



Θέμα 1^ο (2 μονάδες)

Μια διακριτή πηγή πληροφορίας χωρίς μνήμη παράγει 8 σύμβολα A, B, Γ, Δ, E, Z, Η και Θ με τις πιθανότητες {1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/4, 1/32, 1/8 και 1/8, αντίστοιχα.

a) Να βρεθεί το μέσο πληροφοριακό περιεχόμενο των συμβόλων της πηγής [1 μονάδα]

$$\begin{aligned}
 H(Y) &= - \sum_{i=1}^n p(y_i) \log_2 p(y_i) = \sum_{i=1}^n p(y_i) \log_2 \left(\frac{1}{p(y_i)} \right) = \\
 &= \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{16} \log_2 16 + \frac{1}{32} \log_2 32 + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{32} \log_2 32 + \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{8} \log_2 8 \\
 &= \frac{2}{4} + \frac{3}{8} + \frac{4}{16} + \frac{5}{32} + \frac{2}{4} + \frac{5}{32} + \frac{3}{8} + \frac{3}{8} = \frac{43}{16} = 2,6875 \text{ bits}
 \end{aligned}$$

b) Να εφαρμόσετε τον αλγόριθμο κωδικοποίησης Fano για τη δημιουργία κώδικα [1 μονάδα]

Ταξινομούμε τα σύμβολα A, B, Γ, Δ, E, Z, Η και Θ κατά φθίνουσα πιθανότητα και χωρίζουμε σε ισοπίθανες ή σχεδόν ισοπίθανες ομάδες. Στο τέλος αναθέτουμε τα ψηφία ανά σύμβολο.

A	1/4	0	0				00	
E	1/4		1				01	
B	1/8	1	0	0			100	
H	1/8			1			101	
Θ	1/8		1	1	0			110
Γ	1/16				0			1110
Δ	1/32					1	0	
Z	1/32				1	1		11111

Θέμα 4^ο – Ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών (8 μονάδες)

Θα πρέπει να δώσετε μία απάντηση ανά ερώτηση. Σε κάθε σωστή απάντηση δίνεται **μία μονάδα** (1), ενώ σε κάθε λάθος απάντηση **αφαιρείται μισή μονάδα** (0,5).

- 1) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη:
 - a) Ο ρυθμός παροχής πληροφορίας (R, bits/sec) είναι το γινόμενο της εντροπίας επί τον ρυθμό παραγωγής συμβόλων.
 - b) Η εντροπία πηγής (H, bits/symbol) είναι το κατά μέσο όρο πληροφοριακό περιεχόμενο ανά σύμβολο σε ένα μήνυμα μεγάλου μήκους.
 - c) Οι πιθανοεξαρτήσεις μεταξύ των συμβόλων και οι άνισες πιθανότητες εμφάνισης των συμβόλων σε μία διακριτή πηγή πληροφορίας, μειώνουν την εντροπία.
 - d) **Οι πιθανοεξαρτήσεις μεταξύ των συμβόλων και οι άνισες πιθανότητες εμφάνισης των συμβόλων σε μία διακριτή πηγή πληροφορίας, αυξάνουν την εντροπία.**

- 2) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη:
- Με τη σηματοδότηση πολλών επιπέδων είναι εφικτός υψηλότερος ρυθμός μεταφοράς πληροφορίας για δεδομένο ρυθμό συμβόλων και εύρος ζώνης.
 - Με τη σηματοδότηση πολλών επιπέδων μπορεί να ληφθεί μικρότερος ρυθμός συμβόλων, που θα οδηγήσει σε μικρότερο εύρος ζώνης για δεδομένο ρυθμό πληροφορίας.
 - Η σηματοδότηση πολλών επιπέδων παρουσιάζει αυξημένη ανοσία σε θόρυβο**
 - Η σηματοδότηση πολλών επιπέδων απαιτεί πιο περίπλοκη διαδικασία ανάκτησης συμβόλων στο δέκτη.

- 3) Για την χωρίς αλλοίωση δειγματοληψία του σήματος $x(t) = 10(\cos 2000\pi t + \cos 4000\pi t)$, τι πρέπει να ισχύει για τη συχνότητα δειγματοληψίας;

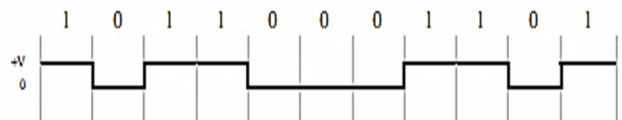
- a) $f_s < 3000 \text{ Hz}$ b) $f_s = 2000 \text{ Hz}$ c) $f_s = 1000 \text{ Hz}$ **d) $f_s \geq 4000 \text{ Hz}$**

- 4) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη:

- Το θεώρημα Shannon – Hartley δίνει ένα θεωρητικό άνω όριο της χωρητικότητας του καναλιού επικοινωνίας, παρουσία θορύβου στο κανάλι.
- Το θεώρημα Shannon – Hartley δηλώνει ότι αν ο ρυθμός μεταφοράς της πληροφορίας είναι μικρότερος από το όριο χωρητικότητας του καναλιού, τότε είναι δυνατή η μετάδοση χωρίς σφάλματα.
- Το θεώρημα Shannon – Hartley δηλώνει ότι αν ο ρυθμός μεταφοράς πληροφορίας δεν μπορεί να ξεπεράσει το όριο χωρητικότητας του καναλιού.**
- Το θεώρημα Shannon – Hartley δηλώνει ότι αν ο ρυθμός μεταφοράς πληροφορίας είναι μεγαλύτερος από το όριο χωρητικότητας του καναλιού, τότε θα υπάρχουν οπωσδήποτε σφάλματα, όσο καλά και αν έχουν σχεδιαστεί οι συσκευές.

- 5) Τι είδους κωδικοποίηση γραμμής αναπαριστά το διάγραμμα;

- Μονοπολική RZ
- Μονοπολική NRZ**
- Διπολική RZ
- Διπολική NRZ

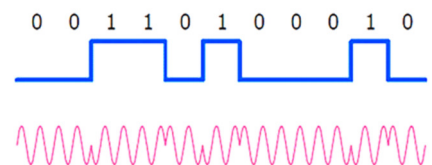


- 6) Το εύρος ζώνης B που καταλαμβάνεται από ένα σήμα δεδομένων που έχει φιλτραριστεί από φίλτρο ψωμένου συνημίτονου με παράγοντα κλίσης (α), ισούται με:

- a) $B = \frac{1}{2T_s}$ **b) $B = \frac{1}{2T_s}(1 + \alpha)$** c) $B = \frac{1}{T_s}(1 + \alpha)$ d) $B = \frac{\alpha}{2T_s}$

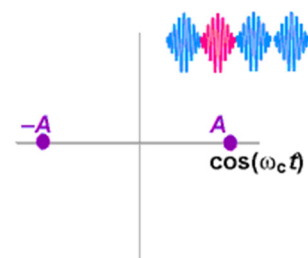
- 7) Τι είδους διαμόρφωση αναπαριστά το διάγραμμα;

- Ψηφιακή Διαμόρφωση Πλάτους (ASK)
- Ψηφιακή Διαμόρφωση Συχνότητας (FSK)
- Ψηφιακή Διαμόρφωση Φάσης (PSK)**
- Συνδυασμένη Διαμόρφωση Πλάτους και Φάσης (QAM)



- 8) Το διπλανό διάγραμμα αστερισμού, σε ποια διαμόρφωση αντιστοιχεί;

- Δυαδική ASK
- Δυαδική PSK**
- Δυαδική FSK
- Τετραδική PSK (4-PSK)





Θέμα 1^ο (2 μονάδες)

Μια διακριτή πηγή πληροφορίας χωρίς μνήμη παράγει τα σύμβολα A, B, Γ, Δ, E, Z και H με πιθανότητες αντίστοιχα {1/16, 1/32, 1/8, 1/2, 1/8, 1/32 και 1/8}. Να υπολογιστεί:

- a) Το μέσο πληροφοριακό περιεχόμενο των συμβόλων της πηγής [1 μονάδα]

$$\begin{aligned} H(Y) &= - \sum_{i=1}^n p(y_i) \log_2 p(y_i) = \sum_{i=1}^n p(y_i) \log_2 \left(\frac{1}{p(y_i)} \right) = \\ &= \frac{1}{16} \log_2 16 + \frac{1}{32} \log_2 32 + \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{2} \log_2 2 + \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{32} \log_2 32 + \frac{1}{8} \log_2 8 = \\ &= \frac{4}{16} + \frac{5}{32} + \frac{3}{8} + \frac{1}{2} + \frac{3}{8} + \frac{5}{32} + \frac{3}{8} = \frac{58}{32} = 1,8125 \text{ bits} \end{aligned}$$

- b) Το μέσο πληροφοριακό περιεχόμενο των μηνυμάτων της πηγής αποτελούμενων από δύο σύμβολα [1 μονάδα]

$$\text{Είναι } H'(Y) = 2 H(Y) = 3,625 \text{ bits}$$

Θέμα 2^ο – Ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών (8 μονάδες)

Θα πρέπει να δώσετε μία απάντηση ανά ερώτηση. Σε κάθε σωστή απάντηση δίνεται **μία μονάδα** (1), ενώ σε κάθε λάθος απάντηση **αφαιρείται μισή μονάδα** (0,5).

- 1) Ποια από τα παρακάτω δεν αποτελούν χαρακτηριστικά μεγέθη ενός καναλιού επικοινωνίας;

- a) Χωρητικότητα C (bits/s)
- b) Εύρος ζώνης συχνοτήτων B (Hz)
- c) Απόσβεση (S/N - dB)
- d) **Εντροπία (bits/s)**

- 2) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη:

- a) Στη δυαδική σηματοδοσία χρησιμοποιούνται δύο στάθμες τάσης.
- b) Στη σηματοδοσία πολλών επιπέδων χρησιμοποιούνται πολλές στάθμες τάσης.
- c) Χρησιμοποιώντας πολλά καλώδια αυξάνουμε τη χωρητικότητα της σύνδεσης.
- d) **Ο ρυθμός εκπομπής μειώνεται όσο αυξάνεται το εύρος ζώνης του καναλιού.**

- 3) Εάν η χωρητικότητα πληροφορίας ενός καναλιού είναι 9600 bps, πόσος χρόνος απαιτείται για τη μεταφορά 10 Mbyte πληροφορίας μεταξύ δύο υπολογιστών;

- a) 9.000s
- b) **8.333,33 s**
- c) 4.000 s
- d) 6666,66 s

- 4) Η χωρητικότητα ενός καναλιού με εύρος ζώνης B=5 KHz και λόγο σήματος προς θόρυβο SNR = 31 dB, είναι:

- a) 23.333 bits/s
- b) **46.666 bits/s**
- c) 93.332 bits/s
- d) 189.640 bits/s

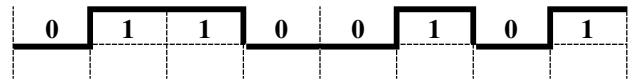
- 5) Σημειώστε τη λανθασμένη απάντηση:
- Η ομοιόμορφη κβάντιση είναι ακατάλληλη στην επικοινωνία φωνής, επειδή στη φωνή τα μικρά πλάτη είναι περισσότερα και τα μεγάλα πλάτη είναι σχετικά σπάνια.
 - Η ανομοιόμορφη κβάντιση χρησιμοποιεί μικρά βήματα κβαντισμού για μικρά πλάτη σήματος και μεγάλα βήματα κβαντισμού για μεγάλα πλάτη σήματος.
 - Η ανομοιόμορφη κβάντιση χρησιμοποιεί μεγάλα βήματα κβαντισμού για μικρά πλάτη σήματος και μικρά βήματα κβαντισμού για μεγάλα πλάτη σήματος.
 - Η ομοιόμορφη κβάντιση χρησιμοποιεί σταθερό βήμα κβαντισμού.

- 6) Τι είδους κωδικοποίηση γραμμής αναπαριστά το διάγραμμα;

- Πολική
- Μονοπολική
- Διπολική
- Καμία από τις παραπάνω

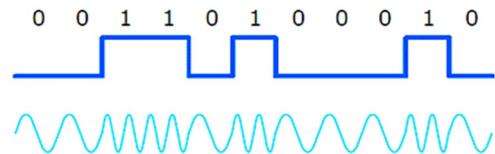


- 7) Για τη δυαδική ακολουθία 01100101 να σχεδιαστεί η κυματομορφή για μονοπολική NRZ σηματοδότηση:



- 8) Τι είδους διαμόρφωση αναπαριστά το διάγραμμα;

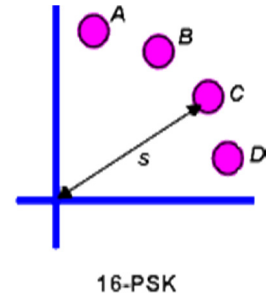
- Ψηφιακή Διαμόρφωση Πλάτους (ASK)
- Ψηφιακή Διαμόρφωση Συχνότητας (FSK)
- Ψηφιακή Διαμόρφωση Φάσης (PSK)
- Συνδυασμένη Διαμόρφωση Πλάτους και Φάσης (QAM)





Θέμα 1^ο (2 μονάδες)

Ο πομπός ενός συστήματος ψηφιακής επικοινωνίας εκπέμπει ισχύ με μέγιστη τιμή 100 W. Να υπολογιστεί η μέση ισχύς που μπορεί να υποστηριχθεί όταν η κεραία έχει αντίσταση φορτίου 100 Ω και η εκπομπή γίνεται με διαμόρφωση 16-PSK. (Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται το τεταρτημόριο του διαγράμματος αστερισμού).



Η μέση ισχύς για διαμόρφωση 16-PSK είναι η ίδια για όλες τις καταστάσεις συμβόλων και ίση με τη μέγιστη ισχύ των συμβόλων, καθώς η μη φιλτραρισμένη μέθοδος PSK έχει περιβάλλουσα σταθερής τιμής, δηλ. είναι: Μέση ισχύς PSK = $s^2/R = 100 W$

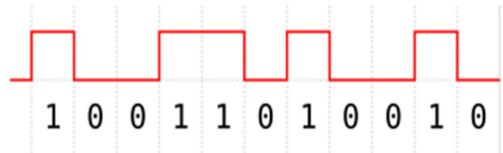
Θέμα 2^ο – Ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών (8 μονάδες)

Θα πρέπει να δώσετε μια απάντηση ανά ερώτηση. Σε κάθε σωστή απάντηση δίνεται **μία μονάδα** (1), ενώ σε κάθε λάθος απάντηση **αφαιρείται μισή μονάδα** (0,5).

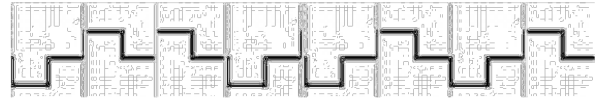
- 1) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη:
 - a) Η διαμόρφωση χρησιμοποιείται για τη μείωση των επιπτώσεων του θορύβου του καναλιού.
 - b) Η διαμόρφωση προσαρμόζει το φάσμα συχνοτήτων του σήματος με τα χαρακτηριστικά του καναλιού.
 - c) Η διαμόρφωση δεν υποστηρίζει τη δυνατότητα πολυπλεξίας πολλών σημάτων μαζί.
 - d) Η διαμόρφωση χρησιμοποιείται για να υπερνικηθούν περιορισμοί των συσκευών.
- 2) Ένα σύστημα επικοινωνιών αναπαριστά κάθε εκπεμπόμενο σύμβολο με 4 bits. Αν το σύστημα απαιτείται να έχει μία χωρητικότητα καναλιού 33.600 hps, τι ρυθμό αποστολής συμβόλων θα πρέπει να μπορεί να υποστηρίξει το κανάλι;
 - a) **8.400 baud**
 - b) 10.800 baud
 - c) 4.600 baud
 - d) 10.000 baud
- 3) Το φαινόμενο επικάλυψης (aliasing effect) κατά τη δειγματοληψία ενός αναλογικού σήματος το οποίο έχει μέγιστη συχνότητα f_{max} , εμφανίζεται όταν για τη συχνότητα δειγματοληψίας f_s ισχύει:
 - a) **$f_s < 2f_{max}$**
 - b) $f_s = 2f_{max}$
 - c) $f_s > 3f_{max}$
 - d) $f_s > 2f_{max}$
- 4) Ο λόγος σήματος προς θόρυβο κβαντισμού για ένα σύστημα εγγραφής σε CD, που πραγματοποιεί δειγματοληψία σε δύο στερεοφωνικά σήματα με μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό (ADC) των 16 bit στα 44,1 kb/sec, είναι:
 - a) **98,08 dB**
 - b) 49.04 dB
 - c) 64 dB
 - d) 100 dB

5) Τι είδους κωδικοποίηση γραμμής αναπαριστά το διάγραμμα;

- a) Πολική
- b) Μονοπολική**
- c) Διπολική
- d) Καμία από τις παραπάνω



6) Για τη δυαδική ακολουθία 01100101 να σχεδιαστεί η κυματομορφή για διπολική RZ σηματοδότηση:



7) Αν $m(t)$ είναι ένα σήμα πληροφορίας συνεχούς χρόνου και $x(t) = A_c \cos \omega_c t$ είναι ένα ημιτονοειδές φέρον, η σχέση $x_c(t) = A(t) \cos[\omega_c t + m(t)]$ περιγράφει:

- a) Διαμόρφωση πλάτους (AM)
- b) Διαμόρφωση φάσης (PM)**
- c) Διαμόρφωση συχνότητας (FM)
- d) Ψηφιακή διαμόρφωση φάσης (PM)

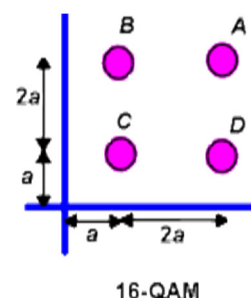
8) Πόσες καταστάσεις συμβόλων απαιτούνται για την μετάδοση δεδομένων με διαμόρφωση ASK και με ρυθμό 28,8 kbps μέσα από ένα κανάλι το οποίο έχει εύρος ζώνης 3.100 Hz;

- a) $M=64$
- b) $M=128$
- c) $M=512$
- d) $M=1024$**



Θέμα 1^ο (2 μονάδες)

Ο πομπός ενός συστήματος ψηφιακής επικοινωνίας εκπέμπει ισχύ με μέγιστη τιμή 200 W. Να υπολογιστεί η μέση ισχύς που μπορεί να υποστηριχθεί όταν η κεραία έχει αντίσταση φορτίου 100 Ω με τετραγωνική διαμόρφωση 16-QAM. (Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται το τεταρτημόριο του διαγράμματος αστερισμού).



$$A^2 = (3a)^2 + (3a)^2 = 18a^2$$

$$B^2 = D^2 = (3a)^2 + (a)^2 = 10a^2$$

$$C^2 = (a)^2 + (a)^2 = 2a^2$$

$$\text{Μέση ισχύς} = \frac{18a^2 + 2 \times 10a^2 + 2a^2}{4R}$$

Η μέγιστη ισχύς δίνεται ότι είναι 200 W και αναφέρεται προφανώς στο διάνυσμα A, οπότε είναι:

$$A^2/R = 18a^2/R = 200 \text{ και επομένως είναι: } a = \sqrt{\frac{200 \times 100}{18}} = 33,33 \text{ W}$$

Άρα η μέση ισχύς για όλες τις καταστάσεις συμβόλων στην 16-QAM είναι $10 a^2/R = 111,11 \text{ W}$

Θέμα 2^ο - Ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών (8 μονάδες)

Θα πρέπει να δώσετε μια απάντηση ανά ερώτηση. Σε κάθε σωστή απάντηση δίνεται μία μονάδα (1), ενώ σε κάθε λάθος απάντηση αφαιρείται μισή μονάδα (0,5).

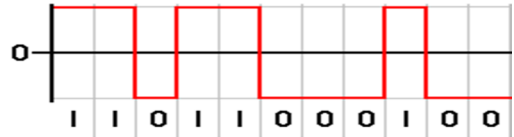
- 1) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη:
 - a) Η οπτική ίνα αποτελείται από ένα υάλινο κεντρικό πυρήνα περιβαλλόμενο από επένδυση με διαφορετική διηλεκτρική σταθερά και ένα προστατευτικό εξωτερικό στρώμα
 - b) Η οπτική ίνα έχει ένα τεράστιο εύρος ζώνης συχνοτήτων
 - c) Η οπτική ίνα έχει μικρή απόσβεση και είναι κατάλληλη για επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων
 - d) Η οπτική ίνα παρουσιάζει ευαισθησία στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές
- 2) Με σηματοδοσία 1024 καταστάσεων αναπαρίσταται σχηματισμός από :
 - a) 8 bits
 - b) 9 bits
 - c) 10 bits
 - d) 11 bits
- 3) Μια ζεύξη υποστηρίζει ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 64.000 bps σε ένα εύρος ζώνης 32 kHz κωδικοποιώντας κάθε σύμβολο με 2 bit. Ποια είναι η φασματική απόδοση της ζεύξης;
 - a) 1 (bits/s/Hz)
 - b) 2 (bits/s/Hz)
 - c) 3 (bits/s/Hz)
 - d) 4 (bits/s/Hz)
- 4) Για την χωρίς αλλοίωση δειγματοληψία του σήματος $10(\cos 5000\pi t + \cos 3000\pi t)$, τι πρέπει να ισχύει για τη συχνότητα δειγματοληψίας:
 - a) $f_s < 5000 \text{ Hz}$
 - b) $f_s = 2000 \text{ Hz}$
 - c) $f_s \geq 5000 \text{ Hz}$
 - d) $f_s = 1000 \text{ Hz}$

5) Ο ρυθμός των bit στην έξοδο του συστήματος εγγραφής CD που πραγματοποιεί δειγματοληψία σε δύο στερεοφωνικά σήματα με μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό (ADC) των 16 bit στα 44,1 kb/sec, είναι:

- a) 10 Mbps **b) 1,411 Mbps** c) 0,755 Mbps d) 3 Mbps

6) Τι είδους κωδικοποίηση γραμμής αναπαριστά το διάγραμμα;

- a) Πολική**
 b) Μονοπολική
 c) Διπολική
 d) Καμία από τις παραπάνω

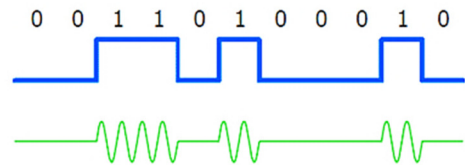


7) Σημειώστε τη λανθασμένη απάντηση:

- a) Διασυμβολική παρεμβολή είναι μια μορφή παραμόρφωσης ενός σήματος, στην οποία ένα σήμα παρεμβάλλει σε ένα άλλο σήμα.**
 b) Διασυμβολική παρεμβολή είναι μια μορφή παραμόρφωσης ενός σήματος, στην οποία μέρος της ενέργειας ενός συμβόλου επικαλύπτεται με τα γειτονικά του.
 c) Η διασυμβολική παρεμβολή προκαλείται είτε από την πολυδιάδρομη μετάδοση είτε από την μη-γραμμική απόκριση συχνότητας του καναλιού.
 d) Η διασυμβολική παρεμβολή υποβαθμίζει την ικανότητα του δέκτη να διαχωρίσει το τρέχον σύμβολο από τα γειτονικά του.

8) Τι είδους διαμόρφωση αναπαριστά το διάγραμμα;

- a) Ψηφιακή Διαμόρφωση Πλάτους (ASK)**
 b) Ψηφιακή Διαμόρφωση Συχνότητας (FSK)
 c) Ψηφιακή Διαμόρφωση Φάσης (PSK)
 d) Συνδυασμένη Διαμόρφωση Πλάτους και Φάσης (QAM)



9) Το διπλανό διάγραμμα αστερισμού, σε ποια διαμόρφωση αντιστοιχεί;

- a) Δυαδική ASK
 b) Τετραδική ASK (4-ASK)
c) Οκταδική ASK (8-ASK)
 d) Οκταδική PSK (8-PSK)

