

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

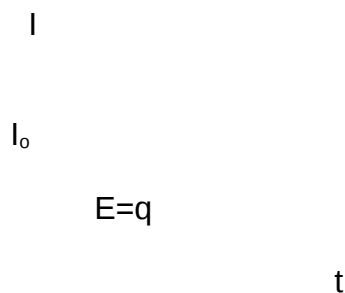
### 1. ΕΝΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος δίνεται από την σχέση  $I = \frac{q}{t}$   
Με την βοήθεια την σχέσης αυτής

Υπολογισμός ηλεκτρικού φορτίου σε αγωγό ή κύκλωμα :  $q = I \cdot t$

Η σχέση αυτή ισχύει με την προϋπόθεση ότι η ένταση  $I$  του ηλεκτρικού ρεύματος είναι σταθερή ( $I = \text{σταθ.}$ )

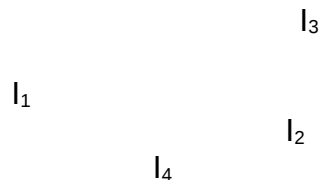
Στην περίπτωση που δεν είναι σταθερή αλλά το φορτίο δίνεται ως συνάρτηση του χρόνου ( $q = I_0 \cdot t$  ή  $q = I_0 + I \cdot t$ ) κατασκευάζουμε το διάγραμμα  $q = f(t)$  και το φορτίο ισούται αριθμητικά με το εμβαδόν που περικλείεται ανάμεσα στην γραφική παράσταση και τον άξονα των χρόνων π.χ



### 2. ο Α΄ νόμος του Kirchhoff

Το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων που φτάνουν σε ένα κόμβο είναι ίσο με το άθροισμα των ρευμάτων που εξέρχονται από αυτόν

$$\sum I = 0 \quad I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$



### 3. ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ - ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΟΗΜ

Παράγοντες που επηρεάζουν την αντίσταση μεταλλικού αγωγού  $R = \rho \cdot \frac{L}{S}$

$\rho =$  ειδική αντίσταση ( $\Omega/m$ ) ,  $L =$  μήκος αγωγού(m) ,  $S =$  εμβαδόν αγωγού ( $m^2$ )

Ηλεκτρική αντίσταση  $R =$

Α. Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού που υπακούει στον νόμο του Ohm εξαρτάται μόνο από τα γεωμετρικά στοιχεία του αγωγού και όχι από την τάση που εφαρμόζουμε στα άκρα του ( $V$ ) ή την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη άρα αν αλλάξουμε την τάση  $V$  και το ρεύμα  $I$  θα ισχύει

$R =$  σταθερή και  $R = \frac{V}{I}$

## Ψή Ι

Β. Δυο αντιστάτες φτιαγμένοι από το ίδιο υλικό έχουν την ίδια ειδική αντίσταση  $\rho$

Γ. αν κόψουμε ένα μεταλλικό σύρμα η ειδική του αντίσταση  $\rho$  και το εμβαδόν του  $S$  δεν αλλάζει απλά αλλάζει το μήκος του  $L$

Δ. αν λειώσουμε ένα σύρμα τότε το μόνο που μένει σταθερό είναι η ειδική του αντίσταση  $\rho$ , η μάζα του και η πυκνότητα του  $d$ . Ξεκινάμε από την σχέση της πυκνότητας  $d_1=d_2 = V_1=v_2 S_1.L_1=S_2.L_2$

Και βρίσκω την σχέση εμβαδού και μήκους ανάμεσα στα δυο κομμάτια  
Στην συνέχεια σχηματίζουμε τον λόγο αντικαθιστώ την παραπάνω σχέση και βρίσκω την σχέση ανάμεσα στις αντιστάσεις των δυο κομματιών

**Ε. Γραφική παράσταση  $I=f(V)$  ή  $V= f(I)$**

**Νόμος του Ohm** (για μεταλλικό αγωγό σταθερής θερμοκρασίας)  $I=$

Ή  $V=I.R$

Από την γραφική παράσταση  $I=f(V)$  ή  $V= f(I)$  μπορούμε να υπολογίσουμε την αντίσταση  $R$  του αντιστάτη

$I$

$V$

$\Phi$

$\Phi$

$V$

$I$

$\epsilon\phi\phi= 1/R$

$\epsilon\phi\phi=R$

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ένας ομογενής μεταλλικός αγωγός μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος παρουσιάζει αντίσταση  $0,05 \Omega / m$ . Το μήκος του αγωγού είναι  $L = 1 \text{ km}$  και στα άκρα του εφαρμόζεται τάση  $V = 60 \text{ V}$ .

Να υπολογίσετε:

$\Delta_1$ . Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

$\Delta_2$ . Την ηλεκτρική τάση μεταξύ δύο σημείων του αγωγού που απέχουν  $300 \text{ m}$  το ένα από το άλλο.

Δ<sub>3</sub>. Το ηλεκτρικό φορτίο που πέρασε από μία διατομή του αγωγού σε χρόνο  $t = 10 \text{ min}$ .

Ο μεταλλικός αγωγός αντικαθίσταται από έναν άλλο από το ίδιο υλικό, που έχει εμβαδό διατομής κατά 40% μικρότερο και μήκος κατά 50% μεγαλύτερο, ενώ η τάση στα άκρα του είναι και πάλι 60 V.

Δ<sub>4</sub>. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ που δαπανάται στο δεύτερο αγωγό.

Λύση

Δ<sub>1</sub>.

Η αντίσταση του μεταλλικού αγωγού  $R'$  ανά μονάδα μήκους είναι :

$R' = \Rightarrow R = R' \cdot L \Rightarrow R = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^3 \Rightarrow R = 50 \Omega$  , η αντίσταση του μεταλλικού αγωγού .

Νόμος του Ohm στον αντιστάτη :

$I = \Rightarrow I = \Rightarrow I = \Rightarrow I = 1,2 \text{ A}$  .

Δ<sub>2</sub>.

Τα δύο σημεία έστω A και B που απέχουν  $(AB) = 300 \text{ m}$  .

Η αντίσταση  $R_{BG}$  δίνεται σε σχέση με τα γεωμετρικά στοιχεία του αντιστάτη :

$R_{BG} = \rho \cdot \dots$  (I) .

Η αντίσταση R δίνεται σε σχέση με τα γεωμετρικά στοιχεία του αντιστάτη :

$R = \rho \cdot \dots$  (II) .

Διαιρούμε κατά μέλη τις σχέσεις (I) και (II) :

$(I) / (II) \Rightarrow = \Rightarrow = \Rightarrow R_{BG} = \cdot R \Rightarrow R_{BG} = \Rightarrow R_{BG} = 15 \Omega$  .

Ο νόμος του Ohm για την αντίσταση  $R_{BG}$  :

$I = \Rightarrow V_{BG} = I \cdot R_{BG} \Rightarrow V_{BG} = 1,2 \cdot 15 \Rightarrow V_{BG} = 18 \text{ V}$  .

Δ<sub>3</sub>.

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι :

$I = \Rightarrow q = I \cdot t \Rightarrow q = 1,2 \cdot (10 \cdot 60) \Rightarrow q = 720 \text{ C}$  .

Δ<sub>4</sub>.

Ο νέος μεταλλικός αποτελείται από το ίδιο υλικό, την ίδια ειδική αντίσταση  $\rho$ , με εμβαδό  $S'$  :

$S' = S - () \cdot S \Rightarrow S' = 0,6 S$  .

με μήκος  $L'$  :

$L' = L + () \cdot L \Rightarrow L' = 1,5 \cdot L$  .

Η νέα αντίσταση είναι :

$R' = \Rightarrow R' = \rho \cdot () \Rightarrow R' = () \cdot R \Rightarrow R' = ()50 \Rightarrow R' = 125 \Omega$  .

Η ηλεκτρική ισχύς που δαπανάται στον δεύτερο αγωγό :

$P' = \Rightarrow P' = \Rightarrow P' = 28,8 \text{ Watt}$  .

#### 4. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

Ισχύουν οι παρακάτω τύποι

Σύνδεση αντιστατών σε σειρά ( οι αντιστάτες διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα)

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I_1 = I_2 = \dots = I$$

Σύνδεση αντιστατών παράλληλα ( οι αντιστάτες έχουν την ίδια τάση )

$$I=I_1+I_2+I_3$$

$$= + + \dots$$

$$V_1=V_2=\dots=V$$

### Μεθοδολογία για ασκήσεις με συνδεσμολογία αντιστάσεων

**Βήμα 1 :** μεταφέρουμε το σχήμα στο τετράδιο μας .Αν δεν δίνεται η τάση της πηγής αλλά η Η.Ε.Δ και η εσωτερική της αντίσταση , σχεδιάζουμε την πηγή και ακριβώς δίπλα της μια μικρή αντίσταση  $r$

**Βήμα 2 :** Βγάζουμε το ηλεκτρικό ρεύμα από τον θετικό πόλο της πηγής και γράψουμε την φορά κίνησης του .Αν το ηλεκτρικό ρεύμα φτάνει σε κάποιο κόμβο διακλαδίζεται σε περισσότερα ρεύματα ( $I_1, I_2, I_3$  κ.ο.κ) εκτός αν στο κύκλωμα υπάρχει αγωγός μηδενικής αντίστασης ( βραχυκύκλωμα ) οπότε το ηλεκτρικό ρεύμα θα περάσει όλο από αυτόν τον αγωγό ( και οι άλλοι που συνδέονται σε αυτόν τον κόμβο δεν θα διαρρέονται από ρεύμα)

**Βήμα 3 :** Βρίσκουμε ομάδες αντιστάσεων (δύο ή περισσότερες) που συνδέονται μεταξύ τους, είτε σε σειρά, είτε παράλληλα. Βρίσκουμε την ισοδύναμη αντίσταση της ομάδας αυτών των αντιστάσεων και σχεδιάζουμε το νέο κύκλωμα.

**Βήμα 4:** Προχωράμε μέχρι να καταλήξουμε σε μια αντίσταση, την  $R_{εξ}$  ( αντίσταση εξωτερικού κυκλώματος ( έξω από την πηγή) .) Αν η πηγή δεν έχει εσωτερική αντίσταση  $r$  τότε  $R_{ολ} = R_{εξ}$  , αν έχει ισχύει  $R_{ολ} = R_{εξ} + r$

**Βήμα 5:** βρίσκουμε την ένταση του ρεύματος που δίνει η πηγή από τον νόμο του ohm  $I = \frac{E}{R_{ολ}}$  (αν  $r=0$ ) ή  $I = \frac{E}{R_{ολ} + r}$  (αν  $r \neq 0$ )

**Βήμα 6:** Βρίσκουμε την πολική τάση της πηγής (αν  $r \neq 0$ )  $V_{πολ} = E - I \cdot r$

**Βήμα 7:** Αν δύο ή περισσότερες αντιστάσεις συνδέονται σε σειρά, πρέπει να βρούμε την ένταση του ρεύματος που τις διαρρέει, ενώ αν δύο ή περισσότερες αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα, πρέπει να βρούμε την κοινή τους τάση .Για αυτό ακολουθούμε με την αντίστροφη διαδικασία τα ισοδύναμα κυκλώματα που έχουμε σχεδιάσει εφαρμόζοντας τον νόμο του Ohm :  $V=I \cdot R$

Στο τέλος της άσκησης πρέπει να γνωρίζουμε τα μεγέθη  $R, V, I$  για κάθε αντίσταση του κυκλώματος που έχει δοθεί

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1 = 2 \Omega$  ,  $R_2 = 4 \Omega$  , είναι μεταξύ τους συνδεδεμένοι σε σειρά, ενώ ένας τρίτος αντιστάτης  $R_3 = 3 \Omega$  είναι συνδεδεμένος παράλληλα με το σύστημα των δύο αντιστατών  $R_1$  ,  $R_2$ . Στα άκρα του συστήματος όλων των αντιστατών συνδέουμε ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E = 18 V$  και εσωτερικής αντίστασης  $r = 1 \Omega$  και το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Δ<sub>1</sub>. Να σχεδιάσετε το αντίστοιχο ηλεκτρικό κύκλωμα.

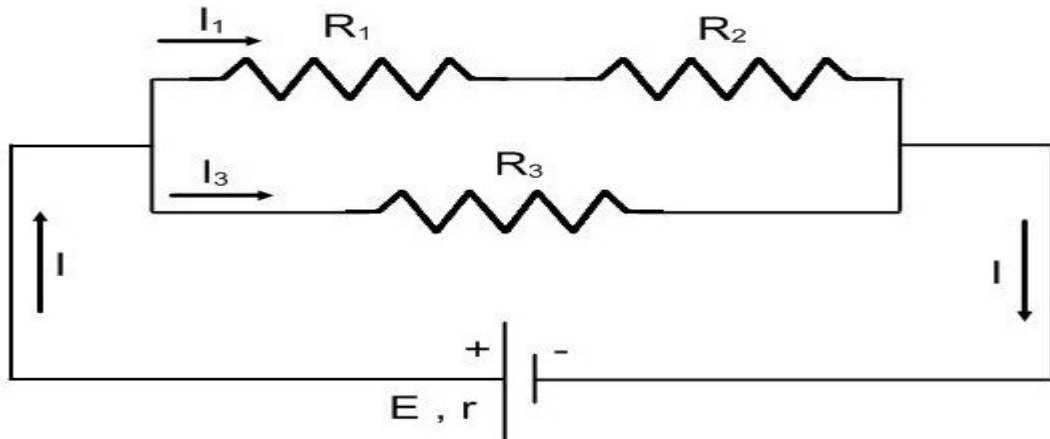
Δ<sub>2</sub>. Να υπολογίσετε την ολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

Δ<sub>3</sub>. Να υπολογίσετε τη πολική τάση της ηλεκτρικής πηγής.

Δ<sub>4</sub>. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική τάση στα άκρα της αντίστασης  $R_2$

Λύση

Δ<sub>1</sub>.



$\Delta_2$ .

Οι αντιστάτες με αντίσταση  $R_1$  και  $R_2$  είναι συνδεδεμένοι σε σειρά, η ισοδύναμη τους αντίσταση  $R_{1,2}$ :

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 \Rightarrow R_{1,2} = 2 + 4 \Rightarrow R_{1,2} = 6 \Omega .$$

Παρατηρούμε ότι η  $R_{1,2}$  αντίσταση είναι μεγαλύτερη και από την μεγαλύτερη από τις  $R_1$  και  $R_2$  αντιστάσεις .

Οι αντιστάτες με αντίσταση  $R_{1,2}$  και  $R_3$  είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, η ισοδύναμη τους αντίσταση  $R_{ολ}$ :

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow R_{ολ} = 2 \Omega .$$

Παρατηρούμε ότι η ολική αντίσταση  $R_{ολ}$  είναι μικρότερη και από την μικρότερη από τις  $R_{1,2}$  και  $R_3$  αντιστάσεις .

$\Delta_3$ .

Ο νόμος του Ohm σε κλειστό κύκλωμα :

$$I = \frac{E}{R_{ολ} + r} \Rightarrow I = \frac{18}{2 + 1} \Rightarrow I = 6 \text{ A} .$$

Η πολική τάση της πηγής :

$$V_{\pi} = E - I \cdot r \Rightarrow V_{\pi} = 18 - 6 \cdot 1 \Rightarrow V_{\pi} = 12 \text{ Volt} .$$

$\Delta_4$ .

Ο νόμος του Ohm στον  $R_3$  αντιστάτη :

$$I_3 = \frac{V_{\pi}}{R_3} \Rightarrow I_3 = \frac{12}{3} \Rightarrow I_3 = 4 \text{ A} .$$

1ος κανόνας του Kirchhoff σε ένα από τους δύο κόμβους του κυκλώματος :

$$I = I_1 + I_3 \Rightarrow I_1 = I - I_3 \Rightarrow I_1 = 6 - 4 \Rightarrow I_1 = 2 \text{ A} .$$

$$\text{Και } V_2 = I_1 \cdot R_2 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ V} .$$

## 5. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ- ΙΣΧΥΣ

Οι ασκήσεις είναι απλή εφαρμογή των τύπων  
Ηλεκτρική ενέργεια σε τμήμα κυκλώματος

$$E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$$

$$E_{\eta\lambda} = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$E_{\eta\lambda} = t$$

Ηλεκτρική ισχύ σε τμήμα κυκλώματος

$$P_{\eta\lambda} =$$

$$P_{\eta\lambda} = V \cdot I$$

$$P_{\eta\lambda} = I^2 \cdot R$$

$$P_{\eta\lambda} =$$

Θερμότητα Joule σε τμήμα κυκλώματος ή σε αντιστάτη

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Θερμική ισχύς σε τμήμα κυκλώματος

$$P_{\theta\epsilon\rho} =$$

$$P_{\theta\epsilon\rho} = I^2 \cdot R$$

Θερμική ισχύς σε αντιστάτη

$$P_{\theta\epsilon\rho} = V \cdot I$$

$$P_{\theta\epsilon\rho} = I^2 \cdot R$$

Θερμότητα Joule σε αντιστάτη

$$Q = V \cdot I \cdot t$$

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$Q = t$$

Συντελεστής απόδοσης αποδέκτη

$$A =$$

Δεν έχει μονάδα (καθαρός αριθμός)

Ηλεκτρική ενέργεια και ισχύς πηγής σε όλο το κύκλωμα

$$E_{\eta\lambda} = E \cdot I \cdot t$$

$$P_{\eta\lambda} = E \cdot I$$

Ενέργεια και ισχύς στο εξωτερικό κύκλωμα ( ενέργεια που προσφέρει η πηγή  
ή θερμική στο εξωτερικό κύκλωμα)

$$E = I^2 \cdot R \cdot t = V_{\pi} \cdot I \cdot t$$

$$P_{\theta\epsilon\rho} = V_{\pi} \cdot I = I^2 \cdot R$$

Ενέργεια και ισχύς στο εσωτερικό κύκλωμα

$$Q = I^2 \cdot r \cdot t$$

$$P_{\theta\epsilon\rho} = I^2 \cdot r$$

Συνήθως μια άσκηση με συνδεσμολογία έχει ερωτήματα με ισχύ ή ενέργεια .Αφού για κάθε στοιχείο έχουμε υπολογίσει R,V,I κάνουμε απλή εφαρμογή του τύπου

**Διαγράμματα**

E ή Q

E ή Q

$$\varphi \quad t \quad \varphi \quad R$$

$$\epsilon\varphi\varphi = I^2 \cdot R$$

E ή Q

$$\epsilon\varphi\varphi = I^2 \cdot t$$

E ή Q

$$I$$

$$I^2$$

$$\epsilon\varphi\varphi = R \cdot t$$

## 6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΡΓΙΑΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ

Σε πολλές ασκήσεις αντί να δίνεται η αντίσταση του αντιστάτη δίνονται τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας μιας συσκευής, δηλαδή η ισχύς  $P_K$  και η τάση  $V_K$  στην οποία η συσκευή λειτουργεί κανονικά.

Όταν δούμε τέτοια δεδομένα η πρώτη μας δουλειά είναι να βρούμε την αντίσταση  $R$  της συσκευής και την ένταση  $I_K$  που πρέπει να διαρρέει την συσκευή ώστε αυτή να λειτουργεί κανονικά, με την βοήθεια των σχέσεων

$$R_K = \frac{V_K^2}{P_K}$$

$R$

$$I_K = \frac{P_K}{V_K}$$

$V_K$

Αν η συσκευή συνδεθεί σε ένα κύκλωμα το μόνο που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι η αντίσταση της συσκευής

Αν η άσκηση ζητά αν η συσκευή λειτουργεί κανονικά ή όχι σε ένα κύκλωμα τότε επιλύουμε το κύκλωμα (μεθοδολογία σύνδεσης αντιστάσεων) και βρίσκουμε την ένταση  $I$  του ρεύματος που διαρρέει την συσκευή στο κύκλωμα

Αν  $I = I_K$  η συσκευή λειτουργεί κανονικά

Αν  $I < I_K$  η συσκευή υπολειτουργεί

Αν  $I > I_K$  η συσκευή υπερλειτουργεί με κίνδυνο να καταστραφεί

## 7. ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΠΗΓΗΣ – Η.Ε.Δ- ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Χαρακτηριστική καμπύλη πηγής

$$E \quad V_{\pi}$$

$\varphi$

$I_{\beta}$

$I$

Αν δοθεί η χαρακτηριστική καμπύλη μιας πηγής εξετάζουμε τα σημεία τομής της γραφικής παράστασης με τους άξονες

Αν  $V_{\pi} = 0$  τότε  $I = I_{\beta} = E/r$

Αν  $I = 0$  τότε  $V_{\pi} = E$

$E\varphi = r$

Με την βοήθεια αυτών των σχέσεων μπορούμε να υπολογίσουμε τα στοιχεία  $E$ ,  $r$  της πηγής

Σε κάθε ενδιάμεση σχέση ισχύει  $V_{\pi} = E - Ir$

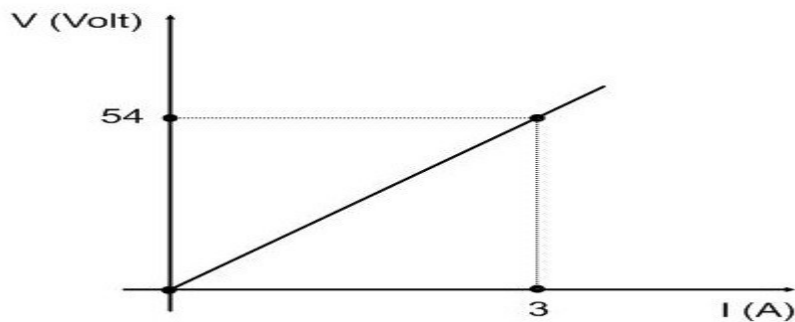
Ισχύουν οι τύποι

|   |   |          |
|---|---|----------|
| Ορισμός ΗΕΔ ηλεκτρικής πηγής  | $E =$<br>$E =$  | V (Βόλτ) |
| Πολική τάση πηγής   | $V_{\text{πολ}} = E - I \cdot r$  | V        |
| Ρεύμα βραχυκύκλωσης   | $I_{\beta} =$   | A        |
| Νόμος του Ohm για κλειστό κύκλωμα   | $E = I \cdot (R_{\text{εξ}} + r)$   |          |
| Ηλεκτρική ενέργεια και ισχύς πηγής σε όλο το κύκλωμα  | $E_{\text{ηλ}} = E \cdot I \cdot t$<br>$P_{\text{ηλ}} = E \cdot I$  | J<br>W   |
| Ενέργεια και ισχύς στο εξωτερικό κύκλωμα ( ενέργεια που προσφέρει η πηγή ή θερμική στο εξωτερικό κύκλωμα) | $E =$<br>$I^2 \cdot R \cdot t = V_{\pi} \cdot I \cdot t$<br><br>$P_{\text{θερ}} = V_{\pi} \cdot I =$<br>$I^2 \cdot R$ | J<br>W   |
| Ενέργεια και ισχύς στο εσωτερικό κύκλωμα  | $Q = I^2 \cdot r \cdot t$<br><br>$P_{\text{θερ}} = I^2 \cdot r$   | J<br>W   |



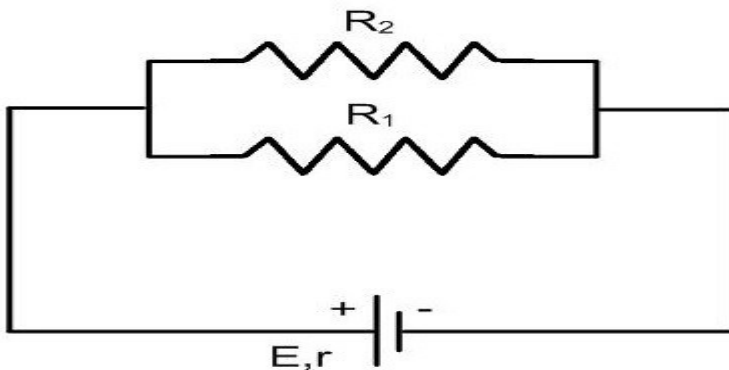
### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Δίνεται το διάγραμμα  $V - I$  για τον ωμικό αντιστάτη με αντίσταση  $R_1$ .



Οι συνθήκες κανονικής λειτουργίας για μια συσκευή με αντίσταση  $R_2$ , είναι η ισχύς 36 Watt και η τάση 18 Volt.

Ο αντιστάτης και η συσκευή συνδέονται παράλληλα, η συσκευή λειτουργεί κανονικά, το κύκλωμα φυσικά διαθέτει πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E$  και εσωτερικής αντίστασης  $r$ .



Αν η ολική ισχύς που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα είναι 63 Watt, να βρεθούν :

$\Delta_1$ . Τις αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$ , καθώς και την ισοδύναμη αντίστασή τους.

$\Delta_2$ . Το ρεύμα που διαρρέει κάθε αντιστάτη και το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα.

$\Delta_3$ . Την πολική τάση της πηγής, την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής και την εσωτερική αντίστασή της.

$\Delta_4$ . Το ρεύμα βραχυκύκλωσης, η ισχύς που καταναλώνει η πηγή και η ισχύς που δίνει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα.

Λύση

$\Delta_1$ .

Από το διάγραμμα που μας δίνεται  $I_1 = 3 \text{ A}$  και  $V_1 = 54 \text{ Volt}$ .

Νόμος του Ohm στον  $R_1$  :

$$I_1 = \Rightarrow R_1 = 54 / 3 \Rightarrow R_1 = 18 \Omega.$$

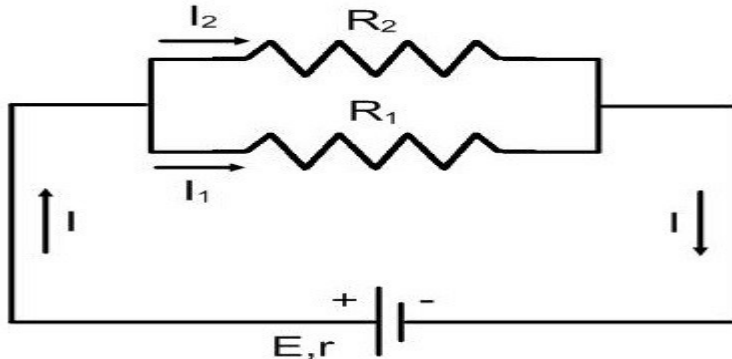
Από τις συνθήκες κανονικής λειτουργίας για την συσκευή :

$$R_2 = \Rightarrow R_2 = 18^2 / 36 \Rightarrow R_2 = 9 \Omega .$$

Οι αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$  είναι συνδεδεμένοι παράλληλα , άρα :

$$= + \Rightarrow = + \Rightarrow = \Rightarrow R_{εξ} = R_{εξ} = 6 \Omega .$$

Δ<sub>2</sub>.



Η ισχύς κανονικής λειτουργίας :

$$P_k = V_k \cdot I_k \Rightarrow I_k = \Rightarrow I_k = 36 / 18 \Rightarrow I_k = 2 \text{ A} .$$

Η συσκευή λειτουργεί κανονικά , άρα :

$$I_2 = I_k \Rightarrow I_2 = 2 \text{ A} .$$

Η τάση στα άκρα της συσκευής είναι  $V_k = 18 \text{ Volt}$  .

Οι αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$  είναι συνδεδεμένοι παράλληλα , άρα :

$$V_1 = V_k = 18 \text{ Volt} .$$

Νόμος του Ohm στην αντίσταση  $R_1$  :

$$I_1 = \Rightarrow I_1 = 18 / 18 \Rightarrow I_1 = 1 \text{ A} .$$

1ος κανόνας του kirchhoff :

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = 1 + 2 \Rightarrow I = 3 \text{ A} .$$

Δ<sub>3</sub>.

Η πολική τάση της πηγής  $V_\pi = V_k \Rightarrow V_\pi = 18 \text{ Volt}$  .

Η ολική ισχύς που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα :

$$P_{ολ} = E \cdot I \Rightarrow E = \Rightarrow E = 63 / 3 \Rightarrow E = 21 \text{ Volt} .$$

Η πολική τάση της πηγής :  $V_\pi = E - I \cdot r \Rightarrow I \cdot r = E - V_\pi \Rightarrow r = (E - V_\pi) / I \Rightarrow$

$$r = (21 - 18) / 3 \Rightarrow r = 1 \Omega .$$

Δ<sub>4</sub>. Το ρεύμα βραχυκύκλωσης :  $I_{βρ} = E / r \Rightarrow I_{βρ} = 21 / 1 \Rightarrow I_{βρ} = 21 \text{ A} .$

Η ισχύς που καταναλώνει η πηγή :  $P_r = I^2 \cdot r \Rightarrow P_r = 3^2 \cdot 1 \Rightarrow P_r = 9 \text{ Watt} .$

Η ενέργεια διατηρείται , άρα και η ισχύς διατηρείται :

$$P_{ολ} = P_{εξ} + P_r \Rightarrow P_{εξ} = P_{ολ} - P_r \Rightarrow P_{εξ} = 63 - 9 \Rightarrow P_{εξ} = 54 \text{ Watt} .$$

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**

Ένας αντιστάτης με αντίσταση  $R_1 = 2 \Omega$ , συνδέεται σε σειρά με λαμπτήρα του οποίου οι ενδείξεις κανονικής λειτουργίας είναι  $10 \text{ V} / 25 \text{ W}$ . Παράλληλα στο σύστημα αντιστάτη  $R_1$  και λαμπτήρα, συνδέεται άλλος αντιστάτης με αντίσταση  $R_2 = 3 \Omega$ . Το κύκλωμα τροφοδοτείται από ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 3 \Omega$ , που συνδέεται στα άκρα του αντιστάτη  $R_2$ . Θεωρούμε ότι ο λαμπτήρας συμπεριφέρεται σαν ωμικός αντιστάτης.

i. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα.

ii. Να υπολογίσετε:

$\Delta_1$ . Την αντίσταση του λαμπτήρα.

$\Delta_2$ . Τη συνολική αντίσταση του κυκλώματος.

$\Delta_3$ . Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το λαμπτήρα, αν αυτός λειτουργεί κανονικά.

$\Delta_4$ . Τη τιμή της ΗΕΔ της ηλεκτρικής πηγής,

iii. Αν συνδέσουμε τον παραπάνω λαμπτήρα στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος, όπου  $R=4\Omega$ , ενώ η πηγή έχει ΗΕΔ  $E_1=20\text{V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r_1=3\Omega$ , τότε ο λαμπτήρας θα φωτοβολεί κανονικά ή όχι; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

iv. Θέλοντας να αυξήσουμε την φωτοβολία του λαμπτήρα, προτείνεται η αφαίρεση του αντιστάτη  $R$  από το παραπάνω κύκλωμα. Να εξετάσετε αν αυτή είναι μια καλή πρόταση.

### Απάντηση:

i. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το κύκλωμα που αναφέρεται παραπάνω, όπου  $\Lambda$  ο λαμπτήρας.

ii.

$\Delta_1$ . Η ισχύς κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα, συνδέεται με την αντίστασή του και την τάση κανονικής λειτουργίας του, με τη σχέση:

$\Delta_2$ . Ο αντιστάτης  $R_1$  και ο λαμπτήρας συνδέονται σε σειρά, οπότε:

$$R_{1\Lambda} = R_1 + R_\Lambda = 2\Omega + 4\Omega = 6\Omega.$$

Η παραπάνω αντίσταση συνδέεται παράλληλα με την  $R_2$ , οπότε:

Αλλά τότε η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι:

$$R_{\text{ολ}} = R_{\text{εξ}} + r = 2\Omega + 3\Omega = 5\Omega.$$

$\Delta_3$ . Αφού ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά η τάση στα άκρα του είναι  $10\text{V}$ , οπότε διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

$$\Delta_4. \text{ Η τάση } V_{AB} = I_1 \cdot R_{1\Lambda} = 2,5 \text{ A} \cdot 6\Omega = 15\text{V}.$$

Αλλά τότε ο αντιστάτης  $R_2$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης, οπότε η πηγή διαρρέεται από ρεύμα  $I = I_1 + I_2 = 2,5\text{A} + 5\text{A} = 7,5\text{A}$ .

Με εφαρμογή του νόμου του Ohm στο κλειστό κύκλωμα παίρνουμε:

iii. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το νέο κύκλωμα που δίνεται. Αλλά τότε η ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος είναι:

Οπότε η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

Αλλά τότε η τάση στα άκρα του λαμπτήρα, είναι η πολική τάση της πηγής:  
 $V_{\pi} = E_1 - I \cdot r = 20V - 4 \cdot 3V = 8V.$

Με τιμή μικρότερη από την τάση κανονικής λειτουργίας (10V) του λαμπτήρα, οπότε αυτός υπολειτουργεί. Πράγματι η καταναλισκόμενη από τον λαμπτήρα ισχύς, είναι ίση με:

Αρκετά μικρότερη της ισχύος κανονικής λειτουργίας (25W).

iv. Αφαιρώντας τον αντιστάτη R παίρνουμε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος.

Αλλά τότε το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

Συνεπώς η ισχύς του λαμπτήρα θα είναι:

Βλέπουμε λοιπόν ότι πράγματι αυξάνεται η ισχύς του λαμπτήρα, αλλά εδώ εμφανίζεται άλλο πρόβλημα. Η ισχύς του γίνεται πολύ μεγαλύτερη από την κανονική ισχύ λειτουργίας του και ο κίνδυνος να καεί είναι μεγάλος.