



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ.**  
**Τμήμα Ηλεκτρολόγων & Ηλεκτρονικών Μηχανικών**

**«Σχεδίαση Κεραιών Με το Λογισμικό CST»**

**Διπλωματική Εργασία**

**Φοιτητής: Ανδρέας Ευσταθίου**  
**ΑΜ: 37490**

Επιβλέπων Καθηγητής  
*Στυλιανός Μουτιληναίος, Επίκουρος Καθηγητής, ΠΑ.Δ.Α.*

2019



## Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών Τ.Ε. του Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ. Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην υλοποίηση και ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Θερμά ευχαριστώ τον καθηγητή μου κύριο Στυλιανό Μυτιληναίο, που μου ανέθεσε το τόσο ενδιαφέρον θέμα, και όχι μόνο. Βρέθηκε πρόθυμα δίπλα μου σε οποίες απορίες μου και οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας επικαλέστηκα την βοήθεια του. Επίσης, τον ευχαριστώ, κυρίως για το ειλικρινές ενδιαφέρον και την πρόσφορα των πολύτιμων γνώσεων και εμπειριών του που μου παρείχε κατά την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας.

Ευχαριστώ από καρδιάς και εκ των πρότερων την τριμελή επιτροπή για τον χρόνο που θα αφιερώσει, καθώς και όλους τους καθηγητές του Τμήματός μου για την υπομονή που έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια σπουδών μου, διδάσκοντας και εκπαιδεύοντας μας σωστά πάνω στο επάγγελμα του ηλεκτρονικού μηχανικού, που σε λίγο θα κληθώ να ασκήσω.

Ευχαριστώ ακόμη την οικογένεια μου που βρίσκεται δίπλα μου από την αρχή της ζωής μου, στηρίζοντας με ακούραστα, τόσο οικονομικά όσο και ψυχολογικά, ενθαρρύνοντας τις οποίες αποφάσεις μου και κατανοώντας τις δυσκολίες και τα προβλήματα.

Τέλος ευχαριστώ τους συγγραφείς και τους εκδότες των βιβλίων που συμβουλευτήκα για την εκπόνηση της εργασίας. Καθώς και τους φίλους που με βοήθησαν ο καθένας με τον τρόπο του.



## Περίληψη

Ο σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η σχεδίαση και η προσομοίωση λειτουργίας με το λογισμικό CST Studio Suite 2015 δύο τύπων κεραιών. Ο πρώτος τύπος κεραίας είναι η μικροταινιακή κεραία (patch antenna) για τρεις διαφορετικές συχνότητες συντονισμού για 2.45GHz, 868MHz, 433MHz και ο δεύτερος τύπος κεραίας είναι η χοανοειδής κεραία (horn antenna) για συχνότητα συντονισμού 2.45 GHz.

Πιο συγκεκριμένα στην πτυχιακή εργασία γίνεται η θεωρητική ανάλυση και των δυο τύπων κεραιών, καθώς και η μεθοδολογία για τον υπολογισμό όλων των διαστάσεων και παραμέτρων για κάθε τύπο κεραίας ξεχωριστά. Στην συνέχεια με την χρήση του λογισμικού CST δημιουργούνται τα μοντέλα των κεραιών με τις ακριβείς διαστάσεις και χαρακτηριστικά, έχοντας σαν αποτέλεσμα τις ρεαλιστικές προσομοιώσεις του τρόπου λειτουργίας των κεραιών. Τέλος, υλοποιείται διαδικασία βελτιστοποίησης για κάθε μοντέλο για την καλύτερη αποδοτικότητα των κεραιών.

Λέξεις Κλειδιά : CST Studio Suite, Σχεδίαση κεραιών, Μικροταινιακές κεραίες, Χοανοειδείς κεραίες, Microstrip patch antennas, Horn antennas, Matlab, 2.45GHz, 868 MHz, 433MHz.

## Abstract

The thesis demonstrates the design of two types of antennas and how they operate by using the simulator tool of CST Studio Suite 2015. The first type is the microstrip patch antenna that is tested for three different resonant frequencies (2.45GHz, 868MHz and 433MHz) and the second is the horn antenna for 2.45GHz resonant frequency.

More specifically, the thesis shows the theoretical analysis of the design of these two antennas and the methodology and calculation of each parameter that is used in order to achieve the ideal dimensions for their efficient operation. By using the CST software we create the models with the exact characteristics that is demanded so we can get realistic simulation of the way they work. In the end the optimization process is implemented for each type of the antennas so we can get the highest efficiency.

**Keywords:** CST Studio Suite, Antenna designs, Microstrip patch antennas, Horn antennas, Matlab, 2.45GHz, 868MHz, 433MHz.

## Περιεχόμενα

	Δομή Πτυχιάρκης Εργασίας .....	9
1	Πρώτο Κεφάλαιο .....	11
1.1	Εισαγωγικές Έννοιες .....	11
1.1.1	Ηλεκτρομαγνητικό Κύμα .....	11
1.1.2	Συχνότητα και Μήκος Κύματος .....	12
1.1.3	Εκπομπή Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων .....	12
1.1.4	Μέσο Μεταφοράς Ενέργειας .....	13
1.1.4.1	Γραμμές Μεταφοράς .....	13
1.1.4.2	Κυματοδηγός .....	13
1.2	Ορισμός Κεραίας .....	14
1.2.1	Δομή Κεραίας ως Συσκευή Μετάδοσης .....	14
1.3	Βασικές Παράμετροι Κεραίων .....	16
1.3.1	Εκπομπή-Λήψη.....	16
1.3.2	Συχνότητα Συντονισμού .....	16
1.3.3	S Παράμετροι-Παράμετροι Σκεδασης.....	16
1.3.4	Εύρος Ζώνης Συχνοτήτων .....	17
1.3.5	Διάγραμμα Ακτινοβολίας .....	17
1.3.6	Κέρδος-Απολαβή .....	18
1.3.7	Πόλωση.....	18
1.3.8	Αντίσταση Ακτινοβολίας.....	19
1.3.9	Αντίσταση Εισόδου .....	19
2.1	Δεύτερο Κεφάλαιο-Μικροκυματικές Κεραίες .....	20
2.1.1	Δομή Κεραίας Μικροταινίας .....	20
2.1.2	Μέθοδοι τροφοδοσίας .....	22
2.1.3	Πλεονέκτηματα και Μειονεκτήματα Μικροταινιακών Κεραίων .....	23
2.1.4	Ανάλυση Ορθογώνιας Κεραίας Μικροταινίας .....	24
2.1.5	Ενεργό Μήκος-Συχνότητα Συντονισμού Ενεργό Πλάτος.....	25
2.1.6	Αγωγιμότητα.....	26
2.1.7	Αντίσταση εισόδου .....	27
2.2	Υπολογισμός Διαστάσεων Μικροταινιακών Κεραίων Και Προσομοίωση Με Το Λογισμικό CST .....	31
2.2.1	Υπολογισμός Παραμέτρων Μικροταινιακής Κεραίας Συχνότητα 2.45GHz	31
2.2.2	Υπολογισμός Παραμέτρων Μικροταινιακής Κεραίας Συχνότητα 868MHz	37
2.2.3	Υπολογισμός Παραμέτρων Μικροταινιακής Κεραίας Συχνότητα 433MHz	42
2.2.4	Σχεδιασμός Και Προσομοίωση Μικροταινιακών Κεραίων με το Πρόγραμμα CST Studio Suite 2015.....	46
2.2.5	Προσομοίωση μικροταινιακής κεραίας στα 2.45GHz με το λογισμικό CST	51
2.2.6	Προσομοίωση μικροταινιακής κεραίας στα 868MHz με το λογισμικό CST.	62
2.2.7	Προσομοίωση μικροταινιακής κεραίας στα 433MHz με το λογισμικό CST.	66
2.2.8	Βελτιστοποίηση Παραμέτρων Μικροταινιακής Κεραίας στα 2.45 GHz με το λογισμικό CST. ....	67
2.3	Συμπεράσματα Δευτέρου Κεφαλαίου .....	71

3.1	Τρίτο Κεφάλαιο-Χοανοειδής Κεραίες.....	73
3.1.1	Κυματοδηγοί.....	73
3.1.2	Ορθογωνικός Κυματοδηγός.....	74
3.1.3	Τροποι Διάδοσης .....	76
3.1.4	Μήκος Κύματος Αποκοπής-Συχνότητα Αποκοπής.....	77
3.2.1	Χοανοειδής Κεραία .....	78
3.2.2	Χοάνη Επίπεδου Η-Ε.....	79
3.2.3	Κατευθυντικότητα Χοάνης Επίπεδου Η-Ε.....	80
3.2.4	Πυραμιδοειδής Χοάνη .....	81
3.2.5	Πεδία Στο Άνοιγμα και Ακτινοβολούμενα Πεδία .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.6	Κατευθυντικότητα Πυραμιδοειδούς Χοάνης .....	83
3.2.7	Διαδικασία Σχεδίασης Πυραμιδοειδούς Χοάνης.....	85
3.3	Υπολογισμός Διαστάσεων Πυραμιδοειδούς Χοάνης Και Προσομοίωση Με Το Λογισμικό CST.....	87
3.3.1	Υπολογισμός Παραμέτρων Χοανοειδούς Κεραίας Για Συχνότητα 2.45GHz .	87
3.3.2	Τροφοδοσία Χοανοειδούς Κεραίας Με Τροπο TE <sub>1,0</sub> .....	89
3.3.3	Σχεδιάσμος Και Προσομοίωση Πυραμιδοειδούς Κεραίας Για Συχνότητα 2.45GHz Με το Λογισμικό CST Studio Suite 2015 .....	89
3.4	Συμπεράσματα Τρίτου Κεφαλαίου .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	Επίλογος .....	109
	Κατάλογος Εικόνων: .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	Κατάλογος Πινακων .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	Βιβλιογραφία/ Links.....	114



