

---

# Υπολογιστική Ανάλυση Κεραιών

## Ειδικές Κεραίες - Σύνθεση Κεραιών

Σειρά Ασκήσεων I

Αλέξανδρος Τζήκας - [alextzik@ece.auth.gr](mailto:alextzik@ece.auth.gr) - AEM: 8978

---



# I. Η Δισκοκωνική Κεραία

Η πρώτη κεραία προς ανάλυση στην παρούσα εργασία είναι η δισκοκωνική. Η συγκεκριμένη κεραία είναι ευρυζωνική και αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία: έναν δίσκο και έναν κώνο που υλοποιούνται με συγκεκριμένο αριθμό συρμάτων και όχι με συμπαγείς επιφάνειες, αφού τα σύρματα μπορούν ηλεκτρικά να προσομοιώσουν την συμπεριφορά των συμπαγών επιφανειών. Ο δίσκος λειτουργεί ως ground, ενώ η τροφοδοσία γίνεται με ομοαξονικό καλώδιο. Στην ανάλυση θεωρούμε ότι ο κώνος και ο δίσκος αποτελούνται από οχτώ σύρματα με ίσες γωνίες μεταξύ τους.

## A. Κώδικας MATLAB

Τα δεδομένα της ανάλυσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Μήκος Κύματος Κεντρικής Συχνότητας Λειτουργίας	Ακτίνα Δίσκου	Μήκος Συρμάτων Κώνου	Γωνία Ημιανοίγατος Κώνου	Διάμετρος Συρμάτων	Απόσταση Κώνου και Δίσκου
$\lambda=1m$	$r=0.3\lambda$	$l=0.5\lambda$	$\theta_0=30^\circ$	$\lambda/100$	$d=\lambda/20$

```
function [ ] = diskConeAntenna(r, l, theta, d, lambda)

%Disk Coordinates
startCoords_Disk=zeros(3,8);
endCoords_Disk=zeros(3,8);
for i=1:1:8
    phi=i*pi/4;
    endCoords_Disk(1,i)=r*cos(phi);
    endCoords_Disk(2,i)=r*sin(phi);
end

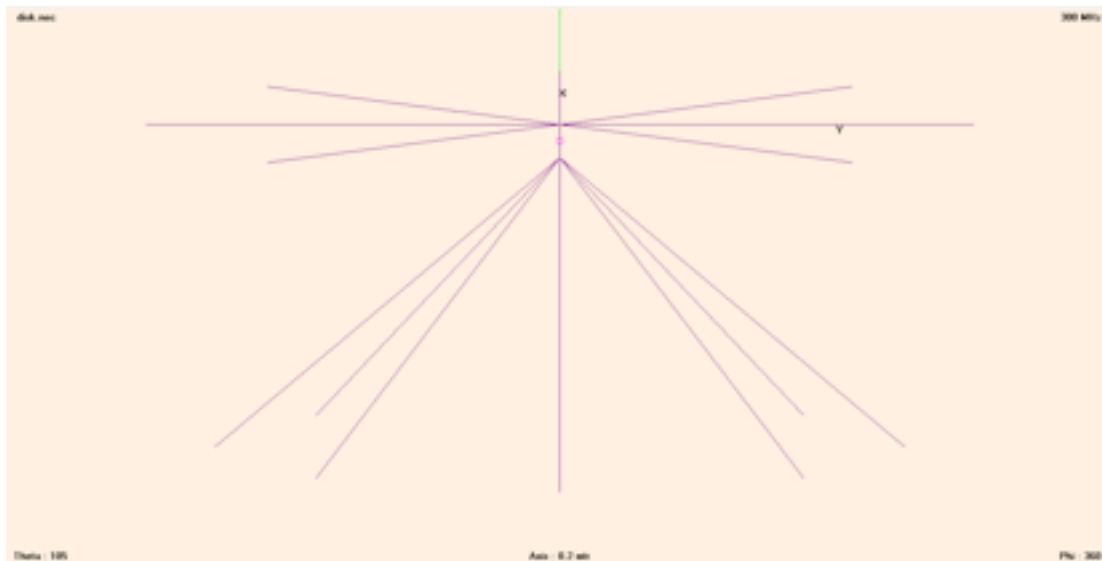
%Cone Coordinates
startCoords_Cone=zeros(3,8);
startCoords_Cone(3, :)=-d;
endCoords_Cone=zeros(3,8);
for i=1:1:8
    phi=i*pi/4;
    endCoords_Cone(1,i)=l*sin(theta)*cos(phi);
    endCoords_Cone(2,i)=l*sin(theta)*sin(phi);
end
endCoords_Cone(3,:)=-d-l*cos(theta);

%General Info
numOfSegments=11; %for 10: l/10=1/20<1/10 r/10=1/30<1/10 (odd needed: 11)
thicknessDiameter=lambda/100;
generalData=zeros(7,17);
for i=1:1:8
    generalData(1, i)=i;
    generalData(2:4, i)=startCoords_Disk(:,i);
    generalData(5:7, i)=endCoords_Disk(:,i);
end
for i=1:1:8
    generalData(1, i+8)=i+8;
    generalData(2:4, i+8)=startCoords_Cone(:,i);
    generalData(5:7, i+8)=endCoords_Cone(:,i);
end
generalData(1,17)=17;
generalData(7,17)=-d;
```

```
%Print
formatSpec='GW %d 11 %4.3f %4.3f %4.3f %4.3f %4.3f 0.025 \n';
fprintf(formatSpec, generalData);
end
```

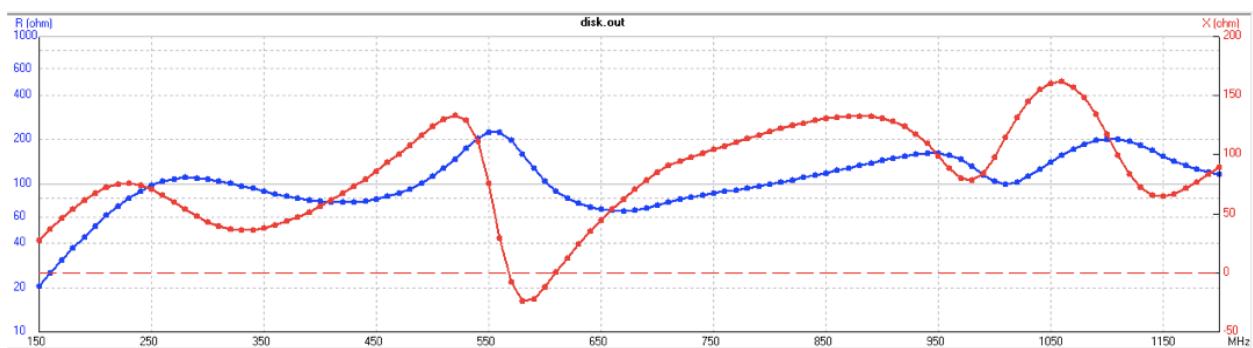
## Β. Αντίσταση και Συντελεστής Ανάκλασης

Η κεραία υλοποιήθηκε στο πρόγραμμα NEC και τοποθετήθηκε ένα wire του ενός segment ανάμεσα στον δίσκο και τον κώνο, πάνω στο οποίο τέθηκε η τροφοδοσία της κεραίας με πηγή τάσης τιμής  $1+j0$ .



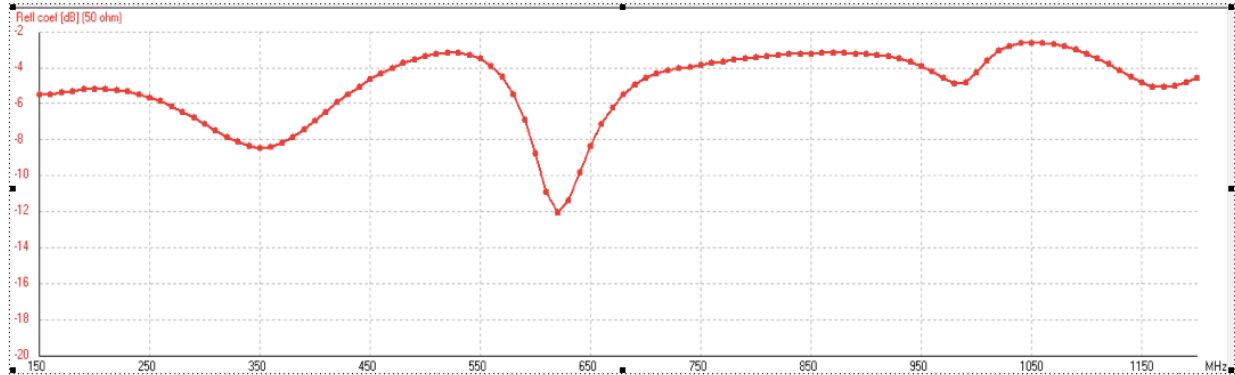
Εικόνα 1.1: Η δισκοκωνική κεραία υλοποιημένη στο NEC

Στην συνέχεια με 'frequency sweep' από 150MHz έως 1200MHz, βρέθηκε η συμπεριφορά της αντίστασης εισόδου της κεραίας. Το πραγματικό και το φανταστικό μέρος της αντίστασης εισόδου φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 1.2: Πραγματικό και Φανταστικό Μέρος Αντίστασης Εισόδου Κεραίας

Με χαρακτηριστική αντίσταση γραμμής τροφοδοσίας (ομοαξονικού καλωδίου)  $50\Omega$  υπολογίζεται ο συντελεστής ανάκλασης της κεραίας για το εύρος συχνοτήτων 150-1200 MHz.



Εικόνα 1.3: Συντελεστής Ανάκλασης ( $Z_0=50\Omega$ )

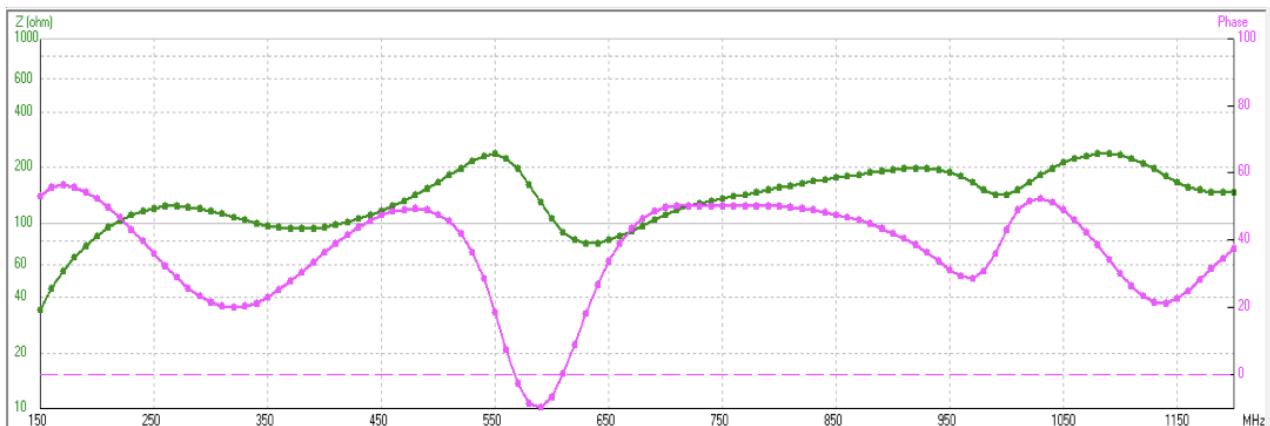
Από το διάγραμμα του συντελεστή ανάκλασης με  $Z_0=50\Omega$  είναι εμφανές ότι ο συντελεστής ανάκλασης έχει μέτρο μικρότερο του  $-10\text{dB}$  για ένα εύρος περίπου  $45\text{MHz}$  ( $600$ - $645\text{ MHz}$ ). Το συγκεκριμένο εύρος ζώνης είναι αρκετά μικρό και δεν δικαιολογεί την περιγραφή της κεραίας ως ευρυζωνική. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται από την μεγάλη απόκλιση μεταξύ της αντίστασης εισόδου της κεραίας και της επιλεγμένης χαρακτηριστικής αντίστασης της γραμμής τροφοδοσίας. Για επίτευξη μικρής τιμής συντελεστή ανάκλασης θέλουμε ιδανικά:

$$Z_{in}=Z_0$$

Αυτή είναι η απαιτούμενη συνθήκη διότι υπάρχει ο όρος  $Z_{in} - Z_0$  στον αριθμητή του  $\Gamma$ . Επειδή όμως η χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής μεταφοράς είναι καθαρά πραγματική και η αντίσταση εισόδου της κεραίας είναι εν γένει μιγαδική δεχομάστε την ικανοποίηση της παρακάτω συνθήκης για μικρό συντελεστή ανάκλασης:

$$|Z_{in}| = |Z_0|$$

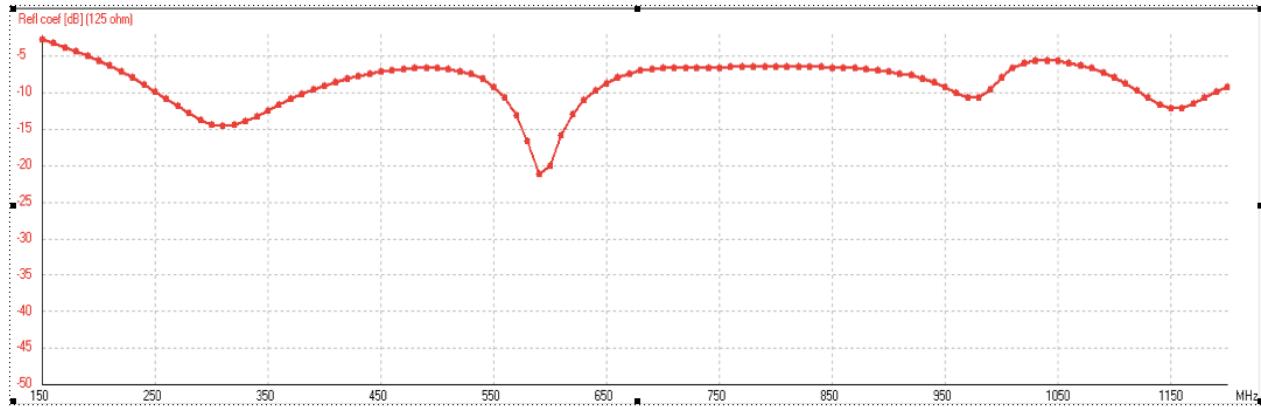
Για να επιλέξουμε την ιδανική - ή έστω κοντά στην ιδανική- τιμή χαρακτηριστικής αντίστασης πρέπει να απεικονιστεί το διάγραμμα του μέτρου της αντίστασης εισόδου της κεραίας.



Εικόνα 1.4: Μέτρο και Φάση Αντίστασης Εισόδου Κεραίας

Επειδή η κεντρική συχνότητα λειτουργίας είναι  $f_o=300\text{ MHz}$  μας ενδιαφέρει κυρίως η συμπεριφορά της κεραίας γύρω από την προαναφερθείσα συχνότητα. Κοιτάμε λοιπόν το μέτρο της αντίστασης εισόδου στην συγκεκριμένη περιοχή και επιλέγουμε ως χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής μεταφοράς μια τιμή κοντά στην τιμή του  $|Z_{in}|$  στην περιοχή γύρω από την συχνότητα  $300\text{ MHz}$ , η οποία βέβαια να μην απέχει πολύ από τις τιμές που λαμβάνει το  $|Z_{in}|$  και στις υπόλοιπες συχνότητες για να πετύχουμε και

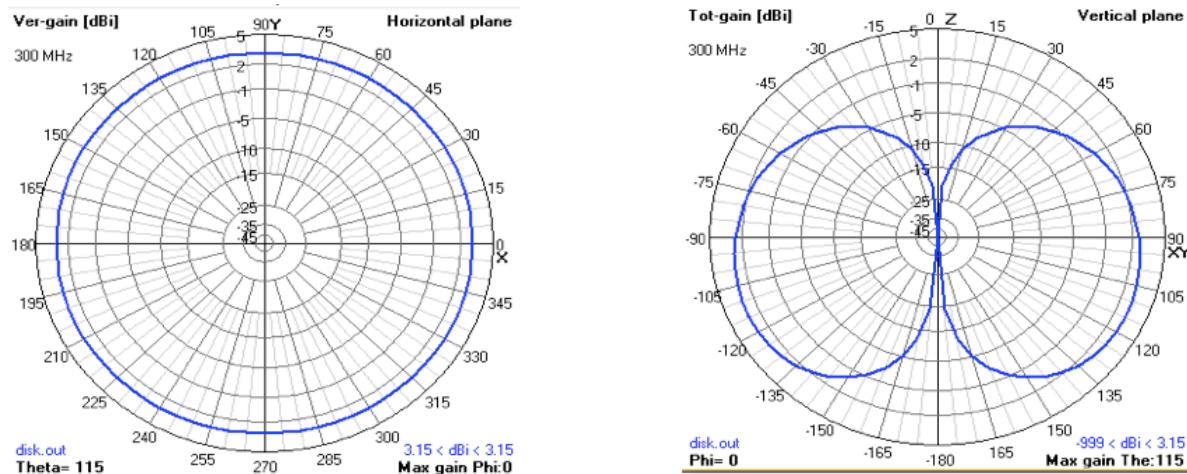
εκεί καλή συμπεριφορά του Γ. Η επιλεγμένη τιμή είναι  $Z_0=125\Omega$ . Έτσι επιτυγχάνεται καλή τιμή του Γ για τις περισσότερες συχνότητες.



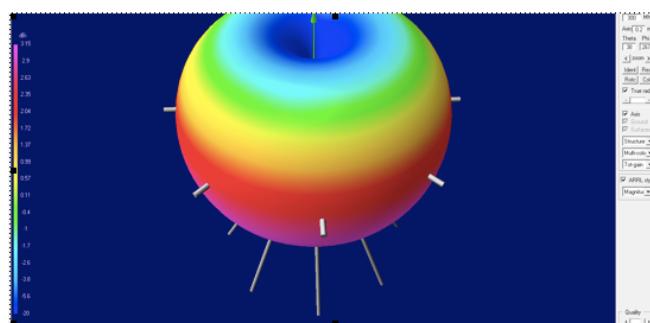
Εικόνα 1.5: Συντελεστής Ανάκλασης Κεραίας ( $Z_0=125\Omega$ )

## Γ. Διαγράμματα Ακτινοβολίας

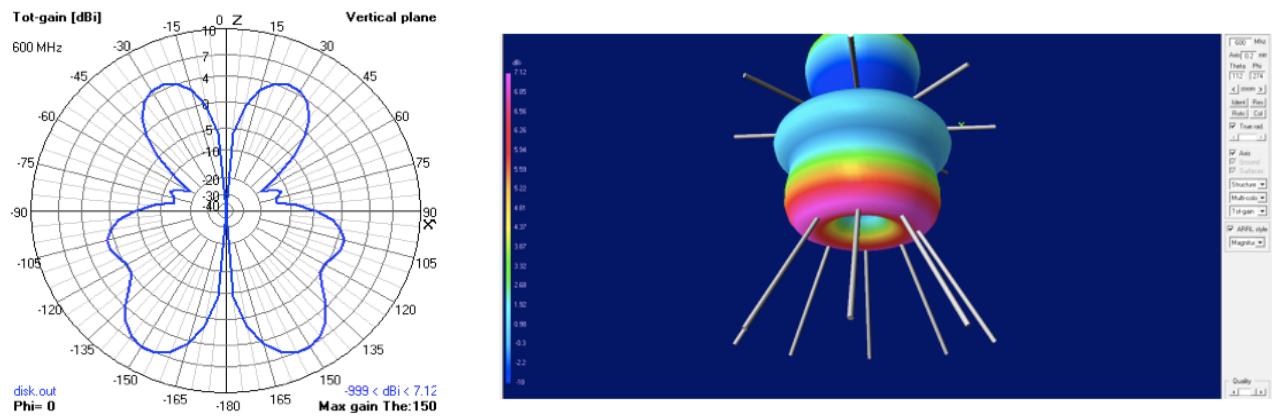
Σε αυτό το σημείο παρατίθενται τα διαγράμματα ακτινοβολίας που ζητούνται στην εκφώνηση της εργασίας.



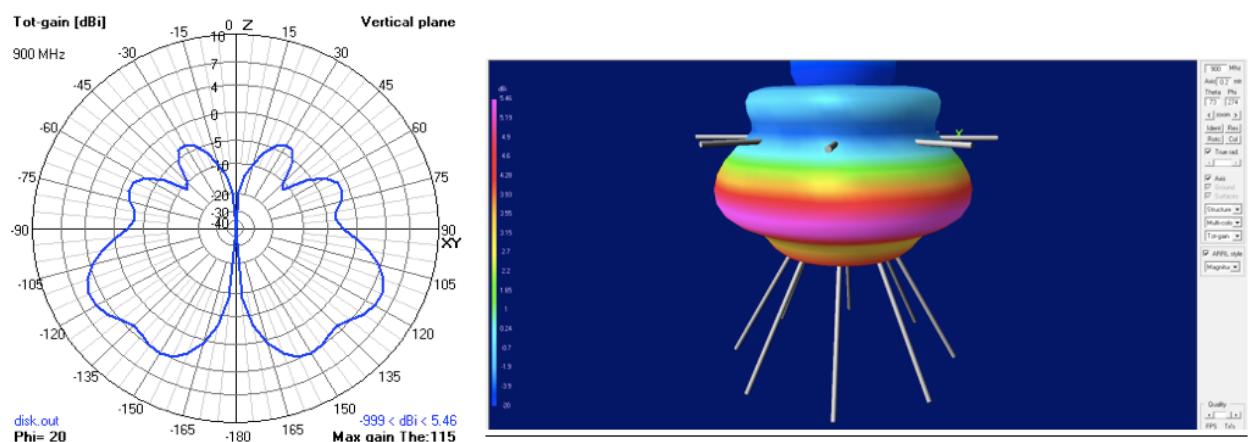
Εικόνα 1.6: Οριζόντιο και Κατακόρυφο Διάγραμμα Ακτινοβολίας ( $f_0 = 300 \text{ MHz}$ )



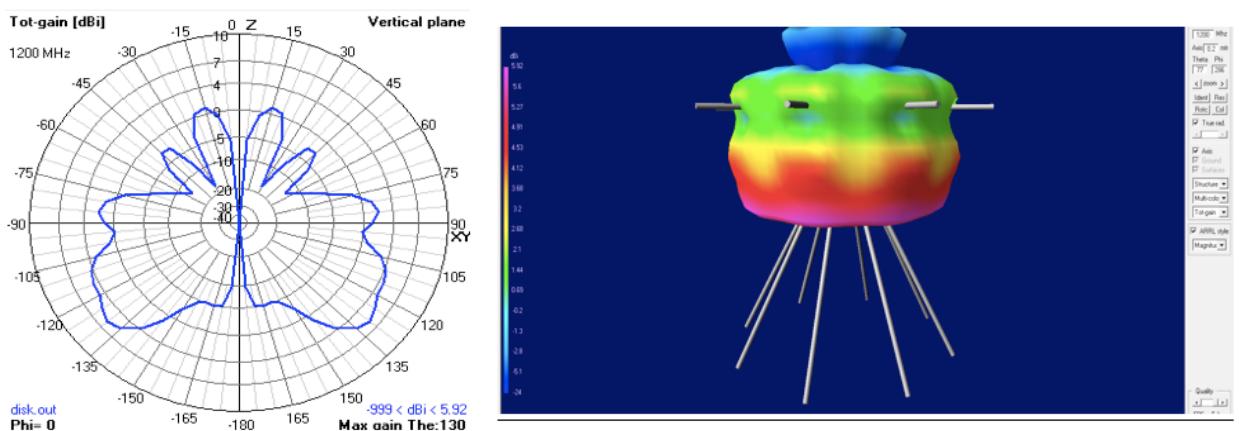
Εικόνα 1.7: Τρισδιάστατο Διάγραμμα Ακτινοβολίας ( $f_0 = 300 \text{ MHz}$ )



Εικόνα 1.8: Κατακόρυφο και Τρισδιάστατο Διάγραμμα Ακτινοβολίας ( $2f_0$ )



Εικόνα 1.9: Κατακόρυφο και Τρισδιάστατο Διάγραμμα Ακτινοβολίας ( $3f_0$ )



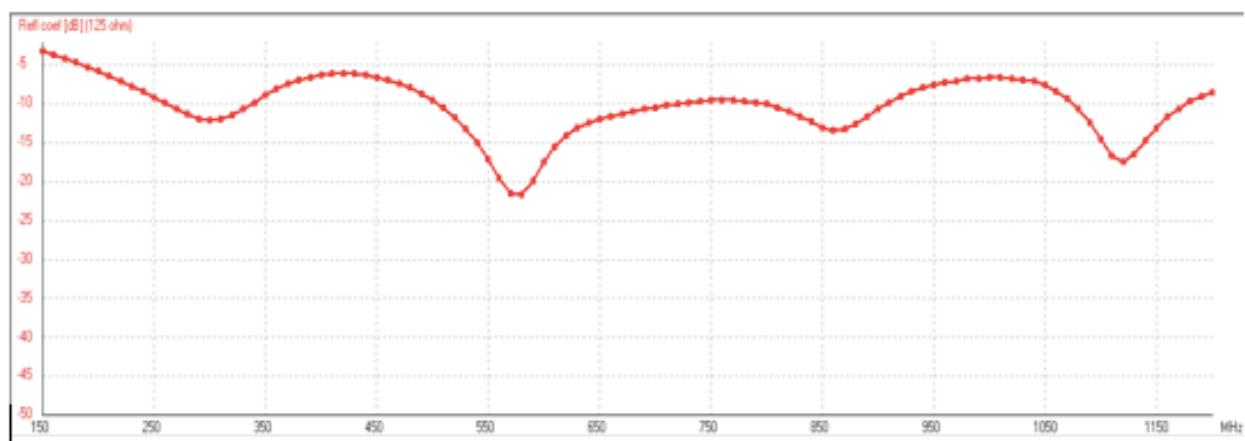
Εικόνα 1.10: Κατακόρυφο και Τρισδιάστατο Διάγραμμα Ακτινοβολίας ( $4f_0$ )

### Συμπεράσματα

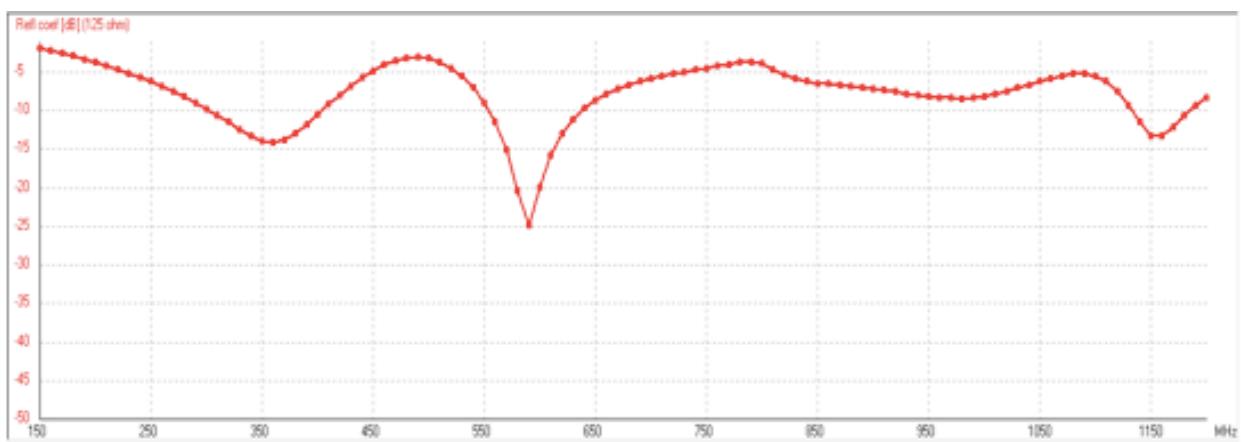
Παρατηρείται μεγαλύτερο κέρδος της κεραίας στον ημιχώρο αρνητικών  $\theta$ . Αυτό εξηγείται από την παρουσία του δίσκου πάνω από τον κώνο. Μπορεί να θεωρηθεί ότι ο δίσκος λειτουργεί και ως ένα είδος ανακλαστήρα. Στην κεντρική συχνότητα παρατηρείται ισοτροπική συμπεριφορά της κεραίας στο οριζόντιο επίπεδο, ενώ η κεραία λειτουργεί σε γενικές γραμμές ως δίπολο στην δεδομένη συχνότητα. Η ισοτροπική συμπεριφορά στο οριζόντιο επίπεδο διατηρείται και για τις υπόλοιπες συχνότητες.

### **Δ. Συντελεστής Ανάκλασης για Διάφορες Γωνίες Ανοίγματος Κώνου**

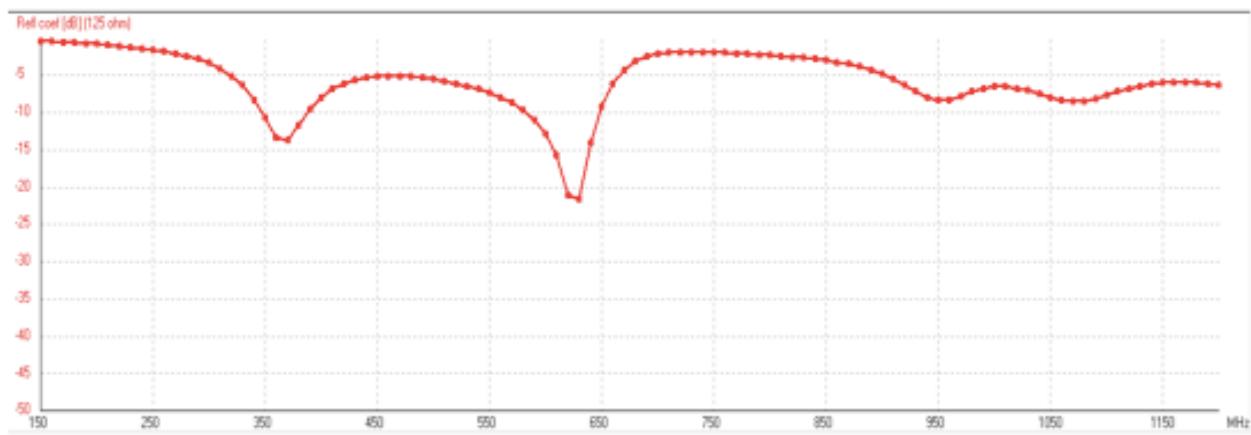
Διατηρώντας τις παραμέτρους ίδιες και αλλάζοντας την γωνία θ<sub>0</sub> μπορούμε να κάνουμε μια ανάλυση της δισκοκωνικής κεραίας για διαφορετικούς κώνους ουσιαστικά. Δημιουργήθηκαν λοιπόν διαφορετικά αρχεία .nec τα οποία έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα. Η χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής μεταφοράς θεωρήθηκε  $125\Omega$ , τιμή που βρέθηκε στο ερώτημα B.



Εικόνα 1.11: Συντελεστής Ανάκλασης Κεραίας ( $2\theta_0=10^\circ$ ,  $Z_0=125\Omega$ )



Εικόνα 1.12: Συντελεστής Ανάκλασης Κεραίας ( $2\theta_0=90^\circ$ ,  $Z_0=125\Omega$ )



Εικόνα 1.11: Συντελεστής Ανάκλασης Κεραίας ( $2\theta_0=150^\circ$ ,  $Z_0=125\Omega$ )

Με την αύξηση της γωνίας ανοίγματος χειροτερεύει η συμπεριφορά της κεραίας ως προς τον συντελεστή ανάκλασης. Αυτό μάλλον οφείλεται σε μεγάλη απόκλιση μεταξύ της χαρακτηριστικής αντίστασης της γραμμής τροφοδοσίας και της αντίστασης εισόδου της κεραίας για μεγάλο εύρος συχνοτήτων.

## II. Η Ελικοειδής Κεραία

Για την ελικοειδή κεραία θεωρούμε:

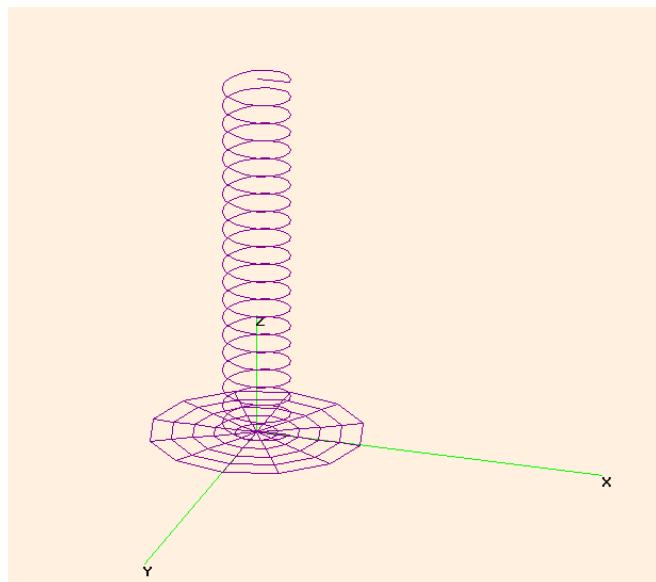
Αριθμός Σπειρών	Περιφέρεια	Βήμα	Ακτίνα Δίσκου	Διάμετρος Συρμάτων
N=20	C=λ	S=0.25λ	λ/2	λ/100

Η κεραία λειτουργεί στον αξονικό όγκο. Σύμφωνα με τις διαθέσιμες πηγές, για μια ελικοειδή κεραία στον αξονικό όγκο και σε κεντρικό μήκος κύματος λ θα πρέπει  $C=\lambda$  και  $S=0.25\lambda$ . Επίσης, το συνολικό αξονικό ύψος της έλικας είναι:

$$L=N \cdot S$$

Η διάμετρος της κάθε σπείρας είναι  $d=C/\pi$ . Η κεντρική συχνότητα λειτουργίας προκύπτει από το λ (μήκος κύματος κεντρικής συχνότητας) και είναι  $f_0 = 500 \text{ MHz}$ . Το ground της κεραίας υλοποιείται ως δίσκος ακτίνας  $\lambda/2$ , ενώ κατά την μοντελοποίηση της κεραίας στο πρόγραμμα NEC τοποθετήθηκε και ένα segment τροφοδοσίας μεταξύ της έλικας και του δίσκου αυτού.

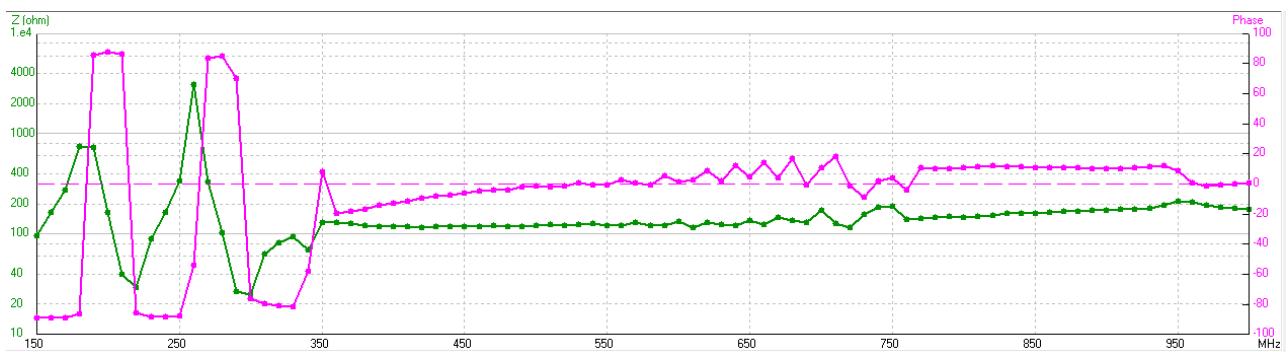
Η κεραία φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.1: Μοντελοποίηση Ελικοειδούς Κεραίας στο NEC

### A. Αντίσταση Εισόδου της Κεραίας

Εκτελώντας το ‘frequency sweep’ από  $0.3f_0$  έως  $2f_0$  λαμβάνεται το διάγραμμα των μέτρου της αντίστασης εισόδου της κεραίας. Στην περίπτωση της κεραίας αυτής είναι πολύ εύκολη η επιλογή μιας τιμής για την χαρακτηριστική αντίσταση της γραμμής τροφοδοσίας. Αυτό συμβαίνει γιατί η τιμή του μέτρου της αντίστασης εισόδου παραμένει κοντά στα  $120\Omega$  για μια αρκετά ευρεία περιοχή γύρω από την κεντρική συχνότητα  $500 \text{ MHz}$ . Επιλέγοντας λοιπόν  $Z_0 = 120\Omega$  εξασφαλίζεται η χαμηλή τιμή του συντελεστή ανάκλασης Γ για ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων, κάνοντας την κεραία ευρυζωνική.



Εικόνα 2.2: Μέτρο και Φάση Αντίστασης Εισόδου Κεραίας

## Β. Συντελεστής Ανάκλασης

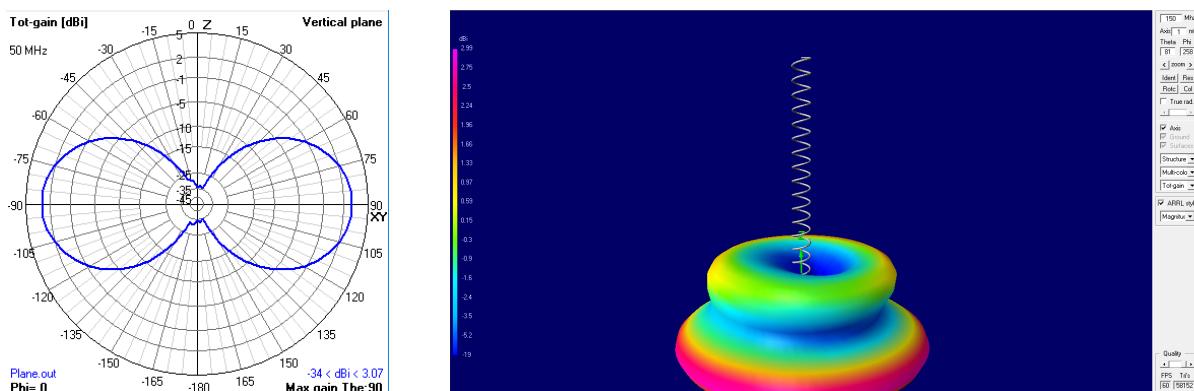
Θεωρώντας  $Z_0 = 120\Omega$  υπολογίζεται ο συντελεστής ανάκλασης της κεραίας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η επιλογή αυτή κάνει την κεραία αρκετά ευρυζωνική. Το μέτρο του συντελεστή ανάκλασης διατηρείται μικρότερο των  $-10\text{dB}$  για ένα αρκετά μεγάλο εύρος συχνοτήτων γύρω από την κεντρική. Αυτό είναι εμφανές στην παρακάτω εικόνα.



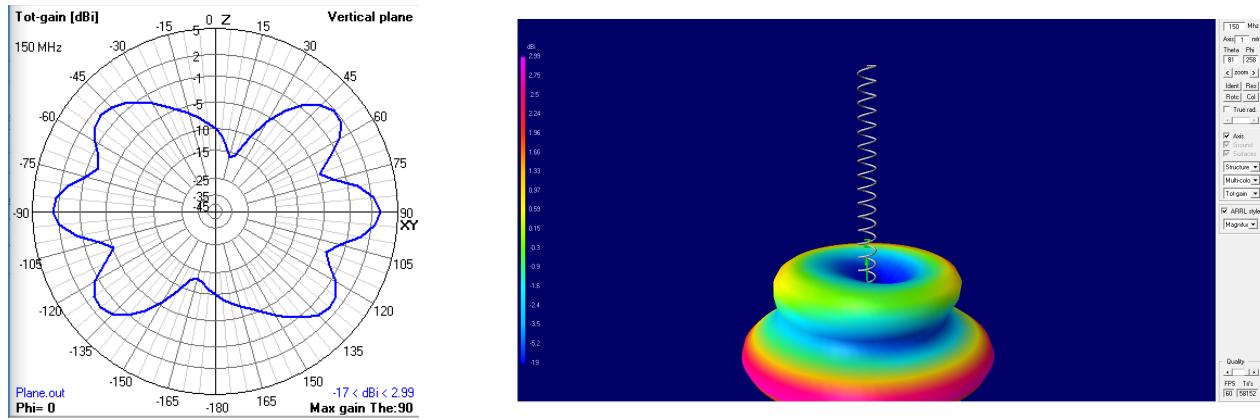
Εικόνα 2.3: Μέτρο Συντελεστή Ανάκλασης ( $Z_0=120\Omega$ )

## Γ. Διαγράμματα Ακτινοβολίας

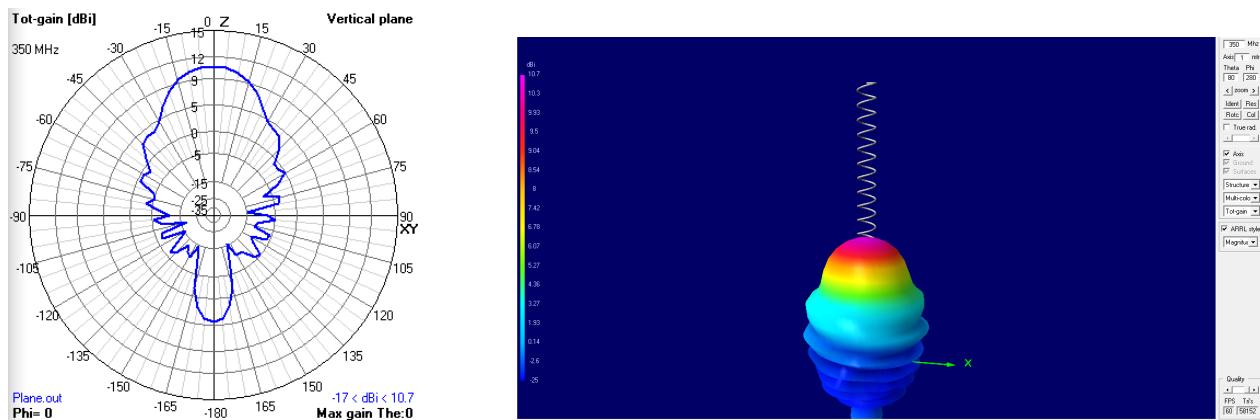
Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα ακτινοβολίας στο κατακόρυφο επίπεδο, καθώς και τα τρισδιάστατα διαγράμματα ακτινοβολίας για τις ζητούμενες συχνότητες.



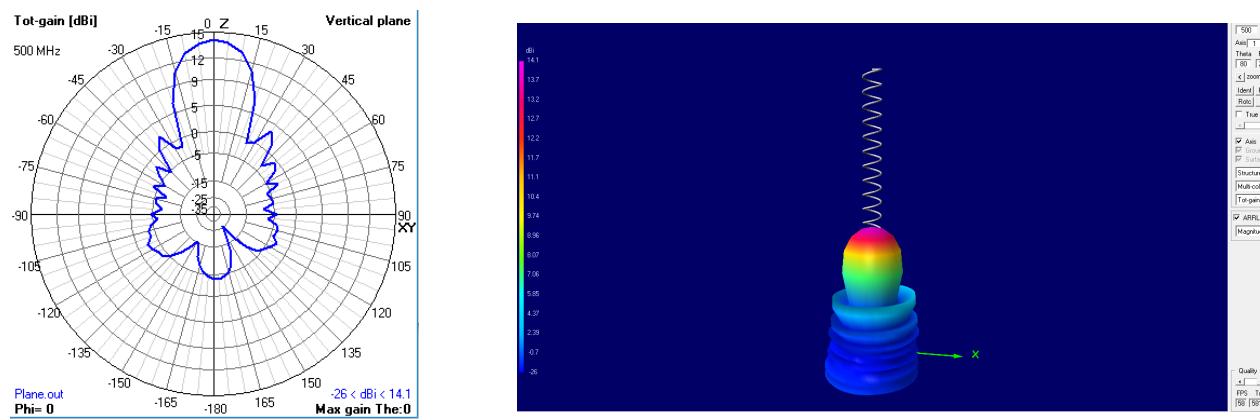
Εικόνα 2.3: Διαγράμματα Ακτινοβολίας ( $0.1f_0$ )



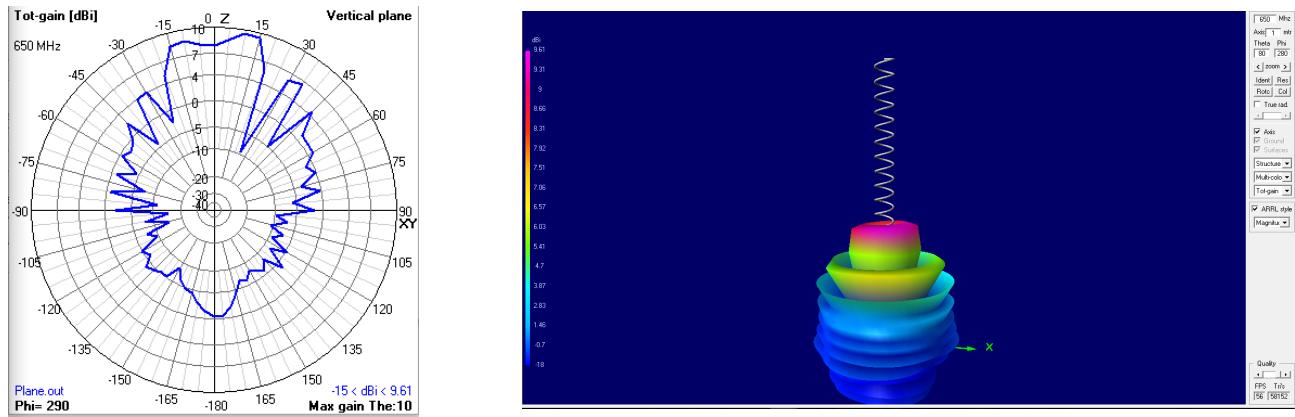
Εικόνα 2.4: Διαγράμματα Ακτινοβολίας ( $0.3f_0$ )



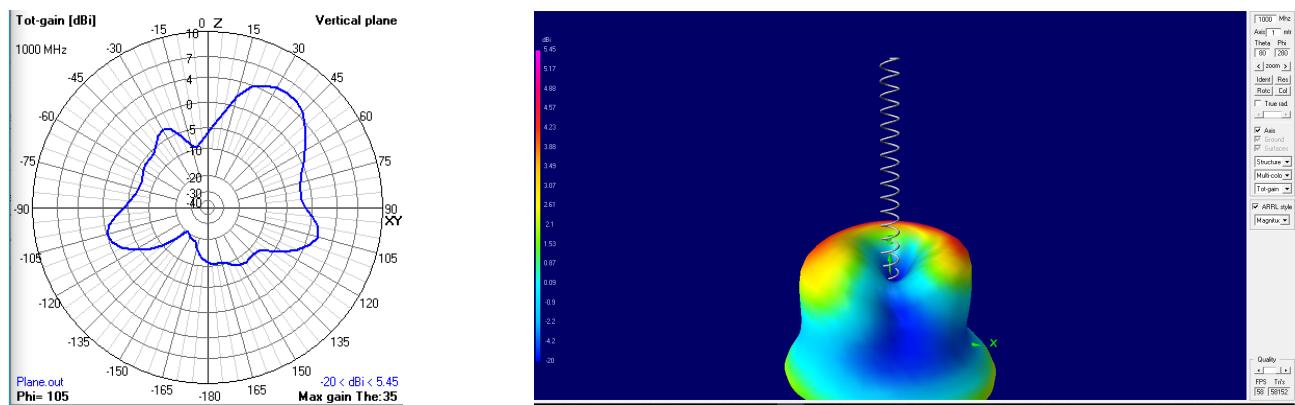
Εικόνα 2.5: Διαγράμματα Ακτινοβολίας ( $0.7f_0$ )



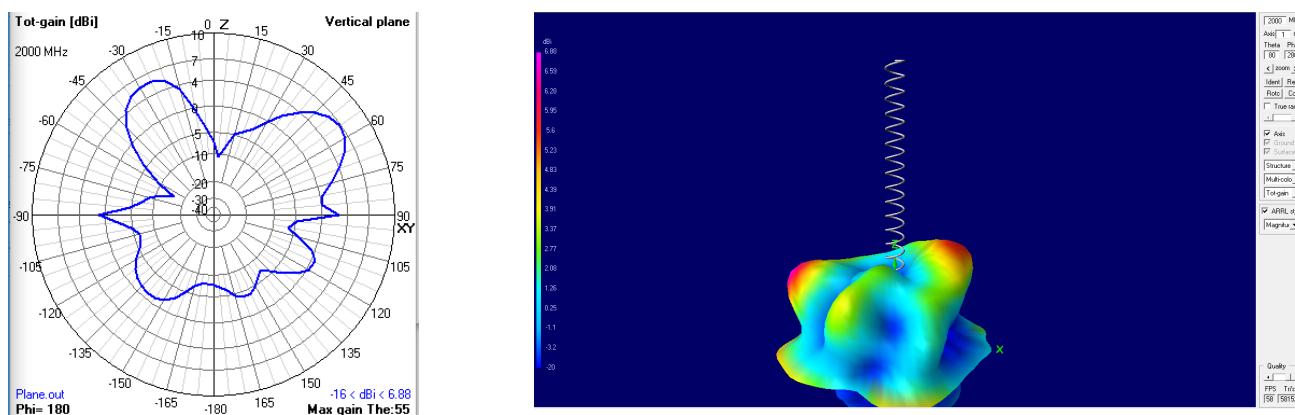
Εικόνα 2.6: Διαγράμματα Ακτινοβολίας ( $f_0$ )



Εικόνα 2.7: Διαγράμματα Ακτυνοβολίας ( $1.3f_0$ )



Εικόνα 2.8: Διαγράμματα Ακτυνοβολίας ( $2f_0$ )



Εικόνα 2.9: Διαγράμματα Ακτυνοβολίας ( $4f_0$ )

### Συμπεράσματα

Ο αξονικός ρυθμός παρατηρείται καθαρά στην κεντρική συχνότητα. Αυτό είναι λογικό αφού ο σχεδιασμός της κεραίας έγινε έτσι ώστε να εμφανίζεται ο ρυθμός αυτός στα 500 MHz. Η ύπαρξη του GND κρίνεται απαραίτητη διότι λειτουργεί και ως τύπος ανακλαστήρα. Παρατηρείται ένα είδος κανονικού ρυθμού στην συχνότητα των 50 MHz, ένα διάγραμμα ακτινοβολίας που δεν μοιάζει ούτε στον κανονικό, ούτε στον αξονικό ρυθμό στα 150 MHz, ενώ ο αξονικός ρυθμός εμφανίζεται στην συχνότητα των 350 MHz και διατηρείται μέχρι και τα 650 MHz. Αυτό είναι απόλυτα λογικό, καθώς για να διεγερθεί ο ρυθμός αυτός πρέπει το d (διάμετρος σπειρών) να είναι ένα μεγάλο κλάσμα του μήκους κύματος και ο δίσκος να έχει αρκετά μεγάλη διάμετρο και τα κενά ανάμεσα στα σύρματά του να είναι μικρά ως προς το μήκος κύματος έτσι ώστε να μπορεί να δράσει ως αποτελεσματικός ανακλαστήρας. Τον περιορισμό θέτει κυρίως ο δίσκος. Στις χαμηλές συχνότητες (μεγάλα μήκη κύματος) ο ανακλαστήρας μπορεί να λειτουργεί καλά, αφού δεν υπάρχει διαρροή κύματος προς τα κάτω μέσα από τα κενά της δομής του, αλλά ταυτόχρονα ο δίσκος έχει ακτίνα πολύ μικρότερη του  $\lambda'/2$ , αφού η ακτίνα είναι  $\lambda_0/2$  και  $\lambda'=\lambda_0$  με  $\alpha>1$  με αποτέλεσμα να μην ανακλά την μέγιστη δυνατή ισχύ. Στις υψηλές συχνότητες από την άλλη, κύμα διαρρέει μέσα από τα κενά του ανακλαστήρα, αλλά ο ανακλαστήρας εμφανίζεται στο κύμα αρκετά μεγάλος και μπορεί να ανακλάσει ένα μεγάλο μέρος της διαδιδόμενης ισχύος. Στις υπόλοιπες συχνότητες, η λειτουργία της κεραίας είναι ακανόνιστη, λόγω μη ικανοποίησης ων δυο παραπάνω συνθηκών.

### III. Πρακτική Σχεδίαση Κεραίας

Στο συγκεκριμένο τμήμα της εργασίας, στόχος είναι η σχεδίασης μιας γνωστής κεραίας τηλεοπτικής λήψης. Η κεραία αυτή αποτελείται από 4 ζεύγη διπόλων τοποθετημένα χιαστί μεταξύ τους και μια δομή πίσω τους σε απόσταση  $\lambda/4$  (για την κεντρική συχνότητα) η οποία λειτουργεί ως ανακλαστήρας. Τα δίπολα τροφοδοτούνται από γραμμές μεταφοράς. Θεωρήθηκε ότι τα χιαστί δίπολα σχηματίζουν γωνίες  $45^\circ$  και  $135^\circ$  μεταξύ τους. Παρακάτω παρουσιάζεται ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση των αρχείων .nec των προσομοιώσεων.

```
fileID = fopen('antenna306.nec','w'); %create the file
fprintf(fileID,'CM Antenna 306\n');
fprintf(fileID,'CE\n');

i=1;
lambda = 1;
step=lambda/10;
for z=5*lambda/4:-step:-5*lambda/4
    for x=-lambda/2:step:lambda/2
        if x<lambda/2
            fprintf(fileID,'GW %d 1 %4.3f 0 %4.3f %4.3f 0 %4.3f %4.3f \n', i, x, z,
x+step, z, lambda/200);
            i=i+1;
        end
        if z>-5*lambda/4
            fprintf(fileID,'GW %d 1 %4.3f 0 %4.3f %4.3f 0 %4.3f %4.3f \n', i, x, z, x, z-
step, lambda/200);
            i=i+1;
        end
    end
end

height = zeros(1,4);
height(1) = -0.9*lambda;
height(2) = -0.3*lambda;
height(3) = 0.3*lambda;
height(4) = 0.9*lambda;

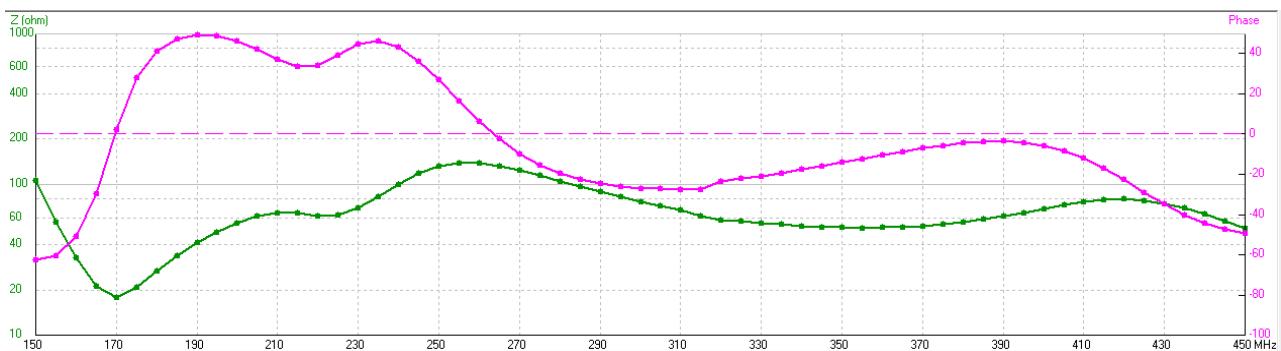
for j=1:1:4
    fprintf(fileID,'GW %d %d %f %f %f %f %f %f \n', i, 3, lambda/50, lambda/4, height(j),...
lambda/50+lambda*cos(pi/8)/4, lambda/4, lambda*sin(pi/8)/4 + height(j), lambda/200);
    i=i+1;
    fprintf(fileID,'GW %d %d %f %f %f %f %f %f \n', i, 3, -lambda/50-lambda*cos(pi/8)/4, lambda/...
4, -lambda*sin(pi/8)/4 + height(j),...
-lambda/50, lambda/4, height(j), lambda/200);
    i=i+1;
    fprintf(fileID,'GW %d %d %f %f %f %f %f %f \n', i, 3, -lambda/50-lambda*cos(pi/8)/4, lambda/...
4, +lambda*sin(pi/8)/4 + height(j),...
-lambda/50, lambda/4, height(j), lambda/200);
    i=i+1;
    fprintf(fileID,'GW %d %d %f %f %f %f %f %f \n', i, 3, lambda/50, lambda/4, height(j),...
lambda/50+lambda*cos(pi/8)/4, lambda/4, -lambda*sin(pi/8)/4 + height(j), lambda/200);
    i=i+1;
end
fprintf(fileID,'GW %d %d %f %f %f %f %f \n', i, 1, -0.02, lambda/4, 0, ...
0.02, lambda/4, 0, lambda/200);
i=i+1;
for j=1:1:4
    fprintf(fileID,'GW %d %d %f %f %f %f %f %f \n', i, 1, -0.02, lambda/4, height(j),...
0.02, lambda/4, height(j), lambda/200);
    i = i+1;
end
fprintf(fileID,'EX      0      552      1      0      1      0      0 \nTL  552      1      553      1
100      0      0      0 \nTL  553      1      554      1      -100      0      0      0 \nFR  0      0      0
0 \nTL  555      1      556      1      -100      0      0      0 \nFR  0      0      0
0      300      0 \n EN');

fclose(fileID); %close the file
```

## A. Αντίσταση Εισόδου Κεραίας και Χαρακτηριστική Αντίσταση Γραμμής Τροφοδοσίας

Από την εκφώνηση θεωρούμε ότι οι γραμμές μεταφορές που συμπεριλαμβάνονται στην κεραία έχουν χαρακτηριστική αντίσταση  $Z_1=100\Omega$ . Με βάση την προδιαγραφή αυτή ψάχνουμε την απαραίτητη χαρακτηριστική αντίσταση  $Z_o$  της γραμμής τροφοδοσίας για επίτευξη χαμηλής τιμής στο μέτρο του συντελεστή ανάκλασης για μεγάλο εύρος συχνοτήτων.

Το μέτρο της αντίστασης εισόδου της κεραίας εμφανίζεται παρακάτω. Εδώ  $f_o = 300$  MHz.

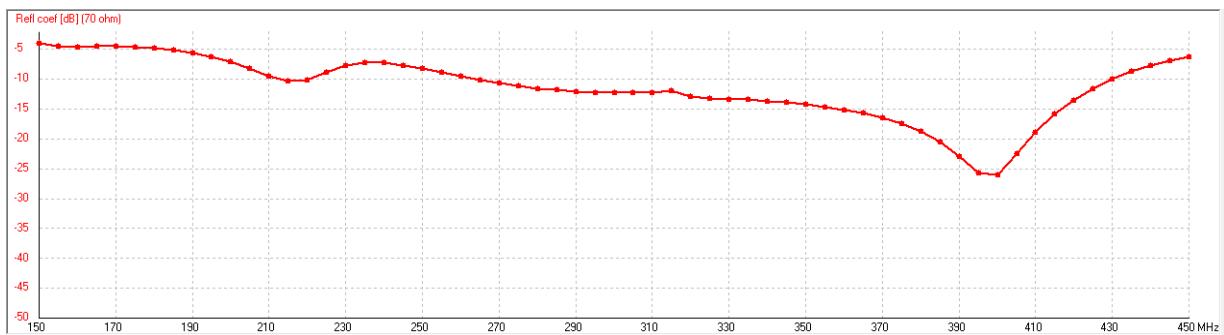


Εικόνα 3.1: Μέτρο και Φάση Αντίστασης Εισόδου Κεραίας

Παρατηρείται ότι, με την λογική που ακολουθήθηκε στο I & II, μια καλή τιμή για το  $Z_o$  είναι  $70\Omega$ . Αυτό γιατί στην περιοχή των 300 MHz το μέτρο της αντίστασης εισόδου είναι στα 50-60 Ω, αλλά σε χαμηλότερες συχνότητες είναι μεγαλύτερη. Με τη επιλογή των  $70\Omega$  είμαστε ταυτόχρονα κοντά στα 50-60Ω αλλά και στις μεγαλύτερες τιμές των χαμηλότερων συχνοτήτων.

## B. Συντελεστής Ανάκλασης

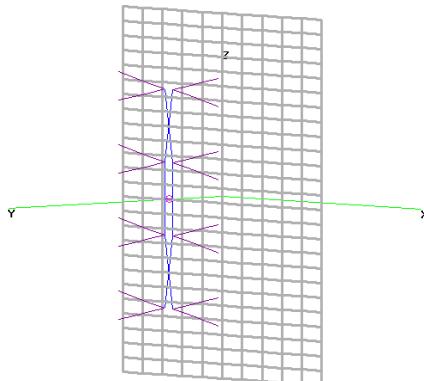
Με την παραπάνω επιλογή φαίνεται να επιτεύχθηκε ευρυζωνική λειτουργία της κεραίας, αφού ο συντελεστής ανάκλασης διατηρείται σε μέτρο κάτω από τα -10dB για μεγάλο εύρος συχνοτήτων γύρω από τα 300 MHz. Με την επιλογή  $Z_o=70\Omega$ , όπως φαίνεται πιάνουμε την προδιαγραφή του Γ τόσο για τις τιμές όπου η αντίσταση εισόδου ήταν κοντά στα 50-60Ω, αλλά και μέχρι την συχνότητα 270 MHz με αντίσταση εισόδου, άνω των  $100\Omega$ .



Εικόνα 3.2: Συντελεστής Ανάκλασης Κεραίας ( $Z_o=70\Omega$ )

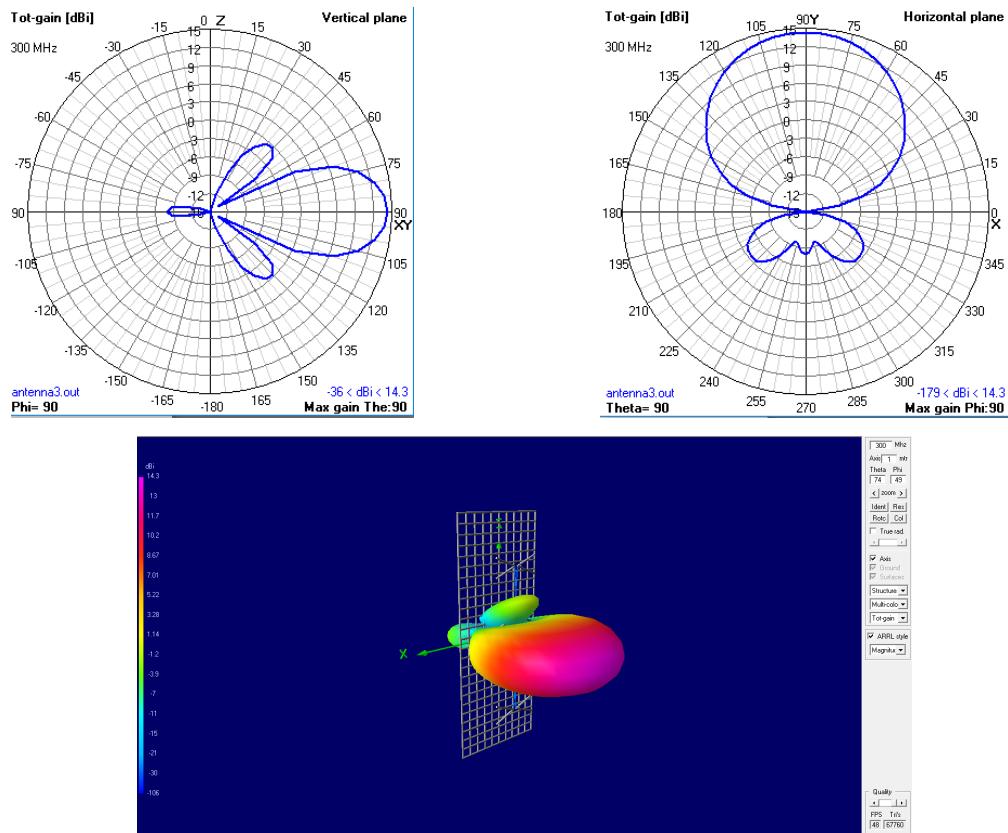
## Γ. Διαγράμματα Ακτινοβολίας

Αρχικά φαίνεται παρακάτω η απεικόνιση της κεραίας στο περιβάλλον NEC. Ο ανακλαστήρας αποτελείται τόσο από οριζόντια, όσο και κάθετα σύρματα για να μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά για κάθε είδος πόλωσης. Εδώ όμως το κάθε δίπολο έχει ευθύγραμμη πόλωση παράλληλη με τον άξονά του, ενώ τα 2 εσωτερικά ζευγάρια έχουν διαφορά ζεύματος τροφοδοσίας από τα εξωτερικά ίση με  $0$  ( $\lambda/4$  απόσταση μέχρι τα εσωτερικά και  $\lambda/4 + \lambda/2$  απόσταση για τα εξωτερικά + διαφορά φάσης  $\pi$  λόγω αντιστροφής γραμμής μεταφοράς). Ουσιαστικά λοιπόν, με διανυσματικό άθροισμα των παραγόμενων από τα δίπολα πεδίων (συνυπολογίζοντας και την μηδενική διαφορά φάσης) έχουμε ευθύγραμμη πόλωση οριζόντια, κάτι που εξηγεί την έλλειψη κάθετων συρμάτων στον ανακλαστήρα της φωτογραφίας. Η πρόσθεση κάθετων συρμάτων δηλαδή δεν είναι απαραίτητη, αλλά θα κρινόταν σημαντική σε περίπτωση που τα χιαστί δίπολα τροφοδοτούνταν με διαφορά φάσης  $\pi$  (τότε το διανυσματικό άθροισμα σε κάθε ζεύγος χιαστί διπόλων θα έδινε κάθετο αποτέλεσμα).

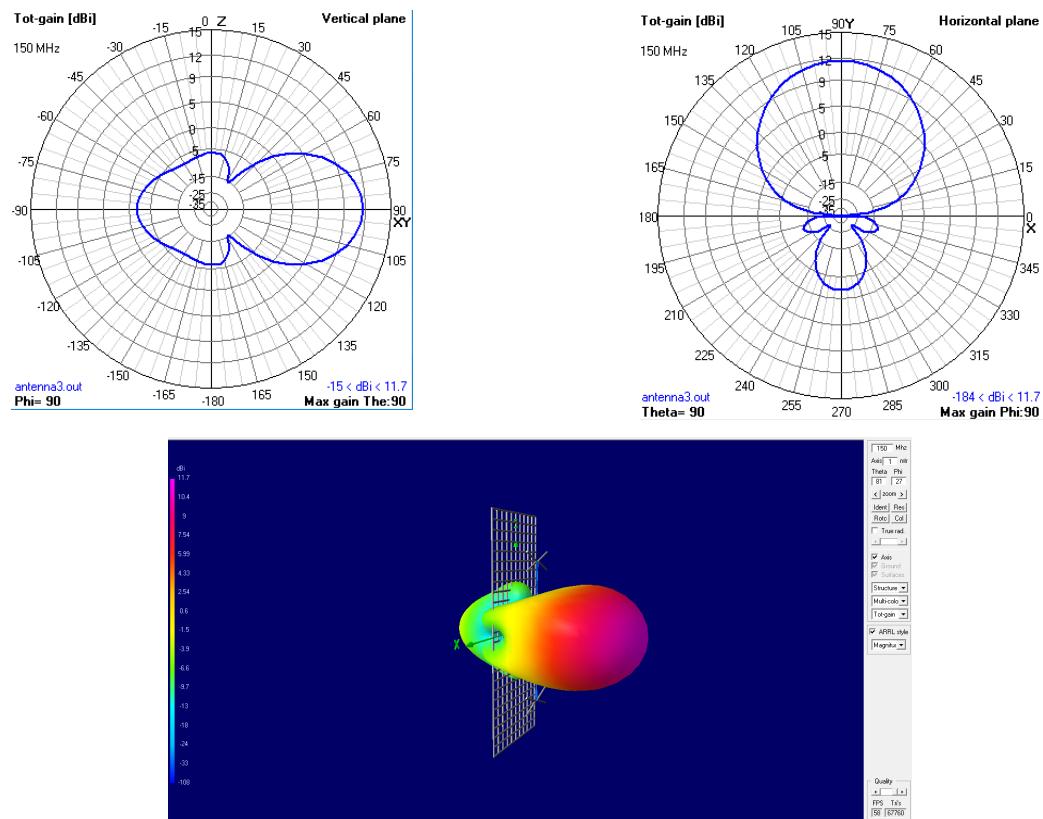


Εικόνα 3.3: Απεικόνιση της κεραίας στο NEC

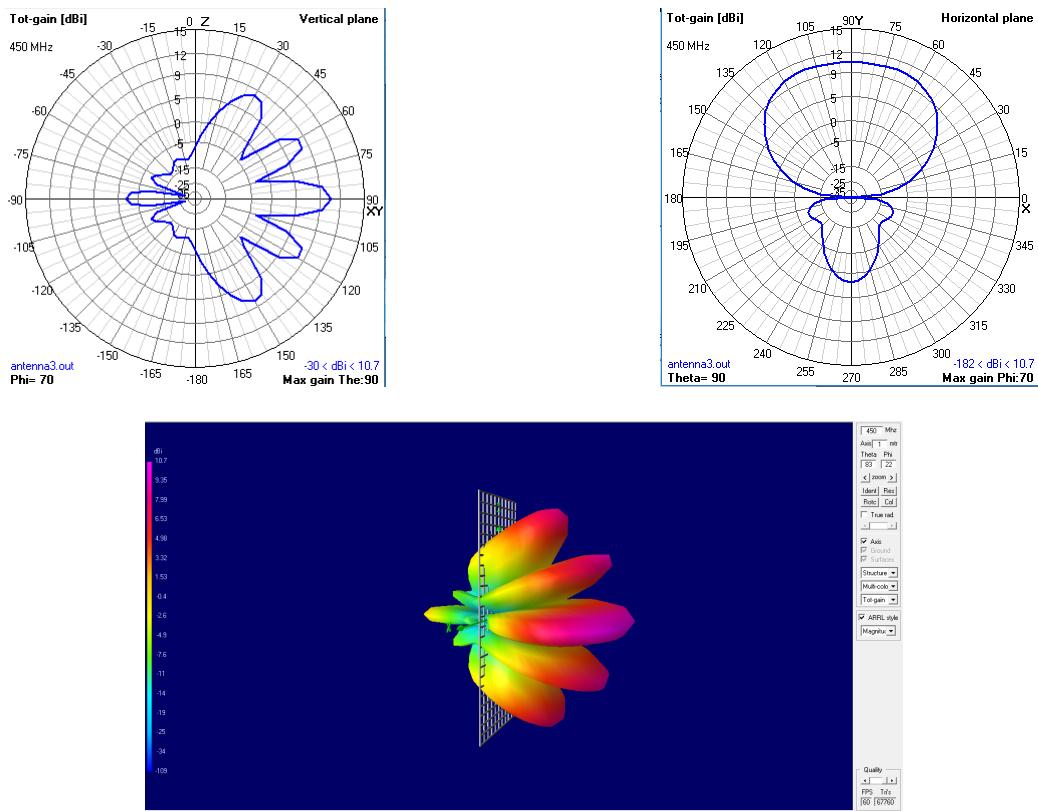
Στην συνέχεια παρατίθενται τα διαγράμματα ακτινοβολίας (οριζόντιο και κατακόρυφο), καθώς και τα τρισδιάστατα για τις συχνότητες  $f_0$ ,  $0.5f_0$ ,  $1.5f_0$ .



Εικόνα 3.4: Διαγράμματα Ακτινοβολίας ( $f_0$ )



Εικόνα 3.5: Διαγράμματα Ακτινοβολίας ( $0.5f_0$ )



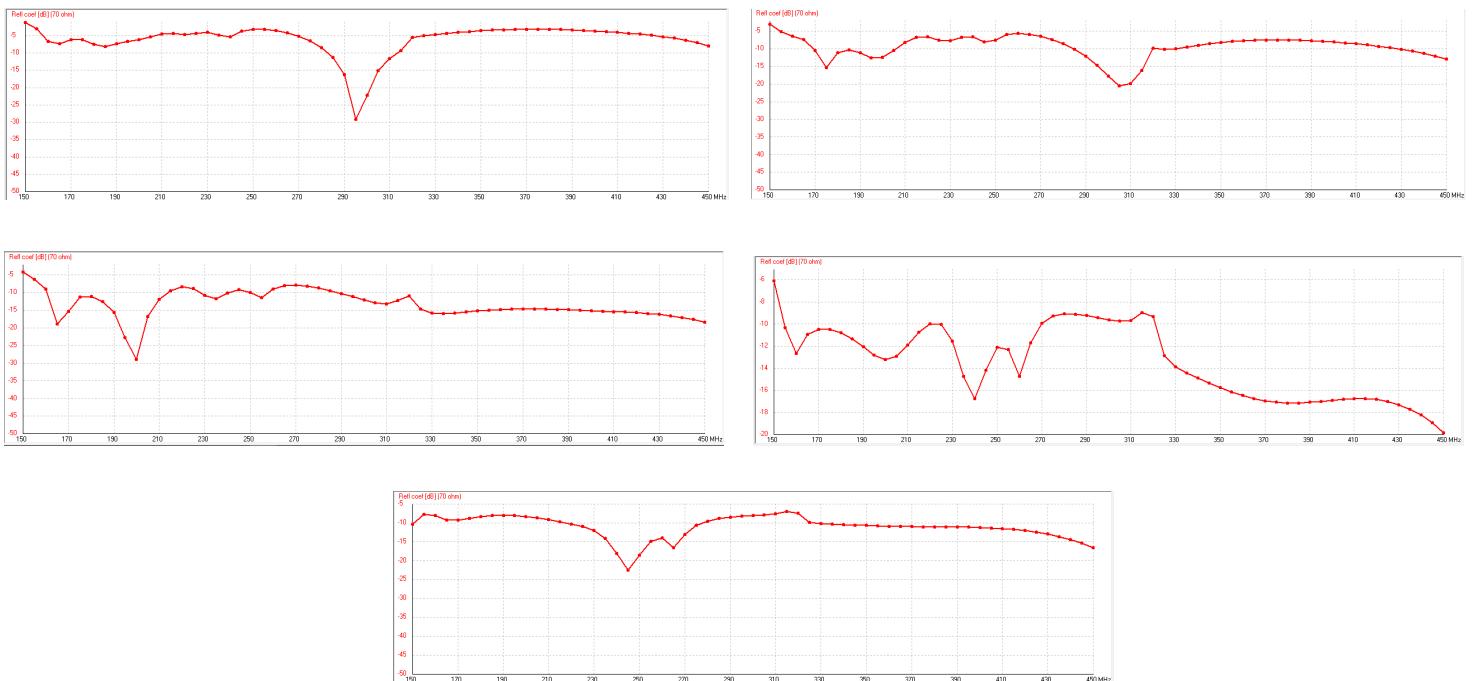
Εικόνα 3.6: Διαγράμματα Ακτινοβολίας ( $1.5f_0$ )

### Συμπεράσματα

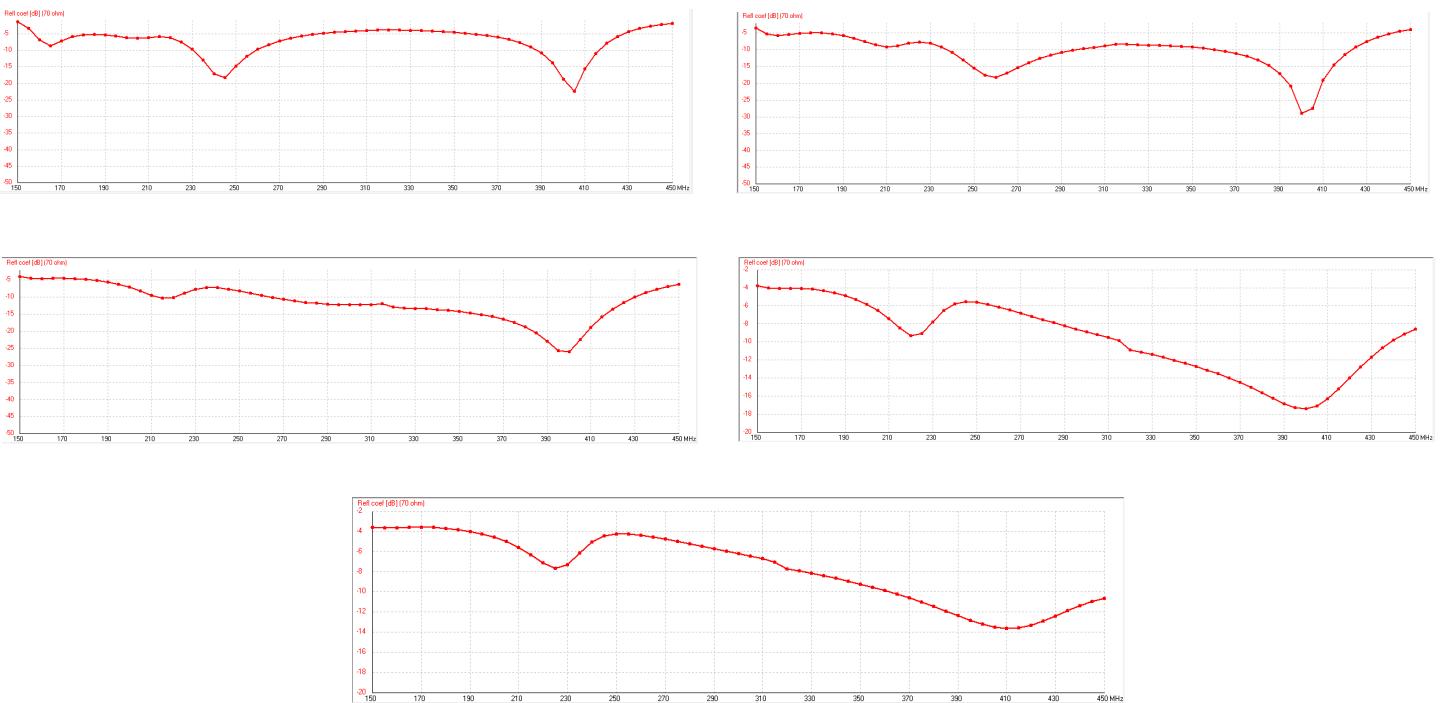
Στην κεντρική συχνότητα των 300 MHz εμφανίζεται η πλέον κατευθυντική λειτουργία της κεραίας. Στις άλλες δύο συχνότητες εμφανίζονται λοβοί και είναι πιο έντονη η ύπαρξη οπίσθιου λοβού. Στις υψηλές συχνότητες αυτό οφείλεται κύριώς στην διαρροή πεδίου μέσα από τα κενά του ανακλαστήρα. Στις χαμηλές αυτό οφείλεται στο ότι ο ανακλαστήρας φαίνεται μικρός και άρα δεν ανακλά την μέγιστη δυνατή ισχύ. Βέβαια, και στις δύο περιπτώσεις η αλλοίωση του διαγράμματος οφείλεται στο ότι ο ανακλαστήρας δεν απέχει πλέον  $\lambda/4$  από τα δίπολα οδηγώντας σε διαφορά φάσης μεταξύ κύριου και δευτερεύοντος κύματος. Ακόμα, αλλοίωση προκαλεί και το γεγονός ότι τα δίπολα δεν είναι μήκους  $\lambda/2$  σε κάθε f.

## Δ. Παραμετρική Ανάλυση ως προς $Z_1$ και Απόσταση Στοιχείων

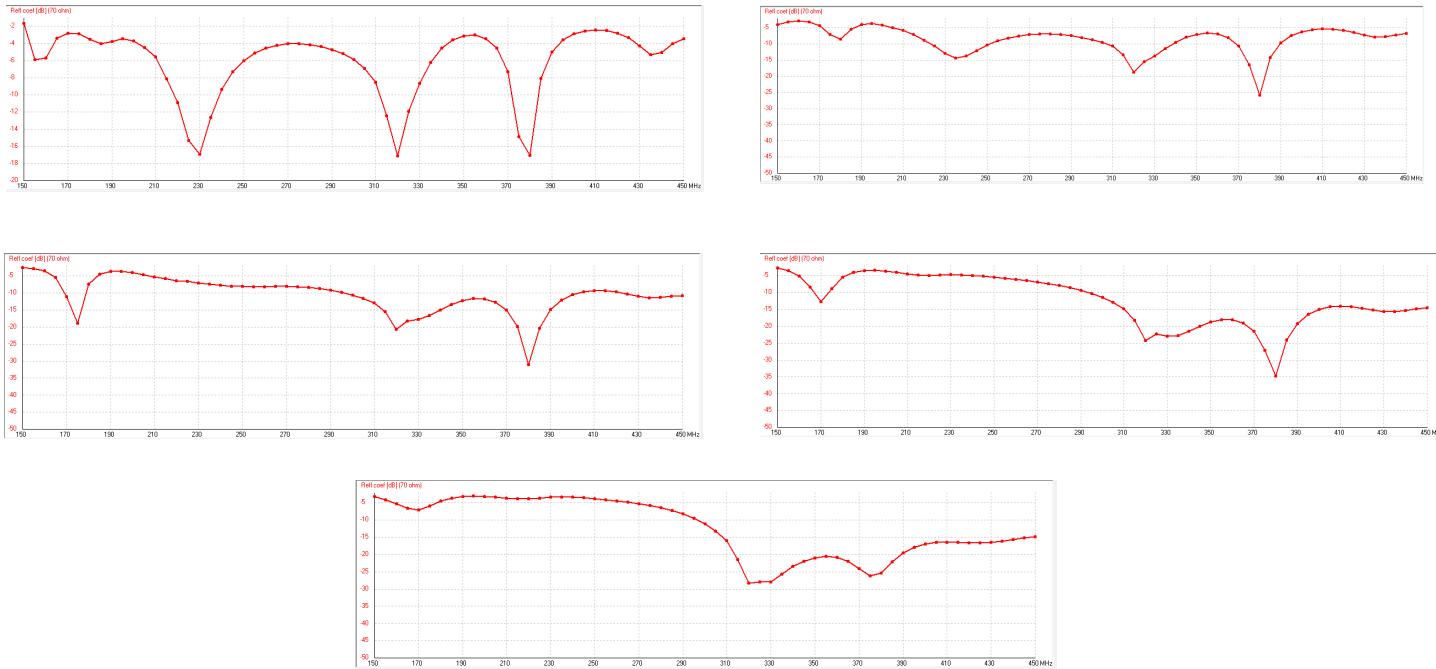
Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζεται η μεταβολή του μέτρου του συντελεστή ανάκλασης για διάφορα  $d$  (αποστάσεις στοιχείων) και  $Z_1$  με δεδομένο  $Z_o=70\Omega$ .



Εικόνα 3.7: Συντελεστής Ανάκλασης για  $d=0.4\lambda$  και  $Z_1=50, 75, 100, 125, 150 \Omega$  ( $Z_o=70\Omega$ )

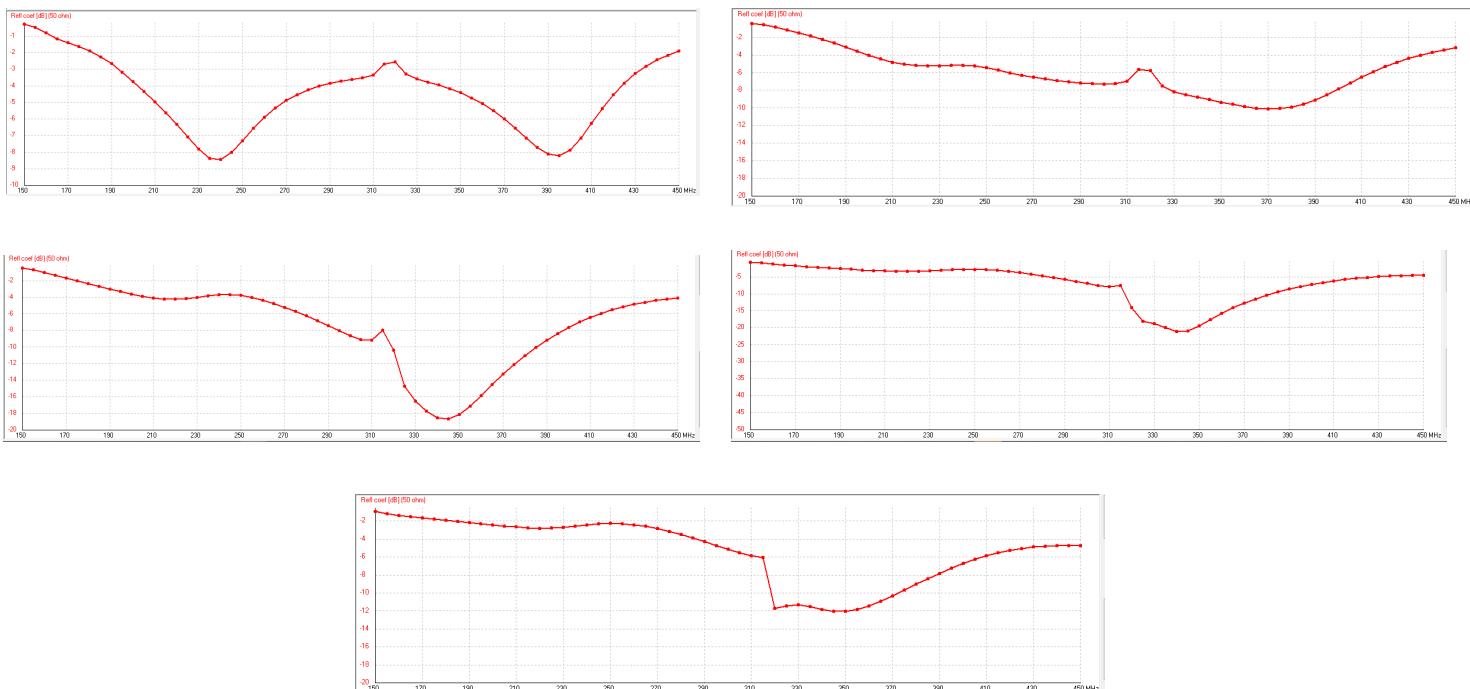


Εικόνα 3.8: Συντελεστής Ανάκλασης για  $d=0.5\lambda$  και  $Z_1=50, 75, 100, 125, 150 \Omega$  ( $Z_o=70\Omega$ )



Εικόνα 3.9: Συντελεστής Ανάκλασης για  $d=0.6\lambda$  και  $Z_1=50, 75, 100, 125, 150 \Omega$  ( $Z_0=70\Omega$ )

Τέλος, για δυνατότητα σύγκρισης, απεικονίζεται η μεταβολή του μέτρου του συντελεστή ανάκλασης για  $d=0.5\lambda$  και διάφορα  $Z_1$  με δεδομένο  $Z_0=50\Omega$ .



Εικόνα 3.9: Συντελεστής Ανάκλασης για  $d=0.5\lambda$  και  $Z_1=50, 75, 100, 125, 150 \Omega$  ( $Z_0=50\Omega$ )

### Συμπεράσματα

Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί πρωτίστως ότι η τιμή  $Z_o=70\Omega$  εξάχθηκε με  $d=0.5\lambda$  και  $Z_1 = 100\Omega$ , άρα είναι λογικό να δίνει και καλά αποτελέσματα για τον συντελεστή ανάκλασης. Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα με  $Z_o=50\Omega$  για  $d=0.5\lambda$  είναι χειρότερα από αυτά με  $Z_o=70\Omega$  και  $d=0.5\lambda$ . Την καλύτερη επίδοση βέβαια παρουσιάζει ο συνδυασμός  $Z_1=125\Omega$ ,  $Z_o=70\Omega$ ,  $d=0.4\lambda$  όσον αφορά το συνολικό εύρος ζώνης. Αυτό γιατί η αντίσταση εισόδου της κεραίας (που επηρεάζεται από το  $Z_1$  και το  $d$ ) για τα δεδομένα  $Z_1$ ,  $d$  είναι πιο κοντά στην χαρακτηριστική αντίσταση  $Z_o=70\Omega$  από οποιονδήποτε άλλο συνδυασμό των τριών μεταβλητών για μεγάλο εύρος συχνοτήτων. Βέβαια ο συνδυασμός  $Z_o=70\Omega$ ,  $d=0.5\lambda$ ,  $Z_1 = 100\Omega$  είναι αυτός με αξιόλογο εύρος ζώνης που συμπεριλαμβάνει και την κεντρική συχνότητα των 300 MHz. Αυτό είναι λογικό, αφού οι τιμές αυτές επιλέχτηκαν, όπως προαναφέρθηκε, για να πετυχαίνουν τον συγκεκριμένο στόχο.

---

# Περιεχόμενα

Υπολογιστική Ανάλυση Κεραιών	1
Ειδικές Κεραίες - Σύνθεση Κεραιών	1
I. Η Δισκοκωνική Κεραία	2
Α. Κώδικας MATLAB	2
Β. Αντίσταση και Συντελεστής Ανάκλασης	3
Γ. Διαγράμματα Ακτινοβολίας	5
Δ. Συντελεστής Ανάκλασης για Διάφορες Γωνίες Ανοίγματος Κώνου	7
II. Η Ελικοειδής Κεραία	9
Α. Αντίσταση Εισόδου της Κεραίας	9
Β. Συντελεστής Ανάκλασης	10
Γ. Διαγράμματα Ακτινοβολίας	10
III. Πρακτική Σχεδίαση Κεραίας	14
Α. Αντίσταση Εισόδου Κεραίας και Χαρακτηριστική Αντίσταση Γραμμής Τροφοδοσίας	15
Β. Συντελεστής Ανάκλασης	15
Γ. Διαγράμματα Ακτινοβολίας	16
Δ. Παραμετρική Ανάλυση ως προς $Z_1$ και Απόσταση Στοιχείων	19
Περιεχόμενα	22