

### Άσκηση 3.4 Εκτίμηση φάσματος ισχύος τυχαίων σημάτων με χρήση *MATLAB*

Στόχος της άσκησης είναι η εκτίμηση του φάσματος ισχύος της τυχαίας διαδικασίας  $x[n]$  με τη μέθοδο του Περιοδογράμματος (*Periodogram*) και τη μέθοδο *Welch* (*Averaged Modified Periodogram*). Για την ανάλυση χρησιμοποιείται το σήμα:

$$x[n] = 3 \sin(0.3\pi n + \phi_1) + 5 \cos(0.6\pi n + \phi_2) + 2 \sin(0.7\pi n + \phi_3) + u[n]$$

Όπου  $u[n]$  είναι σήμα λευκού θορύβου μοναδιαίας μεταβλητότητας,  $\phi_i$  τυχαίες μεταβλητές ομοιόμορφα κατανεμημένες στο διάστημα  $[0, 2\pi]$  και το μήκος του σήματος είναι  $N = 1024$ .

Στην μέθοδο *Welch* επιλέχθηκε το μήκος παραθύρου να είναι  $N/3$  με επικάλυψη 75% μεταξύ των παραθύρων και παράθυρα *Hamming*.

(α) Ο κώδικας *MATLAB* που δημιουργεί το σήμα  $x[n]$  και υπολογίζει τις δύο διαφορετικές εκτιμήσεις του φάσματος ισχύος είναι:

```
clear all
close all
clc

%% Initial variables
N = 1024;
u = randn(1,N); % white noise
n = 0:(N-1);
f = 2*pi*rand(1,3); % Random phase vector

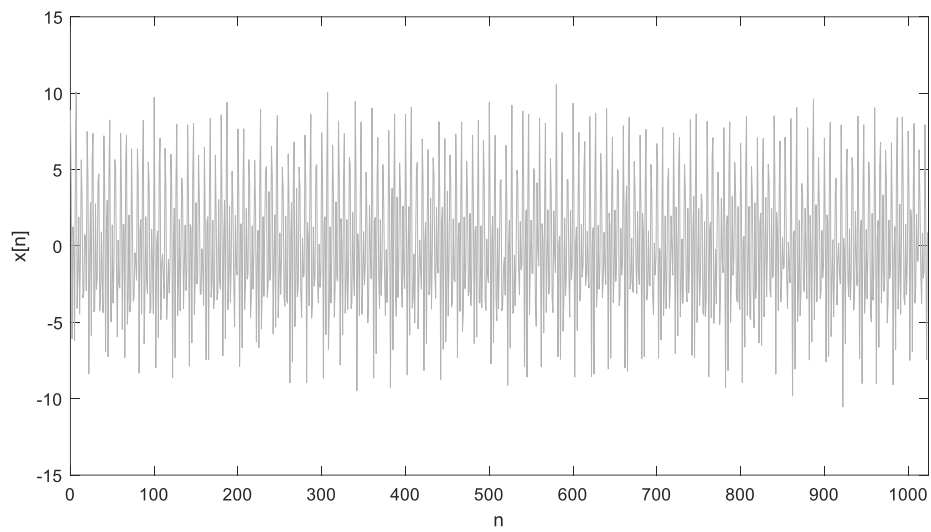
%% Signal x[n]
x = 3*sin(0.3*pi*n + f(1)) + 5*cos(0.6*pi*n + f(2)) + 2*sin(0.7*pi*n + f(3)) + u;
figure;
plot(n,x,'Color',[0.7 0.7 0.7]);
xlabel('n'); ylabel('x[n]');
xlim([0 N]); ylim('auto');

%% Periodogram
[P1,w] = periodogram(x);
figure;
periodogram(x)

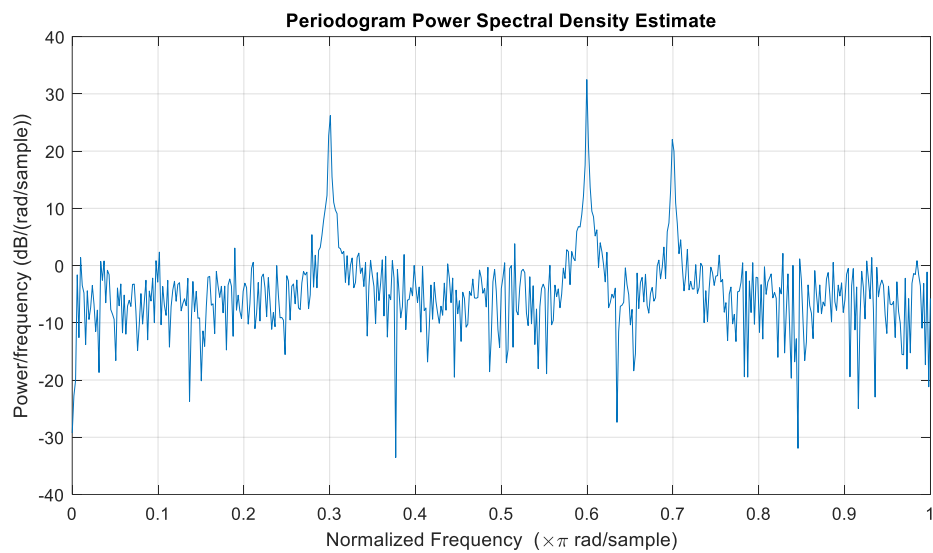
%% Modified periodogram
window = floor(N/3);
noverlap = floor(0.75*window);
P2 = pwelch(x,hamming(window),noverlap);
figure;
pwelch(x>window,noverlap)
```

Εικόνα 1 : Κώδικας *MATLAB*.

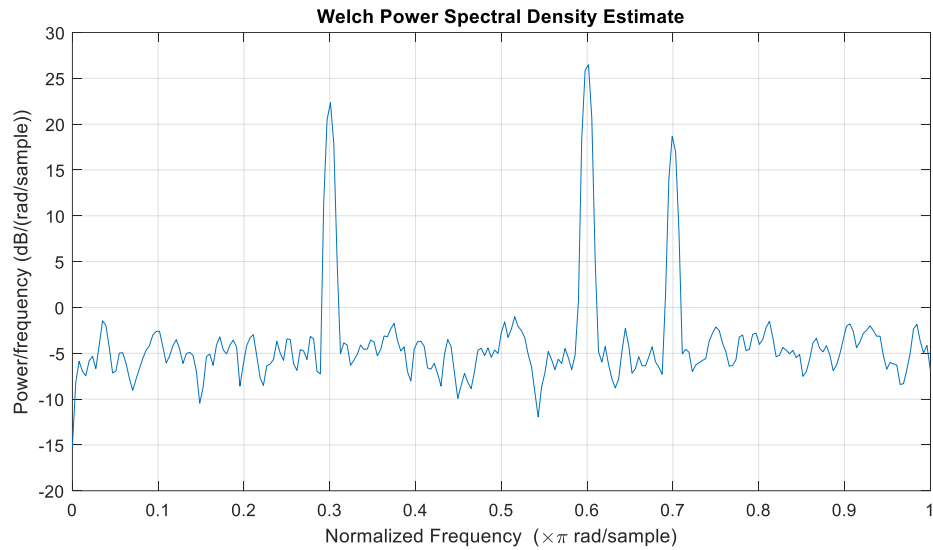
(β) Στη συνέχεια φαίνονται τα διαγράμματα που προέκυψαν τόσο για το σήμα  $x[n]$  όσο και για τις δύο εκτιμήσεις του φάσματος ισχύος.



Εικόνα 2 : Γραφική παράσταση του σήματος  $x[n]$ .



Εικόνα 3 : Εκτίμηση του φάσματος ισχύος του σήματος  $x[n]$  όπως προέκυψε από τη μέθοδο του Περιοδογράμματος.



Εικόνα 4 : Εκτίμηση του φάσματος ισχύος του σήματος  $x[n]$  όπως προέκυψε από τη μέθοδο Welch.

(γ) Αρχικά διαπιστώνουμε ότι και στις δύο περιπτώσεις εκτίμησης του φάσματος μπορούμε να εντοπίσουμε με επιτυχία τις τρεις ημιτονοειδείς συνιστώσες του σήματος  $x[n]$ . Συγκρίνοντας τις δύο μεθόδους, παρατηρούμε ότι με την μέθοδο του Περιοδογράμματος επιτυγχάνεται μεγάλη μεταβλητότητα και μικρή διακριτική ικανότητα. Αντίθετα η μέθοδος *Welch* εξασφαλίζει μεγάλη διακριτική ικανότητα, μικρότερη μεταβλητότητα και μεγαλύτερη μείωση του θορύβου του αρχικού σήματος.