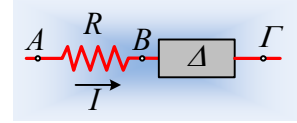


## Ένα τμήμα κυκλώματος και οι ενέργειες

### Σαν φύλλο εργασίας

1. Στο σχήμα δίνεται ένα τμήμα ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, όπου  $R=5\Omega$ , ενώ  $\Delta$  ένα δίπολο κλεισμένο σε αδιαφανές κουτί (αγνώστου περιεχομένου). Δίνονται τα δυναμικά στα σημεία A, B και Γ,  $V_A=30V$ ,  $V_B=10V$  και  $V_\Gamma=-20V$ .



- i) Ένα φορτίο  $q=2C$  περνά κάποια στιγμή από το σημείο A. Πόση δυναμική ενέργεια έχει; Πόση θα είναι η δυναμική του ενέργεια μόλις φτάσει στο σημείο B;
  - ii) Κατά την παραπάνω μετακίνηση το ηλεκτρικό πεδίο το εσωτερικό του αγωγού, ασκεί δύναμη πάνω στο φορτίο  $q$ . Πόσο είναι το έργο της δύναμης αυτής;
  - iii) Κατά τη μετάβαση αυτή ο αντιστάτης πήρε ή έχασε ενέργεια από το φορτίο και γιατί;
  - iv) Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το τμήμα αυτό.
  - v) Με ποιο ρυθμό το ηλεκτρικό ρεύμα παρέχει ενέργεια στο τμήμα AΓ; Τι θα απογίνει η ενέργεια αυτή;
2. Αν οι τιμές των δυναμικών στα σημεία A, B και Γ ήταν  $V_A=30V$ ,  $V_B=10V$  και  $V_\Gamma=40V$ :

- i) Να υπολογιστεί η δυναμική ενέργεια του φορτίου στα σημεία A και Γ, καθώς και το έργο της δύναμης του πεδίου κατά τη μετακίνηση από το A στο Γ.
- ii) Με ποιο ρυθμό το ηλεκτρικό ρεύμα παρέχει ενέργεια στο τμήμα AΓ; Τι συμβαίνει με την ενέργεια αυτή στα τμήματα AB και BΓ;

### Απάντηση:

1) Με τα αρχικά δεδομένα.

- i) Η δυναμική ενέργεια ενός φορτίου, όταν βρίσκεται σε ένα σημείο ηλεκτρικού πεδίου με δυναμικό  $V$ , είναι ίση με  $U=q \cdot V$ . Οπότε:

$$U_A=q \cdot V_A=2C \cdot 30V=60J \quad \text{και} \quad U_B=q \cdot V_B=2C \cdot 10V=20J$$

- ii) Για το έργο που παράγεται κατά τη μετακίνηση από το A στο B ισχύει:

$$W_{AB}=q(V_A-V_B)=2 \cdot (30-10)J=40J.$$

- iii) Αν δούμε τις δύο προηγούμενες απαντήσεις, η δυναμική ενέργεια του φορτίου μειώθηκε κατά  $U_A-U_B=40J$ , όσο είναι και το έργο που παράγεται από τη δύναμη του πεδίου. Όμως δεχόμαστε ότι κατά τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος, μεταξύ δύο σημείων, δεν έχουμε αύξηση της κινητικής ενέργειας των φορτίων που μετακινούνται. Αυτό σημαίνει ότι ο αντιστάτης αφαίρεσε ενέργεια 40J από το φορτίο που μετακινήθηκε. Η ενέργεια αυτή μετατρέπεται σε θερμική και τελικά μεταφέρεται στο περιβάλλον ως θερμότητα.

- iv) Από το νόμο του Ohm στο τμήμα AB παίρνουμε:

$$I = \frac{V_{AB}}{R} = \frac{V_A - V_B}{R} = \frac{30 - 10}{5} A = 4 A$$

ν) Ο ρυθμός με τον οποίο το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει ενέργεια στο τμήμα ΑΓ, λέγεται και ισχύς του ρεύματος και είναι:

$$P_{AG} = V_{AG} I = (V_A - V_G) I = (30 - (-20)) \cdot 4W = 200W$$

Η παραπάνω ισχύς χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο είναι η ισχύς που δίνει το ρεύμα στον αντιστάτη:

$$P_1 = V_{AB} I = 20 \cdot 4W = 80W$$

Η ισχύς αυτή θα μετατραπεί σε θερμική. Πράγματι από τον νόμο του Joule παίρνουμε:

$$P_Q = I^2 R = 4^2 \cdot 5W = 80W$$

Το δεύτερο μέρος είναι η ισχύς που παρέχει το ηλεκτρικό ρεύμα στο δίπολο Δ. Αυτή είναι ίση:

$$P_2 = V_{BG} I = 30 \cdot 4W = 120W$$

Τι θα απογίνει η ενέργεια που μεταφέρει το ρεύμα στο δίπολο αυτό δεν μπορούμε να ξέρουμε, αφού έχουμε αδιαφανές κουτί και δεν γνωρίζουμε τι περιέχει. Θα μπορούσε για παράδειγμα να έχει μέσα ένα κινητηράκι και η ενέργεια να μετατρέπεται σε μηχανική ή μια λάμπα που να φωτίζει...

2) Έστω τώρα ότι  $V_G = 40V$ .

i)  $U_A = q \cdot V_A = 2 \cdot 30J = 60J$  και  $U_I = q \cdot V_I = 2 \cdot 40J = 80J$ .

Αντίστοιχα το έργο που **παράγεται** από το πεδίο είναι:

$$W_{AG} = q(V_A - V_G) = 2(30 - 40) = -20J$$

Το έργο προέκυψε αρνητικό, πράγμα που σημαίνει ότι το φορτίο δεν έδωσε ενέργεια στο κύκλωμα κατά την παραπάνω μετακίνηση, αλλά **πήρε!** Δείτε εξάλλου τη δυναμική του ενέργεια. Αυξήθηκε κατά 20J!

ii) Η ισχύς του ρεύματος στο τμήμα ΑΓ (ο ρυθμός με τον οποίο το ηλεκτρικό ρεύμα παρέχει ενέργεια στο τμήμα αυτό) είναι:

$$P_{AG} = V_{AG} I = (30 - 40) \cdot 4W = -40W$$

Η αρνητική τιμή της μας δείχνει ότι το ρεύμα δεν έδωσε ενέργεια στο τμήμα αυτό, αλλά πήρε!

Πράγματι  $P_1 = V_{AB} I = 20 \cdot 4W = 80W$ , όπως και στην πρώτη περίπτωση, οπότε ξανά πάνω στον αντιστάτη η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική, αλλά:

$$P_2 = V_{BG} I = (10 - 40) \cdot 4W = -120W$$

Πράγμα που σημαίνει ότι το ηλεκτρικό ρεύμα περνώντας από το δίπολο **παίρνει** ενέργεια, δεν δίνει.

Αλλά τότε έδωσε 80W στον αντιστάτη και πήρε 120W από το δίπολο, συνεπώς κέρδισε 40J/s, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η δυναμική ενέργεια των φορτίων που μεταφέρονται.

Τι λέτε να περιέχει το αδιαφανές κουτάκι;

Τι θα λέγατε για μια ηλεκτρική πηγή;