ΤΗΛ 301 – ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 1

ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2019-2020

Εργαστηριακή Άσκηση 1

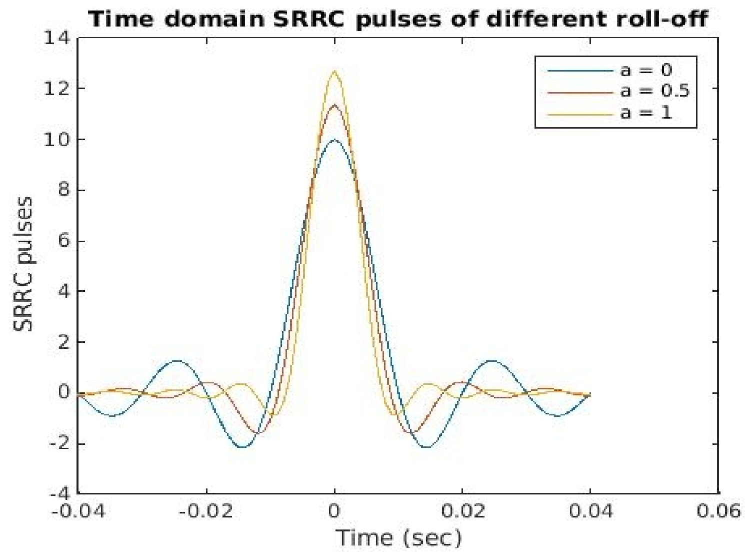
ΜΑΝΕΣΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΑΜ:2014030061

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

Α. Μοντελοποίηση αποκομμένων παλμών SRRC

Α1. Δημιουργήθηκαν παλμοί SRRC από την συνάρτηση που μας δόθηκε, χρησιμοποιώντας παραμέτρους T=0.01sec, over=10, A=4 και a=0,0.5,1.

```
%Part A
%A.1
T = 10.^-2;
over = 10;
Ts = T/over;
A = 4;

%roll-off a for a = 0 0.5 1
[phiA,tA] = srrc_pulse(T, Ts, A, 0);
[phiB,tB] = srrc_pulse(T, Ts, A, 0.5);
[phiC,tC] = srrc_pulse(T, Ts, A, 1);

figure (1);
%property DisplayName can be used to show described labels
plot(tA, phiA,'DisplayName','a = 0');
hold on; %used for multiple  plots and not delete the old ones
plot(tB, phiB,'DisplayName','a = 0.5');
plot(tC, phiC,'DisplayName','a = 1');
legend('show');%visibility of legend
```



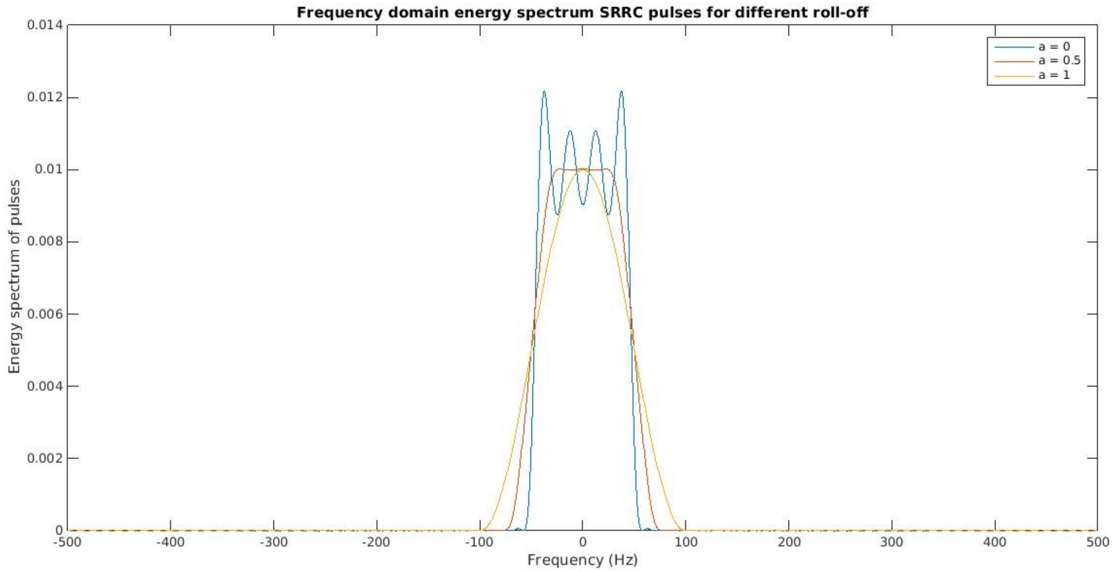
Παρατηρούμε πως με την αύξηση του α αυξάνει και το πλάτος των παλμών καθώς και η απόσβεση των καμπυλών της φθίνουσας ταλάντωσης που πραγματοποιούν τα σήματα.

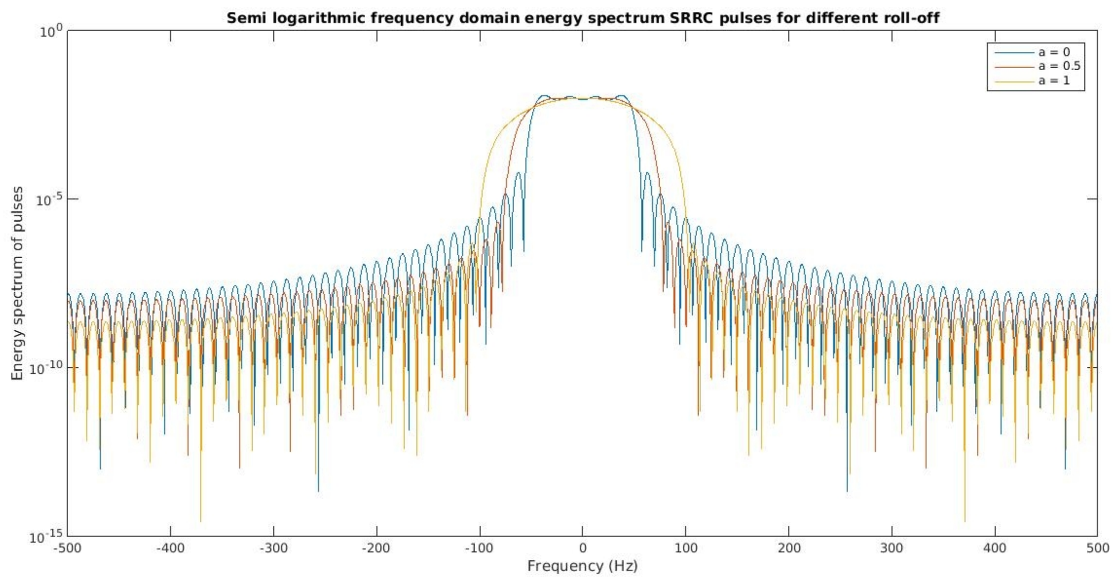
Α2. Φασματική πυκνότητα ισχύος παλμών

Υπολογίστηκαν οι μετασχηματισμοί Fourier των παραπάνω παλμών. Για λόγους κανονικοποίησης ο κάθε Μ.F. πολλαπλασιάστηκε με Ts.

```
%A.2
Fs = 1/Ts; %Ts is the sampling period so Fs is the sampling
frequency
N = 2048; %length of signal(it is more effective when power of
2)

PHIA_f = fftshift(fft(phiA,N)*Ts); %Fourier for each function
PHIB_f = fftshift(fft(phiB,N)*Ts); %fftshift rearranges a
Fourier transform X by shifting the zero-frequency component to
the center of the array.
PHIC_f = fftshift(fft(phiC,N)*Ts);

%Frequency vector
F= -Fs/2:Fs/N:Fs/2-Fs/N;

spectrum_A_f = abs(PHIA_f).^2;
spectrum_B_f = abs(PHIB_f).^2;
spectrum_C_f = abs(PHIC_f).^2;

%design using plot
figure(2);
plot(F, spectrum_A_f,'DisplayName','a = 0');
hold on;
plot(F, spectrum_B_f,'DisplayName','a = 0.5');
plot(F, spectrum_C_f,'DisplayName','a = 1');
legend('show');
```

```
title('Frequency domain energy spectrum SRRC pulses for
different roll-off');
xlabel('Frequency (Hz)');
ylabel('Energy spectrum of pulses');
hold off;

%desing using semilogy
%semilogy plots data with logarithmic scale
figure(3);
semilogy(F, spectrum_A_f,'DisplayName','a = 0');
hold on;
semilogy(F, spectrum_B_f,'DisplayName','a = 0.5');
semilogy(F, spectrum_C_f,'DisplayName','a = 1');
legend('show');

title('Semi logarithmic frequency domain energy spectrum SRRC
pulses for different roll-off');
xlabel('Frequency (Hz)');
ylabel('Energy spectrum of pulses');
hold off;
```





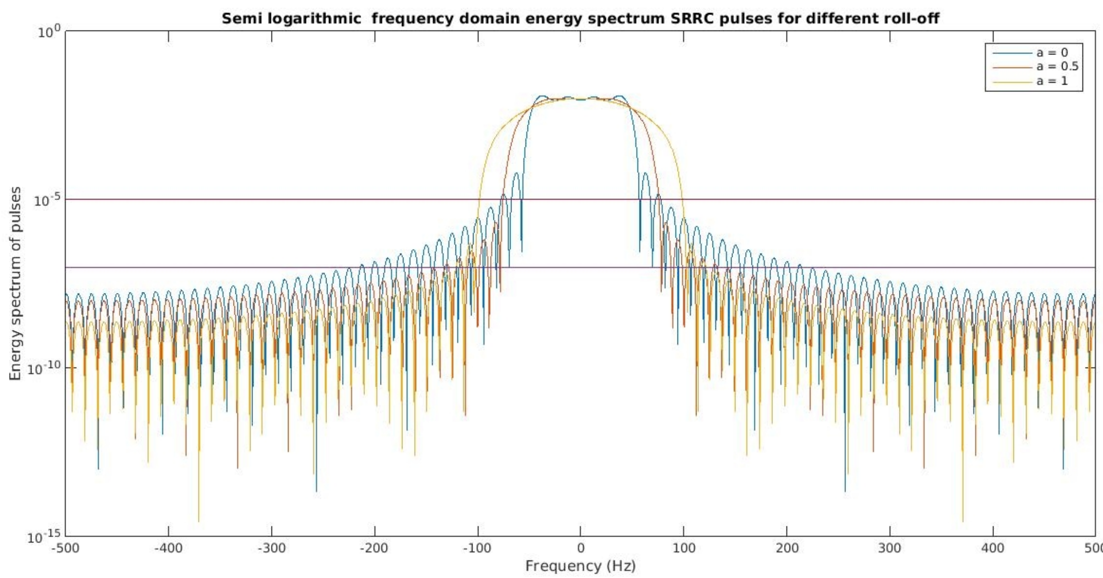
A3. Εύρος φάσματος παλμών

```
%A.3
C = T/(10.^3);
C1 = T/(10.^5);

figure(4);
semilogy(F, spectrum_A_f,'DisplayName','a = 0');
hold on;
semilogy(F, spectrum_B_f,'DisplayName','a = 0.5');
semilogy(F, spectrum_C_f,'DisplayName','a = 1');

semilogy(F, C*ones(length(F)),'HandleVisibility','off');
semilogy(F, C1*ones(length(F)),'HandleVisibility','off');
title('Semi logarithmic  frequency domain energy spectrum SRRC
pulses for different roll-off');
xlabel('Frequency (Hz)');
ylabel('Energy spectrum of pulses');
hold off;
legend('show');
```

Το θεωρητικό εύρος φάσματος των άπειρης διάρκειας παλμών δίνεται από την σχέση **BW = (1+a)/2T**. Άρα:

- α=0 → BW=50
- α=0.5 → BW=75
- α=1 → BW=100

Επειδή γνωρίζουμε ότι οι πραγματικοί παλμοί δεν έχουν άπειρο εύρος φάσματος, στο παρακάτω γράφημα κάτω από την οριζόντια γραμμή c=T/10^3 και θεωρούμε ότι οι τιμές κάτω από αυτή είναι μηδέν.



Η απόδοση των παλμών εξαρτάται από το εύρος ζώνης. Επομένως ο παλμός για α=0. Επίσης όμως υπάρχει εξάρτηση και από ποια γραμμή θα θεωρήσουμε το μηδέν. Οπότε δεν υπάρχει βέλτιστος παλμός για όλες τις περιπτώσεις.

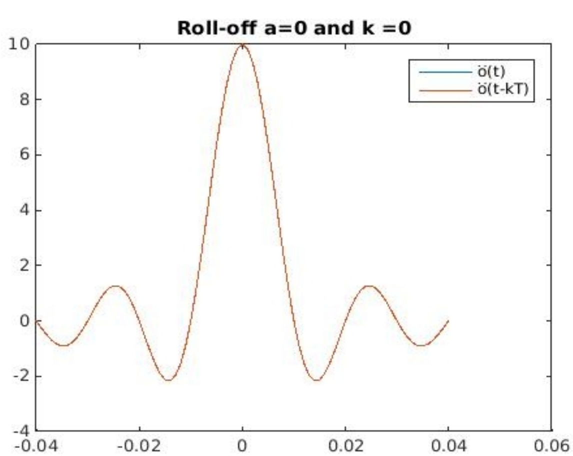
B. Ορθοκανονικότητα παλμών

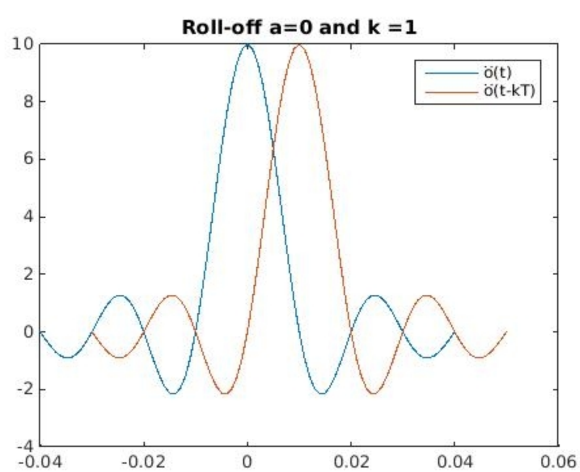
B1. Δημιουργία καθυστερημένων παλμών

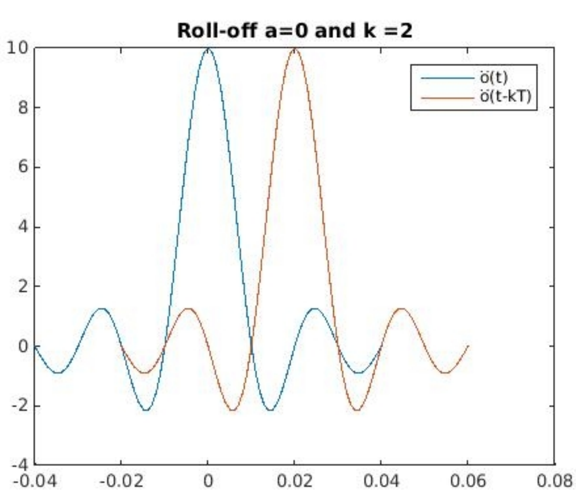
Προσομοιώθηκαν όλοι οι παλμόι για a=0,0.5,1 και k=0,1,2,4 καθώς και πραγματοποιήθηκαν οι υπολογισμοί των γινομένων και των ολοκληρωμάτων.

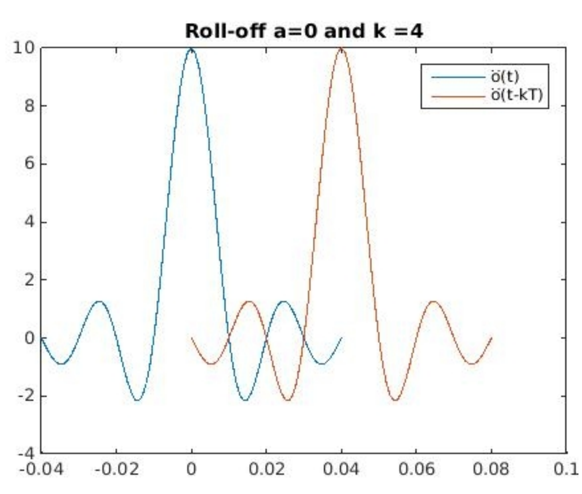
```
for k=0:4
    % just design phi(t-kT) for k=0,1,2,4 and a=0,0.5,1
    figure
    plot(tA,phiA,'DisplayName','Ã¶(t)');
    hold on;
    plot(tA+k*T,phiA, 'DisplayName','Ã¶(t-kT)');
% we compute tA+k*T because we want to shift the signal to the
right
    title(['Roll-off a=0 and k =' num2str(k)]);
    hold off;
    legend('show');

    figure
    plot(tB,phiB,'DisplayName','Ã¶(t)');
    hold on;
    plot(tB+k*T,phiB, 'DisplayName','Ã¶(t-kT)');
    title(['Roll-off a=0.5 and k =' num2str(k)]);
    hold off;
    legend('show');

    figure
    plot(tC,phiC, 'DisplayName','Ã¶(t)');
    hold on;
    plot(tC+k*T,phiC, 'DisplayName','Ã¶(t-kT)');
    title(['Roll-off a=1 and k =' num2str(k)]);
    hold off;
    legend('show');
end
```

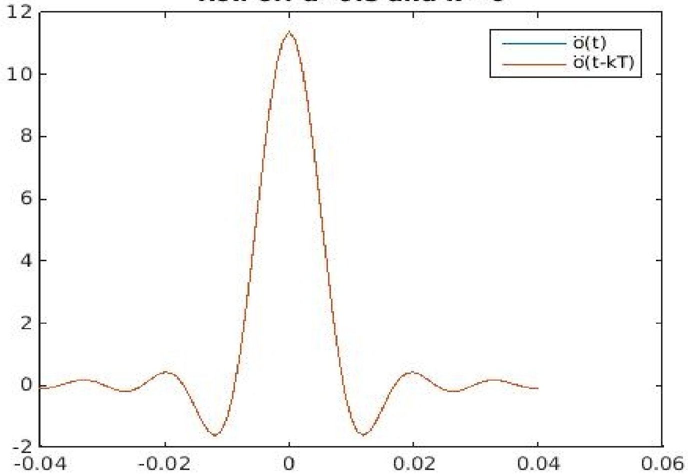
```
for k=0:4
    figure
    phiA_kT=[zeros(1,length(0:Ts:k*T)) phiA(1:end-
length(0:Ts:k*T))];
    phiA_prod = phiA.*phiA_kT;
    plot(tA,phiA_prod, 'DisplayName','a=0');
    phiA_integ(k+1) = sum(phiA_prod)*Ts;

    %figure
    phiB_kT=[zeros(1,length(0:Ts:k*T)) phiB(1:end-
length(0:Ts:k*T))];
    phiB_prod = phiB.*phiB_kT;
    hold on;
    plot(tB,phiB_prod, 'DisplayName','a=0.5');
    phiB_integ(k+1) = sum(phiB_prod)*Ts;

    %figure
    phiC_kT=[zeros(1,length(0:Ts:k*T)) phiC(1:end-
length(0:Ts:k*T))];
    phiC_prod = phiC.*phiC_kT;
    plot(tC,phiC_prod, 'DisplayName','a=1');
    title(['Product of Ã¶(t) and Ã¶(t-kT) when k='
num2str(k)]);
    legend('show')
    hold off;
    phiC_integ(k+1) = sum(phiC_prod)*Ts;
end

disp('Integral Ã : '); disp(phiA_integ)
disp('Integral Ã,: '); disp(phiB_integ)
disp('Integral C: '); disp(phiC_integ)
```



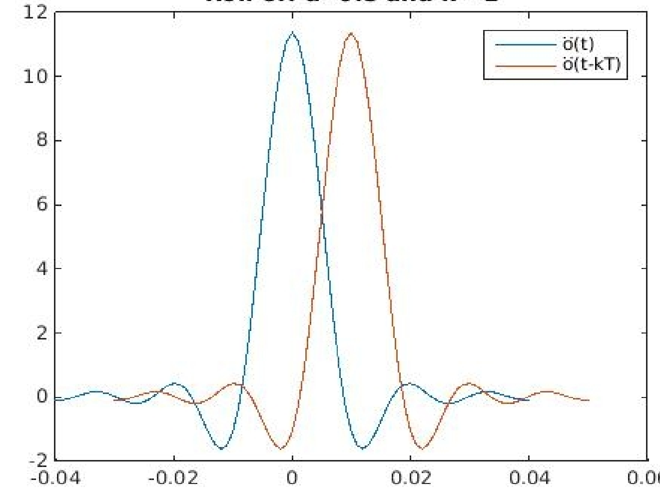




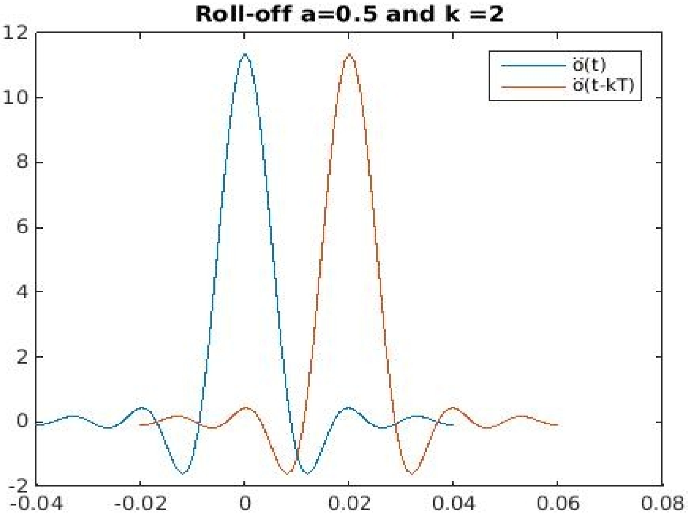




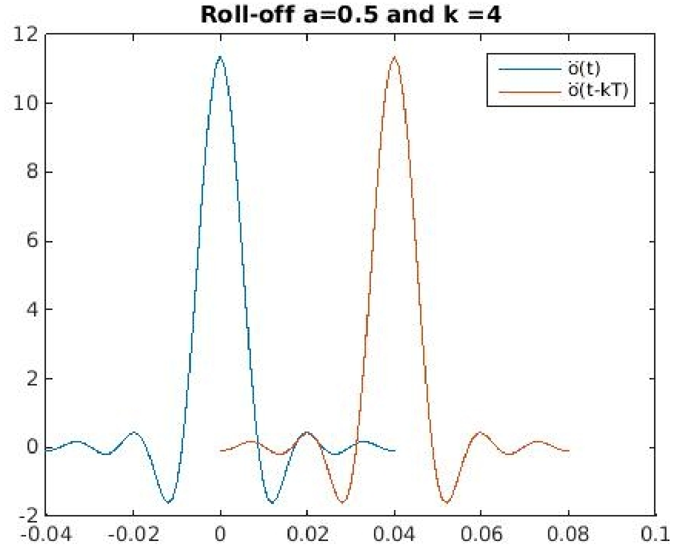
Roll-off a=0.5 and k =0



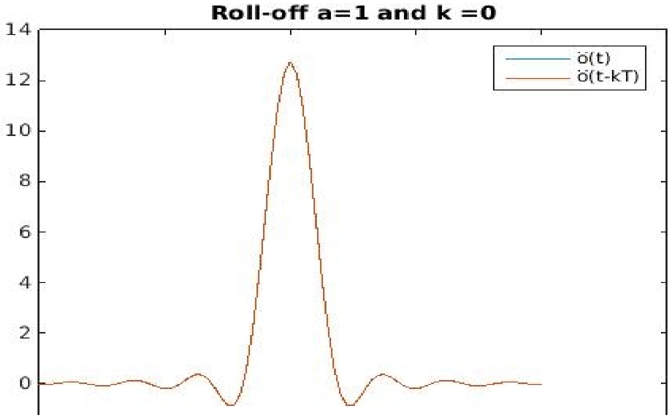
Roll-off a=0.5 and k =1



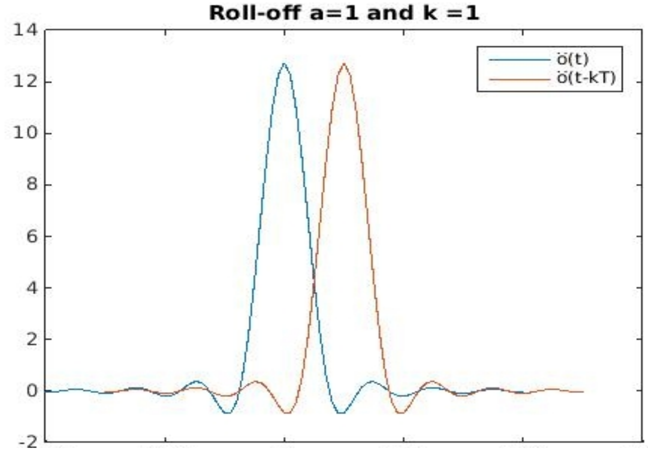
Roll-off a=0.5 and k =2



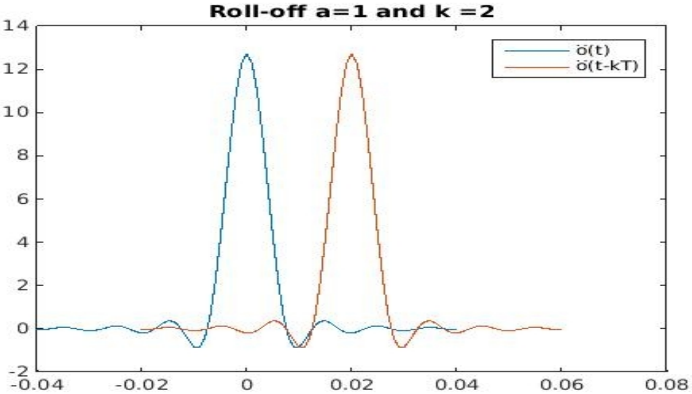
Roll-off a=0.5 and k =4



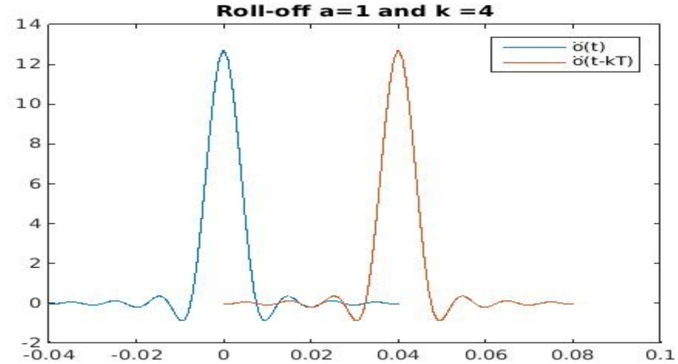
Roll-off a=1 and k =0



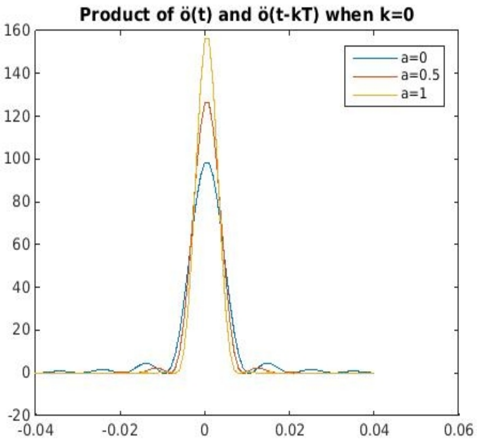
Roll-off a=1 and k =1

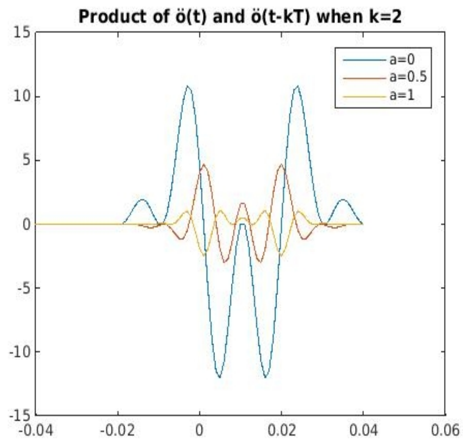


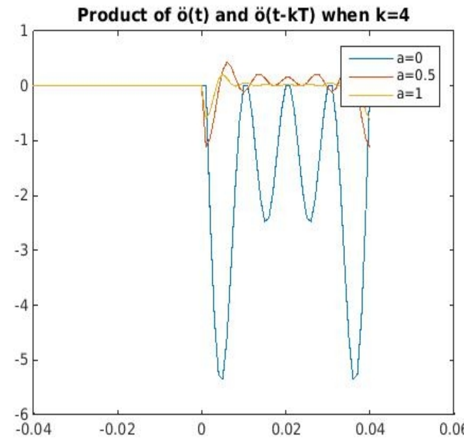
Roll-off a=1 and k =2



Roll-off a=1 and k =4







Τιμές Ολοκληρωμάτων για k=0,1,2,4:

Integral A:	0.9596	-0.0618	0.0135	0.0126	-0.0797
Integral B:	0.9812	-0.0667	0.0139	0.0006	-0.0015
Integral C:	0.9744	-0.0222	-0.0028	-0.0010	-0.0009

Από θεωρία γνωρίζουμε ότι για την ορθοκανονικότητα το εμβαδόν πρέπει να είναι 1. Για k=0 ικανοποιείται η ιδιότητα και όσο αυξάνει το a παρατηρούμε και μικρότερη απόκλιση.

Γ. Συστημα διαμορφωσης 2-PAM

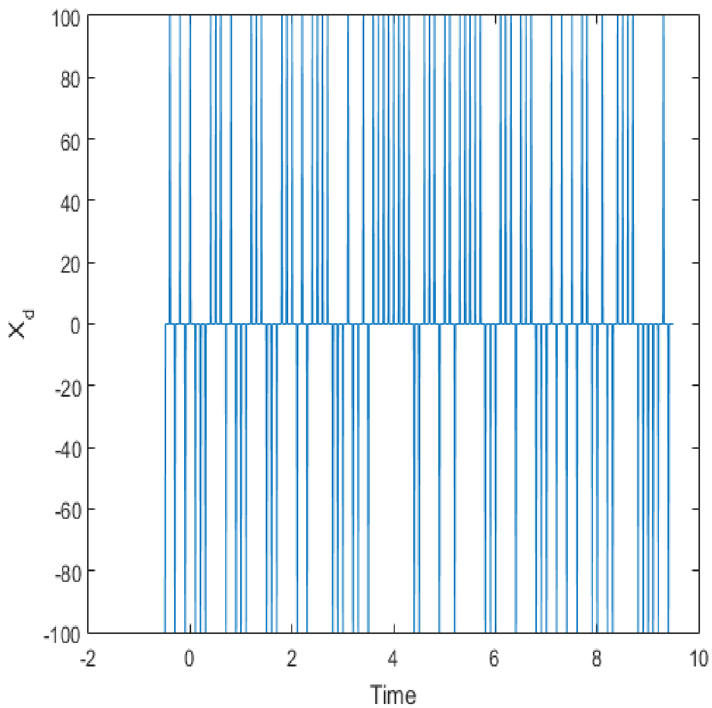
Γ1. Δημιουργήθηκε μια σειρά δυαδικών συμβόλων με την εντολή sign(rand(N,1)+1)/2 με σκοπό να χρησιμοποιηθεί για να παράγουμε μια 2-PAM ακολουθία.

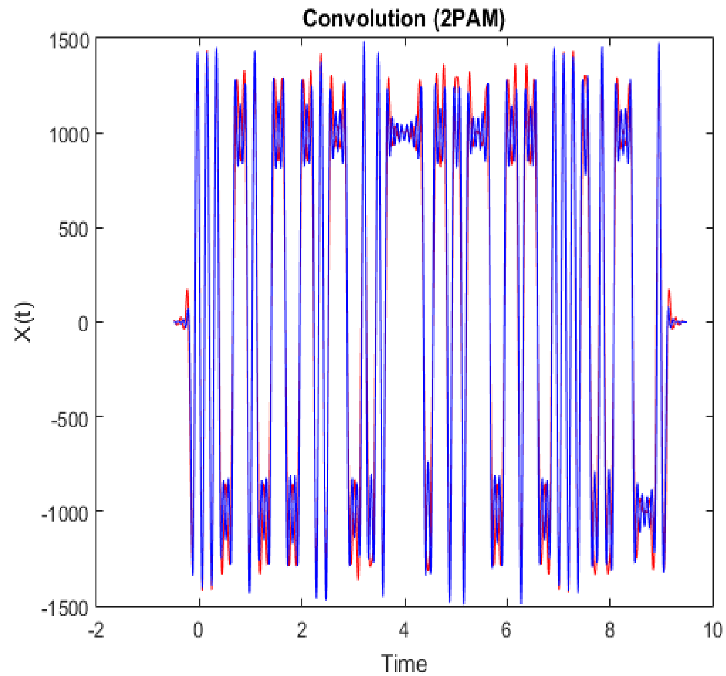
Γ2. Η συνάρτηση παίρνει ως όρισμα μία δυαδική ακολουθία και παράγει μια ακολουθία συμβόλων με 2-PAM απεικόνιση.

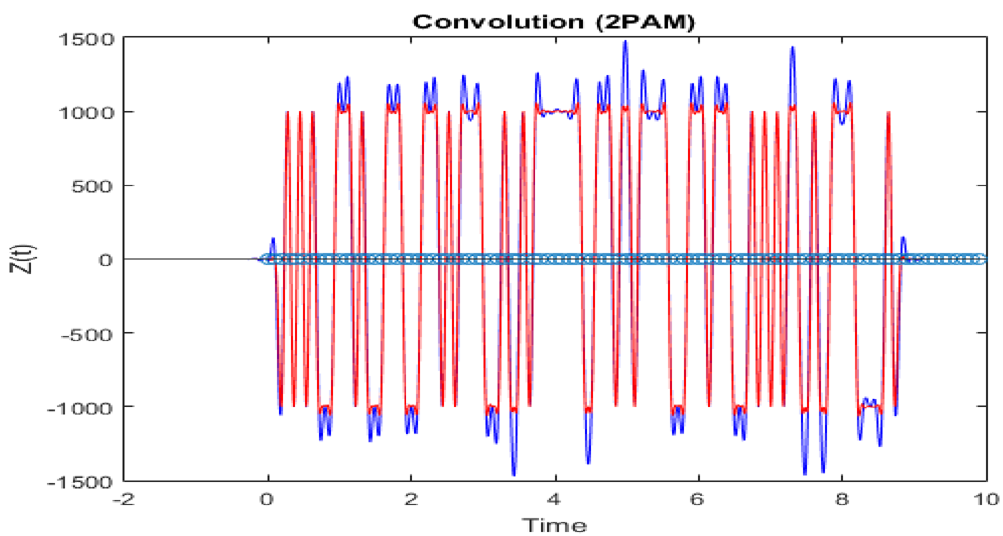
```
function [S] = bits_to_2PAM(b)
%Determine final length of S (Warning otherwise)
S = 1:length(b);

for n=1:length(b)
    if b(n)==0
        S(n) = +1;
    elseif b(n)==1
        S(n) = -1;
    else
        disp('Error: Not a binary was given');
        return;
    end
end
```

Input 0 → Output +1
Input 1 → Output -1

Στην συνέχεια προσομοιώθηκε το σήμα Xd(t) και έγινε η συνέλιξη του με το φ(t) και με το φ(-t).








```
%Orismos aksona xronou
tmin=0-A*T;
tmax=(N*T)-1+A*T;
dt=linspace(tmin,tmax,length(X_delta));

%Dimiourgia plot
figure;
plot(dt,X_delta)

ylabel('X_d');
xlabel('Time');

%Dimiourgia suneliksis
Xt2=conv(ph2,X_delta);
Xt3=conv(ph3,X_delta);
dt2=linspace(tmin,tmax,length(Xt2));

%Plot suneliksi
figure;
plot(dt2,Xt2,'r')
hold on;
plot(dt2,Xt3,'b')

title('Convolution (2PAM)');
ylabel('X(t)');
xlabel('Time');
```

```
%Kataskeui Z(t)
Zt2=conv(Xt2,ph2)*Ts;
Zt3=conv(Xt3,ph3)*Ts;
tmin2=tmin-A*T;
tmax2=tmax+A*T;
dt3=linspace(tmin,tmax,length(Zt3));

%Dimiourgia plot
figure;
plot(dt3,Zt2,'b')
hold on;
plot(dt3,Zt3,'r')

%Ektelesi stem
stem((0:N-1)*T,X);

title('Convolution (2PAM)');
ylabel('Z(t)');
xlabel('Time');
```