

# Σήματα και Συστήματα

## Σήματα lab 4

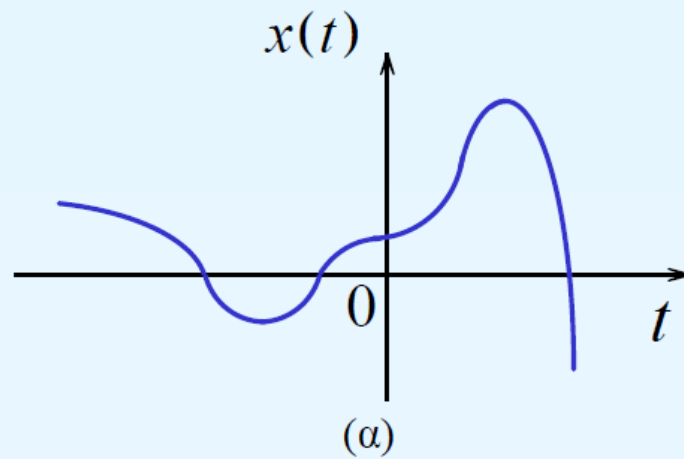
---



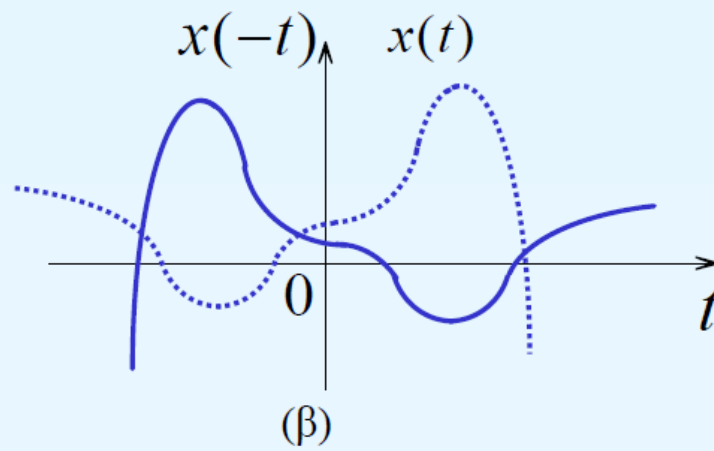
# Ανάκλαση

## Ανάκλαση

Ένα σήμα  $y(t)$  αποτελεί την *ανάκλαση* του σήματος  $x(t)$  ως προς  $t = 0$  αν  $y(t) = x(-t)$ .



ένα σήμα  
συνεχούς χρόνου



η ανάκλασή του  
ως προς  $t = 0$

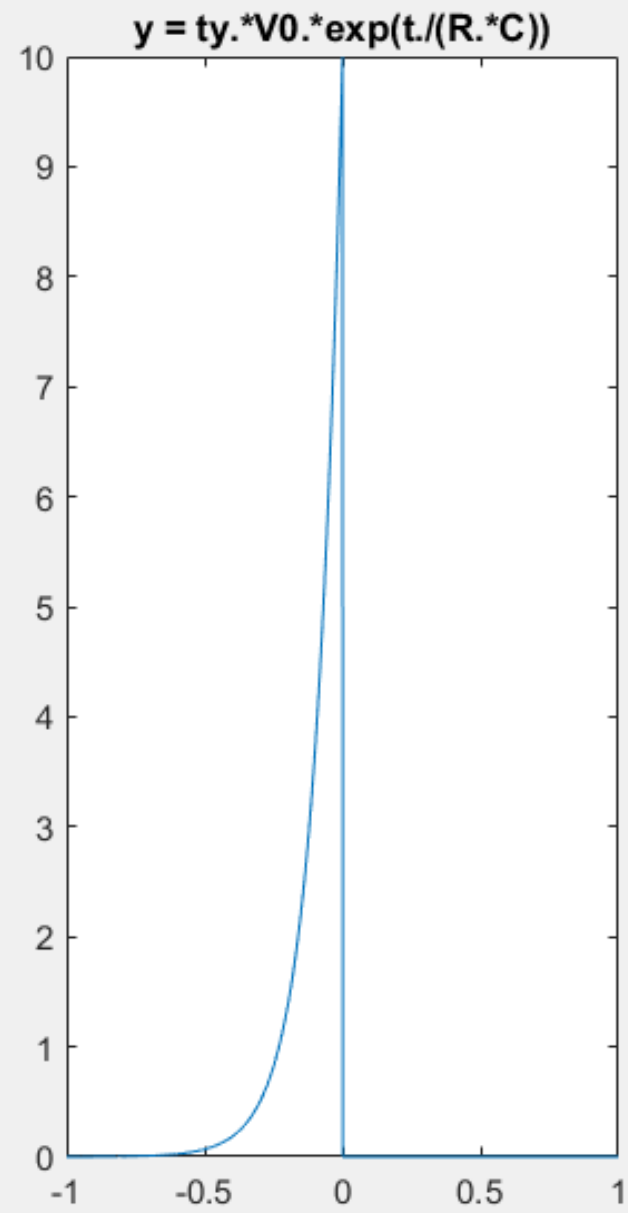
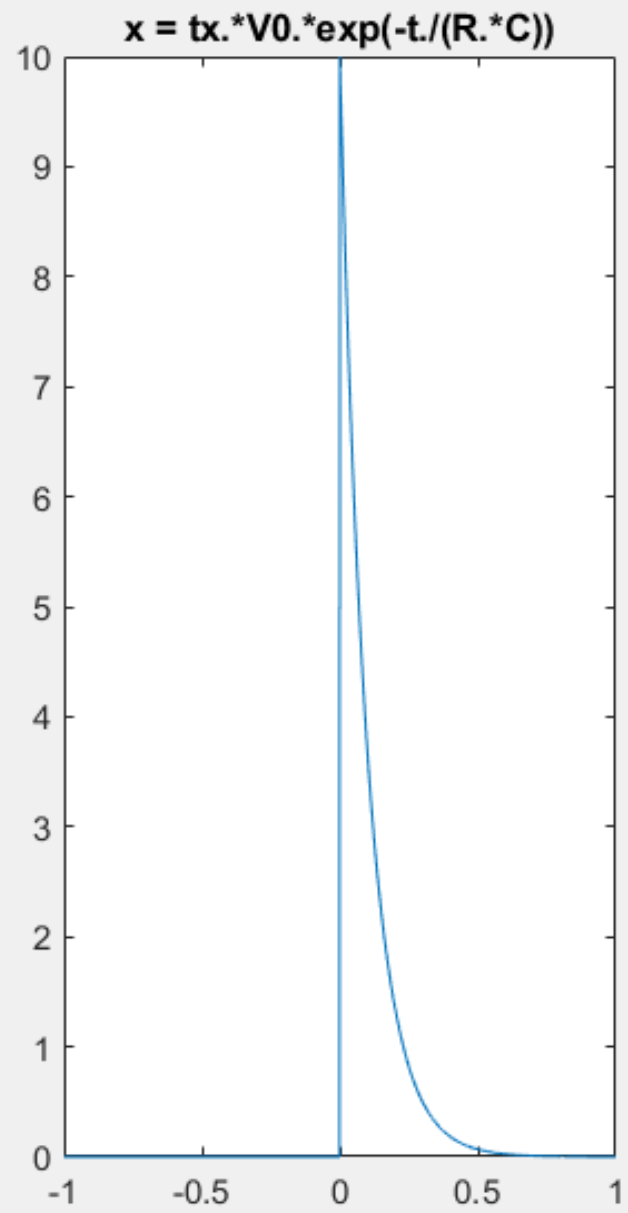
# Ανάκλαση

---

❖ Άσκηση 1: Ανάκλαση συνεχούς σήματος  $x(t) = V_0 e^{-t/RC}$ ,  $y(t) = x(-t)$

- » close all;
- » clear all;
- » clc;
- » R = 1e3;
- » C = 1e-4;
- » V0 = 10;
- » t0 = 5e-1;
- » t = -1:0.001:1; % χρονικές στιγμές δειγματοληψίας
- » tx = [t>=0];
- » ty = [t<=0];
- » x = tx.\*V0.\*exp(-t./(R.\*C)); %διάνυσμα σήματος x(t)
- » y = ty.\*V0.\*exp(t./(R.\*C)); %διάνυσμα σήματος y(t)
- » figure(1);
- » subplot(1,2,1); %περισσότερες από μία γραφικές παραστάσεις
- » plot (t,x);
- » subplot(1,2,2);
- » plot (t,y);

## Άσκηση 1



# Ανάκλαση

❖ Άσκηση 2: Ανάκλαση διακριτού σήματος  $x(n) = V_0 e^{-n/RC}$  ,  $y[n]=x[-n]$

» close all;

» clear all;

» clc;

» R = 1e3;

» C = 1e-4;

» V0 = 10;

» n0 = 10;

» nc = 0.05;

» n = -20:1:20;

» nx = [n>=0];

» ny = [n<=0];

» x = nx.\*V0.\*exp(-n.\*nc/(R\*C));

» y = ny.\*V0.\*exp(n.\*nc/(R\*C));

» figure(1);

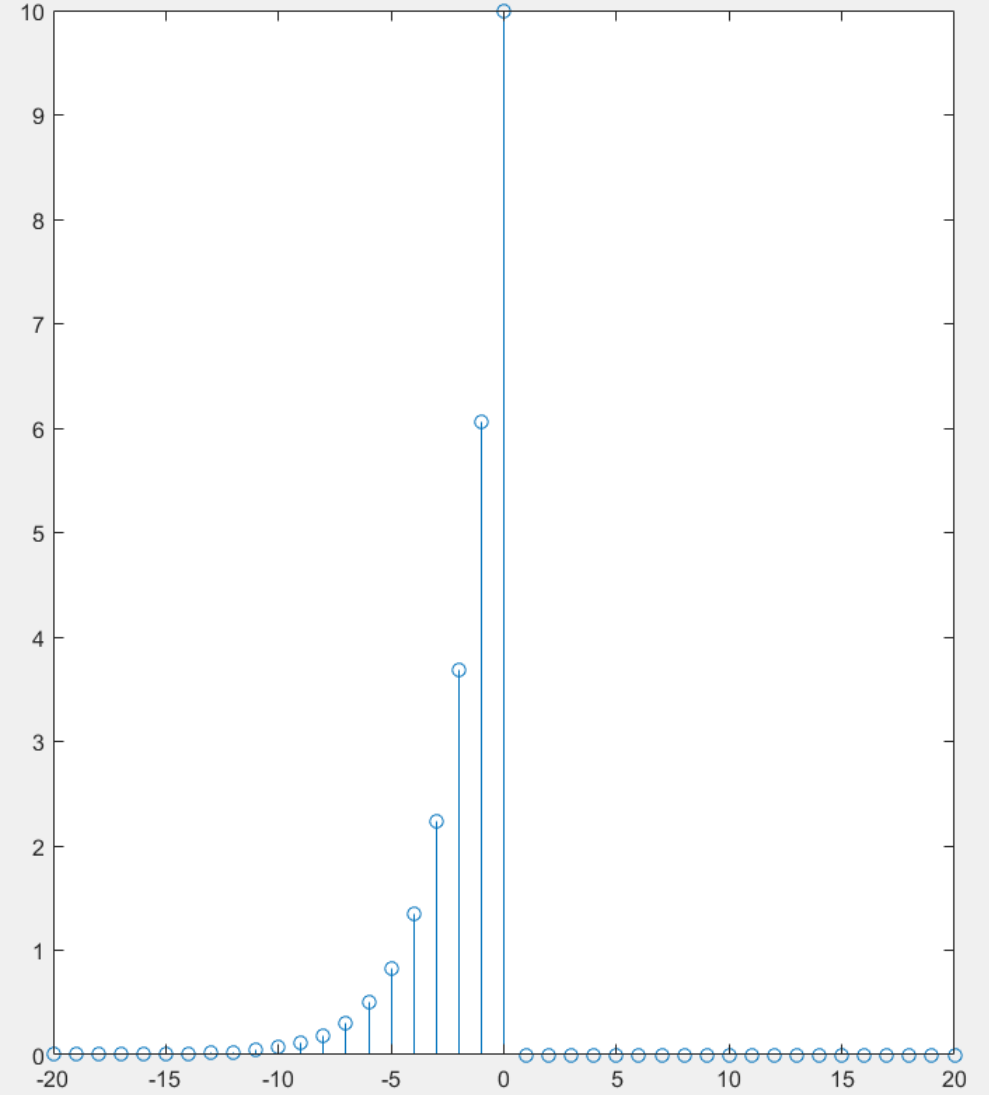
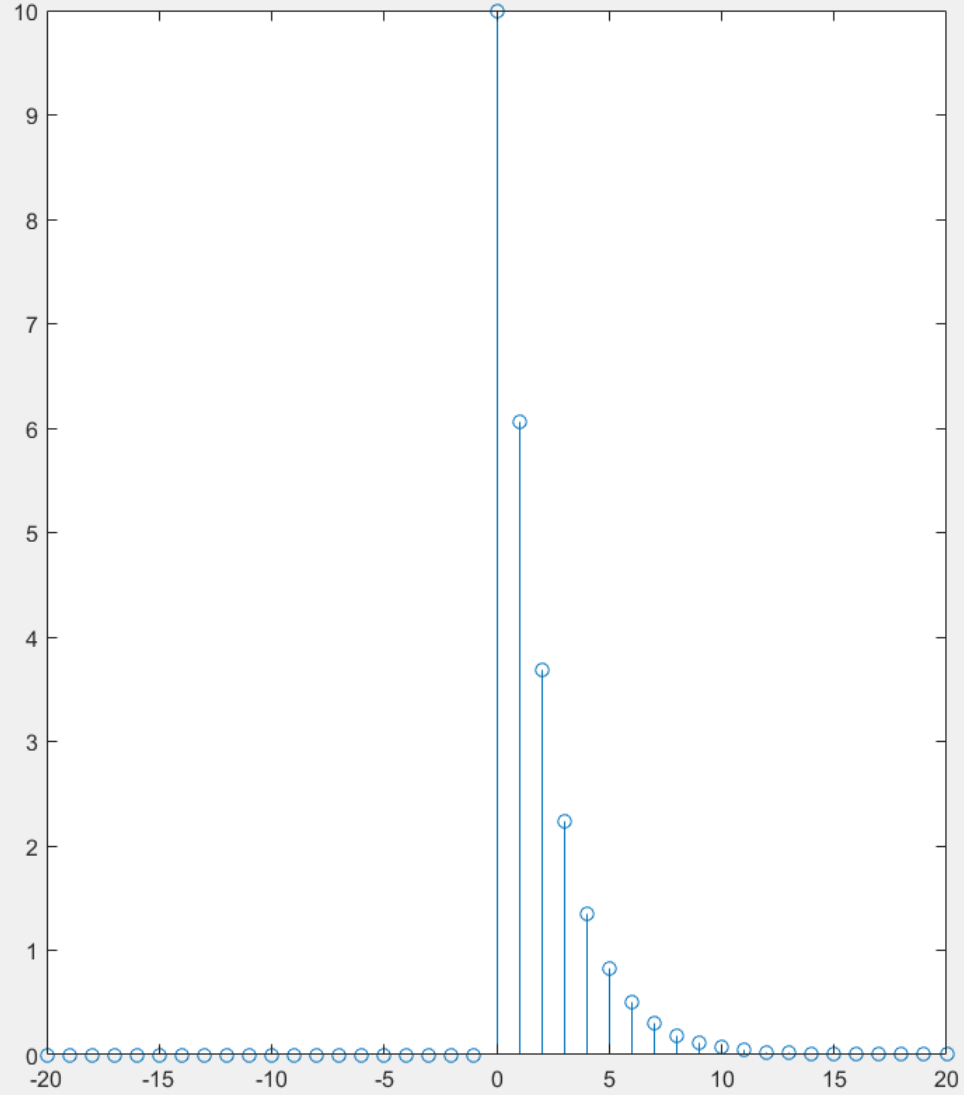
» subplot(1,2,1);

» stem (n,x);

» subplot(1,2,2);

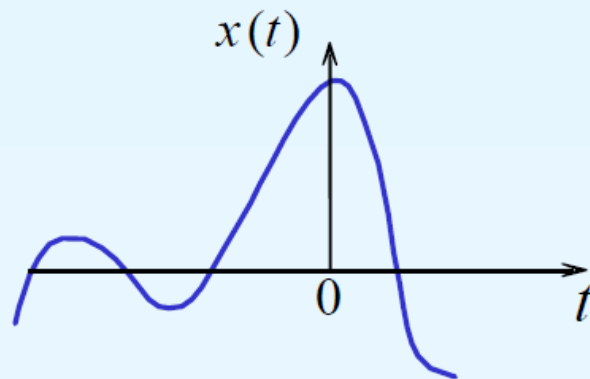
» stem (n,y);

## Άσκηση 2

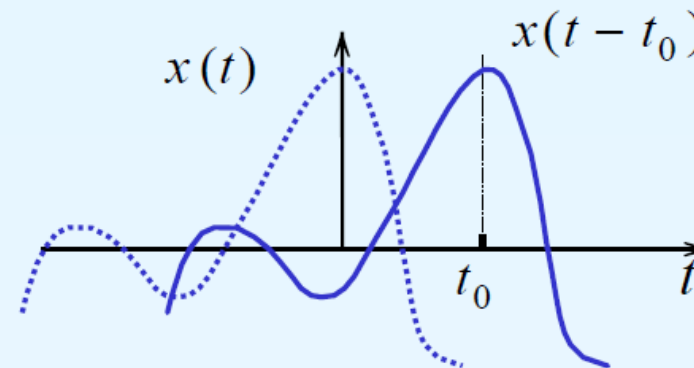


# Χρονική Μετατόπιση

Ένα σήμα  $y(t)$  είναι μία *χρονικά μετατοπισμένη* κατά  $t_0$  μορφή του σήματος  $x(t)$  αν  
$$y(t) = x(t - t_0).$$



Το σήμα  $x(t)$



Η χρονικά μετατοπισμένη  
μορφή του

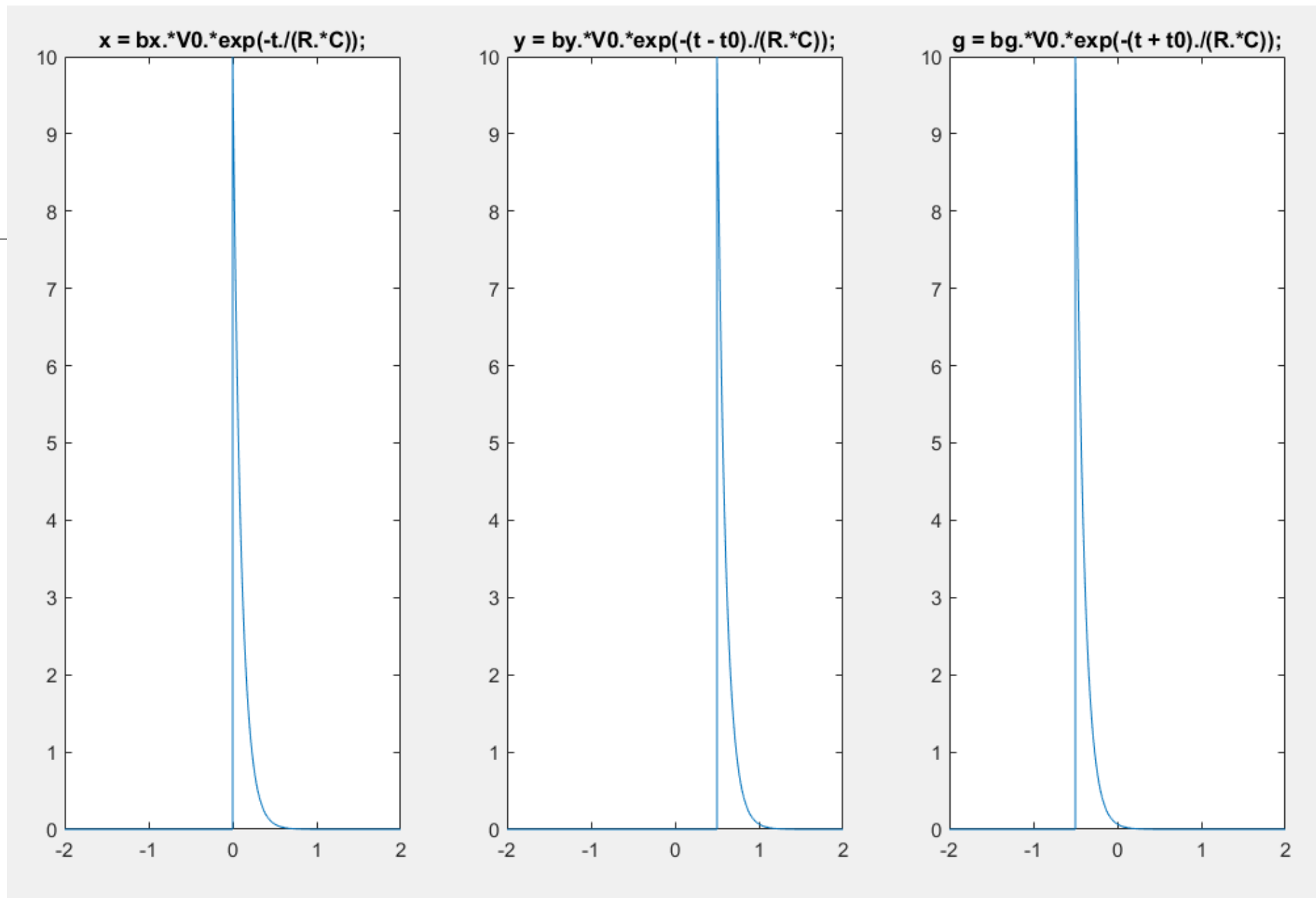
# Χρονική Μετατόπιση

❖ Άσκηση 3: Χρονική μετατόπιση συνεχούς σήματος  $x(t) = V_0 e^{-t/RC}$ ,  $y(t)=x(t-t_0)$ ,  $g(t)=x(t+t_0)$

```
» close all;
» clear all;
» clc;
» R = 1e3;
» C = 1e-4;
» V0 = 10;
» t0 = 5e-1;
» ts=0.00001; %βήμα δειγματοληψίας
» t = -2:ts:2; %διάνυσμα χρόνου
» bx = [t>=0];
» by = [t-t0>=0];
» bg = [t+t0>=0];
```

```
» x = bx.*V0.*exp(-t./(R.*C)); %διάνυσμα σήματος x(t)
» y = by.*V0.*exp(-(t - t0)./(R.*C)); %διάνυσμα σήματος y(t)
» g = bg.*V0.*exp(-(t + t0)./(R.*C)); %διάνυσμα σήματος g(t)
» figure(1); %δημιουργία εικόνας 1
» subplot(1,3,1); % πολλαπλές παραστάσεις
» plot (t,x); % γραφική παράσταση συναρτήσεως του χρόνου
» title('x = bx.*V0.*exp(-t./(R.*C));');
» subplot(1,3,2);
» plot (t,y);
» title('y = by.*V0.*exp(-(t - t0)./(R.*C));');
» subplot(1,3,3);
» plot (t,g);
» title('g = bg.*V0.*exp(-(t + t0)./(R.*C));');
```

### Άσκηση 3:

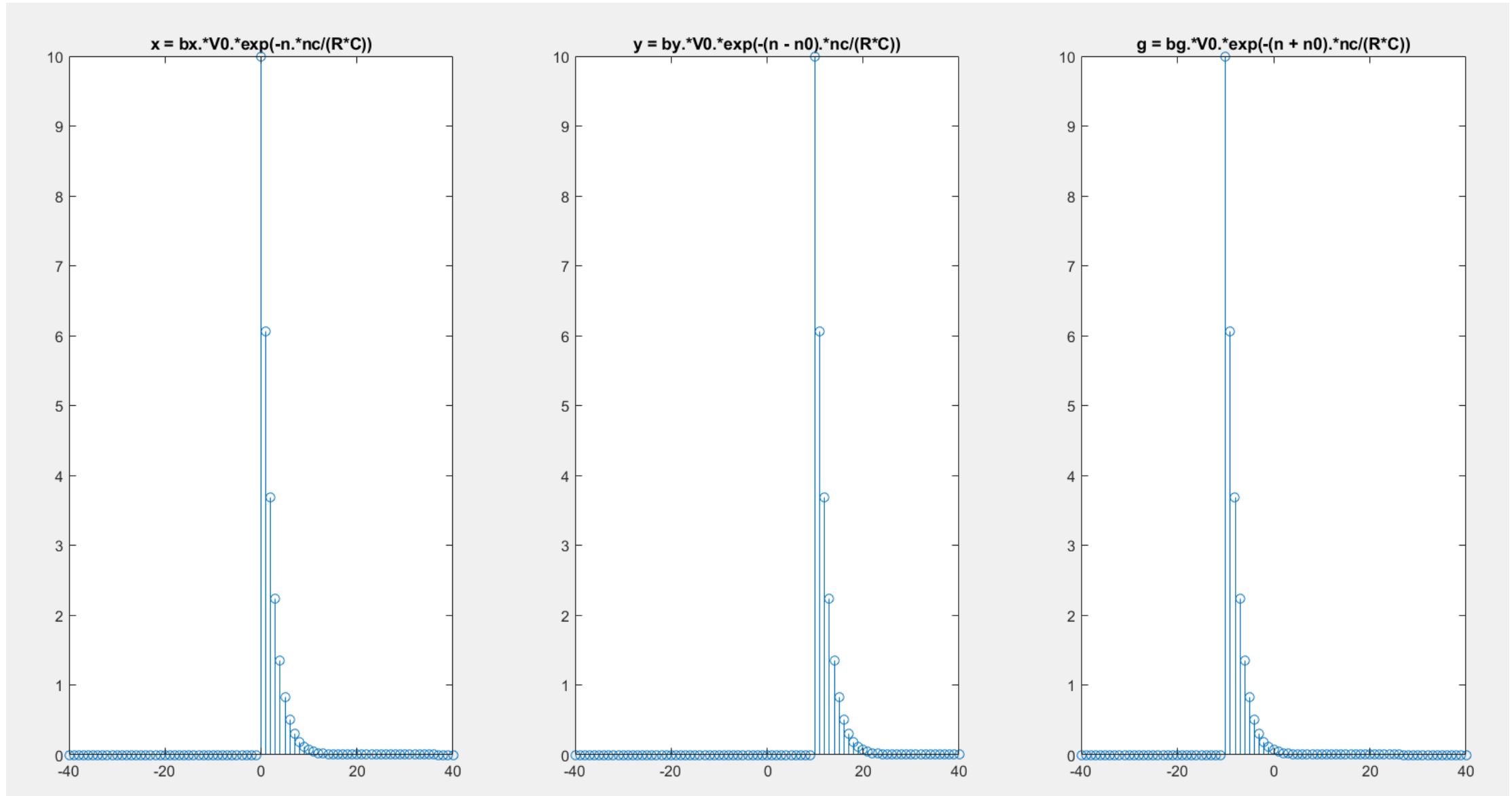


# Χρονική Μετατόπιση

Άσκηση 4: Χρονική μετατόπιση διακριτού σήματος  $x[n] = V_0 e^{-0.05n/RC}$ ,  $y[n]=x[n-n_0]$ ,  $g[n]=x[n+n_0]$

- » close all;
- » clear all;
- » clc;
- » R = 1e3;
- » C = 1e-4;
- » V0 = 10;
- » n0 = 10;
- » nc = 0.05;
- » ns=1; %βήμα
- » n = -40:ns:40; %διάνυσμα χρόνου
- » bx = [n>=0];
- » by = [n-n0>=0];
- » bg = [n+n0>=0];
- » x = bx.\*V0.\*exp(-n.\*nc/(R\*C)); %διάνυσμα σήματος x(n)
- » y = by.\*V0.\*exp(-(n - n0).\*nc/(R\*C)); %διάνυσμα σήματος y(n)
- » g = bg.\*V0.\*exp(-(n + n0).\*nc/(R\*C)); %διάνυσμα σήματος g(n)
- » figure(1);
- » subplot(1,3,1);
- » stem (n,x);
- » title('x = bx.\*V0.\*exp(-n.\*nc/(R\*C))')
- » subplot(1,3,2);
- » stem (n,y);
- » title('y = by.\*V0.\*exp(-(n - n0).\*nc/(R\*C))')
- » subplot(1,3,3);
- » stem (n,g);
- » title('g = bg.\*V0.\*exp(-(n + n0).\*nc/(R\*C))')

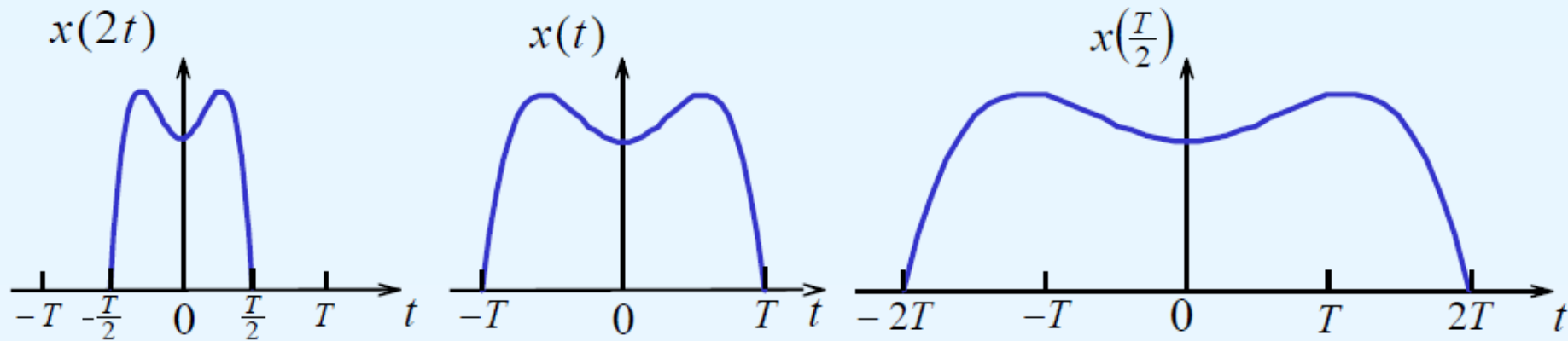
## Άσκηση 4:



# Αλλαγή κλίμακας χρόνου

Το σήμα  $x_1(t)$  αποτελεί μία *χρονική συστολή* του σήματος  $x(t)$ , αν  $x_1(t) = x(at)$  με  $a > 1$ .

Το σήμα  $x_2(t)$  αποτελεί μία *χρονική διαστολή* του σήματος  $x(t)$ , αν  $x_2(t) = x(at)$  με  $0 < a < 1$ .



*Χρονική συστολή  
του σήματος  $x(t)$*

*Χρονική διαστολή  
του σήματος  $x(t)$ .*

# Αλλαγή κλίμακας χρόνου

❖ Άσκηση 5:  $x(t)=3\sin(2\pi t/T)$ ,  $y(t) = x(at) = 3\sin(2\pi at/T)$ ,  $T=1\text{sec}$ ,

- Για  $a \in (0,1)$  χρονική διαστολή,  $a = 0.2$
- Για  $a \in (1,+\infty)$  χρονική συστολή,  $a = 3$
- Για  $a \in (-\infty,0)$ , ανάκλαση και αλλαγή κλίμακας χρόνου,  $a = -0.2$ .

» `close all; clear all; clc;`

» `T = 1;`

» `a1 = 0.2;`

» `a2 = 3;`

» `a3 = -0.2;`

» `t = -4:0.001:4;`

» `x = 3.*sin(2.*pi.*t./T);`

» `y1 = 3.*sin(2.*pi.*a1.*t./T);`

» `y2 = 3.*sin(2.*pi.*a2.*t./T);`

» `y3 = 3.*sin(2.*pi.*a3.*t./T);`

» `figure(1);`

» `subplot (2,2,1);`

» `plot (t,x);`

» `title('Arxiko sima')`

» `subplot (2,2,2);`

» `plot (t,y1);`

» `title('Diastoli')`

» `subplot (2,2,3);`

» `plot (t,y2);`

» `title('Sistoli')`

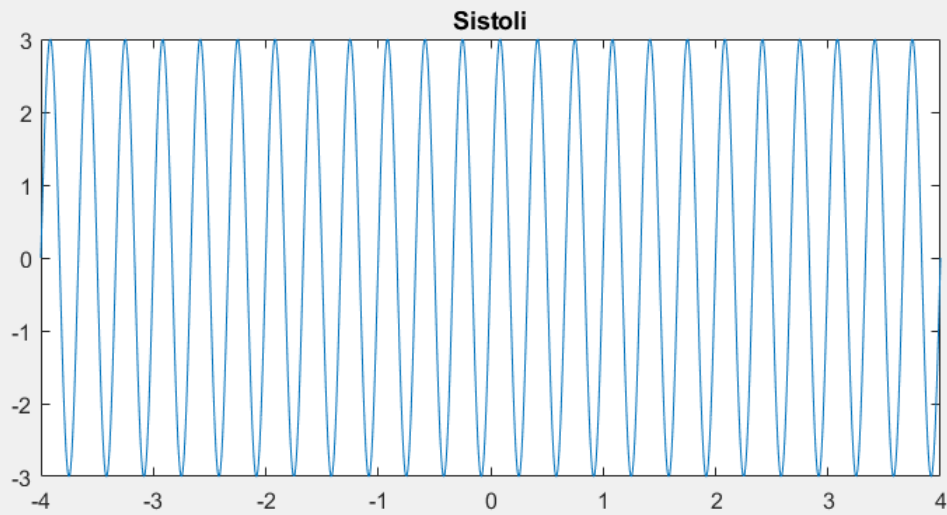
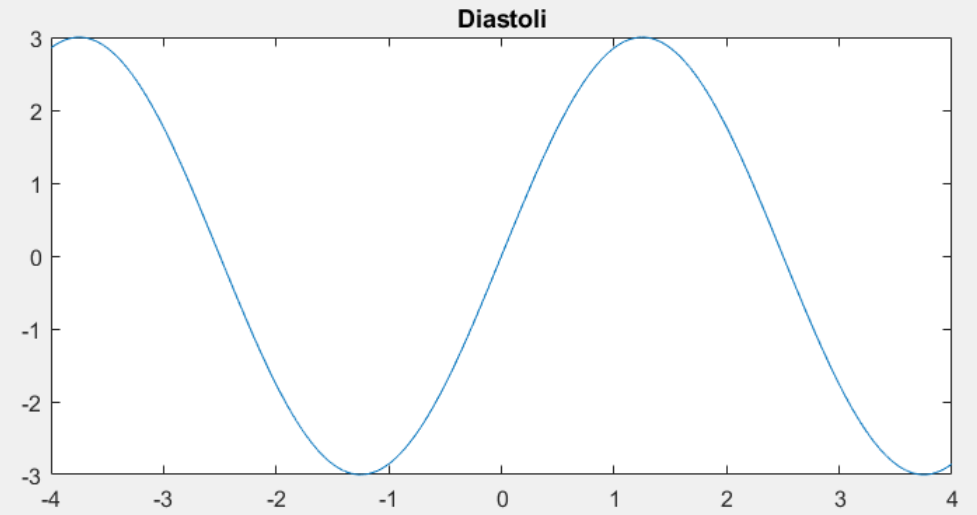
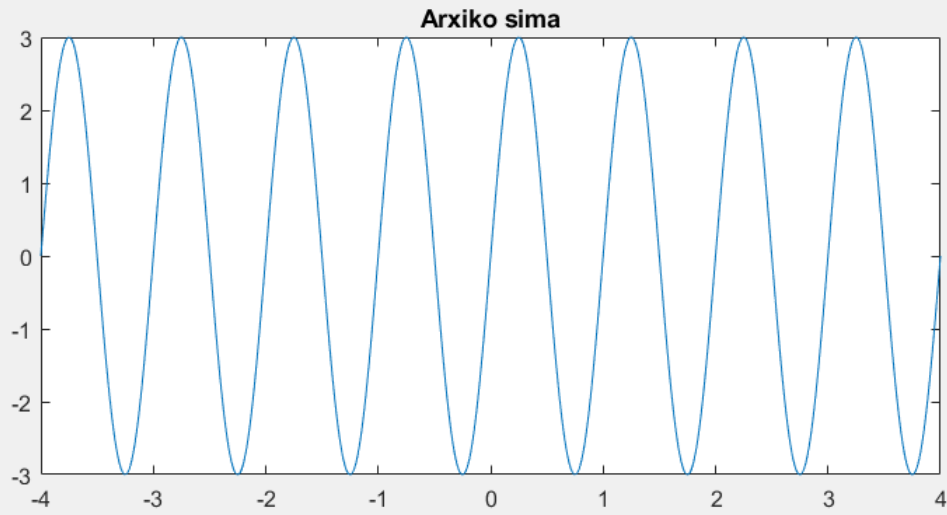
» `subplot (2,2,4);`

» `plot (t,y3);`

» `title('Anaklasi & Allagi klimakas xronou')`

» `axis([-4 4 -3.1 3.1]);`

# Άσκηση 5



# Αλλαγή κλίμακας χρόνου

❖ Άσκηση 6:  $x(n)=3\sin(2\pi n/T)$ ,  $y(n) = x(an) = 3\sin(2\pi an/T)$ ,  $T=1\text{sec}$ ,

- Για  $a \in (0,1)$  χρονική διαστολή,  $a = 0.2$
- Για  $a \in (1,+\infty)$  χρονική συστολή,  $a = 3$
- Για  $a \in (-\infty,0)$ , ανάκλαση και αλλαγή κλίμακας χρόνου,  $a = -0.2$ .

» `close all; clear all; clc;`

» `T = 1;`

» `a1 = 0.2;`

» `a2 = 3;`

» `a3 = -0.2;`

» `n = -40: 1:40;`

» `x = 3.*sin(pi.*n./5);`

» `y1 = 3.*sin(pi.*a1.*n./5);`

» `y2 = 3.*sin(pi.*a2.*n./5);`

» `y3 = 3.*sin(pi.*a3.*n./5);`

» `figure(1);`

» `subplot (2,2,1);`

» `stem (n,x);`

» `title('Arxiko sima')`

» `subplot (2,2,2);`

» `stem (n,y1);`

» `title('Diastoli')`

» `subplot (2,2,3);`

» `stem (n,y2);`

» `title('Sistoli')`

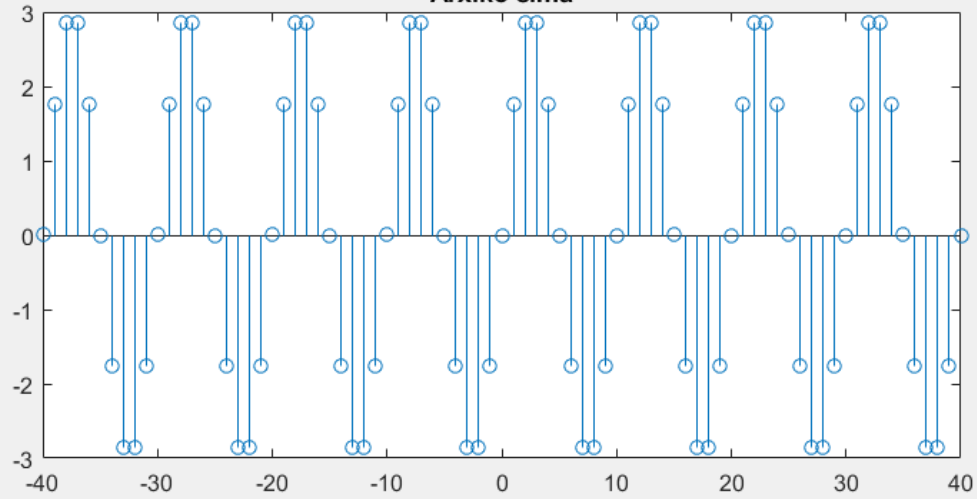
» `subplot (2,2,4);`

» `stem (n,y3);`

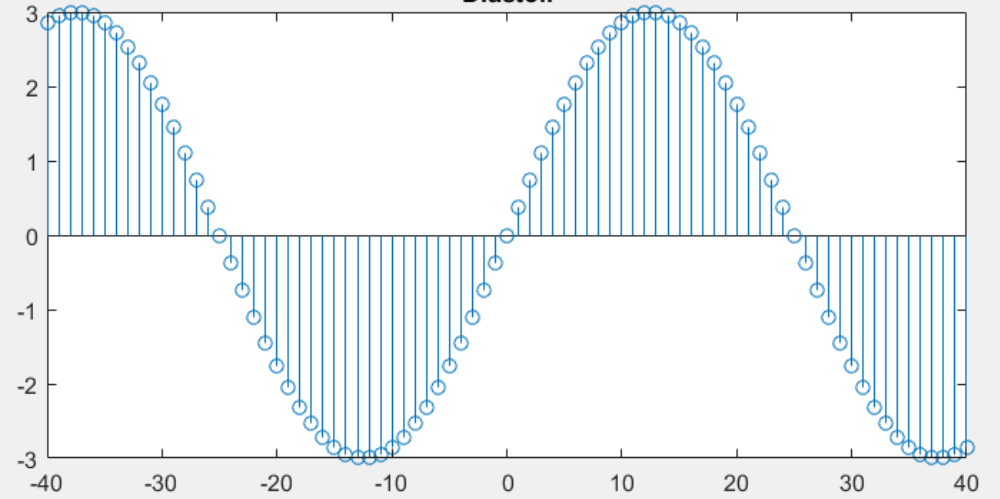
» `title('Anaklasi & Allagi klimakas xronou')`

# Άσκηση 6

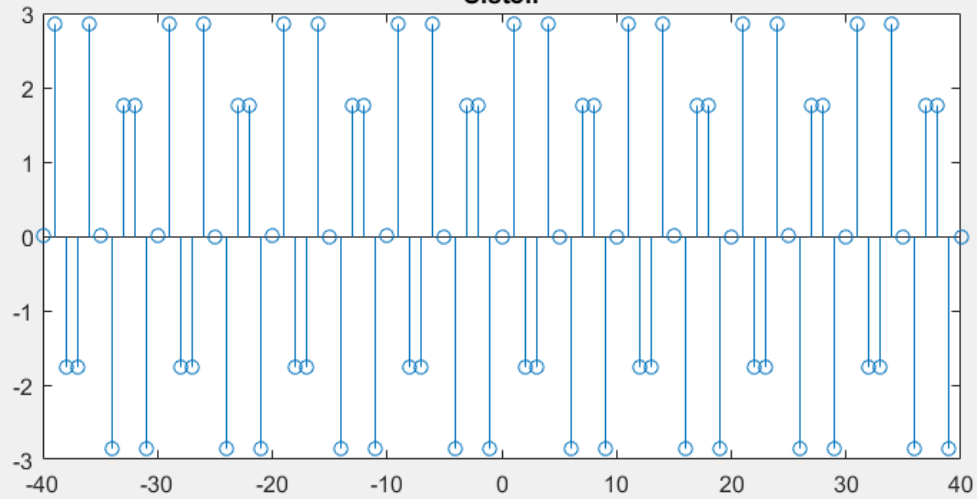
Αρχικο σιμα



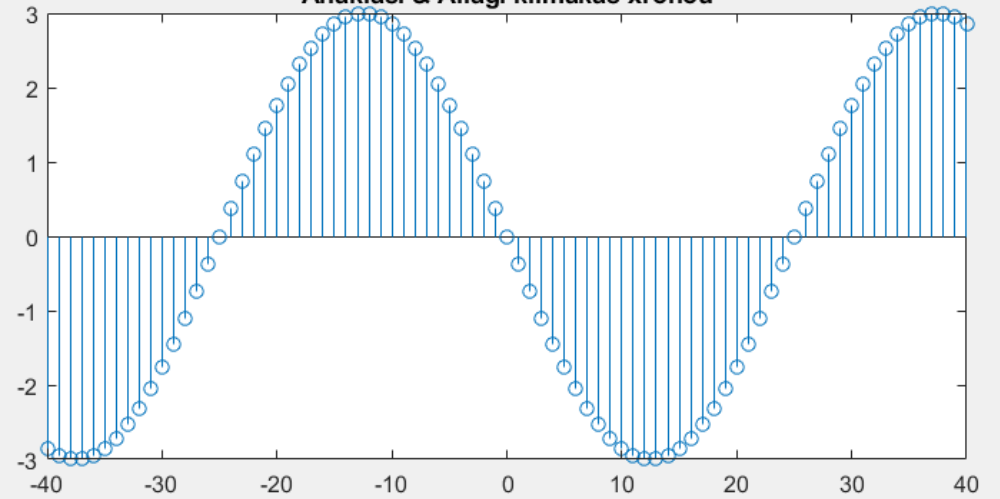
Diastoli



Sistoli



Ανακλασι & Αλλαγι κλιμακας χρονου



# Σήμα συνεχούς χρόνου από βηματικές συναρτήσεις

## ❖ Άσκηση 7:

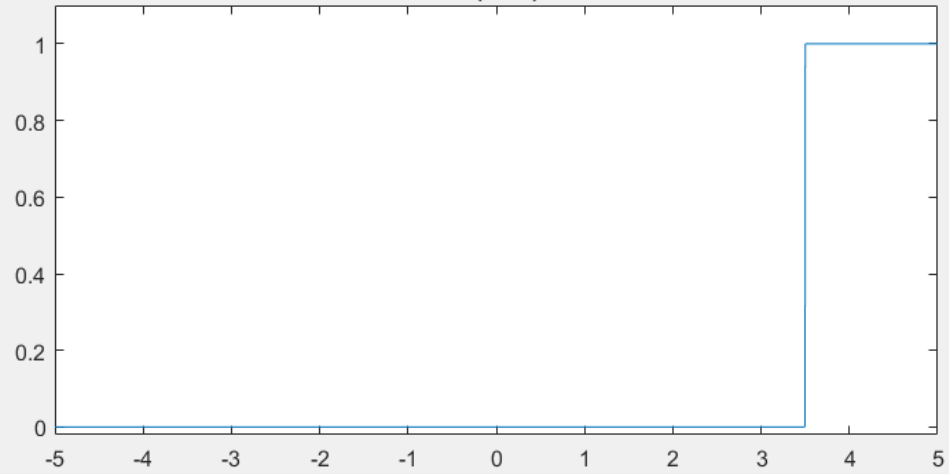
$$S(t) = 3[u(t-3.5) + 2u(t-1.5) - 4u(t+1.5)]$$

- $S(t)=0$  όταν  $t < -1.5$
- $S(t)=-12$  όταν  $-1.5 \leq t < 1.5$
- $S(t)=-6$  όταν  $1.5 \leq t < 3.5$
- $S(t)=-3$  όταν  $t \geq 3.5$

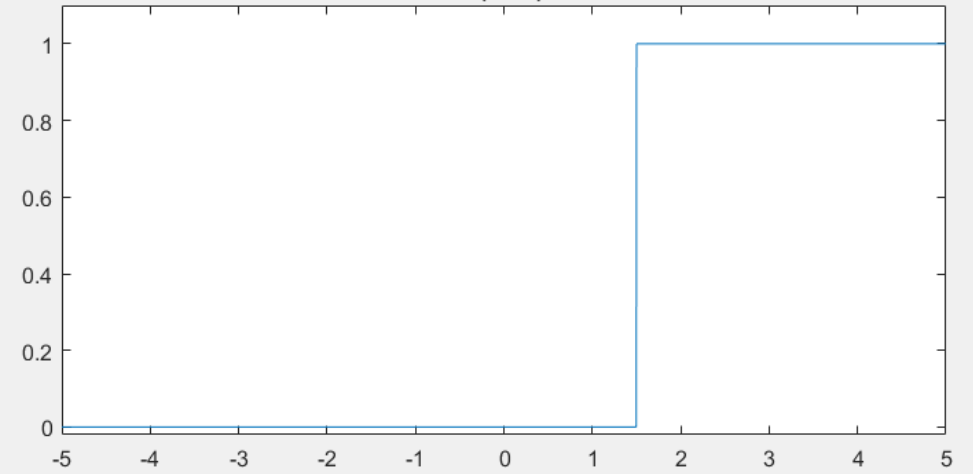
```
» clear all;
» close all;
» clc;
» t01 = 3.5;
» t02 = 1.5;
» t03 = -1.5;
» t = -5:0.0001:5;
» res1 = [t-t01>=0];
» res2 = [t-t02>=0];
» res3 = [t-t03>=0];
» res = 3.*(res1 + 2.*res2 - 4.*res3);
» figure(1);
» subplot(2,2,1);
» plot(t,res1);
» title(' u(t-3.5)');
» axis([-5 5 -0.02 1.1]);
» subplot(2,2,2);
» plot(t,res2);
» title('u(t-1.5)');
» axis([-5 5 -0.02 1.1]);
» subplot(2,2,3);
» plot(t,res3);
» title('u(t+1.5)');
» axis([-5 5 -0.02 1.1]);
» subplot(2,2,4);
» plot(t,res);
» title('S(t)');
» axis([-5 5 -12.2 0.2]);
```

# Άσκηση 7

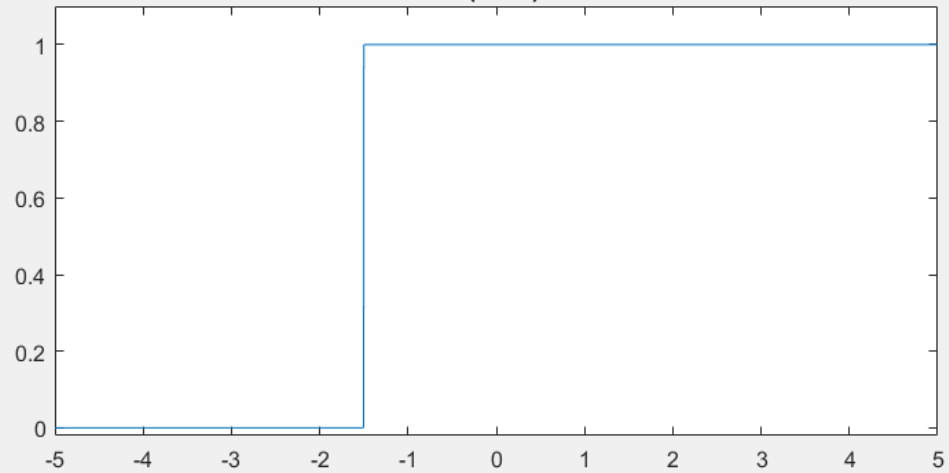
$u(t-3.5)$



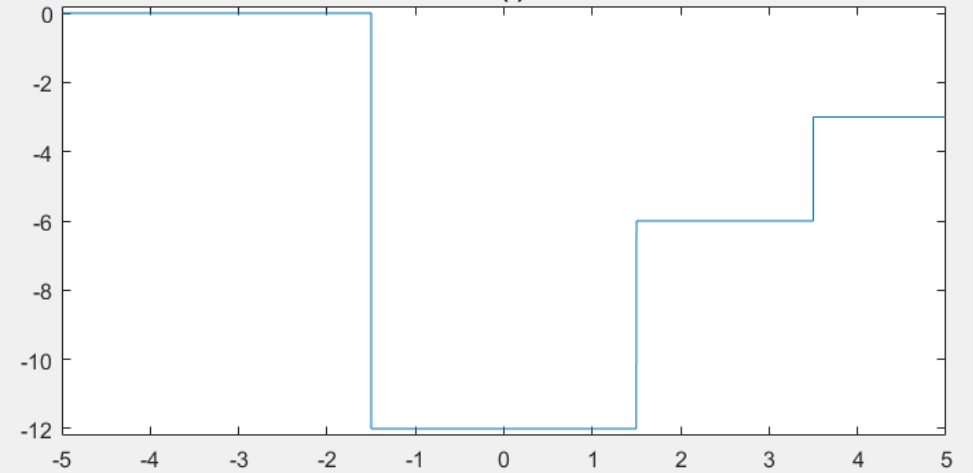
$u(t-1.5)$



$u(t+1.5)$



$S(t)$



# Σήμα διακριτού χρόνου από βηματικές συναρτήσεις

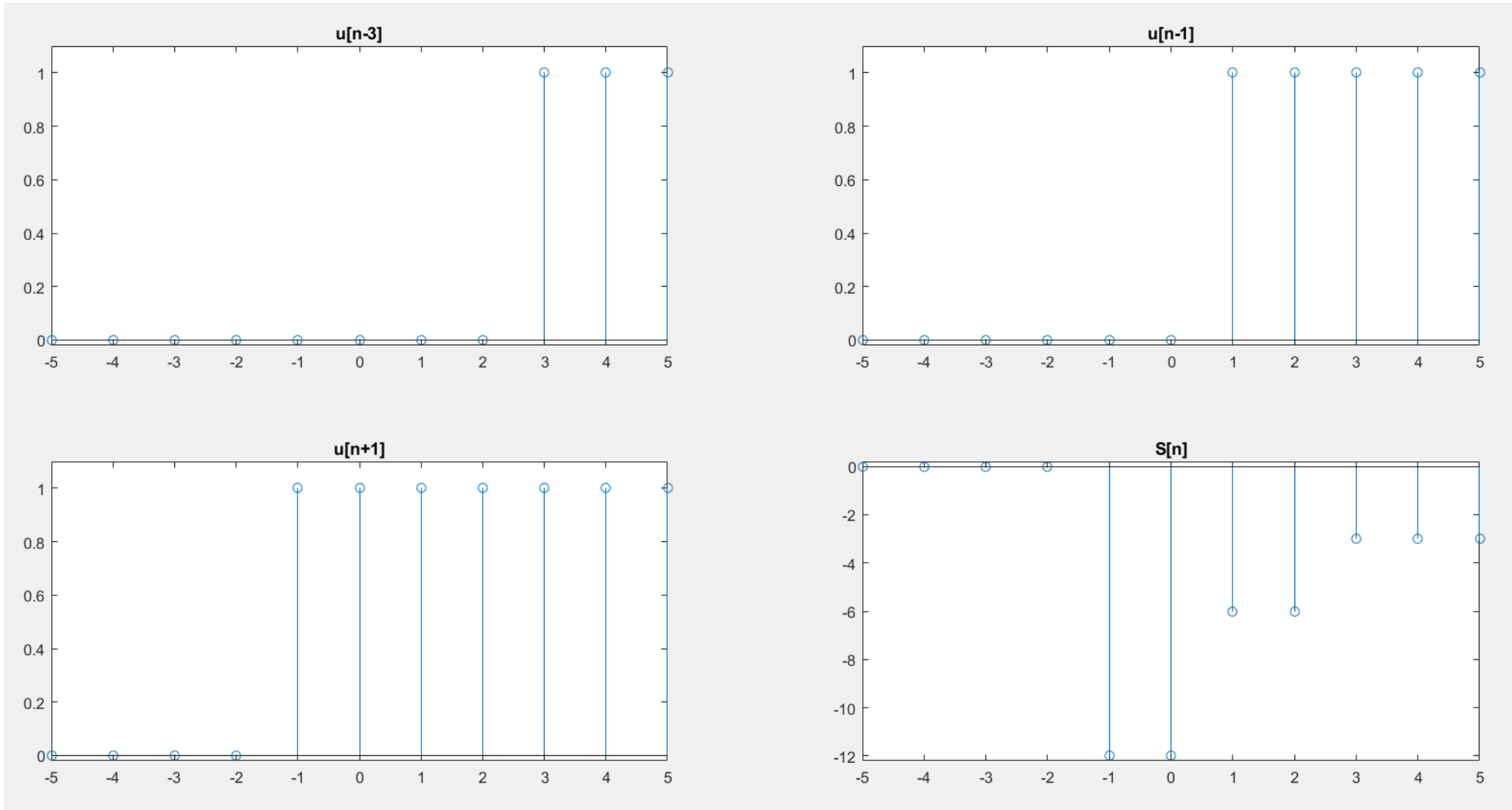
## ❖ Άσκηση 8:

$$S[n] = 3\{u[n-3] + 2u[n-1] - 4u[n+1]\}$$

- $S(n)=0$  όταν  $n < -1$ ,
- $S[n]=-12$  όταν  $-1 \leq n < 1$
- $S(n)=-6$  όταν  $1 \leq n < 3$
- $S(n)=-3$  όταν  $n \geq 3$

```
» clear all;
» close all;
» clc;
» n01 = 3;
» n02 = 1;
» n03 = -1;
» n = -5:1:5;
» res1 = [n-n01>=0];
» res2 = [n-n02>=0];
» res3 = [n-n03>=0];
» res = 3.*(res1 + 2.*res2 - 4.*res3);
» figure(1);
» subplot(2,2,1);
» stem(n,res1);
» title('u[n-3]');
» axis([-5 5 -0.02 1.1]);
» subplot(2,2,2);
» stem(n,res2);
» title('u[n-1]');
» axis([-5 5 -0.02 1.1]);
» subplot(2,2,3);
» stem(n,res3);
» title('u[n+1]');
» axis([-5 5 -0.02 1.1]);
» subplot(2,2,4);
» stem(n,res);
» title('S[n]');
» axis([-5 5 -12.2 0.2]);
```

# Άσκηση 8



# Αναφορές

---

Το παρών έγγραφο δημιουργήθηκε με βάση τα παρακάτω συγγράμματα, εκπαιδευτικά υλικά:

- [1] Νικόλαος Ασημάκης, Μαρία Αδάμ, Σήματα και Συστήματα, ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ-Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2015.
- [2] Β. Διακολουκάς, "Σήματα και Συστήματα," Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
- [3] Καραμπογιάς, Σ. (2003). Σήματα και Συστήματα. Αθήνα: Έκδοση Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών
- [4] VinayK. Ingle and John G.Proakis, "Digital Signal Processing," BookwareCompanion Series, 2003.
- [5] Νισταζάκης, Ε.Ε & Κατσάγγελος, Α. (2011). *Ψηφιακή Επεξεργασία Σήματος με χρήση του Matlab*. Σημειώσεις, Τμήμα Φυσικής, ΕΚΠΑ.
- [6] Νισταζάκης, Ε.Ε (2015). Εργαστηριακός Οδηγός και Ασκήσεις Ηλεκτρονικής. Σημειώσεις, Τμήμα Φυσικής, ΕΚΠΑ.