

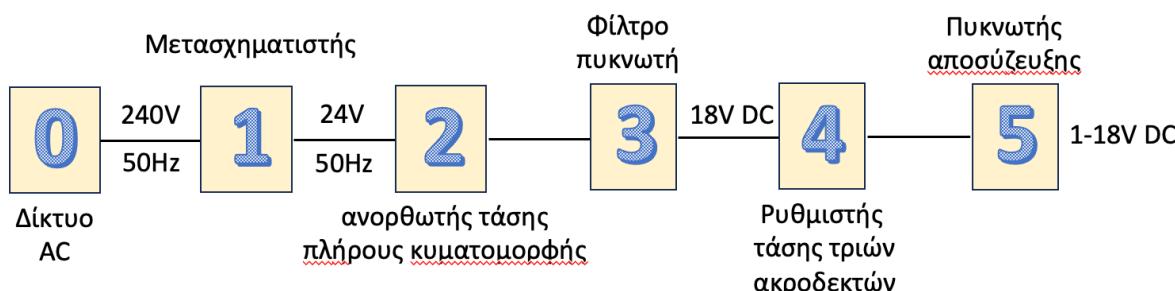
Κατασκευή τροφοδοτικού χαμηλής ηλεκτρικής τάσης

Εισαγωγή

Διατάξεις που παρέχουν διαφορά δυναμικού μέχρι περίπου 25V συνεχούς τάσης (DC) θεωρούνται τροφοδοτικά χαμηλής ηλεκτρικής τάσης ενώ διατάξεις που παρέχουν τάση της τάξης των 1000V θεωρούνται τροφοδοτικά υψηλής τάσης. Τα τροφοδοτικά παρέχουν ενέργεια από διάφορες πηγές και διαφορετικές συχνότητες: από κλίμακα 10^9 Watts (GW) που παρέχεται από πυρηνικά εργοστάσια σε κλίμακα μικρο-Watts (10^{-6} Watts) που παρέχεται από μπαταρίες ρολογιών. Ως πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται ανάλογα με την περίπτωση είτε πυρηνικές διασπάσεις ή καύση λιγνίτη, πετρέλαιου, αερίου ή ξύλων, χημικές διασπάσεις, ηλιακή ενέργεια ή ενέργεια ανεμογεννήτριες. Η ενέργεια αποδίδεται σε ηλεκτρική μορφή είτε ως εναλλασσόμενο (AC) ή συνεχές (DC) ρεύμα ή τάση και συνδυασμούς τάσης και ρεύματος. Ηλεκτρικά τροφοδοτικά αποτελούν μετατροπείς από έναν συνδυασμό τάσης/ρεύματος σε έναν άλλο με όσο το δυνατόν μικρότερη απώλεια ενέργειας.

Κατασκευή τροφοδοτικού χαμηλής τάσης

Θα κατασκευάσουμε ένα τροφοδοτικό χαμηλής τάσης το οποίο λαμβάνει ενέργεια (ισχύς) από μια πρίζα 220-240V, 50Hz (AC) και την μετατρέπει σε DC. Το τροφοδοτικό μπορεί να παρέχει τάση από 2V έως 18V και μπορεί να παρέχει ρεύμα μέχρι 1.667A. Τα βήματα που θα ακολουθήσουμε για την κατασκευή του τροφοδοτικού αυτού φαίνονται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Βήματα για την κατασκευή του τροφοδοτικού χαμηλής τάσης.

Υπόβαθρο – Συστατικά του κυκλώματος

Το διάγραμμα του κυκλώματος του τροφοδοτικού χαμηλής τάσης μοιάζει όπως αυτό του Σχήματος 2.

Η κατασκευή του τροφοδοτικού ξεκινά με τον μετασχηματιστή, ο οποίος μετατρέπει την εναλλασσόμενη τάση του δικτύου ηλεκτροδότησης από 230V σε 18V με μέγιστο ρεύμα 1.667Α με μικρή απώλεια ενέργειας που χάνεται σε θέρμανση του μετασχηματιστή. Ο μετασχηματιστής που θα χρησιμοποιήσετε φαίνεται στο Σχήμα 3. Εν γένει, η ημιτονοειδής κυματομορφή της τάσης εισόδου περιγράφεται από την εξίσωση:

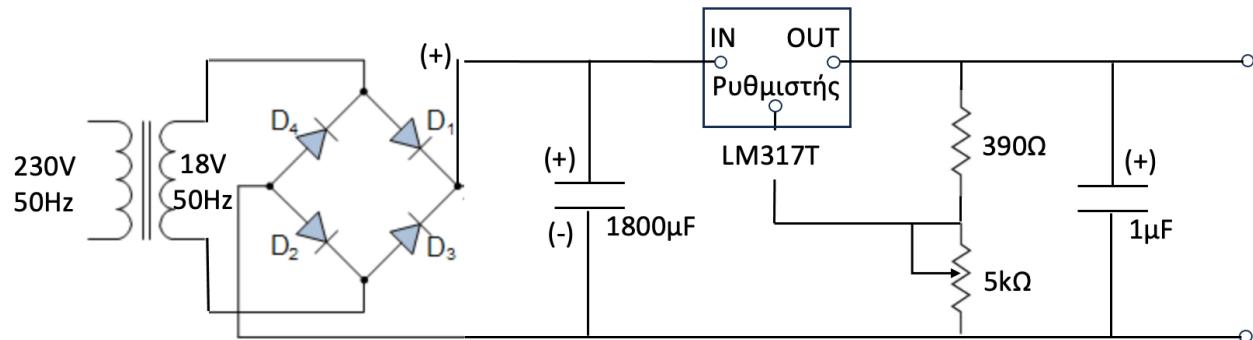
$$V(t) = V_0 \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right) = V_0 \sin(2\pi f t + \varphi)$$

όπου V_0 είναι το πλάτος (μέγιστη τιμή της τάσης). Η τάση μεταβάλλεται επομένως μεταξύ των τιμών $V_0 = 18 \times \sqrt{2}V = 25.5V$ και $V_0 = -25.5V$ εφόσον το ημίτονο παίρνει τιμές μεταξύ ± 1 . Ο παράγοντας $\sqrt{2}$ εισάγεται για να μετατρέψουμε την τιμή της τάσης (18V) που είναι η τετραγωνική ρίζα της αναμενόμενη τιμής του τετραγώνου της τάσης στη διάρκεια μιας περιόδου:

$$V_{rms}^2 = \frac{\int_0^T V_0^2 \sin^2 \omega t dt}{\int_0^T dt} \Rightarrow V_{rms}^2 = \frac{V_0^2}{T} \frac{1}{2} T \Rightarrow V_{rms}^2 = \frac{V_0^2}{2} \Rightarrow V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

Η τάση τη χρονική στιγμή t θα είναι ακριβώς ίδια με τη τάση τη χρονική στιγμή $t' = t + T$ όπου T η περίοδος. Η συχνότητα ορίζεται ως $f = 1/T$. Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το Hz που αντιστοιχεί σε sec^{-1} .

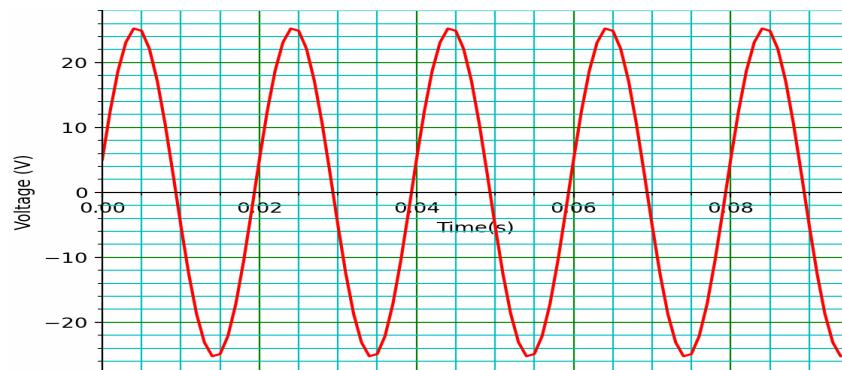
Το γράφημα της κυματομορφής της τάσης ως προς τον χρόνο φαίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 2: Διάγραμμα κυκλώματος τροφοδοτικού χαμηλής τάσης.



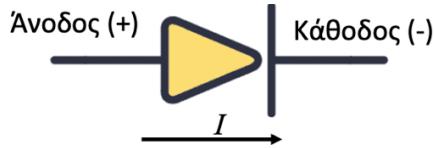
Σχήμα 3: Ο μετασχηματιστής του κυκλώματος του τροφοδοτικού χαμηλής τάσης.



Σχήμα 4: Η τάση που δίνει η έξοδος του μετασχηματιστή.

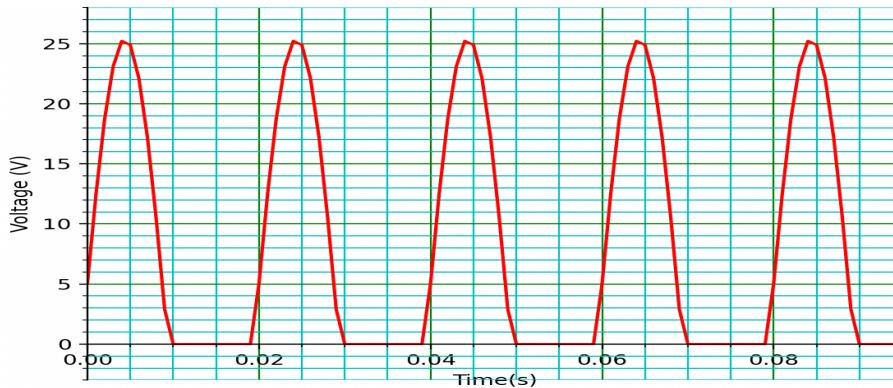
Ανορθωτής τάσης

Ο ανορθωτής τάσης της πλήρους κυματομορφής της τάσης αποτελείται από 4 διόδους. Ένας ανορθωτής μισής κυματομορφής επιτρέπει το ρεύμα να περάσει μόνο κατά μία διεύθυνση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.



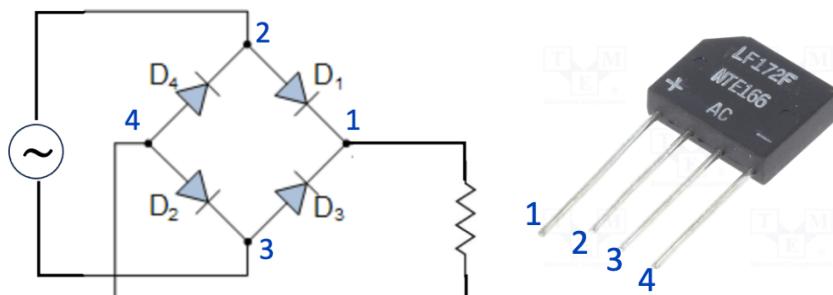
Σχήμα 5: Ανορθωτής τάσης μισής κυματομορφής.

Αν μια εναλλασσόμενη ημιτονοειδής τάση ενεργήσει πάνω στον ανορθωτή τότε μόνο το θετικό τμήμα της κυματομορφής επιτρέπεται να περάσει όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 6.



Σχήμα 6: Το αποτέλεσμα του ανορθωτή μισής περιόδου.

Για να πάρουμε ανόρθωση της τάσης για την πλήρη κυματομορφή θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε 4 διόδους συνδεδεμένες όπως στο Σχήμα 7. Όπως φαίνεται στο σχήμα οι δίοδοι D_1 και D_3 έχουν την ίδια κάθοδο ενώ οι δίοδοι D_2 και D_4 έχουν την ίδια άνοδο. Επίσης η κάθοδος της D_4 είναι συνδεδεμένη με την άνοδο της D_1 και η κάθοδος της D_2 με την άνοδο της D_3 . Με βάση το σχήμα του ολοκληρωμένου κυκλώματος που φαίνεται στα δεξιά του Σχήματος 7, ο 1°c ακροδέκτης, κάτω από το (+) είναι το σημείο ένωσης της D_1 και D_3 ενώ ο 4°c ακροδέκτης κάτω από το (-) είναι το σημείο ένωσης των D_2 και D_3 , ενώ οι δύο μεσαίοι ακροδέκτες κάτω από τα γράμματα AC αντιστοιχούν στα σημεία που θα ενωθεί η έξοδος του μετασχηματιστή.



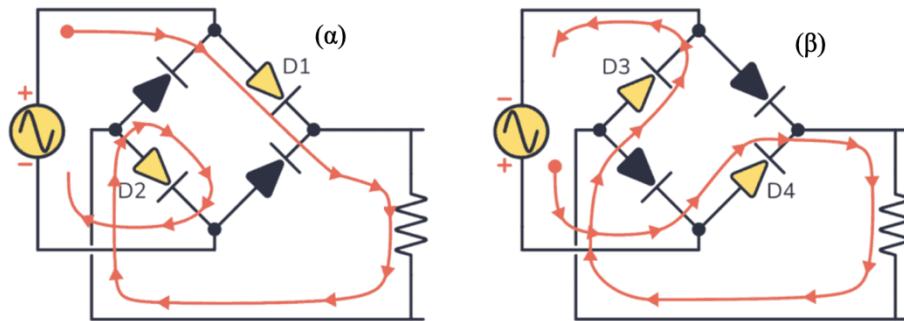
Σχήμα 7: Γέφυρα ανόρθωσης πλήρους κυματομορφής τάσης και το αντίστοιχο ολοκληρωμένο κύκλωμα (NTE 166) που θα χρησιμοποιήσετε στη διάταξη που θα κατασκευάσετε.

Η γέφυρα των 4 διόδων λειτουργούν ως διακόπτες που ενώνουν την D_1 και D_2 όταν η τάση είναι θετική και τις διόδους D_3 και D_4 όταν η τάση είναι αρνητική. Αυτό μπορούμε να το δούμε θεωρώντας τα παρακάτω δύο διαγράμματα του Σχήματος 8.

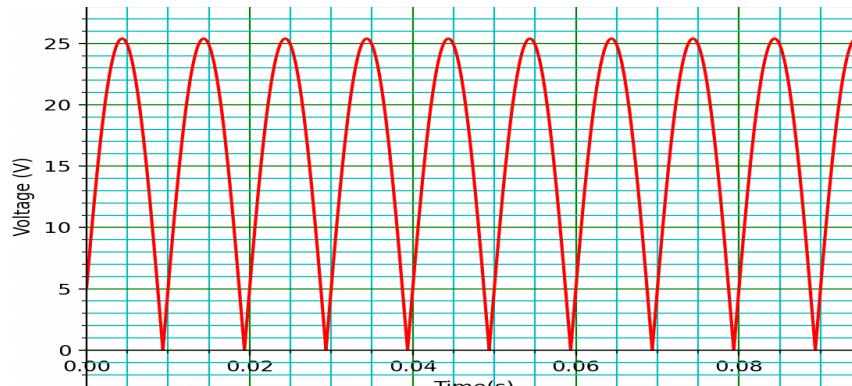
Κατά την θετική ημιπερίοδο της τάσης, οι δίοδοι D_1 και D_2 άγουν ενώ οι δίοδοι D_3 και D_4 δεν επιτρέπουν διέλευση. Με τη διάταξη αυτή, η θετική ημιπερίοδος της τάσης προκαλεί ρεύμα που ρέει όπως στο Σχήμα 8α.

Κατά την αρνητική ημιπερίοδο της τάσης, οι δίοδοι D_3 και D_4 άγουν ενώ οι δίοδοι D_1 και D_2 δεν επιτρέπουν διέλευση. Με τη διάταξη αυτή, η αρνητική ημιπερίοδος της τάσης προκαλεί ρεύμα που ρέει όπως στο Σχήμα 8β.

Με τον τρόπο αυτό η ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση επιτρέπεται να περνά σε μια μόνο διεύθυνση και όπως λέμε ανορθώνεται. Το Σχήμα 9 δείχνει την μορφή της εναλλασσόμενης τάσης μετά την πλήρη αν



Σχήμα 8: Η δράση του ανορθωτή τάσης για (α) την θετική ημιπερίοδο της τάσης και (β) την αρνητική ημιπερίοδο της τάσης.



Σχήμα 9: Τάση εξόδου από τον ανορθωτή μετά από πλήρη ανόρθωση.

Πυκνωτές

Οι πυκνωτές είναι ηλεκτρικές διατάξεις οι οποίες αποθηκεύουν ηλεκτρικό φορτίο Q σύμφωνα με τη σχέση:

$$Q = CV$$

Όπου V είναι η διαφορά δυναμικού στα άκρα του πυκνωτή και C είναι μια σταθερά αναλογίας που ονομάζεται χωρητικότητα. Οι μονάδες μέτρησης της χωρητικότητας είναι το Farad που ορίζεται ως $[1F] = [1C][1V]^{-1}$.

Οι πυκνωτές βρίσκονται σε διάφορα σχήματα και μεγέθη και η βασική ιδέα κατασκευής είναι αυτή δύο αγωγών που απέχουν μεταξύ τους κάποια μικρή απόσταση και το διάκενο αυτό μπορεί να γεμίζει με κάποιο μονωτικό υλικό (διηλεκτρικό). Ο ένας από τους δύο αγωγούς έχει θετικό φορτίο $+Q$ ενώ ο άλλος έχει αρνητικό φορτίο $-Q$. Ο αγωγός με το θετικό φορτίο βρίσκεται σε υψηλότερο δυναμικό V σε σχέση με τον αγωγό με το αρνητικό φορτίο. Οι περισσότεροι πυκνωτές έχουν τιμές χωρητικότητας μεταξύ $1.0pF$ και $1.0mF$ ($1000\mu F$).

Οι πυκνωτές είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι τόσο σε κυκλώματα συνεχούς (DC) όσο και εναλλασσόμενου (AC) ρεύματος:

- Αποθηκεύουν ενέργεια.
- Όταν συνδυάζονται με αντιστάσεις μπορούν να καθυστερήσουν αλλαγές στην τάση.
- Φιλτράρουν μη επιθυμητές συχνότητες σημάτων.
- Είναι απαραίτητο ηλεκτρικό στοιχείο για δημιουργία ενός κυκλώματος συντονισμού.
- Σε συνδυασμό με αντιστάσεις μπορούν να δημιουργήσουν διαιρέτες τάσης εξαρτώμενους ή όχι από τη συχνότητα της εφαρμοζόμενης τάσης.

Συμβολίζουμε έναν πυκνωτή σε κύκλωμα συνήθως με το σύμβολο του διπλανού σχήματος: 

Εξομάλυνση της τάσης εξόδου του ανορθωτή

Χρησιμοποιώντας έναν πυκνωτή μπορούμε να εξομαλύνουμε την τάση εξόδου του ανορθωτή. Ο πυκνωτής μετατρέπει την μεταβαλλόμενη τάση εξόδου του ανορθωτή (Σχήμα 9) σε μια μορφή που μοιάζει αυτή της τάσης σταθερής πηγής χωρίς να εμφανίζονται οι διακυμάνσεις της ανορθωμένης ημιτονοειδούς.

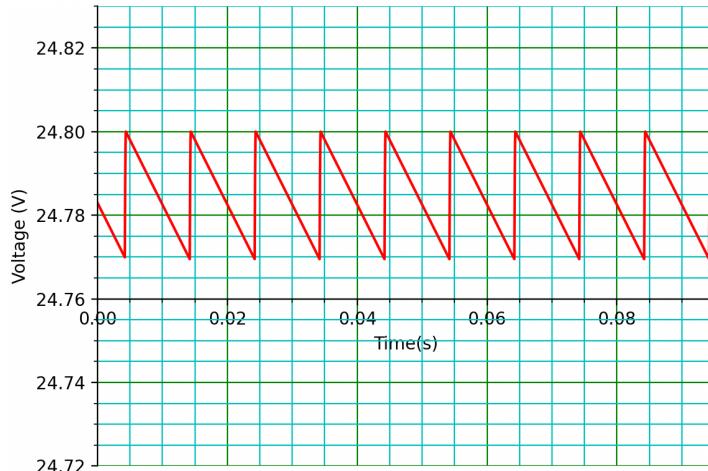
Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί η διάταξη είναι ότι ο πυκνωτής φορτίζεται στην μέγιστη τάση εξόδου του ανορθωτή. Όταν η τάση του ανορθωτή αρχίζει να ελαττώνεται, ο πυκνωτής δεν εκφορτίζεται με τον ίδιο ρυθμό με τον οποίο ελαττώνεται η τάση. Αυτό οφείλεται στην παρουσία της αντίστασης R του κυκλώματος. Η εκφόρτιση του πυκνωτή συμβαίνει εκθετικά με τον χρόνο t σύμφωνα με τη σχέση $V_C = V_0 \exp(-\frac{t}{RC})$ όπου $\tau = RC$ η χαρακτηριστική χρονική σταθερά εκφόρτισης του κυκλώματος και V_0 η μέγιστη τιμή της τάσης εξόδου του ανορθωτή.

Αυξάνοντας τη χωρητικότητα του πυκνωτή εξομάλυνσης μπορούμε να αποθηκεύσουμε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια μεταξύ των περιόδων φόρτισης και να επιτύχουμε μικρότερη εκφόρτιση. Συνήθως σε DC κυκλώματα ο πυκνωτής εξομάλυνσης είναι τύπου Αλουμινίου Ηλεκτρολυτικός και οι τιμές χωρητικότητας είναι της τάξης των $1.0mF$.

Υπάρχουν δύο βασικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν στην επιλογή του πυκνωτή εξομάλυνσης. (α) η τάση λειτουργίας του θα πρέπει να είναι αρκετά υψηλότερη από τη μέγιστη τάση εξόδου του ανορθωτή όταν δεν υπάρχει αντίσταση εξόδου στο κύκλωμα και (β) η τιμή της χωρητικότητά του που προσδιορίζει τη διακύμανση της τάσης εξόδου που εμφανίζεται στην συνεχή τάση που αποδίδει. Συνήθως είναι επιθυμητό μια διακύμανση τάσης της τάξης των $100mV$. Για ανορθωτή πλήρους περιόδου εναλλασσόμενης τάσης η διακύμανση εξαρτάται από το ρεύμα, I_{DC} , που διαρρέει το κύκλωμα εξόδου και τη συχνότητα, f , της εφαρμοζόμενης τάσης και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V_{\delta \text{ιακυμ.}} = \frac{I_{DC}}{2fC}$$

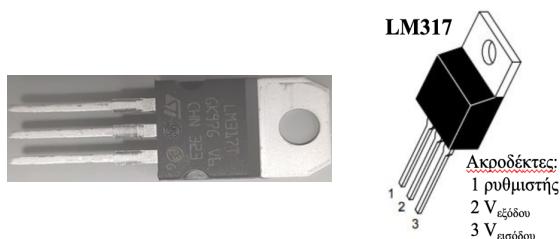
Η διακύμανση αυτή απαλείφεται πλήρως με τη χρήση ενός ρυθμιστή τάσης όπως στο κύκλωμα που θα κατασκευάσετε.



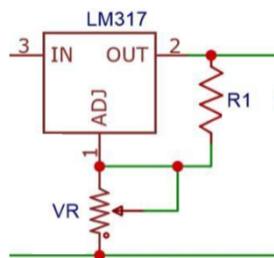
Σχήμα 10: Τάση εξόδου από τον ανορθωτή μετά την εισαγωγή του πυκνωτή εξομάλυνσης.

Ρυθμιστής τάσης (LM317)

Ο ρυθμιστής τάσης LM317 είναι ένας γραμμικός ρυθμιστής τάσης. Το ολοκληρωμένο αυτό κύκλωμα προσφέρει ρυθμιζόμενη τάση η τιμή της οποίας εξαρτάται από τον ακροδέκτη «ρυθμιστής» ή adjust. Το Σχήμα 11 δείχνει τον LM317 ρυθμιστή τάσης καθώς και τον ορισμό των ακροδεκτών του. (Σημειώστε ότι και το πάνω μεταλικό τμήμα του ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι ίδιος με τον ακροδέκτη 2).



Σχήμα 11: Ο LM317 ρυθμιστής τάσης και ο καθορισμός των ακροδεκτών του.



Σχήμα 12: Τυπικό τμήμα κυκλώματος που χρησιμοποιείται ο ρυθμιστής τάσης.

Ένα τυπικό τμήμα κυκλώματος που χρησιμοποιεί τον LM317 φαίνεται στο Σχήμα 2 αλλά και παρακάτω στο Σχήμα 12.

Η τάση στα άκρα της αντίστασης R_1 είναι περίπου $1.25V$ και σταθερή. Εξαιτίας αυτής της τάσης αναφοράς, σταθερό ρεύμα έντασης $100\mu A$ διαρρέει τον ακροδέκτη «adjust». Εξαιτίας της σταθερής τάσης αναφοράς των $1.25V$, ρεύμα διαρρέει την αντίσταση VR . Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή του ολοκληρωμένου κυκλώματος, η τάση εξόδου (ακροδέκτης 2) θα είναι:

$$V_{\text{εξόδου}} = 1.25V(1 + VR/R_1) + I_{\text{adj}}VR$$

Το ρεύμα I_{adjust} είναι της τάξης των $100\mu A$ οπότε ο τελευταίος όρος μπορεί να αγνοηθεί. Όταν η μεταβλητή αντίσταση πάρει την τιμή 0 (μικρότερη τιμή του ποτενσιόμετρου) τότε η τάση εξόδου είναι $V_{\text{εξόδου}} = 1.25V$. Όταν το ποτενσιόμετρο έχει την μέγιστη τιμή τότε η τάση εξόδου έχει τιμή περίπου $V_{\text{εξόδου}} = 17.3V$ για το κύκλωμα του Σχήματος 2.

Το σύστημα ωστόσο καταναλώνει αρκετή ισχύ που εμφανίζεται σε μορφή θερμότητας (ο LM317 θερμαίνεται ιδιαίτερα και κανονικά χρειάζεται απαγωγός θερμότητας (ψύκτης). Η ισχύς δίνεται από τη σχέση:

$$P = (V_{in} - V_{out}) \times I_{out}$$

Αν επομένως η διαφορά τάσης μεταξύ εισόδου και εξόδου είναι μεγάλη ή το ρεύμα εξόδου είναι μεγάλο τότε η ισχύς που καταναλώνεται είναι πολύ μεγάλη και οδηγεί σε θέρμανση του LM317. Αν ωστόσο η θερμοκρασία αυξηθεί πολύ τότε ο LM317 χάνει την γραμμικότητά του και μπορεί ακόμα και να καταστραφεί.

Το μέγιστο ρεύμα εξόδου που μπορεί να δώσει ο LM317 είναι $1.5A$. Σημειώστε ότι η τάση εξόδου δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την τάση εισόδου. Στην περίπτωσή μας ωστόσο αυτή η συνθήκη δεν μπορεί να υπάρξει γιατί μετά την πλήρη ανόρθωση και τον πυκνωτή η τάση που παρέχεται είναι $V_{\text{εισόδου}} \sim 24V$.

Για να δουλεύει κανονικά ο ρυθμιστής τάσης θα πρέπει η διαφορά μεταξύ της τάσης εισόδου και εξόδου του να είναι ικανοποιεί την εξίσωση $V_{in} - V_{out} > 3V$. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αν η τάση εισόδου είναι $12V$ και θέλουμε να έχουμε σαν ουτρουτ επίσης $12V$.

Ποτενσιόμετρο

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, για να ρυθμίσουμε την τάση εξόδου χρησιμοποιούμε μια μεταβλητή αντίσταση (ποτενσιόμετρο) $VR=5k\Omega$ και μια αντίσταση $R_1=390\Omega$ όπως φαίνεται στα Σχήματα 2 και 11.

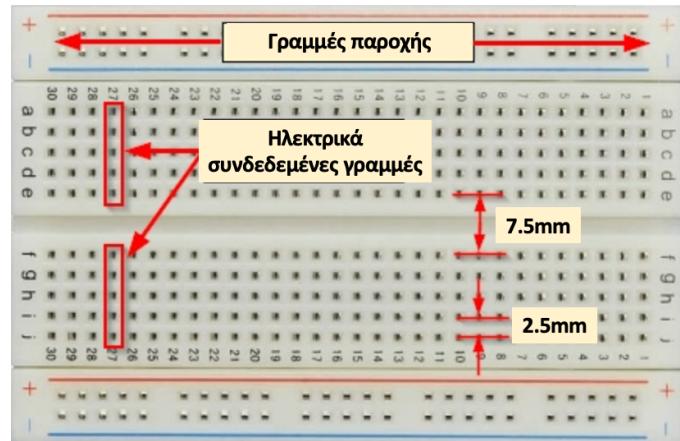
Φίλτρο υψηλών συχνοτήτων

Χρησιμοποιούμε έναν ηλεκτρολυτικό πυκνωτή $1\mu F$ για να απαλείψουμε διαταραχές (θόρυβο) τόσο από το κύκλωμα εισόδου όσο και το κύκλωμα εξόδου του ρυθμιστή τάσης.

Πλακέτα διασύνδεσης - breadboard

Για να κατασκευάσουμε το κύκλωμα θα χρησιμοποιήσουμε μια πλακέτα διασύνδεσης χωρίς να χρειαστεί να κάνουμε κολλήσεις (breadboard). Μια τέτοια πλακέτα φαίνεται στο Σχήμα 13.

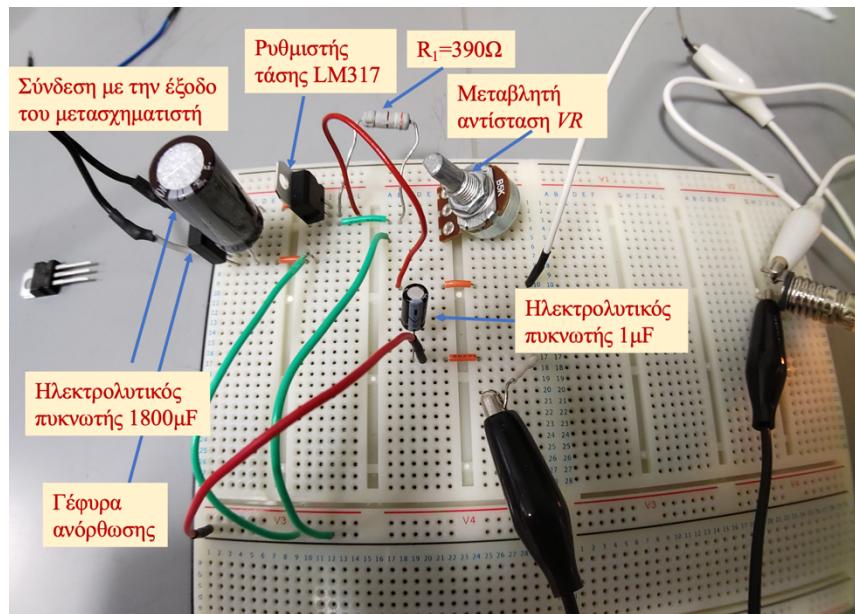
Κάθε σειρά από τρύπες συνδέσεως είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένες. Όταν κάποιος ακροδέκτης/επαφή μιας διάταξης εισέλθει σε μια από αυτές τις τρύπες τότε οι υπόλοιπες 4 τρύπες που ανήκουν στη γραμμή αυτή είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένες με την επαφή της διάταξης και κατά συνέπεια το ίδιο θα συμβεί με οποιοιδήποτε ακροδέκτη άλλης διάταξης ή σύρμα εισαχθεί σε μια από τις τρύπες. Οι σειρές που αναφέρονται σε συνδέσεις ισχύος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να έχουν όλες οι τρύπες το ίδιο δυναμικό από κάποια πηγή. Στην διάταξη που θα κατασκευάσουμε θα χρησιμοποιήσουμε την (-) γραμμή της πλακέτας.



Σχήμα 13: Πλακέτα ηλεκτρικών συνδέσεων που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή του τροφοδοτικού χαμηλής τάσης.

Θα πρέπει να κατασκευάσετε το κύκλωμα με τέτοιο τρόπο ώστε να σας μείνει αρκετός χώρος πάνω στην πλακέτα για επόμενα πειράματα που θα κάνετε.

Το Σχήμα 14 σας δείχνει πως μπορεί να μοιάζει το κύκλωμα που θα κατασκευάσετε.



Σχήμα 13: Κάτοψη του κυκλώματος πηγής χαμηλής τάσης.

Βήματα κατασκευής του κυκλώματος πηγής χαμηλής τάσης

1. Βρείτε όλα τα συστατικά μέσα στο πλαστικό κουτί που σας δίνεται. Το κύκλωμα που θα κατασκευάσετε θα πρέπει να το κρατήσετε για το επόμενο εργαστήριο.
2. Μην συνδέσετε τον μετασχηματιστή με την κεντρική παροχή πριν ολοκληρώσετε το κύκλωμα.
3. Τοποθετήστε τους ακροδέκτες του ανορθωτή τάσης στην πλακέτα.
4. Τοποθετήστε τον ηλεκτρολυτικό πυκνωτή των $1800\mu F$ προσέχοντας την πολικότητά του (+) που αντιστοιχεί στο πιο μακρύ σύρμα και (-) ηλεκτρόδια θα πρέπει να συνδεθούν με (+) και (-) του ανορθωτή που αντιστοιχούν στους ακροδέκτες 1 και 4 αντίστοιχα ξεκινώντας την αρίθμηση από αυτόν που βρίσκεται κάτω από το σύμβολο (+).
5. Τοποθετήστε ένα σύρμα σύνδεσης από τον αρνητικό πόλο του ανορθωτή σε μια γραμμή (-) της πλακέτας. Αυτή η γραμμή θα αποτελέσει την γείωση ($V=0$) για όλο το κύκλωμα.
6. Συνδέστε μια τρύπα της σειράς του θετικού πόλου του μεγάλου πυκνωτή ($1800\mu F$) με μια άλλη σειρά της πλακέτας που βρίσκεται μετά την γέφυρα (το μεγάλο διάκενο) της πλακέτας, μεταφέροντας έτσι το σημείο με (+) τάση του κυκλώματος.
7. Στις υπόλοιπες τρύπες της σειράς από το βήμα 6 θα τοποθετηθεί ο *input* ακροδέκτης του ρυθμιστή τάσης. Τοποθετήστε τον ρυθμιστή τάσης LM317.
8. Από την σειρά που αντιστοιχεί στην τρύπα που μπαίνει ο μεσαίος ακροδέκτης (*output*) χρησιμοποιήστε μια τρύπα για να συνδέσετε την μια πλευρά της αντίστασης $R_1 = 390\Omega$.
9. Τοποθετήστε το ποτενσιόμετρο (μεταβλητή αντίσταση VR) ώστε ο ρυθμιστής του να δείχνει μακριά από το υπόλοιπο κύκλωμα.
10. Συνδέστε την ελεύθερη πλευρά της αντίστασης R_1 (από το βήμα 8) με μια τρύπα στη σειρά που εισέρχεται ο μεσαίος ακροδέκτης της μεταβλητής αντίστασης VR .
11. Συνδέστε τον 1^ο ακροδέκτη («*adjust*») του LM317 σε τρύπα που ανήκει στη σειρά που βρίσκεται ο ακροδέκτης της VR που δείχνει το τέλος της τιμής της.
12. Συνδέστε τις τρύπες από το βήμα 10 και 11.
13. Χρησιμοποιήστε ένα σύρμα σύνδεσης για να συνδέσετε μια τρύπα από την σειρά που συνδέεται ο ελεύθερος ακροδέκτης της μεταβλητής αντίστασης με τη σειρά των συνδέσεων που αντιστοιχεί στο (-) του κυκλώματος.
14. Χρησιμοποιήστε ένα σύρμα σύνδεσης για να συνδέσετε μια τρύπα από την σειρά συνδέσεων του 2^{ου} ακροδέκτη («*output*») του LM317 με τον (+) πόλο του πυκνωτή των $1.0\mu F$.
15. Τοποθετήστε τον πυκνωτή των $1.0\mu F$ ώστε ο (+) πόλος του να συμπίπτει με την σειρά των τρυπών που καθορίστηκαν στο προηγούμενο βήμα 14.
16. Χρησιμοποιήστε ένα σύρμα για να συνδέσετε το (-) του πυκνωτή με τη σειρά των συνδέσεων που αντιστοιχεί στο (-) του κυκλώματος.
17. Χρησιμοποιήστε δύο μακριά σύρματα σύνδεσης για να συνδέσετε το (+) και (-) του πυκνωτή με 2 άλλα σημεία της πλακέτας ώστε να χρησιμοποιήσετε τις τρύπες των σειρών αυτών για να διαβάσετε την τάση εξόδου και να συνδέσετε το φορτίο του κυκλώματος (στη περίπτωσή σας μία λάμπα).

Δοκιμή του κυκλώματος

- 1) Αρχικά αφαιρέστε τον ρυθμιστή LM317T. Θα πρέπει να συνδέσετε ένα από τα καλώδια του μετασχηματιστή τοίχου με τον ακροδέκτη 2 του ανορθωτή.
- 2) Ρυθμίστε το πολύμετρο (MMM) στη θέση ACV. Συνδέστε το βολτόμετρο πάνω στον πυκνωτή των $1000\mu F$, το κόκκινο στην θετική πλευρά και το μαύρο στην αρνητική και αποσυνδέστε τον πυκνωτή. Συνδέστε τον μετασχηματιστή τοίχου στην πρίζα. Στη συνέχεια, συνδέστε το δεύτερο καλώδιο του μετασχηματιστή στον ακροδέκτη 3 του ανορθωτή. Θα πρέπει να υπάρχει μικρός ή καθόλου σπινθήρας και το πολύμετρο θα πρέπει να δείχνει περίπου 22V.
- 3) Χρησιμοποιήστε τον παλμογράφο και συνδέστε τους ακροδέκτες του καλωδίου σύνδεσης στους ακροδέκτες 2 και 3 του ανορθωτή. Παρατηρήστε την κυματομορφή που σας δίνει ο παλμογράφος.
- 4) Συνδέστε κατόπιν τους ακροδέκτες του καλωδίου του παλμογράφου με τους ακροδέκτες 1 και 4 του ανορθωτή ενώ ο μεγάλος πυκνωτής είναι αποσυνδεδεμένος. Παρατηρήστε και πάλι την κυματομορφή που σας δίνει ο παλμογράφος.
- 5) Αποσυνδέστε τον παλμογράφο και επανασυνδέστε τον πυκνωτή.
- 6) Μετακινήστε τον διακόπτη του πολυμέτρου στη θέση DCV και μετρήστε την τάση στα άκρα του μεγάλου πυκνωτή.
- 7) Τοποθετήστε τώρα τις επαφές του πολύμετρου στους ακροδέκτες εξόδου του κυκλώματος (αυτούς που είναι συνδεδεμένοι με το (+) και (-) του μικρού πυκνωτή).
- 8) Τοποθετήστε τώρα τον ρυθμιστή LM317T. Περιστρέψτε το ποτενσιόμετρο και η έξοδος θα πρέπει να κυμαίνεται από περίπου 1.25V έως 17V ή περισσότερο.
- 9) Για να βεβαιωθείτε ότι το κύκλωμα του LVPS λειτουργεί σωστά, συνδέστε τη λάμπα που σας δίνεται μαζί με την υποδοχή της ως φορτίο στο LVPS (στα σημεία με τα (+) και (-) του μικρού πυκνωτή). Η λάμπα αυτή έχει προδιαγραφές λειτουργίας $12.6V$ και $1.2Watt$ όταν φωτοβολεί πλήρως.
- 10) Μετρήστε με το βολτόμετρο και στη θέση Ω την αντίσταση της λάμπας.
- 11) Μετρήστε με το πολύμετρο το ρεύμα που διαρρέει την λάμπα. Για να το κάνετε αυτό θα πρέπει να συνδέσετε το πολύμετρο σε σειρά με την λάμπα, να γυρίσετε τον διακόπτη του σε A και να εναλλάξετε τις υποδοχές σύνδεσής του καλωδίου του.

Δοκιμή της διάταξης

Έχετε κατασκευάσει ένα τροφοδοτικό που μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) στα 230V, με συχνότητα 50 Hz από την πρίζα, σε συνεχές ρεύμα (DC) με εύρος τάσης από 1.2V έως περίπου 17V. Όταν η έξοδος χωρίς φορτίο (λάμπα) ρυθμιστεί μεταξύ 1.2V και περίπου 12V, η τάση εξόδου δεν θα αλλάξει σημαντικά αν στη συνέχεια τοποθετηθεί ένα φορτίο σε αυτήν. Θα βρείτε αυτό το εύρος όταν τοποθετήσετε το νήμα των $1.2W$ της λάμπας στις εξόδους του τροφοδοτικού χαμηλής τάσης.

Μετρήσεις και Δεδομένα

Μπορείτε να ρυθμίσετε το ποτενσιόμετρο σε δέκα διαφορετικές ρυθμίσεις από την ελάχιστη έως την μέγιστη έξοδο, περιστρέφοντας το πάνω μέρος του ποτενσιόμετρου είτε δεξιόστροφα είτε αριστερόστροφα (ανάλογα με το πώς συνδέσατε τα πόδια). Ρυθμίστε το ποτενσιόμετρο ώστε η έξοδος χωρίς φορτίο να είναι $2V$, $4V$, $6V$, $8V$, $10V$, $12V$, $14V$, $16V$ και μέγιστη. Χρησιμοποιήστε τον συνοδευτικό πίνακα για να καταγράψετε τα αποτελέσματα των μετρήσεών σας. Για κάθε ρύθμιση θα πρέπει:

1. Να μετρήσετε την τάση εξόδου (τάση χωρίς φορτίο) του τροφοδοτικού χαμηλής τάσης όταν η λάμπα δεν είναι συνδεδεμένη.
2. Το ρεύμα που διαρρέει τον διαιρέτη τάσης του ρυθμιστή χωρίς να έχετε συνδεδεμένη την λάμπα. (Πώς θα το κάνετε αυτό;)
3. Ενώ έχετε ρυθμίσει την τάση εξόδου του ρυθμιστή χωρίς την λάμπα, συνθέστε την λάμπα και μετρήστε την τάση εξόδου (τάση με φορτίο) του τροφοδοτικού χαμηλής τάσης καθώς και το ρεύμα που την διαρρέει.
4. Ενώ η λάμπα είναι συνδεδεμένη μετρήστε την τάση μεταξύ του ακροδέκτη 1 και ακροδέκτη 2 του LM317.

Ερωτήσεις

1. Ποιο εύρος τάσεων εξόδου χωρίς φορτίο παραμένει αμετάβλητο μετά τη σύνδεση της λάμπας στα τερματικά εξόδου του τροφοδοτικού;
2. Περιγράψτε τι θα συνέβαινε στο κύκλωμα αν αντί του λαμπτήρα είχατε συνδέσει μια αντίσταση 5Ω .

Γράφημα

Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της τάσης εξόδου του τροφοδοτικού χωρίς να είναι συνδεδεμένη η λάμπα στον οριζόντιο άξονα και της τάσης εξόδου του τροφοδοτικού με τη λάμπα συνδεδεμένη στον κατακόρυφο άξονα. Σχεδιάστε την V_{out} ως προς I_{out} για την λάμπα.

| Ρύθμιση Ποτενσιόμετρου | V_{out} (χωρίς φορτίο) σε V | I_{out} LM317 χωρίς φορτίο | I_{out} (με φορτίο) |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Ελάχιστη | | | |
| | 2 | | |
| | 4 | | |
| | 6 | | |
| | 8 | | |
| | 10 | | |
| | 14 | | |
| | 16 | | |
| Μέγιστη | | | |