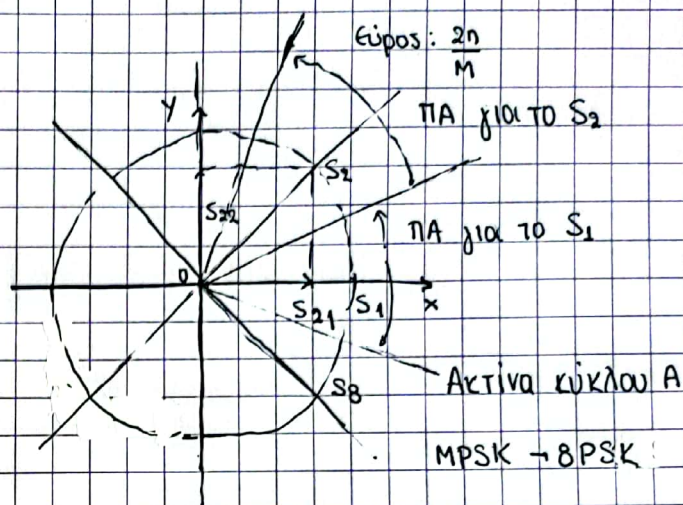
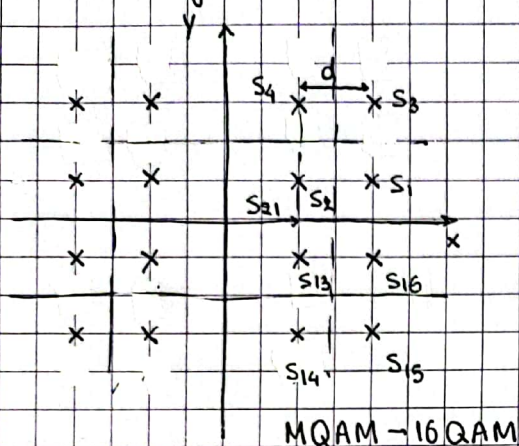


Περί αστερισμών (Σ.Ε. κ' Σ.Λ.)
 Το Σ.Λ. (βαθμίδες, κ/Α)
 Ο ρόλος της βαθμίδας RF
 Ο ρόλος των Sin κ' Cos
 Σχέσεις για SER, BER



ακ	Αντιστοίχιση 6ε σύμβολα	S14 S12
----	----------------------------	------------

Αν είχαμε μόνο εξαδέκηση, αν στέλναμε S_2 , θα λαμβάναμε το S_2
 (Στο Σ.Λ. θα είχαμε αστερισμό ίδιο 6ε τύπο, αλλά πολύ μικρό 6ε μέγεθος)

Automatic Gain Control: αντιλαμβάνεται το μέγεθος του αστερισμού

Έχουμε μ' όρυβο, οπότε το σημείο στη λήψη απουλίνει από το ομόλογο σημείο του
 ⇒ χρειαζόμαστε κανόνα απόφασης
 ⇒ κανόνας μέγιστης πιθανοφάνειας

- Η αξιοπιστία της μετάδοσης κρίνεται από το μέγεθος του αστερισμού
 από το πόσο απέχουν τα σημεία του αστερισμού
 π.χ. αν είχα 16 PSK: στο ίδιο μέγεθος κύκλου, πυκνώνω τα σημεία
 αυτάνεται η πιθανότητα σφάλματος
 κατά την αποδιαμόρφωση συμβόλων
 από τι εξαρτάται το μέγεθος του αστερισμού;
 • από ισχύ (σημότητα)
 • από εξαδέκηση
 π.χ. 2-δια απόσταση, 1/4 ισχύος λήψης
 πυκνότητα σημείων επί του αστερισμού

$$SER = f \left\{ M, \text{mod}, \left(\frac{E_s}{N_0} \right)_{κ/Α} \right\}$$

Symbol error ratio: εξαρτάται από το σχήμα διαμόρφωσης, τη στάθμη του σ.χ. διαμόρφωσης κ' τον σηματοδότηση λόγω E_s/N_0
 Η E_s/N_0 εντόνως γίνεται συνάρτηση

Ελάχιστη απόσταση μεταξύ σημείων αστερισμού: $d_{min} = 2A \sin(\frac{\pi}{M})$ (M-PSK)

όσο μεγαλύτερη η απόσταση, τόσο μικρότερη η πιθανότητα σφάλματος

Αστέρισμα λήψης: Αστέρισμα ευνομής α της εξαθρόμησης ελευθέρου χώρου

αυτίνα
αστέρισμα

$$A_{\Sigma.E.} \sim \sqrt{P_t}$$

$$A_{\Sigma.A} = \sqrt{\left(\frac{\lambda}{4\pi D}\right)^2} A_{\Sigma.E.}, \quad \lambda: \delta$$

D: απόσταση

↳ παράγοντας απώλειών ελευθέρου χώρου

$$P_r \sim \left(\frac{\lambda}{4\pi D}\right)^2 P_t$$

Το A εναρμόζεται με την ισχύ ευνομής ή με την ισχύ λήψης

Η dmin εξαρτάται από το A, M

M αυξάνεται: (+) επιτάχυνση μετάδοσης ψηφίων

(-) dmin μειώνεται, πιθανότερο σφάλμα, SER ↑

Για τη MQAM ισχύουν όμοια με τα παραπάνω

$$d_{min} = d$$

Rsb, θsb, απόσταση α Pευνομής

Στη MQAM δεν ευνομούνται όλα τα σημεία με την ίδια ισχύ ευνομής

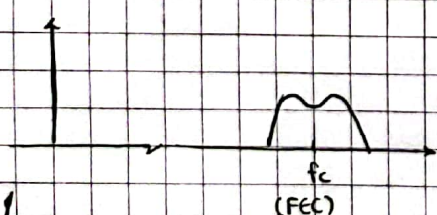
(τα αυραία σημεία με μεγαλύτερη ισχύ)

4 διαφορετικές ισχύς

↳ πρόβλημα
υποφέρει από μη γραμμικές διαστρεώσεις

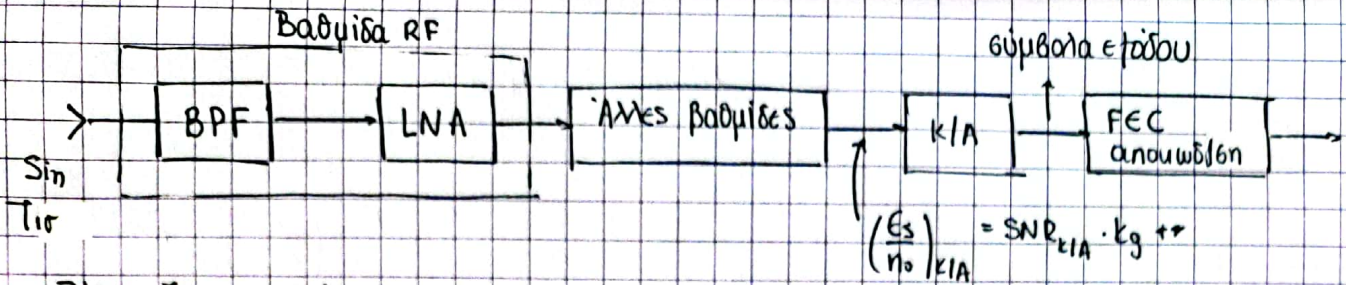
Μεγάλη απόσπαση, μεγάλη ένταση αστέρισματος

$$P_r = S_{in} \sim P_t$$



$$\begin{aligned} c(t) &= a(t) \cos(2\pi f_c t + \phi(t)) \\ &= S_1 g(t) \cos(2\pi f_c t + \psi) \\ &\quad + S_2 g(t) \sin(2\pi f_c t + \psi) \end{aligned}$$

ACM: Adaptive Coding and Modulation



Ρόλος Τωνομέτρου

Σήμα εκππομής: $c(t) = A[\tilde{a}(t)\cos(2\pi f_c t + \psi + \tilde{\theta}(t))]$

Σήμα λήψης: $r(t) = A'[\dots] + n(t) + i(t)$

Εφαδονημένο σήμα
εκατοντάδες ή χιλιάδες φορές
σε σχέση με το δ.ε.

$\tilde{a}(t), \tilde{\theta}(t)$: υπάρχουν παραμορφ. διαδιαμαδίες ήδη από το σύστημα εκππομής

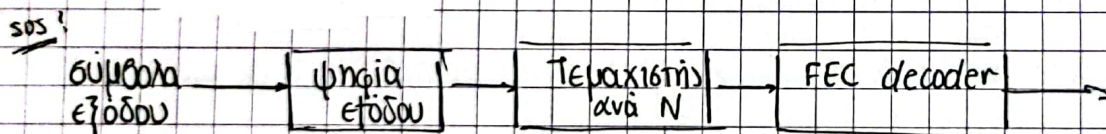
$$L_{\tilde{a}} c(t) = A[s_{i1} \tilde{g}(t) \cos(2\pi f_c t + \psi) + s_{i2} \tilde{g}(t) \sin(2\pi f_c t + \psi)]$$

Το BPF: Ίερωλε φασματικά πού βρίςμεται το σήμα κ' παίρνουμε το σήμα που θέλουμε
αη'όλο το φάσμα επιμεινωμένα

Ενισχυτής LNA: Ενίσχυση του σήματος

** k/A : κύκλωμα απόφασης για το ποιο σύμβολο εστάλη

8PSK + κωδικοποίηση Gray



Mod → 16 QAM

1 symbol → 4 bits

$$M = 2^k, k=4$$

$$N \rightarrow 200 \text{ FEC}(180, 200)$$

Τεμαχισμός: 180 ψηφία πληροφορίας, 20 bits από FEC
αυτά 200 ψηφία κ' τα 20 από αυτά είναι FEC

$$\left(\frac{E_s}{n_0}\right)_{KLA} = \frac{\text{Ενέργεια συμβόλου}}{16 \times \text{ύς θορύβου}} = SNR_{KLA} \cdot k_g$$

k_g : εταρτάται από το είδος του παλμού

$$SNR_{in} = \frac{S_{in}}{k T_{KSE} B_{RF}}$$

$$SNR_{\epsilon\text{φόδου}, LNA} = \frac{S_{in}}{k (T_{rse} + T_{lo, LNA}) B_{RF}}$$

$$T_{lo, LNA} = T_{BPF} + \frac{T_{LNA}}{G_{BPF}}$$

$$\left(\frac{E_s}{n_0}\right)_{\epsilon\text{φόδου}, LNA} = SNR_{\epsilon\text{φόδου}, LNA} \cdot k_g$$

$$\left(\frac{E_s}{n_0}\right)_{KLA} = SNR_{KLA} \cdot k_g = \frac{S_{in}}{k (T_{rse} + T_{lo}) \cdot B_{RF}} \cdot k_g$$

όσο μεγαλύτερο το E_s/n_0 τόσο
υπερτερή το χρέσιμο κομμάτι
έναντι του θορύβου.

$$SER = f \{ M, \text{mod}, (E_s/n_0)_{\text{κΙΑ}} \}$$

ποσοτό λανθ. συμβόλων

Εξαρτάται από

- σχήμα διαμόρφωσης (mod)
- απόδοση σχ. διαμόρφωσης M
- E_s/n_0 .

≠ εντόνως φθίνουσα συνάρτηση του $(E_s/n_0)_{\text{κΙΑ}}$
αύτονου ως προς το M, (mod = 6rad, $E_s/n_0 = 6\text{rad}$)
M ↑, SER ↑, ο αστερίσμος πυκνώνει

επηρεάζει & το σχήμα διαμόρφωσης

πρώτος κώδικας

→ όσο ατιονιστή η διαδίν. αποδ. 6ε σύμβολα

$$BER = F \{ FEC, R_c, SER \}$$

$$= F \left\{ \underset{\uparrow}{\text{mod}}, \underset{\uparrow}{M}, FEC, R_c, \underset{\downarrow}{(E_s/n_0)_{\text{κΙΑ}}} \right\}$$

Για δεδομένο FEC, $R_c \downarrow$, BER ↓

$$(E_s/n_0)_{\text{κΙΑ}} = SNR_{\text{κΙΑ}} \cdot k_g = \frac{S_{in}}{k(T_{rse} + T_{is}) \cdot B_{RF}} \cdot k_g$$

$$\underline{S_{in} \sim P_t}$$

$$T_{ir} = T_{RF} + \frac{T_{unol}}{G_{RF}}$$

$$T_{RF} = T_{BPF} + \frac{T_{LNA}}{G_{BPF}}, G_{RF} = G_{BPF} \cdot G_{LNA}$$

Θέλω να έχω μεγαλύτερη ~~κέρδη~~ κάλυψη ⇒ αυτών την ισχύ ευνομική

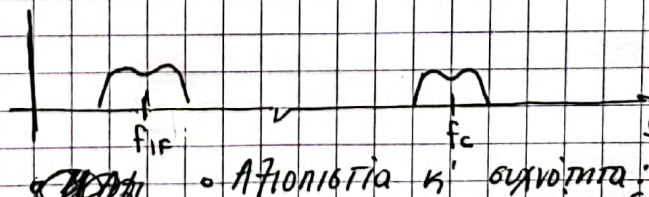
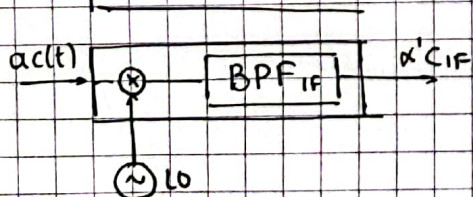
⇒ χρη. σχήματα διαμόρφωσης
περισσότερα εύρωστα

να ανιχνεύσω περισσ. σφάλματα

⇒ ~~παρα~~ αραίοτερο σχήμα διαμόρφωσης

(+): $BER < BER_{\text{πλ}}$, $R_u \geq R_{n, \text{min}}$
Μεγάλο B_{RF} : 'tradeoffs'

Άλλες βαθμίδες



Αξιοπιστία κ' συχνότητα:
μεγάλο B_{RF} : ισχυρή κωδ. FEC, καλή διαχ.
πόρων, $R_u = \chi_{\text{μικ}} \cdot R_c (\log_2 M) \cdot R_s$

R_u : useful, $\chi_{\text{μικ}}$: χειρότερη λήψη
 $B_{RF} \uparrow \Rightarrow R_s \uparrow \Rightarrow R_c \Rightarrow$ εύρωστη κωδ. FEC παύση

Πόση υπάρχει IF

• ομοιομορφία συνημάτων που χρησιμοποιώ
+ αξιοπιστία

$$\frac{E_s}{n_0} = \frac{S_{in} T_s \cdot B_{RF}}{k(T_k + T_{is}) B_{RF}} = SNR \cdot k_g$$

$$B_{RF} \cdot T_s = \frac{B_{RF}}{T_s} = k_g$$

Επιλογή φέρουσας συχνότητας
 $B_{RF} \sim f_c$, όσο πιο ψηλά μεταδίδω, τόσο
μεγαλύτερο εύρος ζώνης έχω

$f_c \uparrow \Rightarrow B_{RF} \uparrow \Rightarrow R_s \uparrow$: ωφέλιμη μετάδοση ψαγών
μικρότεροι οι διαστάσεις κεραιών ⇒ πιο οικονομ.
πολύ κατευθυντική

(-): μεγάλη εφασθένση ελ. χώρου, αντιπαράμ.
με τη μεγάλη κατευθυντικότητα

Ευρυεμπνεύ: χαμηλότερη συχν.
point-to-point: υψηλή

(+)