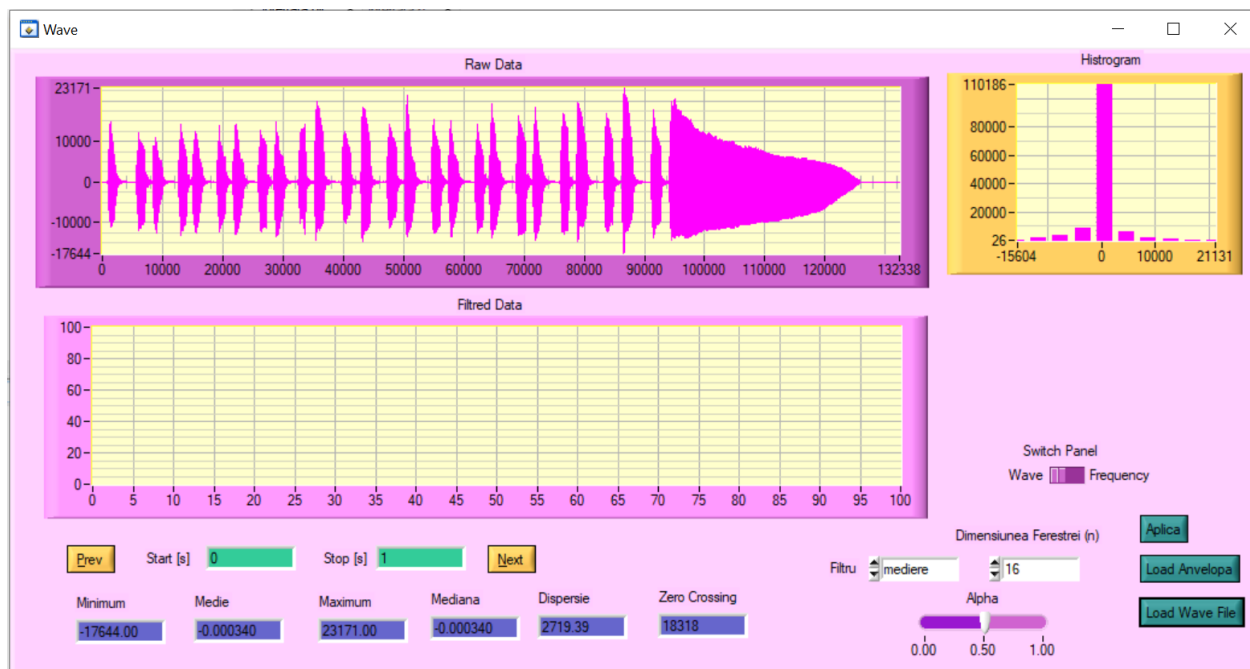


Fig 1. Reprezentarea interfeței după achiziționarea semnalului

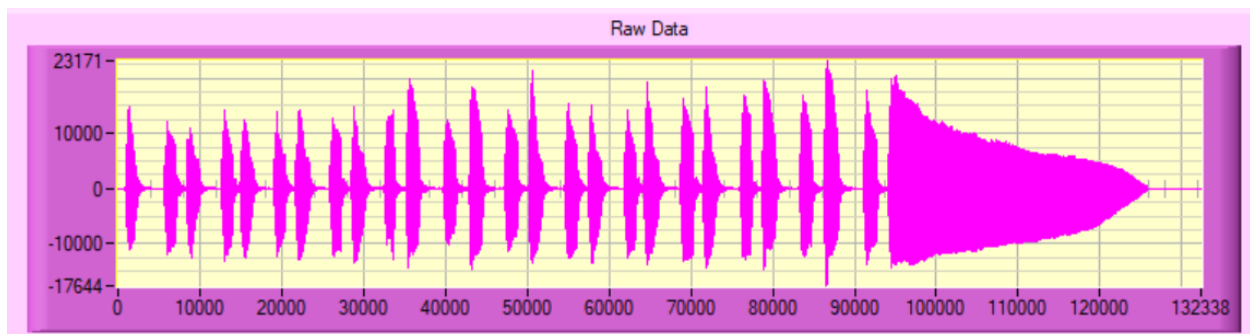


Fig 2. Reprezentarea semnalului inițial

La apăsarea butonului **Aplica** se va realiza filtrarea semnalului ținându-se cont de valorile celor trei controale de pe interfață :

- Filtru : indică tipul filtrului care se va aplica (mediere sau ordin 1)
- Dimensiune Fereastra: în cazul în care se alege aplicarea filtrului mediere, va indica numărul de puncte (16 sau 32)
- Alpha: dacă este selectată opțiunea ordin 1 din cadrul controlorului filtru, va indica parametrul alpha cu valori în intervalul (0,1) ce va fi folosit în funcția de filtrare



Fig 3. Mediere pe 16 elemente

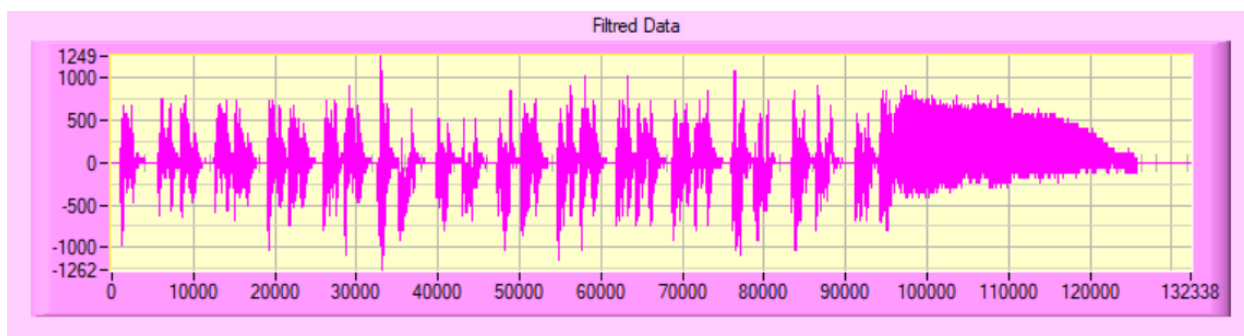


Fig 4. Mediere pe 32 elemente

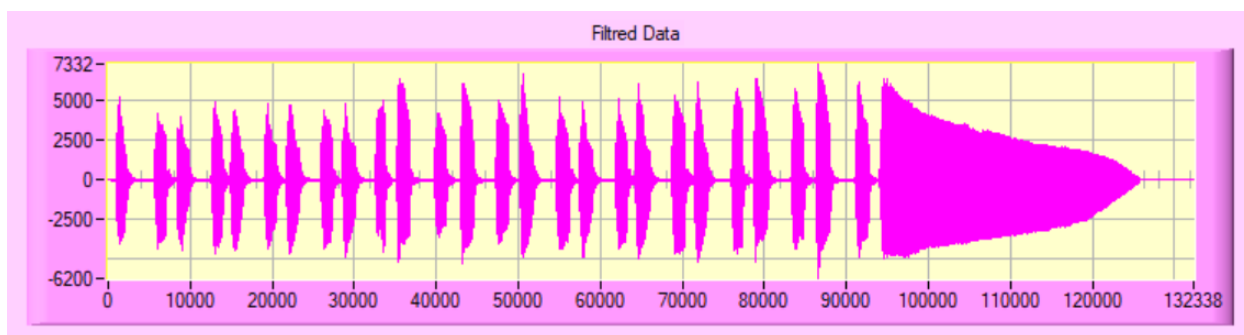


Fig 5. Filtrare de ordin I cu $\alpha=0.25$

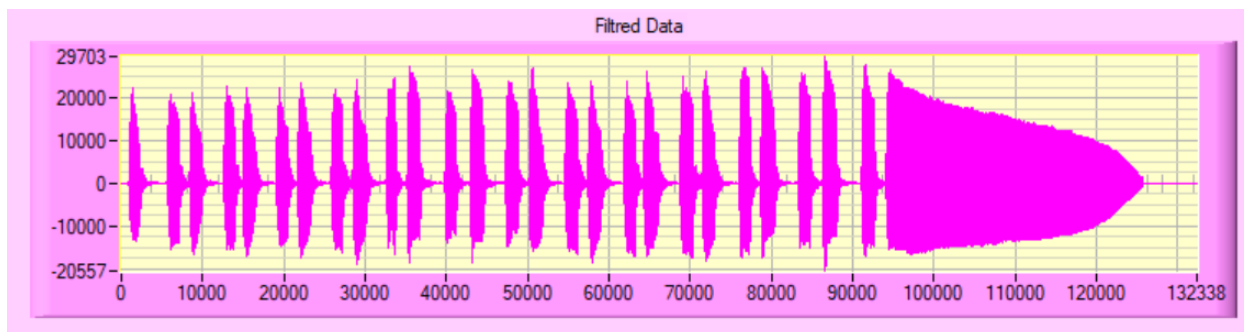


Fig 6. Filtrare de ordin 1 cu $\alpha=0.75$

Se observă că pe măsură ce valoarea lui α este mai apropiată de capătul inferior al intervalului $(0,1)$ cu atât amplitudinea diferă mai mult de cea a semnalului inițial față de o valoare a lui α mai apropiată de extremitatea opusă, ce va indica o similitudine mai ridicată cu semnalul de bază.

Butoanele **Prev** si **Next** permit utilizatorului să vizualizeze semnalul initial dar și pe cel filtrat pe secunde.

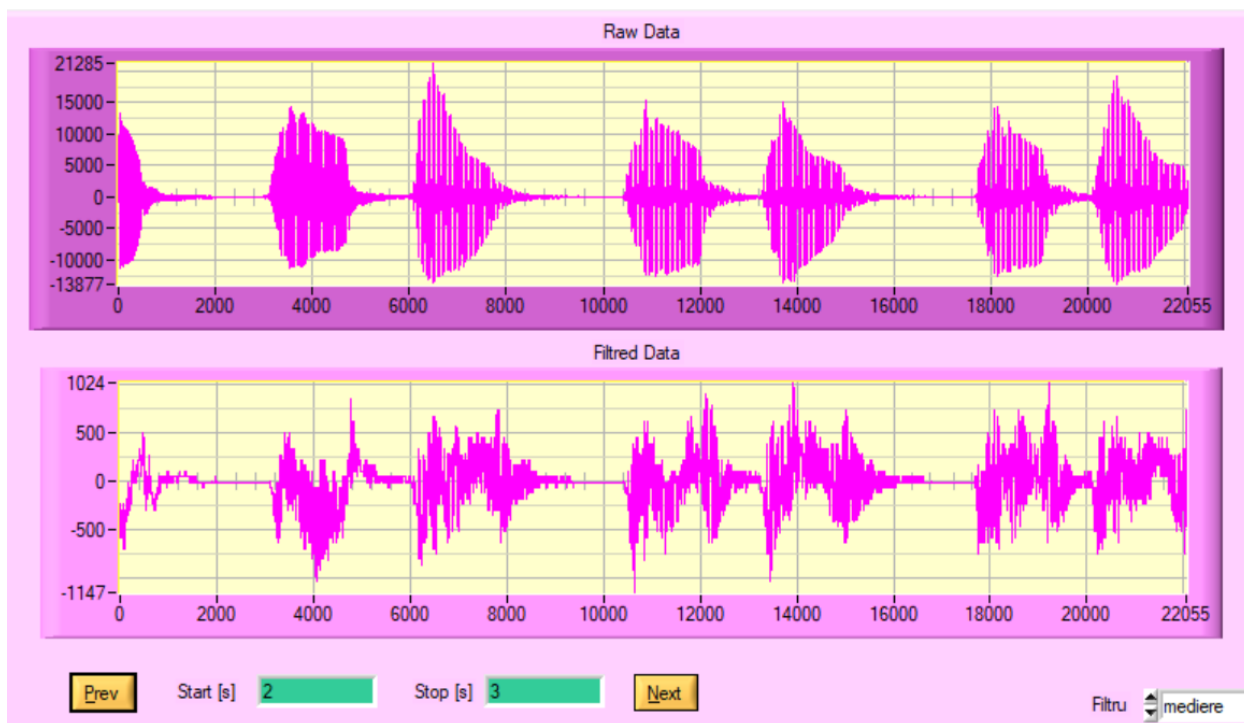


Fig 7. Semnalul filtrat prin mediere pe 32 elemente între 2[s] și 3 [s]

Apăsarea butonului **Load Anvelopa** de pe interfață va afișa anvelopa semnalului în graficul unde a fost reprezentat inițial semnalul.

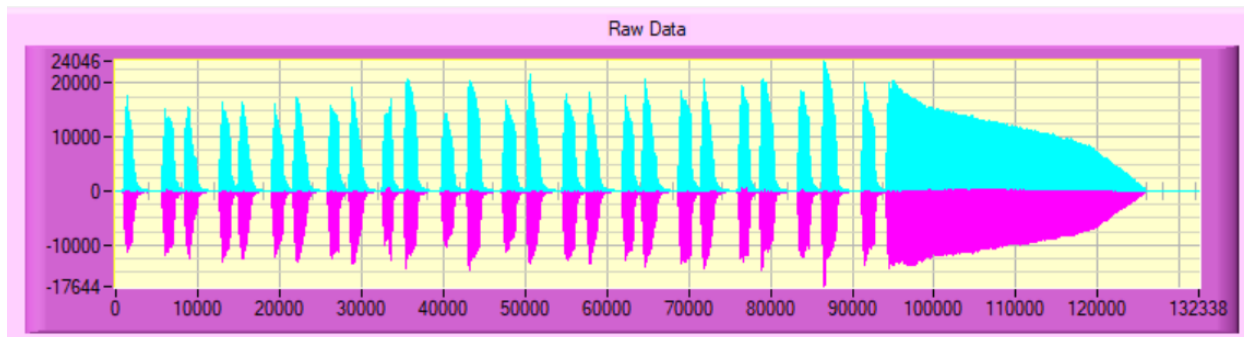


Fig 8. Anvelopa semnalului

Analiza în domeniul frecvență

Apăsând pe switch-ul de pe interfața inițială se va deschide un nou Panel, ce va conține 4 grafice în care se va afișa , pe secunde, semnalul initial, spectrul semnalului initial, semnalul cu un nou filtru specific domeniului frecvență , și spectrul semnalului filtrat si ferestruit.

În urma calcului spectrului initial se vor determina două noi valori ce vor fi afișate în căsuțele Frequency Peak și Power Peak.

Utilizatorul va putea selecta numărul de puncte și gradul ce vor fi utilizate în aplicarea filtrelor.

Acesta va putea alege tipul de filtru dorit (Butteworth trece sus , Chebyshev trece bandă) din controlul *Tip Filtru* dar și tipul de ferestruire (Hanning, Triunghiulară) din controlul *Tip Fereastră*.

Utilizând butonul *Generare Imagine* din colțul din stânga jos al interfeței, utilizatorul va putea salva o imagine cu oricare dintre cele 4 grafice. Pentru a selecta graficul pentru care vrea să genereze o imagine, utilizatorul va alege din controlul de tip *RING* de deasupra butonului de generare numele graficului.

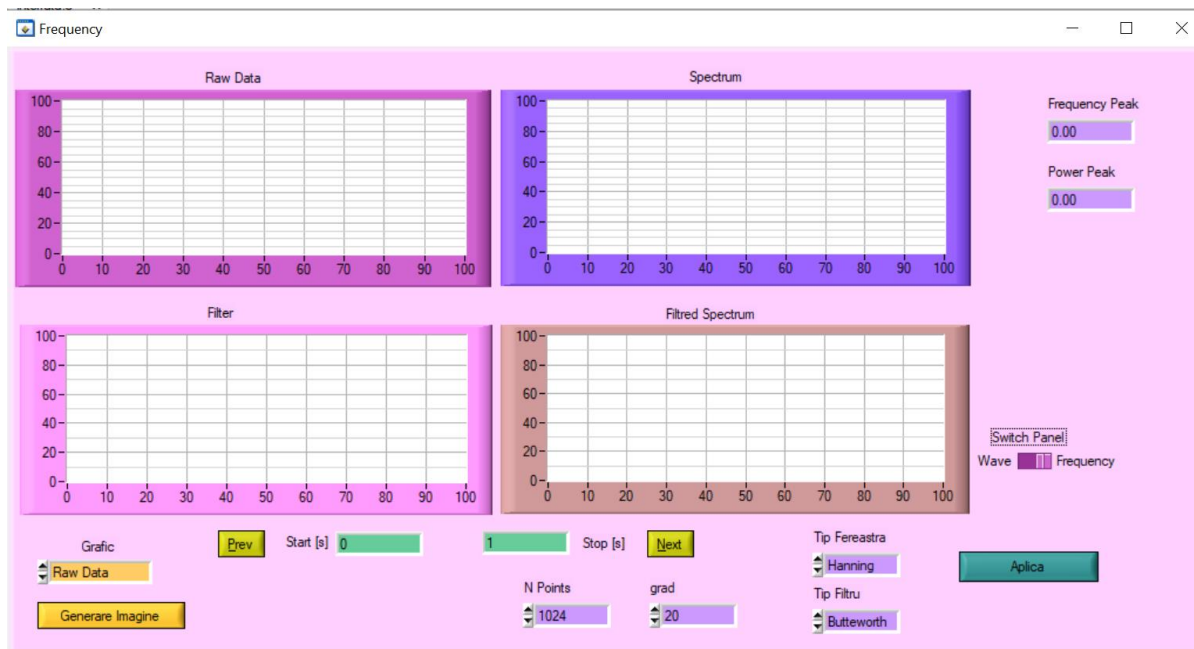


Fig 9. Interfața panoului ce se ocupa de prelucrarea în frecvență

La apăsarea butonului *Aplică* din acest panou, ținându-se cont de valorile controalelor din stânga lui, se vor calcula și afișa pe interfață în cele 4 grafice semnalul initial, semnalul filtrat, spectrul semnalului filtrat și ferestruit dar și spectrul initial pentru comparare. În graficele *Raw Data* și *Filter* va fi reprezentat atât semnalul initial cât și cel filtrate pe număr de puncte selectat de utilizator.

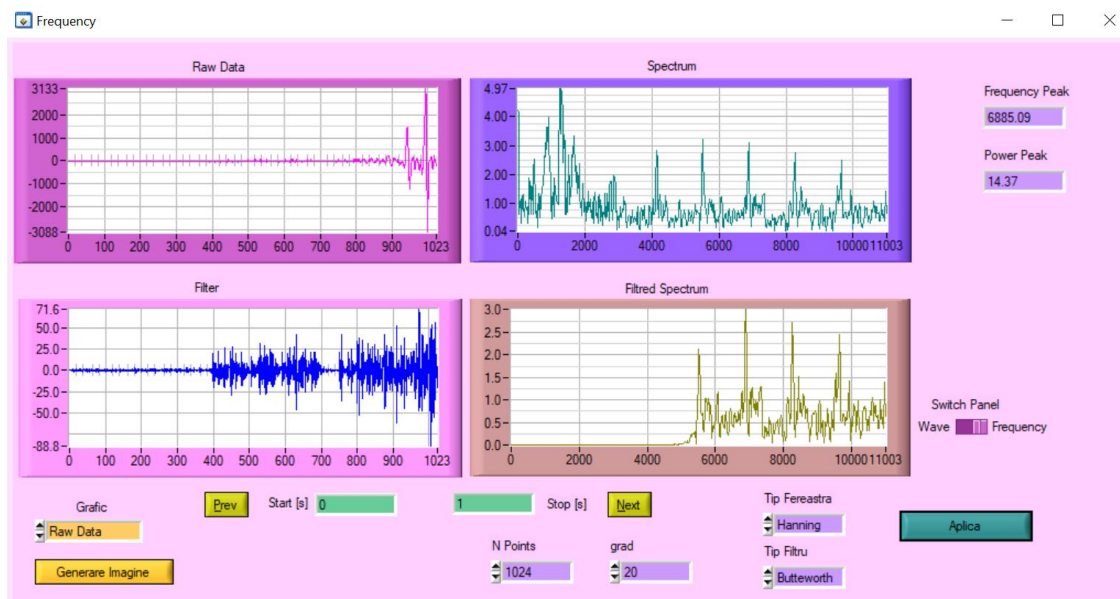


Fig 10. Fereastră Hanning, filtru Butterworth trece sus de ordin 20 pentru frecvențele înalte, pentru 1024 de puncte

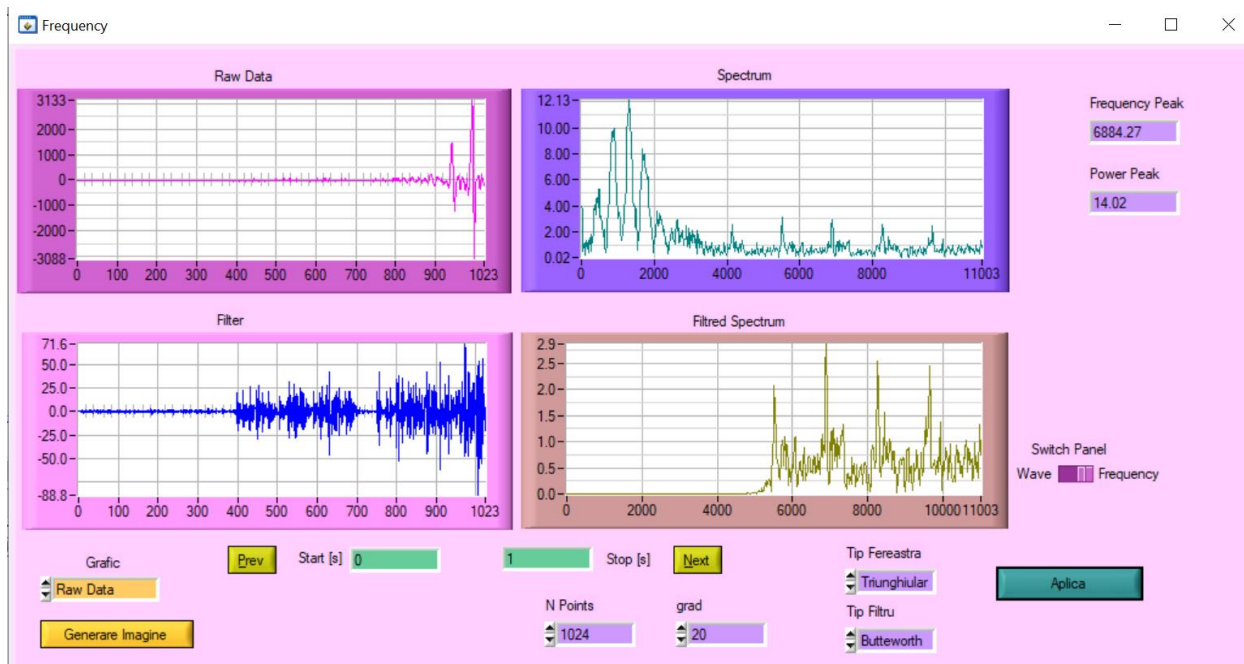


Fig 11. Fereastră Triunghiulară, filtru Butterworth trece sus de ordin 20 pentru frecvențele înalte, pentru 1024 de puncte



Fig 12. Fereastră Hanning, filtru Chebysev trece bandă de ordin 5 pentru 1/4-1/2 din spectru, pentru 1024 de puncte

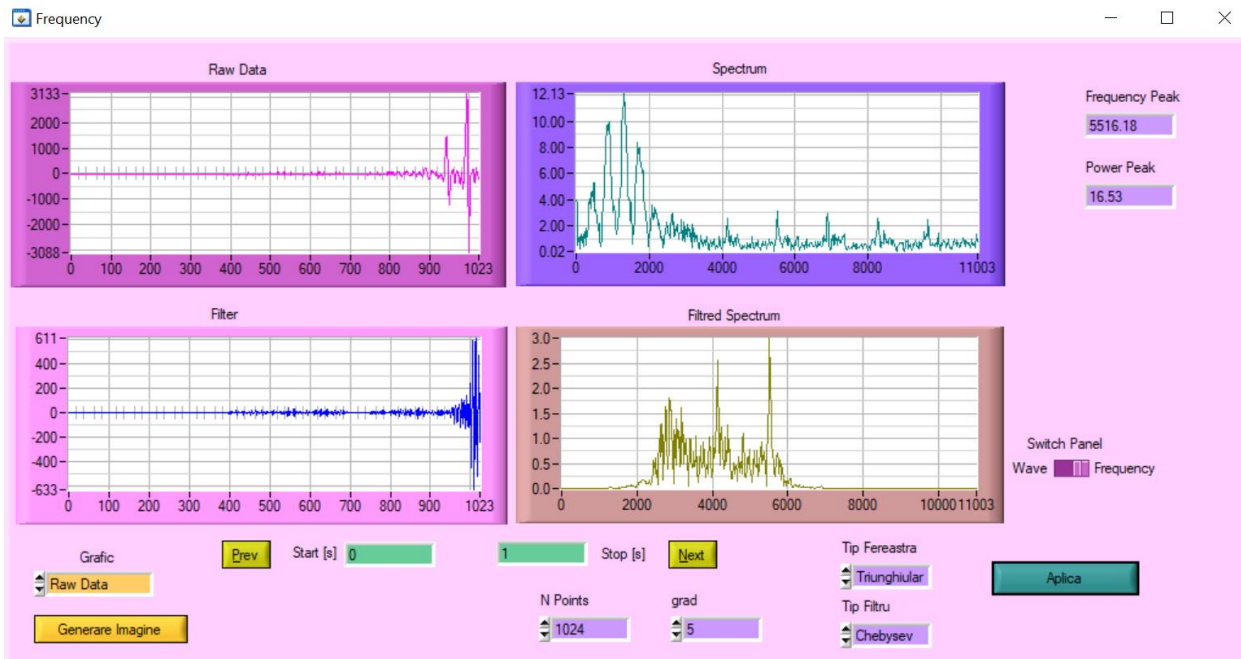


Fig 13. Fereastră Triunghiular, filtru Chebysev trece bandă de ordin 5 pentru $1/4-1/2$ din spectru, pentru 1024 de puncte

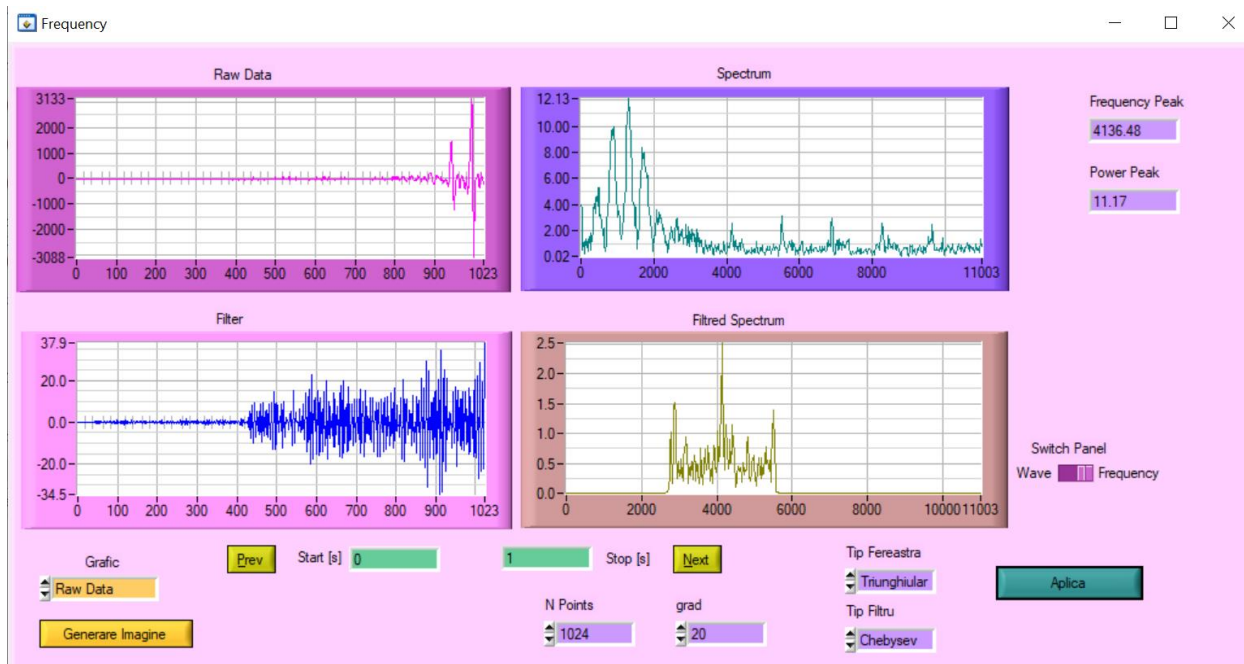


Fig 14. Fereastră Triunghiular, filtru Chebysev trece bandă de ordin 20 pentru $1/4-1/2$ din spectru, pentru 1024 de puncte

Pentru un ordin mai mare se va observa și mai bine efectul filtrului de tip trece bandă pentru $1/4$ - $1/2$ din spectru.