



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ
ΜΙΚΡΟΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τρισδιάστατες Δομές Πυκνωτών με Χρήση 3D λογισμικού

Δημήτριος Α. Ζαχαριάς

Επιβλέπουσα

Ευαγγελία Καραγιάννη, Καθηγήτρια Σχολής Ναυτικών Δοκίμων

ΑΘΗΝΑ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2022

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τρισδιάστατες Δομές Πυκνωτών με Χρήση 3D λογισμικού

Δημήτριος Α. Ζαχαριάς

A.M.: MM291

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Ευαγγελία Καραγιάννη, Καθηγήτρια Σχολής Ναυτικών Δοκίμων

Οκτώβριος 2022

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει αρχικά το φαινόμενο των παρεμβολών που αναπτύσσεται μεταξύ δύο αγώγιμων υλικών μέσω ηλεκτρομαγνητικής ανάλυσης. Στη συνέχεια εξετάζονται επίσης δύο διαφορετικοί τύποι μικροκυματικών πυκνωτών. Οι συγκεκριμένες διατάξεις παρουσιάζουν τόσο θεωρητικό όσο και πρακτικό ενδιαφέρον καθώς, λόγω της έντονης ηλεκτρομαγνητικής ανάλυσης που αναπτύσσεται, μπορεί να προσαρμοστεί σε μια πληθώρα τεχνολογικών εφαρμογών και κυρίως μικροκυματικά κυκλώματα υψηλών συχνοτήτων. Το σκέλος έρευνας περιείχε την εκτενή αναζήτηση και εκμάθηση 3D σχεδιαστικού λογισμικού όπου και έγιναν οι προσομοιώσεις όλων των ηλεκτρομαγνητικών αναλύσεων. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται συγκεντρωτικά κατά τη διάρκεια της εργασίας, όπου καταδεικνύεται η συμπεριφορά των διατάξεων και σχολιάζονται οι πιθανές προεκτάσεις αυτών.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Δομές Πυκνωτών

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: μικροταινιακοί πυκνωτές, παρεμβολές, αγωγιμα υλικά, ηλεκτρομαγνητική ανάλυση, μικροκυματική τεχνολογία

ABSTRACT

The present dissertation initially examines the phenomenon of interference between two conductive materials through electromagnetic analysis. Two diverse types of microwave capacitors are also considered below. These devices are of both theoretical and practical interest as, due to the intense electromagnetic analysis that is being developed, they can be adapted to a variety of technological applications and at high frequency microwave circuits. The research part contained the extensive search and learning of 3D design software where all the electromagnetic analysis were simulated. The results of the analysis are presented collectively during the work, where the behavior of the provisions is demonstrated, and their extensions are commented on.

SUBJECT AREA: Capacitor Structures

KEYWORDS: microstrip capacitors, interferences, conductive materials, electromagnetic analysis, microwave technology

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	11
1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΑΓΩΓΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	12
1.1 Σχεδίαση Δομής Αγωγιμων Υλικών	14
1.2 Παράθεση Σχημάτων	25
1.3 Αποτελέσματα Ανάλυσης	50
2. ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ	53
2.1 Πυκνωτής Interdigital	53
2.2 Πυκνωτής Παράλληλων Πλακών	62
2.2.1 Πυκνωτής Χωρητικότητας 0.2 pF	67
2.2.2 Πυκνωτής Χωρητικότητας 0.5 pF	69
2.2.3 Πυκνωτής Χωρητικότητας 1 pF	70
2.2.4 Πυκνωτής Χωρητικότητας 2 pF	71
2.2.5 Πυκνωτής Χωρητικότητας 3 pF	72
2.2.6 Πυκνωτής Χωρητικότητας 5 pF	73
2.2.7 Πυκνωτής Χωρητικότητας 10 pF	74
2.2.8 Πυκνωτής Χωρητικότητας 15 pF	75
2.2.9 Πυκνωτής Χωρητικότητας 20 pF	76
2.2.10 Πυκνωτής Χωρητικότητας 25 pF	77
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ	78
ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	79
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ (HFSS)	80
1.1 Παρουσίαση Λογισμικού	81
1.2 Γραμμή Εργαλείων	81
1.3 Διαχείριση Εργασιών	83
1.4 Παράθυρο Αντικειμένων	89
1.5 Κύριο Παράθυρο Εργασιών	90

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....	91
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΟΥΣ ΠΥΚΝΩΤΕΣ	142
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	165

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Προσέγγιση TVS via first	13
Εικόνα 2 Προσέγγιση TVS via last.....	13
Εικόνα 3 Παρουσίαση θεωρητικού πειράματος	15
Εικόνα 4 Παρουσίαση θεωρητικού πειράματος και των μεταβλητών.....	15
Εικόνα 5 Σχέδιο δισκίου πυριτίου στο HFSS	16
Εικόνα 6 Σχέδιο δισκίου πυριτίου και των γραμμών χαλκού στο HFSS.....	16
Εικόνα 7 Εισαγωγή ενός sheet στη κάτω επιφάνεια της δομής σαν ground plane και ορισμός αυτής ως boundary στο HFSS.	17
Εικόνα 8 Προσθήκη δυο ορθογωνίων που λειτουργούν ως excitations στο HFSS.....	17
Εικόνα 9 Προσθήκη του πρώτου RF σήματος με τη μορφή wave port στο HFSS.	18
Εικόνα 10 Προσθήκη του δεύτερου RF σήματος με τη μορφή wave port στο HFSS	18
Εικόνα 11 Παράδειγμα πυκνωτή Interdigital	53
Εικόνα 12 Παράδειγμα 3D σχεδιασμού interdigital πυκνωτή σε 3-layer διάταξη	54
Εικόνα 13 Καθορισμός τιμών των μεταβλητών στο HFSS.....	55
Εικόνα 14 Σχεδιασμός πρώτου σχήματος και παρουσίαση συντεταγμένων και διατάξεων	56
Εικόνα 15 Σχεδιασμός δεύτερου σχήματος και παρουσίαση συντεταγμένων και διατάξεων	56
Εικόνα 16 Παρουσίαση συντεταγμένων και διατάξεων τυχαίου σχήματος.....	57
Εικόνα 17 Παρουσίαση συντεταγμένων και διατάξεων τυχαίου σχήματος.....	58
Εικόνα 18 Παρουσίαση τελικού σχεδίου χωρίς τη χρήση της εντολής unite	59
Εικόνα 19 Παρουσίαση τελικού σχεδίου με τη χρήση της εντολής unite	59
Εικόνα 20 Validation check τελικού σχεδίου	60
Εικόνα 21 Παρουσίαση χωρητικότητας τελικού σχεδίου	61
Εικόνα 22 Δημιουργία υποστρώματος SiN	63
Εικόνα 23 Δημιουργία κάτω πλάκας πυκνωτή.....	63
Εικόνα 24 Δημιουργία διηλεκτρικού SiN	64

Εικόνα 25 Δημιουργία πάνω πλάκας πυκνωτή.....	64
Εικόνα 26 Αυτόματος Ορισμός Net.....	65
Εικόνα 27 Ground Net και Signal Net	66
Εικόνα 28 Δημιουργία και καθορισμός εύρεσης χωρητικότητας στα 10GHz.....	66
Εικόνα 29 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	67
Εικόνα 30 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS	68
Εικόνα 31 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	69
Εικόνα 32 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS	69
Εικόνα 33 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	70
Εικόνα 34 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS.....	70
Εικόνα 35 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	71
Εικόνα 36 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS.....	71
Εικόνα 37 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	72
Εικόνα 38 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS.....	72
Εικόνα 39 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	73
Εικόνα 40 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS.....	73
Εικόνα 41 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	74
Εικόνα 42 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS.....	74
Εικόνα 43 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	75
Εικόνα 44 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS.....	75
Εικόνα 45 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	76
Εικόνα 46 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS.....	76
Εικόνα 47 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS	77
Εικόνα 48 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS.....	77
Εικόνα 49 Περιβάλλον Χρήστη HFSS.....	81
Εικόνα 50 Γραμμή Εργαλείων HFSS	81
Εικόνα 51 Παράθυρο Διαχείρισης Εργασιών	83

Εικόνα 52 Παράθυρο Αντικειμένων HFSS.....	89
Εικόνα 53 Παράθυρο Επεξεργασίας Υλικών HFSS.....	90
Εικόνα 54 Κύριο Παράθυρο Εργασιών HFSS	90
Εικόνα 55 Διαφορετικοί τύποι σειριακών πυκνωτών (α) πυκνωτής με κενό στο κεντρικό αγωγό ,(b) το ισοδύναμο κύκλωμα του αρχικού πυκνωτή, (c) μικροκυματική διάταξη πυκνωτή, (d) end-coupled στρώση, (e) end-coupled στρώση με διακριτά ρυθμιστικά στοιχεία, (f) μικροκυματικός τομέας χαμηλής εμπέδησης	143

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Ηλεκτρομαγνητικά Στοιχεία 1ης Κατηγορίας	51
Πίνακας 2 Ηλεκτρομαγνητικά Στοιχεία 2ης Κατηγορίας	52
Πίνακας 3 Ηλεκτρομαγνητικά Στοιχεία 3ης Κατηγορίας	52

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε κατά την περίοδο του Ακαδημαϊκού Έτους 2021 - 2022, στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στη “ ΜΙΚΡΟΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ” του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη της κ. Ευαγγελία Καραγιάννη, καθηγήτρια του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Ε.Κ.Π.Α. Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί αρχικά το φαινόμενο των παρεμβολών που αναπτύσσεται μεταξύ δύο αγώγιμων υλικών μέσω ηλεκτρομαγνητικής ανάλυσης και στη συνέχεια εξετάζονται διαφορετικοί τύποι μικροκυματικών πυκνωτών με χρήση του λογισμικού Ansys HFSS.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Οφείλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες, προς την επιβλέποντα της εργασίας, κ. Ευαγγελία Καραγιάννη για το ενδιαφέρον που μου ενεφύσησε για ευρύ γνωστικό πεδίο των μικροκυματικών τεχνολογιών, χάρις στην εξαιρετική διδακτική της ικανότητα και για την αμέριστη συμπαράσταση της κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, την κ. Τιμοθέα Κορφιάτη, υποψήφια Διδάκτορα του Ε.Κ.Π.Α για την καθοδήγηση της σχετικά με το τεχνικό μέρος της εργασίας. Χωρίς τη συμπαράσταση και συνεχή βοήθειά τους, η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας δεν θα ήταν δυνατή.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένεια και τους φίλους μου, για την κατανόηση και συμπαράσταση που έδειξαν ολόκληρη την περίοδο εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΑΓΩΓΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC) παραδοσιακά χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές δύο διαστάσεων. Στη σημερινή υπέρμετρα απαιτητική αγορά των ηλεκτρονικών, οι εφαρμογές δύο διαστάσεων φαίνεται πως υστερούν όταν υπάρχουν υπολογιστικά συστήματα, ασύρματα και ενσύρματα συστήματα επικοινωνίας. Για την επίτευξη λοιπόν μεγαλύτερης αξιοπιστίας και συστήματα με μεγαλύτερη ευελιξία, αποδείχτηκε πολύ σημαντικό το vertical integration δηλαδή οι εταιρείες ηλεκτρονικών αναλαμβάνουν εξ'ολοκλήρου την έρευνα, τη σχεδίαση ακόμα και τη παραγωγή ενός συστήματος. Τα πιο πρόσφατα χρόνια, 3D κατασκευές έχουν μελετηθεί εκτενώς με στόχο την πιο αποδοτική εξέλιξη φορητών ηλεκτρονικών προϊόντων.

Βασισμένοι στη μέθοδο στοίβαξης, υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι 3D κατασκευών. Αυτές είναι οι on-chip 3D όπου τα λειτουργικά στρώματα μέσα σε ένα μικροκύκλωμα χτίζονται στρώμα ανά στρώμα, επίσης υπάρχουν τα die-to-die όπου έχουμε στοίβαξη ψηφίδων και τέλος τα 3D ICs όπου η ολοκλήρωση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων γίνεται με τη τεχνολογία through-silicon-via (TSV).

Όπως με κάθε άλλη τεχνολογία όταν βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο υπάρχουν πολλά εμπόδια που πρέπει να προσπεραστούν πριν αυτή η τεχνολογία απορροφηθεί πλήρως από τη βιομηχανία. Μερικά από αυτά τα εμπόδια λοιπόν είναι η θερμική διαχείριση, η αξιόπιστη σχεδίαση, η κατανάλωση ενέργειας, τα εργαλεία προσομοίωσης, οι χαμηλού κόστους TSV κατασκευές και οι διαδικασίες συμπλήρωσης των κενών όπως θα αναλύσουμε παρακάτω. Λόγω των πολύ σημαντικών πλεονεκτημάτων που οι 3D κατασκευές παρέχουν σε σύγκριση με την απόδοση, την κατανάλωση ενέργειας και τη λειτουργικότητα, φαίνεται πως η βιομηχανία κατευθύνεται από τις 2D στις 3D κατασκευές.

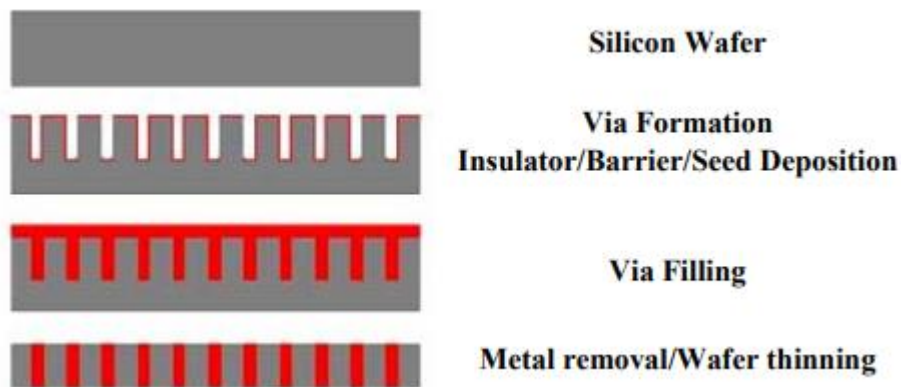
Ολοκλήρωση TSV

Η ένωση των chip με νήμα χρυσού είναι μια ώριμη τεχνολογία και έχει ευρεία χρήση στη βιομηχανία, όπου βέβαια υπάρχουν και οι φυσικοί περιορισμοί. Η τεχνολογία με τις TSV επαφές πρόσφατα έχει κερδίσει το ενδιαφέρον στη βιομηχανία των ημιαγωγών λόγω των πλεονεκτημάτων που έχει έναντι των παραδοσιακών επαφών και φυσικά λόγω της ευρείας χρήσης που μπορεί αυτή η τεχνολογία να έχει σε μνήμες και λογικές υψηλών συχνοτήτων και πολλές ακόμα εφαρμογές. Αυτή η τεχνολογία λοιπόν ενεργοποιεί τις διατάξεις υψηλών πυκνοτήτων, επιτρέποντας έτσι στο ολοκληρωμένα συστήματα να εισαχθούν πλήρως στο πυρίτιο με καλύτερη πυκνότητα πακέτου από το παραδοσιακό

3D πακέτο. Επιπλέον το TSV μπορεί να εξαλείψει την ένωση των κυκλωμάτων με τα νήματα χρυσού διότι έχει τη ικανότητα να μας παρέχει μικρές συνδέσεις, τόσο μικρές όσο το πάχος του ολοκληρωμένου, μειώνοντας έτσι την απόσταση που πρέπει να διανύσουν τα δεδομένα έως και 1000 φορές.

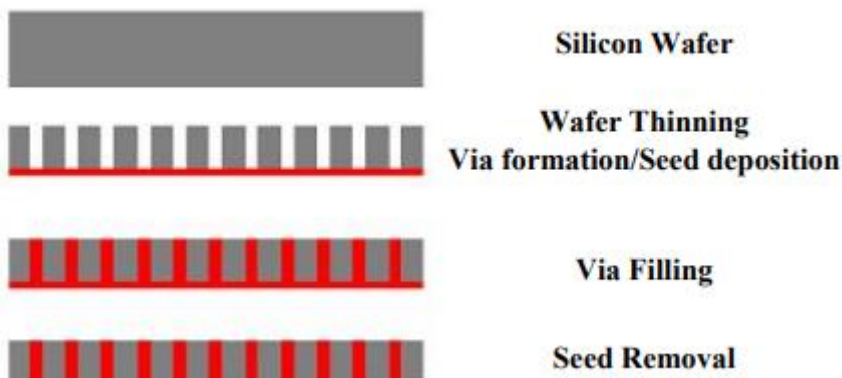
Ανάλογα την εφαρμογή η τεχνολογία TSV χωρίζεται σε δύο κατηγορίες : via first και via last.

- Η πρώτη προσέγγιση λοιπόν via first, που απεικονίζεται στην εικόνα 1, τα κενά (vias) συμπληρώνονται από την εμπρόσθια πλευρά του δισκίου πυριτίου και πριν τη διαδικασία thinning του δισκίου.



Εικόνα 1 Προσέγγιση TVS via first

- Η δεύτερη προσέγγιση via last, που απεικονίζεται στην εικόνα 2, τα κενά (vias) συμπληρώνονται μετά τη διαδικασία thinning του δισκίου.



Εικόνα 2 Προσέγγιση TVS via last

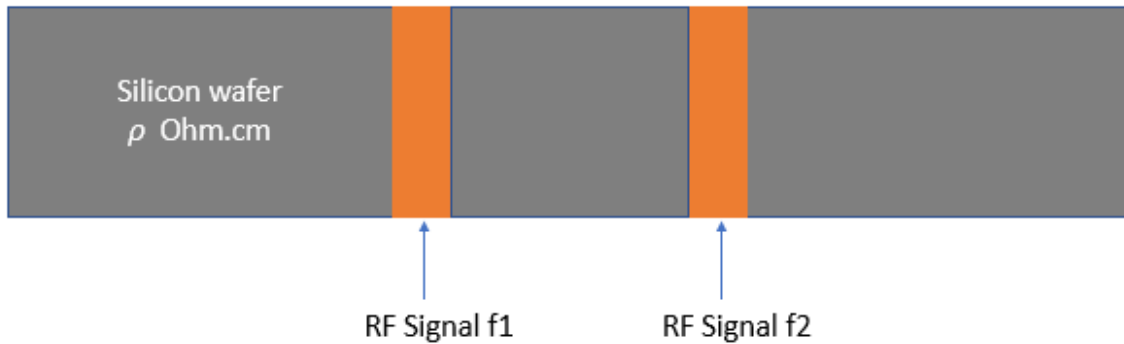
Τοποθέτηση Χαλκού στη Τεχνολογία TSV και τα πλεονεκτήματά του

Ερευνώντας τη συμπλήρωση αυτών των κενών (vias) ,δοκιμάστηκαν διαφορετικά υλικά για εφαρμογές TSV όπως βολφράμιο και χαλκός. Το πιο κοινό υλικό από τα δύο είναι ο χαλκός, λόγω των ιδιοτήτων του και της συμβατότητας που παρουσιάζει διασυνδέσεις πολλαπλών στρωμάτων. Στα δισκία πυριτίου δύο πολύ γνωστές τεχνικές ξηρής εναπόθεσης υλικών είναι το PVD (physical vapor deposition) και το CVD (chemical vapor deposition). Ο χαλκός με αυτές τις δυο τεχνικές δεν αποφέρει τα βέλτιστα αποτελέσματα. Με γνώμονα τις τεχνικές υγρής εναπόθεσης υλικών, ο χαλκός μπορεί να τοποθετηθεί με ηλεκτρολυτικές τεχνικές. Η ηλεκτρική εναπόθεση είναι γνωστή ως η πιο γρήγορη, λιγότερο πολύπλοκη και πιο σταθερή συναρτήσει της εναπόθεσης χαλκού.

Παρόλο που ο χαλκός παρουσιάζει καλύτερες ηλεκτρικές και θερμικές ιδιότητες, όταν φτάνουμε σε εφαρμογές μεγαλύτερου μεγέθους το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο είναι καταλληλότερο. Ο χαλκός διαστέλλεται 5-6 φορές περισσότερο από ότι το πυρίτιο, για αυτό το λόγο σε μεγαλύτερα vias και για να ελαττωθεί η τάση που ασκείται στο δισκίο χρησιμοποιείται πολυμερή επικάλυψη. Επειδή η ηλεκτρική εναπόθεση χαλκού είναι ήδη δημοφιλής τεχνολογία στη βιομηχανία των ημιαγωγών, οι περισσότερες εξελίξεις εστιάζονται σε αυτή τη τεχνική σαν την πιο κατάλληλη μέθοδο για τη συμπλήρωση των vias.

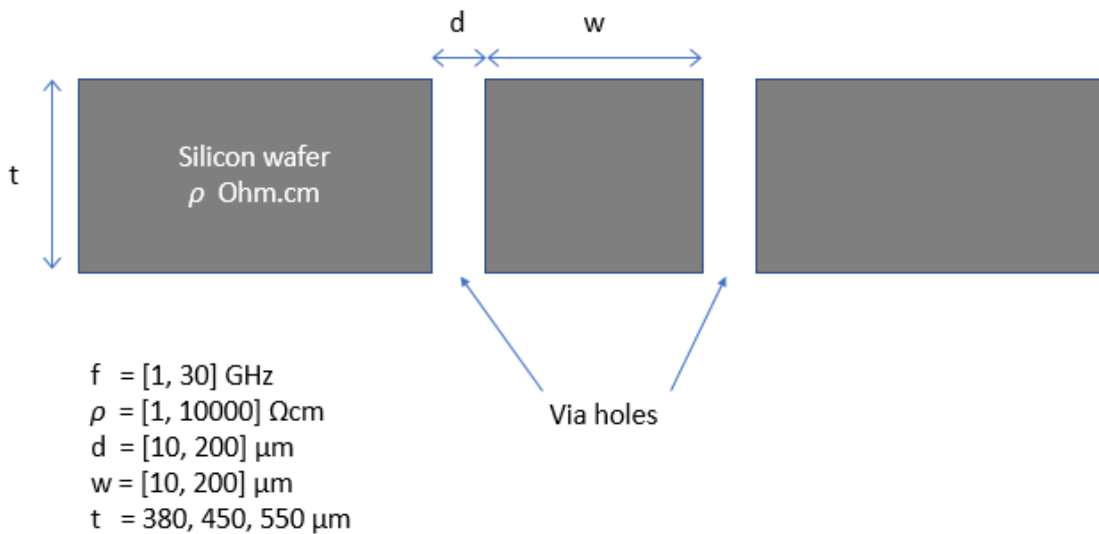
1.1 Σχεδίαση Δομής Αγωγίμων Υλικών

Σε αυτή την υποενότητα θα παρουσιασθεί η σχεδίαση μιας τεχνολογίας TSV σε δισκίο πυριτίου με vias συμπληρωμένα από χαλκό. Το πρώτο πείραμα λοιπόν που απεικονίζεται θεωρητικά στην εικόνα 3, έχει επίσης μερικές μεταβλητές όπου θα αναφερθούν αναλυτικότερα στη συνέχεια.



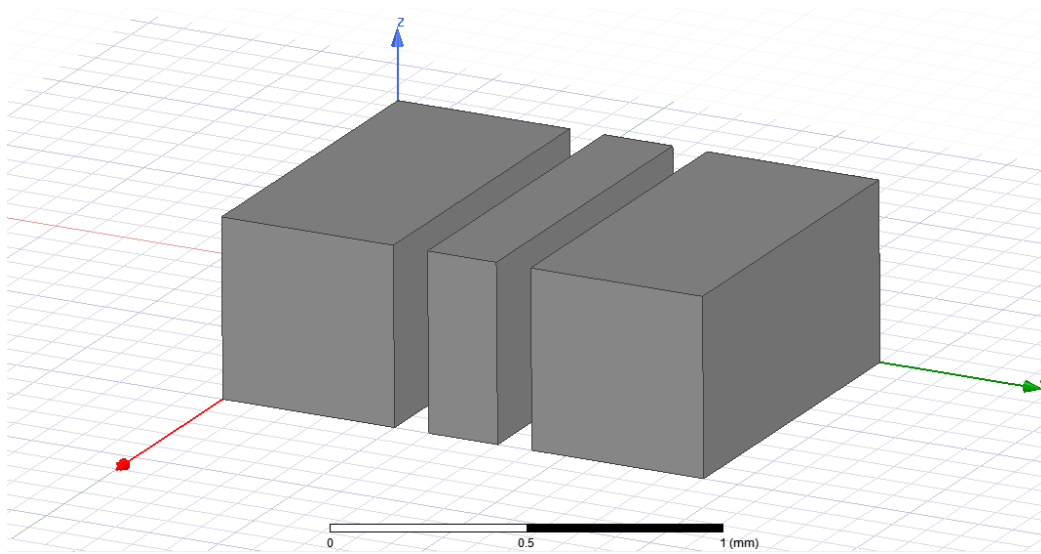
Εικόνα 3 Παρουσίαση θεωρητικού πειράματος

Σε αυτό το πείραμα πρέπει να εξεταστεί και να διερευνηθεί αν υπάρχουν παρεμβολές μεταξύ των δύο γραμμών χαλκού. Η έρευνα είναι παραμετρική δηλαδή εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους (f, ρ, w, t, d) με σκοπό να βρεθούν οι ιδανικές σχεδιαστικές τιμές για το TSV καθώς και σε ποιες τιμές έχουμε τις μέγιστες παρεμβολές μεταξύ των δυο γραμμών.

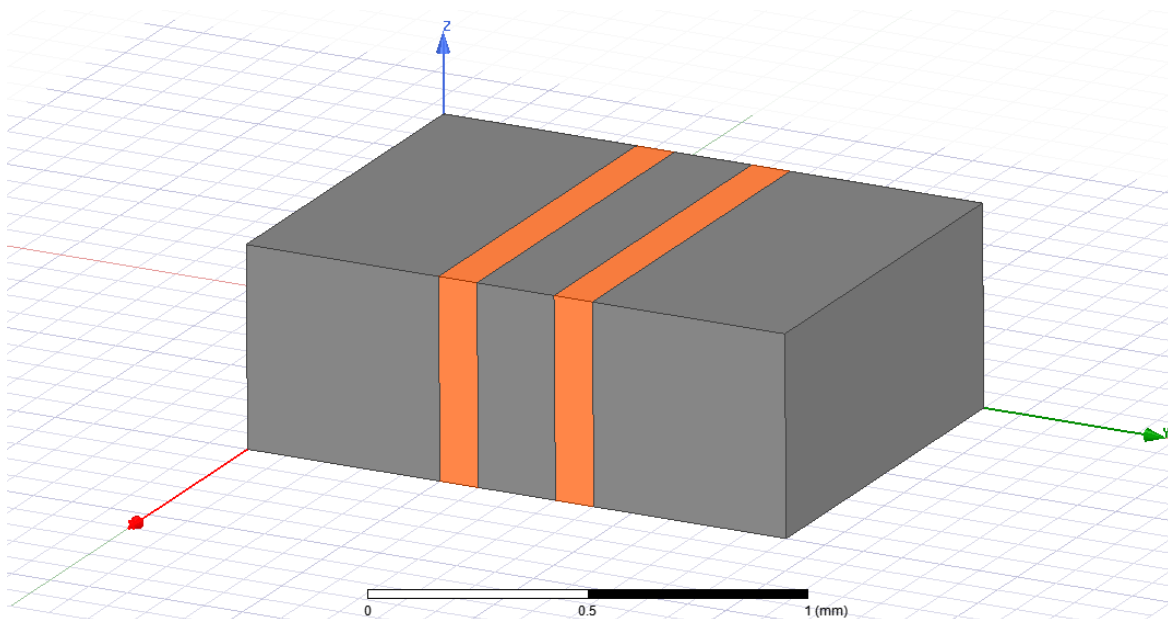


Εικόνα 4 Παρουσίαση θεωρητικού πειράματος και των μεταβλητών

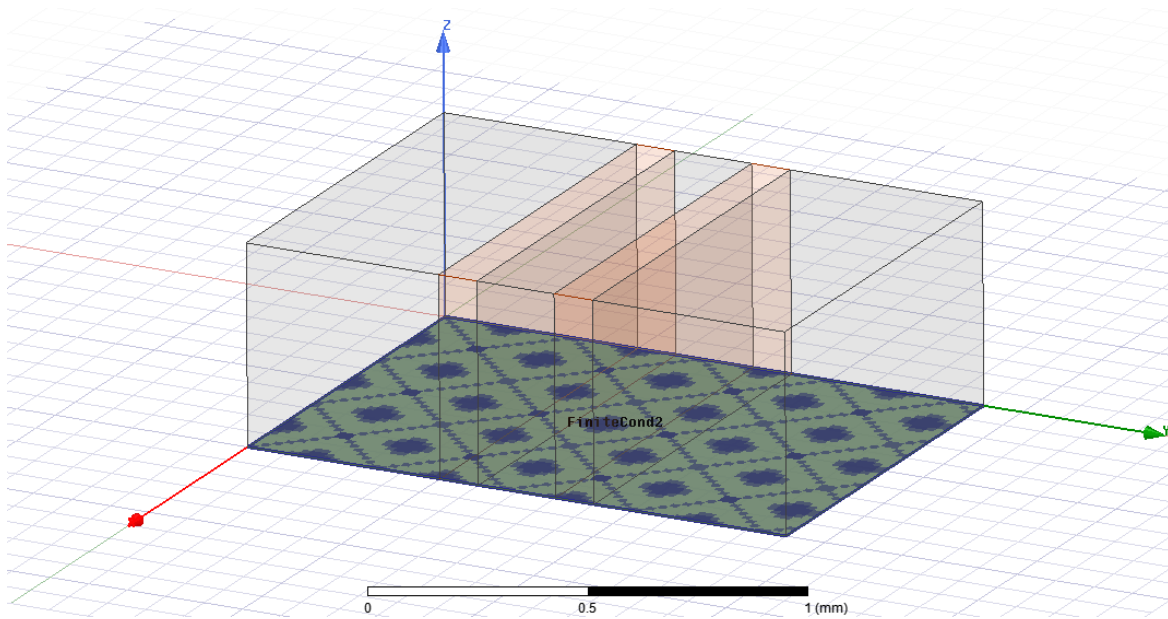
Στη συνέχεια θα παρουσιασθεί αναλυτικότερα η σχεδίαση του συστήματος που πραγματοποιήθηκε μέσω του λογισμικού HFSS όπως αναφέρθηκε εκτενώς στη προηγούμενη ενότητα. Αφού δημιουργήσουμε το project στη συνέχεια η δομή μπορεί να σχεδιαστεί, έτσι αρχικά δημιουργήθηκε το δισκίο πυριτίου, στη συνέχεια τοποθετήθηκε ο χαλκός, έπειτα τοποθετήθηκαν τα excitations και τα boundaries που ήταν κατάλληλα για το συγκεκριμένο project.



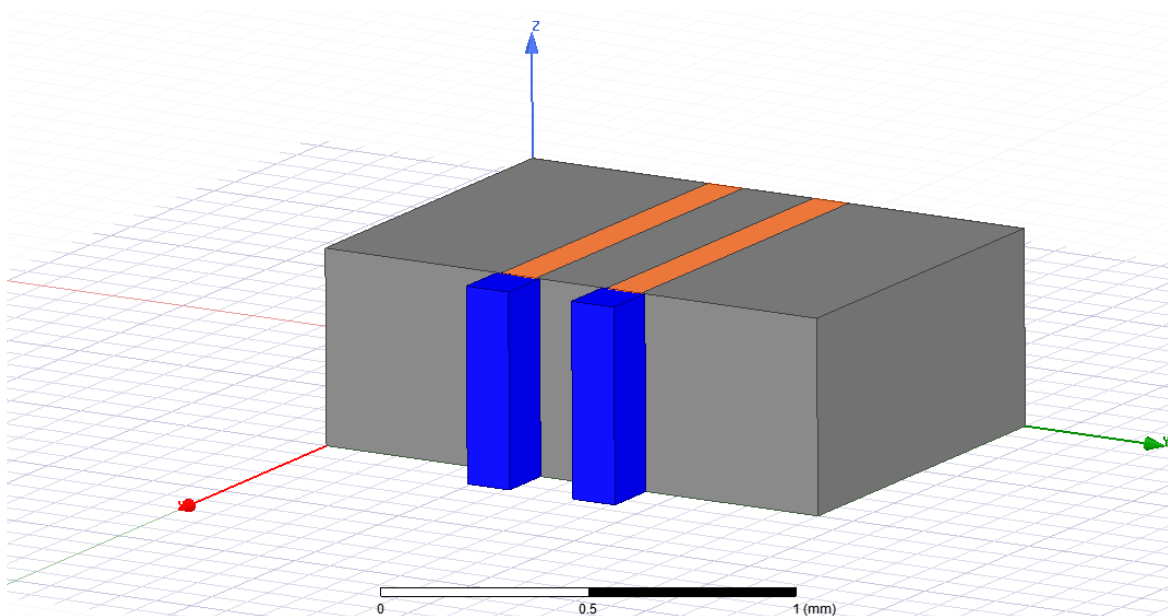
Εικόνα 5 Σχέδιο δισκίου πυριτίου στο HFSS



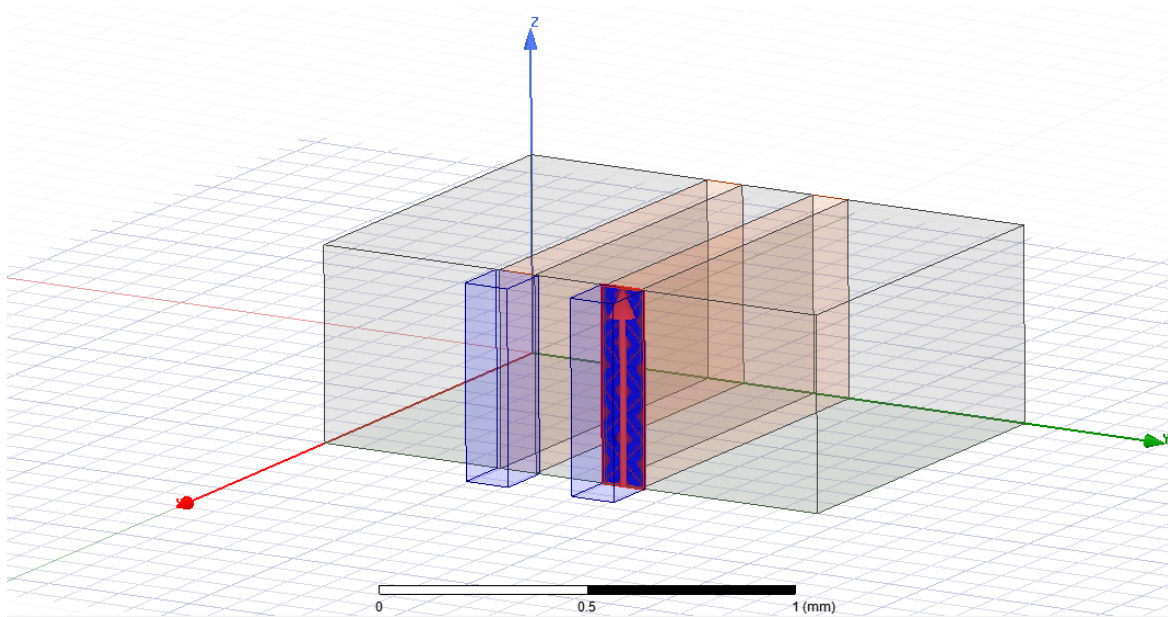
Εικόνα 6 Σχέδιο δισκίου πυριτίου και των γραμμών χαλκού στο HFSS



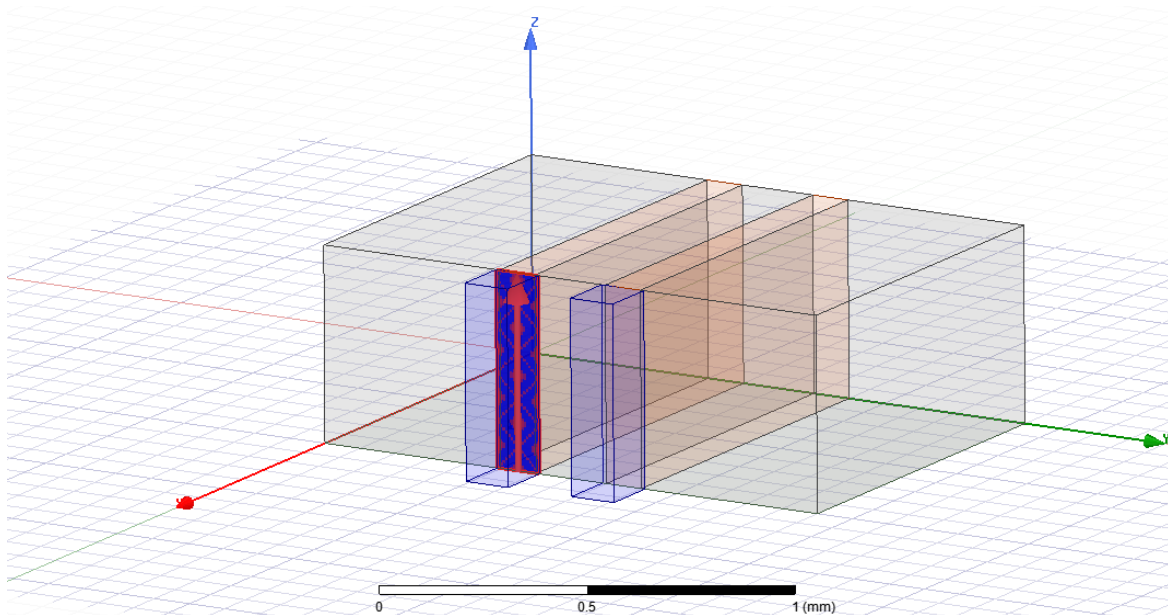
Εικόνα 7 Εισαγωγή ενός sheet στη κάτω επιφάνεια της δομής σαν ground plane και ορισμός αυτής ως boundary στο HFSS.



Εικόνα 8 Προσθήκη δυο ορθογώνιων που λειτουργούν ως excitations στο HFSS



Εικόνα 9 Προσθήκη του πρώτου RF σήματος με τη μορφή wave port στο HFSS.



Εικόνα 10 Προσθήκη του δεύτερου RF σήματος με τη μορφή wave port στο HFSS

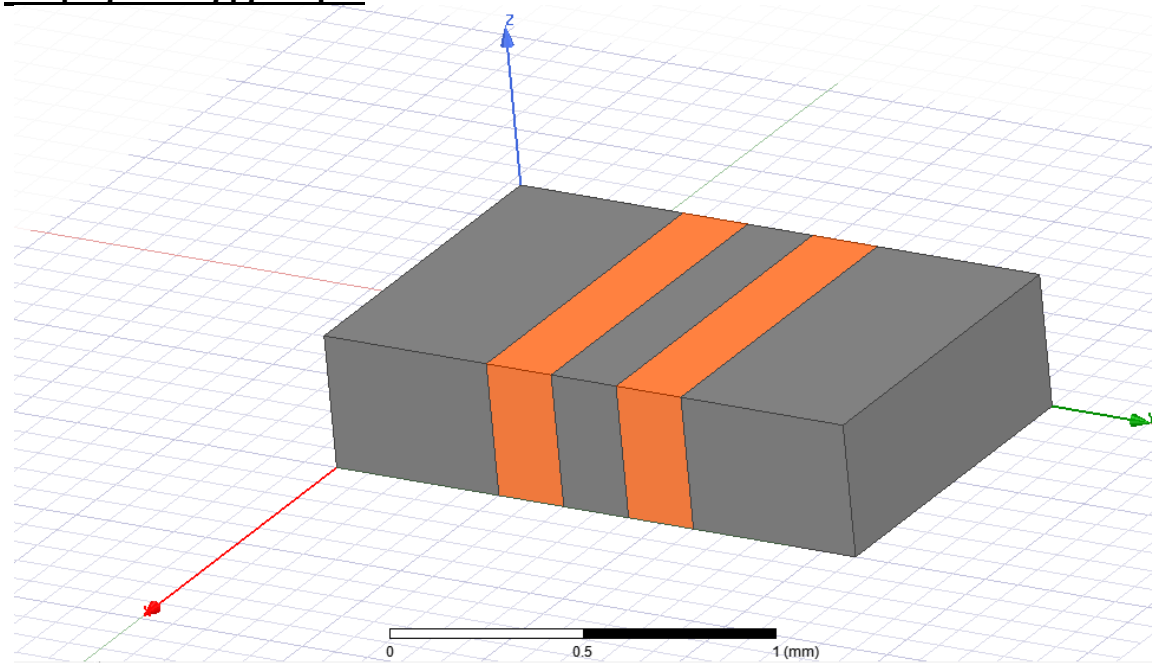
Σε αυτό το σημείο θα παρουσιασθούν τα σχέδια που ολοκληρώθηκαν συναρτήσει όλων των μεταβλητών που είχαν οριστεί στο πείραμα μας. Τα σχέδια που θα αναλυθούν παρακάτω θα χωριστούν σε 3 κατηγορίες με βάση τη μεταβλητή t . Η μεταβλητή t είναι το ύψος της διάταξης μας και παίρνει τις τυπικές τιμές των δισκίων πυριτίου [380 μm , 450 μm , 550 μm]

1^η Κατηγορία $t=380\mu\text{m}$

d: πλάτος χαλκού $200\mu\text{m}$

w: πλάτος πυριτίου $200\mu\text{m}$

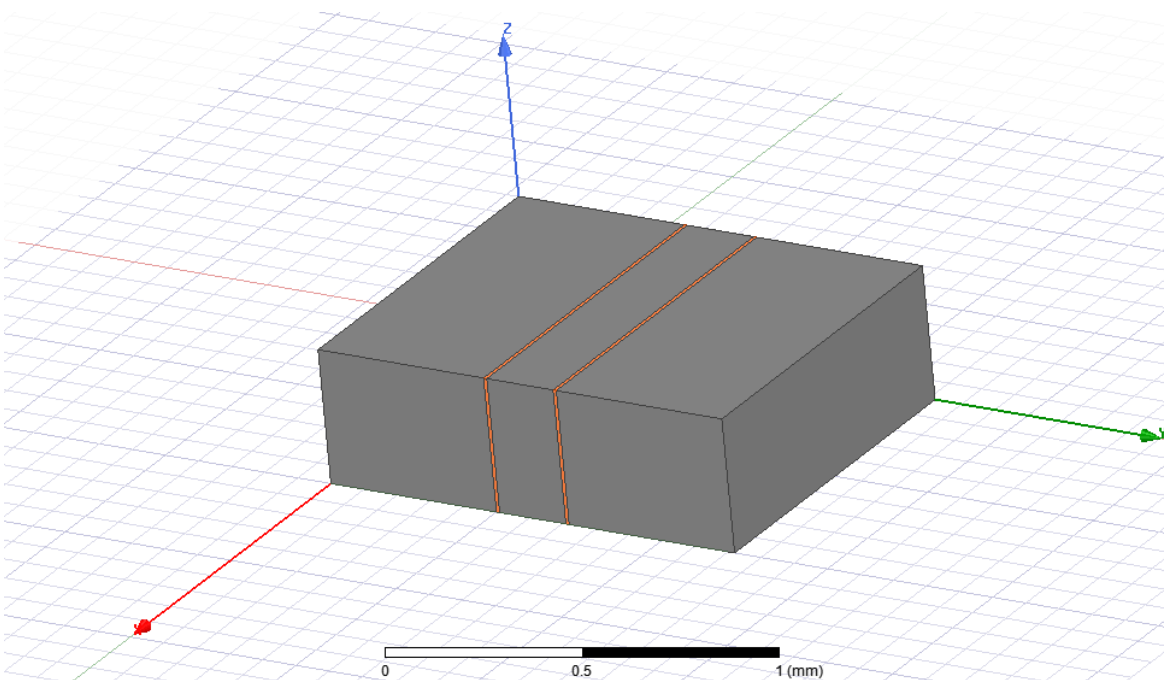
t: ύψος διάταξης $380\mu\text{m}$



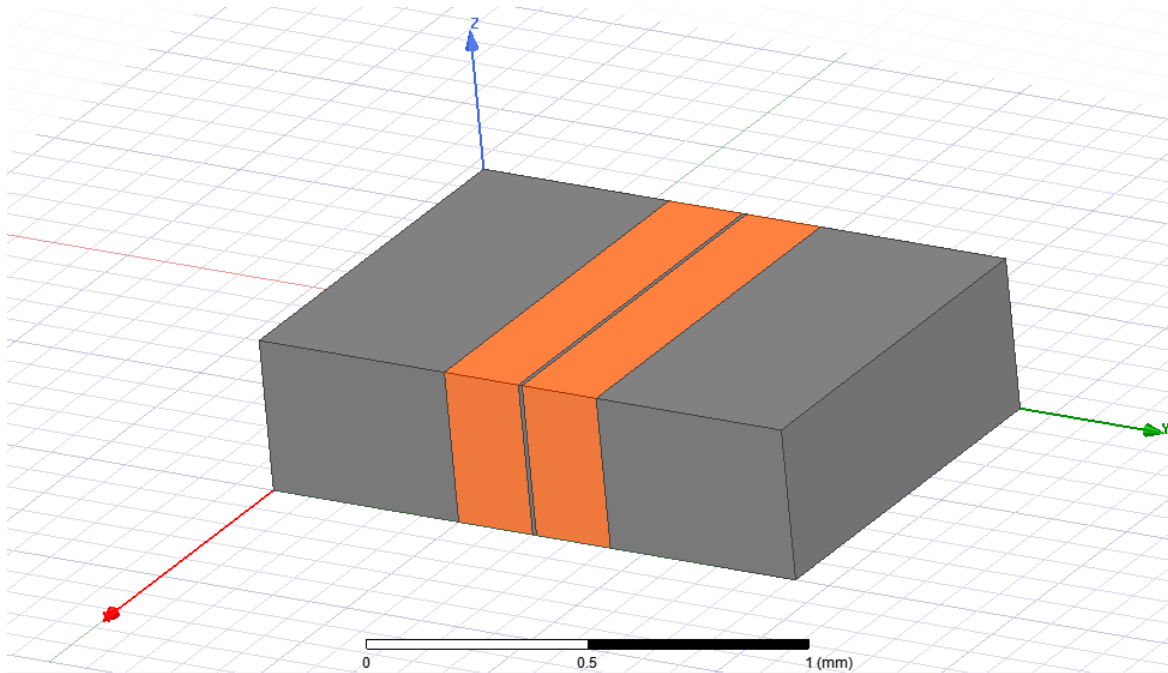
d: πλάτος χαλκού $10\mu\text{m}$

w: πλάτος πυριτίου $200\mu\text{m}$

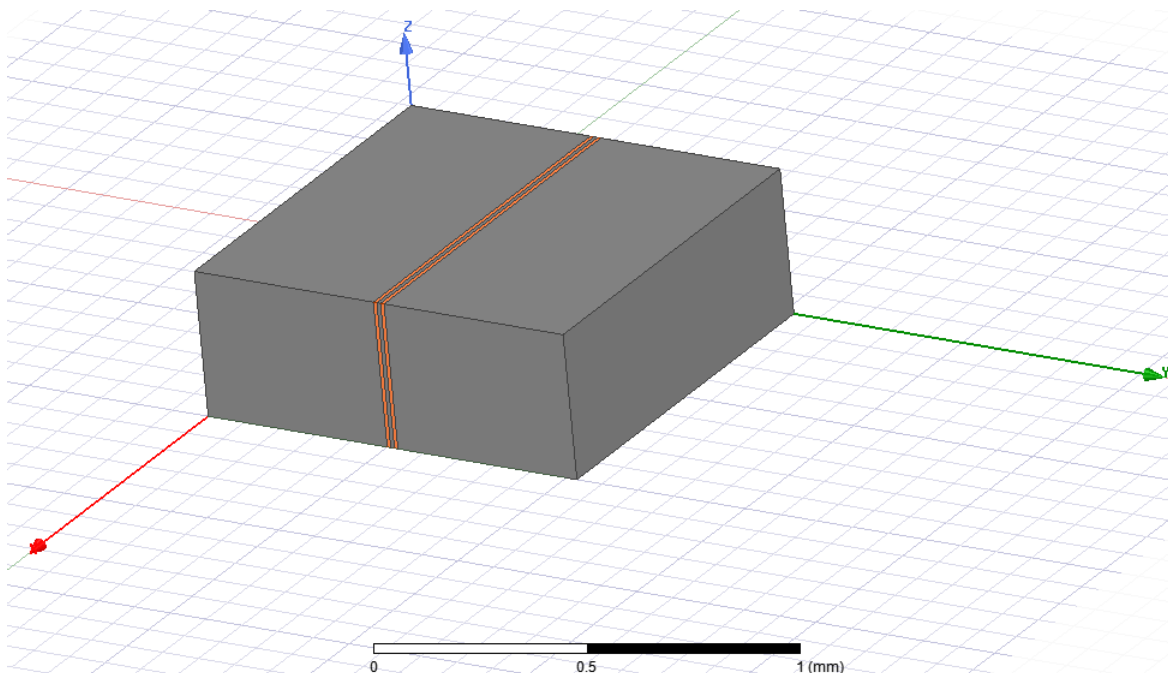
t: ύψος διάταξης $380\mu\text{m}$



d: πλάτος χαλκού 200 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
t: ύψος διάταξης 380 μm

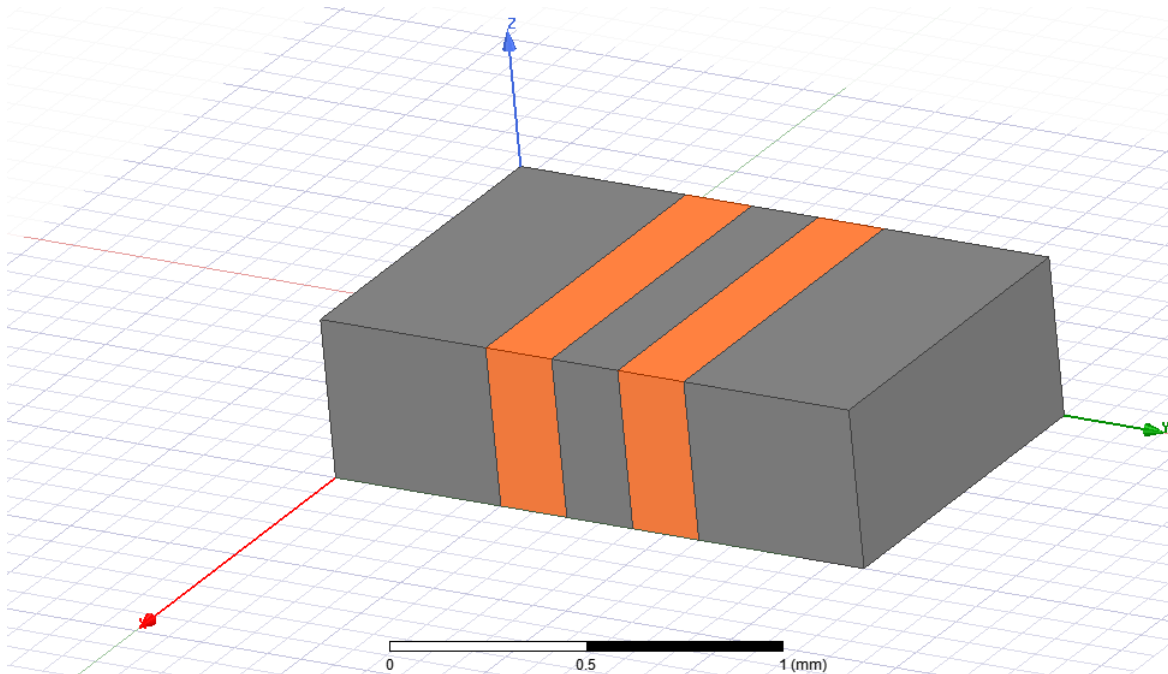


d: πλάτος χαλκού 10 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
t: ύψος διάταξης 380 μm

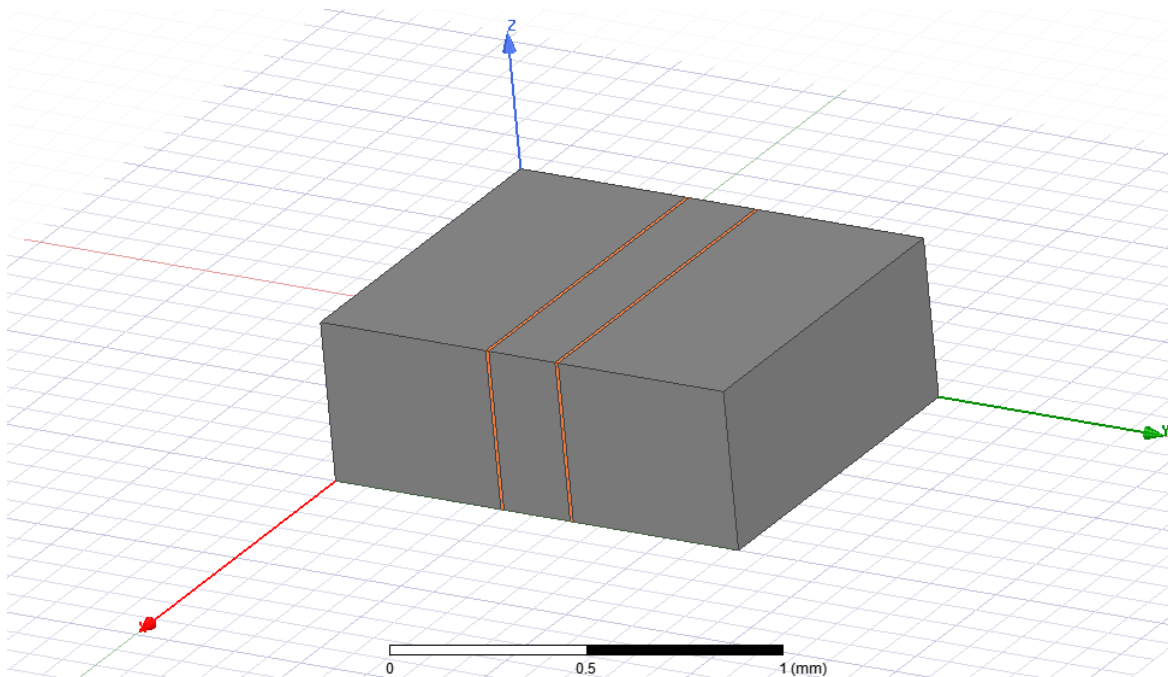


2^η Κατηγορία t=450μm

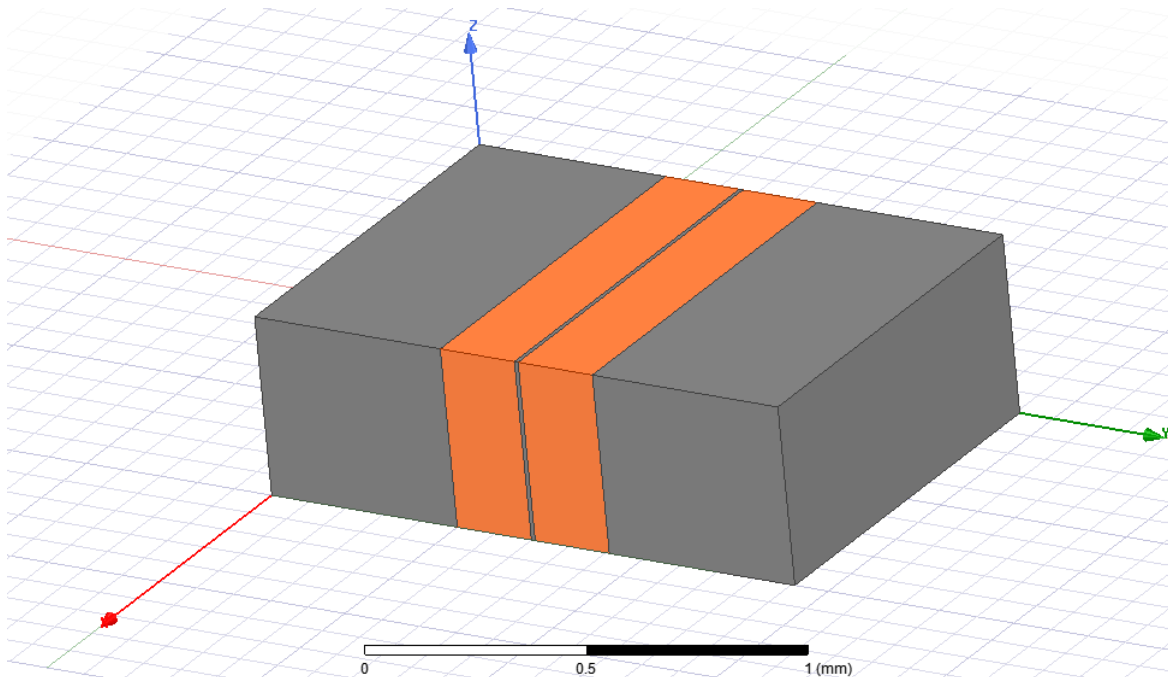
d: πλάτος χαλκού 200μm
w: πλάτος πυριτίου 200μm
t: ύψος διάταξης 450μm



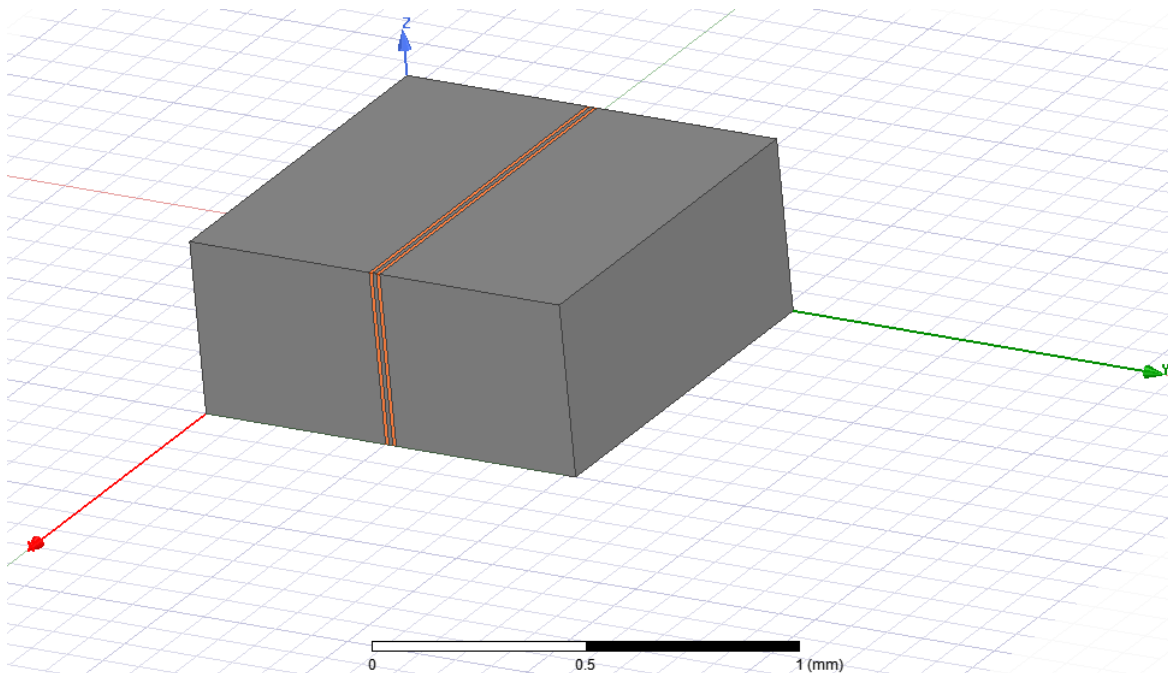
d: πλάτος χαλκού 10μm
w: πλάτος πυριτίου 200μm
t: ύψος διάταξης 450μm



d: πλάτος χαλκού 200 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
t: ύψος διάταξης 450 μm

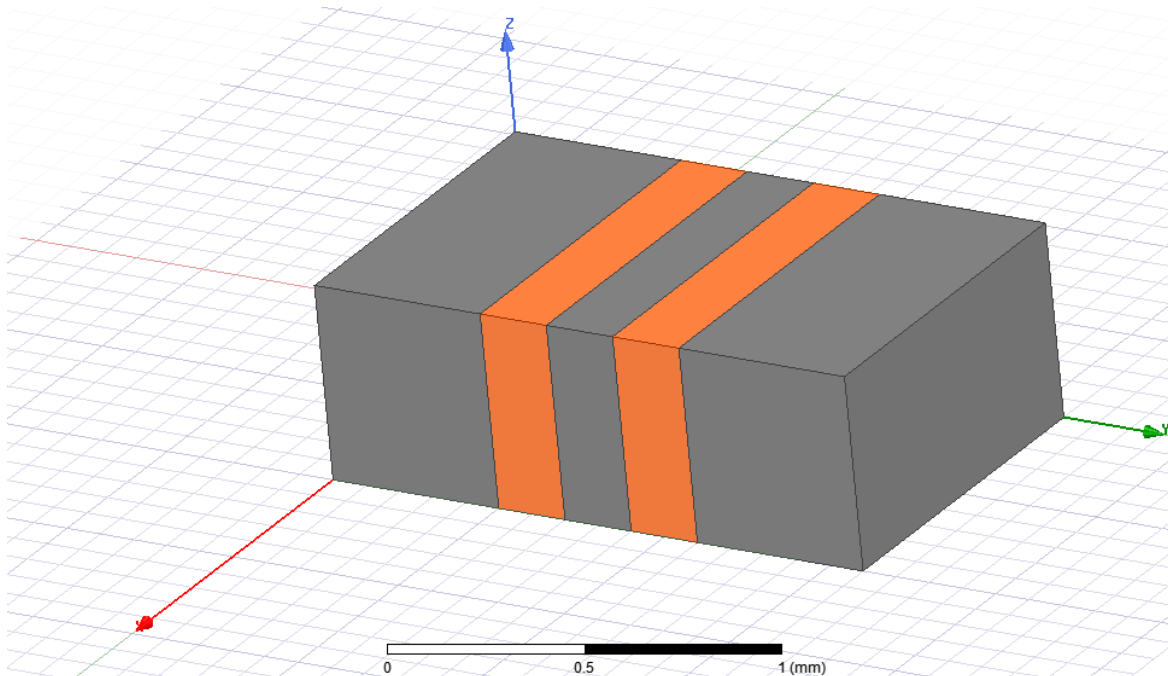


d: πλάτος χαλκού 10 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
t: ύψος διάταξης 450 μm

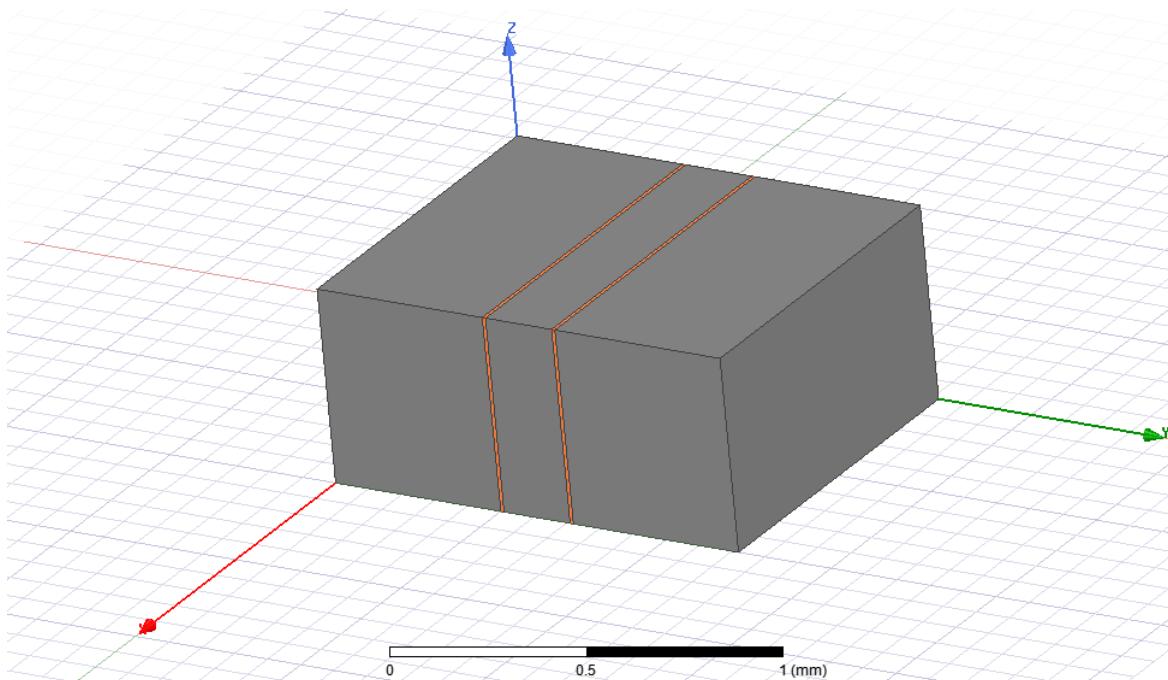


3^η Κατηγορία t=550μm

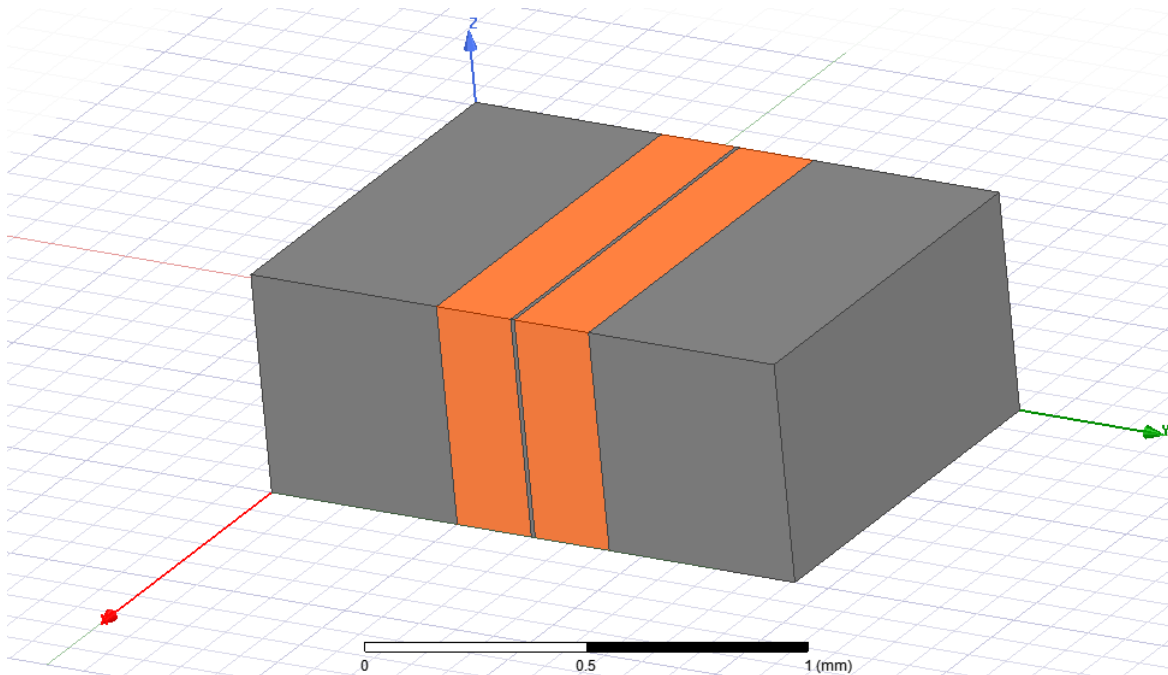
d: πλάτος χαλκού 200μm
w: πλάτος πυριτίου 200μm
t: ύψος διάταξης 550μm



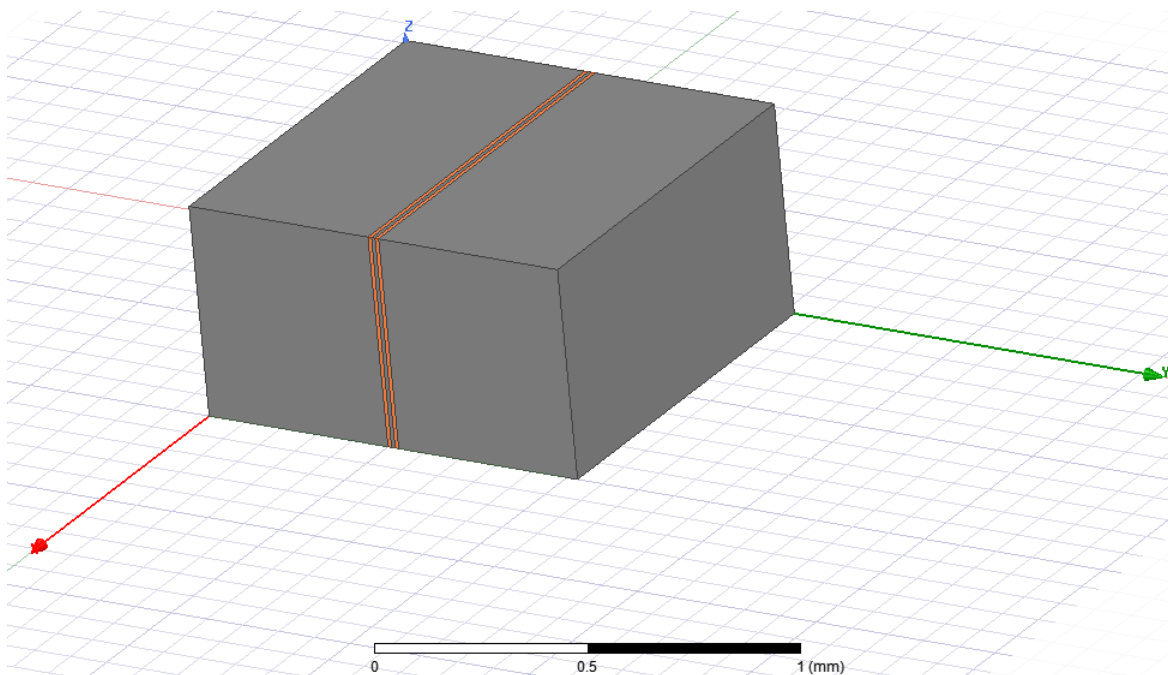
d: πλάτος χαλκού 10μm
w: πλάτος πυριτίου 200μm
t: ύψος διάταξης 550μm



d: πλάτος χαλκού 200 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
t: ύψος διάταξης 550 μm



d: πλάτος χαλκού 10 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
t: ύψος διάταξης 550 μm



1.2 Παράθεση Σχημάτων

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στο πείραμα ο ιδανικός στόχος είναι να βρούμε τον συνδυασμό των μεταβλητών όπου οι 2 γραμμές χαλκού έχουν τις ελάχιστες αλλά και τις μέγιστες παρεμβολές. Όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη υποενότητα οι συνδυασμοί των σχεδιασμών ήταν μεταξύ δυο μεταβλητών, του πλάτους των γραμμών του χαλκού αλλά και του πλάτους της ενδιάμεσης δομής πυριτίου από τις δύο γραμμές. Σε αυτή τη υποενότητα οι αναλύσεις θα είναι μεταξύ πολλαπλών μεταβλητών. Στους συνδυασμούς της προηγούμενης υποενότητας όπου βρίσκονται στα όρια που θέλουμε να εξετάσουμε θα προστεθούν οι μεταβλητές της συχνότητας και της αντίστασης του πυριτίου ανάλογα.

1^η Κατηγορία t=380μm

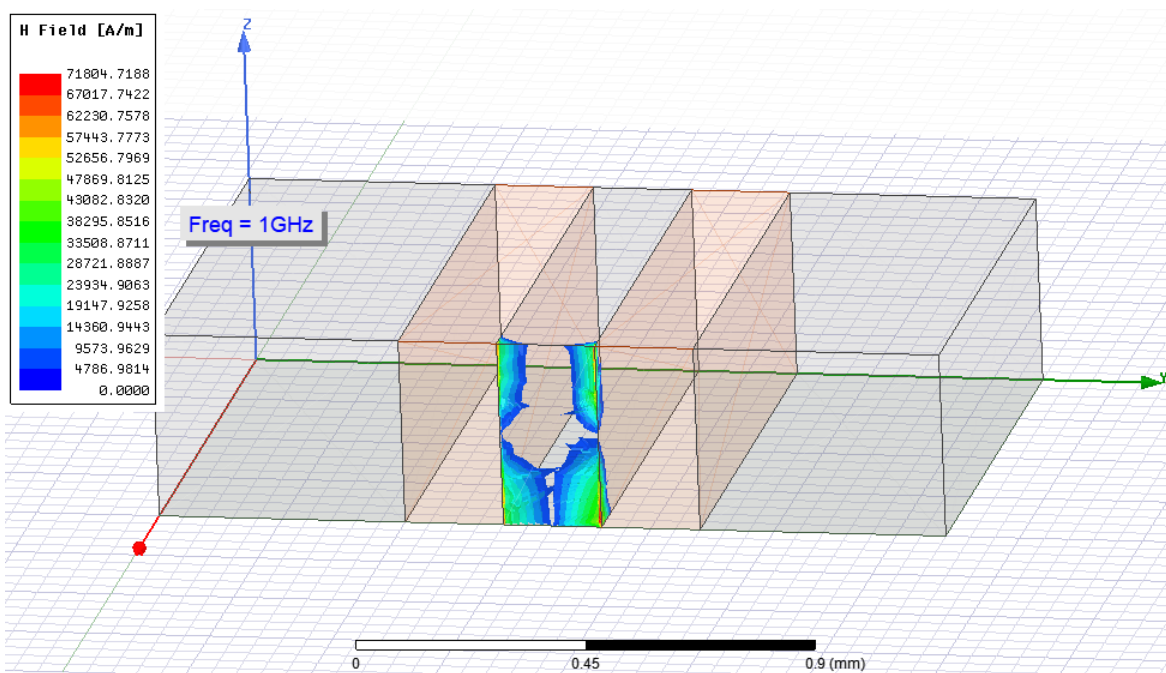
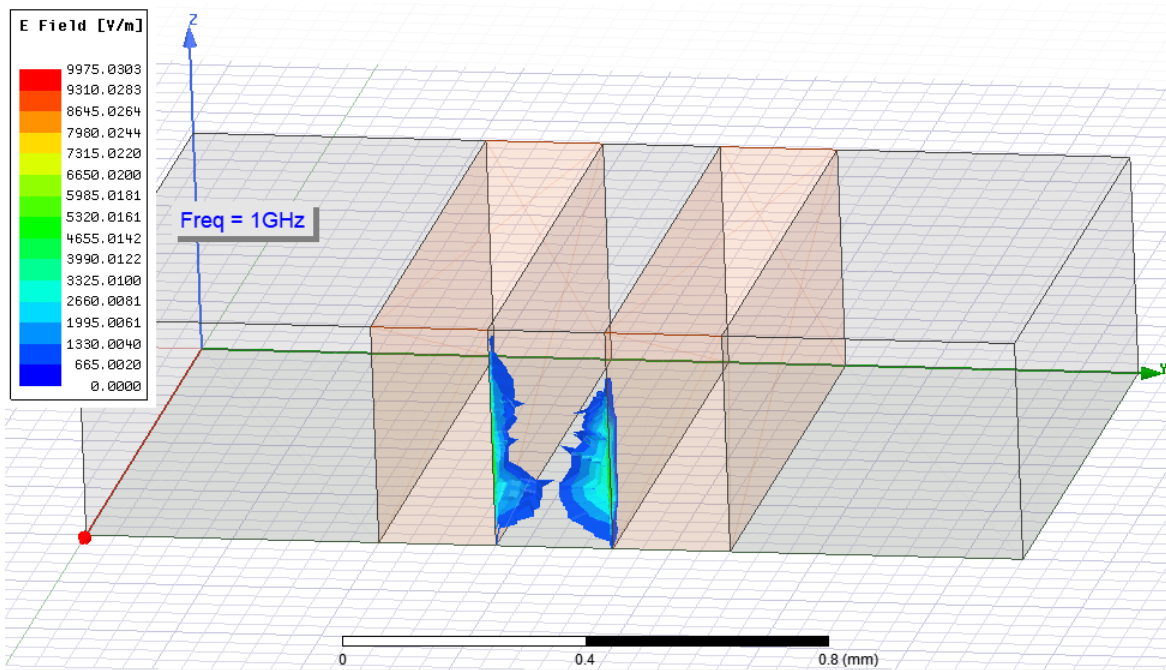
d: πλάτος χαλκού 200μm

w: πλάτος πυριτίου 200μm

t: ύψος διάταξης 380μm

ρ: αντίσταση πυριτίου 10000(Ωcm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



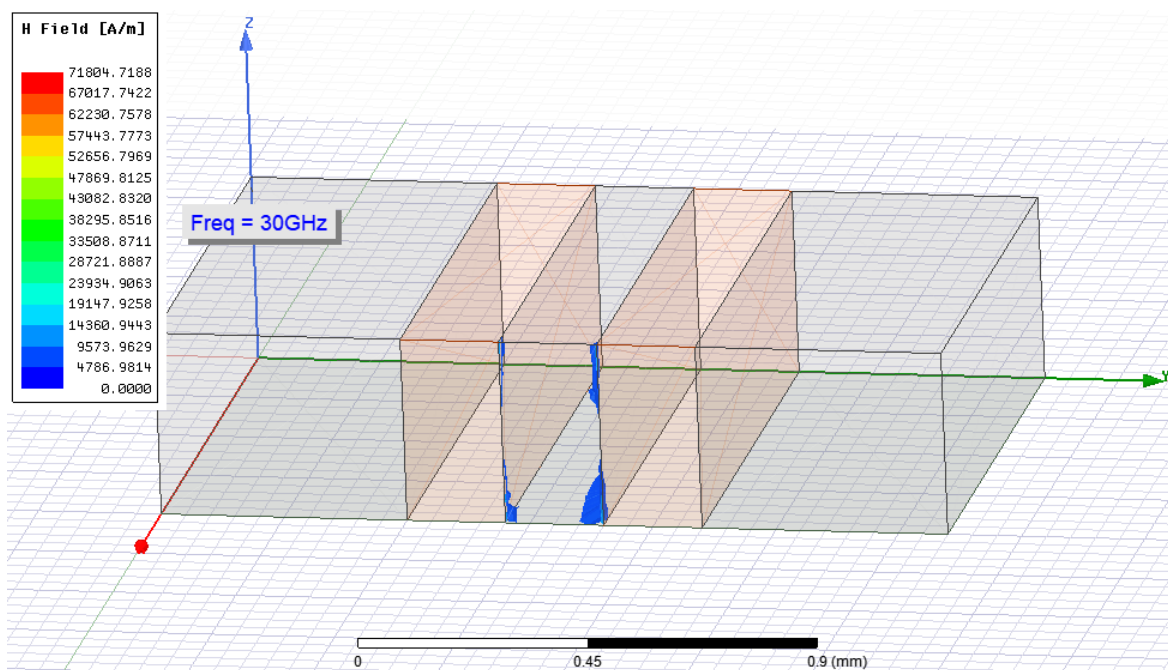
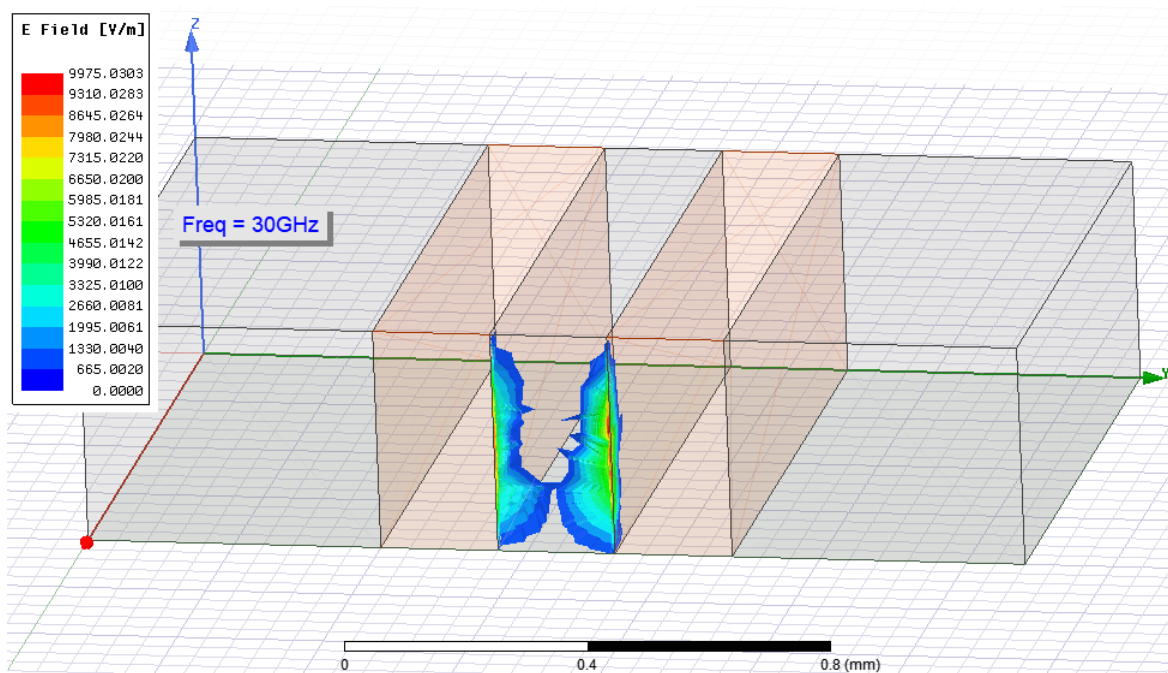
d: πλάτος χαλκού 200 μ m

w: πλάτος πυριτίου 200 μ m

t: ύψος διάταξης 380 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1000(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



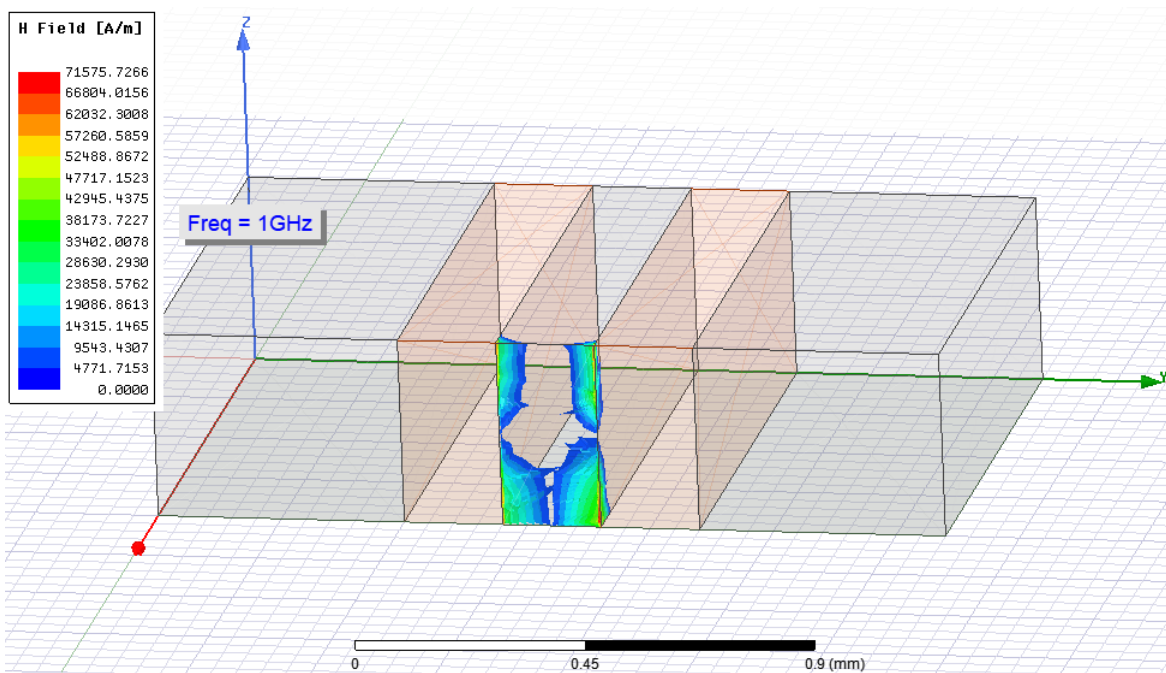
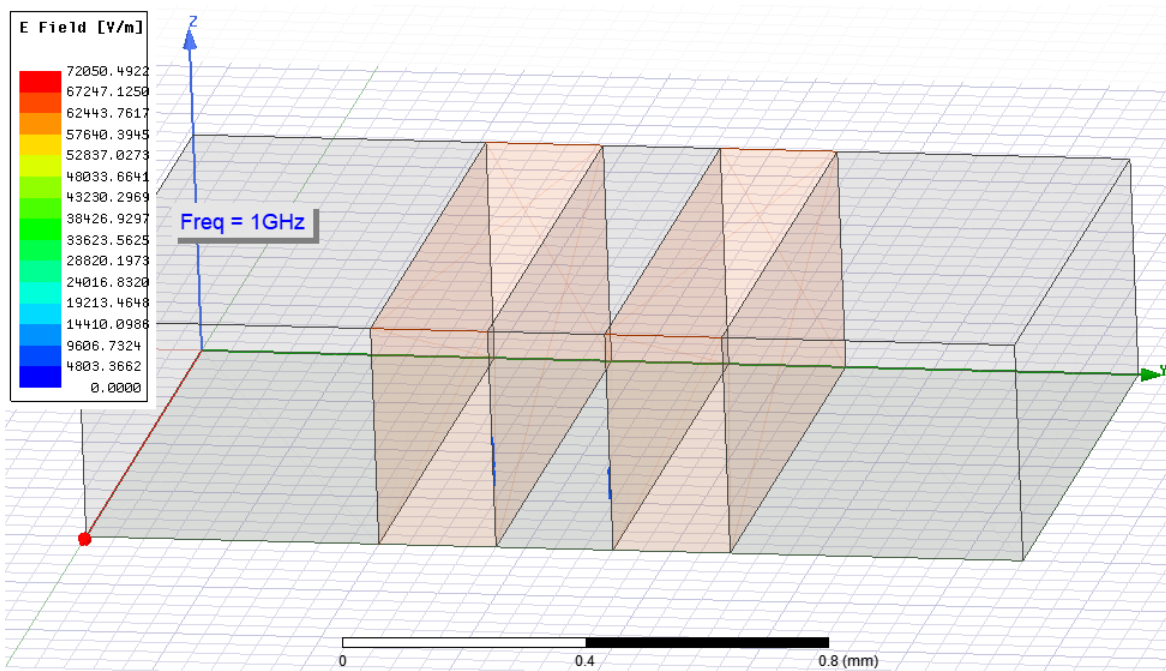
d: πλάτος χαλκού 200 μ m

w: πλάτος πυριτίου 200 μ m

t: ύψος διάταξης 380 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



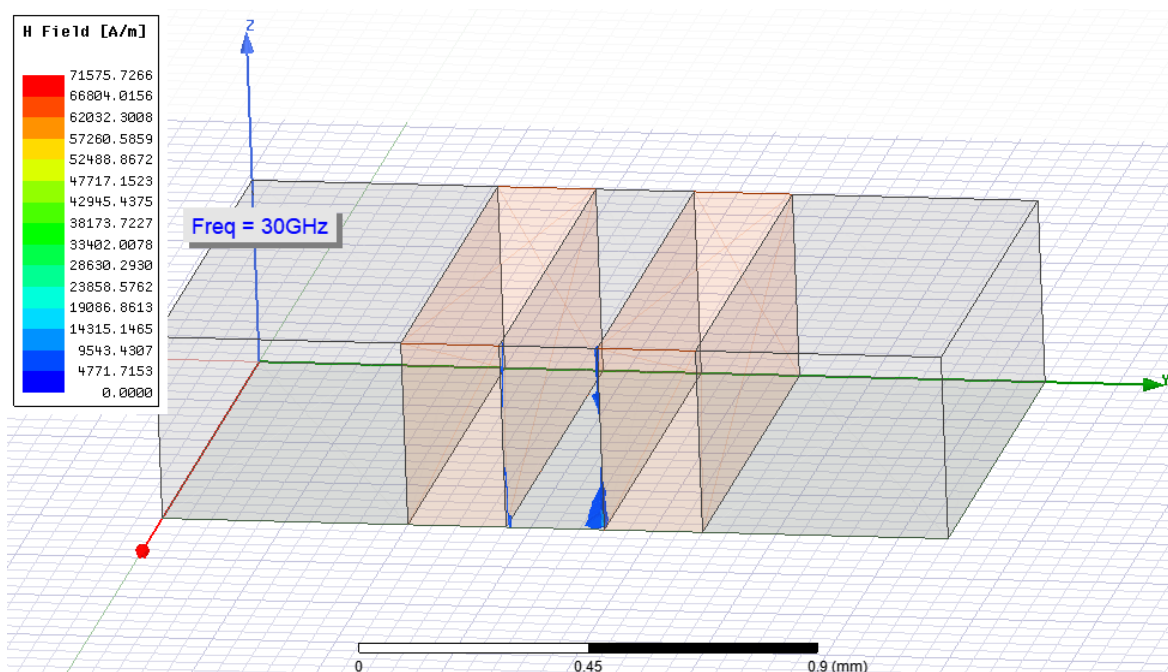
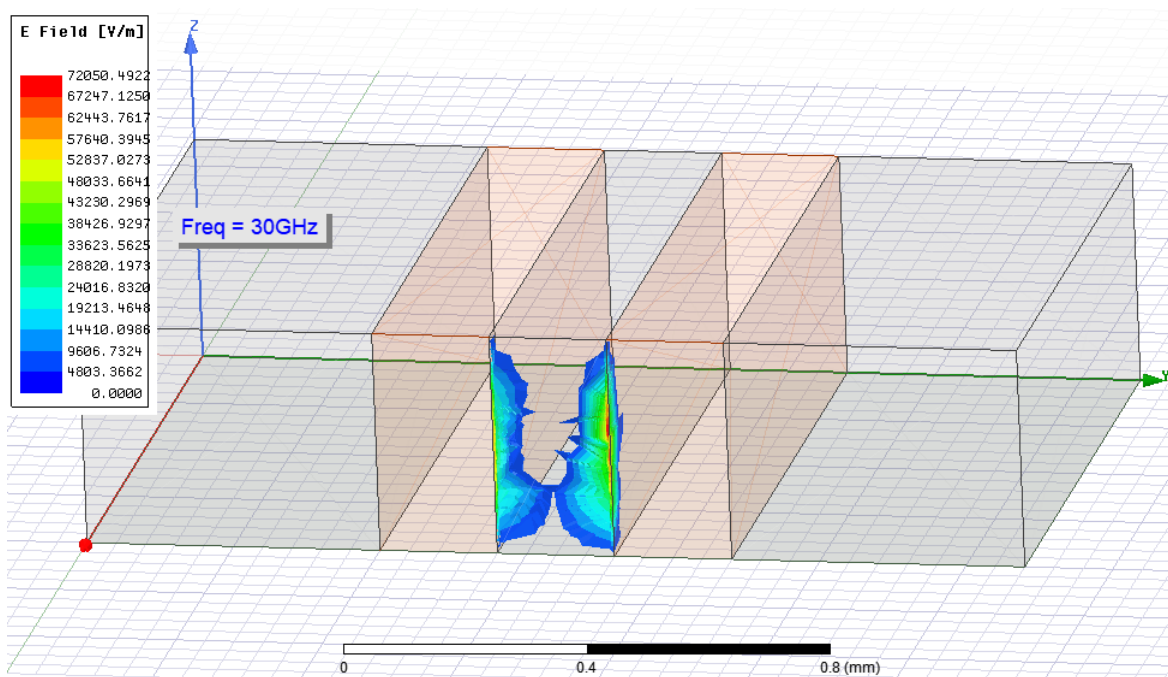
d: πλάτος χαλκού 200 μ m

w: πλάτος πυριτίου 200 μ m

t: ύψος διάταξης 380 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



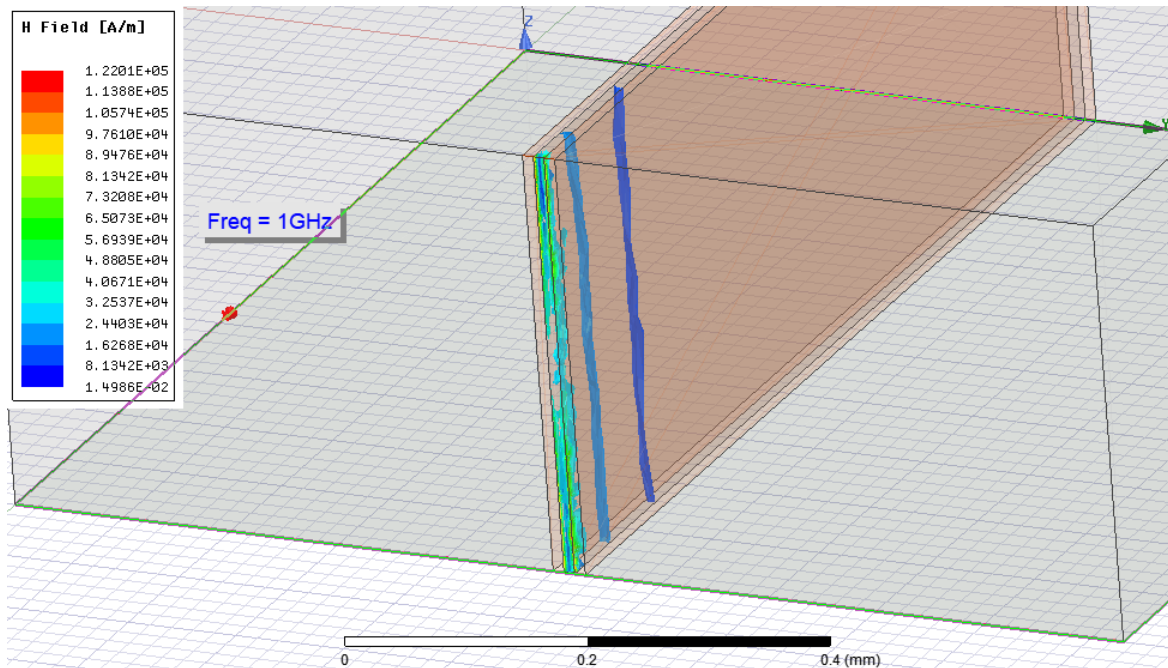
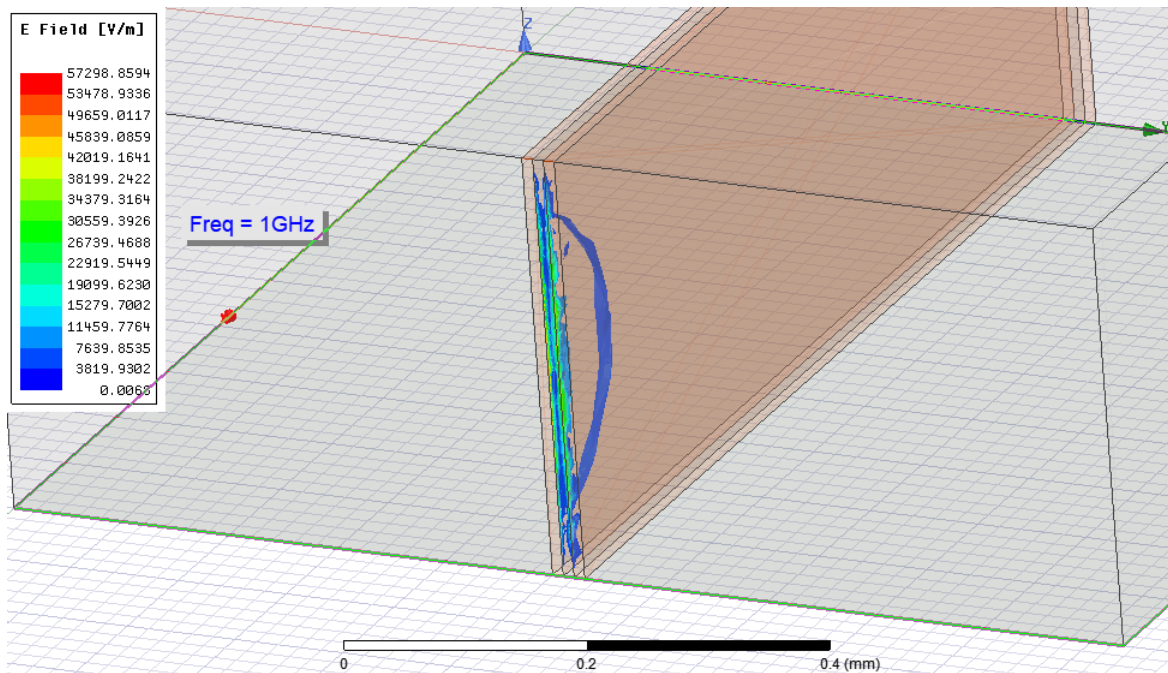
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 380 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



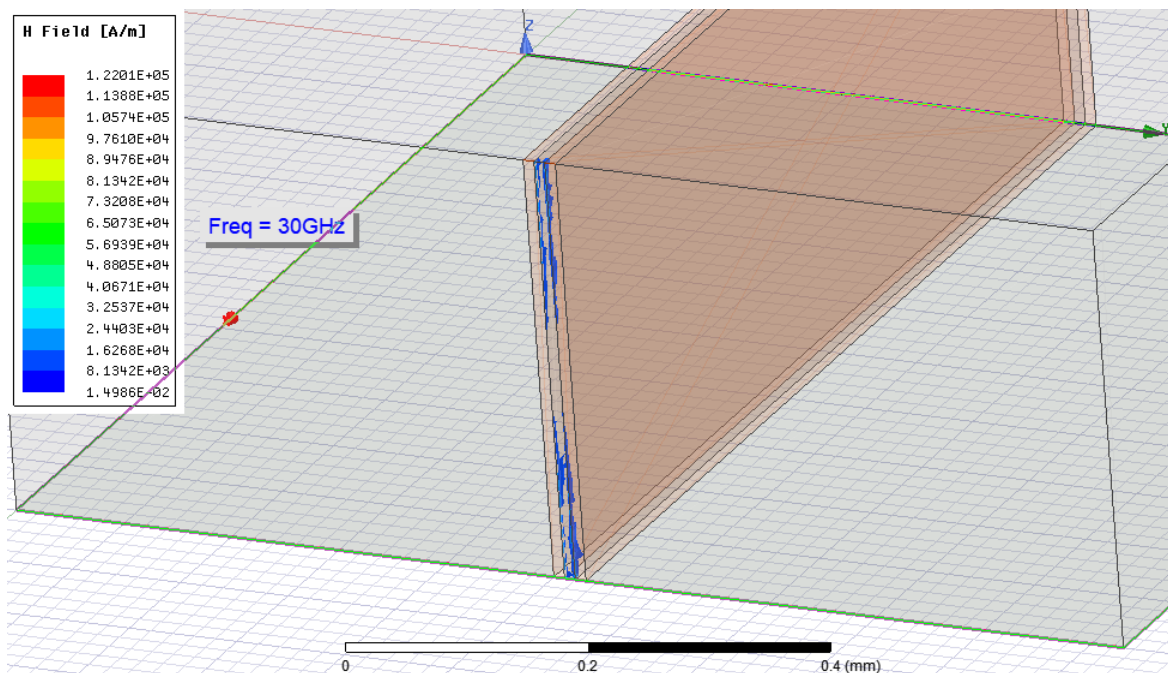
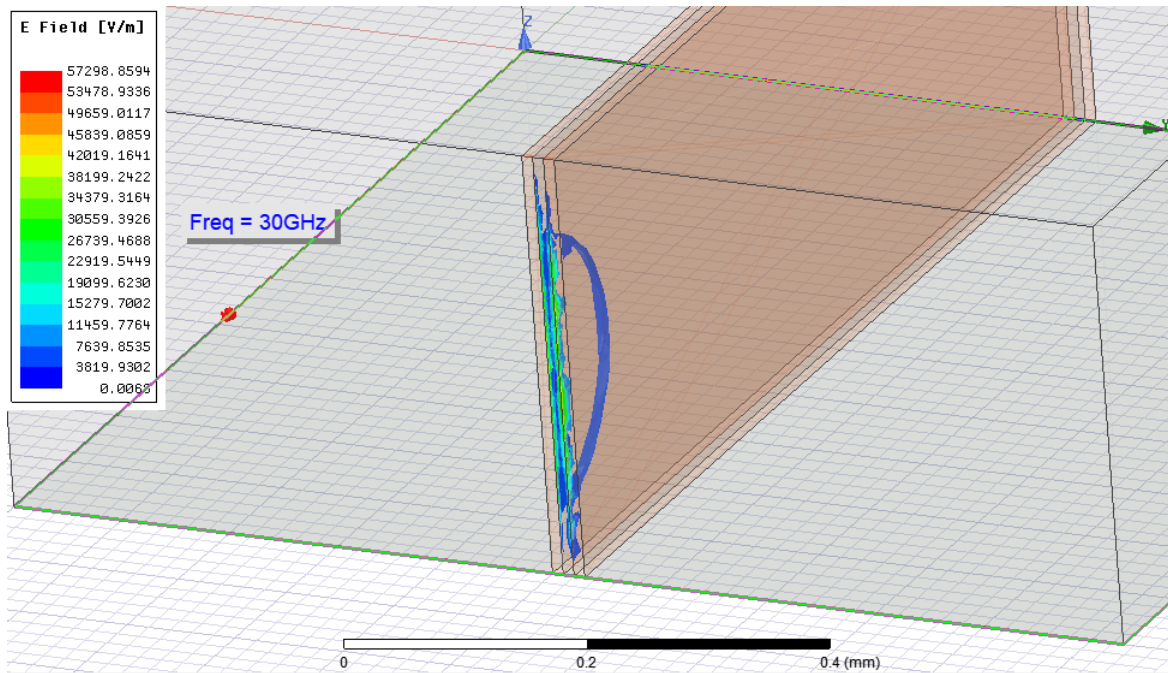
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 380 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



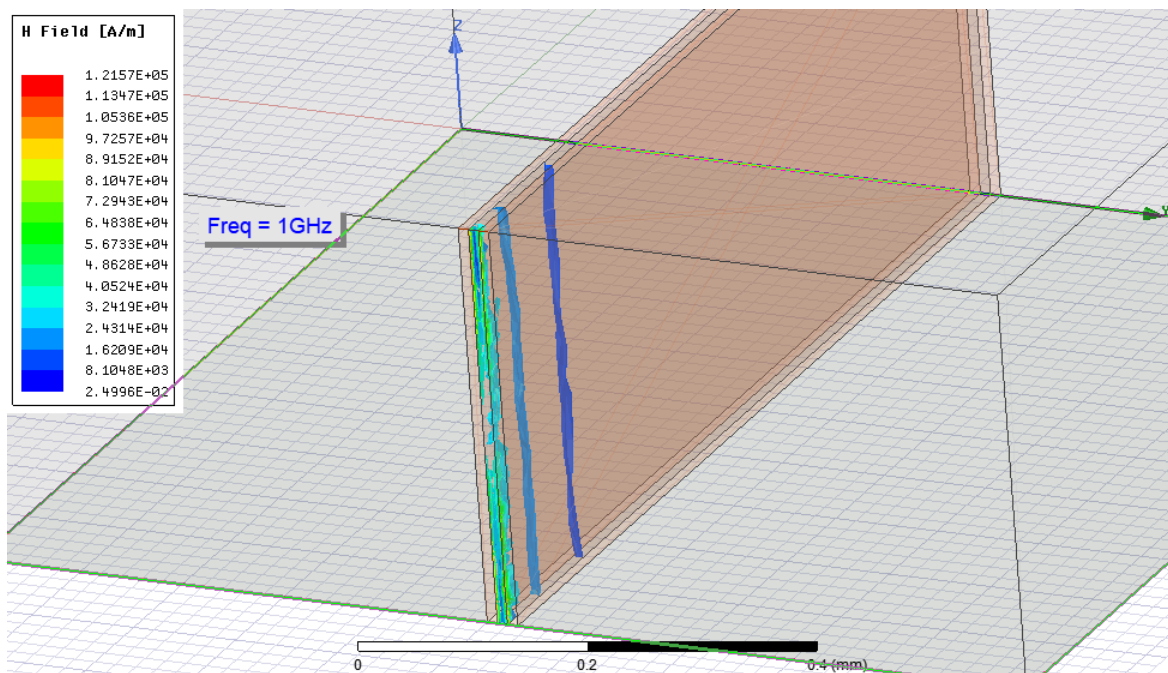
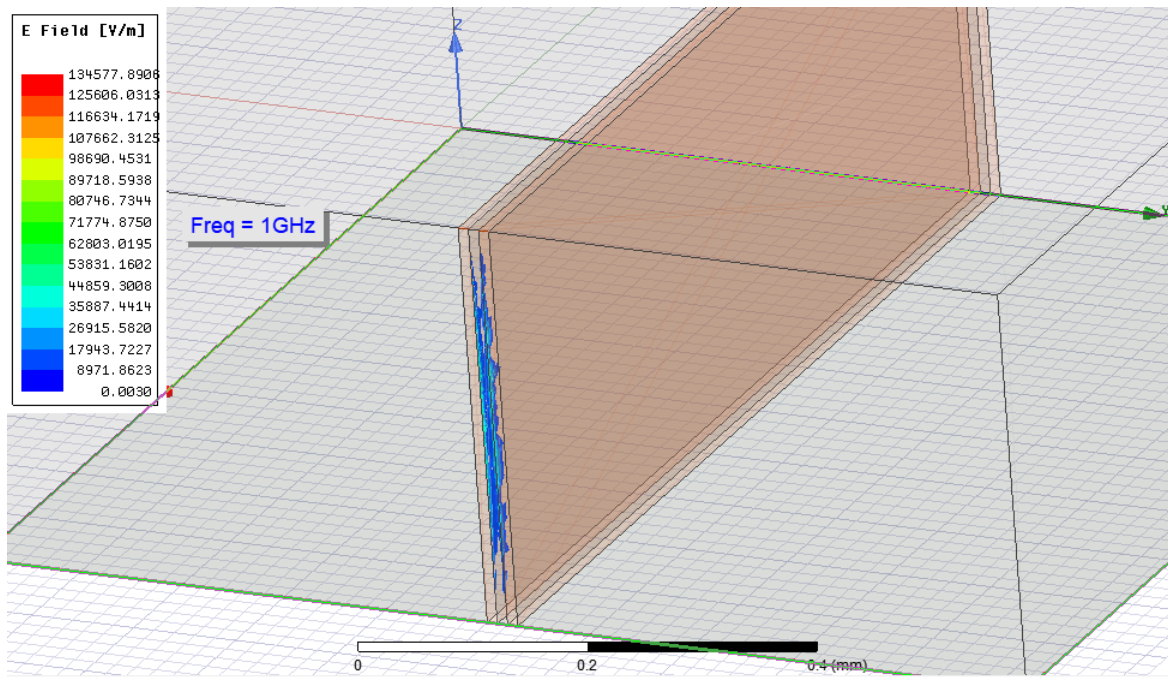
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 380 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



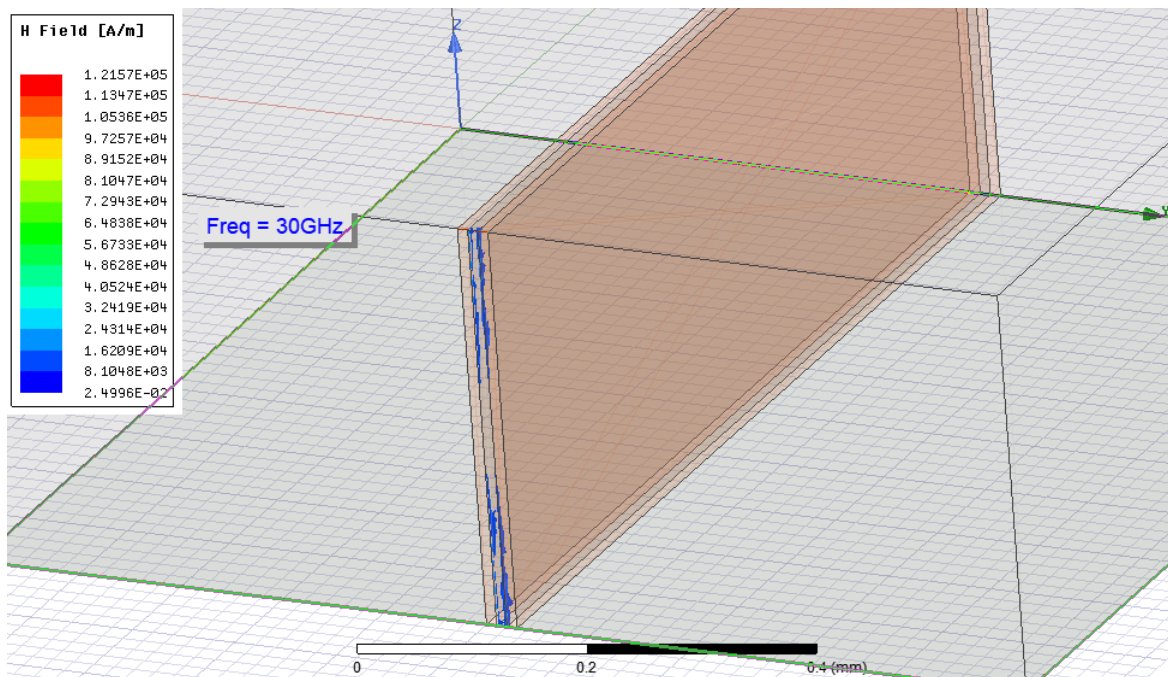
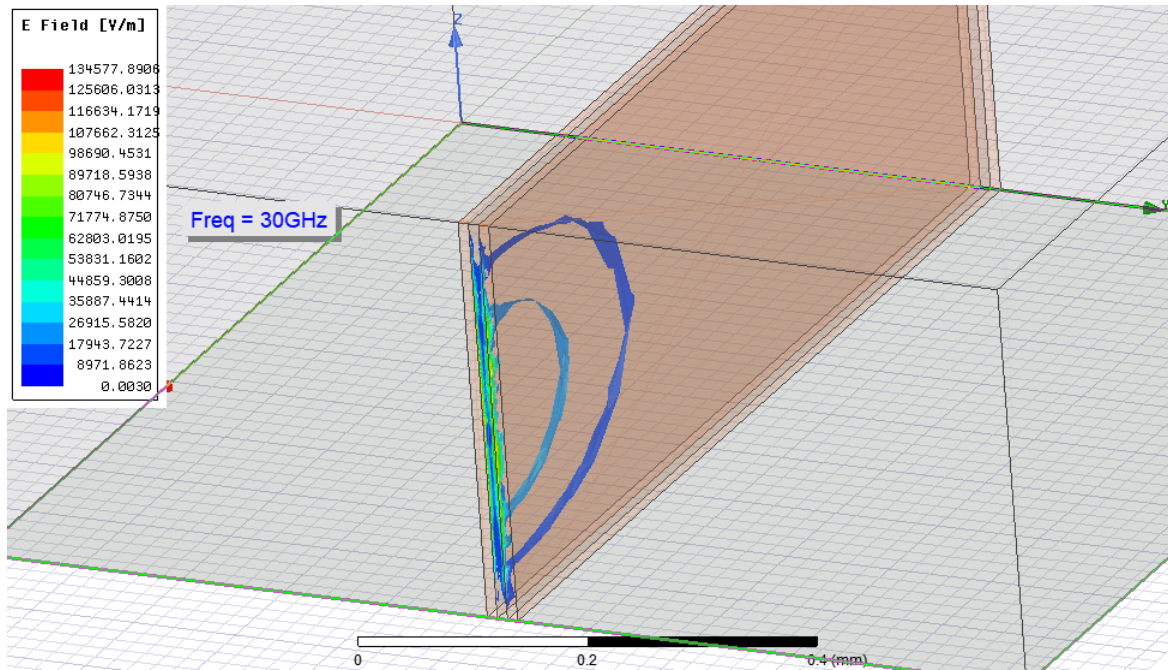
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 380 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



2^η Κατηγορία t=450μm

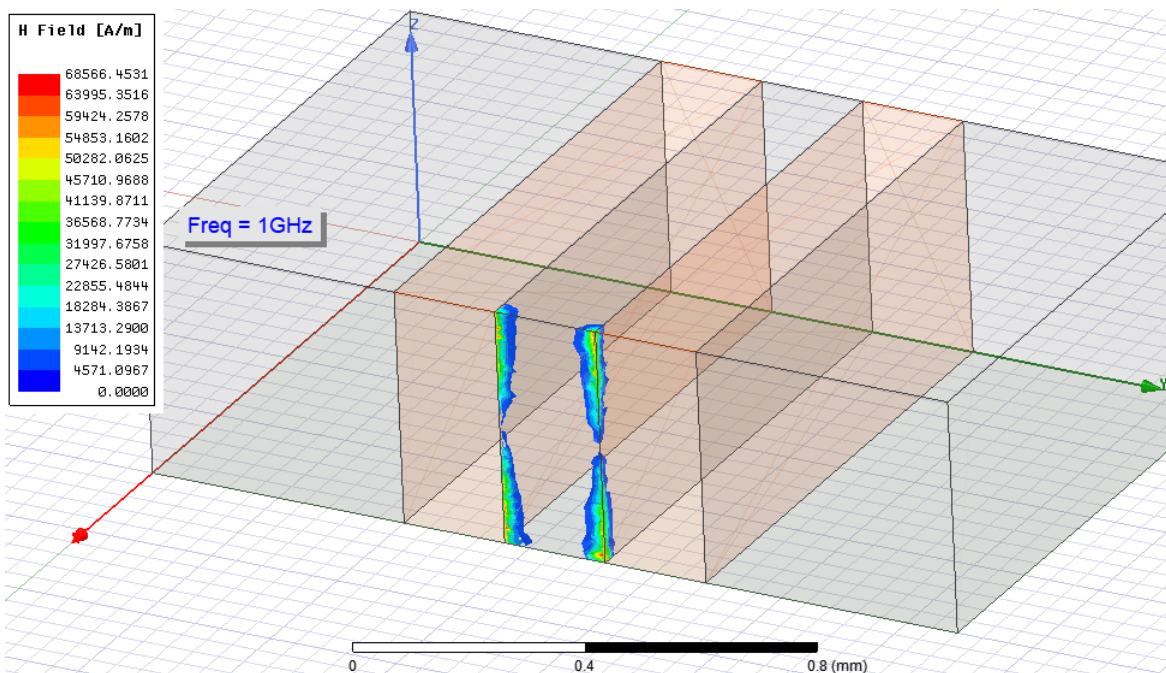
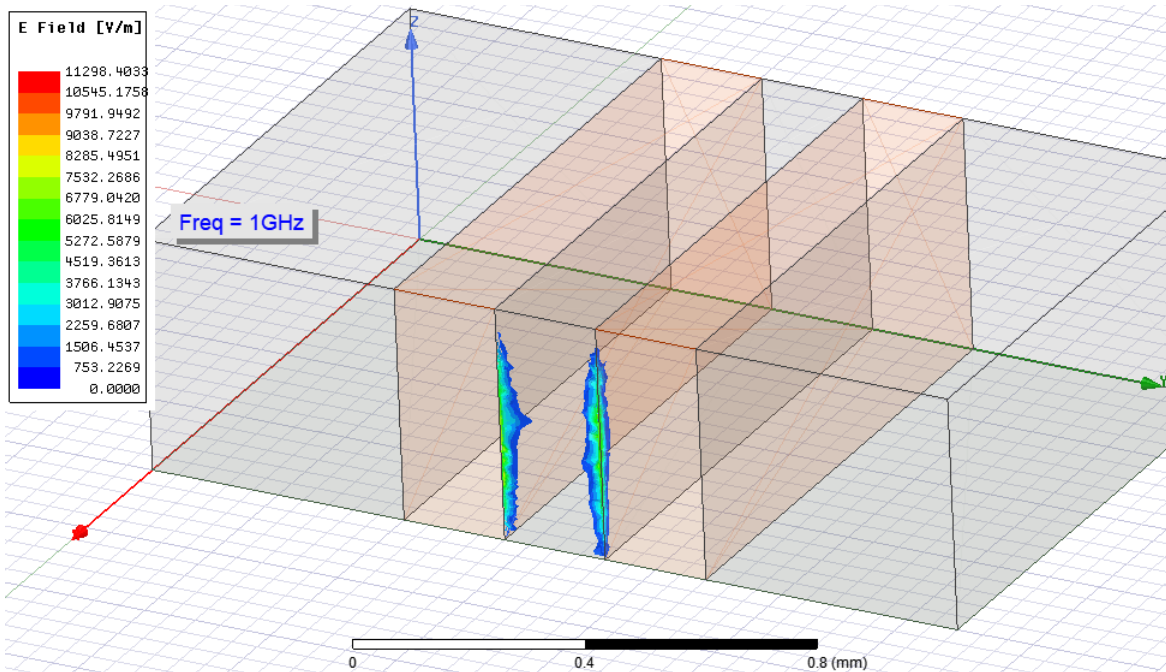
d: πλάτος χαλκού 200μm

w: πλάτος πυριτίου 200μm

t: ύψος διάταξης 450μm

ρ: αντίσταση πυριτίου 10000(Ωcm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



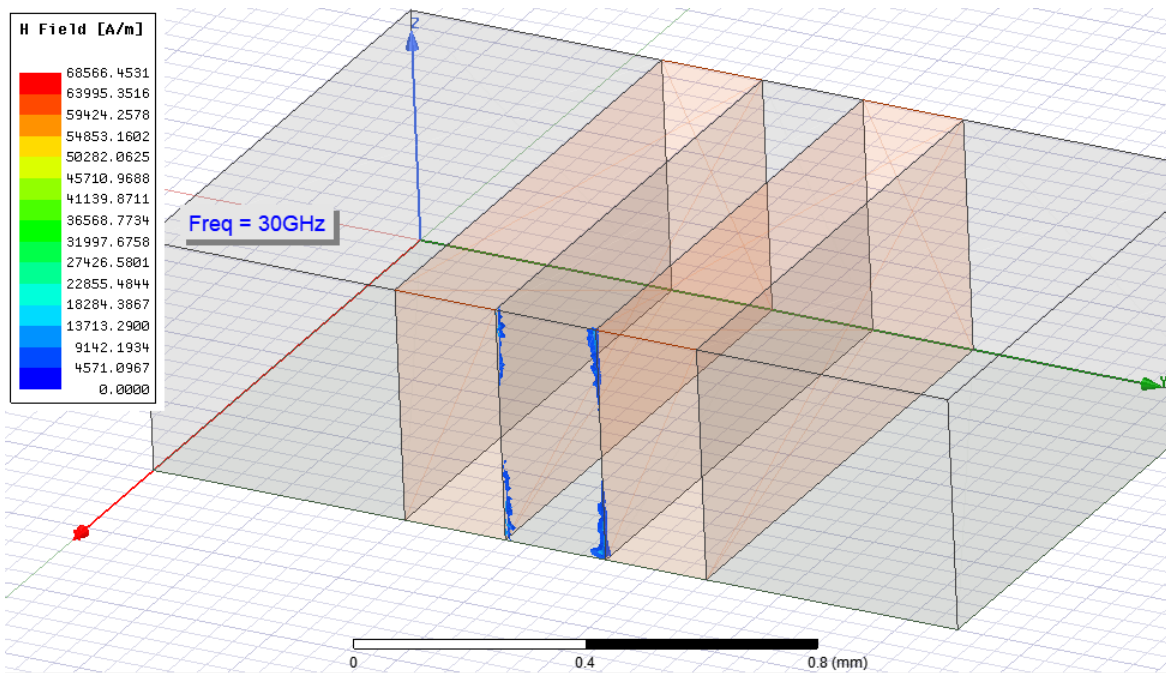
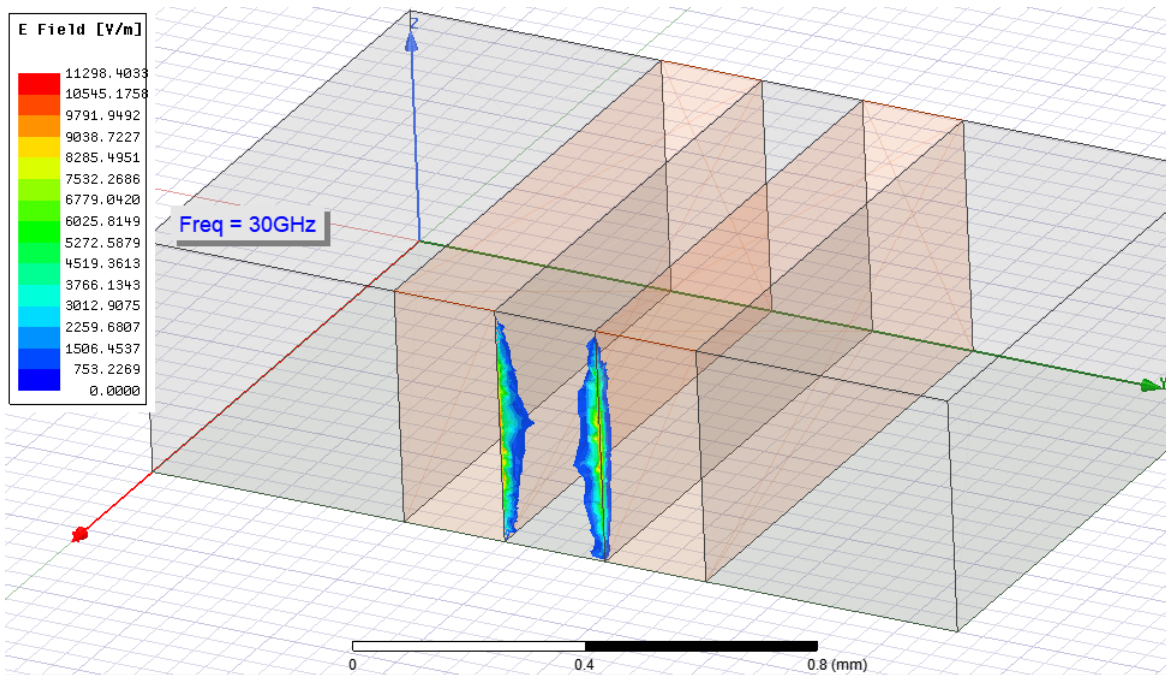
d: πλάτος χαλκού 200 μ m

w: πλάτος πυριτίου 200 μ m

t: ύψος διάταξης 450 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



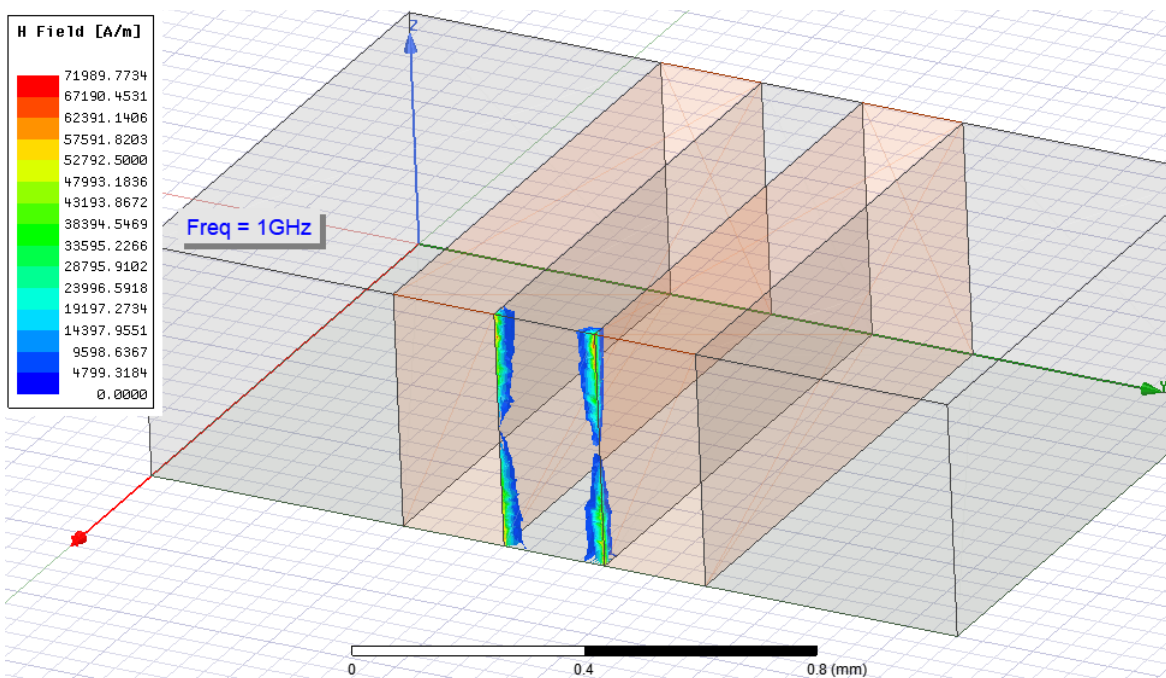
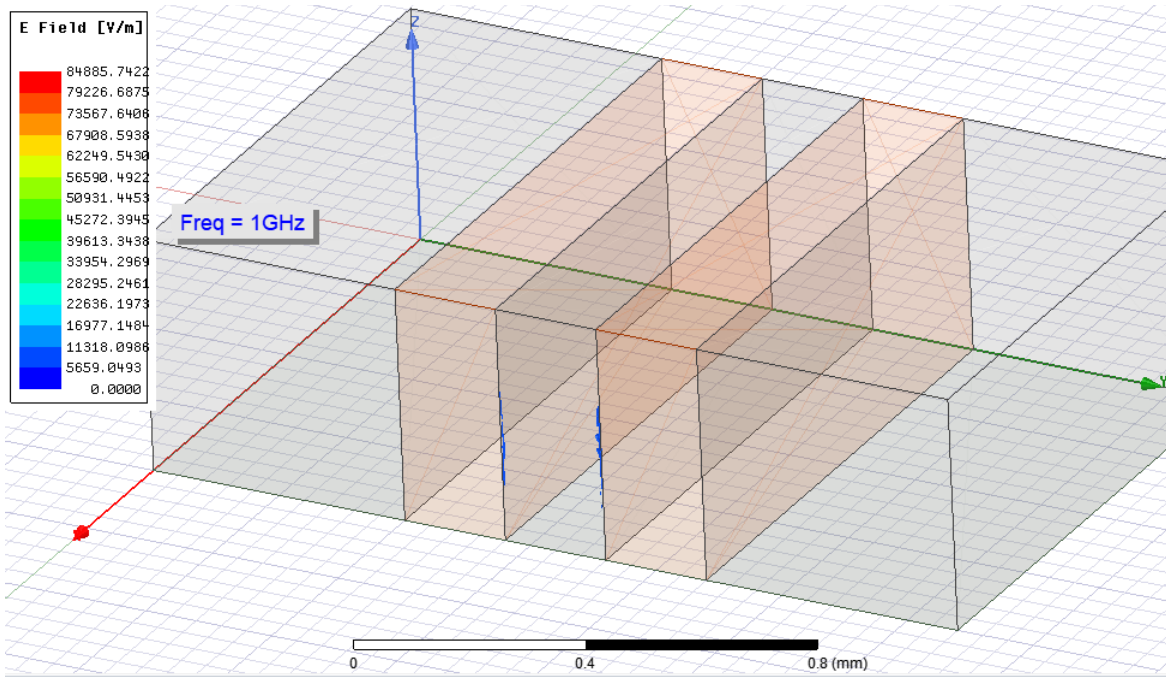
d: πλάτος χαλκού 200 μ m

w: πλάτος πυριτίου 200 μ m

t: ύψος διάταξης 450 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



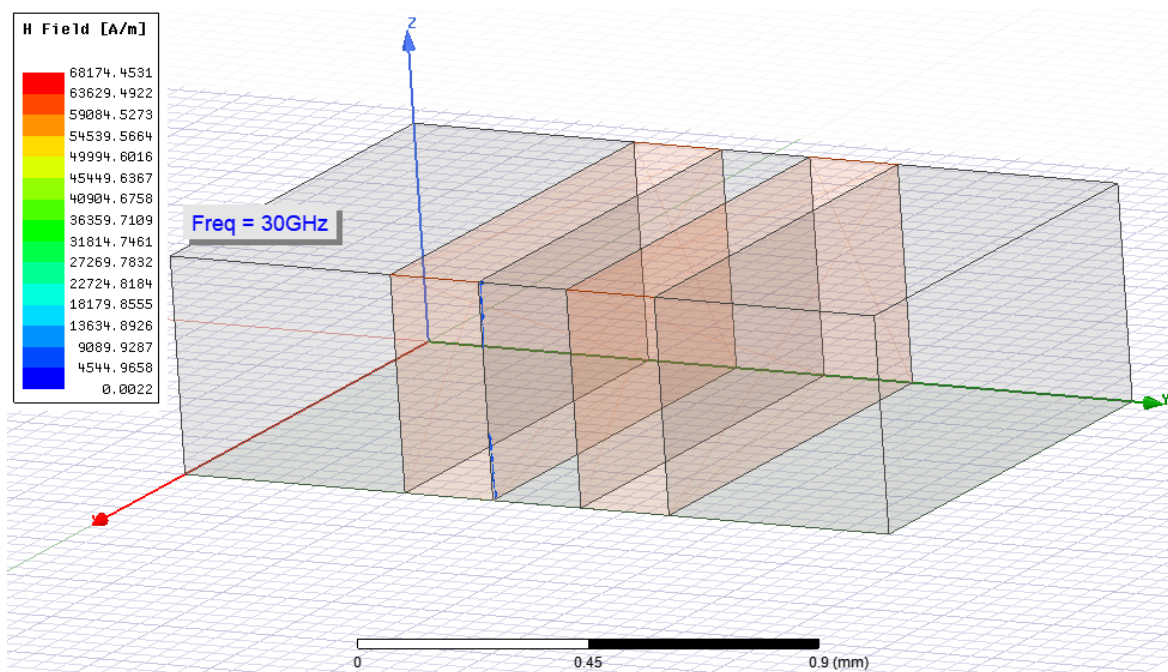
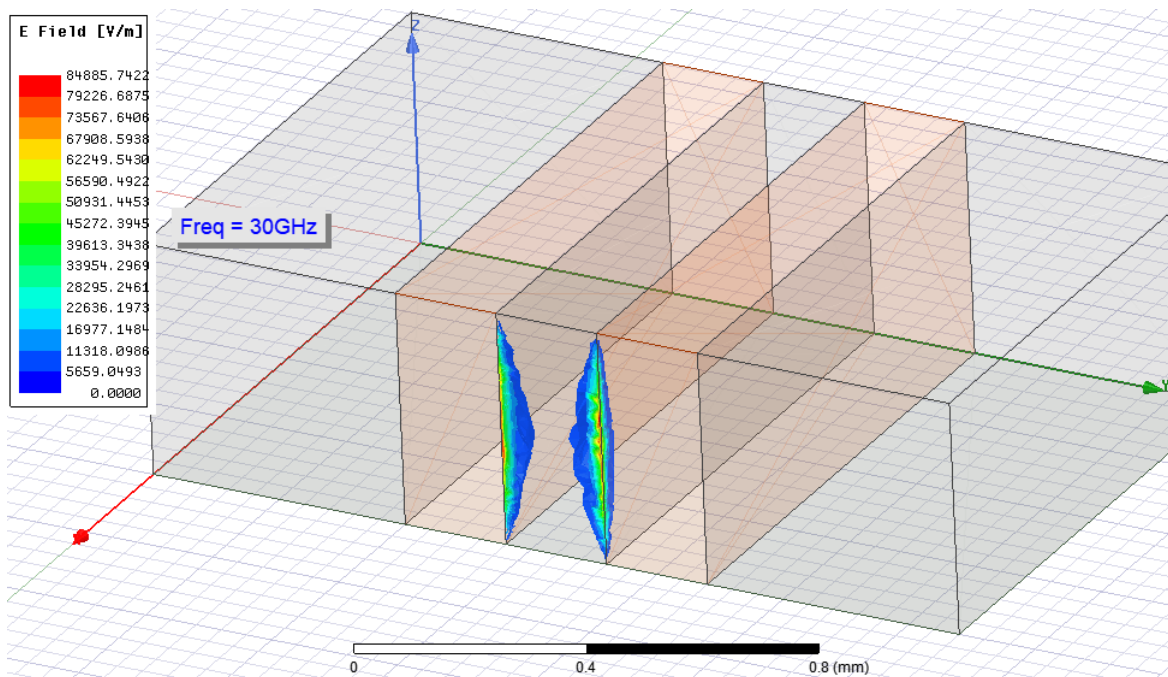
d: πλάτος χαλκού 200μm

w: πλάτος πυριτίου 200μm

t: ύψος διάταξης 450μm

ρ: αντίσταση πυριτίου 1(Ωcm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



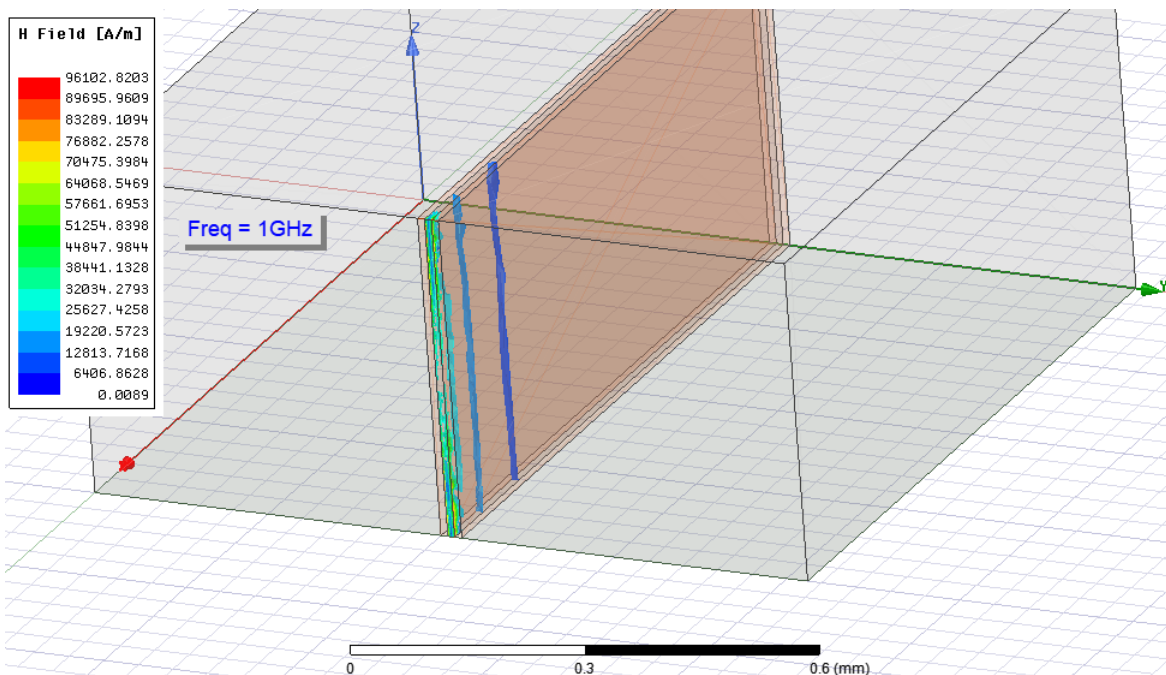
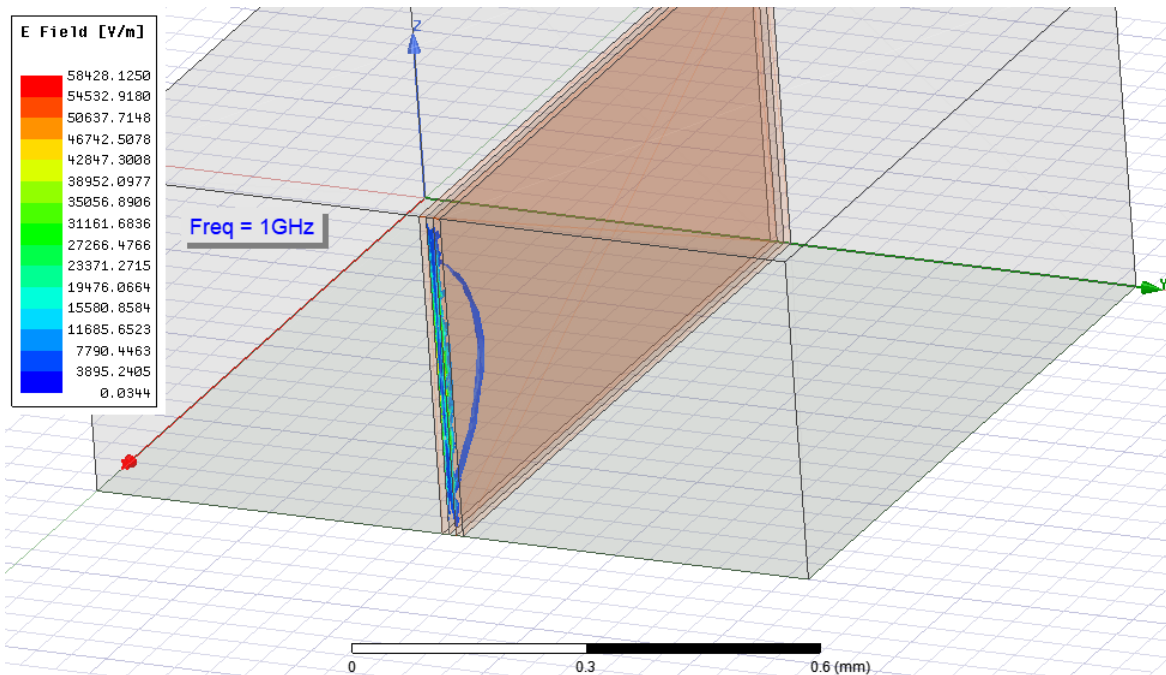
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 450 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



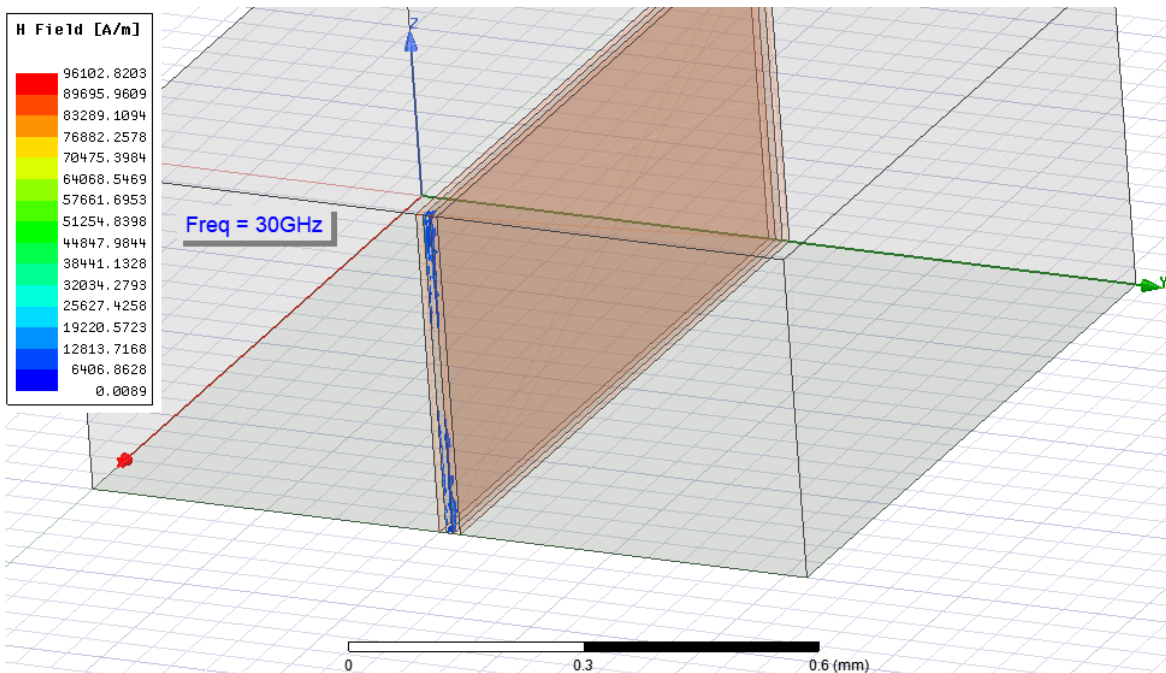
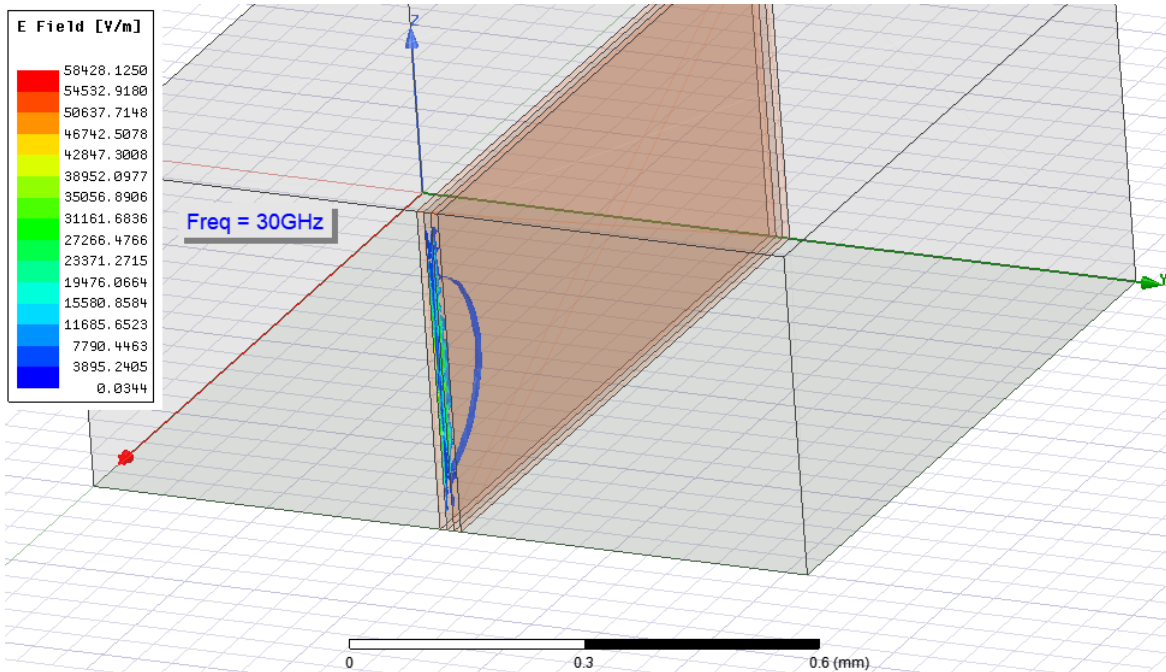
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 450 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



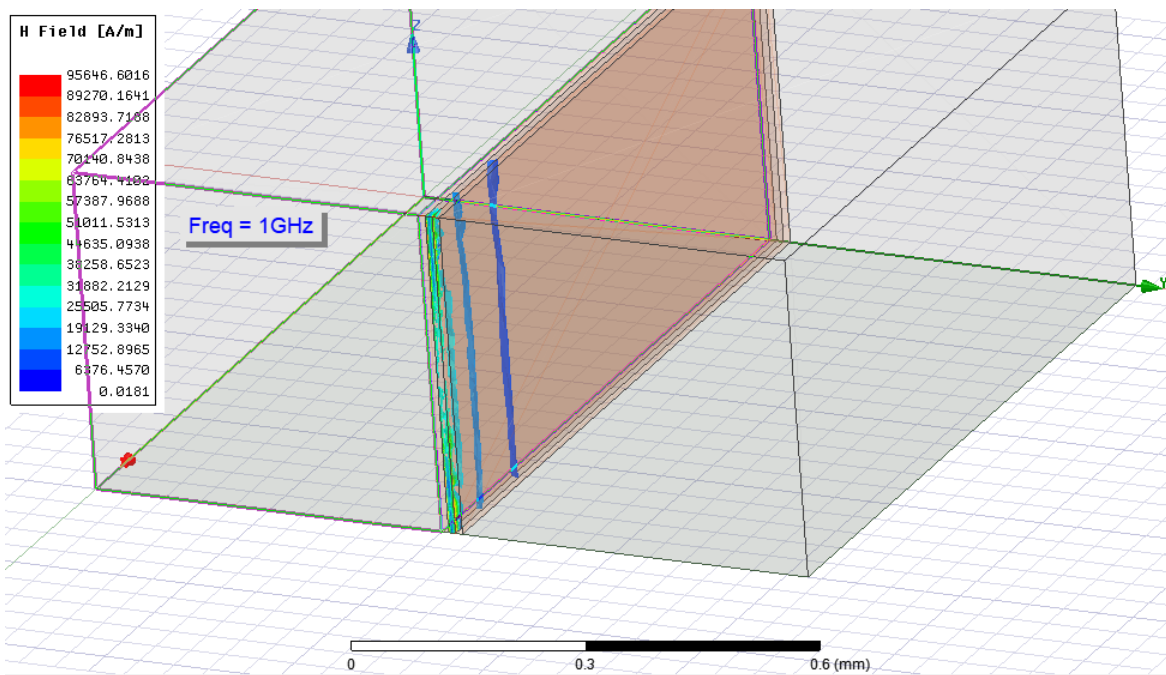
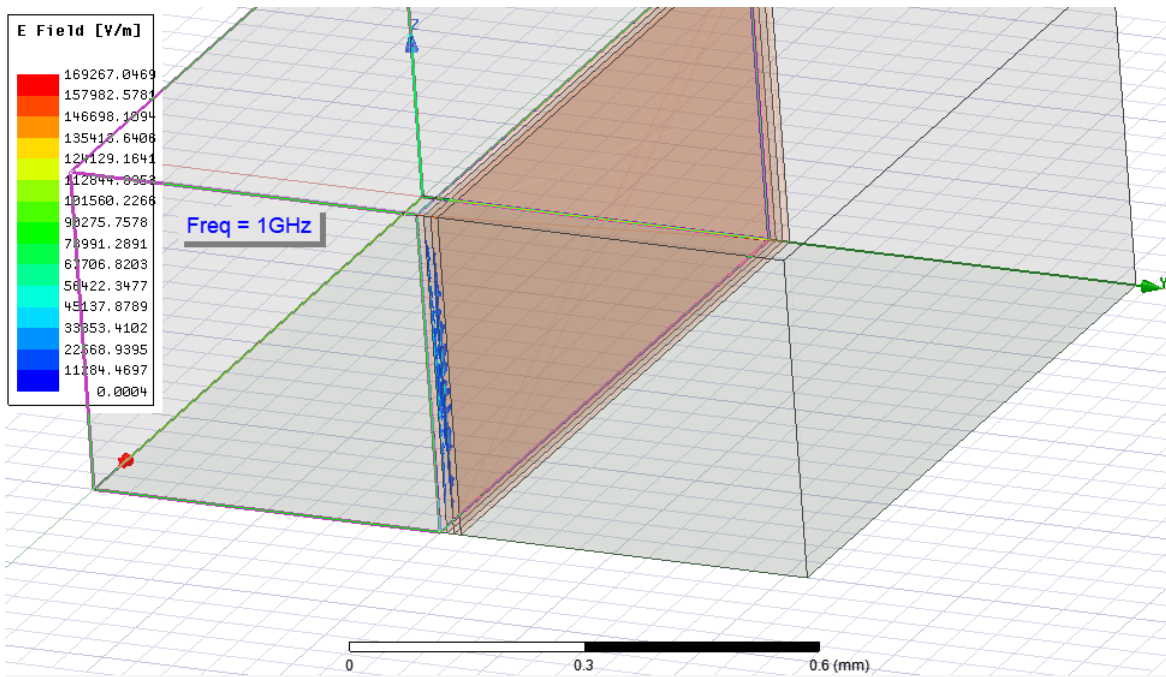
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 450 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



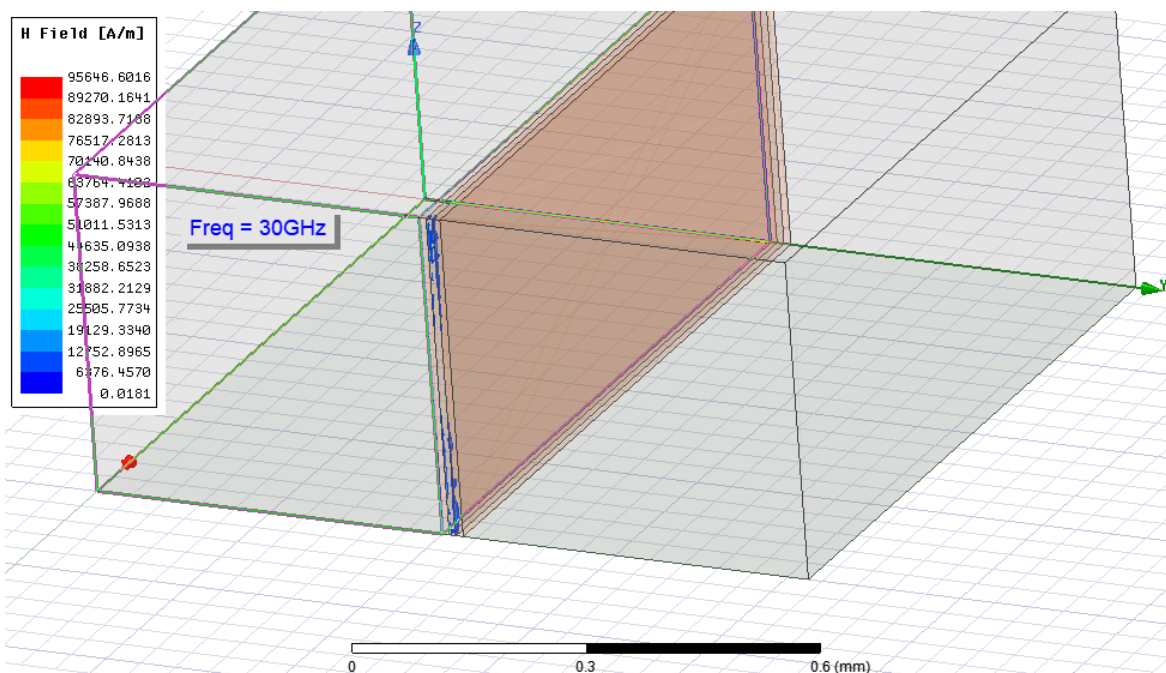
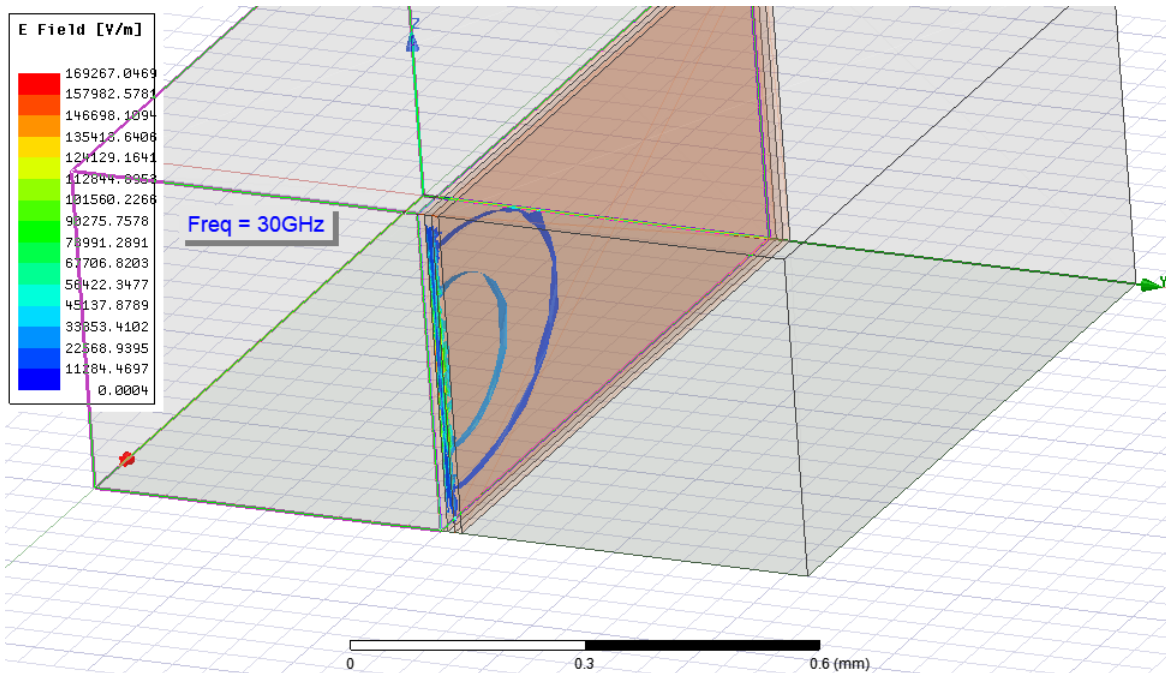
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 450 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



3^η Κατηγορία t=550μm

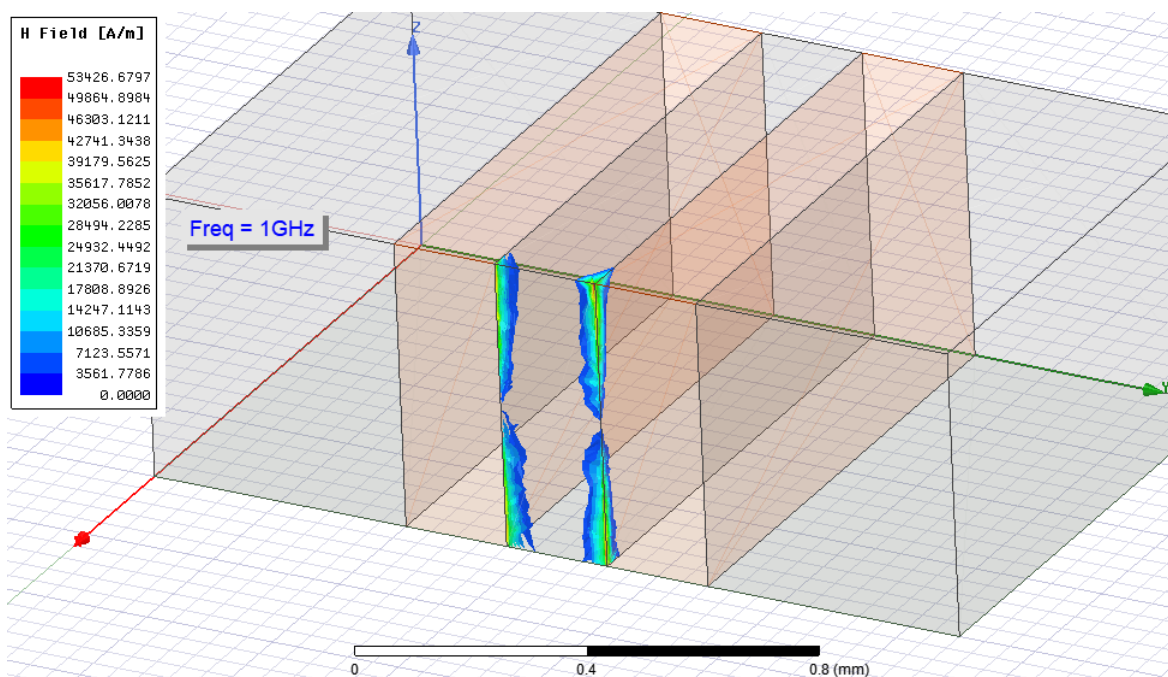
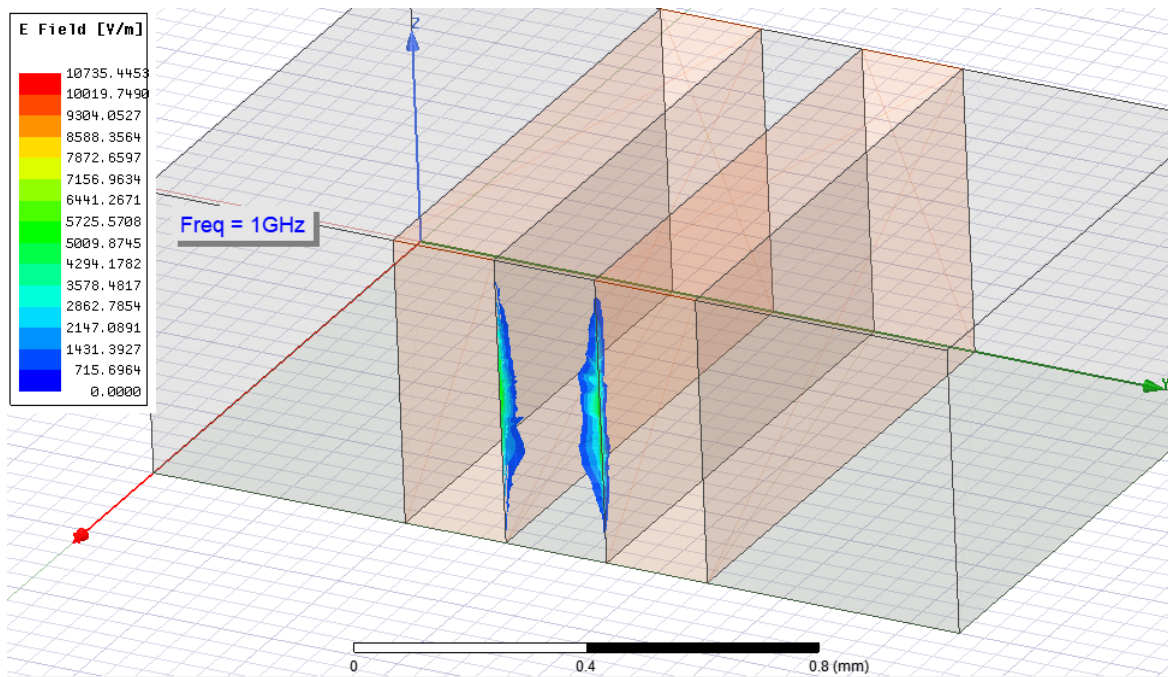
d: πλάτος χαλκού 200μm

w: πλάτος πυριτίου 200μm

t: ύψος διάταξης 550μm

ρ: αντίσταση πυριτίου 10000(Ωcm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



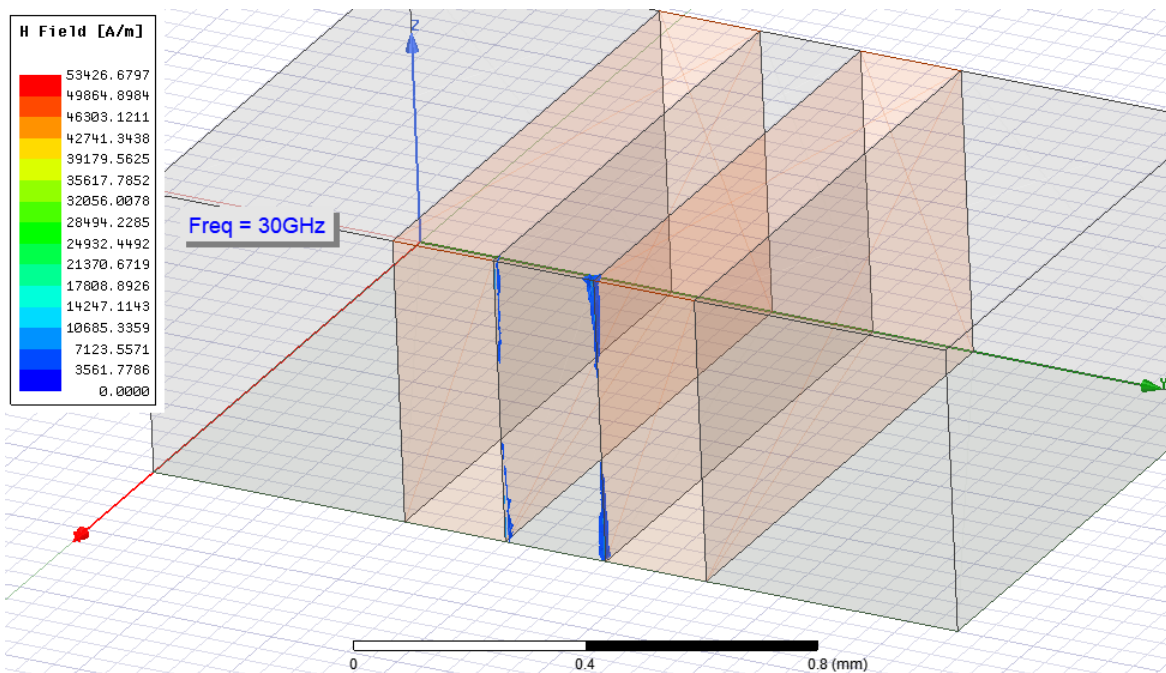
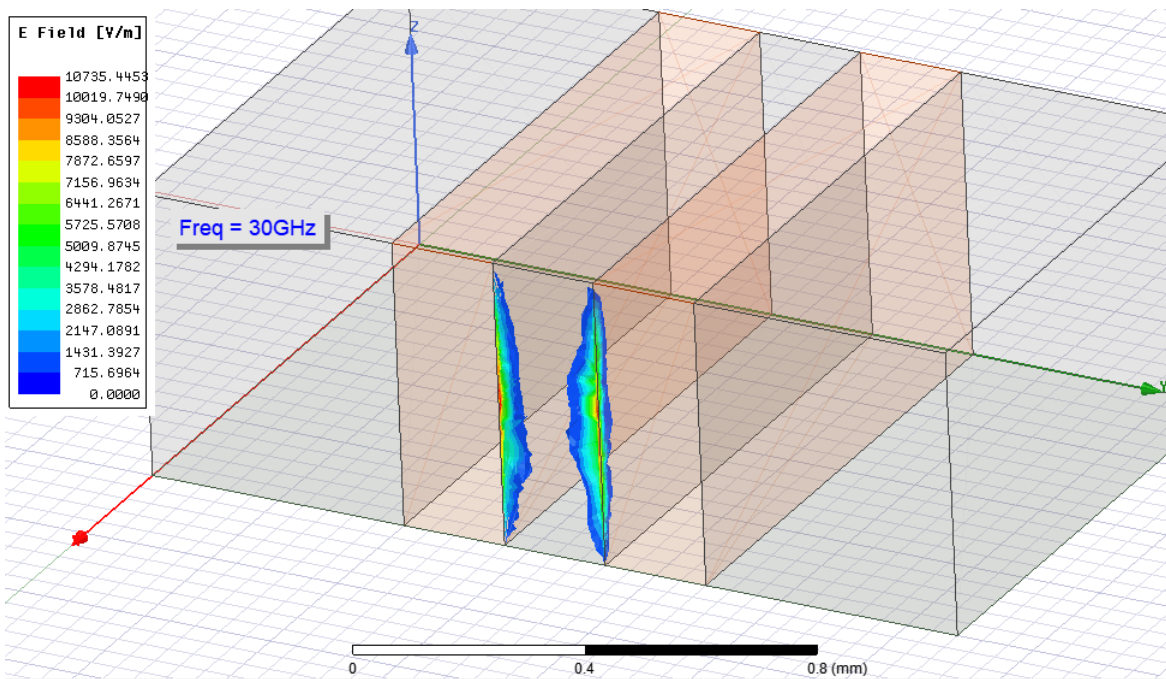
d: πλάτος χαλκού 200 μ m

w: πλάτος πυριτίου 200 μ m

t: ύψος διάταξης 550 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



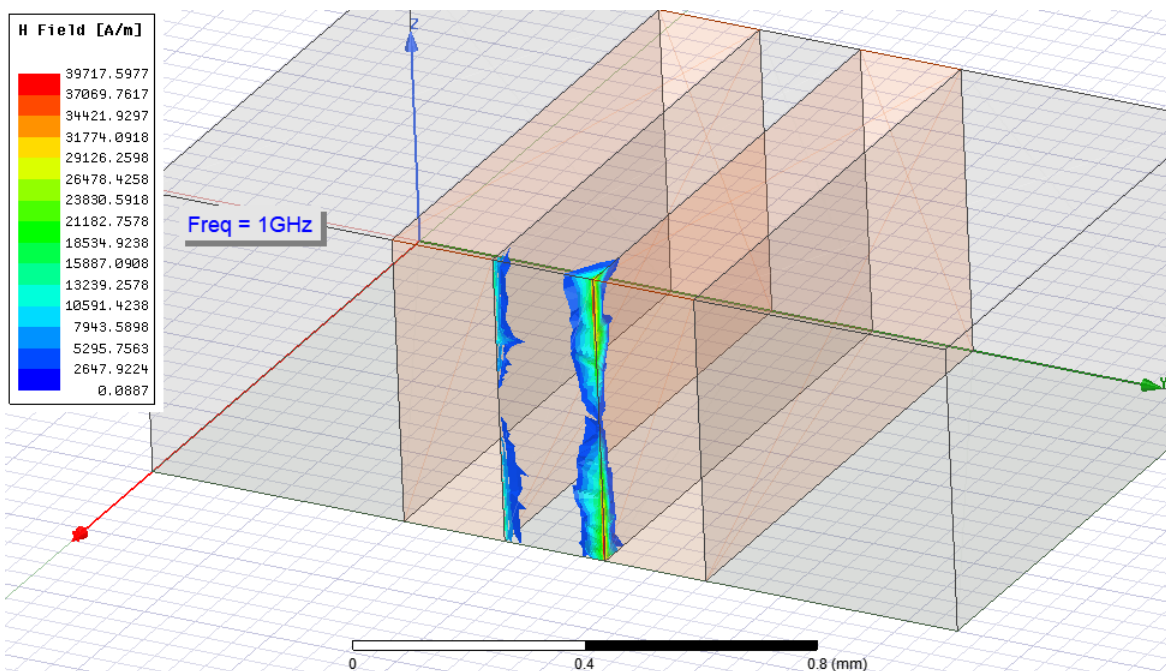
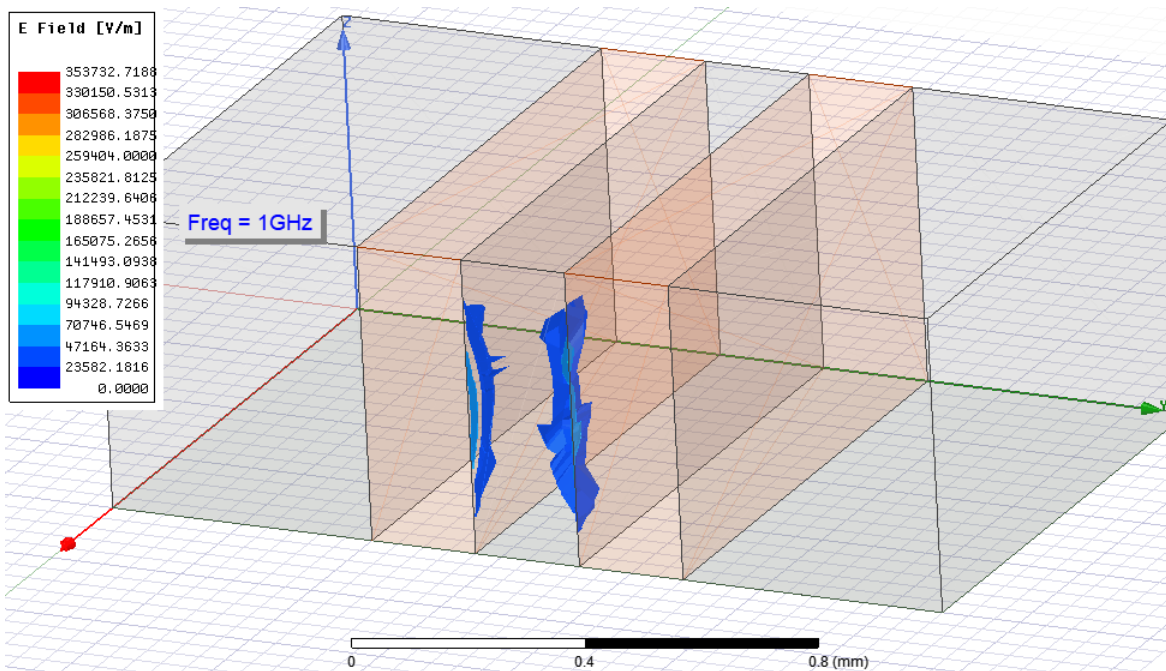
d: πλάτος χαλκού 200 μ m

w: πλάτος πυριτίου 200 μ m

t: ύψος διάταξης 550 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



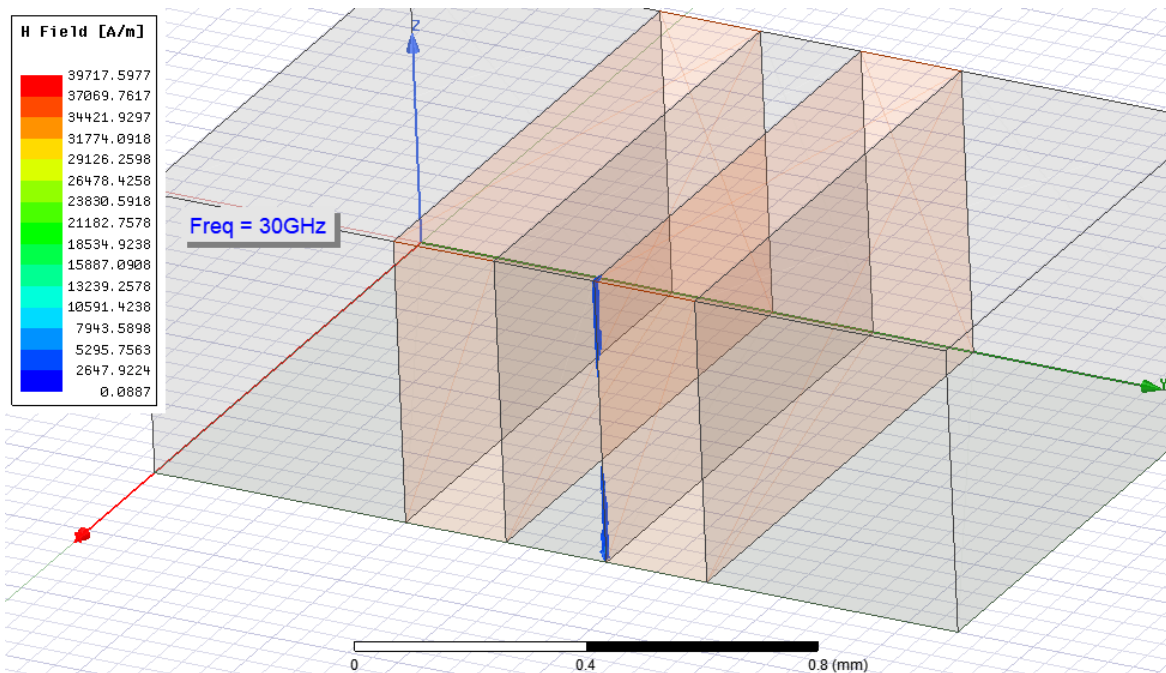
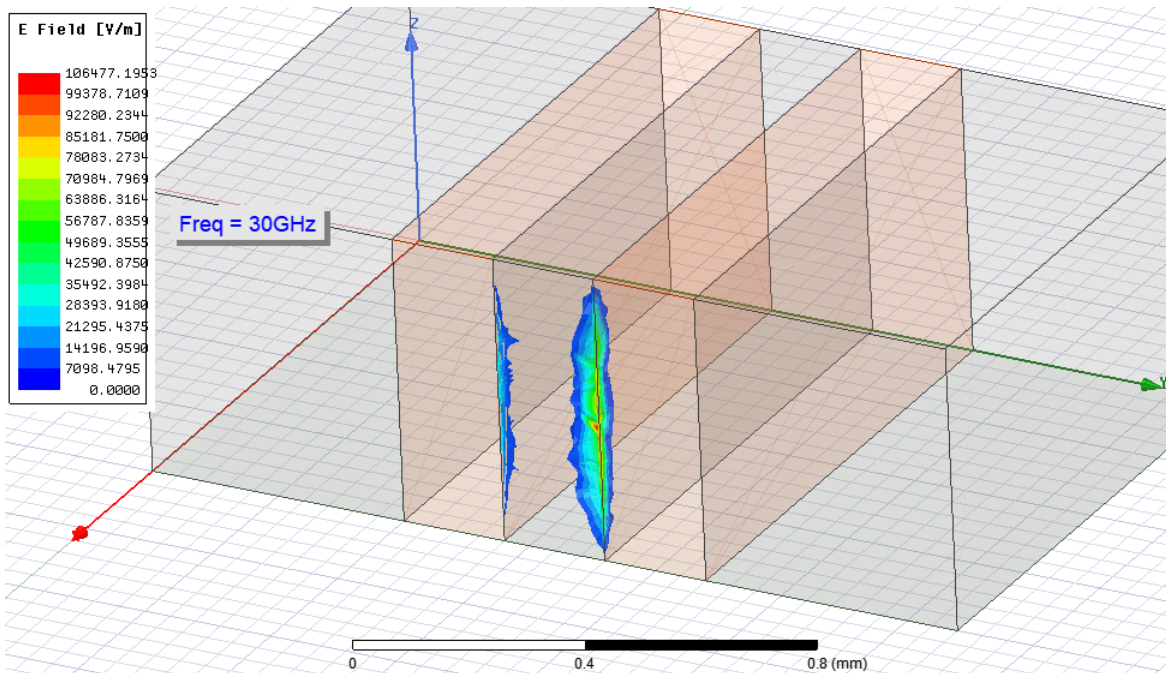
d: πλάτος χαλκού 200 μ m

w: πλάτος πυριτίου 200 μ m

t: ύψος διάταξης 550 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



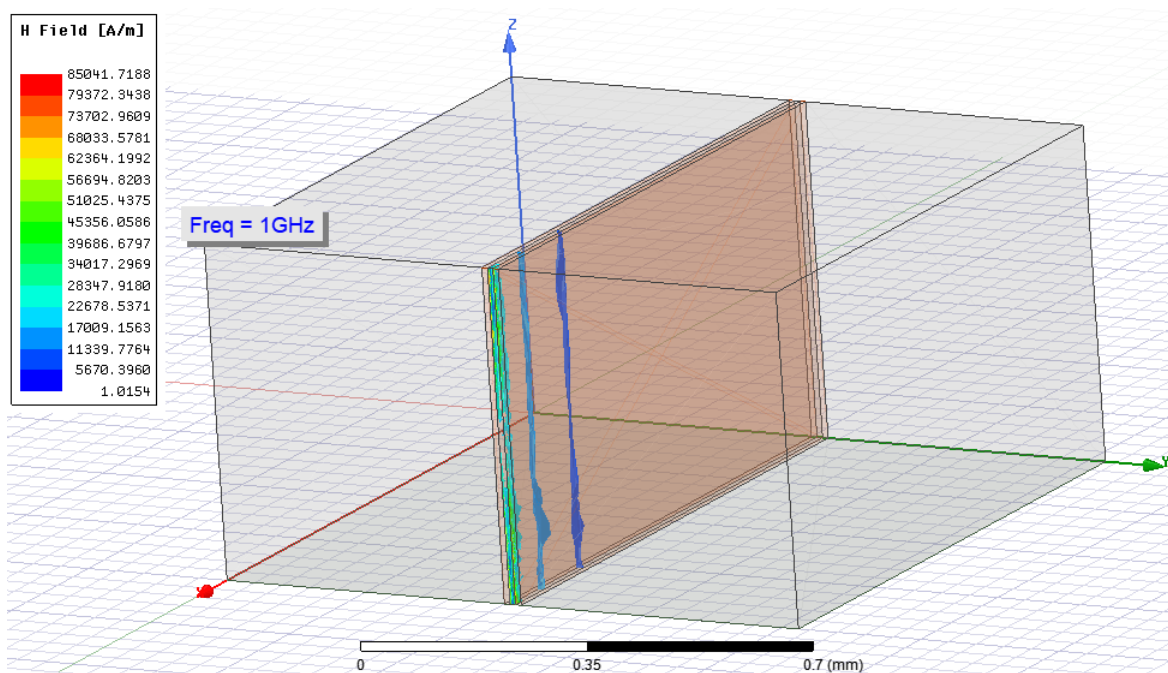
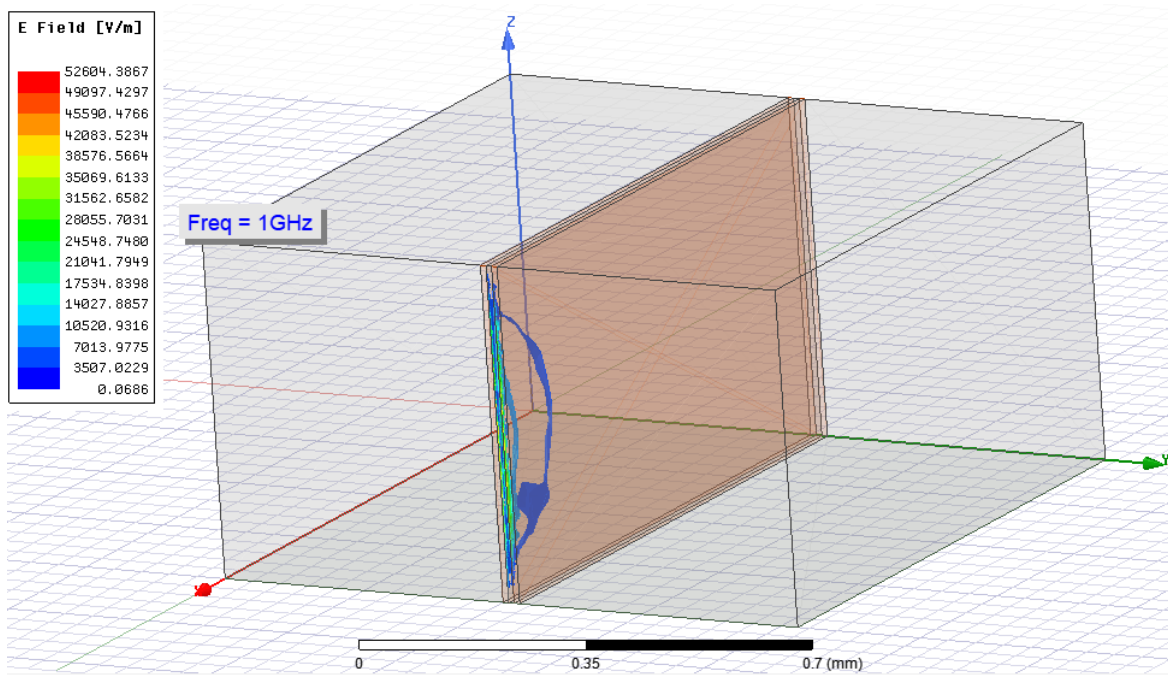
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 550 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



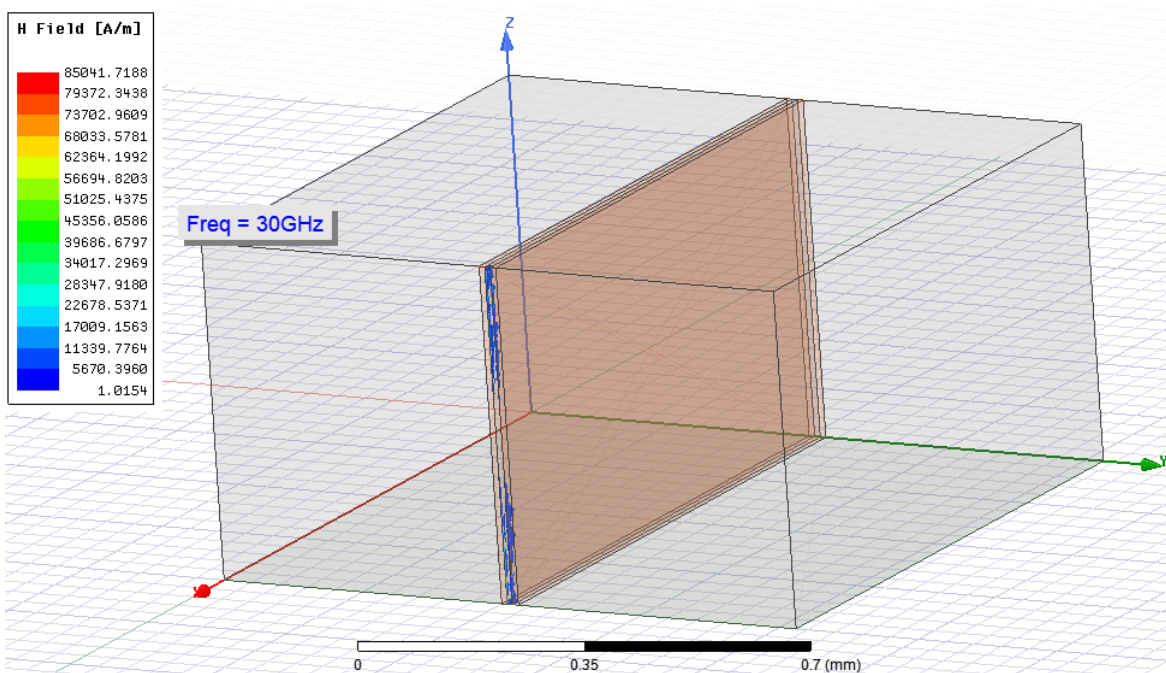
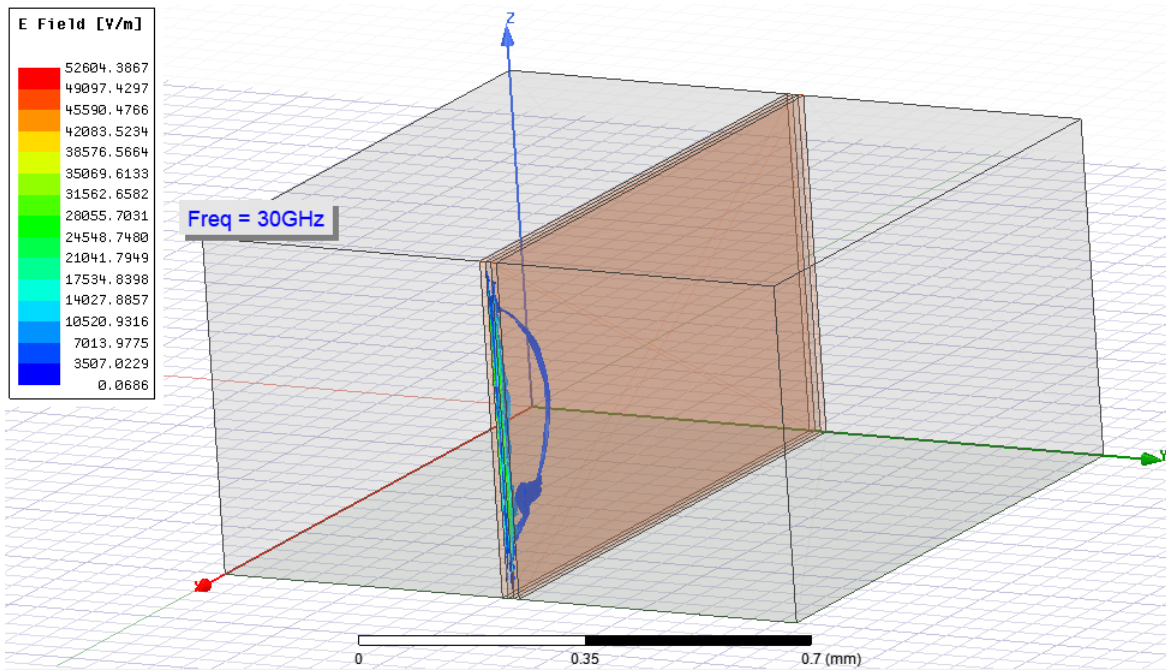
d: πλάτος χαλκού 10μm

w: πλάτος πυριτίου 10μm

t: ύψος διάταξης 550μm

ρ: αντίσταση πυριτίου 10000(Ωcm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



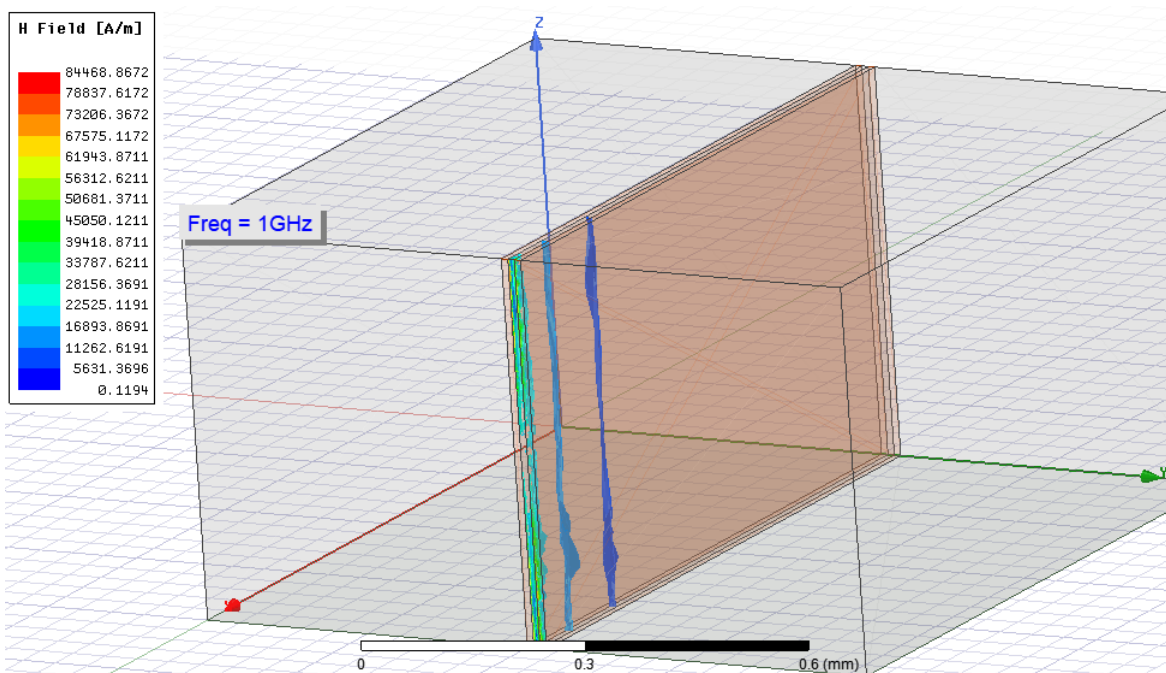
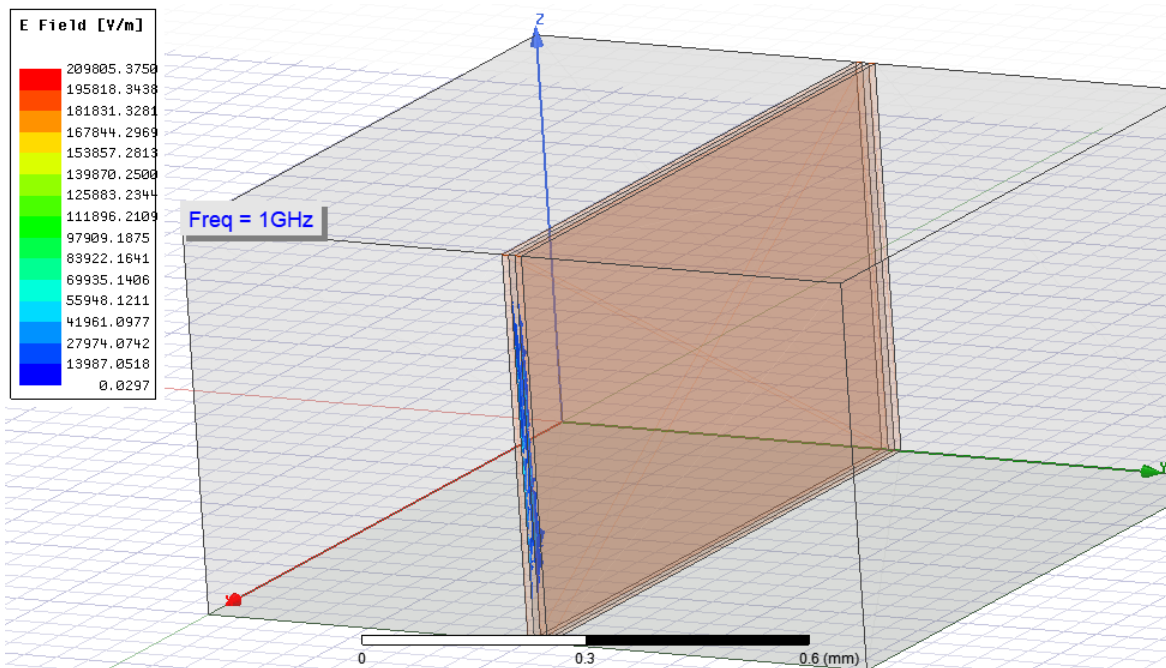
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 550 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 1GHz



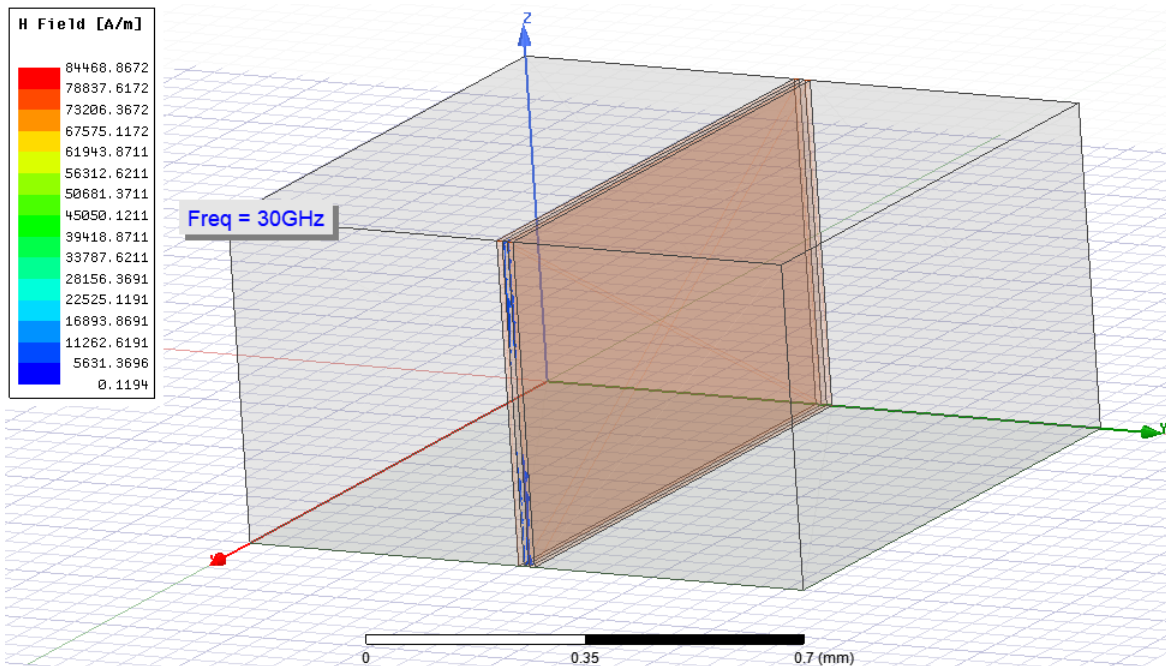
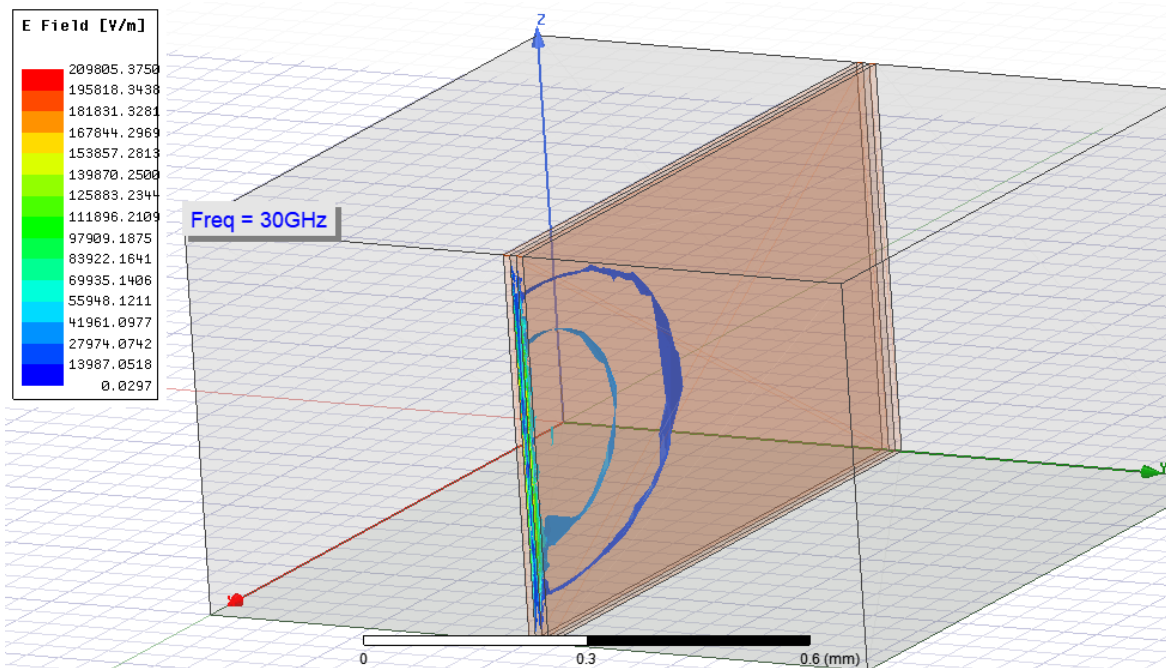
d: πλάτος χαλκού 10 μ m

w: πλάτος πυριτίου 10 μ m

t: ύψος διάταξης 550 μ m

ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ω cm)

f: συχνότητα διάταξης 30GHz



1.3 Αποτελέσματα Ανάλυσης

Αναλύοντας όλα τα δεδομένα από όλους τους συνδυασμούς που παρουσιάστηκαν στη προηγούμενη υποενότητα τα αποτελέσματα είναι τα εξής :

- ❖ Όσον αφορά τη δομή όταν τα δυο πανομοιότυπα τμήματα χαλκού και το ενδιάμεσο τμήμα πυριτίου έχουν το ίδιο πλάτος (200 μm) σε καμία από τις περιπτώσεις δεν εμφανίστηκαν παρεμβολές μεταξύ των δομών χαλκού.
- ❖ Σε όλες τις κατηγορίες του t (ύψος δομής) έχουμε παρουσία στις ίδιες περιπτώσεις των συνδυασμών των μεταβλητών.
- ❖ Από όλες τις κατηγορίες η περίπτωση που παρουσιάζει πιο ισχυρές ηλεκτρικές παρεμβολές είναι η περίπτωση όπου :
d: πλάτος χαλκού 10 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
 ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ωcm)
f: συχνότητα διάταξης 30GHz
- ❖ Από όλες τις κατηγορίες η περίπτωση που παρουσιάζει πιο ισχυρές μαγνητικές παρεμβολές είναι η περίπτωση όπου :
d: πλάτος χαλκού 10 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
 ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ωcm)
f: συχνότητα διάταξης 1GHz
- ❖ Από όλες τις κατηγορίες η περίπτωση που παρουσιάζει πιο ασθενής ηλεκτρικές παρεμβολές είναι η περίπτωση όπου :
d: πλάτος χαλκού 200 μm
w: πλάτος πυριτίου 200 μm
 ρ : αντίσταση πυριτίου 10000(Ωcm)
f: συχνότητα διάταξης 1GHz
- ❖ Από όλες τις κατηγορίες η περίπτωση που παρουσιάζει πιο ασθενής μαγνητικές παρεμβολές είναι η περίπτωση όπου :
d: πλάτος χαλκού 200 μm
w: πλάτος πυριτίου 200 μm
 ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ωcm)
f: συχνότητα διάταξης 30GHz
- ❖ Το ισχυρότερο ηλεκτρικό πεδίο καταγράφηκε σε αυτή τη υποπερίπτωση :
d: πλάτος χαλκού 10 μm
w: πλάτος πυριτίου 10 μm
t: ύψος διάταξης 550 μm
 ρ : αντίσταση πυριτίου 1(Ωcm)
f: συχνότητα διάταξης 30GHz

- ❖ Το ισχυρότερο μαγνητικό πεδίο καταγράφηκε σε αυτή τη υποπερίπτωση :

d: πλάτος χαλκού 10μm
w: πλάτος πυριτίου 10μm
t: ύψος διάταξης 550μm
ρ: αντίσταση πυριτίου 10000(Ωcm)
f: συχνότητα διάταξης 1GHz

- ❖ Το ασθενέστερο ηλεκτρικό πεδίο καταγράφηκε σε αυτή τη υποπερίπτωση :

d: πλάτος χαλκού 200μm
w: πλάτος πυριτίου 200μm
t: ύψος διάταξης 550μm
ρ: αντίσταση πυριτίου 10000(Ωcm)
f: συχνότητα διάταξης 1GHz

- ❖ Το ασθενέστερο μαγνητικό πεδίο καταγράφηκε σε αυτή τη υποπερίπτωση :

d: πλάτος χαλκού 200μm
w: πλάτος πυριτίου 200μm
t: ύψος διάταξης 550μm
ρ: αντίσταση πυριτίου 1(Ωcm)
f: συχνότητα διάταξης 30GHz

Πίνακας 1 Ηλεκτρομαγνητικά Στοιχεία 1ης Κατηγορίας

1η Κατηγορία t=380μm			Ηλεκτρικό Πεδίο			Μαγνητικό Πεδίο		
			(V/m)	Παρουσία Παρεμβολών	Απουσία Παρεμβολών	(A/m)	Παρουσία Παρεμβολών	Απουσία Παρεμβολών
d=10 μm w=10 μm	ρ=1 Ωcm	f=1 GHz	17943.7227		✓	65073.2845	✓	
	ρ=1 Ωcm	f=30 GHz	98690.4531	✓		8104.8552		✓
	ρ=10000 Ωcm	f=1 GHz	34379.3164	✓		72943.5691	✓	
	ρ=10000 Ωcm	f=30 GHz	42019.1641	✓		8134.2317		✓
d=200 μm w=200 μm	ρ=1 Ωcm	f=1 GHz	4803.3662		✓	62032.3008		✓
	ρ=1 Ωcm	f=30 GHz	62443.7617		✓	4771.7153		✓
	ρ=10000 Ωcm	f=1 GHz	4655.0142	✓		62230.7578		✓
	ρ=10000 Ωcm	f=30 GHz	8645.0264		✓	14360.9443		✓

Πίνακας 2 Ηλεκτρομαγνητικά Στοιχεία 2ης Κατηγορίας

2η Κατηγορία $t=450\mu\text{m}$			Ηλεκτρικό Πεδίο			Μαγνητικό Πεδίο		
			(V/m)	Παρουσία Παρεμβολών	Απουσία Παρεμβολών	(A/m)	Παρουσία Παρεμβολών	Απουσία Παρεμβολών
d=10 μm w=10 μm	$\rho=1 \Omega\text{cm}$	f=1 GHz	11384.4697		✓	44635.098	✓	
	$\rho=1 \Omega\text{cm}$	f=30 GHz	101560.2266	✓		6376.457		✓
	$\rho=10000 \Omega\text{cm}$	f=1 GHz	31161.6836	✓		57661.6953	✓	
	$\rho=10000 \Omega\text{cm}$	f=30 GHz	23371.2715	✓		6406.8628		✓
d=200 μm w=200 μm	$\rho=1 \Omega\text{cm}$	f=1 GHz	6025.8149		✓	47993.1836		✓
	$\rho=1 \Omega\text{cm}$	f=30 GHz	67908.5938		✓	4544.9658		✓
	$\rho=10000 \Omega\text{cm}$	f=1 GHz	5659.0493	✓		54853.1602		✓
	$\rho=10000 \Omega\text{cm}$	f=30 GHz	8285.4951		✓	4571.0967		✓

Πίνακας 3 Ηλεκτρομαγνητικά Στοιχεία 3ης Κατηγορίας

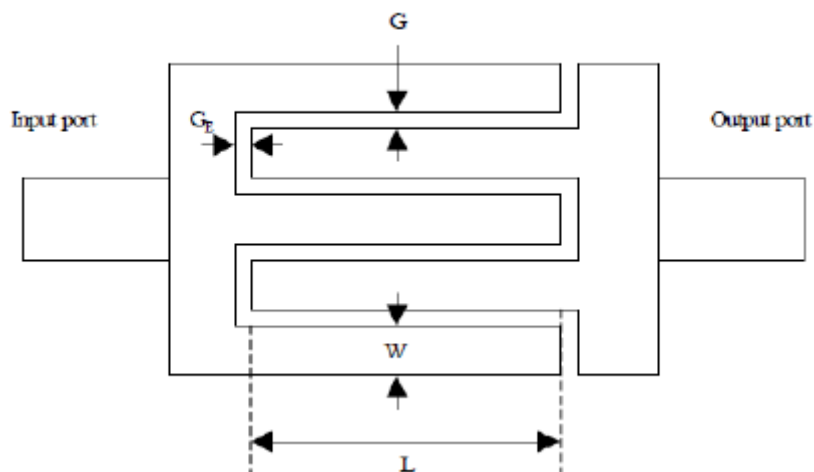
3η Κατηγορία $t=550\mu\text{m}$			Ηλεκτρικό Πεδίο			Μαγνητικό Πεδίο		
			(V/m)	Παρουσία Παρεμβολών	Απουσία Παρεμβολών	(A/m)	Παρουσία Παρεμβολών	Απουσία Παρεμβολών
d=10 μm w=10 μm	$\rho=1 \Omega\text{cm}$	f=1 GHz	13987.0518		✓	45050.1211	✓	
	$\rho=1 \Omega\text{cm}$	f=30 GHz	125883.2344	✓		5631.3696		✓
	$\rho=10000 \Omega\text{cm}$	f=1 GHz	38576.5664	✓		45356.0586	✓	
	$\rho=10000 \Omega\text{cm}$	f=30 GHz	24548.748	✓		5670.396		✓
d=200 μm w=200 μm	$\rho=1 \Omega\text{cm}$	f=1 GHz	23852.1816		✓	23830.5918		✓
	$\rho=1 \Omega\text{cm}$	f=30 GHz	78083.2734		✓	2648.9224		✓
	$\rho=10000 \Omega\text{cm}$	f=1 GHz	3578.4817	✓		35617.7852		✓
	$\rho=10000 \Omega\text{cm}$	f=30 GHz	9304.0527		✓	3561.7786		✓

2. ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η δημιουργία βιβλιοθηκών για 2 τύπους πυκνωτών όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον σε οποιοδήποτε project που γίνεται χρήση stackup τεχνολογίας . Ο πρώτος τύπος είναι ο πυκνωτής παράλληλων πλακών και ο δεύτερος είναι ο interdigital πυκνωτής. Όπως θα παρουσιαστεί και παρακάτω μέσω του προγράμματος Q3D της ANSYS υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης χωρητικότητας.

2.1 Πυκνωτής Interdigital

Ο συγκεκριμένος πυκνωτής είναι μια multi-finger περιοδική δομή και χρησιμοποιείται ως κυκλωματικά στοιχεία σε RF/μικροκυματικές εφαρμογές. Αυτή η δομή έχει μεγαλύτερο συντελεστή ποιότητας από τους gap πυκνωτές καθώς και τους MIM πυκνωτές. Οι interdigital πυκνωτές χρησιμοποιούν τη χωρητικότητα που αναπτύσσεται σε ένα μικρό κενό ανάμεσα από διαδοχικούς αγωγούς.



Εικόνα 11 Παράδειγμα πυκνωτή Interdigital

Όλες οι παράμετροι που παρουσιάζονται στην εικόνα 11 και το πάχος του υποστρώματος, είναι αυτοί που επηρεάζουν άμεσα τη χωρητικότητα. Η επιφάνεια του πυκνωτή πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να είναι ανάλογη σε μικρό βαθμό με το μήκος κύματος. Αυτός ο τύπος πυκνωτή μπορεί να κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας τεχνολογία MMIC. Η συνολική χωρητικότητα υπολογίζεται από το τύπο:

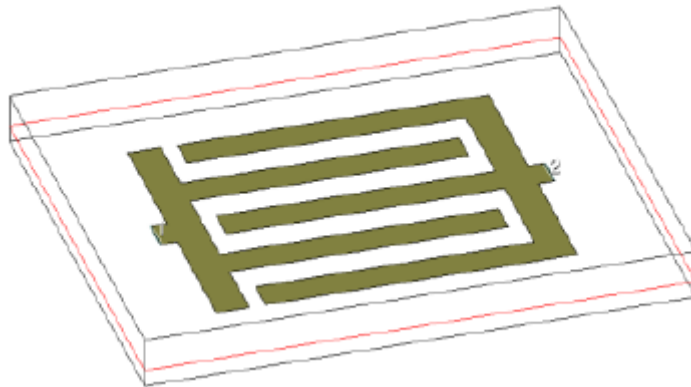
$$C = (\epsilon_r + 1)l[(N - 3)A_1 + A_2](pF)$$

Στη παραπάνω εξίσωση το ϵ_r αντιπροσωπεύει τη διηλεκτρική σταθερά του υλικού του υποστρώματος, το l είναι το μήκος του finger, N είναι ο αριθμός των συνολικών finger. Οι τύποι για τον υπολογισμό των A_1 και A_2 δίνονται από τους τύπους :

$$A_1 = 4.409 \tanh \left[0.55 \left(\frac{h}{W} \right)^{-0.45} \right] \times 10^{-6} (pF/\mu m)$$

$$A_2 = 9.92 \tanh \left[0.52 \left(\frac{h}{W} \right)^{-0.5} \right] \times 10^{-6} \left(\frac{pF}{\mu m} \right)$$

Τα h και W αντιπροσωπεύουν το ύψος του υποστρώματος και το πλάτος του αγωγού αντίστοιχα. Το σχήμα 12 παρουσιάζει μια 3D δομή ενός τέτοιου πυκνωτή. Σε αυτό το σχέδιο έχουν δημιουργηθεί τρία διαφορετικά layer.



Εικόνα 12 Παράδειγμα 3D σχεδιασμού interdigital πυκνωτή σε 3-layer διάταξη

Με βάση το θεωρητικό υπόβαθρο που αναπτύχθηκε στη συγκεκριμένη ενότητα είναι σημαντικό να επισημανθεί η σημαντικότητα του σχεδιασμού στην εύρεση της ιδανικής τιμής χωρητικότητας ανάλογα το project. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει το σχέδιο να είναι ευέλικτο και διαθέσιμο σε αλλαγές διαστάσεων στα πλάτη και μήκη των fingers και των κενών που δημιουργούνται μεταξύ τους καθώς και του ύψους του υποστρώματος δίχως να καταστρέφεται ολόκληρη η διάταξη. Αυτός ο σχεδιασμός θα αναλυθεί στη συνέχεια αυτής της ενότητας.

Αρχικά για το σχεδιασμό είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι λήφθηκε υπόψιν ο πυκνωτής MICAP1. Στη συνέχεια θα ορίσουμε τις μέγιστες τιμές των μεταβλητών για να οριοθετήσουμε τη μέγιστη τιμή της χωρητικότητας που μπορούμε να επιτύχουμε με το συγκεκριμένο τύπο πυκνωτή.

Εύρος Χρήσης

$$E_r \leq 12.5$$

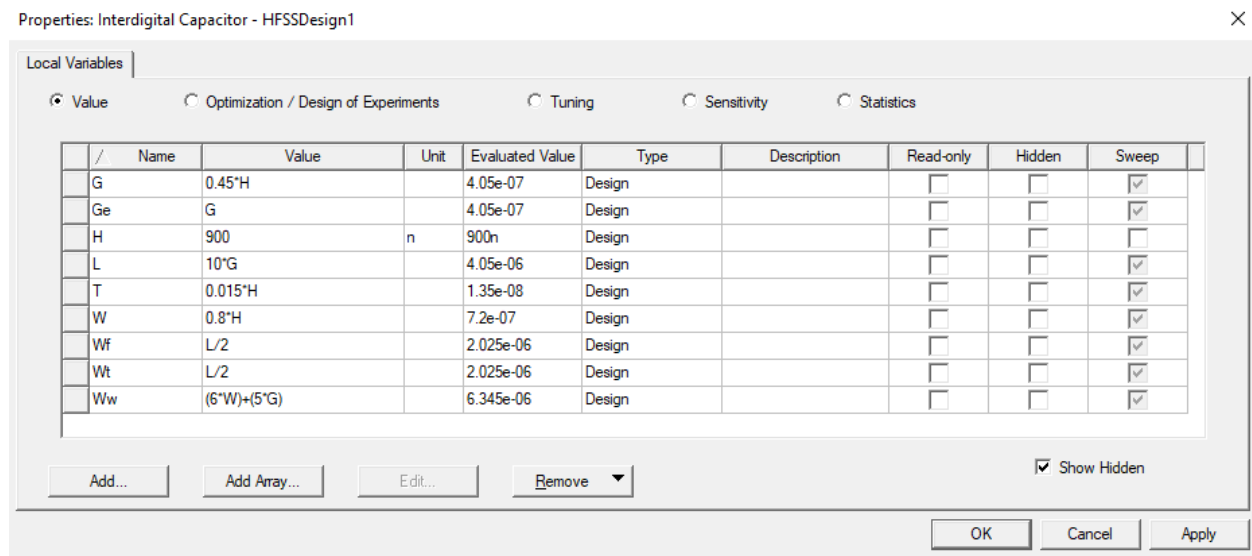
$$T \leq 0.015 \times H$$

$$0.05 \times H \leq W \leq 0.8 \times H$$

$$0.025 \times H \leq G \leq 0.45 \times H$$

Όπου ϵ_r είναι η διηλεκτρική σταθερά του υποστρώματος, T είναι το ύψος του αγωγού, H είναι το ύψος του υποστρώματος, W το πλάτος των finger και G είναι το κενό μεταξύ των finger. Το μοναδικό δεδομένο που χρησιμοποιούμε είναι το ύψος του υποστρώματος το οποίο είναι $H=900\text{nm}$. Επίσης όπως φαίνεται από την εικόνα 13 έχουν εισαχθεί οι μέγιστες τιμές των T, W και G .

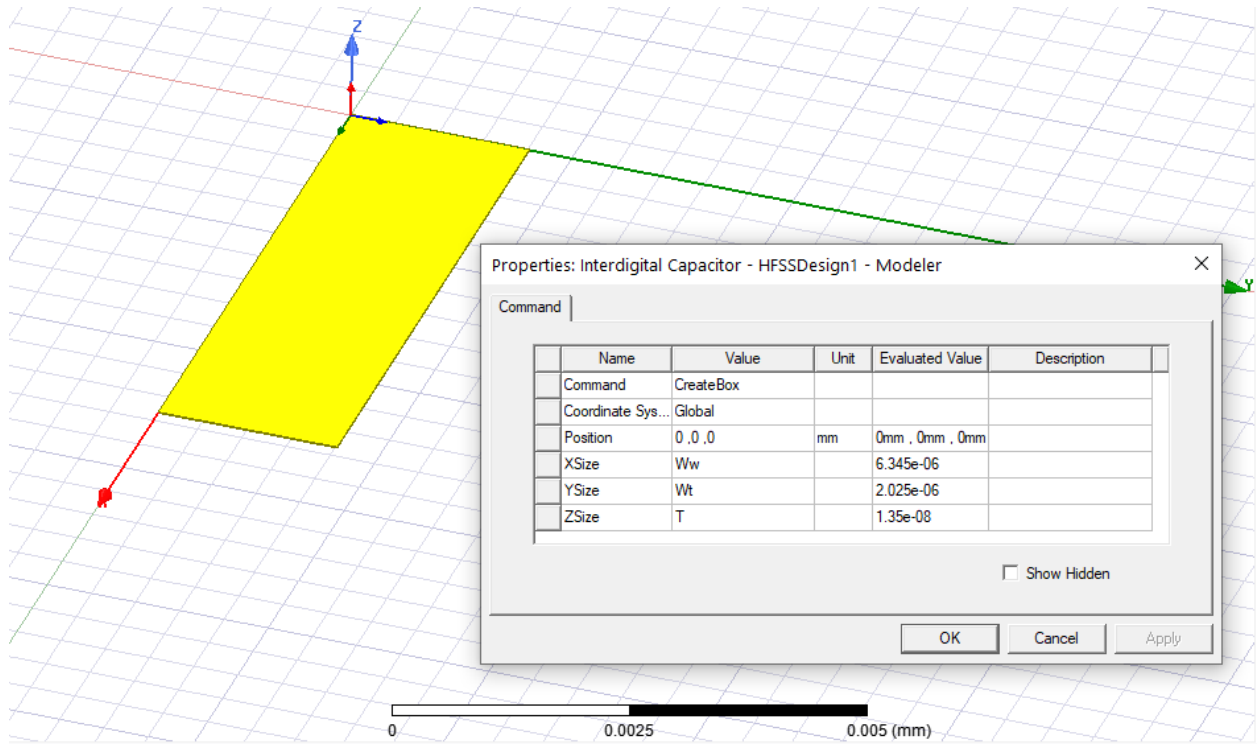
Κάνοντας δεξί κλικ στο όνομα του project->Design properties



Εικόνα 13 Καθορισμός τιμών των μεταβλητών στο HFSS

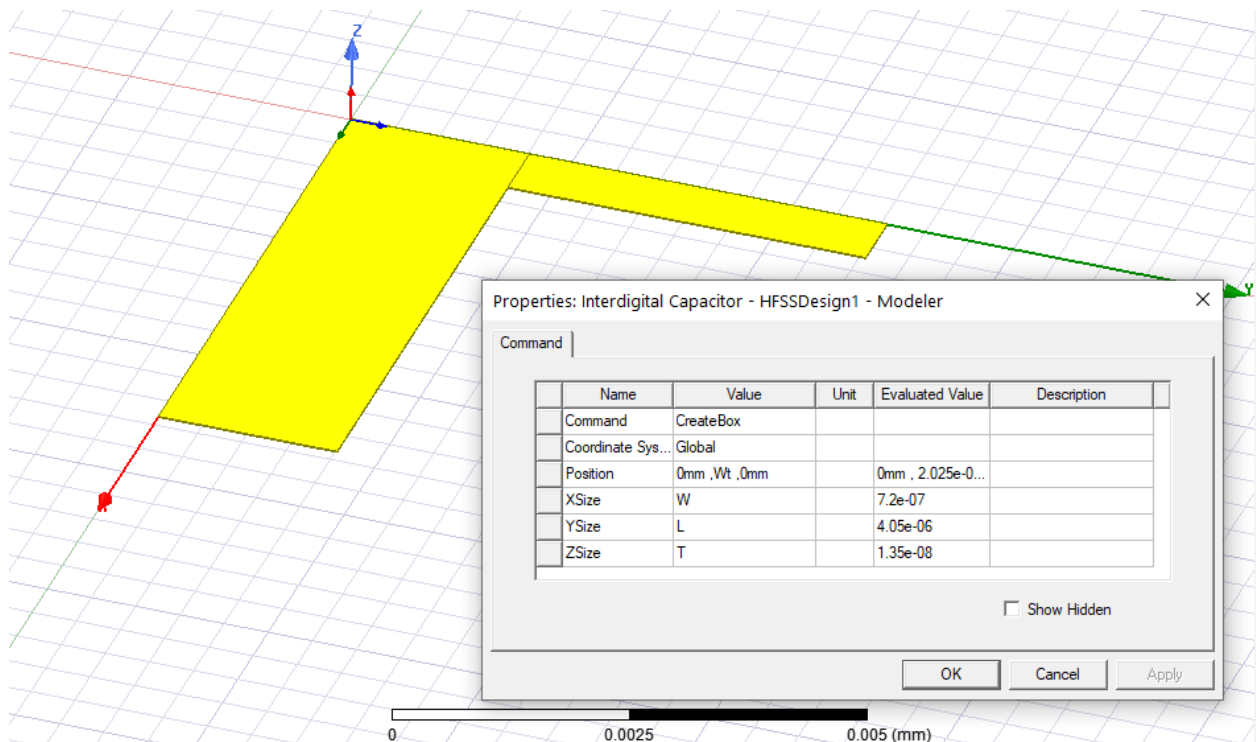
Στη συνέχεια πρέπει να παρουσιασθεί η τεχνική όπου μπορεί να σχεδιαστεί οποιοδήποτε σχέδιο με την δυνατότητα παραμετροποίησης οποιασδήποτε μεταβλητής χωρίς να καταστραφεί το συνολικό design. Ο πρώτος κανόνας είναι όλα τα σχήματα που ξεκινάμε να σχεδιάζουμε να αρχίζουν από την αρχή των αξόνων και να αναπτύσσονται προς συγκεκριμένη κατεύθυνση. Ο δεύτερος κανόνας είναι να οριστούν ,σαν συντεταγμένες των σχημάτων, οι ίδιες οι μεταβλητές όπως θα παρουσιασθεί παρακάτω.

Αρχικά θα σχεδιαστούν τα επιμέρους κομμάτια του πυκνωτή :



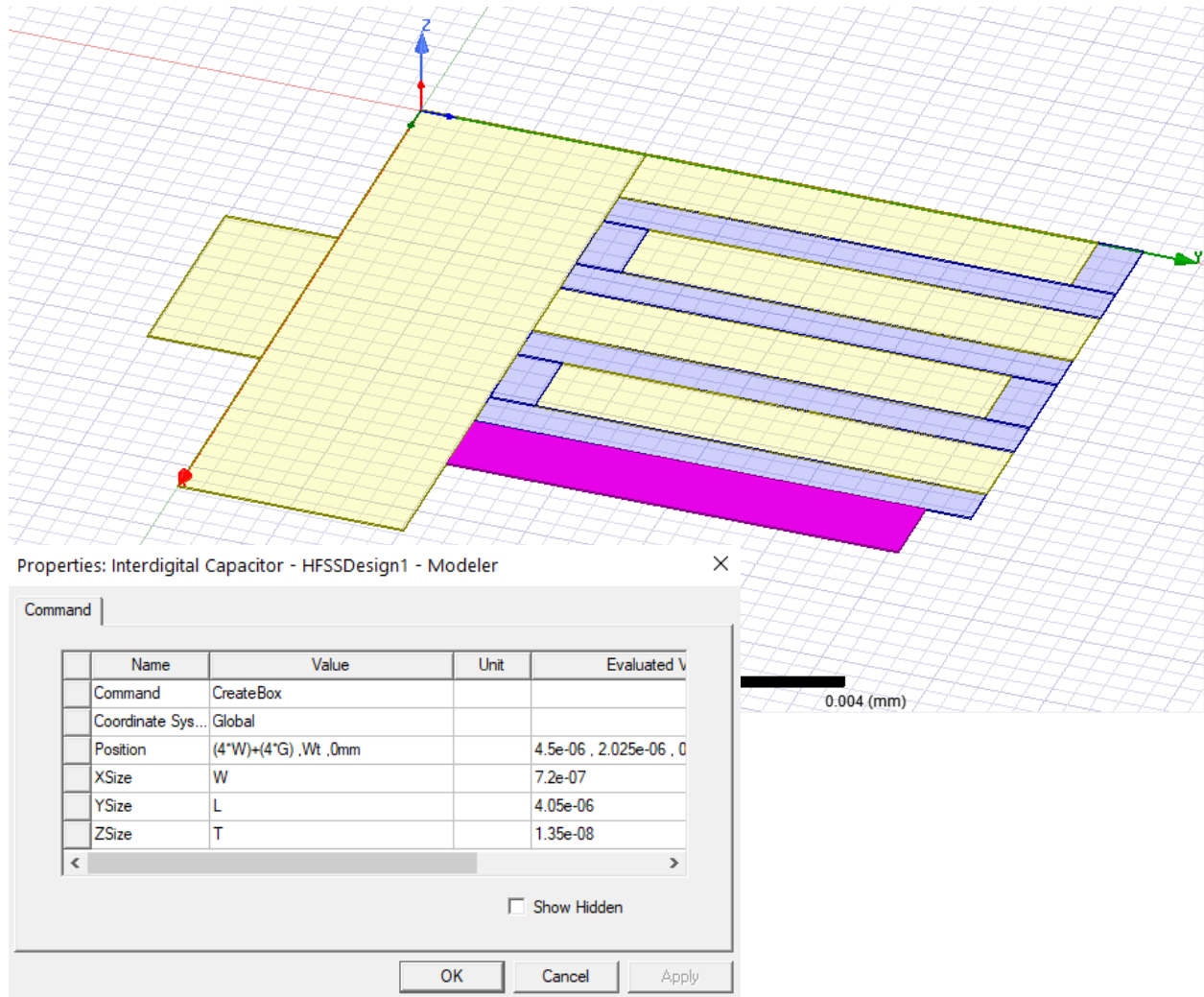
Εικόνα 14 Σχεδιασμός πρώτου σχήματος και παρουσίαση συντεταγμένων και διατάξεων

Όπως φαίνεται στο παράθυρο των properties στη γραμμή που είναι το position αναφέρεται στους άξονες X,Y,Z. Στις υπόλοιπες γραμμές ορίζουμε κατά πόσο επεκτείνουμε τη δομή μας ανάλογα τον άξονα.

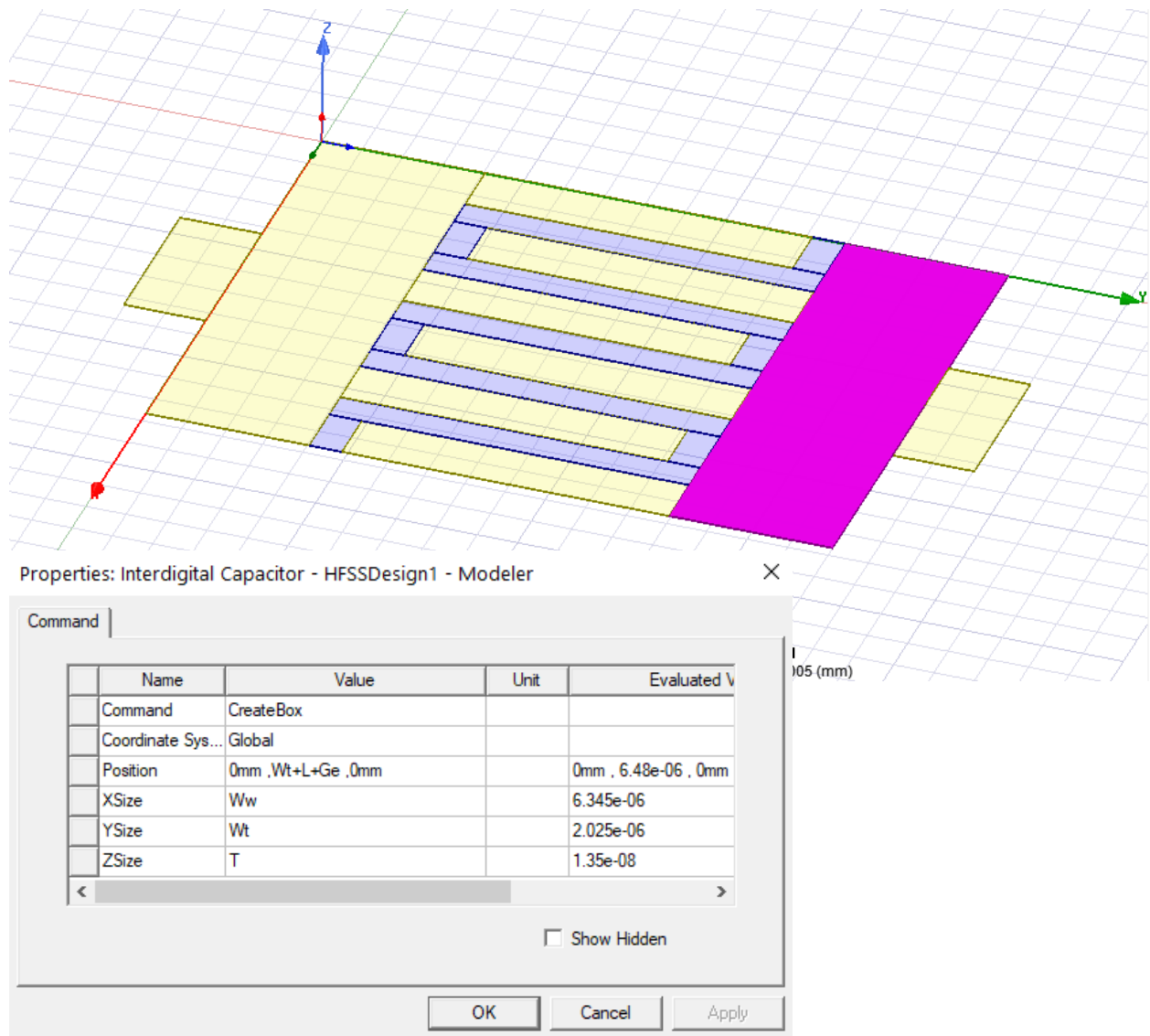


Εικόνα 15 Σχεδιασμός δεύτερου σχήματος και παρουσίαση συντεταγμένων και διατάξεων

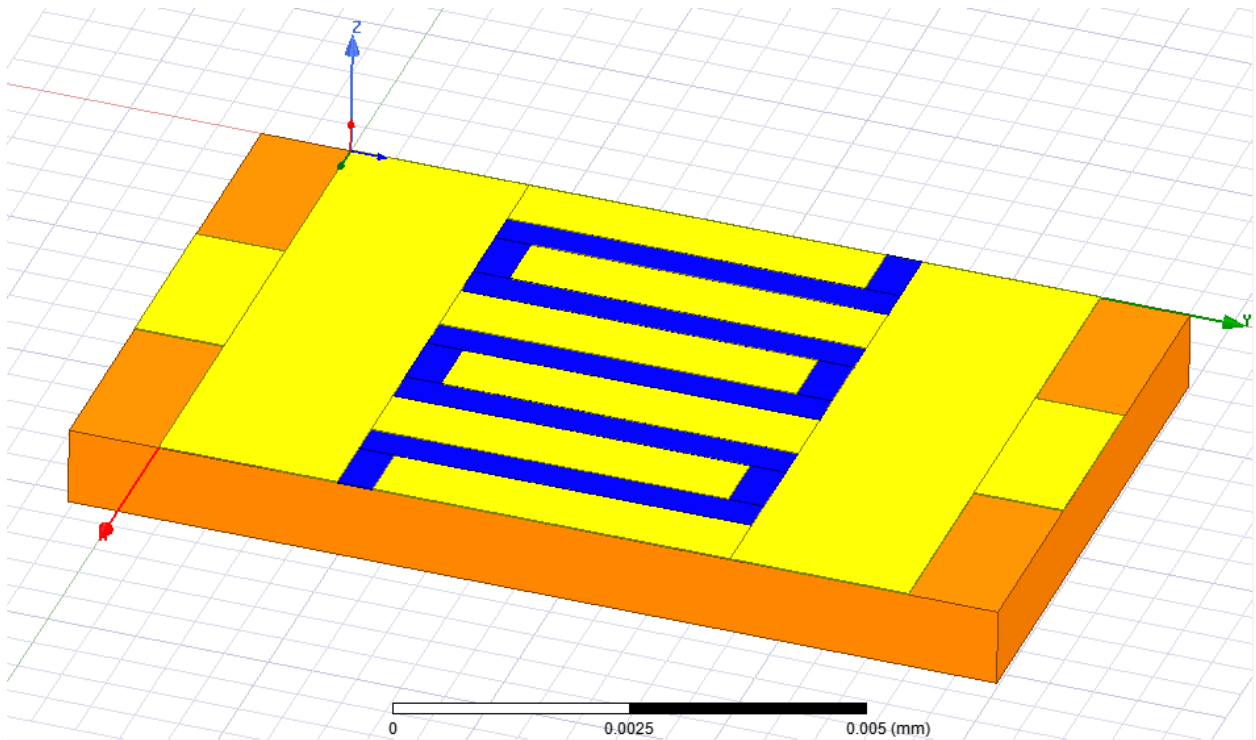
Στο επόμενο σχήμα που δημιουργήθηκε παρατηρώντας το position του y άξονα έχει την τιμή Wt. Η τιμή αυτή είναι η διάσταση του προηγούμενου σχήματος κατά τον άξονα y και κατά αυτόν τον τρόπο ουσιαστικά ορίζουμε στο δεύτερο κατά σειρά σχήμα από ποια συντεταγμένη να ξεκινήσει. Οπότε σε περίπτωση που χρειαστεί να αλλάξουμε κάποιες από τις διαστάσεις να μην αλλάξει καθόλου η δομή μας. Με τον ίδιο τρόπο έχουν οριστεί και τα υπόλοιπα σχήματα όπου θα παρουσιασθούν παρακάτω δειγματοληπτικά.



Εικόνα 16 Παρουσίαση συντεταγμένων και διατάξεων τυχαίου σχήματος

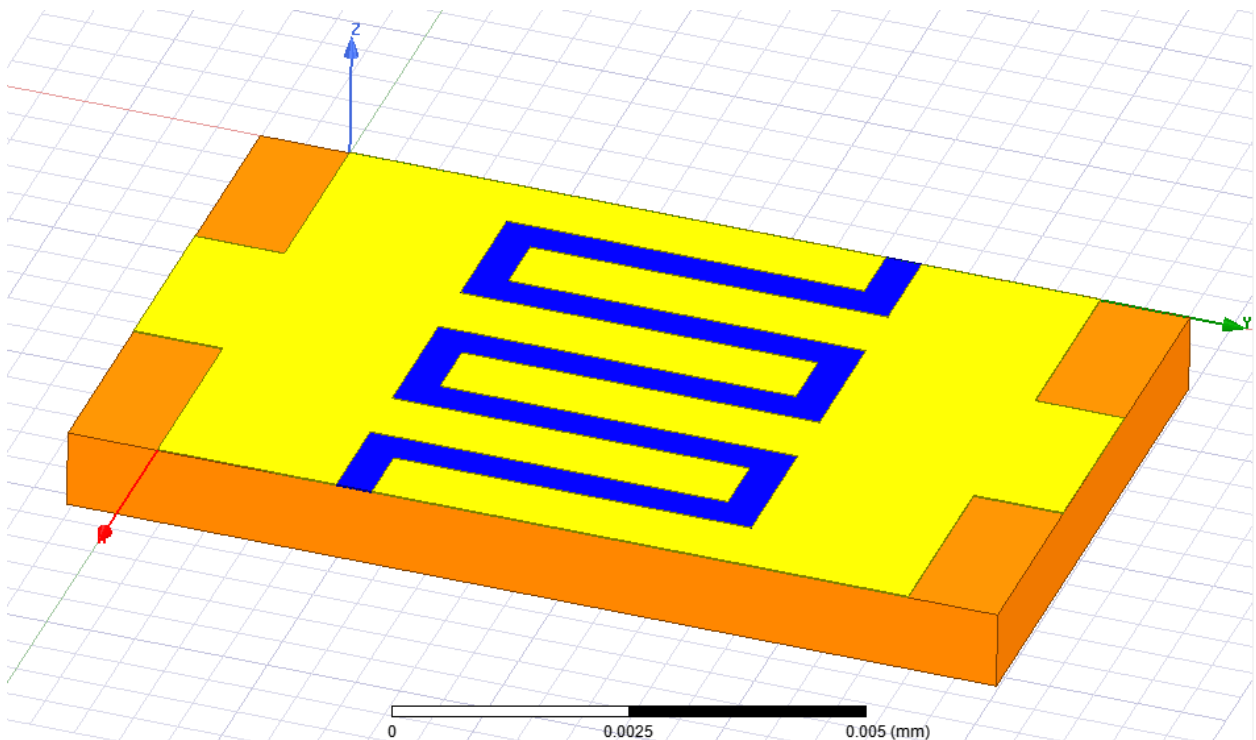


Εικόνα 17 Παρουσίαση συντεταγμένων και διατάξεων τυχαίου σχήματος



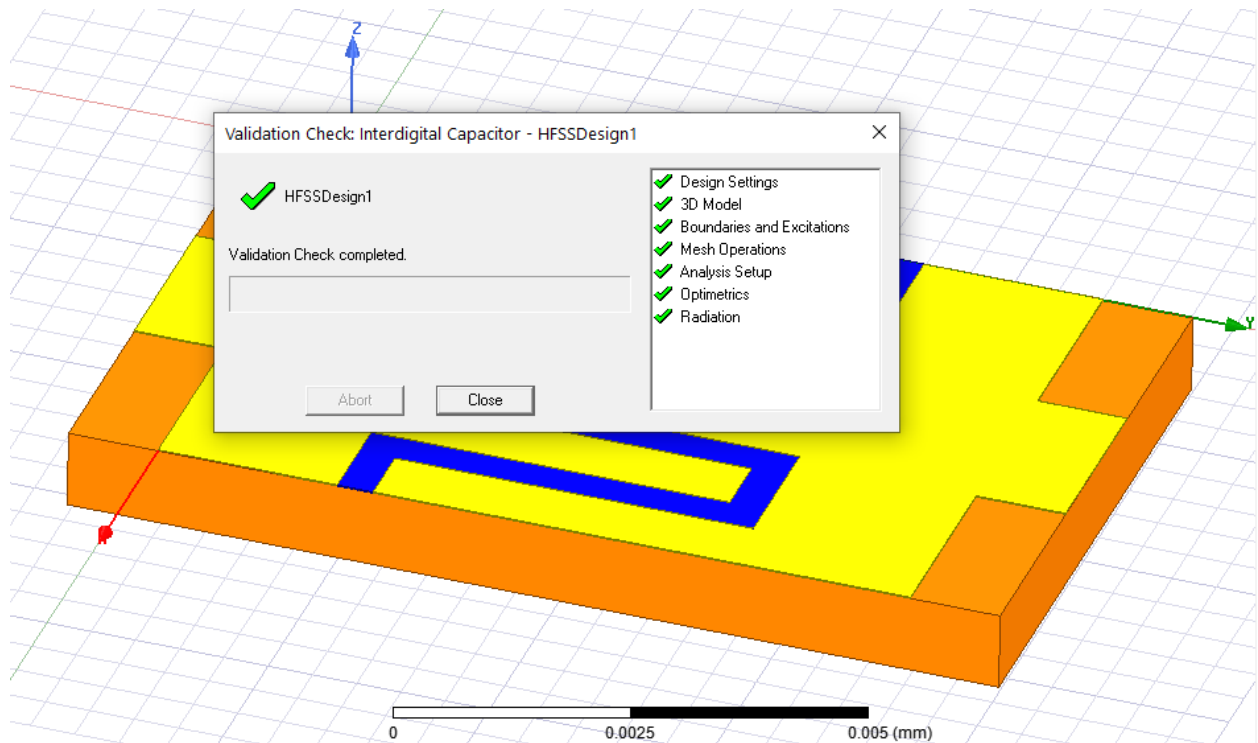
Εικόνα 18 Παρουσίαση τελικού σχεδίου χωρίς τη χρήση της εντολής unite

Το επόμενο βήμα είναι όλα τα μεμονωμένα σχήματα να ενοποιηθούν και να σχηματίσουν τις πλάκες του πυκνωτή και το διηλεκτρικό. Για να επιτευχθεί η ένωση επιλέγουμε τα σχήματα που επιθυμούμε και στη συνέχεια Modeler->Boolean->Unite. Και τελικά έχουμε τη τελική δομή του πυκνωτή interdigital :

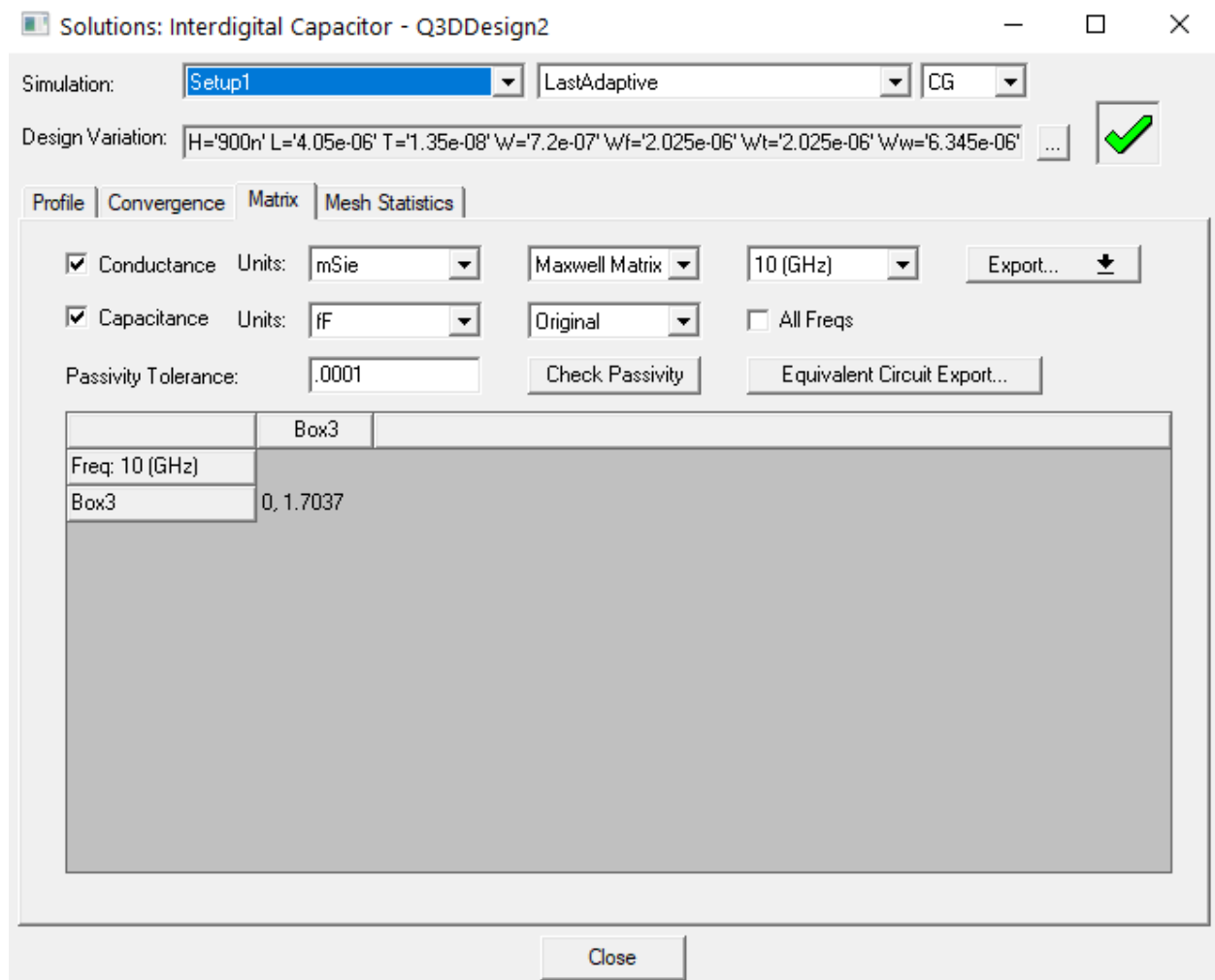


Εικόνα 19 Παρουσίαση τελικού σχεδίου με τη χρήση της εντολής unite

Στη συνέχεια αφού κάνουμε validate τη δομή πραγματοποιείται η προσομοίωση για την εύρεση της χωρητικότητας του πυκνωτή στα 10GHz.



Εικόνα 20 Validation check τελικού σχεδίου



Εικόνα 21 Παρουσίαση χωρητικότητας τελικού σχεδίου

Η τιμή της μέγιστης χωρητικότητας που βγήκε σαν αποτέλεσμα είναι 1.7fF. Οπότε αφού στην αρχή της σχεδίασης χρησιμοποιήθηκαν οι μέγιστες τιμές των μεταβλητών τότε η μέγιστη τιμή είναι 1.7fF. Συμπερασματικά με βάση τους αρχικούς στόχους και περιορισμούς που είχαμε από την αρχή δηλαδή τη δημιουργία βιβλιοθήκης με τιμές χωρητικότητας από 0.2pF έως 25pF, ο συγκεκριμένος τύπος πυκνωτή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο συγκεκριμένο project. Για τον λόγο αυτό θα γίνει ανάλυση ενός διαφορετικού τύπου πυκνωτή του πυκνωτή παράλληλων πλακών για την επίτευξη των στόχων που έχουν δημιουργηθεί για το συγκεκριμένο project.

2.2 Πυκνωτής Παράλληλων Πλακών

Μια κοινή πλέον διάταξη για δημιουργία πυκνωτή είναι αυτή των παράλληλων πλακών όπου είναι ευρέως γνωστή και διαθέσιμη. Όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο η χωρητικότητα υπολογίζεται από τον κάτωθι τύπο :

$$C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \frac{A}{h}$$

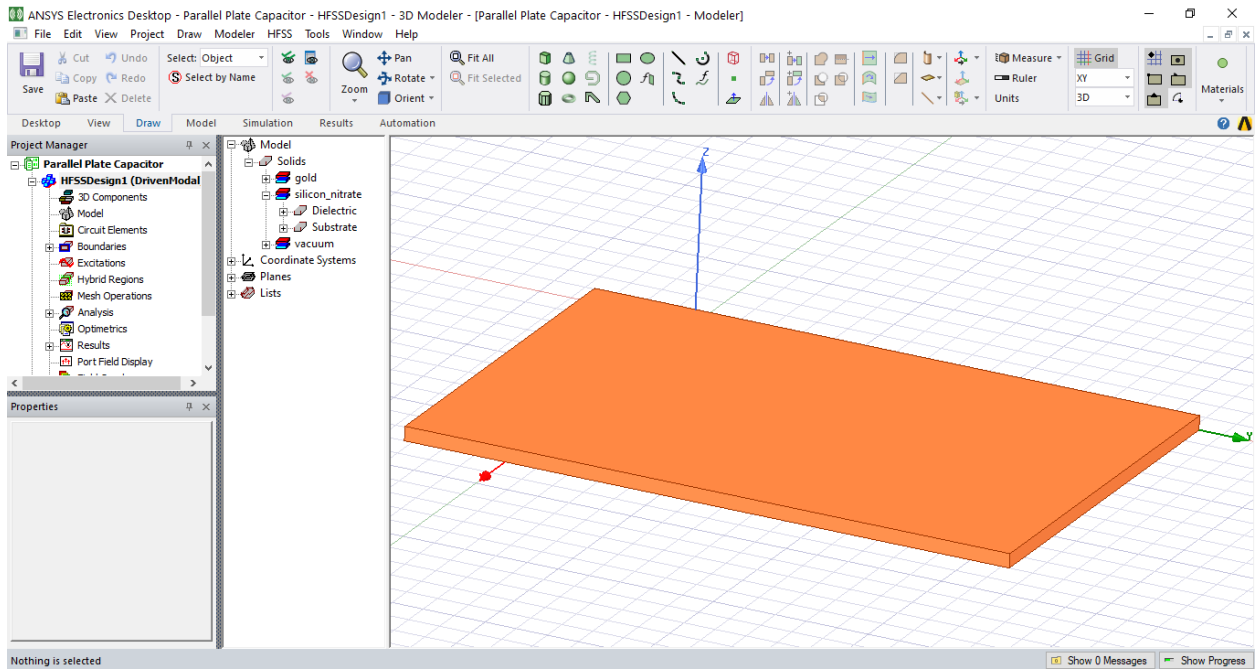
Η βιβλιοθήκη θα χρησιμοποιηθεί σε project με ορισμένες σταθερές παραμέτρους. Οι παράμετροι είναι

- Το πάχος του υποστρώματος είναι 900nm και το υλικό αυτού SiN
- Η κάτω πλάκα του πυκνωτή έχει πλάτος 1μm
- Το διηλεκτρικό έχει πλάτος 250nm με $\epsilon_r=8.5$ και το υλικό αυτού SiN
- Η πάνω πλάκα του πυκνωτή έχει πλάτος 4μm
- Συχνότητα λειτουργίας είναι τα 10GHz

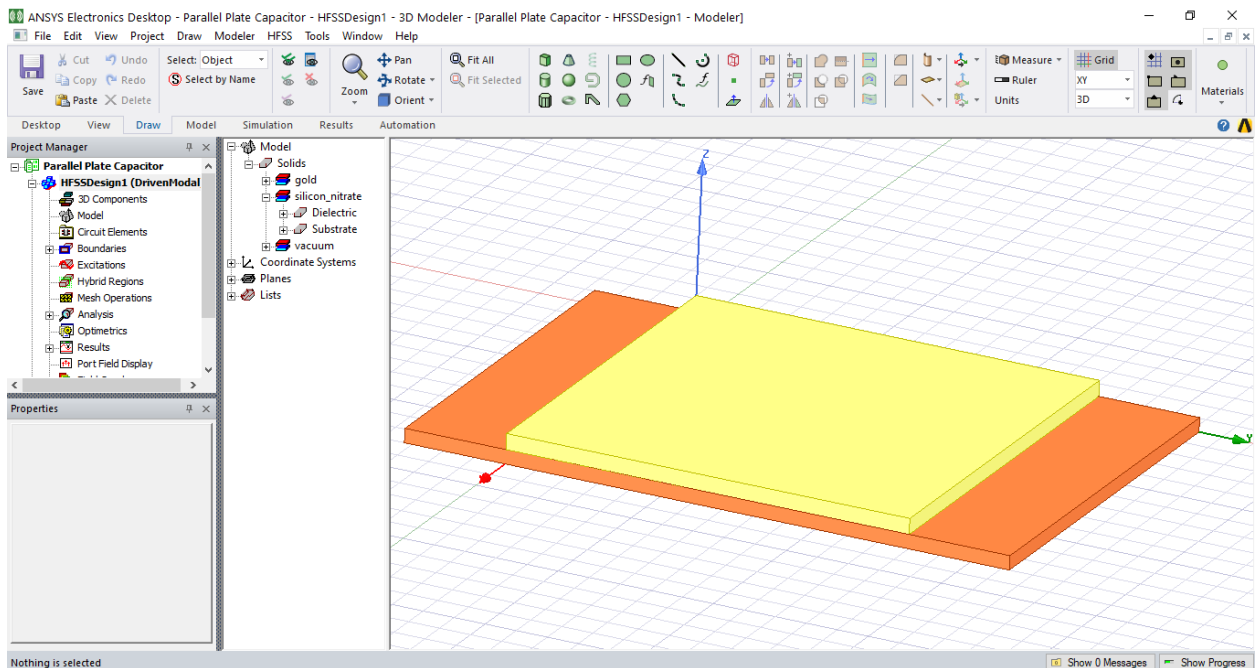
Γνωρίζοντας λοιπόν όλες αυτές τις παραμέτρους μπορούμε να υπολογίσουμε το εμβαδόν που πρέπει να έχουν οι πλάκες για να επιτύχουμε τη χωρητικότητα που χρειαζόμαστε για το εκάστοτε project. Η διαδικασία ελέγχου των χωρητικότητων και των σωστών διαστάσεων περιλαμβάνει τον υπολογισμό χωρητικότητας από τον άνωθι τύπο και στη συνέχεια από το mode Q3DDesign στο πρόγραμμα του ANSYS.

Αρχικά θα πρέπει να δημιουργηθεί στο HFSS η δομή του υποστρώματος των πλακών καθώς και του διηλεκτρικού.

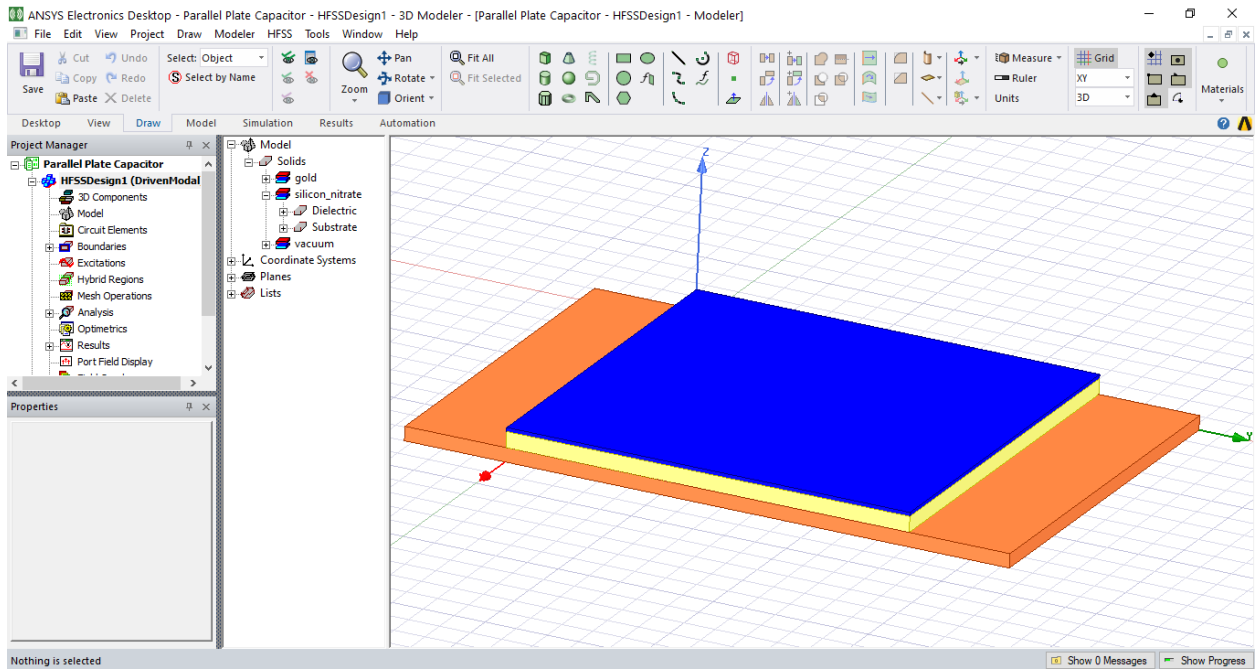
Τρισδιάστατες δομές πυκνωτών με τη χρήση 3D λογισμικού



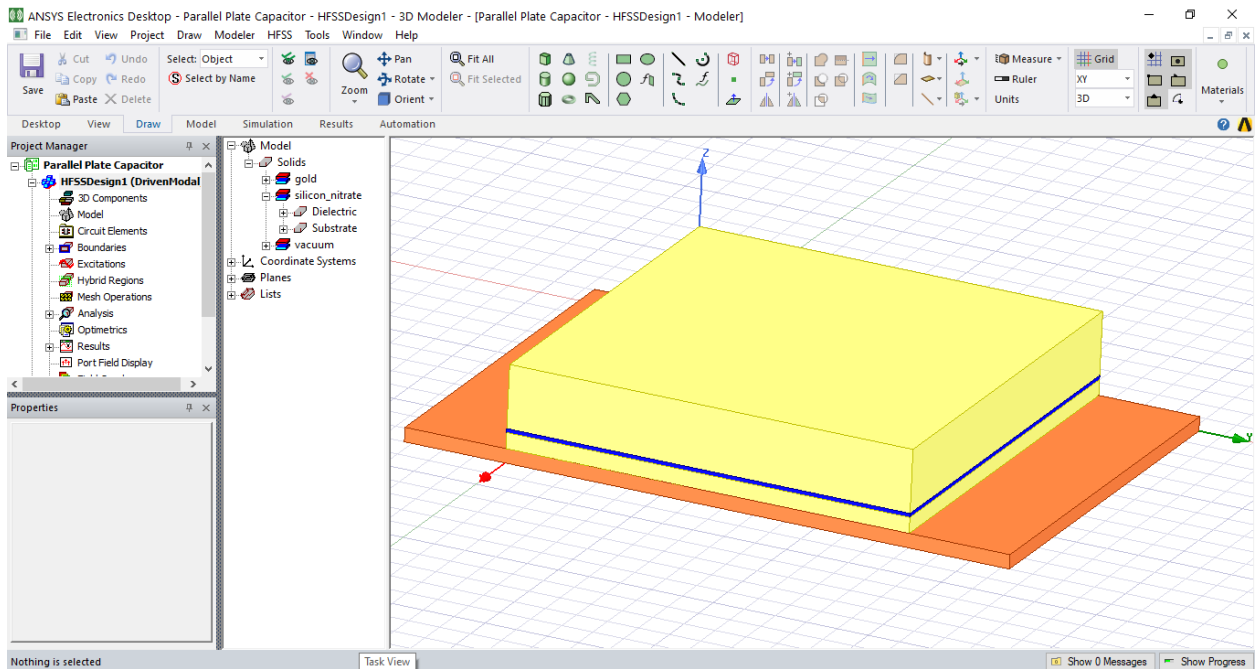
Εικόνα 22 Δημιουργία υποστρώματος SiN



Εικόνα 23 Δημιουργία κάτω πλάκας πυκνωτή



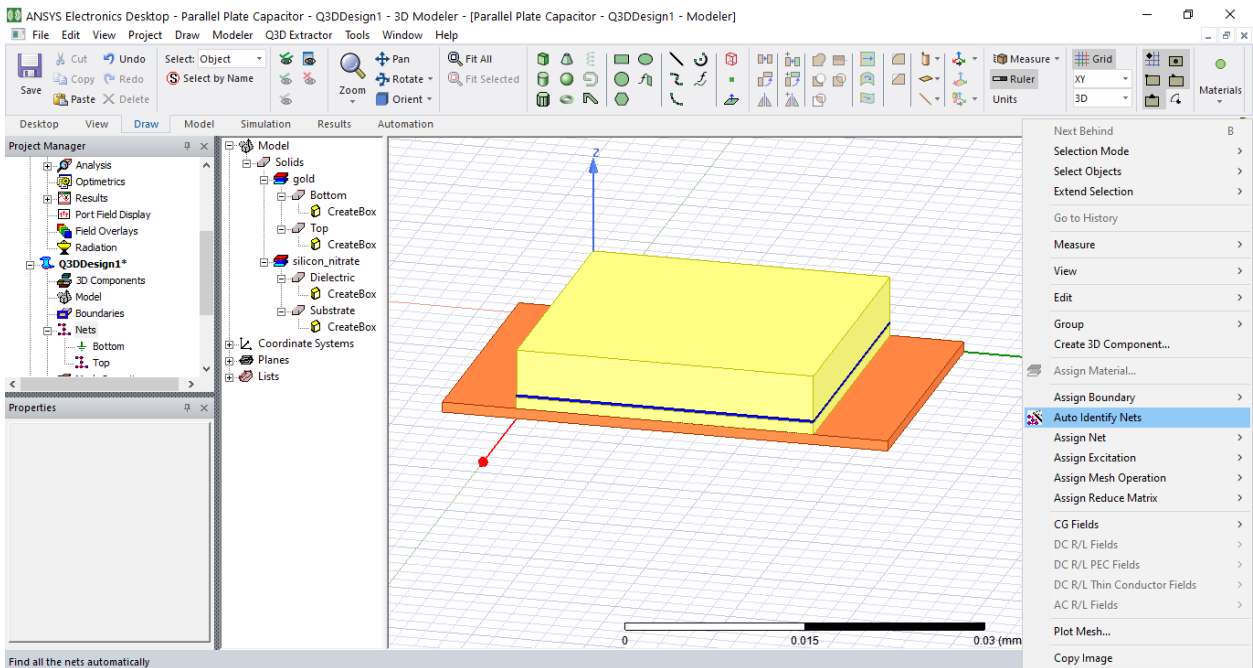
Εικόνα 24 Δημιουργία διηλεκτρικού SiN



Εικόνα 25 Δημιουργία πάνω πλάκας πυκνωτή

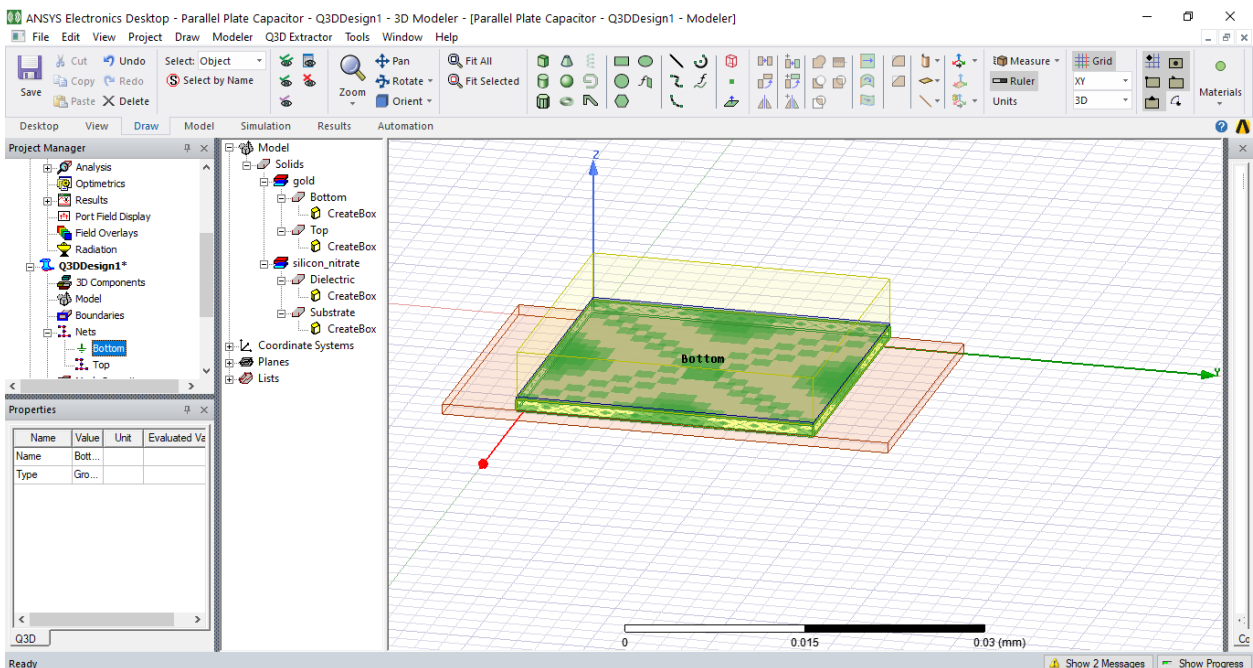
Ολοκληρώνοντας όλη τη δομή του πυκνωτή υπάρχει η δυνατότητα ηλεκτρομαγνητικής ανάλυσης προσθέτοντας wave ports. Σε αυτή τη περίπτωση χρειάζεται η εύρεση χωρητικότητας από το πρόγραμμα.

Για να επιτευχθεί αυτό ενεργοποιούμε το mode Q3DDesign και αντιγράφουμε τη δομή μας στο καινούριο mode. Αφού γίνει αυτό πρέπει να οριστούν signal net και ground net χρησιμοποιώντας την ακόλουθη επιλογή

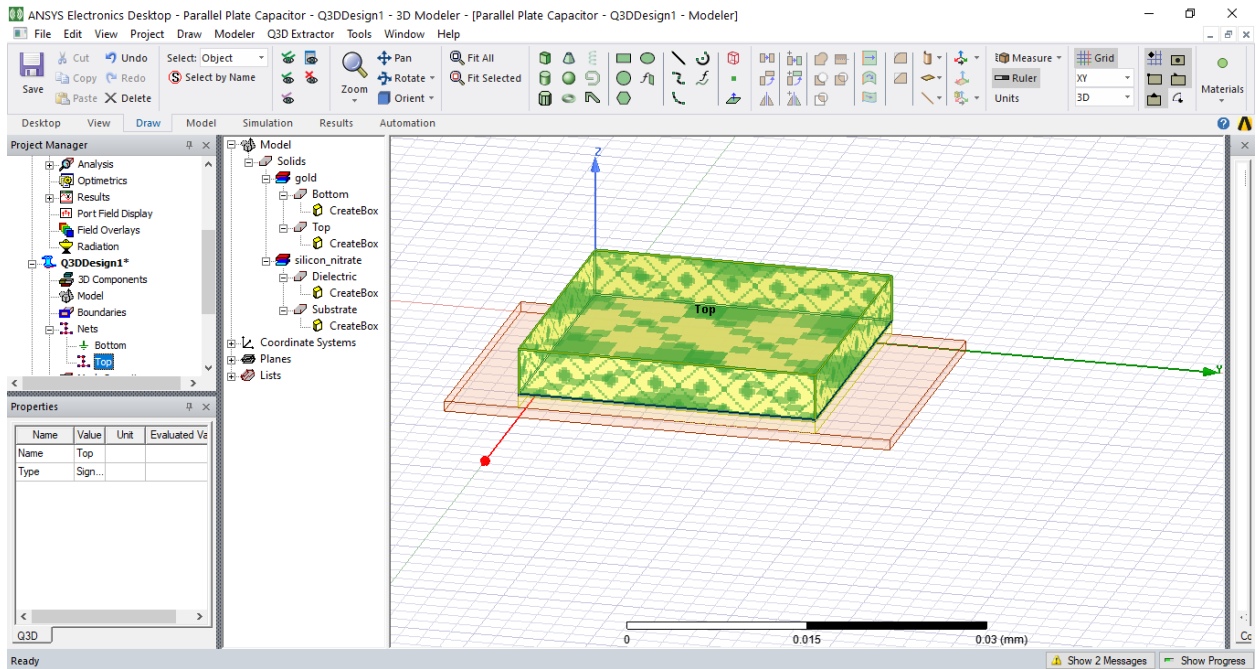


Εικόνα 26 Αυτόματος Ορισμός Net

Όπως παρουσιάζεται από την παρακάτω εικόνα έχει οριστεί η κάτω πλάκα του πυκνωτή σαν ground net και η πάνω σαν signal net.

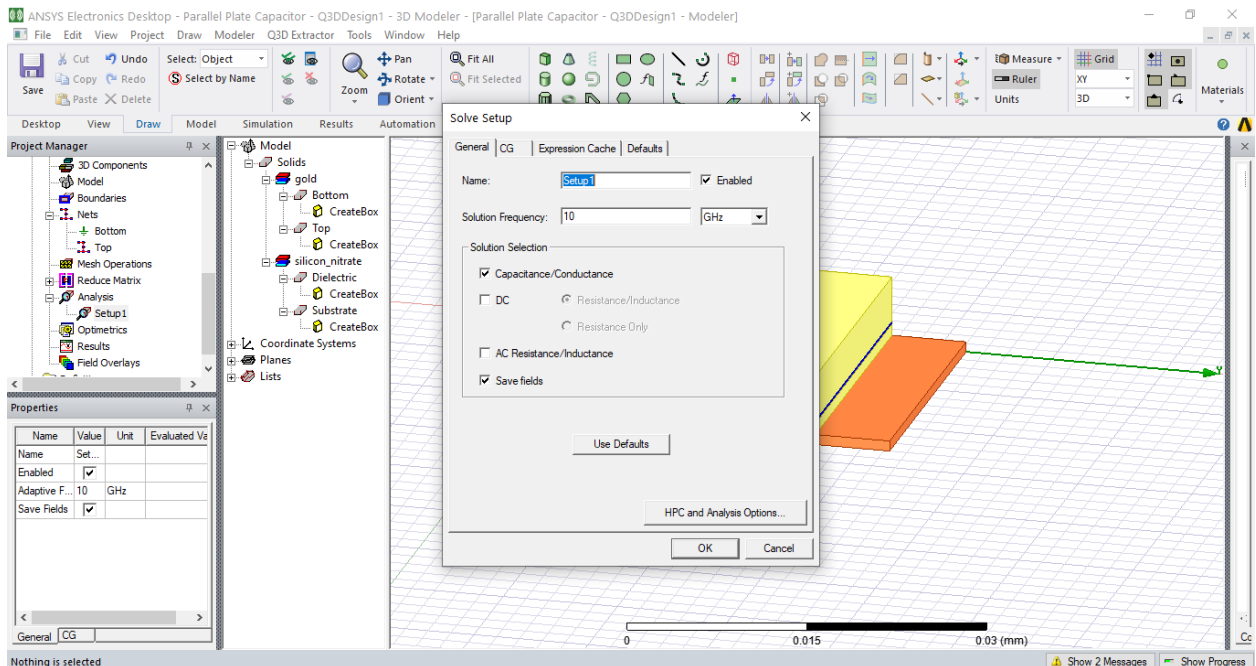


Τρισδιάστατες δομές πυκνωτών με τη χρήση 3D λογισμικού



Εικόνα 27 Ground Net και Signal Net

Ακολούθως η δημιουργία setup είναι απαραίτητη για την εύρεση της χωρητικότητας στα 10GHz.



Εικόνα 28 Δημιουργία και καθορισμός εύρεσης χωρητικότητας στα 10GHz

Στη συνέχεια κάνουμε validate τη δομή μας και αφού είναι όλα σωστά τρέχουμε τη προσομοίωση με τις παραμέτρους που έχουμε θέσει προηγουμένως

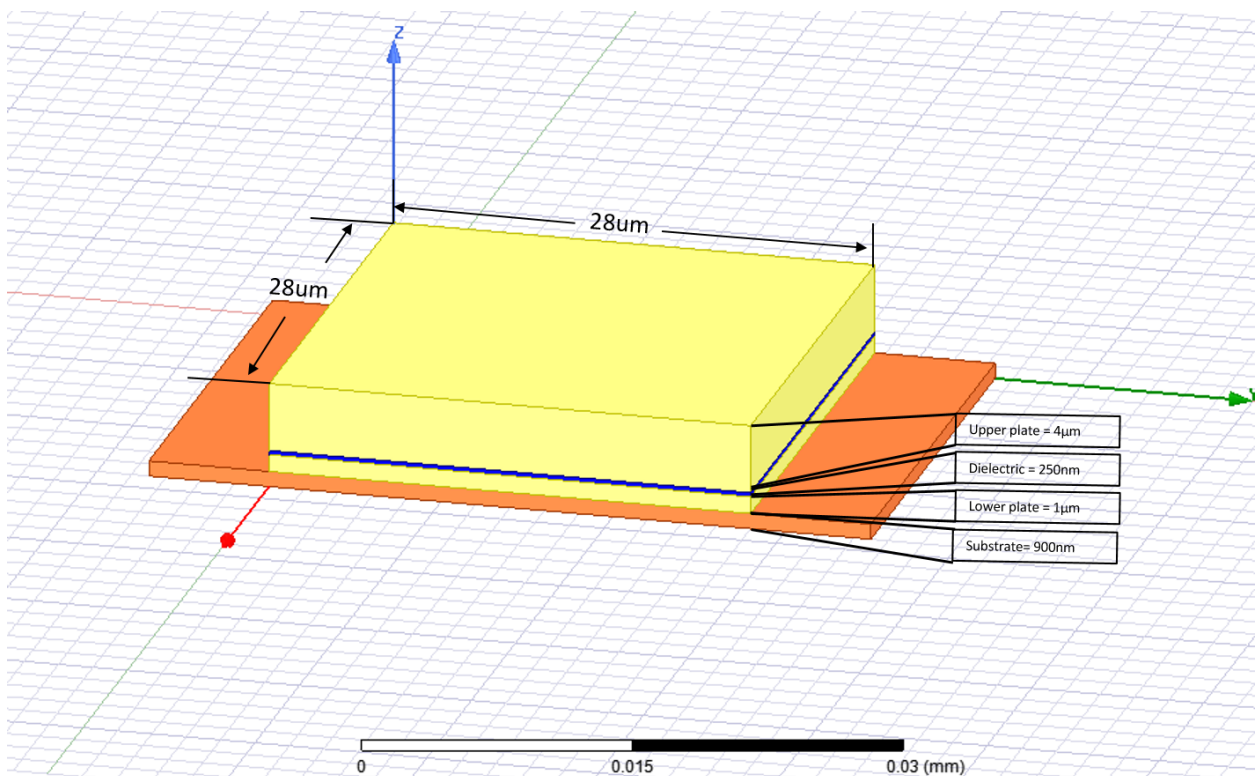
Τέλος λοιπόν πρέπει να δημιουργηθούν διαφορετικού εμβαδού πυκνωτές για την επίτευξη διαφορετικών χωρητικοτήτων για την ολοκλήρωση της βιβλιοθήκης.

2.2.1 Πυκνωτής Χωρητικότητας 0.2 pF

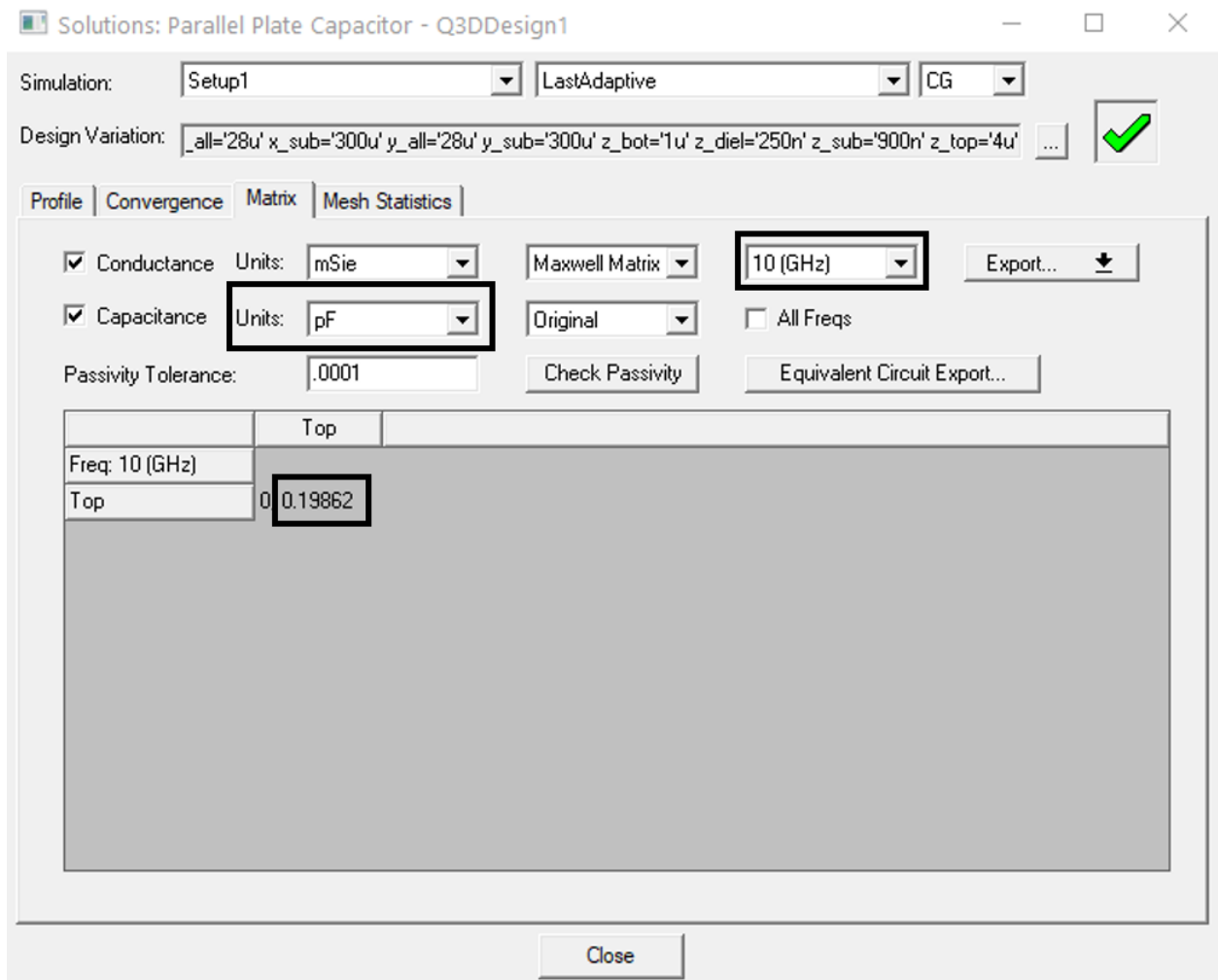
Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{0.2 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 666 \mu\text{m}^2$$

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τη χωρητικότητα με τη βοήθεια του προγράμματος χρησιμοποιώντας το εμβαδόν που βρέθηκε από το προηγούμενο τύπο. Υποθέτουμε ότι οι μεταλλικές πλάκες είναι υπό τη μορφή τετραγώνου. Μετά από πολλές προσομοιώσεις και παραμετροποιήσεις παρατηρήθηκε ότι το θεωρητικό εμβαδόν που βρέθηκε παραπάνω για τη χωρητικότητα δεν συμπίπτει εξ'ολοκλήρου με τη χωρητικότητα που βρέθηκε από τις προσομοιώσεις του προγράμματος. Για αυτό το λόγο έγιναν κάποιες αλλαγές στις διαστάσεις των πλακών για την πλησιέστερη στην επιθυμητή τιμή της χωρητικότητας.



Εικόνα 29 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

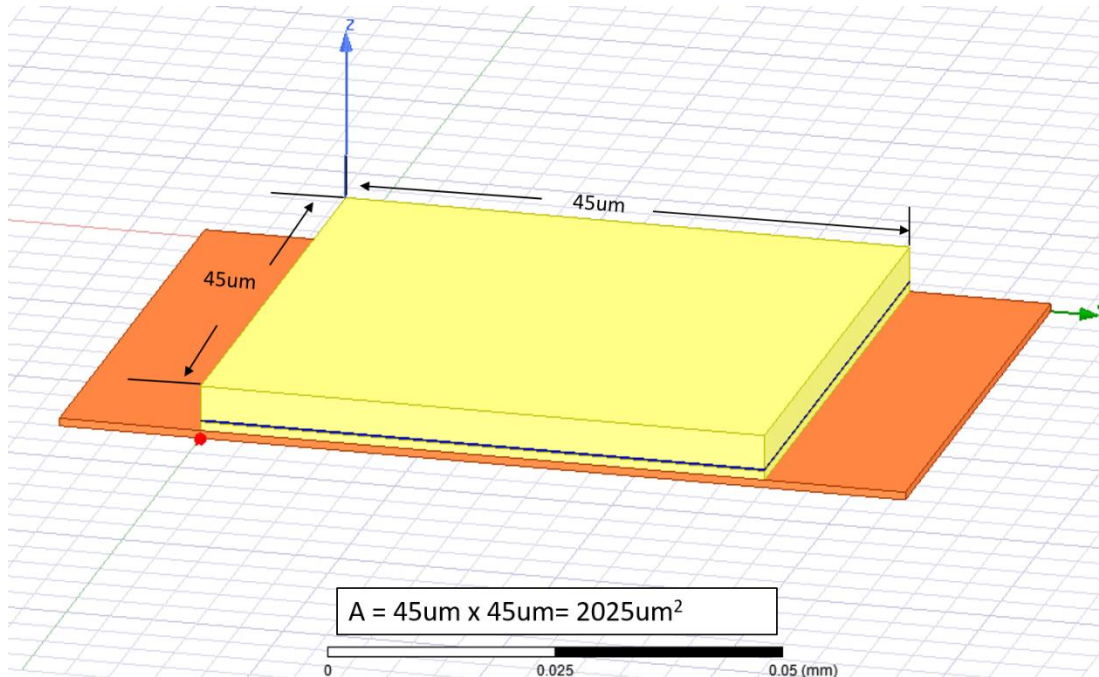


Εικόνα 30 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

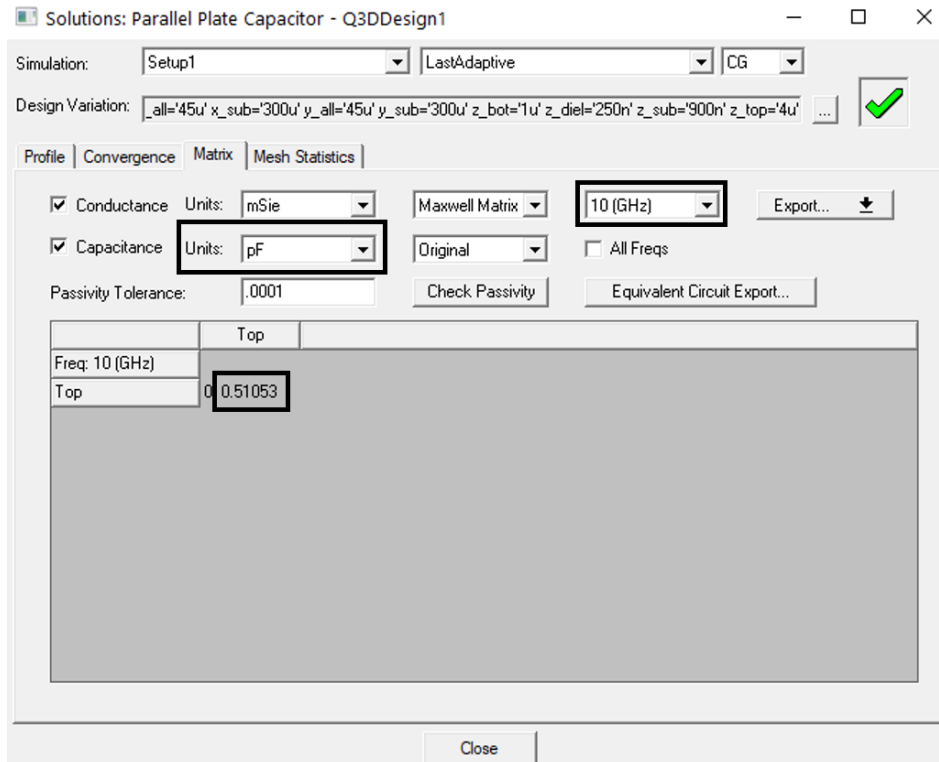
2.2.2 Πυκνωτής Χωρητικότητας 0.5 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{0.5 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{ m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}} = 1662 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 31 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

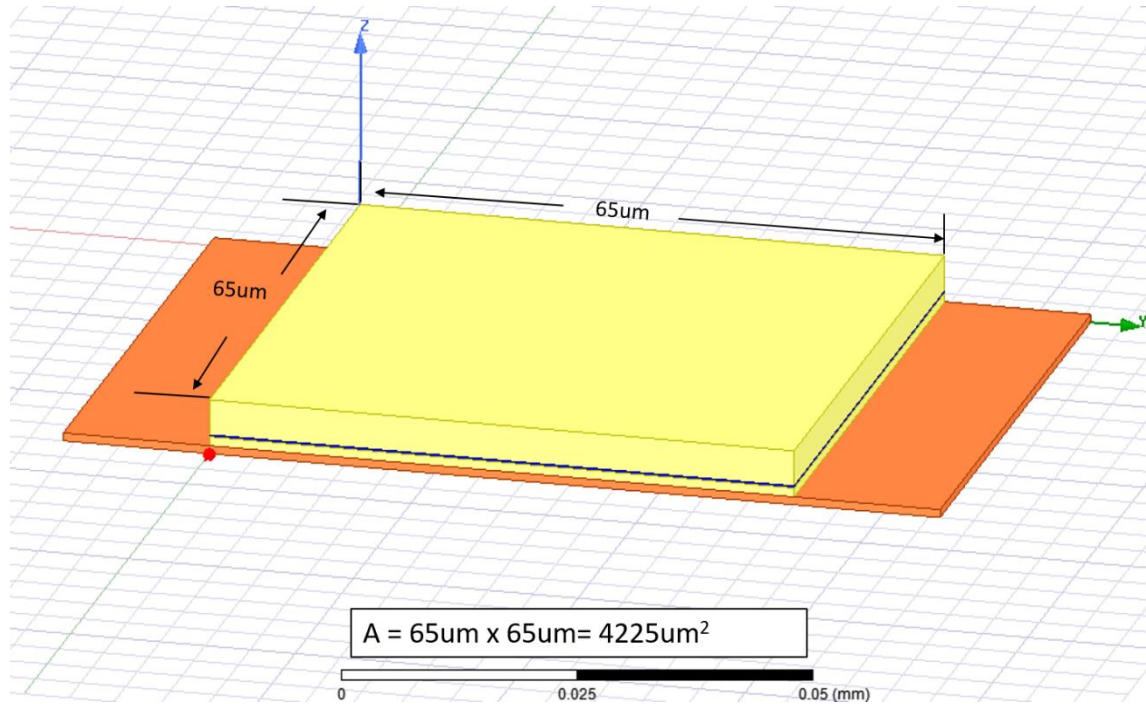


Εικόνα 32 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

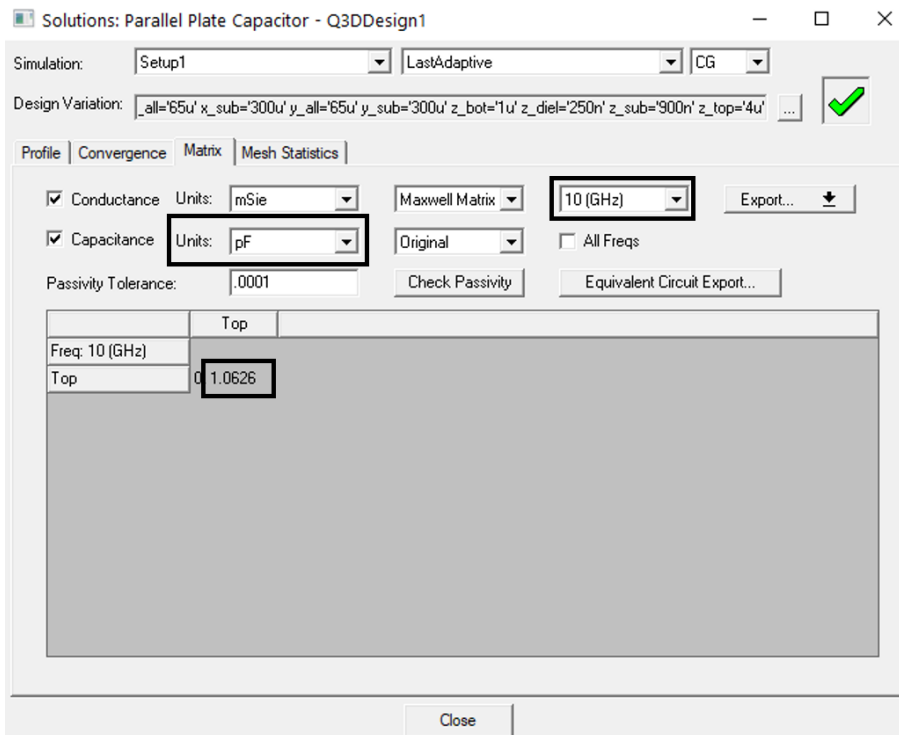
2.2.3 Πυκνωτής Χωρητικότητας 1 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{1 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 3325 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 33 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

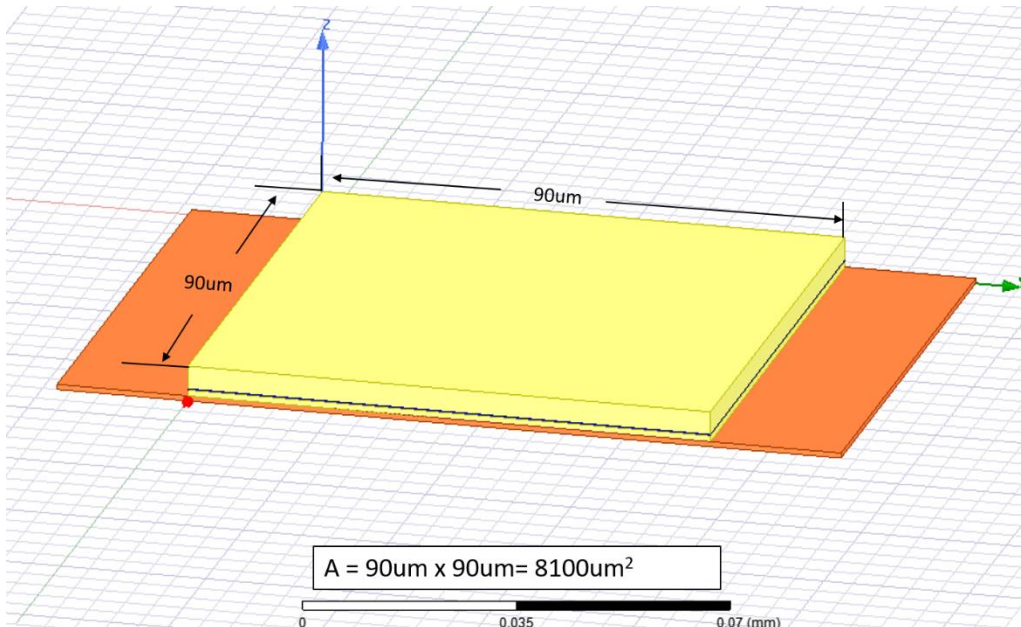


Εικόνα 34 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

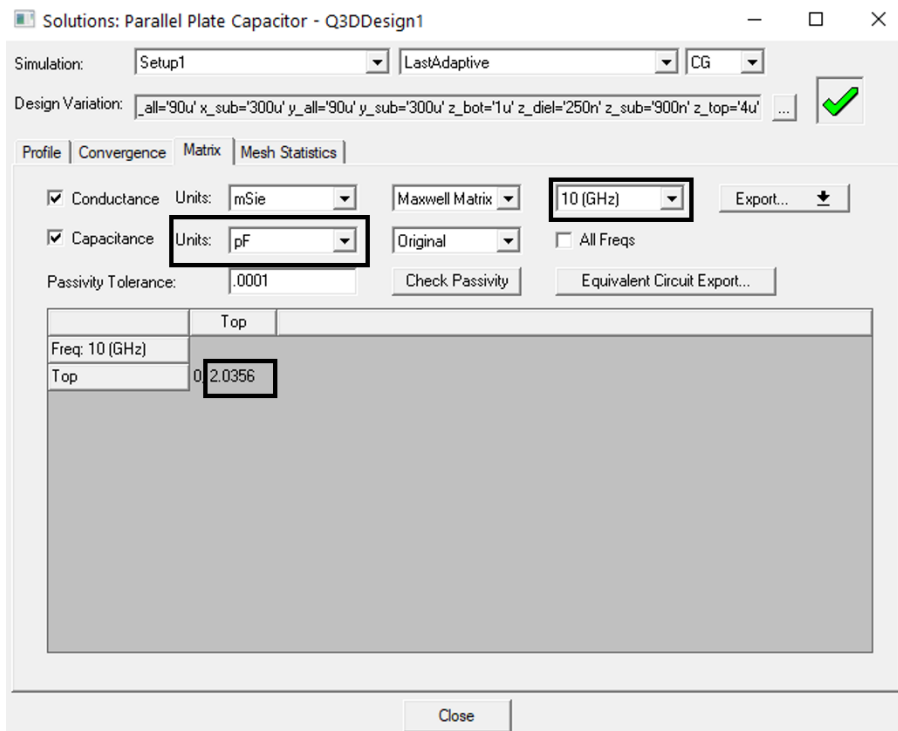
2.2.4 Πυκνωτής Χωρητικότητας 2 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{2 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 6650 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 35 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

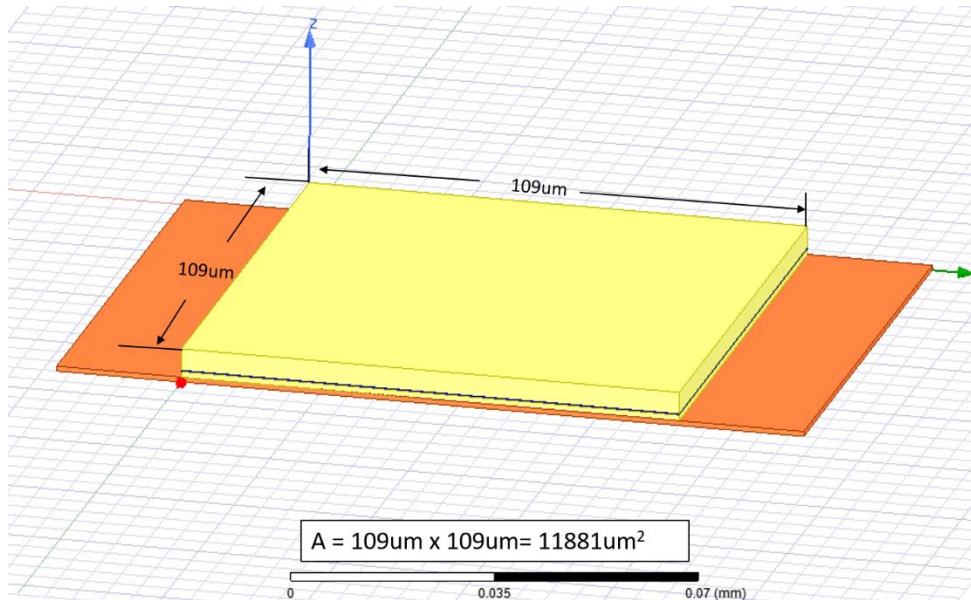


Εικόνα 36 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

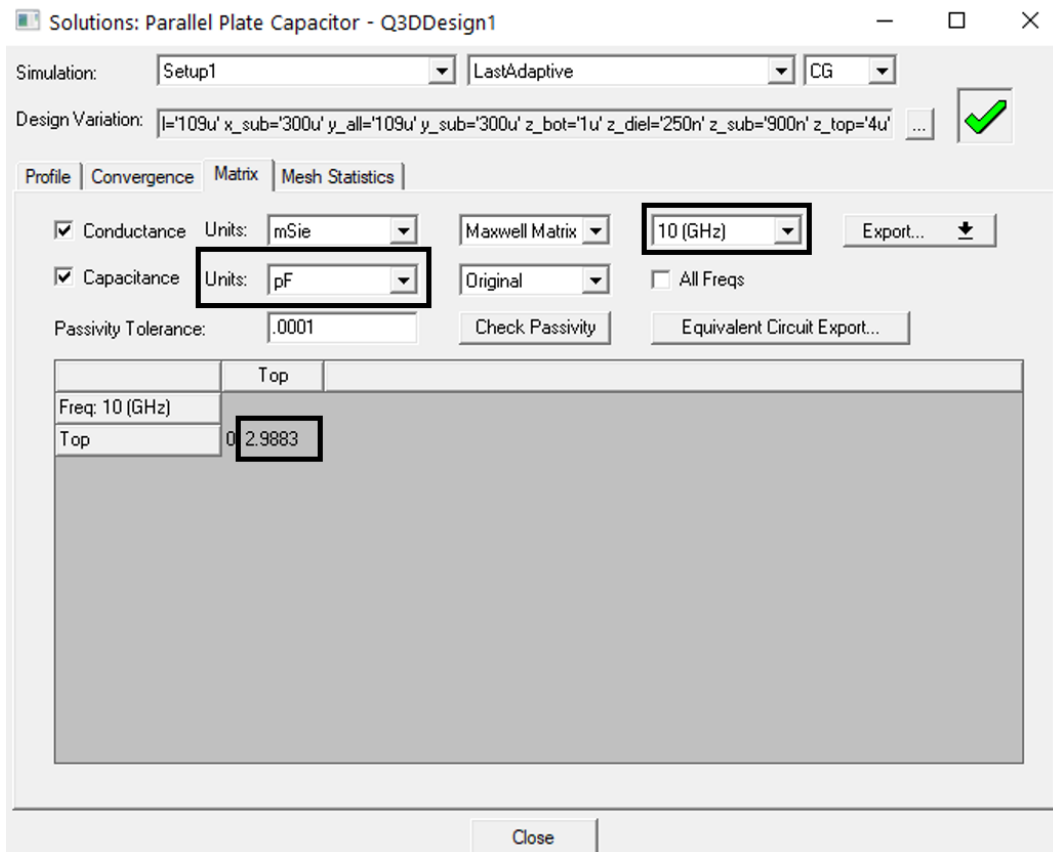
2.2.5 Πυκνωτής Χωρητικότητας 3 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{3 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 9950 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 37 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

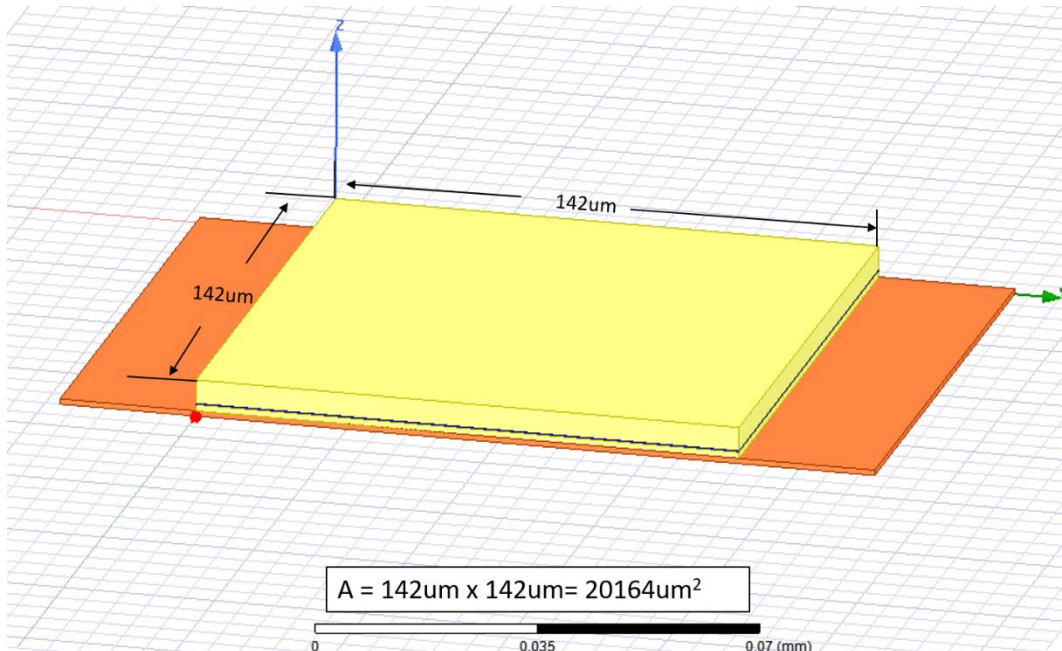


Εικόνα 38 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

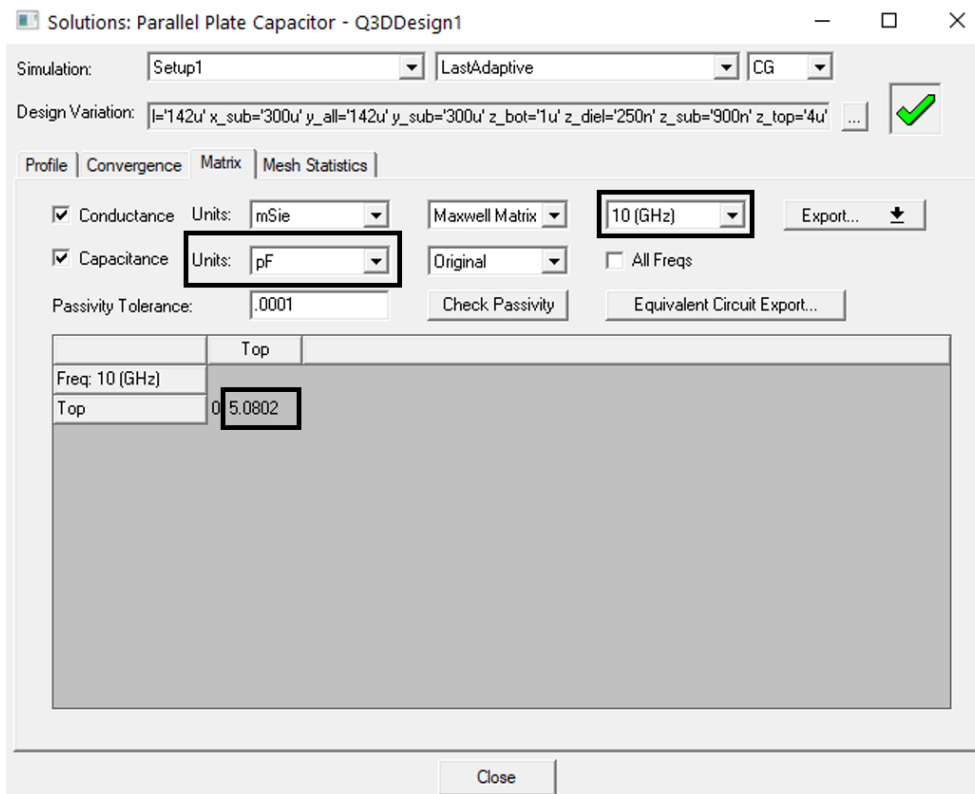
2.2.6 Πυκνωτής Χωρητικότητας 5 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{5 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 16620 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 39 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

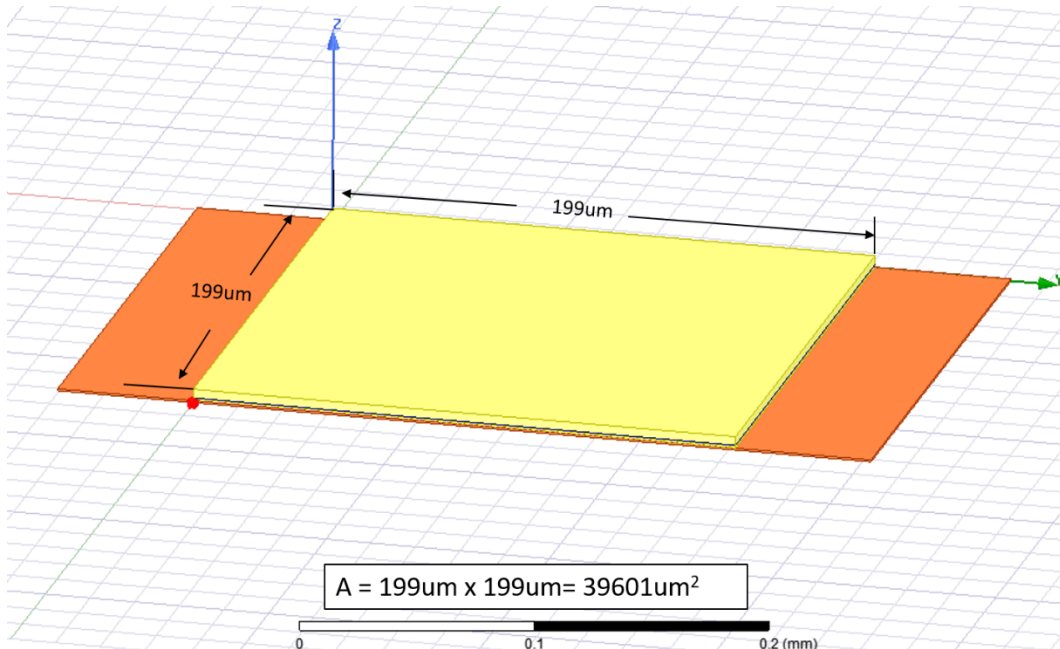


Εικόνα 40 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

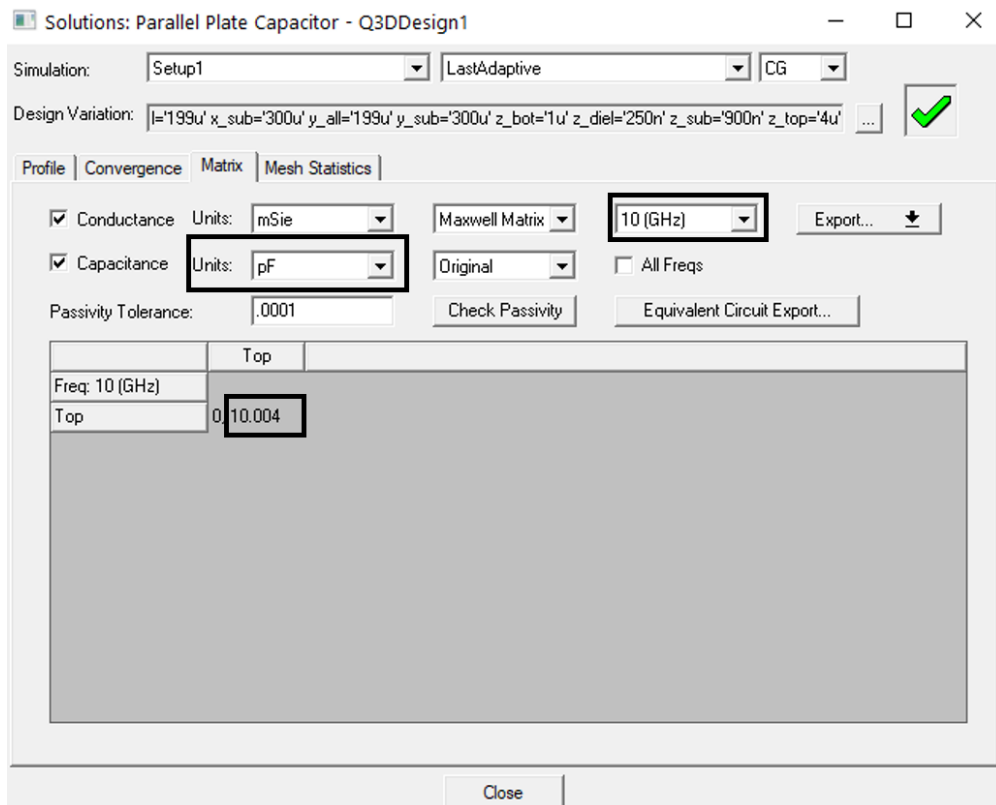
2.2.7 Πυκνωτής Χωρητικότητας 10 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{10 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 33300 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 41 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

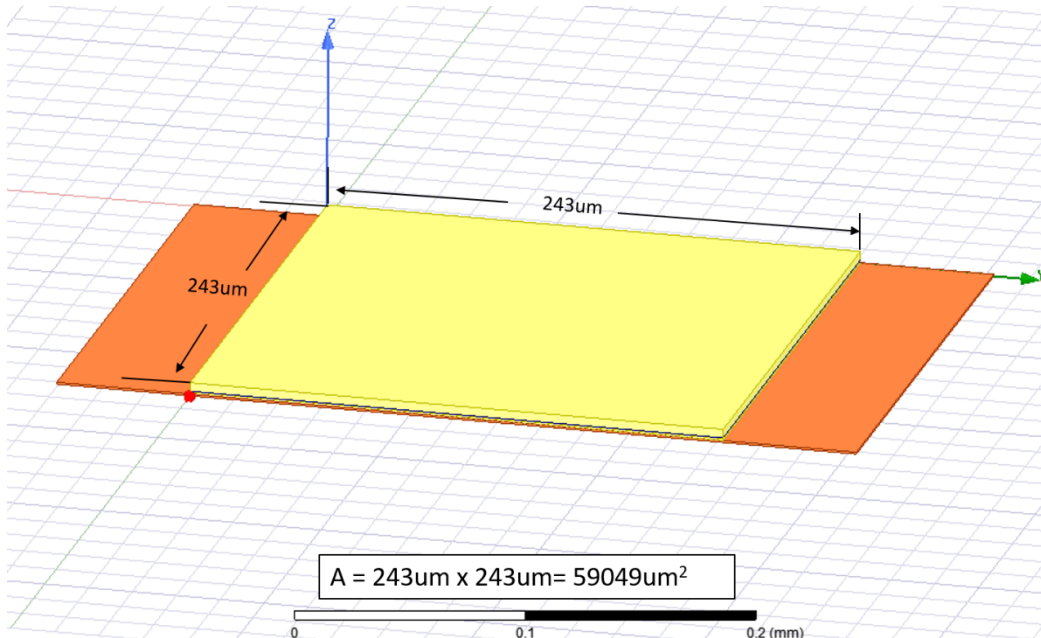


Εικόνα 42 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

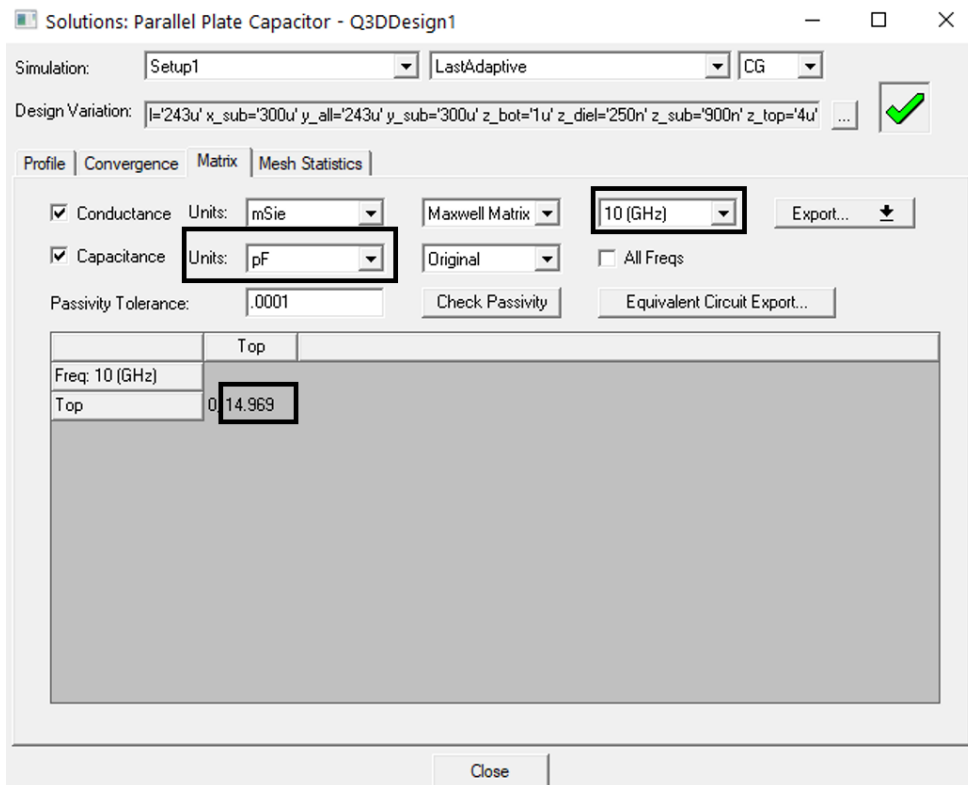
2.2.8 Πυκνωτής Χωρητικότητας 15 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{15 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 49850 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 43 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

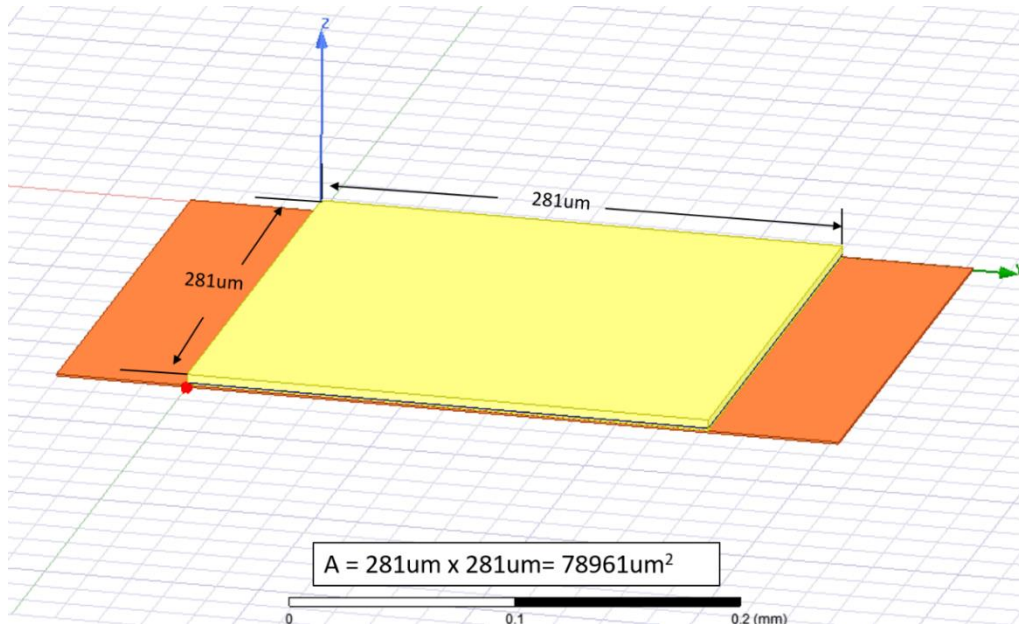


Εικόνα 44 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

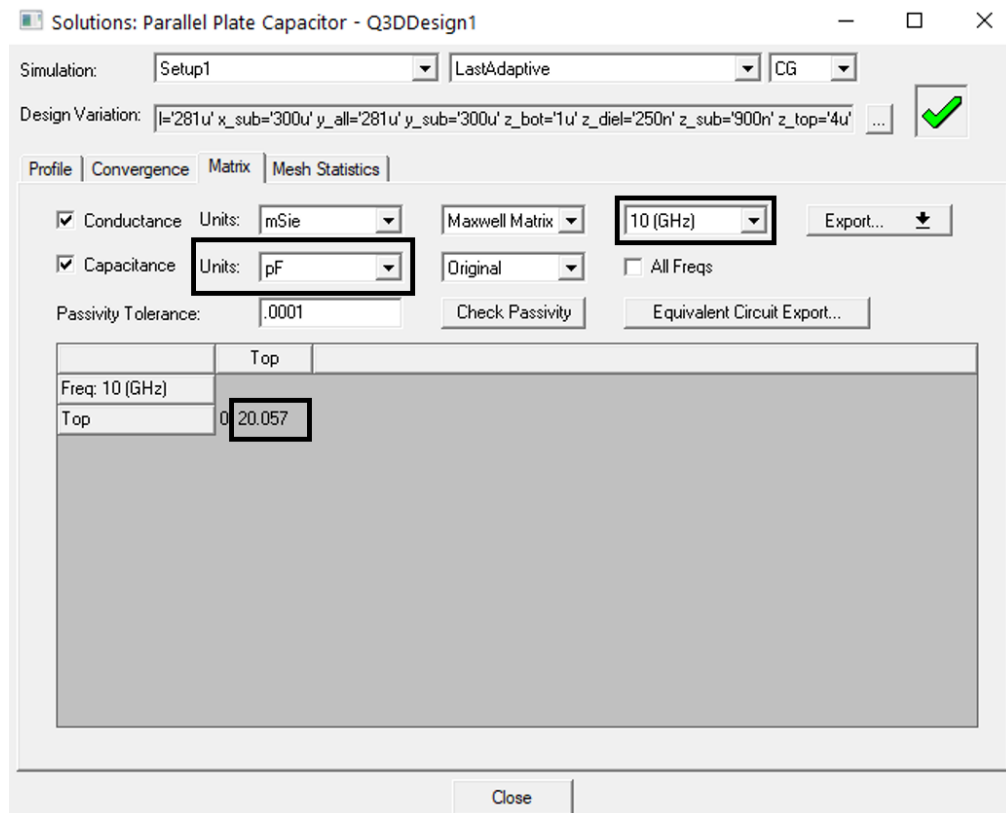
2.2.9 Πυκνωτής Χωρητικότητας 20 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{20 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 66350 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 45 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS

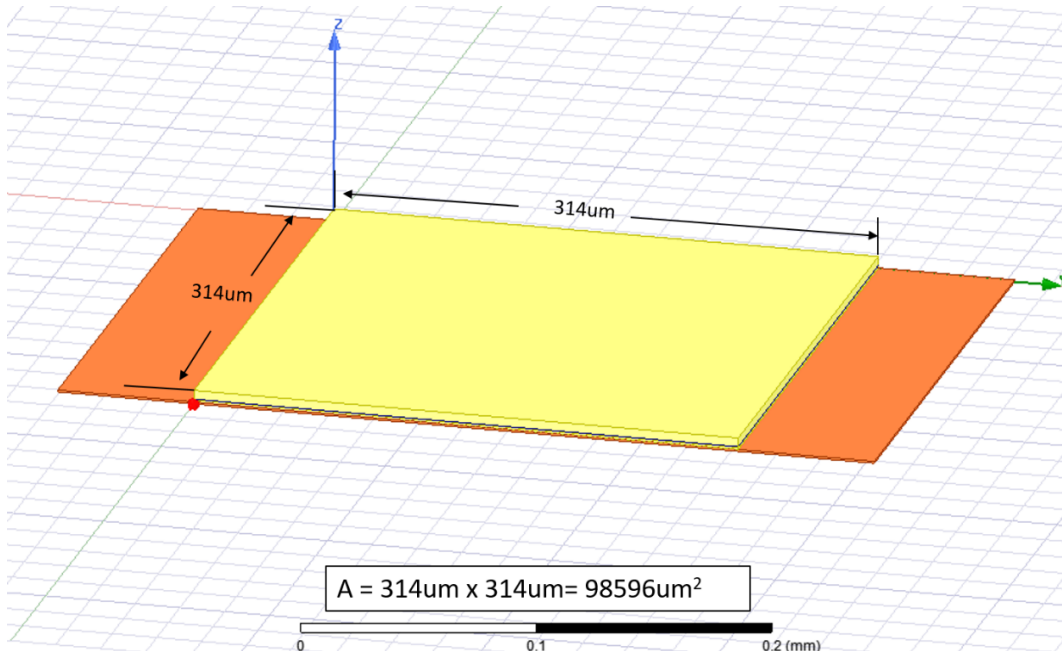


Εικόνα 46 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

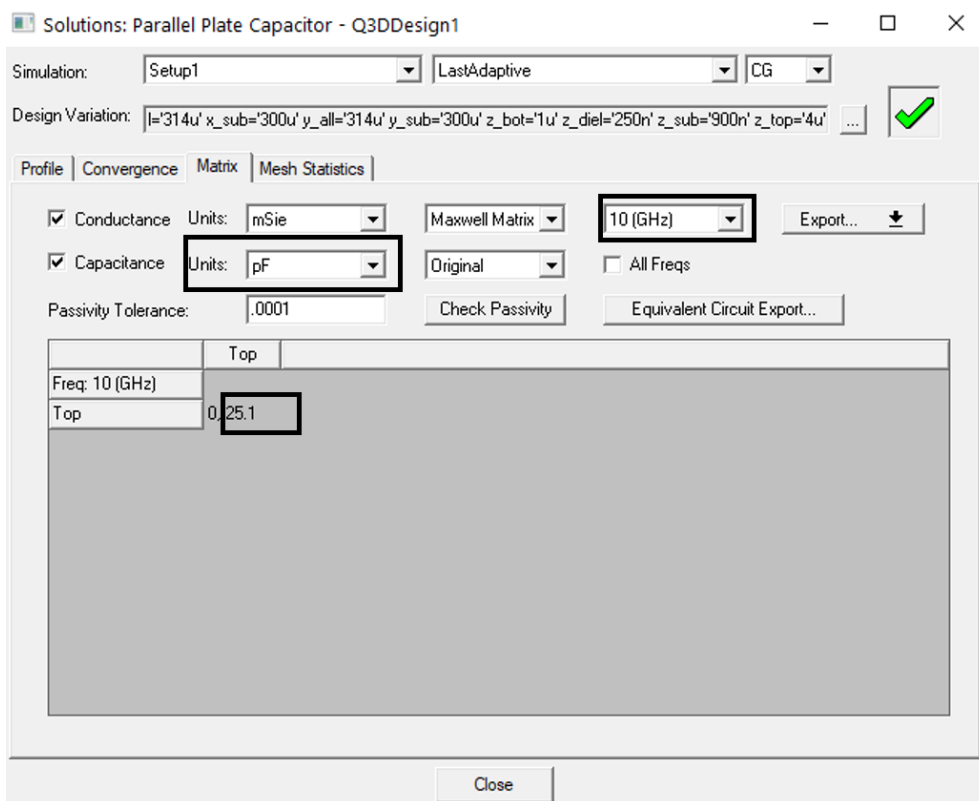
2.2.10 Πυκνωτής Χωρητικότητας 25 pF

Αρχικά υπολογίζεται από τον γενικό τύπο της χωρητικότητας με μοναδικό άγνωστο το εμβαδόν της πλάκας.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{h} \Rightarrow A = \frac{Ch}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{25 \times 10^{-12} \text{F} \cdot 250 \times 10^{-9} \text{m}}{8.5 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{Fm}^{-1}} = 83100 \mu\text{m}^2$$



Εικόνα 47 Παρουσίαση Διαστάσεων στο HFSS



Εικόνα 48 Παρουσίαση Χωρητικότητας στο HFSS

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
Reliability	Αξιοπιστία
Editor	Επιμελητής
Recommendations	Υποδείξεις

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

MIM	Metal-Insulator-Metal
ALISE	Association For Library Collections and Technical Services
TCP/IP	Transmission Control Protocol/ Internet Protocol
TEI	Text Encoding Initiative
UNISIST	Universal System for information in Science and technology
W3C	World Wide Web Consortium
EEXI	Ένωση Ελλήνων Χρηστών Internet
ΕΚΠΑ	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - Λογισμικό Ηλεκτρομαγνητικών Πεδίων Υψηλών Συχνοτήτων (HFSS)

Το λογισμικό HFSS (High Frequency Structure Simulator) δημιουργήθηκε από την εταιρεία ANSYS όπου είναι ευρέως γνωστή στον τομέα της τρισδιάστατης σχεδίασης καθώς και της προσομοίωσης μηχανικών διεργασιών. Το HFSS είναι ένα διαδραστικό πακέτο λογισμικού το οποίο υπολογίζει και παρουσιάζει την ηλεκτρομαγνητική συμπεριφορά σε οποιαδήποτε δομή. Επίσης περιλαμβάνει εντολές που μπορούν να εκτελεστούν σε μορφή script αναλύοντας έτσι αυτή τη συμπεριφορά εκτενέστερα.

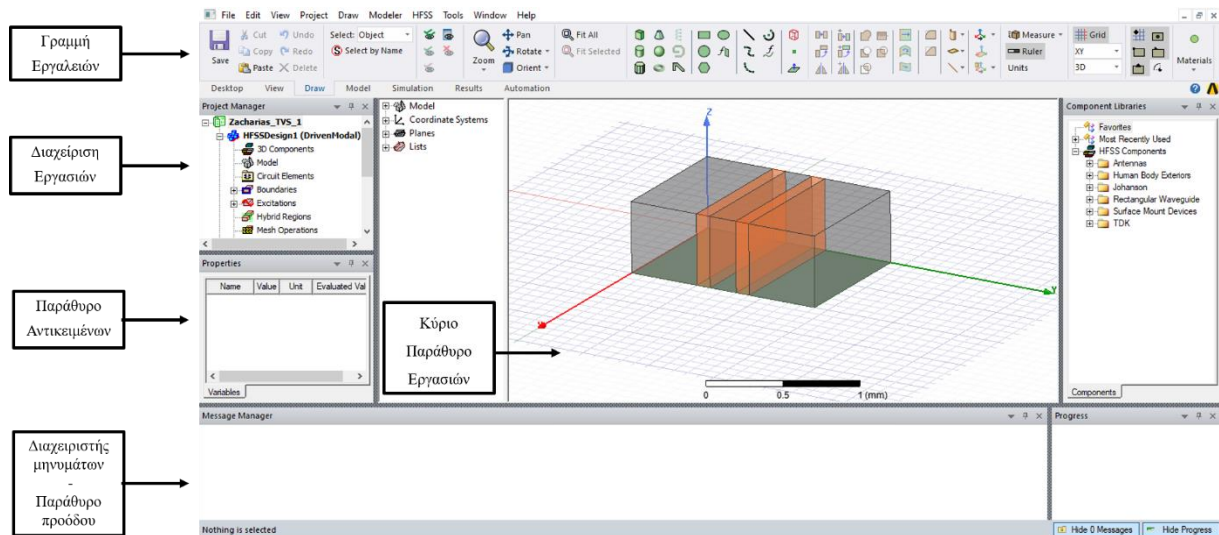
Χρησιμοποιώντας το HFSS μπορεί κανείς να υπολογίσει :

- Βασικές ηλεκτρομαγνητικές έννοιες πεδίου, καθώς και ανάλυση ακτινοβολίας σε μακρινό και εγγύς πεδίο.
- Χαρακτηριστικές αντιστάσεις πηγής και σταθερές διάδοσης.
- Εύρεση και ανάλυση S-παραμέτρων
- Συντονισμούς μια δομής χρησιμοποιώντας το eigenmode του προγράμματος. Αν κάποιος χρησιμοποιήσει αυτό το mode στο πρόγραμμα δεν χρειάζεται να ορίσει καμία πηγή, το HFSS υπολογίζει συντονισμούς του μοντέλου βασισμένο στη γεωμετρία, τα υλικά και τα όρια της εκάστοτε δομής.

Αρχικά όμως χρειάζεται να σχεδιαστεί η δομή, να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά υλικών για κάθε αντικείμενο, να δημιουργηθούν προσεκτικά οι πηγές ή η πηγή και τέλος να προσδιοριστούν τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε επιφάνειας. Το HFSS έπειτα παράγει τα πεδία, τα χαρακτηριστικά των πηγών και τις S-παραμέτρους. Αφού λοιπόν όλα τα απαραίτητα ρυθμιστούν, το HFSS δίνει το δικαίωμα να γίνει η προσομοίωση σε συγκεκριμένη συχνότητα είτε σε ένα συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων.

I.1 Παρουσίαση Λογισμικού

Στις υποενότητες που ακολουθούν θα παρουσιασθούν το περιβάλλον όπου μπορεί ο κάθε χρήστης να εργαστεί καθώς και όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που κάποιος πρέπει να γνωρίζει για να ολοκληρώσει οποιοδήποτε project.



Εικόνα 49 Περιβάλλον Χρήστη HFSS

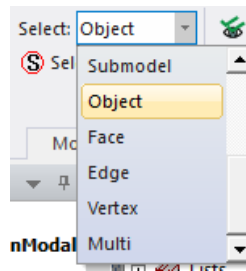
I.2 Γραμμή Εργαλείων



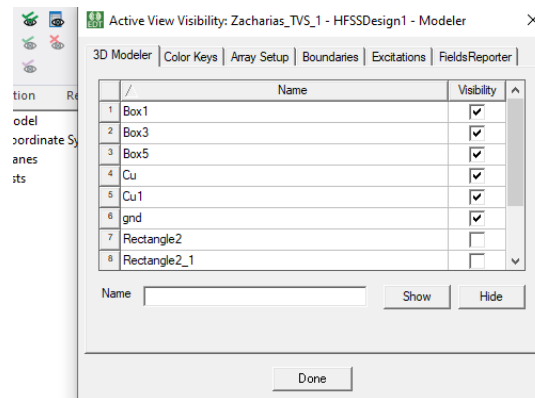
Εικόνα 50 Γραμμή Εργαλείων HFSS

Σε αυτή την υποενότητα θα παρουσιασθούν τα βασικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το project.

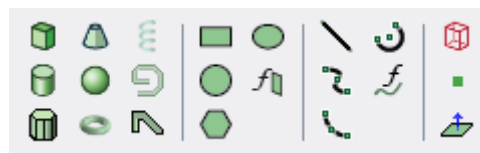
- Όπως φαίνεται από τη λίστα μπορούμε να επιλέξουμε όλο το αντικείμενο ή κάποια πλευρά του αντικειμένου ή ακόμα και κάποια γωνία.



- Μπορούμε επίσης από όλο το σχέδιο ποια αντικείμενα θέλουμε να εμφανίζονται και ποια όχι.



- Με αυτά τα εργαλεία μπορούμε να σχεδιάσουμε οποιοδήποτε σχήμα χρειάζεται να δημιουργήσουμε.

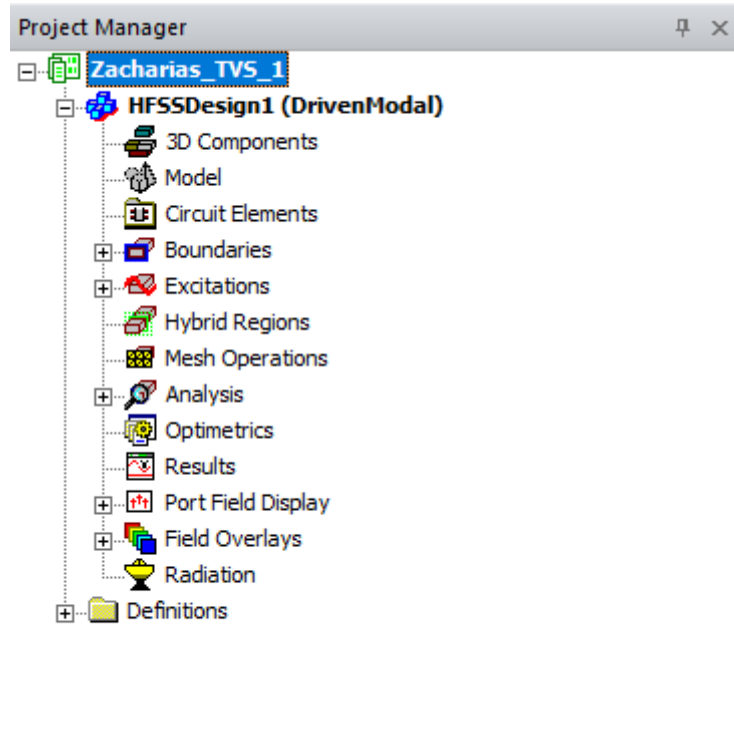


- Με αυτά τα εργαλεία μπορούμε να περιστρέψουμε ή να αντιγράψουμε συμμετρικά οποιαδήποτε δομή του σχεδίου μας παίρνοντας υπόψιν την αρχή των αξόνων είτε όχι.



I.3 Διαχείριση Εργασιών

Το παράθυρο διαχείρισης εργασιών παρουσιάζει τη δομή όλων των ανοιχτών project, σε μορφή project tree, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

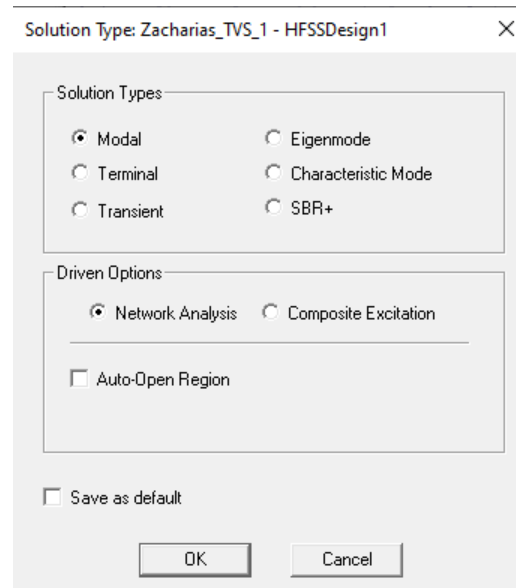


Εικόνα 51 Παράθυρο Διαχείρισης Εργασιών

Όπως απεικονίζεται στην άνωθεν εικόνα όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για κάθε ενεργό project βρίσκονται σε αυτό το παράθυρο. Αναλυτικότερα λοιπόν έχουμε :

HFSSDesign1 (DrivenModal)

Με αυτό το τρόπο παρουσιάζεται το όνομα του project, όπως και τον τύπο του σχεδίου.



Οι τρεις πιο σημαντικοί τύποι που πρέπει να αναφερθούν είναι :

❖ **Modal**

Οι λύσεις του S-πίνακα θα εκφραστούν συναρτήσει κάθε περίπτωσης και των ανακλώμενων δυνάμεων του εκάστοτε κυματοδηγού.

❖ **Terminal**

Οι λύσεις του S-πίνακα θα εκφραστούν συναρτήσει των τερματικών ρευμάτων και τάσεων.

❖ **Eigenmode**

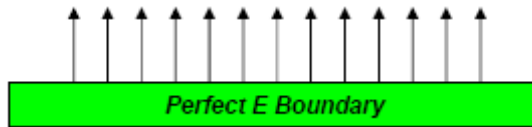
Αυτή η κατάσταση βρίσκει τις πιο σημαντικές συχνότητες της δομής καθώς και τα πεδία σε αυτές τις συχνότητες.

Boundaries

Επιδεικνύει τα όρια που έχουν οριστεί στο σχέδιο του HFSS, το οποίο μπορεί να προσδιορίσει τη συμπεριφορά των πεδίων που δημιουργούνται στις οριακές περιοχές και στο περιβάλλον του αντικειμένου.

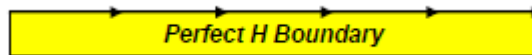
❖ **Perfect E**

Προσθέτει μια τέλεια αγωγίμη επιφάνεια.



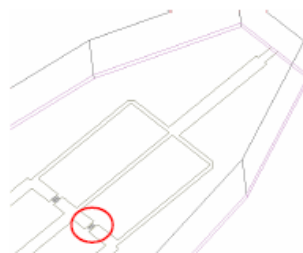
❖ **Perfect H**

Προσθέτει μια επιφάνεια όπου το επαπτόμενο υλικό στο μαγνητικό πεδίο είναι το ίδιο και στις δυο πλευρές του.



❖ **Impedance**

Προσθέτει μια επιφάνεια με αντίσταση.



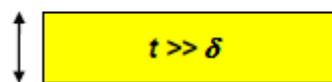
Z_s specified as Ω/sq

❖ **Radiation**

Προσθέτει ένα όριο το οποίο απορροφά εξερχόμενα κύματα.

❖ **Finite Conductivity**

Προσθέτει έναν όχι τέλειο αγωγό

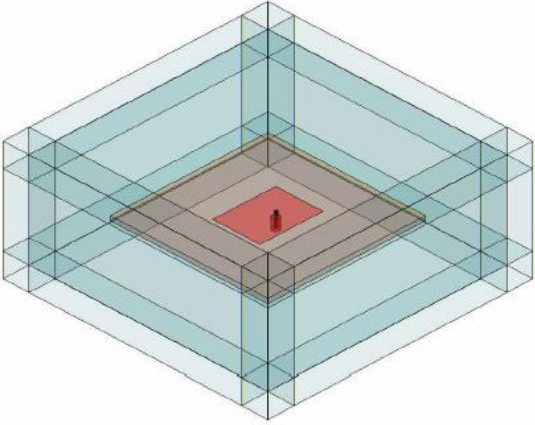


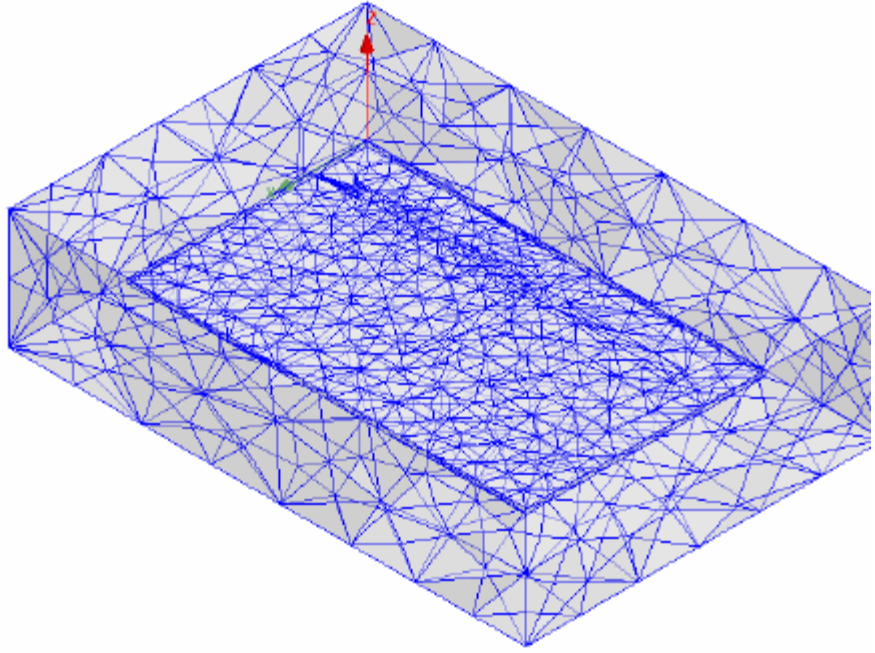
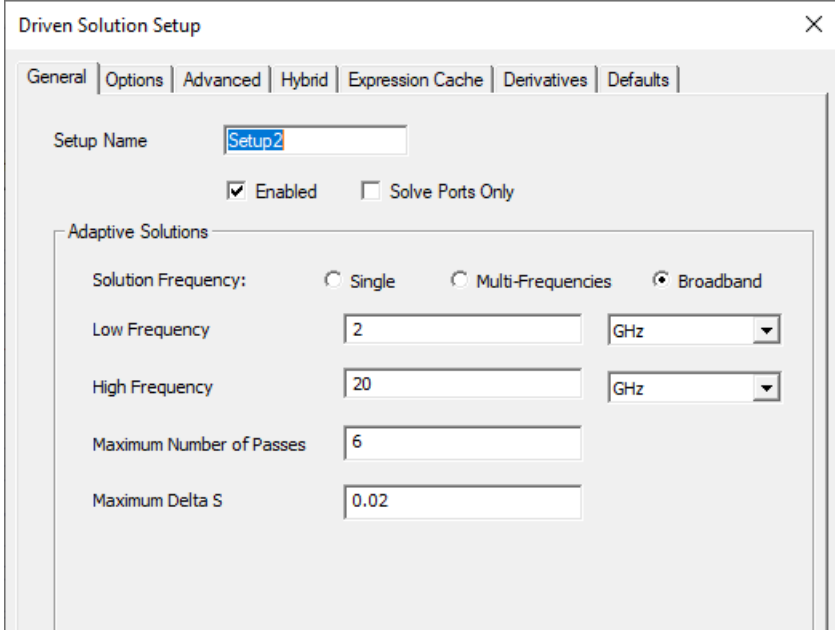
$$Z_s = \frac{1+j}{\sigma\delta}$$

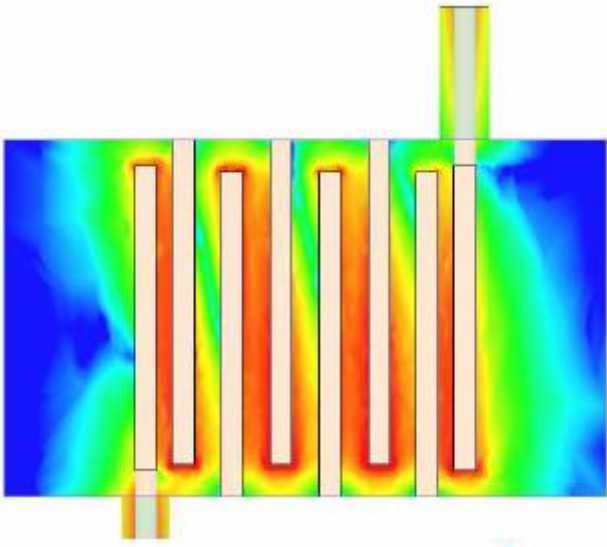
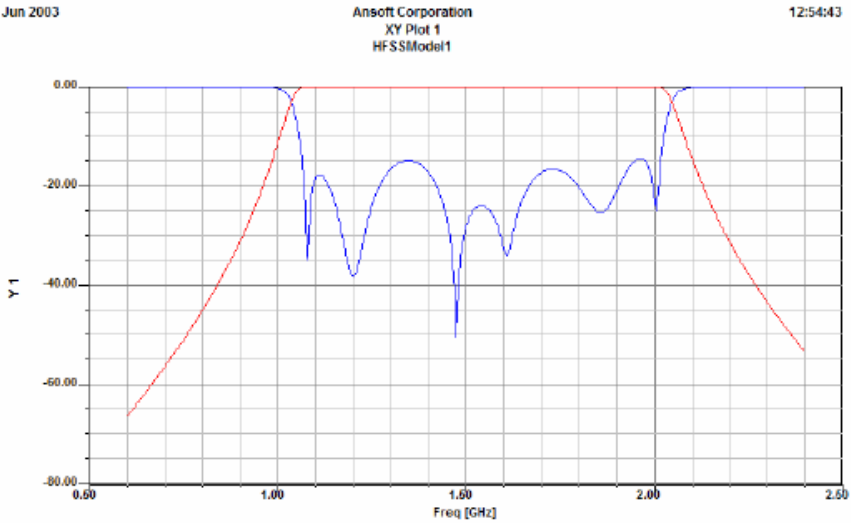
$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\sigma\mu}}$$

❖ **PML**

Προσθέτει ένα όριο το οποίο αποτελείται από διάφορα στρώματα διαφορετικών υλικών όπου απορροφούν εξερχόμενα κύματα.

	
<p>Excitations</p>	<p>Επιδεικνύει τις διεγέρσεις που έχουν οριστεί στο σχέδιο του HFSS, που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν τις πηγές των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, φορτίων, ρευμάτων ή τάσεων σε ολόκληρα αντικείμενα ή στις επιφάνειες αυτών.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Wave Port Αναπαριστά την επιφάνεια μέσω της οποίας ένα σήμα εισέρχεται ή εξέρχεται στη δομή. ❖ Lumped Port Αναπαριστά μια εσωτερική επιφάνεια μέσω της οποίας ένα σήμα εισέρχεται ή εξέρχεται στη δομή. ❖ Terminal Αναπαριστά ένα τερματικό. Μπορεί κανείς να τα ορίσει χειροκίνητα είτε αυτόματα. ❖ Floquet Port Χρησιμοποιείται σε περιοδικές δομές. ❖ Incident Wave Αναπαριστά ένα διαδιδόμενο κύμα το οποίο προσκρούει στη δομή. ❖ Voltage Source Αναπαριστά ένα συνεχές ηλεκτρικό πεδίο κατά μήκος διαφόρων διαδοχικών σημείων. ❖ Current Source

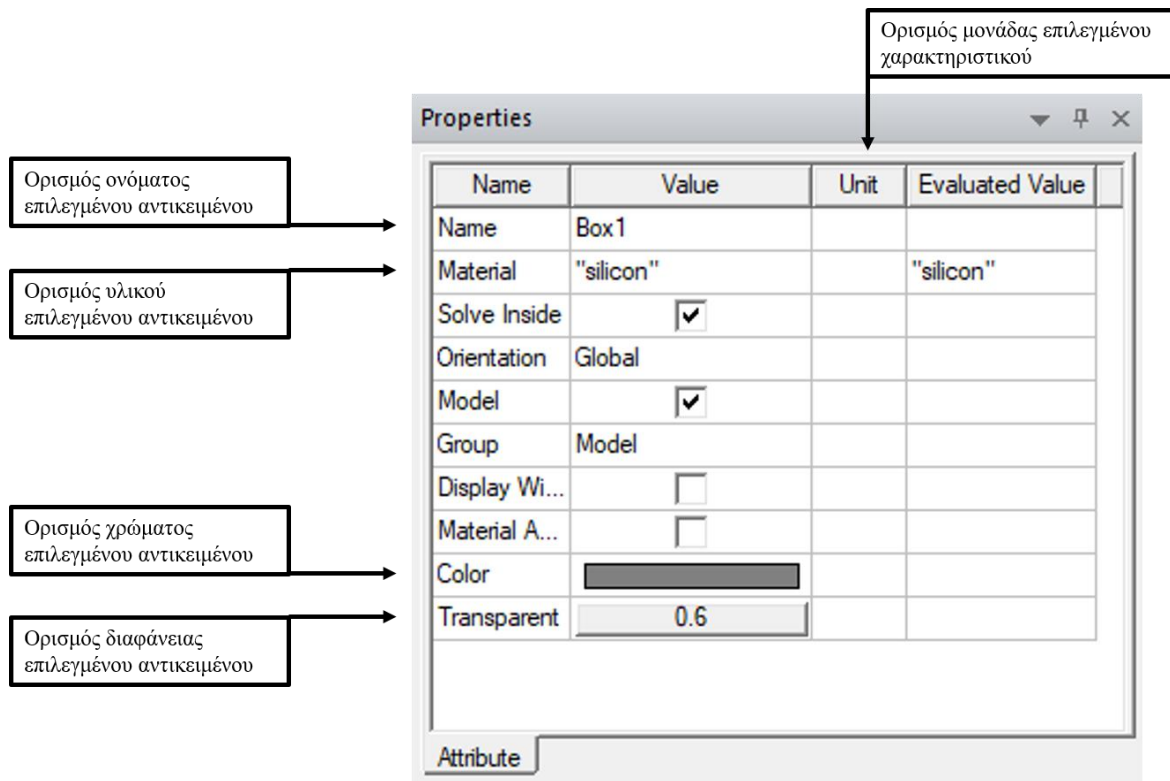
	<p>Αναπαριστά ένα συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα κατά μήκος διαφόρων διαδοχικών σημείων.</p>
<p>Mesh Operations</p>	<p>Επιδεικνύει το πλέγμα που έχει οριστεί στο σχέδιο του HFSS για ολόκληρο αντικείμενο ή επιφάνειες αυτού.</p> 
<p>Analysis</p>	<p>Επιδεικνύει τις ρυθμίσεις για να επιτευχθούν οι λύσεις σε ένα σχέδιο του HFSS. Οι ρυθμίσεις ορίζουν στο HFSS με ποιο τρόπο θα υπολογίσει τις λύσεις του συστήματος.</p> 

<p>Optimetrics</p>	<p>Επιδεικνύει όλες τις οπτομετρικές ρυθμίσεις που έχουν γίνει σε ένα σχέδιο HFSS.</p>
<p>Results</p>	<p>Επιδεικνύονται όλα τα αποτελέσματα που έχουν οριστεί σε ένα σχέδιο HFSS.</p>
<p>Port Field Display</p>	<p>Επιδεικνύονται όλα τα πεδία που έχουν οριστεί από ένα ενεργό σχέδιο HFSS.</p> 
<p>Field Overlays</p>	<p>Επιδεικνύονται όλες οι γραφικές παραστάσεις των πεδίων που έχουν οριστεί σε ένα ενεργό σχέδιο HFSS.</p> 

Radiation	Επιδεικνύονται το μακρινό και εγγύς πεδία που έχουν προστεθεί στο σχέδιο HFSS.
------------------	--

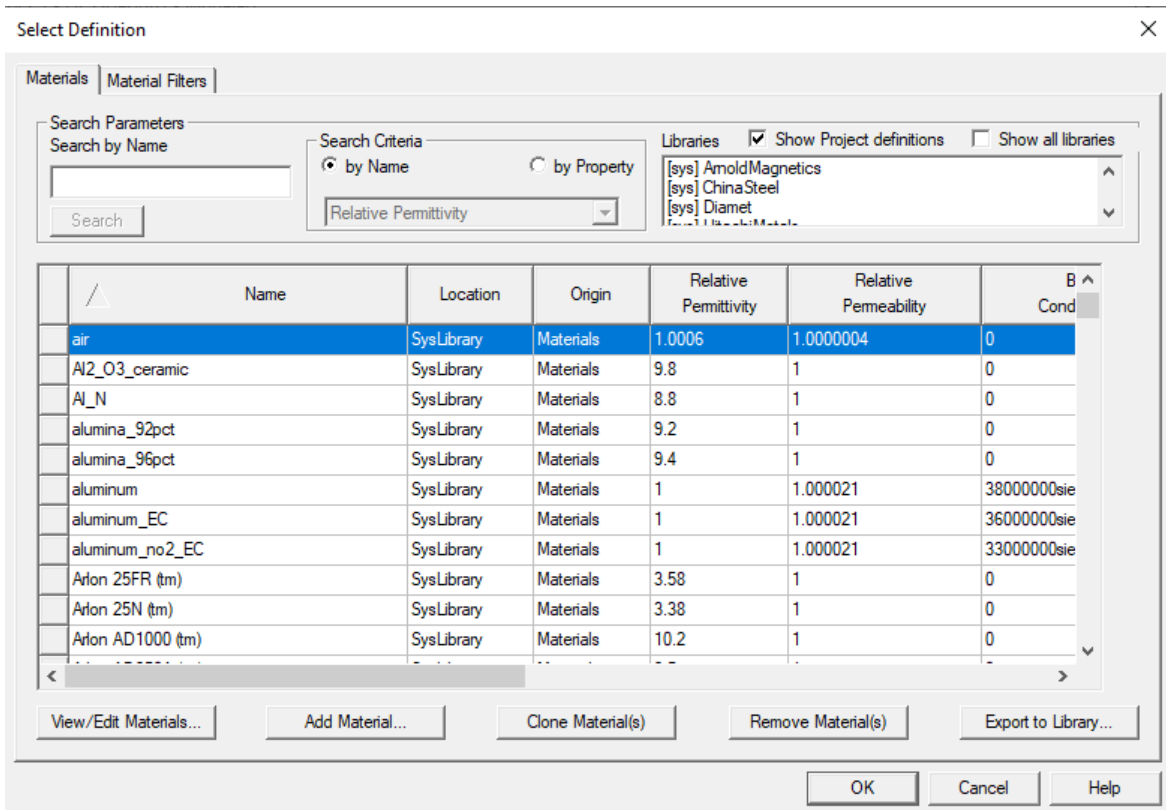
I.4 Παράθυρο Αντικειμένων

Ο σκοπός αυτού του παραθύρου είναι για να δούμε ή για να τροποποιήσουμε κάποια χαρακτηριστικά και διαστάσεις των αντικειμένων που βρίσκονται μέσα στο ενεργό σχέδιο.



Εικόνα 52 Παράθυρο Αντικειμένων HFSS

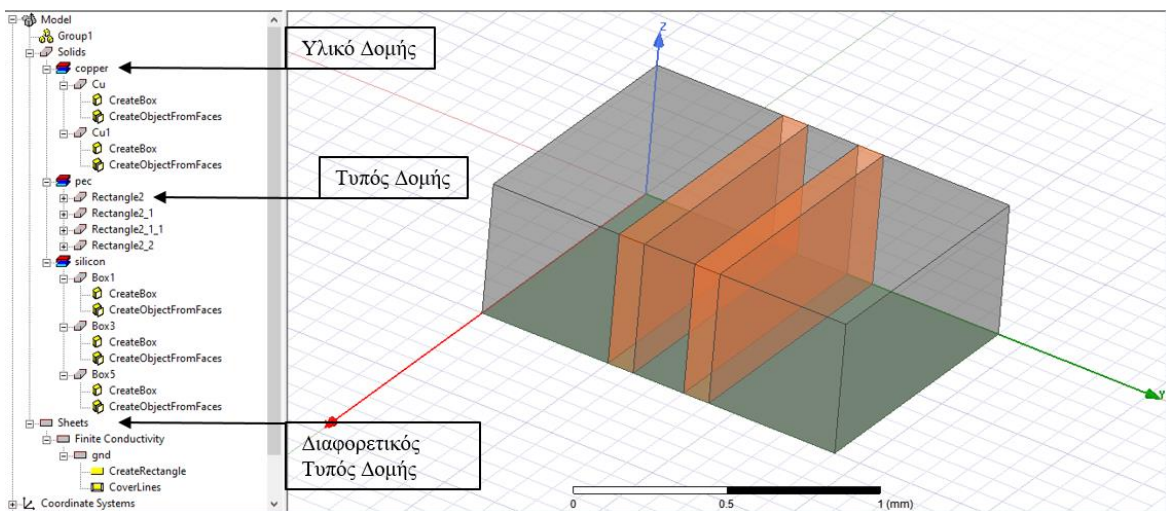
Σε αυτό το σημείο είναι αρκετά σημαντικό να τονιστεί ότι μέσα από αυτό το παράθυρο υπάρχει ένας πολύ μεγάλος αριθμός επιλογών όσον αφορά τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Επιπλέον όπως φαίνεται από την παρακάτω εικόνα το κάθε υλικό συνοδεύεται από όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που κάθε σχεδιαστής χρειάζεται να γνωρίζει όπως σχετική διαπερατότητα, αγωγιμότητα, πυκνότητα μάζας και πολλά ακόμα χαρακτηριστικά. Τέλος το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα σε όποιον το επιθυμεί να αλλάξει αυτά τα χαρακτηριστικά ανάλογα το project.



Εικόνα 53 Παράθυρο Επεξεργασίας Υλικών HFSS

1.5 Κύριο Παράθυρο Εργασιών

Όλα τα χαρακτηριστικά, όλα τα αντικείμενα, όλα τα πεδία, όλες οι γεωμετρίες που δημιουργήθηκαν απεικονίζονται σε αυτό το παράθυρο.



Εικόνα 54 Κύριο Παράθυρο Εργασιών HFSS

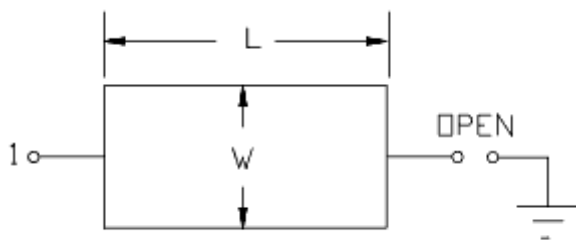
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΙΙ.1 MLOC (Microstrip Open-Circuited Stub)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W	Πλάτος Γραμμής	mil	25.0
L	Μήκος Γραμμής	mil	100.0
Wall1	Απόσταση ακμής από την γραμμή H στη πρώτη πλευρά του τοίχους. Wall1 > 1/2 x Maximum (W, H)	mil	1.0e+30
Wall2	Απόσταση ακμής από την γραμμή H στη δεύτερη πλευρά του τοίχους. Wall1 > 1/2 x Maximum (W,H)	mil	1.0e+30
Mod	Πάχος του feedline	Καμία	Kirschning
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$1 \leq ER \leq 128$$

$$0.01 \leq \frac{W}{H} \leq 100$$

Όπου ϵ_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και προτεινόμενο εύρος για διαφορετικά μοντέλα διασποράς

Kirschning and Jansen:

$$1 \leq \epsilon_r \leq 20$$

$$0.1 \times H \leq W \leq 100 \times H$$

Kobayashi:

$$1 \leq \epsilon_r \leq 128$$

$$0.1 \times H \leq W \leq 10 \times H$$

$$0 \leq H \leq 0.13 \times \lambda$$

Yamashita:

$$2 \leq \epsilon_r \leq 16$$

$$0.05 \times H \leq W \leq 16 \times H$$

Όπου λ = μήκος κύματος και $\text{freq} \leq 100$ GHz

Παρατηρήσεις

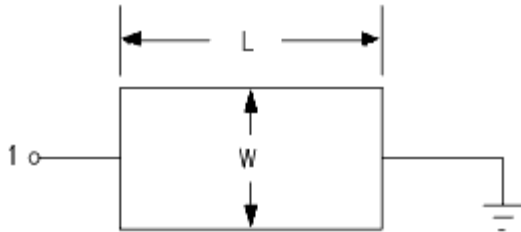
1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων χρησιμοποιεί τη Hammerstad και Jensen φόρμουλα για να υπολογίσει τη στατική εμπέδηση Z_0 , και την διηλεκτρική σταθερά ϵ_{eff} . Ο παράγοντας εξασθένησης, α , υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον αυξητικό κανόνα της αυτεπαγωγής από τον Wheeler. Η ανεξαρτησία της συχνότητας του skin φαινομένου περιλαμβάνεται στον υπολογισμό των απωλειών αγωγού. Οι απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό των απωλειών.
2. Φαινόμενα διασποράς συμπεριλαμβάνονται είτε στην πιο εξελιγμένη εκδοχή του Kirschning και Jansen μοντέλου, του Kobayashi μοντέλου, ή του Yamashita μοντέλου, στηριζόμενα στη επιλογή που γίνεται στο Mod. Το πρόγραμμα σαν προεπιλογή χρησιμοποιεί το μοντέλο Kirschning και Jansen.
3. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
4. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
5. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
6. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C .
7. Όταν η παράμετρος H_u του υποστρώματος είναι μικρότερη από $100 \times$ πάχος υποστρώματος, ο υπολογισμός της εμπέδηση δεν θα γίνει κατάλληλα αν οι παράμετροι WALL1 και WALL2 είναι κενά.
8. Οι παράμετροι Wall1 και Wall2 πρέπει να υπακούν τους ακόλουθους περιορισμούς
 $\text{Min (Wall1)} > \frac{1}{2} \times \text{Max (Πλάτος_Μετάλλου, Πάχος_Υποστρώματος)}$
 $\text{Min (Wall2)} > \frac{1}{2} \times \text{Max (Πλάτος_Μετάλλου, Πάχος_Υποστρώματος)}$
9. End φαινόμενα συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο επίσης.

II.2 MLSC (Microstrip Short-Circuited Stub)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W	Πλάτος Γραμμής	mil	25.0
L	Μήκος Γραμμής	mil	100.0
Wall1	Απόσταση ακμής από την γραμμή Η στη πρώτη πλευρά του τοίχους. $Wall1 > 1/2 \times \text{Maximum}(W,H)$	mil	$1.0e+30$
Wall2	Απόσταση ακμής από την γραμμή Η στη δεύτερη πλευρά του τοίχους. $Wall2 > 1/2 \times \text{Maximum}(W,H)$	mil	$1.0e+30$
Mod	Πάχος του feedline	Καμία	Kirschning
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$1 \leq ER \leq 128$$

$$0.01 \leq \frac{W}{H} \leq 100$$

Όπου E_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και προτεινόμενο εύρος για διαφορετικά μοντέλα διασποράς

Kirschning and Jansen:

$$1 \leq \epsilon_r \leq 20$$

$$0.1 \times H \leq W \leq 100 \times H$$

Kobayashi:

$$1 \leq \epsilon_r \leq 128$$

$$0.1 \times H \leq W \leq 10 \times H$$

$$0 \leq H \leq 0.13 \times \lambda$$

Yamashita:

$$2 \leq \epsilon_r \leq 16$$

$$0.05 \times H \leq W \leq 16 \times H$$

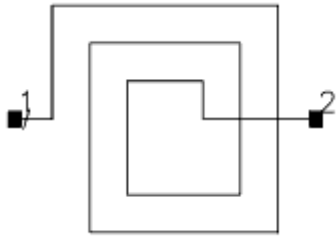
Όπου λ = μήκος κύματος και $\text{freq} \leq 100 \text{ GHz}$

Παρατηρήσεις

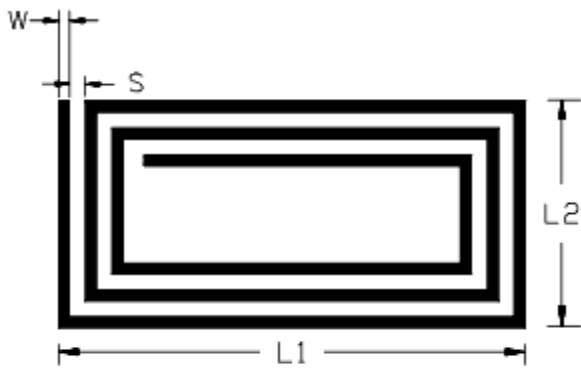
1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων χρησιμοποιεί τη Hammerstad και Jensen φόρμουλα για να υπολογίσει τη στατική εμπέδηση Z_0 , και την διηλεκτρική σταθερά E_{eff} . Ο παράγοντας εξασθένησης, α , υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον αυξητικό κανόνα της αυτεπαγωγής από τον Wheeler. Η ανεξαρτησία της συχνότητας του skin φαινομένου περιλαμβάνεται στον υπολογισμό των απωλειών αγωγού. Οι απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό των απωλειών.
2. Φαινόμενα διασποράς συμπεριλαμβάνονται είτε στην πιο εξελιγμένη εκδοχή του Kirschning και Jansen μοντέλου, του Kobayashi μοντέλου, ή του Yamashita μοντέλου, στηριζόμενα στη επιλογή που γίνεται στο Mod. Το πρόγραμμα σαν προεπιλογή χρησιμοποιεί το μοντέλο Kirschning και Jansen.
3. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
4. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
5. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
6. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C .
7. Όταν η παράμετρος H_u του υποστρώματος είναι μικρότερη από $100 \times$ πάχος υποστρώματος, ο υπολογισμός της εμπέδηση δεν θα γίνει κατάλληλα αν οι παράμετροι WALL1 και WALL2 είναι κενά.
8. Οι παράμετροι Wall1 και Wall2 πρέπει να υπακούν τους ακόλουθους περιορισμούς
 $\text{Min (Wall1)} > \frac{1}{2} \times \text{Max (Πλάτος_Μετάλλου, Πάχος_Υποστρώματος)}$
 $\text{Min (Wall2)} > \frac{1}{2} \times \text{Max (Πλάτος_Μετάλλου, Πάχος_Υποστρώματος)}$
9. End φαινόμενα συμπεριλαμβάνονται στο μοντέλο επίσης.

II.3 MRIND (Microstrip Rectangular Inductor)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
N	Αριθμός στροφών (δεν χρειάζεται να είναι ακέραιος)	Καμία	3
L1	Μήκος πρώτου εξωτερικού κομματιού	mil	30.0
L2	Μήκος δεύτερου εξωτερικού κομματιού	mil	20.0
W	Πλάτος αγωγού	mil	1.0
S	Απόσταση αγωγού	mil	1.0
W1	Πλάτος γραμμής που συνδέει το pin 1	mil	0.0
WB	Πλάτος γραμμής που συνδέει το pin 2	mil	0.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$W > 0; S > 0; T > 0$$

$$N \leq 8 \text{ (or the highest number of turns that will fit, given } W, S, L1 \text{ and } L2)$$

$$L1 > 2 \times N \times W + (2 \times N - 1) \times S$$

$$L2 > 2 \times N \times W + (2 \times N - 1) \times S$$

$$W + S \geq 0.01 \times H$$

$$T/W < 0.5$$

$$T/S < 0.5$$

$$N > 0.25 \text{ turns}$$

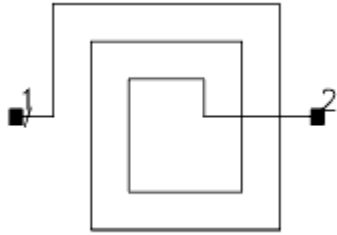
Όπου S απόσταση αγωγού, T πάχος αγωγού και H πάχος υποστρώματος.

Παρατηρήσεις

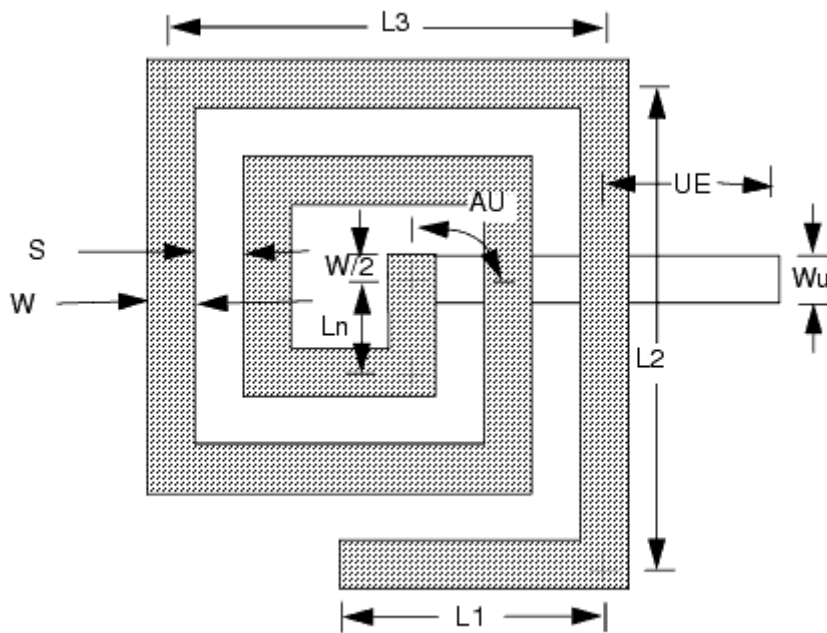
1. Ο αριθμός των στροφών (N) προσαρμόζεται στη πλησιέστερη στροφή. Αυτό το στοιχείο δεν περιέχει σύνδεση του κέντρου του επαγωγέα με το εξωτερικό του.
2. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων για αυτό το στοιχείο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger.
3. Κάθε κομμάτι του σπιδράλ μοντελοποιείται ως C-L-C π-τομέας με αμοιβαία επαγωγική σύνδεση σε όλα τα υπόλοιπα παράλληλα κομμάτια συμπεριλαμβανομένου του εικονικού σπιδράλ. Οι επαγωγικοί υπολογισμοί περιλαμβάνουν end-φαινόμενα και διαφοροποιημένα μήκη των συνδεόμενων κομματιών. Η εξάρτηση της συχνότητας του skin φαινομένου περιέχονται στους υπολογισμούς για τις απώλειες του αγωγού. Μια ομαλή μετάβαση παρέχεται από την dc αντίσταση στην αντίσταση λόγω skin φαινομένων σε υψηλές συχνότητες. Απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς απωλειών.
4. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
5. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
6. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
7. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C.
8. Στο σχέδιο, ο αριθμός των στροφών στρογγυλοποιείται στη πλησιέστερη στροφή. Η σύνδεση θα ευθυγραμμιστεί από την εσωτερική ακμή του pin 1 και της εξωτερικής ακμής του pin 2, εκτός αν $W1 < W$ ή $WB > W$, όπου σε αυτή τη περίπτωση οι αγωγοί θα είναι κεντραρισμένοι.

II.4 MRINDELA (Elevated Microstrip Rectangular Inductor)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
Ns	Αριθμός τμημάτων	Ακέραιος	7
L1	Μήκος πρώτου τμήματος	mil	11.4
L2	Μήκος δεύτερου τμήματος	mil	9.4
L3	Μήκος τρίτου τμήματος	mil	7.4
Ln	Μήκος τελευταίου τμήματος	mil	0
W	Πλάτος αγωγού	mil	0.45
S	Απόσταση αγωγού	mil	0.35

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Hi	Ανύψωση επαγωγέα πάνω από το υπόστρωμα	mil	12.5
Ti	Πάχος αγωγών; T παράμετρος στο MSUB μπορεί να παραλειφθεί	mil	0.118
Ri	Αντίσταση των αγωγών	Καμία	1.0
Sx	Όριο απόστασης μεταξύ δοκών στήριξης ; 0 για να παραλειφθούν οι δοκοί.	mil	0
Cc	Συντελεστής χωρητικότητας γωνιακών δοκών στήριξης	Καμία	2.0
Cs	Συντελεστής χωρητικότητας δοκών στήριξης κατά μήκος του τμήματος	None	1.0
Wu	Πλάτος υπόγειας γραμμής του επαγωγέα	mil	0.4
Au	Γωνία εκκίνησης από το ενδότερο τμήμα	deg	0.0
UE	Προέκταση της υπόγειας γραμμής πέρα από τον επαγωγέα	mil	4.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$W > 0$$

$$S > 0$$

$$Sx > 2W$$

$$Au = 0^\circ, 45^\circ, \text{ or } 90^\circ$$

Au must be 90° if last segment (Ln) is less than full length

$$\frac{W + S}{2} \leq Ln \leq Lnmax$$

Όπου Lnmax είναι το πλήρες μήκος του τελευταίου τμήματος $Ti < W$ και $Ti \leq S$.

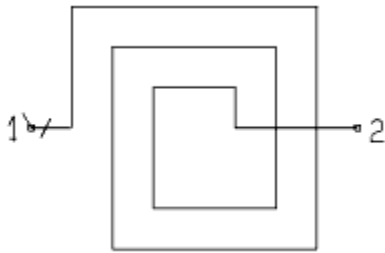
Παρατηρήσεις

1. Ο επαγωγέας ανυψώνεται στον αέρα πάνω από το υπόστρωμα με μια σύνδεση γέφυρας με τη μορφή μια υπόγειας γραμμής αγωγού. Φαινόμενα των δοκών στήριξης συμπεριλαμβάνονται. Οι δοκοί στήριξης υποθέτουμε ότι βρίσκονται σε κάθε γωνία, στηριζόμενοι στη τιμή του Sx.
2. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων για αυτό το στοιχείο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger.
3. Κάθε κομμάτι του σπιδράλ μοντελοποιείται ως C-L-C π-τομέας με αμοιβαία επαγωγική σύνδεση σε όλα τα υπόλοιπα παράλληλα κομμάτια συμπεριλαμβανομένου του εικονικού σπιδράλ. Οι επαγωγικοί υπολογισμοί περιλαμβάνουν end-φαινόμενα και διαφοροποιημένα μήκη των συνδεόμενων κομματιών. Η εξάρτηση της συχνότητας του skin φαινομένου περιέχονται στους

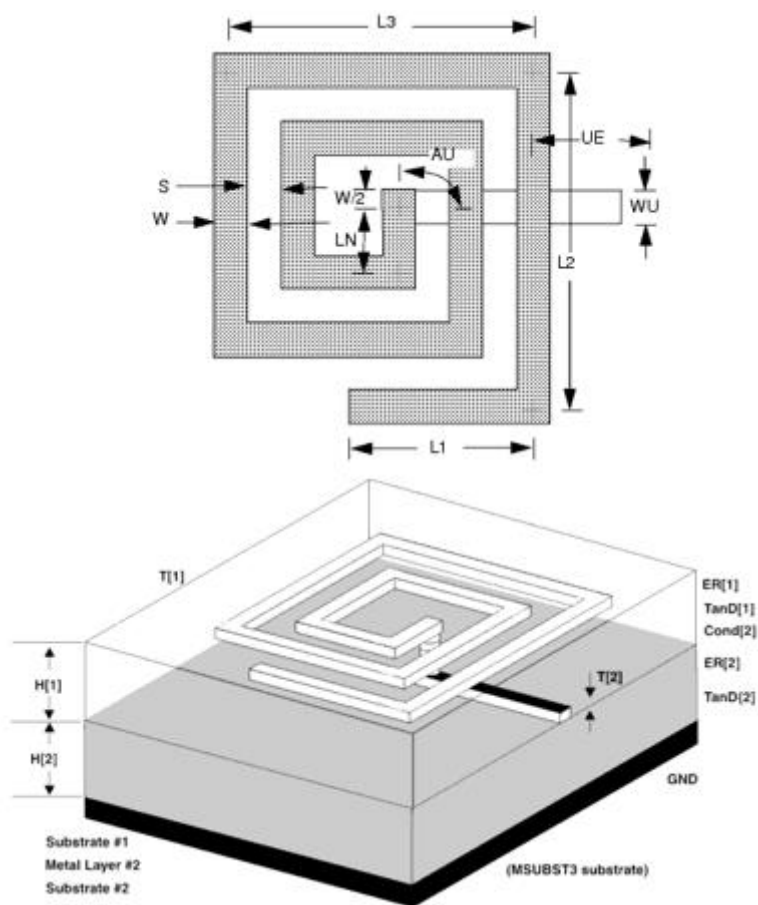
- υπολογισμούς για τις απώλειες του αγωγού. Μια ομαλή μετάβαση παρέχεται από την dc αντίσταση στην αντίσταση λόγω skin φαινομένων σε υψηλές συχνότητες. Απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς απωλειών.
4. Ο υπόγειος αγωγός (γέφυρα) συνδέεται στο ενδότερο τμήμα και διασχίζει τον επαγωγέα κάτω από το σπирάλ. Η γέφυρα συνδέεται χωρητικά με κάθε τμήμα του σπирάλ που διασχίζει.
 5. Αν η παράμετρος L_n είναι set στο 0, συμπεραίνουμε ότι θα έχουμε πλήρως μήκος. Το πλήρες μήκος (L_{nmax}) είναι τέτοιο ,ώστε η απόσταση από το σημείο επαφής μέχρι την εσωτερική ακμή του τέταρτου από το τελευταίο τμήμα, είναι $S+W/2$.
Αν N_s είναι άρτιος : $L_{nmax} = L_2 - (N_s - 2) \times (W + S)/2$
Αν N_s είναι περιττός : $L_{nmax} = L_3 - (N_s - 3) \times (W + S)/2$
 6. Αν $W_u = 0$, το φαινόμενο της υπόγειας γραμμής αγωγού δεν προσομοιώνεται.
 7. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
 8. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
 9. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
 10. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C .
 11. Στο σχέδιο, τμήματα του σπирάλ έχουν σχεδιαστεί στο στρώμα όπου χαρτογραφείται στη παράμετρο Cond2 στο MSUB στοιχείο. Δοκοί στήριξης σχεδιάστηκαν στο στρώμα όπου χαρτογραφούνται στη παράμετρο Cond1 στο MSUB στοιχείο. Για σχεδιαστικούς σκοπούς το τελευταίο τμήμα (L_n) είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να επιμηκυνθεί η απόσταση κατά $W/2$ πέρα από τη σημείο αναφοράς. Αυτό επιτρέπει ενός τετράγωνου τμήματος $W \times W$, στο οποίο η υπόγεια σύνδεση είναι κεντραρισμένη. Τα τμήματα του επαγωγού όπου μεταβαίνουν από την υπόγεια οδό βρίσκονται στο diel2 στρώμα. Η μετάβαση αυτή έχει ως μοναδικό σκοπό τη μοντελοποίηση στο Momentum και δεν λαμβάνεται υπόψιν στη προσομοίωση του κυκλώματος. Για την μετάβαση στο pin 2, αν η γωνία της "αερογέφυρας" είναι 0 ή 45, τότε το πλάτος της μετάβασης είναι ίσο με το πλάτος της "αερογέφυρας". Εν αντίθεση αν η γωνία είναι 90, τότε το πλάτος της μετάβασης είναι ίσο με το πλάτος του επαγωγικού τμήματος

II.5 MRINDELM (Elevated Microstrip Rectangular Inductor (3-Layer Substrate))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
Ns	Αριθμός τμημάτων	Ακέραιος	7
L1	Μήκος πρώτου τμήματος	mil	11.4
L2	Μήκος δεύτερου τμήματος	mil	9.4

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
L3	Μήκος τρίτου τμήματος	mil	7.4
Ln	Μήκος τελευταίου τμήματος	mil	0
W	Πλάτος αγωγού	mil	0.45
S	Απόσταση αγωγού	mil	0.35
Wu	Πλάτος υπόγειας γραμμής του επαγωγέα	mil	0.45
Au	Γωνία εκκίνησης από το ενδότατο τμήμα	deg	0.0
UE	Προέκταση της υπόγειας γραμμής πέρα από τον επαγωγέα	mil	4.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$W > 0$$

$$S > 0$$

$$AU = 0^\circ, 45^\circ, \text{ or } 90^\circ$$

AU must be 90° if last segment (LN) is less than full length

$$\frac{W + S}{2} \leq LN \leq LN_{max}$$

Όπου LN_{max} είναι το πλήρες μήκος του τελευταίου τμήματος και το πλάτος του MSUBST3 υποστρώματος $H(1) >$ πλάτος μετάλλου $T(1)$.

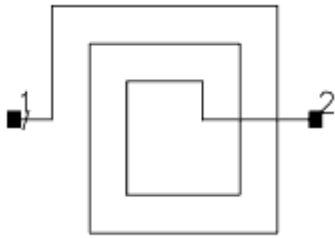
Παρατηρήσεις

1. Ο επαγωγός ανυψώνεται πάνω από το δεύτερο υπόστρωμα, που περιγράφεται ως MSUBST3. Η μορφή της σύνδεσης γέφυρας είναι μια υπόγεια επαγωγική γραμμή που αποτυπώνεται στο χαμηλότερο υπόστρωμα.
2. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων για αυτό το στοιχείο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger.
3. Κάθε κομμάτι του σπιδράλ μοντελοποιείται ως C-L-C π-τομέας με αμοιβαία επαγωγική σύνδεση σε όλα τα υπόλοιπα παράλληλα κομμάτια συμπεριλαμβανομένου του εικονικού σπιδράλ. Οι επαγωγικοί υπολογισμοί περιλαμβάνουν end-φαινόμενα και διαφοροποιημένα μήκη των συνδεόμενων κομματιών. Η εξάρτηση της συχνότητας του skin φαινομένου περιέχονται στους υπολογισμούς για τις απώλειες του αγωγού. Μια ομαλή μετάβαση παρέχεται από την dc αντίσταση στην αντίσταση λόγω skin φαινομένων σε υψηλές συχνότητες. Απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς απωλειών.
4. Ο υπόγειος αγωγός (γέφυρα) συνδέεται στο ενδότατο τμήμα και διασχίζει τον επαγωγέα κάτω από το σπιδράλ. Η γέφυρα συνδέεται χωρητικά με κάθε τμήμα του σπιδράλ που διασχίζει.

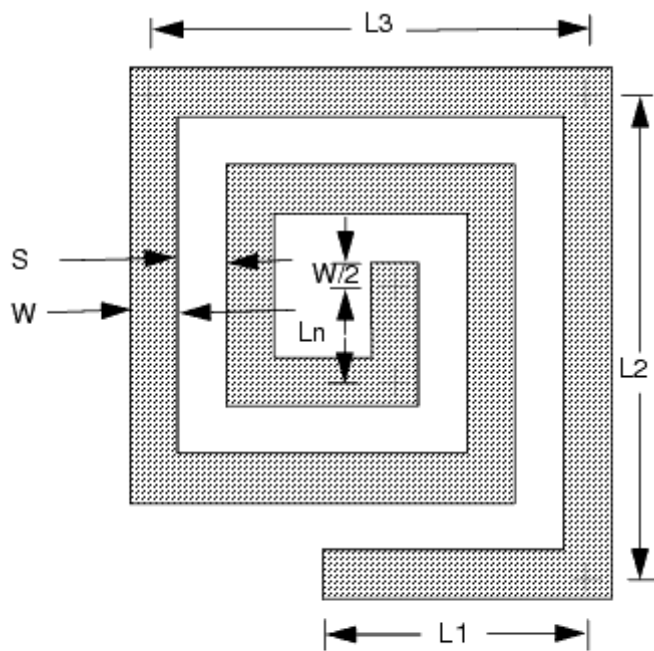
5. Αν η παράμετρος L_n είναι set στο 0, συμπεραίνουμε ότι θα έχουμε πλήρως μήκος. Το πλήρες μήκος (L_{nmax}) είναι τέτοιο ,ώστε η απόσταση από το σημείο επαφής μέχρι την εσωτερική ακμή του τέταρτου από το τελευταίο τμήμα, είναι $S+W/2$.
Αν N_s είναι άρτιος : $L_{nmax} = L_2 - (N_s - 2) \times (W + S)/2$
Αν N_s είναι περιττός : $L_{nmax} = L_3 - (N_s - 3) \times (W + S)/2$
6. Αν $W_u = 0$, το φαινόμενο της υπόγειας γραμμής αγωγού δεν προσομοιώνεται.
7. Για γραμμική ανάλυση, μικροκυματικοί επαγωγοί μοντελοποιούνται χρησιμοποιώντας RLC κύκλωμα.
8. Για ανάλυση περιέλιξης, χρησιμοποιείται το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων.
9. Στο σχεδιασμό, ο επαγωγός σε μορφή σπирάλ βρίσκεται ουσιαστικά στο στρώμα που συνδέεται με τη παράμετρο LayerName[1] του MSUBST3 στοιχείου το οποίο αναφέρεται σε ένα άλλο στοιχείο στο MRINDELM. Η υπόγεια γραμμή βρίσκεται επίσης στο στρώμα που συνδέεται με τη παράμετρο LayerName [2] του MSUBST3 στοιχείου το οποίο αναφέρεται σε ένα άλλο στοιχείο στο MRINDELM. Για σκοπούς σχεδίασης το τελευταίο τμήμα (LN) σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιμηκυνθεί η απόσταση κατά $W/2$ πέρα από τη σημείο αναφοράς. Αυτό επιτρέπει ενός τετράγωνου τμήματος $W \times W$, στο οποίο η υπόγεια σύνδεση είναι κεντραρισμένη. Η μετάβαση αυτή έχει ως μοναδικό σκοπό τη μοντελοποίηση στο Momentum και δεν λαμβάνεται υπόψιν στη προσομοίωση του κυκλώματος. Για την μετάβαση στο pin 2, αν η γωνία της “αερογέφυρας “ είναι 0 ή 45, τότε το πλάτος της μετάβασης είναι ίσο με το πλάτος της “αερογέφυρας”. Εν αντιθέσει αν η γωνία είναι 90, τότε το πλάτος της μετάβασης είναι ίσο με το πλάτος του επαγωγικού τμήματος
10. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
11. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.

II.6 MRINDNBR (Microstrip Rectangular Inductor (No Bridge))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
Ns	Αριθμός τμημάτων	Ακέραιος	7
L1	Μήκος πρώτου τμήματος	mil	15.0
L2	Μήκος δεύτερου τμήματος	mil	10.0
L3	Μήκος τρίτου τμήματος	mil	8.0
Ln	Μήκος τελευταίου τμήματος	mil	0
W	Πλάτος αγωγού	mil	1.0

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
S	Απόσταση αγωγού	mil	1.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

Range of Usage

$$W > 0$$

$$S > 0$$

$$\frac{W + S}{2} \leq Ln \leq Lnmax$$

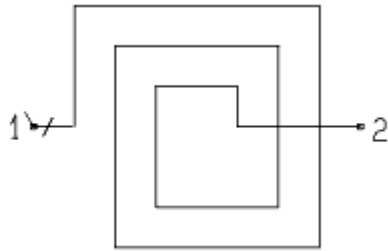
Όπου $Lnmax$ είναι το ολόκληρο μήκος του τελευταίου τμήματος.

Παρατηρήσεις

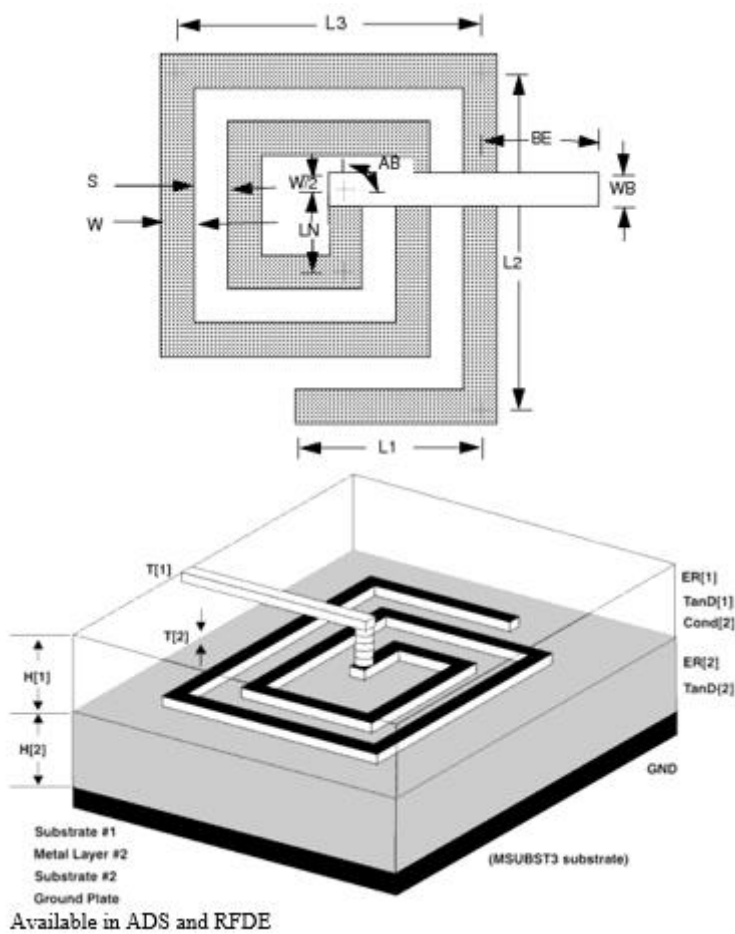
1. Το μοντέλο αυτό είναι το ίδιο με το MRIND. Με τη μόνη διαφορά ότι σε αυτό το στοιχείο δεν περιλαμβάνεται σύνδεση από το κέντρο του επαγωγού προς το εξωτερικό του.
2. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων για αυτό το στοιχείο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger.
3. Κάθε κομμάτι του σπιδράλ μοντελοποιείται ως C-L-C π-τομέας με αμοιβαία επαγωγική σύνδεση σε όλα τα υπόλοιπα παράλληλα κομμάτια συμπεριλαμβανομένου του εικονικού σπιδράλ. Οι επαγωγικοί υπολογισμοί περιλαμβάνουν end-φαινόμενα και διαφοροποιημένα μήκη των συνδεδεμένων κομματιών. Η εξάρτηση της συχνότητας του skin φαινομένου περιέχονται στους υπολογισμούς για τις απώλειες του αγωγού. Μια ομαλή μετάβαση παρέχεται από την dc αντίσταση στην αντίσταση λόγω skin φαινομένων σε υψηλές συχνότητες. Απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς απωλειών.
4. Αν η παράμετρος Ln είναι set στο 0, συμπεραίνουμε ότι θα έχουμε πλήρως μήκος. Το πλήρες μήκος ($Lnmax$) είναι τέτοιο, ώστε η απόσταση από το σημείο επαφής μέχρι την εσωτερική ακμή του τέταρτου από το τελευταίο τμήμα, είναι $S+W/2$.
Αν Ns είναι άρτιος : $Lnmax = L2 - (Ns - 2) \times (W + S)/2$
Αν Ns είναι περιττός : $Lnmax = L3 - (Ns - 3) \times (W + S)/2$
5. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
6. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
7. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
8. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C.
9. Για σκοπούς σχεδίασης το τελευταίο τμήμα (LN) σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιμηκυνθεί η απόσταση κατά $W/2$ πέρα από τη σημείο αναφοράς. Αυτό επιτρέπει ενός τετράγωνου τμήματος $W \times W$, στο οποίο η υπόγεια σύνδεση είναι κεντραρισμένη

II.7 MRINDSBR (Microstrip Rectangular Inductor (Strip Bridge, 3-Layer Substrate))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
Ns	Αριθμός τμημάτων	Ακέραιος	7
L1	Μήκος πρώτου τμήματος	mil	11.4

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
L2	Μήκος δεύτερου τμήματος	mil	9.4
L3	Μήκος τρίτου τμήματος	mil	7.4
Ln	Μήκος τελευταίου τμήματος	mil	0
W	Πλάτος αγωγού	mil	0.45
S	Απόσταση αγωγού	mil	0.35
Wb	Πλάτος γέφυρα-γραμμή του αγωγού	mil	0.45
Ab	Γωνία εκκίνησης από το ενδότερο τμήμα	deg	0.0
Be	Προέκταση της γέφυρας πέρα από τον επαγωγέα	mil	4.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$W > 0$$

$$S > 0$$

$$AB = 0^\circ, 45^\circ, \text{ or } 90^\circ$$

AB must be 90° if last segment is less than full length

$$\frac{W + S}{2} \leq LN \leq LN_{max}$$

Όπου LN_{max} είναι το ολόκληρο μήκος του τελευταίου τμήματος.

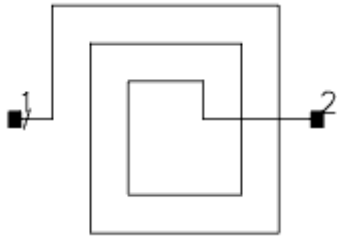
Παρατηρήσεις

1. Ο επαγωγός μοντελοποιείται όταν εκτυπώνεται σε ένα υπόστρωμα που περιγράφεται από το MSUBST3. Η γραμμή της γέφυρας μοντελοποιείται όταν εκτυπώνεται σε ένα διηλεκτρικό που επίσης περιγράφεται από το MSUBST3.
2. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο το οποίο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger
3. Κάθε κομμάτι του σπιδάλ μοντελοποιείται ως C-L-C π-τομέας με αμοιβαία επαγωγική σύνδεση σε όλα τα υπόλοιπα παράλληλα κομμάτια συμπεριλαμβανομένου του εικονικού σπιδάλ. Οι επαγωγικοί υπολογισμοί περιλαμβάνουν end-φαινόμενα και διαφοροποιημένα μήκη των συνδεδεμένων κομματιών. Η εξάρτηση της συχνότητας του skin φαινομένου περιέχονται στους υπολογισμούς για τις απώλειες του αγωγού. Μια ομαλή μετάβαση παρέχεται από την dc αντίσταση στην αντίσταση λόγω skin φαινομένων σε υψηλές συχνότητες. Απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς απωλειών. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
4. Η γέφυρα του αγωγού συνδέεται στο ενδότερο τμήμα και διασχίζει το σπιδάλ από την κορυφή. Η γέφυρα είναι χωρητικά συνδεδεμένη με κάθε τμήμα του σπιδάλ που διασταυρώνεται.

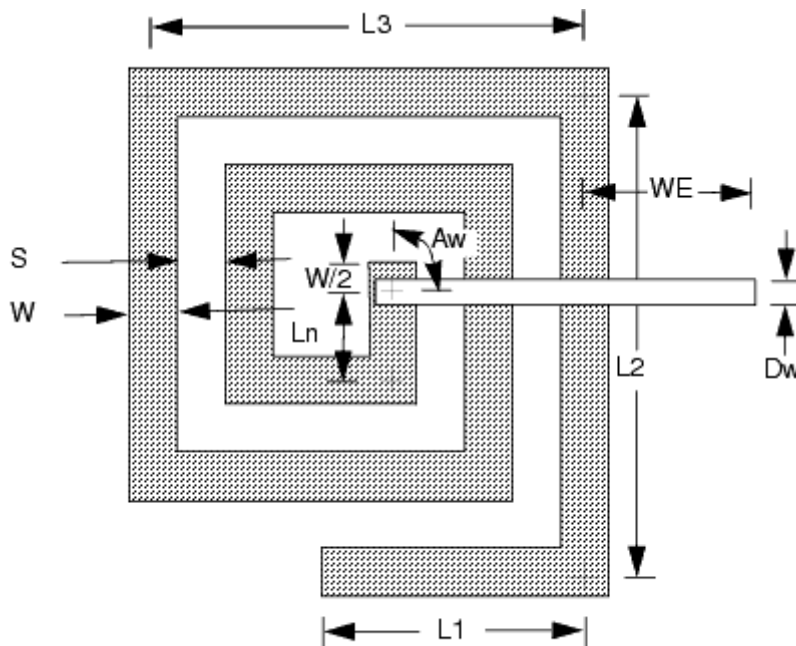
5. Αν η παράμετρος L_n είναι set στο 0, συμπεραίνουμε ότι θα έχουμε πλήρως μήκος. Το πλήρες μήκος (L_{nmax}) είναι τέτοιο, ώστε η απόσταση από το σημείο επαφής μέχρι την εσωτερική ακμή του τέταρτου από το τελευταίο τμήμα, είναι $S+W/2$.
Αν N_s είναι άρτιος : $L_{nmax} = L_2 - (N_s - 2) \times (W + S)/2$
Αν N_s είναι περιττός : $L_{nmax} = L_3 - (N_s - 3) \times (W + S)/2$
6. Αν το $W_b = 0$, το φαινόμενο της αγωγιμής γραμμής στη γέφυρα δεν προσομοιώνεται.
7. Για γραμμική ανάλυση, μικροκυματικοί επαγωγικοί μοντελοποιούνται χρησιμοποιώντας RLC κύκλωμα.
8. Για ανάλυση περιέλιξης, χρησιμοποιείται το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων.
9. Στο σχεδιασμό, ο επαγωγός σε μορφή σπирάλ βρίσκεται ουσιαστικά στο στρώμα που συνδέεται με τη παράμετρο LayerName[1] του MSUBST3 στοιχείου το οποίο αναφέρεται σε ένα άλλο στοιχείο στο MRINDELM. Η υπόγεια γραμμή βρίσκεται επίσης στο στρώμα που συνδέεται με τη παράμετρο LayerName [2] του MSUBST3 στοιχείου το οποίο αναφέρεται σε ένα άλλο στοιχείο στο MRINDELM. Για σκοπούς σχεδίασης το τελευταίο τμήμα (LN) σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιμηκυνθεί η απόσταση κατά $W/2$ πέρα από τη σημείο αναφοράς. Αυτό επιτρέπει ενός τετράγωνου τμήματος $W \times W$, στο οποίο η υπόγεια σύνδεση είναι κεντραρισμένη. Η μετάβαση αυτή έχει ως μοναδικό σκοπό τη μοντελοποίηση στο Momentum και δεν λαμβάνεται υπόψιν στη προσομοίωση του κυκλώματος. Για την μετάβαση στο pin 2, αν η γωνία της “αερογέφυρας” είναι 0 ή 45, τότε το πλάτος της μετάβασης είναι ίσο με το πλάτος της “αερογέφυρας”. Εν αντιθέσει αν η γωνία είναι 90, τότε το πλάτος της μετάβασης είναι ίσο με το πλάτος του επαγωγικού τμήματος
10. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
11. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.

II.8 MRINDWBR (Microstrip Rectangular Inductor (Wire Bridge))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
Ns	Αριθμός τμημάτων	Ακέραιος	7
L1	Μήκος πρώτου τμήματος	mil	11.4
L2	Μήκος δεύτερου τμήματος	mil	9.4
L3	Μήκος τρίτου τμήματος	mil	7.4
Ln	Μήκος τελευταίου τμήματος	mil	0
W	Πλάτος αγωγού	mil	0.45
S	Απόσταση αγωγού	mil	0.35

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Dw	Διάμετρος κυκλικού καλωδίου γέφυρας	mil	0.4
Rb	Αντίσταση καλωδίου γέφυρας	mil	0.1
Hw	Ύψος καλωδίου γέφυρας πάνω από τον επαγωγέα.	mil	15.0
Aw	Γωνία αναχώρησης από το ενδότερο τμήμα	deg	0.0
WE	Προέκταση της γέφυρας πέρα από τον επαγωγό	mil	4.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$W > 0$$

$$S > 0$$

$$Aw = 0^\circ, 45^\circ, \text{ or } 90^\circ$$

Aw must be 90° if last segment is less than full length

$$\frac{W + S}{2} \leq Ln \leq Ln_{max}$$

Όπου Ln_{max} είναι το ολόκληρο μήκος του τελευταίου τμήματος.

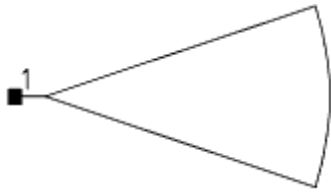
Παρατηρήσεις

1. Αυτός ο επαγωγέας μοντελοποιείται όταν εκτυπώνεται σε υπόστρωμα που περιγράφεται από το Subst. Η “αερογέφυρα” παίρνει τη μορφή κυκλικού καλωδίου το οποίο συνδέει το κέντρο του σπιδράλ με το εξωτερικό του.
2. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο το οποίο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger
3. Κάθε κομμάτι του σπιδράλ μοντελοποιείται ως C-L-C π-τομέας με αμοιβαία επαγωγική σύνδεση σε όλα τα υπόλοιπα παράλληλα κομμάτια συμπεριλαμβανομένου του εικονικού σπιδράλ. Οι επαγωγικοί υπολογισμοί περιλαμβάνουν end-φαινόμενα και διαφοροποιημένα μήκη των συνδεδεμένων κομματιών. Η εξάρτηση της συχνότητας του skin φαινομένου περιέχονται στους υπολογισμούς για τις απώλειες του αγωγού. Μια ομαλή μετάβαση παρέχεται από την dc αντίσταση στην αντίσταση λόγω skin φαινομένων σε υψηλές συχνότητες. Απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς απωλειών. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
4. Αν η παράμετρος Ln είναι set στο 0, συμπεραίνουμε ότι θα έχουμε πλήρως μήκος. Το πλήρες μήκος (Ln_{max}) είναι τέτοιο, ώστε η απόσταση από το σημείο επαφής μέχρι την εσωτερική ακμή του τέταρτου από το τελευταίο τμήμα, είναι $S+W/2$.
Αν Ns είναι άρτιος : $Ln_{max} = L2 - (Ns - 2) \times (W + S)/2$
Αν Ns είναι περιττός : $Ln_{max} = L3 - (Ns - 3) \times (W + S)/2$
5. Αν το $Dw = 0$, το φαινόμενο του καλωδίου-γέφυρα δεν προσομοιώνεται.
6. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.

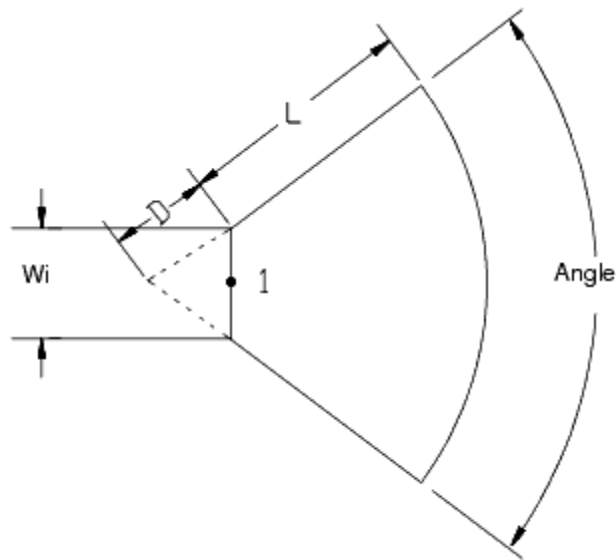
7. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
8. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
9. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος “Temp” στους -273.15°C .
10. Στο σχεδιασμό, τα σπирάλ τμήματα βρίσκονται ουσιαστικά στο στρώμα που συνδέεται με τη παράμετρο Cond1 του MSUB στοιχείου. Το καλώδιο της γέφυρας βρίσκεται στο bond στρώμα. Για σκοπούς σχεδίασης το τελευταίο τμήμα (LN) σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να επιμηκυνθεί η απόσταση κατά $W/2$ πέρα από τη σημείο αναφοράς. Αυτό επιτρέπει ενός τετράγωνου τμήματος $W \times W$, στο οποίο η υπόγεια σύνδεση είναι κεντραρισμένη. Η μετάβαση αυτή έχει ως μοναδικό σκοπό τη μοντελοποίηση στο Momentum και δεν λαμβάνεται υπ’όψιν στη προσομοίωση του κυκλώματος. Για την μετάβαση στο pin 2, αν η γωνία της “αερογέφυρας” είναι 0 ή 45, τότε το πλάτος της μετάβασης είναι ίσο με το πλάτος της “αερογέφυρας”. Εν αντιθέσει αν η γωνία είναι 90, τότε το πλάτος της μετάβασης είναι ίσο με το πλάτος του επαγωγικού τμήματος.

II.9 MRSTUB (Microstrip Radial Stub)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
WI	Πλάτος γραμμής εισόδου	mil	25.0
L	Μήκος κορμού	mil	100.0
Angle	Γωνία που έχει υποβληθεί από το κορμό	mil	70
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$\epsilon_r \leq 128$$

$$10^\circ \leq \text{Angle} \leq 170^\circ$$

$$0.01 \leq \frac{W_i}{H} \leq 100$$

$$0.01 \times H \leq (L + D) \times \text{Angle (radians)} \leq 100 \times H$$

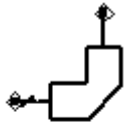
Όπου ϵ_r διηλεκτρική σταθερά και H πάχος υποστρώματος.

Παρατηρήσεις

1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο συχνοτήτων είναι μια μικροκυματική γραμμή μακρό-μοντέλου που έχει αναπτυχθεί από την Agilent. Ο ακτινικός κορμός κατασκευάστηκε από μια σειρά από ευθεία μικροκυματικά τμήματα ποικίλων πλατών όπου σχηματίζουν όλα μαζί μια διάταξη cascade. Η μικροκυματική γραμμή είναι το MLIN μοντέλο. Ο αριθμός των τμημάτων είναι ανάλογος της συχνότητας. Φαινόμενα διασποράς στα μικροκυματικά τμήματα περιλαμβάνονται. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο συχνοτήτων δεν υφίσταται απώλειες.
2. MRSTUB πρέπει να χρησιμοποιείται με MTEE ή MCROS όταν χρησιμοποιείται σαν κορμός σε διακλάδωση με γραμμή μεταφοράς.
3. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
4. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
5. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
6. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C .

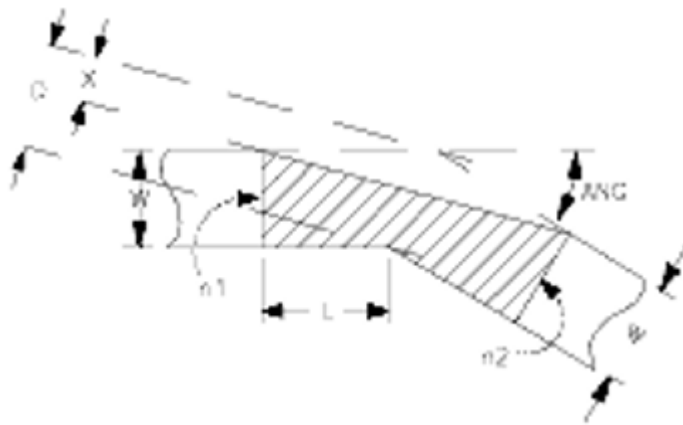
II.10 MSABND_MDS (Arbitrary Angled-Chamfer Bend)

Σύμβολο



MSABND_MDS
 Bend1
 Subst="MSub1"
 W=10.0 mil
 Angle=45
 M=0.5

Παρουσίαση



Physical Layout

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W	Πλάτος αγωγού	mil	10.0
Angle	Γωνία κλίσης	deg	45
M	Militer = X/D Για M μικρότερο από $\sin^2(\text{ang}/2)$, το επίπεδο αναφοράς βρίσκεται στην εσωτερική γωνία της κλίσης. Για M μεγαλύτερο από $\sin^2(\text{ang}/2)$, το επίπεδο αναφοράς αφαιρείται από μια απόσταση L από την εσωτερική γωνία της κλίσης, όπου :	Καμία	0.5

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
	$L = \frac{W}{\sin(ANG)} \times (2M + \cos(ANG) - 1)$		

Εύρος Χρήσης

$1 \leq \epsilon_r \leq 50$ (ϵ_r = διηλεκτρική σταθερά υποστρώματος)

Αν M είναι 0.5 και ang είναι 90 μοίρες, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί το μοντέλο κλίσης MSBEND.

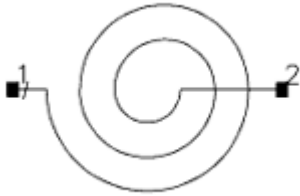
Αν M είναι 0.0 και ang είναι 90 μοίρες, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί το μοντέλο κλίσης MSCRNR.

Παρατηρήσεις

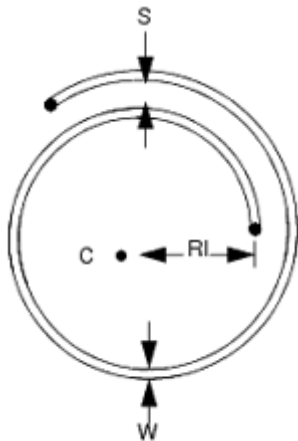
1. Ένα υπόστρωμα πρέπει να ονομαστεί στο SUBST πεδίο και ένας ορισμός της μικροταινίας υποστρώματος που αντιστοιχεί σε αυτό όνομα πρέπει να εμφανίζεται στη σελίδα του κυκλώματος.

II.11 MSIND (Microstrip Round Spiral inductor)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
N	Αριθμός στροφών (δεν χρειάζεται να είναι ακέραιος)	Καμία	2
Ri	Εσωτερική ακτίνα μετρούμενη στο κέντρο του αγωγού	mil	30.0
W	Πλάτος αγωγού	mil	10.0
S	Απόσταση αγωγού	mil	10.0
W1	Πλάτος γραμμής που συνδέει το pin 1	mil	0.0
WB	Πλάτος γραμμής που συνδέει το pin 2	mil	0.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$R_i > W/2$$

$$N > 1$$

Παρατηρήσεις

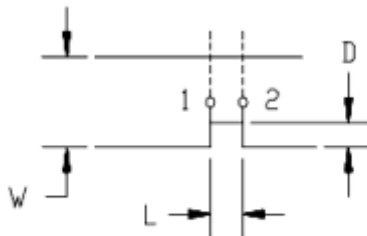
1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο συχνοτήτων είναι βαθυπερατή δομή, σε σειρά R-L και σε διακλάδωση με C. Κάθε R-L-C τμήμα αντιστοιχεί σε μία στροφή του επαγωγέα. Ο επαγωγέας L κάθε τμήματος υπολογίζεται από τις φόρμουλες των Remke και Burdick, όπου περιλαμβάνουν στρώμα γείωσης επαγωγής. Οι φόρμουλες που έχουν δοθεί από τον Pettenraul και τους συνεκδότες του υπολογίζουν την συνολική σε σειρά αντίσταση R. Αυτές οι φόρμουλες προσδίδουν μια ομαλή μετάβαση από την dc αντίσταση σε αντίσταση λόγω skin φαινομένων σε υψηλές συχνότητες. Η τιμή της διακλαδωμένης χωρητικότητας βασίζεται θεωρία της συνδεδεμένης γραμμής μεταφοράς. Διηλεκτρικές απώλειες δεν προσμετρούνται.
2. R_i μετριέται στο κέντρο του αγωγού.
3. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
4. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
5. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
6. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C .

II.12 MSLIT (Microstrip Slit)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W	Πλάτος	mil	25.0
D	Βάθος σχισμής	mil	15.0
L	Μήκος σχισμής	mil	10.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$\overline{D} \leq (0.9 \times W) \text{ or } (W - 0.01 \times H)$$

$$L < \frac{\lambda}{10}$$

$$L \leq H$$

$$0.01 \leq \frac{W}{H} \leq 100$$

Όπου λ μήκος κύματος διηλεκτρικού και H πάχος υποστρώματος.

Παρατηρήσεις

1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων περιέχει ένα στατικό και ισοδύναμο κύκλωμα. Οι παράμετροι του ισοδύναμου κυκλώματος υπολογίζονται βάσει των εκφράσεων που έχουν δοθεί από τον Hoefler. Το επίπεδο αναφοράς του μοντέλου βρίσκεται στο κέντρο της σχισμής. Δυο επίπεδα αναφοράς μπορούν προστεθούν έτσι ώστε να με μετακινήσουν το αρχικό επίπεδο αναφοράς στην εξωτερική ακμή της

σχισμής, για να συμβαδίζει με τις διαστάσεις του σχεδίου. Αυτά τα επίπεδα αναφοράς μοντελοποιούνται χρησιμοποιώντας το MLIN μοντέλο το οποίο περιέχει απώλειες και διασπορά. Τα χαρακτηριστικά της μικροκυματικής γραμμής υπολογίζονται βασισμένα στα πλάτη της σχισμής W-D. Οι φόρμουλες δίνονται παρακάτω, όπου Z_0 και ϵ_{eff} υπολογίζονται για το πλάτος W, Z_0 και ϵ_{eff} υπολογίζονται για τα πλάτη W-D και C_{gap} είναι η χωρητικότητα του κενού που σχετίζεται με το μήκος του κενού L και το πλάτος 2D.

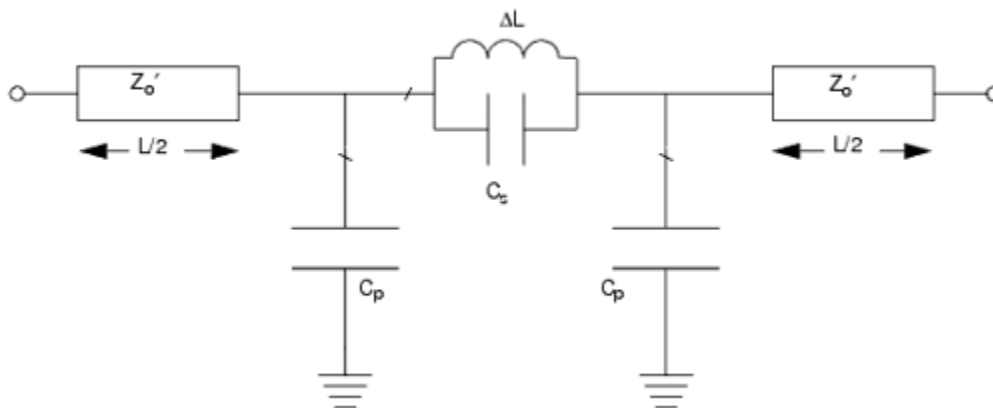
$$\frac{\Delta L}{H} = \frac{\pi\mu_0}{2} \left(1 - \frac{Z_0}{Z_0'} \sqrt{\epsilon_{eff}} \right)$$

$$C_s = \frac{C_{gap}}{2}$$

$$C_p = \frac{\sqrt{\epsilon_{eff}'} L}{2c_0 Z_0'}$$

2. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
3. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
4. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
5. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C .

Ισοδύναμο Κύκλωμα



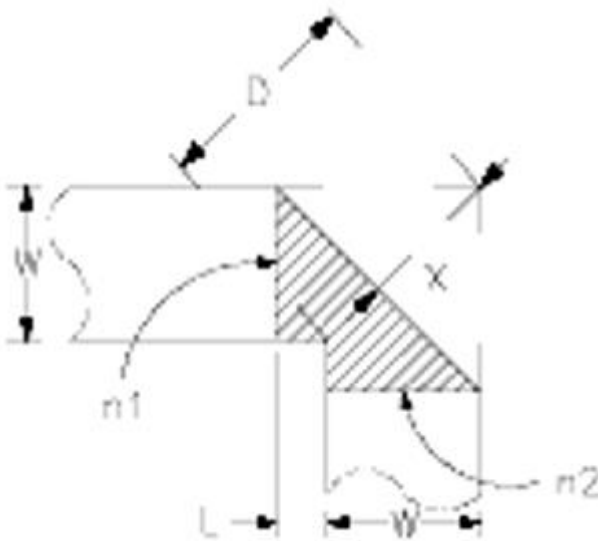
II.13 MSOBND_MDS (Optimally Chamfered Bend (90-degree))

Σύμβολο



Available in ADS

Παρουσίαση



Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W	Πλάτος αγωγού	mil	10.0

Εύρος Χρήσης

$$2.5 \leq E_r \leq 25 \quad (E_r = \text{substrate dielectric constant})$$

$$\text{Frequency (GHz)} \times H \text{ (mm)} \leq 24$$

$$0.3 < W/H < 2.75$$

Παρατηρήσεις

1. Αυτό το στοιχείο με την κλίση 90 μοιρών το οποίο είναι λοξοτομημένο σύμφωνα με αυτή τη φόρμουλα :

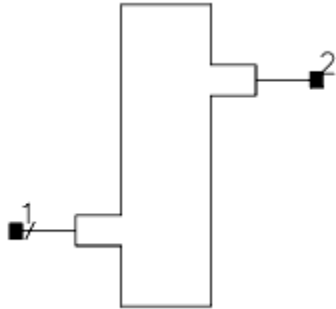
$$M = 52 + 65 \left[\exp \left(-1.35 \frac{W}{H} \right) \right]$$

$$M = \frac{X}{D} 100$$

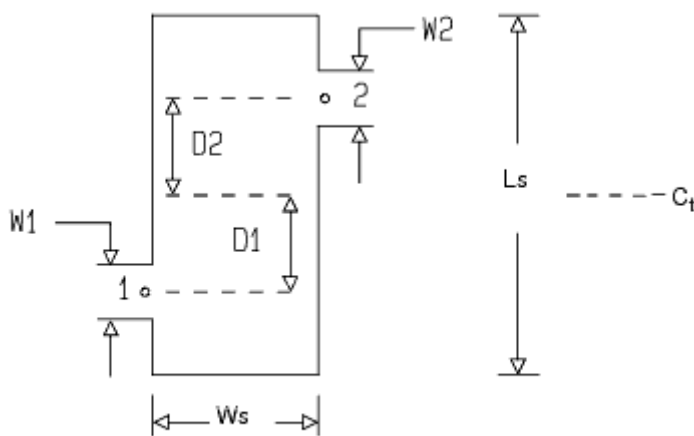
Τέλος ένα υπόστρωμα πρέπει να ονομαστεί στο SUBST πεδίο και ένας ορισμός αυτού του υποστρώματος πρέπει να εμφανίζεται στη σελίδα του κυκλώματος.

II.14 MSOP (Microstrip Symmetric Pair of Open Stubs)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W1	Πλάτος γραμμής εισόδου	mil	10.0
D1	Απόσταση μεταξύ των κεντρικών γραμμών της γραμμής εισόδου και του κορμού	mil	5.0
W2	Πλάτος γραμμής εξόδου	mil	10.0
D2	Απόσταση μεταξύ των κεντρικών γραμμών της γραμμής εξόδου και του κορμού	mil	5.0
Ws	Πλάτη των κορμών	mil	10.0
Ls	Συνδυασμένα μήκη των κορμών	mil	30.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$0.01 < \frac{W1}{H} < 100$$

$$0.01 < \frac{W2}{H} < 100$$

$$0.01 < \frac{Ws}{H}$$

$$Ls > |D1+D2| + \frac{(W1+W2)}{2}$$

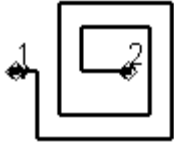
όπου H πάχος υποστρώματος.

Παρατηρήσεις

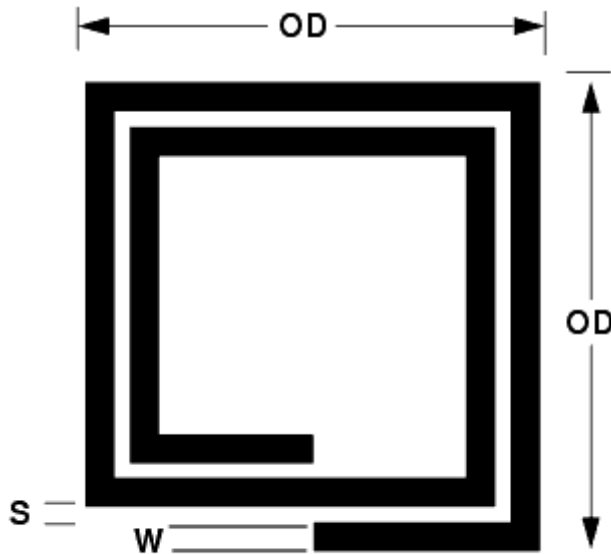
1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων παραβλέπει τις απώλειες του αγωγού και τις διηλεκτρικές, καθώς και το πάχος του μετάλλου.
2. Ένα θετικό(αρνητικό) D1 υπονοεί ότι η γραμμή εισόδου είναι κάτω (πάνω) από το κέντρο του κορμού.
Ένα θετικό(αρνητικό) D2 υπονοεί ότι η γραμμή εισόδου είναι κάτω (πάνω) από το κέντρο του κορμού.
3. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλου στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
4. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
5. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
6. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C.

II.15 MSSPLC_MDS (MDS Microstrip Center-Fed Rectangular Spiral Inductor)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
N	Αριθμός των στροφών	Ακέραιος	2
OD	Ολική διάσταση, $OD_{min} > (2N+1) \times (W+S)$	mil	5.0
W	Πλάτος αγωγού, $OD_{min} > (2N+1) \times (W+S)$	mil	5.0
S	Απόσταση αγωγού, $OD_{min} > (2N+1) \times (W+S)$	mil	50.0

Εύρος Χρήσης

$$OD > (2N+1) (W+S)$$

$$Er < 50$$

$$10 H > W > 0.1 H$$

$$10 H > S > 0.1 H$$

Συχνότητα $< 2 f_0$, όπου f_0 είναι η συχνότητα του ανοιχτού κυκλώματος του επαγωγέα
Συχνότητα (GHz) x H(mm) ≤ 25

Παρατηρήσεις

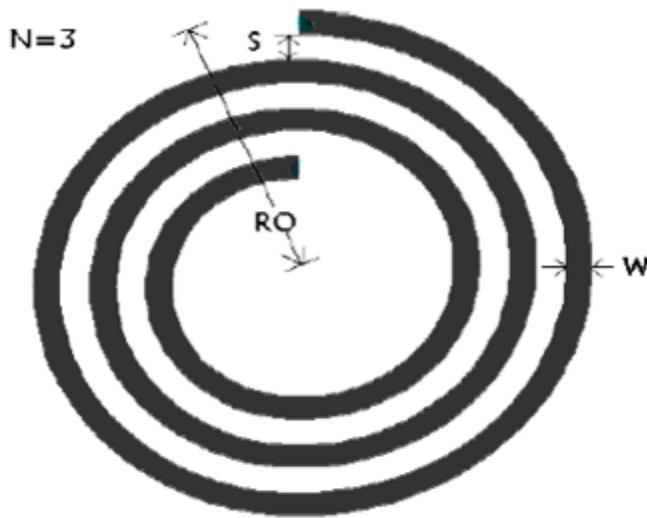
1. Ο θόρυβος που παρουσιάζεται από το στοιχείο παρουσιάζεται σε όλες τις προσομοιώσεις.

II.16 MSSPLR_MDS (MDS Microstrip Round Spiral Inductor)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
N	Αριθμός των στροφών, $Ro_min > (N+0.5) \times (W+S)$	Ακέραιος	3
Ro	Εξωτερική κλίση, $Ro_min > (N+0.5) \times (W+S)$	mil	62.0
W	Πλάτος αγωγού, $Ro_min > (N+0.5) \times (W+S)$	mil	4.0
S	Απόσταση αγωγού, $Ro_min > (N+0.5) \times (W+S)$	mil	2.0

Εύρος Χρήσης

$$RO > (N+0.5) (W+S)$$
$$1 < \epsilon_r < 50$$
$$10 H > W > 0.1 H$$
$$10 H > S > 0.1 H$$

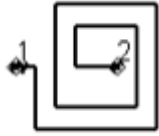
Συχνότητα $< 2 f_0$, όπου f_0 είναι η συχνότητα του ανοιχτού κυκλώματος του επαγωγέα
Συχνότητα (GHz) x H(mm) ≤ 25

Παρατηρήσεις

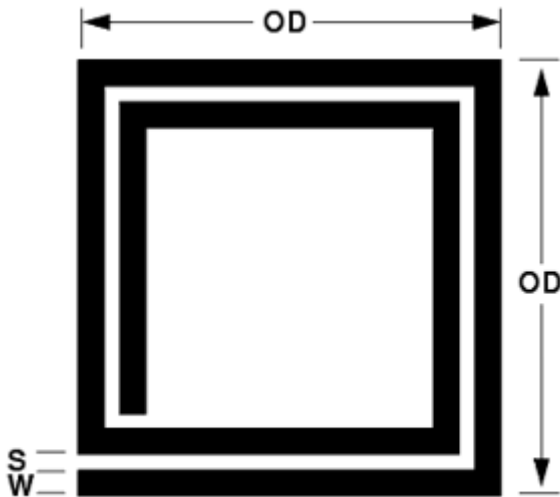
1. Ο θόρυβος που παρουσιάζεται από το στοιχείο παρουσιάζεται σε όλες τις προσομοιώσεις.

II.17 MSSPLS_MDS (MDS Microstrip Side-Fed Rectangular Spiral Inductor)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
N	Αριθμός των στροφών, $OD_{min} > (2N+1) \times (W+S)$	Ακέραιος	2
OD	Ολική διάσταση, $OD_{min} > (2N+1) \times (W+S)$	mil	2.0
W	Πλάτος αγωγού, $OD_{min} > (2N+1) \times (W+S)$	mil	62.0
S	Απόσταση αγωγού, $OD_{min} > (2N+1) \times (W+S)$	mil	4.0

Εύρος Χρήσης

$$OD > (2N+1) (W+S)$$

$$E_r < 50$$

$$10 H > W > 0.1 H$$

$$10 H > S > 0.1 H$$

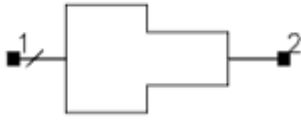
Συχνότητα $< 2 f_0$, όπου f_0 είναι η συχνότητα του ανοιχτού κυκλώματος του επαγωγέα
Συχνότητα (GHz) x H(mm) ≤ 25

Παρατηρήσεις

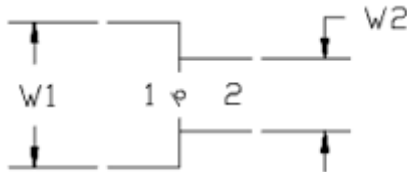
1. Ο θόρυβος που παρουσιάζεται από το στοιχείο παρουσιάζεται σε όλες τις προσομοιώσεις.

II.18 MSTEP (Microstrip Step in Width)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W1	Πλάτος αγωγού στο pin 1	mil	25.0
W2	Πλάτος αγωγού στο pin 2	mil	50.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$0.01 < \frac{W1}{H} < 100$$

$$0.01 < \frac{W2}{H} < 100$$

Όπου ϵ_r διηλεκτρική σταθερά και H πάχος υποστρώματος.

Παρατηρήσεις

1. Παρόλο που όλες οι αναφορές έχουν επικυρώσει ότι για $\epsilon_r \leq 10$, δεν σημαίνει ότι το μοντέλο είναι ανακριβής για $\epsilon_r > 10$. Μία προειδοποίηση θα εμφανιστεί για $\epsilon_r > 13.1$.
2. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι συμπληρωματικό ως προς το TEM οδηγό κύματος της ασυνέχειας. Κατά την παραγωγή, ο επίπεδος οδηγός κύματος θα αλλάξει σε ορθογώνιο οδηγό κύματος και η έκφραση για τη σειριακή επαγωγή, L_s , βασίζεται στην ανάλυση της συγκέντρωσης ρεύματος της ασυνέχειας. Αυτή η φόρμουλα αρχειοθετείται στο βιβλίο *Handbook of Microwave integrated Circuits* από τον R. Hoffman. Το επίπεδο αναφοράς, Δl , υπολογίζεται βασισμένο στα ηλεκτρικά πεδία στη μπροστινή ακμή του ευρύτερου αγωγού. Επιπλέον, η διασπορά υπολογίζεται μέσα στο μοντέλο.

3. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
4. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.
5. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος “Temp” στους -273.15°C .
6. Στο σχεδιασμό, MSTEP ευθυγραμμίζει τις κεντρικές γραμμές των λωρίδων.
7. Αν κανείς δημιουργήσει ένα αρχικό σχέδιο χρησιμοποιώντας layout και θέλει να χρησιμοποιήσει στοιχεία MSTEP, πρέπει αρχικά να τα αφήσει εκτός του layout. Πρέπει να δημιουργηθεί ένα σχηματικό από το layout χρησιμοποιώντας Schematic > Generate/Update Schematic από το παράθυρο του Layout. Τότε πρέπει να προστεθούν τα στοιχεία MSTEP μέσα στο σχηματικό. Μόλις τα MSTEP βρίσκονται μέσα στο σχηματικό, μπορεί κανείς να τα τοποθετήσει μέσα στο layout χρησιμοποιώντας Layout > Generate/Update Layout από το παράθυρο του σχηματικού. Αυτή η διαδικασία είναι απαραίτητη επειδή τα στοιχεία MSTEP έχουν δυο pin στην ίδια τοποθεσία στο layout και είναι πολύ δύσκολο χειροκίνητα να συνδεθεί το στοιχείο σωστά.

Ισοδύναμο Κύκλωμα

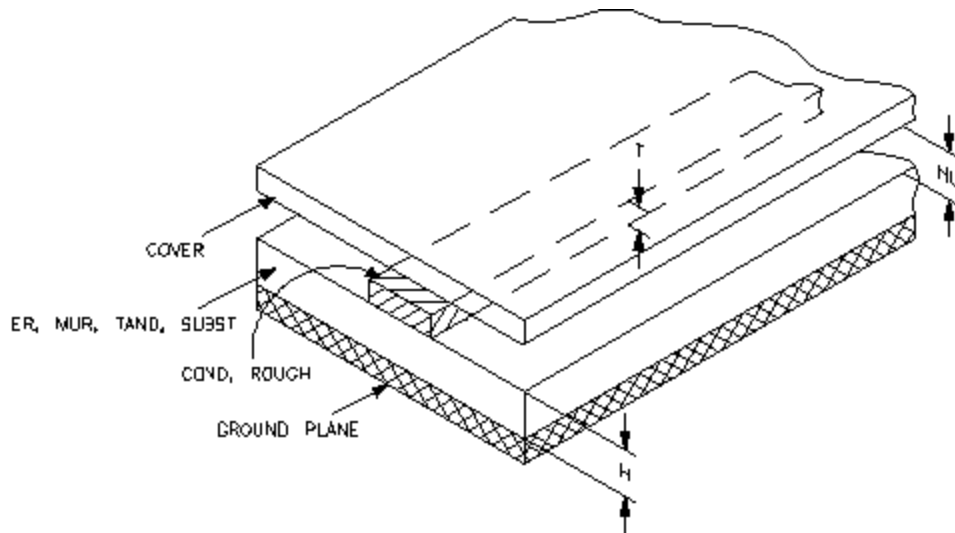


II.19 MSUB (Microstrip Substrate)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE
Supported via model include file in RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
H	Πάχος υποστρώματος	mil	10.0
Er	Σχετική διηλεκτρική σταθερά	Καμία	9.6
Mur	Σχετική Διαπερατότητα	Καμία	1
Cond	Αγωγιμότητα αγωγού	S/meter	1.0e+50
Hu	Ύψος Cover	Καμία	3.9e+034
T	Πάχος αγωγού	mil	0
TanD	Διηλεκτρικές απώλειες εφαιπτομένης	Καμία	0
Rough	Τραχύτητα επιφανείας αγωγού	mil	0
Cond1	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα πάνω στο οποίο θα σχεδιαστεί η μικροταινιακή επιμετάλλωση	Καμία	cond

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Cond2	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα πάνω στο οποίο θα σχεδιαστεί η “αερογέφυρα”	Καμία	cond2
Diel1	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα πάνω στο οποίο θα σχεδιαστούν οι περιοχές διηλεκτρικής χωρητικότητας	Καμία	diel
Diel2	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα πάνω στο οποίο θα σχεδιαστεί το νία μεταξύ των Cond και Cond2 μασκών	Καμία	diel2
Hole	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα πάνω στο οποίο χρησιμοποιείται το στρώμα του νία για γείωση	Καμία	hole
Res	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα πάνω στο οποίο θα σχεδιαστεί η ανθεκτική μάσκα	Καμία	resi
Bond	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα πάνω στο οποίο θα σχεδιαστεί η γέφυρα καλωδίου.	Καμία	bond

Μορφή Netlist

Οι δηλώσεις του μοντέλου υποστρώματος για τη κυκλωματική προσομοίωση στο ADS μπορούν να αποθηκευτούν σε εξωτερικό αρχείο.

Model substratename MSUB [parm=value]*

Η δήλωση του μοντέλου ξεκινάει με το προαπαιτούμενο keyword μοντέλο. Ακολουθεί το substratename το οποίο χρησιμοποιείται από τα μικροταινιακά στοιχεία για να αναφέρουν το μοντέλο. Η τρίτη παράμετρος δείχνει το τύπο του μοντέλου (στο συγκεκριμένο παράδειγμα έχουμε MSUB). Το υπόλοιπο κομμάτι του μοντέλου περιέχει παραμέτρους και τιμές, τα οποία διαχωρίζονται με το σύμβολο της ισότητας. Το όνομα της παραμέτρου του μοντέλου πρέπει να εμφανίζεται ακριβώς όπως φαίνεται στο πίνακα παραμέτρων. Οι παράμετροι του μοντέλου μπορούν να εμφανίζονται με οποιαδήποτε σειρά στη δήλωση μοντέλου.

Παράδειγμα :

Model Msub1 MSUB H=10 mil Er=9.6 Mur=1 Cond=1.0E50 \ Hu=3.9e+34 mil T=0 mil Tand=0 Rough=0 mil

Παρατηρήσεις

1. Το MSUB απαιτείται για όλα τα μικροταινιακά στοιχεία εκτός από τα MRINDSBR και MRINDELM.
2. Απώλειες αγωγού λαμβάνονται υπ’όψιν όταν $\text{Cond} < 4.1 \times 10^{17} \text{ S/m}$ και $T > 10^{-9}$. Η αγωγιμότητα του χρυσού είναι $4.1 \times 10^7 \text{ S/m}$ και του χαλκού είναι 5.8×10^7 .
3. Οι παράμετροι Cond1, Cond2, Diel1, Diel2, Hole, και Res ελέγχουν το στρώμα πάνω στο οποίο οι μάσκες σχεδιάζονται.
4. Η επίδραση του ύψους του μικροταινιακού Cover καθορίζεται από τη παράμετρο Hu. Τα στοιχεία MCFIL, MCLIN, MLEF, MLIN, MLOC, και MLSC υποστηρίζουν την επίδραση του μικροταινιακού Cover.

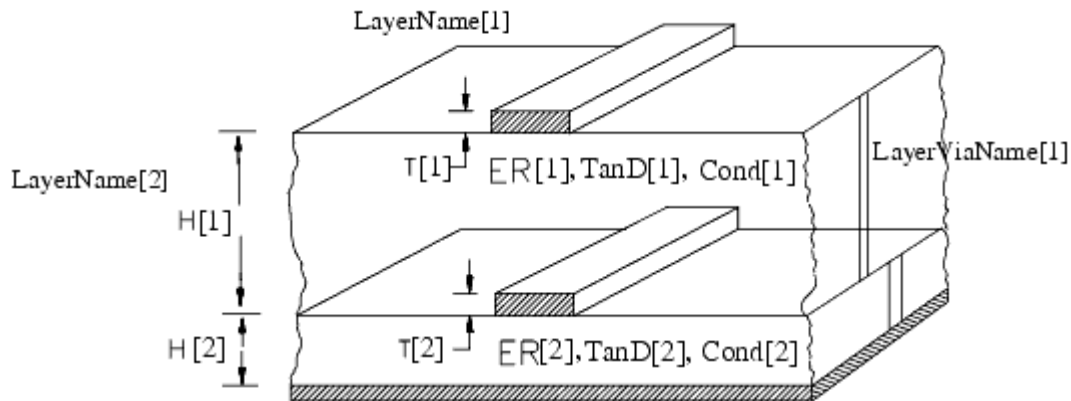
5. Αν η H_u παράμετρος του υποστρώματος είναι μικρότερη από $100 \times$ Πάχος_Υποστρώματος, οι παράμετροι Wall1 και Wall2 δεν πρέπει να αφήνονται κενοί στα MLEF, MLIN, MLOC, ή MLSC όταν χρησιμοποιείται MSUB, τότε θα προκύψουν ακατάλληλοι υπολογισμοί εμπέδησης.
6. Το μικροταινιακό cover χρησιμοποιεί μια perturbational τεχνική η οποία βασίζεται στην κατανάλωση μεγάλης τιμής ενέργειας στο υπόστρωμα μεταξύ αγωγού και της γείωσης. Έτσι συμπεραίνει ότι μια μικροταινιακή γραμμή βρίσκεται από κάτω του. Οι παράμετροι H_u και E_r δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε ακραίες περιπτώσεις όπου οι ρυθμίσεις του MLIN με sub και cover προσεγγίζουν μια stripline τοπολογία. Για αυτό το λόγο, H_u πρέπει πάντα να είναι πολύ μεγαλύτερο από τα H και T .
7. Η παράμετρος Rough χρησιμοποιείται στη ακόλουθη εξίσωση στο MDS και ADS :
 $Loss_factor = 1 + (2/\pi) \times \text{atan}(\omega \times We \times Rough^2)$
Όπου atan είναι το τόξο εφαπτομένης, We είναι ο παράγοντας της επιφανειακής τραχύτητας ο οποίος είναι σταθερός.
 $We = 0.7 \times U_0 \times U_r \times \sigma$
Όπου
 U_0 = σταθερά μαγνητικής διαπερατότητας
 U_r = σχετική μαγνητική διαπερατότητα
 Σ = σταθερά αγωγιμότητας ($4.1e7$ για χρυσό)
Έτσι εάν
Rough factor = 0, then $\text{atan}(0) = 0$ and so $Loss_factor = 1$
Αν
Rough factor = μεγάλος αριθμός, τότε $\text{atan}(\text{μεγάλος αριθμός}) =$ κοντά στο $\pi/2$
Έτσι $Loss_factor = 1 + 2/\pi \times (\pi/2) = 2$
Τότε $Loss_factor =$ μεταξύ 1 και 2 για Rough = από 0 μέχρι άπειρο
 $Loss(\alpha \text{ για αγωγό με επιφανειακή τραχύτητα}) = Loss(\alpha \text{ για τέλειο αγωγό}) \times Loss_factor$
 $a =$ εξασθένιση (nepers/m)

II.20 MSUBST3 (Microstrip 3-Layer Substrate)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Supported via model include file in RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Er[1]	Διηλεκτρική σταθερά	Καμία	4.5
H[1]	Ύψος υποστρώματος	mil	10
TanD[1]	Εφαπτομένη διηλεκτρικών απωλειών	Καμία	0
T[1]	Πάχος αγωγού	mil	0
Cond[1]	Αγωγιμότητα αγωγού	S/meter	1.0e+50
Er[2]	Διηλεκτρική σταθερά	Καμία	4.5
H[2]	Ύψος υποστρώματος	mil	10
TanD[2]	Εφαπτομένη διηλεκτρικών απωλειών	Καμία	0
T[2]	Πάχος αγωγού	Καμία	0
Cond[2]	Αγωγιμότητα αγωγού	S/meter	1.0e+50
LayerName[1]	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα που αντιστοιχεί στο cond	Καμία	cond

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
LayerName[2]	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα που αντιστοιχεί στο cond2	Καμία	cond2
LayerViaName[1]	(Για το σχεδιασμό) Στρώμα που αντιστοιχεί στη νία τρύπα	Καμία	diel2

Μορφή Netlist

Οι δηλώσεις του μοντέλου υποστρώματος για τη κυκλωματική προσομοίωση στο ADS μπορούν να αποθηκευτούν σε εξωτερικό αρχείο.

Model substratename Substrate N=3 \[parm=value\]*

Η δήλωση του μοντέλου ξεκινάει με το προαπαιτούμενο keyword μοντέλο. Ακολουθεί το substratename το οποίο χρησιμοποιείται από τα μικροταινιακά στοιχεία για να αναφέρουν το μοντέλο. Η τρίτη παράμετρος δείχνει το τύπο του μοντέλου (στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι το Substrate). Η τέταρτη παράμετρος δηλώνει ότι υπάρχει υπόστρωμα 3 στρωμάτων. Το υπόλοιπο κομμάτι του μοντέλου περιέχει παραμέτρους και τιμές, τα οποία διαχωρίζονται με το σύμβολο της ισότητας. Το όνομα της παραμέτρου του μοντέλου πρέπει να εμφανίζεται ακριβώς όπως φαίνεται στο πίνακα παραμέτρων. Οι παράμετροι του μοντέλου μπορούν να εμφανίζονται με οποιαδήποτε σειρά στη δήλωση μοντέλου.

Παράδειγμα :

```
model MSubst1 Substrate N=3 \
Er[1]=4.5 H[1]=10 mil TanD[1]=0 T[1]=0 mil Cond[1]=1.0E+50 \
Er[2]=4.5 H[2]=10 mil TanD[2]=0 T[2]=0 mil Cond[2]=1.0E+50
```

Παρατηρήσεις

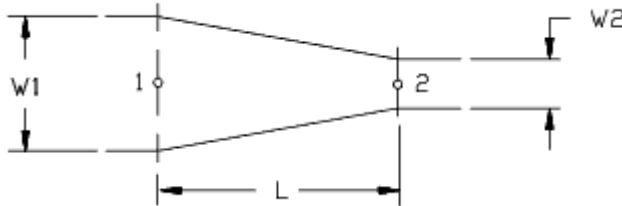
1. Το MSUBST3 απαιτείται για τα στοιχεία MRINDSBR και MRINDELM. MSUBST3 δεν χρησιμοποιείται για στοιχεία που χρησιμοποιούν μονά στρώματα μετάλλου. MSUBST3 είναι επιθυμητό να χρησιμοποιείται για MRINDSBR και MRINDELM αλλιώς θα παραχθούν σφάλματα σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί με άλλα στοιχεία.
2. Απώλειες αγωγού λαμβάνονται υπ'όψιν όταν $Cond < 4.1 \times 10^{17} \text{ S/m}$ και $T > 10^{-9}$. Η αγωγιμότητα του χρυσού είναι $4.1 \times 10^7 \text{ S/m}$ και του χαλκού είναι 5.8×10^7 .

II.21 MTAPER (Microstrip Width Taper)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W1	Πλάτος αγωγού στο pin 1	mil	25.0
W2	Πλάτος αγωγού στο pin 2	mil	20.0
L	Μήκος γραμμής	mil	100.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$E_r \leq 128$$

$$0.01 \times H \leq (W1, W2) \leq 100 \times H$$

Όπου E_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος.

Παρατηρήσεις

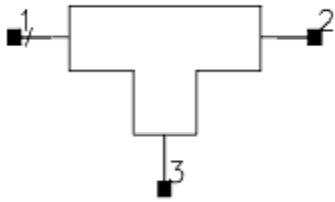
1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο συχνοτήτων είναι μια μικροκυματική γραμμή μακροί-μοντέλου που έχει αναπτυχθεί από την Agilent. Ο taper κατασκευάστηκε από μια σειρά από ευθεία μικροκυματικά τμήματα ποικίλων πλατών όπου σχηματίζουν όλα μαζί μια διάταξη cascade. Η μικροκυματική γραμμή είναι το MLIN μοντέλο. Ο αριθμός των τμημάτων είναι ανάλογος της συχνότητας. Φαινόμενα διασποράς,

απώλειες αγωγού και διηλεκτρικές απώλειες περιλαμβάνονται στα μικροταινιακά μοντέλα.

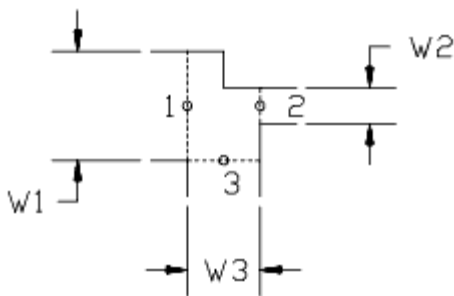
2. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλου στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
3. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
4. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.

II.22 MTEE (Microstrip T-Junction)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Ονομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name		
W1	Πλάτος αγωγού στο pin 1	mil	
W2	Πλάτος αγωγού στο pin 2	mil	
W3	Πλάτος αγωγού στο pin 3	mil	
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	

Εύρος Χρήσης

$$0.05 \times H \leq W1 \leq 10 \times H$$

$$0.05 \times H \leq W2 \leq 10 \times H$$

$$0.05 \times H \leq W3 \leq 10 \times H$$

$$Er \leq 20$$

$$W_{largest}/W_{smallest} \leq 5$$

Όπου $W_{largest}$, $W_{smallest}$ είναι τα μεγαλύτερα και μικρότερα πλάτη αντίστοιχα για τα $W1, W2$ και $W3$.

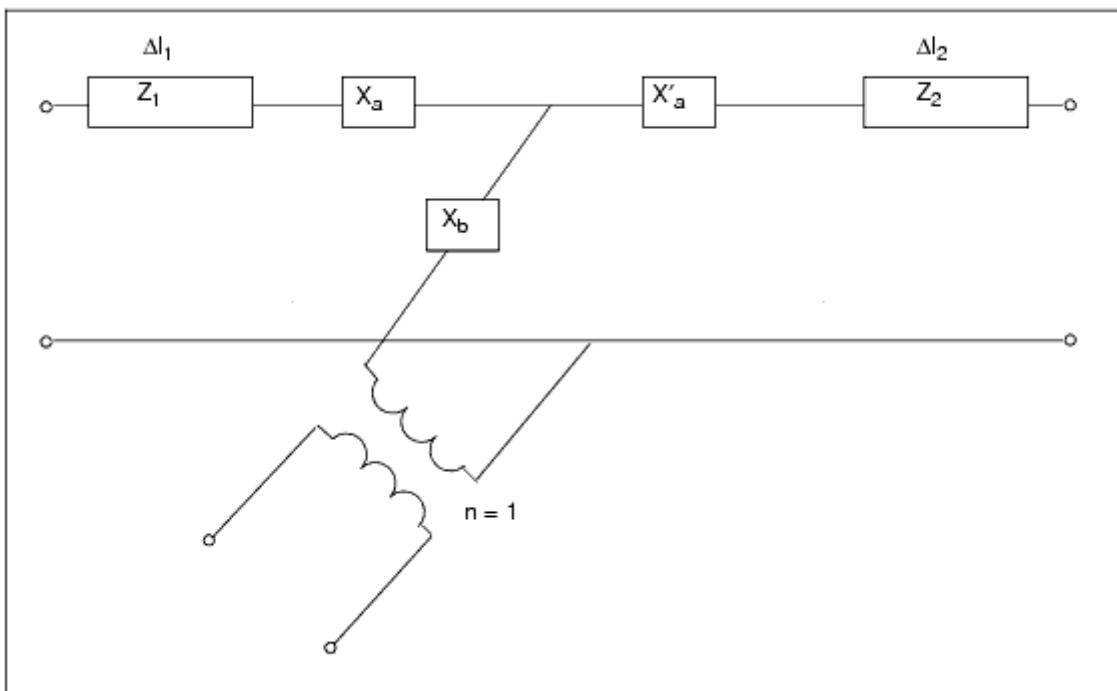
$$f(\text{GHz}) \times H (\text{mm}) \leq 0.4 \times Z_0$$

Όπου Z_0 είναι η χαρακτηριστική εμπέδηση της γραμμής με W_{largest} .

Παρατηρήσεις

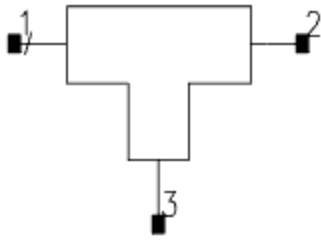
1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι βασισμένο σε αναλυτικά εμπειρικό μοντέλο. Το μοντέλο τροποποιεί τη φόρμουλα του E.Hammerstad για να υπολογίσει την ασυνέχεια στη συμβολή Tee στη περιοχή όπου καθορίζεται από την αναφορά για ευρεία φάσματα. Ένα πλάνο αναφοράς έχει προστεθεί σε κάθε θύρα για να κάνει τα επίπεδα αναφοράς να συμφωνούν με το σχεδιασμό.
2. Οι κεντρικοί άξονες της γραμμής που είναι συνδεδεμένοι στα Pin 1 και 2 θεωρούμε ότι είναι ευθυγραμμισμένοι.
3. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
4. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
5. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.

Ισοδύναμο Κύκλωμα

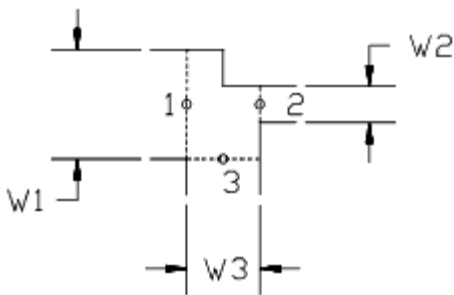


II.23 MTEE_ADS (Libra Microstrip T-Junction)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Παράμετροι

Όνομασία	Περιγραφή	Μονάδες	Προεπιλογή
Subst	Substrate instance name	Καμία	MSub1
W1	Πλάτος αγωγού στο pin 1	mil	25.0
W2	Πλάτος αγωγού στο pin 2	mil	25.0
W3	Πλάτος αγωγού στο pin 3	mil	50.0
Temp	Φυσική Θερμοκρασία (βλέπε Παρατηρήσεις)	°C	Καμία

Εύρος Χρήσης

$$W1 + W3 \leq 0.5 \lambda$$

$$W2 + W3 \leq 0.5 \lambda$$

$$0.10 \times H \leq W1 \leq 10 \times H$$

$$0.10 \times H \leq W2 \leq 10 \times H$$

$$0.10 \times H \leq W3 \leq 10 \times H$$

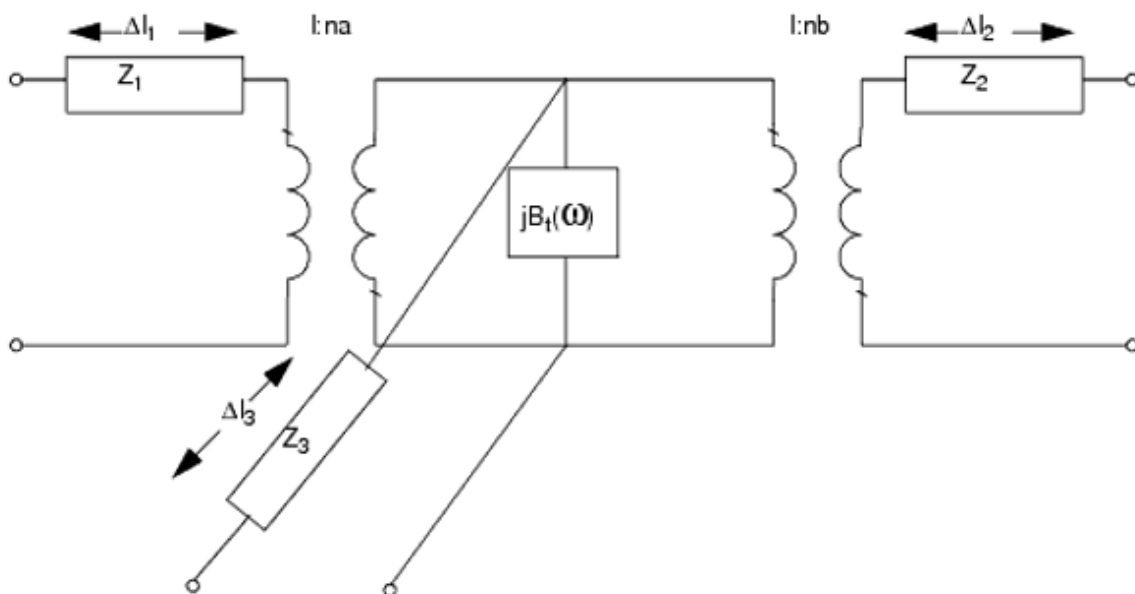
$$\epsilon_r \leq 128$$

Όπου ϵ_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και λ μήκος κύματος διηλεκτρικού.

Παρατηρήσεις

1. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι βασισμένο σε αναλυτικά εμπειρικό μοντέλο. Το μοντέλο τροποποιεί τη φόρμουλα του E.Hammerstad για να υπολογίσει την ασυνέχεια στη περιοχή όπου καθορίζεται από την αναφορά. Ένα πλάνο αναφοράς έχει προστεθεί σε κάθε θύρα για να κάνει τα επίπεδα αναφοράς να συμφωνούν με το σχεδιασμό. Η διασπορά λαμβάνεται υπόψιν στα δύο επίπεδα αναφοράς και στους υπολογισμούς απομακρυσμένου υλικού χρησιμοποιώντας τις φόρμουλες των Kirschning και Jansen.
2. Οι κεντρικοί άξονες της γραμμής που είναι συνδεδεμένοι στα Pin 1 και 2 θεωρούμε ότι είναι ευθυγραμμισμένοι.
3. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται.
4. Το στοιχείο MTEE_ADS (Libra) είναι το προτεινόμενο μοντέλο και γενικά συμπεριφέρεται καλύτερα σε σύγκριση με το MTEE (MDS), ειδικά όταν αναφερόμαστε στην απάθεια του μοντέλου. Εναλλακτικά, ένα EM (Momentum) μοντέλο μπορεί να παραχθεί χρησιμοποιώντας το Model Composer εργαλείο.
5. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου.
6. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες.

Ισοδύναμο Κύκλωμα



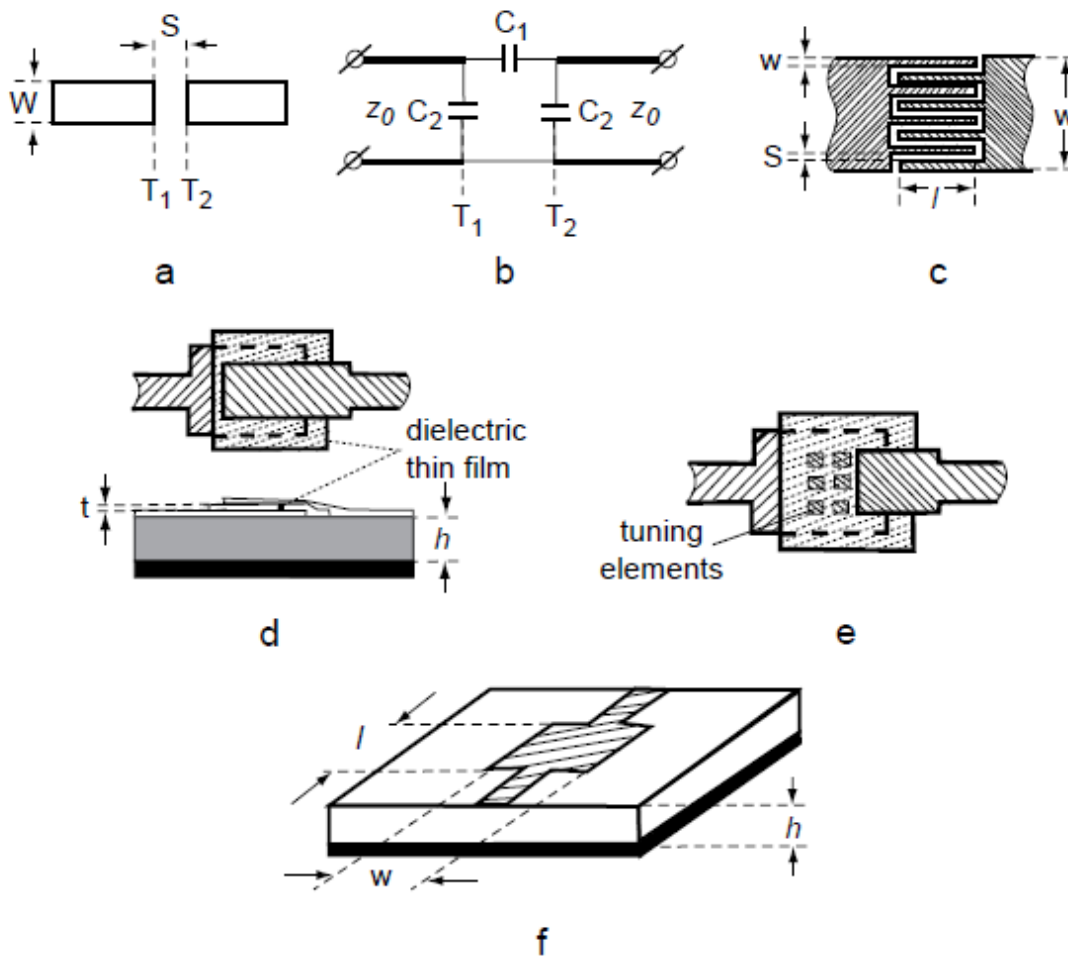
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ - Εισαγωγή στους Μικροκυματικούς Πυκνωτές

Οι πυκνωτές είναι στοιχεία των περισσότερων κυκλωμάτων όπου ουσιαστικά αποθηκεύουν ενέργεια λόγω της παρουσίας ηλεκτρικών πεδίων. Στα MMIC (μονολιθικά μικροκυματικά ολοκληρωμένα κυκλώματα), οι πυκνωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες διατάξεις. Είναι ξεκάθαρο και γνωστό σε όλους η παράλληλη διάταξη δύο μεταλλικών επιφανειών οι οποίες διαχωρίζονται με ένα διηλεκτρικό. Σε αυτή τη διάταξη, η χωρητικότητα δίνεται από μια κλασική έκφραση ηλεκτροστατικής :

$$C = \epsilon \cdot \epsilon_0 \frac{A}{h}$$

όπου το ϵ είναι η διηλεκτρική σταθερά, ϵ_0 είναι η διαπερατότητα του κενού ($8,85 \times 10^{-12}$ F/m) , A είναι το εμβαδόν της περιοχής αλληλοκάλυψης μεταξύ των δύο οπλισμών του πυκνωτή και h είναι η απόσταση μεταξύ των οπλισμών. Αυτή η έκφραση εκπροσωπεί και τις διατάξεις πυκνωτών με πολλαπλά στρώματα.

Chip πυκνωτές χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στις κατασκευές MMIC όταν χρειάζονται υψηλές τιμές χωρητικότητας σε κυκλωματικές εφαρμογές. Σε αυτές τις περιπτώσεις, τα μικροκυκλώματα συνδέονται στις γραμμές μεταφοράς με διάφορες τεχνικές συνένωσης. Όταν σε αντίστοιχες κυκλωματικές εφαρμογές απαιτούνται χαμηλές τιμές χωρητικότητας, οι πυκνωτές μπορούν να διαφοροποιηθούν αλλάζοντας τις γραμμές μεταφοράς. Για παράδειγμα στην εικόνα 55 (f) παρουσιάζεται ένας μικροκυματικός τομέας χαμηλής εμπέδησης ο οποίος είναι απλά μια διαπλάτυνση του κεντρικού αγωγού, το οποίο μπορεί να επιτευχθεί με φωτολιθογραφία.



Εικόνα 55 Διαφορετικοί τύποι σειριακών πυκνωτών (a) πυκνωτής με κενό στο κεντρικό αγωγό, (b) το ισοδύναμο κύκλωμα του αρχικού πυκνωτή, (c) μικροκυματική διάταξη πυκνωτή, (d) end-coupled στρώση, (e) end-coupled στρώση με διακριτά ρυθμιστικά στοιχεία, (f) μικροκυματικός τομέας χαμηλής εμπέδησης

Το αποτέλεσμα είναι ένας πυκνωτής παράλληλων πλακών, απομακρυσμένος από τη μικροκυματική γραμμή μεταφοράς, η χωρητικότητα του καθορίζεται από τη διηλεκτρική σταθερά, το εμβαδόν και την απόσταση όπως φαίνεται παρακάτω :

$$C = \frac{0.0885 \varepsilon W l}{h} \text{ (pF)}$$

Όπου τα W, l και h είναι διαστάσεις σε εκατοστά (centimeters).

Για εφαρμογές όπου απαιτούνται αναλογικά χαμηλότερες χωρητικότητες, επίπεδοι πυκνωτές μπορούν να διαμορφωθούν ως (a) και (c) όπως παρουσιάσθηκε στην εικόνα

55. Αυτοί οι πυκνωτές μπορούν εύκολα να διαμορφωθούν δημιουργώντας κενά στο κεντρικό αγωγό της γραμμής μεταφοράς. Δεν χρειάζονται φιλμ διηλεκτρικού, τα οποία απλοποιούν το σχεδιασμό. Ωστόσο, λόγω των υψηλών πυκνοτήτων ρεύματος στις ακμές, παρουσιάζουν χαμηλούς Q παράγοντες, τυπικά λιγότερο από 50 σε συχνότητες λειτουργίας στο εύρος των 10-GHz. Οι τιμές των χωρητικότητων για αυτούς τους τύπους πυκνωτών είναι λιγότερο από 0.5 pF.

Στη συγκεκριμένη εργασία μας ενδιαφέρει ο μικροκυματικός πυκνωτής που παρουσιάζεται στην εικόνα 55 (c). Από το σχεδιασμό, οι διαστάσεις είναι πολύ μικρότερες από $\lambda/4$, και οι χωρητικότητες εξαρτώνται από το “finger” πλάτος w , το “finger” μήκος l και την απόσταση “finger” S (συνήθως ισχύει $w = S$) όπως φαίνεται από την παρακάτω έκφραση :

$$C = \frac{\epsilon + 1}{w} l [A_1 (N - 3) + A_2]$$

Όπου A_1 (το εσωτερικό) και A_2 (τα δύο εξωτερικά) είναι οι χωρητικότητες των δύο “fingers”. Για άπειρο πάχος υποστρώματος (ή καθόλου στρώμα γείωσης) έχουμε , $A_1 = 8.86 \times 10^{-6}$ pF/ μm και $A_2 = 9.92 \times 10^{-6}$ pF/ μm , N ο αριθμός των “fingers” και ϵ είναι η σχετική διηλεκτρική σταθερά του υποστρώματος.

Οι σειριακοί πυκνωτές λοιπόν με μεγαλύτερες τιμές μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας ένα επιπλέον λεπτό στρώμα διηλεκτρικού (τυπικά 0.5 μm πάχους) μεταξύ των δύο πλακών όπως φαίνεται στο Σχήμα III.1 (d,e). Αυτές οι δομές χρησιμοποιούν υλικά με διηλεκτρικό φιλμ, όπως νιτρίδιο πυριτίου Si_3N_4 ($\epsilon=6.8$), SiO_2 ($\epsilon=4-5$), Ta_2O_5 ($\epsilon=20-25$), και Al_2O_3 ($\epsilon=6-10$). Οι απώλειες διηλεκτρικών φιλμ περιορίζουν τους παράγοντες Q περίπου στο 100 στα 10 GHz. Ατού του είδους οι πυκνωτές χρησιμοποιούνται για να επιτύχουν μεγαλύτερες τιμές σε μικρότερες περιοχές. Για καλύτερο έλεγχο και καλύτερη δυνατότητα ρύθμισης, χρησιμοποιούνται διατάξεις με στοιχεία ρύθμισης όπως απεικονίζεται στην εικόνα 55 (e).

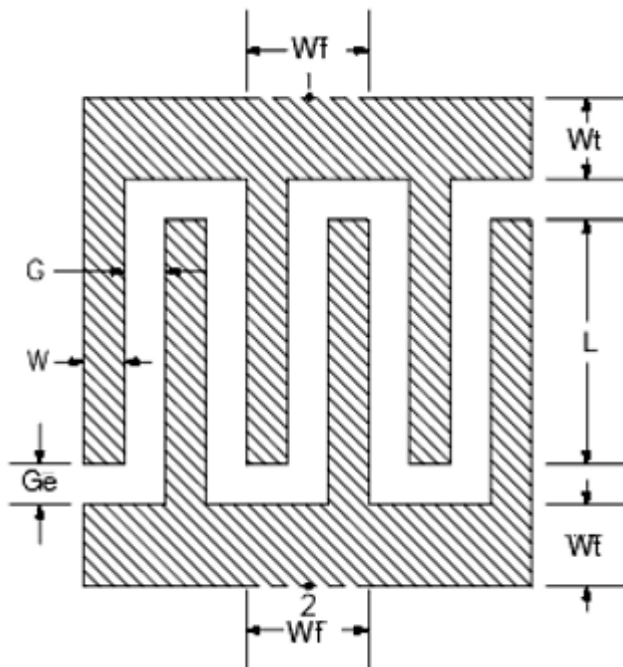
III.1 Δομές Μικροταινιακών Στοιχείων

III.1.1 MICAP1 (Microstrip Interdigital Capacitor (2-port))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος finger 5 mil, G το κενό μεταξύ των finger 5 mil, Ge το κενό στο τέλος των fingers 5 mil, L το μήκος της overlapped περιοχής 50 mil, N_p ο αριθμός των ζευγαριών finger 3, W_t το πλάτος του interconnect 25 mil και W_f το πλάτος του feedline 25 mil. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο το οποίο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger. Τα ψηφία της δομής θεωρούνται ως μέρος μιας άπειρης συστοιχίας διεγερμένο σε μια βάση άρτιας και περιττής κατάστασης. Κάθε στοιχείο σε αυτής της συστοιχίας είναι ένα μοναδικό κελί οριοθετημένο από μαγνητικούς τοίχους. Το μοντέλο αυτό υπολογίζει την ανά μήκος επιτρεψιμότητα και εμπέδηση για κάθε κελί του πίνακα. Αυτός ο υπολογισμός βασίζεται

στις χωρητικότητες περιπτώσεων και άρτιων καταστάσεων, τις απώλειες του αγωγού και τις απώλειες διηλεκτρικού του υποστρώματος. Οι χωρητικότητες υπολογίζονται από μια τεχνική συμπαγής χαρτογράφησης. Οι απώλειες του αγωγού υπολογίζονται με τη μέθοδο Wheeler. Περιέχονται διορθώσεις στο πεπερασμένο πάχος της γραμμής και στα φαινόμενα τερματικού. Οι παράμετροι δικτύου του μοντέλου της γραμμής μεταφοράς για κάθε κελί υπολογίζονται από τους πίνακες επιτρεψιμότητας και εμπέδησης. Τα κελιά συνδυάζονται από το ολοκληρωμένο μοντέλο που περιέχει τα φαινόμενα τερματικού. Μικροκυματική φαινόμενα διασποράς επίσης περιέχονται σε αυτό το μοντέλο. Αυτό το στοιχείο προορίζεται για συνδεσμολογίες σε σειρά. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος “Temp” στους -273.15°C. Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι

$$Er \leq 12.5$$

$$T \leq 0.015 \times H$$

$$0.05 \times H \leq W \leq 0.8 \times H$$

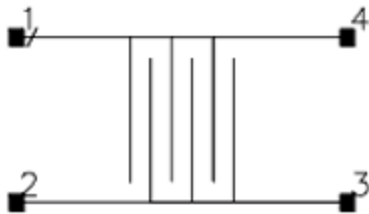
$$0.025 \times H \leq G \leq 0.45 \times H$$

$$\text{Simulation frequency} \leq \frac{2.4}{H(mm)} \text{ (GHz)}$$

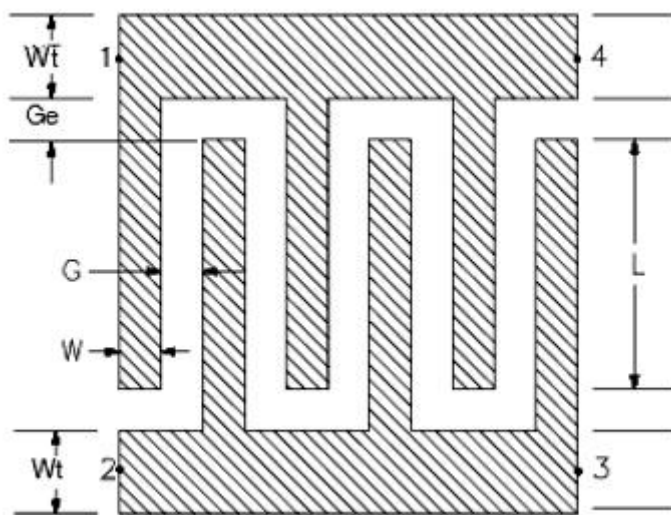
Όπου Er διηλεκτρική σταθερά υποστρώματος, H πάχος υποστρώματος και T πάχος αγωγού.

III.1.2 MICAP2 (Microstrip Interdigital Capacitor (4-port))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος finger 5 mil, G το κενό μεταξύ των finger 5 mil, Ge το κενό στο τέλος των fingers 5 mil, L το μήκος της overlapped περιοχής 50 mil, N_p ο αριθμός των ζευγαριών finger 3 και Wt το πλάτος του interconnect 25 mil. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο το οποίο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger. Τα ψηφία της δομής θεωρούνται ως μέρος μιας άπειρης συστοιχία διεγερμένο σε μια βάση άρτιας και περιττής κατάστασης. Κάθε στοιχείο σε αυτής της συστοιχίας είναι ένα μοναδικό κελί οριοθετημένο από μαγνητικούς τοίχους. Το μοντέλο αυτό υπολογίζει την ανά μήκος επιτρεψιμότητα και εμπέδηση για κάθε κελί του πίνακα. Αυτός ο υπολογισμός βασίζεται στις χωρητικότητες περιπτών και άρτιων καταστάσεων, τις απώλειες του αγωγού και τις απώλειες διηλεκτρικού του υποστρώματος. Οι χωρητικότητες υπολογίζονται από μια τεχνική συμπαγής χαρτογράφησης. Οι απώλειες του αγωγού υπολογίζονται με τη μέθοδο Wheeler.

Περιέχονται διορθώσεις στο πεπερασμένο πάχος της γραμμής και στα φαινόμενα τερματικού. Οι παράμετροι δικτύου του μοντέλου της γραμμής μεταφοράς για κάθε κελί υπολογίζονται από τους πίνακες επιτρεψιμότητας και εμπέδησης. Τα κελιά συνδυάζονται από το ολοκληρωμένο μοντέλο που περιέχει τα φαινόμενα τερματικού. Μικροκυματική φαινόμενα διασποράς επίσης περιέχονται σε αυτό το μοντέλο. Αυτό το στοιχείο χρησιμοποιείται όταν μια cascade δομή δεν είναι η κατάλληλη. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος “Temp” στους -273.15°C . Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι :

$$E_r \leq 12.5$$

$$T \leq 0.015 \times H$$

$$0.05 \times H \leq W \leq 0.8 \times H$$

$$0.025 \times H \leq G \leq 0.45 \times H$$

$$\text{Simulation frequency} \leq \frac{2.4}{H(\text{mm})} \text{ (GHz)}$$

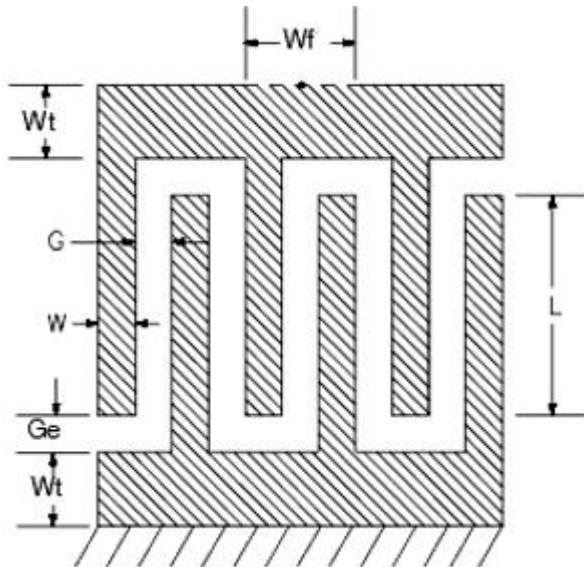
Όπου E_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και T πάχος αγωγού.

III.1.3 MICAP3 (Microstrip Interdigital Capacitor (1-port))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος finger 5 mil, G το κενό μεταξύ των finger 5 mil, G_e το κενό στο τέλος των fingers 5 mil, L το μήκος της overlapped περιοχής 50 mil, N_p ο αριθμός των ζευγαριών finger 3, W_t το πλάτος του interconnect 25 mil και W_f το πλάτος του feedline 25 mil. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο το οποίο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger. Τα ψηφία της δομής θεωρούνται ως μέρος μιας άπειρης συστοιχία διεγερμένο σε μια βάση άρτιας και περιπτής κατάστασης. Κάθε στοιχείο σε αυτής της συστοιχίας είναι ένα μοναδικό κελί οριοθετημένο από μαγνητικούς τοίχους. Το μοντέλο αυτό υπολογίζει την ανά μήκος επιτρεψιμότητα και εμπέδηση για κάθε κελί του πίνακα. Αυτός ο υπολογισμός βασίζεται στις χωρητικότητες περιπτών και άρτιων καταστάσεων, τις απώλειες του αγωγού και τις απώλειες διηλεκτρικού του υποστρώματος. Οι χωρητικότητες υπολογίζονται από μια τεχνική συμπαγής χαρτογράφησης. Οι απώλειες του αγωγού υπολογίζονται με τη μέθοδο Wheeler. Περιέχονται διορθώσεις στο πεπερασμένο πάχος της γραμμής και στα φαινόμενα τερματικού. Οι παράμετροι δικτύου του μοντέλου της γραμμής μεταφοράς για κάθε κελί υπολογίζονται από τους πίνακες επιτρεψιμότητας και εμπέδησης. Τα κελιά

συνδυάζονται από το ολοκληρωμένο μοντέλο που περιέχει τα φαινόμενα τερματικού. Μικροκυματική φαινόμενα διασποράς επίσης περιέχονται σε αυτό το μοντέλο. Αυτή είναι μια διάταξη 1-εισόδου του MICAP1 για χρήση όταν μόνο μια πλευρά του μικροκυματικού πυκνωτή είναι συνδεδεμένη στη γη. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλου στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος “Temp” στους -273.15°C. Κατάλληλη γείωση πρέπει να προστεθεί χειροκίνητα στο σχέδιο της διάταξης. Το στρώμα της γείωσης που προστέθηκε βρίσκεται στη παράμετρο Hole στο στοιχείο MSUB. Επίσης το στρώμα της γείωσης μοντελοποιήθηκε για το Momentum και ξεχωριστά για κάποια άλλη προσομοίωση του κυκλώματος. Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι:

$$Er \leq 12.5$$

$$T \leq 0.015 \times H$$

$$0.05 \times H \leq W \leq 0.8 \times H$$

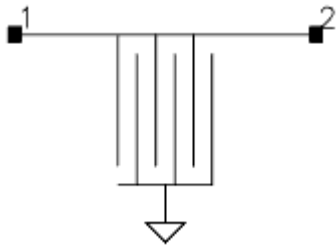
$$0.025 \times H \leq G \leq 0.45 \times H$$

$$\text{Simulation frequency} \leq \frac{2.4}{H(mm)} \text{ (GHz)}$$

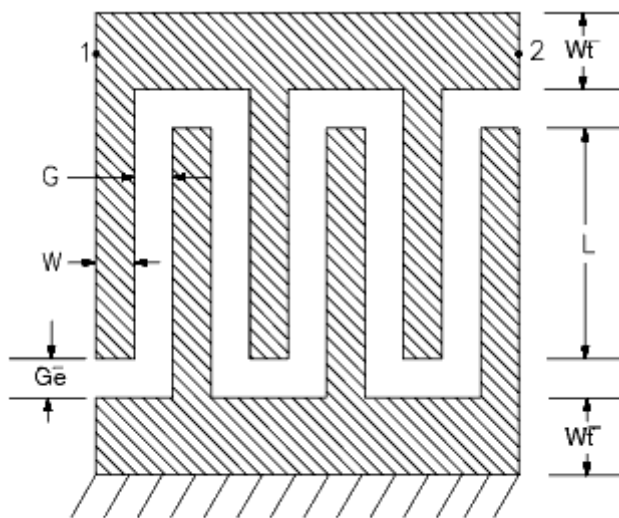
Όπου Er διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και T πάχος αγωγού.

III.1.4 MICAP4 (Microstrip Interdigital Capacitor (Grounded 2-port))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος finger 5 mil, G το κενό μεταξύ των finger 5 mil, G_e το κενό στο τέλος των fingers 5 mil, L το μήκος της overlapped περιοχής 50 mil, N_p ο αριθμός των ζευγαριών finger 3 και W_t το πλάτος του interconnect 25 mil. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο το οποίο έχει αναπτυχθεί για την Agilent από τον William J. Getsinger. Τα ψηφία της δομής θεωρούνται ως μέρος μιας άπειρης συστοιχίας διεγερμένο σε μια βάση άρτιας και περιττής κατάστασης. Κάθε στοιχείο σε αυτής της συστοιχίας είναι ένα μοναδικό κελί οριοθετημένο από μαγνητικούς τοίχους. Το μοντέλο αυτό υπολογίζει την ανά μήκος επιτρεψιμότητα και εμπέδηση για κάθε κελί του πίνακα. Αυτός ο υπολογισμός βασίζεται στις χωρητικότητες περιττών και άρτιων καταστάσεων, τις απώλειες του αγωγού και τις απώλειες διηλεκτρικού του υποστρώματος. Οι χωρητικότητες υπολογίζονται από μια τεχνική συμπαγής χαρτογράφησης. Οι απώλειες του αγωγού υπολογίζονται με τη μέθοδο Wheeler. Περιέχονται διορθώσεις στο πεπερασμένο πάχος της γραμμής και στα φαινόμενα

τερματικού. Οι παράμετροι δικτύου του μοντέλου της γραμμής μεταφοράς για κάθε κελί υπολογίζονται από τους πίνακες επιτρεψιμότητας και εμπέδησης. Τα κελιά συνδυάζονται από το ολοκληρωμένο μοντέλο που περιέχει τα φαινόμενα τερματικού. Μικροκυματική φαινόμενα διασποράς επίσης περιέχονται σε αυτό το μοντέλο. Αυτή είναι μια διάταξη 2-εισόδων του MICAP2 για χρήση όταν μόνο μια πλευρά του μικροκυματικού πυκνωτή συνδέεται στη γη και η άλλη πλευρά δεν έχει σημείο επαφής. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος “Temp” στους -273.15°C . Κατάλληλη γείωση πρέπει να προστεθεί χειροκίνητα στο σχέδιο της διάταξης. Το στρώμα της γείωσης που προστέθηκε βρίσκεται στη παράμετρο Hole στο στοιχείο MSUB. Επίσης το στρώμα της γείωσης μοντελοποιήθηκε για το Momentum και ξεχωριστά για κάποια άλλη προσομοίωση του κυκλώματος. Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι:

$$E_r \leq 12.5$$

$$T \leq 0.015 \times H$$

$$0.05 \times H \leq W \leq 0.8 \times H$$

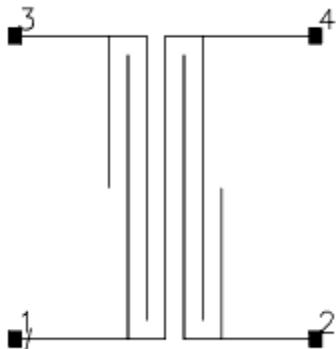
$$0.025 \times H \leq G \leq 0.45 \times H$$

$$\text{Simulation frequency} \leq \frac{2.4}{H(\text{mm})} \text{ (GHz)}$$

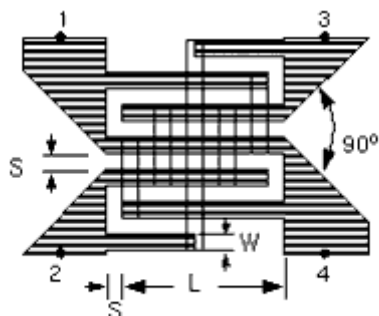
Όπου E_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και T πάχος αγωγού.

III.1.5 MLANG6 (Microstrip Lange Coupler (6-Fingered))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος αγωγού 10 mil, S η απόσταση αγωγού 10 mil, L το μήκος αγωγού 100 mil, H_w το ύψος γέφυρας καλωδίων πάνω από τους αγωγούς 15 mil και W_1 το πλάτος των γραμμών μεταφοράς 1,2,3,4 25 mil. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο. Οι χωρητικότητες άρτιας και περιπτής κατάστασης υπολογίζονται για κάθε κελί της μικροκυματικής δομής. Μόνο σύνδεση μεταξύ γειτονικών “fingers” περιλαμβάνεται μέσα στο μοντέλο. Οι ανά μήκος συνδεδεμένες χωρητικότητες υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τη φόρμουλα που αναπτύχθηκε από τον Kirschning και Jansen για παράλληλα συνδεδεμένες μικροκυματικές γραμμές και τη φόρμουλα που αναπτύχθηκε από τον Hammerstad και Jensen για μονή μικροκυματική γραμμή. Απώλειες διασποράς και απώλειες του αγωγού περιλαμβάνονται. Οι εμπεδησεις των άρτιων και περιπτών καταστάσεων της γραμμής υπολογίζονται βάσει των απωλειών από τις συνδεδεμένες χωρητικότητες και τις απώλειες του αγωγού. Το αποτέλεσμα χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των δικτυακών παραμέτρων του coupled-line μοντέλου. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, μια παλμική απόκριση αποκτάται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος

“Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος W1 είναι μια παράμετρος μόνο του σχεδιαγράμματος και δεν επιδρά στα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Ο αγωγός που σχεδιάστηκε στην επίστρωση βρίσκεται στη παράμετρο Cond2, επίσης η μετάπτωση που σχεδιάστηκε στην επίστρωση βρίσκεται στη παράμετρο Die12, όπου και τα δύο είναι μέσα στο στοιχείο MSUB που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση στο Momentum. Δεν μοντελοποιούνται ξεχωριστά σε προσομοιώσεις κυκλωμάτων. Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι :

$$1 \leq E_r \leq 18$$

$$0.01 < \frac{W}{H} < 10$$

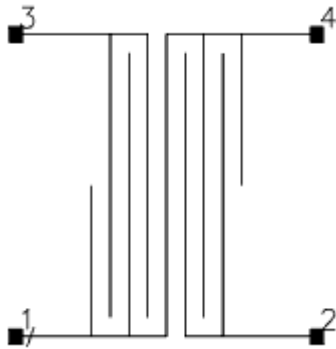
$$0.01 < \frac{S}{H} < 10$$

$$\text{Simulation frequency} \leq \frac{25}{H(\text{mm})} \text{ (GHz)}$$

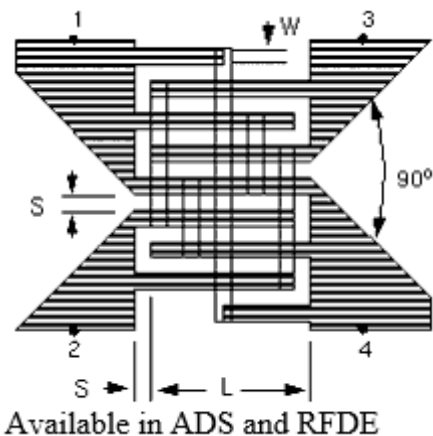
Όπου E_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και $(3W + 2S) \geq W1 \geq 0$

III.1.6 MLANG8 (Microstrip Lange Coupler (8-fingered))

Σύμβολο



Παρουσίαση



Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος αγωγού 10 mil, S η απόσταση αγωγού 10 mil, L το μήκος αγωγού 100 mil, H_w το ύψος γέφυρας καλωδίων πάνω από τους αγωγούς 15 mil και W_1 το πλάτος των γραμμών μεταφοράς 1,2,3,4 25 mil. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο. Οι χωρητικότητες άρτιας και περιττής κατάστασης υπολογίζονται για κάθε κελί της μικροκυματικής δομής. Μόνο σύνδεση μεταξύ γειτονικών “fingers” περιλαμβάνεται μέσα στο μοντέλο. Οι ανά μήκος συνδεδεμένες χωρητικότητες υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τη φόρμουλα που αναπτύχθηκε από τον Kirschning και Jansen για παράλληλα συνδεδεμένες μικροκυματικές γραμμές και τη φόρμουλα που αναπτύχθηκε από τον Hammerstad και Jensen για μονή μικροκυματική γραμμή. Απώλειες διασποράς και απώλειες του αγωγού περιλαμβάνονται. Οι εμπεδήσεις των άρτιων και περιττών καταστάσεων της γραμμής υπολογίζονται βάσει των απωλειών από τις συνδεδεμένες χωρητικότητες και τις απώλειες του αγωγού. Το αποτέλεσμα χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των δικτυακών παραμέτρων του coupled-line

μοντέλου. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, μια παλμική απόκριση αποκτάται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος .W1 είναι μια παράμετρος μόνο του σχεδιαγράμματος και δεν επιδρά στα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Ο αγωγός που σχεδιάστηκε στην επίστρωση βρίσκεται στη παράμετρο Cond2, επίσης η μετάπτωση που σχεδιάστηκε στην επίστρωση βρίσκεται στη παράμετρο Diel2, όπου και τα δύο είναι μέσα στο στοιχείο MSUB που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση στο Momentum. Δεν μοντελοποιούνται ξεχωριστά σε προσομοιώσεις κυκλωμάτων. Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι :

$$1 \leq E_r \leq 18$$

$$0.01 \leq \frac{W}{H} \leq 10$$

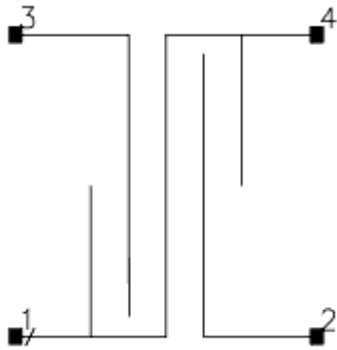
$$0.01 \leq \frac{S}{H} \leq 10$$

$$\text{Simulation frequency} \leq \frac{25}{H(\text{mm})} \text{ (GHz)}$$

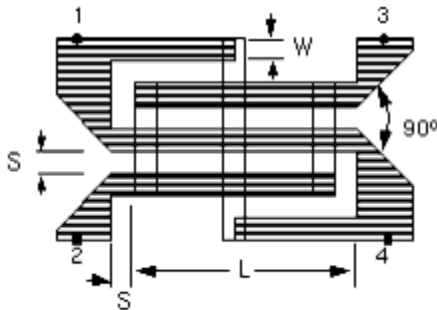
Όπου E_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και $(5W + 4S) \geq W1 \geq 0$

III.1.7 MLANG (Microstrip Lange Coupler)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος αγωγού 10 mil, S η απόσταση αγωγού 10 mil, L το μήκος αγωγού 100 mil, H_w το ύψος γέφυρας καλωδίων πάνω από τους αγωγούς 15 mil και W_1 το πλάτος των γραμμών μεταφοράς 1,2,3,4 25 mil. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων είναι ένα coupled-line μοντέλο. Οι χωρητικότητες άρτιας και περιπτής κατάστασης υπολογίζονται για κάθε κελί της μικροκυματικής δομής. Μόνο σύνδεση μεταξύ γειτονικών “fingers” περιλαμβάνεται μέσα στο μοντέλο. Οι ανά μήκος συνδεδεμένες χωρητικότητες υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τη φόρμουλα που αναπτύχθηκε από τον Kirschning και Jansen για παράλληλα συνδεδεμένες μικροκυματικές γραμμές και τη φόρμουλα που αναπτύχθηκε από τον Hammerstad και Jensen για μονή μικροκυματική γραμμή. Απώλειες διασποράς και απώλειες του αγωγού περιλαμβάνονται. Οι εμπεδησεις των άρτιων και περιπτών καταστάσεων της γραμμής υπολογίζονται βάσει των απωλειών από τις συνδεδεμένες χωρητικότητες και τις απώλειες του αγωγού. Το αποτέλεσμα χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των δικτυακών παραμέτρων του coupled-line μοντέλου. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, μια παλμική απόκριση αποκτάται από το

αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος. Ο αγωγός που σχεδιάστηκε στην επίστρωση βρίσκεται στη παράμετρο Cond2, επίσης η μετάπτωση που σχεδιάστηκε στην επίστρωση βρίσκεται στη παράμετρο Diel2, όπου και τα δύο είναι μέσα στο στοιχείο MSUB που χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση στο Momentum. Δεν μοντελοποιούνται ξεχωριστά σε προσομοιώσεις κυκλωμάτων. Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι :

$$1 \leq E_r \leq 18$$

$$0.01 \leq \frac{W}{H} \leq 10$$

$$0.01 \leq \frac{S}{H} \leq 10$$

$$\text{Simulation frequency} \leq \frac{25}{H(mm)} \text{ (GHz)}$$

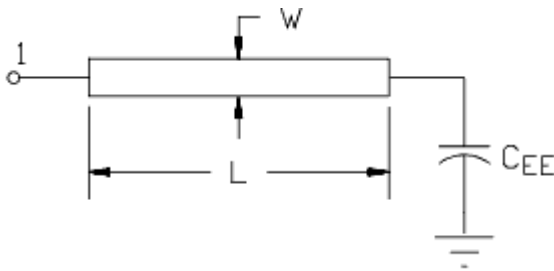
Όπου E_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και $(3W + 2S) \geq W1 \geq 0$

III.1.8 MLEF (Microstrip Line Open-End Effect)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος γραμμής 25 mil, L το μήκος γραμμής 100 mil, $Wall1$ η απόσταση ακμής από την γραμμή H στη πρώτη πλευρά του τοίχους. $Wall1 > 1/2 \times \text{Maximum}(W, H) \cdot 1.0e+30$ mil, $Wall2$ η απόσταση ακμής από την γραμμή H στη δεύτερη πλευρά του τοίχους. $Wall2 > 1/2 \times \text{Maximum}(W, H) \cdot 1.0e+30$ mil και Mod το πάχος του feedline Kirschning. Το φαινόμενο open-end της μικροταινίας μοντελοποιείται στο πεδίο των συχνοτήτων σαν μια επέκταση του μικροκυματικού κορμού. Η μικροταινία μοντελοποιείται χρησιμοποιώντας το στοιχείο MLIN, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών του αγωγού, των απωλειών του διηλεκτρικού και της διασποράς. Η διόρθωση στο πεπερασμένο πάχος της γραμμής εφαρμόζεται στο πλάτος της γραμμής. Το μήκος της επέκτασης της μικροταινίας, dl , βασίζεται στη φόρμουλα που αναπτύχθηκε από τον Kirschning, Jansen και Koster. Τα περιθώρια του ανοιχτού τέλους της γραμμής υπολογίζονται και προστίθενται στο μοντέλο. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος “Temp” στους -273.15°C . Όταν η παράμετρος H_u του υποστρώματος είναι μικρότερη από $100 \times$ πάχος υποστρώματος, ο υπολογισμός της εμπέδηση δεν θα γίνει κατάλληλα αν οι παράμετροι $WALL1$ και $WALL2$ είναι κενά. Οι παράμετροι $Wall1$ και $Wall2$ πρέπει να υπακούν τους ακόλουθους περιορισμούς

$$\text{Min}(Wall1) > \frac{1}{2} \times \text{Max}(\text{Πλάτος_Μετάλλου}, \text{Πάχος_Υποστρώματος})$$

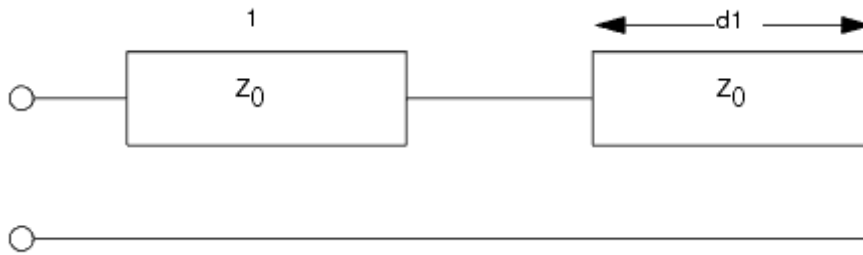
$$\text{Min}(Wall2) > \frac{1}{2} \times \text{Max}(\text{Πλάτος_Μετάλλου}, \text{Πάχος_Υποστρώματος})$$

Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι:

$$2 \leq \epsilon_r \leq 50$$
$$\frac{W}{H} \geq 0.2$$

Όπου ϵ_r διηλεκτρική σταθερά και H πάχος υποστρώματος.

Ισοδύναμο Κύκλωμα

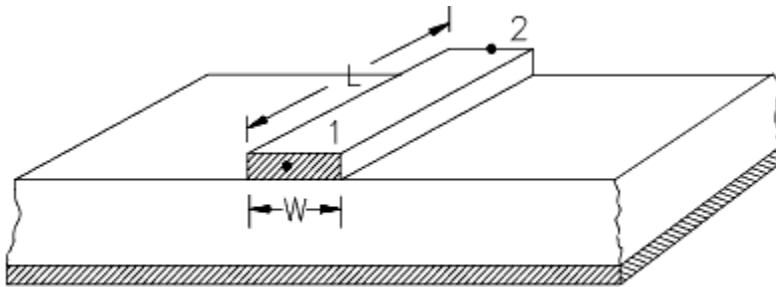


III.1.9 MLIN (Microstrip Line)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος γραμμής 25 mil, L το μήκος γραμμής 100 mil, $Wall1$ η απόσταση ακμής από την γραμμή H στη πρώτη πλευρά του τοίχους. $Wall1 > 1/2 \times \text{Maximum}(W,H) 1.0e+30$ mil, $Wall2$ η απόσταση ακμής από την γραμμή H στη δεύτερη πλευρά του τοίχους. $Wall2 > 1/2 \times \text{Maximum}(W,H) 1.0e+30$ mil και Mod το πάχος του feedline Kirschning. Το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων χρησιμοποιεί τη Hammerstad και Jensen φόρμουλα για να υπολογίσει τη στατική εμπέδηση Z_0 , και την διηλεκτρική σταθερά E_{eff} . Ο παράγοντας εξασθένησης, α , υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τον αυξητικό κανόνα της αυτεπαγωγής από τον Wheeler. Η ανεξαρτησία της συχνότητας του skin φαινομένου περιλαμβάνεται στον υπολογισμό των απωλειών αγωγού. Οι απώλειες διηλεκτρικού επίσης συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό των απωλειών. Φαινόμενα διασποράς συμπεριλαμβάνονται είτε στην πιο εξελιγμένη εκδοχή του Kirschning και Jansen μοντέλου, του Kobayashi μοντέλου, ή του Yamashita μοντέλου, στηριζόμενα στη επιλογή που γίνεται στο Mod . Το πρόγραμμα σαν προεπιλογή χρησιμοποιεί το μοντέλο Kirschning και Jansen. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος "Temp" χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος "Temp" στους -273.15°C . Όταν η παράμετρος H_u του υποστρώματος είναι μικρότερη από $100 \times$ πάχος υποστρώματος, ο υπολογισμός της εμπέδηση δεν θα γίνει κατάλληλα αν οι

παράμετροι WALL1 και WALL2 είναι κενά. Οι παράμετροι Wall1 και Wall2 πρέπει να υπακούν τους ακόλουθους περιορισμούς

$$\text{Min (Wall1)} > \frac{1}{2} \times \text{Max (Πλάτος_Μετάλλου, Πάχος_Υποστρώματος)}$$

$$\text{Min (Wall2)} > \frac{1}{2} \times \text{Max (Πλάτος_Μετάλλου, Πάχος_Υποστρώματος)}$$

Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι :

$$1 \leq \text{ER} \leq 128$$
$$0.01 \leq \frac{W}{H} \leq 100$$

Όπου Er διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος και προτεινόμενο εύρος για διαφορετικά μοντέλα διασποράς

Kirschning and Jansen:

$$1 \leq \text{Er} \leq 20$$

$$0.1 \times H \leq W \leq 100 \times H$$

Kobayashi:

$$1 \leq \text{Er} \leq 128$$

$$0.1 \times H \leq W \leq 10 \times H$$

$$0 \leq H \leq 0.13 \times \lambda$$

Yamashita:

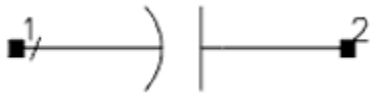
$$2 \leq \text{Er} \leq 16$$

$$0.05 \times H \leq W \leq 16 \times H$$

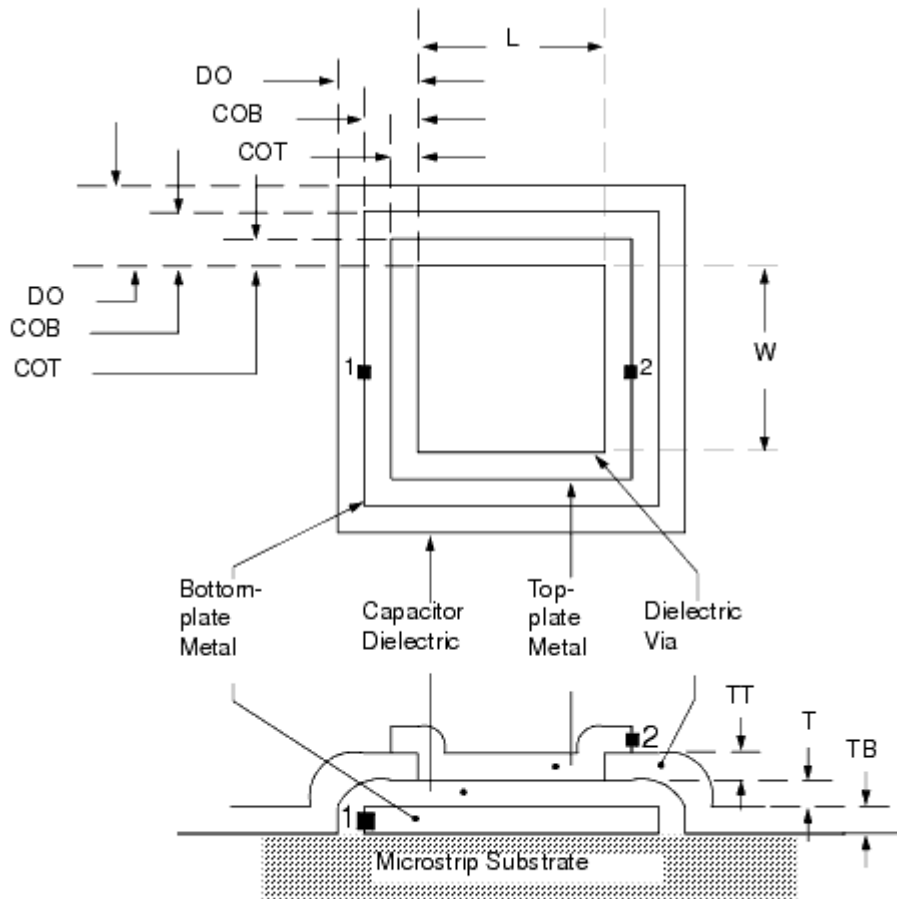
Όπου λ = μήκος κύματος και $\text{freq} \leq 100 \text{ GHz}$

III.1.10 MTFC (Microstrip Thin Film Capacitor)

Σύμβολο



Παρουσίαση



Available in ADS and RFDE

Οι προεπιλεγμένες τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στη παραπάνω εικόνα είναι, W το πλάτος διηλεκτρικού το οποίο είναι κοινό και στις δύο μεταλλικές πλάκες 50 mil, L το μήκος διηλεκτρικού το οποίο είναι κοινό και στις δύο μεταλλικές πλάκες 50 mil, CPUA χωρητικότητα/τμήμα 300 pF/mm² και T το πάχος διηλεκτρικού του πυκνωτή 0.2 mil. Είναι ένας κατανεμημένος MIM μοντέλο πυκνωτή βασισμένο στην coupled-transmission-line προσέγγιση. Οι απώλειες του αγωγού για τις δύο μεταλλικές πλάκες υπολογίζονται από τη αντίσταση sheet. Οι απώλειες διηλεκτρικού υπολογίζονται από τις εφαπτόμενες απώλειες. Η coupling χωρητικότητα από τις δύο μεταλλικές πλάκες στο επίπεδο της γείωσης λαμβάνεται επίσης υπόψιν. Το πάχος του διηλεκτρικού T είναι απαραίτητο για τον υπολογισμό της ζεύξης μεταξύ των δύο μεταλλικών πλακών. Τα

πλάτη των δύο μεταλλικών πλακών, TT και TB, χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των μικροταινιακών παραμέτρων. Το μοντέλο δεν περιλαμβάνει τη σύνδεση από το υψηλότερο μέταλλο στη συνδεδεμένη γραμμή μεταφοράς. Αυτό πρέπει να εισαχθεί ξεχωριστά από τον χρήστη τόσο στη προσομοίωση όσο και στους στόχους του σχεδιασμού. Για ανάλυση στο πεδίο του χρόνου, η παλμική απόκριση εξασφαλίζεται από το αναλυτικό μοντέλο στο πεδίο των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται. Η παράμετρος “Temp” χρησιμοποιείται μόνο σε υπολογισμούς θορύβου. Για να αναπαραχθεί ο θόρυβος, η γραμμή μεταφοράς πρέπει να έχει απώλειες. Για να απενεργοποιηθεί η συνεισφορά του θορύβου, πρέπει να οριστεί η παράμετρος “Temp” στους -273.15°C. Στο σχεδιασμό, το υψηλότερο μέταλλο θα είναι στο στρώμα cond2, και το χαμηλότερο μέταλλο θα βρίσκεται στο στρώμα cond. Το διηλεκτρικό του πυκνωτή θα βρίσκεται στο στρώμα diel και το via του διηλεκτρικού θα βρίσκεται στο στρώμα diel2. Το εύρος χρήσης του συγκεκριμένου παθητικού στοιχείου είναι:

$$0.01 \times H \leq (W + 2.0 \times COB) \leq 100.0 \times H$$

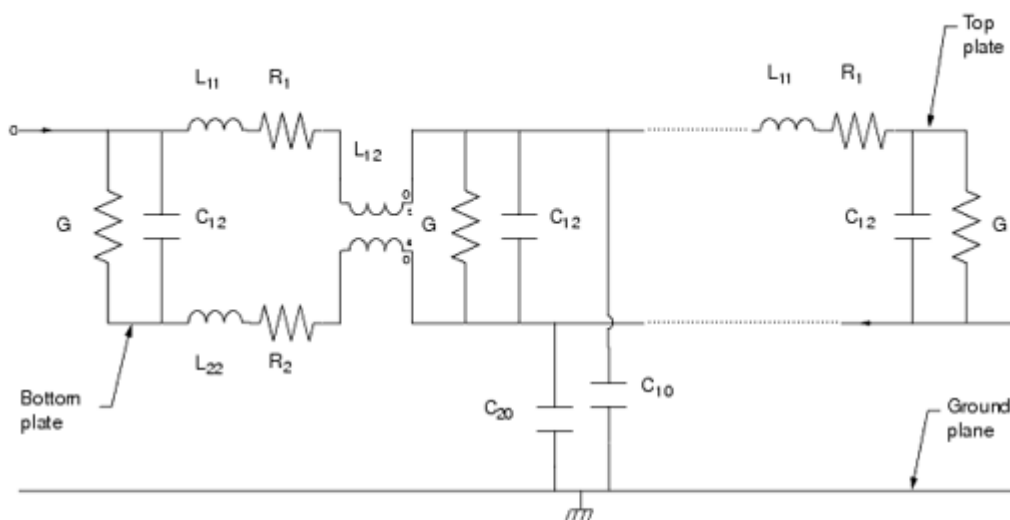
$$1 \leq Er \leq 128$$

$$COB > 0$$

$$T > 0$$

Όπου E_r διηλεκτρική σταθερά, H πάχος υποστρώματος.

Ισοδύναμο Κύκλωμα



- L_{11} = inductance/unit length of the top plate
- L_{22} = inductance/unit length of the bottom plate
- L_{12} = mutual inductance between the plates/units length of the capacitor
- R_1 = loss resistance/unit length of the top plate
- R_2 = loss resistance/unit length of the bottom plate
- G = loss conductance of the dielectric/unit length of the capacitor
- C_{12} = capacitance/unit length of the capacitor
- C_{10} = capacitance with respect to ground/unit length of the top plate (due to the substrate effects)
- C_{20} = capacitance with respect to ground/unit length of the bottom plate (due to the substrate effects)

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] I.E. Sutherland, R.F. Sproull, and R.A. Schumaker, A Characterization of 10 Hidden-Surface Algorithms, *ACM Computing Surveys*, vol. 6, no. 1, Mar. 1974, pp.1-55.
- [2] W.M. Newman and R.F. Sproull, *Principles of Interactive Computer Graphics*, McGraw-Hill, 1979, p. 402.
- [3] M.A., Arbib, ed., *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, MIT Press, 1998.
- [4] M. Weiser, "Program Slicing," *Proc. 14th Int'l Conf. Data Eng. (ICDE 98)*, IEEE CS Press, 1998, pp. 439-449.
- [5] Y. Yao et al., "Web Intelligence (WI): Research Challenges and Trends in the New Information Age," *Web Intelligence: Research and Development, LNAI 2198*, N. Zhong et al., eds., Springer-Verlag, 2001, pp. 1-17.
- [6] R. Focardi and R. Gorrieri, eds., *Foundations of Security Analysis and Design*, LNCS 2171, Springer-Verlag, 2001.
- [7] B. Fagin, "A Parallel Execution Model for Prolog," doctoral dissertation, Dept. Computer Sciences, Univ. California, Berkeley, 1987.
- [8] Ν. Πλατής, «Τεχνικές πολλαπλών αναλύσεων στην απλοποίηση τριγωνικών και τετραεδρικών πλεγμάτων», Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2005.
- [9] M. Nichols, "The Graphical Kernel System in Prolog," master's thesis, Dept. Computer Science and Eng., Rensselaer Polytechnic Inst., 1985.
- [10] Β. Πρεμέτη, «Ασφάλεια στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση μεθοδολογία και διεθνής εμπειρία», Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2003.
- [11] F. Kaplan, "From Baghdad to Manila: Another Lousy Analogy for the Occupation of Iraq," *Slate*, 21 Oct. 2003; <http://slate.msn.com/id/2090114/>. [Προσπελάστηκε 15/1/08]
- [12] R. Bartle, "Early MUD History» Nov. 1990; www.ludd.luth.se/mud/aber/mud-history.html [Προσπελάστηκε 15/1/08]
- [13] *Recommendation ITU-R BT.601, Encoding Parameters of Digital Television for Studios*, Int'l Telecommunications Union, 1992.
- [14] *IEEE Std. 1596-1992, Scalable Coherent Interface (SCI)*, IEEE, 1992.
- [15] *MPEG-21 Overview*, ISO/MPEG N5231, MPEG Requirements Group, Oct. 2002.
- [16] N. Mitra, *SOAP v.1.2, Part 0: Primer*, World Wide Web Consortium (W3C) recommendation, June 2003; <http://www.w3.org/TR/soap12-part0/> [Προσπελάστηκε 15/1/08]
- [17] D. Box et al., *Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1* World Wide Web Consortium (W3C) note, May 2000; <http://www.w3.org/TR/SOAP/>. [Προσπελάστηκε 15/1/08]
- [18] *Unix System V Interface Definition*, no. 2, vol. 2, AT&T, Murray Hill, N.J., 1986.