

2.5 Εφαρμογές αρχών διατήρησης στη μελέτη απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων

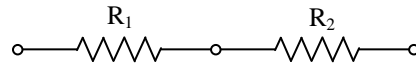
ΟΡΙΣΜΟΙ

Σύστημα (συνδεσμολογία) αντιστατών ονομάζεται ένα σύνολο αντιστατών που τους έχουμε συνδέσει με οποιονδήποτε τρόπο, δηλαδή με σύνδεση σε σειρά, με παράλληλη σύνδεση ή με μεικτή σύνδεση.

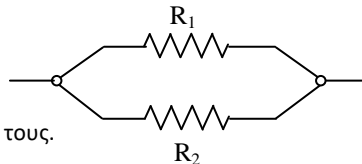
Ολική ή ισοδύναμη αντίσταση $R_{ολ}$ ή $R_{ισ}$ ενός συστήματος (συνδεσμολογίας) δυο ή περισσότερων αντιστατών με δυο ακροδέκτες ονομάζεται η αντίσταση του αντιστάτη που μπορεί να αντικαταστήσει ισοδύναμα το σύστημα, που σημαίνει ότι, αν στα άκρα του εφαρμόσουμε την ίδια τάση $V_{ολ}$ με αυτήν που εφαρμόζουμε στα άκρα του συστήματος, αυτός θα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα ίδιας έντασης $I_{ολ}$ με αυτό που διαρρέει το

σύστημα. Δηλαδή: $R_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{I_{ολ}}$.

Σύνδεση αντιστατών σε σειρά ονομάζεται η συνδεσμολογία κατά την οποία οι αντιστάτες είναι διαδοχικοί, δηλαδή ένας μόνο ακροδέκτης ενός αντιστάτη συνδέεται με έναν μόνο του επόμενου και δεν υπάρχει μεταξύ τους διακλάδωση ρεύματος. (ΚΑΝΟΥΜΕ ΤΟ ΑΠΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑ 1).



Παράλληλη σύνδεση αντιστατών ονομάζεται η συνδεσμολογία κατά την οποία οι ακροδέκτες όλων των αντιστατών συνδέονται σε δυο κοινά σημεία, οπότε όλοι οι αντιστάτες έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους. (ΚΑΝΟΥΜΕ ΤΟ ΑΠΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑ 2).



ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

Η ισοδύναμη αντίσταση δύο ή περισσότερων αντιστατών που συνδέονται σε **σειρά** είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεών τους, δηλαδή $R_{ολ} = R_1 + R_2 + \dots$.

Το αντίστροφο της ισοδύναμης αντίστασης δύο ή περισσότερων αντιστατών που συνδέονται **παράλληλα** είναι ίσο με το άθροισμα των αντιστρόφων των αντιστάσεών τους, δηλαδή

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \quad \text{Εύκολα βρίσκουμε ότι για δυο αντιστάτες είναι} \quad R_{ολ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

ΑΠΛΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

Σημείωση: Αν δεν διαθέτουμε τα υλικά, κάνουμε τα πειράματα εικονικά στην εργαλειοθήκη κυκλωμάτων του Phet: <https://phet.colorado.edu/el/simulations/circuit-construction-kit-dc>.

1. Σύγκριση φωτοβολίας δυο λαμπτήρων σε σειρά, με τη φωτοβολία ενός λαμπτήρα, όταν στα άκρα τους εφαρμόζεται η ίδια τάση. Συνδέουμε μια μπαταρία των 4,5 V με δυο λαμπάκια πυράκτωσης των 4,8 V σε σειρά. Τα λαμπάκια φωτοβολούν. Στη συνέχεια συνδέουμε τη μπαταρία με ένα λαμπάκι και αυτό φωτοβολεί περισσότερο.

Απλή ερμηνεία: Όταν έχουμε έναν λαμπτήρα, στα άκρα του οποίου εφαρμόζεται συγκεκριμένη τάση και συνδέουμε σε σειρά έναν δεύτερο όμοιο λαμπτήρα, τότε η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι μεγαλύτερη (διπλάσια) και, σύμφωνα με τον νόμο του Ohm, η ένταση του ρεύματος που τους διαρρέει θα είναι μικρότερη (η μισή). Δεδομένου ότι και η τάση μοιράζεται εξίσου στους δυο όμοιους λαμπτήρες, συμπεραίνουμε ότι ο καθένας θα φωτοβολεί λιγότερο από τον αρχικό. Αντίστροφα, αν αφαιρέσουμε τον έναν από δυο λαμπτήρες συνδεδεμένους σε σειρά, τότε αυτός που μένει θα φωτοβολεί περισσότερο.

2. Σύγκριση φωτοβολίας δυο λαμπτήρων που συνδέονται παράλληλα, με τη φωτοβολία ενός λαμπτήρα, όταν στα άκρα τους εφαρμόζεται η ίδια τάση. Συνδέουμε μια μπαταρία των 4,5 V με ένα λαμπάκι πυράκτωσης των 4,8 V. Το λαμπάκι φωτοβολεί. Στη συνέχεια συνδέουμε παράλληλα ένα δεύτερο ίδιο λαμπάκι και παρατηρούμε ότι φωτοβολούν το ίδιο με το ένα λαμπάκι που είχαμε πριν.

Απλή ερμηνεία: Όταν έχουμε έναν λαμπτήρα, στα άκρα του οποίου εφαρμόζεται συγκεκριμένη τάση και συνδέουμε παράλληλα έναν δεύτερο όμοιο λαμπτήρα, τότε η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι μικρότερη (μισή) και η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα θα είναι μεγαλύτερη (διπλάσια). Δεδομένου ότι η ένταση μοιράζεται εξίσου στους δυο όμοιους λαμπτήρες, συμπεραίνουμε ότι από τον καθένα θα περνάει το ίδιο ρεύμα με τον αρχικό και επειδή η τάση στον καθένα είναι ίδια (και ίση με την ολική), οι δυο λαμπτήρες θα φωτοβολούν το ίδιο με τον αρχικό.

ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...

1. Γιατί συνδυάζουμε τους αντιστάτες με διάφορους τρόπους στα ηλεκτρικά κυκλώματα;
2. Πόσες «διαδρομές» ρεύματος διατίθενται στην σύνδεση σε σειρά και στην παράλληλη σύνδεση;
3. Γιατί οι εντοιχισμένοι διακόπτες και οι πρίζες στα σπίτια συνδέονται παράλληλα;

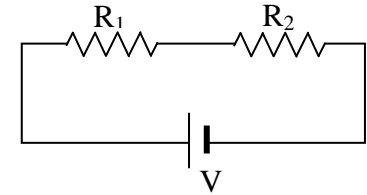
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Χαρακτηρίστε τις προτάσεις σωστές ή λανθασμένες:

- α) Σε μια σύνδεση αντιστατών σε σειρά, οι αντιστάτες διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.
β) Σε μια παράλληλη σύνδεση αντιστατών με αντιστάσεις R_1 και R_2 , για την ολική αντίσταση ισχύει $R_{ολ} = R_1 + R_2$.
γ) Αν συνδέσουμε δυο αντιστάτες με αντιστάσεις 10Ω παράλληλα, η ισοδύναμη αντίσταση θα είναι 5Ω .

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

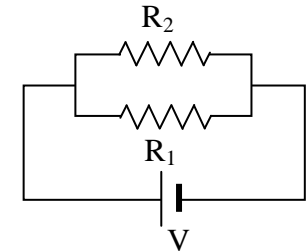
1. Στο κύκλωμα του σχήματος γνωρίζουμε ότι $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$ και $V = 75 \text{ V}$. Να υπολογίσετε:
α) Την ολική αντίσταση του κυκλώματος.
β) Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.



2. Δυο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 10 \Omega$ και $R_2 = 5 \Omega$ συνδέονται σε σειρά και τροφοδοτούνται από πηγή τάσης $V = 30 \text{ V}$.
α) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα.
β) Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αντιστάτες.

3. Δυο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 20 \Omega$ και $R_2 = 30 \Omega$ συνδέονται με μια μπαταρία και διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα ίδιας έντασης $I = 2 \text{ A}$.
α) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα.
β) Να βρείτε την τάση της μπαταρίας.

4. Στο ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος οι αντιστάτες έχουν αντιστάσεις $R_1 = 5 \Omega$ και $R_2 = 20 \Omega$ και η τάση στα άκρα της πηγής είναι $V = 2 \text{ V}$. Να υπολογίσετε:
α) Την ολική αντίσταση του κυκλώματος.
β) Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή.



5. Δυο αντιστάτες που έχουν αντιστάσεις $R_1 = 3 \Omega$ και $R_2 = 6 \Omega$ συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα. Στα άκρα της συνδεσμολογίας συνδέεται πηγή τάσης $V = 12 \text{ V}$.
α) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα.
β) Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

6. Ένα κύκλωμα αποτελείται από μπαταρία και δυο λαμπάκια αντιστάσεων $R_1 = 10 \Omega$ και $R_2 = 15 \Omega$ που συνδέονται παράλληλα και ανάβουν κανονικά. Η μπαταρία διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 2 \text{ A}$.
α) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα.
β) Πόση είναι η ολική αντίσταση του κυκλώματος;
γ) Πόση είναι η τάση της μπαταρίας;

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ «ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...»

1. Κατά τον σχεδιασμό ποικίλων κυκλωμάτων, από το πιο απλό μέχρι το περισσότερο σύνθετο, ενδιαφέρει τόσο ο υπολογισμός του ρεύματος που δημιουργείται στο κάθε στοιχείο ή σε κάποιο τμήμα του κυκλώματος, όσο και η τάση στα άκρα κάθε στοιχείου. Αυτό το ρυθμίζουμε συνήθως με την παρεμβολή ενός ή περισσότερων αντιστάτων. Υπάρχει όμως μια δυσκολία. Οι αντιστάτες του εμπορίου έχουν τιμές αντίστασης που δε συμπίπτουν πάντα με αυτές που απαιτεί η εργασία μας. Αυτός είναι ο λόγος που συνδυάζουμε τους διαθέσιμους αντιστάτες με λίγο ή πολύ σύνθετους τρόπους έτσι ώστε η συνολική τους αντίσταση να έχει την επιθυμητή τιμή. Γενικά, αν θέλουμε να αυξήσουμε την αντίσταση σε ένα τμήμα κυκλώματος, συνδέουμε αντιστάτες σε σειρά, ενώ αν θέλουμε να τη μειώσουμε, συνδέουμε αντιστάτες παράλληλα.

2. Χαρακτηριστικό της σύνδεσης σε σειρά είναι ότι για το (ίδιο) ρεύμα που διέρχεται από τους αντιστάτες, υπάρχει μια και μοναδική διαδρομή. Έτσι, αν δημιουργήσουμε ένα κύκλωμα με πηγή και δυο λαμπτήρες σε σειρά, τότε με την αφαίρεση του ενός λαμπτήρα, παύει να φωτοβολεί και ο άλλος.

Στην παράλληλη σύνδεση, εκτός από την κοινή τάση που υπάρχει στους αντιστάτες, βασικό χαρακτηριστικό της είναι και ότι υπάρχουν περισσότερες από μια διαδρομές για το ρεύμα που διέρχεται από το σύστημα (το οποίο ισούται με το άθροισμα των επιμέρους ρευμάτων). Έτσι, αν δημιουργήσουμε ένα κύκλωμα με πηγή και δυο λαμπτήρες συνδεδεμένους παράλληλα, τότε αυτοί θα λειτουργούν ανεξάρτητα και με την αφαίρεση του ενός λαμπτήρα, ο άλλος θα συνεχίσει να φωτοβολεί.

3. Στην ηλεκτρική εγκατάσταση του σπιτιού μας οι εντοιχισμένοι διακόπτες και οι πρίζες συνδέονται παράλληλα. Αυτό συμβαίνει λόγω των εξής πλεονεκτημάτων της παράλληλης σύνδεσης:

α) Όλες οι συσκευές λειτουργούν στην ίδια τάση (220 V στα σπίτια), με διαφορετικά βέβαια ρεύματα που καθορίζουν οι αντιστάσεις τους.

β) Κάθε συσκευή λειτουργεί ανεξάρτητα από την άλλη, οπότε αν σταματήσει να λειτουργεί μια συσκευή, δεν επηρεάζεται η λειτουργία των υπόλοιπων.