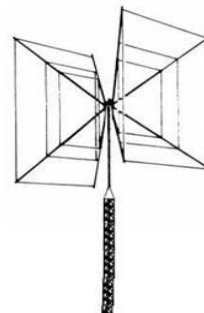


# CUBICAL QUAD ANTENNA



**Γράφει ο Ντίνος Νομικός-SV1GK**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κεραία cubical quad είναι μια από τις σπουδαιότερες και αποδοτικότερες κεραίες που κυκλοφορούν στο κόσμο των ραδιοερασιτεχνών εδώ και αρκετά χρόνια , αυτός άλλωστε είναι και ο βασικότερος λόγος για τον οποίον οι κάτοχοι αυτών των κεραιών σπάνια τις αλλάζουν με κάποιον άλλον τύπο .

Ο δημιουργός της κεραίας αυτής είναι ο Clarence C. Moore – W9LZX (Εικόνα 1), ο οποίος την ανακάλυψε το καλοκαίρι του 1942.



Ο Clarence C. Moore γεννήθηκε το 1904, φοίτησε στο Marion College και σπούδασε Κλινική Ψυχολογία στο Πανεπιστήμιο Notre Dame της Indiana.

Ήταν ένα βαθύτατα θρησκευόμενο άτομο , γι αυτό και μετά την αποφοίτησή του από το Πανεπιστήμιο εργάστηκε σαν ιερέας στην εκκλησία των Μεννονιτών , Christ's Brethren Hill Church (Οι Μεννονίτες είναι προτεστάντες μεταρρυθμιστές που πήραν το όνομα αυτό από τον εμπνευστή και θρησκευτικό ηγέτη Menno Simons). Παράλληλα όμως , ο Clarence C. Moore είχε και ιδιαίτερη κλίση στα ηλεκτρονικά, πράγμα που τον οδήγησε γρήγορα στο να αποκτήσει ραδιοερασιτεχνική άδεια με το χαρακτηριστικό W9LZX.

Είχε μάλιστα τέτοια έφεση και ικανότητα στις ηλεκτρονικές κατασκευές , ώστε προκειμένου να καταπολεμήσει τις αυξομειώσεις στην τάση του ρεύματος που παρουσιάζονταν στο shack του , κατασκεύασε έναν σταθεροποιητή τάσεως δικής του επινοήσεως , η λειτουργία του οποίου βασιζόταν κυρίως σε ένα ειδικό πηνίο που είχε ο ίδιος κατασκευάσει .

Ας δούμε όμως από την αρχή και με κάθε λεπτομέρεια όλα τα γεγονότα που μεσολάβησαν και τον οδήγησαν στην ανακάλυψη της κεραίας cubical quad .

## Η ΙΣΤΟΡΙΑ



Το 1927 ο Clarence Jones και η σύζυγός του Katherine (Εικόνα 2) , βαθύτατα θρησκευόμενοι άνθρωποι , Μεννονίτες και αυτοί στο θρήσκευμα , εντυπωσιασμένοι από την ανακάλυψη του ραδιοφώνου , που τότε είχε αρχίσει να εμφανίζεται σε όλο και περισσότερα σπίτια , σκέφτηκαν ότι με την βοήθεια ενός ραδιοφωνικού σταθμού θα μπορούσαν να μεταδώσουν τον λόγο του Θεού σε πολύ μεγάλες αποστάσεις και κυρίως σε περιοχές της γης όπου ακόμη δεν είχε εξαπλωθεί ο Χριστιανισμός , κάτι που θα βοηθούσε επίσης και τις Χριστιανικές ιεραποστολές στο έργο τους .

Σαν πρώτη περιοχή λοιπόν σκέφτηκαν την Νότιο Αμερική . Έτσι το 1928 άρχισαν να ταξιδεύουν στην Βενεζουέλα , στην Κολομβία , στον Παναμά και στην Κούβα προσπαθώντας να βρουν μια κατάλληλη τοποθεσία για να εγκαταστήσουν τον ραδιοφωνικό τους σταθμό . Το κύριο όμως πρόβλημα που αντιμετώπιζαν σε όλα τα μέρη που πήγαν ήταν ότι οι κυβερνήσεις των χωρών αυτών δεν τους χορηγούσαν άδεια λειτουργίας ραδιοφωνικού σταθμού .

Έτσι λοιπόν το ζεύγος Clarence και Katherine Jones επέστρεψαν άπραγοι στις Η.Π.Α.

Δύο χρόνια αργότερα συναντούν στο Chicago μερικά μέλη μιας ιεραποστολής Μεννονιτών που είχε την έδρα της στο Ecuador και τους αναφέρουν τις σκέψεις τους για την δημιουργία ενός ιεραποστολικού ραδιοφωνικού σταθμού . Τα μέλη της ιεραποστολής ενθουσιάστηκαν με την ιδέα αυτή και υποσχέθηκαν ότι θα βοηθούσαν με όσα μέσα διέθεταν ώστε να γίνει πραγματικότητα .

Έτσι λοιπόν τον Αύγουστο του 1930 δύο μέλη της ιεραποστολής , οι Reumen Karson και Stuart Clark καταφέρνουν με την βοήθεια ενός δικηγόρου από το Ecuador , ονόματι Luis Calisto , να συμφωνήσουν με την κυβέρνηση και να αποκτήσουν την πολυπόθητη άδεια λειτουργίας για τον πρώτο ιεραποστολικό ραδιοφωνικό σταθμό στον κόσμο με έδρα το Quito στο Ecuador .



Αμέσως άρχισαν να ψάχνουν για το μέρος όπου θα εγκαθιστούσαν τα μηχανήματα και τα studios του ραδιοφωνικού σταθμού . Το καταλληλότερο όμως κτίριο που κατάφεραν να βρουν ήταν ένα παλαιό οικημα που πολλές φορές χρησιμοποιείτο και σαν στάβλος (Εικόνα 3), υπήρχε όμως πολύ μεράκι και όρεξη για δουλειά και έτσι σε σύντομο χρονικό διάστημα κατάφεραν να τον ολοκληρώσουν και στις 4 το απόγευμα της 25<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου του 1931 κάνουν την πρώτη τους εκπομπή . Από αυτή την εκπομπή είναι και η αναμνηστική φωτογραφία της (Εικόνας 4) .

Στον σταθμό αυτόν έδωσαν το όνομα HCJB (Heralding Christ Jesus Blessings – The Voice of the Andes) και παρόλο που είχε

σχετικά χαμηλή ισχύ , γύρω στα 250 Watts , εντούτοις ακουγόταν πολύ καλά .

Εδώ αξίζει να σημειώσουμε ότι σε όλη την περιοχή που κάλυπτε ο πομπός του HCJB , υπήρχαν εκείνη την περίοδο μόνο 13 ραδιοφωνικοί δέκτες .

Παρόλα αυτά όσο περνούσαν τα χρόνια το ακροατήριο του HCJB αυξανόταν όλο και περισσότερο και ήταν πλέον επιτακτική η ανάγκη να χρησιμοποιηθεί ένας πομπός μεγαλύτερης ισχύος , ώστε οι εκπομπές να καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις .

Βρισκόμαστε πλέον στα 1938 και εκείνη την περίοδο στο Michigan των Η.Π.Α. ο Clarence Moore (Εικόνα 1) , επισκέπτεται έναν μακρινό του εξάδελφο , που ήταν και αυτός ιερέας , ονόματι John Meredith .

Στην συζήτηση που είχαν , ο John Meredith αναφέρει στον Clarence Moore ότι η ιεραποστολική οργάνωση HCJB του είχε αναθέσει να βρεί έναν πομπό , σχετικά μεγάλης ισχύος , για να αντικατασταθεί ο ήδη υπάρχον πομπός των 250 Watts που λειτουργούσε στο Quito , ο ίδιος μάλιστα είχε βρεί έναν μεταχειρισμένο , ισχύος 5000 Watts , τον οποίον πωλούσαν 10000 \$ .

Παρακάλεσε λοιπόν τον Clarence Moore , που είχε γνώσεις ηλεκτρονικών , να δει τον πομπό και να του πει την γνώμη του , αν άξιζε να τον αγοράσει .

Πράγματι , πήγανε και οι δύο για να τον εξετάσουν από κοντά , αλλά όταν τον είδε ο Clarence Moore είπε επί λέξει "A hear of junk" . δηλαδή ένα μάτσο χάλια .

Τότε πήρε την μεγάλη απόφαση και είπε στον John Meredith «Θα σας φτιάξω εγώ έναν πομπό 10000 Watts , τον οποίο θα προσφέρω μαζί με την κεραία του στο HCJB και θα έρθω εγώ ο ίδιος στο Quito να τον εγκαταστήσω » . Πράγματι λοιπόν από την επόμενη κιόλας ημέρα άρχισε τον σχεδιασμό και την κατασκευή του νέου αυτού πομπού .

Ο γνωστός τότε κατασκευαστής χωματοουργικών μηχανημάτων και οχημάτων Robert Gilmore LeTourneau του διέθεσε έναν χώρο από το εργοστάσιό του στην Peoria , ώστε εκεί να εργάζεται ανενόχλητος χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε εργαλεία ή μηχανήματα χρειαζόταν για την κατασκευή του πομπού των 10000 Watts και της κεραίας που θα τον συνδεδεκε και η οποία θα ήταν μια κεραία Yagi-Uda τεσσάρων στοιχείων , υπολογισμένη να λειτουργεί στην μπάντα των 25 μέτρων .

Πράγματι λοιπόν , το 1939 ο Clarence Moore μαζί με την σύζυγό του Ruby , αφού τελείωσε την κατασκευή του πομπού και της κεραίας του , μετακομίζει στο Quito του Ecuador για να τοποθετήσει και να λειτουργήσει τον νέο πομπό των 10000 Watts .

Ο πομπός στήθηκε γρήγορα και τα Χριστούγεννα του 1939 άρχισε να εκπέμπει από το Quito , ενώ συγχρόνως άρχισε να στέλνει κάρτες QSL στους ακροατές του (Εικόνα 5) .

Ο ενθουσιασμός για την πρώτη αυτή επιτυχημένη εκπομπή ήταν πολύ μεγάλος , γιατί με την νέα ισχύ ο πομπός κάλυπτε ένα πολύ μεγάλο μέρος της Αμερικανικής Ηπείρου .

Δυστυχώς όμως ο ενθουσιασμός αυτός δεν κράτησε πολύ . Η κεραία είχε τοποθετηθεί βόρεια του Quito , σε μια περιοχή των Άνδεων που βρισκόταν σε ένα υψόμετρο περίπου 3000 μέτρων (Εικόνα 6) , όπου η αραιή ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με την υψηλή υγρασία αλλά και την μεγάλη ισχύ του πομπού , είχε σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται πάνω στην κεραία



τεράστιες ηλεκτρικές εκκενώσεις , κυρίως στα άκρα του διπόλου και των κατευθυντήρων , συνοδευόμενες από έναν δυνατό ήχο . Ήταν δε τόσο έντονες αυτές οι ηλεκτρικές εκκενώσεις , ώστε εκεί που δημιουργούντο έλειναν τα σημεία των σωλήνων αλουμινίου της beam και ήταν τόσο δυνατές αυτές οι λάμπες που μπορούσε κανείς να τις δει από πάρα πολύ μεγάλη απόσταση .

Έπρεπε λοιπόν γρήγορα να βρεθεί μια λύση που να εξάλειφε το πρόβλημα αυτό .

Ο Clarence Moore σκέφτηκε να τοποθετήσει στα άκρα των στοιχείων της κεραίας χάλκινες σφαίρες διαμέτρου 15 cm , ώστε να μειώσει το γνωστό από την Φυσική «φαινόμενο των ακίδων» .



Προς στιγμήν φαίνεται ότι έλυσε το πρόβλημα , αλλά δυστυχώς όποτε η ατμόσφαιρα είχε υψηλή υγρασία είχε σαν αποτέλεσμα να ξαναεμφανίζονται οι εκλάμψεις , ενώ παράλληλα οι μεταλλικές σφαίρες αποσυντόνιζαν την κεραία .

Ο Clarence Moore κατάλαβε πλέον ότι η κεραία αυτή δεν έκανε για την συγκεκριμένη περιοχή και έπρεπε να βρεθεί ένας άλλος τύπος κεραίας που να μην είχε όμως άκρα , ώστε να εξαλειφθεί τελείως το φαινόμενο των εκλάμψεων . Παράλληλα όμως θα έπρεπε να επιλεγεί μια τέτοια κεραία που να έχει και μεγάλη απολαβή , ώστε να έχει ισχυρό σήμα και να υπερσιχύει των άλλων σταθμών που εξέπεμπαν σε γειτονικές συχνότητες και αυτό γιατί το μέλλον του σταθμού HCJB θα ήταν πλέον αβέβαιο χωρίς την χρήση μιας αποδοτικής κεραίας .

Για την κατάσταση αυτή που είχε δημιουργηθεί , ο Clarence Moore ένοιωθε έντονο το βάρος της ευθύνης να πέφτει επάνω του και έτσι άρχισε να μελετά όλα τα βιβλία για κεραίες που είχε φέρει μαζί του προκειμένου να βρεί μια λύση στο πρόβλημα που είχε δημιουργηθεί .



Όσο μελετούσε τόσο διαπίστωνε ότι μια κεραία τύπου loop θα ήταν η σωστή λύση για την συγκεκριμένη περίπτωση και αυτό γιατί ήταν ο μόνος τύπος κεραίας που δεν είχε άκρα. Έτσι σιγά-σιγά έφτασε να σχεδιάσει την γνωστή σε εμάς κεραία cubical quad .

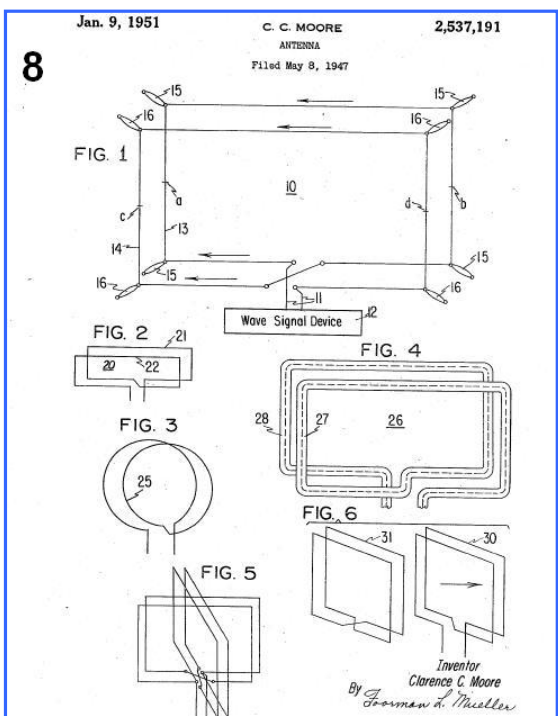
Κατασκεύασε λοιπόν μια κεραία που αποτελείται από δύο λούπες , η μια λειτουργούσε σαν δίπολο και η άλλη σαν ανακλαστήρας και την τοποθέτησε στην θέση της beam. Από την πρώτη κιάλας στιγμή της λειτουργίας της φάνηκε η υπεροχή της .

Η κεραία πήγαινε περίφημα και το φαινόμενο των εκλάμψεων σταμάτησε τελείως . Έφτιαξε μάλιστα και μια δεύτερη κεραία cubical quad , για την ραδιοερασιτεχνική μπάντα των 20 μέτρων , την οποία

χρησιμοποιούσε στον πομπό που είχε μαζί του και εξέπεμπε από το σπίτι του στο Quito με το χαρακτηριστικό HC1JB .

Ο Clarence Moore , αφού έμεινε για λίγα χρόνια ακόμη στο Quito του Ecuador , στα μέσα της δεκαετίας του 1940 επέστρεψε με την οικογένειά του στις Η.Π.Α. και εγκαταστάθηκε στην πόλη Elkhart στην Indiana . Εκεί το 1947 ίδρύει την εταιρεία International Radio and Electronics Corporation , οποία ασχολείται με την κατασκευή υψηλής ποιότητας ηλεκτρονικών συσκευών, μαγνητοφώνων ενισχυτών κλπ.

Στην (Εικόνα 7) φαίνεται στην εταιρεία του μαζί με τον γιό του Clyde .



Η εταιρεία του είναι η πρώτη εταιρεία στον κόσμο που το 1949 ενσωμάτωσε ενισχυτή 15 watts σε μαγνητόφωνο και έλαβε γι αυτό ειδικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Στις 8 Μαΐου του 1947 έκανε αίτηση για να κατοχυρώσει την κεραία cubical quad και στις 9 Ιανουαρίου του 1951 έλαβε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας με αριθμό U.S. Patent 2537191 (Εικόνα 8) .

Το 1975 η εταιρεία του αλλάζει όνομα και γίνεται Crown International. Στο εργοστάσιό της Crown στο Elkhart ιδρύει έναν ραδιοερασιτεχνικό σταθμό και τοποθετεί και έναν επαναλήπτη για τα 2 μέτρα , ώστε όσοι εργαζόμενοι της εταιρείας του ενδιαφέρονταν για τον ραδιοερασιτεχνισμό να μπορούν να τον χρησιμοποιούν ελεύθερα. Ο Clarence C.

Moore - W9LZX, άφησε μια μεγάλη παρακαταθήκη σε όλους τους ραδιοερασιτέχνες, όχι μόνο με την ανακάλυψη της κεραίας cubical quad και πλήθους άλλων ευρεσιτεχνιών, αλλά και με το ήθος του. Η εταιρεία Crown International που λειτουργεί μέχρι σήμερα αποτελεί φυτώριο νέων που ασχολούνται με τα ηλεκτρονικά .

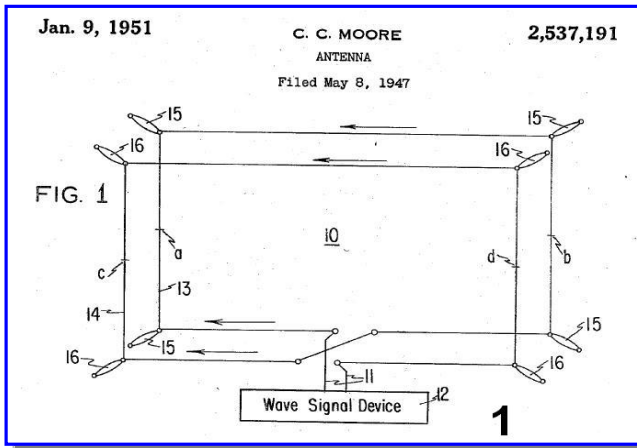
Πέθανε στις 24 Ιανουαρίου 1979 και προς τιμήν του ο ραδιοερασιτεχνικός σταθμός που λειτουργεί στην εταιρεία του στο Elkhart , σαν club station φυσικά , πήρε το χαρακτηριστικό W9LZX .

## Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Στα προηγούμενα και στην εικόνα 8 , παρουσιάσαμε το έγγραφο όπου φαινόταν τα διάφορα σχέδια και οι παραλλαγές της κεραίας cubical quad , που κατέθεσε ο Clarence C. Moore - W9LZX, προκειμένου να πάρει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

Αν μελετήσει κάποιος με προσοχή το έγγραφο αυτό , θα διαπιστώσει , ίσως και με έκπληξη , ότι η κεραία αυτή (Εικόνα 1) , δεν μοιάζει καθόλου με την εικόνα της κεραίας cubical quad που συναντούμε στις μέρες μας .



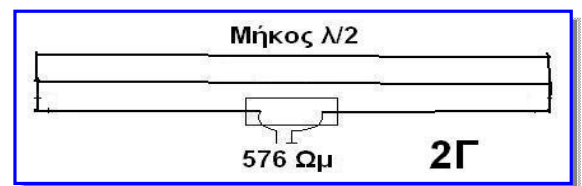


Τι συμβαίνει λοιπόν , πρόκειται μήπως για κάποια άλλη κεραία που μοιάζει με την cubical quad ή συμβαίνει κάτι άλλο ;

Ας δούμε όμως λίγο τα πράγματα από την αρχή . Όπως γνωρίζουμε , το απλό δίπολο μήκους  $\lambda/2$  (Εικόνα 2 Α), έχει στο σημείο τροφοδοσίας του μια σύνθετη αντίσταση περίπου 72 Ωμ (Εφ' όσον φυσικά βρίσκεται σε συγκεκριμένο ύψος πάνω από τέλεια αγωγίμο έδαφος ) .

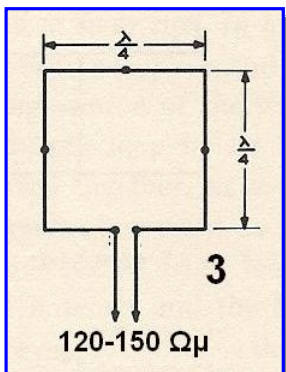


Αν τώρα παραλληλίσουμε με αυτό ένα άλλο σύρμα μήκους επίσης  $\lambda/2$  , και ενώσουμε τα δύο άκρα τους (Εικόνα 2 Β) , τότε φτιάχνουμε μια κεραία μήκους  $\lambda/2$  που λέγεται αναδιπλούμενο δίπολο. Αυτή όμως η νέα κεραία που σχηματίσαμε θα έχει τώρα μια άλλη σύνθετη αντίσταση που θα είναι :  $2^2 \cdot 72 \Omega = 288 \Omega$  .



Αν στο προηγούμενο αναδιπλούμενο δίπολο προσθέσουμε παράλληλα και έναν τρίτο αγωγό μήκους  $\lambda/2$  και ενώσουμε τα άκρα τους (Εικόνα 2 Γ), τότε η νέα κεραία που θα προκύψει θα παρουσιάζει σύνθετη αντίσταση :  $3^2 \cdot 72 \Omega = 648 \Omega$  .

Βλέπουμε λοιπόν ότι : **Για κάθε αγωγό μήκους  $\lambda/2$  που θα παραλληλίσουμε με ένα δίπολο  $\lambda/2$  , προκύπτει μια κεραία παράλληλων αγωγών μήκους  $\lambda/2$  , της οποίας η σύνθετη αντίσταση που θα παρουσιάζει στο σημείο τροφοδοσίας της θα είναι :  $N^2 \cdot 72 \Omega$  (Όπου N είναι το πλήθος των παράλληλων αγωγών) .**



Την μέθοδο αυτή την χρησιμοποιούμε κυρίως για να αυξήσουμε την αντίσταση ακτινοβολίας ενός διπόλου και συγχρόνως για να πετύχουμε ένα μεγαλύτερο εύρος λειτουργίας της κεραίας μας . Βέβαια σε μια τέτοια περίπτωση το Q της κεραίας μειώνεται αισθητά . Σε ένα αναδιπλούμενο δίπολο λοιπόν , μήκους  $\lambda/2$  , το συνολικό μήκος των αγωγών του θα είναι  $\lambda$  , και συγχρόνως η σύνθετη αντίστασή του θα είναι , όπως αναφέραμε και προηγουμένως , γύρω στα 288 Ωμ .

Αν τώρα πάρουμε ένα τέτοιο αναδιπλούμενο δίπολο και του αλλάξουμε το σχήμα , χωρίς όμως να πειράξουμε το συνολικό του μήκος , και από εκεί που αποτελείται από δύο παράλληλους αγωγούς του δώσουμε ένα σχήμα τετραγώνου πλευράς  $\lambda/4$  (Εικόνα 3) , τότε η κεραία μας θα πάρει την μορφή μιας τετράγωνης λούπας πλευράς  $\lambda/4$  η οποία όμως τώρα θα έχει σύνθετη αντίσταση γύρω στα 120 με 150 Ωμ περίπου .

Ας επιστρέψουμε όμως πάλι στην κεραία του Clarence C. Moore.

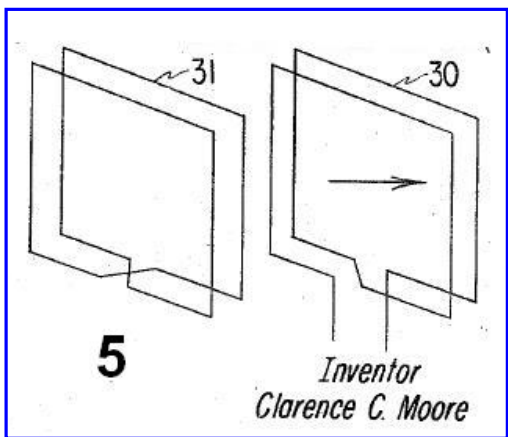
Όταν μελετάμε μια κεραία δεν θα πρέπει να την βλέπουμε μόνο μέσα από την μαθηματική της ανάλυση αλλά και σε συνδυασμό με την εποχή στην οποία μελετήθηκε η κεραία αυτή , και η εποχή όπου μελετήθηκε η κεραία cubical quad (γύρω στα 1940) , ήταν μια εποχή όπου συνηθιζόταν για γραμμή μεταφοράς να χρησιμοποιούνται οι παράλληλοι αγωγοί.

Προκειμένου λοιπόν ο Clarence Moore να πετύχει μια καλή προσαρμογή με την γραμμή μεταφοράς του , δεν χρησιμοποίησε μια μονή λούπα η οποία θα είχε αντίσταση γύρω στα 120 με 150 Ωμ , αλλά μια λούπα που αποτελείται από δύο σπείρες και η οποία σύμφωνα και με αυτά που αναφέραμε προηγουμένως θα είχε μια αντίσταση :  $2^2 \cdot 150 = 600 \Omega$  .

Μια τέτοια συνδεσμολογία ονομάζεται στις μέρες μας folded quad ή folded loop και έχουν αναφερθεί αρκετές κατασκευές με αυτήν , όπως π.χ. του Herbert A. Rideout - WA6IPD (Εικόνα 4), που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό 73. Αν τώρα σε αυτήν την κεραία προσθέσουμε άλλη μια τέτοια διπλή λούπα , που να παίζει τον ρόλο του ανακλαστήρα και τοποθετηθεί σε απόσταση  $\lambda/4$  από την πρώτη , τότε η σύνθετη αντίσταση πέφτει από τα 600 Ωμ στα 300 Ωμ που σημαίνει ότι τώρα μπορεί εύκολα να τροφοδοτηθεί με μια γραμμή μεταφοράς παράλληλων αγωγών .



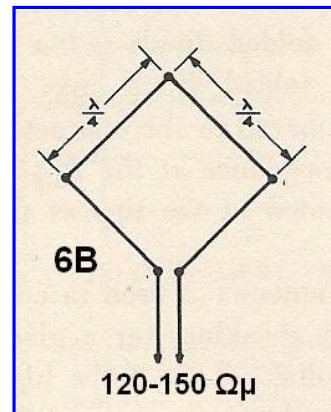
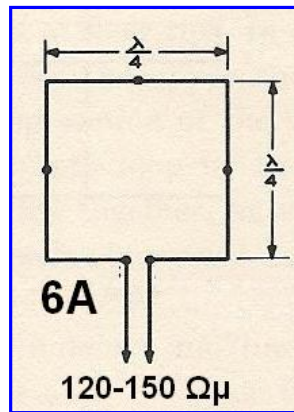
Από αυτήν την συνδεσμολογία είναι και η (Εικόνα 5) , που προέρχεται από το έγγραφο της άδειας ευρεσιτεχνίας του Clarence C. Moore. Το βέλος δείχνει την κατεύθυνση της μέγιστης ακτινοβολίας της κεραίας . Στις μέρες μας βέβαια που χρησιμοποιούμε σχεδόν αποκλειστικά γραμμή μεταφοράς 50 Ωμ , μια μονή λούπα , που έχει αντίσταση γύρω στα 120 με 150 Ωμ , είναι υπεραρκετή για να παίξει τον ρόλο του οδηγού στοιχείου μιας κεραίας cubical quad .



Για να καταλάβουμε όμως την λειτουργία μιας κεραίας cubical quad καλόν είναι να μελετήσουμε πρώτα την συμπεριφορά του οδηγού της στοιχείου , δηλαδή αυτής της τετράγωνης λούπας πλευράς  $\lambda/4$  .

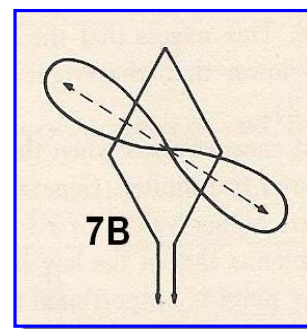
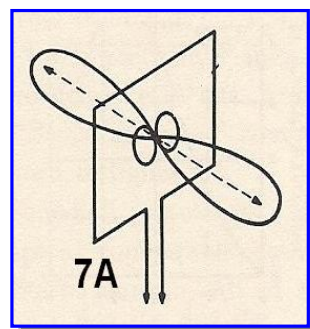
Κατ' αρχήν αυτή η λούπα μπορεί να τροφοδοτηθεί με δύο τρόπους , είτε συνδέοντάς την υπό μορφή τετραγώνου

οπότε τροφοδοτείται στο μέσον της κάτω πλευράς της (Εικόνα 6 A) , είτε συνδέοντάς την υπό μορφή ρόμβου οπότε τροφοδοτείται από την κάτω γωνία του (Εικόνα 6 B) .



Τόσο η μια συνδεσμολογία όσο και η άλλη δημιουργούν μια κεραία οριζόντιας πόλωσης η οποία έχει μια απολαβή 1,4 dB περίπου περισσότερα από ένα απλό δίπολο  $\lambda/2$  ή 3,5 dBi περίπου .

Το διάγραμμα ακτινοβολίας και στις δύο περιπτώσεις μοιάζει με αυτό του απλού διπόλου  $\lambda/2$  , μόνο που έχει στενότερους λοβούς (Εικόνες 7 A και 7 B) .

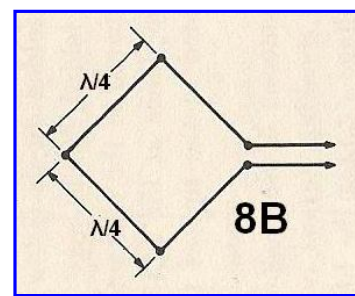
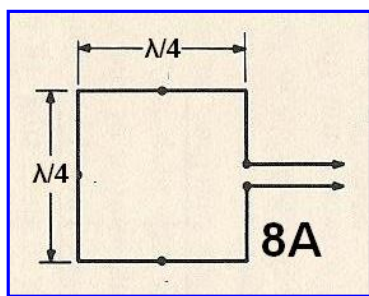


Ένα σημείο το οποίο για αρκετά χρόνια απετέλεσε την διαμάχη μεταξύ των κατασκευαστών κεραίων τύπου cubical quad , ήταν ότι αρκετοί πίστευαν ότι η λούπα που είχε μορφή ρόμβου έχει μεγαλύτερη απολαβή κατά 0,5 dB από αυτήν του τετραγώνου .

Τελευταίες ακριβείς μετρήσεις όμως έδειξαν ότι τόσο ο ένας τύπος όσο και ο άλλος δεν διαφέρουν στην απολαβή τους .

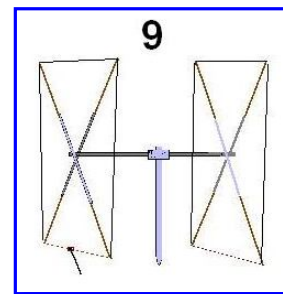
Τελικά όμως ποιός τύπος από τους δύο έχει περισσότερα πλεονεκτήματα ;

Κατ' αρχήν ο τύπος του ρόμβου υπερτερεί στην περίπτωση όπου η κεραία θα τοποθετηθεί σε περιοχές όπου υπάρχει παγετός και συχνή χιονόπτωση , και αυτό γιατί οι λοξές πλευρές της κεραίας δεν συγκρατούν εύκολα τον πάγο όπως θα συνέβαινε στον τύπο του τετραγώνου , τα καλώδια του οποίου επειδή είναι οριζόντια θα βαρύνουν περισσότερο και θα λυγίζουν .



Ένα μικρό μειονέκτημα που ίσως να παρουσιάζει μια cubical quad που έχει

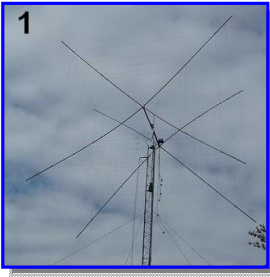
συνδεσμολογία ρόμβου είναι ότι πρέπει να τοποθετηθεί σε ψηλότερο σημείο του ιστού , έτσι ώστε όταν περιστρέφεται να μη βρίσκει η κάτω γωνία της στις αντηρίδες που στερεώνουν τον ιστό. Αν βέβαια κάποιος θέλει να συνδέσει την κεραία αυτή ώστε να λειτουργεί με κάθετη πόλωση , θα πρέπει η συνδεσμολογία να γίνει σύμφωνα με την (Εικόνα 8 A και 8 B). Όπως και στην κεραία Yagi-Uda έτσι και στην κεραία cubical quad μπορούμε να αυξήσουμε την απολαβή της και τον λόγο F/B , αρκεί να προσθέσουμε ένα ή περισσότερα παρασιτικά στοιχεία που θα παίζουν τον ρόλο του ανακλαστήρα ή του κατευθυντήρα , και τα οποία φυσικά θα έχουν και αυτά σχήμα τετράγωνης λούπας. Η πιο συνηθισμένη μορφή κεραίας cubical quad που κυκλοφορεί είναι αυτή η οποία αποτελείται από δύο στοιχεία , δηλαδή από έναν ανακλαστήρα και από το οδηγό στοιχείο (Εικόνα 9). Ο ανακλαστήρας , επειδή συντονίζεται σε μια χαμηλότερη συχνότητα από το οδηγό στοιχείο έχει ένα συνολικό μήκος που είναι κατά 3% περίπου μεγαλύτερο από το μήκος του οδηγού στοιχείου .



Έτσι το συνολικό μήκος του πλαισίου του ανακλαστήρα (και οι τέσσερις πλευρές μαζί) , θα δίνεται από τον τύπο :  $314,2/f$  , όπου f είναι η συχνότητα λειτουργίας της κεραίας σε MHz , ενώ το συνολικό μήκος του οδηγού στοιχείου θα δίνεται από τον τύπο :  $306,5/f$  .



Μια κεραία αυτού του τύπου θα παρουσιάζει θεωρητικά μια συνολική απολαβή γύρω στα 7,3 dBd , δηλαδή 1,4 dBd που αποδίδει το οδηγό στοιχείο και άλλα 5,9 dBd που του προσθέτει το παρασιτικό στοιχείο .



## CUBICAL QUAD ΔΥΟ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η κεραία αυτή , όπως αναφερθήκαμε και στα προηγούμενα , αποτελείται από δύο στοιχεία εκ των οποίων το ένα είναι το οδηγό στοιχείο .

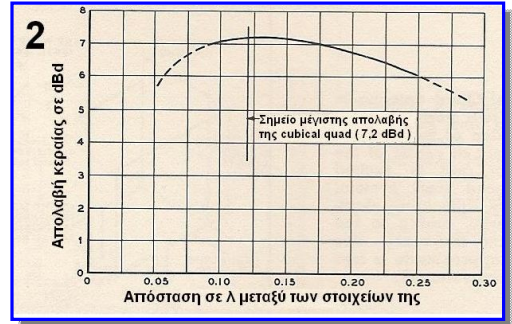
Εμείς θα εξετάσουμε μια τέτοια κεραία η οποία αποτελείται από το οδηγό στοιχείο και έναν ανακλαστήρα (Σχήμα 1) .

### Η ΑΠΟΛΑΒΗ

Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει δραστικά την απολαβή της κεραίας είναι και η απόσταση μεταξύ

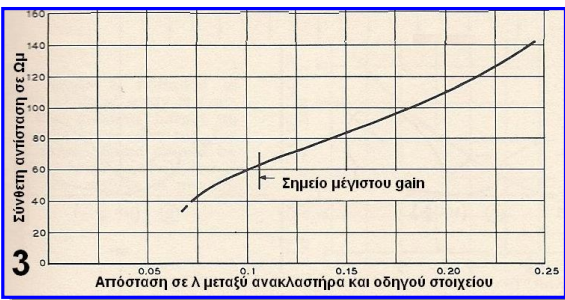
των δύο στοιχείων της. Αν μελετήσουμε την καμπύλη του (Σχήματος 2) , θα παρατηρήσουμε ότι μεταβάλλοντας την απόσταση μεταξύ των στοιχείων της από 0,05 μέχρι 0,98 του λ , τότε η απολαβή μεταβάλλεται και φτάνει σε μια μέγιστη τιμή , που είναι περίπου 7,2 dBd , πράγμα το οποίο συμβαίνει όταν η απόσταση μεταξύ των στοιχείων της γίνει 0,12 του λ .

Το gain της cubical quad δύο στοιχείων, όπως φαίνεται και από την παραπάνω καμπύλη , αρχίζει να μειώνεται αισθητά όταν η απόσταση μεταξύ των στοιχείων της είναι μικρότερη του 0,05 λ ή μεγαλύτερη του 0,28 λ και αυτό οφείλεται κυρίως στην αύξηση της αντίστασης απωλειών του σύρματος της κεραίας , εννοείται βέβαια ότι παράλληλα αλλάζει και η σύνθετη αντίσταση της στο σημείο τροφοδοσίας της .



### Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως η αντίσταση ακτινοβολίας μιας cubical quad μεταβάλλεται αισθητά ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των δύο στοιχείων της .



Μια καλλίτερη απεικόνιση της μεταβολής της σύνθετης αντίστασης αυτής της κεραίας φαίνεται στο (Σχήμα 3) . Εδώ θα παρατηρήσουμε ότι αν μεταβάλλουμε την απόσταση μεταξύ των στοιχείων της από 0,08 λ στα 0,25 λ , τότε η σύνθετη αντίσταση που παρουσιάζει στο σημείο τροφοδοσίας της κυμαίνεται από 40 Ωμ μέχρι 140 Ωμ .

Στην απόσταση των 0,12 λ , όπου παρουσιάζει και την μέγιστη απολαβή της , η σύνθετη αντίσταση είναι γύρω στα 65 Ωμ .

Αν λοιπόν εμείς θέλουμε να την τροφοδοτήσουμε απ' ευθείας με μια γραμμή μεταφοράς των 52 Ωμ , τότε η απόσταση μεταξύ των στοιχείων της πρέπει να γίνει 0,08

του λ , πράγμα το οποίο και σύμφωνα με το (Σχήμα 2) δεν μεταβάλλει ουσιαστικά την απολαβή της .

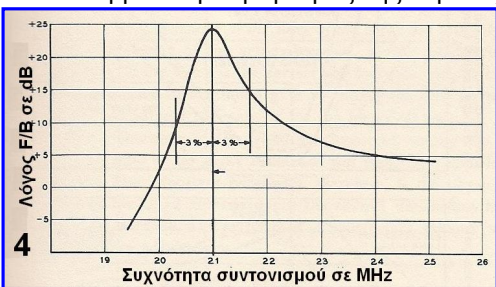
Τα παραπάνω βέβαια ισχύουν εφ' όσον το ύψος της κεραίας από το έδαφος είναι πάνω από λ/2 , και αυτό γιατί η απόσταση της κεραίας από το έδαφος είναι ένας σημαντικός παράγοντας μεταβολής της αντίστασής της , όπως άλλωστε ισχύει και για όλες τις κεραίες , μόνο που στην cubical quad αυτές οι μεταβολές είναι περισσότερο έντονες .

**Αν συγκρίνουμε το gain μιας cubical quad 2 στοιχείων και μιας κεραίας Yagi-Uda επίσης 2 στοιχείων , η cubical quad υπερτερεί της αντίστοιχης Yagi-Uda κατά 2 dBd περίπου , ενώ συγκρινόμενη με μια Yagi-Uda 3 στοιχείων παρουσιάζει την ίδια περίπου απολαβή .**

Έτσι λοιπόν , πρακτικά μπορούμε να πούμε ότι μια cubical quad 2 στοιχείων έχει την ίδια απολαβή με μια Yagi-Uda 3 στοιχείων , ενώ μια cubical quad 3 στοιχείων έχει την ίδια περίπου απολαβή με μια Yagi-Uda 4 στοιχείων . Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος που οι περισσότεροι ραδιοερασιτέχνες που χρησιμοποιούν για κεραία μια cubical quad προτιμούν αυτή των 2 στοιχείων .

### Ο ΛΟΓΟΣ F/B

Μια άλλη βασική παράμετρος της κεραίας είναι και ο λόγος οπισθίας αποκοπής (Front to Back ratio) .

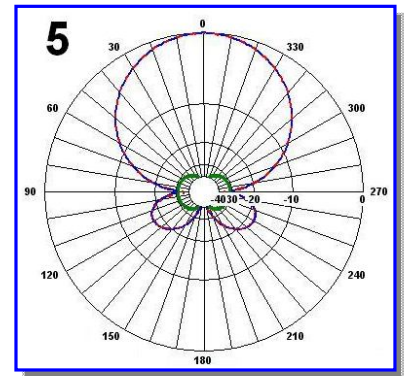


Αν η κεραία μας συντονιστεί σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα τότε στην συχνότητα συντονισμού της θα παρουσιάζει έναν λόγο F/B της τάξεως των 25 dB περίπου .

Όπως παρατηρούμε από το (Σχήμα 4) , ενώ στην συχνότητα συντονισμού της ο λόγος F/B παίρνει την μεγαλύτερη τιμή του , που είναι 25 dB περίπου , εν τούτοις αν μετακινηθούμε από αυτήν την συχνότητα κατά 3% υψηλότερα ή χαμηλότερα , τότε ο λόγος F/B μεταβάλλεται απότομα και μειώνει αρκετά dB τον λόγο F/B . Αυτό όμως που επηρεάζει τόσο τον λόγο F/B , όσο και το gain της κεραίας αυτής είναι ο σωστός συντονισμός του ανακλαστήρα .

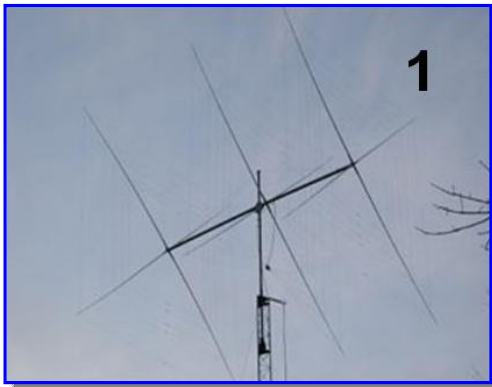
Όπως και στην κεραία Yagi-Uda έτσι και εδώ παρατηρούμε ότι δεν είναι ποτέ δυνατόν να έχουμε συγχρόνως όλες τις παραμέτρους της κεραίας ρυθμισμένες έτσι ώστε κάθε μια να έχει την μέγιστη απόδοσή της . Έτσι λοιπόν πρέπει να γίνουν οι απαραίτητοι συμβιβασμοί στις παραπάνω παραμέτρους ώστε να πετύχουμε την βέλτιστη δυνατή απόδοση της κεραίας. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που δεν πρέπει να παραβλέπεται είναι και η διάμετρος του σύρματος με το οποίο θα κατασκευαστεί .

Οι τύποι υπολογισμού της αναφέρονται σε πολύκλωνο χάλκινο καλώδιο το οποίο να έχει διάμετρο γύρω στο 1,5 mm. Αν χρησιμοποιηθεί σύρμα μεγαλύτερης διαμέτρου , τότε η συχνότητα συντονισμού της αλλάζει . Το διάγραμμα ακτινοβολίας μιας κεραίας cubical quad 2 στοιχείων φαίνεται στο (Σχήμα 5) .



## CUBICAL QUAD ΤΡΙΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Όπως και στην κεραία Yagi-Uda έτσι και στην Cubical Quad , προκειμένου να βελτιώσουμε τα χαρακτηριστικά της , μπορούμε να προσθέσουμε και άλλα παρασιτικά στοιχεία , τα οποία θα παίζουν τον ρόλο των κατευθυντήρων και φυσικά το σχήμα τους θα είναι και αυτό μια τετράγωνη λούπα .



Ας μελετήσουμε λοιπόν μια cubical quad τριών στοιχείων η οποία συγκεκριμένα αποτελείται από έναν ανακλαστήρα , ένα οδηγό στοιχείο και έναν κατευθυντήρα (Σχήμα 1) .

Ο κατευθυντήρας θα πρέπει να συντονίζεται σε μια συχνότητα μικρότερη από αυτήν του οδηγού στοιχείου , γι' αυτό και το συνολικό μήκος του θα πρέπει να είναι 3% περίπου μικρότερο από το συνολικό μήκος του οδηγού στοιχείου .

Έτσι λοιπόν, **ο τύπος σύμφωνα με τον οποίο θα μπορούμε να υπολογίσουμε το συνολικό μήκος του πλαισίου του κατευθυντήρα μιας cubical quad τριών στοιχείων θα είναι :  $297/f$** , όπου  $f$  θα είναι η συχνότητα λειτουργίας της κεραίας μας σε MHz .

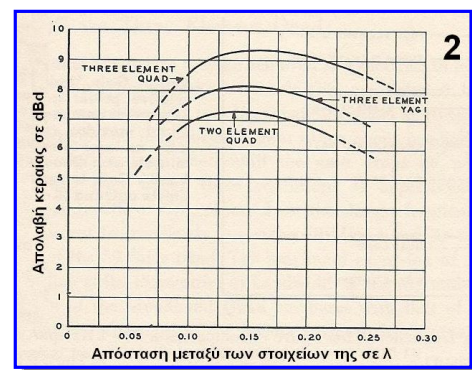
## Η ΑΠΟΛΑΒΗ

Όπως ήδη γνωρίζουμε , η απόσταση μεταξύ των στοιχείων μιας κεραίας beam επηρεάζει αισθητά την απολαβή της . Στην περίπτωση της cubical quad τριών στοιχείων η μεταβολή της απόστασης μεταξύ των στοιχείων της δεν επηρεάζει τόσο έντονα την απολαβή της , όσο στην περίπτωση μιας κεραίας Yagi-Uda , πράγμα το οποίο οφείλεται κυρίως στο ότι η cubical quad παρουσιάζει χαμηλότερο Q από μια κεραία Yagi-Uda του ίδιου αριθμού στοιχείων .

Αν προσέξουμε το (Σχήμα 2) , θα παρατηρήσουμε ότι μια cubical quad τριών στοιχείων , στην περίπτωση που η απόσταση μεταξύ των στοιχείων της γίνει 0,15 του  $\lambda$  περίπου , θα παρουσιάζει μια απολαβή της τάξεως των 9,2 dBd .

Σε αυτήν την απόσταση μια quad δύο στοιχείων θα έχει μια απολαβή της τάξεως των 7,2 dBd , ενώ μια κεραία Yagi-Uda θα έχει μια απολαβή 8,1 dBd περίπου .

**Άρα εδώ διαπιστώνουμε ότι μια quad τριών στοιχείων θα έχει αισθητά μεγαλύτερο gain από μια κεραία Yagi-Uda ίδιου αριθμού στοιχείων .**



## Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Την μεταβολή της αντίστασης ακτινοβολίας μιας cubical quad δύο στοιχείων , την μελετήσαμε παραπάνω Η ίδια περίπου μεταβολή της αντίστασης ακτινοβολίας ισχύει και για την περίπτωση της quad τριών στοιχείων Αυτό όμως που την επηρεάζει , είναι κυρίως η απόσταση μεταξύ των στοιχείων της .

Για την περίπτωση όπου η απόσταση γίνει περίπου 0,15 του  $\lambda$  , δηλαδή στην απόσταση εκείνη όπου η κεραία μας θα παρουσιάζει την μέγιστή της απολαβή τότε η σύνθετη αντίσταση στο σημείο τροφοδοσίας της θα είναι γύρω στα 50 με 55 Ωm περίπου , πράγμα το οποίο σημαίνει ότι μπορούμε να τροφοδοτήσουμε μια τέτοια κεραία απ' ευθείας με μια γραμμή μεταφοράς 52 Ωm .



## Ο ΛΟΓΟΣ F/B

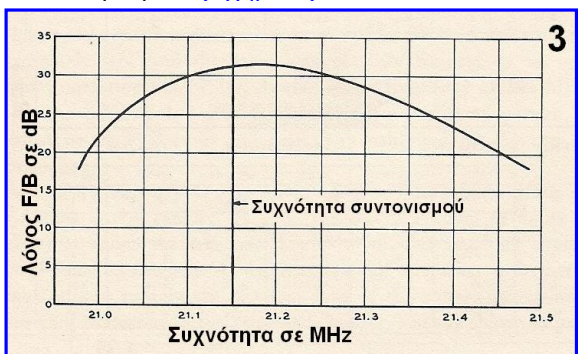
Ο λόγος οπισθίας αποκοπής είναι μια παράμετρος λειτουργίας της κεραίας η οποία επηρεάζεται αισθητά, όχι μόνον ανάλογα με την συχνότητα συντονισμού της, αλλά και με τον τρόπο με τον οποίον την έχουμε συντονίσει.

Αν δηλαδή για παράδειγμα έχουμε συντονίσει την κεραία μας ώστε να έχουμε σε μια συγκεκριμένη συχνότητα μέγιστο gain, δεν σημαίνει ότι στην ίδια αυτή συχνότητα θα έχουμε και τον μέγιστο λόγο F/B.

Εδώ θα πρέπει, όπως και στην κεραία Yagi-Uda, να κάνουμε κάποιους συμβιβασμούς.

Αν μια κεραία cubical quad τριών στοιχείων την συντονίσουμε για να πάρουμε μέγιστο λόγο F/B, μπορούμε να πετύχουμε να φτάσουμε ακόμη και τα 32 dB λόγο F/B.

Ας μελετήσουμε για παράδειγμα την μεταβολή του λόγου F/B μιας quad τριών στοιχείων π.χ. στην μπάντα των 15 μέτρων (Σχήμα 3).



Σε αυτήν την καμπύλη θα παρατηρήσουμε ότι η κεραία μας θα παρουσιάζει έναν μέγιστο λόγο F/B στην συχνότητα των 21,175 MHz, ο οποίος θα είναι της τάξεως των 32 dB περίπου. Αν συγχρόνως μελετήσουμε τα στάσιμα της ίδιας κεραίας σε αυτήν την μπάντα (Σχήμα 4), θα παρατηρήσουμε ότι τα λιγότερα στάσιμα θα τα παρουσιάζει στην συχνότητα των 21,150 MHz, δηλαδή στην συχνότητα συντονισμού της και όχι στην συχνότητα όπου παρουσιάζει τον μέγιστο λόγο F/B.

Στην ίδια μάλιστα καμπύλη παρατηρούμε ότι για έναν λόγο στασιμών της τάξεως των 1,75 :1, θα παρουσιάζει ένα εύρος λειτουργίας περίπου 300 KHz.

Θα μπορούσαμε βέβαια αν θέλαμε να αυξήσουμε λίγο

ακόμη το εύρος λειτουργίας της αρκεί να αυξήσουμε, με την βοήθεια ενός stub, το μήκος του ανακλαστήρα και να μειώσουμε το μήκος του κατευθυντήρα.

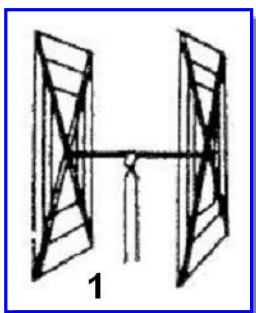
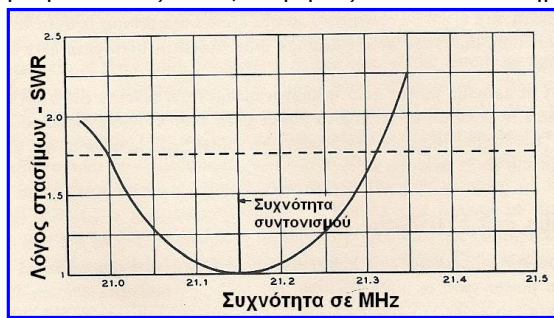
Σε αυτήν την περίπτωση θα πετυχαίναμε μια αύξηση του εύρους λειτουργίας της κεραίας κατά 6,5 % περίπου, αλλά θα χάναμε 2 περίπου dB από την απολαβή της.

Γι' αυτόν τον λόγο την αύξηση του bandwidth την εφαρμόζουμε κυρίως στις μπάντες των υψηλών συχνοτήτων, δηλαδή στα 10 μέτρα και στα 6 μέτρα όπου το εύρος λειτουργίας σε αυτές είναι μεγάλο.

Εννοείται βέβαια ότι όσο πιο μεγάλο λόγο F/B έχουμε, τόσο μικραίνει και ο οπίσθιος λοβός του διαγράμματος ακτινοβολίας της κεραίας μας.

Άρα, σαν συμπέρασμα θα μπορούσαμε να πούμε ότι:

**Αν θέλουμε να αυξήσουμε το gain μιας τέτοιας κεραίας θα πρέπει να θυσιάσουμε λίγο από τον λόγο F/B, ενώ αν θέλουμε να έχουμε μέγιστο λόγο F/B θα πρέπει να θυσιάσουμε λίγο από το gain της κεραίας.**



## MULTIBAND CUBICAL QUADS

Η κεραία Cubical Quad μπορεί να κατασκευαστεί έτσι ώστε να εκπέμπει και σε περισσότερες μπάντες.

Η μέθοδος την οποία χρησιμοποιούμε γι' αυτό, είναι πάρα πολύ απλή και επιτυγχάνεται με το να τοποθετήσουμε στα ίδια στηρίγματα (spreaders), του οδηγού στοιχείου, του ανακλαστήρα και αν υπάρχει και του κατευθυντήρα, ομόκεντρες λούπες που θα είναι συντονισμένες στις συχνότητες που θέλουμε να εκπέμψουμε, όπως άλλωστε φαίνεται και στο (Σχήμα 1).

Όπως και στην κεραία Yagi-Uda έτσι και στην κεραία Cubical Quad, όταν πολλά στοιχεία, συντονισμένα σε διαφορετικές συχνότητες, τοποθετηθούν το ένα κοντά

στο άλλο, έχουν σαν αποτέλεσμα να αλληλοεπηρεάζονται, με συνέπεια ο επηρεασμός αυτός να μειώνει την απόδοση και την καλή λειτουργία της κεραίας, ενώ συγχρόνως κάνει δύσκολο τον συντονισμό της.

Βέβαια στην περίπτωση της Quad, το φαινόμενο αυτό των αλληλεπιδράσεων είναι λιγότερο έντονο απ' ό,τι σε μια κεραία Yagi-Uda.

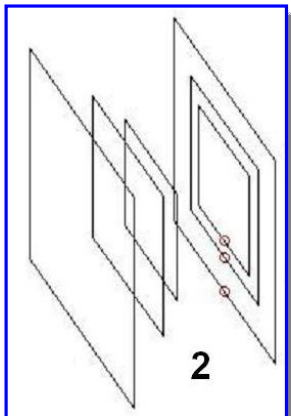
Οι συχνότητες που επηρεάζονται περισσότερο από την αλληλοεπίδραση των πολλών στοιχείων μιας Quad, είναι συνήθως οι υψηλότερες. Αν πάρουμε για παράδειγμα την περίπτωση μιας multiband Quad η οποία λειτουργεί στις μπάντες των 20, 15 και 10 μέτρων, τότε οι μπάντες των 15 και 10 μέτρων θα είναι αυτές που θα επηρεάζονται από τα συντονισμένα στοιχεία των 20 μέτρων, ενώ στην μπάντα των 20 μέτρων δεν θα έχουμε σχεδόν κανέναν επηρεασμό.

Η multiband λειτουργία λοιπόν μιας κεραίας Quad, μπορεί να πει κανείς ότι κατασκευαστικά είναι ευκολότερη από ότι σε μια κεραία Yagi-Uda, και αυτό γιατί στην περίπτωση της Quad δεν χρειάζεται να κατασκευάζουμε traps. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος για τον οποίο η κεραία Quad είναι περισσότερο προσφιλής μεταξύ των ραδιοερασιτεχνών που κατασκευάζουν μόνοι τους τις κεραίες τους.



Για να δούμε λοιπόν τι συμβαίνει σε μια multiband Quad δύο στοιχείων , σαν αυτή του (Σχήματος 1) , η οποία λειτουργεί π.χ. στις μπάντες των 20 , 15 και 10 μέτρων .

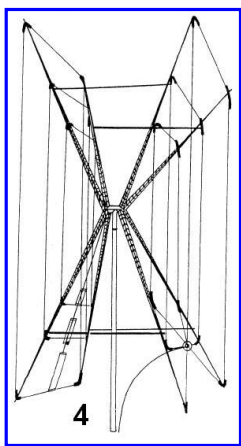
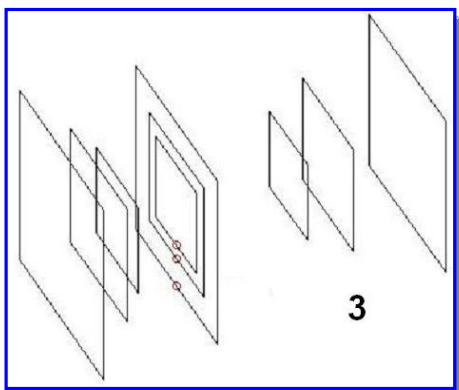
Κατ' αρχήν τόσο στο οδηγό στοιχείο όσο και στον ανακλαστήρα θα υπάρχουν τρεις λούπες , που κάθε μια από αυτές θα έχει υπολογιστεί σύμφωνα με τους τύπους που αναφέραμε στο 5-9 report τεύχος 88 , ώστε να συντονίζει σε κάθε μια από τις παραπάνω μπάντες .



Όπως όμως είδαμε παρά πάνω, για να πετύχουμε την μέγιστη απολαβή της κεραίας μας , θα πρέπει η απόσταση μεταξύ των στοιχείων της να είναι περίπου 0,12 του λ , πράγμα το οποίο σημαίνει ότι για τα 20 μέτρα η απόσταση μεταξύ οδηγού στοιχείου και ανακλαστήρα θα πρέπει να είναι γύρω στα 2,5 m , ενώ για τις μπάντες των 15 και 10 μέτρων η απόσταση αυτή θα έπρεπε να ήταν 1,7 και 1,26 m αντίστοιχα .

Άρα για κάθε μπάντα θα έπρεπε , αν θέλαμε φυσικά την μέγιστη δυνατή απολαβή , να είχαμε και διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ οδηγού στοιχείου και ανακλαστήρα . Το ίδιο φυσικά θα συνέβαινε και στην περίπτωση που θα θέλαμε να είχαμε την μέγιστη απόδοση του λόγου F/B .

Έτσι λοιπόν , για να πούμε ότι θα σχεδιάσουμε σωστά μια multiband κεραία τύπου Cubical Quad δύο στοιχείων , θα πρέπει η κεραία μας να έχει την μορφή του (Σχήματος 2) , και αν μάλιστα είχαμε και για τρίτο στοιχείο έναν κατευθυντήρα , τότε θα έπρεπε να είχε την μορφή του (Σχήματος 3) .



Αλλά τότε τι συμβαίνει και βλέπουμε πολλούς κατασκευαστές να χρησιμοποιούν κατασκευές σαν αυτή του (Σχήματος 1) ;

Απλούστατα , όπως ήδη αναφέραμε και στην κεραία Yagi-Uda , έτσι και στην περίπτωση της Cubical Quad , θα πρέπει να κάνουμε κάποιους συμβιβασμούς και να βρούμε μια απόσταση μεταξύ των στοιχείων της κεραίας που να συνδυάζονται όλοι αυτοί οι παράγοντες μεταξύ τους σε μια χρυσή τομή . Φυσικά , μια τέτοια κεραία θα έχει την μέγιστή της απόδοση μόνο σε μια μπάντα .

Αυτός λοιπόν είναι και ο λόγος για τον οποίον πολλοί κατασκευαστές , προκειμένου να πετύχουν την μέγιστη δυνατή απόδοση της κεραίας σε όλες τις μπάντες λειτουργίας της ,

κατασκευάζουν κεραίες Quad σαν αυτή του (Σχήματος 4) .

Η κατασκευή αυτών των κεραιών είναι τέτοια ώστε συνήθως να αποφεύγεται η χρήση boom (εκτός φυσικά αν πρόκειται για monopbander) , και χρησιμοποιούν μια ειδική κατασκευή στο σημείο που στερεώνεται η κεραία με τον ιστό . Η κατασκευή αυτή βοηθάει ώστε να στερεωθούν σωστά τα στηρίγματα-spreaders , των στοιχείων της κεραίας .

### ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΙΑΣ CUBICAL QUAD

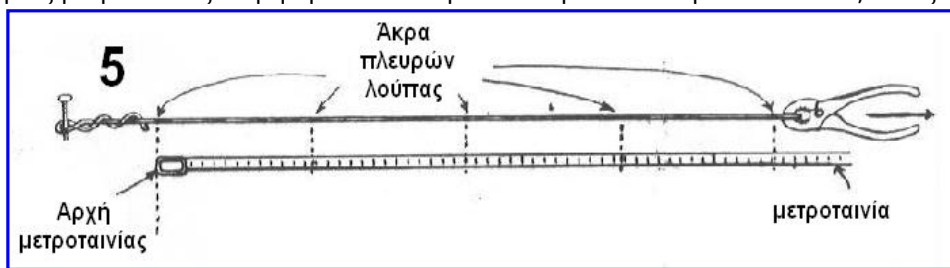
Η κατασκευή μιας τέτοιας κεραίας δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη δυσκολία. Κατ' αρχήν υπολογίζουμε το συνολικό μήκος κάθε στοιχείου της .

Όπως ήδη αναφέραμε και στα προηγούμενα , **το συνολικό μήκος του ανακλαστήρα , για μια δεδομένη συχνότητα f , δίνεται από τον τύπο  $314,2/f$  , του οδηγού στοιχείου από τον τύπο  $306,5/f$  , και αν χρησιμοποιηθεί και κατευθυντήρας , τότε η λούπα του θα έχει ένα συνολικό μήκος που θα δίνεται από τον τύπο  $297/f$  .**

Το σύρμα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι χάλκινο , πολύκλωνο και να έχει μια διάμετρο γύρω στο 1 με 1,5 mm . Αν χρησιμοποιηθεί φαρδύτερο καλώδιο τότε δεν θα ισχύουν οι παραπάνω τύποι.

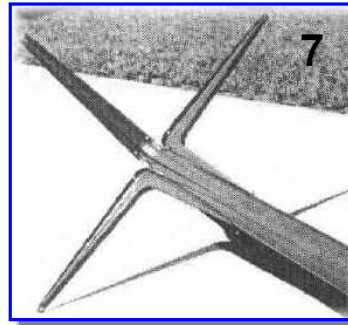
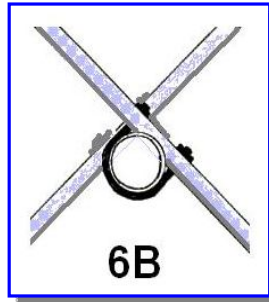
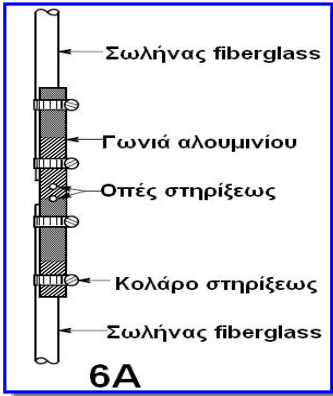
Προκειμένου δε να κόψουμε σωστά το μήκος του καλωδίου που θα αντιστοιχεί σε κάθε μπάντα , θα πρέπει , αφού πρώτα υπολογίσουμε το ολικό μήκος κάθε λούπας , χρησιμοποιώντας τον αντίστοιχο τύπο , να σημειώσουμε με την βοήθεια μιας μετροταινίας τα μήκη των τεσσάρων πλευρών που την αποτελούν , όπως φαίνεται στο (Σχήμα 5) ,

ούτως ώστε να ξέρουμε τα σημεία στα οποία το σύρμα θα στερεωθεί πάνω στα στηρίγματα-spreaders , της κεραίας , και αφού το κάνουμε αυτό στην συνέχεια μπορούμε να κόψουμε το σύρμα , αφήνοντας φυσικά στα



άκρα του λίγο παραπάνω για τις διάφορες συνδέσεις . Αν για την κατασκευή της κεραίας μας θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε boom , τότε τα σημεία στα οποία θα τοποθετηθούν τα στηρίγματα-spreaders της κεραίας , μπορούν να κατασκευαστούν με μια από τις παρακάτω μεθόδους .

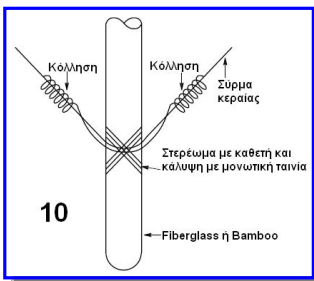
α) Χρησιμοποιώντας ένα κομμάτι αλουμινένιας γωνιάς , πάνω στην οποία θα στερεωθούν τα στηρίγματα της κεραίας με κατάλληλα κολάρια , όπως στα (Σχήματα 6A και 6B) .



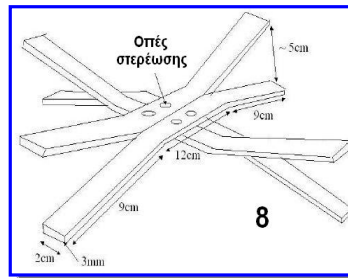
β) Τοποθετώντας στα άκρα του boom ειδικές γωνιές , σαν αυτές που χρησιμοποιούμε για να στερεώνουμε ράφια (υπάρχουν στο Praktiker) , όπως στο (Σχήμα 7) .  
 γ) Οποιαδήποτε κατασκευή μπορούμε να επινοήσουμε , και

που αν εμείς αδυνατούμε να την κατασκευάσουμε μπορεί να μας την φτιάξει ένας σιδεράς ή αλουμινάς .

Αν πάλι δεν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε boom και επιθυμούμε μια κατασκευή κεραίας Quad που θα έχει την μέγιστη δυνατή απόδοση σε κάθε μπάντα , τότε μπορούμε να συνδέσουμε τα στηρίγματα-spreaders της κεραίας σε μια ειδική κατασκευή , όπως π.χ. αυτή του (Σχήματος 8) , ή την σιδηροκατασκευή που χρησιμοποιεί ο John Tait-ΕΙ7ΒΑ (Σχήμα 9) , στην Cubical Quad που κατασκεύασε ο ίδιος ή οποιαδήποτε άλλη σκεφτούμε .



Όσον αφορά τώρα τα στηρίγματα-spreaders της κεραίας , αυτά καλόν είναι να αποτελούνται από σωλήνες fiberglass .



Θα μπορούσε βέβαια να χρησιμοποιηθεί και καλάμι bamboo , αλλά αυτό παρουσιάζει δύο βασικά μειονεκτήματα , αφενός μεν είναι δύσκολο να βρεθεί και αφετέρου είναι ευπαθές , που σημαίνει ότι μετά από μακροχρόνια

παραμονή εκτεθειμένο στις εξωτερικές καιρικές συνθήκες , θα χρειάζεται συχνή συντήρηση. Όλα τα σύρματα μπορούν να στερεωθούν πάνω στα στηρίγματα-spreaders της κεραίας , είτε στερεώνοντάς τα σύμφωνα με το (Σχήμα 10) , είτε με ειδικά κολάρια όπως στο (Σχήμα 11) .



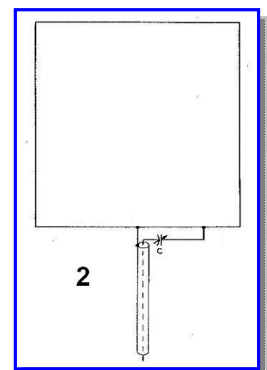
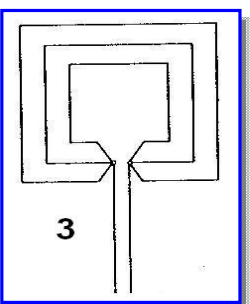
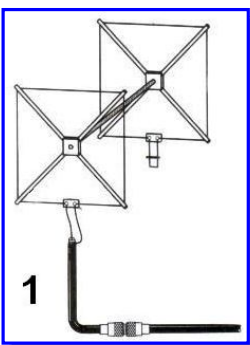
## ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΕΡΑΙΑΣ CUBICAL QUAD

Όπως είδαμε και στα προηγούμενα , η σύνθετη αντίσταση που παρουσιάζει μια κεραία cubical quad στο σημείο τροφοδοσίας της κυμαίνεται από 40 Ωμ μέχρι 140 Ωμ , ανάλογα κυρίως με την απόσταση στην οποία θα τοποθετηθούν μεταξύ τους τα παρασιτικά της στοιχεία .

Επειδή βέβαια η γραμμή μεταφοράς που χρησιμοποιούν οι ραδιοερασιτέχνες στις μέρες μας είναι σχεδόν αποκλειστικά η ομοαξονική γραμμή των 50 Ωμ , θα πρέπει αυτή η γραμμή μεταφοράς να προσαρμοστεί με την σύνθετη αντίσταση που θα παρουσιάζει η κεραία μας στο σημείο τροφοδοσίας της .

Τέτοιες μεθόδους προσαρμογής μελετήσαμε επισταμένως σε προηγούμενα άρθρα. Από όλες όμως αυτές τις μεθόδους , εκείνες που χρησιμοποιούνται περισσότερο στις κεραίες cubical quad είναι: Ο μετασχηματιστής λ/4 , το gamma match και τα baluns. Ο μετασχηματιστής λ/4 (Σχήμα 1) , χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στις quad που είναι monobander αλλά και στις multiband που έχουν ξεχωριστή γραμμή μεταφοράς για κάθε μπάντα ενώ η μέθοδος gamma match (Σχήμα 2) , χρησιμοποιείται κυρίως στις multiband quads που τροφοδοτούνται με μια γραμμή μεταφοράς. Για τον μετασχηματιστή λ/4 αναφερθήκαμε με πολλές λεπτομέρειες και παραδείγματα σε παρά πάνω άρθρα.

Η μέθοδος gamma match απαιτεί περισσότερες γνώσεις και εμπειρία και μπορούμε να κατασκευάσουμε άριστη προσαρμογή . Παρουσιάζει όμως το μειονέκτημα ότι θα πρέπει να κατασκευαστεί με ιδιαίτερη φροντίδα και προσοχή . Το σημαντικότερο όμως σημείο που θα πρέπει να προσεχθεί είναι η κατασκευή και η προσεκτική τοποθέτηση του πυκνωτή

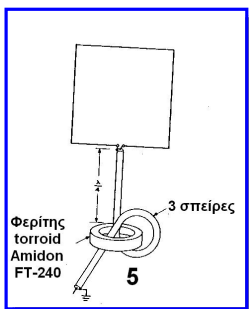
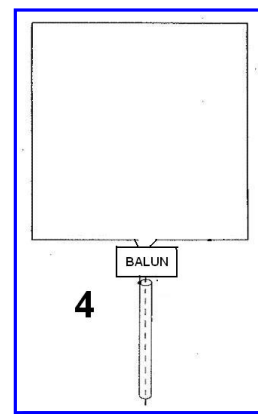




Σ μέσα σε ένα πλαστικό κουτάκι ώστε να προστατεύεται άριστα από τις καιρικές συνθήκες , γιατί σε αντίθετη περίπτωση θα αποσυντονίζεται η κεραία .

Αν έχουμε μια multiband quad , τότε θα μπορούσαμε να αποφύγουμε όλες τις παραπάνω μεθόδους και να ενώσουμε μαζί όλες τις λούπες του οδηγού στοιχείου παράλληλα , στο ίδιο σημείο τροφοδοσίας τους , όπως στο (Σχήμα 3) , τότε όμως αφ' ενός μεν δεν θα πρέπει να περιμένουμε να έχουμε καλή προσαρμογή σε όλες τις μπάντες και αφετέρου θα είχαμε ένα συμμετρικό σημείο τροφοδοσίας που θα συνδεόταν με μια ασύμμετρη γραμμή μεταφοράς χωρίς την χρήση balun , με τα γνωστά αποτελέσματα. Εννοείται βέβαια ότι η χρήση ενός antenna tuner σε αυτήν την περίπτωση , κρίνεται απαραίτητη .

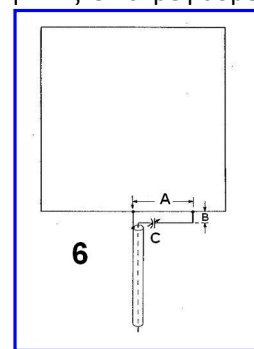
Αυτή η μέθοδος είναι μια λύση ανάγκης και θα πρέπει να αποφεύγεται σε μόνιμες εγκαταστάσεις . Σε μια monobander quad , μια απλή μέθοδος προσαρμογής είναι και η χρήση ενός balun , το οποίο θα τοποθετηθεί στο σημείο τροφοδοσίας της κεραίας (Σχήμα 4) και θα προσαρμόζει την γραμμή μεταφοράς των 50 Ωμ με την σύνθετη αντίσταση που θα παρουσιάζει η κεραία μας . Τέτοια baluns μπορεί κανείς είτε να τα κατασκευάσει ο ίδιος, είτε και να τα αγοράσει έτοιμα από το εμπόριο .



Μια εύκολη κατασκευή ενός RF choke balun , που χρησιμοποιείται για την προσαρμογή μιας ασύμμετρης γραμμής μεταφοράς με το συμμετρικό οδηγό στοιχείο μιας cubical quad , είναι και αυτή του (Σχήματος 5) , όπου μετά από ένα μήκος  $\lambda/4$  της γραμμής μεταφοράς παρεμβάλλεται ένας κυκλικός φερριτής (torroid) , ο οποιοσδήποτε της σειράς FT-240 της εταιρείας Amidon , όπου η ίδια γραμμή μεταφοράς δημιουργεί γύρω του τρεις σπείρες και ακολούθως συνεχίζει μέχρι τον πομποδέκτη . Ας επιστρέψουμε όμως στην περίπτωση του gamma match .

Αν η κεραία είναι monobander , τότε η συνδεσμολογία του gamma match φαίνεται στο (Σχήμα 6) .

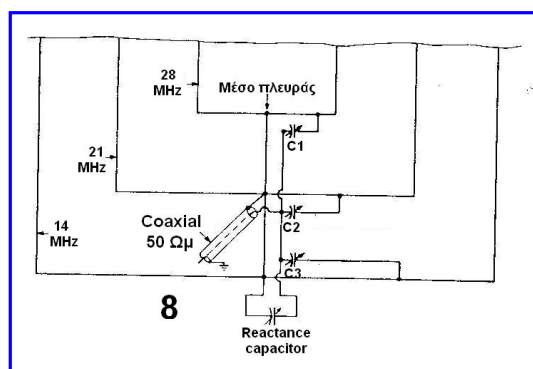
Κατασκευάζεται από μονόκλωνο χάλκινο σύρμα διαμέτρου 2 mm περίπου και στερεώνεται στην κάτω πλευρά της λούπας του οδηγού στοιχείου με ειδικούς μονωτήρες-αποστάτες κατασκευασμένους από fiber glass και οι οποίοι χρησιμεύουν ώστε να διατηρούν την απόσταση B από την κεραία σταθερή . Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ο κεντρικός αγωγός του coaxial θα πρέπει να συνδεθεί με τον πυκνωτή , ενώ το μπλεντάζ του coaxial με το μέσον της κάτω πλευράς της λούπας του οδηγού στοιχείου της quad .



Μπάντα σε μέτρα	Μήκος A σε cm	Απόσταση B σε cm	Πυκνωτής C σε pF
40	185	10	200
30	132	7,6	150
20	89	5	100
17	69	5	85
15	63	3,8	75
12	53	2,5	50
10	46	2,5	50
6	25	2,5	30

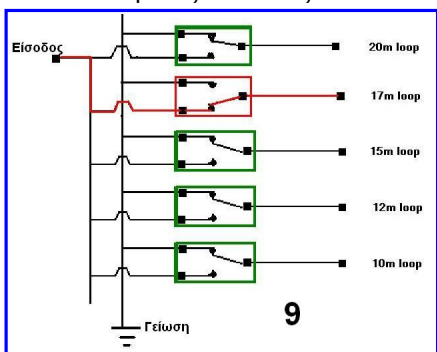
Ο πίνακας του (Σχήματος 7) , μας δίνει τις διαστάσεις A και B , καθώς και τις τιμές που παίρνει ο πυκνωτής C ενός κυκλώματος gamma match , στις διάφορες μπάντες λειτουργίας της κεραίας .

Στην περίπτωση όμως όπου θα χρησιμοποιηθεί multiband quad , τότε μπορούμε να κατασκευάσουμε την συνδεσμολογία του (Σχήματος 8) , η οποία μάλιστα έχει και το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιεί μόνο μια γραμμή μεταφοράς για όλες τις μπάντες λειτουργίας της . Η χωρητικότητα των πυκνωτών C1 , C2 και C3 δίνεται στον πίνακα 7 ενώ ο reactance capacitor , ο οποίος χρησιμεύει ώστε να μειώνει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των , έχει μια τιμή γύρω στα 200pF έως 350 pF και μπορεί , αφού συντονιστεί η κεραία να αντικατασταθεί με έναν σταθερό ο οποίος όμως θα πρέπει να έχει ανοχή μερικές χιλιάδες Volts , ώστε να αντέχει στην μεγάλη ισχύ του πομπού. Το ιδανικό βέβαια σε μια multiband κεραία cubical quad , θα ήταν να χρησιμοποιηθεί ξεχωριστή γραμμή μεταφοράς για κάθε μπάντα , αλλά αυτός ο τρόπος φυσικά θα ήταν ιδιαίτερα αντιοικονομικός . Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος για τον οποίον είπαμε ότι η



### συνδεσμολογία του (Σχήματος 8) , έχει το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιεί μια μόνο κάθοδο για όλες τις μπάντες .

Αν όμως η προσαρμογή της κεραίας με την γραμμή μεταφοράς γίνει με την μέθοδο του μετασχηματιστή  $\lambda/4$  ή με balun , τότε αντί να χρησιμοποιήσουμε ξεχωριστές καθόδους για κάθε μπάντα , θα μπορούσαμε όλα τα τμήματα  $\lambda/4$  που αντιστοιχούν σε κάθε μπάντα να τα συνδέσουμε σε ένα ειδικό κύκλωμα που θα αποτελείται από coaxial relay (ρελέ) , (Σχήμα 9) , και στην συνέχεια να χρησιμοποιήσουμε μια μόνο γραμμή μεταφοράς μέχρι τον πομποδέκτη .



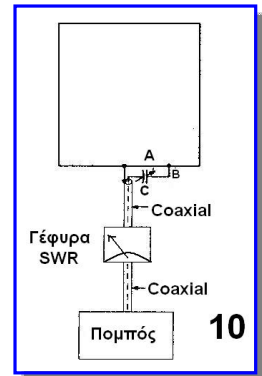
## ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΚΕΡΑΙΑΣ CUBICAL QUAD

### α) Συντονισμός οδηγού στοιχείου

Σε μια τέτοια κεραία πρέπει πρώτα να συντονιστεί το οδηγό της στοιχείο .

Αν χρησιμοποιούμε μετασχηματιστή  $\lambda/4$  , τότε ο μόνος τρόπος που υπάρχει είναι να αυξομειώσουμε το μήκος του τμήματος  $\lambda/4$  , μέχρις ότου πετύχουμε να έχουμε τα λιγότερα στάσιμα. Αν όμως η μέθοδος προσαρμογής είναι το gamma match , τότε χρησιμοποιούμε την συνδεσμολογία του (Σχήματος 10) και ρυθμίζουμε τον πυκνωτή C και αν χρειάζεται και το μήκος A μέχρις ότου ο λόγος στασίμων να γίνει 1:1 .

Οι ρυθμίσεις του gamma match θα γίνονται ξεκινώντας πρώτα από την μπάντα των 10 μέτρων , μετά θα ρυθμίζουμε την μπάντα των 15 μέτρων και στη συνέχεια την μπάντα των 20 μέτρων , δηλαδή θα ξεκινούμε από τις υψηλότερες συχνότητες και θα συντονίζουμε κατεβαίνοντας προς τις χαμηλότερες , στην συνέχεια φυσικά , θα χρειαστεί να επαναληφθεί ο παραπάνω συντονισμός ώστε να πετύχουμε όσο το δυνατόν τα λιγότερα στάσιμα. Εννοείται βέβαια ότι όλες αυτές οι ρυθμίσεις θα πρέπει να γίνονται εκπέμποντας με την μικρότερη δυνατή ισχύ .



### β) Συντονισμός ανακλαστήρα

Για τον συντονισμό του ανακλαστήρα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια από τις μεθόδους του (Σχήματος 11) . Η απλούστερη όμως από όλες είναι η μέθοδος Α , του κλειστού stub .

Όπως γνωρίζουμε ο ανακλαστήρας μιας quad πρέπει να συντονίζεται σε μια συχνότητα χαμηλότερη από αυτήν που είναι η συχνότητα λειτουργίας της κεραίας , γι' αυτό άλλωστε και το μήκος του είναι κατά 3% περίπου μεγαλύτερο από το συνολικό μήκος του οδηγού στοιχείου .

Θα μπορούσαμε λοιπόν εμείς να κατασκευάσουμε τον ανακλαστήρα έχοντας το ίδιο περίπου μήκος με το οδηγό στοιχείο , και στο μέσον της κάτω πλευράς του να τοποθετούσαμε έναν μονωτήρα όπου σε κάθε άκρο του να συνδέαμε ένα κομμάτι από το ίδιο καλώδιο που έχουμε χρησιμοποιήσει για την κατασκευή του ανακλαστήρα , δηλαδή να κατασκευάσαμε ένα stub .

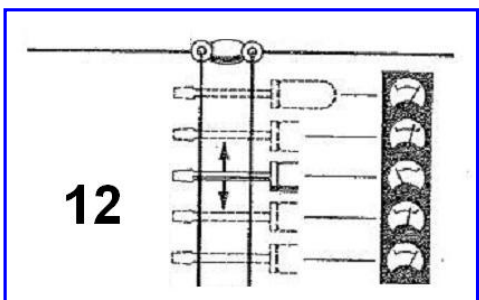
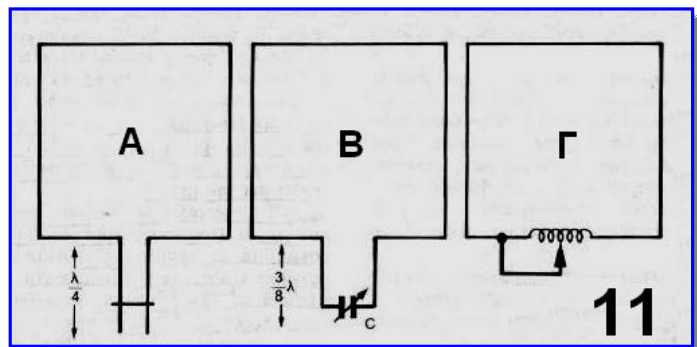
Σύμφωνα λοιπόν με την μέθοδο αυτή , απογυμνώνουμε αυτά τα δύο σύρματα που κρέμονται από τον μονωτήρα του ανακλαστήρα και στην συνέχεια στρέφουμε την κεραία μας έτσι ώστε ο ανακλαστήρας να βλέπει προς την κεραία ενός φίλου μας ο οποίος θα εκπέμπει με μια χαμηλή ισχύ έτσι ώστε να τον διαβάζουμε στο s-meter του δέκτη μας με ένα σήμα γύρω στις S-7 μονάδες .

Τότε με την βοήθεια ενός χοντρού κατσαβιδιού βραχυκυκλώνουμε τα δύο σκέλη του stub και το σύρουμε ενώ συγχρόνως διαβάζουμε το s-meter του δέκτη (Σχήμα 12) .

Στο σημείο όπου το s-meter θα μηδενιστεί θα έχουμε και τον καλλίτερο συντονισμό του ανακλαστήρα , που σημαίνει ότι θα έχουμε μια μεγάλη τιμή στον λόγο F/B της κεραίας .

Σε αυτό το σημείο βραχυκυκλώνουμε μόνιμα το stub και η ρύθμιση του ανακλαστήρα τελείωσε .

Βέβαια ίσως να χρειαστεί και μια δεύτερη ρύθμιση όταν η κεραία θα τοποθετηθεί στο υψηλότερο σημείο του ιστού , ώστε να πετύχουμε την οριστική ρύθμιση .



Λένε ότι όταν η κεραία ρυθμιστεί με αυτόν τον τρόπο , ώστε να πετύχουμε τον μέγιστο λόγο F/B , τότε θα έχουμε συγχρόνως πετύχει και την μέγιστη απολαβή της κεραίας , αλλά φυσικά αυτό δεν είναι απόλυτα σωστό .

### γ) Συντονισμός κατευθυντήρα

Στην περίπτωση που η κεραία μας διαθέτει και κατευθυντήρα τότε ο συντονισμός του γίνεται ως εξής .

Κατασκευάζουμε τον κατευθυντήρα ώστε να έχει συνολικό μήκος 4% περίπου μικρότερο από το συνολικό μήκος του οδηγού στοιχείου και του φτιάχνουμε ένα stub όπως κάναμε και στον ανακλαστήρα .

Στρέφουμε τώρα τον κατευθυντήρα προς την κεραία του φίλου μας και ρυθμίζουμε το stub με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιήσαμε και στην περίπτωση του ανακλαστήρα , μόνο που τώρα η ρύθμιση θα γίνει έτσι ώστε να πετύχουμε την μέγιστη απόκλιση του s-meter .

Στο σημείο αυτό θα έχουμε και την μέγιστη απολαβή της κεραίας μας .