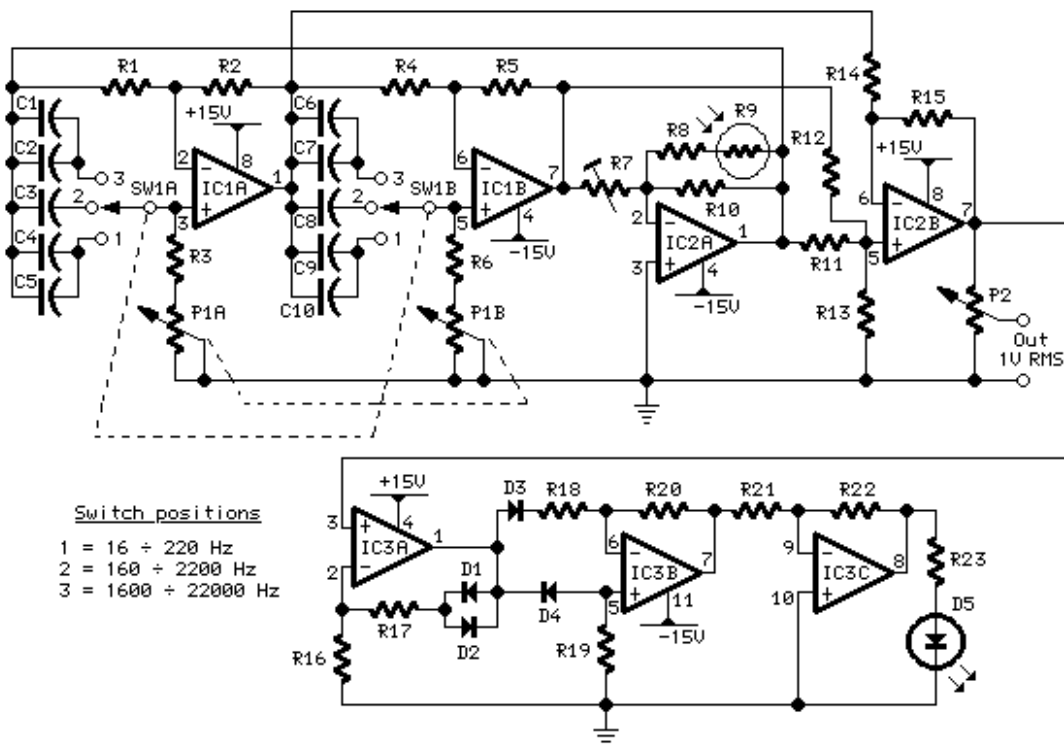




Κατασκευή ταλαντωτή συχνοτήτων χαμηλής παραμόρφωσης.



Πτυχιακή εργασία του φοιτητή Μάριου Πιρρέπτι

Υπεύθυνοι καθηγητές πτυχιακής:

Βενιέρης Μανώλης και Χρήστου Χρήστος

Περιεχόμενα

Σελίδα 3: Περίληψη

Σελίδες 4-5:Εισαγωγή(Σκοπός πτυχιακής-Τι , γιατί και πώς το φτιάχνουμε, πλεονεκτήματα)

Σελίδες 6-15:Θεωρητικό μέρος(Περιγραφή της φυσικής που χρησιμοποιήσαμε)

Σελίδες 15-17: Τι συνδέει την πτυχιακή μας με τον Hewlett από την εταιρία HP

Σελίδες 18-25:Πειραματικό μέρος(Συνδεσμολογίες, μετρήσεις, συμπεράσματα)

Σελίδες 26-49 (Παράρτηματα 1 και 2):Κατασκευή ταλαντωτή συχνοτήτων (PCB) και pdf των τελεστικών ενισχυτών (NE5532, TL084) και της φωτοαντίστασης.

Σελίδα 50:Πηγές πληροφόρησης

Περίληψη

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με την κατασκευή ενός κυκλώματος με σκοπό την παραγωγή συχνοτήτων. Πιο συγκεκριμένα θα αναφερθούμε για την κατασκευή ενός ταλαντωτή συχνοτήτων χαμηλής παραμόρφωσης (low distortion audio range oscillator).

Ο ταλαντωτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς όπως:

Σε διάφορες εφαρμογές ήχου και σε πειράματα, σε ψηφιακά συστήματα, σε συστήματα επικοινωνίας και τηλεπικοινωνίας καθώς επίσης σε γεννήτριες και σε τηλέφωνα ηλεκτρολογήσεως.

Ο ταλαντωτής της συγκεκριμένης εργασίας είναι ένας RC αρμονικός ταλαντωτής εφόσον παράγει ημιτονοειδείς κυματομορφές στηριζόμενος θεωρητικά στην γέφυρα Wien και στην μετατόπιση φάσης. Η ανάλυση αυτών θα πραγματοποιηθεί παρακάτω.

Εισαγωγή

Σκοπός μου σε αυτή την πτυχιακή είναι η κατασκευή ενός αρμονικού ταλαντωτή συχνοτήτων (ημιτονοειδών κυματομορφών) με χαμηλή παραμόρφωση στο σήμα εξόδου. Αυτό θα γίνει με φωτοευαίσθητη πλακέτα – PCB.

Το κύκλωμα (ταλαντωτής) αυτό βραβεύτηκε με δημοσίευση από το περιοδικό Electronics World "circuit ideas", Φεβρουάριος 2003, σελίδα 38. Το συγκεκριμένο κύκλωμα βασίζεται σε δύο άρθρα που δημοσιεύθηκαν στο Wireless World του Roger Rosens και του J.L.Linsley Hood αντίστοιχα. Αυτό επιλέχθηκε προς κατασκευή γιατί διατηρεί μια απλότητα (Rosens) στην συνδεσμολογία-κατασκευή αποφεύγοντας παράλληλα την χρησιμοποίηση θερμίστορ (θερμική αντίσταση). Αυτό είναι σημαντικό μιας και η χρήση θερμίστορ είναι και δαπανηρή αλλά και δύσκολη στην χρησιμοποίησή της ώστε να λειτουργεί. Παρόλα αυτά η σταθερότητα του ταλαντωτή ελέγχεται μέσω μιας φωτο-αντίστασης οδηγούμενη από ένα LED όπως προτείνεται στο άρθρο του Linsley Hood. Επίσης δεν υπάρχει διευθέτηση χρόνου όταν γίνει αλλαγή συχνότητας ούτε αναπήδηση-τράνταγμα στη κυματομορφή εξόδου.

Η γεννήτρια αυτή παράγει ένα φάσμα συχνοτήτων που κυμαίνεται από τα 16 Hz μέχρι τα 22kHz. Το φάσμα αυτό χωρίζεται σε τρία μέρη. Το πρώτο είναι από τα 16Hz μέχρι τα 220Hz, το δεύτερο από τα 160Hz μέχρι τα 2,2kHz και το τρίτο από τα 1,6kHz μέχρι τα 22kHz. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται πολύ εύκολα με τη χρήση ενός διακόπτη. Η έξοδος του σήματος είναι μια ημιτονοειδής κυματομορφή και έχει σαν μέγιστο 1V RMS.

Η κατασκευή του ταλαντωτή έγινε με τη δημιουργία πλακέτας τυπωμένου κυκλώματος (φωτοευαίσθητη). Τώρα θα γίνει η περιγραφή της διαδικασίας αυτής για την κατασκευή του κυκλώματος του ταλαντωτή της πτυχιακής σε τυπωμένη πλακέτα, PCB (Printed Circuit Board) όπως είναι και η διεθνής ονομασία της.

Προτού περιγράψω την κατασκευή της φωτοευαίσθητης πλακέτας θα ήθελα να αναφέρω τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το συγκεκριμένο κύκλωμα-ταλαντωτής:

- Χαμηλό κόστος κατασκευής
- Εύκολη και απλή κατασκευή
- Σταθερότητα στο σήμα εξόδου
- Χαμηλή παραμόρφωση στο σήμα εξόδου
- Εύκολο στη χρήση του λόγω των διακοπών και των ποτενσιομέτρων που υπάρχουν στο εξωτερικό του κουτιού
- Σύμφωνα με άρθρα η χρησιμοποίηση θερμίστορ παρουσιάζει μία αυξημένη παραμόρφωση στην τρίτη αρμονική για όλες τις συχνότητες από 100Hz και κάτω και κυρίως στα 20Hz.
- Οι ταλαντωτές ολίσθησης φάσης είναι πολύ πιο απλοί από τους ταλαντωτές γέφυρας Wien επειδή δεν χρειάζονται αρνητική ανάδραση.
- Έχουν ευρύ φάσμα συχνοτήτων (από μερικά Hz μέχρι kHz)

Θεωρία

Οι ταλαντωτές είναι τα ηλεκτρονικά κυκλώματα εκείνα τα οποία ενώ δεν διεγείρονται εξωτερικά από κανένα σήμα εισόδου παράγουν μεταβαλλόμενες τάσεις και μεταβαλλόμενα ρεύματα με συχνότητα και μορφή που εμείς καθορίζουμε ρυθμίζοντας παράλληλα τις τιμές των ενεργών και παθητικών εξαρτημάτων του κυκλώματος, όπως αντιστάσεις, πυκνωτές, τελεστικούς ενισχυτές κλπ. και γενικότερα την συνδεσμολογία τους.

Με μια δεύτερη ματιά μπορούμε να θεωρήσουμε πως ένας ταλαντωτής είναι ουσιαστικά ένα κύκλωμα που μετατρέπει τις συνεχείς τάσεις και τα ρεύματα με τα οποία -όπως όλα τα ηλεκτρονικά κυκλώματα- τροφοδοτείται, σε μεταβαλλόμενες τάσεις και ρεύματα της μορφής και του πλάτους που επιθυμούμε κάθε φορά. Οι μεταβαλλόμενες κυματομορφές τις οποίες παίρνουμε στην έξοδο των κυκλωμάτων ταλάντωσης μπορούν να έχουν οποιαδήποτε μορφή εμείς θέλουμε και επιθυμούμε (τετραγωνικές, τριγωνικές κλπ.) και δεν είναι αποκλειστικά ημιτονικές. Οι συχνότητες ταλάντωσης κυμαίνονται από τις πολύ χαμηλές (μερικές δεκάδες Hz ή δεκάδες kHz) ως τις πολύ ψηλές (τάξης πολλών MHz έως μερικών GHz), καλύπτοντας έτσι τεράστιο εύρος εφαρμογών.

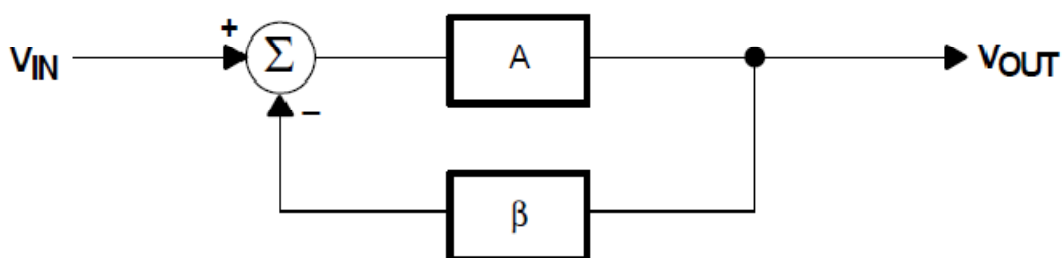
Επιπλέον θα πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι, ενώ όπως λέμε ο ταλαντωτής δημιουργεί μια συχνότητα δεν δημιουργεί από μόνος του ενέργεια, αλλά απλώς μετατρέπει την ενέργεια μιας πηγής dc σε ac ενέργεια σε μια καθορισμένη συχνότητα.

Οι ταλαντωτές με τελεστικούς ενισχυτές ή όπως ονομάζονται διεθνώς op amp oscillators (operational amplifier oscillators) είναι κυκλώματα τα οποία είναι ασταθή. Δεν είναι όπως μερικές φορές που ορισμένα κυκλώματα σχεδιάζονται ή δημιουργούνται κατά λάθος στο εργαστήριο, αλλά σχεδιάστηκαν σκόπιμα για να βρίσκεται σε ασταθή κατάσταση. Οι ταλαντωτές είναι χρήσιμοι για την δημιουργία ομοιόμορφων σημάτων που χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές ήχου, σε γεννήτριες, σε ψηφιακά συστήματα καθώς επίσης και σε συστήματα επικοινωνίας.

Οι ταλαντωτές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τους αρμονικούς ταλαντωτές, των οποίων η κυματομορφή εξόδου είναι ημιτονική, και τους ταλαντωτές ανατροπής, που στην έξοδο τους παράγουν κυματομορφές όπως τετραγωνικοί παλμοί, τριγωνικές κυματομορφές και γενικότερα μη ημιτονικές.

Οι αρμονικοί ταλαντωτές παράγουν ημιτονοειδή κύματα χωρίς να εφαρμοστεί εξωτερικά σήμα εισόδου. Μερικοί συνδυασμοί θετικής και αρνητικής ανάδρασης πραγματοποιούνται για να οδηγήσουν τον ενισχυτή σε ασταθή κατάσταση. Το πλάτος και η συχνότητα ταλάντωσης καθορίζονται από τα παθητικά και ενεργά εξαρτήματα που περιβάλλουν έναν κεντρικό ενισχυτή.

Η πιο απλή μορφή ενός συστήματος αρνητικής ανάδρασης χρησιμοποιείται για να καταδείξει τι χρειάζεται για την πραγματοποίηση της ταλάντωσης. Το διάγραμμα του σχήματος αυτού φαίνεται στην εικόνα 1 και η αντίστοιχη παράσταση για το σύστημα ανάδρασης φαίνεται στην εξίσωση A .



Εικόνα 1: Διάγραμμα για την πραγματοποίηση ταλάντωσης

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{A}{1 + A\beta}$$

Εξίσωση A

Οι ταλαντωτές δεν απαιτούν εξωτερικό σήμα εισόδου για να λειτουργήσουν. Χρησιμοποιούν ένα μέρος του σήματος εξόδου που δημιουργείται με την ανάδραση ως σήμα εισόδου.

Την αρχική ώθηση την δίνει η τάση στο κύκλωμα τη στιγμή που βρίσκεται στην θετική ανάδραση. Με το πέρασμα μιας χρονικής περιόδου παίρνουμε σαν αποτέλεσμα την συχνότητα που δημιουργείται από τα στοιχεία του κυκλώματος.

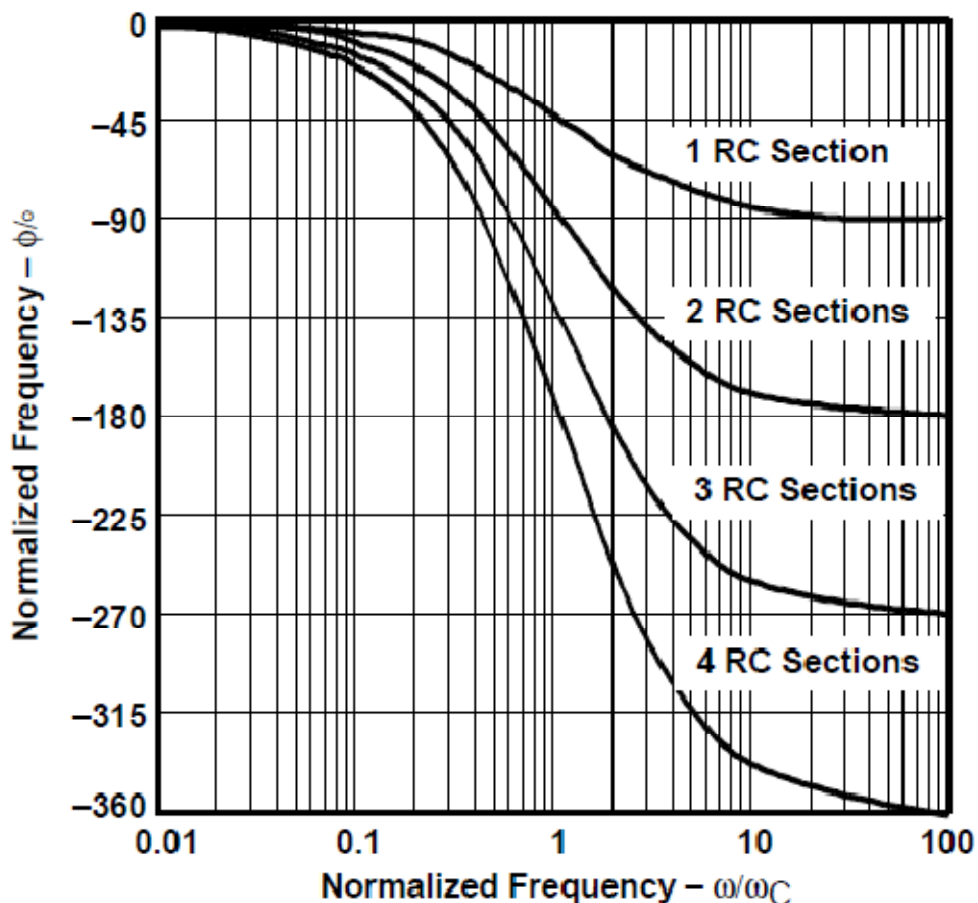
Το κύκλωμα γίνεται ασταθές όταν ο παρανομαστής της εξίσωσης γίνει ίσος με το 0. Όταν **$(1+A\beta) = 0$** , **$A\beta = -1$** . Το κλειδί για τον σχεδιασμό ενός ταλαντωτή οπότε είναι να διασφαλιστεί ότι **$A\beta = -1$** . Αυτό ονομάζεται κριτήριο Barkhausen. Αυτός ο περιορισμός απαιτεί το πλάτος του κέρδους να είναι ίσο με 1 και η φάση να είναι στις 180° που είναι ο λόγος ύπαρξης του αρνητικού προσήμου. Στα μαθηματικά αυτό φαίνεται ως : **$A\beta = 1 \angle -180^\circ$** για το αρνητικό σύστημα ανάδρασης. Για το θετικό σύστημα ανάδρασης είναι **$A\beta = 1 \angle 0^\circ$** και στην εξίσωση το πρόσημο γίνεται αρνητικό.

Μετατόπιση φάσης στον ταλαντωτή

Η μετατόπιση φάσης 180° στην εξίσωση $A\beta = 1 \angle -180^\circ$ εμφανίζεται από ενεργητικά και παθητικά συστατικά. Όπως και σε κάθε καλά σχεδιασμένο κύκλωμα ανάδρασης, έτσι και οι ταλαντωτές εξαρτώνται από το παθητικό συστατικό μετατόπισης φάσης λόγω της ακρίβειας του. Η μετατόπιση φάσης που συντελείται από ενεργά στοιχεία είναι ελαχιστοποιημένη διότι, διαφέρει ανάλογα με τη θερμοκρασία, έχει μεγάλη αρχική ανοχή, και εξαρτάται από τη συσκευή. Οι ενισχυτές επιλέγονται έτσι ώστε να συμβάλλουν στην λίγο ή στην μηδενική διαφορά φάσης της συχνότητας ταλάντωσης. Αυτά τα κριτήρια περιορίζουν τον ενισχυόμενο ταλαντωτή σε σχετικά χαμηλές συχνότητες.

Ένα μονοπολικό RL ή RC κύκλωμα συμβάλει στην διαφορά φάσης μέχρι 90° ανά πόλο, και επειδή στην ταλάντωση απαιτείται 180° μετατόπιση φάσης, χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν τουλάχιστον δύο πόλοι στον ταλαντωτή. Ένα κύκλωμα LC έχει δύο πόλους οπότε μπορεί να πραγματοποιήσει μια μετατόπιση φάσης 180° . Τα LC και LR κυκλώματα όμως δεν είναι αυτά που θα εξετάσουμε διότι τα πηνία χαμηλής συχνότητας είναι ακριβά, βαριά, ογκώδη και γενικότερα μη ιδανικά. Οι ταλαντωτές LC σχεδιάζονται συνήθως για εφαρμογές υψηλών συχνοτήτων. Αντί των πηνίων χρησιμοποιούνται για τους ταλαντωτές χαμηλών συχνοτήτων πολλαπλά RC τμήματα.

Η συχνότητα ταλάντωσης του κυκλώματος καθορίζεται από την μετατόπιση φάσης. Ο ρυθμός μεταβολής της φάσης με την συχνότητα, $d\phi/d\omega$, καθορίζει τη σταθερότητα της συχνότητας. Όταν τα RC τμήματα συνδεθούν τότε η μετατόπιση φάσης πολλαπλασιάζεται ανάλογα με τον αριθμό των τμημάτων. (βλέπε εικόνα 2)



Εικόνα 2: Διάγραμμα φάσης των RC τμημάτων

Η συχνότητα ταλάντωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αλλαγή φάσης στο σημείο όπου η μετατόπιση φάσης είναι 180° . Μια αυστηρή προδιαγραφή συχνότητας θα απαιτήσει μια μεγάλη αλλαγή στη μετατόπιση φάσης, $d\phi$, για μια μικρή αλλαγή στην συχνότητα, $d\omega$, στις 180° . Το σχήμα καταδεικνύει ότι παρόλο που δύο κλιμακωτά τμήματα RC παρέχουν τελικά μετατόπιση φάσης 180° , $d\phi/d\omega$, στον ταλαντωτή η συχνότητα είναι απαράδεκτα χαμηλή. Αυτό σημαίνει ότι οι ταλαντωτές με δύο κλιμακωτά τμήματα RC έχουν κακή σταθερότητα των συχνοτήτων. Με τρία ίδια κλιμακωτά τμήματα RC έχουν πολύ υψηλότερο $d\phi/d\omega$. Αν προσθέσουμε και ένα τέταρτο τμήμα RC θα παραχθεί ένας ταλαντωτής με εξαιρετικό $d\phi/d\omega$. Αυτή είναι και η πιο σταθερή διαμόρφωση ενός RC ταλαντωτή. Ο ταλαντωτής αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ημιτονοειδών, συνημιτονοειδών και τετραγωνικών κυμάτων.

Ταλαντωτές ημιτονοειδούς κύματος

RC Αρμονικοί Ταλαντωτές

Οι αρμονικοί ταλαντωτές ανάλογα με τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στο συντονισμένο κύκλωμα τους, και τα οποία καθορίζουν και την συχνότητα ταλάντωσης, κατηγοριοποιούνται στους RC αρμονικούς ταλαντωτές (που χρησιμοποιούν αντιστάσεις και πυκνωτές) και στους LC αρμονικούς ταλαντωτές (που χρησιμοποιούν πυκνωτές και πηνία). Σε αυτήν την ενότητα εξετάζονται οι RC αρμονικοί ταλαντωτές, οι οποίοι είναι:

- Ταλαντωτής γέφυρας Wien
- Ταλαντωτής ολίσθησης φάσης
- Ταλαντωτής διπλού Τα

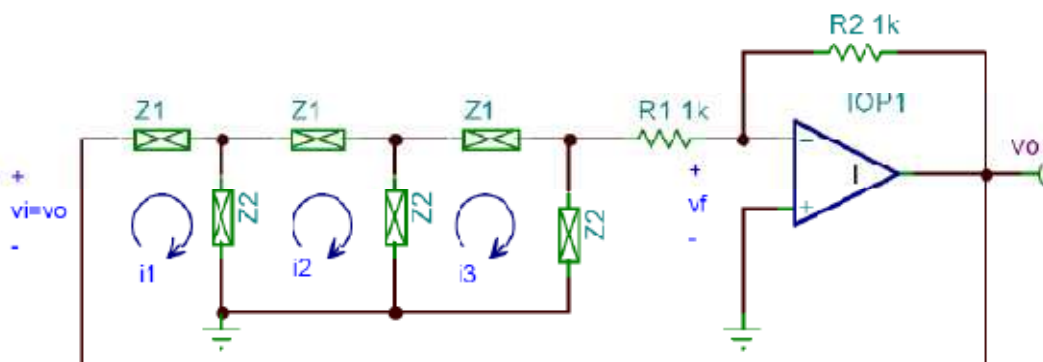
Υπάρχουν πολλοί τύποι ταλαντωτών ημιτονοειδούς κύματος όπως και παραλλαγές αυτών των κυκλωμάτων. Η επιλογή εξαρτάται από την συχνότητα και την επιθυμητή κυματομορφή στην έξοδο. Οι πιο σημαντικοί ταλαντωτές ημιτονοειδούς κύματος είναι : με γέφυρα Wien και ολίσθησης φάσης (phase shift). Πάνω σε αυτές τις δύο θεωρίες όπως προανέφερα έχει βασιστεί και το κύκλωμά μας.

Ταλαντωτές ολίσθησης φάσης

Στο σχήμα 1.10 φαίνεται το κύκλωμα ενός ταλαντωτή ολίσθησης φάσης. Όπως μπορούμε να δούμε δεν πρόκειται για τίποτα άλλο από έναν αντιστρεπτικό ενισχυτή στην είσοδο του οποίου έχει συνδεθεί το αποτελούμενο από τρία ζεύγη σύνθετων αντιστάσεων Z_1 , Z_2 . Οι σύνθετες αυτές αντιστάσεις είναι ωμικές

αντιστάσεις και χωρητικότητες, οι οποίες και καθορίζουν την συχνότητα ταλάντωσης του σήματος εξόδου.

Όπως γνωρίζουμε από την θεωρία κυκλωμάτων, εάν εφαρμόσουμε στην είσοδο ενός εν σειρά RC κυκλώματος μία ημιτονική εναλλασσόμενη τάση, θα λάβουμε την ίδια τάση στην έξοδο μετατοπισμένη σε φάση κατά γωνία θ . Δεδομένου πως ο αντιστρεπτικός ενισχυτής προκαλεί διαφορά φάσης 180° μεταξύ των σημάτων εισόδου και εξόδου, θα πρέπει το δικτύωμα των σύνθετων αντιστάσεων να προκαλεί ολική μετατόπιση φάσης 180° , ώστε να έχουμε ταλαντώσεις στην έξοδο του κυκλώματος. Για την επίτευξη της επιθυμητής ολίσθησης φάσης χρησιμοποιούνται συνήθως τρία RC κυκλώματα που το καθένα προκαλεί μετατόπιση φάσης της τάξης των 60° στην εφαρμοζόμενη σε αυτά ημιτονική τάση.

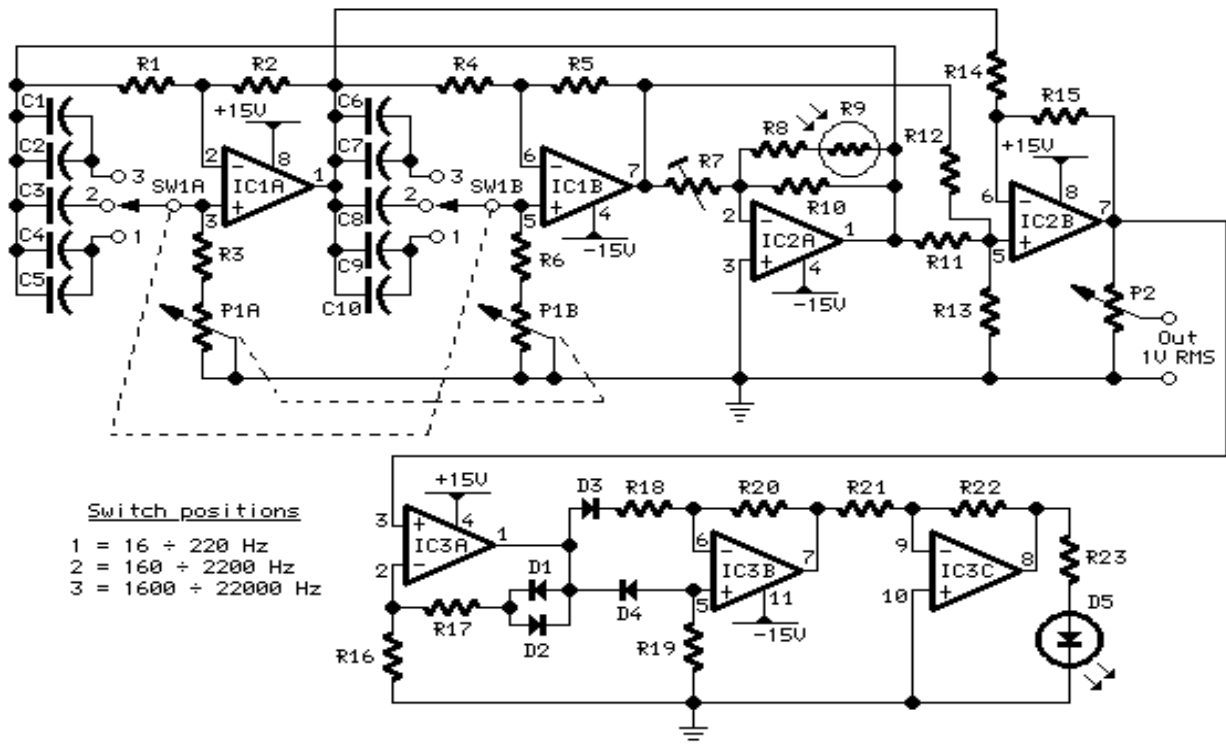


Εικόνα 3: Βασικό κύκλωμα ταλαντωτή ολίσθησης φάσης

Ο ταλαντωτής αυτός παρέχει σχεδόν ημιτονοειδή τάση και με αρκετά σταθερή συχνότητα. Για να μεταβληθεί η συχνότητα των ταλαντώσεων θα πρέπει να μεταβληθούν οι τιμές των πυκνωτών και των αντιστάσεων του κυκλώματος ανάδρασης.

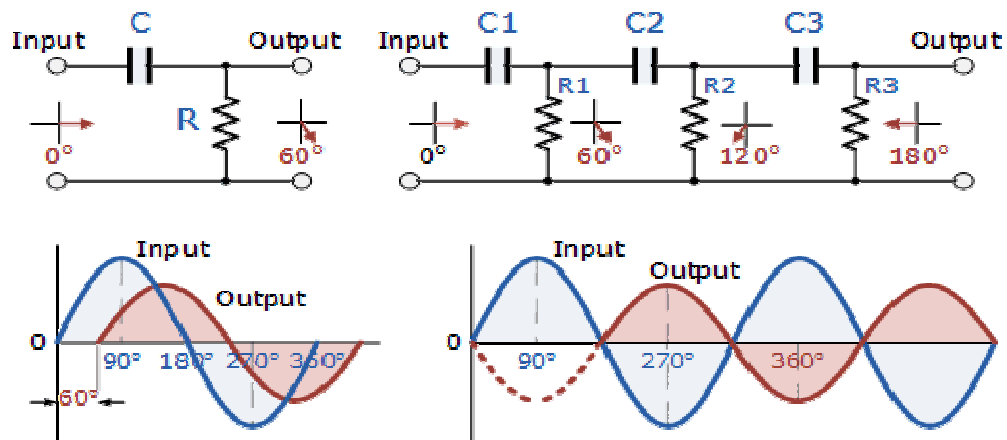
Θεωρία και ανάλυση παρούσης κατασκευής

Η συγκεκριμένη πτυχιακή, η οποία στηρίζεται κυρίως στην ολίσθηση φάσης, αντί για την χρησιμοποίηση ενός τελεστικού ενισχυτή χρησιμοποιεί τελεστικούς σε σειρά σύμφωνα με ένα κύκλωμα του Rosens (βλέπε εικόνα 4).



Εικόνα 4: Κύκλωμα πτυχιακής

Η εκάστοτε RC βαθμίδα του κάθε τελεστικού ενισχυτή πρέπει να τροφοδοτεί κατάλληλα την επόμενη για να υπάρχει στο σήμα μετατόπιση φάσης έτσι ώστε στην έξοδο να παίρνουμε σήμα με αναστροφή φάσης 180° . Για παράδειγμα για τον πρώτο τελεστικό ενισχυτή οι RC βαθμίδες είναι οι συνδυασμοί της R1 με τους πυκνωτές C1 και C2 (α βαθμίδα), C2 (β βαθμίδα), και C3 (γ βαθμίδα), (βλέπε εικόνα 5).



Εικόνα 5 :Οι RC βαθμίδες τροφοδοτούν η μία την άλλη.

Οι δίοδοι σύμφωνα με τον Rosens χρησιμοποιούνται για σταθερότητα εύρους.

Η συχνότητα καθορίζεται από τα ποτενσιόμετρα P1A και P1B όπως φαίνονται στο σχήμα. Η εξίσωση 2 μας δείχνει με τι ισούται η συχνότητα ταλάντωσης.

$$f_{oscillation} = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

Εξίσωση 2: Εξίσωση συχνότητας ταλάντωσης

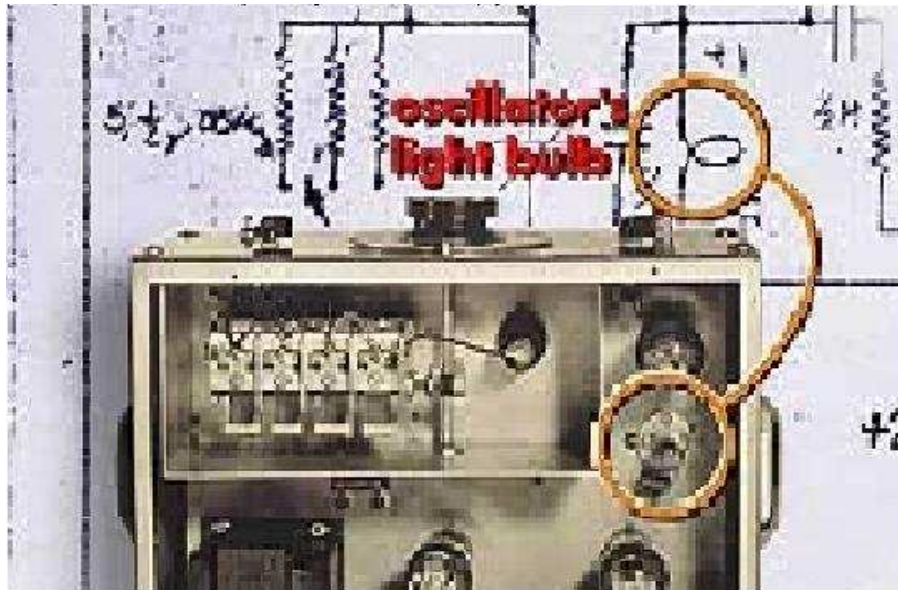
Το ποτενσιόμετρο P2 καθορίζει την ένταση του σήματος εξόδου (αύξηση πλάτους κύματος).

Ενώ το SW1A και το SW1B είναι ο διακόπτης που αλλάζει τις τρεις περιοχές συχνοτήτων του φάσματος.

Ποια είναι η σχέση που συνδέει την γεννήτρια-ταλαντωτή με γέφυρα Wien και τους William R. Hewlett και Dave Packard;

Ο Hewlett όταν ήταν για μεταπτυχιακές σπουδές στο Πανεπιστήμιο του Stanford στα τέλη της δεκαετίας του 1930 αποφάσισε να αφιερώσει ένα ολόκληρο εξάμηνο στο να φτιάξει ένα ταλαντωτή ήχου σταθερής συχνότητας. Οι ταλαντωτές ακουστικών συχνοτήτων που υπήρχαν μέχρι εκείνη την εποχή ήταν σύνθετοι, δαπανηροί στην κατασκευή τους και ασταθείς και επιρρεπείς στην παραμόρφωση στο σήμα εξόδου και στην παραγωγή θορύβου. Τότε διάβασε σε ένα άρθρο ότι ένας μηχανικός κατασκεύασε ένα ταλαντωτή με αρνητική ανάδραση.

Ο Hewlett τότε αποφάσισε να φτιάξει κάτι κομψό, απλό και νέο παίρνοντας ιδέες και από άλλα άρθρα που υπήρχαν μέχρι εκείνη την εποχή και αναφερόντουσαν στην κατασκευή ταλαντωτών. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να φτιάξει το πρώτο οικονομικά επιτυχημένο προϊόν που ήταν ένας ακριβής ταλαντωτής ήχου με μοντέλο πυρακτώσεως σαν μια θερμοεξαρτώμενη αντίσταση σε ένα κρίσιμο τμήμα του κυκλώματος που στηριζόταν από άποψη φυσικής στη γέφυρα Wien. Βοηθημένος από τον Packard που ήταν συμφοιτητής του στο πανεπιστήμιο έφτιαξε το HP 200A το 1939 (βλέπε Εικόνα 6-α, 6-β). Το συγκεκριμένο χρησιμοποιήθηκε για την δοκιμή συστημάτων ήχου.



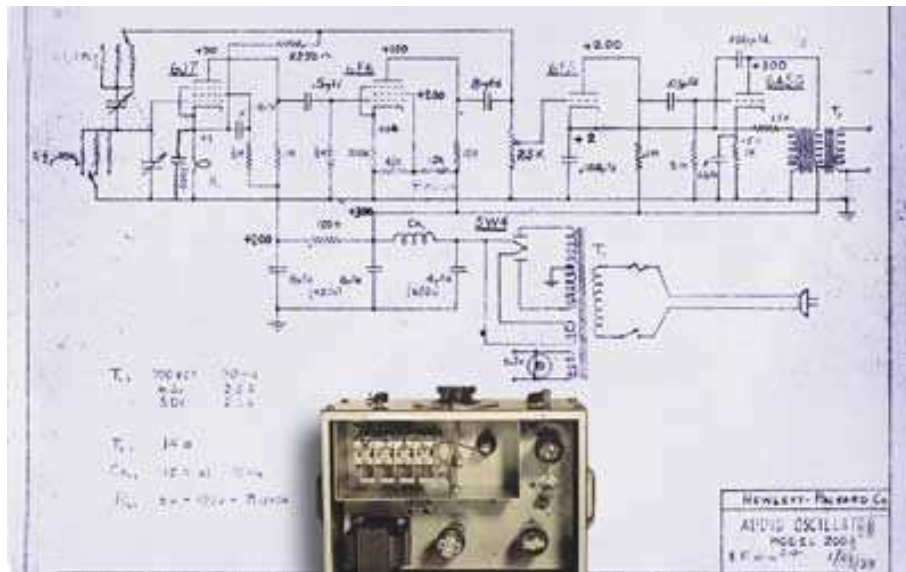
Εικόνα 6-α: Διακρίνεται η κάτοψη του εσωτερικού του ταλαντωτή ακουστικών συχνοτήτων του HP 200A.



Εικόνα 6-β: Ο ταλαντωτής HP 200A.

Έτσι με την εισαγωγή ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως στο κύκλωμα ο Hewlett έλυσε το πρόβλημα της ρύθμισης εξόδου του κυκλώματος χωρίς να δημιουργείται θόρυβος και παραμόρφωση στο σήμα εξόδου. Κατάφερε δηλαδή να δημιουργήσει ένα πιο απλοποιημένο κύκλωμα με πολύ καλύτερες επιδόσεις. Αυτό του επέτρεψε να πουλήσει το μοντέλο 200A για 54,40\$ τη στιγμή που οι ανταγωνιστές του πουλούσαν λιγότερο σταθερούς ταλαντωτές

για πάνω από 200\$. Το μοντέλο HP 200A συνεχίστηκε τουλάχιστον μέχρι το 1972 μέχρι να το αντικαταστήσει ένας δικός του πιο εξελιγμένος ταλαντωτής.



Εικόνα 7: Το σχέδιο του ταλαντωτή HP 200A που έκανε ο Hewlett, 26 Ιανουαρίου 1939

Πειραματική Διαδικασία

Στη πειραματική διαδικασία συνδέσαμε τον ταλαντωτή συχνοτήτων χαμηλής παραμόρφωση που φτιάξαμε με ένα hardware ονόματι Audio Precision Portable One Plus με σκοπό να δούμε την τάξη παραμόρφωσης και θορύβου που δημιουργείται στην έξοδο του κυκλώματος. Το Audio Precision Portable One Plus φαίνεται στην εικόνα 8.



Εικόνα 8: Το Audio Precision Portable One Plus όπου βοήθησε στην πραγματοποίηση μετρήσεων του θορύβου στις διάφορες συχνότητες στην έξοδο του κυκλώματος.



Εικόνα 9: Φωτογραφία πρόσοψης για επεξήγηση κουμπιών

Παρατηρώντας την Εικόνα 9 θα εξηγήσουμε την λειτουργία των ποτενσιόμετρων καθώς επίσης και τι έξοδο χρησιμοποιήσα στον ταλαντωτή.

1) Το κόκκινο λαμπάκι επάνω αριστερά μας δείχνει αν βρίσκεται σε λειτουργία ή όχι το κύκλωμα.

2) Το συγκεκριμένο ποτενσιόμετρο είναι διακόπτης τριών θέσεων που ορίζει την περιοχή συχνοτήτων:

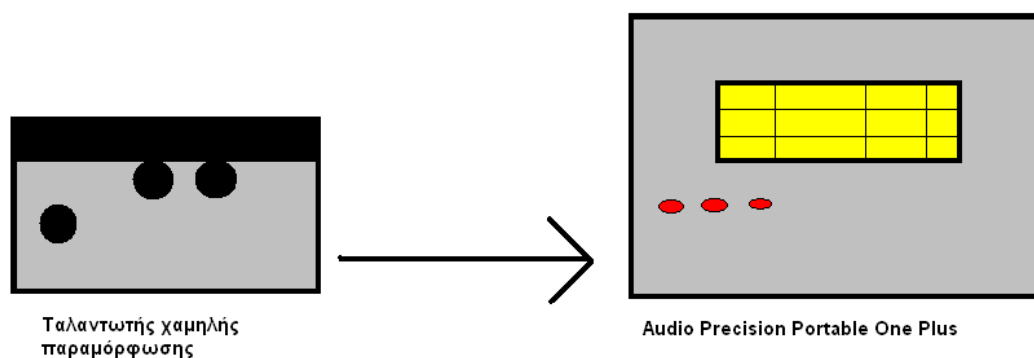
- A) 16Hz – 220Hz
- B) 160Hz – 2200Hz
- Γ) 1600Hz – 22000Hz

3) Το ποτενσιόμετρο αυτό αλλάζει την συχνότητα έως ότου φτάσουμε χειροκίνητα πάντα στην επιθυμητή.

4) Η λειτουργία του ποτενσιόμετρου αυτού είναι να αλλάζει την τάση Volt-ενίσχυση.

5) Είναι η έξοδος του κυκλώματος η οποία στο συγκεκριμένο κύκλωμα είναι σε RCA.

Η συνδεσμολογία για την καταγραφή των μετρήσεων έγινε όπως φαίνεται στην εικόνα 10.



Εικόνα 10: Αναπαράσταση συνδεσμολογίας.

Αφού λοιπόν πραγματοποιήσαμε την συγκεκριμένη συνδεσμολογία (σύνδεση της RCA εξόδου του ταλαντωτή με την mic είσοδο του Audio Precision Portable One Plus) και αφού ρυθμίσαμε το Audio Precision στη λειτουργία UN-WTD (22Hz-22kHz) , δηλαδή να μας δείχνει το θόρυβο της θεμελιώδους συχνότητας σε ένα εύρος από 22Hz μέχρι 22kHz βάλαμε σε λειτουργία την πειραματική διαδικασία. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 1 και σε αναλυτικότερη αναπαράσταση στον Πίνακα 2 που ακολουθούν.

Να σημειωθεί ότι το Total Harmonic Distortion (THD) βρίσκεται από τον εξίσωση 3:

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{(V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2)}}{V_1} * 100\%$$

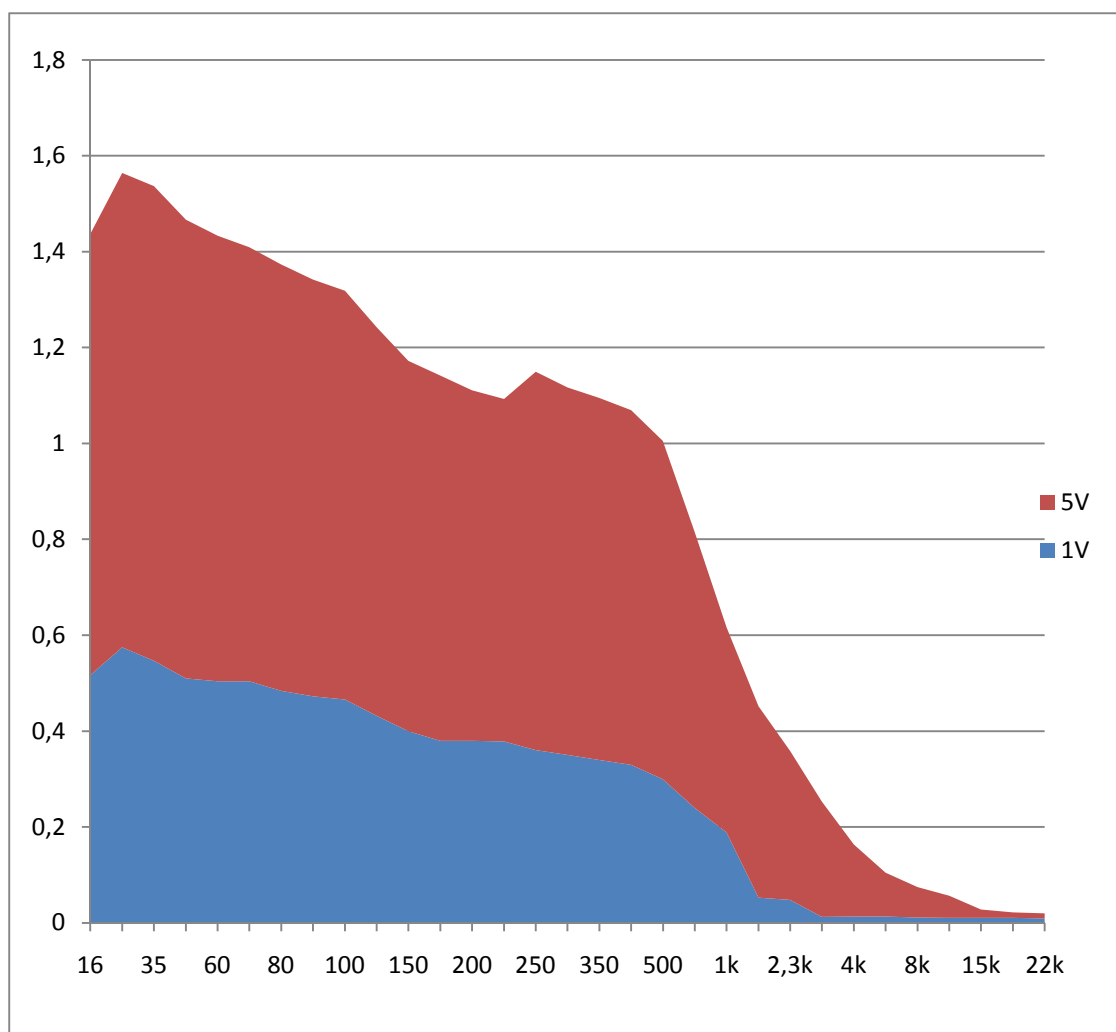
Εξίσωση 3: Εξίσωση της ολικής αρμονικής παραμόρφωσης

Hz	Total Harmonic Distortion + Noise % (1V)	Total Harmonic Distortion + Noise % (5V)
16	0,517	0,920
22	0,575	0,990
35	0,547	0,990
50	0,510	0,957
60	0,504	0,930
70	0,504	0,906
80	0,484	0,890
90	0,473	0,869
100	0,466	0,853
125	0,432	0,811
150	0,400	0,773
175	0,380	0,762
200	0,380	0,731
230*	0,379	0,714
250	0,361	0,789
300	0,351	0,766
350	0,340	0,755
400	0,330	0,740
500	0,300	0,706
750	0,240	0,575
1k	0,189	0,428
2k	0,053	0,399
2,3k*	0,048	0,311
3k	0,0130	0,240
4k	0,0135	0,150
6k	0,0132	0,0915
8k	0,0118	0,0632

10k	0,0110	0,0460
15k	0,0106	0,0175
20k	0,0107	0,0113
22k	0,0098	0,0104

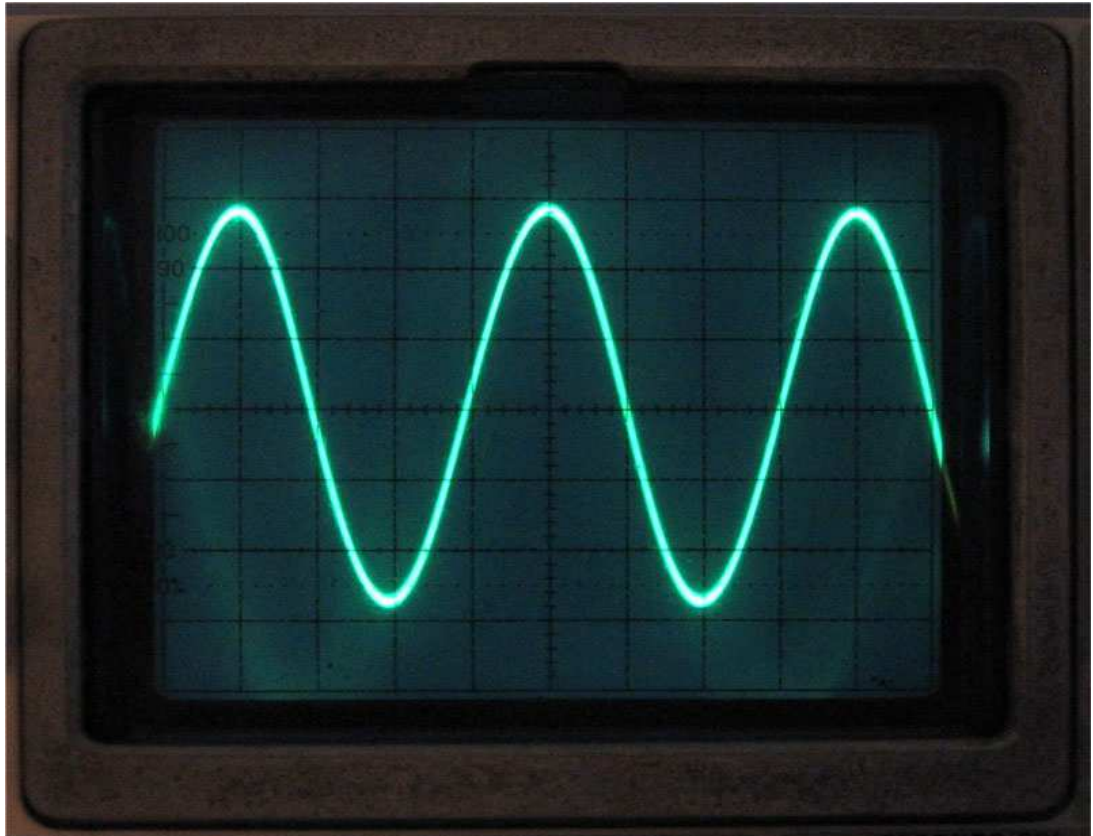
Πίνακας 1: Αναλυτικά αποτελέσματα μετρήσεων πειραματικής διαδικασίας.

Για τον πίνακα 1 όπου υπάρχει αστερίσκος (*) είναι αλλαγή θέσης της περιοχής συχνοτήτων με την βοήθεια του διακόπτη.



Πίνακας 2: Αναλυτική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων.

Οι RC αρμονικοί ταλαντωτές, όπως έχουμε προαναφέρει, παράγει στην έξοδό του ημιτονοειδείς κυματομορφές. Αυτό φαίνεται σε έναν παλμογράφο συνδέοντας την έξοδο RCA του ταλαντωτή με αυτόν. Το αποτέλεσμα που θα πάρουμε από τον παλμογράφο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 11 (βλέπε επόμενη σελίδα).



Εικόνα 11: Κυματομορφή εξόδου του ταλαντωτή όπως φαίνεται σε ένα παλμογράφο.

Συμπεράσματα

Οι ταλαντωτές με ενίσχυση περιορίζονται στο κατώτερο άκρο του φάσματος συχνοτήτων, διότι δεν έχουν το απαιτούμενο εύρος ζώνης για να επιτευχθεί χαμηλή μετατόπιση φάσης στις υψηλές συχνότητες.

Ο ταλαντωτής ολίσθησης φάσης παράγει πιστές ημιτονικές κυματομορφές και μάλιστα με σταθερή συχνότητα. Τα δικτυώματα RC που συνδέονται στην είσοδο ή την έξοδο της ενισχυτικής βαθμίδας καθορίζουν την συχνότητα ταλάντωσης και παράλληλα οδηγούν μέρος της εξόδου του ταλαντωτή στην είσοδο της ενισχυτικής βαθμίδας του ταλαντωτή με την κατάλληλη φάση. Πιο συγκεκριμένα στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιείται ένας τελεστικός ενισχυτής σε διάταξη αντιστρεπτικού ενισχυτή. Στο κύκλωμα, όπως ξέρουμε, όταν εφαρμοστεί ένα σήμα στην είσοδο του το παρουσιάζει ενισχυμένο στην έξοδο αλλά με διαφορά φάσης 180° . Έτσι το RC δικτύωμα σε έναν ταλαντωτή με μια τέτοια ενισχυτική βαθμίδα, σχεδιάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλεί μετατόπιση φάσης 180° . Τις περισσότερες φορές το δικτύωμα αυτό αποτελείται από τρεις βαθμίδες RC. Όταν μάλιστα χρησιμοποιείται τελεστικός ενισχυτής ως ενεργό στοιχείο, λιγότερες των τριών βαθμίδες στις υψηλές συχνότητες μπορούν να προκαλέσουν αστάθεια στην συχνότητα ταλάντωσης λόγω των περιορισμών στο εύρος ζώνης του τελεστικού. Ένα τελευταίο σημείο στο οποίο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή είναι το να μην φορτώνει η μία βαθμίδα του δικτυώματος RC την άλλη, με αποτέλεσμα να μη υπάρχει ακριβής μετατόπιση φάσης 180° αλλά μικρότερη ή μεγαλύτερη και έτσι να οδηγηθεί το κύκλωμα σε μη σωστή λειτουργία (π.χ. ταλάντωση σε όχι σταθερή συχνότητα κλπ.) ή ακόμα και να μη λειτουργήσει καθόλου.

Οι ταλαντωτές με ολίσθησης φάσης αποτελούνται από λίγα κομμάτια και έχουν καλή σταθερότητα συχνότητας, αλλά το βασικό κύκλωμα παρουσιάζει μεγάλη παραμόρφωση εξόδου. Η μη γραμμική ανάδραση προσφέρει την καλύτερη απόδοση στις μεσαίες και υψηλές συχνότητες.

Με το συγκεκριμένο κύκλωμα της πτυχιακής καταφέραμε να φέρουμε σε ελάχιστες τιμές την παραμόρφωση εξόδου και τον

θόρυβο όπως φαίνεται και από τις μετρήσεις, με τον συνδυασμό της γέφυρας Wien και της ολίσθησης φάσης (phase-shift).

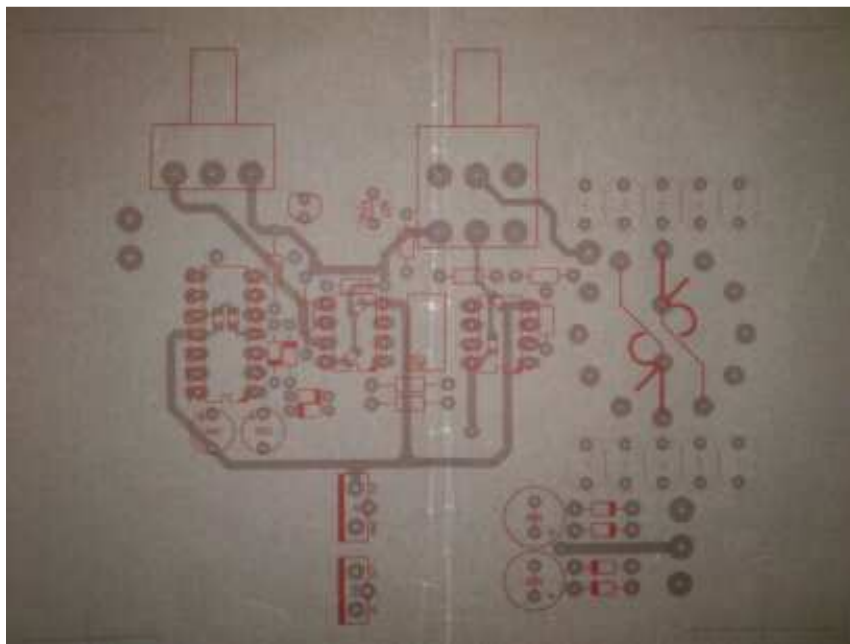
Όταν η τάση είναι 1V που είναι και η κύρια τάση λειτουργίας τα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι επιθυμητά χωρίς να επηρεάζουν το σήμα εξόδου για οποιαδήποτε χρήση κι αν θέλουμε. Στα 5V που είναι μεγάλη τάση βλέπουμε ότι παρόλο που η παραμόρφωση εξόδου με τον θόρυβο αυξάνονται, η αύξησή τους είναι σε τέτοιο επίπεδο που και πάλι πειραματικά δεν επηρεάζουν αρκετά τις μετρήσεις μας.

Ολοκληρώνοντας οπότε καταφέραμε να κατασκευάσουμε ένα ταλαντωτή συχνοτήτων σχετικά φθηνό και αξιόπιστο για οποιαδήποτε χρήση θέλουμε να πραγματοποιήσουμε.

Παράρτημα 1:

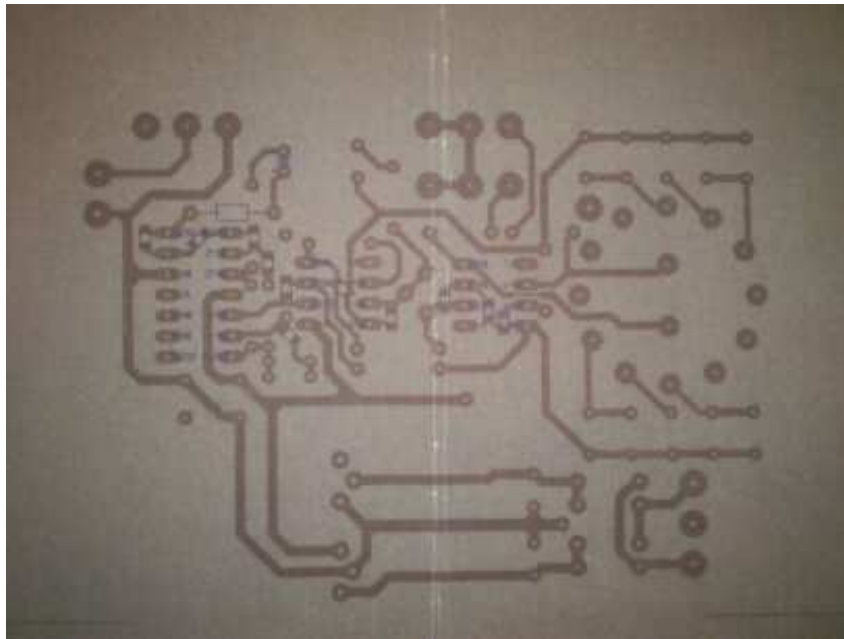
Περιγραφή κατασκευής φωτοευαίσθητης πλακέτας (PCB).

Αρχικά θα ήθελα να αναφέρω ότι οι πλακέτες που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι καλυμμένες εξωτερικά με μια λεπτή στρώση φωτοευαίσθητου υλικού κάτω από την οποία ενυπάρχει η στρώση του αγωγίμου Χαλκού (Copper, Cu). Στόχος μας είναι η εμφάνιση του σχεδίου του ηλεκτρικού κυκλώματος στο επίπεδο του χαλκού. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει καταρχήν να έχουμε εκτυπώσει σε μια διαφάνεια ή ριζόχαρτο, με υψηλή ανάλυση, το κύκλωμα που θέλουμε να εμφανίσουμε στην επιφάνεια του χαλκού (Εικόνα 12α και 12β).



(Top side)

Εικόνα 12-α: Το πάνω μέρος του κύκλωματος στο ριζόχαρτο

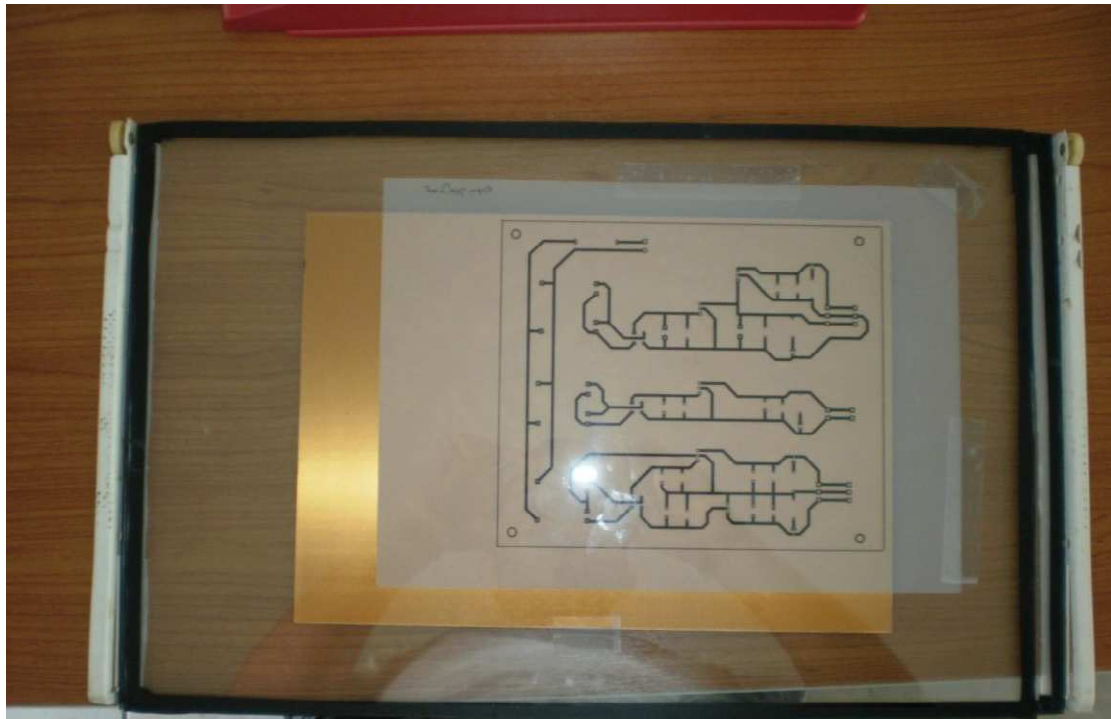


(Bottom)

Εικόνα 12-β: Το κάτω μέρος του κυκλώματος στο ριζόχαρτο

Έπειτα θα τοποθετήσουμε την πλακέτα επάνω στην ειδική γυάλινη επιφάνεια στήριξης και πάνω από αυτή θα εφαρμόσουμε την διαφάνεια στο σημείο της πλακέτας που θέλουμε να τυπωθεί το κύκλωμα. Τέλος τοποθετούμε πάνω από αυτές μια δεύτερη γυάλινη επιφάνεια έτσι ώστε να ασκηθεί πίεση στην διαφάνεια και να πετύχουμε όσο το δυνατόν καλύτερη εφαρμογή της στην πλακέτα. Εδώ να επισημάνουμε ότι χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στις πλακέτες διπλής όψης όπου απαιτείται μεγάλη ακρίβεια σε αυτό το σημείο για την επιτυχία της τύπωσης της.

Έπειτα τοποθετούμε την γυάλινη επιφάνεια στον ειδικό θάλαμο φωτισής της. Ο θάλαμος αυτός περιέχει περίπου έξι λάμπες που εκπέμπουν με μεγάλη ισχύ υπεριώδη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Η διαδικασία φωτισμού διαρκεί περίπου δεκαπέντε λεπτά και εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των λαμπτήρων καθώς και από την διαφάνεια-ριζόχαρτο που χρησιμοποιείται.



Εικόνα 13: Γυάλινη επιφάνεια πάνω στην οποία τοποθετείται η πλακέτα και πάνω από την οποία εφαρμόζεται η διαφάνεια ή το ριζόχαρτο όπου έχει εκτυπωθεί το επιθυμητό προς εμφάνιση κύκλωμα.

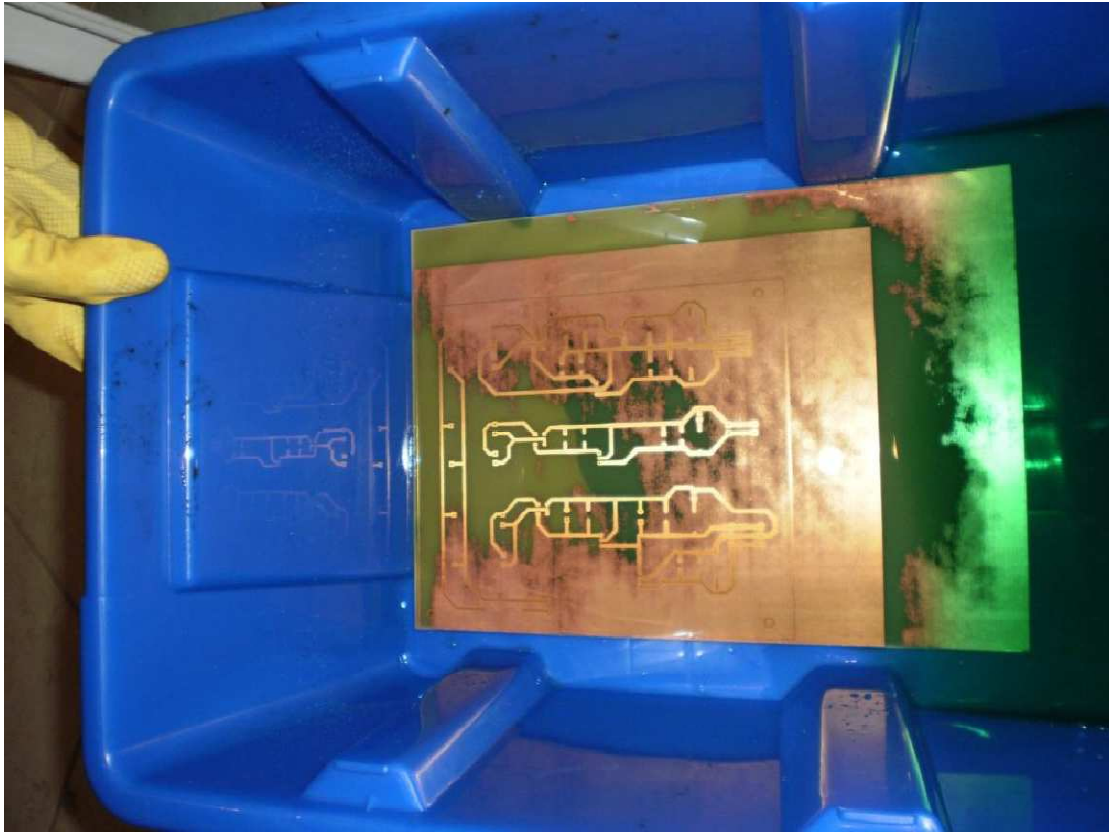
Η διαδικασία της φώτισης της πλακέτας έχει σαν στόχο την φώτιση του φωτοευαίσθητου υλικού που βρίσκεται πάνω από το χαλκό, ώστε να μπορέσουμε να το αφαιρέσουμε με τη χημική διαδικασία που θα περιγράψουμε παρακάτω. Η διαφάνεια ή το ριζόχαρτο έχει σαν στόχο να αποτρέψει την φώτιση στα σημεία της πλακέτας όπου επιθυμούμε να εμφανιστεί το κύκλωμα, ώστε να διατηρηθεί το φωτοευαίσθητο υλικό στη χημική επεξεργασία.

Την φωτισμένη πλακέτα την τοποθετούμε σε διάλυμα νερού (H_2O) και καυστικής σόδας ($NaOH$ -υδροξείδιο του νατρίου) με δοσολογία περίπου 20 γραμμαρίων καυστικής σόδας σε ένα λίτρο νερού. Ανακινώντας το δοχείο που περιέχει το διάλυμα και την πλακέτα για λίγα λεπτά, θα παρατηρήσουμε την απομάκρυνση του φωτοευαίσθητου υλικού που έχει φωτισθεί με υπεριώδη ακτινοβολία όπως φαίνεται στην εικόνα 14.



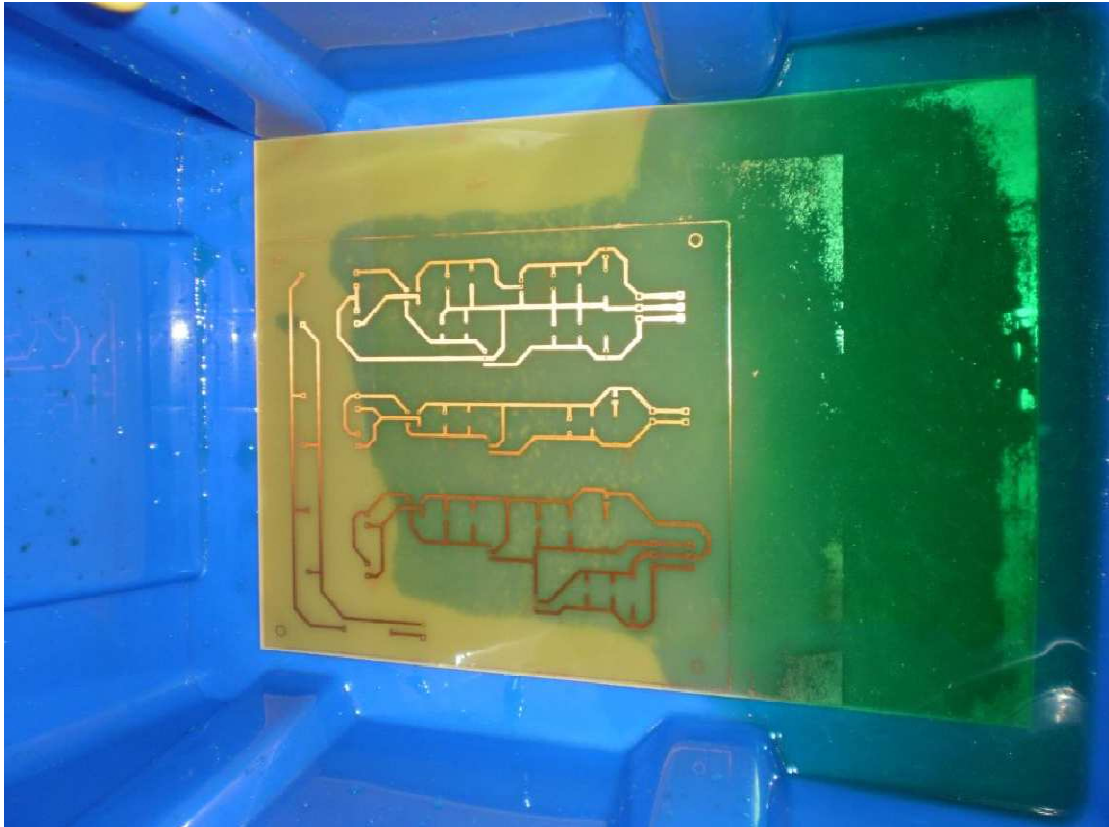
Εικόνα 14: Διακρίνεται η επίδραση του διαλύματος στη φωτισμένη πλακέτα. Αριστερά διακρίνεται η επίδραση στα πρώτα δευτερόλεπτα ενώ δεξιά με το πέρας ενός χρονικού διαστήματος.

Με το πέρας μπορούμε να διακρίνουμε το φωτοευαίσθητο υλικό που παρέμεινε πάνω από τη στρώση του χαλκού να σχηματίζει το επιθυμητό κύκλωμα. Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι η μέχρι τώρα διαδικασία έχει πραγματοποιηθεί σε σκοτεινό χώρο προκειμένου να μην φωτισθεί η πλακέτα παρά τη θέλησή μας και ουσιαστικά καταστραφεί. Στόχος μας τώρα είναι να αφαιρέσουμε το χαλκό από όλα τα σημεία της πλακέτας που δεν αποτελούν τμήμα του σχεδίου του κυκλώματος. Η διαδικασία της αποχάλκωσης γίνεται και αυτή με τη χρήση ενός διαλύματος, του οποίου τα συστατικά είναι το υδροχλωρικό οξύ (HCl), που υπάρχει σε ικανοποιητική συγκέντρωση στο κοινό ως <<ακουαφόρτε>>, και το υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2), το οποίο το συναντάμε σε μεγάλη περιεκτικότητα στο περιντρόλ (perhydrol). Η κατάλληλη δοσολογία για αυτό το διάλυμα είναι τέσσερα μέρη ακουαφόρτε προς ένα μέρος περιντρόλ καθώς το υδροχλωρικό οξύ δρα ως καταλύτης της οξειδωσης του χαλκού από το ισχυρό υπεροξειδίο του υδρογόνου. Η διαδικασία αυτή διαρκεί από δεκαπέντε έως σαράντα πέντε λεπτά και εξαρτάται από την πυκνότητα του διαλύματος, την θερμοκρασία αλλά και από την επιφάνειά του προς οξείδωση χαλκού. Να τονίσουμε ότι η αντίδραση της οξειδωσης του χαλκού είναι εντόνως εξώθερμη και θα πρέπει να γίνεται σε εξωτερικό χώρο καθώς απελευθερώνει αέρια.



Εικόνα 15: Διακρίνεται η πλακέτα κατά την διάρκεια της αποχάλκωσης σε ένα ποσοστό περίπου 50% της επιθυμητής επιφάνειας του κυκλώματος.

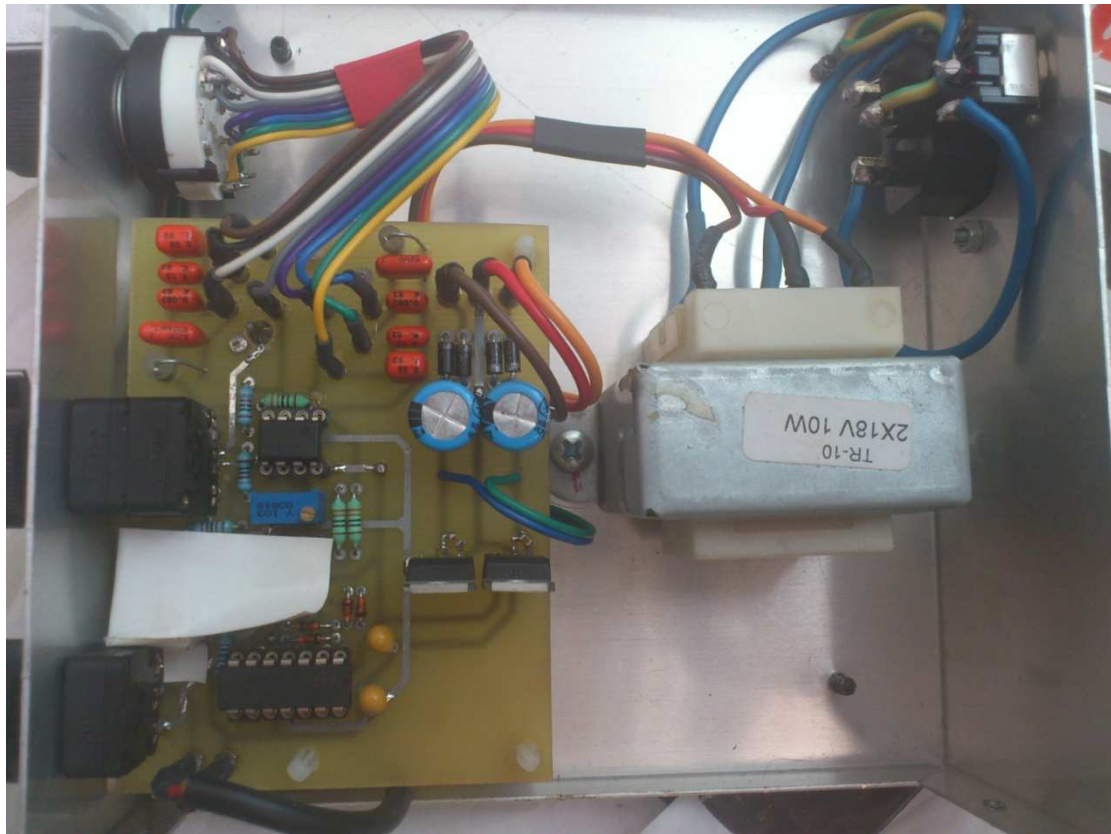
Στην Εικόνα 16 βλέπουμε την πλακέτα στο τέλος της διαδικασίας της αποχάλκωσης, όταν δηλαδή έχει εμφανιστεί ολόκληρο το τμήμα του κυκλώματος. Επόμενο βήμα είναι να κόψουμε την τυπωμένη πλέον πλακέτα στα όρια του κυκλώματος και να συνεχίσουμε με την απομάκρυνση του φωτοευαίσθητου υλικού που υπάρχει στους δρόμους του κυκλώματος, με την χρήση οινόπνεύματος και γυαλόχαρτου.



Εικόνα 16: Πλακέτα πλήρως αποχαλκωμένη στην επιφάνεια του επιθυμητού κυκλώματος.

Ολοκληρώνοντας οφείλουμε να τονίσουμε ότι η χρήση προστατευτικών γαντιών κατά την διαδικασία της χημικής επεξεργασίας της πλακέτας κρίνεται απαραίτητη καθώς και τα δύο προαναφερόμενα διαλύματα έχουν καυστική φύση.

Η πλακέτα μας λοιπόν εφόσον ολοκληρώθηκε το μόνο που μας μένει είναι να ολοκληρώσουμε το κύκλωμα τοποθετώντας κατάλληλα τα διάφορα εξαρτήματα (πυκνωτές, αντιστάσεις κλπ..) που χρειάζονται για την δημιουργία του ταλαντωτή. Το ολοκληρωμένο κύκλωμα φαίνεται στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17:Ολοκληρωμένο κύκλωμα-Ταλαντωτής συχνοτήτων .

Τέλος πρέπει να επιλέξουμε και το κουτί που θα τοποθετηθεί η πλακέτα και η τροφοδοσία που στο συγκεκριμένο κύκλωμα τοποθετήθηκε τροφοδοσία με τριπολικό βύσμα αντίστοιχο με αυτό που έχουν οι υπολογιστές-desktops όπως φαίνεται στην Εικόνα 18.



Εικόνα 18: Διακρίνεται το εξωτερικό κουτί του κυκλώματος και η είσοδος της τροφοδοσίας.

Κατάλογος εξαρτημάτων:

P1=10K,λογ. ποτενσιόμετρο (2 μέρη)

P2=2K2,γραμμικό ποτενσιόμετρο

R1,R2,R4,R5=3K3 (1/4W) ,αντιστάσεις

R3,R6=820R (1/4W),αντιστάσεις

R7=10K (1/2W),κεραμικό τρίμερ

R8=22K (1/4W),αντίσταση

R9=φωτοαντίσταση(οποιουδήποτε είδους)

R10=8K2 (1/4W),αντίσταση

R11,R12,R14,R15=3K3 (1/4W),αντιστάσεις

R13=2K7 (1/4W),αντίσταση

R16,R17,R18,R19,R20=3K3 (1/4W),αντιστάσεις

R21=56K (1/4W),αντίσταση

R22=68K (1/4W),αντίσταση

R23=1K (1/4W),αντίσταση

C1,C6=220pF 63V,πυκνωτής πολυστερίνης ή Styroflex

C2,C7=8n2 63V,πυκνωτές πολυεστέρα

C3,C8=82nF 63V,πυκνωτές πολυεστέρα

C4,C9=150nF 63V,πυκνωτές πολυεστέρα

C5,C10=680nF 63V,πυκνωτές πολυεστέρα

D1,D2,D3,D4=1N4148 75V 150mA,δίοδοι

D5=κόκκινο LED

IC1,IC2=NE5532,χαμηλής παραμόρφωσης λειτουργικοί
ταλαντωτές

IC3=λειτουργικός ταλαντωτής

SW1=περιστροφικός διακόπτης με 2 πόλους και 3 δρόμους

Θέσεις διακόπτη:

1=16Hz-220Hz

2=160Hz-2200Hz

3=1600Hz-22000Hz

Παράρτημα 2: Αρχεία PDF του τελεστικού ενισχυτή και της φωτοαντίστασης.

T.E.:NE5532



www.fairchildsemi.com

NE5532 **Dual Operational Amplifier**

Features

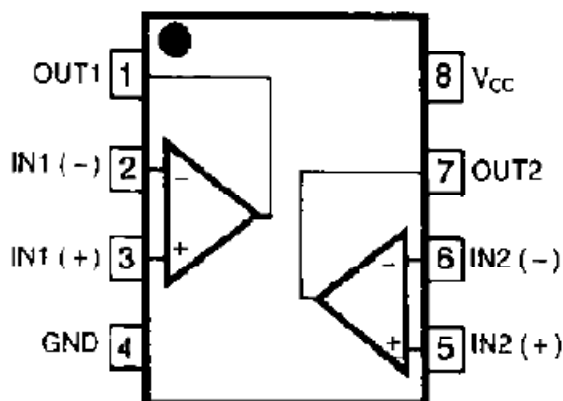
- Internal Frequency Compensation
- Slew Rate: 8V/ μ s
- Input Noise Voltage: 8nV/ \sqrt{Hz} ($f_0 = 30$ Hz)
- Full Power Bandwidth: 140KHz

Description

The NE5532 is an internally compensated dual low noise OP-AMP. The high small signal and power bandwidth provides superior performance in high quality AMP, all control circuits, and telephone applications.



Internal Block Diagram



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	NE5532	Unit
Power Supply Voltage	V _{CC}	±22	V
Differential Input Voltage	V _(DIFF)	±13	V
Input Voltage	V _I	Supply Voltage	V
Power Dissipation, T _A = 25°C 8-DIP 8-SOP	P _D	1100 500	mW
Operating Temperature Range	T _{OPR}	0 ~ + 70	°C

Thermal Data

Parameter	Symbol	Value	Unit
Thermal Resistance Junction-Ambient Max. 8-DIP 8-SOP	R _{θJA}	110 250	°C/W

Electrical Characteristics

(V_{CC}=15V, V_{EE}= - 15V, T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Input Offset Voltage	V _{IO}	-	-	0.5	4.0	mV
Input Offset Current	I _{IO}	-	-	10	150	nA
Input Bias Current	I _{BIAS}	-	-	200	800	nA
Supply Current	I _{CC}	-	-	6.0	16	mA
Input Voltage Range	V _{I(R)}	-	±12	±13	-	V
Common Mode Rejection Range	CMRR	T _A = 25 °C	70	100	-	dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	T _A = 25 °C	80	100	-	dB
Output Voltage Swing	V _{O(P-P)}	R _L ≥ 600Ω	±12	±13	-	V
Input Resistance	R _I	T _A = 25 °C	30	300	-	KΩ
Short Circuit Current	I _{SC}	-	-	38	-	mA
Overshoot	OS	R _L =600Ω, C _L =100pF	-	10	20	%
Voltage Gain	GV	f = 10KHz	2	2.2	-	V/mV
Gain Bandwidth Product	GBW	C _L =100pF, R _L = 600Ω	8	10	-	MHz
Slew Rate	SR	R _L =1K, C _L =100pF, R _L =600Ω	6	8.0	-	V/μs
Input Noise Voltage	e _N	f _O = 30Hz f _O = 1KHz	-	8.0 5.0	-	nV/√Hz

Typical Performance Characteristics

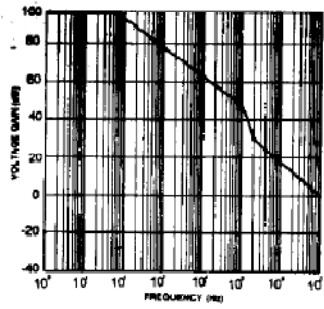


Figure 1. Open Loop Frequency Response

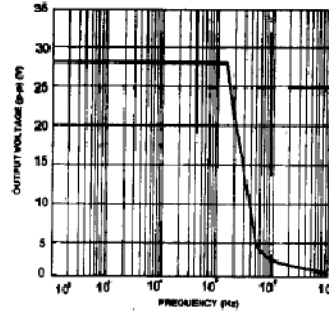


Figure 2. Large Signal Frequency Response

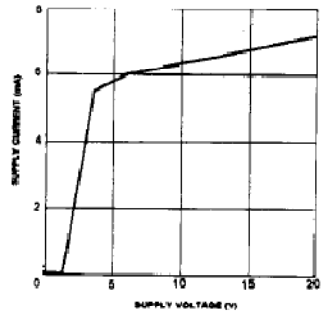


Figure 3. Supply Current vs Supply Voltage

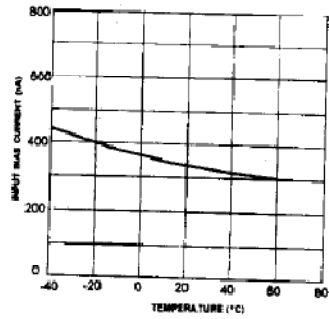


Figure 4. Input Bias Current vs Temperature

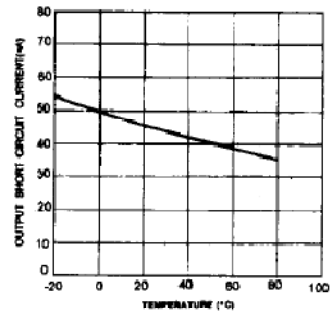


Figure 5. Output Circuit Current vs Temperature

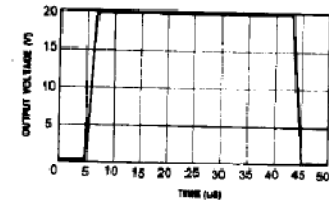


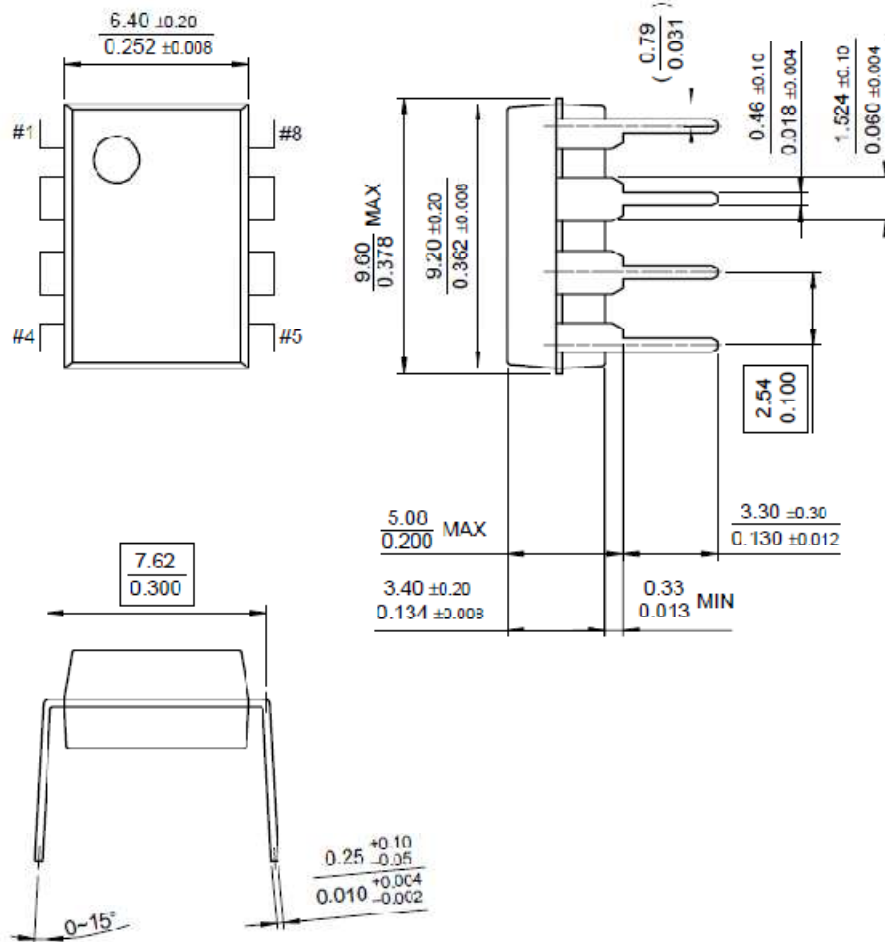
Figure 6. Slew Rate

Mechanical Dimensions

Package

Dimensions in millimeters

8-DIP

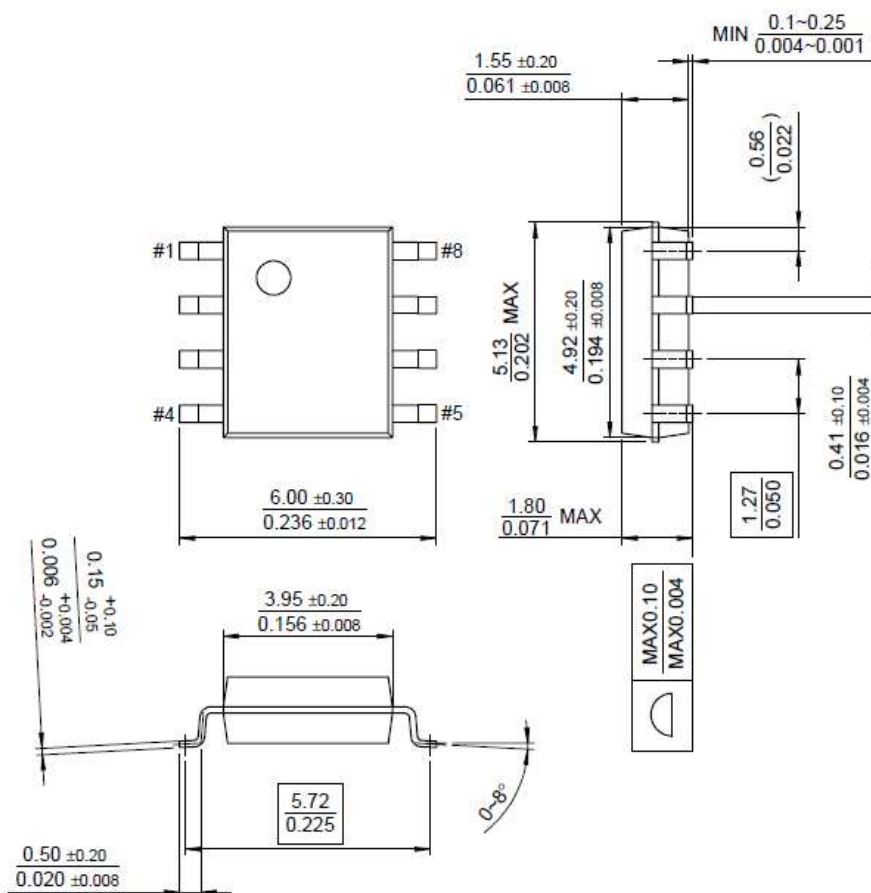


Mechanical Dimensions (Continued)

Package

Dimensions in millimeters

8-SOP



Ordering Information

Product Number	Package	Operating Temperature
NE5532N	8-DIP	0 ~ +70°C
NE5532D	8-SOP	

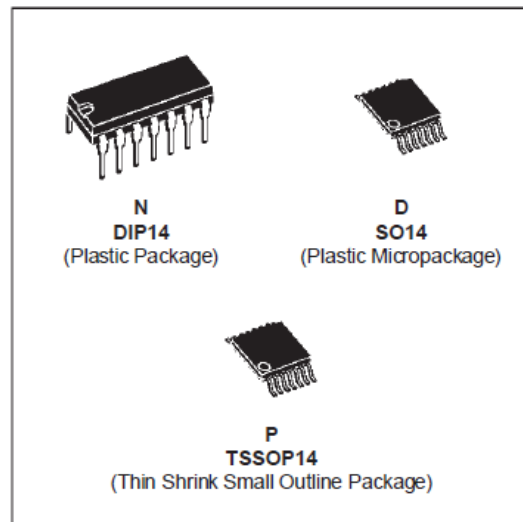
T.E.:TL084



TL084 TL084A - TL084B

GENERAL PURPOSE J-FET QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

- WIDE COMMON-MODE (UP TO V_{CC}^+) AND DIFFERENTIAL VOLTAGE RANGE
- LOW INPUT BIAS AND OFFSET CURRENT
- OUTPUT SHORT-CIRCUIT PROTECTION
- HIGH INPUT IMPEDANCE J-FET INPUT STAGE
- INTERNAL FREQUENCY COMPENSATION
- LATCH UP FREE OPERATION
- HIGH SLEW RATE : $16V/\mu s$ (typ)



DESCRIPTION

The TL084, TL084A and TL084B are high speed J-FET input quad operational amplifiers incorporating well matched, high voltage J-FET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit.

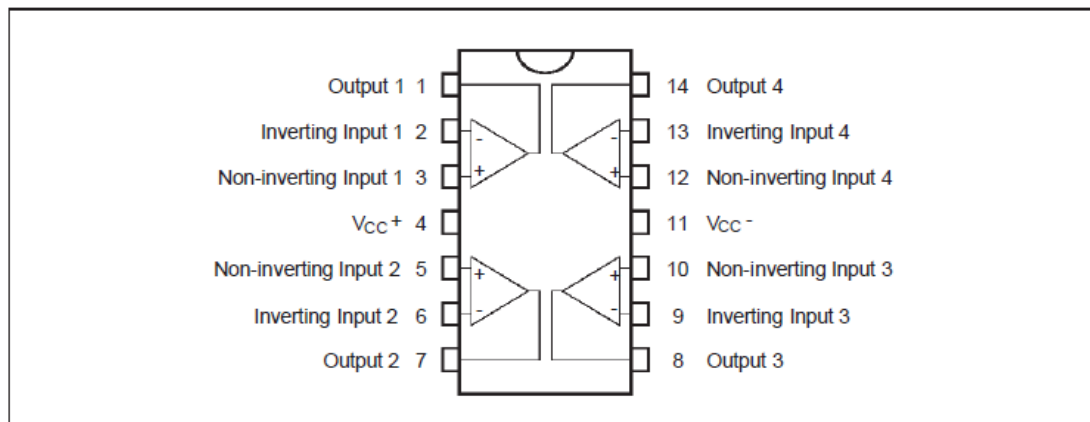
The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset voltage temperature coefficient.

ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package		
		N	D	P
TL084M/AM/BM	-55°C, +125°C	•	•	•
TL084I/AI/BI	-40°C, +105°C	•	•	•
TL084C/AC/BC	0°C, +70°C	•	•	•

Examples : TL084CN, TL084CD

PIN CONNECTIONS (top view)



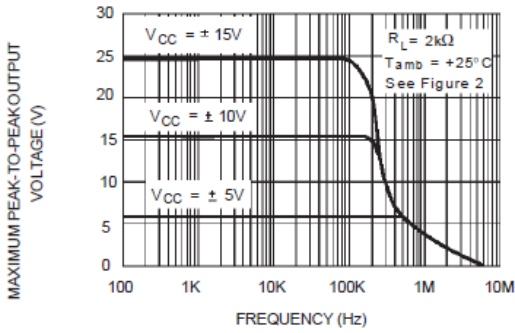
ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC} = ±15V, T_{amb} = 25°C (unless otherwise specified)

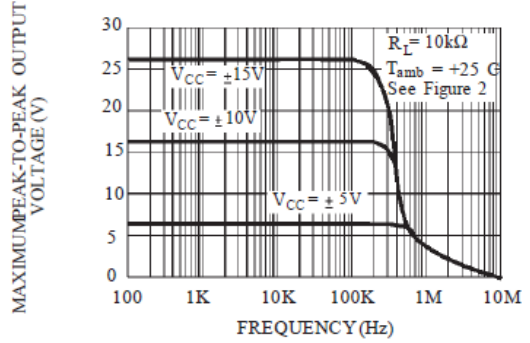
Symbol	Parameter	TL084I,M,AC,AI, AM,BC,BI,BM			TL084C			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
V _{io}	Input Offset Voltage (R _S = 50Ω) T _{amb} = 25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.} TL084 TL084A TL084B TL084 TL084A TL084B		3 3 1	10 6 3 13 7 5		3	10 13	mV
DV _{in}	Input Offset Voltage Drift		10			10		μV/°C
I _{io}	Input Offset Current * T _{amb} = 25°C I _{min.} ≤ I _{amb} ≤ I _{max.}		5	100 4		5	100 4	pA nA
I _b	Input Bias Current * T _{amb} = 25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.}		20	200 20		30	400 20	pA nA
A _{vd}	Large Signal Voltage Gain (R _L = 2kΩ, V _O = ±10V) T _{amb} = 25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.}	50 25	200		25 15	200		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio (R _S = 50Ω) T _{amb} = 25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.}	80 80	86		70 70	86		dB
I _{CC}	Supply Current, per Amp, no Load T _{amb} = 25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.}		1.4	2.5 2.5		1.4	2.5 2.5	mA
V _{ICM}	Input Common Mode Voltage Range	±11	+15 -12		±11	+15 -12		V
CMR	Common Mode Rejection Ratio (R _S = 50Ω) T _{amb} = 25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.}	80 80	86		70 70	86		dB
I _{OS}	Output Short-circuit Current T _{amb} = 25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.}	10 10	40	60 60	10 10	40	60 60	mA
±V _{OFF}	Output Voltage Swing T _{amb} = 25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.} R _L = 2kΩ R _L = 10kΩ R _L = 2kΩ R _L = 10kΩ	10 12 10 12	12 13.5		10 12 10 12	12 13.5		V
SR	Slew Rate (V _{in} = 10V, R _L = 2kΩ, C _L = 100pF, T _{amb} = 25°C, unity gain)	0	16		0	16		V/μs
t _r	Rise Time (V _{in} = 20mV, R _L = 2kΩ, C _L = 100pF, T _{amb} = 25°C, unity gain)		0.1			0.1		μs
K _{OV}	Overshoot (V _{in} = 20mV, R _L = 2kΩ, C _L = 100pF, T _{amb} = 25°C, unity gain)		10			10		%
GBP	Gain Bandwidth Product (f = 100kHz, T _{amb} = 25°C, V _{in} = 10mV, R _L = 2kΩ, C _L = 100pF)	2.5	4		2.5	4		MHz
R _i	Input Resistance		10 ¹²			10 ¹²		Ω
THD	Total Harmonic Distortion (f = 1kHz, A _V = 20dB, R _L = 2kΩ, C _L = 100pF, T _{amb} = 25°C, V _O = 2V _{PP})		0.01			0.01		%
e _n	Equivalent Input Noise Voltage (f = 1kHz, R _S = 100Ω)		15			15		$\frac{nV}{\sqrt{1z}}$
∅ _m	Phase Margin		45			45		Degrees
V _{O1} /V _{O2}	Channel Separation (A _V = 100)		120			120		dB

* The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature.

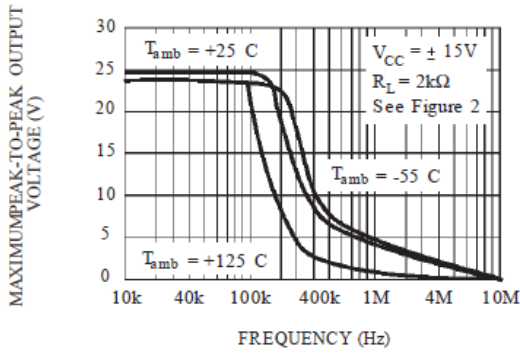
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



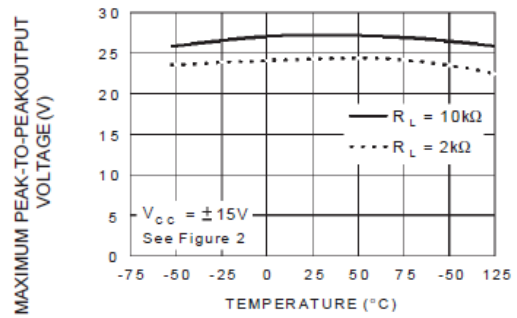
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



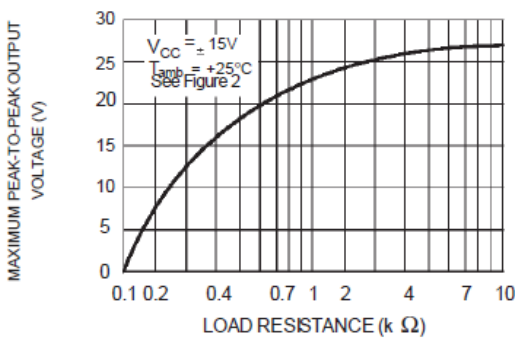
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



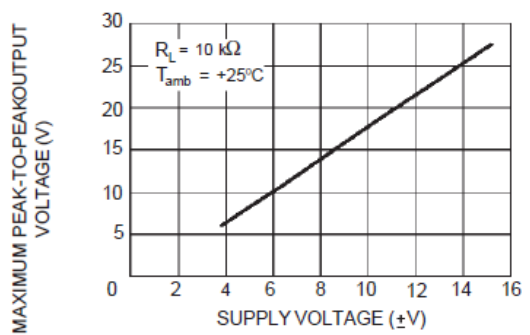
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREE AIR TEMP.



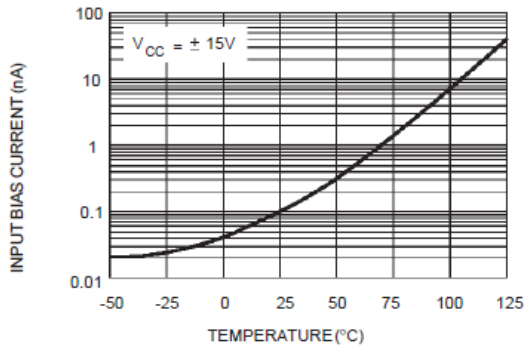
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS LOAD RESISTANCE



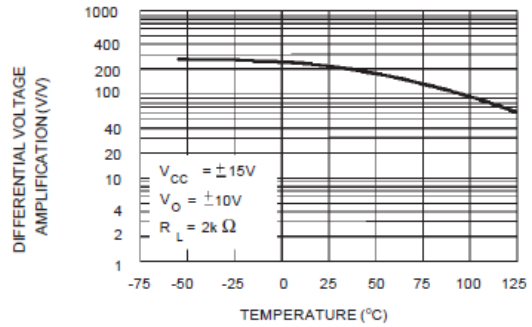
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS SUPPLY VOLTAGE



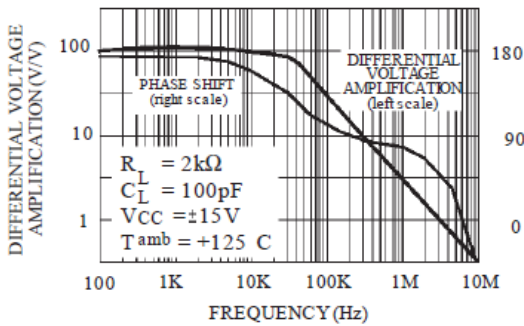
INPUT BIAS CURRENT VERSUS FREE AIR TEMPERATURE



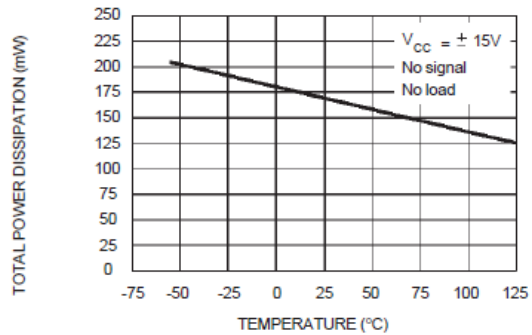
LARGE SIGNAL DIFFERENTIAL VOLTAGE AMPLIFICATION VERSUS FREE AIR TEMPERATURE



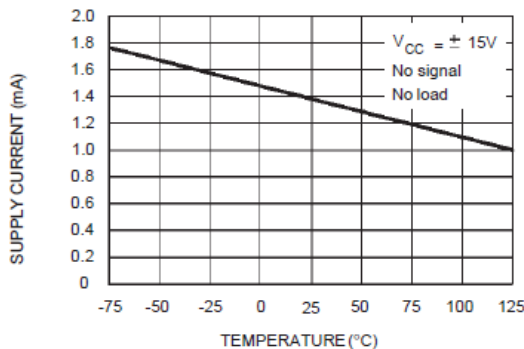
LARGE SIGNAL DIFFERENTIAL VOLTAGE AMPLIFICATION AND PHASE SHIFT VERSUS FREQUENCY



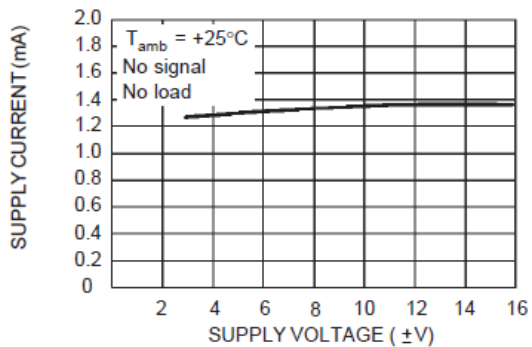
TOTAL POWER DISSIPATION VERSUS FREE AIR TEMPERATURE



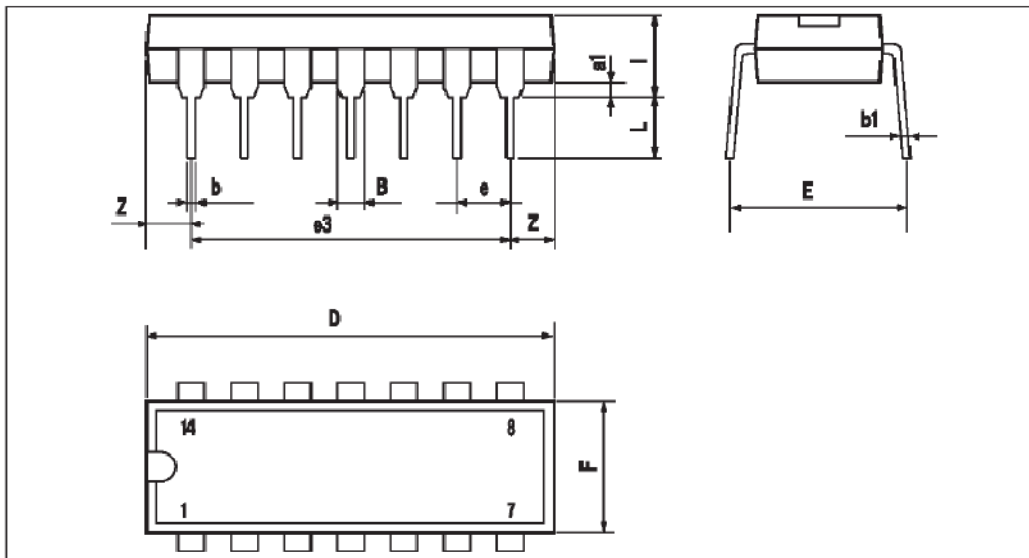
SUPPLY CURRENT PER AMPLIFIER VERSUS FREE AIR TEMPERATURE



SUPPLY CURRENT PER AMPLIFIER VERSUS SUPPLY VOLTAGE



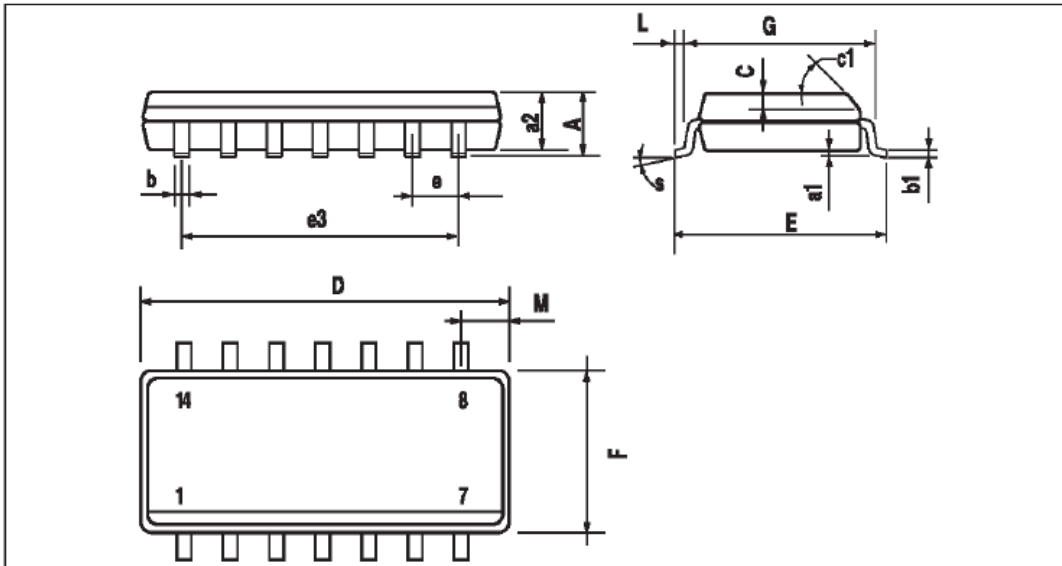
PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - PLASTIC DIP



Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
i			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100

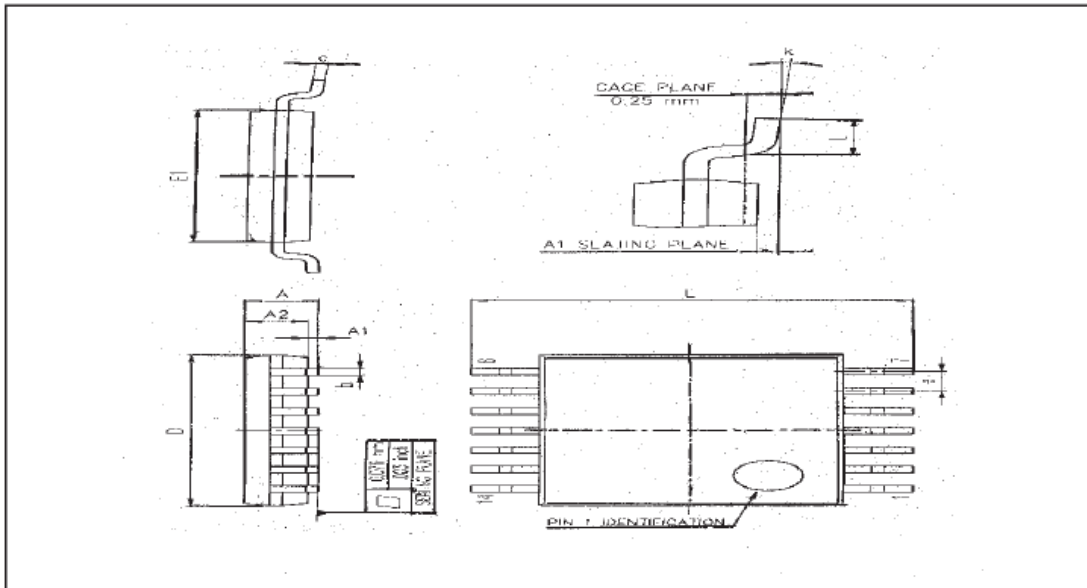
TL084 - TL084A - TL084B

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - PLASTIC MICROPACKAGE (SO)



Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.2	0.004		0.008
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45° (typ.)					
D	8.55		8.75	0.336		0.334
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		7.62			0.300	
F	3.8		4.0	0.150		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.020		0.050
M			0.68			0.027
S	8° (max.)					

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - THIN SHRINK SMALL OUTLINE PACKAGE



Dim.	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.20			0.05
A1	0.05		0.15	0.01		0.006
A2	0.80	1.00	1.05	0.031	0.039	0.041
b	0.19		0.30	0.007		0.15
c	0.09		0.20	0.003		0.012
D	4.90	5.00	5.10	0.192	0.196	0.20
E		6.40			0.252	
E1	4.30	4.40	4.50	0.169	0.173	0.177
e		0.65			0.025	
k	0°		8°	0°		8°
l	0.50	0.60	0.75	0.09	0.0236	0.030

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a trademark of STMicroelectronics

CDS Light-Dependent Photoresistors

Light-Dependent Photoresistors for Sensor Applications

▶ Preview

The cadmium sulfide (CdS) or light dependent resistor (LDR) whose resistance is inversely dependent on the amount of light falling on it, is known by many names including the photo resistor, photoresistor, photoconductor, photoconductive cell, or simply the photocell.

A typical structure for a photoresistor uses an active semiconductor layer that is deposited on an insulating substrate. The semiconductor is normally lightly doped to enable it to have the required level of conductivity. Contacts are then placed either side of the exposed area.

The photo-resistor, CdS, or LDR finds many uses as a low cost photo sensitive element and was used for many years in photographic light meters as well as in other applications such as smoke, flame and burglar detectors, card readers and lighting controls for street lamps.

Providing design engineers with an economical CdS or LDR with high quality performance, Token Electronics now offers commercial grade PGM photoresistor. Designated the PGM Series, the photoresistors are available in 5mm, 12mm and 20mm sizes, the conformally epoxy or hermetical package offer high quality performance for applications that require quick response and good characteristic of spectrum.

Token has been designing and manufacturing high performance light dependent resistors for decades. Our product offerings are extensive and our experience with custom photoresistor is equally extensive. Contact us with your specific needs.

▶ Features

- Quick Response
- Reliable Performance
- Epoxy or hermetical package
- Good Characteristic of Spectrum

▶ Applications

- Photoswitch
- Photoelectric Control
- Auto Flash for Camera
- Electronic Toys, Industrial Control



Terminology

- Light Resistance :**

Measured at 10 lux with standard light A (2854K-color temperature) and 2hr. preillumination at 400-600 lux prior testing.

- Dark Resistance :**

Measured at 10th seconds after closing 10 lux.

- Gamma characteristic :**

Under 10 lux and 100 lux and given by $\gamma = \log(R_{10}/R_{100}) / \log(100/10) = \log(R_{10}/R_{100})$

R10, R100: resistance at 10 lux and 100 lux.

The tolerance of γ is ± 0.1 .

- Pmax :**

Max. power dissipation at ambient temperature of 25°C. At higher ambient temperature, the maximum power permissible may be lowered.

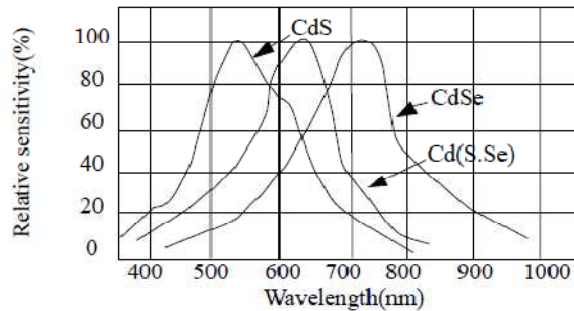
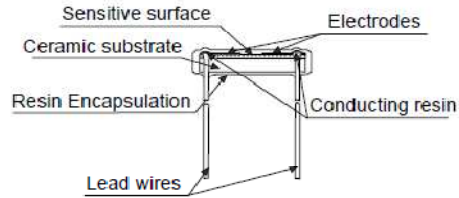
- Vmax :**

Max. voltage in darkness that may be applied to the device continuously.

- Spectral peak :**

Spectral sensitivity of photoresistors depends on the wavelength of light they are exposed to and in accordance with figure 'Spectral Response'.

The tolerance of spectral peak is $\pm 50\text{nm}$.



Physical and Environmental Characteristics

ITEM	CONDITIONS	PERFORMANCE
Solderability	Put the terminals into welding tank at temp. $230 \pm 5^\circ\text{C}$ for $2 \pm 0.5\text{s}$ (terminal roots are 5mm away from the tin surface).	wetting $\geq 95\%$
Temperature Changing	Change of temperature in accordance with: TA: -40°C TB: $+60^\circ\text{C}$ Number of cycles: 5 Exposure duration: 30min	Drift of R10 = $\pm 20\%$ No visible damage
Constant humidity and heat	1. Put the device in test box at Temperature: $60 \pm 5^\circ$ CHumidity: 90-95% Illumination: 0lux Duration: 100h 2. Take the device and measure after 24h at normal temperature and humidity.	Drift of R10 = $\pm 30\%$ No visible damage
Constant load Temperature	At $25 \pm 5^\circ\text{C}$ Illumination: 150lux at rated power Duration: 600h	No visible damage
Wire Terminals Strength	Bend the wire terminal at its root to 90 degree, and then bend it to a opposite direction.	No visible damage
Vibration	Frequency: 50Hz Swing: 1.5mm with Directions: parallel to ceramic substrate normal to ceramic substrate. Duration: 2h	No visible dam

Πηγές πληροφόρησης

Οι πηγές πραγματοποίησης της πτυχιακής ήτανε ιστοσελίδες από το διαδίκτυο και οι διευθύνσεις είναι οι παρακάτω:

- http://users.otenet.gr/~athsam%20/wien_bridge_oscillator.htm
- http://en.wikipedia.org/wiki/Wien_bridge_oscillator
- http://www.play-hookey.com/oscillators/wien_bridge_oscillator.html
- <http://www.redcircuits.com/Page82.htm>
- <http://cgi.di.uoa.gr/~std04014/Welcome.html>
- <http://www.hp.com/hpinfo/abouthp/histnfacts/museum/earlyinstruments/0002/0002history.html>
- <http://www.ti.com/lit/an/sloa060/sloa060.pdf>
- <http://users.teiath.gr/patsig/CV/Thesis.2010.Chousakos.pdf>
- Πακτίτης, "Ταλαντωτές", Εκδόσεις Ίων
- Sedra/Smith, "Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα", Εκδόσεις Παπασωτηρίου, κεφάλαιο 12 (ή 13 στην τωρινή έκδοση)
- Malvino, "Ηλεκτρονική", Εκδόσεις Τζιόλα, κεφάλαιο 23
- Jaeger, "Μικροηλεκτρονική", Εκδόσεις Τζιόλα, κεφάλαιο 18