

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

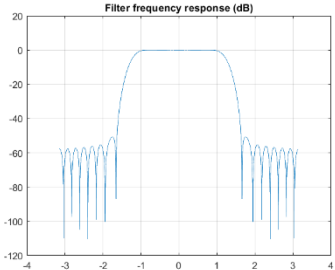
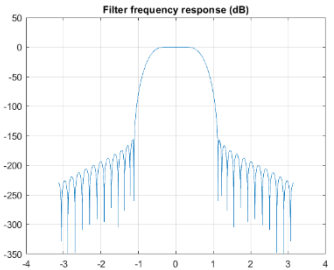
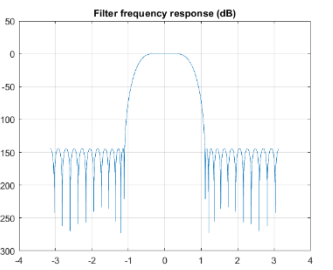
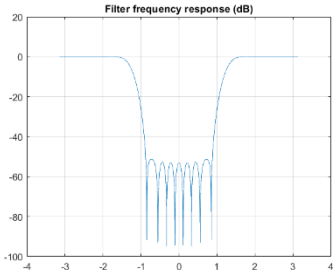
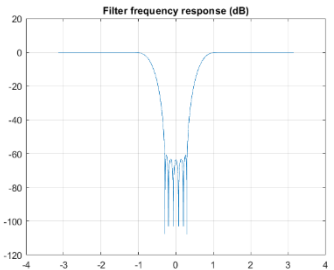
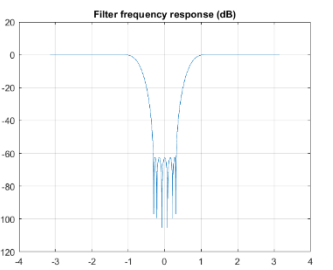
### Άσκηση 1

**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 γf να μην είναι/ακούγεται ακριβώς το ίδιο με το αρχικό γ0.

	Fourier Series	Don't care	Min-Max
Χαμηλό περατό			
Υψηλό περατό			

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

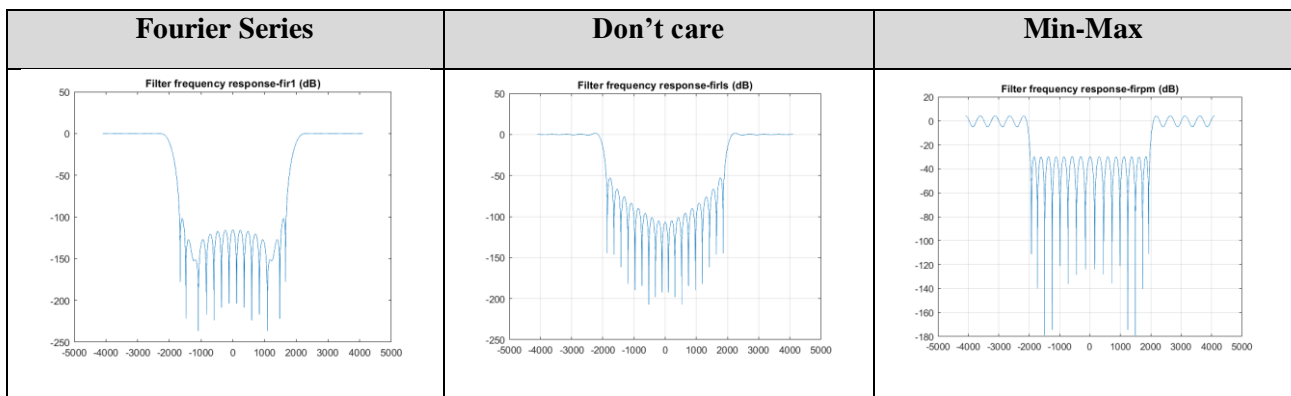
## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

### Άσκηση 2

#### Ερώτηση α-γ

Σχεδιάστε την απόκριση συχνότητας.



# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

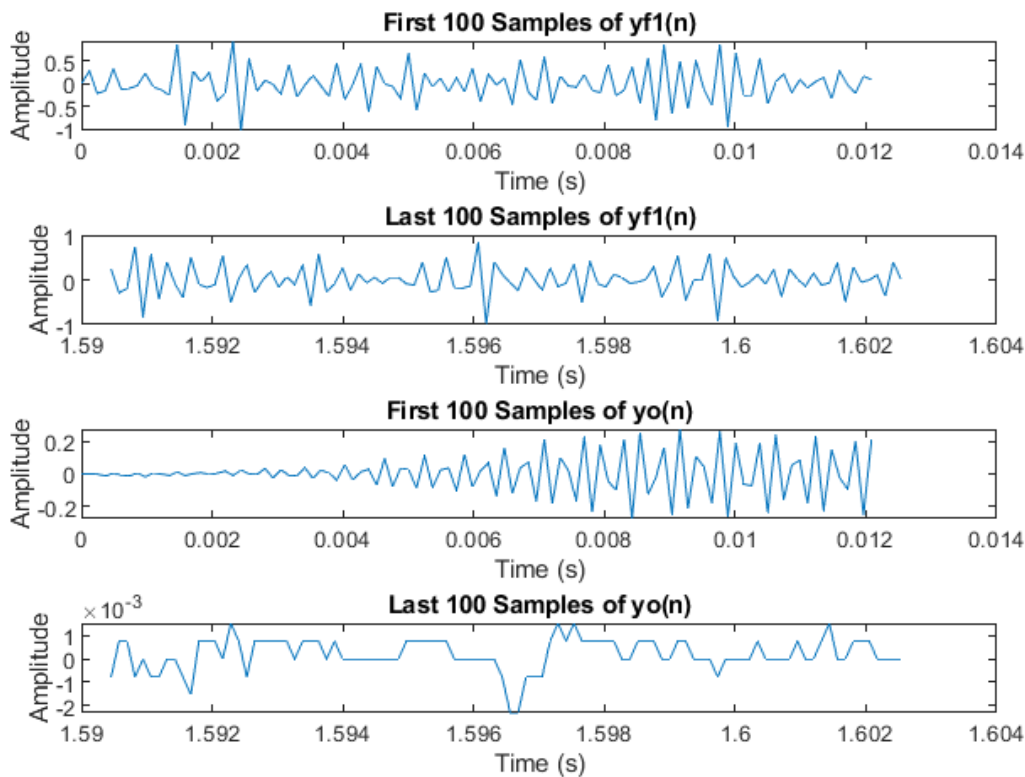
## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

### 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  $x_1(n)$  και τα αντίστοιχα του ιδανικού σήματος  $x_1(n)$  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.

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

### 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*

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

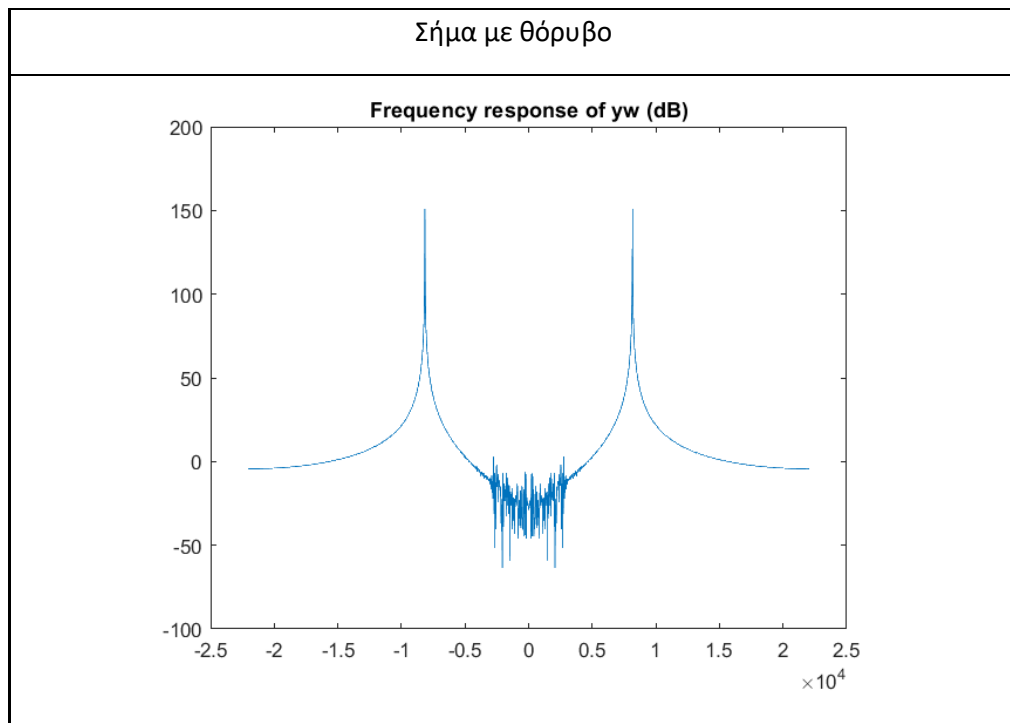
### Άσκηση 3

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

**Απάντηση:**

**Πιθανότατα ένα ημιτονοειδές σήμα, η ενέργεια του οποίου κατανέμεται στις χαμηλές συχνότητες( -8157.69 και 8168.46 είναι οι συχνότητες που μέτρησα στο παρακάτω graph όπου παρατηρούνται τα δύο υψηλά peaks).**

**Ερώτηση β**



# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

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

**Απάντηση:**

Απόκριση συχνότητας φίλτρου

**Ερώτηση ε**

**Απάντηση:**

Θόρυβος	Σήμα

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθεί η επισύναψη όλου του κώδικα.

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

### Κώδικας Άσκησης 1

```
close all;clear;clc;

N = 29;
fc = 0.4; %  $\omega_c=0.4\pi$ 

hc1 = fir1(N-1,fc,'low');
hc2 = fir1(N-1,fc,'high');

% Impulse Response of highpass fir filter hc1
```

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

```
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)));
```



# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

```
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
```

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

```
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);
```

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

```
% 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
```

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

```
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;
```

```
% Αποθρομβοποίηση των σημάτων  
yf1 = filtfilt(b1, 1, yw);  
yf2 = filtfilt(b2, 1, yw);  
yf3 = filtfilt(b3, 1, yw);
```

```
% Αποθρομβοποιημένα 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)');
```

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

## Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο
--------	--------------------------	-----	---------	-------	----

```
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)]);
```