

5^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Ψηφιακή Διαμόρφωση, Δέκτης Προσαρμοσμένου Φίλτρου, Πιθανότητα Σφάλματος bit

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1 [Πιθανότητα σφάλματος και ανίχνευση]

Ένα δυαδικό ψηφιακό τηλεπικοινωνιακό σύστημα χρησιμοποιεί τα σήματα

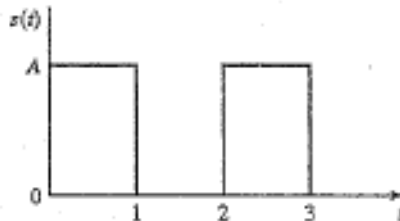
$$s_0(t) = 0, \text{ για } 0 \leq t \leq T$$

$$s_1(t) = A, \text{ για } 0 \leq t \leq T$$

για μετάδοση πληροφορίας. Αυτή η μέθοδος ονομάζεται on-off σηματοδότηση. Ο αποδιαμορφωτής (demodulator) συσχετίζει το λαμβανόμενο σήμα $r(t)$ με το $s_i(t)$, $i=1,2$, και δειγματοληπτεί την έξοδο του συσχετιστή τη χρονική στιγμή $t=T$.

- Βρείτε τον βέλτιστο ανιχνευτή (detector) για ένα κανάλι Αθροιστικού Λευκού Γκαουσιανού Θορύβου (ΑΛΓΘ), υποθέτοντας ότι τα δυο σήματα είναι ισοπίθανα.
- Υπολογίστε την πιθανότητα σφάλματος σε συνάρτηση του SNR. Συγκρίνετε τη σηματοδότηση on-off με τη αντιποδική σηματοδότηση.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2 [Προσαρμοσμένο φίλτρο, πιθανότητα σφάλματος]



Το λαμβανόμενο σήμα σε ένα δυαδικό τηλεπικοινωνιακό σύστημα που χρησιμοποιεί αντιποδικά σήματα είναι: $r(t) = s(t) + n(t)$, όπου το σήμα $s(t)$ φαίνεται στο παραπάνω σχήμα και $n(t)$ είναι ΑΛΓΘ με φασματική πυκνότητα ισχύος $N_0/2$ W/Hz.

- Σχεδιάστε την κρουστική απόκριση του προσαρμοσμένου φίλτρου στο $s(t)$.
- Σχεδιάστε την έξοδο του προσαρμοσμένου φίλτρου στην είσοδο $s(t)$.
- Βρείτε τη διασπορά του θορύβου στην έξοδο του προσαρμοσμένου φίλτρου για $t=3$.
- Υπολογίστε την πιθανότητα σφάλματος ως συνάρτηση των A , N_0 .

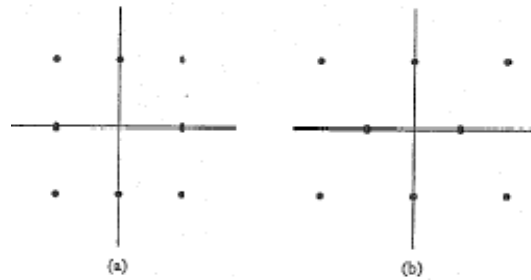
ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3 [Ανίχνευση σε δυο διαστάσεις]

Τρία σήματα, $s_1(t)$, $s_2(t)$ και $s_3(t)$ πρόκειται να μεταδοθούν σε ένα κανάλι ΑΛΓΘ με φασματική πυκνότητα ισχύος $N_0/2$ W/Hz. Τα σήματα είναι

$$s_1(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq T/2 \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}, \quad s_2(t) = -s_3(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq T/2 \\ -1, & T/2 \leq t \leq T \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$$

- α. Ποια είναι η διάσταση του χώρου σημάτων;
 β. Βρείτε μια κατάλληλη βάση για το χώρο σημάτων (Υπόδειξη: Μπορείτε να βρείτε μια βάση και χωρίς να χρησιμοποιήσετε την μέθοδο Gram-Schmidt).
 γ. Σχεδιάστε τον αστερισμό για αυτό το πρόβλημα.
 δ. Βρείτε και σχεδιάστε τις περιοχές βέλτιστης απόφασης, R_1, R_2, R_3
 ε. Ποιο από τα τρία σήματα είναι πιο ευάλωτο σε σφάλματα και γιατί; Με άλλα λόγια, ποια από τις πιθανότητες $\text{Prob}(\text{Σφάλμα} | s_i \text{ μεταδίδεται}), i=1,2,3$ είναι μεγαλύτερη;

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 4 [Ενεργειακή αποδοτικότητα αστερισμών]



Θεωρείστε τους δυο αστερισμούς σημάτων 8-QAM (α) και (b) που φαίνονται στο παραπάνω σχήμα. Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών σημείων είναι $2A$. Βρείτε τη μέση ισχύ μετάδοσης κάθε αστερισμού, υποθέτοντας ότι τα σημεία είναι ισοπίθανα. Ποιος από τους δυο αστερισμούς είναι πιο αποδοτικός από άποψη μεταδιδόμενης ισχύος;