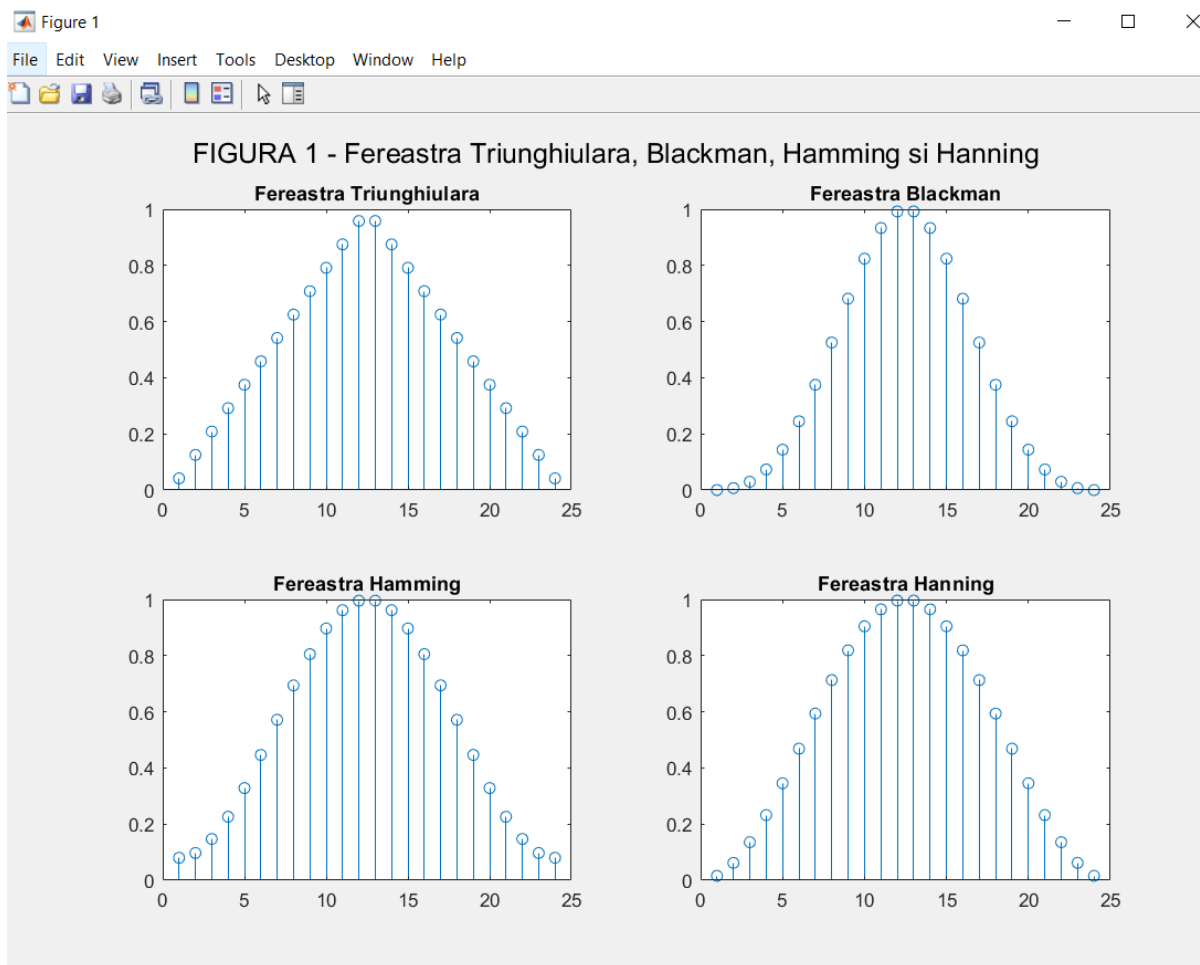


Proiect Prelucrarea Semnalelor

Proiectarea filtrelor FIR prin metoda ferestrelor

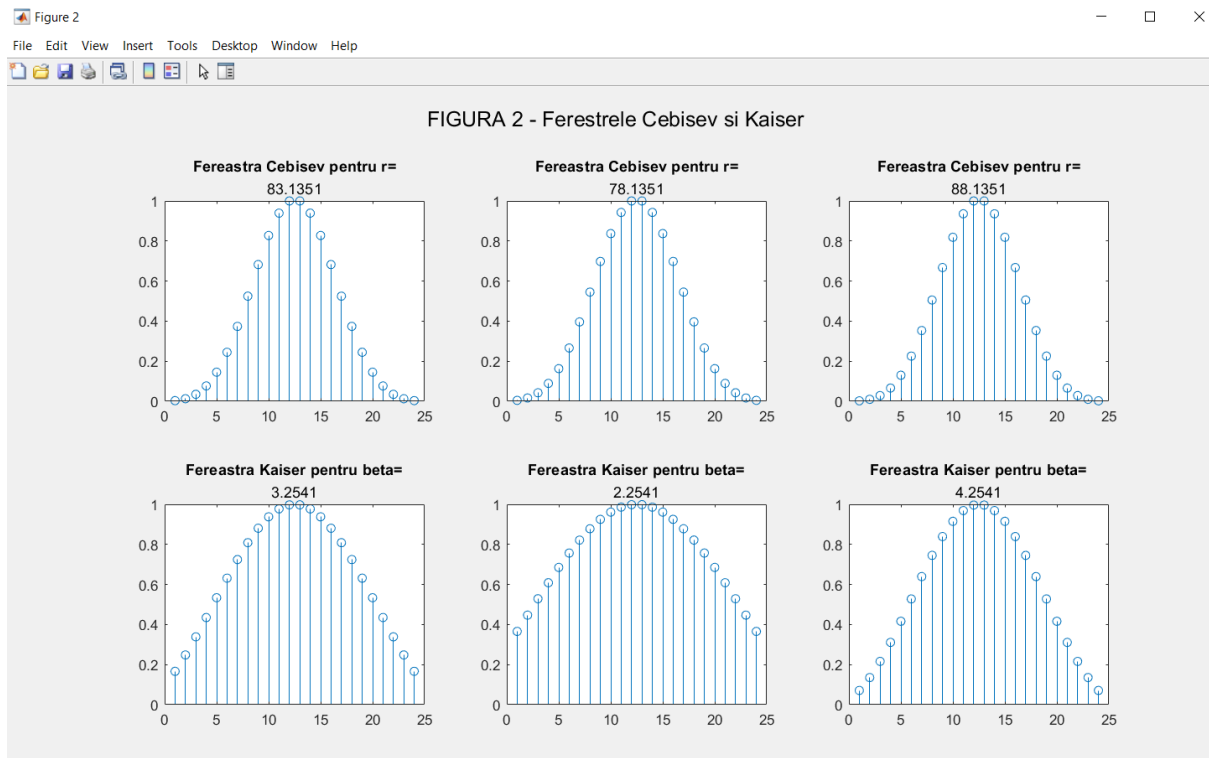
Faza 1 (Raspunsurile la impuls si in frecventa ale ferestrelor uzuale)

a)



Observatii:

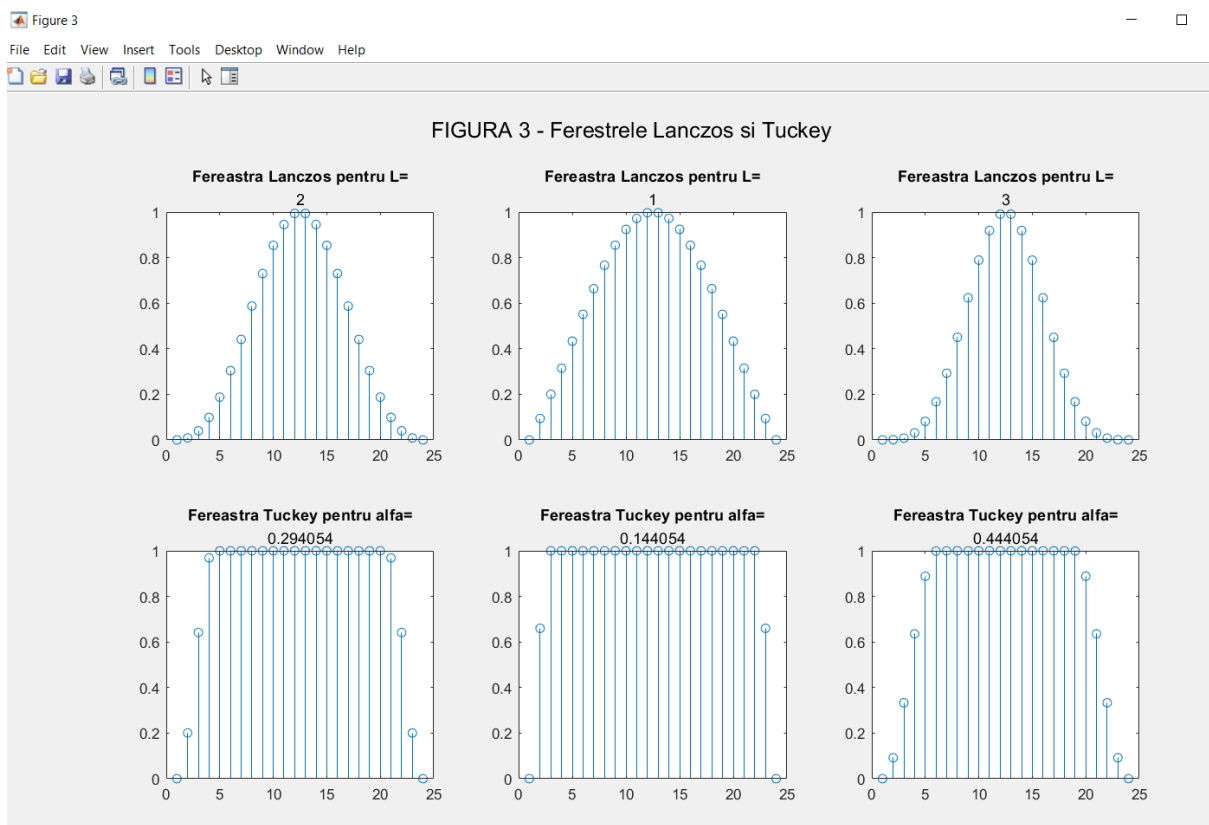
figura 1 reprezinta cele 4 ferestre (Triunghiulara, Blackman, Hamming si Hanning) ele fiind simetrice si similare cu cele din figura 4.3, singura diferenta fiind durata ferestrei (Aici e 24) si faptul ca aici semnalul este esantionat, nu continuu.



Observatii:

pentru fereastra Cebisev, se observa o foarte mica atenuare dar, nu in varf, pentru valorile mai mari ale lui r .

pentru fereastra kaiser, se observa acelasi lucru pentru β mai mare.

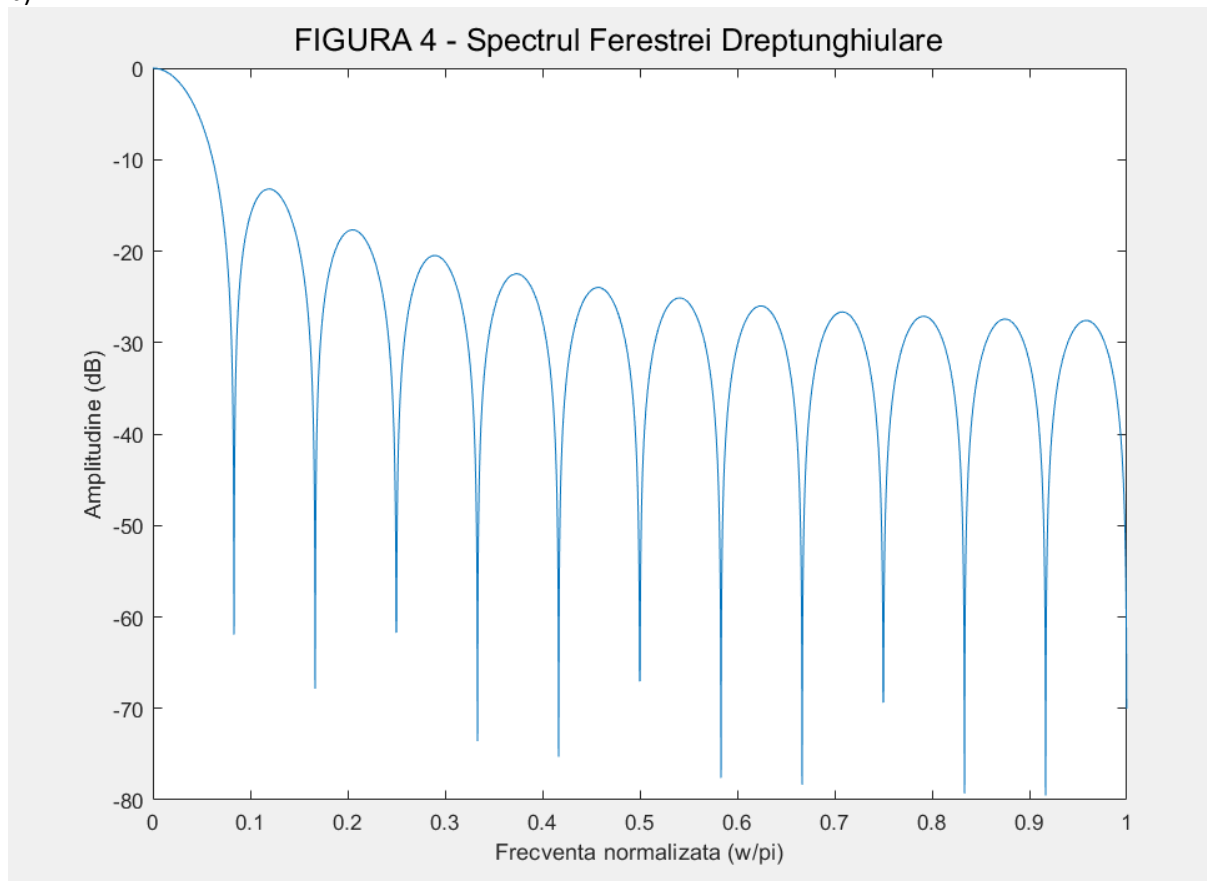


Observatii:

fereastra Lanczos prezinta un comportament parabolic pentru $L=1$, dar pentru $L=2$ si $L=3$, este usor hiperbolic.

fereastra tuckey pare sa aiba marginile din ce in ce mai netede cu cat alfa creste (se observa ca pentru $\alpha = 0.144...$ arata aproape ca si fereastra dreptunghiulara).

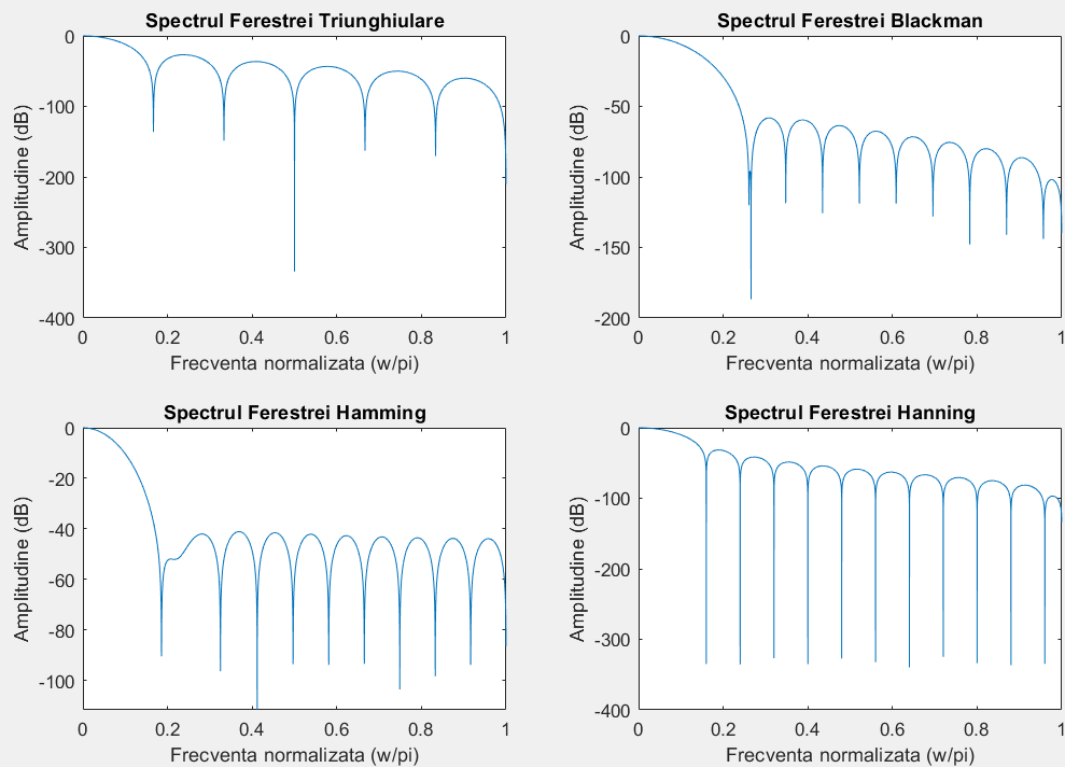
b)



Observatii:

Lobul principal este cam la fel de lung ca si lobii secundari si nu prea se ating frecvente foarte joase (motivul pentru care fereastra dreptunghiulara este cea mai slaba)

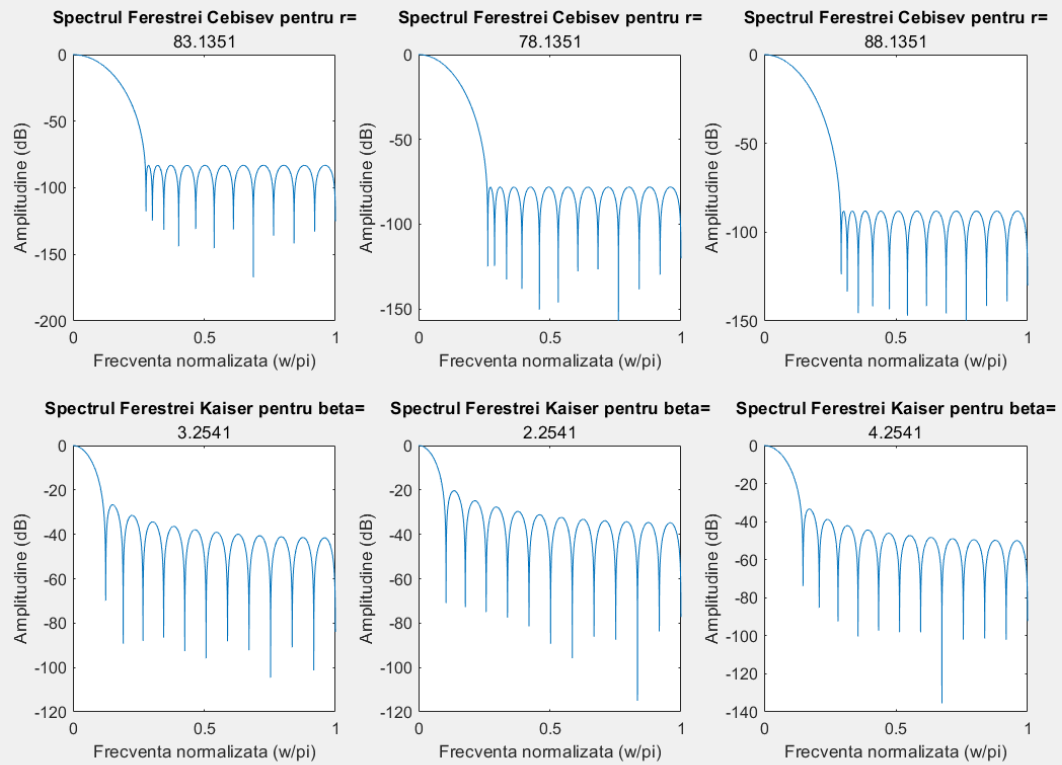
FIGURA 5 - Spectrul Ferestrelor Triunghiulare, Blackman, Hamming, Hanning



Observatii:

Similar ca la fereastra dreptunghiulara, spectrul ferestrei triunghiulare are lobul principal aproape la fel de lung ca cei secundari. Totusi, se observa un spike care ajunge la -300 dB. Incepand cu fereastra Blackman, incepe sa se observe o schimbare a dimensiunii lobului principal, el fiind mai larg. Spectrul ferestrei Blackman prezinta un spike care atinge o valoare de aproximativ -180 dB. Spectrul ferestrei Hamming prezinta o incercare de atenuare dupa lobul principal, iar spectrul ferestrei Hanning este aproape la fel ca cel al ferestrei dreptunghiulare, spike-urile fiind mai pronuntate.

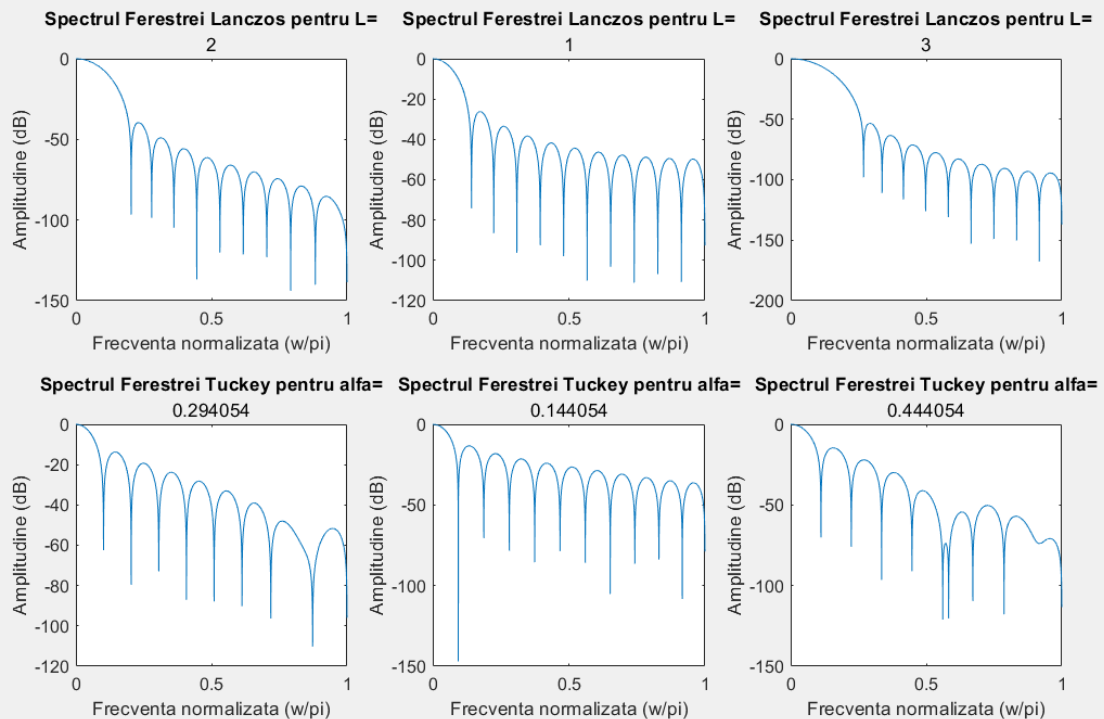
FIGURA 6 - Spectrele Ferestrelor Cebisev si Kaiser



Observatii:

Spectrul ferestrei Cebisev confirma faptul ca un lob principal larg este urmat de 2 lobi paraziti mai ingusti. Pentru ambele ferestre se observa ca, cu cat parametrii r si β cresc, cu atat mai joase sunt frecventele atinse.

FIGURA 7 - Spectrele Ferestrelor Lanczos si Tuckey



Observatii:

In cadrul ferestrei Lanczos, cu cat creste L , cu atat mai larg este lobul principal, dar si frecventele atinse scad. Spectrul ferestrei Tuckey prezinta un comportament mai nevazut pana acum, unii lobi fiind mai diferiti decat majoritatea lobilor paraziti. Se observa ca, cu cat creste α [%], se ating frecvente mai joase.

Faza 2 (Filtre proiectate cu diverse ferestre)

a)

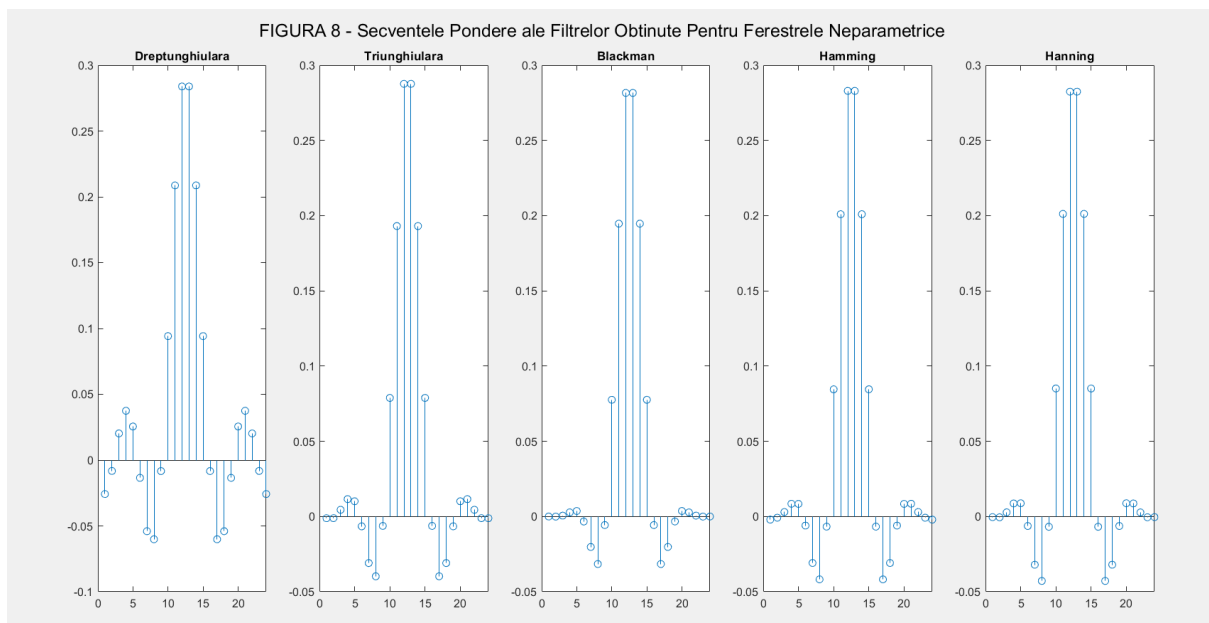


FIGURA 9 - Secvențele Pondere ale Filtrelor Obținute Pentru Ferestrele Cebisev și Kaiser

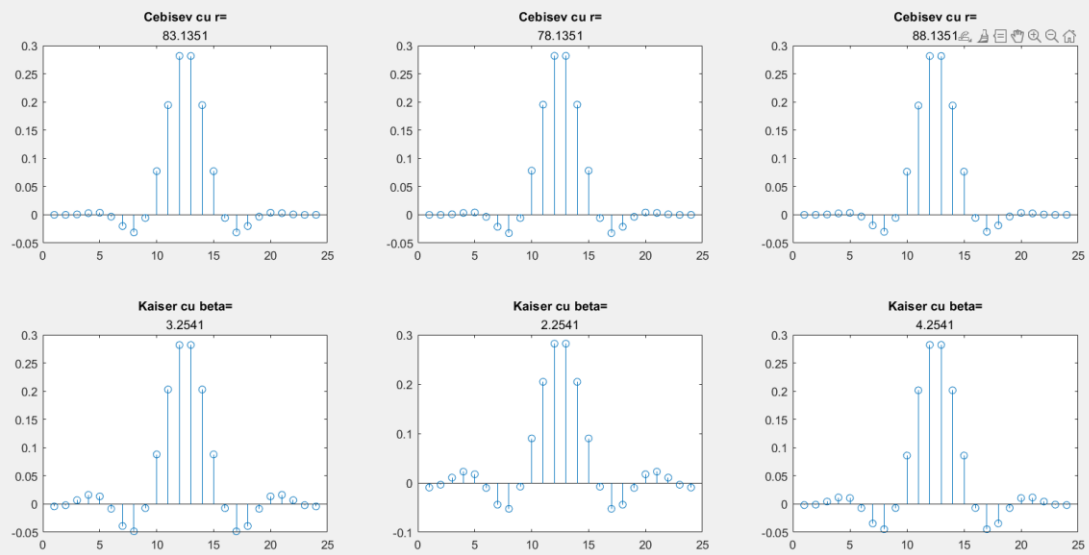


FIGURA 10 - Secvențele Pondere ale Filtrelor Obținute Pentru Ferestrele Lanczos și Tuckey

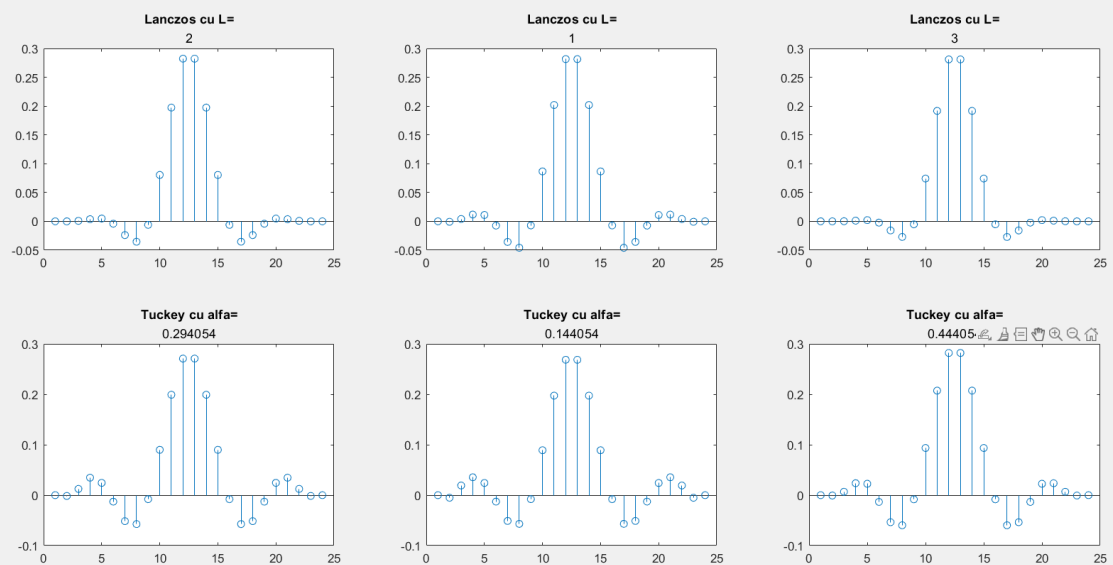


FIGURA 11 - Spectrele si Fazele Filtrelor Obtinute Pentru Ferestrele Neparametrice

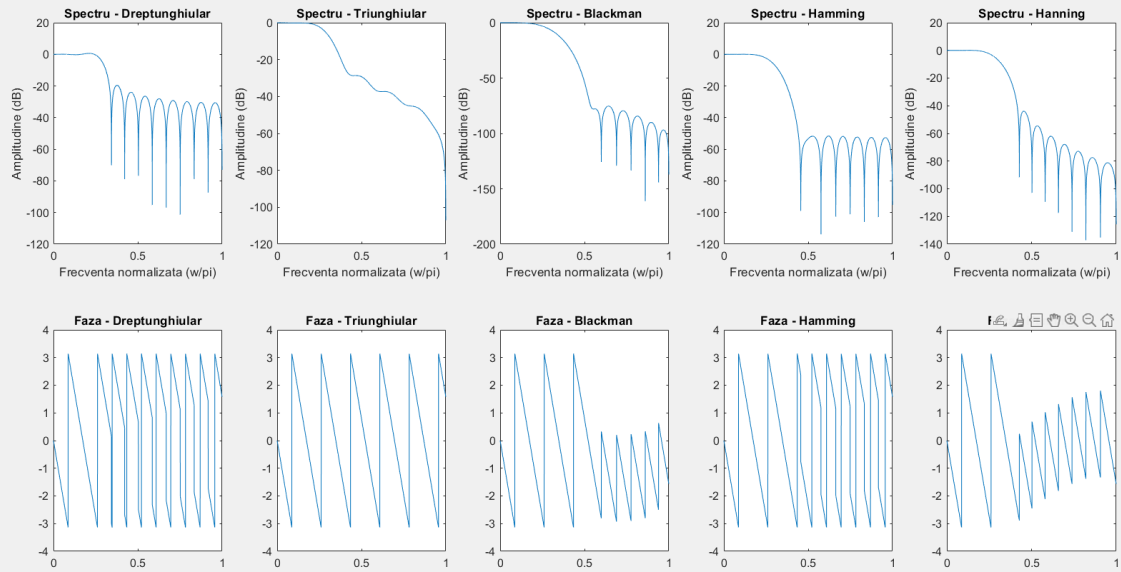


FIGURA 12 - Spectrele si Fazele Filtrelor Obtinute Pentru Ferestrele Cebisev si Kaiser

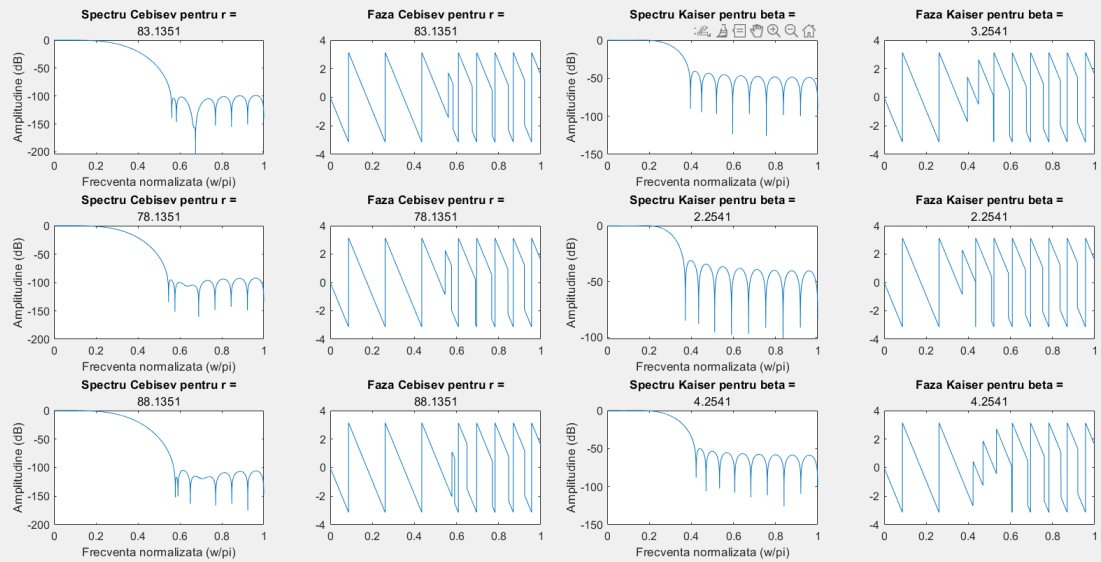
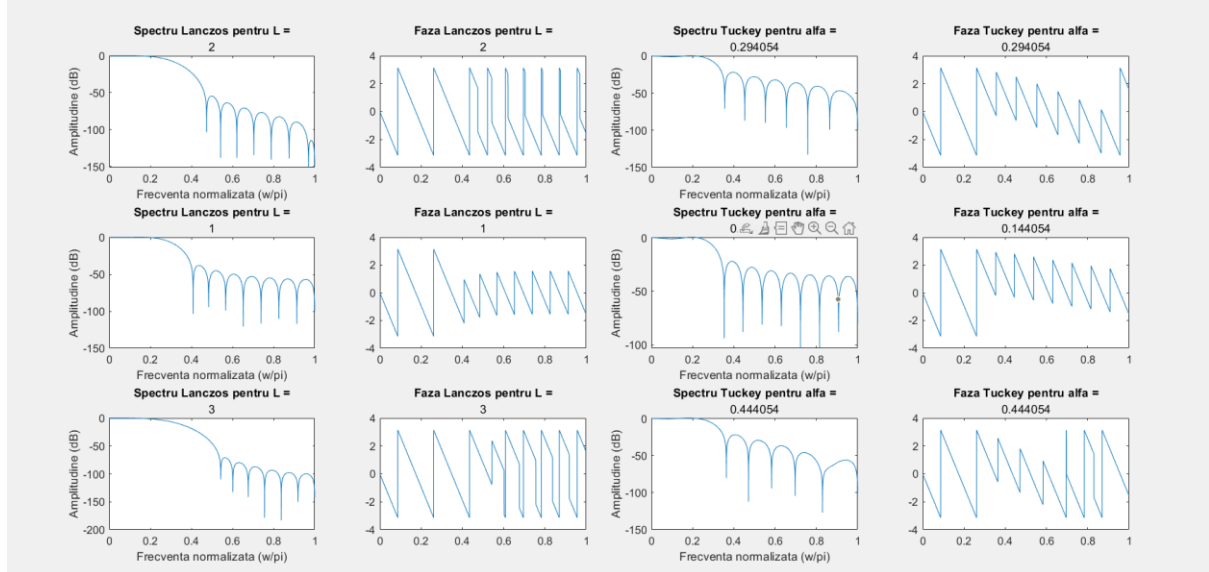


FIGURA 13 - Spectrele si Fazele Filtrelor Obținute Pentru Ferestrele Lanczos si Tuckey



Prima idee pe care am avut-o pentru a compara spectrele a fost sa le pun pe toate pe acelasi grafic. Problema a fost cauzata de numarul de spectre (17), care, pe acelasi grafic, nu ajutau deloc. O legenda nu ar fi ajutat intrucat nu exista 17 culori usor de distins intre ele, asa ca am ajuns la o alta abordare.

In prima faza, am folosit subplot si am afisat toate cele 17 spectre.

Am observat ca anumite spectre ating minim +- 100dB, altele +-150dB iar altele +-200dB. Le-am separat in 3 categorii, si, astfel, am inceput clasificarea, tinand cont mai mult de cat de joase sunt frecventele atinse decat de cat de larg este lobul principal.

A fost un proces destul de interesant, iar clasamentul la care am ajuns este urmatorul:

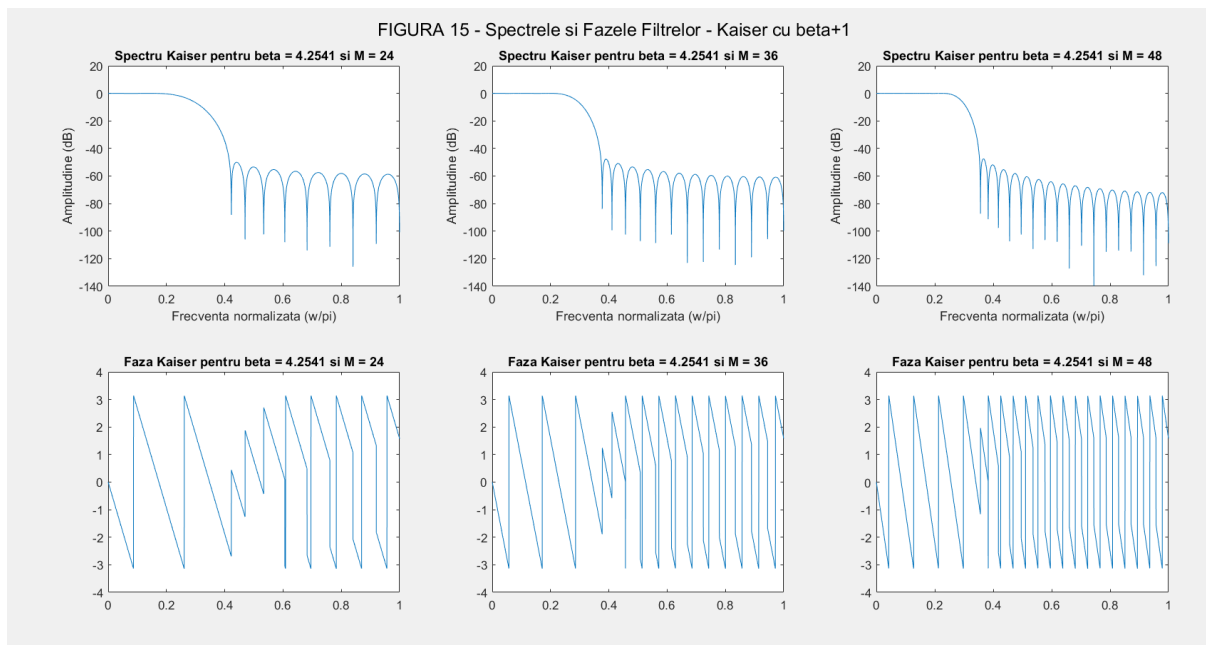
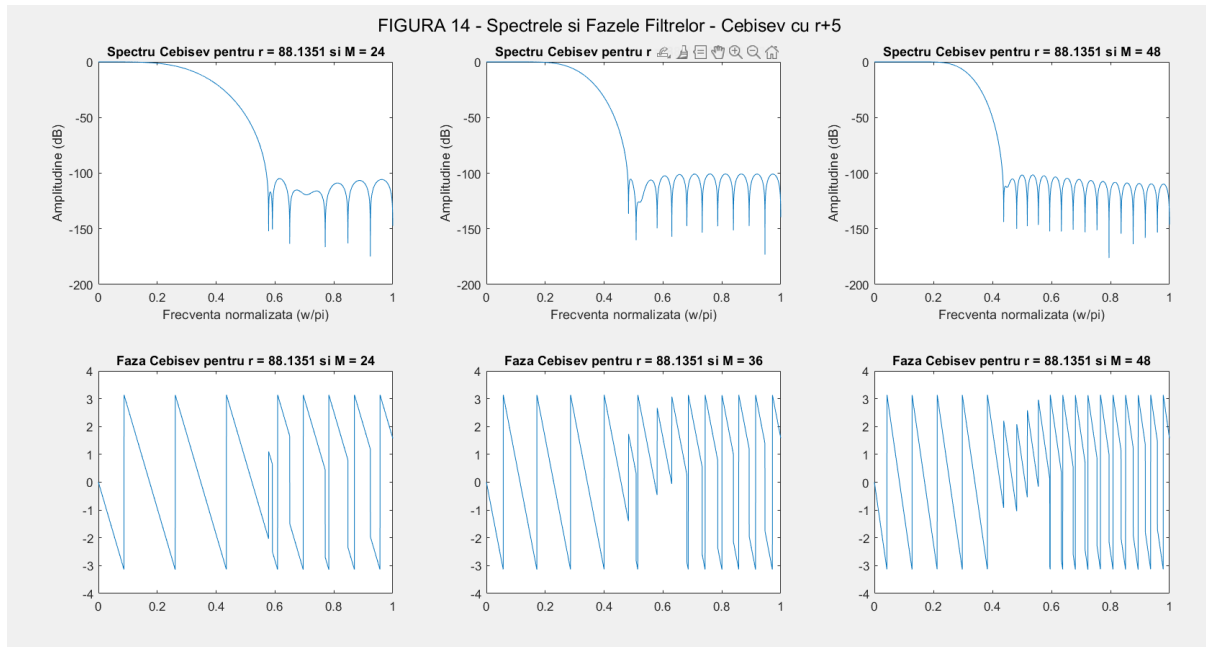
```
%17 - dreptunghiular
%16 - tuckey -15%
%15 - triunghiular
%14 - kaiser -1
%13 - hamming
%12 - tuckey +15%
%11 - tuckey
%10 - kaiser
%9 - kaiser +1
%8 - lanczos -1
%7 - hanning
%6 - lanczos
%5 - blackman
%4 - lanczos +1
%3 - cebisev -5
%2 - cebisev
%1 - cebisev +5
```

```
%top ferestre:
%1 - cebisev
%2 - blackman
%3 - lanczos
%4 - hanning
%5 - kaiser
%6 - tuckey
%7 - hamming
%8 - triunghiular
%9 - dreptunghiular
```

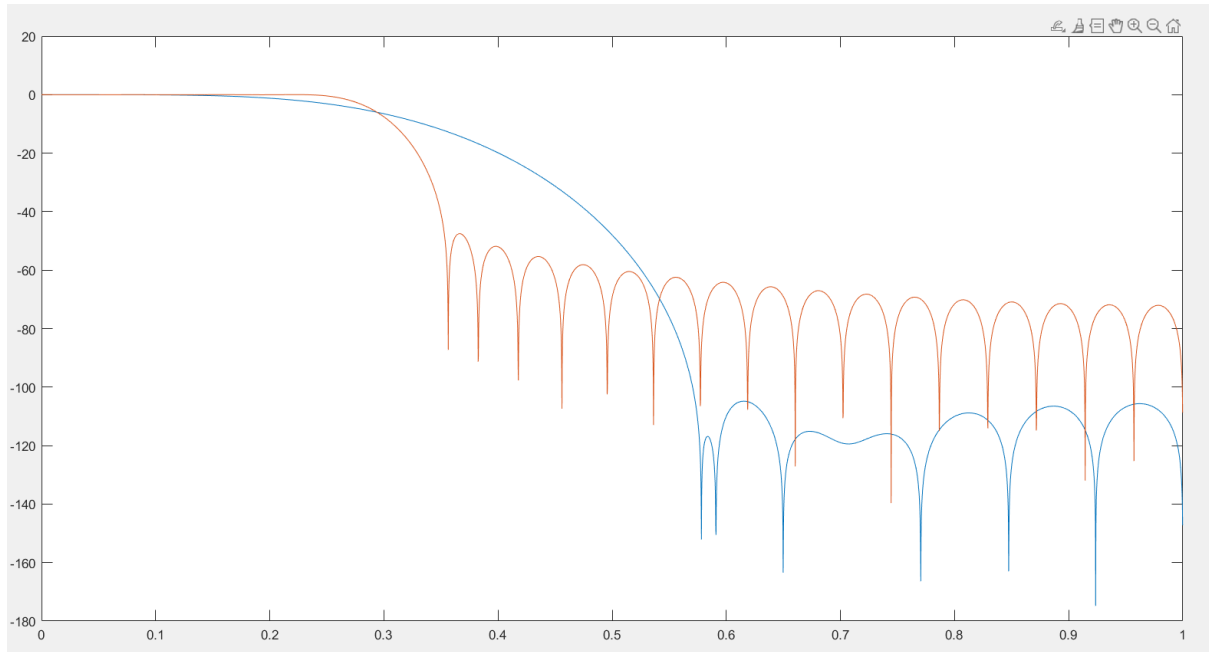
As fi vrut sa compar cu clasamentul realizat in quiz, dar, din pacate, nu am facut quiz-ul respectiv.

Din nou, tin sa precizez ca aceasta clasificare s-a bazat mai mult pe cat de joase sunt frecventele atinse decat pe cat de lung este lobul principal. Altfel spus, nu prea am reusit sa ajung la un compromis.

b)



Cel mai bun filtru al ferestrei #9 (daca ignoram ordinul lui M), este cel cu $M=48$, intrucat se ating frecvente cat mai joase, dar si lobul principal este mai ingust. Cel mai slab filtru al ferestrei #1 este cel cu $M=24$. Frecventele par sa atinga aceleasi valori dar lobul principal este mai lung pentru primul filtru.



Am realizat acest grafic pentru a arata diferenta de spectre. Se observa clar ca spectrul ferestrei Cebisev are lobul principal mai mare, dar atinge frecvente mai joase in timp ce spectrul ferestrei Kaiser are lobul principal ingust dar atinge frecvente joase dar si medii.

Din nou, nu se poate ajunge la un raspuns clar din cauza principiilor de incertitudine Heisenberg.

Daca e sa conteze mai mult lungimea lobului principal, Filtrul obtinut prin fereastră Kaiser cu $\beta+1$ ar fi mai bun decat cel obtinut prin fereastră Cebisev cu $r+5$, dar daca e sa conteze mai mult cat de joase sunt frecventele atinse, atunci ar fi invers.

Faza 3 (Utilizarea Metodei ferestrei pentru rezolvarea PPFTI)

a)

cum am gandit functia:

intrucat pe noi ne intereseaza doar zona benzii de trecere, adica ce e pana la ω_p , si ce e dupa ω_s pana la π , am creat 2 vectori de 1000 de puncte, apoi am creat raspunsul in frecventa cu ajutorul functiei `FREQZ`, pentru ambele intervale. Pentru a afla Δ_{pr} si Δ_{sr} , am urmat pasii din fisierul cu indicatii (sa evaluam maximul distantei dintre $|H|_p$ si 1 si maximul lui $|H|_s$).

b)

FIGURA 16 - Secvențele Filtrelor in Ordinea Descrescatoare a Performantei

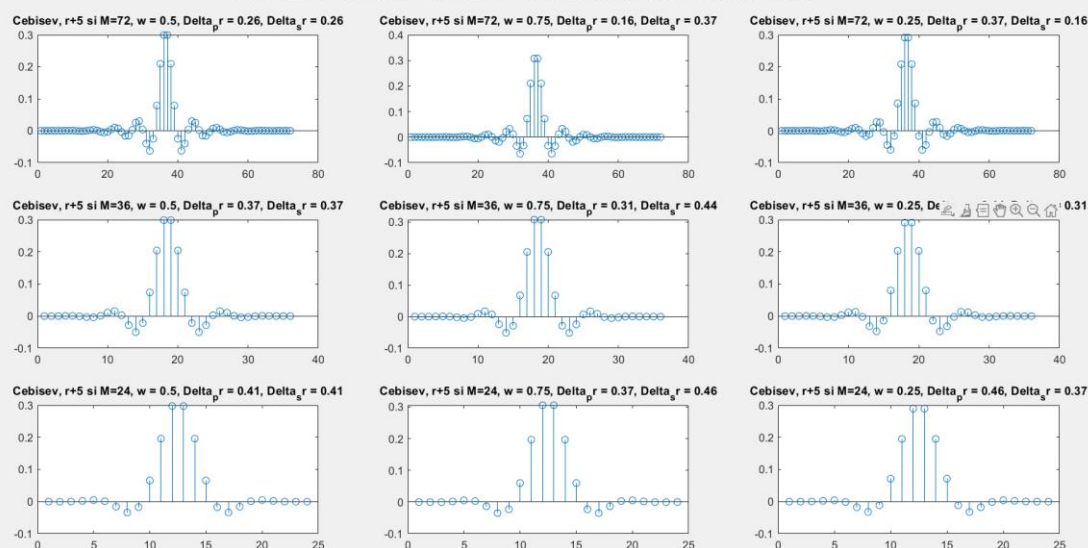
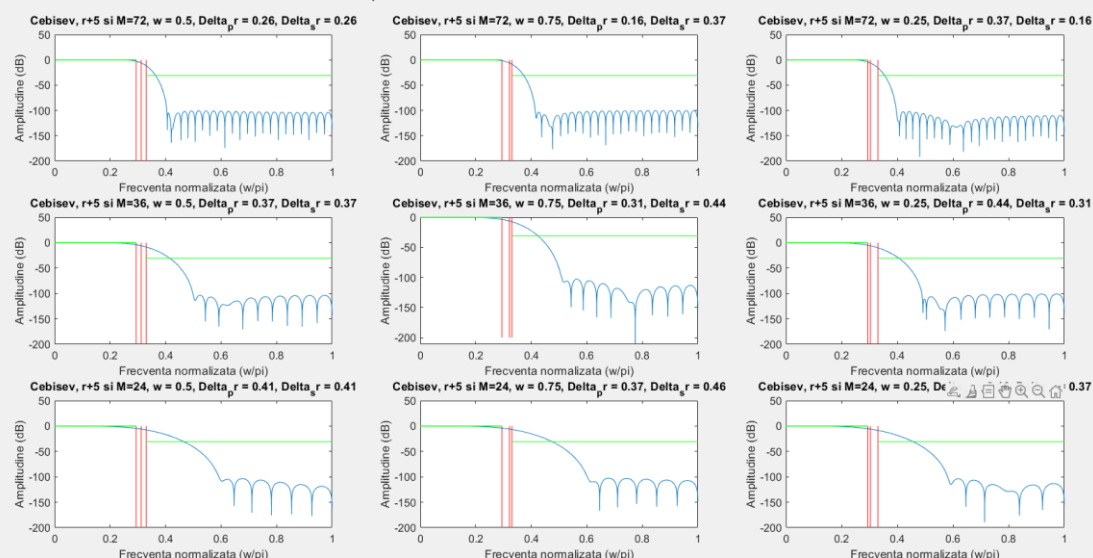
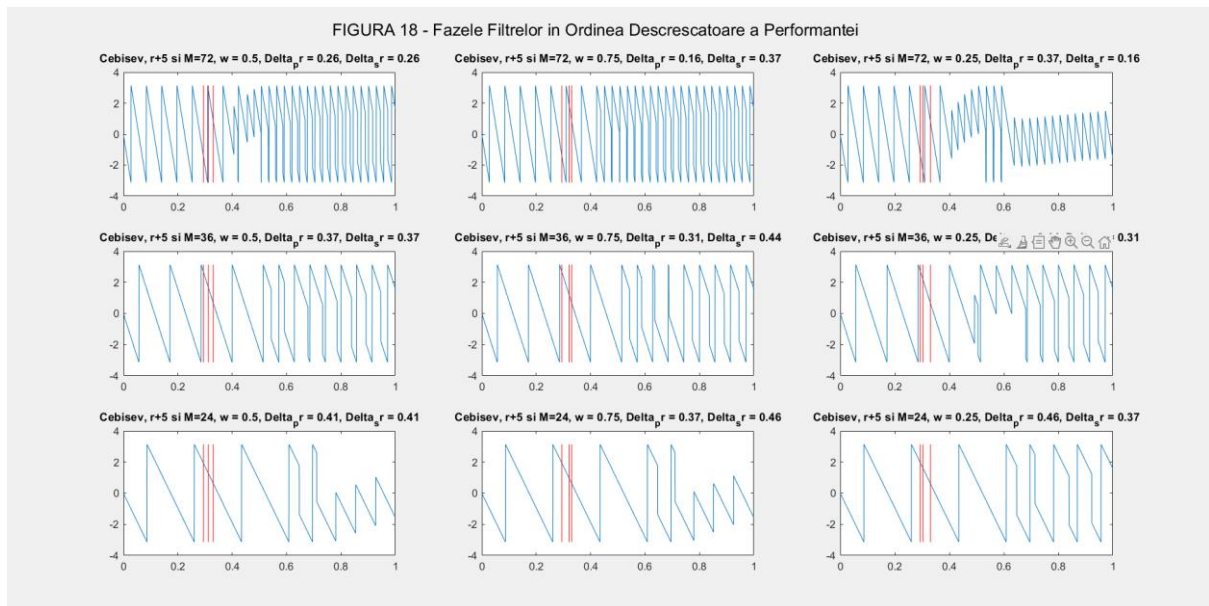


FIGURA 17 - Spectrele Filtrelor in Ordinea Descrescatoare a Performantei



Ca si mai devreme, cand am realizat clasamentul, m-am bazat mai mult pe cat de joase sunt frecventele atinse decat pe dimensiunea lobului (se poate observa si pe grafic unde este banda de stopare, toleranta impusa pentru zona de joasa frecventa si unde se afla semnalul filtrat).

Pentru a ajunge la un filtru cat mai bun, a trebuit sa cresc ordinul lui M, ajungand la $M = 3 \cdot 24 = 72$.



Faza 4 (Concurs de proiectare)

Cum am gandit clasificarea pentru acest concurs:

Avand in vedere ca s-a precizat ca se poate modifica ordinul M, ω_c si tipul de fereastră (si parametrul acestuia, daca are), in prima faza am vrut sa modific vreo 10 valori si sa vad care sunt cele mai ok pentru un filtru cat mai bun.

Pentru ca un filtru sa fie cat mai bun, suma toleranțelor $\Delta_p + \Delta_s$ ar trebui sa fie cat mai mica, la fel si ordinul M. Folosirea unei structuri repetitive a fost necesara intrucat am dorit sa variez fiecare parametru si sa vad cat ar fi suma pentru fiecare parametru.

Alegerea parametrilor:

Din ce am observat, cu cat ordinul M este mai mare, cu atat suma este mai mica. De data aceasta, am dorit sa ajung la un compromis, asa ca am decis sa iau valori intre 16 si 30 (30 fiind un numar situat aproape de mijlocul intervalului [16,45], interval mentionat in fisierul cu indicatii).

Am testat acest algoritm pentru un ω_s modificat. Am decis sa folosesc ω_{s_mod} , avand valoarea 1.2524 (generata aleator in momentul rularii comenzii de pe linia 4), pentru a avea aceeasi banda de trecere la fiecare rulare.

Am dat copy-paste la algoritm si am folosit diferite ferestre.

Prima data am incercat pentru Cebisev, care este pe locul 1 in clasament, dupa, pentru alte 4 ferestre din clasament (pentru Lanczos, crapa codul, dar oricum suma era prea mare).

In final, am ajuns la concluzia asta:

```

74 %locul 1 - Kaiser M = 24, beta = 2, omega_c = 1,0837, s = 0,1629
75 %locul 2 - Kaiser M = 30, beta = 2, omega_c = 1,0937, s = 0,0739
76 %locul 3 - Hanning M = 30, omega_c = 1,0937, s = 0,29
77 %locul 4 - Cebisev M = 30, r = 80, omega_c = 1,1, s=0,3533
78 %locul 5 - Blackman M = 30, omega_c = 1,083, s=0,4198

```

Command Window

```

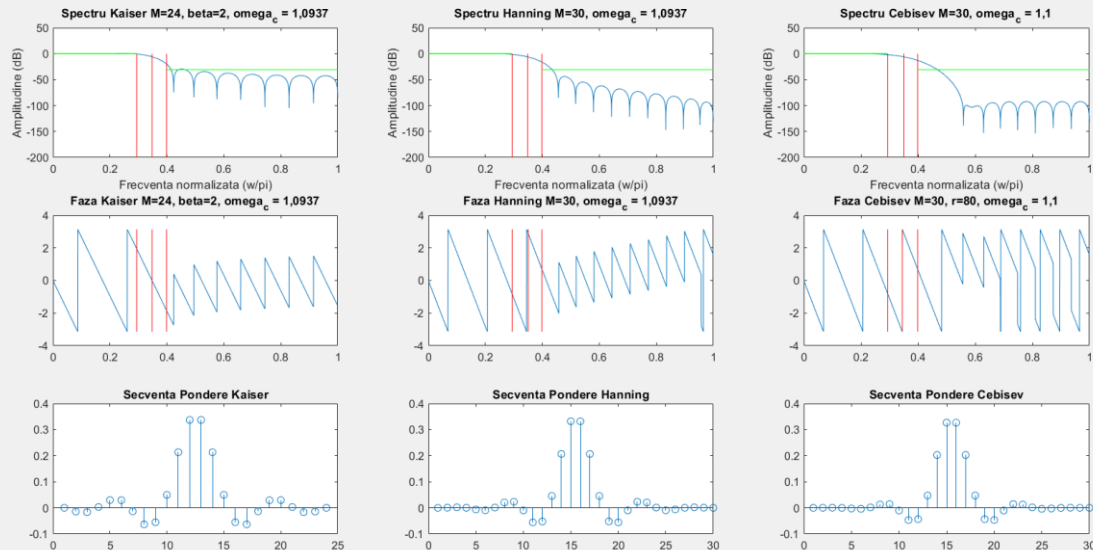
M = 24, beta = 2, omega_c = 1.083798, sum = 0.162917

```

Dar, intrucat trebuia sa am ferestre diferite pe locurile 1, 2 si 3, am ajuns la concluzia finala:

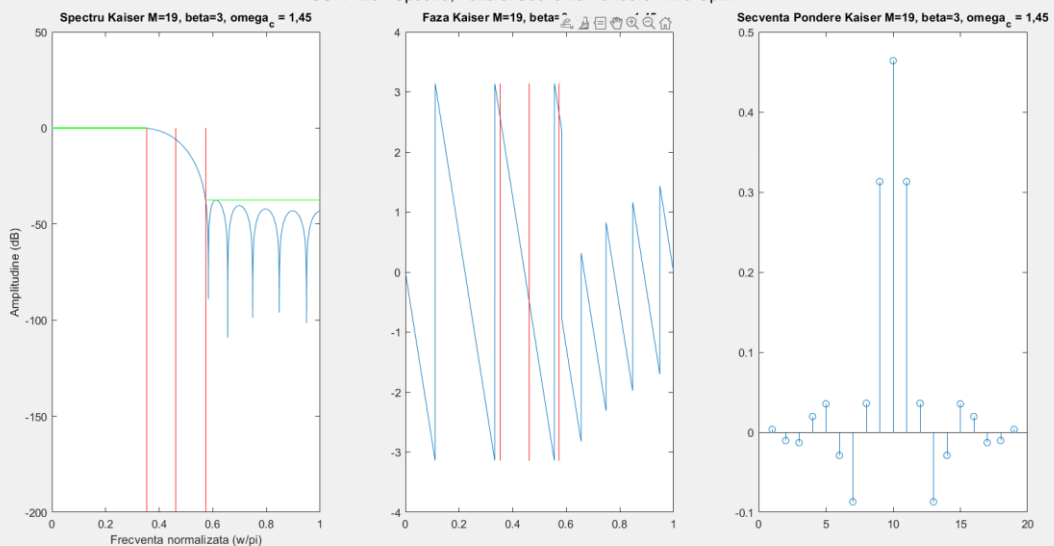
```
%locul 1 GOLD - Kaiser M = 30, beta = 2, omega_c = 1,0937, s = 0,0739
%locul 2 SILVER - Hanning M = 30, omega_c = 1,0937, s = 0,29
%locul 3 BRONZE - Cebisev M = 30, r = 80, omega_c = 1,1, s=0,3533
%locul 4 - Blackman M = 30, omega_c = 1,083, s=0,4198...
```

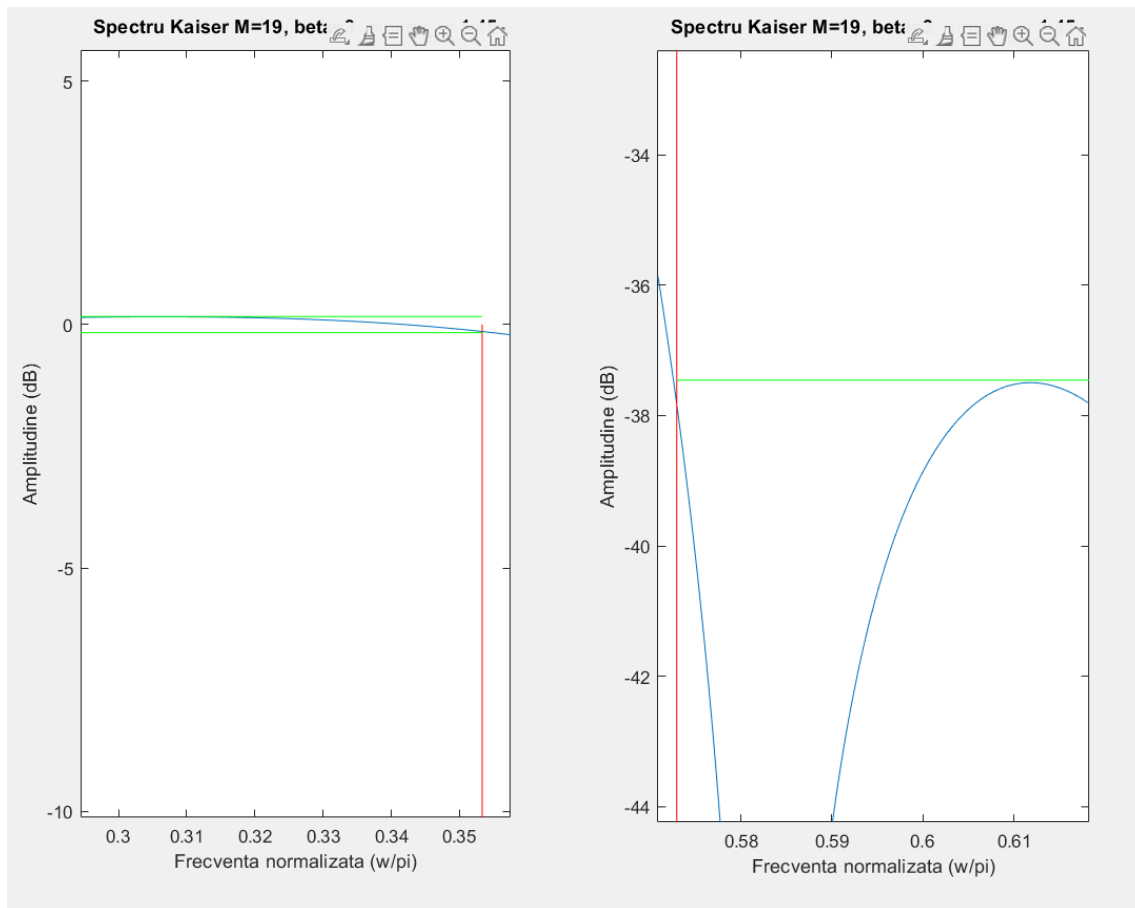
FIGURA 19 - Spectre, Faze, Secvente Pondere Pentru Filtrele GOLD, SILVER, BRONZE



Faza 5 <optional> (Un filtru nestandard)

FIGURA 20 - Spectru, Faza si Secventa Pondere Filtru Optim





Pentru aceasta faza, am modificat M , ω_c , ω_p , ω_s , Δ_p , Δ_s si am ajuns la acest filtru. De aceasta data, am mers pe trial and error, intampinand probleme precum lobul principal care trece peste toleranta impusa, lobii secundari care trec peste toleranta impusa, banda de trecere putin cam prea mare etc.

Intr-un final, valorile pentru care am ajuns la acest filtru (format prin fereastră Kaiser), sunt:

%% FAZA 5

```
subplot(1,3,1);
M = 19;
beta = 3;
omega_c = 1.45; %tr sa fie mai mic decat pi/2 (1.57)

omega_p = omega_c-0.34;
omega_s = omega_c+0.35;
Delta_p = 1.9;
Delta_s = 1.34;
```

%am modificat foarte mult valorile pana am ajuns la filtrul urmator