

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

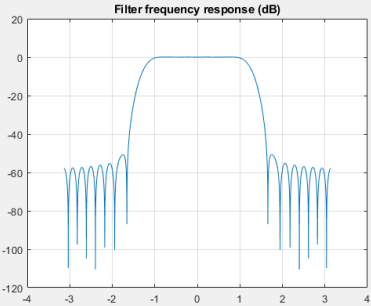
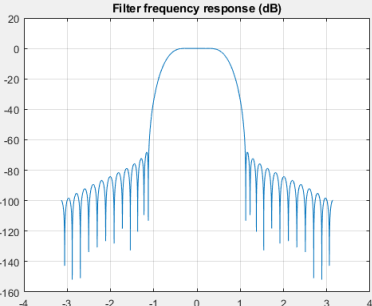
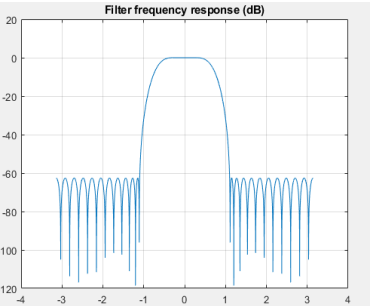
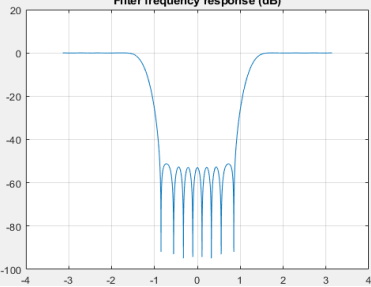
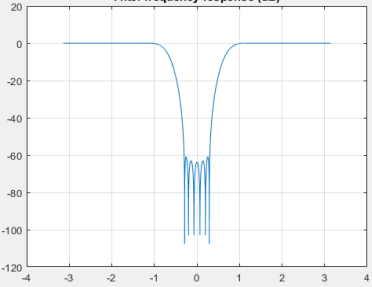
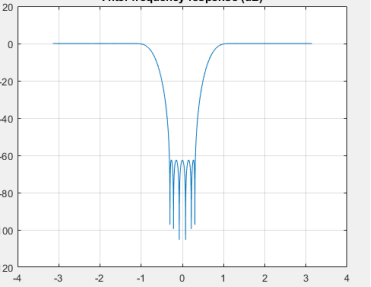
Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντζές	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	--------------------	-----	---------	-------	----------------

Άσκηση 1

Ερώτηση α (Ερωτήματα 1,2,3)

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα μέτρα απόκρισης συχνότητας των φίλτρων που σχεδιάσατε.

	Fourier Series	Don't care	Min-Max
Χαμηλοπερατό			
Υψηλοπερατό			

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

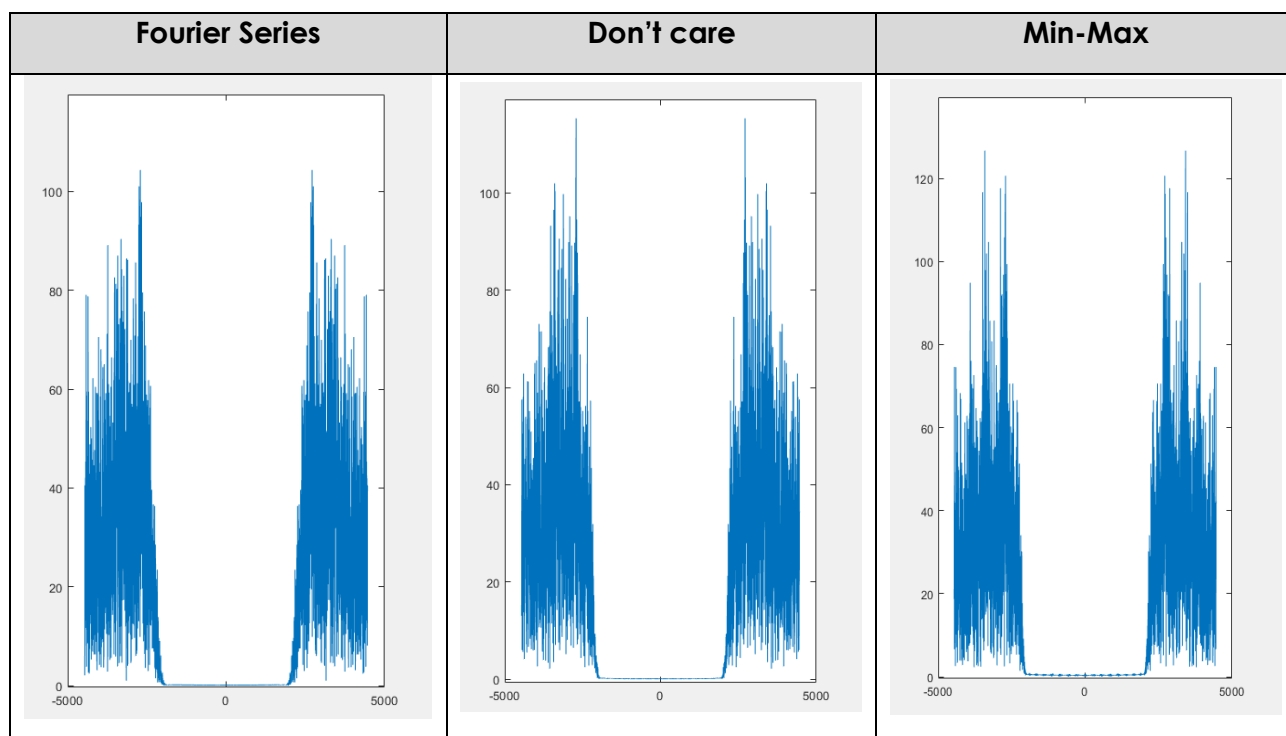
Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----------------

Άσκηση 2

Ερώτηση α-γ

Σχεδιάστε την απόκριση συχνότητας.



Ερώτηση δ

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

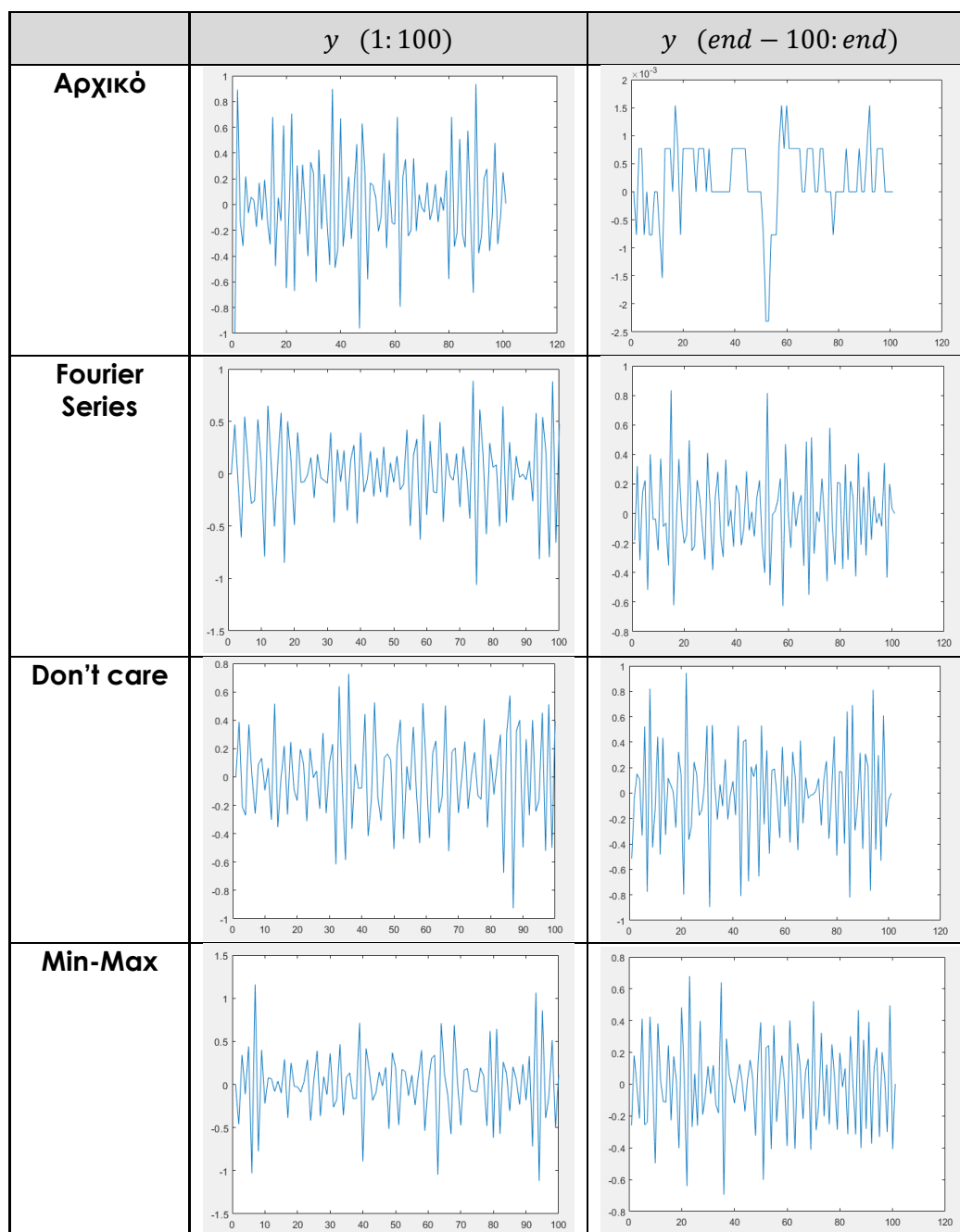
Απάντηση:

Τα μεταβατικά φαινόμενα σε ένα *FIR* φίλτρο έχουν διάρκεια η οποία είναι συνήθως ανάλογη της τάξης μήκους του, δηλαδή όταν αυξάνεται το πλήθος των συντελεστών και μειώνεται αντίστοιχα το πλάτος της ζώνης μετάβασης. Στα σήματά μας παρατηρούνται μεταβατικά φαινόμενα μόνο στο τελικό που έχει αποθρουβοποιηθεί και όχι στο αρχικό, ενώ οι μεταβάσεις επηρεάζονται από το φίλτρο που χρησιμοποιούμε.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----------------



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

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντές	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----

Απάντηση:

Παρατηρούμε ότι η τεχνική της *Σειράς Fourier* μέσω της συνάρτησης **fir1()** επιτυγχάνει το καλύτερο φιλτράρισμα πάνω στο μολυσμένο από θόρυβο σήμα, έχοντας την βέλτιστη απόδοση και ταυτόχρονα το ελάχιστο μέσο τετραγωνικό σφάλμα. Από την άλλη, οι τεχνικές της *Ζώνης Αδιαφορίας* και *Min-Max* μέσω των συναρτήσεων **firls()** και **firpm()** παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόκλιση – σφάλμα, ενώ μεταξύ τους δεν εντοπίζονται σημαντικές διαφορές. Τα συγκεκριμένα συμπεράσματα επιβεβαιώνονται και ακούγοντας το αποθορυβοποιημένο σήμα σε κάθε περίπτωση μέσω της συνάρτησης **sound()**.

	Fourier Series	Don't care	Min-Max
MSE	0.114774509664776	0.127204598796293	0.129946545248663

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλτιάδης Μαντές	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	------------------	-----	---------	-------	----------------

Άσκηση 3

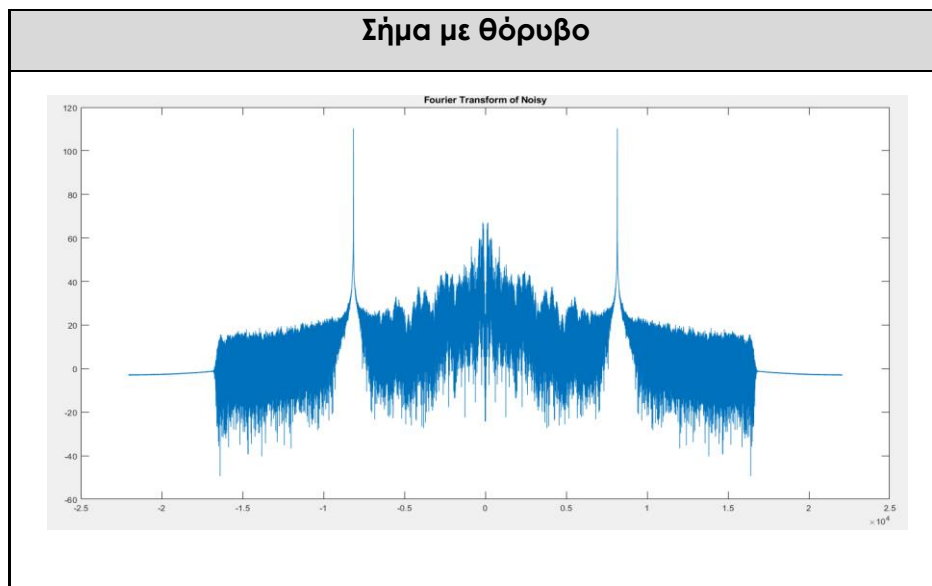
Ερώτηση α

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

Απάντηση:

Ακούγοντας το αρχείο διαπιστώνουμε ότι ανάμεσα στον ήχο της κιθάρας παρεμβάλλεται ένας ενοχλητικός υψίσυχνος θόρυβος, ο οποίος είναι συνεχόμενος και μάλιστα και με σταθερή συχνότητα. Με βάση αυτές τις διαπιστώσεις συμπεραίνουμε ότι πρόκειται για ένα ημιτονικό σήμα το οποίο έχει μολύνει το αρχικό μας σήμα.

Ερώτηση β



Ερώτηση γ

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

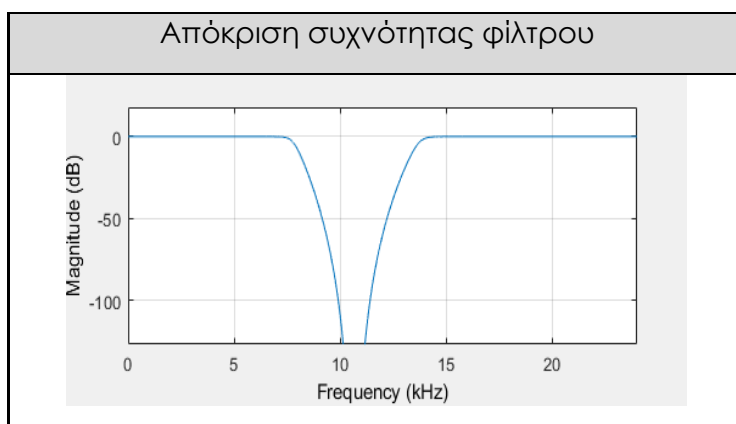
Απάντηση:

Ο θόρυβος που έχει μολύνει το αρχικό σήμα δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις όσον αφορά τη συχνότητα του σήματος, επομένως το φίλτρο που θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε στη προκειμένη περίπτωση θα είναι ένα Φίλτρο *Bandstop* και πιο συγκεκριμένα ένα Φίλτρο *IIR Butterworth Bandstop*. Το φίλτρο αυτό θα καταφέρει να απομακρύνει τη συχνότητα του θορύβου και θα επιτρέψει από την άλλη τη διέλευση όλων των υπόλοιπων συχνοτήτων κανονικά.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

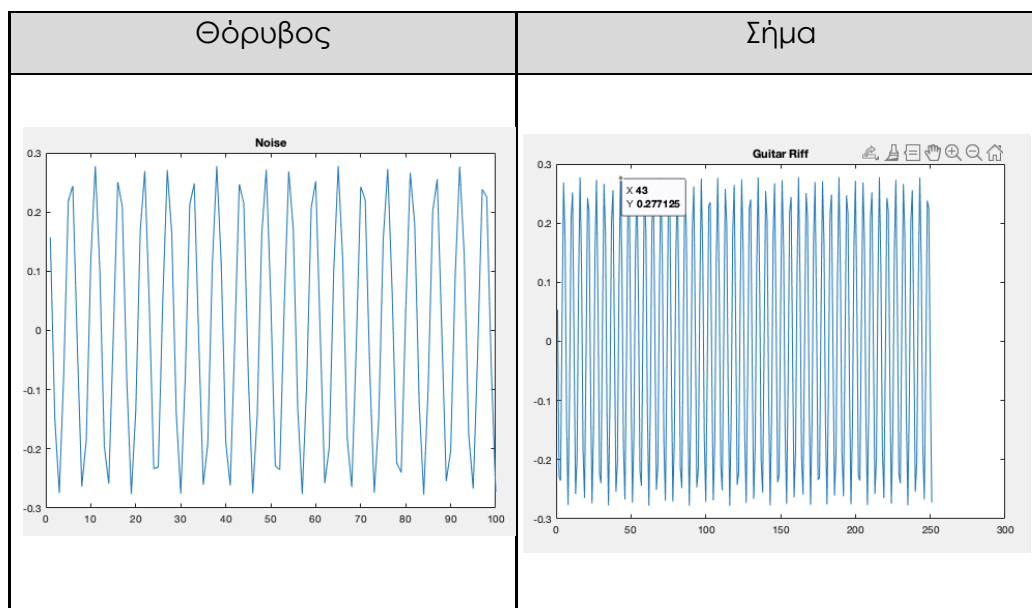
Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----------------



Ερώτηση ε

Απάντηση:



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----------------

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Άσκηση 1:

```
%%fir1()
N = 29;
fc = 0.4;
hc1 = fir1(N-1, fc, 'low');
hc2 = fir1(N-1, fc, 'high');

NumFFT = 4096;
Freqs = linspace(-pi, pi, NumFFT);

figure(1);
plot(Freqs/pi, 20*log10(abs(fftshift(fft(hc1, NumFFT)))));
title('Filter Frequency Response (dB Scale)');
xlabel('Normalized Frequency (\times\pi rad/sample)')
ylabel('Magnitude')
legend('Low-Pass')
hold off
figure(2);
plot(Freqs/pi, 20*log10(abs(fftshift(fft(hc2, NumFFT)))));
title('Filter Frequency Response (dB Scale)');
xlabel('Normalized Frequency (\times\pi rad/sample)')
ylabel('Magnitude')
legend('High-Pass')
hold off

%%firls
N = 29;
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]);

NumFFT = 4096;
Freqs = linspace(-pi, pi, NumFFT);

figure(1);
plot(Freqs/pi, 20*log10(abs(fftshift(fft(h_low, NumFFT)))));
title('Filter Frequency Response (dB Scale)');
xlabel('Normalized Frequency (\times\pi rad/sample)')
ylabel('Magnitude')
legend('Low-Pass')
hold off
figure(2);
plot(Freqs/pi, 20*log10(abs(fftshift(fft(h_high, NumFFT)))));
title('Filter Frequency Response (dB Scale)');
xlabel('Normalized Frequency (\times\pi rad/sample)')
ylabel('Magnitude')
legend('High-Pass')
hold off
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----------------

```
%%firpm()
N = 29;
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]);

NumFFT = 4096;
Freqs = linspace(-pi, pi, NumFFT);

figure(1);
plot(Freqs/pi, 20*log10(abs(fftshift(fft(h_low, NumFFT)))));
title('Filter Frequency Response (dB Scale)');
xlabel('Normalized Frequency (\times\pi rad/sample)')
ylabel('Magnitude')
legend('Low-Pass')
hold off
figure(2);
plot(Freqs/pi, 20*log10(abs(fftshift(fft(h_high, NumFFT)))));
title('Filter Frequency Response (dB Scale)');
xlabel('Normalized Frequency (\times\pi rad/sample)')
ylabel('Magnitude')
legend('High-Pass')
hold off
```

Άσκηση 2:

```
%% fir1
load chirp.mat;
y0 = y;
noise = 0.5*randn(size(y));
yw = y0 + noise;
b = fir1(34, 0.48, 'high', chebwin(35, 30));
freqz(b, 1, 512);
yf = filtfilt(b, 1, yw);

figure(2);
subplot(131);
plot (y0(end-99:end)); % y(1:100)
title('Original');
xlabel('Samples');
ylabel('Magnitude');

subplot(132);
plot (yw(end-99:end)); % y(1:100)
title('Noisy');
xlabel('Samples');
ylabel('Magnitude');

subplot(133);
plot (yf(end-99:end)); % y(1:100)
title('Filtered');
```


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----

```
xlabel('Samples');
ylabel('Magnitude');

figure(3);
NumFFT = 1024;
F = linspace(-Fs/2, Fs/2, NumFFT);

subplot(131);
plot (F, abs(fftshift(fft(y0, NumFFT))));
title('Original');
xlabel('Frequency');
ylabel('Magnitude');

subplot(132);
plot (F, abs(fftshift(fft(yw, NumFFT))));
title('Noisy');
xlabel('Frequency');
ylabel('Magnitude');

subplot(133);
plot (F, abs(fftshift(fft(yf, NumFFT))));
title('Filtered');
xlabel('Frequency');
ylabel('Magnitude');

mse_fir1 = mean((yf - y0).^2);

%% firls
load chirp.mat;
y0 = y;
noise = 0.5*randn(size(y));
yw = y0 + noise;
b = firls(34, [0, 0.45, 0.5, 1], [0 0 1 1]);
freqz(b, 1, 512);
yf = filtfilt(b, 1, yw);

figure(2);
subplot(131);
plot (y0(end-99:end)); % y(1:100)
title('Original');
xlabel('Samples');
ylabel('Magnitude');

subplot(132);
plot (yw(end-99:end)); % y(1:100)
title('Noisy');
xlabel('Samples');
ylabel('Magnitude');

subplot(133);
plot (yf(end-99:end)); % y(1:100)
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----------------

```
title('Filtered');
xlabel('Samples');
ylabel('Magnitude');

figure(3);
NumFFT = 1024;
F = linspace(-Fs/2, Fs/2, NumFFT);

subplot(131);
plot (F, abs(fftshift(fft(y0, NumFFT))));
title('Original');
xlabel('Frequency');
ylabel('Magnitude');

subplot(132);
plot (F, abs(fftshift(fft(yw, NumFFT))));
title('Noisy');
xlabel('Frequency');
ylabel('Magnitude');

subplot(133);
plot (F, abs(fftshift(fft(yf, NumFFT))));
title('Filtered');
xlabel('Frequency');
ylabel('Magnitude');

mse_firls = mean((yf - y0).^2);

%% firpm
load chirp.mat;
y0 = y;
noise = 0.5*randn(size(y));
yw = y0 + noise;
b = firpm(34, [0, 0.45, 0.5, 1], [0 0 1 1]);
freqz(b, 1, 512);
yf = filtfilt(b, 1, yw);

figure(2);
subplot(131);
plot (y0(end-99:end)); % y(1:100)

title('Original');
xlabel('Samples');
ylabel('Magnitude');

subplot(132);
plot (yw(end-99:end)); % y(1:100)

title('Noisy');
xlabel('Samples');
ylabel('Magnitude');
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----------------

```
subplot(133);  
plot (yf(end-99:end)); % y(1:100)  
  
title('Filtered');  
xlabel('Samples');  
ylabel('Magnitude');  
  
figure(3);  
NumFFT = 1024;  
F = linspace(-Fs/2, Fs/2, NumFFT);  
  
subplot(131);  
plot (F, abs(fftshift(fft(y0, NumFFT))));  
title('Original');  
xlabel('Frequency');  
ylabel('Magnitude');  
  
subplot(132);  
plot (F, abs(fftshift(fft(yw, NumFFT))));  
title('Noisy');  
xlabel('Frequency');  
ylabel('Magnitude');  
  
subplot(133);  
plot (F, abs(fftshift(fft(yf, NumFFT))));  
title('Filtered');  
xlabel('Frequency');  
ylabel('Magnitude');  
  
mse_firpm = mean((yf - y0).^2);
```

Άσκηση 3:

```
%erotimata a,b  
load Noisy.mat  
L = 990192;  
Fs = 44100;  
f = linspace(-Fs/2, Fs/2, L);  
Y = fftshift(fft(yw));  
  
figure(1);  
plot(f, 20*log10(abs(Y)));  
title('Fourier Transform of Noisy.mat');  
y = filter(BandStop, yw);  
  
sound(yw,Fs);  
  
%erotimata c,e  
load Noisy.mat
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	Μηλιτιάδης Μαντῆς	ΑΜ:	1084661	Έτος:	3 ^ο
--------	-------------------	-----	---------	-------	----------------

```
load BandStop.mat
L = 990192;
Fs = 44100;
f = linspace(-Fs/2, Fs/2, L);
Y = fftshift(fft(yw));

figure(1);
plot(f, 20*log10(abs(Y)));
title('Fourier Transform of Noisy');
y = filter(BandStop, yw);

figure(2);
plot(y(990192-250:990192));
title('Guitar Riff');
noise = filter(BandStop, yw);

figure(3);
plot(noise(70000:70250));
title('Noise');
N = fftshift(fft(noise));

figure(4);
plot(f, 20*log10(abs(N)));
title('Fourier Transform of Noisy.mat after filtering');
sound(y, Fs);

function Hd = BandStop
%BANDSTOP Returns a discrete-time filter object.
% MATLAB Code
% Generated by MATLAB(R) 9.12 and Signal Processing Toolbox 9.0.
% Generated on: 08-May-2023 13:59:41
% Butterworth Bandstop filter designed using FDESIGN.BANDSTOP.

% All frequency values are in Hz.
Fs = 48000; % Sampling Frequency

Fpass1 = 7200; % First Passband Frequency
Fstop1 = 9600; % First Stopband Frequency
Fstop2 = 12000; % Second Stopband Frequency
Fpass2 = 14400; % Second Passband Frequency
Apass1 = 0.5; % First Passband Ripple (dB)
Astop = 60; % Stopband Attenuation (dB)
Apass2 = 1; % Second Passband Ripple (dB)
match = 'stopband'; % Band to match exactly

% Construct an FDESIGN object and call its BUTTER method.
h = fdesign.bandstop(Fpass1, Fstop1, Fstop2, Fpass2, Apass1, Astop, ...
    Apass2, Fs);
Hd = design(h, 'butter', 'MatchExactly', match);

% [EOF]
```