



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη σχεδίαση και κατασκευή παραμορφωτή ήχου για χρήση σε μουσικά όργανα

**ΕΚΠΟΝΗΘΗΚΕ ΑΠΟ ΤΟΝ :
ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :
ΧΑΛΕΛΛΗΣ ΛΟΥΚΑΣ**

ΠΑΤΡΑ 2014

Πρόλογος

Ως οπαδός της Metal και Rock μουσικής και της αγάπης που έχω για την ηλεκτρική κιθάρα η φιλοδοξία μου ήταν να κατασκευάσω ένα προυπάρχον εφέ της αρεσκείας μου και του δικού μου μουσικού ύφους. Απο την στιγμή που διάλεξα μια τέτοια πτυχιακή εργασία ήταν μονόδρομος για μένα να κατασκευάσω τον "πατέρα" των εφέ distortion που δεν ήταν αλλος απο το κλασσικό πεταλι της εταιρίας Electra. Οι δυσκολίες πολλές , αλλά με την συνεχή έρευνα ανταλλαγή και συμβουλών κυρίως μέσω του διαδικτύου απο άλλων ομοϊδεατών , που είχαν καταφέρει νωρίτερα την επίτευξη μιας τέτοιας κατασκευής, πιστεύω να προσέγγισα και να έφτασα σ' ένα αποτέλεσμα σαν αυτό που είχα βάλει στόχο απο την αρχή. Έτσι η ευτυχής κατάληξη για μένα είναι αυτό που παρουσιάζεται και αναλύεται διεξοδικά ,βάση των γνώσεων που απόκτησα στη σχολή μου όλα αυτά τα χρόνια, στη πτυχιακή εργασία που ακολουθεί.

Περιεχόμενα-Ενότητες

Πρόλογος	i
Περίληψη	1
1.Εισαγωγή	
1.2 .1Διάδοση των ηχητικών κυμάτων.....	2
1.2.2 Εγκάρσια και διαμήκη κύματα.....	3
1.2.3Ταχύτητα του ήχου	3
2. Φαινόμενα του ήχου	5
2.1.1 Ανάκλαση	5
2.1.2 Περίθλαση	5
2.1.3 Διάθλαση	5
2.1.4 Παρεμβολή	5
3. Το Φαινόμενο <i>DOPLER</i>	6
3.1.1Επεξήγηση.....	6
3.2.1Ακίνητη πηγή-Ακίνητος παρατηρητής.....	7
3.2.2Ο παρατηρητής απομακρύνεται	9
3.3.1Η πηγή πλησιάζει	9
3.3.2Η πηγή απομακρύνεται	10
4.Ιστορική αναδρομή στα εφέ κιθάρας	11
4.1.1De Armond Tremolo.....	11
4.1.2Watkins Copycat echo	12

4.1.3	Maestro Fuzz Tone	13
4.1.4	Univibe	14
4.2.1	Wah Wah Vox	15
4.2.2	Linear Booster	16
4.2.3	Phase Shifter.....	17
5.	Κατηγορίες των εφέ κιθάρας.....	19
5.1.1	Πετάλι <i>Distortion</i>	20
5.1.2	Boss Distortion.....	20
5.1.3	Mesa Distortion	20
5.1.4	Rat Distortion	20
5.1.5	Carl Martin Hot 'N Drive Boost	21
5.1.6	Xotic AC-BOOSTER,RC-BOOSTER,BB-Preamp	22
5.1.7	Klon Centaur	24
5.1.8	Coldfusion Pedal	25
5.2	Dynamics	26
5.3	Filters.....	28
5.4	Talk Box.....	29
5.5	Wah Wah	30
5.6	Modulators	31
6.	Overdrive και παραμόρφωση	32
6.1	Αναφορά-Κυματομορφές	32
6.2	Ελεγχόμενη παραμόρφωση ακουστικού σήματος.....	34
7.	θεωρητική Ανάλυση του κυκλώματος.....	35

7.1.1 Τομέας πρώτος: Είσοδος	35
7.2 Μαγνήτες ηλεκτρικής κιθάρας.....	37
7.3 Το Τρανζίστορ	39
7.4.1 DC Ανάλυση του κυκλώματος	40
7.4.2 AC Ανάλυση του κυκλώματος	41
7.5.1 Τομέας δεύτερος: Στάδιο ψαλιδίσματος.....	44
7.5.2 Τομέας τρίτος: Έξοδος του κυκλώματος (volume)	44
8. Εξομοίωση του κυκλώματος με το πρόγραμμα TINA	45
8.1.1 Είσοδος-Έξοδος του κυκλώματος.....	46
8.1.2 Είσοδος-Έξοδος του κυκλώματος (B' Μέρος)	47
8.2 Απόκριση συχνότητας	48
8.2.1 Εισαγωγή.....	48
8.3.1 FLow συχνότητα	49
8.3.2 FHigh συχνότητα.....	49
9. Υλοποίηση της κατασκευής.....	50
9.1 Εισαγωγή.....	50
9.2 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.....	50
9.3 Χαρακτηριστικά ηλεκτρονικών εξαρτημάτων	52
9.3.1 Τρανζίστορ	52
9.3.2 Το κύκλωμα By Pass	53
9.3.3 Επιλογή διακόπτη χειρός.....	54
9.3.4 Επιλογή πλακέτας.....	55

9.3.5 Το κουτί-θήκη του κυκλώματος	55
9.4 Κόλληση/Εγκατάσταση εξαρτημάτων.....	56
9.4.1 Πρώτο βήμα: Τοποθέτηση αντιστάσεων	57
9.4.2 Δεύτερο βήμα: Τοποθέτηση τρανζίστορ	58
9.4.3 Τρίτο βήμα: Τοποθέτηση πυκνωτών	59
9.4.4 Τέταρτο βήμα: Τοποθέτηση clip μπαταρίας.....	59
9.4.5 Πέμπτο βήμα: Κόλληση καλωδίων στις οπές εισόδου/εξόδου	60
9.4.6 Έκτο βήμα: Τοποθέτηση ποτενσιόμετρου 100K.....	61
9.4.7 Έβδομο βήμα: Τοποθέτηση υποδοχών τύπου jack.....	61
9.4.8 Ογδοο βήμα: Τοποθέτηση διακόπτη DPDT	62
9.5 Εικόνες από την κατασκευή.....	63
9.5.1 Κατασκευή ανοιχτή	64
9.5.2 Κατασκευή κλειστή.....	64
10. Πειραματικός έλεγχος κυκλώματος	65
10.1.1 Εισαγωγή.....	65
10.2.1 Πρώτο στάδιο μετρήσεων (μεταβαλλόμενη τάση εισόδου)	66
10.2.2 Δεύτερο στάδιο μετρήσεων (μεταβαλλόμενη συχνότητα).....	68
10.2.3 Τρίτο στάδιο μετρήσεων (μεταβαλλόμενο ποτενσιόμετρο).....	70
10.3.1 Συμπεριφορά VCE-VBE	71
11. Συμπεράσματα-Παρατηρήσεις.....	71

12.Βιβλιογραφία-πηγές	72
13.Datasheets	73

Περίληψη

Κύριος σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας αποτελεί η θεωρητική προσέγγιση, μελέτη και κατασκευή - λειτουργία μονάδας τύπου Distortion πεντάλ ηλεκτρικής κιθάρας.

Η πτυχιακή εργασία χωρίστηκε σε 13 κεφάλαια τα οποία αναφέρονται περιληπτικά παρακάτω.

Στην εισαγωγή αναφέρονται εισαγωγικές έννοιες. Ακόμη δίνεται ο σκοπός δομή η υπόθεση και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας.

Βασικά στοιχεία για τον ήχο σε γενικότερη μορφή περιλαμβάνει το 1ο κεφάλαιο της εργασίας μας.

Στο 2ο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στα φαινόμενα του ήχου με την τιμική του το φαινόμενο Ντόπλερ να δεσπόζει στο 3ο κεφάλαιο.

Μια ιστορική διαδρομή δεν θα μπορούσε να λείπει από την εργασία γι αυτό και στο 4ο κεφάλαιο αναφέρονται τα κυριότερα εφέ ήχου από το 1948 έως τις μέρες μας.

Το 5ο κεφάλαιο είναι πιο εξειδικευμένο αναλύοντας τα distortion πετάλια κλείνοντας το κεφάλαιο μας με τις διαφορές ψαλιδίσματος μεταξύ distortion και fuzz στο 6ο!

Το 7ο κεφάλαιο κάνουμε την θεωρητική ανάλυση του κυκλώματος, χωρίζοντάς το σε βαθμίδες.

Στο 8ο κεφάλαιο γίνεται η εξομοίωση του κυκλώματος μας με το πρόγραμμα tina electronics software βρίσκοντας την καμπύλη απόκρισης και την μέτρηση κέρδους.

Η υλοποίηση της κατασκευής περιγράφεται στο κεφάλαιο 9 καθώς και ο τρόπος κατασκευής κάθε ενός ηλεκτρονικού εξαρτήματος ξεχωριστά.

Ο πειραματικός έλεγχος περιγράφεται στο 10ο κεφάλαιο συνδέοντας το κύκλωμα μας σε αναλογικό παλμογράφο για διάφορες θέσεις του ποτενσιόμετρου volume.

Τέλος στο 11ο κεφάλαιο αναφέρονται απόψεις και συμπεράσματα για την μελέτη της μονάδας μας.

1.Εισαγωγή

Ο ήχος είναι η αίσθηση του προκαλείται λόγω της διέγερσης των αισθητηρίων οργάνων της ακοής από μεταβολές πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτές οι μεταβολές διαδίδονται με τη μορφή ηχητικών κυμάτων. Πολλές φορές στην πράξη, ο όρος χρησιμοποιείται ως ταυτόσημος με την έννοια των ηχητικών κυμάτων - για παράδειγμα, συνηθίζεται η έκφραση διάδοση του ήχου (αντί του ορθότερου διάδοση των ηχητικών κυμάτων).

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η εξ ολοκλήρου κατασκευής μιας μονάδας εφέ για ηλεκτρική κιθάρα μονάδα είναι πιστό αντίγραφο του ιστορικού πεταλιού της εταιρίας ELECTRA με ελάχιστες μικρές βελτιώσεις το οποίο έγινε ευρέως γνωστό από πολλούς μεγάλους κιθαρίστες.

Για την εκπόνηση της εργασίας θα χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρονικά εξαρτήματα διαθέσιμα στο εμπόριο, κυρίως του εξωτερικού μιας και η Ελληνική αγορά είναι αρκετά φτωχή και ακριβή. Η συναρμολόγησή καθώς η κατασκευή και η αισθητική της θήκης θα πραγματοποιήθηκε από τον φοιτητή. Το αποτέλεσμα του εγχειρήματος θα είναι ένα έτοιμο προς χρήση effect είτε σε περιβάλλον συναυλίας είτε studio.

Το κόστος της κατασκευής κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα, είναι ανάλογο όμως της ποιότητας των εξαρτημάτων που θα χρησιμοποιηθούν. Σε σύγκριση όμως με το αυθεντικό πετάλι Electra, το οποίο σε γνωστά site δημοπρασιών κυμαίνεται από 800 έως 1500 € ανάλογα την κατάστασή του, το κόστος ακόμα και με τα καλύτερα υλικά είναι εξωφρενικά μικρότερο.

1.2.1 Διάδοση των ηχητικών κυμάτων

Για τη μετάδοση των κυμάτων είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάποιου υλικού μέσου μεταξύ πομπού και δέκτη. Το μέσο μπορεί να βρίσκεται σε οποιαδήποτε κατάσταση ύλης - στερεό, υγρό, αέριο ή πλάσμα - καθώς ο ήχος δεν διαδίδεται στο απόλυτο κενό. Όταν, εξαιτίας κάποιου ερεθίσματος, δημιουργηθεί μια μορφή διατάραξης στο υλικό μέσο, τότε τα μετατοπισμένα μόρια ύλης ασκούν δυνάμεις στα γειτονικά μόρια, αναγκάζοντάς τα να έλθουν εκτός θέσης ισορροπίας. Με αυτό τον τρόπο η διατάραξη ταξιδεύει στο μέσο - το φαινόμενο ονομάζεται διάδοση.

1.2.2 Εγκάρσια και διαμήκη κύματα

Ας υποθέσουμε πως το υλικό μέσο είναι μια μονοδιάστατη ελαστική κατασκευή άπειρου μήκους, που απαρτίζεται από μάζες ενωμένες σε σειρά με τη βοήθεια ελατηρίων. Ανάλογα με τον τύπο διατάραξης του υλικού μέσου, τα ηχητικά κύματα που δημιουργούνται μπορεί να είναι εγκάρσια ή διαμήκη.

Όταν η πρώτη μάζα υποστεί διατάραξη και μετατοπιστεί κατά το μήκος του μέσου, θα προκαλέσει συμπίεση στο συνδεδεμένο ελατήριο, το οποίο σε σειρά θα ασκήσει δύναμη στην επόμενη μάζα. Καθώς η διάδοση γίνεται με κάποια καθυστέρηση και συγκεκριμένη ταχύτητα, θα παρατηρηθούν στο μέσο διαδοχικά πυκνώματα και αραιώματα. Τα κύματα που προκύπτουν κατά αυτό τον τρόπο ονομάζονται διαμήκη.

Όταν η πρώτη μάζα μετατοπιστεί κάθετα ως προς τον άξονα έκτασης του μέσου, θα προκαλέσει πλάγια διαστολή του συνδεδεμένου ελατηρίου, το οποίο θα μεταφέρει την κάθετη μετατόπιση στην επόμενη μάζα. Έτσι παρατηρούνται στο μέσο διαδοχικές κορυφές και κοιλώματα. Τα κύματα που προκύπτουν κατά αυτό τον τρόπο ονομάζονται εγκάρσια.

Στα ρευστά (υγρά και αέρια), τα ηχητικά κύματα διαδίδονται πάντα ως διαμήκη, ενώ στα στερεά διαδίδονται κύματα και των δύο μορφών.

1.2.3 Ταχύτητα του ήχου

Η ταχύτητα του ήχου σε ατμοσφαιρικό ξηρό αέρα στους 20 °C είναι 343 m/s (1235 km/h).

Γενικά δεν είναι σταθερή, αλλά εξαρτάται από τις καταστατικές μεταβλητές του συστήματος (πίεση, θερμοκρασία).

Είναι σημαντική παράμετρος για ρευστομηχανικά συστήματα συμπιεστών ρευστών στα οποία η ταχύτητα της ροής πλησιάζει ή ξεπερνά το 0.8 Mach περίπου (αεριοστρόβιλοι, υπερηχητικά αεροσκάφη), οπότε το ρευστό παύει να συμπεριφέρεται ως ασυμπίεστο και είναι πλέον συμπιεστό.

- **Στερεά**

Η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται ένα ηχητικό κύμα δια μέσω ενός οποιουδήποτε ελαστικού στερεού μέσου υπολογίζεται από τη σχέση

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

οπού E είναι το μέτρο ελαστικότητας ($\text{N/m}^{\{2\}}$)

ρ είναι η πυκνότητα ($\text{kg/m}^{\{3\}}$)

- **Αέρια**

Η ταχύτητα του ήχου δια μέσω ιδανικού αερίου υπολογίζεται από τη σχέση

$$c_{\text{IA}} = \sqrt{\gamma \cdot R \cdot T}$$

οπου:

$$R = R_*/M$$

$$R_* = 8.315410 \cdot \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

M = το μοριακό βάρος του αερίου

$$0.0289645 \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ο λόγος των ειδικών θερμοτήτων

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

μπορεί να ληφθεί για ιδανικό διατομικό αέριο ίσος περίπου με

$$\gamma = 1.4000$$

2.Φαινόμενα του ήχου

2.1.1Ανάκλαση

Όταν ένα ξένο σώμα διαφορετικής ύλης από αυτή του μέσου παρεμβάλλεται στην κατεύθυνση των ηχητικών κυμάτων, τότε αυτά υφίστανται ανάκλαση. Αν για παράδειγμα, σταθούμε μπροστά από έναν τοίχο και κτυπήσουμε παλαμάκια, τα κύματα που θα φτάσουν στον τοίχο θα αναγκαστούν να αλλάξουν κατεύθυνση. Αν το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 17 μέτρα, τότε παρατηρούμε πως ο κρότος που δημιουργήσαμε επαναλαμβάνεται - αυτό το φαινόμενο ονομάζεται ηχώ. Αν όμως το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη από 17 μέτρα, τότε ο ήχος απλώς δυναμώνει. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αντήχηση και στηρίζεται στο ότι τα ηχητικά κύματα ανακλώνται και επιστρέφουν ενισχυμένα όταν συναντήσουν ένα πολύ κοντινό εμπόδιο.

2.1.2Περίθλαση

Τα ηχητικά κύματα που ανακλώνται αλλάζουν γωνία κατεύθυνσης. Τα κύματα που περνούν γύρω από ένα εμπόδιο ή που το διαπερνούν (εξαιτίας, λόγου χάριν, κάποιου ανοίγματος στο σώμα) έχουν τη δυνατότητα να κυρτώνονται και γεμίζουν τον χώρο πέρα του εμποδίου. Αυτή η ιδιότητα ονομάζεται περίθλαση.

2.1.3Διάθλαση

Όταν η υπόσταση του υλικού μέσου αλλάζει σταδιακά, τότε τα κύματα μπορεί να αλλάξουν κατεύθυνση. Το φαινόμενο αυτό λέγεται διάθλαση και παρατηρείται, για παράδειγμα, όταν ο ήχος ταξιδεύει σε στρώματα αέρα με διαφορετική θερμοκρασία.

2.1.4 Παρεμβολή

Όταν ηχητικά κύματα παραγόμενα από δυο διαφορετικές πηγές διαδίδονται στο ίδιο μέσο, τότε η διατάραξη που επιδέχεται κάθε μάζα προκύπτει από το άθροισμα των

μετατοπίσεων που θα επιδεχόταν από κάθε κύμα ξεχωριστά. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται παρεμβολή. Η παρεμβολή μπορεί να είναι καταστρεπτική όταν τα ηχητικά κύματα ακυρώνουν πλήρως τη μετατόπιση που θα σημειωνόταν σε σημείο του μέσου.

3. Το φαινόμενο Ντόπλερ

3.1.1 Επεξήγηση

Το φαινόμενο *Doppler* πήρε το όνομά του από τον Αυστριακό φυσικό Christian Doppler, ο οποίος το πρότεινε το **1842**. Είναι η παρατηρούμενη αλλαγή στη συχνότητα και το μήκος κύματος ενός κύματος από παρατηρητή που βρίσκεται σε σχετική κίνηση με την πηγή των κυμάτων. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα του φαινομένου αυτού είναι το παράδειγμα του κινούμενου τραίνου.

Ας υποθέσουμε ότι στεκόμαστε ακίνητοι στην αποβάθρα ενός σταθμού. Ένα τρένο με ανοικτή τη σειρήνα του, κινούμενο με σταθερή ταχύτητα μας πλησιάζει και στη συνέχεια μας προσπερνά. Όλοι μας έχουμε παρατηρήσει ότι ο ήχος που αντιλαμβανόμαστε κατά την διάρκεια της κίνησης του τραίνου δεν είναι ο ίδιος. Πιο συγκεκριμένα, καθώς το τρένο μας πλησιάζει ο ήχος της σειρήνας είναι οξύτερος από ότι όταν το τρένο απομακρύνεται από εμάς, αφού μας έχει προσπεράσει. Η οξύτητα ενός ήχου εκφράζεται "αντικειμενικά" με την συχνότητα. Όσο μεγαλύτερη η οξύτητα του ήχου τόσο μεγαλύτερη και η συχνότητα του. Αν βέβαια ρωτούσαμε τον μηχανοδηγό για το ύψος του ήχου που αντιλαμβάνεται κατά την κίνηση του τραίνου, να μας απαντούσε ότι ακούει σταθερό ήχο.

Το φαινόμενο παρατηρείται σε όλα τα αρμονικά κύματα, τόσο στα μηχανικά, όσο και στα ηλεκτρομαγνητικά.

Για την μελέτη του φαινομένου να συμβολίζουμε με S την πηγή, f_S την συχνότητα της πηγής, U_S την ταχύτητα της πηγής. Επίσης να συμβολίζουμε με A τον παρατηρητή, f_A την συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής και U_A την ταχύτητα του παρατηρητή. Ως θετική φορά των ταχυτήτων U_S , U_A να θεωρούν την φορά από την πηγή προς τον παρατηρητή. Τέλος δεχόμαστε ότι ο αέρας, που αποτελεί το μέσον διάδοσης των ηχητικών

κυμάτων, είναι ακίνητος. Οι ταχύτητες Us και UA είναι υπολογισμένες σε σχέση με τον αέρα. Επίσης η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται ο ήχος στον αέρα είναι σταθερή και η φορά της θεωρείται πάντα θετική.

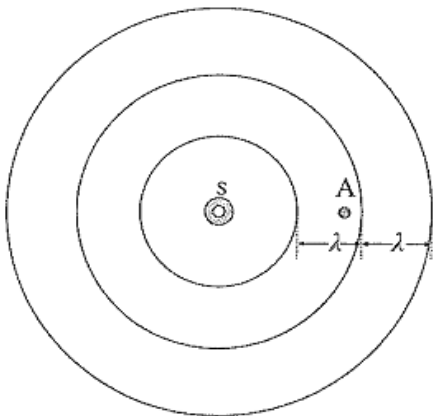
Το φαινόμενο παρουσιάζει τις εξής περιπτώσεις:

3.2.1 Ακίνητη πηγή-Ακίνητος παρατηρητής

θεωρούμε μια κινητή ως προς το μέσο διάδοσης πηγή S που εκπέμπει προς όλες τις κατευθύνσεις ήχο συχνότητας Fs . Τα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα και έχουν μήκος κύματος λ , τα οποία συνδέονται με την θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής:

$$u = \lambda \cdot fs \Rightarrow fs = \frac{u}{\lambda}$$

Στο σχήμα παρακάτω βλέπουμε ένα στιγμιότυπο του κύματος ομόκεντροι κύκλοι παριστάνουν τα διαδοχικά μέγιστα του κύματος σε μια χρονική στιγμή. Είναι σαφές πως τα δύο μέγιστα απέχουν μεταξύ τους απόσταση λ .



Γενικά για την σχετική ταχύτητα ενός κινούμενου σώματος A σε σχέση με το κινούμενο σώματος B μπορούμε να γράψουμε $\mathbf{U}_{A,B} = \mathbf{U}_A - \mathbf{U}_B$ όπου οι ταχύτητες είναι υπολογισμένες ως προς ένα ακίνητο παρατηρητή. Στην δική μας περίπτωση η ταχύτητα του ήχου ως προς τον κινούμενο παρατηρητή A θα υπολογίζεται με βάση το παραπάνω ως εξής:
 $\mathbf{u}' = \mathbf{u} - \mathbf{u}_A \Rightarrow \mathbf{u}' = \mathbf{u} - (-\mathbf{u}) = \mathbf{u} + \mathbf{u}_A$

Το μήκος κύματος που η πηγή εκπέμπει δίνεται πάλι από τη σχέση:

$$\lambda = \frac{u}{fs}$$

Ο παρατηρητής μετράει ακριβώς το ίδιο μήκος κύματος λ ως εάν ήταν ακίνητος, αλλά βλέπει τα μέγιστα να τον προσπερνούν.

Η τιμή του μήκους κύματος είναι η ίδια και στα δύο συστήματα αναφοράς, στο σύστημα αναφοράς της πηγής και του κινούμενου παρατηρητή. Έτσι η συχνότητα που ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται θα είναι:

$$f_A = \frac{u'}{\lambda} = u + \frac{uA}{\lambda} = \frac{u + uA}{\left(\frac{u}{f_S}\right)} \Rightarrow f_A = \frac{u + uA}{u} f_S$$

Επειδή $u + uA > u$ προκύπτει από την τελευταία σχέση ότι ο ήχος που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι μεγαλύτερης συχνότητας (οξύτερος) από εκείνο που η πηγή εκπέμπει ($f_A > f_S$).

3.2.2Ο παρατηρητής απομακρύνεται.

Θεωρούμε ότι ο παρατηρητής A απομακρύνεται από την ακίνητη ως προς τον αέρα πηγή S με ταχύτητα uA . Τώρα στην μονάδα του χρόνου φτάνουν στον παρατηρητή λιγότερα μέγιστα του κύματος από αυτά που η πηγή στον ίδιο χρόνο παράγει, αφού το μέτρο της ταχύτητας με την όποια διαδίδεται ο ήχος ως προς τον παρατηρητή είναι μικρότερη λόγω της σχετικής κίνησης. Με βάση τα παραπάνω:

$$u' = u - uA \Rightarrow u' - uA = u - uA$$

άρα σε αυτή την περίπτωση η συχνότητα που ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται θα είναι:

$$f_A = \frac{u'}{\lambda} = \frac{u - uA}{\lambda} = \left(\frac{u}{f_S}\right) \Rightarrow f_A = \frac{u - uA}{u} f_S$$

Επειδή $u - uA < u$ προκύπτει από την τελευταία σχέση πως ο ήχος που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι μικρότερης συχνότητας (βαρύτερος) από εκείνο που η πηγή εκπέμπει: ($f_A < f_S$)

3.3.1 Η πηγή πλησιάζει

Υποθέτουμε ότι η πηγή S κινείται με ταχύτητα u_S πλησιάζοντας έναν ακίνητο παρατηρητή A . Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου, ως προς τον αέρα θα είναι μόνο γιατί εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου διάδοσης και όχι από την κίνηση της πηγής θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής για την πηγή θα είναι: $u = \lambda f_S$. Από το σχήμα φαίνεται ότι καθώς η πηγή κατευθύνεται προς τον παρατηρητή “συμπιέζει” τα διαδοχικά μέγιστα του κύματος, με

αποτέλεσμα ο παρατηρητής να τα ανιχνεύει με μικρότερο μήκος κύματος από εκείνο που η πηγή εκπέμπει.

Πιο συγκεκριμένα ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται ως μήκος κύματος λ_A την απόσταση δύο διαδοχικών μεγίστων που φτάνουν σε αυτόν πηγή εκπέμπει κύματα και ταυτόχρονα κινείται χρόνος που μεσολαβεί κατά την εκπομπή δύο διαδοχικών κυμάτων είναι μια περίοδος T της ταλάντωσης της πηγής. Άρα μέχρι η πηγή να προχωρήσει κατά $x = uST$. Αυτή η απόσταση είναι και το μήκος κύματος λ_A που ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται, άρα η συχνότητα που ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται θα είναι:

$$f_A = \frac{u}{\lambda_A} = \frac{u}{(\lambda - uST)} = \frac{u}{\left[\left(\frac{u}{f_s}\right) - \left(\frac{uS}{f_s}\right)\right]} \Rightarrow f_A = \frac{u}{(u - uS) \square f_s}$$

Επειδή $u - uS < u$ προκύπτει από την τελευταία σχέση ότι ο ήχος που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι μικρότερης συχνότητας (βαρύτερος) από εκείνο που η πηγή εκπέμπει :

$$(f_A > f_s)$$

3.3.2Η πηγή απομακρύνεται

Αν υποθέσουμε ότι η πηγή ήχου S απομακρύνεται με ταχύτητα U_s από τον παρατηρητή A , τότε με το αντίστοιχο σκεπτικό που αναλύσαμε παραπάνω είναι σαφές ότι ο παρατηρητής A θα αντιλαμβάνεται δύο διαδοχικά μέγιστα του κύματος σε μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους, αφού η πηγή σε χρόνο μιας περιόδου θα απομακρυνθεί κατά uST . Το μήκος του κύματος που ο παρατηρητής θα αντιλαμβάνεται θα είναι: $\lambda + uST$. Άρα η συχνότητα που ο παρατηρητής θα αντιλαμβάνεται θα είναι:

$$f_A = \frac{u}{\lambda_A} = \frac{u}{(\lambda + uST)} = \frac{u}{\left[\left(\frac{u}{f_s}\right) + \left(\frac{uS}{f_s}\right)\right]} \Rightarrow f_A = \frac{u}{(u + uS) \square f_s}$$

Επειδή $u + u_S < u$ προκύπτει από την τελευταία σχέση ότι ο ήχος που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι μικρότερης συχνότητας (βαρύτερος) από εκείνο που η πηγή εκπέμπει:

($f_A < f_s$).

4.Ιστορική αναδρομή στα εφέ κιθάρας

4.1.1 DeArmond Tremolo Control

Οι πρώτες ηλεκτρικές κιθάρες εμφανίστηκαν περίπου την εποχή του Swing στις αρχές του 1930. Μέχρι τότε στην μουσική σκηνή της Αμερικής «κυριαρχούσαν» οι Big Bands και οι μουσικοί των πνευστών έπαιρναν όλη τη δόξα. Όπως είναι φυσικό οι κιθαρίστες ήθελαν μερική, αν όχι όλη, από την λάμψη αυτή, όμως οι πρώτες ηλεκτρικές κιθάρες είχαν πολύ λεπτό ήχο, σχεδόν «ασθενικό» και σε καμία περίπτωση δεν μπορούσαν να ανταγωνιστούν τον «όγκο» και την ένταση των πνευστών.

Το 1948 ο Harry DeArmond κατασκεύασε το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο εφέ με το όνομα Trem-Tol. Στα τέλη όμως της δεκαετίας του 1950, οι νέοι ενισχυτές είχαν ενσωματωμένο τρέμολο, vibrato, echo καθώς και reverb εφέ. Κιθαρίστες όπως ο Chet Atkins, ο Luther Perkins και ο Roy Orbison τους χρησιμοποίησαν ώστε να παράγουν τον χαρακτηριστικό ήχο του Rockn' Roll, "Slapb



DeArmond Tremolo Control

4.1.2 Watkins Copycat

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 εμφανίστηκαν στο ευρύ κοινό τα εφέ echo, τύπου ταινίας όπως το Watkins Copycat σαφώς επηρεασμένο από τον ήχο του Βρετανικού beat rock.

Βέβαια αρκετοί ηχολήπτες και διάφοροι μουσικοί (ένας από τους πιο γνωστούς και εφευρετικούς ήταν ο Les Paul) πειραματίζονταν στα στούντιο αρκετά νωρίτερα, περίπου στα τέλη της δεκαετίας του 1940, με τα μαγνητόφωνα, τις μαγνητοταινίες και τις κατάλληλες τεχνικές για την δημιουργία πρωτότυπων και φουτουριστικών ήχων.

Τα πρώτα εφέ ήταν πλήρως αναλογικά. Χρησιμοποιούσαν λυχνίες, ήταν χοντροκομμένα, πολύ ακριβά για να τα αποκτήσει κανείς, πολύ ευαίσθητα στην χρήση με αποτέλεσμα η αντοχή τους στο απαιτητικό περιβάλλον ενός περιοδεύοντα μουσικού να είναι πολύ μικρή.

Όλα όμως άλλαξαν όταν στις αρχές της δεκαετίας του 1960 εμφανίστηκε μία εφεύρεση η οποία θα άλλαζε τα πάντα, όχι μόνο στον τομέα της μουσικής τεχνολογίας αλλά σε κάθε συσκευή που απαιτούσε την χρήση της. Το όνομα αυτής «Τρανζίστορ». Το τρανζίστορ αντικατέστησε τις λυχνίες και επέτρεψε στους μηχανικούς την σχεδίαση μικρότερων και πιο αξιόπιστων συσκευών. Επίσης το σημαντικά μικρότερο κόστος τους έναντι των λυχνιών ήταν καθοριστικός παράγοντας στην επικράτησή του.



watkins copycat

4.1.3 Maestro Fuzz Tone

Το πρώτο εφέ που κιθάρας που σχεδιάστηκε εξολοκλήρου με τρανζίστορ ήταν το 1962 και είχε το όνομα “Maestro Fuzz Tone” και απέκτησε φανατικούς θαυμαστές αφού χρησιμοποιήθηκε από το συγκρότημα των Rolling Stones-μια μπάντα που συνέχιζε με αμείωτο ενδιαφέρον και κουράγιο ακόμα και στις μέρες μας.



Maestro Fuzz Tone

4.1.4 Uni-Vibe

Ένα ακόμα εφέ κιθάρας αρκετά διάσημο ήταν και το Uni-Vibe το οποίο έγινε γνωστό κυρίως από τον Jimi Hendrix στο κομμάτι του “Machine Gun”.

Μερικά ακόμα πολύ διάσημα εφέ κιθάρας είναι και το Wah-Wah TheClydeMcCoy, του οποίου η ιστορία και η επιρροή του στο παγκόσμιο μουσικό στερέωμα είναι τόσο μεγάλη που θα μπορούσε εύκολα να αποτελέσει αντικείμενο μιας καινούριας εργασίας, όπως επίσης και το “Octavia” του μεγάλου Roger Mayer το οποίο έγινε γνωστό πάλι από τον Jimi Hendrix κυρίως από το κομμάτι του “Purple Haze”.



Uni-Vibe

Αξίζει να σημειωθεί πως το παραπάνω πετάλι πωλείται σε διαδικτυακή δημοπρασία έναντι του ποσού των 1.500 δολαρίων ποσό διόλου ευκαταφρόνητο αν κάτσει και σκεφτεί κανείς ότι ένα απλό αντίγραφο αυτού το κόστος κατασκευής του δεν ξεπερνά τα 50 ευρώ.

Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1970 η κατασκευή «τρανζιστοράτων» μονάδων εφέ είχε εκτοξευθεί δημιουργώντας μια ολόκληρη αγορά η οποία ευδοκίμει και αναπτύσσεται μέχρι και σήμερα.

4.2.1 Wah Wah pedals

Στις αρχές του 1967 η Vox κυκλοφόρησε το πρώτο Wah , με την ονομασία Clyde McCOy Wah Wah Pedal. Η πιο διαδεδομένη από τις ιστορίες που ακούγονται για την προέλευση αυτού του εφέ είναι ότι ο διάσημος τρομπετίστας Clyde McCoy ζήτησε από τους μηχανικούς της Vox να του κατασκευάσουν μια συσκευή που θα προσομοίωνε τον ήχο που παράγεται από τη μετακίνηση της σουρντίνας κατά το παίξιμο της τρομπέτας. Ο Dell Casher και ο Brad Plunkett ξεκίνησαν να εργάζονται πάνω στο MRB tone κύκλωμα με το οποίο ήταν εφοδιασμένοι οι ενισχυτές της Vox . Ένας τριθέσιος επιλογέας έδινε τη δυνατότητα εναλλαγής ανάμεσα σε διαφορετικές περιοχές του φάσματος του ήχου. Οι Casher και Plunkett προσάρμοσαν αυτό το κύκλωμα ώστε να χωράει στο κουτί ενός volume pedal και όταν ο Casher , ως κιθαρίστας, το δοκίμασε σε μια ηλεκτρική κιθάρα όλοι εντυπωσιάστηκαν. Ο πρόεδρος της Vox οραματίστηκε την πώληση του πεταλιού σε πολλούς τρομπετίστες οι οποίοι για τη χρήση του θα αναγκάζονταν να αγοράσουν και ενισχυτή και δεν έδωσε σημασία στις προσπάθειες του Casher να του εξηγήσει ότι το πετάλι είχε καλύτερη εφαρμογή στην ηλεκτρική κιθάρα.

Τον Ιούνιο του 1967 όμως οι Cream κυκλοφόρησαν τον δίσκο «Disraeli Gears», ο οποίος περιελάμβανε το τραγούδι «Tales of Brave Ulysses», που θεωρείται ως η πρώτη εμπορική ηχογράφηση κατά την οποία χρησιμοποιείται το Wah. Ο Eric Clapton είχε αγοράσει ένα και το είχε χρησιμοποιήσει κατά την ηχογράφηση της ηλεκτρικής του κιθάρας. Αργότερα ο Jimi Hendrix θα δήλωνε ότι αγόρασε ένα wah επειδή άκουσε τον Clapton.



To Wah της VOX

Αργότερα η Vox κατασκεύασε το V846 και η Thomas Organ (θυγατρική της Vox) το Cry Baby. Ωστόσο κανείς δεν σκέφτηκε να κατοχυρώσει ούτε το κύκλωμα ούτε το όνομα του νέου πεταλιού. Αυτό επέτρεψε τη δημιουργία μιας πληθώρας κλώνων του Wah από τις υπόλοιπες εταιρείες.

4.2.2 Linear Booster

Το 1968 ο Mike Mathews προσπαθώντας να δημιουργήσει ένα εφέ που να μπορεί να διατηρεί τον ήχο μιας νότας για μεγάλο χρονικό διάστημα (sustainer) αλλά να μην παραμορφώνει το σήμα, σκέφτηκε να εκμεταλλευτεί εμπορικά μια συσκευή που χρησιμοποιούσε ο συνεργάτης του μπροστά από τα πρωτότυπα κυκλώματα για να ενισχύει το εισερχόμενο σε αυτά σήμα. Οι πωλήσεις του LPB-1 (linear power booster) εκτοξεύτηκαν στα ύψη και σήμαιναν την αρχή της εταιρείας του Mathews, με την επωνυμία Electro Harmonix. Αργότερα κατάφερε να υλοποιήσει την αρχική του ιδέα για την κατασκευή ενός sustainer ενώ το 1971 ο Meyer σχεδίασε το Big Muff, που είχε τη δυνατότητα να παράγει πιο ήπιους ήχους παραμόρφωσης.



Cry baby της VOX



Linear Booster

4.2.3 Phase Shifter-Tube Screamer

Η Maestro, ιδιοκτησία της Chicago Music Industries, στην οποία άνηκε και η Gibson, συνέχισε να παράγει το αυθεντικό Fuzz-Tone ενώ ταυτόχρονα κυκλοφορούσε την εκδοχή της του wah pedal και άλλες συσκευές όπως το Ring Modulator, που είχε σχεδιάσει για την εταιρεία ο Tom Oberheim. Ο Oberheim την ίδια εποχή στην προσπάθειά του να κατασκευάσει μια συσκευή που να μιμείται το ηχητικό αποτέλεσμα μιας καμπίνας Leslie με περιστρεφόμενο μεγάφωνο, κατέληξε στην κατασκευή του πρώτου πεταλιού phase shifter, του Maestro PS-1.



To [phase shifter](#)

Ο Keith Barr και ο Terry Sherwood, ιδιοκτήτες ενός μικρού καταστήματος ηχητικών συστημάτων, παρατήρησαν πόσο χαμηλό κόστος έχει η κατασκευή ορισμένων πεταλιών όπως το Maestro PS-1 και θεώρησαν πως μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους εφέ τα οποία θα ήταν πιο αξιόπιστα και θα ακούγονταν καλύτερα. Έτσι ξεκίνησε η ιστορία της MXR , τα εφέ της οποίας μέχρι σήμερα παραμένουν κορυφαία για την ποιότητα κατασκευής τους και την εργονομία τους.

Το 1974 στην Ιαπωνία η Ibanez συνεργάστηκε με τη Maxon για την κατασκευή πεταλιών. Η πρώτη δημιουργία τους ήταν ένας κλώνος του επιτυχημένου Phaser της MXR και κάποιες άλλες υλοποιήσεις που δεν έγιναν πολύ δημοφιλείς. Η κατάσταση διαμορφώθηκε διαφορετικά όταν το 1979 παρήγαγαν το πασίγνωστο Ibanez Tubescreamer TS-808 και λίγο αργότερα το TS-9 , το οποίο αποτέλεσε το αγαπημένο πετάλι του Stevie Ray Vaughan.



Tube screamer της IBANEZ



(αποψη του εσωτερικού του)

5.Κατηγορίες των εφέ κιθάρας.

Από την στιγμή που πρωτοεμφανίστηκαν τα εφέ καθώς και όλα αυτά τα χρόνια εξέλιξης τους είναι φυσικό να έχει αναπτυχθεί τεράστια ποικιλία όσον αφορά την «παρέμβαση» που πραγματοποιούν στον ήχο του οργάνου, όπως επίσης και στο μέγεθος τους. Η τεχνολογική εξέλιξη στις εφαρμογές ήχου δεν έχει καταφέρει να διαφοροποιήσει τις

ηχητικές προτιμήσεις των κιθαριστών , μάλιστα γίνεται προσπάθεια ώστε τα σύγχρονα τεχνικά μέσα να μπορέσουν να προσομοιώσουν αυτούς τους ήχους μέσω της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος.

5.1.1 Πεταλι Distortion

Το Distortion δεν είναι τίποτα άλλο από αυτό που μαρτυρά το όνομά του. Υπερπηδηθεί το σήμα σε σημείο ψαλιδίσματος (clipping) με σκοπό την δημιουργία ενός ζεστού και τραχύ ήχου. Πολλές φορές ονομάζεται και “Gain” καθώς αυτού του είδους το εφέ πρωτοεμφανίστηκε στους λαμπάτους ενισχυτές όταν οι μουσικοί αύξαναν την ένταση του ενισχυτή σε οριακά σημεία.

Η διαφορά μεταξύ Overdrive και Distortion εφέ είναι ότι στο μεν Overdrive, όπως και στους λαμπάτους ενισχυτές, το σήμα είναι καθαρό σε χαμηλές εντάσεις όμως καθώς αυξάνεται η ένταση γίνεται η παραμόρφωση. Το δε Distortion παράγει σταθερή «ποσότητα» παραμόρφωσης ανεξαρτήτως έντασης.

5.1.2 Boss Distortion-Mesa-Rat

Τα πιο γνωστά εφέ αυτής της κατηγορίας είναι, το πολύ κλασσικό Ibanez Tube Screamer, το Boss DS-1, το Pro Co Rat και πάρα πολλά άλλα. Αξίζει να σημειωθεί πως μεγάλης εκτίμησης χαίρει το πετάλι της εταιρίας MESA BOOGIE το οποίο αν και πιο δαπανηρό από τα προαναφερόμενα εφέ, δίνει πιο τραχύ ήχο και μεγαλύτερο όγκο, είναι πιο ακριβό σε κόστος από τα αντίστοιχα παραπάνω.

BOSS distortion





RAT distortion



MESA distortion

5.1.3 Carl Martin's Hot Drive n Boost

Ένα άλλο πετάλι Distortion που είναι άξιο να αναφέρουμε είναι το HOT Drive n' boost του Carl Martin.

Πρόκειται για μια τριλογία με πρώτο το μοντέλο MK1 κατασκευασμένο στην Δανία και φυσικά χειροποίητο, έχει κατασκευαστεί για να ταιριάζει στον λαμπάτων ενισχυτών. Κατασκευασμένο το 1993 βγάζει Blues ήχο όπως και σκληρό ρόκ ήχο, ένα εφέ ήχου 2 σε 1 αφού πατώντας το boost switch foot μας επιτρέπει απότομη ανύψωση (kick) έως και 20db δίνοντας όγκο στα σολαρίσματα μας. Με τροφοδοσία 12V έχουμε την δυνατότητα καλύτερης ποιότητας ήχου με την μέγιστη πληθώρα υλικών. Το επόμενο μοντέλο που ακούει στο όνομα MK2 είναι το ίδιο σε όγκο βάρος με το πρώτο μοντέλο όμως εδώ ο κατασκευαστής έχει αλλάξει το τονικό εύρος.

Το τρίτο πετάλι που θα μας απασχολήσει είναι το επεταικό και τελευταίο του είδους το MK3. Κατασκευάστηκε το 2003 και οι διαφορές είναι εμφανείς εκ πρώτης οψεως λόγω των led λειτουργία που άλλαξε από κόκκινο χρώμα σε μπλε, διαθέτει νέο σχεδιασμό και είναι φτιαγμένο να παίζεται δυνατά.

Στις υψηλές συχνότητες είναι πολύ δυνατό με σταθερό ήχο όμως στις χαμηλές αδυνατίζει ο ήχος του. Εργονομικά και τα τρία πετάλια είναι πανομοιότυπα, δηλαδή έχουν τις ίδιες εφαρμογές όπως input-output και clean. Έχουν τέσσερις αυξομειωτές για εφέ όπως: boostlevel-level-wave-gain και δύο switchfootboost και drive. Μια πολύ καλή επιλογή για εφέ ήχου.



CARL MARTIN HOT DRIVE 'N BOOST

5.1.4 Xotic Boosters

Η εταιρία XOTIC μας παρουσιάζει τρία εφέ της τα : **AC-Booster**, **RC-Booster**, **BB-Pre Amp**. Το πρώτο που θα μας απασχολήσει είναι το **AC-Booster**, πρόκειται για ένα Booster/Overdrive πετάλι με κλασικό σχεδιασμό που διαθέτει για κριπάρισμα τρεις διόδους (δύο σε σειρά και μια αντιπαράλληλα) με αντίσταση εισόδου 500KΩ και αντίσταση εξόδου 10KΩ. Δέχεται τροφοδοσία 9Vdc και η τιμή του ανέρχεται στα **210 δολάρια**.



XOTIC AC-BOOSTER

Το **RC-BOOSTER** είναι το δεύτερο της σειράς που θα μας απασχολήσει το οποίο σε σχέση με το προαναφερθέν

δεν είναι δίνει μόνο ώθηση στο σήμα-γεγονός που είναι και ο λόγος για τον οποίο κατασκευάστηκε-αλλά με το εφέ αυτό πλησιάζουμε τον πρώιμο ήχο των Jeff Beck και Eric Johnson που συνήθιζαν να χαμηλώνουν τους τόνους της κιθάρας και να ανεβάζουν τα πρίμα των ενισχυτών τους.

Έτσι το συγκεκριμένο εφέ λειτουργεί σαν γέφυρα μεταξύ κιθάρας και ενισχυτή, και αυτό με τροφοδοσία στα 9Vdc με τιμή εμπορίου στα 210 δολάρια.



XOTIC RC-BOOSTER

Το τρίτο κατά σειρά εφέ της ίδιας εταιρίας που θα μας απασχολήσει είναι το BB-Pre Amp το οποίο έγινε πειραματικά στην αρχή για να καλύψει τις ανάγκες του Scott Henderson ο οποίος ήθελε τραχύ ήχο για την κιθάρα του χρησιμοποιώντας μονούς μαγνήτες και όχι διπλούς.

Η κατασκευή του πήρε τρία χρόνια έρευνας για να βγει το πετάλι με τον πιο σκληρό ήχο από τα τρία. Περιέχει διακόπτες για ρύθμιση των μπάσων συχνοτήτων gain και κέρδους με τροφοδοσία στα 9Vdc και στην τιμή σε ευρωπαϊκή εταιρία στα 192 ευρώ.



BB-Preamp XOTIC

5.1.5 Klon Centaur pedal

Έρθε η στιγμή να αναφερθούμε σε κάτι κλασσικό και τόσο απλό που αγγίζει όμως την τελειότητα αφού το εφέ που θα αναφερθούμε είναι το όνειρο κάθε κιθαρίστα της παλιάς σχολής, φυσικά αναφέρομαι στο Klon Centaur pedal που έχει αναπαραχθεί σε χιλιάδες κλώνους και έχει ελαφρύνει τις τσέπες εκείνων που θέλουν να το αποκτήσουν γνήσιο κατά εκατοντάδες δολάρια.

Κατασκευασμένο στις αρχές της δεκαετίας του '90 αυστηρά αναλογικής αρχιτεκτονικής με τροφοδοσία στα 9Vdc έχοντας τρία ποτενσιόμετρα ελέγχου για: το κέρδος, τα πρίμα και την έξοδο. Είναι απλό στην χρήση και έχει μοναδικό ήχο η τροφοδοσία που δέχεται είναι στα 9Vdc και αυτό. Καλλιτέχνες που το έκαναν διάσημο όπως οι John Meyer και ο Jim Campilongo ορκίζονται για την μαγεία που προσφέρει.

Το αμερικάνικης προέλευσης εφέ μπορεί να αποκτηθεί από κάποιον που έχει να διαθέσει από 1.000 έως 1.500 δολάρια από δεύτερο χέρι ή μπορεί να αποκτήσει ένα κλώνο αυτού για σχεδόν το 1/4 της τιμής του γνήσιου.



KLON Centaur (*gold horse edition*)

5.1.6 Coldfusion pedal

Το Coldfusion είναι ένα overdrive εφέ ήχου το οποίο ο ήχος του γίνεται περισσότερο ένα με τον ενισχυτή μας παρά μας παραμορφώνει το σήμα μας. Έχει δύο πεδία δράσης, όταν στρέφουμε το ποτενσιόμετρο στην θέση *μηδέν* τότε το πεντάλ, μας δίνει 25 db καθαρής ώθησης δημιουργώντας πιο "φυσικό" τόνο στον ήχο της κιθάρας μας. Όταν το στρέψουμε στην θέση "9" προσθέτουμε όλο και περισσότερη παραμόρφωση στον ήχο μας.

Το ποτενσιόμετρο κέρδους είναι διπλής ευθύνης ελέγχοντας διαφορετικά μέρη του κυκλώματος ταυτόχρονα όμως παράγοντας έναν "ζεστό" overdrive ήχο.

Το ποτενσιόμετρο κέρδους και το ποτενσιόμετρο τόνου είναι ικανά να παράγουν πολλές αποχρώσεις, από ρόκ σκληρό ήχο έως και αυθεντικό blues ήχο.

Η τιμή του ανέρχεται στα 245,00 ευρώ.



Coldfusion Overdrive Pedal

5.2 Dynamics_

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται όλα εκείνα τα εφέ που επηρεάζουν το πλάτος σήματος που τα διαπερνά. Είναι σχετικά πολύ απλά στην κατασκευή τους και είναι από τα πρώτα εφέ που κατασκευάστηκαν για κιθαρίστες. Τέτοια εφέ είναι τα λεγόμενα Booster ή Volume εφέ, οι Compressors και τα Noise gate.

Το Booster στην ουσία δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας μικρός ενισχυτής που σκοπό έχει να ενισχύσει ελάχιστα το σήμα που το διαπερνά. Συνήθως χρησιμοποιείται όταν ένας κιθαρίστας θέλει να περάσει στο solo του. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα MXR Micro Amp και το Keeley Katana Pre Amp Clean Boost.

Και στην συγκεκριμένη κατηγορία συμμετέχει και η BOSS μια εταιρία που κατασκευάζει όλων των ειδών τα εφέ για μουσικά όργανα ,δεν είναι μάλιστα λίγες οι φορές που παρακολουθώντας κάποιο μουσικό κονσέρτο παρατηρείται ο κιθαρίστας να συνδυάζει παραπάνω από δύο πετάλια ήχου της συγκεκριμένης εταιρίας συνδεδεμένα σε σειρά το ένα με το άλλο.

Μερικά από τα προαναφερθέντα απεικονίζονται παρακάτω.

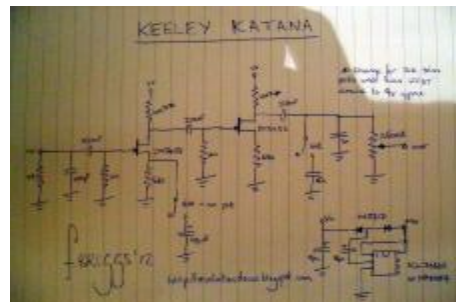
BOSS Compression



Boost της BOO



To Katana Boost



katana schematic

Οι Compressors λειτουργούν όπως ακριβώς και οι κομπρέσορες των recording studios δηλαδή αυξομειώνουν το δυναμικό εύρος του σήματος. Συχνά χρησιμοποιούνται για την σταθεροποίηση της έντασης, για την αλλαγή της «ατάκας» της νότας καθώς και για την αύξηση του sustain της. Με ακραίες ρυθμίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως Limiters. Τα πιο χαρακτηριστικά πετάλια αυτής της κατηγορίας είναι τα: Keeley Compressor και το BOSS CS-3. Προηγήθηκαν φωτογραφίες πιο πάνω.

5.3 Τα φίλτρα

Τα Filter εφέ, παρεμβαίνουν στο συχνотικό περιεχόμενο του σήματος που τα διαπερνά αυξομειώνοντας συγκεκριμένες συχνότητες ή συχνотικές περιοχές. Τα πιο διαδεδομένα Filter εφέ είναι τα Equalizers, το Talk Box και φυσικά το Wahwah.

Τα Equalizers είναι μονάδες εφέ οι οποίες αποτελούνται από ένα ή περισσότερα γραμμικά φίλτρα που ενισχύουν ή εξασθενούν συγκεκριμένες συχνотικές περιοχές. Χρησιμοποιούνται κατά κόρον από όλους τους μουσικούς και ηχολήπτες με σκοπό την αφαίρεση ανεπιθύμητων συχνотήτων όπως και αντίθετα, την ανάδειξη των ηχητικών χαρακτηριστικών ενός μουσικού οργάνου ή της ανθρώπινης φωνής. Ενδεικτικά θα αναφέρουμε το πολύ καλό BOSS EQ-20 και το MXR 10Band EQ

EQ

BOSS EQ-20

MXR 10Band



5.4 Talk box

Το **Talk Box** εφέ μέσω ενός σωλήνα μεταφέρει τον ήχο από μια κιθάρα ή ένα synthesizer στο στόμα του καλλιτέχνη και ανάλογα την κίνηση του διαμορφώνει τον ήχο σε φωνήεντα ή σύμφωνα. Αυτός ο ήχος έπειτα λαμβάνεται από ένα μικρόφωνο. Το αποτέλεσμα αυτού του εφέ είναι αρκετά εντυπωσιακό και δίνει την αίσθηση ότι το όργανο «μιλάει». Έχει χρησιμοποιηθεί πάρα πολύ στη Funk μουσική αλλά και στην Pop. Το πιο γνωστό εφέ αυτού του είδους είναι το Dunlop HT1 Heil Talk Box.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν απλό εφέ παραμόρφωσης ήχου, δεν είναι τόσο διαδεδομένο στους "σκληρούς"

ήχους, όμως είναι ιδανικό για πειραματισμό καλλιτέχνης με το στόμα του μπορεί να παραμορφώσει τον ήδη σκληρό-μαλακό ήχο και φυσώντας μέσα από τον σωλήνα να αντικαταστήσει το φυσικό τρέμολο της κιθάρας.

Εδώ είναι ένα βίντεο απόσπασμα του βρήκα στο διαδίκτυο.

<http://www.youtube.com/watch?v=8HICvzuswV8>



Rocktron της BANSHEE

5.5 Wah wah pedals

Το **Wah-Wah** παράγει ίσως τον πιο χαρακτηριστικό ήχο εφέ. Αυτός ο μοναδικός ήχος ακούστηκε πρώτη φορά από τον τρομπετίστα Clyde McCoy ο οποίος ανοιγόκλεινε την καμπάνα της τρομπέτας μεταβάλλοντας το συχνοτικό εύρος του ήχου. Με παρόμοιο τρόπο το ηλεκτρονικό κύκλωμα του εφέ παρεμβαίνει στον ήχο κάνοντας ένα sweep στο εύρος του. Ο έλεγχος αυτού του sweep γίνεται από ένα pedal που περιστρέφει ένα ποτενσιόμετρο. Έχουν χρησιμοποιηθεί σε αμέτρητες funk παραγωγές όπως επίσης και σε πάρα πολλά είδη μουσικής. Ενδεικτικά αναφέρουμε το Dunlop Cry Baby, VOX Clyde McCoy. Στην φωτογραφία απεικονίζεται ένα σύγχρονο πετάλι **cry baby** το οποίο χρησιμοποιεί ο Slash των Guns and roses. Δεν είναι το κλασσικό πετάλι της Dunlop.



CRY BABY of SLASH

5.6 Modulators

Τα **Modulation** εφέ συνδυάζουν πολλαπλά σήματα ήχου με σκοπό την δημιουργία ασυνήθιστων και πρωτότυπων ήχων. Σε αυτά τα εφέ χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές σύνθεσης όπως FM, AM ή ο συνδυασμός τους. Υπάρχουν κάποια πειραματικά εφέ στα οποία συναντάμε και πιο εξελιγμένες τεχνικές σύνθεσης όπως AFM ή DFM, ακόμα πιο σπάνια όμως έχουν χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές καθαριστικές.

Ένα πολύ γνωστό modulation εφέ είναι το Chorus. Το εν λόγω εφέ δημιουργεί ένα μίγμα με παραλλαγές του αρχικού σήματος όπου οι παραλλαγές αυτές είναι μία σχετική χρονική καθυστέρηση καθώς επίσης και συχνοτικές μεταβολές τύπου Vibrato. Επιπλέον αυτές οι παραλλαγές μιξάρονται με το αρχικό σήμα δημιουργώντας το εφέ. Θα λέγαμε ότι είναι μια μίμηση του εφέ που παράγεται φυσικά από χορωδίες και ορχήστρες εγχόρδων όταν συνηχούν ήχοι με ελάχιστες διαφορές σε τονικό ύψος και χροιά. Από τις πιο γνωστές χρήσεις του εφέ παρουσιάζεται στο κομμάτι “Come as you are” των Nirvana. Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικά από τα πιο γνωστά πετάλια chorus Boss CE-1 Chorus Ensemble, EHX Small Clone.



BOSS Chorus Ensemble

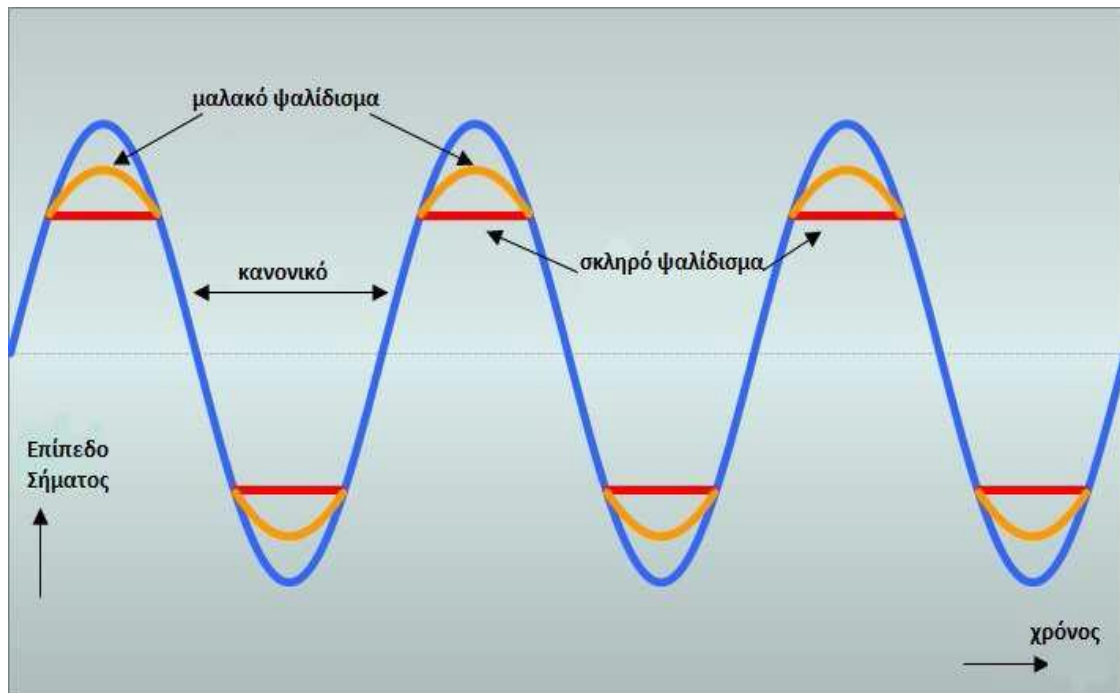


Small Clone

6. Overdrive και παραμόρφωση

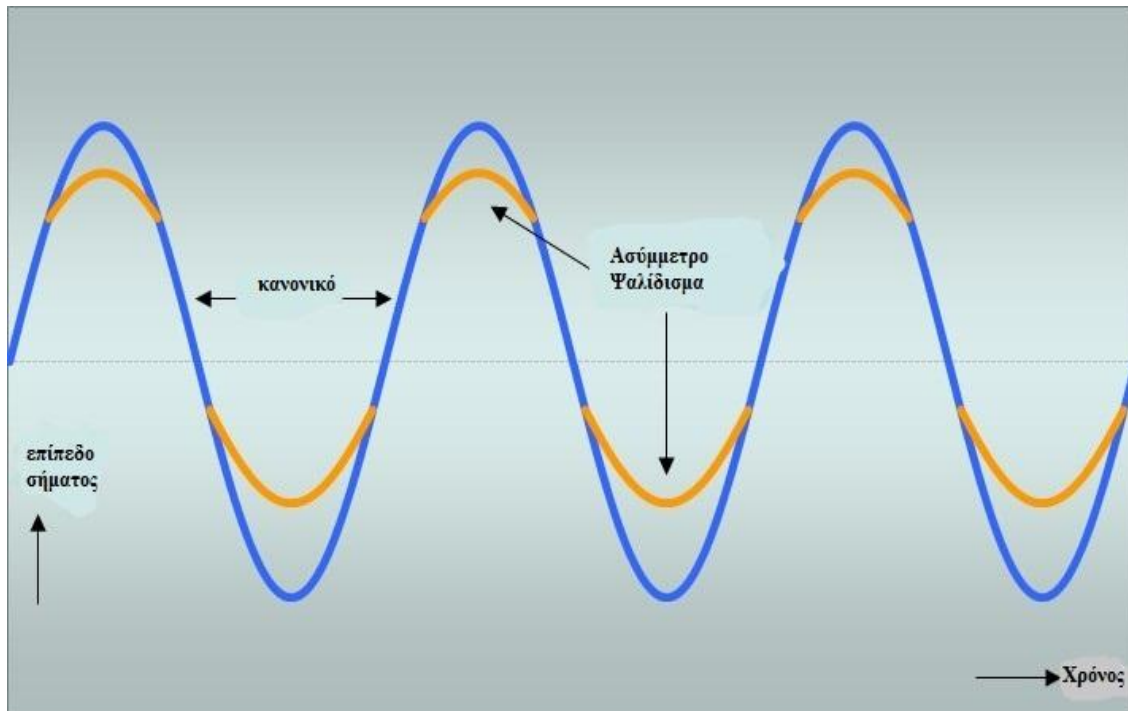
6.1 Αναφορά-Κυματομορφες

Τα εφέ overdrive και distortion δημιουργήθηκαν από τα πολλά fuzz σχέδια κυκλωμάτων της δεκαετίας του 60. Μια ποικιλία μεθόδων που παραμορφώνει ένα σήμα κιθάρας και διατίθεται στο εμπόριο, είναι γνωστή με την γενική περιγραφή fuzz. Σήμερα, τα εφέ overdrive συνήθως παρομοιάζονται με ένα μαλακό ψαλίδισμα όπου το κέρδος μειώνεται πέρα από το σημείο αποκοπής, δίνοντας στον ήχο μια ελαφρός "βρώμικη" χρεία παραμόρφωση (distortion) προσδίδει στον ήχο μια περισσότερο «βρώμικη» χροιά τέτοια που συνήθως χρησιμοποιείται στην ροκ μουσική.



Διάγραμμα overdrive σήματος σε σχέση με τον χρόνο

Μια κοινή διακύμανση ονομάζεται ασύμμετρο ψαλίδισμα, όπου η μία πλευρά της κυματομορφής ψαλιδίζεται περισσότερη από την άλλη. Αυτό δίνει στην τελική κυματομορφή έναν ελαφρά διαφορετικό ήχο, αλλά ανεξάρτητα από την μέθοδο που χρησιμοποιείται, όσο περισσότερο overdrive τόσο περισσότερο ίδια ακούγονται.



Διακύμανση ασύμετρου ψαλιδίσματος σήματος σε εφέ Overdrive

6.2 Ελεγχόμενη παραμόρφωση ακουστικών σημάτων

Η λειτουργία της μονάδας εφέ που θα εξεταστεί σ' αυτήν την εργασία βασίζεται στην παραμόρφωση του πλάτους ενός ακουστικού σήματος. Αυτή συνήθως προκαλείται από εφαρμογή σήματος μεγάλου πλάτους σε κύκλωμα και οδηγεί το κύκλωμα πέρα από το διαθέσιμο όριο τάσης.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να «ψαλιδίζεται» (clipping) η κυματομορφή είτε στην θετική ημιπερίοδο είτε στην αρνητική είτε και στις δύο. Συνήθως το φαινόμενο της παραμόρφωσης

είναι ένα φαινόμενο το οποίο πρέπει συνήθως να αποφεύγουμε κατά την σχεδίαση και την λειτουργία όλων των ακουστικών κυκλωμάτων. Παρόλα αυτά, για πολλούς μουσικούς και κυρίως για τους κιθαρίστες αυτό το φαινόμενο αποτελεί τμήμα των εργαλείων τους έτσι ώστε να παράγουν ήχους συγκεκριμένης χροιάς όπου η παραμόρφωση είναι επιθυμητή. Είναι αξιοσημείωτο ότι ένα φαινόμενο το οποίο πρέπει να φροντίζουμε εξαλειφθεί σχεδόν σε όλες τις εφαρμογές των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, αναπαράγεται σκόπιμα για μουσικούς σκοπούς. Ο τρόπος με τον οποίο υπερφορτώνεται το κύκλωμα, προκαλώντας παραμόρφωση του ηχητικού αποτελέσματος, είναι γνωστός με διάφορα ονόματα όπως fuzz, overdrive ή απλά distortion και αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της χροιάς του ήχου.

Αξίζει σ' αυτό το σημείο να αναφέρουμε ότι το κυριότερο μουσικό όργανο στο οποίο χρησιμοποιείται μια τέτοια μονάδα εφέ είναι η ηλεκτρική κιθάρα (και ίσως κάποιες φορές η ηλεκτροακουστική κιθάρα και το μπάσο). Το συχνοτικό φάσμα της ηλεκτρικής κιθάρας κυμαίνεται μεταξύ 82Hz και 2KHz, ενώ οι σημαντικές αρμονικές συχνότητες της φτάνουν μέχρι και τα 12 KHz.

Είναι λοιπόν ζωτικής σημασίας η μονάδα εφέ που θα κατασκευάσουμε να μπορεί να αποδίδει αυτό το συχνοτικό εύρος 82Hz - 12KHz.

7. Θεωρητική ανάλυση του κυκλώματος

7.1 Τομέας πρώτος: Είσοδος

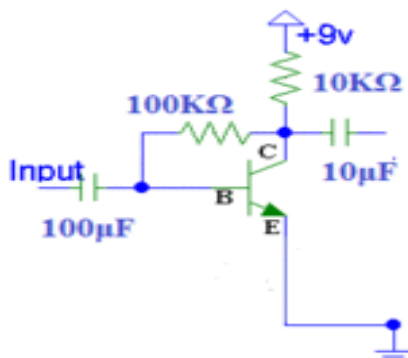
Η πρώτη βαθμίδα που συναντά το σήμα καθώς εισέρχεται, είναι το κύκλωμα "Buffer" (απομονωτής)

που φαίνεται στο σχήμα, ουσιαστικά όμως το κύκλωμα μας έχει μια βαθμίδα γιατί διαθέτει και ένα τρανζίστορ.

Ονομάζεται έτσι καθότι η λειτουργία του είναι να προσαρμόσει τις αντιστάσεις εισόδου-εξόδου μεταξύ κυκλωμάτων χωρίς την απώλεια σήματος.

Η συνδεσμολογία στο κύκλωμα αναγνωρίζεται ως κοινού εκπομπού "common emitter", την ονομάζουμε κοινού εκπομπού γιατί ο εκπομπός είναι κοινός για την είσοδο και την έξοδο μας. Παρακάτω φαίνεται και η προαναφερθέντα βαθμίδα.

Electra Distortion with Volume Control



Το κύκλωμα μας διαθέτει δύο αντιστάσεις R1+R2 καθώς και μια ακόμα R3 η οποία δεν συγκαταλέγεται στις προδιαγραφές αλλά έχει εγκατασταθεί για καθαρά λόγους προστασίας του κυκλώματος ψαλιδισμού γιατί σε πρώιμη απόπειρα ως προς την συμπεριφορά του εφέ κήκε η μια δίοδος από υπέρταση, λόγω κακής ρύθμισης του τροφοδοτικού μας, επίσης έχουμε τοποθετήσει αλλά μια αντίσταση των 10KΩ για την λειτουργία του LED έναυσης κάτι που και αυτό δεν υπάρχει στο αυθεντικό σχέδιο κατασκευής R2 πολώνει τον συλλέκτη η R1 πολώνει την βάση του τρανζίστορ και ταυτόχρονα η R1 εκτελεί ανάδραση τάσεως παράλληλα.

Στο κύκλωμα μας έχουμε κα δύο ηλεκτρολυτικού πυκνωτές C1+C2. Ο C1 πυκνωτής δεν αφήνει την DC συνιστώσα πόλωσης της βάσεως να πάει προς την είσοδο ή την έξοδο της προηγούμενης βαθμίδας και να αλλοιωθεί έτσι η πόλωση της βάσεως με άμεσο αποτέλεσμα την αλλοίωση του σημείου λειτουργίας.

Ο πυκνωτής C2 κόβει την DC συνιστώσα ,ο ρόλος του είναι συζευκτικός και επιτρέπει την διέλευση του μεταβαλλόμενου σήματος.

Πριν ξεκινήσουμε την ανάλυση της βαθμίδας εισόδου, καλό είναι να αναφέρουμε κάποιες χρήσιμες πληροφορίες για τη συνήθη πηγή στην είσοδο του κυκλώματος, τους μαγνήτες και το τρανζίστορ.

7.2 Μαγνήτες ηλεκτρικής κιθάρας

Η αρχή λειτουργίας ενός μαγνήτη είναι η μετατροπή των μηχανικών δονήσεων απ' τις χορδές, σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο ενισχύεται έπειτα από ένα ενισχυτή. Ένας μαγνήτης κιθάρας ή μπάσου κλπ, αποτελείται από έναν μαγνήτη (όπως ένα Alnico II, Alnico V, Ceramic κλπ), που τυλίγεται σε πηνίο, με μερικές χιλιάδες στροφές, από ένα λεπτό σμαλτωμένο καλώδιο χαλκού (οι τύποι καλωδίου και οι διατομές αυτών συμβάλλουν επίσης στο ηχητικό αποτέλεσμα και έχει να κάνει με τα υλικά που χρησιμοποιεί η κάθε εταιρία). Ένας μαγνήτης τοποθετείται στο σώμα του οργάνου σε διαφορετικές θέσεις (Γέφυρα-Bridge, Μέση-Middle, Μπράτσο-Neck).

Η δόνηση των χορδών διαμορφώνει τη μαγνητική ροή (flux) που μέσα απ' το πηνίο προκαλεί ένα εναλλασσόμενο ρεύμα. Η τάση εξόδου των μαγνητών ποικίλλει από περίπου 100mV μέχρι και πάνω από 1V για μερικούς μαγνήτες υψηλής εξόδου (High Output ή Hot Pickups), οι οποίοι επιτυγχάνουν αυτό με τη χρήση πολύ ισχυρών μαγνητών, δημιουργώντας κατά συνέπεια περισσότερη ροή και με αυτόν τον τρόπο περισσότερη έξοδο. Αυτό μπορεί να είναι πρόβλημα μερικές φορές στον τελικό ήχο, επειδή το τράβηγμα των μαγνητών στις χορδές μπορεί να προκαλέσει προβλήματα με την ρύθμιση του οργάνου (intonation) καθώς επίσης και να "μπουκώσει" τον ήχο ή και να μειώσει το κράτημα (sustain). Επίσης μεγάλης εξόδου μαγνήτες παράγονται με το να έχουν περισσότερες στροφές του

καλωδίου για να αυξήσουν την τάση που παράγεται από τις χορδές. Εντούτοις, αυτό αυξάνει την σύνθετη αντίσταση εξόδου των μαγνητών, με αποτέλεσμα να έχουν επιπτώσεις στις υψηλές συχνότητες, εάν δεν συνδεθεί σε κατάλληλο για τον κάθε μαγνήτη (κιθάρας, μπάσου κλπ) ενισχυτή, προενισχυτή DI κλπ (εξού και η ύπαρξη διαφορετικών ενισχυτών-προενισχυτών για κάθε όργανο).

Οι μαγνήτες μεταξύ άλλων αποτελούνται από τους πόλους (pole pieces) ή ράγες (rails βλ, hot rails κλπ) ή διπλούς πόλους (double/dual pole pieces).

Τα pole piece πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένα τέλεια με τις χορδές, αλλιώς ο ήχος θα είναι ασθενές δεδομένου ότι ο μαγνήτης θα έπαιρνε μόνο ένα μέρος της παλμικής ενέργειας της χορδής. Στην περίπτωση μαγνητών με ράγες (rails) αρκεί οι ράγες να καλύπτουν όλες τις χορδές με ίσες αποστάσεις στην πρώτη και

τελευταία χορδή. Επίσης υπάρχουν και μαγνήτες με ρυθμιζόμενα pole pieces, όπου εκεί μπορούμε να ρυθμίσουμε την ένταση εξόδου της κάθε χορδής ξεχωριστά, ώστε να επιτύχουμε μία τέλεια ισορροπία ανάμεσα σε όλες τις χορδές.

Ο ήχος του μαγνήτη καθορίζεται από τους εξής παράγοντες:

- A. Το είδος του καλωδίου (περιεκτικότητα σε οξυγόνο στο κράμα του χαλκού και διατομή (ειδική αντίσταση) του καλωδίου)
- B. Το είδος του μαγνήτη (Alnico I, Alnico II, Alnico V, Ceramic, Samarium Cobalt κλπ)
- Γ. Τον αριθμό περιελίξεων του πηνίου
- Δ. Η συσκευασία του μαγνήτη (πλαστικό, επιχρωμιωμένος ή επιχρυσωμένος χαλκός, αλουμίνιο, ξύλο κλπ)
- E. Το υλικό και το πάχος των Pole pieces.



Μονοπηνιακός μαγνήτης



Διπλοπηνιακοί μαγνήτες

Στην εικόνα πάνω, φαίνονται δύο από τους συνηθέστερους τύπους μαγνητών που βρίσκονται σε ηλεκτρικές κιθάρες.

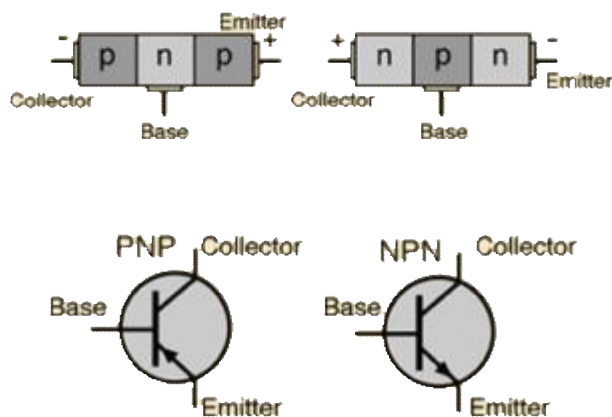
Οι μονοπηνιακοί μαγνήτες (Single Coil) αποτελούνται από ένα πηνίο και έχουν καθαρό και πρίμο ήχο μέτριας έντασης, αλλά με θόρυβο που προκαλείτε από εξωτερικούς παράγοντες όπως, ραδιοκύματα, λάμπες φθορισμού, οθόνες, μαγνητικά πεδία κλπ, μέχρι και την ύπαρξη συνδεδεμένων συσκευών στην ίδια παροχή ρεύματος του ενισχυτή όπως ψυγεία, μετασχηματιστές υψηλής τάσης λόγω της χαμηλής τους επαγωγικής αντίστασης. Οι Διπλοπηνιακοί μαγνήτες

(Humbuckers) αποτελούνται από δύο πηνία και ξεκίνησαν να φτιάχνονται στα μέσα της δεκαετίας του 50' για την Gibson. Ο αρχικός σκοπός κατασκευής τους ήταν η εξάλειψη του θορύβου που υπήρχε μέχρι τότε απ' τους μονοπηνιακούς.

Λόγο του ότι όμως τα δυο πηνία και η μεγαλύτερη επιφάνεια τους δημιούργησαν ένα πιο ισχυρό μαγνητικό πεδίο κατά συνέπεια και μεγαλύτερη ένταση σήματος άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρέως. Ηχητικά είναι αθόρυβοι και έχουν πλούσιο σε χαμηλές συχνότητες ήχο καθώς επίσης και μεγαλύτερη ευαισθησία και ένταση σε σχέση με τους μονοπηνιακούς.

Επειδή οι μαγνήτες της κιθάρας παρουσιάζουν υψηλή αντίσταση της τάξης των 50 KΩ , για την πλήρη απορρόφηση του σήματος απαιτείται μεγάλη αντίσταση εισόδου. Θα δούμε πως μπορεί να επιτευχθεί μια τέτοια μεγάλη αντίσταση, πολώνοντας κατάλληλα το ενεργό στοιχείο του κυκλώματος, το **transistor**.

7.3 Το Τρανζίστορ



Το transistor είναι ένας κρύσταλλος με τρεις εμπλουτισμένες περιοχές. Αποτελείται από τον εκπομπό, τη βάση και τον συλλέκτη. Ο εκπομπός είναι μια έντονα εμπλουτισμένη περιοχή. Προορισμός του είναι να εκπέμπει ή να εισάγει ηλεκτρόνια στη βάση. Η **βάση** είναι μια λιγότερο εμπλουτισμένη και λεπτή περιοχή. Το πάχος της βάσης επιτρέπει στα περισσότερα ηλεκτρόνια, που εκπέμπονται από τον εκπομπό, να φτάνουν στο **συλλέκτη**. Το επίπεδο εμπλουτισμού του συλλέκτη βρίσκεται ανάμεσα σ' αυτό του εκπομπού και της βάσης. Η περιοχή του συλλέκτη είναι η μεγαλύτερη από τις τρεις περιοχές του transistor, επειδή πρέπει να καταναλώσει περισσότερη ισχύ από τον εκπομπό ή τη βάση. Σ' ένα transistor η ημ, φορείς πλειονότητας στον εκπομπό και το συλλέκτη είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια.

7.4.1 DC Ανάλυση του κυκλώματος

Θα γίνει ανάλυση στο "Dc" συνεχές και στο "Ac" εναλλασσόμενο ρεύμα, για να καταλάβουμε σε βάθος την πόλωση του transistor.

$$I_B = \frac{V_{CE} - V_{BE}}{R_B}$$

1-1

Από την σχέση **1-1** μπορούμε να βρούμε το ρεύμα **IB** που διαρρέει την βάση τάση μεταξύ βάσεως και εκπομπού είναι περίπου **0,7V** για τρανζίστορ πυριτίου μόνο στοιχείο που μας είναι άγνωστο είναι η τάση **VCE** την οποία μετρήσαμε με το πολύμετρο και μας έδειξε τάση ίση με **6,3V** η αντίσταση **RB** είναι **100KΩ**.

Συνεπώς από όλα τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει:

$$I_B = \frac{6,3V - 0,7V}{100K\Omega} = 5,6 \mu A$$

Γνωρίζοντας ότι το ρεύμα του συλλέκτη είναι **β** φορές μεγαλύτερο από το ρεύμα της βάσης και το **β** σύμφωνα με το datasheet του 2N3904 τρανζίστορ ισούται με 300 οδηγούμεστε στην παρακάτω λύση.

$$I_C = \beta * I_B = 16,8mA$$

1-2

ομοίως:

$$I_E = I_C + I_B = 16,8mA$$

1-3

Έχοντας βρει όλα τα ρεύματα που διαρρέουν το κύκλωμα μας μπορούμε τώρα να βρούμε και τις τάσεις που αναπτύσσονται στο τρανζίστορ μας.

Γνωρίζοντας την τάση **VCE** και την τάση **VCC** μπορούμε να βρούμε την τάση **VRC** με τον παρακάτω μαθηματικό τύπο.

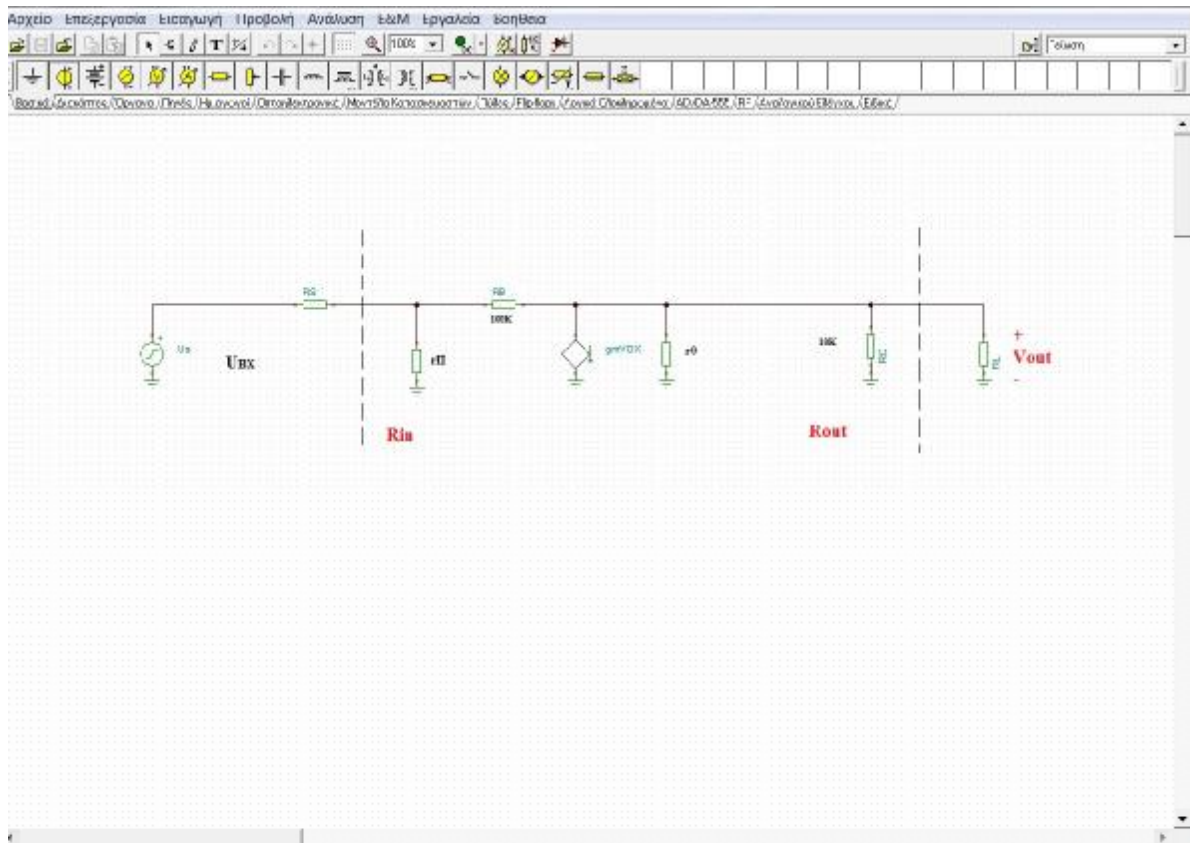
$$V_{CC} = V_{RC} + V_{CE} \text{ (λύνοντας ως προς } V_{RC}\text{)}$$

1-4

$$V_{RC} = V_{CC} - V_{CE} = 9 - 6,3 = 2,7V$$

1-5

7.4.2AC Ανάλυση του κυκλώματος



Παρακάτω φαίνεται το AC ισοδύναμο κύκλωμα του Κυκλώματος, το οποίο μας διευκολύνει να κατανοήσουμε τη διαδρομή του σήματος. Έτσι μπορούμε να βρούμε τις σύνθετες αντιστάσεις εισόδου και εξόδου που παρουσιάζει η βαθμίδα αυτή, καθώς και το κέρδος τάσης.

Θα αρχίσουμε την ανάλυση του κυκλώματος θεωρώντας κάποια πράγματα ως δεδομένα οπών το γεγονός ότι δεν θα ασχοληθούμε με την πηγή U_s Και την αντίσταση R_s διότι

θεωρούνται διατάξεις της τροφοδοσίας. Επίσης παραλείπεται και η αντίσταση R_L η οποία "βλέπει" στην επόμενη βαθμίδα η οποία θα μπορούσε να είναι ένα μικρόφωνο ή ένας ενισχυτής στην ανάλυσή μας δεν θα την υπολογίσουμε αρχίσαμε την ανάλυση με την εύρεση της σύνθετης αντίστασης εισόδου Z_{in} , η οποία δίδεται από τον τύπο:

$$Z_{in} = r_{\pi} // R_B + (r_0 // R_C) \Rightarrow Z_{in} = r_{\pi} // R_B + R_C =$$

Πρώτα όμως θα πρέπει να υπολογίσουμε την αντίσταση r_{π} η οποία δίδεται από τον τύπο:

$$r_{\pi} = \frac{V_T}{I_B} = \frac{25\text{mV}}{100\text{K}} = 2.5\text{K}$$

(η V_T +thermal voltage βρίσκεται στο τυπολόγιο του τρανζίστορ μας)

($r_0 =$ την θεωρούμε άπειρο)

$$Z_{in} = r_{\pi} // R_B \Rightarrow Z_{in} = 44,7\text{M}\Omega$$

Βλέπουμε λοιπόν πως το κύκλωμά μας παρουσιάζει μια αρκετά μεγάλη αντίσταση εισόδου, περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από τη τιμή ενός συνηθισμένου μαγνήτη. Η σύνθετη αντίσταση εξόδου είναι σημαντική, επειδή σ' αυτήν πέφτει ένα μέρος της ac τάσης. Αν είναι αρκετά μεγάλη, χάνεται ένα μεγάλο μέρος του σήματος και η τάση στο φορτίο είναι πολύ μικρή. Η σύνθετη αντίσταση εξόδου μπορεί εύκολα να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$Z_{out} = r_0 // R_C \Rightarrow R_C = 10\text{K}\Omega$$

Το κέρδος τάσης μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$A_v = -g_m * R_C$$

Πριν όμως από αυτό θα πρέπει να βρούμε την τιμή της διαγωγιμότητας του τρανζίστορ η οποία δίδεται από τον τύπο:

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{16,8mA}{25mV} = 0,672mSiemens$$

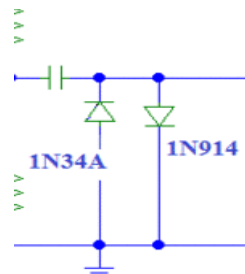
$$A_v = -g_m * RC = -6,2$$

7.5.1 Τομέας δεύτερος: στάδιο ψαλιδίσματος

Σε αυτό το σημείο γίνεται η μαγεία του εφέ ήχου μας, εδώ βρίσκονται οι δύο αντιπαράλληλες διόδους που σκοπό έχουν να δώσουν τον ακατέργαστο ήχο που χρειαζόμαστε.

Αυτό επιτυγχάνεται με τον ψαλιδισμό της θετικής και αρνητικής κυματομορφής, λειτουργούν δηλαδή σαν αμφίπλευροι ψαλιδιστές.

Να σημειωθεί πως τον ψαλιδισμό στην έξοδο μας θα τον πάρουμε όταν η τάση εισόδου ξεπεράσει τα 0,7V που ισοδυναμούν με την πτώση τάσης στα άκρα των διόδων.

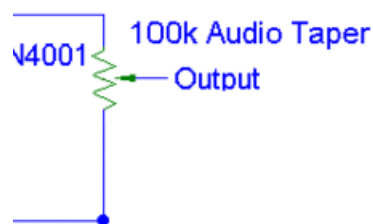


Αντιπαράλληλες διόδους

7.4 Τομέας τρίτος: volume

Το volume ρυθμίζεται από ένα ποτενσιόμετρο των 100KΩ το οποίο έχει τρεις επαφές.

Η πρώτη συνδέεται με το κύκλωμα μας η δεύτερη με την γείωση και η τρίτη (δρομέας) με την έξοδο του εφέ μας. Έχει επιλεχτεί στην κατάλληλη τιμή έτσι ώστε η αντίσταση εισόδου να είναι 10 φορές μεγαλύτερη της αντίστασης εξόδου της προηγούμενης βαθμίδας, αλλάζοντας θέση στον ποτενσιόμετρο μας αλλάζει και το πλάτος του σήματος εξόδου κάτι που θα το δούμε σε επόμενο κεφάλαιο εκτενέστερα.

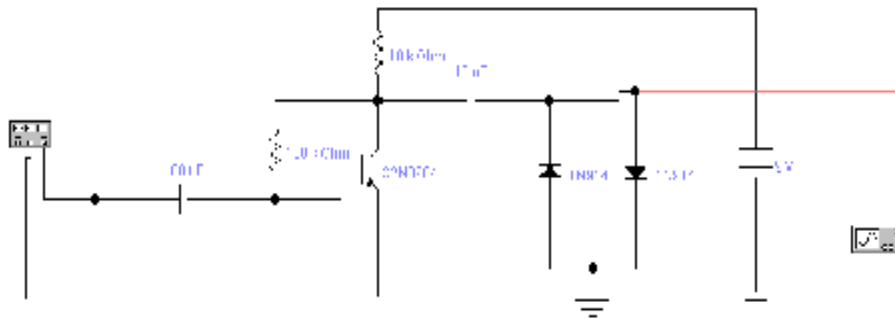


100K POTENTIOMETER

8.Εξομοίωση του κυκλώματος με το πρόγραμμα TINA.

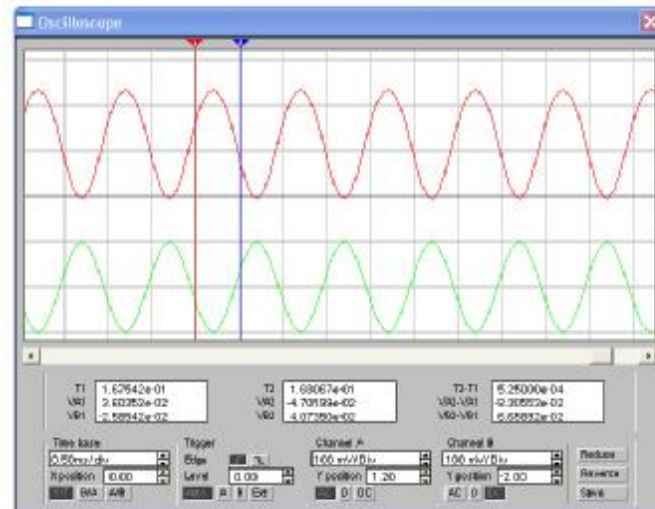
Το πρόγραμμα TINA Design Suite είναι ένα ισχυρό αλλά και προσιτό πρόγραμμα προσομοίωσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων που διαθέτει ένα PCB πρόγραμμα λογισμικού σχεδιασμού για ανάλυση αναλογικών και ψηφιακών κυκλωμάτων σε πραγματικό χρόνο. Είναι κατασκευασμένο από την εταιρία Design soft και εμείς θα χρησιμοποιήσουμε την έκδοση 10.

Το σχέδιο του κυκλώματος παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:



8.1.1 Είσοδος-Έξοδος του κυκλώματος.

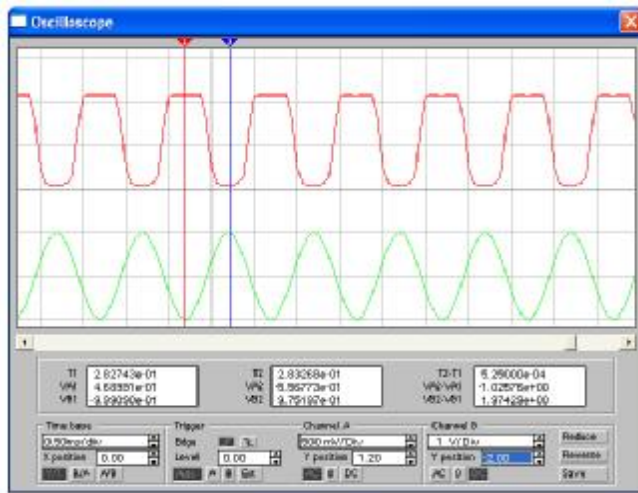
Αρχικά θα ξεκινήσουμε την διαδικασία δίνοντας ελάχιστη τάση εισόδου για να φανεί η αντιστροφή που προκαλούν οι αντιπαράλληλες δίοδοι στο κύκλωμα μας.



Όπως μπορούμε να διακρίνουμε έχοντας την τάση εισόδου στα 100mV το σήμα στην έξοδο παραμένει αμετάβλητο σε σχέση με το ημιτονοειδές σήμα της εισόδου μας, και αυτό προκύπτει στο ότι για να αρχίσει να ψαλιδίζει το σήμα εξόδου θα πρέπει να αρχίσει η αγωγή των διόδων στα 0,7V. Επίσης παρατηρείται το φαινόμενο της αντιστροφής φάσης 180 μοιρών που είναι αποτέλεσμα του κυκλώματος κοινού εκπομπού και που το αναλύουμε στην ενότητα της πειραματικής διαδικασίας αναλυτικά.

8.1.2 Εισοδος-Έξοδος (B Μέρος)

Εν συνεχεία δώσαμε σήμα 1V στην είσοδο του κυκλώματος μας για να έρθουν σε αγωγή οι διόδοι μας και όπως βλέπουμε καθαρά στην παρακάτω φωτογραφία είναι εμφανές ο ψαλιδισμός της ημιπεριόδου με 0.5mS/Div.

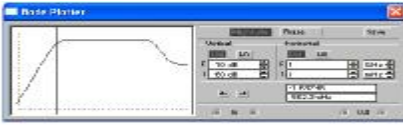


Channel 1(green) Channel 2(red)

8.2 Απόκριση συχνότητας

Εισαγωγή

Σε αυτό το σημείο εξετάσαμε το πλάτος συχνοτήτων που πιάνει το εφέ ήχου. Όλοι οι ενισχυτές λειτουργούν σαν φίλτρα διέλευσης χαμηλών, όσο αυξάνουμε την συχνότητα το πλάτος μας θα μειωθεί.



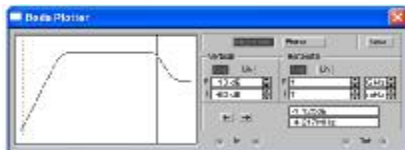
8.3.1 F.Low συχνότητα

Σε αυτή τη γραφική παράσταση παρατηρούμε τον κέρσορα να υποδεικνύει το χαμηλότερο σημείο που μπορεί να πάρει η ισχύ μας στα 562,3 mHz μια συχνότητα πολύ χαμηλή στην οποία δεν μπορέσαμε να πάρουμε μετρήσεις στον αναλογικό παλμογράφο. Φτάνουμε τα -1,657 dB ,έχοντας απόκριση πολύ επίπεδη και διευρυμένη κάτι το οποίο δεν το χρειαζόμαστε μιας και η απόκριση της ηλεκτρικής κιθάρας ξεκινά από τα 5,5 KHZ η οποία υπερκαλύπτεται από την απόκριση του εφέ.

8.3.2 F.High συχνότητα

Άκολουθεί το γράφημα των υψηλών συχνοτήτων του εφέ για να παρατηρήσουμε σε πόσο υψηλές τιμές μπορεί να φτάσει.

Είναι εμφανές το σημείο που η τάση πέφτει, είναι το σημείο εκείνο που μας υποδεικνύει ο κέρσορας ακριβώς στα 4,217MHZ,μια μεγάλη τιμή συχνότητας η οποία μας υπερκαλύπτει. Τα δύο ακρα που αναλύσαμε προηγουμένως φτάνουν τα 0,7V P-P για την Flow και επίσης οι ίδιες τιμές ισχύουν για την Flow με υψηλότερο σημείο το 1V P-P.



9. Υλοποίηση της κατασκευής

9.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα γίνει η ανάλυση καθώς και η παρουσίαση της κατασκευής του κυκλώματος του εφέ ήχου μας. Αρχικά θα αναφερθούν τα υλικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και θα παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά τους. Στη συνέχεια θα γίνει η επεξήγηση της πλακέτας, τα επιμέρους υλικά που τοποθετήθηκαν για την ασφάλεια των ηλεκτρονικών διατάξεων και τέλος η συνδεσμολογία των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων καθώς και η καλωδίωση τους.

9.2 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν

- Τρανζίστορ **2N3904** NPN
- R1 αντίσταση 100KΩ
- R2 αντίσταση 10KΩ
- C1 Πυκνωτής 100μF
- C2 Πυκνωτής 10μF
- R3 Ποτενσιόμετρο 100K(log)
- D1 δίοδος **1N34A**
- D2 δίοδος **1N914**

Για τις ανάγκες της κατασκευής του effect μας χρησιμοποιήθηκε και μη ηλεκτρονικός εξοπλισμός που αναφέρεται παρακάτω:

- **1** κουτί υποδοχής της κατασκευής μας από αλουμίνιο και σίδηρο
- ¼ '' monojack
- ¼ '' stereojack

- 1 πλακέτα τύπου Prototype Paper PCB
- υποδοχή μπαταρίας 9v
- 1 διακόπτης ποδιού DPDT
- μπαταρία των 9Volts
- καλώδιο συνδέσεων τύπου μπλεντάζ

Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός της εγκατάστασης επιμέρους ηλεκτρονικών εξαρτημάτων λόγω ασφαλείας των διόδων κλιπαρίσματος και της καλύτερης χρήσης της κατασκευής, μιάς και το παρόν εφέ ήχου δεν θα λάβει χώρα ως προϊόν εκθετικό αλλά σαν μια κατασκευή που θα παίζει κύριο ρόλο σε μουσικά εγχειρήματα και καταστάσεις για την καλύτερη ποιότητα ήχου .

Για τους λόγους που προαναφέραμε προχωρήσαμε στην εγκατάσταση των παρακάτω εξαρτημάτων τα οποία δεν αναγράφονται ούτε περιλαμβάνονται στις προδιαγραφές της αυθεντικής πατέντας του εφέ.

Για τις ανάγκες ασφαλείας -στο πειραματικό μέρος- των διόδων μας τοποθετήσαμε σε σειρά πριν τις αντιπαράλληλες διόδους και μετά τον πυκνωτή C2 των 10μF μια **αντίσταση των 15KΩ** για την προστασία των διόδων από υπέρταση μιας και η γεννήτρια μας που έπαιζε τον ρόλο της τροφοδοσίας των μαγνητών της κιθάρας μας δηλαδή είχε πρόβλημα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα σε μία απο τις πειραματικές διαδικασίες μας να κάψει μια εκ των δύο από τις διόδους μας.

Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα η διάδος αυτή να συμπεριφέρεται ως βραχυκύκλωμα και έτσι η συνδεσμολογία μας να μην κάνει τον ψαλιδισμό που επιθυμούμε και η έξοδος μας να εμφανίζεται στον παλμογράφο ως ένα σήμα με έλλειψη γείωσης το οποίο μόνο έτσι μπορούσε να ερμηνευτεί.

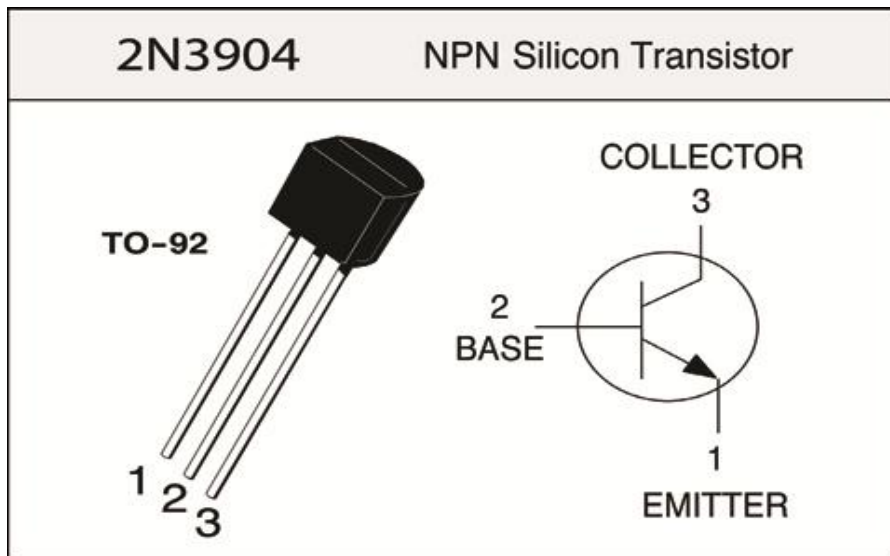
Λόγω της απλής κατασκευής του κυκλώματος προχωρήσαμε στην εγκατάσταση ενός LED το οποίο είναι ευδιάκριτο στο επάνω μέρος της κατασκευής μας μαζί με το μποτόν (ποδοδιακόπτη) καθώς και του ποτενσιόμετρου (volume). Για την απαραίτητη λειτουργία του LED επισήμανσης εγκαταστάθηκε σε συνδεσμολογία

σειράς με το LED μια αντίσταση των 10KΩ. Επίσης για την εμφανή λειτουργία του κυκλώματος σήμανσης αυτού τοποθετήθηκε ένας χειροδιακόπτης ON/OFF δύο θέσεων ο οποίος παρεμβάλλεται μεταξύ της διόδου επισήμανσης και της τροφοδοσίας μας (μπαταρία) των 9V για να γνωρίζουμε την στιγμή εκείνη όπου η μπαταρία μας τροφοδοτεί με τάση το κύκλωμα μας αποφεύγοντας έτσι την συνεχόμενη ροή με τάση. Έτσι γλιτώνουμε την συνεχόμενη αλλαγή της μπαταρίας μας, μιας και το κύκλωμα μας δεν δέχεται εξωτερική τροφοδοσία. Η παραπάνω εγκατάσταση αναφέρεται μιας και δεν περιλαμβάνεται στο αυθεντικό σχέδιο της πατέντας του εφέ κιθάρας.

9.3 Χαρακτηριστικά ηλεκτρονικών εξαρτημάτων

9.3.1 Transistor

Στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκε ένα τρανζίστορ διπολικό NPN το 2N3904 το οποίο είναι ιδανικό για ενίσχυση χαμηλής ισχύος ή σε εφαρμογές ως διακόπτης. Είναι σχεδιασμένο να δουλεύει σε χαμηλές τιμές ρεύματος και ισχύς με προδιαγραφές στα 200mA, 40Volts και 625 mWatts και συχνότητα έως 300MHz με ρεύμα συλλέκτη στα 10 mA. Έχει χρησιμότητα ως αναλογικός ενισχυτής ή διακόπτης, στην συγκεκριμένη περίπτωση με την βοήθεια του, το κύκλωμα μας συμπεριφέρεται ως ένας γραμμικός ενισχυτής.



9.3.2 Το κύκλωμα By Pass

Με το κύκλωμα αυτό μπορούμε να επιλέξουμε αν το σήμα θα περάσει από τις βαθμίδες ψαλιδισμού και ρύθμισης φωνής (volume) ή αν θα περάσει μόνο από τους απομονωτές, δηλαδή το σήμα δε θα υποστεί αλλοίωση. Με αυτό το τρόπο δίνεται η δυνατότητα στο μουσικό που το χρησιμοποιεί να αλλάξει τα ηχοχρώματα με το πάτημα ενός διακόπτη διακόπτης που χρησιμοποιήθηκε είναι ο παρακάτω:



Διακόπτης DPDT

Ο διακόπτης αυτός είναι έξι επαφών αλλά εμείς θα χρησιμοποιήσουμε μόνο τις πρώτες τρεις που μας δίδονται δύο επιλογές. Η πρώτη επιλογή είναι η ύπαρξη μιας διαδρομής μεταξύ των επαφών 1 και 2, και μιας δεύτερης διαδρομής μεταξύ των επαφών 2 και 3. Έτσι σχηματίζονται δύο διακόπτες. Ο S1 μεταξύ των επαφών 1-2 και ο S2 μεταξύ των επαφών 2-3. Έτσι, όταν ο διακόπτης S1 είναι κλειστός (βραχυκύκλωμα), το σήμα ακολουθεί τη διαδρομή από όλες τις βαθμίδες (ψαλιδισμού και ρύθμιση volume) ενώ ο S2 είναι ανοικτό κύκλωμα. Όταν πατήσουμε τον διακόπτη DPDT, τότε ο S2 κλείνει (γίνεται βραχυκύκλωμα) και το σήμα ακολουθεί τη διαδρομή από την έξοδο του στην είσοδο του παρακάμπτοντας τις βαθμίδες ψαλιδισμού και ρύθμιση volume, ενώ ο S1 γίνεται ανοικτό κύκλωμα.

9.3.3 Επιλογή διακόπτη χειρός

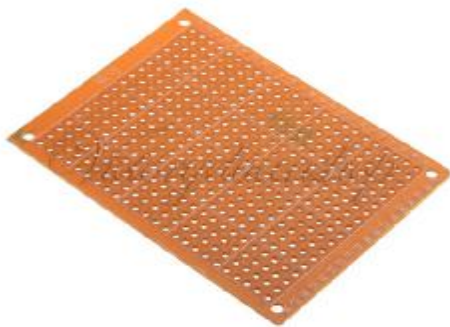
Τοποθετήσαμε έναν διακόπτη χειρός τύπου ON/OFF για την καλύτερη λειτουργία της τροφοδοσίας μας του συσσωρευτή των 9volts. Επειδή η συνεχής εκροή θα ήταν σπατάλη ενέργειας τοποθετήθηκε ένας διακόπτης χειρός στα άκρα της κατασκευής μας. Ο διακόπτης αυτός είναι σε σειρά συνδεδεμένος με την μπαταρία μας αλλά και με το LED μας το οποίο ανάβει κάθε φορά που τροφοδοτείται το κύκλωμα μας με τάση. Ένας αρκετά οικονομικός διακόπτης που βρίσκεται κατά κόρον στην Ελληνική αγορά και αρκετά εύχρηστος.



Διακόπτης ON/OFF

9.3.4 Επιλογή πλακέτας

Η πλακέτα που χρησιμοποιήθηκε ήταν διάτρητη πλακέτα εμπορίου με χαμηλό κόστος αγοράς της εταιρίας SCI, η οποία είχε 2200 soldering pads, διαστάσεων 115X160mm, πάχους 1,6mm και Πάχος επιχάλκωσης 35μm. Για την τοποθέτηση της χρειάστηκε να κοπεί σε διαστάσεις 60X90mm για να μπορέσει να εγκατασταθεί στο αλουμινένιο κουτί μας.



9.3.5 Το κουτί-Θήκη του κυκλώματος

Η θήκη του κυκλώματος αγοράστηκε από κατάστημα ηλεκτρονικών και ουσιαστικά είναι ο συνδυασμός μεταξύ δύο διαφορετικών κραμάτων μετάλλου, αλουμινίου και σιδήρου.

Η βάση του είναι από αλουμίνιο που επάνω της έχει τοποθετηθεί ο διακόπτης χειρός και είναι το σημείο αυτό που περιλαμβάνει τις βάσεις-βόλτες που εφάπτονται οι βίδες προστασίας του κουτιού.

Στο επάνω μέρος βρίσκεται το καπάκι το οποίο είναι από υλικό σίδηρο. Έχει μεγαλύτερο βάρος από το αλουμινένιο μέρος του κουτιού και εκεί είναι τοποθετημένα το μπουτόν το led τα βύσματα stereojack και το ποτενσιόμετρο volume.



9.4 Κόλληση /εγκατάσταση εξαρτημάτων

Αφού η επεξεργασία της πλακέτας τελείωσε, μπορούμε πλέον να προχωρήσουμε στην διαδικασία της κόλλησης των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων με το ηλεκτρονικό κολλητήρι και τον κασσίτερο (καλάι). Σε αυτό το σημείο, πρέπει να διαθέτουμε τον κατάλληλο εξοπλισμό, ο οποίος είναι:

- Κολλητήρι με κατάλληλο μέγεθος μύτης, συνήθως πρέπει να είναι από 0.79mm έως και 3.3mm πράγμα που εξαρτάται και από το πάχος της οπής στην οποία κολλάμε. Το μέγεθος της μύτης που επιλέγουμε πρέπει να έχει το 75% έως το 90% του πλάτους της οπής...

- Το κατάλληλο υλικό(solder ή καλάι)
- Βρεγμένος σπόγγος, πρέπει πάντα η μύτη του κολλητηριού να μένει καθαρή, όπως επίσης

στη διαδικασία καθαριότητας βοήθησε σημαντικά και η ουσία σολντερίνη. Μια ουσία σε κέρινη μορφή

αρκετά ευάλωτη με το καυτό κολλητήρι μας.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν ήταν συγκεκριμένα. Αναλυτικότερα:

9.4.1 Πρώτο Βήμα

Τα πρώτα εξαρτήματα τα οποία κολλήθηκαν στην πλακέτα, ήταν οι αντιστάσεις. Οι αντιστάσεις δεν έχουν πολικότητα, οπότε δεν χρειάστηκε η τοποθέτηση τους να γίνει με κάποια συγκεκριμένη φορά.

Ωστόσο, στις αντιστάσεις έγινε η χρήση του χρωματικού κώδικα τους, για την αποφυγή κάποιου σφάλματος στο κύκλωμα. Στην παρακάτω εικόνα, παρουσιάζεται ο πίνακας του χρωματικού κώδικα και τα χαρακτηριστικά του.

Χρώμα	1 ^η λωρίδα	2 ^η λωρίδα	3 ^η λωρίδα	4 ^η λωρίδα Ανοχή	θερμικός συντελεστής
Μαύρο	0	0	$\times 10^0$		
Καφέ	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm
Κόκκινο	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Πορτοκαλί	3	3	$\times 10^3$		15 ppm
Κίτρινο	4	4	$\times 10^4$		25 ppm
Πράσινο	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Μπλε	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)	
Μωβ	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Γκρι	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Λευκό	9	9	$\times 10^9$		
Χρυσασφί			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)	
Ασημί			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)	

9.4.2 Δεύτερο Βήμα

Το δεύτερο βήμα που πραγματοποιήθηκε ήταν η κόλληση του τρανζίστορ. Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει η μελέτη των datasheet του τρανζίστορ έτσι ώστε να γνωρίζουμε τον προσανατολισμό του τρανζίστορ στο κύκλωμα. Απαιτείται δηλαδή η γνώση για το πιο ποδαράκι του τρανζίστορ αντιστοιχεί στη βάση του, στον συλλέκτη του και στον εκπομπό του. Σημαντικό επίσης είναι πως γενικότερα, όλα τα ηλεκτρονικά στοιχεία πρέπει να τοποθετηθούν στην πλακέτα καλά στην επιφάνεια, και όσο πιο βαθιά γίνεται στις οπές.

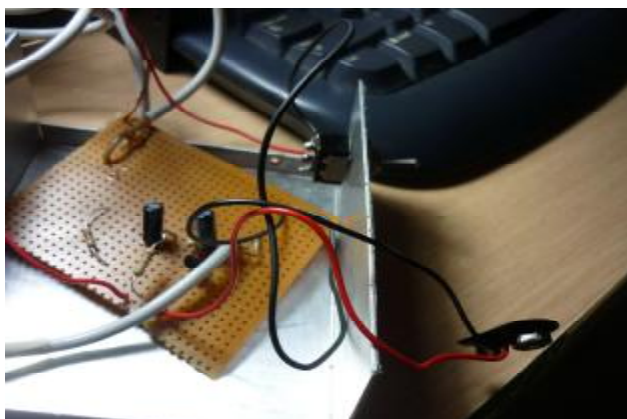
9.4.3 Τρίτο Βήμα

Εδώ, έγινε η κόλληση των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών αλουμινίου. Όπως και στο προηγούμενο βήμα, χρειάστηκε ιδιαίτερη προσοχή και καθοδήγηση από το σχέδιο του κυκλώματος λόγω της πολικότητας των πυκνωτών αντίθεση με τους πυκνωτές κεραμικού τύπου οι οποίοι δεν έχουν πολικότητα, τοποθετούνται όπως οι αντιστάσεις δηλαδή.

9.4.4 Τέταρτο Βήμα

Σε αυτό το σημείο, έγινε η κόλληση του κουμπώματος της μπαταρίας. Αναλυτικότερα, τα δύο άκρα των καλωδίων του κουμπώματος χρώματος κόκκινου και μαύρου, κολλήθηκαν με τα 9V είσοδο του κυκλώματος. Το κόκκινο καλώδιο στο θετικό του κυκλώματος και το μαύρο καλώδιο στον αρνητικό του(ground). Η μπαταρία είναι η τροφοδοσία του κυκλώματος μιας και το κουτί δεν διαθέτει DC ή AC τροφοδοσία. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η σύνδεση των καλωδίων με την υποδοχή της μπαταρίας και την πλακέτα της κατασκευής.

Επίσης στον κόμβο του κόκκινου καλωδίου αναχωρεί ένα επίσης κόκκινο καλώδιο το οποίο πηγαίνει στη άκρη του LED μας. Ενώ στον κόμβο του μαύρου καλωδίου αναχωρεί ένα μαύρο καλώδιο το οποίο συνδέεται στον μικρό χειροκίνητο διακόπτη μας για την γείωση του. Από την δεύτερη επαφή του διακόπτη ON/OFF αναχωρεί το κόκκινο καλώδιο το οποίο συνδέεται μέσω αντίστασης με την φωτεινή δίοδο επισήμανσης μας. Και κάπως έτσι πραγματοποιείται το κύκλωμα έναυσης τροφοδοσίας μας, ακολουθεί χαρακτηριστική φωτογραφία του κυκλώματος.



Η κατασκευή μας σε πρόοδο

9.4.5 Πέμπτο Βήμα

Σε αυτό το βήμα έγινε η κόλληση των καλωδίων με τις οπές της εισόδου της εξόδου και των γειώσεων καθώς και μόνωση του πάτου της αλουμινένιας πλακέτας με μονωτικό υλικό το οποίο ακόμα δεν είχε τοποθετηθεί όταν είχε τραβηχτεί η φωτογραφία από επάνω.

9.4.6 Έκτο Βήμα

Στην συνέχεια τοποθετήθηκε το ποτενσιόμετρο των 100KΩ (logarithmic). Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα τέτοιου τύπου έχουν κατάλληλες προδιαγραφές για τέτοιου είδους κατασκευές μιας και διαθέτουν ειδικές ροδέλες εγκατάστασης και γκρόβερ για την καλύτερη ασφάλεια και προστασία από κραδασμούς και οποιαδήποτε κακή χρήση που μπορεί να γίνει.

Στην φωτογραφία από κάτω σας παρουσιάζουμε το εν λόγω εξάρτημα.



100KΩ Logarithmic potentiometer

9.4.7 Εβδομο Βήμα

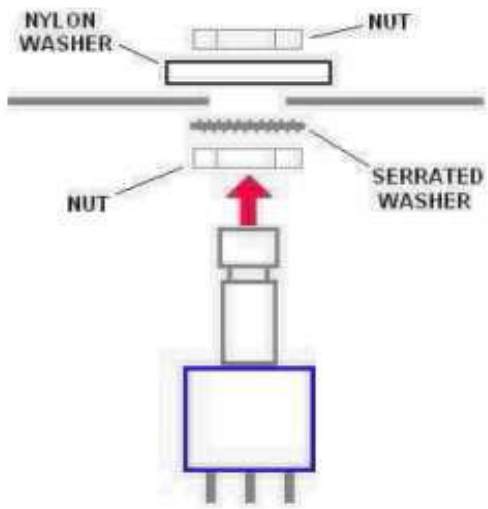
Σε αυτό το σημείο τοποθετήθηκαν τα Jack στο πλαϊνό μέρος της κατασκευής το οποίο πρέπει να είναι και το πιο στιβαρό αφού εκεί συνδέονται τα αρσενικά βύσματα μεταξύ κιθάρας και ενισχυτή και θα πρέπει να είναι σταθερά για την καλύτερη επαφή μεταξύ τους.

Στην εικόνα παρακάτω δύο δείγματα από jack υποδοχές mono/stereo.



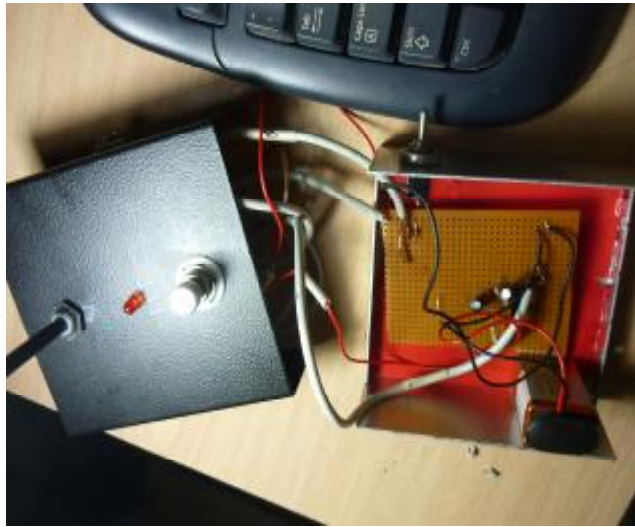
9.4.8 Ογδοο Βήμα

Σε αυτό το βήμα έγινε η τοποθέτηση του διακόπτη ποδιού. Εδώ χρειάστηκε προσοχή στον προσανατολισμό του διακόπτη μιας και η επίπεδη επιφάνεια με την οποία έρχεται σε επαφή εγκαθίσταται με συγκεκριμένο τρόπο. Για την εγκατάσταση του διακόπτη ποδιού, χρειάστηκε να γίνει η σταθεροποίηση του μέσω της βίδας και του παξιμαδιού που περιλαμβάνει. Και αυτός ο διακόπτης εγκαταστάθηκε στο στιβαρό σημείο του κουτιού μας για καλύτερη λειτουργία του εφέ ήχου.



Διακοπτης DPDT

9.5 Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζεται η ολοκληρωμένη κατασκευή του pental.



Η κατασκευή με ανοιχτό το εμπρόσθιο μέρος.

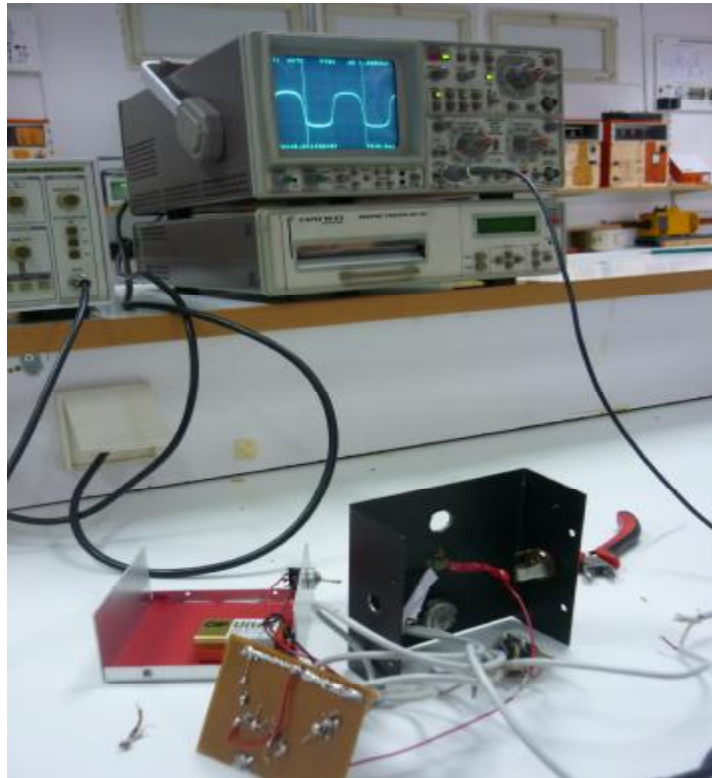


Η κατασκευή κλειστή.

(ο διακόπτης είναι στην θέση ON και φαίνεται από το αναμμένο LED)

10.1.1 Πειραματικός έλεγχος της κατασκευής.

Αφού ολοκληρώθηκε η κατασκευή μας, το πρώτο βήμα ήταν αν το πεντάλ δουλεύει, δηλαδή αν παραμορφώνει το σήμα. Συνδέσαμε ένα ημιτονικό σήμα στην είσοδο και είδαμε τις κυματομορφές εισόδου και εξόδου στον παλμογράφο.



Η κατασκευή μας συνδεδεμένη στον παλμογράφο, με τα probes συνδεδεμένα κατευθείαν επάνω στο ηλεκτρονικό κύκλωμα (είσοδο-έξοδο) για την αποφυγή απωλειών ή αστοχία μετρήσεων. Αρχικά έγινε η σύνδεση της εισόδου του κυκλώματος με την γεννήτρια, η οποία ρυθμίστηκε στα 1000Hz. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η κυματομορφή της εισόδου στον παλμογράφο.

10.2.1 Πρώτο στάδιο μετρήσεων. (τάση εισόδου)

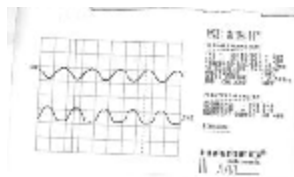
Αρχικά με την γεννήτρια μας να μας δίνει 1KHZ συχνότητα πήραμε παλμογραφήματα με το ποτενσιόμετρο μας (volume) στην θέση max για τάση εισόδου με τις παρακάτω τιμές:

- 2.5mV
- 5mV
- 25mV
- 50mV
- 100mV
- 125mV
- 150mV
- 200mV
- 1V

Τα παλμογραφήματα παρουσιάζονται ως εξής:



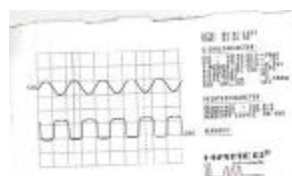
2.5mV



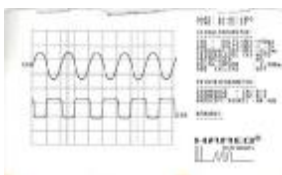
5mV



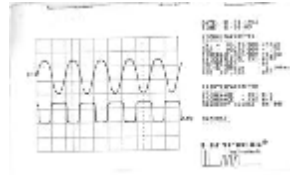
25mV



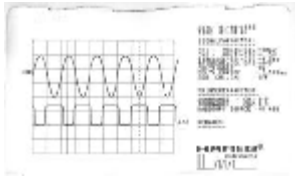
50mV



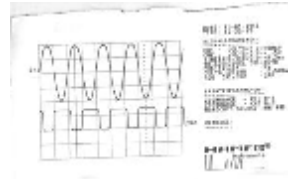
100mV



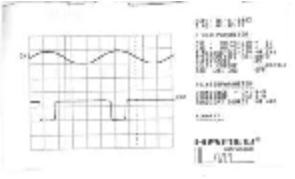
125mV



150mV



200mV



1V

Αυτό που παρατηρούμε εδώ είναι πώς συμπεριφέρεται το εφέ μας. Βλέπουμε πως στα 2.5mV το σήμα εξόδου είναι παρόμοιας μορφής με το σήμα εισόδου. Στα 5mV το σήμα εισόδου τείνει να γίνει ίδιο με το σήμα εξόδου, στα 25mV όμως βλέπουμε τα πρώτα σημάδια ψαλιδισμού τού σήματος εξόδου, ένα φαινόμενο που μας κάνει να συνειδητοποιήσουμε ότι το εφέ μας δουλεύει, από ηλεκτρονικής απόψεως πάντα.

Ένα άλλο αξιοσημείωτο συμβάν είναι η αντιστροφή φάσης που έχει το σήμα εξόδου, αυτό παρατηρείται στα κυκλώματα κοινού εκπομπού.

Δηλαδή κατά την διάρκεια της θετικής ημιπεριόδου της AC τάσης εισόδου το ολικό ρεύμα βάσης αυξάνει και αναγκάζει το ολικό ρεύμα συλλέκτη να αυξηθεί αύξηση του ρεύματος συλλέκτη έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πτώσης τάσης στην αντίσταση συλλέκτη και την ελάττωση της τάσης συλλέκτη. Κατά την διάρκεια της αρνητικής ημιπεριόδου της AC τάσης εισόδου η τάση συλλέκτη αυξάνεται. Γι αυτό το λόγο η AC τάση εξόδου κάθε ενισχυτικής βαθμίδας CE έχει διαφορά φάσης 180 μοίρες με την AC τάση εισόδου.

Ακολουθεί ο πίνακας με τις μετρήσεις του εργαστηριακού ελέγχου του κυκλώματος.

Το σήμα εισόδου του κυκλώματος είναι από 2,5mV-1V η συχνότητα σταθερή στα 1KHZ και τα dB υπολογίστηκαν από την σχέση:

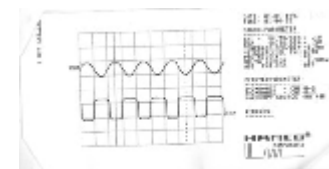
$$20\log\left(\frac{V_{out}}{V_{in}}\right)$$

F(HZ)	Vin(mV)	Vout(mV)	Av(dB)
1KHZ	2,5	2,5	0
1KHZ	5	5	0
1KHZ	25	6	-12,3
1KHZ	50	6	-18,4
1KHZ	100	6	-24,4
1KHZ	125	7	-25
1KHZ	150	7	-26,7
1KHZ	200	7	-29,1
1KHZ	1000	7	-43,09

Πίνακας εργαστηριακών μετρήσεων με διάφορες τιμές τάσης εισόδου.

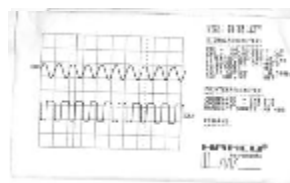
10.2.2 Δεύτερο στάδιο μετρήσεων. (συχνότητα)

Σε αυτή τη φάση της πειραματικής μας διαδικασίας παρεμβήκαμε στην γεννήτρια αλλάζοντας την συχνότητα από 1KHZ έως 400KHZ, και πήραμε τα παρακάτω παλμογράφηματα-αποτελέσματα.



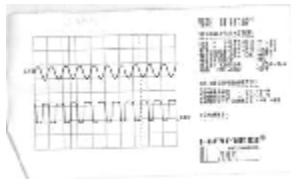
1KHZ

4KHZ

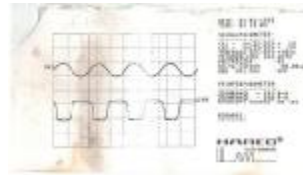


2KHZ

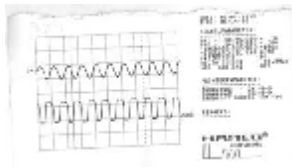
10KHZ



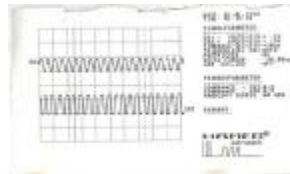
20KHZ



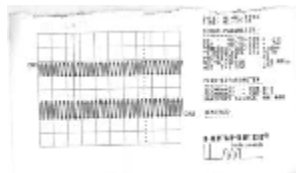
40KHZ



100KHZ



200KHZ



400KHZ

Σε αυτή τη φάση του πειραματικού έλεγχου πήραμε 9 παλμογραφήματα με μεταβάλλοντας την συχνότητα από 1KHZ έως 400KHZ, και παρατηρήσαμε πως η μοναδική μεταβολή ήταν στην περίοδο των σημάτων εισόδου-εξόδου.

F(KHZ)	Vin(mV)-Vout(V)	T(mS)
1	100-0,7	1
2	100-0,7	0,6
4	100-0,7	0,3
10	100-0,7	0,1
20	100-0,7	0,05
40	100-0,7	0,03
100	100-0,7	0,01

200	100-0,7	0,005
400	100-0,7	0

Πίνακας μετρήσεων για διάφορες τιμές της συχνότητας

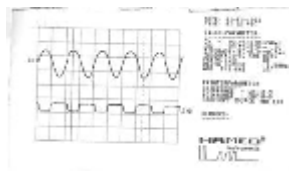
Σε αυτή την ομάδα μετρήσεων παρατηρούμε πως όσο και να αυξομειώνουμε την συχνότητα τα σήματα εισόδου-εξόδου παραμένουν αμετάβλητα, το μόνο που μεταβάλλεται είναι η περίοδο.

10.2.3 Τρίτο στάδιο μετρήσεων(volume)

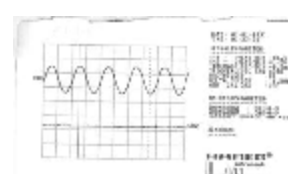
Σε αυτό το σημείο θα πάρουμε τρεις διαφορετικές μετρήσεις για να παρατηρήσουμε την μεταβολή που επιφέρει το ποτενσιόμετρο μας των 100K στο κύκλωμα, εξετάζοντας το στις τρεις βασικές του θέσεις: min-mid-max.



Pot-max pos



Pot-Mid pos



Pot-Min pos

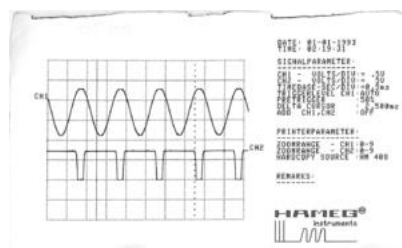
Σε αυτή τη ομάδα μετρήσεων δεν μεταβάλαμε την συχνότητα ούτε το σήμα εισόδου και έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας μετρήσεων.

F(KHz)	Pos	Vin(mV)	Vout(V)	Av(dB)
1	max	100	0,7	-3
1	mid	100	0,25	-12
1	min	100	0	0

Αλλάζοντας τις θέσεις του ποτενσιόμετρου το οποίο παίζει τον ρόλο του volume στο συγκεκριμένο εφέ το μόνο που μεταβάλλεται είναι το σήμα εξόδου μας, και όπως και στις παραπάνω δοκιμές είναι ευδιάκριτη και η αντιστροφή φάσης.

10.3.1 Τάση VCE-VBE

Τέλος θα θέλαμε να προσδιορίσουμε τις τάσεις μεταξύ συλλέκτη-εκπομπού και βάσης εκπομπού κάτι που μας το δείχνει το παρακάτω παλμογράφημα:



Στο channel 1 φαίνεται η VBE τάση στα 1V p-p ενώ στο channel 2 του παλμογράφου μας η VCE στα 0,8V τάση.

Η τάση VBE βρίσκεται στην είσοδο του τρανζίστορ και προφανώς έχει την ίδια μορφή με το σήμα στην είσοδο του ,δηλαδή ημίτονο τάση VCE βλέπει στην έξοδο του τρανζίστορ όπου έχει ξεπεράσει τα + - 0,7V έχουμε ψαλιδισμό.

11.Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τις μετρήσεις του προηγούμενου κεφαλαίου γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι λόγω της φύσης της μονάδας, δεν πρόκειται για συσκευή υψηλής πιστότητας και ηχητικής ποιότητας. Φυσικά όμως στον κόσμο των εφέ της ηλεκτρικής κιθάρας κάτι τέτοιο είναι σχεδόν ανεπιθύμητο.

Συμπερασματικά τα "stompbox" είναι μια υπόθεση που απασχολεί τόσο τους κατασκευαστές όσο και τους μουσικούς για τους οποίους προορίζονται. Οι σχεδιαστές αυτών των κύκλωμα των προσπαθούν με διάφορες τεχνικές να προσδιορίσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα ως αναφορά την αισθητική του ήχου αλλά και τον εύκολο χειρισμό τους. Η επιτυχία του αποτελέσματος κρίνεται από την ισορροπία αυτών των δύο παραγόντων. Πολλές φορές οι σχεδιαστές θέλοντας να καλύψουν μεγάλη γκάμα ηχοχρωμάτων ώστε να απευθύνονται σε όλο και περισσότερους μουσικούς καταλήγουν σε πολύπλοκα κυκλώματα με πολλές ρυθμιστικές παραμέτρους που καθιστούν έτσι το προϊόν απρόσιτο στον μουσικό. Άλλες πάλι φορές καταλήγουν σε κατασκευές με τόσο συγκεκριμένο χαρακτήρα στον ήχο ώστε να καθιστάτε μονότονο.

Στην δική μας κατασκευή προσπαθήσαμε να δώσουμε έναν πιο "πραγματικό" ήχο χωρίς φίλτρα και περιττά "gain" χωρίς τελεστικούς ενισχυτές και ολοκληρωμένα που μπερδεύουν το αυτί του μουσικού και τον οδηγούν σε μουσικό κορεσμό. Ένα απλό κύκλωμα

κοινού εκπομπού με τρανζίστορ και δύο διόδους για το απαραίτητο ψαλίδισμα. Στο πειραματικό μέρος αυτής αντιμετωπίσαμε κάποιες δυσκολίες με τον αναλογικό παλμογράφο αφού δεν μπορούσαμε να διακρίνουμε-εκτυπώσουμε το σήμα μας στις πολύ χαμηλές συχνότητες(562,3mHZ)και στις πολύ υψηλές είχαμε το ίδιο πρόβλημα(4,217MHZ). Από τη σύγκριση των μετρήσεων στη προσομοίωση και στα πρακτικά, είδαμε πόσο αξιόπιστο είναι το πρόγραμμα TINA TI Η σχεδίαση και προσομοίωση κυκλωμάτων σ' αυτό, μας βοηθά να αποκτήσουμε μια αρκετά πιστή εικόνα σε σχέση με το πραγματικό, αποκλείοντας όμως τον παράγοντα θόρυβο, που μπορεί να προέρχεται από κακή κατασκευή ως και εξωγενής επιδράσεις.

Τέλος, έχοντας αποκτήσει μια στοιχειώδη εμπειρία και γνώση από αυτή την εργασία, και δεδομένου ότι τα Stompbox χρησιμοποιούνται κατά κόρων στις μέρες μας στη Popular μουσική, θέλω να επισημάνω το πόσο ουσιώδες είναι για ένα ηλεκτρολόγο η εμβάθυνση στον τομέα αυτό, καθώς γνωρίζοντας τους μηχανισμούς από τους οποίους αποτελείται ένα Stompbox, σε συνδυασμό με γνώσεις ηχοληψίας μπορούν να αποφευχθούν σημαντικά προβλήματα.

12.Βιβλιογραφία-Πηγές

- <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/doppler.html>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Doppler_effect
- **Βασική Ηλεκτρονική, Τέταρτη Έκδοση, Albert Paul Malvino**, Εκδόσεις : Τζιόλα
- ***The Stompbox: A History of Guitar Fuzzes, Flangers, Phasers, Echoes and Wahs*, Arthur A. Thompson**, Backbeat Books (2007)



2N3904

SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR

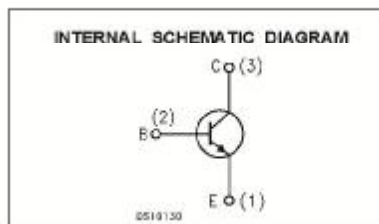
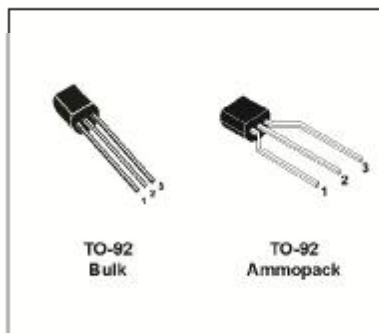
PRELIMINARY DATA

Ordering Code	Marking	Package / Shipment
2N3904	2N3904	TO-92 / Bulk
2N3904-AP	2N3904	TO-92 / Ammo pack

- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

APPLICATIONS

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CB0}	Collector-Base Voltage ($I_C = 0$)	60	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage ($I_C = 0$)	40	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage ($I_E = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	100	mA
T_{tot}	Total Dissipation at $T_c = 25^\circ\text{C}$	625	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	$^\circ\text{C}$
T_c	Max. Operating Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$

2N3904

THERMAL DATA

$R_{th(jc)}$	Thermal Resistance Junction-Case	Max	200	$^{\circ}\text{C/W}$
$R_{th(ja)}$	Thermal Resistance Junction-Air	Max	81.3	$^{\circ}\text{C/W}$

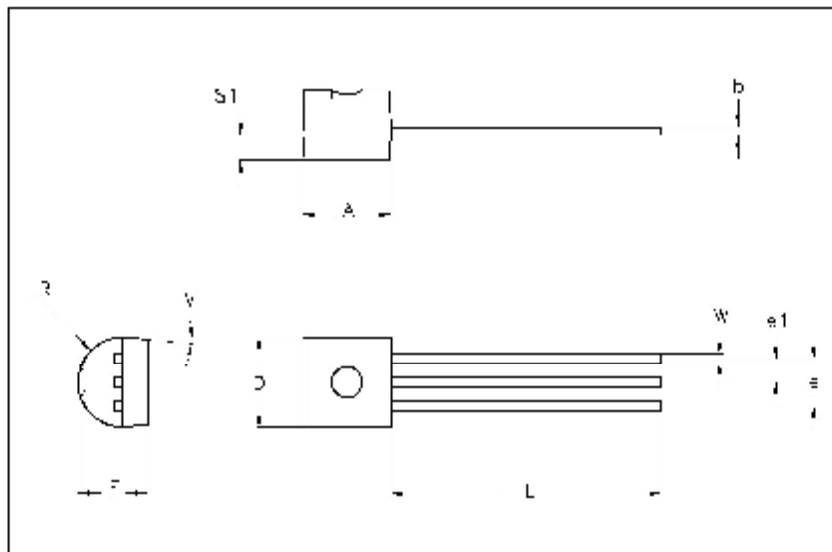
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$I_{CE(sat)}$	Collector Current ($V_{CE} = 30\text{ V}$)	$V_{CE} = 30\text{ V}$			50	mA
$I_{BE(sat)}$	Base Current ($V_{CE} = 30\text{ V}$)	$V_{CE} = 30\text{ V}$			50	mA
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_E = 0$)	$I_C = 1\text{ mA}$	40			V
$V_{CE(sat)}$	Collector-Base Breakdown Voltage ($I_E = 0$)	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$	50			V
$V_{BE(sat)}$	Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_C = 0$)	$I_E = 10\text{ }\mu\text{A}$	6			V
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}$ $I_E = -10\text{ mA}$	$s = 1\text{ mA}$ $s = 5\text{ mA}$		0.2 0.2	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}$	$s = 1\text{ mA}$ $s = 0\text{ mA}$	0.60	0.90	V
β_{DC}	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{ mA}$ $I_C = 1\text{ mA}$ $I_C = 10\text{ mA}$ $I_C = 100\text{ mA}$	$V_{CE} = 1\text{ V}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$	20 30 100 30	100	
f_T	Transition Frequency	$I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 20\text{ V}$	$f = 100\text{ MHz}$	50	100	MHz
C_{cb}	Collector-Base Capacitance	$I_E = 0$ $V_{CE} = 10\text{ V}$	$f = 1\text{ MHz}$	4		pF
C_{eb}	Emitter-Base Capacitance	$I_E = 0$ $V_{CE} = 0.0\text{ V}$	$f = 1\text{ MHz}$	10		pF
NF	Noise Figure	$V_{CE} = 5\text{ V}$ $I_C = 0.1\text{ mA}$ $R_s = 15.7\text{ k}\Omega$ $R_L = 1\text{ k}\Omega$	$f = 10\text{ Hz}$	5		dB
t_d	Delay Time	$I_C = 10\text{ mA}$	$s = 1\text{ mA}$		35	ns
t_r	Rise Time	$V_{CE} = 30\text{ V}$			35	ns
t_s	Storage Time	$I_C = 10\text{ mA}$	$s = -I_E = 1\text{ mA}$		100	ns
t_f	Fall Time	$V_{CE} = 30\text{ V}$			50	ns

* Pulse: Pulse duration = 300 μs , duty cycle = 1%.

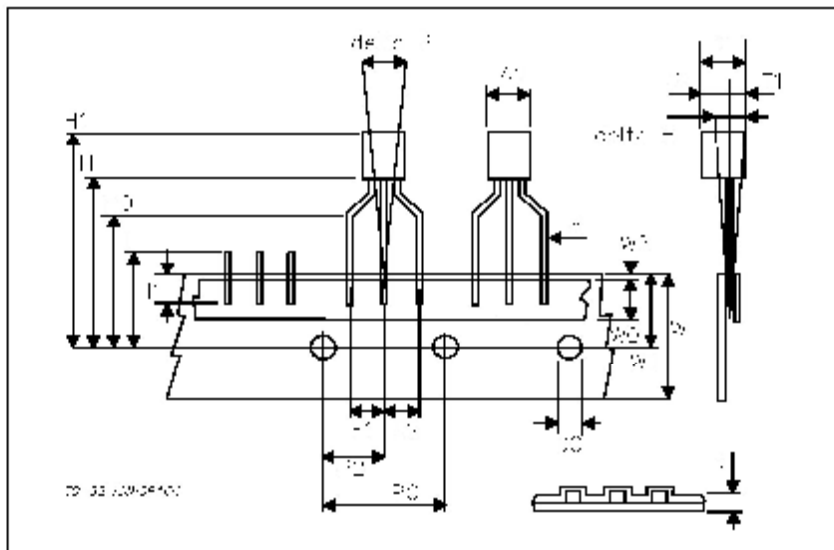
TO-92 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			Inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.32		4.95	0.170		0.195
a	0.36		0.51	0.014		0.020
D	1.40		1.93	0.075		0.076
D	3.30		3.94	0.130		0.155
ø	2.41		2.67	0.095		0.106
ø'	1.74		1.40	0.045		0.055
	2.40		15.41	0.095		0.603
K	2.10		2.41	0.083		0.094
e1	1.74		1.54	0.045		0.060
W	0.41		0.58	0.016		0.022
V	4 degree		8 degree	4 degree		8 degree



TO-18 AMMOPACK SHIPMENT (Suffix "-AP") MECHANICAL DATA

DIM.	mm			Inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A1			4.80			0.189
-			3.80			0.150
T			1.00			0.039
l2			2.90			0.081
d			0.48			0.019
FD	12.50	12.00	12.00	0.492	0.500	0.508
FD	0.50	0.35	0.00	0.020	0.000	0.000
FD	2.44	2.54	2.80	0.096	0.100	0.110
delta l	2.00		1.00	0.079		0.039
W	17.50	18.20	19.00	0.689	0.709	0.748
W0	5.00	5.00	5.00	0.224	0.226	0.240
W1	8.50	8.00	8.00	0.335	0.314	0.314
W2			0.00			0.000
F	16.50		20.00	0.728		0.827
L0	15.50	18.20	18.50	0.610	0.700	0.750
L1			25.00			0.984
D0	3.80	4.00	4.20	0.150	0.157	0.165
-			0.00			0.000
-			11.00			0.433
H	3.00			0.118		
delta P	-1.00		1.00	-0.039		0.039



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information or 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. Such third party notices, if any, are hereby expressly acknowledged in this publication and are subject to change without notice. This publication is based on STMicroelectronics' typical specifications. 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.

© 2008 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Austria - Brazil - Canada - China - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Mexico - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States

<http://www.st.com>



601