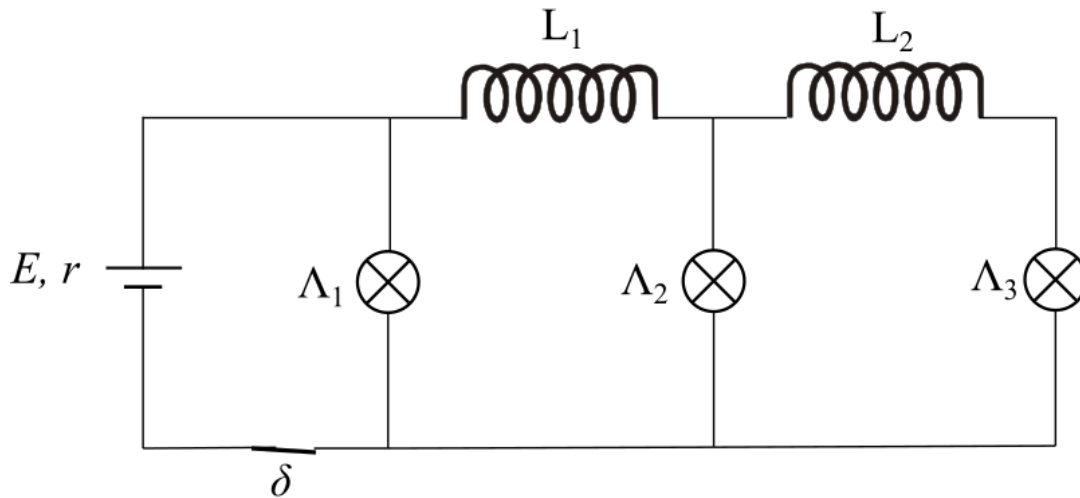


Αυτεπαγωγή με δύο πηνία

Στο παρακάτω κύκλωμα τα δύο πηνία είναι όμοια και θεωρούνται ιδανικά, οι τρεις λαμπτήρες είναι όμοιοι και λειτουργούν σαν ωμικοί αντιστάτες και η πηγή είναι συνεχούς και σταθερής τάσης.



Αρχικά, ο διακόπτης δ είναι κλειστός, το ρεύμα σταθεροποιημένο και οι λαμπτήρες φωτοβολούν.

- A.** Να συγκρίνετε μεταξύ τους την ενέργεια που έχουν αποθηκεύσει τα πηνία στο μαγνητικό τους πεδίο.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε ακαριαία το διακόπτη δ . Μετά το άνοιγμα του διακόπτη, οι λαμπτήρες συνεχίζουν και φωτοβολούν για λίγο.

- B.** Να συγκρίνετε τη φωτεινότητα της ακτινοβολίας των λαμπτήρων αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη ($t = 0^+$) σε σχέση με την αρχική σταθεροποιημένη κατάσταση.

Απάντηση

A. Με κλειστό το διακόπτη και σταθεροποιημένο το ηλεκτρικό ρεύμα, δεν εμφανίζεται φαινόμενο αυτεπαγωγής στα πηνία και καθώς αυτά είναι ιδανικά, συμπεραίνουμε ότι οι λαμπτήρες είναι παράλληλα συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Έτσι, έχουν την ίδια διαφορά δυναμικού στα άκρα τους.

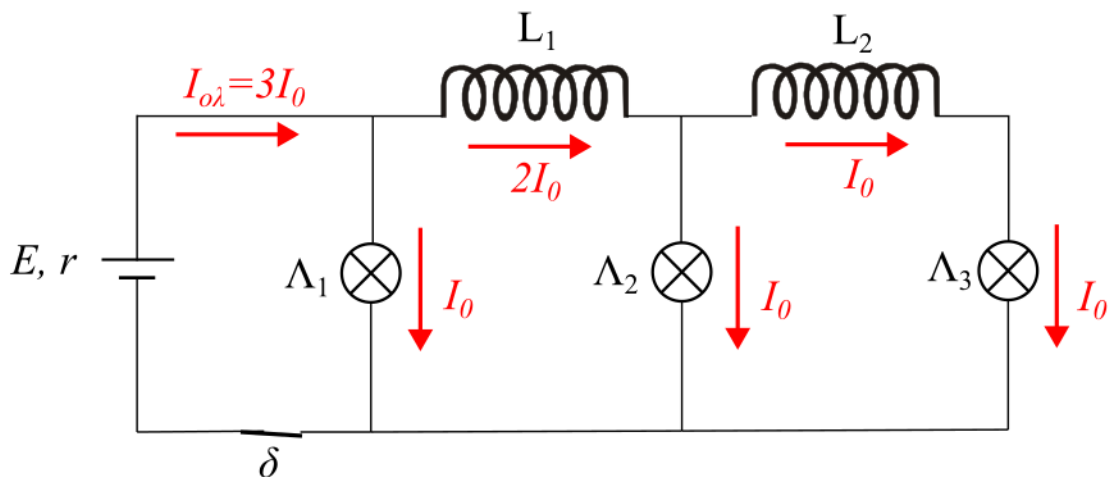
Επίσης, οι λαμπτήρες είναι όμοιοι (έχουν την ίδια αντίσταση R). Άρα, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα τα διαρρέει θα είναι η ίδια (έστω I_0) με αποτέλεσμα η φωτεινότητά τους να είναι αρχικά η ίδια. Με εφαρμογή του 1^{ου} κανόνα του Kirchhoff, αντιλαμβανόμαστε ότι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή θα είναι ίση με

$$I_{ολ} = 3I_0$$

και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα διαρρέει τα πηνία θα είναι (για το πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L_1 και το πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L_2 αντίστοιχα)

$$I_{L_1} = 2I_0 \text{ και } I_{L_2} = I_0$$

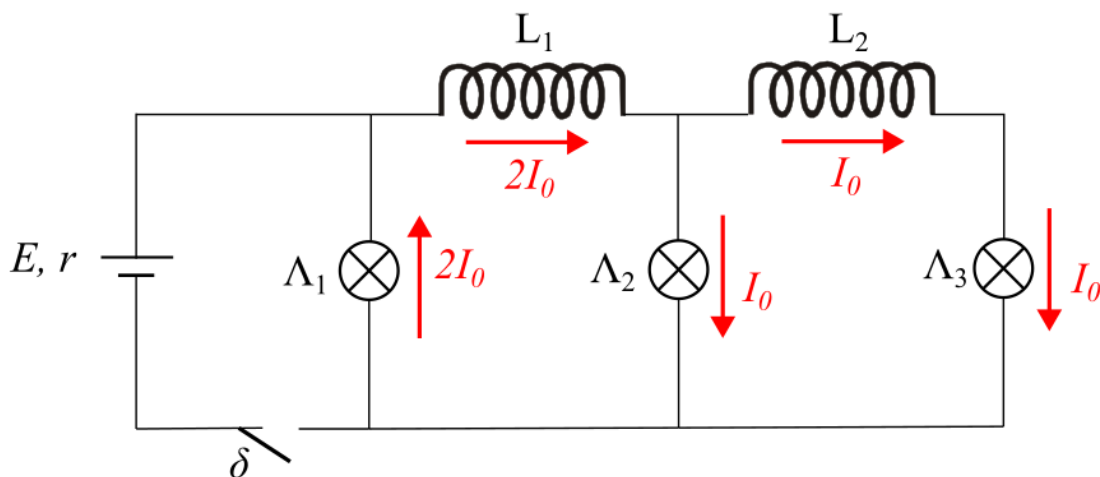
Τα παραπάνω φαίνονται και στο παρακάτω σχήμα.



Η ενέργεια που έχει αποθηκεύσει στο μαγνητικό του πεδίο ένα πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I , δίνεται από τη σχέση $U = \frac{1}{2}LI^2$. Τα πηνία του κυκλώματος είναι όμοια. Άρα, $L_1 = L_2$. Επομένως, για τη ζητούμενη σχέση των ενεργειών ισχύει ότι

$$\frac{U_{L_1}}{U_{L_2}} = \frac{\frac{1}{2}L_1(2I_0)^2}{\frac{1}{2}L_2I_0^2} \Rightarrow \boxed{U_{L_1} = 4U_{L_2}}$$

B. Ανοίγοντας το διακόπτη τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, λόγω φαινομένου αυτεπαγωγής, το ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα δεν θα μηδενιστεί αμέσως. Συγκεκριμένα, αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη τα πηνία θα διαρρέονται με ακριβώς το ίδιο ρεύμα (ένταση και φορά). Έτσι, σύμφωνα και με τον 1^ο κανόνα του Kirchhoff, αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη ($t = 0^+$) θα έχουμε την παρακάτω κατάσταση:



Επομένως, αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη, η φωτεινότητα των λαμπτήρων Λ_2 και Λ_3 είναι η ίδια μεταξύ τους και η ίδια με πριν, ενώ ο λαμπτήρας Λ_1 φωτοβολεί (για μικρό χρονικό διάστημα) εντονότερα.

Μίλτος Καδιτζόγλου

miltoskadiltzoglou@gmail.com