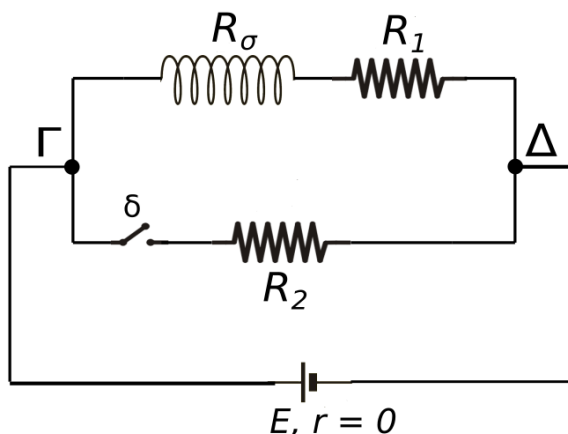

Ιδανική vs πραγματική πηγή

1. Στο κύκλωμα του σχήματος, η πηγή είναι ιδανική με ηλεκτρεγερτική δύναμη E , το σωληνοειδές έχει αντίσταση $R_\sigma = R$, ενώ για την αντίσταση των αντιστατών ισχύει ότι $R_1 = R$ και $R_2 = 2R$ αντίστοιχα. Αρχικά, ο διακόπτης δ είναι ανοικτός και η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό (και κοντά στο κέντρο) του σωληνοειδούς, έχει μέτρο $B_1 = B$.



Εάν κλείσουμε το διακόπτη δ , το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό (και κοντά στο κέντρο) του σωληνοειδούς θα είναι

α. $B_2 = \frac{B}{2}$

β. $B_2 = B$

γ. $B_2 = 2B$

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Λύση

Σωστή επιλογή είναι η β.

Επειδή η πηγή είναι ιδανική, για την τάση στους πόλους της θα έχουμε ότι

$$V_\pi = V_{\Gamma\Delta} = E$$

είτε ο διακόπτης δ είναι ανοικτός, είτε κλειστός. Έτσι, σε κάθε περίπτωση, η τάση στα άκρα του κλάδου του σωληνοειδούς, θα είναι η ίδια και ίση με την ΗΕΔ της πηγής. Επειδή η (συνολική) αντίσταση του κλάδου του σωληνοειδούς δεν αλλάζει, συμπεραίνουμε (με εφαρμογή του νόμου Ohm) ότι δεν θα αλλάξει και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει το σωληνοειδές. Εάν I_1 η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κλάδο του σωληνοειδούς με ανοικτό το διακόπτη και I'_1 η αντίστοιχη ένταση όταν κλείσει ο διακόπτης, θα είναι

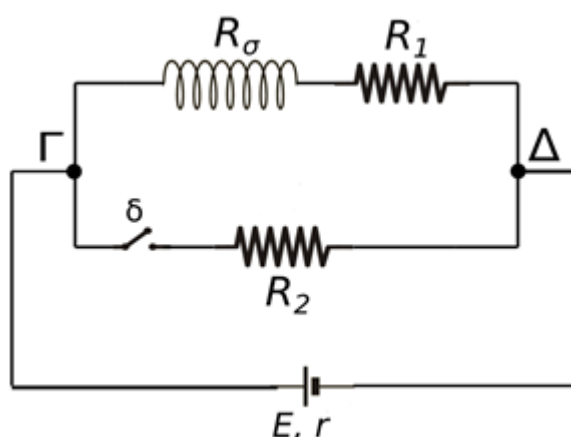
$$I_1 = \frac{E}{R + R} = \frac{E}{2R} = \frac{V_{\Gamma\Delta}}{R_\sigma + R_1} = I'_1$$

Για το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί στο εσωτερικό του ένα σωληνοειδές πλήθους σπειρών N και μήκους ℓ , το οποίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I , γνωρίζουμε ότι

$$B_{\varepsilon\sigma} = k_{\mu} 4\pi \frac{N}{\ell} I.$$

Επομένως, καθώς όλες οι ποσότητες που επηρεάζουν την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το σωληνοειδές παραμένουν αναλλοίωτες, συμπεραίνουμε ότι $B_2 = B_1 = B$.

2. Στο κύκλωμα του σχήματος, η πηγή έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη E και εσωτερική αντίσταση $r = R$. Το σωληνοειδές έχει αντίσταση $R_{\sigma} = R$, ενώ για την αντίσταση των αντιστατών ισχύει ότι $R_1 = R$ και $R_2 = 2R$ αντίστοιχα. Αρχικά, ο διακόπτης δ είναι ανοικτός και η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό (και κοντά στο κέντρο) του σωληνοειδούς, έχει μέτρο $B_1 = B$.



Εάν κλείσουμε το διακόπτη δ , το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό (και κοντά στο κέντρο) του σωληνοειδούς θα είναι

α. $B_2 = \frac{B}{2}$ β. $B_2 = B$ γ. $B_2 = \frac{3}{4} B$

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Λύση

Σωστή επιλογή είναι η γ.

Με ανοικτό το διακόπτη, η πολική τάση της πηγής θα ισούται με

$$V_{\pi} = V_{\Gamma\Delta} = E - I_{o\lambda} r$$

όπου

$$I_{o\lambda} = \frac{E}{R_{o\lambda}} = \frac{E}{R_{\sigma} + R_1 + r} = \frac{E}{3R}$$

Επομένως, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές όταν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός, ισούται με

$$I_1 = I_{o\lambda} = \frac{E}{3R}$$

και η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο εσωτερικό του έχει μέτρο

$$B_1 = B = k_\mu 4\pi \frac{N}{\ell} I_1 \Rightarrow B = k_\mu \frac{4}{3} \pi \frac{N E}{\ell R}$$

Όταν κλείσει ο διακόπτης δ, η πολική τάση της πηγής γίνεται

$$V'_\pi = V'_{\Gamma\Delta} = E - I'_{o\lambda} r$$

όπου

$$I'_{o\lambda} = \frac{E}{R'_{o\lambda}} = \frac{E}{\frac{(R_\sigma + R_1) \cdot R_2}{R_\sigma + R_1 + R_2} + r} = \frac{E}{\frac{2R \cdot 2R}{2R + 2R} + R} \Rightarrow I'_{o\lambda} = \frac{E}{2R}$$

Επομένως

$$V'_{\Gamma\Delta} = E - \frac{E}{2R} \cdot R \Rightarrow V'_{\Gamma\Delta} = \frac{E}{2}$$

Οπότε, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές όταν ο διακόπτης δ είναι κλειστός, ισούται με

$$I'_1 = \frac{V'_{\Gamma\Delta}}{R_\sigma + R_1} = \frac{\frac{E}{2}}{2R} \Rightarrow I'_1 = \frac{E}{4R} = \frac{3}{4} I_1$$

Επειδή το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς είναι ανάλογο της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που το διαρρέει, συμπεραίνουμε ότι:

$$B_2 = \frac{3}{4} B$$

Σχόλιο: Με το κλείσιμο του διακόπτη, η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος μειώθηκε, με αποτέλεσμα να αυξήθηκε η ένταση το ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή. Έτσι, μειώθηκε η πολική τάση της πηγής και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές. Άρα, αναμένεται μείωση του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

Μίλτος Καδίτζόγλου

miltoskadiltzoglou@gmail.com