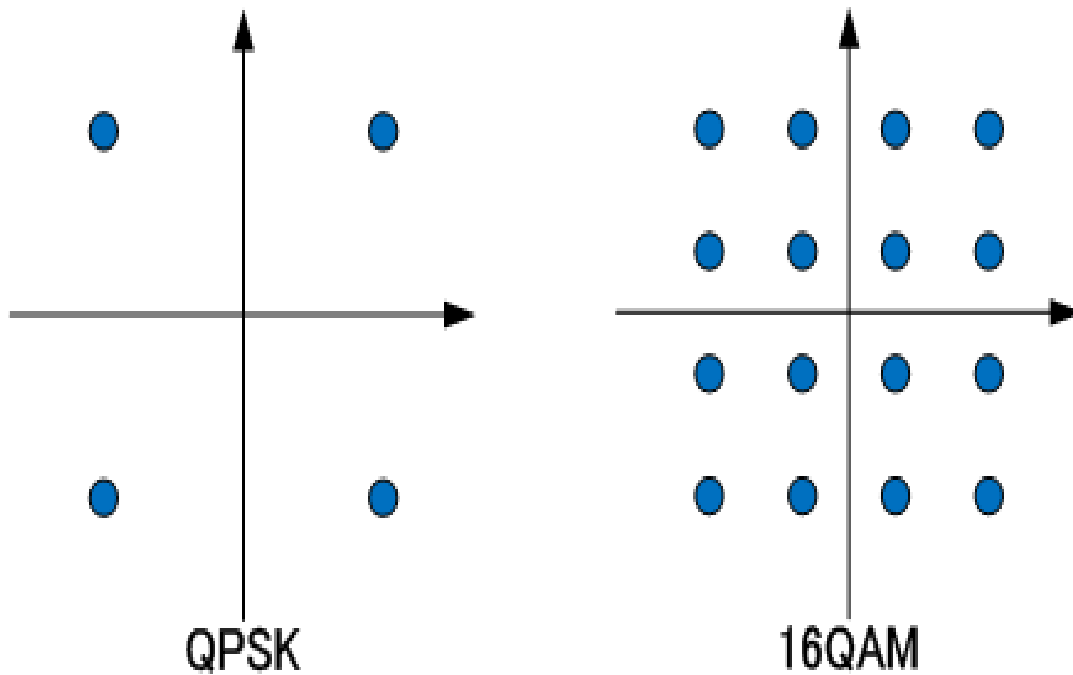


Εργασία στο Μάθημα των Ψηφιακών Τηλεπικοινωνιών II

Ενότητα Ασκήσεων 2



Διδάσκοντες: Λεωνίδας Γεωργιάδης, Χρήστος Δημάκης

Ονοματεπώνυμο Φοιτητή: Ηλίας Χρυσοβέργης

A.E.M. Φοιτητή : 8009

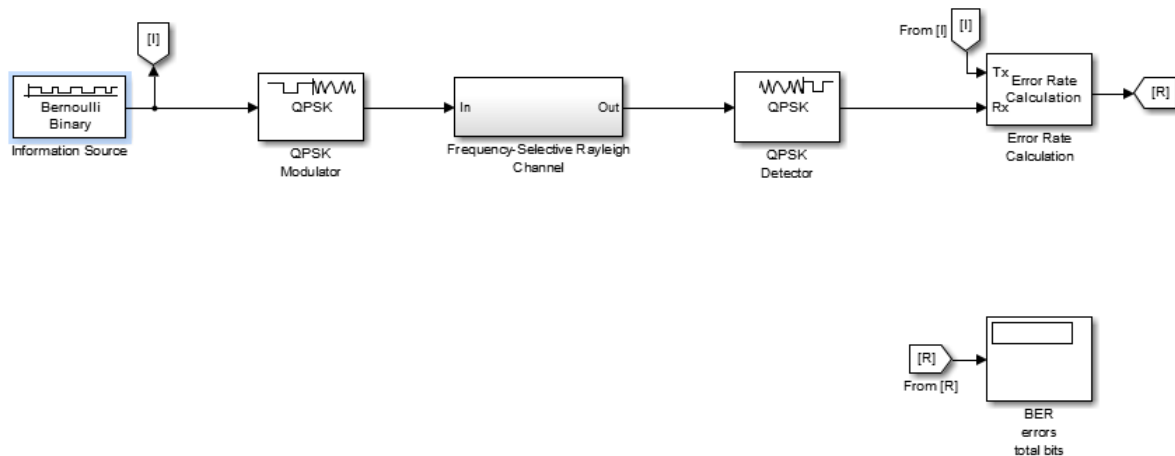
Εργαστηριακή Άσκηση Προσομοίωσης 2.1:

Σύστημα QPSK διαμόρφωσης σε περιβάλλον αργών συχνοτικά επιλεκτικών διαλείψεων Rayleigh.

Στην πρώτη άσκηση ζητήθηκε η μέτρηση της πιθανότητας σφάλματος bit (BER) του συστήματος διαμόρφωσης QPSK σε περιβάλλον αργών συχνοτικά επιλεκτικών διαλείψεων Rayleigh, και την βελτίωση της με χρήση βέλτιστου εξισωτή καναλιού.

- Μοντέλο QpskFSRC

Το μοντέλο στο Simulink είναι το εξής:

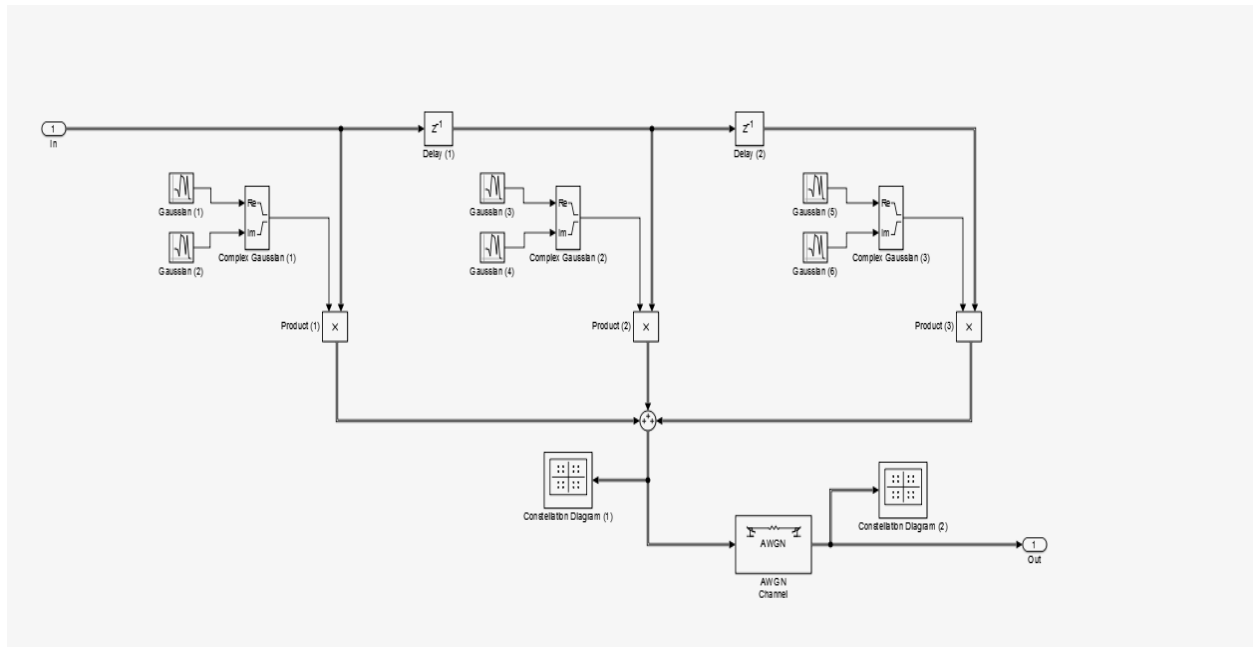


Η πηγή πληροφορίας παράγει τυχαία τους αριθμούς 0 ή 1 με ίση πιθανότητα με την χρήση της κατανομής Bernoulli. Η κατανομή αυτή έχει μέση τιμή 0.5 και διακύμανση 0.25 για ισοπίθανους αριθμούς.

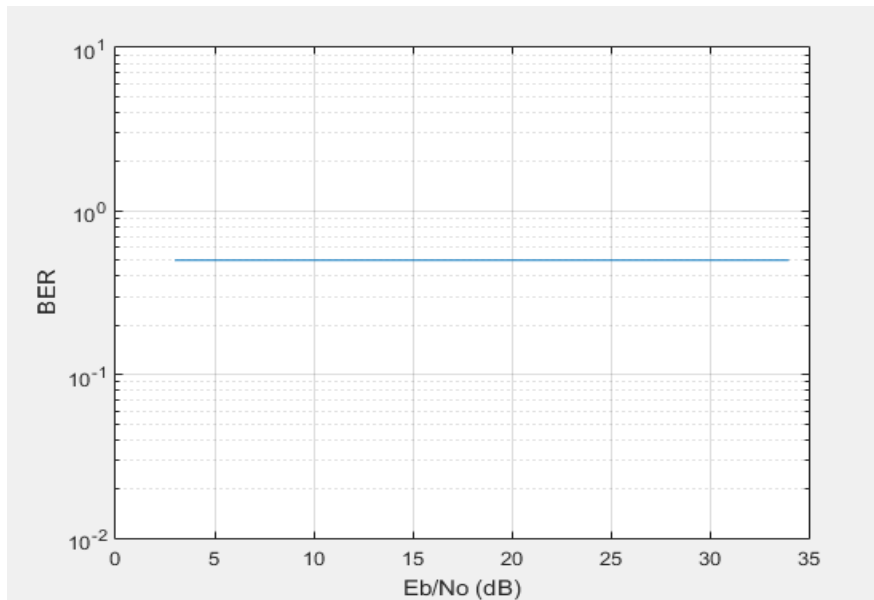
Ο QPSK διαμορφωτής διαμορφώνει την είσοδο της πηγής πληροφορίας σε QPSK σήμα. Χρησιμοποιείται κωδικοποίηση Gray και phase offset $\pi/4$.

Το κανάλι είναι συχνοτικά επιλεκτικών διαλείψεων Rayleigh. Στην συνέχεια βλέπουμε πως κατασκευάζεται αυτό το κανάλι και με AWGN θόρυβο.

Όπως βλέπουμε το QPSK σήμα πολλαπλασιάζεται με μιγαδικό σήμα που ακολουθεί κανονική κατανομή. Ακόμη, και οι καθυστερήσεις του QPSK πολλαπλασιάζονται με αντίστοιχο μιγαδικό σήμα. Στην συνέχεια τα 3 αυτά σήματα προστίθενται και δημιουργούν το σήμα μετά από την επίδραση των συχνοτικά επιλεκτικών διαλείψεων Rayleigh. Αν δούμε τον αστερισμό μετά από αυτήν την πρόσθεση θα συνειδητοποιήσουμε ότι οι διαλείψεις έχουν επιδράσει πάρα πολύ πάνω στο QPSK σήμα.

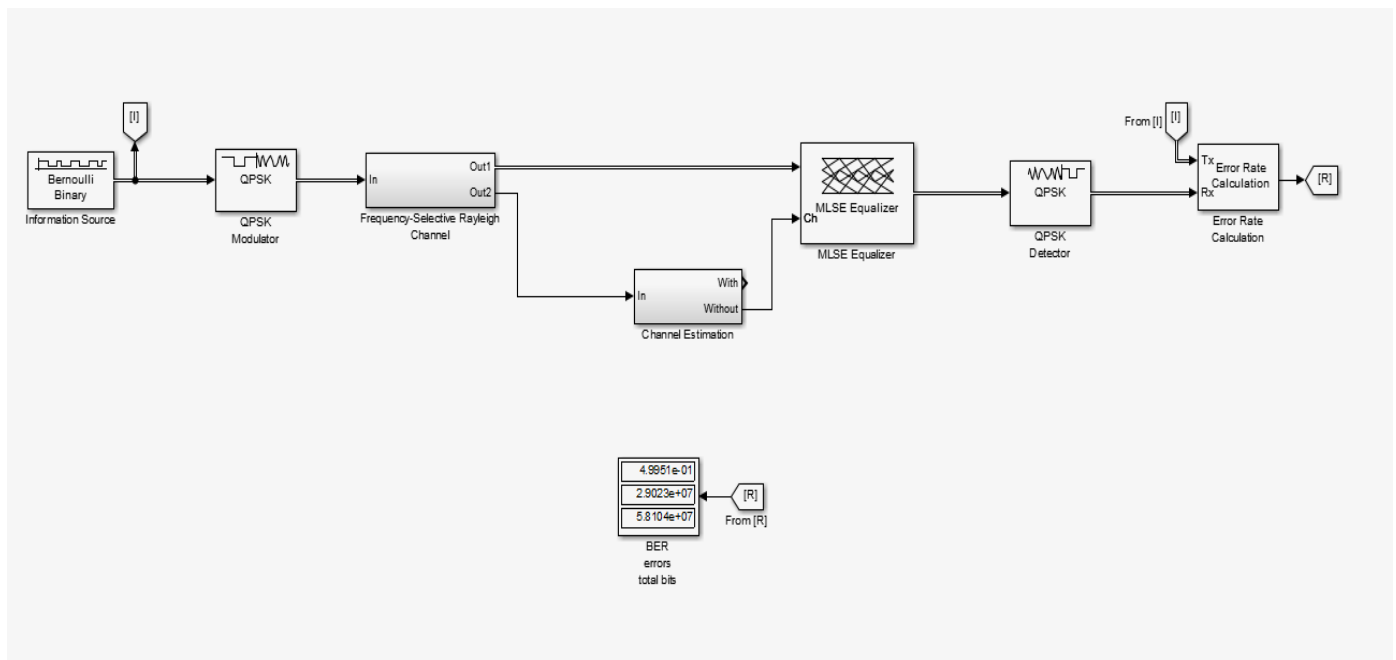


Στην συνέχεια έχουμε τον QPSK αποδιαμορφωτή και τέλος υπολογίζουμε την πιθανότητα σφάλματος bit. Όπως βλέπουμε η πιθανότητα σφάλματος είναι 0.5 για όλες τις τιμές του SNR ή Eb/No. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι οι διαλείψεις επιδρούν πάρα πολύ στο σήμα (και στην φάση και στο πλάτος του) οπότε ο αστερισμός αλλάζει κατά πολύ. Λόγω της επίδρασης των διαλείψεων στην φάση του σήματος τα σύμβολα στρέφονται στον αστερισμό. Οπότε όσο υψηλό SNR και να βάλουμε βλέπουμε πως δεν διορθώνεται η πιθανότητα σφάλματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη για εκτίμηση του καναλιού, κάτι που θα εξετάσουμε στην συνέχεια.



- Μοντέλο QpskEqualization (without)

Το μοντέλο στο Simulink είναι το εξής:



Τώρα έχουμε προσθέσει έναν εκτιμητή καναλιού και έναν εξισωτή μέγιστης πιθανοφάνειας.

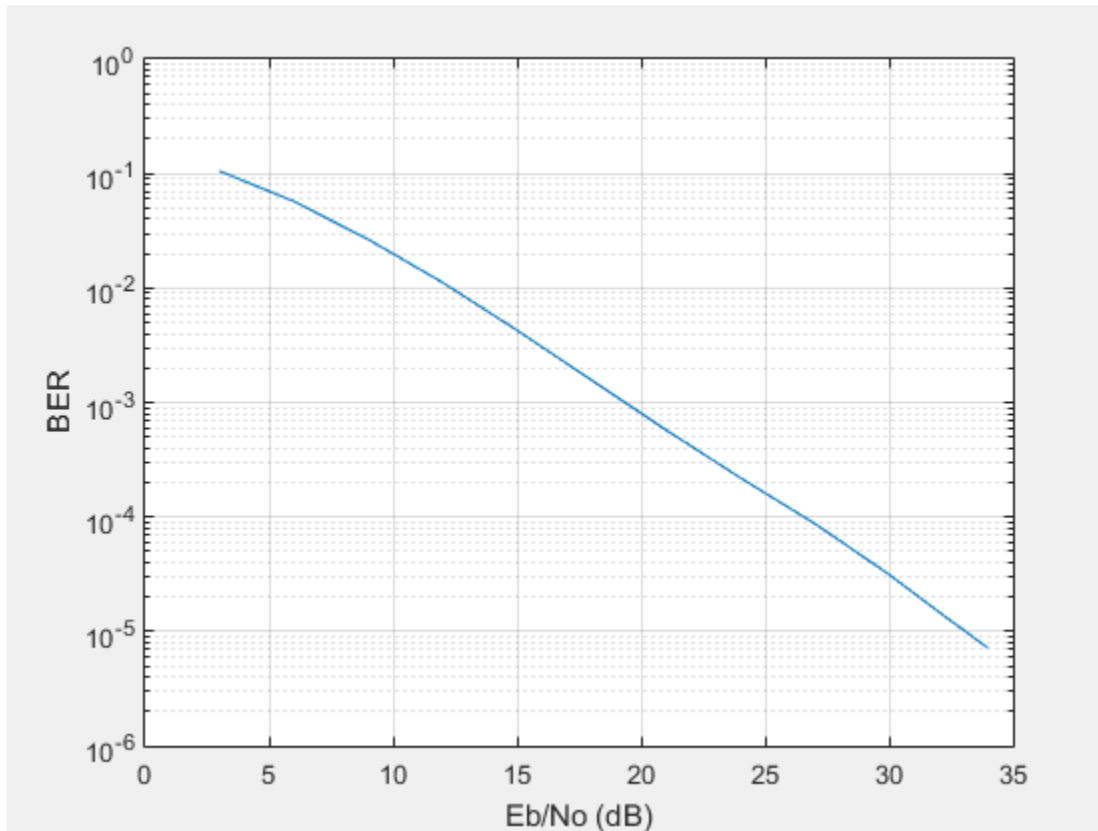
Σαν είσοδο στον εκτιμητή καναλιού έχουμε τους συντελεστές του καναλιού που πολλαπλασιάζονται με το QPSK σήμα και τις καθυστερήσεις του. Στην έξοδο With παίρνουμε αυτούς τους συντελεστές, ενώ στην έξοδο Without παίρνουμε την τιμή 1 για κάθε συντελεστή. Εφόσον έχουμε συνδέσει την έξοδο Without στον εξισωτή περιμένουμε να μην γίνει σωστή εκτίμηση καναλιού και να έχουμε πάλι μεγάλη πιθανότητα σφάλματος για όλα τα SNR.

Ο εξισωτής καναλιού έχει σαν εισόδους την έξοδο του QPSK σήματος από το κανάλι και τους συντελεστές του καναλιού. Χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος του Viterbi για να γίνει εκτίμηση του μεταδιδόμενου σήματος.

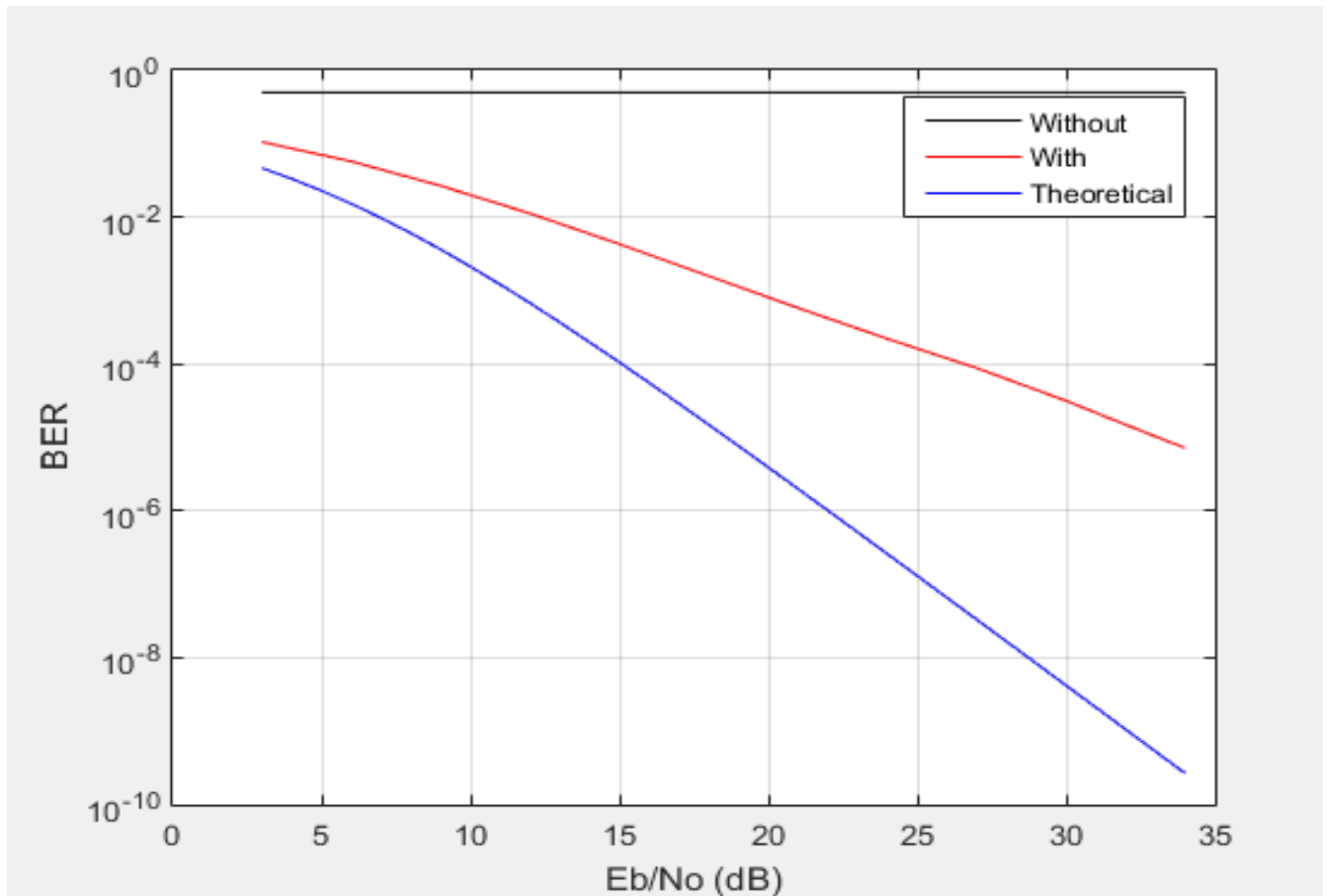
Επειδή δεν έχουμε στείλεις τους σωστούς συντελεστές, και εδώ έχουμε πιθανότητα σφάλματος 0.5 για όλα τα E_b/N_0 για τους ίδιους λόγους που εξηγήσαμε και στο προηγούμενο ερώτημα.

- Μοντέλο QpskEqualization (with)

Το μοντέλο του Simulink είναι το ίδιο με πριν, αλλά τώρα σαν είσοδο στον εξισωτή καναλιού για το κανάλι δίνουμε τους πραγματικούς συντελεστές του καναλιού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο εξισωτής να κάνει σωστή εκτίμηση του καναλιού. Οπότε, τώρα έχουμε μόνο τον AWGN που επιδρά πάνω στην ακολουθία που στέλνουμε. Άρα, με αύξηση του SNR μπορούμε να μειώσουμε την επίδραση του. Αυτό μπορούμε να το παρατηρήσουμε στην συνέχεια στο διάγραμμα του BER συναρτήσει του E_b/N_0 .



Στην συνέχεια βλέπουμε το συγκριτικό διάγραμμα των BER καμπυλών για το QPSK σήμα σε κανάλι συχνοτικά επιλεκτικών διαλείψεων Rayleigh, χωρίς εκτίμηση καναλιού και με εκτίμηση καναλιού που προέκυψαν από προσομοιώσεις καθώς και την θεωρητική καμπύλη με διαφορισμό τάξης 3.



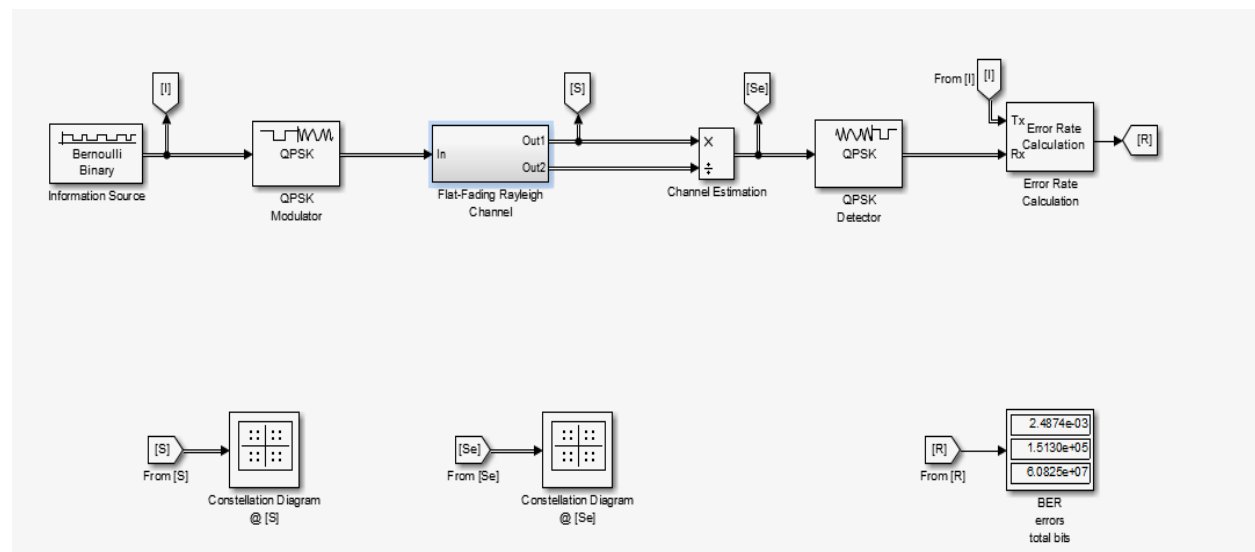
Εργαστηριακή Άσκηση Προσομοίωσης 2.2:

Διαφορισμός χώρου QPSK σήματος σε περιβάλλον iid, συχνοτικά επίπεδων διαλείψεων Rayleigh.

Σε αυτή την άσκηση πρέπει να μετρήσουμε την επίδοση BER ενός συστήματος με διαμόρφωση QPSK σε περιβάλλον iid, συχνοτικά επίπεδων διαλείψεων Rayleigh και τη βελτίωση της με χρήση διαφορισμού χώρου σήματος.

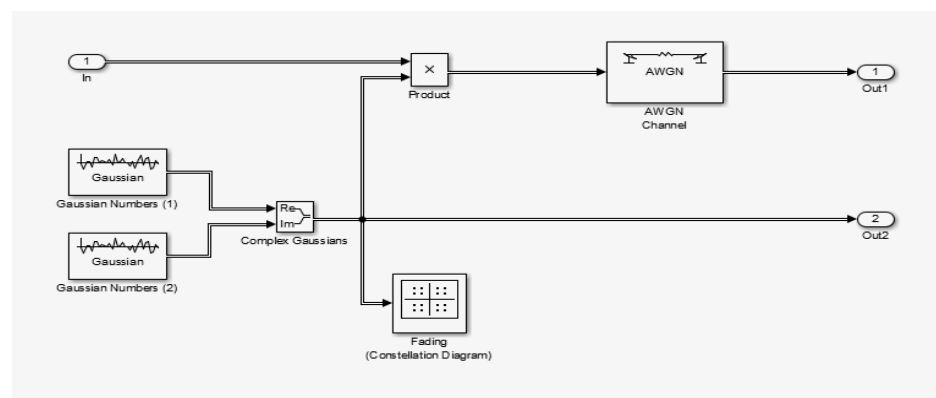
- Μοντέλο QpskFFRC

Το μοντέλο στο Simulink είναι το εξής:



Το μοντέλο είναι όπως στην προηγούμενη άσκηση μόνο που δεν έχουμε εξισωτή μέγιστης πιθανοφάνειας αλλά εκτιμητή καναλιού μόνο.

Τώρα επειδή έχουμε συχνοτικά επίπεδες διαλείψεις το μοντέλο του καναλιού είναι το εξής:

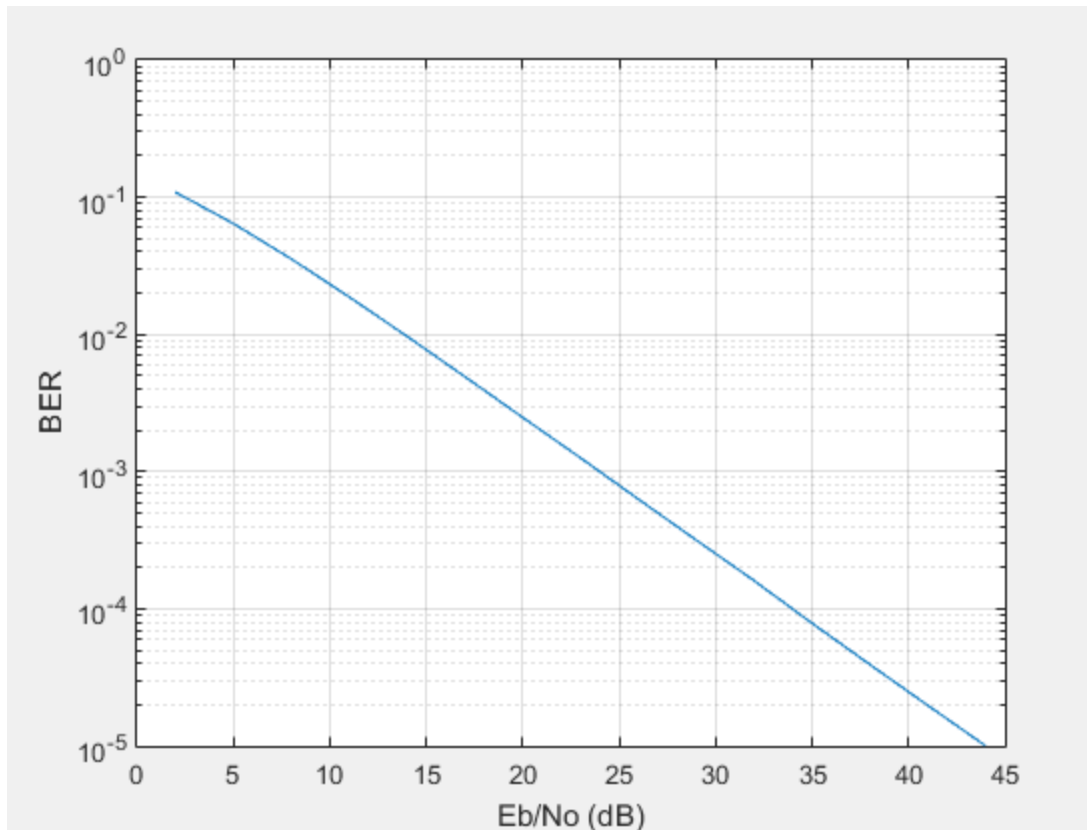


Διαπιστώνουμε ότι δεν έχουμε ενδοσυμβολική παρεμβολή τώρα, εφόσον το σήμα πολλαπλασιάζεται μόνο με το μιγαδικό γκαουσιανό σήμα και δεν καθυστερείται. Επίσης, έχουμε διαφορετικό μοντέλο για την δημιουργία των διαλείψεων .

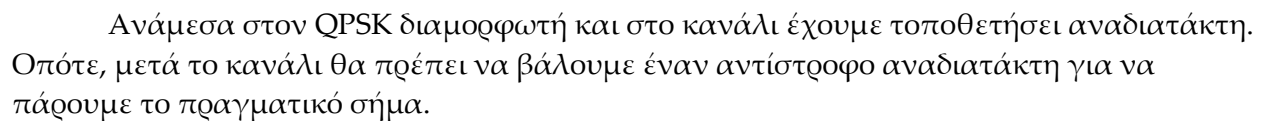
Στους 2 διαφορετικούς αστερισμούς (πριν και μετά τον εκτιμητή καναλιού) βλέπουμε ότι επιτυχημένα ο εκτιμητής έχει καταφέρει να μειώσει την επίδραση των διαλείψεων.

Εφόσον όπως βλέπουμε έχουμε επιτυχημένα καταφέρει να «διώξουμε» τις διαλείψεις, στο σήμα θα έχουμε μόνο επίδραση του AWGN που μπορεί τώρα να μειωθεί με μεγάλα SNR.

Η πιθανότητα σφάλματος συναρτήσει του E_b/N_0 δίνεται στην συνέχεια:

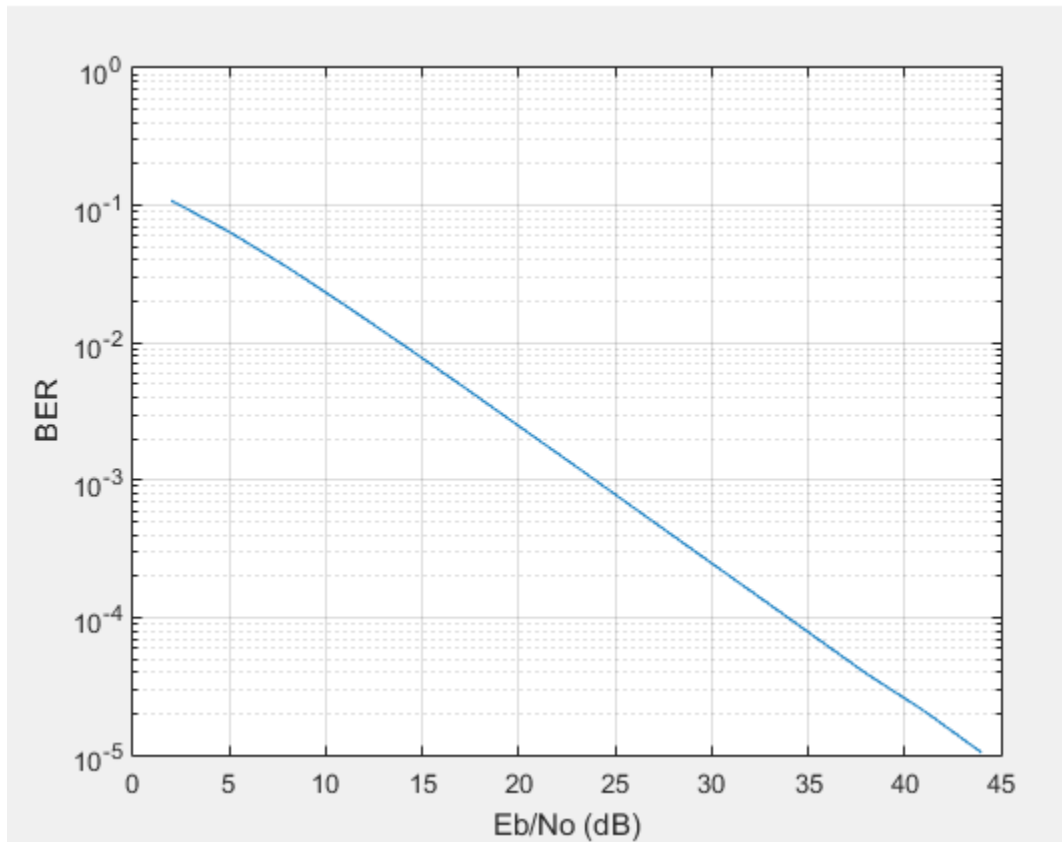


- Το μοντέλο στο Simulink δίνεται στην συνέχεια:



Σαν είσοδο στον ανιχνευτή έχουμε την στροφή φάσης, το πραγματικό και το φανταστικό μέρος των συντελεστών του καναλιού μετά τον αντίστροφο αναδιατάκτη και το QPSK σήμα που στείλαμε με την επίδραση των διαλείψεων. Αυτός έχει ως αποστολή να «διώξει» την επίδραση των διαλείψεων Rayleigh.

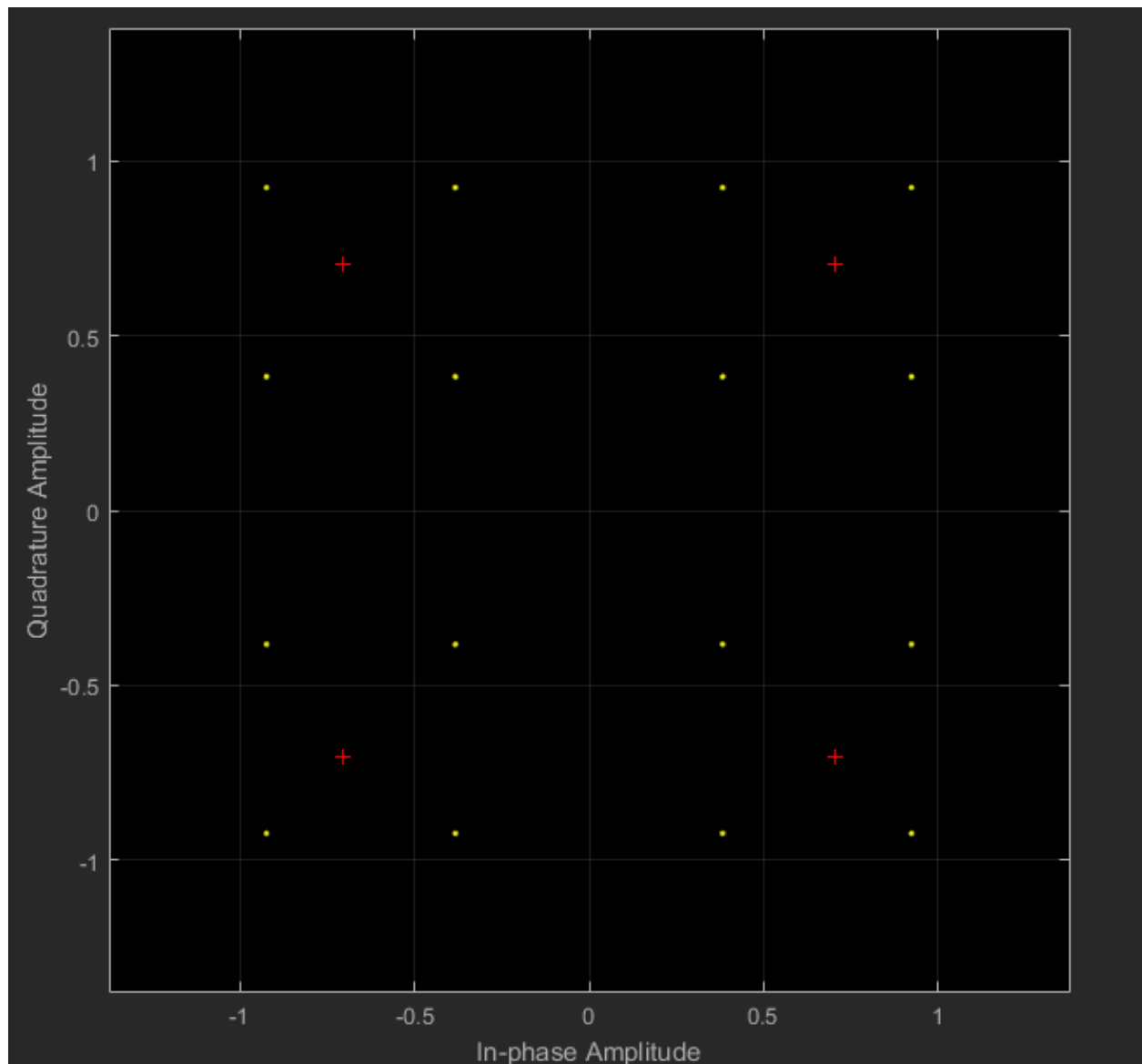
Βλέπουμε πως το καταφέρνει στο διάγραμμα του BER συναρτήσει του E_b/N_0 . Αν το παρατηρήσουμε θα δούμε ότι αυτό το διάγραμμα είναι ίδιο με το προηγούμενο.



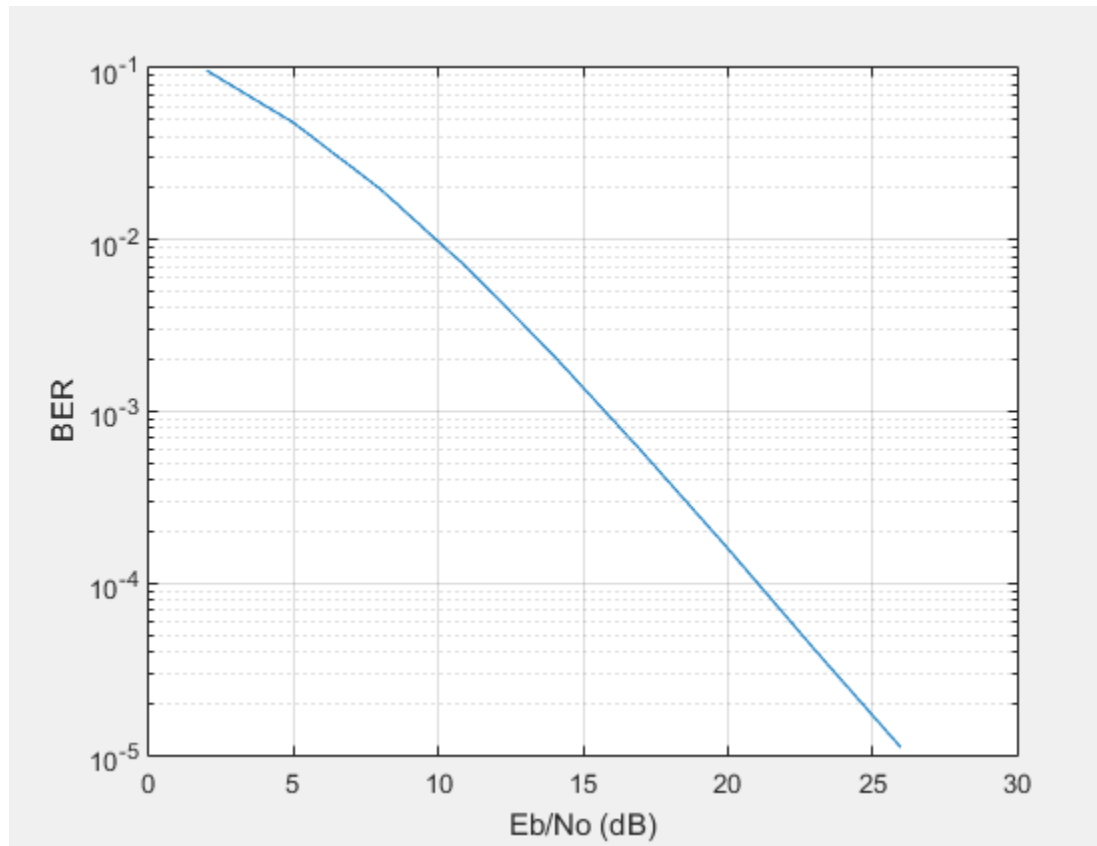
- Μοντέλο rotatedQpskFFRC ($3\pi/8$)

Το μοντέλο που χρησιμοποιείται για αυτό το ερώτημα είναι το ίδιο με πριν, αλλά τώρα έχουμε στροφή φάσης τους αστερισμού (στον διαμορφωτή και τον ανιχνευτή ίση με $3\pi/8$).

Τώρα βλέπουμε ότι ο αναδιατάκτης έχει επηρεάσει το QPSK σήμα και πλέον ο αστερισμός είναι αυτός:

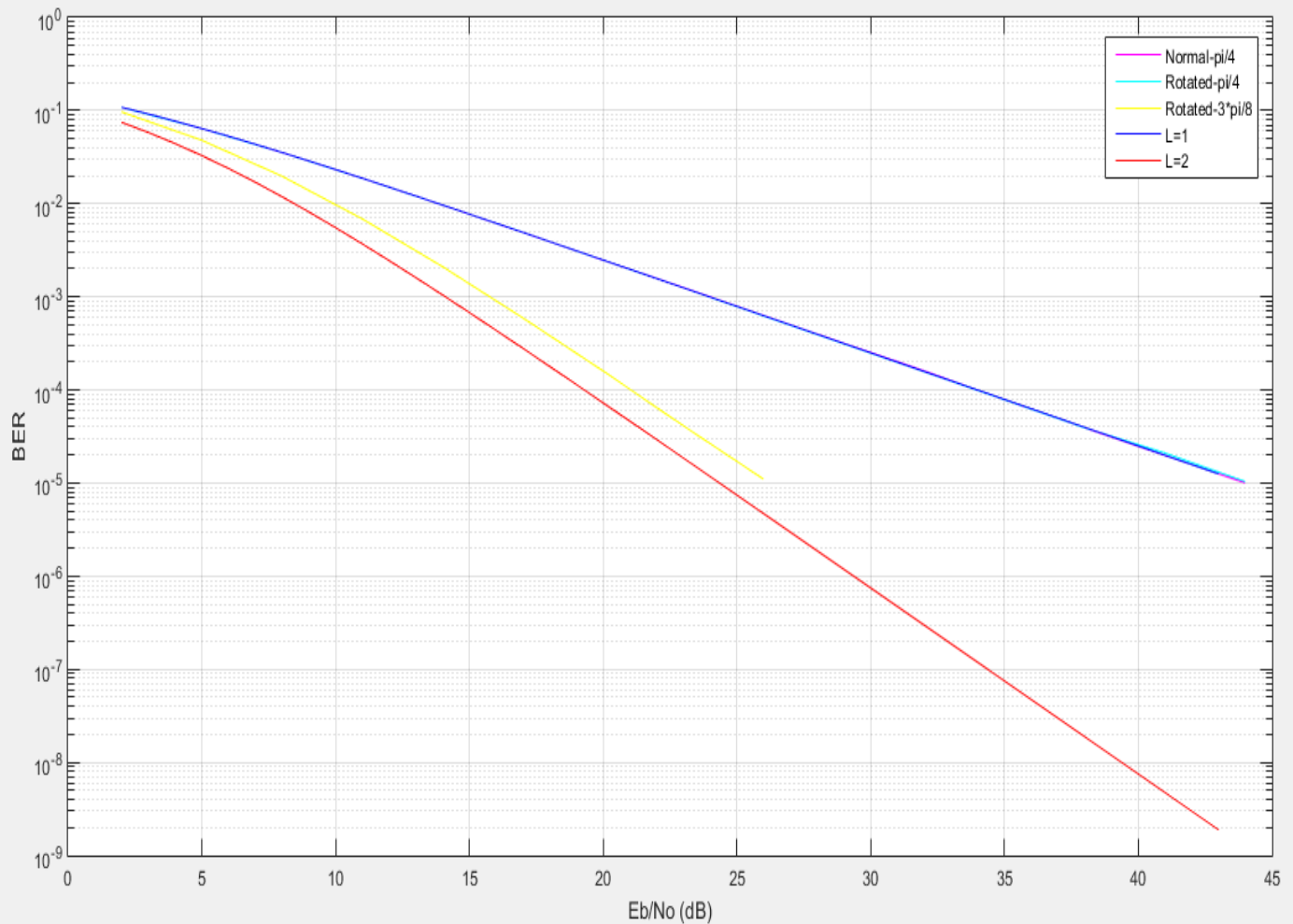


Όπως βλέπουμε στο επόμενο διάγραμμα αλλά και στο συγκριτικό, η $3\pi/8$ στροφή φάσης έχει μειώσει το BER.



Εδώ μπορούμε να δούμε το συγκριτικό διάγραμμα, όπου έχουμε συμπεριλάβει τα 3 προηγούμενα διαγράμματα αλλά και τις θεωρητικές καμπύλες του QPSK για κανάλι διαλείψεων Rayleigh με διαφορισμό τάξης $L = 1$ και $L = 2$.

Βλέπουμε ότι τα 2 πρώτα διαγράμματα είναι ίδια με το θεωρητικό με διαφορισμό τάξης 1 και το 3^ο διάγραμμα έχει πιθανότητα σφάλματος που βρίσκεται ανάμεσα σε διαφορισμό τάξης 1 και διαφορισμό τάξης 2.



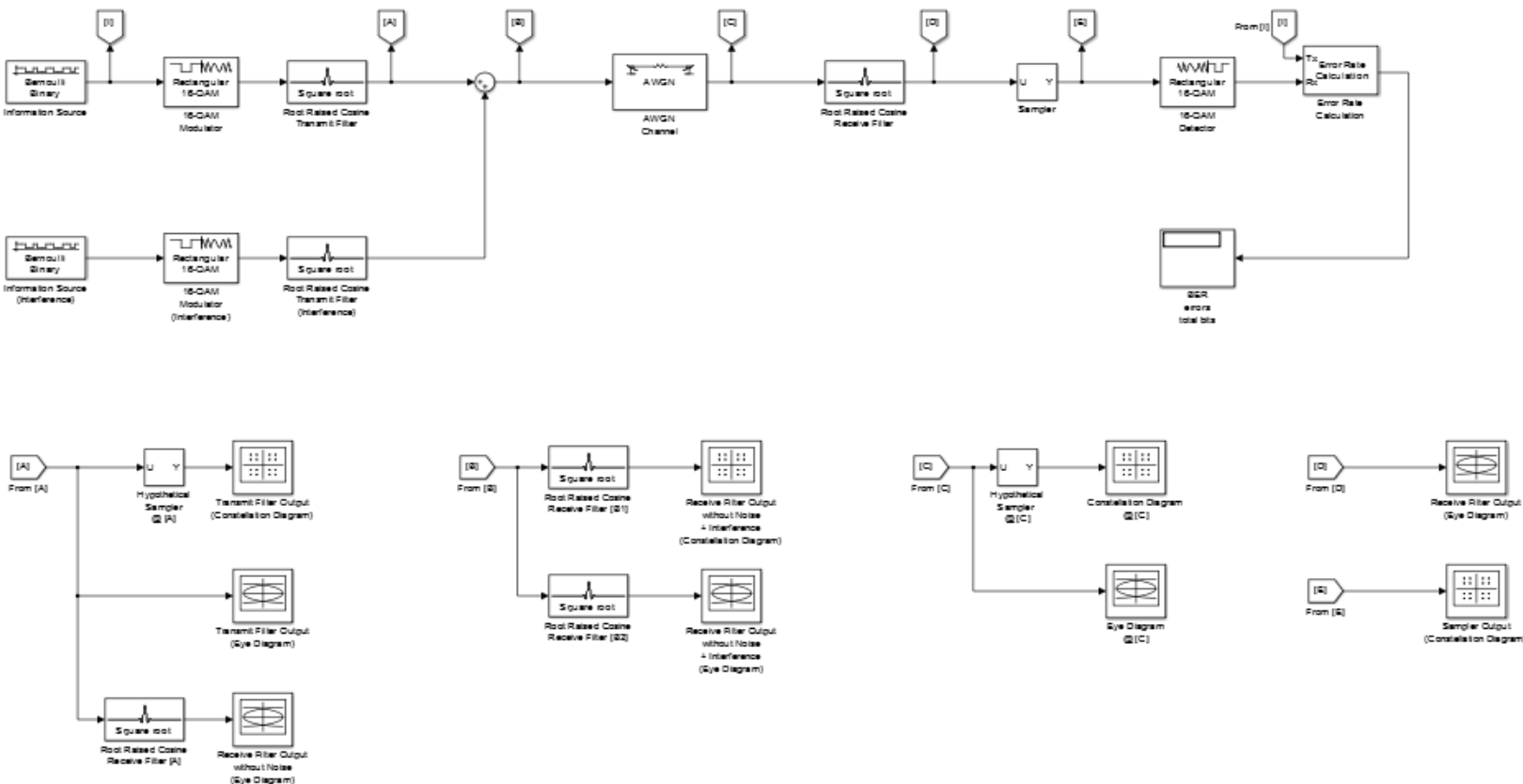
Εργαστηριακή Άσκηση Προσομοίωσης 2.3:

Σύστημα 16-QAM διαμόρφωσης σε περιβάλλον AWGN και συγκαναλικών παρεμβολών.

Σε αυτή την άσκηση πρέπει να μετρήσουμε την επίδοση BER ενός συστήματος με διαμόρφωση 16-QAM σε περιβάλλον AWGN, επιβαρυνμένου επιπλέον από συγκαναλική παρεμβολή ίδιου σήματος.

Θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο CCI και για κάθε ερώτημα θα έχουμε διαφορετική στροφή φάσης στο 16-QAM.

Στην συνέχεια δίνεται το μοντέλο στο Simulink:



Τώρα έχουμε 16-QAM διαμόρφωση όπως μπορούμε να δούμε και από τον διαμορφωτή. Στην συνέχεια έχουμε το φίλτρο εκπομπής ανυψωμένου συνημιτόνου που μετατρέπει το ψηφιακό σήμα σε αναλογικό για την εκπομπή του. Ακόμη, στην πληροφορία που θέλουμε να στείλουμε προστίθεται και συγκαναλική παρεμβολή ίδιου σήματος.

Μετά το φίλτρο εκπομπής και πριν την πρόσθεση αυτών των 2 σημάτων μας δίνεται η δυνατότητα να δούμε έναν αστερισμό και 2 διαγράμματα οφθαλμού. Ο αστερισμός δίνεται μετά από έναν δειγματολήπτη. Βλέπουμε ότι το φίλτρο εκπομπής έχει επηρεάσει

τον αστερισμό. Ακόμη, έχουμε ένα διάγραμμα οφθαλμού χωρίς φίλτρο λήψης ανυψωμένου συνημιτόνου και ένα διάγραμμα οφθαλμού με φίλτρο λήψης. Στο πρώτο διάγραμμα οφθαλμού βλέπουμε ότι η έλλειψη του φίλτρου έχει ως αποτέλεσμα να μην έχουμε κάποιο σημείο για να δειγματολειτουργήσουμε για να πάρουμε το αρχικό σήμα, ενώ με την χρήση του φίλτρου βλέπουμε ότι μπορούμε να δειγματολειτουργήσουμε για $t = 1$ και $t = 4$.

Μετά την πρόσθεση των 2 σημάτων έχουμε ένα διάγραμμα οφθαλμού και έναν αστερισμό όπου μπορούμε να δούμε την επίδραση της συγκαναλικής παρεμβολής.

Στην συνέχεια έχουμε το AWGN κανάλι, το φίλτρο λήψης, έναν δειγματολήπτη και έναν αποδιαμορφωτή 16-QAM.

Τέλος, υπολογίζουμε το BER για συγκεκριμένο E_b/N_0 .

Στην συνέχεια θα υπολογίσουμε το BER συναρτήσει του E_b/N_0 για διαφορετικές στροφές φάσης ώστε να δούμε για ποια στροφή φάσης θα έχουμε την λιγότερη επίδραση της συγκαναλικής παρεμβολής.

Στο διάγραμμα βλέπουμε ότι για στροφή φάσης 0 και $\pi/2$ έχουμε την μικρότερη πιθανότητα σφάλματος για $E_b/N_0 > 11$. Η στροφή φάσης $\pi/8$ και $3\pi/8$ δίνουν ίδια BER ενώ η στροφή φάσης $\pi/4$ δίνει την χειρότερη πιθανότητα σφάλματος.

