Πολυτεχνείο Κρήτης

Σχολή ΗΜΜΥ

Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα Ι

	Φοιτητής 1	Φοιτητής 2
Επώνυμο	Καρόγιαννης	Λιάκος
Όνομα	Ανδρέας	Βασίλειος
Α.Μ.	2019030064	2019030024

Θ.1) Να υπολογίσετε αναλυτικά και να σχεδιάσετε τη συνάρτηση ατοομοιότητας της:

$$\varphi(\mathrm{t}) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{T}}, & \alpha\nu\ |\mathrm{t}| \leq \frac{T}{2} \\ 0, & \delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha} \end{cases}$$

Απάντηση:

$$R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \mathcal{E}[\varphi(t_1)\varphi(t_2)]$$

$$(1) \xRightarrow{-\frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2}} R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \mathcal{E}\left[\frac{1}{\sqrt{T}} \cdot \frac{1}{\sqrt{T}}\right]$$

$$= \mathcal{E}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)^2\right] = \mathcal{E}\left[\frac{1}{T}\right] = \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} \frac{1}{T} dt = t + \frac{1}{T}, \alpha\nu\ |t| \leq \frac{T}{2}$$

Διαφορετικά:

$$(1) \xRightarrow{\delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha}} R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \mathcal{E}\left[\frac{1}{\sqrt{T}} \cdot \frac{1}{\sqrt{T}}\right]$$

$$= \mathcal{E}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)^2\right] = \mathcal{E}\left[\frac{1}{T}\right] = \int_{-\infty}^{-\frac{T}{2}} 0\, dt = t \text{ ή } \int_{\frac{T}{2}}^{\infty} 0\, dt = t$$

Δηλαδή:

$$R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \begin{cases} t + \frac{1}{T}, & \alpha\nu\ |\mathrm{t}| \leq \frac{T}{2} \\ t, & \delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha} \end{cases}$$

<u>Θ.2) Να επαναλάβετε για την $\varphi(\mathrm{t}-10)$.</u>

Απάντηση:

$$\varphi(\mathrm{t}-10)=\begin{cases}\frac{1}{\sqrt{T}}, & \alpha\nu\ |\mathrm{t}-10|\leq\frac{T}{2}\\ 0, & \delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha}\end{cases}$$

$$R_{\varphi\varphi}(t_1,t_2)=\mathcal{E}[\varphi(t_1-10)\varphi(t_2-10)]$$

$$(1)\xRightarrow{-\frac{T}{2}+10\leq t\leq\frac{T}{2}+10}R_{\varphi\varphi}(t_1,t_2)=\mathcal{E}\left[\frac{1}{\sqrt{T}}\cdot\frac{1}{\sqrt{T}}\right]$$

$$=\mathcal{E}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)^2\right]=\mathcal{E}\left[\frac{1}{T}\right]=\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}}\frac{1}{T}dt=t+\frac{1}{T},\alpha\nu\ |t-10|\leq\frac{T}{2}$$

Διαφορετικά:

$$(1)\xRightarrow{\delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha}}R_{\varphi\varphi}(t_1,t_2)=\mathcal{E}\left[\frac{1}{\sqrt{T}}\cdot\frac{1}{\sqrt{T}}\right]$$

$$=\mathcal{E}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)^2\right]=\mathcal{E}\left[\frac{1}{T}\right]=\int_{-\infty}^{-\frac{T}{2}+10}0\,dt=t\ \text{ή}\int_{\frac{T}{2}+10}^{\infty}0\,dt=t$$

Δηλαδή:

$$R_{\varphi\varphi}(t_1,t_2)=\begin{cases}t+\frac{1}{T}, & \alpha\nu\ |\mathrm{t}-10|\leq\frac{T}{2}\\ t, & \delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha}\end{cases}$$

Θ.3) Να επαναλάβετε για την:

$$\varphi(\mathrm{t}) = \begin{cases} \dfrac{1}{\sqrt{T}}, & \alpha\nu \;\; 0 \le \mathrm{t} \le \dfrac{T}{2} \\ \dfrac{1}{\sqrt{T}}, & \alpha\nu \;\; \dfrac{T}{2} \le t \le T \\ 0, & \delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha} \end{cases}$$

Απάντηση:

$$R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \mathcal{E}[\varphi(t_1)\varphi(t_2)]$$

$$(1) \xRightarrow{0 \le t \le \frac{T}{2}} R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \mathcal{E}\left[\frac{1}{\sqrt{T}} \cdot \frac{1}{\sqrt{T}}\right]$$

$$= \mathcal{E}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)^2\right] = \mathcal{E}\left[\frac{1}{T}\right] = \int_0^{\frac{T}{2}} \frac{1}{T}\, dt = t + \frac{1}{T}$$

$$(1) \xRightarrow{\frac{T}{2} \le t \le T} R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \mathcal{E}\left[\frac{1}{\sqrt{T}} \cdot \frac{1}{\sqrt{T}}\right]$$

$$= \mathcal{E}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)^2\right] = \mathcal{E}\left[\frac{1}{T}\right] = \int_0^{\frac{T}{2}} \frac{1}{T}\, dt = t + \frac{1}{T}$$

$$(1) \xRightarrow{\delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha}} R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \mathcal{E}\left[\frac{1}{\sqrt{T}} \cdot \frac{1}{\sqrt{T}}\right]$$

$$= \mathcal{E}\left[\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)^2\right] = \mathcal{E}\left[\frac{1}{T}\right] = \int_{-\infty}^{0} 0\, dt = t \;\text{ ή } \int_T^{\infty} 0\, dt = t$$

Δηλαδή:

$$R_{\varphi\varphi}(t_1, t_2) = \begin{cases} t + \dfrac{1}{T}, & \alpha\nu \; 0 \le t \le \mathrm{T} \\ t, & \delta\iota\alpha\varphi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha} \end{cases}$$

A.1) Να δημιουργήσετε παλμούς SRRC φ(t):

Το ζητούμενο της συγκεκριμένης άσκησης ήταν να σχεδιάσουμε τους συγκεκριμένους παλμούς srrc_pulse σύμφωνα με την συνάρτηση που μας δόθηκε και τις αρχικές παραμέτρους που έμπαιναν ως όρισμα στις συναρτήσεις. $\left(T = 0.01\ s, A = 4, over = 10, T_s = \frac{1}{over}\right)$

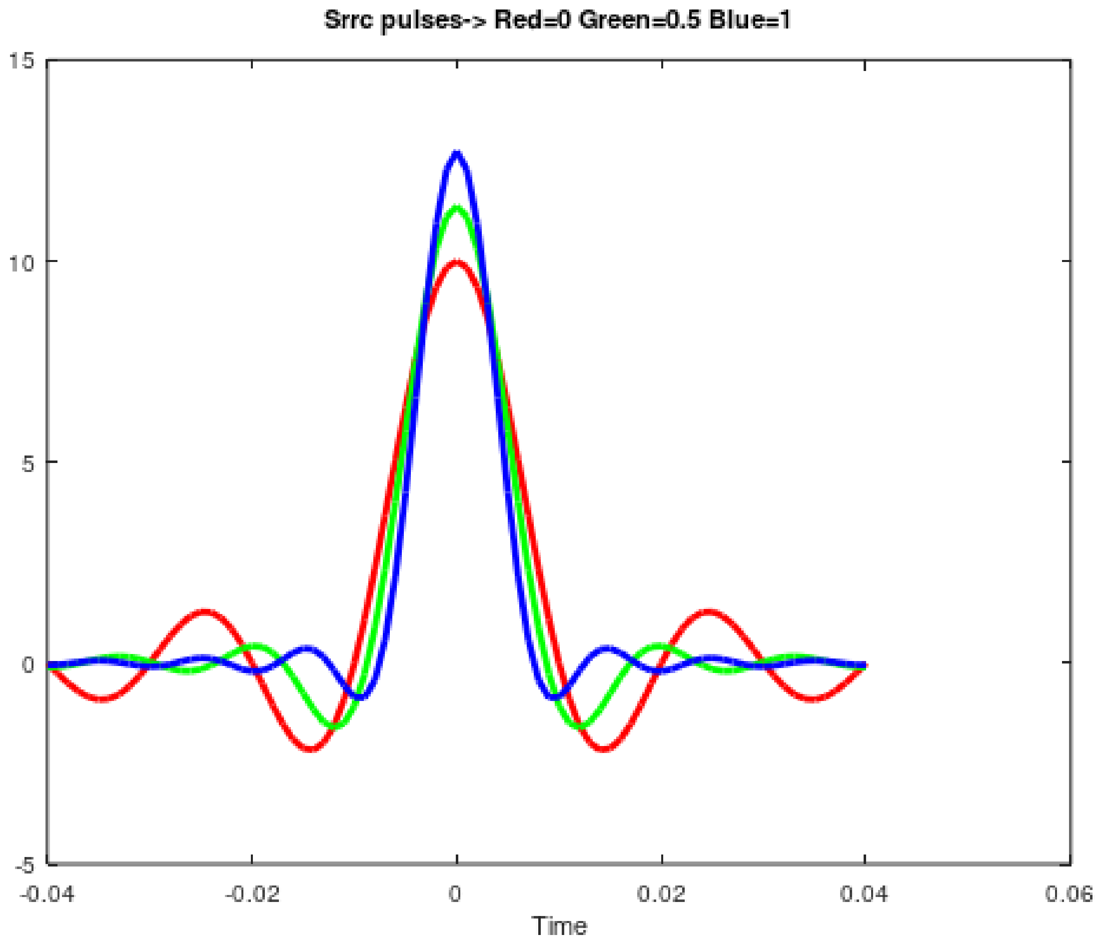
Ο παράγοντας ο οποίος μεταβαλλόταν ήταν ο roll of factor και έτσι άλλαζε το διάγραμμα.

$$(a = 0, 0.5, 1)$$

Κώδικας (πρώτο μέρος):

```
%%A1
%%Setting our constants
T=0.01;
over=10;
Ts=T/over;
A=4;
%%generating the srrc pulses
[f1,t0]=srrc_pulse(T,over,A,0);
[f2,t0]=srrc_pulse(T,over,A,0.5);
[f3,t0]=srrc_pulse(T,over,A,1);
%%Creating the plots
f=figure;
plot(t0,f1,"r",'LineWidth',2);
hold on;
plot(t0,f2,"g",'LineWidth',2);
hold on;
plot(t0,f3,"b",'LineWidth',2);
%%Making our diagram better
title('Srrc pulses-> Red=0 Green=0.5 Blue=1');
xlabel('Time');
hold off;
```

Διάγραμμα:



Παρατηρήσεις σε σχέση με το διάγραμμα:

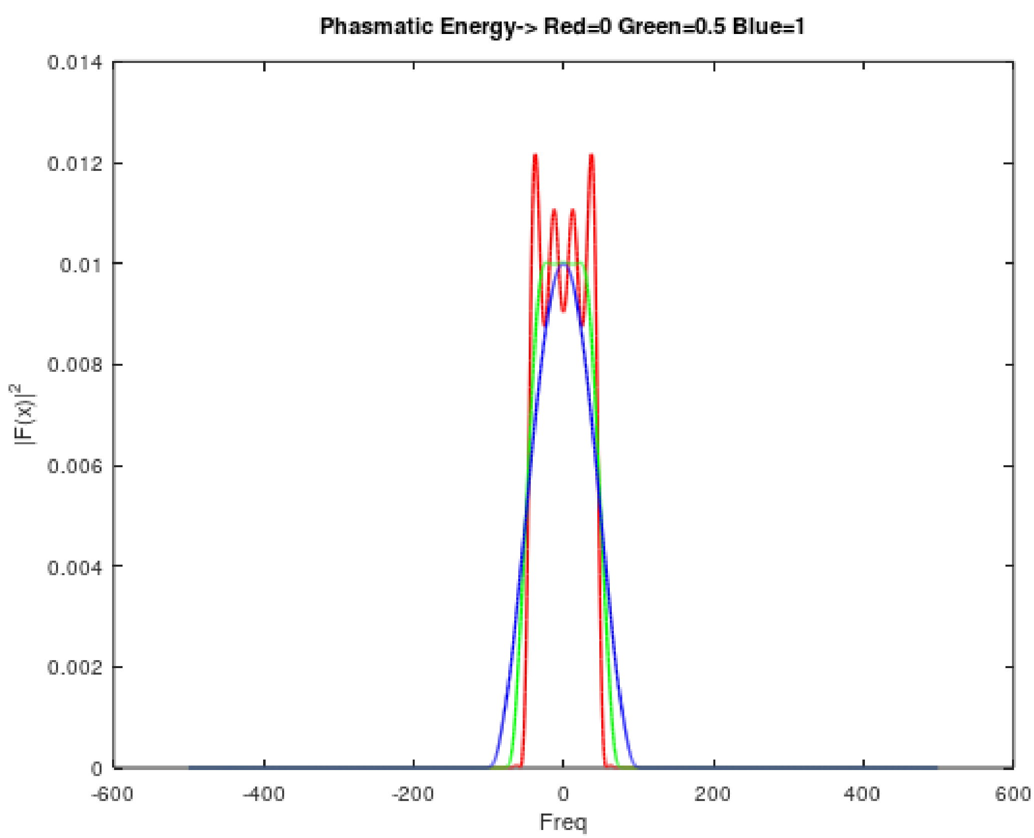
Σύμφωνα με το διάγραμμα παρατηρώ ότι όσο πιο γρήγορα μειώνεται το πλάτος του παλμού τόσο μεγαλύτερο είναι το αρχικό του πλάτος και αντίστοιχα έχει το μεγαλύτερο α. (Για παράδειγμα στο μπλέ διάγραμμα βλέπουμε ότι αφού περάσει το 0 που το πλάτος είναι στο μέγιστο του είναι το πρώτο σήμα που μειώνεται (τα υπόλοιπα καθυστερούν)).

Στην συνέχεια σχεδιάσαμε την φασματική ενέργεια στο Plot και ήδη μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι όσο αυξάνεται το α έχουμε και λιγότερες διακυμάνσεις στο γράφημα μας .Η φασματική ενέργεια είναι μικρότερη σε πλάτος αλλά εκτείνεται κατά ελάχιστα πιο πολύ στον άξονα των συχνοτήτων.

Κώδικας (δεύτερο μέρος):

```
%%A2
Nf=2048;
Fs=1/Ts;
%% thelo isapexonta ara opos ksero kano linespace(anoixto diasthma ara vgaz
freq = linspace(-Fs/2,Fs/2-1,Nf);

%%h energeia einai to fasma sto tetragono kai apolyto oysiastika
F1energy =fftshift(abs(fft(f1,Nf)*Ts).^2);
F2energy =fftshift(abs(fft(f2,Nf)*Ts).^2);
F3energy =fftshift(abs(fft(f3,Nf)*Ts).^2);
%%Oraiopoihsh
f=figure;
plot(freq,F1energy,"r",'LineWidth',1);
hold on;
plot(freq,F2energy,"g",'LineWidth',1);
hold on;
plot(freq,F3energy,"b",'LineWidth',1);
title('Phasmatic Energy-> Red=0 Green=0.5 Blue=1');
xlabel('Freq');
ylabel('|F(x)|^2');
hold off;
```

Διάγραμμα:



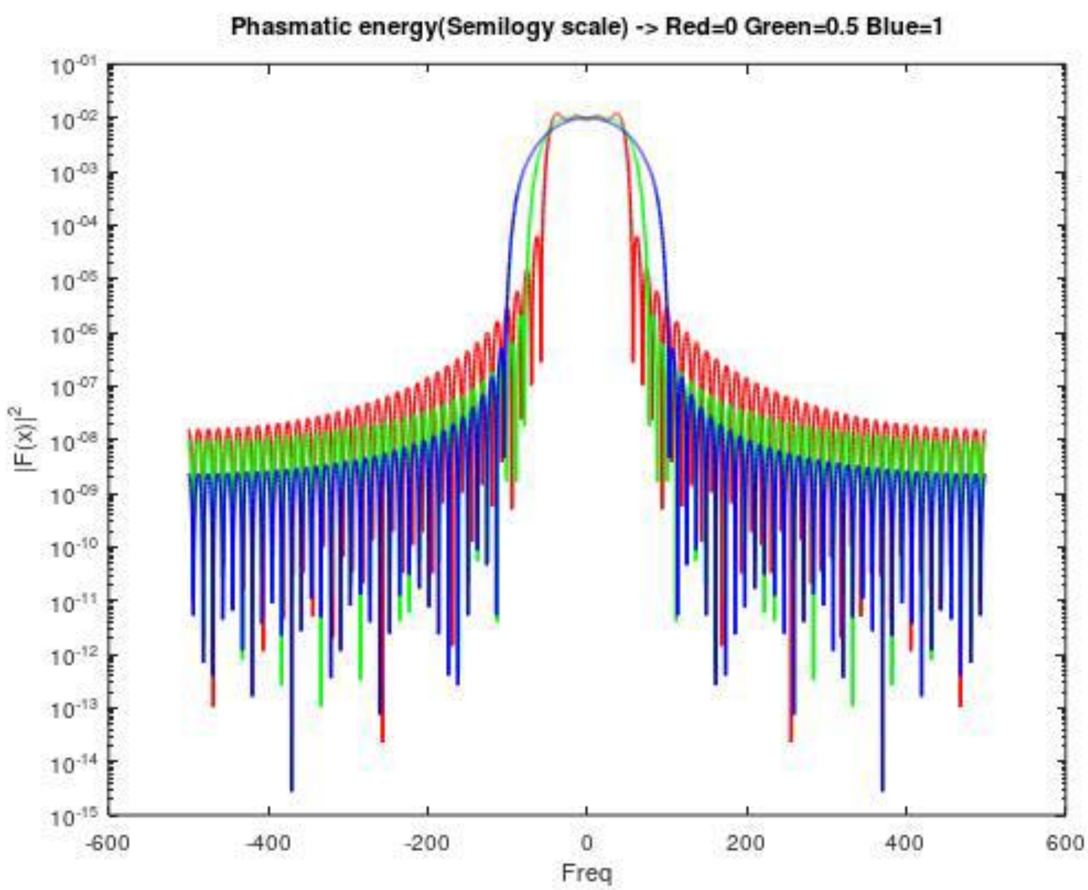
Παρατηρήσεις:

Παρατηρούμε ότι όσο το α μεγαλώνει τόσο λιγότερες είναι οι διακυμάνσεις στο διάγραμμα της φασματικής πυκνότητας . Ακόμη είναι εμφανές ότι όσο πιο μικρό είναι το α τόσο μεγαλύτερη κατά απόλυτη τιμή η φασματική πυκνότητα του. Τώρα θα πρέπει να σχεδιαστεί σε semilogy (περιμένω να δω πιο ξεκάθαρα αυτά που παρατηρήθηκαν από το plot με πολλά περισσότερα δείγματα).

Κώδικας:

```
f=figure;
semilogy(freq,F1energy,"r",'LineWidth',1);
hold on;
semilogy(freq,F2energy,"g",'LineWidth',1);
hold on;
semilogy(freq,F3energy,"b",'LineWidth',1);
title('Phasmatic energy(Semilogy scale) -> Red=0 Green=0.5 Blue=1');
xlabel('Freq');
ylabel('|F(x)|^2');
hold off;
```

Διάγραμμα:



Εδώ πλέον είναι ξεκάθαρο πώς όσο αυξάνεται το α σταματούν πιο γρήγορα οι διακυμάνσεις, κάτι που ήταν αναμενόμενο.

A.3)
Το θεωρητικό εύρος φάσματος όπως μας δίνεται και από την εκφώνηση της άσκησης είναι:

$$* \boldsymbol{\alpha = 0} \;\; BW_1 = \frac{1+\alpha}{2T} = \frac{1+0}{0{,}02} = 50$$

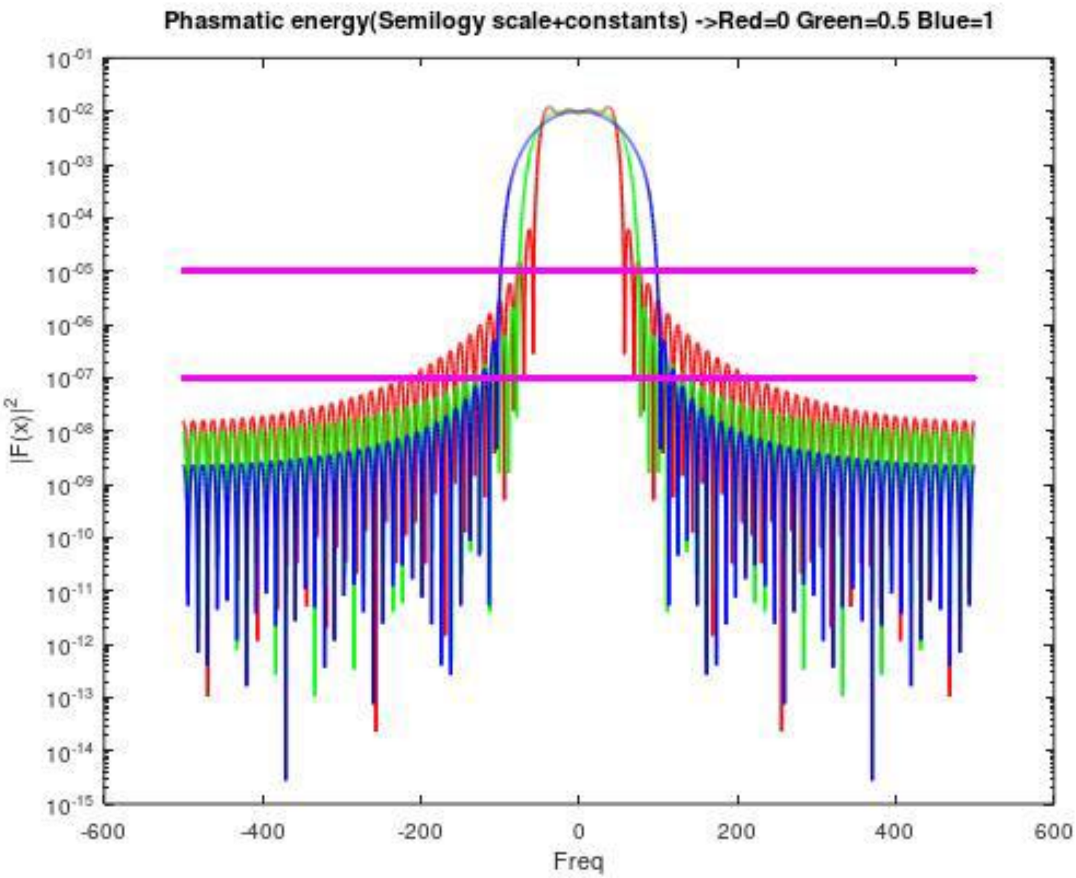
$$* \boldsymbol{\alpha = 0.5} \;\; BW_2 = \frac{1+\alpha}{2T} = \frac{1+0.5}{0{,}02} = 75$$

$$* \boldsymbol{\alpha = 1} \;\; BW_3 = \frac{1+\alpha}{2T} = \frac{1+1}{0{,}02} = 100$$

<u>Κώδικας (semilogy):</u>

```
%%prostheto kai tis statheres
% A.3
%given data
var1=T/10^3;
var2=T/10^5;
%semilogarithmic plot
figure;
semilogy(freq,F1energy,"r",'LineWidth',1);
hold on;
semilogy(freq,F2energy,"g",'LineWidth',1);
hold on;
semilogy(freq,F3energy,"b",'LineWidth',1);
hold on;
semilogy(freq,var1,"m",'LineWidth',1);
hold on;
semilogy(freq,var2,"m",'LineWidth',1);
title('Phasmatic energy(Semilogy scale+constants) ->Red=0 Green=0.5 Blue=1'
xlabel('Freq');
ylabel('|F(x)|^2');
hold off;
```

Διάγραμμα:



Για τον υπολογισμό του bandwith σε σχέση με τη πρώτη σταθερά (10^{-5}):

(Με την χρήση του zoom καταφέραμε να πάρουμε τιμές και να βγάλουμε τις τιμές των bandwidth κάνοντας στρογγυλοποιήσεις).

Όταν:

$$\alpha = 1(\pi\varepsilon\rho\acute{\iota}\pi o\upsilon) \rightarrow 106$$

$$\alpha = 0{,}5 \rightarrow 76$$

$$\alpha = 0 \rightarrow 55$$

Τα οποία είναι πολύ κοντά στα θεωρητικά μας αποτελέσματα.

Για τον υπολογισμό του bandwith σε σχέση με τη δεύτερη σταθερά (10^{-7}):

$$\alpha = 1(\pi\varepsilon\rho\acute{\iota}\pi o\upsilon) \rightarrow 110$$

$$\alpha = 0{,}5 \rightarrow 79$$

$$\alpha = 0 \rightarrow 67$$

Τα οποία είναι επίσης πολύ κοντά στα θεωρητικά μας αποτελέσματα.

Β Ερώτημα:

Το ζητούμενο της δεύτερης άσκησης είναι να πειραματιστούμε με την ορθοκανονικότητα των παλμών και να παρατηρήσουμε τι συμβαίνει στα κοινά διαγράμματα καθώς αλλάζουμε τις τιμές του κ.

Κώδικας (τον παραθέτω στην συνέχεια για τις διάφορες τιμές του k)

Διάγραμμα για τα $\mathrm{k}(0 \rightarrow 2A)$ (Είναι το πρώτο διάγραμμα που μας εμφανίζει)

Γενική περιγραφή του κώδικα:

Τα σήματα τα οποία καθυστερούν, ουσιαστικά απλά προστίθονται μηδενικά στην αρχή του σήματος και αφαιρούνται από το τέλος του σήματος τα αντίστοιχα μηδενικά όπως είχε αναφερθεί και στο μάθημα. Και για τον υπολογισμό του ολοκληρώματος, όπως είχε αναφερθεί στη διάλεξη, χρησιμοποιείται η εντολή sum πολλαπλασιάζοντας με T_s για κανονικοποίηση.

Κώδικας:

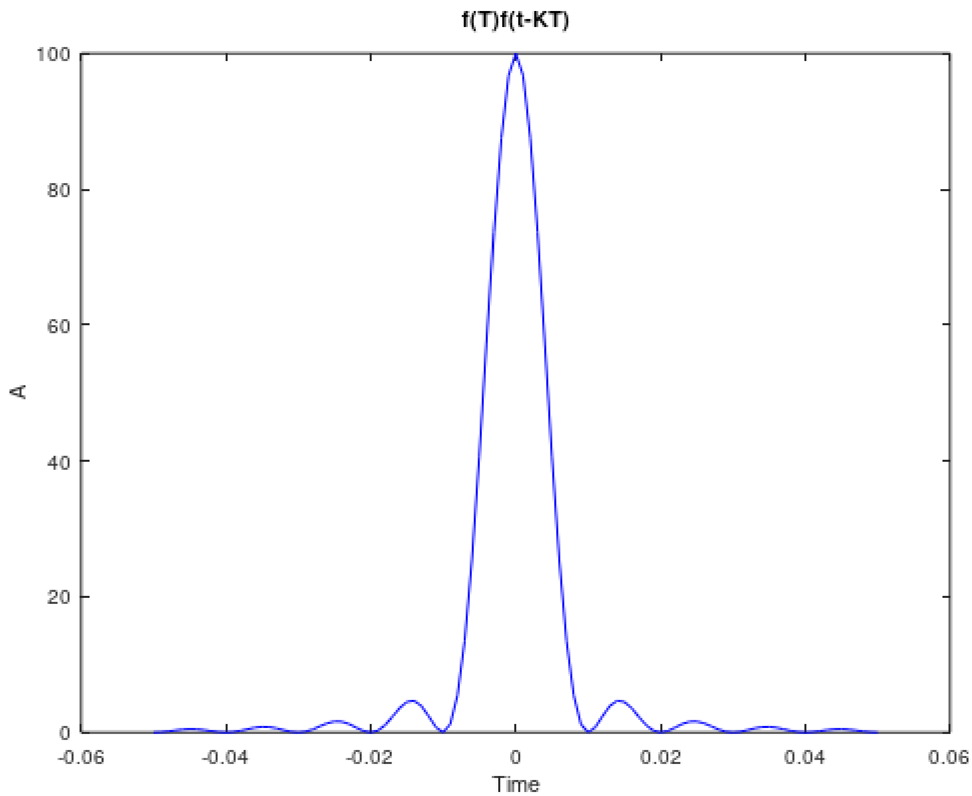
```
%%variables
clear all;
T=0.01;
over=10;
Ts=T/over;
Fs=1/Ts;
Fs=1/Ts;
A=5;
[f1,t0]=srrc_pulse(T,over,A,0);
[f2,t0]=srrc_pulse(T,over,A,0.5);
[f3,t0]=srrc_pulse(T,over,A,1);
% initialization
area1=zeros([1 10]);
area2=zeros([1 10]);
area3=zeros([1 10]);

for k=0:10;
  mydelay=k.*T;
  delayedf1=[zeros(1,Fs.*mydelay) f1(1:end-Fs.*mydelay)];

  %%multiplications
  mulf1=f1.*delayedf1;

  %%embadon
  area1(k+1)=sum(mulf1).*Ts;

  %plot product of pulse and its delayed version
  figure;
  plot(t0,mulf1,'b')
  hold on;

  title('f(T)f(t-KT)');
  xlabel('Time');
  ylabel('A');
  hold off;
```

```
end

for k=0:10;
  mydelay=k.*T;
  delayedf2=[zeros(1,Fs.*mydelay) f2(1:end-Fs.*mydelay)];

  %%multiplications
  mulf2=f2.*delayedf2;

  %%embadon
  area2(k+1)=sum(mulf2).*Ts;

  %plot product of pulse and its delayed version
  figure;
  plot(t0,mulf2,'c')
  hold on;

  title('f(T)f(t-KT)');
  xlabel('Time');
  ylabel('A');
  hold off;
end

for k=0:10;
  mydelay=k.*T;
  delayedf3=[zeros(1,Fs.*mydelay) f3(1:end-Fs.*mydelay)];

  %%multiplications
  mulf3=f3.*delayedf3;

  %%embadon
  area3(k+1)=sum(mulf3).*Ts;


  %plot product of pulse and its delayed version
  figure;
  plot(t0,mulf3,'y')
  hold on;

  title('f(T)f(t-KT)');
  xlabel('Time');
  ylabel('A');
  hold off;
end

disp('First Pulse result');
disp(area1);
disp('Second Pulse result');
disp(area2);
display('Third Pulse result');
disp(area3);
```

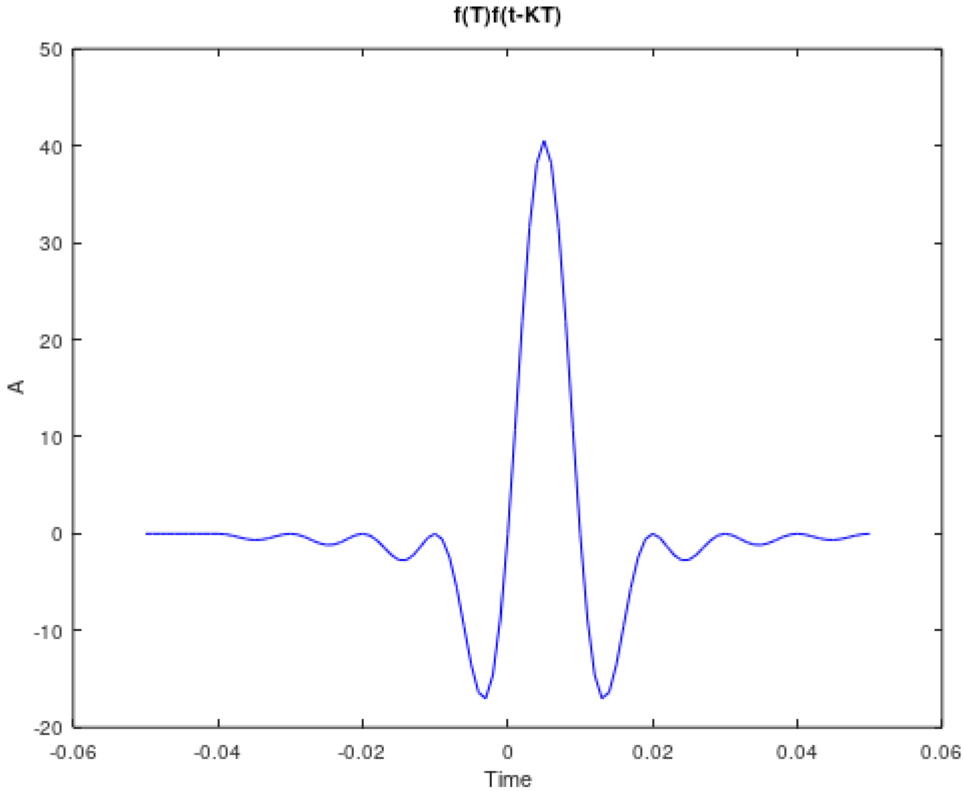
Παρουσίαση των κοινών plot (φ(t)φ(t-kT)):

Για τον παλμό με $\alpha = 0$:

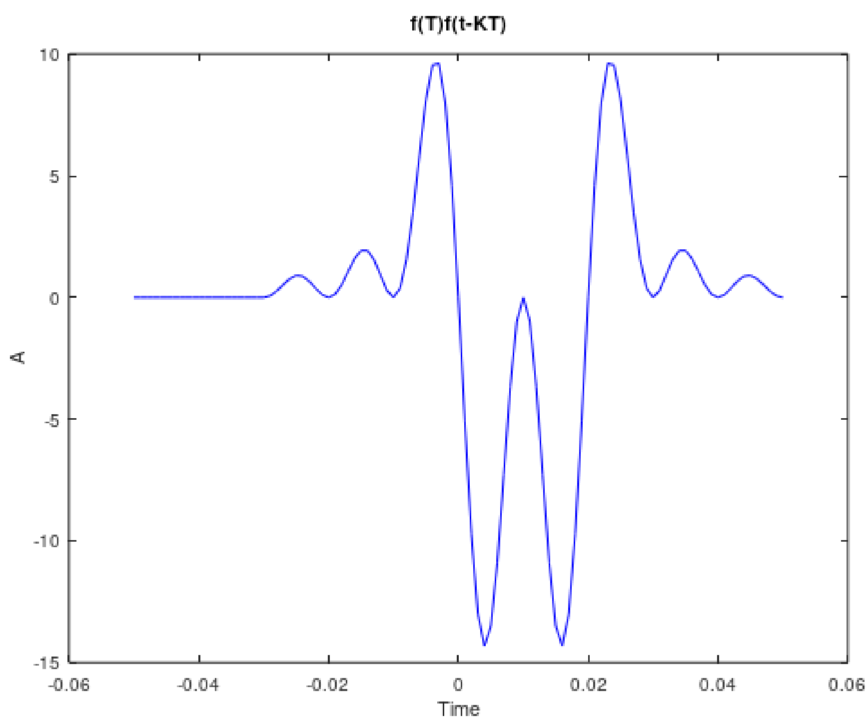
$$k = 0$$



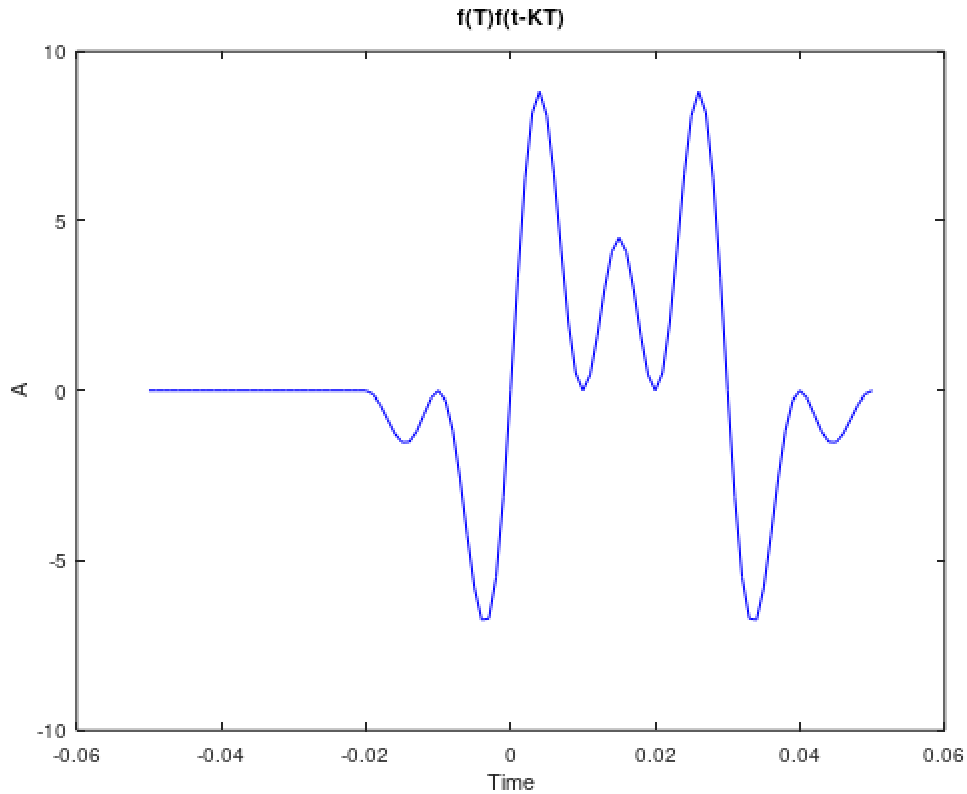
$k = 1$


f(T)f(t-KT)
50
40
30
20
10
0
-10
-20
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 2$

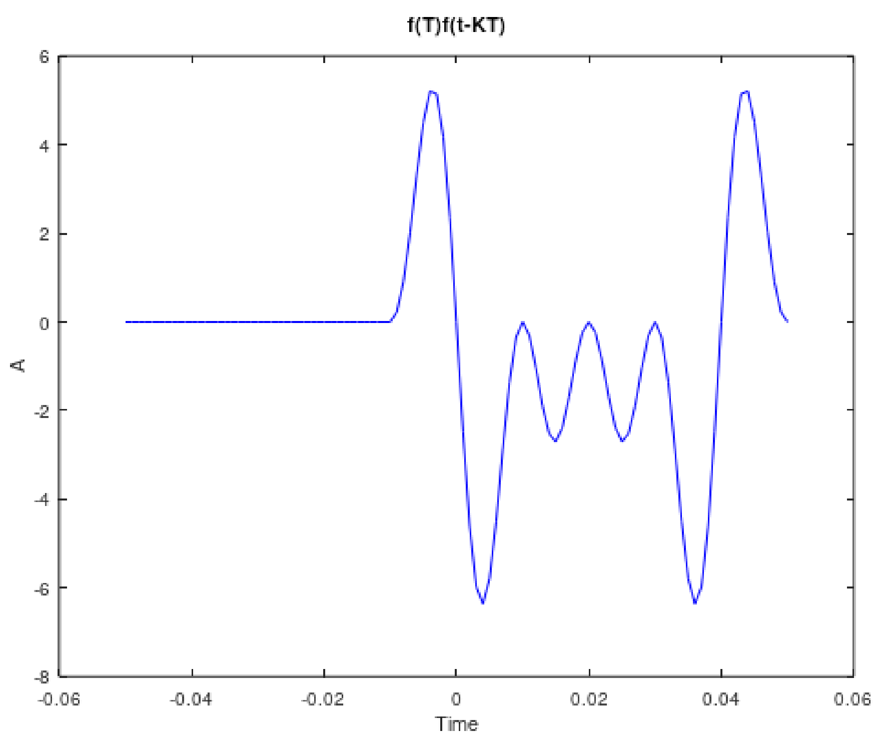

f(T)f(t-KT)
10
5
0
-5
-10
-15
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 3$



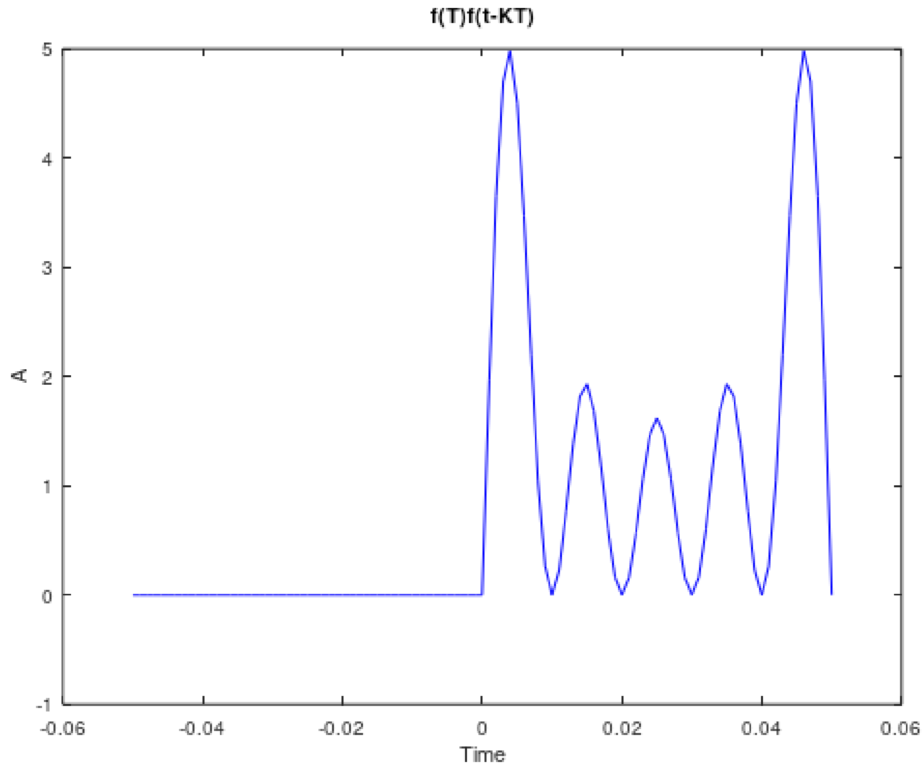
f(T)f(t-KT)
10
5
0
-5
-10
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 4$

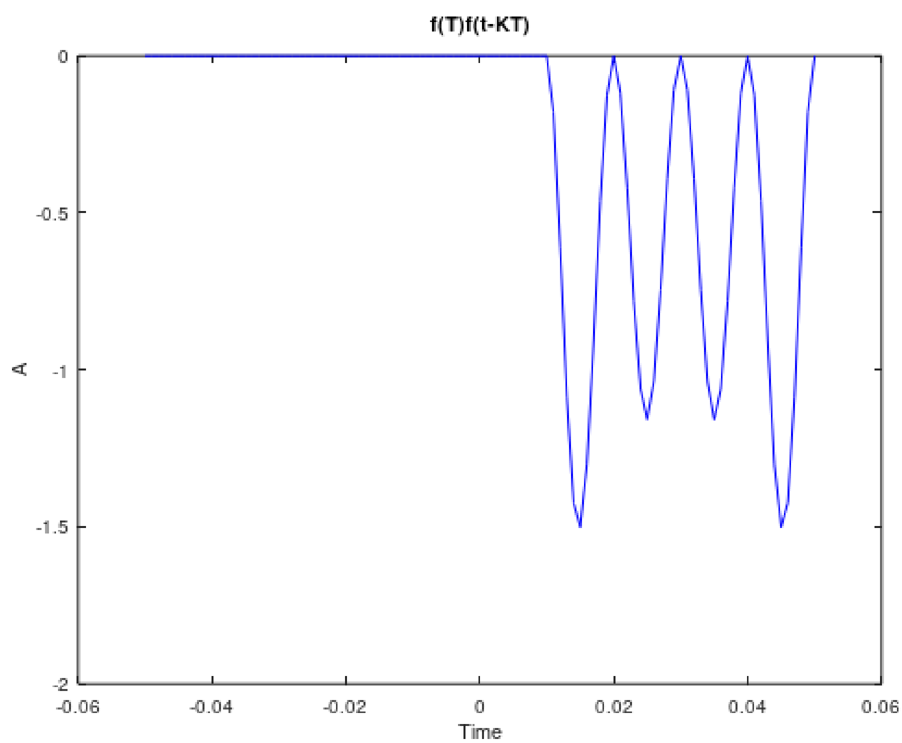


f(T)f(t-KT)
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

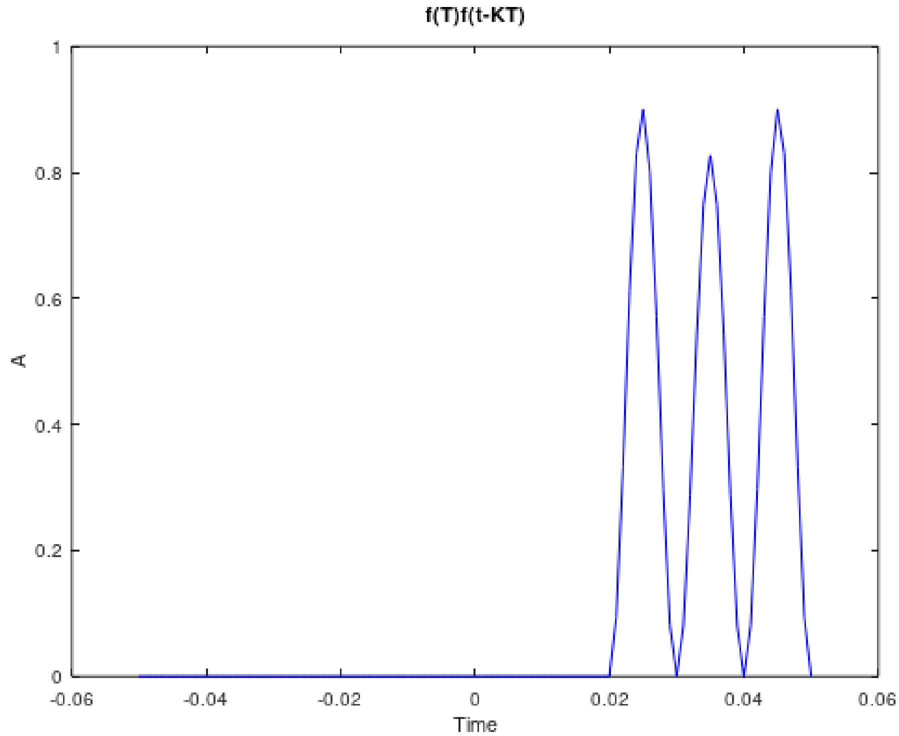
$k = 5$


f(T)f(t-KT)
5
4
3
2
1
0
-1
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

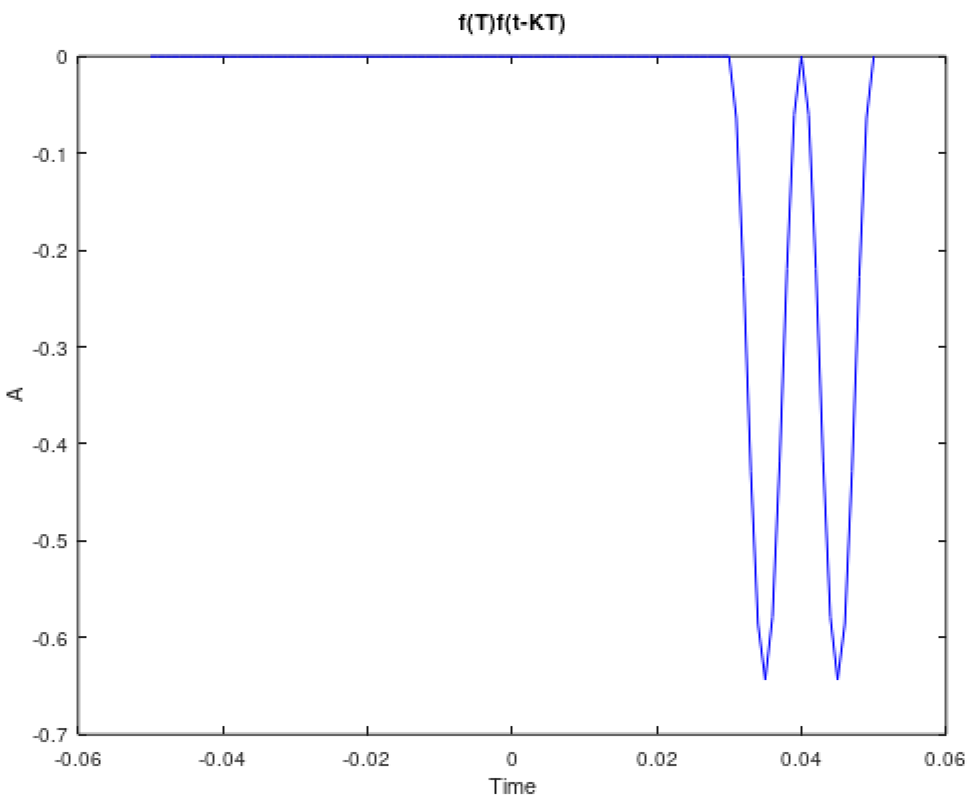
$k = 6$


f(T)f(t-KT)
0
-0.5
-1
-1.5
-2
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

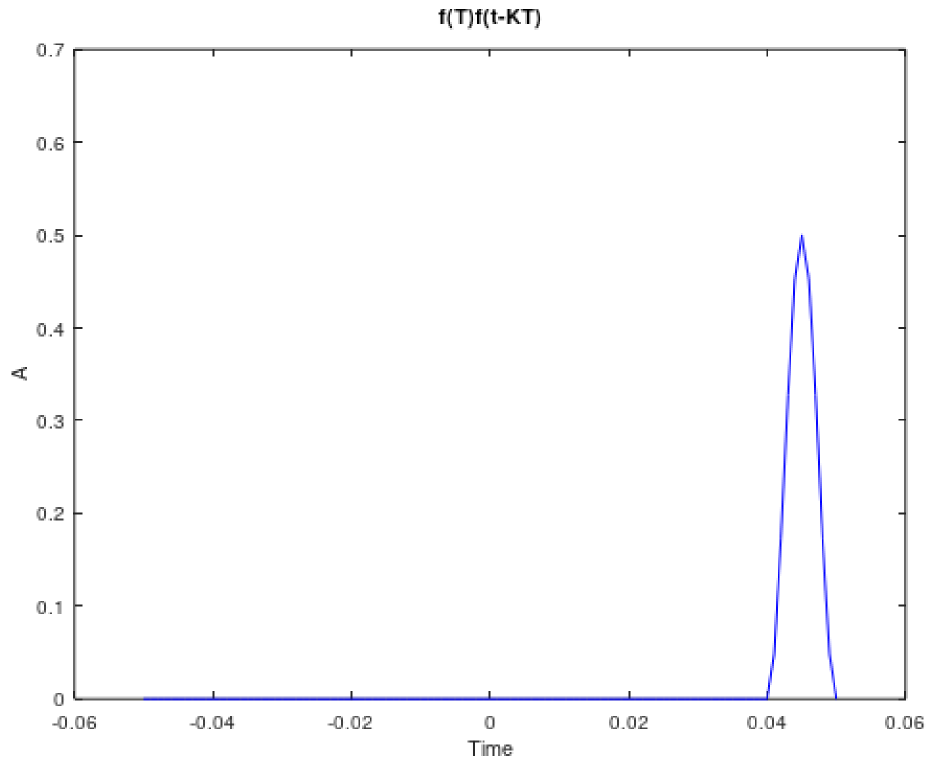
$k = 7$


f(T)f(t-KT)
A
Time
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06

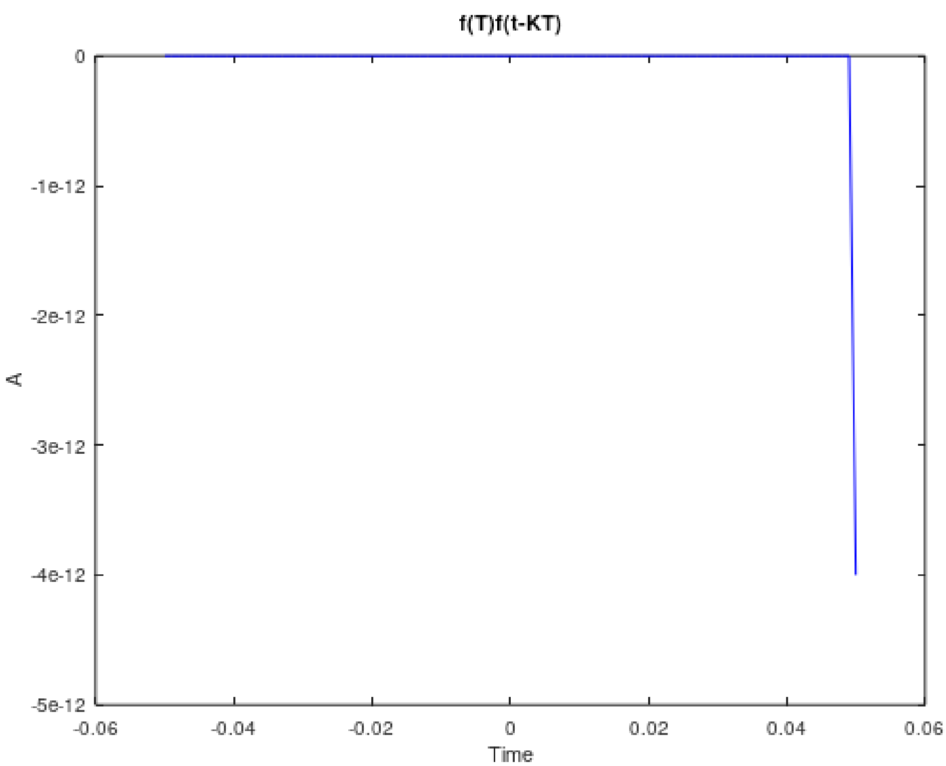
$k = 8$


f(T)f(t-KT)
A
Time
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5
-0.6
-0.7
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06

$k = 9$

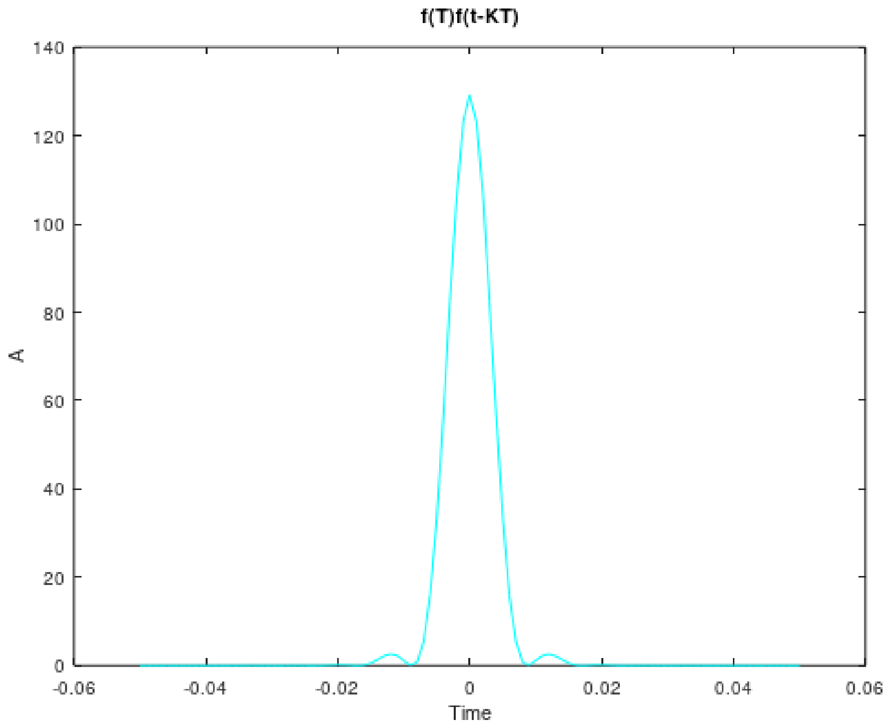

f(T)f(t-KT)
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 10$

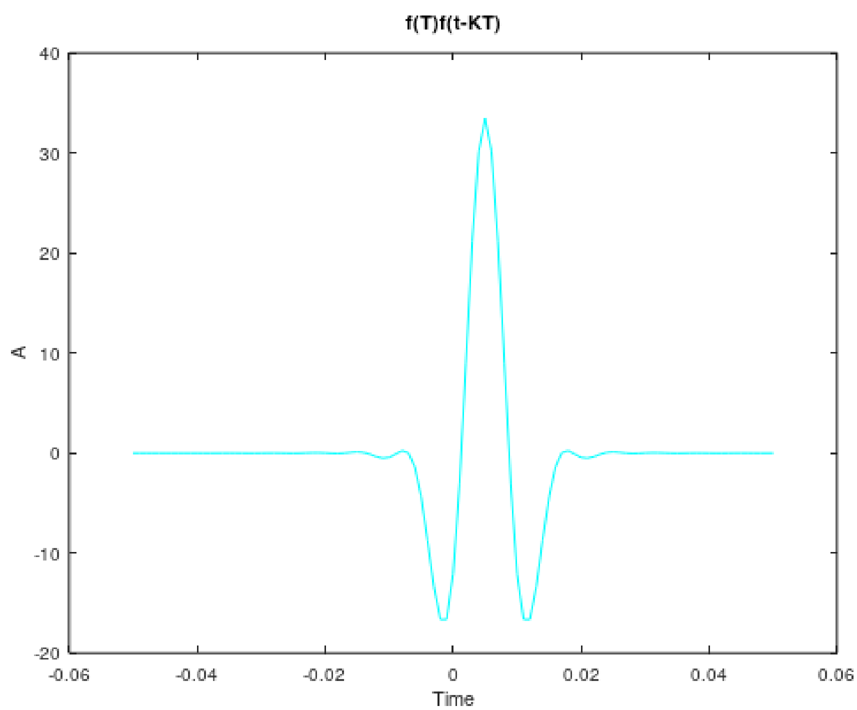

f(T)f(t-KT)
0
-1e-12
-2e-12
-3e-12
-4e-12
-5e-12
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

Για τον παλμό με $\alpha = 0.5$:

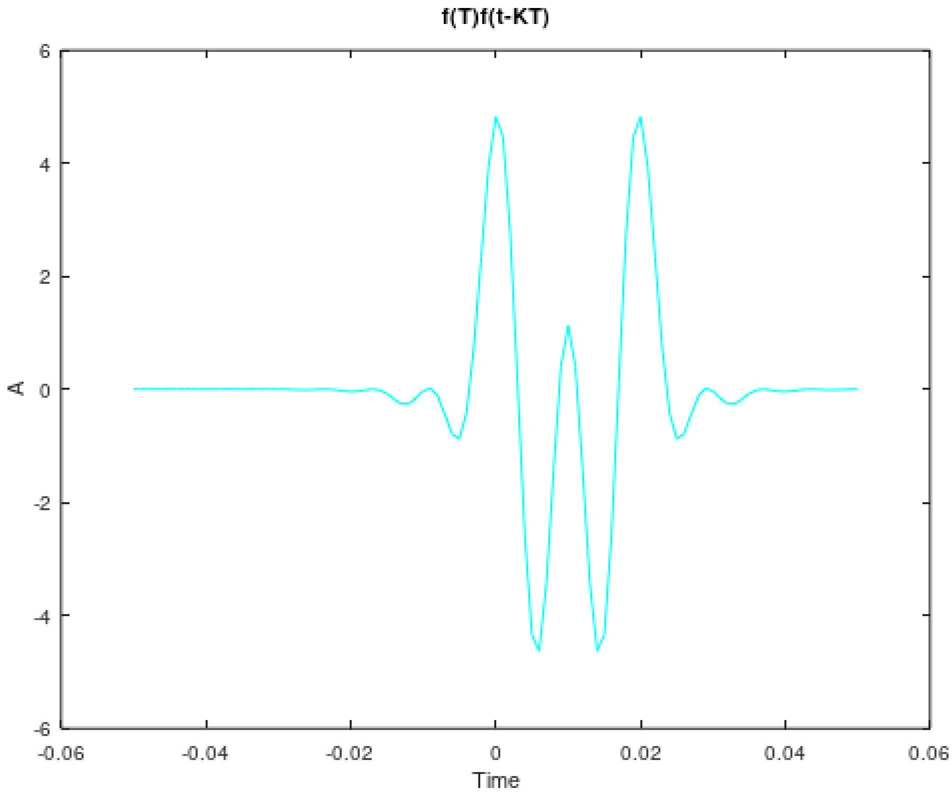
$$k = 0$$



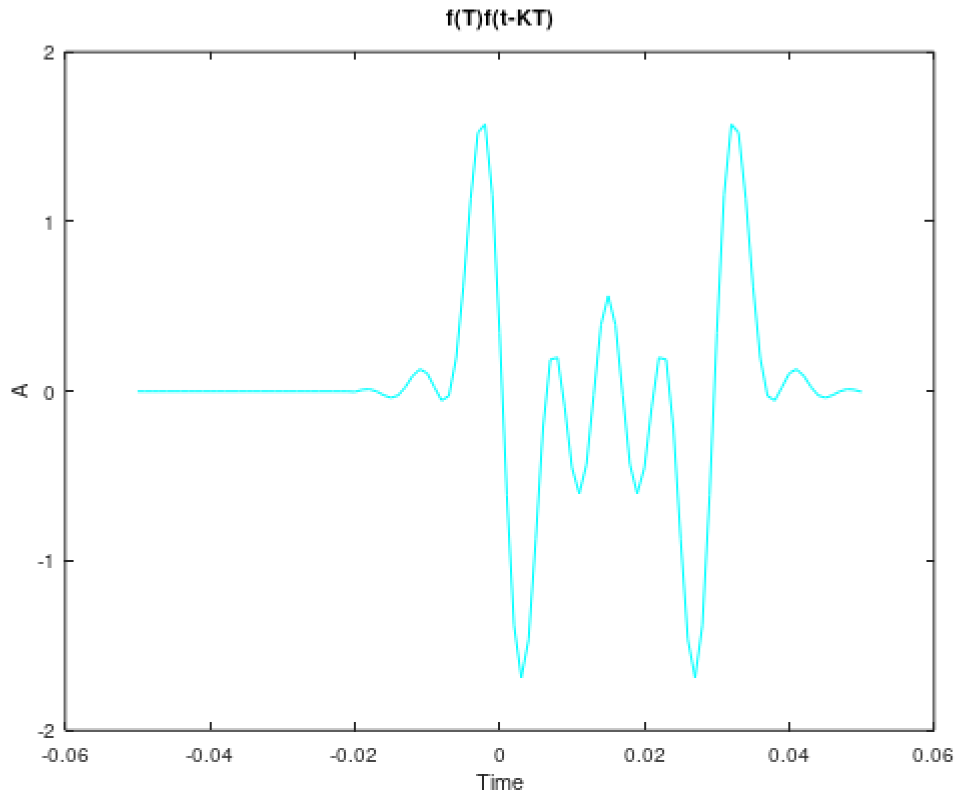
$$k = 1$$



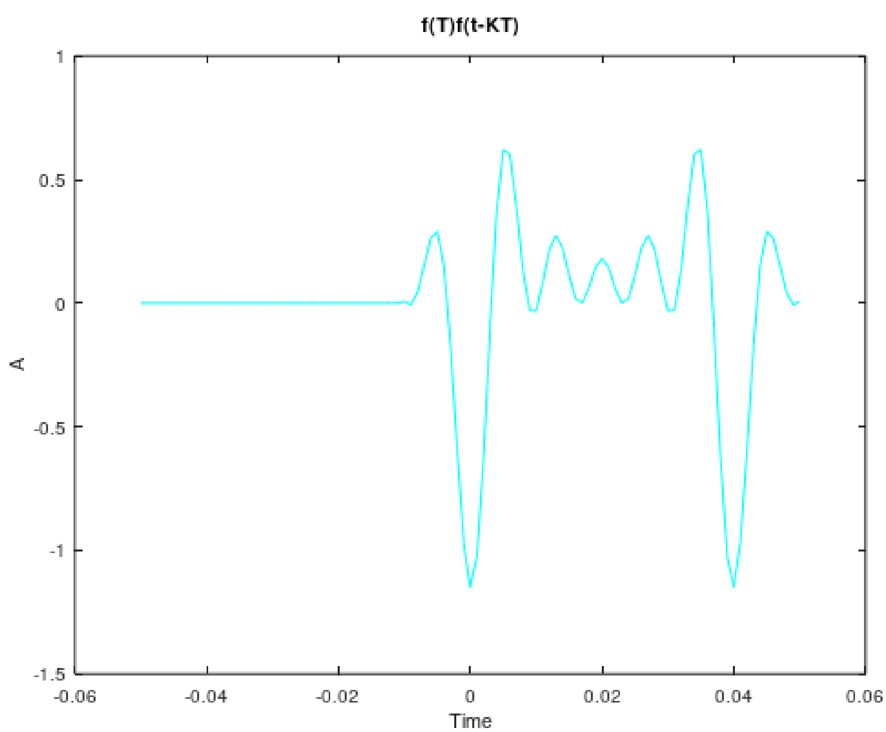
$k = 2$



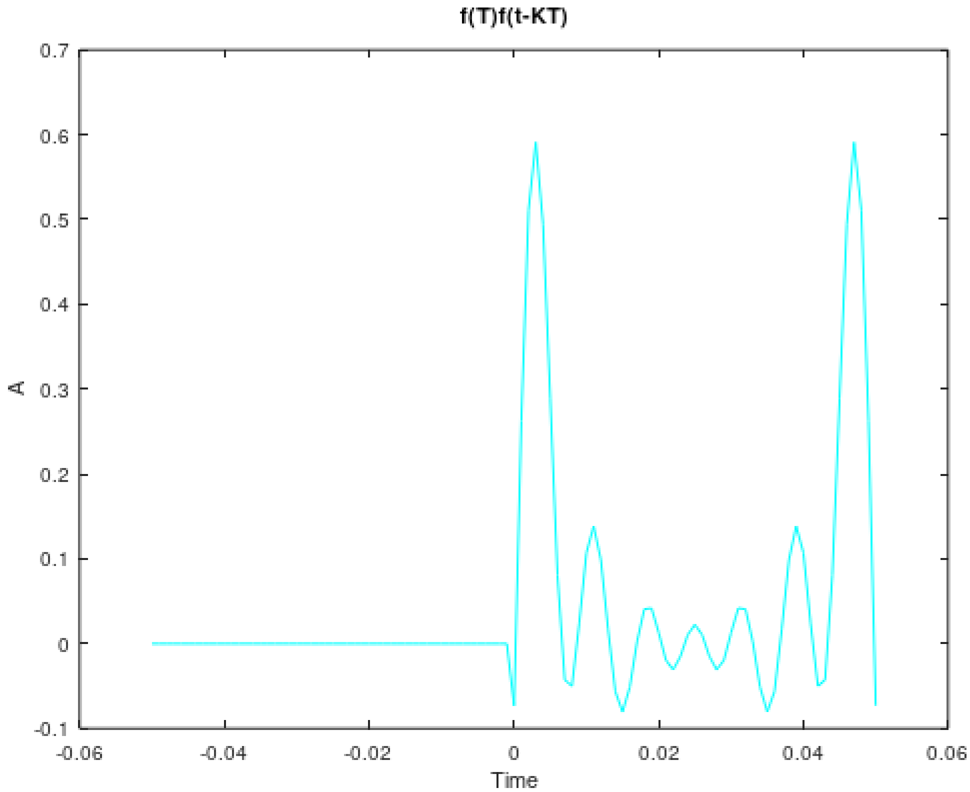
$k = 3$


f(T)f(t-KT)
2
1
0
-1
-2
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

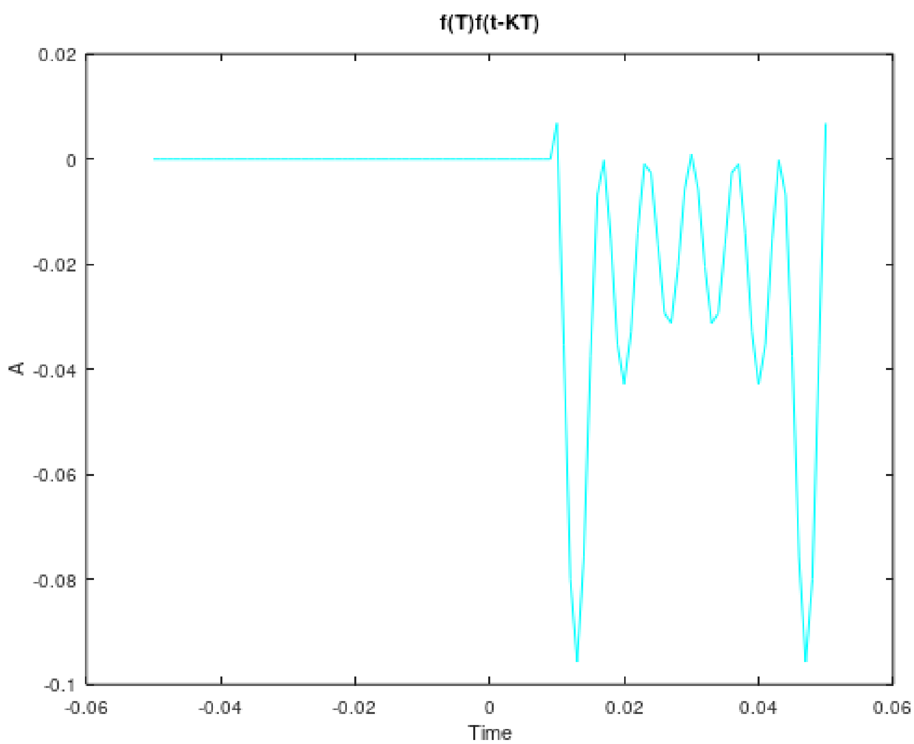
$k = 4$


f(T)f(t-KT)
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

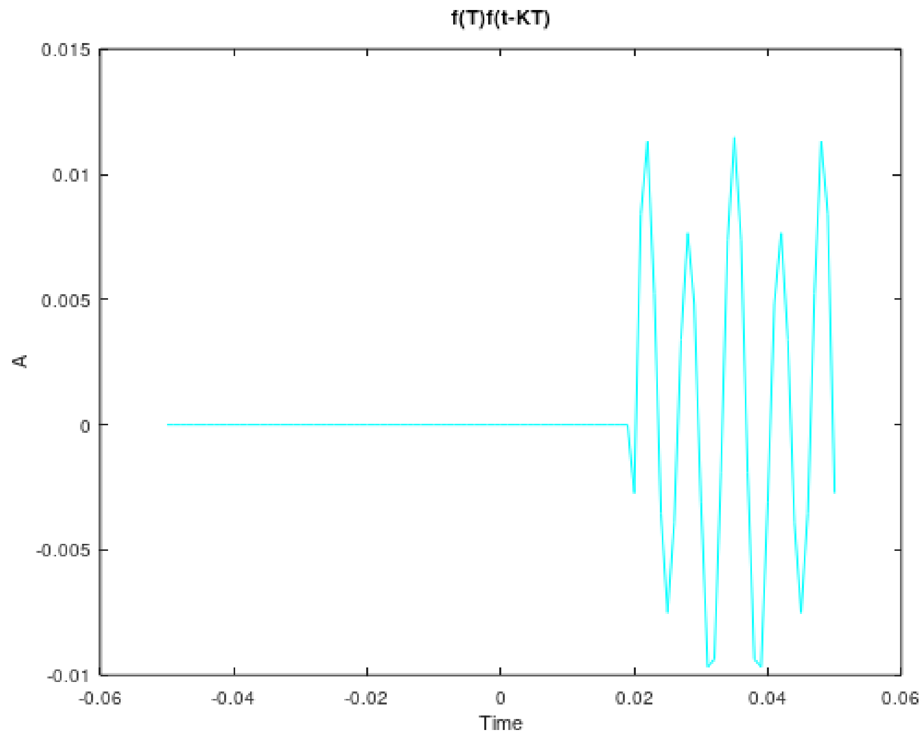
$k = 5$


f(T)f(t-KT)
A
Time
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06

$k = 6$

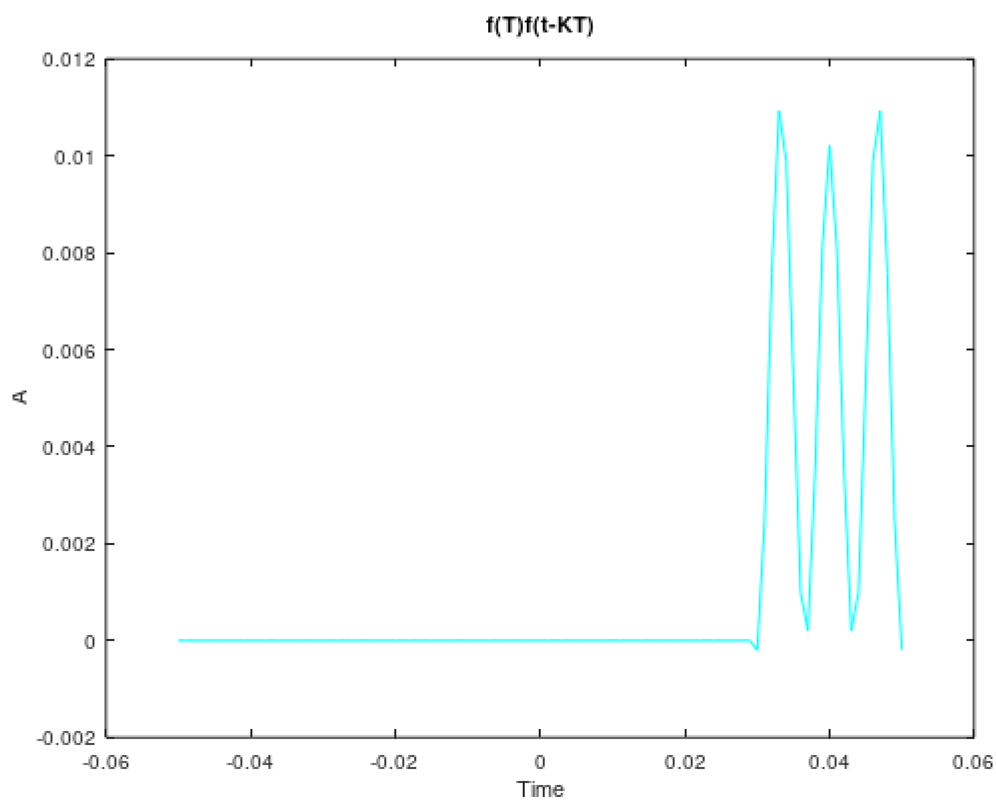

f(T)f(t-KT)
A
Time
0.02
0
-0.02
-0.04
-0.06
-0.08
-0.1
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06

$k = 7$



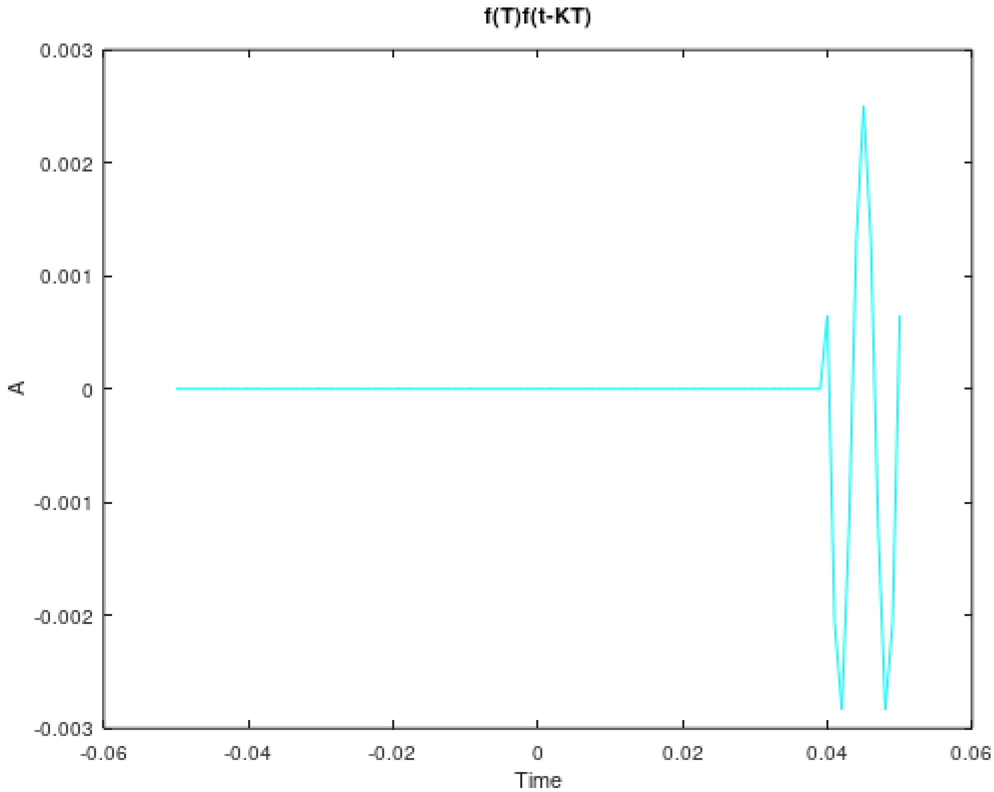
f(T)f(t-KT)
0.015
0.01
0.005
0
-0.005
-0.01
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 8$



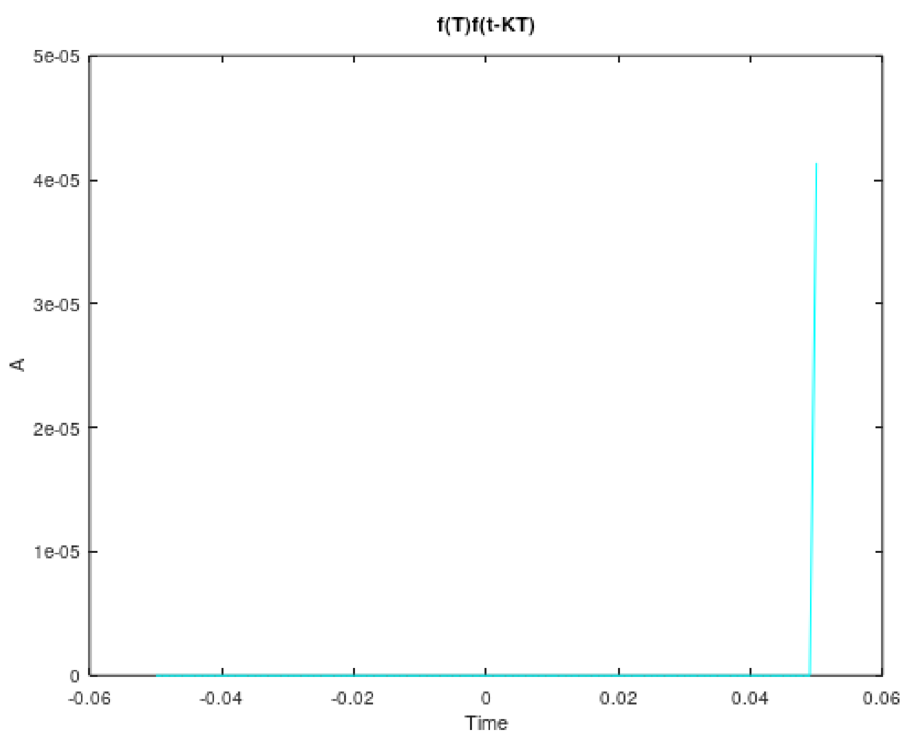
f(T)f(t-KT)
0.012
0.01
0.008
0.006
0.004
0.002
0
-0.002
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 9$



f(T)f(t-KT)
0.003
0.002
0.001
0
-0.001
-0.002
-0.003
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

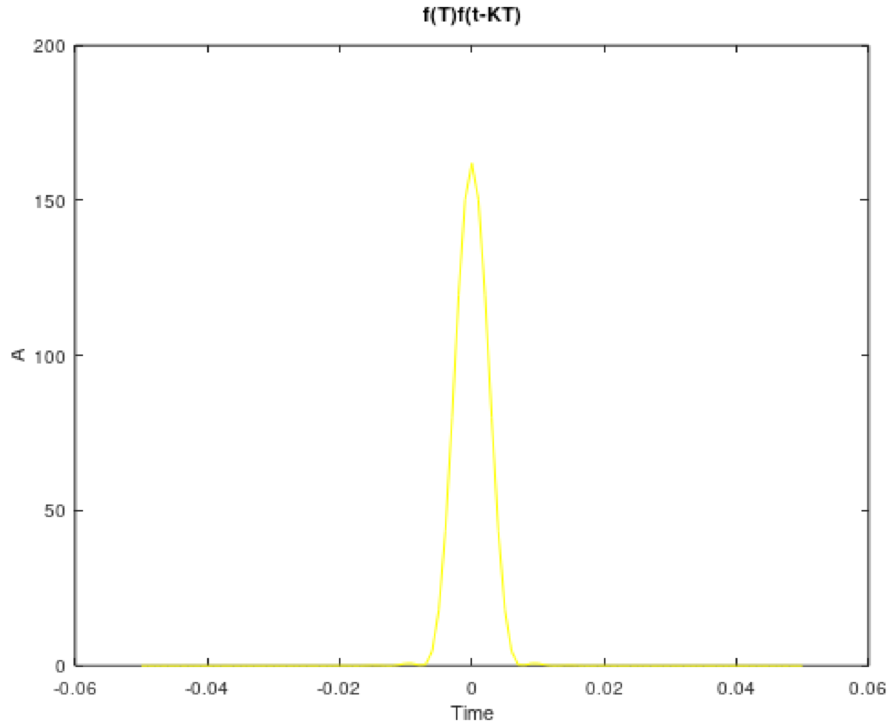
$k = 10$



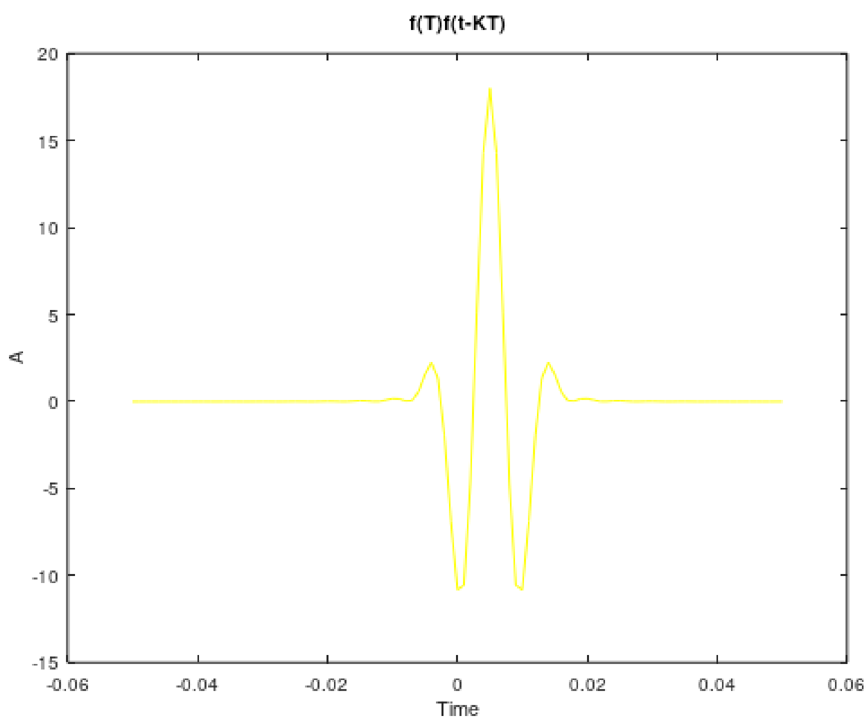
f(T)f(t-KT)
5e-05
4e-05
3e-05
2e-05
1e-05
0
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

Για τον παλμό με $\alpha = 1$:

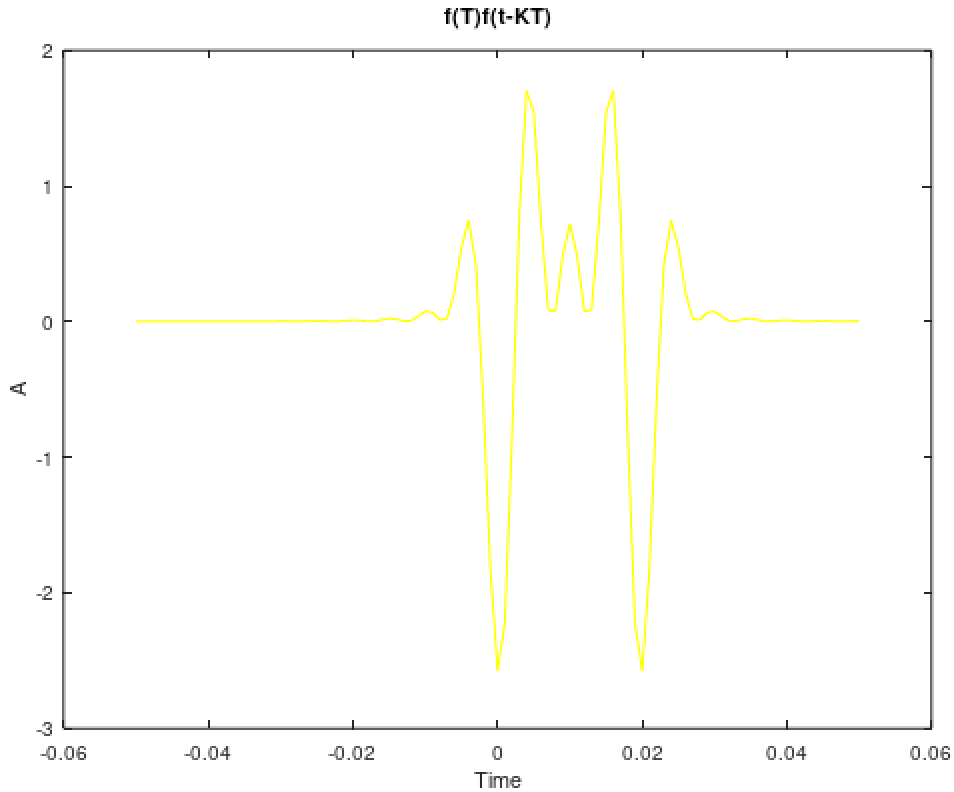
$$k = 0$$



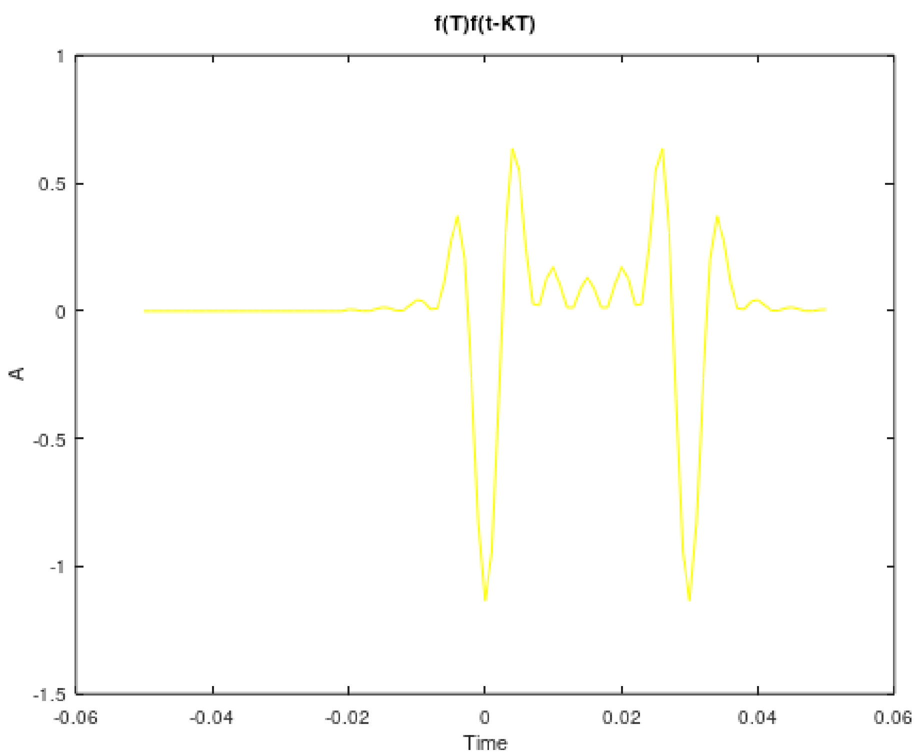
$$k = 1$$



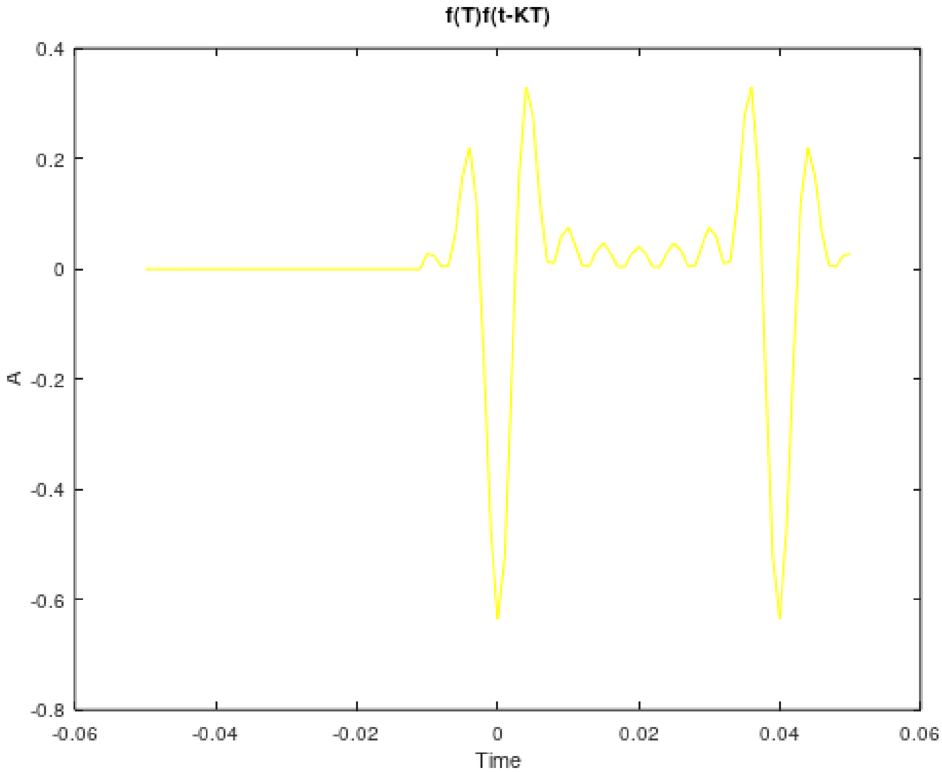
$k = 2$


f(T)f(t-KT)
2
1
0
-1
-2
-3
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 3$

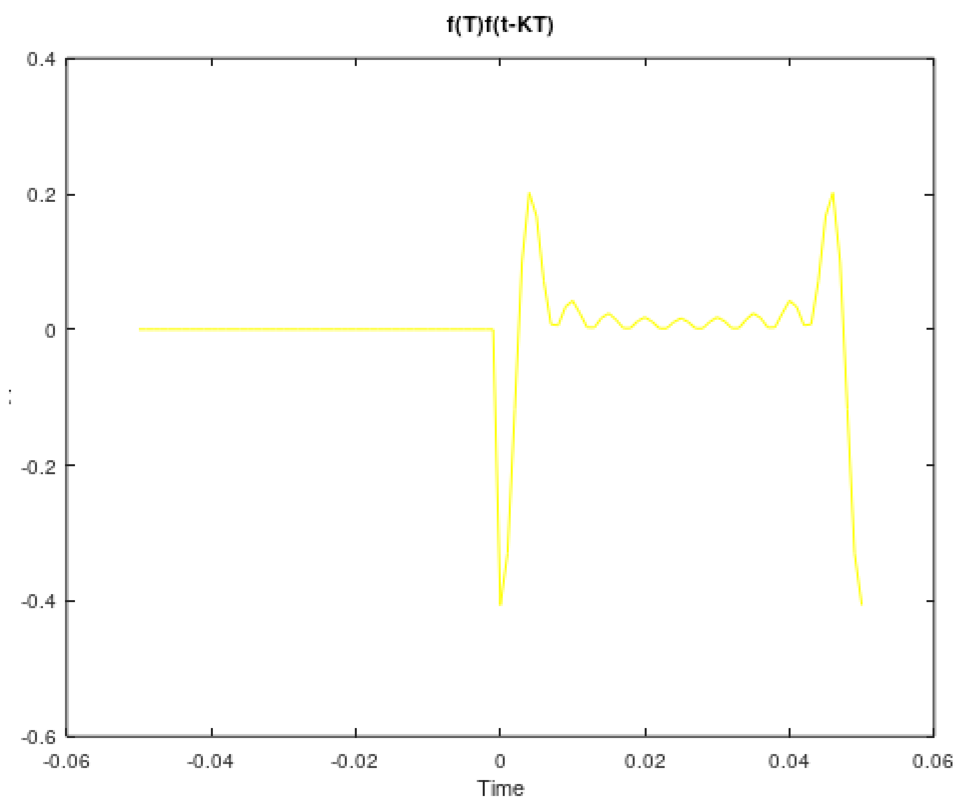

f(T)f(t-KT)
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 4$



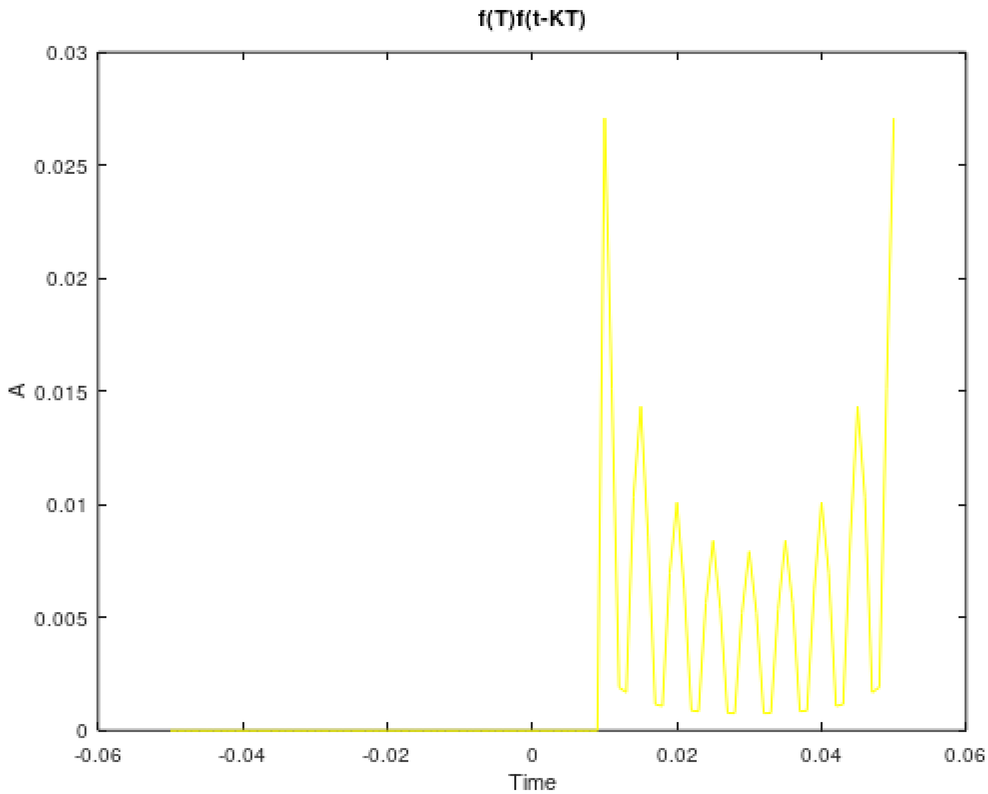
f(T)f(t-KT)
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 5$

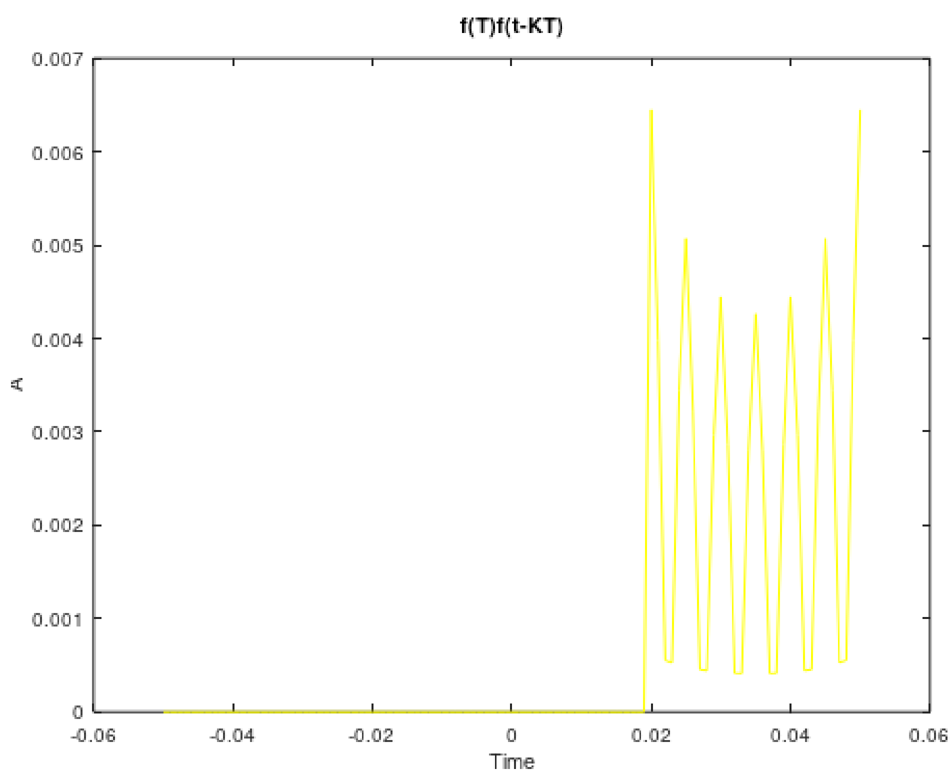


f(T)f(t-KT)
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

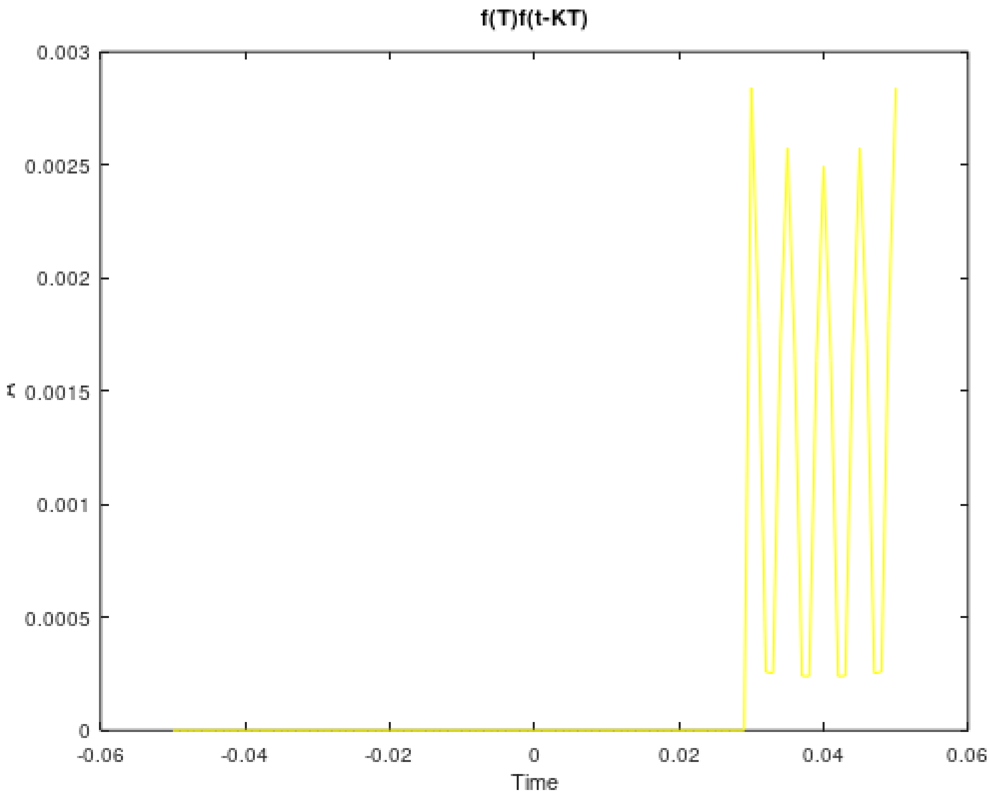
$k = 6$


f(T)f(t-KT)
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

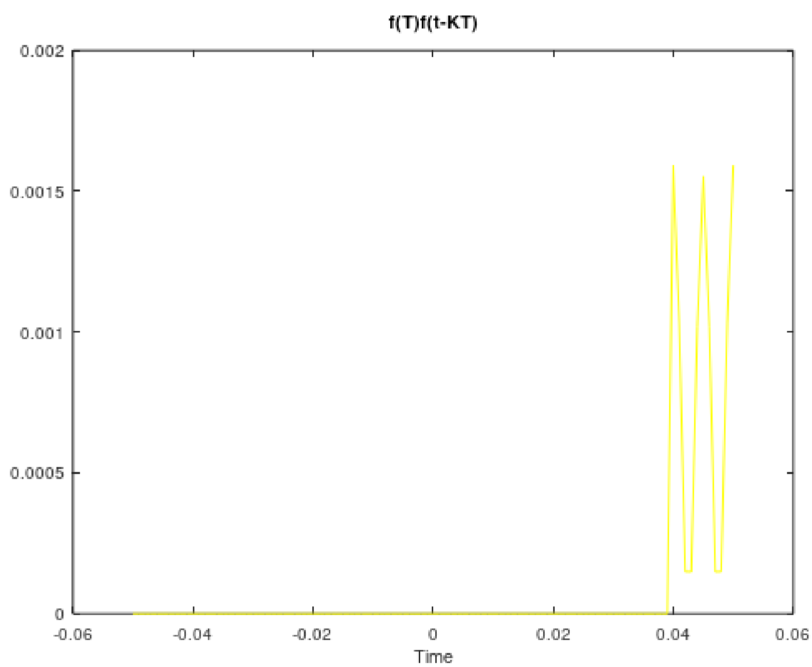
$k = 7$


f(T)f(t-KT)
0.007
0.006
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001
0
A
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 8$

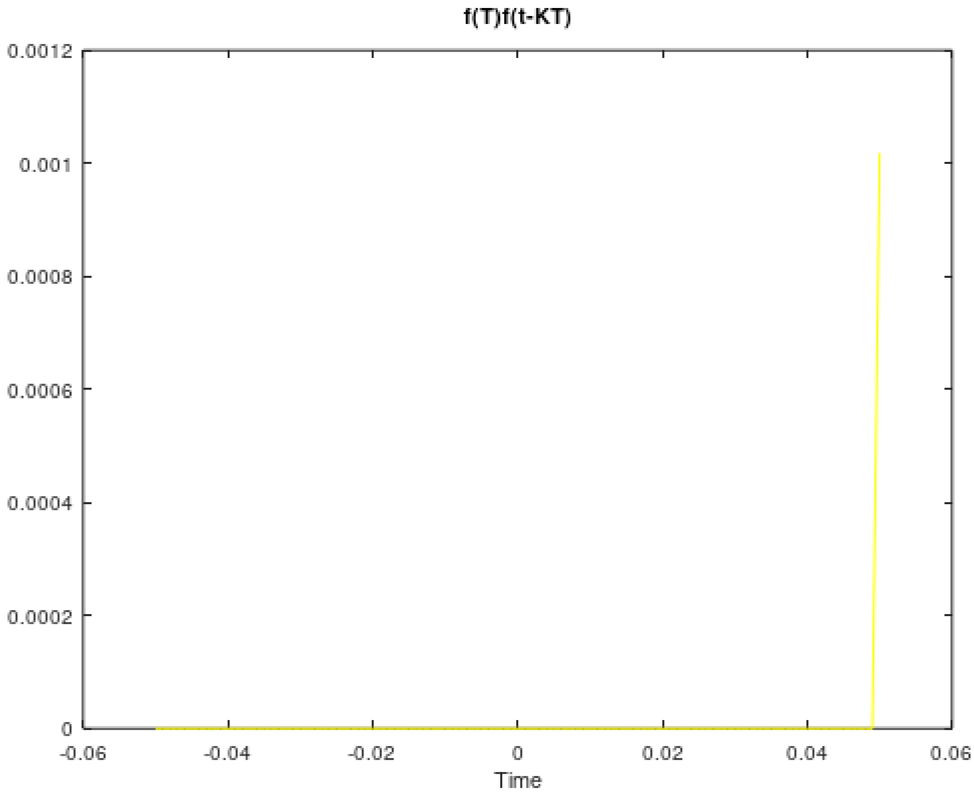

f(T)f(t-KT)
0.003
0.0025
0.002
0.0015
0.001
0.0005
0
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

$k = 9$


f(T)f(t-KT)
0.002
0.0015
0.001
0.0005
0
-0.06
-0.04
-0.02
0
0.02
0.04
0.06
Time

\

$$k = 10$$



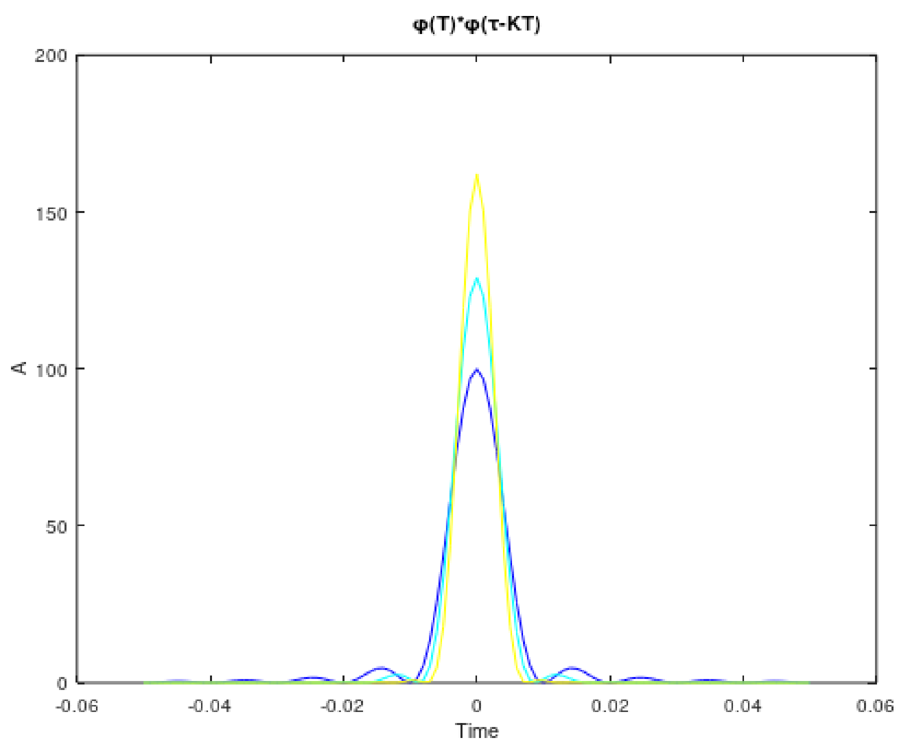
<u>Αποτέλεσμα των ολοκληρωμάτων για όλες τις τιμές του k(από 0 έως 10):</u>

```
First Pulse result
 Columns 1 through 6:

   9.7978e-01   2.2552e-02  -2.5789e-02   3.0774e-02  -4.0221e-02   8.1240e-02

 Columns 7 through 11:

  -2.6814e-02   1.3189e-02  -6.4473e-03   2.5058e-03  -4.0000e-15
Second Pulse result
 Columns 1 through 6:

   9.9993e-01  -7.2284e-06   1.5853e-04   3.4844e-05  -9.1665e-04   4.6304e-03

 Columns 7 through 11:

  -1.1416e-03   2.4572e-05   1.0785e-04  -5.7307e-06   4.1351e-08
Third Pulse result
 Columns 1 through 6:

   9.9998e-01  -2.2124e-05  -3.3230e-05  -5.7614e-05  -1.3955e-04  -1.4078e-04

 Columns 7 through 11:

   2.7303e-04   8.0307e-05   2.8949e-05   9.4409e-06   1.0183e-06
```

Κώδικας (κάθε φορά, οι τιμές του k άλλαζαν χειροκίνητα):

```
% initialization
area1=zeros([1 10]);
area2=zeros([1 10]);
area3=zeros([1 10]);
k=0;
mydelay=k*T;
delayedf1=[zeros(1,Fs*mydelay) f1(1:end-Fs*mydelay)];
delayedf2=[zeros(1,Fs*mydelay) f2(1:end-Fs*mydelay)];
delayedf3=[zeros(1,Fs*mydelay) f3(1:end-Fs*mydelay)];
%%multiplications
mulf1=f1.*delayedf1;
mulf2=f2.*delayedf2;
mulf3=f3.*delayedf3;
%%embadon
area1(1)=sum(mulf1)*Ts;
area2(1)=sum(mulf2)*Ts;
area3(1)=sum(mulf3)*Ts;
%plot product of pulse and its delayed version
figure;
plot(t0,mulf1,'b')
hold on;
plot(t0,mulf2,'c')
plot(t0,mulf3,'y')
title('φ(T)*φ(τ-KT)');
xlabel('Time');
ylabel('A');
hold off;
```

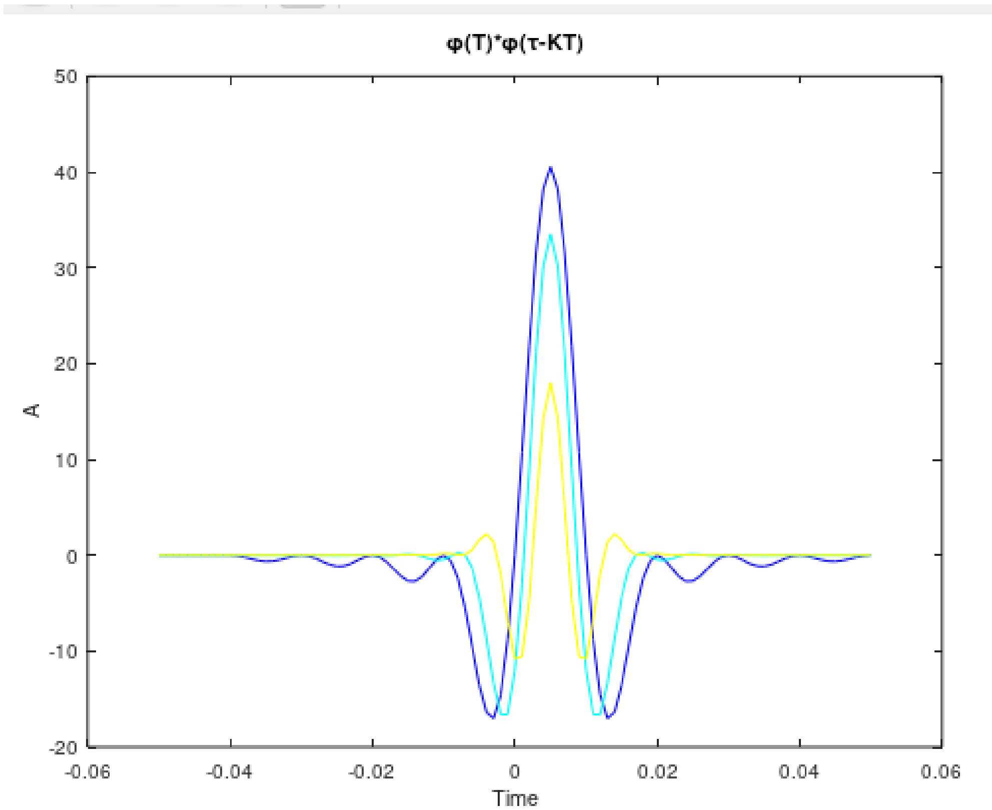
Διαγράμματα για $\mathrm{k} = 0$:



Ολοκλήρωμα για $\mathrm{k} = 0$:

```
First Pulse result
 Columns 1 through 9:

   0.9798        0         0         0         0         0         0         0         0

 Column 10:

        0
Second Pulse result
 Columns 1 through 9:

   0.9999        0         0         0         0         0         0         0         0

 Column 10:

        0
Third Pulse result
 Columns 1 through 9:

   1.0000        0         0         0         0         0         0         0         0

 Column 10:

        0
>> |
```

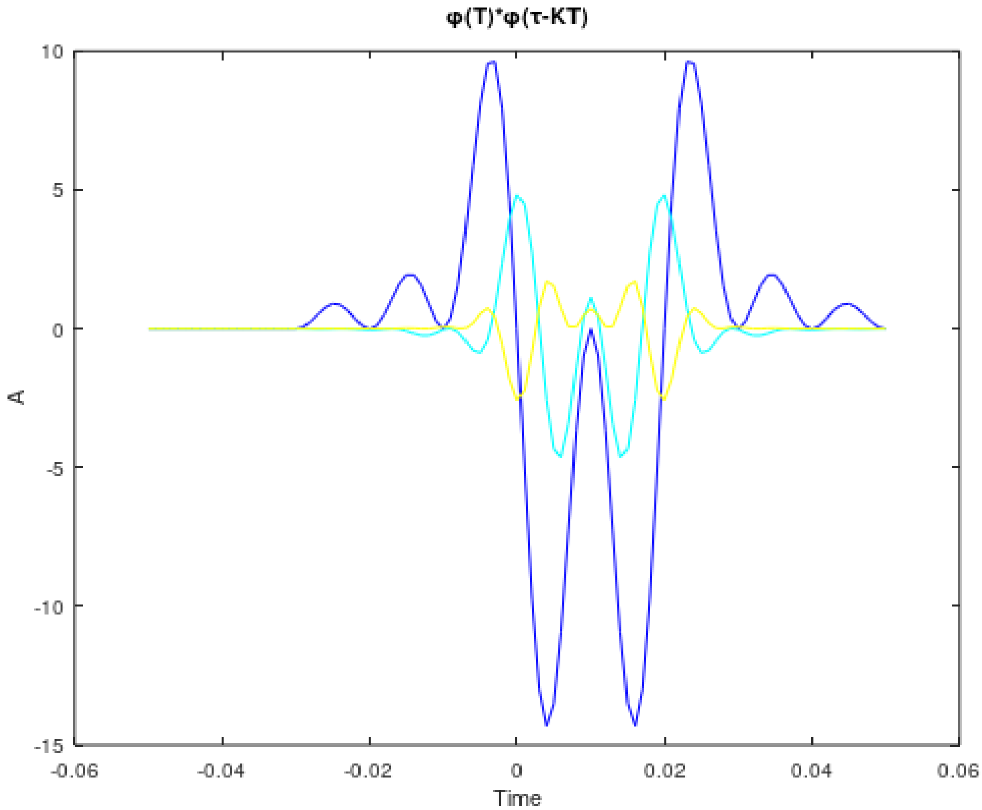
Διαγράμματα για k = 1:



Ολοκλήρωμα για k = 1:

```
First Pulse result
 Columns 1 through 7:

          0   0.022552          0          0          0          0          0

 Columns 8 through 10:

          0          0          0
Second Pulse result
 Columns 1 through 6:

            0  -7.2284e-06            0            0            0            0

 Columns 7 through 10:

            0            0            0            0
Third Pulse result
 Columns 1 through 6:

            0  -2.2124e-05            0            0            0            0

 Columns 7 through 10:

            0            0            0            0
>>
```

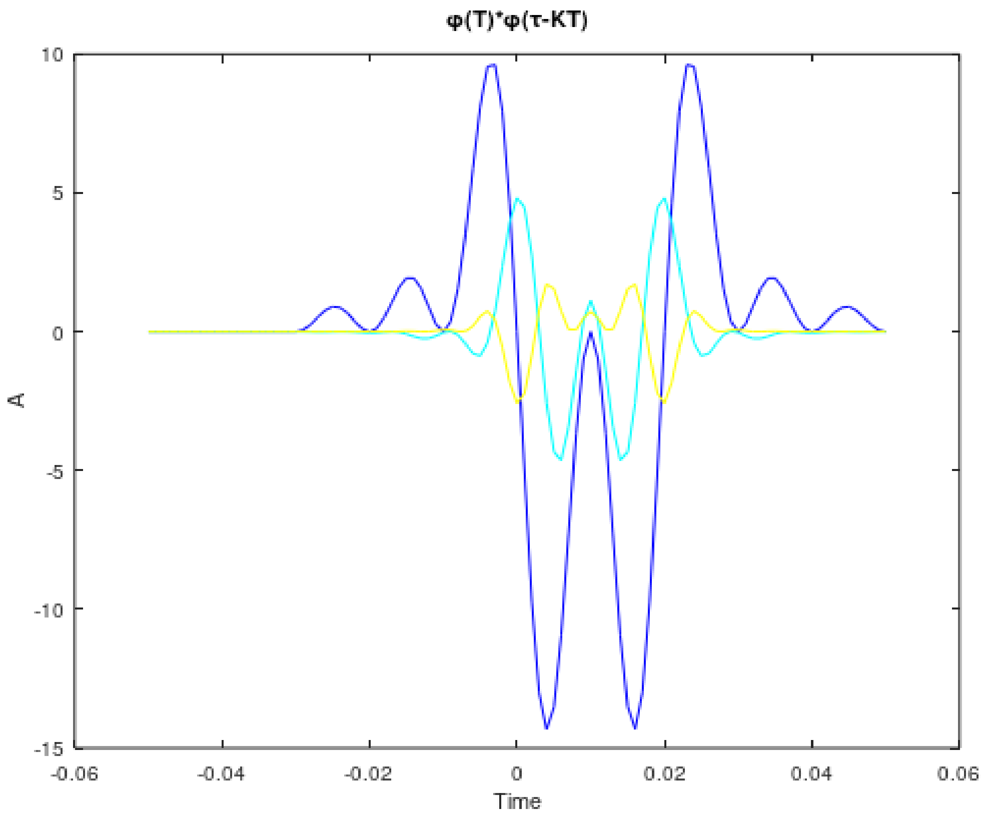
Διαγράμματα για $k = 2$:



Ολοκλήρωμα για $k = 2$:

```
First Pulse result
 Columns 1 through 7:

          0           0   -0.025789           0           0           0           0

 Columns 8 through 10:

          0           0           0
Second Pulse result
 Columns 1 through 6:

            0             0   1.5853e-04             0             0             0

 Columns 7 through 10:

            0             0             0             0
Third Pulse result
 Columns 1 through 6:

            0             0  -3.3230e-05             0             0             0

 Columns 7 through 10:

            0             0             0             0
>>
```

Διαγράμματα για $k = 3$:



Ολοκλήρωμα για $k = 3$:

```
First Pulse result
 Columns 1 through 7:

          0           0           0    0.030774           0           0           0

 Columns 8 through 10:

          0           0           0
Second Pulse result
 Columns 1 through 6:

            0             0             0    3.4844e-05             0             0

 Columns 7 through 10:

            0             0             0             0
Third Pulse result
 Columns 1 through 6:

            0             0             0   -5.7614e-05             0             0

 Columns 7 through 10:

            0             0             0             0
>> |
```

Περιγραφή των αποτελεσμάτων:

Η αρχική μου παρατήρηση είναι ότι καθώς αυξάνω τις τιμές του κ παρατηρώ ξεκάθαρα την μετατόπιση των σημάτων από την αρχική τους τοποθεσία.(Όπως μας ζητάει και η άσκηση χρησιμοποιώ και τους τρείς παλμούς αφού μας λέει η άσκηση για όλα τα α).Επομένως όσο αυξάνεται το κ που θέτω στις παραμέτρους το σήμα ‘μετακινείται’ προς τα δεξιά και μειώνεται και ο χώρος που πιάνει το σήμα μας.

Όπως ξέρουμε από την θεωρία όταν το κ=0 ο χώρος που πιάνει θα πρέπει να είναι 1 στο περίπου κάτι το οποίο βλέπουμε ότι ισχύει. Μία ακόμη επαλήθευση που μας αποδεικνύει ότι τα αποτελέσματα μας είναι αληθοφανής είναι ότι όσο μεγαλύτερο είναι το α(βλέπουμε το κίτρινο μας σήμα) καθώς αυξάνεται η μετατόπιση το σήμα μας καταλαμβάνει λιγότερο χώρο στο διάγραμμα. Επομένως αυτό που περιμένουμε να δούμε στα αποτελέσματά μας είναι η μείωση στις τιμές των ολοκληρωμάτων για το κίτρινο σήμα να είναι μεγαλύτερη. Αυτό σημαίνει ότι για κ=3 παράδειγμα η τιμή θα πρέπει να είναι η μικρότερη για το κίτρινο αμέσως μικρότερη του γαλάζιου και τέλος του μπλε το οποίο επαληθεύεται.(όταν το τρέχω για όλα τα κ βλέπω ότι είναι λίγο πιο ακριβής).

Ερώτημα C)

Περιγραφή της άσκησης:

Στο τρίτο κομμάτι της άσκησης υλοποιήσαμε ένα 2-pam Modulation και υλοποιήσαμε τις συνελίξεις τις οποίες μας ζητούσε.

Πρώτα ερωτήματα:

Αρχικά υλοποιήσαμε την συνάρτηση bits to 2PAM=>

Ουσιαστικά το μόνο που χρειαζόταν να κάνουμε είναι να ελέγχουμε αν τα bits που βάζουμε ως όρισμα αν είναι μηδέν τα κάναμε 1, αλλιώς αν ήταν 1 τα κάναμε -1 με ένα απλό for loop.

Έπειτα, με βάση πάλι τις συναρτήσεις οι οποίες μας δίνονται από την εκφώνηση και θέτοντας σωστά το χρόνο σχεδιάστηκε το σήμα X_delta (σε συνεχή χρόνο). Παρατηρώ όπως αναφέρεται και στα σχόλια του κώδικα ότι όταν έφτιαχνα το διάγραμμα όπως λογικά θα έπρεπε να είναι το διάνυσμα του χρόνου βγαίνει 1X501 και για να κάνουμε plot με X_delta θέλουμε 1X500. Επομένως καταλαβαίνουμε ότι θα έπρεπε να αφαιρέσουμε ένα δείγμα από το τέλος.

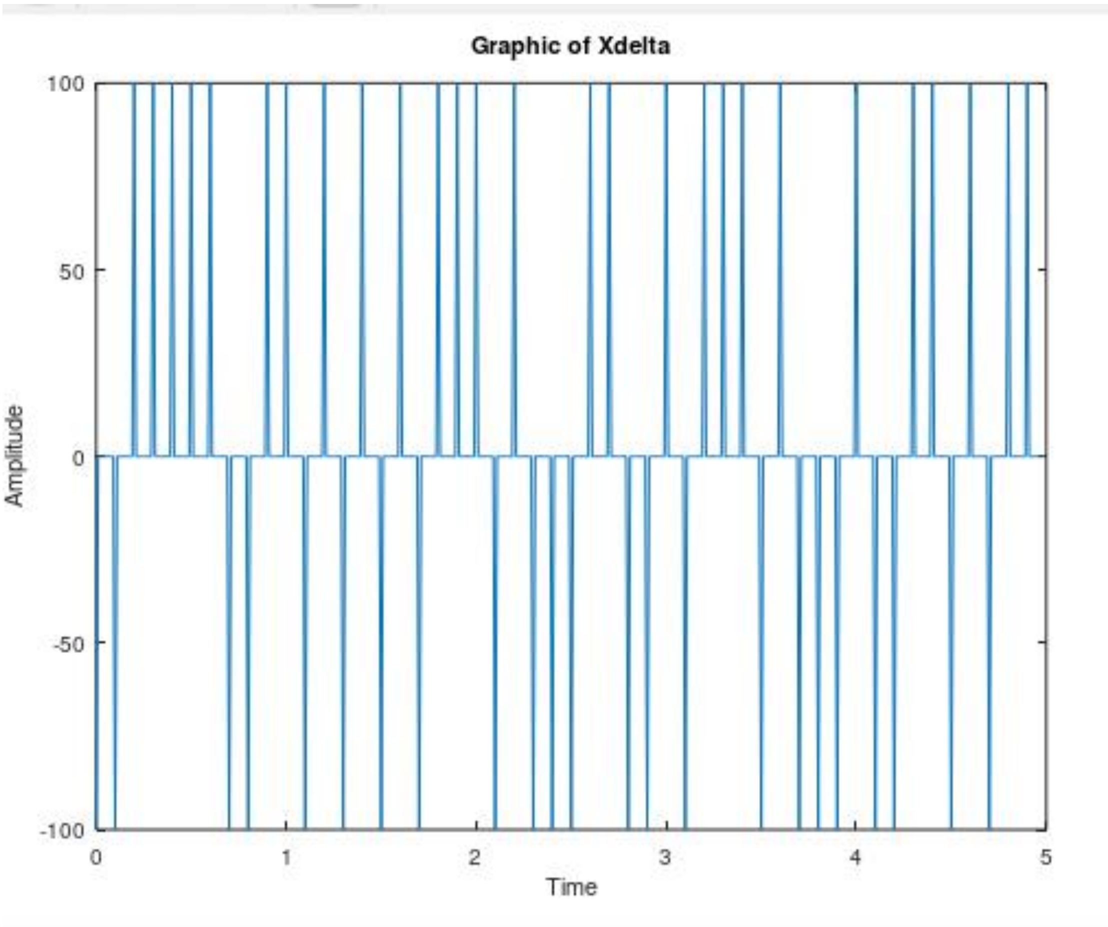
Κώδικας:

```
clear all;
%%variables initiation
T=0.1;
over=10;
Ts=T/over;
a=0.5;
A=5;
N=50;
%%φ(τ) συναρτησεις θέλουμε μόνο αυτήν με το α=0.5
[f1,t1]=srrc_pulse(T,over,A,0.5);
%%Given by the excersice
b = (sign(randn(N, 1)) + 1)/2;
X = bits_to_2PAM(b);
%%upsmapling(again given by the excersice)
Xdelta = 1/Ts*upsample(X,over);
```


```
%%upsmapling(again given by the excersice)
Xdelta = 1/Ts*upsample(X,over);
```


```
%%afoy kaname upsampling me to over ftiaxno to xrono poy einai N*T
%%prepei na afaireso ena bhma Ts apo to telos giati allios
%%einai 1x501(thelo 1X500)
%%Sxediasmos xronoy kai Xdelta
delta_time=[0:Ts:N*T-0.01];
figure;
plot(delta_time,Xdelta);
title('Graphic of Xdelta');
xlabel('Time');
ylabel('Amplitude');
```

Διάγραμμα:



Βλέπουμε τιμές του 100 γιατί στην ουσία έχουμε το $\frac{1}{T_s} = 100$ επομένως επαληθεύουμε ότι δουλεύει σωστά και η συνάρτηση μας καθώς βλέπω μόνο τιμές 100(1) και -100(-1).

Για το επόμενο ερώτημα με όποιον τρόπο και να το κάνω βλέπω ότι δεν παίζει ρόλο.

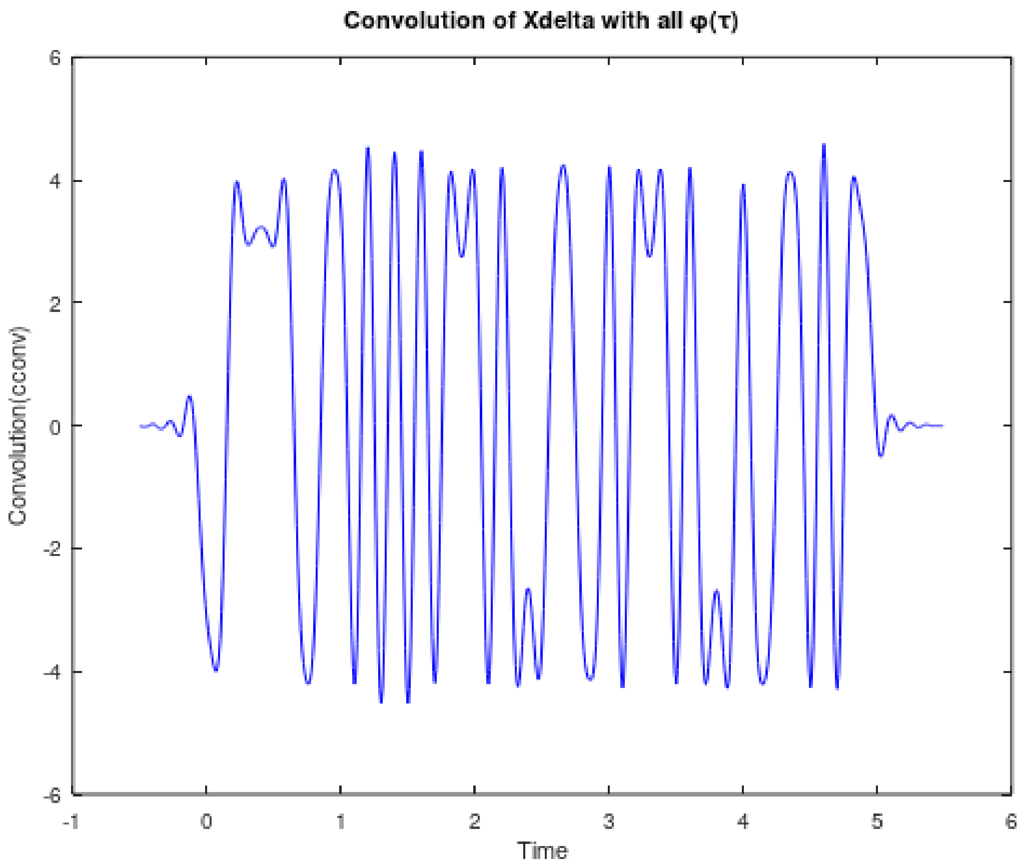
Δεύτερο ερώτημα:

Στο παρακάτω ερώτημα μας ζητήθηκε, αφού οριστεί κατάλληλα ο χρόνος της συνέλιξης όπως είναι γνωστό (με βήμα T_S), να γίνει συνέλιξη του X_delta που υπολογίστηκε προηγουμένως με τον αποκομμένο παλμό για $\alpha = 0.5$.

Κώδικας:

```
%%Convolutions
cconv=conv(f1,Xdelta).*Ts;
%%Time of convolution
tconv=[min(t1)+min(delta_time):Ts:max(t1)+max(delta_time)];
%%Plotting
figure;
plot(tconv,cconv,'b');
title('Convolution of Xdelta with all φ(τ)');
xlabel('Time');
ylabel('Convolution(cconv)');
hold off;
```

Διάγραμμα:

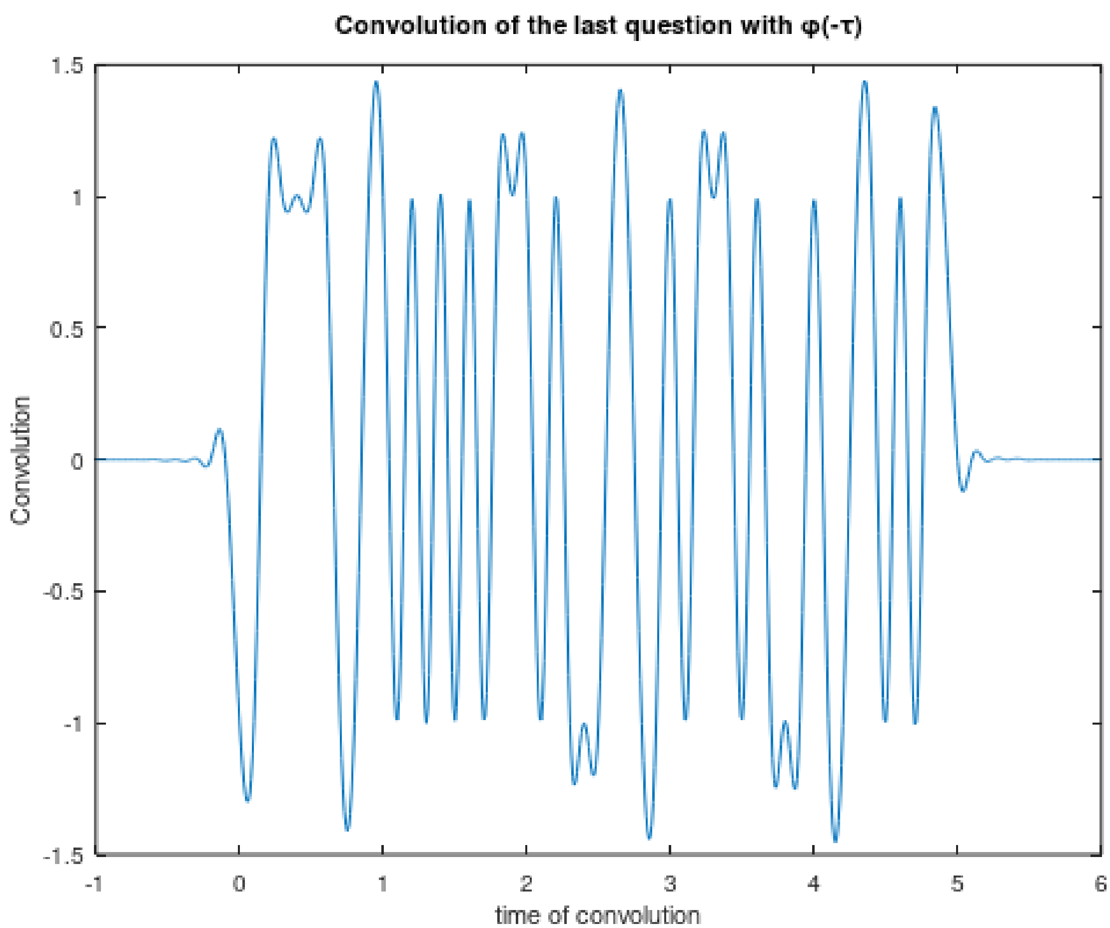


Στην συνέχεια κάνω την συνέλιξη του προηγούμενου σήματος με το φ(-τ).Αυτό που περιμένω είναι να δώ περίπου το μισό σήμα, αφού γίνεται από διαμόρφωση. (Χρειάζεται κανονικοποιήση).

Κώδικας:

```
%%plotting me to antistrofo
%%mporo kai me fliplr
tl_rev=fliplr(tl);
fl_rev=fliplr(fl);
newconv=conv(cconv,fl_rev)*Ts;
newtconv=[min(tconv)+min(tl_rev):Ts:max(tconv)+max(tl_rev)];
%%plotting
figure;
plot(newtconv,newconv);
title('Convolution of the last question with φ(-τ)');
xlabel('time of convolution');
ylabel('Convolution');
```

Διάγραμμα:



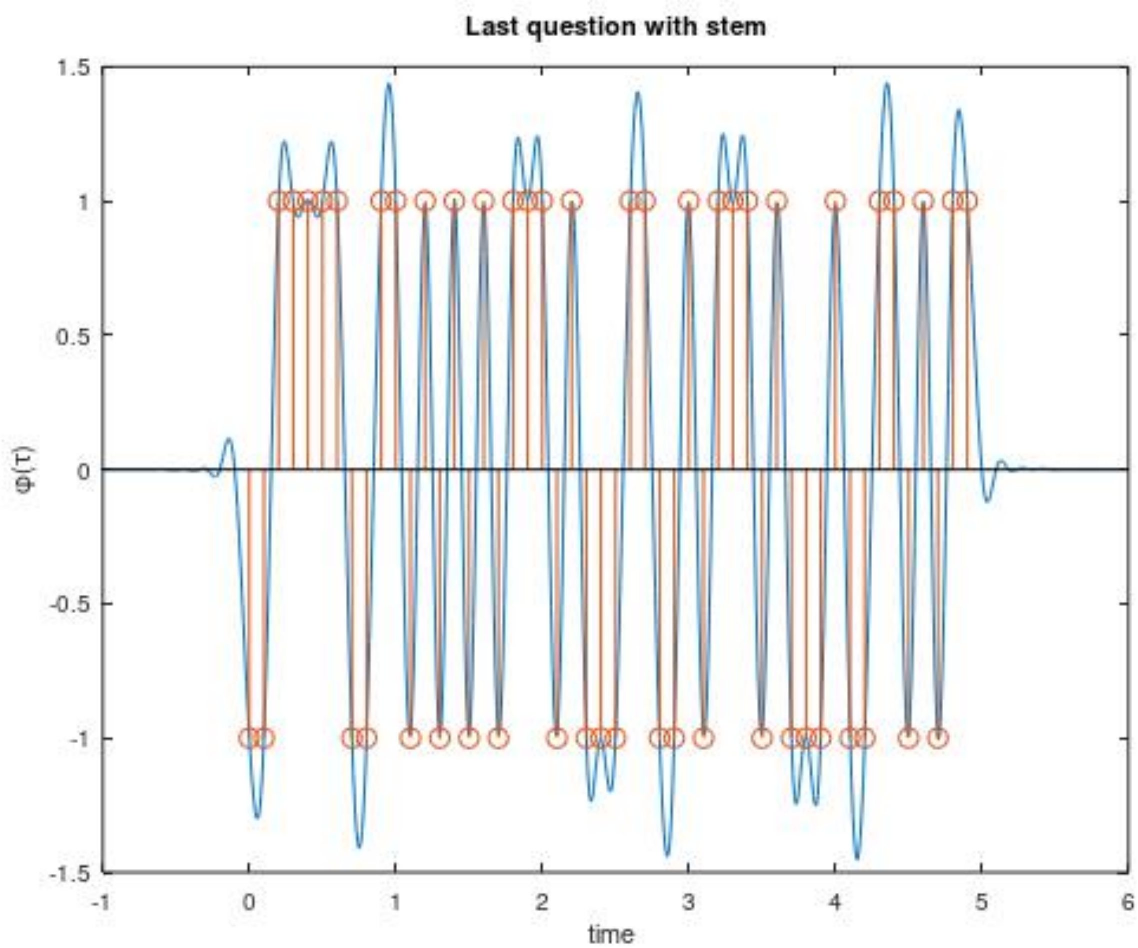
Περιγραφή του τελευταίου ερωτήματος:

Στο τελευταίο ερώτημα με την δεδομένη εντολή της άσκησης μπορεί, εν τέλει, να επιβεβαιωθεί ότι η δειγματοληψία έχει γίνει σωστά.

Κώδικας του τελευταίου ερωτήματος:

```
f=figure;
plot(newtconv,newconv);
hold on;
stem([0:N-1]*T,X);
title('Last question with stem');
xlabel('time ');
ylabel('φ(τ)');
hold off;
```

Διάγραμμα:



Παρατηρήσεις:

Παρατηρώ ότι για τις δειγματοληψίες για κάθε τιμή του k τα stem συμπίπτουν πάνω σε ένα σημείο της γραφικής παράστασης, πράγμα που σημαίνει ότι η δειγματοληψία είναι σωστή.

Λόγω της ορθοκανονικότητας παρατηρούμε ότι η δειγματοληψία κινείται πάνω στα ίδια πλαίσια με την προηγούμενη. Επίσης, κάθε κορυφή συμπίπτει με το σύμβολο (με ένα σημείο της γραφικής).