ΆΣΚΗΣΗ 1(Σήματα πεπερασμένου μήκους)

%Αρχικά υπολογίζουμε τον **DTFT** του σήματος

% r[n]= $\begin{cases} \mathbf{1} & \mathbf{0 \leq n \leq L-1} \\ \mathbf{0} & \boldsymbol{\alpha\lambda\lambda o}ύ \end{cases}$ χρησιμοποιώντας την συνάρτηση **dtft**.
%Ο κώδικας είναι:

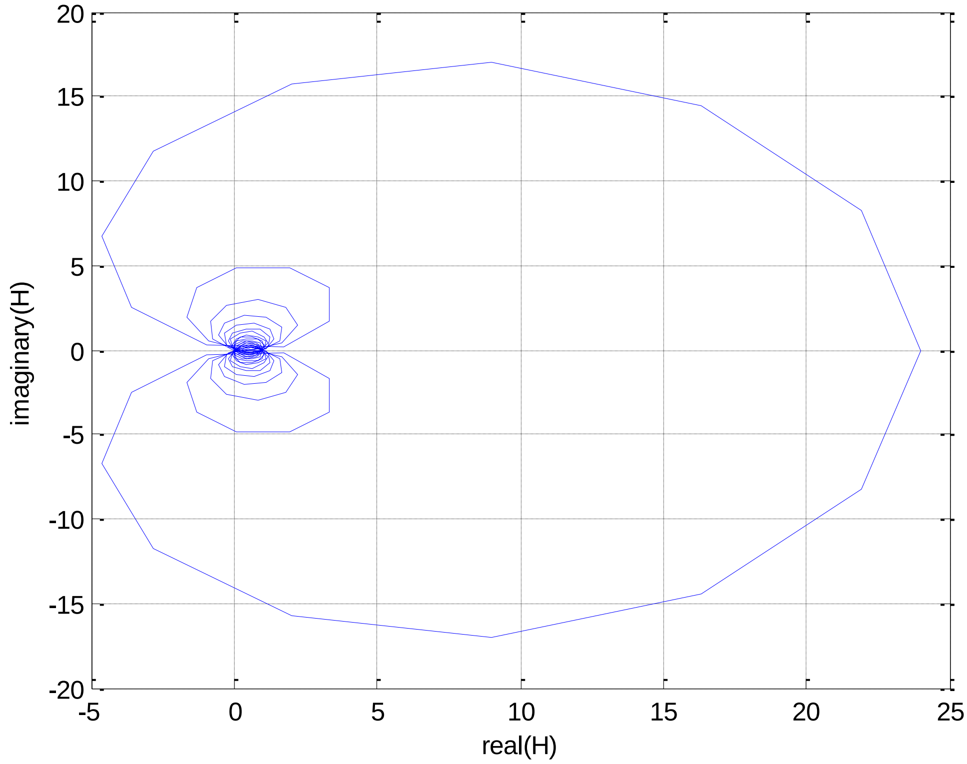
iv = linspace(1,1,24); %Περιέχει τις τιμές της συνάρτησης **r[n]**

[H,W] = dtft(iv,240); %Το **H** περιέχει τις τιμές του **R(**$\boldsymbol{e^{j\omega}}$**)**

%Το **w** περιέχει τις συχνότητες

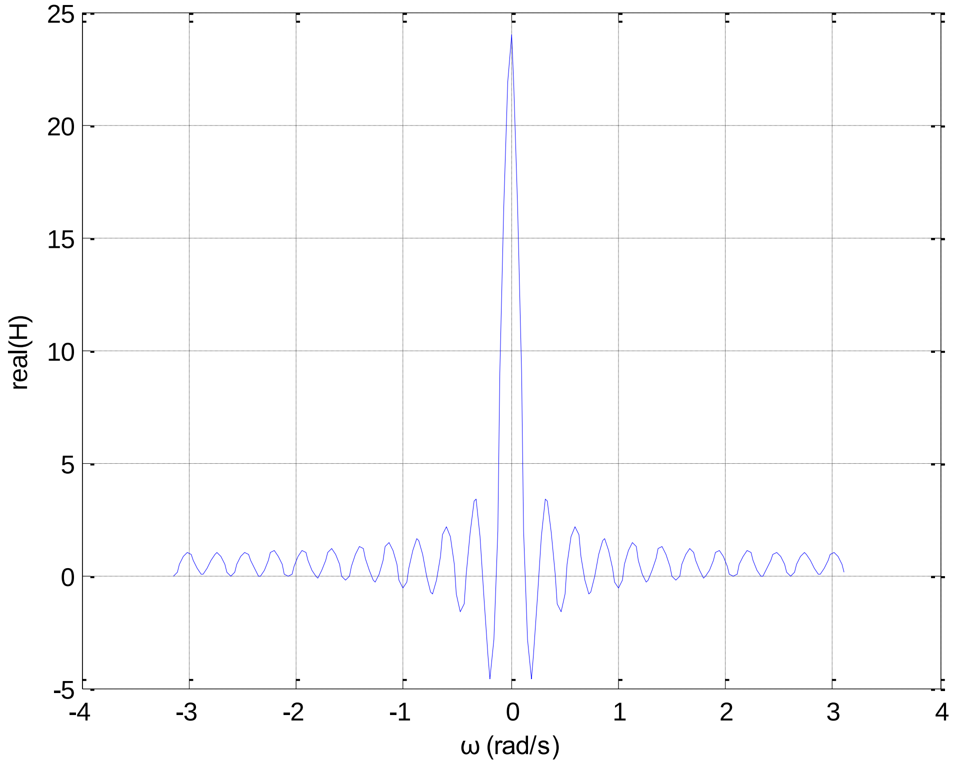
%Ο κώδικας και η γραφική παράσταση της **R(**$\boldsymbol{e^{j\omega}}$**)** είναι:

plot(H),xlabel('real(H)'),ylabel('imaginary(H)'),grid;



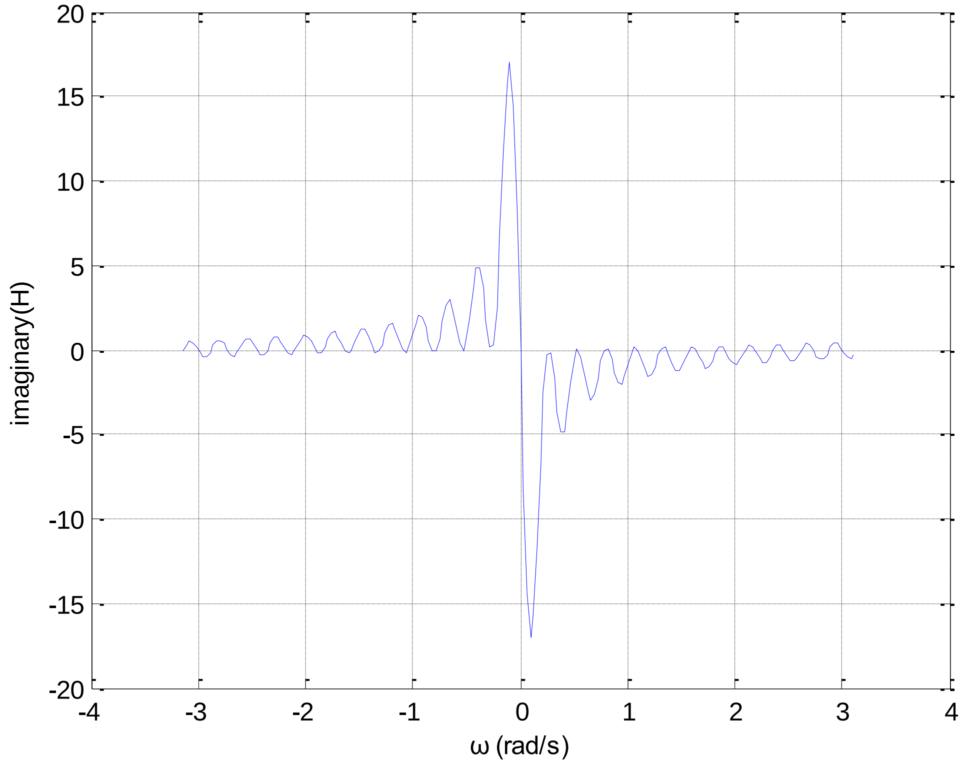
%Ο κώδικας και η γραφική παράσταση μόνο του πραγματικού μέρους %της συνάρτησης **R(**$\boldsymbol{e^{j\omega}}$**)** είναι:

plot(W,H),xlabel('ω (rad/s)'),ylabel('real(H)'),grid;



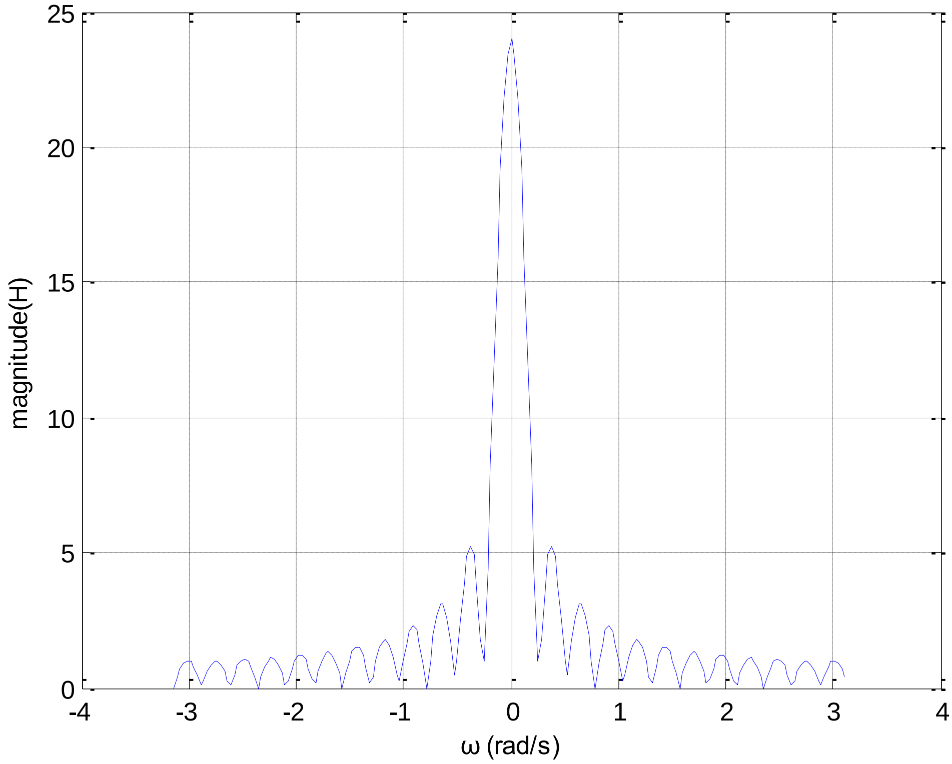
%Ο κώδικας και η γραφική παράσταση μόνο του φανταστικού μέρους %της συνάρτησης %**R(**$e^{j\omega}$**)** είναι:

plot(W,imag(H)),xlabel('ω (rad/s)'),ylabel('imaginary(H)'),grid;



%Ο κώδικας και η γραφική παράσταση του πλάτους της συνάρτησης %**R(**$\boldsymbol{e^{j\omega}}$**)** είναι:

plot(W,abs(H)),xlabel('ω (rad/s)'),ylabel('magnitude(H)'),grid;

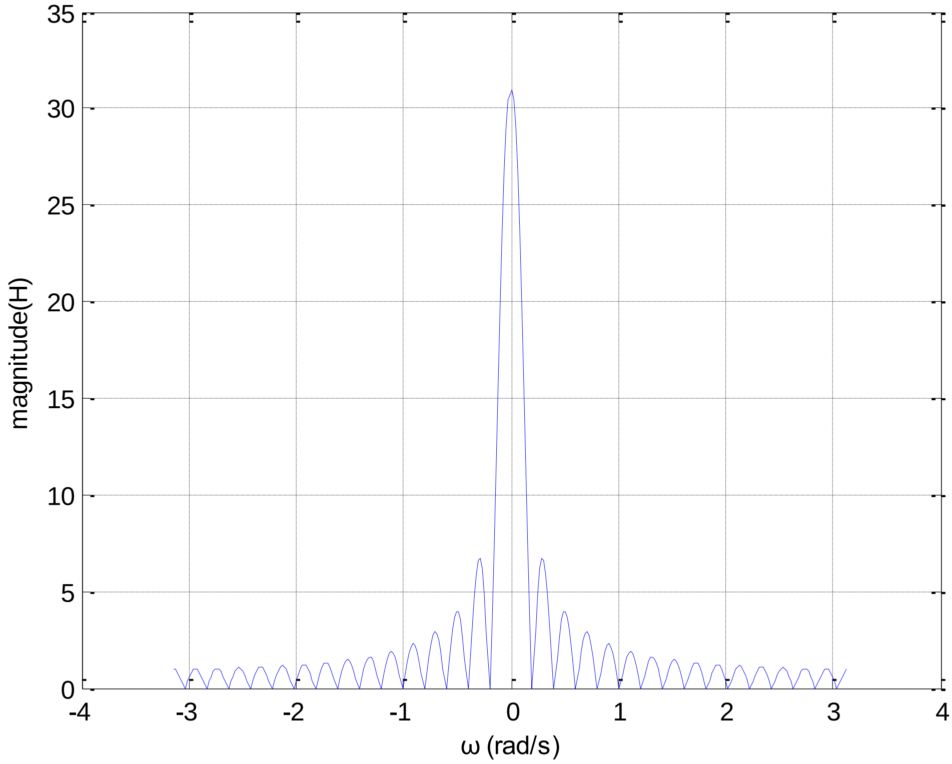


%Ο Κώδικας για τον υπολογισμό του **DTFT** της **r[n]** για **L=31** και η %γραφική παράσταση του πλάτους της **R($e^{j\omega}$)** είναι:

```
iv = linspace(1,1,31);

[H,W] = dtft(iv,310);

plot(W,abs(H)),xlabel('ω (rad/s)'),ylabel('magnitude(H)'),grid;
```

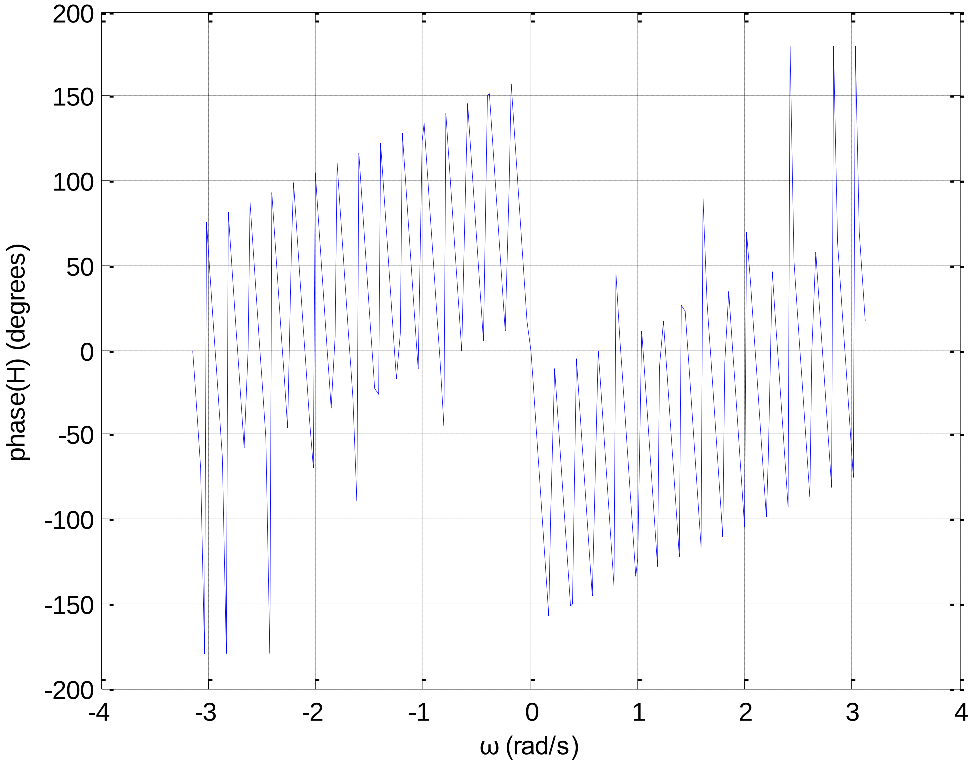


%Τα σημεία μηδενισμού της **R($e^{j\omega}$)** βρίσκονται εκεί όπου μηδενίζει το %**sin(ωL/2)**. Επομένως **sin(ωL/2)=0** → **ω=2κπ/L ,κ=**$\pm$**1,** $\pm$**2,** $\pm$**3,** $\pm$**4,……**

%Η τιμή **DC** του μετ/μού είναι αυτή για ω=0. Άρα **DC=31**

%Για να σχεδιάσουμε την γραφική παράσταση της φάσης θα %χρησιμοποιήσουμε την συνάρτηση **angle**. Ο κώδικας και η γραφική %παράσταση είναι:

plot(W,angle(H)*180/pi),xlabel('ω (rad/s)'),ylabel('phase(H) (degrees)'),grid;



%Επειδή το σήμα **r[n]** είναι πραγματικό σήμα αναμέναμε η γραφική %παράσταση της φάσης να είναι μια περιττή συνάρτηση (διότι η **R(**$\boldsymbol{e^{j\omega}}$**)** %παρουσιάζει συζυγή συμμετρία) πράγμα που επιβεβαιώνεται από το %παραπάνω γράφημα

ΆΣΚΗΣΗ 2 (Σήματα Απείρου Μήκους)

%Αρχικά υπολογίζουμε τον μετασχηματισμό **Fourier** του σήματος %**h[n]=**$(-\mathbf{0.6})^{\boldsymbol{n}}$**u[n]** χρησιμοποιώντας την συνάρτηση βιβλιοθήκης %**freqz**. Ο κώδικας θα είναι:

nmt = [1 0];   %Αριθμητής της συνάρτησης **H(**$\boldsymbol{e^{j\omega}}$**)**

dmt = [1 0.6];   %Παρονομαστής της συνάρτησης **H(**$\boldsymbol{e^{j\omega}}$**)**

%Το **h** περιλαμβάνει τις τιμές του μετ/μού

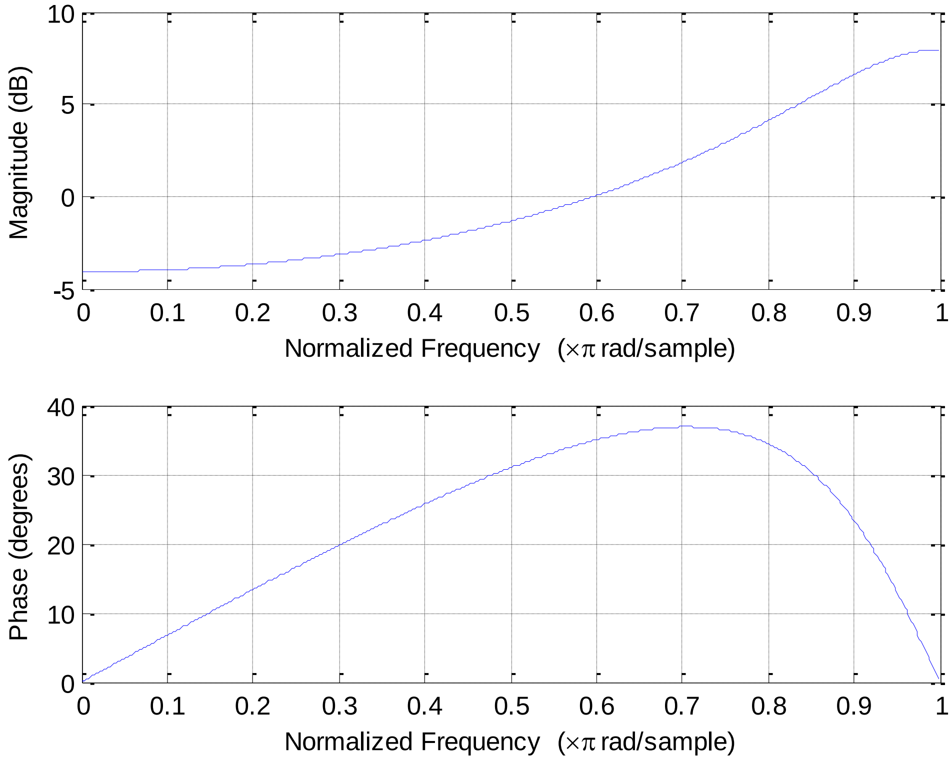
[h,w] = freqz(nmt,dmt,200);   %Το **w** τις συχνότητες των τιμών

%Το **200** είναι το μήκος των διανυσμάτων

%Για την αναπαράσταση του πλάτους και της φάσης θα %χρησιμοποιήσουμε την συνάρτηση βιβλιοθήκης **freqz(nmt,dmt)** ο %κώδικας θα είναι:

freqz(nmt,dmt)

%Το αποτέλεσμα θα είναι:



%Οι παραπάνω γραφικές παραστάσεις έχουν σχεδιαστεί στο διάστημα **%[0,Π]**.Επειδή όμως το σήμα **h[n]=**$(-\mathbf{0.6})^{\boldsymbol{n}}$**u[n]** είναι πραγματικό η %συνάρτηση **H(**$\boldsymbol{e^{j\omega}}$**)** θα παρουσιάζει συζυγή συμμετρία. Επομένως το %πλάτος θα είναι συμμετρικό ως προς τον άξονα **y** ενώ η φάση ως προς %την αρχή των αξόνων.

%Για τον υπολογισμό του θεωρητικού πλάτους έχουμε:

%$\left|\mathbf{H}(\boldsymbol{e^{j\omega}})\right|=\sqrt{\mathbf{H}(\boldsymbol{e^{j\omega}})\mathbf{H}(\boldsymbol{e^{j\omega}})^{*}} = \sqrt{\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{1+0.36+1.2}\boldsymbol{cos\omega}}}$

%Για τον υπολογισμό της θεωρητικής φάσης έχουμε:

%$\boldsymbol{\varphi_h}(\boldsymbol{\omega})=\mathbf{tan}^{-1}\frac{H_i(e^{j\omega})}{H_r(e^{j\omega})}=\mathbf{tan}^{-1}\frac{\mathbf{0.6sin}\,(\boldsymbol{\omega})}{\mathbf{1+cos}\,(\boldsymbol{\omega})}$

%Ο κώδικας θα είναι:

```
H = ((1/(1+0.36+1.2*cos(v)))^(1/2))*exp(i*atan(0.6*sin(v)/(1+0.6*cos(v))))
```

%Το **v** θα είναι μια μεταβλητή πραγματικής τιμής η οποία θα ορίζεται %πριν την χρησιμοποίηση της **H**. Έτσι για τις διάφορες τιμές της **v** θα %συγκρίνουμε την θεωρητική τιμή με αυτήν του **Matlab**. Ο κώδικας θα %είναι:

```
v = 0;

H = ((1/(1+0.36+1.2*cos(v)))^(1/2))*exp(i*atan(0.6*sin(v)/(1+0.6*cos(v))))
```

%Αποτέλεσμα

```
H =

    0.6250
```

```
v = 0.0471;

H = ((1/(1+0.36+1.2*cos(v)))^(1/2))*exp(i*atan(0.6*sin(v)/(1+0.6*cos(v))))
```

%Αποτέλεσμα

```
H =

   0.6251 + 0.0110i
```

%Βλέπουμε επομένως πως οι θεωρητικές με αυτές του **Matlab** τιμές %είναι ίδιες.

‘ΑΣΚΗΣΗ 3(**Φασματική ανάλυση και ανίχνευση ημιτονοειδών με τον διακριτό μετ/σμό Fourier (DFT)**)

%Αρχικά δημιουργούμε το σήμα ***y*[*n*] = *w*[*n*]*(*x*$_1$[*n*] + *x*$_2$[*n*])** κάνοντας
%χρήση της συνάρτησης **sc** την οποία έχουμε δημιουργήσει και
%αποθηκεύσει σε ένα **m-file** με όνομα **sc.m (**πληροφορίες για τα
%ορίσματα αλλά και για την ίδια την συνάρτηση μπορεί να βρεί κανείς
%με χρήση της **help** του **MATLAB).**
%Ο κώδικας για την δημιουργία του σήματος είναι:

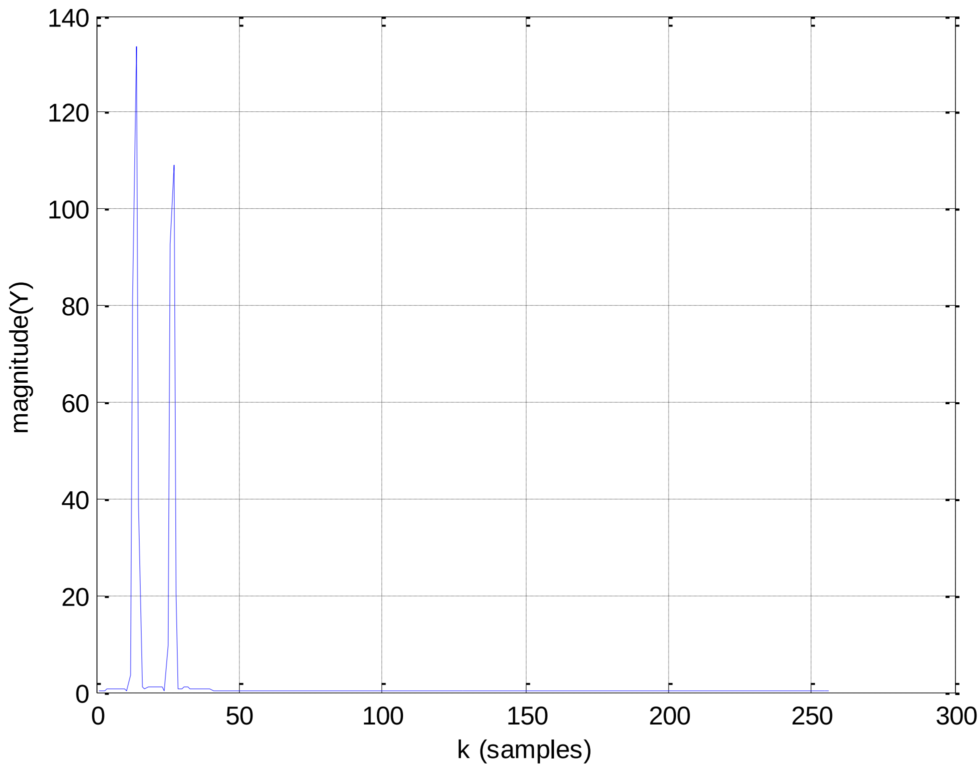
```
y = sc(256,256,pi/5);
```

%Ο υπολογισμός του **DFT** του σήματος **y[n]** γίνεται με την χρήση της
%συνάρτησης **fft** του **MATLAB**. Ο κώδικας για αυτήν την λειτουργία
%είναι:

```
Y =fft(y,256);
```

%Η γραφική παράσταση του πλάτους και ο κώδικας για τον σχεδιασμό
%αυτής είναι:

```
plot(abs(Y)),xlabel('k (samples)'),ylabel('magnitude(Y)'),grid;
```



%Παρατηρούμε πώς καθώς αυξάνουμε την συχνότητα του σήματος **x2** η %μικρότερη κορυφή μετακινείται προς τα δεξιά και πάντα υπάρχει %διάκριση μεταξύ των κορυφών. Ό́ταν όμως μειώνουμε την συχνότητα %τότε η μικρότερη σε τιμή κορυφή μετακινείται προς τα αριστερά με %αποτέλεσμα για κάποιες τιμές της συχνότητας να υπάρχει επικάλυψη.

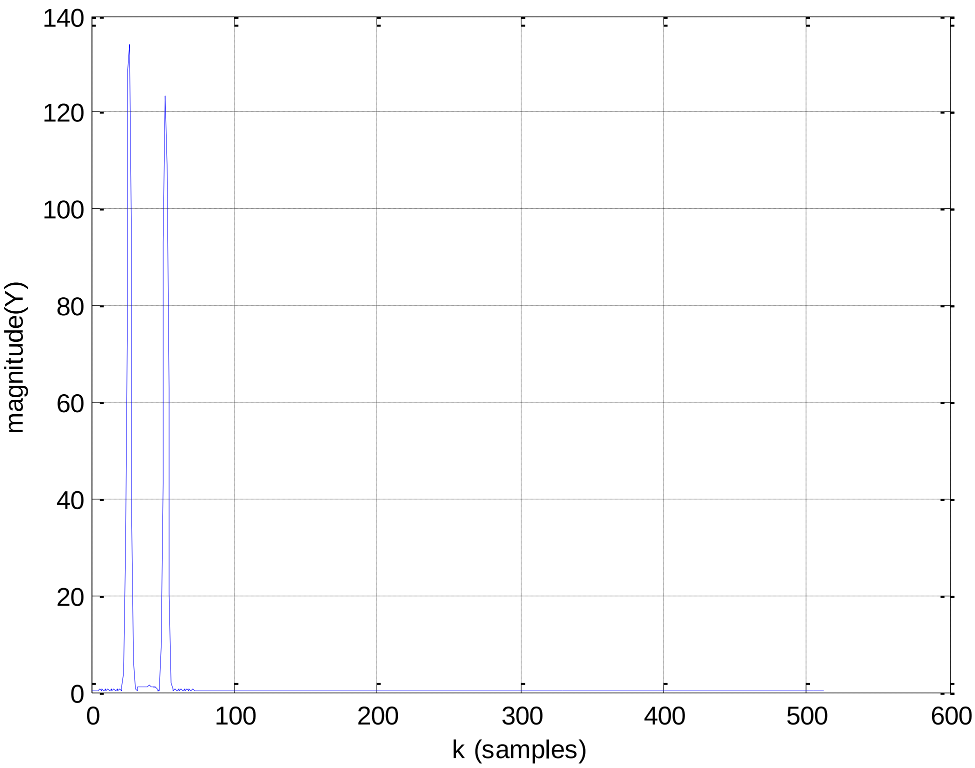
%Ύ́στερα από δοκιμές διαπιστώνουμε πως όταν **0 ≤ Δω ≤ 0.04029** τότε %εμφανίζεται επικάλυψη στις κορυφές και δεν υπάρχει διάκριση %μεταξύ αυτών. Επομένως για να ξεχωρίζουν οι δυο κορυφές θα πρέπει %$\boldsymbol{\Delta\omega} \in \mathbb{R} - [\mathbf{0}, \mathbf{0.04029}]$

%Για **N=512** ο κώδικας για την δημιουργία, τον υπολογισμό του **DFT** %και τον σχεδιασμό της γραφικής παράστασης είναι:

y = sc(256,256,pi/5);

Y =fft(y,512);

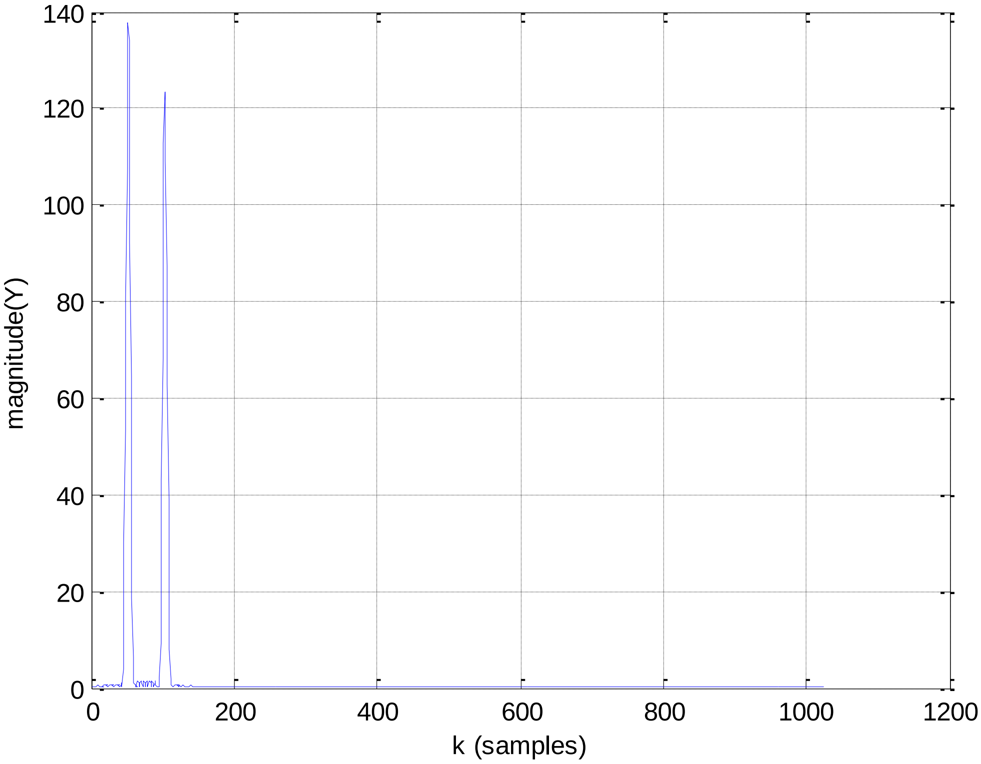
plot(abs(Y)),xlabel('k (samples)'),ylabel('magnitude(Y)'),grid;



%Ύστερα από δοκιμές διαπιστώνουμε πως για να μην υπάρχει διάκριση %μεταξύ των κορυφών θα πρέπει **0 ≤ Δω ≤ 0.03573**. Επομένως για να %υπάρχει διάκριση των κορυφών θα πρέπει **Δω** $\in \mathbb{R} - [\mathbf{0}, \mathbf{0.03573}]$ **%**και άρα η διακριτική ικανότητα αυτού του σήματος είναι πιο %αυξημένη σε σύγκριση με το προηγούμενο.

%Για **N=1024** ο κώδικας για την δημιουργία, τον υπολογισμό του **DFT** %και τον σχεδιασμό της γραφικής παράστασης είναι:

```
y = sc(256,256,pi/5);
 Y =fft(y,1024);
plot(abs(Y)),xlabel('k (samples)'),ylabel('magnitude(Y)'),grid;
```



% Ύστερα από δοκιμές διαπιστώνουμε πως για να μην υπάρχει διάκριση %μεταξύ των κορυφών θα πρέπει **0 ≤ Δω0.035218**. Επομένως για να %υπάρχει διάκριση των κορυφών θα πρέπει **Δω** $\in \mathbb{R} - [\mathbf{0}, \mathbf{0.035218}]$ **%**και άρα η διακριτική ικανότητα αυτού του σήματος είναι %**απειροελάχιστα** πιο αυξημένη σε σύγκριση με το προηγούμενο.

%Επιπλέον παρατηρούμε πως καθώς μειώνουμε το μήκος του **DFT** οι %τιμές των κορυφών μειώνονται. Αντίθετα όταν αυξάνουμε το μήκος %του **DFT** οι τιμές των κορυφών αυξάνονται μέχρις ότου το μήκος %γίνει ίσο με τα δείγματα.

‘ΑΣΚΗΣΗ 4(**Ενέργεια και ρυθμός εναλλαγής προσήμου)**

%Στην άσκηση αυτή έχουμε δημιουργήσει δυο συναρτήσεις τις οποίες
%και έχουμε αποθηκεύσει σε δυο **m-files** με όνομα **ste** και **ZCR**. Η **ste**
%υπολογίζει την ενέργεια βραχέος χρόνου και η **ZCR** τον ρυθμό
%εναλλαγής προσήμου.

%Αρχικά διαβάζουμε το σήμα στο **MATLAB** χρησιμοποιώντας την έτοιμη
%συνάρτηση **wavread.** Ο κώδικας θα είναι:

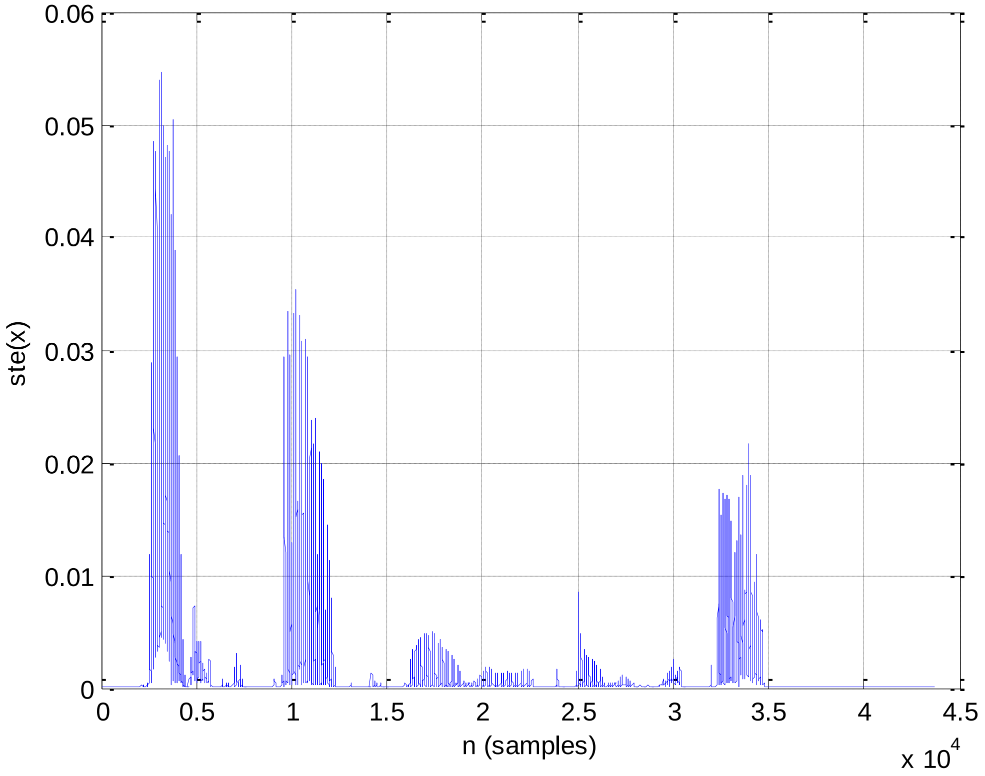
```
x = wavread('sx41');
```

%Στην συνέχεια λογαριάζουμε την ενέργεια βραχέος χρόνου
%χρησιμοποιώντας την συνάρτηση **ste.** Ο κώδικας θα είναι:

```
E = ste(x,31);
```

%Ο κώδικας και η γραφική παράσταση της ενέργεια βραχέος χρόνου
%για παράθυρο **Hamming** μήκους 30 δειγμάτων είναι:

```
plot(E),xlabel('n (samples)'),ylabel('ste(x)'),grid;
```

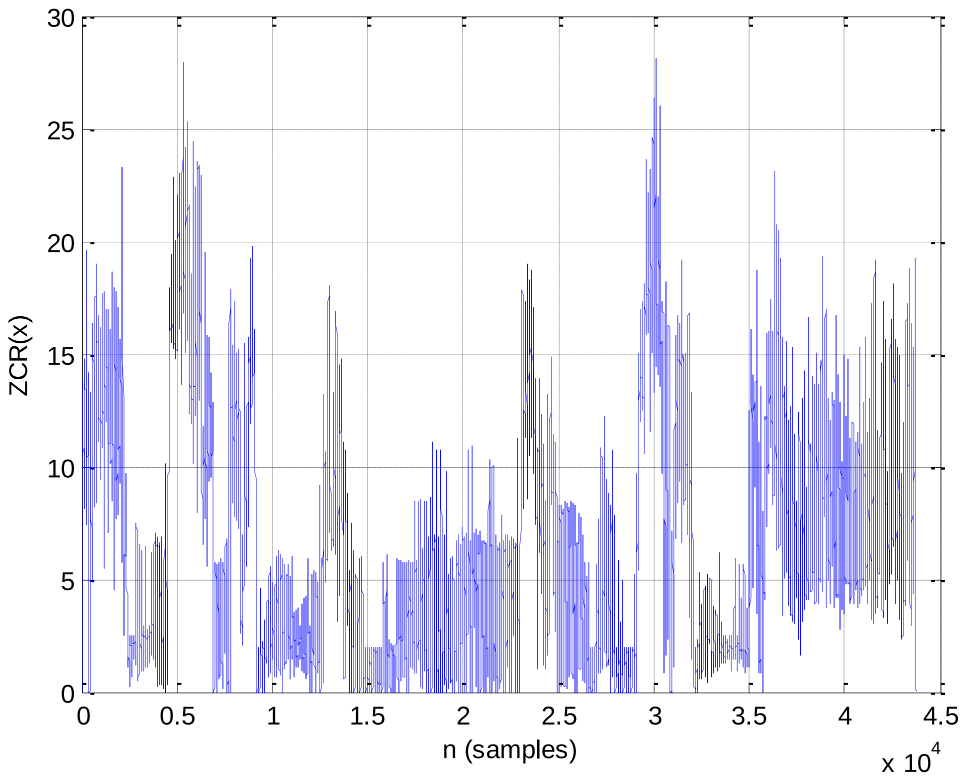


%Για τον υπολογισμό του ρυθμού της εναλλαγής προσήμου θα %χρησιμοποιήσουμε την συνάρτηση **ZCR.** Ο κώδικας θα είναι:

Z = ZCR(x,31);

%Ο κώδικας και η γραφική παράσταση του ρυθμού της εναλλαγής %προσήμου για παράθυρο **Hamming** μήκους 30 δειγμάτων είναι:

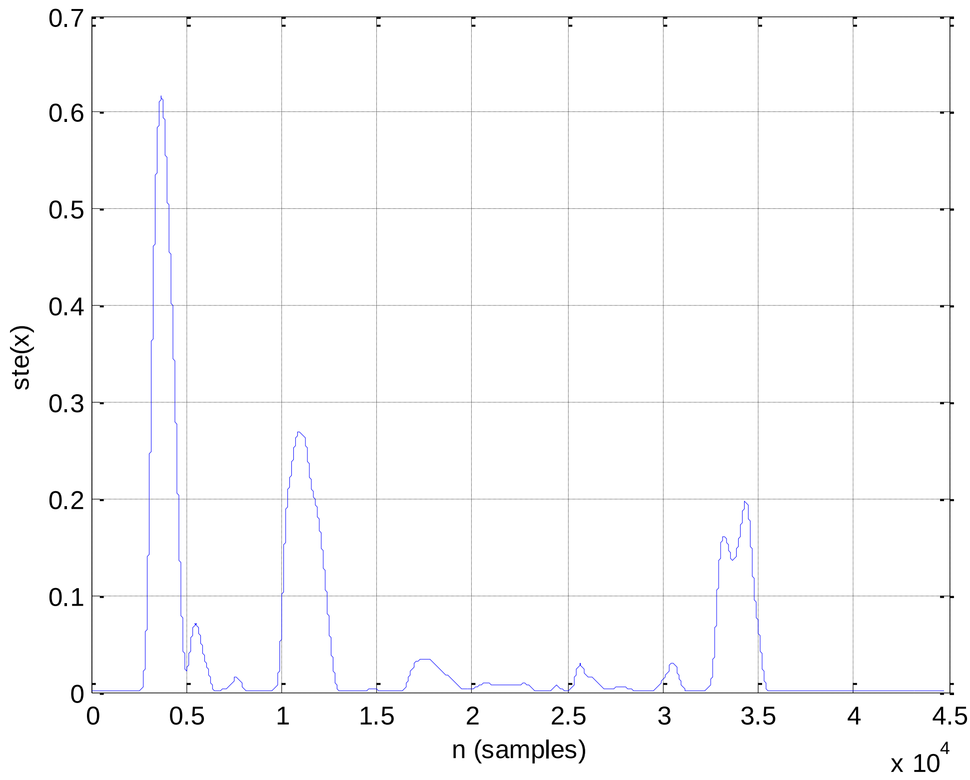
plot(Z),xlabel('n (samples)'),ylabel('ZCR(x)'),grid;



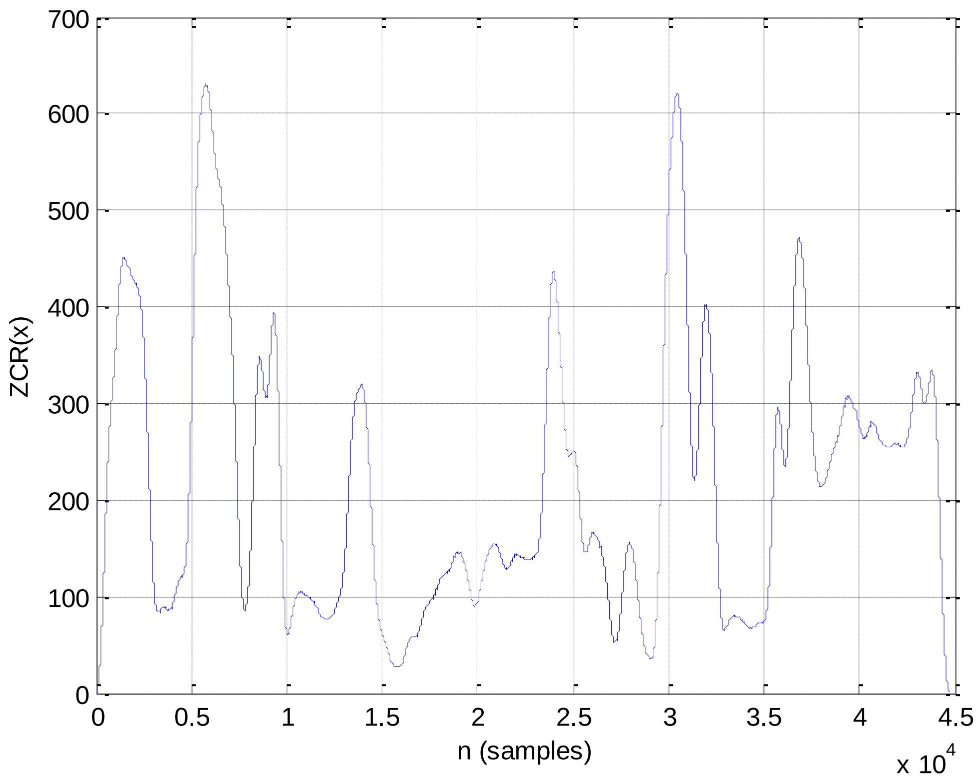
%Αν αυξήσουμε το μήκος του παραθύρου **Hamming** οι γραφικές %παραστάσεις και ο αντίστοιχος κώδικας θα είναι:

E = ste(x,1000);

Z = ZCR(x,1000);



0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
ste(x)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
n (samples)
x 10^4



700
600
500
400
300
200
100
0
ZCR(x)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
n (samples)
x 10^4

%Με την αύξηση του παραθύρου **Hamming** οι γραφικές παραστάσεις
%είναι πιο ομαλές, πιο ευδιάκριτες με λιγότερες διακυμάνσεις
%μ’αποτέλεσμα να μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα πιο εύκολα.