

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΚΕΡΑΙΑΣ ΜΕ ΤΗ ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Γράφει ο Ντίνος Νομικός SV1GK

Κάθε κεραία , ανάλογα με τον τύπο της , αλλά και το ύψος που βρίσκεται από την γη , παρουσιάζει στο σημείο τροφοδοσίας της μία σύνθετη αντίσταση η οποία μπορεί να κειμένεται από ελάχιστα Ωμ έως και αρκετές εκατοντάδες Ωμ .

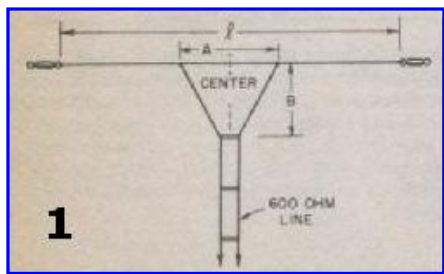
Καταλαβαίνει λοιπόν κανείς ότι δεν είναι δυνατόν να υπάρχει για κάθε περίπτωση και μία ειδική γραμμή μεταφοράς που να προσαρμόζεται άριστα με την κεραία , από την άλλη μεριά πάλι σχεδόν όλοι οι κατασκευαστές ραδιοερασιτεχνικών μηχανημάτων χρησιμοποιούν στην έξοδο των πομποδεκτών αποκλειστικά ομοαξονικό καλώδιο 50 Ωμ .

Έτσι λοιπόν για την επίλυση όλων αυτών των προβλημάτων δημιουργήθηκαν διάφοροι μέθοδοι προσαρμογής της γραμμής μεταφοράς με την κεραία .

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

DELTA MATCH

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στην περίπτωση που έχουμε ένα συρμάτινο δίπολο και θέλουμε να το τροφοδοτήσουμε με ανοιχτή γραμμή μεταφοράς παράλληλων αγωγών 600 Ωμ (Σχήμα 1) .



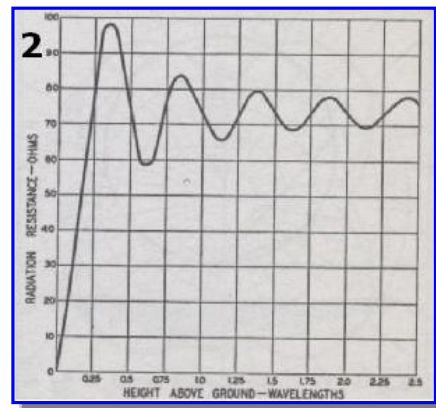
Τα άκρα του δέλτα που ακουμπούν στο δίπολο πρέπει να βρίσκονται σε ίσες αποστάσεις από το κέντρο του διπόλου .

Ένα μειονέκτημα που παρουσιάζει αυτού του είδους η προσαρμογή , είναι ότι τα σύρματα του δέλτα ακτινοβολούν και αυτό γιατί δεν είναι αρκετά κοντά το ένα με το άλλο ώστε να αλληλοεξουδετερώνουν τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία

που δημιουργούνται γύρω τους , γι' αυτό θα πρέπει όταν το δίπολο λειτουργεί κάτω από τους 30 Mc/s η απόσταση A να είναι 0,12λ , ενώ αν λειτουργεί πάνω από τους 30 Mc/s , το A να γίνει 0,115λ . Το B έχει μήκος σε κάθε περίπτωση 0,15λ .

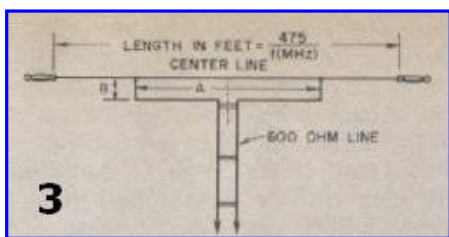
Όλα τα παραπάνω βέβαια ισχύουν , εφ' όσον η κεραία τοποθετηθεί σε τέτοιο ύψος ώστε η σύνθετη αντίσταση στο κέντρο της να είναι περίπου 70 Ωμ . Αν δεν συμβαίνει αυτό τότε οι παραπάνω αποστάσεις ρυθμίζονται πειραματικά μέχρι να πετύχουμε τα λιγότερα στάσιμα .

Μία καμπύλη που μας δίνει την σύνθετη αντίσταση ενός διπόλου ανάλογα με το ύψος του φαίνεται στο (Σχήμα 2) .



T - MATCH

1. Αν η κεραία είναι συρμάτινη:



Ένα τέτοιο σύστημα φαίνεται στο (Σχήμα 3) , η κεραία είναι μία παραλλαγή του αναδιπλωμένου διπόλου (folded dipole) και αναφέρεται σε μία συρμάτινη κεραία που τροφοδοτείται από μία γραμμή μεταφοράς 600 Ωμ , κατασκευασμένη από το ίδιο σύρμα που είναι και η κεραία .

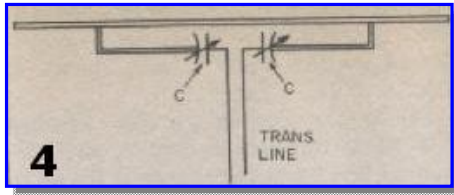
Εδώ το μήκος της κεραίας είναι κατά τι μεγαλύτερο του διπόλου και δίνεται από τον τύπο : $C = 144,8/f$, τα δε μήκη των A και B

δίνονται από τους τύπους : $A = 55/f$ και

$B = 34,75/f$, όπου f είναι η συχνότητα σε Mc/s και τα αποτελέσματα είναι σε μέτρα .

2. Αν η κεραία είναι κατασκευασμένη από σωλήνα αλουμινίου:

Σ' αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιούμε την συνδεσμολογία του (Σχήματος 4).

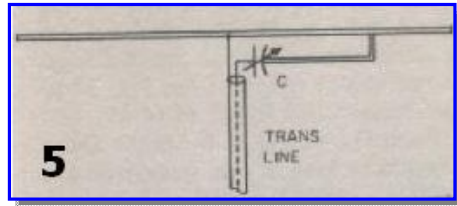


Εδώ τις ρυθμίσεις αναλαμβάνουν δύο ίδιοι μεταβλητοί πυκνωτές, οι οποίοι μάλιστα, αν η ισχύς του πομπού μας είναι μέχρι 200 Watts μπορεί να είναι απλοί ραδιοφώνου.

Η χωρητικότητά τους κυμαίνεται ανάλογα με την συχνότητα. Αν π.χ. η κεραία μας είναι ρυθμισμένη για τα 20 μέτρα τότε κάθε μεταβλητός μπορεί να έχει γύρω στα 150 pF μέγιστη χωρητικότητα, αν όμως η κεραία υπολογιστεί για τα 15 μέτρα τότε η χωρητικότητα θα πρέπει να είναι μικρότερη.

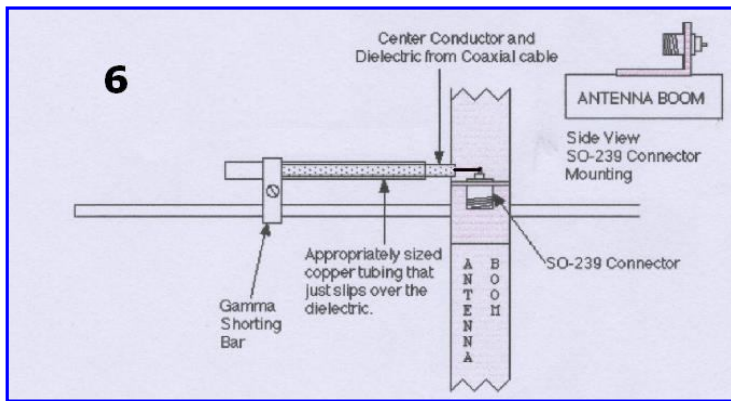
GAMMA MATCH

Όλες οι προηγούμενες μέθοδοι προσαρμογής αναφέρονται σε συμμετρικές γραμμές μεταφοράς (Balanced). Αν όμως πρόκειται να τροφοδοτήσουμε μία κεραία με μία ασύμμετρη γραμμή μεταφοράς (Unbalanced), όπως είναι η ομοαξονική (coaxial), τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μισό T-match. Μία τέτοια συνδεσμολογία φαίνεται στο (Σχήμα 5) και ονομάζεται Gamma match.



Ο πυκνωτής και οι διαστάσεις παραμένουν οι ίδιες με την περίπτωση T-match εκτός από την απόσταση A που εδώ φυσικά είναι η μισή.

Στην πράξη, ο πυκνωτής C παρουσιάζει πρόβλημα στην τοποθέτησή του, γιατί θα πρέπει να προφυλαχτεί πάρα πολύ καλά από την υγρασία, τις σκόνες κ.λ.π. Έτσι λοιπόν μπορεί να αντικατασταθεί από ένα κομμάτι καλώδιο coaxial, που του έχει αφαιρεθεί το μπλεντάζ και η εξωτερική επένδυση, και το έχουμε βάλει μέσα σε ένα σωληνάκι αλουμινίου έτσι ώστε να μπορεί να ολισθαίνει σχετικά σφιχτά μέσα σ' αυτό.



Το άλλο άκρο του σωληνακιού το βραχυκυκλώνουμε με την κεραία μέσω ενός μετακινούμενου στηρίγματος, έτσι ώστε να είναι εύκολες οι ρυθμίσεις (Σχήμα 6).

Αυτός ο τύπος του Gamma match χρησιμοποιείται ευρύτατα, κυρίως στις κεραίες τύπου Yagi που είναι κατασκευασμένες από

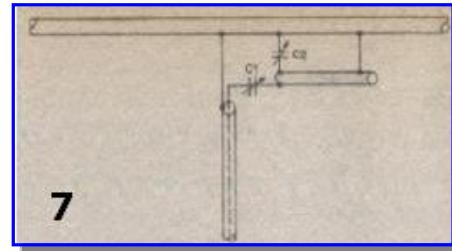
σωλήνες αλουμινίου, τόσο γιατί κατασκευάζεται εύκολα, όσο και γιατί μπορούμε να ρυθμίσουμε πανεύκολα την προσαρμογή μίας ομοαξονικής γραμμής μεταφοράς με την κεραία.

Μία κεραία beam τριών στοιχείων έχει συνήθως στο δίπολό της σύνθετη αντίσταση γύρω στα 25 Ωμ, προκειμένου λοιπόν να την τροφοδοτήσουμε με ένα ομοαξονικό καλώδιο 50 Ωμ, θα πρέπει το μήκος του σωληνακιού του Gamma match να είναι 0,04 έως 0,05 του λ και η διάμετρός του να είναι το 1/3 ή το 1/2 της διαμέτρου της σωληνας του δίπολου, η απόσταση δε (από κέντρο σε κέντρο) του δίπολου από το σωληνάκι θα πρέπει να περίπου 0,007 του λ.

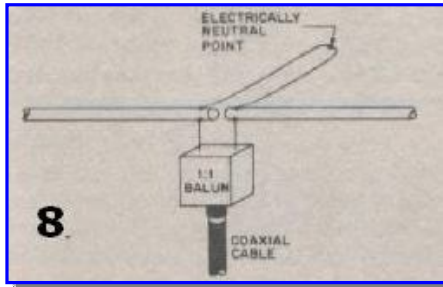
Η χωρητικότητα υπολογίζεται περίπου 7 pF ανά μέτρο του μήκους κύματος, π.χ. για τα 20 μέτρα θα είναι περίπου: 7 επί 20 ίσον 140 pF, για τα 15 μέτρα θα είναι: 7 επί 15 ίσον 105 pF, κ.ο.κ.

OMEGA MATCH

Όπως φαίνεται από το (Σχήμα 7) , το κύκλωμα αυτό είναι ίδιο με το Gamma match , μόνο που εδώ έχει προστεθεί και ένας δεύτερος πυκνωτής .



HAIRPIN MATCH



Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται ευρύτατα από πολλούς κατασκευαστές κεραιών Beam (Hy-Gain , Τοπη κ.λ.π.) και αποτελείται από δύο παράλληλους αγωγούς βραχυκυκλωμένους στο ένα άκρο τους . Το μέσον αυτού του βραχυκυκλώματος είναι ηλεκτρικά ουδέτερο γι' αυτό και μπορεί να στερεωθεί από το σημείο αυτό πάνω στο boom .

Στην συγκεκριμένη περίπτωση το δίπολο πρέπει να είναι κομμένο σε δύο μέρη που το κάθε ένα να έχει μήκος $\lambda/4$ (Σχήμα 8) .

Ένα μικρό μειονέκτημα που παρουσιάζει το Hairpin match είναι ότι δημιουργεί συμμετρία , που σημαίνει ότι για να τροφοδοτηθεί με μία ασύμμετρη γραμμή μεταφοράς θα χρειασθεί να παρεμβληθεί ένα balun .

BETA MATCH

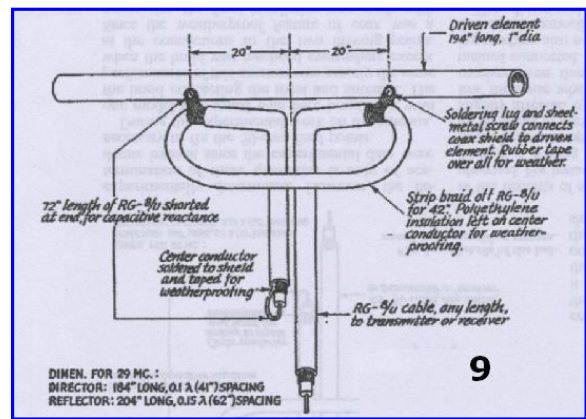
Η μέθοδος αυτή είναι ίδια με το hairpin match , μόνο που το βραχυκύκλωμα δεν είναι σταθερό , αλλά ολισθαίνει ώστε να μπορούμε να ρυθμίζουμε καλλίτερα τα στάσιμα .

CLEMENS MATCH

Αυτού του είδους η προσαρμογή πρωτοπαρουσιάστηκε τον Οκτώβριο του 1950 στο περιοδικό " Electronics " από τον John F. Clemens W9ERN (Σχήμα 9) .

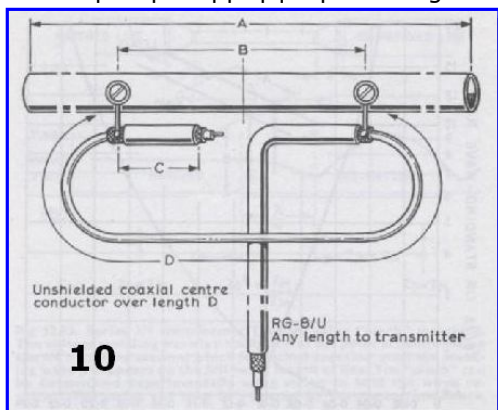
Έχει το πλεονέκτημα ότι είναι πολύ απλή στην κατασκευή , γιατί αποτελείται από το ίδιο καλώδιο που είναι και η γραμμή μεταφοράς , το δίπολο δεν χρειάζεται να κοπεί στην μέση και το κυριότερο δεν χρειάζεται balun .

Μετά από τρεις δεκαετίες βελτιώθηκε , τροποποιήθηκε και πήρε την μορφή του (Σχήματος 10) . Θεωρείται ιδανικό για προσαρμογή κεραιών Yagi .



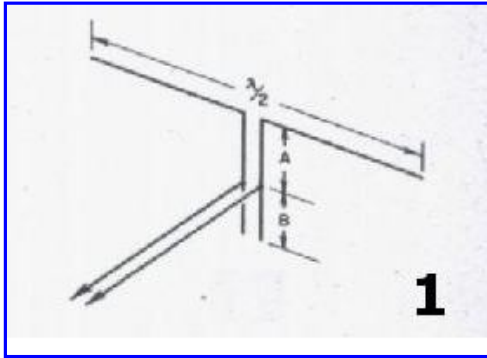
Οι διαστάσεις του είναι : $A = \lambda/2$, $B = 0,2\lambda$, $C = 0,039\lambda$, $D = 0,2\lambda + 5\text{cm}$.

Επειδή η σωστή προσαρμογή της κεραιάς παίζει σημαντικότατο ρόλο στην λειτουργία της , γι' αυτό θα συνεχίσουμε στο επόμενο και με άλλες μεθόδους προσαρμογής .

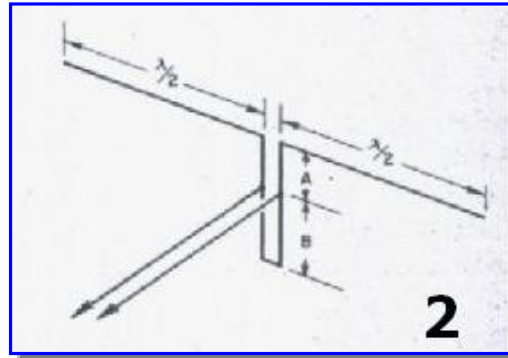


MATCHING STUBS

Συνεχίζοντας τους τρόπους προσαρμογής της κεραίας με την γραμμή μεταφοράς, δεν θα πρέπει να παραλείψουμε να αναφέρουμε τα stubs, που άλλωστε και ιστορικά ήταν από τις πρώτες μεθόδους προσαρμογής, γιατί στα πρώτα βήματα του ραδιοερασιτεχνισμού χρησιμοποιούσαν σχεδόν αποκλειστικά παράλληλες γραμμές μεταφοράς.



Τα stubs λοιπόν είναι παράλληλοι αγωγοί που συνδέονται παράλληλα με την γραμμή μεταφοράς σε κάποιο σημείο της και μπορεί να είναι ανοικτοί στο άλλο άκρο τους, οπότε ονομάζονται open stubs (Σχήμα 1) ή να είναι βραχυκυκλωμένοι στο άλλο άκρο τους,



οπότε ονομάζονται closed stubs (Σχήμα 2)

Στην πρώτη περίπτωση προσθέτουν χωρητικότητα στην γραμμή, ενώ στην δεύτερη προσθέτουν αυτεπαγωγή.

Όταν αργότερα άρχισαν να χρησιμοποιούνται ομοαξονικές γραμμές μεταφοράς (coaxial), εμφανίστηκαν stubs από coaxial που συνδέονταν και αυτά παράλληλα με την γραμμή μεταφοράς, μέσω ενός κονέκτορα τύπου T και μάλιστα άλλοτε ήταν βραχυκυκλωμένα στο άλλο άκρο τους (closed) και άλλοτε όχι (open).

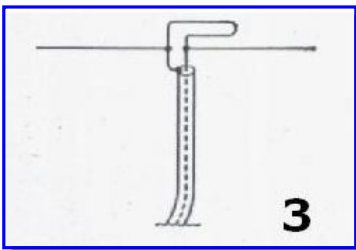
Στις μέρες μας τα stubs δεν χρησιμοποιούνται τόσο συχνά όσο τα προηγούμενα χρόνια και αυτό γιατί ο υπολογισμός τους είναι αρκετά δύσκολος, χρειάζεται να γνωρίζουμε πρώτα τα στάσιμα που παρουσιάζει η γραμμή μεταφοράς χωρίς τα stubs και στην συνέχεια να χρησιμοποιήσουμε ειδικούς τριγωνομετρικούς τύπους.

Αυτό το βασικό μειονέκτημα, μαζί με την κυριάρχηση του ομοαξονικού καλωδίου, ανάγκασε τους ραδιοερασιτέχνες σιγά - σιγά να τα εγκαταλείψουν.

Στις μέρες μας βρίσκουν εφαρμογή κυρίως στον συντονισμό του ανακλαστήρα της κεραίας cubical quad.

L - MATCH

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε κεραίες VHF και είναι ένα είδος stub που μοιάζει με το Hairpin match, μόνο που είναι λυγισμένο παράλληλα με το δίπολο (Σχήμα 3).

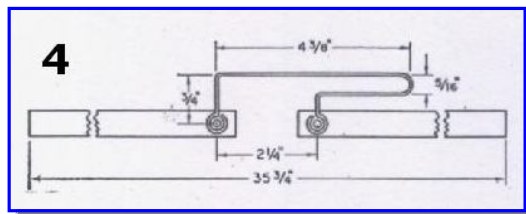


Επινοήθηκε από τον Ralph Campbell, W4KAE και έχει το πλεονέκτημα, εκτός της απλής κατασκευής του, να μετατρέπει το coaxial, που είναι ασύμμετρη γραμμή (unbalanced), σε σύμμετρη (balanced), ώστε να τροφοδοτεί άριστα ένα

δίπολο.

Στο (Σχήμα 4), φαίνονται οι διαστάσεις ενός L- Match που χρησιμοποιείται για να τροφοδοτηθεί, από μία γραμμή 50 Ωμ, το δίπολο μίας κεραίας Yagi για τους 145 Mc/s.

Το μόνο που πρέπει να προσεχθεί είναι ότι το L - Match πρέπει να λυγιστεί προς το μέρος που συνδέεται η ψίχα του coaxial (Σχήμα 3).

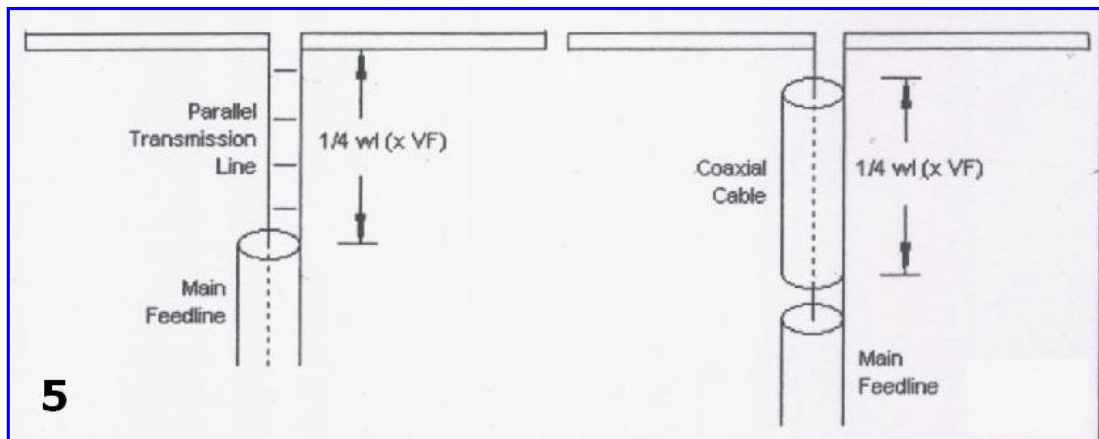


ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΕΙΡΑΣ

1. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ λ/4

Η μέθοδος αυτή, στις μέρες μας είναι πολύ διαδεδομένη και χρησιμοποιείται ευρύτατα από τους ραδιοερασιτέχνες.

Είναι πάρα πολύ εύκολη και στην κατασκευή και στην τοποθέτηση , γιατί αποτελείται από ένα κομμάτι coaxial ή παράλληλων αγωγών μήκους $\lambda/4$, το οποίο παρεμβάλλεται ανάμεσα στην κεραία και στην γραμμή μεταφοράς (Σχήμα 5) .

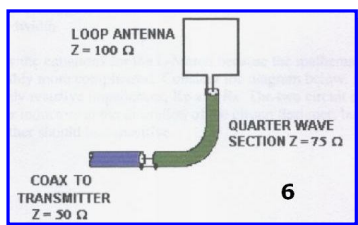


Αν υποθέσουμε ότι η κεραία μας έχει σύνθετη αντίσταση Z_K και η γραμμή μεταφοράς που διαθέτουμε έχει σύνθετη αντίσταση Z_Y ,τότε η σύνθετη αντίσταση Z_0 του καλωδίου που πρέπει να παρεμβάλουμε μεταξύ της κεραίας και της γραμμής μεταφοράς θα δίνεται από τον τύπο : $Z_0 = \sqrt{Z_K \cdot Z_Y}$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1°

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μία κεραία Loop , που έχει σύνθετη αντίσταση $Z_K=100 \Omega$ και θέλουμε να την τροφοδοτήσουμε με μία γραμμή μεταφοράς $Z_Y=50 \Omega$.

Αν αυτήν την γραμμή την συνδέαμε κατ' ευθείαν με την κεραία , τότε θα είχαμε στάσιμα περίπου 2:1 . Αν όμως ανάμεσα στην γραμμή μεταφοράς και στην κεραία παρεμβάλουμε ένα άλλο καλώδιο μήκους $\lambda/4$, τότε τί σύνθετη αντίσταση θα έπρεπε να είχε αυτό το καλώδιο για να είχαμε ιδανική προσαρμογή και στάσιμα περίπου 1:1 ;



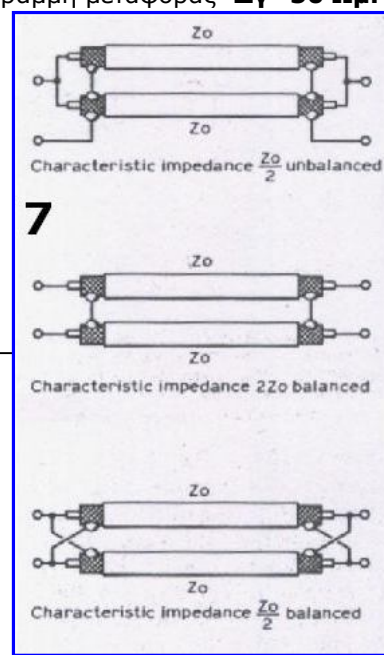
Σύμφωνα με τον τύπο : $Z_0 = \sqrt{Z_K \cdot Z_Y}$, θα έχουμε :

$$Z_0 = \sqrt{100 \cdot 50}$$

$$= \sqrt{5000} = 70,7 \Omega$$

Άρα , ένα καλώδιο coaxial περίπου 71Ω , θα μας έκανε άριστα την δουλειά μας (Σχήμα 6) .

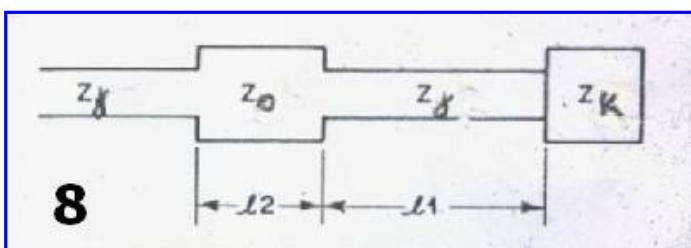
Μπορούμε αν θέλουμε να κάνουμε και συνδυασμό δύο γραμμών $\lambda/4$ συνδεδεμένων παράλληλα , ώστε να πετύχουμε διπλάσια αντίσταση $2 \cdot Z_0$ ή μισή $Z_0/2$ και να έχουμε συγχρόνως μία γραμμή σύμμετρη (balanced) ή ασύμμετρη (unbalanced) , όπως φαίνεται στο (Σχήμα 7) .



Η παραπάνω μέθοδος προσαρμογής είναι γνωστή και σαν Q-section , (από το πρώτο γράμμα της φράσης Quarter wave transformer) .

2. ΜΕΘΟΔΟΣ REGIER

Η μέθοδος αυτή φαίνεται στο (Σχήμα 8) και αποτελείται από δύο τμήματα



L_1 και L_2 , τα οποία παρεμβάλλονται ανάμεσα στην κεραία και στην γραμμή μεταφοράς .

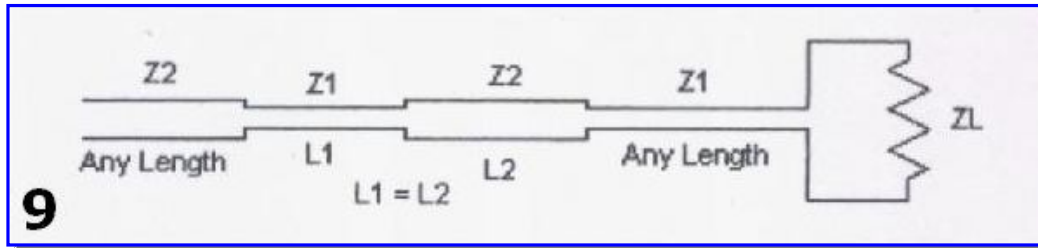
Το τμήμα **L1** αποτελείται από το ίδιο καλώδιο που είναι και η γραμμή μεταφοράς . Το τμήμα **L2** έχει μήκος μικρότερο από $\lambda/4$ και μπορεί να έχει χαρακτηριστική αντίσταση οποιαδήποτε τιμή , αρκεί να μην είναι ίδια με την γραμμή μεταφοράς .

Η συνδεσμολογία αυτή έχει και ένα μεγάλο πλεονέκτημα , γιατί υπολογίζοντας κατάλληλα τα μήκη **L1** και **L2** , μπορούμε να προσαρμόσουμε την γραμμή μεταφοράς σε οποιαδήποτε αντίσταση , από 5 Ωμ μέχρι και 1200 Ωμ .

Η μέθοδος αυτή πρωτοπαρουσιάστηκε από τον Frank A. Regier OD5CG , τον Ιούλιο του 1971 στο περιοδικό "Proceedings of the IEEE" και ακολούθησαν δύο ακόμη άρθρα , το ένα τον Αύγουστο του 1973 στο περιοδικό "Electronic Engineering" και το άλλο τον Ιούλιο του 1978 στο περιοδικό "QST" .

3. ΜΕΘΟΔΟΣ BRAMHAM

Η μέθοδος αυτή (Σχήμα 9), είναι μία παραλλαγή της μεθόδου Regier και αποτελείται από τρία τμήματα που παρεμβάλλονται ανάμεσα στην κεραία και στην γραμμή μεταφοράς .



Πρωτοπαρουσιάστηκε από τον B. Bramham τον Ιανουάριο του 1961 στο περιοδικό "Electronic Engineering" .

Οι δύο τελευταίες μέθοδοι παρά την εύκολη κατασκευή τους και την λύση που δίνουν σε πολλά προβλήματα , είναι δύσκολο να υπολογισθούν γιατί χρησιμοποιούν πολύπλοκους μαθηματικούς τύπους . Σήμερα για τον υπολογισμό τους χρησιμοποιούνται ειδικά προγράμματα μέσω Η/Υ .

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΜΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

Πολλές φορές χρειάζεται να υπολογίσουμε το μήκος μιάς γραμμής μεταφοράς , όπως στην περίπτωση του μετασχηματιστή $\lambda/4$.

Είδαμε στο παράδειγμα 1ο, πώς μπορούμε να υπολογίσουμε την σύνθετη αντίσταση του τμήματος $\lambda/4$, αλλά για να υπολογίσουμε το μήκος του , τί πρέπει να κάνουμε ;

Κατ' αρχήν μετατρέπουμε την συχνότητα που θέλουμε σε μήκος κύματος (μέτρα), χρησιμοποιώντας τον τύπο : $\lambda = 299,8/f$, όπου f η συχνότητα σε Mc/s .

Επειδή όμως τα ραδιοκύματα μέσα στους αγωγούς έχουν ταχύτητα μικρότερη από αυτήν που έχουν όταν κινούνται στο κενό , που είναι 299,8 Km/s , γι' αυτό το μήκος του αγωγού πρέπει να είναι μικρότερο και εξαρτάται από τον velocity factor του καλωδίου .

Αν λοιπόν έχουμε ένα καλώδιο coaxial που έχει velocity factor 66 % , αυτό σημαίνει ότι το ηλεκτρικό του μήκος θα πρέπει να είναι το 66 % του μήκους που θα είχε διανύσει το ραδιοκύμα αν εκινείτο στο κενό .

Για να υπολογίσουμε λοιπόν το ακριβές ηλεκτρικό μήκος μιάς γραμμής δεν έχουμε παρά να πολλαπλασιάσουμε το μήκος κύματος με τον velocity factor του καλωδίου .

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2ο

Έστω λοιπόν ότι έχουμε μία κεραία Loop , που έχει σύνθετη αντίσταση **$Z_k=100 \Omega$** , είναι συντονισμένη στην συχνότητα **$f=14,200 \text{ Mc/s}$** και θέλουμε να την τροφοδοτήσουμε με ένα καλώδιο coaxial RG-213 που έχει σύνθετη αντίσταση **$Z_g=50 \Omega$** .

Είδαμε λοιπόν από το παράδειγμα 1ο , ότι θα χρειαστούμε ένα καλώδιο coaxial μήκους $\lambda/4$ που να έχει σύνθετη αντίσταση γύρω στα 71 Ωμ .

Επειδή όμως coaxial με αντίσταση 71 Ωμ ακριβώς , δεν υπάρχει , δεν υπάρχει , ένα τέτοιο καλώδιο που θα έκανε την δουλειά μας θα ήταν π.χ. το RG-213/A , που έχει σύνθετη αντίσταση 75 Ωμ και **velocity factor 65,9 % ή 0,659** (5-9 report , τεύχος 54) .

Για να δούμε όμως τι μήκος από αυτό το καλώδιο θα χρειαστούμε ;

Κατ' αρχήν μετατρέπουμε την συχνότητα $f=14,200$ Mc/s σε μήκος κύματος , Έχουμε : $\lambda=299,8 : 14,200 = 21,11$ μέτρα , επειδή έχουμε μήκος $\lambda/4$, τότε θα είναι : $21,11 : 4 = 5,28$, και αυτό που βρήκαμε το πολλαπλασιάζουμε με το 0,659 που είναι ο velocity factor του RG-!!/A , οπότε θα έχουμε : $5,28 \cdot 0,659 = 3,48$ μέτρα .

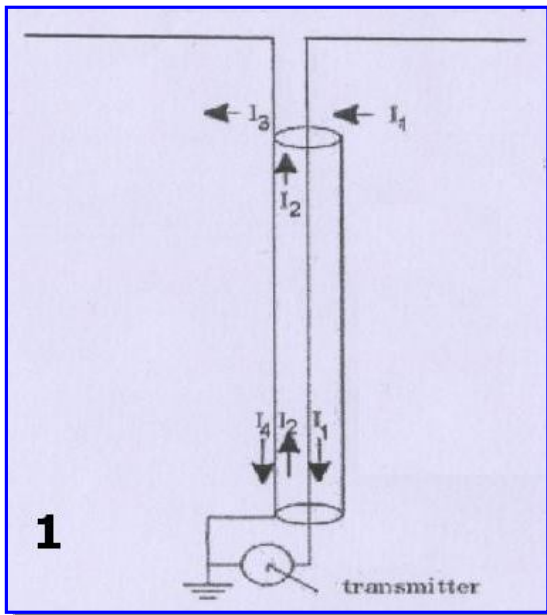
Άρα ο μετασχηματιστής μας $\lambda/4$ θα αποτελείται από 3,48 μέτρα καλωδίου coaxial RG-!!/A (Σχήμα 6) .

Όλες οι μέθοδοι που αναφέραμε πάρα πάνω έχουν ένα βασικό μειονέκτημα , δεν είναι broadband και υπολογίζονται μόνο για μία ορισμένη συχνότητα .

Για προσαρμογές broadband υπάρχουν και τα baluns , για τα οποία όμως θα μιλήσουμε και στο επόμενο.

BALUNS ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όλοι γνωρίζουμε , ότι το απλό δίπολο $\lambda/2$ είναι μία κεραία εύκολη και στον υπολογισμό και στην κατασκευή της , μπορεί να τοποθετηθεί από ένα μόνο άτομο και δεν απογοητεύει σχεδόν ποτέ τον ραδιοερασιτέχνη.



Παρ' όλα αυτά όμως έχει και αυτή τα μυστικά της.

Σχεδόν όλοι μας ξεκινήσαμε , φτιάχνοντας σαν πρώτη κεραία ένα απλό συρμάτινο δίπολο , τροφοδοτώντας το στο μέσον του απ' ευθείας με ένα καλώδιο coaxial.

Τότε δεν είχαμε ούτε τις γνώσεις , αλλά ούτε και την εμπειρία ώστε να αναρωτηθούμε αν η συνδεσμολογία αυτή ήταν σωστή . Αυτό που μας ενδιέφερε ήταν να βγούμε γρήγορα «στον αέρα» .

Αλλά τι ήταν αυτό που δεν κάναμε σωστά ;

Όπως ήδη γνωρίζουμε το δίπολο είναι μία σύμμετρη κεραία , ενώ το coaxial είναι μία ασύμμετρη γραμμή μεταφοράς .

Ας υποθέσουμε λοιπόν ότι έχουμε συνδέσει ένα καλώδιο coaxial απ' ευθείας στο μέσον ενός διπόλου (Σχήμα 1) .

Όταν αρχίζουμε να εκπέμπουμε , τότε στην γραμμή μεταφοράς δημιουργούνται δύο ρεύματα , το **I1** που

κινείται στον κεντρικό αγωγό του coaxial και μεταφέρεται στο ένα σκέλος του διπόλου και στο ρεύμα **I2** που κινείται στην **εσωτερική πλευρά του μπλεντάζ** λόγω του επιδερμικού φαινομένου .

Κανονικά τα ρεύματα **I1** και **I2** δημιουργούν πεδία που εξουδετερώνει το ένα το άλλο (5-9 report τεύχος 54) . Όμως όταν μία ασύμμετρη γραμμή μεταφοράς , όπως το coaxial , τροφοδοτεί απ' ευθείας μία σύμμετρη κεραία , όπως το δίπολο , τότε το ρεύμα **I2** όταν φτάνει στο σημείο που συνδέεται το μπλεντάζ με το άλλο σκέλος του διπόλου , χωρίζεται σε δύο ρεύματα , το **I3** που διαρρέει το σκέλος του διπόλου και το **I4** , που διαρρέει το μπλεντάζ , **αλλά από την εξωτερική του πλευρά αυτή τη φορά** .

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το εξωτερικό μέρος της θωράκισης του coaxial να λειτουργεί σαν κεραία , δηλαδή να ακτινοβολεί , πράγμα που προκαλεί την δημιουργία παρεμβολών TVI , RFI , κλπ .Επίσης αλλάζει η σύνθετη αντίσταση του διπόλου , με συνέπεια να δημιουργούνται στάσιμα , ενώ συγχρόνως επειδή το ρεύμα **I4** κατεβαίνει προς τον πομπό , περνάει στο σύστημα γείωσης του σταθμού και αν μάλιστα έχουμε μεγάλη ισχύ , υπάρχει περίπτωση η μεταλλική κάψα του μικροφώνου να τινάζει τα χείλη μας όταν ακουμπούν σ' αυτό . Στην περίπτωση μάλιστα που έχουμε υψηλά στάσιμα , ένας τρόπος για να καταλάβουμε αν προέρχονται από την παραπάνω αιτία , είναι να κάνουμε τα εξής : Πρώτα μετράμε τα στάσιμα , στην συνέχεια κόβουμε γύρω στο 1-1,5 μέτρο από την γραμμή μεταφοράς (την κονταίνουμε) και ξαναμετράμε τα στάσιμα . Αν βρούμε ότι έχουν διαφορετική τιμή από την προηγούμενη μέτρηση , σημαίνει ότι τα στάσιμα αυτά έχουν δημιουργηθεί από το ρεύμα **I4** και συγχρόνως καμία από τις δύο μετρήσεις δεν δείχνει σωστή ένδειξη . Προκειμένου λοιπόν να ξεπεράσουμε όλα τα παραπάνω προβλήματα δεν έχουμε παρά να εμποδίσουμε την δημιουργία του ρεύματος **I4** που διαρρέει την εξωτερική επιφάνεια του coaxial και ο μόνος τρόπος για να το επιτύχουμε αυτό , είναι να παρεμβάλουμε ανάμεσα στην γραμμή μεταφοράς και στο δίπολο ένα balun .

Τι είναι όμως το balun ;

Η ΙΣΤΟΡΙΑ

Το balun είναι μία λέξη που δημιουργήθηκε από τα αρχικά γράμματα των λέξεων **B**alanced – **U**nbalanced και δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένα απλό κύκλωμα που λειτουργεί σαν τσόκ , ώστε να εμποδίζει την δημιουργία του ρεύματος **I₄** , που εμφανίζεται όταν συνδέεται μία ασύμμετρη γραμμή μεταφοράς σε μία σύμμετρη κεραία .

Συγχρόνως , με την χρήση του balun μπορούμε να επιτύχουμε προσαρμογές διαφορετικών συνθέτων αντιστάσεων μεταξύ της κεραίας και της γραμμής μεταφοράς και μάλιστα για ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων (broadband) .

Η πρώτη αναφορά μίας τέτοιας κατασκευής αναφέρεται στο περιοδικό « Braun-Boveri Review » το 1944 από τον G. Guanella , έναν τεχνικό των Bell Laboratories , ο οποίος ανακάλυψε έναν μετασχηματιστή προσαρμογής με λόγο 16:1 .

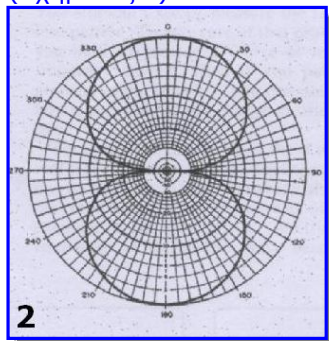
Μερικά χρόνια αργότερα και συγκεκριμένα τον Αύγουστο του 1959 δημοσιεύεται στο περιοδικό « Proceedings of the IRE » ένα άρθρο του C. L. Ruthroff , συνάδελφο του G. Guanella στα Bell Labs , με τίτλο «Some Broad Band Transformers» και που αναφερόταν σε baluns με λόγο συνθέτων αντιστάσεων 1:1 , 1:4 , κλπ .

Φτάνουμε λοιπόν στο 1964 όπου ο Richard H. Turrin (Dick) – W2IMU με ένα άρθρο του στο QST, κάνει γνωστά τα baluns ευρύτερα στο ραδιοερασιτεχνικό κοινό.

Από τότε μέχρι σήμερα τα baluns όχι μόνο έχουν γίνει γνωστά αλλά έχουν εξελιχθεί και ειδικά στις μέρες μας χρησιμοποιούνται ευρύτατα .

Η ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ BALUNS

Όπως γνωρίζουμε το ιδανικό πολικό διάγραμμα ενός δίπολου είναι σαν αυτό του (Σχήματος 2) .



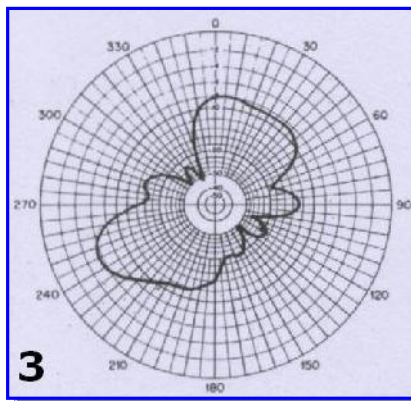
2

Αν τροφοδοτήσουμε όμως το δίπολο κατ' ευθείαν με ένα καλώδιο coaxial , τότε το παραπάνω πολικό διάγραμμα παραμορφώνεται και εμφανίζει μία εικόνα σαν αυτή του (Σχήματος 3) .

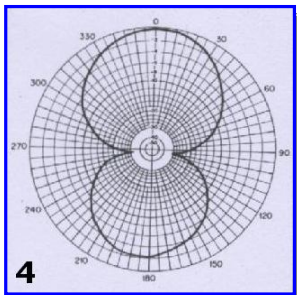
Αν όμως παρεβάλουμε ένα balun ανάμεσα στην ασύμμετρη γραμμή μεταφοράς και στο δίπολο , τότε η καμπύλη του διαγράμματος

διορθώνεται και μοιάζει με αυτήν του (Σχήματος 4) .

Έτσι λοιπόν , με την χρήση ενός balun , πετυχαίνουμε καλλίτερη προσαρμογή της κεραίας , εξάλειψη των TVI και RFI , καθώς και ένα πολύ καλό διάγραμμα εκπομπής .



3



4

Υπάρχουν δύο είδη baluns , τα coaxial baluns , δηλαδή αυτά που χρησιμοποιούν την ίδια την γραμμή μεταφοράς και τα baluns που χρησιμοποιούν ειδικά πηνία με φερίτη .

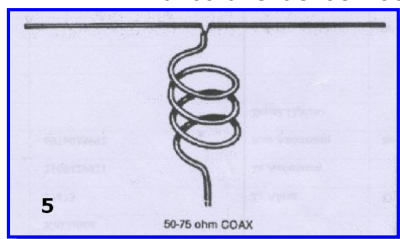
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ BALUNS

A. COAXIAL BALUNS

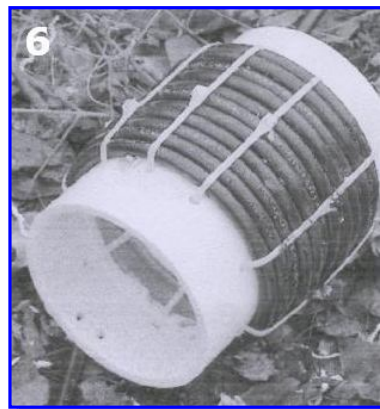
BALUN 1:1

Τα baluns αυτού του είδους κατασκευάζονται από το ίδιο coaxial που είναι και η γραμμή μεταφοράς και αποτελούν συνέχεια της . Έχουν μορφή πηνίου και τοποθετούνται όσον το δυνατόν κοντύτερα στο δίπολο (Σχήμα 5). Επί πλέον , παρουσιάζουν το μεγάλο πλεονέκτημα της

εύκολης και φτηνής κατασκευής .



5



6

Ένα τέτοιο balun με λόγο συνθέτων αντιστάσεων 1:1 , μπορεί να κατασκευαστεί τυλίγοντας 18 σπείρες καλωδίου coaxial (RG-213 , H-2000 , κλπ) σε σωλήνα PVC διαμέτρου 120 mm και καλύπτει τις μπάντες από τα 80 - 10 μέτρα (Σχήμα 6) .

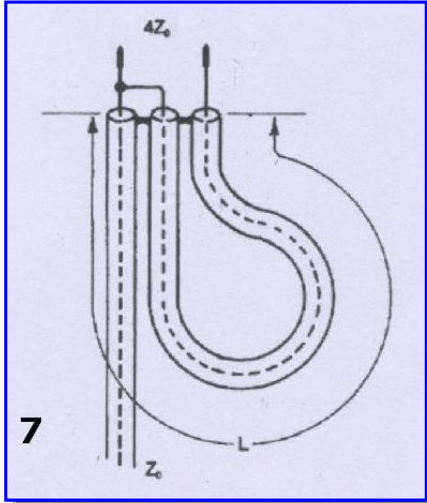
Αν θέλετε να καλύπτει και τα 160 μέτρα δεν έχετε παρά να προσθέσετε μερικές σπείρες ακόμη . Ειδικά αν η κεραία μας είναι μόνο για τα 20-15-10 μέτρα τότε 7 σπείρες είναι αρκετές . Αυτό πάντως που πρέπει να τονίσουμε είναι ότι αυτού του είδους το balun πρέπει να τυλίγεται σε μορφή πηνίου γύρω από την σωλήνα PVC και όχι να τυλίγεται υπό μορφή κουλούρας , γιατί έτσι έχει καλύτερη απόδοση στις υψηλές συχνότητες .

BALUN 4:1

Ένα τέτοιο balun είναι κατάλληλο μόνο για μία μπάντα , γι' αυτό και χρησιμοποιείται κυρίως στα VHF , η συνδεσμολογία του φαίνεται στο (Σχήμα 7) και μετατρέπει μία ασύμμετρη γραμμή σύνθετης αντίστασης Z_0 , σε μία σύμμετρη που έχει σύνθετη αντίσταση $4Z_0$, γι' αυτό και λέμε ότι έχει λόγο 4:1 .

Το μήκος του πρόσθετου τμήματος του coaxial είναι : $L = \lambda/2$ και για να υπολογίσετε το ηλεκτρικό του μήκος θα χρησιμοποιήσετε τον τύπο : $L = \lambda/2$ επί τον velocity factor του coaxial (5-9 report τεύχος 58) .

Υπάρχουν πολλοί τύποι baluns που κατασκευάζονται από καλώδιο coaxial , μάλιστα μία αρκετά μεγάλη συλλογή από αυτά υπάρχει και στο βιβλίο της Collins "Fundamentals of Single Sideband", κεφ. 10 και είναι γνωστά σαν Collins Baluns .



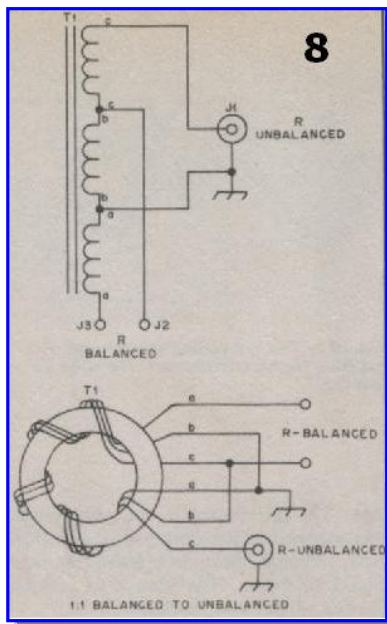
B. BALUNS ME ΦΕΡΙΤΗ

Αυτού του είδους τα baluns χρησιμοποιούν ειδικά πηνία τυλιγμένα σε πυρήνα κατάλληλου υλικού και μπορεί να έχουν σχήμα κυλινδρικό (rod core) ή δακτυλιοειδές (toroid core) . Είναι απλές κατασκευές , μικρά σε μέγεθος , έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι broadband και κυκλοφορούν σε πολλούς λόγους μετασχηματισμού , όπως 1:1 , 1,5:1 , 4:1 , 6:1 , 9:1 κλπ.

Σας παραθέτω τρεις χαρακτηριστικές και εύκολες κατασκευές που χρησιμοποιούν toroid core και που αναφέρονται στο Antenna Book της ARRL , είναι όλες broadband καλύπτοντας τις συχνότητες από 1,8 MHz - 60 MHz και αντέχουν σε ισχύ 1KW .

BALUN 1:1

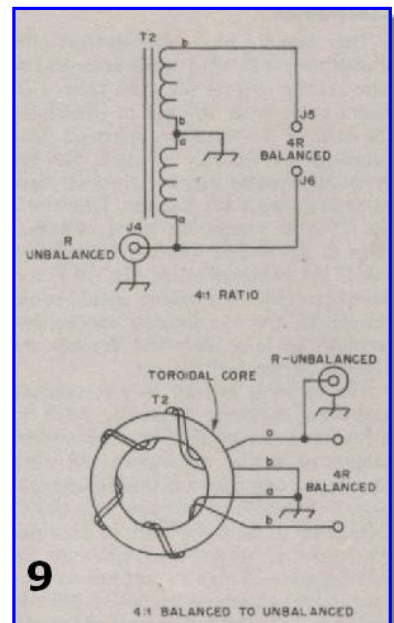
Στο (Σχήμα 8) φαίνεται ένα τέτοιο balun , καθώς και η συνδεσμολογία του , χρησιμοποιεί πυρήνα toroid τύπου FT-240-43 της Amidon και στον οποίο είναι τυλιγμένες 10 σπείρες τριπλού καλωδίου από χάλκινο πηνιόσυρμα εμαγιέ , διαμέτρου 1,6 mm.



BALUN 4:1

Για να πετύχουμε λόγο μετασχηματισμού 4:1, χρησιμοποιούμε το κύκλωμα του (Σχήματος 9).

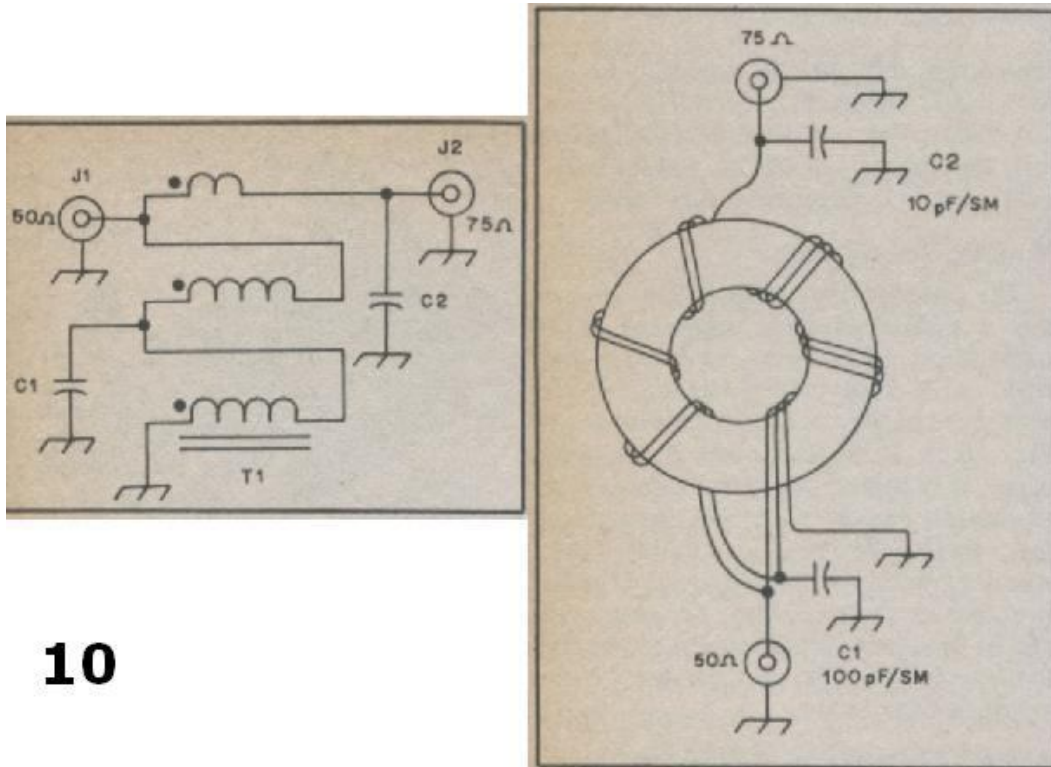
Αποτελείται και αυτό από τον πυρήνα FT-240-43 της Amidon στον οποίο είναι τυλιγμένες επίσης 10 σπείρες διπλού καλωδίου από το ίδιο σύρμα , όπως και του προηγούμενου balun , διαμέτρου 1,6 mm .



BALUN 50:75 Ωμ

Το balun αυτό είναι κατάλληλο για να τροφοδοτήσει δίπολα που έχουν σύνθετη αντίσταση 75 Ωμ , χρησιμοποιώντας για γραμμή μεταφοράς καλώδιο coaxial 50 Ωμ .

Η συνδεσμολογία του φαίνεται στο (Σχήμα 10) και χρησιμοποιεί έναν πυρήνα toroid , τύπου FT-200-61 της Amidon , στον οποίο έχουμε τυλίξει 6 σπείρες τριπλού καλωδίου (χάλκινο πηνίοσυρμα εμαγιέ) , διαμέτρου 1,6 mm .



Οι πρώτες 3 σπείρες είναι τριπλό καλώδιο και οι επόμενες 3 γίνονται διπλό .

Οι πυκνωτές είναι : ο C1=100 pF silver mica και ο C2=10 pF silver mica .

Όλα τα παραπάνω baluns μπορούν να μπούν σε μικρά αλουμινένια κουτιά , στα οποία αφού τοποθετηθούν όλα τα εξαρτήματα και οι κονέκτορες , θα πρέπει να σφραγιστούν με σιλικόνη για να μη μπορεί να εισχωρήσει σε αυτά και η παραμικρή υγρασία . Καλόν είναι ο πυρήνας να τυλιχτεί πρώτα με μονωτική ταινία πριν τυλιχτούν σ' αυτόν τα πηνία και στο τέλος να κολληθεί μέσα στο κουτί με εποξική κόλλα ή με θερμοκολλητική σιλικόνη .

Φυσικά μη ξεχνάτε , όπως και σε όλες τις κατασκευές οι συνδέσεις να είναι όσο το δυνατόν κοντύτερες .

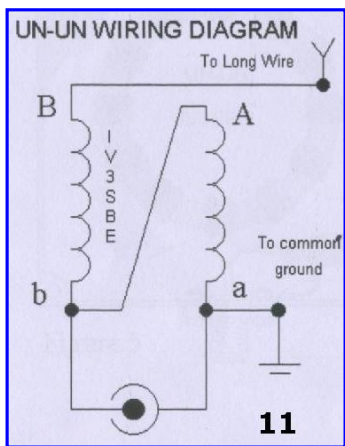
UNUN

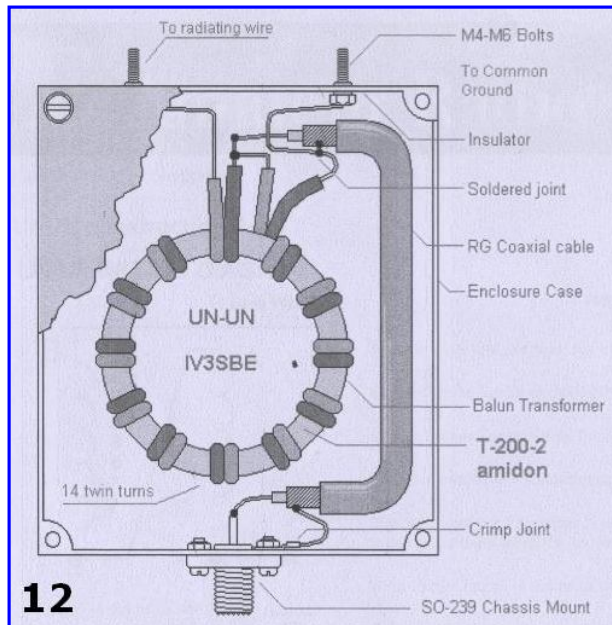
Τα unun , μία λέξη που προέρχεται από τα πρώτα γράμματα των λέξεων

Unbalanced - **Un**balanced , είναι κυκλώματα που ανήκουν στους μετασχηματιστές προσαρμογής γραμμών μεταφοράς (transmission line transformers) .

Λειτουργούν σαν τσοκ και σαν προσαρμογείς συνθέτων αντιστάσεων , τόσο δε η είσοδός τους όσο και η έξοδός τους είναι ασύμμετρες .

Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό κύκλωμα ενός un-un φαίνεται στα (Σχήματα 11 και 12) και έχει επινοηθεί από τον





IV3SBE προκειμένου να τροφοδοτήσει μία κάθετη κεραία δικής του επινόησης (Rybakov 806 multiband) .

Ο πυρήνας του πηνίου είναι toroid της Amidon τύπου T-200-2 (0-30 MHz) ή τύπου T-200-6 (0-50 MHz) .

Για την κατασκευή του πηνίου παίρνουμε 2,4 μέτρα χάλκινου μονωμένου καλωδίου διαμέτρου 0,75 mm , το διπλώνουμε στα δύο και το τυλίγουμε στον πυρήνα , σχηματίζοντας 13-19 σπείρες .

Με περισσότερες σπείρες έχουμε καλλίτερη απόκριση στις χαμηλότερες μπάντες.

Ε Π Ι Λ Ο Γ Ο Σ

Σύμφωνα λοιπόν με όσα αναφέραμε παραπάνω βλέπουμε ότι τα baluns είναι απαραίτητα σε όλες τις σύμμετρες κεραίες (δίπολα , yagi , loop κλπ.) , εφ' όσον αυτές θα τροφοδοτηθούν με ασύμμετρη ομοαξονική γραμμή μεταφοράς .

Τα πρώτα χρόνια της εμφάνισης τους εχρησιμοποιούντο baluns voltage type , τα οποία δημιουργούσαν στην σύμμετρη έξοδό τους δύο τάσεις ίσες και αντίθετες , όταν όμως αργότερα εξελίχθηκαν και βελτιώθηκαν , δημιουργήθηκαν baluns current type , που στην σύμμετρη έξοδό τους παρήγαγαν δύο ρεύματα ίσα και αντίθετα με αποτέλεσμα να λειτουργούν καλλίτερα .

Ήδη από το 1984 μέχρι σήμερα πολλοί κατασκευαστές δημιούργησαν μία πληθώρα baluns όλων των τύπων , με ελάχιστες απώλειες , της τάξης των 0,2 dB , ώστε να καλύπτεται και η παραμικρή απαίτηση του κάθε ραδιοερασιτέχνη .

Ντινος SV1GK

