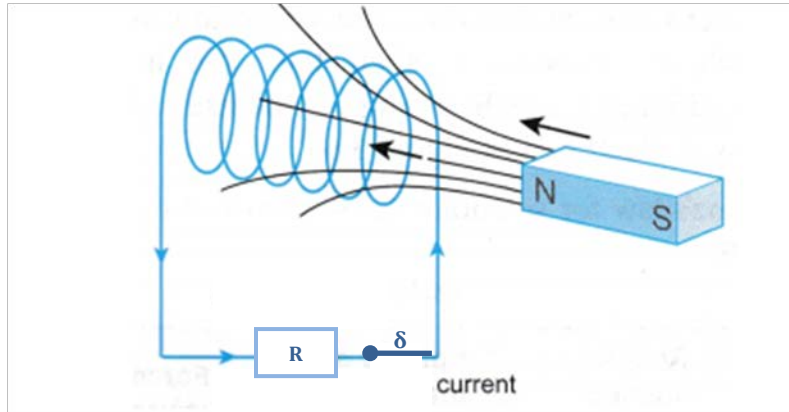


ΘΕΜΑ Γ

Κύκλωμα RL με Εξωτερική Μεταβαλλόμενη Μαγνητική Ροή



Ένα πηνίο με αυτεπαγωγή $L = 1 \text{ H}$ είναι συνδεδεμένο σε σειρά με αντιστάτη $R = 10 \Omega$. Στην περιοχή του πηνίου πλησιάζει ένας μαγνήτης κινούμενος ισοταχώς, προκαλώντας συνολική εξωτερική μαγνητική ροή στο σύνολο των σπειρών του πηνίου που δίνεται από τη σχέση:

$$\Phi(t) = 1 + 2t \quad (\Phi \text{ σε Wb, } t \text{ σε s}).$$

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε τον διακόπτη δ .

Γ1. Να σχεδιάσετε σχήμα στο οποίο να φαίνονται: η φορά κίνησης του μαγνήτη, η πολικότητα της Η.Ε.Δ από επαγωγή, η πολικότητα της Η.Ε.Δ από αυτεπαγωγή και φορά έντασης ρεύματος στο κύκλωμα.

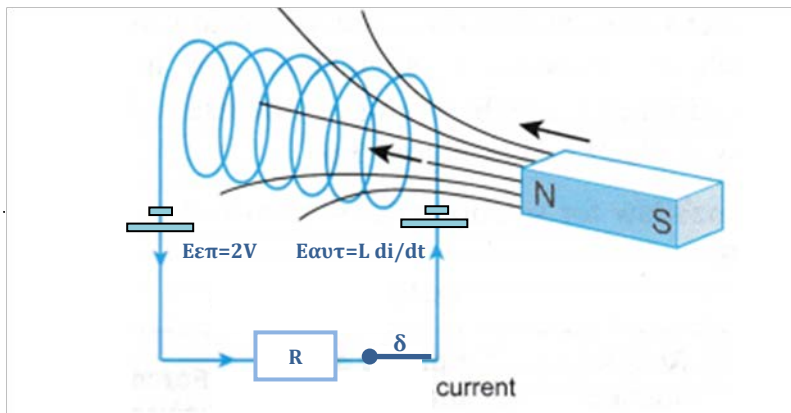
Γ2. Να υπολογίσετε τις τελικές τιμές της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα και της μαγνητικής ενέργειας που έχει αποθηκευτεί στο πηνίο.

Γ3. Να υπολογίσετε το έργο που παράχθηκε στον μαγνήτη μέχρι να σταθεροποιηθεί το ρεύμα αν η θερμότητα που απέδωσε ο αντιστάτης μέχρι εκείνη τη στιγμή ήταν $Q_R = 0.14 \text{ J}$.

Γ4. Να υπολογίσετε την ισχύ που παρέχεται στον μαγνήτη όταν η ένταση ρεύματος μεταβάλλεται με ρυθμό $di/dt = 1 \text{ A/s}$.

Γ5. Υποθέστε ότι η μέγιστη μαγνητική ροή που μπορεί να εισάγει ο μαγνήτης είναι $\Phi_{\max} = 4 \text{ Wb}$. Αφαιρούμε τον αντιστάτη και βραχυκυκλώνουμε το πηνίο. Πόσο έργο πρέπει να παράγουμε ώστε να φέρουμε τον μαγνήτη από άπειρη απόσταση μέσα στο πηνίο;

Γ1.



Γ2.

Στην ουσία πρόκειται για κύκλωμα RL σε αποκατάσταση ρεύματος με **την εξωτερική ΗΕΔ να προέρχεται από επαγωγή!**

Η επαγόμενη ΗΕΔ στο πηνίο είναι κατά απόλυτη τιμή είναι : $E_{επ} = N d\phi/dt = 2 V$
Από 2^ο KVL έχουμε: $E_{επ} - E_{αυτ} = iR$

Μετά τη σταθεροποίηση του ρεύματος έχουμε: $E_{αυτ} = 0$ και $I = 0,2A$

Η μαγνητική ενέργεια του πηνίου θα είναι: $U = \frac{1}{2} L I^2$ ή $U = 0,002j$

Γ3.

Από την Α.Δ.Ε έχουμε: $W_{εξ} = U + Q_R$ ή $W_{εξ} = 0,16j$

Γ4.

Κατά απόλυτη τιμή: $E_{αυτ} = L di/dt$ ή $E_{αυτ} = 1V$

Από 2^ο KVL έχουμε: $E_{επ} - E_{αυτ} = iR$ ή $i = (E_{επ} - E_{αυτ})/R$ ή $i = 0,1 A$

Η ενέργεια στο πηνίο αποθηκεύεται με ρυθμό: $P_L = E_{αυτ} i$ ή $P_L = 0,1W$

Η θερμική ισχύς στον αντιστάτη είναι: $P_R = i^2 R$ ή $P_R = 0,1W$

Από Α.Δ.Ε: $P_{ΕΕ} = P_L + P_R$ ή $P_{ΕΕ} = 0,2W$

Γ5.

Από 2^ο KVL έχουμε: $E_{επ} - E_{αυτ} = iR$ για $R=0$ προκύπτει $E_{επ} = E_{αυτ}$

$d\Phi/dt = L di/dt$ ή $\Delta\Phi = L\Delta i$ ή $\Phi_{max} - 0 = L(I - 0)$ τελικά $I = \Phi_{max}/L$ ή $I = 4A$

Από την Α.Δ.Ε έχουμε: $W_{εξ} = U + Q_R$ με $Q_R = 0$ επομένως $W_{εξ} = U = \frac{1}{2} L I^2$

$W_{εξ} = 8j$

Κ. Μυσίρης