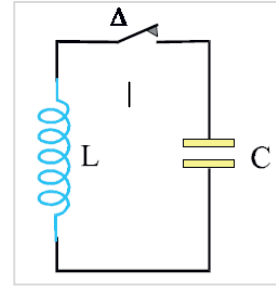


ΑΜΕΙΩΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

Κύκλωμα (διάταξη) : Αποτελείται από πυκνωτή με χωρητικότητα C και πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L . Το κύκλωμα είναι ιδανικό αφού δεν υπάρχει αντιστάτης, R.



► Ποιος ταλαντώνεται σε μια ηλεκτρική ταλάντωση ;
Απαντάμε, το φορτίο q των οπλισμών του πυκνωτή!

Πυκνωτής (απαραίτητες γνώσεις)

1. Αποθηκεύει φορτία ($q = C \cdot V$), αποθηκεύει ενέργεια στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή ίση με $U_E = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{C} \cdot q^2$.
2. Μονάδα χωρητικότητας στο S.I. είναι το Farad.
3. Αν ο ένας οπλισμός φέρει φορτίο +q, ο άλλος θα έχει -q. Πάντως το φορτίο του πυκνωτή λέμε ότι είναι q !
4. Αν οι οπλισμοί αφόρτιστου πυκνωτή έλθουν σε επαφή –έστω και στιγμιαία– με πόλους πηγής, τότε ο πυκνωτής θα φορτιστεί, έχοντας αναπτύξει ανάμεσα στους οπλισμούς του, διαφορά δυναμικού ίση με την Η.Ε.Δ. της πηγής ($V_c = E$).
5. Όταν πυκνωτής συμμετέχει σε ένα «πολύπλοκο» κύκλωμα και φορτιστεί :
 - I. Ο κλάδος που τον περιέχει παύει να είναι ρευματοφόρος.
 - II. Η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους οπλισμούς του δεν είναι κατ' ανάγκη ίση με την ΗΕΔ δηλ. $V_c \neq E$!

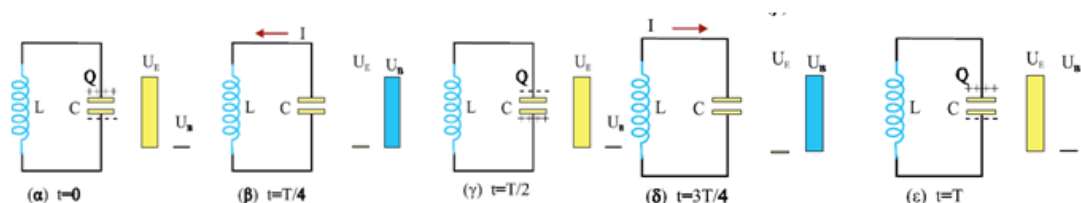
Πηνίο (απαραίτητες γνώσεις)

1. Χαρακτηρίζεται από τον συντελεστή αυτεπαγωγής L (Henry).
2. Ρευματοφόρο πηνίο **κατέχει** ενέργεια στο μαγνητικό του πεδίο ίση με $U_B = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$
3. Όταν το πηνίο «καταλάβει» ότι το ρεύμα που το διαρρέει αλλάζει, τότε συμπεριφέρεται ως πηγή ηλεκτρική (**φαινόμενο αυτεπαγωγής**). Σε αυτό το φαινόμενο στηρίζεται η λειτουργία του κυκλώματος LC !
4. Όταν το LC βρίσκεται σε λειτουργία ισχύει πάντα : $V_L = V_C$, αφού πυκνωτής και πηνίο έχουν κοινά άκρα.

$$V_L = V_C \rightarrow \left| -L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = \frac{1}{C} \cdot q_{\text{πικν}} \rightarrow \left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right| = \frac{1}{CL} \cdot q_{\text{πικν}}$$



Λειτουργία κυκλώματος μέσω ...πίνακα (Όταν $t=0$ ο πυκνωτής έχει το μέγιστο φορτίο)



Εξήγηση φαινομένου

Η χρονοεξέλιξη του φαινομένου δικαιολογείται λόγω φαινομένου **αυτεπαγωγής** στο ιδανικό πηνίο. Το πηνίο δεν επιτρέπει την ανεμπόδιστη αύξηση του ρεύματος ούτε την ανεμπόδιστη μείωση του.

Η σειρά σχημάτων –στην παραπάνω εικόνα- μας περιγράφει στοιχεία της ηλεκτρικής ταλάντωσης (υπάρχουν τα διαστήματα $T/4$, υπάρχει η περίοδος T , υπάρχει η περιοδική εναλλαγή φορτίου στους οπλισμούς, η περιοδική εναλλαγή στη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος)

Αξίζει να δείτε ότι όταν το ρεύμα μεγιστοποιείται, ο πυκνωτής είναι αφόρτιστος και όταν ο πυκνωτής φορτίζεται πλήρως, το ρεύμα μηδενίζεται.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι εξισώσεις που περιγράφουν την ταλάντωση του φορτίου, δίνουν σε αυτό θετικές και αρνητικές τιμές. Λοιπόν! Δεν υπάρχει αρνητικό φορτίο πυκνωτή. Υπάρχει θετικό και αρνητικό φορτίο οπλισμού. Επομένως το σχολικό βιβλίο **λανθασμένα χρησιμοποιείται στις εξισώσεις ο όρος «φορτίο πυκνωτή»**

Ξεχωρίζω τη στάση μου αφού θα εργαστώ με φορτίο οπλισμού.

Όμως οι οπλισμοί είναι δύο! Λοιπόν, θα επιλέξω ένα από τους δυο, εκτός και αν υποχρεωθώ –μέσα από την άσκηση- να εργαστώ με κάποιο συγκεκριμένο οπλισμό. Τον οπλισμό που θα χρησιμοποιήσω για να γράψω εξισώσεις, ονομάζω **οπλισμό αναφοράς**.

Νομίζω ότι αρκούν αυτά που έγραψα...

Πως γράφουμε εξισώσεις ηλεκτρικής ταλάντωσης

Αρκεί να αντιστοιχήσουμε την απομάκρυνση x με το φορτίο q_A του οπλισμού αναφοράς A , τότε η μαθηματική μελέτη του κυκλώματος LC γίνεται εύκολα.

Εξίσωση φορτίου

Πράγματι, αν κάνουμε την αντιστοιχία $x \leftrightarrow q_A$ τότε :

I. $Q \leftrightarrow A$ (πλάτος)

II. Εξίσωση φορτίου οπλισμού $q_A = Q \cdot \eta\mu(\omega t + \phi)$ (1)

Αν ζητήσουμε η διάταξη την στιγμή $t=0$, να ικανοποιεί την σχέση $q_A = +Q$, τότε –κατά τα γνωστά- $\phi = \pi/2 \text{ rad}$!

Η σχέση (1) τότε δίνει: $q_A = Q \cdot \eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = Q \cdot \sigma\upsilon\nu\omega t$

✎ Για να γράψεις εξίσωση φορτίου οπλισμού πρέπει για $t=0$ να έχεις σχεδιάσει την κατάσταση στο κύκλωμα L-C και να ορίσεις οπλισμό αναφοράς.

Εξίσωση ρεύματος

Αφού $x \leftrightarrow q_A$, έπεται ότι $\frac{\Delta x}{\Delta t} \leftrightarrow \frac{\Delta q}{\Delta t}$ δηλαδή $i \leftrightarrow v$!!!

Επομένως η εξίσωση του ρεύματος είναι : $i = \omega Q \cdot \sigma\upsilon\nu(\omega t + \phi)$ (2)

Αν θέσουμε $\phi = \pi/2 \text{ rad}$ τότε η εξίσωση (2) θα δώσει την εξίσωση του σχολικού βιβλίου $i = -\omega Q \cdot \eta\mu\omega t$

Είναι προφανές ότι η **μέγιστη** τιμή του ρεύματος είναι $|I| = \omega \cdot Q$!

✎ Για να γράψεις εξίσωση ρεύματος, πρέπει να έχεις στα χέρια σου εξίσωση φορτίου οπλισμού. Θετικό ρεύμα κατευθύνεται πάντα προς τον οπλισμό αναφοράς!



Αν ένας μαθητής **X** θεωρώντας ως οπλισμό αναφοράς τον **A** γράψει εξίσωση $i = \omega Q \sigma\upsilon\nu(\omega t + \phi)$, ένας άλλος μαθητής **Ψ** που θα θεωρήσει τον άλλο οπλισμό **B** ως οπλισμό αναφοράς θα γράψει εξίσωση $i = \omega Q \sigma\upsilon\nu(\omega t + \pi + \phi)$.

Προφανώς οι εξισώσεις έχοντας διαφορά φάσης ίση με $\pi \text{ rad}$, είναι κάθε στιγμή αντίθετες αλγεβρικά ή αν θέλετε συμμετρικές ως προς τον άξονα t , οι τιμές ρεύματος. Αυτό το γεγονός ΔΕΝ ΣΥΝΙΣΤΑ αίτιο να λέμε ότι έχουμε διαφορετικά ρεύματα!

Όταν ο **X** έχει στο διάγραμμα έξαρση (θετικό ρεύμα) λέει ‘το ρεύμα πάει προς τον οπλισμό **A**’. Ο άλλος μαθητής **Ψ** βλέπει –στο ίδιο διάστημα-κοιλάδα, δηλ. αρνητικό ρεύμα και λέει ότι το ρεύμα πάει πάλι προς τον οπλισμό **A**! Δηλαδή ΠΛΗΡΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ !!!

Αντιστοίχιση ενεργειών

Αφού $x \leftrightarrow q_A$, εύλογο είναι να οδηγηθούμε στην αντιστοιχία :

$$U_E = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{C} \cdot q^2 \leftrightarrow U = \frac{1}{2} \cdot D \cdot x^2, \text{ με συνέπεια να ισχύει } \underline{\frac{1}{C} \leftrightarrow D} \quad (3)$$

$$\text{Αφού } i \leftrightarrow v \Rightarrow U_B = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2 \leftrightarrow K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow \underline{L \leftrightarrow m} \quad (4)$$

Αντιστοίχιση περιόδου

$$\text{Με βάση τις (3) και (4) έχουμε : } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}} \leftrightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\frac{1}{C}}} = 2\pi \sqrt{LC} \quad (5)$$

Αντιστοίχιση ΑΔΕ ταλάντωσης

$$\text{Είναι «επιτρεπτό» να γίνει αποδεκτό ότι : } U_E + U_B = E_{\text{ταλαντ}} \left(= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{C} \cdot Q^2 \right) \quad (6)$$

Και άλλες ...αντιστοιχήσεις

1. Πότε θα κάνουμε χρήση ΑΔΕ στις ηλεκτρικές ταλαντώσεις :
 - Όταν στην άσκηση εμφανίζεται το ζευγάρι i, q !
 - Όταν δοθεί σχέση της μορφής $U_E = U_B, \dots$
 - Διαγράμματα ...
2. Τι γνωρίζετε για τα διαγράμματα των ενεργειών U_E, U_B ;
 - Δεν εμφανίζουν αρνητικές τιμές.
 - Έχουν ημιτονοειδή χαρακτήρα
 - Έχουν περίοδο ίση με το μισό της περιόδου T των q, i .

κ.α. ...
