



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Εισαγωγικό εργαστήριο ηλεκτρονικής και τηλεπικοινωνιών

1η εργαστηριακή άσκηση

Διδάσκοντες:

I. Παπανάνος
N. Βουδούκης

13η ομάδα:

Ειρήνη Δόντη
Α.Μ 03119839

3ο εξάμηνο

Περιεχόμενα:

Πείραμα 1.....	σελ 2
Μέτρηση τάσης	σελ 2
Μέτρηση ρεύματος.....	σελ 3
Μέτρηση χαρακτηριστικής V-I.....	σελ 4
Πείραμα 2.....	σελ 5
Εν σειρά κύκλωμα.....	σελ 5
Παράλληλο κύκλωμα.....	σελ 5
Γραμμικές αντιστάσεις-μέτρηση αντιστάσεων	σελ 6
Ωμικοί αισθητήρες.....	σελ 7
Αντιστάσεις εν σειρά και εν παραλλήλω.....	σελ 8
Διαιρέτες τάσης.....	σελ 8
Ποτενσιόμετρα.....	σελ 10
Μετατροπή φυσικών μεγεθών σε τάσεις.....	σελ 11
Πείραμα 3.....	σελ 12
Ο παλμογράφος και η γεννήτρια κυματομορφών.....	σελ 12
Ακρόαση των σημάτων.....	σελ 15

Πείραμα 1

Μέτρηση Τάσης

Βήμα 2

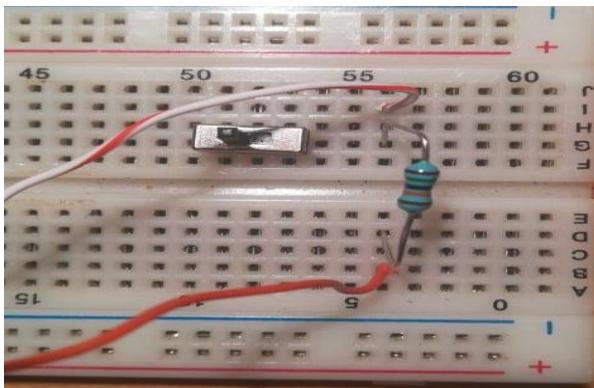
Λόγω της κατασκευής του τροφοδοτικού δεν είναι δυνατή η αλλαγή στην τιμή της τάσης του. Συνεπώς, τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο παρόν βήμα αφορούν μία και μοναδική τιμή τάσης, την τιμή της σταθερής τάσης του τροφοδοτικού (12V).

Έχοντας το βολτόμετρο στην κλίμακα των 20V μετράμε τάση 12.15V, ενώ έχοντάς το στην κλίμακα των 200V μετράμε τάση 12.4V.

Η κλίμακα των 20V είναι πιο βολική διότι μας παρουσιάζει την τιμή με μεγαλύτερη ακρίβεια (ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων).

Αυτή η μικρή διαφορά που εντοπίζουμε στην τιμή της τάσης που προκύπτει από τις δύο μετρήσεις πιθανόν οφείλεται σε μικρές αστοχίες κατά την διάρκεια του πειράματος.

Αν ρυθμίσουμε το βολτόμετρο στην κλίμακα των 600V παρατηρούμε στην οθόνη του την ένδειξη HV 0.12, ενώ αν την ρυθμίσουμε στην κλίμακα των 200 mV παρατηρούμε την ένδειξη “1 .”, γεγονός που σημαίνει ότι η κλίμακα αυτή είναι αρκετά μικρή σε σχέση με την τάση που θέλουμε να μετρήσουμε.



Βήμα 3

Για τάση τροφοδοτικού ίση με 12V και έχοντας το πολύμετρο στην κλίμακα των 20V παρατηρούμε στο βολτόμετρο ένδειξη 12.14V. Αν εναλλάξουμε τον τρόπο σύνδεσης των ακροδεκτών του πολυμέτρου παρατηρούμε ένδειξη -12.14V.

Η μία τιμή, δηλαδή, είναι αντίθετη της άλλης και αυτό είναι λογικό, διότι αλλάξαμε την πολικότητα.

Βήμα 4

Για το συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιούμε αντίσταση $150\text{ k}\Omega$.

Για να μετρήσουμε την τάση του σημείου K σε αναφορά με το σημείο L, θεωρούμε το L ως γη και συνδέουμε το βολτόμετρο παράλληλα με την αντίσταση μας. Όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός, η ένδειξη του βολτόμετρου είναι 0V , ενώ όταν είναι κλειστός η ένδειξη είναι 12.14V .

Για να μετρήσουμε την τάση του σημείου L σε αναφορά με το σημείο K, θεωρούμε το K ως γη και συνδέουμε το βολτόμετρο παράλληλα με την αντίσταση μας. Όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός, η ένδειξη του βολτόμετρου είναι 0V , ενώ όταν είναι κλειστός η ένδειξη είναι 12.14V .

Μέτρηση Ρεύματος

Βήμα 5

Το πολύμετρό μας δεν λειτουργεί ως αμπερόμετρο, συνεπώς μετράμε την τάση και μέσω του νόμου του Ohm: $I=V/R$, υπολογίζουμε την τιμή του ρεύματος.

Βήμα 6

Συνδέουμε το βολτόμετρο παράλληλα με την αντίσταση και η τάση που μετράμε είναι 12.15V (τάση του τροφοδοτικού). Οπότε, με βάση τον νόμο του Ohm έχουμε:

$$i_1 = V/R = 12.15/150000 = 0,000081\text{ A}$$

Βήμα 7

Για να μετρήσουμε την τάση και μέσω αυτής να υπολογίσουμε το ρεύμα i_2 , εναλλάσσουμε τη θέση του μαύρου με αυτή του κόκκινου καλωδίου και με παρόμοιο τρόπο υπολογίζουμε το i_2 :

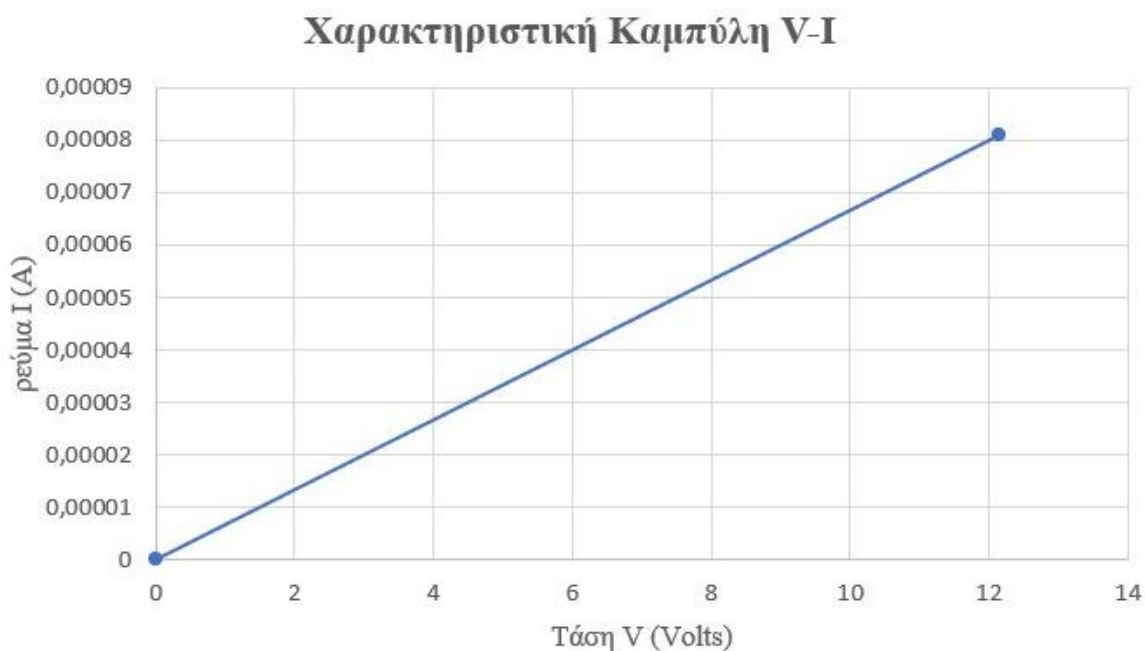
$$i_2 = -i_1 = -0,000081\text{ A}$$

Μέτρηση Χαρακτηριστικής V-I

Βήμα 8

Λόγω της κατασκευής του τροφοδοτικού είναι αδύνατον να μεταβάλλουμε την τάση του, συνεπώς φτιάχνουμε την χαρακτηριστική καμπύλη στηριζόμενοι σε δύο σημεία.

Αρχικά, όσο η τάση είναι μηδέν, η ένταση του ρεύματος είναι επίσης μηδενική. Για τάση ίση με 12.14V και αντίσταση ίση με 150kΩ το ρεύμα ισούται με 0.000081A. Επιπλέον, ισχύει ο νόμος του Ohm, οπότε η σχέση της τάσης και του ρεύματος είναι γραμμική. Επομένως, η χαρακτηριστική καμπύλη έχει την παρακάτω μορφή:



Αν η κατασκευή του τροφοδοτικού μάς επέτρεπε να αλλάξουμε την τιμή της τάσης και για κάθε μια τιμή να υπολογίσουμε το ρεύμα, αυτό που θα βλέπαμε, σχεδιάζοντας την καμπύλη, θα ήταν διάφορα επιμέρους σημεία τα οποία θα έτειναν να ενωθούν σε μια κοινή διαγώνιο. Αυτή η διαγώνιος θα ήταν τέτοια ώστε να περνάει από όσο το δυνατόν περισσότερα σημεία και η απόσταση των υπόλοιπων σημείων από αυτή να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

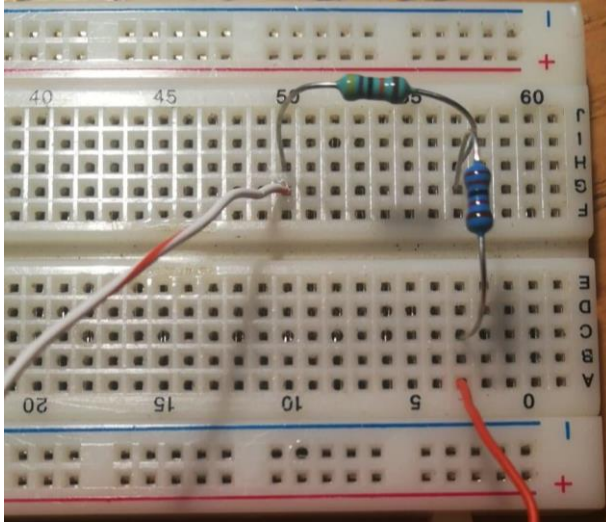
Πείραμα 2

Εν Σειρά Κύκλωμα

Βήμα 1

Προσθέτουμε αντίσταση $R1 = 47 \text{ k}\Omega$ εν σειρά με αντίσταση $R2 = 22 \text{ k}\Omega$.

Η εκτελεσμένη κυκλωματική διάταξη φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Η V_s είναι η τάση που παρέχουμε στο κύκλωμα. Όμως, με το πολύμετρο υπολογίζουμε, επίσης, ότι: $V_s = 12.15 \text{ V}$

Μετράμε με το πολύμετρο ότι: η τάση της αντίστασης $R1$ είναι $V1 = 11.4 \text{ V}$ και η τάση της αντίστασης $R2$ είναι $V2 = 0.5 \text{ V}$.

Τυχόν αστοχίες οφείλονται στο σφάλμα του πολύμετρου.

Παράλληλο Κύκλωμα

Βήμα 2

Μετράμε με το πολύμετρο ότι: $V1 = V2 = 12.15 \text{ V}$ με 20 V ρύθμιση στο πολύμετρο.

$$R_{o\lambda} = \frac{R1R2}{R1 + R2} = \frac{22000 * 47000}{69000} = 1.5 * 10^4 \text{ k}\Omega$$

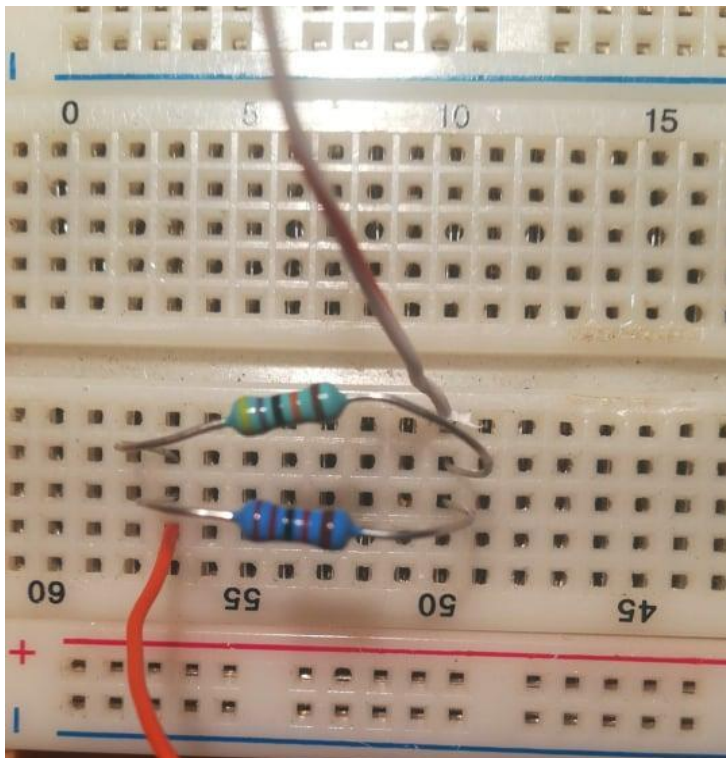
$$i3 = \frac{V1}{R_{o\lambda}} \text{ ή } i3 = \frac{12.15}{1.5 * 10^4} = 8.33 * 10^{-4} \text{ A}$$

$$i1 = \frac{V2}{R1} = \frac{12.15}{2.2 * 10^4} = 5.52 * 10^{-4} \text{ A}$$

$$i2 = \frac{V2}{R2} = \frac{12.15}{4.7 * 10^4} = 2.58 * 10^{-4} \text{ A}$$

Από παραπάνω, ισχύει ότι $i3 = i1 + i2$

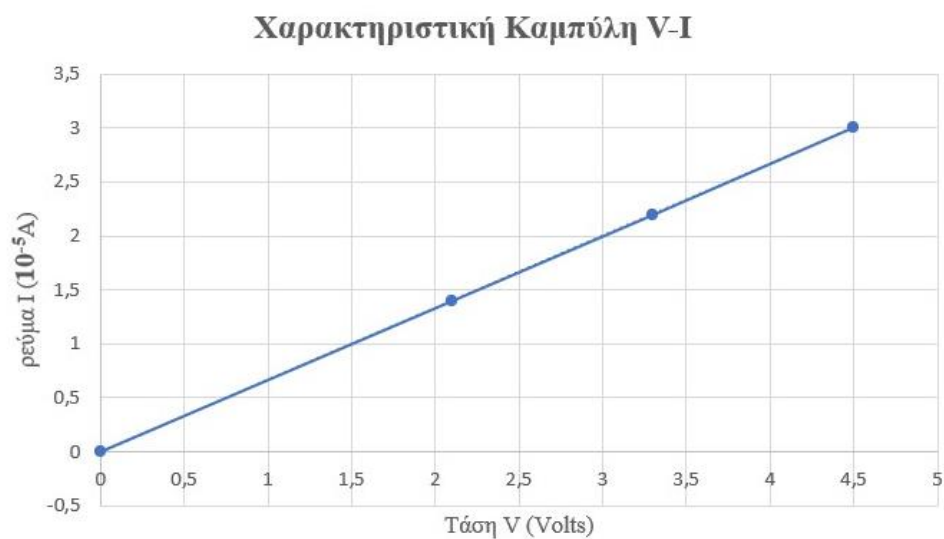
Παρακάτω, τοποθετείται η εκτελεσμένη κυκλωματική διάταξη:



Γραμμικές Αντιστάσεις και Μέτρηση Αντιστάσεων

Βήμα 3

Θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια αντίσταση με το Βήμα 8, του Πειράματος 1.
Χρησιμοποιώντας διάφορες τιμές τάσης καταλήγουμε στην εξής γραφική παράσταση:



Παρατηρούμε, από την παραπάνω γραφική παράσταση, ότι ικανοποιείται ο νόμος του Ohm, αφού η γραφική που προκύπτει είναι μία ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων και έχει σταθερή κλίση $\frac{V}{I} = R$, όπου R η σταθερή αντίσταση 150kΩ που χρησιμοποιήσαμε.

Βήμα 4

Η αντίσταση των 22 kΩ μετριέται από το πολύμετρο: 20,36 kΩ

Ενώ, η αντίσταση των 47 kΩ μετριέται από το πολύμετρο: 46.73 kΩ

Βήμα 5

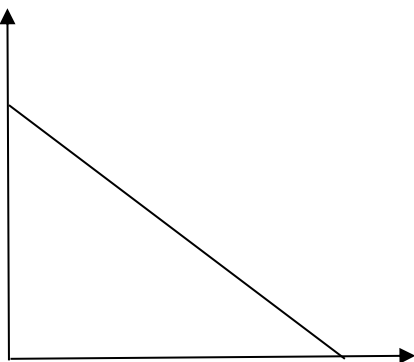
{Απόκλιση για την αντίσταση 22 kΩ} = $22 - 20.36 = 0.64 \text{ k}\Omega < 1 \text{ k}\Omega$. Η συγκεκριμένη αντίσταση, έχει απόκλιση από τον κατασκευαστή, βάσει του χρωματικού κώδικα, το πολύ 1%, αφού η τελευταία και πιο απομακρυσμένη λωρίδα της έχει καφέ χρώμα.

{Απόκλιση για την αντίσταση 47 kΩ} = $47 - 46.73 = 0.27 \text{ k}\Omega < 1 \text{ k}\Omega$. Η συγκεκριμένη αντίσταση, έχει απόκλιση από τον κατασκευαστή, βάσει του χρωματικού κώδικα, το πολύ 1%, αφού η τελευταία και πιο απομακρυσμένη λωρίδα της έχει καφέ χρώμα.

Ωμικοί Αισθητήρες

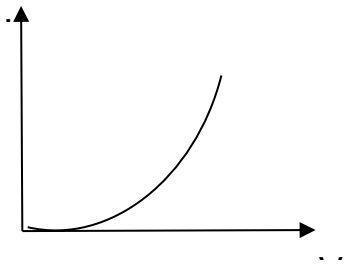
Βήμα 6

Μετράμε, σε περιβάλλον με λιγοστό φως: 55.6 kΩ, με 200kΩ ρύθμιση πολυμέτρου. Επίσης, μετράμε σε περιβάλλον με περισσότερο φως 2.4 kΩ, με 200kΩ ρύθμιση πολυμέτρου. Από την μέτρηση της τιμής της φωτοαντίστασης για διάφορες εντάσεις φωτός, παρατηρούμε ότι για μικρή ένταση φωτός η τιμή της αντίστασης είναι μεγάλη. Συνεπώς, σε απόλυτο σκοτάδι η τιμή της αντίστασης θα είναι μέγιστη. Αν εφαρμόσουμε τάση στα άκρα της αντίστασης θα εμφανιστεί ρεύμα που θα οφείλεται κυρίως σε θερμική λειτουργία. Όσο η ένταση του φωτός αυξάνεται, τόσο η τιμή της αντίστασης μειώνεται και συνεπώς η ένταση του ρεύματος αυξάνεται.



Βήμα 7

Μετράμε, σε περιβάλλον με μικρή θερμοκρασία: $11.8 \text{ k}\Omega$ με $200 \text{ k}\Omega$ ρύθμιση πολυμέτρου.
Μετράμε, σε περιβάλλον με υψηλότερη θερμοκρασία: $7 \text{ k}\Omega$ με $200 \text{ k}\Omega$ ρύθμιση πολυμέτρου.
Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, η τιμή της αντίστασης του θερμίστορ μειώνεται.



Αντιστάσεις Εν σειρά και Εν Παραλλήλω

Βήμα 8

$R_1 = 47 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 22 \text{ k}\Omega$

Εν Σειρά: $R_{ολ} = R_1 + R_2 = 69 \text{ k}\Omega$.

Με το ωμόμετρο μετράμε ότι:

$R_{ολ} = 66.69 \text{ k}\Omega$

Βήμα 9

$R_1 = 47 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 22 \text{ k}\Omega$

Εν παραλλήλω: $R_{ολ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 14.99 \text{ k}\Omega$ Με το ωμόμετρο μετράμε ότι:

$R_{ολ} = 13.99 \text{ k}\Omega$

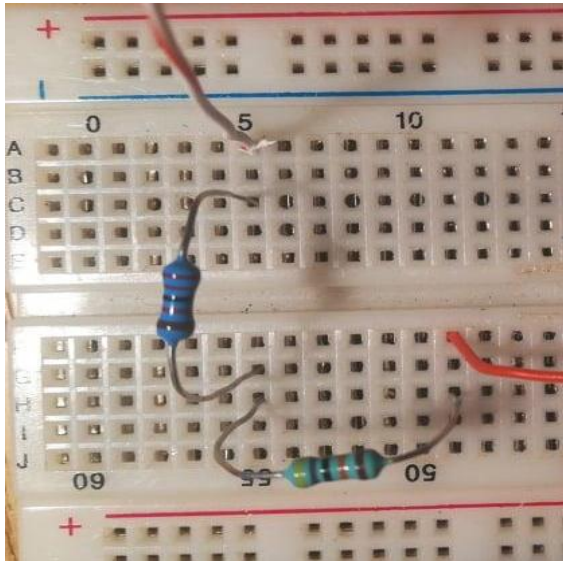
Διαιρέτες τάσης

Βήμα 11

$$V = \frac{V_S \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12.15 \cdot 22000}{22000 + 47000} = 3.88 \text{ V}.$$

Με βοήθεια του πολύμετρου υπολογίζουμε ότι: $V = 3.24 \text{ V}$ και $V_S = 12.15 \text{ V}$.

Η εκτελεσμένη κυκλωματική διάταξη παρατίθεται στην παρακάτω εικόνα:

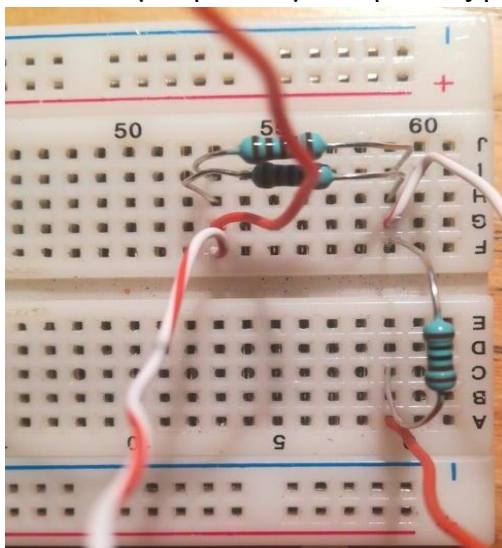


Βήμα 12

Χρησιμοποιούμε αντίσταση 10000 Ω.

Για να ισχύει ότι $V = \frac{V_s}{3}$, πρέπει το $R_2 = \frac{R_1}{2}$. Για να το πετύχουμε αυτό, χρησιμοποιούμε την R_1 όπως το Σχήμα 5, αλλά στη θέση της αντίστασης R_2 που είναι σε σειρά με την R_1 , τοποθετούμε δύο αντιστάσεις R_1 παράλληλα μεταξύ τους.

Η εκτελεσμένη κυκλωματική διάταξη παρατίθεται στην παρακάτω εικόνα:



Με την βοήθεια του πολύμετρου μετράμε ότι: $V = 4 \text{ V}$ δηλαδή η τάση V είναι ίση με $\frac{V_s}{3}$, γιατί $V_s = 12 \text{ V}$.

Ποτενσιόμετρα

Βήμα 13

Το ποτενσιόμετρο αναγράφει 10 kΩ, ενώ με τη βοήθεια του πολυμέτρου μετράμε ότι είναι 9.74 kΩ με 20kΩ ρύθμιση πολυμέτρου.

Παρακάτω, παρατίθενται οι ελάχιστες τιμές και οι μέγιστες που μπορέσαμε να μετρήσουμε για κάθε ζητούμενη αντίσταση ξεχωριστά:

Γυρίζοντας τη βίδα του ποτενσιόμετρου, λοιπόν, μετράμε τα εξής:

$$R_{DFmin} = R1 = 1.6 \text{ k}\Omega$$

$$R_{FEmax} = R2 = 9.74 \text{ k}\Omega$$

$$R1 + R2 = 10.5 \text{ k}\Omega$$

$$R_{DFmax} = R1 = 5.79 \text{ k}\Omega$$

$$R_{FEmin} = R2 = 1.5 \text{ k}\Omega$$

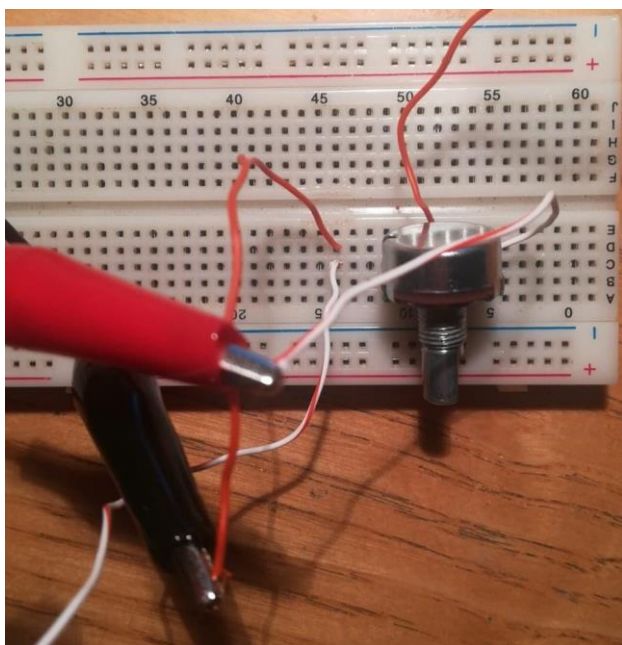
$$R1 + R2 = 9.24 \text{ k}\Omega$$

Παρατηρούμε ότι, όταν η αντίσταση R_{DF} είναι μέγιστη, η αντίσταση R_{FE} είναι η ελάχιστη και το αντίστροφο. Επίσης, παρατηρούμε ότι το άθροισμα $R1 + R2$ είναι ,σχεδόν, κοινό και ίσο περίπου ίσο με 10 kΩ.

Βήμα 14

Με τη βοήθεια του πολυμέτρου, μετράμε ότι: $V_s = 12.15 \text{ V}$, $V_{min} = 0.004 \text{ V}$, $V_{max} = 0.024 \text{ V}$.

Η εκτελεσμένη κυκλωματική διάταξη παρατίθεται στην παρακάτω εικόνα:



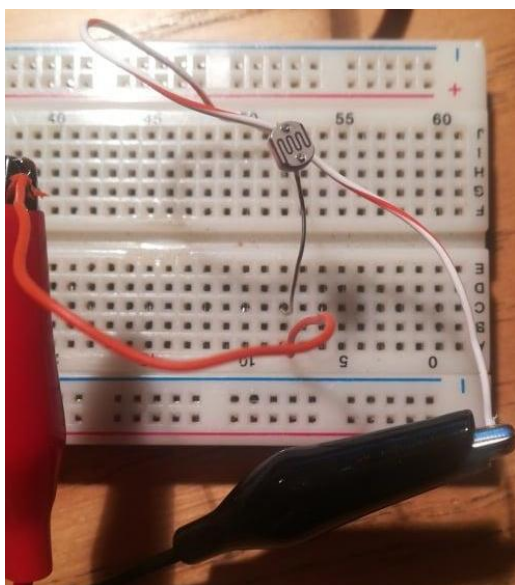
Μετατροπή Φυσικών Μεγεθών Σε Τάσεις

Βήμα 15

Το κύκλωμα θα αποτελείται από μία τάση τροφοδοτικού και απλώς μία φωτοαντίσταση. Η φωτοαντίσταση θα παραγάγει αντίσταση, ανάλογα με το φως. Οπότε, με σταθερό ρεύμα, το κύκλωμα θα παραγάγει τάση ανάλογα με το φως, αφού από τον νόμο του Ohm έχουμε ότι:
 $V = I \cdot R$.

Το κύκλωμα γίνεται πιο ευαίσθητο, όταν τοποθετήσουμε μία αντίσταση σε σειρά με τη φωτοαντίσταση.

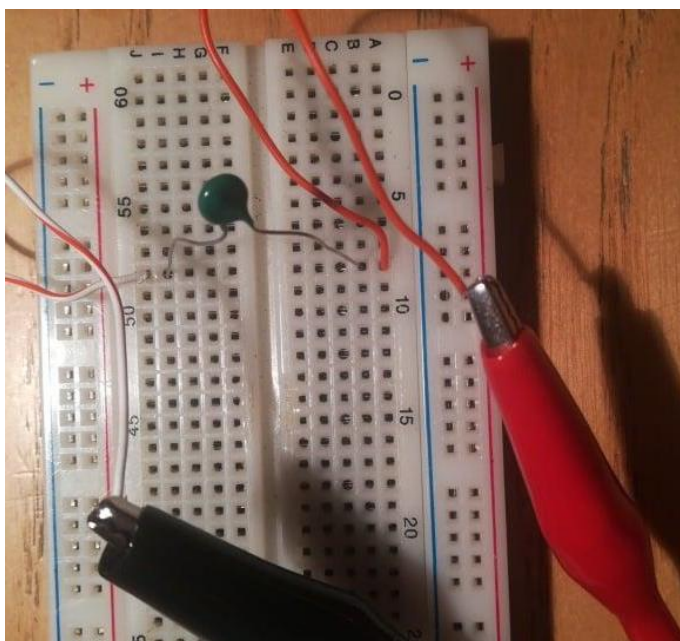
Η εκτελεσμένη κυκλωματική διάταξη παρατίθεται στην παρακάτω εικόνα:



Βήμα 16

Το κύκλωμα θα αποτελείται από μία τάση τροφοδοτικού και απλώς ένα θερμίστορ. Η φωτοαντίσταση θα παραγάγει αντίσταση, ανάλογα με τη θερμοκρασία. Οπότε, με σταθερό ρεύμα, το κύκλωμα θα παραγάγει τάση ανάλογα με το φως, αφού από τον νόμο του Ohm έχουμε ότι $V = I \cdot R$.

Η εκτελεσμένη κυκλωματική διάταξη παρατίθεται στην παρακάτω εικόνα:



Πείραμα 3

Ο παλμογράφος και η γεννήτρια κυματομορφών

Βήμα 3

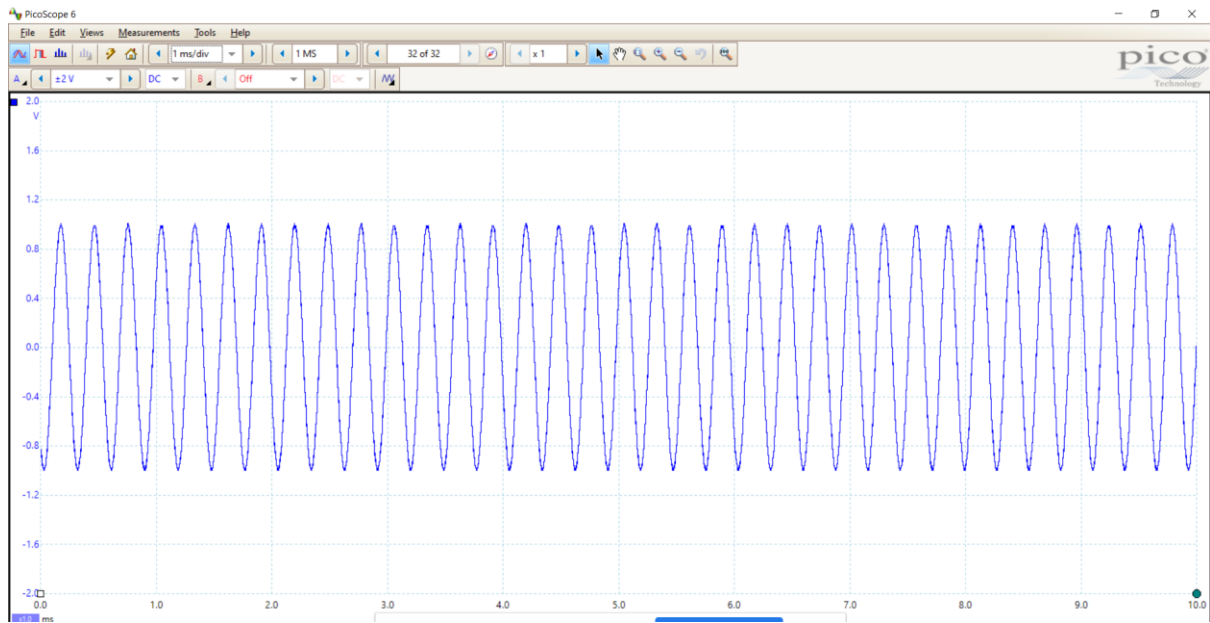
Συνδέουμε μέσω BNC τον παλμογράφο με το τροφοδοτικό και την γη του παλμογράφου με την γη του τροφοδοτικού και χρησιμοποιούμε σηματολήπτη x1 ώστε να μην εξασθενήσει σήμα.

Η κυματομορφή που προκύπτει είναι η παρακάτω:



Βήμα 6

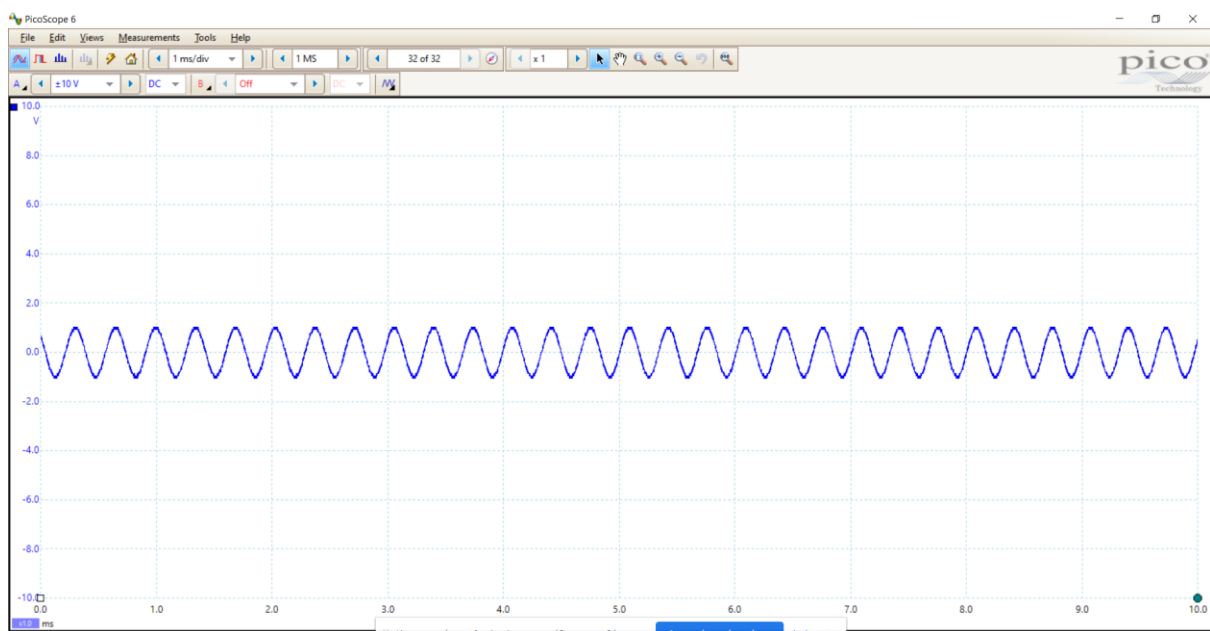
Έχοντας την τάση του τροφοδοτικού στα 12V και την ευαισθησία στα $\pm 2V$ και επιλέγοντας το ημιτονοειδές σήμα, προκύπτει το παρακάτω:



Τότε η ζητούμενη τάση θα ισούται με :

$$\text{Τάση(V)} = 10(\text{κουτάκια στον οριζόντιο}) * [2 - (-2)] * 1/10 = 4 \text{ V}$$

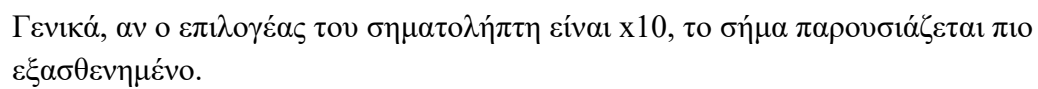
Αν ορίσουμε την ευαισθησία στα $\pm 12V$ προκύπτει το εξής:



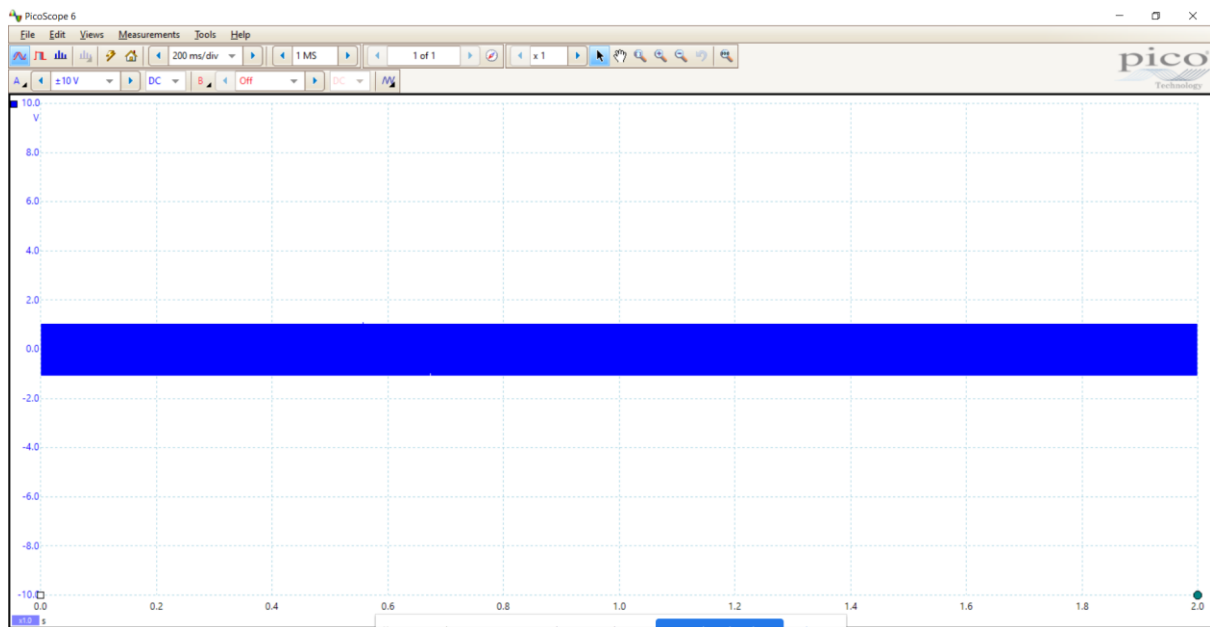
Παρατηρούμε ότι το πλάτος είναι σταθερό και ίσο με 1.

Βήμα 7

Επίσης, παρατηρούμε ότι εδώ το πλάτος V_{pp} είναι μικρότερο σε σχέση με την προηγούμενη κυματομορφή.



Η κατακόρυφη ευαισθησία είναι ρυθμισμένη στο 1 V/div και ο ρυθμός σάρωσης της είναι ρυθμισμένη στα 0.2 s/div. Με αυτές τις ρυθμίσεις, λαμβάνουμε την εξής κυματομορφή:



Παρατηρούμε ότι η κυματομορφή είναι πολύ πυκνή, γιατί απεικονίζεται τόσο “πυκνή” ώστε να μην διακρίνεται η ημιτονοειδής μορφή της.

Η κυματομορφή είναι σε αυτή τη μορφή, με άλλα λόγια, γιατί ο χρόνος ανά div είναι πολύ μικρός και δεν διακρίνονται καλά οι κορυφές της.

Σημείωση: Ενημερώνουμε ότι δεν είχαμε στη διάθεσή μας ηχείο για να εκτελέσουμε τα βήματα της υποπαραγράφου **Ακρόαση Των Σημάτων** που απαιτούσαν ηχείο.

Ακρόαση Των Σημάτων

Βήμα 19

Με σβηστή τη γεννήτρια κυματομορφών, θέτουμε το πλάτος σήματος στο ελάχιστο και ρυθμίζουμε τη συχνότητα στο 1 kHz. Ανάβοντας τη γεννήτρια, μεταβάλλουμε το πλάτος στην ελάχιστη τιμή που προσφέρει η γεννήτρια. Με αυτές τις ρυθμίσεις, λαμβάνουμε την παρακάτω ημιτονοειδής κυματομορφή.

