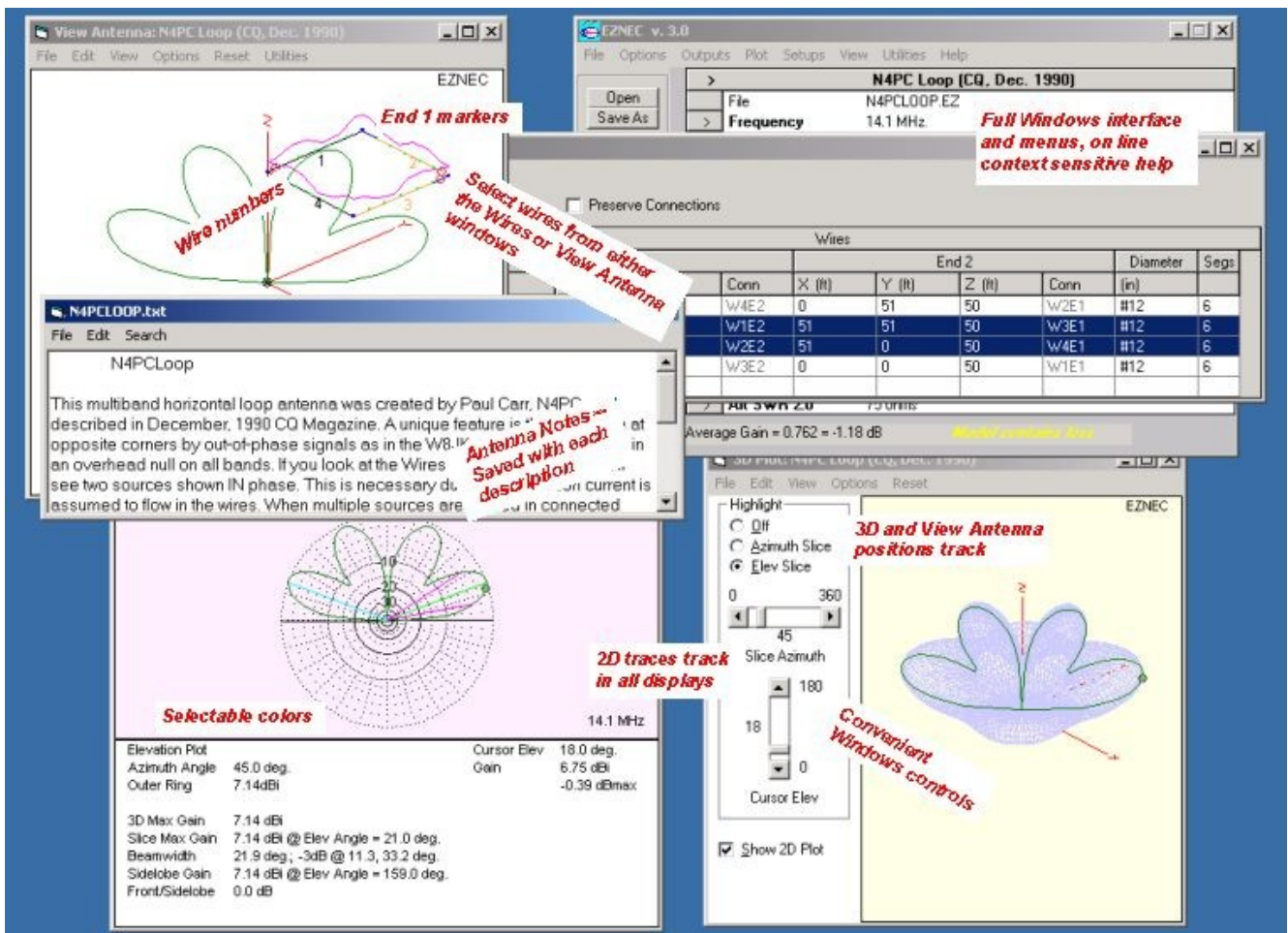


Πρόγραμμα μοντελοποίησης EZNEC

Στο προηγούμενο άρθρο μας αναφερθήκαμε στην ανάγκη εξομοίωσης της λειτουργίας των κεραιών και στην μοντελοποίηση, ώστε να καταλάβουμε τα χαρακτηριστικά της κεραιάς που εξετάζουμε, και να εκτιμήσουμε όσο καλύτερα μπορούμε το κέρδος της, καθώς και το διάγραμμα ακτινοβολίας, σε σχέση με τις διαστάσεις και τα υλικά κατασκευής της, καθώς και το περιβάλλον, στο οποίο η κεραία τοποθετείται, όπως το ύψος της από το έδαφος, ο προσανατολισμός της και η αγωγιμότητα εδάφους, πάνω από το οποίο εγκαθίσταται. Στη δεύτερη συνέχεια της σειράς θα το πρόγραμμα εξομοίωσης EZNEC.

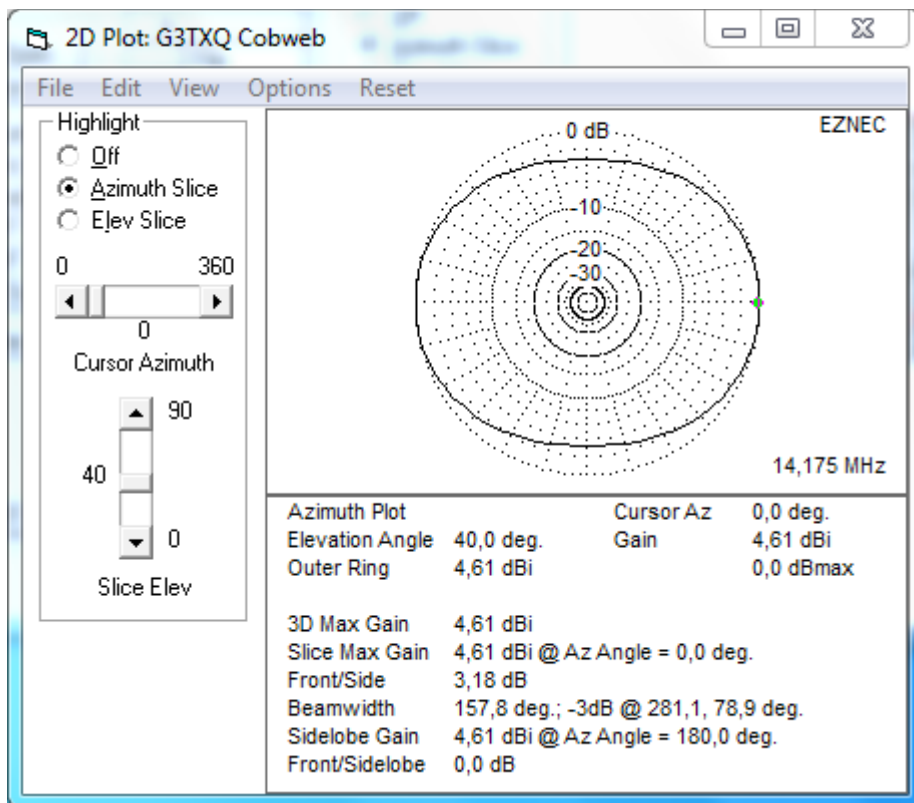
Το EZNEC ξεκίνησε στις αρχές του 1990 ως ELNEC για το DOS από τον Roy Lewallen, W7EL, και μετεξελίχθηκε αργότερα σε EZNEC για τα Windows. Σήμερα βρίσκεται στην έκδοση 6 και θα το βρείτε στην διεύθυνση www.eznec.com. Η εφαρμογή διατίθεται στη βασική της έκδοση με πληρωμή. Υπάρχει όμως και μια έκδοση επίδειξης (Demo) με μέγιστο αριθμό τμημάτων – segment 20, αντί των 500 για την έκδοση με πληρωμή. Ακόμη όμως και με αυτό τον περιορισμό των 20 τμημάτων, μπορεί κάποιος να σχεδιάσει μια απλή κεραία, να την μελετήσει και να δει τις επιδόσεις της.



Εικόνα 1 Επισκόπηση του EZNEC

Οι παράμετροι μιας κεραιάς που μας ενδιαφέρουν είναι οι διαστάσεις των στοιχείων της, η συχνότητα συντονισμού της, η σύνθετη αντίσταση εισόδου της, ο λόγος στασίμων, το διάγραμμα ακτινοβολίας (οριζόντιο και κατακόρυφο), το κέρδος της, η επίδραση του εδάφους, καθώς και του ύψους της κεραιάς, πάνω από έδαφος.

Το οριζόντιο διάγραμμα ακτινοβολίας (0 έως 360 μοίρες) δείχνει την δυνατότητα που έχει η κεραία να ακτινοβολεί κυκλικά (περιμετρικά) στο οριζόντιο επίπεδο. Έτσι μπορεί να είναι πανκατευθυντική (omnidirectional), όταν ακτινοβολεί κυκλικά (προς όλες τις διευθύνσεις), ή κατευθυντική (directional), όταν η ακτινοβολία περιορίζεται σε ορισμένη κατεύθυνση.



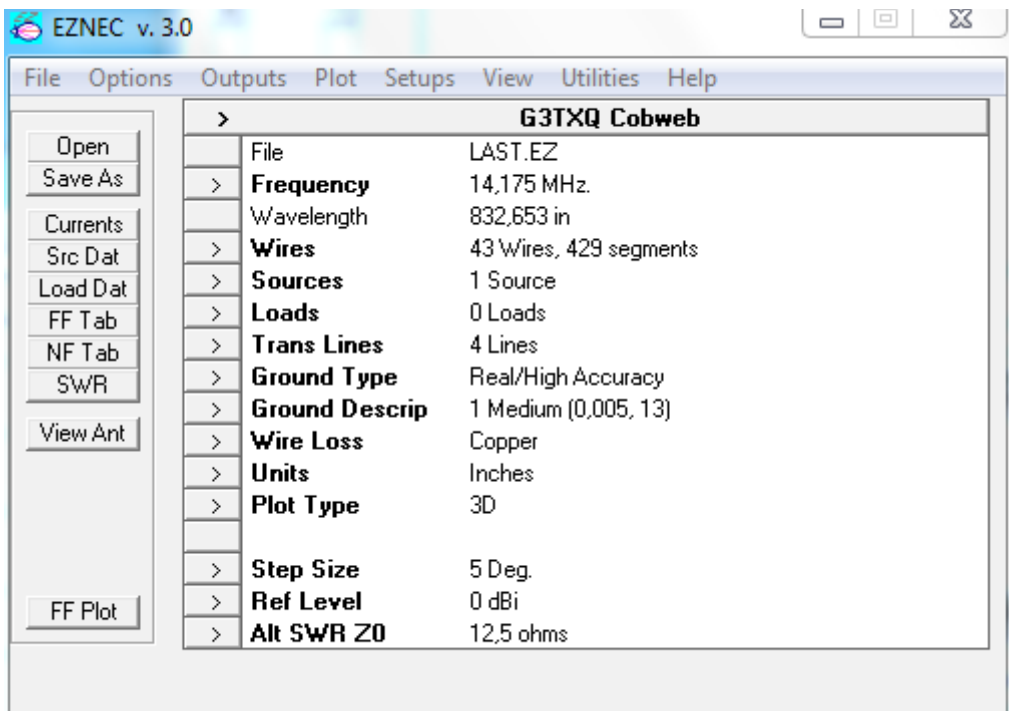
Εικόνα 2 Διάγραμμα οριζόντιας ακτινοβολίας

Το κατακόρυφο διάγραμμα ακτινοβολίας (0 έως 90 μοίρες) δείχνει την κατεύθυνση και ένταση της ακτινοβολίας στο κατακόρυφο επίπεδο. Στο EZNEC η κατακόρυφη κατεύθυνση αναφέρεται ως Elevation.

Το κέρδος είναι η ικανότητα της κεραίας να εστιάζει την ακτινοβολούμενη ενέργεια σε μια κατεύθυνση και εκφράζεται σε dBi, σε σχέση με την ακτινοβολία μιας ιστροπικής κεραίας. Η ιστροπική κεραία είναι μια υποθετική κατασκευή που ακτινοβολεί εξ' ίσου προς όλες τις κατευθύνσεις, οριζόντια και κατακόρυφα. Ένα δίπολο τοποθετημένο σε ελεύθερο χώρο έχει κέρδος 2,15 dBi (2,15 dB περισσότερο από την ιστροπική κεραία).

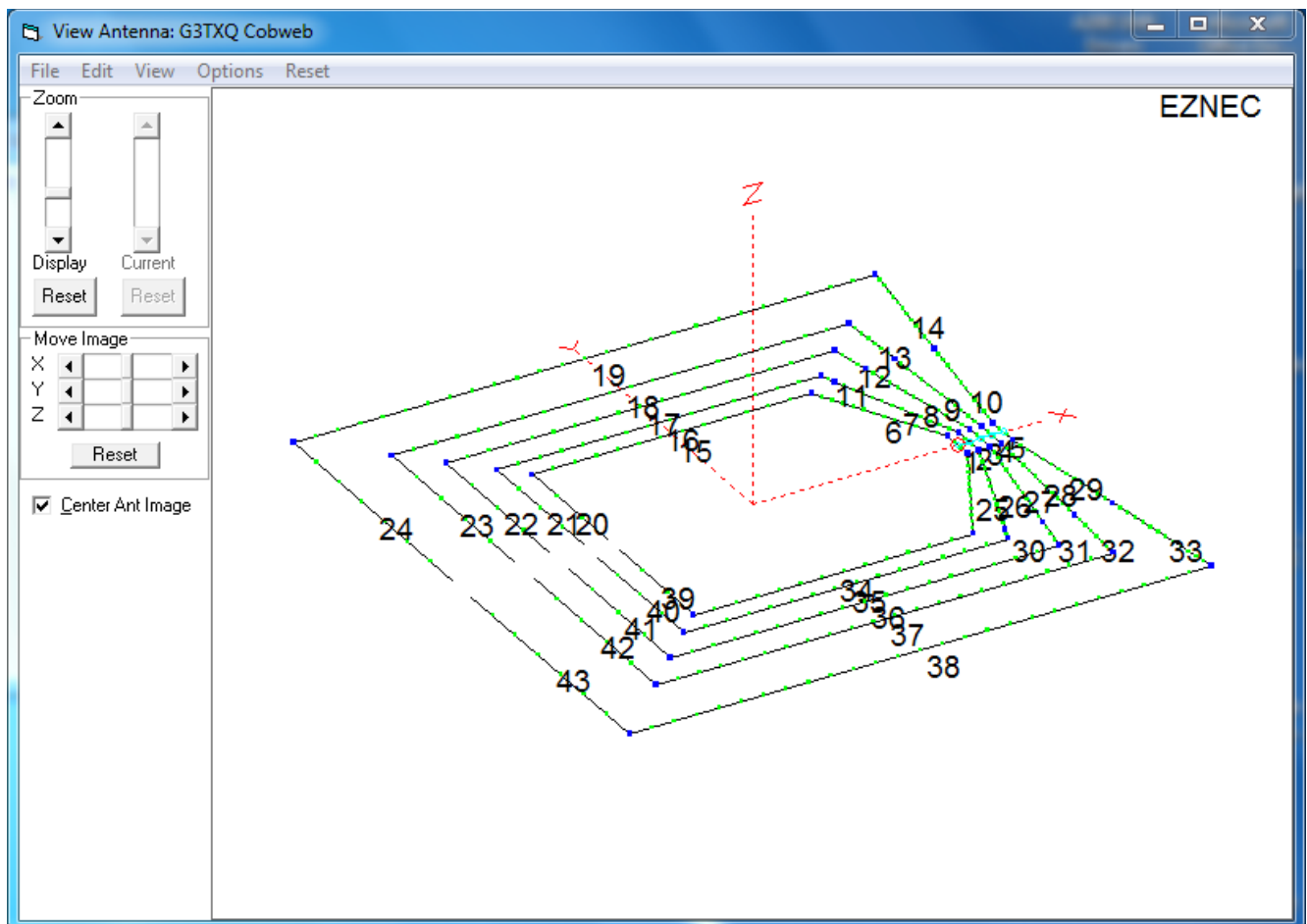
Το έδαφος κάτω και γύρω από την κεραία επιδρά, λόγω της αγωγιμότητας που το χαρακτηρίζει, σαν καθρέπτης, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό ακυρώσεων (nulls) και ενισχύσεων (peaks) στο κατακόρυφο διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας.

Η εφαρμογή EZNEC ανοίγει το παράθυρο ελέγχου, στο οποίο εισάγουμε την συχνότητα λειτουργίας της κεραίας μας (Frequency), την πηγή που την τροφοδοτεί (Source), τυχόν φορτία που υπάρχουν στην κεραία, όπως πηνία ή πυκνωτές (Loads), γραμμές μεταφοράς προαιρετικά (Trans Lines), τον τύπο και την περιγραφή της γης κάτω από την κεραία (Ground Type & Ground Descript), τις απώλειες του σύρματος της κεραίας π.χ. αλουμίνιο ή χαλκός (Wire Loss), οι μονάδες μέτρησης σε μέτρα ή πόδια (Units), τύπο γραφήματος και μέγεθος βήματος (Plot Type & Step Size), την στάθμη αναφοράς (Ref Level) και τέλος την εναλλακτική σύνθετη αντίσταση της κεραίας (Alt SWR Z0). Οι μετρήσεις γίνονται πάντα με $Z_0 = 50$ ohms.

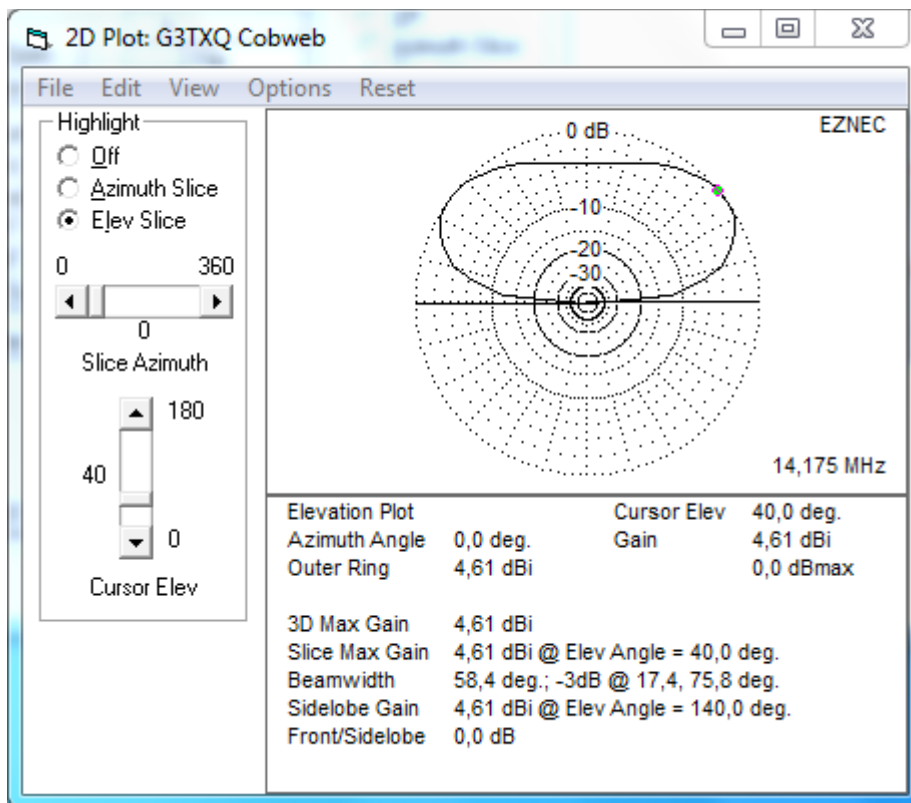


Εικόνα 3 EZNEC παράθυρο ελέγχου

Στη συνέχεια με τα κουμπιά αριστερά μπορούμε α) να δούμε την κεραία που ορίσαμε (View Ant), β) να μετρήσουμε τα στάσιμά της στην συχνότητα που ορίσαμε (SWR) και γ) να δούμε το διάγραμμα ακτινοβολίας της (FF Plot).



Εικόνα 4 EZNEC θέαση μοντέλου κεραίας



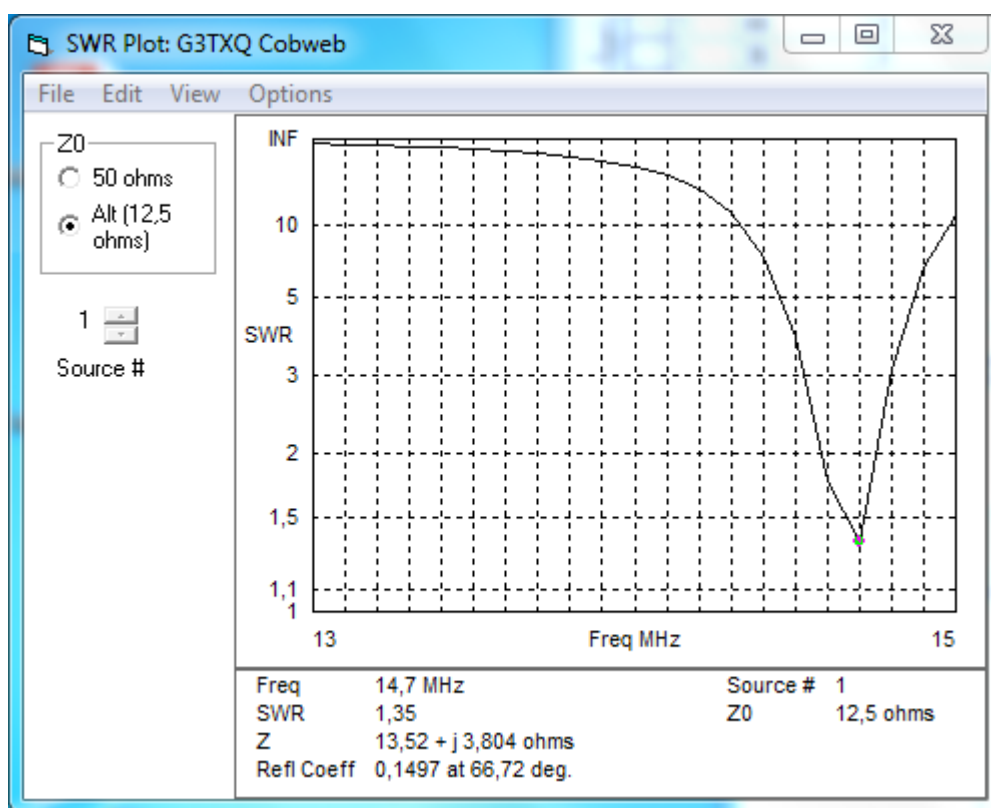
Εικόνα 5 EZNEC Διάγραμμα κατακόρυφης ακτινοβολίας

Το μοντέλο της κεραίας κατασκευάζεται με τα εικονικά “σύρματα – wires” και ορίζεται στον τρισδιάστατο χώρο με ορθογώνιες ή καρτεσιανές συντεταγμένες, όπου ‘x’ είναι η διάσταση πλευρών, ‘y’ η διάσταση βάθους ή εμπρός – πίσω και ‘z’ το ύψος της κεραίας (προσοχή: όχι το ύψος της κεραίας από το έδαφος). Για παράδειγμα μια κατακόρυφη κεραία είναι μονοδιάστατη, στον άξονα z, ένα οριζόντιο δίπολο είναι επίσης μονοδιάστατο στον άξονα x (ή τον άξονα y), μια οριζόντια γαγι είναι δισδιάστατη στους άξονες x και y, ενώ τέλος μια cubical quad beam είναι τρισδιάστατη, δηλαδή έχει διαστάσεις και στους 3 άξονες.

No.	End 1				End 2				Diameter (in)	Segs
	X (in)	Y (in)	Z (in)	Conn	X (in)	Y (in)	Z (in)	Conn		
1	36	3	300	W6E1	36	-3	300	W25E1	0,039	3
2	38	3	300	W7E1	38	-3	300	W26E1	0,039	3
3	40	3	300	W8E1	40	-3	300	W27E1	0,039	3
4	42	3	300	W9E1	42	-3	300	W28E1	0,039	3
5	44	3	300	W10E1	44	-3	300	W29E1	0,039	3
6	36	3	300	W1E1	24,572	24,572	300	W15E1	0,039	13
7	38	3	300	W2E1	29,4354	25,8604	300	W11E1	0,039	13
8	40	3	300	W3E1	35,4658	26,9873	300	W12E1	0,039	13
9	42	3	300	W4E1	40,7709	27,3811	300	W13E1	0,039	13
10	44	3	300	W5E1	47,56	27,1511	300	W14E1	0,039	13
11	29,4354	25,8604	300	W7E2	28,4611	28,4611	300	W16E1	0,039	2
12	35,4658	26,9873	300	W8E2	34,1179	34,1179	300	W17E1	0,039	4
13	40,7709	27,3811	300	W9E2	40,1283	40,1283	300	W18E1	0,039	7
14	47,56	27,1511	300	W10E2	51,0885	51,0885	300	W19E1	0,039	13
15	24,572	24,572	300	W6E2	-24,572	24,572	300	W20E1	0,039	13

Εικόνα 6 EZNEC Πίνακας εισαγωγής συντεταγμένων κεραίας

Το κάθε σημείο ορίζεται με τις συντεταγμένες (x, y, z), με το αρχικό σημείο αναφοράς να έχει συντεταγμένες (0, 0, 0). Αφού ορίσουμε την κεραία μπορούμε να δούμε τα στάσιμα στη συχνότητα που είχαμε επιλέξει, καθώς και το διάγραμμα ακτινοβολίας της. Αν η κεραία συντονίζεται σε διαφορετική συχνότητα από εκείνη που είχαμε ορίσει, διορθώνουμε τις διαστάσεις της, έτσι ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

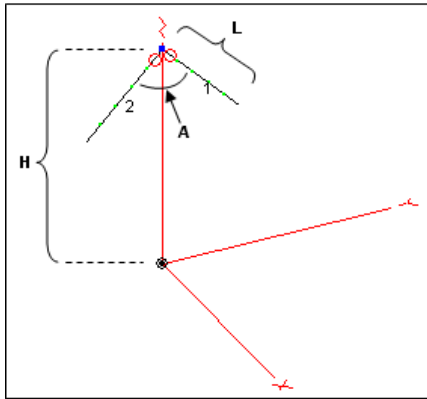


Εικόνα 7 EZNEC Καμπύλη στασίμων με Z0 12,5 ohms

Το EZNEC είναι ένα από τα παλιότερα προγράμματα εξομίωσης και έχει φανατικούς χρήστες και μεγάλη βάση μοντέλων κεραιών (αρχεία με κατάληξη .ez). Παρ' όλα αυτά έχει κάποια μειονεκτήματα που περιορίζουν την χρηστικότητα. Το κυριότερο, κατά την γνώμη μου, μειονέκτημα είναι η αδυναμία ορισμού των διαστάσεων μιας κεραίας με μεταβλητές ή εξισώσεις. Ο τρόπος αυτός διευκολύνει τις επαναλαμβανόμενες εργασίες συντονισμού της κεραίας ή της προσαρμογής της σε συγκεκριμένες απαιτήσεις. Με αυτό τον τρόπο, οποιαδήποτε αλλαγή μιας διάστασης ενός στοιχείου της κεραίας γίνεται τροποποιώντας την μεταβλητή και όχι τις συντεταγμένες των δυο άκρων του.

Ένα εξ' ίσου σοβαρό μειονέκτημα είναι και η απουσία βελτιστοποιητή επιδόσεων (optimizer). Η συγκεκριμένη αυτή δυνατότητα επιτρέπει την επίτευξη ενός στόχου (πχ ελάχιστο SWR) με την βηματική μεταβολή μιας ή περισσότερων μεταβλητών με τις οποίες έχει οριστεί το μοντέλο της κεραίας.

Η έλλειψη αυτή αντισταθμίζεται από την εφαρμογή AutoEZ (Automated use of EZNEC) του AC6LA (<https://ac6la.com/autoez.html>), η οποία συνεργάζεται με το EZNEC και αυτοματοποιεί την χρήση του. Η εφαρμογή, όμως, είναι με πληρωμή, αλλά υπάρχει και η δωρεάν έκδοση επίδειξης με περιορισμό τα 25 segments στο μοντέλο της κεραίας.



Vee With Formulas.weg - AutoEZ.xls

G11 $\text{A} = \text{H} - \text{L} * \text{COS}(\text{RADIANS}(\text{A}/2))$

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	Clear All		Enter fixed values or Excel formulas to define wires.			Open Model File	
3							
4							
5	Hide Marked Rows		Change Units		Formulas		
6							(1 to 4)
7	If marked here, do not write to file.			<input checked="" type="checkbox"/> Display numbers with 3 decimal places.			
8	End 1			End 2			
9	X (ft)	Y (ft)	Z (ft)	X (ft)	Y (ft)	Z (ft)	
10	20m inverted vee, using formulas and variables						
11	0.000	0.000	33.940	0.000	11.819	22.121	
12	0.000	0.000	33.940	0.000	11.819	22.121	
13							

D11 $\text{A} = \text{H}$

F11 $\text{A} = \text{L} * \text{SIN}(\text{RADIANS}(\text{A}/2))$

Εικόνα 8 AutoEZ Εισαγωγή μεταβλητών και τύπων

Όσοι έχουν προμηθευτεί ένα από τα πρόσφατα Antenna Handbook της ARRL, από την 20ή έκδοση και μετά, σε ψηφιακή μορφή, έχουν και μια αρκετά υπολογίσιμη συλλογή μοντέλων κεραιών από τα HF μέχρι τα UHF, τα οποία τρέχουν στο EZNEC. Τα μοντέλα αυτά είναι σε πλήρη μορφή και μπορεί κάποιος να τα ανοίξει, να τα τρέξει και να τα τροποποιήσει ή να τα βελτιώσει στην έκδοση Demo, χωρίς τον περιορισμό των 20 segments.

Στο επόμενο άρθρο θα συνεχίσουμε με την παρουσίαση του προγράμματος 4nec2.

Μέχρι τότε πολλά DX

73 de SV1IVK