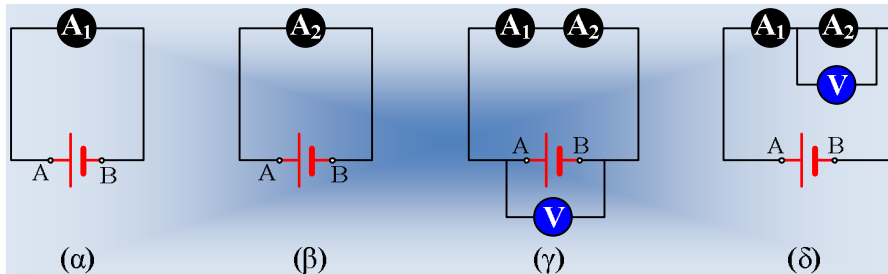


## Δουλεύοντας με αμπερόμετρα-βολτόμετρα

Διαθέτουμε μια μπαταρία με ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r$ . Συνδέουμε ένα αμπερόμετρο  $A_1$ , όπως στο (α) κύκλωμα το οποίο δείχνει ένδειξη 6A.



Αντικαθιστούμε το αμπερόμετρο  $A_1$  με ένα δεύτερο αμπερόμετρο  $A_2$ , το οποίο δείχνει επίσης 6A (σχήμα β).

i) Αν σχηματίσουμε το (γ) κύκλωμα, χρησιμοποιώντας τα δυο αμπερόμετρα και το πρώτο δείξει 4A, ποια θα είναι η ένδειξη του δεύτερου;

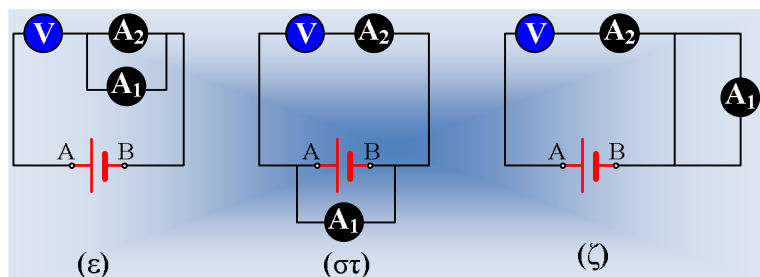
ii) Αν η ένδειξη του ιδανικού βολτομέτρου (άπειρη εσωτερική αντίσταση) στο κύκλωμα (γ) είναι 8V, ποια η τάση  $V_{AB}$  στο (α) κύκλωμα;

iii) Αποσυνδέουμε το βολτόμετρο από το (γ) κύκλωμα, συνδέοντάς στα άκρα του 2<sup>ου</sup> αμπερομέτρου όπως στο κύκλωμα (δ). Ποια θα είναι τώρα η ένδειξη του βολτομέτρου;

iv) Να βρεθεί η ΗΕΔ της πηγής και η εσωτερική της αντίσταση  $r$ .

v) Αν αλλάξουμε θέσεις σε αμπερόμετρο  $A_2$  και βολτόμετρο (τη θέση του ενός, παίρνει το άλλο), του σχήματος (δ), τι θα δείξουν τώρα τα όργανα;

vi) Αλλάζουμε αμοιβαία τώρα τις θέσεις του αμπερομέτρου  $A_1$  και του βολτομέτρου, παίρνοντας το κύκλωμα του σχήματος (ε). Ποιες θα είναι τώρα οι ενδείξεις των οργάνων;



vii) Αν σχηματίσουμε το κύκλωμα του σχήματος (στ), ποιες θα είναι τώρα οι ενδείξεις των οργάνων;

viii) Ποιες οι ενδείξεις των οργάνων στο (ζ) κύκλωμα;

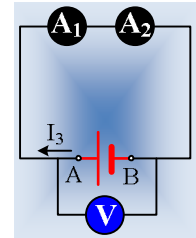
**Απάντηση:**



Από τη στιγμή που τα αμπερόμετρα στα κυκλώματα (α) και (β) δείχνουν την ίδια ένδειξη, τα δυο όργανα είναι απολύτως όμοια, έχοντας και την ίδια εσωτερική αντίσταση  $r_A$  ή μηδενική αν είναι ιδανικά.

i) Στο κύκλωμα (γ) τα αμπερόμετρα συνδέονται σε σειρά, οπότε διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα, συνεπώς δείχνουν και την ίδια ένδειξη 4A. Αλλά το ότι η ένδειξη μίκρυνε (από τα 6 A στα 4 A), μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα αμπερόμετρα δεν είναι ιδανικά, αλλά έχουν κάποια εσωτερική αντίσταση  $r_A$ .

ii) Στο διπλανό σχήμα έχει σημειωθεί το ρεύμα έντασης  $I_3=4A$ , το οποίο διαρρέει το κύκλωμα (γ). Το βολτόμετρο έχοντας άπειρη αντίσταση δεν διαρρέεται από ρεύμα (στην πραγματικότητα το βολτόμετρο δεν έχει άπειρη αντίσταση, αλλά μια πολύ μεγάλης τιμής αντίσταση, της τάξης μερικών ΚΩ ή ακόμη και ΜΩ, οπότε διαρρέεται από ρεύμα, αλλά το οποίο έχει πολύ μικρή ένταση, μερικών ίσως mA ή  $\mu A$ , το οποίο αγνοούμε...). Αλλά τότε η ένδειξη του βολτομέτρου είναι ίση με την τάση στα άκρα των δύο αμπερομέτρων με τιμή:



$$V_{A\Delta,\gamma}=V_\gamma=I_3(r_1+r_2)=4\cdot 2r_A=8r_A \quad (1)$$

Αντίστοιχα στο (α) κύκλωμα η τάση AB έχει τιμή:

$$V_{A\Delta,\alpha}=V_\alpha=I_1\cdot r_A=6\cdot r_A \quad (2)$$

Με διαίρεση των (1) και (2) κατά μέλη παίρνουμε:

$$\frac{V_\alpha}{V_\gamma}=\frac{6r_A}{8r_A}\rightarrow V_\alpha=V_\gamma\frac{6}{8}=8V\frac{6}{8}=6V$$

Εξάλλου αν επιστρέψουμε στην (2) βρίσκουμε για την εσωτερική αντίσταση κάθε αμπερομέτρου:

$$r_A=\frac{V_\alpha}{I_1}=\frac{6V}{6A}=1\Omega$$

iii) Το βολτόμετρο δεν διαρρέεται από ρεύμα, ενώ τα αμπερόμετρα θα δείχνουν ξανά την ίδια ένδειξη (4A), οπότε το βολτόμετρο δείχνει ένδειξη:

$$V_v=I_3r_A=4A\cdot 1\Omega=4V$$

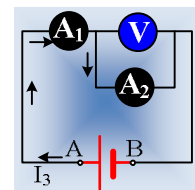
iv) Οι παραπάνω τάσεις, τις οποίες υπολογίσαμε στο ii) ερώτημα, δεν είναι τίποτα άλλο από τις πολικές τάσεις της πηγής, για τις οποίες έχουμε:

$$V_\alpha=E-I_1r \quad \text{και} \quad V_\gamma=E-I_3r$$

Και με αντικατάσταση:

$$E-6r=6 \quad \text{και} \quad E-4r=8, \quad \text{από όπου βρίσκουμε} \quad E=12V \quad \text{και} \quad r=1\Omega.$$

v) Αλλάζοντας θέσεις στο βολτόμετρο και στο αμπερόμετρο  $A_2$  του δ) σχήματος, θα πάρουμε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος, πάνω στο οποίο έχει σχεδιαστεί το ρεύμα που διαρρέει τα δυο αμπερόμετρα, με ένταση επίσης  $I_3$ . Αλλά τότε δεν θα αλλάξουν και οι ενδείξεις των οργάνων, όπου  $I_{A1}=I_{A2}=4A$  και  $V_v=4V$ .

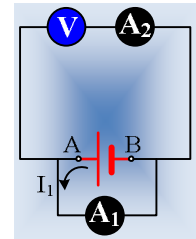


vi) Στο κύκλωμα (ε) η ολική αντίσταση είναι περίπου ίση με την εσωτερική αντίσταση του βολτομέτρου (δηλαδή άπειρη...) οπότε το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ρεύμα και το βολτόμετρο

μετρά την τάση στους πόλους της πηγής, η οποία είναι ίση με την ΗΕΔ  $E=12V$ . Τα αμπερόμετρα προφανώς θα δείχνουν μηδενικές ενδείξεις.

- vii) Στο (στ) κύκλωμα το αμπερόμετρο  $A_1$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_1$ , ενώ ο πάνω κλάδος που περιλαμβάνει το βολτόμετρο έχοντας άπειρη αντίσταση δεν διαρρέεται από ρεύμα. Αλλά τότε από το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα παίρνουμε:

$$I_1 = \frac{E}{r_A + r} = \frac{12V}{1\Omega + 1\Omega} = 6A$$

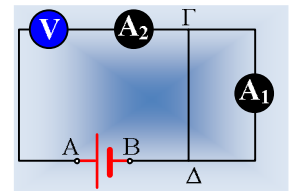


Το 2<sup>ο</sup> αμπερόμετρο θα δείχνει μηδενική ένδειξη ενώ το βολτόμετρο θα μετράει την τάση  $V_{AB}$  που είναι ίση με την πολική τάση της πηγής με τιμή:

$$V_v = E - I_1 r = 12V - 6 \cdot 1V = 6V$$

Εναλλακτικά  $V_v = I_1 r_A = 6V$ .

- viii) Τέλος στο κύκλωμα (ζ) δεν υπάρχει τάση στα άκρα του 1<sup>ου</sup> αμπερομέτρου  $V_{\Gamma\Delta} = 0$ . Αλλά τότε το αμπερόμετρο  $A_1$  είναι βραχυκυκλωμένο με μηδενική ένδειξη. Αλλά τότε αφού το βολτόμετρο είναι ιδανικό, δεν διαρρέεται από ρεύμα και  $I_{A_2} = 0$ , ενώ η ένδειξη του βολτομέτρου. Ίση με την πολική τάση της πηγής  $V_v = E - I \cdot r = E = 12V$ .



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