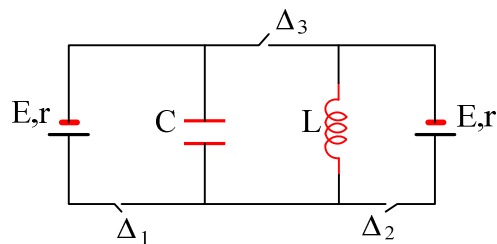


## Ηλεκτρική ταλάντωση με μέγιστους ρυθμούς.

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα



Οι πηγές είναι όμοιες και έχουν ΗΕΔ  $E=120\text{V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r=12\Omega$ , ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα  $C=1\mu\text{F}$ , το πηνίο είναι ιδανικό και έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L=144\mu\text{H}$ . Οι διακόπτες  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  κλείνουν ταυτόχρονα ενώ ο διακόπτης  $\Delta_3$  μένει ανοιχτός. Την χρονική στιγμή που οι ρυθμοί αποταμίευσης της ενέργειας στο πηνίο και στον πυκνωτή γίνουν ταυτόχρονα μέγιστοι ανοίγουμε τους διακόπτες  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  και κλείνουμε τον διακόπτη  $\Delta_3$ . Να βρεθούν:

- i) Η εξίσωση του φορτίου του πυκνωτή σε συνάρτηση με τον χρόνο θεωρώντας  $t=0$  την χρονική στιγμή που κλείνουμε τον διακόπτη  $\Delta_3$ .
- ii) Ο μέγιστος ρυθμός αποθήκευσης της ενέργειας στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή μετά το κλείσιμο του  $\Delta_3$ .

### Απάντηση:

- i) Με την βοήθεια της ΑΔΕ για το κύκλωμα με τον πυκνωτή θα έχουμε

$$E \cdot I \cdot t = I^2 \cdot r \cdot t + P_C \cdot t \quad \text{θα πάρουμε την δευτεροβάθμια ως προς } I$$

$$I^2 \cdot r - E \cdot I + P_C = 0$$

που θα πρέπει να έχει θετική διακρίνουσα άρα  $P_C \leq E^2/4r$  και για μέγιστο ρυθμό αποθήκευσης στον πυκνωτή το  $I = E/2r = 5\text{A}$

Η πολική τάση της πηγής είναι ίση με την τάση στα άκρα του πυκνωτή  $V_{\text{πολ}} = V_C$ , άρα  $E - I \cdot r = V_C$  άρα  $V_C = E/2 = 60\text{V}$  κατά συνέπεια το φορτίο του πυκνωτή εκείνη την στιγμή θα είναι:

$$q = C \cdot V_C = 6 \cdot 10^{-5} \text{C}.$$

Με την βοήθεια της ΑΔΕ για το κύκλωμα με το πηνίο θα έχουμε

$$E \cdot I \cdot t = I^2 \cdot r \cdot t + P_L \cdot t \quad \text{θα πάρουμε την δευτεροβάθμια ως προς } I$$

$$I^2 \cdot r - E \cdot I + P_L = 0$$

που πρέπει να έχει θετική διακρίνουσα άρα  $P_L \leq E^2/4r$  και για μέγιστο ρυθμό αποθήκευσης ενέργειας στο πηνίο το  $I = E/2r = 5\text{A}$

Την στιγμή λοιπόν που κλείνουμε τον διακόπτη  $\Delta_3$  και ο πυκνωτής είναι φορτισμένος με τον κάτω οπλισμό θετικά φορτισμένο αλλά και το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα με φορά προς τα επάνω.

Με την βοήθεια της ΑΔΕΤ για το κύκλωμα L-C θα έχουμε

$$\frac{1}{2} q^2/C + \frac{1}{2} L \cdot i^2 = \frac{1}{2} Q^2/C \quad \text{θα βρούμε } Q = 6\sqrt{2} \cdot 10^{-5} \text{C}.$$

Έτσι η εξίσωση του φορτίου θα δίνεται από την σχέση:

$$q = Q \sin(\omega t + \varphi) \text{ για } t=0$$

$$\sin \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ και επειδή το } i < 0 \quad \varphi = \pi/4. \text{ Το } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{12} 10^6 \text{ rad / s.}$$

$$\text{Άρα } q = 6\sqrt{2} \cdot 10^{-5} \sin\left(\frac{1}{12} 10^6 t + \frac{\pi}{4}\right) \text{ (S.I.) (1)}$$

ii) Ο ρυθμός μεταβολής της ενέργειας του πυκνωτή μετά το κλείσιμο του διακόπτη  $\Delta_3$  θα δίνεται από την σχέση

$$P_c = V_c \cdot i = \frac{q \cdot i}{C} = Q \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right) \cdot (-I \eta \mu\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)) = -\frac{QI}{2C} \cdot \eta \mu\left(2\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\text{και θα έχει μέγιστη τιμή } P_{\text{cmax}} = \frac{Q \cdot I}{2C} = 3600 \text{ J/s.}$$

### Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

*Χρήστος Ελευθερίου*