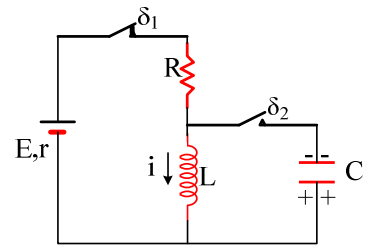


Άλλη μια ηλεκτρική ταλάντωση με αρχική φάση.

Για το κύκλωμα του σχήματος, δίνονται $E=6V$, $r=2\Omega$, $R=10\Omega$, το ιδανικό πηνίο έχει αυτεπαγωγή $L=3mH$ και ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα $C=10\mu F$ και είναι φορτισμένος με φορτίο $50\mu C$ με τον κάτω οπλισμό θετικά φορτισμένο. Ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα και ο διακόπτης δ_2 ανοικτός.



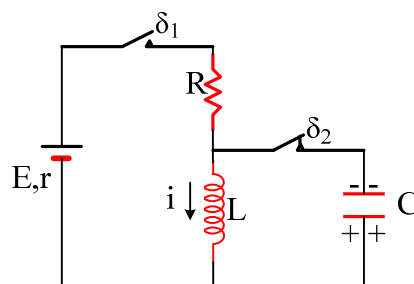
Σε μια στιγμή την οποία θεωρούμε $t=0$, ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 και ταυτόχρονα κλείνουμε τον δ_2 . Να βρείτε την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο και να κάνετε την γραφική της παράσταση.

Απάντηση:

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

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

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 φόρτισης.



Η εξίσωση του φορτίου του πυκνωτή (στην πραγματικότητα το φορτίο του κάτω οπλισμού, ο οποίος θεωρείται οπλισμός αναφοράς μας) 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 στην απομάκρυνση $x \dots$

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

$$U_B + U_E = E \rightarrow \\ \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L \cdot I_1^2 \rightarrow$$

και με αντικατάσταση:

$$Q = 100\mu C.$$

Για $t=0$ η (1) δίνει:

$$50 \cdot 10^{-6} = 100 \cdot 10^{-6} \cdot \eta \mu \phi_0 \rightarrow \\ \eta \mu \phi_0 = \frac{1}{2} \rightarrow$$

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{6} \text{ ή}$$

$$\varphi_0 = \frac{5\pi}{6}$$

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 θετική.

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

$$\text{Άρα } i = I_{\max} \cdot \sin \frac{\pi}{6} > 0 \text{ ή } i = I_{\max} \cdot \sin \frac{5\pi}{6} < 0$$

Συνεπώς η αρχική φάση είναι ίση με $\frac{\pi}{6}$ rad.

Για την γωνιακή συχνότητα έχουμε:

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

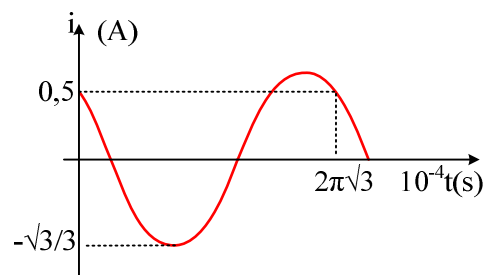
και με αντικατάσταση $\omega = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 10^4 \text{ rad/s}$

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

Έτσι η εξίσωση της έντασης είναι:

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

και η γραφική της παράσταση είναι:



Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Λιονύσης Μάργαρης