

ΜΕΛΕΤΗ ΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΡΑΔΙΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΖΗΣΚΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

- Σκοπός Πτυχιακής Εργασίας
- Εισαγωγή στα Γνωστικά Συστήματα Ραδιοεπικοινωνιών
- Ψηφιακές Διαμορφώσεις
- Αποτελέσματα Προσομοίωσης

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

- Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η εξοικείωση του φοιτητή με την έννοια των γνωστικών ραδιοεπικοινωνιών, τον τρόπο λειτουργίας τους, πως επιτυγχάνεται η πλήρης και αποδοτική χρησιμοποίηση του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων καθώς και ποιες χρήσεις διαμορφώσεων υποστηρίζονται από τέτοιου είδους συστήματα επικοινωνίας.

ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΡΑΔΙΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Το υπαρκτό φάσμα ραδιοσυχνοτήτων αποτελεί φυσικό πόρο, η μεταβίβαση του οποίου ανήκει στις αρμόδιες και ρυθμιστικές αρχές.
- Η χρήση του αλλά και ο έλεγχος που γίνεται δεν παραμένει μόνο εγχώρια αλλά επεκτείνεται και παγκοσμίως.
- Η ραγδαία αύξηση των ασύρματων επικοινωνιακών υπηρεσιών (πχ Wifi, Wimax, δορυφορική επικοινωνία, κινητές επικοινωνίες τρίτης γενιάς-3G) έχει ως αποτέλεσμα τη κατακόρυφη μείωση των διαθέσιμων συχνοτήτων.

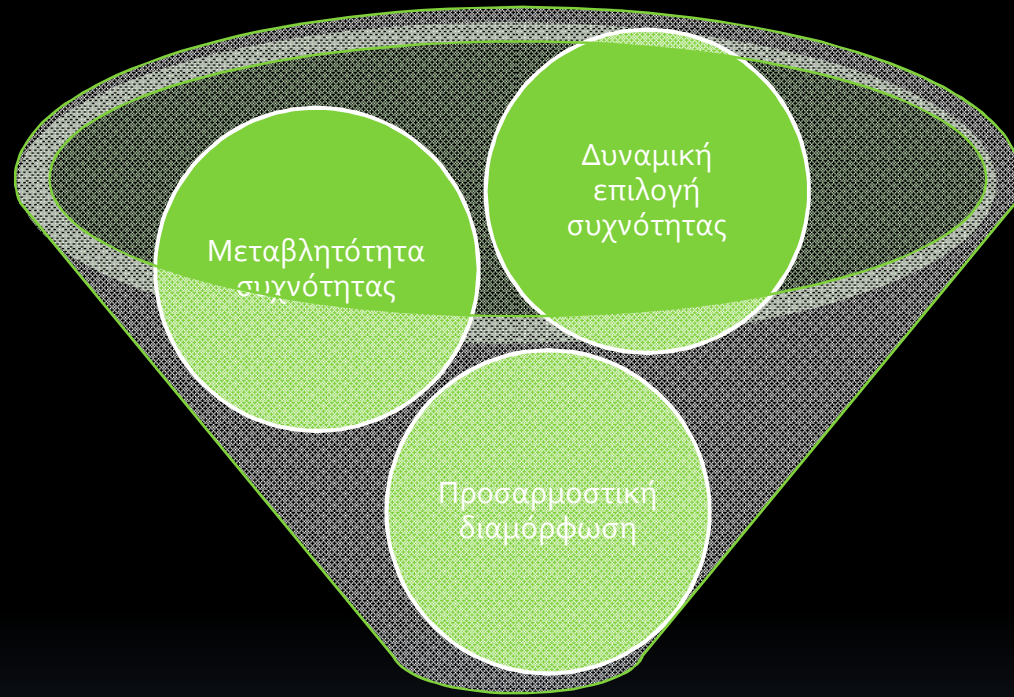
ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΡΑΔΙΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι το φάσμα των ραδιοσυχνοτήτων συρρικνώνεται και αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την είσοδο καινούργιων ασύρματων εφαρμογών.
- Μία νέα μέθοδος που δίνει τη δυνατότητα λύσης στην μη αποδοτική διαχείριση του διαθέσιμου φάσματος ραδιοσυχνοτήτων και παράλληλα στην χρήση δυναμικής φασματικής πρόσβασης αποτελούν τα *γνωστικά συστήματα ραδιοεπικοινωνιών*.

ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΡΑΔΙΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

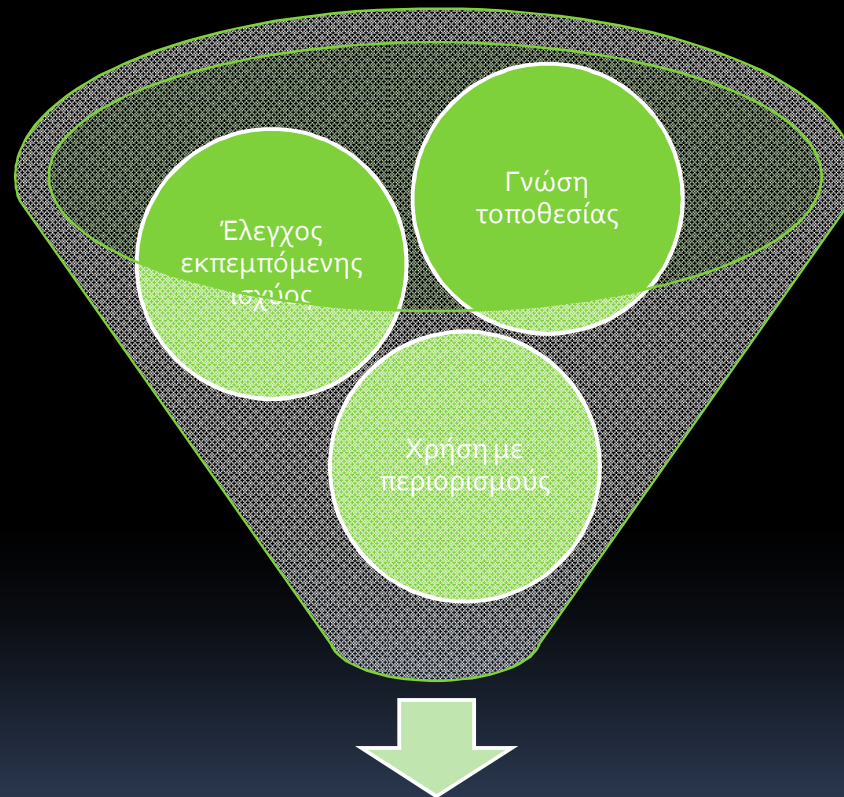
- Οι *γνωστικές ραδιοεπικοινωνίες* γνωστές και ως *Cognitive Radio System* αποτελούν ένα από τα πιο παραγωγικά και αξιόπιστα μέσα κάνοντας χρήση του διαθέσιμου φάσματος με την αξιοποίηση των ελεύθερων συχνοτήτων σε δυναμικά μεταβαλλόμενο περιβάλλον
- Οι γνωστικές ραδιοεπικοινωνίες είναι συστήματα τηλεπικοινωνίας και μετάδοσης, τα οποία μπορούν και «νιώθουν», έχουν την αίσθηση του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται και λειτουργούν και εκπαιδεύονται και προσαρμόζουν τις λειτουργίες τους αυτόνομα.
- Μπορούν να:
 - Επιλέγουν την καλύτερη υπηρεσία
 - Καθυστερούν ή να προωθούν άμεσα ένα μέρος από ασύρματες μεταδόσεις

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (1/2)



Χαρακτηριστικά

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (2/2)



Χαρακτηριστικά

ΛΟΓΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΡΑΔΙΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ



ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗΣ
ΧΡΗΣΗΣ/ΑΠΟΔΟΣΗΣ



ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΗΣ
ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ



ΦΘΗΝΟΤΕΡΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ



ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ
ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ

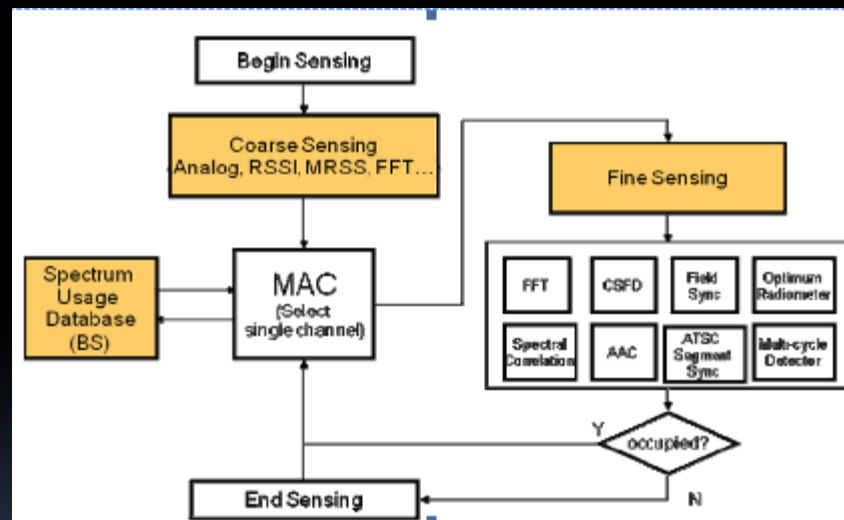


ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΠΟΡΩΝ

ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ (1/2)

- Ο κύριος ρόλος της ανίχνευσης φάσματος είναι ο εντοπισμός μέρος του φάσματος που δεν χρησιμοποιείται, και ταυτόχρονα ευθύνεται για τον σωστό διαμερισμό του στους χρήστες χωρίς την πρόκληση επιζήμιων παρεμβολών στις γραμμές των βασικών χρηστών. Η ανίχνευση του φάσματος σε συνεργασία όλων των συστημάτων γνωστικών ραδιοεπικοινωνιών αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό τρόπο ανίχνευσης κενών στο ραδιοφάσμα.
- Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει τον τρόπο ανίχνευσης φάσματος:

ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ (2/2)



ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ -SPECTRUM SENSING(1/2)

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΠΟΜΠΟΥ:

Η ανίχνευση του πομπού εξαρτάται από την εύρεση σήματος από τον πρωτεύοντα πομπό μέσω τοπικών παρατηρήσεων του cognitive χρήστη

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ: Όταν η πληροφορία που στέλνεται είναι γνωστή στο χρήστη, ο ιδανικότερος ανιχνευτής για το περιβάλλον στάσιμου Γκαουσιανού Θορύβου είναι το προσαρμοσμένο φίλτρο καθώς αυξάνει κατά πολύ το λόγο του σήματος προς το θόρυβο (SNR) στο δέκτη.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ: Ένας ανιχνευτής αποτελείται από ένα βαθυπερατό φίλτρο, από έναν μετατροπέα Nyquist, από ένα κύκλωμα τετραγωνικού νόμου και τέλος από έναν ολοκληρωτή. Ο ανιχνευτής ενέργειας είναι σχετικά απλός στην υλοποίησή του. Η απόδοση και η επίδοσή του εξαρτώνται από την ισχύ θορύβου. Αυτό μπορεί να λυθεί, χρησιμοποιώντας έναν πιλοτικό τόνο από τον πομπό για την βελτίωση ακρίβειας του ανιχνευτή.

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΥΚΛΩΣΤΑΣΙΜΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ: Οι *κυκλοστάσιμες διαδικασίες* είναι τυχαίες διαδικασίες των οποίων οι ιδιότητες όπως η μέση τιμή και η αυτοσυσχέτιση αποτελούν χρονικές συναρτήσεις

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ - SPECTRUM SENSING(2/2)

ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ: η ιδέα της συνεργατικής ανίχνευσης, έχει σαν αποτέλεσμα την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικές με το φάσμα με στόχο την ακριβέστερη ανίχνευση του φάσματος

- ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΗΣ: Ο αλγόριθμος ανίχνευσης μετράει τα ποσοστά από τις παρεμβολές που προκύπτουν από όλες τις πηγές σημάτων στο δέκτη του πρωτεύοντος χρήστη. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται από έναν δευτερεύοντα χρήστη έτσι ώστε να ελεγχθεί η πρόσβασή του στο διαθέσιμο φάσμα χωρίς να παραβιάζονται τα επιτρεπόμενα επίπεδα θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία παρεμβολής συμβολίζεται ως I_t και είναι παρόμοια με αυτή του θορύβου. Η θερμοκρασία παρεμβολής μπορεί να δώσει την πιο ακριβή και αξιόπιστη πληροφορία όσον αφορά την παρεμβολή σε ζώνη συχνοτήτων εύρους W

ΧΡΗΣΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ ΣΤΑ ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

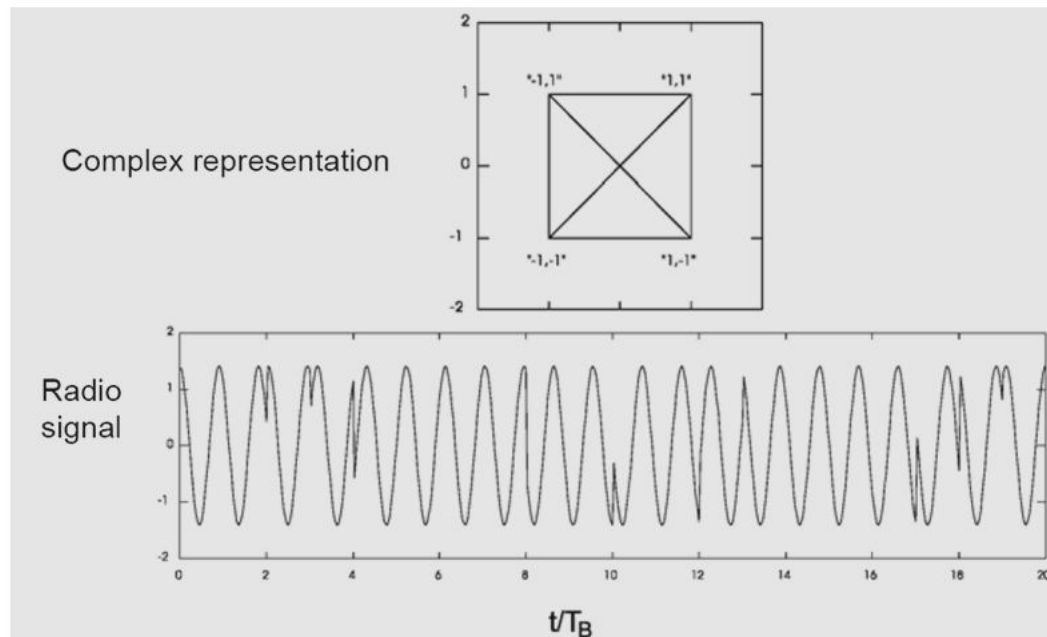
- QPSK / $\frac{1}{4}$ -QAM
- 16-QAM
- 32-QAM

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ QPSK (1/2)

- Ένα σύστημα διαμόρφωσης PSK με τέσσερις καταστάσεις φάσης, 0° , 90° , 180° και 270° , σε ορθογωνικότητα φάσης (quadrature) 90° η μία από την άλλη, ονομάζεται Διαμόρφωση Μετατόπισης Φάσης με Ορθογωνισμό (Quadrature Phase Shift Keying, **QPSK**). Η ιδιότητα της ορθογωνικότητας της QPSK σημαίνει ότι η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποστολή πληροφορίας με ταχύτητα διπλάσια από αυτήν της BPSK στο ίδιο εύρος ζώνης, χωρίς να υποβαθμιστεί η απόδοση της ανίχνευσης ως προς την BPSK. Το μειονέκτημα της είναι η πολυπλοκότητα του πομπού και του δέκτη που χρησιμοποιεί σε σχέση με αυτούς της BPSK

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ QPSK (2/2)

Παλμική διαμορφωση QPSK ή 4-PSK
Ορθογωνιοι βασικοι παλμοι



ΡΥΘΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ QPSK

- Στην περίπτωση της QPSK, μεταφέρονται 2 bit πληροφορίας ανά σύμβολο, και η πιθανότητα να είναι και τα δύο εσφαλμένα είναι πολύ μικρότερη από το να είναι μόνο ένα bit με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιείται κωδικοποίηση Gray. Λαμβάνοντας αυτό υπόψη, προκύπτει ότι ο ρυθμός εμφάνισης εσφαλμένων bit στην QPSK είναι σαφώς μικρότερος από το ρυθμό εμφάνισης συμβόλων.

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ QAM

- Η απλούστερη μορφή διαμόρφωσης QAM είναι στην πραγματικότητα το σύνολο συμβόλων της QPSK, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ως δύο ορθογώνιοι (με διαφορά φάσης 90°) φορείς διαμορφωμένοι κατά πλάτος, με στάθμες πλάτους $+A$ και $-A$. Αυξάνοντας τον αριθμό των σταθμών πλάτους κάθε φορέα σε τέσσερις, προκύπτουν 16 δυνατοί συνδυασμοί συμβόλων στην έξοδο του πομπού, οι οποίοι απέχουν εξίσου στο διάγραμμα αστερισμού και αντιπροσωπεύονται από συγκεκριμένο πλάτος και φάση ο καθένας.

ΡΥΘΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ (1/2)

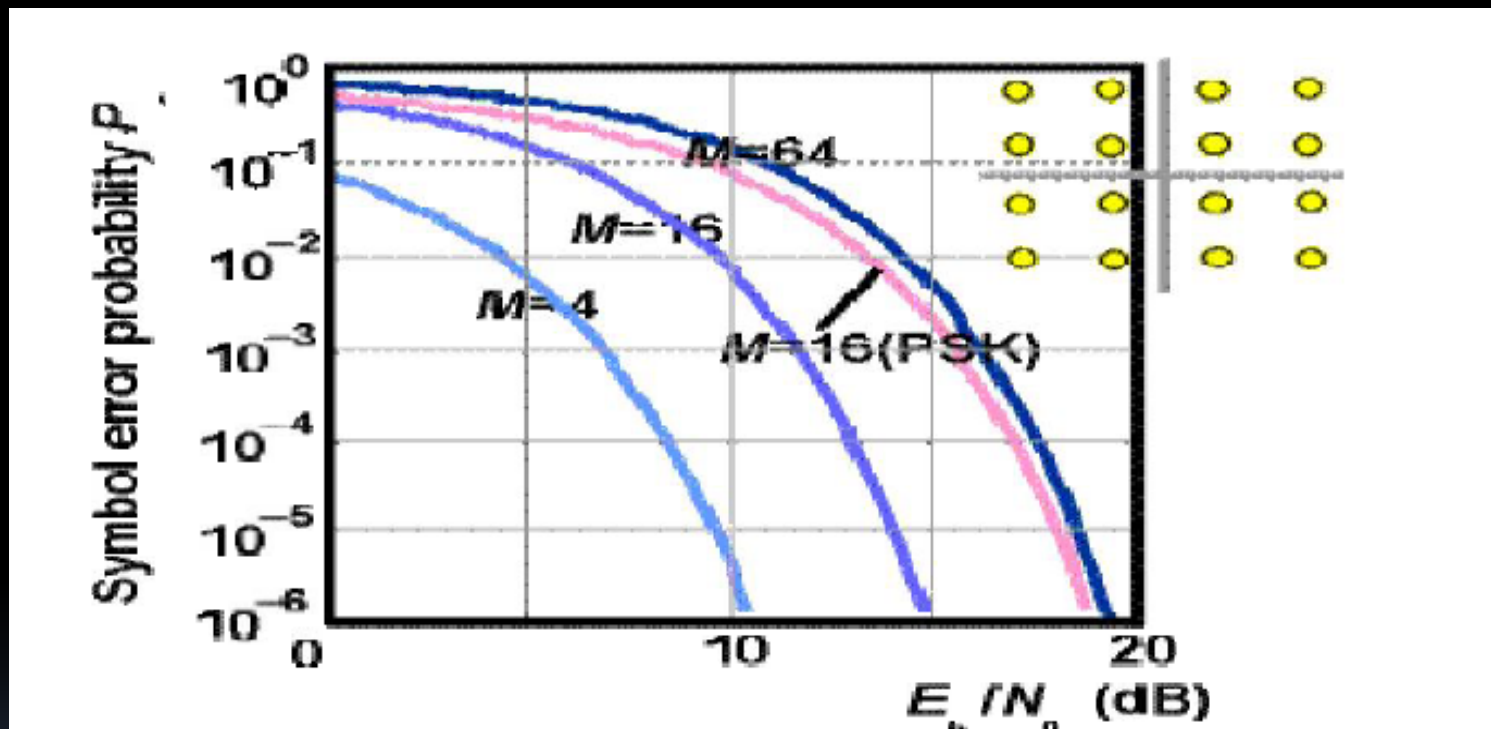
- Ο ρυθμός εμφάνισης εσφαλμένων συμβόλων στη διαμόρφωση QAM, δίδεται από τη σχέση:

$$P_S^{QAM} = 1 - (1 - P_m)^2$$

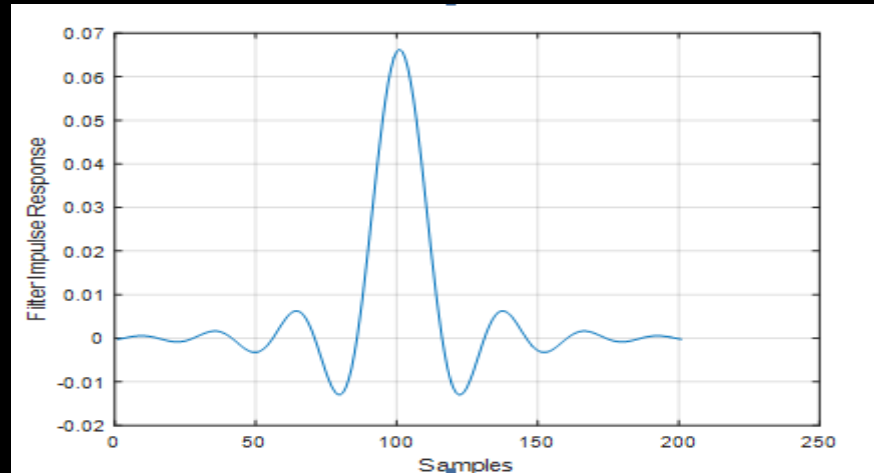
$$P_m = (2 - 2/\sqrt{M}) * Q(\sqrt{3k * (Eb/N0) / (M - 1)})$$

και απεικονίζεται στο σχήμα:

ΡΥΘΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ (2/2)

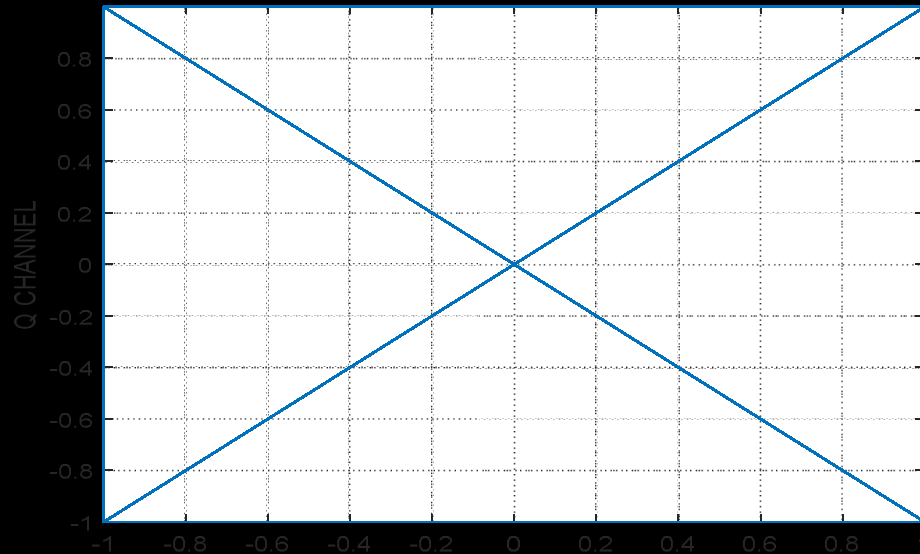


ΚΡΟΥΣΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗΣ ΡΙΖΑΣ ΥΨΩΜΕΝΟΥ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ



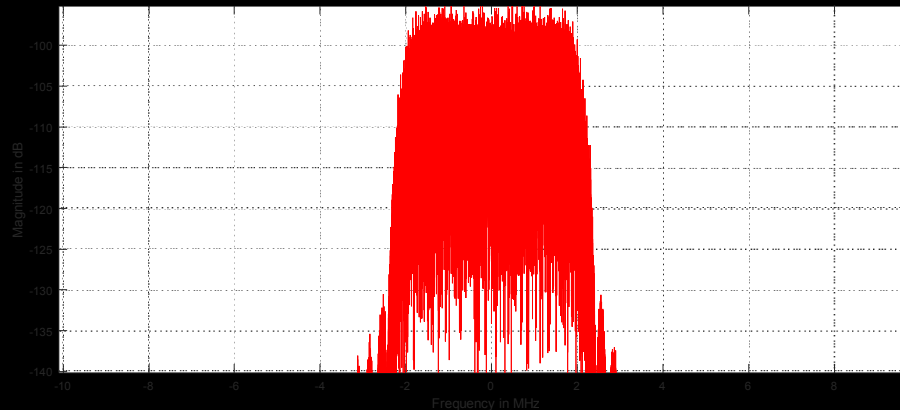
- Το φίλτρο είναι τετραγωνική ρίζα υψωμένου συνημιτόνου και χρησιμοποιεί 200 συντελεστές. Είναι συμμετρικό ως προς την κεντρική τιμή του γραφήματος, και αποτελείται από 14 σύμβολα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ QPSK



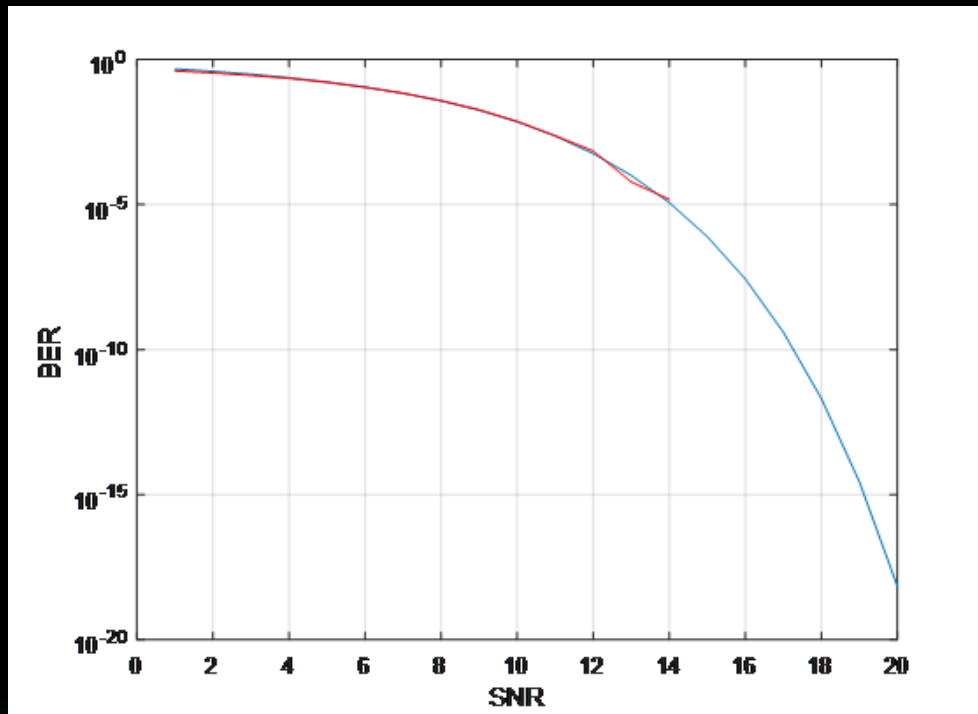
- Παρατηρούμε πως στο διάγραμμα εμφανίζονται 4 σημεία με τιμές
- $(-1,-1)$ $(-1,1)$ $(1,-1)$ $(1,1)$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ QPSK



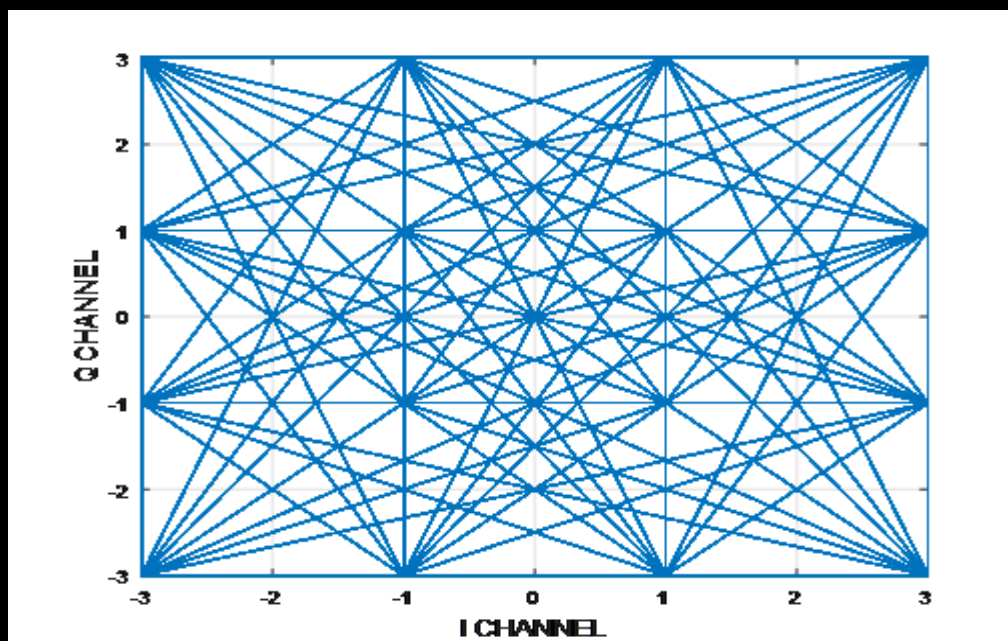
- Κάνοντας το κατάλληλο zoom παρατηρούμε πως το σήμα στην έξοδο του πομπού έχει φάσμα από -2.5 MHz έως 2.5 MHz (σύνολο 5Mhz)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ QPSK



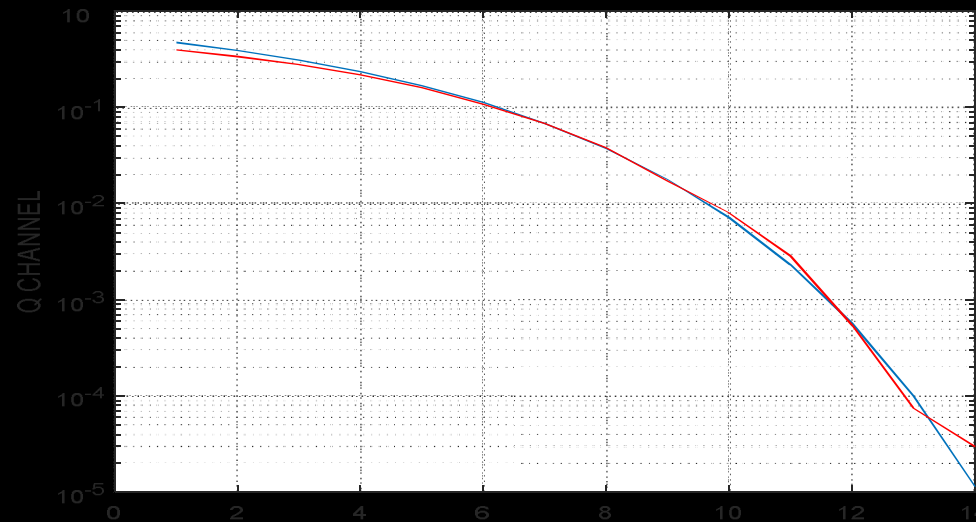
- Στη διαμόρφωση QPSK , ο ρυθμός εμφάνισης σφαλμάτων εμφανίζει την καλύτερη απόδοση. Στο διάγραμμα παρατηρούμε πως η κόκκινη καμπύλη η οποία αναπαριστά το πρακτικό μέρος , όσο αυξάνεται ο χρόνος εφάπτεται με το θεωρητικό κομμάτι.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 16-QAM



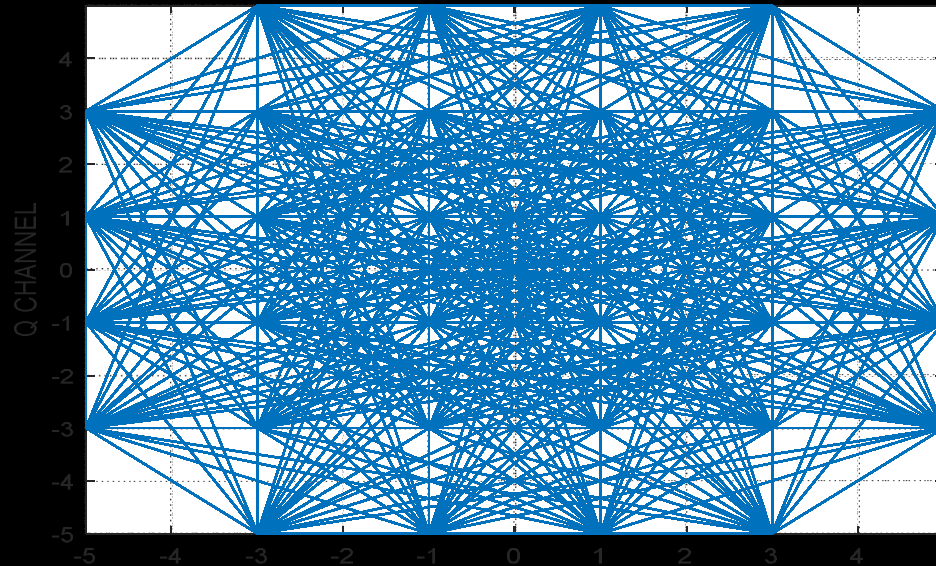
- Στο διάγραμμα αστερισμού της διαμόρφωσης 16-QAM παρατηρούμε πως σε σχέση με την προηγούμενη διαμόρφωση που μελετήσαμε οι τιμές έχουν αυξηθεί από 4 σε 16 ζεύγη τιμών: $(-3 -3)$ $(-3 -1)$ $(-3 3)$ $(-3 1)$ $(-1 -3)$ $(-1 -1)$ $(-1 3)$ $(-1 1)$ $(3 -3)$ $(3 -3)$ $(3 3)$
- $(3 1)$ $(1 -3)$ $(1 1)$ $(1 3)$ $(1 1)$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 16-QAM



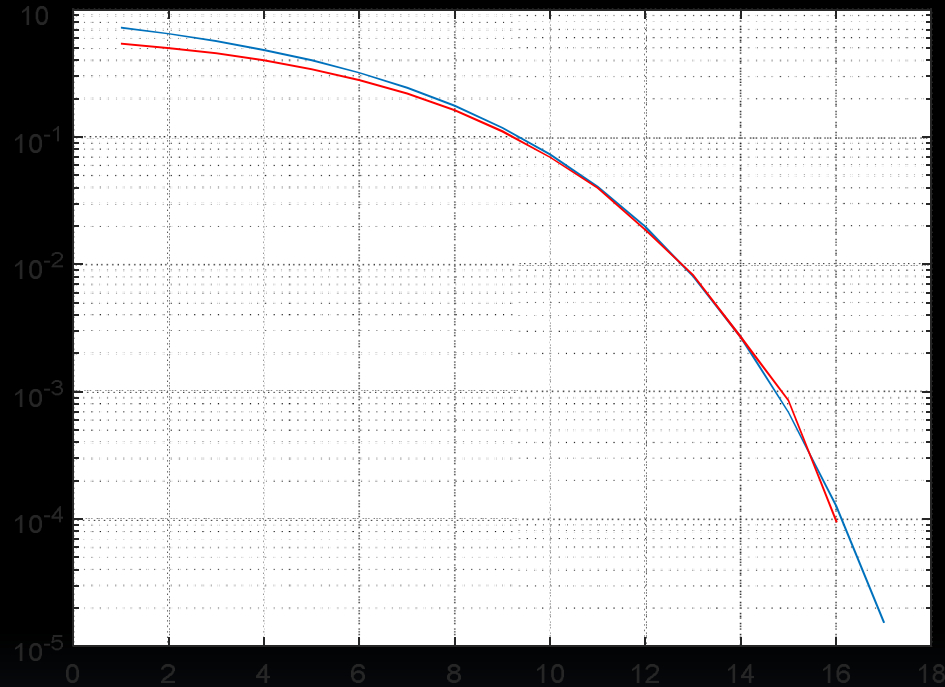
- Στη διαμόρφωση 16-QAM βλέπουμε πως ο ρυθμός εμφάνισης σφαλμάτων. Η κόκκινη καμπύλη που αναπαριστά το πρακτικό μέρος και η μπλε το θεωρητικό μέρος.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 32-QAM



- Στο διάγραμμα αστερισμού παρατηρούμε πως αν το χωρίσουμε σε τεταρτημόρια έχουμε στο καθένα από 8 bit συνολικά 32 σύμβολα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 32-QAM



- Ρυθμός εμφάνισης σφαλμάτων στη διαμόρφωση 32-QAM

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
- ΕΚΤΕΝΗΣ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΝ ΣΩΣΤΗ ΕΜΠΕΔΩΣΗ ΤΟΥΣ
- Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
- ΤΑ ΛΗΦΘΕΝΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΔΟΥΣΙΑΖΟΥΝ ΤΙΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ , ΠΡΟΤΕΡΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
- ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΜΕ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΣ ΑΛΛΑΓΕΣ
- ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ

ΤΕΛΟΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ



- ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ