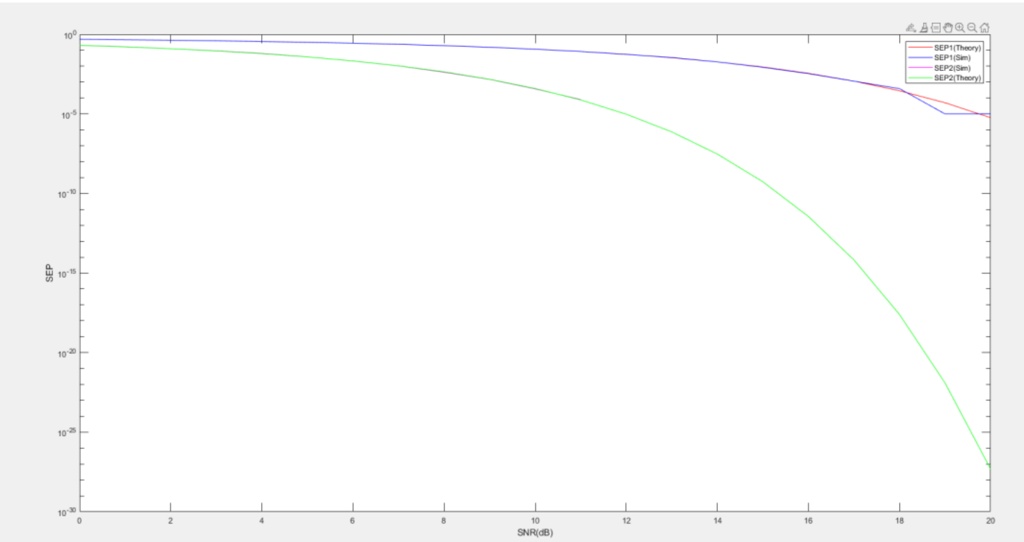
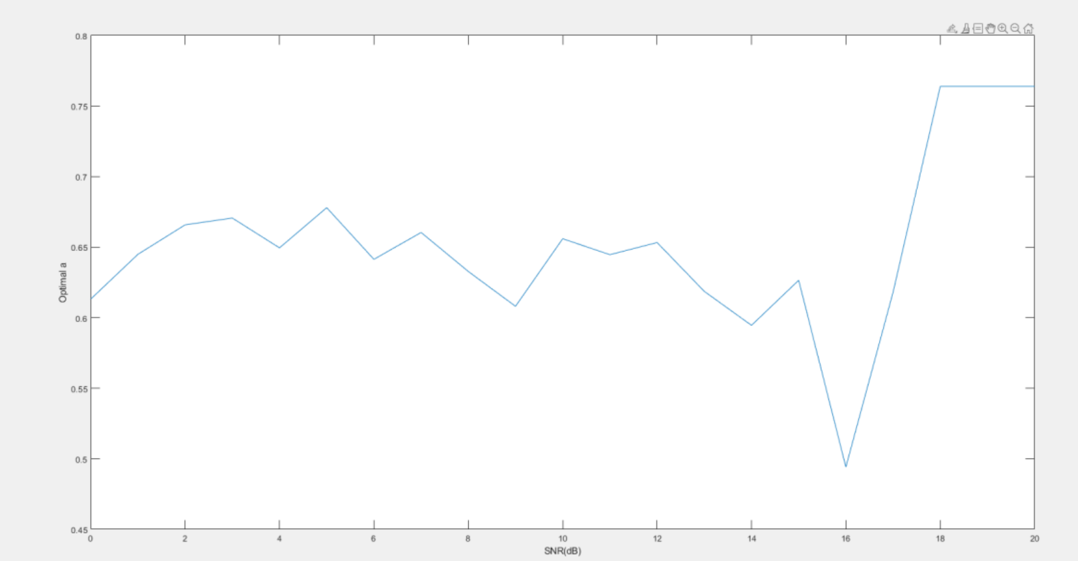
ΑΣΚΗΣΗ 1

Αρχικά στην γραμμή 14 δημιουργούμε ένα διάνυσμα για το SNR, με το οποίο φτιάχνουμε το διάνυσμα του No. Στην συνέχεια φτιάχνουμε 2 μηδενικά διανύσματα, ένα για τον 1ο χρήστη και ένα για τον 2ο, τα οποία έχουν το ίδιο μέγεθος με το διάνυσμα του SNR και στα οποία θα αποθηκεύουμε σε κάθε θέση τα σφάλματα που γίνονται για την κάθε τιμή του SNR. Έπειτα τρέχουμε μία εμφωλευμένη for, η οποία επαναλαμβάνεται για κάθε τιμή του SNR και για το πλήθος των δειγμάτων. Μέσα σε αυτήν φτιάχνουμε το διάνυσμα X, το οποίο περιέχει την πληροφορία για τον χρήστη 1 και 2, όπως ζητείται στην εκφώνηση, φτιάχνοντας έτσι ένα 16 QAM αστερισμό. Μετά φτιάχνουμε τον θόρυβο και τον προσθέτουμε στον δέκτη 1 και 2 αντίστοιχα, πέρνωντας το πραγματικό μέρος για τον 1ο χρήστη και το φανταστικό μέρος για τον 2ο. Στις if που ακολουθούν, ελέγχουμε που βρίσκεται το σήμα μας και αν βρίσκεται σε λάθος περιοχή απόφασης, αυξάνουμε το αντίστοιχο counter για τα λάθη του χρήστη 1 και 2 αντίστοιχα. Τέλος για να βρούμε την εμπειρική πιθανότητα σφάλματος για το κάθε χρήστη διαιρούμε το πλήθος των σφαλμάτων για κάθε τιμή του SNR με το πλήθος των δειγμάτων. (βλ. Askisi1.m)

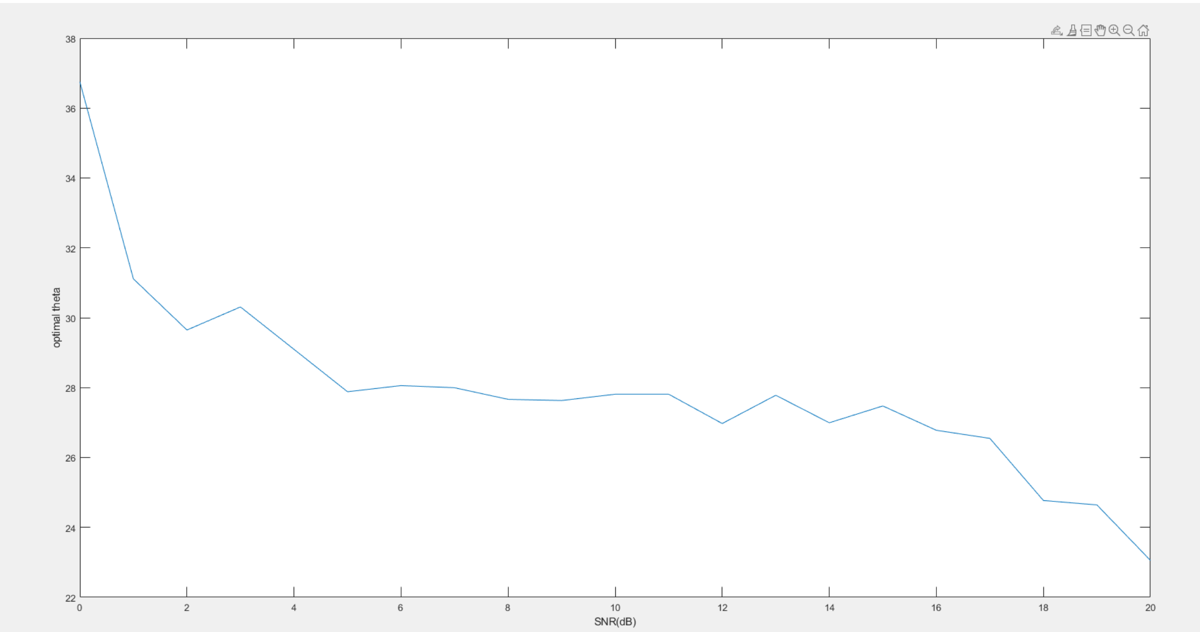


Για την εύρεση του α για κάθε SNR, το οποίο ελαχιστοποιεί την μέγιστη πιθανότητα σφάλματος μεταξύ των χρηστών 1 και 2, δημιουργούμε ένα διάνυσμα γραμμή (alpha_opt), το οποίο για κάθε τιμή του SNR, βρίσκει ποιο α ελαχιστοποιεί την μέγιστη πιθανότητα σφάλματος στο διάστημα [0,1] μεταξύ του χρήστη 1 και 2. Το παραπάνω επιτυγχάχεται με την βοήθεια της fminbnd(), η οποία δέχεται σαν όρισμα την συνάρτηση maxSEP(), που επιστρέφει την μέγιστη πιθανότητα σφάλματος μεταξύ των δύο χρηστών. Στη συνέχεια αφού έχουμε βρει τις μέγιστες τιμές του α για κάθε SNR, παρατηρούμε ότι το α για μεγάλα SNR συγκλίνει στην τιμή 0.66. Μετά την τιμή 18 dB του SNR, παρατηρούμε ότι η βέλτιστη τιμή του α αποκλίνει από το επιθυμητό 0.66 και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για μεγαλύτερο SNR έχουμε λιγότερα σφάλματα. Επειδή όμως χρησιμοποιούμε τον ίδιο αριθμό δειγμάτων, δεν μπορούμε να ικανοποιήσουμε την απαίτηση για περισσότερα δείγματα όταν έχουμε πολύ μεγάλο SNR. (βλ. BestA.m και maxSEP.m)



ΑΣΚΗΣΗ 2

Για να βρούμε το βέλτιστο θ για κάθε SNR, δουλεύουμε με παρόμοιο σκεπτικό όπως στην άσκηση 1. Καλούμε πάλι την συνάρτηση fminbnd() για να βρούμε το θ που ελαχιστοποιεί την μέγιστη πιθανότητα σφάλματος στο διάστημα [0, π/4] και βλέπουμε ότι συγκλίνει στις 26.565 μοίρες. Μετά την τιμή 18 dB του SNR, βλέπουμε ότι η επιθυμητή τιμή του θ αποκλίνει από το επιθυμητό 26.565 και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για μεγαλύτερο SNR έχουμε λιγότερα σφάλματα. Επειδή όμως χρησιμοποιούμε τον ίδιο αριθμό δειγμάτων, δεν μπορούμε να ικανοποιήσουμε την απαίτηση για περισσότερα δείγματα όταν έχουμε πολύ μεγάλο SNR. (βλ. BestTHETA.m και maxtheta.m)



το οποίο προκύπτει και από τον θεωρητικό υπολογισμό αν θέλουμε να έχουμε ένα ομοιόμορφο PAM στην In-phase και στην Quadrature συνιστώσα, δηλαδή :

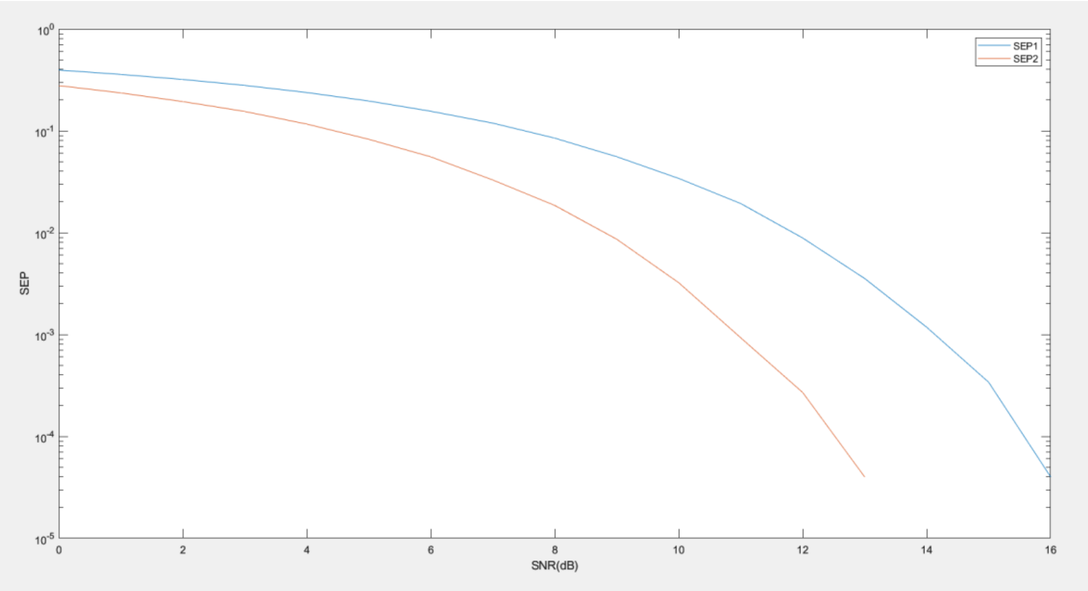
$\cos\theta + \sin\theta - (\cos\theta - \sin\theta) = \cos\theta - \sin\theta - (\sin\theta - \cos\theta) \Rightarrow$

$4\sin\theta = 2\cos\theta \Rightarrow$

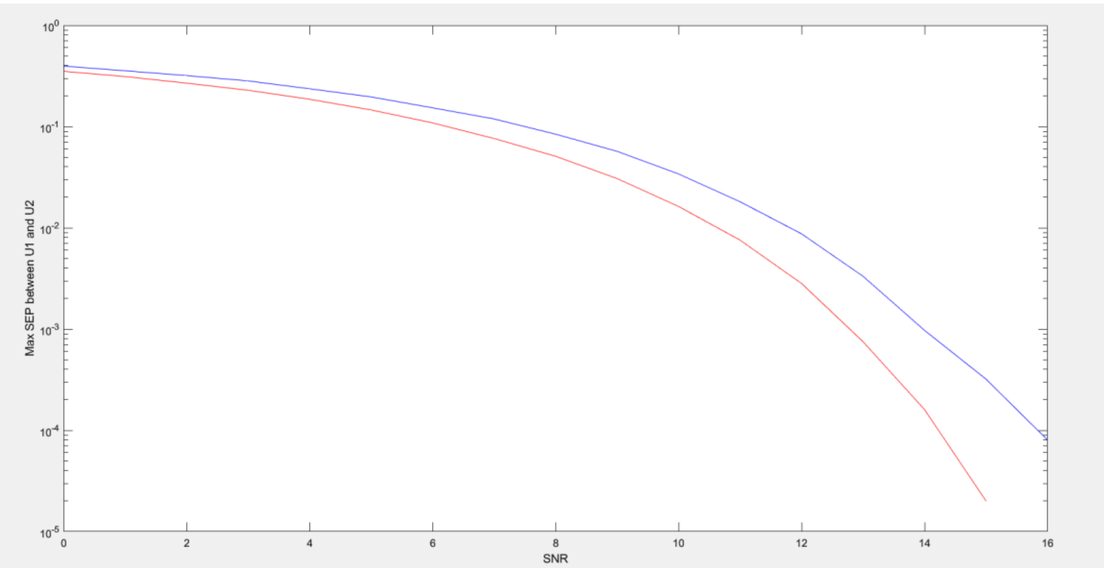
$\tan\theta = ½$ =>

$\theta = 26.565$

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει τις πιθανότητες σφάλματος για το βέλτιστο θ. (βλ. OptimalTheta.m)



Αφού και τα δύο συστήματα έχουν την ίδια ενέργεια αστερισμού, μπορούμε να τα συγκρίνουμε σύμφωνα με την θεωρία του βιβλίου. Επιλέγοντας για το σύστημα 1 το βέλτιστο α (2/3) και για το σύστημα 2 το βέλτιστο θ (26.565), παρατηρούμε ότι για κάθε τιμή του SNR το σύστημα 1 παρουσιάζει συνεχώς μικρότερη πιθανότητα σφάλματος από το σύστημα 2. Επομένως συμπεραίνουμε ότι το σύστημα 1 είναι καλύτερο. (βλ. Comparison.m)



ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΟΥΝΣΟΛΑΣ (10345)

ΧΡΗΣΤΟΣ - ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΔΑΡΔΑΜΠΟΥΝΗΣ (10335)