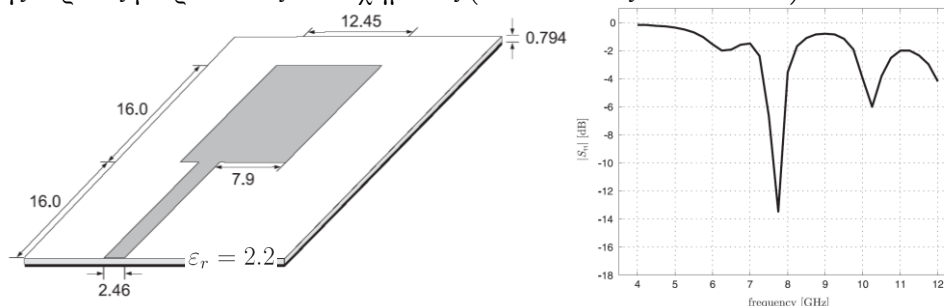


ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SONNET

Για την ανάλυση των επίπεδων κεραιών διατίθεται το πρόγραμμα Sonnet, το οποίο μπορείτε να κατεβάσετε από το site του μαθήματος. Το Sonnet μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση σύνθετων επίπεδων μικροκυματικών κυκλωμάτων και κεραιών, υλοποιημένων σε επίπεδα πολυστρωματικά μέσα. Βασίζεται στη μέθοδο των ολοκληρωτικών εξισώσεων και επομένως διακριτοποιεί μόνο τα μεταλλικά στοιχεία των κυκλωμάτων. Διαθέτει όμως και τη δυνατότητα χειρισμού διηλεκτρικών μπλοκ. Η επίδραση του πολυστρωματικού μέσου υπολογίζεται μέσω της συνάρτησης Green για επίπεδες διατάξεις διηλεκτρικών πολλαπλών στρωμάτων. Μια σύνοψη των βασικών λειτουργιών δίνεται συνοπτικά παρακάτω.

Σε πρώτο βήμα και για την εκμάθηση των βασικών λειτουργιών του προγράμματος, δίνεται η ανάλυση της παρακάτω απλής κεραιάς μικροταινίας του σχήματος (οι διαστάσεις είναι σε mm).



Το αρχείο Sonnet της κεραιάς είναι το patch.son και δίνεται έτοιμο.

Ορισμός νέας γεωμετρίας: Project – New Geometry.

Ορισμός μονάδων: Circuit – Units. Δίνουμε οπωσδήποτε τις φυσικές διαστάσεις σε mm (προσοχή: τα mils είναι χιλιοστά της ίντσας).

Ορισμός διηλεκτρικών στρωμάτων: Circuit – Dielectric Layers. Ορίζουμε τα στρώματα διηλεκτρικών, όπως τα βλέπουμε (πάχος και ηλεκτρικά ή και μαγνητικά χαρακτηριστικά κάθε στρώματος). Το στρώμα αέρα πρέπει να είναι σχετικά μεγάλο, π.χ. 10 φορές το συνολικό πάχος των διηλεκτρικών στρωμάτων.

Ορισμός του χώρου υπολογισμού: Circuit – Box. Ορίζουμε τις διαστάσεις του χώρου υπολογισμού στο box size. Ο χώρος μπορεί να έχει οριζόντιες διαστάσεις π.χ. τουλάχιστο 3 φορές τις διαστάσεις του κυκλώματος. Το cell size ορίζει την αναλυτικότητα της γεωμετρικής σχεδίασης (εφόσον χρησιμοποιήσουμε το snap) που δηλώνεται με τις τελείες (αν δεν φαίνονται είναι πολύ πυκνές και θα τις δούμε με το zoom). Ωστόσο, αυτό δεν θα πρέπει να είναι πολύ μικρό, καθώς καθορίζει και την αναλυτικότητα του υπολογισμού της συνάρτησης Green (μέσω FFT) και μπορεί να αυξήσει πολύ το χρόνο υπολογισμού. Μπορούμε να παρακάμψουμε το snap (από το πλήκτρο No snap) αλλά στην περίπτωση αυτή χρειάζεται προσοχή ώστε να μην προκύψουν περιπτώσεις κακής επαφής των μεταλλικών στοιχείων.

Αν υπάρχει ground από κάτω θα πρέπει να το δηλώσουμε στο Bottom metal ως Lossless. Αν η πάνω επιφάνεια του αέρα είναι ανοιχτή τη δηλώνουμε στο Top metal ως Free Space. Αν δεν υπάρχει ground στο πρόβλημα, θα πρέπει να υπάρχει αέρας και από κάτω και το Bottom metal να είναι και αυτό Free Space.

Τρισδιάσταση επισκόπηση: Με το πλήκτρο View 3D.

Ορισμός διαχωριστικής επιφάνειας (interface): Από τα πλήκτρα Down one Level και Up one Level ή το διπλανό pull-down μενού επιλέγουμε σε ποια διαχωριστική επιφάνεια θα βρίσκεται η μεταλλική δομή. Με View 3D μπορούμε να βλέπουμε κάθε φορά το αποτέλεσμα της σχεδίασης.

Ορισμός μεταλλικής επιφάνειας: Tools – Add Metallization – Rectangle (για ορθογωνική δομή, δίνοντας το ακριβές πλάτος και μήκος) ή Tools – Add Metallization – Draw Polygon (για σχεδίαση γενικευμένης πολυγωνικής επιφάνειας με το χέρι). Προσέχουμε πάντα σε ποιο επίπεδο (level) γίνεται ο σχεδιασμός. Με την Tools – Reshape, μπορούμε να αλλάζουμε με το χέρι μια μεταλλική επιφάνεια που έχουμε σχεδιάσει.

Ορισμός διέγερσης (θύρας): Tools – Add Port. Προσθέτουμε την πηγή τάσης στο κατάλληλο σημείο. Αν η σύνδεση είναι με το ground, στις ιδιότητες της θύρας (διπλό κλικ) πρέπει να δώσουμε την επιλογή Auto ground. Αν χρειάζονται κατακόρυφες συνδέσεις (via), μπορούν να μουν από τη σχετική εντολή. Σε περίπτωση κεραιάς που δεν έχει σαφές επίπεδο αναφοράς, θα πρέπει ίσως να μελετηθεί η επιλογή floating ground (στις σχετικές ιδιότητες της θύρας). Οι παραπάνω συνηθέστερες περιπτώσεις διέγερσης συνοψίζονται παρακάτω:

- **Διέγερση μέσω προβόλου (απευθείας ή μέσω γραμμής μικροταινίας) σε κεραία με ground σε όλη την έκταση του box.** Στην περίπτωση αυτή εντάσσονται κεραίες μικροταινίας με το αγωγίμο επίπεδο να καλύπτει όλη την εγκάρσια επιφάνεια του box. Το bottom metal έχει τεθεί στην περίπτωση αυτή ως lossless (metal). Η θύρα εισάγεται απλά με την Add port και βάζοντας τη θύρα στο επιθυμητό σημείο (στη δομή του μετάλλου, όχι στο ground και οπωσδήποτε σε ακμή του). Με διπλό κλικ στη θύρα επιλέγουμε την Auto ground, ως ground ορίζεται έτσι το bottom metal. (βλ. αρχείο patch.son).
- **Διέγερση μέσω ομοεπίπεδης γραμμής μεταφοράς (π.χ. coplanar waveguide).** Στην περίπτωση αυτή πρέπει να βάλουμε πηγή (με αρίθμηση 1) στον κεντρικό αγωγό του CPW αλλά και πηγές (θα πάρουν αρχικά την αρίθμηση 2 και 3) και στους δύο αγωγούς εκατέρωθεν του κεντρικού, οι οποίοι παίζουν το ρόλο του ground. Στη συνέχεια αλλάζουμε την αρίθμηση των πηγών 2 και 3 σε -1 (ορίζοντας ότι είναι ουσιαστικά ο αρνητικός πόλος της πηγής 1) και στα Port properties, ορίζουμε τις πηγές 1, -1 και -1 να είναι co-calibrated και να ανήκουν στην ίδια ομάδα (π.χ. A). Θα πρέπει επίσης να ορίσουμε το ground ως floating (στο properties του calibration box, στο ίδιο παράθυρο), καθώς δεν υπάρχει πλέον επίπεδο αναφοράς για το ground (είναι πιθανό ότι η κεραία θα ακτινοβολεί και προς τα κάτω, άρα θα υπάρχει και layer αέρα κάτω από το διηλεκτρικό υπόστρωμα και το bottom metal θα έχει οριστεί ως free space, όπως και το top metal). Προσοχή: η επιλογή De-embed στο παράθυρο Analysis – Setup – Advanced πρέπει να είναι απενεργοποιημένη (βλ. αρχείο monopole1.son).
- **Διέγερση μέσω γραμμής μικροταινίας, σε κεραία με πεπερασμένο ground.** Στην περίπτωση αυτή, όπως και στην προηγούμενη, δεν υπάρχει επίπεδο αναφοράς για το ground καθώς η κεραία θα ακτινοβολεί και προς τα κάτω. Συνεπώς και εδώ θα υπάρχει και layer αέρα κάτω από το διηλεκτρικό υπόστρωμα και το bottom metal θα έχει οριστεί ως free space, όπως και το top metal. Επιπλέον όμως, οι αγωγοί της γραμμής μεταφοράς τροφοδοσίας δεν βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο και δεν είναι δυνατός (λόγω περιορισμών του λογισμικού) ο ορισμός co-calibrated πηγών (1 και -1) σε διαφορετικά επίπεδα. Στην περίπτωση αυτή, εισάγουμε πρώτα via από τον αγωγό της μικροταινίας (στο σημείο που θέλουμε) μέχρι το ground, με την επιλογή Add Via και έχοντας τσεκάρει την επιλογή Down One Level (θα μπορούσε να γίνει και ανάποδα, στο ground της γ.μ. μέχρι τον αγωγό της μικροταινίας, με την επιλογή Up One Level). Ορίζουμε επίσης τον τύπο της via (rectangular, circular ή edge, δεν παίζει ιδιαίτερο ρόλο), όπως και τις διαστάσεις της (συνήθως μικρές, επίσης δεν παίζουν ιδιαίτερο ρόλο). Στη συνέχεια βάζουμε την πηγή, με Add Port πάνω στη Via, οπωσδήποτε όμως στο επίπεδο του ground (και όχι του πάνω αγωγού). Αν έχει γίνει σωστά, δεν θα επιτρέπεται αλλαγή του τύπου της θύρας στα Port Properties, θα είναι εξ ορισμού Standard (βλ. αρχείο monopole2.son).

Ορισμός παραμέτρων επίλυσης: Analysis – Setup: Υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης για καλύτερη ακρίβεια ή ταχύτερη επίλυση με την επιλογή Speed/Memory. Για τον υπολογισμό της απόκρισης (συντελεστής ανάκλασης) καλό είναι να μην έχουμε δώσει την επιλογή Compute current density, καθώς απαιτεί περισσότερο χρόνο και μνήμη. Η επιλογή Adaptive sweep είναι η καλύτερη για πολυσυχνотική επίλυση. Εάν ζητούμε επίλυση σε μεγάλο εύρος συχνοτήτων (λόγος f_{\max}/f_{\min} της τάξης του 3 ή και μεγαλύτερο), ίσως είναι καλύτερο να κάνουμε δύο ή και τρεις προσομοιώσεις σπάζοντας τη ζώνη συνοτήτων σε μικρότερες.

Για τον υπολογισμό διαγραμμάτων ακτινοβολίας δίνουμε επίλυση σε συγκεκριμένες συχνότητες (πιο εύκολο με τη Linear sweep αντί της Adaptive sweep) και έχουμε επιλεγμένη την Compute current density.

Επισκόπηση πλέγματος υπολογισμού: View – Subsections.

Επίλυση: Project – Analyze.

Επισκόπηση αποτελεσμάτων: Από τα πλήκτρα View Response, View Current, View Far Field (βρίσκονται και στο μενού Project), ανάλογα με την περίπτωση.

Άλλες λειτουργίες: Είναι δυνατή η ενσωμάτωση συγκεντρωμένων κυκλωματικών στοιχείων (R, L, C) με την επιλογή Tools - Add Component – Ideal. Επίσης, η παραμετρική ανάλυση (ανάλυση για διαφορετικές τιμές παραμέτρων) διευκολύνεται με τον ορισμό γεωμετρικής παραμέτρου από την επιλογή Tools – Add parameter – Add anchored, όπου επιλέγουμε εύκολα τα «σημεία αγκύρωσης» που ορίζουν τη γεωμετρική παράμετρο.