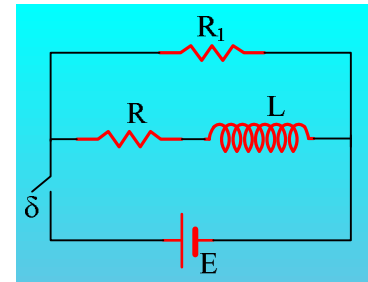


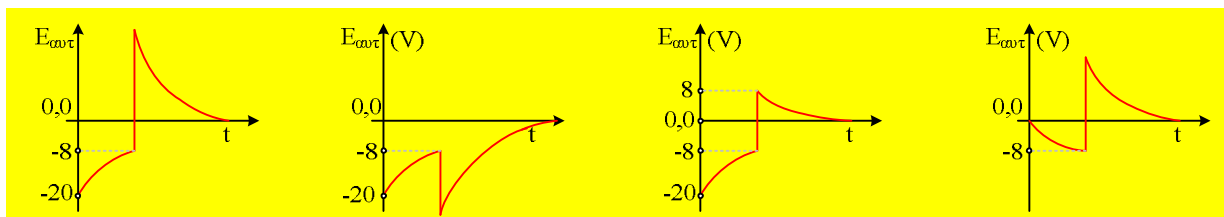
Η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο

Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος γνωρίζουμε ότι $E=20V$ και $R=4\Omega$. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοικτός. Σε μια στιγμή $t_0=0$ κλείνουμε το διακόπτη και τη στιγμή t_1 όπου το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης $i=3A$, τον ανοίγουμε.



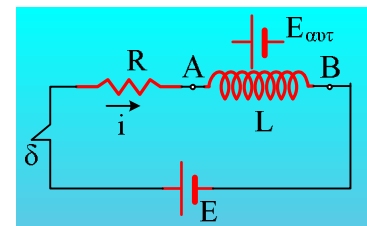
Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα παριστάνει την ΗΕΔ από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο;

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



Απάντηση:

Μόλις κλείσουμε το διακόπτη το πηνίο αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα έντασης i , ξεκινώντας από μηδενική τιμή, ενώ πάνω στο πηνίο αναπτύσσεται μια ΗΕΔ από αυτεπαγωγή, με πολικότητα όπως στο σχήμα. Αν εφαρμόσουμε τον 2ο κανόνα του Kirchhoff στο κύκλωμα, θα πάρουμε:



$$E - iR - L \frac{di}{dt} = 0 \quad (1)$$

Έτσι για $t=0$, παίρνουμε:

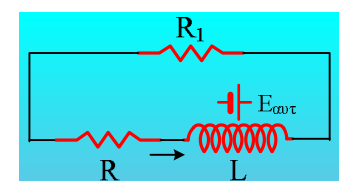
$$E - L \frac{di}{dt} - iR = 0 \rightarrow E_{avt} = -L \frac{di}{dt} = -E + iR \xrightarrow{i=0} E_{avt} = -E = -20V$$

Ενώ από την σχέση (1) προκύπτει ότι καθώς θα αυξάνεται η ένταση i του ρεύματος, που διαρρέει το πηνίο, θα μειώνεται η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή κατά απόλυτο τιμή, η οποία τελικά μηδενίζεται αν φτάσουμε να σταθεροποιηθεί η ένταση του ρεύματος (αυτό δεν θα συμβεί εδώ...). Άρα το τελευταίο διάγραμμα απορρίπτεται.

Ελάχιστα πριν ανοίξουμε το διακόπτη η εξίσωση (1) μας δίνει:

$$E_{avt} = -L \frac{di}{dt} = -E + iR = -20V + 3 \cdot 4V = -8V$$

Μόλις ανοίξουμε το διακόπτη, το πηνίο τείνει να συνεχίσει να διαρρέεται από ρεύμα, με την ίδια αρχική ένταση $3A$, λειτουργώντας σαν πηγή με πολικότητα, όπως στο σχήμα. Συνεπώς στο πηνίο αναπτύσσεται θετική ΗΕΔ από αυτεπαγωγή και το δεύτερο διάγραμμα απορρίπτεται.



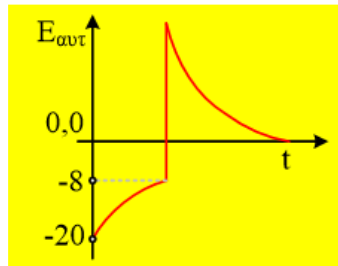
Εφαρμόζοντας τώρα, αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη το 2ο κανόνα του Kirchhoff, παίρνουμε:

$$-iR - L \frac{di}{dt} - iR_1 = 0 \rightarrow$$

$$E_{avt} = -L \frac{di}{dt} = iR + iR_1 > iR \rightarrow$$

$$E_{avt} > 3 \cdot 4V \rightarrow E_{avt} > 12V$$

Αλλά τότε απορρίπτεται το 3ο διάγραμμα, οπότε απομένει ως σωστό το πρώτο διάγραμμα:

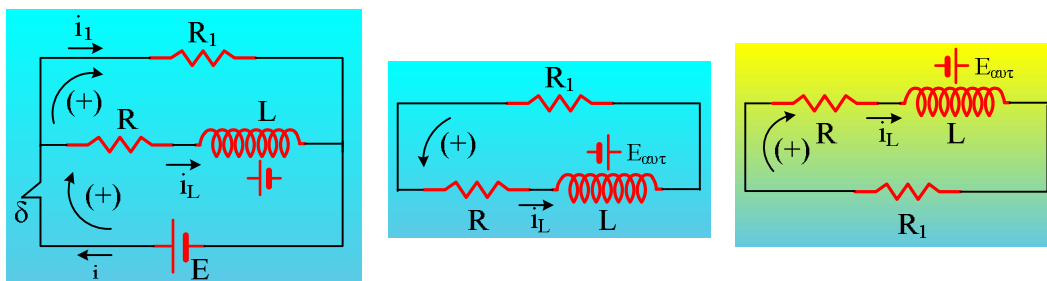


όπου η μέγιστη θετική τιμή της ΗΕΔ, δεν μπορεί να προσδιοριστεί, αφού δεν μας δίνεται η τιμή της αντίστασης

R_1 , αφού $E_{avt} = -L \frac{di}{dt} = iR + iR_1$. Το μόνο σίγουρο είναι ότι αυτή είναι μεγαλύτερη από 12V.

Σχόλιο:

Για να μπορέσουμε να χαράξουμε γραφική παράσταση της ΗΕΔ, δεχτήκαμε «σιωπηλά» ότι η πηγή έχει θετική ΗΕΔ $E=+20V$. Τότε και το ρεύμα που δημιουργεί στο κύκλωμα έχει θετική ένταση. Αλλά τότε ορίζεται μια ορισμένη φορά διαγραφής κάθε βρόχου ως θετική φορά, αυτή του αριστερού σχήματος.



Έτσι έχουμε και θετική ένταση ρεύματος και στις δύο αντιστάσεις και αρνητική ΗΕΔ λόγω αυτεπαγωγής στο πηνίο. Με το άνοιγμα του διακόπτη έχουμε το μεσαίο κύκλωμα, όπου διατηρήσαμε την ίδια ένταση που διαρρέει το πηνίο, η οποία αναγκαστικά θεωρείται θετική, ίδιο πρόσημο με πριν, αφού ίδια θα είναι και στη συνέχεια η φορά της έντασης. Αλλά τότε έχουμε θετική ένταση ρεύματος και θετική ΗΕΔ από αυτεπαγωγή.

Αν κάποιος νομίζει ότι αλλάξαμε θετική φορά διαγραφής για την αντίσταση R_1 , αρκεί να σχεδιάσει «αποκάτω» την αντίσταση αυτή, όπως στο δεξιό σχήμα, οπότε η «δεξιόστροφη» διαγραφή (η οποία δεν μας ενδιαφέρει) ...διατηρείται!

dmargaris@gmail.com