

Άσκηση 4.1:

Για να συνδεθούμε στο Διαδίκτυο μέσω του τηλεφωνικού δικτύου χρησιμοποιούμε modem με ταχύτητες 56 Kbps για λήψη και 48 Kbps για αποστολή δεδομένων με τον υπολογιστή μας. Η δε τηλεφωνική γραμμή που χρησιμοποιούμε έχει εύρος ζώνης συχνοτήτων μεταξύ 300 Hz και 3400 Hz. (Α) Ποια είναι η φασματική απόδοση του τηλεπικοινωνιακού αυτού συστήματος; (Β) Πόσος είναι ο ελάχιστος (προβλεπόμενος) λόγος σήματος προς θόρυβο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

$$C = W \log_2 (1 + \text{SNR})$$

Για λήψη $C = 56000 \text{ bits/s}$. Για αποστολή $C = 48000 \text{ bits/s}$

Α) Αφού το εύρος ζώνης της τηλεφωνικής γραμμής είναι $W = 3400 - 300 = 3100 \text{ Hz}$, η φασματική απόδοση υπολογίζεται ως:

Φασματική απόδοση λήψης (download): 18 bps/Hz

Φασματική απόδοση αποστολής (upload): 15.5 bps/Hz

Β)

Για λήψη $18 = \log_2 (1 + \text{SNR}) \rightarrow 2^{18} = 1 + \text{SNR} \rightarrow \text{SNR} = 2^{18} - 1 = 262143 \rightarrow$
SNR(dB) = $10 \log_{10} 262143 = 54.2 \text{ dB}$

Για αποστολή $15.5 = \log_2 (1 + \text{SNR}) \rightarrow 2^{15.5} = 1 + \text{SNR} \rightarrow \text{SNR} = 2^{15.5} - 1 = 46340.95 - 1 = 46339.95 \rightarrow$
SNR(dB) = $10 \log_{10} 46339.95 = 46.66 \text{ dB}$

Άσκηση 4.2: M-ary κωδικοποίηση

Αν η μετάδοση δεδομένων με ρυθμό 56 Kbps γίνεται χρησιμοποιώντας 128 καταστάσεις σηματοδοσίας (στάθμες) και όχι δύο (δυαδική κωδικοποίηση, π.χ. +12 V για 1, και -12 V για 0), ποιο είναι το baud rate (αριθμός συμβόλων/s);

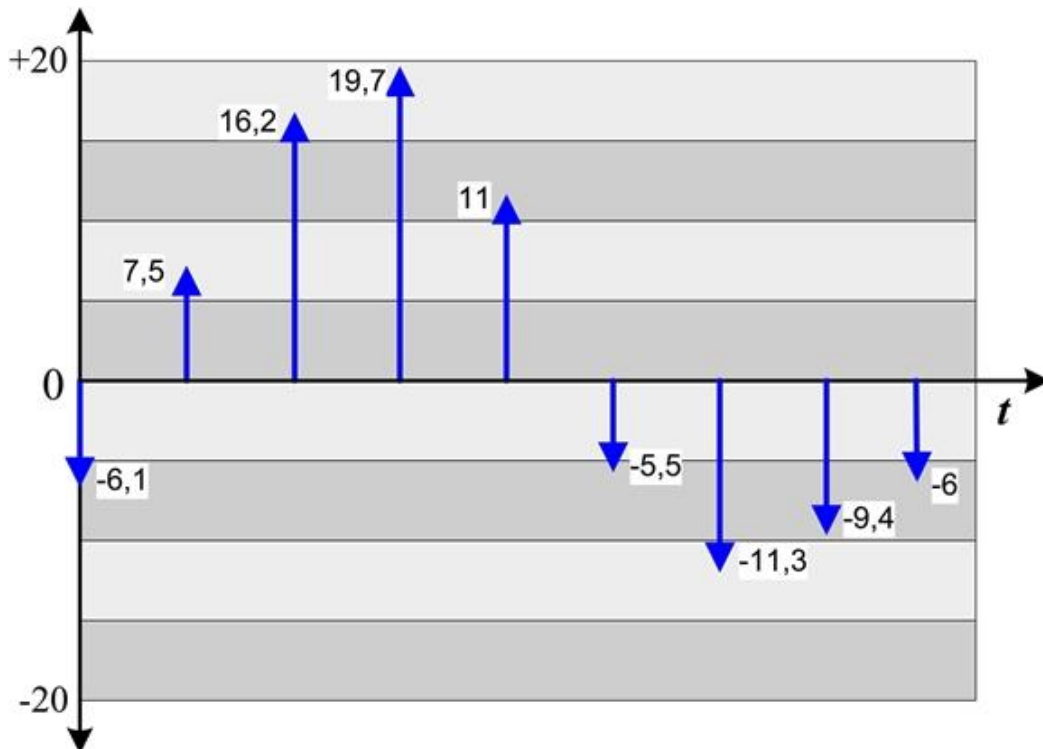
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Για την κωδικοποίηση των 128 σταθμών απαιτείται κωδικοποίηση με 7 bits, αφού $2^7 = 128$. Δηλαδή 7 bits αναπαριστούν 1 σύμβολο. Επομένως ο ρυθμός μετάδοσης συμβόλων είναι $56000/7 = 8000$ σύμβολα /s (δηλ. baud rate = 8000).

Άσκηση 4.3:

Στο κατωτέρω σχήμα φαίνονται 9 τιμές από δειγμάτων ενός σήματος PAM, και οι οποίες πρόκειται να κωδικοποιηθούν αφού κβαντιστούν στις ενδιάμεσες

τιμές των επιπέδων κβαντισμού. Στο σχήμα φαίνονται ότι ο κβαντιστής χρησιμοποιεί 8 στρώματα κβαντισμού. Επίσης, ο κβαντιστής θεωρεί ότι $V_{pp} = 40$ Volts (δηλ. $V_{max} = +20V$, $V_{min} = -20V$).



A) Να ευρεθούν: το βήμα κβαντισμού Δ , οι κανονικοποιημένες κβαντισμένες τιμές του PAM, καθώς και το αντίστοιχο σφάλμα κβαντισμού (προσημασμένες, κανονικοποιημένες τιμές). Η κανονικοποίηση γίνεται ως προς το Δ .

B) Να κωδικοποιηθούν τα δείγματα με δυαδικό κώδικα που λαμβάνει υπ' όψη πρόσημο έτσι ώστε κωδικές λέξεις με το 1ο bit="0" δηλώνουν θετικές τιμές).

Γ) Να υπολογισθεί ο SNR σε dB, στην έξοδο του κβαντιστή, αν η ισχύς του σήματος PAM είναι 200 W. Το αποτέλεσμα να συγκριθεί με τον SNR που προκύπτει από τις 9 μετρήσεις για το ανωτέρω σήμα PAM (δηλ. υπολογίστε το πηλίκο της μέσης τετραγωνικής τιμής προς την μέση τετραγωνική τιμή σφάλματος που προκύπτει από τις 9 μετρήσεις).

Δ) Αν αυξήσουμε τα bits κατά 1, να αποδειχθεί ότι θα βελτιωθεί ο SNR κατά 6 dB.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Στις Ασκήσεις του eclass, με τίτλο:

Επίλυση (ΑΣΚΗΣΗ ΣΕΤ 4.3) - Σφάλμα Κβαντισμού