

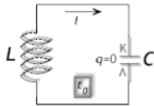
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Β

Ερώτηση 1.

Το ιδανικό κύκλωμα LC του σχήματος εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις, με περίοδο T . Τη χρονική στιγμή t_0 ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος και το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα με τη φορά που έχει σχεδιαστεί στο σχήμα.



Τη χρονική στιγμή $t_1 = t_0 + \frac{T}{2}$, η ένταση του ρεύματός θα είναι:

- α) μέγιστη με τη φορά του σχήματος.
- β) μηδέν.
- γ) μέγιστη με φορά αντίθετη από αυτήν του σχήματος.

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ερώτηση 2.

Ένα ιδανικό κύκλωμα LC (1) έχει πυκνωτή με χωρητικότητα C και πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L , ενώ ένα άλλο ιδανικό κύκλωμα LC (2) έχει τον ίδιο πυκνωτή, αλλά πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $4L$. Φορτίζουμε τον πυκνωτή του κυκλώματος (1) με πηγή τάσης V και τον πυκνωτή του κυκλώματος (2) με πηγή τάσης $2V$ και τα διεγείρουμε ώστε να εκτελούν αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις.

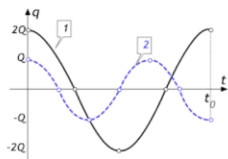
Ο λόγος των πλατών των εντάσεων των ρευμάτων στα δύο κυκλώματα $\frac{I_1}{I_2}$ ισούται με:

- α) $\frac{1}{2}$.
- β) 1.
- γ) 2.

Ποια είναι η σωστή πρόταση; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ερώτηση 3.

Στο σχήμα φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις των χρονικών εξισώσεων φορτίου q στη χρονική διάρκεια 0 έως t_0 , για δύο ιδανικά κυκλώματα LC. Οι συντελες αυτεπαγωγής των πηνίων στα δύο κυκλώματα συνδέονται με τη σχέση $L_2=4L_1$.



Η σχέση που συνδέει τις χωρητικότητες των δύο πυκνωτών είναι η:

α) $C_2 = \frac{C_1}{9}$.

β) $C_2 = \frac{C_1}{4}$.

γ) $C_2 = \frac{C_1}{3}$.

Ποια είναι η σωστή πρόταση; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΘΕΜΑ Γ

Άσκηση 1.

Ιδανικό κύκλωμα περιλαμβάνει πυκνωτή χωρητικότητας $C=40\mu F$, ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L=4mH$ και διακόπτη, που είναι αρχικά ανοικτός. Φορτίζουμε τον πυκνωτή σε τάση $V=100V$ και τη χρονική στιγμή $t=0$ κλείνουμε το διακόπτη, οπότε το κύκλωμα εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις.

- Να υπολογίσετε τη γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης.
- Να υπολογίσετε την μέγιστη τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.
- Να γράψετε τις εξισώσεις $q=f(t)$ και $i=f(t)$.
- Να υπολογίσετε την (ολική) ενέργεια της ταλάντωσης.

Άσκηση 2.

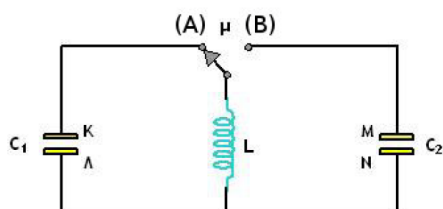
Σε ένα ιδανικό ηλεκτρικό κύκλωμα LC το πηνίο έχει συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 4 mH$, ενώ ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα $C = 160 \mu F$. Στο κύκλωμα υπάρχει διακόπτης Δ , ο οποίος αρχικά είναι ανοικτός. Ο πυκνωτής φορτίζεται πλήρως και τη χρονική στιγμή $t = 0$ ο διακόπτης κλείνει, οπότε το κύκλωμα κάνει αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση. Η ολική ενέργεια του κυκλώματος είναι $E = 2 \cdot 10^{-5} J$.

Να υπολογίσετε:

- Την περίοδο T της ταλάντωσης.
- Τη μέγιστη τιμή της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα.
- Το φορτίο του πυκνωτή τη χρονική στιγμή t_1 , κατά την οποία η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή γίνεται για δεύτερη φορά ίση με την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου στο πηνίο.
- Την παραπάνω χρονική στιγμή t_1 .

Άσκηση 3.

Στο κύκλωμα του σχήματος το πηνίο έχει συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 10 \text{ mH}$, ο πυκνωτής 1 έχει χωρητικότητα $C_1 = 4 \mu\text{F}$, ενώ ο πυκνωτής 2 έχει χωρητικότητα $C_2 = 16 \mu\text{F}$. Αρχικά ο μεταγωγός μ βρίσκεται στη θέση (A) και το κύκλωμα LC_1 εκτελεί αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση με ολική ενέργεια $E_1 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ J}$, ενώ ο πυκνωτής 2 είναι αφόρτιστος.



Τη χρονική στιγμή t_1 ο πυκνωτής 1 είναι πλήρως φορτισμένος, με τον οπλισμό K να είναι θετικά φορτισμένος. Τη χρονική στιγμή, όπου $t_2 = t_1 + \frac{3T_1}{4}$, όπου T_1 η περίοδος της ηλεκτρικής ταλάντωσης του κυκλώματος LC_1 , μεταφέρουμε ακαριαία τον μεταγωγό στη θέση (B) χωρίς να προκληθεί σπινθήρας και το κύκλωμα LC_2 ξεκινά αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση.

Να υπολογίσετε:

- το πλάτος φορτίου Q_1 στον πυκνωτή 1.
- το πλάτος της έντασης I_2 στο κύκλωμα LC_2 .
- τη μέγιστη ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στα άκρα του πηνίου στο κύκλωμα LC_2 .

Να εξηγήσετε:

- ποιός από τους οπλισμούς M, N του πυκνωτή 2 φορτίζεται πρώτος θετικά, όταν το κύκλωμα LC_2 ξεκινήσει ηλεκτρική ταλάντωση.

Πρόβλημα 1.

Πυκνωτής χωρητικότητας C φορτίζεται από ηλεκτρική πηγή συνεχούς τάσης που έχει Ηλεκτρεγερτική Δύναμη $E = 50 \text{ V}$. Στη συνέχεια αποσυνδέουμε την πηγή φόρτισης και συνδέουμε τα άκρα του με αγωγούς μηδενικής αντίστασης σε ιδανικό πηνίο, που έχει συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,5 \text{ H}$, μέσω διακόπτη. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ κλείνουμε το διακόπτη, οπότε το κύκλωμα αρχίζει να εκτελεί ηλεκτρικές ταλαντώσεις συχνότητας

$$f = \frac{500}{\pi} \text{ Hz}.$$

- Να υπολογίσετε τη χωρητικότητα C του πυκνωτή.
- Να γράψετε τις εξισώσεις του φορτίου του πυκνωτή και της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο.
- Να υπολογίσετε τις χρονικές στιγμές που μηδενίζεται η τάση αυτεπαγωγής του πηνίου στο χρονικό διάστημα από 0 έως $2\pi \cdot 10^{-3} \text{ s}$.
- Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος τις στιγμές, που το φορτίο του πυκνωτή έχει τιμή $5\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ C}$ και το ρεύμα έχει φορά προς τον αρχικά αρνητικά φορτισμένο οπλισμό του πυκνωτή.

Πρόβλημα 2.

Ιδανικό κύκλωμα περιλαμβάνει πυκνωτή χωρητικότητας C , ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L και διακόπτη, που είναι αρχικά ανοικτός. Φορτίζουμε τον πυκνωτή με φορτίο $Q = \frac{1}{2\pi} \text{ mC}$ και τη χρονική στιγμή $t=0$ κλείνουμε το διακόπτη, οπότε το κύκλωμα εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις με περίοδο $T=1 \text{ ms}$.

α) Να βρείτε τη μέγιστη ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.

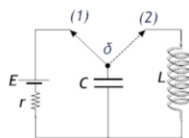
β) Να υπολογίσετε το φορτίο του πυκνωτή τις στιγμές, που η ένταση του ρεύματος έχει τιμή $\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ A}$.

γ) Να βρείτε ποιες χρονικές στιγμές στη διάρκεια της $1^{\text{ης}}$ περιόδου, η ενέργεια μαγνητικού πεδίου στο πηνίο είναι ίση με το 75% της ολικής ενέργειας του κυκλώματος;

δ) Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος $\frac{di}{dt}$ στο κύκλωμα τη χρονική στιγμή $t=T/3$.

Πρόβλημα 3.

Στο κύκλωμα του σχήματος η ηλεκτρική πηγή έχει ΗΕΔ $E=20 \text{ V}$, ο πυκνωτής χωρητικότητας $C=2 \text{ }\mu\text{F}$ και το πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής $L=80 \text{ mH}$.



1) Αρχικά ο μεταγωγός διακόπτης βρίσκεται στη θέση (1).

α) Πόση είναι η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα και πόση η τάση στα άκρα του πυκνωτή;

β) Να υπολογίσετε την ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου που είναι αποθηκευμένη στον πυκνωτή.

2) Τη χρονική στιγμή $t=0$ μετακινούμε ακαριαία το διακόπτη στη θέση (2), χωρίς να δημιουργηθεί σπινθήρας (δηλαδή χωρίς απώλεια ενέργειας), οπότε «αποκόπτεται» η ηλεκτρική πηγή και το ιδανικό κύκλωμα L-C αρχίζει να εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις.

α) Να γράψετε τις εξισώσεις του φορτίου q του πυκνωτή καθώς και του ρυθμού μεταβολής του $\frac{dq}{dt}$ σε συνάρτηση με το χρόνο t .

β) Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της τάσης στα άκρα του πυκνωτή τη χρονική στιγμή που η ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου ισούται με $U_B=3 \cdot 10^{-4} \text{ J}$.