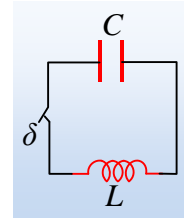


## Οπλισμός πυκνωτή με αρνητικό φορτίο.

Σαν συνέχεια της ανάρτησης «[Τα θετικά και τα αρνητικά στην Ηλεκτρική Ταλάντωση](#)», ας δούμε και την περίπτωση που το αρχικό φορτίο του πυκνωτή είναι αρνητικό.

Στο ιδανικό κύκλωμα LC του σχήματος, δίνονται ότι  $C=10\mu\text{F}$  και  $L=4\text{mH}$ . Ο πυκνωτής είχε φορτιστεί με φορτίο  $Q=40\mu\text{C}$  και εκτελεί αμείωτη ηλεκτρική ταλάντωση. Δεχόμαστε  $t=0$  τη στιγμή που  $q=-20\mu\text{C}$  και  $i>0$ . Να βρεθούν:

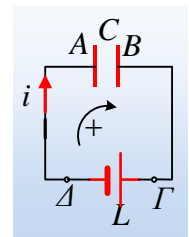


- i) Οι εξισώσεις του φορτίου του πυκνωτή και της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο.
- ii) Η τάση του πυκνωτή  $V_c$  και η τάση του πηνίου  $V_L$ , όπως και η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο τη στιγμή  $t=0$ .
- iii) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος την παραπάνω χρονική στιγμή.
- iv) Η ισχύς του πυκνωτή και η ισχύς του πηνίου.

### Απάντηση:

Τι σημαίνει ότι το φορτίο του πυκνωτή είναι αρνητικό; Ότι τη στιγμή  $t=0$ , το φορτίο του οπλισμού αναφοράς μας είναι αρνητικό. Αλλά ποιος είναι αυτός;

A) Έστω ότι είναι ο οπλισμός A, του διπλανού σχήματος. Τότε η θετική φορά διαγραφής είναι αυτή από τον οπλισμό A προς το B και η θετική ένταση του ρεύματος, σημαίνει ρεύμα με φορά προς τον οπλισμό A.



- i) Αλλά τότε έχουμε, σε αντιστοιχία με τις μηχανικές ταλαντώσεις, τις εξισώσεις:

$$q = Q \cdot \eta\mu(\omega t + \varphi_0) \quad (1) \quad \text{και} \quad i = I \cdot \sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_0) \quad (2)$$

$$\text{όπου} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}} \text{ rad/s} = 5.000 \text{ rad/s} \text{ και}$$

$$I = \omega Q = 5 \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

Για  $t=0$  με αντικατάσταση στην (1) παίρνουμε:

$$-20 \cdot 10^{-6} = 40 \cdot 10^{-6} \cdot \eta\mu\varphi_0 \rightarrow \eta\mu\varphi_0 = -\frac{1}{2} \text{ οπότε:}$$

$$\varphi_0 = \pi + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6} \text{ rad} \quad \text{ή} \quad \varphi_0 = 2\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{11\pi}{6} \text{ rad}$$

Αλλά τότε:

$$i = I \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{7\pi}{6} < 0 \text{ απορ. ή } i = I \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{11\pi}{6} > 0 \text{ δεκτή λύση, οπότε:}$$

$$q = 4 \cdot 10^{-5} \eta\mu \left( 5.000t + \frac{11\pi}{6} \right) \quad \text{και} \quad i = 0,2 \sigma\upsilon\nu \left( 5.000t + \frac{11\pi}{6} \right) \quad (\text{μονάδες στο S.I.})$$

- ii) Από τη στιγμή που έχουμε πάρει οπλισμό αναφοράς τον οπλισμό A, η τάση του πυκνωτή είναι η

$$\text{διαφορά δυναμικού} \quad V_c = V_A - V_B = \frac{q}{C} = \frac{-20 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-6}} = -2V.$$

Αντίστοιχα λέγοντας τάση πηνίου (με βάση τη φορά διαγραφής) είναι η τάση  $V_{\Gamma\Delta}=+2V$ , ενώ η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο είναι ίση με  $E_{αυτ}=-2V$ , αφού τείνει να δώσει ρεύμα αρνητικής φοράς στο κύκλωμα.

iii) Από την εξίσωση της  $E_{αυτ}$  παίρνουμε:

$$E_{αυτ} = -L \frac{di}{dt} \rightarrow$$

$$\frac{di}{dt} = -\frac{E_{αυτ}}{L} = -\frac{-2}{4 \cdot 10^{-3}} A/s = +500 A/s$$

iv) Τη στιγμή  $t=0$ , με βάση τα παραπάνω ο πυκνωτής εκφορτίζεται, οπότε παρέχει ενέργεια στο κύκλωμα με ρυθμό:

$$P_c = |V_c| \cdot i = 4 \cdot 10^{-3} W$$

Αντίστοιχα το πηνίο λειτουργεί ως αποδέκτης απορροφώντας ενέργεια με ρυθμό:

$$P_L = |V_L| \cdot i = 4 \cdot 10^{-3} W$$

Αν θέλαμε να τα θέσουμε «κάτω από την ίδια ομπρέλα» :

Η ισχύς την οποία αποδίδει το ηλεκτρικό ρεύμα στον πυκνωτή (η ισχύς του πυκνωτή), είναι:

$$P_c = V_c \cdot i = -2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} W = -4 mW$$

Και η αντίστοιχη ισχύς στο πηνίο:

$$P_L = |V_L| \cdot i = 4 mW$$

Όπου θετική ισχύς σημαίνει ότι το ρεύμα παρέχει ενέργεια και αρνητική ότι παίρνει ενέργεια από το αντίστοιχο τμήμα του κυκλώματος, εδώ τον πυκνωτή.

Α) Έστω ότι οπλισμός αναφοράς είναι τώρα ο οπλισμός Β, του διπλανού σχήματος. Τότε η θετική φορά διαγραφής είναι αυτή από τον οπλισμό Β προς τον Α και η θετική ένταση του ρεύματος, σημαίνει ρεύμα με φορά προς τον οπλισμό Β.

ν) Αλλά τότε έχουμε, σε αντιστοιχία με τις μηχανικές ταλαντώσεις, τις εξισώσεις:

$$q = Q \cdot \eta \mu(\omega t + \varphi_0) \quad (1) \quad \text{και} \quad i = I \cdot \sigma \nu \nu(\omega t + \varphi_0) \quad (2)$$

Για  $t=0$  με αντικατάσταση στην (1) παίρνουμε:

$$-20 \cdot 10^{-6} = 40 \cdot 10^{-6} \cdot \eta \mu \varphi_0 \rightarrow \eta \mu \varphi_0 = -1/2 \text{ οπότε:}$$

$$\varphi_0 = \pi + \frac{\pi}{6} = \frac{7\pi}{6} \text{ rad} \quad \text{ή} \quad \varphi_0 = 2\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{11\pi}{6} \text{ rad}$$

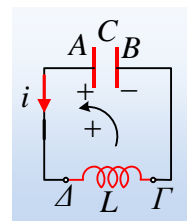
Αλλά τότε:

$$i = I \cdot \sigma \nu \nu \frac{7\pi}{6} < 0 \text{ απορ. ή } i = I \cdot \sigma \nu \nu \frac{11\pi}{6} > 0 \text{ δεκτή λύση, οπότε:}$$

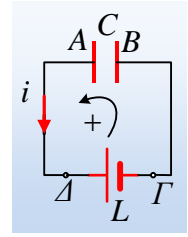
$$q = 4 \cdot 10^{-5} \eta \mu \left( 5.000t + \frac{11\pi}{6} \right) \quad \text{και} \quad i = 0,2 \sigma \nu \nu \left( 5.000t + \frac{11\pi}{6} \right) \quad (\text{μονάδες στο S.I.})$$

ii) Από τη στιγμή που έχουμε πάρει οπλισμό αναφοράς τον οπλισμό Β, η τάση του πυκνωτή είναι η δια-

$$\text{φορά δυναμικού } V_c = V_B - V_A = \frac{q}{C} = \frac{-20 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-6}} = -2V.$$



Αντίστοιχα λέγοντας τάση πηνίου (με βάση τη φορά διαγραφής) είναι η τάση  $V_{\Delta\Gamma}=+2V$ , ενώ η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο είναι ίση με  $E_{\text{αυτ}}=-2V$ , αφού τείνει να δώσει ρεύμα αρνητικής φοράς στο κύκλωμα.



### Συμπέρασμα:

Δεν αλλάζει τίποτα στο τελικό αποτέλεσμα, αλλάζοντας σπλισμό αναφοράς, αρκεί να συνειδητοποιούμε ότι ανάλογα με τον σπλισμό που θα πάρουμε, θα οριστεί διαφορετικά και η θετική φορά διαγραφής. Και αυτό ανεξάρτητα από το τι φορτίο θα έχει ο σπλισμός αναφοράς μας τη στιγμή  $t=0$ . Το πρόσημο και η τιμή του φορτίου θα καθορίσει απλά την αρχική φάση.

[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)