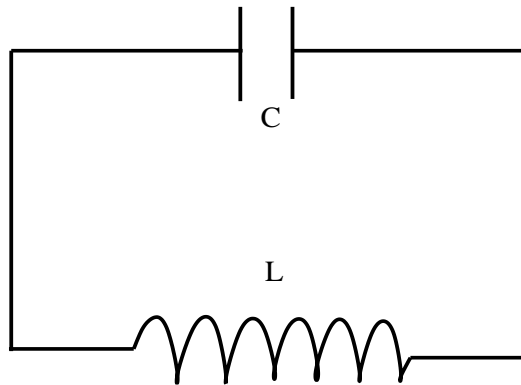


Ο δεύτερος κανόνας του Kirchhoff στις Ηλεκτρομαγνητικές Ταλαντώσεις

Το κύκλωμα των αμείωτων ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων αποτελείται από ένα πηνίο και ένα πυκνωτή (κύκλωμα Thomson) όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα. Η τάση του πηνίου V_L και του πυκνωτή V_C δίνονται από τις σχέσεις :

$$\begin{aligned} V_C &= -\frac{Q}{C} \\ V_L &= -L\frac{dI}{dt} \end{aligned} \quad (1)$$



όπου Q το φορτίο της μιας πλάκας του πυκνωτή C η χωρητικότητα του και L ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου.

Στην προηγούμενη σχέση πολύ σημαντικά είναι τα πρόσημα. Το αρνητικό πρόσημο στην τάση του πηνίου προέρχεται από τον κανόνα του Lenz που προέρχεται από τη διατήρηση της ενέργειας στον Ηλεκτρομαγνητισμό. Το αρνητικό πρόσημο στην τάση του πυκνωτή προέρχεται από την προσπάθεια του πυκνωτή να εκφορτιστεί μέσα από το κύκλωμα. Και αυτό το πρόσημο της τάσης του πυκνωτή είναι εκείνο που άρει την αναντιστοιχία στην εφαρμογή του δεύτερου κανόνα του Kirchhoff στις ηλεκτρομαγνητικές ταλαντώσεις.

Αν η τάση του πυκνωτή είχε θετικό πρόσημο όπως συνήθως αναφέρεται τότε ο δεύτερος κανόνας του Kirchhoff γράφεται σαν

$$V_L + V_C = 0 \iff V_L = -V_C \iff \frac{Q}{C} = L\frac{dI}{dt} \quad (2)$$

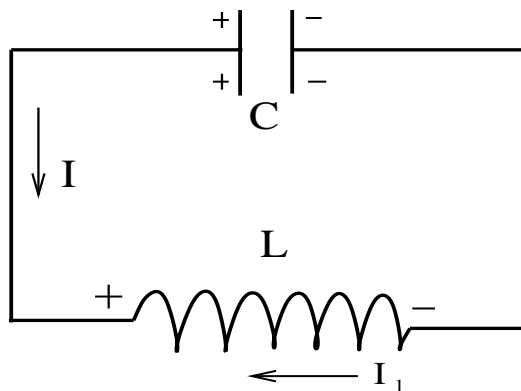
Σε αυτή την περίπτωση η εξίσωση που προέρχεται από τον δεύτερο κανόνα του Kirchhoff

$$-L\frac{d^2Q}{dt^2} + \frac{Q}{C} = 0 \quad (3)$$

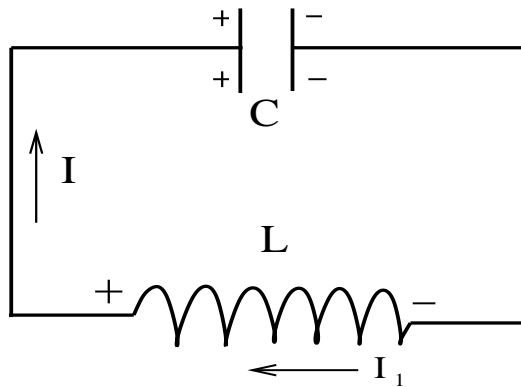
δεν έχει σαν λύση ταλάντωση.

Στο διπλανό κύκλωμα των αμείωτων ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων το ρεύμα εκφορτίζει τον πυκνωτή. Σε αυτή την περίπτωση η ένταση του ρεύματος θα μειώνεται αλγεβρικά (αλλά θα αυξάνεται κατά απόλυτη τιμή) άρα ο όρος $\frac{dI}{dt}$ θα είναι αρνητικός. Το πηνίο θα προσπαθεί να αντισταθεί στην μείωση του ρεύματος με αποτέλεσμα να παράγει Ηλεκτρική Διαφορά Δυναμικού τέτοια ώστε ένα αντίρροπο ρεύμα να το διαρρέυσει και να διατηρηθεί η μαγνητική ροή που το διαπερνά σταθερή. Θυμίζω ότι το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει από ψηλότερο προς χαμηλότερο δυναμικό εκτός της πηγής και από το χαμηλότερο δυναμικό προς το ψηλότερο στο εσωτερικό της πηγής. Το πηνίο παίζει το ρόλο της πηγής στην αυτεπαγωγή και γι αυτό το λόγο και η πολικότητα της ΗΕΔ πηνίου είναι αυτή που έχει σχεδιαστεί στο σχήμα.

Στην περίπτωση του πυκνωτή δεν μπορεί το ρεύμα να περάσει μέσα από τον πυκνωτή και αυτή είναι η αιτία για το αρνητικό πρόβλημα στην τάση του πυκνωτή.

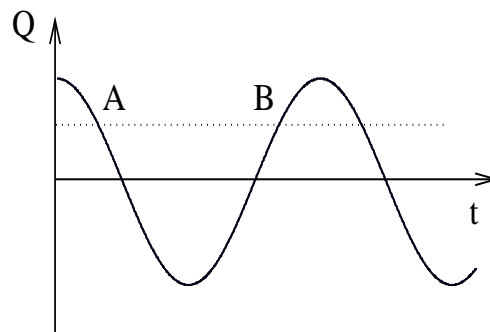


Στο διπλανό κύκλωμα των αμείωτων ηλεκτρομαγνητικών ταλαντώσεων το ρεύμα φορτίζει τον πυκνωτή. Σε αυτή την περίπτωση η ένταση του ρεύματος μειώνεται και αλγεβρικά και σε απόλυτη τιμή και ο όρος $\frac{dI}{dt}$ είναι αρνητικός. Το πηνίο θα προσπαθεί να αντισταθεί στην μείωση του ρεύματος με αποτέλεσμα να παράγει Ηλεκτρική Διαφορά Δυναμικού τέτοια ώστε ένα ομόρροπο ρεύμα να το διαρρέυσει και να διατηρηθεί η μαγνητική ροή που το διαπερνά σταθερή. Η πολικότητα της ΗΕΔ πηνίου είναι αυτή που έχει σχεδιαστεί στο σχήμα.



Το πρόβλημα στη κατανόηση του φαινομένου συνήθως οφείλεται στην δυσκολία αντίληψης του γεγονότος πως στις δύο περιπτώσεις αν και το ρεύμα έχει αντίθετη φορά καθώς ο πυκνωτής εκφορτίζεται ή φορτίζεται αντίστοιχα, ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος έχει το ίδιο πρόσημο άρα και το επαγωγικό ρεύμα έχει την ίδια φορά. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα στα δύο παρακάτω σχήματα. Στο σχήμα α) παρουσιάζεται το φορτίο του πυκνωτή ενώ στο σχήμα β) η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα. Ο ένας οπλισμός του πυκνωτή έχει το ίδιο φορτίο και κατά μέτρο και πρόσημο στα σημεία Α και Β. Η μόνη διαφορά είναι ότι στο σημείο Α εκφορτίζεται ενώ στο σημείο Β φορτίζεται. Στο σχήμα Β βλέπουμε ότι αλγεβρικά και για το Α και για το Β η ένταση του ρεύματος μειώνεται. Άρα η πολικότητα της τάσης του πηνίου θα στέλνει και στις δύο περιπτώσεις επαγωγικό ρεύμα ίδιας φοράς προς τον πυκνωτή.

Στο σχήμα αυτό παριστάνεται η μεταβολή του φορτίου της μιας πλάκας του πυκνωτή με το χρόνο. Στα σημεία Α και Β το φορτίο της πλάκας αυτής έχει την ίδια αλγεβρική τιμή άρα ο πυκνωτής έχει την ίδια πολικότητα.



Στο σχήμα αυτό βλέπουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα. Και για τις δύο προηγούμενες θέσεις Α και Β η ένταση του ρεύματος αν και έχει αντίθετη φορά γιατί έχει αντίθετο πρόσημο, μειώνεται. Άρα $\frac{dI}{dt} < 0$ και για τις δύο περιπτώσεις με συνέπεια η πολικότητα της ΗΕΔ από επαγωγή άρα και του επαγωγικού ρεύματος να είναι η ίδια.

