

### Τελική εργασία μαθήματος – Μέρος 2<sup>ο</sup>

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας θα χρησιμοποιήσετε τα προγράμματα που γράψατε στο πρώτο μέρος ως βάση για προσομοίωση μετάδοσης σε κανάλι Rayleigh.

Ο θόρυβος θα θεωρηθεί AWGN. Θα χρησιμοποιηθεί μια διάσταση, διαμόρφωση BPSK και 1 tap. Επομένως, θα θεωρήσουμε κανάλι της μορφής,  $y[m] = h[m]x[m] + n[m]$ , όπου  $x[m]$ ,  $y[m]$ ,  $n[m]$  και  $h[m]$  παίρνουν πραγματικές τιμές. Επίσης, θα θεωρήσουμε ότι οι τιμές των taps  $h[m]$  στο χρόνο είναι πλήρως αποσυσχετισμένες, δηλαδή ότι  $E[h[m]h[m+n]] = 0$  για όλα τα  $n$ . Τέλος, υποθέτουμε ότι ο δέκτης γνωρίζει το κανάλι σε κάθε χρονική στιγμή  $m$ .

2α) Προσομοιώστε μετάδοση BPSK στο κανάλι Rayleigh 1-tap και σχεδιάστε την καμπύλη του BER ως συνάρτηση του SNR. Συγκρίνετε με την αντίστοιχη καμπύλη για μετάδοση σε κανάλι AWGN από το πρώτο μέρος της εργασίας. Επίσης, συγκρίνετε με τη θεωρητική έκφραση για την  $P_e$  της BPSK σε κανάλι Rayleigh (π.χ. Tse & Viswanath 3.1.2 – προσοχή στο πώς ορίζεται ο SNR).

2β) Θεωρήστε, τώρα, 2 κανάλια Rayleigh 1-tap τα οποία είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Και στα δύο κανάλια μεταδίδεται η ίδια πληροφορία  $x$ . Θεωρούμε ότι ο δέκτης συνδυάζει τα λαμβανόμενα σήματα  $y_1$  και  $y_2$  με χρήση της μεθόδου Maximal Ratio Combining (MRC) ως εξής:

$$y[m] = \frac{h_1[m]y_1[m] + h_2[m]y_2[m]}{\sqrt{(h_1[m])^2 + (h_2[m])^2}}. \text{ Εξομοιώστε και πάλι μετάδοση BPSK και σχεδιάστε την καμπύλη του BER}$$

ως συνάρτηση του SNR. Μπορείτε να επαληθεύσετε τα αποτελέσματά σας συγκρίνοντάς τα με τη βιβλιογραφία (π.χ. κεφάλαιο 3.2.1 των Tse & Viswanath).

2γ) (προαιρετικό) Επαναλάβετε το ερώτημα 2β για περισσότερα κανάλια (π.χ. έως 5) και σχεδιάστε τις καμπύλες.

### Παραδοτέα

- Παράδοση τουλάχιστον 1 εβδομάδα πριν από τη λήξη της προθεσμίας κατάθεσης βαθμολογιών για την εξεταστική στην οποία θέλετε να βαθμολογηθείτε (Ιούλιος ή Σεπτέμβριος 2007).
- Επιτρέπεται (και ενθαρρύνεται) η συνεργασία αλλά όχι η αντιγραφή ή ο καταμερισμός της εργασίας. Ο καθένας πρέπει να γράψει το δικό του κώδικα και να παραδώσει τη δική του αναφορά. Επίσης, ενθαρρύνεται η επικοινωνία με το διδάσκοντα για οποιαδήποτε βοήθεια χρειαστείτε.

**Π1 (ενσωμάτωση του κώδικα που γράψατε για το 2<sup>ο</sup> μέρος σε αυτόν του 1<sup>ου</sup> μέρους).** Το πρόγραμμα προσομοίωσης σε ηλεκτρονική μορφή. Ο χρήστης θα πρέπει να καλεί ένα πρόγραμμα (π.χ. simulator.exe ή simulator.m) το οποίο, με τη σειρά του, θα καλεί τις συναρτήσεις δημιουργίας ψευδοτυχαίων bits, mapping, δημιουργίας και προσθήκης AWGN, δημιουργίας καναλιού, slicing/demapping, υπολογισμού BER κλπ. Θα πρέπει να δώσετε αρκετές πληροφορίες (είτε σε συνοδευτικό κείμενο ή με σχόλια στον κώδικα) ώστε κάποιος χρήστης να μπορέσει να τρέξει και να καταλάβει σχετικά γρήγορα τον κώδικά σας. Στις πληροφορίες θα πρέπει να περιλαμβάνονται συνοπτικές οδηγίες χρήσης και περιγραφή του τι κάνει όχι μόνο ο simulator, αλλά και κάθε συνάρτηση ξεχωριστά. Συνιστάται η παράδοση ενός αρχείου zip με όλα τα απαραίτητα αρχεία για να «τρέξει» το πρόγραμμα. Καλό είναι να αποφύγετε χρήση συναρτήσεων οι οποίες χρειάζονται συγκεκριμένους compilers/βιβλιοθήκες για να τρέξουν.

**Π4.** Γραφική παράσταση (plot) του BER ως συνάρτηση του SNR για τιμές του SNR από -10 έως 40 dB για κανάλι Rayleigh 1-tap. Δε χρειάζεται να κάνετε προσομοιώσεις για πάρα πολλά σημεία της γραφικής παράστασης, αρκεί να χρησιμοποιήσετε τόσα ώστε να έχετε μια καλή προσέγγιση. Πριν παραδώσετε τη γραφική παράσταση (εκτυπωμένη ή σε αρχείο) συγκρίνετε με τη βιβλιογραφία για να βεβαιωθείτε ότι τα αποτελέσματά σας είναι σωστά.

**Π5.** Γραφική παράσταση για 2 κανάλια με χρήση MRC στο δέκτη. Προαιρετικά, γραφικές παραστάσεις για περισσότερα κανάλια.