



Universitatea Politehnica Bucuresti

Facultatea de Automatica si Calculatoare

- Departamentul de Automatica si Ingineria Sistemelor -

Proiectarea filtrelor FIR prin Metoda ferestrei

- Proiect PS -

Autor: Student Roxana-Andreea STOICA

Grupa: 334AB

Coordonatori: Conferentiar Alexandru DUMITRASCU

Profesor Dan STEFANOIU

Anul Universitar: 2020-2021

Sumar

Proiectul urmareste proiectarea filtrelor FIR prin metoda ferestrei, ea fiind una dintre cele mai simple proceduri de proiectare a acestor tipuri de filtre.

Ea se bazeaza pe mdularea in timp a unui raspuns ideal cu un semnal de tip fereastră (semnal cu suport finit) care permite extragerea de segmente dintr-un alt semnal.

Capitolul 1: Obiectivele proiectului

Proiectul sta la baza intelegerii Metodei ferestrei pentru proiectarea filtrelor FIR, rezolvarea unor probleme de priectare de tip raspuns cu tolerante fixae pe baza Metodei ferestrei si studiul caracteristicilor in frecventa ale mai multor tipuri de ferestre.

Capitolul 2: Descrierea pasilor ce trebuie efectuati pentru atingerea obiectivelor

Faza 1

Pentru cele 9 ferestre se alege ordinul $M = 16$, o valoare a atenuarii r intre 80dB si 100dB si o valoare a parametrilor β (intre 0 si 10dB), L (intre 0 si 3) si α (intre 0% si 100%).

Subpunctul a) cere trasarea raspunsurilor la impuls ale celor 9 ferestre, cu ajutorul functiei stem. O fereastră de lungimea M poate fi generata cu una din comenzile din ghidul matlab. Deoarece nu exista o functie pentru proiectarea ferestrei Lanczos, aceasta fereastră trebuie generata prin implementarea formulei 4.12

Subpunctul b) cere trasarea amplitudinilor raspunsurilor in frecventa. Se pastraza aceleasi ferestre. Acest fapt se realizeaza prin normarea raspunsurilor astfel incat amplitudinea la frecventa nula sa fie unitara.

Subpunctul c) cere comentarea si compararea proprietatilor in frecventa ale ferestrelor.

Faza 2

Subpunctul a) cere proiectarea uni filtru trece-jos de tip FIR folosind Metoda ferestri. Alegem ordinul $M = 16$ si pulsatia de taiere $\omega_c = 0.4\pi$. Proiectarea acestui tip de filtru se realizeaa prin apelarea functie „fir1”. Se aleg , analog fazei anterioare, valorile atenuarii si a parametrilor si se genereaza cele 9 ferestre apeland functiile corespunzatoare sau implementand formulele. Se genereaza filtrul prin folosirea functie fir1 , se calculeaza transformata Fourier prin apelarea functie freqz si se traseaza caracteristica in frecventa pentru cele 9 ferestre folosind functia plot.

Subpunctul b) care efectuarea acelorasi operatii, modificand insa valorile lui M. Se alege prima oara $M = 24$ si apoi $M = 32$.

Faza 3

Subpunctul a) se doreste implementarea unei functii Matlab care primeste ca parametri de intrare , raspunsul la impuls al unui filtru fir (h) si frecventele omega_s si omega_p. Functia trebuie sa returneze delta_p si delta_s

Subpunctul b) cere sa se proiecteze un filtru trece-jos de tip FIR care sa indeplineasca conditiile : $\omega_p = 0.3\pi$, $\omega_s = 0.5\pi$, $\delta_p = \delta_s = 0.05$. Pentru obtinerea rezultatului se va apela functia implementata la subpunctul anterior.

Faza 4

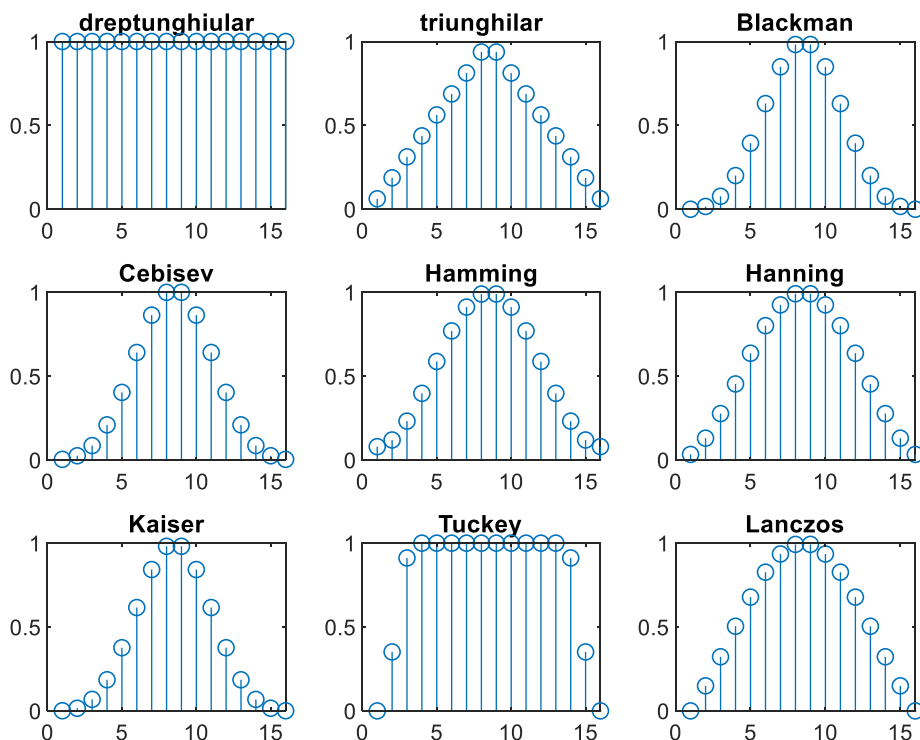
Se cere alcatuirea unui clasament a celor mai bune filtre trece-jos de tip FIR calculate la faza anterioara. Se va tine cont de ordinul M ales pentru fiecare tip de fereastră si de valoarea abaterilor de la raspunsul ideal.

Capitolul 3: Modul de abordare + Rezultatele simulării

Faza 1

Subpunctul a)

Se implementeaza ferestrele si se traseaza graficul.

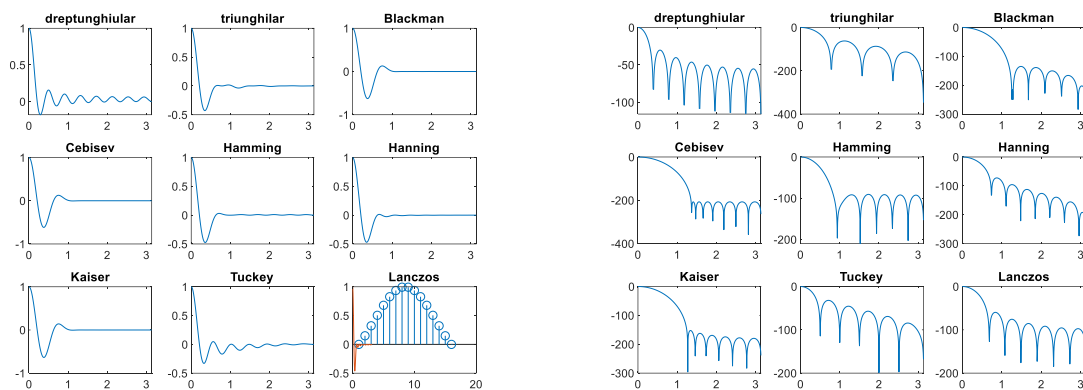


Deși unele ferestre par a avea aceeași alură, ele sunt foarte diferite, în special prin comportamentul în frecvență.

Subpunctul b)

Se trasează caracteristica în frecvență prin normarea răspunsurilor astfel încât amplitudinea la frecvență nulă să fie unitară

Reprezentarea adimensională și Reprezentarea în decibeli:



Subpunctul c)

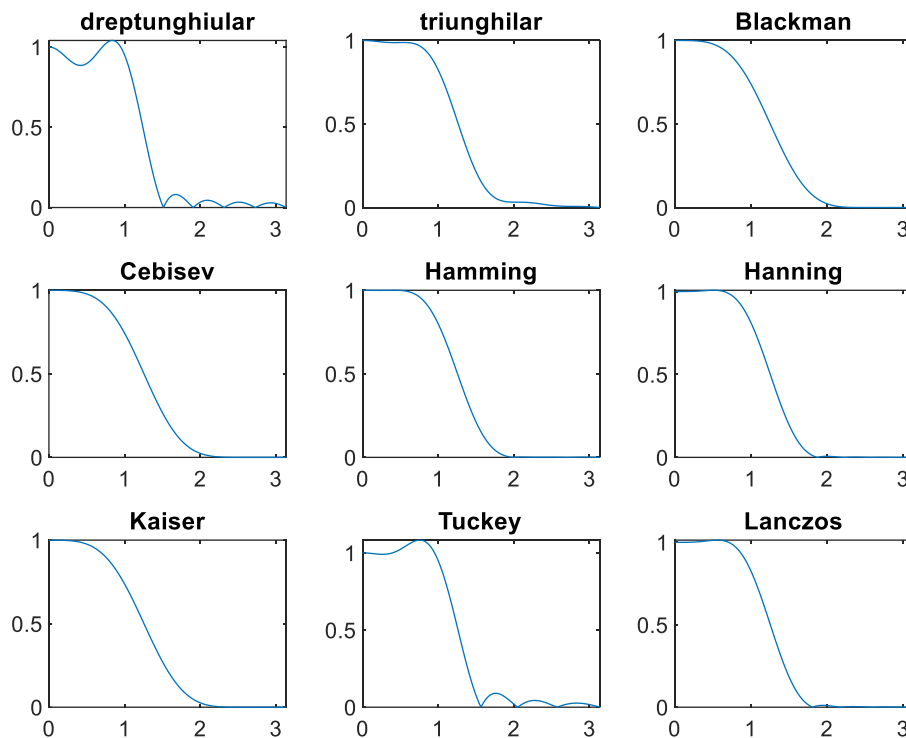
Pentru ca semnalul să se apropie cât mai mult de un impuls Dirac, trebuie să avem în vedere că atenuarea să fie bună în banda de tăiere(1), atenuarea la capătul de bandă(2) și lobul principal să fie cât mai îngust și cât mai înalt(3). Ținând cont de aceste caracteristici, o clasificare ar fi:

1. Kaiser
2. Cebisev
3. Blackman
4. Hanning
5. Lanczos
6. Tuckey
7. Hamming
8. Triunghiular
9. Dreptunghiular

Faza 2

Subpunctul a)

Se generează filtrul prin folosirea funcției `fir1`, se calculează transformata Fourier prin apelarea funcției `freqz` și se trasează caracteristica în frecvență pentru cele 9 ferestre folosind funcția `plot`.



Pentru realizarea clasamentului ferestrelor se tine cont de urmatoarele:

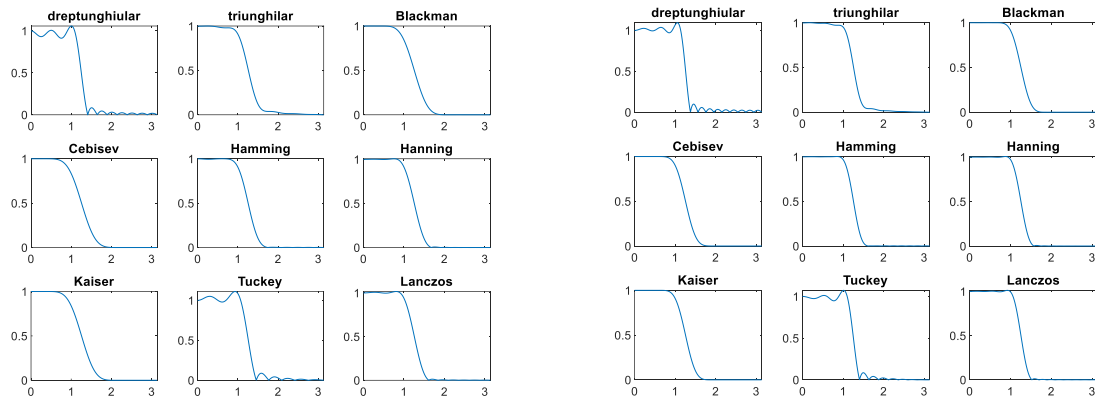
- 1) Daca atenuarea este mare in banda de trecere (Inceputul benzii este cat mai lin) -> prezinta benzi de tranzitie larga
- 2) Daca atenuarea este mica in banda de trecere -> prezinta benzi de tranzitie ingusta

Astfel clasamentul este:

1. Kaiser
2. Cebisev
3. Hamming
4. Blackman
5. Hanning
6. Lanczos
7. Triunghiular
8. Tuckey
9. Dreptunchiular

Subpunctul b)

Se efectueaza aceleasi operatii pentru un $M = 24$ si un $M = 32$



Se observa ingustarea benzii de tranzitie si o atenuare mai mica in banda de trecere.

Faza 3

Subpunctul a)

Am implementat o functie Matlab care primeste ca parametrii de intrare , raspunsul la impuls al unui filtru fir (h) si frecventele ω_s si ω_p . Functia trebuie sa returneze δ_p si δ_s .

Am calculat δ_p prin alegerea unei grile de frecvente de la 0 la ω_p cu pasul foarte mic ($\omega_p/1000$), apoi am calculat H_p folosind functia freqz, ca la final sa calculez δ_p ca fiind $\max(\text{abs}(1-\text{abs}(H_p)))$.

Folosind acelasi algoritm am implementat si rezolvarea pentru δ_s , grila de frecvente in acest caz primind valori de la ω_s la π , cu pasul foarte mic ($\omega_s/1000$), iar δ_s devine $\max(\text{abs}(H_s))$.

Subpunctul b)

Am proiectat un filtru trece-jos de tip FIR care sa indeplineasca conditiile : $\omega_p = 0.3\pi$, $\omega_s = 0.5\pi$, $\delta_p = \delta_s = 0.05$. Pentru obtinerea rezultatului am implementat o functie de tip switch case care va proiecta cate un filtru pentru toate cele 9 ferestre, modificandu-se ordinul M , ω_c (cuprins intre ω_p si ω_s) si tipul ferestrei. Argumentele au fost modificate manual pentru gasirea celei mai bune solutii.

Faza 4

Gasirea celui mai bun filtru trece-jos de tip FIR

Conditii pentru clasificare:

- 1) Ordinul M sa fie cat mai mic
- 2) In caz ca ordinele sunt egale, filtrul cu abaterea cea mai mica castiga

Astfel , clasificarea este:

- 1) Lanczos (M=21)
- 2) Hanning (M=23)
- 3) Hamming (M=24)
- 4) Triunghilar (M=26)
- 5) Dreptunghiular (M=27)
- 6) Blackman (M=30)
- 7) Kaiser (M=32, $\delta_p + \delta_s = 0,0958$)
- 8) Tuckey (M=32, $\delta_p + \delta_s = 0,1025$)
- 9) Cebisev (M=33)