

Άσκηση 7η

**Θέμα:** ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΔΙΕΥΡΥΝΣΗΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (FREQUENCY HOPPING).

**Άσκηση:** Να βρεθεί το κέρδος σε πιθανότητα σφάλματος σε ένα σύστημα μετάδοσης σε περίπτωση χρήσης Frequency Hopping για τις παρακάτω περιπτώσεις:

- α) Σήμα παρεμβολής με ημιτονοειδή μορφή, στη συχνότητα 900MHz και ισχύ 0dBm.
- β) Ευρυζωνικό σήμα με πυκνότητα ισχύος 0dbm/MHz και εύρος 800MHz-1GHz.

Για το σύστημα γνωρίζουμε έχει 20MHz φάσμα, κεντρική συχνότητα τα 900MHz και για μετάβαση συχνότητας μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις κεντρικές συχνότητες 900, 910, ..., 970MHz με χρόνο μετάβασης από συχνότητα σε συχνότητα 100ms. Η χρησιμοποιούμενη διαμόρφωση είναι BFSK, με  $E_b/N_0=10\text{dB}$  και  $N_0=1\text{nW/Hz}$ .

Λύση:

α) Όταν έχω ημιτονοειδές σήμα παρεμβολής:

Εύκολα μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα σφάλματος για BFSK από τον τύπο:

$$P_e = \frac{1}{2} e^{-\frac{\gamma_b}{2}}$$

, αρκεί να γνωρίζουμε το  $\gamma_b=E_b/N_0$  για κάθε περίπτωση.

$$\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_a = \frac{E_b}{N + P_f} = \frac{E_b / N}{1 + P_f / N} = \frac{10}{1 + \frac{1\text{mW}}{1\text{nW}1\text{kHz}}} = \frac{10}{1001} \approx -20\text{dB}$$

Οπότε έχουμε:



Το παρόν έργο εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕΑΕΚ II

$$(P_e)_0 = \frac{1}{2} e^{-\frac{E_b}{N_0}} = 2.27 \cdot 10^{-5}$$

$$(P_e)_a = \frac{1}{2} e^{-\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_a} = 0.5$$

$$(P_e)_{FH} = \frac{(P_e)_a + 7(P_e)_0}{8} = 0.0619$$

Οπότε, το κέρδος είναι:

$$\frac{(P_e)_a}{(P_e)_{FH}} \approx 8 \text{ φορές καλύτερα}$$

Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς ουσιαστικά έχουμε πρόβλημα σε μια συχνότητα από τις οκτώ.

β) Όταν έχω ευρυζωνικό σήμα:

$$\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_b = \frac{E_b}{N + N_b} = \frac{E_b / N}{1 + N_b / N} = \frac{10}{1 + \frac{1mW / 1MHz}{1nW / Hz}} = \frac{10}{2} = 5$$

Η πιθανότητα σφάλματος θα είναι και στις δύο περιπτώσεις:

$$(P_e)_b = \frac{1}{2} e^{-\frac{E_b}{N_0}} = 0.0034$$

Η χρήση του frequency hopping σε αυτήν την περίπτωση δεν προσφέρει βελτίωση αφού όλες οι συχνότητες αντιμετωπίζουν την ίδια παρεμβολή!

**Σημείωση:** Σε ένα τέτοιο σύστημα προτείνεται η χρήση Interleaving (χρονική ανακατανομή των bit μέσα στο frame) για καλύτερη απόδοση.