

Analizat in timp si in frecventa

a semnalelor

realizat de Petrea Paul-Alberto

Proiectul urmărește analiza în timp și spațiu a semnalelor. Principalele etape implementate includ încărcarea fișierului audio, prelucrarea acestuia în domeniul timp și frecvență și reprezentarea grafică a rezultatelor.

Fișierul .wav este procesat, iar datele sunt afișate pe un control de tip chart. În cazul fișierelor mai lungi se prelucrează un segment de 6 secunde din semnal.

Au fost calculate și afișate valorile minime și maxime ale semnalului, mediile, mediana, dispersia și numărul de treceri prin zero. De asemenea, histograma semnalului oferă o vizualizare detaliată a distribuției.

Au fost implementate doua tipuri de filtrare (mediere și ordin I), fiind adăugate controale pentru selecția parametrilor, dimensiunea ferestrei și coeficientul alpha.

A fost creată o interfață interactivă care permite navigarea între segmente, salvarea rezultatelor sub formă de imagini, și alegerea dinamică a metodelor de prelucrare.

S-a efectuat analiza semnalului în domeniul frecvență, folosind Transformata Fourier Discretă (FFT), aplicând diverse ferestre și realizând downsampling, unde a fost necesar. Graficul spectrului este salvat ca imagine pentru fiecare segment analizat.

Proiectul a avut ca obiectiv analiza și procesarea unui semnal audio stocat într-un fișier .wav de 1.47 minute din care au fost preluate primele 6 secunde.

Fișierul analizat a fost prelucrat în cadrul mediului de dezvoltare **LabWindows/CVI**.

Cerințele proiectului au inclus prelucrarea semnalului în domeniul timp și frecvență, calculul unor caracteristici statistice, aplicarea de filtre și reprezentări grafice, toate integrate într-o interfață utilizator interactivă.

Etapă 1 – Detalii de implementare:

Fișierul .wav a fost transformat în două fișiere ce conțin date legate de semnalul analizat, utilizând funcția `FileToArray()` pentru a prelua datele și am selectat primele 6 secunde.

Am afișat, folosind funcția `PlotY()`, intervale de o secundă din semnal.

Pentru fiecare interval, am calculat:

- **Valoarea minimă și maximă**, utilizând funcția `MaxMin1D()`;
- **Dispersia**, folosind funcția `Variance()`;
- **Media**, cu ajutorul funcției `Mean()`;
- **Numărul de treceri prin zero**, printr-un algoritm iterativ;
- **Histograma**, utilizând punctele de maxim și minim obținute, împreună cu funcția `Histogram()`.

Pentru întregul semnal, am calculat:

- **Skewness-ul**, utilizând funcția `Moment()` cu opțiunea *third-order moment*;
- **Kurtosis-ul**, folosind aceeași funcție, dar cu opțiunea *fourth-order moment*.

Anvelopa a fost calculată folosind punctele de minim și maxim obținute anterior, împreună cu funcția `PeakDetector()`. Rezultatele au fost afișate pe graficul *Raw Data* utilizând funcția `PlotY()`.

Am implementat filtrul de ordin I parcurgând semnalul și aplicând asupra acestuia formula:

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

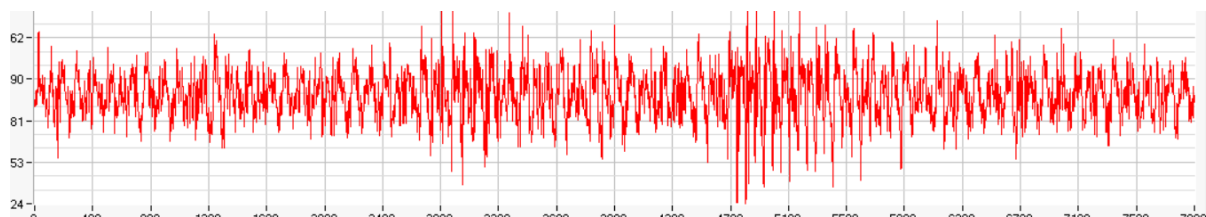
unde **alpha** este selectat de utilizator din interfața grafică.

Comentarii:

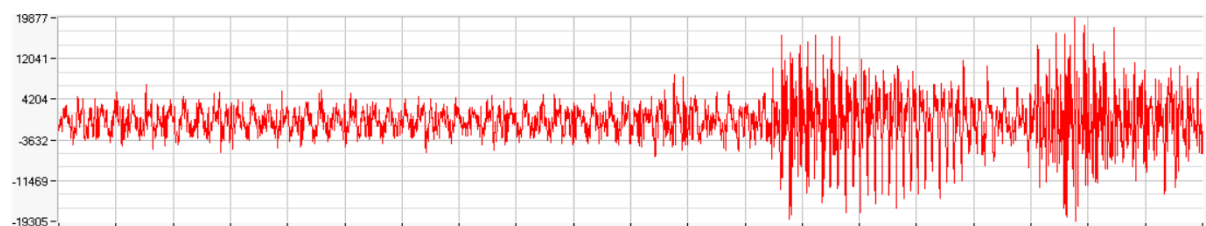
Numărul mare de **treceri prin zero** sugerează un semnal de frecvență ridicată.



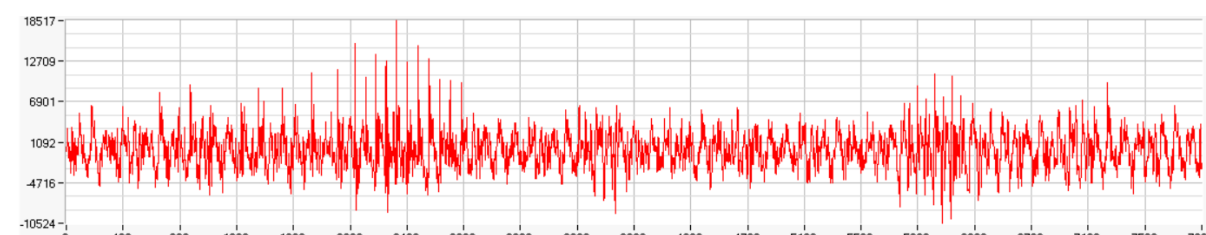
Valoarea negativă a mediei sugerează că semnalul nu este echilibrat în jurul axei zero, indicând o predominanță a valorilor negative față de cele pozitive.



Mean
-2.99



Mean
-14.67



Mean
-5.08

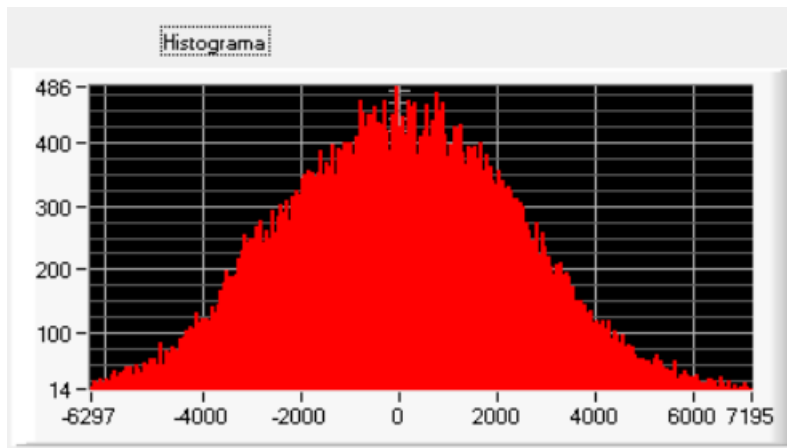
Valoarea ridicată a kurtosis-ului sugerează că semnalul este foarte concentrat și

ascuțit.

Kurtosis
1093775532

Dispersia este ridicată, sugerând o variabilitate mare.

Histograma întregului semnal este aproape uniformă:



Etapă 2 – Detalii de implementare:

Un filtru Bessel este un tip de filtru analogic sau digital care este proiectat pentru a obține un răspuns de fază liniar în banda de frecvență de trecere, păstrând forma undeii semnalului procesat.

- Un filtru Bessel menține o relație aproape liniară între faza semnalului și frecvență, minimizând distorsiunile de fază;
- Are o tranziție mai lină între banda de trecere și banda de respingere comparativ cu alte filtre;
- Pastrează forma semnalului.

//Poza cu filtrul

Un filtru EquiRPL reprezintă un tip de filtru FIR (Finite Impulse Response) proiectat pentru a minimiza erorile în banda de trecere și în banda de respingere, utilizând o metodă de optimizare.

- Principala caracteristică a filtrului este că undulațiile din banda de trecere și banda de respingere sunt distribuite uniform;
- Este proiectat să minimizeze eroarea maximă între răspunsul dorit și răspunsul real al filtrului;
- Specificațiile filtrului pot fi ajustate cu precizie pentru aplicații diverse.

//Poza cu filtrul

Fereastra FlatTop este proiectată pentru a avea un răspuns foarte plat în domeniul frecvenței (de aici și numele său). Este ideală pentru măsurători de amplitudine precise, dar are o lățime mai mare a lobilor principali, ceea ce reduce rezoluția spectrală.

Formula:

$$w[n] = a_0 - a_1 \cos(2\pi n / N - 1) + a_2 \cos(4\pi n / N - 1) - a_3 \cos(6\pi n / N - 1) + a_4 \cos(8\pi n / N - 1)$$

Răspunsul foarte plat minimizează variațiile de amplitudine în spectru.

Fereastra **Blackman** este utilizată pentru a reduce scurgerea spectrală, oferind un compromis între lățimea lobilor principali și atenuarea lobilor secundari.

Formula:

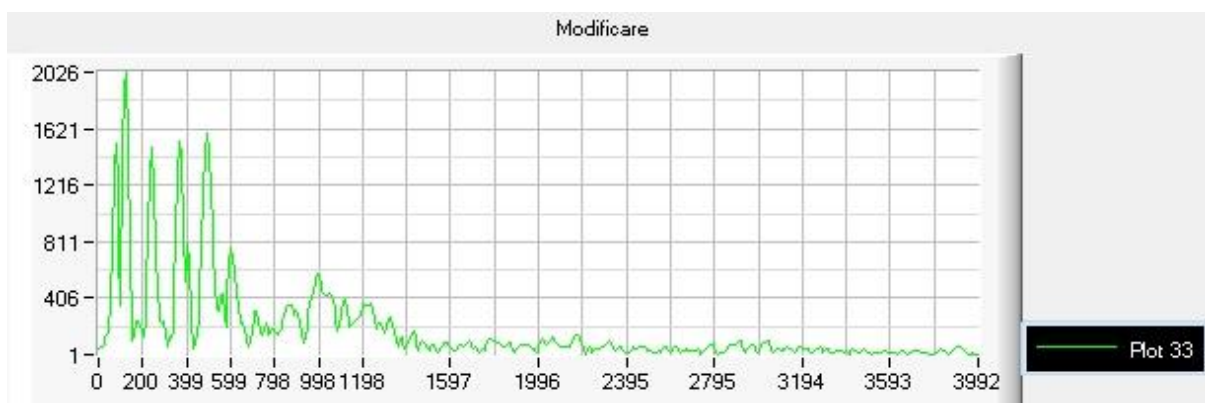
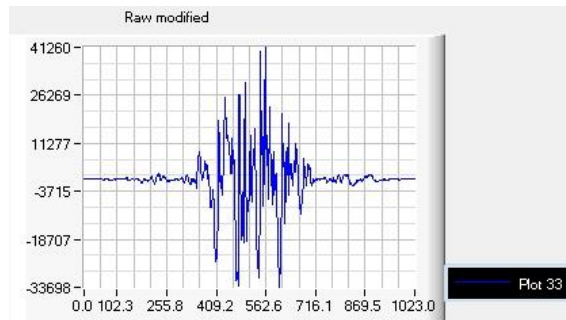
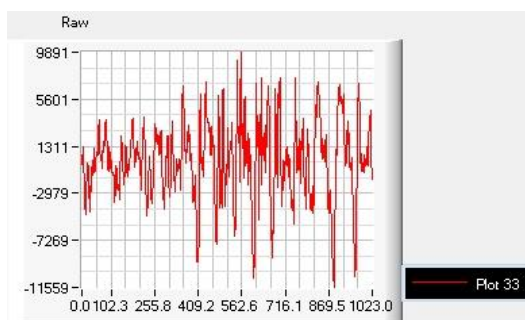
$$w[n]=0.42-0.5\cos(2\pi n / N - 1)+0.08\cos(4\pi n / N - 1)$$

Lățimea lobilor principali este moderată, iar lobi secundari sunt bine suprimați.

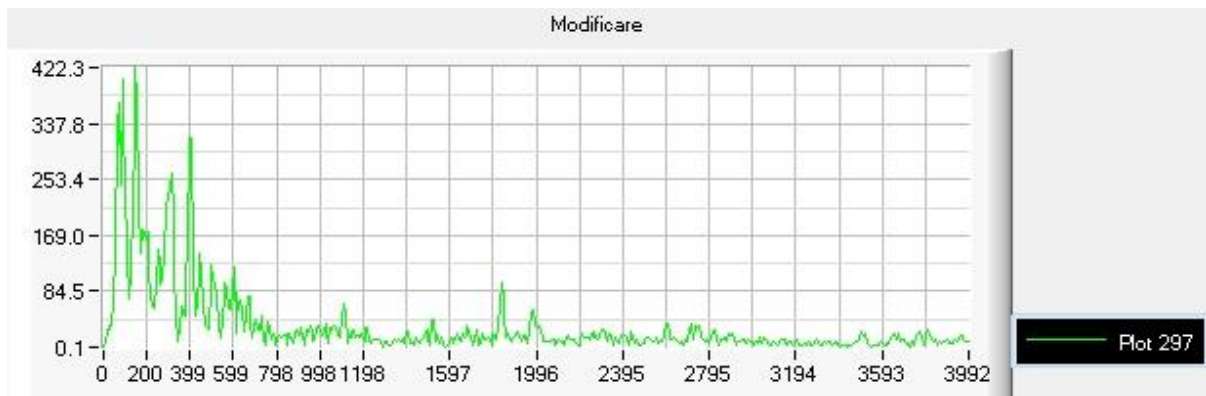
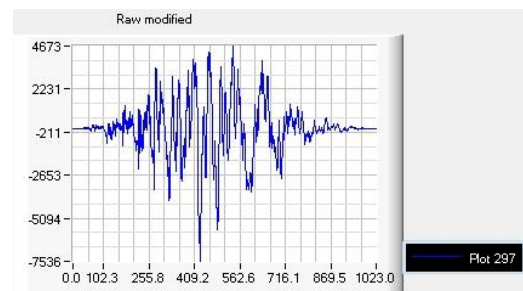
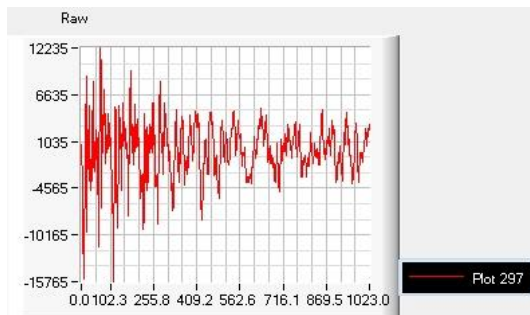
Mai jos, vom prezenta două rezultate: în primul vom aplica întâi fereastra FlatTop / BlackMan asupra semnalului, după care vom calcula spectrul rezultatului obținut.

Pentru dimensiunea DFT = 1024:

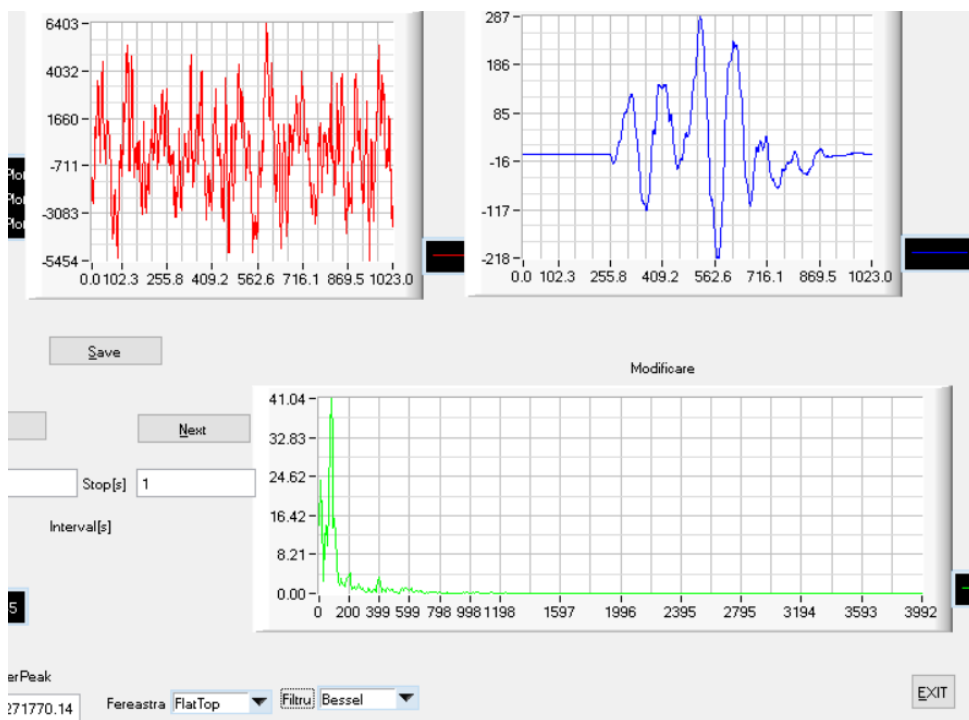
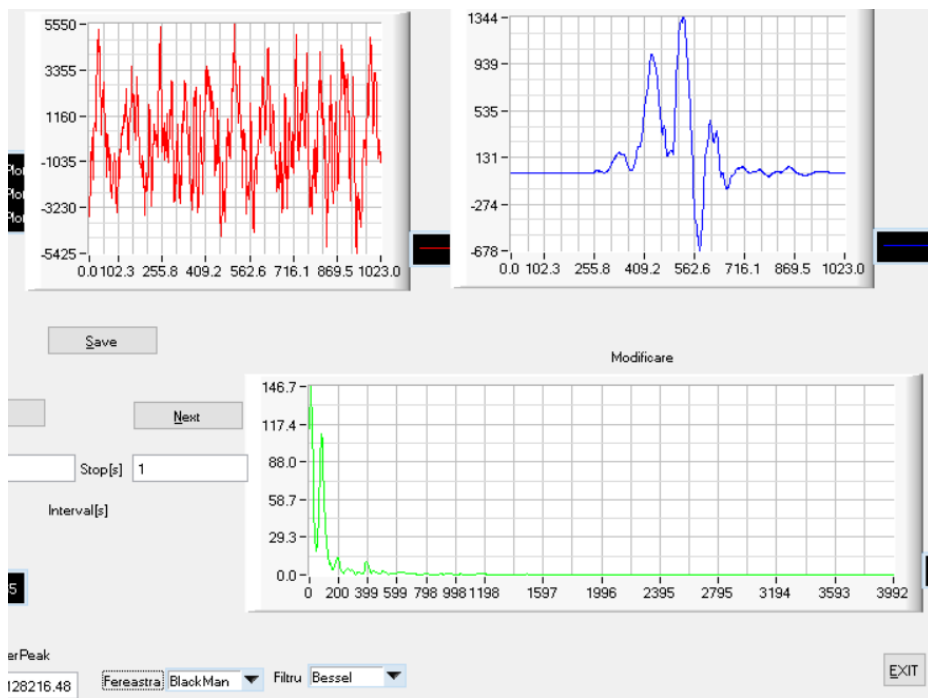
Fereastra BlackMan



Fereastra FlatTop



În al doilea rezultat, vom filtra semnalul folosind filtrele EquiRipple / Bessel, după care vom aplica una dintre cele două feronțe, ca la final să putem calcula spectrul.



Valorile parametrilor freqPeak si powerPeak sunt:



Aplicam filtrul EquiRPL pentru o fereastră de dimensiune = 4096:

