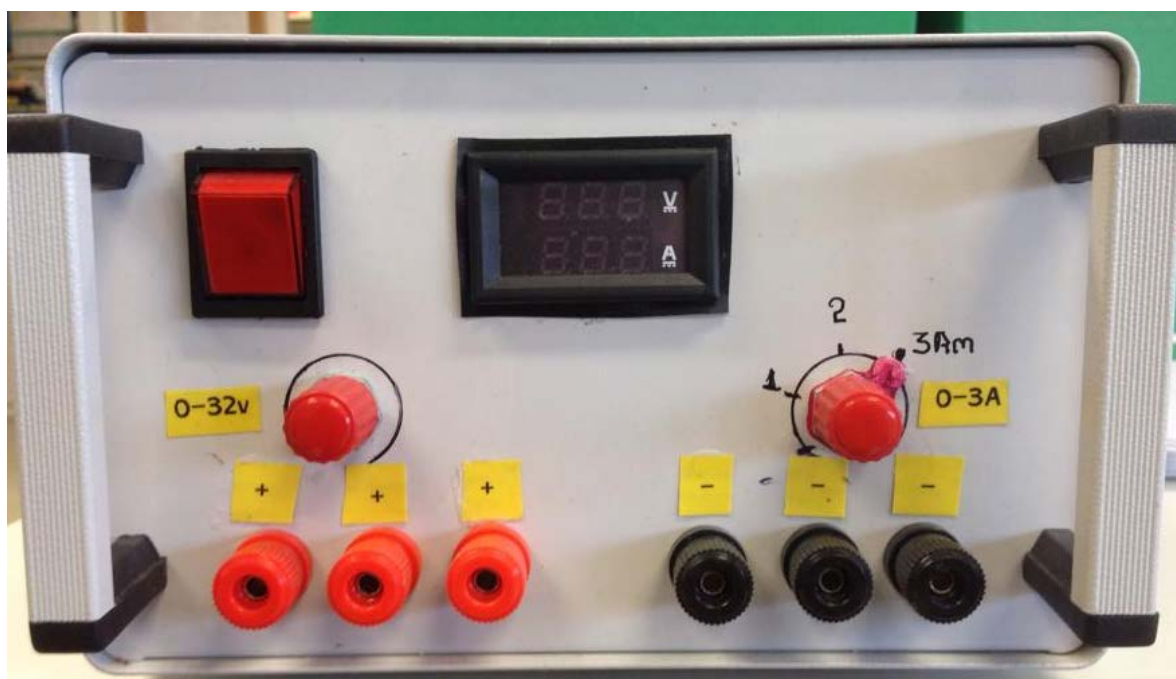


ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ



**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ ΜΕ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ
ΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ 0-30V DC**

Πτυχιακή Εργασία των σπουδαστών

ΚΟΥΣΙΟΥ ΚΥΡΙΑΚΟΥ

ΓΕΡΑΜΠΙΝΗ ΧΡΗΣΤΟΥ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΛΙΒΕΡΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή αυτή εργασία εκπονήθηκε από τους σπουδαστές του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΤΕ, του ΤΕΙ Πειραιά, Κούσιο Κυριάκο και Γεραμπίνη Χρήστο ύστερα από εισήγηση του καθηγητή Ιωάννη Λιβέρη. Επίσης θα θέλαμε να τον ευχαριστήσουμε για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε αναθέτοντάς μας την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Σκοπός της εργασίας, είναι η μελέτη και η κατασκευή ενός τροφοδοτικού ρυθμιζόμενης τάσης και ρεύματος εξόδου 0-30V (DC) 3A.

Θα ήταν παράλειψη η μη αναφορά μας στη συμβολή του συνεργάτη του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΤΕ του ΤΕΙ Πειραιά, Μανουσάκη Νικολάου, για την ολοκλήρωση της.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους φίλους μας και συναδέλφους μας για τις πολύτιμες συμβουλές τους και επισημάνσεις τους καθώς για την στήριξή τους κατά την διάρκεια της κατασκευής και ολοκλήρωσης αυτής της εργασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας αναφέρονται γενικές πληροφορίες περί τροφοδοτικών καθώς και τα επιμέρους τμήματα (μετασχηματισμός της τάσης – ανόρθωση - φιλτράρισμα-σταθεροποίηση) στα οποία αυτά διακρίνονται.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στα βασικά ηλεκτρονικά στοιχεία που χρειάστηκαν για την κατασκευή του τροφοδοτικού (αντιστάσεις , πυκνωτές, δίοδοι, τρανζίστορς) και αναλύεται το καθένα ξεχωριστά .

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στην κατασκευή του τροφοδοτικού και στην αρχή λειτουργίας του. Καταγράφεται η λειτουργία του κάθε τμήματος του τροφοδοτικού, με άξονα τα βήματα κατασκευής του.

Το τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο περιέχει φωτογραφίες κατά την διάρκεια κατασκευής του τροφοδοτικού, αλλά και φωτογραφίες από μετρήσεις που έγιναν μετά την υλοποίηση του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	2
Εισαγωγή	3
Κεφάλαιο 1: Μελέτη τροφοδοτικών	12
1.1: Γενικές πληροφορίες περί τροφοδοτικών	13
1.2.: Μετασχηματιστής	14
1.2.1: Κατηγορίες Μετασχηματιστών	15
1.2.1.1: Μετασχηματιστές τροφοδοσίας	15
1.2.1.2: Μετασχηματιστές χαμηλών συχνοτήτων	17
1.2.1.3: Αυτομετασχηματιστές	18
1.2.1.4: Μετασχηματιστές ρεύματος.....	18
1.2.1.5: Μετασχηματιστές υψηλής τάσης.....	19
1.2.1.6: Τοροειδής μετασχηματιστές	20
1.3: Ανόρθωση	21
1.3.1: Απλή ανόρθωση	21
1.3.1.1: Απλή ανόρθωση χωρίς πυκνωτή	21
1.3.1.2 : Απλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης	23
1.3.2: Διπλή ανόρθωση	25
1.3.2.1: Διπλή ανόρθωση με δύο διόδους	25
1.3.2.2: Διπλή ανόρθωση με γέφυρα	28
1.3.2.2: Διπλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης	29
1.4: Φιλτράρισμα	30
1.5: Σταθεροποιητής	31
Κεφάλαιο 2: Μελέτη και κατασκευή τροφοδοτικού	32
2.1: Βασικά ηλεκτρονικά στοιχεία	33
2.2: Αντιστάσεις	33
2.2.1: Ορισμός της αντίστασης	33
2.2.2: Κατηγορίες αντιστάσεων	33
2.2.2.1 : Αντιστάσεις σταθερής τιμής	33
2.2.2.1.1 : Αντιστάσεις σύρματος	33
2.2.2.1.2 : Αντιστάσεις στρώματος	34
2.2.2.1.2.1 : Αντιστάσεις μεταλλικού στρώματος	34
2.2.2.1.2 .2: Αντιστάσεις άνθρακα	34
2.2.2.1.3 : Αντιστάσεις μίγματος	34

2.2.2.2 :	Μεταβλητής αντίστασης	34
2.2.2.2.1:	Ποτενσιόμετρα	35
2.2.2.2.1.1:	Γραμμικά ποτενσιόμετρα	35
2.2.2.2.1.2:	Μη γραμμικά ποτενσιόμετρα	35
2.2.2.2.2:	Τρίμερ	35
2.2.2.3:	Μη γραμμικές αντιστάσεις	35
2.2.2.3.1:	Αντιστάσεις VDR	35
2.2.2.3.2:	Αντιστάσεις θερμίστορ.....	36
2.2.2.3.3:	Φωτοαντιστάσεις	36
2.2.2.3.4:	Μαγνητικές αντιστάσεις	36
2.2.3:	Χαρακτηριστικά μεγέθη των αντιστάσεων	37
2.2.3.1:	Τιμή αντίστασης	37
2.2.3.2:	Ισχύς της αντίστασης	37
2.2.3.3:	Ανοχή	37
2.2.3.4:	Γραμμικότητα	37
2.2.3.5:	Τάση θορύβου	37
2.2.3.6:	Σταθερότητα της αντίστασης	37
2.2.4:	Χρωματικός κώδικας αντιστάσεων	38
2.2.5:	Συνδεσμολογία αντιστάσεων	39
2.2.5.1:	Αντιστάσεις σε σειρά	39
2.2.5.2:	Αντιστάσεις σε παράλληλη συνδεσμολογία	39
2.3:	Πυκνωτές	40
2.3.1:	Ορισμός πυκνωτή	40
2.3.2:	Χαρακτηριστικά μεγέθη των πυκνωτών	41
2.3.2.1:	Ονομαστική χωρητικότητα	41
2.3.2.2:	Ανοχή	41
2.3.2.3:	Τάση λειτουργίας	41
2.3.2.4:	Τάση δοκιμής	41
2.3.2.5:	Συχνότητα αναφοράς	41
2.3.2.6:	Αντίσταση μόνωσης	41
2.3.3:	Συμπεριφορά πυκνωτή σε συνεχές και εναλλασσόμενο ρεύμα	42
2.3.4:	Είδη πυκνωτών	42
2.3.4.1:	Διηλεκτρικοί πυκνωτές	42
2.3.4.1.1:	Πυκνωτές σταθερής χωρητικότητας	42
2.3.4.1.1.1:	Πυκνωτές χαρτιού	42
2.3.4.1.1.2:	Πυκνωτές πλαστικής ταινίας	42
2.3.4.1.1.3:	Πυκνωτές μίκας	43
2.3.4.1.1.4:	Πυκνωτές γυαλιού	43
2.3.4.1.1.5:	Κεραμικοί πυκνωτές	43
2.3.4.1.2:	Πυκνωτές μεταβλητής χωρητικότητας	44

2.3.4.1.2.1:	Μεταβλητοί πυκνωτές	44
2.3.4.1.2.2:	Ρυθμιζόμενοι πυκνωτές	44
2.3.4.2:	Ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές	45
2.3.4.2.1:	Ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές αλουμινίου	45
2.3.4.2.2:	Ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές τανταλίου	45
2.3.5:	Συνδεσμολογία πυκνωτών	46
2.3.5.1:	Σύνδεση πυκνωτών σε σειρά	46
2.3.5.2:	Σύνδεση πυκνωτών παράλληλα	46
2.4:	Δίοδοι	47
2.4.1:	Ορισμός διόδου	47
2.4.2:	Είδη διόδου	48
2.4.2.1:	Δίοδοι ακίδας	48
2.4.2.2:	Δίοδοι zener	49
2.4.2.3:	Δίοδοι σύραγγας	49
2.4.2.4:	Δίοδοι varicap	49
2.4.2.5:	Φωτοδιόδοι	50
2.4.2.6:	Δίοδοι led	51
2.5:	Τρανζίστορς	51
2.5.1:	Γενική περιγραφή τρανζίστορς	51
2.5.2:	Κατηγορίες τρανζίστορ	52
2.5.2.1:	Μονοεπαφικό τρανζίστορ(UJT)	52
2.5.2.2:	Τρανζίστορ επιδράσεως πεδίου(FET)	52
2.5.2.2.1:	J-FET τρανζίστορ	53
2.5.2.2.2:	MOS-FET τρανζίστορ	53
2.5.2.3:	Φωτοτρανζίστορ	54

Κεφάλαιο 3: Ανάλυση κυκλώματος του τροφοδοτικού 55

3.1:	Γενική περιγραφή.....	56
3.2:	Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	56
3.3:	Πλεονεκτήματα-δυνατότητες	57
3.4:	Λειτουργία του κυκλώματος.....	57
3.5:	Συνδεσμολογία Darlington	65
3.6:	Λίστα υλικών	66

Κεφάλαιο 4:	Φωτογραφίες κατά την διάρκεια κατασκευής και μετρήσεις του τροφοδοτικού	67
4.1:	Φωτογραφίες κατά την κατασκευή	68
4.1.1:	Πρόσθια όψη	68
4.1.2:	Οπίσθια όψη	69
4.1.3:	Μετασχηματιστές	69
4.1.4:	Ηλεκτρονική διάταξη	71
4.1.5:	Υλοποιημένο τροφοδοτικό	74
4.2:	Μετρήσεις	75
Βιβλιογραφία		78

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Κεφάλαιο 1: Μελέτη τροφοδοτικών	12
Σχήμα 1.1: Τμήματα τροφοδοτικού	13
Σχήμα 1.2 : Μετασχηματιστής	14
Σχήμα 1.3 : Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης	16
Σχήμα 1.4 : Μετασχηματιστής ανύψωσης τάσης	16
Σχήμα 1.5 : Μετασχηματιστές ήχου μικρής ισχύος για ενισχυτές push pull.....	17
Σχήμα 1.6 : Μεταβλητός αυτομετασχηματιστής.....	18
Σχήμα 1.7 : Μετασχηματιστής υψηλής τάσης για τηλεοράσεις CRT.....	19
Σχήμα 1.8 : Τοροειδής μετασχηματιστής.....	20
Σχήμα 1.9: Κύκλωμα απλής ανόρθωσης με δίοδο D_n	22
Σχήμα 1.10: (α) Ημιτονοειδής τάση εισόδου(β) Ημιανορθωμένη τάση εξόδου.....	22
Σχήμα 1.11: Κύκλωμα απλής ανόρθωσης με πυκνωτή εξομάλυνσης.....	23
Σχήμα 1.12: (α) Τάση δικτύου ΔΕΗ, (β) απλή ανόρθωση χωρίς πυκνωτή εξομάλυνσης και (γ) απλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης.....	24
Σχήμα 1.13: Διπλή ανόρθωση με δυο διόδους	25
Σχήμα 1.14: Πολικότητες κατά τη διπλή ανόρθωση με δύο διόδους	26
Σχήμα 1.15: (α) Τάση δικτύου ΔΕΗ, (β) τάση στην έξοδο του μετασχηματιστή (γ) διπλή ανόρθωση χωρίς πυκνωτή εξομάλυνσης και (δ) διπλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης.....	27
Σχήμα 1.16: Διπλή ανόρθωση με γέφυρα	28
Σχήμα 1.17: Διπλή ανόρθωση με γέφυρα (α) θετική ημιπερίοδος και (β) αρνητική ημιπερίοδος	29
Σχήμα 1.18: Διπλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης	29
Σχήμα 1.19 : Φόρτιση- εκφόρτιση πυκνωτή	30
Σχήμα 1.20 : Ολοκληρωμένο κύκλωμα τροφοδοτικού με σταθεροποιητή	31
Κεφάλαιο 2: Μελέτη και κατασκευή τροφοδοτικού	32
Σχήμα 2.1 : Αντιστάσεις μεταλλικού στρώματος και άνθρακα	34
Σχήμα 2.2 : Ποτενσιόμετρα και τρίμμερ	35
Σχήμα 2.3 : Είδη και μονογραμμικό του θερμίστορ	36
Σχήμα 2.4 : Φωτοαντίσταση	36
Σχήμα 2.5 : Ανάλυση αντίστασης	38
Σχήμα 2.6 : Αντιστάσεις σε σειρά	39
Σχήμα 2.7 : Αντιστάσεις παράλληλα	39
Σχήμα 2.8 : Διάφοροι πυκνωτές πλαστικής ταινίας	42
Σχήμα 2.9 : Κεραμικοί πυκνωτές διαφόρων τιμών	43

Σχήμα 2.10 : Μεταβλητός πυκνωτής	44
Σχήμα 2.11 : Ρυθμιζόμενος πυκνωτής	44
Σχήμα 2.12 : Ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές αλουμινίου	45
Σχήμα 2.13 : Ηλεκτρολυτικός πυκνωτής τανταλίου	45
Σχήμα 2.14 : Πυκνωτές σε σειρά	46
Σχήμα 2.15 : Πυκνωτές παράλληλα	47
Σχήμα 2.16 : Δίοδοι ακίδας	48
Σχήμα 2.17 : Δίοδοι zener	49
Σχήμα 2.18 : Δίοδος varicap	50
Σχήμα 2.19 : Φωτοδίοδοι	50
Σχήμα 2.20 : Δίοδοι led	51
Σχήμα 2.21 : Συμβολισμός τρανζίστορ PNP,NPN	52
Σχήμα 2.22: Συμβολισμός JFET και MOSFET τρανζίστορ	53

Κεφάλαιο 3: Ανάλυση κυκλώματος του τροφοδοτικού 55

Σχήμα 3.1 : Κύκλωμα τροφοδοτικού	57
Σχήμα 3.2 : Επεξήγηση ανόρθωσης και φιλτραρίσματος	58
Σχήμα 3.3 : Επεξήγηση ολοκληρωμένου U1.....	58
Σχήμα 3.4 : Επεξήγηση ολοκληρωμένου U2.....	59
Σχήμα 3.5 : Επεξήγηση ολοκληρωμένου U3.....	60
Σχήμα 3.6 : Έλεγχος ολοκληρωμένου U2 από το ολοκληρωμένο U3	60
Σχήμα 3.7 : Επεξήγηση πυκνωτή C8	61
Σχήμα 3.8 : Επεξήγηση ποτενσιόμετρου P2	61
Σχήμα 3.9 : Επεξήγηση τρανζίστορ Q3	62
Σχήμα 3.10 : Επεξήγηση σταθεροποίησης της τάσης για τα ολοκληρωμένα.....	63
Σχήμα 3.11 : Επεξήγηση απαλλαγής υψηλών συχνοτήτων.....	63
Σχήμα 3.12 : Επεξήγηση τρανζίστορ Q1	64
Σχήμα 3.13 : Επεξήγηση αντίστασης R14	64
Σχήμα 3.14 : Επεξήγηση συνδεσμολογίας darlington	65

Κεφάλαιο 4: Φωτογραφίες κατά την διάρκεια κατασκευής και μετρήσεις του τροφοδοτικού	67
Σχήμα 4.1 : Μπροστινή όψη κατά την διάρκεια κατασκευής	68
Σχήμα 4.2 : Μπροστινή όψη υλοποιημένη	68
Σχήμα 4.3 : Πίσω όψη υλοποιημένη	69
Σχήμα 4.4 : Μετασχηματιστής υποβιβασμού 230-24V	70
Σχήμα 4.5 : Μετασχηματιστής υποβιβασμού 230-24V και Μετασχηματιστής υποβιβασμού 24-6V με την ηλεκτρονική διάταξη του	70
Σχήμα 4.6 : Συνδεσμολογία Μετασχηματιστών	71
Σχήμα 4.7 : Πρόσθια όψη πλακέτας	72
Σχήμα 4.8 : Οπίσθια όψη πλακέτας	72
Σχήμα 4.9 : Ηλεκτρονικά στοιχεία	73
Σχήμα 4.10 : Πλακέτα κατά την τοποθέτηση των ηλεκτρονικών στοιχείων.....	73
Σχήμα 4.11 : Υλοποιημένη πλακέτα με όλα τα ηλεκτρονικά στοιχεία	74
Σχήμα 4.12: Υλοποιημένο τροφοδοτικό εσωτερικά	74
Σχήμα 4.13: Ένδειξη τροφοδοτικού σε μηδενική τιμή	75
Σχήμα 4.14: Ένδειξη τροφοδοτικού σε μέγιστη τιμή (33 V)	75
Σχήμα 4.15: Ένδειξη τροφοδοτικού σε τυχαία τιμή της τάσης	76
Σχήμα 4.16: Έλεγχος της ένδειξης του βολτομέτρου	76
Σχήμα 4.17: Έλεγχος της ένδειξης του αμπερομέτρου	77

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Κεφάλαιο 1:	Μελέτη τροφοδοτικών	12
Κεφάλαιο 2:	Μελέτη και κατασκευή τροφοδοτικού	32
	Πίνακας 2.1 : Χρωματικός κώδικας αντιστάσεων	38
Κεφάλαιο 3:	Ανάλυση κυκλώματος του τροφοδοτικού	55
	Πίνακας 3.1 : Τεχνικά χαρακτηριστικά	56
	Πίνακας 3.2 : Λίστα υλικών	66
Κεφάλαιο 4:	Φωτογραφίες κατά την διάρκεια κατασκευής και μετρήσεις του τροφοδοτικού	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

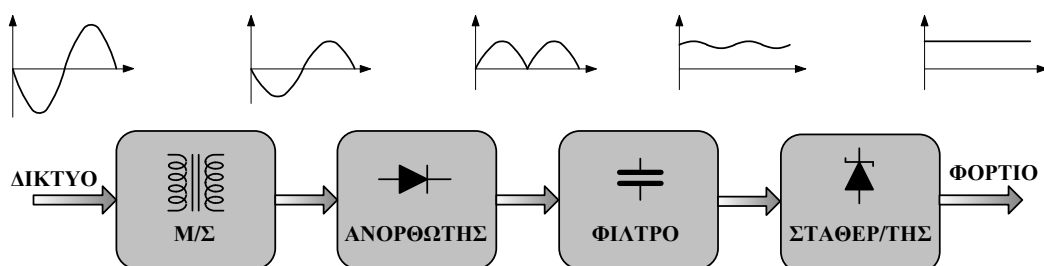
ΜΕΛΕΤΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΠΕΡΙ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΩΝ

Όπως είναι γνωστό οι ηλεκτρονικές συσκευές για να λειτουργήσουν χρειάζονται συνεχή τάση η οποία δεν μπορεί να μας δοθεί από το ηλεκτρικό δίκτυο. Για την λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών μικρής ισχύος χρησιμοποιούνται πηγές συνεχούς τάσεως, όπως είναι οι μπαταρίες. Όμως για τη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών μεγάλης ισχύος δεν είναι συμφέρουσα η χρήση μπαταριών. Αυτή η ανάγκη για παροχή μεγάλη ισχύος σε συνεχή τάση μας οδήγησε στην κατασκευή συσκευών που μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση του δικτύου σε συνεχή. Αυτές οι συσκευές είναι τα **τροφοδοτικά**.

Τα τροφοδοτικά μπορούμε να τα διακρίνουμε σε τέσσερα επιμέρους τμήματα :

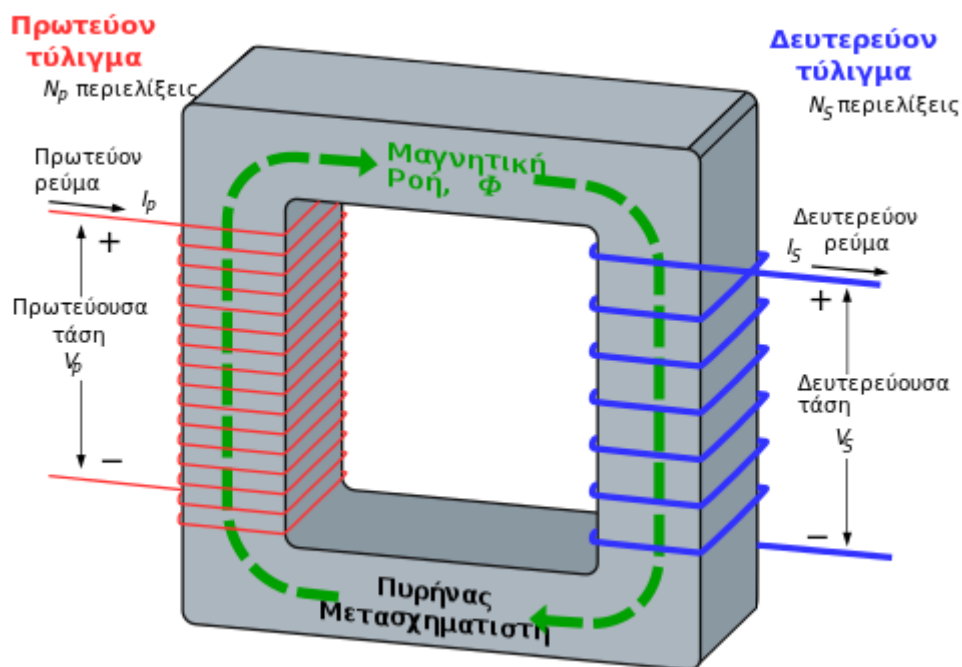
- Μετασχηματιστής
- Ανορθωτής
- Φίλτρο
- Σταθεροποιητής



Σχήμα 1.1 : Τμήματα τροφοδοτικού

1.2. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΗΣ

Ο μετασχηματιστής εκμεταλλεύεται τους νόμους της επαγωγής και μετασχηματίζει τα στοιχεία του ρεύματος, την τάση V (V) και την ένταση I (A). Λειτουργεί μόνο με AC τάση και αποτελείται από δύο ή περισσότερα τυλίγματα, το πρωτεύον που τροφοδοτείται από την τάση του δικτύου και το δευτερεύον ή τα δευτερεύοντα τα οποία δίνουν μικρότερες ή μεγαλύτερες τάσεις. Τα τυλίγματα τυλίγονται γύρω από ένα υλικό με βάση το σίδηρο, τον πυρήνα, που βοηθάει το μετασχηματισμό αυξάνοντας την αυτεπαγωγή. Αν το δευτερεύον δίνει μεγαλύτερη τάση έχουμε μετασχηματιστές ανύψωσης τάσης, ενώ αν το δευτερεύον δίνει μικρότερη τάση έχουμε μετασχηματιστές υποβιβασμού τάσης και τέλος αν τα δευτερεύοντα δίνουν και μεγαλύτερες και μικρότερες τάσεις από την τάση δικτύου τότε έχουμε τους μικτούς μετασχηματιστές. Οι μετασχηματιστές σπαταλούν πολύ λίγη ενέργεια οπότε η ενέργεια εξόδου είναι σχεδόν ίση με την ενέργεια εισόδου. Η απόδοση ενός μετασχηματιστή φτάνει το 80% μέχρι 95% ενώ το υπόλοιπο είναι απώλειες (δινορεύματα υστέρησης, σκέδαση κ.α.). Η αναλογία των σπειρών κάθε τυλίγματος καθορίζει τις τάσεις του μετασχηματιστή. Ένας μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης έχει πολλές σπείρες στο πρωτεύον τυίγμα που συνδέεται κυρίως τάση (230 V), και λίγες σπείρες στο δευτερεύον που παρέχει την χαμηλή τάση εξόδου.



Σχήμα 1.2 : Μετασχηματιστής

1.2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΤΑΣΧΙΜΑΤΙΣΤΩΝ

Οι μετασχηματιστές χωρίζονται στις εξής κατηγορίες :

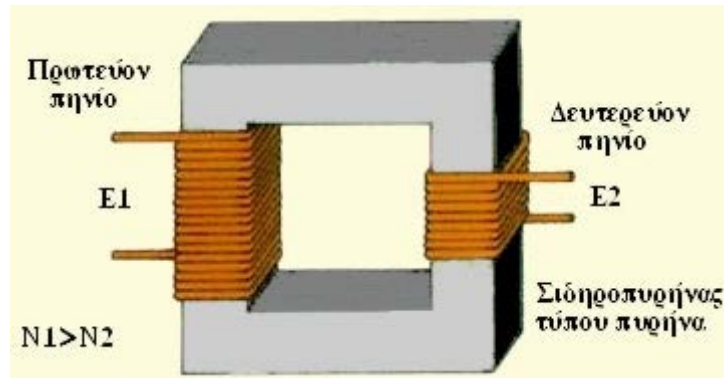
- Μετασχηματιστές τροφοδοσίας
- Μετασχηματιστές χαμηλών συχνοτήτων
- Αυτομετασχηματιστές
- Μετασχηματιστές ρεύματος
- Μετασχηματιστές υψηλής τάσης
- Τοροειδής μετασχηματιστές

1.2.1.1 Μετασχηματιστές τροφοδοσίας

Οι μετασχηματιστές τροφοδοσίας είναι διατάξεις οι οποίες παίρνουν την ηλεκτρική ενέργεια από μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος και την αποδίδουν στην έξοδό τους μεταβάλλοντας του βασικούς παράγοντες που είναι η τάση και το ρεύμα. Ένας απλός μετασχηματιστής τροφοδοσίας αποτελείται από δύο πηνία το πρωτεύον και το δευτερεύον τα οποία βρίσκονται σε μαγνητική ζεύξη μεταξύ τους, με την βοήθεια σιδηροπυρήνα. Επειδή ο σιδηροπυρήνας είναι καλό αγωγός του ηλεκτρισμού και διαρρέεται από μεταβαλλόμενη μαγνητική ροή, αναπτύσσονται σε αυτόν επαγωγικά ρεύματα (ρεύματα φουκώ), τα οποία προκαλούν την θερμότητά του. Η θέρμανση αυτή σημαίνει απώλεια ενέργειας και θα πρέπει αυτή η ενέργεια που χάνεται να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη. Αν θεωρήσουμε έναν μετασχηματιστή χωρίς απώλειες (ιδανικός μετασχηματιστής), τότε το ρεύμα που κυκλοφορεί στο πρωτεύον αναπτύσσει στο δευτερεύον μια ηλεκτρεγερτική δύναμη E_2 . Αν E_1 είναι η τάση του πρωτεύοντος τότε οι μεταβολές της κοινής ροής θα είναι ανάλογες προς τον αριθμό στροφών n_1 και n_2 του πρωτεύοντος και δευτερεύοντος πηνίου.

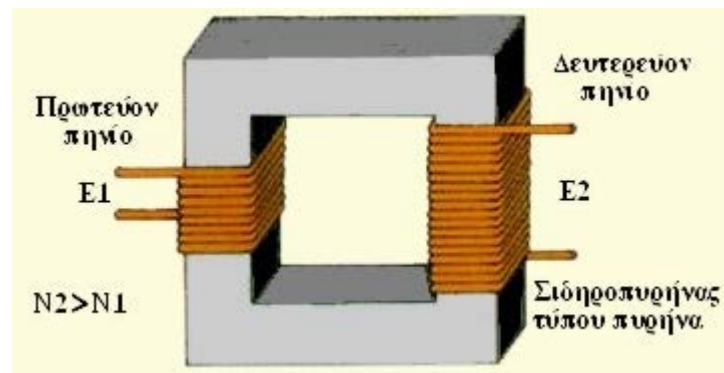
Δηλαδή θα ισχύει η σχέση $E_1/E_2 = N_1/N_2$. Ο λόγος N_1/N_2 ονομάζεται **λόγος μετασχηματισμού**.

Άρα λοιπόν αν $N_1 > N_2$, τότε θα έχουμε $E_1 > E_2$. Με άλλα λόγια ο μετασχηματιστής θα είναι **μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης**.



Σχήμα 1.3 : Μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης

Αν η $E_2 > E_1$, τότε ο μετασχηματιστής ονομάζεται **μετασχηματιστής ανύψωσης τάσης**.



Σχήμα 1.4 : Μετασχηματιστής ανύψωσης τάσης

Ο βαθμός απόδοσης του μετασχηματιστή εκφράζει τις απώλειες ενέργειας ενός μετασχηματιστή τροφοδοσίας και δίνεται από την σχέση $\eta = P_1/P_2$, όπου P_1 είναι η ισχύς εισόδου του μετασχηματιστή και P_2 η ισχύς εξόδου του. Σε έναν ιδανικό μετασχηματιστή θα έχουμε $\eta = 1$ που σημαίνει ότι η ισχύς εξόδου είναι ίση με την ισχύ εξόδου. Κάτι τέτοιο πρακτικά δεν συμβαίνει λόγω των απωλειών του μετασχηματιστή που θα αναφερθούμε παρακάτω.

Αν $P_1 = P_2$, τότε $E_1 \cdot I_1 = E_2 \cdot I_2$ οπότε $I_1/I_2 = E_2/E_1 = N_2/N_1$. Αυτό σημαίνει ότι το ρεύμα στο δευτερεύον ανυψώνεται, όταν η τάση στο δευτερεύον υποβιβάζεται και αντίστροφα.

Ο λόγος E_1/I_1 εκφράζει την σύνθετη αντίσταση Z_1 του πρωτεύοντος οπότε θα έχουμε:

$$Z_1 = E_1/I_1 = (E_1/I_2) (I_2/I_1) (E_2/I_2) = (N_1/N_2)^2 E_2/I_2 = (N_1/N_2)^2 Z_2.$$

Αυτό σημαίνει ότι η επαγωγική ή ωμική αντίσταση του δευτερεύοντος μπορεί να αναχθεί στο πρωτεύον με πολλαπλασιασμό επί το τετράγωνο του λόγου μετασχηματισμού.

Απώλειες μετασχηματιστών τροφοδοσίας

Τα αίτια των απωλειών σε ένα μετασχηματιστή είναι τα εξής:

α) Απώλειες σιδήρου. Οφείλονται στο υλικό του πυρήνα του μετασχηματιστή και προέρχονται από τα ρεύματα φουκώ και την μαγνητική υστέρηση.

β) Απώλειες χαλκού. Το σύρμα που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των πηνίων πρωτεύοντος και δευτερεύοντος, έχει μεγάλο μήκος και κατά συνέπεια κάποια υπολογίσιμη ωμική αντίσταση. Οι ωμικές αντιστάσεις των πηνίων σχηματίζουν μια επιπλέον απώλεια ισχύος στα τυλίγματα των πηνίων.

1.2.1.2 Μετασχηματιστές χαμηλών συχνοτήτων

Οι μετασχηματιστές χαμηλών συχνοτήτων χρησιμοποιούνται για να λειτουργούν σωστά σε όλο το ακουστικό φάσμα από 16HZ έως 16KHZ. Χρησιμοποιούνται συνήθως ως μετασχηματιστές εξόδου σε ενισχυτές τάξης A μεγάλης ισχύος, ενώ σε πολύ μικρές ισχύς μπορούμε να συναντήσουμε μικρούς μετασχηματιστές σε ραδιόφωνα με ενισχυτή push pull για προσαρμογή της χαμηλής αντίστασης του μεγαφώνου. Η κατασκευή ενός μετασχηματιστή ήχου είναι ιδιαίτερα δύσκολη, καθώς λαμβάνονται πολλοί παράγοντες, όπως όρια συχνοτήτων, παρασιτικές χωρητικότητες, μαγνητικές διαφυγές, κτλ.



Σχήμα 1.5 : Μετασχηματιστές ήχου μικρής ισχύος για ενισχυτές push pull.

1.2.1.3 Αυτομετασχηματιστές

Οι αυτομετασχηματιστές αποτελούνται από ένα πηνίο με σιδηροπυρήνα, το οποίο διαθέτει μία ή περισσότερες λήψεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η τάση που λαμβάνεται ανάμεσα σε μία λήψη και ένα κοινό σημείο να είναι μικρότερη από την τάση εισόδου. Έτσι πετυχαίνουμε υποβιβασμό τάσης. Για ανύψωση τάσης κάνουμε την αντίστροφη διαδικασία, τροφοδοτούμε τον αυτομετασχηματιστή από το τύλιγμα λήψης και ένα κοινό σημείο και παίρνουμε μεγαλύτερη τάση στα δύο άκρα του.

Αν η λήψη του αυτομετασχηματιστή είναι μεταβλητή, τότε θα παίρνουμε διάφορες τάσεις στην έξοδό του. Το πλεονέκτημα που έχει αυτός ο μετασχηματιστής είναι ότι είναι φτηνότερος σε κόστος διότι διαθέτει μόνο ένα τύλιγμα άρα λιγότερος χαλκός, καθώς επίσης και λιγότερο σιδηρομαγνητικό υλικό. Επίσης ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματά του είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης που έχει. Η χρήση του όμως είναι πάρα πολύ περιορισμένη διότι δεν παρέχει γαλβανική απομόνωση και υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης της φάσης στην έξοδό του. Το μεγάλο αυτό μειονέκτημα που έχει καθιστά την χρήση του σε πολύ ειδικές εφαρμογές.



Σχήμα 1.6 : Μεταβλητός αυτομετασχηματιστής.

1.2.1.4 Μετασχηματιστές ρεύματος

Οι μετασχηματιστές ρεύματος αποτελούνται από δύο πηνία, το πρωτεύον και το δευτερεύον και έναν σιδηροπυρήνα, όπως και οι μετασχηματιστές τάσης. Η διαφορά μεταξύ τους είναι ότι οι μετασχηματιστές ρεύματος έχουν λίγες σπείρες στο πρωτεύον τους και το χάλκινο σύρμα που χρησιμοποιείται είναι πολύ χοντρό. Το δευτερεύον πηνίο τους έχει περισσότερες σπείρες και το σύρμα που χρησιμοποιείται είναι ψιλότερης διατομής. Στο δευτερεύον πηνίο συνδέεται ένα αμπερόμετρο σαν φορτίο για την μέτρηση του ρεύματος. Η χρήση των μετασχηματιστών ρεύματος είναι στα αμπερόμετρα καθώς με αυτόν των τρόπο αυξάνεται η ευαισθησία τους.

1.2.1.5 Μετασχηματιστές υψηλής τάσης

Οι μετασχηματιστές υψηλής τάσης είναι μικρής ισχύος και χρησιμοποιούνται στους δέκτες τηλεόρασης για την τροφοδότηση των πηνίων απόκλισης του καθοδικού σωλήνα. Η κατασκευή αυτών των μετασχηματιστών έχει διαφορές καθώς απαιτούνται μονώσεις υψηλής ποιότητας και συμπαγής πυρήνας. Ο πυρήνας στους μετασχηματιστές υψηλής τάσης αποτελείται από δύο κομμάτια φερριτική σχήματος Π.

Στο ένα σκέλος του πυρήνα περιελίσσονται το πρωτεύον και δύο άλλα δευτερεύοντα πηνία, ενώ στο άλλο σκέλος του περιελίσσεται το δευτερεύον, δηλαδή το τύλιγμα υψηλής τάσης. Κατά την περιέλιξη του δευτερεύοντος παρεμβάλλονται μεταξύ των στρωμάτων φύλλα από πλαστική ταινία μεγάλης μόνωσης και η όλη περιέλιξη γίνεται συμπαγής χωρίς να υπάρχουν κενά. Μετά τοποθετείται σε φούρνο με θερμοκρασία από 200 έως 300C° και ψήνεται. Τέλος εμποτίζεται σε πολυεστέρα και τοποθετείται μέσα σε θήκη από πολυκαρβονικό υλικό. Στην τελική μορφή του καλύπτεται ξανά με πολυεστέρα. Η υπερυψηλή τάση που φτάνει τα 16KV επιτυγχάνεται με την βοήθεια διόδων (καταράκτης), που στους σύγχρονους μετασχηματιστές υψηλής τάσης περιέχεται και το κύκλωμα του καταράκτη .



Σχήμα 1.7 : Μετασχηματιστής υψηλής τάσης για τηλεοράσεις CRT.

1.2.1.6 Τοροειδής μετασχηματιστές

Ένας τοροειδής μετασχηματιστής ανήκει στην κατηγορία των μετασχηματιστών τροφοδοσίας, όπου η κατασκευαστική του μορφή είναι διαφορετική από την συνήθη κατασκευή των μετασχηματιστών με σιδηροπυρήνα. Αποτελούνται από έναν στρογγυλό πυρήνα από φερρίτη, πάνω στον οποίο τυλίγονται το πρωτεύον και το δευτερεύον πηνίο. Οι μετασχηματιστές αυτοί έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα από έναν μετασχηματιστή τροφοδοσίας με σιδηροπυρήνα, διότι έχουν μικρότερο μέγεθος και δημιουργούν μικρότερο μαγνητικό πεδίο γύρω τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εξαλείφεται ο θόρυβος που μπορεί τυχόν να δημιουργηθεί σε κυκλώματα, από την κοντινή απόσταση του μετασχηματιστή. Γι' αυτό σε κυκλώματα ήχου υψηλής ποιότητας, (προενισχυτές, ενισχυτές, κτλ), χρησιμοποιούν τοροειδής μετασχηματιστές.



Σχήμα 1.8 : Τοροειδής μετασχηματιστής.

1.3 ΑΝΟΡΘΩΣΗ

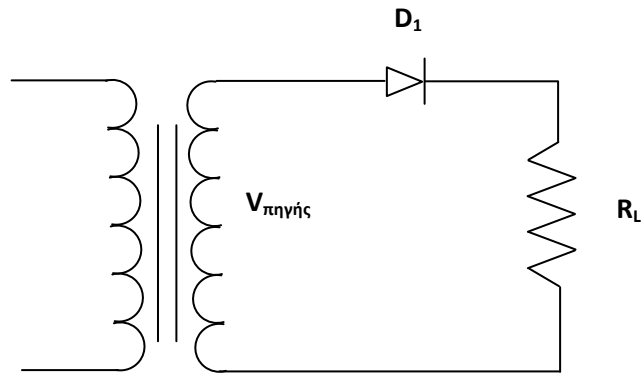
Ο ανορθωτής είναι το πρώτο στάδιο της μετατροπής της εναλλασσόμενης τάσης (AC) σε συνεχή τάση (DC - ρεύμα που "κυλάει" προς μία μόνο φορά), η οποία περιέχει όμως και μία εναλλασσόμενη συνιστώσα 50Hz για την μισή ανόρθωση και 100Hz για την πλήρη ανόρθωση, την οποία θα φιλτράρουμε παρακάτω με έναν πυκνωτή. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι συνδεσμολογίας διόδων για να πραγματοποιηθεί ένας ανορθωτής. Ο πιο σημαντικός και συνηθισμένος είναι η "διπλή ανόρθωση με γέφυρα" και προσφέρει ανόρθωση πλήρους κύματος. Έχουμε δύο είδη ανόρθωσης: α) Απλή ανόρθωση και β) Διπλή ανόρθωση .

1.3.1. Απλή ανόρθωση

Όπως ξέρουμε όταν μια διόδος πολώνεται ορθά (η τάση ανόδου είναι κατά 0,7 V μεγαλύτερη της καθόδου) παρουσιάζει μικρή αντίσταση και άγει, ενώ όταν πολώνεται ανάστροφα παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση και δεν άγει. Αυτή η συμπεριφορά της διόδου, δηλαδή η μονόπλευρη αγωγιμότητα την κάνει χρήσιμη σε κυκλώματα ανόρθωσης. Στη ανόρθωση χρησιμοποιείται η τάση του δικτύου της ΔΕΗ, η οποία ως γνωστόν είναι ημιτονοειδής και σταθερής ενεργής τιμής 230Vrms±10% με συχνότητα 50Hz. Επειδή αυτή η τάση είναι μεγάλη, χρησιμοποιούνται σχεδόν πάντοτε μετασχηματιστές (Μ/Τ) για τον υποβιβασμό της. Η περίοδος της κυματομορφής αυτής είναι $T = 1/F = 1/50\text{Hz} = 0,02 \text{ sec}$ ή αλλιώς 20 msec. Δηλαδή σε χρόνο 20 msec έχουμε μια πλήρη θετική και αρνητική εναλλαγή.

1.3.1.1 Απλή ανόρθωση χωρίς πυκνωτή εξομάλυνσης

Η βασική ιδιότητα της απλής διόδου είναι ότι επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος μόνο προς την μία κατεύθυνση, όταν η διόδος είναι ορθά πολωμένη. Αντίθετα, όταν η διόδος είναι ανάστροφα πολωμένη το ρεύμα έχει πολύ μικρή τιμή με αποτέλεσμα να θεωρούμε ότι το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ρεύμα. Η ιδιότητα αυτή καθιστά την διόδο βασικό στοιχείο των κυκλωμάτων απλής ανόρθωσης. Απλή ανόρθωση ονομάζουμε την κατά το ήμισυ ανόρθωση μιας εναλλασσόμενης τάσης. Το κύκλωμα του σχήματος 3.1 είναι ένα κύκλωμα απλής ανόρθωσης. Αποτελείται από ένα μετασχηματιστή τάσης, ο οποίος λειτουργεί σαν μια πηγή εναλλασσόμενης τάσης υποβιβάζοντας την τάση από τα 230V στην τάση του δευτερεύοντος πηνίου, από μία απλή διόδο και μια αντίσταση φορτίου R_L .

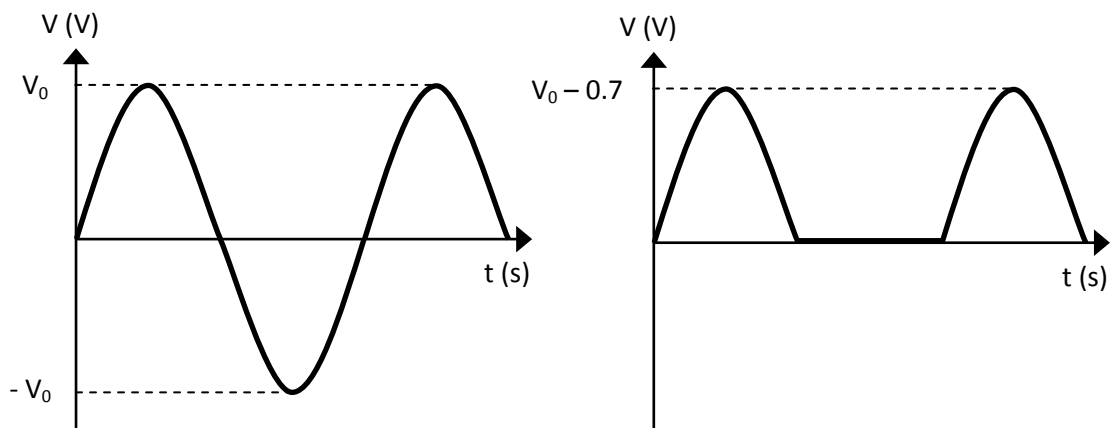


Σχήμα 1.9: Κύκλωμα απλής ανόρθωσης με δίοδο D_1

Η εφαρμοζόμενη εναλλασσόμενη τάση στην έξοδο του μετασχηματιστή τάσης είναι ημιτονοειδής και περιγράφεται από την εξίσωση:

$$V = V_0 \sin \omega t$$

Η μορφή της τάσης στην έξοδο του μετασχηματιστή αποτελεί την τάση εισόδου του κυκλώματος και φαίνεται στο σχήμα 1.10(α). Η τάση στα άκρα της αντίστασης φορτίου R_L αποτελεί την τάση εξόδου του κυκλώματος και έχει την μορφή που φαίνεται στο σχήμα 1.10(β). Κατά την θετική ημιπερίοδο η δίοδος είναι ορθά πολωμένη, οπότε επιτρέπει την διέλευση του ρεύματος μέσα από αυτήν. Το αποτέλεσμα είναι ότι η πτώση τάσης στα άκρα της αντίστασης φορτίου είναι της ίδιας μορφής με την τάση εισόδου του κυκλώματος. Κατά την αρνητική ημιπερίοδο η δίοδος είναι ανάστροφα πολωμένη, οπότε δεν επιτρέπει το ρεύμα να διέλθει από αυτήν με αποτέλεσμα η πτώση τάσης στα άκρα της αντίστασης φορτίου να είναι σχεδόν μηδενική.

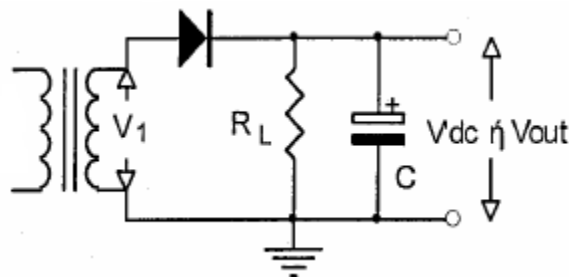


Σχήμα 1.10: (α) Ημιτονοειδής τάση εισόδου (β) Ημιανορθωμένη τάση εξόδου

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1.10(β) η τάση εξόδου, που ονομάζεται ημιανορθωμένη τάση, δεν παίρνει αρνητικές τιμές, ενώ οι θετικές τιμές της παραμένουν σχεδόν ανεπηρέαστες σε σχέση με την τάση εισόδου. Το μέγιστο της ημιανορθωμένης τάσης δεν ισούται με το μέγιστο της τάσης εισόδου V_0 αλλά με $V_0 - 0.7$ καθώς η πτώση τάσης στα άκρα της διόδου είναι 0.7 V , ίση με το φράγμα δυναμικού της διόδου.

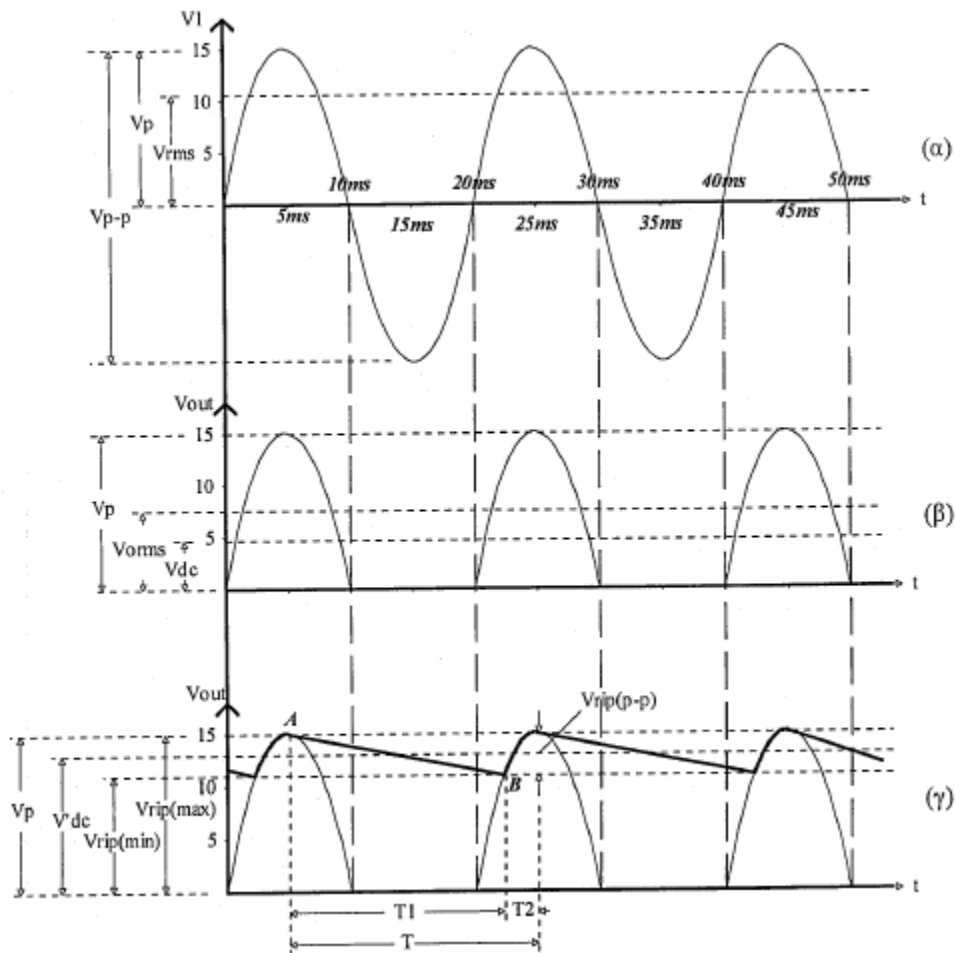
1.3.1.2 Απλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης

Αν τώρα τοποθετηθεί ένας πυκνωτής, παράλληλα με την αντίσταση R_L όπως φαίνεται στο σχήμα 1.11, τότε στη θετική ημιπερίοδο και μέχρι να πάρει τη μέγιστη τιμή, ο πυκνωτής φορτίζει γρήγορα στην τάση κορυφής από την πηγή μέσα από τη μικρή αντίσταση της διόδου που άγει, μειωμένη βέβαια κατά $0,7\text{ V}$ που κρατάει στα άκρα της η διόδος (2ος κανόνας Kirchhoff). Έτσι αν η τάση κορυφής V_p της πηγής V_j είναι π.χ. 10 V , τότε η άνοδος της διόδου επειδή ακουμπάει στη V_j θα έχει 10 V , η κάθοδος όμως θα έχει $9,3\text{ V}$ η οποία είναι και τάση του πυκνωτή, γιατί αυτός ακουμπάει στην κάθοδο της διόδου.



Σχήμα 1.11: Κύκλωμα απλής ανόρθωσης με πυκνωτή εξομάλυνσης

Καθώς η τάση V_p αρχίσει να μειώνεται, η διόδος παύει να άγει, γιατί η άνοδος έχει μικρότερη τάση από 0,7 V ως προς την κάθοδο. Π.χ. 9,9 V η άνοδος, 9,3 V η κάθοδος. Από το σημείο αυτό (σχήμα 1.12 γ), η διόδος διακόπτει το κύκλωμα με την πηγή και το μόνο κύκλωμα που απομένει είναι αυτό του πυκνωτή με την αντίσταση R_L . Έτσι ο πυκνωτής εκφορτίζει αργά μέσα από τη μεγάλη αντίσταση φορτίου R_L . Η αργή εκφόρτιση φαίνεται με πιο οριζοντιωμένη καμπύλη (σχήμα 1.12 γ). Η εκφόρτιση θα συνεχιστεί μέχρι να ξανασυνδεθεί η πηγή στο κύκλωμα μέσω της διόδου. Αυτό θα συμβεί στο σημείο B, όπου η επόμενη θετική ημιπερίοδος της πηγής θα πολώσει και πάλι ορθά την διόδο δίνοντας της στην άνοδο 0,7 V περισσότερη τάση από όση έχει εκείνη τη στιγμή η κάθοδος ή ο πυκνωτής που είναι παράλληλα. Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται συνεχώς.



Σχήμα 1.12: (α) Τάση δικτύου ΔΕΗ, (β) απλή ανόρθωση χωρίς πυκνωτή εξομάλυνσης και (γ) απλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης .

Η ροή του ρεύματος μέσα από την αντίσταση φορτίου R_L , δημιουργεί μια τάση που έχει τη μορφή του σχήματος (γ) έντονη γραμμή. Η τάση αυτή λέγεται τάση κυμάτωσης (V_{rip}), μπορεί να μετρηθεί με παλμογράφο σε τιμή p-p και χαρακτηρίζει την ποιότητα των τροφοδοτικών με το συντελεστή κυμάτωσης (r).

$$r = [V_{rip}(rms) / V_{dc}] * 100\%$$

όπου:

r : ο συντελεστής κυμάτωσης

$V_{rip}(rms)$: η τάση κυμάτωσης σε τιμή rms

V_{DC} : η τάση εξόδου με πυκνωτή (άκρα της R_L) που μετράται με βολτόμετρο DC.

Η σχέση που συνδέει τη $V_{rip}(p-p)$ με τη $V_{rip}(rms)$ είναι

$$V_{rip}(rms) = V_{rip}(p-p) / 2\sqrt{2}$$

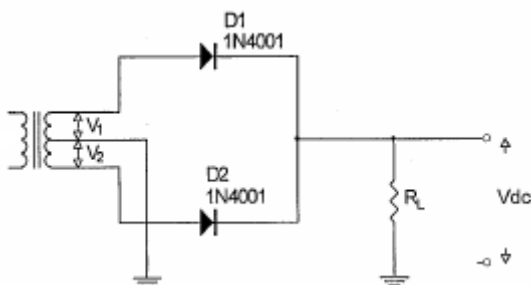
Όπως είδαμε ο πυκνωτής εκφορτίζει στο διάστημα T_1 και φορτίζει στο διάστημα T_2 . Το άθροισμα $T_1 + T_2$ είναι σταθερό και ίσο με T που είναι η περίοδος της συχνότητας της ΔΕΗ. Αν βάλουμε μεγαλύτερο πυκνωτή, θα δέχεται περισσότερα φορτία και θα εκφορτίζει πιο αργά. Αν βάλουμε μεγαλύτερης τιμής αντίσταση και πάλι ο πυκνωτής θα εκφορτίζει πιο αργά μέσα από αυτήν. Συνεπώς και στις δυο περιπτώσεις το T_1 θα μεγαλώσει, το T_2 θα μικραίνει και η κυμάτωση και αυτή θα μικρύνει.

1.3.2 Διπλή ανόρθωση

Η διπλή ανόρθωση μπορεί να γίνει με δυο τρόπους, είτε με δυο διόδους, είτε με τέσσερις διόδους. Θα εξετάσουμε αυτούς τους δυο τρόπους χωριστά.

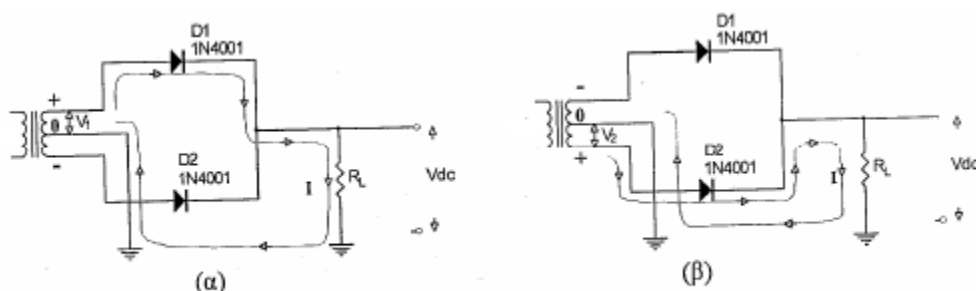
1.3.2.1 Διπλή ανόρθωση με δυο διόδους

Στη διπλή ανόρθωση με δυο διόδους συνδέονται οι δυο διόδοι στο δευτερεύον ενός Μ/Τ, ο οποίος όμως πρέπει να έχει δυο τυλίγματα με μεσαία λήψη όπως φαίνεται στο σχήμα 1.13.



Σχήμα 1.13: Διπλή ανόρθωση με δυο διόδους

Το κάθε τυλίγμα αποτελεί ξεχωριστή πηγή με τάσεις V_1 και V_2 , ίδιου μέτρου με διαφορά φάσης 180° . Όταν εφαρμοστεί η μια ημιπερίοδος της τάσης του δικτύου στο πρωτεύον του Μ/Τ, στα δευτερεύοντα τυλίγματα θα εμφανιστούν οι τάσεις V_1 και V_2 όπως φαίνεται στα σχήματα (α) και (β). Στην άλλη ημιπερίοδο της τάσης του δικτύου θα εμφανιστούν ανάποδα.



Σχήμα 1.14: Πολικότητες κατά τη διπλή ανόρθωση με δύο διόδους

Οι διόδοι συνδέονται μια σε κάθε τυλίγμα, δημιουργώντας δυο ξεχωριστά κυκλώματα

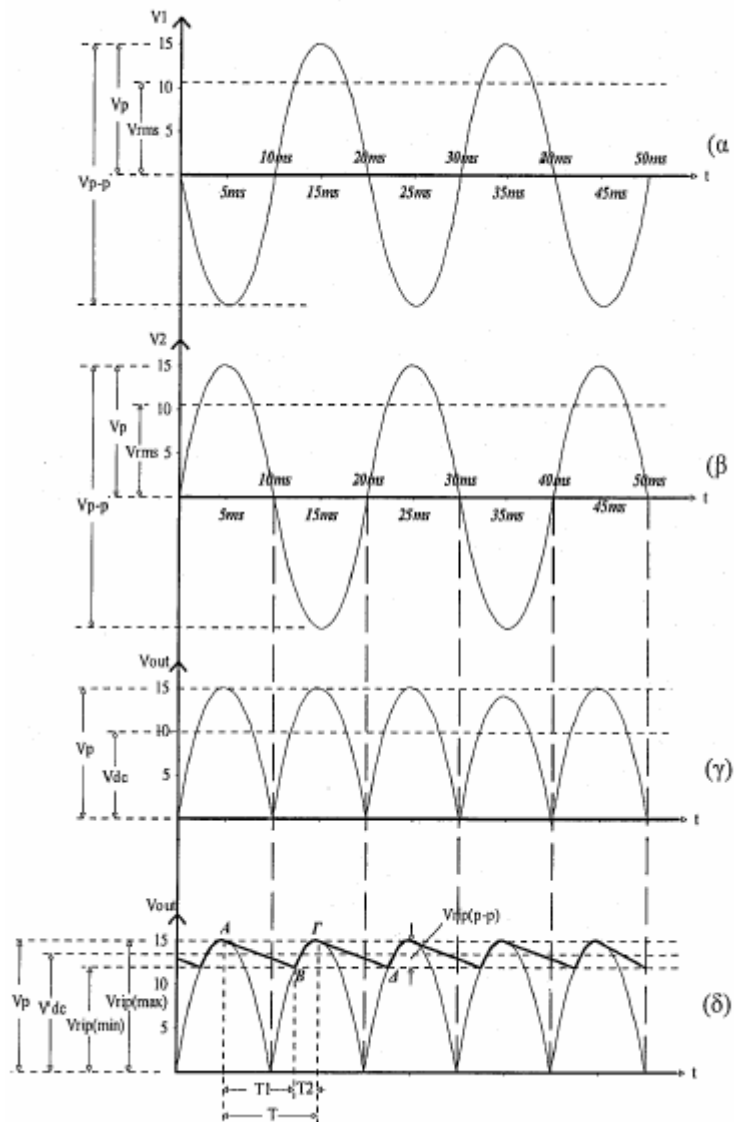
απλής ανόρθωσης που δουλεύουν εναλλάξ. Στη θετική ημιπερίοδο δουλεύει μόνο η D_1 και στην αρνητική μόνο η D_2 . Η τάση που τελικά ανορθώνεται είναι του ενός μόνο τυλίγματος του Μ/Τ.

Ας υποθέσουμε ότι εμφανίζεται πρώτα η θετική ημιπερίοδος, οι πολικότητες είναι όπως φαίνονται στο Σχήμα 1.14(α). Το (+) επάνω, το (-) κάτω και το (0) στη μέση. Το (0) αποτελεί και το σημείο αναφοράς των μετρήσεων μας, δηλαδή τη γείωση του κυκλώματος. Από τις τάσεις V_1 και V_2 , μόνο η V_1 είναι ενεργή γιατί πολώνει ορθά την D_1 και δημιουργείται κύκλωμα, ενώ η V_2 είναι ανενεργή γιατί πολώνει ανάστροφα την D_2 και δε δημιουργείται κύκλωμα. Επομένως υπάρχει κύκλωμα μεταξύ $+V_1$, D_1 , R_L , και το ρεύμα θα ακολουθήσει το δρόμο του.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι εμφανίζεται η αρνητική ημιπερίοδος, οι πολικότητες είναι όπως φαίνονται στο Σχήμα (β). Το (-) επάνω, το (+) κάτω και το (0) πάλι στη μέση. Από τις τάσεις V_1 και V_2 , μόνο η V_2 είναι ενεργή γιατί πολώνει ορθά την D_2 και δημιουργείται κύκλωμα, ενώ η V_1 είναι ανενεργή γιατί πολώνει ανάστροφα την D_1 και δε δημιουργείται κύκλωμα. Επομένως υπάρχει κύκλωμα μεταξύ $+V_2$, D_2 , R_L και (θ). Το ρεύμα τώρα θα ακολουθήσει το δρόμο του Σχήματος 1.14(β).

Βλέπουμε ότι μια λειτουργεί η μια διόδος και μια η άλλη. Το ρεύμα (I) όμως και στις δυο περιπτώσεις περνάει μέσα από την αντίσταση R_L με την ίδια φορά. Έτσι η τάση που παίρνουμε στην έξοδο έχει τη μορφή της κυματομορφής 1.15(γ). Αυτό το ρεύμα που ρέει μέσα από το φορτίο ονομάζεται πλήρως ανορθωμένο ρεύμα και η αντίστοιχη τάση στα άκρα του φορτίου ονομάζεται πλήρως ανορθωμένη τάση. Η όλη διαδικασία ονομάζεται διπλή ανόρθωση.

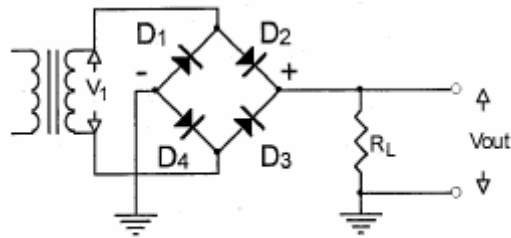
Αν προσέξουμε καλά την ανορθωμένη τάση, θα παρατηρήσουμε ότι αυτή έχει τη μισή περίοδο από αυτήν που εφαρμόσαμε, έχει δηλαδή τη διπλάσια συχνότητα (100 Hz). επίσης η μέγιστη τάση που παίρνουμε είναι η μισή από όση βγάζει ο Μ/Τ από το ένα του άκρο ως το άλλο.



Σχήμα 1.15: (α) Τάση δικτύου ΔΕΗ, (β) τάση στην έξοδο του μετασχηματιστή (γ) διπλή ανόρθωση χωρίς πυκνωτή εξομάλυνσης και (δ) διπλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης

1.3.2.2 Διπλή ανόρθωση με γέφυρα

Στη διπλή ανόρθωση με γέφυρα συνδέονται τέσσερις διόδοι στο δευτερεύον ενός Μ/Τ, χωρίς μεσαία λήψη όπως φαίνεται στο σχήμα 1.16 .

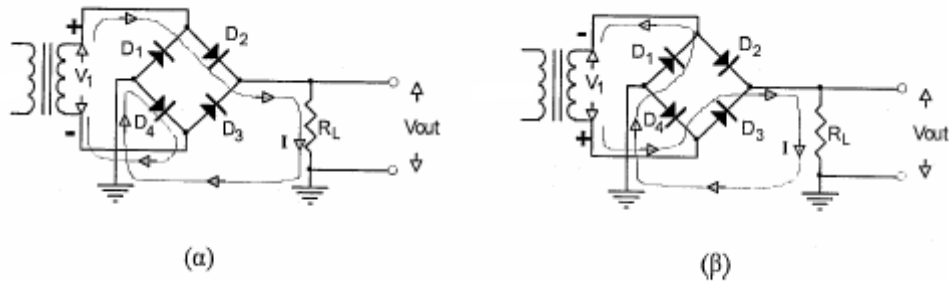


Σχήμα 1.16: Διπλή ανόρθωση με γέφυρα

Οι διόδοι συνδέονται ως εξής: οι δύο διόδοι π.χ. D_2 και D_3 με τις καθόδους ενωμένες να αποτελούν την έξοδο (+). Οι άλλες δύο διόδοι D_1 και D_4 με τις ανόδους ενωμένες να αποτελούν την έξοδο (-). Τέλος ενώνονται μεταξύ τους τα δυο αυτά συμπλέγματα και τα σημεία της ένωσης τους συνδέονται στο δευτερεύον του Μ/Τ. μεταξύ των σημείων (+) και (-) συνδέεται το φορτίο R_L .

Ας υποθέσουμε τώρα ότι εμφανίζεται πρώτα η θετική ημιπερίοδος, οι πολικότητα στο δευτερεύον του Μ/Τ είναι όπως φαίνονται στο σχήμα 12α. Το (+) επάνω, το (-) κάτω. Οι διόδοι D_2 και D_4 πολώνονται ορθά και άγουν, ενώ οι D_1 και D_3 πολώνονται ανάστροφα και δεν άγουν. Οπότε δημιουργείται κύκλωμα μεταξύ $+V_1$, D_2 , R_L , D_4 και $-V_1$. Το ρεύμα θα ακολουθήσει το δρόμο του σχήματος 1.17(α).

Στην αρνητική ημιπερίοδο, οι πολικότητα στο δευτερεύον του Μ/Τ είναι όπως φαίνονται στο σχήμα 1.17(β). Το (-) επάνω και το (+) κάτω. Οι διόδοι D_1 και D_3 πολώνονται ορθά και άγουν, ενώ οι D_2 και D_4 πολώνονται ανάστροφα και δεν άγουν. Οπότε δημιουργείται αγωγίμος δρόμος μεταξύ $+V_1$, D_3 , R_L , D_1 και $-V_1$, και το ρεύμα θα ακολουθήσει το δρόμο του σχήματος 1.17(β).

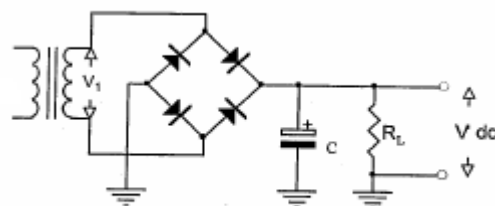


Σχήμα 1.17: Διπλή ανόρθωση με γέφυρα (α) θετική ημιπερίοδος και (β) αρνητική ημιπερίοδος

Βλέπουμε λοιπόν ότι στη μια ημιπερίοδο λειτουργούν οι δύο διόδους και στην άλλη οι άλλες δύο. Το ρεύμα (I) όμως και στις δυο περιπτώσεις περνάει μέσα από την αντίσταση R_L με την ίδια φορά. Έτσι η τάση που παίρνουμε στην έξοδο έχει και πάλι τη μορφή της κυματομορφής 1.15(γ). Το ρεύμα που ρέει μέσα από το φορτίο ονομάζεται πλήρως ανορθωμένο ρεύμα και η αντίστοιχη τάση στα άκρα του φορτίου ονομάζεται πλήρως ανορθωμένη τάση. Η όλη διαδικασία ονομάζεται ανόρθωση με γέφυρα.

1.3.2.3. Διπλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης

Αν τώρα τοποθετηθεί ένας πυκνωτής, παράλληλα με την αντίσταση R_L όπως φαίνεται στο σχήμα 1.18 τότε με την ίδια λογική που είπαμε στην προηγούμενη παράγραφο θα πάρουμε την κυματομορφή 1.15(δ)



Σχήμα 1.18: Διπλή ανόρθωση με πυκνωτή εξομάλυνσης

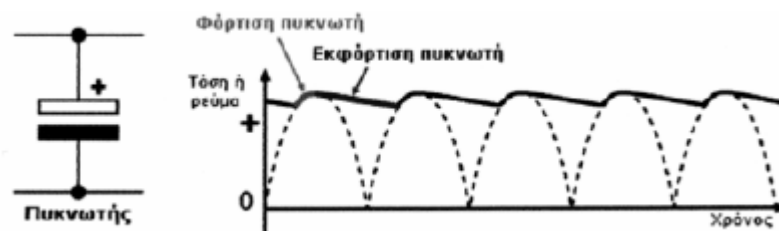
Στη θετική ημιπερίοδο και μέχρι να πάρει τη μέγιστη τιμή, ο πυκνωτής φορτίζει γρήγορα στην τάση κορυφής από την πηγή μέσα από τη μικρή αντίσταση των δυο δίοδων που άγουν, μειωμένη βέβαια κατά 1,4 V που κρατάνε στα άκρα τους οι δίοδοι, σημείο Α. Καθώς η τάση εισόδου αρχίζει να μειώνεται, οι δίοδοι παύουν να άγουν και ο πυκνωτής εκφορτίζει αργά μέσα από τη μεγάλη αντίσταση φορτίου RL, μέχρι το σημείο Β. στην αρνητική ημιπερίοδο, ξαναφορτίζει ο πυκνωτής στην τιμή κορυφής μέσα από τις άλλες

δύο δίοδους μέχρι το σημείο Γ και όταν η τάση εισόδου της αρνητικής ημιπεριόδου αρχίσει και αυτή να μειώνεται, οι δίοδοι παύουν να άγουν και ο πυκνωτής εκφορτίζει μέχρι το σημείο Δ, Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται συνεχώς.

Η τάση κυμάτωσης V_{rip} που δημιουργείται εδώ είναι σαφώς μικρότερη από αυτήν της απλής ανόρθωσης, γιατί ο πυκνωτής εκφορτίζει με τον ίδιο ρυθμό μεν αλλά στο μισό χρόνο από ότι στην απλή ανόρθωση, επομένως όταν έρθει η επόμενη ημιπερίοδος βρίσκει τον πυκνωτή με περισσότερα φορτία και συνεπώς με μεγαλύτερη τάση.

1.4 Φιλτράρισμα (Εξομάλυνση)

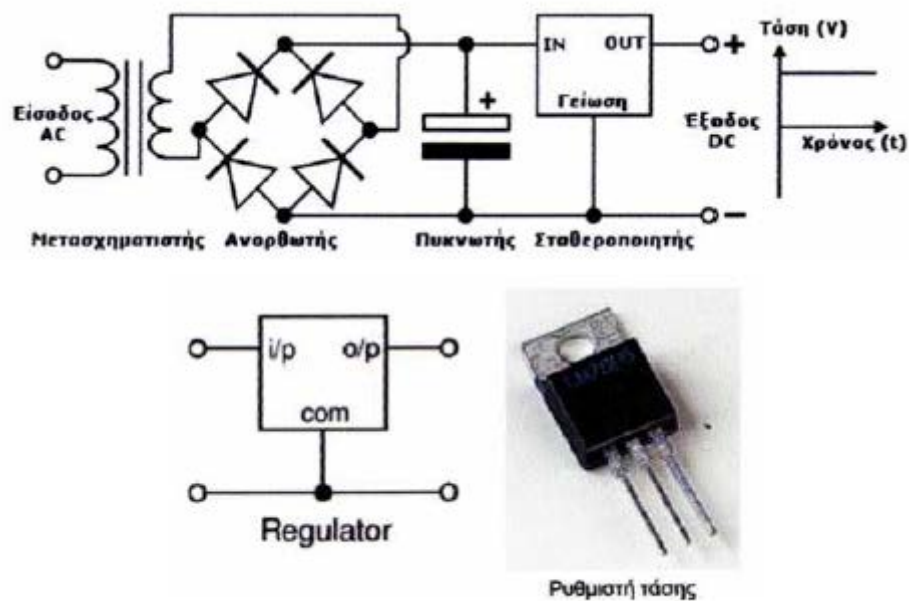
Το φιλτράρισμα (εξομάλυνση) επιτυγχάνεται με ένα ηλεκτρολυτικό πυκνωτή μεγάλης χωρητικότητας συνδεδεμένο παράλληλα με το φορτίο ,όπως αναφέρθηκε και στα κεφάλαια 1.3.1.β. και 1.3.2.γ. . Αναλυτικότερα η διαδικασία ολοκληρώνεται με τον εξής τρόπο, ο πυκνωτής αποθηκεύει ενέργεια (γρήγορη φόρτιση) κατά τη διάρκεια της περιόδου αγωγής και την αποδίδει την ενέργεια στο φορτίο (εκφόρτιση) κατά τη διάρκεια της περιόδου μη αγωγής. Η εξομάλυνση αυξάνει την μέση τάση DC (τα $1.41 \times$ RMS). Για παράδειγμα 12V RMS AC μετά από ανορθωτή πλήρους κύματος θα μειωθούν περίπου σε 10.6V DC (τα 1.4V θα χαθούν λόγω πτώσης τάσης στις δίοδους -0.66V ανά δίοδο πιο συγκεκριμένα). Με την τοποθέτηση του πυκνωτή εξομάλυνσης θα έχουμε $10.6 \times 1.41 = 14.9V$ DC. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την μη φιλτραρισμένη κυμάτωση DC (διακεκομμένη γραμμή) και την φιλτραρισμένη (έντονη γραμμή).



Σχήμα 1.19 : Φόρτιση- εκφόρτιση πυκνωτή

1.5 Σταθεροποιητής

Οι σταθεροποιητές τάσης είναι ολοκληρωμένα κυκλώματα προρυθμισμένα σε κάποιες τάσεις εξόδου (συνήθως 5 έως 24V) και ως μία συγκεκριμένη ένταση ρεύματος. Οι περισσότεροι σταθεροποιητές περιέχουν κυκλώματα προστασίας υπερφόρτωσης και υπερθέρμανσης. Αρκετοί σταθεροποιητές έχουν τρεις επαφές ή περισσότερες, μοιάζοντας σαν τρανζίστορ ισχύος, και έχουν και μία τρύπα με σκοπό να βιδωθούν πάνω σε ψύκτρα εάν είναι απαραίτητο. Είναι σημαντικό η τάση εισόδου τους να είναι μερικά Volts παραπάνω από την σταθεροποιημένη τάση εξόδου. Ο ρόλος του σταθεροποιητή είναι να εξαλείφει κάθε κυμάτωση που απομένει από τον πυκνωτή εξομάλυνσης και να αποδίδει μία σταθερή τάση εξόδου. Πλέον η τάση εξόδου του σταθεροποιητή είναι κατάλληλη για να τροφοδοτήσουμε οποιαδήποτε συσκευή ή κύκλωμα.



Σχήμα 1.20 : Ολοκληρωμένο κύκλωμα τροφοδοτικού με σταθεροποιητή .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΒΑΣΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ

2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα βασικά ηλεκτρονικά στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν στις πλακέτες μας για την κατασκευή του τροφοδοτικού είναι τα εξής :

- Αντιστάσεις
- Πυκνωτές
- Δίοδοι
- Τρανζίστορς

2.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

2.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Κάθε είδους υλικό στην ροή του ρεύματος παρουσιάζει αντίσταση. Το μέγεθος της αντίστασης που παρουσιάζει ένα υλικό εξαρτάται από το στοιχείο που είναι κατασκευασμένο, την διάμετρό του και το μήκος του. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση και όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του υλικού τόσο αυξάνεται η αντίστασή του. Τα μέταλλα έχουν διαφορετική αντίσταση μεταξύ τους η οποία αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας τους, ενώ μερικά υλικά όπως ο άνθρακας μειώνουν την αντίστασή τους όταν αυξάνεται η θερμοκρασία τους. Μονάδα μέτρησης της αντίστασης είναι τα Ohm (Ω) .

2.2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

2.2.2.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΙΜΗΣ

2.2.2.1.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣ

Η ονομασία τους προέρχεται από το υλικό κατασκευής τους το οποίο δεν είναι άλλο από ένα διηλεκτρικό υλικό πάνω στο οποίο τυλίγεται ένας αγωγός μεγάλης ηλεκτρικής αντίστασης. Η διατομή του αγωγού και το μήκος του καθορίζουν την τιμή και την ισχύ της αντίστασης.

2.2.2.1.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

2.2.2.1.2.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Οι αντιστάσεις μεταλλικού στρώματος αποτελούνται από ένα στρώμα από ευγενή μέταλλα ή οξειδία όπως παλλάδιο, άργυρος, ταντάλιο, τιτάνιο κτλ, τα οποία τοποθετούνται πάνω σε ένα μονωτικό υλικό με ειδικές μεθόδους όπως για παράδειγμα με φωτογραφική μέθοδος.

2.2.2.1.2.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

Ο άνθρακας χρησιμοποιείται σαν το κύριο υλικό των αντιστάσεων άνθρακα το οποίο αποτίθεται πάνω σε ένα μονωτικό υλικό. Η επεξεργασία του υλικού του άνθρακα δίνει την τελική τιμή στην ονομαστική τιμή και στην ισχύ της αντίστασης.



Σχήμα 2.1 : Αντιστάσεις μεταλλικού στρώματος και άνθρακα .

2.2.2.1.3 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΜΙΓΜΑΤΟΣ

Οι αντιστάσεις μεταλλικού μίγματος αποτελούνται από ένα κράμα από άνθρακα και συνθετικά υλικά. Ανάλογα με την περιεκτικότητα των υλικών και του άνθρακα καθορίζεται η επιθυμητή αντίσταση. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του άνθρακα στο μίγμα, τόσο μεγαλύτερη γίνεται η αντίσταση. Το κράμα τοποθετείται σε ένα μονωτικό σωλήνα και με τους ακροδέκτες στα άκρα του σχηματίζεται η αντίσταση μεταλλικού μίγματος.

2.2.2.2 ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Οι αντιστάσεις μεταβλητής τιμής είναι εκείνες που μπορούμε να μεταβάλουμε την ονομαστική τους τιμή.

2.2.2.2.1 ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΑ

2.2.2.2.1.1 ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΑ

Τα γραμμικά ποτενσιόμετρα είναι εκείνα που η τιμή της αντίστασης μεταβάλλεται με σταθερό βήμα ανάλογα με την γωνία στροφής του ποτενσιομέτρου.

2.2.2.2.1.1 ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΑ

Τα μη γραμμικά ποτενσιόμετρα είναι εκείνα που η αντίστασή τους μεταβάλλεται στην αρχή αργά και κατόπιν γρηγορότερα και η παραμικρή αύξηση της γωνίας στροφής του δρομέα προκαλεί απότομη μεταβολή της αύξησης ή μείωσης της τιμής της αντίστασης με μεγάλη διαφορά τιμής από την προηγούμενη θέση.

2.2.2.2.2 ΤΡΙΜΜΕΡ

Τα τρίμμερ χρησιμοποιούνται κυρίως εκεί όπου απαιτούνται μικρές μεταβολές της αντίστασης .



Σχήμα 2.2 : Ποτενσιόμετρα και τρίμμερ.

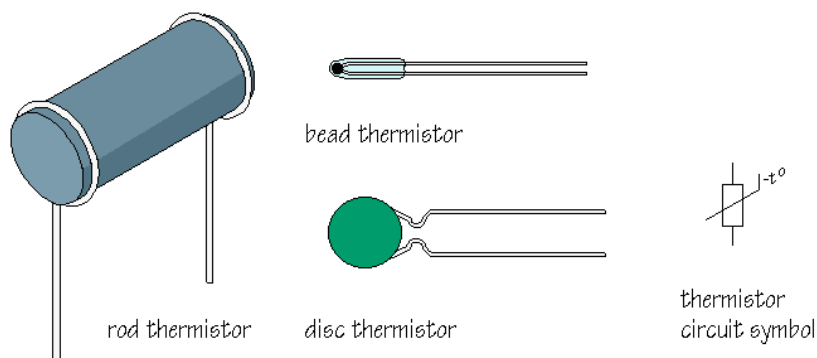
2.2.2.3 ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΝΙΣΤΑΣΕΙΣ

2.2.2.3.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ VDR

Οι αντιστάσεις VDR προέρχονται από τα αρχικά των λέξεων Voltage Depending Resistance που σημαίνει αντίσταση εξαρτώμενη από τάση. Σε αυτές τις αντιστάσεις όσο αυξάνεται η τάση στα άκρα της τόσο μειώνεται η ονομαστική της τιμή .

2.2.2.3.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΣΤΟΡ

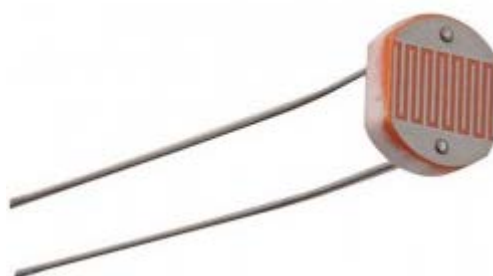
Τα θερμίστορ είναι αντιστάσεις που η τιμή τους μεταβάλλεται με την θερμοκρασία.



Σχήμα 2.3 : Είδη και μονογραμμικό του θερμίστορ .

2.2.2.3.3 ΦΩΤΟΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

Οι φωτοαντιστάσεις μεταβάλουν την ονομαστική τους τιμή, ανάλογα με την ένταση του φωτός που προσπίπτει επάνω τους.



Σχήμα 2.4 : Φωτοαντίσταση .

2.2.2.3.4 ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ

Οι μαγνητικές αντιστάσεις μεταβάλλουν την τιμή τους κάτω από την επίδραση εξωτερικού μαγνητικού πεδίου.

2.2.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

2.2.3.1 ΤΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Είναι η τιμή της αντίστασης με μονάδα μέτρησης το Ωμ.

2.2.3.2 ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Είναι η μέγιστη τιμή της ισχύος που μπορεί να καταναλωθεί πάνω στην αντίσταση υπό μορφή θερμότητας.

2.2.3.3 ΑΝΟΧΗ

Είναι η απόκλιση της τιμής της αντίστασης από την τιμή που δίνει ο κατασκευαστής. Οι τιμές ανοχής ορίζονται από τον κατασκευαστή και είναι $\pm 10\%$, $\pm 5\%$, $\pm 2\%$, $\pm 1\%$ και $\pm 0,5\%$.

2.2.3.4 ΓΡΑΜΜΙΚΟΤΗΤΑ

Οι αντιστάσεις στην λειτουργία τους πρέπει να ακολουθούν τον νόμο του Ohm ($I=V/R$), για να μην παρατηρούνται μεταβολές των τάσεων και των εντάσεων στις οποίες λειτουργούν. Στις μη γραμμικές αντιστάσεις όμως επιδιώκουμε τέτοιες μεταβολές.

2.2.3.5 ΤΑΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ

Η θερμότητα που αναπτύσσουν οι αντιστάσεις στο σώμα τους έχουν σαν αποτέλεσμα να δημιουργείται θερμικός θόρυβος στο κύκλωμα με συνέπεια την ύπαρξη παρασιτικής τάσης στα άκρα τους που μετριέται σε μV ανά V της ονομαστικής τάσης λειτουργίας τους.

2.2.3.6 ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Η συνεχής λειτουργία της αντίστασης, στο πέρασμα του χρόνου παρουσιάζει αλλοιώσεις στο υλικό κατασκευής της με αποτέλεσμα την αλλοίωση της ονομαστικής τιμής της. Η σταθερότητα της αντίστασης εκφράζεται με την σταθερότητα της ονομαστικής της τιμής ανεξάρτητα του χρόνου λειτουργίας της.

2.2.4 ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές που αντιστοιχούν σε κάθε χρώμα σύμφωνα με το πρότυπο EIA-RS-279 :

Χρώμα	1 ^η Λωρίδα	2 ^η Λωρίδα	3 ^η Λωρίδα (πολλαπλασιαστής)	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)	
Μοβ	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Γκρι	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Λευκό	9	9	$\times 10^9$		
Χρυσάφι			$\times 0.1$	$\pm 5\%$ (J)	
Ασημί			$\times 0.01$	$\pm 10\%$ (K)	
Κανένα				$\pm 20\%$ (M)	

Πίνακας 2.1 : Χρωματικός κώδικας αντιστάσεων .

Στην παρακάτω εικόνα μπορούμε να καταλάβουμε καλύτερα τον χρωματικό κώδικα των αντιστάσεων .



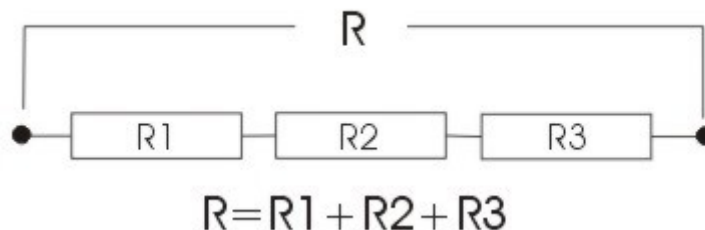
A: Πρώτο Ψηφίο
B: Δεύτερο Ψηφίο
Γ: Πολλαπλασιαστής
Δ: Ανοχή

Σχήμα 2.5 : Ανάλυση αντίστασης .

2.2.5 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

2.2.5.1 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

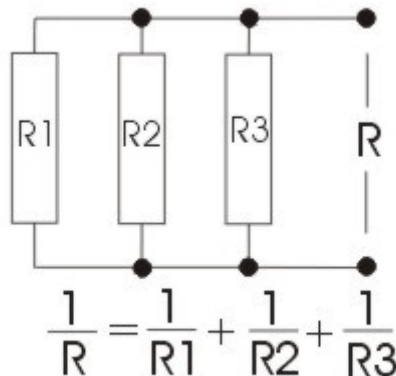
Η σύνδεση αντιστάσεων σε σειρά ορίζεται ως η σύνδεση του ενός άκρου της μιας αντίστασης με το ένα άκρο μιας δεύτερης αντίστασης, οπότε η συνολική αντίσταση θα ορίζεται από τα ελεύθερα άκρα των δύο αντιστάσεων. Στο σχήμα 2.6 βλέπουμε την συνδεσμολογία τριών αντιστάσεων σε σειρά. Όπως βλέπουμε και στο σχήμα, η συνολική αντίσταση R θα δίνεται από την σχέση: $R=R_1+R_2+R_3$. Αν είχαμε περισσότερες αντιστάσεις η συνολική αντίσταση θα δινόταν από την σχέση: $R=R_1+R_2+R_3+\dots+R_n$, όπου n ο αριθμός των αντιστάσεων που ορίζει η συνδεσμολογία.



Σχήμα 2.6 : Αντιστάσεις σε σειρά

2.2.5.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

Όταν δύο ή περισσότερες αντιστάσεις έχουν ενωμένα τα άκρα τους έχουμε παράλληλη συνδεσμολογία. Στο σχήμα 2.7 βλέπουμε την παράλληλη συνδεσμολογία τριών αντιστάσεων. Όταν συνδέουμε παράλληλα αντιστάσεις έχουμε μείωση της συνολικής αντίστασης. Στο σχήμα 2.3 με τρεις παράλληλες αντιστάσεις η συνολική αντίσταση R θα δίνεται από την σχέση: $1/R=1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$. Αν είχαμε περισσότερες αντιστάσεις η συνολική αντίσταση R θα δινόταν από την σχέση: $1/R=1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$, όπου n ο αριθμός των αντιστάσεων που συνδέονται παράλληλα.



Σχήμα 2.7 : Αντιστάσεις παράλληλα

2.3 ΠΥΚΝΩΤΕΣ

2.3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΩΤΗ

Πυκνωτής (συμβ. C) ονομάζεται ένα σύστημα δύο γειτονικών αγωγών ανάμεσα στους οποίους παρεμβάλλεται μονωτικό υλικό. Αυτό το μονωτικό υλικό μπορεί να είναι αέρας, πλαστικό, μίκα κ.α. Οι δύο αγωγοί ονομάζονται οπλισμοί του πυκνωτή, ενώ το παρεμβαλλόμενο υλικό διηλεκτρικό του. Βασικό χαρακτηριστικό κάθε πυκνωτή είναι η ιδιότητά του να αποθηκεύει ηλεκτρικό φορτίο, επομένως ηλεκτρική ενέργεια. Όταν ένας πυκνωτής είναι φορτισμένος, οι οπλισμοί του έχουν ηλεκτρικά φορτία κατά μέτρο ίσα και αντίθετα. Ονομάζουμε φορτίο του πυκνωτή (Q_c) το φορτίο του θετικά φορτισμένου οπλισμού του.

Μεταξύ των οπλισμών ενός φορτισμένου πυκνωτή αναπτύσσεται διαφορά δυναμικού, την οποία ονομάζουμε **τάση του πυκνωτή** (V_c). Το πηλίκο του φορτίου ενός πυκνωτή προς την τάση του ονομάζεται χωρητικότητα (C) του πυκνωτή:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Μονάδα μέτρησης της χωρητικότητας του πυκνωτή είναι το 1 *Farad* (F). Πρόκειται όμως για μεγάλη μονάδα που σπάνια χρησιμοποιείται στην πράξη. Συνήθως χρησιμοποιούνται τα υποπολλαπλάσια του μικροφάραντ (μF), νανοφάραντ (nF) και πικοφάραντ (pF).

Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του και από τη φύση του διηλεκτρικού του, είναι όμως ανεξάρτητη από το υλικό των οπλισμών του. Λόγω της δυνατότητάς τους να αποθηκεύουν ηλεκτρικό φορτίο και να το αποδίδουν κατόπιν αποφορτιζόμενοι σε ένα κύκλωμα (δρώντας έτσι ουσιαστικά σαν πηγές ρεύματος), οι πυκνωτές αποτελούν βασικά στοιχεία κάθε σύγχρονου ηλεκτρονικού κυκλώματος. Μερικές χρήσεις τους είναι σε κυκλώματα εξομάλυνσης τάσης, στη διαμόρφωση της συχνότητας εκπομπής ραδιοφωνικών πομπών, στις εισόδους και εξόδους των τρανζίστορ κ.α.

2.3.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΤΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

2.3.2.1 ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Είναι η χωρητικότητα για την οποία έχει υπολογιστή και κατασκευαστεί ένας πυκνωτής σε συγκεκριμένη περιοχή θερμοκρασιών και συχνοτήτων λειτουργίας. Οι τιμές της χωρητικότητας είναι τυποποιημένες και για ενδιάμεσες τιμές γίνεται υπολογισμός με συνδεσμολογία.

2.3.2.2 ΑΝΟΧΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η τιμή της ονομαστικής χωρητικότητας είναι η ιδανική τιμή για την οποία έχει κατασκευαστεί ο πυκνωτής. Στην πράξη όμως υπάρχει μια πολύ μικρή ολίσθηση της ονομαστικής τιμής, είτε προς τα πάνω, είτε προς τα κάτω που εκφράζεται ως ανοχή της τιμής του πυκνωτή. Συνήθως οι ανοχές στους πυκνωτές κυμαίνονται από $\pm 0.5\%$ και $\pm 1\%$ (πυκνωτές ακριβείας), $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ έως και $\pm 20\%$.

2.3.2.3 ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Είναι η μέγιστη τάση την οποία δίνει ο κατασκευαστής για την σωστή λειτουργία του πυκνωτή, η οποία αναγράφεται στο κέλυφος του πυκνωτή μαζί με την ονομαστική χωρητικότητα και μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας. Η εφαρμογή πολύ μεγαλύτερης τάσης στα άκρα του από την μέγιστη που δίνει ο κατασκευαστής προκαλεί θέρμανση και καταστροφή του διηλεκτρικού του πυκνωτή.

2.3.2.4 ΤΑΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ

Είναι μια συνεχή τάση λίγο μεγαλύτερη από την μέγιστη που δίνει ο κατασκευαστής η οποία εφαρμόζεται για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα (1 λεπτό περίπου) για να δοκιμαστεί η αντοχή του διηλεκτρικού υλικού στο εργοστάσιο κατασκευής του.

2.3.2.5 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Η ονομαστική χωρητικότητα του πυκνωτή δίνεται για ένα ορισμένο φάσμα συχνοτήτων, διότι σε πολύ υψηλές συχνότητες ένας πυκνωτής μπορεί να παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση της ονομαστικής χωρητικότητάς του.

2.3.2.6 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΜΟΝΩΣΗΣ

Η αντίσταση μόνωσης είναι η αντίσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων του πυκνωτή καθώς και η αντίσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων και του περιβλήματος του πυκνωτή.

2.3.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΥΚΝΩΤΗ ΣΕ ΣΥΝΕΧΕΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΣΜΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ

Ο πυκνωτής σε ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος δημιουργεί διακοπή ρεύματος στο κύκλωμα, με εξαίρεση το αρχικό χρονικό διάστημα της φόρτισής του. Σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος ο πυκνωτής φορτίζεται και εκφορτίζεται ανάλογα με την κατεύθυνση του ρεύματος και προβάλλει μια αντίσταση που ονομάζεται χωρητική αντίσταση X_c . Η χωρητική αντίσταση X_c εξαρτάται από την χωρητικότητα του πυκνωτή και την συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος και δίνεται από την σχέση:

$X_c = 1/2\pi fC$, όπου $\pi=3,14$, f η συχνότητα του ρεύματος σε Hz, και C η χωρητικότητα του πυκνωτή σε Farad.

2.3.4 ΕΙΔΗ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

Τους πυκνωτές του χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες στους διηλεκτρικούς πυκνωτές και τους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές. Η αρχή λειτουργίας είναι η ίδια και στις δύο κατηγορίες πυκνωτών, όμως διαφέρουν στην κατασκευή τους και στον τρόπο χρήσης τους.

2.3.4.1. ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

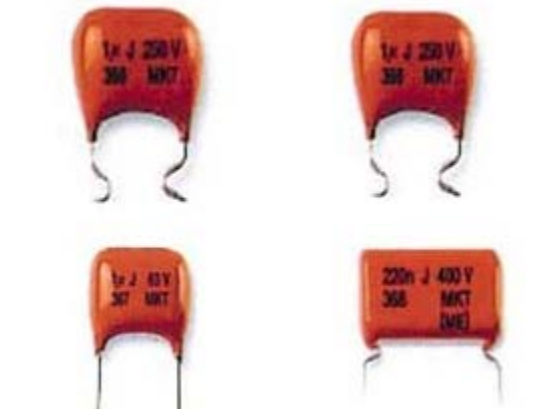
2.3.4.1.1 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

2.3.4.1.1.1 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΧΑΡΤΙΟΥ

Οι πυκνωτές αυτοί ονομάζονται έτσι διότι έχουν σαν υλικό διηλεκτρικού το χαρτί. Το χαρτί αυτό είναι ειδικά κατεργασμένο και εμποτίζεται σε μονωτικό λάδι, κερι ή παραφίνη για να προστατεύεται από την υγρασία .

2.3.4.1.1.2 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΤΑΙΝΙΑΣ

Οι πυκνωτές πλαστικής ταινίας κατασκευάζονται με το διηλεκτρικό τους να αποτελείται από διάφορα πλαστικά υλικά όπως ο πολυεστέρας, το πολυηθέρνιο, το πολυπροπυλένιο και το τεφλόν.



Σχήμα 2.8 : Διάφοροι πυκνωτές πλαστικής ταινίας .

2.3.4.1.1.3 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΜΙΚΑΣ

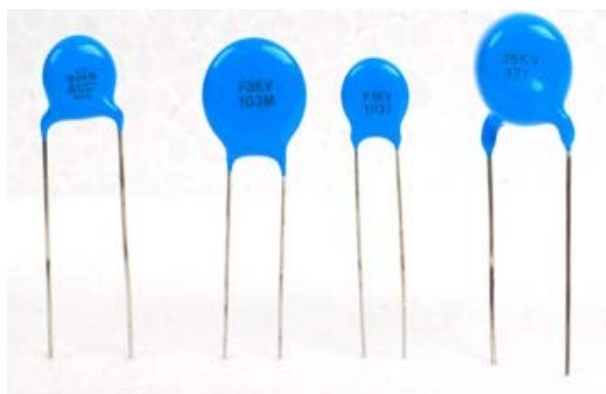
Οι πυκνωτές μίκας διακρίνονται σε δύο τύπους. Στους πυκνωτές φύλλων μίκας και στους πυκνωτές ταινίας μίκας. Ο πρώτος τύπος χρησιμοποιεί σαν διηλεκτρικό φυσική μίκα μικρής επιφάνειας, ενώ ο δεύτερος τύπος χρησιμοποιεί μίκα υπό μορφή ταινίας μετά από κατάλληλη επεξεργασία.

2.3.4.1.1.4 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΓΥΑΛΙΟΥ

Οι πυκνωτές γυαλιού κατασκευάζονται από μικρά ελάσματα γυαλιού και φύλλων μετάλλου. Λόγω του διηλεκτρικού του γυαλιού, ο πυκνωτής έχει πολύ υψηλή θερμοκρασία λειτουργίας που φτάνει τους 250°C.

2.3.4.1.1.5 ΚΕΡΑΜΙΚΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Στους κεραμικούς πυκνωτές το διηλεκτρικό είναι κεραμικό υλικό, όπως μίγματα πυριτιούχου μαγνησίου, αλουμίνας, οξειδίου του ζirkονίου, κτλ. Σε αυτά τα υλικά γίνεται πρόσμιξη με τιτάνιο, βάριο ή ασβέστιο. Το υλικό μίγμα για την σταθεροποίησή του ψήνεται σε υψηλές θερμοκρασίες και οι οπλισμοί του πυκνωτή μπαίνουν στο κεραμικό υλικό με επιμετάλλωση.



Σχήμα 2.9 : Κεραμικοί πυκνωτές διαφόρων τιμών .

2.3.4.1.2 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

2.3.4.1.2.1 ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Ένας μεταβλητός πυκνωτής έχει σαν διηλεκτρικό τον αέρα. Για να αυξηθεί η χωρητικότητά του ο κάθε ένας από τους οπλισμούς του κατασκευάζεται από πολλούς παράλληλους δίσκους που ηλεκτρικά είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Η μια ομάδα από αυτές τις πλάκες είναι σταθερή και αποτελεί τον "στάτη" του μεταβλητού πυκνωτή, ενώ η άλλη ομάδα των πλακών αποτελεί το κινητό μέρος και ονομάζεται "δρομέας". Στα κενά που αφήνουν οι ακίνητες παράλληλες πλάκες, εισχωρούν οι κινητές πλάκες, οι οποίες μπαίνουν περισσότερο ή λιγότερο μέσα στο διάκενο ανάλογα με την γωνία στροφής του άξονα του πυκνωτή. Όταν όλες οι κινητές πλάκες έχουν εισχωρήσει μέσα στο διάκενο, τότε ο πυκνωτής παρουσιάζει την μεγαλύτερη χωρητικότητα, ενώ όταν οι κινητές πλάκες είναι έξω παρουσιάζει την μικρότερη χωρητικότητα .



Σχήμα 2.10 : Μεταβλητός πυκνωτής .

2.3.4.1.2.2 ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Οι ρυθμιζόμενοι πυκνωτές κυκλοφορούν στο εμπόριο ως πυκνωτές τρίμμερ και κατασκευάζονται από διάφορα διηλεκτρικά υλικά, όπως ο αέρας, το γυαλί, ο χαλαζίας, η μίκα, και άλλα. Κυρίως έχουν κυκλική μορφή και ανάλογα με το διηλεκτρικό που χρησιμοποιούν κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες: ρυθμιζόμενοι πυκνωτές αέρα, ρυθμιζόμενοι κεραμικοί πυκνωτές, ρυθμιζόμενοι πυκνωτές γυαλιού και ρυθμιζόμενοι πυκνωτές μίκας .



Σχήμα 2.11 : Ρυθμιζόμενος πυκνωτής .

2.3.4.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

2.3.4.2.1 ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Κατασκευάζονται από λεπτά ελάσματα αλουμινίου υψηλής καθαρότητας. Μεταξύ των ελασμάτων παρεμβάλλεται ένα λεπτό στρώμα οξειδίου και ένα διηλεκτρικό υλικό όπως το χαρτί. Το διάλυμα που χρησιμοποιείται (ηλεκτρολύτης), στην δημιουργία του οξειδίου είναι το βορικό οξύ ή τρυγικό κάλιο. Η ταινία αλουμινίου είναι πάρα πολύ λεπτή πάχους 20-40μm. Η άνοδος του πυκνωτή έχει στην μία επιφάνειά της το οξείδιο. Όσο μεγαλύτερη η επιφάνεια του οξειδίου τόσο αυξάνεται η χωρητικότητα του πυκνωτή.



Σχήμα 2.12 : Ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές αλουμινίου .

2.3.4.2.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΤΑΝΤΑΛΙΟΥ

Οι πυκνωτές τανταλίου έχουν πολύ καλύτερα χαρακτηριστικά από τους κοινούς ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές καθώς έχουν πολύ μικρό μέγεθος για μεγάλες χωρητικότητες, εμφανίζουν μικρότερα προβλήματα διαρροής έναντι των πυκνωτών αλουμινίου, έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα φόρτισης - εκφόρτισης και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Στην κατασκευή τους οι πυκνωτές τανταλίου χρησιμοποιούν οξείδια τανταλίου και το εξωτερικό τους περίβλημα μπορεί να είναι μεταλλικό ή πλαστικό υλικό.



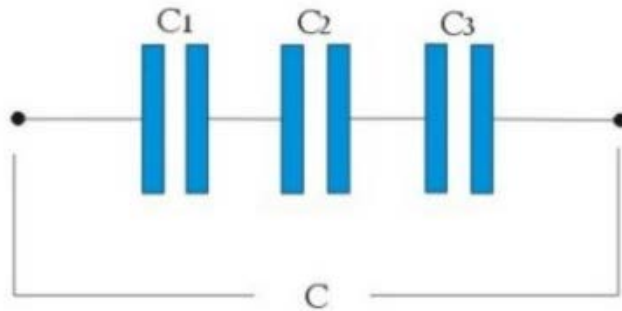
Σχήμα 2.13 : Ηλεκτρολυτικός πυκνωτής τανταλίου .

2.3.5 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΠΥΚΝΩΤΩΝ

2.3.5.1 ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΥΚΝΩΤΩΝ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

Η σύνδεση πυκνωτών σε σειρά επιτυγχάνεται ενώνοντας τον έναν ακροδέκτη του πυκνωτή με τον έναν ακροδέκτη του άλλου και η συνολική χωρητικότητα λαμβάνεται από τα ελεύθερα άκρα των πυκνωτών όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.14. Στην περίπτωση αυτή, όπως βλέπουμε και στο σχήμα 2.14 με τρεις πυκνωτές σε σειρά, η συνολική χωρητικότητα θα είναι ίση με: $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$. Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η συνολική χωρητικότητα σε πυκνωτές σε σειρά μειώνεται, ενώ αντίθετα αυξάνεται η τάση λειτουργίας του. Έτσι λοιπόν, αν έχουμε n πυκνωτές συνδεσμοποιημένους σε σειρά η συνολική χωρητικότητά τους θα βρίσκεται από την σχέση:

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots + 1/C_n.$$



Σχήμα 2.14 : Πυκνωτές σε σειρά

2.3.5.2 ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΥΚΝΩΤΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ

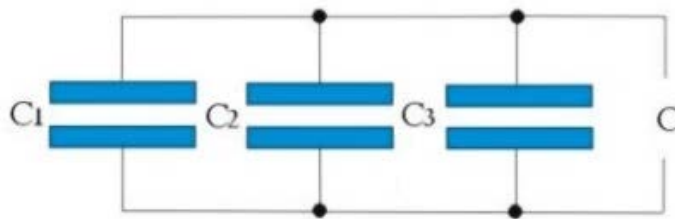
Η σύνδεση πυκνωτών σε παράλληλη διάταξη επιτυγχάνεται ενώνοντας τους ακροδέκτες των πυκνωτών μεταξύ τους, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.15. Η συνολική χωρητικότητα στην περίπτωση αυτή θα ισούται με το άθροισμα των χωρητικοτήτων όλων των πυκνωτών. Οπότε στην περίπτωση του σχήματος 2.15 θα έχουμε:

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$

Για μια συνδεσμολογία n πυκνωτών θα έχουμε:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n.$$

Στην συνδεσμολογία πυκνωτών σε παράλληλη διάταξη η μέγιστη τάση λειτουργίας στην συνολική χωρητικότητα καθορίζεται από την τάση λειτουργίας του κάθε πυκνωτή.



Σχήμα 2.15 : Πυκνωτές παράλληλα

2.4 ΔΙΟΔΟΙ

2.4.1 ΟΡΣΙΜΟΣ ΔΙΟΔΟΥ

Η δίοδος είναι μια διάταξη από ημιαγωγίμο υλικό το οποίο επιτρέπει την διέλευση ροής ρεύματος μόνο από την μία κατεύθυνση, ανάλογα με την πόλωσή της. Κατασκευάζεται από ημιαγωγίμο υλικά, όπως είναι το γερμάνιο και το πυρίτιο και αποτελείται από δύο πόλους, την άνοδο και την κάθοδο. Το γερμάνιο και το πυρίτιο είναι υλικά τα οποία στις κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος συμπεριφέροντε σαν ημιαγωγοί, ενώ σε πολύ μικρές θερμοκρασίες η αγωγιμότητά τους μειώνεται.

Ανάλογα με την πρόσμιξη των ημιαγωγών αυτών μπορούμε να πετύχουμε μεταβολή της αγωγιμότητας του ημιαγωγού στοιχείου. Έτσι, χρησιμοποιώντας μια μικρή ποσότητα πεντασθενούς στοιχείου, όπως είναι το αρσενικό ή ο φώσφορος, πετυχαίνουμε αύξηση της αγωγιμότητας του ημιαγωγού. Αυτό συμβαίνει διότι έχουμε αύξηση των ελεύθερων φορέων, (ηλεκτρονίων) του ημιαγωγού και τότε ο ημιαγωγός ονομάζεται τύπου N. Αν έχουμε σαν πλειονότητα φορέων τις οπές, οι οποίες έχουν θετικό φορτίο, τότε ο ημιαγωγός ονομάζεται ημιαγωγός τύπου P.

Εάν ενώσουμε έναν ημιαγωγό τύπου N και έναν ημιαγωγό τύπου P τότε προκύπτει μία δίοδος επαφής. Ο ένας ακροδέκτης της διόδου αποτελεί την άνοδο και ο άλλος ακροδέκτης είναι η κάθοδος. Η ροή του ρεύματος μέσα από την δίοδο, επιτυγχάνεται όταν πολώσουμε ορθά την δίοδο, δηλαδή όταν η άνοδος έχει θετικό δυναμικό και η κάθοδος αρνητικό. Στην πόλωσή της η δίοδος παρουσιάζει ορισμένα χαρακτηριστικά όπως είναι η χωρητικότητα και η αντίσταση επαφής της διόδου. Η χωρητικότητα επαφής είναι μια πολύ μικρή χωρητικότητα της τάξεως μερικών pF, όπου η τιμή της εξαρτάται από την πόλωσή της και το κύκλωμα στο οποίο χρησιμοποιείται.

Ως αντίσταση επαφής ονομάζουμε την ωμική αντίσταση που παρουσιάζει η δίοδος όταν είναι ορθά πολωμένη. Η τιμή της αντίστασης κατά την ορθή πόλωση της διόδου κυμαίνεται στα 800Ω περίπου, ενώ στην ανάστροφη πόλωσή της παρουσιάζει άπειρη αντίσταση.

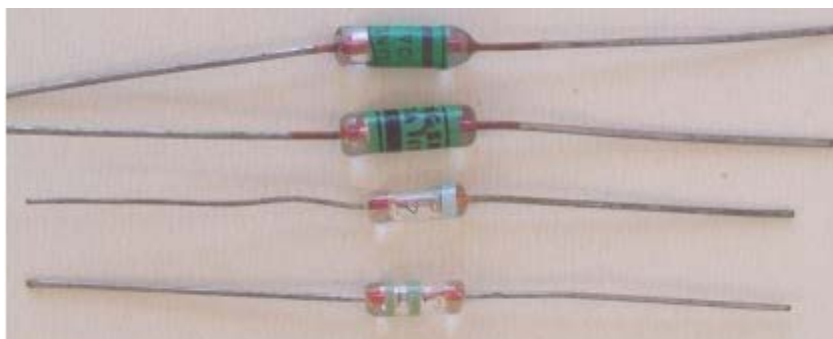
Στην ορθή πόλωση της διόδου η άνοδος που την αποτελεί ένας ημιαγωγός τύπου P, συνδέεται στο θετικό πόλο μιας πηγής συνεχούς τάσης, ενώ η κάθοδος που την αποτελεί ο ημιαγωγός τύπου N στον αρνητικό πόλο της πηγής. Στην περίπτωση αυτή, το θετικό φορτίο της πηγής απωθεί τους θετικά φορτισμένους φορείς του ημιαγωγού τύπου P προς την ζώνη αγωγιμότητας της επαφής και το αρνητικό φορτίο της πηγής απωθεί τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού τύπου N επίσης προς την ζώνη αγωγιμότητας. Η ζώνη αγωγιμότητας είναι το σημείο επαφής των ημιαγωγών τύπου P και τύπου N. Τότε έχουμε ροή ρεύματος μέσα από την διόδο. Αν συνδέσουμε ανάστροφα την πολικότητα της πηγής με την διόδο, δηλαδή τον θετικό ακροδέκτη με τον ημιαγωγό τύπου N και τον αρνητικό ακροδέκτη με τον ημιαγωγό τύπου P, τότε τα ηλεκτρόνια θα έλκονται από το θετικό φορτίο της πηγής και οι οπές από το αρνητικό φορτίο της πηγής. Στην περίπτωση αυτή η ζώνη αγωγιμότητας στην επαφή P-N μεγαλώνει με αποτέλεσμα να μην έχουμε ροή ρεύματος. Όσο μικρότερη είναι η ζώνη αγωγιμότητας τόσο ευκολότερα οι ελεύθεροι φορείς των ημιαγωγών μετακινούνται από την μια περιοχή στην άλλη, για να έχουμε ροή ρεύματος. Στο περιβλήμα τους όλες οι διόδοι έχουν μια λωρίδα στο ένα άκρο τους που φανερώνουν την κάθοδο.

2.4.2 ΕΙΔΗ ΔΙΟΔΟΥ

Οι διόδοι ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους διακρίνονται σε κατηγορίες .

2.4.2.1 ΔΙΟΔΟΙ ΑΚΙΔΑΣ

Οι διόδοι ακίδας κατασκευάζονται από ένα λεπτό σύρμα βολφραμίου ή χρυσού το οποίο ακουμπά πάνω σε μια πλάκα από ημιαγωγό γερμανίου ή πυριτίου τύπου N. Η πλάκα του ημιαγωγού στηρίζεται σε μια μεταλλική υποδοχή. Γύρω από την ακίδα τοποθετείται μικρή ποσότητα ημιαγωγού τύπου P. Μεταξύ της ακίδας και του ημιαγωγού τύπου P διαβιβάζεται ισχυρό ρεύμα, η θερμότητα του οποίου δημιουργεί έναν κρύσταλλο τύπου P που περιλαμβάνει και την ακίδα. Έτσι έχουμε την δημιουργία μιας κρυσταλλικής επαφής PN ή διόδο ακίδας.



Σχήμα 2.16 : Δίοδοι ακίδας .

2.4.2.2 ΔΙΟΔΟΙ ZENER

Οι δίοδοι Zener είναι δίοδοι που περιέχουν μεγάλο ποσοστό προσμίξεων και κατασκευάζονται κυρίως από ημιαγωγό πυριτίου. Η δίοδος Zener σε αντίθεση με τους άλλους τύπους διόδων λειτουργεί κατά την ανάστροφη φορά. Όταν μία δίοδος Zener πολωθεί κατά την ορθή φορά συμπεριφέρεται σαν μία κοινή δίοδος πυριτίου. Όταν η τάση πόλωσης γίνει μεγαλύτερη από 0,6 Volt, η δίοδος άγει αρκετό ρεύμα. Όταν όμως πολύ ανάστροφα μόνο ένα πολύ μικρό ρεύμα θα περάσει από την δίοδο. Όταν όμως θα αρχίσουμε να αυξάνουμε την ανάστροφη τάση θα φτάσουμε σε ένα σημείο όπου θα έχουμε μια απότομη αύξηση του ρεύματος. Το σημείο της τάσης όπου έχουμε απότομη αύξηση του ρεύματος ονομάζεται τάση Zener.



Σχήμα 2.17 : Δίοδοι zener .

2.4.2.3 ΔΙΟΔΟΙ ΣΥΡΑΓΓΑΣ

Οι δίοδοι σύραγγας χαρακτηρίζονται έτσι από το φαινόμενο "σύραγγας" που παρουσιάζουν σύμφωνα με το οποίο οι ελεύθεροι φορείς (ηλεκτρόνια και οπές) υπερνικούν το δυναμικό φραγμού δίχως να έχουν την ενέργεια που απαιτείται γι' αυτό. Αυτό επιτυγχάνεται κατασκευαστικά από ένα υψηλό ποσοστό προσμίξεων το οποίο είναι κατά εκατοντάδες φορές μεγαλύτερο από τα συνηθισμένα δίοδια. Το ημιαγωγό υλικό που χρησιμοποιείται συνήθως είναι το γερμάνιο ή το πυρίτιο, αλλά και άλλα υλικά τα οποία εμφανίζουν μικρές τιμές ενεργούς μάζας και διηλεκτρικής σταθεράς.

2.4.2.4 ΔΙΟΔΟΙ VARICAP

Οι δίοδοι varicap είναι δίοδοι μεταβλητής χωρητικότητας, όπου η χωρητικότητα μεταβάλετε σε συνάρτηση με την ανάστροφη τάσης πόλωσης που εφαρμόζεται. Όταν πολώσουμε μια δίοδο varicap κατά την ανάστροφη φορά, τότε η δίοδος συμπεριφέρεται σαν πυκνωτής.



Σχήμα 2.18 : Δίοδος varicap .

2.4.2.5 ΦΩΤΟΔΙΟΔΟΙ

Οι φωτοδιόδοι είναι διόδοι ανάστροφα πολωμένες όπου το ρεύμα τους μεταβάλλεται γραμμικά σε συνάρτηση με την ένταση του φωτός της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Η αρχή λειτουργίας των διόδων αυτών βασίζονται στην ικανότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας να δημιουργεί ελεύθερους φορείς (ηλεκτρόνια και οπές) στην περιοχή απο-γυμνώσεως με διάσπαση των ομοιοπολικών δεσμών. Κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει ένα διαφανές περίβλημα στην επαφή P-N, έτσι ώστε να εισέρχεται το φως στην δίοδο. Στην ανάστροφη πόλωση της διόδου και όταν υπάρχει απόλυτο σκοτάδι κυκλοφορεί ένα πολύ μικρό ρεύμα μέσα από την δίοδο το οποίο ονομάζεται ρεύμα σκότους.



Σχήμα 2.19 : Φωτοδιόδοι .

2.4.2.6 ΔΙΟΔΟΙ LED

Οι δίοδοι led εκπέμπουν φως στην ορθή πόλωσή τους και κατασκευάζονται για διάφορα χρώματα όπως κόκκινο, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί, μπλε, σε διάφορα σχήματα και διαστάσεις. Η αρχή λειτουργίας των leds βασίζεται στο γεγονός πως στην ορθή πόλωσή τους δημιουργούνται επανασυνδέσεις οπών και ηλεκτρονίων στην επαφή P-N της διόδου. Με τις επανασυνδέσεις οπών και ηλεκτρονίων απελευθερώνεται ενέργεια από τα ηλεκτρόνια με την μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.



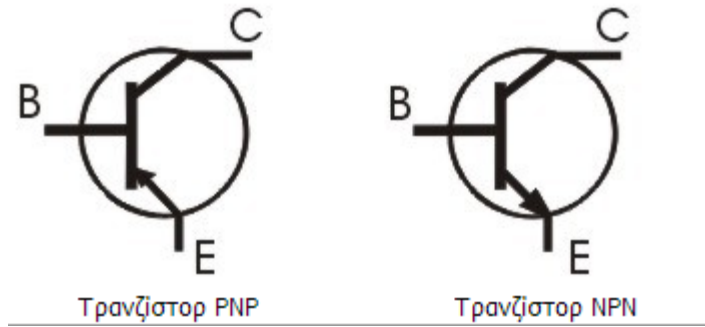
Σχήμα 2.20 : Δίοδοι led .

2.5 ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡΣ

2.5.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ

Το τρανζίστορ επαφής είναι μία διάταξη η οποία αποτελείται από δύο ημιαγωγούς, έναν τύπου PN και έναν τύπου NP, όπου ο ένας πολώνεται κατά την ορθή φορά και ο άλλος κατά την ανάστροφη. Υπάρχουν δύο κατηγορίες τρανζίστορ επαφής: Το τρανζίστορ PNP και το τρανζίστορ NPN.

Σε κάθε τύπο τα δύο ακραία τμήματα έχουν τον ίδιο τύπο ημιαγωγού. Στο σχήμα 2.6 βλέπουμε τον συμβολισμό ενός τρανζίστορ PNP και ενός τρανζίστορ NPN. Ο ακροδέκτης που έχει το βελάκι είναι ο εκπομπός, ο μεσαίος ακροδέκτης είναι η βάση και ο τρίτος ακροδέκτης είναι ο συλλέκτης. Μπορούμε να αντιστοιχίσουμε ένα τρανζίστορ με μία τριόδο λυχνία όπου ο οδηγός πλέγμα της λυχνίας αντιστοιχεί στην βάση του τρανζίστορ, η κάθοδος της λυχνίας αντιστοιχεί στον εκπομπό του τρανζίστορ και η άνοδος της λυχνίας αντιστοιχεί στον συλλέκτη του τρανζίστορ.



Σχήμα 2.21 : Συμβολισμός τρανζίστορ PNP, NPN .

2.5.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ

2.5.2.1 ΜΟΝΟΕΠΑΦΙΚΟ ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ (UJT)

Το μονοεπαφικό τρανζίστορ είναι ένα στοιχείο που παρουσιάζει αρνητική αντίσταση. Ο εκπομπός του είναι ένας ημιαγωγός τύπου P, ο οποίος αναμιγνύεται με μια ράβδο πυριτίου τύπου N, με λίγες προσμίξεις. Σε κάθε άκρο της ράβδου υπάρχει μια ωμική επαφή στην οποία δημιουργούνται οι δύο βάσεις. Ο εκπομπός του τρανζίστορ είναι ποιο κοντά στην μία βάση από της δύο. Τα μονοεπαφικά τρανζίστορ χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα παλμών καθώς και σε κυκλώματα χρονισμού.

2.5.2.2 ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ ΠΕΔΙΟΥ (FET)

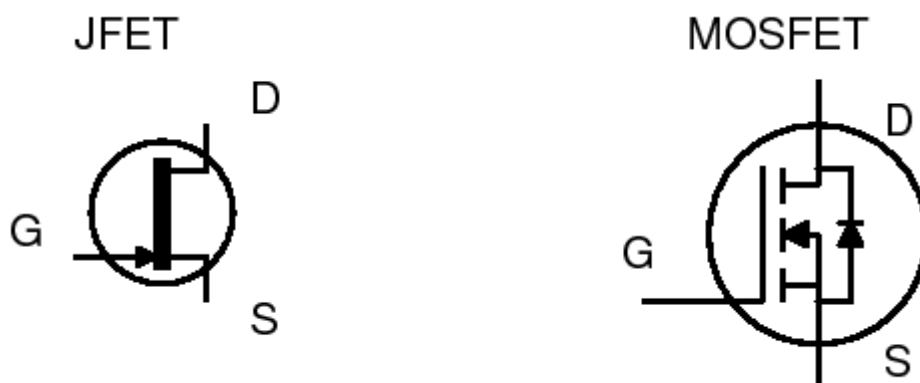
Τα τρανζίστορ επιδράσεως πεδίου, παρουσιάζουν υψηλή αντίσταση εισόδου, σε αντίθεση από τα απλά τρανζίστορ που έχουν χαμηλή αντίσταση εισόδου. Παρουσιάζουν πάρα πολλά πλεονεκτήματα όπως: δίνουν ομοιόμορφη ενίσχυση χωρίς παραμορφώσεις, παρουσιάζουν πολύ μικρό θόρυβο, λειτουργούν για ένα πολύ μεγάλο εύρος συχνοτήτων, δεν επιδρά η θερμοκρασία στην αλλοίωση των χαρακτηριστικών του τρανζίστορ, έχουν πολύ μικρό μέγεθος.

2.5.2.2.1 J-FET ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ

Τα J-FET τρανζίστορ αποτελούνται από ένα λεπτό κομμάτι ημιαγωγού τύπου P ή N, που στα άκρα του προσαρμόζεται με ωμική επαφή δύο ηλεκτρόδια που είναι η πηγή (S) και η εκροή (D). Στις απέναντι έδρες του κατασκευάζεται με την μέθοδο της διάχυσης μια επαφή P-N που καταλήγει στο ηλεκτρόδιο της πύλης (G). Όταν η πηγή (S) και η εκροή (D) συνδεθούν σε μια πηγή τάσης μέσα από τον ημιαγωγό τύπου N διέρχεται ρεύμα από τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του ημιαγωγού τύπου N. Στην περιοχή S ή D λόγω της ανάστροφης πόλωσης πύλης-πηγής δεν υπάρχει ροή ρεύματος. Όσο μεγαλώνει η ανάστροφη τάση, τόσο μειώνεται το διερχόμενο ρεύμα μέσα από τον ημιαγωγό τύπου N μέχρι η τάση να πάρει τέτοια τιμή ώστε να έχουμε μηδενικό ρεύμα. Η τάση αυτή στην οποία το διερχόμενο ρεύμα μηδενίζεται λέγεται τάση αποκοπής.

2.5.2.2.2 MOS-FET ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ

Τα τρανζίστορ MOS-FET αποτελούνται από ένα κομμάτι ημιαγωγού τύπου P πάνω στον οποίο έχουν κατασκευαστεί με διάχυση δύο επαφές P-N. Στις λωρίδες υλικού τύπου N κατασκευάζονται ωμικές επαφές που αποτελούν τους ακροδέκτες S και D. Την βάση (B) την αποτελεί μια ακόμα επαφή κατασκευασμένη στο υπόστρωμα του ημιαγωγού τύπου P. Για την σύνδεση της επαφής της πύλης χρησιμοποιείται λεπτό στρώμα αλουμινίου. Η διάταξη αυτή αντιστοιχεί σε έναν πυκνωτή παράλληλων πλακών. Η αγωγιμότητα της επιφάνειας μεταξύ του υλικού τύπου P και τύπου N, εξαρτάται από την τάση μεταξύ των ακροδεκτών της πύλης (G) και της βάσης (B). Όσο αυξάνεται η τάση V_{GB} , μεγαλώνει το ρεύμα ροής λόγω της δημιουργίας φορέων. Όταν η τάση V_{GB} μηδενιστεί τότε μηδενίζεται και το ρεύμα στον ακροδέκτη D.



Σχήμα 2.22: Συμβολισμός JFET και MOSFET τρανζίστορ .

2.5.2.3 ΦΩΤΟΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ

Το φωτοτρανζίστορ είναι ένα τρανζίστορ επαφής στο οποίο η προσπίπτουσα ακτινοβολία συγκεντρώνεται με την βοήθεια μικρού φακού στην επαφή βάσης - συλλέκτη. Σε κατάσταση σκότους διαρρέει ένα πολύ μικρό ρεύμα που ονομάζεται ρεύμα σκότους. Όταν φωτίζεται η βάση δημιουργούνται θερμικά ζεύγη οπών και ηλεκτρονίων μέσα σε αυτή. Αν το φωτοτρανζίστορ είναι τύπου P-N-P, οι οπές που παράγονται στην βάση διαχέονται προς τον συλλέκτη και αυξάνουν το ρεύμα της ανάστροφης πόλωσης. Τα ηλεκτρόνια που παράγονται στην βάση δεν μπορούν να περάσουν προς τον εκπομπό, λόγω του δυναμικού φράγματος στην επαφή με αποτέλεσμα να δημιουργούν αρνητικό φορτίο στη βάση. Το αρνητικό φορτίο της βάσης υποβιβάζει το δυναμικό φραγμού με αποτέλεσμα να εκχύνονται οπές που προέρχονται από τον εκπομπό. Έτσι έχουμε ένα ρεύμα οπών προς τον συλλέκτη κάτω από την επίδραση του φωτός. Με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και ένα φωτοτρανζίστορ τύπου N-P-N, μόνο που εκεί αντί για τις οπές έχουμε φορείς τα ηλεκτρόνια .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Πρόκειται για ένα εργαστηριακό τροφοδοτικό με δυνατότητες ρύθμισης της τάσης εξόδου από 0 – 30 V και προρύθμιση της τιμής του ρεύματος εξόδου πρακτικά από μερικά μιλιμπέρ ως 3 A .

Στο κύκλωμα υπάρχει περιοριστής του ρεύματος εξόδου με φωτεινή ένδειξη λειτουργίας ώστε να αποκλείεται η περίπτωση καταστροφής τόσο του τμήματος εξόδου του τροφοδοτικού όσο και της τροφοδοτούμενης συσκευής. Τα πλεονεκτήματα αυτά δίνουν στο τροφοδοτικό αυτό μια θέση στον πάγκο του εργαστηρίου καθώς μπορεί να τροφοδοτήσει οποιαδήποτε κατασκευή με απαιτήσεις για σταθεροποιημένη τάση 0 – 30 V και συνεχή προστασία της εξόδου από βραχυκύκλωμα ή υπερφόρτιση .

3.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά το τροφοδοτικού που κατασκευάσαμε :

Μετασχηματιστής	230V/24VAC
Τάση εισόδου	24 V (AC)
Ρεύμα εισόδου	3 A
Τάση εξόδου	0-33 V (DC) ρυθμιζόμενη
Ρεύμα εξόδου	5 mA- 3 A ρυθμιζόμενο
κυμάτωση τάσης εξόδου	0,01% μέγιστη

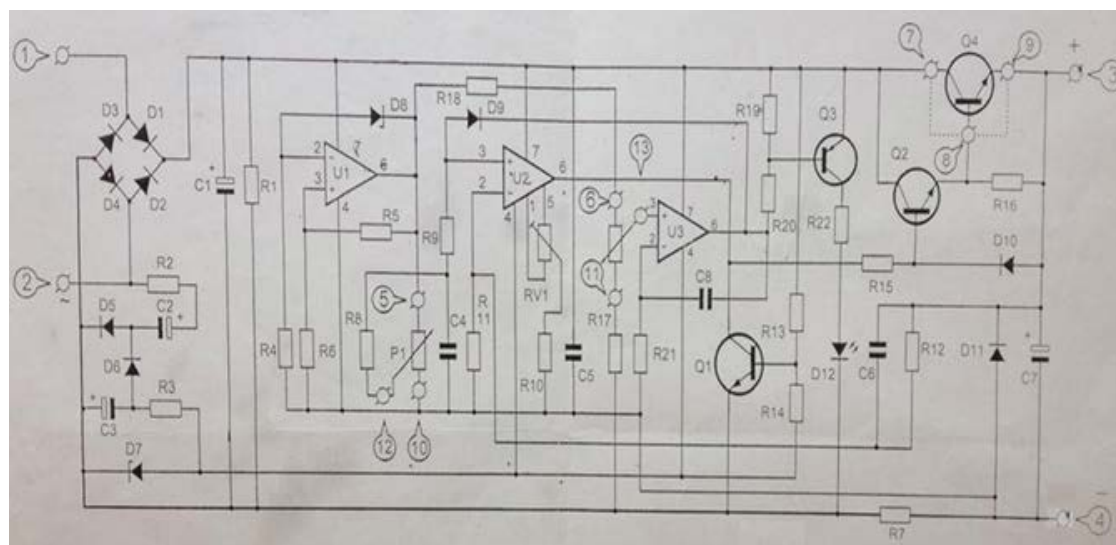
Πίνακας 3.1 : Τεχνικά χαρακτηριστικά .

3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ

Τα πλεονεκτήματα και οι δυνατότητες του τροφοδοτικού που κατασκευάσαμε έχει τα εξής :

- Υψηλή ασφάλεια για την λειτουργία εντός του εργαστηρίου .
- Μικρό μέγεθος , απλή λειτουργία .
- Δυνατότητα ρύθμισης της τάσης εξόδου .
- Δυνατότητα ρύθμισης του ρεύματος εξόδου .
- Περιορισμός του ρεύματος εξόδου με οπτική ένδειξη .
- Προστασία της τροφοδοτούμενης συσκευής από βραχυκύκλωμα και υπερφορτίσεις .
- Μεγάλη σταθερότητα της τάσης εξόδου .
- Πολύ μικρή κυμάτωση της τάσης εξόδου .

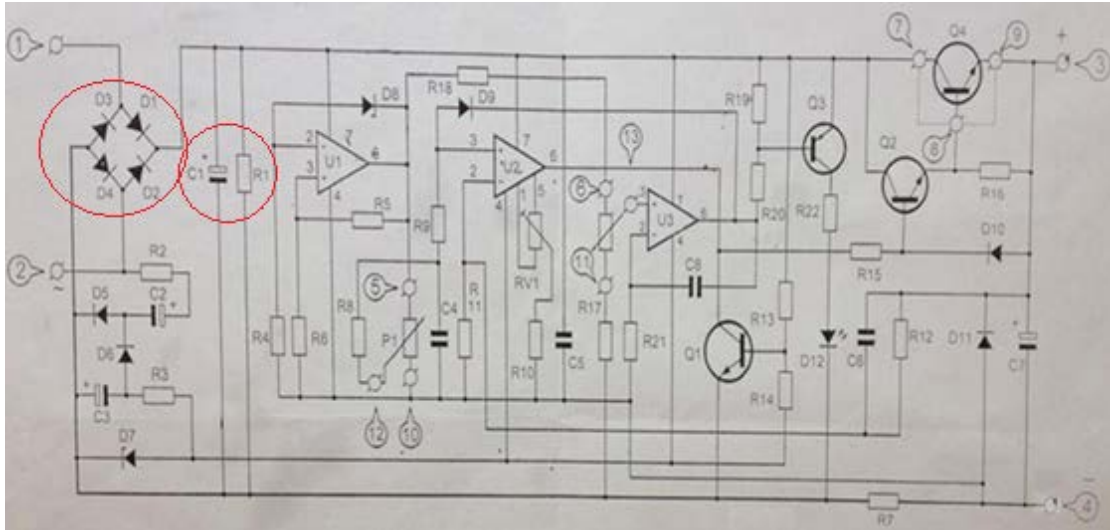
3.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ



Σχήμα 3.1 : Κύκλωμα τροφοδοτικού .

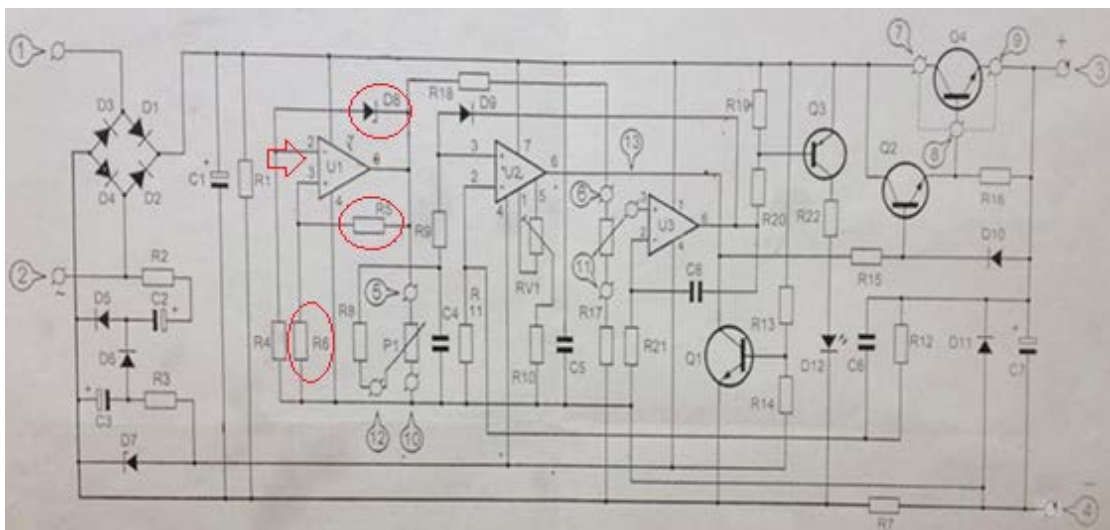
Αρχικά στα σημεία 1 και 2 συνδέεται το δευτερεύον ενός μετασχηματιστή 230 V (πρωτεύον) 24 V / 3 A (δευτερεύον) .

Η εναλλασσόμενη τάση των 24 V από το δευτερεύον του μετασχηματιστή ανορθώνεται από τις διόδους D1 , D2 , D3 , και D4 , που είναι συνδεσμοποιημένες σε διάταξη γέφυρας και κάνουν διπλή ανόρθωση . Το παλμορέυμα από την έξοδο της γέφυρας εφαρμόζεται στα άκρα του δικτυώματος R1 – C1 και φιλτράρεται .



Σχήμα 3.2 : Επεξήγηση ανόρθωσης και φιλτραρίσματος .

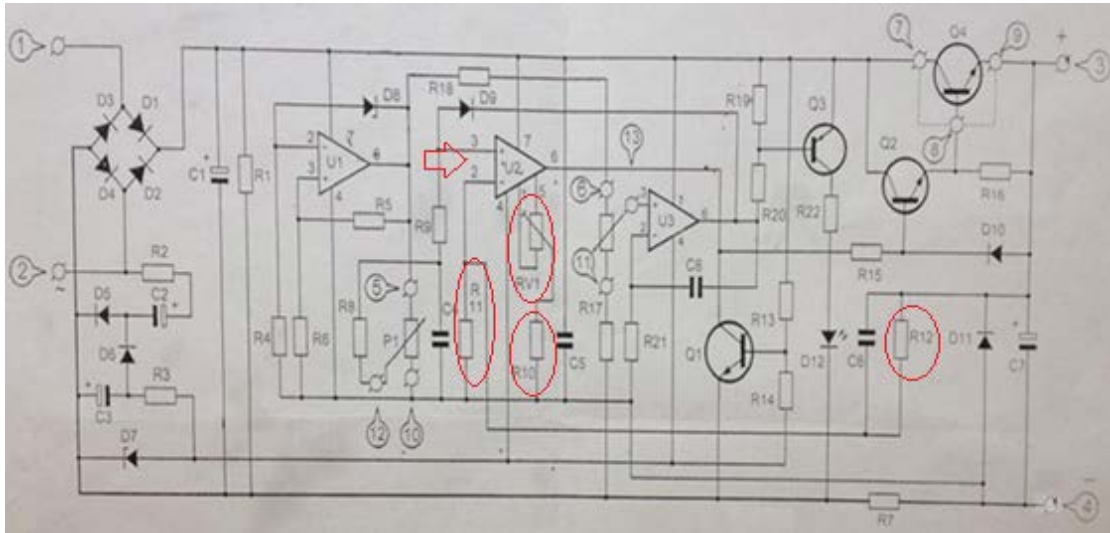
Το κύκλωμα γύρω από το ολοκληρωμένο U1 παράγει την απαραίτητη τάση αναφοράς για τη σταθερή λειτουργία του κυκλώματος . Η diode Zener D8 , λειτουργεί με το ελάχιστο ρεύμα για μηδενικό θερμικό συντελεστή έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερή λειτουργία του τροφοδοτικού . Οι αντιστάσεις R5 και R6 ρυθμίζουν την έξοδο της γεννήτριας αναφοράς στα 11,2 V ακριβώς.



Σχήμα 3.3 : Επεξήγηση ολοκληρωμένου U1.

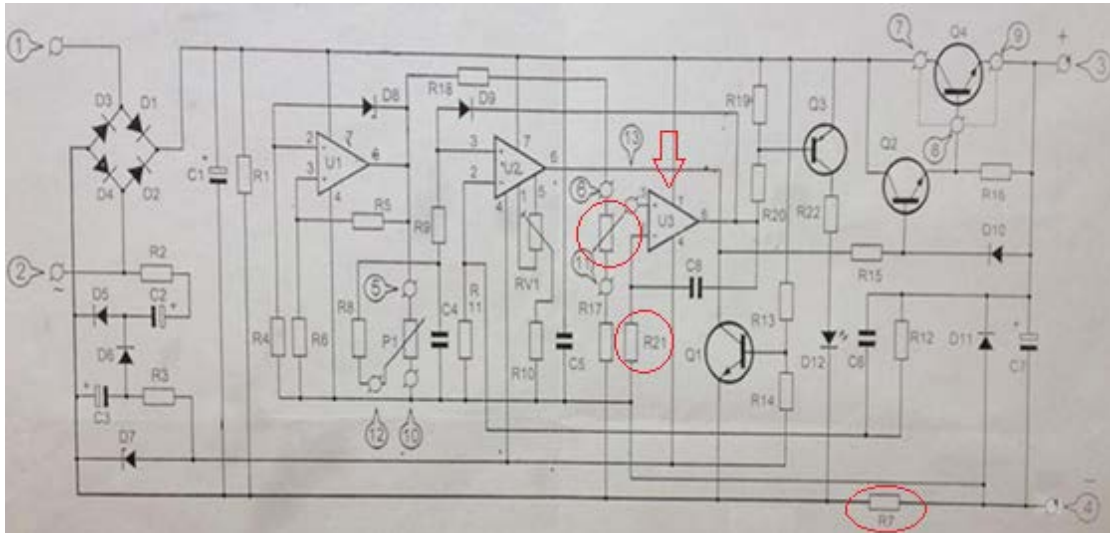
Το κύκλωμα λειτουργεί ως εξής : Η τάση στην έξοδο του U1 αυξάνει μέχρι να αρχίσει να άγει η D8 , οπότε το κύκλωμα σταθεροποιείται και η τάση αναφοράς της zener (5,6 V) παρουσιάζεται στα άκρα της R5 . Το ρεύμα που διαρρέει την μη

αναστρέφουσα είσοδο του τελεστικού ενισχυτή είναι αμελητέο , άρα όλο το ρεύμα που διαρρέει την R5 περνάει επίσης από την R6 και έτσι η τάση εξόδου του U1 είναι διπλάσια από την τάση της διόδου . Το U2 με τη βοήθεια των αντιστάσεων R11 και R12 κάνει ενίσχυση της τάσης περίπου 2,8 φορές και έτσι ανεβάζει την τάση των 11,2 V περίπου στα 30 V . Το τρίμμερ RV1 και η R10 χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση των ορίων της τάσης εξόδου ώστε να κατεβαίνει μέχρι το μηδέν.



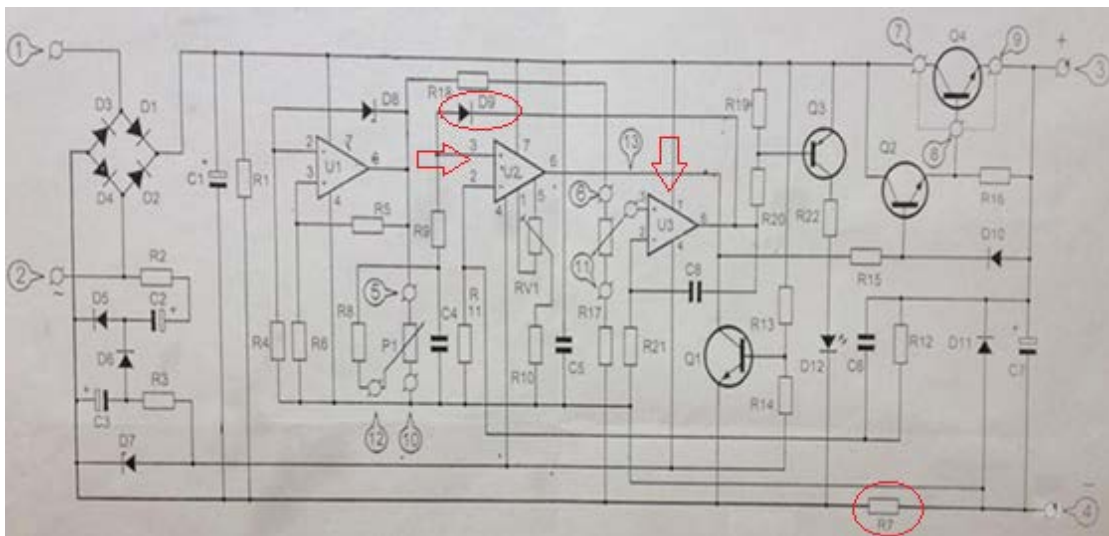
Σχήμα 3.4 : Επεξήγηση ολοκληρωμένου U2.

Όταν το τροφοδοτικό βρίσκεται σε λειτουργία και συνδεθεί στην έξοδο του κάποιο φορτίο , τότε όλο ο ρεύμα εξόδου διέρχεται και από την αντίσταση R7. Τη στιγμή αυτή η αναστρέφουσα είσοδος (-) του U3 έχει δυναμικό 0 και πολώνεται από την αντίσταση R21 ενώ αντίθετα η μη αναστρέφουσα (+) είσοδος του U3 πολώνεται με μια μικρή τάση που κυμαίνεται από 0 – 2 V ανάλογα με τη θέση του δρομέα του ποτενσιόμετρου P2 .



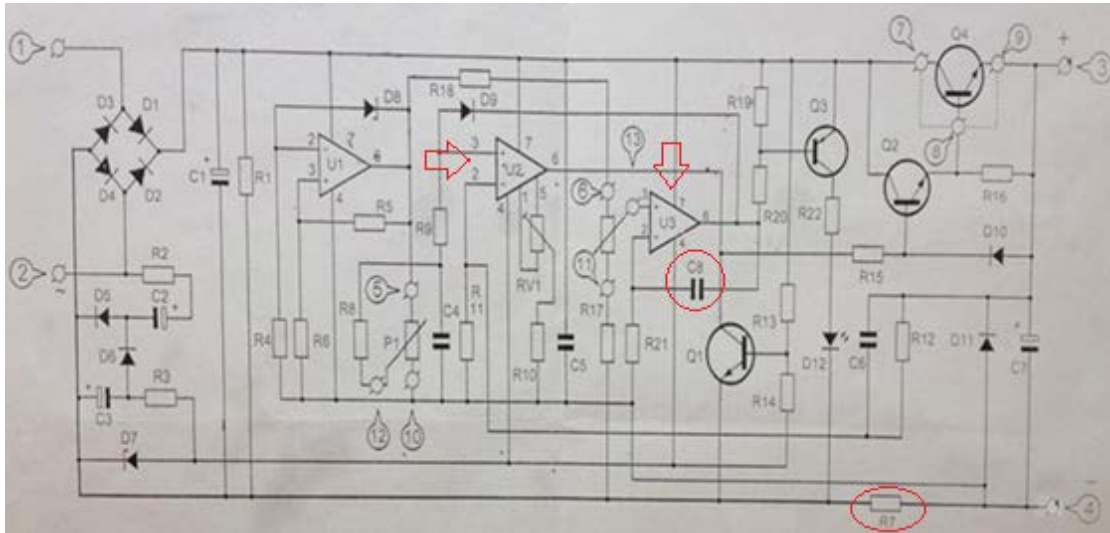
Σχήμα 3.5 : Επεξήγηση ολοκληρωμένου U3.

Έστω ότι η τάση στο σημείο αυτό του κυκλώματος είναι 1 V και η τάση εξόδου έχει ρυθμιστεί σε μερικά Volts . Αν το φορτίο αυξηθεί τότε θα αυξηθεί και η τάση στα άκρα της R7 , οπότε θα ενεργοποιηθεί το U3 , και θα οδηγήσει το U2 μέσω της διόδου D9 ,και κατά συνέπεια το U2 ελέγχεται από μία τιμή τάσης και άνω.



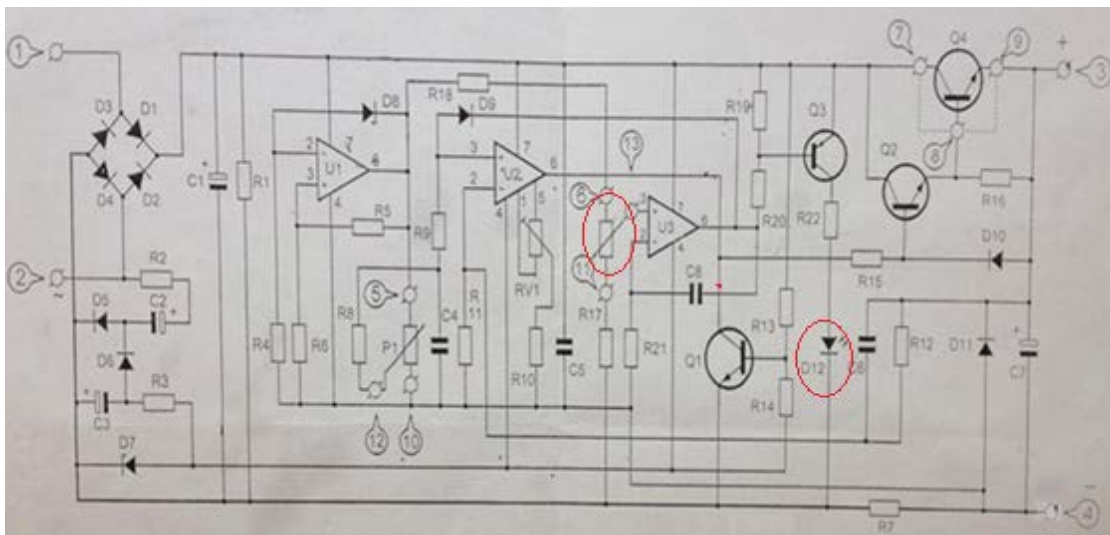
Σχήμα 3.6 : Έλεγχος ολοκληρωμένου U2 από το ολοκληρωμένο U3.

Από την στιγμή αυτή δρα το κύκλωμα περιορισμού του ρεύματος εξόδου , εφ' όσον το U3 ελέγχει την λειτουργία του U2 ώστε η πτώση τάσης επάνω στα άκρα της R7 να είναι σταθερή . Ο πυκνωτής C8 παρέχει την απαιτούμενη σταθερότητα λειτουργίας βρόγχου ανασύζευξης του U3 .



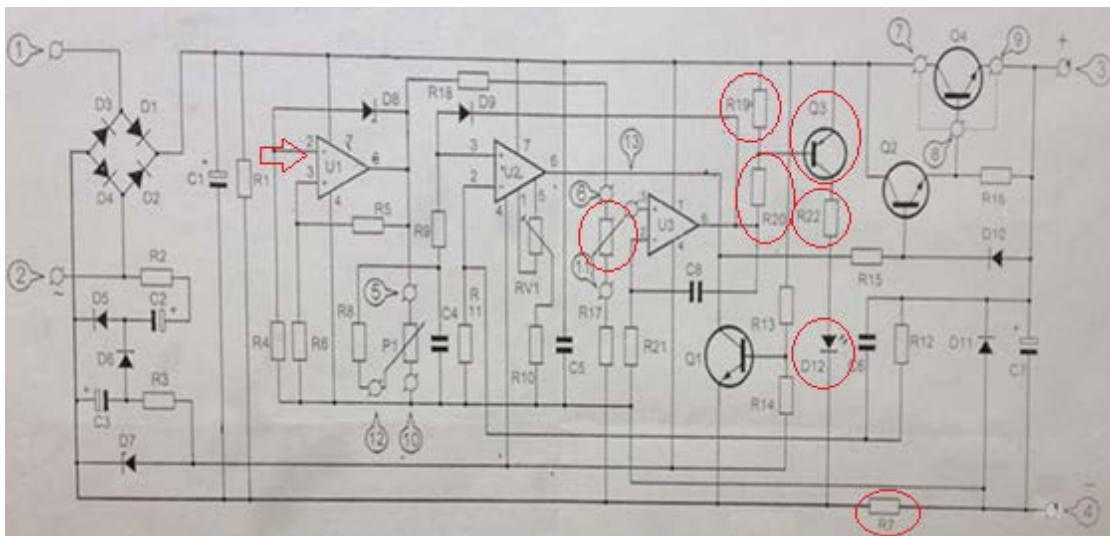
Σχήμα 3.7 : Επεξήγηση πυκνωτή C8.

Όσο το τροφοδοτικό δουλεύει και παρέχει σταθερή τάση η διόδος LED D12 είναι σβηστή, ενώ μόλις το ρεύμα υπερβεί την προκαθορισμένη τιμή ρεύματος από το ποτενσιόμετρο P2, ανάβει η διόδος LED D12 και το τροφοδοτικό από πηγή σταθερής τάσης λειτουργεί ως πηγή σταθερού ρεύματος και ταυτόχρονα η τάση εξόδου μεταβάλλεται έτσι ώστε να διατηρηθεί σταθερό το ρεύμα για το συγκεκριμένο φορτίο.



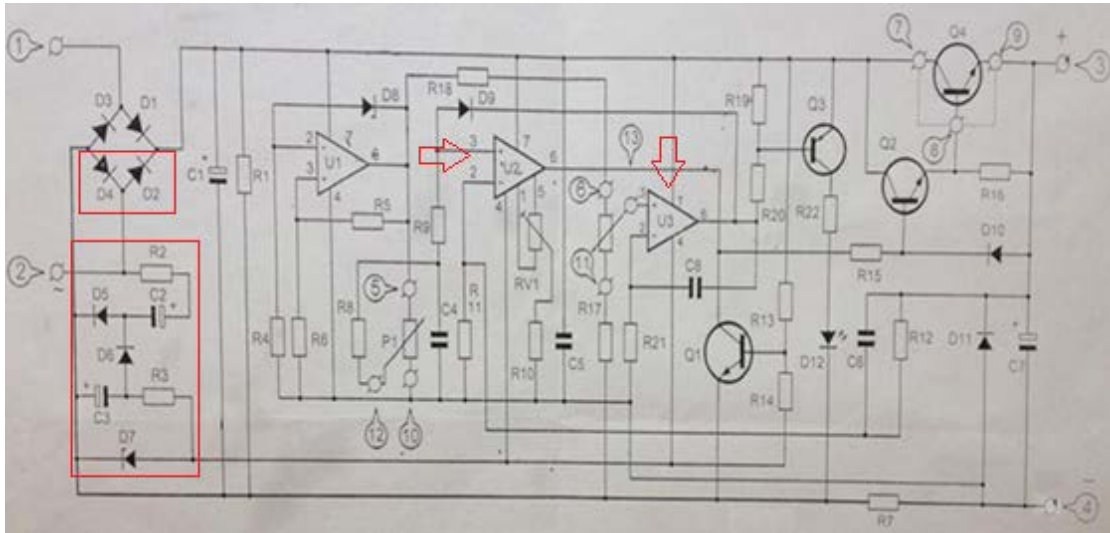
Σχήμα 3.8 : Επεξήγηση ποτενσιόμετρου P2.

Οι αντιστάσεις R19 και R20 ορίζουν το σημείο λειτουργίας του Q3 το οποίο ανιχνεύει πότε αρχίζει να λειτουργεί το κύκλωμα περιορισμού ρεύματος, που την συγκεκριμένη στιγμή άγει και ανάβει η διόδος LED D12. Η αντίσταση R22 ορίζει την το ρεύμα λειτουργίας της διόδου LED D12. Ο περιορισμός του ρεύματος γίνεται κυρίως από την αντίσταση R7 που χρησιμοποιείται ως αισθητήριο και η τιμή του ρεύματος που θα αρχίσει να επιδρά το κύκλωμα περιορισμού ρεύματος προκαθορίζεται από το ποτενσιόμετρο P2. Έτσι ανάλογα με την θέση του ποτενσιόμετρου P2 εμφανίζεται διαφορετική τάση στα άκρα της αντίστασης R7, και διαιρείται με την εσωτερική τάση αναφοράς του ολοκληρωμένου U1 .



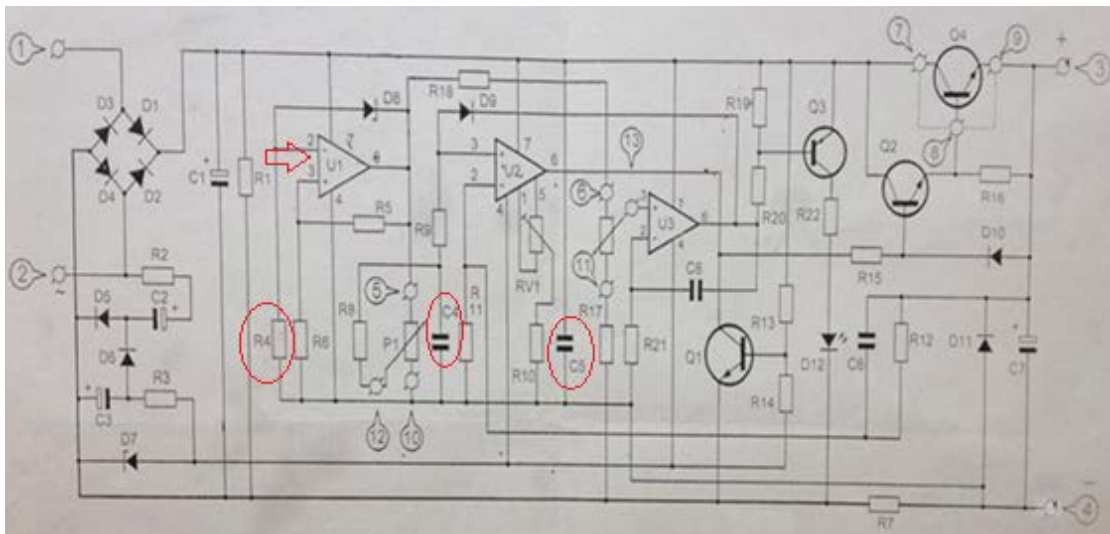
Σχήμα 3.9 : Επεξήγηση τρανζιστορ Q3.

Από τον κόμβο D2-D4 μέσω της R2 και του δικτύματος D5,D6,C2,C3,R3, παράγεται μία αρνητική τάση απαραίτητη για την τροφοδοσία των τελεστικών U2 και U3 ώστε να λειτουργούν και στα 0Volt. Η διόδος zener D7 έχει τιμή 5,6Volt και σταθεροποιεί την τάση που οδηγείται στους ακροδέκτες 4 των ολοκληρωμένων U2 και U3.



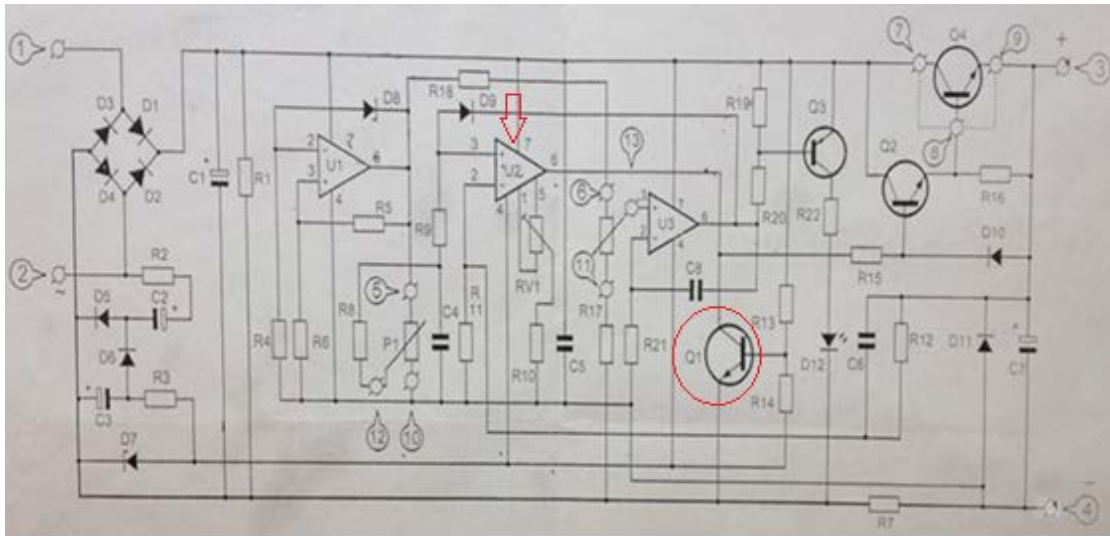
Σχήμα 3.10 : Επεξήγηση σταθεροποίησης της τάσης για τα ολοκληρωμένα.

Η αντίσταση R4 εξασφαλίζει την πόλωση του ολοκληρωμένου U1 και οι πυκνωτές C4 και C5 απαλλάσσουν το κύκλωμα από υψηλές συχνότητες που θα μπορούσαν να προκαλέσουν αστάθεια στο κύκλωμα.



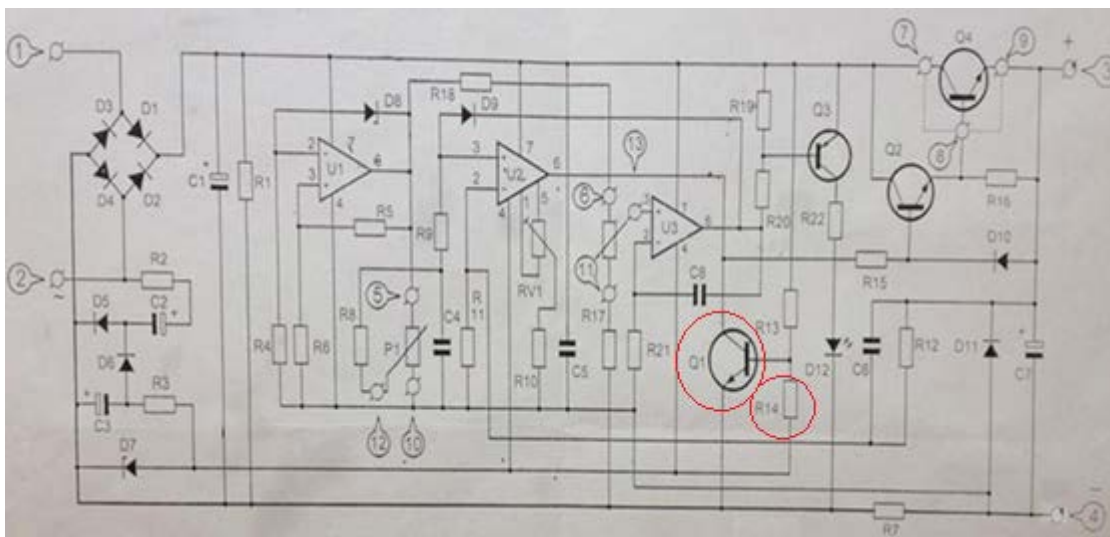
Σχήμα 3.11 : Επεξήγηση απαλλαγής υψηλών συχνοτήτων.

Το τρανζίστορ Q1, προστατεύει το τροφοδοτικό από την πτώση της αρνητικής τάσης που δημιουργείται όταν κλείνει ο διακόπτης ON-OFF του τροφοδοτικού διατηρώντας την έξοδο του ολοκληρωμένου U2 χαμηλή.



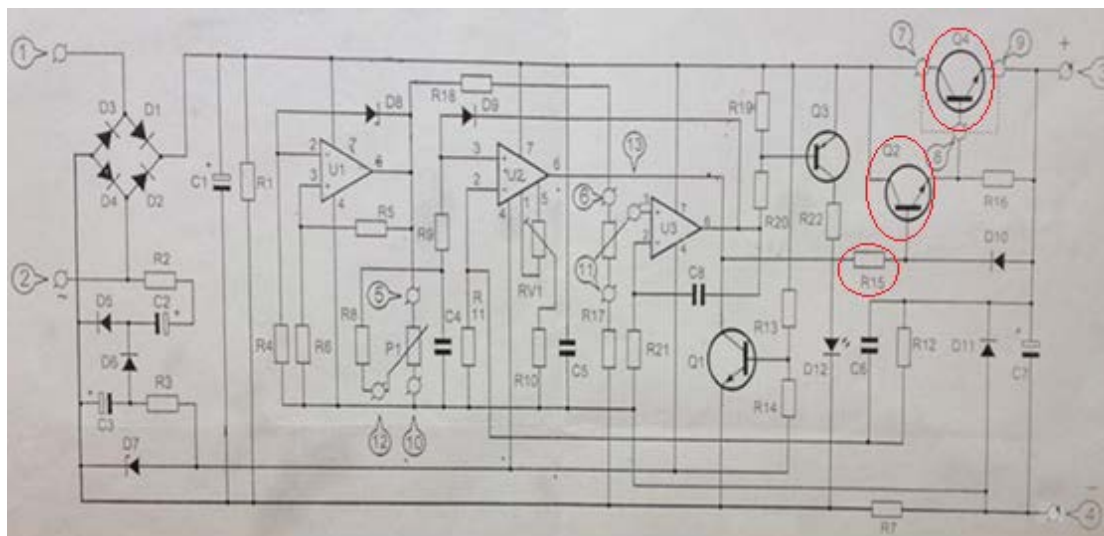
Σχήμα 3.12 : Επεξήγηση τρανζίστορ Q1.

Η αντίσταση R14 αποκόπει το τρανζίστορ Q1 όταν το τροφοδοτικό λειτουργεί κανονικά. Η λειτουργία αυτή είναι πολύ χρήσιμη για πειραματισμούς επειδή κόβει απότομα την τάση εξόδου χωρίς να χρειάζεται να περιμένει κανείς ώσπου να ξεφορτίσει ο πυκνωτής χάνοντας έτσι πολύ χρόνο.



Σχήμα 3.13 : Επεξήγηση αντίστασης R14.

Τέλος μέσω της αντίστασης R15 η τάση οδηγείται στα τρανζίστορ Q2 και Q4, τα οποία είναι σε συνδεσμολογία DARLINGTON για την ανύψωση του ρεύματος.



Σχήμα 3.14 : Επεξήγηση συνδεσμολογίας darlington.

3.4 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ DARLINGTON

Ο ενισχυτής ζεύγους Ντάρλινγκτον αποτελείται από δυο βαθμίδες ακόλουθων εκπομπού σε σειρά. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι :

- πολύ μεγάλη απολαβή ρεύματος.
- απολαβή τάσης μικρότερη της μονάδας.
- πολύ υψηλή σύνθετη αντίσταση εισόδου (χωρίς να λάβουμε υπόψη μας τις αντιστάσεις πόλωσης της βάσης του Q₄).
- πολύ χαμηλή σύνθετη αντίσταση εξόδου.
- συμφασικά σήματα εισόδου και εξόδου.

Συνήθως, το ζεύγος των τρανζίστορ κατασκευάζεται βιομηχανικά σε ένα περίβλημα με τρεις ακροδέκτες και κυκλοφορεί ως ζεύγος Ντάρλινγκτον. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της ενσωμάτωσης είναι, ότι έχουν ίδιες θερμοκρασιακές μεταβολές και ίδιες παραμέτρους.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα του ζεύγους Ντάρλινγκτον είναι, ότι το ρεύμα διαρροής του τρανζίστορ Q₄ ενισχύεται από το τρανζίστορ Q₂. Το συνολικό ρεύμα διαρροής, πιθανώς να είναι υψηλό, γεγονός που καθιστά μια συνδεσμολογία Ντάρλινγκτον τριών ή περισσότερων τρανζίστορ πρακτικά ανεφάρμοστη.

3.5 ΛΙΣΤΑ ΥΛΙΚΩΝ

Αντιστάσεις	Πυκνωτές	Δίοδοι	Τρανζίστορς	Ολοκληρωμένα
R1=2,2 ΚΩ	C1=3300 μF	D1=1N5402	Q1=BC548	U1=TL081
R2=82 Ω	C2=47 μF	D2=1N5402	Q2=2N2219	U2=TL081
R3=220 Ω	C3=47 μF	D3=1N5402	Q3=BC557	U3=TL081
R4=4,7 ΚΩ	C4=100 nF	D4=1N5402	Q4=2N3055	
R5=10 ΚΩ	C5=220 nF	D5=1N4148		
R6=10 ΚΩ	C6=100 pF	D6=1N4148		
R7=0,47 Ω	C7=10 μF	D7=5,6 V zener		
R8=27 ΚΩ	C8=330 pF	D8=5,6 V zener		
R9=2,2 ΚΩ		D9=1N4148		
R10=270 ΚΩ		D10=1N4148		
R11=27 ΚΩ		D11=1N4001		
R12=56 ΚΩ		D12=LED		
R13=10 ΚΩ				
R14=1,5 ΚΩ				
R15=1 ΚΩ				
R16=1 ΚΩ				
R17=33 Ω				
R18=56 ΚΩ				
R19=2,2 ΚΩ				
R20=10 ΚΩ				
R21=10 ΚΩ				
R22=3,9 ΚΩ				
RV1=100 ΚΩ				
P1=10 ΚΩ				
P2=10 ΚΩ				

Πίνακας 3.2 : Λίστα υλικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ**

4.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

4.1.1 ΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ

Αρχικά χρειάστηκε να διαμορφώσουμε το κουτί που χρησιμοποιήθηκε για το τροφοδοτικό με βάση των αναγκών μας. Στην μπροστινή όψη προσαρμόσαμε ένα διακόπτη ON-OFF , το ηλεκτρονικό αμπερόμετρο – βολτόμετρο , δύο τρίμερα ένα για την ρύθμιση της τάσης εξόδου και ένα για την ρύθμιση του ρεύματος εξόδου και τις εξόδους τροφοδοσίας .



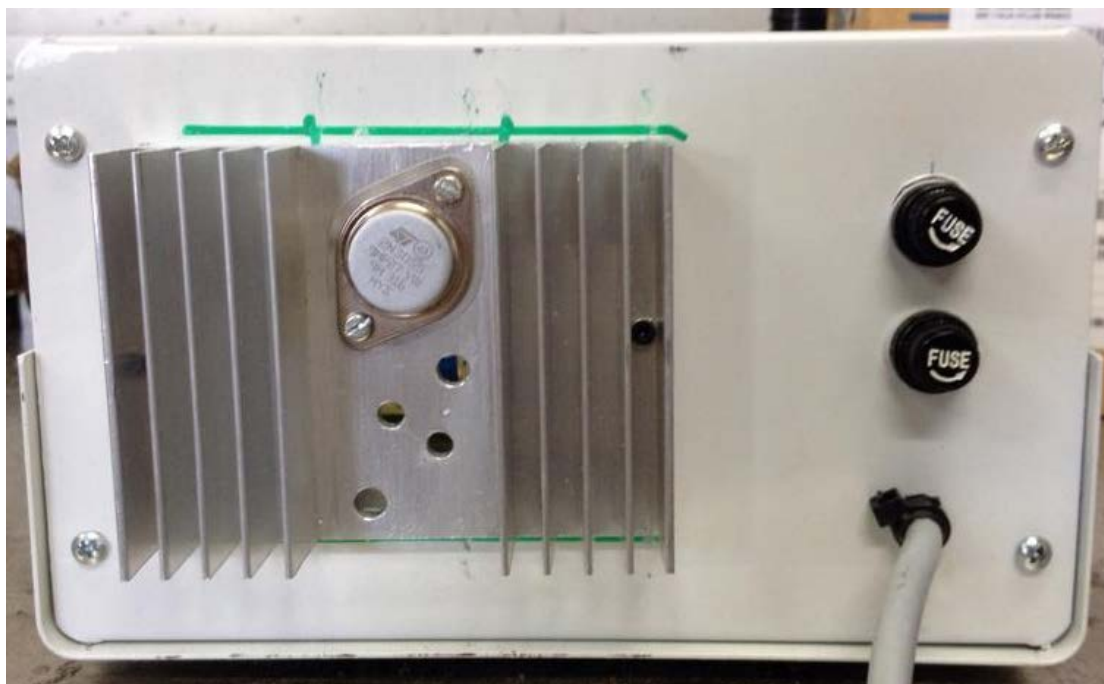
Σχήμα 4.1 : Μπροστινή όψη κατά την διάρκεια κατασκευής .



Σχήμα 4.2 : Μπροστινή όψη υλοποιημένη .

4.1.2 ΟΠΙΣΘΙΑ ΟΨΗ

Ομοίως διαμορφώσαμε και την πίσω όψη του τροφοδοτικού για την τοποθέτηση της ψύκτρας , των ασφαλειών και του καλωδίου τροφοδοσίας .



Σχήμα 4.3 : Πίσω όψη υλοποιημένη .

4.1.3 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

Για την τροφοδοσία της διάταξης μας χρειάστηκε να γίνει υποβιβασμός της τάσης τροφοδοσίας από 230V σε 24 V .Αυτό το καταφέραμε με έναν μετασχηματιστή υποβιβασμού 230-24 V. Επίσης για την τροφοδοσία του ηλεκτρονικού αμπερόμετρου - βολτόμετρου χρησιμοποιήσαμε έναν δεύτερο μετασχηματιστή υποβιβασμού 24-6V και ένα κύκλωμα έτσι ώστε να μετατρέψουμε την εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή .

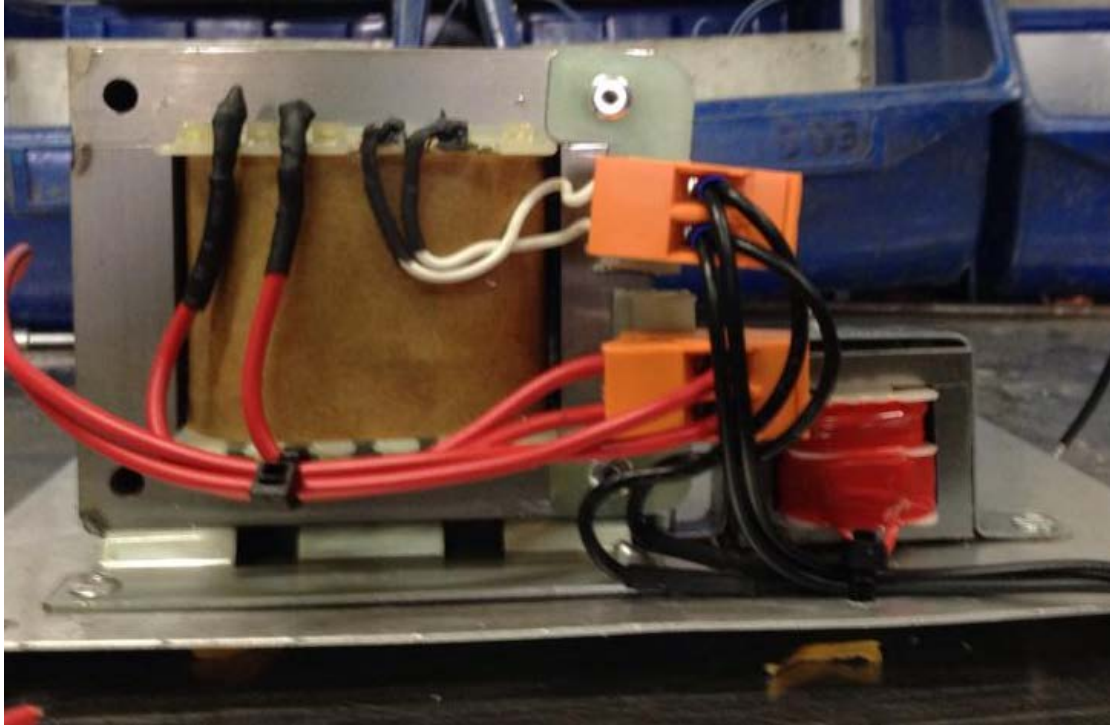


Σχήμα 4.4 : Μετασχηματιστής υποβιβασμού 230-24V .



Σχήμα 4.5 : Μετασχηματιστής υποβιβασμού 230-24V και Μετασχηματιστής υποβιβασμού 24-6V με την ηλεκτρονική διάταξη του.

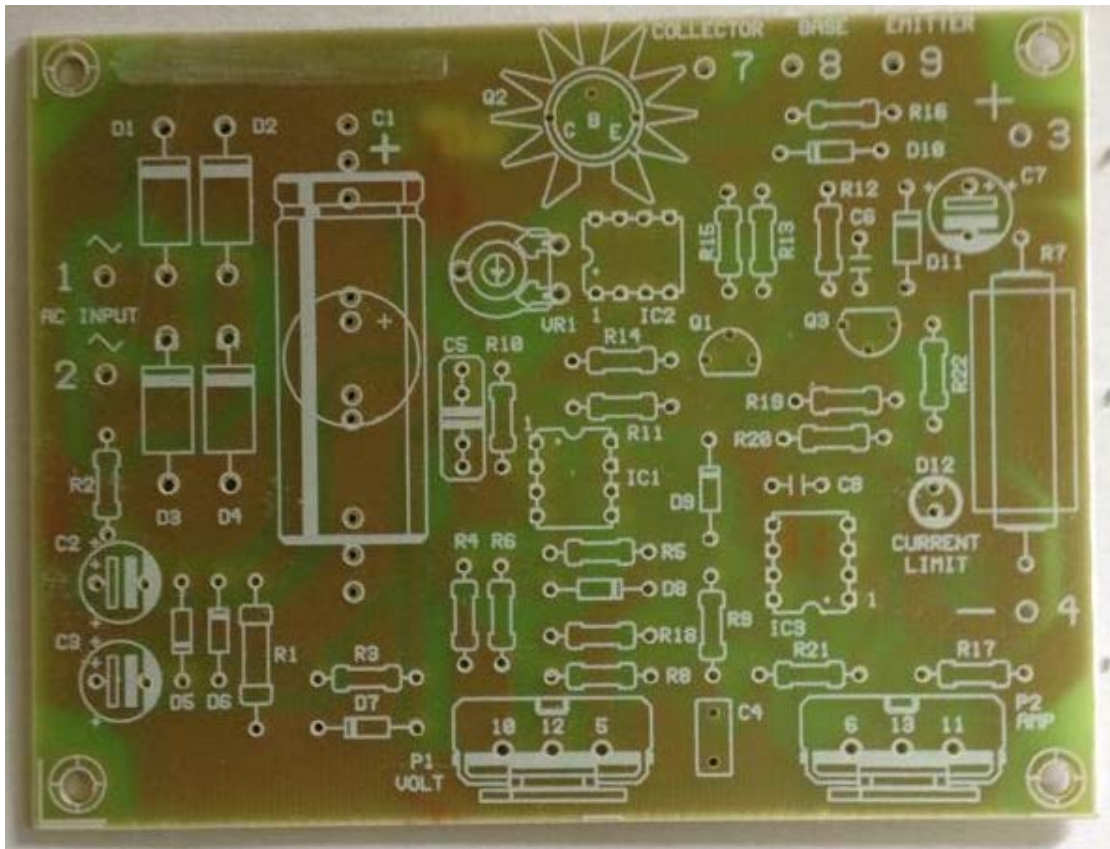
Όπως βλέπουμε και στην παρακάτω εικόνα ο κύριος μετασχηματιστής για λόγους εξοικονόμησης χώρου χρειάστηκε να υποστεί μία μετατροπή, αρχικά κόψαμε τις κλέμες σύνδεσης και αφού τις συνδέσαμε με καλώδια τις μεταφέραμε στο πλαϊνό μέρος του μετασχηματιστή.



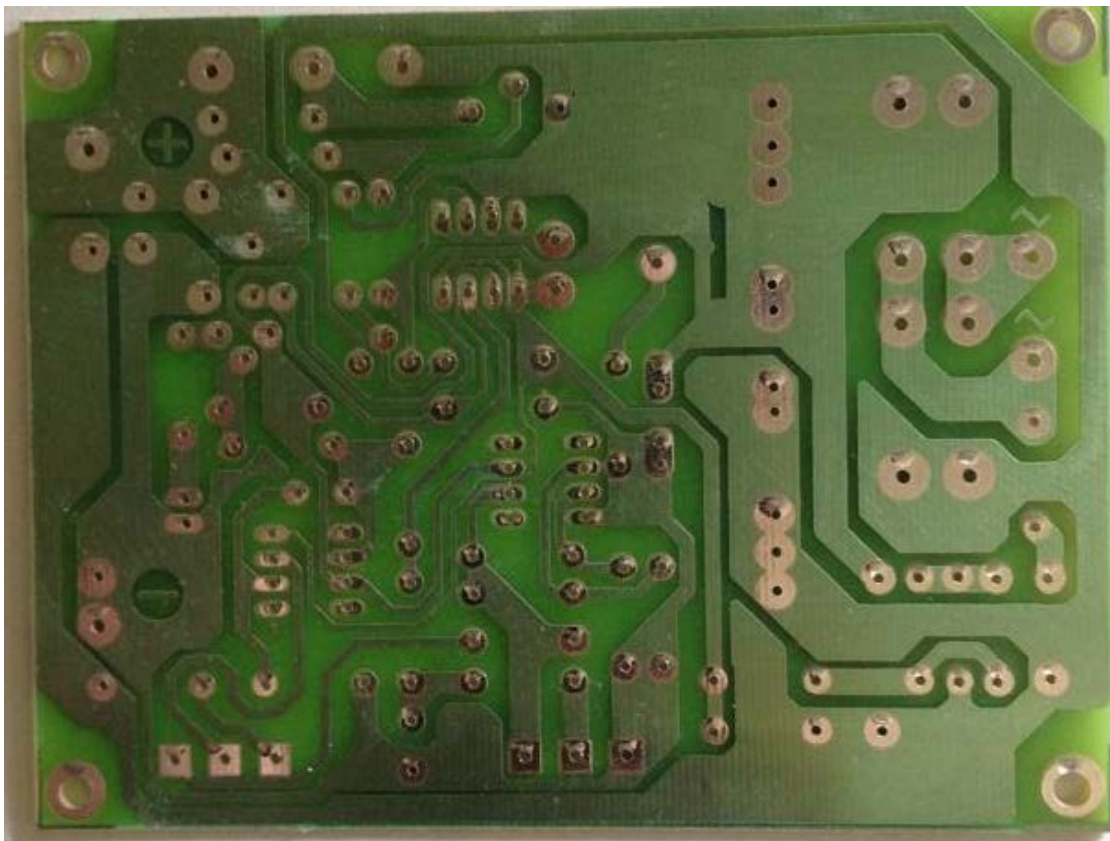
Σχήμα 4.6 : Συνδεσμολογία Μετασχηματιστών .

4.1.4 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

Αφού πρώτα σχεδιάσαμε το κύκλωμα που χρησιμοποιήσαμε για τον σωστό έλεγχο της τάσης και του ρεύματος παραγγείλαμε αγοράσαμε την ηλεκτρονική πλακέτα και τα ηλεκτρονικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν.



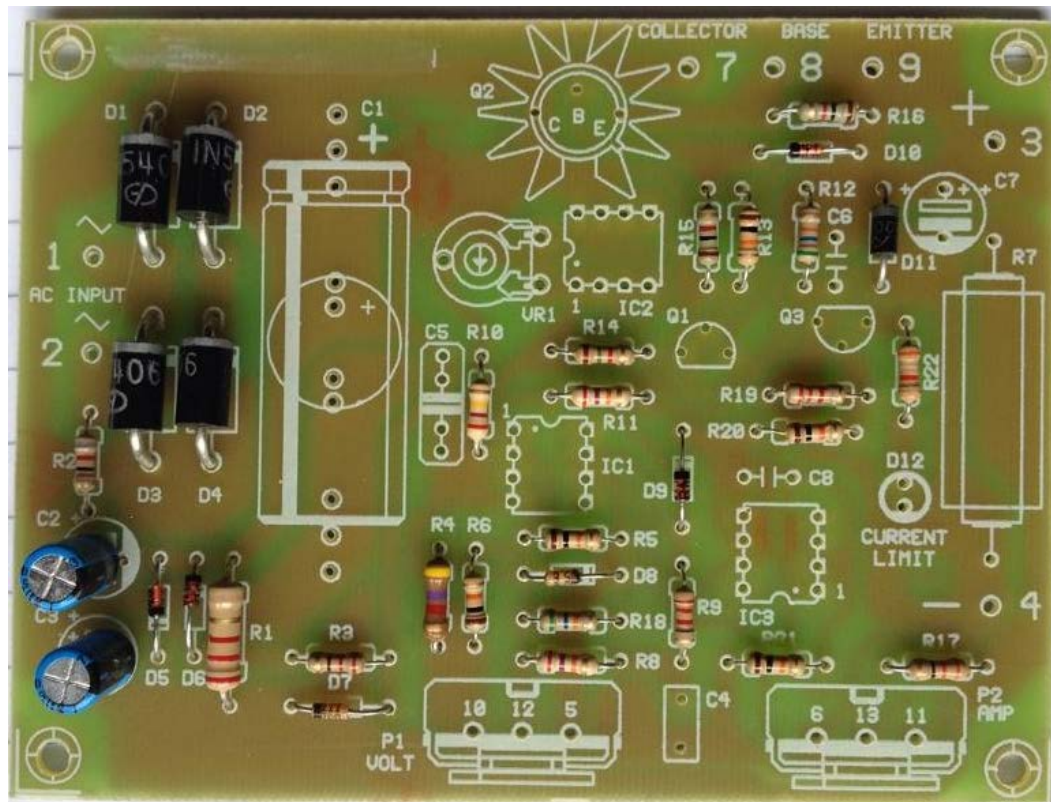
Σχήμα 4.7 : Πρόσθια όψη πλακέτας.



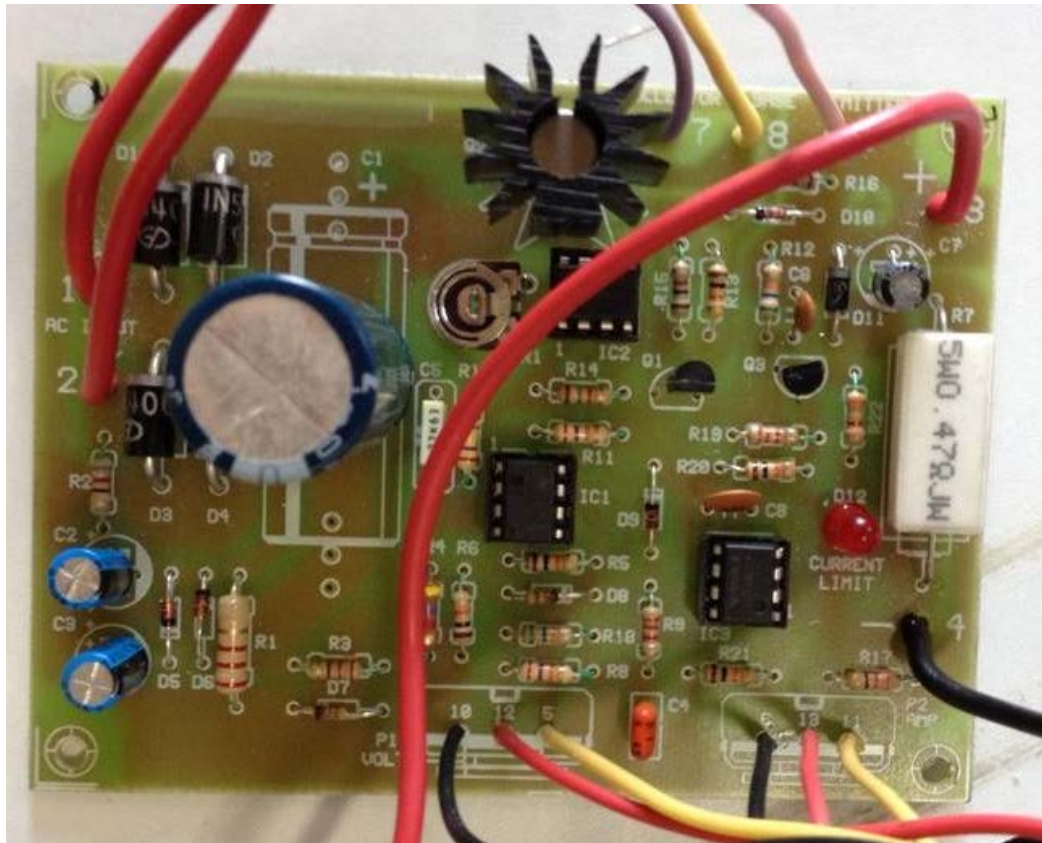
Σχήμα 4.8 : Οπίσθια όψη πλακέτας .



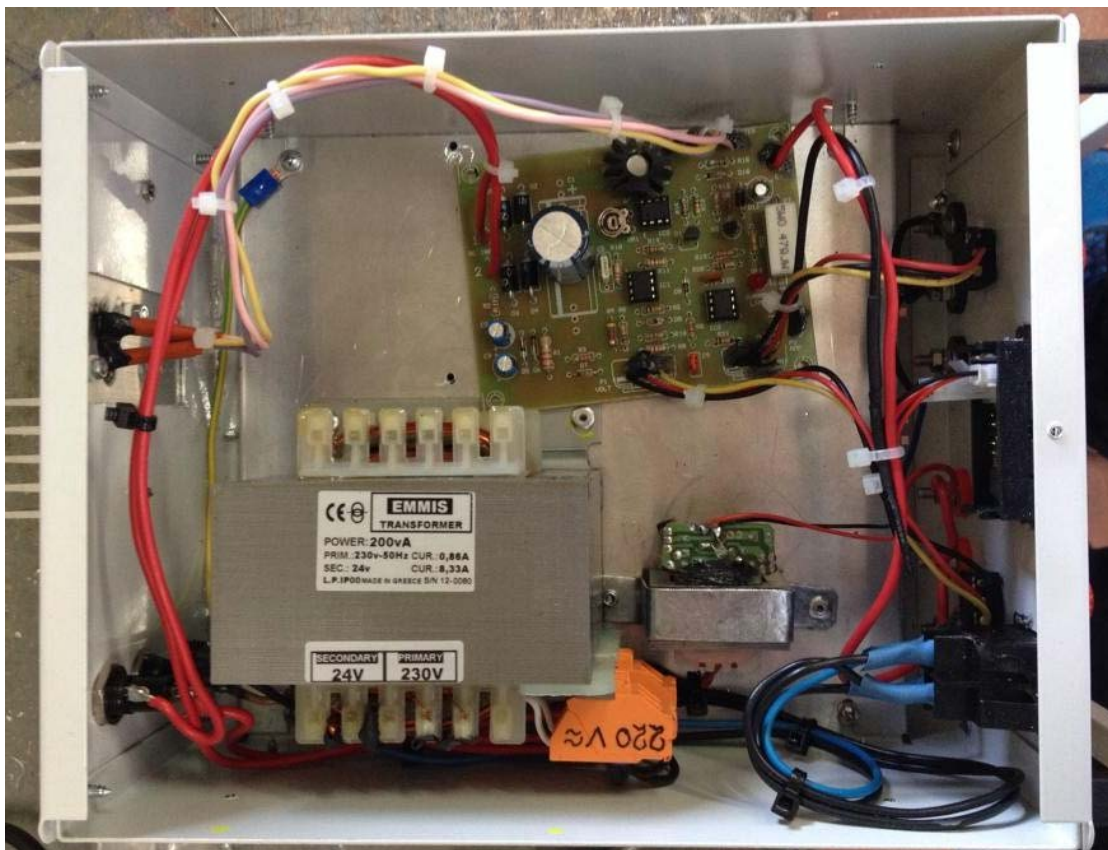
Σχήμα 4.9 : Ηλεκτρονικά στοιχεία .



Σχήμα 4.10 : Πλακέτα κατά την τοποθέτηση των ηλεκτρονικών στοιχείων .



Σχήμα 4.11 : Υλοποιημένη πλακέτα με όλα τα ηλεκτρονικά στοιχεία .
4.1.5 ΥΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ



Σχήμα 4.12: Υλοποιημένο τροφοδοτικό εσωτερικά .

4.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Αρχικά ρυθμίσαμε το τρίμερ στην μικρότερη και την μέγιστη τιμή του τροφοδοτικού μας δηλαδή στα 0V και 33V αντίστοιχα .



Σχήμα 4.13: Ένδειξη τροφοδοτικού σε μηδενική τιμή .



Σχήμα 4.14: Ένδειξη τροφοδοτικού σε μέγιστη τιμή (33 V) .

Για να δούμε αν λειτουργεί σωστά το τροφοδοτικό πήραμε διάφορες τιμές μετρήσεων.



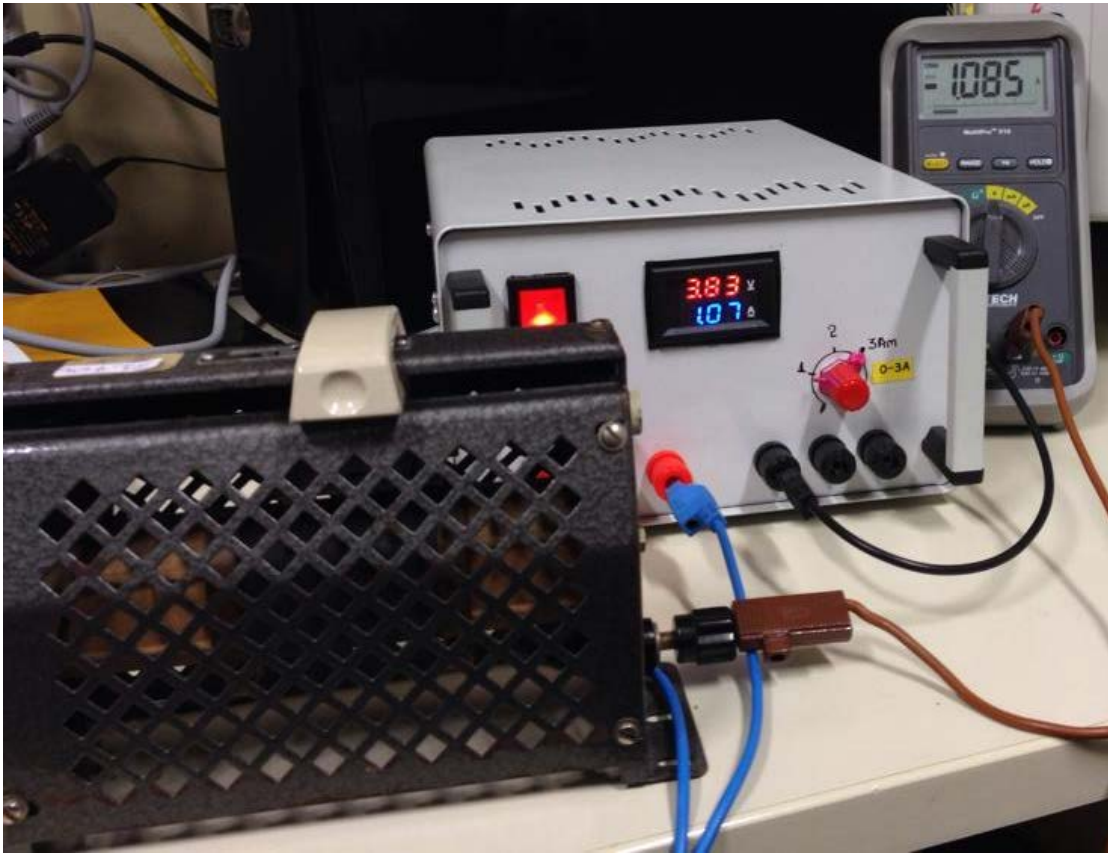
Σχήμα 4.15: Ένδειξη τροφοδοτικού σε τυχαία τιμή της τάσης .

Για τον έλεγχο της τάσης και του ρεύματος τροφοδοτήσαμε το τροφοδοτικό μέσω του βαθμονομητή FLUKE 9105, και τα αποτελέσματα έδειξαν ακρίβεια .



Σχήμα 4.16: Έλεγχος της ένδειξης του βολτομέτρου .

Έπειτα για τον έλεγχο της ένδειξης του αμπερομέτρου συνδέσαμε μία ωμική αντίσταση 34Ω και το ρεύμα ήταν τόσο ,όσο έδειχνε και το τροφοδοτικό με μία μικρή απόκλιση .



Σχήμα 4.17: Έλεγχος της ένδειξης του αμπερομέτρου .

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Malvino, Albert Paul, Βασική Ηλεκτρονική, Εκδ. Τζιόλα, 2006.
- Malvino, Albert Paul, Ηλεκτρονική-Αρχές και εφαρμογές, Εκδ. Τζιόλα, 2012
- Malvino, Albert Paul, Ηλεκτρονική, Εκδ. Τζιόλα, 2010.
- Μαλατέστας Παντελής, Ηλεκτρική κίνηση, Εκδ. Τζιόλα, 2010.
- Μανιάς Στέφανος , Ηλεκτρονικά ισχύος , Εκδ. Συμεών , 2012.
- Μπρακατσούλας Ευάγγελος, Παπαϊωάννου Γεώργιος , Παπαδάκης Ιωάννης, Γενικά ηλεκτρονικά, Εκδ. ΟΕΔΒ , 1999 .
- Sedra Adel, Smith Kenneth, Ιωάννης Παπανάνος, Μικροηλεκτρονικά κυκλώματα , Εκδ. Παπασωτηρίου , 2010.
- www.electroniccircuits.gr
- www.hlektronika.gr
- www.repository.edulll.gr
- www.electronics-lab.com/