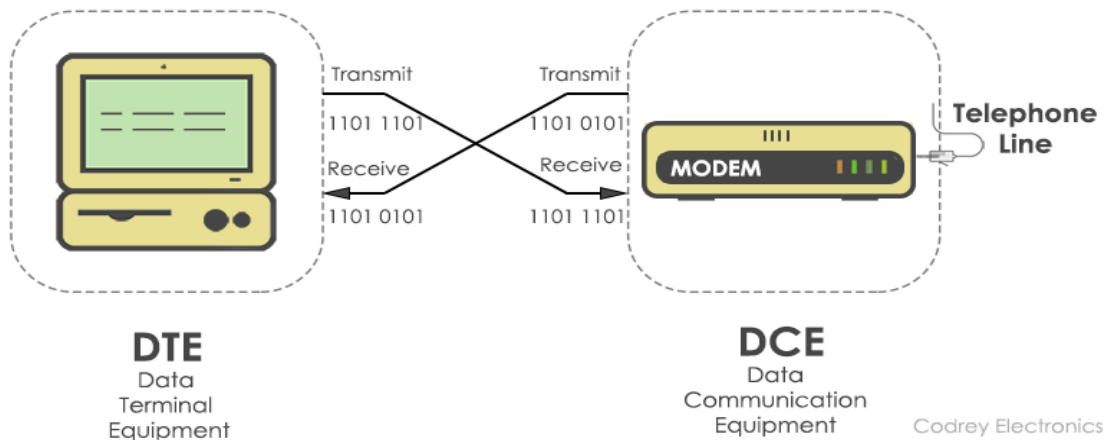


# Δίκτυα υπολογιστών I

## Δικτυακός Προγραμματισμός Java serial communications

### Αναφορά-Report



Author: Μιχάλης Καρατζάς  
AEM: 9137

E-mail: [mikalaki@ece.auth.gr](mailto:mikalaki@ece.auth.gr)

## Σχολιασμός-Παρατηρήσεις

### session,μετρήσεων,γραφημάτων και κώδικα

(Τα περισσότερα σημεία αυτής της ενότητας αναγράφονται επίσης και στις επιμέρους αναφορές των session 1 και session 2 )

0. Αρχικά στην ενότητα **Request-codes & Ithaki session status** δίνεται σε screenshot , τα requests code καθώς και η διάρκεια της δώρης συνόδου στην οποία έγινε το session όπως ακριβώς αναγράφονται από την σελίδα του server Ithaki.

Αρχικά ο κώδικας μου καλεί την συνάρτηση `getTheWelcomeMessage()`, η οποία λαμβάνει και εκτυπώνει το εισαγωγικό μήνυμα (welcome message) του server Ithaki.

#### 1. Echo Packets

Στο πρώτο ερώτημα της εργασίας (echo packets) μας ζητείται να αιτηθούμε από τον server Ithaki πακέτων (echo Packets) μέσω του `echo_request_code`, για χρονική διάρκεια τουλάχιστον 4 λεπτών και στην συνέχεια να παρουσιάσουμε τον χρόνο απόκρισης του συστήματος (server) για κάθε πακέτο που έχει αποσταλεί στη διάρκεια αυτήν. Συγκεκριμένα η εφαρμογή `userApplication` έχει κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να τρέχει την διαδικασία αποστολής του `echo_request_code` και την λήψη των πακέτων για διάρκεια ελαφρώς μεγαλύτερη από 4:15 λεπτά (= 255000 ms). Ο χρόνος του κάθε πακέτου (response time), ορίζεται ως ο χρόνος από την στιγμή που θα σταλθεί ο `echo_request_code` , έως την στιγμή που θα ληφθεί ολόκληρο το πακέτο (έως το "PSTOP"). Στην εφαρμογή `userApplication` αυτό υλοποιείται μέσω της συνάρτησης `EchoRequest()`. (Στα γραφήματα τιμές που

υπερβαίνουν υπερβολικά του μέσου όρου , ενδεχομένως να οφείλονται σε σφάλματα της σύνδεσης στο internet).

## 2. Image Requests(\*\*\*)

Σε αυτό το ερώτημα , το ζητούμενο είναι είναι η λήψη δύο τουλάχιστον εικόνων E1 και E2 από τον videoCoder του εργαστηρίου, μία χωρίς σφάλματα και μία με σφάλματα μετάδοσης, μέσω των κωδικών `image_request_code`. Στην εφαρμογή `userApplication` αυτό υλοποιείται μέσω 2 κλήσεων της συνάρτησης `ImageRequest()`.

## 3. GPS Request

Σε αυτό το ερώτημα ζητείται η αποστολή μίας τουλάχιστον εικόνας M1 με τουλάχιστον τέσσερα ίχνη GPS τα οποία απέχουν το καθένα από το επόμενο του τουλάχιστον τέσσερα δευτερόλεπτα από το σέρβερ `Ithaki`.

Αρχικά μέσω της συνάρτησης `GPSRequest()` στέλνεται ο κωδικός `gps_request_code` μαζί με την παράμετρο `R=1010099(R=XPPPPLL)` ,(επομένως έχουμε `PXXXR=1010099`), όπου μέσω αυτού γίνεται λήψη στην εφαρμογή `userApplication` `LL=99` ίχνων GPS τα οποία ακολουθούν την διαδρομή `X=1` και ξεκινούν από το σημείο `PPPP=0100`.

Στην συνέχεια ο κώδικας της εφαρμογής `userApplication` ,μέσω από τα παραπάνω ίχνη, δημιουργεί 5 φορές την παράμετρο `T=AABBΓΓΔΔΕΕΖΖ`. Οι 5 διαφορετικές εκδοχές της παραμέτρου `T` αντιστοιχούν σε ίχνη της διαδρομής 1 που απέχουν μεταξύ τους 20 δευτερόλεπτα , βρίσκονται σε κατάλληλη μορφή , ώστε αποστέλλοντας τον `gps_request_code` ακολουθούμενου από αυτές (τις 5 παραμέτρους `T`) , να οδηγήσει την αποστολή εικόνας με 5 σημεία στον χάρτη από τον server `Ithaki`. (\*\*\*)

Για την δημιουργία των παραμέτρων `T` των σημείων , η συνάρτηση `GPSRequest()` καλεί την `GetTheTString()`, η οποία με την σειρά της χρησιμοποιεί την `NMEACordinatesToDMS()` , προκειμένου να λάβουν οι συντεταγμένες την επιθυμητή μορφή για το `T`.

## 4. ARQ Packets

Στο ερώτημα αυτό γίνεται λήψη πακέτων με σφάλματα και καλείται η εφαρμογή `userApplication` να τα διαχειριστεί μέσω χρήσης των ενδείξεων `Ack` και `Nack` ως αίτημα για την αποστολή του επόμενου νέου πακέτου ,ή για επανάληψη της αποστολής (`repeat request`) του ιδίου πακέτου ,αντίστοιχα. Ζητούμενο είναι για χρονική διάρκεια τουλάχιστον 4 λεπτών να αναπαρασταθούν γραφικά οι χρόνοι απόκρισης του συστήματος σε `milliseconds` για κάθε πακέτο που λαμβάνεται επιτυχώς(σωστό πακέτο- δίχως σφάλματα) με τη βοήθεια του μηχανισμού `ARQ`. Η διαδικασία αποστολής `ack(ή nack)_request_code` και η λήψη πακέτων με βοήθεια μηχανισμών `ARQ` , υλοποιείται μέσω της συνάρτησης `ACKandNACKPackets()` και τρέχει για διάρκεια ελαφρώς μεγαλύτερη από 4:15 λεπτά (= 255000 ms).Ο χρόνος του κάθε πακέτου (`response time`), ορίζεται ως ο χρόνος από την στιγμή που θα σταλθεί το `request_code` , έως την στιγμή που θα ληφθεί ολόκληρο το πακέτο (έως το "PSTOP").Όταν υπάρχουν επανεκπομπές του πακέτου ,στον συνολικό χρόνο (`response time`) αθροίζονται όλα τα `response time` των διαδοχικών εκπομπών του πακέτου .Δηλαδή για ένα πακέτο που λήφθηκε επιτυχώς(χωρίς σφάλματα) , ως `respose time` ορίζεται ο χρόνος του πακέτου αυτού συν τους χρόνους των αμέσως προηγούμενων εσφαλμένων εκπομπών του πακέτου( πακέτα με ίδιο PC, αλλά με `errors`) ως `delay` . Επίσης γίνεται καταμέτρηση του αριθμού των επανεκπομπών και του αριθμού των `ACK` και `NACK requests`, προκειμένου να υπολογιστεί η πιθανότητα επανεκπομπών και η πιθανότητα σφάλματος .

**Γ)α)** Ο αριθμός των επανεκπομπών ακολουθεί γεωμετρική κατανομή.

Θεωρούμε ως δοκιμή `Bernoulli` την λήψη ενός πακέτου, κάθε λήψη ενός πακέτου είναι στατιστικά ανεξάρτητη από την άλλη , θεωρούμε ως επιτυχία την λήψη σωστού πακέτου

και επίσης θεωρούμε ότι κάθε λήψη πακέτου έχει την ίδια πιθανότητα επιτυχίας. Προφανώς μέχρι να έχω λήψη σωστού πακέτου (επιτυχία), έχω επανεκπομπές του πακέτου(το οποίο έχει σφάλματα) οπότε ο αριθμός των λήψεων πακέτου συμπίπτει με τον αριθμό των δοκιμών Bernoulli .

Θεωρώ λοιπόν τυχαία μεταβλητή  $X=\{\text{αριθμός δοκιμών(λήψεων) μέχρι λήψης σωστού πακέτου(επιτυχίας)}\}$ , και εξ' ορισμού μια τέτοια τυχαία μεταβλητή ακολουθεί γεωμετρική κατανομή:  $P(X=x)=(1-p)^{x-1} \cdot p$

Ωστόσο ο αριθμός των συνολικών λήψεων έως ότου λάβω σωστό πακέτο είναι κατά 1 μεγαλύτερος από τον αριθμό των επανεκπομπών οπότε θα ορίσω μια νέα τυχαία μεταβλητή  $R=\{\text{Ο αριθμός των επανεκπομπών}\}$  και για την R ισχύει :  $R=X-1$  οπότε η R ,

ακολουθεί κατανομή  $P(R=r)=(1-p)^r \cdot p$  . Όπου p είναι η πιθανότητα λήψης σωστού πακέτου . (Μέσω της σχέσης αυτής βρίσκουμε το πιθανοτικό διάγραμμα του αριθμού των επανεκπομπών ,το οποίο υπάρχει στις αναφορές των επιμέρους session).

Παρατηρούμε ότι το διάγραμμα της συχνότητας επανεκπομπών και το διάγραμμα της πιθανότητας επανεκπομπών είναι σχεδόν ίδια.

Ισχύει:

$$p = 1 - PER = 1 - \frac{(\text{Αριθμός πακέτων με σφάλματα})}{(\text{Συνολικός Αριθμός Πακέτων})}$$

**Γβ) Ισχύει :**

$$PER = 1 - (1 - BER)^N$$

$$\Rightarrow BER = 1 - (1 - PER)^{(1/N)}$$

(αναλυτικότερος υπολογισμός για το BER στις επιμέρους αναφορές των δύο session).

**(\*\*\*)**(Αν η ώρα μιας λεζάντας μιας εικόνας διαφέρει στα λεπτά από την ώρα που αναγράφεται πάνω στην εικόνα αυτό συμβαίνει καθώς στην λεζάντα αναγράφω την χρονική στιγμή όπου **ολοκληρώθηκε** η λήψη της εικόνας ενώ πάνω στην εικόνα αναγράφεται (ενδεχομένως )η χρονική στιγμή κατά την οποία λήφθηκε το request από τον server).

Για τα διαγράμματα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό GNU OCTAVE.

## Τεχνική Βιβλιογραφική αναφορά:



### **Modem και διάφοροι μηχανισμοί- πρωτόκολλα :**

Το modem( ελλ: *διαμοδιαμορφωτής*) είναι όρος που προέρχεται από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων modulator (διαμορφωτής) και demodulator (αποδιαμορφωτής). Περιγράφει την περιφερειακή συσκευή η οποία μετατρέπει το ψηφιακό σήμα που προέρχεται από ένα ηλεκτρονικό υπολογιστικό σύστημα σε αναλογικό σήμα, το οποίο είναι κατάλληλο για την μεταφορά του μέσω κοινής τηλεφωνικής ή άλλου τύπου ενσύρματης γραμμής, ή ακόμα και μέσω ασύρματης ζεύξης.

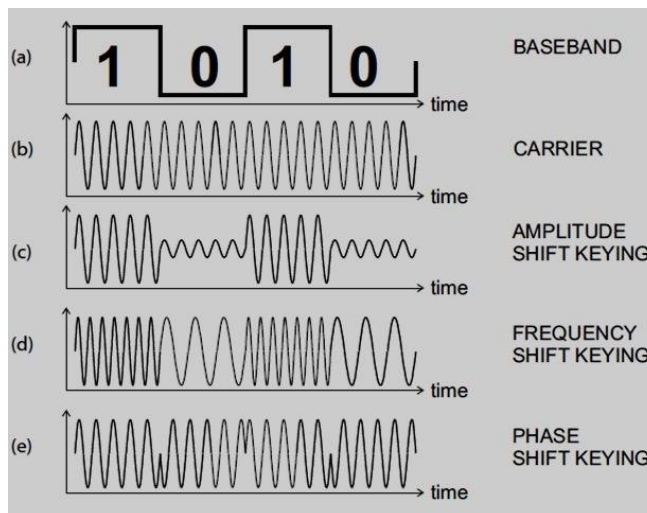
## 1. Μέθοδοι Διαμόρφωσης- Αποδιαμόρφωσης (Modulation-Demodulation).

**Διαμόρφωση** ονομάζεται η διαδικασία μεταβολής ενός περιοδικού σήματος, συνήθως υψίσυχνου, με στόχο την κωδικοποίηση σε αυτό ενός σήματος χαμηλής συχνότητας, είτε ενός ψηφιακού σήματος (ψηφιακή διαμόρφωση) το οποίο μεταφέρει κωδικοποιημένη πληροφορία, . Το υψίσυχο σήμα τότε καλείται φέρον και συνήθως είναι ένα ημιτονοειδές σήμα. Η διαμόρφωση απαιτείται για να μπορέσει να διέλθει ένα σήμα από κάποιο **τηλεπικοινωνιακό κανάλι** (ένα καλώδιο, στις ενσύρματες επικοινωνίες, ή ο ελεύθερος χώρος, στις ασύρματες επικοινωνίες) το εύρος ζώνης του οποίου δεν επικαλύπτεται με το εύρος ζώνης του σήματος. Στο άλλο άκρο της επικοινωνίας, στον παραλήπτη, λαμβάνει χώρα η αποδιαμόρφωση του σήματος(αντίστροφη διαδικασία), μέσω μια συσκευής π.χ.(modem).

Στις εφαρμογές των modem που έχουν να κάνουν με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και σύγχρονες ηλεκτρονικές συσκευές ,μας ενδιαφέρουν κυρίως οι διαμορφώσεις – αποδιαμορφώσεις ψηφιακού σήματος (αλληλουχία ψηφίων 0 και 1), δηλαδή οι **ψηφιακές διαμορφώσεις** .Τέτοιες διαμορφώσεις είναι οι εξής :

- Διαμόρφωση(κωδικοποίηση) μετατόπισης συχνότητας (FSK)
- Διαμόρφωση(κωδικοποίηση) μετατόπισης πλάτους (ASK)
- Διαμόρφωση(κωδικοποίηση) μετατόπισης φάσης (PSK) και
- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).

Στην **διαμόρφωση ASK** ,χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικά πλάτη για την αναπαράσταση του 0 και 1, επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερα από δύο επίπεδα για την αναπαράσταση περισσότερων συμβόλων. Στην **κωδικοποίηση FSK** , χρησιμοποιούνται 2 ή περισσότεροι διαφορετικοί τόνοι, ενώ στην **διαμόρφωση μετατόπισης φάσης (PSK)**, το φέρον κύμα μετατοπίζεται συστηματικά κατά 0 ή 180 μοίρες σε κάθε περίοδο συμβόλου(δύο φάσεις → **Binary Phase Shift Keying-BPSK**) , (binary= δυαδική σημαίνει 2 σύμβολα και όχι 2 bit). Επίσης στην περίπτωση χρήσης τεσσάρων μετατοπίσεων έχουμε κωδικοποίηση μετατόπισης φάσης 4 μετατοπίσεων(**QPSK**) . Τις διαμορφώσεις αυτές τις βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα:

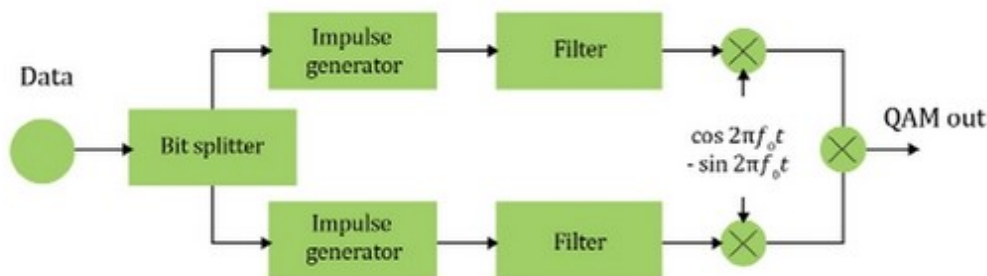


Παρακάτω θα γίνει αναλυτική παρουσίαση της διαμόρφωσης QAM, η οποία ουσιαστικά αποτελεί συνδυασμό των ASK και PSK.

## Διαμόρφωση πλάτους με Ορθογωνισμό (Quadrature Amplitude Modulation- QAM)

### Διαμόρφωση

Η λειτουργία της **QAM** διαμόρφωσης είναι γενικά αρκετά απλή. Η φιλοσοφία είναι η εξής : διαμορφώνεται μία ημιτονοειδής φέρουσα σε πλάτος και φάση. Κάθε σύμβολο (symbol) είναι ένας συγκεκριμένος συνδυασμός τιμής πλάτους και φάσης. Το αποτέλεσμα της διαμόρφωσης δεν είναι ένα σήμα μίας συχνότητας αλλά ένας συνδυασμός συχνοτήτων. Το εύρος συχνοτήτων ενός QAM σήματος εξαρτάται από την ροή των δεδομένων (symbol rate). Συγκεκριμένα το πρωτόκολλο V.34 των γνωστών σε όλους τηλεφωνικών modems κάνει χρήση της κεντρικής φέρουσας με συχνότητα 1959 Hz και απαιτεί ένα εύρος 3430Hz για να επιτύχει την ταχύτητα μεταφοράς 3430symbols/sec. Έτσι το εύρος συχνοτήτων που κάνει χρήση είναι από 244KHz μέχρι και 3674KHz. Η QAM διαμόρφωση αναλύεται ως εξής. Ο διαμορφωτής δέχεται μία ροή δεδομένων και το διαιρεί σε 2 ροές οι οποίες ονομάζονται I και Q. Η ροή I είναι ένα κατά πλάτος διαμορφωμένο σήμα πάνω στη φέρουσα αναφοράς ενώ η ροή Q είναι και αυτό ένα κατά πλάτος διαμορφωμένο σήμα πάνω στην ίδια φέρουσα με διαφορά φάσης 90 μοιρών. Για το λόγο αυτό η ροή I χαρακτηρίζεται «ως σε φάση» (In-Phase) και η ροή Q ως τετραγωνική συνιστώσα (Quadrature component). Οι δύο αυτές συνιστώσες I και Q έρχονται σε μίξη (συνήθως από ένα διαχωριστή αντεστραμμένο).



Εικόνα: Διαμορφωτής QAM, στο πάνω μέρος βλέπουμε την ροή I, ενώ στο κάτω την ροή Q

Παρακάτω βλέπουμε τις μαθηματικές σχέσεις που εκφράζουν την QAM διαμόρφωση. Όταν εκπέμπουμε 2 σήματα διαμορφώνοντάς τα με QAM, το εκπεμπόμενο σήμα θα έχει την ακόλουθη μορφή:

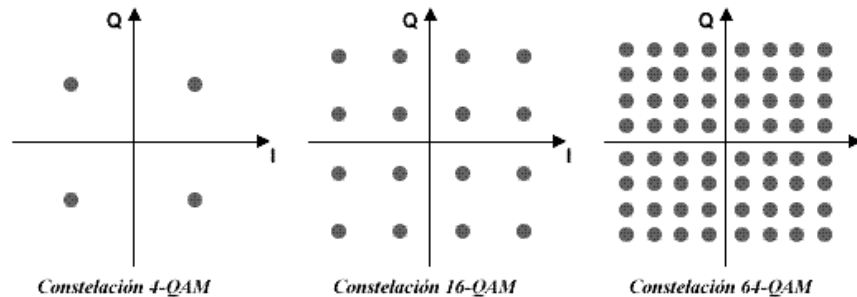
$$u_m(t) = A_{mc}g_T(t) \cos 2\pi f_c t + A_{ms}g_T(t) \sin 2\pi f_c t, \text{ για } m = 1, 2, \dots, M$$

Η διαμόρφωση QAM είναι πολύ διαδεδομένη στην ψηφιακή επικοινωνία. Έχει θεωρηθεί ως standard τεχνολογία για την ενσύρματη και ασύρματη μετάδοση δεδομένων, ενώ χρησιμοποιείται ακόμα και στο πρωτόκολλο 4G LTE.

Κάθε n-bit (σύμβολο) τοποθετείται επάνω σε ένα  $2^n$  κομμάτι ενός 2 διαστάσεων σήματος εκπομπής ο οποίος αναφέρεται ως  $2^n$  –QAM διαμόρφωση. Κάθε σύμβολο λοιπόν έχει x και y συντεταγμένες. Αν λοιπόν θέλουμε να επιτύχουμε το πρώτο επίπεδο εκπομπής  $2^2$  – QAM (4-QAM ή QPSK (όπως είδαμε παραπάνω)) τότε οι ροές δεδομένων I και Q διαμορφώνονται ως ένα απλό σήμα θετικό και αρνητικό μίας φέρουσας. Αναφερόμαστε σε αυτό το επίπεδο διαμόρφωσης ως πρότυπο. Τα X αναπαριστούν την θέση στις φέρουσας ενώ τα 00, 01, 10, 11 αναπαριστούν την «λογική» (ψηφιακή) μετάφραση της θέσης της αυτής. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι με κάθε διαμόρφωση της φέρουσας μπορούμε να στείλουμε 2 bit πληροφορίας καθώς έχουμε 4 πιθανούς συνδυασμούς πλάτους και φάσης.

Αν αντί σύμβολα 2 bit, θέλουμε να έχουμε σύμβολα 4 bit, τότε οδηγούμαστε σε QAM-16 ( $=2^4$ ), που σημαίνει ότι έχουμε 16 πιθανούς συνδυασμούς πλάτους και φάσης

για την φέρουσα και επίσης για κάθε έναν από αυτούς τους συνδυασμούς η φέρουσα μεταδίδει 4 bits πληροφορίας με την αλληλουχία των 4 αυτών bit να είναι διαφορετική κάθε φορά. Ενώ με 64 διαφορετικούς συνδυασμούς (QAM-64) μπορούν να μεταδοθούν 6 bit ανά σύμβολο( καθώς  $64 = 2^6$ ). Επίσης συχνά χρησιμοποιούνται και σχήματα QAM υψηλότερης τάξης.



Διαγράμματα αστέρα για QAM 4, QAM 16 και QAM 64

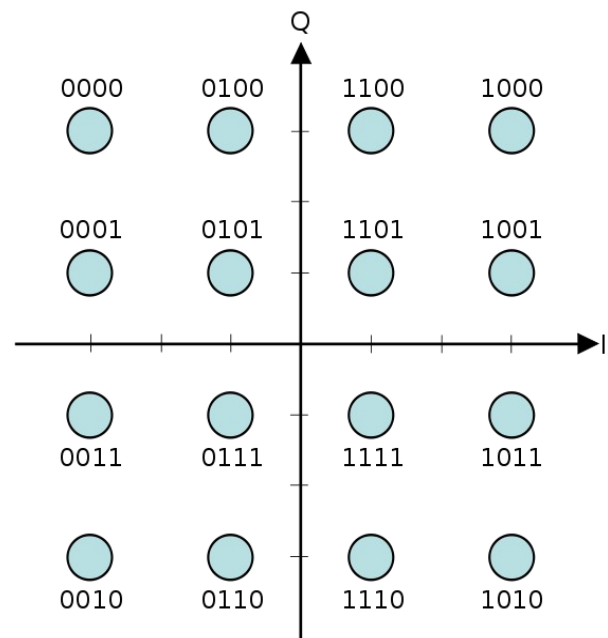
## Θόρυβος

Ο θόρυβος επιδρά αρνητικά στις διαμορφώσεις κατά πλάτος και φάση μετακινώντας την φέρουσα από την πραγματική της θέση. Υπάρχει ένα ανώτατο όριο ανοχής παρουσίας θορύβου για κάθε σημείο της φέρουσας. Θεωρείται ότι η φέρουσα περιέχει περισσότερο θόρυβο, όταν η κάθε διαμόρφωσή της θα έχει απόκλιση από την πραγματική έως ότου τελικά ο δέκτης ανακριβώς να ερμηνεύσει (πχ το 0110 ως 0100).

## Κώδικας Grey

Πρόκειται για μια μέθοδο κωδικοποίησης συμβόλων (αντιστοίχισης ζευγών φάσης-πλάτους σε ψηφιακά σήματα), σύμφωνα με την οποία οι μορφές των διαδοχικών συμβόλων διαφέρουν μόνο κατά ένα bit όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Κατά αυτόν τον τρόπο η πιθανότητα εμφάνισης εσφαλμένων bit ελαχιστοποιείται. Παρακάτω βλέπουμε μια κωδικοποίηση αριθμών κατά Grey, ενώ δεξιά μας κωδικοποίηση συμβόλων.

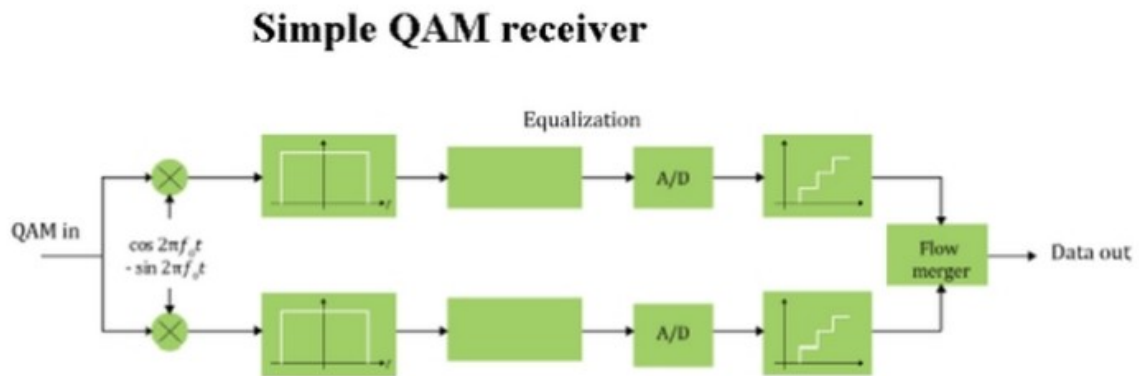
Count	Gray Code
1	0 0 0 0
2	0 0 0 1
3	0 0 1 1
4	0 1 1 1
5	0 1 1 0
6	1 1 1 0
7	1 0 1 0
8	1 0 1 1
9	1 0 0 1
10	1 0 0 0



Κωδικοποίηση Gray, Συμβόλων



## Αποδιαμόρφωση QAM



Εικόνα: Σχηματικό Διάγραμμα Αποδιαμορφωτή -Δέκτη QAM

Κατά τη διάδοσή του διαμορφωμένου QAM σήματος στο μέσο έχουμε επίδραση θορύβου. Έτσι λοιπόν σε ένα QAM σύστημα, το σήμα στο δέκτη μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$r(t) = A_{mc}g_T(t)\cos(2\pi f_c t + \varphi) + A_{ms}g_T(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi) + n(t)$$

όπου  $\varphi$  είναι η μεταβολή της φάσης στο φέρον και

$$n(t) = n_c(t)\cos 2\pi f_c t - n_s(t)\sin 2\pi f_c t$$

Το σήμα που φτάνει στο δέκτη συσχετίζεται με αυτές τις βασικές σχέσεις, οι οποίες εμφανίζουν απόκλιση φάσης. Στο σύστημα αποδιαμόρφωσης εκτιμάται αυτή η απόκλιση, και στη συνέχεια γίνεται αντιστάθμιση της απόκλισης με μετασχηματισμό της φάσης, όπως φαίνεται στις σχέσεις  $\psi_1$ ,  $\psi_2$  παρακάτω:

$$\psi_1(t) = g_T(t)\cos(2\pi f_c t + \varphi)$$

$$\psi_2(t) = g_T(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

Έχοντας περιορίσει όσο το δυνατόν περισσότερο την επίδραση του θορύβου στο διαμορφωμένο σήμα, γίνεται η ανάκτηση της πληροφορίας, μέσω της αποδιαμόρφωσης και της εκτίμησης των συμβόλων.

### Πιθανότητα Σφάλματος για QAM σε AWGN κανάλι

Στην περίπτωση ενός M-αδικού QAM συστήματος η πιθανότητα σφάλματος δίνεται από τον τύπο:

$$P_M = 1 - (1 - P_{\sqrt{M}})^2 \quad \text{με} \quad P_{\sqrt{M}} = 2 \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{M}} \right) Q \left( \sqrt{\frac{3}{M-1} \frac{E_{av}}{N_0}} \right)$$

όπου  $E_{av} / N_0$  είναι το μέσο SNR ανά σύμβολο και  $M = \{2, 4, 8, 16, \dots\}$

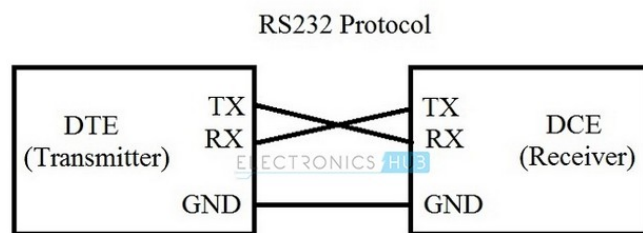
## Εφαρμογές QAM

- Συστήματα κινητών επικοινωνιών EGPRS( EDGE ή IMT-SC),3G,3G+ (UMTS,WCDMA,HSDPA), 4G LTE,
- Σε διάφορους τύπους **modem** [V90,56kbps,1024-QAM], [V34, 33.6 Kbps,1024 QAM] , [V33,14.4 Kbps, 32-QAM] κτλ,
- Ασύρματα δίκτυα (Wireless LANs) , σύμφωνα με πρότυπα 802.11b, 802.11g
- Δορυφορικές επικοινωνίες
- Σε βιομετρικά διαβατήρια , πιστοποιτικές και γενικότερα σε συστήματα αναγνώρισης με χρήση ραδιοσυχνοτήτων (RFID)
- Σύστημα ασύρματης επικοινωνίας Bluetooth 2.
- Συστήματα επίγειας και δορυφορικής ψηφιακής τηλεόρασης (DVB-T,DVB-RCS)
- WiMAX

Από τα παραπάνω εύκολα μπορούμε να καταλάβουμε την σημασία και την προσφορά της διαμόρφωσης QAM στις τηλεπικοινωνίες.

---

(καθώς η εργασία έχει να κάνει με σειριακή επικοινωνία 2 τερματικών μέσω διατάξεων modem, όπου χρησιμοποιήθηκε ευρέως η θύρα RS-232 παρακάτω γίνεται επιπλέον μια μικρή τεχνική αναφορά στο πρωτόκολλο RS-232 ,στο υλικό του και τους μηχανισμούς του ως συνέχεια σε όσα αναφέρθηκαν στην εκφώνηση της εργασίας)



## 2. Λίγα λόγια για την αρχιτεκτονική-πρωτόκολλο RS-232

Το πρωτόκολλο σειριακής επικοινωνίας RS-232 , το οποίο χρησιμοποιήθηκε ευρέως στην επικοινωνία μεταξύ ενός DCE (Data Circuit-terminating equipment),π.χ. modem (Smartmodem), και ενός DTE (Data terminal equipment),π.χ. προσωπικός υπολογιστής, χρησιμοποιεί για την διαμόρφωση- αποδιαμόρφωση του σήματος που μεταδίδει- λαμβάνει ,ένα μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα ,συνήθως UART,το οποίο μετατρέπει δεδομένα από παράλληλη σε σειριακή μορφή( για την διαδικασία της διαμόρφωσης).

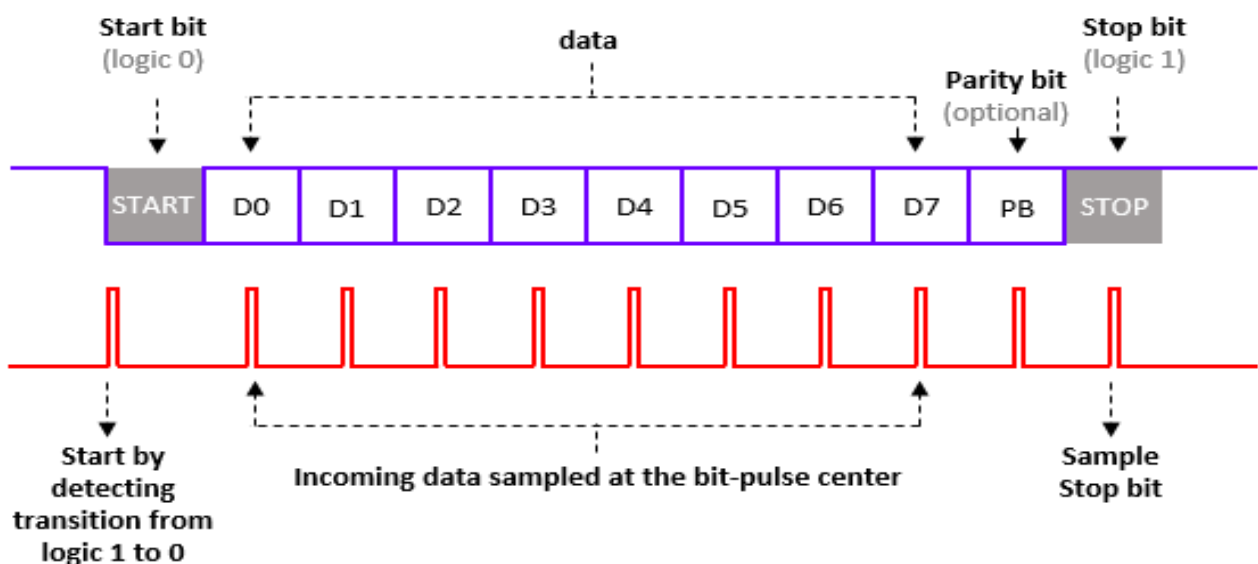
Το **UART** είναι η συντομογραφία του universal asynchronous receiver/ transmitter. Η επικοινωνία των UART γίνεται δια μέσου των στάνταρντ θυρών RS-232, RS-422 ή RS-485.Ένα UART παίρνει bytes δεδομένων και τα στέλνει σε σειριακή μορφή ως bits. Στον προορισμό ένα δεύτερο UART συλλέγει τα bits και δημιουργεί τα bytes δεδομένων που αποστάλθηκαν. Κάθε UART περιέχει ένα καταχωρητή ολίσθησης (shift register) ο οποίος χρησιμοποιείται για την μετατροπή της σειριακής σε παράλληλη μορφή ,προκειμένου να αποθηκευτούν ή να αξιοποιηθούν από το σύστημα(τερματικό). Στην επικοινωνία με UART υπάρχουν εξωτερικά κυκλώματα που μετατρέπουν τα επίπεδα των volt (λογικά επίπεδα) του σήματος του καλωδίου σε αυτό που χρησιμοποιεί το UART. Σήμερα τα UART ,είναι ενσωματωμένα μέσα σε υπολογιστές ή περιφερειακές συσκευές και αρκετές φορές με την μορφή διπλού Dual UART (DUART).





Εικόνα: κύκλωμα UART μαζί με θύρα RS-232

Τα UART στέλνουν πλαίσια δεδομένων συνήθως 10 bit , εκ των οποίων το πρώτο bit είναι το start bit και το τελευταίο είναι το stop bit, ενώ τα υπόλοιπα 8 (συνήθως ) αποτελούν τα bit του διαμορφωμένου byte.

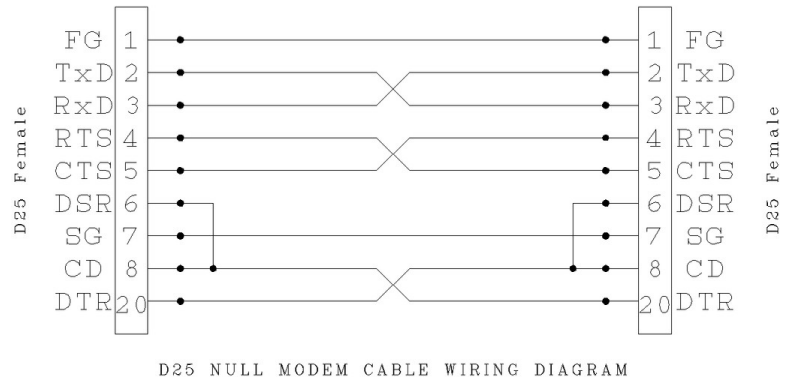


Εικόνα: Αλληλουχία bit που μεταδίδονται μεταξύ UART

Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1990 το πρωτόκολλο RS-232 , χρησιμοποιήθηκε ευρέως στις συνδέσεις modem και τερματικού. Παρόλο που στις διατάξεις modem , από τότε έχει αντικατασταθεί από άλλα πρωτόκολλα , χρησιμοποιείται ακόμη για να συνδέσει παρωχημένα περιφερειακά, βιομηχανικό εξοπλισμό (όπως βασισμένο σε PLCs), και θύρες κονσόλας.

### Null Modem

Το null modem , αποτελεί μία επικοινωνιακή μέθοδο κατά την οποία , δυο τερματικά (DTEs), μπορούν να επικοινωνήσουν άμεσα μεταξύ τους χρησιμοποιώντας ένα καλώδιο θύρας RS-232 , χωρίς την παρεμβολή κάποιου DCE (π.χ. modem), ή αντίστροφα. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιήθηκε το null modem adapter . Παρακάτω φαίνεται τόσο το adapter όσο και το εσωτερικό σχηματικό του διάγραμμα.



### Πηγές:

- Δίκτυα Υπολογιστών , Tanenbaum , Wetherahl , Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα , Γεώργιος Κ. Καραγιαννίδης , Κοραλία Ν. Παππη , Εκδόσεις Τζιόλα
- <https://www.solitontech.com/uart-protocol-validation-service/>
- <https://ru.aliexpress.com/> (για εικόνες)
- <https://el.wikipedia.org/>
- <https://en.wikipedia.org/>
- <https://www.electronicshub.org/>
- <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-41202-3>
- <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/EE789/>
- <https://www.researchgate.net>
- [www.teilar.gr/dbData/ProfAnn/](http://www.teilar.gr/dbData/ProfAnn/)
- <https://www.microcontrollertips.com>