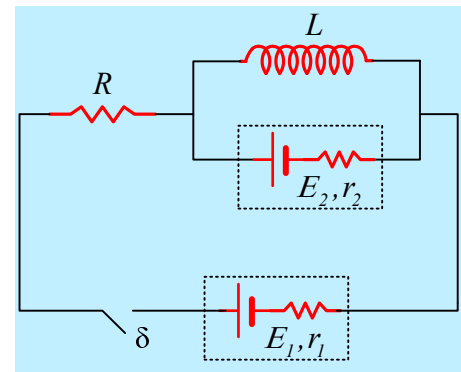


Με το άνοιγμα του διακόπτη

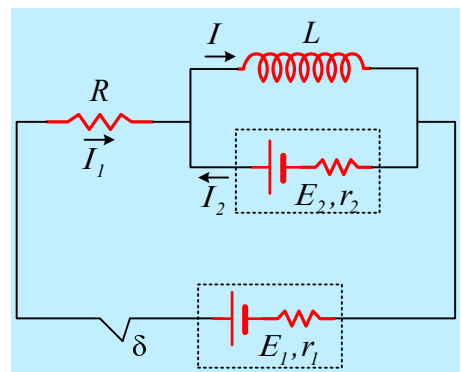
Δίνεται το διπλανό κύκλωμα με το διακόπτη δ κλειστό και σταθερές εντάσεις ρευμάτων. Το πηνίο είναι ιδανικό με συντελεστή αυτεπαγωγής $L=0,2\text{H}$, $E_1=20\text{V}$, $r_1=1\Omega$, $E_2=2\text{V}$, $r_2=1\Omega$ και $R=3\Omega$.



- i) Να υπολογιστεί η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου και η ισχύς κάθε πηγής.
- ii) Σε μια στιγμή t_1 ανοίγουμε το διακόπτη. Για την στιγμή αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη, να βρεθούν:
 - α) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε πηγή.
 - β) Η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή πάνω στο πηνίο.
 - γ) Η ισχύς της πηγής E_2 και η ισχύς του πηνίου.
- iii) Ποια είναι τελικά η ενέργεια που αποθηκεύεται στο πηνίο;

Απάντηση:

- i) Με κλειστό το διακόπτη και σταθερές εντάσεις για τα ρεύματα, στο πηνίο δεν θα έχουμε φαινόμενα αυτεπαγωγής, με αποτέλεσμα η τάση στα άκρα του να είναι μηδενική. Στο διπλανό σχήμα φαίνονται οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους κλάδους του κυκλώματος. Με εφαρμογή των κανόνων του Kirchhoff παίρνουμε:



$$E_1 - I_1 r_1 - I_1 R + V_L = 0 \xrightarrow{V_L=0}$$

$$I_1 = \frac{E_1}{R_1 + r_1} = \frac{20\text{V}}{(3+1)\Omega} = 5\text{A}$$

$$E_2 - I_2 r_2 + V_L = 0 \xrightarrow{V_L=0} I_2 = \frac{E_2}{r_2} = \frac{2\text{V}}{1\Omega} = 2\text{A}$$

$$I = I_1 + I_2 = 5\text{A} + 2\text{A} = 7\text{A}$$

(Αν κάποιος πει ότι η πηγή E_2 είναι βραχυκυκλωμένη, δίκιο θα έχει...)

Με βάση τις τιμές αυτές των ρευμάτων, θα έχουμε:

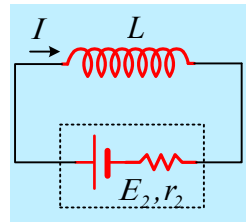
$$U_L = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} 0,2 \cdot 7^2 \text{ J} = 4,9 \text{ J}$$

$$P_1 = E_1 I_1 = 20 \cdot 5 \text{ W} = 100 \text{ W}$$

$$P_2 = E_2 I_2 = 2 \cdot 2 \text{ W} = 4 \text{ W}$$

- ii) Μόλις ανοίξουμε το διακόπτη, η πηγή E_1 βρίσκεται σε ανοικτό κύκλωμα και παύει να διαρρέεται από

ρεύμα, οπότε το κύκλωμά μας είναι αυτό του σχήματος, όπου λόγω αυτεπαγωγής το πηνίο συνεχίζει να διαρρέεται από ρεύμα με αρχική ένταση 7A!

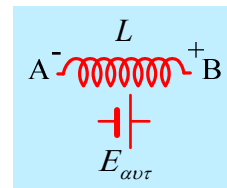


α) Αν το πηνίο, αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη, διαρρέεται από ρεύμα έντασης 7A, το ρεύμα αυτό περνά και από την πηγή E_2 . Αντίθετα δεν διαρρέεται από ρεύμα η πηγή E_1 .

β) Από τον 2^ο ΚΚ στο κύκλωμα παίρνουμε:

$$E_2 - Ir_2 - L \frac{di}{dt} = 0 \rightarrow E_{av\tau} = -L \frac{di}{dt} = -E_2 + Ir_2 = -2V + 7 \cdot 1V = 5V$$

Η θετική ΗΕΔ που βρήκαμε μας δείχνει ότι η πολικότητα αυτής της ΗΕΔ είναι τέτοια που να παρέχει αυτήν την (θετική, αφού έτσι την θεωρήσαμε...) ένταση ρεύματος, συνεπώς το άκρο Β αντιστοιχεί στον θετικό πόλο της «πηγής-πηνίου».



γ) Αντιμετωπίζοντας και το πηνίο σαν μια πηγή, έχουμε για την ισχύ κάθε πηγής:

$$P_L = E_{av\tau} I = 5 \cdot 7W = 35W$$

$$P_2 = E_2 I = 2 \cdot 7W = 14W$$

Και οι δυο «πηγές» παρέχουν ενέργεια στο ηλεκτρικό ρεύμα, ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα πάνω στην εσωτερική αντίσταση r_2 . Πράγματι:

$$P_Q = P_{r_2} = I^2 \cdot r_2 = 7^2 \cdot 1W = 49W$$

iii) Τελικά η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα θα σταθεροποιηθεί σε μια τιμή, όταν μηδενιστεί η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή. Αλλά τότε το παραπάνω κύκλωμα θα διαρρέεται από μια σταθερή ένταση ρεύματος, που υπολογίζεται από τον 2^ο ΚΚ:

$$E_2 - I_\tau r_2 + V_L = 0 \xrightarrow{V_L=0} I_\tau = \frac{E_2}{r_2} = \frac{2V}{1\Omega} = 2A$$

Πάλι βραχυκυκλώσαμε την πηγή E_2 !!!

dmargaris@gmail.com