



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Ασύρματες Ζεύξεις και Διάδοση

2^η Εργαστηριακή Άσκηση ομάδα Α:
ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΕΡΑΙΩΝ (YAGI-UDA)

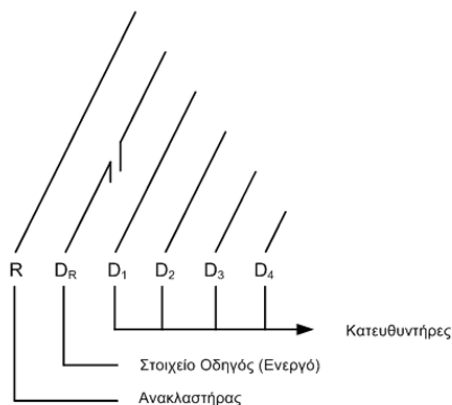
Παναγιώτης Βλάχος 03120891
Παναγιώτης Δημήτρης Ηλιόπουλος 03121034
Βασίλης Καλαϊτζόγλου 03119940
Παναγιώτης Λαμπούσης 03121443
Φιλοθέη Λιναρδάτου 03121016
Ευαγγελία Μουρούτη 03119873
Μελίνα Χαραλαμπάκη 03119951

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι η μελέτη των κεραιών Yagi-Uda και των ιδιοτήτων τους. Συγκεκριμένα, εξετάζουμε πώς το πλήθος των στοιχείων της κεραίας αλλά και οι μεταξύ τους αποστάσεις επηρεάζουν το διάγραμμα ακτινοβολίας, το κέρδος και τον λόγο F/B.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΕΡΑΙΑΣ YAGI-UDA

Η κεραία Yagi-Uda είναι μία στοιχειοκεραία που αποτελείται από έναν αριθμό γραμμικών διπόλων. Ένα δίπολο είναι ενεργό και τα υπόλοιπα παρασιτικά. Το δίπολο πίσω από το ενεργό ονομάζεται ανακλαστήρας και η λειτουργικότητά του έγκειται στο να περιορίζει τον οπίσθιο λοβό ακτινοβολίας. Τα δίπολα μπροστά από το ενεργό ονομάζονται κατευθυντήρες και ο σκοπός τους να είναι να αυξάνουν την κατευθυντικότητα της κεραίας. Οι κεραίες Yagi-Uda χαρακτηρίζονται από μεγάλο front-to-back ratio και μεγάλη κατευθυντικότητα.



Σχήμα 1. Κεραία Yagi έξι στοιχείων

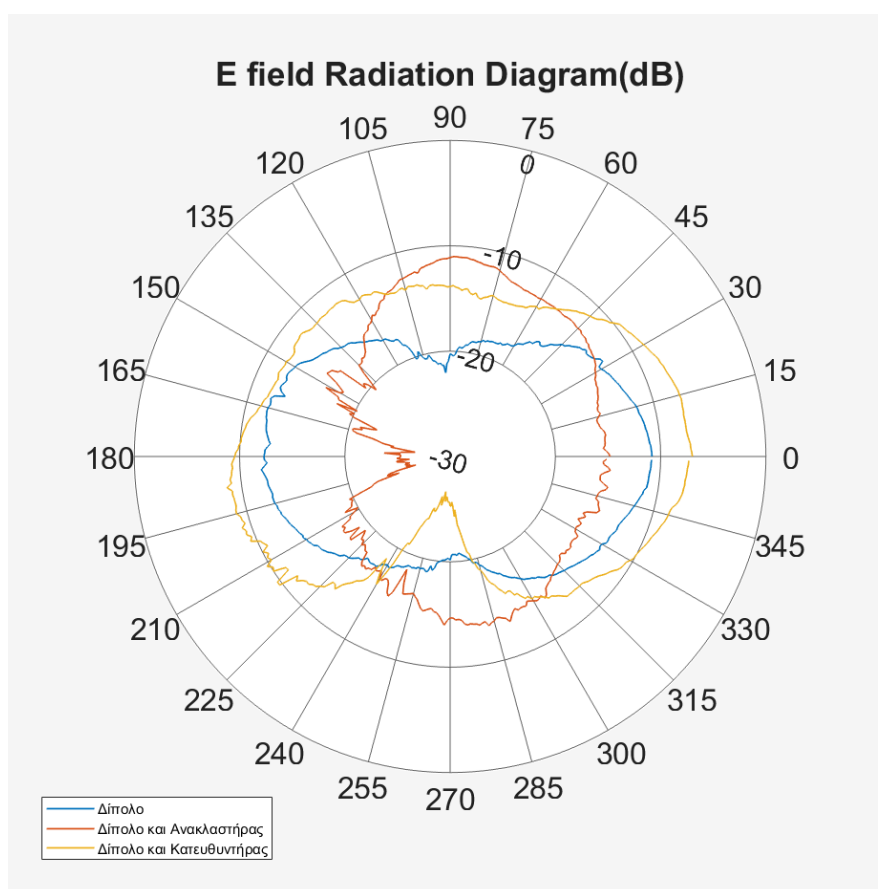
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

Η διάταξη που εξετάζουμε αποτελείται από ένα αναδιπλωμένο δίπολο που λειτουργεί ως κεραία εκπομπής και από ένα δίπολο $\lambda/2$ που λειτουργεί ως κεραία λήψης. Προσθέτοντας σταδιακά και άλλα δίπολα στην κεραία λήψης, θα σχηματίσουμε διάφορες στοιχειοκεραίες Yagi-Uda. Το αναδιπλωμένο δίπολο τροφοδοτείται από τον RF Generator σε συχνότητα 1 GHz και τοποθετείται έτσι ώστε ο άξονάς του να είναι οριζόντιος. Επίσης, η κεραία λήψης τοποθετείται ώστε να βρίσκεται στο ίδιο ύψος και αντικριστά από την κεραία εκπομπής σε απόσταση 1.5 m. Συνδέουμε σε αυτήν έναν εξασθενητή 10dB μέσω καλωδίου SMA ώστε να παράγεται επίπεδο σήματος στα 13 dB κάτω από το σημείο σάρωσης. Χρησιμοποιούμε το λογισμικό LVDAM-ANT για την λήψη των μετρήσεων και των διαγραμμάτων ακτινοβολίας.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

- 1) Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας του δίπολου $\lambda/2$.
- 2) Τοποθετούμε ένα σύρμα μήκους 178mm σε απόσταση 6cm πίσω από το δίπολο $\lambda/2$. Το σύρμα αυτό λειτουργεί ως ανακλαστήρας. Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας.
- 3) Στη συνέχεια αφαιρούμε τον ανακλαστήρα και προσθέτουμε έναν κατευθυντήρα μήκους 146mm σε απόσταση 6 cm μπροστά από το δίπολο. Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας.

Σχεδιάζουμε σε κοινό σχήμα αυτά τα 3 διαγράμματα.

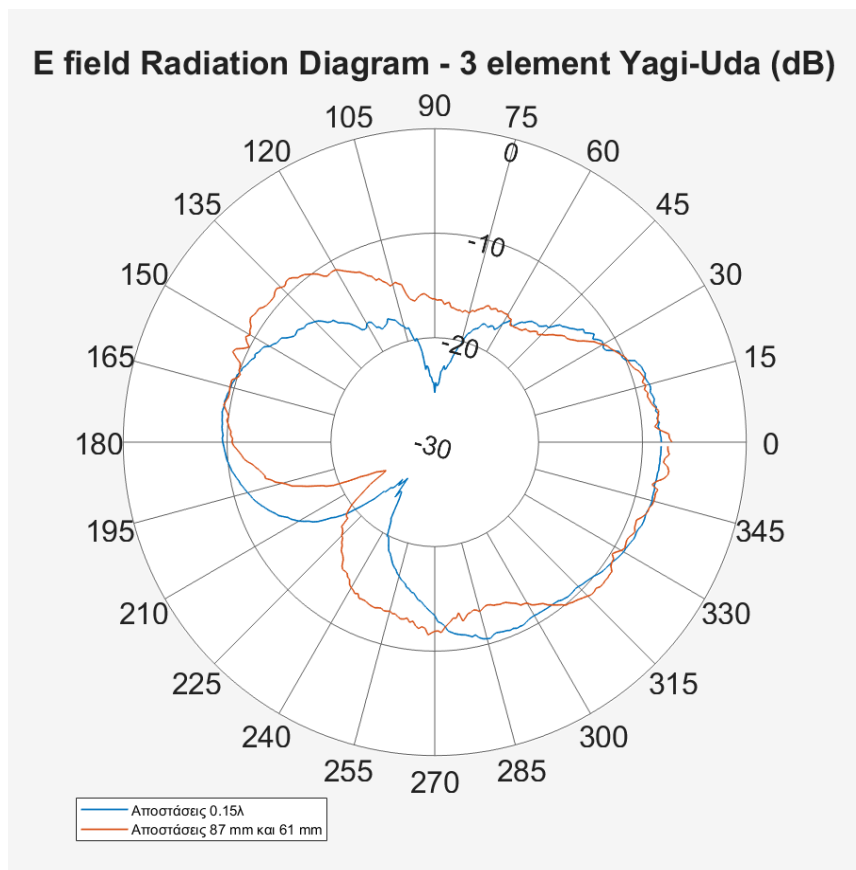


Παρατηρούμε ότι στην περίπτωση του ανακλαστήρα ο οπίσθιος λοβός είναι πολύ εξασθενημένος. Επίσης στην περίπτωση του κατευθυντήρα, το κέρδος στον εμπρόσθιο λοβό είναι αυξημένο.

- 4) Έπειτα στήνουμε μία κεραία Yagi – Uda 3 στοιχείων χρησιμοποιώντας τα σύρματα 178 mm και 146 mm ως ανακλαστήρα και κατευθυντήρα αντιστοίχως και το δίπολο ως το στοιχείο οδήγησης. Οι αποστάσεις μεταξύ των στοιχείων είναι 4,5 cm. Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας.

- 5) Βελτιώνουμε την απόδοση της κεραίας αλλάζοντας τις αποστάσεις των στοιχείων, έτσι ώστε ο ανακλαστήρας να απέχει από το δίπολο 8.7 cm και ο κατευθυντήρας από το δίπολο 6.1 cm. Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας.

Για να εξετάσουμε την επίδραση αυτής της μεταβολής σχεδιάζουμε τα 2 τελευταία διαγράμματα σε κοινό σχήμα.

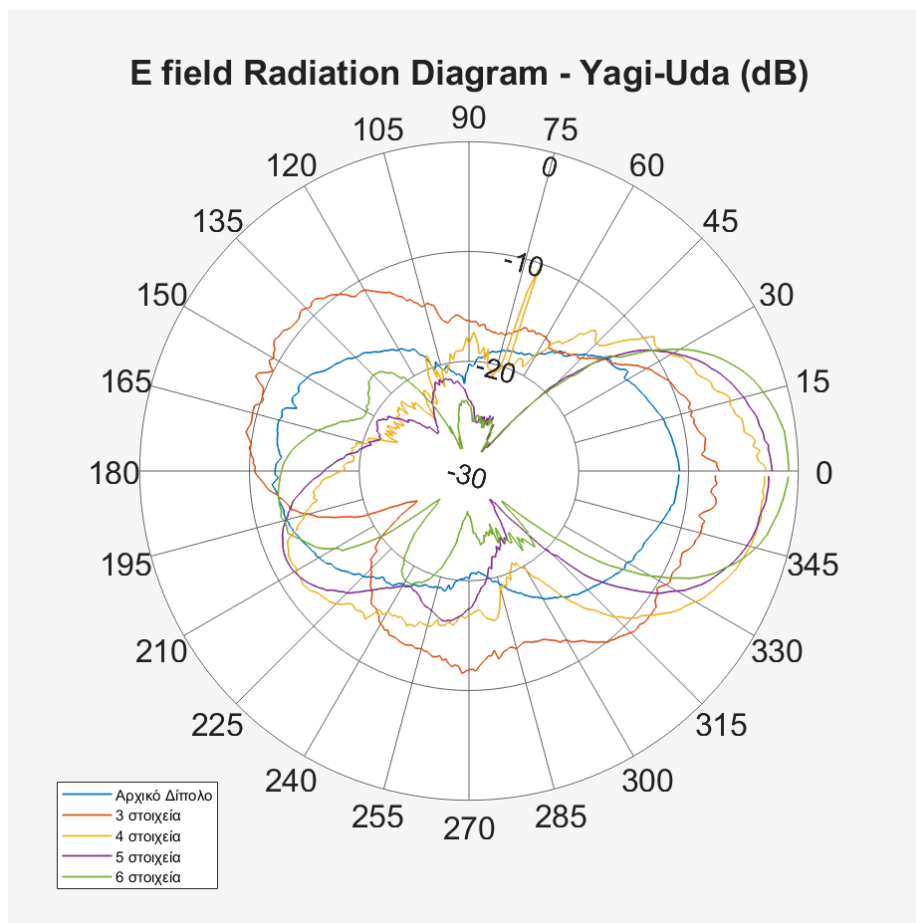


Παρατηρούμε μία μικρή αύξηση του κέρδους.

- 6) Στη συνέχεια στήνουμε μία στοιχειοκεραία 4 στοιχείων με σύρματα μήκους 17.8 cm, 15.4 cm, 14.6 cm και 14.4 cm. Οι αποστάσεις μεταξύ τους είναι 8.8cm, 8.5cm και 6.6 cm. Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας στο E επίπεδο.
- 7) Έπειτα στήνουμε μία στοιχειοκεραία 5 στοιχείων με σύρματα μήκους 17.8 cm, 15.4 cm, 14.6 cm, 4.4 cm και 14.2 cm. Οι αποστάσεις μεταξύ τους είναι 9.4 cm, 7.5 cm και 10 cm και 10.8 cm. Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας στο E επίπεδο.
- 8) Στη συνέχεια στήνουμε μία στοιχειοκεραία 6 στοιχείων με σύρματα μήκους 17.8 cm, 15.4 cm, 14.6 cm, 14.4 cm, 14.2 cm και 1.4 cm. Οι

αποστάσεις μεταξύ τους είναι 6.6 cm, 7 cm και 10.5 cm ,11cm και 12 cm. Λαμβάνουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας στο E επίπεδο.

Σχεδιάζουμε σε κοινό σχήμα τα διαγράμματα ακτινοβολίας των κεραιών Yagi-Uda 3,4,5 και 6 στοιχείων.



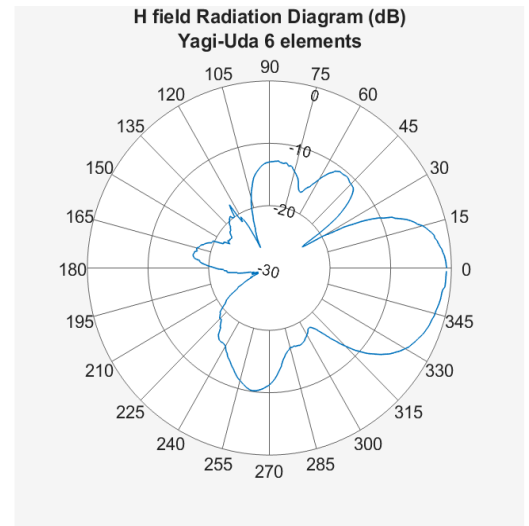
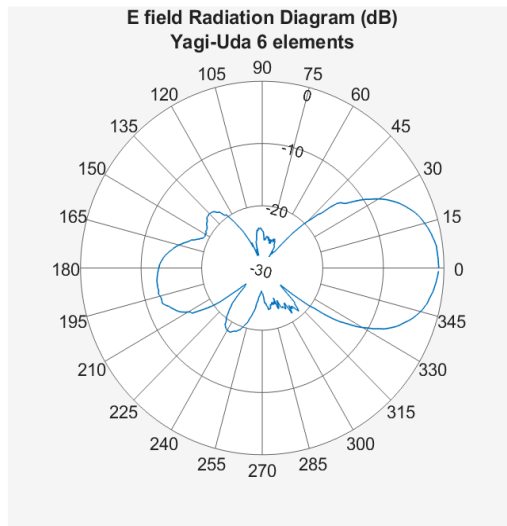
Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των στοιχείων, αυξάνεται η κατευθυντικότητα της κεραιάς και ο θόρυβος είναι λιγότερος. Επίσης αυξάνεται σημαντικά το κέρδος του κύριου λοβού καθώς και ο λόγος F/B.

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζουμε τις μετρήσεις μας για το Κέρδος, το Εύρος Δέσμης Μισής Ισχύος και το F/B των διατάξεων Yagi-Uda.

Αριθμός Στοιχείων	Κέρδος (dBd)	Κέρδος (dBi)	HPBWE	F/B (dB)
3	3.676	5.826	50°	2.22
4	7.896	10.046	36°	8.652
5	8.451	10.601	42°	9.111
6	9.9839	12.1339	42°	11.5239

Το κέρδος αυξάνεται καθώς προσθέτουμε κατευθυντήρες, καθώς η κεραία αποκτά μεγαλύτερη κατευθυντικότητα.

- 9) Τέλος περιστρέφουμε την κεραία εκπομπής και την Yagi-Uda 6 στοιχείων κατά 90° ώστε να βρούμε το διάγραμμα ακτινοβολίας στο H επίπεδο.



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ

1)

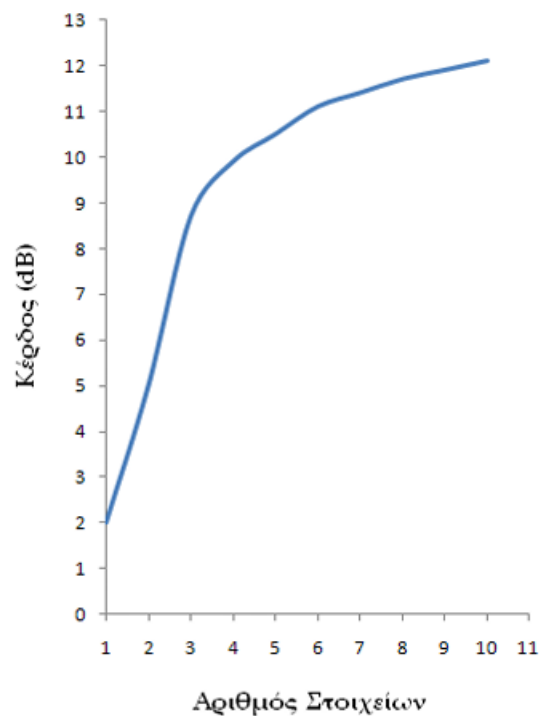
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΔΙΠΛΩΜΕΝΟ ΔΙΠΟΛΟ	ΒΡΟΧΟΚΕΡΑΙΑ	ΕΛΙΚΟΕΙΔΗΣ ΚΕΡΑΙΑ	ΚΕΡΑΙΑ YAGI-UDA
ΔΟΜΗ	Δύο παράλληλοι αγωγοί αναδιπλωμένοι στον εαυτό τους	Βρόχος σύρματος ή άλλου αγωγού, συνήθως σε σχήμα κύκλου ή τετραγωνικού πλαισίου	Πηνίο τυλιγμένο γύρω από έναν κεντρικό άξονα, σε σχήμα κοχλία	Ένα στοιχείο οδήγησης, ένας ανακλαστήρας και ένας ή περισσότεροι κατευθυντήρες παράλληλα μεταξύ τους
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	Ομοιοκατευθυντικό	Εξαρτάται από το σχήμα και το μήκος του βρόχου	Κατευθυντικό	Αρκετά κατευθυντικό συγκεντρωμένο σε μία συγκεκριμένη κατεύθυνση
ΕΥΡΟΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	Ευρυζωνικό	Εξαρτάται από το σχήμα και το μήκος του βρόχου	Συνήθως στενοζωνικό	Ευρυζωνικό, αλλά διαφέρει ανάλογα τα στοιχεία και την σχεδίαση
ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	Συνήθως οριζόντια	Εξαρτάται από την κατεύθυνση του βρόχου	Συνήθως κυκλική ή γραμμική	Συνήθως οριζόντια αλλά μπορεί να γίνει και κατακόρυφη, ανάλογα με την σχεδίαση
ΚΕΡΔΟΣ	Μέτριο	Μέτριο	Μέτριο-Υψηλό	Υψηλό

- 2) Η Yagi -Uda παρουσιάζει το μεγαλύτερο κέρδος λόγω των προστιθέμενων στοιχείων. Επομένως προσφέρει καλύτερη ισχύ σήματος και μεγαλύτερη απόσταση κάλυψης. Επιπλέον είναι αρκετά κατευθυντική και διαθέτει ενισχυμένη ικανότητα εκπομπής και λήψης προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Το μειονέκτημα αυτής της κεραίας είναι ότι με την

αύξηση του αριθμού των στοιχείων καθίσταται δύσκολος ο υπολογισμός του μήκους τους και των βέλτιστων μεταξύ τους αποστάσεων .

- 3) Η Yagi-Uda αποτελείται από γραμμικά δίπολα. Το ένα από αυτά τροφοδοτείται και ονομάζεται οδηγός. Επάγει ρεύματα στα υπόλοιπα στοιχεία (παρασιτικά). Το δίπολο που τοποθετείται πίσω από τον οδηγό ονομάζεται ανακλαστήρας και ο ρόλος του είναι να περιορίζει τον οπίσθιο λοβό. Τα υπόλοιπα δίπολα τοποθετούνται μπροστά από τον οδηγό και ονομάζονται κατευθυντήρες. Ο ρόλος τους είναι να αυξάνουν την κατευθυντικότητα της κεραίας.

- 4) Το τροφοδοτούμενο στοιχείο, σε μεμονωμένη λειτουργία, έχει κέρδος όμοιο με το συμβατικό στοιχείο. Προσθέτοντας τον ανακλαστήρα αυτό δεν αλλάζει ιδιαίτερα, καθώς όπως αναλύθηκε προηγουμένως, είναι υπεύθυνος κυρίως για την οπίσθια απολαβή. Το κέρδος της κεραίας Yagi-Uda αυξάνεται καθώς προσθέτουμε κατευθυντήρες. Αυτό συμβαίνει γιατί η ικανότητα λήψης/εκπομπής της κεραίας αυξάνεται προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση. Ωστόσο, μετά από ένα όριο η αύξηση αυτή είναι πολύ αργή και το κέρδος τείνει να σταθεροποιηθεί. Για μία συνήθη κεραία Yagi-Uda (με έως και δεκαοχτώ κατευθυντήρες), το κέρδος ανέρχεται στην τάξη των 20 dB, και πιο συγκεκριμένα σε εύρος 14,8-17,3 dB.



- 5) Ο ρυθμός αύξησης του κέρδους που προκύπτει από τους προστιθέμενους κατευθυντήρες μειώνεται σταδιακά με την αύξηση του πλήθους τους,

καθώς τα ρεύματα που επάγονται στους απομακρυσμένους
κατευθυντήρες είναι πολύ μικρά και δεν έχουν σημαντική επίδραση στην
διάταξη.