

Αυτεπαγωγή

Διαβάζουμε την παράγραφο: 5.14

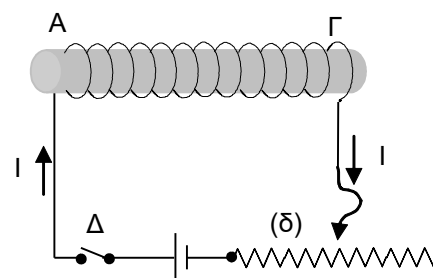
1) Ποια από τις επόμενες προτάσεις που αναφέρονται στο κύκλωμα της εικόνας, είναι λανθασμένη;

α. Η μετακίνηση του δρομέα (δ) προκαλεί μεταβολή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο, η οποία προκαλεί μεταβολή της έντασης B του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πηνίου, άρα μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από αυτό.

β. Η επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα του πηνίου δίνεται από τη σχέση: $\varepsilon_{\text{αυτ}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$.

γ. Η επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα του πηνίου είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος.

δ. Η $\varepsilon_{\text{αυτ}}$ στα άκρα του πηνίου εμφανίζει θετικό πόλο στο (Α) και αρνητικό στο (Γ) όταν η ένταση του ρεύματος μειώνεται, ενώ αντίστοιχα αρνητικό στο (Α) και θετικό στο (Γ) όταν η ένταση του ρεύματος αυξάνει.



2) Το πηνίο του διπλανού σχήματος δεν έχει στο εσωτερικό του πυρήνα. Αν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε τον διακόπτη Δ, ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

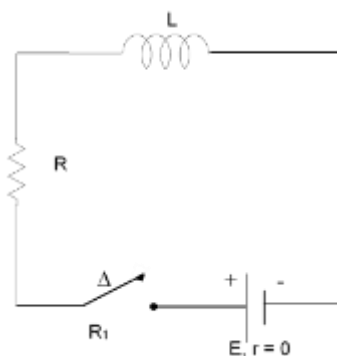
α. Η ένταση i του ρεύματος στο κύκλωμα αποκτά ακαριαία σταθερή τιμή I_0 ίση με $I_0 = \frac{E}{R}$

β. Η ένταση I του ρεύματος στο κύκλωμα αυξάνεται σταδιακά με τον χρόνο και αποκτά τελικά σταθερή τιμή $I_0 = \frac{E}{R}$.

γ. Ο ρυθμός με τον οποίο η πηγή παρέχει ενέργεια στο κύκλωμα μειώνεται με το πέρασμα του χρόνου.

δ. Όταν σταθεροποιηθεί η ενέργεια μαγνητικού πεδίου στο πηνίο η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στα άκρα του είναι ίση με μηδέν.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.



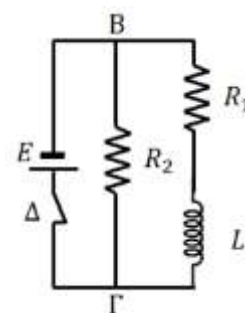
3) Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε λειτουργία για χρονικό διάστημα κατάλληλο, ώστε οι εντάσεις των ρευμάτων στους κλάδους του να έχουν αποκτήσει σταθερές τιμές. Κάποια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη Δ. Αμέσως μετά:

(α) η αντίσταση R_2 διαρρέεται από ρεύμα με (συμβατική) φορά από το Γ προς το Β.

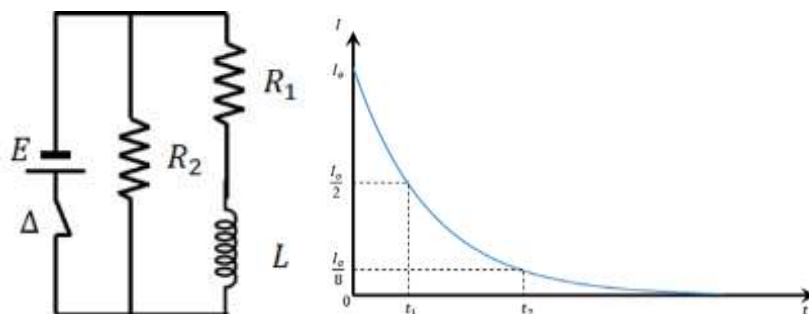
(β) η αντίσταση R_2 διαρρέεται από ρεύμα με (συμβατική) φορά από το Β προς το Γ.

(γ) η αντίσταση R_2 δεν διαρρέεται από ρεύμα.

Να επιλέξετε την ορθή πρόταση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



4) Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε λειτουργία για χρονικό διάστημα κατάλληλο, ώστε οι εντάσεις των ρευμάτων στους κλάδους του να έχουν αποκτήσει σταθερές τιμές. Κάποια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη Δ και παρατηρούμε ότι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο, μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο, ξεκινώντας από την τιμή I_0 , όπως φαίνεται στην διπλανή γραφική παράσταση.



Για τις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 ισχύει:

(α) $t_2 = 3t_1$,

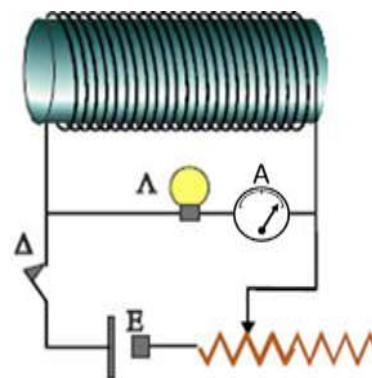
(β) $t_2 = 4t_1$,

(γ) $t_2 = 5t_1$

A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

5) Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή E , ρυθμιστική αντίσταση, λαμπτήρα Λ , αμπερόμετρο A με το μηδέν στο μέσο της κλίμακας, σωληνοειδές και κλειστό διακόπτη Δ . Ο λαμπτήρας μόλις που φωτοβολεί και η βελόνα του αμπερομέτρου έχει εκτραπεί προς τα δεξιά. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη Δ οπότε ο λαμπτήρας Λ φωτοβολεί πιο έντονα αρχικά, ενώ σταδιακά η φωτοβολία του μειώνεται μέχρι να σβήσει εντελώς. Ταυτόχρονα παρατηρούμε ότι η βελόνα του αμπερομέτρου:



(α) εκτρέπεται δεξιότερα και σταδιακά επιστρέφει και ακινητοποιείται στο μέσο της κλίμακας

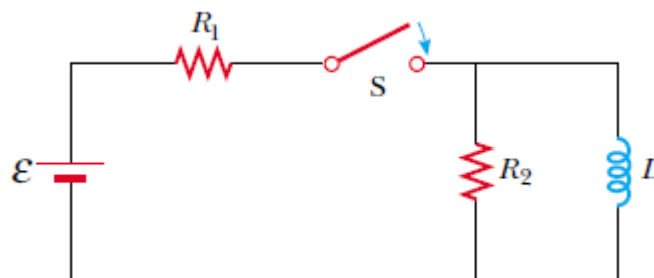
(β) εκτρέπεται αριστερά του μηδενός και σταδιακά επιστρέφει και ακινητοποιείται στο μέσο της κλίμακας

(γ) επιστρέφει στο μέσο της κλίμακας, όπου και ακινητοποιείται

A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

6) Στο κύκλωμα του παρακάτω σχήματος η πηγή έχει Η.Ε.Δ. $\mathcal{E} = 12\text{ V}$ και αμελητέα εσωτερική αντίσταση, ενώ οι αντιστάτες έχουν αντίσταση $R_1 = 5\Omega$ και $R_2 = 1\Omega$. Το πηνίο είναι ιδανικό και έχει συντελεστή αυτεπαγωγής L , ενώ οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση. Αρχικά ο διακόπτης S είναι ανοιχτός και το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ρεύμα. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε το διακόπτη.



4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη και μετά από αρκετό χρόνο, όταν θα έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές των ρευμάτων.

Μονάδες 6

4.2. Αφού αποκατασταθούν οι τελικές τιμές των ρευμάτων, ανοίγουμε το διακόπτη. Να καθορίσετε ποιοι κλάδοι του κυκλώματος εξακολουθούν να διαρρέονται από ρεύμα και να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος.

Μονάδες 6

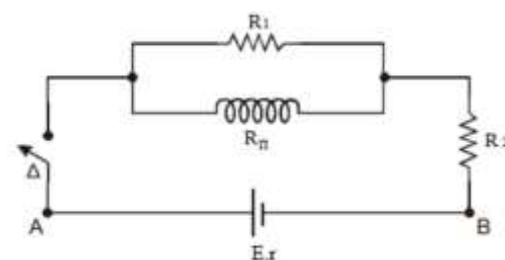
4.3. Κάποια χρονική στιγμή t_1 μετά το άνοιγμα του διακόπτη, διαπιστώθηκε ότι το ρεύμα στον αντιστάτη R_2 είναι $i_1 = 0,3\text{ A}$ και το ρεύμα στο πηνίο μειώνεται με ρυθμό $\frac{di}{dt} = -10 \frac{\text{A}}{\text{s}}$. Να υπολογιστεί ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου και ο ρυθμός απώλειας ενέργειας του πηνίου την χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

4.4. Αν το χρονικό διάστημα από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο είναι $\Delta t = 0,2\text{ s}$ να υπολογίσετε τη μέση θερμική ισχύ που θα παραχθεί στους ωμικούς αντιστάτες σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Μονάδες 7

7) Το κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από μια πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $\mathcal{E} = 120\text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 5\Omega$, δύο αντιστάτες με ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 60\Omega$ και $R_2 = 10\Omega$, πηνίο με ωμική αντίσταση $R_{\pi} = 20\Omega$, αριθμό σπειρών $N = 1000$, μήκος $l = 1\text{ m}$, διάμετρο της κάθε σπείρας $\delta = 2\text{ cm}$ και ένα διακόπτη Δ .



4.1. Να υπολογίσετε το συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου.

Μονάδες 5

Κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη Δ . Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αποκαθίστανται οι τελικές τιμές των ρευμάτων στο κύκλωμα.

4.2. Να υπολογίσετε την τελική τιμή του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πηνίου.

Μονάδες 9

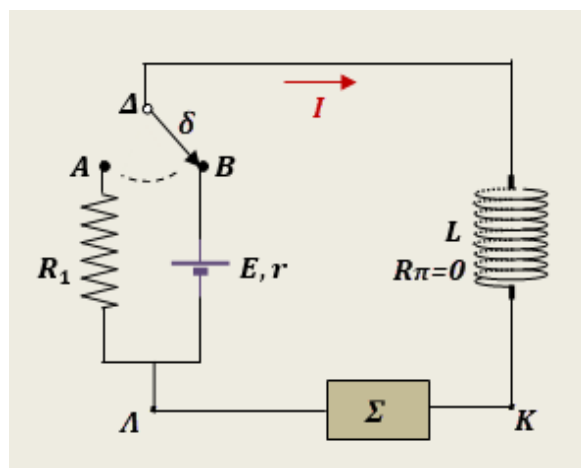
Κάποια στιγμή ανοίγουμε το διακόπτη Δ . Να υπολογίσετε:

4.3. το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος τη στιγμή κατά την οποία η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται από αυτεπαγωγή στο κύκλωμα είναι $E_{\text{αυτ}} = 10 \text{ V}$. **Μονάδες 5**

4.4. την θερμότητα που θα παραχθεί **συνολικά από την αντίσταση R_1 και το πηνίο** από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη Δ μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο. **Μονάδες 6**

Δίνονται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$. Να θεωρήσετε ότι $\pi^2 = 10$.

8) Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα συνεχούς ρεύματος, μια θερμική συσκευή Σ και ένα ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L , έχουν συνδεθεί κατά σειρά και τα άκρα του συστήματος αυτού, συνδέονται μέσω διακόπτη δ , στους πόλους ηλεκτρικής πηγής σταθερής πολικότητας, η οποία έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 12 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1 \Omega$. Ο διακόπτης δ είναι διπλής επαφής και αρχικά το κινητό άκρο του βρίσκεται σε επαφή με το σημείο B , με αποτέλεσμα να δημιουργείται κλειστό κύκλωμα για την πηγή, τη συσκευή και το πηνίο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Είναι όμως δυνατόν, το κινητό άκρο του διακόπτη δ να μετακινηθεί στην επαφή A , με αποτέλεσμα η ηλεκτρική πηγή να βρεθεί εκτός κυκλώματος και να δημιουργείται τότε κλειστό κύκλωμα για τη συσκευή Σ , το πηνίο και έναν αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 15 \Omega$. Τα χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας της θερμικής συσκευής Σ είναι 10 V , 20 W και το πηνίο έχει $N = 10.000$ σπείρες, μήκος $l = 16 \cdot \pi \text{ cm}$ και εμβαδό σπειρών $A = 20 \text{ cm}^2$. Στο εσωτερικό του πηνίου υπάρχει αέρας και δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του αέρα $\mu = 1$ και του κενού



$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}.$$

4.1. Να υπολογίσετε το συντελεστή αυτεπαγωγής L του πηνίου. **Μονάδες 6**

4.2. Να ελέγξετε αν η συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά στο αρχικό κύκλωμα. **Μονάδες 6**

Κάποια χρονική στιγμή μεταφέρεται ακαριαία το ελεύθερο άκρο του διακόπτη δ , από την επαφή B στην A , χωρίς να παρατηρηθεί σπινθήρας. Στο νέο κύκλωμα, η ένταση του ρεύματος τελικά μηδενίζεται αλλά αυτό δεν συμβαίνει ακαριαία, εξαιτίας του φαινομένου της αυτεπαγωγής στο πηνίο.

4.3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα, μια χρονική στιγμή μετά την μεταφορά του διακόπτη στην επαφή A , κατά την οποία η ένταση ρεύματος, είναι $i = 1 \text{ A}$. **Μονάδες 6**

4.4. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στη συσκευή Σ , από τη στιγμή που μεταφέραμε το διακόπτη στην επαφή A , μέχρι να μηδενιστεί η ένταση ρεύματος στο κύκλωμα. **Μονάδες 7**