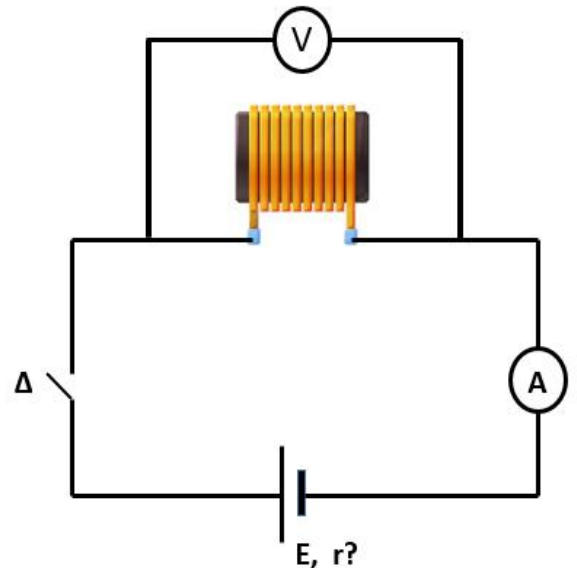


Ένα θέμα Γ στην Αυτεπαγωγή – κλείνοντας το διακόπτη...

Στο διπλανό κύκλωμα, το πηνίο **δεν** είναι ιδανικό. Το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο είναι ιδανικά. Κλείνοντας κάποια στιγμή το διακόπτη, παίρνουμε τα παρακάτω διαγράμματα τάσης και έντασης ρεύματος συναρτήσει του χρόνου με τη βοήθεια των οργάνων μέτρησης.



α) Είναι η ηλ. πηγή ιδανική ή όχι, εξηγήστε.

β) Να εκτιμήσετε το λόγο των αντιστάσεων του πηνίου και της ηλ. πηγής.

γ) i) Να χαράξετε στο ίδιο διάγραμμα της τάσης που μετρά το βολτόμετρο, και την τάση που οφείλεται μόνο στην ωμική αντίσταση του πηνίου (R_L) και να δικαιολογήσετε το σχήμα σας.

ii) Αναφερθείτε στη διαφορά των αντίστοιχων τιμών των δύο τάσεων κάθε στιγμή. Ποια η φυσική σημασία της διαφοράς αυτής;

δ) Το αμπερόμετρο χάλασε και ένας μαθητής θέλει να επαναλάβει το φαινόμενο και να αναδείξει περισσότερο την αντίδραση του πηνίου με το βολτόμετρο μόνο.

Ποιά από τις ακόλουθες ενέργειες του προτείνετε; Επιλέξτε και εξηγήστε.

- i) να αφαιρέσει τον πυρήνα μαλακού σιδήρου από το πηνίο.
- ii) να βάλει έναν αντιστάτη που έχει, παρόμοιας αντίστασης με την αντίσταση του πηνίου, ακριβώς δίπλα (σε σειρά) με το πηνίο.
- iii) να βάλει έναν αντιστάτη, παρόμοιας αντίστασης με την αντίσταση του πηνίου, στη θέση του αμπερομέτρου.

Απάντηση

α) Έστω ότι η ηλ. πηγή δεν είναι ιδανική. Το βολτόμετρο εκεί που συνδέεται, μετρά και την πολική τάση της ηλ. πηγής, για την οποία ισχύει: $V = E - i \cdot r$

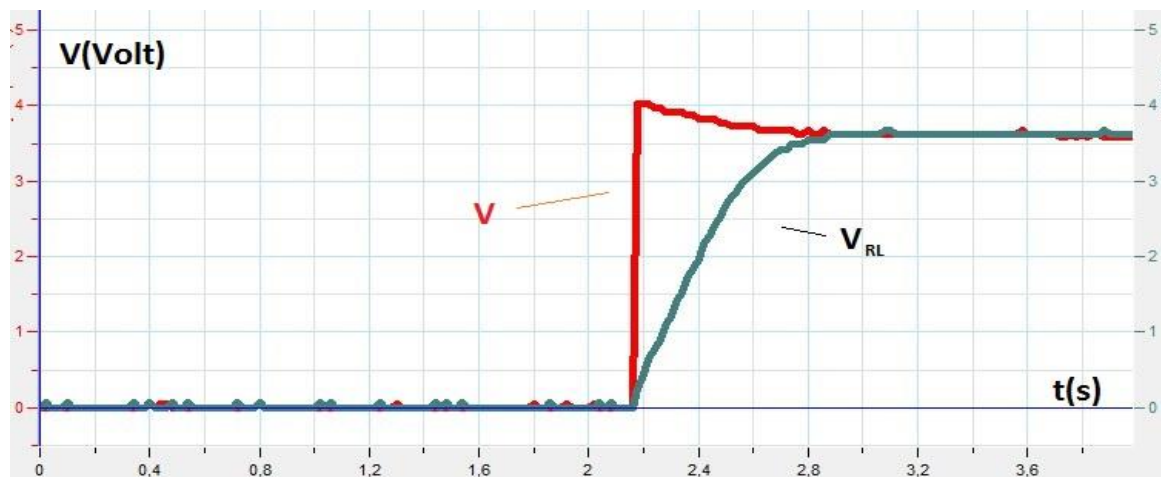
Καθώς αυξάνεται σταδιακά η ένταση του ρεύματος από 0 έως την τελική της τιμή –όπως φαίνεται στο αντίστοιχο διάγραμμα, η τάση V σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο μειώνεται, ενώ μετά που σταθεροποιείται η ένταση ρεύματος, η τάση είναι και αυτή σταθερή. Αυτή η περιγραφή αντιστοιχεί πλήρως με το παραπάνω διάγραμμα τάσης που έδωσε το βολτόμετρο.

(Αν ήταν $r=0$, ή τάση του βολτομέτρου θα ήταν διαρκώς σταθερή και ίση με την ΗΕΔ της πηγής)

β) Όταν έχει σταθεροποιηθεί το ρεύμα, η τάση του πηνίου, V_{π} , περίπου 3,6V, οφείλεται καθαρά στην ωμική του αντίσταση.

Στο διάγραμμα της τάσης, η μείωση της αμέσως μετά την κορύφωσή της σε σχέση με τη μόνιμή της τιμή είναι περίπου 0.4V και αντιστοιχεί στην πτώση τάσης στην εσωτερική αντίσταση της πηγής V_r . Ο ζητούμενος λόγος ισούται με το λόγο των τάσεων: $V_{\pi}/V_r = 3,6/0.4=9$.

γ) i) Η τάση που ζητάμε είναι ανάλογη της έντασης ρεύματος ωμικής αντίστασης του πηνίου: $V_{RL} = i \cdot R_L$ (1). Άρα η γραφική παράσταση της V_{RL} θα είναι αντίστοιχη με αυτή της έντασης του ρεύματος σε όλη τη διάρκεια. Όταν σταθεροποιείται θα ταυτίζεται με την τάση που μετράει το βολτόμετρο αφού τότε το πηνίο είναι σαν μία σκέτη ωμική αντίσταση. (Το από πού ακριβώς θα «περνάει» πριν τη σταθεροποίησή της, βρίσκεται από τη σχέση (1), με δεδομένο το διάγραμμα $i(t)$, και την αντίσταση R_L που είναι το πηλίκο V/i μετά τη σταθεροποίηση των δύο μεγεθών.)



γ)ii) Πριν τη σταθεροποίηση των τάσεων (περίπου τη στιγμή 2,9s) η διαφορά των τάσεων στο πηνίο δείχνει ότι **απορροφά** ηλ. ενέργεια η οποία **δε** γίνεται θερμότητα, αλλά κάποια άλλης μορφής ενέργεια. Αυτό σημαίνει την ανάπτυξη κάποιας αντί-ΗΕΔ στο πηνίο, δηλ. ΗΕΔ, με πολικότητα κόντρα στο ηλ. ρεύμα που διαρρέει το πηνίο.

δ) Θα πρέπει να κάνει το (iii). Τότε το διάγραμμα τάσης χρόνου που θα πάρει θα έχει απότομη άνοδο μετά το κλείσιμο του διακόπτη, και στη συνέχεια, η τάση θα βυθιστεί στη μισή τιμή περίπου, αφού η άλλη μισή τάση θα επικρατεί στα άκρα του αντιστάτη που έβαλε.

(-αν αφαιρέσει απλώς τον πυρήνα μαλακού σιδήρου (επιλογή i) θα μικρύνει πολύ τη διάρκεια της μείωσης της τάσης μετά την κορύφωσή της, αλλά η μείωση της τάσης δεν θα είναι μεγαλύτερη από αυτή που πήραμε αρχικά –θα είναι δηλαδή εξίσου μικρή αφού το $R_{ολ}$ δεν αλλάζει. Δεν αναδεικνύει την αυτεπαγωγή.

-αν κάνει το (ii) η απομείωση της τάσης θα είναι ασήμαντη αφού λόγω της μεγαλύτερης $R_{ολ}$, η τάση που θα έχουμε διαρκώς θα είναι περίπου ίση με την ΗΕΔ της ηλ. πηγής)

Οι σχετικές υλοποιήσεις (πειράματα) εδώ: <https://youtu.be/5xzzyz4WF4>