

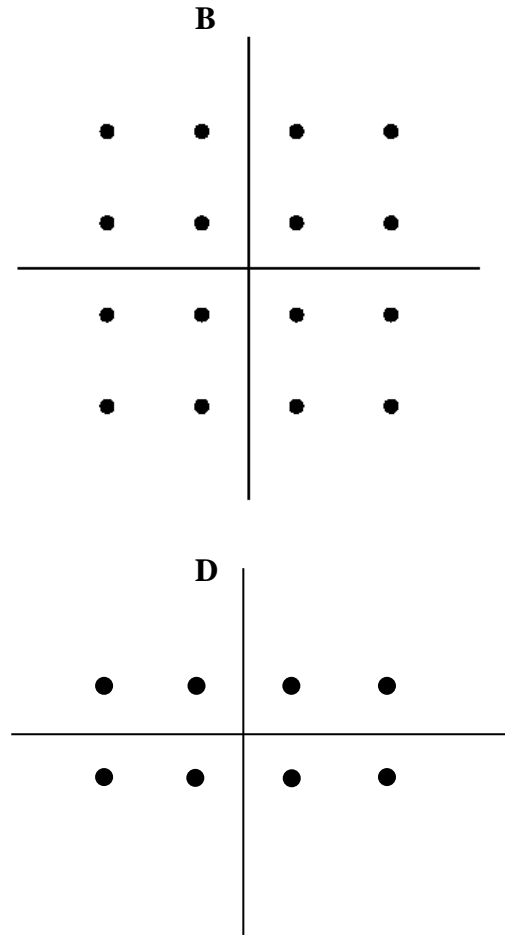
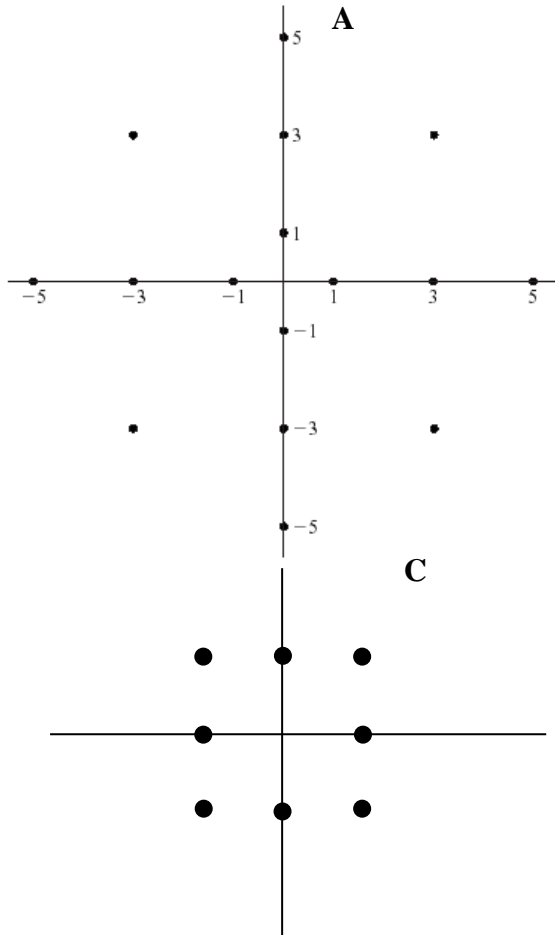
Πρόβλημα 24

- a. Να υπολογίσετε το δείκτη d^2_{\min}/E_b για ένα 16-QAM.
- b. Να υπολογίσετε το $[(d^2_{\min}/E_b)_{16\text{QAM}}/(d^2_{\min}/E_b)_{\text{QPSK}}]_{\text{dB}}$.
- c. Αν θεωρήσουμε ότι το μέγεθος των αστερισμών του Ερωτήματος b) έχουν επιλεγεί ώστε να παρουσιάζουν την ίδια ελάχιστη απόσταση, οπότε θα εμφανίζουν και την ίδια πιθανότητα σφάλματος, ποια τιμή πρέπει να έχει ο λόγος $(E_{b\text{-QPSK}}/E_{b16\text{-QAM}})_{\text{dB}}$;
- d. Από το διάγραμμα του M -QAM να υπολογίσετε το $(E_{b4}/E_{b16})_{\text{dB}}$ ώστε τα δύο συστήματα να παρουσιάζουν πιθανότητα σφάλματος $P_b=10^{-5}$. Να συγκρίνετε το αποτέλεσμα με το ερώτημα c. Θυμηθείτε: E_{b16} =Ενέργεια ανά bit στο 16-QAM και E_{b4} =Ενέργεια ανά bit για QPSK (4-QAM).

Απ. a. $(d^2_{\min}/E_{bav})_{16\text{-QAM}} = 1.6$, b. $[(d^2_{\min}/E_b)_{16\text{QAM}}/(d^2_{\min}/E_b)_{\text{QPSK}}]_{\text{dB}}=-4$ dB, c. $(E_{b\text{QPSK}}/E_{b16\text{-QAM}})_{\text{dB}} = -4$ dB, d. $(E_{b4}/E_{b16})_{\text{dB}}=-4.1$ dB

Πρόβλημα 25

Υπολογίστε το λόγο d_{min}^2/E_b για τους 4 πιο κάτω αστερισμούς 16-QAM. και 8QAM.



Απάντηση: A) 0.60, B) 1.6, C) :2, D) :2.

Πρόβλημα 26

Να αποδείξετε ότι από όλα τα δυαδικά συστήματα με την ίδια ενέργεια ανά λαμβανόμενο bit, E_b , το σύστημα με τα αντίθετα σύμβολα (δηλαδή $s_1 = -s_2$) παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή του λόγου d_{\min}^2/E_b .

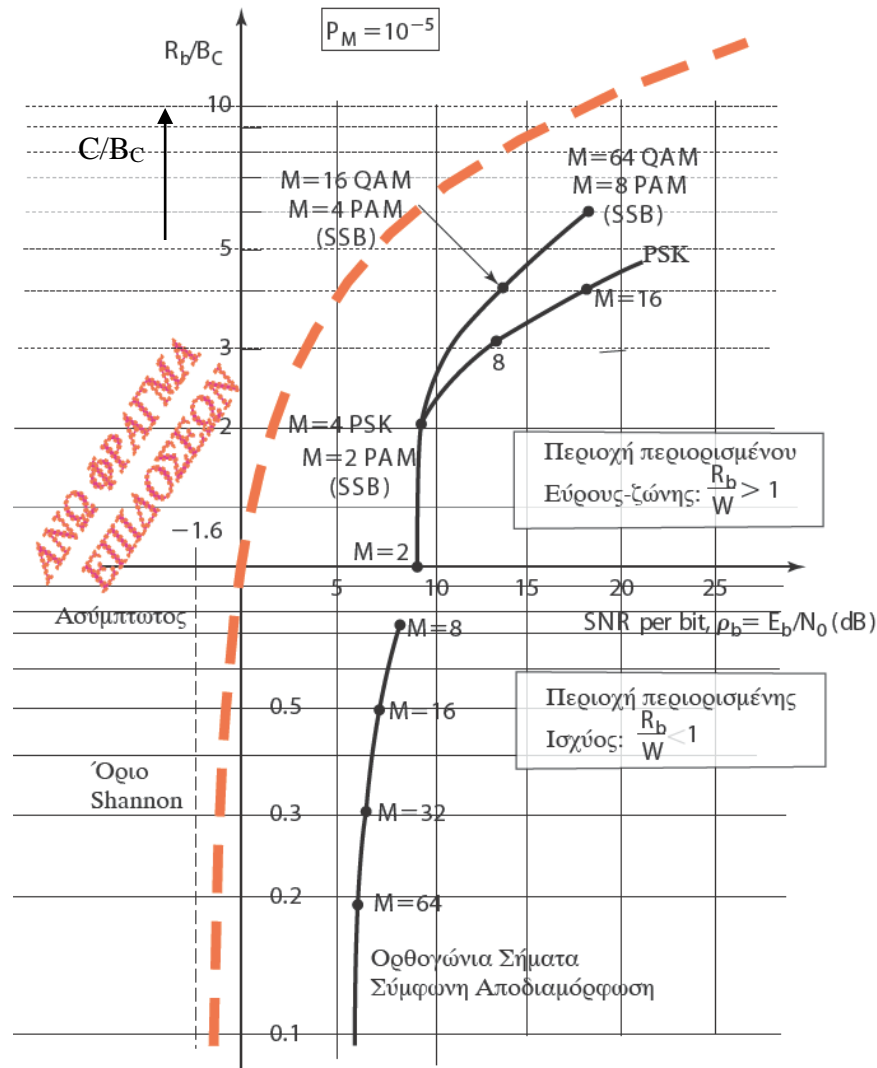
Πρόβλημα 27

Ξεκινώντας από το μαθηματικό τύπο που δίνει τη χωρητικότητα C ενός AWGN καναλιού αποδείξτε ότι όταν $r=C/B_C$ τείνει στο μηδέν η απαιτούμενη ενέργεια ανά εκπεμπόμενο bit, E_b , δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{E_b}{N_0} = \ln(2) \quad \text{ή} \quad \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{dB} = -1.6 \text{ dB}$$

β) Μπορούμε να αποδείξουμε ότι η τιμή του E_b που προκύπτει από την τελευταία σχέση είναι η ελάχιστη δυνατή. Αν πρέπει να διαβιβάσουμε όγκο δεδομένων $V=10^8$ bits σε χρόνο 100 sec μέσα από ένα AWGN κανάλι απεριόριστου εύρους ζώνης, με πυκνότητα θορύβου $N_0/2=10^{-9}$ W/Hz και απόσβεση $L=30$ dB πόση είναι η ελάχιστη ισχύς εκπομπής που πρέπει να διαθέτουμε; Απ. $P_T=1.39$ Watt

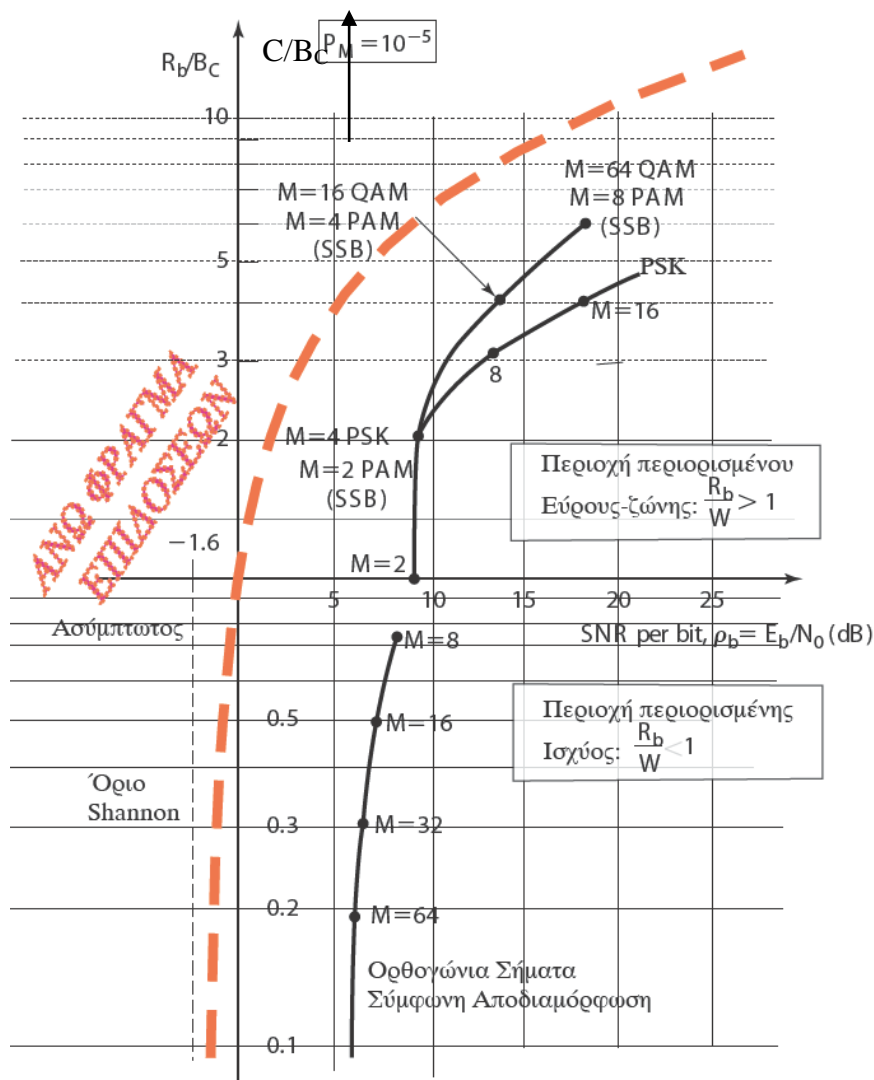
Πρόβλημα 28



Με βάση το πιο πάνω διάγραμμα “Σύγκρισης των πιο γνωστών Συστημάτων Ψηφιακής Διαμόρφωσης” εξετάστε ποιες από τις πιο κάτω εφαρμογές είναι δυνατόν να υλοποιηθούν, και για όσες δώσετε θετική απάντηση προτείνετε το οικονομικότερο σε ισχύ και στη συνέχεια το οικονομικότερο σε εύρος ζώνης σύστημα.

1. Σύστημα με Κανάλι φασματικής πυκνότητα θορύβου $N_0/2=10^{-8}$ Watt/Hz, εύρος ζώνης $B_c=20$ KHz, και με ρυθμό διαβίβασης $R_2 > 25$ Kbits/sec και ισχύ λήψης στην είσοδο του δέκτη $P_R=8$ mWatt
2. $N_0/2=10^{-8}$ Watt/Hz, $B_c=30$ KHz, $R_2 > 105$ Kbits/sec $P_R=210$ mWatt
3. $N_0/2=10^{-8}$ Watt/Hz, $B_c=$ απεριόριστο, $R_2 > 100$ Kbits/sec $P_R=10$ mWatt

Πρόβλημα 29



Με βάση το πιο πάνω διάγραμμα “Σύγκρισης των πιο γνωστών Συστημάτων Ψηφιακής Διαμόρφωσης” απαντήστε στις πιο κάτω ερωτήσεις

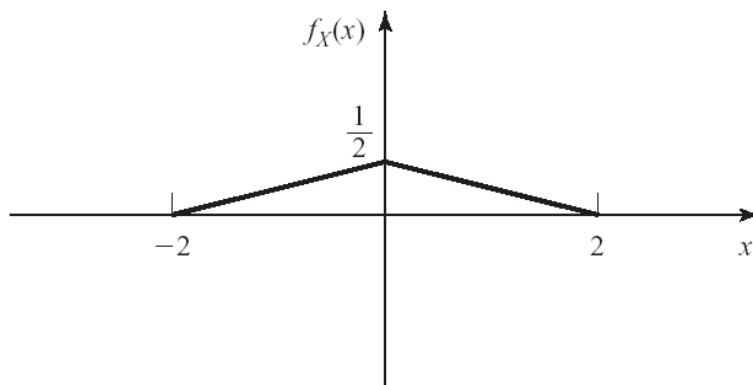
1. Σύστημα με Κανάλι φασματικής πυκνότητα θορύβου $N_0/2=10^{-8}$ Watt/Hz, εύρος ζώνης $B_c=$ απερίοριστο, ισχύς του σήματος στην είσοδο του δέκτη $P_R=2$ mWatt. Πόση είναι η θεωρητικά μεγαλύτερη τιμή που μπορεί να λάβει ο ρυθμός διαβίβασης δυαδικών δεδομένων R_2 ;
2. $N_0/2=10^{-8}$ Watt/Hz, $B_c=100$ KHz, $P_R=2$ mWatt. Πόση είναι η μεγαλύτερη τιμή που μπορεί να λάβει το R_2 αν χρησιμοποιηθεί ένα 64-FSK;
3. Πόσες φορές μεγαλύτερη ενέργεια ανά bit πληροφορίας, E_b , απαιτείται για ένα C16PSK από ένα C16QAM; (C για Coherent - Σύμφωνο)

Απ. 1. $R_2 < 145$ Kbits/sec, 2. $R_2 = 18$ Kbits/sec, 3. $E_{b,16PSK} = 2.8 \times E_{b,16QAM}$

Πρόβλημα 30

Ένα σήμα μπορεί να θεωρηθεί ως μία στατική χαμηλοπερατή διαδικασία $X(t)$ της οποίας το PDF σε οποιοδήποτε χρονική στιγμή t_0 δίνεται στο Σχήμα Π-6.53. Το εύρος-ζώνης αυτής της διαδικασίας είναι 5 KHz και επιθυμούμε να τη διαβιβάσουμε χρησιμοποιώντας ένα σύστημα PCM.

1. Αν η δειγματοληψία πραγματοποιηθεί με ρυθμό Nyquist και χρησιμοποιηθεί ένας ομοιόμορφος κβαντιστής με 32 στάθμες, ποιο είναι το SQNR που προκύπτει; Ποιος είναι ο ρυθμός bits που προκύπτει;
2. Αν το διαθέσιμο εύρος-ζώνης του καναλιού είναι 40 KHz, ποιο είναι το υψηλότερο SQNR που μπορεί να επιτευχθεί;
3. Αν αντί να δειγματοληπτηθεί το $X(t)$ με το ρυθμό Nyquist, αφεθεί μια ζώνη προστασίας των 2 KHz τουλάχιστον, και το εύρος-ζώνης του καναλιού θεωρηθεί πάλι 40 KHz, ποιο είναι το υψηλότερο SQNR που μπορεί να επιτευχθεί;



Απ. 1. $R_b=50$ Kbits/sec, 2. $(SQNR)_{\max}=45$ dB, 3. $(SQNR)_{\max}=33$ dB

Πρόβλημα 31

Διατίθεται κανάλι με απόσβεση $L=40$ db, με προσθετικό Gaussian λευκό θόρυβο στην έξοδο του φασματικής πυκνότητας $N_0/2=10^{-12}$ Watt/Hz. Επιθυμούμε να σχεδιάσουμε ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα, για τη διαβίβαση ενός σήματος video με ομοιόμορφο PDF ($W=4.5$ MHz). Το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιήσει οσοδήποτε μεγάλο εύρος ζώνης από το πιο πάνω κανάλι αλλά η ισχύς εκπομπής P_T δεν μπορεί να υπερβεί τα 10 Watt.

α) Αν προσπαθήσουμε να διαβιβάσουμε live το video πόση είναι η μέγιστη τιμή της ποιότητας που μπορούμε να επιτύχουμε στον προορισμό, όταν χρησιμοποιήσετε PCM-B-PSK; (Υπόδειξη: βρείτε την μεγαλύτερη τιμή του v για την οποία ισχύει:

$$P_b = Q\left(\sqrt{\frac{2P_{av}}{N_0 R_b}}\right) < \frac{1}{16 \cdot 4^v}, \quad R_b = 2vW$$

και στη συνέχεια υπολογίστε το αντίστοιχο $(S/N)_d$.)

β) Επειδή επιθυμούμε ποιότητα στον προορισμό 60 dB αποφασίστηκε να ψηφιοποιηθεί το video με την κατάλληλη συχνότητα δειγματοληψίας και το κατάλληλο v , και τα data του να διαβιβαστούν off line με ένα B-PSK σύστημα. Πόσος χρόνος απαιτείται για να διαβιβαστούν τα data που αντιστοιχούν σε video διάρκειας $\Delta=10$ min;

Απ. α) $(S/N)_d = 36$ dB, β) $t_{total} = 25$ min