

## Συνδέοντας και μεταβάλλοντας μια αντίσταση

Στο διπλανό κύκλωμα ο διακόπτης είναι ανοικτός και το αμπερόμετρο ιδανικό. Δίνονται  $E=12V$ ,  $r=3\Omega$  και  $R_1=5\Omega$ .

i) Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου;

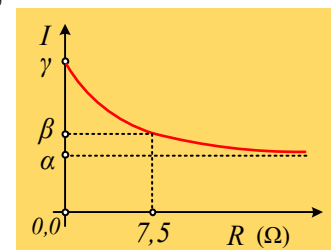
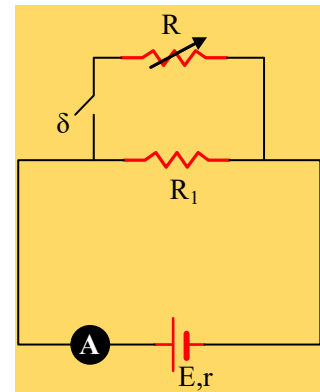
Κλείνουμε το διακόπτη με αποτέλεσμα να παρεμβάλουμε στο κύκλωμα μια μεταβλητή αντίσταση  $R$ .

ii) Η ένδειξη του αμπερομέτρου, θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει σταθερή; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

iii) Μεταβάλλοντας την τιμή της αντίστασης  $R$ , παίρνουμε πειραματικές τιμές για την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και κατασκευάσαμε το διπλανό διάγραμμα  $I=f(R)$ .

α) Ποια η τιμή της έντασης ( $\beta$ ) όταν  $R=7,5\Omega$ ;

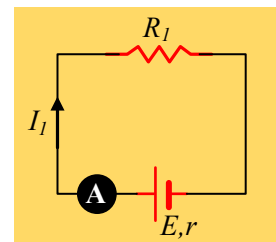
β) Να βρεθούν οι τιμές  $\alpha$  και  $\gamma$  της έντασης.



### Απάντηση:

i) Με ανοικτό το διακόπτη, έχουμε το διπλανό κύκλωμα, το οποίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + r} = \frac{12}{5 + 3} A = 1,5 A$$



ii) Το κλείσιμο του διακόπτη μας οδηγεί σε εξωτερική αντίσταση η οποία προκύπτει από παράλληλη σύνδεση δύο αντιστάσεων. Αλλά τότε η εξωτερική αντίσταση παίρνει τιμή:

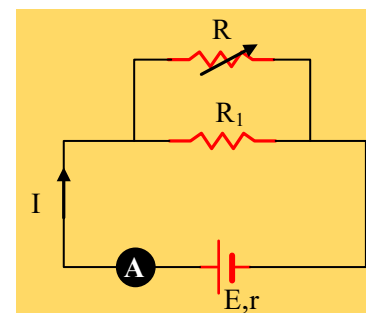
$$R_{εξ} = \frac{RR_1}{R + R_1} = \frac{\frac{RR_1}{R}}{\frac{R + R_1}{R}} = \frac{R_1}{1 + \frac{R_1}{R}} < R_1 \quad (1)$$

Βλέπουμε δηλαδή ότι η παράλληλη σύνδεση της αντίστασης  $R$  οδηγεί σε εξωτερική αντίσταση μικρότερης τιμής από την αρχική  $R_1$ . Αλλά τότε από το νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα, παίρνουμε:

$$I_A = \frac{E}{R_{εξ} + r} \quad (2)$$

Όπου αφού μειώνεται ο παρονομαστής, αυξάνεται η τιμή του κλάσματος, άρα η ένδειξη του αμπερομέτρου.

iii) Όταν  $R=7,5\Omega$  η εξωτερική αντίσταση παίρνει την τιμή:



$$R_{εξ} = \frac{RR_1}{R+R_1} = \frac{7,5 \cdot 5}{7,5+5} \Omega = 3\Omega$$

α) Αλλά τότε με αντικατάσταση στην εξίσωση (2) παίρνουμε:

$$I = \beta = \frac{E}{R_{εξ} + r} = \frac{12}{3+3} A = 2A$$

β) Όταν  $R=0$ , τότε στην πραγματικότητα έχουμε βραχυκυκλώσει τον αντιστάτη  $R_1$ , οπότε η τιμή  $\gamma$  αντιστοιχεί στο ρεύμα βραχυκυκλώσεως. Πράγματι για την εξωτερική αντίσταση έχουμε:

$$R_{εξ} = \frac{RR_1}{R+R_1} = \frac{0 \cdot 5}{0+5} \Omega = 0!$$

Ενώ από την (2) παίρνουμε:

$$I = I_\beta = \gamma = \frac{E}{R_{εξ} + r} = \frac{12}{0+3} A = 4A$$

Για πολύ μεγάλες τιμές της αντίστασης, στην πραγματικότητα ο κλάδος που περιέχει την αντίσταση  $R$ , δεν θα διαρρέεται από ρεύμα, οπότε η ένταση θα είναι αυτή που διέρχεται από την αντίσταση  $R_1$  ή με άλλα λόγια η κατάσταση θα είναι όμοια με αυτήν με ανοικτό το διακόπτη. Ας το δούμε με μαθηματικά.

Όταν το  $R$  παίρνει πολύ μεγάλες τιμές (τείνει στο άπειρο), τότε από την (1) παίρνουμε:

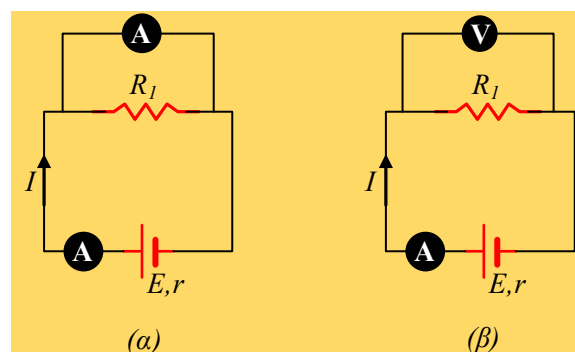
$$R_{εξ} = \frac{R_1}{1 + \frac{R_1}{R}} \approx \frac{R_1}{1+0} = R_1$$

Οπότε για την ένδειξη του αμπερομέτρου θα έχουμε:

$$I = \alpha = \frac{E}{R_1 + r} = 1,5A$$

### Σχόλιο:

Τα παραπάνω «ευρήματα» είναι δυο καταστάσεις που αντιμετωπίζουμε θεωρώντας ιδανικά τα όργανα μέτρησης αμπερόμετρο και βολτόμετρο, συνδέοντάς τα όπως στα διπλανά κυκλώματα. Στο (α) το ιδανικό αμπερόμετρο με μηδενική εσωτερική αντίσταση οδηγεί σε βραχυκύκλωμα, ενώ στο (β) το ιδανικό βολτόμετρο με «άπειρη» αντίσταση θεωρούμε ότι δεν διαρρέεται από ρεύμα, μετρώντας απλά την τάση στα άκρα του αντιστάτη  $V_1 = I_1 R_1 = 7,5V$ .



[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)