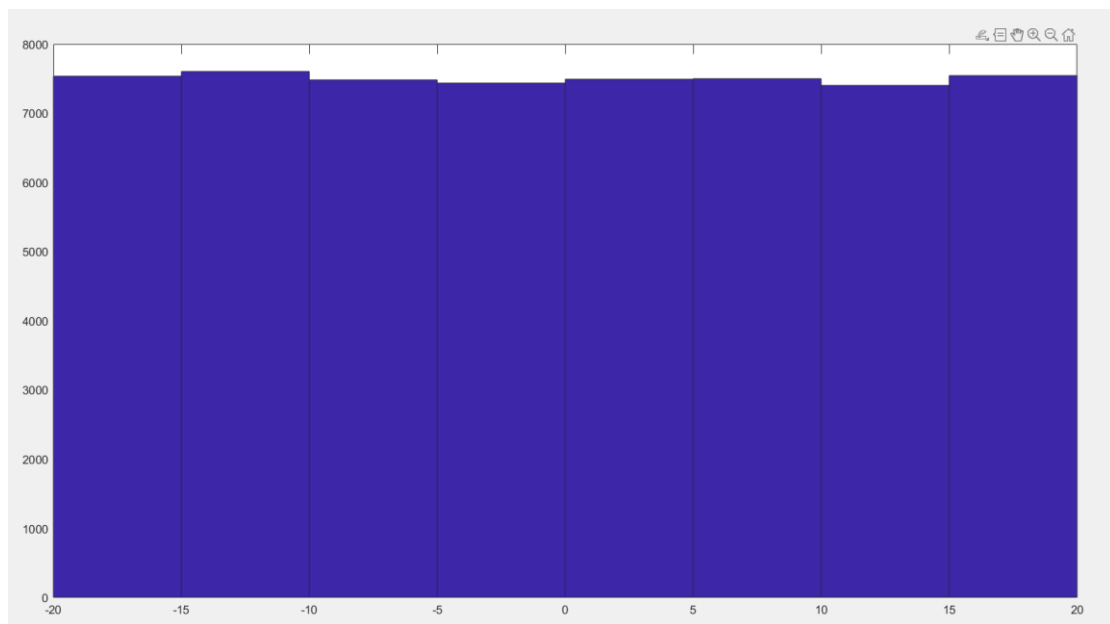


Εργαστηριακή Άσκηση 3:

Παναγιώτης Σταματόπουλος
ΑΜ:el20096

Μέρος 1ο:

- α) Τροποποιούμε την `ask_errors` έτσι ώστε τα στοιχεία του διανύσματος x να λαμβάνουν τιμές από το σύνολο $\{\pm \frac{d}{2}, \pm \frac{3d}{2}, \pm \frac{5d}{2}, \dots\}$ με $d = 5$ και προσαρμόζουμε αντίστοιχα την εντολή 23. Τροποποιούμε την εντολή 15 για τον θεωρητικό υπολογισμό της ισχύος και τέλος χρησιμοποιούμε την εντολή `hist(x,A)` για τον υπολογισμό και την προβολή του ιστογράμματος.



Υπολογίζουμε την θεωρητική και την πρακτική τιμή της ισχύος και παρατηρούμε ότι είναι πάρα πολύ κοντά:

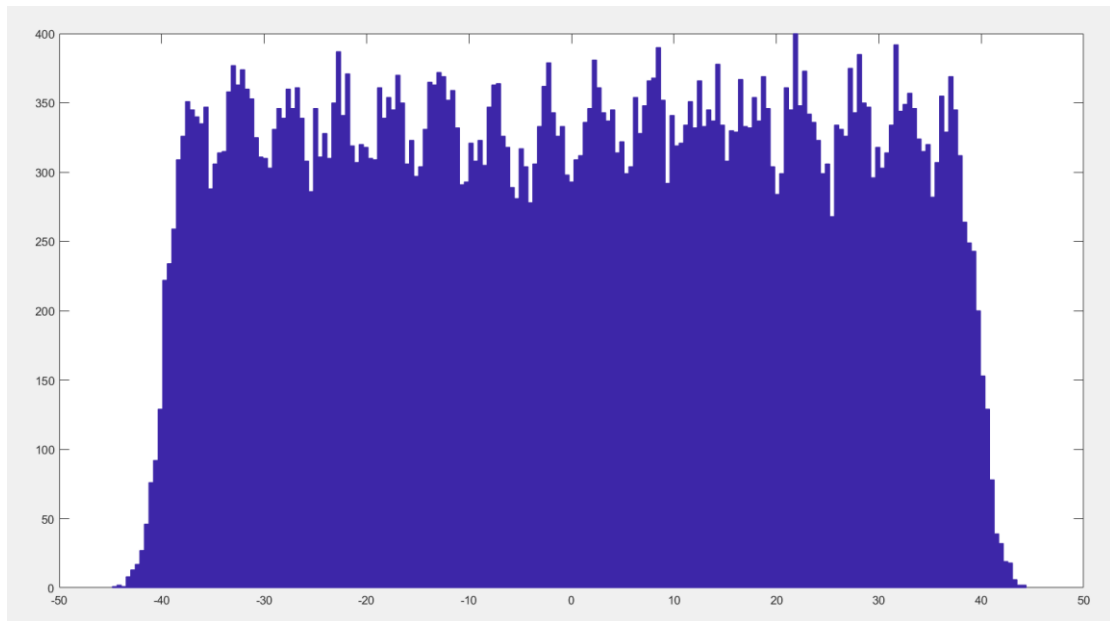
Exercise 1 Part a:

Theoretical Power = 131.25
Practical Power = 131.66

- β) Αλλάζουμε τις τιμές των παραμέτρων της συνάρτησης $k=4$, $M = 60000$, $nsamp = 20$ και αλλάζουμε σταδιακά το E_b/N_0 :

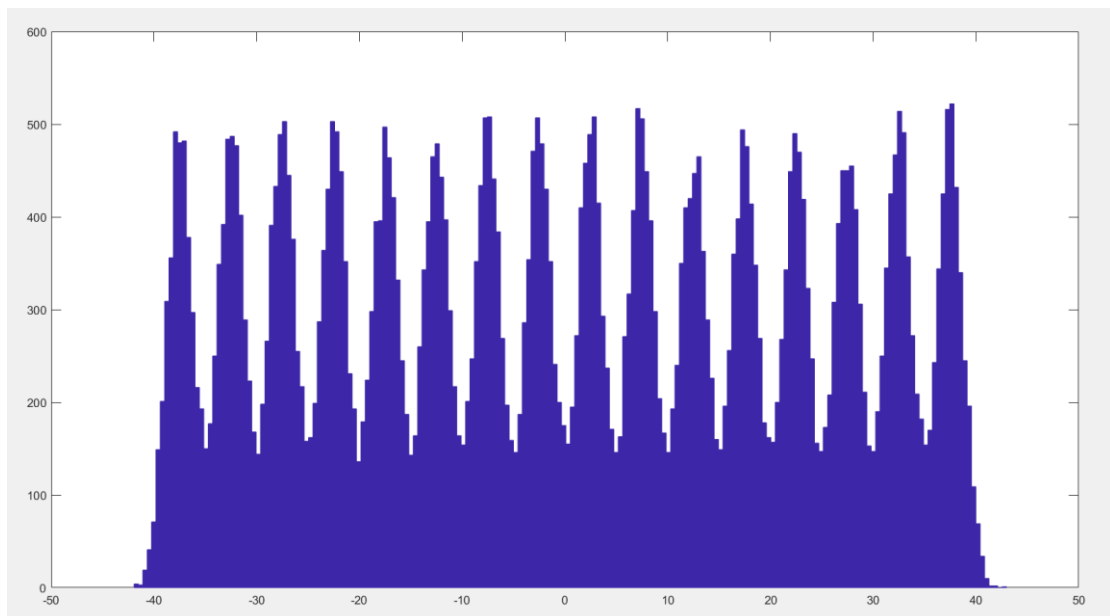
- $E_b/N_0 = 12$:

```
For  $E_b/N_0 = 12$ :  
Theoretical Power = 531.25  
Practical Power = 533.1017
```



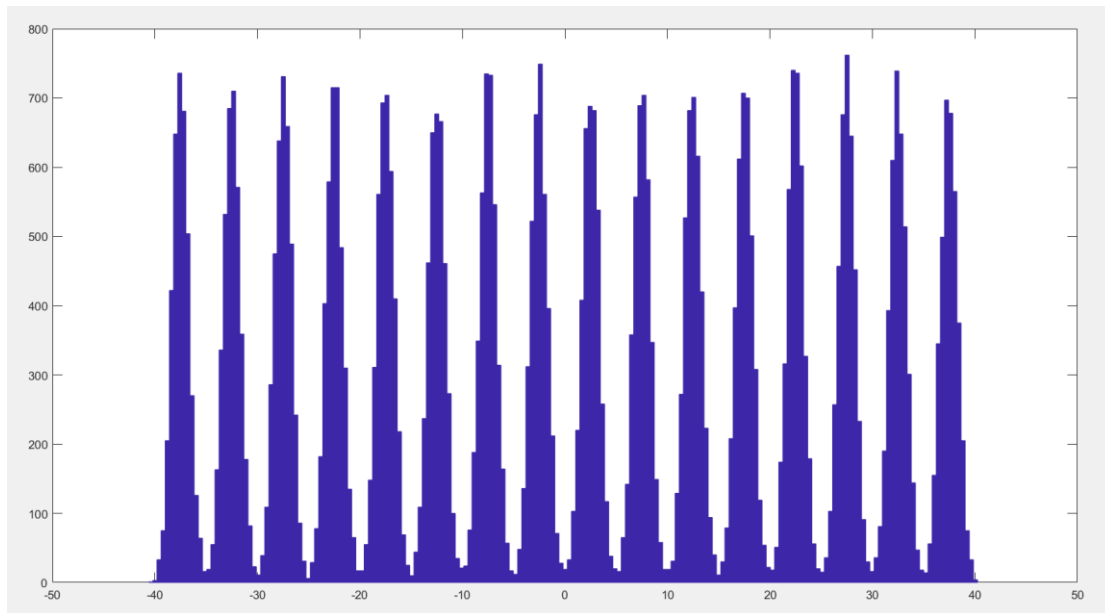
- $E_b/N_0 = 16$:

```
For  $E_b/N_0 = 16$ :  
Theoretical Power = 531.25  
Practical Power = 532.2258
```



- EbNo = 20:

```
For Eb/No = 20:
Theoritical Power = 531.25
Practical Power = 530.8933
```



Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το EbNo τόσο περισσότερο εξασθενεί ο θόρυβος και οι τιμές τείνουν στις θεωρητικές $\{\pm \frac{5}{2}, \pm 3 \frac{5}{2}, \dots, \pm (L - 1) \frac{5}{2}\}$.

γ) Η εντολή **reshape()** στη γραμμή 20 μετατρέπει τον πίνακα ynoisy σε πίνακα με διαστάσεις nsamp x length(ynois)/nsamp, δηλαδή 20x60000.

Η εντολή 22 πραγματοποιεί γινόμενο των πινάκων matched (1x20) και y(20x60000) και διαιρεί τα στοιχεία του πίνακα που δημιουργείται (1x60000) με το nsamp.

Η μεταβλητή matched είναι ένας πίνακας με όλα τα στοιχεία του άσους και διαστάσεων 1x20.

Η μεταβλητή x είναι ένας πίνακας τύπου double διαστάσεων 1x60000 με στοιχεία που ανήκουν στο σύνολο $\{\pm \frac{5}{2}, \pm 3 \frac{5}{2}, \dots, \pm (L - 1) \frac{5}{2}\}$.

Η εντολή 17 δημιουργεί έναν πίνακα τύπου double και διαστάσεων 1x(60000·nsamp) όπου οι τιμές του αρχικού πίνακα καταλαμβάνουν η κάθε μία nsamp θέσεις στον καινούριο πίνακα.

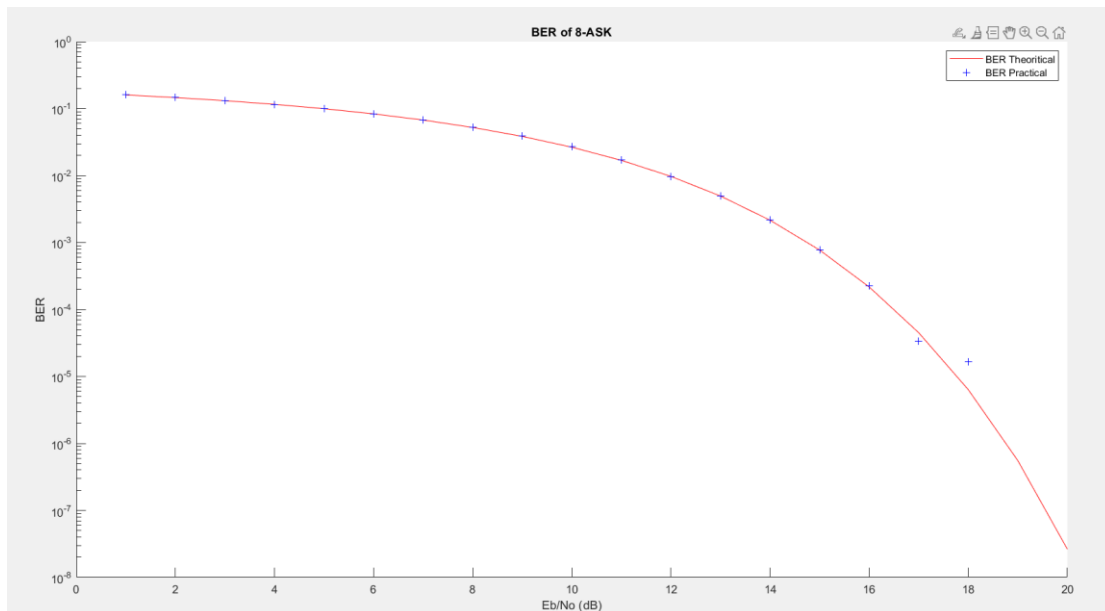
Η εντολή 20 δημιουργεί έναν πίνακα τύπου double και διαστάσεων 20x60000.

δ) Ο βρόχος στις γραμμές 24-27 αντικαθιστά κάθε σημείο του πίνακα z με το πιο κοντινό σημείο του πίνακα A με ελάχιστη απόσταση m.

Μέρος 2ο:

Επαληθεύουμε την καμπύλη του σχήματος 3.10 για $k = 3$ και $L = 8$ με τη χρήση α) δικού μας κώδικα και β) του εργαλείου Bertool του Matlab:

α) Με τη χρήση της σχέσης 3.33 υπολογίζουμε την θεωρητική καμπύλη και τη σχεδιάζουμε. Καλούμε τη συνάρτηση **ask_errors()** για να υπολογίσουμε τα διακριτά σημεία και τα σχεδιάζουμε στο προηγούμενο διάγραμμα, όπως φαίνεται παρακάτω:

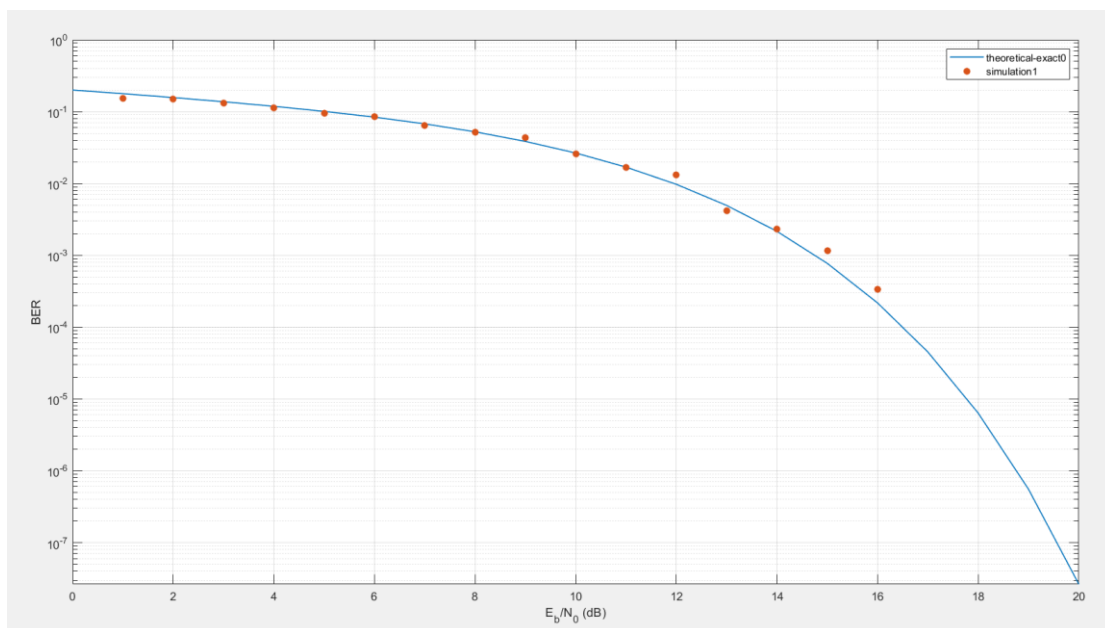


```

1  close all;
2  clear all;
3  clc;
4  AM = 20096;
5  k = mod(AM,2)+3;
6  L = 2^k;
7  %d = 5;
8  Nsymb = 60000;
9  nsamp = 20;
10 EbNo = 1:20;
11 Pe = ((L-1)/L)*erfc(sqrt(3*10.^(EbNo/10)*log2(L)/(L^2-1)));
12 BER_theor = Pe/log2(L);
13 errors = zeros(1,20);
14 for i = 1:20
15     errors(i) = ask_errors(k,Nsymb,nsamp,EbNo(i)); % d = 5
16 end
17 BER_pract = errors/(Nsymb*k);
18 hold on;
19 set(gca,'yscale','log');
20 semilogy(EbNo,BER_theor,'r');
21 semilogy(EbNo,BER_pract,'b+');
22 hold off;
23 title('BER of 8-ASK');
24 xlabel('Eb/No (dB)');
25 ylabel('BER');
26 legend('BER Theoritical','BER Practical');

```

β) Bertool:



Μέρος 3ο:

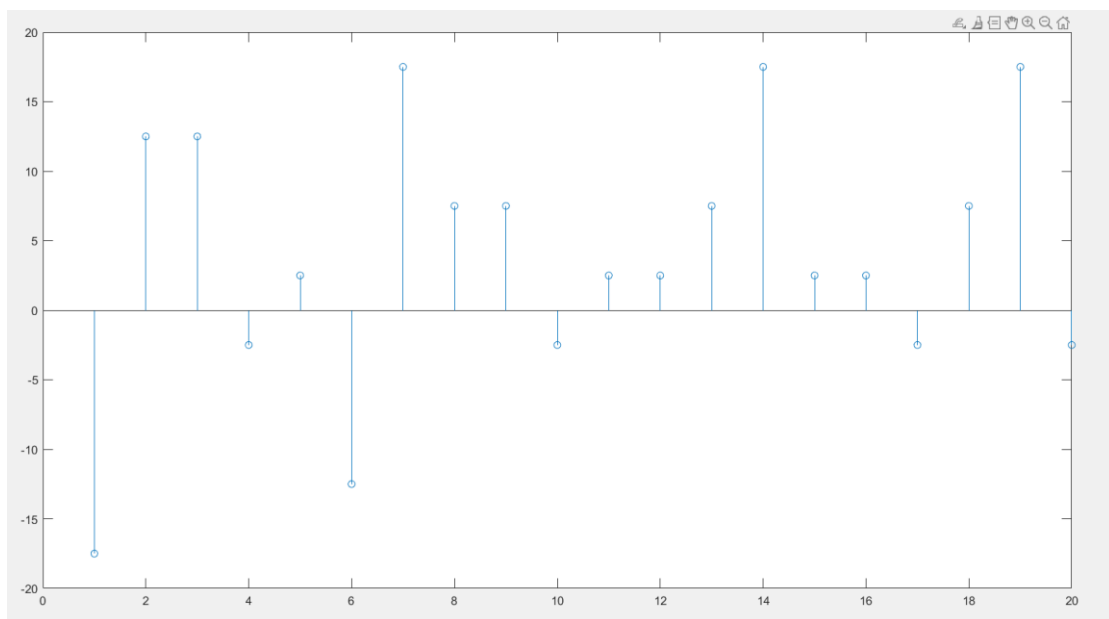
Αντικαθιστούμε τις εντολές 17-19 και 21-22 με τις δοθείσες.

- α) Τρέχοντας τον καινούριο κώδικα παρατηρούμε ότι ο αριθμός των λαθών είναι περίπου ίδιος:

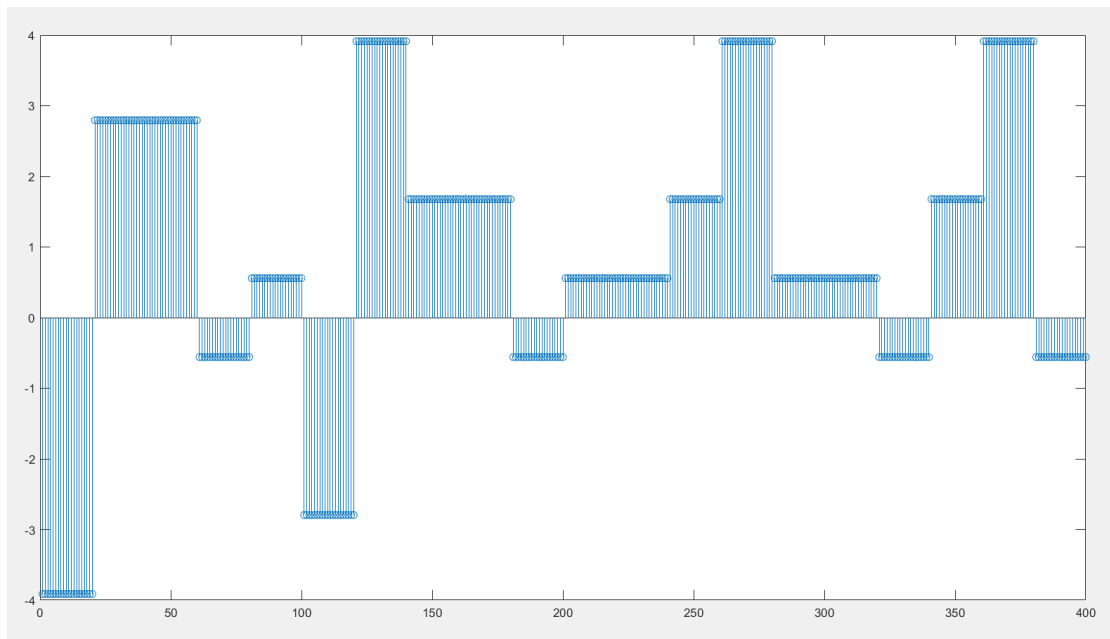
```
Exercise 3 Part a:  
  
Altered Code Errors = 1767  
ask_errors Errors = 1739
```

- β) Εκτελώντας τον τροποποιημένο κώδικα χωρίς την προσθήκη θορύβου, σχεδιάζουμε τα τμήματα των σημάτων x , y και y_{rx} :

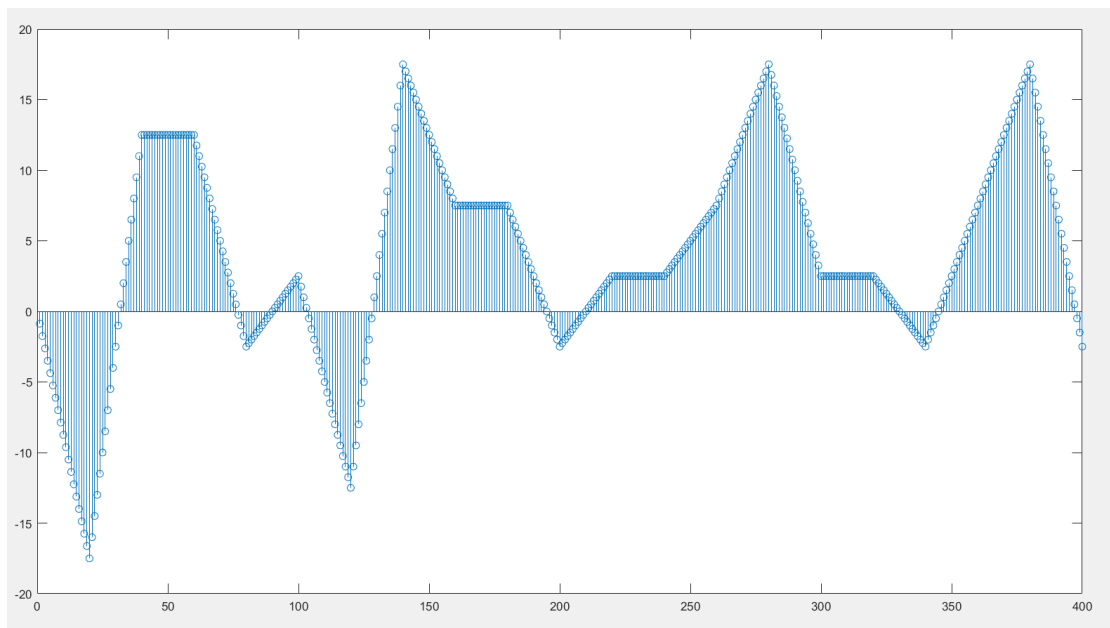
Για το x :



Για το y :



Για το y_{rx} :



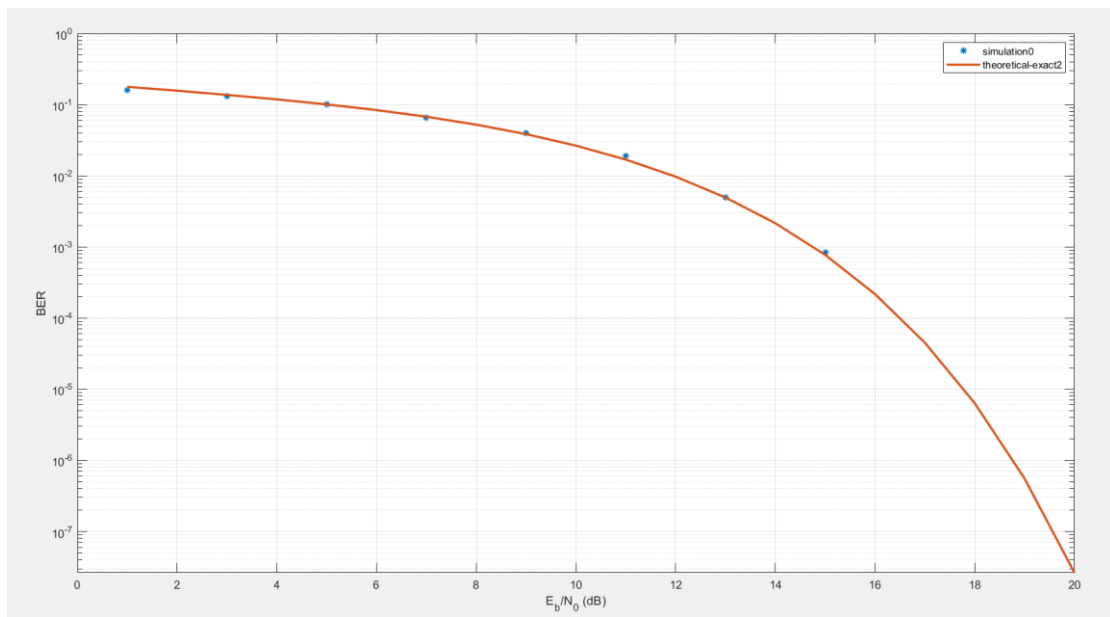
Το δεύτερο σχήμα αποτελεί παλμό του πρώτου, όπου κάθε σημείο του x εμφανίζεται $nsamp$ φορές δημιουργώντας παλμούς.

Το τρίτο σχήμα αποτελεί συνέλιξη του $2^{ου}$ με τον ορθογωνικό παλμό h .

γ) Αντικαθιστούμε τον ορθογωνικό παλμό με τον εξής:

```
 $h = \cos(2\pi \cdot (1:nsamp)/nsamp); h=h/\sqrt{h \cdot h'};$ 
```

Και τρέχουμε το Bertool:



Παρατηρούμε ότι οι πρακτικές τιμές είναι πολύ κοντά στη θεωρητική.