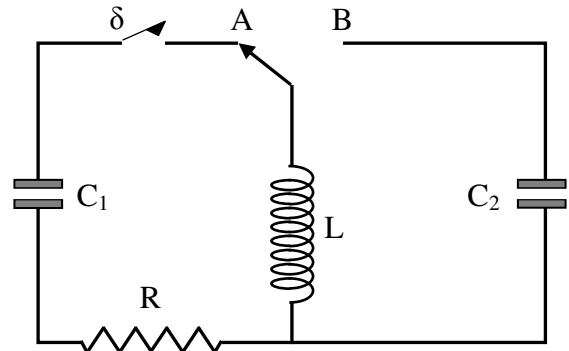


«Πόση θερμότητα εκλύθηκε από το RLC;»*

Νοέμβριος 2013

Στο κύκλωμα του σχήματος έχουμε: $L = 4 \text{ mH}$, $C_1 = 40 \text{ }\mu\text{F}$ και $C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$. Αρχικά ο πυκνωτής C_1 έχει φορτίο $Q_1 = 10 \text{ }\mu\text{C}$ και ο διακόπτης δ είναι ανοικτός. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε το διακόπτη και τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\pi \cdot 10^{-4} \text{ s}$, μεταφέρουμε τον μεταγωγό στη θέση B. Αν τη στιγμή $t_2 = 3\pi \cdot 10^{-4} \text{ s}$ (δηλαδή $\pi \cdot 10^{-4} \text{ s}$ μετά τη κίνηση του μεταγωγού) το φορτίο του πυκνωτή C_2 είναι $4 \cdot 10 \text{ }\mu\text{C}$, να βρεθεί πόση θερμότητα αναπτύχθηκε στον αντιστάτη R.



Η λύση στην επόμενη σελίδα

ΛΥΣΗ

☞ Η αρχική ενέργεια του κυκλώματος RLC_1

$$\text{είναι } E_{\text{αρχ}} = \frac{1}{2} \frac{Q_1^2}{C_1} = \frac{1}{2} \frac{100 \cdot 10^{-12}}{40 \cdot 10^{-6}} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

☞ Το κύκλωμα RLC_1 θα εκτελέσει φθίνουσα ηλεκτρική ταλάντωση με περίοδο:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1}$$
$$T_1 = 2\pi\sqrt{4 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^{-6}}$$
$$T_1 = 2\pi\sqrt{16 \cdot 10^{-8}}$$
$$T_1 = 8\pi \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

☞ Συνεπώς τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\pi \cdot 10^{-4} \text{ s} =$

$T_1/4$, η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή θα έχει μηδενιστεί και η ενέργεια του κυκλώματος θα είναι ίση με την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

☞ Με τη μεταφορά του μεταγωγού στη θέση B, αρχίζει αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση το δεύτερο κύκλωμα με ενέργεια ίση με την εναπομείνουσα ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου. Η περίοδος ταλάντωσης του ιδανικού κυκλώματος LC_2 θα είναι:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{LC_2} = 2\pi\sqrt{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 4\pi \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

☞ Συνεπώς στο επιπλέον χρονικό διάστημα των $\Delta t = \pi \cdot 10^{-4} \text{ s} = T_2/4$, η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου θα έχει μετατραπεί εξολοκλήρου σε ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή, που είναι:

$$E_{\text{τελ}} = \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{C_2} = \frac{1}{2} \frac{16 \cdot 10^{-12}}{10 \cdot 10^{-6}} = 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

☞ Άρα η ενέργεια που χάθηκε στο 1^ο κύκλωμα και μετατράπηκε σε θερμότητα στον αντιστάτη είναι:

$$Q = E_{\text{αρχ}} - E_{\text{τελ}}$$

$$Q = 0,45 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

