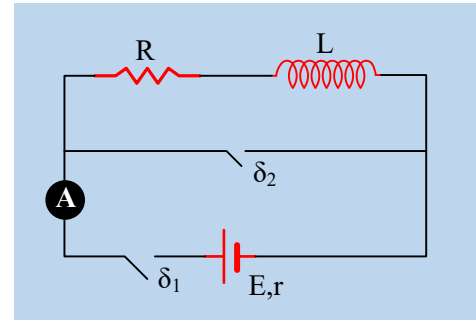


Ερωτήσεις σε απλό κύκλωμα με αυτεπαγωγή.

Ένα ιδανικό πηνίο αυτεπαγωγής L , συνδέεται στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος, με τους δύο διακόπτες ανοικτούς. Τη στιγμή $t_0=0$ κλείνουμε τον διακόπτη δ_1 .



1) Αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη δ_1 :

i) Η ένδειξη του ιδανικού αμπερομέτρου είναι ίση:

$$\alpha) I = \frac{E}{R}, \quad \beta) I = \frac{E}{R+r}, \quad \gamma) I=0.$$

ii) Η ΗΕΔ στο πηνίο είναι ίση:

$$\alpha) E_{avt}=0, \quad \beta) E_{avt}=-E, \quad \gamma) E_{avt}=E.$$

2) Τη στιγμή t_1 η ένδειξη του αμπερομέτρου σταθεροποιείται στην τιμή $I_1 = \frac{E}{2R}$. Τη στιγμή αυτή:

i) Η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου είναι ίση:

$$\alpha) \frac{E^2 L}{2R^2}, \quad \beta) \frac{E^2 L}{4R^2}, \quad \gamma) \frac{E^2 L}{8R^2}.$$

ii) Η ισχύς του πηνίου είναι ίση:

$$\alpha) P=0, \quad \beta) P = \frac{E^2}{2R}, \quad \gamma) P = \frac{E^2}{4R}.$$

3) Σε μια στιγμή $t_2 > t_1$, κλείνουμε και τον διακόπτη δ_2 . Αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη:

i) Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι ίση:

$$\alpha) I_2 = \frac{E}{R}, \quad \beta) I_2 = \frac{E}{2R}, \quad \gamma) I_2=0.$$

ii) Η αντίσταση R διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

$$\alpha) I_3 = \frac{E}{2R}, \quad \beta) I_3 = \frac{E}{R}, \quad \gamma) I_3=0.$$

iii) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το αμπερόμετρο είναι ίση:

$$\alpha) \frac{di_A}{dt} = 0, \quad \beta) \frac{di_A}{dt} = -\frac{E}{R}, \quad \gamma) \frac{di_A}{dt} = \frac{E}{R}.$$

iv) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο είναι ίση:

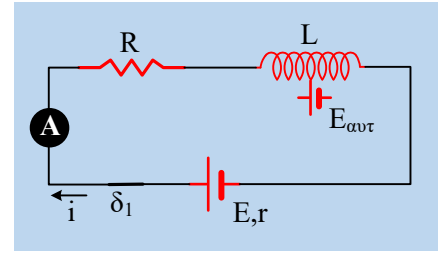
$$\alpha) \frac{di}{dt} = 0, \quad \beta) \frac{di}{dt} = -\frac{E}{2L}, \quad \gamma) \frac{di}{dt} = \frac{E}{L}, \quad \delta) \frac{di}{dt} = -\frac{E}{L}.$$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση:

1) Μόλις κλείσουμε το διακόπτη δ_1 , θα έχουμε το κύκλωμα του σχήματος, το οποίο θα αρχίσει να διαρρέεται

από ρεύμα, ξεκινώντας από αρχική μηδενική ένταση, ενώ πάνω στο πηνίο θα εμφανιστεί ΗΕΔ λόγω αυτεπαγωγής, με πολικότητα αυτή του σχήματος, αφού σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz αντιστέκεται στην αύξηση της έντασης του ρεύματος.



- i) Με βάση τα παραπάνω η αρχική ένδειξη του αμπερομέτρου θα είναι μηδενική, σωστό το γ).
- ii) Εφαρμόζοντας το 2^ο κανόνα του Kirchhoff στο κύκλωμα παίρνουμε:

$$E - ir - iR + E_{αυτ} = 0 \xrightarrow{i=0} E_{αυτ} = -E$$

Σωστό το β). Το αρνητικό πρόσημο μας δείχνει ότι η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή έχει αντίθετη πολικότητα από την πολικότητα της πηγής E.

- 2) Μόλις σταθεροποιηθεί η ένδειξη του αμπερομέτρου, μηδενίζεται η ΗΕΔ στο πηνίο, λόγω αυτεπαγωγής, οπότε το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

$$I_1 = \frac{E}{R+r} \rightarrow \frac{E}{R+r} = \frac{E}{2R} \rightarrow r = R$$

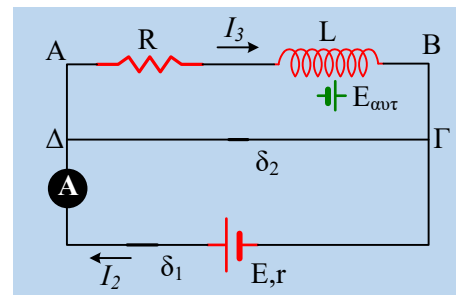
- i) Η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου είναι ίση:

$$U = \frac{1}{2}LI_1^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{2R}\right)^2 = \frac{LE^2}{8R^2}$$

Σωστό το γ).

- ii) Αφού έχει σταθεροποιηθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο δεν αναπτύσσεται ΗΕΔ από αυτεπαγωγή σε αυτό και η ισχύς του πηνίου (ο ρυθμός με τον οποίο ανταλλάσσει ενέργεια με το κύκλωμα $P = E_{αυτ} \cdot I$) είναι μηδενική. Σωστό το α).

- 3) Μόλις κλείσουμε το διακόπτη, η πηγή βραχυκυκλώνεται ενώ διαρρέεται από ρεύμα I_2 σταθερής έντασης $I_2 = \frac{E}{r} = \frac{E}{R}$, ενώ το πηνίο, λόγω αυτεπαγωγής λειτουργεί σαν πηγή, με πολικότητα όπως στο σχήμα, η οποία τείνει να συνεχίσει να διαρρέεται από ρεύμα I_3 , της ίδια φοράς με πριν το κλείσιμο του διακόπτη δ_2 .



- i) Συνεπώς το αμπερόμετρο θα δείχνει σταθερή ένδειξη $I_2 = \frac{E}{R}$, σωστό το α).
- ii) Αντίθετα η αντίσταση R διαρρέεται από ρεύμα η ένταση του οποίου μειώνεται μέχρι μηδενισμού. Αλλά αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη το ρεύμα αυτό είχε μέγιστη ένταση, όση και πριν το κλείσιμο, συνεπώς ένταση $I_3 = I_1 = \frac{E}{2R}$. Σωστό το α).
- iii) Αφού το ρεύμα βραχυκύκλωσης έχει σταθερή ένταση, ο ρυθμός μεταβολής της έντασης αυτής είναι

μηδενικός, $\frac{di_A}{dt} = 0$. Σωστό το α).

iv) Εφαρμόζουμε στον πάνω βρόχο ΑΒΓΔΑ το 2^ο κανόνα του Kirchhoff και παίρνουμε:

$$\begin{aligned} -I_3 R - L \frac{di}{dt} = 0 &\rightarrow -\frac{E}{2R} R - L \frac{di}{dt} = 0 \rightarrow \\ \frac{di}{dt} &= -\frac{E}{2L} \end{aligned}$$

Σωστό το β).

Ισοδύναμα μπορούμε να εφαρμόσουμε το νόμο του Ohm παίρνοντας:

$$\begin{aligned} I_3 = \frac{E_{\text{απτ}}}{R} = \frac{-L \frac{di}{dt}}{R} &\rightarrow \frac{E}{2R} = \frac{-L \frac{di}{dt}}{R} \rightarrow \\ \frac{di}{dt} &= -\frac{E}{2L} \end{aligned}$$

dmargaris@gmail.com