



ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΖΕΥΞΕΙΣ & ΔΙΑΔΟΣΗ

(8ου εξαμήνου)

ΠΡΩΤΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ: ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΕΡΑΙΩΝ YAGI-UDA

Ημερομηνία Παράδοσης: 15/04/2019

Αριθμός Ομάδας: Ομάδα 6

Μέλη της Ομάδας:

Ανδριανόπουλος Ευστάθιος, AM:03114113

Αποστολίδης Παναγιώτης, AM:03114051

Γραφάκος Παναγιώτης, AM:03115045

Λιβιτσάνος Γεώργιος, AM:03115735

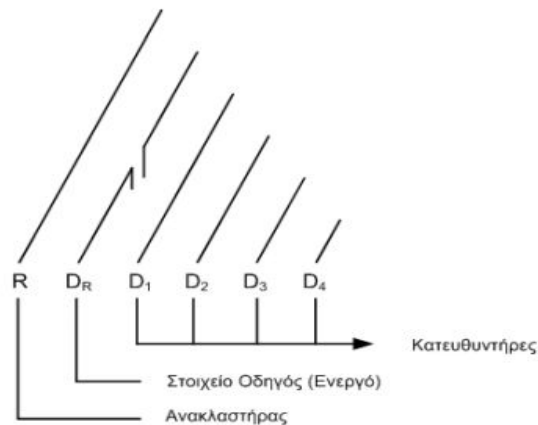
Μπαλλάς Αριστοτέλης, AM:03114925

Τσαμπάζη Μαρία, AM:03115716

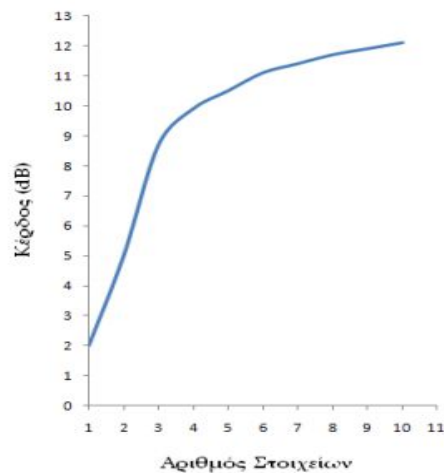
Ο σκοπός μας στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση είναι η σταδιακή κατασκευή μιας παρασιτικής διάταξης - κεραία τύπου Yagi-Uda- καθώς και η μέτρηση διαφόρων χαρακτηριστικών της, αλλάζοντας σε κάθε βήμα κάποιες βασικές παραμέτρους(π.χ.πλήθος - αποστάσεις στοιχείων).

Η εν λόγω (αξονική) στοιχειοκεραία που κατασκευάστηκε το 1926 στην Ιαπωνία από τον καθηγητή Uda και το συνεργάτη του, Yagi,είναι ακτινοβολητής που λειτουργεί αρκετά καλά (με ικανοποιητικές τιμές κατευθυντικού κέρδους) στις ζώνες συχνοτήτων HF(3-30 MHz), VHF(30-300 MHz) και UHF (300-3000 MHz). Η στοιχειοκεραία Yagi-Uda είναι διάταξη παράλληλων συζευγμένων (γραμμικών) διπόλων. Ένα από αυτά τροφοδοτείται από τη γραμμή μεταφοράς (στοιχείο οδηγός: π.χ. αναδιπλωμένο δίπολο ή δίπολο $\lambda/2$ κ.λ.π) και τα υπόλοιπα στοιχεία δρουν ως παρασιτικοί ακτινοβολητές εξαιτίας των επαγόμενων ρευμάτων. Τα παρασιτικά στοιχεία που “χρησιμοποιεί” στην επιθυμητή κατεύθυνση (εκεί που θέλω να στρέψω το διάγραμμα ακτινοβολίας) δρουν ως κατευθυντήρες ενώ στην αντίθετη κατεύθυνση δρουν σαν ανακλαστήρες. Βασικά χαρακτηριστικά της Yagi-Uda αποτελούν α)η μεγάλη κατευθυντικότητα, β) ο υψηλός front-to-back λόγος αναφορικά με την ισχύ ,γ) καλή απόδοση σε εύρος συχνοτήτων,

κατάλληλη για εφαρμογές σταθερής συχνότητας, δ) ελαφριά και οικονομική κατασκευή, ε) ευελιξία ως προς τη στρέψη της κάθε φορά προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Μια τέτοια κεραία 6 στοιχείων φαίνεται πιο κάτω:



Θεωρητικά το κέρδος σε dB συναρτήσει του αριθμού των στοιχείων έχει την εξής μορφή:

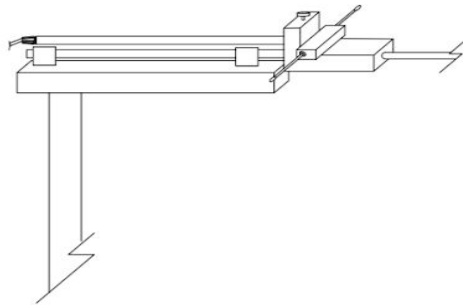


Στο πείραμα που έγινε στο εργαστήριο, προκειμένου να πάρουμε τις επιθυμητές μετρήσεις και να πάρουμε τα αντίστοιχα διαγράμματα ακτινοβολίας, ενεργοποιήσαμε την γεννήτρια σήματος (περίπου 1GHz) και προσθέσαμε εξασθένηση 13dB πριν προχωρήσουμε στην διαδικασία λήψης δεδομένων. Αρχικά σαν κεραία λήψης έχουμε ένα δίπολο $\lambda/2$, το διάγραμμα ακτινοβολίας του οποίου θα χρησιμοποιηθεί ως αναφορά για τα επόμενα.

Πειραματική Διάταξη

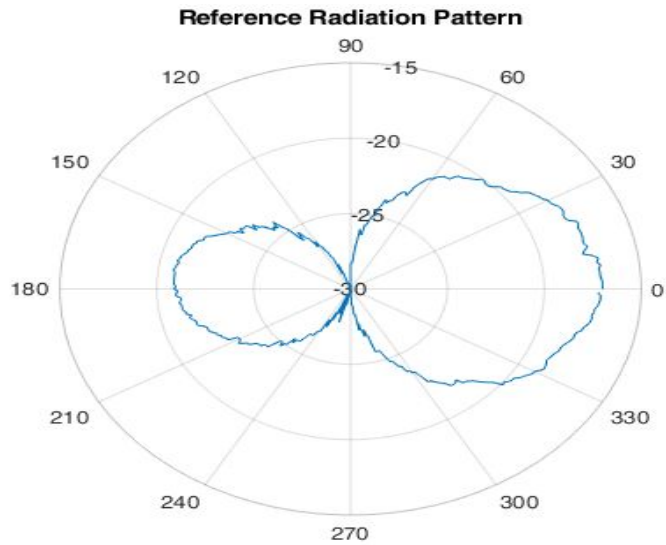
- Εγκατάσταση του Εξοπλισμού

Ο εκπομπός της διάταξης είναι ένα αναδιπλωμένο δίπολο, το οποίο τροφοδοτείται από τη γεννήτρια με γραμμή μεταφοράς (ομοαξονικό καλώδιο). Ειδικότερα, η κεραία συνδέεται στον εξασθενητή με καλώδιο SMA, κι ο εξασθενητής με τη γεννήτρια RF στην κορυφή του Antenna Positioner, ο οποίος στηρίζει και τη διάταξη. Το δίπολο αυτό βρίσκεται τοποθετημένο (έχει προσαρτηστεί με τη βίδα του προσαρμογέα γωνίας 90 μοιρών) πάνω σε αλουμινένιο κυλινδρικό βραχίονα (στον άξονα αυτό εν γένει μπορούμε να τοποθετήσουμε και παρασιτικά στοιχεία και να λάβουμε διαγράμματα ακτινοβολίας πειράζοντας τόσο το πλήθος των στοιχείων όσο και τις μεταξύ τους αποστάσεις).

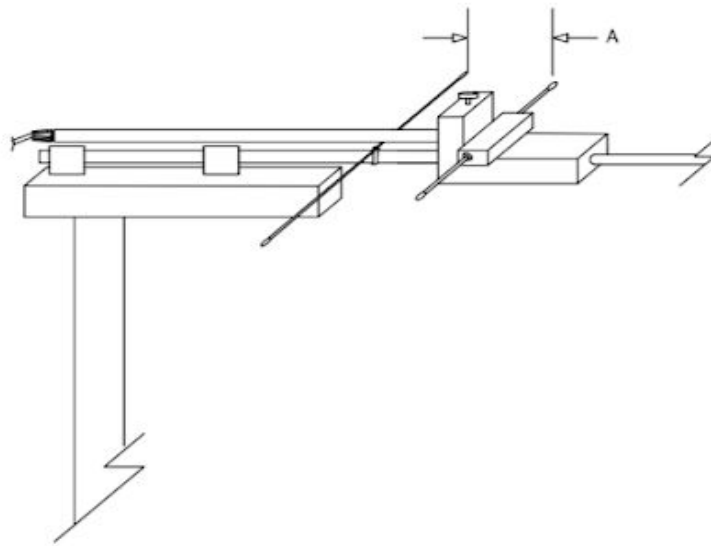


- Μετρήσεις - Διαγράμματα ακτινοβολίας

Με το διακόπτη της γεννήτριας σήματος 1GHz ήδη στη θέση ON, βελτιστοποιούμε τον εξασθενητή ώστε να παράγεται επίπεδο σήματος στα 13dB κάτω από το σημείο σάρωσης. Ξεκινάμε τη διαδικασία λήψης των δεδομένων και αποθηκεύουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας επιπέδου αναφοράς E (document 1), το οποίο και θα αποτελέσει το διάγραμμα αναφοράς για όλα τα διαγράμματά μας (Το μήκος διπόλου-ενεργού στοιχείου είναι 154mm). Παρακάτω φαίνεται το διάγραμμα ακτινοβολίας για το δίπολο αναφοράς λ.

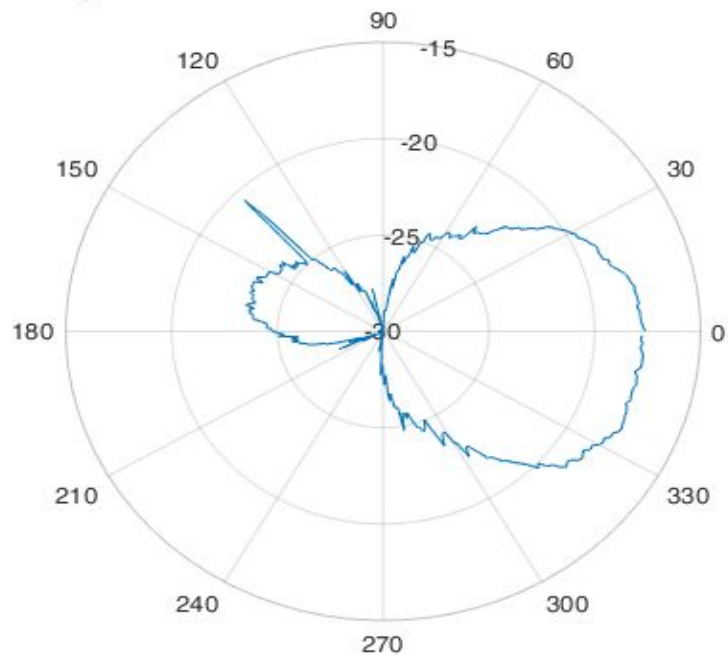


Έπειτα, τοποθετώντας σύρμα μήκους 178 mm ως ανακλαστήρα πίσω από το τροφοδοτούμενο δίπολο σε απόσταση μεταξύ 0.15λ - 0.25λ (στο πείραμά μας η απόσταση αυτή ήταν 5cm), όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα:



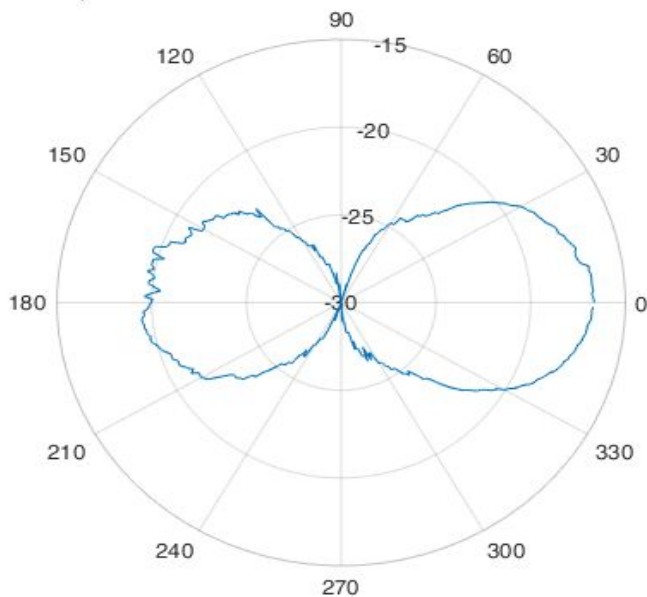
Ξεκινάμε τη διαδικασία καταγραφής δεδομένων και λαμβάνουμε ως διάγραμμα ακτινοβολίας(document 2): Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας με χρήση ανακλαστήρα.

Yagi-Uda Antenna with Reflector Radiation Pattern



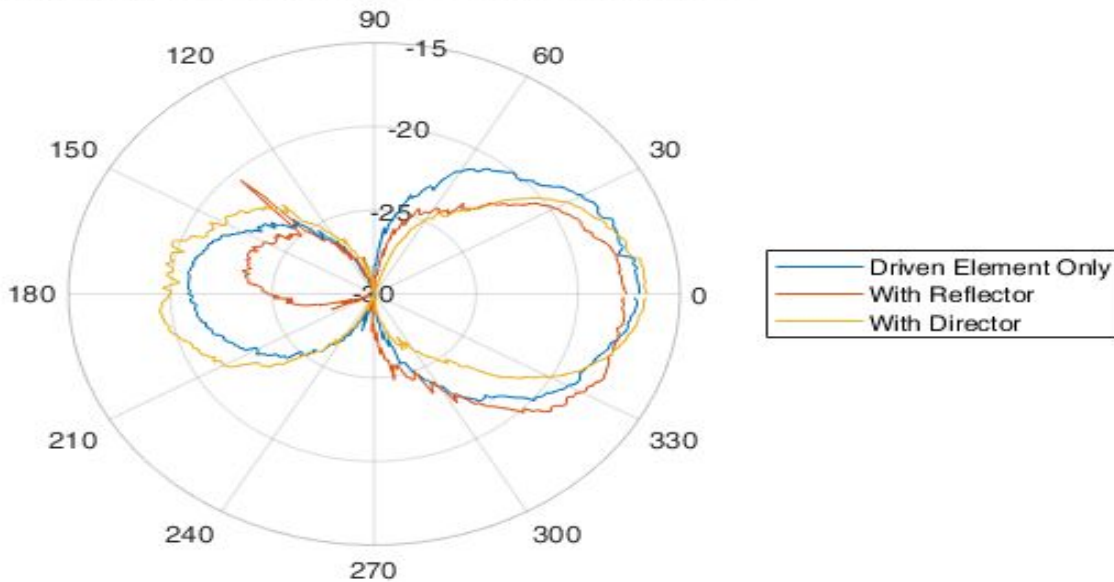
Αφαιρούμε τον ανακλαστήρα από το βραχίονα και προσαρμόζουμε τον κατευθυντήρα μήκους 146 mm σε απόσταση μεταξύ 0.15λ - 0.25λ (στο πείραμά μας 5cm) μπροστά από το τροφοδοτούμενο δίπολο. Λαμβάνουμε εκ νέου διάγραμμα ακτινοβολίας (Document3) με χρήση κατευθυντήρα.

Yagi-Uda Antenna with Director Radiation Pattern



Συγκριτικά, όπως φαίνεται από τα διαγράμματα ακτινοβολίας:

Yagi-Uda Antenna Radiation Pattern Comparison



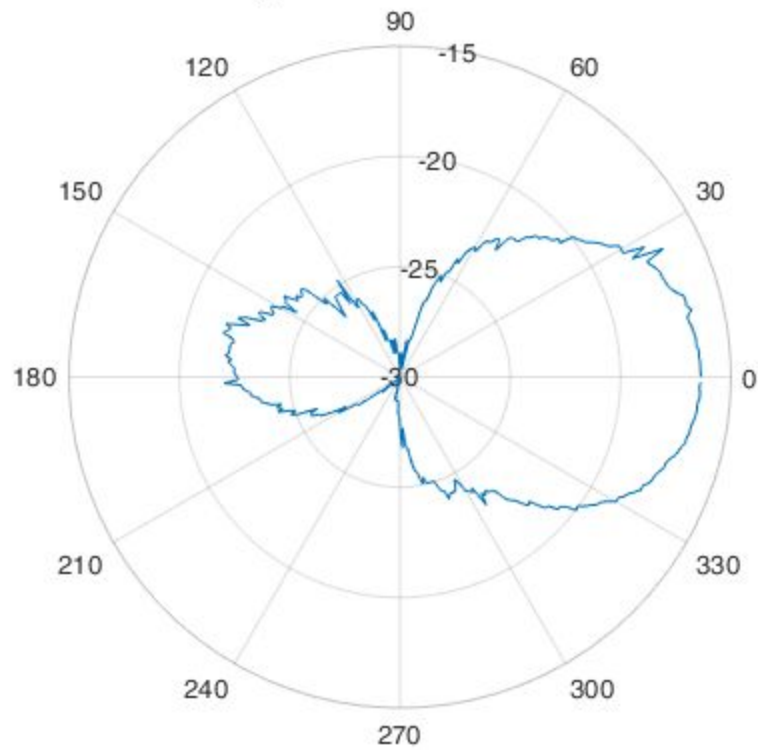
Παρατηρούμε ότι με τη χρήση κατευθυντήρα έχουμε αύξηση της κατευθυντικότητας και του κατευθυντικού κέρδους, αφού η ισχύς κατευθύνεται προς μια συγκεκριμένη γωνία. Άρα το σήμα ενισχύεται.

Με τη χρήση ανακλαστήρα επιτυγχάνουμε να κατευθύνουμε το μεγαλύτερο ποσοστό της ισχύος προς την επιθυμητή διεύθυνση, περιορίζοντας τον οπίσθιο λοβό του διαγράμματος.

Άρα, με χρήση ανακλαστήρα έχουμε μείωση των παρεμβολών από την αντίθετη πλευρά της κεραίας, ενώ με χρήση κατευθυντήρα, έχουμε ενίσχυση του σήματος.

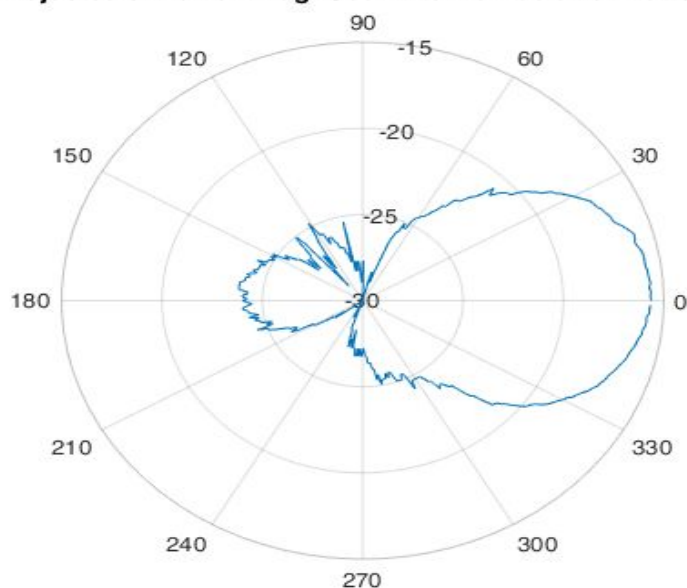
Σε αυτό το σημείο, στήνουμε στοιχειοκεραία Yagi-Uda τριών στοιχείων, χρησιμοποιώντας ένα σύρμα ως ανακλαστήρα και το άλλο σύρμα ως κατευθυντήρα. Τα στοιχεία τοποθετούνται σε απόσταση 0.15λ μεταξύ τους. Στο πείραμά μας, η απόσταση αυτή είναι 4.5cm. Το δίπολο θα είναι το στοιχείο οδήγησης. Καταγράφουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. .

3-Element Yagi-Uda Antenna Radiation Pattern

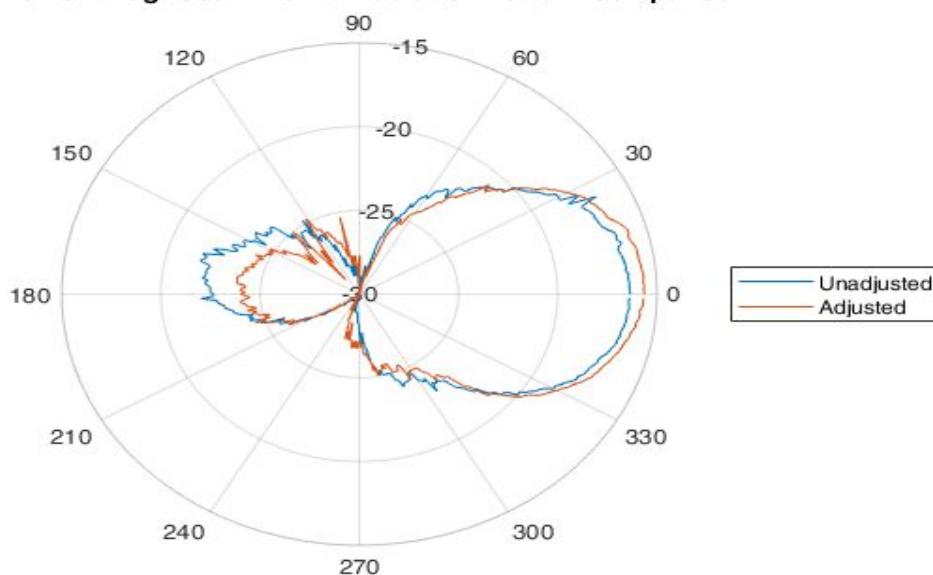


Κατόπιν προσαρμόζουμε τη διάταξη, τοποθετώντας τα σύρματα σύμφωνα με τις οδηγίες της άσκησης, με απόσταση 87mm μεταξύ του ανακλαστήρα και του οδηγού στοιχείου, και 61mm ανάμεσα στο οδηγό στοιχείο και τον κατευθυντήρα, και προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα ακτινοβολίας:

Adjusted 3-Element Yagi-Uda Antenna Radiation Pattern



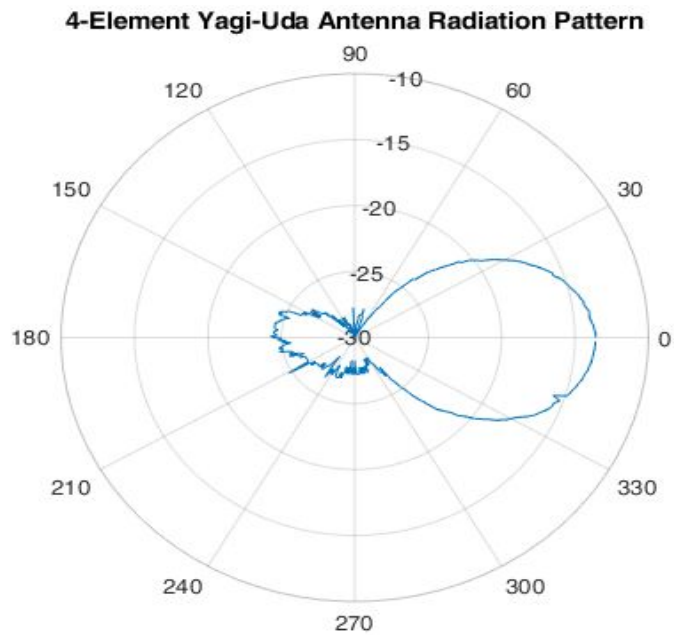
3-Element Yagi-Uda Antenna Radiation Pattern Comparison



Τοποθετώντας τα αποτελέσματα των δύο παραπάνω μετρήσεων στο ίδιο διάγραμμα, βλέπουμε ότι προσαρμόζοντας τις αποστάσεις μεταξύ των στοιχείων της κεραίας επιτυγχάνουμε μεγαλύτερο κέρδος στον κύριο λοβό και περιορισμό του οπίσθιου λοβού.

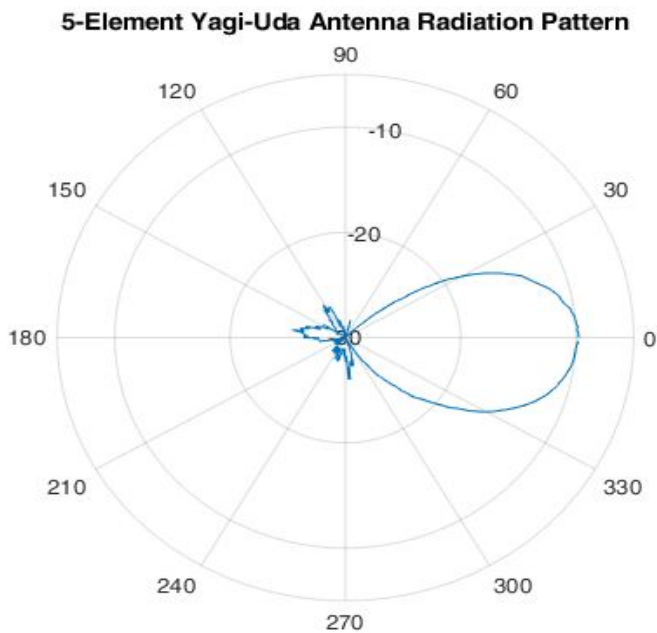
Στη συνέχεια προσθέτουμε έναν ακόμα κατευθυντήρα μήκους 144mm, επαναπροσαρμόζοντας τις αποστάσεις μεταξύ των συρμάτων, έτσι ώστε ο ανακλαστήρας να απέχει 88mm από το οδηγό στοιχείο, το οδηγό στοιχείο να απέχει 85mm από τον πρώτο κατευθυντήρα, και οι δύο κατευθυντήρες να έχουν μεταξύ τους απόσταση 66mm. Το διάγραμμα ακτινοβολίας που προκύπτει φαίνεται παρακάτω:

-Διάγραμμα ακτινοβολίας Yagi-Uda 4 στοιχείων.



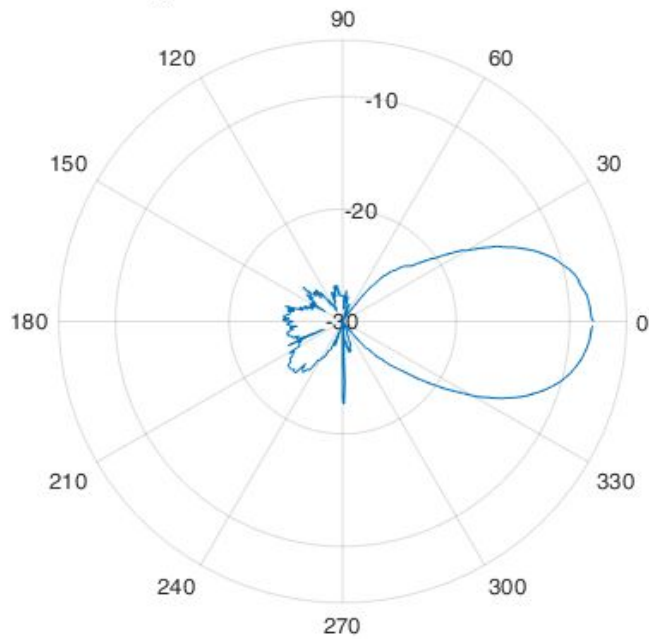
Παρακάτω φαίνονται τα διαγράμματα ακτινοβολίας των κεραιών Yagi-Uda 5 και 6 στοιχείων, με την προσθήκη κατευθυντήρων μήκους 142 και 140mm, και κατάλληλη προσαρμογή των μεταξύ τους αποστάσεων σύμφωνα με τις οδηγίες της άσκησης:

-Διάγραμμα ακτινοβολίας Yagi-Uda 5 στοιχείων.



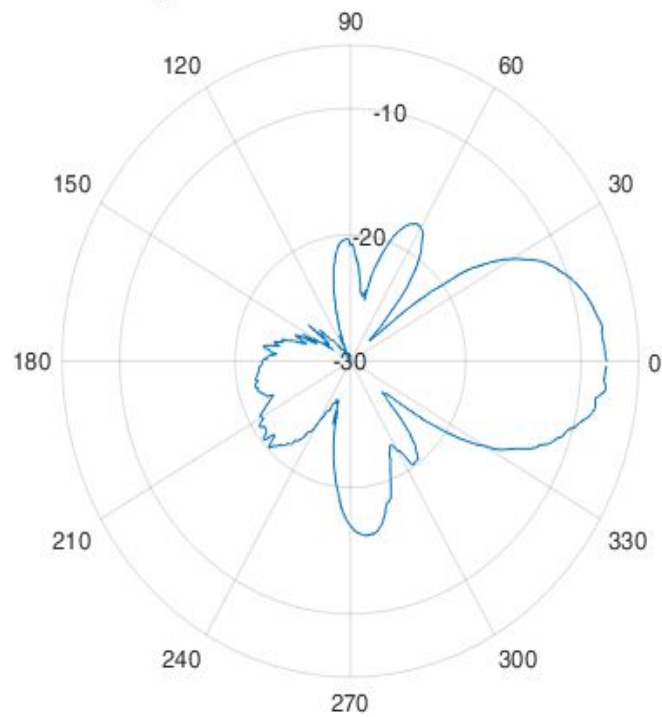
-Διάγραμμα ακτινοβολίας Yagi-Uda 6 στοιχείων.

6-Element Yagi-Uda Antenna Radiation Pattern on E Plane



-Περιστρέφουμε τον πομπό και το δέκτη και καταγράφουμε το επίπεδο αναφοράς Η της κεραίας Yagi 6 στοιχείων.

6-Element Yagi-Uda Antenna Radiation Pattern on H Plane



Η χρήση όλο και περισσότερων στοιχείων παρατηρούμε βελτιώνει την κατευθυντικότητα του κύριου λοβού με ταυτόχρονη μείωση του οπίσθιου. Οι διαφοροποιήσεις των μετρήσεων από τις αναμενόμενες οφείλονται σε παρεμβολές από ταυτόχρονη πραγματοποίηση άλλων εργαστηριακών ασκήσεων, μικρή απόκλιση κατά τη τοποθέτηση των στοιχείων σε αποστάσεις μεταξύ τους, εξωτερικές παρεμβολές (κινητά που εκπέμπουν σε κοντινές συχνότητες) αλλά και παρεμβολές από τους παρευρισκόμενους στο χώρο (σκεδάσεις).

Συμπεράσματα

Τώρα, θα καταγράψουμε το κέρδος σε dBd και σε dBi, το εύρος δέσμης μισής ισχύος HPBW και το λόγο front-to-back της προσαρμοσμένης Yagi κεραίας 3, 4, 5 και 6 στοιχείων. Το εύρος 3dB (HPBWE) δίνεται απευθείας μέσω του προγράμματος. Στη συνέχεια υπολογίζουμε το κέρδος σε dBd και dBi, καθώς και το λόγο F/B για κάθε περίπτωση ξεχωριστά: π.χ.

α) Κεραία Yagi-Uda 3 στοιχείων

Από το document 5, μας δίνεται το μέγιστο κέρδος της κεραίας Yagi. Στην τιμή αυτή προσθέτουμε τα 13dB της εξασθένησης που προσθέσαμε. Συνεπώς είναι

$G_{yagi} = -15.63dB + 13dB = -2.63dB$ Επίσης από το document 1 έχουμε το μέγιστο κέρδος για το δίπολο, με εξασθένηση 13dB, όπως και προηγουμένως. $G_{dipole} = -17.00dB + 13dB = -4dB$ Συνεπώς $GdBd = G_{yagi} - G_{dipole} = 1.37 dBd$, $GdBi = 1.37 + 2.15 = 3.53dBi$

Για το λόγο front-to-back από το document 5 βλέπουμε πως η κατεύθυνση μέγιστης ακτινοβολίας είναι στις 355° και είναι $F = -15.63dB$. Στρίβουμε 180° , δηλαδή στις 173° , και η τιμή που βρίσκουμε είναι $B = -24.01dB$. Συνεπώς ο λόγος θα είναι $F/B = -15.63 + 24.01 = 8.38dB$

Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία για όλα τα δοσμένα πλήθη στοιχείων.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω μετρήσεων φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Αριθμός Στοιχείων	Κέρδος (dBd)	Κέρδος (dBi)	HPBWE (deg)	F/B (dB)
3	1.37	3.52	64.20	8.38
4	3.41	5.56	50.08	10.90
5	7.22	9.37	39.01	16.58
6	9.06	11.21	35.88	17.70

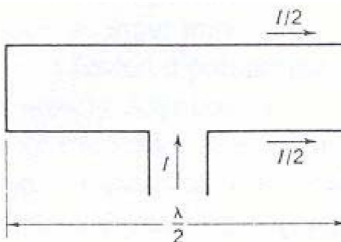
Αυξάνοντας τα στοιχεία της κεραίας, αυξάνεται ταυτόχρονα και το κέρδος της. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των στοιχείων (περισσότερα από έξι στοιχεία), το κέρδος αυξάνεται με πολύ μικρό ρυθμό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως η αύξηση των στοιχείων απαιτεί και διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ τους, άρα το επαγόμενο από τα μακρινά παρασιτικά δίπολα ρεύμα είναι πολύ μικρό και δεν επηρεάζει το κέρδος της κεραίας.

Ερωτήσεις Κατανόησης

1. Παρακάτω θα δώσουμε μια σύντομη περιγραφή των κεραιών που αναφέρονται (απλές κεραιές) και θα επισημάνουμε τις διαφορές από μια κεραία Yagi-Uda (στοιχειοκεραία).

- **Αναδιπλωμένο δίπολο**

Το αναδιπλωμένο δίπολο (folded dipole) είναι μια ενιαία κεραία αποτελούμενη από δύο στοιχεία (το ρεύμα διαιρείται στους δύο βραχίονες -ισοσταθμισμένη γραμμή μεταφοράς). Το πρώτο τροφοδοτείται απευθείας, ενώ το δεύτερο είναι συζευγμένο επαγωγικά στις άκρες. Το διάγραμμα ακτινοβολίας του αναδιπλωμένου δίπολου είναι ίδιο με αυτό ενός ευθυγραμμισμένου δίπολου, αλλά η εμπέδηση εισόδου του είναι μεγαλύτερη. Εάν οι δύο βραχίονές του έχουν ίσες διαμέτρους διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα $I/2$. Το αναδιπλωμένο δίπολο αποτελεί μια δημοφιλή επιλογή για ευρείας ζώνης λήψη ραδιοφωνικών ή τηλεοπτικών σημάτων. Παρόλο που το αναδιπλωμένο δίπολο έχει το ίδιο διάγραμμα ακτινοβολίας με το απλό δίπολο, εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα: υψηλότερη σύνθετη αντίσταση εισόδου, μεγαλύτερο εύρος ζώνης, καθώς και ευκολία και μικρό κόστος κατασκευής και προσαρμογής της σύνθετης αντίστασης.



Αναδιπλωμένο δίπολο

- **Βροχοκεραία**

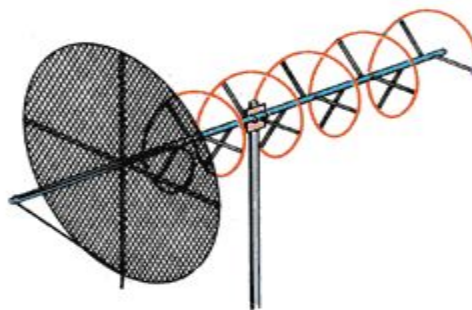
Η βροχοκεραία, ή αλλιώς «loop antenna», αποτελείται από μια κλειστή γραμμή που μπορεί να έχει οποιοδήποτε σχήμα και μπορεί να τροφοδοτηθεί από οποιοδήποτε σημείο της (πρακτικά, είναι ένα μαγνητικό δίπολο που σχηματίζεται από κυκλικούς ή τετραγωνικούς βρόχους). Οι βροχοκεραίες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, σε αυτές που το συνολικό τους μήκος είναι μεγαλύτερο (συγκρίσιμο πρακτικά με ένα μήκος κύματος) από ένα μήκος κύματος λ και λέγονται μεγάλες λούπες, και σε αυτές που το συνολικό τους μήκος είναι μικρότερο από $0,1 \lambda$, και είναι γνωστές συνήθως με την ονομασία μαγνητικές λούπες. Το διάγραμμα ακτινοβολίας των βροχοκεραιών είναι ίδιο με αυτό του απλού δίπολου. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι η δυνατότητα απόρριψης τοπικών ηλεκτροστατικών πεδίων και η μείωση της επίδρασης των παρεμβολών και του θορύβου. Χρησιμοποιούνται σε συχνότητες μέχρι 3GHz, ακόμα και σε μικροκυματικές συχνότητες. Παρουσιάζουν πολύ μικρή αντίσταση ακτινοβολίας, οπότε χρησιμοποιούνται κυρίως ως κεραιές λήψης σε φορητούς δέκτες χαμηλών συχνοτήτων (κυρίως AM) ή ως ανιχνευτές για μέτρηση πεδίων. Γενικά οι μικρές κυκλικές βροχοκεραίες παρουσιάζουν κατευθυντικότητα ίδια με εκείνη του δίπολου Hertz και παρουσιάζουν μικρή αντίσταση ακτινοβολίας.



Βροχοκεραία μικρού μήκους

- **Ελικοειδής Κεραία**

Η ελικοειδής κεραία, είναι μια ευρείας ζώνης VHF και UHF κεραία η οποία χρησιμοποιείται όταν είναι επιθυμητό να εξασφαλιστούν χαρακτηριστικά κυκλικής πόλωσης. Η κεραία αποτελείται από έναν χαλαρό έλικα που συγκρατείται από ένα ground plane, το οποίο είναι απλά μία οθόνη (screen) κατασκευασμένη από σύρμα περίφραξης. Υπάρχουν δύο ρυθμοί ακτινοβολίας, ο κανονικός (δηλαδή ο κάθετος) και ο αξονικός. Στον πρώτο, η κατεύθυνση της ακτινοβολίας είναι σε ορθή γωνία με τον άξονα του έλικα. Ο δεύτερος ρυθμός παράγει μια ευρείας ζώνης, αρκετά κατευθυντική ακτινοβολία κατά την διεύθυνση του άξονα. Αν η περιφέρεια του έλικα προσεγγίζει το μήκος κύματος, μπορεί να δείχτει ότι το κύμα ταξιδεύει κατά μήκος των στροφών του έλικα, και η δέσμη της ακτινοβολίας σε αυτήν την ακροπυροδοτική ενέργεια είναι κυκλικά πολωμένη. Η κυκλική πόλωσης δεν επηρεάζεται από τις ανακλάσεις που επιφέρουν συχνά ανεπιθύμητη αλλαγή πόλωσης στην διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Έτσι, αποφεύγονται οι διακυμάνσεις του σήματος εξαιτίας των αλλαγών φάσεως, συμπεριλαμβανομένων και των προσθαφαιρέσεων που εμφανίζονται από τα απευθείας και τα εξ' ανακλάσεως λαμβανόμενα σήματα. Η εκπομπή/λήψη σημάτων από την ελικοειδή κεραία γίνονται μέσω της ιονόσφαιρας και χρησιμοποιείται ευρέως σε δορυφορικές, probe κυρίως για ραδιοτηλεμετρία.



Ελικοειδής Κεραία

Βασική διαφορά της Yagi-Uda από τις προαναφερθείσες κεραίες, είναι ότι η Yagi εκτός από τροφοδοτούμενα στοιχεία έχει και παρασιτικά. Υπενθυμίζουμε ότι τα παρασιτικά στοιχεία δεν συνδέονται στην τροφοδοσία αλλά μόνο στο σώμα της κεραίας.

2. Η κεραία Yagi-Uda είναι μία στοιχειοκεραία η οποία αποτελείται από ένα διεγειρόμενο στοιχείο και ένα ή περισσότερα παρασιτικά στοιχεία που βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο, παράλληλα, τοποθετημένα επί άξονα, γεγονός το οποίο την διαφοροποιεί πρωτίστως από τις προαναφερθείσες κεραίες (είναι στοιχειοκεραία). Στα παρασιτικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται επάγονται ρεύματα (εξαιτίας της αμοιβαίας σύνθετης αντίστασης). Η λειτουργία της στηρίζεται στην εξής θεωρία. Μεταλλικός αγωγός παρουσία ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ορισμένης συχνότητας, έχει την ιδιότητα να επανεκπέμπει την ακτινοβολία που δέχεται από το πεδίο (λειτουργεί δηλαδή παρασιτικά). Οπότε, όταν ο αγωγός αυτός τοποθετηθεί κοντά και παράλληλα σε κεραία που ακτινοβολεί σε ορισμένη συχνότητα, συλλέγει αυτή την ακτινοβολία (της κεραίας εκπομπής = δίπολο) και επανεκπέμπει. Έτσι, παρατηρείται ενισχυτική συμβολή κυμάτων ως αποτέλεσμα της υπέρθεσης της ακτινοβολίας που εκπέμπει το ίδιο το δίπολο, αλλά και της ακτινοβολίας που φτάνει σε αυτό από τον αγωγό. Όπως θα αναφερθεί και στη συνέχεια για την ελάττωση του οπίσθιου λοβού (καταστρεπτική συμβολή) θα χρησιμοποιηθούν ανακλαστήρες, ενώ τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για την επανεκπομπή και την ενίσχυση τελικά του σήματος (ενισχυτική συμβολή) ονομάζονται κατευθυντήρες.

3. Τα στοιχεία της στοιχειοκεραίας μας είναι γραμμικά δίπολα. Το διεγειρόμενο ή ενεργό στοιχείο της κεραίας, συνδέεται στην τροφοδοσία με γραμμή μεταφοράς. Τα υπόλοιπα δίπολα είναι παρασιτικοί ακτινοβολητές (επάγονται ρεύματα). Τα παρασιτικά στοιχεία, που έχουν μεγαλύτερο μήκος από το ενεργό λειτουργούν ως ανακλαστήρες (συχνά ένας ή δύο όπισθεν του ενεργού στοιχείου τοποθετούνται σε μεταξύ τους αποστάσεις 0,3λ -0,4λ συνήθως) και έχουν ως σκοπό τη μείωση του οπίσθιου λοβού της κεραίας. Ωστόσο, κυρίαρχο ρόλο επιτελεί ο ανακλαστήρας που βρίσκεται πιο κοντά στο τροφοδοτούμενο στοιχείο, με τους επιπρόσθετους ανακλαστήρες ελάχιστα να επιδρούν. Τέλος, τα υπόλοιπα παρασιτικά στοιχεία, έμπροσθεν του στοιχείου οδηγού, λειτουργούν ως κατευθυντήρες (σε πλήθος συχνά 4-18 μικρότεροι 0,4λ-0,45λ από το ενεργό στοιχείο-0,45λ-0,49λ) και αυξάνουν την κατευθυντικότητα αλλά και το κατευθυντικό κέρδος της κεραίας. Όσους περισσότερους κατευθυντήρες τοποθετούμε τόσο περισσότερο αυξάνεται και η απόδοση της Yagi-Uda. Η αύξηση αυτή βέβαια επιτελείται μέχρι την τοποθέτηση κάποιου αριθμού κατευθυντήρων, αφού όσο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ των παρασιτικών στοιχείων και του ενεργού τα επαγόμενα ρεύματα επιδρούν λιγότερο. Είναι ιδιαίτερα κατευθυντική κεραία με στενό σχετικά εύρος ζώνης (HF: συχνότητες για εκπομπή, VHF: συχνότητες για λήψη). Μάλιστα, όσο πιο κοντά τοποθετούμε τα παρασιτικά στοιχεία στο στοιχείο οδηγό, τόσο πιο πολύ μειώνεται η αντίσταση εισόδου. Η επιλογή του μήκους των στοιχείων επηρεάζει τις ίδιες σύνθετες αντιστάσεις (το φανταστικό μέρος), ενώ οι αποστάσεις μεταξύ τους επηρεάζουν τις αμοιβαίες σύνθετες αντιστάσεις. Γενικές τιμές αντιστάσεων εισόδου: 20-100Ω.

4. Τόσο από το θεωρητικό μοντέλο, όσο και από τις μετρήσεις του πειράματος, βλέπουμε ότι η αύξηση των στοιχείων της κεραίας οδηγεί σε αύξηση του κέρδους της, αλλά σε μικρότερο βαθμό με κάθε επιπλέον στοιχείο που προσθέτουμε.

5. Κάθε επιπλέον κατευθυντήρας τοποθετείται σε αυξανόμενη απόσταση από το οδηγό στοιχείο. Καθώς οι κατευθυντήρες είναι παρασιτικά στοιχεία, το ρεύμα τους είναι επαγόμενο, και η τιμή του μειώνεται με την αύξηση της απόστασης από το ρεύμα που προκαλεί την επαγωγή, που είναι αυτό που διαρρέει το οδηγό στοιχείο. Με τη μείωση της έντασης του επαγόμενου ρεύματος στους κατευθυντήρες, μειώνεται και η συνεισφορά τους στην αύξηση του κέρδους της διάταξης.