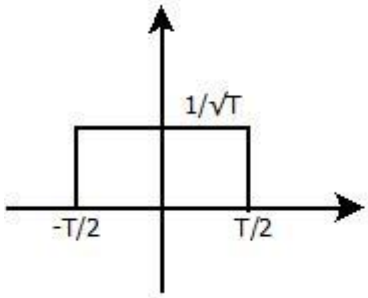
ΤΗΛ 301 Διδάσκων Α. Λιάβας

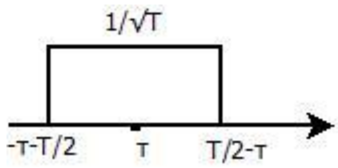
Αναφορά 1ης Εργασίας Πρινίτης Πολύδωρος 2018030098
Λεοντής Παναγιώτης 2018030099

Ερώτημα Θ.1

$$\varphi(t) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{T}}, & -\frac{T}{2} \le t \le \frac{T}{2} \\ 0, & \alpha\lambda\lambda\iota\acute{\omega}\varsigma \end{cases}$$

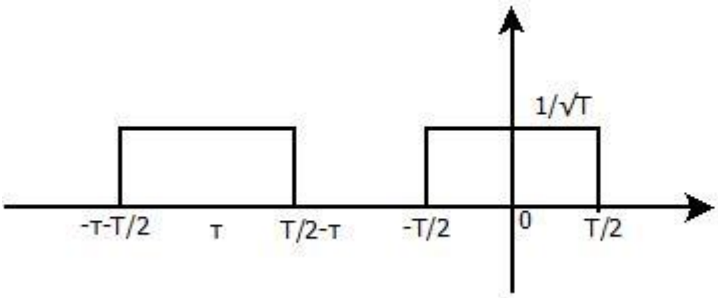


$$\varphi(t+\tau) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{T}}, & -\frac{T}{2} - \tau \le t \le \frac{T}{2} - \tau \\ 0, & \alpha\lambda\lambda\iota\acute{\omega}\varsigma \end{cases}$$



Ο τύπος της συνάρτησης αυτομοιότητας είναι: $R\varphi\varphi(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\tau+t)\varphi(t)dt$

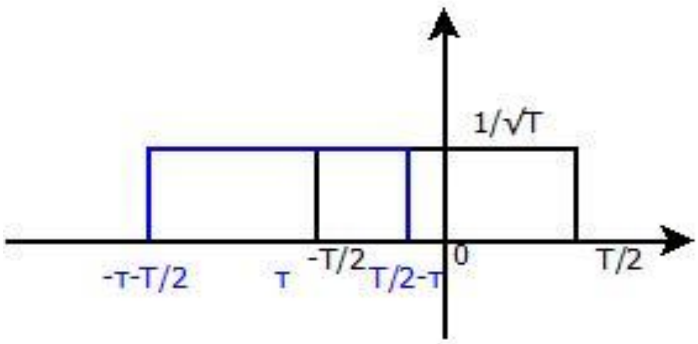
1η περίπτωση



$$-\tau + \frac{T}{2} < -\frac{T}{2} \Leftrightarrow \tau > T$$

$$R\varphi\varphi(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\tau+t)\varphi(t)dt = 0$$

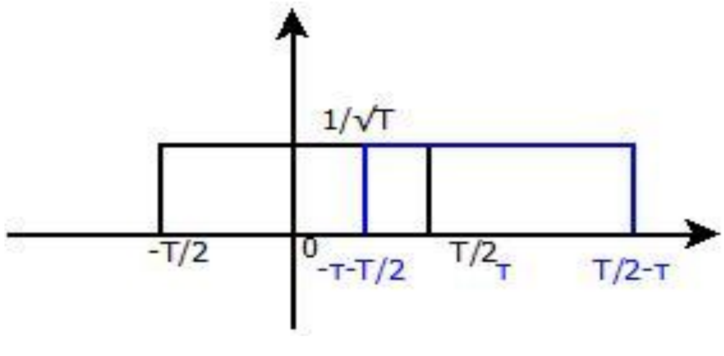
2^{η} περίπτωση



$$-\tau+\frac{T}{2}>-\frac{T}{2}\Leftrightarrow\tau<T \qquad \kappa\alpha\iota \qquad -\tau+\frac{T}{2}<\frac{T}{2}\Leftrightarrow\tau>0$$

$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\tau+t)\varphi(t)dt=\int_{-T/2}^{-\tau+T/2}\frac{1}{\sqrt{T}}\times\frac{1}{\sqrt{T}}dt=\int_{-T/2}^{-\tau+T/2}\frac{1}{T}dt=\frac{\frac{T}{2}-\tau}{T}-\frac{-\frac{T}{2}}{T}$$
$$=1-\frac{\tau}{T}$$

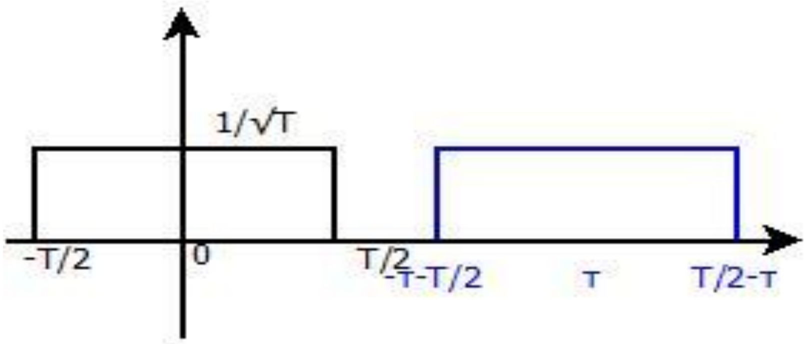
3^{η} περίπτωση



$$-\tau-\frac{T}{2}>-\frac{T}{2}\Leftrightarrow\tau\geq -T \qquad \kappa\alpha\iota \qquad -\tau+\frac{T}{2}\geq\frac{T}{2}\Leftrightarrow\tau\leq 0$$

$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\tau+t)\varphi(t)dt=\int_{-\tau-T/2}^{T/2}\frac{1}{\sqrt{T}}\times\frac{1}{\sqrt{T}}dt=\int_{-\tau-T/2}^{T/2}\frac{1}{T}dt=\frac{\frac{T}{2}-(-\tau-\frac{T}{2})}{T}$$
$$=\frac{T+\tau}{T}=1+\frac{\tau}{T}$$

4η περίπτωση



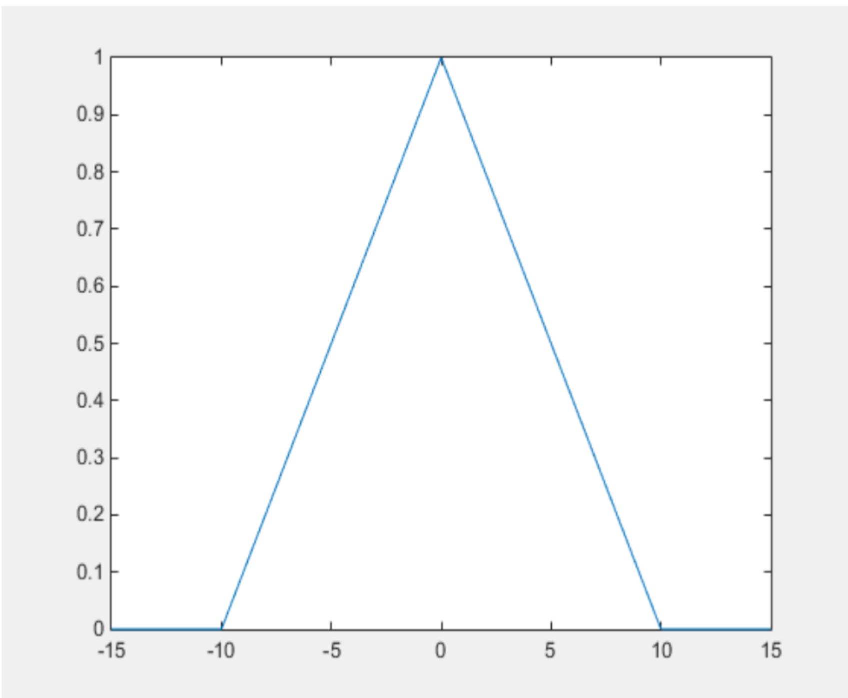
$$-\tau - \frac{T}{2} > \frac{T}{2} \Leftrightarrow \tau < -T$$

$$R\varphi\varphi(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\tau + t)\varphi(t)dt = 0$$

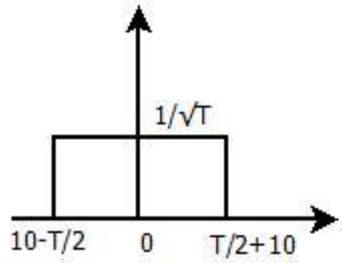
Τελικά έχουμε $R\varphi\varphi(\tau) \begin{cases} 1 - \frac{\tau}{T}, \ \gamma\iota\alpha\ 0 < \tau < T \\ 1 + \frac{\tau}{T}, \gamma\iota\alpha - T \leq \tau \leq 0 \\ 0, \qquad \alpha\lambda\lambda o\acute{\upsilon} \end{cases}$

Παρατηρούμε πως η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει η συνάρτηση αυτομοιότητας είναι 1 και αυτό συμβαίνει για τα=0. Λογικό αφού τότε δεν έχουμε μετατόπιση και οι δύο συναρτήσεις ταυτίζονται.

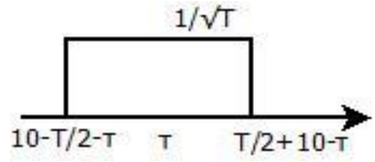
Παρατίθεται το διάγραμμα Rφφ(τ) για ενδεικτικό T=10



Ερώτημα Θ.2



$$\varphi(t-10)=\begin{cases}\dfrac{1}{\sqrt{T}}, & 10-\dfrac{T}{2}\le t\le 10+\dfrac{T}{2}\\ 0, & \alpha\lambda\lambda\iota\acute{\omega}\varsigma\end{cases}$$



$$\varphi(t-10\ +\tau)=\begin{cases}\dfrac{1}{\sqrt{T}}, & 10-\dfrac{T}{2}-\tau\le t\le 10+\dfrac{T}{2}-\tau\\ 0, & \alpha\lambda\lambda\iota\acute{\omega}\varsigma\end{cases}$$

Για λόγους απλοποίησης δεν θα συμπεριλάβουμε τα σχήματα καθώς ακολουθούμε την ίδια διαδικασία με το ερώτημα Θ.1 αλλά με διαφορετικά άκρα.

<u>1η περίπτωση</u>

$$10-\tau+\frac{T}{2}<10-\frac{T}{2}\Leftrightarrow \tau>T$$

$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(t-10)\varphi(t-10+\tau)dt=0$$

<u>2η περίπτωση</u>

$$10-\tau+\frac{T}{2}\ge 10-\frac{T}{2}\Leftrightarrow \tau\le \mathrm{T}\qquad \text{και}\qquad \frac{\mathrm{T}}{2}+10-\tau\le\frac{\mathrm{T}}{2}+10\Leftrightarrow\tau\ge 0$$

$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(t-10)\varphi(t-10+\tau)dt=\int_{10-T/2}^{10-\tau+T/2}\frac{1}{\sqrt{T}}\times\frac{1}{\sqrt{T}}dt=\int_{10-T/2}^{10-\tau+T/2}\frac{1}{T}dt$$

$$=\ \frac{10-\tau+\frac{T}{2}-10+\frac{T}{2}}{T}=\frac{T-\tau}{T}\ =1-\ \frac{\tau}{T}$$

<u>3η περίπτωση</u>

$$10-\tau+\frac{T}{2}\ge 10+\frac{T}{2}\Leftrightarrow \tau\le 0\qquad \kappa\alpha\iota\qquad 10-\tau-\frac{T}{2}\le 10+\frac{T}{2}\Leftrightarrow \tau\ge -\mathrm{T}$$

$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(t-10)\varphi(t-10+\tau)dt=\int_{10-\tau-T/2}^{10+T/2}\frac{1}{\sqrt{T}}\times\frac{1}{\sqrt{T}}dt=\int_{10-\tau-T/2}^{10+T/2}\frac{1}{T}dt$$

$$=\ \frac{10+\frac{T}{2}-10+\tau+\frac{T}{2}}{T}=\frac{T+\tau}{T}\ =1+\ \frac{\tau}{T}$$

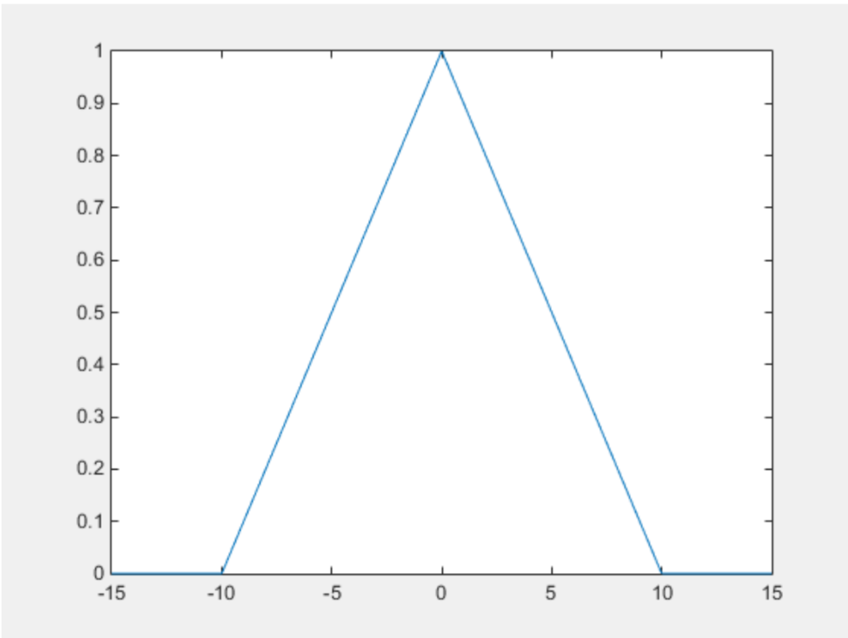
4η περίπτωση

$$10 - \tau - \frac{T}{2} \geq 10 + \frac{T}{2} \Leftrightarrow \tau \leq -\mathrm{T}$$

$$R\varphi\varphi(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(t-10)\varphi(t-10+\tau)dt = 0$$

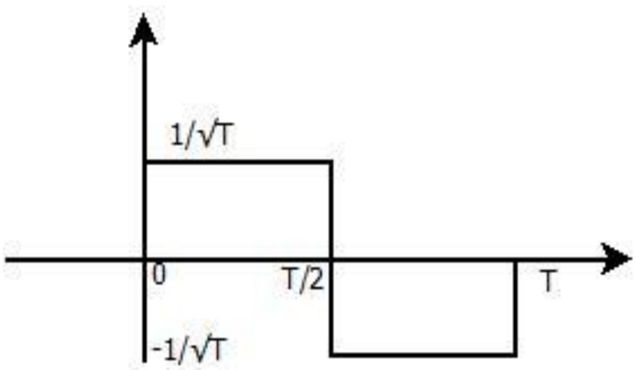
Τελικά έχουμε $R\varphi\varphi(\tau) \begin{cases} 1 - \frac{\tau}{T},\ \gamma\iota\alpha\ 0 \leq \tau \leq T \\ 1 + \frac{\tau}{T}, \gamma\iota\alpha - T \leq \tau \leq 0 \\ 0, \quad \alpha\lambda\lambda o\acute{\upsilon} \end{cases}$

Παρατίθεται το διάγραμμα Rφφ(τ) για ενδεικτικό T=10

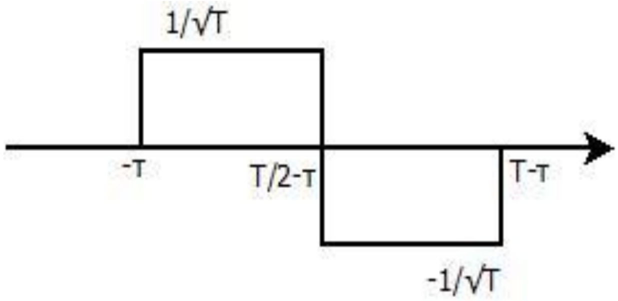


Ερώτημα Θ.3

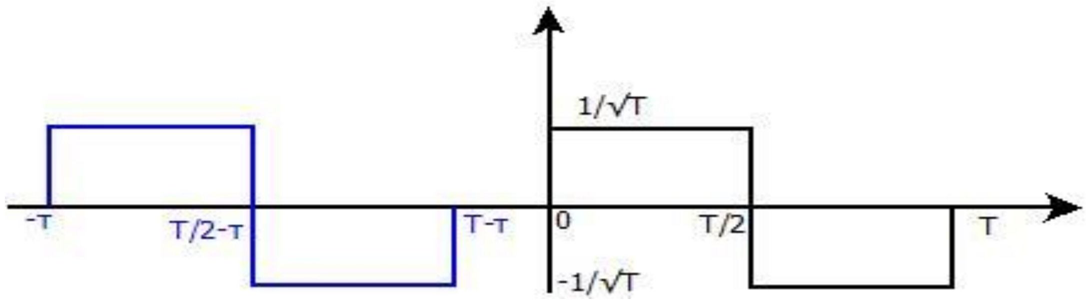
$$\varphi(t) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{T}}, & 0 \leq t \leq \frac{T}{2} \\ -\frac{1}{\sqrt{T}}, & \frac{T}{2} \leq t \leq T \\ 0, & \alpha\lambda\lambda\iota\acute{\omega}\varsigma \end{cases}$$



$$\varphi(t+\tau)=\begin{cases}\frac{1}{\sqrt{T}}, & -\tau\le t\le \frac{T}{2}-\tau\\ -\frac{1}{\sqrt{T}}, & \frac{T}{2}-\tau\le t\le T-\tau\\ 0, & \alpha\lambda\lambda\iota\acute{\omega}\varsigma\end{cases}$$



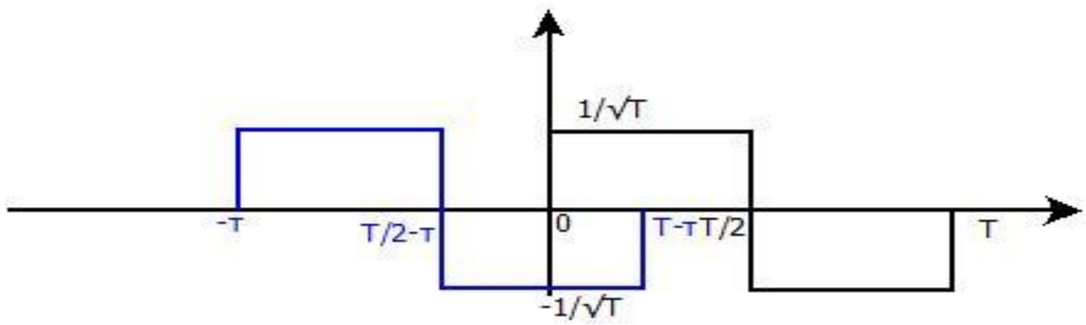
1η περίπτωση



$$T-\tau<0 \Leftrightarrow \tau>\mathrm{T}$$

$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\tau+t)\varphi(t)dt=0$$

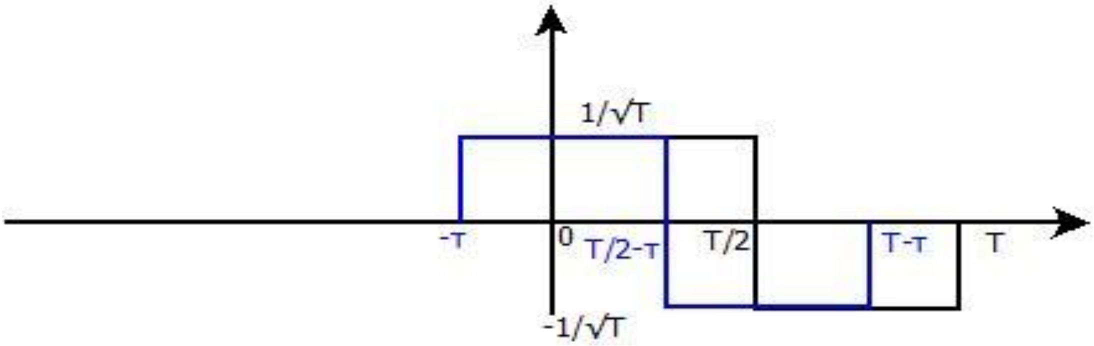
2η περίπτωση



$$T-\tau\le\frac{T}{2}\Leftrightarrow \tau\ge\frac{\mathrm{T}}{2}\kappa\alpha\iota \quad T-\tau>0\Leftrightarrow \tau\le \mathrm{T}$$

$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(t)\varphi(\tau+t)dt=\int_{0}^{T-\tau}\frac{1}{\sqrt{T}}\times\left(-\frac{1}{\sqrt{T}}\right)dt=\int_{0}^{T-\tau}-\frac{1}{T}dt=-\frac{T-\tau}{T}$$
$$=\frac{\tau}{T}-1$$

3η περίπτωση



$$\frac{T}{2} \leq T - \tau \leq T \Leftrightarrow 0 \leq \tau \leq \frac{\mathrm{T}}{2}$$

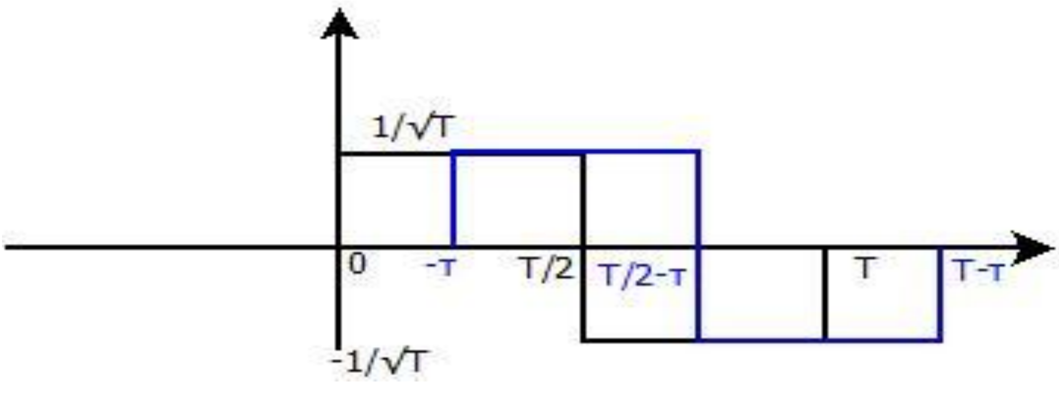
$$R\varphi\varphi(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(t)\varphi(\tau + t)dt$$

$$= \int_{0}^{\frac{T}{2}-\tau} \frac{1}{\sqrt{T}} \times \frac{1}{\sqrt{T}} dt + \int_{\frac{T}{2}-\tau}^{\frac{T}{2}} \frac{1}{\sqrt{T}} \times \left(-\frac{1}{\sqrt{T}}\right) dt + \int_{\frac{T}{2}}^{T-\tau} \left(-\frac{1}{\sqrt{T}}\right) \times \left(-\frac{1}{\sqrt{T}}\right) dt$$

$$= \int_{0}^{\frac{T}{2}-\tau} \frac{1}{T} dt - \int_{\frac{T}{2}-\tau}^{\frac{T}{2}} \frac{1}{T} dt + \int_{\frac{T}{2}}^{T-\tau} \frac{1}{T} dt = \frac{\frac{T}{2} - \tau - \left(\frac{T}{2} - \frac{T}{2} + \tau\right) + T - \tau - \frac{T}{2}}{T}$$

$$= \frac{T - 3\tau}{T} = 1 - \frac{3\tau}{T}$$

4η περίπτωση



$$\frac{T}{2} \leq \frac{T}{2} - \tau \leq T \Leftrightarrow -\frac{\mathrm{T}}{2} \leq \tau \leq 0$$

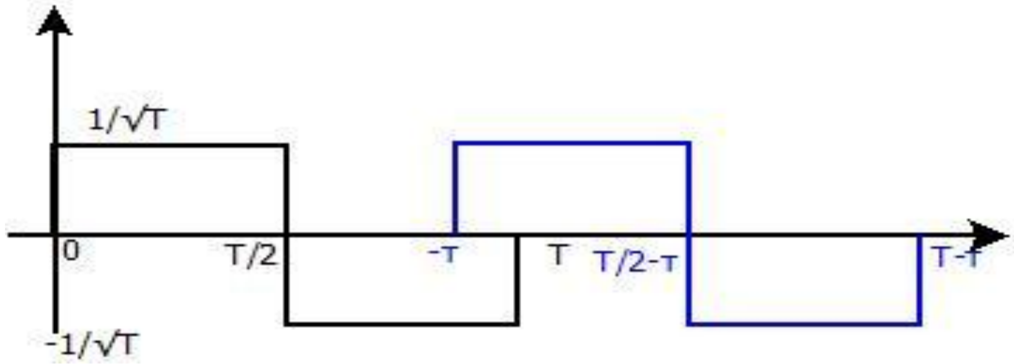
$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(t)\varphi(\tau+t)dt$$

$$=\int_{-\tau}^{\frac{T}{2}}\frac{1}{\sqrt{T}}\times\left(\frac{1}{\sqrt{T}}\right)dt+\int_{\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}-\tau}\left(-\frac{1}{\sqrt{T}}\right)\times\left(+\frac{1}{\sqrt{T}}\right)dt$$

$$+\int_{\frac{T}{2}-\tau}^{T}\left(-\frac{1}{\sqrt{T}}\right)\times\left(-\frac{1}{\sqrt{T}}\right)dt=+\int_{-\tau}^{\frac{T}{2}}\frac{1}{T}dt-\int_{\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}-\tau}\frac{1}{T}dt$$

$$+\int_{\frac{T}{2}-\tau}^{T}\frac{1}{T}dt=\frac{\frac{T}{2}+\tau-\left(\frac{T}{2}-\tau-\frac{T}{2}\right)+T-\frac{T}{2}+\tau}{T}=\frac{T+3\tau}{T}=1+\frac{3\tau}{T}$$

5η περίπτωση

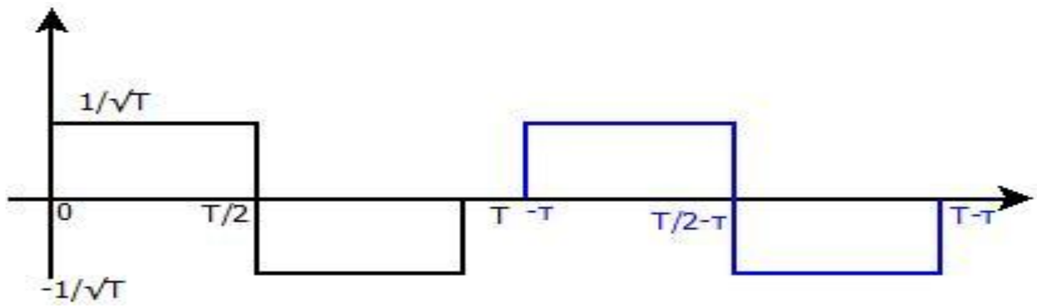


$$\frac{T}{2}<-\tau\leq T\Leftrightarrow -\mathrm{T}\leq\tau\leq-\frac{\mathrm{T}}{2}$$

$$R\varphi\varphi(\tau)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi(\tau+t)\varphi(t)dt=\int_{-\tau}^{T}\frac{1}{\sqrt{T}}\times\left(-\frac{1}{\sqrt{T}}\right)dt=$$

$$=\int_{-\tau}^{T}-\frac{1}{T}dt=\ -\frac{T+\tau}{T}=-1-\frac{\tau}{T}$$

6η περίπτωση



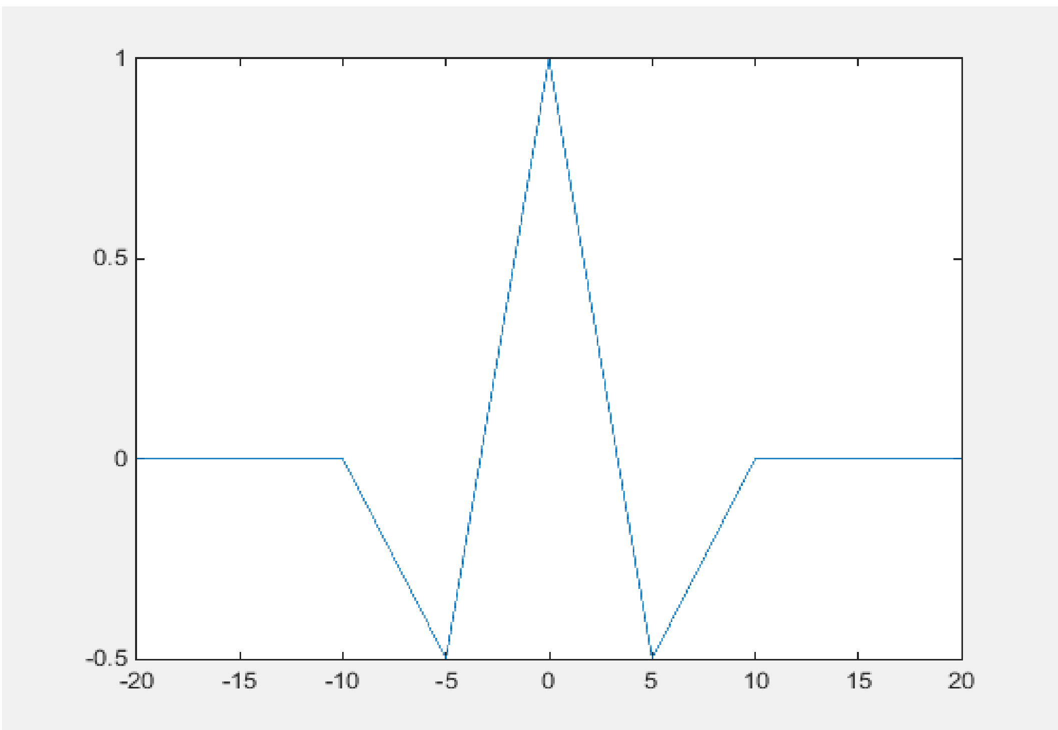
$$-\tau > T \Leftrightarrow \tau < -T$$

$$R\varphi\varphi(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\tau + t)\varphi(t)dt = 0$$

Τελικά έχουμε $R\varphi\varphi(\tau) \begin{cases} -1 - \frac{\tau}{T}, \gamma\iota\alpha - T \leq \tau \leq -\frac{T}{2} \\ 1 + \frac{3\tau}{T}, \gamma\iota\alpha -\frac{T}{2} \leq \tau \leq 0 \\ 1 - \frac{3\tau}{T}, \gamma\iota\alpha\ 0 \leq \tau \leq \frac{T}{2} \\ \frac{\tau}{T} - 1,\ \gamma\iota\alpha\ \ \frac{T}{2} \leq \tau \leq T \\ \\ 0, \qquad \alpha\lambda\lambda o\acute{\upsilon} \end{cases}$

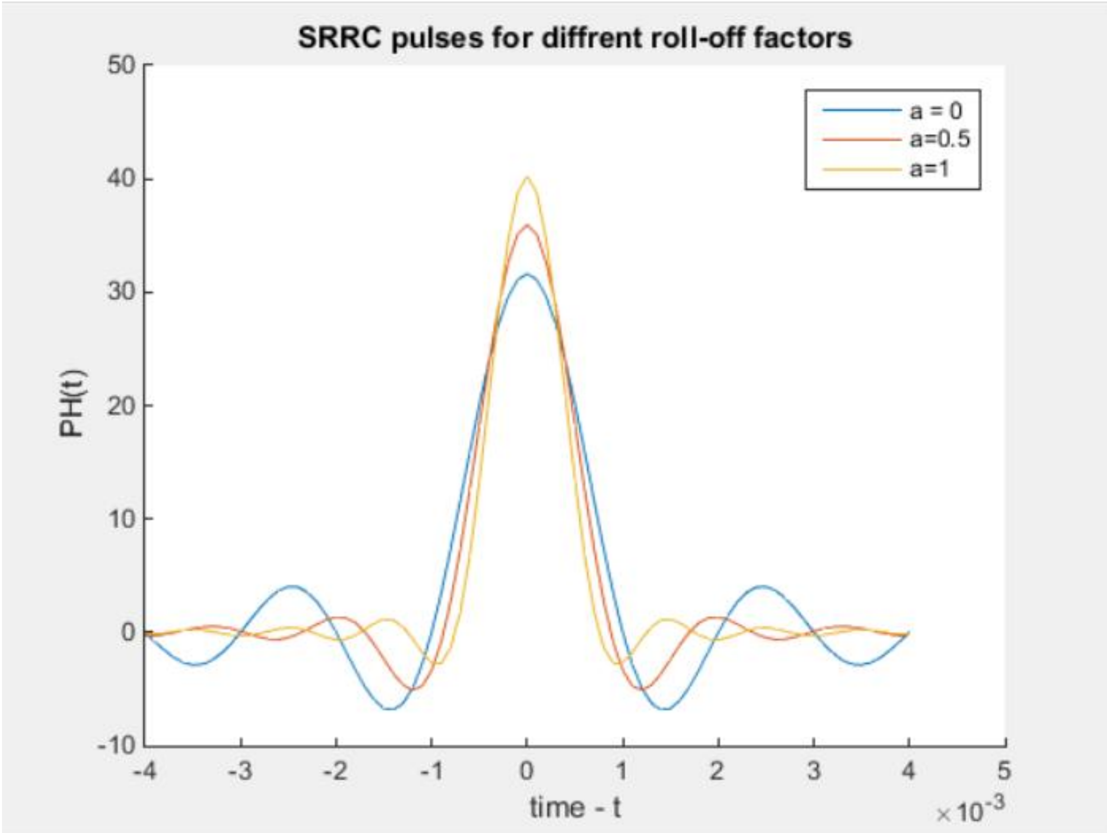
Χαρακτηριστικό είναι πως τώρα η συνάρτηση αυτομοιότητας παίρνει και αρνητικές τιμές.

Παρατίθεται το διάγραμμα Rφφ(τ) για ενδεικτικό T=10



Ερώτημα Α.1

Δημιουργήσαμε 4 3 παλμούς SRRCφ(t) με T=10^{-3} και A=4 για συντελεστές roll-off 0,0.5 και 1. Παραθέτουμε το κοινό plot των παλμών.




```
rolloff = [0 0.5 1];
%A1
%SRRC pulse plot
for i=[1 2 3] %Create and plot srrc pulse for each roll-off factor
   [ph(i,:),t] = srrc_pulse(T,over,A,rolloff(i));
   p(i) =plot(t,ph(i,:));
end
title( 'SRRC pulses for diffrent roll-off factors' );
xlabel( 'time - t' );
ylabel( 'PH(t)' );
legend([p(1), p(2) ,p(3)], 'a = 0', 'a=0.5', 'a=1');
```

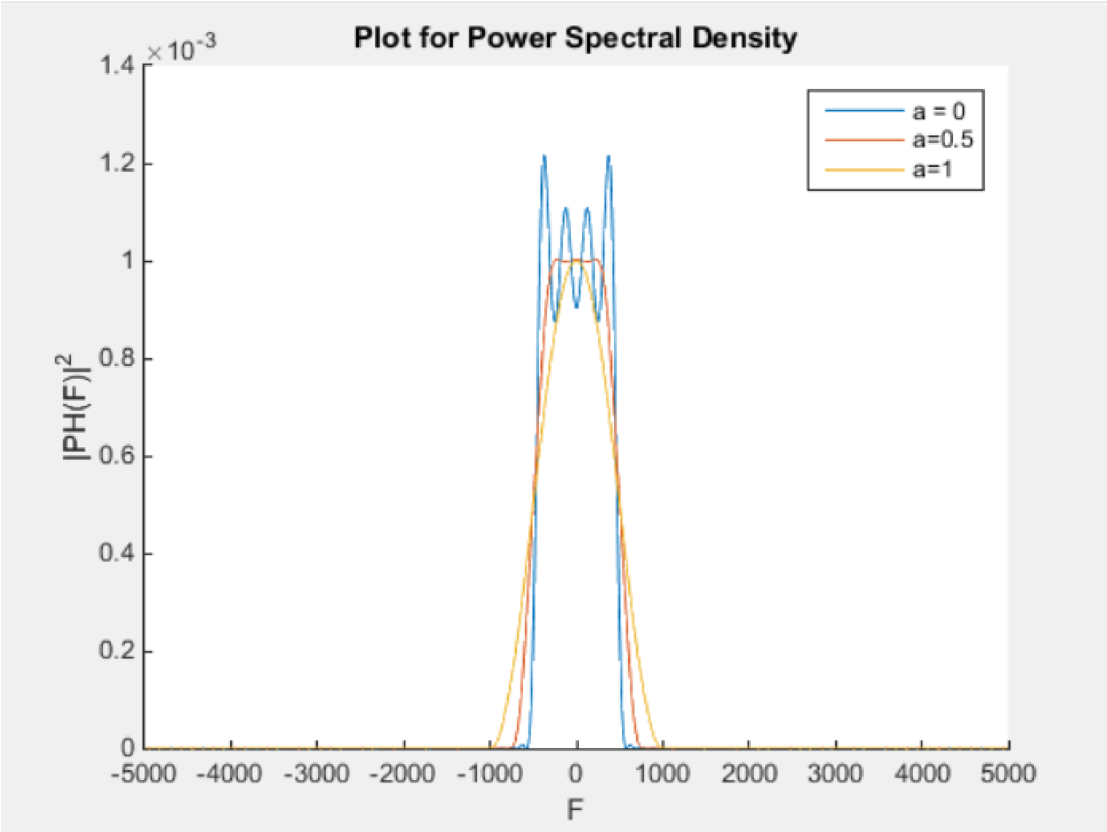
Αρχικά έχουμε ορίσει το διάνυσμα rolloff με τις επιθυμητές τιμές του a για να χρησιμοποιηθεί μέσα σε μια επαναληπτική δομή for. Μέσα στη for χρησιμοποιούμε την συνάρτηση που μας δόθηκε για να δημιουργήσουμε κάθε φορά έναν παλμό με τις επιθυμητές σταθερές. Έπειτα από έρευνα χρησιμοποιήσαμε την εντολή legend ώστε να σχεδιάσουμε στον ίδιο άξονα και τις τρεις γραφικές.

Παρατηρούμε ότι ο ρυθμός μείωσης του πλάτους γίνεται όλο και μεγαλύτερος καθώς αυξάνουμε το α.

Ερώτημα Α.2

Α)

Στο ερώτημα αυτό υπολογίσαμε τους μετασχηματισμούς Fourier Φ(F) των παραπάνω παλμών σε N_f ισαπέχοντα σημεία στον άξονα συχνοτήτων $[-F_S/2, F_S/2)$.

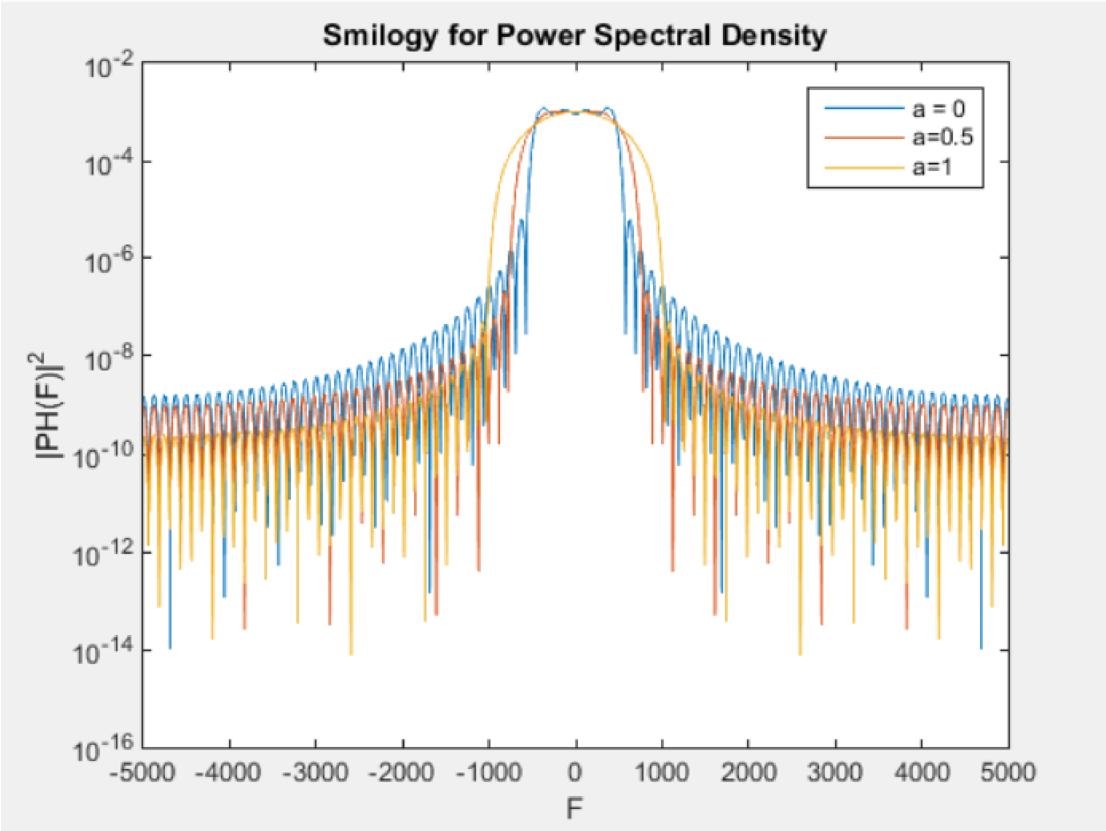



```
%A.2.a
%Fourier Trasnfrom
for i=[1 2 3] %Plot psd for each roll-off factor
    FT(i,:) = fftshift(fft(ph(i,:),Nf)*Ts);
    p(i) = plot(F,abs(FT(i,:)).^2);
end

title('Plot for Power Spectral Density');
xlabel('F');
ylabel('|PH(F)|^2');
legend([p(1), p(2) ,p(3)], 'a = 0', 'a=0.5', 'a=1');
```

Χρησιμοποιήσαμε ξανά το διάνυσμα rolloff για την for. Μέσα σε αυτή χρησιμοποιήσαμε τις συναρτήσεις που διδαχθήκαμε στο μάθημα για να υπολογίσουμε τον μετασχηματισμό Fourier, όπου Ts είναι η περίοδος δειγματοληψίας. Έπειτα αφού υπολογίσαμε την φασματική πυκνότητα ενέργειας κάθε παλμού, τις σχεδιάσαμε σε κοινό plot με την εντολή legend.

B)




```
%A.2.b
figure(3);

for i = [1 2 3]     %Semilogy psd for each roll-off factor
    p(i) = semilogy(F,abs(FT(i,:)).^2);
    hold on;
end

title('Smilogy for Power Spectral Density');
xlabel('F');
ylabel('|PH(F)|^2');
legend([p(1), p(2) ,p(3)], 'a = 0', 'a=0.5', 'a=1');
```

Αφού μελετήσαμε και κατανοήσαμε την λειτουργία της semilogy, βασισμένοι στην υλοποίηση του προηγούμενου ερωτήματος σχεδιάσαμε σε κοινό άξονα την $|\Phi(F)|^2$ του κάθε παλμού.

Αρχικά παρατηρούμε την ομοιότητα των γραφικών παραστάσεων εκεί όπου η φασματικές πυκνότητες ενέργειας έχουν μεγάλες τιμές. Έπειτα συμπεραίνουμε την δυνατότητα που μας δίνει μόνο η semilogy να μελετήσουμε τις τιμές των$|\Phi(F)|^2$ εκεί που είναι πολύ μικρές.

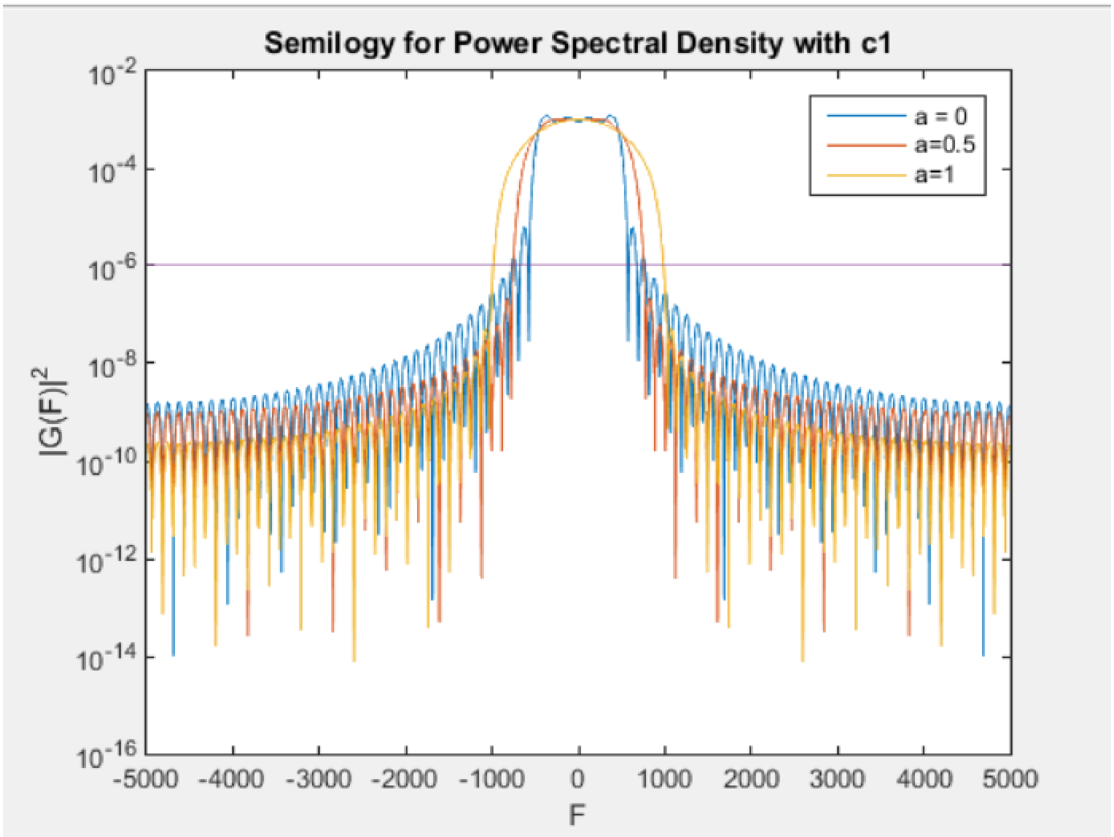
Ερώτημα Α.3

	a=0	a=0.5	a=1
Bandwidth	500	750	1000

```
%A.3.
BW1 = (1+rolloff(1))/(2*T);
BW2 = (1+rolloff(2))/(2*T);
BW3 = (1+rolloff(3))/(2*T);
fprintf('The BW for rollo-off factor a=0 is:    %d \n',BW1);
fprintf('The BW for rollo-off factor a=0.5 is:  %d \n',BW2);
fprintf('The BW for rollo-off factor a=1 is:    %d \n',BW3);
```

Σύμφωνα με τον τύπο $BW = \frac{1+a}{2T}$ που μας δίνεται στην εκφώνηση συντάξαμε τον παραπάνω κώδικα ώστε να κάνουμε τον υπολογισμό στην MATLAB. Υπενθυμίζουμε ότι rolloff είναι απλώς η ονομασία του διανύσματος που περιέχει τις τιμές του α.

Παρατηρούμε πως όσο αυξάνεται το α το εύρος φάσματος των παλμών μεγαλώνει.



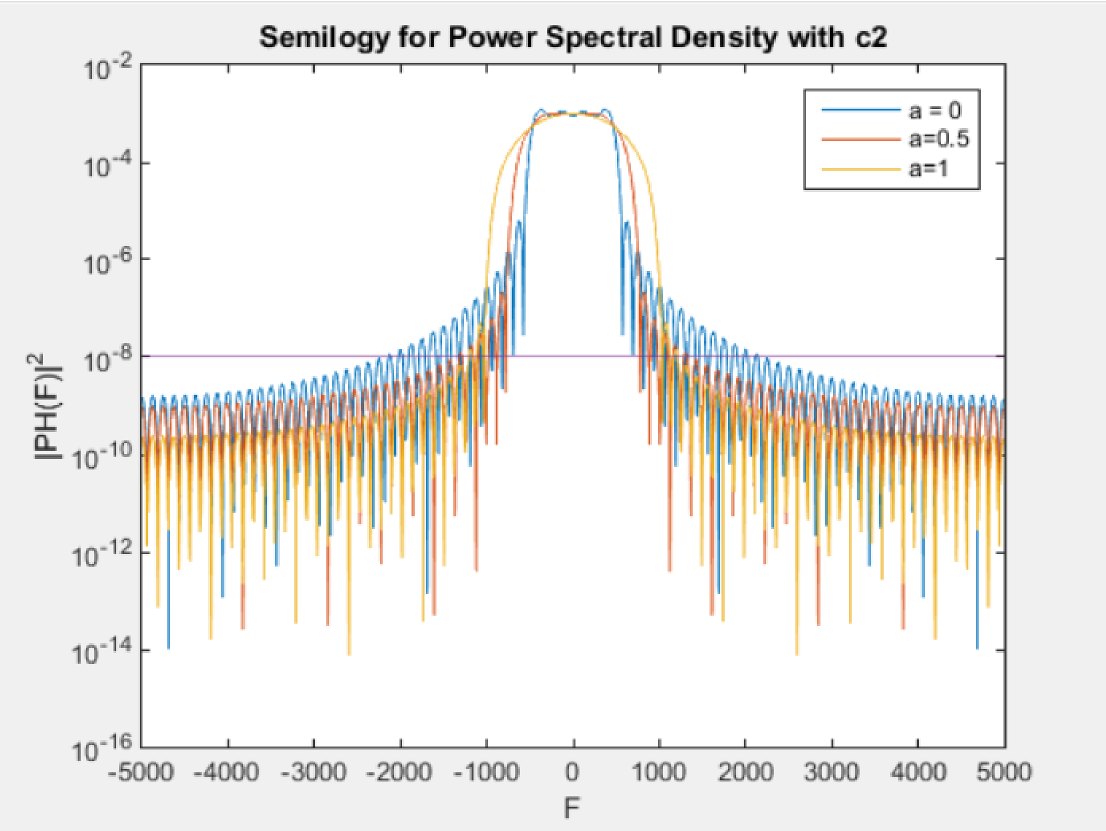

```
%Psd with semilogy and a c1
for i = [1 2 3]    %Semilogy psd for each roll-off factor
      p(i) = semilogy(F,abs(FT(i,:)).^2);
      hold on;
end
 semilogy(F,c1);
```

```
title('Semilogy for Power Spectral Density with c1');
xlabel('F');
ylabel('|G(F)|^2');
legend([p(1), p(2) ,p(3)], 'a = 0', 'a=0.5', 'a=1');
```

Ουσιαστικά χρησιμοποιήσαμε τον κώδικα για το ερώτημα Α.2 και απλώς προσθέσαμε στο ίδιο διάγραμμα στην σταθερά $c1=T/10^{-3}$. Θεωρούμε πως οι τιμές που βρίσκονται κάτω από αυτή τη γραμμή είναι μηδέν.

Έπειτα χρησιμοποιήσαμε το zoom και το εργαλείο datacursor και μπορούμε να πούμε προσεγγιστικά ότι το εύρος φάσματος για α=0 είναι BW=771, α=0.5 BW=752 και για α=1 BW=986. Επομένως αποδοτικότερος είναι ο παλμός με α=0.5 καθώς έχει το μικρότερο Bandwidth.

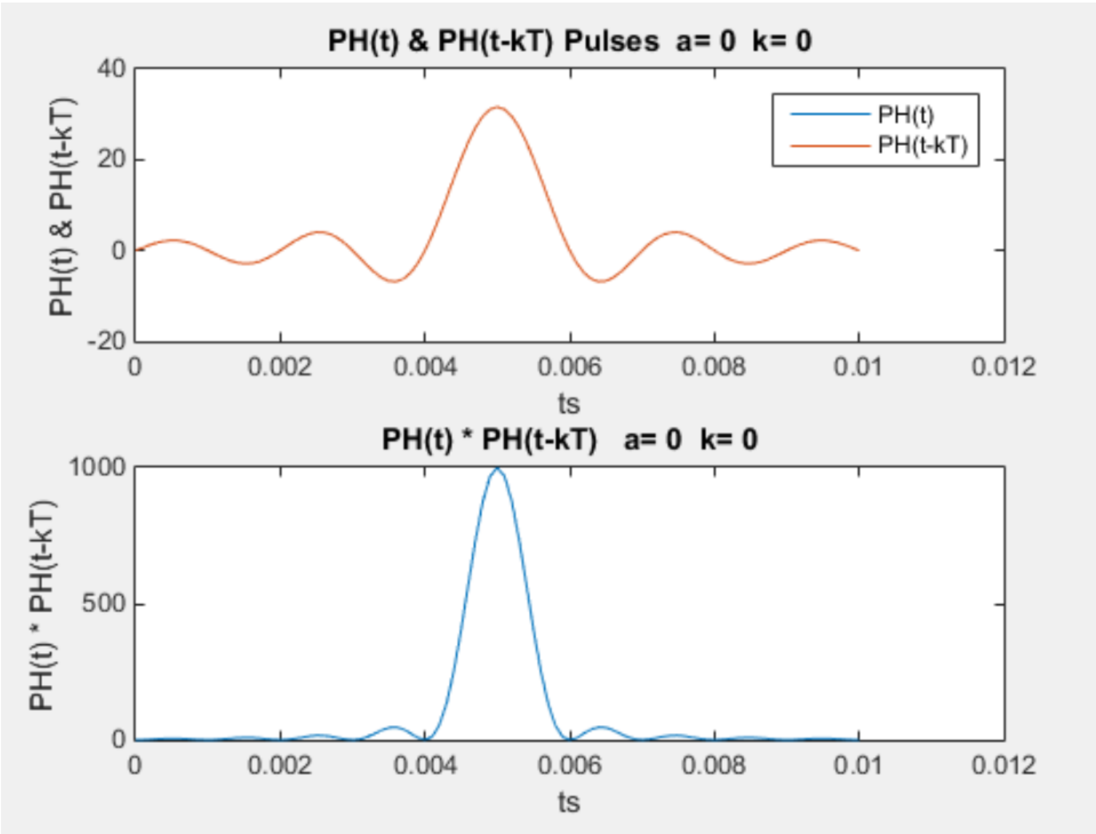
Επαναλαμβάνουμε τα παραπάνω με νέα σταθερά $C2=T/10^{5}$.

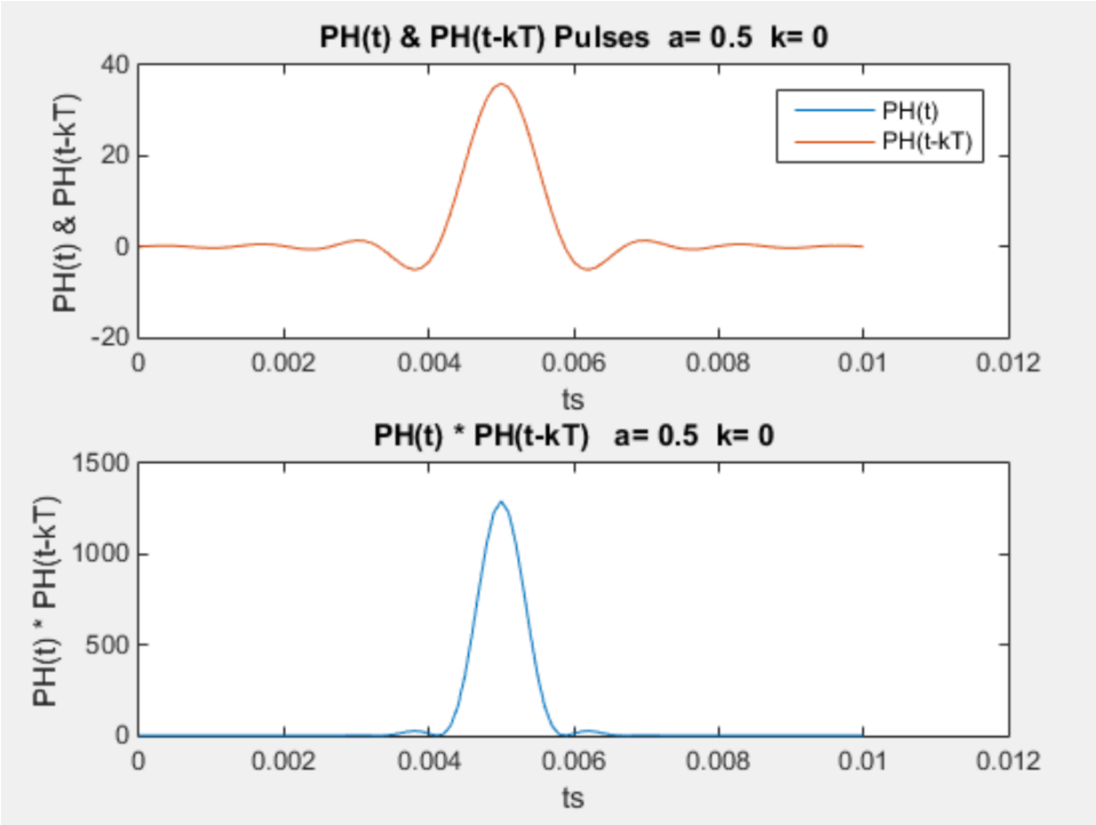


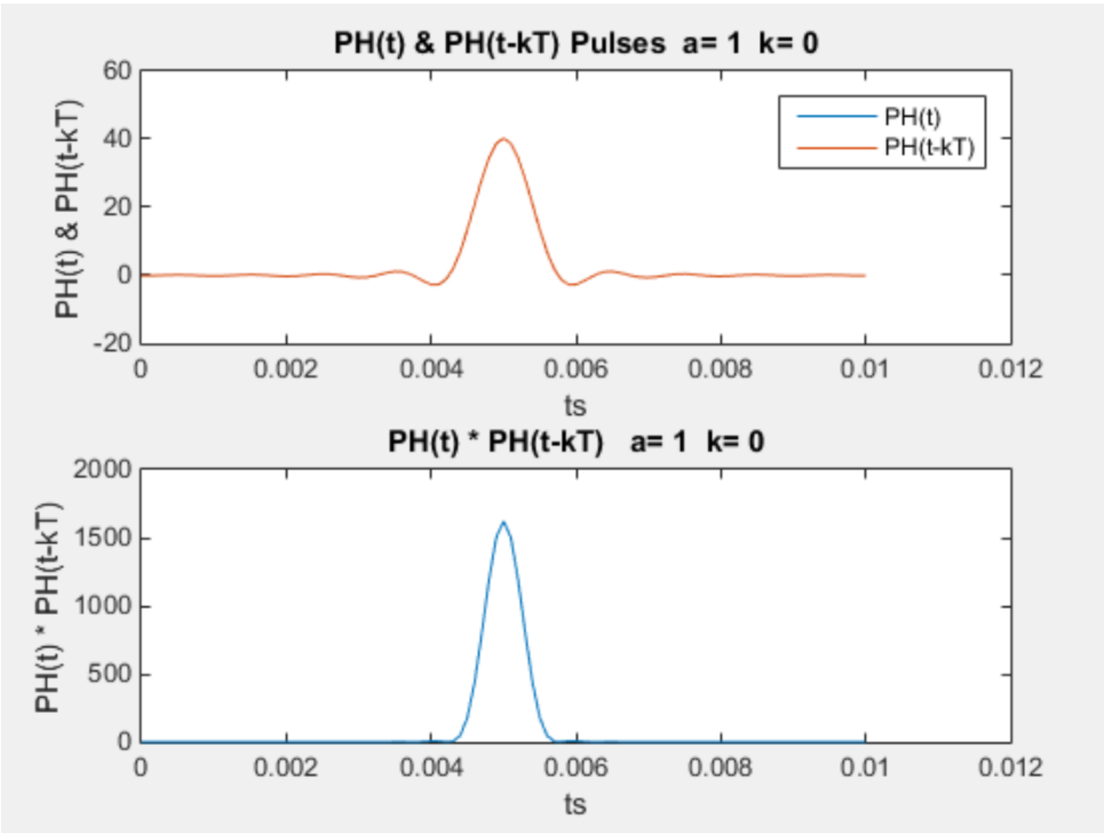
Παρατηρούμε ότι για α=0 έχουμε BW=2139, α=0.5 BW=1318 και για α=1 BW=1211. Άρα αποδοτικότερος είναι ο παλμός με α=1.

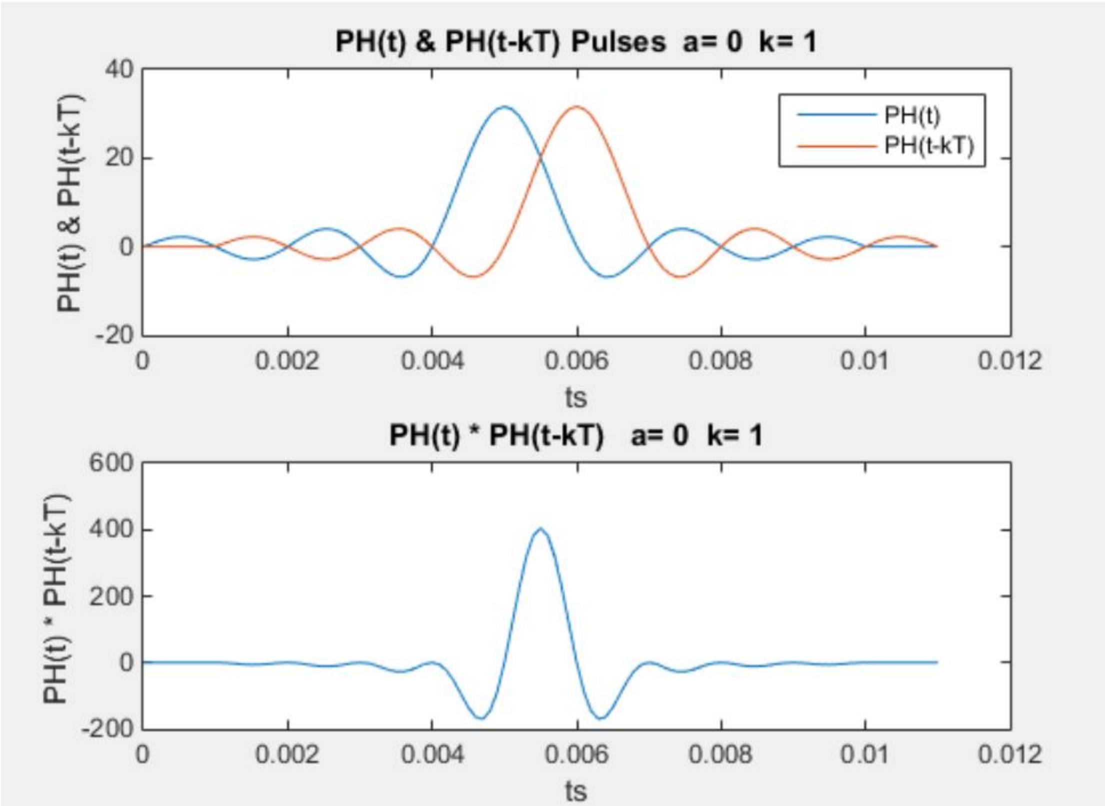
Ερώτημα Β.1

Στο ερώτημα αυτό δημιουργούμε ένα παλμό φ(t) και τον μετατοπίζουμε κατά ακέραια πολλαπλάσια του T δηλαδή φ(t-κT). Επιπλέον δημιουργούμε το γινόμενο φ(t)φ(τα-kT). Επαναλαμβάνουμε τα παραπάνω για κάθε συνδυασμό με κ=0,1,2…2A και συντελεστές roll-off α=0, 0.5 και 1.

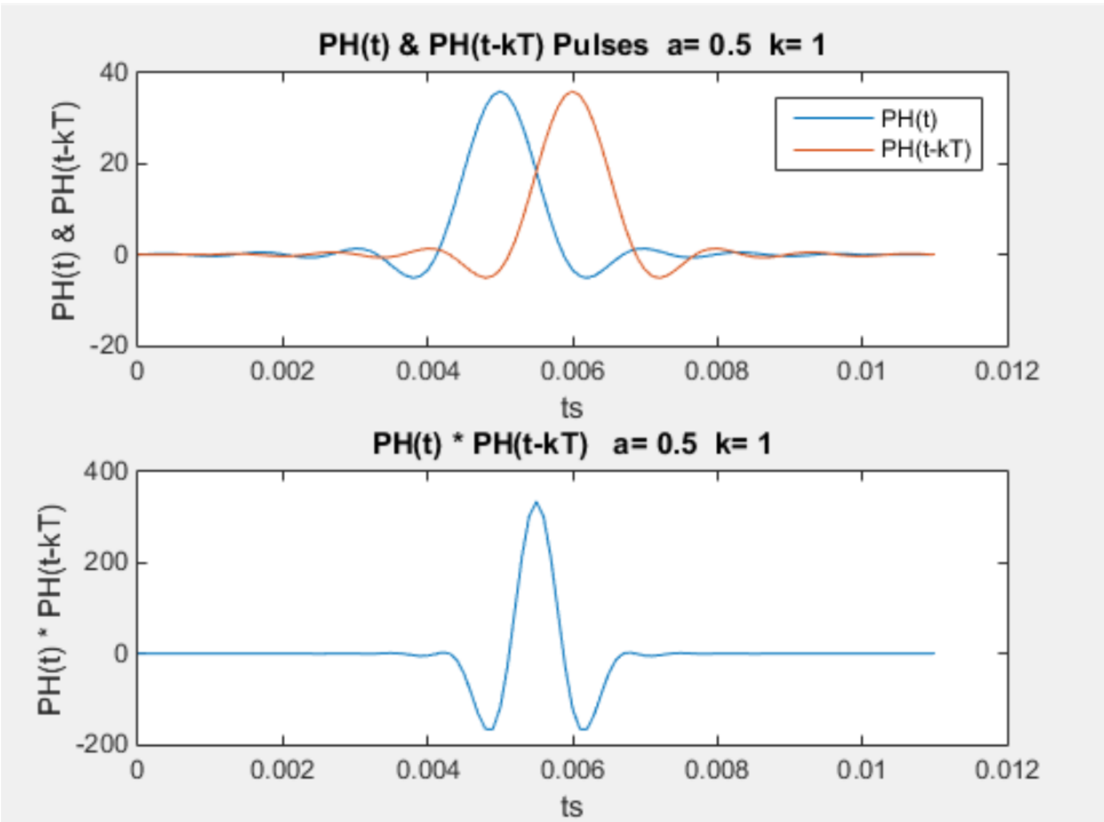



PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 0.5 k= 0
PH(t) & PH(t-kT)
PH(t)
PH(t-kT)
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 0.5 k= 0
PH(t) * PH(t-kT)
ts

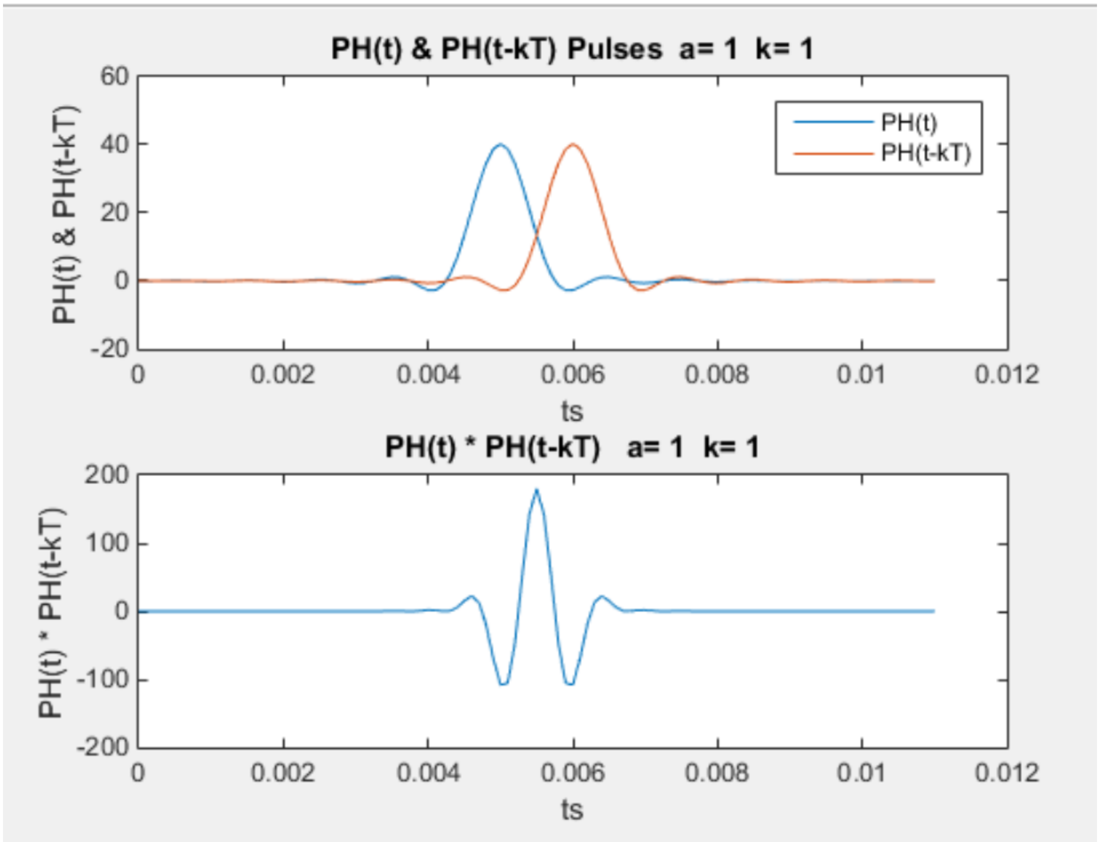

PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 1 k= 0
PH(t) & PH(t-kT)
PH(t)
PH(t-kT)
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 1 k= 0
PH(t) * PH(t-kT)
ts

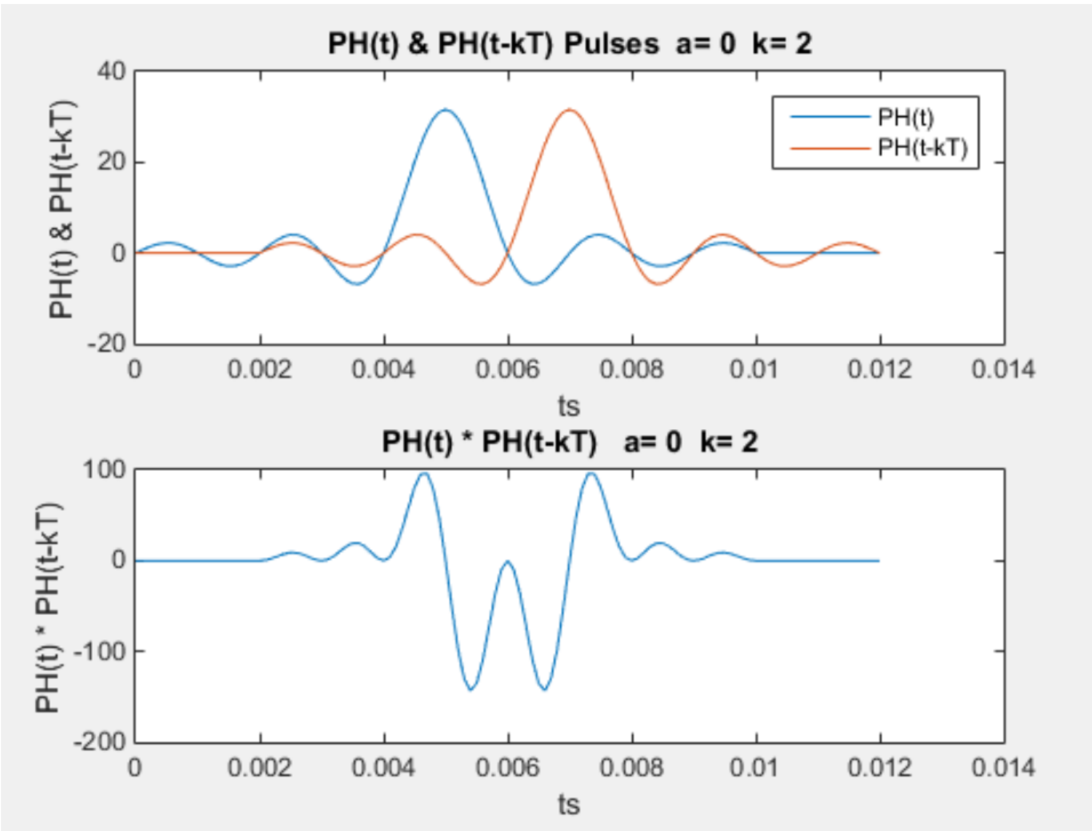


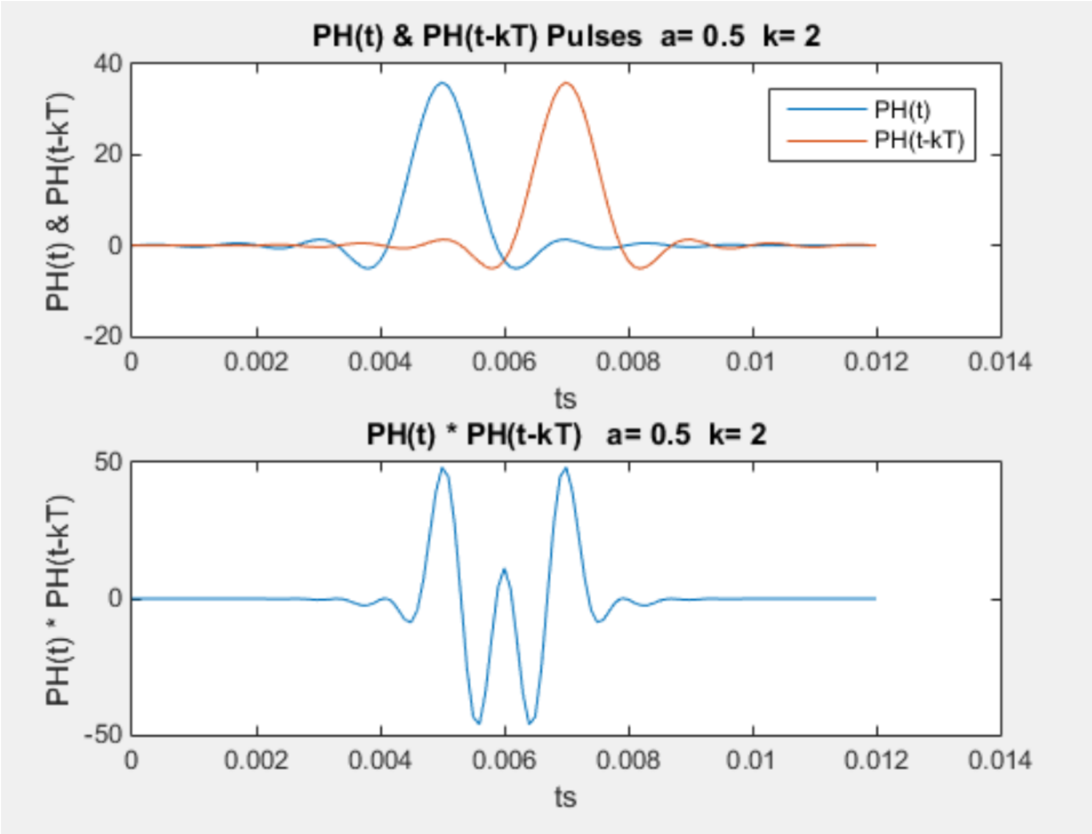
PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 0 k= 1
PH(t)
PH(t-kT)
PH(t) & PH(t-kT)
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 0 k= 1
PH(t) * PH(t-kT)
ts

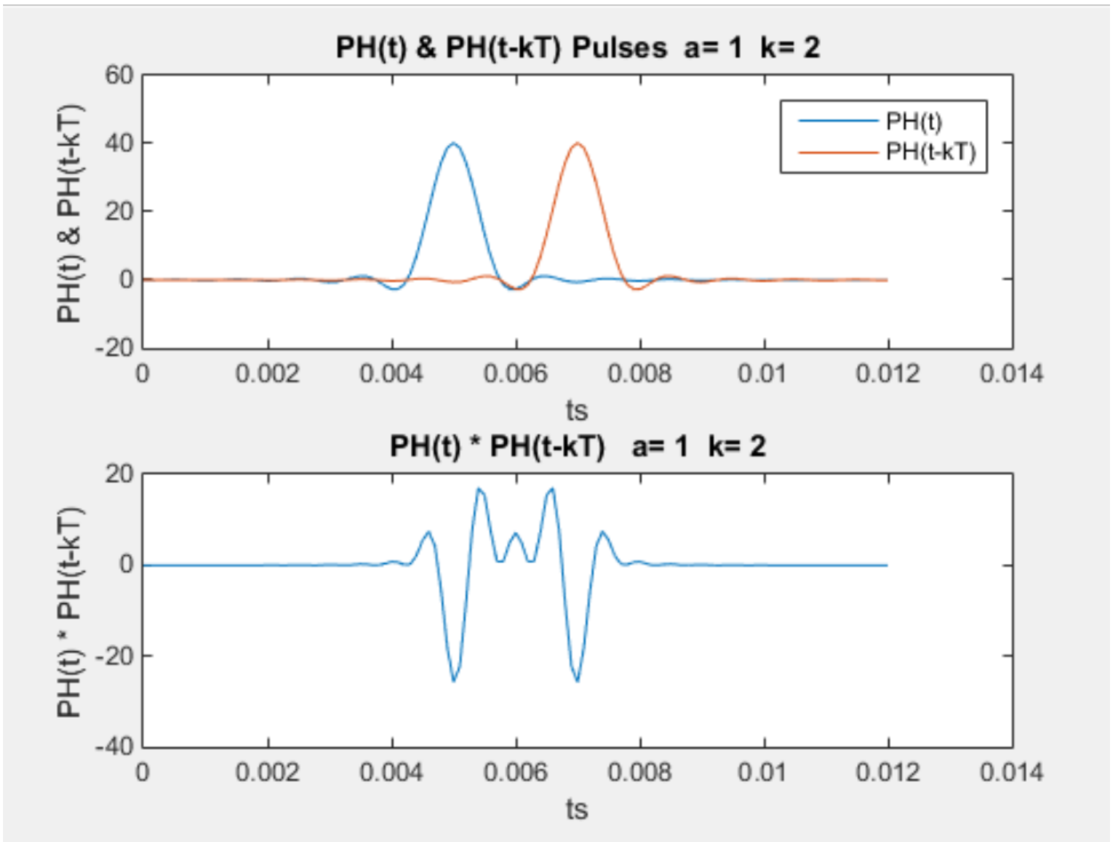


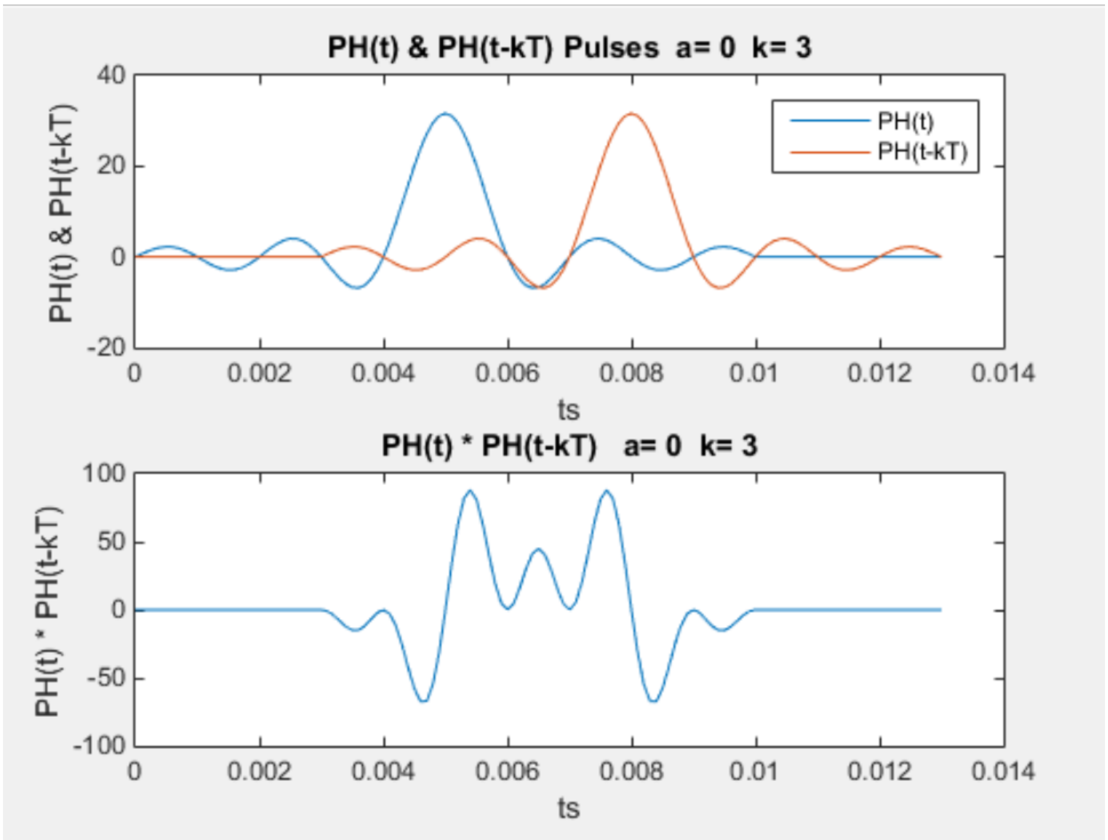
PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 0.5 k= 1
PH(t)
PH(t-kT)
PH(t) & PH(t-kT)
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 0.5 k= 1
PH(t) * PH(t-kT)
ts

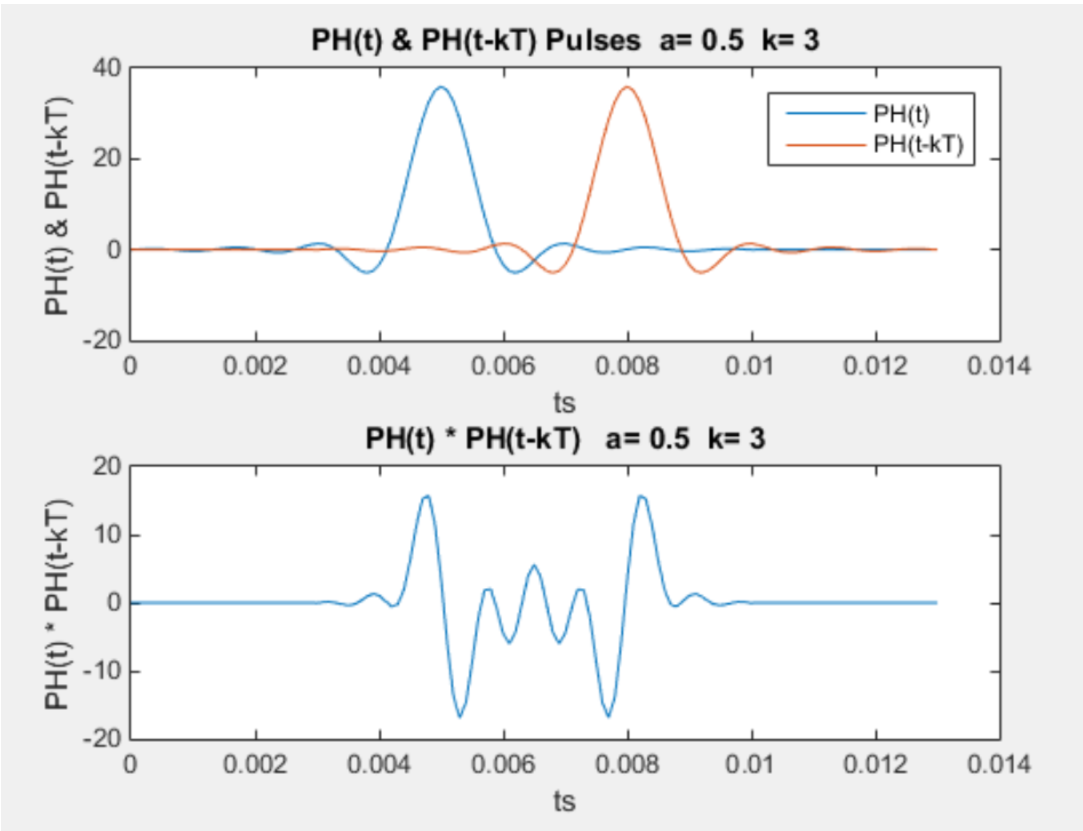

PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 1 k= 1
PH(t)
PH(t-kT)
PH(t) & PH(t-kT)
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 1 k= 1
PH(t) * PH(t-kT)
ts

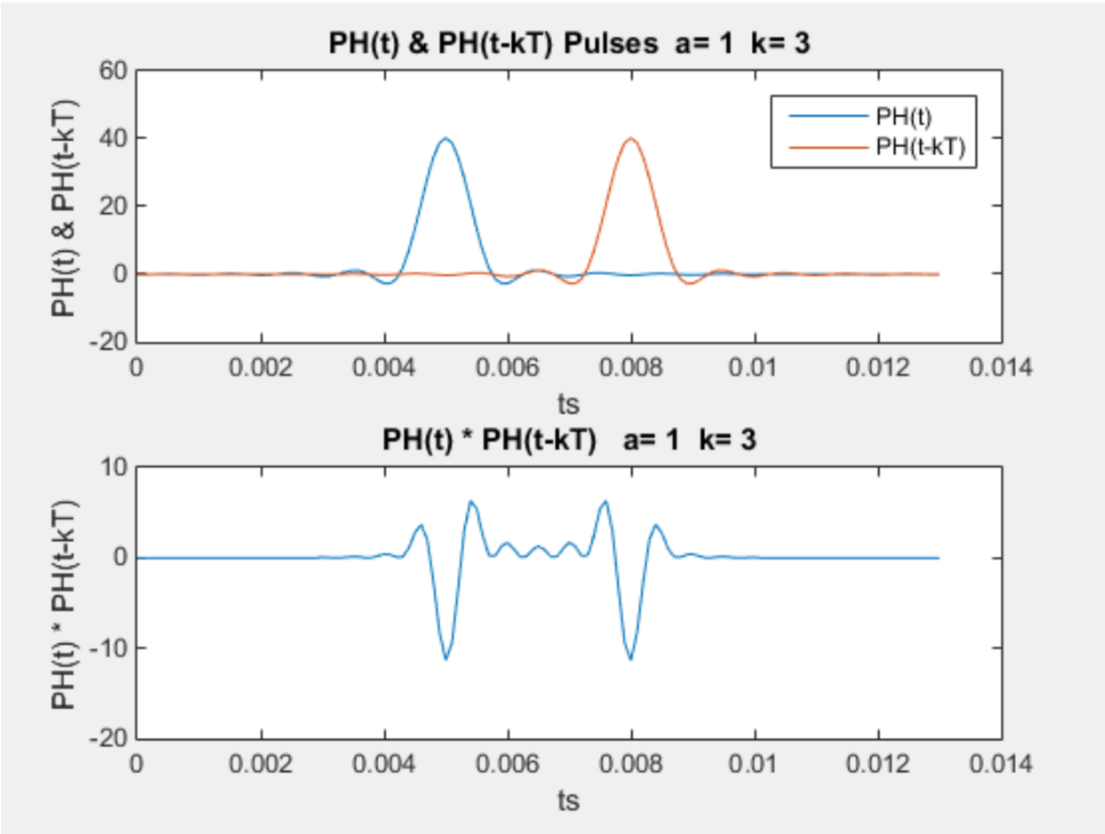

PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 0 k= 2
PH(t)
PH(t-kT)
PH(t) & PH(t-kT)
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 0 k= 2
PH(t) * PH(t-kT)
ts


PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 0.5 k= 2
PH(t) & PH(t-kT)
PH(t)
PH(t-kT)
40
20
0
-20
0
0.002
0.004
0.006
0.008
0.01
0.012
0.014
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 0.5 k= 2
PH(t) * PH(t-kT)
50
0
-50
ts


PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 1 k= 2
PH(t) & PH(t-kT)
PH(t)
PH(t-kT)
60
40
20
0
-20
0
0.002
0.004
0.006
0.008
0.01
0.012
0.014
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 1 k= 2
PH(t) * PH(t-kT)
20
0
-20
-40
ts


PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 0 k= 3
PH(t)
PH(t-kT)
PH(t) & PH(t-kT)
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 0 k= 3
PH(t) * PH(t-kT)
ts


PH(t) & PH(t-kT) Pulses a= 0.5 k= 3
PH(t)
PH(t-kT)
PH(t) & PH(t-kT)
ts
PH(t) * PH(t-kT) a= 0.5 k= 3
PH(t) * PH(t-kT)
ts



Integral of $\Phi(t)*\Phi(t-kT)$	a=0	a=0.5	a=1
k=0	0.979776	0.999928	0.999984
k=1	0.022552	-0.000007	-0.000022
k=2	-0.025789	0.000159	-0.000033
k=3	0.030774	0.000035	-0.000058

```
rolloff = [0 0.5 1];
for k=[0 1 2 3] %For each k

for i=[1 2 3]   %For each a.

%b1
        figure;    %New figure for a set of k and a
        subplot(2,1,1);    %sublpot for G(t) & G(t-kT)
        [ph1,t] = srrc_pulse(T,over,A,rolloff(i));
%Create the G(t-kT);
        pha= [ph1, zeros(1,10*k)];
        phb=[zeros(1,10*k),ph1];
%Create the new time after adding the zeros
        ts=[0:Ts:length(t)*Ts+T*k-Ts];
%Plot G(t)
        plot1 = plot(ts,pha);
        hold on;
```

```
%Plot G(t-kT)
        plot2 = plot(ts,phb);

        title(['PH(t) & PH(t-kT) Pulses  a= ' ,num2str(rolloff(i)), '  k= ',num2str(k)]);
ylabel('PH(t) & PH(t-kT) ');
xlabel('ts');
        legend([plot1, plot2],'PH(t)' , 'PH(t-kT)');

%b2
        subplot(2,1,2);    %subplot for G(t) * G(t-kT)
        phR = pha.*phb;
        plot(ts, phR);

        title(['PH(t) * PH(t-kT)   a= ' ,num2str(rolloff(i)), '  k= ',num2str(k)]);
ylabel('PH(t) * PH(t-kT) ');
xlabel('ts');

%b3
        integral = sum(phR).*Ts;   %Calculate integral
        fprintf('\nIntegral of PH(t)*PH(t-kT) for a= %2f and k=%d is : %2f
',rolloff(i),k,integral);

end
end
```

Ορίσαμε το διάνυσμα rolloff με τις επιθυμητές τιμές του α. Έπειτα χρησιμοποιήσαμε δύο επαναληπτικές δομές for με την μία εμφωλευμένη μέσα στην άλλη για να αποφύγουμε το γράψιμο του ίδιου κώδικα. Έπειτα χρησιμοποιήσαμε την συνάρτηση srrc_pulse που μας δόθηκε για να δημιουργούμε κάθε φορά τον αντίστοιχο παλμό. Στην συνέχεια προσθέσαμε μηδενικά μετά τον παλμό και στην συνέχεια προσθέσαμε μηδενικά πριν από τον ίδιο παλμό (ουσιαστικά ο μετατοπισμένος) ώστε να μπορέσουμε να τους σχεδιάσουμε σε κοινό άξονα.. Στην συνέχεια υπολογίσαμε το γινόμενο των παλμών και το σχεδιάσαμε. Τέλος προσεγγίσαμε αριθμητικά το ολοκλήρωμα του γινομένου του παλμού φ(t) και του μετατοπισμένου φ(t-kT) όπως αναφέραμε στο μάθημα.

Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το k οι τιμές του ολοκληρώματος

<u>ΕρώτημαΓ.1</u>

```
%C.1
figure(1);
b = (sign (randn(N,1)) + 1)/2;
```

Δημιουργούμε Nbitsb_iγια i=0,…,N-1 με N=100 χρησιμοποιώντας την εντολή b=(sign(randn(N,1))+1)/2 όπως μας ζητείται στην εκφώνηση.

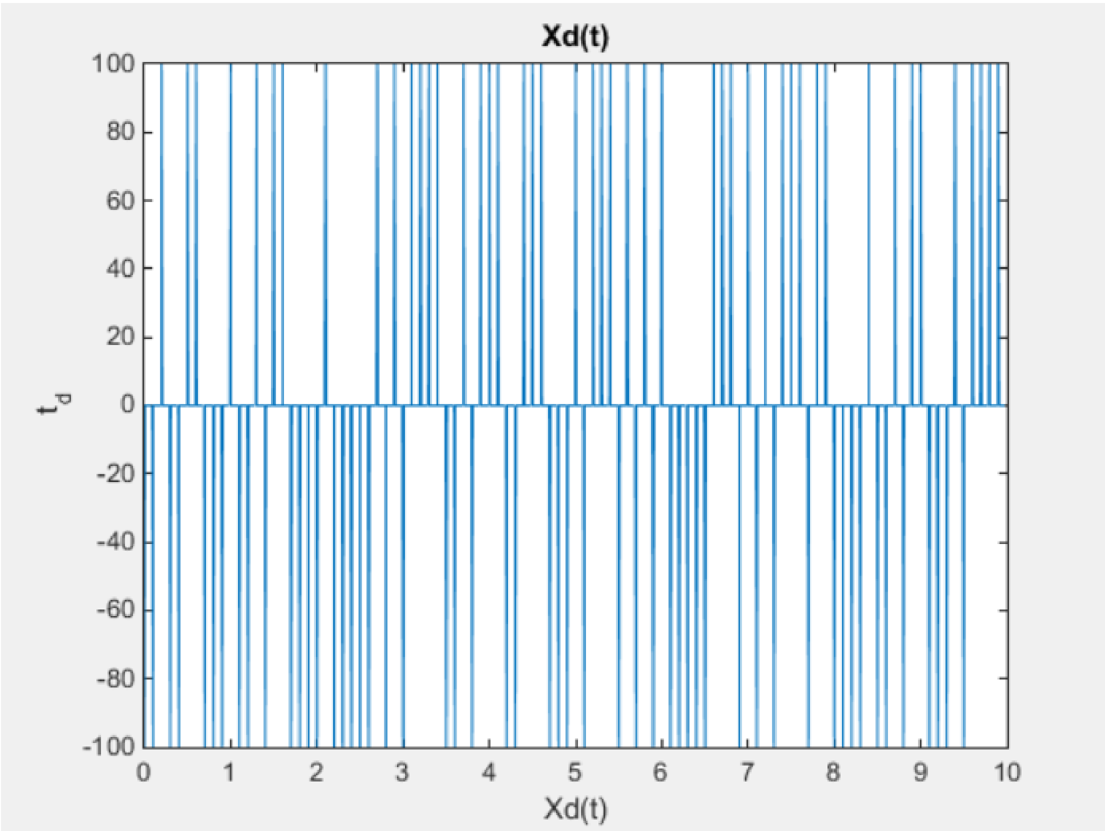
<u>ΕρώτημαΓ.2</u>

A)

```
function [x]=bits_to_2PAM(b)
x=-2*b+1;
end
```

Ορίσαμε την συνάρτηση bits_to_2PAM(b) ώστε για όρισμα 0 να επιστρέφει +1 και όρισμα 1 να επιστρέφει -1.

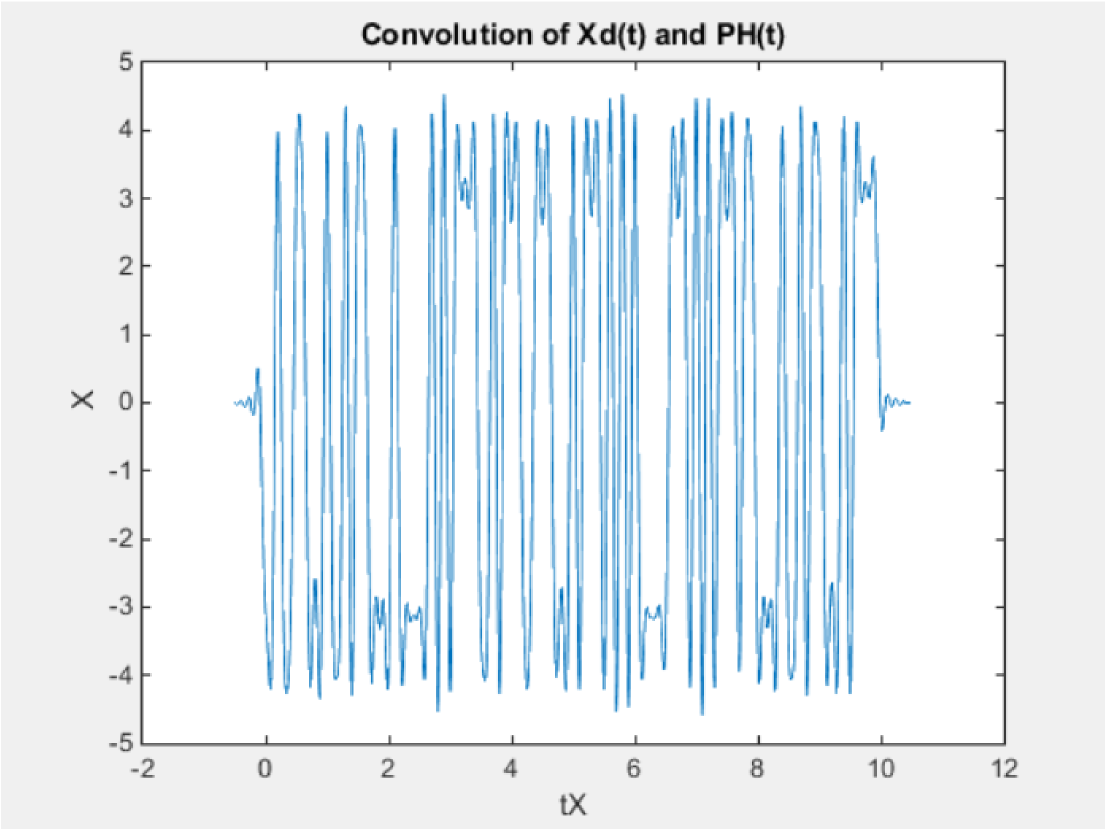
B)




```
%C.2.a
x = bits_to_2PAM(b);
%C.2.b
Xd = 1/Ts*upsample(x,over);
t_d = 0:Ts:N/over -Ts;
plot(t_d, Xd);
title('Xd(t)');
xlabel('Xd(t)');
ylabel('t_d');
```

Αφού δημιουργήσαμε την ακολουθία από 2-PAM σύμβολα x, χρησιμοποιήσαμε την συνάρτηση της εκφώνησης upsample(X,over) ορίσαμε και το σήμα Xd. Στην συνέχεια ορίσαμε τον άξονα του χρόνου και σχεδιάσαμε το σήμα.

Γ)



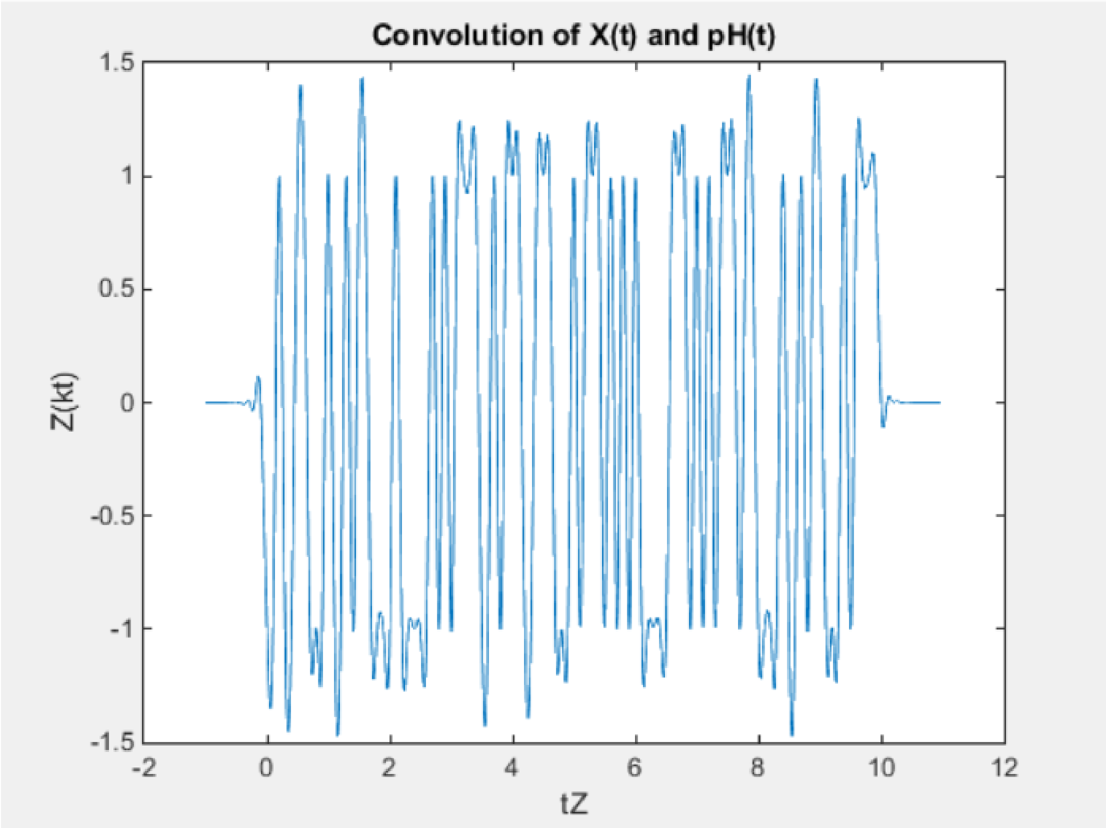

```
%C.2.c
figure(2);
[ph,t]=srrc_pulse(T,over,A,a);

tX= (t_d(1)+t(1):Ts:t_d(end)+t(end));
X = conv(Xd, ph).*Ts;
plot(tX,X);

title('Convolution of Xd(t) and PH(t)');
xlabel('tX');
ylabel('X');
```

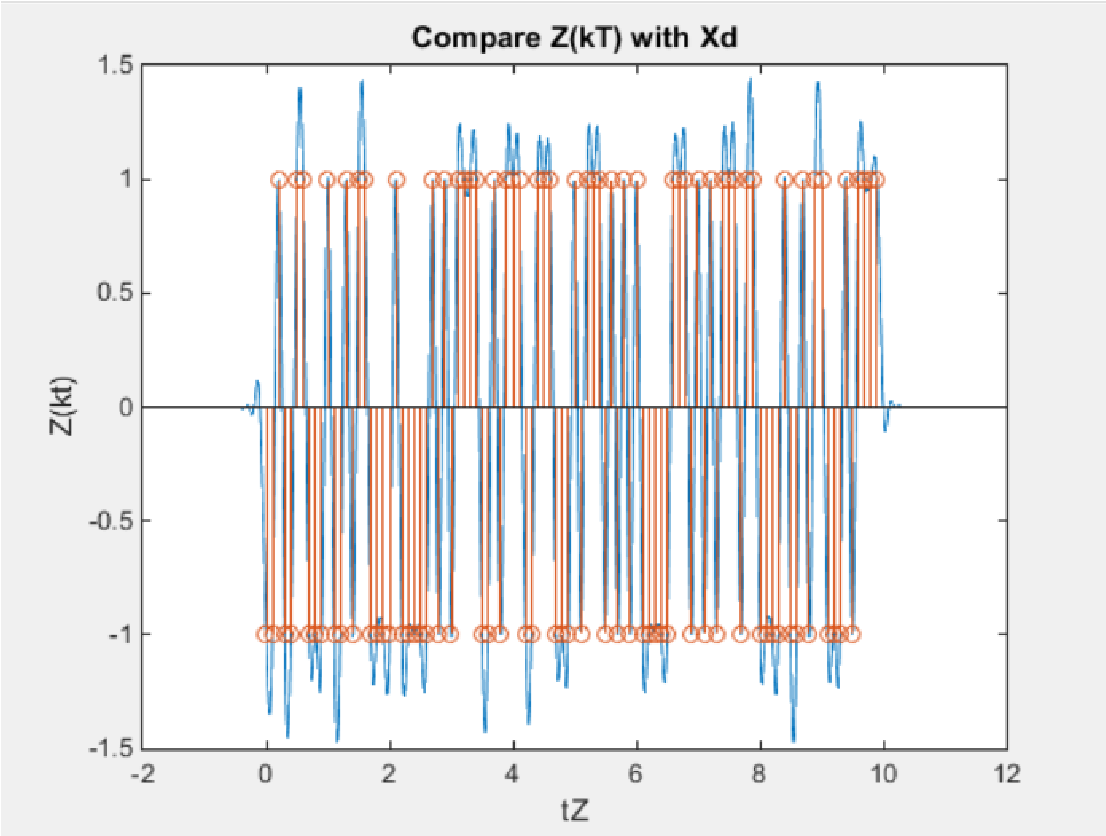
Αρχικά κατασκευάσαμε τον παλμό φ(t) και στην συνέχεια κατασκευάσαμε κατάλληλα τον άξονα του χρόνου. Τότε με την conv προσομοιώσαμε την συνέλιξη των σημάτων και την σχεδιάσαμε.

Δ)




```
%C.2.d
tZ = ( tX(1) + t(1):Ts:tX(end)+t(end));
Z = conv(X,ph).*Ts;
figure(3);
plot(tZ,Z);
title('Convolution of X(t) and pH(t)');
xlabel('tZ');
ylabel('Z(kt)');
```

Τέλος υποθέτοντας ιδανικό κανάλι, στην είσοδο του δέκτη λαμβάνουμε X(t) και προσομοιώνουμε τη συνέλιξη Z(t)=X(t)*φ(-t). Ο παλμός SRRC είναι άρτιος άρα και ο αποκομμένος παλμός φ(t) είναι. Επομένως η συνέλιξη Z(t)=X(t)*φ(-t) ισούται με τη συνέλιξη Z(t)=X(t)*φ(t).




```
figure(4);
plot(tZ,Z);
hold on;
stem([0:N-1]*T,x);
title('Compare Z(kT) with Xd');
xlabel('tZ');
ylabel('Z(kt)');
```

Για να συσχετίσουμε τις τιμές Z(κT) με αυτές των Xκ σχεδιάσαμε ένα κοινό σχεδιάγραμμα με τη χρήση της εντολής stem([0:N-1]*T,X). Παρατηρούμε πως για τις θετικές τιμές της συνέλιξης Z(t) η Xk παίρνει τις τιμές +1 ενώ για τις αρνητικές την τιμή -1.

Να επισημάνουμε ότι ο συνολικός χρόνος που ασχοληθήκαμε με το project υπολογίζεται στις 18 περίπου ώρες.