



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ” (02/02/2023)

Διάρκεια εξέτασης: 1.5 ώρα.

Θέμα 1ο

Μας δίνεται ένα σύστημα M -PAM βασικής ζώνης (baseband) στο οποίο τα διαδοχικά σύμβολα a_k λαμβάνονται ισοπίθανα από πλάτη A_m που είναι συμμετρικά ως προς το μηδέν και απέχουν απόσταση $A_m - A_{m-1} = d$. Η τάξη M που θα θεωρήσετε προκύπτει από το τελευταίο ψηφίο του αριθμού μητρώου P σας ως εξής:

$$M = \begin{cases} 2^{p+3} & p \leq 4 \\ 2^{p-3} & p > 4 \end{cases} \quad (1)$$

Ζητούνται τα εξής:

A) Να υπολογίσετε θεωρητικά την μέση ισχύ των συμβόλων $\mathbb{E}\{a_k^2\}$ χωρίς να θεωρήσετε κάποια συγκεκριμένη τιμή του M σε αυτό το ερώτημα (θέλουμε δηλαδή τον γενικό τύπο συναρτήσεως του M και του d).

B) Εφαρμόζοντας τον τύπο (1) για να βρείτε το M , να υπολογίσετε πόσα bit ανά σύμβολο μεταδίδει το σύστημα.

Γ) Για ρυθμό μετάδοσης $R_b = 1\text{Gb/s}$ να υπολογίσετε το απαιτούμενο d έτσι ώστε το πηλίκο σήμα προς θόρυβο ανά bit SNR_b να ισούται με 12dB για μία φασματική πυκνότητα ισχύος θορύβου N_0 ίση με 10^{-12}W/Hz

Θέμα 2ο

Δίνεται ένα σύστημα 4-PSK στο οποίο η πιθανότητα σφάλματος bit δίνεται από την σχέση:

$$P_b = \frac{1}{2} (2P - P^2) \quad \text{με:} \quad P = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right)$$

όπου θεωρούμε ότι η συνάρτηση $Q(x)$ προσεγγίζεται από την $Q(x) \approx e^{-x^2/2}$ και E_b η ενέργεια του σήματος ανά bit ενώ N_0 η φασματική πυκνότητα θορύβου. Να βρείτε το πηλίκο σήμα προς θόρυβο ανά bit που απαιτείται για να έχουμε πιθανότητα σφάλματος $P_b = 10^{-q}$ όπου το q προκύπτει από το τελευταίο ψηφίο p του αριθμού μητρώου σας ως εξής: $q = p + 3$ όταν $p \leq 4$ και $q = p - 2$ όταν $p > 4$.

Τυπολόγιο:

$$\begin{aligned} E\{a_k^2\} &= \sum_{m=0}^{M-1} A_m^2 \Pr\{a_k = A_m\} & \text{SNR}_b &= E_b/N_0 \\ 1 + 2 + 3 + \dots + n &= \frac{n(n+1)}{2} & E_b &= \mathbb{E}\{a_k^2\} T_b \\ 1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2 &= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} & A(\text{dB}) &= 10 \log_{10} A \\ & & A_m &= \frac{d}{2}(2m - M + 1) \end{aligned}$$