ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

Πτυχιακή εργασία

με θέμα

Σχεδίαση και κατασκευή κατευθυντικών κεραιών για χρήση σε ασύρματα δίκτυα Wi-Fi

από τους:

Κρομμύδα Μάνθο Α.Μ: 4124

&

Ραυτόπουλο Παναγιώτη Α.Μ: 3973

Εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη του Επιστημονικού Συνεργάτη ***Ζαούτη Ευάγγελου***

Χανιά, 5 Ιουνίου 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
1.1 Ασύρματο δίκτυο

1.1.1 Ασύρματη μετάδοση
1.1.2 Μέθοδοι μετάδοσης
1.1.3 Ασύρματα τοπικά και προσωπικά δίκτυα
1.1.4 IEEE 802.11
1.1.5 WiFi
1.1.6 Ιστορικό

1.2 Κεραίες

1.2.1 Ασύρματη κεραία yagi
1.2.2 Εξωτερική πολυκατευθυντική κεραία
1.2.3 Κάθετη πολυκατευθυντική κεραία
1.2.4 Κατευθυντική εξωτερική κεραία
1.2.5 Κατευθυντική κεραία panel
1.2.6 Κατευθυντική κεραία εσωτερικού χώρου
1.2.7 Κεραία πλέγμα ιστού παραβολική
1.2.8 Κεραία τοίχου
1.2.9 Παραβολική κεραία
1.2.10 Πολυκατευθυντική εξωτερική κεραία οροφής
1.2.11 Πολυκατευθυντική κεραία εσωτερική
1.2.12 Ασύρματη κινητή κεραία
1.2.13 Κεραία για θαλάσσιο σύστημα WiFi

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2
2.1 Επιλογή προγράμματος προσομοίωσης
2.2 Βήματα σχεδιασμού στο ‘’4NEC2’’
2.3 Επιλογή και σχεδίαση κεραιών 70cm
2.4 Επιλογή και σχεδίαση κεραιών 27cm
2.5Κατασκευή κεραίων

2.5.1 Κεραίες 70cm
2.5.2 Κεραίες 27cm

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
Συμπεράσματα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης / Παράρτημα Χανίων με στόχο την σχεδίαση και κατασκευή καντευθυντικών κεραιών για χρήση σε ασύρματα δίκτυα Wi-Fi του εργαστηρίου Ευρυζωνικών Επικοινωνιών & Ηλεκτρομαγνητικών Εφαρμογών.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Ιωάννη Βαρδιάμπαση για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με το αντικείμενο της σχεδίασης και κατασκευής καντευθυντικών κεραιών, γιατί είναι κάτι που θέλαμε να ασχοληθούμε και μας άρεσε. Για τους ίδιους λόγους, καθώς και για την συμπαράσταση, κατανόηση και έμπνευση, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα Ζαούτη Ευάγγελο. Θα θέλαμε επίσης να αναφέρουμε ότι κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της πτυχιακής, εμείς οι δύο είχαμε μια πολύ καλή συνεργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η σχεδίαση και η κατασκευή κατευθυντικών κεραιών για χρήση σε ασύρματα δίκτυα Wi-Fi.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε γενικά σε θέματα ασυρμάτων δικτύων , τρόπους μετάδοσης κτλ. Παρουσιάζονται επίσης μια λίστα από κεραίες που χρησιμοποιούνται στο ασύρματο δίκτυο και γίνετε η επιλογή της κεραίας που θα κατασκευαστεί.

Στο δεύτερο κεφάλαιο επιλέγουμε ένα λογισμικό για την προσομοίωση της κεραίας μας και στην συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η σχεδίαση και κατασκευή τεσσάρων κεραιών.

Στο τρίτο κεφάλαιο υπολογίζουμε την μέγιστη κατευθυντικότητα και τον λόγο εμπρόσθιου και οπίσθιου λοβού κάθε κεραίας και βγάζουμε τα απαραίτητα συμπεράσματα σε ότι αφορά τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, την κατευθυντικότητα των κεραιών αλλά και τον λόγο εμπρόσθιου και οπίσθιου λοβού.

Ακολουθεί το παράρτημα που συμπεριλαμβάνει τους κώδικες που χρησιμοποιήθηκαν στο μαθηματικό εργαλείο “MATLAB”

Κεφάλαιο 1^0

1.1 ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Ως ασύρματο δίκτυο χαρακτηρίζεται το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, συνήθως τηλεφωνικό ή δίκτυο υπολογιστών, το οποίο χρησιμοποιεί, ραδιοκύματαως φορείς πληροφορίας.Τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, με συχνότητα φέροντος η οποία εξαρτάται κάθε φορά από τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που απαιτείται να υποστηρίζει το δίκτυο. Η ασύρματη επικοινωνία, σε αντίθεση με την ενσύρματη, δεν χρησιμοποιεί ως μέσο μετάδοσης κάποιον τύπο καλωδίου. Σε παλαιότερες εποχές τα τηλεφωνικά δίκτυα ήταν αναλογικά, αλλά σήμερα όλα τα ασύρματα δίκτυα βασίζονται σε ψηφιακή τεχνολογία και, επομένως, κατά μία έννοια, είναι ουσιαστικώς δίκτυα υπολογιστών.

Στα ασύρματα δίκτυα εντάσσονται τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, οι δορυφορικές επικοινωνίες, τα ασύρματα δίκτυα ευρείας περιοχής (WWAN), τα ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα [(WMAN),] τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) και τα ασύρματα προσωπικά δίκτυα (WPAN). Τα τέσσερα τελευταία εξετάζονται σε αυτό το άρθρο. Η τηλεόραση και το ραδιόφωνο, αν και ως τηλεπικοινωνιακά μέσα είναι εκ φύσεως ασύρματα στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν συμπεριλαμβάνονται στα ασύρματα δίκτυα, καθώς η μετάδοση γίνεται προς πάσα κατεύθυνση χωρίς να υπάρχει κάποιο δομημένο «δίκτυο» τηλεπικοινωνιακών κόμβων (συσκευών) με τη συνήθη έννοια. Επιπλέον, τα μεταφερόμενα δεδομένα συνήθως είναι αναλογικά και, επομένως, δεν μπορούν να θεωρηθούν δίκτυα υπολογιστών.



Ένας φορητός υπολογιστής ο οποίος επικοινωνεί ασύρματα, μέσω ραδιοκυμάτων, με ένα σημείο πρόσβασης το οποίο συνδέεται στο Internet ή σε κάποιο ενσύρματο LAN

1.1.1 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΩΣΗ

Ραδιοκύματα ονομάζονται οι χαμηλές συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, που εκτείνονται περίπου από τα 3 KHz ως τα 300 GHz. Οι ασύρματες τηλεπικοινωνίες γίνονται συνήθως με ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής (από τα 30 MHz ως το 1 GHz), ή μικροκύματα (από τα 2 GHz ως τα 40 GHz). Τα ραδιοκύματα χαμηλότερων συχνοτήτων γενικά εξασθενούν σχετικά γρήγορα, αφού συγκριτικά μεταφέρουν λίγη ενέργεια, αλλά έχουν την ικανότητα να διαπερνούν τα φυσικά εμπόδια. Τα κύματα υψηλότερων συχνοτήτων διαδίδονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις, αλλά ανακλώνται ευκολότερα από φυσικά εμπόδια. Επίσης, όσο υψηλότερη είναι η συχνότητα ενός κύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η κατευθυντικότητα του (μπορεί δηλαδή να εκπεμφθεί σε μία σχετικά στενή δέσμη αντί προς πάσα κατεύθυνση). Έτσι, μιλώντας γενικά, τα μικροκύματα είναι κατευθυντικά ενώ τα ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής όχι.



Μία κεραία για μετάδοση WiFi από σημείο σε σημείο

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι διάδοσης κυμάτων για τις ασύρματες τηλεπικοινωνίες:

- Διάδοση εδάφους (Ground-Wave Propagation)

Χαμηλές συχνότητες (ως 2 MHz), που όμως ακολουθούν την κυρτή επιφάνεια της Γης λόγω διάθλασης τους από την ατμόσφαιρα, κι έτσι καλύπτουν ικανοποιητικές αποστάσεις. Έχουν το μειονέκτημα της ταχείας εξασθένησης.

- Ατμοσφαιρική διάδοση (Sky-Wave Propagation)

Υψηλών συχνοτήτων, δεν εξασθενεί η ισχύς τους εύκολα, μεταδίδονται σε μεγάλες αποστάσεις μέσω διαδοχικών ανακλάσεων τους από την ιονόσφαιρα στο έδαφος και τανάπαλιν - ώσπου να φτάσουν στον παραλήπτη.

- Διάδοση Γραμμής Όρασης (Line-Of-Sight Propagation)

Πολύ μεγάλες συχνότητες, που δεν ανακλώνται από τις επιφάνειες. Οι κεραίες βρίσκονται σε οπτική επαφή και το κύμα εκπέμπεται κατευθυνόμενο από τη μία στην άλλη. Πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η διάθλαση λόγω της ατμόσφαιρας και, έτσι, αυτός ο τρόπος αποδίδει καλύτερα για επικοινωνίες μακριά από την επιφάνεια της γης.

- Ανάκλαση εδάφους δύο ακτίνων (Two-Ray Ground Reflection)

Η διάδοση από τον πομπό στο δέκτη γίνεται με δύο συνιστώσες: Απευθείας μετάδοση μέσω οπτικής επαφής και έμμεση λήψη μετά από ανάκλαση στο έδαφος. Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που η επικοινωνία γίνεται σε μικρή απόσταση και κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (π. χ. ασύρματα τοπικά δίκτυα υπολογιστών).

Η ασύρματη μετάδοση εμπεριέχει διάφορους παράγοντες, που δημιουργούν προβλήματα στην επικοινωνία: η κατάσταση της ατμόσφαιρας και η διάθλαση επηρεάζουν το σήμα, η μεγάλη απόσταση εξασθενεί την ισχύ του σήματος κλπ. Όλοι αυτοί οι παράγοντες (απώλειες ελεύθερου χώρου) επιδρούν διαφορετικά σε σήματα διαφορετικών συχνοτήτων. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **στρέβλωση** και πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψιν όταν μεταδίδονται σήματα που εμπεριέχουν διαφορετικές συχνότητες. Ό,τι δεν ανήκει στην προς μετάδοση πληροφορία ονομάζεται **θόρυβος** και είναι είτε θερμικός (προκαλείται από τις κεραίες, εξαρτάται από τη θερμοκρασία και δεν μπορεί να εξαλειφθεί), είτε από εξωτερικές πηγές (εκπομπές που προκαλούνται ακούσια από διάφορες ηλεκτρικές συσκευές λόγω κατασκευαστικών ατελειών), είτε από παρεμβολές άλλων εκπομπών σε επικαλυπτόμενες συχνότητες. Ο θόρυβος είναι εξίσου σημαντική επιβάρυνση στην επικοινωνία, με τις απώλειες ελεύθερου χώρου.

Ένα άλλο φαινόμενο που ενυπάρχει στην ασύρματη μετάδοση και επιβαρύνει την επικοινωνία είναι οι πολλαπλές οδεύσεις, που οφείλονται στην ανάκλαση, διάθλαση και σκέδαση του σήματος κατά τη διάδοση του και έχουν ως αποτέλεσμα ένα σήμα να φτάνει στον αποδέκτη πολλές φορές, ή σε δόσεις, με χρονική διαφορά και διαφορετικά σήματα να φτάνουν την ίδια χρονική στιγμή παρεμβαλλόμενα το ένα στο άλλο. Το φαινόμενο όμως που δημιουργεί τα περισσότερα προβλήματα είναι οι διαλείψεις, η απότομη μεταβολή του πλάτους του σήματος, οι οποίες διαχωρίζονται σε υψίσυχνες και αργές, ενώ αντιμετωπίζονται με κάποιες τεχνικές που εκμεταλλεύονται τις πολλαπλές οδεύσεις.

1.1.2 Μέθοδοι μετάδοσης

Για τη μετάδοση του σήματος υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι: η *εκπομπή στενής ζώνης* (narrow band) και η *διασπορά φάσματος* (spread spectrum). Η πρώτη είναι η παραδοσιακή μέθοδος χαμηλού κόστους, χαμηλής ασφάλειας και χαμηλής αξιοπιστίας, κατά την οποία το εύρος ζώνης του εκπεμπόμενου κύματος είναι κατά πολύ μικρότερο από την κεντρική συχνότητα σε Hz. Κάθε τεχνική στενής ζώνης συμπεριλαμβάνει και μία τυποποιημένη διαδικασία διαμόρφωσης με φέρον κύμα (AM, FM για αναλογικά δεδομένα και ASK,FSK,PSK για ψηφιακά δεδομένα).

Η δεύτερη μέθοδος είναι πιο πρόσφατη, παρέχει υψηλή αξιοπιστία και ασφάλεια σε υψηλό κόστος και βασίζεται στη διαμόρφωση της πληροφορίας προτού εκπεμφθεί με έναν κώδικα διασποράς ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα τη διασπορά του εκπεμπόμενου φάσματος σε μεγάλο εύρος ζώνης. Αυτή η διασπορά οδηγεί και σε πολλαπλασιασμό του δυνατού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων στο φυσικό

επίπεδο, σύμφωνα με το **θεώρημα Σάνον**. Οι διάφορες μέθοδοι διασποράς φάσματος συμπεριλαμβάνουν και μία τεχνική διαμόρφωσης, η τελευταία όμως έχει επικρατήσει να ονομάζεται διαμόρφωση μόνο σε εκπομπές στενής ζώνης.

Συνήθως η διασπορά φάσματος υλοποιείται με μία από τις παρακάτω τρεις μεθόδους:

- Frequency Hopping (FHSS)

Το εύρος ζώνης χωρίζεται σε υποζώνες συχνοτήτων, καθεμία από τις οποίες έχει εύρος ανάλογο μίας εκπομπής στενής ζώνης, και ο κώδικας διασποράς ουσιαστικά καθορίζει σε ποια υποζώνη θα μεταπηδά η επικοινωνία σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τόσο ο πομπός όσο και ο δέκτης θα πρέπει να συντονίζονται διαρκώς σε διαφορετική φέρουσα συχνότητα με τον ίδιο τρόπο (ο οποίος καθορίζεται από τον κώδικα) και στις ίδιες χρονικές στιγμές. Ως αποτέλεσμα κάποιος τρίτος που δε γνωρίζει τον κώδικα δεν μπορεί να υποκλέψει πληροφορία ή να παρεμβληθεί στη μετάδοση παρά ελάχιστα, αφού δε θα γνωρίζει πότε να συντονιστεί σε άλλη συχνότητα και σε ποια.

- Direct Sequence (DSSS)

Για κάθε bit που πρόκειται να μεταδοθεί εκπέμπεται στην πραγματικότητα μία άλλη ακολουθία πολλών bit (η οποία εξαρτάται από τον κώδικα διασποράς). Ο μόνος τρόπος για να γίνει αυτό διατηρώντας τον ίδιο πραγματικό ρυθμό μετάδοσης είναι η διεύρυνση του χρησιμοποιούμενου φάσματος και η ταυτόχρονη ολική χρήση του. Το πλεονέκτημα είναι και εδώ η αυξημένη ασφάλεια, αφού ο κώδικας διασποράς κρυπτογραφεί κατά κάποιον τρόπο τα εκπεμπόμενα δεδομένα.

- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

1.1.3 ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΤΟΠΙΚΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Τα ασύρματα προσωπικά δίκτυα παρέχουν εύκολη διασύνδεση ετερογενών, φορητών ψηφιακών συσκευών τοποθετημένων σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Αν και είναι δίκτυα υπολογιστών, δεν σχεδιάζονται για ενσωμάτωση σε μεγαλύτερα δίκτυα καθώς στοχεύουν σε καταναλωτικές φορητές συσκευές περιορισμένων πόρων (κινητά τηλέφωνα, συσκευές αναπαραγωγής πολυμέσων κλπ). Αντιθέτως, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα(WLAN) συνήθως αποτελούν δίκτυα κανονικών υπολογιστών (κατ' ελάχιστον PDA) με δυνατότητα ενσωμάτωσης σε ευρύτερα (ενσύρματα ή ασύρματα) WAN. Συγκριτικά με τα ενσύρματα τοπικά δίκτυα

παρέχουν ευελιξία, κινητικότητα και -υπό προϋποθέσεις- χαμηλότερο κόστος. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- Για ασύρματη επέκταση ενός προϋπάρχοντος ενσύρματου δικτύου, με έναν κύριο κόμβο να συνδέεται μέσω **Ethernet** με το **LAN** και να επικοινωνεί ασύρματα με άλλους σταθμούς.
- Για διασύνδεση LAN σε διαφορετικά κτίρια, συνήθως με συνδέσεις από σημείο σε σημείο μεταξύ γεφυρών ή δρομολογητών των επιμέρους LAN.
- Για παροδική ασύρματη ζεύξη μεταξύ LAN και κινητού τερματικού (νομαδική πρόσβαση).
- Για δικτύωση *ad hoc* / *αδόμητη* - ασύρματα δίκτυα ομότιμων κόμβων και αυθαίρετα μεταβαλλόμενης τοπολογίας τα οποία δεν απαιτούν καμία προϋπάρχουσα υποδομή και δημιουργούνται δυναμικά, με κόμβους να προστίθενται αυτομάτως στο δίκτυο όταν βρίσκονται εντός της εμβέλειάς του.

Τα WLAN λειτουργούν με ένα από τα τρία ακόλουθα φυσικά μέσα: υπέρυθρες ακτίνες, μικροκύματα με διασπορά φάσματος, μικροκύματα με στενή ζώνη.

1.1.4 IEEE 802.11

Το **IEEE 802.11** είναι μια οικογένεια προτύπων της IEEE για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) που είχαν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet, το συνηθέστερο πρωτόκολλο ενσύρματης δικτύωσης υπολογιστών) στην ασύρματη περιοχή. Τα πρότυπα 802.11 είναι ευρύτερα γνωστά ως «WiFi» επειδή η WiFi Alliance, ένας οργανισμός ανεξάρτητος της IEEE, παρέχει την πιστοποίηση για τα προϊόντα που υπακούν στις προδιαγραφές του 802.11. Αυτή η οικογένεια πρωτοκόλλων αποτελεί το καθιερωμένο πρότυπο της βιομηχανίας στο χώρο των ασύρματων τοπικών δικτύων.

1.1.5 WiFi

Ο όρος WiFi (Wireless Fidelity, κατά την ορολογία High Fidelity η οποία αφορά την εγγραφή ήχου) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11 b/g/n και εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4GHz. Ωστόσο το WiFi («ασύρματη πιστότητα» στα ελληνικά) έχει επικρατήσει και ως όρος αναφερόμενος συνολικά στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο Internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες, DVD Player και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές το 802.11 βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης,

όπως π.χ. στη μεταφορά φωτογραφιών από ψηφιακές κάμερες σε υπολογιστές για περαιτέρω επεξεργασία και εκτύπωση, αν και σε αυτόν τον τομέα έχει υποσκελιστεί από το πρωτόκολλο Bluetooth για τα πολύ μικρότερης εμβέλειας *ασύρματα προσωπικά δίκτυα*.



1.1.6 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Η πρώτη έκδοση του WiFi εισήχθη το 1997 και στο φυσικό επίπεδο περιελάμβανε δύο μεθόδους διασποράς φάσματος για τη μετάδοση στη ζώνη συχνοτήτων 2.4GHz, η εκπομπή στην οποία δεν απαιτεί άδεια. Η πρώτη μέθοδος λειτουργούσε με Frequency Hopping (FHSS) και υποστήριζε ρυθμό μετάδοσης 1 Mbps, ενώ η δεύτερη λειτουργούσε με Direct Sequence (DSSS) και υποστήριζε ρυθμό μετάδοσης 1-2 Mbps. Περιλαμβανόταν επίσης και μία υπέρυθρη εκδοχή (IR). Πριν από την εμφάνιση του 802.11 δεν υπήρχε κάποιο ευρέως αποδεκτό πρότυπο για ασύρματα τοπικά δίκτυα υπολογιστών, ούτε ανάλογες εμπορικές εφαρμογές, καθώς η τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης δεν ήταν ακόμα αρκετά ώριμη.

Το 1999 το 802.11b ώθησε την ταχύτητα στα 11 Mbps χρησιμοποιώντας DSSS. Οι ρυθμοί λειτουργίας 1-2 Mbps με DSSS ισχύουν ακόμα, έτσι ώστε οι συσκευές να μπορούν να πέσουν σε χαμηλότερες ταχύτητες για να διατηρήσουν μια σύνδεση όταν τα σήματα είναι αδύνατα. Με την έκδοση αυτή ο όρος WiFi άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως και οι ασύρματες κάρτες δικτύου 802.11 να εξαπλώνονται ταχέως.

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο μετάδοσης Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), δύο πρότυπα υψηλής ταχύτητας ακολούθησαν το 802.11b τα

οποία παρέχουν μέχρι 54 Mbps: το 802.11a εκπέμπει στη ζώνη συχνοτήτων των 5GHz αλλά δεν είναι συμβατό με τις ασύρματες κάρτες δικτύου οι οποίες υποστηρίζουν 802.11b, ενώ το 802.11g εκπέμπει στη ζώνη συχνοτήτων των 2.4GHz και είναι συμβατό με το 802.11b. Η επικοινωνία μεταξύ συσκευών εξοπλισμένων με κάρτες 802.11b και 802.11g γίνεται στην υψηλότερη δυνατή κοινή ταχύτητα, αυτήν του 802.11b.

Με τη διάδοση του WiFi κατά τις αρχές της δεκαετίας του 2000 εμφανίστηκε μία νέα μέθοδος πρόσβασης στο Internet: μία ψηφιακή συσκευή με κάρτα ασύρματης δικτύωσης WiFi, π.χ. ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ή ένα PDA, μπορεί να συνδεθεί στο Διαδίκτυο όταν βρίσκεται σε ακτίνα κάλυψης ασύρματου δικτύου ήδη συνδεδεμένου στο Internet, το οποίο ονομάζεται σημείο πρόσβασης (Access Point). Μία περιοχή που καλύπτεται από ένα ή περισσότερα σημεία πρόσβασης συνδεδεμένα μεταξύ τους λέγεται *hotspot*. Ένα hotspot μπορεί να καλύπτει έναν χώρο έκτασης δωματίου ή και πολλών τετραγωνικών μέτρων, με εναλλασσόμενα σημεία πρόσβασης.

Έτσι η τεχνολογία WiFi επιτρέπει τη σύνδεση μεταξύ δύο συσκευών μεταξύ τους, τη σύνδεση ενός προσωπικού υπολογιστή με ένα τοπικό δίκτυο και άλλους υπολογιστές και, στη συνέχεια, μέσω αυτών στο Internet. Ένας φορητός υπολογιστής μπορεί να συνδεθεί οπουδήποτε υπάρχει σημείο πρόσβασης (π.χ. σε πάρκα ή πλατείες μεγάλων πόλεων, καφετέριες, βιβλιοθήκες κλπ).

Τα πρωτόκολλα IEEE 802.11 τα οποία έχουν εμφανιστεί στην αγορά είναι τα παρακάτω:

Έκδοση	**Ημερομηνία**	**Ζώνη συχνοτήτων**	**Συνήθης ρυθμός μετάδοσης**	**Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης**	**Μέθοδοι μετάδοσης**	**Εμβέλεια εσωτερικών χώρων**	**Σχόλιο**
802.11	1997	2.4 GHz	0.9 Mbit/s	2 Mbit/s	IR / FHSS / DSSS	~20 m	Το κλασικό πρότυπο, τώρα σε αχρηστία
802.11b	1999	2.4 GHz	4.3 Mbit/s	11 Mbit/s	DSSS	~38 m	Το πλέον επιτυχές εμπορικά, καθιέρωσε αρχικά τον όρο WiFi
802.11a	1999	5 GHz	23 Mbit/s	54 Mbit/s	OFDM	~35 m	Άγνωστη εμπορική πορεία λόγω ασυμβατότητας με το 802.11b
802.11g	2003	2.4 GHz	19 Mbit/s	54 Mbit/s	OFDM	~38 m	Αντικαταστάτης του 802.11b με μεγάλη εμπορική επιτυχία

Εκτός αυτών των εκδόσεων έχουν προταθεί και κάποιες επεκτάσεις τους, οι οποίες όμως δεν έχουν υλοποιηθεί σε εμπορικά προϊόντα και έχουν περισσότερο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον. Οι σπουδαιότερες είναι:

- 802.11f ή **IAPP**, το οποίο επιτρέπει άμεση επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών AP ώστε να εξαλειφθεί η απώλεια πλαισίων κατά τη μεταγωγή. Ο σχετικός μηχανισμός ενεργοποιείται από ένα αίτημα επανασυσχέτισης.

- 802.11e ή **QoS** το οποίο προσπαθεί να διασφαλίσει ποιότητα υπηρεσιών για εφαρμογές πραγματικού χρόνου που εκτελούνται πάνω σε ένα WLAN ελαχιστοποιώντας ή μεγιστοποιώντας ένα από τα παρακάτω κριτήρια: μέση καθυστέρηση από άκρο σε άκρο, μέση μεταβολή της καθυστέρηση ή μέσο ποσοστό επιτυχούς παράδοσης πλαισίων. Αυτό το επιτυγχάνει βελτιώνοντας τους μηχανισμούς DCF και PCF με τους μηχανισμούς EDCF, ο οποίος αναθέτει προτεραιότητες στα πλαίσια δεδομένων ανάλογα με το πόσο χρονικά κρίσιμη είναι η παράδοση τους και με τα μεγαλύτερης προτεραιότητας πλαίσια να έχουν περισσότερες πιθανότητες να κερδίσουν στον ανταγωνισμό για την πρόσβαση στο κοινό μέσο, και HCF, ο οποίος περιορίζει το μέγιστο χρόνο δέσμευσης του καναλιού από ένα τερματικό, αντίστοιχα.

- 802.11n, το οποίο με χρήση πολλαπλών κεραιών (μέθοδος γνωστή ως **MIMO**, εκ του Multiple Inputs Multiple Outputs) αναμένεται να παρέχει ονομαστικό ρυθμό μετάδοσης τουλάχιστον 108 Mbps. Σε αντίθεση με τα δύο προηγούμενα πρόκειται να τυποποιηθεί σύντομα και να κυκλοφορήσουν εμπορικά προϊόντα βασισμένα σε αυτό. Μάλιστα κάρτες ασύρματης δικτύωσης συμβατές με το 802.11n έχουν ήδη βγει στην αγορά από ορισμένους προμηθευτές, χωρίς να έχει οριστικοποιηθεί ακόμα το επίσημο πρότυπο

1.2 ΚΕΡΑΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

1.2.1 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΚΕΡΑΙΑ YAGI(8 ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ)



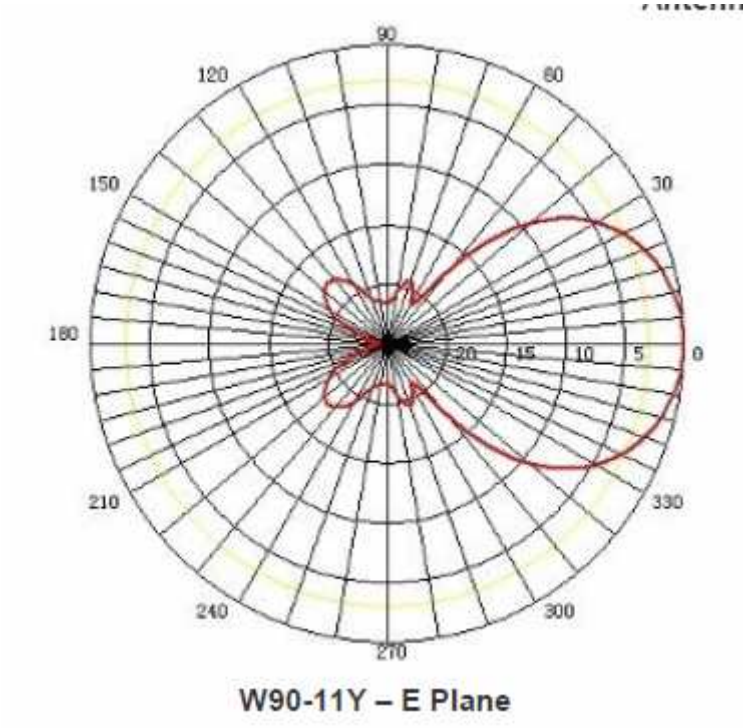
Αυτή η κεραία είναι τέλεια για ασύρματες συνδέσεις μεσαίων αποστάσεων .Ο δοκός των 8 στοιχείων , τα ατσάλινα στοιχεία και το πολύ μικρό φυσικό τους μέγεθος κάνει την κεραία μια πολύ καλή επιλογή για ασύρματα δίκτυα ή WiFi εφαρμογές. Παρά το πολύ μικρό της μέγεθος έχει μεγάλη απολαβή.

ΗΛΕΚΤΡΗΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΤΙΣΤΙΚΑ:

Εύρος συχνότητας	860-960MHz
VSWR	1:5:1
Σύνθετη αντίσταση	50Ω
Απολαβή	11dBi
Πόλωση	οριζόντια
Μέγιστη ισχύ εισόδου	100Watts
HPBW	50®
Front to Back Ratio	>15Db

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΤΙΣΤΙΚΑ:

Connector	N-type(female)
Dimension	0.9m
Weight	0.9kg
Θερμοκρασία λειτουργιάς	-40 to 70 deg C
Rated wind velocity	56m/s



1.2.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΟΛΥΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ 12dBi

Η 12dBi Εξωτερική Omni Directional Antenna καλύπτει μια μεγάλη περιοχή με συνέπεια τη συνεχή ασύρματη συνδεσιμότητα σε όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό το προϊόν είναι ιδανικό για μεγάλη περιοχή Wi-Fi hotspots και άλλες επιχειρηματικές εφαρμογές Συνδέετε αυτή την ευέλικτη εξωτερική κεραία σε οποιοδήποτε ασύρματο δίκτυο 802.11b / g συσκευή δικτύου με N-Type συνδετήρα. Μπορεί να αντέξει ανέμους μέχρι το134mph (215 χλμ.) και μπορεί να επιβιώσει πολλαπλών κεραυνούς.

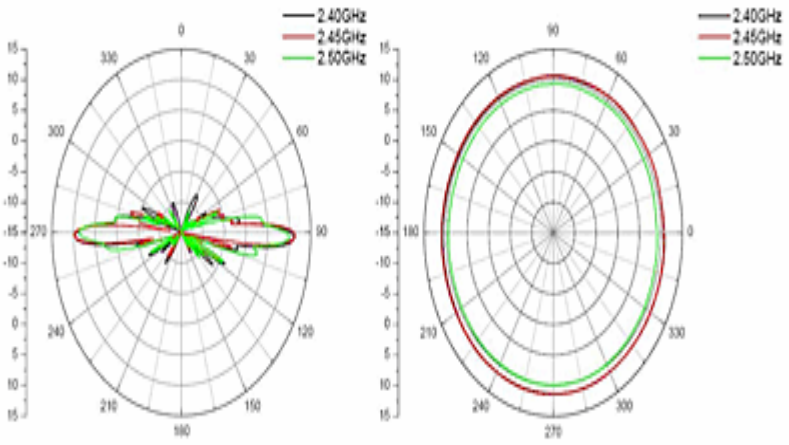


- Υψηλή απολαβή εξωτερικής κεραίας εκτείνει την ασύρματη κάλυψη σε μεγάλη έκταση
- Ανθεκτικό περίβλημα από αλουμίνιο είναι κατασκευασμένες για όλες τις καιρικές συνθήκες
- Συμβατό με 2.4GHz 802.11b / g ασύρματες συσκευές
- Βελτιώνει την ασύρματη κάλυψη, τη μετάδοση σημάτων και τη λήψη
- Χρησιμεύει ως ένα εσωτερικό ή εξωτερικό μετεγκατάσταση Omni Directional Antenn

Χαρακτηριστικά:

Εύρος Συχνοτήτων	2.4 ~ 2.5GHz
Κέρδος	12dBi
Απώλεια Επιστροφής	-10dB
VSWR	1,92 (max)
Πόλωση	Γραμμική Κάθετη
HPBW / Οριζόντια	360 °

HPBW / Κάθετη	7 °
Διαχείριση Ενέργειας	1 Watt
Αντίσταση	50Ω ονομαστική
Connector	N-Type
Διάσταση	142 x 3,8 εκατοστά (56 x 1,5 ίντσες)
Βάρος	840g (£ 1.85)
Θερμοκρασία	-30 °C ~ 80 °C (-22 °F ~ 185 °F)
Τοποθέτηση	Τοίχου ή Pole mount





1.2.3 ΚΑΘΕΤΗ ΠΟΛΥΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ

2,4 GHz 11,8 dBi

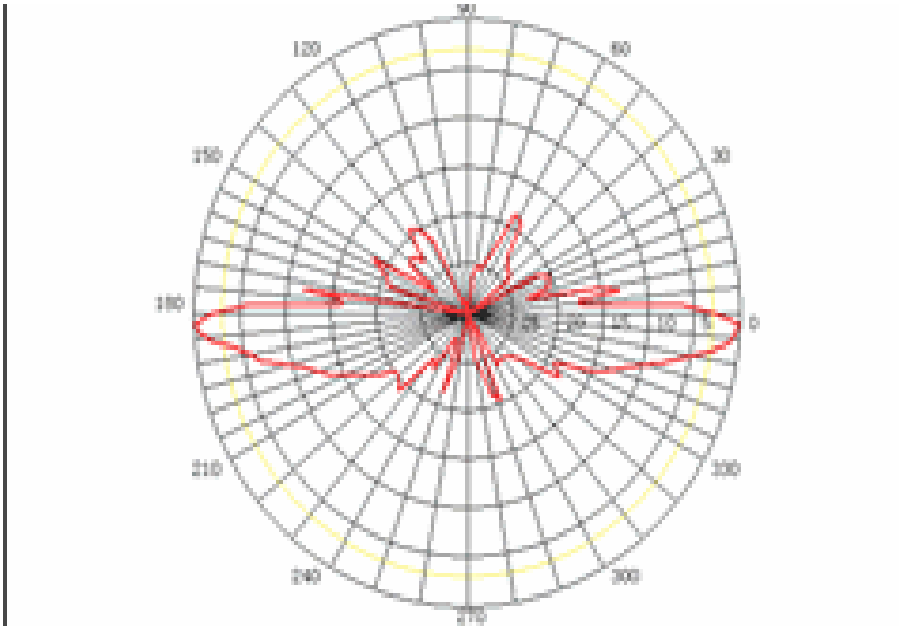
Αυτό η υψηλής απολαβής κάθετη 2,4 GHz κεραία μπορεί να λειτουργήσει ως το κεντρικό σημείο στο WiFi μας, WLAN ή σε εφαρμογή 802,11. Η 2,4 κεραία Omni έχει ένα επιβλητικό 11.8dB (12) του κέρδους. Αυτή είναι η πιο ισχυρή πολυκατευθυντικη κεραία .Είναι ιδανική αν θέλατε την κεραία αυτή ως το κεντρικό σημείο του συστήματός σας και να τροφοδοτεί τις άλλες κατευθύνσεις έξω από τα ασύρματα δίκτυα

σε αυτό της κεραίας. Το "RL2.4 Omni-11" είναι κατασκευασμένο από fiberglass στιβαρή κατασκευή και, εάν τοποθετηθεί σε ιστό σωστά μπορεί να αντέξει σε ακραίες ταχύτητες ανέμου πάνω από 130 MPH.



BRACKET UP CLOSE

Εύρος Συχνοτήτων	2400 - 2500 MHz
VSWR	<1,4 @ 100MHz bandwidth
Αντίσταση	50 Ω
Κέρδος	11,8 dBi
Πόλωση	Κατακόρυφη - 360 ° omni-directional
Electrical Downtilt	2°
Max. Ισχύς εισόδου	150 Watts
Τύπος υποδοχής	N-Female
Δομή	Fiberglass κατακόρυφο ιστό, με βάση το αλουμίνιο
Βάρος	976 γραμμάρια
Μέγιστη ταχύτητα ανέμου	130 + + μίλια/ώρα
Μήκος	0,9 μέτρα

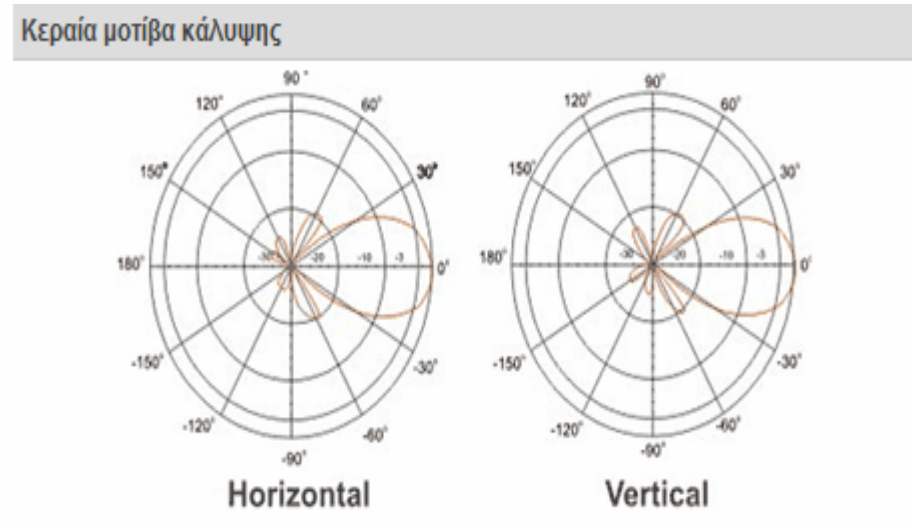


1.2.4 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΛΑΒΗΣ 14dBi



- Συμβατό 802.11b with2.4GHz / g ασύρματες συσκευές
- Στεγανή θήκη κατάλληλη για εσωτερικές και εξωτερικές εφαρμογές
- Ρυθμιζόμενο mount για βέλτιστη προσανατολισμού και τις επιδόσεις
- Ιδανικό για point-to-point συνδέσεις γέφυρα μεταξύ των κτιρίων / ζώνες
- Ενισχύει την εμβέλεια του ασύρματου και βελτιώνει τη μετάδοση σημάτων και υποδοχή
- Ενισχύει την τυπική ισχύ της κεραίας από το πενιχρό 2dBi σε μια αξιοσέβαστη 14dBi
- Εύκολο στην εγκατάσταση στον τοίχο με πόλο στήριξης

Hardware	
Περιοχή συχνοτήτων	2.4 ~ 2.5GHz
Antenna Gain	14dBi
VSWR	1.5:1 Μέγιστη
Πόλωση	Γραμμική, Κατακόρυφη
HPBW / Οριζόντια	30 °
HPBW / Κάθετη	30 °
Front to Back Λόγος	15dB
Διαχείριση Ενέργειας	50W (cw)
Αντίσταση	50 Ohms
Connector	N-Type Θηλυκό
Επιβίωση Ανέμων	216 χιλιόμετρα / ώρα (134miles/hr)
Αντικεραυνική προστασία	DC έδαφος
Ραδιοθόλος Υλικό	ABS
Διάσταση	225 x 228 x 30mm (8,9 x 9,0 x 1.2in.)
Βάρος	450γρ (15,9 ουγκιά)
Θερμοκρασία	-40oC ~ 80oC (-40oF ~ 176oF)

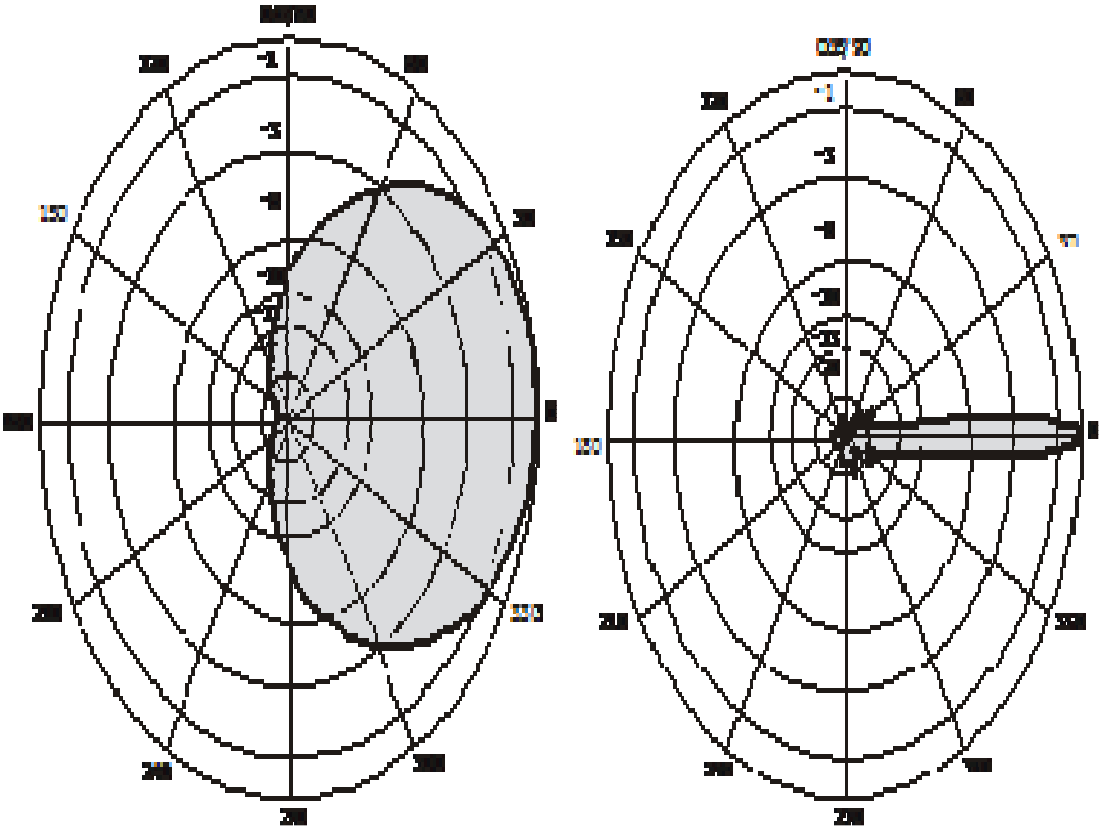


1.2.5 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ PANEl 2.4GHz

Η κεραία πάνελ είναι μια κεραία υψηλής απολαβής, κατευθυντική και ειδική για μεγάλη εμβέλεια σε εξωτερικό χώρο για 802,11 συνδέσεις. Δεδομένου ότι η RF είναι συγκεντρωμένη σε ένα στενό πεδίο, το αποτέλεσμα είναι ένα πολύ υψηλό κέρδος και τα εξαιρετικά χαρακτηριστικά του σήματος. Οι κεραίες πάνελ είναι κάπως μεγάλες και θα πρέπει να τοποθετούνται μακριά από εμπόδια. Είναι κατασκευασμένες από ακτινοβολία UV σφαιρικούς θόλους fiberglass για εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής σε πιο απαιτητικές συνθήκες. Οι κεραίες είναι κατασκευασμένες με ανθεκτική στη διάβρωση, μεταλλικά στοιχεία και μοναδικό αέρα διηλεκτρικό συστημάτων που είναι πιο σταθερή από τα συστήματα που βασίζονται σε PCB κεραία, επειδή δεν απορροφούν υγρασία, η οποία μπορεί να υποβαθμίσει τις επιδόσεις των PCB συστημάτων κεραιών. Οι τομείς που έρχονται με ένα γαλβανισμένο χάλυβα με βραχίονα από ανοξείδωτο ατσάλι.



Εύρος Συχνοτήτων	2400 - 2500 MHz
VSWR	≤1,5 @ 100MHz bandwidth
Αντίσταση	50 Ω
Κέρδος	15,5 dBi
Πόλωση	Κατακόρυφη
Front to Back	> 22dB
Max. Ισχύς εισόδου	200 Watt
Ground	Direct Ground
Τύπος υποδοχής	N-Female ή 7 / 16 DIN
Διαστάσεις HxWxD	38,2 "x 5,5" x 2,3 "(970 χιλιοστά x 140 χιλιοστά x 58 χιλιοστά)
Βάρος	5kg
Η μέγιστη ταχύτητα του ανέμου	130 mph (210 km / h)
Ραδιοθόλος Υλικό	Στιβαρή κατασκευή Fiberglas



1.2.6 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ 2,4GHz 6dBi

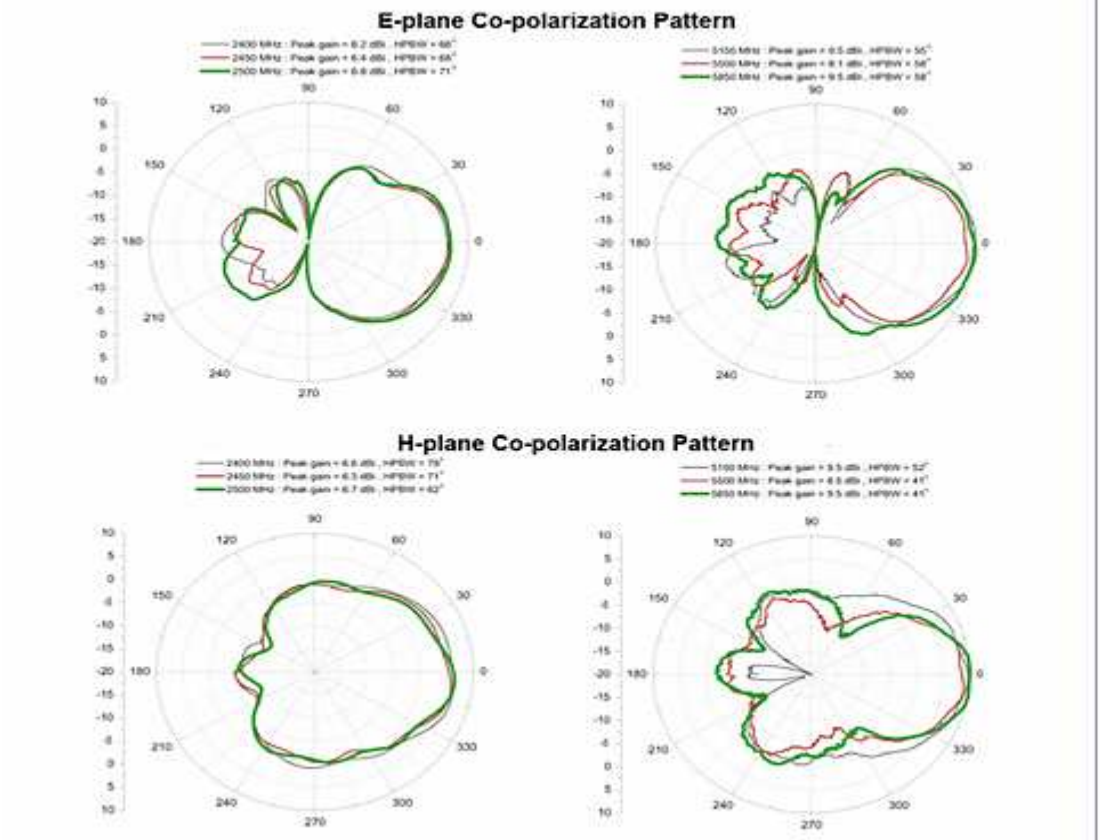


- Συμβατό με 2.4GHz 802.11b / g ή 5GHz 802.11a ασύρματες συσκευές
- Αποσπώμενη κεραία επιτρέπει υψηλή κεραία κέρδους να είναι προαιρετικά συνδεθεί με Wi-Fi συσκευή, την αποφυγή της απώλειας καλωδιακή / εξασθένησης
- Μαγνητική βάση επιτρέπει την εύκολη και βέλτιστη μετεγκατάστασης σε τοίχο ή σε οποιαδήποτε μεταλλική επιφάνεια

- Χρησιμεύει ως μια εσωτερική κατευθυντική κεραία μετεγκατάσταση
- Ενισχύει την ασύρματη κάλυψη και να βελτιωθεί η μετάδοση του σήματος και της λήψης
- Εύκολο στην εγκατάσταση τοίχων και οροφής

χαρακτηριστηκα	
Εύρος Συχνοτήτων	802.11a: 4.9 ~ 5.8GHz 802.11b / g: 2,4 ~ 2.5GHz
Κέρδος	802.11a: 8dBi 802.11b / g: 6dBi
VSWR	2.0:1
Πόλωση	Γραμμική, Κατακόρυφη
HPBW / Οριζόντια	802.11a: 50 ° 802.11b / g: 75 °
HPBW / Κάθετη	802.11a: 60 ° 802.11b / g: 70 °
Διαχείριση Ενέργειας	2W (cw)
Αντίσταση	50Ohms
Connector	Reverse SMA Θηλυκό
μήκος καλωδίου	100 εκατοστά (3.3ft.)
Διάσταση	Κεραία: 128x85x15 (5.04x3.35x0.59in) Βάση: 80x58x28mm (3.15x2.28x1.1in)
Βάρος	Κεραία: 51g (1,8 ουγκιές) Βάση: 82g (2,9 ουγκιές)
Θερμοκρασία	-10 °C ~ 55 °C (14 °F ~ 131 °F)
Υγρασία	95% στους 25 °C

Ακτινοβολία Patterns



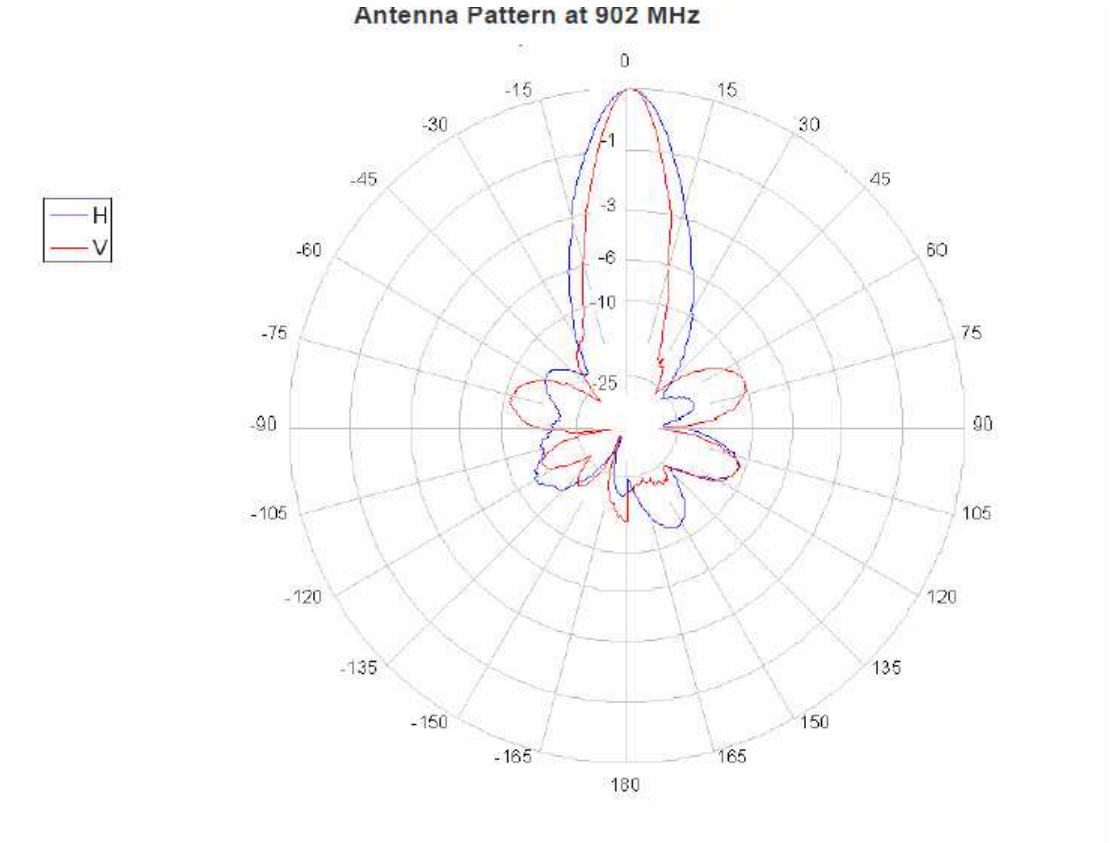
1.2.7 ΚΕΡΑΙΑ ΠΛΕΓΜΑ ΙΣΤΟΥ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΗ 900MHz 15Dbi



Το πλέγμα είναι μια σειρά από ισχυρές κατακόρυφα πολωμένες κεραίες . Είναι ιδανική για χρήση για WiFi , Wlan, ασύρματη μεταφορά δεδομένων και για οποιαδήποτε ασύρματη εφαρμογή με το 802.11.Ολές οι κεραίες της σχάρας είναι φτιαγμένοι από υψηλής-ποιότητας αλουμίνιο. Τα υλικά της κατασκευής του είναι πολύ δυνατά και η κεραία θα διατηρείται σταθερή ανεξάρτητος από τις καιρικές συνθήκες.

Εύρος συχνοτήτων	900-928MHz

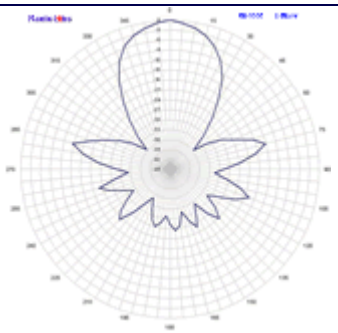
VSWR	1.5:1
Σύνθετη αντίσταση	50Ω
Απολαβή	15 dBi
Πόλωση	Κατακόρυφη ή οριζόντια
Half power beamwidth	HPOL 31® - VPOL 22®
Front to back ratio	>10dB
Μεγίστη ισχύ εισόδου	100 watts
Connector type	N-Female
Μεγίστη αντοχή στον αέρα	130MPH(210km/h)
Input return loss	-14dB
Διαστάσεις(WxL)	42 x 24 inch (107 x 61cm)
Βάρος	2kgs
Θερμοκρασία λειτουργίας	-40 to+70®C

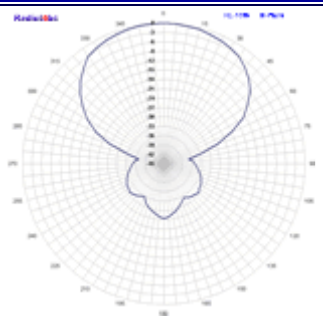


1.2.8 ΚΕΡΑΙΑ ΤΟΙΧΟΥ



Υψηλής απολαβής και υψηλής ικανότητας διακίνησης ενέργειας είναι αυτό που κάνει το RL1000 τόσο μοναδικό. Αυτή η κεραία παράγει πολύ υψηλή απολαβή και σε ένα εξαιρετικά στενό διάγραμμα ακτινοβολίας για αυτό είναι μικρού μεγέθους.. Αυτή είναι η ιδανική κεραία για τοποθέτηση κάτω από τις μαρκίζες σε ένα σπίτι ή διάφορες επιχειρήσεις. Η Ραδιοθόλος είναι κατασκευασμένη από πλαστικό ABS για να το προστατεύσει από τις καιρικές συνθήκες. Ανθεκτική σε άνεμους των 240kmH +. Αυτή είναι η ιδανική κεραία για να επεκτείνει το φάσμα του WiFi σας. Είναι τόσο μικρό είναι σχεδόν αόρατο σε οποιαδήποτε τοποθέτηση .

Μοντέλο #	**«RL1000"**
Εύρος Συχνοτήτων	2400 - 2500 MHz
VSWR	≤1,4
Αντίσταση	50 Ω
Κέρδος	12 dBi
Πόλωση	Κατακόρυφο
E-Plane	

H-Plane	
Μηχανική Downtilt	-15° ~ 15°
Τρίτες IM	≤ -107dBm
Max. Ισχύς εισόδου	500 Watt
Εδάφους	Απευθείας από το έδαφος (δεν απαιτείται αλλά συνιστάται)
Τύπος υποδοχής	N-Female
Θερμοκρασία λειτουργίας. / Υγρασία	-40C ~ +55 C / 20 ~ 95% υγρασία

1.2.9 ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ

Η παραβολική κεραία είναι κατασκευασμένη από ένα πιάτο, κράμα αλουμινίου με φινίρισμα βαφής σκόνης για την άριστη μηχανικά, ηλεκτρικά και τις περιβαλλοντικές επιδόσεις. Το παραβολικό κάτοπτρο είναι κατασκευασμένο με ειδική τεχνολογία μορφοποίησης σε ένα στάδιο το οποίο επιτυγχάνει εξαιρετική συνοχή και τη μακροπρόθεσμη σταθερότητα. Έρχονται πλήρης, με καθολική γαλβανισμένο χάλυβα, καλυμμένο με σκόνη χρώματος τοποθετώντας σύστημα για την pole mount εφαρμογές. Λόγω της υπέροχη ηλεκτρική απόδοση της και μηχανική σταθερότητα, την παραβολική κεραία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια ευρεία ποικιλία των υψηλών επιδόσεων 4.9 / 5 για ασύρματες εφαρμογές.





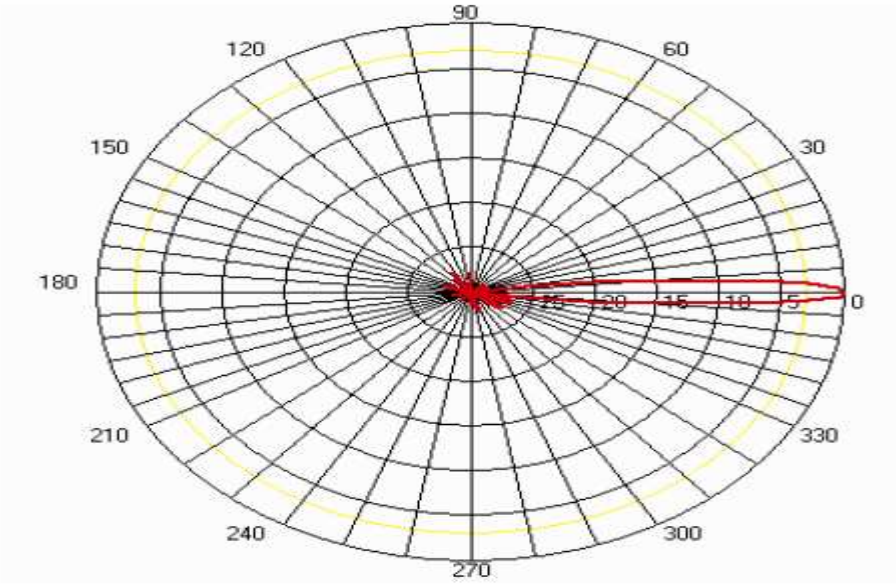
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Απολαβή	29dBi
Συχνότητα	4.9-5.9 GHz
VSWR	1:5:1
Front/back ratio	-32dB
Μέγιστη ισχύς εισόδου	100Watts
Beamwidth	6deg
Cross pole	-32dB
Side lobes	-32dB
Αντίσταση	50ohms
Connector	N-Type(female)
Πόλωση	Horizontal or Vertical

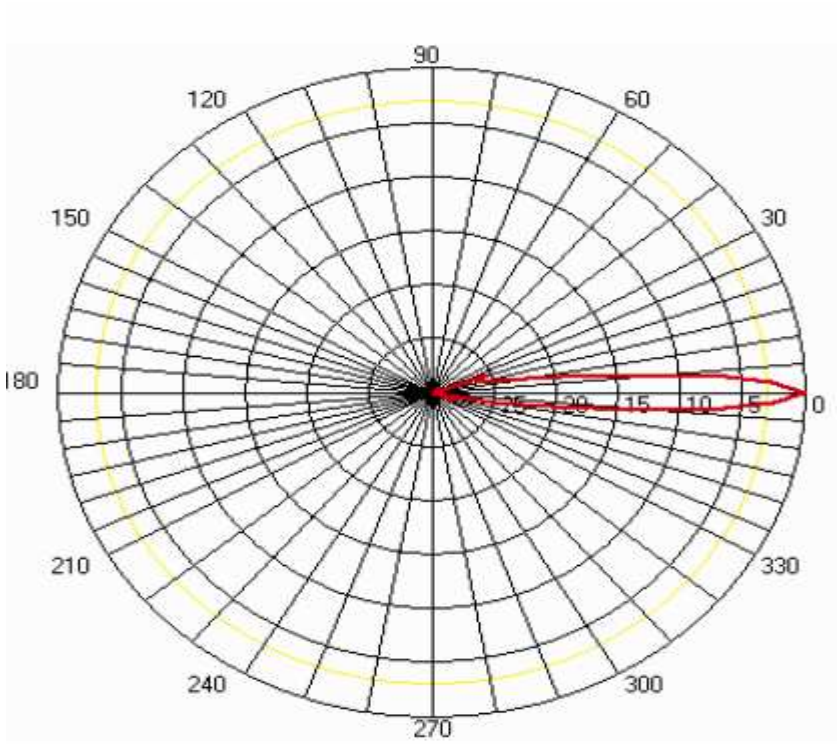
ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

Dimension	648(mm)
Mechanical downtilt	30deg
Wind loading	125mph,177lb
Weight	5kg
Pole diameter	50mm
Operation temperature	-40 to 70deg C





W5G-32D EPlane – Vertical/Elevation



W5G-32D HPlane – Horizontal/Azimuth

1.2.10 ΠΟΛΥΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ ΟΡΟΦΗΣ WIRELESS 2,4-6GHz 4dBi



- Εσωτερική κεραία οροφής ασύρματου δικτύου WiFi,Dual-Band,2.0-6.0GHz,Omni-directional,4 dBi

- ✓ Προσφέρει ομοιόμορφη κάλυψη σε αίθουσες συνεδριάσεων, γραφεία και χώρους
- ✓ Για εσωτερική χρήση με ασύρματα access points και routers
- ✓ Για χρήση με N-type και RP-SMA καλώδια κεραιών
- ✓ Αυξάνει το εύρος του δικτύου μέχρι και 300m/980ft.
- ✓ 4dBi gain στα 2.45GHz
- ✓ 360® οριζόντια και 55® καθέτα
- ✓ RP-SMA θηλυκά βύσματα
- ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής

Γενικά χαρακτηριστικά:

- o Συμβατό με IEEE 802.11b/g/n ασύρματα προϊόντα [2.4 GHz Band]
- o Συμβατό με IEEE 802.11a ασύρματα προϊόντα [5 GHz Band]

Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά:

- o Εύρος συχνότητας:2.0-6.0GHz
- o Gain:4.0dBi +/- 0.5dBi@2.45GHz
- o VSWR:1.92:1maximum
- o Polarization :Linear, vertical
- o HPBW/οριζόντια:360®
- o HPBW/κάθετα:55.0®
- o Power handling:1W
- o Αντίσταση:50Ohms
- o Βύσματα:RP-SMA plug

Περιβαλλοντολογικά και μηχανικά χαρακτηριστικά:

- o Υλικό:ABS
- o Θερμοκρασία λειτουργίας :-10 -60®C(14-140®F)
- o Θερμοκρασία αποθήκευσης: -10 -70®C(14-158®F)
- o Υγρασία:95% RH
- o Βάρος:580 g(1.3lbs.)
- o Διαστάσεις:185(L) *175(W)*46(H)mm(7.3*6.8*1.8 in.)



1.2.11 ΠΟΛΥΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ

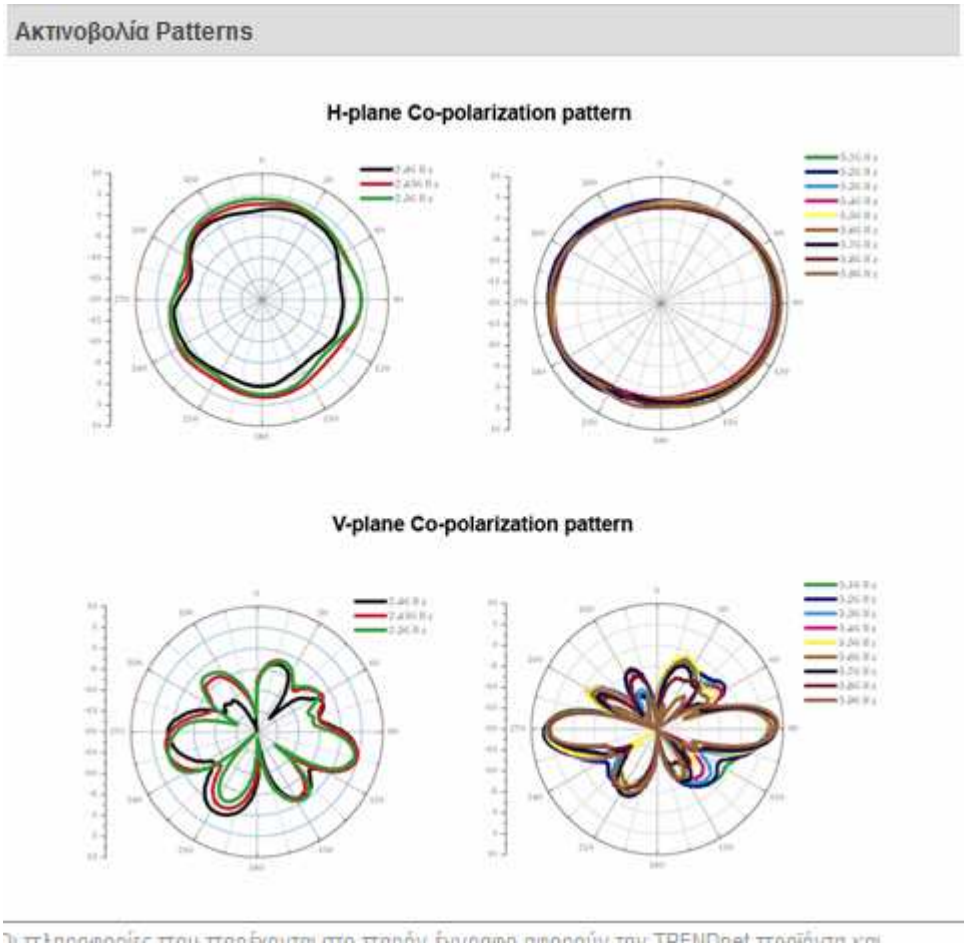


- Συμβατό με 2.4GHz 802.11b / g ή 5GHz 802.11a ασύρματες συσκευές
- Αποσπώμενη κεραία επιτρέπει υψηλή κεραία κέρδους να είναι προαιρετικά συνδεθεί με Wi-Fi συσκευή αποφυγή της απώλειας καλωδιακή / εξασθένηση
- Μαγνητική βάση επιτρέπει την εύκολη και βέλτιστη μετεγκατάστασης σε τοίχο ή σε οποιαδήποτε μεταλλική επιφάνεια.
- Ενισχύει την ασύρματη κάλυψη και να βελτιωθεί η μετάδοση του σήματος και της λήψης.
- Εύκολο στην εγκατάσταση τοίχων και οροφής.

Χαρακτηριστηκα:

	802.11a: 4,9 ~ 5.875GHz

Περιοχή συχνοτήτων	802.11b / g: 2,4 ~ 2.5GHz
Κέρδος	802.11a: 7dBi 802.11b / g: 5dBi
VSWR	2.0:1
Πόλωση	Γραμμική, κάθετη
HPBW / Οριζόντια	360 °
HPBW / Κάθετη	802.11a: 25 ° 802.11b / g: 35 °
Διαχείριση ισχύος	2W (cw)
Αντίσταση	50 Ohms
Connector	Reverse SMA Θηλυκό
Μήκος καλωδίου	100 εκατοστά (3.3ft.)
Θερμοκρασία	-10 °C ~ 55 °C (14 °F ~ 131 °F)
Υγρασία	-10 °C ~ 55 °C (14 °F ~ 131 °F)
Βάρος	Κεραία: 40g (1,4 ουγκιές) Βάση: 82g (2,9 ουγκιές)
Διάσταση	Κεραία: 217x28x14mm (8,5 x 1,1 x 0.55in). Βάση: 80x58x 28 χιλιοστά (3,15 x 2,28 x1.1in.)



1.2.12 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΚΙΝΗΤΗ ΚΕΡΑΙΑ(ΜΕ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΣΚΕΛΕΤΟ)



Η κεραία έχει μόλις 12 ίντσες μήκος με ηλεκτρική απόδοση 2,4GHz.Ο ισχυρός μαγνητικός σκελετός της βάσης είναι ικανός να διατηρεί την μικρή αυτή κεραία σταθερή από την πίεση του αέρα.

Τρόπους συνδέσεις της κεραίας:

- RPSMA

- MC-CARD
- MMCX
- RP-TNC
- N-Female

Χαρακτηριστικά:

Εύρος συχνότητας	2400-2500MHz
VSWR	≤1.5@100MHz BW
Σύνθετη αντίσταση	50Ω
Απολαβή	7.8dBi
Πόλωση	Κατακόρυφη
Μέγιστη ισχύ εισόδου	50Watts

Εικόνα άλλης κινητής κεραίας:



1.2.13 ΚΕΡΑΙΑ ΓΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΣΥΣΤΙΜΑ WiFi



Αυτή η κεραία δίνει λύσεις στις θαλάσσιες επικοινωνίες

Χαρακτηριστικά:

- AGC που ελαχιστοποιεί την παραμόρφωση σήματος προς όλα τα προσπελάσιμα σημεία
- Υψηλή στάθμη ισχύος εκπομπής 400Mw(26dBm)
- Τροφοδοσία 5 volt από μια θύρα USB
- Κατασκευή αλουμινίου

Bus type	USB version 2.0
Wireless standard	802.11b , 80211-super G
Συχνότητα λειτουργιάς	2400-2448MHz
Ρυθμός μετάδοσης	802.11g- 54Mbps to 11Mbps 802.11b- 11Mbps to 1Mbps
Modulation	DSSS
Operating power	5v (USB only)
Average current	355mA
Peak current	500mA
Antenna	Αδιάβροχη πολυκατευθυντική
HPBW/οριζόντιο	35®
HPBW/κάθετο	360®
Θερμοκρασία λειτουργίας	-20®to45®
Θερμοκρασία αποθήκευσης	-30® to70®
Διαστάσεις	22’’*3/4’’*2
Πιστοποιήσεις	FCC,CE



Easily mount to a standard marine mount.

1.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΕΡΑΙΑΣ

Την κεραία που θα διαλέξουμε από την λίστα που έχουμε φτιάξει θέλουμε να πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- ✓ Κατευθυντικότιτα
- ✓ Μικρό οπίσθιο λοβό
- ✓ Υψηλή απολαβή
- ✓ Και σχετικά εύκολη στην κατασκευή της

Έτσι βάση τα παραπάνω η κεραία που επιλέξαμε είναι η yagi.

Κεφάλαιο 2^0

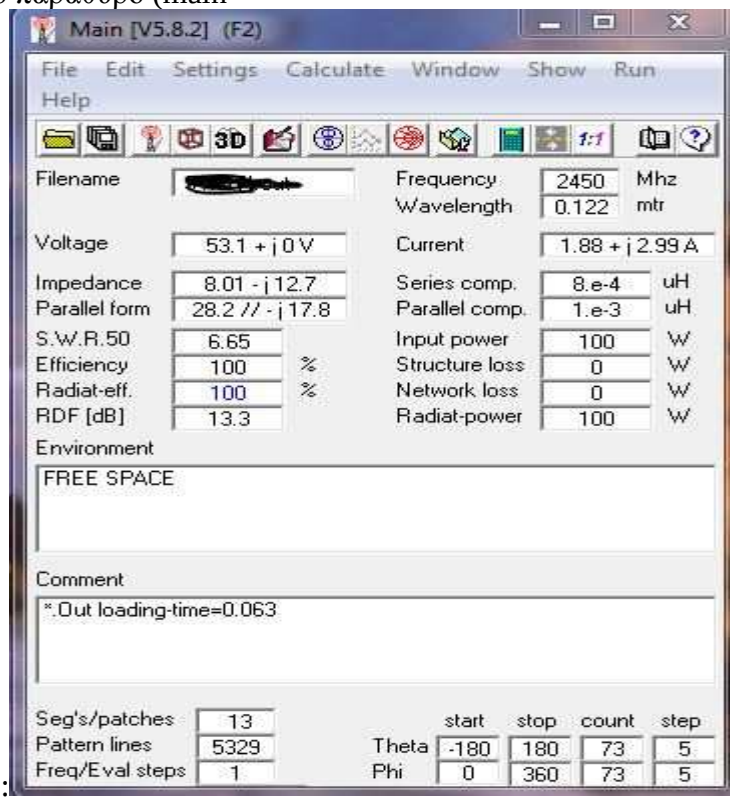
2.1 Επιλογή προγράμματος προσομοίωσης

Σκοπός του προγράμματος που θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε ήταν τα εξής στοιχεία:

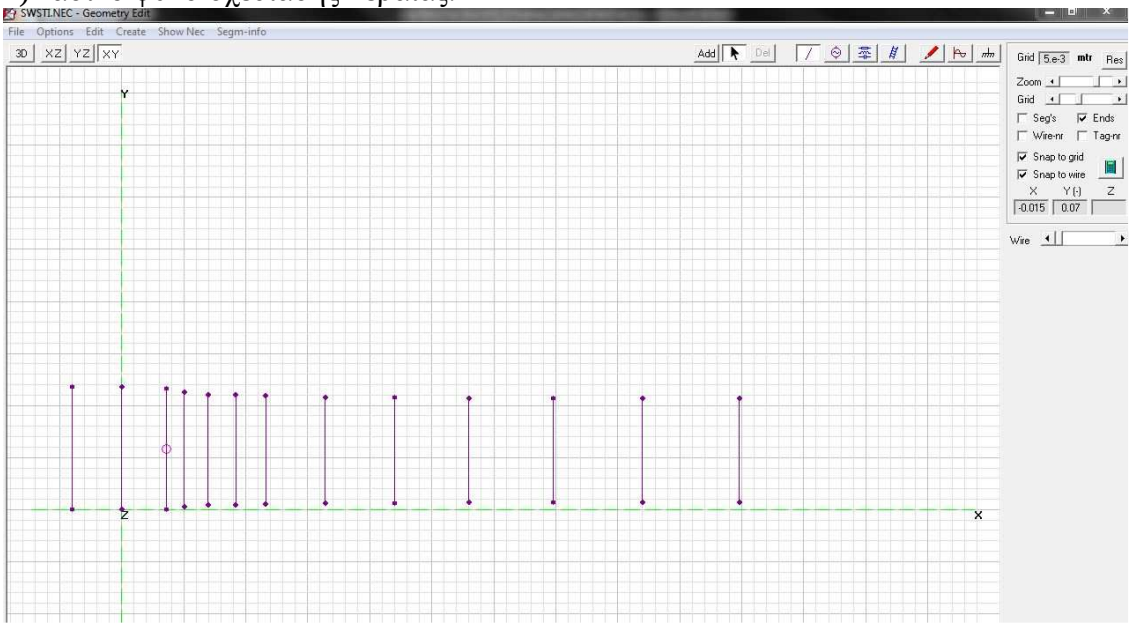
- Εύκολος χειρισμός
- Δυνατότητα σχεδιασμού οποιασδήποτε κεραίας θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε
- Δυνατότητα μεταγενέστερης επεξεργασίας είδη υπάρχουσας κεραίας
- Καθορισμός κλίμακας αποστάσεων στο φύλο επεξεργασίας και δυνατότητα επιλογής γεωμετρικών αξόνων
- Δυνατότητα εισαγωγής συχνότητας, τάσης και γείωσης στα στοιχεία της κεραίας
- Δυνατότητα εμφάνισης διαγράμματος ακτινοβολίας της κεραίας και κανονικοποίησης αυτού
- Και τέλος δυνατότητα εμφάνισης γεωμετρίας της κεραίας σε 3D μορφή.

Μετά από αναζήτηση στο διαδίκτυο καταλήξαμε στο πρόγραμμα " 4nec2" που πληρεί όλες τις παραπάνω προαπαιτήσεις που είχαμε καθώς και ένα πλήθος εφαρμογών ,που εμάς σε αυτή την σχεδίαση δεν μας χρειάζονταν. Στις παρακάτω φωτογραφίες διακρίνουμε τα 3 βασικά παράθυρα επεξεργασίας του προγράμματος 4nec2:

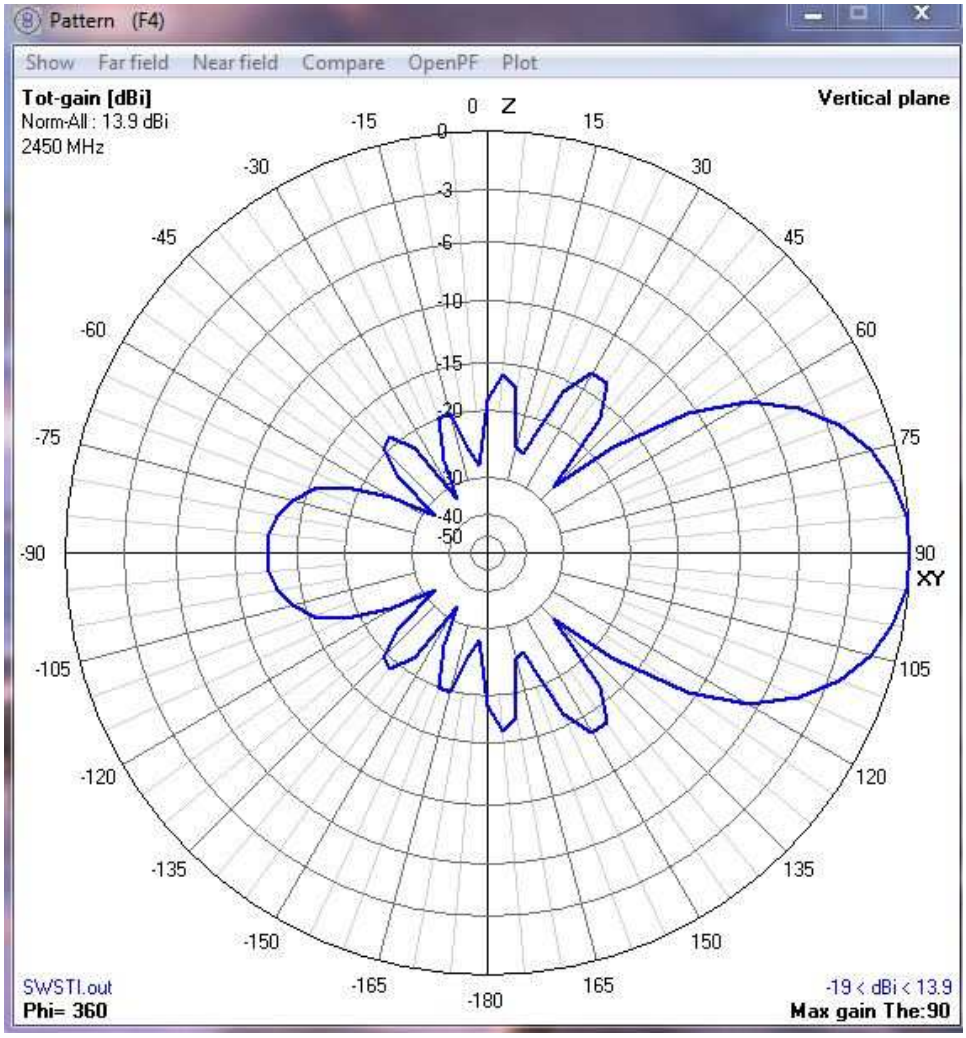
1)Αρχικό παράθυρο (main window):



2)Βασικό φύλο σχεδίασης κεραίας:



3)Παράθυρο εμφάνισης διαγράμματος ακτινοβολίας:

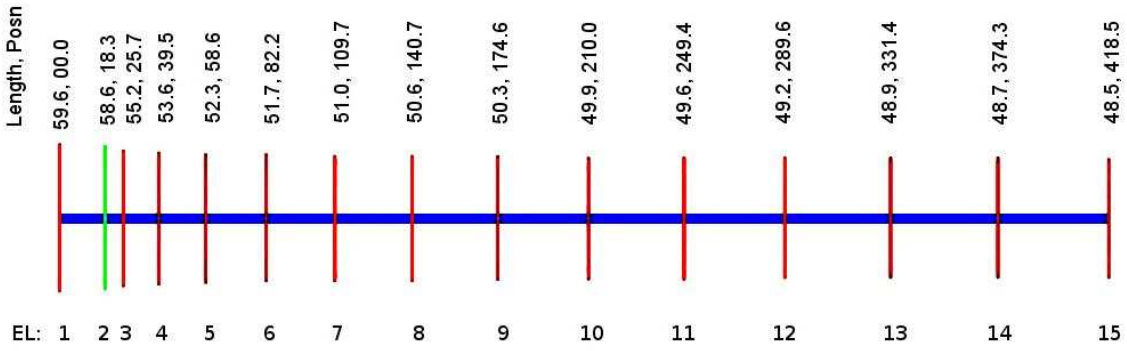


2.2 Βήματα σχεδιασμού στο ”4nec2”

1. Ανοίγουμε το πρόγραμμα 4nec2
2. Εισάγουμε το όνομα του αρχείου
3. Πατάμε στο εικονίδιο edit NEC input-file για να μεταφερθούμε στο φύλο σχεδιασμού της κεραίας
4. Αφού έχουμε μεταφερθεί στο παράθυρο σχεδιασμού επιλέγουμε τους άξονες που θα δουλέψουμε, αυτοί είναι οι x-axis και y-axis
5. Επιλέγουμε την συχνότητα που θέλουμε
6. Το επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός των στοιχείων ,σε αυτόν θα αναφερθώ εκτενέστερα σε παρακάτω παράγραφο
7. Αφού έχουμε τελειώσει την σχεδίαση των στοιχείων της κεραίας εισάγουμε την τάση και την γείωση
8. Τέλος πατάμε στο run NEC εικονίδιο για να τρέξουμε την κεραία και να δούμε το διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας και επιλεγούμε το far field pattern.

2.3 Επιλογή και σχεδίαση κεραιών 70cm.

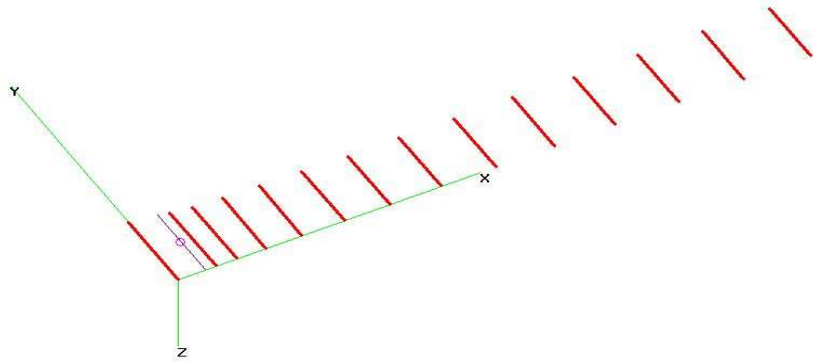
Η κεραία που σχεδιάσαμε πρώτα είναι κατευθυντική τύπου yagi , 70 εκατοστά μήκους, συχνότητας 2450Mhz και 20 στοιχείων. Για να καταλήξουμε σε αυτή την κεραία όμως είχαν προηγηθεί τα εξής:
Αναζητήσαμε στο διαδίκτυο μια κεραία κοντά στα δικά μας κριτήρια που θα την παίρναμε σαν αναφορά και πάνω σε αυτήν θα πειραματιζόμασταν έτσι ώστε να φτάσουμε στο τελικό στάδιο, της δηλαδή της κατασκευής των $4^{ων}$ κεραιών. Τα κριτήρια αυτά ήταν να είναι κατευθυντική, όχι πολύ μεγάλου μήκους και περίπου 12-20 στοιχείων τύπου yagi high gain frequency.
Η κεραία που χρησιμοποιήσαμε σαν αναφορά είναι από το πρόγραμμα σχεδίασης Yagi Antenna Modeler και είναι η K1FO 70cm 15 στοιχείων.
Αυτήν την κεραία την τρέξαμε πρώτα στο πρόγραμμα Yagi Antenna Modeler που την είχε έτοιμη σαν βιβλιοθήκη. Στην από κάτω φωτογραφία παρουσιάζουμε την κεραία μαζί με τις αποστάσεις των στοιχείων:



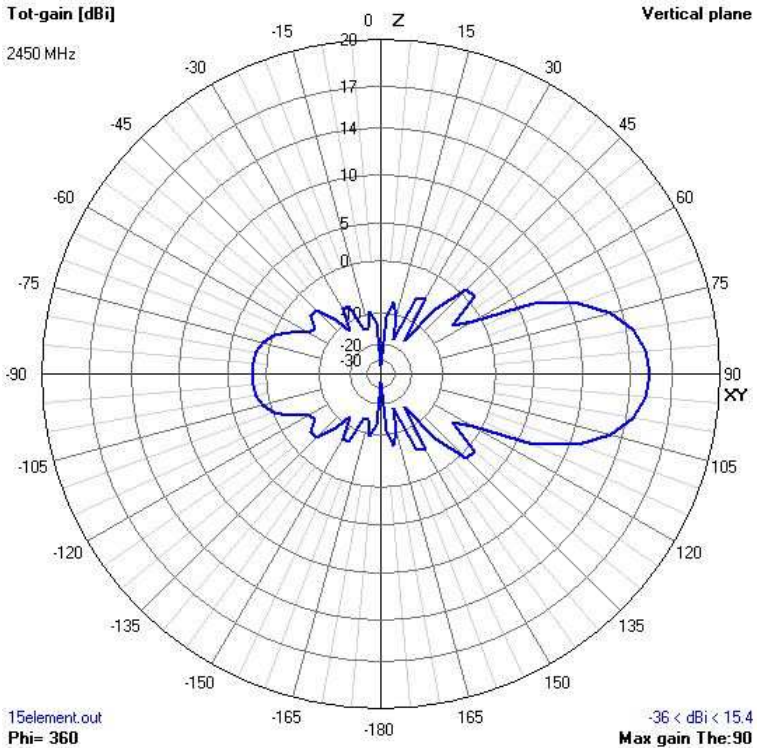
AB9IL 15 element yagi antenna for 802.11(B/G/N) networks, based on classic K1FO model.
Center frequency = 2450 MHz. Element lengths and positions are in millimeters.

Ύστερα σχεδιάσαμε την κεραία στο πρόγραμμα 4nec2. Στο παρακάτω σχήμα είναι η κεραία σε 3D μορφή με τις διαστάσεις του παραπάνω πίνακα

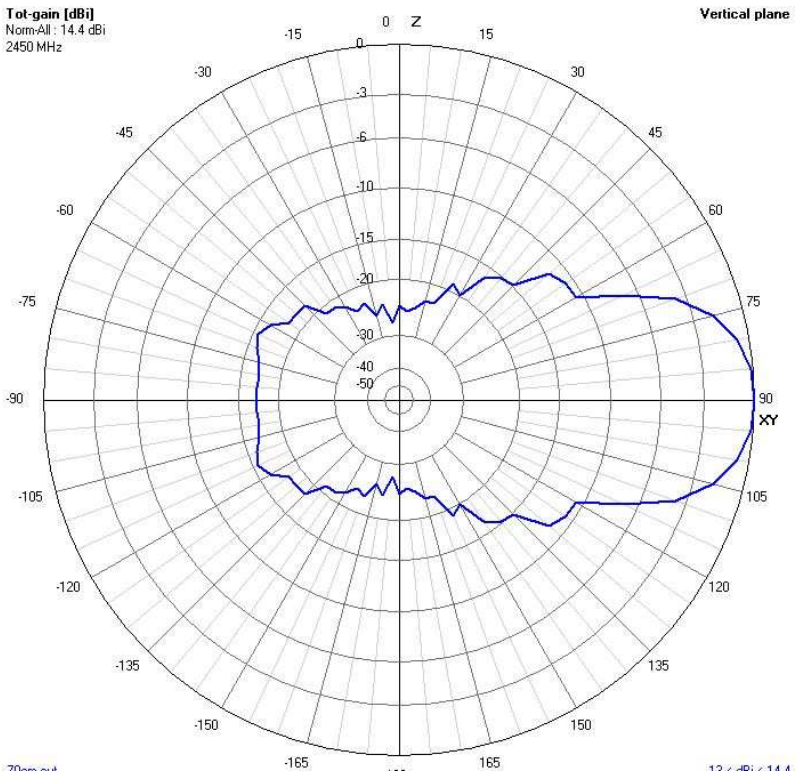
:



Και ακριβώς από κάτω είναι το διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας:



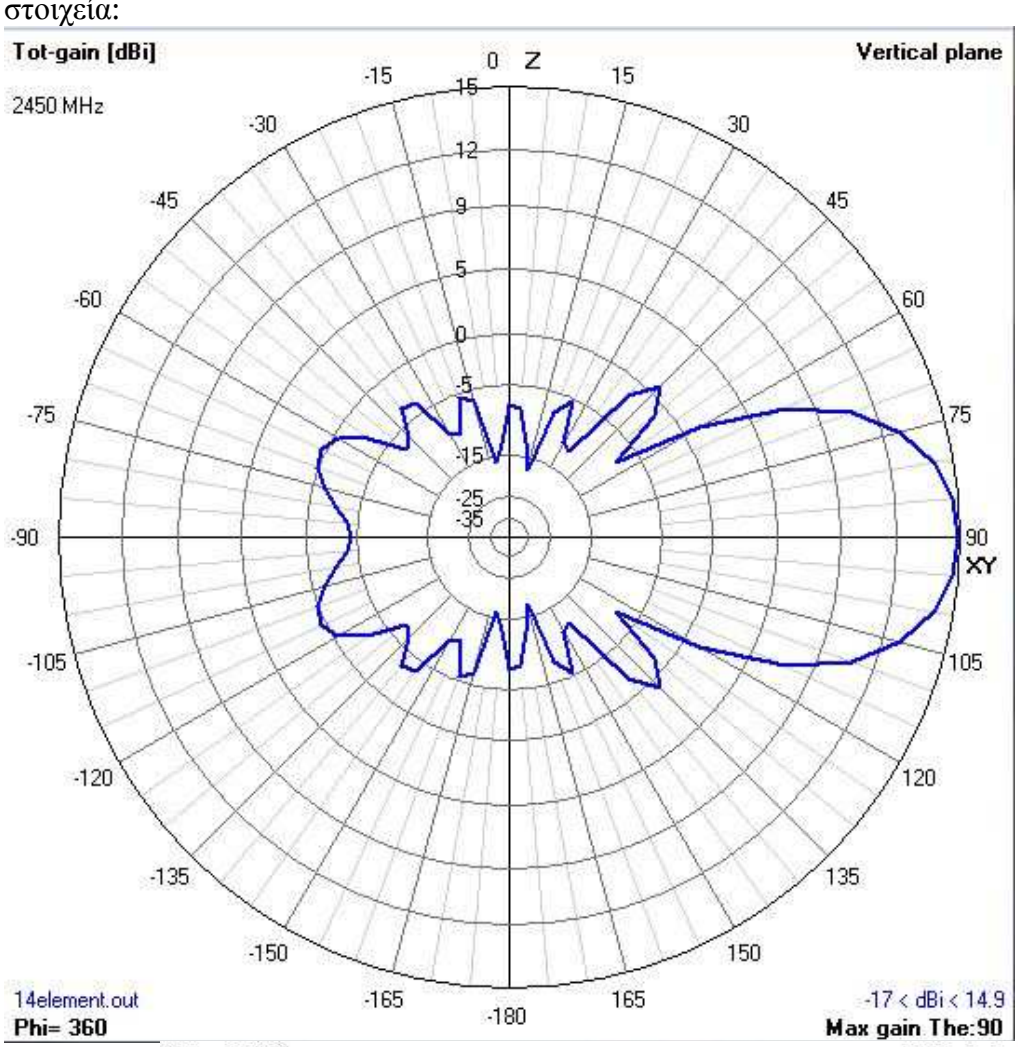
Το επόμενο βήμα ήταν να αρχίσουμε να προσθέτουμε στοιχεία και να παρατηρούμε το διάγραμμα ακτινοβολίας και την συμπεριφορά των λοβών. Καταλήξαμε στον αριθμό των 20 στοιχείων .
Το τελικό θεωρητικό διάγραμμα της κεραίας αυτής είναι:

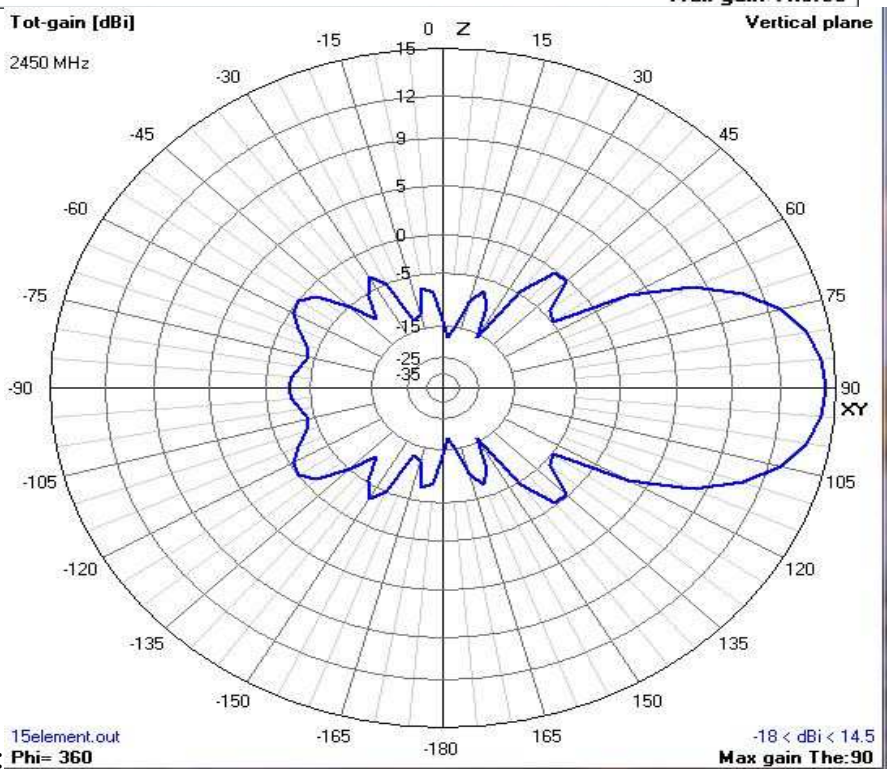


2.4 Επιλογή και σχεδίαση κεραιών 27cm.

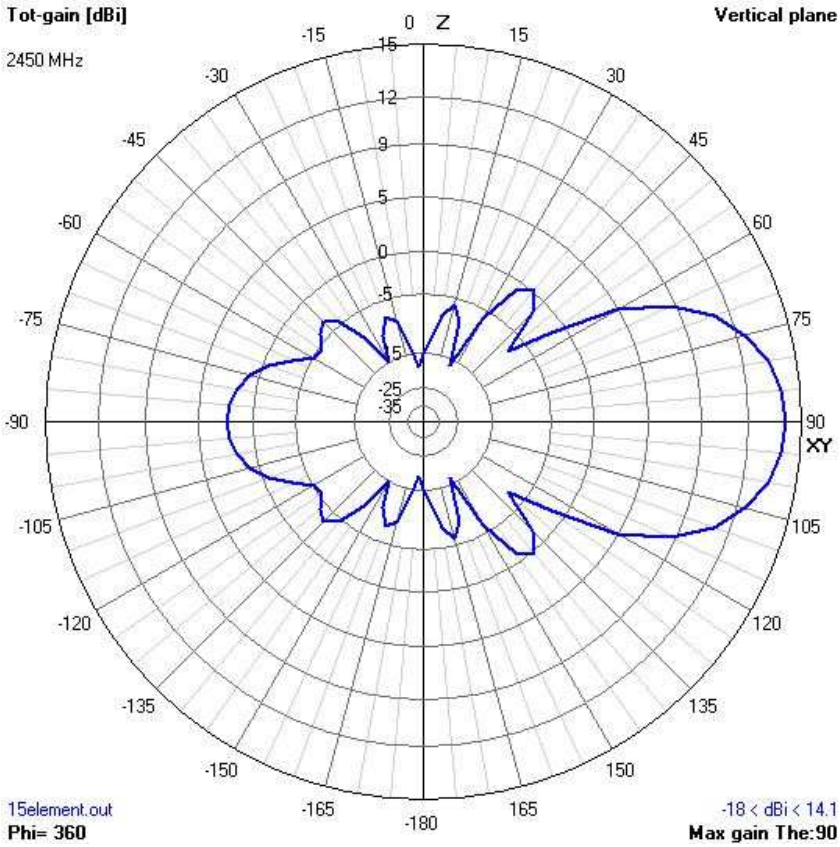
Έχοντας ως κεραία αναφοράς πάλι την K1FO 70cm 15 στοιχείων, θέλαμε να κατασκευάσουμε μια πιο μικρή κεραία της τάξης των 25-30 cm με αριθμό στοιχείων περίπου 12-15. Έτσι λοιπόν αρχίσαμε να μειώνουμε τις αποστάσεις των στοιχείων και τον αριθμό αυτών. Παράλληλα παρατηρούσαμε την συμπεριφορά του διαγράμματος ακτινοβολίας.
Παρακάτω λοιπόν παρουσιάζεται η διαδικασία αυτή. Ξεκινάμε πρώτα και αφαιρούμε το τελευταίο στοιχείο (15^o) και φτάνουμε τελικά η κεραία να έχει 6 στοιχεία:

14
στοιχεία:

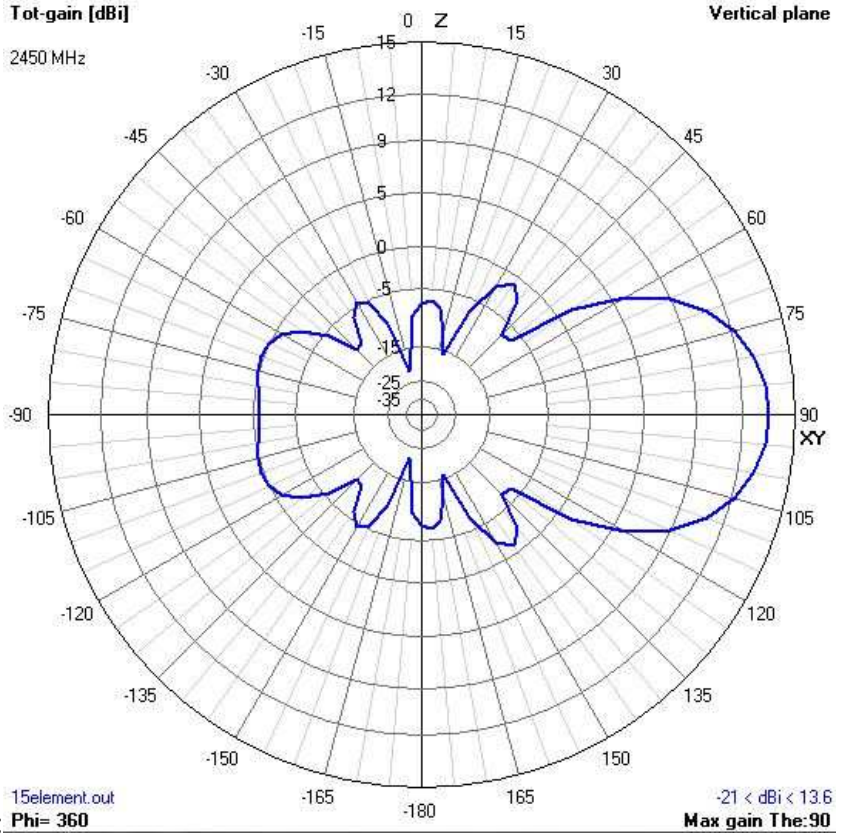




13 στοιχεία:

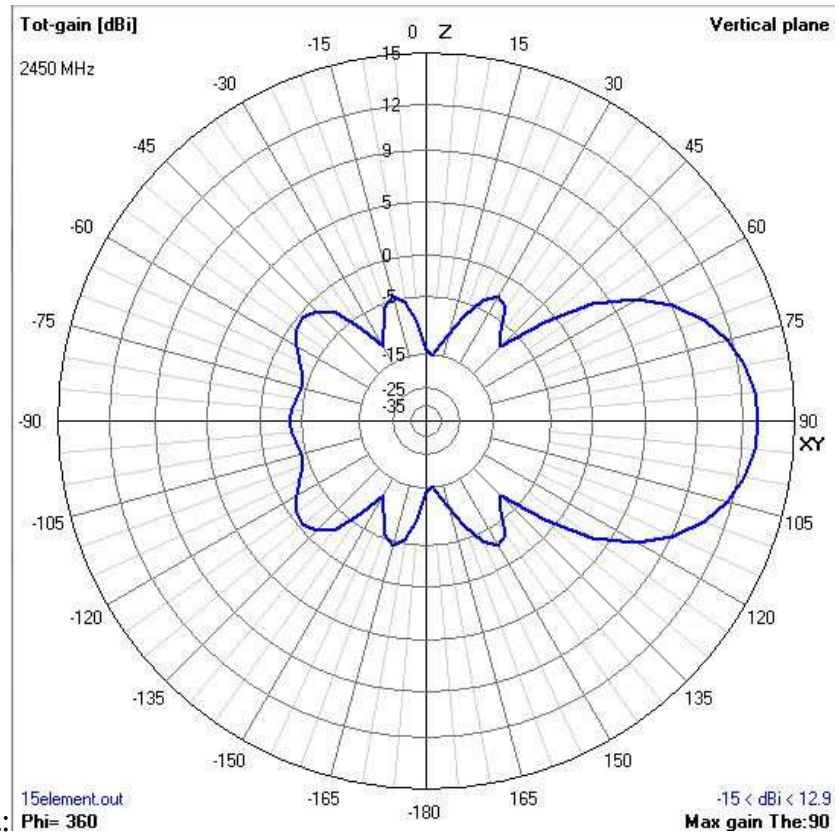


12 στοιχεία:

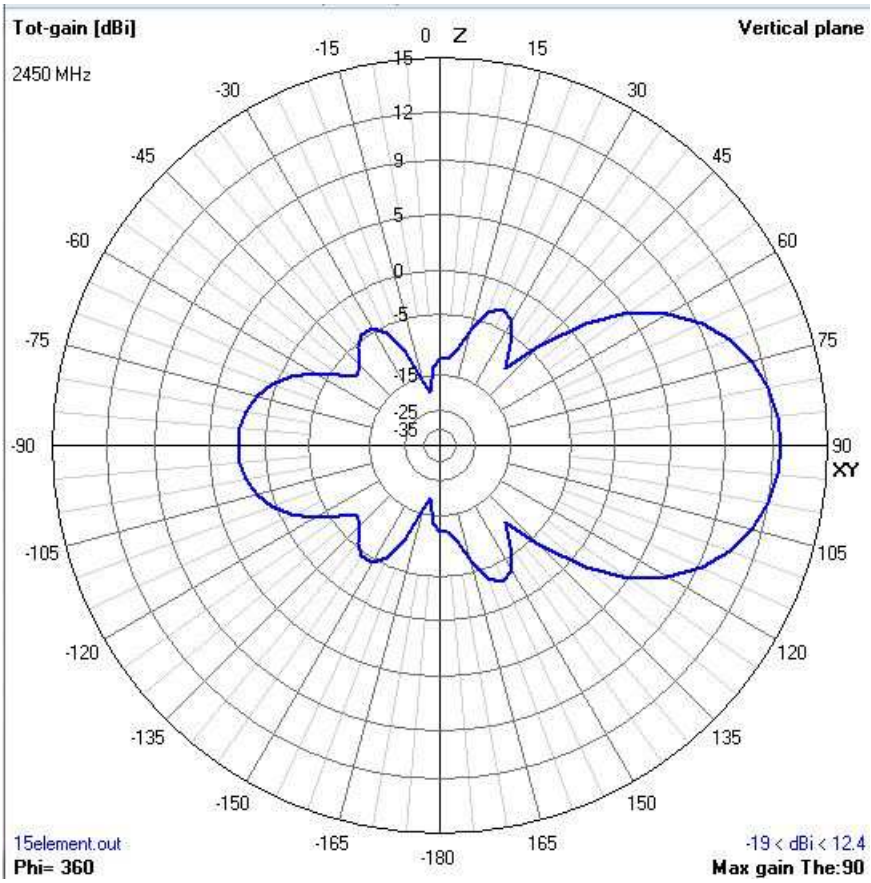


11 στοιχεία:

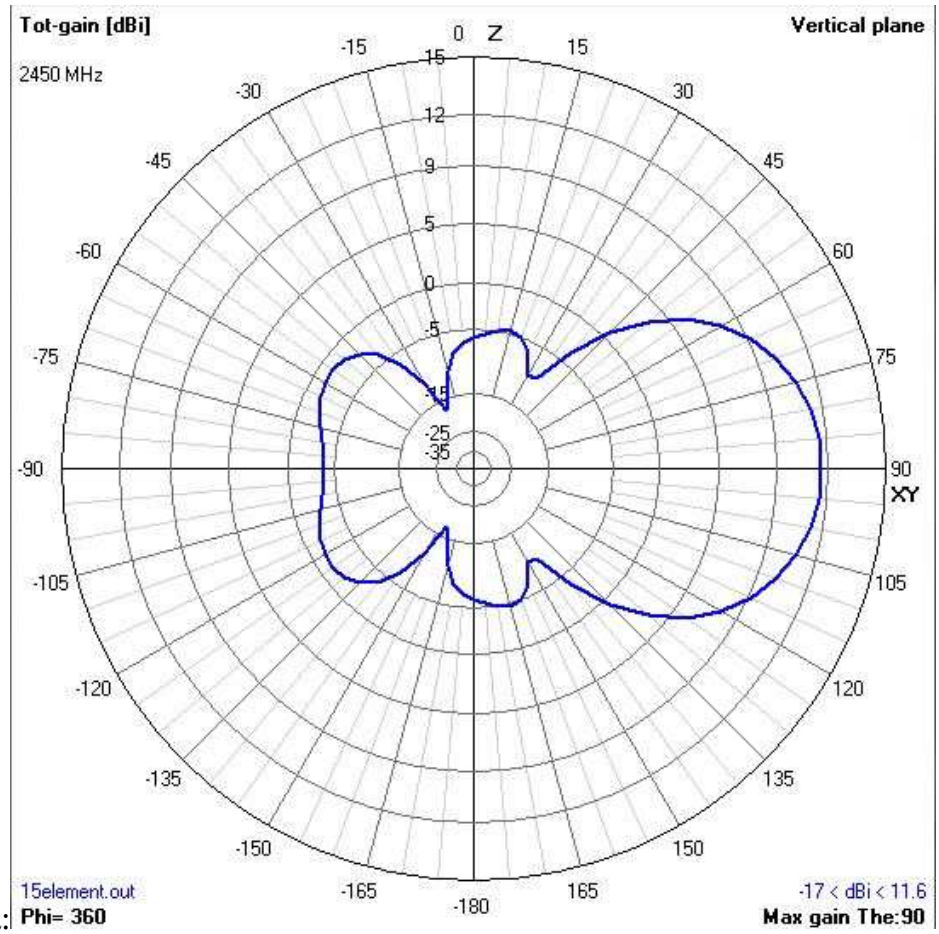
10 στοιχεία:



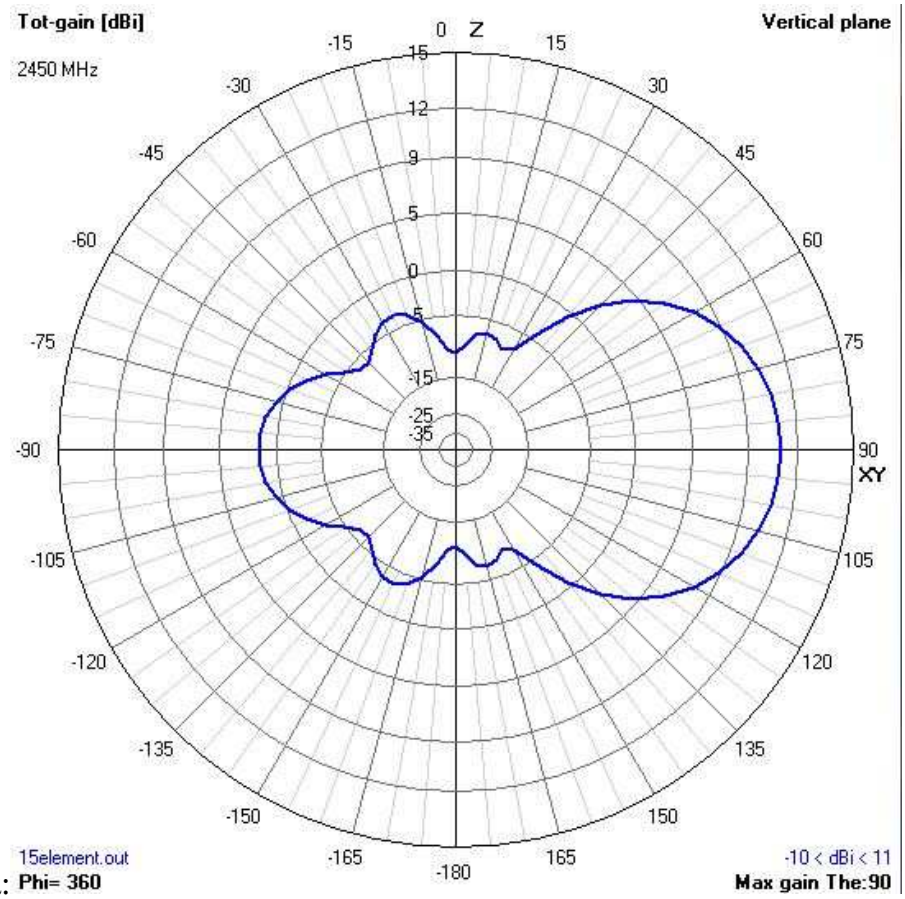
9 στοιχεία:

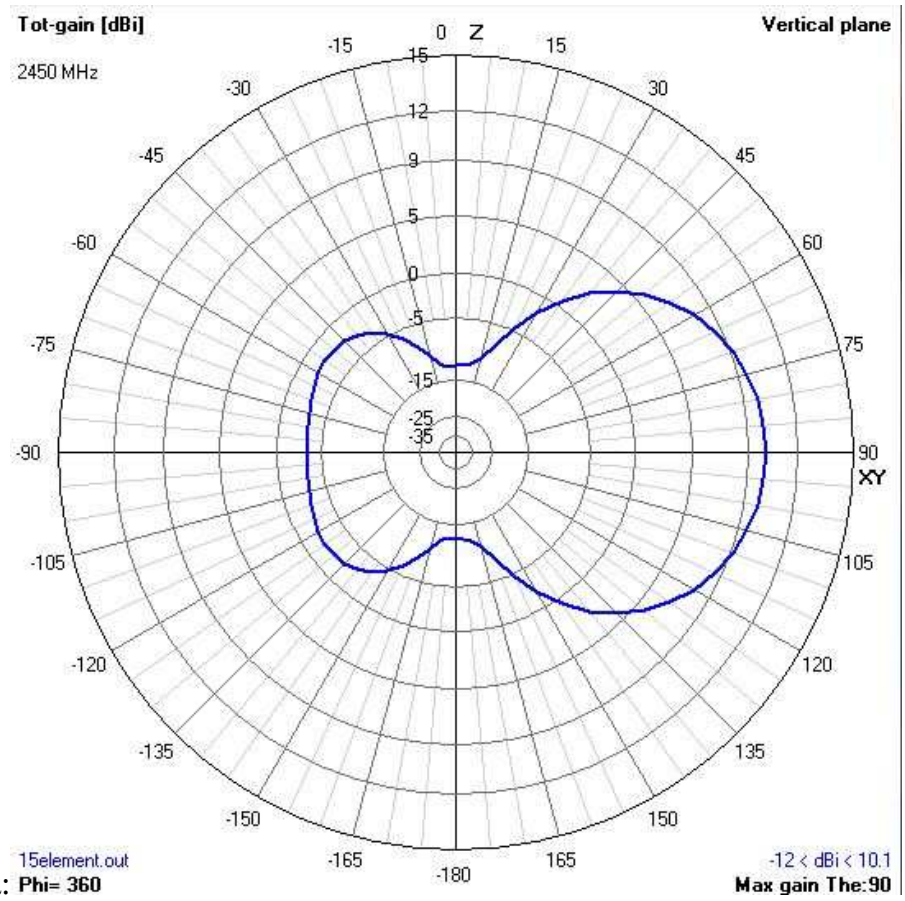


8 στοιχεία:

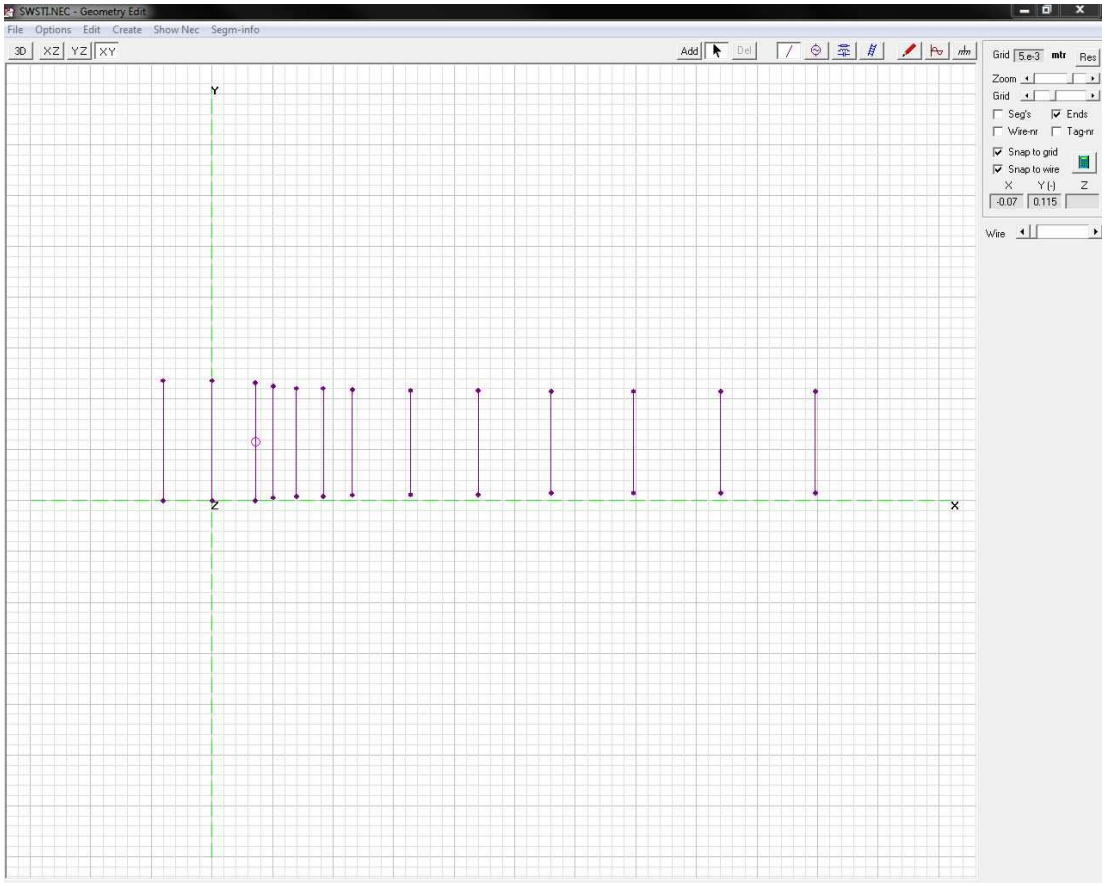


7 στοιχεία:

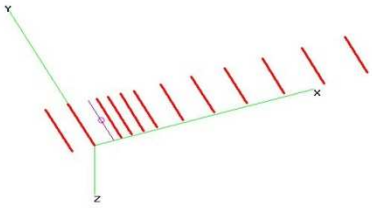




6 στοιχεία:
Τα τελικά συμπεράσματα που βγάλαμε, ήταν ότι όσο αφαιρούσαμε στοιχεία τόσο μεγάλωνε ο οπίσθιος λοβός και άπλωνε ο κύριος. Στην εικόνα με τα 6 στοιχεία παρατηρούμε ότι το διάγραμμα ακτινοβολίας αρχίζει να παίρνει την μορφή ενός διπόλου.
Έτσι λοιπόν καταλήξαμε στην τελική μας κεραία, των 13 στοιχείων και μήκους 27εκατ., συχνότητας 2450MHz.
Το τελικό σχέδιό της
είναι:

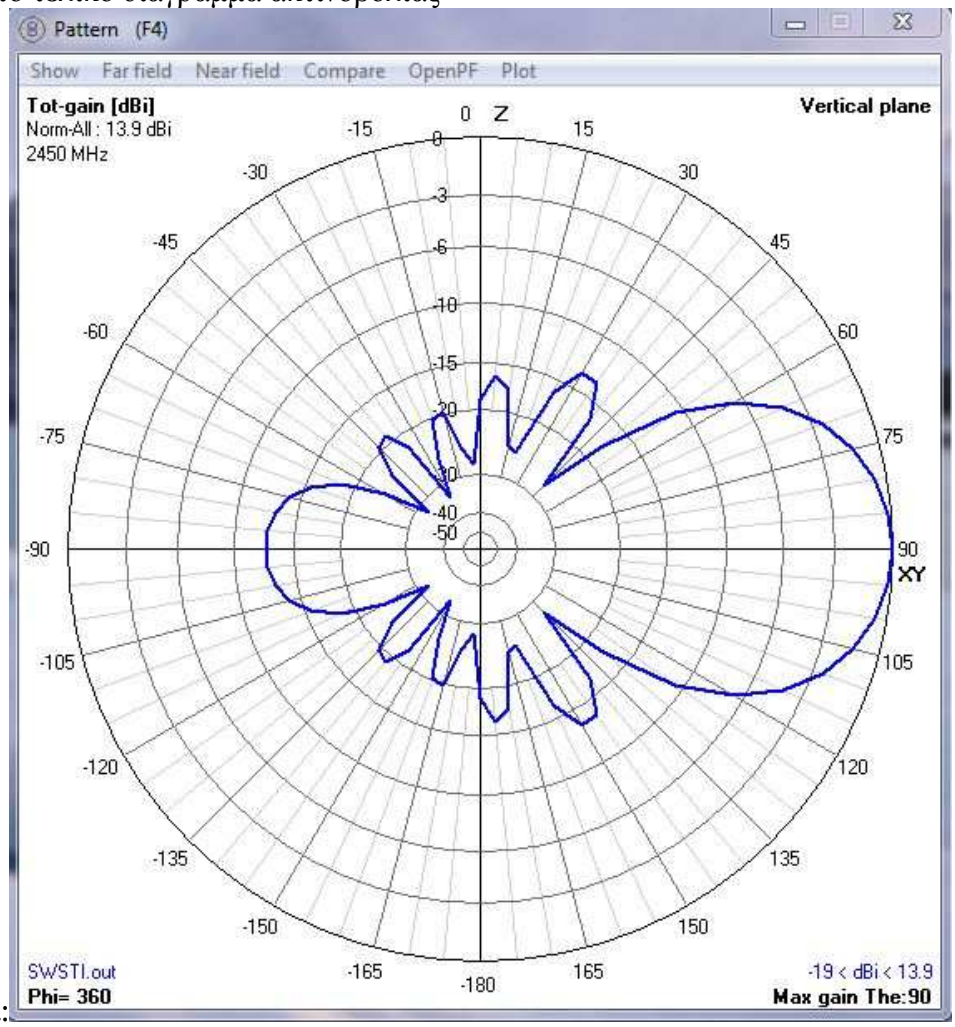


Η 3D γεωμετρία της



είναι:

Και το τελικό διάγραμμα ακτινοβολίας είναι:



2.5 Κατασκευή κεραιών

Τα υλικά που κατασκευάσαμε την κεραία είναι το ξύλο και το τεφλόν. Τα στοιχεία είναι από χαλκό και τις κολλήσεις τις κάναμε με ειδική κόλλα στιγμής στο ξύλο και κόλλα θερμής σιλικόνης στο τεφλόν. Τα μήκη είναι 70cm και 30cm και η διάμετρος των στοιχείων 1.8mm. Το ξύλο το επιλέξαμε για δύο λόγους:

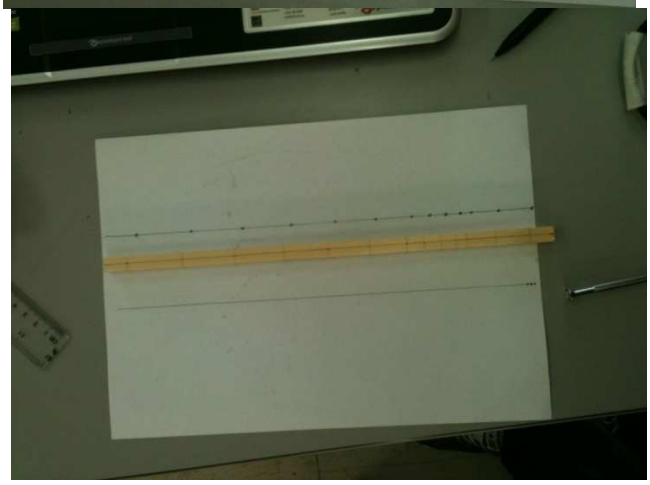
- Είναι ένα υλικό με ελάχιστο βάρος και προσιτό στο να το αγοράσεις.
- Στο ξύλο μπορέσαμε εύκολα να ανοίξουμε τρύπες για να τοποθετήσουμε τα στοιχεία και να τα κολλήσουμε σε αυτό.

Το τεφλόν το επιλέξαμε διότι:

- Έχει μεγάλο εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας (**-200 ^{o}C** έως **+250^{o}C**)
- Έχει αντικολλητική επιφάνεια
- Έχει άριστες μονωτικές ιδιότητες σε ηλεκτρισμό
- Είναι άφλεκτο
- Δεν απορροφά υγρασία

Μετά την επιλογή των υλικών το επόμενο βήμα ήταν να κόψουμε τα στοιχεία στις διαστάσεις που έχουμε υπολογίσει (αναφέρονται σε άλλο κεφάλαιο).Ύστερα σε ένα χαρτί σημειώσαμε τις αποστάσεις των στοιχείων και τοποθετώντας το ξύλο της κεραίας δίπλα στο χαρτί σχεδιάσαμε πάνω στο ξύλο τις αποστάσεις αυτές για να μπορέσουμε να τρυπήσουμε την κεραία, το ίδιο κάναμε αντίστοιχα και για το τεφλόν. Οι δύο παρακάτω φωτογραφίες δείχνουν την διαδικασία αυτή:





Χρησιμοποιήσαμε τρυπάνι 1,5mm για να ανοίξουμε τις τρύπες στις κεραίες και πολύ προσεχτικά τρυπήσαμε. Πριν τοποθετήσουμε τα στοιχεία στην κάθε κεραία προσέχουμε τα στοιχεία να είναι ίσια και ύστερα τα περνάμε στην κεραία. Η

παρακάτω φωτογραφία δείχνει την διαδικασία αυτή:



Το ανεστραμμένο δίπολο, είναι το στοιχείο που ήθελε την περισσότερη προσοχή. Το μήκος του χαλκού έπρεπε να είναι μεγαλύτερο από το διπλάσιο που αναφέρεται στον πίνακα με τα μήκη των στοιχείων, διότι λάβαμε υπ' όψιν και την πίσω πλευρά αλλά και το μήκος του λυγίσματος. Πριν την τοποθέτησή του, λυγίζουμε την μία μεριά, μετά το περνάμε μέσα από την κεραία και κατόπιν λυγίζουμε και την άλλη.
Αφού περάσαμε όλα τα στοιχεία μέσα στην κεραία τα ευθυγραμμίσαμε με την βοήθεια ενός χάρακα και κατόπιν τα κολλήσαμε πάνω στην.

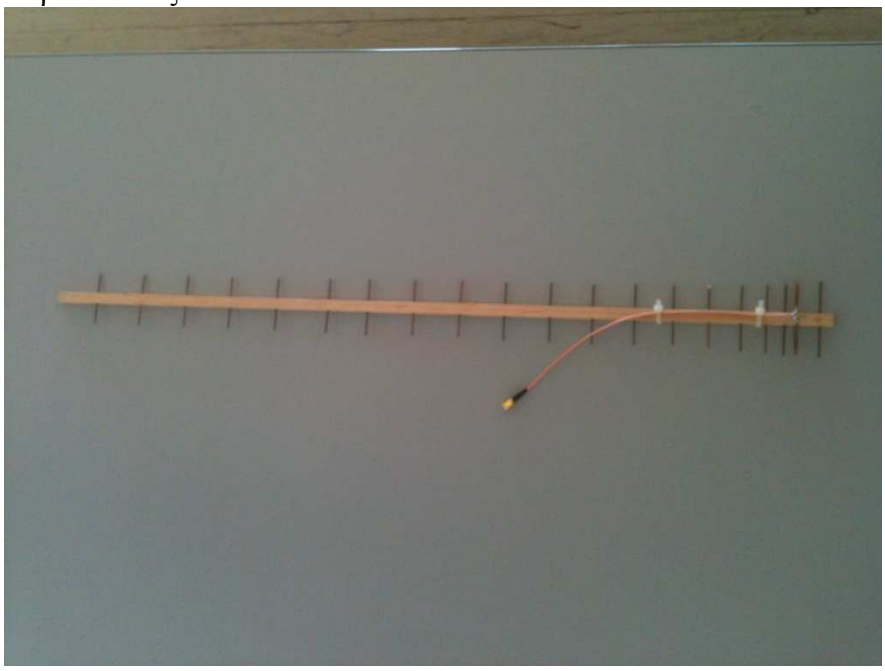
2.5.1 Κεραίες 70cm

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις αποστάσεις μεταξύ των στοιχείων και το μήκος του κάθε στοιχείου. Να σημειωθεί ότι οι αποστάσεις και τα μήκη των στοιχείων είναι ίδια και για τα δύο υλικά.

α/α	Απόσταση στοιχείων (cm)	Μήκος (cm)
1	0	5,9
2	1,8	5,8
3	2,5	5,6
4	3,9	5,4
5	5,8	5,3
6	8,2	5,1
7	11	5,1
8	14	5,1
9	17,5	5
10	21	5
11	25	5
12	28,9	5
13	33,1	4,9
14	37,4	4,9

15	41,8	4,9
16	46,3	4,8
17	51	4,8
18	55,6	4,8
19	60.3	4,8
20	65,1	4,8

Κεραία από ξύλο 70cm:



Μετά από μέτρηση με το spectrum analyzer στο εργαστήριο οι τιμές που λάβαμε για 360^{o} καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Μοίρες	dB
0	-37,44
10	-42,8
20	-45,4
30	-47,4
40	-49,34
50	-51,24
60	-54,16
70	-51,44
80	-50,3
90	-49

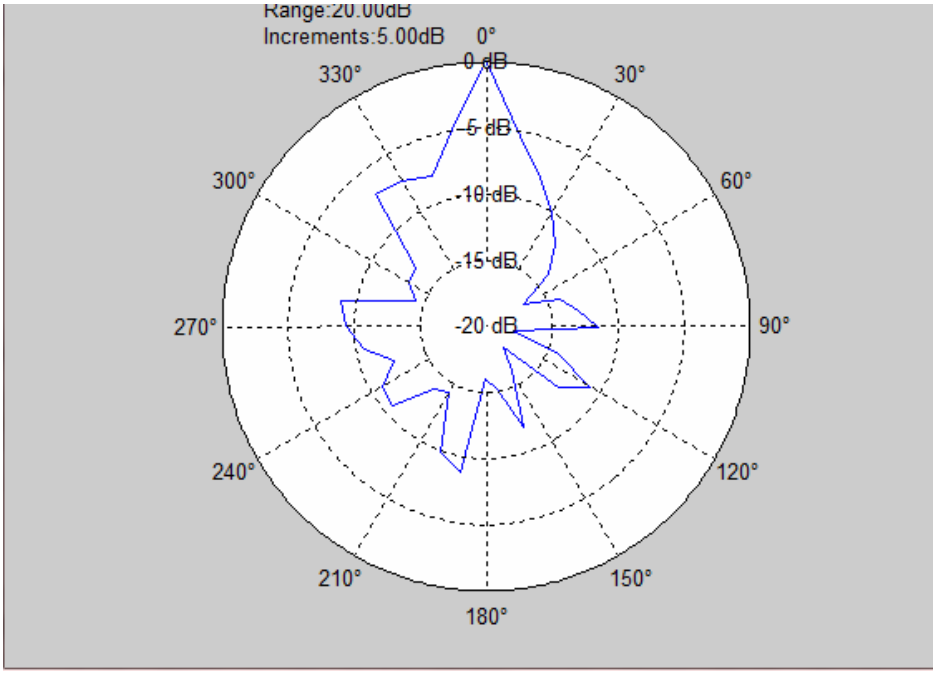
100	-55,39
110	-51,56
120	-48,3
130	-50,32
140	-55,31
150	-53,56
160	-49,28
170	-52,63
180	-53,44
190	-46,29
200	-47,3
210	-51,28
220	-51,35
230	-48,21
240	-48,34
250	-50
260	-48
270	-46,83
280	-46,3
290	51,81
300	-50,66
310	-50,44
320	-44,37
330	-44,71
340	-45,3
350	-42,36
360	-37,44

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τις μετρήσεις κανονικοποιημένες:

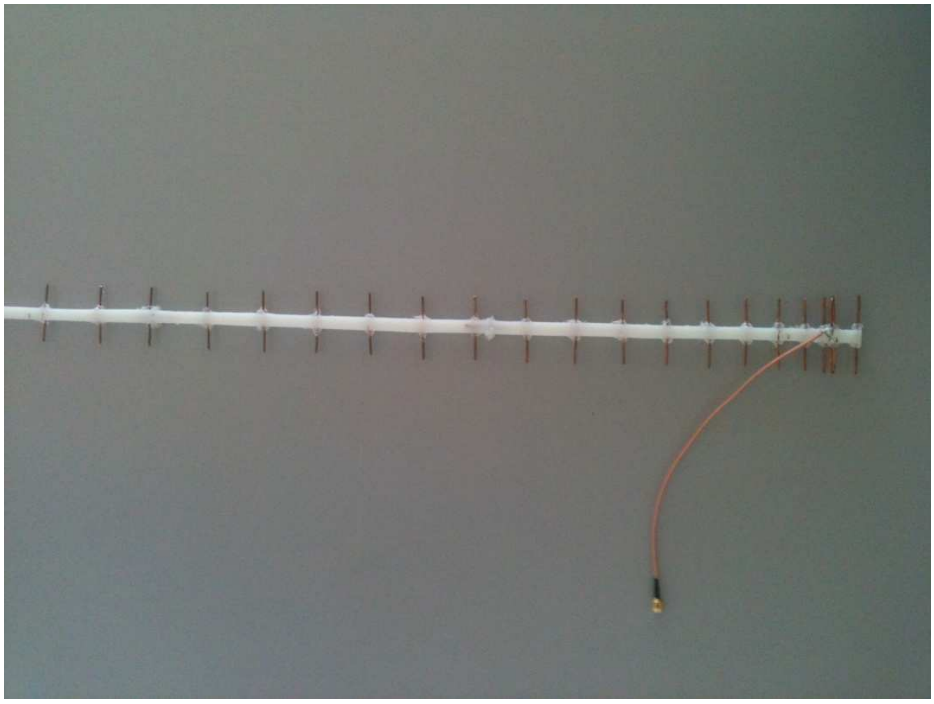
μοίρες	Τιμές
0	1
10	0,289734
20	0,158489
30	0,1
40	0,064565
50	0,041687
60	0,021281
70	0,039811
80	0,051761
90	0,069823
100	0,016032
110	0,038726
120	0,082035
130	0,051523
140	0,016331

150	0,024434
160	0,065464
170	0,030269
180	0,025119
190	0,130317
200	0,103276
210	0,03767
220	0,040644
230	0,083753
240	0,081283
250	0,055463
260	0,087902
270	0,11508
280	0,130017
290	0,036559
300	0,047643
310	0,050119
320	0,202768
330	0,187499
340	0,16293
350	0,322107

Το πρακτικό διάγραμμα ακτινοβολίας όπως αυτό βγήκε από το MATLAB είναι:



Κεραία από τεφλόν 70cm:



Μετά από μέτρηση με το spectrum analyzer στο εργαστήριο οι τιμές που λάβαμε για 360^{o} καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Μοίρες	dB
0	-50,2
10	-52,1
20	-54,2
30	-57,3
40	-55,3
50	-59,5
60	-63,2
70	-64,5
80	-61
90	-59
100	-63
110	-62,4
120	-65,2
130	-66
140	-67,2
150	-66,4
160	-58,2
170	-62,4
180	-63
190	-61,4
200	-59,4
210	-66
220	-66,8
230	-65,2

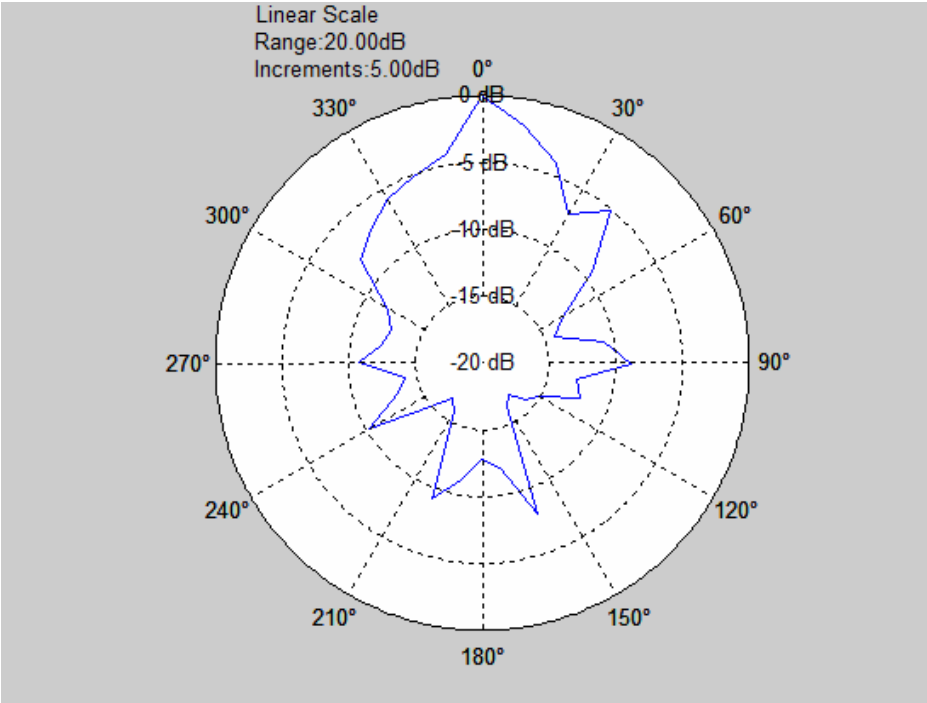
240	-60,4
250	-63,5
260	-64,3
270	-61
280	-62,5
290	-63
300	-62,1
310	-58,3
320	-57,2
330	-56
340	-55,3
350	-54,3
360	-50,2

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τις μετρήσεις κανονικοποιημένες:

Μοίρες	Τιμές
0	1
10	0,645654
20	0,398107
30	0,194984
40	0,30903
50	0,11749
60	0,050119
70	0,037154
80	0,083176
90	0,131826
100	0,052481
110	0,060256
120	0,031623
130	0,026303
140	0,019953
150	0,023988
160	0,158489
170	0,06166
180	0,052481
190	0,075858
200	0,120226
210	0,026303
220	0,021878
230	0,031623
240	0,095499
250	0,046774
260	0,038905
270	0,083176

280	0,058884
290	0,052481
300	0,064565
310	0,154882
320	0,199526
330	0,263027
340	0,30903
350	0,389045

Το πρακτικό διάγραμμα ακτινοβολίας όπως αυτό βγήκε από το MATLAB είναι:



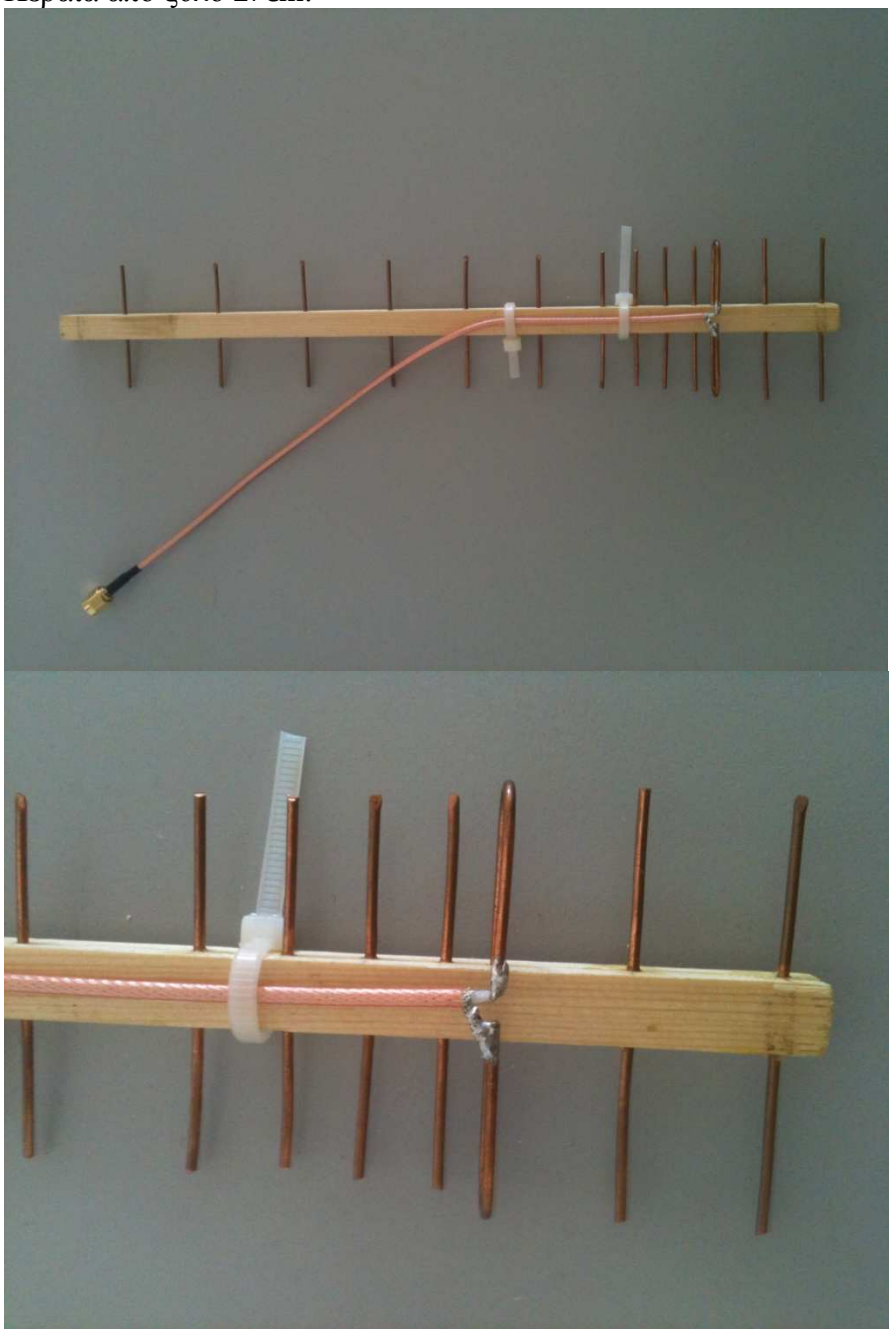
2.5.2 Κεραίες 27cm

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις αποστάσεις μεταξύ των στοιχείων και το μήκος του κάθε στοιχείου. Να σημειωθεί ότι οι αποστάσεις και τα μήκη των στοιχείων είναι ίδια και για τα δύο υλικά.

α/α	Απόσταση στοιχείων (cm)	Μήκος (cm)
1	0	5.9
2	2	5.9
3	3,8	5.8
4	4,5	5.6
5	5.5	5.5
6	6.6	5.5
7	7.8	5.5
8	10.2	5.4
9	13	5.4

10	16	5.4
11	19.4	5.4
12	23	5.4
13	27	5.4

Κεραία από ξύλο 27cm:



Μετά από μέτρηση με το spectrum analyzer στο εργαστήριο οι τιμές που λάβαμε για 360^{o} καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Μοίρες	dB
0	-40,72
10	-42,13
20	-43,83
30	-46,25
40	-52,41
50	-54,72
60	-56,9
70	-56,56
80	-49,18
90	-54,93
100	-51,74
110	-50,68
120	-58,14
130	-57,42
140	-55,16
150	-53
160	-56
170	-55,97
180	-51,37
190	-55,45
200	-60,73
210	-57,44
220	-59
230	-59,24
240	-51,78
250	-53,17

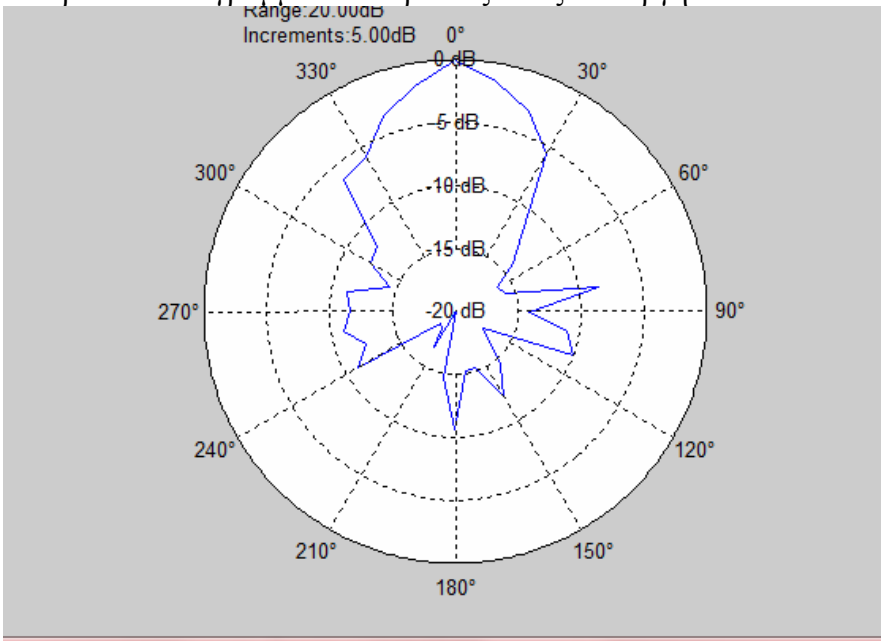
	-
260	51,73
	-
270	52,36
280	-52
	-
290	55,11
300	-53
310	-47
320	-47
	-
330	46,57
	-
340	44,16
	-
350	42,56
	-
360	40,72

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τις μετρήσεις κανονικοποιημένες:

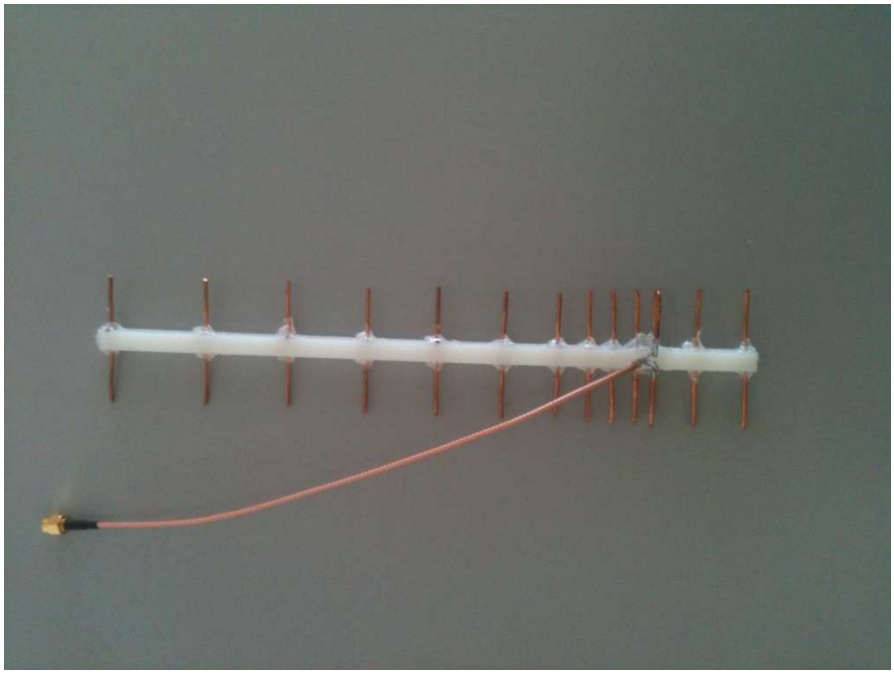
Μοίρες	Τιμές
0	1
10	0,72277
20	0,488652
30	0,279898
40	0,067764
50	0,039811
60	0,024099
70	0,026062
80	0,142561
90	0,037931
100	0,079068
110	0,100925
120	0,018113
130	0,02138
140	0,035975
150	0,059156
160	0,029648
170	0,029854
180	0,086099
190	0,033497
200	0,009977
210	0,021281
220	0,014859
230	0,01406

240	0,078343
250	0,056885
260	0,07925
270	0,068549
280	0,074473
290	0,036392
300	0,059156
310	0,065464
320	0,235505
330	0,260016
340	0,452898
350	0,654636

Το πρακτικό διάγραμμα ακτινοβολίας όπως αυτό βγήκε από το MATLAB είναι:



Κεραία από τεφλόν 27cm:



Μετά από μέτρηση με το spectrum analyzer στο εργαστήριο οι τιμές που λάβαμε για 360^{o} καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Μοίρες	db
0	-43,69
10	-48,72
20	-52,1
30	-53
40	-55,4
50	-53,4
60	-55,6
70	-57
80	-58,3
90	-53
100	-57,2
110	-59,5
120	-58,3
130	-58,9
140	-59
150	-58,4
160	-57
170	-57,6
180	-59,8
190	-57,8

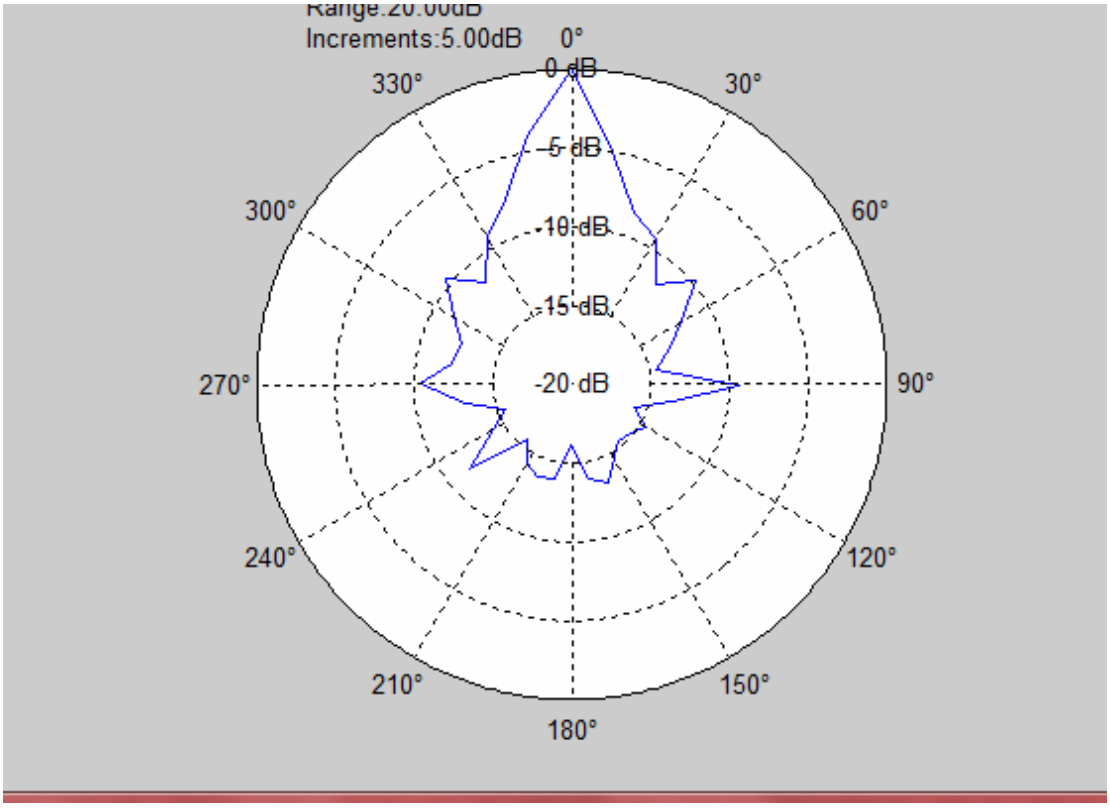
200	-57,4
210	-58
220	-59,2
230	-55,3
240	-58
250	-59,2
260	-56,8
270	-54,1
280	-56
290	-56,3
300	-55
310	-53,3
320	-55,2
330	-52,9
340	-51
350	-47,6
360	-43,69

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τις μετρήσεις κανονικοποιημένες:

Μοίρες	Τιμές
0	1
10	0,314051
20	0,144212
30	0,11722
40	0,067453
50	0,106905
60	0,064417
70	0,046666
80	0,034594
90	0,11722
100	0,044566
110	0,026242
120	0,034594
130	0,03013
140	0,029444
150	0,033806
160	0,046666
170	0,040644
180	0,024491
190	0,040832
200	0,04256
210	0,037068
220	0,028119

230	0,069024
240	0,037068
250	0,028119
260	0,048865
270	0,090991
280	0,058749
290	0,054828
300	0,073961
310	0,109396
320	0,070632
330	0,11995
340	0,177419
350	0,406443

Το πρακτικό διάγραμμα ακτινοβολίας όπως αυτό βγήκε από το MATLAB είναι:



Κεφάλαιο 3^0

3.1 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό υπολογίζουμε σε κάθε κεραία την μέγιστη κατευθυντικότητα και τον λόγο εμπρόσθιου και οπίσθιου λοβού της κάθε κεραίας. Σκοπός μας είναι να συγκρίνουμε την κατευθυντικότητα της κάθε κεραίας έτσι ώστε να βγάλουμε τα τελικά συμπεράσματά μας.
Το πρώτο βήμα που κάνουμε είναι να υπολογίσουμε το εμβαδόν του διαγράμματος ακτινοβολίας. Το δεύτερο βήμα είναι να υπολογίσουμε την ακτίνα εις στο τετράγωνο από τον τύπο του εμβαδού $E= \pi * R^2_{mean..}$ Στο τρίτο και τελευταίο βήμα υπολογίζουμε την μέγιστη κατευθυντικότητα της εκάστοτε κεραίας από τον τύπο $d=R^2_{MAX}/ R^2_{mean.}$

Θεωρητική κεραία 25cm

$E=ΤΕΤΡΑΓ/4=133/4=33.25cm^2$
$R^2_{mean}=E/Π=33.25/3.14=10.59\ cm^2$

$d=R^2_{MAX}/ R^2_{mean}=>d=8.3^2/10.59=6.5$ ή 8.13db
Λόγος εμπρός-πίσω=10,76db

Κεραία από ξύλο 25cm

$E=ΤΕΤΡΑΓ/4=176/4=44\ cm^2$
$R^2_{mean}=E/Π=44/3.14=14.1\ cm^2$

$d=R^2_{MAX}/ R^2_{mean}=>d=8.3^2/14.1=4.91$ ή 6.91db

Λόγος εμπρός-πίσω=-40,72-(-51.37)=10.65db

Κεραία από τεφλόν 25cm

$E=ΤΕΤΡΑΓ/4=154/4=38.5\ cm^2$
$R^2_{mean}=E/Π=38.5/3.14=12.26\ cm^2$

$d=R^2_{MAX}/ R^2_{mean}=>d=8.3^2/12.26=5.62$ ή 7.49db

Λόγος εμπρός-πίσω=-43.69-(-59.8)=16.11 db

Θεωρητική κεραία 70cm

$E=ΤΕΤΡΑΓ/4=140/4=35\ cm^2$
$R^2_{mean}=E/Π=35/3.14=11.14\ cm^2$

$d=R^2_{MAX}/ R^2_{mean}=>d=8.3^2/11.14=6.18$ ή 7.91db

Λόγος εμπρός-πίσω=11.72db

Κεραία από ξύλο 70cm

E=ΤΕΤΡΑΓ/4=158/4=39.5 cm^2
R^2_{mean}=Ε/Π=39.5/3.14=12.57 cm^2

$d=R^2_{MAX}/ R^2_{mean}$=>$d=8.3^2/12.57=5.48$ ή 7.38db

Λόγος εμπρός-πίσω=-37.44-(-53.44)=16db

Κεραία από τεφλόν 70cm

E=ΤΕΤΡΑΓ/4=192/4=48 cm^2
R^2_{mean}=Ε/Π=48/3.14=15.28 cm^2

$d=R^2_{MAX}/ R^2_{mean}$=>$d=8.3^2/15.28=4.5$ ή 6.54db

Λόγος εμπρός-πίσω=-50.2-(-63)=12.8db

Βλέποντας τις μετρήσεις που παίρνουμε από την κάθε κεραία παρατηρούμε ότι η κεραία από τεφλόν των 25 cm έχει την μέγιστη κατευθυντικότητα από όλες τις κεραίες, που είναι και κοντά στην θεωρητική τιμή. Το μεγάλο μειονέκτημα της είναι ότι έχει μεγάλο λόγο εμπρόσθιου και οπίσθιου λοβού. Η ξύλινη κεραία των 70 cm έχει μεγαλύτερη κατευθυντικότητα από την αντίστοιχη κεραία από τεφλόν, αλλά έχει και μεγαλύτερο λόγο εμπρόσθιου και οπίσθιου λοβού.
Το υλικό τεφλόν δουλεύει καλύτερα για μικρό μήκος παρά για μεγάλο, αλλά δεν θα το προτιμούσαμε σε μια μελλοντική κατασκευή διότι δεν μπορούμε να αποφύγουμε τον μεγάλο λόγο εμπρόσθιου και οπίσθιου λοβού και για τα δύο μήκη.
Το ξύλο σαν υλικό ανταποκρίνεται καλύτερα ,διότι και η κατευθυντικότητά του είναι μεγαλύτερη στην 70 cm κεραία από αυτής των 25cm όπως είναι το αναμενόμενο, αλλά και ο λόγος εμπρόσθιου και οπίσθιου λοβού δεν είναι πολύ μεγάλος, βλέποντας την θεωρητική τιμή του λόγου αυτού.

Παράρτημα

Κώδικες στο μαθηματικό εργαλείο “MATLAB”

Το μαθηματικό εργαλείο "MATLAB" χρησιμοποιήθηκε για την απεικόνιση των διαγραμμάτων ακτινοβολίας των κεραιών.

Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε είναι ο εξής:

m-file:

```
% polar_dB makes plot of gdb=10*log10(g) versus phi
% phi       = polar angles over [0,2*pi]
% gain      = gain (gain is in absolute units)
% rangedb   = maximum range for the plot
% increments= increments for the gain circles
% rays      = number of rays default is 16  use series of 4
% examples: polar_dB(phi, gain);
%           polar_dB(phi, gain, 20, 2.5, 16)

% Hakan Cakmak
% University of Duisburg-Essen,
% General and Theoretical Electrical Engineering
% hakan.cakmak@stud.uni-due.de

function h = polar_dB(phi, gain, rangedb, increments, rays)

if nargin < 5, rays = 16; end
if nargin < 4, increments = 2.5; end
if nargin < 3, rangedb = 20; end
% phi=linspace(0,2*pi,1000); % test
% gain=(sin(phi));
if nargin < 2
    warning('myApp:argChk', 'Not enough input arguments.');
    help polar_dB;
  return;
end


gain1 = 10 * log10(abs(gain));        % test = (isinf(gain1)-
1).*gain1;
gain1(gain1==-Inf) = -rangedb;        % avoids -Inf's
gain1 = gain1 .* (gain1 > -rangedb) + (-rangedb) * (gain1 <= -
rangedb);      % lowest is rangedb dB
gain1 = (gain1 + rangedb)/rangedb;
% scale to unity max.

x = gain1 .* cos(phi);
y = gain1 .* sin(phi);


%R = 1.2; axis([-R, R, -R, R]);


N0 = 360;
phi0=linspace(0,2*pi,N0);
```

```
x0 = sin(phi0); % gain circles
y0 = cos(phi0);

patch('xdata',x0,'ydata',y0, ...
     'edgecolor','black','facecolor','w');
 hold on

%changed coordinates
h = plot( y, x,'LineStyle','-','color','blue');  %,'LineWidth', 2
hold on

title({'Linear Scale                ',...
  sprintf('Range:%3.2fdB            ',rangedb),...
  sprintf('Increments:%3.2fdB
',increments)},'horizontalalignment','right');%



c_log=(-rangedb:increments:0);
c = (c_log)/-rangedb;

for k=2:length(c_log) %gain circles
    plot(x0*c(k), y0*c(k),'LineStyle',':','color','black');
end

for k=1:length(c_log) %gain circles markers
    text(0,c(k), sprintf('%.3g dB',c_log(length(c_log)-k+1)),...
            'horiz', 'center', 'vert', 'middle'); %,'fontsize', 13
end

phi_s=linspace(0,2*pi,rays+1);
x_s = sin(phi_s); % rays
y_s = cos(phi_s);

for k=1:rays
    line([x_s(k)/rangedb*increments,x_s(k)],...

[y_s(k)/rangedb*increments,y_s(k)],'LineStyle',':','color','black');
    text(1.1*x_s(k),1.1*y_s(k),...
        sprintf('%.3g°',phi_s(k)/pi*180),...
        'horiz', 'center', 'vert', 'middle'); %,'fontsize', 15
end


axis square;
axis off


%hold off
```

Command window:

```
>> a=[0.001:0.1745:2*pi]

a =

  Columns 1 through 16
```

0.0010 0.1755 0.3500 0.5245 0.6990 0.8735 1.0480 1.2225 1.3970 1.5715 1.7460 1.9205 2.0950 2.2695 2.4440 2.6185

Columns 17 through 32

2.7930 2.9675 3.1420 3.3165 3.4910 3.6655 3.8400 4.0145 4.1890 4.3635 4.5380 4.7125 4.8870 5.0615 5.2360 5.4105

Columns 33 through 37

5.5850 5.7595 5.9340 6.1085 6.2830

>> r=[-50.2 -52.1 -54.2 -57.3 -55.3 -59.5 -63.2 -64.5 -61 -59 -63 -62.4 -65.2 -66 -67.2 -66.4 -58.2 -62.3 -63 -61.4 -59.4 -66 -66.8 -65.2 -60.4 -63.5 -64.3 -61 -62.5 -63 -62.1 -58.3 -57.2 -56 -55.3 -54.3 -50.2]

r =

Columns 1 through 16

-50.2000 -52.1000 -54.2000 -57.3000 -55.3000 -59.5000 -63.2000 -64.5000 -61.0000 -59.0000 -63.0000 -62.4000 -65.2000 -66.0000 -67.2000 -66.4000

Columns 17 through 32

-58.2000 -62.3000 -63.0000 -61.4000 -59.4000 -66.0000 -66.8000 -65.2000 -60.4000 -63.5000 -64.3000 -61.0000 -62.5000 -63.0000 -62.1000 -58.3000

Columns 33 through 37

-57.2000 -56.0000 -55.3000 -54.3000 -50.2000

>> r_mw=10.^(r./10)

r_mw =

1.0e-005 *

Columns 1 through 16

0.9550 0.6166 0.3802 0.1862 0.2951 0.1122 0.0479 0.0355 0.0794 0.1259 0.0501 0.0575 0.0302 0.0251 0.0191 0.0229

Columns 17 through 32

0.1514 0.0589 0.0501 0.0724 0.1148 0.0251 0.0209 0.0302 0.0912 0.0447 0.0372 0.0794 0.0562 0.0501 0.0617 0.1479

Columns 33 through 37

```
   0.1905    0.2512    0.2951    0.3715    0.9550

>> k2=max(r_mw)

k2 =

  9.5499e-006

>> r_mw_norm=r_mw/k2

r_mw_norm =

  Columns 1 through 16

   1.0000    0.6457    0.3981    0.1950    0.3090    0.1175    0.0501    0.0372    0.0832
0.1318    0.0525    0.0603    0.0316    0.0263    0.0200    0.0240

  Columns 17 through 32

   0.1585    0.0617    0.0525    0.0759    0.1202    0.0263    0.0219    0.0316    0.0955
0.0468    0.0389    0.0832    0.0589    0.0525    0.0646    0.1549

  Columns 33 through 37

   0.1995    0.2630    0.3090    0.3890    1.0000

>> polar_db(a,r_mw_norm,20,5,1
ans =

  172.0012
```

Βιβλιογραφία

- http://fermi.la.asu.edu/ccli/applets/yagi/yagi.html
- www.wikipedia.com
- http://home.ict.nl/~arivoors/
- http://www.trendnet.com/langen/default.asp
- http://www.radiolabs.com/
- http://www.wifi.com/
- http://www.netkrom.com/
- http://www.34t.com
- http://www.gnswireless.com/