

ΚΕΡΑΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ

ΣΕΙΡΑ 2 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΚΕΡΑΙΩΝ ΜΕ ΤΟ NEC

Ημερομηνία Παράδοσης: 14 Ιανουαρίου 2024

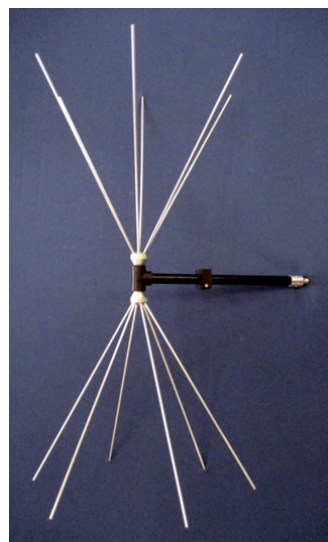
Για την ανάλυση των κεραιών που ακολουθούν διατίθεται το πρόγραμμα 4nec2, το οποίο μπορείτε να κατεβάσετε από τη σχετική ιστοσελίδα: <http://www.qsl.net/4nec2/>. Είναι ένα αρκετά απλό και εύχρηστο πακέτο, με σημαντικές διευκολύνσεις για τη σχεδίαση του αρχείου εισόδου και την εκτέλεση της υπολογιστικής μεθόδου.

Για την ορθή λειτουργία του, προτείνεται η εγκατάστασή του σε φάκελο εκτός του φακέλου συστήματος Program Files ώστε να υπάρχουν στο φάκελο αυτό δικαιώματα εγγραφής. Π.χ. μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο default φάκελος C:\4nec2. Αν χρειαστεί, μετά την εγκατάσταση αλλάζουμε τα Properties του φακέλου του 4nec2, απομακρύνοντας τυχόν επιλογή Read Only.

1. Ανάλυση δικωνικής κεραίας

Η δικωνική κεραία είναι μια κεραία ευρείας ζώνης συχνοτήτων. Μπορεί να θεωρηθεί ως ένα «δίπολο μεταβλητής διαμέτρου», γεγονός που του προσδίδει σημαντική ευρυζωνικότητα. Στις περισσότερες εφαρμογές, οι κώνοι δεν υλοποιούνται με συμπαγείς επιφάνειες αλλά με σύρματα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η τροφοδοσία γίνεται με ομοαξονικό καλώδιο, ο κεντρικός αγωγός του οποίου συνδέεται στον έναν κώνο, ενώ το περίβλημα συνδέεται με τον άλλον. Σκοπός της άσκησης είναι η μοντελοποίηση της κεραίας με το πρόγραμμα NEC, όπως ακριβώς στη φωτογραφία.

Οι διαστάσεις της κεραίας είναι 0.5λ για το μήκος των συρμάτων του κώνου και $2\theta_0=60^\circ$ για τη συνολική γωνία ανοίγματος του κώνου. Υποθέστε διάμετρο συρμάτων $\lambda/200$. Στη σχεδίαση του αρχείου NEC μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα σύρματα του κάτω κώνου ενώνονται σε ένα κοινό σημείο που βρίσκεται σε μικρή απόσταση (έστω $\lambda/20$) κάτω από το σημείο όπου ενώνονται τα σύρματα του πάνω κώνου. Μεταξύ των δύο σημείων αυτών θα τοποθετηθεί ένα σύρμα με ένα μόνο segment τροφοδοσίας.



Επιλέξτε το μήκος κύματος με βάση τον παρακάτω πίνακα και υπολογίστε την κεντρική συχνότητα της κεραίας αυτήν για την οποία το μήκος κύματος είναι το επιθυμητό ($f_0=c_0/\lambda$).

Επώνυμο	A-E	Z-Λ	M-N	Ξ-Σ	T-Ω
λ	0.125 m	0.25 m	0.5 m	1 m	2 m

α. Για ένα εύρος συχνοτήτων από $0.5f_0$ έως $4f_0$ σχεδιάστε τη μεταβολή του πραγματικού και του φανταστικού μέρους της Z_{in} της κεραίας. Θεωρώντας γραμμή τροφοδοσίας 50Ω , απεικονίστε και το μέτρο του συντελεστή ανάκλασης στη ζώνη αυτή. Σε περίπτωση που δεν επιτυγχάνεται καλή λειτουργία σε όλη την παραπάνω ζώνη, σκεφτείτε αν θα μπορούσε αυτή να βελτιωθεί επιλέγοντας μια καταλληλότερη χαρακτηριστική αντίσταση γραμμής τροφοδοσίας, κοιτάζοντας το πραγματικό μέρος ή το μέτρο της Z_{in} της κεραίας.

β. Σχεδιάστε το διάγραμμα ακτινοβολίας (οριζόντιο και κατακόρυφο) για την συχνότητα f_0 , καθώς και το κατακόρυφο διάγραμμα μόνον, για τις συχνότητες $2f_0$, $3f_0$ και $4f_0$. Δείξτε και τα 3D διαγράμματα ακτινοβολίας. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

Υπόδειξη: Μπορείτε να φτιάξετε ένα μικρό κώδικα Matlab (ή ακόμη και υπολογισμό στο Excel) που θα δέχεται ως μεταβλητές τις r , l , θ_0 και d και θα κατασκευάζει τη γεωμετρία της υπό μελέτη κεραίας. Συγκεκριμένα, θα κατασκευάζει γραμμές GW, όπως τις δέχεται το αρχείο εισόδου του NEC (.nec). Οι γραμμές GW μπορούν να δημιουργούνται με την fprintf.

2. Ελικοειδής κεραία

Προσδιορίστε τις διαστάσεις ελικοειδούς κεραίας 15 σπειρών (περιφέρεια C και βήμα της έλικας S), για την οποία η κεντρική συχνότητα (για $C=\lambda$) της λειτουργίας του αξονικού ρυθμού να είναι:

Επώνυμο	A-E	Z-Λ	M-N	Ξ-Σ	T-Ω
f_0	100 MHz (FM)	600 MHz (TV)	1.5 GHz (GPS)	2.5 GHz (WiFi)	3.5 GHz (5G)

Μοντελοποιήστε την ελικοειδή αυτή κεραία στο NEC. Ορίστε την έλικα με τη βοήθεια της εντολής GH (Generate Helix) ή από τον Builder του NEC. Ορίστε οπωσδήποτε και το ground, καθώς η παρουσία του είναι ουσιώδης στη λειτουργία της κεραίας. Το ground πρέπει να οριστεί ως δίσκος ακτίνας $\lambda/2$, υλοποιημένος με 12 ακτινικά και 5 κυκλικά wires. Υλοποιήστε το ground με τη βοήθεια του Builder. Εννοείται ότι το segment τροφοδοσίας θα είναι μεταξύ του ενός άκρου της έλικας και ενός σημείου του ground το οποίο είναι οπωσδήποτε σημείο τομής κάποιων segments του ground. Υποθέστε διάμετρο συρμάτων της τάξης του $\lambda/100$.

α. Για ένα εύρος συχνοτήτων από $0.3f_0$ έως $2f_0$ σχεδιάστε τη μεταβολή του μέτρου της Z_{in} της κεραίας. Με βάση τη μεταβολή αυτή επιλέξτε μια κατάλληλη χαρακτηριστική αντίσταση γραμμής τροφοδοσίας.

β. Με βάση τη χαρακτηριστική αντίσταση γραμμής τροφοδοσίας που επιλέξατε, απεικονίστε το μέτρο του συντελεστή ανάκλασης στο ίδιο εύρος και σχολιάστε κατά πόσον η κεραία είναι πράγματι ευρυζωνική.

γ. Σχεδιάστε το διάγραμμα ακτινοβολίας σε επίπεδο (οποιοδήποτε) που περιλαμβάνει τον άξονα της έλικας για τις συχνότητες $0.1f_0$, $0.3f_0$, $0.7f_0$, f_0 , $1.3f_0$, $2f_0$ και $4f_0$. Δείξτε και τα 3D διαγράμματα ακτινοβολίας. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

3. Υπολογισμός αμοιβαίων αντιστάσεων διπόλων

Σκεφτείτε πώς μπορούν να υπολογιστούν, με τη βοήθεια του NEC, οι αμοιβαίες μιγαδικές αντιστάσεις δύο διπόλων $\lambda/2$, διαμέτρου $\lambda/1000$ (υπόδειξη: μοντελοποιήστε δύο δίπολα, τροφοδοτήστε το πρώτο με πηγή τάσης και αφήστε το άλλο βραχυκυκλωμένο). Οι συχνότητες είναι:

Επώνυμο	A-E	Z-Λ	M-N	Ξ-Σ	T-Ω
f_0	30 MHz	100 MHz	300 MHz	1 GHz	3 GHz

α. Κάντε ένα γράφημα της αμοιβαίας σύνθετης αντίστασης δύο παράλληλων διπόλων $\lambda/2$, συναρτήσει της απόστασης, για αποστάσεις από 0.05λ έως 3λ (με βήμα 0.05λ). Συγκρίνετε τα γραφήματα για 10 και 40 segments στο μήκος κύματος. Συγκρίνετε και με το θεωρητικό γράφημα.

β. Κάντε ένα γράφημα της αμοιβαίας σύνθετης αντίστασης δύο συγγραμμικών διπόλων $\lambda/2$, συναρτήσει της απόστασης, για αποστάσεις από 0.05λ έως 3λ (με βήμα 0.05λ). Συγκρίνετε τα γραφήματα για 10 και 40 segments στο μήκος κύματος.

γ. Προσπαθήστε να αντιμετωπίσετε και την περίπτωση δύο παράλληλων διπόλων αλλά με κατακόρυφη απόκλιση (in echelon), σε οριζόντια απόσταση d και κατακόρυφη απόσταση h ($d \leq 2\lambda$, $h \leq \lambda$). Φτιάξτε δύο surface ή contour plots, ένα για το πραγματικό και ένα για το φανταστικό μέρος (διδιάστατη απεικόνιση, με άξονες τους d και h και εμφάνιση των $\text{Re}\{Z_m\}$, $\text{Im}\{Z_m\}$ σε ξεχωριστά γραφήματα, είτε σε μορφή surface plot με colorbar, είτε contour plot με σχετικά πυκνά contours, π.χ. ανά 2-3 Ω ή 5 Ω αν δεν είναι πολύ ευδιάκριτα).

Υπόδειξη: Φτιάξτε ένα μικρό script σε Matlab που μεταβάλλει τις τιμές των αποστάσεων σε κατάλληλους βρόχους for. Στο εσωτερικό κάθε τέτοιου βρόχου, θα σώζεται το αρχείο .nec με τη νέα γεωμετρία (μόνο κάποιες συντεγμένες των wires θα αλλάζουν, όχι τροφοδοσία κλπ), θα καλείται ο nec solver σε command line και θα διαβάζονται τα αποτελέσματα του αρχείου εξόδου (ρεύμα τροφοδοσίας και ρεύμα στο παρασιτικό δίπολο), από τα οποία θα υπολογίζεται η Z_m .