**Ασκηση 1**

**Ερώτηση α (Ερωτήματα 1,2,3)** Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα μέτρα απόκρισης συχνότητας των φίλτρων που σχεδιάσατε.

Επίσης ακούστε το σήμα μετά το φιλτράρισμα. Τι παρατηρείτε;

**Απάντηση:**

* **Παρατηρώ πως ο θόρυβος που εισήχθη στις χαμηλές συχνότητες διατηρήθηκε, με αποτέλεσμα το τελικό σήμα yf να μην είναι/ακούγεται ακριβώς το ίδιο με το αρχικό y0.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Fourier Series** | **Don’t care** | **Min-Max** |
| **Χαμηλοπερατό** | Εικόνα που περιέχει κείμενο, γραμμή, γράφημα, διάγραμμα  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα | Εικόνα που περιέχει κείμενο, γραμμή, γράφημα, διάγραμμα  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα | Εικόνα που περιέχει κείμενο, γραμμή, γράφημα, διάγραμμα  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα |
| **Υψιπερατό** | Εικόνα που περιέχει κείμενο, γραμμή, γράφημα, διάγραμμα  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα | Εικόνα που περιέχει κείμενο, γράφημα, γραμμή, διάγραμμα  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα | Εικόνα που περιέχει κείμενο, γράφημα, γραμμή, διάγραμμα  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα |

**Ασκηση 2**

**Ερώτηση α-γ**

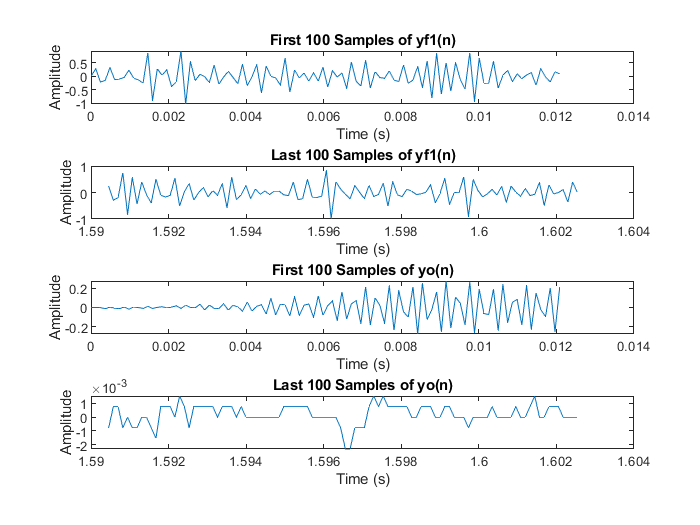
Σχεδιάστε την απόκριση συχνότητας.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fourier Series** | **Don’t care** | **Min-Max** |
| Εικόνα που περιέχει κείμενο, γράφημα, γραμμή, διάγραμμα  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα | Εικόνα που περιέχει κείμενο, γράφημα, γραμμή, διάγραμμα  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα | Εικόνα που περιέχει κείμενο, γραμμή, γράφημα, στιγμιότυπο οθόνης  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα |

**Ερώτηση δ**

Σχεδιάστε τα πρώτα και τελευταία 100 δείγματα ενός εκ των τριών αποθορυβοποιημένων σημάτων που προέκυψαν από την εφαρμογή του εκάστοτε φίλτρου στο σήμα και τα αντίστοιχα του ιδανικού σήματος και σχολιάστε την διάρκεια των μεταβατικών φαινομένων (αν υπάρχουν).

**Απάντηση:**



* **Η διάρκεια των μεταβατικών φαινομένων είναι ίση μεταξύ των πρώτων και τελευταίων 100 δειγμάτων (0.012 seconds), αυτό μπορεί να υποδεικνύει ότι το φίλτρο εφαρμόζεται ομοιόμορφα σε ολόκληρο το σήμα. Αυτό είναι ευεργετικό επειδή σημαίνει ότι το φίλτρο δεν εισάγει πρόσθετη ασυνέπεια ή αλλοιώσεις στο σήμα κατά τη διάρκεια εφαρμογής του.**

**Ερώτηση ε**

Υπολογίστε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE)για κάθε ένα από τα αποθορυβοποιημένα σήματα.Αξιολογήστε την απόδοση κάθε φίλτρου. Είναι αυτή η απόδοση σε πλήρη συμφωνία με αυτό που ακούτε; Πού αποδίδετε την ασυμφωνία (αν υπάρχει);

**Απάντηση:**

* **Αφού υπολογίσουμε τα MSE για κάθε αποθορυβοποιημένο σήμα, μπορούμε να αξιολογήσουμε την απόδοση κάθε φίλτρου. Ένα χαμηλότερο MSE υποδεικνύει καλύτερη απόδοση.**

***MSE for yf1: 0.11388***

***MSE for yf2: 0.12128***

***MSE for yf3: 0.14757***

**Άσκηση 3**

**Ερώτηση α** Καταγράψτε τα πιθανά είδη θορύβου που έχουν κατά τη γνώμη σας μολύνει το σήμα εισόδου.

**Απάντηση:**

**Ερώτηση β**

|  |
| --- |
| Σήμα με θόρυβο |
| Εικόνα που περιέχει κείμενο, διάγραμμα, γράφημα, στιγμιότυπο οθόνης  Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα |

**Ερώτηση γ** Αιτιολογήστε την επιλογή της κατηγορίας του φίλτρου που επιλέξατε να χρησιμοποιήσετε.

**Απάντηση:**

|  |
| --- |
| Απόκριση συχνότητας φίλτρου |
|  |

**Ερώτηση ε**

**Απάντηση:**

|  |  |
| --- | --- |
| Θόρυβος | Σήμα |
|  |  |

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Ακολουθεί η επισύναψη όλου του κώδικα.**

**Ότι είναι highlighted με κiτρινο μαρκαδόρο υπογράμμισης σημαίνει ότι ακολουθούν οι απαντήσεις για κάθε ερώτημα των Ασκήσεων.**

*Κώδικας Άσκησης 1*

close all;clear;clc;

N = 29;

fc = 0.4; % ωc=0.4\*pi

hc1 = fir1(N-1,fc,'low');

hc2 = fir1(N-1,fc,'high');

% Impulse Response of highpass fir filter hc1

figure

stem(hc1);

title('Filter Impulse Response');

grid on

% Impulse Response of highpass fir filter hc2

figure

stem(hc2);

title('Filter Impulse Response');

grid on

% Frequency Response of highpass fir filter hc1 using freqz()

figure

freqz(hc1,1,512);

title('Filter Frequency Response');

grid on

% Frequency Response of highpass fir filter hc2 using freqz()

figure

freqz(hc1,1,512);

title('Filter Frequency Response');

grid on

%%

NumFFT = 4096;

Freqs = linspace(-pi,pi,NumFFT);

figure

plot(Freqs, abs(fftshift(fft(hc1,NumFFT))));

title('Filter frequency response')

grid on

figure

plot(Freqs, 20\*log10(abs(fftshift(fft(hc1,NumFFT)))));

title('Filter frequency response (dB)')

grid on

figure

plot(Freqs, angle(fft(hc1,NumFFT)));

title('Filter frequency response (dB)')

grid on

% ΑΣΚΗΣΗ 1 --> γράφος μέτρου απόκρισης συχνότητας για FIR highpass filter

% shifted frequency response of highpass fir filter hc2

figure

plot(Freqs, 20\*log10(abs(fftshift(fft(hc2,NumFFT)))));

title('Filter frequency response (dB)')

grid on

%%

% ΑΣΚΗΣΗ 1 --> β) γράφοι μέτρου απόκρισης συχνότητας για FIR highpass και lowpass

% φίλτρα

% χρήση της firls()

h\_low = firls(N-1,[0, 0.1, 0.35, 1] , [1 1 0 0]);

h\_high = firls(N-1,[0, 0.1, 0.35, 1] , [0 0 1 1]);

figure

plot(Freqs, 20\*log(abs(fftshift(fft(h\_low,NumFFT)))));

title('Filter frequency response (dB)')

grid on

hold on

plot(Freqs, 20\*log10(abs(fftshift(fft(h\_high,NumFFT)))));

title('Filter frequency response (dB)')

grid on

%%

% ΑΣΚΗΣΗ 1 --> γ) γράφοι μέτρου απόκρισης συχνότητας για FIR highpass και lowpass φίλτρα

% χρήση της firpm()

h\_low = firpm(N-1,[0, 0.1, 0.35, 1] , [1 1 0 0]);

h\_high = firpm(N-1,[0, 0.1, 0.35, 1] , [0 0 1 1]);

figure

plot(Freqs, 20\*log(abs(fftshift(fft(h\_low,NumFFT)))));

title('Filter frequency response (dB)')

grid on

hold on

plot(Freqs, 20\*log10(abs(fftshift(fft(h\_high,NumFFT)))));

title('Filter frequency response (dB)')

grid on

*Κώδικας Άσκησης 2*

load chirp

y0=y;

noise =0.5\*randn(size(y));

Fs = 8192;

yw = y0 + noise;

NumFFT = 4096;

F = linspace(-Fs/2,Fs/2,NumFFT);

% Windows Visualization Tool to view Chebyshev window in time and frequency domain

% w=chebwin(35,30);

% wvtool(w);

% ΑΣΚΗΣΗ 2 --> α)

b1 = fir1(34,0.48,'high',chebwin(35,30));

% frequency response of highpass filter b1 using freqz()

freqz(b1,1,512);

% Plot the frequency response in dB using fft()

figure

plot(F, 20\*log(abs(fftshift(fft(b1,NumFFT)))));

title('Filter frequency response-fir1 (dB)')

yf1 = filtfilt(b1,1,yw);

% representation of signals y0,yw,yf in the frequency domain

figure

subplot(131);plot(F, abs(fftshift(fft(y0,NumFFT))))

subplot(132);plot(F, abs(fftshift(fft(yw,NumFFT))))

subplot(133);plot(F, abs(fftshift(fft(yf1,NumFFT))))

% listening to each of the above signals

% sound(y, Fs)

% sound(yw, Fs)

% sound(yf1, Fs)

% ΑΣΚΗΣΗ 2 --> β)

b2 = firls(34, [0, 0.48, 0.5, 1], [0 0 1 1]);

yf2 = filtfilt(b2,1,yw);

% Plot the frequency response

figure

plot(F, 20\*log(abs(fftshift(fft(b2,NumFFT)))));

title('Filter frequency response-firls (dB)')

grid on

% listening to the signals

% sound(y, Fs)

% sound(yw, Fs)

% sound(yf2, Fs)

% ΑΣΚΗΣΗ 2 --> γ)

b3 = firpm(34, [0, 0.48, 0.5, 1], [0 0 1 1]);

yf3 = filtfilt(b3,1,yw);

% Plot the frequency response

figure

plot(F, 20\*log(abs(fftshift(fft(b3,NumFFT)))));

title('Filter frequency response-firpm (dB)')

grid on

% listening to the signals

% sound(y, Fs)

% sound(yw, Fs)

% sound(yf3, Fs)

%%

% ΑΣΚΗΣΗ 2 --> δ)

% Απεικόνιση πρώτων και τελευταίων 100 δειγμάτων

start\_idx = 1;

end\_idx = 100;

% Αποθορυβοποίηση των σημάτων

yf1 = filtfilt(b1, 1, yw);

yf2 = filtfilt(b2, 1, yw);

yf3 = filtfilt(b3, 1, yw);

% Αποθορυβοποιημένα σήματα πρώτων και τελευταίων 100 δειγμάτων

yf1\_first\_last = [yf1(start\_idx:end\_idx), yf1(end-99:end)];

yf2\_first\_last = [yf2(start\_idx:end\_idx), yf2(end-99:end)];

yf3\_first\_last = [yf3(start\_idx:end\_idx), yf3(end-99:end)];

yo\_first\_last = [y0(start\_idx:end\_idx), y0(end-99:end)];

% Χρόνος για τον άξονα x

t = (0:length(yf1)-1) / Fs;

% Απεικόνιση των σημάτων

figure;

subplot(4, 1, 1);

plot(t(start\_idx:end\_idx), yf1(start\_idx:end\_idx));

title('First 100 Samples of yf1(n)');

xlabel('Time (s)');

ylabel('Amplitude');

subplot(4, 1, 2);

plot(t(end-99:end), yf1(end-99:end));

title('Last 100 Samples of yf1(n)');

xlabel('Time (s)');

ylabel('Amplitude');

subplot(4, 1, 3);

plot(t(start\_idx:end\_idx), yo\_first\_last(start\_idx:end\_idx));

title('First 100 Samples of yo(n)');

xlabel('Time (s)');

ylabel('Amplitude');

subplot(4, 1, 4);

plot(t(end-99:end), yo\_first\_last(end-99:end));

title('Last 100 Samples of yo(n)');

xlabel('Time (s)');

ylabel('Amplitude');

%%

% ΑΣΚΗΣΗ 2 --> ε)

% Υπολογισμός MSE για κάθε σήμα

mse1 = mean((y0 - yf1).^2);

mse2 = mean((y0 - yf2).^2);

mse3 = mean((y0 - yf3).^2);

% Εκτύπωση MSE

disp(['MSE for yf1: ', num2str(mse1)]);

disp(['MSE for yf2: ', num2str(mse2)]);

disp(['MSE for yf3: ', num2str(mse3)]);