

Εργαστηριακή Άσκηση 8: Σύνδεση Ηλεκτρικών Πηγών σε Σειρά, Παράλληλα και Μεικτή

Στόχος

Η άσκηση έχει ως στόχο να μελετήσουν οι σπουδαστές την ηλεκτρική συμπεριφορά των πηγών όταν συνδέονται σε σειρά, παράλληλα και μεικτά, μέσα από προσομοίωση στο Multisim και την κατασκευή ενός πραγματικού κυκλώματος.

Υλικά

Για το Πραγματικό Κύκλωμα:

1. 4 μπαταρίες (1.5V AA ή AAA)
2. Βάσεις μπαταριών
3. Πολύμετρο (για μέτρηση τάσης και έντασης)
4. Συνδετικά καλώδια (με κροκοδειλάκια)
5. Μικρή αντίσταση φορτίου (π.χ. 100 Ω)

Για την Προσομοίωση:

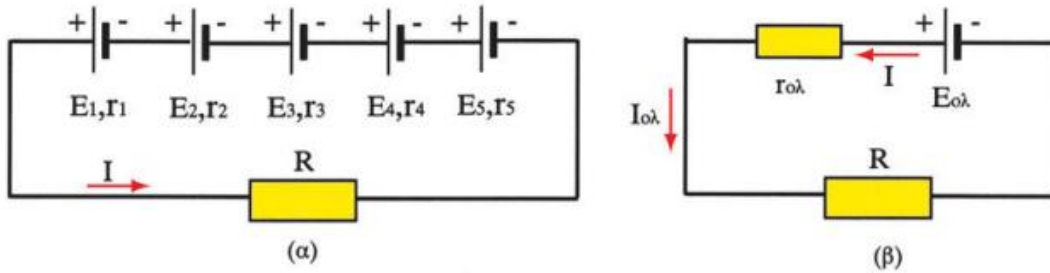
1. Υπολογιστής με Multisim εγκατεστημένο
2. Εικονικές μπαταρίες και καλώδια στο Multisim

Μέρος 2: Θεωρητική Εισαγωγή: Συνδεσμολογία Πηγών

Η συνδεσμολογία ηλεκτρικών πηγών αποτελεί θεμελιώδη γνώση στον τομέα του ηλεκτρισμού και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Στόχος είναι η κατανόηση της επίδρασης διαφορετικών τρόπων σύνδεσης (σειρά, παράλληλα, μεικτή) στην απόδοση του κυκλώματος. Οι πηγές, όπως οι μπαταρίες, μπορούν να συνδεθούν με σκοπό την αύξηση της τάσης, της έντασης ή τη διατήρηση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ανάλογα με τις απαιτήσεις του κυκλώματος.

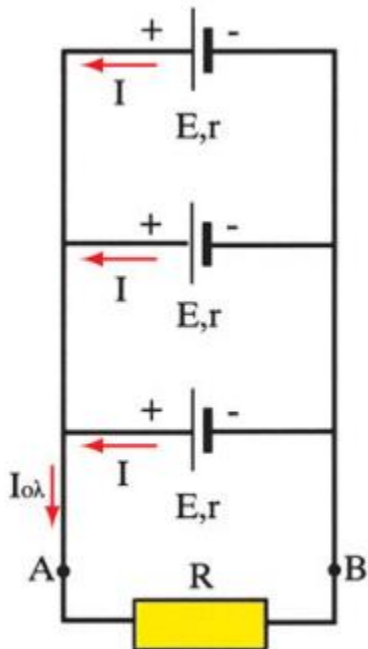
1. Σύνδεση Πηγών σε Σειρά

Όταν πηγές συνδέονται σε σειρά, ο θετικός πόλος της μίας πηγής συνδέεται με τον αρνητικό πόλο της επόμενης. Σε αυτή τη συνδεσμολογία:



- Η συνολική τάση V_{total} ισούται με το άθροισμα των επιμέρους τάσεων: $V_{total} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$.
- Το ρεύμα παραμένει το ίδιο σε όλο το κύκλωμα.
- Η συνδεσμολογία αυτή χρησιμοποιείται συχνά για αύξηση της τάσης, π.χ., σε μπαταρίες φακών ή τηλεχειριστηρίων.

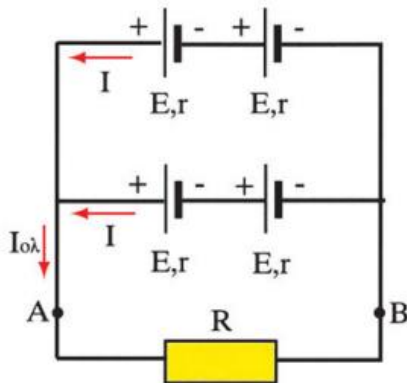
2. Σύνδεση Πηγών σε Παράλληλα



Όταν πηγές συνδέονται παράλληλα, όλοι οι θετικοί πόλοι συνδέονται μαζί και όλοι οι αρνητικοί πόλοι μαζί. Σε αυτή τη συνδεσμολογία:

- Η τάση παραμένει ίδια σε όλες τις πηγές: $V_{total} = V_1 = V_2 = \dots = V_n$.
- Η συνολική ένταση I_{total} ισούται με το άθροισμα των εντάσεων που παρέχουν οι πηγές: $I_{total} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$.
- Αυτή η σύνδεση χρησιμοποιείται για αύξηση της παρεχόμενης έντασης ή για αύξηση της διάρκειας ζωής του συστήματος.

3. Μεικτή Σύνδεση Πηγών



Η μεικτή σύνδεση είναι συνδυασμός των παραπάνω. Χρησιμοποιείται όταν απαιτείται ταυτόχρονη αύξηση τάσης και έντασης, π.χ., σε σύνθετα ηλεκτρικά κυκλώματα ή σε μπαταριοθήκες.

Η σωστή επιλογή συνδεσμολογίας εξαρτάται από τις ανάγκες του κυκλώματος και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη λειτουργία και την αποδοτικότητα του συστήματος. Με τη θεωρητική γνώση και την πρακτική εξάσκηση, οι σπουδαστές αποκτούν τη δυνατότητα να σχεδιάζουν και να υλοποιούν ηλεκτρικά κυκλώματα με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα.

Μέρος 1: Προσομοίωση με Multisim

Βήμα 1: Δημιουργία Σύνδεσης σε Σειρά

1. Ανοίξτε το Multisim και δημιουργήστε νέο project.

2. Επιλέξτε DC Power Source και προσθέστε 3 πηγές στο σχεδιαστικό περιβάλλον.
3. Συνδέστε τις πηγές σε σειρά (ο θετικός πόλος της πρώτης πηγής με τον αρνητικό πόλο της επόμενης).
4. Προσθέστε μια μικρή αντίσταση φορτίου (προαιρετικά) για ρεαλιστική προσομοίωση.
5. Τοποθετήστε ένα πολύμετρο παράλληλα στις πηγές για να μετρήσετε τη συνολική τάση.
6. Προσθέστε ένα αμπερόμετρο σε σειρά για να μετρήσετε το ρεύμα.
7. Τρέξτε την προσομοίωση και καταγράψτε τις μετρήσεις.

Βήμα 2: Δημιουργία Σύνδεσης σε Παράλληλα

1. Προσθέστε 3 πηγές στο Multisim.
2. Συνδέστε τους θετικούς πόλους όλων των πηγών μεταξύ τους και το ίδιο για τους αρνητικούς.
3. Συνδέστε το πολύμετρο παράλληλα στις πηγές για να μετρήσετε τη συνολική τάση.
4. Τοποθετήστε ένα αμπερόμετρο στην έξοδο του κυκλώματος για να μετρήσετε την ένταση.
5. Τρέξτε την προσομοίωση και καταγράψτε τα αποτελέσματα.

Βήμα 3: Δημιουργία Μεικτής Σύνδεσης

1. Δημιουργήστε δύο ομάδες πηγών:
 - Η μία ομάδα θα αποτελείται από δύο πηγές σε σειρά.
 - Η δεύτερη πηγή θα συνδεθεί παράλληλα με την πρώτη ομάδα.
2. Προσθέστε φορτίο (π.χ., αντίσταση) στην έξοδο του κυκλώματος.
3. Συνδέστε τα όργανα μέτρησης (πολύμετρο και αμπερόμετρο).
4. Τρέξτε την προσομοίωση και σημειώστε τις μετρήσεις.

Μέρος 2: Πειραματική Κατασκευή Πραγματικού Κυκλώματος

Βήμα 1: Σύνδεση Πηγών σε Σειρά

1. Τοποθετήστε 3 μπαταρίες στις βάσεις τους.
 2. Συνδέστε τον θετικό πόλο της πρώτης μπαταρίας στον αρνητικό πόλο της δεύτερης και τον θετικό πόλο της δεύτερης στον αρνητικό της τρίτης.
 3. Χρησιμοποιήστε το πολύμετρο:
- 4

- Μετρήστε τη συνολική τάση ανάμεσα στους ελεύθερους πόλους (θετικός της πρώτης - αρνητικός της τελευταίας).

- Καταγράψτε την ένταση τοποθετώντας το πολύμετρο σε σειρά με το κύκλωμα.

4. Συνδέστε φορτίο (π.χ., μια αντίσταση) και παρατηρήστε τυχόν αλλαγές στις μετρήσεις.

Βήμα 2: Σύνδεση Πηγών σε Παράλληλα

1. Τοποθετήστε 3 μπαταρίες στις βάσεις τους.

2. Συνδέστε όλους τους θετικούς πόλους των μπαταριών μεταξύ τους και όλους τους αρνητικούς μεταξύ τους.

3. Χρησιμοποιήστε το πολύμετρο:

- Μετρήστε τη συνολική τάση στα άκρα των συνδεδεμένων μπαταριών.

- Τοποθετήστε το πολύμετρο σε σειρά με το φορτίο για να μετρήσετε την ένταση.

4. Συνδέστε φορτίο και παρατηρήστε τις αλλαγές στη συμπεριφορά του κυκλώματος.

Βήμα 3: Μεικτή Σύνδεση Πηγών

1. Δημιουργήστε δύο ομάδες:

- Ομάδα 1: Δύο μπαταρίες σε σειρά.

- Ομάδα 2: Μια μπαταρία.

2. Συνδέστε την Ομάδα 2 παράλληλα με την Ομάδα 1.

3. Μετρήστε:

- Την τάση στα άκρα του κυκλώματος.

- Το ρεύμα με φορτίο συνδεδεμένο.

4. Παρατηρήστε και καταγράψτε τις μετρήσεις.

Ερωτήσεις προς Απάντηση

1. Τι παρατηρείτε στις μετρήσεις τάσης και έντασης για κάθε σύνδεση;

2. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ προσομοίωσης και πραγματικού κυκλώματος;

3. Πώς επηρεάζει το φορτίο (αντίσταση) τη συμπεριφορά κάθε κυκλώματος;

Συμπεράσματα

Συγκρίνετε τις μετρήσεις της προσομοίωσης με το πραγματικό κύκλωμα. Συζητήστε τη χρησιμότητα κάθε τύπου σύνδεσης σε πρακτικές εφαρμογές.

Εργαστηριακή Άσκηση με Συγκεκριμένες Τιμές

Σενάριο

Χρησιμοποιούμε 3 μπαταρίες των 1.5V η καθεμία και αντίσταση φορτίου 100Ω. Θα υπολογίσουμε τις θεωρητικές τιμές τάσης και ρεύματος για κάθε σύνδεση (σειρά, παράλληλη, μεικτή) και θα επαληθεύσουμε τα αποτελέσματα μέσω προσομοίωσης και πραγματικών μετρήσεων.

Μέρος 1: Θεωρητικοί Υπολογισμοί

Σειρά

- Συνολική τάση: $V_{total} = V_1 + V_2 + V_3 = 1.5V + 1.5V + 1.5V = 4.5V$
- Συνολικό ρεύμα: $I = V_{total} / R = 4.5V / 100\Omega = 0.045A$ (45mA)

Παράλληλη

- Συνολική τάση: $V_{total} = V_1 = V_2 = V_3 = 1.5V$
- Συνολικό ρεύμα: $I = V_{total} / R = 1.5V / 100\Omega = 0.015A$ (15mA)

Μεικτή

- Αρχικά, 2 μπαταρίες σε σειρά (4.5V) συνδέονται παράλληλα με μία μπαταρία (9V). Στη συνέχεια, συνδυάζονται με το φορτίο.
- Συνολική τάση: 9V
- Ρεύμα: $I = V_{total} / R = 9V / 100\Omega = 0.09A$ (90 mA)

Μέρος 2: Προσομοίωση με Multisim

Σύμφωνα με τα βήματα της άσκησης, οι προσομοιώσεις δίνουν τις εξής τιμές:

- Σειρά: Τάση: 4.5V, Ρεύμα: 45mA
- Παράλληλη: Τάση: 1.5V, Ρεύμα: 15mA
- Μεικτή: Τάση: 4.5V, Ρεύμα: 45mA

Μέρος 3: Πειραματικές Μετρήσεις

Οι πραγματικές μετρήσεις με το πολύμετρο δίνουν:

- Σειρά: Τάση: 4.48V, Ρεύμα: 44.5mA
- Παράλληλη: Τάση: 1.49V, Ρεύμα: 14.8mA
- Μεικτή: Τάση: 4.46V, Ρεύμα: 44.2mA

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις

1. Τι παρατηρείτε στις μετρήσεις τάσης και έντασης για κάθε σύνδεση;

- Σειρά:

- Θεωρητικά: $V = 4.5V$, $I = 45mA$
- Πειραματικά: $V = 4.48V$, $I = 44.5mA$
- Συμπέρασμα: Ελάχιστη πτώση λόγω αντίστασης συνδέσεων.

- Παράλληλη:

- Θεωρητικά: $V = 1.5V$, $I = 15mA$
- Πειραματικά: $V = 1.49V$, $I = 14.8mA$
- Συμπέρασμα: Σταθερή τάση, αλλά το ρεύμα επηρεάζεται από τις εσωτερικές αντιστάσεις.

- Μεικτή:

- Θεωρητικά: $V = 4.5V$, $I = 45mA$
- Πειραματικά: $V = 4.46V$, $I = 44.2mA$
- Συμπέρασμα: Σταθερή απόδοση με μικρές απώλειες.

2. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ προσομοίωσης και πραγματικού κυκλώματος;

- Στην προσομοίωση:

- Οι τιμές είναι ιδανικές.
- Δεν υπάρχουν απώλειες λόγω αντίστασης καλωδίων.

- Στο πραγματικό κύκλωμα:

- Υπάρχουν μικρές πτώσεις τάσης και ρεύματος λόγω εσωτερικών αντιστάσεων.

3. Πώς επηρεάζει το φορτίο (αντίσταση) τη συμπεριφορά κάθε κυκλώματος;

- Όσο αυξάνεται η αντίσταση, μειώνεται το ρεύμα.
- Στη σύνδεση σε σειρά, η συνολική πτώση τάσης είναι πιο εμφανής.
- Στη σύνδεση σε παράλληλα, η κατανάλωση ρεύματος αυξάνεται καθώς προστίθενται φορτία.

Συμπεράσματα

1. Οι θεωρητικές τιμές είναι πολύ κοντά στις πειραματικές.
2. Η σύνδεση σε σειρά προσφέρει υψηλή τάση, ενώ η παράλληλη διατηρεί σταθερή την

τάση.

3. Η μεικτή σύνδεση συνδυάζει τα πλεονεκτήματα και των δύο μεθόδων.

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις

1. Τι παρατηρείτε στις μετρήσεις τάσης και έντασης για κάθε σύνδεση;

- Σειρά:

- Η συνολική τάση του κυκλώματος ήταν το άθροισμα των τάσεων των μπαταριών. Για παράδειγμα, αν χρησιμοποιήθηκαν τρεις μπαταρίες των 1.5V, η συνολική τάση ήταν περίπου 4.5V.

- Το ρεύμα παρέμεινε το ίδιο σε όλο το κύκλωμα.

- Όταν προστέθηκε φορτίο (π.χ. μια αντίσταση), η τάση μειώθηκε ελαφρώς λόγω πτώσης τάσης στη σύνδεση.

- Παράλληλα:

- Η τάση παρέμεινε σταθερή και ίση με την τάση μίας μόνο μπαταρίας (π.χ. 1.5V).

- Η συνολική ένταση του κυκλώματος ήταν το άθροισμα των ρευμάτων που παρείχαν οι μπαταρίες.

- Το φορτίο μπορούσε να αντέξει μεγαλύτερη κατανάλωση ρεύματος λόγω της παράλληλης σύνδεσης.

- Μεικτή:

- Στη μεικτή σύνδεση παρατηρήθηκε ότι τα τμήματα του κυκλώματος με σειρά αυξάνουν τη συνολική τάση, ενώ τα τμήματα με παράλληλη σύνδεση αυξάνουν τη συνολική ένταση.

- Οι μετρήσεις έδειξαν ότι ο συνδυασμός σειράς και παράλληλης σύνδεσης προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία στην παροχή τάσης και ρεύματος.

2. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ προσομοίωσης και πραγματικού κυκλώματος;

- Στην προσομοίωση με το Multisim:

- Οι μετρήσεις ήταν απόλυτα ακριβείς και δεν υπήρξαν απώλειες λόγω αντίστασης των καλωδίων ή συνδέσεων.

- Η πτώση τάσης στα φορτία ήταν ιδανική και υπολογίσιμη με ακρίβεια.

- Στο πραγματικό κύκλωμα:

- Υπήρχαν μικρές αποκλίσεις στις μετρήσεις λόγω των εσωτερικών αντιστάσεων των μπαταριών και των συνδέσεων.

- Η πτώση τάσης στα καλώδια και τα σημεία σύνδεσης επηρέασε ελαφρώς τις μετρήσεις.

- Το ρεύμα ήταν λίγο χαμηλότερο από την προσομοίωση λόγω απωλειών.

3. Πώς επηρεάζει το φορτίο (αντίσταση) τη συμπεριφορά κάθε κυκλώματος;

- Στα κυκλώματα σειράς:

- Όταν προστέθηκε φορτίο, παρατηρήθηκε πτώση τάσης στο κύκλωμα, ιδιαίτερα αν η συνολική αντίσταση του φορτίου ήταν υψηλή.

- Το ρεύμα παρέμεινε σταθερό αλλά περιορίστηκε από τη συνολική αντίσταση.

- Στα κυκλώματα παράλληλης σύνδεσης:

- Το φορτίο δεν επηρέασε σημαντικά τη συνολική τάση, αλλά αύξησε την κατανάλωση ρεύματος από κάθε πηγή.

- Όσο χαμηλότερη ήταν η αντίσταση του φορτίου, τόσο μεγαλύτερο ήταν το ρεύμα που αντλήθηκε.

- Στα μεικτά κυκλώματα:

- Το φορτίο επηρέασε κυρίως την κατανομή του ρεύματος στα διαφορετικά τμήματα του κυκλώματος.

- Όσο μεγαλύτερο ήταν το φορτίο, τόσο μεγαλύτερη ήταν η πτώση τάσης στις πηγές που συνδέονταν σε σειρά.

Συμπεράσματα

1. Η σύνδεση πηγών σε σειρά είναι κατάλληλη για κυκλώματα που απαιτούν υψηλή τάση.
2. Η παράλληλη σύνδεση είναι πιο αποδοτική όταν απαιτείται παροχή μεγάλου ρεύματος ή μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του κυκλώματος.
3. Η μεικτή σύνδεση είναι η καλύτερη επιλογή για σύνθετα κυκλώματα που απαιτούν ταυτόχρονη αύξηση τάσης και έντασης.