

## Δίκτυα Υπολογιστών Ι

Κατσάρας Φώτιος ΑΕΜ 9353

### Σχόλια Εργασίας

Ο κώδικας της εργασίας γράφτηκε στην εφαρμογή Eclipse. Για τα ζητούμενα των session 1 και 2 η main έτρεξε την κάθε συνάρτηση (packet responses, image, gps, arg) ξεχωριστά. Στο session 1 για την λήψη των εικόνων χρησιμοποιήθηκε η κάμερα με την σταθερή γωνία λήψης, ενώ για το session 2, η δεύτερη κάμερα, προσανατολισμένη προς τα δεξιά. Για την υλοποίηση των συναρτήσεων, ο χρόνος για τον οποίο λαμβανόταν τα πακέτα καθορίστηκε στα έξι λεπτά (360000 ms χρησιμοποιώντας την συνάρτηση currentTimeMillis). Η εικόνα με τις θέσεις GPS προγραμματίστηκε για να παράγει τέσσερα ίχνη.

### Τεχνικές Ψηφιακής Διαμόρφωσης

#### A: Η τεχνική διαμορφωσης QAM

Η ορθογώνια διαμόρφωση πλάτους QAM (Quadrature Amplitude Modulation) είναι μια τεχνική ψηφιακής διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται ευρέως στις ψηφιακές τηλεπικοινωνίες για την μετάδοση πληροφοριών. Η τεχνική αυτή, μεταδίδει δυο ακολουθίες bit, διαμορφώνοντας το πλάτος δυο φερόντων σημάτων σύμφωνα με την τεχνική διαμορφωσης ASK (Amplitude Shift Keying). Τα δυο φερόντα σήματα έχουν διαφορά φάσης  $\pi/2$ , είναι δηλαδή ορθογώνια μεταξύ τους. Το μεταδιδόμενο σήμα δημιουργείται προσθετοντας τα δυο φερόντα μεταξύ τους και ως συνέπεια, ο δέκτης μπορεί να τα αποδιαμορφώσει λόγω της ορθογωνιότητας τους.

Στις εφαρμογές της ορθογώνιας διαμόρφωσης πλάτους συμπεριλαμβάνονται τα συστήματα κινητών επικοινωνιών 3G και 3G+ (UMTS, WCDMA, HSD-PA), διάφοροι τύποι modem, ασύρματα τοπικά δίκτυα (Wireless Local Access Networks) σύμφωνα με τα πρότυπα 802.11b και 802.11g, δορυφορικές επικοινωνίες, συστήματα ασύρματης επικοινωνίας Bluetooth 2 και συστήματα επίγειας και δορυφορικής ψηφιακής τηλεόρασης.

#### Διαμόρφωση/Αποδιαμόρφωση QAM

Στην ψηφιακή διαμόρφωση M-QAM χρησιμοποιούνται  $M = 2^k$  κυματομορφές/σύμβολα  $s(t)$ :

$$s_i(t) = \sqrt{\frac{2E_i}{T}} \cos(2\pi f_c t + \theta), i = 1, \dots, M$$

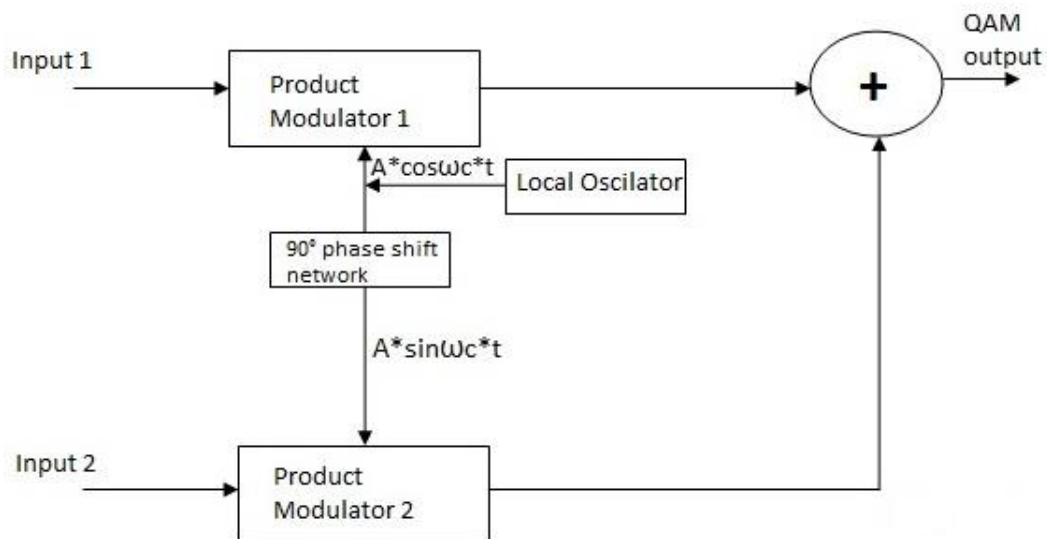
Οι κυματομορφές αυτές, διάρκειας  $T$  μεταφέρουν πληροφορία  $K$  bits η καθεμία, διαμορφώνοντας τη φάση  $\theta$  και το πλάτος  $E$  ενός φέροντος με συχνότητα  $f_c$ .

# Report

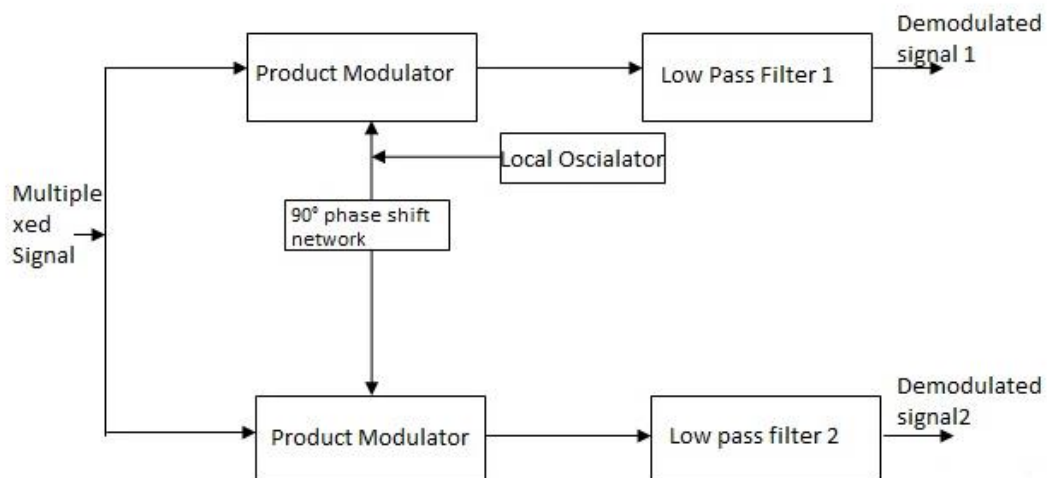
Μπορούν να γραφούν σε μορφή I/Q (Συμφασικής/Ορθογώνιας συνιστώσας) ως:

$$s_i(t) = \sqrt{\frac{2E_i}{T}} \cos(2\pi f_c t) \cos(\theta) - \sqrt{\frac{2E_i}{T}} \sin(2\pi f_c t) \sin(\theta)$$

Διαμορφωτής και Αποδιαμορφωτής είναι οι διατάξεις οι οποίες καθιστούν ικανή την εκπομπή των συμβόλων και την ανίχνευση τους στον δέκτη. Η βασική δομή ενός διαμορφωτή I/Q φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Διαμορφωτής I/Q. Η ακολουθία των bits μετατρέπεται σε συνιστώσες I και Q. Οι 2 συνιστώσες διαμορφώνουν 2 φέροντα, τα οποία έχουν διαφορά φάσης  $\pi/2$ . Έπειτα αθροίζονται και εκπέμπονται.



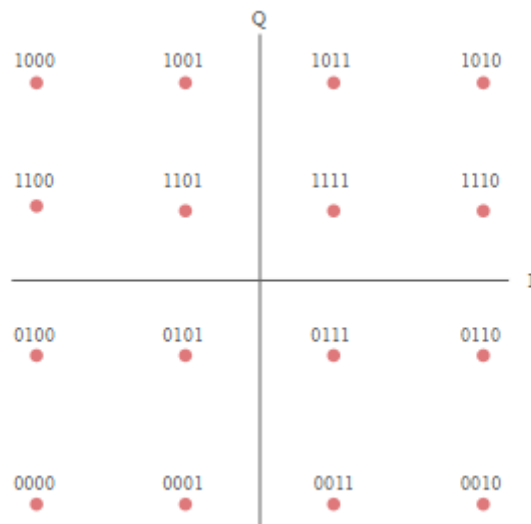
# Report

Αποδιαμορφωτής I/Q. Σε αυτή τη διάταξη γίνεται η αντίστροφη διαδικασία από αυτή του διαμορφωτή, ώστε να παραχθούν οι συνιστώσες.

## Αστερισμοί

Βασικά σήματα μπορούν να εκφράσουν δυο θέσεις, επομένως μπορούν να μεταφέρουν είτε 0, η 1. Χρησιμοποιώντας την QAM μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε περισσότερα διαφορετικά σημεία, όπου το καθένα έχει διαφορετικό πλάτος και φάση. Αυτή είναι η πληροφορία που μας δίνει ένα διάγραμμα αστερισμού.

Σε κάθε διάγραμμα ο αριθμός των σημείων είναι δύναμη του 2, δηλαδή ο αριθμός των bit ανά σύμβολο. Αυξάνοντας την τάξη M του αστερισμού, μπορούμε να μεταδώσουμε περισσότερα bit ανά σύμβολο. Ωστόσο για να παραμείνει η ενέργεια του αστερισμού η ίδια, τα σημεία πρέπει να βρίσκονται πιο κοντά το ένα στο άλλο, καθιστώντας τα πιο ευάλωτα στην επιρροή του θορύβου. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερο bit error rate, επομένως μεγάλης τάξης διαμορφωση QAM μπορεί να μεταδώσει περισσότερα δεδομένα, λιγότερο αξιόπιστα από χαμηλότερης τάξης QAM για σταθερή ενέργεια αστερισμού



Διάγραμμα αστερισμού για μετάδοση ενός 16QAM σήματος

Στον αστερισμό της εικόνας φαίνονται οι τιμές των bit που αντιστοιχίζονται σε διαφορετικές καταστάσεις του διαμορφωμένου κατά 16QAM σήματος. Δηλαδή μια συνεχόμενη ακολουθία bit μπορεί να ομαδοποιηθεί σε τετράδες.

## Εφαρμογές

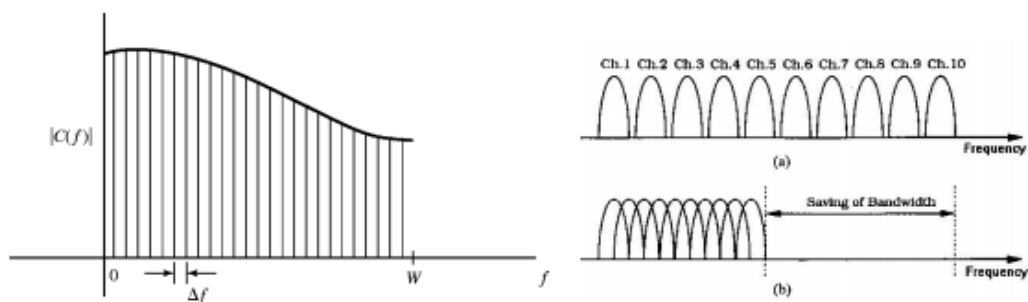
Οι διαμορφώσεις 64-QAM και 256-QAM χρησιμοποιούνται συχνά στην ψηφιακή καλωδιακή τηλεόραση και σε. Τηλεπικοινωνιακά συστήματα σχεδιασμένα για υψηλή φασματική αποδοτικότητα, δηλαδή υψηλό ποσοστό πληροφορίας δεδομένου ενός εύρους ζώνης, χρησιμοποιούν πολύ πυκνούς αστερισμούς. Για παράδειγμα συγκεκριμένες γραμμές Ethernet χρησιμοποιούν 1024-QAM και 4096-QAM και τεχνολογίες χρησιμοποιούν αστερισμούς που φτάνουν το 32768-QAM.

## B: Η τεχνική διαμόρφωσης OFDM

Η ορθογώνια πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) είναι μια τεχνική ψηφιακής διαμόρφωσης η οποία χρησιμοποιεί διαμόρφωση πολλών φερουσών συχνοτήτων για την μετάδοση ψηφιακής πληροφορίας. Έχει εξελιχθεί σε μια από τις δημοφιλέστερες μεθόδους ευρυζωνικής ψηφιακής τηλεπικοινωνίας και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπως τεχνολογίες κινητής τηλεφωνίας 4G/5G, ασύρματα δίκτυα, ψηφιακές τηλεοράσεις και ψηφιακές συνδρομητικές γραμμές για πρόσβαση στο διαδίκτυο μέσω τηλεφωνικών καλωδίων.

## Διαμόρφωση/Αποδιαμόρφωση OFDM

Σε αυτού του είδους τη διαμόρφωση, το εύρος ζώνης του καναλιού χωρίζεται σε  $K$  υποκαναλίες τα οποία περιέχουν διαφορετικό εύρος ζώνης. Σε κάθε υποκανάλι μεταδίδεται διαφορετικό σύμβολο πληροφορίας. Στο σύστημα OFDM τα φάσματα των υπό-φερουσών επικαλύπτονται χωρίς όμως αυτό να προκαλεί παρεμβολή μεταξύ φερουσών. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει οι υπό-φέρουσες να είναι μαθηματικά ορθογώνιες

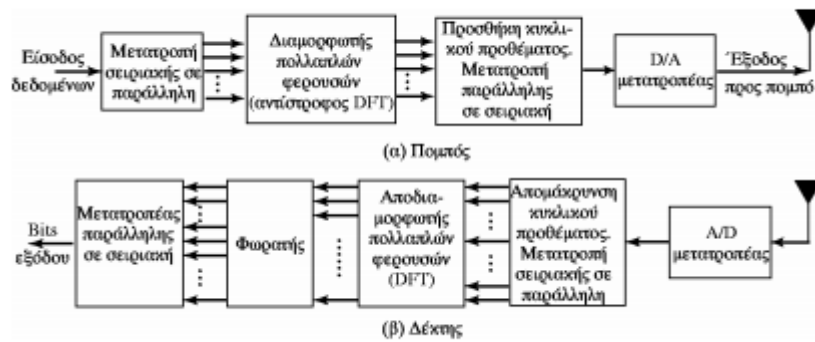


Το εύρος ζώνης χωρίζεται σε υποκαναλίες. Σε κάθε υποκανάλι χρησιμοποιείται διαφορετική φέρουσα

Οι υπό-φέρουσες έχουν την μορφή  $y_k(t) = \cos(2\pi f_k t)$ ,  $k = 0, 1, \dots, K-1$ , με  $f_k$  την κεντρική συχνότητα του καναλιού.

Το σύστημα πομπού δέκτη της OFDM φαίνεται παρακάτω:

# Report



## Digital Subscriber Line

Ο ορος digital subscriber line (DSL) περιγράφει μια ομάδα τεχνολογιών οι οποίες χρησιμοποιούνται για την μετάδοση ψηφιακών δεδομένων μέσω τηλεφωνικών γραμμών με τη χρήση modem. Η πιο συχνή μέθοδος για πρόσβαση στο διαδίκτυο είναι η υποκατηγορία ADSL (Asymmetric DSL- Ασύμμετρη λόγω της διαφοράς του bit rate μεταξύ παροχου και πελάτη). Με το DSL επιτυγχάνονται υψηλότερες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων (μέχρι και 52,8 Mbps από το διαδίκτυο ή άλλο απομακρυσμένο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο προς το χρήστη -downstream- και 2,3 Mbps από το χρήστη προς το διαδίκτυο - upstream-

Η τεχνολογία ADSL χρησιμοποιεί την μέθοδο OFDM που αναφέρθηκε προηγουμένως για την δημιουργία πολλαπλών καναλιών επικοινωνίας.