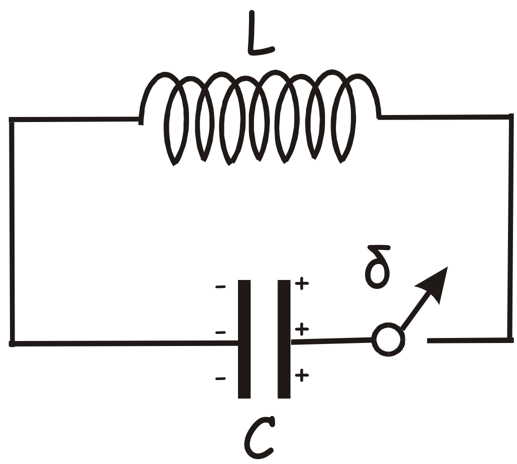
43. ΚΥΚΛΩΜΑ L-C και 3 ρυθμοί μεταβολής.

Πυκνωτής χωρητικότητας C=8μF φορτίζεται με τάση V_0=20V. Κατόπιν συνδέεται με πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής L=20mH.

Ακόμη το πηνίο αποτελείται από N=1000 σπείρες με εμβαδό εγκάρσιας διατομής η καθεμία $S=10^{-4}m^2$, ενώ η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή είναι ℓ=1mm.

Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ κλείνουμε το διακόπτη. Τότε τη στιγμή $t=\frac{4\pi}{3}\cdot 10^{-4}s$,



να βρείτε:

α) Το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή $\frac{\Delta E}{\Delta t}$.

β) Το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής του μαγνητικού πεδίου του πηνίου $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$.

γ) Το ρυθμό μεταβολής της έντασης του μαγνητικού πεδίου του πηνίου $\frac{\Delta B}{\Delta t}$.

Συνοπτική λύση:

α) Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή υπολογίζεται από τη σχέση $\varepsilon=\frac{V_c}{\ell}$

απ' όπου προκύπτει $\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}=\frac{1}{\ell}\frac{\Delta V_c}{\Delta t}$ με $\frac{\Delta V_c}{\Delta t}=\frac{i}{C}$. Άρα προκύπτει $\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}=\frac{i}{\ell C}$.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Το $i=\ell C\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}$ ονομάζεται ρεύμα μετατόπισης και θεωρείται ότι διαρρέει το χώρο μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή. Το ρεύμα μετατόπισης μηδενίζεται μόλις $\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}=0$.

Όμως ισχύει ότι $Q=C\cdot V_0=16\cdot 10^{-5}C$. Ακόμη είναι $\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}=\frac{10^4}{4}$ rad/s και $I=\omega\cdot Q\Rightarrow$
$\Rightarrow I=0,4A$. Τότε για τη χρονοεξαρτημένη εξίσωση του ηλεκτρικού φορτίου του πυκνωτή έχουμε $q=Q\cdot$συν$\omega t\Rightarrow q=16\cdot 10^{-5}\cdot$συν$(\frac{10^4}{4}t)$, ενώ για το ηλεκτρικό ρεύμα έχουμε $i=-I$ημ$\omega t\Rightarrow i=-0,4\cdot$ημ$(\frac{10^4}{4}t)$. Τη χρονική στιγμή $t=\frac{4\pi}{3}\cdot 10^{-4}s$ έχουμε

$q=16\cdot 10^{-5}\cdot$συν$(\frac{10^4}{4}\cdot\frac{4\pi}{3}\cdot 10^{-4})\Rightarrow q=16\cdot 10^{-5}\cdot$συν$(\frac{\pi}{3})\Rightarrow q=8\cdot 10^{-5}C$.

Για το ηλεκτρικό ρεύμα επίσης έχουμε $i=-I$ημ$\omega t\Rightarrow i=-0,4\cdot$ημ$(\frac{\pi}{3})\Rightarrow i=-0,2\sqrt{3}$ A.

Τότε $\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}=\frac{i}{\ell C}\Rightarrow\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t}=\frac{-0,2\sqrt{3}}{8\cdot 10^{-9}}=-\frac{10^8\sqrt{3}}{4}$ V/m·s.

β) Για την τάση από αυτεπαγωγή στο πηνίο ισχύει Ισχύει $V_L=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-L\frac{\Delta i}{\Delta t}\Rightarrow$
$\Rightarrow\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{L}{N}\frac{\Delta i}{\Delta t}$ με $\frac{\Delta i}{\Delta t}=-\omega^2\cdot q$. Άρα για το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής του μαγνητικού πεδίου του πηνίου ισχύει, $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-\frac{L}{N}\omega^2\cdot q\Rightarrow\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-2\cdot 10^{-5}\frac{10^8}{16}8\cdot 10^{-5}\Rightarrow$
$\Rightarrow\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-10^{-2}$Wb/s.

γ) Ισχύει $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=S\cdot\frac{\Delta B}{\Delta t}\Rightarrow\frac{\Delta B}{\Delta t}=\frac{1}{S}\cdot\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\frac{\Delta B}{\Delta t}=-\frac{10^{-2}}{10^{-4}}=-100T/s$.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Γενικά για το ρυθμό μεταβολής της έντασης του μαγνητικού πεδίου του πηνίου ισχύει $\frac{\Delta B}{\Delta t}=-\frac{L}{S\cdot N}\cdot\omega^2\cdot q$