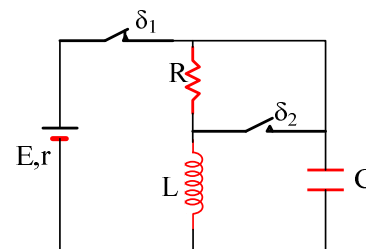


Ηλεκτρική ταλάντωση με αρχική φάση.

Για το κύκλωμα του σχήματος, δίνονται $E=6V$, $r=2\Omega$, $R=10\Omega$, το ιδανικό πηνίο έχει αυτεπαγωγή $L=3mH$ και ο πυκνωτής χωρητικότητα $C=10\mu F$. Ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα και ο διακόπτης δ_2 ανοικτός.



- i) Πόση ενέργεια έχει το μαγνητικό πεδίο του πηνίου και πόση το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή;
- ii) Σε μια στιγμή την οποία θεωρούμε $t=0$, ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 και ταυτόχρονα κλείνουμε τον δ_2 . Να βρείτε την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο και να κάνετε την γραφική της παράσταση.

Απάντηση:

- i) Αφού ο διακόπτης είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης (τα φαινόμενα αυτεπαγωγής έχουν τελειώσει):

$$I_1 = E/(R+r) = 0,5 \text{ A.}$$

Συνεπώς μεταξύ των οπλισμών επικρατεί διαφορά δυναμικού ίση με την πολική τάση της πηγής (διαζευκτικά η τάση στα άκρα του αντιστάτη R):

$$V = E - I_1 r = 5V.$$

Οπότε ο πυκνωτής έχει φορτίο $q_1 = CV$ και με αντικατάσταση $q_1 = 50\mu C$.

Έτσι οι ζητούμενες ενέργειες είναι:

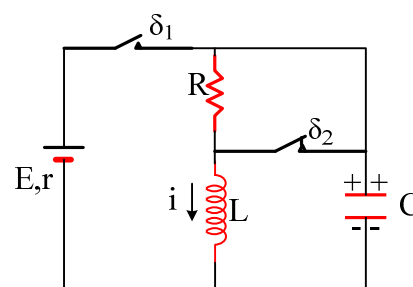
$$U_B = \frac{1}{2} L I_1^2 = 3/8 \cdot 10^{-3} J$$

$$U_E = \frac{1}{2} q^2/C = 12,5 \cdot 10^{-5} J = 1/8 \cdot 10^{-3} J$$

- ii) Για $t=0$ η κατάσταση είναι αυτή που φαίνεται στο παρακάτω κύκλωμα όπου λόγω αυτεπαγωγής το πηνίο συνεχίζει να διαρρέεται από ρεύμα της ίδιας φοράς με την αρχική και με τιμή έντασης $I_1 = 0,5 \text{ A}$, συνεπώς ο πυκνωτής είναι σε διαδικασία εκφόρτισης.

Η εξίσωση του φορτίου του πυκνωτή (στην πραγματικότητα το φορτίο του πάνω οπλισμού, τον οποίο παίρνουμε σαν οπλισμό αναφοράς) δίνεται από την εξίσωση:

$$q = Q \cdot \eta \mu(\omega t + \phi_0) \quad (1)$$



Σχόλιο: Παίρνω την σχέση να έχει την μορφή που θα είχε η απομάκρυνση στην μηχανική ταλάντωση, αφού το φορτίο αντιστοιχεί στο $x \dots$

Κατά την διάρκεια της ηλεκτρικής ταλάντωσης η ενέργεια παραμένει σταθερή, οπότε:

$$U_B + U_E = E \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} Q^2/C = 3/8 \cdot 10^{-3} J + 1/8 \cdot 10^{-3} J \rightarrow$$

$$Q = 100\mu C.$$

Για $t=0$ η (1) δίνει:

$$50 \cdot 10^{-6} = 100 \cdot 10^{-6} \cdot \eta \mu \varphi_0 \rightarrow$$

$$\eta \mu \varphi_0 = 1/2 \rightarrow$$

$$\varphi_0 = \pi/6 \quad \text{ή}$$

$$\varphi_0 = 5\pi/6$$

Ποια από τις δυο τιμές της φάσης είναι σωστή;

Να υπενθυμίσω εδώ ότι θετική θεωρείται η φορά του ρεύματος όταν αυτό κατευθύνεται προς τον οπλισμό του πυκνωτή που για $t=0$ ήταν θετικά φορτισμένος (οπλισμός αναφοράς μας).

Συνεπώς εδώ η ένταση του ρεύματος θεωρείται αρνητική.

Αλλά $i = I_{\max} \cdot \sigma \upsilon \nu(\omega t + \varphi_0) \rightarrow$

$$\text{Άρα } i = I_{\max} \cdot \sigma \upsilon \nu \pi/6 > 0 \quad \text{ή } i = I_{\max} \cdot \sigma \upsilon \nu 5\pi/6 < 0$$

Συνεπώς η αρχική φάση είναι ίση με $5\pi/6$ rad.

Για την γωνιακή συχνότητα έχουμε:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

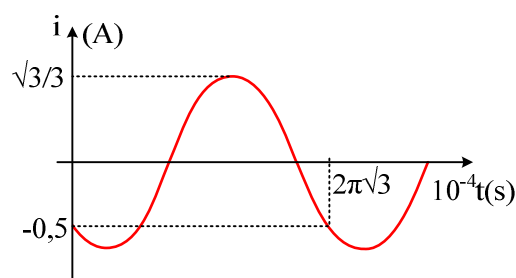
και με αντικατάσταση $\omega = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10^4 \text{ rad/s}$

$$\text{Ενώ } I = Q \cdot \omega = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ A}$$

Έτσι η εξίσωση της έντασης είναι:

$$i = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \sigma \upsilon \nu \left(\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10^4 t + \frac{5\pi}{6} \right)$$

και η γραφική της παράσταση είναι:



Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης