

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

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

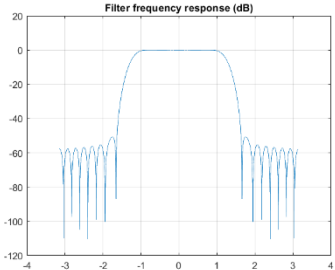
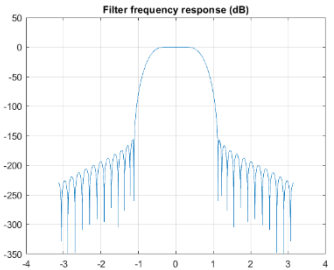
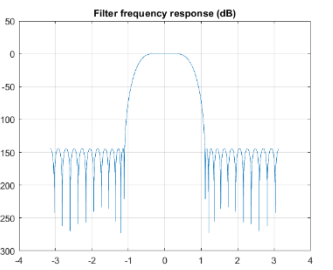
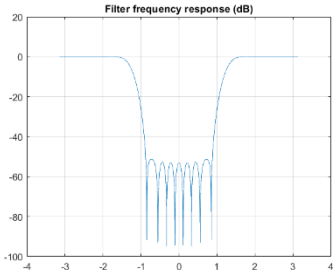
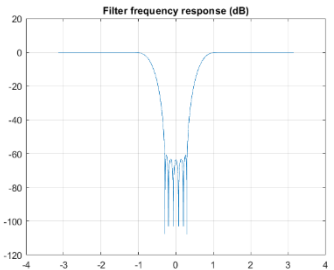
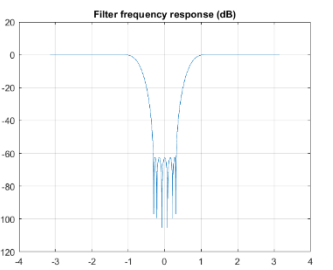
Άσκηση 1

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

| | Fourier Series | Don't care | Min-Max |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Χαμηλό περικό |  |  |  |
| Υψηλό περικό |  |  |  |

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

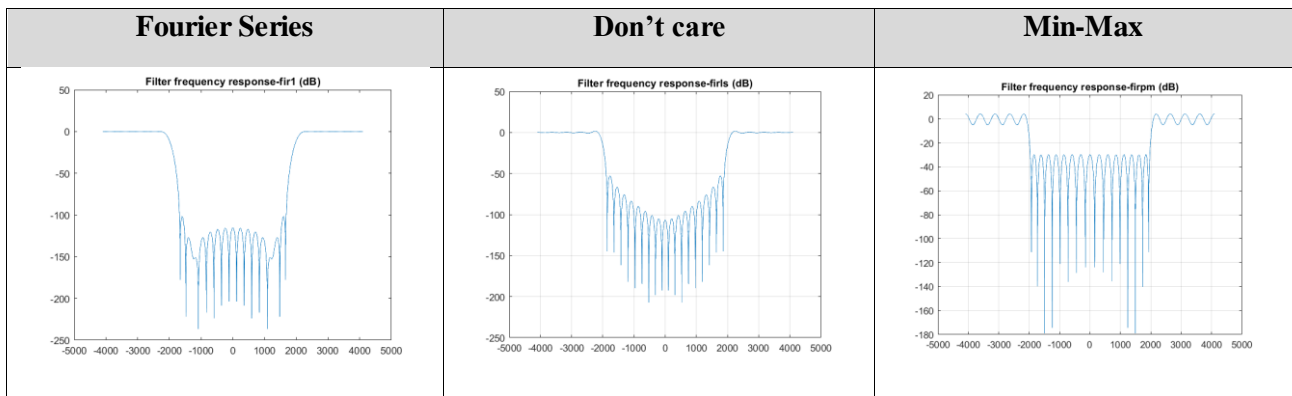
Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

| | | | | | |
|--------|--------------------------|-----|---------|-------|----|
| 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 αποθρουβοποιημένων σημάτων που προέκυψαν από την εφαρμογή του εκάστοτε φίλτρου στο σήμα $x(n)$ και τα αντίστοιχα του ιδανικού σήματος $x_d(n)$ και σχολιάστε την διάρκεια των μεταβατικών φαινομένων (αν υπάρχουν).

Απάντηση:

| | $x(n)$ (1:100) | $x_d(n)$ (10000-100:10000) |
|---------|----------------|----------------------------|
| Αρχικό | | |
| φίλτρο | | |
| Δοκιμή | | |
| Μέγιστο | | |

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

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

- Τα παραπάνω φίλτρα είναι FIR, επομένως η διάρκεια των μεταβατικών φαινομένων (που παρουσιάζονται στην αρχή και στο τέλος των τελικών αποθορυβοποιημένων σημάτων) ισούται με το μήκος της κρουστικής απόκρισης μείον 1:

$$\text{Διάρκεια Μεταβατικών Φαινομένων} = N-1 = 35-1 = 34 \text{ δείγματα}$$

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 |
|--------|--------------------------|-----|---------|-------|----|

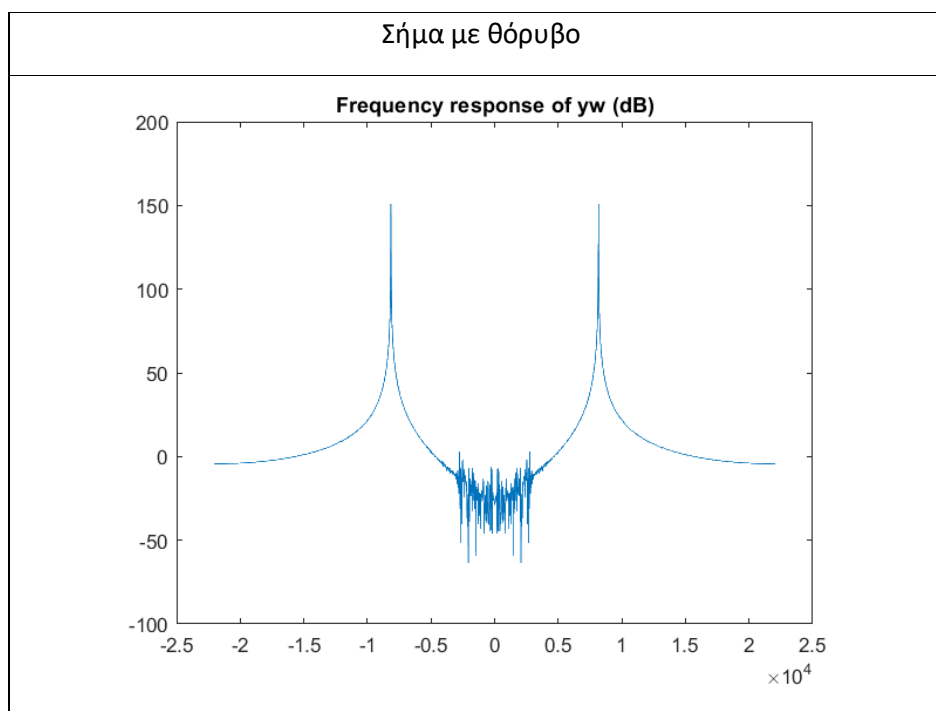
Άσκηση 3

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 μαρκαδórico 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
figure
stem(hc1);
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

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

```
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
```


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

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

```
% 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
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

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

Κώδικας Άσκησης 2

```
close all;clear;clc;

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);
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

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

```
% 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 = fir1s(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-fir1s (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)
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

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

%%

% 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);

% Αποθρομβωποιημένα 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)];

% Δείγματα για τον άξονα x
t = 0:length(yf1)-1;

% Απεικόνιση των σημάτων
figure;
subplot(4, 2, 1);
plot(t(start_idx:end_idx), yo_first_last(start_idx:end_idx));
title('First 100 Samples of yo(n)');
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');

subplot(4, 2, 2);
plot(t(end-99:end), yo_first_last(end-99:end));
title('Last 100 Samples of yo(n)');
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');

subplot(4, 2, 3);
plot(t(start_idx:end_idx), yf1_first_last(start_idx:end_idx));
title('First 100 Samples of yf1(n)');
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');

subplot(4, 2, 4);

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο δεύτερο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

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

```
plot(t(end-99:end), yf1_first_last(end-99:end));
title('Last 100 Samples of yf1(n)');
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');

subplot(4, 2, 5);
plot(t(start_idx:end_idx), yf2_first_last(start_idx:end_idx));
title('First 100 Samples of y2(n)');
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');

subplot(4, 2, 6);
plot(t(end-99:end), yf2_first_last(end-99:end));
title('Last 100 Samples of y2(n)');
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');

subplot(4, 2, 7);
plot(t(start_idx:end_idx), yf3_first_last(start_idx:end_idx));
title('First 100 Samples of y3(n)');
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');

subplot(4, 2, 8);
plot(t(end-99:end), yf3_first_last(end-99:end));
title('Last 100 Samples of y3(n)');
xlabel('Samples');
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)]);
```