ΤΜΗΜΑ :***Α.Τ.Ε.Ι. ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ***

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΛΑΚΕΤΑΣ ΕΦΕ ΠΕΤΑΛΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΙΘΑΡΑΣ (CRY BABY)



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ***ΑΚΤΕΝΙΖΟΓΛΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ***

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ***ΒΕΝΙΕΡΗΣ ΜΑΝΩΛΗΣ***

ΡΕΘΥΜΝΟ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ……3

WAH – WAH……5

MODELS ……12

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ……14

Τρανζίστορς……14

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΟ MULTISIM……28

Υλικά και εξαρτήματα……31

BLOCK ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ……40

Ενισχυτής κοινού συλλέκτη……42

Ενισχυτής κοινού εκπομπού……48

DATASHEET……58

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ……68

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ……73

ΠΗΓΕΣ……74

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι η κατασκευή πλακέτας εφέ πεταλίου ηλεκτρικής κιθάρας – crybaby. Η κατασκευή αυτής της πλακέτας θα υλοποιηθεί πρώτα σε ένα πρόγραμμα προσομοίωσης ώστε να μπορέσουμε να διακρίνουμε τυχόν προβλήματα καθώς επίσης και το πως ανταποκρίνεται σε σχέση πάντα με τον προσομοιωτή και έπειτα, εφόσον τα αποτελέσματα μας θα αγγίζουν , όσο είναι εφικτό, την πραγματικότητα, θα προχωρήσουμε στην υλοποίηση της κατασκευής.

Το pedal χρησιμοποιείτε σχεδόν από όλους τους κιθαρίστες προσφέροντας του έναν διαφορετικό ήχο στην ηλεκτρική κιθάρα ή ένα πιο εξειδικευμένο εφέ με σκοπό να εμπλουτίσει τον ήχο της κιθάρας του. Ο κάθε μουσικός επιλέγει, σύμφωνα πάντα με τις δικές του ανάγκες αλλά και με τις ανάγκες της μουσικής που υπηρετεί, το pedal και το εφέ που θα χρησιμοποιήσει .

Στην πτυχιακή αυτή εργασία θα κατασκευάσουμε ένα εφέ εν ονόματιcrybaby το οποίο όπως γίνεται αντιληπτό και από το όνομα του θα μετατρέπει τον ήχο της κιθάρας σε κλάμα μωρού.

SUMMARY

The purpose of this thesis is the building of an electric guitar effects pedal board widely known as ‘Cry Baby.’ The building of this specific board will initially be realized by the use of a simulation program so that potential problems could instantly be detected. At this stage, the board’s response to the simulator itself will also be tested by the program. Following the initial step, and as long as the results of the simulation testing are satisfactory, the construction of the device will safely take place.

Guitar effects pedals are used by the majority of guitarists nowadays since these can provide a distinctive sound to their electric guitar playing; one that enriches their musical outcome.

Every musician selects the type of their pedal, and the

effects accompanied by that, according to their preferences or the requirements of the music style they engage into.

As mentioned above, this thesis aims at the creation of an effect called Cry Baby. This effect was called as such since it converts the typical guitar sound into the sound produced by a baby crying.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ/KEY WORDS

Λέξεις κλειδιά οι οποίες αντιπροσωπεύουν την πτυχιακή εργασία

Προσομοίωση, κατασκευή, ηλεκτρική κιθάρα multisim, crybaby, wah-wah, pedal.

Simulation, construction,electric guitar, multisim, cry baby, wah-wah, pedal.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέπων της πτυχιακής μου εργασίας τον κ. Βενιέρη Μανώλη για τις πολύτιμες πληροφορίες που μου έδωσε πάνω στην κατασκευή την πλακέτας για το εφέ πεταλιού της ηλεκτρικής κιθάρας.(crybaby wah-wah) .

WAH – WAH

Wah – Wah pedals (cry baby)

Όταν οι άνθρωποι μιλούν για ένα wah-wah pedal μιλόυν για ένα crybabywahs. Αυτό είναι κάτι το οποίο δημιούργησε μερικούς από τους πιο διαχρονικούς ήχους της Ροκ. Το crybaby pedal δημιουργήθηκε για πρώτη φορά στο 1966 από τους μηχανικούς στην εταιρεία οργάνων Thomas. Αυτό ο νέος και εκφραστικός ήχος χαρακτήρισε κιθαρίστες όπως ο JimiHendrix και ο EricClapton οι οποίοι συνέβαλν στην τεράστια δημοτικότητα του Wahcrybabyεώς και σήμερα. Ενώ διάφορα εφέ έχουν , κατά καιρούς , γίνει γνωστά το crybaby είναι αυτό το οποίο όχι μόνο παραμένει σταθερή αξια για τους λάτρεις της ροκ αλλά και αναπτύσσεται και βελτιώνεται με το πέρασμα των χρόνων. Το Dunlop CryBaby είναι πλέον το πιο διάσημο wah-wah pedal . Το όνομα του προήλθε διότη η εταιρεία μηχανικών της Thomas παρέλειψε να κατοχυρώσει το όνομα του αφήνοντάς το ανοιχτό για την Dunlop.

Το pedal wah wah (ή απλά πηδάλιο wah) είναι ένα είδος πηδαλίου κιθάρας ειδικών εφέ το οποίο αλλάζει τον τόνο του σήματος για να δημιουργήσει ένα χαρακτηριστικό εφέ, την απομίμηση της ανθρώπινης φωνής.Τοpedalσαρώνει την κορυφή της κυματομορφής του φίλτρου πάνω και κάτω στη συχνότητα για να δημιουργήσει έναν ήχο (spectral glide) ,επίσης γνωστός και ως <the wah effect>. Το wah-wah εφέ ξεκίνησε γύρω στα 1920, με τους μουσικούς της τρομπέτας και του τρομπονίου οι οποίοι ανακάλυψαν

ότι μπορούσαν να παράγουν έναν χαρακτηριστικό τόνο κλάματος με το να μετακινούν το mute (ένα εξάρτημα το οποίο δίνει στο όργανο έναν μεταλλικό ήχο) της καμπάνας της τρομπέτας. Αυτό αργότερα προσομοιώθηκε με την ηλεκτρονική για την ηλεκτρική κιθάρα και ελεγχεται με την κίνηση του ποδιού του μουσικού σε ένα κινούμενο πηδάλιο που συνδέεται στο ποτενσιόμετρο. Τα εφέ wahwahχρησιμοποιούνται όταν ο κιθαρίστας κάνει σόλο, ή δημιουργεί ένα ρυθμό σε στύλ <wackawacka> funk.

Ιστορία

Το πρώτο pedal wah δημιουργήθηκε από τον Brad Plunkett στο Warkwick Electronics Inc / Thomas Organ Company τον νοέμβριο του 1966. Το pedal είναι το αυθεντικό προτότυπο κατασκευασμένο από mid range boost tranzistors (μεσαίων συχνοτήτων) ελεγχόμενο από ένα on board ποτενσιόμετρο και από ένα pedal έντασης Vox continental organ. Η ιδέα, ωστόσο δεν ήταν καινούρια, ο βιρτουόζος κιθαρίστας κάντρι μουσικής Che Atkins είχε χρησιμοποιήσει μία παρόμοια αυτοσχέδια συσκευή. Στις ηχογραφήσεις του , του 1950, των <HotToddy> και <Slinkey>.

Η δημιουργία του wah pedal ήταν στην πραγματικότητα ένα ατύχημα το οποίο προήλθε από την επανασχεδίαση του Vox Super Beatle ενισχυτή κιθάρας το 1966. Η Warkwick Electronics Inc / Thomas Organ Company αγόρασε την ονομασία Vox εξ' αιτίας της δημοσιότητας του ονόματος της και του συσχετισμού του με τους Beatles. Η Warkwick Electronics Inc / Thomas Organ Company επίσης είχε στην ιδιοκτησία της την Warkwick Electronics Inc / Thomas Organ Company η οποία είχε αναθέση στην Thomas Organ Company να δημιουργήσει μία νέα γραμμή προιόντων εν ονόματι theall-electric Vox Amplifonic Orchestra. Το πρότζεκτ είχε ως επικεφαλή τον μουσικό και μαέστρο Bill Page.Καθώς δημιουργούσε την Vox Amplifonic Orchestra, η Thomas Organ Company χρειάστηκε να επανασχεδιάσει τον ενισχυτή Vox σε έναν ενισχυτη με την χρήση τρανζίστορ στερεού τύπου αντί για την χρήση σωλήνα, που θα ήταν φθηνότερο να κατασκευάσει. Κατά τη διάρκεια της επανασχεδίασης του USA Vox, ο Stan Cattler, ο οποίος ηταν ο επικεφαλής μηχανικος της Thomas, ανέθεσε στον BradJ. Plunkett, να αντικαταστήσει το ακριβό Jennings transistor switch 3 θέσεών με ένα τρανζίστορ στερεού τύπου.

Ο Plunkett είχε ανακατασκεύασει ένα κύκλωμα αλλαγής τονικότητας με την χρήση τρανζίστορς από την Thomas Organ για να αντιγράψει το Jennings transistor 3 θέσεών. Αφού προσάρμοσε και δοκίμασε τον ενισχυτή με μια γεννήτρια συχνοτήτων και έναν παλμογράφο, ο Plankett συνέδεσε την έξοδο με ένα ηχείο και δοκίμασε το κύκλωμα ακουστικά. Σ' αυτό το σημείο, αρκετοί μηχανικοί και τεχνικοί σύμβουλοι, συμπεριλαμβανομένου του Bill Page και του Del Casher,

παρατήρησε το ηχητικό εφέ που προκαλείτε απο το κύκλωμα. Ο Bill Page επέμεινε να δοκιμάσει το κύκλωμα καθώς έπαιζε το σαξόφωνο του μέσω ενός ενισχυτή. Ο John Glennon, ένας βοηθός υπομηχανικού μηχανικής της Thomas απο τον οποίο είχε ζητηθεί να φέρει ένα volume control pedal το οποίο χρησιμοποιήθηκε από την Vox με ένα transistor MRB ελεγχόμενο απο ένα ποτενσιόμετρο ώστε να εγκατασταθεί στη θέση του pedal. Μετά την εγκατάσταση ο Bill Page άρχισε να παίζει το σαξόφωνο του μέσω του πηδαλίου και είχε ζητήσει απο τον joe Banaron, CEO της Warkwick Electronics Inc / Thomas Organ Company, να ακουεί το εφέ. Σ' αυτό το σημείο, η πρώτη ηλεκτρική κιθάρα συνδέθηκε στο πρωτότυπο wah pedal από τον κιθαρίστα Del Casher που πρότεινε στον Joe Banaron ότι αυτό ήταν ένα pedal για εφέ κιθάρας αντι πνευστών οργάνων. Ο Joe Banaron, ο οποίος ήταν θαυμαστής του στυλ μουσικής μεγάλης μπάντας, τον ενδιέφερε να προωθήσει στην αγορά το wah pedal για πνευστά όργανα όπως είχε αρχικά προταθεί από τον Bill Page και όχι για ηλεκτρική κιθάρα όπως προτάθηκε από τον Del Casher. Μετά από μια αναφορά του Casher στον Banaron σχετικά με το στυλ Harmonmute παιξίματος τρομπέτας στη διάσημη ηχογράφηση του "SugarBlues" στα 1930, ο Banaron αποφάσισε να προωθήσει το wah-wahpedal χρησιμοποιώντας το όνομα του Clyde McCoy για μεγαλύτερη εμπορική επιτυχία.

Μετά την αρχική εφεύρεση του wah pedal, το πρωτότυπο pedal τροποποιήθηκε στη συνέχεια από τον Del Casher και τον Brad Plunkett για να «φιλοξενήσει» καλύτερα τα αρμονικά χαρακτηριστικά της κιθάρας. Ωστόσο, εφόσον η Vox δεν είχε την πρόθεση να προωθήσει το wah pedal για μουσικούς ηλεκτρικής κιθάρας, το πρωτότυπο wah wah pedal δόθηκε στον Casher για παράστασεις στις συνεντεύξεις τύπου της Vox και για μουσικές επενδύσεις ταινιών της Universal Pictures. Η μη τροποποιημένη εκδοχή του wah pedal της Vox δόθηκε στο κοινό τον Φεβρουάριο του 1967 με μια φωτογραφία του Clyde McCoy στην βάση του pedal.

Η Warwick Electronics Inc. ανέθεσε στον LesterL. Kushner, μηχανικού της Thomas Organ Company, και στον Brad J. Plunkett να δημιουργήσουν και να παραδώσουν την έγγραφη τεκμηρίωση για την πατέντα του wah wah pedal. Η πατέντα κατατέθηκε στις 24 Φεβρουαρίου 1967, η οποία περιελάμβανε τεχνικά διαγράμματα του pedal συνδεδεμένου με μια τετράχορδη «κιθάρα» (όπως

σημειώθηκε στην «Περιγραφή της Προτιμητέας Ενσωμάτωσης»). Στη Warwick Electronics Inc. επιδόθηκε η USpatent 3530224 (ελεγχόμενου εκ ποδιού συνεχούς μεταβλητής προτίμησης κύκλωμα για μουσικά όργανα) στις 22 Σεπτεμβρίου του 1970.

Οι πρώτες εκδοχές του Clyde McCoy παρουσιάζονταν με μια εικόνα του ίδιου στη βάση του πάνελ, η οποία σύντομα αντικαταστάθηκε με απλά την υπογραφή του. Η Thomas Organ τότε θέλησε το εφέ να θεωρηθεί δική της εφεύρεση για την αμερικάνικη αγορά, αλλάζοντας την ονομασία σε CryBaby το οποίο πωλούσε παράλληλα με το Ιταλικό VoxV846. Η αποτυχία της Thomas Organ να εξασφαλίσει την εμπορική επωνυμία του CryBaby σύντομα οδήγησε στην πληθώρα απομιμήσεων αυτού από διάφορα σημεία του κόσμου στην αγορά, μεταξύ των οποίων και από την Ιταλία, απ' όπου όλα τα αυθεντικά Vox και CryBabys κατασκευάζονταν. Η Jen που ήταν υπεύθυνη για την κατασκευή των wah pedals της Thomas Organ και της Vox, επίσης κατασκεύαζε με άλλη επωνυμία pedals και για εταιρίες απως η Fender και η Gretsch, όπως επίσης και άλλα με την δική τους επωνυμία Jen. Όταν η Thomas Organ μετέφερε την παραγωγή εξ ολοκλήρου στην Sepulveda, California και Chicago, Illinois, αυτά τα ιταλικά μοντέλα εξακολουθούσαν να κατασκευάζονται και είναι ανάμεσα στα πιο συλλογικά wah pedals σήμερα.

Κάποιοι από του πιο διάσημους κιθαρίστες ηλεκτρικής κιθάρας της εποχής θέλησαν να υιοθετήσουν το wah-wah pedal αμέσως μετά την κυκλοφορία του. Ανάμεσα στις πρώτες ηχογραφήσεις που κυκλοφόρησαν με τη παρουσία wah-wah pedal ήταν τα "Tales of Brave Ulysses" από Cream με τον Eric Clapton στην κιθάρα και το "Burning of the Midnight Lamp" απο Jimi Hendrix Experience, οπου και τα δύο κυκλοφόρησαν το 1967.

Άλλες χρήσεις

Μια άλλη χρήση του pedal είναι να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει συγκεκριμένες συχνότητες με το να κρατάται σε μια μόνο θέση, τονίζοντας το «sweetspot» στο τονικό φάσμα του οργάνου.

Ο πρωταρχικός κιθαρίστας ηλεκτρικής κιθάρας που το χρησιμοποίησε με αυτό τον τρόπο ήταν ο Jimi Hendrix, που έφερε

επανάσταση στην εφαρμογή του συνδυάζοντας μια Fender Stratocaster με ενισχυτές Marshall (και τα δυο σε στατική και διαμορφωμένη λειτουργία), κάτι το ανήκουστο έως τότε για βασική/ρυθμική κιθάρα. Σύμφωνα με τον Del Casher, ο Hendrix έμαθε για το pedal από τον Frank Zappa, γνωστός σαν ένας άλλος από τους πρώτες χρήστες. Ορόσημα αυτού του χαρακτηριστικού συνδυασμού κιθάρας και ενισχυτών αποτελούν τραγούδια όπως το "Voodoo Child (SlightReturn)" όπως και το "Star Spangled Banner," τα οποία παίχτηκαν από τον Hendrix στο Woodstock το 1969.

Ο Michael Schenker επίσης το χρησιμοποίησε στη δουλειά του. Ο Mick Ronson χρησιμοποίησε ένα CryBaby για τον ίδιο σκοπό καθώς ηχογραφούσε το The Riseand Fall of Ziggy Stardustand the Spiders from Mars. Ένα envelope filter ή envelope follower συχνά αναφέρεται και ως auto-wah ή T-wah — το "T" όπως «θέτω σε ενέργεια (στα αγγλικά “trigger” και από εκεί το T) από το εύρος του σήματος εισόδου.

Ένα άλλο γνωστό στυλ παιξίματος wah-wah είναι να χρησιμοποιηθεί για ένα έντονο εφέ "wacka-wacka" με τη σίγαση χορδών και τη μετακίνηση του πετάλ την ίδια στιγμή. Αυτό ακούστηκε πρώτη φορά στο τραγούδι "Little Miss Lover" (1967) από το Jimi Hendrix Experience. Μια από τις πιο διάσημες χρήσεις αυτού του εφέ συναντάται στο "The me from Shaft" (1971) του Isaac Hayes (Charles Pitts στην κιθάρα). Ο David Gilmour των Pink Floyd συνέδεσε ανάποδα το pedal για να δημιουργήσει τις ηλεκτρονικές κραυγές που ακούγονται στο τραγούδι του 'Echoes'.

Άλλα όργανα

Πολλοί μπασίστες έχουν χρησιμοποιήσει το wah-wah effect, για παράδειγμα ο Michael Henderson στο άλμπουμ του Miles Davis On the Corner (1972). Ο μπασίστας Cliff Burton των Metallica χρησιμοποίησε εκτενώς ένα Morley Wah pedal (μαζί με το Big Muff Distortion), και τα δύο ηχογραφημένα για το Ride the Lightning. Ο Geezer Butler, μπασίστας των Black Sabbath το χρησιμοποίησε όταν έπαιξε το solo "Bassically", μαζί με την

γραμμή μπάσου "N.I.B.". Ο Chris Squire των Yes χρησιμοποίησε ένα wah-wah pedal στο solo κομμάτι του "The Fish" στο άλμπουμ Fragile. Ο John Medeski των Medeski, Martin, and Wood χρησιμοποιεί ένα Wah pedal με το Clavinet του. Πολλοί Steel Guitar μουσικοί χρησιμοποιούνένα Wah-Wah, όπως ο Robert Randolph των Robert Randolph and the Family Band.

Ο Melvin Ragin ευρύτερα γνωστός με το ψευδώνυμο Wah-wah Watson, υπήρξε μέλος της Motown Records studio μπάντας, The Funk Brothers, όπου ηχογραφησε με καλλιτέχνες οπως οι The Temptations, The Jackson 5, The Four Tops, Gladys Knight & The Pips, και The Supremes. Έπαιξε σε αμέτρητες παραστάσεις στα 1970 και 1980 για πολλές κορυφαίες soul, funk και discoacts, μεταξύ αυτών και η Herbie Hancock.

Οι μουσικοί πλήκτρων επίσης χρησιμοποίησαν το wah-wah effect και στο στούντιο και σε live εμφανίσεις τους. Ο Garth Hudson χρησιμοποίησε ένα wah-wah pedal στο clavinet του τραγουδιού The Band "Upon Cripple Creek" για να μιμηθεί ένα μια άρπα Jaw. Ο Rick Wright των Pink Floyd έπαιξε ένα Wurlitzer ηλεκτρικό πιάνο με τη χρήση του wah-wah pedal στο τραγούδι τους "Money" για να δώσει την εντύπωση του παιξίματος πολλών διαδοχικών χορδών. Ο Jordan Rudess των Dream Theater έκανε εκτενή χρήση του wah-wah pedal στο άλμπουμ του Dream Theater's των Train of Thought.

Πολύ δίσκοι Jazz Fusion παρουσιάζουν πνευστά όργανα wind and brass με το εφέ-η τρομπέτα του MilesDavis είναι ένα πολύ γνωστό παράδειγμα. Ο Davis χρησιμοποίησε πρώτη φορά αυτή τη τεχνική το 1970 (σε κονσέρτα καταγεγραμμένα στο Live-Evilκαι The Cellar Door Sessions) την ίδια περίοδο που έκανε τους keyboard μουσικούς του (Keith Jarrett, Chick Corea) να παίξουν ηλεκτρικό πιάνο με wah-wah pedal. Ο Napoleon Murphy Brock έπαιξε σαξόφωνο ενισχυμένο με wah-wah pedal στην ταινία του Frank Zappa “The DubRoom Special “ , όπως επίσης και σε μερικά άλμπουμ του Zappa. Κάποιος μπορεί να ακούσει τον David Sanborn να παίζει Alto σαξόφωνο τροποποιημένο με ένα wah-wah pedal στον δίσκο του David Bowie “Young Americans”. Ο διάσημος σαξοφωνίστας King Curtis ήταν επίσης γνωστός για την χρήση του wah-wah pedal. Ο Dick Sins (keyboard μουσικός με τον Eric Claptonστα τέλη της δεκαετίας του '70) χρησιμοποιούσε ένα Hammond Organ σε συνδιασμό με τον wah-wah pedal

τοποθετημένο στην κορυφή του οργάνου και το χειριζόταν με την παλάμη του.

Το εφέ χρησιμοποιείται εκτενώς με ηλεκτρικό βιολί. Σημαντικά παραδείγματα είναι ο Jerry Goodman με την Mahavishnu Orchestra, και ο Jean-Luc Ponty, Don "Sugarcane" Harris και Shankar, με τον FrankZappa, όπου όλοι παίζουν μεγάλης διάρκειας ντουέτα wah-wah κιθάρας/βιολιού. Ο Boyd Tinsley των Dave Matthews Band είναι γνωστος για την χρήση του wah-wah pedal σε live εμφανίσεις.

MODELS

Διάφορα από τα πιο γνωστά μοντέλα pedal crybaby της Dunlop

Υπάρχουν πολλών ειδών διαφορετικά μοντέλα crybaby απο την Dunlop Manufacturing. Τα πιο διάσημα όμως είναι τα ακόλουθα :



GCB-95 : Οι περισσότεροι το γνωρίζουν ως το “CryBaby Original”. Το by bass switch του έχει βελτιωθεί με την πάροδο των χρόνων κατά συνέπεια ο τόνος του να μην είναι και τόσο κακός σήμερα.

GCB-95F Classic : Το συγκεκριμένο crybaby είναι με Fasel (classicitalian-made) πηνίο και ένα HotPotz 100K Ohm ποτενσιόμετρο. Το συγκεκριμένο μοντέλο διαθέτει και hard wire by pass





95Q : Ένα CryBaby pedal χωρίς διακόπτες αλλά με Q control η οποία μεταβάλλει την ένταση του εφέ wah καθώς επίσης διαθέτει και δυνατότητα αυτόματης επιστροφής λειτουργίας (auto-returnfunction)

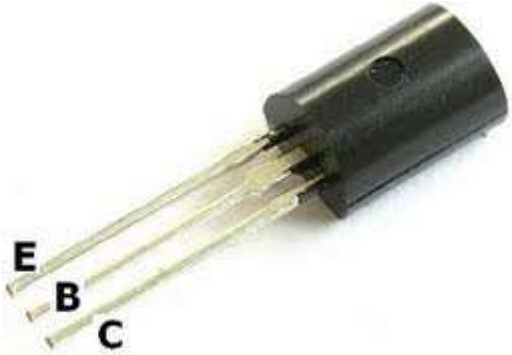
535Q : Χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου pedal είναι η ικανότητα μετατόπισης του τόνου χρησιμοποιώντας το Q control, διαθέτει έξι διαφορετικές περιοχές wah, μια αύξηση της έντασης και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως sustain pedal.



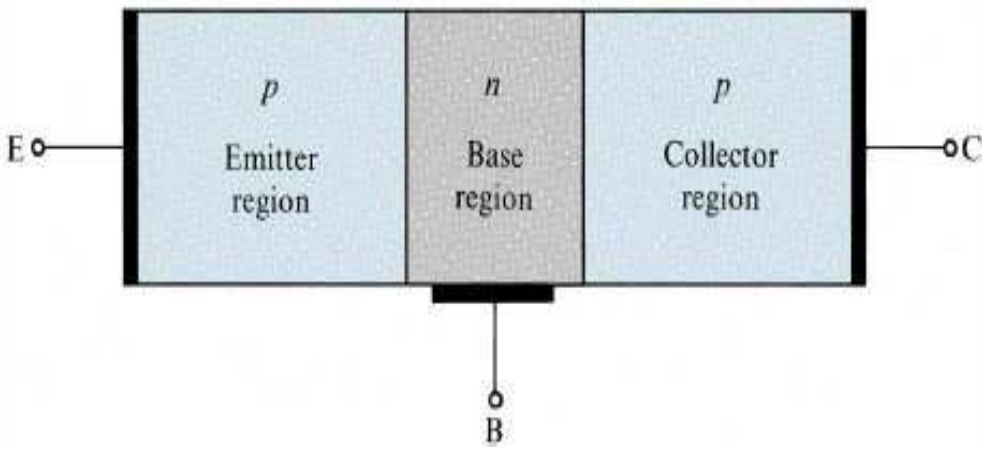
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

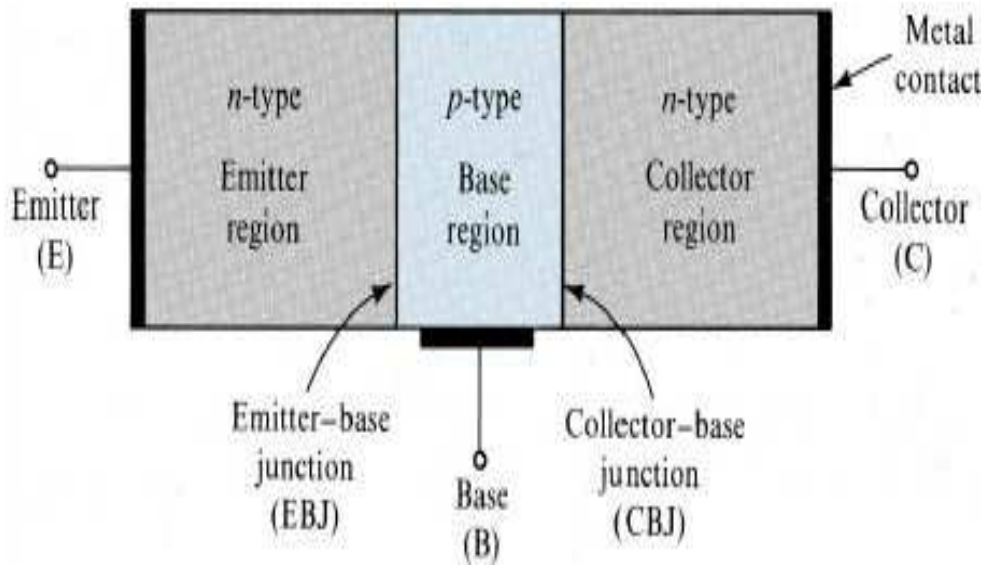
Τρανζίστορς

Το τρανζίσορ είναι μια συσκευή ημιαγωγών η οποία χρησιμοποιείτε για την ενίσχυση σημάτων και ηλεκτρικού ρεύματος. Αποτελείτε από ημιαγώγιμο υλικό με τουλάχιστον τρεις ακροδέκτες για τη σύνδεση σε ένα εξωτερικό κύκλωμα. Η τάση ή το ρεύμα εφαρμόζεται σε ένα ζεύγος ακροδεκτών του τρανζίστορ αλλάζοντας το άλλο ζεύγος του.



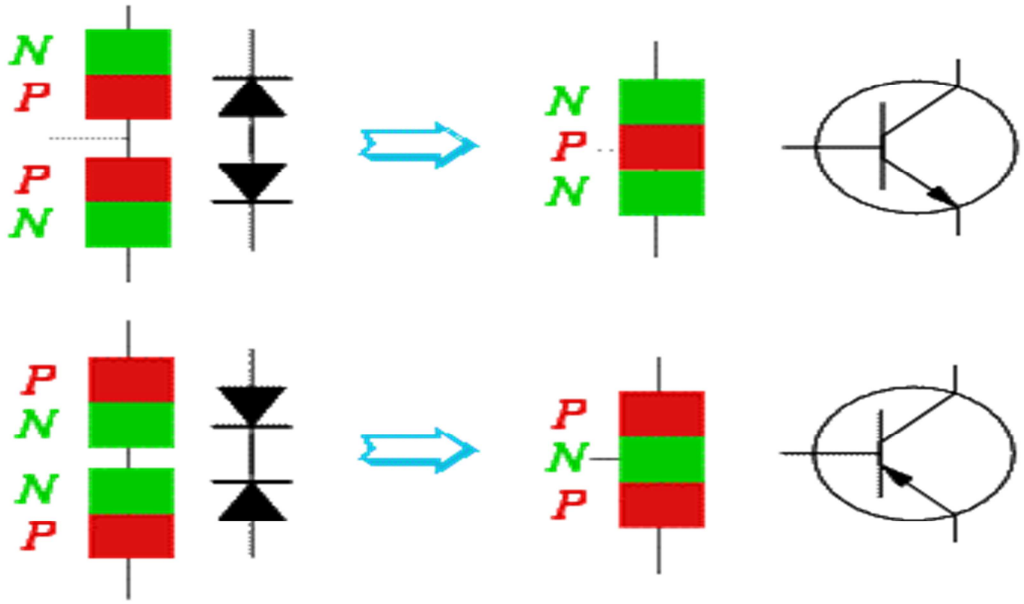
Το τρανζίστορ είναι ένας κρύσταλλος με τρείς περιοχές εμπλουτισμένες με προσμίξεις. Ανάλογα με τον τρόπο εμπλουτισμού, το τρανζίστορ διακρίνονται σε δυο τύπους, το PNP και το NPN.





Οι τρείς περιοχές ενός τρανζίστορ ονομάζονται, ανάλογα με τη λειτουργία τους, εκπομπός, βάση συλλέκτης. Ο εκπομπός είναι μια έντονα εμπλουτισμένη περιοχή. Προορισμός του είναι να εκπέμπει φορτία προς τη βάση. Η βάση είναι μια περιοχή λιγότερο εμπλουτισμένη και είναι πολύ λεπτή. Το λεπτό πάχος της βάσης επιτρέπει στα περισσότερα φορτία, τα οποία εκπέμπονται από τον εκπομπό, να φθάνουν στο συλλέκτη όπου και συλλέγονται. Το επίπεδο εμπλουτισμού του συλλέκτη είναι χαμηλότερο από αυτό του εκπομπού και από αυτό της βάσης. Επιπλέον, επειδή στο συλλέκτη καταναλώνεται μεγαλύτερη ισχύς, από ότι στη βάση και τον εκπομπό, η περιοχή την οποία καταλαμβάνει ο συλλέκτης είναι μεγαλύτερη.

Σε κάθε τρανζίστορ σχηματοποιούνται δύο δίοδοι, μια μεταξύ βάσης και εκπομπού και μια μεταξύ βάσης και συλλέκτη. Γι’ αυτό το λόγο ένα τρανζίστορ μοιάζει σαν να αποτελείται από δύο διόδους συνδεδεμένες σε αντίθετη φορά.



Το τρανζίστορ PNP είναι το συμπληρωματικό του τρανζίστορ NPN, επειδή οι φορείς πλειονότητας στον εκπομπό και συλλέκτη του πρώτου είναι οπές ενώ του δευτέρου ηλεκτρόνια. Αυτό συνεπάγεται, ότι κατά τη λειτουργία του PNP τα ρεύματα και οι πολώσεις έχουν αντίθετη φορά με τα ρεύματα και τις πολώσεις του NPN. Όταν δεν εφαρμόζεται πόλωση σε ένα τρανζίστορ NPN τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του εκπομπού διαχέονται προς τη βάση και μέρος των οπών της βάσης προς τον εκπομπό. Το ίδιο συμβαίνει και με τα ηλεκτρόνια του συλλέκτη και με μέρος των οπών της βάσης. Έτσι δημιουργείται μια περιοχή φορτίων χώρου σε κάθε επαφή, δηλαδή στην επαφή εκπομπού και την επαφή του συλλέκτη. Κατά μήκος κάθε επαφής αναπτύσσεται ένα φράγμα δυναμικού, το οποίο στους 23 βαθμούς Κελσίου έχει τιμή 0.3 Volt αν ο ημιαγωγός είναι γερμάνιο και 0.7 Volt αν είναι πυρίτιο. Τα τρανζίστορ γερμανίου έχουν πολύ περιορισμένες εφαρμογές σε αντίθεση με τα τρανζίστορ πυριτίου, των οποίων η χρήση είναι ευρύτατη. Αυτό οφείλεται στο ότι τα τρανζίστορ πυριτίου έχουν ευρύτερα όρια τάσης και ρεύματος και τα χαρακτηριστικά τους εξαρτώνται λιγότερο από τη θερμοκρασία απ’ ότι τα αντίστοιχα των τρανζίστορ γερμανίου.

Επειδή οι τρείς περιοχές έχουν διαφορετικά επίπεδα εμπλουτισμού οι περιοχές φορτίου χώρου εκτείνονται σε διαφορετικό βάθος σε κάθε μία. Έτσι στον εκπομπό απαντάται μικρότερο εύρος περιοχής φορτίου χώρου από ότι στη βάση (δίοδο εκπομπού) ενώ μικρότερο εύρος περιοχής φορτίου χώρου

συναντάται στη βάση από ότι στο συλλέκτη (δίοδο συλλέκτη).

Ο προορισμός του εκπομπού είναι να εκπέμπει φορτία προς τη βάση. Για να είναι αυτό εφικτό, πρέπει η δίοδος εκπομπού να είναι ορθά πολωμένη. Επιπλέον, για να είναι δυνατή η συλλογή φορτίων από τον συλλέκτη, πρέπει η δίοδος συλλέκτη να είναι ανάστροφα πολωμένη, όπως συμβαίνει στις περισσότερες εφαρμογές.

Το **τρανζίστορ** (transistor),ελλ.**κρυσταλλοτρίοδος** και (παλαιότερα) **κρυσταλλολυχνία**, είναι διάταξη ημιαγωγών στερεάς κατάστασης, η οποία βρίσκει διάφορες εφαρμογές στην ηλεκτρονική, μερικές εκ των οποίων είναι η ενίσχυση, η σταθεροποίηση τάσης, η διαμόρφωση συχνότητας, η λειτουργία ως διακόπτης και ως μεταβλητή ωμική αντίσταση. Το τρανζίστορ μπορεί, ανάλογα με την τάση με την οποία πολώνεται, να ρυθμίζει την ροή του ηλεκτρικού ρεύματος που απορροφά από συνδεδεμένη πηγή τάσης. Τα τρανζίστορ κατασκευάζονται είτε ως ξεχωριστά ηλεκτρονικά εξαρτήματα είτε ως τμήματα κάποιου ολοκληρωμένου κυκλώματος.



Ιστορία και Αρχή λειτουργίας του τρανζίστορ

Οι πρώτες πατέντες που σχετίζονταν με την αρχή λειτουργίας του τρανζίστορ κατοχυρώθηκαν το 1928 από τον Γιούλιους Έντγκαρ Λιλινφελντ (Julius Edgar Lilienfeld) στην Γερμανία. Το 1934 ο Γερμανός φυσικός Όσκαρ Χάιλ (Oskar Heil) κατοχύρωσε την ευρεσιτεχνία για το τρανζίστορ επίδρασης πεδίου (field effect). Αυτή τους η εργασία ακολούθησε τις προσπάθειες τους κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου να παρασκευάσουν γερμάνιο υψηλής καθαρότητας, που είχε χρησιμοποιηθεί ως στοιχείο του δέκτη μικροκυμάτων στο ραντάρ. Η προηγούμενη τεχνολογία που βασιζόταν σε λυχνίες δεν προσέφερε αρκετά ταχεία εναλλαγή για να εξυπηρετήσει επαρκώς αυτή τη λειτουργία. Έτσι, η ομάδα των παραπάνω ερευνητών χρησιμοποίησε διόδους στερεάς κατάστασης. Με τις γνώσεις που απέκτησαν από αυτές, προσπάθησαν να κατασκευάσουν μία τρίοδο, πράγμα που αρχικά αποδείχθηκε δύσκολο. Ο Μπαρντήν (Bardeen) τελικά ανέπτυξε έναν νέο κλάδο φυσικής επιφανειών, με σκοπό να ερμηνεύσει τις "περίεργες" συμπεριφορές που παρατηρούσαν στα πειράματά τους και οι Bardeen και Brattain τελικά κατάφεραν να κατασκευάσουν μία διάταξη που λειτουργούσε.

Το πρώτο τρανζίστορ πυριτίου κατασκευάστηκε από την Texas Instruments το 1954. Ήταν εργασία του Gordon Teal, ενός ειδικού στην παραγωγή κρυστάλλων υψηλής καθαρότητας που εργάζονταν προηγουμένως στα BellLabs. Το πρώτο MOS τρανζίστορ κατασκευάστηκε από τους Kahng και Atalla στα Bell Labs το 1960.

Σπουδαιότητα

Το τρανζίστορ θεωρείται μία από τις μεγαλύτερες εφευρέσεις του 20ου αιώνα. Είναι το κυριότερο συστατικό όλων σχεδόν των σύγχρονων ηλεκτρονικών κατασκευών. Η πλατιά χρήση του οφείλεται κυρίως στη δυνατότητα παραγωγής του σε τεράστιες ποσότητες που μειώνουν το κόστος ανά μονάδα.

Παρόλο που αρκετοί παραγωγοί παράγουν, ακόμα και σήμερα, μεμονωμένες συσκευασίες τρανζίστορ, η μεγαλύτερη ποσότητα παράγεται μέσα σε ολοκληρωμένα κυκλώματα (που

συχνά αναφέρονται ως τσιπς) μαζί με τις διόδους, αντιστάσεις, πυκνωτές και άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα.

Είδη

- ***Διπολικό τρανζίστορ επαφής – BJT***

Τα διπολικά τρανζίστορ επαφής (Bipolar Junction Transistor) ήταν τα πλέον διαδεδομένα τρανζίστορ στις δεκαετίες του 1960 και 1970. Ακόμα και μετά την αύξηση της χρήσης των MOSFET παρέμειναν στη κυκλοφορία κυρίως σε αναλογικά κυκλώματα όπως οι απλοί ενισχυτές λόγω της απλότητας κατασκευής τους και της γραμμικότητας που παρουσιάζει το σήμα τους.

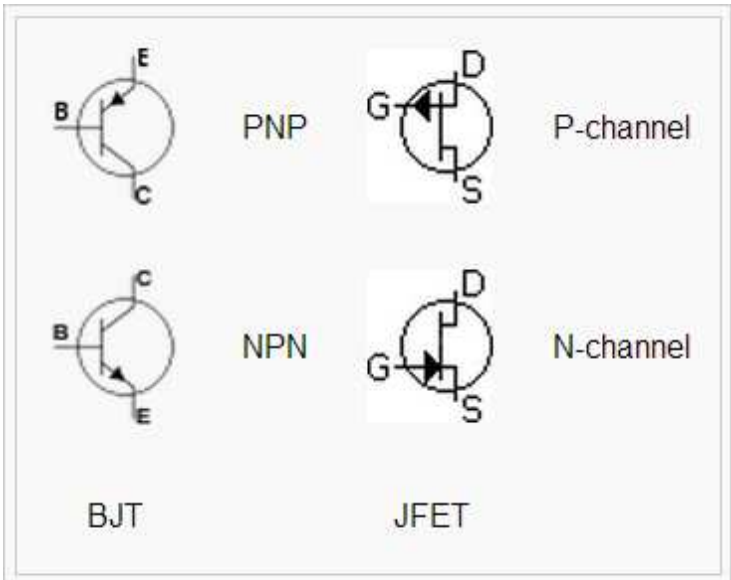
- ***Τρανζίστορ Επίδρασης Πεδίου - FET***

Τα τρανζίστορ επίδρασης πεδίου (αγγλικά: Field Effect Transistor) ή FET από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων είναι μια ηλεκτρονική διάταξη με τρεις ακροδέκτες η οποία περιλαμβάνει μια επαφή p-n. Η λειτουργία του βασίζεται στον έλεγχο ενός εσωτερικού ηλεκτρικού πεδίου με την εφαρμογή εξωτερικού δυναμικού στον έναν από τους τρεις ακροδέκτες που ονομάζεται πύλη (gate). Το πεδίο αυτό ελέγχει την αγωγιμότητα μεταξύ των άλλων δυο ακροδεκτών, που ονομάζονται απαγωγός ή εκροή ή υποδοχή (drain) και πηγή (source). Το ρεύμα που διέρχεται από αυτούς τους δύο ακροδέκτες ελέγχεται από το πεδίο αυτό και έτσι, ενώ στα διπολικά τρανζίστορ ο έλεγχος του ρεύματος στην έξοδο γίνεται με το ρεύμα βάσης, στα FETs ο έλεγχος γίνεται με το δυναμικό της πύλης. Επίσης, η αγωγιμότητα γίνεται με ένα τύπο φορέων (οπές ή ηλεκτρόνια) ανάλογα με την πολικότητάτους, οπότε τα τρανζίστορ αυτά χαρακτηρίζονται ως μονοπολικά (unipolar).

Υπάρχουν δυο τύποι FET που ονομάζονται FET επαφής, JFET (Junction FET) και FET μονωμένης πύλης ή Μετάλλου-Οξειδίου-Ημιαγωγού, (MOSFET, Metal-Oxide-Semiconductor FET). Κάθε τύπος μπορεί να κατασκευαστεί με κανάλι αγωγιμότητας ημιαγωγού τύπου n ή τύπου p, οπότε χαρακτηρίζεται αντίστοιχα ως n-καναλιού (n-channel) ή p-καναλιού (p-channel). Επιπλέον,

υπάρχουν δύο κατηγορίες των παραπάνω, τα FET αραίωσης (depletion mode) και τα FET πύκνωσης (enhancement mode). Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του FET είναι ότι συχνά είναι απλούστερο να κατασκευαστεί και ότι καταλαμβάνει μικρότερο χώρο πάνω σε ένα μικροκύκλωμα (τσιπ) σε σύγκριση με ένα BJT. Έτσι, η πυκνότητα εξαρτημάτων πάνω σε ένα μόνο μικροκύκλωμα μπορεί να είναι εξαιρετικά μεγάλη και συχνά ξεπερνά τα 100.000 MOSFET ανά τσιπ.

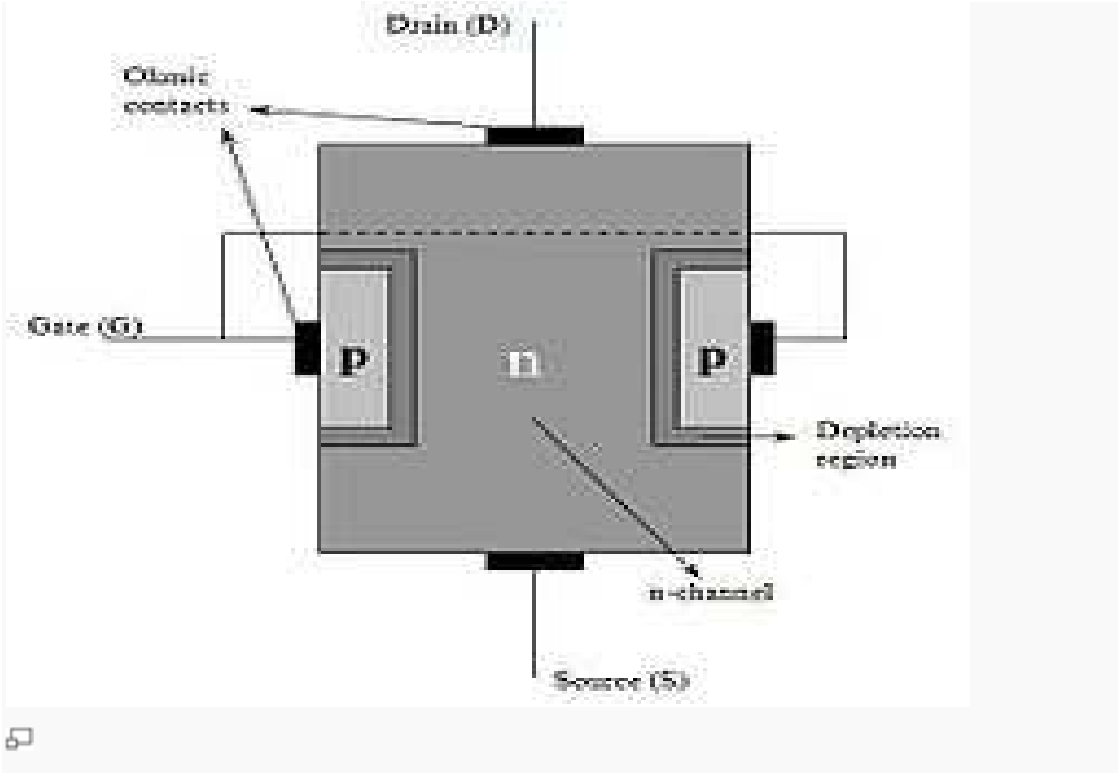
Μια δεύτερη πολύ σημαντική ιδιότητα είναι ότι οι διατάξεις MOS μπορούν να συνδεθούν σαν αντιστάσεις και σαν πυκνωτές ανάλογα με την χρήση που απαιτείται. Αυτό επιτρέπει την σχεδίαση συστημάτων που αποτελούνται αποκλειστικά από MOSFET και όχι από άλλα εξαρτήματα. Η εκμετάλλευση των ιδιοτήτων αυτών κάνει το MOSFET την κυρίαρχη συσκευή σε συστήματα πολύ μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης (VLSI: Very Large Scale Integration). Αντίθετα με το BJT, το FET είναι μια συσκευή φορέων πλειονότητας. Η λειτουργία του εξαρτάται από την χρήση ενός ηλεκτρικού πεδίου που εφαρμόζεται για να ελέγχει ένα ρεύμα. Έτσι το FET είναι μια πηγή ρεύματος που ελέγχεται από τάση, που όπως είναι γνωστό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν διακόπτης και σαν ενισχυτής.



Σύμβολα για τρανζίστορ BJT και JFET

- ***Το FET Επαφής (JFET)***

Στο σχήμα φαίνεται η βασική δομή ενός JFET καναλιού τύπου n. Οι ακροδέκτες απαγωγού και πηγής κατασκευάζονται από τις ωμικές επαφές στα άκρα ενός κομματιού ημιαγωγού τύπου n. Ηλεκτρόνια, που είναι φορείς πλειονότητας, αναγκάζονται να κινηθούν κατά μήκος του κομματιού με μια τάση που εφαρμόζεται μεταξύ απαγωγού και πηγής. Ο τρίτος ακροδέκτης, που ονομάζεται πύλη, σχηματίζεται συνδέοντας ηλεκτρικά τις δυο ρηχές περιοχές τύπου p+. Η περιοχή τύπου n μεταξύ των δυο πυλών p+ ονομάζεται κανάλι, μέσα από το οποίο οι φορείς πλειονότητας μετακινούνται μεταξύ της πηγής και του απαγωγού.



Μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι οι περιοχές πύλης και το κανάλι αποτελούν μια επαφή p-n που, στην λειτουργία του JFET, διατηρούνται σε κατάσταση ανάστροφης πόλωσης. Αν εφαρμοστεί μια αρνητική τάση πύλης – πηγής η επαφή πολώνεται κατά την ανάστροφη φορά. Το ίδιο συμβαίνει αν εφαρμοστεί μια θετική τάση απαγωγού – πηγής. Στις δυο πλευρές της επαφής p-n με ανάστροφη πόλωση υπάρχουν περιοχές φορτίων χώρου.

Οι φορείς ρεύματος έχουν διαχυθεί κατά μήκος της επαφής αφήνοντας μόνο ακάλυπτα θετικά ιόντα στην πλευρά n και αρνητικά ιόντα στην πλευρά p. Καθώς αυξάνει η ανάστροφη

πόλωση κατά μήκος της επαφής, αυξάνει και το πάχος της περιοχής των ακίνητων ακάλυπτων φορτίων. Έτσι το αποτέλεσμα είναι ένα στρώμα φορτίων χώρου που βρίσκεται σχεδόν εξ ολοκλήρου στο κανάλι n. Η αγωγιμότητα της περιοχής αυτής είναι μηδέν, επειδή δεν υπάρχουν διαθέσιμοι φορείς ρεύματος. Έτσι, φαίνεται ότι, όταν η ανάστροφη τάση αυξάνει, το ενεργό πλάτος του καναλιού στο σχήμα ελαττώνεται. Σε τάση πύλης – πηγής VGS = Vp, η οποία ονομάζεται «τάση διάτρησης», το πλάτος του καναλιού γίνεται μηδέν, επειδή όλο το ελεύθερο φορτίο έχει απομακρυνθεί από το κανάλι. Έτσι, για σταθερή τάση απαγωγού – πηγής, το ρεύμα απαγωγού θα είναι συνάρτηση της τάσης ανάστροφης πόλωσης κατά μήκος της επαφής πύλης. Επειδή ο μηχανισμός ελέγχου του ρεύματος είναι αποτέλεσμα της ύπαρξης του πεδίου που σχετίζεται με την περιοχή εκκένωσης, για την ονομασία της διάταξης χρησιμοποιείται ο όρος «φαινόμενο πεδίου».

Το JFET εν λειτουργία

Ας δούμε την σχηματική παράσταση μιας συσκευής καναλιού τύπου-n του παραπάνω σχήματος που παριστάνει την συνδεσμολογία κοινής πηγής.

Αν και η εξέτασή μας επικεντρώνεται σε συσκευή τύπου-n, ισχύει εξίσου και στο JFET καναλιού-p αν αναγνωρίσουμε ότι οι πολικότητες τάσης και οι κατευθύνσεις ρευμάτων στις συσκευές τύπου p είναι αντίθετες από τις αντίστοιχες πολικότητες και κατευθύνσεις των JFET καναλιού τύπου n. Παρατηρούμε ότι οι περιοχές πύλης και το κανάλι αποτελούν μια επαφή pn που, στην λειτουργία του JFET, διατηρούνται σε κατάσταση ανάστροφης πόλωσης. Αν εφαρμοστεί μια αρνητική τάση πύλης – πηγής η επαφή πολώνεται κατά την ανάστροφη φορά. Το ίδιο συμβαίνει αν εφαρμοστεί μια θετική τάση απαγωγού – πηγής. Στις δυο πλευρές της επαφής pn με ανάστροφη πόλωση υπάρχουν περιοχές φορτίων χώρου. Οι φορείς ρεύματος έχουν διαχυθεί κατά μήκος της επαφής, αφήνοντας μόνο ακάλυπτα θετικά ιόντα στην πλευρά n και αρνητικά ιόντα στην πλευρά p. Καθώς αυξάνει η ανάστροφη πόλωση κατά μήκος της επαφής, αυξάνει και το πάχος της περιοχής των ακίνητων ακάλυπτων φορτίων. Έτσι το αποτέλεσμα είναι ένα στρώμα φορτίων χώρου που βρίσκεται σχεδόν εξ ολοκλήρου στο κανάλι n. Η αγωγιμότητα της περιοχής αυτής είναι μηδέν επειδή δεν υπάρχουν διαθέσιμοι φορείς ρεύματος. Έτσι,

βλέπουμε ότι όταν η ανάστροφη τάση αυξάνει το ενεργό πλάτος του καναλιού στο παρακάτω σχήμα ελαττώνεται.

Σε τάση πύλης – πηγής VGS = Vp, που ονομάζεται τάση «διάτρησης», το πλάτος του καναλιού γίνεται μηδέν επειδή όλο το ελεύθερο φορτίο έχει απομακρυνθεί από το κανάλι. Έτσι, για σταθερή τάση απαγωγού – πηγής, το ρεύμα απαγωγού θα είναι συνάρτηση της τάσης ανάστροφης πόλωσης κατά μήκος της επαφής πύλης. Επειδή ο μηχανισμός ελέγχου του ρεύματος είναι αποτέλεσμα της ύπαρξης του πεδίου που σχετίζεται με την περιοχή εκκένωσης, στην ονομασία της διάταξης χρησιμοποιείται ο όρος «φαινόμενο πεδίου».

Οι Χαρακτηριστικές του JFET

Οι χαρακτηριστικές εξόδου ενός συνηθισμένου διακριτού JFET καναλιού τύπου n δίνουν το ID ως συνάρτηση της V_{DS} με παράμετρο την V_{GS}.

Για να δούμε ποιοτικά τον λόγο για τον οποίο οι χαρακτηριστικές έχουν αυτήν την μορφή, έστω πρώτα η περίπτωση όπου $V_{GS} = 0$. Για ID = 0 το κανάλι μεταξύ των επαφών πύλης είναι εντελώς ανοικτό. Αν εφαρμοστεί μια μικρή τάση V_{DS}, το κομμάτι τύπου n αντιδρά σαν μια απλή αντίσταση από ημιαγωγό και το ρεύμα ID αυξάνεται γραμμικά με την V_{DS}. Όταν αυξάνει το ρεύμα, η ωμική πτώση τάσης κατά μήκος της περιοχής του καναλιού τύπου n πολώνει την επαφή πύλης κατά την ανάστροφη φορά και το τμήμα του καναλιού που άγει αρχίζει να κλείνει με μορφή λαβίδας λόγω της κατανομής της πτώσης τάσης κατά μήκος του καναλιού (σύσφιγξη του καναλιού). Εξαιτίας της ωμικής πτώσης τάσης κατά μήκος του καναλιού, η σύσφιγξη δεν είναι ομοιόμορφη, αλλά είναι εντονότερη σε αποστάσεις που απέχουν περισσότερο από την πηγή, όπως φαίνεται στο παραπάνω Σχήμα. Στο τέλος, φτάνουμε σε μια τάση V_D στην οποία παρουσιάζεται η διάτρηση του καναλιού. Αυτή είναι η τάση όπου η καμπύλη του ρεύματος ID αρχίζει να γίνεται οριζόντια και να πλησιάζει σε μια σταθερή τιμή. Βέβαια, θεωρητικά δεν είναι δυνατό να κλείσει τελείως το κανάλι και το ρεύμα ID να γίνει μηδέν. Στην πραγματικότητα αν συνέβαινε αυτό, δεν θα ήταν απαραίτητη η ωμική πτώση τάσης που χρειάζεται για την ανάστροφη πόλωση.

Παρατηρούμε στις χαρακτηριστικές ότι:

- Κάθε χαρακτηριστική έχει μια ωμική περιοχή ή περιοχή μη κορεσμού για μικρές τιμές της VD, όπου το ID είναι ανάλογο με την VDS.

- Κάθε καμπύλη έχει ακόμη και μια περιοχή σταθερού ρεύματος ή περιοχή κορεσμού ρεύματος για μεγάλες τιμές της V_{DS}, όπου το ID αντιδρά πολύ λίγο στην VDS. Δομή πολωμένου JFET καναλιού τύπου n όπου φαίνεται η περιοχή εκκένωσης που συσφίγγει το κανάλι.

Αν τώρα η τάση V_{GS} γίνει μηδέν, τότε η τάση που χρειάζεται η επαφή για να πολωθεί ανάστροφα παρέχεται από την VDS. Αν εφαρμοστεί αρνητική V_{GS}, η περιοχή εκκένωσης που δημιουργείται ελαττώνει το πλάτος του καναλιού ακόμη και με $V_{DS} = 0$. Έτσι, η διάτρηση εμφανίζεται σε μικρότερη τιμή της VDS και η μέγιστη τιμή της ID ελαττώνεται, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα. Στην περίπτωση όπου $V_{GS} = V_p$, τάση διάτρησης, είναι ID = 0 γιατί το κανάλι έχει συσφιχθεί εντελώς για όλες τις τιμές της $V_{DS} \geq 0$.

Ευρωπαϊκός κώδικας

Οι δίοδοι και τα τρανζίστορς προσδιορίζονται, ως προς τα κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά τους, σύμφωνα με τον εξής κώδικα γραμμάτων και αριθμών:

- Το πρώτο γράμμα χαρακτηρίζει το υλικό κατασκευής του ημιαγωγού
- A: Γερμάνιο ή άλλο υλικό με ενεργειακό χάσμα από 0,6 έως 1eV
- B: Πυρίτιο ή άλλο υλικό με ενεργειακό χάσμα από 1 μέχρι και 1,3eV
- C: Αρσενικούχο γάλλιο με ενεργειακό χάσμα πάνω από 1,3eV
- D: Αντιμονιούχο ίνδιο ή άλλο υλικό με ενεργειακό χάσμα μικρότερο από 0,6eV
- R: Υλικά άλλων χημικών ενώσεων (π.χ. θειούχο κάδμιο)

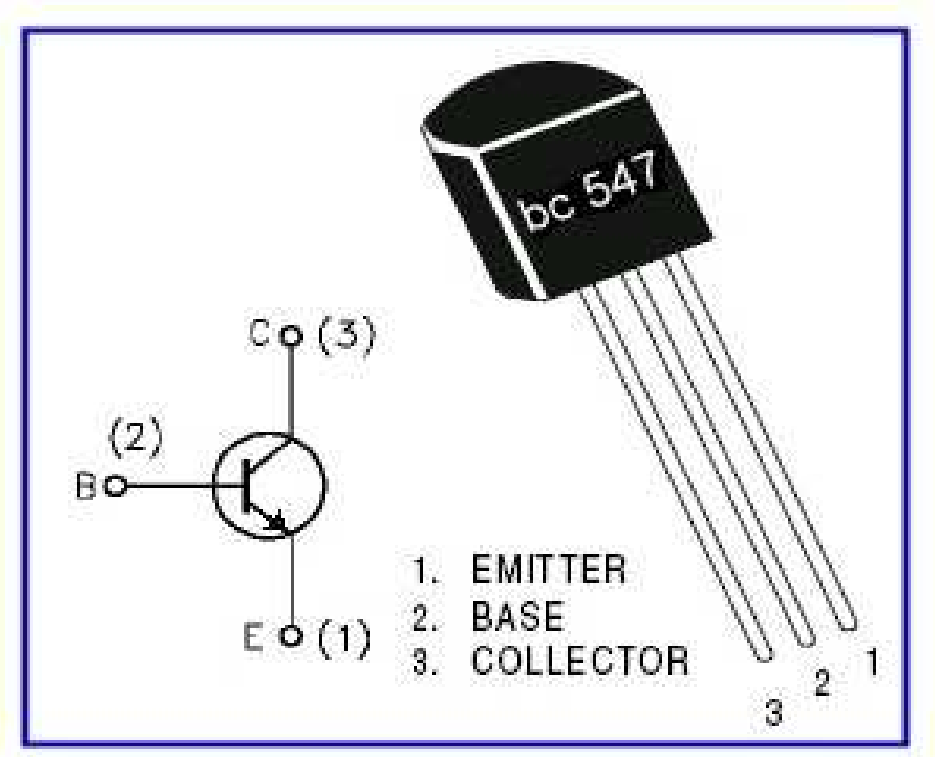
- Το δεύτερο γράμμα χαρακτηρίζει την βασική εφαρμογή που έχει ο ημιαγωγός
  - A: Δίοδος μικρής ισχύος (διακόπτης, φωράτρια, μίκτρια)
  - B: Δίοδος μεταβλητής χωρητικότητας (Varicap)
  - C: Τρανζίστορ ακουστικών συχνοτήτων μικρής ισχύος
  - D: Τρανζίστορ ακουστικών συχνοτήτων μεγάλης ισχύος
  - E: Δίοδος Tunnel
  - F: Τρανζίστορ υψηλών συχνοτήτων μικρής ισχύος
  - L: Τρανζίστορ υψηλών συχνοτήτων μεγάλης ισχύος
  - N: Φωτοζεύκτης (optocoupler)
  - P: Φωτοτρανζίστορ
  - Q: Δίοδος LED
  - R: Ημιαγωγοί ελέγχου και διακόπτες μικρής ισχύος (Triac, Thyristor)
  - S: Τρανζίστορ χαμηλής ισχύος για εφαρμογές διακόπτη
  - T: Ημιαγωγοί ελέγχου και διακόπτες μεγάλης ισχύος
  - U: Τρανζίστορ υψηλής ισχύος για εφαρμογές διακόπτη
  - X: Δίοδος ειδικής χρήσης
  - Y: Δίοδος ανόρθωσης
  - Z: Δίοδος σταθεροποίησης τάσης Zener

Το τρίτο γράμμα, εάν υπάρχει, ακολουθείται από δύο αριθμούς και καταδεικνύει ότι πρόκειται για ημιαγωγό που χρησιμοποιείται σε βιομηχανικές και επαγγελματικές συσκευές. Το γράμμα αυτό είναι από τα τελευταία του αλφαβήτου (Z,Y,X, κ.λ.π.). Το γράμμα αυτό δεν έχει κάποια ιδιαίτερη σημασία.

Εάν δεν υπάρχει τρίτο γράμμα, αλλά μετά τα δύο γράμματα ακολουθούν τρεις αριθμοί, εμφαίνεται ότι οι ημιαγωγοί αυτοί χρησιμοποιούνται σε συσκευές γενικής χρήσης. Οι αριθμοί δείχνουν την *σειρά καταχώρησης* του ημιαγωγού.

Παραδείγματα ημιαγωγών ευρωπαϊκού κώδικα:

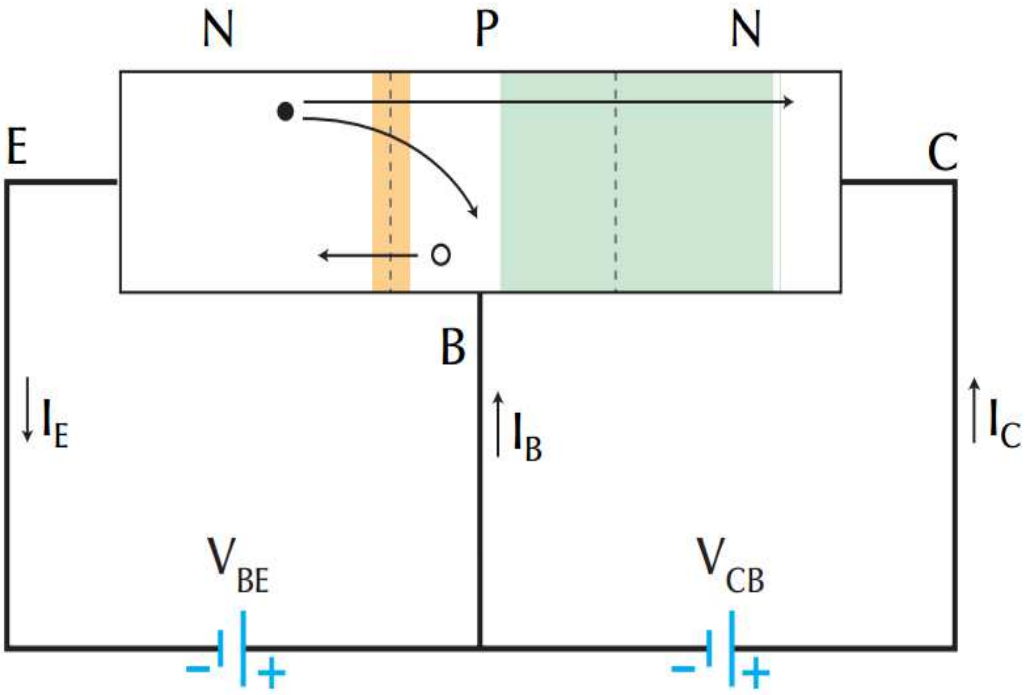
- BC547 → Τρανζίστορ πυριτίου A.F (ακουστικής συχνότητας) χαμηλής ισχύος



- CQ513 → Δίοδος LED αρσενικούχου γαλλίου (GaAs)

Η λειτουργία ενός τρανζίστορ, στην απλουστευμένη προσέγγιση της, βασίζεται στην εκπομπή φορέων από τον εκπομπό και τη συλλογή τους από το συλλέκτη.

Η βάση, όπως έχει ήδη αναφερθεί, αποτελείτε από ένα λεπτό στρώμα ημιαγωγού τύπου P , το οποίο είναι λιγότερο εμπλουτισμένο από ότι ο εκπομπός, Εξ' άλλου η επαφή του συλλέκτη, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα είναι ανάστροφα πολωμένη και περιορίζει σημαντικά το εύρος της βάσης. Αυτά έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού των ηλεκτρονίων τα οποία δε θα παραμείνουν στο χώρο της βάσης, αλλά θα εισέλθουν στο χώρο της επαφής του συλλέκτη. Το ηλεκτρικό πεδίο στην περιοχή φορτίου χώρου του συλλέκτη έχει τέτοια φορά, ώστε να ωθεί τα ηλεκτρόνια τα οποία έχουν εισέλθει προς τον συλλέκτη. Στη συνέχεια αυτά τα ηλεκτρόνια συλλέγονται από την επαφή του συλλέκτη και δίδουν το ρεύμα συλλέκτη (Ic).


N
P
N
E
C
B
I_E
I_B
I_C
V_{BE}
V_{CB}
–
+
–
+

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΟ MULTISIM

Όπως προαναφερθήκαμε στην αρχή για την υλοποίηση και την σωστή λειτουργία οποιοδήποτε κυκλώματος πρέπει πρώτα να προσομοιωθεί σε κάποιο πρόγραμμα ώστε να αναγνωριστούν τυχόν λάθη και να προχωρήσουμε στην βελτιστοποίηση του χωρίς κάποιο κόστος.

Το πρόγραμμα το οποίο μας βοήθησε στο να προχωρήσουμε στην προσομοίωση του πεταλίου εφέ της ηλεκτρικής κιθάρας είναι το NI Multisim 11.0 Power Pro Edition.



Το NI Multisim (προηγμένως γνωστό ως MultiSIM) είναι ένα ηλεκτρονικό πρόγραμμα σχηματικής απόδοσης και προσομοίωσης που είναι μέρος μιας σουίτας κυκλώματος προγραμμάτων σχεδίασης μαζί με ενα NI UltiBoard. Το MultiSIM είναι ένα απο τα λίγα προγράμματα σχεδίασης κυκλωμάτων που χρησιμοποιεί το αυθεντικό πρόγραμμα προσομοίωσης βασισμένο στο Berkeley SPICE. Το Multisim δημιουργήθηκε αρχικά από μια εταιρεία

ονομαζόμενη Electronics Workobench, που είναι τώρα παράρτημα της National Instruments. Το Multisim περιλαμβάνει μικροεπεξεργαστή προσομοίωσης (προηγμένως γνωστός ως MultiMCU) , όπως επίσης ενσωματωμένα χαρακτηριστηκά import και export στην εκτύπωση του περιγράμματος του προγράμματος στη σουίτα (Printed Circuit Board), NI UltiBoard.

Το Multisim χρησιμοποιείτε ευρέως σε ακαδημαικούς χώρους και στη βιομηχανία εκπαίδευσης κυκλωμάτων,στον ηλεκτρονικό σχηματικό σχεδιασμό και στην προσομοίωση SPICE.

Τι είναι το Multisim και λίγα λόγια για το πρόγραμμα προσομοίωσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Όπως προαναφερθήκαμε η κατασκευή της πλακέτας του εφέ crybaby θα υλοποιηθεί πρώτα σε ένα πρόγραμμα προσομοίωσης. Αυτό το πρόγραμμα ονομάζεται multisim και είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα προγράμματα στον χώρο των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Το multisim είναι μια εφαρμογή προσομοίωσης της NationalIntrumentsCircuit το οποίο παρέχει μια πλήρης σουίτα εργαλείων τα οποία βοηθούν στον σχεδιασμό ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Με την χρήση του multisim μπορούμε να βελτιστοποιήσουμε την απόδοση του κυκλώματος με την χρήση ενός ισχυρου προσομοιωτή SPICE καθώς επίσης μπορούμε να μοιώσουμε τα λάθη κατά το σχεδιασμό του κυκλώματος, να βελτιστοποιήσουμε τον σχεδιασμό PCB και να αυξήσουμε την παραγωγικότητα. Παρέχει την δυνατότητα προσομοίωσης SPICE και υλοποίησης αργαλειών για αξιόπιστο σχεδιασμό κυκλωμάτων.

Με το ισχυρό σύστημα NI LabVIEW περιβάλλον σχεδίασης, μπορούμε να δημιουργήσουμε οποιαδήποτε μέτρηση ή να ελέγξουμε το κύκλωμα μας σε πολύ λιγότερο χρόνο απ' ότι στην πραγματικότητα. Σε αντίθεση με άλλους προσομοιωτές μπορεί να προσαρμόσει κι άλλα εργαλεία καθώς επίσης και βιβλιοθήκες ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.

Το LabVIEW αυξάνει την παραγωγικότητα αφαιρώντας χαμηλού επιπέδου πολυπλοκότητα (low- levelcomplexity) .Ο

προγραμματισμός γίνεται σε ένα αρκετά εύχρηστο περιβάλλον ανάπτυξης με μια ποικιλία εργαλειοθηκών και βιβλιοθηκών.

Τέλος να αναφέρουμε ότι το LabVIEW θεωρείτε ο ακρογωνιαίος λίθος της πλατφόρμας σχεδιασμού του συστήματος NI. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διαφορετικές προσεγγίσεις προγραμματισμού , με τις τελευταίες τεχνολογίες ώστε να περιγράψει την λειτουργία του κυκλώματος μας .Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να κινηθούμε γρήγορα όχι μόνο στον σχεδιασμό του κυκλώματος αλλα και στην υλοποίηση του.

Ιστορία

Το Multisim ονομάστηκε αρχικά Electronics Workbench και δημιουργήθηκε απο μία εταιρεία με το όνομα Interactive Image Technologies. Την περίοδο εκείνη χρησιμοποιούταν κυρίως ως εργαλείο εκπαίδευσης για να διδάξει σε προγράμματα τεχνικές ηλεκτρονικής καθως επίσης και ηλεκτρονική μηχανική σε κολλέγια και πανεπιστήμια. Η National Instruments έχει διατηρήσει αυτή την εκπαιδευτική κληρονομιά με μία συγκεκριμένη εκδοχή του Multisim με χαρακτηριστικά προορισμένα για την διδασκαλία ηλεκτρονικής.

Το 1999 το Multisim ενσωματώθηκε με την UltiBoard αφού η αρχική εταιρεία συγχωνεύτηκε με την Ultimate Technology, μία εταιρεία PCB προγραμματισμού.

Το 2005 η Interactive Image Technologies αποκτήθηκε από την National Instruments Electronics Workbench Group και το MultiSIM μετονομάστηκε σεNI MultiSIM.

Υλικά και εξαρτήματα

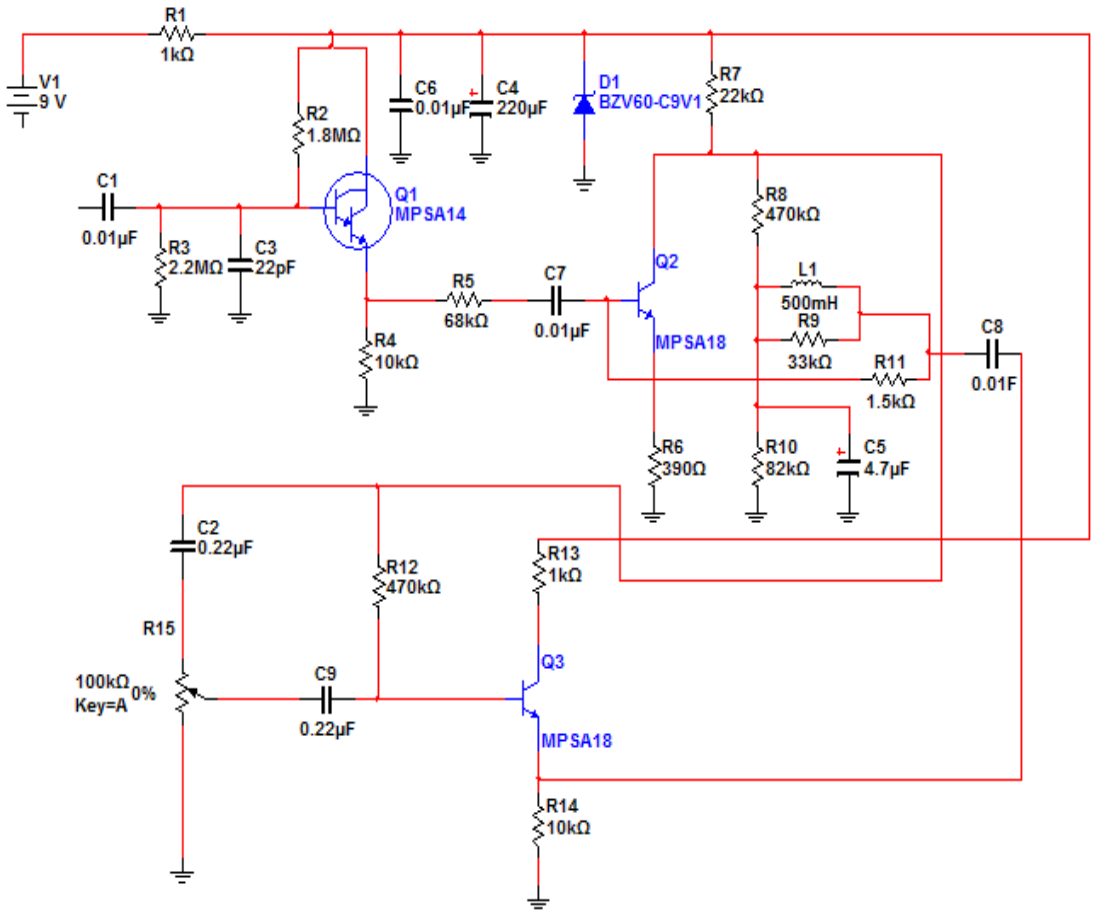
Εξαρτήματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην προσομοίωση του κυκλώματος.

Για την υλοποίηση της προσομοίωσης μας χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα εξαρτήματα :

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ	ΠΥΚΝΩΤΕΣ	ΗΛΕΚ.ΠΥΚΝΩΤΕΣ	ZENER
1KΩ	0,01μF	220μF	ZL9M3 (9.1V)
2,2MΩ	22pF	4.7μF	
1,8MΩ	0.01μF		
10KΩ	0.01μF		
68KΩ	0.01μF		
22KΩ	0.22μF		
470KΩ	0.22μF		
33KΩ			
390Ω			
82KΩ			
1,5KΩ			
470KΩ			
1KΩ			
10KΩ			

TRANZISTORS	ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ	ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ
MPSA14	9V	100KΩ log
MPSA18		
MPSA18		

Με τα παραπάνω εξαρτήματα υλοποιήσαμε το παρακάτω κύκλωμα:



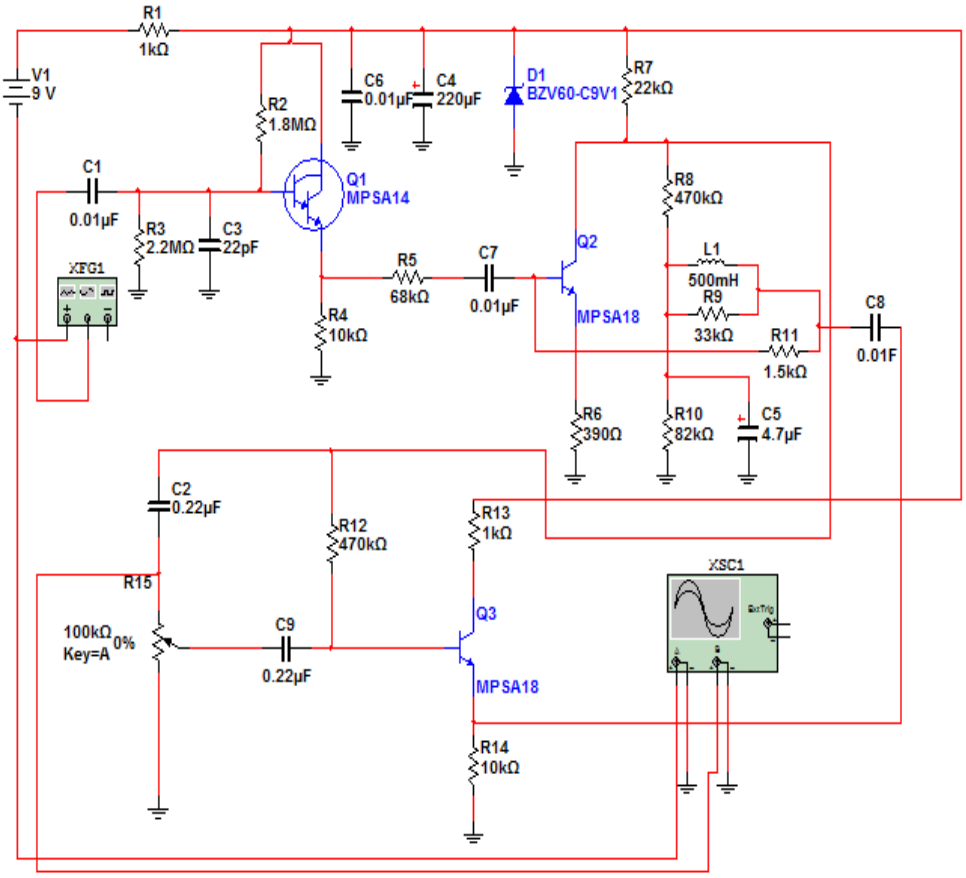
(κύκλωμα εφε πεταλίου ηλ. Κιθάρας από το multisim)

Όπως διαπιστώνουμε στο παραπάνω κύκλωμα δεν έχουμε τοποθετήσει την είσοδο και την έξοδο μας .Για είσοδο θα χρησιμοποιήσουμε μια γεννήτρια συχνοτήτων ώστε να δίνουμε διάφορες τιμές συχνοτήτων και στην έξοδό μας θα τοποθετήσουμε έναν παλμογράφο ώστε να δούμε με ποιόν τρόπο αντιδρά το κύκλωμα μας σε κάθε αλλαγή συχνότητας.

Τοποθέτηση γεννήτριας συχνοτήτων και παλμογράφο στο δικό μας κύκλωμα (εφέ πεταλίου ηλεκτρικής κιθάρας crybaby).

Όπως προ-είπαμε τοποθετήσαμε στο δικό μας κύκλωμα έναν παλμογράφο και μια γεννήτρια συχνοτήτων, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, και δώσαμε διάφορες τιμές συχνοτήτων ώστε να

δούμε την αντίδραση του κυκλώματος.

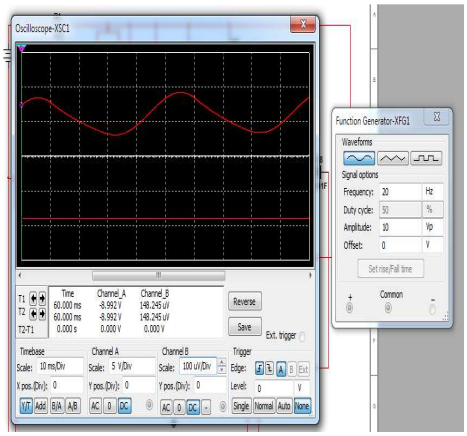


(κύκλωμα εφε πεταλίου ηλ. Κιθάρας από το multisim χρησιμοποιώντας παλμογράφο και γεννήτρια)

Είσοδο έχουμε, όπως διακρίνουμε, τον αρνητικό πόλο της τροφοδοσίας καθώς επίσης και τον ακροδέκτη του πυκνωτή C1 0.01μF και έξοδο παίρνουμε ανάμεσα από τον πυκνωτή C2 0.22pF και το ποτενσιόμετρο 100KΩ log .

Δώσαμε διάφορες τιμές συχνοτήτων στην είσοδο (20Hz, 50Hz, 100Hz, 200Hz, 500Hz, 800Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz, 16KHz, 20KHz) και τα αποτελέσματα ήταν τα ακόλουθα.

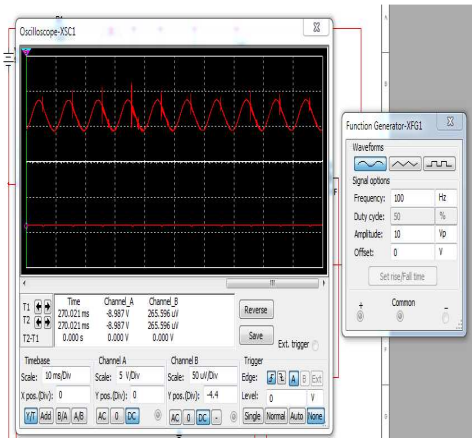
20Hz



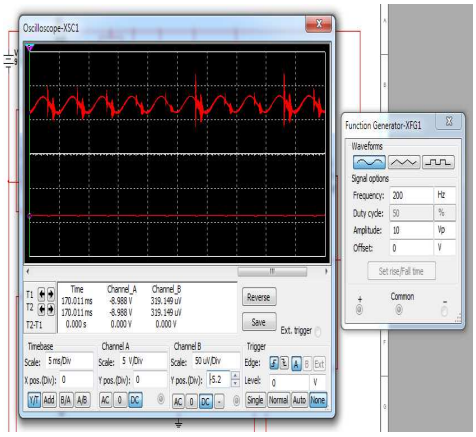
50Hz



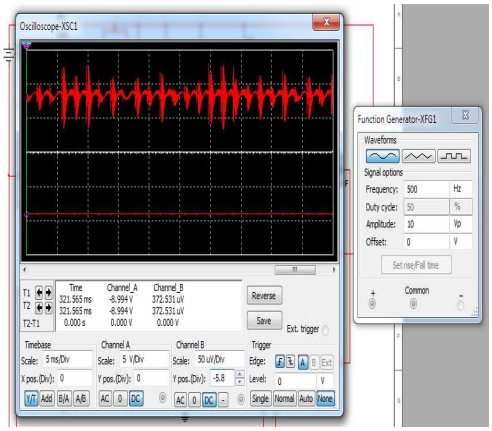
100Hz



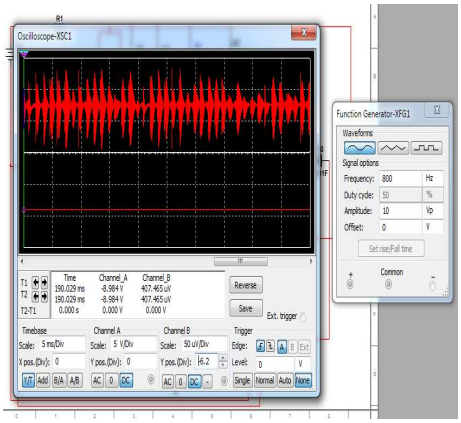
200HZ



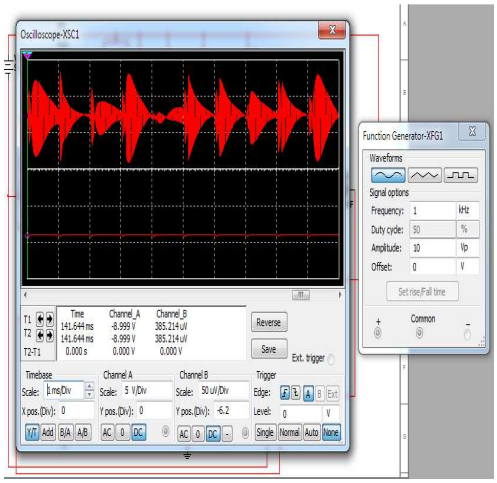
500Hz



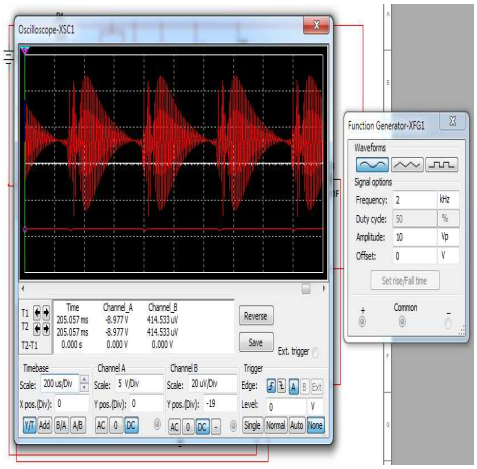
800HZ



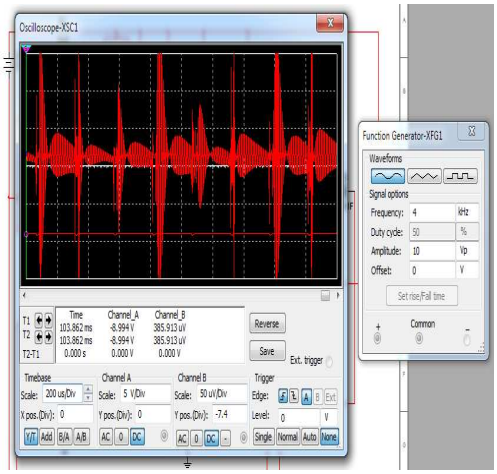
1KHz



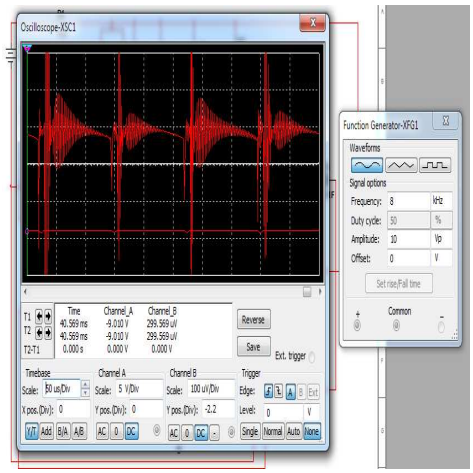
2KHz



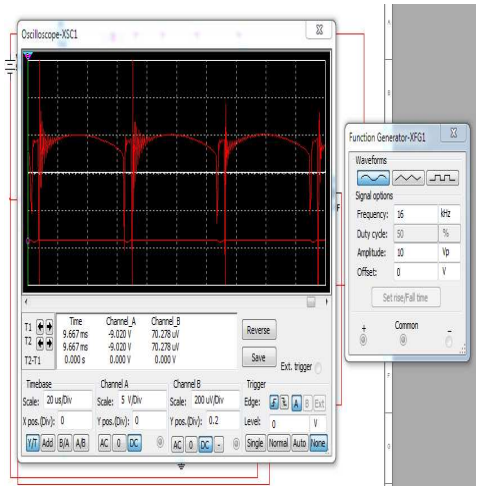
4KHz



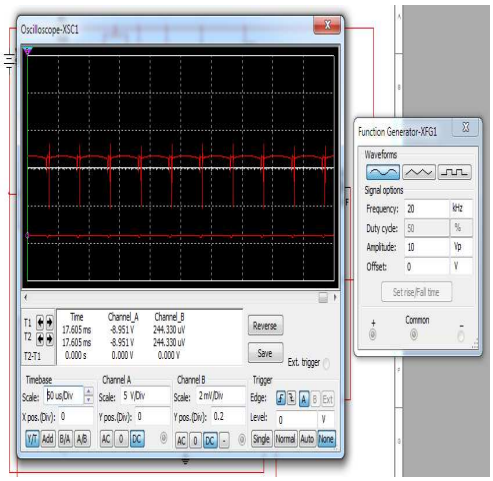
8KHz



16KHz



20KHz



Στη συνέχεια στο κύκλωμά μας προσθέσαμε και έναν ***spectrum analyzer***.

Ο spectrum analyzer (αναλυτής φάσματος) μετράει το μέγεθος του σήματος εισόδου σε σχέση με τη συχνότητα μέσα σε όλο το φάσμα των συχνοτήτων. Η βασική χρήση είναι η μέτρηση της ισχύος του φάσματος γνωστών και αγνώστων σημάτων.Το σήμα εισόδου που το όργανο μετράει είναι ηλεκτρικό ωστόσο φασματικές συνθέσεις άλλων σημάτων όπως κύματα ακουστικής πίεσης και κύματα ορατότητας φωτός. Μπορούν να θεωρηθουν μέσω της χρήσης ενός κατάλληλου αισθητήρα.

Αναλυτές οπτικών φασμάτων υπάρχουν επίσης οι οποίοι χρησιμοποιούν άμεσες τεχνικές οπτικές για να κάνουν τις μετρήσεις τους.

Με την ανάλυση των φασμάτων των ηλεκτρικών σημάτων, κυρίαρχει συχνότητα, ισχύς, αλλοίωση, αρμονικές, bandwidth και αλλα φασματικά συστατικά του σήματος μπορούν να παρατηρηθούν τα οποία δεν είναι εύκολα ανιχνεύσιμα. Αυτοί οι παράμετροι είναι χρήσιμοι για τον χαρακτηρισμό των ηλεκτρονιών συσκευών όπως οι ασύρματοι πομποί.

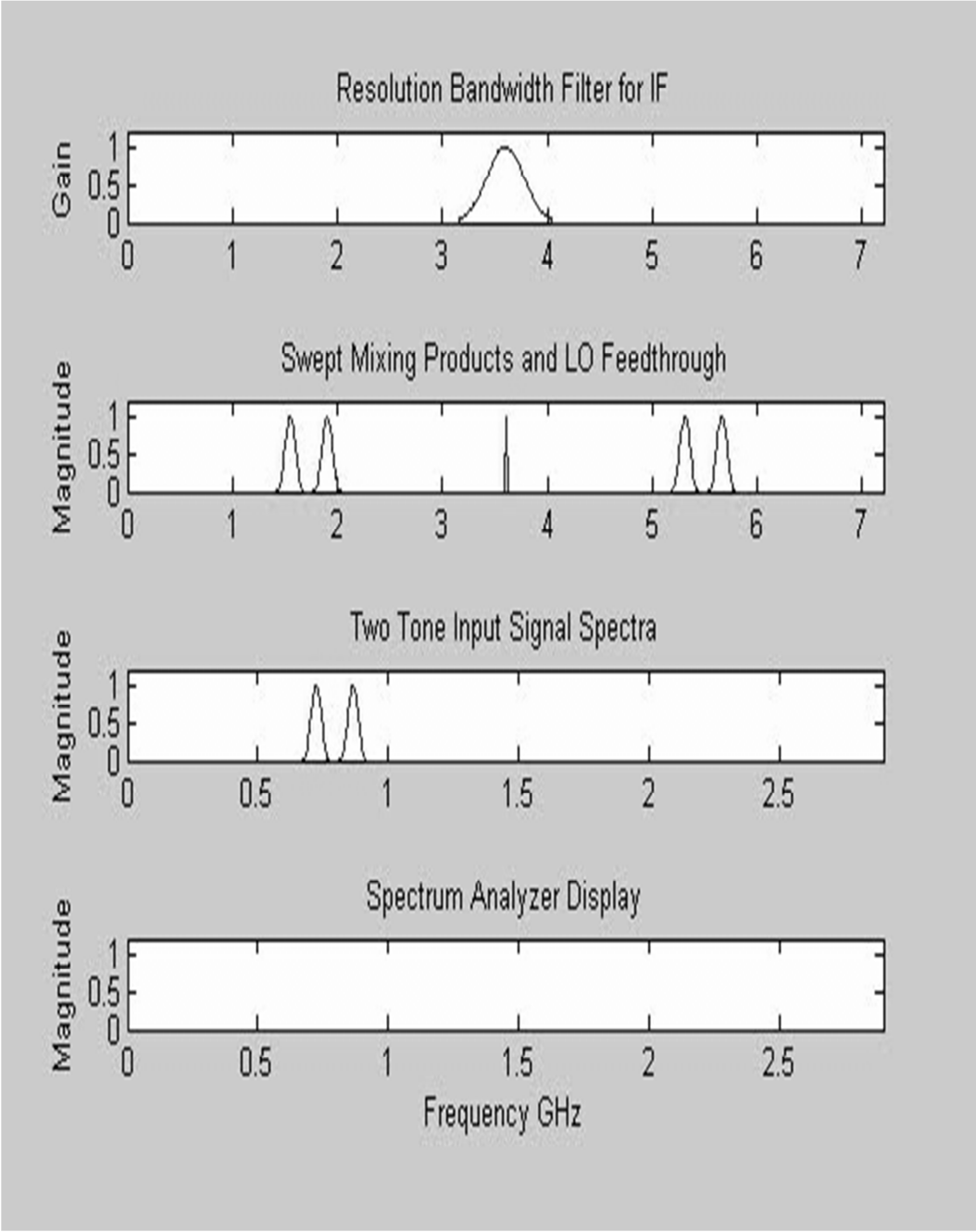
Η έκθεση του spectrum analyzer έχει τη συχνότητα στον οριζόντιο άξονα και το πλάτος παρουσιάζεται στον κάθετο άξονα.

Στον απλό παρατηρητή ένα spectrum analyzer μοιάζει να έιναι παλμογράφος και στην πραγματικότητα κάποια εργαστηριακά όργανα μπορούν να λειτουργησουν και σαν παλμογράφοι και σαν φασματικοί αναλυτές.

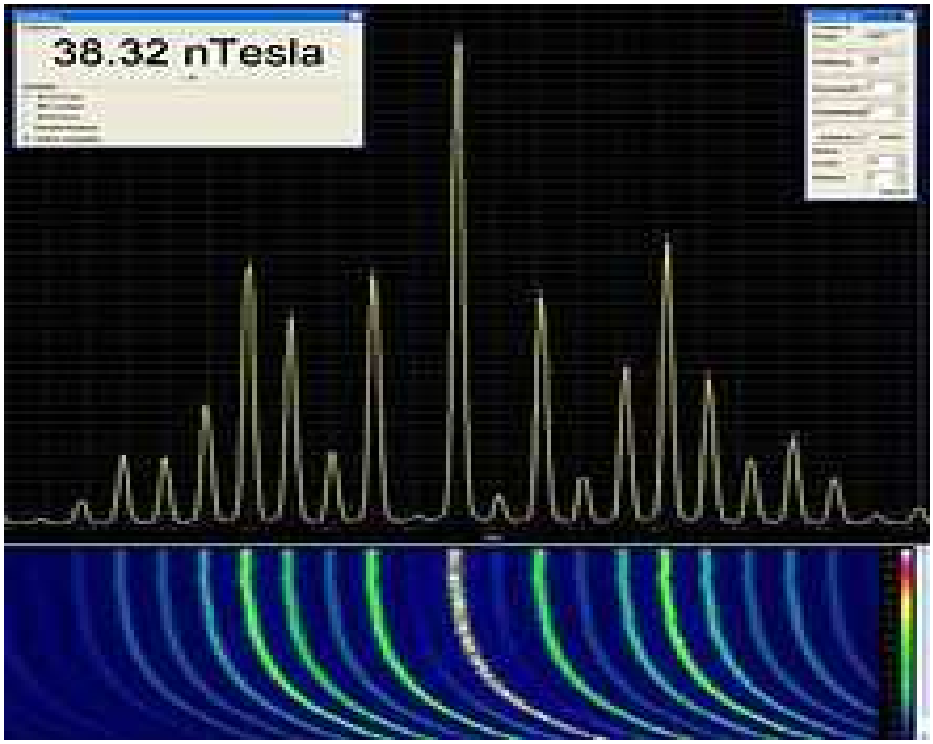
Θεωρία λειτουργίας

Ένας αναλυτης φάσματος swept-tuned ελλατώνει ένα μέρος του σήματος εισόδου του φάσματος στην κεντρική συχνότητα ενος φίλτρου band-pass με το να σαρώνει την ελεγχόμενη εκ τάσεως ταλαντωτή μέσω του εύρους συχνοτήτων επιτρέποντας την θεώρηση του πλήρους εύρους συχνότητας του οργάνου.Το band-width του band-pass φιλτρου υπαγορεύει την ανάλυση band-width, που σχετίζεται με το ελάχιστο band-width που μπορεί να γίνει ανιχνεύσιμο από το όργανο. Οπως λοιπόν φαίνεται στην εικόνα

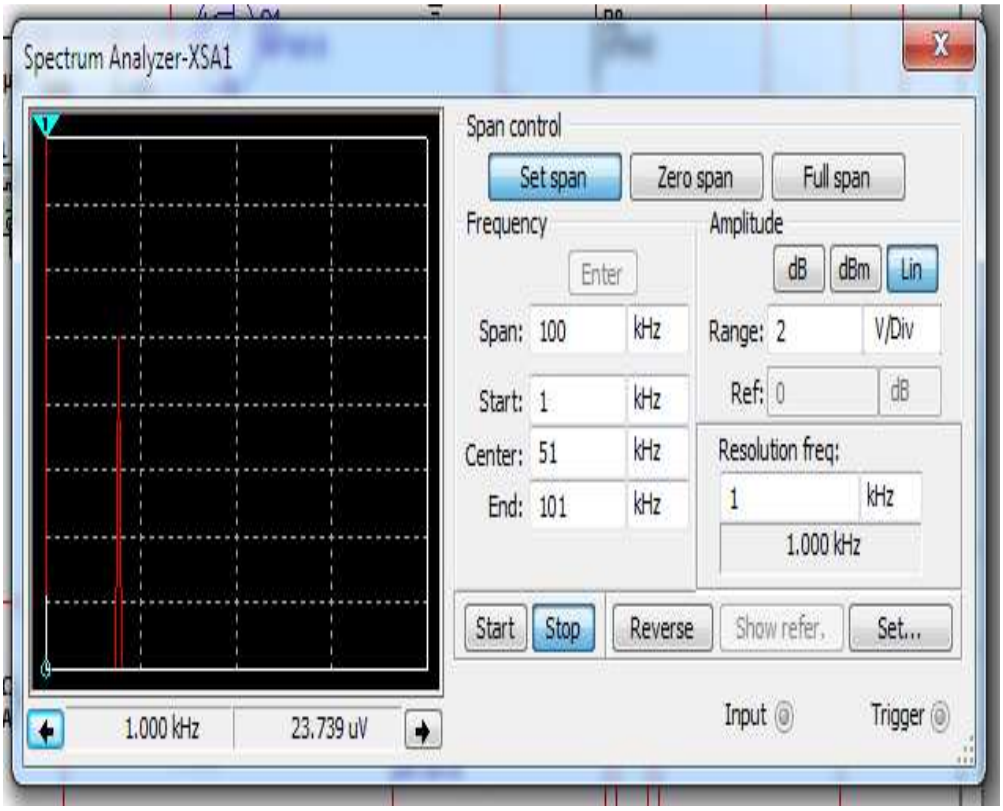
όσο μικρότερο το bandwidth τόσο καλύτερη η φασματική ανάλυση.



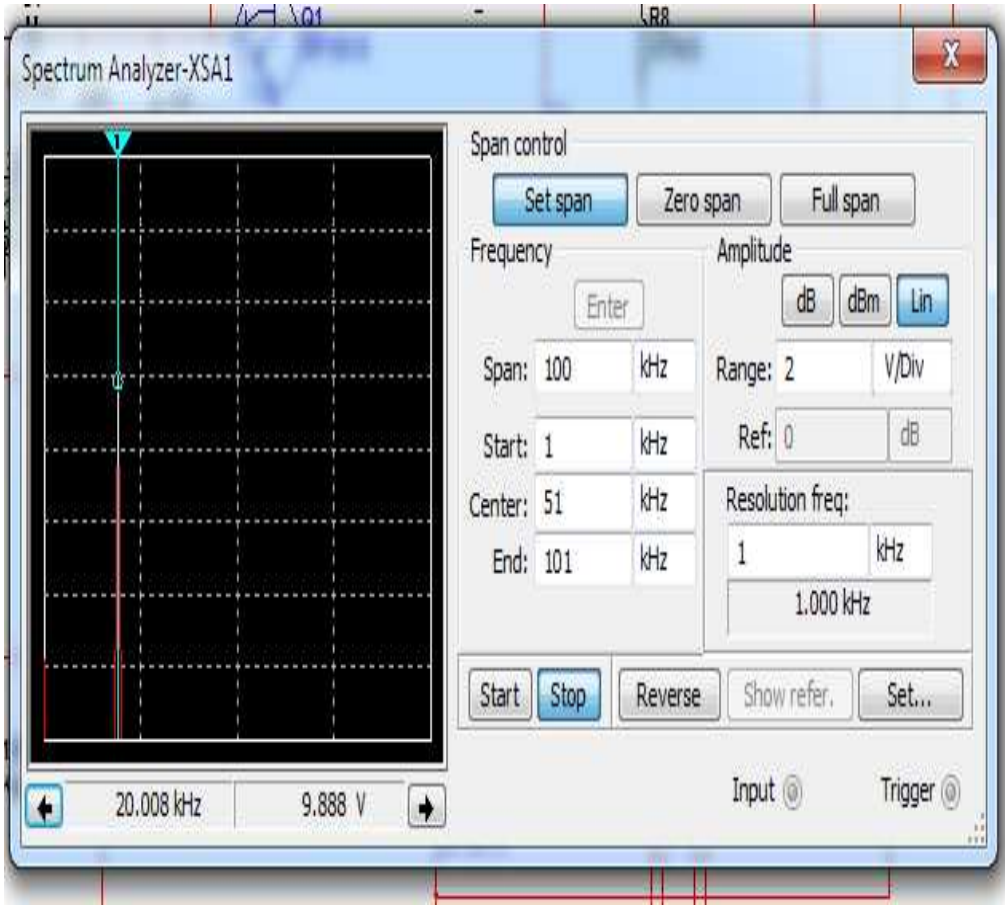
Ωστόσο υπάρχει μια εναλλαγή ανάμεσα στο πόσο γρήγορα η έκθεση μπορεί να ενημερώση την πλήρη διάρκεια συχνότητας στην οποία αναφέρεται το όργανο και στην ανάλυση της που έχει να κάνει με τον διαχωρισμό των συστατικών της συχνότητας που είναι αρκετά κοντα μεταξύ τους.



Τοποθετήσαμε το ***spectrum analyzer*** στο κύκλωμα μας και τα αποτελέσματα τα οποία πήραμε ήταν τα εξής :



(Spectrum analyzer στο multisim 1)

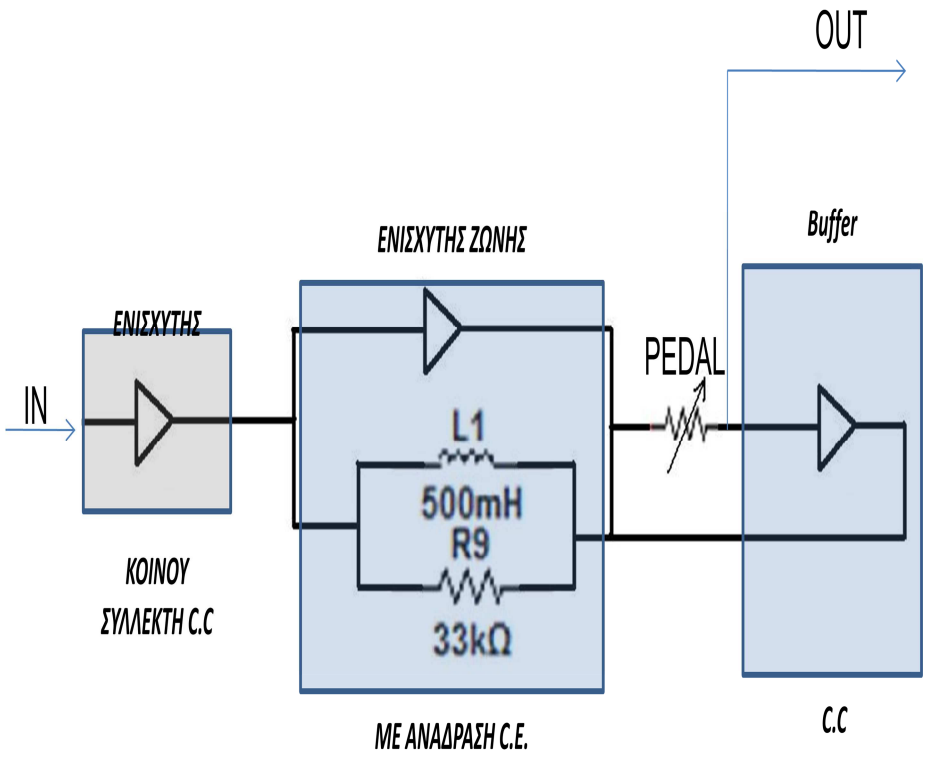


(Spectrum analyzer στο multisim 2)

Όπως διαπιστώσαμε και από τον ***spectrum analyzer*** στη συχνότητα των 20KHz η τάση είναι περίπου 10Volts

BLOCK ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

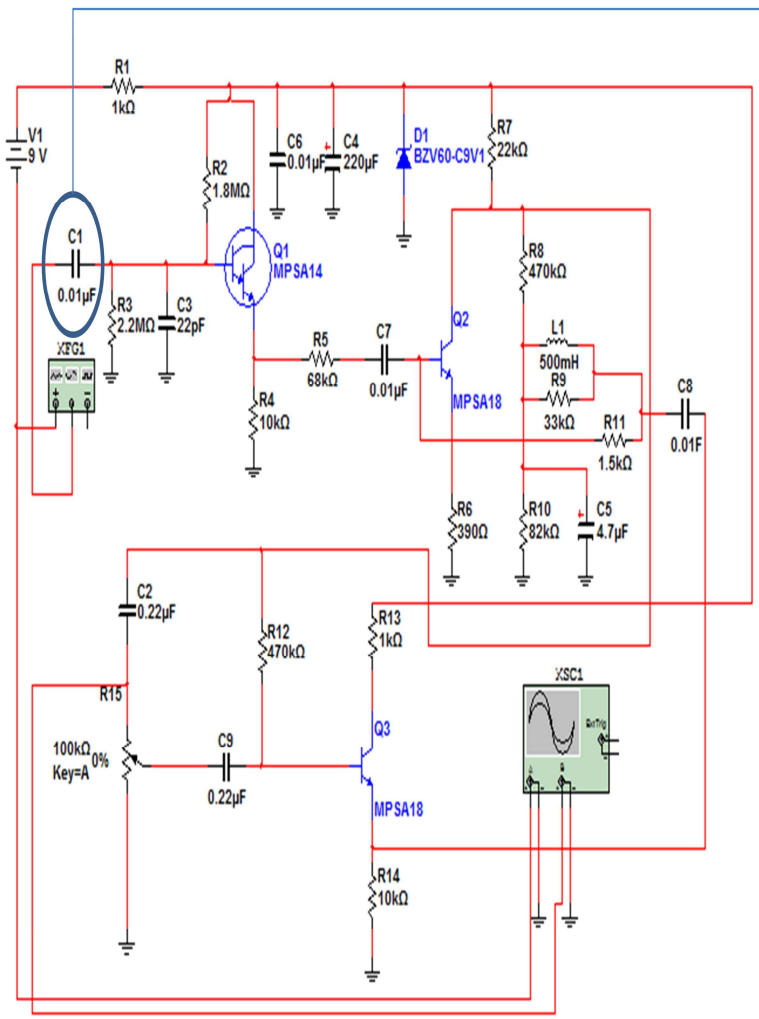
Το block διάγραμμα του κυκλώματος της ενισχυτικής μας διάταξης είναι το ακόλουθο :



(Block διάγραμμα του κυκλώματος)

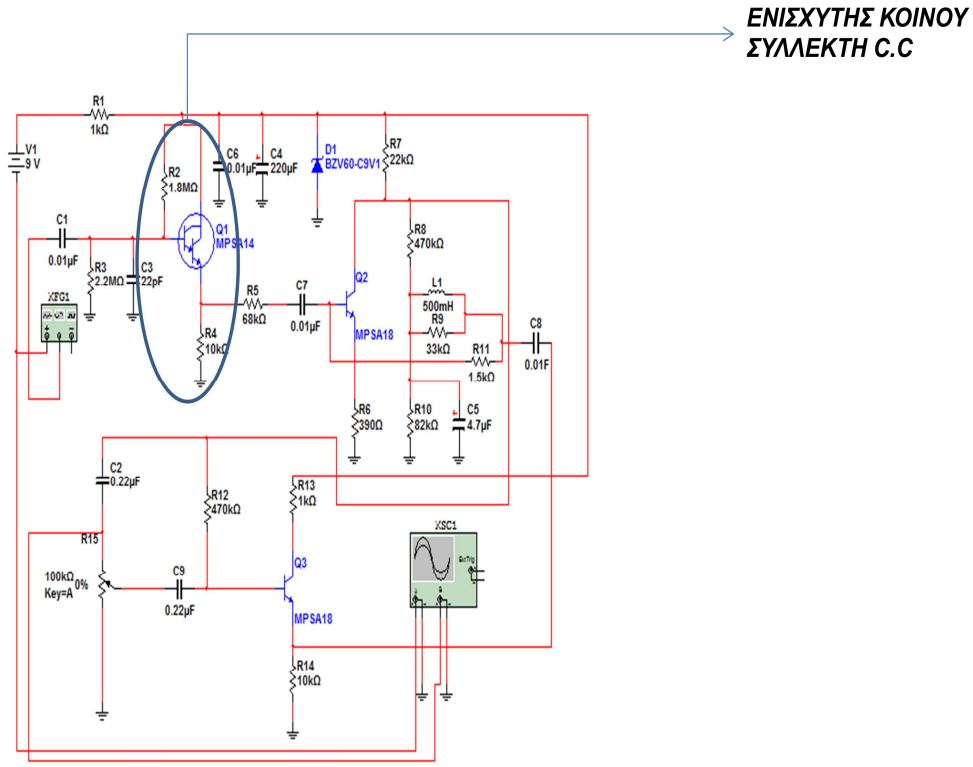
Όπως διαπιστώνουμε και από το block διάγραμμα το ρεύμα μας εισέρχεται σε έναν ενισχυτή κοινού συλλέκτη, στη συνέχεια περνάει από έναν ενισχύτη ζώνης με ανάδραση, οπού η συγκεκριμένη ενισχυτική διάταξη είναι ένας ενισχυτής κοινού εκπομπού και πριν περάσει στην έξοδο περνάει πάλι από έναν δεύτερο ενισχύτή κοινού εκπομπού , αυτή τη φόρα όμως η συγκεκριμένη ενισχυτική διάταξη λειτουργεί ως buffer καθυστερώντας το σήμα μας . Πιο αναλυτικά θα το δουμε παρακάτω .

ΕΙΣΟΔΟΣ



(Η είσοδος του κυκλώματος)

Η είσοδος ενός ημιτονοειδούς σήματος γινέται, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα από τον πυκνωτή C1. Στη συνέχεια το σήμα μας μεταφέρεται σε έναν ενισχυτή κοινού συλλέκτη .

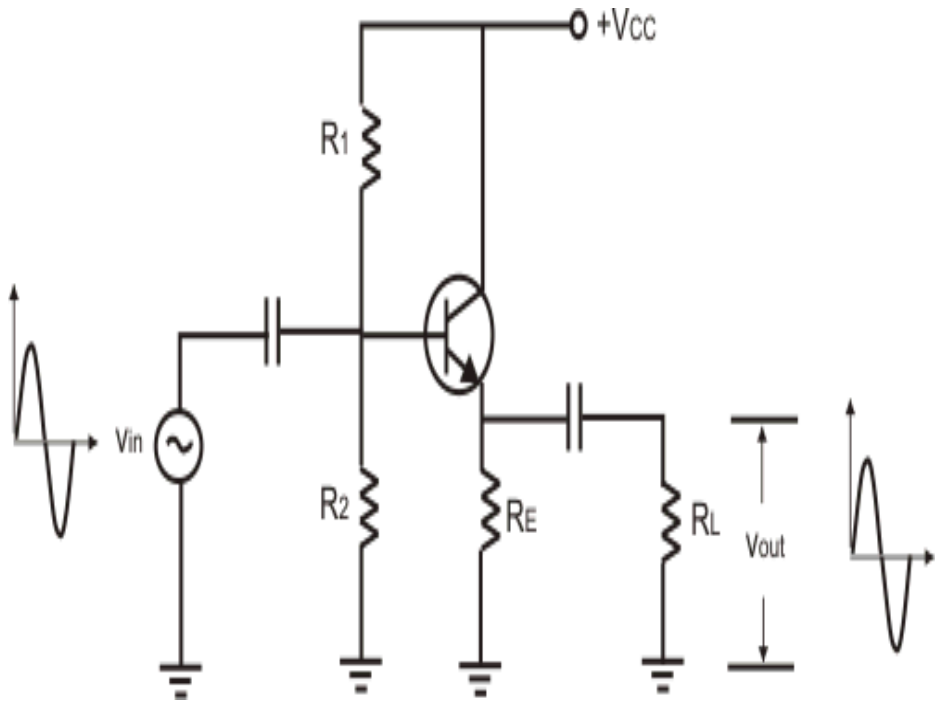


(Ο ενισχυτής κοινού συλλεκτη)

Ενισχυτής κοινού συλλέκτη

Συνδεσμολογία κοινού συλλέκτη

Στο σχήμα φαίνεται το κύκλωμα ενισχυτή κοινού συλλέκτη CC ή ακόλουθου εκπομπού όπως λέγεται. Σ' αυτό το κύκλωμα η αντίσταση συλλέκτη έχει μηδενική τιμή, δηλαδή ο συλλέκτης γειώνεται στο ac σήμα, μέσω της πηγής τροφοδοσίας.

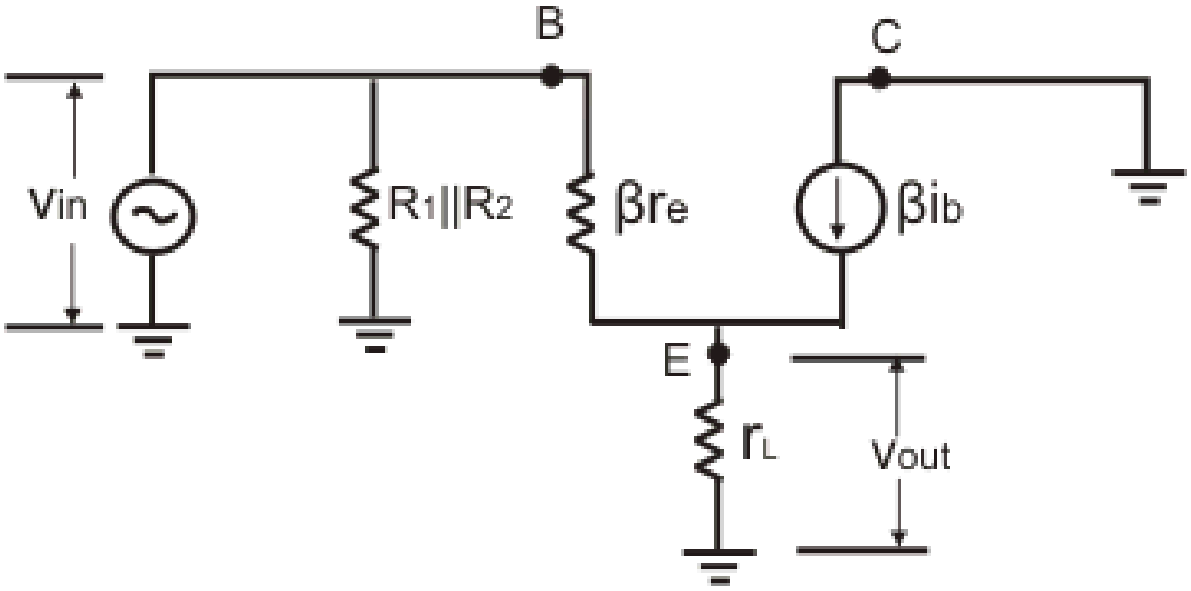


Όταν μια ημιτονοειδή τάση εισόδου v_{in} οδηγεί τη βάση του τρανζίστορ, η τάση αυτή προκαλεί μια ημιτονοειδή μεταβολή του ρεύματος του εκπομπού, με αποτέλεσμα στην αντίσταση R_E εμφανίζεται μια ημιτονοειδής τάση και ένα ac σήμα να οδηγεί την αντίσταση φορτίου R_L.

Κατά τη διάρκεια της θετικής ημιπεριόδου του ac σήματος εισόδου, το ρεύμα εκπομπού αυξάνει και προκαλεί τη θετική ημιπερίοδο του ac σήματος εξόδου. Ομοίως, κατά τη διάρκεια της αρνητικής ημιπεριόδου του σήματος εισόδου, το ρεύμα εκπομπού ελαττώνεται και προκαλεί την αρνητική ημιπερίοδο της τάσης εξόδου. Για το λόγο αυτό, η ac τάση εξόδου της ενισχυτικής διάταξης CC είναι σε φάση με την ac τάση εισόδου.

Κέρδος τάσης

Στο σχήμα δίνεται το ac ισοδύναμο του κυκλώματος κοινού συλλέκτη.



Η ac αντίσταση φορτίου r_L είναι ίση με τον παράλληλο συνδυασμό των αντιστάσεων R_E και R_L

$r_L = R_E \,||\, R_L$

Στο κύκλωμα αυτό, η ac τάση εισόδου v_{in} προκαλεί ένα ac ρεύμα βάσης, που διαρρέει την αντίσταση βr_e καθώς κι ένα ac ρεύμα εκπομπού i_e που διαρρέει την αντίσταση r_L. Η ac τάση εξόδου εμφανίζεται στ' άκρα της r_L και είναι ίση με:

$v_{out} = i_e r_L$

Η ac τάση εισόδου εφαρμόζεται στις αντιστάσεις βr_e και r_L . Είναι ίση με

$v_{in} = i_b \beta r_e + i_e r_L$

Επειδή $i_e \sim= \beta i_b$ το κέρδος τάσης είναι:

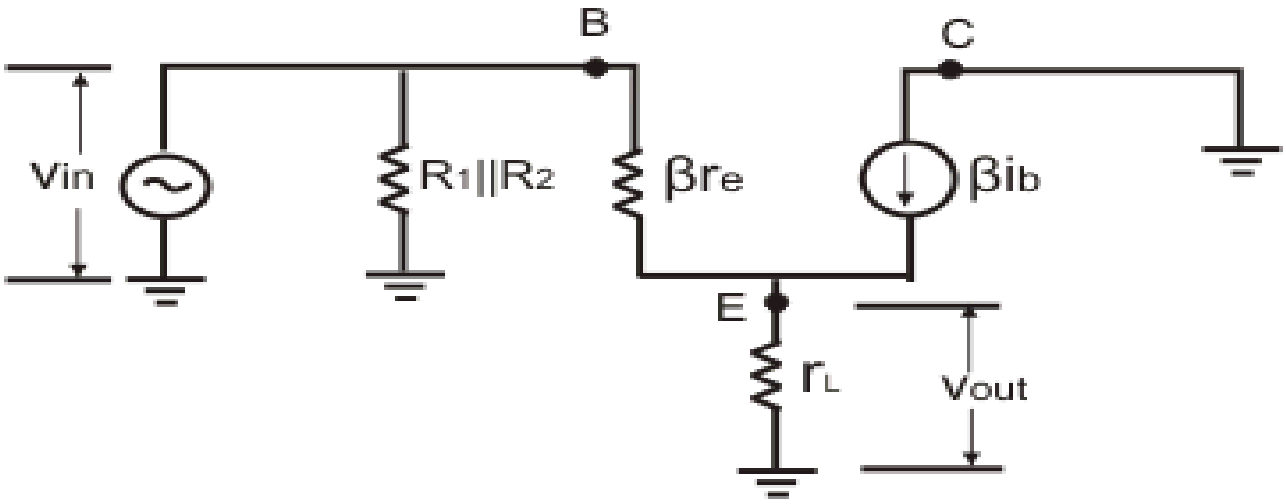
$A = v_{out}/v_{in} = (i_e r_L) / (i_b \beta r_e + i_e r_L) \sim= (i_e r_L) / (i_e r_e + i_e r_L)$

Η σχέση αυτή απλοποιείται στην $A \sim= r_L / (r_L + r_e)$

Συνήθως η r_e είναι πολύ μικρότερη από την r_L ($=R_E \,||\, R_L$). Σ' αυτή την περίπτωση, το κέρδος τάσης είναι περίπου μονάδα. Αυτό σημαίνει ότι το σήμα εξόδου έχει την ίδια φάση και περίπου το ίδιο πλάτος με το σήμα εισόδου. Αυτός είναι ο λόγος που η συνδεσμολογία CC λέγεται ακόλουθος εκπομπού.

Σύνθετη αντίσταση εισόδου

Ένας ακόλουθος εκπομπός μπορεί να αυξήσει μια αντίσταση, όπως ακριβώς και ο μετασχηματιστής. Κάθε σύνθετη αντίσταση στο κύκλωμα του εκπομπού φαίνεται από τη βάση αυξημένη β φορές.



Πράγματι, στο ac ισοδύναμο κύκλωμα ενός ακόλουθου εκπομπού, η ac τάση εισόδου συνδέεται με τα ρεύματα i_b και i_e με τη σχέση:

$v_{in} = i_b\beta r_e + i_e r_L$

Επειδή $i_e \sim= \beta i_b$, η παραπάνω εξίσωση γράφεται

$v_{in} \sim= i_b\beta r_e + \beta i_b r_L$

Διαιρώντας και τα δυο μέλη δια i_b , παίρνουμε τη σύνθετη αντίσταση εισόδου από τη βάση:

$z_{in(base)} \sim= v_{in} / i_b = (i_b\beta r_e + \beta i_b r_L) / i_b \Rightarrow z_{in(base)} \sim= \beta(r_L + r_e)$

Η ολική ac αντίσταση εκπομπού πολλαπλασιάζεται επί β για να δώσει τη σύνθετη αντίσταση που φαίνεται από τη βάση. Η ολική σύνθετη αντίσταση εισόδου της βαθμίδας περιλαμβάνει και τις αντιστάσεις πόλωσης:

$z_{in} = R_1 \,||\, R_2 \,||z_{in(base)}$

Κέρδος ισχύος

Με τον ακόλουθο εκμπομπού δεν πετυχαίνουμε κέρδος τάσης, αλλά κέρδος ισχύος. Το κέρδος ισχύος συμβολίζεται με G. Η ισχύς της ac συνιστώσας της τάσης εξόδου του ακόλουθου εκπομπού είναι

$p_{out} = i^2_e \, r_L$

Η αντίστοιχη ισχύς εισόδου είναι

$p_{in} = i^2_b z_{in(base)} = i^2_b \beta(r_L + r_e)$

Το κέρδος ισχύος G είναι ο λόγος p_{out} προς p_{in}

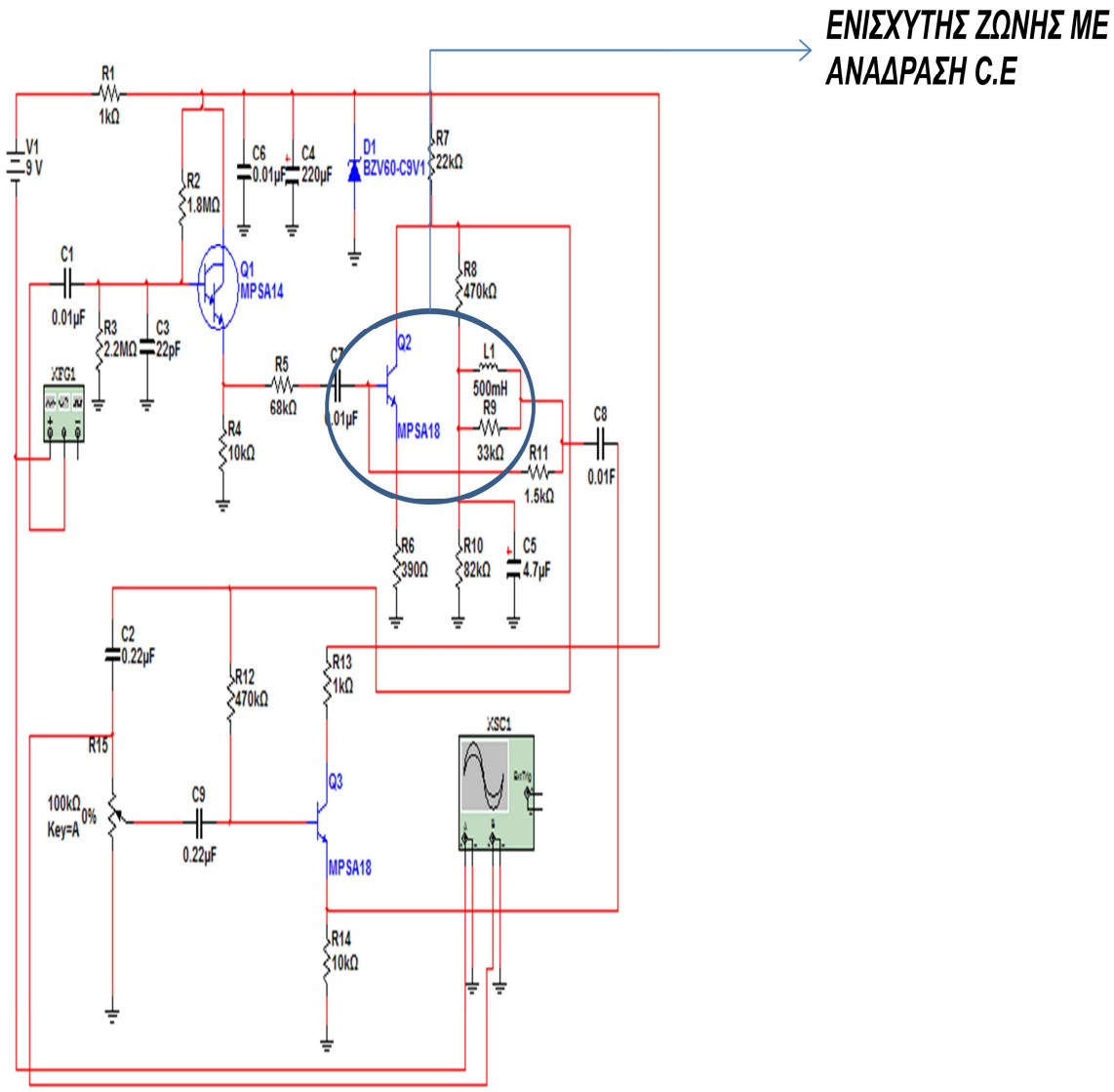
$G = p_{out} / p_{in} = (i^2_e \, r_L) / (i^2_b \beta(r_L + r_e))$

Επειδή $i_c \sim= i_e$ και $i_c = \beta i_b$ η παραπάνω σχέση γράφεται

$G \sim= \beta r_L / (r_L + r_e)$

Σε κανονικές περιπτώσεις, η r_L είναι πολύ μεγαλύτερη από την r_e , οπότε το κέρδος τάσης πλησιάζει τη μονάδα και το κέρδος ισχύος είναι περίπου ίσο με β.

Στη συνέχεια το σήμα μας οδηγείτε σε μια νέα ενισχυτική διάταξη η οποία είναι ένας ενισχυτής κοινού εκπομπου.



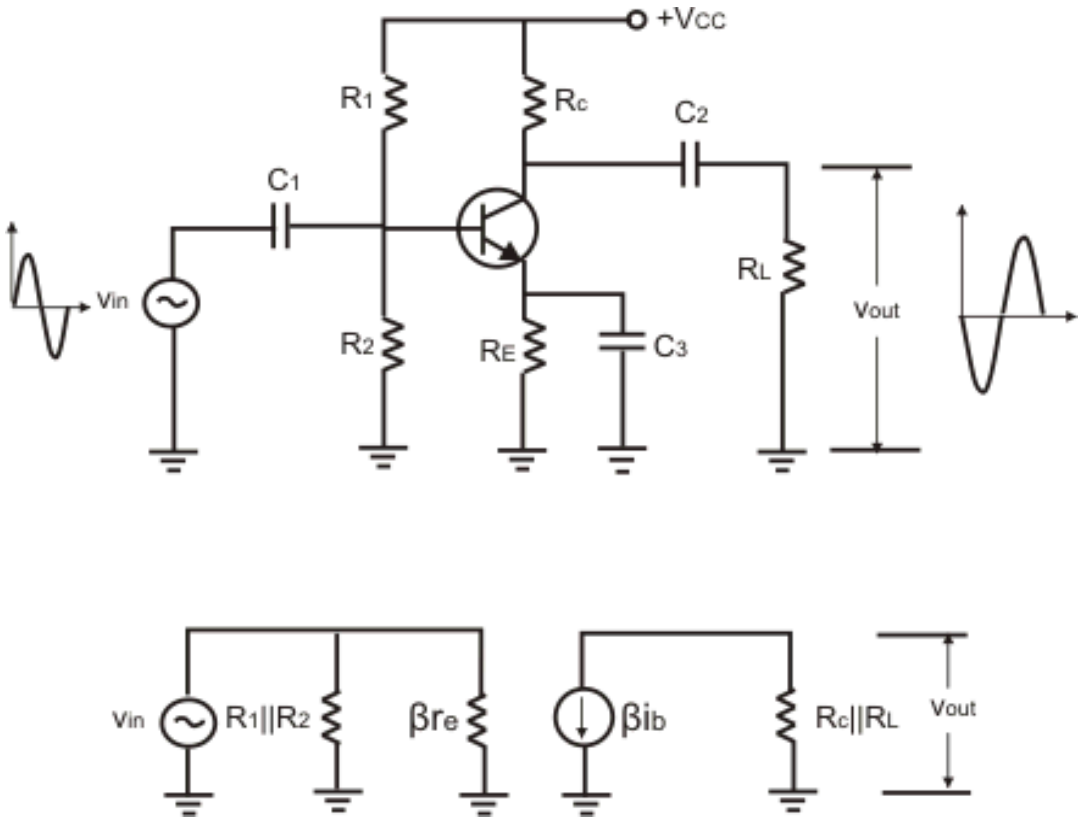
(Ο ενισχυτής ζώνης με ανάδραση)

Ονομάζεται και ενισχυτής ζώνης με ανάδραση διότι με τον πυκνωτή C7 πετυχαίνεται η σύζευξη του ac σήματος με τη βάση και με τον πυκνωτή C8 πετυχαίνεται η σύζευξη του ενισχυμένου ac σήματος εξόδου με την αντίσταση φορτίου RL. Το κέρδος τάσης αυτής της ενισχυτικής διάταξης ορίζεται από τον λόγο της ac τάσης εξόδου Vout προς την ac τάση εισόδου Vin . Δηλαδή A=Vout / Vin.

Ενισχυτής κοινού εκπομπού

Κέρδος τάσης ενισχυτή κοινού εκπομπού

Στο σχήμα δίνεται μια ενισχυτική διάταξη κοινού εκομπού. Με τον πυκνωτή C_1 πετυχαίνεται η σύζευξη του ac σήματος της πηγής με τη βάση και με τον πυκνωτή C_2 πετυχαίνεται η σύζευξη του ενισχυμένου ac σήματος εξόδου με την αντίσταση φορτίου R_L. Ο πυκνωτής C_3 λέγεται πυκνωτής απόζευξης ή παράκαμπψης (by pass capasitor) επειδή προκαλεί μια διαδρομή από τον εκπομπό στη γη με μικρή σύνθετη αντίσταση.



Κέρδος τάσης Α ορίζεται ο λόγος της ac τάσης εξόδου v_{out} προς την ac τάση εισόδου v_{in}. Δηλαδή $A= v_{out} / v_{in}$

Στο σχήμα επίσης δίνεται το ac ισοδύναμο κύκλωμα της ενισχυτικής διάταξης CE. Σημειώνουμε ότι οι αντιστάσεις πόλωσης R_1 και R_2 συνδέονται παράλληλα, επειδή η dc πηγή τάσης έχει

νεκρωθεί. Ακόμη, επειδή το άνω άκρο της R_c είναι γειωμένο για το ασήμα, η R_c συνδέεται παράλληλα προς την R_L. Αυτός ο παράλληλος συνδυασμός λέγεται ac αντίσταση φορτίου, συμβολίζεται με r_L και δίνεται από τη σχέση:

$r_L = R_c \,||\, R_L$

Επειδή η ac τάση εξόδου εμφανίζεται στ' άκρα της r_L, αυτή δίνεται από τη σχέση:

$v_{out} = i_c r_L$ όπου i_c το ac ρεύμα συλλέκτη.

Το ac βήτα του τρανζίστορ συμβολίζεται με β και είναι ο λόγος του ac ρεύματος συλλέκτη i_c προς το ac ρεύμα βάσης i_b . Δηλαδή $\beta = i_c / i_b$

Έτσι η τάση εξόδου v_{out} γράφεται: $v_{out} = \beta i_b r_L$

Από την μεριά της εισόδου η ac τάση εισόδου εφαρμόζεται στην αντίσταση βr_e και μας επιτρέπει να γράψουμε

$v_{in} = i_b \beta r_e$

Ο λόγος των δυο τελευταίων εξισώσεων δίνει μια άλλη έκφραση για το κέρδος τάσης:

$A = v_{out} / v_{in} = (\beta i_b r_L) / (i_b \beta r_e) \Rightarrow A = r_L / r_e$

Βλέπουμε ότι το κέρδος τάσης στη διάταξη κοινού εκπομπού CE είναι ευθέως ανάλογο προς την r_L κι αντιστρόφως ανάλογο προς την r_e

Σύνθετη αντίσταση εισόδου

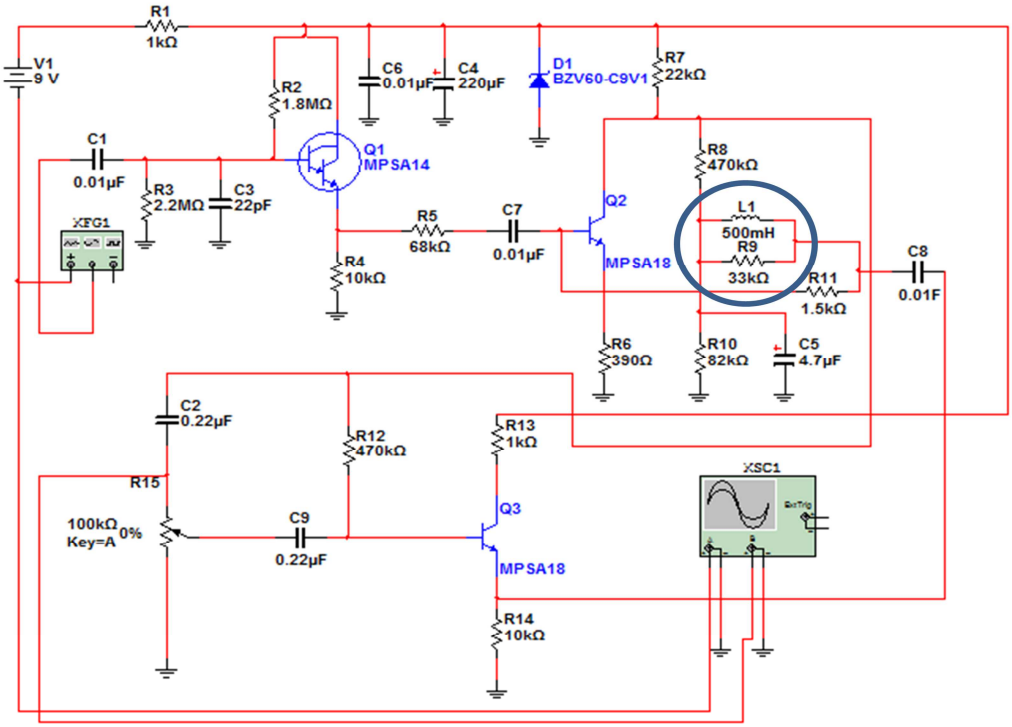
Η σύνθετη αντίσταση εισόδου ενός ενισχυτή είναι η σύνθετη αντίσταση που "βλέπει" η ac πηγή. Στο κύκλωμα του παραπάνω σχήματος η ac πηγή τροφοδοτεί με ρεύμα τις αντιστάσεις πόλωσης, που συνδέονται παράλληλα με τη σύνθετη αντίσταση εισόδου της βάσης. Αυτό σημαίνει ότι η σύνθετη αντίσταση εισόδου του ενισχυτή περιλαμβάνει τις αντιστάσεις πόλωσης και την σύνθετη αντίσταση εισόδου της βάσης:

$z_{in} = R_1 \,||\, R_2 \,||\, \beta r_e$

Αντιστροφή φάσης

Κατά τη διάρκεια της θετικής ημιπεριόδου της ac τάσης εισόδου, το ολικό ρεύμα βάσης αυξάνει κι αναγκάζει το ολικό ρεύμα συλλέκτη ν' αυξηθεί. Η αύξηση του ρεύματος συλλέκτη έχει αποτέλεσμα την αύξηση της πτώσης τάσης στην αντίσταση συλλέκτη και την ελάττωση της τάσης συλλέκτη. Κατά τη διάρκεια της αρνητικής ημιπεριόδου της ac τάσης εισόδου, η τάση συλλέκτη αυξάνει. Γι' αυτό το λόγο, η ac τάση εξόδου κάθε ενισχυτικής βαθμίδας CE έχει πάντοτε διαφορά φάσης 180^{o} με την ac τάση εισόδου. Αυτή η αλλαγή στη φάση λέγεται αναστροφή φάσης.

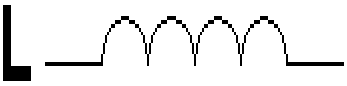
Όπως παρατηρήσαμε στον ενισχυτή κοινού εκπομπού υπάρχει και ένα πηνίο



(Το πηνίο και η λειτουργία του)

Το οποίο είναι ένα από τα κύρια εξαρτήματα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Πρόκειται για ένα συρμάτινο τύλιγμα που έχει την ιδιότητα να αναπτύσσει μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του όταν διαρρέεται από ρεύμα. Οι ιδιότητες των πηνίων και το φαινόμενο

της αυτεπαγωγής μελετήθηκαν από τον Αμερικανό φυσικό Τζόζεφ Χένρι το 1823.



Τα χαρακηριστικά του πηνίου

Το πηνίο μπορεί να είναι κενό εσωτερικά ή να περιέχει κάποιον πυρήνα από σιδηρομαγνητικό υλικό. Χαρακτηριστικό μέγεθος του πηνίου είναι ο συντελεστής αυτεπαγωγής που συμβολίζεται με L και μετριέται σε Henry προς τιμήν του Αμερικανού φυσικού JosephHenry που μελέτησε το φαινόμενο της αυτεπαγωγής και τα πηνία.

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που αναπτύσσεται στο εσωτερικό του πηνίου όταν αυτό διαρρέεται από ρεύμα δίνεται από τη σχέση

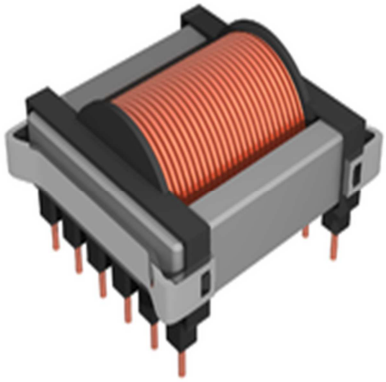
$$B = \mu_0 \mu_r \mathrm{I} \frac{n}{l}$$

όπου n ο αριθμός των σπειρών του πηνίου, l το μήκος του πηνίου, I το ρεύμα που το διαρρέει, μ_0 η μαγνητική διαπερατότητα του κενού και μ_r η σχετική μαγνητική διαπερατότητα του υλικού του πυρήνα (για το κενό, μ_r=1).

Εφαρμογές των πηνίων

Το πηνίο χρησιμοποιείται στις περισσότερες πρακτικές εφαρμογές του ηλεκτρομαγνητισμού εκμεταλλευόμενο την ιδιότητα του να μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μαγνητική και το αντίθετο. Έτσι λοιπόν χρησιμοποιείται στις ηλεκτρικές γεννήτριες, στους ηλεκτροκινητήρες, στους μετασχηματιστές, στα

εξαρτήματα ρελέ σε ηλεκτρομαγνήτες και ακόμα σε χρονοκυκλώματα, σε φίλτρα και σε ταλαντωτές.



Το πηνίο χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που εκμεταλλεύονται το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής λόγω της ιδιότητάς του να αναπτύσσει εντονότερη μαγνητική ροή στο εσωτερικό του σε σχέση με έναν απλό βρόγχο. Το πηνίο λόγω σχήματος περιλαμβάνει πολλούς βρόγχους σε σειρά με αποτέλεσμα η μαγνητική ροή στο εσωτερικό του να είναι πολλαπλή σε σχέση με έναν απλό βρόγχο.

Η χρήση του πηνίου σε χρονοκυκλώματα είναι αποτέλεσμα του κανόνα του Λεντζ σύμφωνα με τον οποίο το πηνίο δεν αποκτά ακαριαία μέγιστο ρεύμα όταν συνδεθεί με μία πηγή. Αυτό συμβαίνει γιατί αναπτύσσεται αρχικά τάση από αυτεπαγωγή στα άκρα του, αντίθετη με την φορά της τάσης της πηγής. Αντίστοιχά κατά την εκφόρτιση αναπτύσσει τάση λόγω αυτεπαγωγής και εμποδίζει το ρεύμα του κυκλώματος να μηδενιστεί ακαριαία όταν το κύκλωμα αποσυνδέεται από την πηγή.

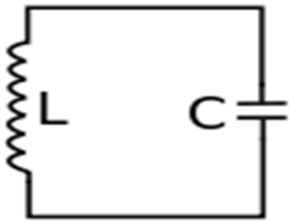
Η χρήση του πηνίου ως ηλεκτρονικού φίλτρου οφείλεται στο γεγονός ότι είναι εντελώς αγώγιμο για το συνεχές ρεύμα, ενώ παρουσιάζει σύνθετη αντίσταση στο εναλλασσόμενο που αυξάνει όσο αυξάνεται η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος. Επομένως το πηνίο επιτρέπει την διέλευση των συνεχών ρευμάτων και των ρευμάτων χαμηλών συχνοτήτων αλλά αποκόπτει τα ρεύματα πολύ υψηλών συχνοτήτων.

Το πηνίο επίσης χρησιμοποιείται σε κυκλώματα που παράγουν ημιτονικές κυματομορφές (αρμονικά σήματα) τα οποία είναι γνωστα ως ταλαντωτές και είναι εξαιρετικά χρήσιμα στις εφαρμογές ραδιοεκπομπών. Όταν το πηνίο είναι συνδεδεμένο σε σειρά με έναν φορτισμένο πυκνωτή μετατρέπει την ηλεκτρική

ενέργεια του πυκνωτή σε μαγνητική ενέργεια στο εσωτερικό του, η οποία μετατρέπεται λόγω αυτεπαγωγής ξανά σε ηλεκτρική του πυκνωτή. Έτσι στο κύκλωμα αυτό δημιουργείται ένα αρμονικό εναλλασσόμενο ρεύμα. Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος που δημιουργείται δίνεται από την σχέση

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Το κύκλωμα αυτό συνδυασμένο με μία βαθμίδα ενίσχυσης δημιουργεί την διάταξη του ταλαντωτή.



(Διάταξη ταλαντωτή)

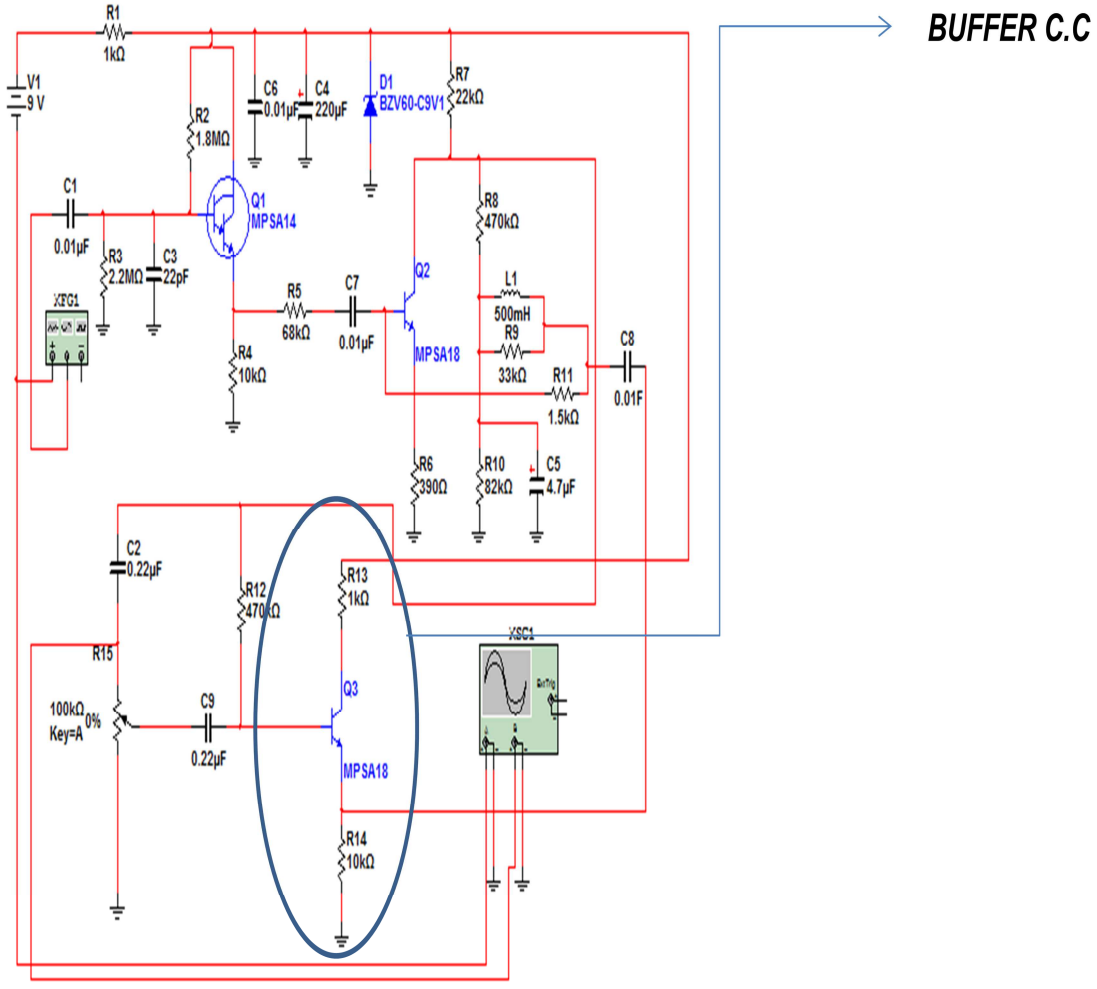
Ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται στο πηνίο

Το πηνίο αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια που δίνεται από τον τύπο

$$E = \frac{1}{2}\mathbf{L}I^2$$

όπου I η ένταση ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πηνίο και L ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου.

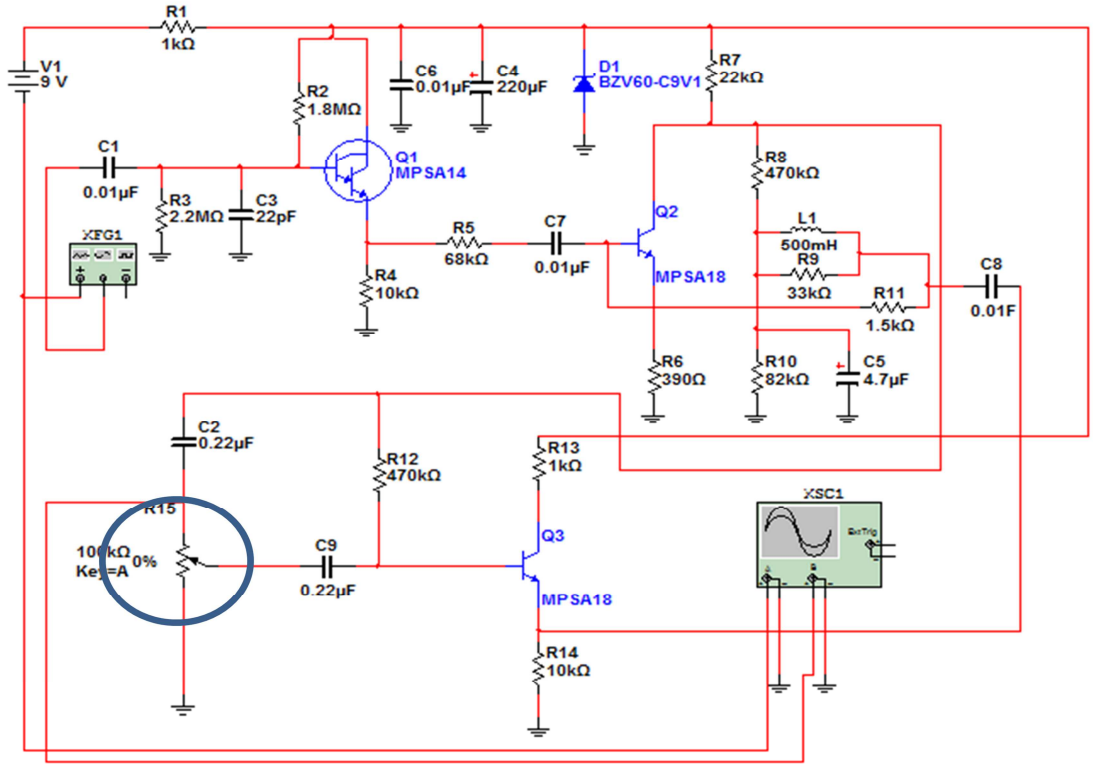
Στη συνέχεια το σήμα πριν περάσει στην έξοδο οδηγείτε εκ νέου σε μια νέα ενισχυτική διάταξη η οποία είναι ένας ακόμη ενισχυτής κοινού εκπομπού



(Ο ενισχυτής κοινού συλλέκτη-Buffer)

Ο οποίος λειτουργεί ως buffer καθυστερώντας το σήμα μας επηρεασμένο άμεσα από το ποτενσιόμετρο και στη συνέχεια το επιστρέφει στην προηγούμενη ενισχυτική διάταξη όπου προστίθεται και περνάει στην έξοδο μας .

Τέλος έχουμε ένα λογαριθμικο ποτένσιόμετρο



(Το λογαριθμικό ποτενσιόμετρο)

Το οποίο είναι αναλογικό ηλεκτρονικό εξάρτημα, που χρησιμοποιείται στα κυκλώματα ωςμεταβλητή αντίσταση. Αποτελείται από αγώγιμη πλάκα σχήματος Ω, πάνω στην οποία γυρίζει, με τη βοήθεια ενός στροφέα, μια επαφή. Ανάλογα με την απόσταση της επαφής από την είσοδο του ρεύματος στο ποτενσιόμετρο μεταβάλλεται και η αντίσταση. Το ποτενσιόμετρο χρησιμοποιείται συνήθως σε ηχητικές διατάξεις για τον έλεγχο της έντασης του ήχου, του τόνου κ.λ.π. ενός ηχητικού σήματος εξόδου. Στις σύγχρονες συσκευές μερικές φορές αντί για μηχανικά ποτενσιόμετρα χρησιμοποιούνται ψηφιακά ηλεκτρονικά.

Το ποτενσιόμετρο περιλαμβάνουν ένα ωμικό στοιχείο, μια ολισθαίνουσα επαφή (wiper) που κινείται κατά μήκος του στοιχείου, κάνοντας καλή ηλεκτρική επαφή με ένα μέρος από αυτό, ηλεκτρικά τερματικά σε κάθε άκρο του στοιχείου, ένα μηχανισμό που μετακινεί towiperαπό το ένα άκρο στο άλλο και ένα περίβλημα που περιέχει το στοιχείο και το wiper.

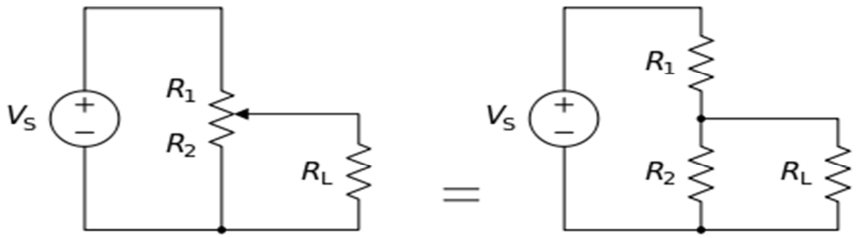
Λογαριθμικό ποτενσιόμετρο

Ένα λογαριθμικό ποτενσιόμετρο έχει ένα ωμικό στοιχείο το οποίο ή συγκλίνει από το ένα άκρο στο άλλο η είναι κατασκευασμένο από ένα υλικό του οποίου η αντίσταση ποικίλλει από το ένα άκρο στο άλλο. Αυτό οδηγεί σε μία συσκευή όπου η τάση εξόδου είναι μια λογαριθμική συνάρτηση της τάσης του ρυθμιστικού.

Τα περισσότερα λογαριθμικά ποτενσιόμετρα δεν είναι ακριβείς αλλά χρησιμοποιούν δύο διαφορετικές περιοχές της αντίστασης για πιο ακριβή προσέγγιση. Οι δύο ωμικές διαδρομές επικαλύπτουν περίπου το 50% της περιστροφής του ποτενσιομέτρου.

Θεωρία της λειτουργίας

Το ποτενσιόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας διαιρέτης τάσης για να ληφθεί μια χειροκίνητα ρυθμιζόμενη τάση εξόδου από το taper από μία σταθερή τάση εισόδου η οποία εφαρμόζεται κατά μήκος των δύο άκρων του ποτενσιομέτρου. Αυτή είναι η πιο κοινή χρήση τους.



Η τάση στα άκρα R_L υπολογίζεται από :

$$V_{\mathrm{L}} = \frac{R_2 R_{\mathrm{L}}}{R_1 R_{\mathrm{L}} + R_2 R_{\mathrm{L}} + R_1 R_2} \cdot V_s.$$

Αν η R_L είναι μεγάλη σε σχέση με τις άλλες αντιστάσεις (όπως την είσοδο σε έναν λειτουργικό ενισχυτή), η τάση εξόδου μπορεί να προσεγγιστεί από την παρακάτω εξίσωση:

$$V_{\mathrm{L}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_s.$$

DATASHEET

Σύμφωνα με τους κατασκευαστές των εξαρτημάτων έχουμε τα παρακάτω datasheets τα οποία είναι πολύ χρήσιμα για την σωστή λειτουργία του κυκλώματος μας .

Τρανζίστορ MPSA14

NPNDarlingtontransistorMPSA14

FEATURES

• Highcurrent (max. 500 mA)

• Low voltage (max. 30 V)

• High DC current gain (min. 10000).

APPLICATIONS

• High gain amplification.

DESCRIPTION

NPN Darlington transistor in a TO-92; SOT54 plastic package. PNP complement: MPSA64.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	collector
2	base
3	emitter

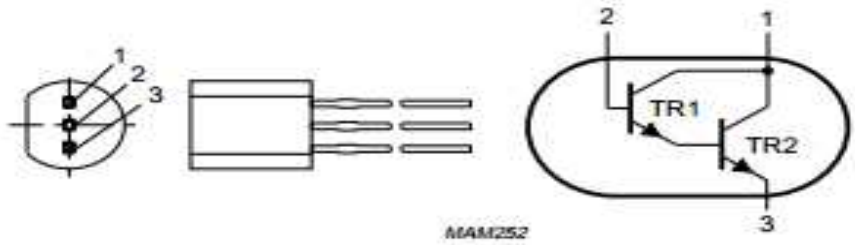


Fig.1 Simplified outline (TO-92; SOT54) and symbol.

LIMITING VALUES

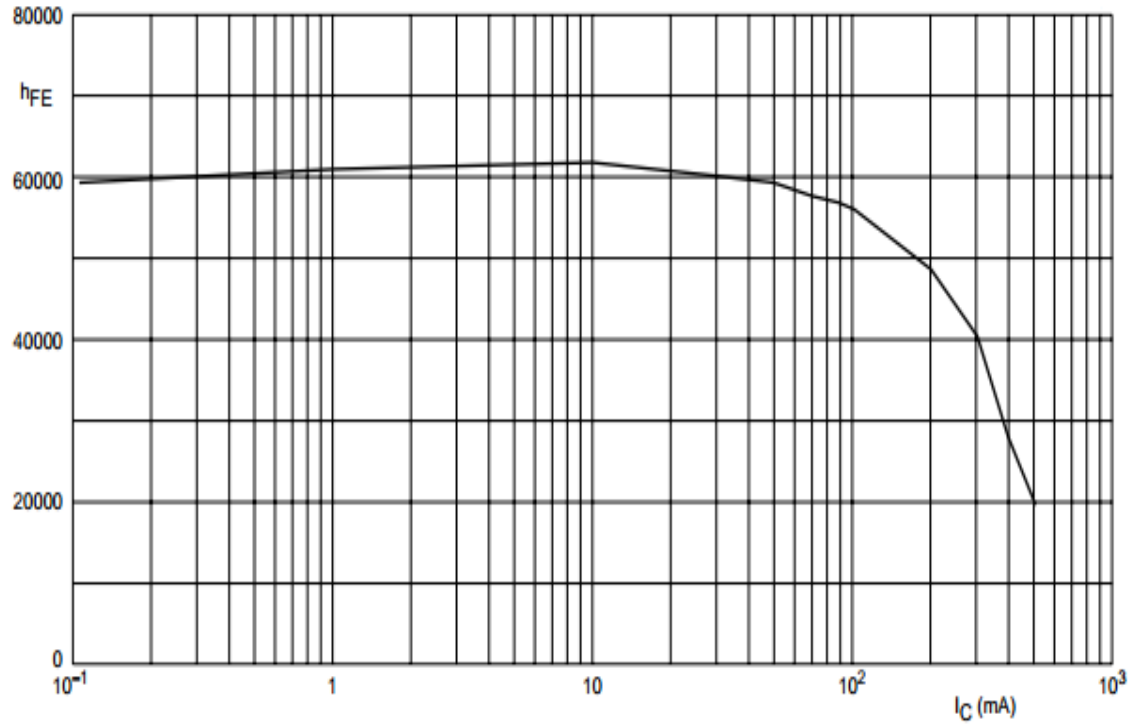
In accordance with the Absolute Maximum Rating System.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	30	V
V_{CES}	collector-emitter voltage	V_{BE} = 0	–	30	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	10	V
I_C	collector current (DC)		–	500	mA
I_{CM}	peak collector current		–	1	A
I_B	base current (DC)		–	100	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C; note 1	–	500	mW
T_{stg}	storage temperature		−65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	150	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		−65	+150	°C

CHARACTERISTICS

Tj = 25 °C unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0$; $V_{CB} = 30$ V	–	0.1	µA
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0$; $V_{EB} = 10$ V	–	0.1	µA
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 10$ mA; $V_{CE} = 5$ V; see Fig.2	10000	–	
		$I_C = 100$ mA; $V_{CE} = 5$ V; see Fig.2	20000	–	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 100$ mA; $I_B = 0.1$ mA	–	1.5	V
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	$I_C = 100$ mA; $I_B = 0.1$ mA	–	1.5	V
V_{BEon}	base-emitter on-state voltage	$I_C = 100$ mA; $V_{CE} = 5$ V	–	2	V
f_T	transition frequency	$I_C = 10$ mA; $V_{CE} = 5$ V; f = 100 MHz	125	–	MHz



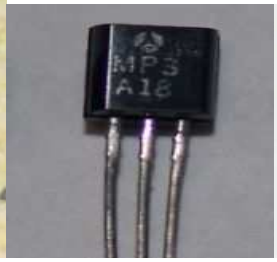
$V_{CE} = 5$ V.

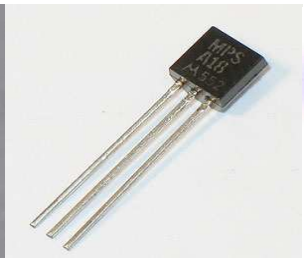
Τρανζίστορ MPSA18

NPN General PurposeAmplifier

Το συγκεκριμένο τρανζίστορ ονομάζεται **τρανζίστορ χαμηλού θορύβου (low noise)** και υψηλού gain διότι ενισχύει την ένταση από 1μA σε 50 mA.








DATASHEET

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή του τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου τρανζίστορ καθώς επίσης και οι χαρακτηριστικές θορύβου είναι τα ακόλουθα.

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	45	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	45	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}	6.5	Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	200	mAdc
Total Device Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	625 5.0	mW mW/°C
Total Device Dissipation @ T_C = 25°C Derate above 25°C	P_D	1.5 12	Watts mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	−55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$(1)	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS					
Collector–Emitter Breakdown Voltage(2) (I_C = 10 mAdc, I_B = 0)	$V_{(BR)CEO}$	45	–	–	Vdc
Collector–Base Breakdown Voltage (I_C = 100 μAdc, I_E = 0)	$V_{(BR)CBO}$	45	–	–	Vdc
Emitter–Base Breakdown Voltage (I_E = 10 μAdc, I_C = 0)	$V_{(BR)EBO}$	6.5	–	–	Vdc
Collector Cutoff Current (V_{CB} = 30 Vdc, I_E = 0)	I_{CBO}	–	1.0	50	nAdc

1. $R_{\theta JA}$ is measured with the device soldered into a typical printed circuit board.
2. Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS(2)					
DC Current Gain	h_{FE}				–
(I_C = 10 μAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc)		400	580	–	
(I_C = 100 μAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc)		500	850	–	
(I_C = 1.0 mAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc)		500	1100	–	
(I_C = 10 mAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc)		500	1150	1500	
Collector–Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$				Vdc
(I_C = 10 mAdc, I_B = 0.5 mAdc)		–	–	0.2	
(I_C = 50 mAdc, I_B = 5.0 mAdc)		–	0.08	0.3	
Base–Emitter On Voltage	$V_{BE(on)}$	–	0.6	0.7	Vdc
(I_C = 1.0 mAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc)					
SMALL–SIGNAL CHARACTERISTICS					
Current–Gain — Bandwidth Product	f_T	100	160	–	MHz
(I_C = 1.0 mAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc, f = 100 MHz)					
Collector–Base Capacitance	C_{cb}	–	1.7	3.0	pF
(V_{CB} = 5.0 Vdc, I_E = 0, f = 1.0 MHz)					
Emitter–Base Capacitance	C_{eb}	–	5.6	6.5	pF
(V_{EB} = 0.5 Vdc, I_C = 0, f = 1.0 MHz)					
Noise Figure	NF				dB
(I_C = 100 μAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc, R_S = 10 kΩ, f = 1.0 kHz)		–	0.5	1.5	
(I_C = 100 μAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc, R_S = 1.0 kΩ, f = 100 Hz)		–	4.0	–	
Equivalent Short Circuit Noise Voltage	V_T	–	6.5	–	$nV/\sqrt{Hz}$
(I_C = 100 μAdc, V_{CE} = 5.0 Vdc, R_S = 1.0 kΩ, f = 100 Hz)					

2. Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%.

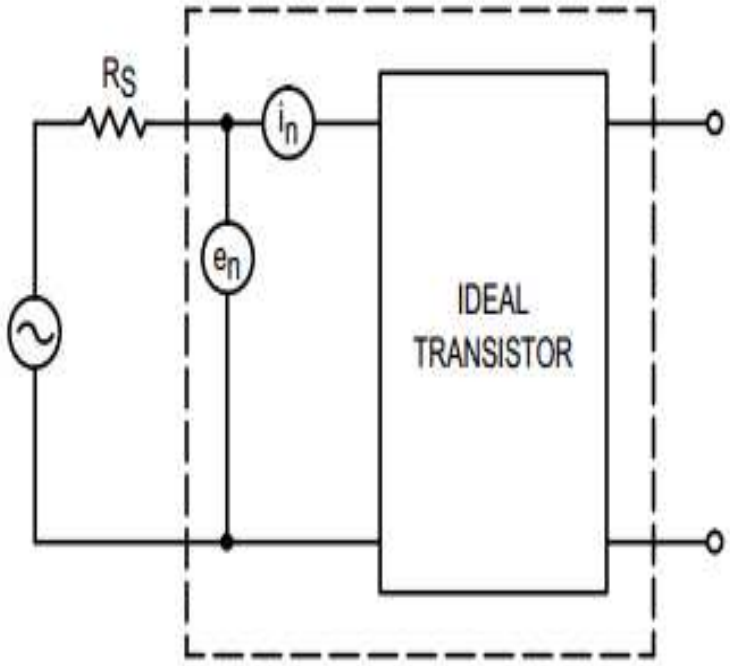


Figure 1. Transistor Noise Model

NOISE CHARACTERISTICS

(V_{CE} = 5.0 Vdc, T_A = 25°C)

NOISE VOLTAGE

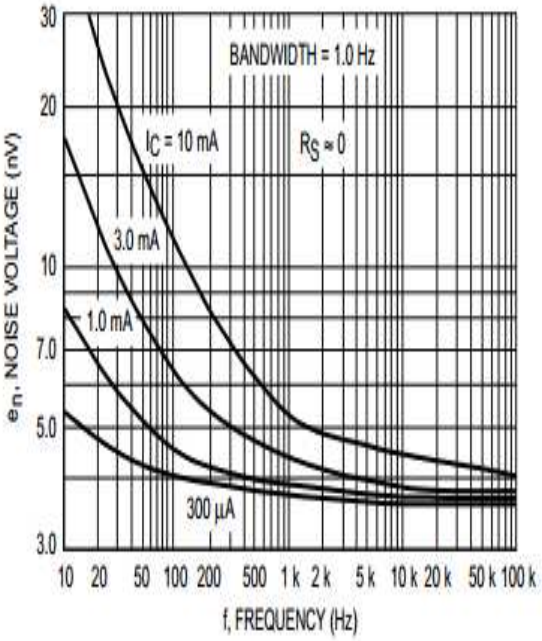


Figure 2. Effects of Frequency

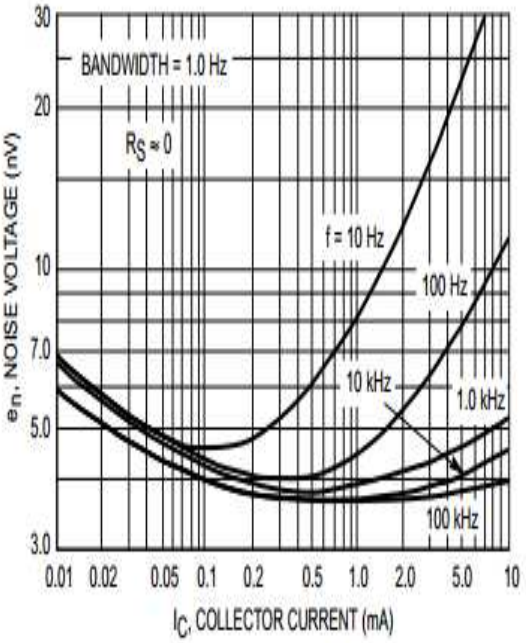


Figure 3. Effects of Collector Current

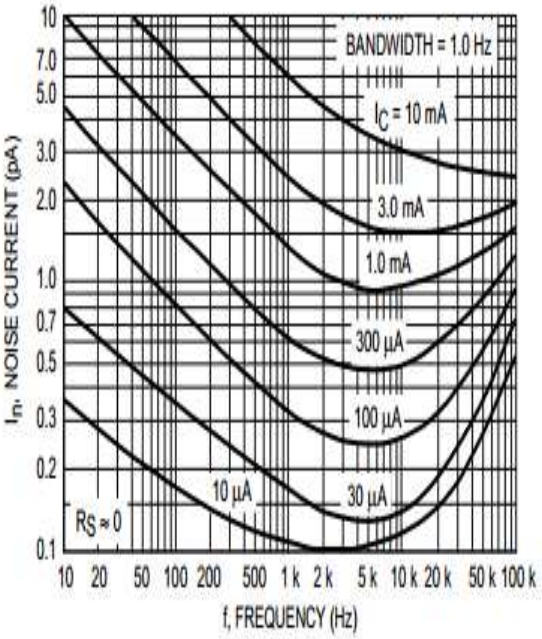


Figure 4. Noise Current

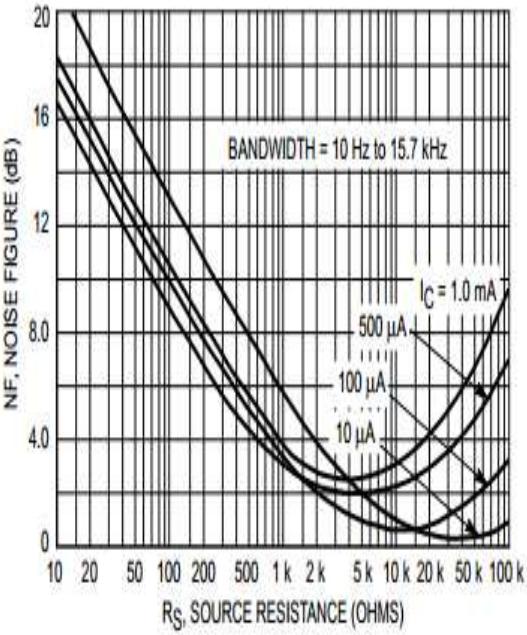


Figure 5. Wideband Noise Figure

100 Hz NOISE DATA

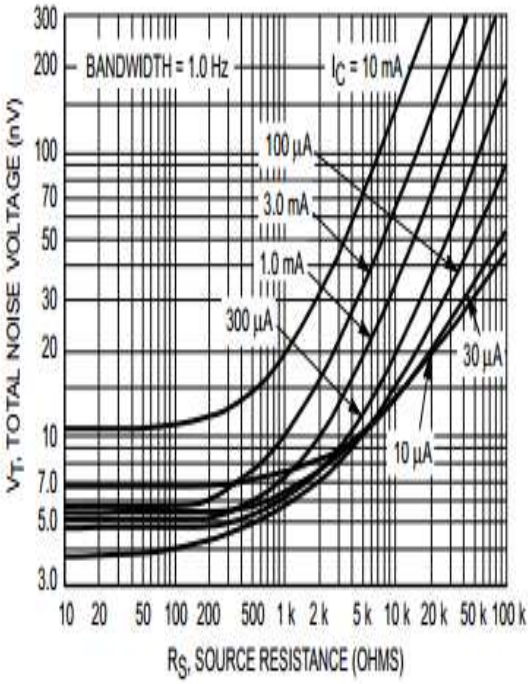


Figure 6. Total Noise Voltage

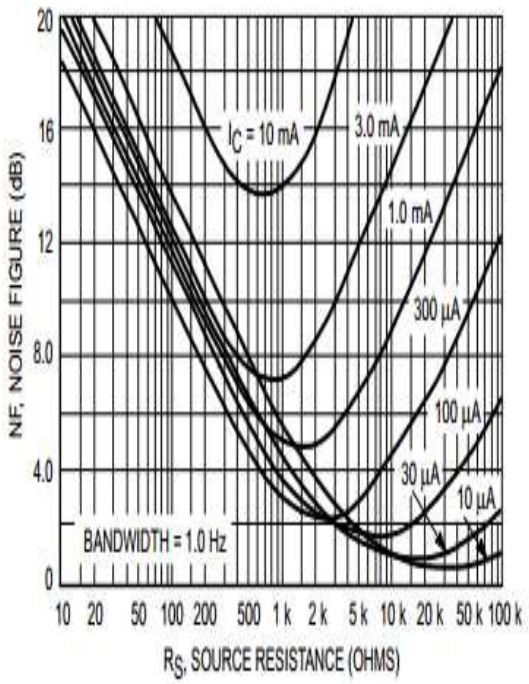


Figure 7. Noise Figure

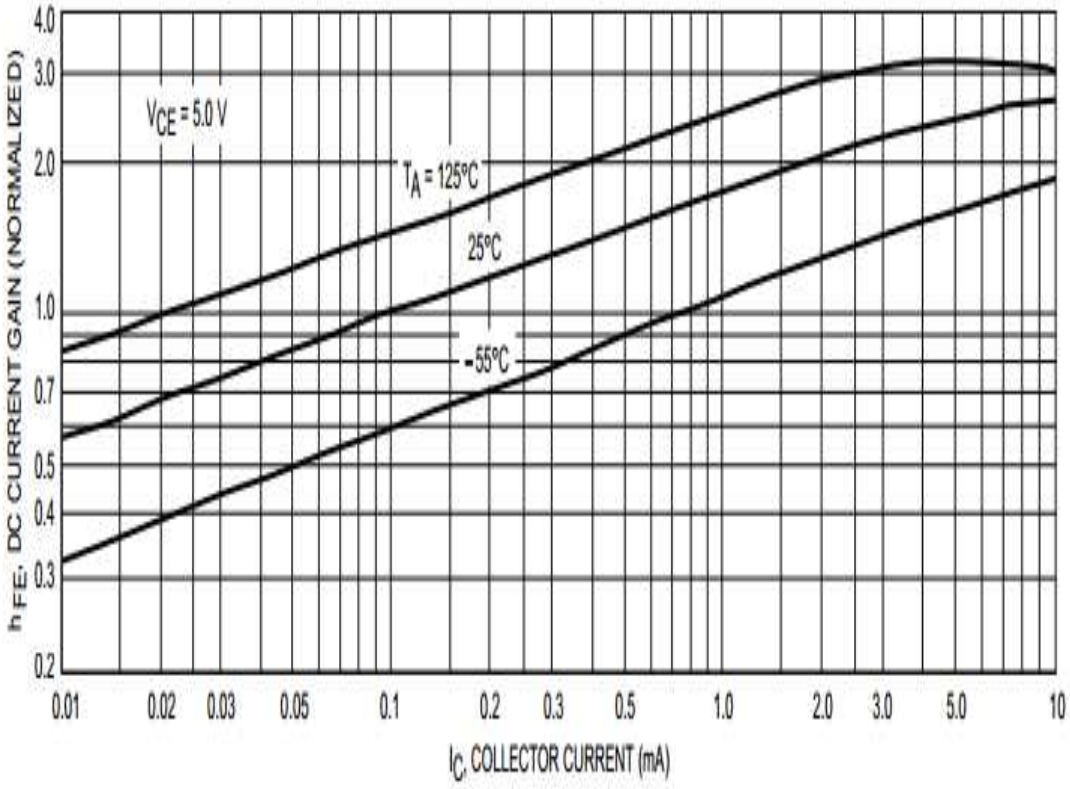


Figure 8. DC Current Gain

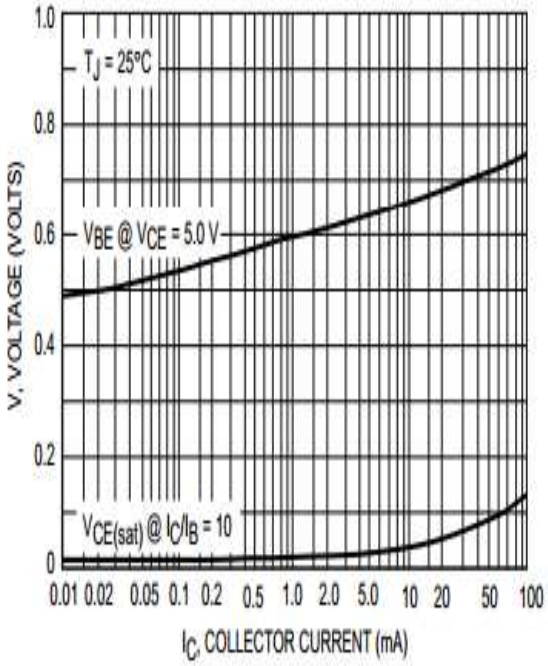


Figure 9. "On" Voltages

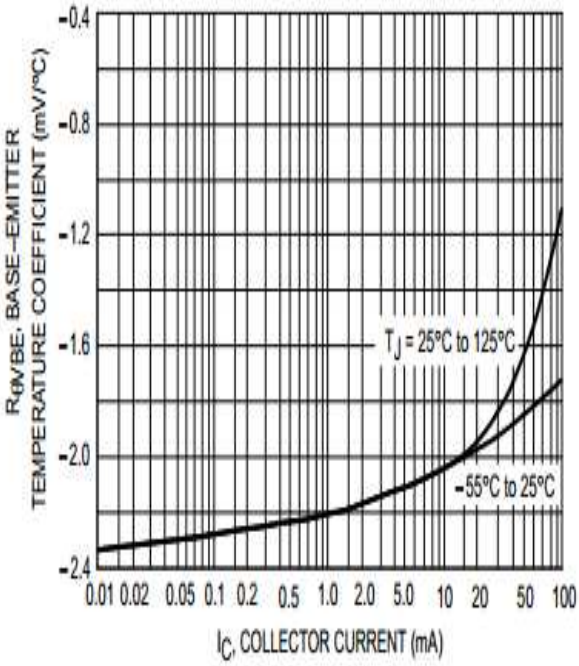


Figure 10. Temperature Coefficients

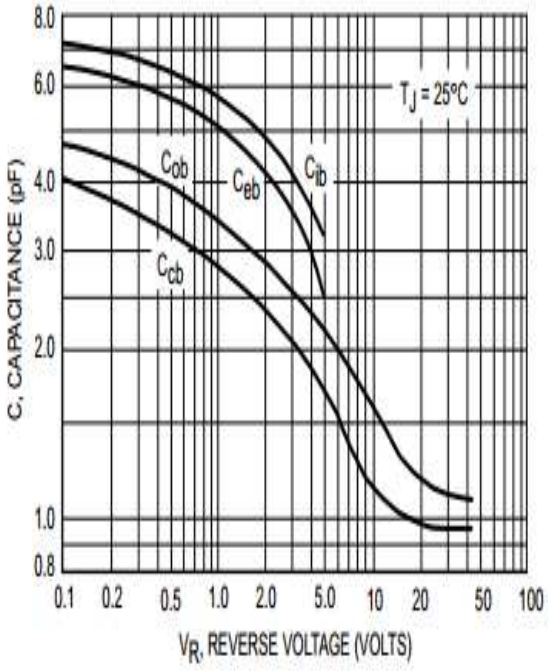


Figure 11. Capacitance

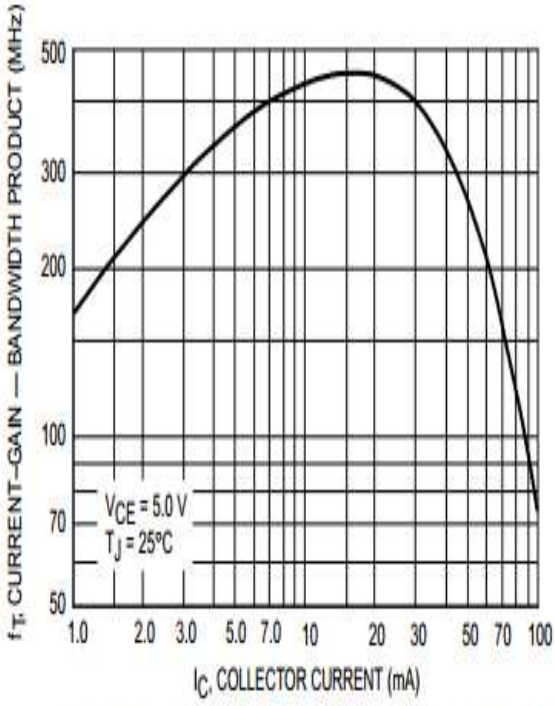
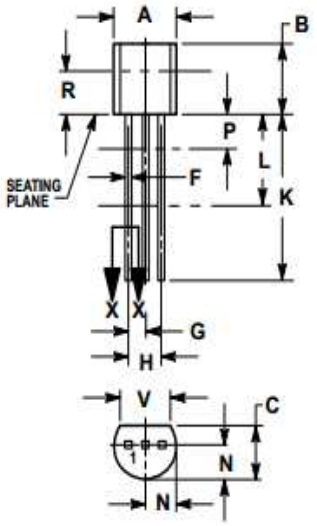
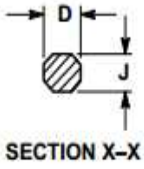


Figure 12. Current–Gain — Bandwidth Product

PACKAGE DIMENSIONS





SECTION X–X

NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. CONTOUR OF PACKAGE BEYOND DIMENSION R IS UNCONTROLLED.
4. DIMENSION F APPLIES BETWEEN P AND L. DIMENSION D AND J APPLY BETWEEN L AND K MINIMUM. LEAD DIMENSION IS UNCONTROLLED IN P AND BEYOND DIMENSION K MINIMUM.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.175	0.205	4.45	5.20
B	0.170	0.210	4.32	5.33
C	0.125	0.165	3.18	4.19
D	0.016	0.022	0.41	0.55
F	0.016	0.019	0.41	0.48
G	0.045	0.055	1.15	1.39
H	0.095	0.105	2.42	2.66
J	0.015	0.020	0.39	0.50
K	0.500	—	12.70	—
L	0.250	—	6.35	—
N	0.080	0.105	2.04	2.66
P	—	0.100	—	2.54
R	0.115	—	2.93	—
V	0.135	—	3.43	—

STYLE 1:
PIN 1. EMITTER
2. BASE
3. COLLECTOR

CASE 029–04
(TO–226AA)
ISSUE AD

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Το τελικό στάδιο της πτυχιακής εργασίας αφορά κατά κύριο λόγο στον χώρο στον οποίο θα φιλοξενηθεί η πλακέτα. Ο χώρος αυτός αποτελείτε από δύο μέρη.

Το πρώτο μέρος είναι ο χώρος όλης της πλακέτας όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα



(Ο χώρος που φιλοξενείτε η πλακέτα)

Το οποίο αποτελείτε από μια μεταλλική κατασκευή όπου στο κάτω μέρος της τοποθετείτε και βιδώνεται η πλακέτα και στο επάνω έχουμε 2 θέσεις για μονοφωνικά καρφιά το ένα είναι η είσοδος του ημιτονοειδούς σήματος και το άλλο η έξοδος μας καθώς επίσης και στη μέση βρίσκεται ένας διακόπτης on/off.



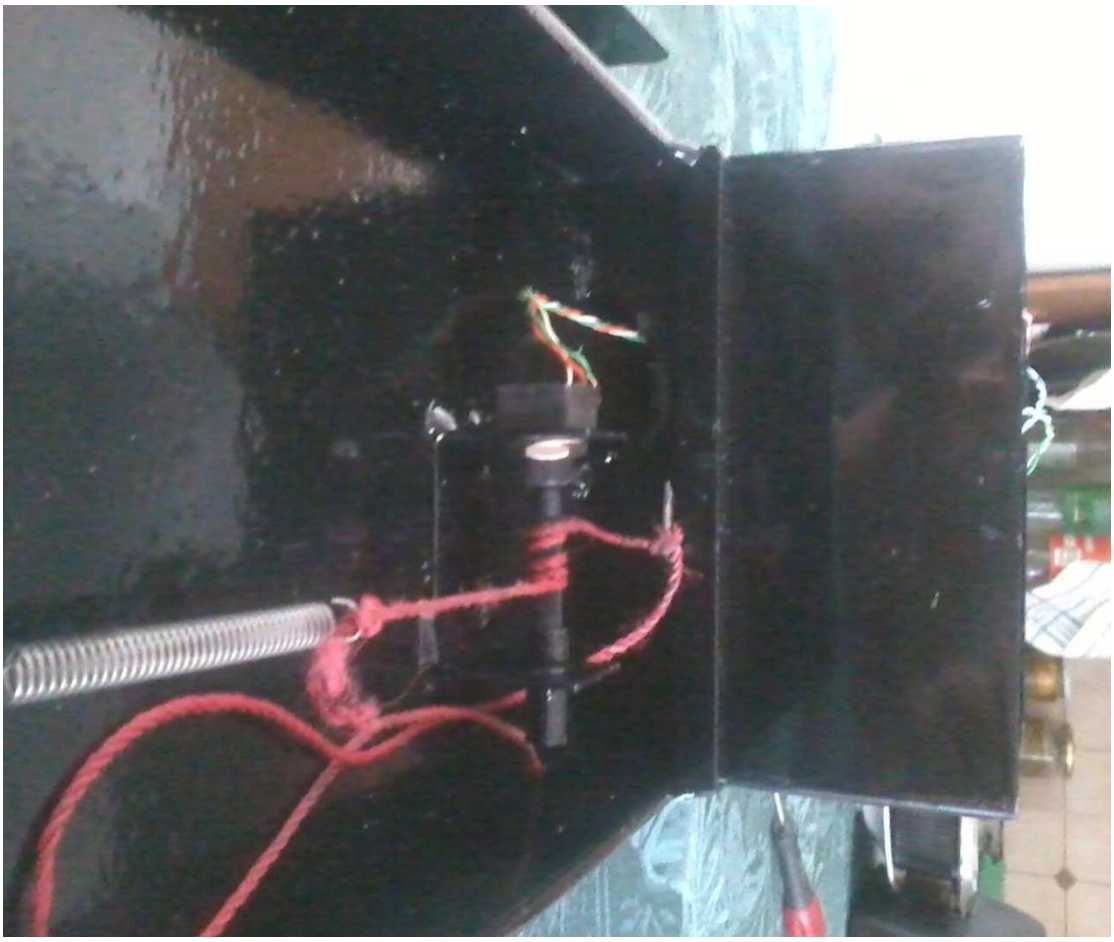
(2 θέσεις για μονοφωνικά καρφιά και ένας διακόπτης on/off)

Το δεύτερο μέρος είναι ο χώρος στον οποίο είναι μόνο του το ποτενσιόμετρο και το οποίο θα λειτουργήσει το crybaby pedal.



(ο χώρος στον οποίο είναι μόνο του το ποτενσιόμετρο)

Ο λόγος ο οποίος τα διαχώρισα ήταν διότι έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος με τον οποίο όταν ο μουσικός πατάει το πηδαλιο αυτό να γυριζει το ποτενσιόμετρο ωστέ να μετατρέπει τον ήχο σε wah wah και στη συνέχεια όταν το αφήνει αυτό να επιστρέφει στην αρχική του θέση. Οπότε τοποθετήθηκε το ποτενσιόμετρο μας σε πλάγια θέση σε μεταλλικές βάσεις στήριξης. Ένα σχοινί δεμένο στο μπροστα μέρος του μεταλλικου κουτιού οδηγείτε στο ποτενσιόμετρο μας στο οποίο το τύλιξα γύρω του δημιουργώντας σπιράλ και στη συνέχεια πηγαίνει σε ένα ελαττήριο το οποίο είναι πιασμένο στο πισω μερος του κουτιού. Στο μεταλλικο καπάκι τοποθέτησα απλά έναν τροχαλία. Η λογική είναι η εξής . Όταν ο μουσικος πατάει το πηδάλι ο τροχαλία τεντώνει το σχοινί προς τα κάτω με αποτέλεσμα να γυρνάει το ποτενσιόμετρο μας και όταν το αφήνει το ελλατήριο να το τραβάει προς τα πίσω στέλνοντας το ποτενσιόμετρο στην αρχική του θέση και το μεταλλικό καπάκι επίσης .



(ο χώρος στον οποίο είναι μόνο του το ποτενσιόμετρο)



(κάτοψη πηδαλίου)



(πλάγια όψη πηδαλίου)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αξίζει να σημείωθει ότι το κόστος της συγκεκριμένης κατασκεύης ήταν αρκετά χαμηλό και το αποτέλεμα της αρκέτα καλό. Δεν δημιούργησε θόρυβο η συσκευή καθώς επίσης και το αποτέλεσμα της έφτασε σε ένα ικανοποιήτικο επίπεδο αγγίζωντας τα επίπεδα ένος έτοιμου pedal της συγκεκριμένης σειράς.

Αυτό που έχω συμπεράνει είναι ότι μια χειροποίητη κατασκευή δεν έχει να ζηλέψει τίποτα από μια ετοίμη αν και εφόσουν κατασκευαστεί με προσοχή και δίνωντας βάση κυρίως στα υλικά και στα εξαρτήματα.

Ένα σημαντικό κομμάτι είναι και το οικονομικό το οποίο αγγίζει το ποσοστό 70% πιο φτηνό από τα εργοστασιακά και φυσικά δημιουργώντας το ο καθένας μπορεί να το φτιάξει όπως εκείνος νομίζει , είτε αυτό έχει να κάνει με το ηλεκτρονικό κομμάτι είτε φυσικα και με την υλοποίηση του πρακτικού μερους, προσαρμόζοντας το στα δικά του μέτρα.

ΠΗΓΕΣ

Από το ίντερνετ οι πηγές μου ήταν οι παρακάτω οι οποίες ελέχθηκαν τελευταια φορά στις 22-9-2013 και λειτουργούσαν κανονικά.

1.*http://en.wikipedia.org/wiki/Wah-wah_pedal*

2.*http://en.wikipedia.org/wiki/Potentiometer*

3.*http://en.wikipedia.org/wiki/Oscilloscope*

4.*http://ekfe.eyr.sch.gr/physics/palmografos.pdf*

5.*http://www.jimdunlop.com/product/Cry-Baby*

6.*http://www.ee.teihal.gr/labs/electronics/web/downloads/theory/07_**10**.dipole_transistor.pdf*

7.*http://courseware.mech.ntua.gr/ml00001/mathimata/D3_Hmiagogoi3.pdf*

8.*http://en.wikipedia.org/wiki/NI_Multisim*

9.*http://www.ni.com/multisim/*

10.*http://ecee.colorado.edu/~mathys/ecen1400/pdf/MultisimUserGuide_374483a.pdf*

Καθώς επίσης και από τα βιβλία ηλεκτρονικών .

11.*Βασική Θεωρία Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων*

12.*Γενικά Ηλεκτρονικά του HaberleGregor, HaberleHeinz, KleiberThomas*

13.*Ηλεκτρονικήτου Albert Malvino*