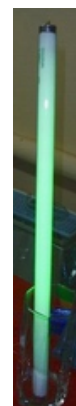


ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΔΙΕΓΕΡΤΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (min - max):	7,5 -13,8 DC V
ΜΕΓΙΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ (Max):	0,75 A στα 12V (χωρίς το ηλεκτρόδιο διέγερσης)
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ:	4 - 9 W (αποκλίνει με τη ρύθμιση και την τάση τροφ.)
ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ:	1660-1810kHz ΤΥΠΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ MF ($\lambda \approx 180\text{m}$)
ΤΙΜΕΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΠΕΔΙΟΥ:	
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:	
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ (ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ):	(L) 150 x (W) 80 x (H) 30 mm, πλαστικό ABS (1η έκδοση) (L) 180 x (Wb) 65 x (Wtop) 2 x (H) 60 mm, διάφανο ακρυλικό
ΒΑΡΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ:	
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΙΑΣ (με εξασθένιση):	ΔΙΕΓΕΡΣΗ: Έως 10 mm ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ~150mm (αναλόγως και τον λαμπτήρα)

ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

- Ο διεγέρτης είναι ακίνδυνος όσο οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή χαμ. τάσης
- Λειτουργεί με χαμηλή και συνηθισμένη τάση (μπαταρίας 12V DC)
- Η κατανάλωσή του χαμηλή (max 9W) σχετικά με το αποτέλεσμα
- Η ακτινοβολία του είναι ακίνδυνη (λιγότερο ισχυρή από αυτή ενός κιν. τηλεφώνου)
- Είναι συσκευή φορητών διαστάσεων και για λαμπτήρες Υ/Τ
- Γρήγορη και οικονομική μέθοδος
- Αξιοπίστη λειτουργία 24/24ωρο
- Χωρίς ειδικά και δυσεύρετα βύσματα για τις συνδέσεις



⚠ Όμως προσοχή! Δεν είναι παιχνίδι για τα παιδιά.

Ο ακροδέκτης διέγερσης και τα γυμνά σημεία του καλωδίου τροφοδοσίας μπορεί να προκαλέσουν έγκαυμα, όπως ένα καυτό σύρμα ή μικρούς σπινθήρες. Θα πρέπει να αποφεύγουμε ν' αγγίζουμε την καλωδίωση σε ώρα λειτουργίας της συσκευής. Μη την πλησιάζουμε κοντά σε εύφλεκτες ή εκρηκτικές ουσίες.

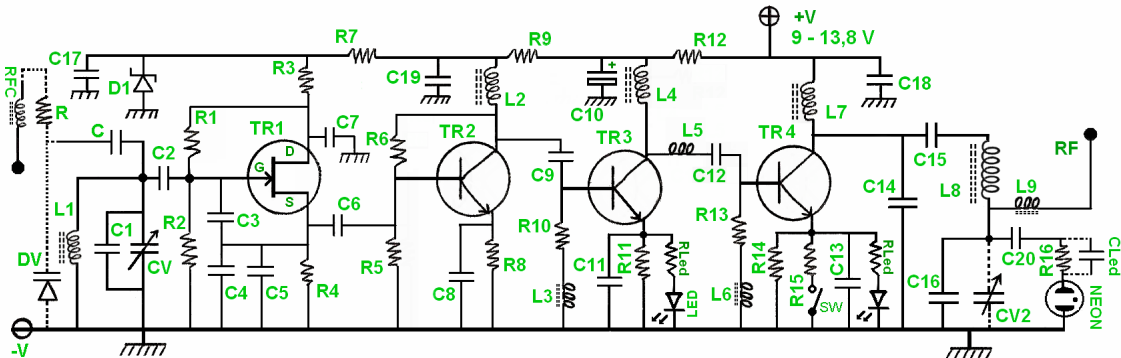
- ⚠** Προσοχή να μη σπάσουν οι λάμπες με την προσπάθεια στήριξης ή τοποθέτησης
- ⚠** Αποφεύγετε να αγγίζετε τα θερμά σημεία στα εξαρτήματα του κυκλώματος και το καλώδιο διέγερσης
- ⚠** Μην πλησιάζετε το κύκλωμα σε εύφλεκτες ή εκρηκτικές ύλες
- ⚠** Αποφεύγετε να τοποθετείτε το κύκλωμα ή τη συσκευή εφαρμοστά πάνω ή δίπλα σε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές.
- ⚠** Αν το τροφοδοτικό σας ζεσταίνεται αρκετά, αυτό ενδέχεται να γίνεται από τη σύνδεσή του με το δίκτυο υψηλής τάσης και όχι αποκλειστικά από την κατανάλωση ρεύματος της συσκευής που τροφοδοτεί.

Ο διεγέρτης λαμπτήρων ως μία πειραματική και εκπαιδευτική διάταξη

Το κύκλωμα αποτελεί μία πειραματική και εκπαιδευτική ηλεκτρονική διάταξη για όσους ενδιαφέρει η εμπειρία μιας ηλεκτρονικής κατασκευής, η μελέτη της λειτουργίας των εξαρτημάτων στις υψηλές συχνότητες και η συμπεριφορά των ραδιοκυμάτων στους αγωγούς και μέσα στο χώρο. Πρόκειται για μια εύκολη ηλεκτρονική κατασκευή και με κατασκευαστικά πλεονεκτήματα, που κανονικά θα έπρεπε να επιδιώκει κάθε κατασκευαστής, όταν αυτός διαθέτει στην αγορά το προϊόν του. Πλεονεκτήματα όπως: 1) Ανοχή στις αποκλίσεις των τιμών των εξαρτημάτων. Χρησιμοποιούνται διαδεδομένα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, που μπορούν να αντικατασταθούν από πλήθος άλλων με παρόμοια τεχνικά χαρακτηριστικά, εξακολουθώντας το κύκλωμα να λειτουργεί αποτελεσματικά. 2) Η συναρμολόγηση γίνεται σε σύντομο χρόνο και δεν απαιτεί ειδική τεχνολογία. Το αρχικό κύκλωμα μπορεί να κατασκευαστεί εύκολα και από ένα μαθητή σχολείου. 3) Το κόστος των υλικών είναι χαμηλό, όσο ενός κοινού τροφοδοτικού μιας μικρής οικιακής ηλεκτρονικής συσκευής και μπορεί να μειωθεί για μαζική παραγωγή στην παγκόσμια αγορά. 4) Ιδιαίτερα εύκολη πρόσβαση στα στοιχεία του κυκλώματος, για εύκολη και γρήγορη επιδιόρθωση. 5) Χαμηλή κατανάλωση που δεν ξεπερνάει τα 9Watt. 6) Συσκευή μικρών διαστάσεων με τα πλεονεκτήματα της φορητότητας. 7) Στο ηλεκτρονικό κύκλωμα του η/μ διεγέρτη υπάρχουν 3-4 εξαρτήματα, τα οποία εάν προβλέψουμε να είναι καλής ποιότητας και ανθεκτικά, τότε θα καταστήσουμε τη συσκευή υψηλής αντοχής και αξιόπιστη για χρήση 24 ώρες το 24ωρο και εγγυημένη για μερικά έτη.

Στην αρχική σχεδίαση και υλοποίηση του κυκλώματος πιθανολογούνται μικρές τροποποιήσεις και το τυπωμένο κύκλωμα έχει σχεδιαστεί με αυτή την προοπτική, να μπορούν να γίνουν πειραματικές αλλαγές και να είναι εύκολη η πρόσβαση στα στοιχεία του κυκλώματος. Για μαζική παραγωγή στην παγκόσμια αγορά, η κατασκευή μπορεί να γίνει σε μικρότερες διαστάσεις (από την πρόταση της κατοχυρωμένης συσκευής), να γίνει ακόμα πιο εύχρηστη και με μικρότερο κόστος υλικών. Πρωτίστως, θα χρειαστεί ένα τυπωμένο κύκλωμα σχεδιασμένο με πιο μικρά κενά ανάμεσα στις νησίδες χαλκού και για τοποθέτηση εξαρτημάτων επιφανειακής στήριξης (SMD).

Περιγραφή του ηλεκτρονικού κυκλώματος (σχέδιο 1)



Το ηλεκτρονικό κύκλωμα (βλέπε σχέδιο) είναι εφαρμογή θεωρητικών γνώσεων και εμπειρίας του τεχνικού που το παρουσιάζει εδώ και δεν περιλαμβάνει κάποια τολμηρή καινοτομία ή μία νέα τεχνολογία. Αντιθέτως, το σχέδιο δείχνει ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα ιδιαίτερα απλό για έναν ειδικό, με γνωστά υλικά, γνωστές διατάξεις και γνωστές τεχνικές. Γι' αυτό δεν χρειάζεται να αναλυθεί με πολλές θεωρητικές λεπτομέρειες και υπολογισμούς. Μπορεί κανείς να ανατρέξει στην άφθονη βιβλιογραφία που υπάρχει για τις ενισχυτικές διατάξεις, τους ταλαντωτές, τα συντονιζόμενα κυκλώματα, τις γραμμές μεταφοράς υψηλών συχνοτήτων και τις κεραίες. Τα σχολικά βιβλία της τεχνικής εκπαίδευσης, ήδη, καλύπτουν θεωρητικά το παρών κύκλωμα. Το ηλεκτρονικό κύκλωμα όπως παρουσιάζεται στο σχέδιο έχει οριστικοποιηθεί μετά από τον πρακτικό πειραματισμό, με τον οποίο επιτεύχθηκε το καλύτερο αποτέλεσμα. Όπως θα περιγράψουμε πιο αναλυτικά, το βασικό κύκλωμα περιλαμβάνει ένα τοπικό ταλαντωτή τύπου Colpitts υψηλής σταθερότητας, τρεις βαθμίδες ενίσχυσης με ενεργά στοιχεία τρανζίστορ και σαν φορτίο ένα κύκλωμα συντονισμού με πηνίο και πυκνωτή σε σειρά μεταξύ τους. Στην ουσία, πρόκειται για θεμελιώδεις βαθμίδες ενός απλού πομπού ραδιοκυμάτων στο ανώτερο τμήμα της μεσαίας ζώνης συχνοτήτων (MF, 1660-1810kHz), χωρίς την προοπτική να γίνει εκπομπή τους. Το κύκλωμα είναι κατάλληλα σχεδιασμένο για να επιτυγχάνει με ένα τοπικό η/μ πεδίο (με στάσιμα κύματα) τη μέγιστη φωτοβολία των λαμπτήρων φθορισμού και νέον, με τη χαμηλότερη κατανάλωση, με φορητή

χρήση και με χαμηλή τάση τροφοδοσίας (9-13,8 DCVolt) συνεχούς ρεύματος. Το ισχυρότερο η/μ πεδίο και η πιο έντονη φωτοβολία των λαμπτήρων δεν συμπίπτουν με αύξηση της εμβέλειας των ραδιοκυμάτων και αντιθέτως, αυτό που ενδιαφέρει είναι τα στάσιμα κύματα και καθόλου η εκπομπή τους. Αυτά κυρίως τα τεχνικά χαρακτηριστικά σε συνδυασμό μεταξύ τους αποτελούν την πρωτοτυπία μαζί με τον προορισμό του κυκλώματος, το οποίο έχει σχεδιαστεί ειδικά για να προκαλεί τη φωτοβολία των λαμπτήρων φθορισμού και νέον, χωρίς οι ίδιοι οι λαμπτήρες να χρειάζονται σύνδεση με πηγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Τα τρανζίστορ επιλέχθηκαν για το καλύτερο αποτέλεσμα μετά από δοκιμή στην πράξη μεταξύ πολλών άλλων, αλλά και με κριτήριο τη διαδεδομένη χρήση τους και την εύκολη αντικατάστασή τους. Το τρανζίστορ TR1 τύπου FET χρησιμοποιείται στην παραγωγή ταλαντώσεων με ένα παράλληλο κύκλωμα LC στην πύλη του, το οποίο σε συντονισμό παρουσιάζει υψηλή σύνθετη αντίσταση. Οι πυκνωτές C2,C3,C4 και C5 χρησιμεύουν στη συντήρηση των ταλαντώσεων και στη συμπλήρωση της απαραίτητης χωρητικότητας που χρειάζεται παράλληλα στο πηνίο L1 με τη τυποποιημένη αυτεπαγωγή 22 μΗ. Με τον πυκνωτή τρίμμερ CV μεταβάλλουμε τη συχνότητα του ταλαντωτή μέσα στα επιλεγμένα όρια που προκαλείται συντονισμός στο κύκλωμα πυκνωτών-πηνίου, που βρίσκεται στην έξοδο της τελικής βαθμίδας ενίσχυσης (L8-CV2-C16). Η σύζευξη του ταλαντωτή με την επόμενη βαθμίδα γίνεται από την πηγή, μέσω ενός πυκνωτή μικρής χωρητικότητας (C6) για καλύτερη απομόνωση του ταλαντωτή, από τις μεταβολές των ρευμάτων στις επόμενες βαθμίδες. Το TR2 λειτουργεί περισσότερο σαν βαθμίδα απομόνωσης (buffer) και επιτυγχάνει ελάχιστη ενίσχυση. Το σήμα ραδιοσυχνότητας (RF) είναι ακόμα πολύ χαμηλό (της τάξεως μερικών δεκάδων mW) και χρειάζεται να ενισχυθεί από το TR3 που λειτουργεί σαν ενισχυτής κοινού εκπομπού ευρείας ζώνης (broadband). Το TR3 επιτυγχάνει ενίσχυση χωρίς συντονιστικά κυκλώματα και αυτό μπορεί να οδηγήσει άνετα την τελική βαθμίδα εξόδου, που είναι απαραίτητη για τη διέγερση των λαμπτήρων εξ' αποστάσεως.

Στη τελική βαθμίδα χρησιμοποιείται το TR4 σε τάξη C. Η κατανάλωσή του μπορεί να φθάσει σε συντονισμό τα 600mA και τότε η θερμότητα στο κέλυφος είναι αρκετά υψηλή. Είναι απαραίτητη η χρήση ψύκτρας, τόσο για την αποφυγή της καταστροφής του, αλλά και για τη συνεχή λειτουργία ολόκληρο το 24ωρο. Στην είσοδο του TR4 σε σειρά προς τη βάση υπάρχει μία αυτεπαγωγή L5 με την οποία γίνεται καλύτερη σύζευξη και μία στοιχειώδης εξασθένιση ανεπιθύμητων υψηλών συχνοτήτων. Η αυτεπαγωγή L6 δεν αφήνει το σήμα υψηλής συχνότητας στην είσοδό του να διαρρεύσει προς τη γη από τη μικρή αντίσταση πολώσεως της βάσης, μέσω της R13. Το πηνίο L7 πρέπει να επιτρέπει ρεύμα οπωσδήποτε άνω των 500mA. Οι αντιστάσεις από τον εκπομπού προς τη γη περιορίζουν το ρεύμα και κρατούν τη θερμοκρασία του τρανζίστορ σε ασφαλή όρια, με αντάλλαγμα την ελάττωση λίγο της τελικής ισχύος του πεδίου. Το συντονιζόμενο (ή ταλαντευόμενο) κύκλωμα πηνίου-πυκνωτή (L8-CV2-C16), το οποίο βρίσκεται σε σύνδεση σειράς σαν φορτίο στην έξοδο του ενισχυτή TR4, επιτυγχάνει συντονισμό με σχετικά χαμηλή σύνθετη αντίσταση στα άκρα του. Η χαμηλή αντίσταση εξόδου (μέσω του συντονιζόμενου LC σειράς) προκαλεί αυξημένη ροή ρεύματος από τους πυκνωτές σύζευξης C12 και C15, όπως και από το τρανζίστορ TR4. Οι πυκνωτές σύζευξης C12 και C15 στις τελευταίες βαθμίδες ενίσχυσης είναι μεγαλύτερης χωρητικότητας από τους πυκνωτές σύζευξης των προηγούμενων βαθμίδων για να διέρχεται το μέγιστο ρεύμα του ενισχυμένου σήματος υψηλής συχνότητας. Σε συνθήκες ελλείψεως συντονισμού, το κύκλωμα σειράς πηνίου-πυκνωτή (L8-CV2-C16) στην έξοδο παύει να είναι φορτίο χαμηλής σύνθετης αντίστασης και το τρανζίστορ TR4 διαρρέεται από μικρότερο ρεύμα. Κατά τη φάση του συντονισμού στο κύκλωμα εξόδου με το πηνίο L8 και τους πυκνωτές CV2-C16 (και πιο συγκεκριμένα στο ενδιάμεσο σημείο όπου ενώνονται τα άκρα των επιμέρους στοιχείων αυτού του LC σειράς) προκαλούνται οι υπερτάσεις και το ισχυρό ηλεκτρικό πεδίο που χρειάζεται για να επιτευχθεί η διέγερση στους λαμπτήρες φθορισμού και νέον.

Το προσυντονισμένο κύκλωμα LC σειράς.

Για συντονισμό στην ίδια συχνότητα με μεγαλύτερη αυτεπαγωγή του πηνίου L8 χρειάζεται να μειωθεί η χωρητικότητα των πυκνωτών CV2-C16. Έτσι αυξάνεται η επαγωγική και η χωρητική αντίσταση και επιτυγχάνονται υψηλότερες τιμές τάσης στα άκρα τους, με αποτέλεσμα το πεδίο υψηλής συχνότητας (RF) να προκαλεί εντονότερο φωτισμό στους λαμπτήρες. Συγχρόνως, λόγω της μικρής αύξησης της σύνθετης αντίστασης του συντονιζόμενου κυκλώματος, το οποίο βρίσκεται σαν φορτίο στη βαθμίδα εξόδου, το τρανζίστορ ισχύος της βαθμίδας εξόδου διαρρέεται από μικρότερο ρεύμα. Επειδή δε, ο συντονισμός για την ίδια συχνότητα επιτυγχάνεται με μικρότερη χωρητικότητα των πυκνωτών σειράς CV2-C16, αυτό αποτελεί ένα κατασκευαστικό πλεονέκτημα, διότι η ανεύρεση των συγκεκριμένων πυκνωτών είναι πιο εύκολη και με μικρότερο κόστος, ενώ έτσι συνδυάζεται καλύτερο αποτέλεσμα. Σε αντίθεση δηλαδή με ό,τι συμβαίνει στις τηλεπικοινωνιακές συσκευές, εδώ δεν ενδιαφέρει άμεσα να επιτευχθεί εκπομπή ακτινοβολίας με χαμηλή

σύνθετη αντίσταση και να αντλήσουμε ισχυρό ρεύμα από την κεραία, ούτε να επιτύχουμε προσαρμογή σύνθετων αντιστάσεων με γραμμή μεταφοράς προς άλλο φορτίο.

Σημαντικό ρόλο για τη δημιουργία υπερτάσεων και για την κατανάλωση ισχύος της τελικής βαθμίδας ενίσχυσης, εκτός της αύξησης της επαγωγικής αντίστασης του πηνίου L8, παίζει η ποιότητα κατασκευής του πηνίου (ο συντελεστής Q, ο οποίος στο κύκλωμα σειράς αποκαλείται και συντελεστής υπερτάσεως). Βάζοντας για πυρήνα σε αυτό το πηνίο έναν κατάλληλο φερρϊτή επιτυγχάνουμε αύξηση της αυτεπαγωγής με λιγότερες στροφές σύρματος και λιγότερες απώλειες, λόγω της ωμικής αντίστασης του σύρματος. Η υπερβολική αύξηση της αυτεπαγωγής του πηνίου L8 (με αντίστοιχη μείωση της χωρητικότητας) ελαττώνει περισσότερο το ρεύμα συλλέκτη-εκπομπού του τρανζίστορ TR4, αλλά εισάγει υπερβολική αστάθεια στη συχνότητα συντονισμού. Ιδιαίτερα όταν το καλώδιο διέγερσης κινείται ή προσεγγίζει άλλα αντικείμενα (λόγω της οξύτητας και της στένωσης στη συχνότητα του συντονισμού). Επίσης κάνει πιο κρίσιμο τον υπολογισμό για το μήκος του συγκεκριμένου καλωδίου.

Το πηνίο L8 είναι καθοριστικό εξάρτημα για την επιτυχία του ηλεκτρονικού κυκλώματος, στην απόδοση, στη σταθερότητα του αποτελέσματος και για τις διαστάσεις του. Το L8 ίσως είναι το πιο δυσεύρετο εξάρτημα του κυκλώματος (στην εγχώρια αγορά), όχι λόγω της αυτεπαγωγής του, αλλά διότι αυτό πρέπει να είναι ανθεκτικό στην ισχύ και στο ρεύμα του τρανζίστορ ενίσχυσης TR4 και να έχει υψηλό Q. Μπορεί να κατασκευαστεί χειροποίητα, χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία, με σύρμα εμαγιέ (μετ/στών), διατομής 0,25mm (AWG30) επάνω σε μονωτικό κύλινδρο/σωλήνα εξωτερικής διαμέτρου 15mm και αποτελείται από 160 κολλητές στροφές σε μία στρώση μήκους σχεδόν 40mm. Για μεγάλο αριθμό τέτοιων πηνίων, η περιέλιξη μπορεί να γίνει σε (ηλεκτρολογικό) σωλήνα διέλευσης καλωδίων από PVC βαρέως τύπου, ο οποίος έχει χαμηλό κόστος και προδιαγραφές για ηλεκτρολογική χρήση. Εάν στο L8 με την ίδια διάμετρο βάλουμε για πυρήνα ένα υψίσυχο φερρϊτή, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε λίγο πιο χοντρό σύρμα 0,35-0,40mm (κυρίως για λιγότερη θερμότητα) και θα χρειαστούν λιγότερες στροφές. Η αυτεπαγωγή του L8 με πλαστικό πυρήνα χωρίς φερρϊτή έχει μετρηθεί περίπου ~120μH με ειδικό όργανο μέτρησης της αυτεπαγωγής, αλλά προκύπτει και εύκολα θεωρητικά (L σε μH=25330 / C σε pF επί f² σε MHz) με δεδομένο, ότι το κύκλωμα σειράς συντονίζει περίπου ~1800 kHz μαζί με πυκνωτή C16 γνωστής χωρητικότητας των 56pF. Για το πηνίο L7 στο συλλέκτη του TR4 εναλλακτικά χρειάζονται 60 στροφές με σύρμα εμαγιέ 0,2mm σε διάμετρο 10-12 mm. Η αυτεπαγωγή του L7 και των υπόλοιπων πηνίων πλην του ταλαντωτή δεν είναι κρίσιμη (οριακή) για την επιτυχία της κατασκευής.

Το προσυντονισμένο κύκλωμα σειράς και το καλώδιο διέγερσης.

Στην περίπτωση που μεταβληθεί το μήκος του εξωτερικού καλωδίου διέγερσης ή αυτό αγγίξει αγωγίμες επιφάνειες, το συντονιζόμενο κύκλωμα σειράς επηρεάζεται και χρειάζεται εκ νέου ρύθμιση για να υπάρξει συντονισμός. Επομένως, θα χρειαστεί ρύθμιση του LC σειράς στην έξοδο του τελικού ενισχυτή ή μεταβολή της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή. Αυτός είναι ο βασικός λόγος που πρέπει να μπορεί να γίνει τουλάχιστον μία ρύθμιση στη συχνότητα συντονισμού και χρησιμοποιείται ο πυκνωτής τρίμμερ CV του ταλαντωτή. Μετά από κάθε σύνδεση ή προσέγγιση του εξωτερικού καλωδίου σε λαμπτήρα πρέπει να κάνουμε μικρή ρύθμιση για να επιτύχουμε τη διέγερση και τη μέγιστη φωτεινότητα. Ο μεταβλητός πυκνωτής CV2 που βρίσκεται στη βαθμίδα του τελικού ενισχυτή χρειάζεται για τον καθορισμό των ορίων της ζώνης συχνοτήτων συντονισμού και δεν είναι απαραίτητο να ρυθμίζεται κατ' επανάληψη εξωτερικά της συσκευής. Το κύκλωμα σειράς L8-C16-CV2 είναι προσυντονισμένο μέσα στο εύρος συχνοτήτων, που δέχεται ο τελικός ενισχυτής στην είσοδό του από τις προηγούμενες διατάξεις. Οι πυκνωτές C16 και CV2 πρέπει να είναι υψηλής αντοχής στη ραδιοσυχνότητα, ο σταθερός τύπου NP0.

Για την οριοθέτηση της συχνότητας που θα είναι προσυντονισμένο το τελικό κύκλωμα σειράς L8-C16-CV2 θα πρέπει να συνυπολογίσουμε και το μήκος του εξωτερικού καλωδίου διέγερσης που θα συνδέεται σε αυτό. Στη συγκεκριμένη κατασκευή που παρουσιάζεται εδώ, οι δοκιμές αρχικά έγιναν με μέγιστο μήκος καλωδίου τα 2 μέτρα, αλλά για λόγους που θα εξηγήσουμε προτείνεται μικρότερο μήκος ή καθόλου σύνδεση καλωδίου. Με πυκνωτή C16 χωρητικότητας 56pF και πηνίο L8 των 120μH (βλέπε πίνακα υλικών) το κύκλωμα σειράς συντονίζει περίπου ~1800kHz. Με τη σύνδεση καλωδίου διέγερσης μήκους 1 μέτρο και χωρίς καθόλου το μεταβλητό CV2, ο συντονισμός επιτυγχάνεται στους ~1650kHz. Ο CV2 δεν είναι απαραίτητος. Στην περίπτωση που χρειαστεί να γίνει επέκταση του μήκους του καλωδίου διέγερσης ή διακλάδωση από ένα ή περισσότερα σημεία εκείνου με σκοπό να διεγερθούν περισσότεροι λαμπτήρες του ενός είναι πιθανό να μην επιτύχουμε τη σωστή ρύθμιση. Για να επιτευχθεί συντονισμός μέσα στην προκαθορισμένη ζώνη συχνοτήτων θα πρέπει να έχει προβλεφθεί από την κατασκευή του συντονιζόμενου σειράς L8-CV2-C16 ή να υπάρχει η δυνατότητα επιλογής για προσδιορισμένα

μήκη του καλωδίου διέγερσης.

Η ρύθμιση της συχνότητας.

Η ρύθμιση της συχνότητας στον ταλαντωτή γίνεται με το τρίμμερ πυκνωτή (CV1) 10-60pF μικρής χωρητικότητας για αυτές τις χαμηλές συχνότητες. Με τη μικρή μεταβολή της χωρητικότητας στενεύουμε τη ζώνη συχνοτήτων στην οποία μπορούμε να συντονίσουμε. Παράλληλα με την τυποποιημένη αυτεπαγωγή (L1) των 22μH ο ταλαντωτής καλύπτει την περιοχή 1660~1810 kHz. Βέβαια στο CV1 έχουν προστεθεί ξεχωριστά μερικοί επιπλέον πυκνωτές (C1,C4) για να μπορέσουμε να επιλέξουμε ακριβώς τα όρια μεταβολής, τα οποία εδώ επιλέξαμε να ξεκινούν λίγο έξω από το τέλος της ραδιοφωνικής ζώνης. Για αυτή την περιοχή συχνοτήτων, με μεταβλητό πυκνωτή CV=10-60pF η απόκλιση είναι σχεδόν ~150kHz. Αν ο μεταβλητός πυκνωτής CV αφαιρεθεί ή δεν είναι ανθεκτικός και καταστραφεί από τις πολλές περιστροφές, τότε ο ταλαντωτής θα εξακολουθεί να είναι συντονισμένος σε ελάχιστα πιο υψηλή συχνότητα (κατά 10~20kHz) από το άνω όριο της ζώνης συχνοτήτων που έφθανε, όταν το τρίμμερ είχε την ελάχιστη χωρητικότητά του (~10pF).

Αν και στη συγκεκριμένη κατασκευή η επιλογή της συχνότητας λειτουργίας γίνεται με τρίμμερ πυκνωτή (CV) στο κύκλωμα του ταλαντωτή, η συσκευή θα γίνει πιο εύχρηστη εάν αυτό το τρίμμερ αντικατασταθεί από μία δίοδο μεταβλητής χωρητικότητας τύπου varicap για μεταβολή της συχνότητας από μεταβολή στην τάση της δόδου μέσω ενός τρίμμερ αντίστασης επί του διαιρέτη τάσης. (Ο τρόπος σύνδεσης της varicap φαίνεται στο σχέδιο 1 με διακεκομμένες γραμμές). Η τοποθέτηση ενός τρίμμερ αντίστασης μπορεί να γίνει απομακρυσμένα από την πλακέτα του ηλεκτρονικού κυκλώματος, σε σημείο που μας βολεύει. Η προσθήκη σταθερών πυκνωτών παράλληλα στα ρυθμιστικά τρίμμερ περιορίζει το εύρος συχνοτήτων συντονισμού στο μικρό τμήμα της επιλογής μας και διευκολύνει την κατασκευή με τη χρήση πιο οικονομικών και πιο διαδεδομένων μεταβλητών πυκνωτών. Επίσης, στο συντονιζόμενο κύκλωμα σειράς του ενισχυτή ισχύος L8-C16-CV2, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα πηνίο με ρυθμιζόμενο φερρίτη για μεταβλητή αυτεπαγωγή και σταθερό πυκνωτή. Εάν το τρίμμερ ρύθμισης για το συντονισμό βρίσκεται τοποθετημένο εσωτερικά και δεν προεξέχει κάποιο κουμπί ή άξονας, τότε η συσκευή θα πρέπει να έχει μία οπή στο σημείο όπου βρίσκεται το τρίμμερ ρύθμισης συχνότητας και να συνοδεύεται από ένα κατάλληλο κατσαβίδι ρύθμισης.

Η συχνότητα συντονισμού που χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη κατασκευή του η/μ διεγέρτη με καλά αποτελέσματα έχει επιλεγεί να βρίσκεται μεταξύ 1620 και 1810kHz, ένα "κλινικά νεκρό" τμήμα της μεσαίας ζώνης ($\lambda \approx 180m$) από τα λιγότερο σε χρήση. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, αξιοποιούνται πλέον οι υψηλότερες ραδιοσυχνότητες του η/μ φάσματος, ενώ οι χαμηλές αποδεσμεύονται και μπορούν να εξυπηρετούν πιο ιδιαίτερες περιπτώσεις. Ένας βασικός λόγος για τη χρησιμοποίηση ραδιοσυχνοτήτων μεγάλου μήκους κύματος σε αυτή τη μέθοδο διέγερσης των λαμπτήρων είναι η καλύτερη σταθερότητα στη συχνότητα συντονισμού των κυκλωμάτων, από τις μεταβολές των παρασιτικών χωρητικοτήτων και αυτεπαγωγών, όπως είναι αυτή στο εξωτερικό καλώδιο διέγερσης. Η συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων, προτιμήθηκε από τις πιο χαμηλές συχνότητες κυρίως, διότι η κατασκευή του κρίσιμου πηνίου L8 είναι πιο εύκολη και πιο βολική.

Το φάσμα συχνοτήτων διαιρείται και παραχωρείται από διεθνείς οργανισμούς και διέπεται από την εθνική νομοθεσία. Πρέπει να εκτιμήσουμε το ηλ. κύκλωμα όχι σαν πομπό ραδιοκυμάτων αλλά σαν γεννήτρια στάσιμων κυμάτων, με το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο περιορισμένο σκόπιμα στο τελικό κύκλωμα συντονισμού, το οποίο χρησιμοποιείται και σαν φορτίο απορρόφησης (Dummy Load). Σε περίπτωση που χρειαστεί να παραχθεί μία και μοναδική συχνότητα για τη λειτουργία της συσκευής, τότε με μικρή τροποποίηση, η συχνότητα στον ταλαντωτή μπορεί να καθοριστεί από ένα πιεζοηλεκτρικό στοιχείο (κρύσταλλο) αντί του συντονιζόμενου LC. Σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί μεταβλητός πυκνωτής (ή πηνίο μεταβλητής αυτεπαγωγής) στο συντονιζόμενο σειράς L8-C16-CV2 του ενισχυτή ισχύος. Για τον προορισμό του κυκλώματος και για να μη σπαταληθούν συχνότητες από το ραδιοφάσμα επιβάλλεται ο συντονισμός του L8-C16-CV2 να επιτυγχάνεται σε μια μόνο καθορισμένη συχνότητα. Συνεπώς, το τελικό κύκλωμα συντονισμού θα είναι προετοιμασμένο χωρίς το μεταβλητό πυκνωτή CV2 και θα επιτρέπεται μια μικρή απόκλιση στον τοπικό ταλαντωτή. Αυτή είναι η λύση που επιλέχθηκε στην πειραματική κατασκευή. Ή εναλλακτικά, ο τοπικός ταλαντωτής θα είναι για μια καθορισμένη συχνότητα (χωρίς το CV1) και θα επιτρέπεται μια μικρή απόκλιση με το μεταβλητό CV2 στο τελικό κύκλωμα συντονισμού. (Η δεύτερη λύση αυξάνει το κόστος).

Το καλώδιο επέκτασης για το η/μ πεδίο και οι δυσκολίες για την εκμετάλλευσή του.

Το κύκλωμα σειράς πηνίου L8 και πυκνωτών CV2-C16 στη φάση του συντονισμού μπορεί να

προκαλεί απ' ευθείας την (εξ' επαγωγής) φωτοβολία των λαμπτήρων φθορισμού και νέον, όταν αυτοί προσεγγίσουν. Για να μη χρειάζεται να πλησιάσουμε ολόκληρη τη συσκευή στους λαμπτήρες μπορούμε να συνδέσουμε σαν κεραία ένα μονοπολικό καλώδιο, το οποίο θα μεταφέρει το πεδίο από το πηνίο εξωτερικά της συσκευής. Έτσι, η διέγερση και η φωτοβολία των λαμπτήρων θα προκαλείται από αυτό το καλώδιο που θα είναι σαν μια προέκταση του πηνίου. Αυτό το πλεονέκτημα να συνδέσουμε ένα απλό καλώδιο και να το πλησιάσουμε στους λαμπτήρες, χωρίς να καταστραφεί ο συντονισμός (με τον οποίο προκαλείται το πεδίο διέγερσης) προσφέρεται με τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων μεγάλου μήκους κύματος. Το πεδίο υψηλής συχνότητας λαμβάνεται με άμεση ζεύξη από το ενδιάμεσο σημείο του κυκλώματος σειράς L8-CV2-C16, σημείο όπου κατά το συντονισμό παρουσιάζει την πιο υψηλή σύνθετη αντίσταση. Το μονοπολικό καλώδιο με σύντομο μήκος παρουσιάζει επίσης υψηλή σύνθετη αντίσταση (προς τη γη) και έτσι δεν εμποδίζεται ο συντονισμός που προκαλεί τις υπερτάσεις στο συγκεκριμένο κύκλωμα και δεν υποβιβάζει το ηλεκτρικό πεδίο. Σε σειρά προς το εξωτερικό καλώδιο διέγερσης, όταν αυτό θα είναι ελάχιστου μήκους (σε σχέση προς το μήκος κύματος), μπορεί να συνδεθεί προαιρετικά μία αυτεπαγωγή L9 σαν ηλεκτρική επιμήκυνση, η οποία θα ενισχύει λίγο ακόμα το πεδίο διέγερσης.

Η άμεση σύνδεση ενός μονοπολικού καλωδίου επάνω στο κύκλωμα L8-CV2-C16 φυσικά επηρεάζει τη συχνότητα του συντονισμού του και θα πρέπει να συνηθολογίζουμε την απόκλιση που αυτό προκαλεί με το μήκος του. Έτσι, με καλώδιο διαφορετικού μήκους, με τη προσέγγιση αυτού του καλωδίου σε άλλα αγώγιμα πράγματα και όταν το πιάνουμε με το χέρι, ο συντονισμός επηρεάζεται. Αυτό είναι ένα πρόβλημα για τη σταθερότητα που χρειαζόμαστε στην ένταση του η/μ πεδίου.

Με την κατάλληλη επιλογή του κυκλώματος L8-C16, το καλώδιο διέγερσης μπορεί να επιμηκυνθεί σε απόσταση μερικών μέτρων. Αυτό πρέπει να αποφευχθεί για δύο βασικούς λόγους: Διότι τότε το εξωτερικό καλώδιο ακτινοβολεί σαν μικρή κεραία και ενδέχεται να προκαλεί παρεμβολές σε ευαίσθητες ηλεκτρονικές συσκευές και σε δέκτες γειτονικών συχνοτήτων, που βρίσκονται εντός ακτίνας μερικών μέτρων. Ο προορισμός του κυκλώματος είναι αντίθετος από αυτή ενός πομπού. Δεν επιθυμούμε καμία εκπομπή ραδιοκυμάτων, παρά μόνο την πλήρη εκμετάλλευση των στάσιμων κυμάτων και των υπερτάσεων από τη διέλευση του ρεύματος υψηλής συχνότητας στα στοιχεία του συντονισμένου κυκλώματος. Δεύτερον, αν επιμηκύνουμε το καλώδιο διέγερσης, τότε εκτός από τις ανεπιθύμητες παρεμβολές που ενδέχεται να προκαλούνται, το συγκεκριμένο κύκλωμα λειτουργεί ιδιαίτερα ασταθώς. Εμφανίζονται αποκλίσεις στη συχνότητα συντονισμού, οι οποίες προκαλούνται από τις τάσεις που επάγονται σε όλους τους αγωγούς του κυκλώματος (θήρυβος), ακόμα και στα καλώδια τροφοδοσίας. Τα φαινόμενα αστάθειας και τα ανεπιθύμητα πεδία γίνονται πιο έντονα όταν τροφοδοτήσουμε το κύκλωμα με υψηλότερη τάση ή εκμεταλλευτούμε πλήρως τη βαθμίδα του ενισχυτή TR4 για να αυξήσουμε την ισχύ.

Είναι χρήσιμο να σημειωθεί, ότι όταν με το πλησίασμα του καλωδίου διέγερσης ένας λαμπτήρας διεγερθεί και φωτοβολεί, τότε αυτός γίνεται πιο αγώγιμος και αντλεί επαγωγικά ένα ελάχιστο ρεύμα. Δηλαδή, με τη φωτοβολία του και μόνο ο λαμπτήρας επηρεάζει λίγο τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συντονισμένου κυκλώματος σειράς σαν προέκταση του καλωδίου διέγερσης και κατ' επέκταση επηρεάζει ελάχιστα και το ρεύμα του TR4. Επισημαίνεται, ότι η άμεση ζεύξη από το προσυντονισμένο κύκλωμα σειράς προτιμήθηκε για απλοποίηση της κατασκευής. Μπορούμε να επιλέξουμε να κάνουμε επαγωγική σύζευξη με πρόσθετο πηνίο γύρω από το L8 και τότε θα επιτύχουμε καλύτερη σταθερότητα στη λειτουργία του κυκλώματος. Επίσης, η σύζευξη μεταξύ της προηγούμενης βαθμίδας και της τελικής του ενισχυτή ισχύος θα μπορούσε να γίνει επαγωγικά και δεν επιλέχθηκε αυτός ο τρόπος για λόγους απλοποίησης της κατασκευής.

Στη συγκεκριμένη κατασκευή που παρουσιάζεται εδώ, οι δοκιμές και οι υπολογισμοί αρχικά έγιναν με μέγιστο μήκος καλωδίου διέγερσης τα δύο μέτρα. Για να αποφευχθούν τα προηγούμενα προβλήματα και για την προοπτική μιας συσκευής περισσότερο εύχρηστης προτείνεται το καλώδιο διέγερσης να μην υπερβαίνει το 1 μέτρο και η συσκευή να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και χωρίς καθόλου τη σύνδεση αυτού του καλωδίου. Δόθηκε περισσότερη προσοχή απ' όσο αρχικά, για να μπορεί να γίνεται ο συντονισμός χωρίς να συνδέεται σχεδόν κανένας εξωτερικός αγωγός. Το μέγιστο μήκος του καλωδίου διέγερσης μπορεί να περιοριστεί τεχνικά από την ελάχιστη συχνότητα συντονισμού του τοπικού ταλαντωτή. Αν στο προσυντονισμένο L8-C16 προστεθεί καλώδιο μεγαλύτερου μήκους που μετατοπίζει τη συχνότητα συντονισμού κάτω από τη χαμηλότερη συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή, τότε σε αυτό δεν θα επιτυγχάνεται συντονισμός.

Τρόποι σύνδεσης με τους λαμπτήρες και παρατηρήσεις που πρέπει να εκτιμηθούν για τη σχεδίαση του κυκλώματος συντονισμού.

Για τον τρόπο σύνδεσης με τους λαμπτήρες, αρχικά πρέπει να επιλέξουμε τον προορισμό

του ηλεκτρονικού κυκλώματος: Αν θα είναι για διακοσμητικό φωτισμό ή αν θα χρησιμοποιηθεί για σταθερό φωτισμό, χαμηλό ή το μέγιστο δυνατό. Η διέγερση εξ' επαγωγής και η φωτοβολία των λαμπτήρων μπορεί να επιτευχθεί με οποιοδήποτε ηλεκτρόδιο εξωτερικά τοποθετημένο κατά βούληση σε απόσταση μερικών χιλιοστών, με πολλές μορφές του και με εξαρτήματα σύνδεσης τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στην αγορά και μπορούν να συνοδεύουν τη συσκευή. Σαν ηλεκτρόδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο το καλώδιο διέγερσης της συσκευής ή κάποιο αυτοσχέδιο μεταλλικό τμήμα, το οποίο συνδέεται με το καλώδιο διέγερσης. Το καλώδιο διέγερσης μπορεί να είναι συνηθισμένου τύπου, όπως είναι το καλώδιο ενός μικρού φωτιστικού ή ενός ηχείου. Για την επιλογή του πιο καθοριστικό είναι το αισθητικό μέρος, η ασφάλεια για τον χρήστη της συσκευής, η ευκαμψία του και λιγότερο τα άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά του. Θα πρέπει να προσεχθούν περισσότερο η ποιότητα της μόνωσής του και η ανθεκτικότητά του. Η διατομή και η υψηλή αγωγιμότητα του σύρματος στο καλώδιο διέγερσης δεν επηρεάζουν ιδιαίτερα το αποτέλεσμα για το οποίο προορίζεται. Το καλώδιο αυτό δεν πρέπει να αγγίζουμε σε περίπτωση φθοράς του μονωτικού υλικού του, όπως και κάθε άλλο μεταλλικό τμήμα που συνδέεται μαζί του διότι μπορεί να προκληθεί έγκαιμα, αν και όχι ηλεκτροπληξία. Για να είναι πιο εύχρηστη η τελική συσκευή με το συγκεκριμένο κύκλωμα, προτείνεται να συνοδεύεται από μερικά καλώδια διέγερσης με συγκεκριμένα μήκη και για τη στήριξη επάνω σε διαφορετικού τύπου λαμπτήρες (όπως λ.χ. με κατάληξη μια δαγκάνα, ένα ντουί ή ένα λεπτό έλασμα).

Όπως είπαμε, με το πλησίασμα του καλωδίου διέγερσης σε άλλες αγωγίμες επιφάνειες επηρεάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συντονισμένου κυκλώματος LC και επομένως η συχνότητα του συντονισμού. Όταν ένας λαμπτήρας διεγερθεί από μικρή απόσταση και φωτοβολεί, τότε αυτός γίνεται πιο αγωγίμος, αντλεί επαγωγικά ένα ελάχιστο ρεύμα και έτσι ο λαμπτήρας επίσης επηρεάζει λίγο τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συντονισμένου κυκλώματος σειράς σαν να γινόταν μια μικρή προέκταση του καλωδίου διέγερσης. Το φαινόμενο γίνεται φανερό και υπολογίσιμο όταν χρειαστεί να εκμεταλλευτούμε το η/μ πεδίο για τη μέγιστη φωτοβολία του λαμπτήρα και για να σταματήσουν οι κινούμενες σκιές στο φθορίζον επίχρισμά του. Για τη μέγιστη φωτοβολία του λαμπτήρα θα χρειαστεί η πιο στενή σύζευξη με το καλώδιο διέγερσης. Το καλώδιο διέγερσης θα χρειαστεί να έρθει σε επαφή με το γυάλινο περίβλημα. Μία στροφή σύρματος εφαρμοστά γύρω από το λαμπτήρα κοντά στη μια άκρη του είναι αρκετή για να το διεγείρει μέχρι το άλλο άκρο. Η σύζευξη αυτή είναι πιο έντονη και η ένταση του φωτισμού περισσότερη όταν χρησιμοποιηθεί σύρμα πεπλατυσμένο, δηλαδή με περισσότερη επιφάνεια που θα εφάπτεται με το γυάλινο περίβλημα. Τότε θα παρατηρήσουμε, ότι η σύζευξη είναι ισχυρή και ο λαμπτήρας με την πιο έντονη φωτοβολία αντλεί επαγωγικά περισσότερο ρεύμα και επηρεάζει το συντονισμένο κύκλωμα όπως αν επιμηκύνουμε το καλώδιο διέγερσης.

Από τη δοκιμαστική εργαστηριακή χρήση της συσκευής παρατηρήθηκαν αλλοιώσεις (με μορφή σκιάς) στο φθορίζον επίχρισμα των λαμπτήρων, στα σημεία εκείνα που υπήρχε άμεση επαφή με το ηλεκτρόδιο/καλώδιο διέγερσης. Οι αλλοιώσεις στο φθορίζον επίχρισμα φαίνονται αντιαισθητικά με σβηστό και αναμμένο τον λαμπτήρα, χωρίς να αντιλαμβανόμαστε τη μείωση της έντασης του φωτισμού. Ενδέχεται όμως μετά από περισσότερη χρήση να διακόψουν τη μετάδοση της διέγερσης από το αρχικό σημείο σύνδεσης του καλωδίου διέγερσης και ο φωτισμός να τρεμοσβήνει. Συνιστάται οι λαμπτήρες να μην έρχονται σε άμεση επαφή με το αγωγίμο ηλεκτρόδιο διέγερσης, αλλά αυτό να είναι μονωμένο με υλικά πάχους λίγων χιλιοστών, έτσι ώστε η απόσταση προσέγγισης του αγωγίμου ελάσματος ή σύρματος να μην είναι μικρότερη από μερικά χιλιοστά του μέτρου. Καλό είναι τα πλησιέστερα σημεία σύζευξης με το περίβλημα του λαμπτήρα να απέχουν τουλάχιστον 3 χιλιοστά του μέτρου. Εναλλακτικά, για τις περιπτώσεις που η συσκευή διεγείρει τους λαμπτήρες με άμεση επαφή του σύρματος διέγερσης, αν χρειαστεί μπορούμε να ελαττώσουμε την ένταση του πεδίου διέγερσης, με μείωση της τάσης λειτουργίας της στα 9V DC ή και χαμηλότερα.

Το πεδίο διέγερσης ενδέχεται να γίνει ισχυρότερο και οι λαμπτήρες να φωτοβολούν πιο έντονα, όταν συνδέσουμε ένα αγωγό γείωσης στον αρνητικό πόλο του κυκλώματος του διεγέρτη. Εάν δεν υπάρχει κοντινό σημείο γείωσης, βοηθάει η σύνδεση με μια οποιαδήποτε μεταλλική επιφάνεια στο ρόλο της γης. Στην περίπτωση που η συσκευή συνδεθεί με κάποια γείωση, πιθανό να χρειαστεί μία μικρή διορθωτική ρύθμιση στη συχνότητα του ταλαντωτή. Η απόσταση διέγερσης και απομάκρυνσης μπορεί να είναι λίγα χιλιοστά μεγαλύτερη ή μικρότερη ανάλογα με τον τύπο του λαμπτήρα. Με την προσθήκη μικρού μήκους ηλεκτροδίων σε ρόλο κεραίας επάνω στους ακροδέκτες τροφοδοσίας των λαμπτήρων (με τη βοήθεια μικρής κλέμματος) δεν παρατηρήθηκε αξιόλογη καλύτερευση. Πλησιάζοντας στον λαμπτήρα ένα ακόμα καλώδιο από τον αρνητικό πόλο του κυκλώματος επιτυγχάνουμε καλύτερα αποτελέσματα, όμως ελαττώνουμε την ευχρηστία.

Ίσως ενδιαφέρει να καταγραφεί ακόμα η παρατήρηση, ότι το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του συ-

γκεκριμένου κυκλώματος μπορεί να προκαλέσει τη φωτοβολία εξ' αποστάσεως ακόμα και διόδων φωτοεκπομπής τύπου LED. Η εξ' επαγωγής φωτοβολία τους επιτυγχάνεται λόγω του ιδιαίτερα μικρού ρεύματος που χρειάζονται και μπορούν να αντλήσουν από το πεδίο υψηλής συχνότητας. Το φαινόμενο είναι πιο αποτελεσματικό, όταν η δίοδος LED συνδεθεί εν σειρά προς ένα πηνίο μερικών δεκάδων στροφών (σε ρόλο στοιχειώδους κεραίας) και με κάποια γείωση προς το άλλο άκρο της. Όταν παράλληλα στο LED συνδεθεί ανάστροφα ένα ακόμα (ή μία δίοδος γενικής χρήσης) τότε αυτό φωτοβολεί πιο έντονα. Στις γρήγορες δοκιμές που έγιναν πρόχειρα με LED 5mm και συνδεδεμένα αυτά με απλό συντονισμένο κύκλωμα επιτεύχθηκε η ασύρματη φωτοβολία τους σε απόσταση μεγαλύτερη του ενός μέτρου.

Ενδεικτικά LED καλής λειτουργίας.

Η ενδεικτική δίοδος φωτοεκπομπής (LED) στον εκπομπό των τρανζίστορ TR3 (και προαιρετικά TR4) ανάβει πιο έντονα όταν διέρχεται περισσότερο ρεύμα και αυτό συμβαίνει στη φάση του συντονισμού ή όταν αυτά δέχονται σήμα στην είσοδό τους. Έτσι έχουμε μία οπτική ένδειξη κατά τη φάση που υπάρχει συντονισμός και όταν τα τρανζίστορ λειτουργούν κανονικά. Στο τρανζίστορ TR4 του τελικού ενισχυτή η δίοδος φωτοεκπομπής θα φωτίζει όταν η αντίσταση μεταξύ εκπομπού και ουδέτερου πόλου είναι μεγαλύτερη από 3,3Ω. Εάν η αντίσταση μεταξύ E και ουδέτερου πόλου γίνει μικρότερη (για να αυξήσουμε την ενίσχυση) τότε το ενδεικτικό LED δεν θα φωτοβολεί. Για την ασφαλέστερη ένδειξη του συντονισμού, για τη διευκόλυνση του χρήστη όταν κάνει ρύθμιση της συσκευής ιονισμού και για την πιο καλαίσθητη σχεδίαση της συσκευής πρέπει να τοποθετηθεί στην πρόσοψη του κουτιού μία μικρή ενδεικτική λυχνία νέον ή LED, η οποία θα ανάβει εξ' επαγωγής αποκλειστικά στη φάση του συντονισμού. Εάν συνδεθεί δίοδος εκπομπής φωτός LED μέσω μιας αντίστασης, τότε παράλληλα στην αντίσταση R16 να προσθέσουμε ένα μικρό πυκνωτή μέχρι 6pF (όπως φαίνεται στο σχέδιο 1 με διακεκομμένες γραμμές). Με αυτή την ένδειξη, η σύνδεση ενός LED στον εκπομπό του TR4 γίνεται άσκοπη.

Επιλογή ισχύος.

Είναι απλό και σκόπιμο να προστεθεί ένας μικρός διακόπτης επιλογής ισχύος για ασθενέστερο πεδίο διέγερσης. Στο συγκεκριμένο κύκλωμα, ένας απλός τρόπος για επιλογή ισχύος γίνεται με τη διακοπή στη σύνδεση μίας εκ των δύο αντιστάσεων, που βρίσκονται παράλληλα (R14-R15) στον εκπομπό του TR4. Με το διακόπτη επιλογής ισχύος εξυπηρετείται ακόμα η μείωση της κατανάλωσης (και της θερμότητας) στην περίπτωση που δεν απαιτείται η μέγιστη ένταση του φωτισμού ή η πλήρης φωτοβολία του λαμπτήρα και για τη χρήση μικρότερων λαμπτήρων. Για την επιλογή μικρότερης ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο διακόπτης ενός μεταβλητού τροφοδοτικού (όταν η συσκευή δεν ενσωματώνει το τροφοδοτικό). Για τη χρονική επιβράδυνση της φθοράς του φθορίζοντος επιχρίσματος θα πρέπει ο λαμπτήρας να μη βρίσκεται σε άμεση επαφή με το καλώδιο/ηλεκτρόδιο διέγερσης. Η καθυστέρηση της φθοράς μπορεί να επιτυγχάνεται ακόμα με την αλλαγή των σημείων από τα οποία ο λαμπτήρας διεγείρεται (όπως κατά την περιστροφή του λαμπτήρα ή τη μετακίνηση του ηλεκτροδίου). Πιθανόν να χρειαστεί μία ξεχωριστή μελέτη για το θέμα αυτό, ώστε να καταστεί δυνατή η χρήση των συγκεκριμένων λαμπτήρων για απεριόριστο χρονικό διάστημα.

Η κατανάλωση ρεύματος.

Θα ήταν περιττό να αναφέρουμε, ότι με αύξηση της ισχύος του η/μ πεδίου θα επιτύχουμε πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η αύξηση μπορεί να γίνει εύκολα με τη χρήση μίας επιπλέον ενισχυτικής διάταξης ή με τη χρήση πιο ισχυρού τρανζίστορ στην τελική βαθμίδα ενίσχυσης ή με αύξηση των τάσεων τροφοδοσίας. Ο σκοπός, όμως, πρέπει να είναι να διατηρήσουμε χαμηλή την κατανάλωση και το κόστος της κατασκευής και μικρό τον όγκο της, εκτός της περίπτωσης που η κατασκευή τροποποιηθεί με προορισμό να διεγείρει συγχρόνως μεγάλο αριθμό λαμπτήρων. Οι ενδιάμεσες βαθμίδες του ηλεκτρονικού κυκλώματος θα μπορούσαν να είναι λιγότερες ή να μην υπάρχουν. Στη συγκεκριμένη σχεδίαση υπάρχουν για πειραματικό σκοπό (για να μπορούν να γίνουν εύκολα τροποποιήσεις και επιδιορθώσεις στις βαθμίδες) αλλά και για την πιο αξιόπιστη λειτουργία της συσκευής (με μικρότερα ρεύματα στα τρανζίστορ από τα μέγιστα οριακά, χαμηλότερες θερμοκρασίες, σταθερότητα στη συχνότητα, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων). Η συσκευή μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά με χαμηλότερη τάση από την προτεινόμενη 12Volt (μέχρι min 7,2V) αλλά τότε το πεδίο διέγερσης θα είναι ασθενέστερο, κατά συνέπεια και η φωτοβολία του λαμπτήρα.

Η συνολική κατανάλωση του ηλεκτρονικού κυκλώματος δεν είναι πάντα ακριβώς η ίδια. Εξαρτάται από τη συχνότητα συντονισμού, από το μήκος του καλωδίου διέγερσης και από τον τρόπο σύνδεσης με τον λαμπτήρα. Πάντως, δεν υπερβαίνει τα 750mA χωρίς καλώδιο διέγερσης

μήκους 1 μέτρου και υπό σταθερή τάση 12V. Τα 2/3 περίπου της κατανάλωσης (~550mA) γίνονται από την τελική διάταξη του ενισχυτή (TR4). Η μεταβολή στο συνολικό ρεύμα επίσης προέρχεται κυρίως από αυτή τη μεταβολή στο ρεύμα της ενισχυτικής διάταξης που οδηγεί το συντονιζόμενο κύκλωμα σειράς. Η κατανάλωση ρεύματος μέχρι και το τρανζίστορ TR3 στα 12Volt τροφοδοσίας πλησιάζει τα ~200mA (όταν μετρήθηκε με 22Ω στον εκπομπό του, 470Ω στη βάση και 10Ω στο συλλέκτη). Στο ρεύμα αυτό συμπεριλαμβάνονται 20~30mA, από αύξηση που γίνεται με φορτίο την αντίσταση 22Ω που βρίσκεται στη βάση του επόμενου τρανζίστορ TR4 (με δεδομένο το σχέδιο των προηγούμενων διατάξεων). Το ρεύμα στο κύκλωμα με τα δύο πρώτα τρανζίστορ TR1 και TR2 (χωρίς το TR3) πλησιάζει τα 100mA.

Στην τελική βαθμίδα, δοκιμάστηκαν γνωστά τρανζίστορ ραδιοσυχνότητας και πολύ υψηλών συχνοτήτων. Για τη δημιουργία ισχυρού πεδίου και την επίτευξη της μέγιστης φωτοβολίας δεν υπήρχαν φανερές διαφορές σε πολλά από εκείνα της δοκιμής. Έτσι αντί του ακριβού, υψίσυχνου και δυσεύρετου 2N3924 ή άλλων αντίστοιχων RF τρανζίστορ, είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν το ίδιο και περισσότερο ικανοποιητικά τα διαδεδομένα και φθηνότερα BD135, 137 ή 139.

Δεν πρέπει να παραλείψουμε να τοποθετήσουμε πυκνωτές απόζευξης μεταξύ του θετικού και του αρνητικού πόλου της τροφοδοσίας (ηλεκτρολυτικός πυκνωτής C10 και τουλάχιστον ένα ακόμα πυκνωτή χαμηλότερης χωρητικότητας όπως ο C18). Όταν το κύκλωμα λειτουργεί χωρίς το καλώδιο διέγερσης και με μέγιστο συνολικό ρεύμα 600mA τότε η σταθερότητα του συντονισμού δεν επηρεάζεται φανερά από τη χρήση. Αν επιτύχουμε οξύτερο συντονισμό και περισσότερη ενίσχυση με τροποποιήσεις στο κύκλωμα ή με μεγαλύτερη τάση από 12V τότε εμφανίζονται αποκλίσεις στη συχνότητα συντονισμού, οι οποίες προκαλούνται από την υπερθέρμανση ορισμένων εξαρτημάτων. Το περίβλημα/κουτί μέσα στο οποίο θα τοποθετηθεί η πλακέτα, θα πρέπει να έχει οπές ή σχισμές για τη διαφυγή της θερμότητας και το πλαστικό καπάκι να απέχει ορισμένη απόσταση από την ψύκτρα του ενισχυτή TR4.

Το τυπωμένο κύκλωμα.

Το τυπωμένο κύκλωμα για τη συνδεσμολογία (σχέδιο 2) είναι μονής όψης, διαστάσεων 120x40 χιλιοστών του μέτρου και σχεδιασμένο με πρόβλεψη για μικρές τροποποιήσεις του ηλεκτρονικού κυκλώματος ή για να τοποθετηθούν εξαρτήματα με περισσότερες επιλογές στο μέγεθος. Η απόσταση σε μερικές νησίδες ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη από των συνηθισμένων εξαρτημάτων της αγοράς, αλλά ορισμένα από τα εξαρτήματα μπορούν να είναι μικρότερου μεγέθους, κατασκευής SMD. Η συγκεκριμένη πλακέτα μπορεί να τοποθετηθεί σε κουτί με εξωτερικές διαστάσεις 150 x 80 x 30 χιλιοστών, κουτί από πλαστικό ABS το οποίο βρέθηκε στη αγορά (GAINTA G443) και χρησιμοποιήθηκε στο πειραματικό μοντέλο. Σε περίπτωση που το πηνίο συντονισμού L8 τοποθετηθεί επάνω στην πλακέτα του τυπωμένου, θα πρέπει να απέχει από την επιφάνειά της μερικά χιλιοστά και όχι να εφάπτεται. Το προσυντονισμένο κύκλωμα σειράς L8-CV2-C16 δεν είναι απαραίτητο να στηριχτεί επάνω στην πλακέτα. Μπορεί να στηριχτεί λίγο πιο πέρα εντός του κουτιού στο οποίο θα τοποθετηθεί αυτή. Εάν το ηλεκτρονικό κύκλωμα του διεγέρτη κατασκευαστεί σε τυπωμένο διαφορετικής σχεδίασης και πιθανώς σε τυπωμένο μικρότερων διαστάσεων από το παρουσιαζόμενο, τότε θα χρειαστούν μερικές τροποποιήσεις, κυρίως στις τιμές ορισμένων εξαρτημάτων του ταλαντωτή. Στο σχέδιο 3 φαίνεται ακριβώς η σύνδεση των εξαρτημάτων επάνω στο τυπωμένο κύκλωμα. Στην εικόνα (ενδέχεται να έχει αφαιρεθεί από εδώ) φαίνονται τα εξαρτήματα επάνω στην πλακέτα της πειραματικής κατασκευής.

Εξαρτήματα που φθείρονται πιο γρήγορα και πρέπει να προσεχθούν.

Στο ηλεκτρονικό κύκλωμα του διεγέρτη λαμπτήρων με στάσιμα κύματα υπάρχουν 3-4 εξαρτήματα, τα οποία εάν προβλέψουμε να είναι καλής ποιότητας και ανθεκτικά, τότε θα καταστήσουμε τη συσκευή υψηλής αντοχής και αξιόπιστη για χρήση 24 ώρες το 24ωρο. Τα εξαρτήματα που κατά κάποιον τρόπο καταπονούνται περισσότερο είναι: ο μεταβλητός πυκνωτής CV του ταλαντωτή (μηχανική φθορά από τη περιστροφή), το τρανζίστορ TR4 του ενισχυτή ισχύος (από θερμότητα) και ο σταθερός πυκνωτής του προσυντονισμένου σειράς C16 (λόγω θερμότητας, όταν είναι τύπου NP0, αλλά μικρότερης τάσης από 1000 DCVolt). Το πηνίο L8 επίσης θερμίνεται αρκετά όταν το σύρμα περιέλιξης είναι 0,25 χλστ και με τάση τροφοδοσίας 12V. Η θερμότητα προκαλεί χαλάρωση των σπειρών και κάποια απόκλιση στη συχνότητα συντονισμού. Για να μπορέσουμε να εκμεταλλευτούμε ακόμα περισσότερη ισχύ από τη βαθμίδα εξόδου (και για μέγιστη τάση τροφοδοτικού μέχρι 13,8V) και για λιγότερα προβλήματα εξ' αιτίας της θερμότητας εντός του περιβλήματος, θα χρειαστεί ένα πιο ανθεκτικό πηνίο L8. Τελικά προτείνεται σύρμα 0,35 χλστ και για να μην εκταθεί το τύλιγμα των 160 στροφών σε μεγαλύτερο μήκος θα χρησιμοποιηθεί σωληνάκι μεγαλύτερης διαμέτρου (2εκ.) και θα τυλιχτούν 120 στροφές. Αν εκμεταλ-

λευτούμε το τελικό τρανζίστορ TR4 για τη μέγιστη ενίσχυση (χωρίς αντιστάσεις στον εκπομπό και για τάση κοντά στα 13V, μια επιλογή που δεν προτείνεται), τότε θα χρειαστεί μια ψύκτρα πολλές φορές μεγαλύτερη από το κέλυφος του τρανζίστορ, φτερωτή και ένα κουτί με ύψος άνω από 30χλσ. Τέλος, το κουτί ή περίβλημα μέσα στο οποίο θα τοποθετηθεί η πλακέτα θα πρέπει να έχει οπές ή σχισμές για να διαφεύγει ο θερμός αέρας και αν αυτό είναι από πλαστικό υλικό και πλησιάζει στα θερμά σημεία του κυκλώματος, τότε να προσέξουμε την ενδεχόμενη αλλοίωσή του.

Για την ασφάλεια του χρήστη.

Για την ολοκλήρωση της συσκευής (με ή χωρίς εμπορική προοπτική) πρέπει να ληφθούν μέτρα για την προφύλαξη του χρήστη από ενδεχόμενο έγκαυμα. Το καλώδιο διέγερσης πρέπει να έχει ανθεκτικό μονωτικό υλικό, να είναι εύκαμπτο και στο άκρο του να προεξέχει ένας ακροδέκτης για την στήριξη ή τη σύνδεση του καλωδίου με κάποιο ηλεκτρόδιο. Ο εσωτερικός αγωγός του δεν χρειάζεται να είναι υψηλής αγωγιμότητας. Καλώδιο με παρόμοια χαρακτηριστικά, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την περίπτωση βρίσκεται στο εμπόριο σαν σιλικονούχο καλώδιο αντίστασης. Επίσης, το εξωτερικό περίβλημα ή το κουτί της συσκευής, προτιμότερο να είναι πλαστικό και όχι μεταλλικό, διότι μπορεί να προκαλέσει θερμικά φαινόμενα κατά την επαφή του με το ανθρώπινο σώμα, λόγω της παρουσίας της ραδιοσυχνότητας (RF). Οι προειδοποιήσεις προς τον χρήστη αυτής της ηλεκτρονικής συσκευής θα αναφέρουν τουλάχιστον τον κίνδυνο εγκαύματος, ανάφλεξης εύφλεκτων αερίων από σπινθηρισμούς και θραύσης των λαμπτήρων από κακή στήριξη.

Το περίβλημα ή το κουτί και η τοποθέτηση της πλακέτας.

Για την ελαχιστοποίηση της παρασιτικής ακτινοβολίας καλό θα ήταν η ηλεκτρονική διάταξη να θωρακιστεί μερικώς με αγωγήμη επίστρωση ή με μεταλλικό φύλλο εσωτερικά του καλύμματος της κατασκευής. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να προσέξουμε να μην αλλοιώσουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του προσυντονισμένου κυκλώματος σειράς L8-C16-CV2.

Για τον ελάχιστο όγκο της συσκευής φυσικά θα προτιμηθεί ένα πλαστικό περίβλημα στις πλησιέστερες διαστάσεις του τυπωμένου κυκλώματος. Για την ολοκλήρωση της συσκευής, θα χρειαστούν τα επόμενα υλικά: ένα καλώδιο τροφοδοσίας χαμηλής τάσης (2x0,75 μαύρο με σήμανση πολικότητας) για συνεχές ρεύμα 800mA το ελάχιστο. Αντί του καλωδίου, προτείνεται για την τροφοδοσία η τοποθέτηση μιας υποδοχής (jack DC slide-in) κουμπωτής για πάνελ. Προαιρετικά, μπορεί να υπάρχει και δεύτερη υποδοχή για την τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος από πηγές με χαμηλότερη τάση (μεταξύ ορίων 7,2-10,8Volt). Θα χρειαστούν ακόμα: μία μονοπολική υποδοχή σύνδεσης για το καλώδιο διέγερσης ηλεκτρικά μονωμένη (τύπου μπόρνας), ένα ρυθμιστικό κομβίο ή ένα πλαστικό κατσαβίδι για τη ρύθμιση του εσωτερικού τρίμμερ, ένας μικροδιακόπτης επιλογής ισχύος (2 ή 3 θέσεων) και ένα ενδεικτικό λαμπάκι νέον (ή LED αν βολέυει καλύτερα) μαζί με τη βάση του, που θα ανάβει επαγωγικά στη φάση του συντονισμού. Η ολοκλήρωση της συσκευής μπορεί να επιτευχθεί με συνηθισμένου τύπου εξαρτήματα (όπως κουτί, διακόπτη, υποδοχή καλωδίου διέγερσης) τα οποία ήδη υπάρχουν διαθέσιμα στην αγορά με πολλές επιλογές και με παρελκόμενα (τροφοδοτικό, καλώδια διέγερσης, στηρίγματα λαμπτήρων) που μπορούν να συνοδεύουν τη συσκευή και να διευκολύνουν τη χρήση της.

Στο σχέδιο 4 (όπως υποβλήθηκε) φαίνονται τα πιθανότερα σημεία στα οποία μπορούμε να τοποθετήσουμε τα εξαρτήματα επάνω στο κουτί-περίβλημα της συσκευής. Το ύψος του κουτιού δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 30mm και δεν χρειάζεται να υπερβαίνει τα 50mm. Αν το πλαστικό κουτί έχει ύψος που πλησιάζει στην ψύκτρα του TR4 και στο πηνίο L8 τότε ενδέχεται να προκληθούν αλλοιώσεις στο σχήμα και στο χρώμα της επιφάνειάς του. Στη μία από τις δύο μεγάλες επιφάνειες του πεπλατυσμένου κουτιού πιθανόν να τοποθετηθεί ένα ενδεικτικό LED και ένας συρταρωτός διακόπτης για την επιλογή ισχύος (σημείο 3). Σε αυτή την πλευρά θα υπάρχει και μία οπή (μερικών mm) για τη ρύθμιση της συχνότητας συντονισμού με κατσαβίδι (σημείο 2). Για την καλαίσθητη εμφάνιση, θα πρέπει αυτές οι επιφάνειες να έχουν κάποια ανάγλυφα σχέδια και κάποιες ετικέτες με τεχνικά χαρακτηριστικά και προειδοποιήσεις. Η μία από τις δύο μεγάλες επιφάνειες θα είναι τελείως ελεύθερη ώστε να είναι ανεμπόδιστη η τοποθέτηση της συσκευής. Στις δύο μικρές πλευρές εμπρός και πίσω, θα τοποθετηθούν η υποδοχή ή απ' ευθείας το καλώδιο τροφοδοσίας (σημείο 1), πιθανόν της γείωσης (δίπλα στην υποδοχή τροφοδοσίας), μία υποδοχή για το καλώδιο διέγερσης (σημείο 4) και ο ενδεικτικός λαμπτήρας (σημείο 5). Αν διευκολύνει περισσότερο, σε αυτές τις μικρότερες πλευρές μπορούν να στηριχθούν το ρυθμιστικό του συντονισμού και ο διακόπτης επιλογής ισχύος. Για να διαφεύγει η θερμότητα από το εσωτερικό του μικρού κουτιού είναι απαραίτητο να υπάρχουν μερικές σχισμές, έτσι όπως στα τροφοδοτικά άλλων φορητών συσκευών (ιδιαίτερα προς την πλευρά του TR4 και του πηνίου συντονισμού

L8). Η θέση και ο τρόπος στήριξης των συγκεκριμένων εξαρτημάτων στο περίβλημα θα προσδιοριστεί ακριβέστερα μετά από την επιλογή εκείνων.

Εξωτερικό τροφοδοτικό ή επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.

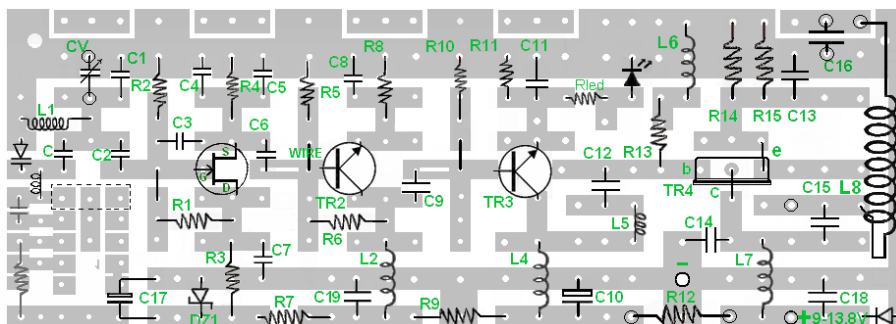
Ο η/μ διεγέρτης λαμπτήρων φθορισμού και νέον είναι συσκευή που χαρακτηρίζεται από απλότητα στη χρήση της, αφού βασικά διαθέτει μόνο ένα ρυθμιστικό κουμπί, ένα λαμπάκι (ή LED) ενδεικτικό του συντονισμού και απαιτεί μόνο μία απλή σύνδεση για την τροφοδοσία της με ηλεκτρικό ρεύμα. Στην παρουσιαζόμενη κατασκευή και σχεδίαση δεν συμπεριλαμβάνεται, ούτε ενσωματώνεται το τροφοδοτικό. Είναι κατάλληλο ένα κοινό τροφοδοτικό πακ του εμπορίου, συνεχούς ρεύματος (DC) με μεταβλητή τάση μέχρι 12 Volt και τουλάχιστον για 0,8 Ampere για αυτή τη τάση. Δεν είναι απαραίτητο να είναι τροφοδοτικό πλήρους εξομάλυνσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τροφοδοτικό με μια τάση εξόδου 9 ή 12V. Η συσκευή μπορεί να κατασκευαστεί σε άλλη έκδοση-μοντέλο, που θα ενσωματώνει το τροφοδοτικό για απ' ευθείας σύνδεση της συσκευής με το δίκτυο υψηλής τάσης ή με θήκη για επαναφορτιζόμενες ηλεκτρικές στήλες. Η τροφοδότηση από ηλεκτρικές στήλες θα επιτρέψουν τη λειτουργία της συσκευής σε κινητή χρήση ή μακριά από το δίκτυο και αυτές μπορούν να συνεργαστούν με ένα ξεχωριστό κύκλωμα για επαναφόρτιση με μικρές φωτοβολταϊκές επιφάνειες (panels). Το ιδιαίτερα χαμηλό κόστος των υλικών και η απλότητα του ηλεκτρονικού κυκλώματος ευνοούν τη διάδοση της συσκευής στην αγορά με πολλές παραλλαγές μέχρι και της εμφάνισής της σαν παιχνίδι. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να έχουν ληφθεί όλα τα μέτρα και να γίνονται οι προειδοποιήσεις για την αποφυγή ατυχήματος.

Για την ευχρηστία της συσκευής και διευκολύνσεις

Αν το κύκλωμα συναρμολογηθεί από κάποιον με στοιχειώδεις γνώσεις των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων ή χρησιμοποιηθεί από κάποιον με λίγη εμπειρία από κυκλώματα ραδιοσυχνότητας δεν θα συναντήσει καμία δυσκολία. Όμως για την ολοκλήρωση της συσκευής με εμπορική προοπτική, ο χρήστης χρειάζεται να πληροφορηθεί όπως είπαμε για τους κινδύνους και να βρει τις λύσεις έτοιμες. Αυτές οι λύσεις που θα διευκολύνουν τη χρήση της συσκευής χρειάζεται να εξασφαλίζουν με κάθε λεπτομέρεια:

- 1) Τρόπο στήριξης του λαμπτήρα
- 2) Τρόπο σύνδεσης της συσκευής με το λαμπτήρα
- 3) Δυνατότητα στήριξης και σύνδεσης περισσότερων του ενός λαμπτήρων
- 4) Τρόπο ρύθμισης της συχνότητας
- 5) Τρόπο σύνδεσης μιας ποικιλίας από τα τροφοδοτικά του εμπορίου

Το τυπωμένο κύκλωμα με τα εξαρτήματα στην άνω όψη (σχέδιο 3)



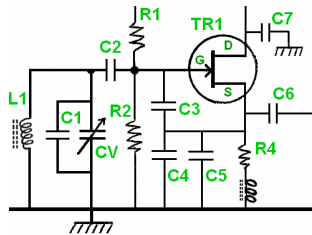
Χρήσιμες παρατηρήσεις για όσους τροποποιήσουν το κύκλωμα.

Οι τιμές των αντιστάσεων, των πυκνωτών και των πηνίων επιλέχθηκαν μετά από δοκιμές που έγιναν επάνω στο ηλεκτρονικό κύκλωμα, παρατηρώντας κατ' ευθείαν το αποτέλεσμα για το οποίο το κύκλωμα προορίζεται. Σε αυτές τις δοκιμές ήταν αυξημένη η πιθανότητα να εκτιμηθεί λάθος το αποτέλεσμα. Ο συντονισμός στο τελικό LC και η αυξομείωση στο φωτισμό των λαμ-

πτήρων επηρεάζονται από το άγγιγμα των αγωγών, από το άγγιγμα των υλικών, από την αστάθεια στη σύνδεση και μερικές φορές από το πλησίασμα των χεριών ή άλλων αγώγιμων υλικών (όπως λ.χ. ένα κατσαβίδι). Από τις πιο απαραίτητες επιδράσεις, που εμποδίζει τη σωστή εκτίμηση των αλλαγών στο κύκλωμα είναι η μικρή απόκλιση στη συχνότητα του ταλαντωτή ή του τελικού κυκλώματος συντονισμού, από τις αλλαγές των ρευμάτων, των τάσεων και της προσαρμογής μεταξύ των βαθμίδων, όταν αλλάξει η τιμή ενός μόνο στοιχείου, όπως μια αντίστασης πώλωσης.

Για την πιο γρήγορη και ασφαλή εκτίμηση των αλλαγών, στη θέση ορισμένων εξαρτημάτων είχαν συνδεθεί άλλα εξαρτήματα με μεταβλητή τιμή. Έτσι μπορεί να γίνει σε μερικές καθοριστικές αντιστάσεις, όπως σε αυτές που βρίσκονται στους εκπομπούς των τριών πρώτων τρανζίστορ και για την πώλωση της βάσης τους. Σε μερικά καθοριστικά σημεία που πλησιάζουμε ένα εξάρτημα για πρόχειρη σύνδεση, χρειάζεται να το πλησιάζουμε με τη βοήθεια εργαλείων από μονωτικό υλικό και όχι με τα χέρια. Για τα πηνία, εκτός από τη σύνδεση πολλών άλλων πηνίων με διαφορετική αυτεπαγωγή και ποιότητα, χρησιμοποιήθηκαν μικροί πυρήνες φερρίτη, οι οποίοι με το πλησίασμα στα πηνία αύξαναν την αυτεπαγωγή, χωρίς να χρειαστεί να αποκολληθούν τα σταθερά πηνία ή να αναζητηθούν ορισμένα δυσεύρετα. Η εισαγωγή πυρήνα φερρίτη στο τελικό πηνίο συντονισμού, ιδιαίτερα εκεί, διευκόλυνε πολλές φορές για να ανιχνευτεί η συχνότητα του συντονισμού και η μεταβολή της, όταν ο πυκνωτής ήταν σταθερής τιμής και όταν άλλαζε η συχνότητα του ταλαντωτή. Πολύτιμη είναι η ένδειξη ενός οργάνου mA, τόσο για την ανίχνευση κάποιας αλλαγής, όσο και για τις ρυθμίσεις και τις επιλογές στη συνδεσμολογία των επιμέρους κυκλωμάτων. Η μεταβολή στη συχνότητα του ταλαντωτή ή στα συντονιζόμενα κυκλώματα μεταβάλλουν σχεδόν πάντα το ρεύμα. Η μεταβολή στις θερμοκρασίες των υλικών επίσης επηρεάζει τις ηλεκτρικές ιδιότητες και κατ' επέκταση τις συχνότητες συντονισμού ή διέλευσης και τα ρεύματα.

Μια γρήγορη και μικρή βελτίωση μπορεί να γίνει αν μειώσουμε την αντίσταση R4 στον εκπομπό του τρανζίστορ στο ταλαντωτή (μέχρι min 100Ω) και τη συνδέσουμε στο (-) μέσω ενός τσοκ με τιμή άνω από 100μH. Για την ελάχιστη αντίσταση R4=100Ω προτείνεται μια μέγιστη αυτεπαγωγή 1mH.

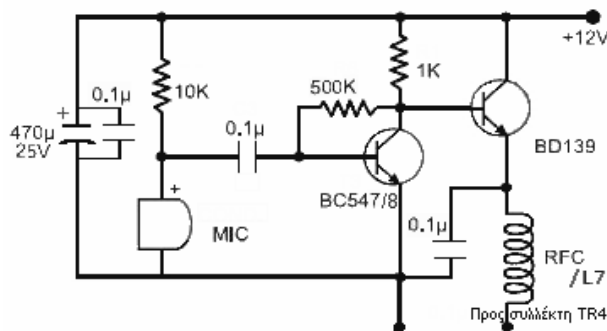


Γρήγορη μετατροπή του κυκλώματος σε ενδοεπικοινωνία και για QRP.

Με ελάχιστες τροποποιήσεις, το κύκλωμα μπορεί να χρησιμεύσει ως μια εύχρηστη και ασύρματη επικοινωνία σε εσωτερικούς χώρους σπιτιών, κτιρίων, εργοστασίων και σε άλλες περιπτώσεις. Η λήψη θα χρειαστεί να γίνει από ένα συνηθισμένο δέκτη μεσαίων κυμάτων, μετά από μικρή ρύθμιση στο εσωτερικό του για τη λήψη των συχνοτήτων λίγο πέρα από το άνω όριο της καθορισμένης ζώνης. Η ρύθμιση γίνεται όταν στρίψουμε λίγο τον πυρήνα του αντίστοιχου πηνίου ή τις μικρές βίδες επάνω στον κεντρικό μεταβλητό πυκνωτή, με τον οποίο επιλέγονται οι συχνότητες λήψης. Θα χάσουμε ένα μικρό μέρος από τις χαμηλότερες συχνότητες και η λήψη θα επεκταθεί εκτός του άνω κανονικού ορίου, το οποίο βρίσκεται κοντά στη συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού διεγέρτη. Αν το κύκλωμα δεν τροφοδοτηθεί από μπαταρίες, θα χρειαστεί ένα τροφοδοτικό το οποίο να δίνει το ρεύμα καλά φιλτραρισμένο, απαλλαγμένο από εναλλασσόμενες συνιστώσες και θόρυβο για να είναι καθαρό το σήμα στο δέκτη. Τονίζεται, ότι η χρήση ραδιοσυχνοτήτων για ασύρματη μετάδοση πληροφορίας και τηλεχειρισμό περιορίζεται από νόμους και από παγκόσμιους κανονισμούς. Για κεραία είναι αρκετή μέχρι ένα μέτρο μήκος, όπως μια πτυσσόμενη ραδιοφώνου. Λόγω της απλότητας του κυκλώματος και του ιδιαίτερου προορισμού του, η προσπάθεια να αυξηθεί η εμβέλεια των ραδιοκυμάτων με τη σύνδεση κεραίας, εκτός από την παραβίαση της νομοθεσίας, πιθανόν θα προκαλέσει φαινόμενα παρενόχλησης σε άλλες ευαίσθητες ηλεκτρονικές συσκευές.

Στη συσκευή του η/μ διεγέρτη, θα χρειαστεί ακόμα να προστεθεί μια απλή βαθμίδα προενίσχυσης για μικροφωνικό σήμα με ένα κοινό τρανζίστορ, όπως το γνωστό BC547. Η σύνδεσή της μπορεί να γίνει με το ταλαντωτή για διαμόρφωση με απόκλιση συχνότητας (ψευδοFM), στη βάση του τρανζίστορ με τη μεσολάβηση ενός μικρού στραγγαλιστικού πηνίου (τσοκ) αξίας περίπου 1mH. Η ποιότητα στον ήχο δεν είναι καλή, ωστόσο έτσι εύκολα μπορούμε να ακούσουμε

και να καταλάβουμε αξιόπιστα τη φωνή ή να μεταδώσουμε έναν αναγνωριστικό ήχο. Η σύνδεση μιας διόδου μεταβλητής χωρητικότητας (varicap, όπως BB112, BB130) θα βελτίωνε τον ήχο, ενδέχεται όμως να δυσκολευτούμε να τη βρούμε στη τοπική αγορά. Για πιο καθαρό ήχο θα χρειαστεί να διαμορφώσουμε κατά πλάτος (AM) από μεταβολή στο ρεύμα του τελικού τρανζίστορ TR4. Η διέλευση του ρεύματος συλλέκτη μέσα από ένα μετασχηματιστή προσαρμογής είναι η καλύτερη λύση για τη διαμόρφωση κατά πλάτος. Όμως ο μετασχηματιστής αυτός είναι δυσεύρετος. Μεταβολή του ρεύματος για τη διαμόρφωση του σήματος επιτυγχάνεται και με τη μεσολάβηση μιας απλής ενισχυτικής διάταξης που θα περιλαμβάνει δύο τρανζίστορ. Το πρώτο, ένα τρανζίστορ όπως το BC547 σαν προενισχυτής ακουστικού σήματος θα δίνει στη βάση ενός δεύτερου τρανζίστορ όπως το BD139. Η τάση τροφοδοσίας για το TR4 του πομπού θα εφαρμοστεί στο συλλέκτη του διαμορφωτή πλάτους BD139. Ο εκπομπός αυτού του τελευταίου θα συνδεθεί στο σημείο που εφαρμόζαμε την τάση τροφοδοσίας για το συλλέκτη του TR4 (ενδεικτικά όπως στο σχέδιο που ακολουθεί). Μέσα από το τρανζίστορ (BD139) για τη διαμόρφωση AM θα διέρχεται σχεδόν το ίδιο ρεύμα, όσο θα διέρχεται και από το τελικό τρανζίστορ ραδιοσυχνότητας (από το οποίο θα διαμορφωθεί κατά AM το σήμα). Αν ζεσταίνεται πολύ το ένα τρανζίστορ, τότε θα ζεσταίνεται και το άλλο που είναι της ίδιας ισχύος. Θα χρειαστεί μια παρόμοια ψύκτρα. Στην πράξη, με αυτό τον τρόπο διέλευσης του ρεύματος μετρήθηκε μεγάλη πτώση τάσεως και μειωμένη απόδοση του τελικού ενισχυτή ραδιοσυχνότητας. Μπορούμε να δοκιμάσουμε να αντικαταστήσουμε το τρανζίστορ με ένα mosfet λίγο μεγαλύτερης ισχύος. Αν βρούμε ένα μετ/στή προσαρμογής από Ωμ σε Ωμ, όπως αυτούς που χρησιμοποιούσαν παλαιότερα σε ραδιόφωνα με τρανζίστορ, αυτή θα είναι η καλύτερη λύση και δεν θα χρειαστεί το κύκλωμα με τα δύο τρανζίστορ.



Μελέτη του κυκλώματος LC που συντονίζεται με σύνδεση σειράς και κατασκευή σταθερού πυκνωτή, ανθεκτικού στις υπερτάσεις.

Όπως είπαμε στην περιγραφή του κυκλώματος, στο επιμέρους κύκλωμα συντονισμού με πηνίο και πυκνωτή σε σειρά L8-C16, αυξάνουμε το συντελεστή υπερτάσεως με πηνίο μεγαλύτερης αυτεπαγωγής, ενώ συγχρόνως ελαττώνεται η χωρητικότητα του πυκνωτή. Από τη λειτουργία του κυκλώματος θα γίνει αντιληπτό ότι ο πυκνωτής αυτός χρειάζεται να είναι υψηλής αντοχής στις στιγμιαίες υπερτάσεις και η χωρητικότητά του να μη μεταβάλλεται από τη μεταβολή της θερμοκρασίας (NP0). Η τοποθέτηση ενός μεταβλητού πυκνωτή προσφέρει ευχρηστία και γρήγορη ρύθμιση, όμως είναι ένα εξάρτημα δυσεύρετο ή αυξάνει το κόστος σημαντικά, αν σκεφτούμε το χαμηλότερο κόστος των υπόλοιπων εξαρτημάτων. Αν τοποθετήσουμε ένα σταθερό πυκνωτή, τότε θα διαπιστώσουμε ότι αυτός θερμνείται αρκετά και αποτελεί ένα από τα αδύνατα σημεία της συσκευής, αφού αυτός φθείρεται και είναι πιθανή η καταστροφή του. Ένας πυκνωτής NP0 με ονομαστική τάση 500V αποδεικνύεται αμετάβλητος στη χωρητικότητα, όμως με τάση λειτουργίας του κυκλώματος άνω από 9V και για μέγιστη εκμετάλλευση του τελικού ενισχυτή ο πυκνωτής προκαλεί έγκαιρα στα δάχτυλα, γρήγορα φθείρεται και καταστρέφεται. Ακόμα και όταν αυτός ο πυκνωτής είναι σχεδιασμένος για υψηλές τάσεις (όπως 3KV), θα διαπιστώσουμε ότι πάλι αλλάζει λίγο η χωρητικότητά, με συνέπεια να χαλαρεί ο συντονισμός και να ελαττώνεται γρήγορα η ένταση στο φωτισμό των διεγερμένων λαμπτήρων. Η σύνδεση δύο πυκνωτών σε σειρά αυξάνει τη μέγιστη τάση, όμως και πάλι ενδέχεται να μην εξασφαλίζεται η σταθερότητα. Οι σύγχρονοι πυκνωτές πολλαπλών στρωμάτων (Multi Layer) και για υψηλή τάση 3-6KV επίσης μεταβάλλουν λίγο τη χωρητικότητά τους στα πρώτα λεπτά και μετά σταθεροποιούνται. Η σχετικά μικρή χωρητικότητά του συγκεκριμένου πυκνωτή (για τέτοιες συχνότητες) μπορεί να δημιουργηθεί εύκολα,

με συνηθισμένα υλικά, από εμάς τους ίδιους. Οι προηγούμενες δυσκολίες και η μικρή χωρητικότητά του παρακινούν για να τον κατασκευάσουμε χειροποίητα και με αυτή την αφορμή να γνωρίσουμε καλύτερα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που συναντούμε στα διάφορα υλικά. Μια από τις χρήσιμες παρατηρήσεις αυτής της τεχνικής εμπειρίας είναι ότι ακόμα και τα υλικά που τα χρησιμοποιούμε σαν καλούς μονωτές για τις εφαρμογές του ηλεκτρικού ρεύματος DC και AC, στις υψηλότερες συχνότητες ενδέχεται να αχρηστεύονται και επηρεάζουν τα κυκλώματα συντονισμού και τις τάσεις που επάγονται στο χώρο από το η/μ πεδίο.

Όπως όλο το ηλεκτρονικό κύκλωμα, έτσι και για την κατασκευή του πυκνωτή είναι ζητούμενο να μπορούν να βρεθούν εύκολα τα υλικά και να μπορεί να κατασκευαστεί γρήγορα, οικονομικά, αλλά και χωρίς προβλήματα αστάθειας. Από τα σχήματα είναι πλεονεκτικά δύο-τρία: για το κυκλικό θα ψάξουμε για μικρούς δίσκους και για ροδέλες. Για το παραλληλόγραμμο θα ψάξουμε για μακρόστενα ελάσματα και ταινίες, ενώ για το κυλινδρικό θα ψάξουμε για σωληνάκια και μικρούς άξονες. Τα αγώγιμα υλικά θα είναι από χαλκό ή από αλουμίνιο. Τα μονωτικά, από μίκα, ταινία PVC ή τεφλόν (P.T.F.E) ή από χοντρό χαρτί. Τα υλικά για την κατασκευή του πυκνωτή, αλλά και ορισμένα άλλα της συσκευής (όπως το κουτί) μπορούν να αναζητηθούν και να εντοπιστούν σε καταστήματα άσχετα από αυτά των ηλεκτρονικών ειδών. Σε υδραυλικά είδη, είδη αλιείας, στο εμπόριο βιδών και σε καταστήματα με είδη για σχεδιαστές και για διακοσμητικές κατασκευές.

Κατασκευή σταθερού πυκνωτή με παράλληλα ελάσματα

Εδώ, για εκπαιδευτικούς και πειραματικούς λόγους επιλέχθηκε να κατασκευαστεί ο πυκνωτής C16 με παράλληλα ελάσματα χαλκού ή αλουμινίου. Αν χρησιμοποιηθούν υλικά από αλουμίνιο, τότε θα χρειαστεί οπωσδήποτε να προσθέσουμε ακροδέκτες, διότι το αλουμίνιο δεν μπορεί να κολληθεί με το συνηθισμένο κολλητήρι για τις ηλεκτρονικές κατασκευές. Θα προμηθευτούμε ένα φύλλο αλουμινίου πάχους 0,2-0,4mm ή χαλκού πάχους 0,15-0,3mm. Αυτά μπορούν να κοπούν εύκολα με ένα κοινό ψαλίδι.

Για χωρητικότητα κοντά στα 60pF θα χρειαστούν μόνο τρία παράλληλα ελάσματα. Το ένα έλασμα θα κοπεί σε μήκος διπλάσιο από αυτό του τελικού πυκνωτή. Οι διαστάσεις είναι 62x20mm. Θα αναδιπλωθεί στη μέση και τότε θα αποτελεί τον ένα οπλισμό (δύο φύλλων) με διαστάσεις 30x20mm. Το έλασμα διπλωμένο στη μέση θα διατηρεί την ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ των φύλλων και έτσι δεν θα περιστρέφονται καθόλου μεταξύ τους, κάτι που θα προκαλούσε αστάθεια στη χωρητικότητα. Όπως θα το διπλώνουμε στη μέση, ενδιάμεσα θα διατηρούμε ένα λεπτό επίπεδο σαν εμπόδιο πάχους μέχρι ~1mm για να δημιουργηθεί ένα μικρό διάκενο στην άκρη της αναδίπλωσης του ελάσματος. Εκεί στην άκρη μπορούμε να σφηνώσουμε ένα σύρμα πάχους ~1mm και αρκετού μήκους, όσο για να προεξέχει σαν ακροδέκτης. Σύρμα μονόκλωνο όπως από καλώδιο κεραιάς τηλεόρασης ή ρεύματος.

Ο άλλος οπλισμός του πυκνωτή θα είναι ένα μεταλλικό έλασμα διαστάσεων 30x18mm, που θα τοποθετηθεί ενδιάμεσα στο διπλωμένο έλασμα. Το πλάτος είναι μικρότερο 2mm για να μην πλησιάζει αυτό το ενδιάμεσο έλασμα εξωτερικά σε άλλα μεταλλικά σημεία. Αυτός ο οπλισμός θα συνδέεται με το "θερμό" άκρο του πηνίου L8 και θα είναι "θωρακισμένος" από τα δύο εξωτερικά φύλλα, τα οποία συνδέονται στη "γη". Πριν τοποθετηθεί το ενδιάμεσο έλασμα, θα πρέπει να έχουμε ετοιμάσει το διηλεκτρικό του πυκνωτή ή να έχουμε μονώσει κατ' ευθείαν τις δύο πλευρές του ενδιάμεσου ελάσματος. Μια εύκολη επιλογή για διηλεκτρικό είναι το αντικολλητικό χαρτί "λαδόκολλα" που χρησιμοποιείται στη μαγειρική για ψήσιμο στο φούρνο, αλλά με αυτό εύκολα σχηματίζονται σπινθηρισμοί. Αν χρησιμοποιήσουμε αντικολλητικό χαρτί ή κάποιο άλλο λεπτό χαρτί, θα χρειαστούν δύο τουλάχιστον στρώσεις, αφού η αραιή και άτακτη δομή του επιτρέπει να γίνονται σπινθηρισμοί. Αυτό θα το κόψουμε όπως το αρχικό μεταλλικό έλασμα στις ίδιες διαστάσεις 62x20mm ή καλύτερα σε διπλάσιο μήκος 124x20 για να διπλωθεί δύο φορές. Ανάμεσα σε αυτή τη διπλωμένη λωρίδα χαρτιού θα βάλουμε το ενδιάμεσο μεταλλικό έλασμα και μετά θα εισέλθει περίπου 22mm μέσα στο αρχικό διπλωμένο έλασμα.

Το τελευταίο βήμα είναι να σταθεροποιήσουμε τα ελάσματα και τα φύλλα που σχηματίζουν τον πυκνωτή. Η πίεση στα ελάσματα για να εφαρμόσουν καλά και η ελαστικότητά τους, επίσης μεταβάλλει τη χωρητικότητα. Με αυτές τις διαστάσεις των ελασμάτων, δεν χρειάζεται να τα πιέσουμε με όλη τη δύναμη για να εφαρμόσουν σφικτά. Αν θέλουμε η χωρητικότητα να είναι ακριβώς για μια ορισμένη συχνότητα, προτείνεται πριν από τη σταθεροποίηση των οπλισμών, ο πυκνωτής να συνδεθεί πρόχειρα στο υπόλοιπο κύκλωμα του η/μ διεγέρτη για να βρούμε στην πράξη σε ποια συχνότητα γίνεται ο συντονισμός. Τη συχνότητα μπορούμε να βρούμε με το συχνόμετρο ενός πολυμέτρου ή με ένα ψηφιακό δέκτη που καλύπτει αυτές τις συχνότητες. Η αρχι-

κή σταθεροποίηση των οπλισμών θα γίνει με ένα ακόμα (τέταρτο) μεταλλικό έλασμα ίδιων διαστάσεων με το αρχικό 62x20mm, το οποίο θα τυλιχτεί γύρω από τα άλλα, από τις ανοιχτές πλευρές τους. Έτσι δεν θα μπορούν να ανοίξουν και να απομακρυνθούν οι οπλισμοί μεταξύ τους, ενώ αυτό το τυλιγμένο θα απορροφά και ένα μέρος της θερμότητας. Η τελική σταθεροποίηση θα γίνει με τη συγκόλληση του πυκνωτή στο τυπωμένο κύκλωμα, από την κάτω πλευρά του σαν επέκταση της πλακέτας και σχεδόν κάτω από το πηνίο. Τα δύο εξωτερικά φύλλα τα οποία θα "αγκαλιάζουν" το ενδιάμεσο φύλλο, θα αποτελούν τον οπλισμό που θα συνδέεται στην νησίδα με τον αρνητικό πόλο της πηγής τροφοδοσίας. Αν τα ελάσματα είναι χάλκινα, τότε θα μπορούσαμε με μερικές γρήγορες συγκολλήσεις να τα σταθεροποιήσουμε μεταξύ τους και μαζί με το τυπωμένο κύκλωμα.

Ενδεικτικός πίνακας για τα όρια απόκλισης συχνότητας στο ταλαντωτή με CV:10-60pF και L1:22μH. Σφάλματα της μέτρησης ($\pm 5\text{kHz}$) συνδέονται και με τις ανοχές των κεραμικών πυκνωτών. Οι χωρητικότητες που αναφέρονται είναι οι ονομαστικές.

C1:	C2:	C3:	C4:	C5:	L1:	Ζώνη συχνοτήτων kHz
56pF/1000pF		680pF	560pF	560pF	22μH	1690~1830
56pF/1000pF		1000pF	560pF	560pF	22μH	1600~1725
56pF/1000pF		1000pF	470pF	560pF	22μH	1615~1755
56pF/1000pF		1000pF	330pF	560pF	22μH	1625~1775
56pF/1000pF		1000pF	270pF	560pF	22μH	1640~1790
56pF/1000pF		1000pF	220pF	560pF	22μH	1660~1810
56pF/1000pF		1000pF	100pF	560pF	22μH	1690~1840
56pF/1000pF		1000pF	56pF	560pF	22μH	1710~1860
56pF/1000pF		1000pF	-	560pF	22μH	1730~1890

Χωρίς καθόλου το ρυθμιστικό πυκνωτή CV:10-60pF

C1:	C2:	C3:	C4:	C5:	L1:	kHz
56pF/1000pF		1000pF	220pF	560pF	22μH	~1825

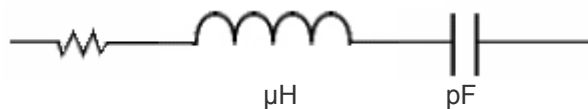
Ενδεικτικός πίνακας για τη συχνότητα συντονισμού σειράς με το πηνίο

L8:160turns/wire0,25mm/d:15mm/l:40mm σε πλαστικό κύλινδρο (~120μH). Η συχνότητα είναι μετά την απόκλιση (~30kHz) από την εσωτερική θερμότητα στον πυκνωτή Y/T (όχι NP0).

Πυκνωτής C16:	Συχνότητα συντονισμού σε kHz	kHz μετά από σύνδεση καλωδίου 80cm
56pF / 3KV	~1885	~1755
120pF /2 = 60pF(2KV·2)	~1870	~1740
68pF (3KV)	~1780	~1650

Μερικές ενδεικτικές μετρήσεις τάσεων DC. Αυτές μεταβάλλονται με τη ρύθμιση της συχνότητας και με το συντονισμό. Η σύνδεση του ενός ακροδέκτη για τη μέτρηση επίσης την επηρεάζει.

Αρχική τάση τροφοδοσίας	8,80V	12,35V
Συνολικό ρεύμα σε συντον. με καλώδιο διέγ. 40cm	440mA	640mA
Μετά την R12=5,6Ω	8,25 - 8,34V	11,40 - 11,52V
Μετά την R9=10Ω	7,90 - 8,09V	10,65 - 11,00V
Μετά την R7=68Ω	7,40V	7,50V (zener)
Στον E του TR2 (άκρα 22Ω)	0,52 - 0,68V	0,83 - 0,90V
Στον E του TR3 (άκρα 33Ω)	2,03 - 2,32V	2,80 - 3,10V
Στον E του TR4 (άκρα 2,8Ω)	0,90 - 1,08V	1,40 - 1,50V

Χρήσιμοι υπολογισμοί (σχετικοί με το κύκλωμα)**ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΑ:**

$$f_0 = 1 / 2\pi \sqrt{LC} = 1 / 2\pi \sqrt{140 \cdot 10^{-6} \cdot 56 \cdot 10^{-12}} = 1 / 2\pi \cdot 8,85437 \cdot 10^{-8} = 1,797473 \text{ MHz}$$

Q ΠΗΝΙΟΥ:

$$Q = \omega_0 L / R = 2\pi \cdot f_0 \cdot L / R_{DC} = 2\pi \cdot 1,797473 \cdot 10^6 \cdot 140 \cdot 10^{-6} / 4,2 = 1581,14 / 4,2 = 376,462$$

(όπου $\omega_0 L = Z$)Δηλαδή $Q = X_L / R$ **ΖΩΝΗ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ:**

$$\Delta_f = f_0 / Q = 1,797473 / 376,462 = 0,00477464 \text{ MHz} = 4,7746 \text{ KHz}$$

$$\text{Επίσης } Q = f_0 / \Delta_f = 1/R \cdot \sqrt{L/C}$$

ΠΛΕΥΡΙΚΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ:

$$f_1 = f_0 - \Delta_f / 2 \text{ και } f_2 = f_0 + \Delta_f / 2$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ:

$$L = 1 / 4(\pi)^2 \cdot f_0^2 \cdot C = 1 / 39,47835 \cdot 1797,473^2 \cdot 56 \cdot 10^{-12} = 1/0,0071428539 = 140 \mu\text{H}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ:

$$C = 1 / \omega_0^2 \cdot L = 1 / (2\pi \cdot f_0)^2 \cdot L = 1 / (2\pi \cdot 1797,473^2 \cdot 140 \mu\text{H}) = 1 / 1,7857163 \cdot 10^{10} = 56 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ:

$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L = 2\pi \cdot f_0 \cdot 140 \cdot 10^{-6} = 1581,1397 \Omega = V_L / I_L$$

ΧΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ:

$$X_C = 1 / \omega \cdot C = 1 / 2\pi \cdot 1,797473 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 56 \cdot 10^{-12} = 1581,1379 \Omega$$

ΣΥΝΘΕΤΗ ΟΛΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (για 90°)

$$Z_{ολ} (\Omega) = (X_L - X_C) = 1,8 \cdot 10^{-3} \Omega$$

ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΤΥΠΟΙ ΓΙΑ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ:Χωρητικότητα σε pF: $C = 25330 / L \cdot f^2$ | όπου L σε μH και f σε MHzΑυτεπαγωγή σε μH: $L = 25330 / C \cdot f^2$ | όπου C σε pF και f σε MHz**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΟΥΣ ΠΗΝΙΟΥ (Radio Communication Handbook, 8η έκδοση, σελ29, 2005)**

$$L_{(\mu\text{H})} = r^2 N^2 / (9r + 10l) \cdot 25,4 \quad | \text{ Ακρίβεια 1\% για αναλογία } l > 0,8r \quad | \text{ Τα μήκη } r, l \text{ σε χλστ. (mm) για } L \text{ σε } \mu\text{H}$$

$$\text{ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΡΟΦΩΝ: } N = \sqrt{\{L (9r + 10l) \cdot 25,4 / r^2 \}}$$

Εναλλακτικός τύπος υπολ. σωληνοειδούς πηνίου σε ίντσες: $L_{(\mu\text{H})} = r^2 N^2 / 8r + 11l$ (όπου r και l σε ίντσες)Παράδειγμα για πηνίο $r=7,5\text{mm}$, $N=160$, $l=40\text{mm}$:

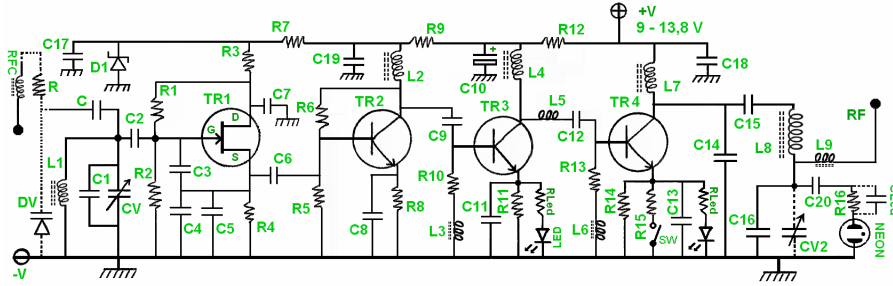
$$7,5^2 \cdot 160^2 / (9 \cdot 7,5 + 10 \cdot 40) \cdot 25,4 = 1440000 / 11874,5 = 121,27 \mu\text{H}$$

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΥΚΝΩΤΗ ΜΕ ΙΣΟΔΙΑΣΤΑΤΑ ΦΥΛΛΑ: $C = (0,0885 \cdot \epsilon \cdot E) / d$ | Όπου ϵ : διηλεκτρική σταθερά | E: εμβαδόν σε cm^2 | d: απόσταση σε cm | C: σε pFΠαράδειγμα: $\epsilon=2$, $E=9\text{cm}^2$, $d=0,02\text{cm}$ | $C=0,0885 \cdot 2 \cdot 9 / 0,02 = 79,65\text{pF}$ Για πολύφυλλο (και μεταβλητό): $C = (0,0885 \cdot \epsilon \cdot E) / d \cdot (n-1)$ | Όπου n: ο αριθμός των φύλλων

* Για αύξηση του συντελεστή Q στο πηνίο: 1) Παχύτερο σύρμα 2) όχι κολλητές σπείρες 3) πυρήνα φερρίτη

* Διηλεκτρική σταθερά ϵ : αέρας ~ 1 , γυαλί 7,6-8,0, βακελίτης 4,4-5,4, πορσελάνη 5,1-5,9

Σχέδιο 1



ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ 1 ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ¼ Watt		ΠΥΚΝΩΤΕΣ		ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ
R1:56K	R11:33 - 56Ω	C1*:56pF NP0	C12:4,7nF - 10nF	TR1:BF245
R2:33 - 56K	R12:3,3 - 5,6Ω ½ W	C2:1000pF (.001)	C13:470nF (.47)	ή 2N3819
R3:100Ω	R13:22Ω ½ W	C3:1000pF	C14:220pF/500V	TR2:BC337-8
R4:1K	R14:5,6Ω ½ W	C4:220-330pF NP0	C15:100nF	ή BC548
R5:1,5K - 2,2K	R15:5,6Ω ½ W	C5:560pF	C16*:56-68pF NP0	TR3:BC337
R6:15 - 27KΩ	R16:100K	C6:100pF	C17:47μF/16V	ή 2N2219
R7:68Ω	Rled TR3: 150Ω	C7:10nF	C18:100nF	TR4:BD137/5/9
R8:22Ω	Rled TR4: 0Ω	C8:10 - 47nF	C19:1000pF	D1:Zener
R9:10Ω	(Για 4,7Ω στον e)	C9:680pF-1000pF	C20:1,2pF	7,5V/0,5W
R10:150Ω -470Ω		C10:220μF/16V/el	C για LED:5,6pF	LED 5mm κόκ.
		C11:100nF (.1)	CV1:10-60pF	
			CV2*:8-80pF	

ΔΙΑΦΟΡΑ	ΠΗΝΙΑ
Τυπωμένο κύκλωμα 120x40mm	L1:22μH (κο-κο-μα)
Κουτί πλαστικό (ABS) 150x80x30mm (G443)	L2:10μH
ή διάφανο plexiglas σε σχήμα τριγωνικό	L3:10μH (προαιρετ)
Ψύκτρα (ροδέλες αλουμ.) για TR4	L4*:10μH
Βίδα για στήριξη ψύκτρας	L5*:0,47-1μH (κι-μ-α) - (καφ-μ-χρυσό)
Λαμπάκι νέον (ή επιπλέον LED)	L6:10μH (καφ-μ-μ)
SW: Διακόπτης	L7*:22-27μH
Φερρίτης Υ/Σ κυλινδρικός μήκους 30mm d ≈10mm	L8*:120turns / wire 0,35mm / d:20mm / l:45mm
Μπόρνα ή βίδα κεραίας	ή 160t / 0,25mm / d:15mm / l:40mm
Καλώδιο μονοπολικό με ακροδέκτες "κροκοδειλάκια"	χωρίς φερρίτη, σε ηλεκτρολογικό σωλήνα PVC
	L9*:68-120μH

Οι τιμές με πιο ανοιχτό χρώμα είναι οι πλησιέστερες που μπορούν να αντικαταστήσουν τις προτεινόμενες.

*C1: Ο ταλαντωτής καλύπτει την περιοχή 1660~1810 kHz. Για αυτή τη ζώνη με CV=10-60pF η απόκλιση είναι ~150 kHz. Με C1:56pF και C4:220pF χωρίς το τρίμερ CV η ταλάντωση γίνεται στα ~1825kHz. Αν συνδεθεί η δίοδος DV τότε θα προστεθεί χωρητικότητα.

*C16: 56-68pF/3KV για καλώδιο διέγερσης μήκους έως 2μ. Χωρίς το καλώδιο και χωρίς το CV2 συντονίζει ~1710 kHz (για 68pF και L8).

*Πηνία L7, L5, L4. Εναλλακτικά το L7: 60t/0,25mm/d12mm - το L5: 10t/0,2mm/d10 - το L4: 60t/0,2mm/d10mm (εναλλακτικά VK200-3)

*L8: 120μH (Τα σύρματα 0,2mm AWG32 και 0,25mm AWG30 θερμαίνονται αρκετά με τροφο 12V)

*L9: 100-120μH (καφέ-κόκ-καφέ) για καλώδιο διέγερσης μήκους μέχρι 1μ. Για καλώδιο μήκους 2μ. L9: μέχρι 68μH ή καθόλου.

ΣΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ:

1 εποχική πλακέτα τρυπημένη και επιμεταλ. 120x40mm, 17 αντιστάσεις, 22 πυκνωτές, 7 τσοκ/πηνία + 1 πηνίο συντονισμού υψηλού Q, 4 τρανζίστορ, 1 δίοδος zener, 3 LED 5mm, 3 ροδέλες αλουμινίου για ψύκτρα μαζί με βίδα, 1 μπόρνα ή κροκοδ. κεραίας, 4+2 ακροδέκτες pins, 1 καλώδιο 40cm με ακροδέκτες, 1 ανταλλακτικό τρίμερ πυκνωτή, 1 διακόπτης, φυλλάδιο/βιβλίο με αναλυτικές οδηγίες και πληροφορίες, (προαιρετικά) το κουτί.

©2013 Η τεχνική μελέτη στο σύνολό της, η παρουσίαση του ηλεκτρονικού κυκλώματος, οι οδηγίες για τη διευκόλυνση της κατασκευής και για τη χρήση αυτής έγιναν από τον ίδιο τον τεχνικό Κ. Γ. Νικολουδάκη, μετά από πολλές και μακροχρόνιες προσπάθειες. Βασίζεται στη δική του τεχνική μελέτη η οποία υποβλήθηκε στον ΟΒΙ με αίτηση για Πιστοποιητικό Υποδείγματος Χρησιμότητας και με την οποία το πιστοποιητικό αποκτήθηκε (ΠΥΧ Αριθμ. 2002741). Στην κατασκευή έχουν γίνει μικρές τεχνικές βελτιώσεις και η τεχνική μελέτη έχει τροποποιηθεί. Επίσης, η τεχνική μελέτη έχει επεκταθεί για τη χρήση του κυκλώματος πέρα από την αρχική χρήση της αίτησης και εδώ αυτή παρουσιάζεται με διαφορετική μορφή. Ο πνευματικός δημιουργός, προστατευμένος ή όχι από τους διεθνείς κανονισμούς για τις εφευρέσεις, επιφυλάσσεται για κάθε πνευματικό δικαίωμα, το οποίο συνδέεται με την τεχνική μελέτη του ηλεκτρονικού κυκλώματος, όσο και με την παρουσίαση και με τις γραπτές οδηγίες, τις οποίες προσφέρει αφιλοκερδώς κυρίως για λόγους εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς.