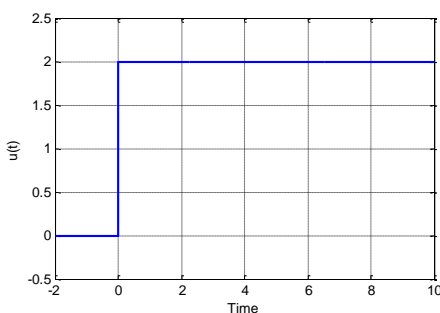


33

Σήματα & φίλτρα

33.1 Βασικές συναρτήσεις σημάτων

Μοναδιαία βηματική συνάρτηση



Πεδίο συχνοτήτων: $u(s) = \frac{1}{s}$

Πεδίο χρόνου: $u(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t \geq 0 \end{cases}$

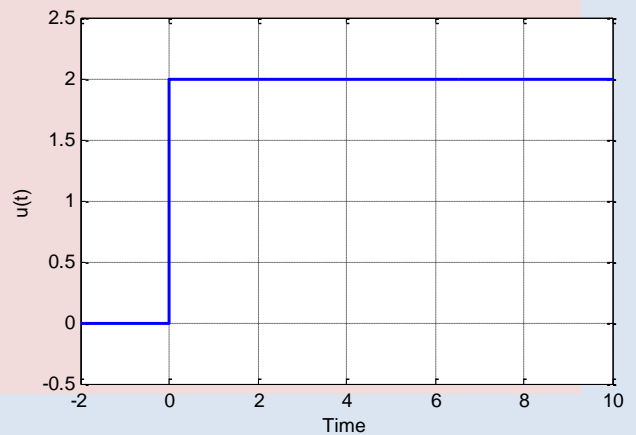
Γραφική παράσταση βηματικής συνάρτησης (Unit Step Function) ως σήμα διέγερσης σε σύστημα ελέγχου.

Παράδειγμα 33.1

Να δημιουργήσετε σήμα μοναδιαίας βηματικής συνάρτησης με πλάτος 2V.

Προγραμματισμός MATLAB

```
tmax=10;
umax=2;
t1 = -2 : 0.01 : 0 ;
t2 = 0 : 0.01 : tmax ;
u1 = zeros(size(t1));
u2 = ones(size(t2))*umax;
u = [u1 u2]
t = [t1 t2]
plot(t,u, 'b', 'linewidth',1.5);
axis ([-2 tmax -0.5 (umax+0.5)]);
xlabel ('Time');
ylabel ('u(t)');
grid on;
```



Παράδειγμα 33.2

Να δημιουργήσετε διακριτό σήμα μοναδιαίας βηματικής συνάρτησης με πλάτος 2V.

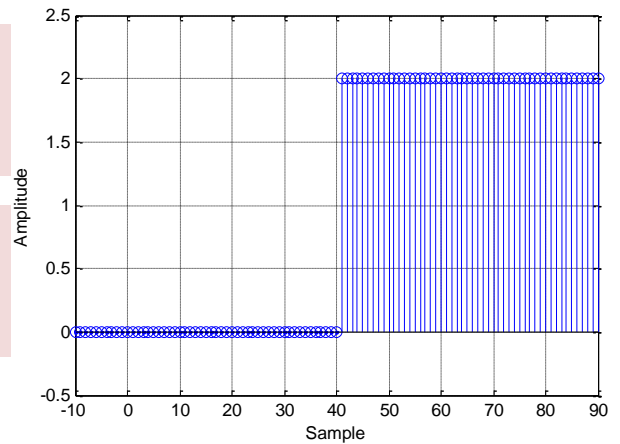
Προγραμματισμός MATLAB

```

umax=2;
N=100;
nmax=N-10
n=-10:nmax;
u=[zeros(1,(N/2)+1),(umax*ones(1,(N/2)))];

stem(n,u);
axis([-10,nmax,-0.5,(umax+0.5)]);
xlabel('Sample');
ylabel('Amplitude');
grid on

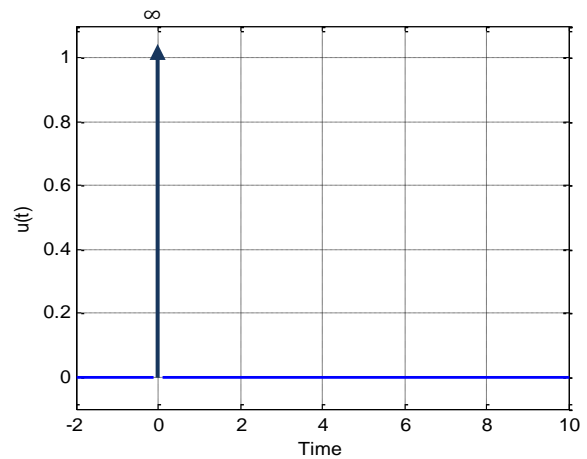
```

**Κρουστική συνάρτηση**

Πεδίο Συχνότητας: $\delta(s) = 1$

Πεδίο Χρόνου: $\delta(t) = \begin{cases} 0, & t \neq t_0 \\ 1, & t = t_0 \end{cases}$

Γραφική παράσταση κρουστικής συνάρτησης (Dirac) ως σήμα διέγερσης σε σύστημα ελέγχου.

**Παράδειγμα 33.3**

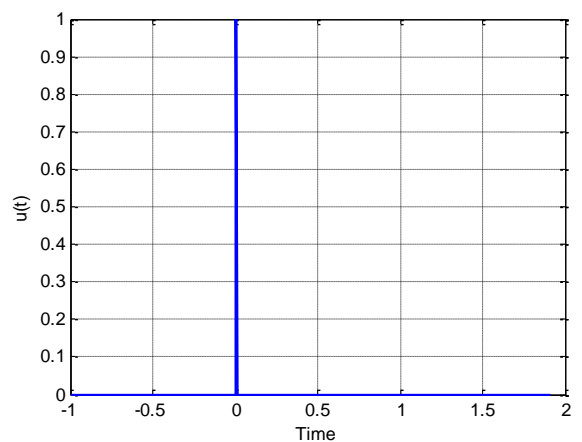
Να δημιουργήσετε σήμα κρουστικής συνάρτησης.

Προγραμματισμός MATLAB

```

t1 = -1 : 0.1 : 0 ;
t2 = 0
t3 = 0.01: 0.1 : 2 ;
u1 = zeros(size(t1));
u2 = ones(size(t2));
u3 = zeros(size(t3));
u = [u1 u2 u3]
t = [t1 t2 t3]
plot(t,u, 'b', 'linewidth',1.5);
xlabel('Time');
ylabel('u(t)');
grid on;

```



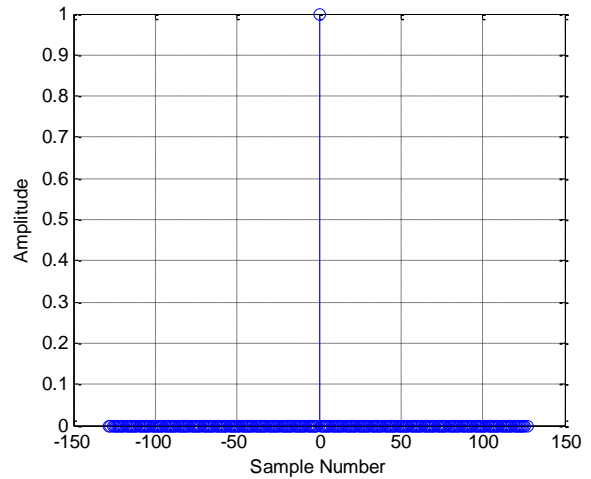
Αποτέλεσμα MATLAB

Παράδειγμα 33.4

Να δημιουργήσετε διακριτό σήμα κρουστικής συνάρτησης.

Προγραμματισμός MATLAB

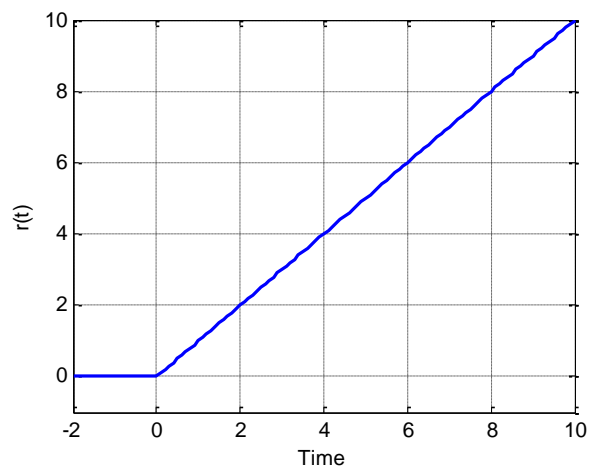
```
N=256;
n=-(N/2):(N/2-1);
x=zeros(1,N);
x((N/2)+1)=1.0;
stem(n,x);
xlabel('Sample Number');
ylabel('Amplitude');
grid on
```

**Συνάρτηση ράμπας**

Πεδίο συχνοτήτων: $r(s) = \frac{1}{s^2}$

Πεδίο χρόνου: $r(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ \frac{t}{t_0}, & 0 < t < t_0 \end{cases}$

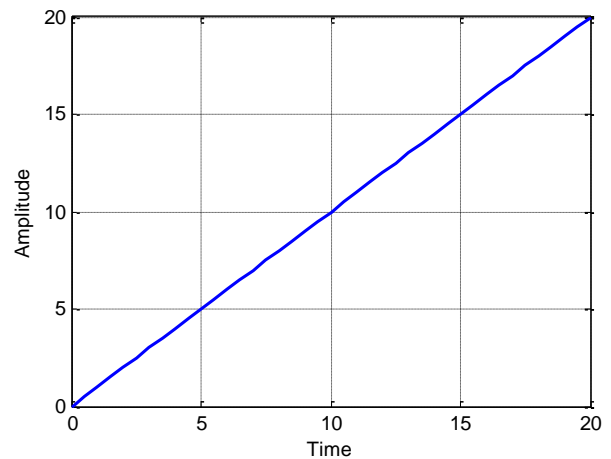
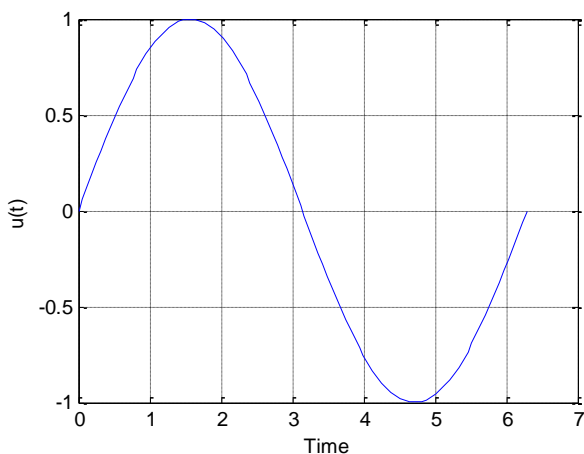
Γραφική παράσταση συνάρτησης ράμπας (ramp function) ως σήμα διέγερσης σε σύστημα ελέγχου.

**Παράδειγμα 33.5**

Να δημιουργήσετε σήμα ράμπας.

Προγραμματισμός MATLAB

```
t=0:0.5:20;
plot(t,t,'b','Linewidth',2);
xlabel('Time');
ylabel('Amplitude');
grid on;
```

Αποτέλεσμα MATLAB**Ημιτονοειδή συνάρτηση**

Πεδίο συχνοτήτων: $u(s) = A \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$

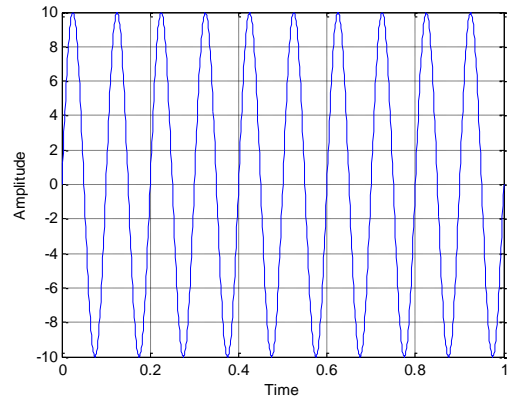
Πεδίο χρόνου: $u(t) = A \sin(\omega t)$

Παράδειγμα 33.6

Να δημιουργήσετε ημιτονοειδή σήμα πλάτους 10V με συχνότητα $f=10\text{Hz}$.

Προγραμματισμός MATLAB

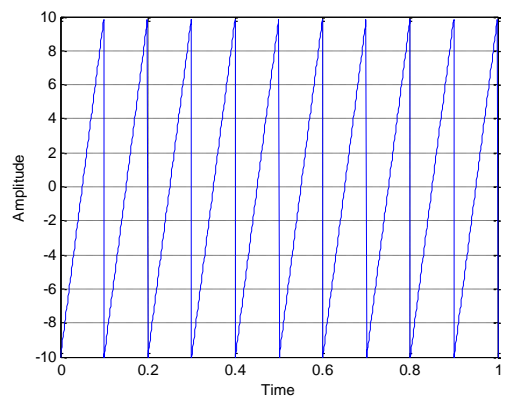
```
f = 10;
A=10;
t = 0:0.001 :1;
u = A*sin(2*pi*f*t);
plot (t,u,'b', 'LineWidth',1);
xlabel ('Time');
ylabel ('Amplitude');
grid on;
```

**Παράδειγμα 33.7**

Να δημιουργήσετε πριονωτό σήμα πλάτους 10V με συχνότητα $f=10\text{Hz}$.

Προγραμματισμός MATLAB

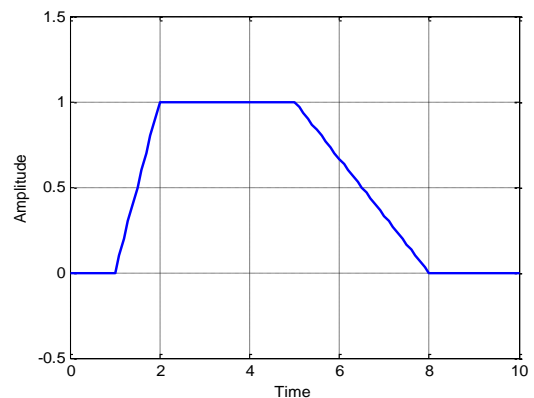
```
f = 10;
A=10;
t = 0:0.001 :1;
u = A*sawtooth(2*pi*f*t);
plot (t,u,'b', 'LineWidth',1);
xlabel ('Time');
ylabel ('Amplitude');
grid on;
```

**Παράδειγμα 33.8**

Να δημιουργήσετε τραπεζοειδή σήμα με χρονικά σημεία 1, 2, 5 και 8.

Προγραμματισμός MATLAB

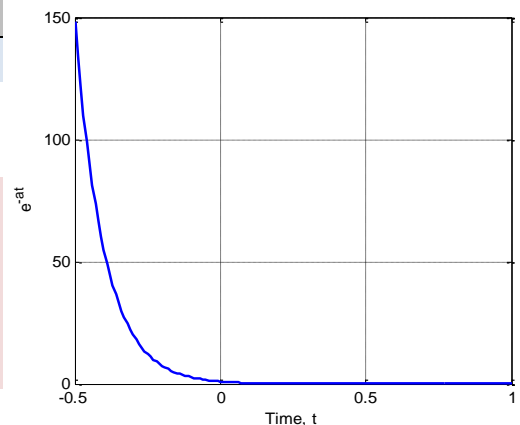
```
t = 0:0.1:10;
y = trapmf(t,[1 2 5 8]);
plot (t,y, 'b', 'LineWidth',1);
axis ([ 0 10 -0.5 1.5]);
xlabel ('Time');
ylabel ('Amplitude');
grid on;
```

**Παράδειγμα 33.9**

Να δημιουργήσετε σήμα συνάρτησης e^{-at} .

Προγραμματισμός MATLAB

```
t = -0.5:0.01:1;
A = 10;
u = exp(-A*t);
plot(t,u, 'linewidth',2);
xlabel ('Time, t');
ylabel (' e^{-At}');
grid on;
```

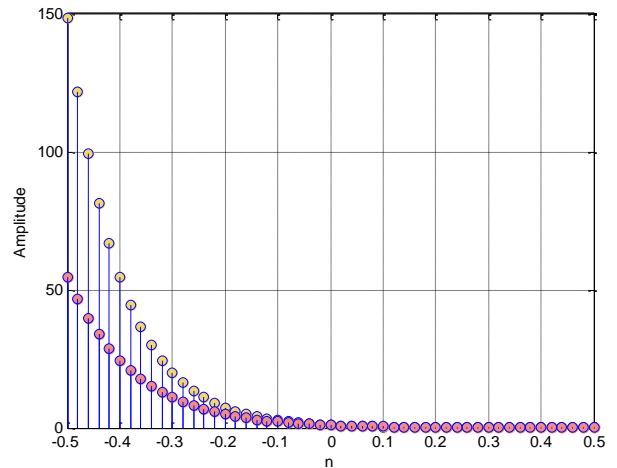


Παράδειγμα 33.10

Να δημιουργήσετε δύο σήματα εκθετικής συνάρτησης στο ίδιο γράφημα με διακριτή χρωματικότητα.

Προγραμματισμός MATLAB

```
n = -0.5:0.02:0.5;
A_amp = 10;
B_amp = 8;
u1 = exp(-A_amp*n);
u2 = exp(-B_amp*n);
stem(n,u1,'MarkerFaceColor',[.95 .85 .4]);
hold on;
stem(n,u2,'MarkerFaceColor',[.95 .55 .5]);
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');
grid on;
```

**Παραγωγή διακριτών σημάτων****Παράδειγμα 33.11**

Να παράγετε κώδικα για τη δημιουργία ημιτονοειδούς σήματος ($f=110\text{Hz}$, $A=5\text{V}$, 512 δείγματα) με συχνότητα δειγματοληψίας 6,5KHz.

Λύση

Η παράσταση ενός διακριτού ημιτόνιου σήματος δίνεται $x(n) = A \cdot \sin\left(2\pi\left(\frac{f}{fs}\right)n\right)$

Προγραμματισμός MATLAB

Συνολικός αριθμός

```
N=512;
n=0:N-1;
```

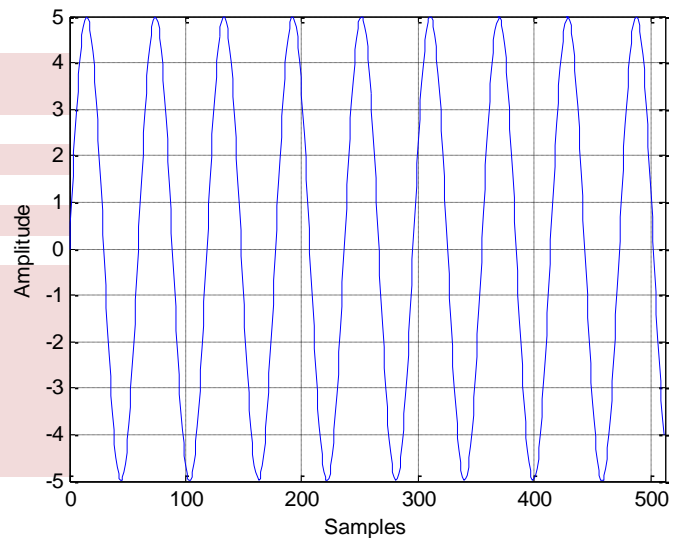
Συχνότητα σήματος

```
f=110
```

Συχνότητα δειγματοληψίας

```
fs=6500;
```

```
Amplitude=5;
u=Amplitude*sin(2*pi*(f/fs)*n);
plot(n,u);
axis([0 N -Amplitude Amplitude]);
grid;
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');
```

**Παράδειγμα 33.12**

Να παράγετε κώδικα για τη δημιουργία ημιτονοειδούς σήματος ($f=750\text{Hz}$, $A=5\text{V}$, 512 δείγματα) με συχνότητα δειγματοληψίας 16KHz. Να απεικονίσετε το σήμα στο πεδίο συχνοτήτων.

Προγραμματισμός MATLAB

Συνολικός αριθμός δειγμάτων και συχνότητα δειγματοληψίας

```
N=512;
fs=16000;
f=750;
n=0:N-1;
```

Εκτίμηση του φάσματος του σήματος με χρήση fft

```
Amplitude=5;
u1=sin(2*pi*(f/fs)*n);
X=fft(u1);
u1_mag=abs(X);
```

Ορισμός του άξονα συχνοτήτων σε Hz ώστε να εμφανίζονται ευδιάκριτα οι συχνότητες.

```
fx=0:(N/2)-1;
fx=(fx*fs)/N;
```

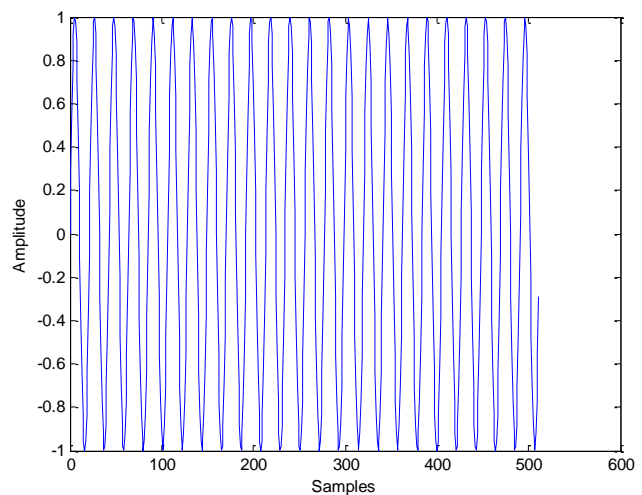
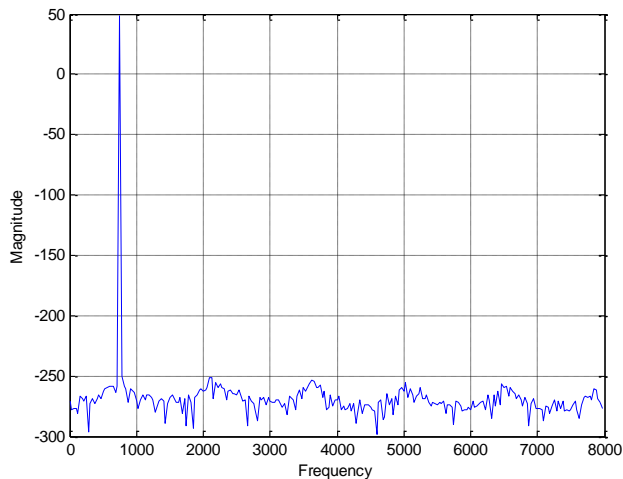
Εμφάνιση φάσματος

```
figure(1);
plot(fx,20*log10(u1_mag(1:N/2)));
grid;
```

Εμφάνιση των χαρακτηριστικών

```
xlabel('Frequency');
ylabel('Magnitude');
figure(2);
plot(n,u1);
xlabel('Samples');
ylabel('Amplitude');
```

Αποτέλεσμα MATLAB



Παράδειγμα 33.13

Να παράγετε το DFT φάσμα ενός ημιτονοειδούς σήματος ($f=750\text{Hz}$, $A=5\text{V}$, 512 δείγματα) και συχνότητα δειγματοληψίας 16KHz με χρήση παραθύρου blackman.

Προγραμματισμός MATLAB

Συνολικός αριθμός δειγμάτων και συχνότητα δειγματοληψίας

```
N=512;
fs=16000;
f=750;
n=0:N-1;
Amplitude=5;
u1=sin(2*pi*(f/fs)*n);
```

Εκτίμηση του φάσματος του σήματος με χρήση fft

```
X=fft(u1);
u1_mag=abs(X);
```

Ορισμός του άξονα συχνοτήτων σε Hz, ώστε να εμφανίζονται ευδιάκριτα οι συχνότητες.

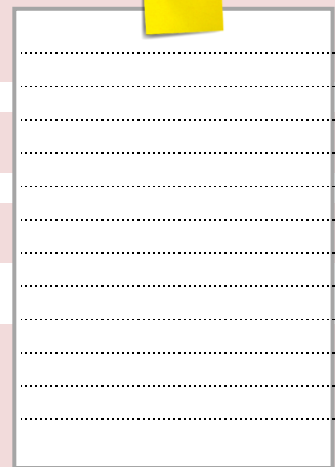
```
fx=0:(N/2)-1;
fx=(fx*fs)/N;
```

Εμφάνιση φάσματος

```
figure(1);
plot(fx,20*log10(u1_mag(1:N/2)));
grid;
xlabel('Frequency');
ylabel('Magnitude');
```

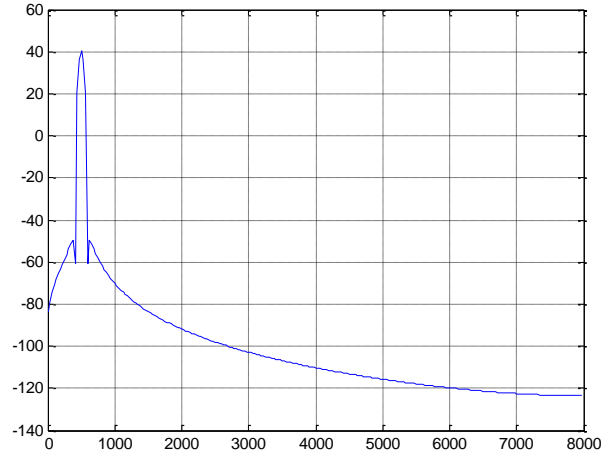
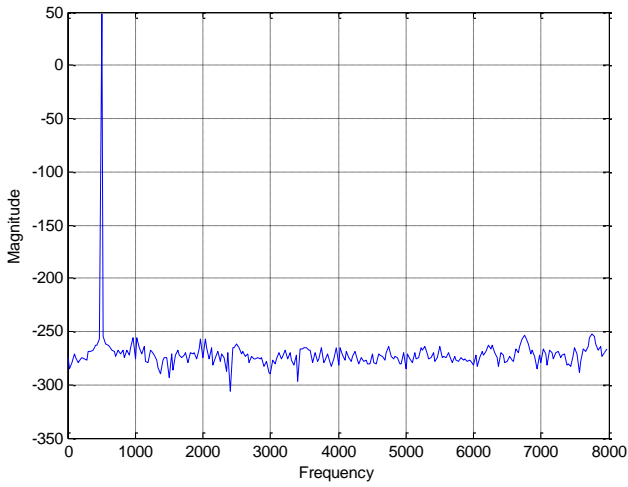
Εμφάνιση φάσματος με χρήση παραθύρου blackman

```
figure(2);
xh=blackman(N);
win=u1.*xh';
Xwin=abs(fft(win,N));
```



```
plot (fx, 20*log10 (Xwin (1:N/2))) ;
grid on
```

Αποτέλεσμα MATLAB

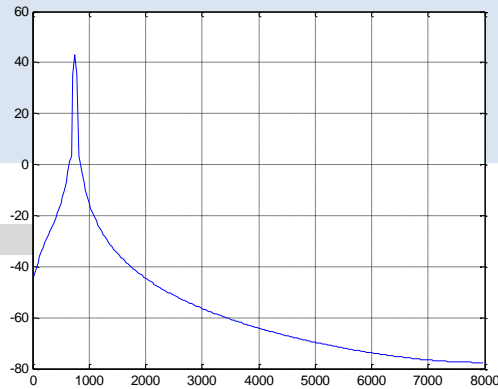


Παράδειγμα 33.14

Χρησιμοποιήστε τις παρακάτω συναρτήσεις παραθύρων στο προηγούμενο παράδειγμα και συγκρίνετε την απεικόνιση του φάσματος:

- Bartlett (N)
- Blackman (N)
- Boxcar (N)
- Hamming (N)
- Hanning (N)
- Kaiser (N, beta)
- Triang (N)

```
xh=kaiser (N, 5) ;
```



```
xh=hanning (N) ;
```

