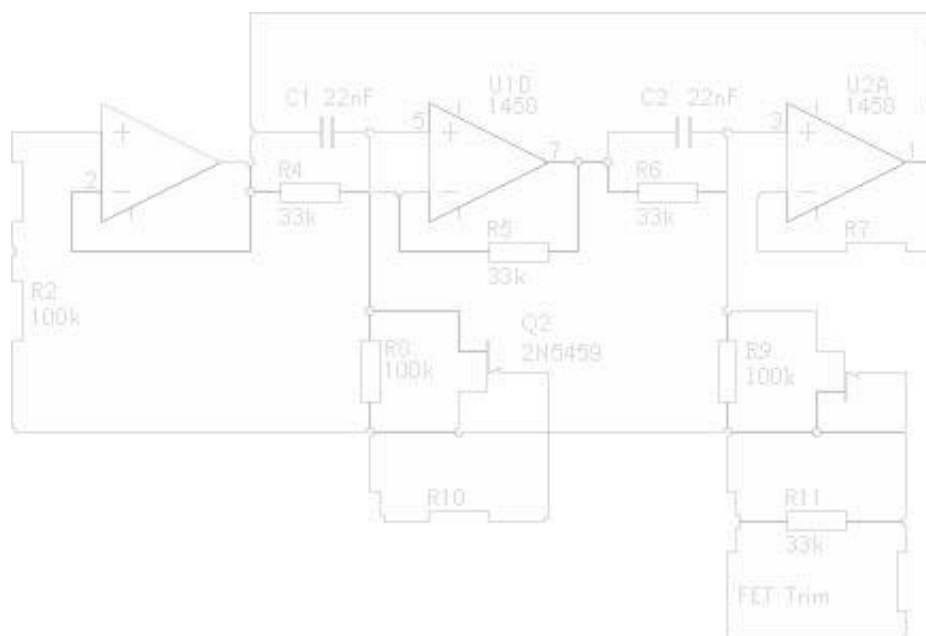


**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:**

**« ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ VIBRATO »**



**Όνομα φοιτητή: Γεωργακόπουλος Ηλίας Α.Μ. 657**

**Επιβλέπων Καθηγητής: κ. Χρήστου Χρήστος**

**ΡΕΘΥΜΝΟ**

**2009**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
Περιεχόμενα.....	2
Ευχαριστίες.....	4
Σκοπός.....	5
Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο 1: Ιστορικά για το VIBRATO.....	7
1.1: Vibrato και tremolo.....	7
Γενική χρήση του vibrato.....	10
1.2: Vibrato στην κλασική εποχή και στην Jazz μουσική.....	11
1.3: Τεχνικές.....	14
Κεφάλαιο 2: VIBRATO UNIT.....	18
2.1 Vibrato unit.....	18
2.1 Vibrato ή tremolo.....	20
Κεφάλαιο 3: Κατασκευή κυκλώματος.....	22
4.1 Το κύκλωμα vibrato.....	23
4.2 Το κύκλωμα modulator.....	25
4.3 Το κύκλωμα Bypass.....	28
4.4 Εξαρτήματα.....	29
Κεφάλαιο 4: Μετρήσεις.....	33
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα.....	38
Παράρτημα I: Κατασκευή τυπωμένου κυκλώματος και πλακέτα.....	39
Υλικά που χρειάζονται για την κατασκευή ενός τυπωμένου κυκλώματος.....	39
Σχεδίαση τυπωμένου κυκλώματος.....	40
Η εμφάνιση του τυπωμένου κυκλώματος.....	41

Παράρτημα II .....	44
Data Sheet Ολοκληρωμένου κυκλώματος MC1458.....	44
Data Sheet Transistor BC549.....	49
Data Sheet FET 2N5459.....	51
Βιβλιογραφία.....	55

*Πραγματικά δεν υπάρχει κάποιο μυστικό  
για την προσέγγιση μας. Συνεχίζουμε να προχωράμε  
μπροστά, ανοίγοντας νέες πόρτες και κάνοντας  
καινούργια πράγματα, απλά επειδή είμαστε περίεργοι.*

*Γουόλτ Ντίσνεϋ*

Ευχαριστίες:

Ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου για την υλική και ηθική υποστήριξη τόσο κατά την διάρκεια των σπουδών μου όσο και κατά την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Ευχαριστώ τον επόπτη καθηγητή μου κ. Χρήστου Χρήστο για τις πολύ σημαντικές συμβουλές που μου έδωσε κατά την διάρκεια της προετοιμασίας της πτυχιακής εργασίας. Θα ήθελα επίσης, να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες καθηγητές μου, που μου έδωσαν τις γνώσεις τους και με μύησαν στα επιστημονικά μονοπάτια κατά την φοίτηση μου στο Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους όσους πήραν μέρος στην πτυχιακή μου εργασία, γιατί χωρίς την πολύτιμη βοήθεια τους δεν θα μπορούσε να διεκπεραιωθεί το τελικό αποτέλεσμα.

## ΣΚΟΠΟΣ:

Ο στόχος της πτυχιακής εργασίας μου είναι η κατασκευή μιας ηλεκτρονικής συσκευής, που θα είναι μια μονάδα ηχητικού effect, η οποία ονομάζεται μονάδα vibrato, όπου ο χρήστης θα μπορεί να ρυθμίζει τις εξής παραμέτρους:

1. ταχύτητα vibrato, δηλαδή το πόσο γρήγορα ή το πόσο αργά θα γίνεται η μετάβαση ενός πλήθους αλλαγών στη συχνότητα,
2. το πλάτος της διαμόρφωσης, δηλαδή πόσο μεγάλο ή πόσο μικρό εύρος θα έχει αυτό το πλήθος αλλαγών στη συχνότητα,
3. ποσοστό effect στο ηχητικό σήμα. Με αυτό το ρυθμιστικό μπορεί κάποιος να επιλέξει το ποσοστό του αρχικού σήματος και το ποσοστό του επεξεργασμένου σήματος, που θα περνάει στην έξοδο καθώς και ένα διακόπτη On/Off, με το οποίο θα ενεργοποιεί ή θα απενεργοποιεί το κύκλωμα του modulator.

Η ηλεκτρονική συσκευή που θα κατασκευάσω θα έχει και ένα παράπλευρο κύκλωμα, το οποίο ονομάζεται Bypass, του οποίου η λειτουργία θα είναι η εξής: Όταν ενεργοποιείται αυτό το κύκλωμα, από έναν διακόπτη, το σήμα εισόδου περνάει στην έξοδο χωρίς να επηρεαστεί από το effect, αντίστοιχα όταν αυτό το κύκλωμα απενεργοποιείται τότε το σήμα εισόδου περνάει στην έξοδο επηρεασμένο από το effect.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η όλη εργασία δομείται από τέσσερα κεφάλαια και από δύο παραρτήματα. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρω πως ξεκίνησε να χρησιμοποιείται το vibrato στη μουσική. Επίσης, αναφέρω την διαφορά μεταξύ vibrato και tremolo επειδή είναι δύο όροι που συχνά συγχέονται μεταξύ τους. Τέλος, σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρω κάποιες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή vibrato σε ορισμένα μουσικά όργανα χωρίς την χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών συσκευών. Στο δεύτερο κεφάλαιο κάνω μια αναφορά σε μια μονάδα vibrato σαν αυτή που έχω κατασκευάσει. Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο εξηγώ το πώς κατασκεύασα αυτή τη μονάδα vibrato (vibrato unit).

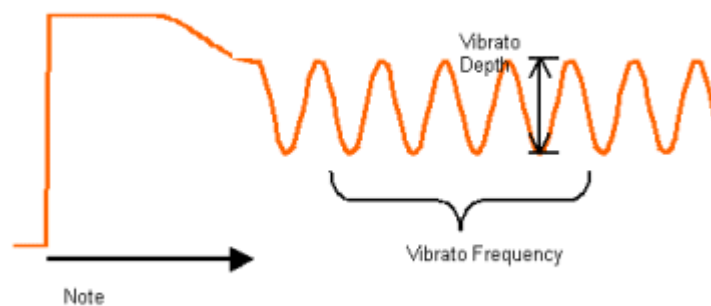
Στο πρώτο παράρτημα εξηγώ το πώς έφτιαξα το τυπωμένο κύκλωμα και πως το τύπωσα πάνω στην πλακέτα. Ενώ στο δεύτερο παράρτημα παραθέτω τα datasheet των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, των transistor και του JFET που χρησιμοποίησα.

Μια σύνδεση λοιπόν, που επιχειρείται αναλυτικά στα παρακάτω κεφάλαια έχει ως επακόλουθο να παρουσιάσει την μονάδα vibrato καθώς και τις διαφορές δύο όρων που συγχέονται μεταξύ τους το vibrato και το tremolo.

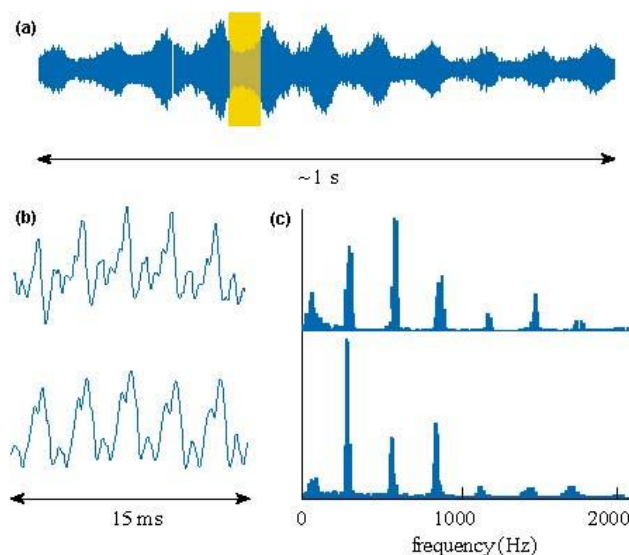
# Κεφάλαιο 1: Ιστορικά για το Vibrato

## 1.1 Vibrato και tremolo

Το vibrato είναι ένα μουσικό effect, που παράγεται στο τραγούδι και στα μουσικά όργανα από μια κυμαινόμενη αλλαγή της συχνότητας, και χρησιμοποιείται για να προσθέσει έκφραση στις φωνές - όπως και για την ποιότητα στην οργανική μουσική. Το vibrato μπορεί να χαρακτηριστεί από ένα πλήθος αλλαγών στη συχνότητα ("βάθος του vibrato") και από την ταχύτητα που γίνονται αυτές οι αλλαγές ("ταχύτητα του vibrato").



Σχήμα 1.1 Παράμετροι Vibrato



**Σχήμα 1.2** (α) Ένα τμήμα ενός δευτερολέπτου μιας ενιαίας υποκυμμένης νότας που παίχτηκε σε ένα βιολί Stradivarius, που παρουσιάζει περιοδικές αλλαγές στο εύρος, που παράγονται με τη χρήση του vibrato. (β) Πιο σύντομα χρονικά διαστήματα, που επεξηγούν τις περιοδικές αλλαγές στο κυματοειδές στα μέγιστα και τα ελάχιστα του εύρους. (γ) Οι σχετικές περιοδικές αλλαγές του πλάτους στα εύρη των τμημάτων Fourier.

Η έκταση της παραλλαγής στην νότα στο οργανικό vibrato αποφασίζεται συνήθως από τον εκτελεστή, αλλά δεν υπερβαίνει συνήθως ένα ημιτόνιο. Πολλοί εκτελεστές εγχόρδων οργάνων μεταβάλλουν την νότα προς τα κάτω, μόνο μέχρι την παιγμένη νότα και όχι επάνω από αυτήν.

Το effect προορίζεται να προσθέσει τη ζεστασιά σε μια νότα, και στην περίπτωση των χορδών, κάνει τον ήχο «διάφανο», όπως το ηχητικό αποτέλεσμα που εκπέμπεται από ένα καλοφτιαγμένο μουσικό όργανο. Αυτή η επίδραση αλληλεπιδρά με την ακουστική δωματίων για να προσθέσει ενδιαφέρον στον ήχο, με τον ίδιο σχεδόν τρόπο όπως ένας ακουστικός κιθαρίστας μπορεί να ταλαντεύσει το κιβώτιο γύρω στο σώμα της κιθάρας, ή το περιστρεφόμενο διάφραγμα ενός ηχείου της Leslie θα περιστρέψει τον ήχο γύρω από το δωμάτιο.



## Διαφορές Vibrato με tremolo

Οι όροι vibrato και tremolo χρησιμοποιούνται μερικές φορές ως ταυτόσημοι, αν και οι ακριβείς ορισμοί κάθε ενός τους περιγράφονται ως ξεχωριστά αποτελέσματα: το vibrato είναι μια περιοδική μεταβολή στην συχνότητα μιας μουσικής νότας, ενώ το tremolo αναφέρεται συνήθως στις περιοδικές μεταβολές στον πλάτος (εύρος) μιας μουσικής νότας. Στην πράξη, είναι δύσκολο για έναν τραγουδιστή ή έναν οργανοπαίκτη να επιτύχουν ένα καθαρό vibrato ή ένα tremolo (όπου μόνο η νότα ή μόνο το πλάτος διαφέρει), και οι παραλλαγές και στην νότα και στο πλάτος συχνά επιτυγχάνονται συγχρόνως. Ο ηλεκτρονικός χειρισμός ή η παραγωγή των σημάτων το καθιστά ευκολότερο να επιτύχει είτε να καταδείξει το καθαρά tremolo είτε και το vibrato.

Υπάρχουν μερικές περιπτώσεις όπου ένας από τους όρους (vibrato, tremolo) χρησιμοποιείται για να περιγράψει την επίδραση που συνδέεται κανονικά με τον άλλο όρο. Παραδείγματος χάριν, το vibrato αναφέρεται μερικές φορές ως tremolo, ειδικότερα στα πλαίσια ενός tremolo arm μιας ηλεκτρικής κιθάρας, η οποία παράγει τις μεταβολές στη συχνότητα μιας μουσικής νότας. Αντιθέτως, η αποκαλούμενη μονάδα vibrato που ενσωματώνεται σε πολλούς ενισχυτές κιθάρων παράγει αυτό που είναι γνωστό ως tremolo σε όλα τα άλλα πλαίσια. Δείτε τη μονάδα vibrato για περισσότερες λεπτομέρειες αυτής της αντιστροφής ορολογίας (**Κεφάλαιο 2**).

## Γενική χρήση του vibrato:

Το Vibrato θεωρείται μερικές φορές ως επίδραση που προστίθεται επάνω στην ίδια τη νότα, αλλά σε μερικές περιπτώσεις είναι τόσο πλήρης ένα μέρος του ύφους της μουσικής που μπορεί να είναι πολύ δύσκολο για μερικούς εκτελεστές να παίξουν χωρίς αυτό. Ο Coleman Hawkins οργανοπαίκτης της jazz βρήκε ότι είχε αυτήν την δυσκολία όταν προσπάθησε να παίξει μια μετάβαση και με και χωρίς vibrato από ένα άλμπουμ του «the producer of a children's jazz» για να καταδείξει τη διαφορά μεταξύ των δύο. Παρόλο την υποδειγματική τεχνική του, δεν μπόρεσε να παίξει χωρίς vibrato. Ένα συμφωνικό σαξόφωνο χρησιμοποιήθηκε για να παίξει το μέρος.

Πολλοί κλασικοί μουσικοί, ειδικά τραγουδιστές και οργανοπαίκτες εγχόρδων, έχουν ένα παρόμοιο πρόβλημα. Ο βιολιστής και δάσκαλος Leopold Auer, που έγραψε το βιβλίο "Violin Playing as I Teach It (1920)", βιολιστές πειραματίζονται παίζοντας χωρίς vibrato, και ύστερα από λίγα λεπτά παίζουν το ίδιο μέρος του κομματιού με vibrato για να «κατακτήσουν» τον πλήρη έλεγχο της τεχνικής τους.

## 1.2: Vibrato στην κλασσική εποχή και στη Jazz μουσική

Η χρήση του vibrato στην κλασσική μουσική είναι ένα θέμα διαφωνίας. Για ένα μεγάλο μέρος του 20<sup>ου</sup> αιώνα χρησιμοποιήθηκε σχεδόν συνέχεια κατά την εκτέλεση των κομματιών από όλες τις εποχές από τον μπαρόκ και μετά, ειδικά από τους τραγουδιστές και τους εκτελεστές εγχόρδων μουσικών οργάνων. Στα φωνητικά της αναγέννησης σχεδόν ποτέ δεν τραγουδούσαν με το vibrato, και φαίνεται ότι δεν το χρησιμοποιούσαν ποτέ. Υπάρχουν μόνο μερικά κείμενα από αυτήν την περίοδο στα φωνητικά, αλλά όλα καταδικάζουν τη χρήση του vibrato.

Του Leopold Mozart το βιβλίο «*Versuch einer Violinschule (1756)*» παρέχει μια ένδειξη της κατάστασης του vibrato στα έγχορδα όργανα στο τέλος της μπαρόκ περιόδου. Σ' αυτό, υποστηρίζει ότι "υπάρχουν εκτελεστές που τρέμουν την χρήση του vibrato", και καταδικάζουν την πρακτική, που προτείνει αντ' αυτού ότι το vibrato πρέπει να χρησιμοποιηθεί μόνο στις συνεχείς νότες και στις άκρες των φράσεων. Όμως, δεν δίνει τίποτα περισσότερο από μια ένδειξη της προσωπικής προτίμησής του ο Μότσαρτ, βασισμένη στο γεγονός ότι ήταν πρόσφατα εκπαιδευμένος σε ένα στυλ ροκοκό. Αν και δεν υπάρχει καμία ακουστική απόδειξη, δεδομένου ότι οι ακουστικές ηχογραφήσεις υπάρχουν από περίπου 150 χρόνια πριν, οι οργανοπαίκτες στην Ευρώπη δεν χρησιμοποίησαν το vibrato, η κατάχρησή του σχεδόν παγκοσμίως καταδικάστηκε από τις κύριες μουσικές αρχές.

Το Vibrato θεωρήθηκε ως διακόσμηση, που χρησιμοποιείται λιτά. Στα πνευστά όργανα επίσης, φαίνεται ότι το vibrato στη μουσική μέχρι το 19ο αιώνα θεωρήθηκε ως διακόσμηση που χρησιμοποιείται επιλεκτικά. Ο Martin Agricola που έγραψε το «*Musica instrumentalis deudch (1529)*» γράφει για το vibrato κατ' αυτό τον τρόπο. Περιστασιακά οι συνθέτες μέχρι την περίοδο του μπαρόκ συμβόλιζαν το vibrato πάνω στην παρτιτούρα με μια κυματιστή γραμμή, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



Σχήμα 1.3 Συμβολισμός πάνω στην παρτιτούρα

Η μουσική από τους τελευταίους ρομαντικούς συνθέτες όπως ο Richard Wagner και ο Johannes Brahms παιζόταν με ένα αρκετά συνεχές vibrato. Όμως, μερικοί μουσικοί που ειδικεύονται στις ιστορικά ενημερωμένες αποδόσεις όπως ο μαέστρος Roger Norrington υποστηρίζουν ότι είναι απίθανο ο Brahms, ο Wagner, και οι σύγχρονοί τους, να έπαιζαν κατ' αυτό τον τρόπο. Αυτό είναι μια κάπως αμφισβητούμενη άποψη, αν και ο Arnold Schoenberg, ένας αρκετά πιο πρόσφατος συνθέτης, φαίνεται να αντιπαθεί το vibrato επίσης. Η περίεργη ιδέα ότι το συνεχές vibrato εφευρέθηκε από τον Fritz Kreisler και μερικοί από τους συναδέλφους του φαίνονται να προκαλούνται από την ανάπτυξη των ηχητικών καταγραφών που άφησαν μερικούς ανθρώπους με την εντύπωση ότι το vibrato εμφανίστηκε στο 20ό αιώνα. Εντούτοις, οι πηγές ομόφωνα αποδεικνύουν ότι οι βιενέζικοι πρώτοι εκτελεστές εγχόρδων του 19ου αιώνα όπως ο Franz Clement και ο Joseph Mayseder σημειώθηκαν για την καλαίσθητη χρήση vibrato τους. Αυτοί οι μουσικοί (και οι δύο Hellmesbergers) αντιπροσωπεύουν τη σχολή ότι ο Fritz Kreisler βάσισε πραγματικά την υφολογική προσέγγισή του επάνω στο vibrato.

Η αύξηση του vibrato στα ορχηστρικά κομμάτια του 20ού αιώνα που έχει επισημανθεί σύμφωνα με τους ισχυρισμούς από τον Norrington με τη μελέτη των πρόωρων καταγραφών, δεν υποστηρίζεται από τα πραγματικά δείγματα. Ο Norrington υποστηρίζει ότι το vibrato στις πιο πρόωρες καταγραφές χρησιμοποιείται μόνο επιλεκτικά, ως εκφραστική συσκευή. Η φιλαρμονική ορχήστρα του Βερολίνου όπως είχε καταγραφεί δεν χρησιμοποιούσε το vibrato συγκρίσιμο με το σύγχρονο vibrato έως το 1935, ούτε η φιλαρμονική ορχήστρα της Βιέννης μέχρι που 1940. Γαλλικές ορχήστρες φαίνονται να παίζουν με το συνεχές vibrato παλιότερα, από τη δεκαετία του '20.

Πρέπει να τονιστεί επ' αυτού ότι οι ηχητικοί περιορισμοί των παλαιότερων καταγραφών, ιδιαίτερα όσον αφορά τους αρμονικούς ήχους και τις πληροφορίες υψηλής συχνότητας, καθιστούν μια αναμφισβήτητη αξιολόγηση των προηγούμενων παίζοντας τεχνικές πολύ δύσκολες. Επιπλέον, μια διάκριση πρέπει να γίνει μεταξύ του είδους vibrato που χρησιμοποιούνται από έναν σολίστα οργανοπαίκτη, και του τμηματικού vibrato ενός ολόκληρου συνόλου εγχόρδων, το οποίο δεν μπορεί να ακουστεί ως ομοιόμορφη ποσότητα υπό αυτήν τη μορφή. Μάλλον, φανερώνεται από την άποψη της ζεστασιάς και του εύρους του ήχου που παράγεται, σε αντιδιαστολή με μια αντιληπτή μετατόπιση της μουσικής νότας. Το γεγονός ότι από τους συνθέτες της δεκαετίας του '80 όπως ο Richard Strauss (στα ποιήματα του "Don Juan" και "Death and Transfiguration") καθώς επίσης και ο Camille Saint-Saëns (Symphony No. 3 "Organ") οι οργανοπαίκτες εγχόρδων για να εκτελέσουν ορισμένες μεταβάσεις "χωρίς έκφραση" ή "χωρίς απόχρωση" έντονα προτείνουν τη γενική χρήση του vibrato μέσα στην ορχήστρα φυσικά.

Παρόλο αυτό, η χρήση του άνευ διακρίσεως vibrato στην πρόσφατη ρομαντική μουσική πηγαίνει κατά ένα μεγάλο μέρος ασυναγώνιστη (αν και οι αποδόσεις του Beethoven με το περιορισμένο vibrato δεν είναι τώρα ασυνήθιστες). Πολλοί άνθρωποι συμφωνούν ότι ακόμα κι αν μπορούν να μην είναι αυτό που ο συνθέτης πρόβλεψε, το vibrato προσθέτει ένα συναισθηματικό βάθος που βελτιώνει τον ήχο της μουσικής. Άλλοι θεωρούν ότι ο ήχος χωρίς vibrato εκτέλεσης είναι προτιμότερος. Στην κλασική μουσική του 20ού αιώνα, γραπτή σε μία εποχή που η χρήση του vibrato ήταν διαδεδομένη, υπάρχει μερικές φορές μια συγκεκριμένη οδηγία για να μην το χρησιμοποιούν (σε μερικά από τα quartets εγχόρδων του Béla Bartók παραδείγματος χάριν). Επιπλέον, μερικοί σύγχρονοι κλασικοί συνθέτες, ειδικά μινιμαλιστικοί συνθέτες, είναι ενάντια στη χρήση του vibrato πάντα. Στο 21<sup>ο</sup> αιώνα μερικές ορχήστρες παίζουν τώρα με λιγότερο vibrato.

### **Στη Jazz μουσική:**

Οι περισσότεροι οργανοπαίκτες της τζαζ από τον 20<sup>ο</sup> αιώνα και μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιήσει το vibrato λίγο ή πολύ. Γύρω στη δεκαετία του '50, όμως μερικοί οργανοπαίκτες σε περισσότερες μορφές πρωτοπορίας, πολλές μετά από το παράδειγμα του Miles Davis, άρχισαν να το χρησιμοποιούν πιο επιλεκτικά.

### 1.3: Τεχνικές

Δεν μπορούν όλα τα όργανα να παραγάγουν το vibrato, έτσι όπως είναι καθορισμένες οι μουσικές νότες στο συγκερασμένο σύστημα που δεν μπορούν να μεταβληθούν. Τέτοια όργανα είναι τα όργανα κρούσης, όπως για παράδειγμα το πιάνο.

#### Keyboard instruments:

Μερικοί τύποι οργάνων όμως, μπορούν να παραγάγουν την επίδραση με την αλλαγή της πίεσης του αέρα που περνά μέσω των σωλήνων, ή από τις διάφορες μηχανικές συσκευές (παραδείγματος χάριν τα όργανα Hammond ή Wurlitzer). Η κλαβινόβα, αν και τεχνικά είναι ένα συγκερασμένο πληκτροφόρο όργανο, έχει έναν τύπο vibrato γνωστό ως *Bebung*. Μερικά ψηφιακά πληκτροφόρα μπορούν να παραγάγουν μια ηλεκτρονική επίδραση vibrato, είτε από την πίεση στα κλειδιά, είτε με τη χρησιμοποίηση ενός pedal είτε άλλου ελεγκτή MIDI.



Σχήμα 1.4 Όργανο Hammond



Σχήμα 1.5 Όργανο Wurlitzer



Σχήμα 1.6 *Bebung*

### Έγχορδα όργανα:

Η μέθοδος του vibrato σε άλλα όργανα ποικίλλει. Στα έγχορδα όργανα, παραδείγματος χάριν, το δάχτυλο που χρησιμοποιείται για να σταματήσει τη χορδή μπορεί να ταλαντευτεί στη ταστιέρα, ή να κινηθεί πάνω-κάτω στη χορδή για ένα ευρύτερο vibrato, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.6.



Σχήμα 1.7



Σχήμα 1.8 Όργανο Zither Guqin

Το guqin, ένα κινεζικό zither, σε παλιά έγγραφα περιγράφεται με πάνω από 25 διαφορετικούς τύπους vibrato που μπορούν να εκτελεσθούν. Το πιο ιδιαίτερο είναι το κουδούνισμα vibrato yin. Τα αρχαία εγχειρίδια δηλώνουν ότι το δάχτυλο στο αριστερό χέρι που πιέζει τη χορδή πρέπει μόνο να κινήσει ή να λικνίσει πάντα τόσο ελαφρά ώστε να αλλάξει η συχνότητα, και μερικά εγχειρίδια λένε ότι το δάχτυλο δεν πρέπει να κινηθεί καθόλου αλλά αφήνοντας το σφυγμό του δάχτυλου να κάνει το vibrato.

Στη pop μουσική, η επίδραση ακούγεται μερικές φορές στην κιθάρα, αλλά δεν την χρησιμοποιούν όλοι οι τραγουδιστές (σε μερικές pop μπαλάντες, το vibrato μπορεί να είναι τόσο ευρύ ώστε να ακούγεται μια έντονη ταλάντευση). Η χρήση του vibrato σε κάποια pop μουσική είναι σπάνια, ή τουλάχιστον λιγότερο έντονη απ' ότι με άλλες μορφές μουσικής, αν και στην ανατολικο-ευρωπαϊκή μουσική τσιγγάνων, παραδείγματος χάριν, μπορεί να είναι πολύ ευρύ.

Το ευρύ vibrato, τόσο ευρέως όσο ένας ολόκληρος-τόνος, χρησιμοποιείται συνήθως μεταξύ των ηλεκτρικών κιθαριστών για εκφραστικότητα στον ήχο.

### Πνευστά όργανα:

Για να δημιουργήσουν το vibrato στα φλάουτα και oboes, οι εκτελεστές διαμορφώνουν συνήθως τη ροή αέρα μέσω του οργάνου χρησιμοποιώντας το διάφραγμα. Στο επιστόμιο των ξύλινων πνευστών όπως τα κλαρινέτα και τα σαξόφωνα, οι εκτελεστές για να δημιουργήσουν το vibrato κινούν το σαγόνι τους πάνω-κάτω ελαφρώς επανειλημμένα. Οι εκτελεστές χάλκινων οργάνων παράγουν ένα ήπιο vibrato χρησιμοποιώντας το επιστόμιο. Εναλλακτικά, οι εκτελεστές χάλκινων οργάνων μπορούν να δημιουργήσουν γρήγορο vibrato, ουσιαστικά επανειλημμένα "κάμπτοντας" τη μουσική νότα. Σε ένα τρομπόνι, ένας εκτελεστής μπορεί να κινήσει τον σωλήνα πέρα δώθε ήπια (εάν ο σωλήνας είναι καλά-λαδωμένος), σε μια μουσική νότα, που παρέχει ένα ελαφρώς εντονότερο vibrato από το vibrato των χάλκινων οργάνων, προσθέτοντας στον ήδη λυρικό ήχο του τρομπονιού.

### Auto-vibrato:

Μερικά όργανα μπορούν μόνο να παιχτούν με το σταθερό, μηχανικό vibrato (ή καθόλου), ειδικότερα το vibraphone και το Leslie speaker που χρησιμοποιούνται από πολλούς ηλεκτρικούς εκτελεστές. Το Vibrato στο theremin, που είναι ένα όργανο με συνεχόμενο vibrato, μπορεί να κυμανθεί από λεπτό ως υπερβολικό, και χρησιμεύει συχνά να καλύψει τις μικρές ρυθμίσεις μουσικών νοτών που το ίδιο το όργανο απαιτεί.

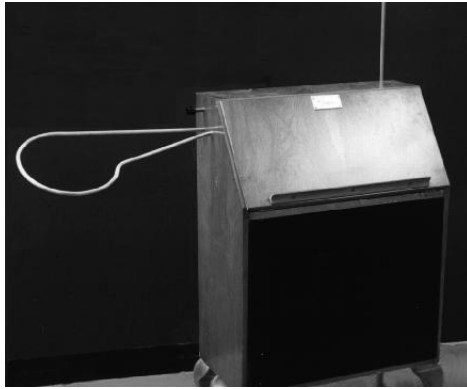


Σχήμα 1.9 Όργανο vibraphone



Σχήμα 1.10 Leslie speaker





Σχήμα 1.11 Όργανο Theremin

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: VIBRATO UNIT

### 2.1 Vibrato unit

Μια μονάδα vibrato είναι μια μονάδα effect που χρησιμοποιείται για να τροποποιήσει τον ήχο μιας ηλεκτρικής κιθάρας με την παραγωγή μιας κανονικής παραλλαγής στο πλάτος (ένταση) του ήχου. Σε όλα τα άλλα πλαίσια αυτή η επίδραση είναι γνωστή ως tremolo παρά vibrato. Οι μόνοι ενισχυτές κιθάρας που χρησιμοποιούσαν το vibrato ήταν ορισμένα μοντέλα που πρόσφερε προς το τέλος της δεκαετίας του '50 και στη δεκαετία του '60 η εταιρία Magnatone.



Σχήμα 2.1 Το vibrato/reverb ενός καναλιού του ενισχυτή Vibrolux της Fender. Τα ποτενσιόμετρα, από το αριστερό στο δεξιό ρυθμίζουν τον όγκο, τα πρίμα, τα μπάσα, το Reverb, την ταχύτητα και την ένταση.

Οι μονάδες Vibrato μπορούν να είναι μεμονωμένες σε ξεχωριστά κουτιά ή να ενσωματωθούν στις μονάδες multi-effects, αλλά συνήθως ενσωματώνονται στους ενισχυτές κιθάρων. Χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στη surf music. Μια μονάδα vibrato έχει κανονικά τρεις ελέγχους:

- **η ταχύτητα:** ελέγχει τη συχνότητα της παραλλαγής, χαρακτηριστικά από ένα μέγιστο πέντε έως δέκα Hertz σε ένα ελάχιστο που μπορεί να είναι τόσο αργό όπως έναν κύκλο που παίρνει αρκετά δευτερόλεπτα.
- **το βάθος ή η ένταση** ελέγχει το πλάτος της παραλλαγής. Το ελάχιστο πλάτος είναι χαρακτηριστικά (αλλά όχι πάντα) μηδέν, το οποίο δεν έχει καμία επίδραση στον ήχο. Το μέγιστο πλάτος μπορεί να φτάσει έως και ένα ημιτόνιο.

- **έναν on/off διακόπτη.** Όταν ο διακόπτης είναι σε θέση ON ενεργοποιεί το κύκλωμα του vibrato. Το ίδιο μπορεί να γίνει και με ένα pedal, αλλά και με συνδυασμό των δύο. Όταν ο διακόπτης είναι σε θέση OFF τότε ο διακόπτης απενεργοποιεί το vibrato ανεξάρτητα από τη θέση του pedal. Εάν το pedal δεν είναι συνδεδεμένο, η μονάδα ενεργοποιείται και απενεργοποιείται από τον διακόπτη. Εάν το pedal είναι συνδεδεμένο, τότε το pedal ελέγχει τη μονάδα όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός.

## 2.2 Vibrato ή tremolo

Ο όρος vibrato εισήχθη στους ενισχυτές κιθάρων Fender στη δεκαετία του '50. Στην ίδια περίοδο και το tremolo arm, το οποίο εισήχθη στις κιθάρες Fender .



Σχήμα 2.2 Tremolo arm

Έχει συζητηθεί πολύ ως προς το γιατί ο Leo Fender επέλεξε να την ονομάσει μονάδα vibrato, ενώ ονόμασε μια συσκευή που παρήγαγε το αληθινό vibrato ένα συγχρονισμένο tremolo, και στις δύο περιπτώσεις που αντιστρέφουν την καθιερωμένη χρήση. Το συγχρονισμένο tremolo εισήχθη το 1954 στην πρώτη κιθάρα Stratocaster. Το πρώτο επιτυχημένο tremolo arm ήταν το Bigsby vibrato tailpiece, συχνά απλά αποκαλούμενο Bigsby. Το 1958, ο Fender ενίσχυσε τη χρήση του tremolo arm με το Fender floating tremolo στο Jazzmaster και σε μερικές επόμενες κιθάρες. Το συγχρονισμένο tremolo έγινε αντιγραφή αυτών των τριών βασικών σχεδίων του tremolo arm, αν και τα δύο από τα άλλα συνεχίζουν να έχουν κάποιο ακόλουθο. Ομοίως, πολλοί άλλοι κατασκευαστές ενισχυτών εισήγαγαν τις μονάδες vibrato παράγοντας τα παρόμοια αποτελέσματα στις μονάδες Fender. Μερικοί από αυτούς τους κατασκευαστές, συμπεριλαμβανομένου τους Gibson και Ampex, ονόμασαν το αποτέλεσμα της διαμόρφωσης πλάτους ως tremolo.

Παρόλο που η εταιρεία Fender ονόμασε κάποια από τα καινούργια της σχέδια για tremolo arm σε vibrato tailpieces, οι δύο όροι καθιερώθηκαν με αποτέλεσμα οι κιθαρίστες να χρησιμοποιούν τους όρους vibrato και tremolo με αντίθετες έννοιες σε σχέση με τους υπόλοιπους μουσικούς όταν περιγράφουν αυτές τις συσκευές και τα effect που παράγουν. Με την πάροδο του χρόνου αυτό έπρεπε να διορθωθεί, έτσι ο

όρος tremolo arm αντικαταστάθηκε με έναν πιο ουδέτερο όρο whammy bar, αλλά δεν υπάρχει ακριβής όρος για την μονάδα vibrato.

Ο στόχος για να παραχθεί ένας ομοίως σωστός όρος για μια παραδοσιακή μονάδα vibrato περιπλέκεται ελαφρώς από δύο παράγοντες:

- Η επόμενη ανάπτυξη άλλης κιθάρας μονάδες effects όπως chorus effects , τα phasers (μερικές φορές αποκαλούμενα μονάδες vibrato φάσης) και τα flangers, τα οποία μπορούν να τεθούν ως στόχος να παραγάγουν τις αλλαγές στην μουσική νότα παρόμοια με το παραδοσιακό vibrato όπως γίνονται κατανοητά από τους περισσότερους μουσικούς.
- Το γεγονός ότι, κάτω από την αρμονική ανάλυση και αντίθετα προς τις προσδοκίες πολλών μουσικών, η παραγωγή της αρχικής μονάδας vibrato περιέχει άλλες συχνότητες πλησίον αυτή των μουσικών νοτών. Αυτό είναι το μαθηματικό αποτέλεσμα της παραλλαγής στο πλάτος των συχνοτήτων, έτσι υπάρχει μια μικρή αίσθηση στην οποία ο Fender Leo σωστά την ονόμασε μονάδα vibrato και όχι tremolo arm.

Οι κιθαρίστες επίσης χρησιμοποιούν το "αληθινό" vibrato, με τουλάχιστον τρεις τρόπους:

- ως finger vibrato που είναι παρόμοιο με αυτό που παρήχθη από τη μετακίνηση του αριστερού χεριού στο βιολί και από άλλα έγχορδα όργανα.
- Μέσω του tremolo arm που παρέχεται (από οποιαδήποτε εταιρεία) σε πολλές ηλεκτρικές κιθάρες.
- Με το χειρισμό της γέφυρας μιας κιθάρας archtop που δεν έχει βραχίονα tremolo, κανονικά με το δεξί χέρι. Αυτό είναι ιδιαίτερα μια τζαζ και μια blues τεχνική.

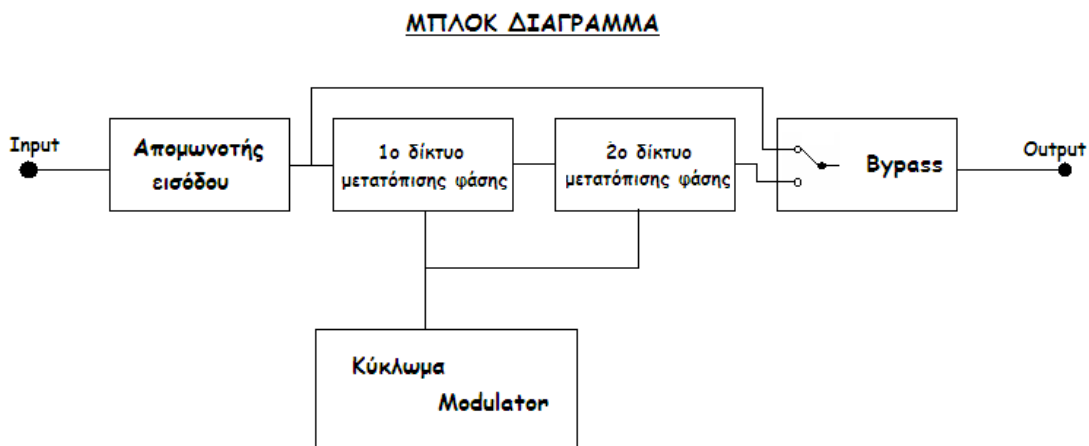
Από κοινού με τους άλλους μουσικούς, έτσι και οι κιθαρίστες από τους κλασσικούς μέχρι τους Rock χρησιμοποιούν τον όρο vibrato για να περιγράψουν το finger vibrato.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Κυκλώματα και λειτουργία της μονάδας Vibrato

Την συγκεκριμένη μονάδα Vibrato που κατασκεύασα την βρήκα από ένα άρθρο στο internet από τον Rod Elliott. Όλες τις πληροφορίες που αναφέρω σ' αυτήν την εργασία είναι πληροφορίες που αναφέρει ο ίδιος στο άρθρο του.

Το Vibrato χρησιμοποιείται για να κάνει μια παραλλαγή στην συχνότητα (σε αντιδιαστολή με το tremolo, το οποίο ποικίλλει στο πλάτος). Όπως αναφέρει ο Rod Elliott «αυτή την μονάδα την εμπνεύστηκα από το Vox AC-30 ενισχυτή κιθάρας, αλλά η ομοιότητα σταματά εκεί. Εγώ αρχικά επρόκειτο να κατασκευάσω ένα valve κύκλωμα χρησιμοποιώντας transistors, αλλά είδα ένα "νέο" Vox κύκλωμα όπου αυτό κάνει ακριβώς το vibrato (εκτός από τα τρανζίστορ που έχω ήδη χρησιμοποιήσει). Δεν ήμουν εντυπωσιασμένος - ειδικά μετά από μερικές δοκιμές, που αποφάσισα να το κάνω λίγο ή πολύ συμβατικό, αλλά έχω προσθέσει ένα νέο χαρακτηριστικό γνώρισμα που δίνει περισσότερο βάση για τους διαφορετικούς ήχους.

Όταν λέω "νέο" χαρακτηριστικό γνώρισμα, αυτό ωθεί τα όρια λίγο παραπάνω, επειδή "τα phasers" είχαν την ίδια δυνατότητα από την αρχή με την διαφορά ότι αυτό είναι σχεδιασμένο, και εφαρμόζεται σε μια μονάδα με μόνο δύο δίκτυα μετατόπισης φάσης. Έτσι μπορεί να λειτουργεί ως περιορισμένος phaser, αλλά η επίδραση είναι καλή - είναι μια απλή παραλλαγή ανάλογα με διάφορους κατασκευαστές των phasers.»

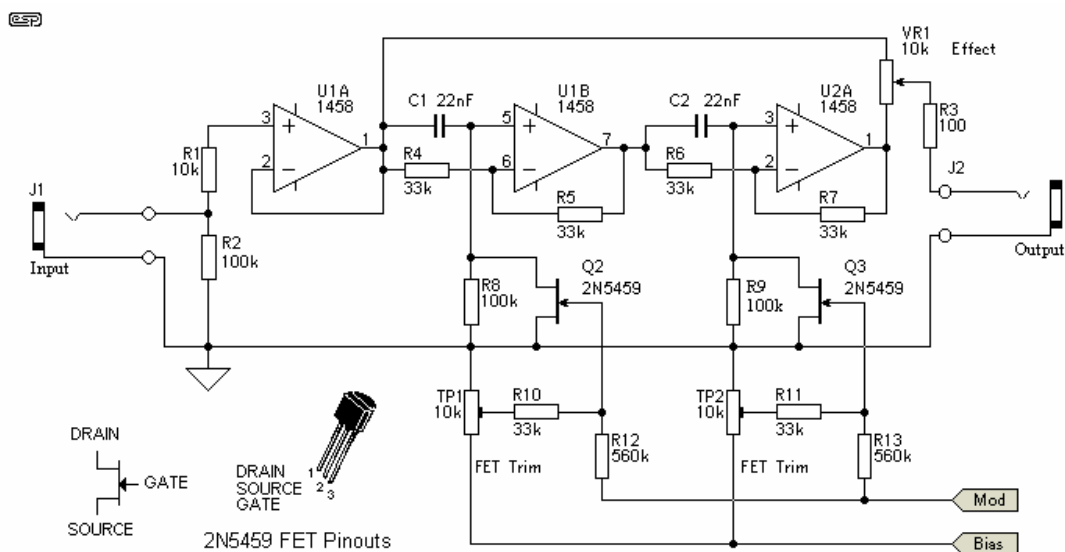


3.1 Μπλοκ διάγραμμα

### 3.1 Το κύκλωμα vibrato

Όπως αναφέρει ο Rod Elliott «το κύκλωμα της μονάδας είναι αρκετά απλό, αλλά είναι λίγο δύσκολο για να κατασκευαστεί. Δεν ήταν εύκολο να χρησιμοποιήσω ένα ζευγάρι ταιριασμένων FET's, έτσι έπρεπε να σιγουρευτώ ότι το κύκλωμα θα λειτουργούσε με ξεχωριστά FET's. Το σχήμα 1 παρουσιάζει το κύκλωμα για το σύστημα vibrato, και αποτελείται από απομονωτή εισαγωγής και δύο δίκτυα μετατόπισης φάσης (all pass filter).

Ο phase shifter είναι ένα τυποποιημένο opamp κύκλωμα, και έχει χρησιμοποιηθεί για αυτό το είδος της εφαρμογής πολλές φορές. Μετά από πειράματα με μεταβλητούς αντιστάτες, αποφάσισα ότι τα FET ήταν ακόμα καλή επιλογή, αν και είναι αρκετά δύσκολο για να ρυθμιστούν, και αν έχουν προβλήματα γραμμικότητας. Τα περισσότερα κυκλώματα vibrato χρησιμοποιούν μόνο ένα στάδιο, αλλά η επίδραση δεν είναι τόσο καλή (ειδικά στα χαμηλά ποσοστά), και ο έλεγχος EFFECT είναι απολύτως άχρηστος με ένα ενιαίο στάδιο.



Σχήμα 3.2 - The Vibrato Circuit

Το κύκλωμα είναι συμβατικό, εκτός από τον έλεγχο EFFECT. Με αυτό, μπορείτε να επιλέξετε το καθαρό σήμα άμεσα από το στάδιο απομονωτών, το πλήρως διαμορφωμένο σήμα φάσης (και ως εκ τούτου συχνότητα) από την έξοδο U1, ή ένα μίγμα των δύο. Με το ποτενσιόμετρο στο κέντρο, υπάρχει μια απώλεια μπάσων, αλλά

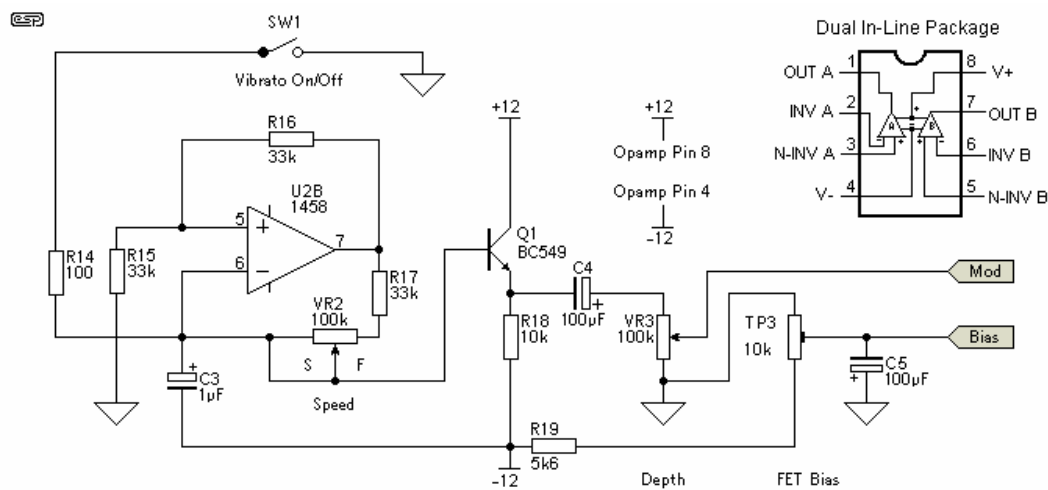
μια πολύ ισχυρή επίδραση vibrato με μια ενδιαφέρουσα τονική αλλαγή. Τα 100 Ohm αντιστατών αποτρέπουν τα oramps από την ταλάντευση με τους long guitar leads.

Τα FETs χρησιμοποιούνται ως μεταβλητή αντίσταση, και αν και εισάγουν κάποια 2η αρμονική παραμόρφωση, έχει ωραίο άκουσμα για την κιθάρα, και η παραμόρφωση θα είναι ευδιάκριτη μόνο με τις πολύ υψηλές επαναλήψεις. Ακόμα και τότε, είναι δευτερεύον, και πιθανώς λιγότερο από αυτό που εισάγεται από έναν ενισχυτή valve κιθάρας.»



### 3.2 Το κύκλωμα modulator

«Το σχήμα 2 παρουσιάζει τον ταλαντωτή διαμόρφωσης, ο οποίος είναι ένα συμβατικό κύκλωμα ανατροφοδότησης transistor. Το σήμα διαμόρφωσης λαμβάνεται από τον πυκνωτή, και είναι μία τριγωνική κυματομορφή. Αυτό αποθηκεύεται από το transistor Q1 για να αποτρέψει τη φόρτωση του ταλαντωτή. Το κλείσιμο του διακόπτη θέτει εκτός λειτουργίας τον ταλαντωτή, και σταματά την επίδραση vibrato - οποιαδήποτε τονική παραλλαγή που λαμβάνεται από τον έλεγχο EFFECT παραμένει. Για να εξαλείψει αυτήν την επίδραση, απαιτείται ένα πλήρης bypass κύκλωμα - δείτε το σχήμα.



Σχήμα 3.3 - Modulator Circuit

Ο διακόπτης SW1 χρησιμοποιείται για να θέσει εκτός λειτουργίας τον ταλαντωτή. Εάν συνδέεται μακρινά, αυτό πρέπει να συνδεθεί με καλώδιο με έναν προστατευμένο μόλυβδο για να αποτρέψει τον ξένο θόρυβο στο κύκλωμα ταλάντωσης. Ο έλεγχος SPEED αλλάζει το ποσοστό από για 3Hz (S) σε 13Hz (F). Αυτό μπορεί να επεκταθεί, αλλά κάτω από 3Hz η επίδραση δεν είναι πολύ μεγάλη, και επάνω από 13Hz γίνεται λίγο ενοχλητικό - από 40Hz, ηχεί όπως ένας δαχτυλίδι-διαμορφωτής, (Η δαχτυλίδι-διαμόρφωση επιτυγχάνεται με τον πολλαπλασιασμό δύο ακουστικών σημάτων, με ένα σήμα που είναι ένα απλό κυματοειδές όπως ένα κύμα ημιτόνου. Συνδυάζουν τα δύο σήματα, το ποσό και η διαφορά των εν λόγω σημάτων. Η δαχτυλίδι-διαμόρφωση συσχετίζεται με τη διαμόρφωση εύρους και τη μίξη συχνότητας, και παράγει ένα σήμα πλούσιο σε αρμονικούς ήχους. Είναι καλά

ταιριαγμένο για να παραγάγει τους μεταλλικούς και τύπου καμπάνας ήχους) και παράγει τις συχνότητες πρόσθεσης και αφαίρεσης στο ακουστικό εύρος.

Ο έλεγχος DEPTH καθορίζει το ποσό διαμόρφωσης (μετατόπιση συχνότητας), και είναι μεταβλητός από μηδέν στο μέγιστο που επιτρέπεται από τα κυκλώματα διαιρετών πυλών FET. Στο μέγιστο, διαπίστωσα ότι η επίδραση vibrato γίνεται λίγο "χωρισμένη" - είτε θα μοιάζει με την επίδραση είτε όχι.

Εάν ήθελα να κάνω ένα "πραγματικό" phaser, έπρεπε να προσθέσω άλλα 4 δίκτυα μετατόπισης φάσης. Έπρεπε να χρησιμοποιήσω ένα opamp αντί για Q1 για να αποθηκεύσω τον ταλαντωτή, επειδή η φόρτωση θα γίνει λίγο πολύ με 6 Bias δίκτυα που τροφοδοτούν.

Αν και τα συγκεκριμένα opamps που έχω διευκρινίσει είναι πολύ βασικά, είναι επαρκή για αυτήν την κατασκευή. Εάν ήθελα θα μπορούσα να χρησιμοποιήσω τα opamps TL072. Αυτά είναι πιο ήρεμα και ένα πολύ καλύτερα opamp, και θα δώσουν μια οριακή βελτίωση (ενδεχομένως) στην ποιότητα ήχου. Εάν υπάρχει ένας χαμηλότερος θόρυβος, ίσως πρέπει να χρησιμοποιηθεί το TL072. Υπάρχουν πιο ήρεμα και καλύτερα opamps που ίσως μπορούσα να χρησιμοποιήσω.»

## **ΡΥΘΜΙΣΗ:**

Όπως ο Rod Elliott έγραψε στο άρθρο του «Εάν μπορούσα να βρω ταιριασμένα ζευγάρια FET's στην τάση της πύλης η ρύθμιση θα ήταν απλή, αλλά δεν υπάρχουν. Το TP3 (trimpot 3) χρησιμοποιείται για θέσει την περιοχή λειτουργίας και για τα δύο FET's. Η ρύθμιση φαίνεται παρακάτω:

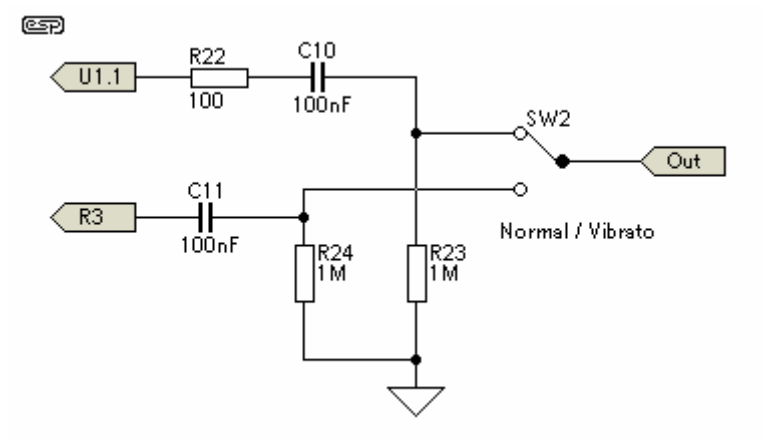
1. Τα ποτενσιόμετρα SPEED και EFFECT τοποθετούνται στο κέντρο της τιμής τους και το ποτενσιόμετρο DEPTH τοποθετείται στα  $\frac{3}{4}$  της τιμής του
2. Τα trimpots TP1 και TP2 τοποθετείται στα  $\frac{3}{4}$  της τιμής τους
3. Το trimpot TP3 τοποθετείται στα  $\frac{3}{4}$  της τιμής του
4. Χρησιμοποιείστε ένα μικρό βραχυκύκλωμα στο Q3 από την το pin της πηγής στο pin του Drain
5. Προσεχτικά προσαρμόστε το trimpot TP3 για δυνατή επίδραση
6. Αφαιρέστε το βραχυκύκλωμα του Q3 και κάνετε το ίδιο στο Q2
7. Προσεχτικά προσαρμόστε το trimpot TP3 για δυνατή επίδραση
8. Αφαιρέστε το βραχυκύκλωμα του Q2 και ξανακάνετε το ίδιο στο Q3

9. Προσεχτικά προσαρμόστε το trimpot TP3 για μέγιστη επίδραση

*Χρειάστηκε να επαναλάβω τα βήματα 6 έως 9 μερικές φορές για να σιγουρευτώ ότι το Bias σημείο είναι τόσο καλό όσο μπορώ να το πάρω. Σημειώστε ότι τα trimpots είναι πολύ δύσκολο να ρυθμιστούν, και πρέπει να ρυθμιστεί πολύ αργά, για να πάρετε το σωστό σημείο που λειτουργούν. Αυτό είναι αναπόφευκτο, δεδομένου ότι τα FETs έχουν μια ευρεία παραλλαγή, με την εφαρμοσμένη bias που κυμαίνεται χαρακτηριστικά από -2.8V έως -3.3V.»*

### 3.3 Το κύκλωμα Bypass:

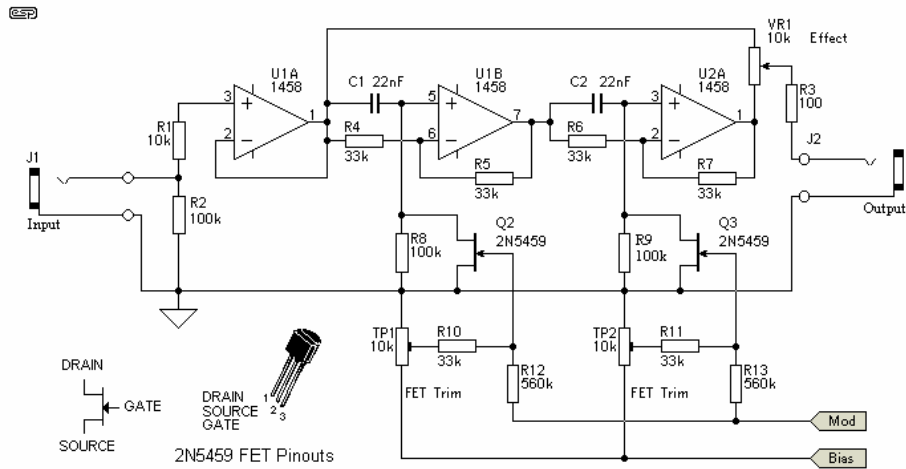
«Σε μερικές περιπτώσεις, να θελήσουμε να παρακάμψουμε το vibrato εντελώς θα χρειαστούμε αυτό το κύκλωμα. Ανάλογα με τον καθορισμό του ελέγχου EFFECT, μπορεί να υπάρξει κάποια αλλαγή στον τόνο που είναι ανεπιθύμητο. Το σχήμα 3 επιδεικνύει πώς αυτό μπορεί να γίνει, με έναν διακόπτη SPDT. Ένα πλήρης bypass κύκλωμα (που αφαιρεί όλα τα στοιχεία κυκλώματος από την πορεία σημάτων) είναι λιγότερο επιθυμητό, λόγω των αλλαγών στη σύνθετη αντίσταση που παρουσιάζεται στην κιθάρα όταν το vibrato είναι ενεργοποιημένο ή όχι.



Σχήμα 3.4 - Bypass Switching

Οι πρόσθετοι πυκνωτές και οι αντιστάτες πρόκειται να αποτρέψουν τους θορύβους καθώς η μονάδα ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί το κύκλωμα. Το σημείο U1.1 του σχήματος 3 συνδέεται με το pin 1 του ολοκληρωμένου κυκλώματος U1, ο αντιστάτης R3 είναι αποσυνδεδεμένος από την έξοδο, και συνδεδεμένος με το σημείο R3 του σχήματος 3, και το output συνδέεται με το jack.»

### 3.4 Τα εξαρτήματα



### The Vibrato Circuit

#### Αντιστάσεις:

- R1 - 10k
- R2 - 100k
- R3 - 100
- R4 - 33k
- R5 - 33k
- R6 - 33k
- R7 - 33k
- R8 - 100k
- R9 - 100k
- R10 - 33k
- R11 - 33k
- R12 - 560k
- R13 - 560k

**Ποτενσιόμετρα:**

VR1 - 10k

**FET Trim:**

TP1 - 10k

TP2 - 10k

**Ποκνωτές:**

C1 - 22nF

C2 - 22nF

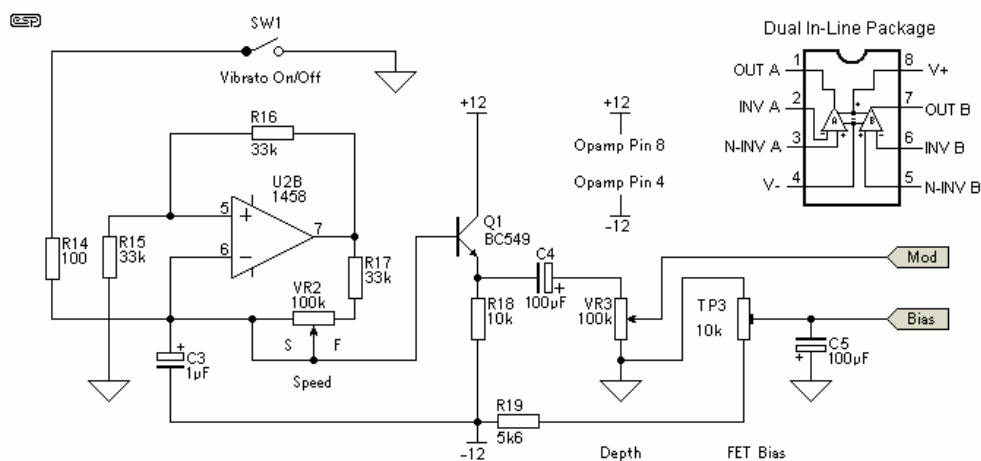
**Ολοκληρωμένα κυκλώματα:**

U1 (A/B) - 1458

U2 (A) - 1458

**Transistor:**

Q2 - 2N5459 και Q3 - 2N5459



**Modulator Circuit**

**Αντιστάσεις:**

R14 - 100

R15 - 33k

R16 - 33k

R17 - 33k

R18 - 10k

R19 - 5,6k

**Ποικνωτές Ηλεκτρολυτικοί:**

C3 - 1 $\mu$ F

C4 - 100 $\mu$ F

**Ποτενσιόμετρα:**

VR2 - 100k

VR3 - 100k

**FET Trim:**

TP3 - 10k

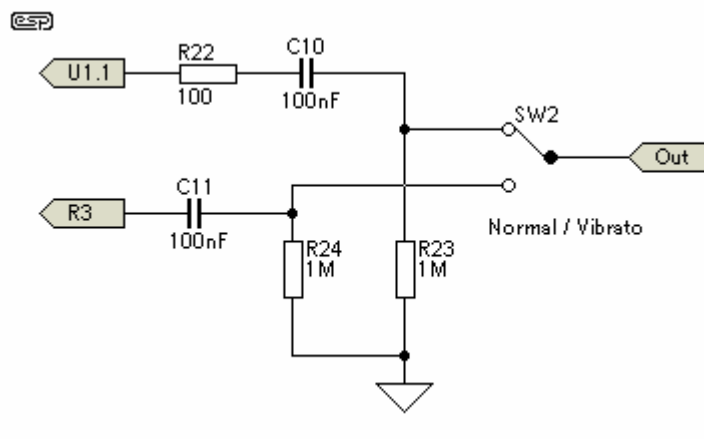
**Transistor:**

Q1 - BC549

**Ολοκληρωμένα κυκλώματα:**

U2 (B) - 1458

SW1 - 1 διακόπτης 2 επαφών



## **Bypass Switching**

### **Αντιστάσεις:**

R22 - 100

R23 - 1M

R24 - 1M

### **Ποκνωτές:**

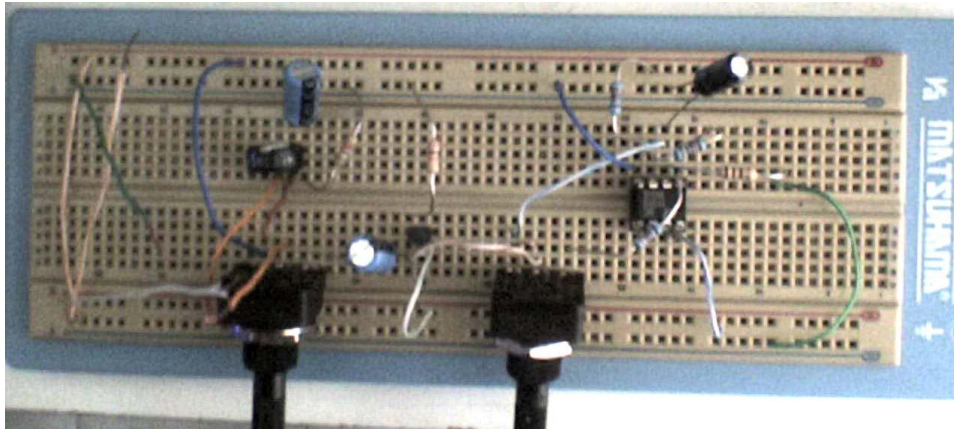
C10 - 100nF

C11 - 100nF

SW2 - 1 διακόπτης SPDT

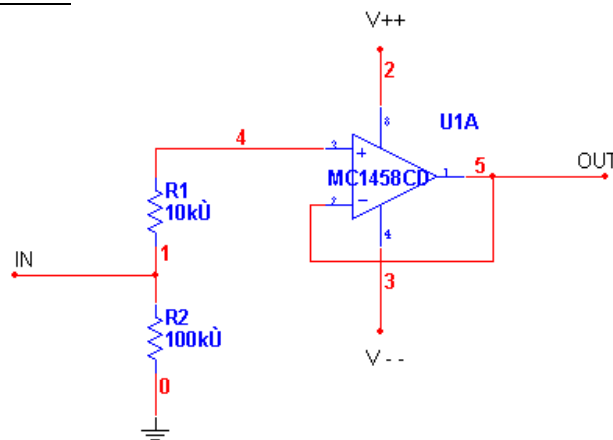


## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Μετρήσεις



Το ηλεκτρονικό κύκλωμα που έχω κατασκευάσει, όπως είχα αναφέρει και στην αρχή του προηγούμενου κεφαλαίου, αποτελείται από μερικές βαθμίδες. Αυτές οι βαθμίδες παρουσιάζονται παρακάτω και εξηγείται η λειτουργία τους.

### 1. Απομονωτής εισόδου

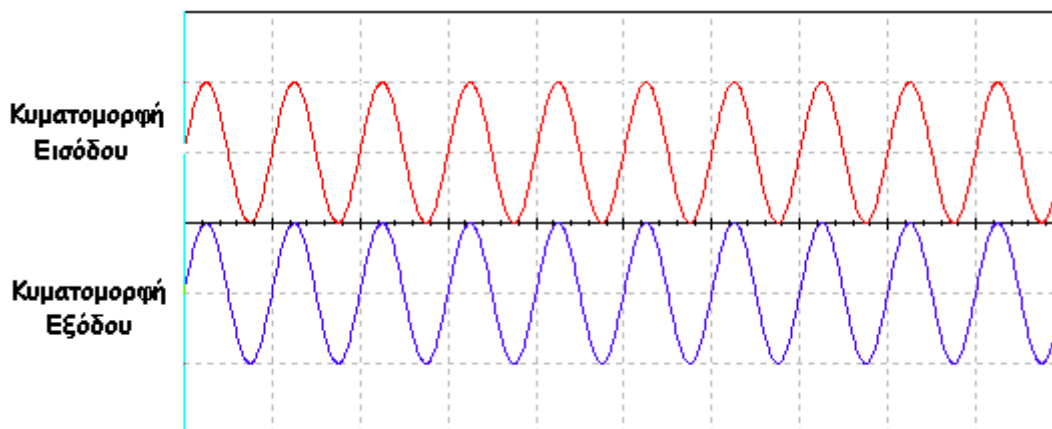


Σχήμα 4.1

Αυτή η βαθμίδα προσαρμόζει την σύνθετη αντίσταση εισόδου της ηλεκτρονικής συσκευής που κατασκευάσα (αλλάζοντας την αντίσταση  $R_2$ ) με την σύνθετη αντίσταση εξόδου της συσκευής που προηγείται αυτής.

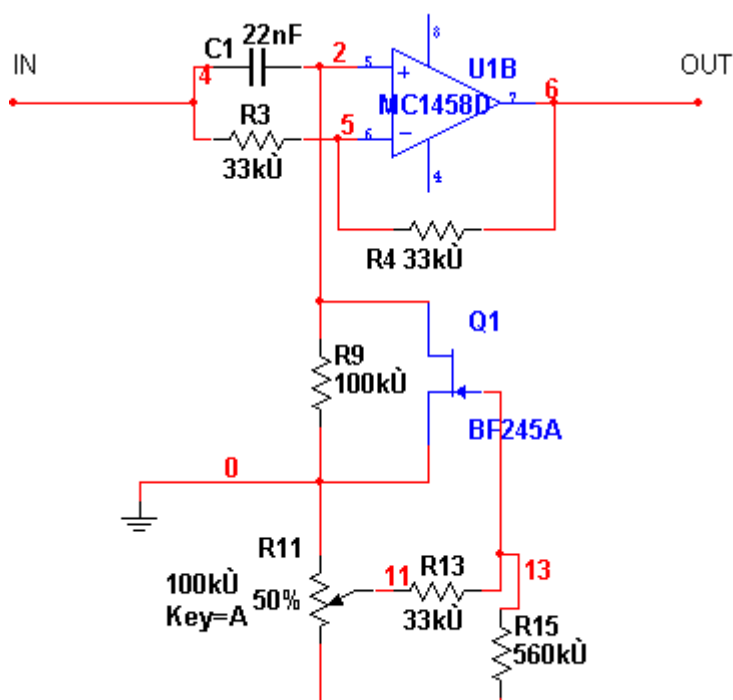
Η αντίσταση  $R_2$  είναι η αντίσταση εισόδου του κυκλώματος.

Παρακάτω φαίνονται οι κυματομορφές εισόδου και εξόδου της παραπάνω βαθμίδας:



Σχήμα 4.2

## 2. Δίκτυο μετατόπισης φάσης



Σχήμα 4.3

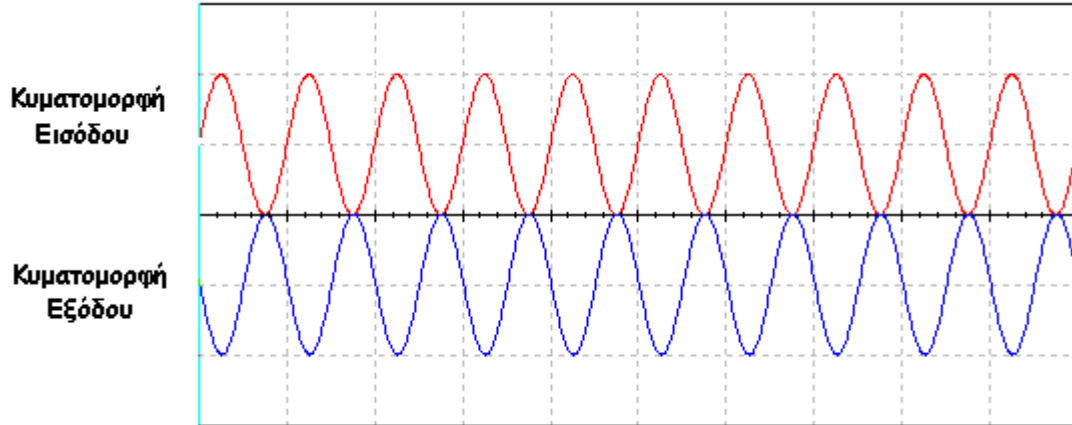
Αυτή η βαθμίδα στην είσοδό της δέχεται ένα σήμα και στην έξοδο της παίρνουμε τον σήμα, που εισάγαμε στην είσοδο, με διαφορά φάσης  $180^\circ$ .

**R4:** όταν μικρύνουμε την τιμή της, τότε εξασθενεί το σήμα στην έξοδο της βαθμίδας, το αντίστροφο γίνεται όταν μεγαλώσουμε την τιμή της.

**R3:** όταν μικρύνουμε την τιμή της, τότε ενισχύει το σήμα στην έξοδο της βαθμίδας, το αντίστροφο γίνεται όταν μεγαλώσουμε την τιμή της.

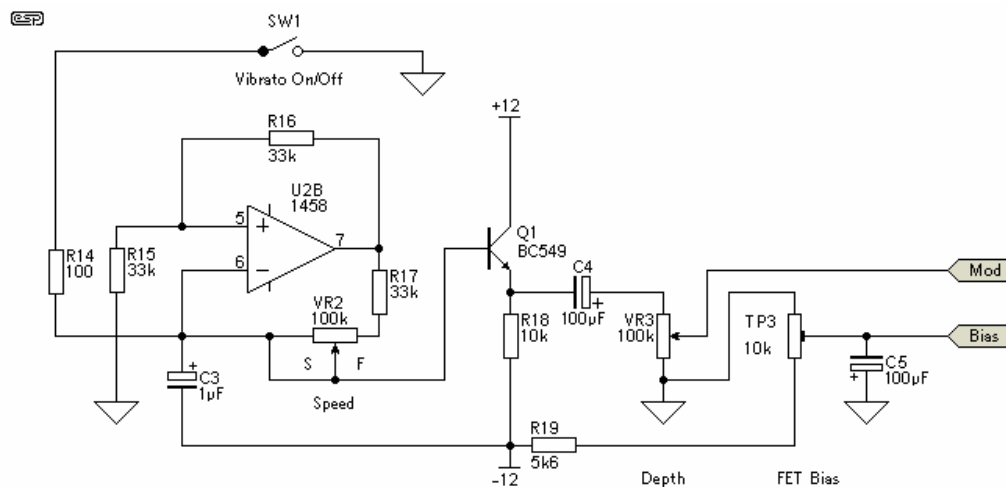
**CI:** με αυτόν τον πυκνωτή ρυθμίζουμε πόση μετατόπιση φάσης θέλουμε στην έξοδο.

Παρακάτω φαίνονται οι κυματομορφές εισόδου και εξόδου της παραπάνω βαθμίδας:



Σχήμα 4.4

### 3. Βαθμίδα Modulator



Σχήμα 4.5

Τέλος, η βαθμίδα Modulator είναι ένας ταλαντωτής, όπου στην έξοδό του παίρνουμε μία τριγωνική κυματομορφή.

Με το ποτενσιόμετρο Speed (VR2) ελέγχουμε την συχνότητα της τριγωνικής κυματομορφής και ως εκ τούτου την ταχύτητα του vibrato. Έτσι υπολόγισα την ελάχιστη και την μέγιστη συχνότητα που μπορεί να βγάλει στην έξοδο του ο ταλαντωτής.

Ελάχιστη συχνότητα:

$$F = 1/T = 1 / 293,850 * 10^{-3} = \underline{3,4 \text{ Hz}}$$

Μέγιστη συχνότητα:

$$F = 1/T = 1 / 72,437 * 10^{-3} = \underline{13,8 \text{ Hz}}$$

Εάν μειώσουμε τον αντιστάτη R17 σε 10kΩ τότε θα αυξηθεί η συχνότητα του ταλαντωτή. Παρακάτω υπάρχουν οι υπολογισμοί για την ελάχιστη και για την μέγιστη συχνότητα του ταλαντωτή με τον καινούργιο αντιστάτη:

Ελάχιστη συχνότητα:

$$F = 1/T = 1 / 243,736 * 10^{-3} = \underline{4,1 \text{ Hz}}$$

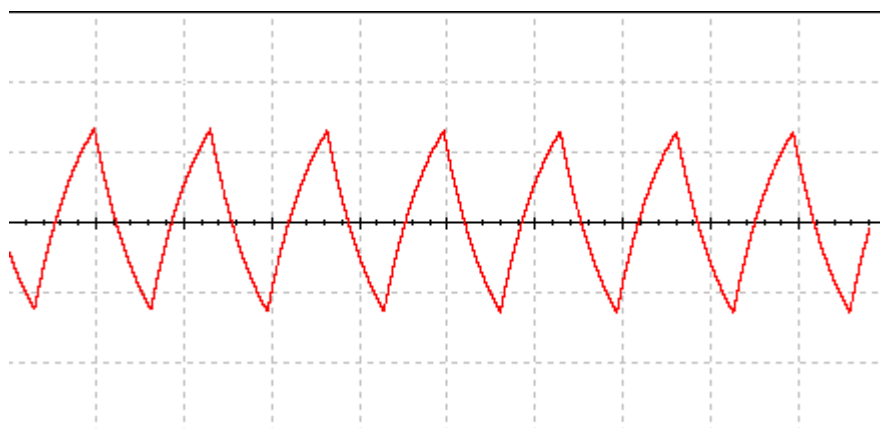
Μέγιστη συχνότητα:

$$F = 1/T = 1 / 22 * 10^{-3} = \underline{45,4 \text{ Hz}}$$

Με το ποτενσιόμετρο Depth (VR3) ρυθμίζουμε το πλάτος της κυματομορφής του ταλαντωτή και ως εκ τούτου το βάθος του vibrato.

Τέλος, με το trim TR3 προσαρμόζουμε τον ταλαντωτή έτσι ώστε να δουλεύει όπως απαιτεί όλο το κύκλωμα.

Παρακάτω φαίνεται η κυματομορφή εξόδου της παραπάνω βαθμίδας:



Σχήμα 4.6

Τέλος, μέτρησα την σύνθετη αντίσταση εισόδου και την σύνθετη αντίσταση εξόδου του κυκλώματος μου.

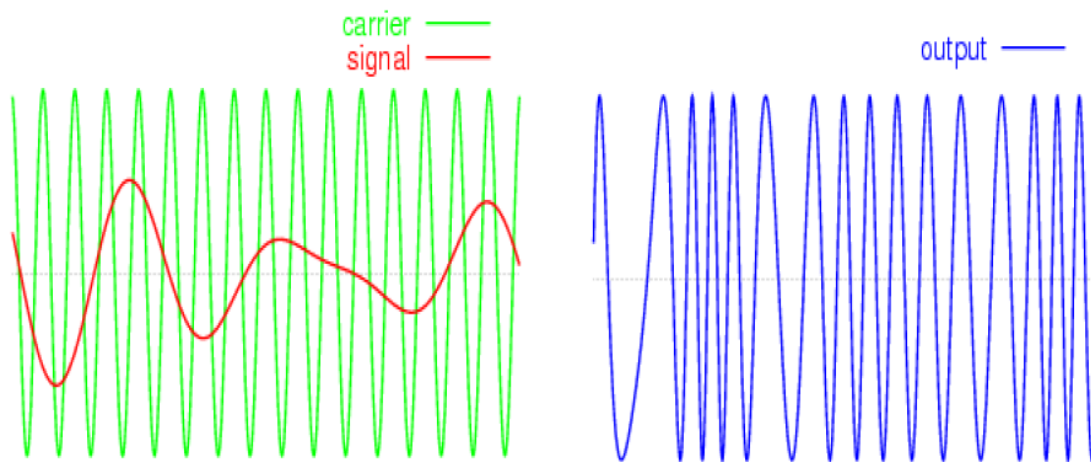
Την σύνθετη αντίσταση εισόδου είναι ίση με την αντίσταση R<sub>2</sub>:

$$Z_{in} = R_2 = \underline{100 \text{ k}\Omega}$$

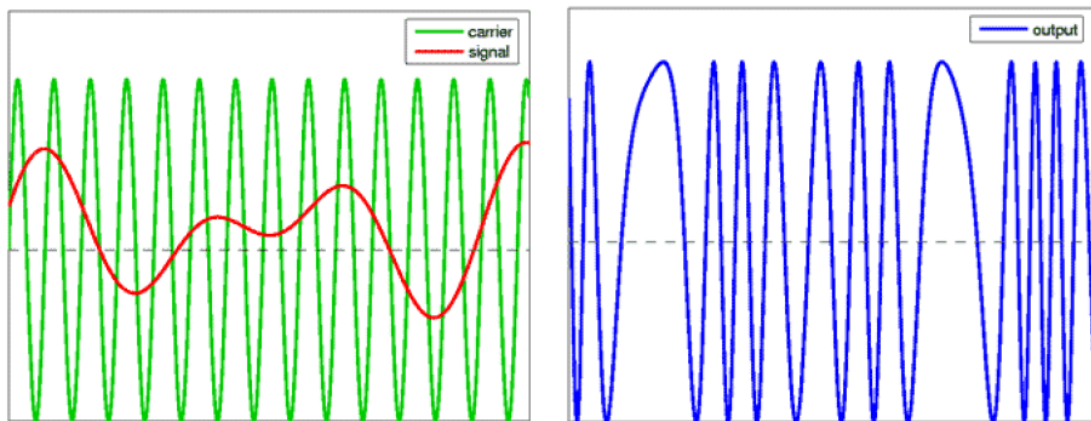
Για να μετρήσω την σύνθετη αντίσταση εξόδου της συσκευής σύνδεσα ένα ποτενσιόμετρο στην έξοδο της συσκευής και ρύθμισα το ποτενσιόμετρο αυτό έτσι ώστε να πάρω το μισό πλάτος του σήματος σε σχέση με το σήμα που είχαμε πριν την τοποθέτηση του ποτενσιομέτρου. Το αποτέλεσμα της μέτρησης φαίνεται παρακάτω.

$$Z_{out} = \underline{8 \text{ k}\Omega}$$

## Σύνδεση διαμόρφωσης συχνότητας και διαμόρφωσης φάσης



Σχήμα 4.7  
Διαμόρφωση Συχνότητας



Σχήμα 4.8  
Διαμόρφωση φάσης

Στα παραπάνω σχήματα φαίνονται οι διαμορφώσεις συχνότητας και φάσης. Αυτές οι δύο διαμορφώσεις έχουν κοινά χαρακτηριστικά.

1. Τα σήματα FM και PM είναι παρόμοια
2. Οι μηδενισμοί δεν ισαπέχουν
3. Το πλάτος του διαμορφωμένου σήματος είναι σταθερό

## Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

Ο σκοπός της πτυχιακής ήταν να κατασκευάσω μια ηλεκτρονική συσκευή, η οποία στην είσοδό της θα δεχόταν ένα ακουστικό σήμα και στην έξοδό της θα «έβγαζε» αυτό το ακουστικό σήμα προσθέτοντας μία αλλαγή φάσης, δημιουργώντας ένα ηχητικό effect, που ονομάζεται vibrato.

Το κύκλωμα της κατασκευής το βρήκα από ένα άρθρο του Rod Elliot στην προσωπική του ιστοσελίδα στο internet.

Όπως λέει και ο ίδιος το κύκλωμα ήταν εύκολο να υλοποιηθεί αλλά ήταν δύσκολο ως προς την ρύθμισή του.

Πρώτα από όλα, σχεδίασα το τυπωμένο κύκλωμα της κατασκευής μου και ύστερα το τύπωσα πάνω στην πλακέτα με τον τρόπο που αναφέρω παρακάτω στο παράρτημα I. Στη συνέχεια, κόλλησα τα εξαρτήματα πάνω στην πλακέτα και ύστερα μέτρησα το κύκλωμα αν δουλεύει σωστά. Ύστερα έκανα τις μετρήσεις που αναφέρω στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο.

Δεν μου παρουσιάστηκαν πολλά άλλα προβλήματα ως προς την κατασκευή, μόνο ένα, το οποίο ήταν η τροφοδοσία του κυκλώματος (το κύκλωμα για να λειτουργήσει χρειαζόταν συμμετρική τάση 12V). Είχα κατασκευάσει ένα τροφοδοτικό, με το οποίο εισήγαγε θόρυβο στον ήχο λόγω του ότι το τροφοδοτικό δεν είχε γείωση, όταν γείωσα το τροφοδοτικό έφυγε ο θόρυβος και η συσκευή δούλεψε κανονικά.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Κατασκευή τυπωμένου κυκλώματος**

Τα τυπωμένα κυκλώματα είναι μια διαδικασία όπου χρειάζεται μεγάλη προσοχή, ώστε το αποτέλεσμα να είναι σωστό αλλά ταυτόχρονα και λειτουργικό.

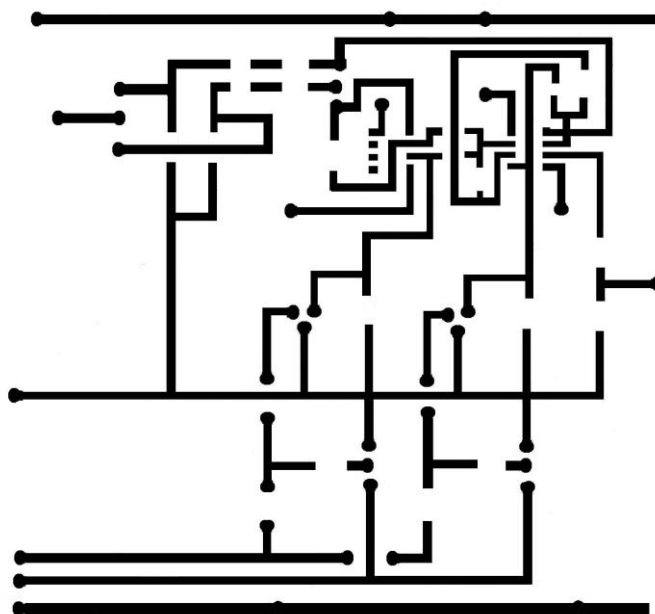
### **Υλικά που χρειάζονται για την κατασκευή ενός τυπωμένου κυκλώματος**

Για την εμφάνιση των σχεδίων χρειαζόμαστε τα εξής υλικά.

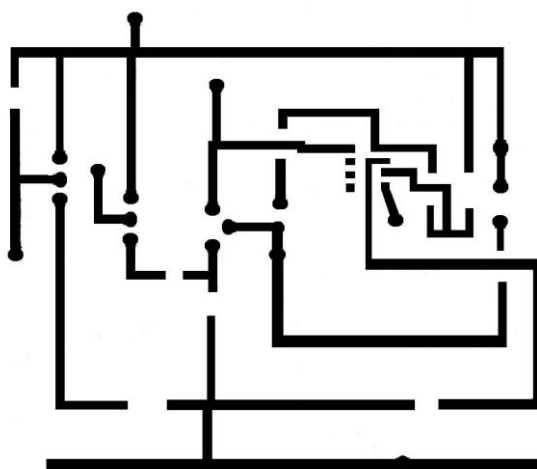
- Σκοτεινό Θάλαμο με λάμπα UV 300W
- 2 κομμάτια γυαλί 30x30cm και πάχος 0.5χιλ
- Peridrol (Από φαρμακείο)
- Κεζάπ (Από Super Market)
- ΤουΜποΦλο (Από Super Market)
- Πλαστικά γάντια (Από φαρμακείο γάντια χειρουργείου)
- Φωτοευαίσθητες πλακέτες
- Σπρέι για επικάλυψη της πλακέτας από διάβρωση
- Τρυπάνι μικρό ρυθμιζόμενων στροφών με βάση και αρίδες (τρυπανάκια) από 0,5χιλ. έως 3χιλ
- 2 λεκάνες πλαστικές

## Σχεδίαση τυπωμένου κυκλώματος

Πρώτα από όλα σχεδίασα τα τυπωμένα κυκλώματα σε ένα πρόχειρο A4 χαρτί. Μετά από πολλές δοκιμές σχεδίασα το τελικό τυπωμένο κύκλωμα, το οποίο προσπάθησα να είναι λειτουργικό και αποτελεσματικό. Στη συνέχεια το επεξεργάστηκα από ένα πρόγραμμα εικόνας, το Photoshop, για να έχω το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα ώστε να μην υπάρχει καμία ατέλεια στο σχέδιο. Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται τα δύο τυπωμένα κυκλώματα της κατασκευής μου:



Σχήμα 1. Vibrato circuit



Σχήμα 2. Modulator circuit



## Η εμφάνιση του τυπωμένου κυκλώματος

Μόλις τελείωσα με τον σχεδιασμό του τυπωμένου κυκλώματος, το τύπωσα σε μια διαφάνεια μέσω ενός Laser εκτυπωτή στην μέγιστη ανάλυση. Έκοψα την διαφάνεια στα τμήματα των σχεδίων.

Ύστερα έφτιαξα έναν σκοτεινό θάλαμο που μέσα είχε μία λάμπα (UV 300W) υπεριώδης ακτινοβολίας. Μετά απ' αυτό προθέρμανα τον θάλαμο για περίπου 5 λεπτά και στη συνέχεια τοποθέτησα μέσα σ' αυτόν την πλακέτα και την άφησα εκεί για περίπου 15 λεπτά. Μόλις πέρασαν τα 15 λεπτά έβγαλα την πλακέτα από τον σκοτεινό θάλαμο και την έβαλα σε ένα σημείο για να μην την βλέπει καθόλου φως. Το ίδιο έκανα και με την δεύτερη πλακέτα.

Όπως θα είδατε παραπάνω δεν χρησιμοποιώ τα συνήθεις υλικά για την αποχάλκωση (καυστική σόδα – αποχάλκωτικό), και αυτό γιατί είναι πολύ επικίνδυνα για το περιβάλλον και τον άνθρωπο αλλά και δύσκολο στο να τα “ξεφορτωθούμε” αργότερα, αφού δεν επιτρέπεται να τα πετάξουμε στο περιβάλλον ή στην αποχέτευση παρά μόνο να τα παραδώσουμε στο χημείο, ενώ τα υλικά που περιγράφω μπορούμε απλώς να πετάξουμε στην αποχέτευση της οικίας μας (σε καμιά περίπτωση όμως στο περιβάλλον), άλλωστε η νοικοκυρές τα χρησιμοποιούν στον καθαρισμό του σπιτιού.

Η όλη διαδικασία της αποχάλκωσης θα πρέπει να γίνει σε καλά αεριζόμενο χώρο ή σε ανοιχτό χώρο(μπαλκόνι, αυλή, ταράτσα) με την χρήση γαντιών και με την μέγιστη προσοχή αφού (ιδίως το κεζάπ που είναι καυστικό) έχουμε να κάνουμε με επικίνδυνα χημικά προϊόντα.

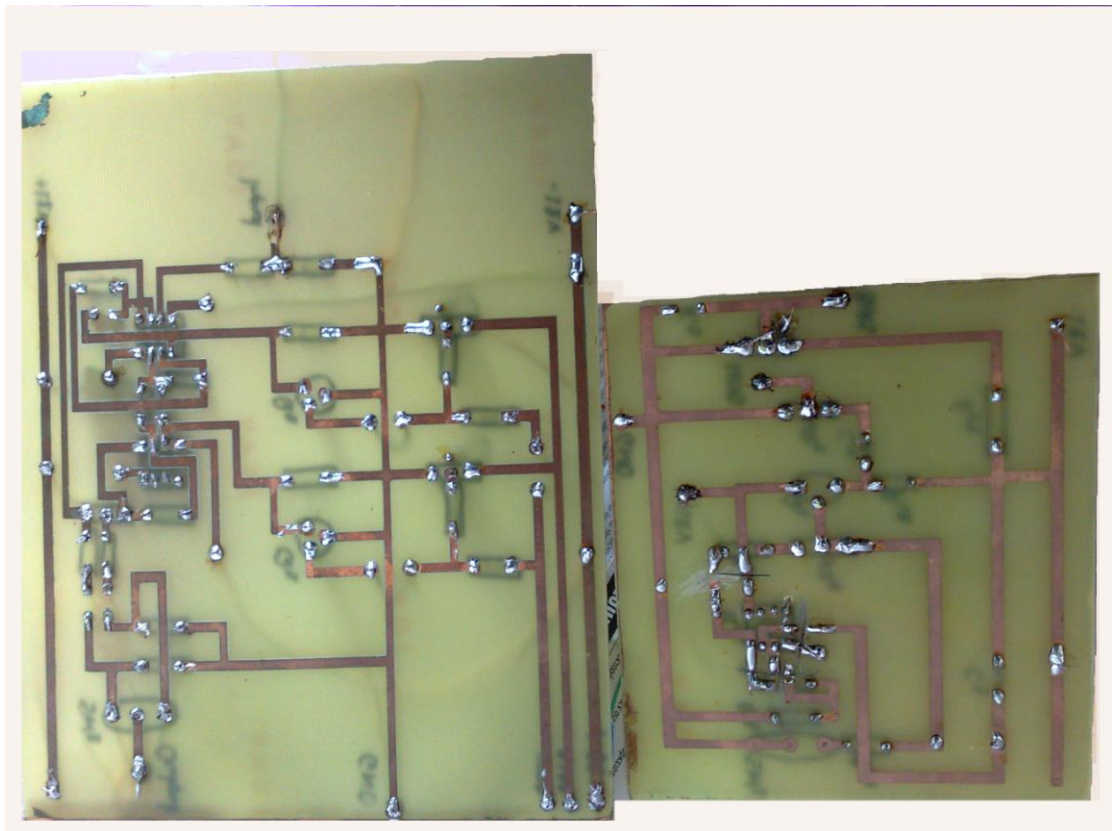
Στην μία από τις δύο πλαστικές λεκάνες έριξα το νερό που ζέστανα και τρεις κουταλιές ΤουΜποΦλο. Τα ανακάτεψα καλά έως ότου να μην υπάρχει ο παραμικρός σβόλος ΤουΜποΦλο στο νερό.

Στην δεύτερη λεκάνη άδειασα το ¼ του κεζάπ και έριξα λίγο Peridrol (περίπου 2 γεμίσματα από το πλαστικό καπάκι ενός εμφιαλωμένου νερού του ενός λίτρου) και ανακάτεψα την λεκάνη για να αναμιχθούν τα χημικά. Βάπτισα την πλακέτα στην πρώτη λεκάνη με το νερό και το ΤουΜποΦλο και την άφησα εκεί έως ότου να αρχίσει να γίνετε ορατό το σχέδιο στην πλακέτα (περίπου 1-3λεπτά), όταν αυτό πλέον έγινε ορατό αφαίρεσα από την λεκάνη την πλακέτα και την έπλυνα με άφθονο νερό στον νιπτήρα και όχι στο περιβάλλον και κατόπιν την σκούπισα καλά με ένα χαρτί.

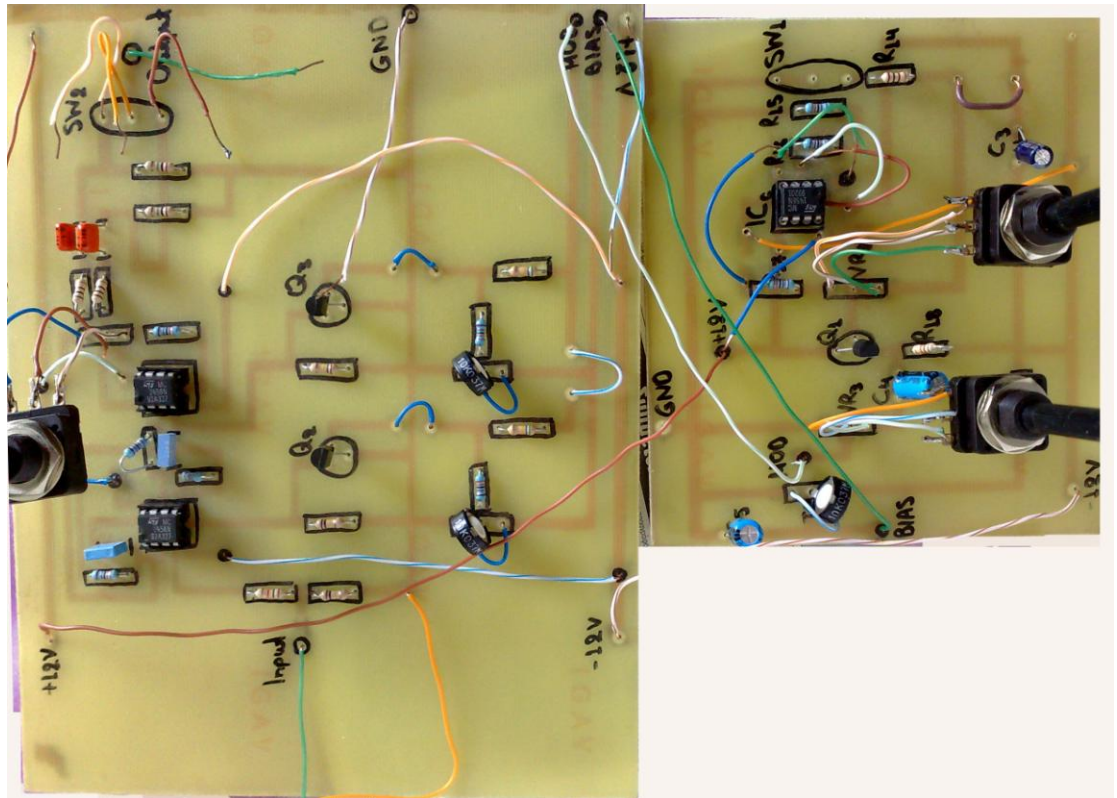
Βάπτισα την πλακέτα στην δεύτερη λεκάνη με το κεζαπ και το Peridrol και την άφησα μέσα έως ότου να ολοκληρωθεί η αποχάλκωση (περίπου 15-20 λεπτά). Όταν τελείωσε η αποχάλκωση φάνηκε το τυπωμένο κύκλωμα στο κάτω μέρος της πλακέτας. Κατόπιν έπλυνα την πλακέτα με άφθονο νερό και την σκούπισα με χαρτί.

Τα χημικά από τις λεκάνες να πέταξα στην αποχέτευση. Στην συνέχεια, αφού στέγνωσε η πλακέτα την ψέκασα με το σπρέι κατά της διάβρωσης ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή (Η πλακέτα κατά τον ψεκασμό την είχα σε γωνία 45°, την ψέκασα από απόσταση περίπου 20cm, την άφησα να στεγνώσει και την ψέκασα ξανά).

Αφού τελείωσα και με την προστατευτική επικάλυψη της πλακέτας ξεκίνησα το τρύπημα, εδώ χρειάστηκα το τρυπάνι με την βάση για να ανοίξω τις οπές για την τοποθέτηση των υλικών μου. Στα παρακάτω σχήματα φαίνετε η πάνω όψη και η κάτω όψη της πλακέτας μετά την αποχάλκωση.



Σχήμα 3. Πίσω όψη της πλακέτας



Σχήμα 4. Πάνω όψη της πλακέτας



**UNISONIC TECHNOLOGIES CO., LTD**

**MC1458**

*LINEAR INTEGRATED CIRCUIT*

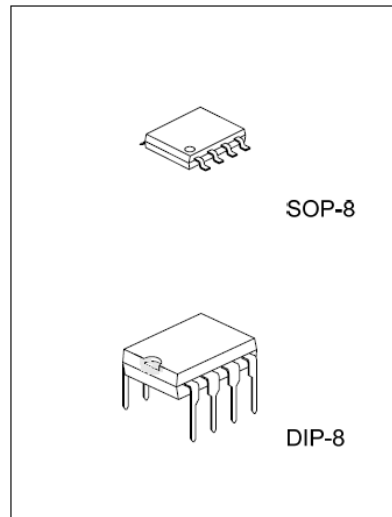
**DUAL OPERATIONAL AMPLIFIER**

■ **DESCRIPTION**

The UTC **MC1458** is a high performance dual operational amplifier. It is designed for a wide range of analog applications. The high gain and wide range of operating voltages provide superior performance in summing amplifier, voltage follower, integrator, active filter, function generator and general feed back applications.

■ **FEATURES**

- \* Low power consumption
- \* Wide input voltage range
- \* No latch-up
- \* High gain
- \* Short-circuit protection
- \* Frequency compensation is unnecessary



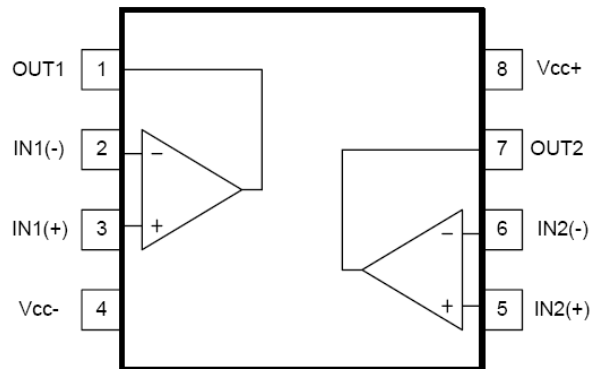
\*Pb-free plating product number: MC1458L

■ **ORDERING INFORMATION**

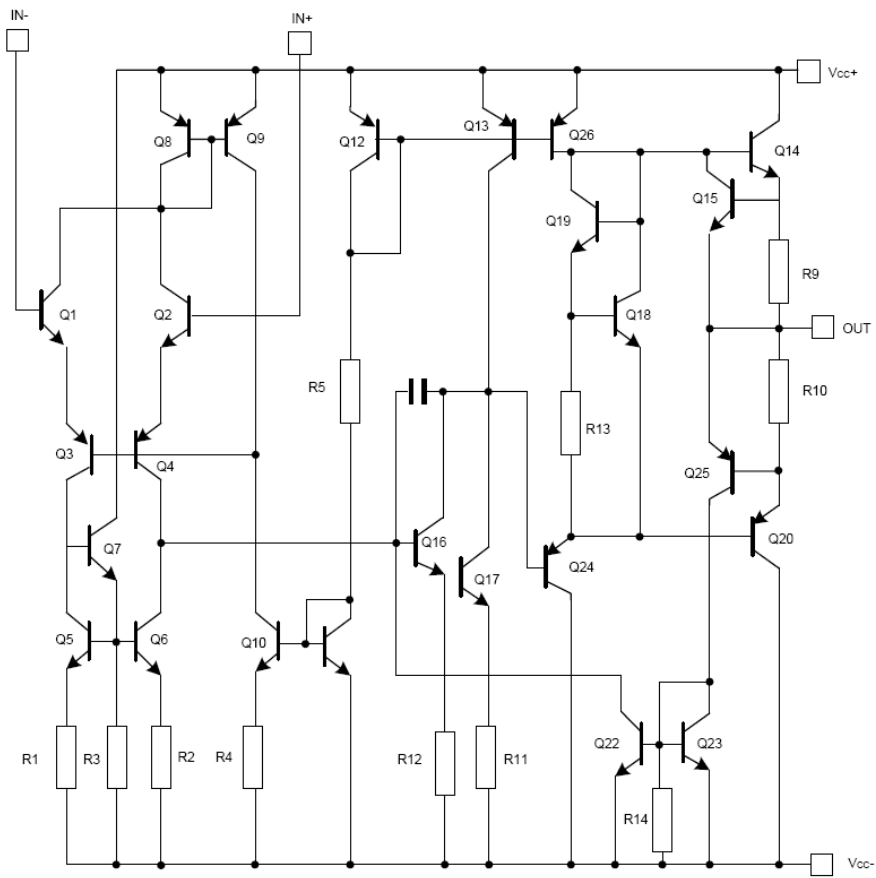
Order Number		Package	Packing
Normal	Lead Free Plating		
MC1458-D08-T	MC1458L-D08-T	DIP-8	Tube
MC1458-S08-R	MC1458L-S08-R	SOP-8	Tape Reel
MC1458-S08-T	MC1458L-S08-T	SOP-8	Tube

<p>MC1458L-D08-T</p> <p>(1)Packing Type (2)Package Type (3)Lead Plating</p>	<p>(1) R: Tape Reel, T: Tube (2) D08: DIP-8, S08: SOP-8 (3) L: Lead Free Plating, Blank: Pb/Sn</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

■ PIN CONFIGURATIONS



■ TEST CIRCUIT



### ■ ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta=25°C)

PARAMETER	SYMBOL	RATINGS	UNIT
Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	-22 ~ +22	V
Differential Input Voltage	V <sub>I(DIFF)</sub>	-30 ~ +30	V
Input Voltage	V <sub>IN</sub>	-15 ~ +15	V
Power Dissipation	SOP-8	P <sub>D</sub>	mW
	DIP-8		
Output Short Circuit Duration		Infinite	
Operating Ambient Temperature Range	T <sub>OPR</sub>	0 ~ 70	°C
Storage Temperature Range	T <sub>STG</sub>	-65 ~ +150	°C

Note: Absolute maximum ratings are those values beyond which the device could be permanently damaged. Absolute maximum ratings are stress ratings only and functional device operation is not implied.

### ■ ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V<sub>CC</sub>=±15V, Ta=25°C, unless otherwise specified)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Input Offset Voltage (R <sub>S</sub> ≤10kΩ)	V <sub>I(OFF)</sub>	Ta=+25°C		1	5	mV
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C			6	mV
Input Offset Current	I <sub>I(OFF)</sub>	Ta=+25°C		2	200	nA
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C			300	nA
Input Bias Current	I <sub>I(BIAS)</sub>	Ta=+25°C		30	500	nA
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C			800	nA
Large Signal Voltage Gain (V <sub>O</sub> =±10V, R <sub>L</sub> =2kΩ)	G <sub>V</sub>	Ta=+25°C	50	200		V/mV
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C	25			V/mV
Supply Voltage Rejection Ratio (R <sub>S</sub> ≤10kΩ)	SVR	Ta=+25°C	77	90		dB
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C	77			dB
Supply Current(all Amp, no Load)	I <sub>CC</sub>	Ta=+25°C		2.3	5	mA
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C			6	mA
Input Common Mode Voltage Range	V <sub>IN(CM)</sub>	Ta=+25°C	±12			V
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C	±12			V
Common-Mode Rejection Ratio (R <sub>S</sub> ≤10kΩ)	CMR	Ta=+25°C	70	90		dB
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C	70			dB
Output Short-Circuit Current	I <sub>OS</sub>	Ta=+25°C	10	20	35	mA
Output Voltage Swing	±V <sub>opp</sub>	Ta=+25°C	R <sub>L</sub> =10kΩ	12	14	V
			R <sub>L</sub> =2kΩ	10	13	V
		0°C ≤ Ta ≤ 70°C	R <sub>L</sub> =10kΩ	12		V
			R <sub>L</sub> =2kΩ	10		V
Slew Rate	SR	V <sub>IN</sub> =±10V, R <sub>L</sub> =2kΩ, C <sub>L</sub> =100pF, Ta=+25°C, unity gain	0.2	0.8		V/μs
Rise Time	tr	V <sub>IN</sub> =20mV, R <sub>L</sub> =2kΩ, C <sub>L</sub> =100pF, Ta=+25°C, unity gain		0.3		μs
Over-Shoot	K <sub>OS</sub>	V <sub>IN</sub> =20mV, R <sub>L</sub> =2kΩ, C <sub>L</sub> =100pF, Ta=+25°C, unity gain		5		%
Input Resistance	R <sub>IN</sub>		0.3	2		MΩ
Common-Mode Input Impedance	Z <sub>IN</sub>			200		MΩ
Input Capacitance	C <sub>IN</sub>			1.4		pF
Output Resistance	R <sub>OUT</sub>			75		Ω
Full Power Bandwidth	FBW	R <sub>L</sub> =2kΩ, V <sub>OUT</sub> ≥ ±10V, G <sub>V</sub> =1, THD ≤ 5%		14		KHz
Unity Gain Bandwidth	GBW	V <sub>IN</sub> =10mV, R <sub>L</sub> =2kΩ, C <sub>L</sub> =100pF, Ta=+25°C		1		MHz
Gain Bandwidth Product	GBP	V <sub>IN</sub> =10mV, R <sub>L</sub> =2kΩ, C <sub>L</sub> =100pF, f=100kHz, Ta=+25°C	0.4	1		MHz



■ ELECTRICAL CHARACTERISTICS(Cont.)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Total Harmonic Distortion	THD	F=1kHz, Av=20dB, RL=2kΩ, VOUT=2Vpp, CL=100pF, Ta=25°C		0.02		%
Equivalent Input Noise Voltage	eN	F=kHz, Rs=100Ω		45		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
Phase Margin	$\phi_m$			65		Deg.
Gain Margin	Am			11		dB
Channel Separation	Vo1/Vo2			120		dB

UTC assumes no responsibility for equipment failures that result from using products at values that exceed, even momentarily, rated values (such as maximum ratings, operating condition ranges, or other parameters) listed in products specifications of any and all UTC products described or contained herein. UTC products are not designed for use in life support appliances, devices or systems where malfunction of these products can be reasonably expected to result in personal injury. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner. The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice.



# Transistors

## BC549

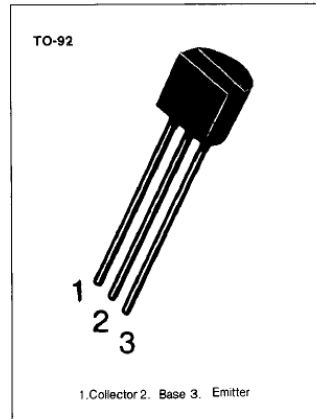


### SWITCHING AND AF AMPLIFIER

• LOW NOISE: BC549,

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ( $T_a=25^\circ\text{C}$ )

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
Collector Base Voltage	$V_{CBO}$		
Collector Emitter Voltage	$V_{CEO}$	30	V
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	30	V
Collector Current (DC)	$I_C$	5	V
Collector Dissipation	$P_C$	100	mA
Junction Temperature	$T_J$	500	mW
Storage Temperature	$T_{stg}$	150	$^\circ\text{C}$
		-65~150	$^\circ\text{C}$



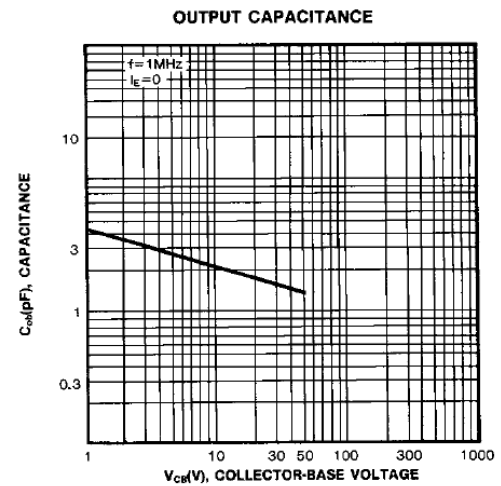
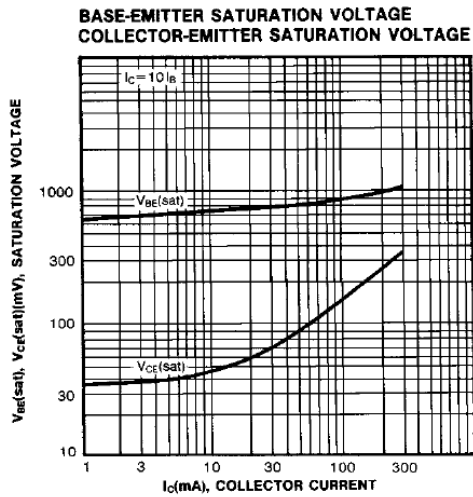
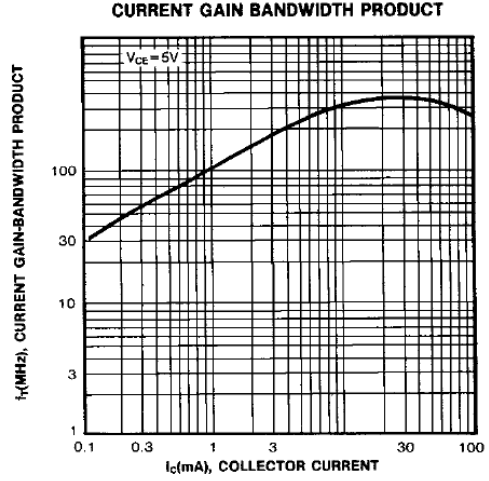
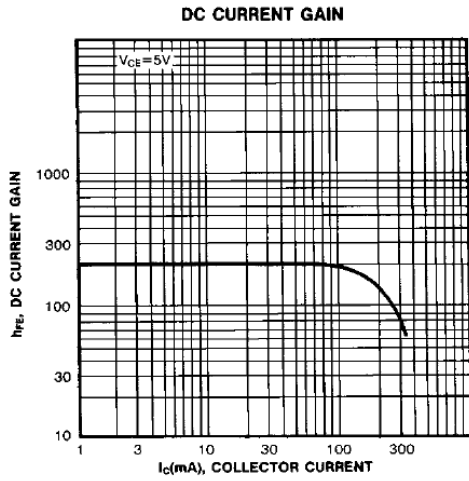
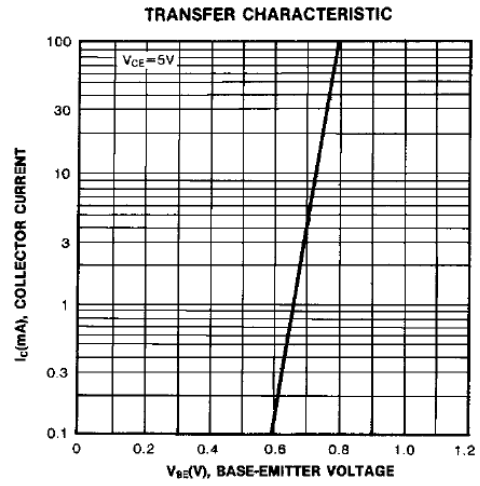
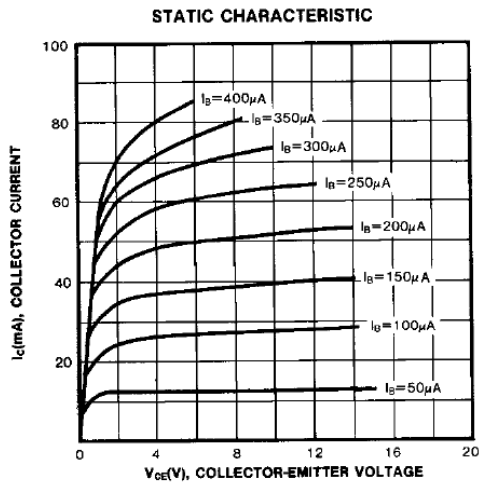
### ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_a=25^\circ\text{C}$ )

Characteristic	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
Collector Cutoff Current	$I_{CBO}$	$V_{CB}=30\text{V}, I_E=0$			15	nA
DC Current Gain	$h_{FE}$	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=2\text{mA}$	110		800	
Collector Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=0.5\text{mA}$		90	250	mV
Collector Base Saturation Voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_C=100\text{mA}, I_B=5\text{mA}$		200	600	mV
Base Emitter On Voltage	$V_{BE(on)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=0.5\text{mA}$		700		mV
		$I_C=100\text{mA}, I_B=5\text{mA}$		900		mV
Current Gain Bandwidth Product	$f_T$	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=2\text{mA}$	580	660	700	MHz
		$V_{CE}=5\text{V}, I_C=10\text{mA}$		660	720	
Collector Base Capacitance	$C_{CBO}$	$V_{CB}=10\text{V}, f=1\text{MHz}$		3.5	6	pF
Emitter Base Capacitance	$C_{EBO}$	$V_{EB}=0.5\text{V}, f=1\text{MHz}$		9		pF
Noise Figure	NF	$f=1\text{KHz}, R_g=2\text{kohm}$		1.2	4	dB
		$V_{CE}=5\text{V}, I_C=200\mu\text{A}$		1.4	4	dB
		$f=30\sim 15000\text{Hz}$				

### $h_{FE}$ CLASSIFICATION

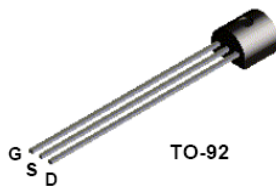
Classification	A	B	C
$h_{FE}$	110-220	200-450	420-800





**2N5457**  
**2N5458**  
**2N5459**

**MMBF5457**  
**MMBF5458**  
**MMBF5459**



### N-Channel General Purpose Amplifier

This device is a low level audio amplifier and switching transistors, and can be used for analog switching applications. Sourced from Process 55.

#### Absolute Maximum Ratings\*

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V <sub>DS</sub>	Drain-Gate Voltage	25	V
V <sub>GS</sub>	Gate-Source Voltage	- 25	V
I <sub>GF</sub>	Forward Gate Current	10	mA
T <sub>J</sub> , T <sub>stg</sub>	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

\*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

#### NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

#### Thermal Characteristics

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Max		Units
		2N5457	*MMBF5457	
P <sub>D</sub>	Total Device Dissipation	625	350	mW
	Derate above 25°C	5.0	2.8	mW/°C
R <sub>θJC</sub>	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3		°C/W
R <sub>θJA</sub>	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	357	°C/W

\*Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06."

2N5457 / 2N5458 / 2N5459 / MMBF5457 / MMBF5458 / MMBF5459

## N-Channel General Purpose Amplifier

(continued)

2N5457 / 2N5458 / 2N5459 / MMBF5457 / MMBF5458 / MMBF5459

### Electrical Characteristics

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>						
$V_{(BR)GSS}$	Gate-Source Breakdown Voltage	$I_G = 10 \mu A, V_{DS} = 0$	-25			V
$I_{GSS}$	Gate Reverse Current	$V_{GS} = -15 V, V_{DS} = 0$ $V_{GS} = -15 V, V_{DS} = 0, T_A = 100^\circ C$			-1.0 -200	nA
$V_{GS(OFF)}$	Gate-Source Cutoff Voltage	$V_{DS} = 15 V, I_D = 10 nA$	<b>2N5457</b> <b>2N5458</b> <b>2N5459</b>	-0.5 -1.0 -2.0	-6.0 -7.0 -8.0	V
$V_{GS}$	Gate-Source Voltage	$V_{DS} = 15 V, I_D = 100 \mu A$ $V_{DS} = 15 V, I_D = 200 \mu A$ $V_{DS} = 15 V, I_D = 400 \mu A$	<b>2N5457</b> <b>2N5458</b> <b>2N5459</b>	-2.5 -3.5 -4.5		V

### ON CHARACTERISTICS

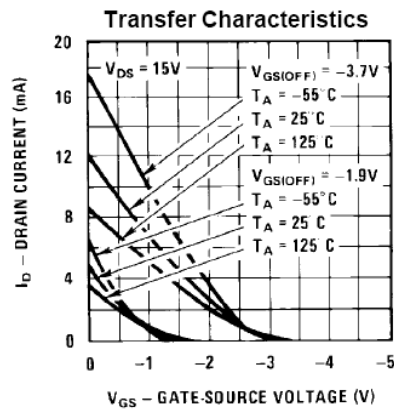
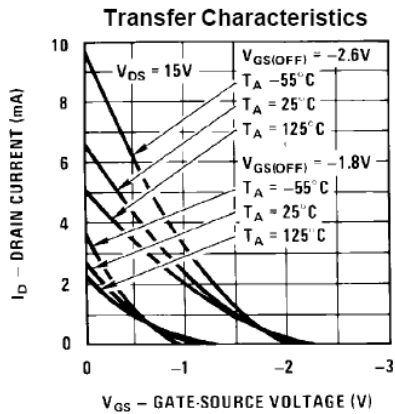
$I_{DSS}$	Zero-Gate Voltage Drain Current*	$V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0$	<b>2N5457</b> <b>2N5458</b> <b>2N5459</b>	1.0 2.0 4.0	3.0 6.0 9.0	5.0 9.0 16	mA
-----------	----------------------------------	-----------------------------	-------------------------------------------------	-------------------	-------------------	------------------	----

### SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

$g_{fs}$	Forward Transfer Conductance*	$V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0, f = 1.0 kHz$	<b>2N5457</b> <b>2N5458</b> <b>2N5459</b>	1000 1500 2000		5000 5500 6000	$\mu mhos$ $\mu mhos$ $\mu mhos$
$g_{os}$	Output Conductance*	$V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0, f = 1.0 kHz$			10	50	$\mu mhos$
$C_{iss}$	Input Capacitance	$V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0, f = 1.0 MHz$			4.5	7.0	pF
$C_{rss}$	Reverse Transfer Capacitance	$V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0, f = 1.0 MHz$			1.5	3.0	pF
NF	Noise Figure	$V_{DS} = 15 V, V_{GS} = 0, f = 1.0 kHz,$ $R_G = 1.0 megohm, BW = 1.0 Hz$				3.0	dB

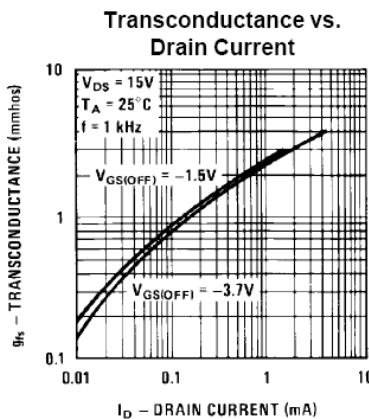
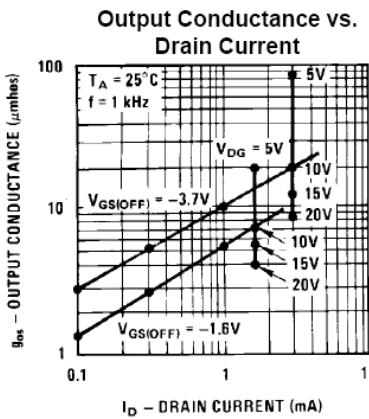
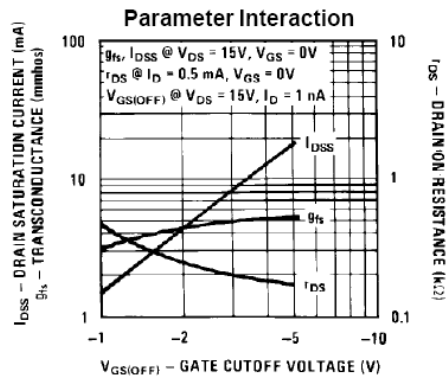
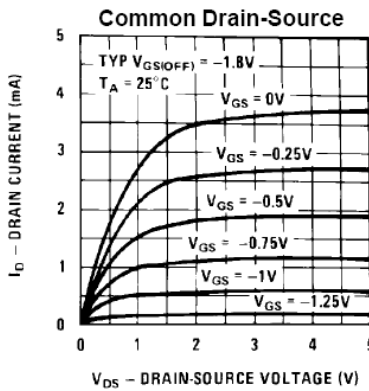
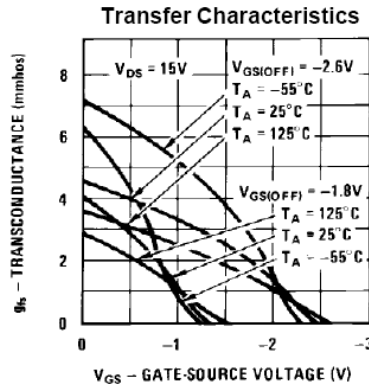
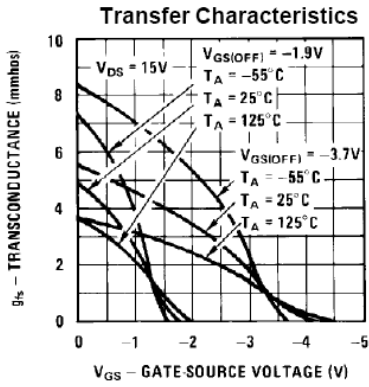
\*Pulse Test: Pulse Width  $\leq 300 ms$ , Duty Cycle  $\leq 2\%$

### Typical Characteristics



N-Channel General Purpose Amplifier  
(continued)

Typical Characteristics (continued)

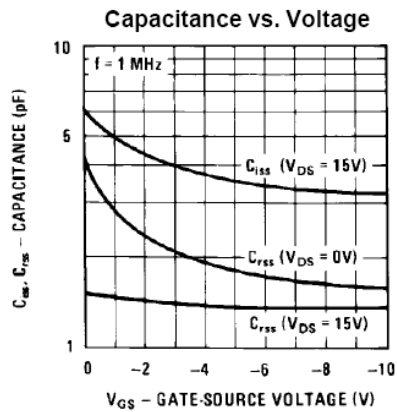
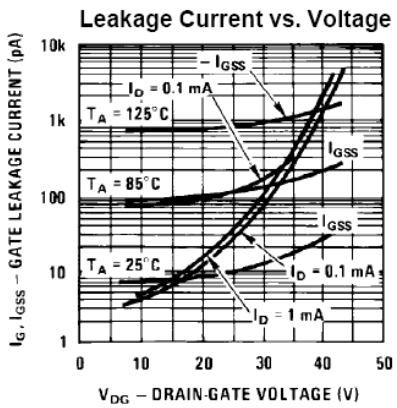
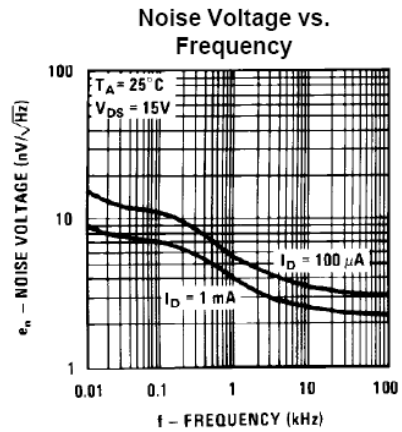
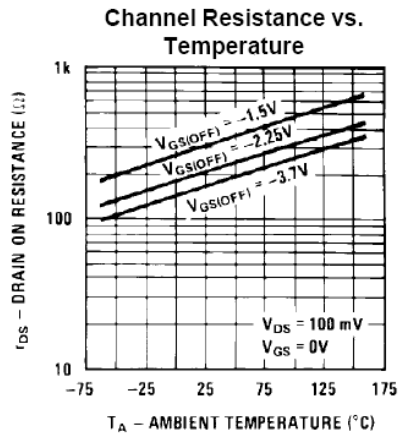


2N5457 / 2N5458 / 2N5459 / MMBF5457 / MMBF5458 / MMBF5459

## N-Channel General Purpose Amplifier

(continued)

### Typical Characteristics (continued)



2N5457 / 2N5458 / 2N5459 / MMBF5457 / MMBF5458 / MMBF5459

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. <http://sound.westhost.com/projects.htm#index> (10-12-2008), **Elliott Sound Products - The Audio Pages**
2. <http://sound.westhost.com/project49.htm> (10-12-2008), **Elliott Sound Products – Guitar Vibrato Unit**
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Vibrato> (10-12-2008)
4. [http://en.wikipedia.org/wiki/Vibrato\\_unit](http://en.wikipedia.org/wiki/Vibrato_unit) (10-12-2008)
5. <http://www.elektor.gr> (23-01-2009), **το περιοδικό Ελέκτορ στην Ελλάδα**
6. <http://www.elektor-electronics.co.uk> (23-01-2009), **το περιοδικό Ελέκτορ στην Αγγλία**
7. Διαμαντόπουλος Ταξιάρχης, 2004. Προγραμματισμός & Σύνθεση ήχου. Αθήνα: Εκδόσεις «Ελλην».
8. Albert Paul Malvino. 1999. Βασική ηλεκτρονική, τέταρτη έκδοση. Αθήνα: τεχνικά βιβλία – Εκδόσεις Α. Τζιόλα Ε.
9. <http://physicsworld.com/cws/article/print/696/1/pw-13-04-09fig8> (04-04-2009)
10. <http://www.howtoreadguitartabs.net/guitar-tab-legend-2.html> (04-04-2009)
11. <http://www.vstsax.com/manual.html> (04-04-2009)
12. <http://www.fullspectrumaudio.com/news.htm> (04-04-2009)
13. <http://www.theatreorgans.com/nc/metrolina/carolina/historyoforgan.html> (04-04-2009)

14. <http://en.wikipedia.org/wiki/Bebung> (04-04-2009)
15. <http://www.violinmasterclass.com/vibrato.php> (04-04-2009)
16. <http://www.musicwithease.com/vibraphone-pictures.html> (04-04-2009)
17. [http://www.samkeeney.com/mp\\_photos/Leslie%20720-540.jpg](http://www.samkeeney.com/mp_photos/Leslie%20720-540.jpg) (04-04-2009)
18. <http://www.geek-lover.com/?tag=super-mario> (04-04-2009)
19. [http://www.ne.jp/asahi/mosrite/the-ventures/english/e\\_tremolo.html](http://www.ne.jp/asahi/mosrite/the-ventures/english/e_tremolo.html) (04-04-2009)