ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

ΜΕΡΟΣ Α: Μελέτη Ομόδυνου Ζωνοπερατού Συστήματος M-PAM

Για την διεκπεραίωση της εργασίας αρχικά κατασκευάζουμε τη συνάρτηση **erotima_a** στην οποία αρχικά με την randsrc δημιουργούμε ένα διάνυσμα 10000 στοιχείων από 0 και 1 τα οποία θα εμφανίζονται ισοπίθανα.
Στη συνέχεια, μέσα στη loop που έχουμε κατασκευάσει θα καλούμε την συνάρτηση m_pam_BER (εξηγούμε παρακάτω) η οποία θα μας επιστρέψει τα Bit Error Rate (BER_για M=2 , M=8 χωρις κωδικοποίηση Gray. Οι τιμές επιστρέφονται σε μεταβλητές που έχουμε ήδη αρχικοποιήσει, και στη συνέχεια για M=8 γίνεται η ίδια κλήση με την διαφορά ότι έχουμε κωδικοποίηση Gray. Ακόμα το script για M=2 και M=8 χωρις κωδικοποίηση Gray καλεί την συνάρτηση m_pam_SER η οποία θα μας υπολογίσει το Symbol Error Rate(SER) για καθεμία από τις 2 τιμές του M.

m_pam_BER:
Σκοπός αυτής της συνάρτησης είναι να μας υπολογίζει το BER για το σύστημα διαμόρφωσης M=2,8-pam. Πρώτα, μετράμε το μέγεθος της εισόδου (διάνυσμα που παράχθηκε από την randsrc) και το χρησιμοποιούμε για να καθορίσουμε, διαιρώντας με το πλήθος των δυαδικών ψηφίων που έχουμε κάθε φορά, τον πινάκα αντιστοίχησης όπου θα αποθηκευτούν τα σύμβολα που θα αντιστοιχούν σε log2M δυαδικά ψηφία. Αν είμαστε στην περίπτωση των M=8 και ζητηθεί κωδικοποίηση Gray χρησιμοποιούμε την συνάρτηση bin2gray. Για δυαδικό Pam δεν έχουμε κωδικοποιηση Gray οπότε κάθε 1 που παίρνουμε ως εισοδο το αντιστοιχίζουμε σε 1 και κάθε 0 σε -1.
Επόμενο βήμα του script είναι η διαμόρφωση. Αν έχουμε δυαδικό PAM τότε από τον τύπο που μας έχει δοθεί το A=1 ενώ για 8-PAM είναι 1/sqrt(21). Στη συνέχεια υπολογίζουμε τις κυματομορφες του εκάστοτε M-PAM :

```
s(i,t)=(2*m-(M+1))*A*palmos*cos(2*pi*fc*t);
```

Στο προσθέτουμε στο σήμα μας AWGNoise τον οποίο δημιουργήσαμε με την χρήση της:

```
thorybos=sqrt(s2)*randn(length(out)*40,1);
```

Στη συνεχεια, φτανουμε στον αποδιαμορφωτη ο οποιος με την χρηση της φερουσας και του παλμου μας παραγει μια εκτιμηση της τιμης του τρεχοντος συμβολου πανω στο αστερισμο του PAM. Η εκτιμηση αυτη υστερα θα παει στον φωρατη οπου θα εκτιμηθει σε ποιο συμβολο βρισκεται εγγυτερα. Πριν γινει αυτο ομως το r (εκτιμηθειτσα τιμη) θα πρεπει να γινει μονοδιαστατο διανυσμα ετσι λοιπον βαζοντας αυτη τη γραμμη στον κωδικα: `r_=r_(:);`
προκυπτει η ζητουμενη μετατροπη. Το μονοδιαστατο πλεον διανυσμα εισερχεται στον φωρατη ο οποιος με την χρηση της νορμας 2 υπολογιζει την μικροτερη αποσταση του Am απο το διανυσμα r και το συμβολο αυτο αντιστοιχει και στο συμβολο που σταλθηκε.
Τελος ο demapper κανει την αντιστροφη αντιστοιχιση απο συμβολα σε δυαδικα ψηφια και υπολογιζεται το BER το οποια ισουται με το πληθος των δυαδικων ψηφιων που ειναι διαφορετικα απο αυτα που σταλθηκαν προς το πληθος της δυαδικων ψηφιων της εισοδου.

m_pam_SER: Κανει την ιδια ακριβως διαδικασια και ακολουθει το ιδιο μοτιβο με την m_pam_BER με την μονη διαφορα οτι πριν φτασει το καθε συμβολο με την μικροτερη αποσταση στον demapper για να γινει τη αντιστοιχηση απο συμβολα σε δυαδικα ψηφια, προσθετουμε ενα μικρο τμημα κωδικα---> το οποιο για καθε συμβολο με μικροτερη αποσταση

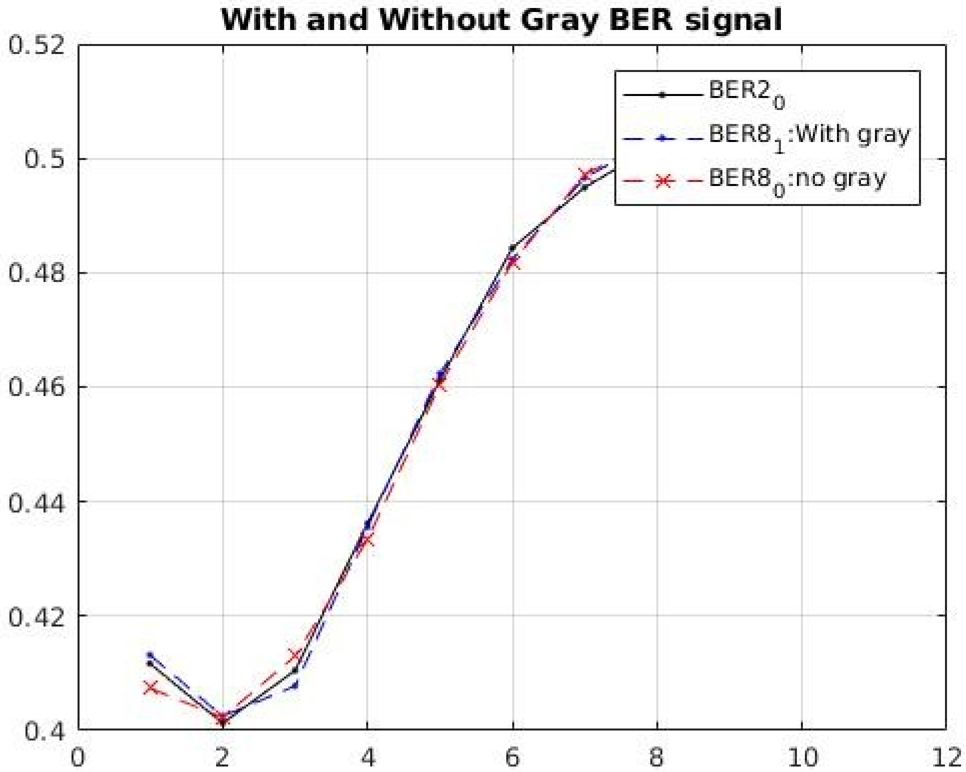
```
sum=0;
errorsym=0;
for i=1:length(symb)
    sum=sum+1;
    if symb(i)~=out(i)
        errorsym=errorsym+1;
    end
end
```

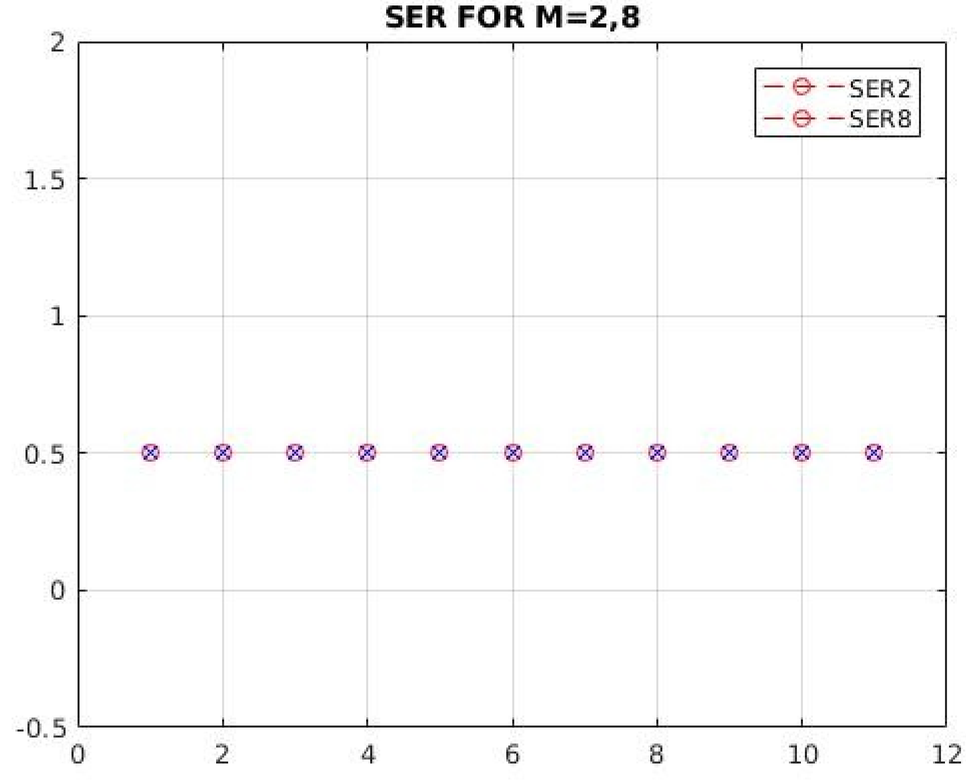
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

το r_ που ειναι διαφορετικο απο το αρχικο συμβολο
πριν γινει η κωδικοποιηση τοτε βαζουμε εναν μετρητη και στο τελος του script παιρνουμε το SER διαιρωντας το πληθος αυτων τον διαφορετικων συμβολων με το πληθος ολων των συμβολων που σταλθηκαν.

- Στη συνεχεια παραθετουμε τις καμπυλες BER για M=2,8 για απλη κωδικοποιηση , M=8 για κωδικοποιηση Gray και SER καμπυλες για M=2,8 για απλη κωδικοποιηση.:





ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

ΜΕΡΟΣ Β: Κωδικοποίηση διακριτής με την μέθοδο DPCM

----
my_quantizer.m--%
Στο 2ο ΜΕΡΟΣ η άσκηση μας ζητάει να κατασκευάσουμε το my_quantizer.m το οποίο είναι ένας ομοιόμορφος κβαντιστής. Σαν είσοδο του δίνουμε το διάνυσμα t (διάνυσμα εισόδου) το οποίο έχουμε φορτώσει στο dpcm με την χρήση της load source.mat το οποίο περιέχει 20000 στοιχεία, το πλήθος των χρησιμοποιούμενων δυαδικών ψηφίων(N) που θα του δίνουμε κάθε φορά και τέλος την max & min τιμή που αποδέχεται ο κβαντιστής στην έξοδό του.
Συνολικά, η κλήση θα είναι: function [y] = my_quantizer(t, N, min_value, max_value).
Αναλυτικά τα βήματα που ακολουθούμε είναι τα εξής:
1. Υπολογίζουμε το qDelta(βήμα κβάντισης)
2. Υπολογίζουμε τα άκρα των περιοχών κβάντισης (quant_akra). Συγκεκριμένα παίρνουμε τη min_value και προσθέτουμε το βήμα κβάντισης σε κάθε ενδιάμεσο άκρο μέχρι να φτάσουμε στην τιμή του max_value. Για να υπολογίσουμε τα κέντρα των περιοχών κβάντισης (centers_quant) χρησιμοποιούμε την συνάρτηση mean η οποία παίρνει σαν όρισμα τα quant_akra.
3. Το τελευταίο μέρος του my_quantizer κάνει την αντιστοίχηση των δειγμάτων στις αντίστοιχες περιοχές κβάντισης που ανήκουν.

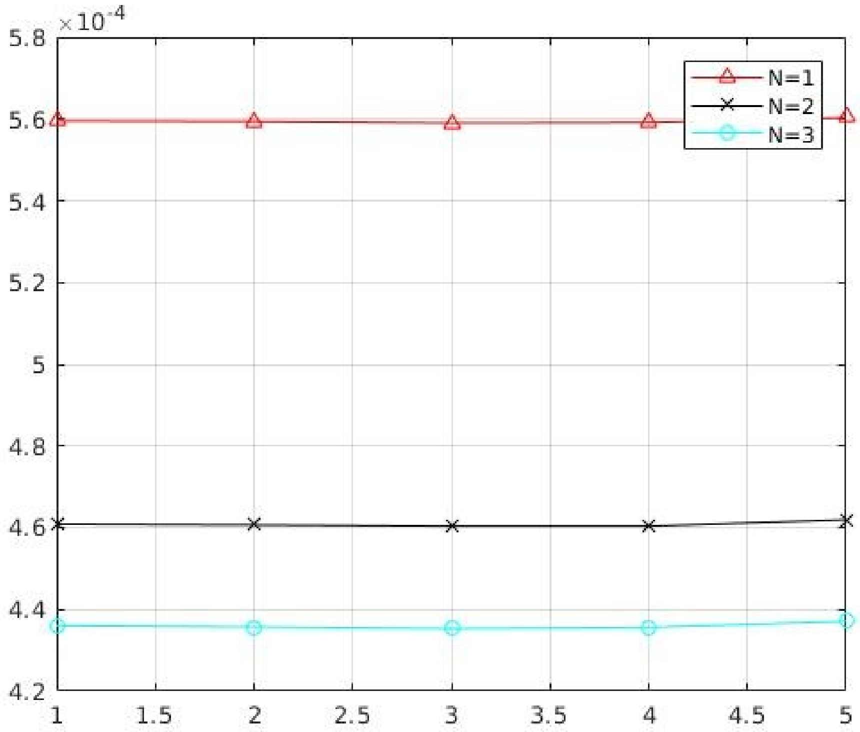
%---
dpcm.m---%
Στη συνέχεια, η άσκηση μας ζητάει να υλοποιήσουμε το σύστημα DPCM. Το script μας (dpcm.m) παίρνει σαν όρισμα το N (βλέπε my_quantizer) καθώς και τον αριθμό p που καθορίζει τα άκρα της δυναμικής μας περιοχής [-p,p]. Η συνάρτηση τελικά μας δίνει το ανακατασκευασμένο σήμα ,δηλαδή αυτό που θα λάβει ο δέκτης (ydekti), το σφάλμα πρόβλεψης(ypredict) καθώς και τους συντελεστές του φίλτρου πρόβλεψης (a).
Αναλυτικα τα βήματα που ακολουθούμε είναι τα εξής:
1. Πρώτα υπολογίζουμε το διάνυσμα αυτοσυσχέτισης r (διαστάσεις και σχέση υπάρχουν στην εκφώνηση) και στη συνέχεια υπολογίζουμε το Ra=r.
2.Έπειτα, κβαντίζουμε τους συντελεστές φίλτρου πρόβλεψης δηλαδή το διάνυσμα a με την χρήση της my_quantizer. Χρησιμοποιούμε σύμφωνα με την εκφώνηση ένα κβαντιστή των 8-bits και με δυναμική περιοχή [-2,2].
3.Μετά, υπολογίζουμε το σφάλμα κβάντισης y και κάθε yi πολλαπλασιάζεται με το φίλτρο πρόβλεψης παίρνοντας τελικά το y'.
4. Τέλος ο πομπός υπολογίζει το ανακατασκευασμένο σήμα.

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

%-------------------------------------
mse.m---%
Καλούμαστε τώρα να αξιολογήσουμε το σύστημα που υλοποιήσαμε (dpcm) ως προς τα N. Για το λόγο αυτό κατασκευάζουμε νέο script (mse.m). Δουλειά της mse είναι να υπολογίσει το σφάλμα πρόβλεψης (ο τύπος δίνεται στην εκφώνηση) ως προς το N για p=5,10. Χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη συνάρτηση που έχει η MATLAB (immse) υπολογίζουμε το σφάλμα:

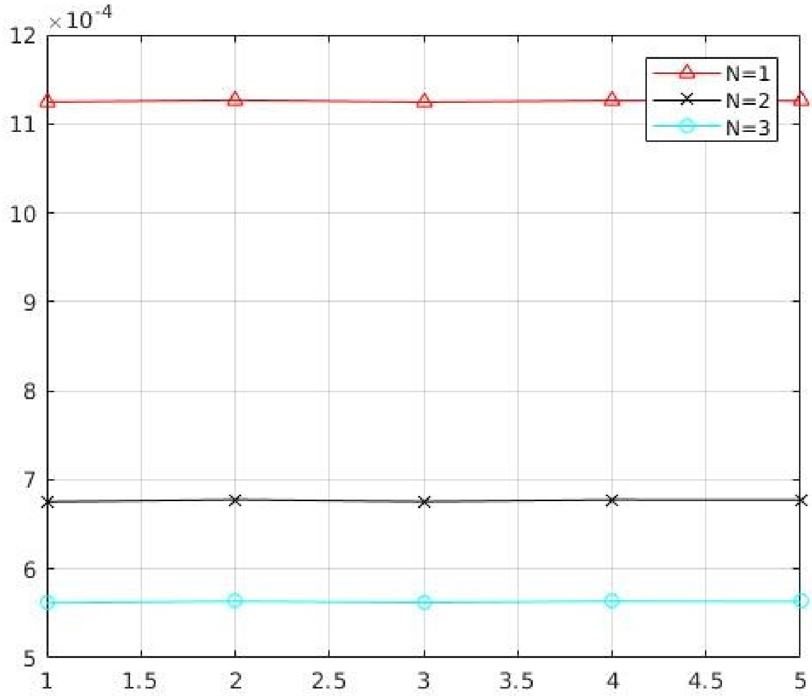
- Για 20000 δειγματα:



- Για 1:5000 δείγματα:

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

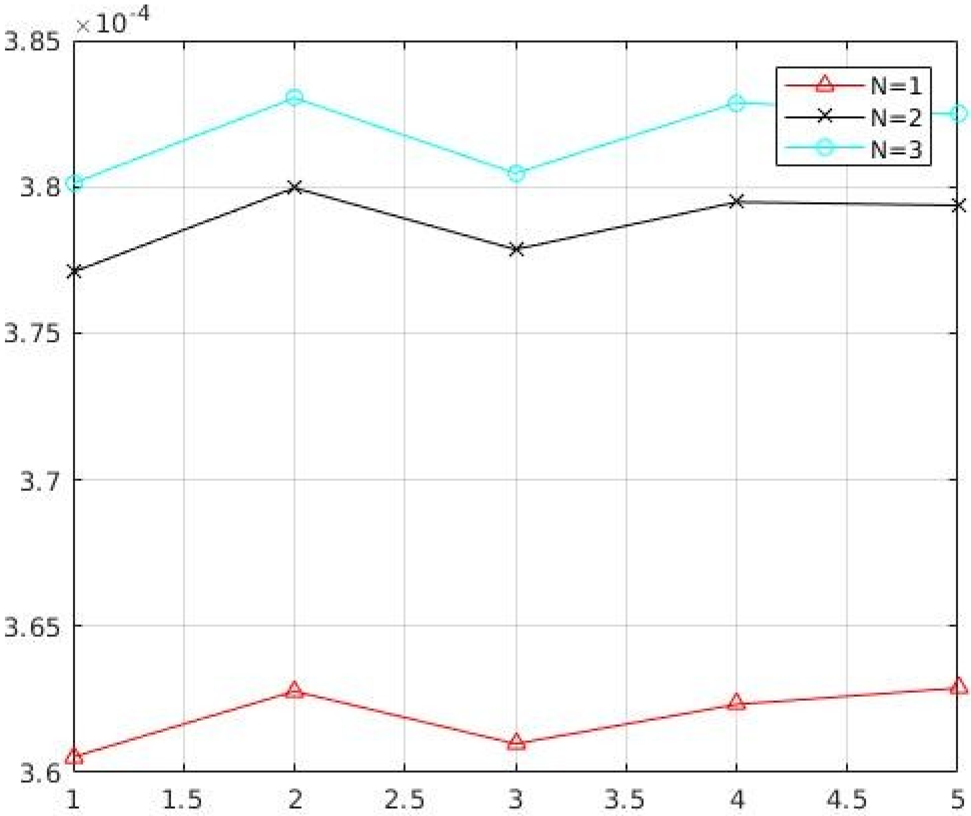
ΕΤΟΣ:4ο



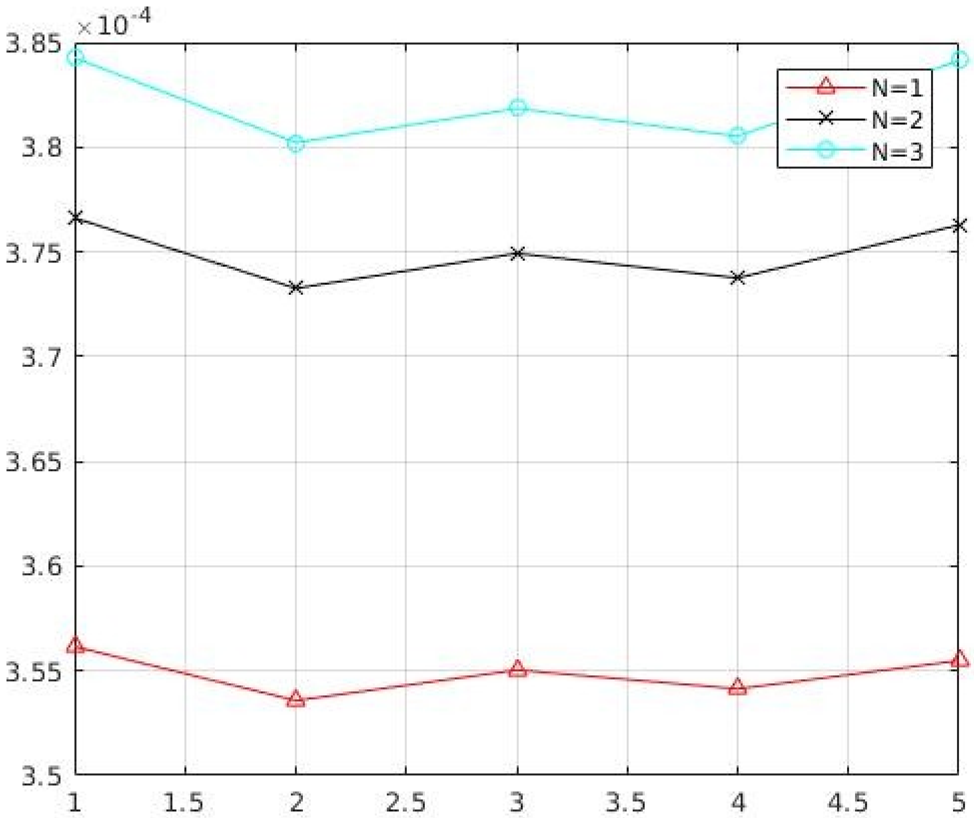
Για
5000:10000

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο



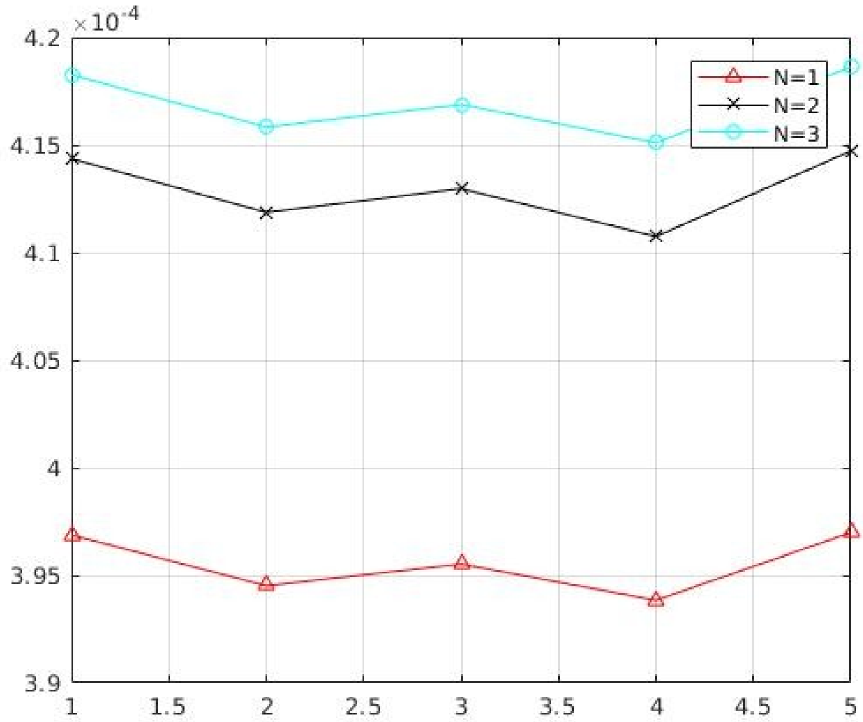
Για 10001:15000



ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

- Για 15001:20000 δείγματα:



Συμπερασμα απο τα παραπανω ειναι οτι οι γραφικες παραστασεις των bit κβαντισης διαφερουν ως προς την ομαλοτητα αν χωρισουμε το αρχικο δειγμα των 20000 τιμων σε υποσυνολα των 5000 ανεξαρτητα μεταξυ τους. Ενω στα 20000 η καμπυλη του εκαστοτε bit κβαντισης δινεται ως μια σχεδον ομαλη ευθεα αυτο αλλαζει αν τα δειγματα ειναι μικροτερης κλιμακας. Επίσης, παρατηρούμε λοιπόν ότι όσο αυξάνεται η τιμή των bits κβάντισης τόσο καλύτερη προσέγγιση έχουμε αλλά αυξάνεται και η απόδοση του συστήματος ενώ παράλληλα μειώνεται το σφάλμα.

Τιμές συντελεστών προβλεπτή:

11x8 double

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.0078	1.0078	1.0078	1.0078	1.0078	1.0078	1.0078	0.9922
2	0.0078	-0.0078	-0.0078	-0.0078	-0.0078	0.0078	-0.0078	-0.0078
3	0.0078	-0.0078	0.0078	0.0078	0.0078	-0.0078	0.0078	0.0078
4	0.0078	0.0078	-0.0078	-0.0078	-0.0078	0.0078	-0.0078	0.0078
5	0	-0.0078	0.0078	0.0078	0.0078	-0.0078	0.0078	0.0078
6	0	0	-0.0078	-0.0078	-0.0078	0.0078	0.0078	-0.0078
7	0	0	0	0.0078	0.0078	-0.0078	-0.0078	0.0078
8	0	0	0	0	-0.0078	0.0078	0.0078	-0.0078
9	0	0	0	0	0	-0.0078	-0.0078	0.0078
10	0	0	0	0	0	0	0.0078	-0.0078
11	0	0	0	0	0	0	0	-0.0078

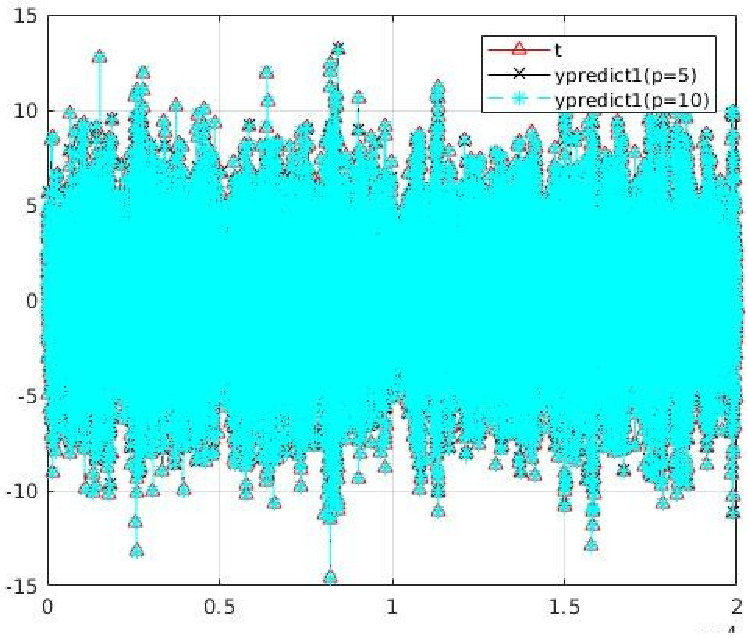
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

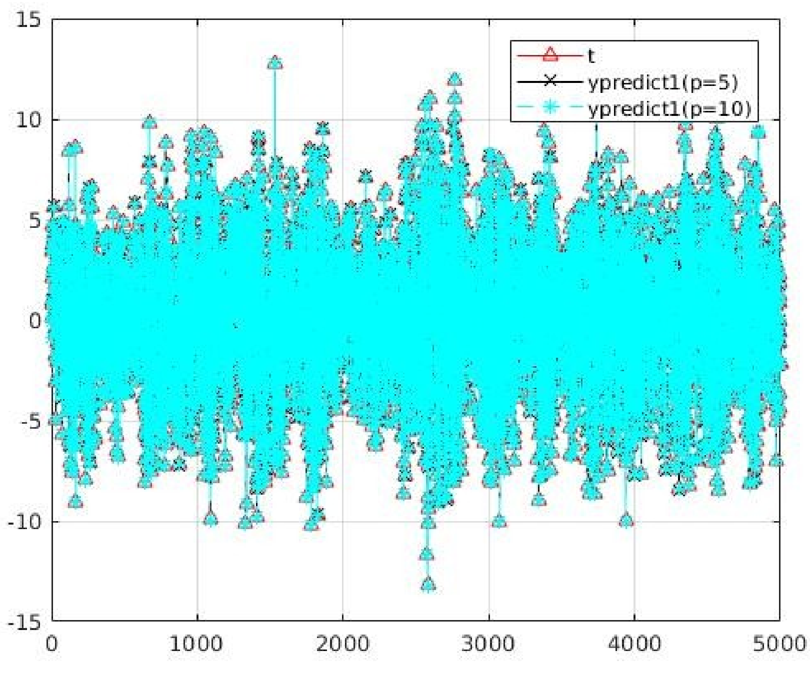
Για όλες τις τιμές του N,p εμφανίζεται το ίδιο αποτέλεσμα. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι ο πρώτος συντελεστής έχει τιμή πολύ κοντά στο 1 ενώ οι άλλοι πολύ μικρότερη τιμή. Πράγμα και λογικό αν σκεφτούμε ότι ο πρώτος συντελεστής είναι ο συντελεστής του αμέσως προηγούμενου σημείου.

ερωτηση2+4---
Για την ερώτηση 2 χρησιμοποιώ τα :erotimaDPCM_2_ypred1/2/3.m είναι 3 ίδια script αλλά το καθένα κάνει plot για διαφορετικές τιμές κβάντισης N.
Για p=5 και p=10 εκτελώ το κάθε script.

Για 20000 δειγματα πρωτα:

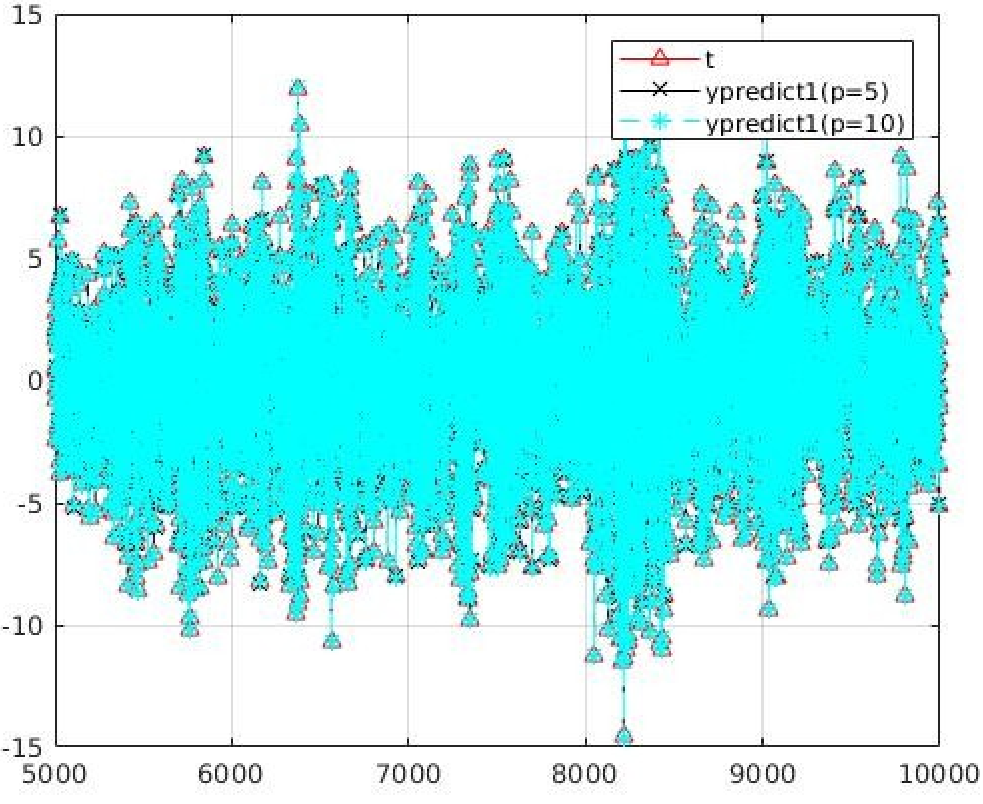


Στον αξονα χ καθε εικονας παρακάτω φαινεται το πληθος και η περιοχη των δειγματων που πηραμε:



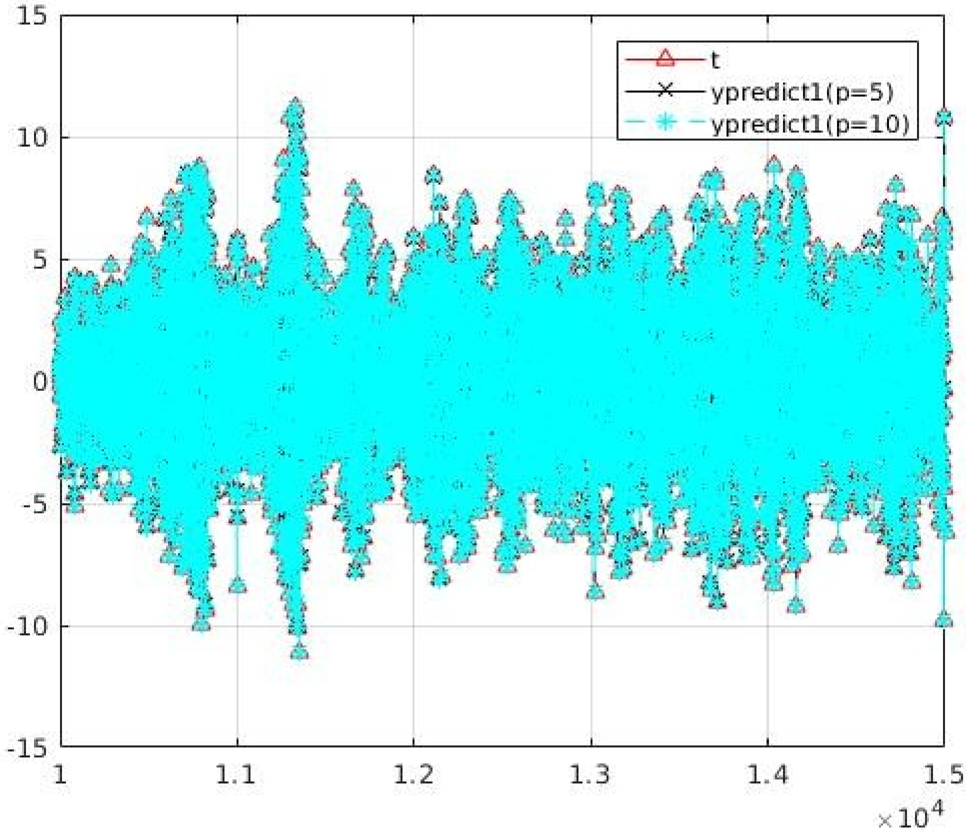
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο



ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

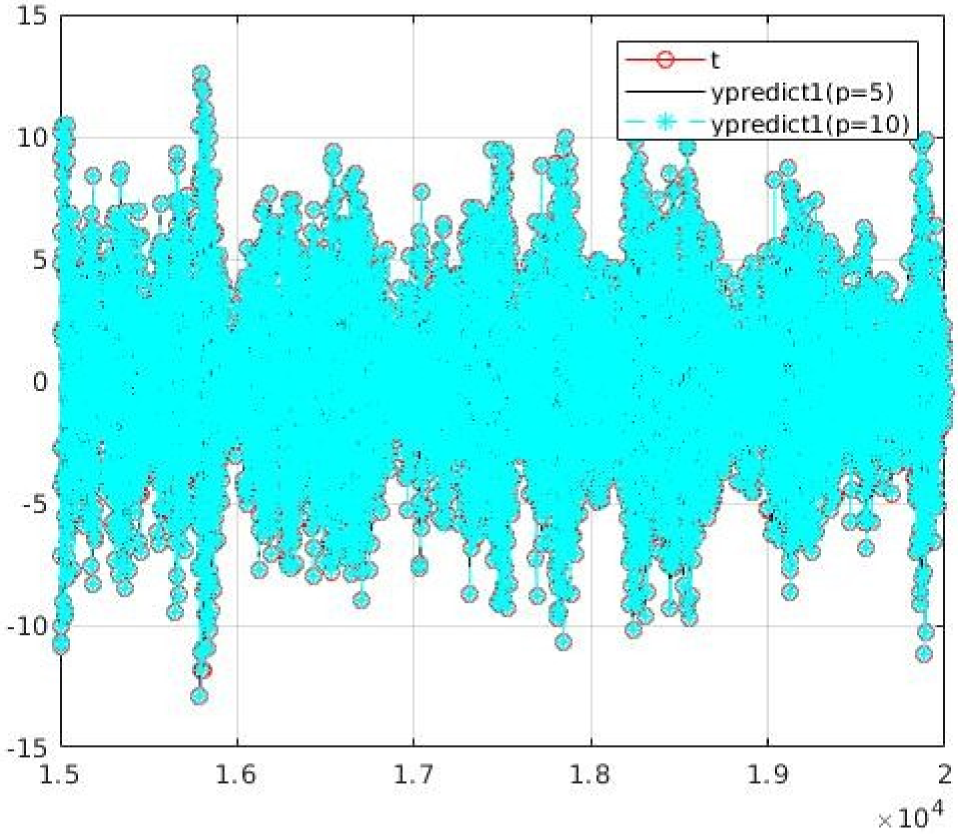


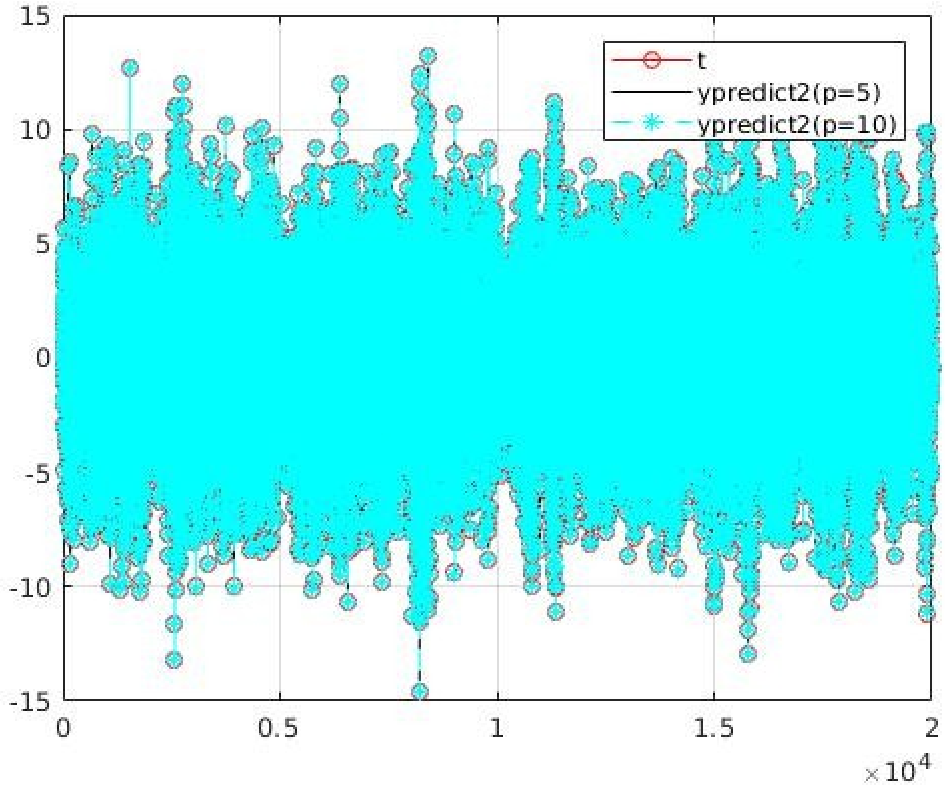
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

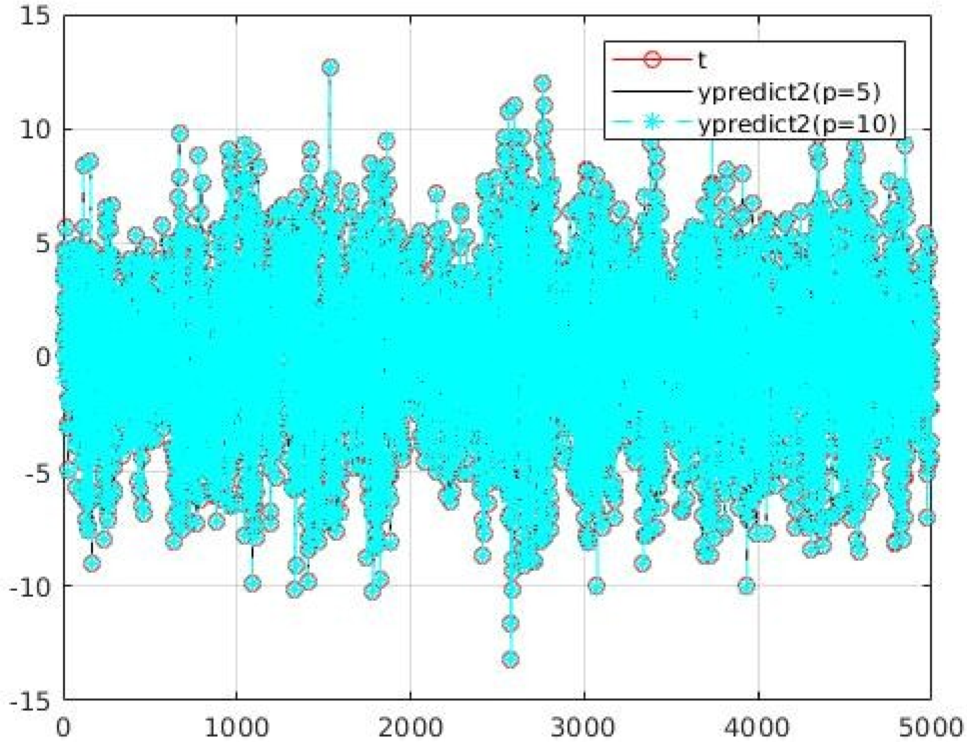
ΕΤΟΣ:4ο

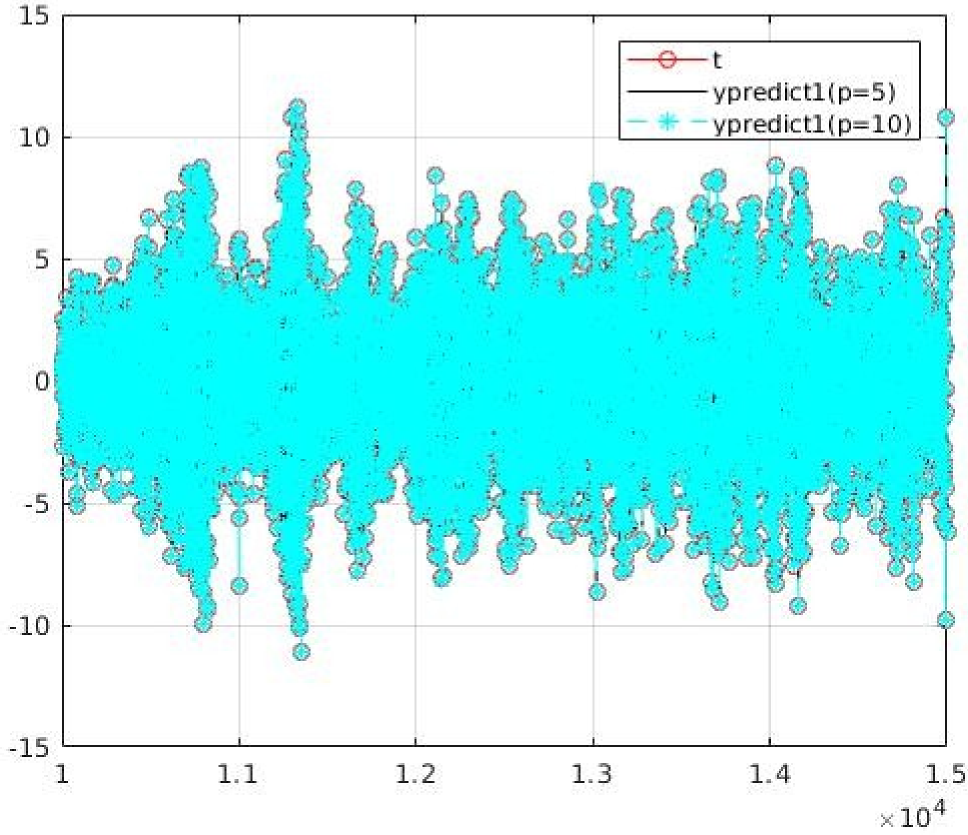




ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

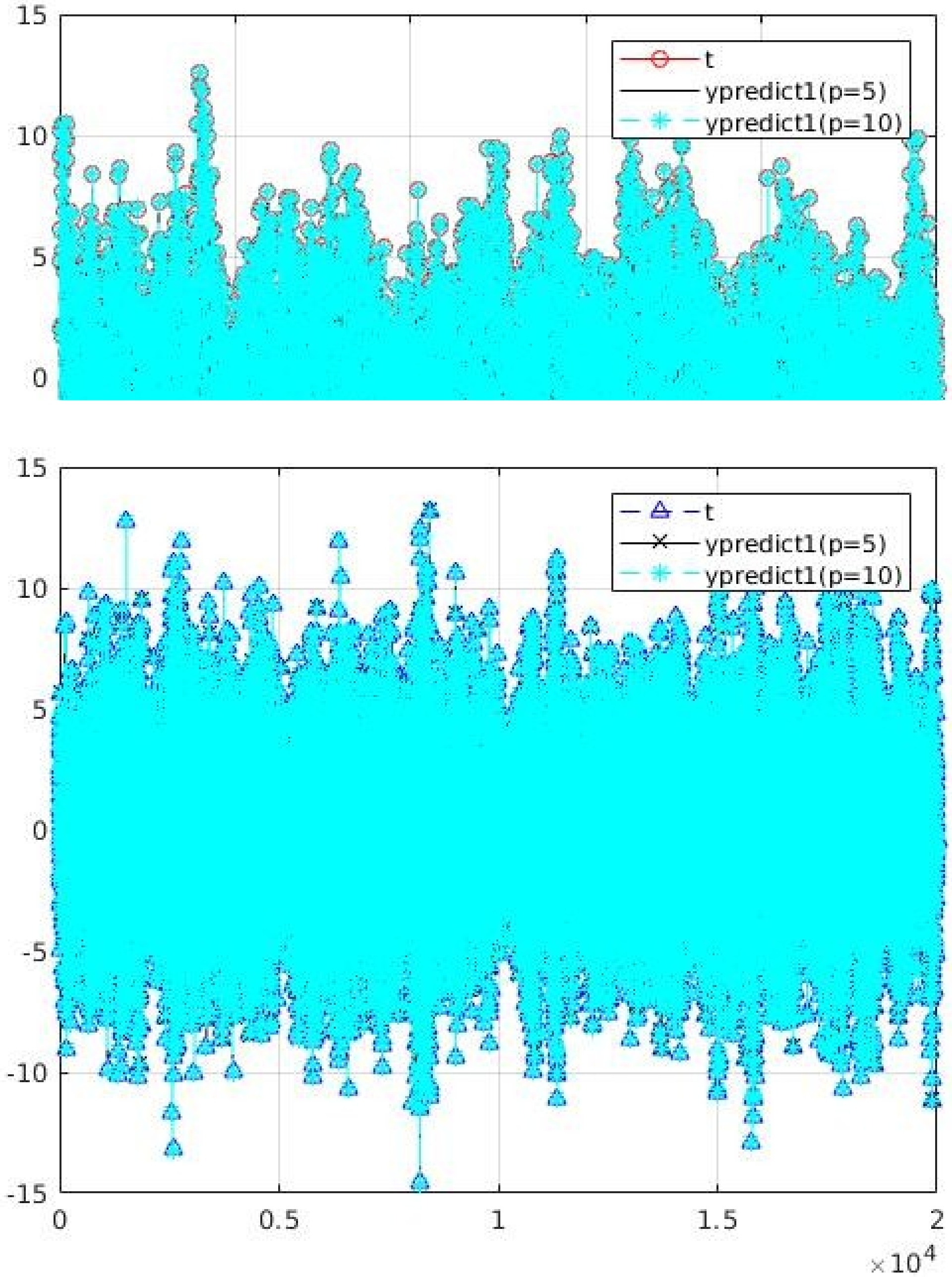
ΕΤΟΣ:4ο





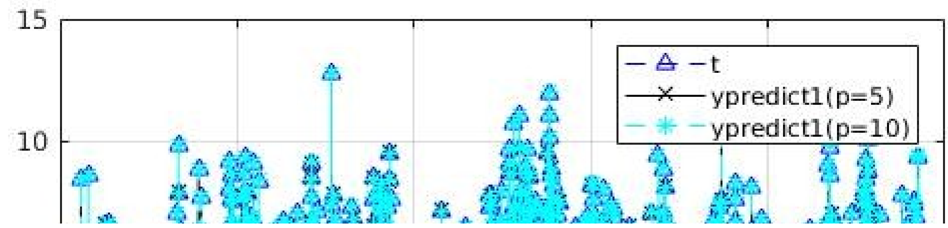
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

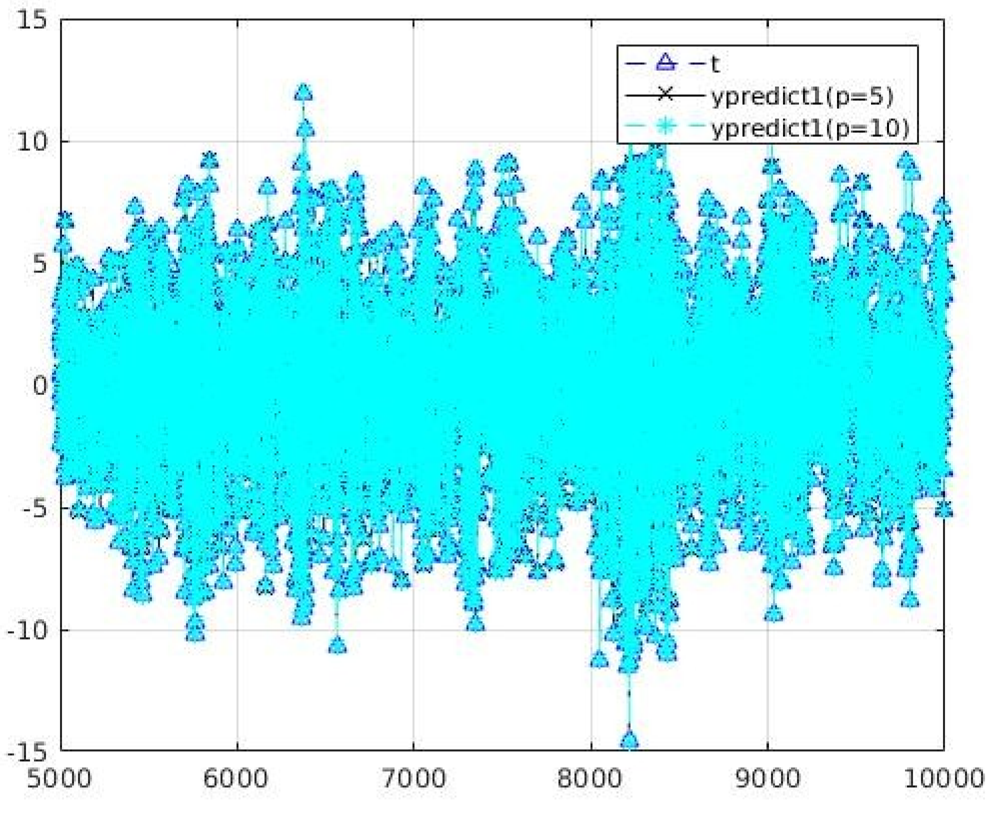
ΕΤΟΣ:4ο



ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

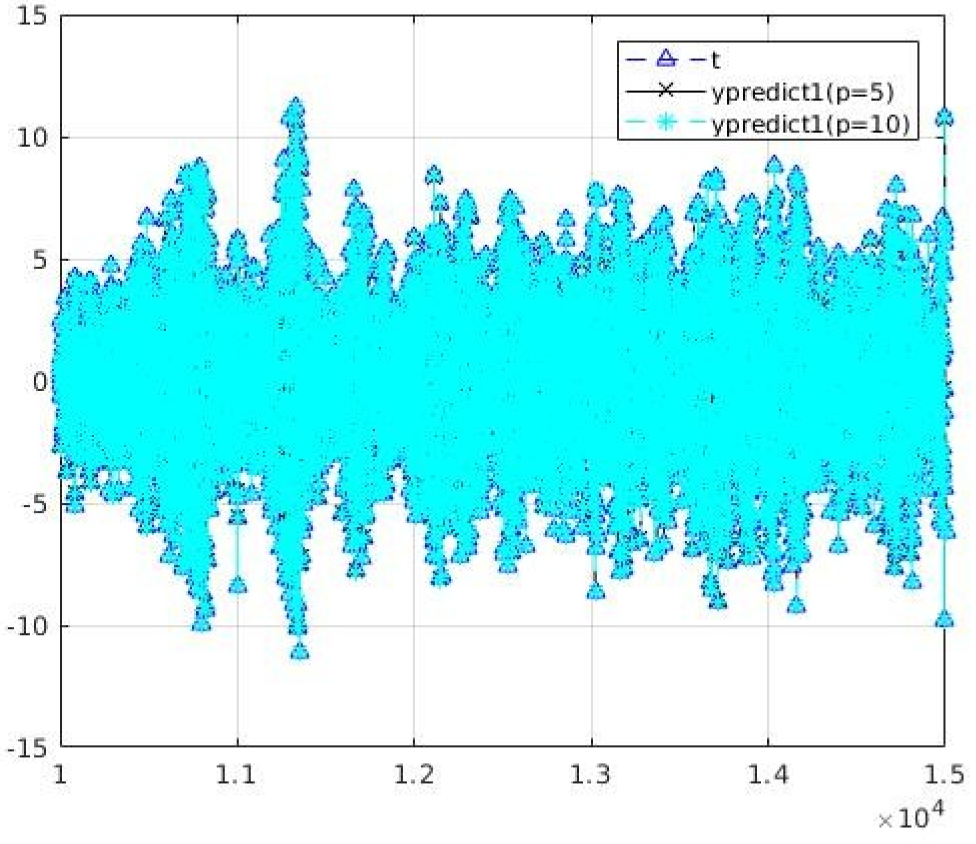
ΕΤΟΣ:4ο





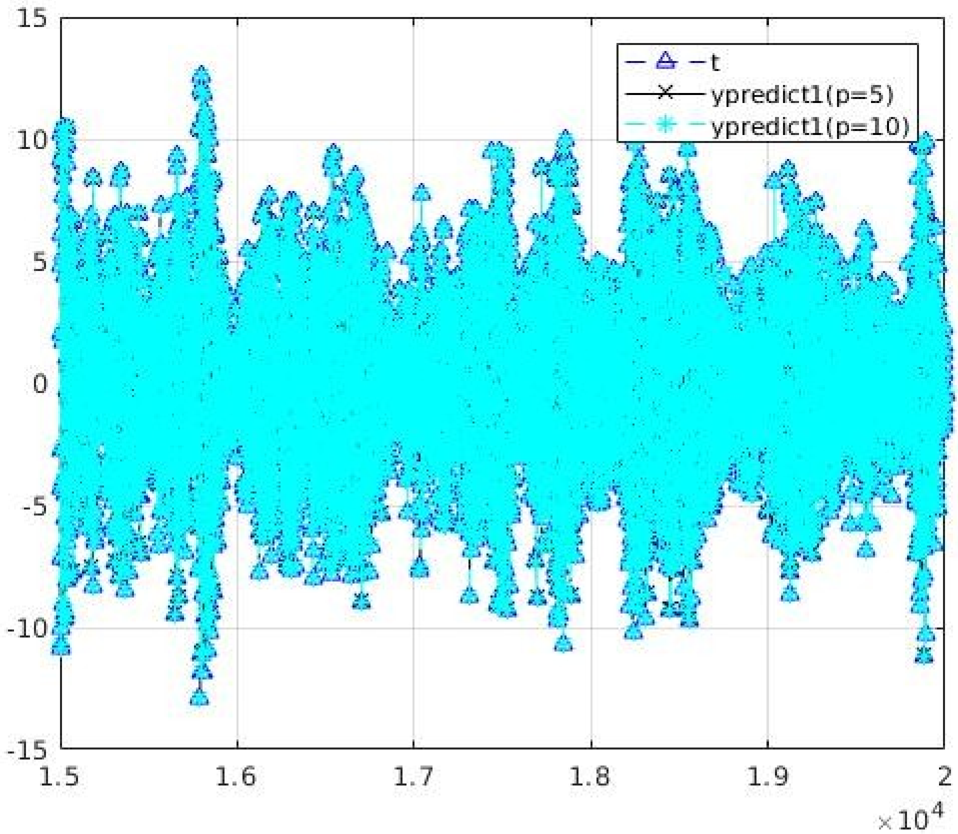
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο



ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

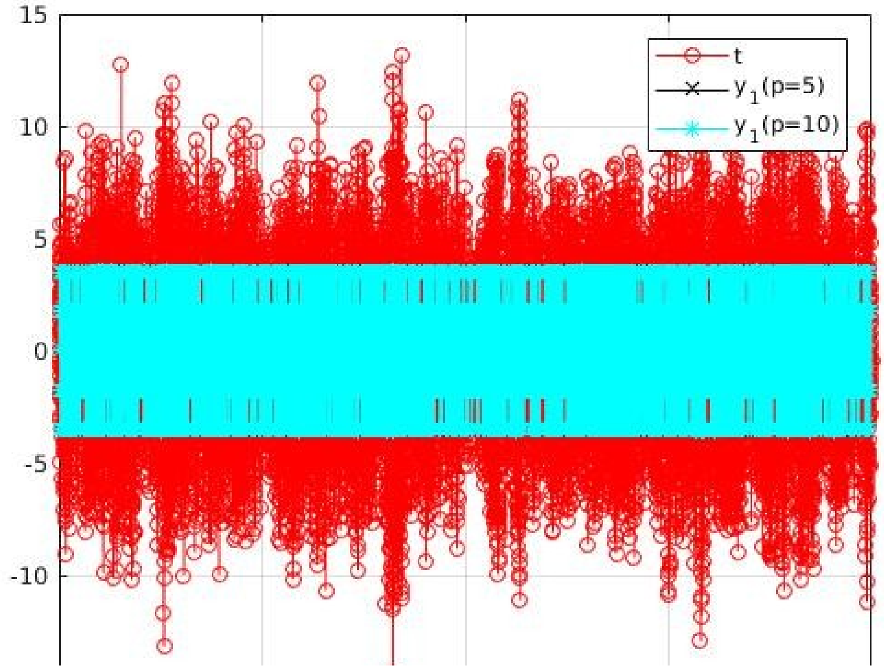


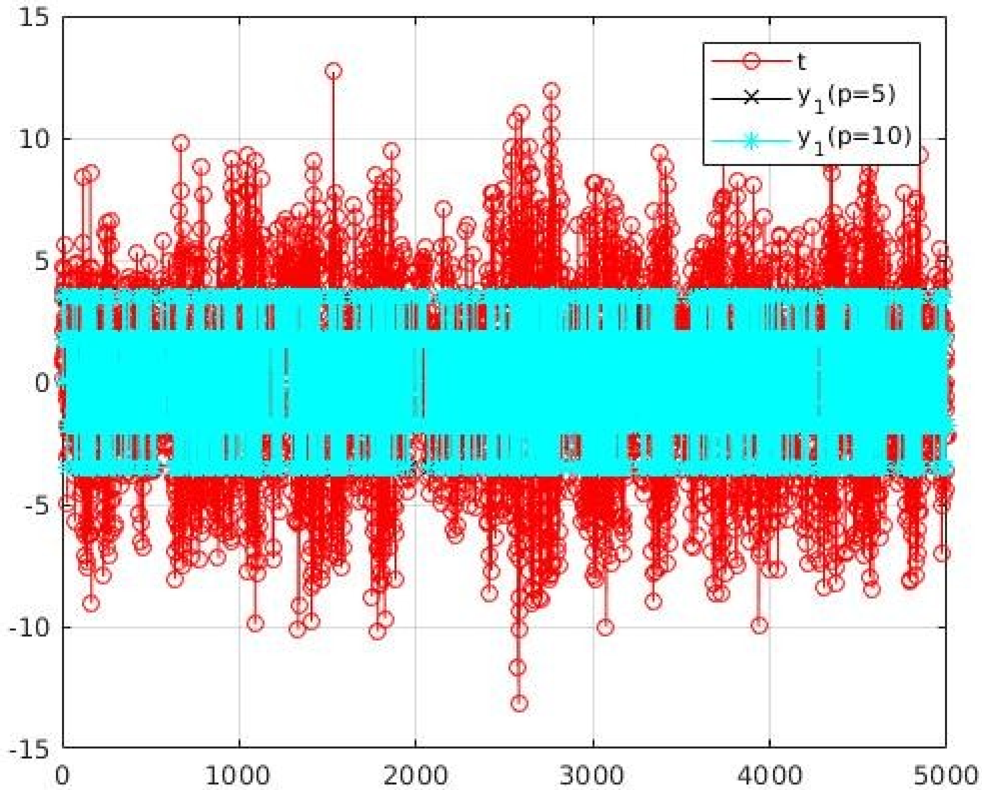
ερώτηση 4.Για την ερώτηση 4 χρησιμοποιώ τα :erotimaDPCM_4_y1/2/3.m είναι 3 ίδια script αλλά το καθένα κάνει plot για διαφορετικές τιμές κβάντισης N.
Για p=5 και p=10 εκτελώ το κάθε script.

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

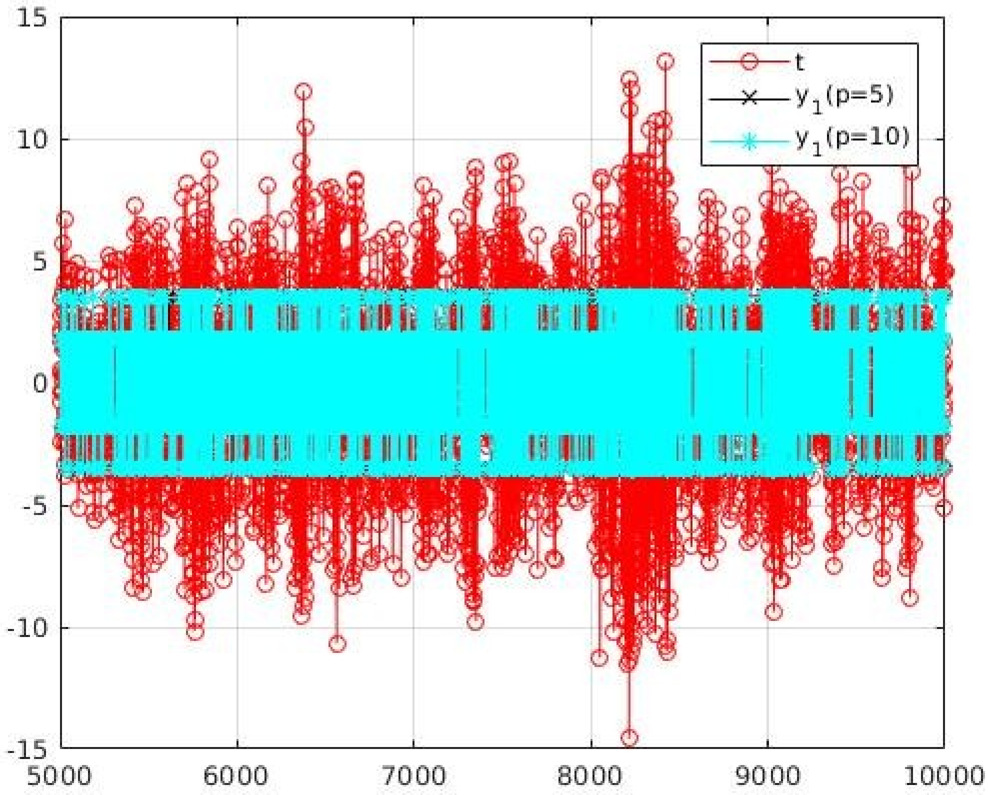
Για 20000 δειγματα

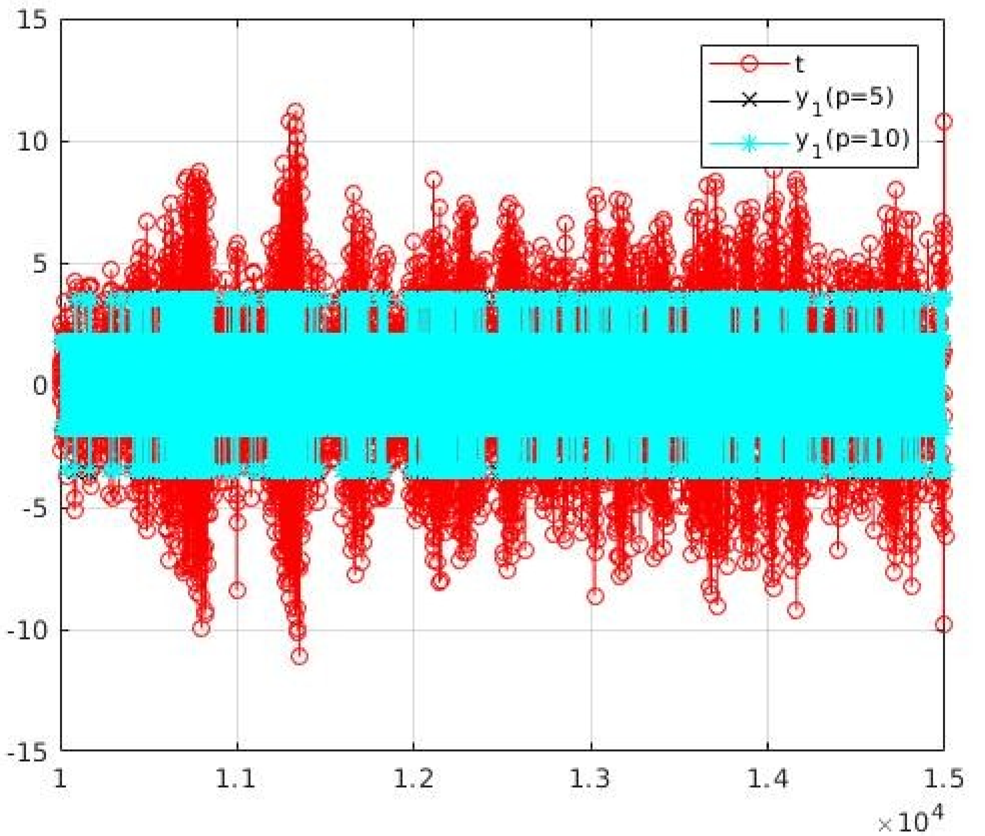




ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

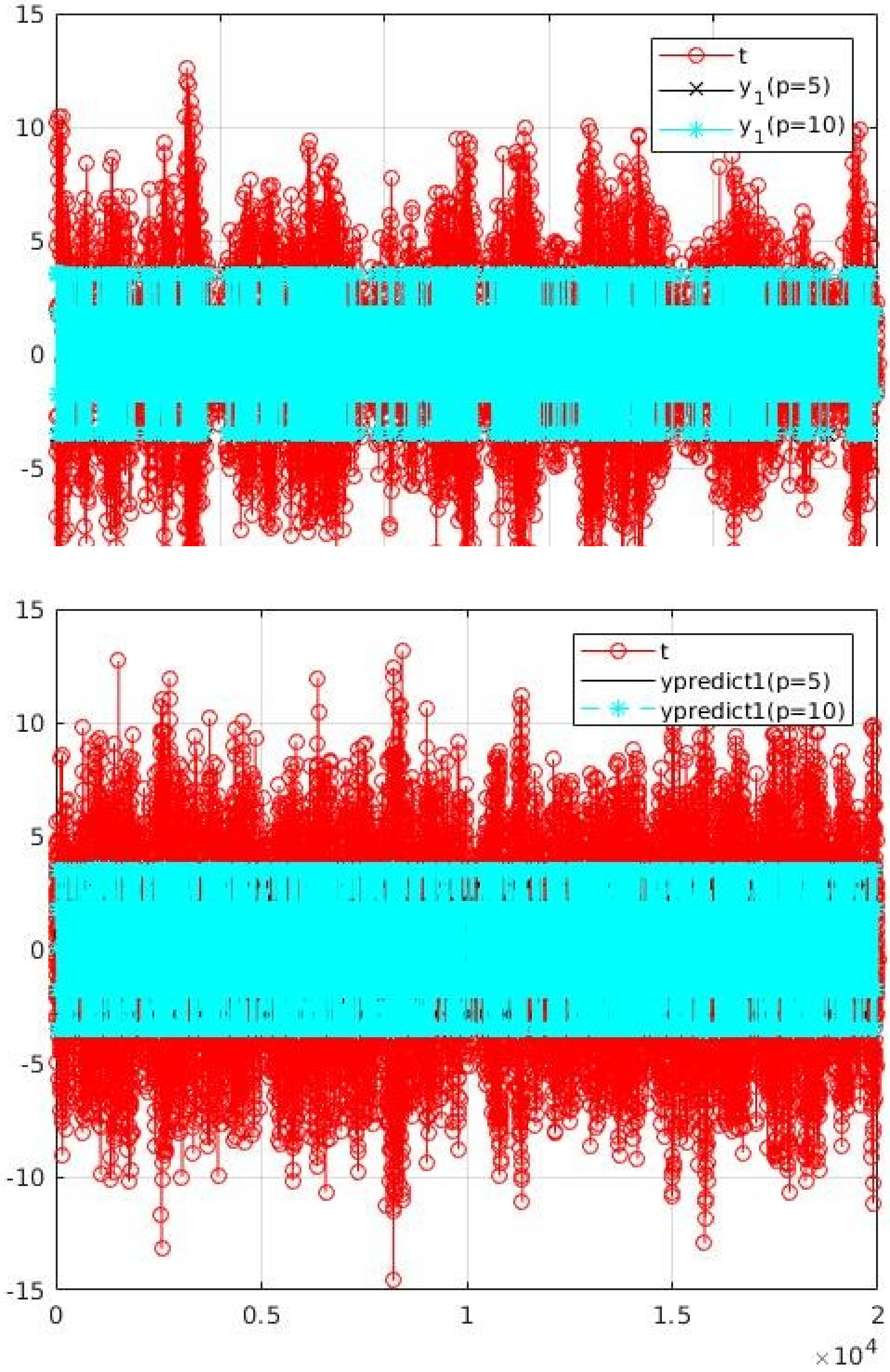
ΕΤΟΣ:4ο





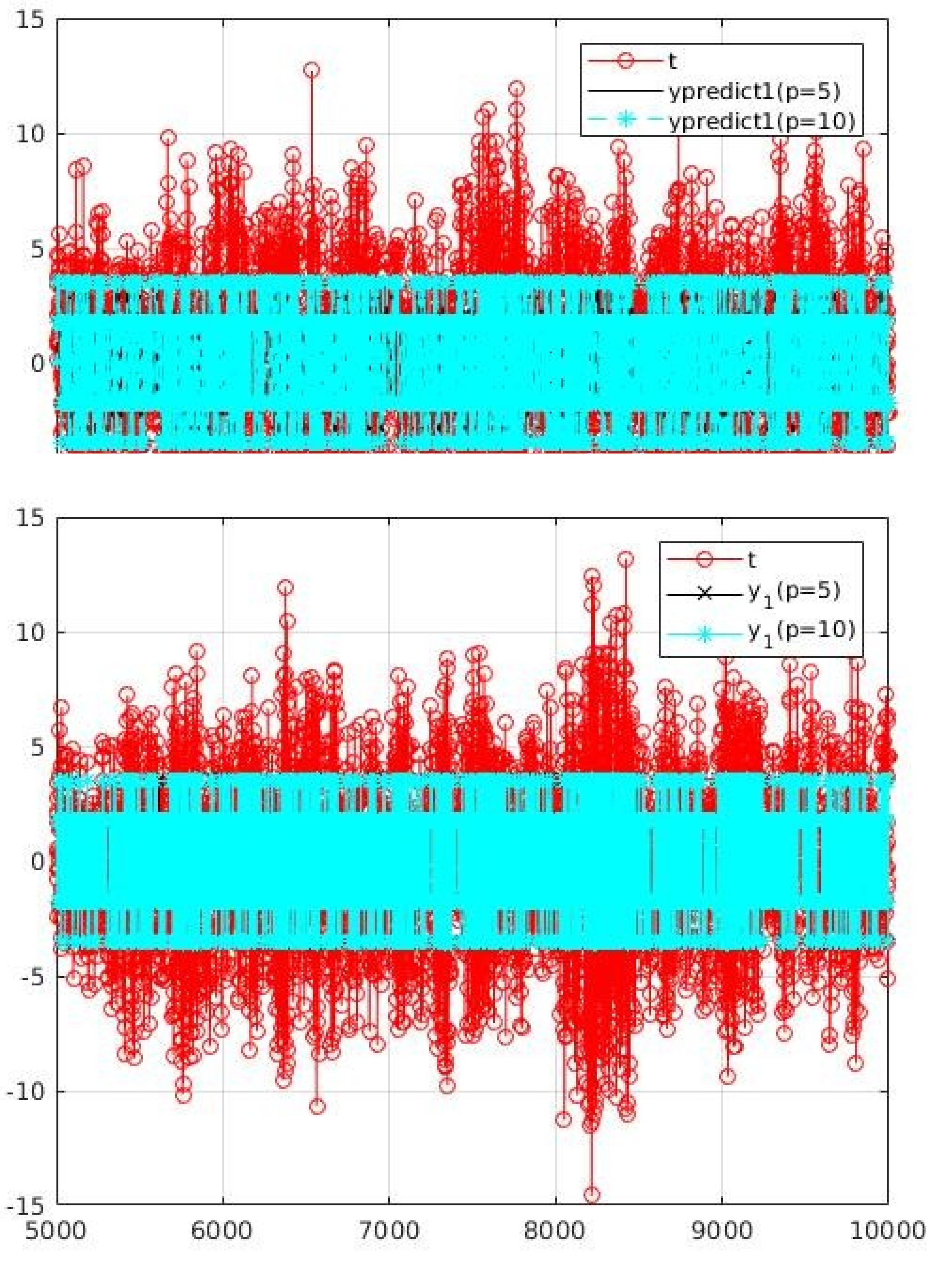
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο



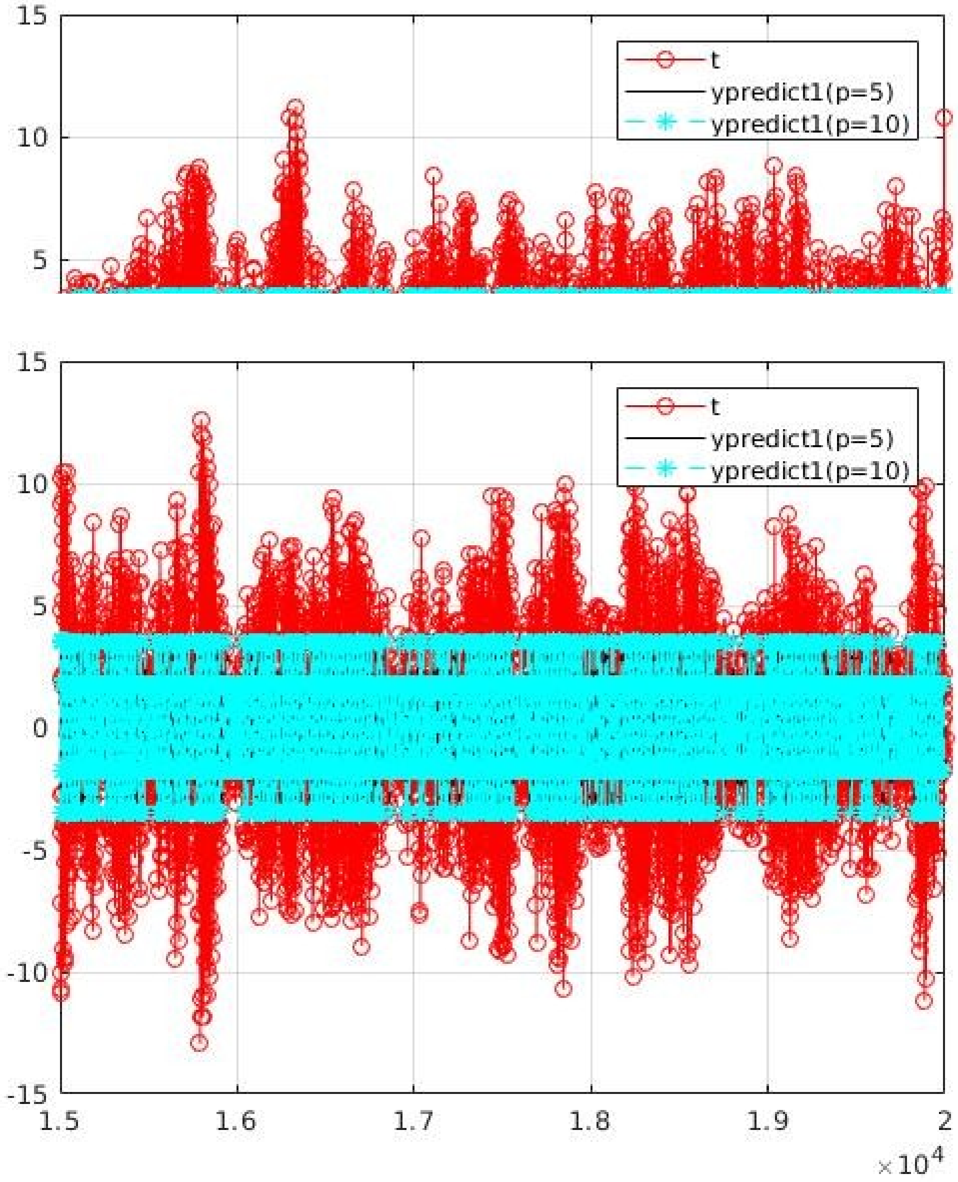
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο



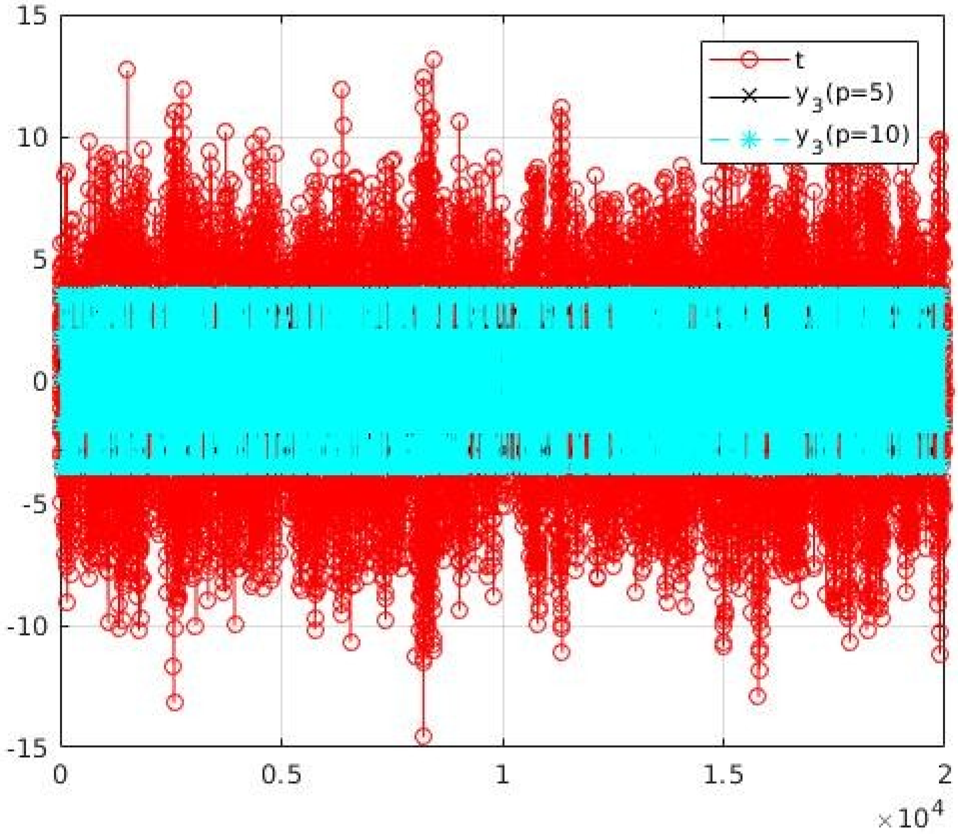
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο



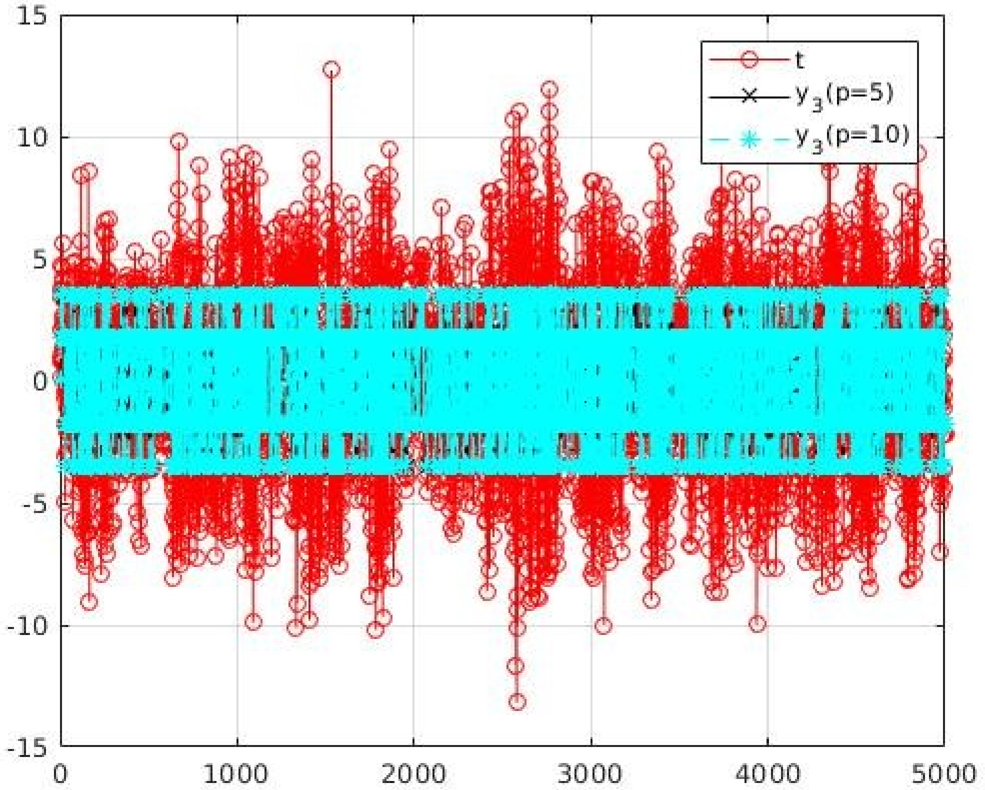
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

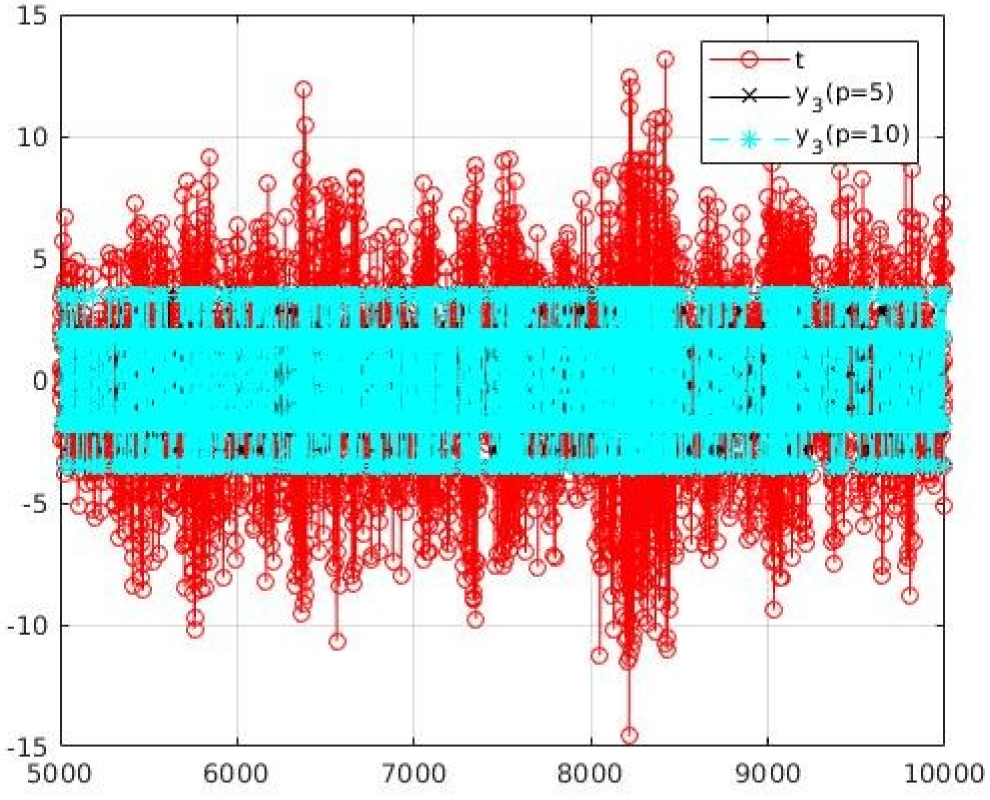
ΕΤΟΣ:4ο



ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

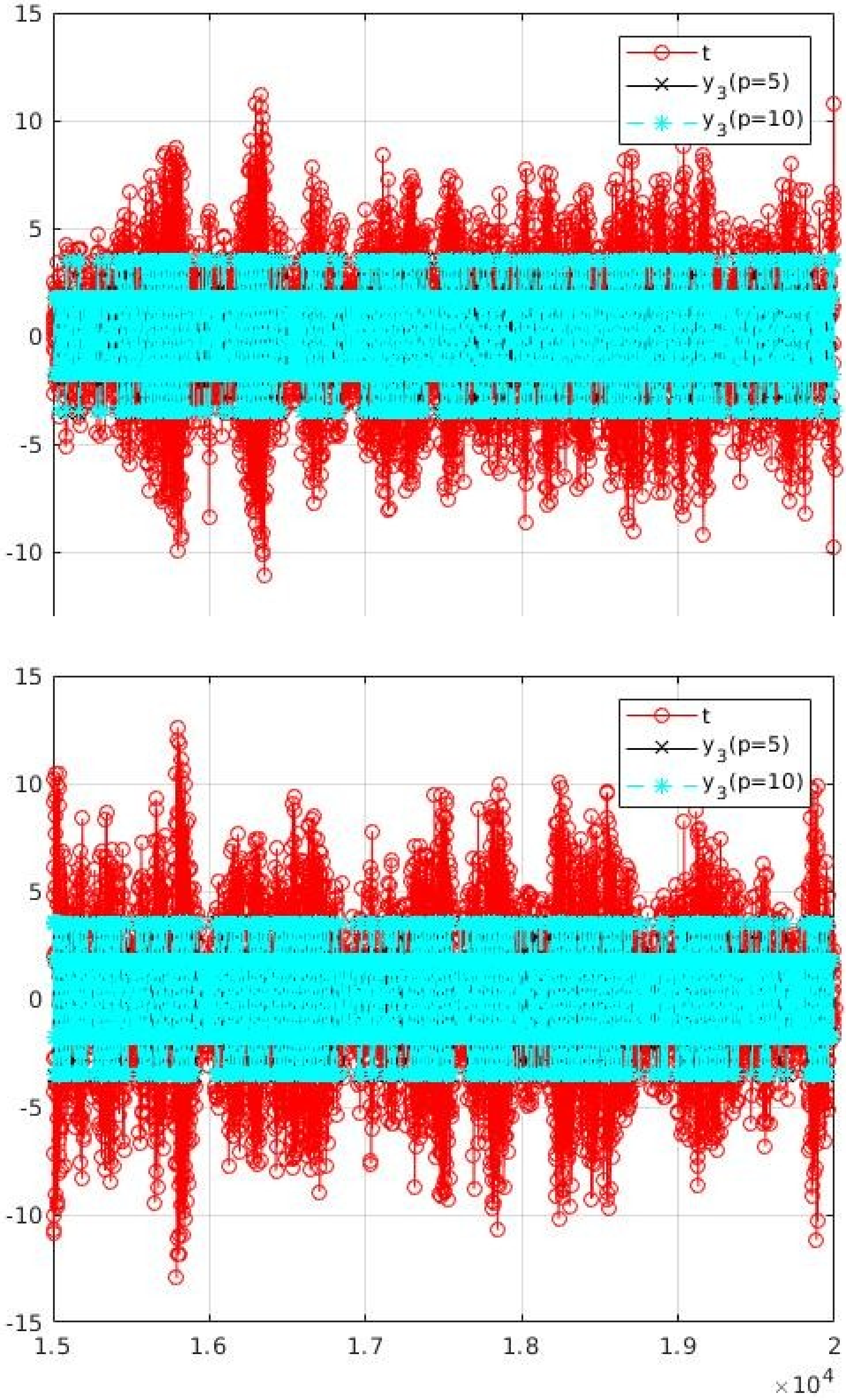
ΕΤΟΣ:4ο





ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο



ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

Απο τις παραπανω εικονες και μετρησεις καταλαβαινουμε οτι οσο αυξανουμε τα bit κβαντισης εχουμε και περισσοτερες περιοχες κβαντισης αν κανουμε zoom μπορουμε να το διαπιστωσουμε. Το σημαντικοτερο συμπερασμα ομως ειναι οτι εντός του ευρους [-3.5,3.5] της δυναμικής περιοχής αντιπροσωπεύονται με μεγαλυτερη ακριβεια οι τιμες που εκπροσωπουν το σφαλμα προβλεψης απο οτι οι αλλες τιμες του αξονα y.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ με κωδικες matlab:
ΜΕΡΟΣ Α:

```
function [] = erotima_a()

BER2_0=zeros(11,1);
BER8_0=zeros(11,1);
BER8_1=zeros(11,1);
SER_2=zeros(11,1);
SER_8=zeros(11,1);


Lin=randsrc(1,10000,[0 1;0.5 0.5]);
for M=2 :6:8
k=0;
l=1;
for i=0:2:20
    SNR=i;
    Gray=k;
    [BER2_0(l)]= m_pam_BER(Lin,M,SNR,Gray);
    [BER8_0(l)]= m_pam_BER(Lin,M,SNR,Gray);
    l=l+1;

end
end

M=8;
k=1;
l=1;
for i=0:2:20
    SNR=i;
    Gray=k;
    [BER8_1(l)]= m_pam_BER(Lin,M,SNR,Gray);
    l=l+1;
end
```

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

```
for M=2 :6:8
k=0;
l=1;
for i=0:2:20
    SNR=i;
    Gray=k;
    [SER_2]= m_pam_SER(Lin,M,SNR,Gray);
    [SER_8]= m_pam_SER(Lin,M,SNR,Gray);
    l=l+1;

end
end

BER2_0;
BER8_0;
BER8_1;
SER_2;
SER_8;

figure
i=[1:11];
plot(i,BER2_0, 'k.-', i,BER8_1, 'b.--',i,BER8_0,'rX--');
legend('BER2_0', 'BER8_1:With gray', 'BER8_0:no gray');
grid on;
title('With and Without Gray BER signal  ');

figure
i=[1:11];
plot(i,SER_2, 'rO--', i,SER_8, 'bX--');
legend('SER2', 'SER8');
grid on;
title('SER FOR M=2,8');

end
```

```
function [SER] = m_pam_SER(lin,M,SNR,Gray)

%------------------------MAPPER-----------------------------------------
lb=length(lin);
out=zeros(round(lb/log2(M)),1);

if M==8
    out=lin;

   if Gray==1
       out=bin2gray(out,'pam',M);
    end

elseif M==2
        for i=1:lb
           if (lin(i)==1)
               out(i)=1;
           else
```

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

```
                out(i)=-1;
            end
        end



end

%-------------Modulation PAM---------------------------------------------
Es=1;
Tsymbol=40;
Tc=4;
Tsample=Tc/4;
fc=1/Tc;
%orthogwnios palmos
palmos=sqrt(2*Es/Tsymbol);
samples=Tsymbol/Tsample;
s=zeros(length(out),samples);
if M==2
    A=1;
elseif M==8
    A=1/sqrt(21);
end
for i=1 : length(out)
    m=out(i);
    for t=1 :samples
    s(i,t)=(2*m-(M+1))*A*palmos*cos(2*pi*fc*t); %leipei to A
    end
end
counter=1;

%-----------------------------AWGN----------------------------------------
No=Es/(log2(M)*power(10,SNR/10));
s2=No/2;
thorybos=sqrt(s2)*randn(length(out)*40,1);
thorybos=reshape(thorybos,length(out),samples);
r=s+thorybos;
%--------------------------demodulation-----------------------------------
siz=size(r);
r_=zeros(siz(1),1);
for i=1 :siz(1)
    for t=1 : samples
        r_(i,1)=r_(i,1)+r(i,t)*palmos*cos(2*pi*fc*t);
    end
end
r_=r_(:);
%------------------Decision D-->foraths-----------------------------------

Am=zeros(M,1);
for m=1:M
    Am(m)=(2*m-(M+1))*A;
end

apostasi=zeros(M,1);
symb=zeros(1,siz(1));
for i=1:siz(1)
```

```
    for t=1:M
        apostasi(t)=norm((r_(i,1)-Am(t)));
    end
    [a, b] =min(apostasi);
    symb(i)=b-1;
end

    sum=0;
    errorsym=0;
    for i=1:length(symb)
        sum=sum+1;
        if symb(i)~=out(i)
            errorsym=errorsym+1;
        end
    end
%--------------------------------demapper--------------------------------
if Gray==1
    symb=gray2bin(symb,'pam',M);
end
lout=zeros(1,length(symb)*log2(M));
if M==8
    lout=symb;
elseif M==2
    for i=1 : length(symb)
        if symb(i)==-1
            lout((i-1)+1)=0;
        elseif symb(i)==1
            lout((i-1)+1)=1;

      end
    end
end
    SER=errorsym/sum;


end
```

```
function [BER] = m_pam_BER(lin,M,SNR,Gray)


%-------------------------MAPPER------------------------------------------
lb=length(lin);
out=zeros(round(lb/log2(M)),1);

if M==8
    out=lin;

   if Gray==1
        out=bin2gray(out,'pam',M);
    end

elseif M==2
    for i=1:lb
            if (lin(i)==1)
                out(i)=1;
```

```
            else
                out(i)=-1;
            end
        end



end

%-------------Modulation PAM---------------------------------------------
Es=1;
Tsymbol=40;
Tc=4;
Tsample=Tc/4;
fc=1/Tc;
%orthogwnios palmos
palmos=sqrt(2*Es/Tsymbol);
samples=Tsymbol/Tsample;
s=zeros(length(out),samples);
if M==2
    A=1;
elseif M==8
    A=1/sqrt(21);
end
for i=1 : length(out)
    m=out(i);
    for t=1 :samples
    s(i,t)=(2*m-(M+1))*A*palmos*cos(2*pi*fc*t);
    end
end

%----------------------------AWGN----------------------------------------
No=Es/(log2(M)*power(10,SNR/10));
s2=No/2;
thorybos=sqrt(s2)*randn(length(out)*40,1);
thorybos=reshape(thorybos,length(out),samples);
r=s+thorybos;

%--------------------------demodulation-----------------------------------
siz=size(r);
r_=zeros(siz(1),1);
for i=1 :siz(1)
    for t=1 : samples
        r_(i,1)=r_(i,1)+r(i,t)*palmos*cos(2*pi*fc*t);
    end
end
r_=r_(:);
%-------------------Decision D-->foraths-----------------------------------
Am=zeros(M,1);
for m=1:M
    Am(m)=(2*m-(M+1))*A;
end

%euresh mikroterhs apostashs
apostasi=zeros(M,1);
symb=zeros(1,siz(1));
```

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

```
for i=1:siz(1)
    for t=1:M
        apostasi(t)=norm((r_(i,1)-Am(t)));
    end
    [a, b] =min(apostasi);
    symb(i)=b-1;
end

%-------------------------------demapper-------------------------------
if Gray==1
    symb=gray2bin(symb,'pam',M);
end
lout=zeros(1,length(symb)*log2(M));
if M==8
    lout=symb;
elseif M==2
    for i=1 : length(symb)
        if symb(i)==-1
            lout((i-1)+1)=0;
        elseif symb(i)==1
            lout((i-1)+1)=1;

      end
    end
end

k=lin(lin~=lout);

BER=length(k)/lb;



end
```

ΜΕΡΟΣ Β

```
function [ydekti,ypredict,a] = dpcm(N,p)

%fortwma dothentwn deigmatwn ths phghs
load('source.mat');
%arxikopoihsh synarthshs autosysxetishs
R_x = zeros(p,1);
%megethos tou input dianusmatos
in_vector=size(t,1);

for l=1:p
    for c=p+1:in_vector
        R_x(l) = t(c)*t(c-l);
    end
    R_x(l) = R_x(l)/(in_vector-p);
```

```
end


R=toeplitz(R_x);
r=R_x;
a= R\r;
for l=1:p
    %kbantish dianusmatos a pou periexei tou suntelestes tou filtrou
    %problepsis
    %times p=8 kai -2,2 zhtountai apo thn ekfwnhsh
    a(l) = my_quantizer(a(l),8,-2,2);
end

y(1) = t(1); y(1)=my_quantizer( y(1) , N ,-3.5,3.5);
ypredict(l) = t(1);
for l=2:p
    for c=1:l-1
        ynew(l) = a(c)*y(l-c);
    end
    y(l)=t(l)-ynew(l);
    ypredict(l) = y(l);
    y(l) = my_quantizer( y(l), N, -3.5, 3.5);
end

for l=p+1:in_vector
    for c=1:p
ynew(l) = a(c)*y(l-c);
end
y(l) = t(l) -ynew(l); ypredict(l) = y(l);
y(l) = my_quantizer( y(l) , N, -3.5, 3.5);
end
y=y';

ypredict=ypredict';

ydekti(1) = y(1);
for l=2:p
    for c=1:l-1
        ynew2(l) = a(c)* ydekti(l-c);
    end
    ydekti(l)= y(l) + ynew2(l);
end

for l=p+1:in_vector
    for c=1:p
    ynew2(l) = a(c)* ydekti(l-c);
    end
    ydekti(l)= y(l) + ynew2(l);
end

ydekti=ydekti';
end
```

```
ypredict1= zeros(20000,5); a1=zeros(8,5); sfalma_1=zeros(5);
ypredict2= zeros(20000,5); a2=zeros(8,5); sfalma_2=zeros(5);
ypredict3= zeros(20000,5); a3=zeros(8,5); sfalma_3=zeros(5);
```

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

```
for p=4:11
[~,ypredict1(:,p-3),a1(1:p,p-3)] = dpcm(1,p);
[~,ypredict2(:,p-3),a2(1:p,p-3)] = dpcm(2,p);
[~,ypredict3(:,p-3),a3(1:p,p-3)] = dpcm(3,p);
end

load ('source.mat');
k=10001:15000; %allazei enaloga to synolo twn deigmatwn pou theloume
for i=1:5
sfalma_1(i) = immse(t(k),ypredict1(k,i));
sfalma_2(i) = immse(t(k),ypredict2(k,i));
sfalma_3(i) = immse(t(k),ypredict3(k,i));
end
i=1:5;
plot(i,sfalma_1(i),'r^-',i,sfalma_2(i),'kX-',i,sfalma_3(i),'cO-')
legend('N=1', 'N=2', 'N=3');
grid on;
```

```
function [ y ] = my_quantizer( t, N, min_value, max_value )

%ypologismos tou bhmatos kbantishs
qDelta = (max_value - min_value)/2^N;
y = t;

%paragwgh akrwn twn perioxwn kbantishs
quant_akra=[min_value:qDelta:max_value-qDelta;min_value+qDelta:qDelta:max_value]';
s=size(quant_akra, 1);

centers_quant = mean( quant_akra' )';
centers_quant=flipud(centers_quant);
if( t<min_value )
    y = min_value;
elseif( t>max_value )
    y = max_value;
  else
    for i= 1:s
        y(t >= quant_akra(i,1) & t <= quant_akra(i,2))=s-i+1;
    end
    y = centers_quant(y);
end
end
```

```
function [] = erotimaDPCM_2_ypre1()
%arxikopoihsh pinakwn gia 1,2,3 bits antistoixa
y_1= zeros(20000,2); ypredict1= zeros(20000,2);

p=5;
[y_1(:,1),ypredict1(:,1)] = dpcm(1,p);
p=10;
[y_1(:,2),ypredict1(:,2)] = dpcm(1,p);

i=10001:15000;
load source.mat;
plot(i,t(i),'r^-',i,ypredict1(i,1),'kX-',i,ypredict1(i,2),'c*--');
legend('t', 'ypredict1(p=5)', 'ypredict1(p=10)');
grid on;
```

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

```
end
```

```
function [] = erotimaDPCM_2_ypre2()
%arxikopoihsh pinakwn gia 1,2,3 bits antistoixa
y_2= zeros(20000,2); ypredict2= zeros(20000,2);
p=5;
[y_2(:,1),ypredict2(:,1)] = dpcm(1,p);
p=10;
[y_2(:,2),ypredict2(:,2)] = dpcm(1,p);


i=1:5000; %choose a smaller area for clearer results
load source.mat;

plot(i,t(i),'ro-',i,ypredict2(i,1),'k-',i,ypredict2(i,2),'c*--');
legend('t', 'ypredict2(p=5)', 'ypredict2(p=10)');
grid on;
end
```

```
function [] = erotimaDPCM_2_ypre3()
%arxikopoihsh pinakwn gia 1,2,3 bits antistoixa
y_3= zeros(20000,2); ypredict3= zeros(20000,2);


p=5;
[y_3(:,1),ypredict3(:,1)] = dpcm(1,p);
p=10;
[y_3(:,2),ypredict3(:,2)] = dpcm(1,p);

i=15001:20000; %choose a smaller area for clearer results
load source.mat;

plot(i,t(i),'b^--',i,ypredict3(i,1),'kX-', i,ypredict3(i,2),'c*--');
legend('t', 'ypredict3(p=5)', 'ypredict3(p=10)');
grid on
end
```

```
function [] = erotimaDPCM_4_y1()

%arxikopoihsh pinakwn gia 1,2,3 bits antistoixa
y_1= zeros(20000,2); ypredict1= zeros(20000,2);

p=5;
[y_1(:,1),ypredict1(:,1)] = dpcm(1,p);
p=10;
[y_1(:,2),ypredict1(:,2)] = dpcm(1,p);

i=1:20000; %choose a smaller area for clearer results
load source.mat;

plot(i,t(i),'ro-',i,y_1(i,1),'kX-',i,y_1(i,2),'c*-');
legend('t', 'y_1(p=5)', 'y_1(p=10)');
grid on;

end
```

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΆΣΚΗΣΗ 1
ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΣΟΥΚΑΡΑΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

ΕΤΟΣ:4ο

```
function [] = erotimaDPCM_4_y2()
%arxikopoihsh pinakwn gia 1,2,3 bits antistoixa
y_2= zeros(20000,2); ypredict2= zeros(20000,2);

p=5;
[y_2(:,1),ypredict2(:,1)] = dpcm(1,p);
p=10;
[y_2(:,2),ypredict2(:,2)] = dpcm(1,p);

i=1:20000; %choose a smaller area for clearer results
load source.mat;

plot(i,t(i),'ro-',i,y_2(i,1),'k-',i,y_2(i,2),'c*--');
legend('t', 'ypredict1(p=5)', 'ypredict1(p=10)');
grid on;
end
```

```
function [] = erotimaDPCM_4_y3()
%arxikopoihsh pinakwn gia 1,2,3 bits antistoixa
y_3= zeros(20000,2); ypredict3= zeros(20000,2);

p=5;
[y_3(:,1),ypredict3(:,1)] = dpcm(1,p);
p=10;
[y_3(:,2),ypredict3(:,2)] = dpcm(1,p);

i=15001:20000; %choose a smaller area for clearer results
load source.mat;

plot(i,t(i),'ro-',i,y_3(i,1),'kX-',i,y_3(i,2),'c*--');
legend('t', 'y_3(p=5)', 'y_3(p=10)');
grid on;
end
```