

Ο ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΟΗΜ

Εργαστηριακή άσκηση 2

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Ηλεκτρικό ρεύμα – Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος – Ηλεκτρική τάση – Αντίσταση αγωγού – Αντιστάτης

□ Στόχοι

1. Να αποκτήσεις την ικανότητα να συναρμολογείς απλά κυκλώματα ηλεκτρικού ρεύματος.
2. Να εξοικειωθείς με τη χρήση του πολύμετρου.
3. Να επιβεβαιώσεις πειραματικά το νόμο του Ohm σε έναν αντιστάτη.
4. Να διαπιστώνεις πειραματικά ότι η αντίσταση ενός λαμπτήρα δεν υπακούει στο νόμο του Ohm.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Όταν στα άκρα ενός αγωγού εφαρμόσουμε μια διαφορά δυναμικού, τότε από τον αγωγό διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (εφ' όσον η θερμοκρασία του αγωγού διατηρείται σταθερή) είναι ανάλογη της εφαρμοζόμενης τάσης:

$$I = \frac{V}{R}$$

Η πρόταση αυτή είναι γνωστή ως **νόμος του Ohm**.

Το πηλίκο της τάσης που υπάρχει στα άκρα ενός αγωγού προς την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται απ' αυτόν ονομάζεται **αντίσταση (R)** του αγωγού. Σύμφωνα με το νόμο του Ohm η αντίσταση ενός αγωγού είναι σταθερή (ανεξάρτητη της εφαρμοζόμενης τάσης).

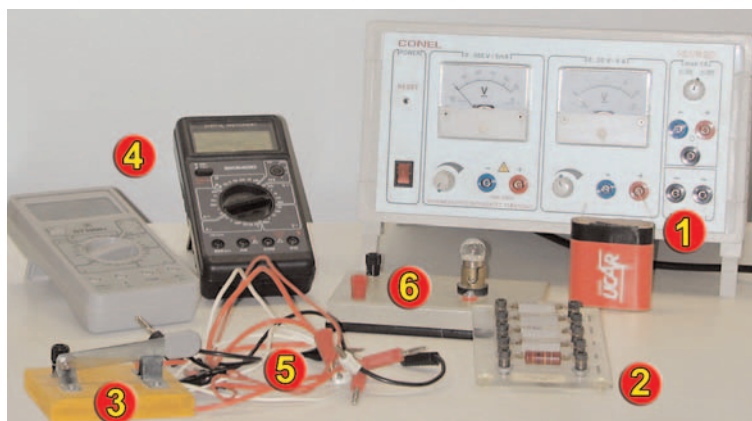
Ο νόμος του Ohm δεν ισχύει για όλους τους αγωγούς. Για παράδειγμα, μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε πειραματικά ότι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα λαμπτήρα **δεν** είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του.

Η κατηγορία των αγωγών για τους οποίους ισχύει ο νόμος του Ohm ονομάζονται **αντιστάτες**.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

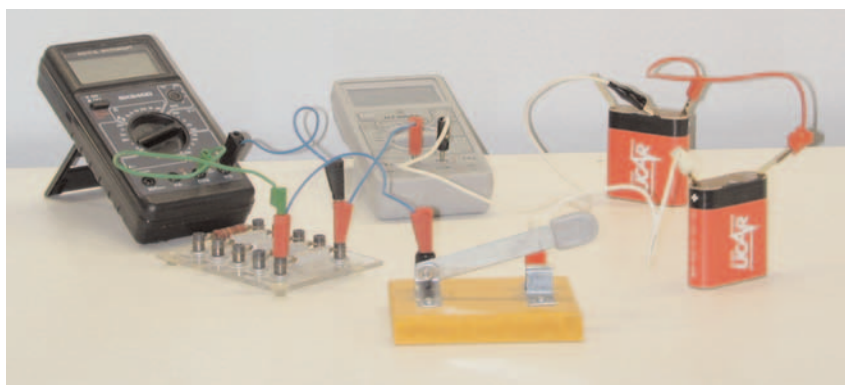
□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Τροφοδοτικό συνεχούς ρεύματος 0–12 V ή μπαταρία 4,5 V (1)
- ✓ Αντιστάτης 100 Ω (2)
- ✓ Διακόπτης (3)
- ✓ Δύο πολύμετρα εργαστηρίου (4)
- ✓ Καλώδια σύνδεσης (5)
- ✓ Λαμπάκι 6 Volt (6)



Εικόνα 1

1. Συναρμολόγησε το κύκλωμα της εικόνας 2.
2. Κάθε πλακέ μπαταρία των 4,5 V αποτελείται από τρία στοιχεία των 1,5 V το καθένα. Μετάβαλε την τάση της πηγής από 1,5 V έως 6 V, συνδέοντας διαδοχικά στο κύκλωμα το πρώτο στοιχείο, μετά και το δεύτερο, κ.ο.κ. Σημείωσε τις αντίστοιχες ενδείξεις του αμπερόμετρου και του βολτόμετρου στον πίνακα Α του φύλλου εργασίας.
3. Αντικατάστησε τον αντιστάτη με το λαμπάκι των 6 V και, επαναλαμβάνοντας την πειραματική διαδικασία που αναφέρεται στα προηγούμενα βήματα 1 και 2, συμπλήρωσε τον πίνακα Β του φύλλου εργασίας.



Εικόνα 2

ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΤΩΝ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

Εργαστηριακή άσκηση 4

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Αντιστάτης – Αντίσταση – Ηλεκτρική τάση – Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος – Ισοδύναμη αντίσταση

□ Στόχοι

1. Να αποκτήσεις την ικανότητα να συναρμολογείς απλά κυκλώματα που περιλαμβάνουν αντιστάτες, ηλεκτρική πηγή και όργανα μέτρησης.
2. Να συναρμολογείς απλό κύκλωμα που περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή και αντιστάτες συνδεδεμένους σε σειρά. Στο κύκλωμα αυτό να επιβεβαιώνεις πειραματικά ότι:
 - Σε κάθε σημείο του κυκλώματος η ένταση του ρεύματος έχει την ίδια τιμή.
 - Η τάση στους πόλους της πηγής είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων στα άκρα των αντιστατών.
3. Να μετράς την αντίσταση κάθε αντιστάτη, καθώς και την ολική (ισοδύναμη) αντίσταση του κυκλώματος και να επιβεβαιώνεις ότι στη σύνδεση σε σειρά η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεων των αντιστατών.
4. Να τεκμηριώνεις θεωρητικά ότι, όταν αυξάνεις τον αριθμό των αντιστατών που συνδέονται σε σειρά διατηρώντας την τάση στους πόλους της πηγής σταθερή, η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από το κύκλωμα ελαττώνεται. Να μπορείς να ελέγχεις πειραματικά την πρόβλεψή σου.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι να συνδέσουμε δύο ή περισσότερους αντιστάτες: σε σειρά και παράλληλα.

Στη σύνδεση σε σειρά οι αντιστάτες συνδέονται έτσι ώστε να διέρχεται απ' αυτούς πάντοτε το ίδιο (κοινό) ρεύμα. Η σύνδεση αντιστατών σε σειρά έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Απ' όλους τους αντιστάτες διέρχεται το ίδιο ρεύμα.
- Το άθροισμα των τάσεων στα άκρα των αντιστατών (πτώσεις τάσεων) είναι ίσο με την τάση στους πόλους της πηγής.
- Η **ολική (ισοδύναμη) αντίσταση** του κυκλώματος είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεων των αντιστατών.

$$R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Παρατήρησε ότι η αύξηση του αριθμού των αντιστατών αυξάνει τη συνολική αντίσταση του κυκλώματος.

Σύμφωνα με το νόμο του Ohm, η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από το κύκλωμα είναι:

$$I = \frac{V}{R_{ολ}}$$

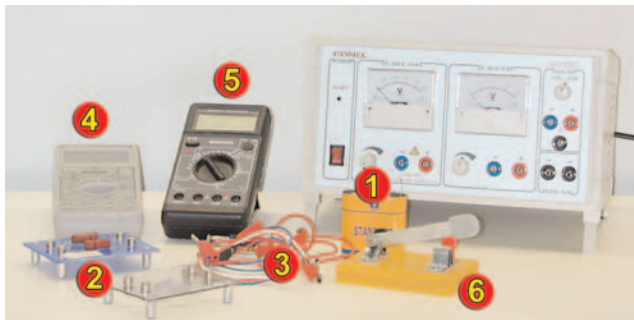
όπου V είναι η τάση στους πόλους της πηγής.

Από τις δύο προηγούμενες σχέσεις βλέπουμε ότι, όταν αυξάνουμε την ολική αντίσταση του κυκλώματος διατηρώντας την τάση της πηγής σταθερή, τότε η ένταση του ρεύματος ελαττώνεται.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

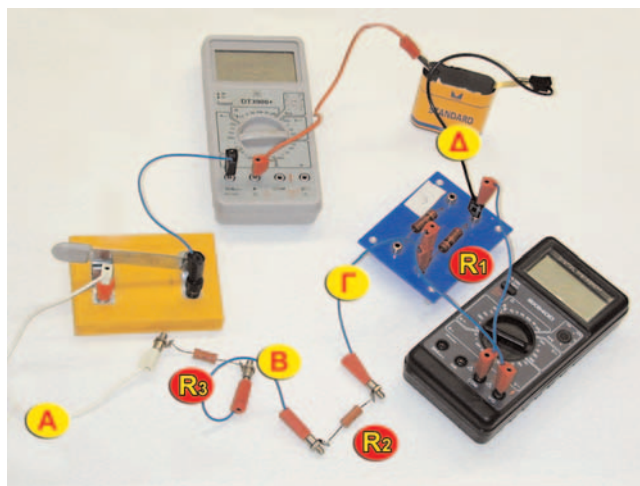
□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Τροφοδοτικό συνεχούς τάσης 0–5 V ή μπαταρία 4,5 V (1)
- ✓ Τέσσερις αντιστάτες (αντιστάσεων μεταξύ 10 και 50 Ω) (2)
- ✓ Καλώδια σύνδεσης (3)
- ✓ Πολύμετρο ή βολτόμετρο συνεχούς 0–5 V (4)
- ✓ Πολύμετρο ή αμπερόμετρο 0–1 A (5)
- ✓ Μαχαιρωτός διακόπτης (6)



Εικόνα 1

1. Συναρμολόγησε το κύκλωμα σύνδεσης τριών αντιστατών σε σειρά (εικόνα 2).



Εικόνα 2

2. Μέτρησε με το βολτόμετρο την τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη (εικόνα 2). Κατάγραψε τις τιμές των τάσεων στον πίνακα Α του φύλλου εργασίας.
3. Μέτρησε την τάση στα άκρα της πηγής και κατάγραφέ τη στον πίνακα Α.
4. Μέτρησε την ένταση του ρεύματος, τοποθετώντας το αμπερόμετρο διαδοχικά στις θέσεις α, β, γ και δ του κυκλώματος (εικόνα 2). Κατάγραψε τις τιμές των εντάσεων των ρευμάτων στον πίνακα Α του φύλλου εργασίας.

Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από κάθε αντιστάτη;

$$I_1 = \dots\dots\dots \text{ A} \quad I_2 = \dots\dots\dots \text{ A} \quad I_3 = \dots\dots\dots \text{ A}$$

Πόση είναι η ένταση ($I_{\text{πηγής}}$) του ρεύματος που διέρχεται από την ηλεκτρική πηγή;

$$I_{\text{πηγής}} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΤΩΝ

Εργαστηριακή άσκηση 5

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Ηλεκτρική τάση – Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος – Αντιστάτης – Αντίσταση – Ισοδύναμη ή ολική αντίσταση.

□ Στόχοι

1. Να αποκτήσεις την ικανότητα να συναρμολογείς απλά κυκλώματα που περιλαμβάνουν αντιστάτες, ηλεκτρική πηγή και όργανα μέτρησης.
2. Να συναρμολογείς απλό κύκλωμα που περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή και δύο αντιστάτες συνδεδεμένους παράλληλα. Στο κύκλωμα αυτό να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι:
 - α. Η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από την πηγή είναι ίση με το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων που διέρχονται από τους αντιστάτες.
 - β. Η τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη είναι ίση με την τάση στους πόλους της πηγής με την οποία συνδέονται.
3. Να μετράς την αντίσταση (R_1 και R_2) κάθε αντιστάτη, καθώς και την ισοδύναμη (ολική) αντίσταση του κυκλώματος και να επιβεβαιώσεις ότι στη σύνδεση σε σειρά η ολική αντίσταση ($R_{ολ}$) του κυκλώματος δίνεται από τη σχέση:

$$R_{ολικο} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

4. Να τεκμηριώνεις θεωρητικά ότι, όταν αυξάνεις τον αριθμό των αντιστατών που συνδέονται παράλληλα (διατηρώντας την τάση στους πόλους της πηγής σταθερή), η ένταση του ολικού ρεύματος που διέρχεται από το κύκλωμα αυξάνεται. Να μπορείς να ελέγχεις πειραματικά την πρόβλεψή σου.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι να συνδέσουμε δύο ή περισσότερους αντιστάτες: σε σειρά και παράλληλα.

Στην παράλληλη σύνδεση οι αντιστάτες συνδέονται έτσι ώστε τα άκρα τους να είναι κοινά. Η τάση είναι ίδια στα άκρα όλων των αντιστατών.

Σε ένα απλό κύκλωμα, όπου οι παράλληλα συνδεδεμένοι αντιστάτες συνδέονται με μια πηγή, η κοινή τάση των αντιστατών είναι ίση με την τάση της πηγής. Τα βασικά χαρακτηριστικά της παράλληλης σύνδεσης σε ένα τέτοιο κύκλωμα είναι τα ακόλουθα:

- Όλοι οι αντιστάτες έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους (που είναι ίση με την τάση στους πόλους της πηγής).
- Το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων που διέρχονται από τους αντιστάτες είναι ίσο με το ρεύμα που διέρχεται από την πηγή.
- Η ολική (ισοδύναμη) αντίσταση ($R_{ολ}$) ενός συστήματος παράλληλα συνδεδεμένων αντιστατών, που έχουν αντιστάσεις R_1, R_2, \dots κ.λπ., δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{1}{R_{ολική}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Παρατήρησε ότι, σύμφωνα με την παραπάνω σχέση, αν αυξήσουμε τον αριθμό των αντιστατών, το $\frac{1}{R_{ολική}}$ αυξάνεται. Επομένως το $R_{ολική}$ μειώνεται. Σύμφωνα με το νόμο του Ohm η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από την πηγή είναι:

$$I = \frac{V_{πηγής}}{R_{ολική}}$$

Βλέπουμε ότι, αν η τάση της πηγής είναι σταθερή, το ολικό ρεύμα I αυξάνεται. Επομένως, όταν προσθέτουμε αντιστάτες παράλληλα συνδεδεμένους και διατηρούμε σταθερή την τάση της πηγής, το ολικό ρεύμα αυξάνεται.

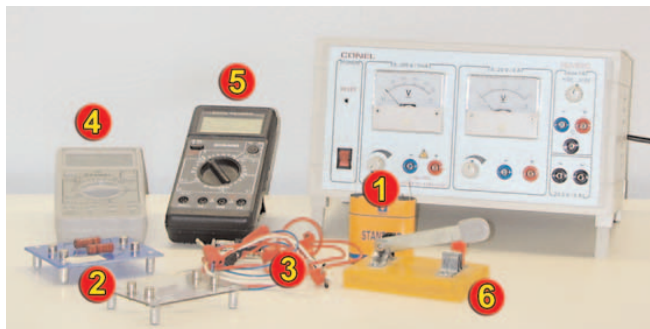
Από την άλλη πλευρά, η τάση κάθε αντιστάτη δεν μεταβάλλεται (αφού είναι ίση με την τάση της πηγής):

$$V_1 = V_2 = \dots = V_{πηγής}$$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

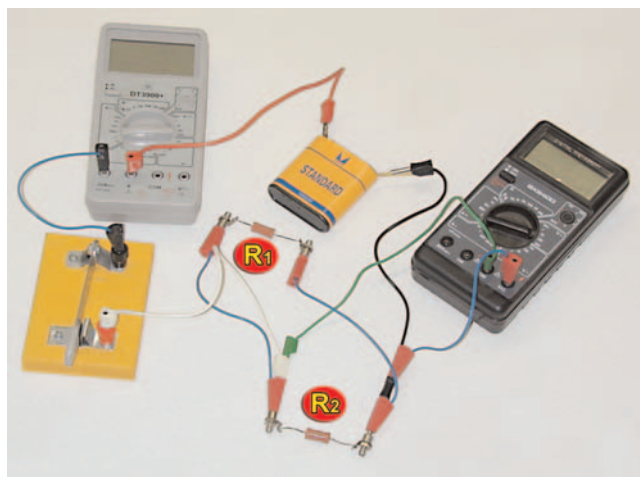
□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Τροφοδοτικό συνεχούς τάσης 0–5 V ή μπαταρία 4,5 V (1)
- ✓ Τρεις αντιστάτες (αντιστάσεων μεταξύ 10 και 50 Ω) (2)
- ✓ Καλώδια σύνδεσης (3)
- ✓ Πολύμετρο ή βολτόμετρο συνεχούς τάσης 0–5 V (4)
- ✓ Πολύμετρο ή αμπερόμετρο συνεχούς ρεύματος 0–1 A (5)
- ✓ Μαχαιρωτός διακόπτης (6)



Εικόνα 1

1. Συναρμολόγησε το κύκλωμα σύνδεσης δύο αντιστατών και πηγής παράλληλα συνδεδεμένων (εικόνα 2).



Εικόνα 2

2. Μέτρησε με το πολύμετρο/βολτόμετρο την τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη (εικόνα 2). Κατάγραψε τις τιμές των τάσεων στον πίνακα Α.
3. Μέτρησε την τάση στα άκρα της πηγής και κατάγραψε τη στον πίνακα Α.
4. Μέτρησε με το πολύμετρο/αμπερόμετρο την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη, καθώς και το ρεύμα που διέρχεται από την πηγή. Κατάγραψε τις τιμές των εντάσεων των ρευμάτων στον πίνακα Α του φύλλου εργασίας.

Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη;

$$I_1 = \dots\dots\dots \text{ A} \quad I_2 = \dots\dots\dots \text{ A}$$

Πόση είναι η ένταση ($I_{\text{πηγής}}$) του ρεύματος που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή;

$$I_{\text{πηγής}} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

ΔΙΑΚΟΠΗ ΚΑΙ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

Εργαστηριακή άσκηση 6

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος – Ανοιχτό και κλειστό κύκλωμα – Βραχυκύκλωμα – Ασφάλεια στο ηλεκτρικό κύκλωμα.

□ Στόχοι

1. Να αποκτήσεις την ικανότητα να συναρμολογείς απλά κυκλώματα που περιλαμβάνουν λαμπτήρες, ηλεκτρική πηγή και όργανα μέτρησης.
2. Να δείχνεις πειραματικά ότι, αν βραχυκυκλώσουμε δύο σημεία ενός κυκλώματος, τότε:
 - Από το βραχυκυκλωμένο τμήμα του κυκλώματος δεν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα.
 - Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται από την πηγή αυξάνεται σημαντικά.
3. Να τεκμηριώνεις θεωρητικά και να δείχνεις πειραματικά πώς λειτουργεί η ηλεκτρική ασφάλεια σ' ένα κύκλωμα.
4. Να διακρίνεις αν η διακοπή ρεύματος σε τμήμα κυκλώματος οφείλεται σε βραχυκύκλωμα ή σε άνοιγμα διακόπτη.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Όταν συνδέσουμε δύο σημεία (A και B) ενός κυκλώματος με ένα σύρμα, τότε σύμφωνα με το νόμο του Ohm από το σύρμα διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα έντασης:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

όπου V είναι η τάση μεταξύ των σημείων A και B του κυκλώματος και R η αντίσταση του σύρματος.

Από τη σχέση (1) βλέπουμε ότι, αν η αντίσταση R του σύρματος είναι πολύ μικρή, τότε η ένταση (I) του ρεύματος που διέρχεται απ' αυτό είναι πολύ μεγάλη.

Η μεγάλη αύξηση της έντασης του ρεύματος που διέρχεται από το σύρμα έχει δύο επακόλουθα:

- α. τη μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας του εξαιτίας του φαινομένου Joule και
- β. την αύξηση του συνολικού ρεύματος που διέρχεται από το κύκλωμα.

Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως **βραχυκύκλωμα**.

Όταν από ένα σύρμα διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, η θερμοκρασία του αυξάνεται (φαινόμενο Joule).

Έτσι, αν η ένταση του ρεύματος αυξηθεί πάρα πολύ, η θερμοκρασία του σύρματος είναι δυνατόν να φτάσει το σημείο τήξης του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένο με αποτέλεσμα να λιώσει.

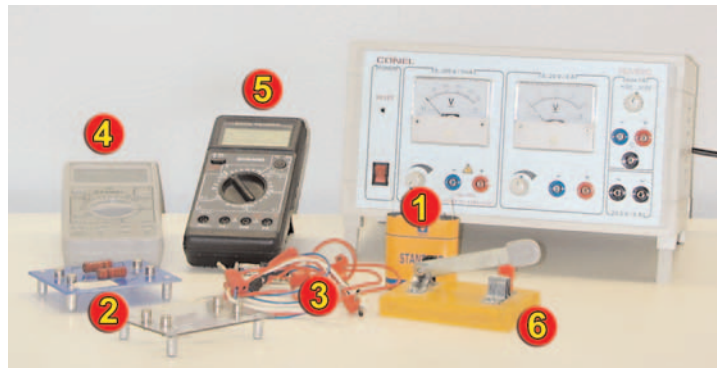
Αυτό το φαινόμενο το εκμεταλλευόμαστε στην κατασκευή των θερμικών ασφαλειών ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

Προκειμένου να προστατεύσουμε τις ηλεκτρικές συσκευές που συνδέονται σ' ένα κύκλωμα από την αύξηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος (που μπορεί, για παράδειγμα, να προκληθεί από ένα βραχυκύκλωμα), συνδέουμε σε σειρά με αυτές ένα εύτηκτο σύρμα. Όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος υπερβεί μια ορισμένη τιμή, το σύρμα λιώνει και το κύκλωμα είναι πλέον ανοιχτό. Επομένως η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος διακόπτεται.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

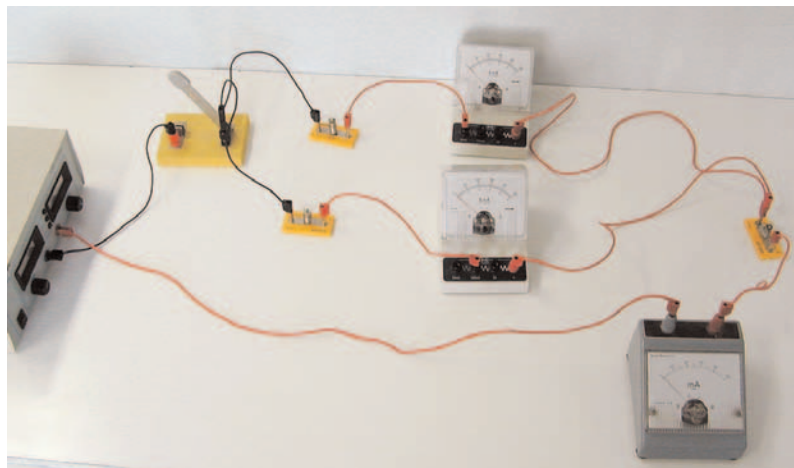
- ✓ Τροφοδοτικό συνεχούς τάσης 0–5 V (1)
- ✓ Τρία λαμπάκια 3,6 V – 0,5 W (2)
- ✓ Καλώδια σύνδεσης (3)
- ✓ Ένα πολύμετρο με χρήση βολτόμετρου (4)
- ✓ Τρία αμπερόμετρα συνεχούς ρεύματος με κλίμακα 0–1 A και 0–5 A (5)
- ✓ Ένας μαχαιρωτός διακόπτης (6)



Εικόνα 1

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Διακοπή της ροής του ηλεκτρικού ρεύματος σε κύκλωμα ή κλάδο κυκλώματος

1. Συναρμολόγησε το κύκλωμα που βλέπεις στην εικόνα 2.



Εικόνα 2

2. Κλείσε το διακόπτη και ρύθμισε την τάση της πηγής ώστε να φωτοβολούν και τα τρία λαμπάκια.
3. Πρόβλεψε τι θα συμβεί στη φωτοβολία των λαμπτήρων αν ξεβιδώσεις το λαμπάκι L_1 στο κύκλωμα που εικονίζεται στην εικόνα 2, σημειώνοντας ένα X στην κατάλληλη θέση του πίνακα Α του φύλλου εργασίας.

4. Επιβεβαίωσε πειραματικά τις προβλέψεις σου ξεβιδώνοντας το λαμπτήρα Λ_1 . Διόρθωσε τις λανθασμένες προβλέψεις που σημείωσες στον πίνακα Α του φύλλου εργασίας. Εξήγησε θεωρητικά τις μεταβολές που παρατήρησες στη φωτοβολία των λαμπτήρων.

.....

.....

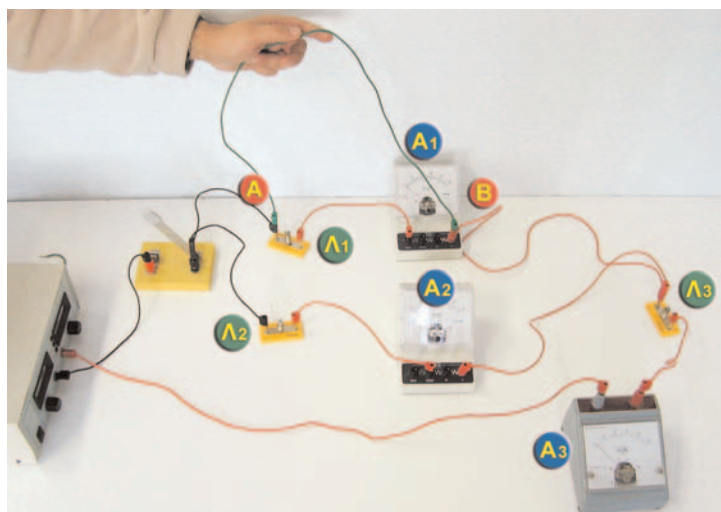
.....

.....

5. Πρόβλεψε τι θα συμβεί στη φωτοβολία των λαμπτήρων αν ξεβιδώσεις το λαμπάκι Λ_3 στο κύκλωμα που εικονίζεται στην εικόνα 2, σημειώνοντας ένα Χ στην κατάλληλη θέση του πίνακα Β του φύλλου εργασίας.
6. Επιβεβαίωσε πειραματικά τις προβλέψεις σου ξεβιδώνοντας το λαμπτήρα Λ_3 του κυκλώματος που έχεις συναρμολογήσει (εικόνα 2). Διόρθωσε τις λανθασμένες προβλέψεις που σημείωσες στον πίνακα Β.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Βραχυκύκλωμα

1. Συναρμολογήσε το κύκλωμα που βλέπεις στην εικόνα 3.



Εικόνα 3

2. Κλείσε το διακόπτη και ρύθμισε την τάση της πηγής ώστε να φωτοβολούν και τα τρία λαμπάκια.
3. Πρόβλεψε πώς θα μεταβληθούν οι φωτοβολίες των λαμπτήρων αν τα σημεία Α και Β του κυκλώματος της εικόνας 3 συνδεθούν με αγωγό αμελητέας αντίστασης (καλώδιο). Συμπλήρωσε τον πίνακα Γ του φύλλου εργασίας, σημειώνοντας (με μολύβι) ένα Χ στην αντίστοιχη θέση.
4. Επιβεβαίωσε πειραματικά τις προβλέψεις που κατέγραψες στον πίνακα Γ του φύλλου εργασίας, συνδέοντας ένα καλώδιο στις άκρες του λαμπτήρα Λ_1 (εικόνα 3). Διόρθωσε όπου υπάρχουν λάθη στον πίνακα Γ. Τεκμηρίωσε θεωρητικά τις μεταβολές που παρατήρησες στη φωτοβολία των λαμπτήρων.

.....

.....

.....

.....

5. Επανάλαβε τα βήματα 3 και 4 καταγράφοντας τώρα τις ενδείξεις των αμπερόμετρων. Συμπλήρωσε τον πίνακα Δ του φύλλου εργασίας.