

# ANTENNA TUNER ΑΝΑΓΚΑΙΟ Ή ΠΕΡΙΤΤΟ;



Γράφει ο Μάκης Μανωλάτο.  
sv1nk@hotmail.com

Αγαπητοί φίλοι για σας! Οι κεραίες και τα στάσιμά τους είναι ένα διαχρονικό θέμα σε όλες τις ραδιοερασιτεχνικές συζητήσεις, εντός και εκτός συχνοτήτων. Στις διασκεδαστικές αυτές συζητήσεις ακούμε για κεραίες με μηδέν στάσιμα, αλλά και για κεραίες με..... άπειρα στάσιμα! Στάσιμα... στάσιμα... στάσιμα.....

Στις γραμμές που ακολουθούν θα προσπαθήσουμε να ξεκαθαρίσουμε όσο γίνεται πιο απλά τι είναι τα στάσιμα κύματα, πως δημιουργούνται, και με ποιον ή ποιους τρόπους μπορούμε να τα περιορίσουμε ώστε να έχουμε την καλύτερη δυνατή απόδοση του κεραιοσυστήματος του σταθμού μας.

Η βασική σύνθεση ενός σταθμού είναι η εξής:

Ένας πομποδέκτης

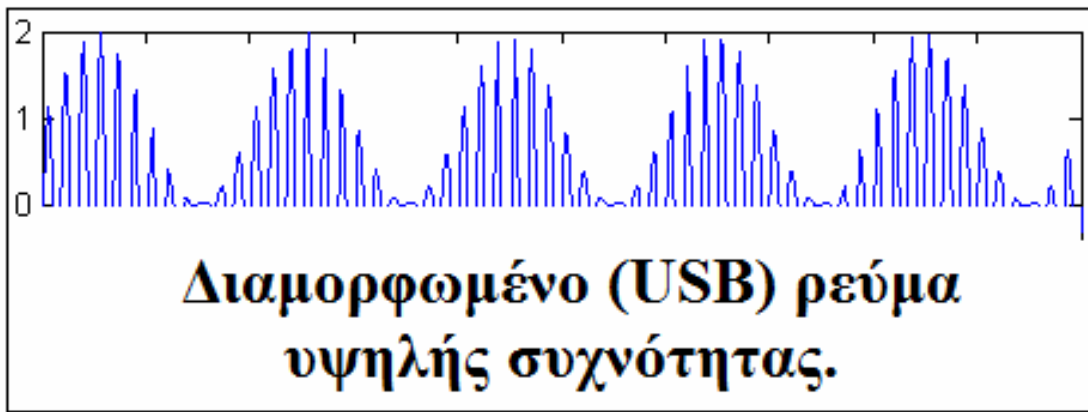


Πομποδέκτης βάσεως με ενσωματωμένο τροφοδοτικό.

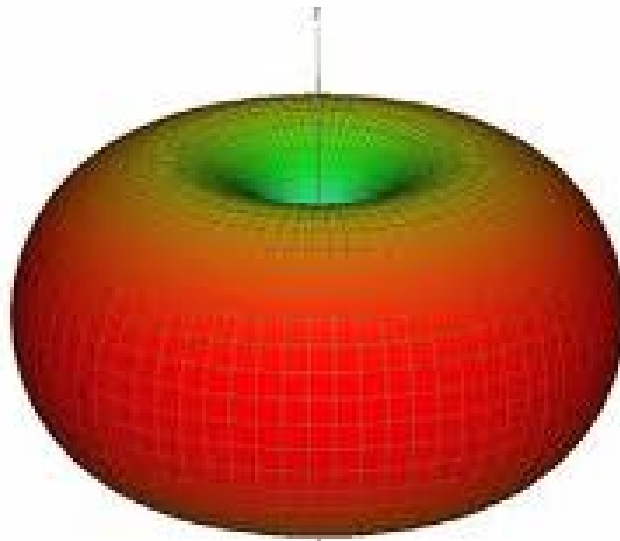
Και μια κεραία



Σκοπός του πομπού είναι να τροφοδοτήσει την κεραία με ένα ισχυρό, διαμορφωμένο εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής συχνότητας.



Σκοπός της κεραίας είναι να μετατρέψει αυτό το διαμορφωμένο εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής συχνότητας σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η οποία θα διαδοθεί στο χώρο.



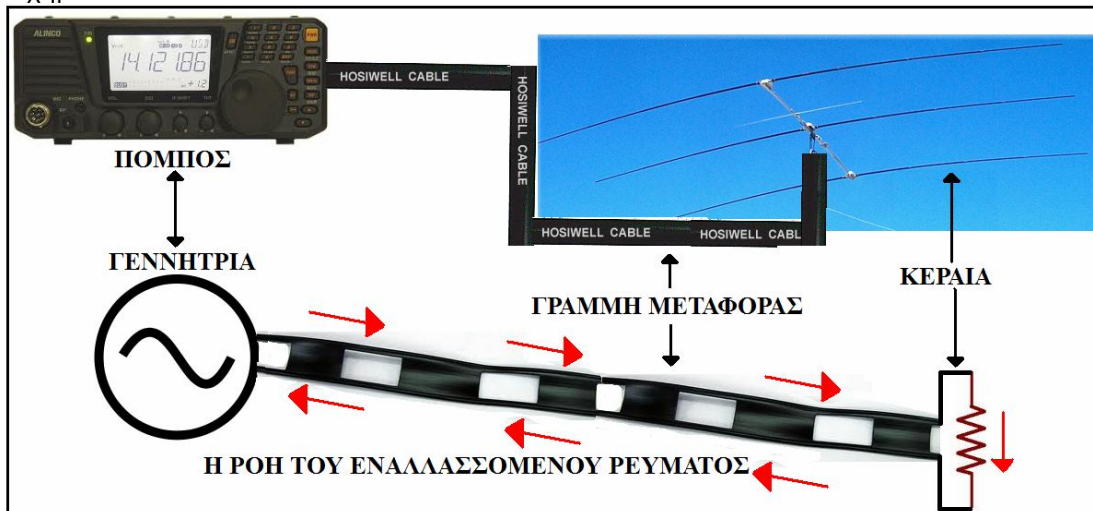
Αυτός ο «λουκουμάς» είναι ο τρόπος που ακτινοβολεί και διαδίδει στο χώρο τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, μια απλή κεραία.

Το διαμορφωμένο εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής συχνότητας από την έξοδο του πομπού, οδηγείται στην κεραία μέσω μιας γραμμής μεταφοράς, δηλαδή μέσω ενός ειδικού για αυτό το σκοπό καλωδίου, το οποίο πολλές φορές το συναντάμε και σαν «κάθοδο», επειδή κατεβαίνει από την κεραία έως τον πομποδέκτη.



Με αυτά τα ειδικού τύπου καλώδια μεταφέρεται το διαμορφωμένο υψηλής συχνότητας εναλλασσόμενο ρεύμα στην κεραία.

Επομένως για μια επιτυχημένη εκπομπή από ένα ραδιοερασιτεχνικό σταθμό απαιτείται η συνεργασία τριών στοιχείων, του πομπού, της γραμμής μεταφοράς, και της κεραίας. Στην πραγματικότητα πρόκειται για τη σύνδεση μιας γεννήτριας ισχύος (πομπός), με ένα φορτίο (κεραία), μέσω ενός αγωγού (καθόδου), δείτε το επόμενο σχήμα..



Πομπός=Γεννήτρια, Κεραία=Αντίσταση φορτίου, Γραμμή μεταφοράς = το καλώδιο που τα συνδέει.

Για να έχουμε ΣΩΣΤΗ ροή του διαμορφωμένου εναλλασσόμενου ρεύματος από τον πομπό-γεννήτρια, προς την κεραία-αντίσταση μέσω της γραμμής μεταφοράς, θα πρέπει να έχουν όλα αυτά τα στοιχεία την ίδια σύνθετη αντίσταση. Δηλαδή αν η σύνθετη αντίσταση εξόδου του πομπού είναι 50 ΩΜ, τότε ΚΑΙ η σύνθετη αντίσταση της γραμμής μεταφοράς, ΚΑΙ η σύνθετη αντίσταση εισόδου της κεραίας θα πρέπει να είναι 50 ΩΜ.

SWR	Power Reflected %	Power Transmitted %
1.0	0	100
1.1	0.23	99.77
1.2	0.83	99.17
1.3	1.70	98.23
1.4	2.77	97.22
1.5	4.00	96.00
1.6	5.32	94.68
1.7	6.72	93.28
1.8	8.16	91.84
1.9	9.63	90.37
2.0	11.11	88.89
2.5	18.36	81.64
3.0	25.00	75.00
3.5	30.85	69.14
4.0	36.00	64.00
5.0	44.43	55.56
6.0	51.02	48.98
10.0	66.94	33.05

Όταν η σύνθετη αντίσταση πομπού-γραμμής μεταφοράς-κεραίας είναι ίδια, τότε και μόνο τότε, έχουμε μεταφορά όλης της ισχύος από τον πομπό στην κεραία. Διαφορετικά ένα μέρος της ισχύος επιστρέφει από την κεραία πίσω στη βαθμίδα εξόδου του πομπού όπου και καταναλώνεται αυξάνοντας όχι μόνο τη θερμοκρασία της, αλλά και δημιουργώντας επικίνδυνες τάσεις και υπερεντάσεις ανάμεσα στα εξαρτήματα από τα οποία έχει κατασκευαστεί.

Η αύξηση της θερμοκρασίας, και οι επικίνδυνες τάσεις και υπερεντάσεις συχνά οδηγούν στη δημιουργία εκτεταμένων και δαπανηρών βλαβών στους πομπούς και όχι μόνο. Η επιστροφή αυτής της μη ακτινοβολημένης από την κεραία ισχύος, μέσα από τη γραμμή μεταφοράς δημιουργεί παρεμβολές σε συσκευές με ελαττωμένη αντοχή σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία, προκαλεί την εμφάνιση ραδιοσυχνότητας στο κέλυφος του πομποδέκτη, δημιουργεί πλάγιο τόνο σε όσους φορούν ακουστικά την ώρα της εκπομπής, και πολλές φορές οι χειριστές αισθάνονται ένα ελαφρό «τσιμίπημα» στα χείλη τους όταν ακουμπήσουν σε μεταλλικό σημείο του μικροφώνου κλπ.

Στον επόμενο πίνακα φαίνεται πολύ καθαρά η απώλεια στην ισχύ που ακτινοβολεί η κεραία σε σχέση με τα στάσιμα που παρουσιάζει το κεραιοσύστημα του ραδιοερασιτεχνικού σταθμού. Μελετήστε τον πίνακα προσεκτικά και όχι επιπόλαια, εκτυπώστε τον και να τον έχετε πάντοτε σε εμφανές σημείο στο Shack σας για να τον συμβουλευέστε, θα εκπλαγείτε από το πόσο χρήσιμος θα σας φανεί!

Ας δούμε τώρα αυτός ο πίνακας τι μας λέει:

Έστω ότι έχουμε έναν πομποδέκτη του οποίου ο πομπός έχει ισχύ 100 Watt, αυτό σημαίνει ότι οι αριθμοί στη στήλη Power Transmitted ανταποκρίνονται ΑΜΕΣΑ σε εκπεμπόμενα Watt, και οι αριθμοί στη στήλη Power Reflected ανταποκρίνονται επίσης ΑΜΕΣΑ στην ισχύ που επιστρέφει στη βαθμίδα εξόδου του πομπού. Σε ένα κεραιοσύστημα απόλυτα προσαρμοσμένο, τα στάσιμα σύμφωνα με τον πίνακα είναι μηδενικά και επομένως, έχουμε την απόλυτη μεταφορά ισχύος 100% από τον πομπό στην κεραία.

Αν το κεραιοσύστημα παρουσιάζει 1:1,5 SWR-στάσιμα, τότε στην κεραία μεταβιβάζονται 96 Watt και 4 Watt επιστρέφουν πίσω στον πομπό.

Με στάσιμα – SWR 1:3 στην κεραία μεταβιβάζονται 75 Watt, και 25 Watt επιστρέφουν στον πομπό. Θα με ρωτήσετε και τι έγινε αν αντί για 100 Watt η κεραία μας ακτινοβολήσει 75 Watt; πόση διαφορά θα δει ο ανταποκριτής μας στο S-meter;



Μέσα στο κόκκινο περιγράμμα φαίνονται τα Final της βαθμίδας εξόδου του πομπού.

Η απάντηση είναι όχι σημαντική, το σημαντικό είναι να κάνετε το εξής πείραμα: Πλησιάστε το χέρι σας σε ένα λαμπάκι πυρακτώσεως 4-5 Watt, είναι αυτά που χρησιμοποιούμε στα φωτιστικά των υπνοδωματίων τη νύχτα. Θα νοιώσετε μια ποσότητα θερμότητας <X> να ζεσταίνει το δέρμα σας. Στη θέση αυτής της λάμπας τοποθετήστε μια ισχύος 25 Watt και τοποθετήστε στην ίδια απόσταση το χέρι σας, θα νοιώσετε μια κατά πολύ μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας να σας ζεσταίνει το χέρι.



FET Transistor εξόδου ισχύος 150 Watt, τα υψηλά στάσιμα ενδέχεται να το καταστρέψουν.

Ακριβώς αυτό συμβαίνει στη βαθμίδα εξόδου του πομπού σας. Η ισχύς που επιστρέφει σε αυτή λόγω στασιμών κυμάτων προστίθεται στην ισχύ που καταναλώνει η ίδια η βαθμίδα εξόδου με αποτέλεσμα τη θεαματική αύξηση της θερμοκρασίας της, με κίνδυνο για πιθανή βλάβη ή και καταστροφή της.

Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τα στάσιμα κύματα που έχει ένα κεραιοσύστημα;

Η απάντηση είναι με μια γέφυρα στασίμων κυμάτων. Δηλαδή, με ένα ειδικό όργανο μέτρησης που έχει την ικανότητα να μετρά την ισχύ που οδεύει από τον πομπό προς την κεραία, την ισχύ που επιστρέφει από την κεραία προς τον πομπό, να τις συγκρίνει και το αποτέλεσμα να το διαβάζουμε σε ένα όργανο κινητού πηνίου ή ψηφιακό ενδείκτη-display.



Γέφυρα στασίμων κυμάτων κινητού πηνίου.



Ψηφιακή γέφυρα στασίμων κυμάτων

Οι γέφυρες στασίμων κυμάτων είναι από μόνες τους ένα πολυσέλιδο κεφάλαιο με το οποίο θα ασχοληθούμε κάποια στιγμή. Εκείνο το οποίο πρέπει να έχετε κατά νου είναι ότι όλες οι γέφυρες στασίμων κυμάτων ΔΕΝ είναι ίδιες, κάθε γέφυρα κατασκευάζεται για να μετρά στάσιμα κύματα μέσα σε μια περιοχή συχνοτήτων, κάθε μέτρηση έξω από αυτήν την περιοχή συχνοτήτων είναι λανθασμένη και επομένως άχρηστη και επικίνδυνη για την ασφάλεια του σταθμού μας.



Γέφυρα στασίμων κυμάτων κατάλληλη για μετρήσεις στη Citizen Band αλλά ακατάλληλη για τις Ham Radio Bands

Πολλοί νέοι συνάδελφοι που προέρχονται από τη Citizen Band έχουν στην κατοχή τους γέφυρες στασίμων κατάλληλες για την μέτρηση στασίμων κυμάτων στην περιοχή 25-30 MHz. Αυτές οι γέφυρες είναι ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ για τη μέτρηση στασίμων κυμάτων στις ραδιοερασιτεχνικές περιοχές από 1.8 – 24 MHz. Προσέξτε, οι γέφυρες κινούν τις βελόνες τους, οι ενδείξεις που διαβάζετε όμως ΔΕΝ είναι σωστές.

Για να είστε βέβαιοι αν η γέφυρα σας μπορεί να μετρήσει ΣΩΣΤΑ τα στάσιμα του κεραιοσυστήματος του σταθμού σας διαβάστε τις προδιαγραφές της. Δείτε το αληθινό παράδειγμα που ακολουθεί.

Specifications	
	SX-100
Frequency range	1.6—60MHz
Power range	30W / 300W / 3KW intermittent use
Accuracy of full scale	± 10%
Minimum power at swr measurement	1W
Measurement range at swr measurement	1.0 ~ ∞
Insertion loss	0.1dB maximum
Impedance	50 ohms

Με εύρος ζώνης 1.6-60 MHz, είναι κατάλληλη για τις ραδιοερασιτεχνικές περιοχές από 1.8-52 MHz.

Η γέφυρα μετρά από 1.6 – 60 MHz, οι ραδιοερασιτεχνικές περιοχές είναι μεταξύ 1.8 – 52 MHz επομένως η γέφυρα είναι κατάλληλη. Προσέξτε! ποτέ δε χρησιμοποιούμε μια γέφυρα αν η κατώτερη και ανώτερη συχνότητα λειτουργίας της είναι ίσες ή μικρότερες από τις συχνότητες λειτουργίας του κεραιοσυστήματος μας. Αν η γέφυρα του παραδείγματός μας είχε εύρος λειτουργίας από 1.8-52 MHz είναι παντελώς ακατάλληλη για να μετρήσει σωστά τις ακραίες περιοχές των 1.8 και 52 MHz, αντίθετα μπορεί να μετρήσει θαυμάσια τις υπόλοιπες από 3,5 – 30 MHz.

Σε ποια σημεία ενός κεραιοσυστήματος δημιουργούνται τα στάσιμα;

Υπάρχουν συνολικά τρία σημεία σε ένα κεραιοσύστημα που μπορούν να δημιουργηθούν στάσιμα κύματα.

1. Στην έξοδο του πομπού, στην οποία συνδέεται η γραμμή μεταφοράς μέσω ενός ομοαξονικού συνδέσμου, όταν η σύνθετη αντίσταση εξόδου του πομπού και η σύνθετη αντίσταση της γραμμής μεταφοράς ΔΕΝ είναι ίδιες. Όλοι οι σύγχρονοι πομποδέκτες έχουν σταθερή σύνθετη αντίσταση εξόδου του πομπού τους 50 ΩΜ. Αν σε αυτή την έξοδο συνδεθεί κάθοδος με οποιαδήποτε διαφορετική σύνθετη αντίσταση τότε έχουμε τη δημιουργία στασίμων κυμάτων. Συνήθως οι ραδιοερασιτέχνες συνδέουν στην 50 ΩΜ έξοδο του πομπού σε γραμμή μεταφοράς 75 ΩΜ, οπότε έχουμε εμφάνιση στασίμων κυμάτων λόγω της διαφορετικής τιμής που έχουν οι αντιστάσεις.
2. Στην είσοδο της κεραίας στην οποία συνδέεται η γραμμή μεταφοράς. Συνήθως όλες οι σύγχρονες εργοστασιακές κεραίες έχουν σύνθετη αντίσταση εισόδου 50 ΩΜ, αν συνδεθεί λοιπόν η κεραία των 50 ΩΜ με γραμμή μεταφοράς διαφορετικής αντίστασης πχ 75 ΩΜ, έχουμε δημιουργία στασίμων κυμάτων.
3. Λόγω μεταβολής της σύνθετης αντίστασης εισόδου της κεραίας λόγω μεταβολής της συχνότητας λειτουργίας της. Σε αυτή την περίπτωση η κεραία παρουσιάζει αντίσταση 50 ΩΜ πχ στους 14 MHz, αν όμως την τροφοδοτήσουμε με εναλλασσόμενο ρεύμα 1.8 MHz, τότε η κεραία θα παρουσιάζει αντίσταση 3,3 ΩΜ! οπότε αμέσως παρουσιάζονται στάσιμα κύματα. Με απλά λόγια στους 14MHz η κεραία έχει αντίσταση εισόδου 50 ΩΜ, και καθόλου στάσιμα, στους 1.8 MHz η κεραία παρουσιάζει αντίσταση 3.3 ΩΜ και 15!!! στάσιμα.

Αν δεν έχουμε γέφυρα στασίμων κυμάτων μπορούμε να υπολογίσουμε τα στάσιμα ενός κεραιοσυστήματος; Η απάντηση είναι ναι! με μια απλή διαίρεση. Διαιρούμε τις ανόμοιες αντιστάσεις μεταξύ τους και βρίσκουμε με πολύ καλή προσέγγιση τα στάσιμα, παράδειγμα.

Έχουμε μια κεραία με αντίσταση εισόδου 50 ΩΜ, και διαθέτουμε μια κάθοδο με σύνθετη αντίσταση 75 ΩΜ, τι στάσιμα θα μας δημιουργήσει;

$$SWR = \frac{\text{Αντίσταση γραμμής μεταφοράς}}{\text{Αντίσταση κεραίας}}$$

$$SWR = \frac{75 \Omega M}{50 \Omega M} >$$

$$SWR = 1,5$$

Άρα το κεραιοσύστημα μας θα έχει στάσιμα SWR=1: 1,5

Ανατρέχουμε στον πίνακα στασίμων κυμάτων που βρίσκεται μερικές σελίδες πιο πίσω και βλέπουμε ότι:

<b>SWR</b>	<b>Power Reflected</b> %	<b>Power Transmitted</b> %
<b>1.5</b>	<b>4.00</b>	<b>96.00</b>

Με στάσιμα SWR 1:1,5 θα έχουμε επιστρεφόμενη ισχύ 4%, και εκπεμπόμενη ισχύ 96%, έστω ότι η ισχύς του πομπού μας είναι 400 Watt πόση ισχύς θα ακτινοβολείται και πόση θα επιστρέψει στην βαθμίδα εξόδου του πομπού;

$$\text{Επιστρεφόμενη ισχύς} = \frac{4}{100} * \text{ισχύς πομπού} \Rightarrow$$

$$\text{Επιστρεφόμενη ισχύς} = \frac{4}{100} * 400 \text{ Watt} \Rightarrow$$

$$\text{Επιστρεφόμενη ισχύς} = 0,04 * 400 \text{ Watt} \Rightarrow$$

$$\text{Επιστρεφόμενη ισχύς} = 16 \text{ Watt}$$

$$\text{Οπότε η εκπεμπόμενη ισχύς θα είναι: } 400 \text{ Watt} - 16 \text{ Watt} = 384 \text{ Watt.}$$

Αν πάλι κάποιος ενδιαφέρεται περισσότερο για την ισχύ που θα εκπέμπει και λιγότερο για την ισχύ που επιστρέφει μπορεί να λειτουργήσει ως εξής:

$$\text{Εκπεμπόμενη ισχύς} = \frac{96}{100} * \text{Ισχύς πομπού}$$

$$\text{Εκπεμπόμενη ισχύς} = \frac{96}{100} * 400 \text{ Watt}$$

$$\text{Εκπεμπόμενη ισχύς} = 0,96 * 400 \text{ Watt} \Rightarrow$$

$$\text{Εκπεμπόμενη ισχύς} = 384 \text{ Watt}$$

Κάθε πομποδέκτης έχει κάποια όρια στασίμων κυμάτων μέσα στα οποία η βαθμίδα εξόδου του πομπού μπορεί να εργαστεί χωρίς να αντιμετωπίζει πρόβλημα. Διαβάστε πολύ προσεκτικά το εγχειρίδιο χρήσης του πομποδέκτη σας σε αυτό το σημείο για να γνωρίζετε τα ασφαλή όρια λειτουργίας του.

Συνήθως στο εγχειρίδιο σας θα συναντήσετε κάτι σαν το παρακάτω παράδειγμα...

## ANTENNA CONNECTION

After making the connections, match the impedance of the coaxial cable and antenna so that the SWR is 1.5:1 or less.

Σε ελεύθερη μετάφραση ο κατασκευαστής λέει ότι: Αφού κάνετε τις συνδέσεις προσαρμόστε τις αντιστάσεις της γραμμής μεταφοράς και της κεραίας ώστε τα στάσιμα να είναι ίσα ή λιγότερα από 1:1,5.

Με άλλα λόγια ο πομποδέκτης σας μπορεί να λειτουργήσει με ασφάλεια όταν τα στάσιμα στο κεραιοσύστημα είναι λιγότερα από 1:1,5.

Αν όμως τα στάσιμα είναι περισσότερα τι θα συμβεί;

Ο κατασκευαστής είναι σαφής...

*The transceiver's protection circuit will activate when the SWR is greater than 2.5:1; however, do not rely on protection to compensate for a poorly functioning antenna system.*

Σε ελεύθερη μετάφραση ο κατασκευαστής λέει: Το κύκλωμα προστασίας του πομποδέκτη θα ενεργοποιηθεί όταν τα στάσιμα είναι περισσότερα από 1:2.5. Πάντως μη βασιστείτε σε αυτό, αλλά φροντίστε να διορθώσετε τη λειτουργία του κεραιοσυστήματός σας.

Πώς λοιπόν γίνεται αυτή η διόρθωση της λειτουργίας του κεραιοσυστήματος;

## ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ



## ΑΥΤΟΜΑΤΟ ANTENNA TUNER

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι, με πλέον διαδεδομένο την τοποθέτηση ενός ANTENNA TUNER μεταξύ του πομποδέκτη και της γραμμής μεταφοράς, ή μεταξύ της γραμμής μεταφοράς και της κεραίας. Σκοπός του antenna tuner είναι να προσαρμόσει την σύνθετη αντίσταση εξόδου του πομποδέκτη στην σύνθετη αντίσταση της γραμμής μεταφοράς, ή να προσαρμόσει την σύνθετη αντίσταση της γραμμής μεταφοράς στη σύνθετη αντίσταση εισόδου της κεραίας.

Τα antenna tuner από πλευράς τοποθέτησης στη διάταξη πομποδέκτης – γραμμή μεταφοράς – κεραία διακρίνονται σε:

Εσωτερικά που τοποθετούνται συνήθως επάνω, κάτω ή δίπλα στον πομποδέκτη και εξωτερικά ή antenna tuner ιστού και τοποθετούνται επάνω στον ιστό-πύργο πολύ κοντά στην κεραία.



Εξωτερικό antenna tuner ιστού.



Προσοχή τα εσωτερικά antenna tuner ΔΕΝ μπορούν να εργαστούν σε εξωτερικό χώρο γιατί ΔΕΝ είναι αδιάβροχα. Αντίθετα ΟΛΑ τα antenna tuner εξωτερικού χώρου είναι αδιάβροχα και ορισμένα από αυτά μπορούν να εργαστούν ΚΑΙ μέσα στο Shack.

## ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ



## ΑΥΤΟΜΑΤΟ ANTENNA TUNER

Υπάρχουν δύο ειδών antenna tuner, τα αυτόματα και τα χειροκίνητα. Η κάθε κατηγορία έχει τα υπέρ και τα κατά της.

## ΑΥΤΟΜΑΤΟ ANTENNA TUNER



## ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΗΣ

Τα αυτόματα antenna tuner έχουν απλό χειρισμό, συνήθως απαιτείται η πίεση ενός διακόπτη για να ενεργοποιηθεί, ένα πλήθος μνημών όπου αποθηκεύονται τα στοιχεία συντονισμού για κάθε περιοχή συχνοτήτων ξεχωριστά, τα περισσότερα συνεργάζονται μέσω καλωδιακού αυτοματισμού με τους περισσότερους δημοφιλείς πομποδέκτες της αγοράς, και συνήθως επιτυγχάνουν προσαρμογή με λόγο στασίων κυμάτων γύρω στο 1:1,5 ή και λιγότερα.



Χειροκίνητο antenna tuner.

Το χειροκίνητο antenna tuner βασίζει τη λειτουργία του στο χειρισμό και τις δεξιότητες του ραδιοερασιτέχνη, ο οποίος μόνος του πρέπει να επιλέξει το σωστό συνδυασμό αυτεπαγωγής και χωρητικότητας ώστε να δημιουργήσει τις σωστές συνθήκες για την προσαρμογή των αντιστάσεων του κεραιοσυστήματος.

Δεν διαθέτουν μνήμες, δεν απαιτούν τάση για τα εργαστούν, και φυσικά δεν διαθέτουν κάποιου είδους καλωδιακό αυτοματισμό για συνεργασία με τον πομποδέκτη. Συνήθως ένας έμπειρος ραδιοερασιτέχνης με ένα χειροκίνητο antenna tuner επιτυγχάνει καλύτερο συντονισμό από ότι με ένα αυτόματο.



Antenna tuner με ασύμμετρη διασύνδεση

Από πλευράς διασύνδεσης antenna tuner/ γραμμής μεταφοράς τα tuner διακρίνονται σε ασύμμετρα, και σε συμμετρικά με περισσότερα διαδεδομένα τα ασύμμετρα.



ΑΣΥΜΜΕΤΡΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ

Antenna tuner με συμμετρική διασύνδεση.

Όσον αφορά τις συχνότητες λειτουργίας υπάρχουν:



Antenna tuner Βραχέων κυμάτων πχ 3.5-30 MHz



Antenna tuner VHFL πχ. 50 - 54 MHz



Antenna tuner VHFL πχ. 144-220 MHz



Antenna tuner UHF πχ. 430-440 MHz

Παρατηρήστε προσεκτικά ότι εκτός από το antenna tuner των βραχέων κυμάτων, υπάρχουν και antenna tuner για τα VHF και τα UHF. Σας καλώ σε αυτήν την παρατήρηση γιατί στην Ελληνική Ραδιοερασιτεχνική κοινότητα για κάποιο περίεργο λόγο οι περισσότεροι ραδιοερασιτέχνες ΔΕΝ χρησιμοποιούν antenna tuner στα VHF/UHF! Ξοδεύουν κυριολεκτικά μια περιουσία για την αγορά ενός antenna tuner για να προστατέψουν τον πομποδέκτη των Βραχέων κυμάτων, αλλά κυριολεκτικά δεν δίνουν δεκάρα για να αγοράσουν ένα antenna tuner για να προστατέψουν τον VHF/UHF πομποδέκτη τους.

Για κάποιο ανεξήγητο λόγο υπάρχει η εντύπωση ότι τα βραχέα «καίγονται» από τα στάσιμα, ενώ τα V/U δεν παθαίνουν τίποτε! Αγαπητοί μου σας πληροφορώ ότι αυτή η εντύπωση είναι παντελώς λανθασμένη, οι πομποδέκτες V/U και καίγονται, και έχουν ελαττωμένη εκπομπή / λήψη εξαιτίας των στασιμών κυμάτων, ακριβώς όπως οι πομποδέκτες των βραχέων κυμάτων.

Πώς όμως εργάζονται τα antenna tuner;

Στην πραγματικότητα ένα antenna tuner είναι ένας ρυθμιζόμενος, κατά περίπτωση, μετασχηματιστής σύνθετων αντιστάσεων, που αποτελείται από δύο τμήματα:

1. Το τμήμα εισόδου το οποίο αναλαμβάνει να προσαρμόσει τη σύνθετη αντίσταση της εξόδου του πομποδέκτη στη σύνθετη αντίσταση εισόδου του antenna tuner έτσι ώστε ο πομποδέκτης να «βλέπει» στην είσοδό του ένα φορτίο 50 ΩΜ.
2. Το τμήμα εξόδου το οποίο αναλαμβάνει να προσαρμόσει τη σύνθετη αντίσταση του συστήματος γραμμή μεταφοράς - κεραία, στη σύνθετη αντίσταση εξόδου του antenna tuner.

Με τον τρόπο αυτό, ο πομπός βλέπει 50 ΩΜ φορτίο στην έξοδό του οπότε στέλνει όλη την ισχύ του στο antenna tuner, το antenna tuner τώρα εργάζεται «σαν πομπός» του οποίου η σύνθετη αντίσταση εξόδου είναι προσαρμοσμένη στη σύνθετη αντίσταση του συστήματος γραμμή μεταφοράς - κεραία στέλνοντάς του τη μέγιστη δυνατή ισχύ για να ακτινοβοληθεί από την κεραία.



Καταλαβαίνετε βέβαια ότι αυτή η εξήγηση είναι εξαιρετικά απλοϊκή, αλλά πιστεύω απόλυτα κατανοητή. Τα antenna tuner ΔΕΝ μπορούν να προσαρμόσουν οποιοδήποτε κεραιοσύστημα στην έξοδο ενός πομποδέκτη, αλλά ούτε και να διαχειριστούν οποιαδήποτε ισχύ. Υπάρχουν σαφή όρια που ο κάθε κατασκευαστής αναφέρει με απόλυτη σαφήνεια στο εγχειρίδιο χρήσης. Ας δούμε κάποια παραδείγματα:

1. «The XXXX is a 200-Watt antenna tuner». Δηλαδή το antenna tuner μπορεί να διαχειριστεί ισχύ έως 200 Watt. Μην επιχειρήσετε ποτέ να το τροφοδοτήσετε με μεγαλύτερη ισχύ, το tuner κινδυνεύει να υποστεί σοβαρή βλάβη από σπινθηρισμούς στον μεταγωγικό διακόπτη και τους μεταβλητούς πυκνωτές ή υπερθέρμανση και καταστροφή του ή των πηνίων προσαρμογής.
2. «The tuner covers 1.8-30 MHz and tunes almost any coax type antenna.» Δηλαδή το tuner καλύπτει το φάσμα από 1.8-30 MHz και προσαρμόζει σχεδόν οποιονδήποτε τύπο ασύμμετρης κεραίας. 'Η «The tuner covers 1.8-30 MHz and tunes almost any balanced-feed type antenna». Δηλαδή το tuner καλύπτει το φάσμα από 1.8-30 MHz και προσαρμόζει σχεδόν οποιονδήποτε τύπο συμμετρικής κεραίας.
3. «To avoid problems matching keep the lines around these lengths:  
160 meter dipole: 35-60, 170-195 or 210-235 feet.  
80 meter dipole: 34-40, 90-102 or 160-172 feet.  
40 meter dipole: 42-52, 73-83, 112-123 or 145-155 feet.»

Δηλαδή, για να αποφύγετε προβλήματα προσαρμογής κρατήστε τα μήκη των κεραιών ως εξής:

160m δίπολο : 35-60 ή 170-195 ή 210-235 πόδια.  
80m δίπολο: 34-40 ή 90-102 ή 160-172 πόδια.  
40m δίπολο: 42-52 ή 73- 83, ή 145-155 πόδια.»

Σε αντίθεση με τη γενική εντύπωση που υπάρχει, τα antenna tuner ΔΕΝ συντονίζουν ΠΑΝΤΟΤΕ οποιουδήποτε μήκους κεραία σε μια επιλεγμένη συχνότητα εκπομπής. Πολλές φορές υπάρχει αδυναμία από την πλευρά του tuner να συντονίσει ορισμένα μήκη κεραιών, σεβαστείτε τις υποδείξεις του κατασκευαστή και επιλέξτε ένα μήκος που να μπορεί να προσαρμόσει με επιτυχία το tuner. Αν θέλαμε για παράδειγμα να χρησιμοποιήσουμε μια δίπολη κεραία για τα 160,80 και 40m με το tuner του παραδείγματός μας, ένα κοινό αποδεκτό μήκος διπόλου είναι είτε τα 80 είτε τα 150 πόδια.

4. Μια ιδιαίτερη σημαντική παράμετρος ενός antenna tuner είναι η ικανότητά του να προσαρμόζει τη χαμηλή ή υψηλή σύνθετη αντίσταση που παρουσιάζει μια κεραία στην είσοδό της, στην σύνθετη αντίσταση του πομποδέκτη. Διαβάστε πολύ προσεκτικά τι αναφέρει κάποιος κατασκευαστής για το antenna tuner που παράγει:

The tuner includes a highly efficient switched-L network with wide matching capability, 1.8 to 30 MHz coverage, backlit LCD display, and heavy-duty 16 amp/1000 volt relays. It is rated at 1500 watts SSB/CW and will match impedances from 12 to 1600 ohms (SWR up to 32:1).

Σε ελεύθερη μετάφραση ο κατασκευαστής αναφέρει ότι το tuner μπορεί να προσαρμόσει κεραιές των οποίων οι σύνθετες αντιστάσεις είναι μεταξύ 12 και 1600 ΩΜ.

Επομένως, εσείς μπορεί να αγοράσετε το tuner των ονείρων σας αλλά, αν η κεραία σας παρουσιάζει σύνθετη αντίσταση μικρότερη από 12 ΩΜ ή μεγαλύτερη από 1600 ΩΜ, τότε το αποτέλεσμα της συνεργασίας τους θα είναι μακράν κατώτερο των προσδοκιών σας!

Χωρίς αμφιβολία το antenna tuner είναι μια συσκευή πολύτιμη για τη λειτουργία του σταθμού μας, αλλά μόνο όταν πραγματικά ο ραδιοερασιτέχνης γνωρίζει όχι μόνο πώς να το χειριστεί, αλλά και ποια είναι τα όριά του.

Οι ραδιοερασιτέχνες χρησιμοποιούν πολλών ειδών κεραιοσυστήματα, ανάλογα με τις ανάγκες τους, τις οικονομικές δυνατότητες τους, ή και ανάλογα με τις δυνατότητες που έχει ο φυσικός χώρος στον οποίο θα τοποθετήσουν τα κεραιοσυστήματά τους.

Προκειμένου να καλυφθούν οι διαφορετικές ανάγκες των κεραιοσυστημάτων αναπτύχθηκαν και διαφορετικών ειδών antenna tuner, ας τα δούμε...

Για τις συμμετρικές γραμμές μεταφοράς χρησιμοποιούνται antenna tuner τα οποία έχουν ασύμμετρη είσοδο και συμμετρική έξοδο, δείτε στο επόμενο παράδειγμα..



Antenna tuner συμμετρικής γραμμής μεταφοράς.

Για τις ασύμμετρες γραμμές μεταφοράς χρησιμοποιούμε antenna tuner τα οποία έχουν ασύμμετρη είσοδο και ασύμμετρη έξοδο, δείτε το επόμενο παράδειγμα.



Antenna tuner ασύμμετρης γραμμής μεταφοράς.

Πολλές φορές οι ραδιοερασιτέχνες χρησιμοποιούν ένα Radom Wire είτε για να καλύψουν τις περιστασιακές ανάγκες ενός Field day είτε γιατί δεν έχουν την αντικειμενική δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν μια άλλη κεραία, για την προσαρμογή αυτών των κεραιών. Οι κεραιές random wire απαιτούν ειδικά antenna tuner σαν το επόμενο...



Portable Antenna tuner κατάλληλο για κεραίες random wire.

Αν και στην Ελλάδα δεν είναι διαδεδομένες οι κεραίες τύπου «Loop», για λόγους τάξεως θα πρέπει να σας ενημερώσω ότι και αυτές οι κεραίες απαιτούν ειδικό antenna tuner για την προσαρμογή τους με την έξοδο του ραδιοερασιτεχνικού πομποδέκτη. Στην επόμενη εικόνα μπορείτε να δείτε ένα...



Antenna tuner κατάλληλο για την προσαρμογή κεραιών τύπου «Loop»

Εκτός από τα χειροκίνητα antenna tuner που είδαμε μέχρι τώρα, υπάρχουν και τα αυτόματα antenna tuner ιστού.

Πρόκειται για μονάδες συντονισμού οι οποίες στην πλειοψηφία τους αποτελούνται από δύο τμήματα, τη μονάδα χειρισμών που βρίσκεται μέσα στο Shack και τη μονάδα συντονισμού που βρίσκεται συνήθως επάνω σε έναν ιστό ή πύργο. Ας δούμε μερικά...



Αυτή είναι η μονάδα τηλεχειρισμού που βρίσκεται στο shack.



Και αυτή είναι η μονάδα που τοποθετείται επάνω στον ιστό - πύργο.

Όσον αφορά το εσωτερικό τους δείτε το, γεμάτο ρελέ, πηνία, πυκνωτές, αλλά και τη ψηφιακή μονάδα που φιλοξενεί τον μικροεπεξεργαστή με τα περιφερειακά του.



Το εσωτερικό ενός αυτόματου antenna tuner.

Στην επόμενη εικόνα φαίνεται ένα antenna tuner ιστού, αυτά τα tuner δεν αρκεί να είναι λειτουργικά, αλλά και αδιάβροχα!



Antenna tuner ιστού, επάνω στον ..... ιστό.

Σε όλα τα παραπάνω παραδείγματα είδαμε tuner κατασκευασμένα εκτός Ελλάδος.

Η επόμενη εικόνα δείχνει το εσωτερικό ενός...

Κορυφαίου antenna tuner, το <K> κεφαλαίο, Ελληνικής σχεδίασης και κατασκευής από έναν εξαιρετικά ταλαντούχο και έμπειρο Έλληνα Μηχανικό τον πολύ αγαπητό φίλο και συνάδελφο, SV1NL ή όπως όλοι τον ξέρουμε τον Στέφανο.



Ένα από τα περίφημα antenna tuner του Στέφανου που συντονίζουν από ένα «κατσαβίδι» έως ένα «μπουγαδόσυρμα» με μηδενικά στάσιμα!





SV1NL-Στέφανος, ο Έλληνας που συνδυάζει κορυφαία γνώση με απίστευτη κατασκευαστική δεξιότητα.

Για QSO στα 600 ΩΜ μαζί του επισκεφθείτε την ιστοσελίδα:

[http://www.users.otenet.gr/~sv6czzr/tel\\_sv1nl.htm](http://www.users.otenet.gr/~sv6czzr/tel_sv1nl.htm)

Αν συγκρίνουμε τα εσωτερικά antenna tuner σε σχέση με τα εξωτερικά και ειδικά όσα συνδέονται άμεσα με την κεραία, τα δεύτερα έχουν σαφώς καλύτερη απόδοση, αυτός είναι και ο λόγος που τα τελευταία χρόνια τα antenna tuner ιστού προτιμούνται αν και είναι ακριβότερα.

Ένα αυτόματο antenna tuner, και ειδικά όσα είναι split-type δηλαδή αποτελούνται από δύο μέρη, μια εσωτερική μονάδα τηλεχειρισμού και μια εξωτερική μονάδα προσαρμογής, δεν είναι εύκολη υπόθεση. Στην ουσία ο ραδιοερασιτέχνης ζητά από ένα μικροεπεξεργαστή να βρει σε δευτερόλεπτα τον κατάλληλο συνδυασμό LC, ώστε να προσαρμόσει τον πομποδέκτη στο κεραιοσύστημα με το μικρότερο δυνατό λόγο στασιμών κυμάτων.

Το εγχείρημα αυτό άλλοτε στέφεται με απόλυτη επιτυχία οπότε διαβάζουμε στάσιμα 1:1, και άλλοτε με σχετική επιτυχία. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γνωρίζετε τις δυνατότητες του tuner σας από το εγχειρίδιο χρήσης του. Δείτε στα επόμενα παραδείγματα τι αναφέρουν οι κατασκευαστές στα εγχειρίδια χρήσης των αυτόματων antenna tuner που διαθέτουν στην αγορά.

Πρώτο παράδειγμα

**ΣΥΝΤΟΝΙΖΕΙ ΠΟΛΥ "ΚΟΝΤΕΣ" ΚΕΡΑΙΕΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ**

**ΣΥΝΤΟΝΙΖΕΙ ΠΟΛΥ "ΜΑΚΡΙΕΣ" ΚΕΡΑΙΕΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ**

**Specifications**

- Impedance matching range: 6 to 1600 ohms
- SWR matching range: up to 8:1 for < 50 ohms and up to 32:1 for > 50 ohms
- Minimum power for tuning: 2 watts
- Maximum power while tuning: 100 watts
- RF power limit: 200 watts SSB/CW
- Frequency range: 1.8 to 30 MHz continuous coverage
- Capacitance range: 0 to 3961 pF nominal (256 values) **ΒΗΜΑ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ 15 pF**
- Inductance range: 0 to 24.86 μH nominal (256 values) **ΒΗΜΑ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ 0,097μH**

**ΔΕΝ ΕΧΕΙ "ΚΕΝΕΣ" ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ**

Στις προδιαγραφές του παραδειγμάτος μας φαίνεται καθαρά ότι το tuner μπορεί να προσαρμόσει πολύ «κοντές» αλλά και πολύ «μακριές» κεραίες σε σχέση με το μήκος κύματος εκπομπής του σταθμού. Η προσαρμογή γίνεται σε οποιαδήποτε συχνότητα μεταξύ 1.8 – 30 MHz, και για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιεί

συνολική χωρητικότητα 3961 pF σε βήματα των 15pF, και συνολική αυτεπαγωγή 24,86μH σε βήματα των 0,097μH.

Δεύτερο παράδειγμα

**ΤΟ TUNER ΡΥΘΜΙΖΕΙ ΤΑ  
ΣΤΑΣΙΜΑ ΜΕΤΑΞΥ  
SWR 1:1 ΕΩΣ 1:2**

- Adjustable target SWR 1.0 to 2.0
- Adjustable SWR threshold 0.5 to 1.5

**ΤΟ TUNER ΑΡΧΙΖΕΙ ΤΗΝ  
ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΟΤΑΝ  
ΑΝΙΧΝΕΥΣΕΙ ΣΤΑΣΙΜΑ  
ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΠΟ  
1:0.5 - 1:1.5**

Όλα τα αυτόματα antenna tuner χαρακτηρίζονται από δύο βασικά στοιχεία:

1. Τον λόγο στασιμών κυμάτων που πρέπει να ανιχνεύσουν για να ενεργοποιηθεί ο μηχανισμός προσαρμογής αντιστάσεων.
2. Το εύρος του λόγου στασιμών που θα διαβάσουμε στη γέφυρα στασιμών κυμάτων μετά το συντονισμό.

Το αυτόματο antenna tuner, είτε είναι εσωτερικό, είτε είναι εξωτερικό. Για να ξεκινήσει τη λειτουργία προσαρμογής των σύνθετων αντιστάσεων μεταξύ της εξόδου του πομποδέκτη και της γραμμής μεταφοράς, ή της γραμμής μεταφοράς με την κεραία, ή να προσαρμόσει απευθείας την είσοδο της κεραίας στη γραμμή μεταφοράς, χρειάζεται να ανιχνεύσει μια επιστρεφόμενη τάση ευθέως ανάλογη του λόγου των στασιμών που υπάρχουν στο κεραιοσύστημα.

Στο παράδειγμά μας αυτός ο λόγος στασιμών κυμάτων πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 1:01 έως 1:2. Αν λοιπόν κατά την εκκίνηση της λειτουργίας του το tuner ανιχνεύσει στάσιμα μεταξύ 1:01 έως 1:2 τότε αρχίζει τη διαδικασία της προσαρμογής των αντιστάσεων με σκοπό να περιορίσει τα στάσιμα στο ελάχιστο.

Κάποιες φορές αυτό είναι αδύνατο να συμβεί, σε αυτήν την περίπτωση το antenna tuner περιορίζει τα στάσιμα όσο μπορεί περισσότερο και στη συνέχεια με κάποιο τρόπο ειδοποιεί τον ραδιοερασιτέχνη για την επιτυχία της προσαρμογής. Ο απλούστερος τρόπος είναι οπτική ένδειξη με διόδους LED όπως αναφέρεται στο εγχειρίδιο ενός γνωστού κατασκευαστή antenna tuner.

When the automatic tuning is completed, a series of flashes indicates the tuned SWR where

one flash indicates an SWR of 1.5 or less,  
two flashes indicate an SWR of 1.6 to 2.0,  
three flashes indicate an SWR of 2.1 to 2.5,  
and four flashes indicate an SWR of 2.6 to 3.0.

For SWR above 3.0, "SWR" (di-di-dit di-dah-dah di-dah-dit) will be sent on CW and indicated on the green LED.

Σε ελεύθερη μετάφραση, όταν η διαδικασία της αυτόματης προσαρμογής των σύνθετων αντιστάσεων ολοκληρωθεί, μια σειρά από αναλαμπές των διόδων LED, θα μας δείξει την επιτυχία της προσαρμογής έτσι:

Μια αναλαμπή μας δείχνει ότι τα στάσιμα κύματα είναι λιγότερα από 1:1.5

Δύο αναλαμπές δείχνουν ότι τα στάσιμα κύματα κυμαίνονται μεταξύ 1:1.6 - 1:2.

Τρεις αναλαμπές δείχνουν ότι τα στάσιμα κύματα κυμαίνονται μεταξύ 1:2.1 - 1:2.4

Τέσσερις αναλαμπές δείχνουν ότι τα στάσιμα κύματα κυμαίνονται μεταξύ 1:2.6 - 1:3.

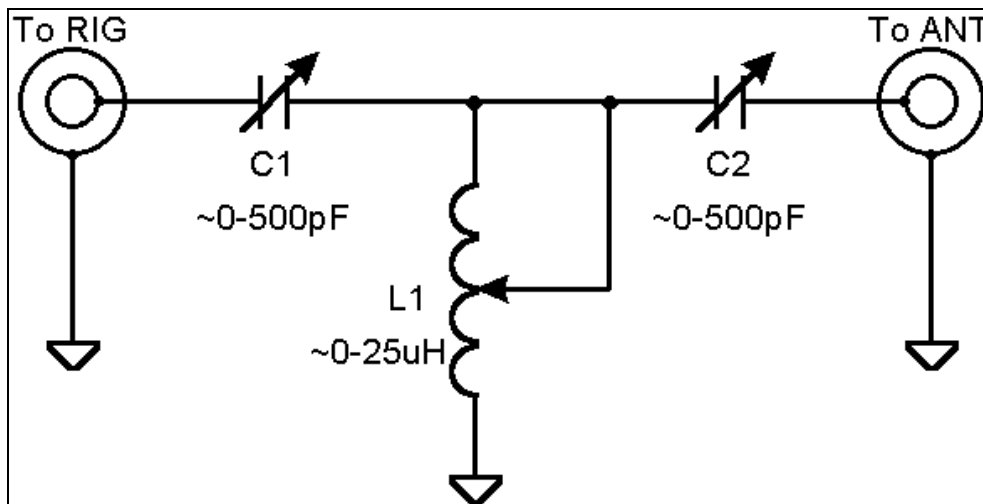
Αν τα στάσιμα κύματα είναι περισσότερα από 1:3, τότε με αναλαμπές της διόδου LED έχουμε τον οπτικό σχηματισμό του «SWR», δηλαδή στάσιμα.

Φυσικά η καλύτερη ένδειξη είναι με όργανο που παρέχει άμεση και ακριβή πληροφόρηση για το ύψος των στασιμών του κεραιοσυστήματος.

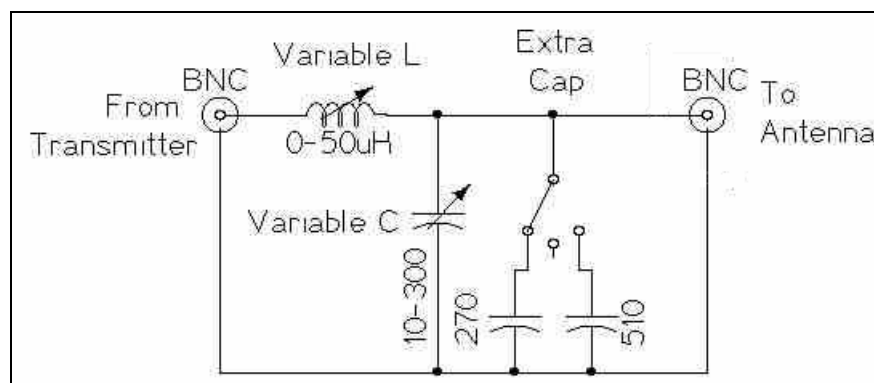
Πολλοί κατασκευαστές αναφέρουν το ελάχιστο μήκος κεραίας που μπορούν να προσαρμόσουν με επιτυχία σε σχέση με τη συχνότητα λειτουργίας του πομπού. Δείτε το επόμενο παράδειγμα:

SPECIFICATION	
Working frequency:	1.6-30 MHz (50 MHz not guaranteed)
Input impedance:	50 ohm
Max. input power:	200W PEP
Min. input power:	10W
Power supply:	13.8V +/- 10%
Current drain:	< 0.8 A
Auto tuning time:	Approx. 2 sec. (first time tuning) < 0.2 sec (return to memorized frequency)
Memory channels:	200
Usable wire length:	6 – 30 Mhz > 2.4 meters 1.6 – 30 Mhz > 8 meters

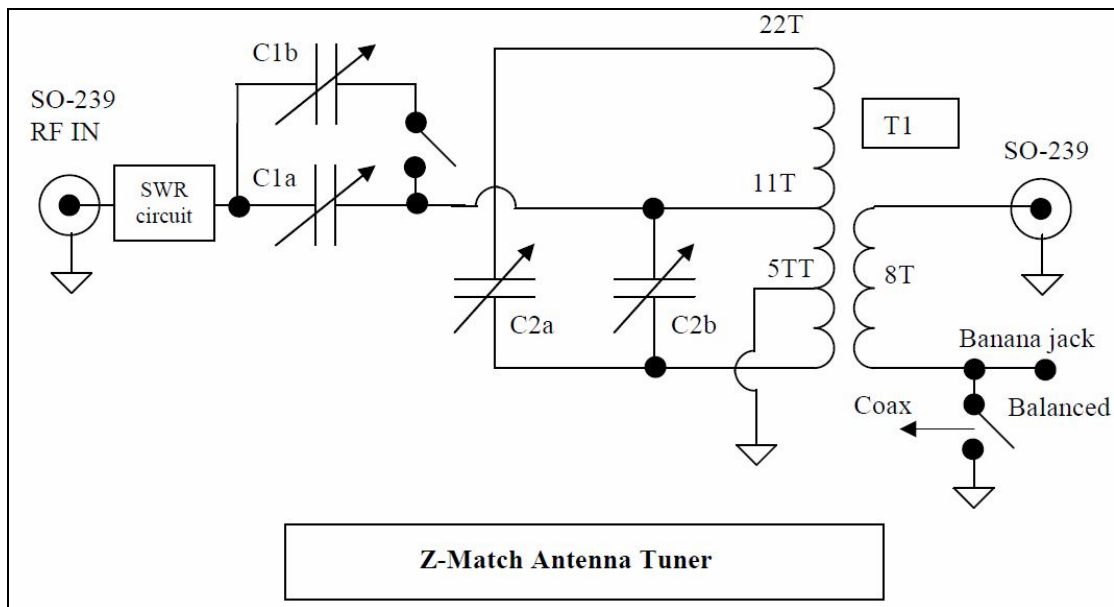
Όλα τα antenna tuner δεν βασίζονται στο ίδιο κύκλωμα, τόσο στον κόσμο των εμπορικών tuners, όσο και στον κόσμο των ιδιοκατασκευών. Υπάρχουν πάρα πολλά και διαφορετικά κυκλώματα προσαρμογής αντιστάσεων. Σε γενικές γραμμές κυριαρχούν δύο ειδών κυκλώματα, το κύκλωμα τύπου «Τ» και το κύκλωμα τύπου «Π». Και τα δύο έχουν τα υπέρ και τα κατά τους. Στις επόμενες εικόνες μπορείτε να δείτε διάφορα κυκλώματα antenna tuner.



Antenna tuner με κύκλωμα τύπου <T>



Antenna tuner με κύκλωμα τύπου «L»



Το περίφημο Z-tuner, με έξοδο για συμμετρική και ασύμμετρη γραμμή.

Επίλογος..

Το antenna tuner είναι η συσκευή που φροντίζει για την ομαλή ροή της ισχύος από τον πομπό στο κεραιοσύστημά μας. Φροντίζει επίσης για την ομαλή ροή του ρεύματος που στέλνει η κεραία μας στο δέκτη με την ελάχιστη δυνατή απώλεια. Είναι το μέσο για να χαιρόμαστε τα QSO μας χωρίς να αισθανόμαστε ανασφάλεια για την ασφάλεια των Finals του πομπού μας. Είναι το κύκλωμα εκείνο που μετατρέπει ένα σύρμα τυχαίου μήκους σε κεραία ικανή να μας χαρίσει ατελείωτες ώρες QSO.

Αγαπητοί φίλοι και συνάδελφοι σας προτρέπω να χρησιμοποιείτε ΠΑΝΤΟΤΕ ένα antenna tuner στο σταθμό σας έστω και αν τα στάσιμα του κεραιοσυστήματός σας είναι χαμηλά. Κάποια ημέρα το tuner θα σώσει τα finals του πομπού σας.

Εύχομαι σε όλους να είστε καλά, να χαίρεστε την οικογένειά σας, καλές δουλειές και πολλά και καλά DX!

de SV1NK

Μάκης