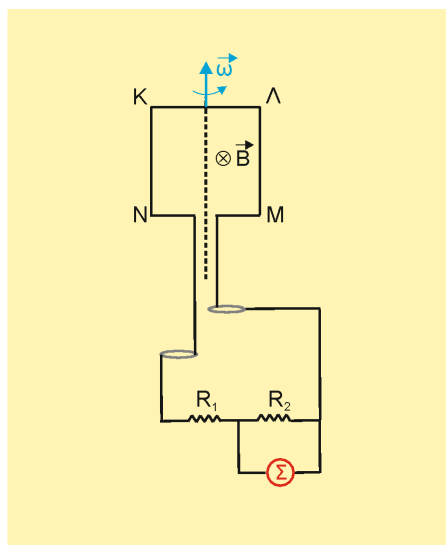


Πώς θα λειτουργήσει η συσκευή κανονικά;

Ένα αγωγίμο πλαίσιο μηδενικής αντίστασης έχει N σπείρες εμβαδού A η καθεμία και στρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$ γύρω από άξονα που ενώνει τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του. Τη στιγμή $t = 0$ το πλαίσιο είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με κύκλωμα που αποτελείται από δύο αντιστάσεις $R_1 = 150\Omega$, $R_2 = 100\Omega$ και θερμική συσκευή Σ με στοιχεία λειτουργίας $V_\Sigma = 100\text{V}$, $P_\Sigma = 100\text{W}$, παράλληλα συνδεδεμένη με την R_2 , όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η ενεργός τάση στα άκρα του πλαισίου είναι $V_{\text{ev}} = 100\text{V}$.



A. Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο

B. Να παραστήσετε γραφικά την τάση στα άκρα της αντίστασης R_1 σε συνάρτηση με το χρόνο

Γ. Λειτουργεί η συσκευή κανονικά;

Δ. Προκειμένου να λειτουργήσει η συσκευή κανονικά, προτείνονται οι εξής εναλλακτικές επιλογές:

α. Να αφαιρέσουμε από το κύκλωμα την αντίσταση R_1

β. Να βραχυκυκλώσουμε την αντίσταση R_1

γ. Να διπλασιάσουμε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου

Να εξηγήσετε ποια ή ποιες από τις επιλογές αυτές είναι σωστές, δικαιολογώντας παράλληλα και τις απαντήσεις σας.

Απάντηση

Α. Η Η.Ε.Δ. από επαγωγή στα άκρα του πλαισίου θα είναι

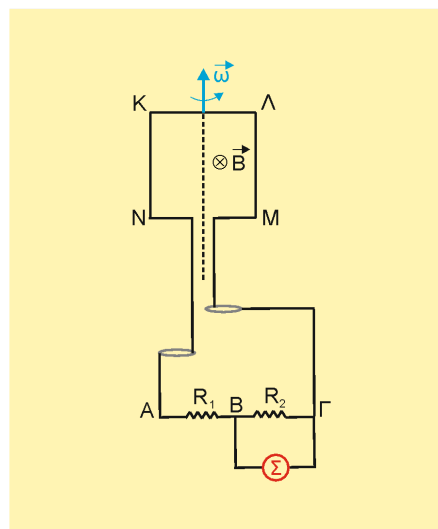
$$E_{\varepsilon\pi} = N \cdot \omega \cdot B \cdot A \cdot \eta\mu(\omega \cdot t)$$

Επειδή το πλαίσιο είναι ιδανικό θα είναι

$$V_{\varepsilon\pi} = E_{\varepsilon\pi, \varepsilon\pi} = \frac{N \cdot \omega \cdot B \cdot A}{\sqrt{2}} \rightarrow$$

$$\rightarrow N \cdot \omega \cdot B \cdot A = V_{\varepsilon\pi} \cdot \sqrt{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow N \cdot \omega \cdot B \cdot A = 100 \cdot \sqrt{2} \text{ V}$$



Για την αντίσταση της συσκευής θα έχουμε

$$P_{\Sigma} = \frac{V_{\Sigma}^2}{R_{\Sigma}} \rightarrow R_{\Sigma} = 100 \Omega$$

$$\text{Επίσης } R_{2,\Sigma} = \frac{R_2 \cdot R_{\Sigma}}{R_2 + R_{\Sigma}} \rightarrow R_{2,\Sigma} = 50 \Omega$$

Η αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος είναι

$$R_{\varepsilon\xi} = R_1 + R_{2,\Sigma} \rightarrow R_{\varepsilon\xi} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_{\Sigma}}{R_2 + R_{\Sigma}} \rightarrow R_{\varepsilon\xi} = 200 \Omega$$

Επομένως η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα θα είναι

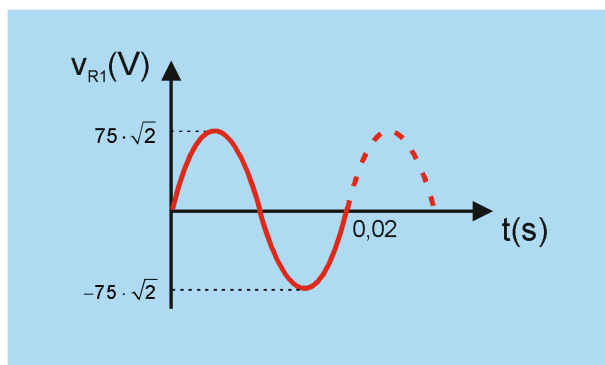
$$i = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{\varepsilon\xi}} \rightarrow i = \frac{N \cdot \omega \cdot B \cdot A \cdot \eta\mu(\omega \cdot t)}{R_{\varepsilon\xi}} \rightarrow i = 0,5 \cdot \sqrt{2} \cdot \eta\mu(100\pi \cdot t) \text{ (S.I.)}$$

$$\text{Β. Είναι } v_{R_1} = i \cdot R_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow v_{R_1} = 75 \cdot \sqrt{2} \cdot \eta\mu(100\pi \cdot t) \text{ (S.I.)}$$

$$\text{και } T = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow T = 0,02 \text{ s}$$

Το ζητούμενο διάγραμμα φαίνεται δίπλα.



Γ. Για να λειτουργεί η συσκευή κανονικά πρέπει $V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} = V_{\Sigma} \rightarrow V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} = 100 \text{ V}$

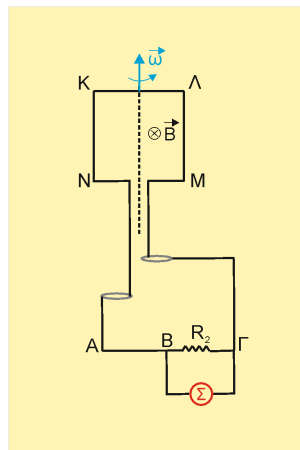
$$\text{Όμως } V_{\varepsilon\nu} = V_{\varepsilon\nu,AB} + V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} \rightarrow V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} < V_{\varepsilon\nu} \rightarrow V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} < 100 \text{ V}$$

Επομένως η συσκευή δεν λειτουργεί κανονικά.

Δ. α. Αν αφαιρέσουμε την αντίσταση R_1 θα προκύψει το διπλανό κύκλωμα. Θα ισχύει

$$V_{\varepsilon\nu} = V_{\varepsilon\nu,AB} + V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} \rightarrow V_{\varepsilon\nu} = 0 + V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} \rightarrow \\ \rightarrow V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} = V_{\varepsilon\nu} = 100 \text{ V}$$

Επομένως η συσκευή θα λειτουργεί κανονικά.

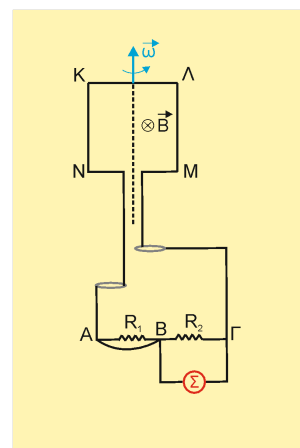


β. Αν βραχυκυκλώσουμε την R_1 θα προκύψει το διπλανό κύκλωμα. Θα ισχύει

$$V_{\varepsilon\nu} = V_{\varepsilon\nu,AB} + V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} \rightarrow V_{\varepsilon\nu} = 0 + V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} \rightarrow \\ \rightarrow V_{\varepsilon\nu,B\Gamma} = V_{\varepsilon\nu} = 100 \text{ V}$$

Επομένως η συσκευή θα λειτουργεί κανονικά.

(Βραχυκλώνοντας την R_1 είναι σαν να την αφαιρέσαμε, αφού το ρεύμα περνάει από το βραχυκύκλωμα...)



γ. Με την αλλαγή της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του πλαισίου θα αλλάξει η ενεργός τάση στα άκρα του πλαισίου. Θα ισχύει

$$V'_{\varepsilon\nu} = V'_{\varepsilon\nu,AB} + V'_{\varepsilon\nu,B\Gamma} \quad (1)$$

$$\text{Όμως } V'_{\varepsilon\nu,AB} = I'_{\varepsilon\nu} \cdot R_1 \text{ και}$$

$$V'_{\varepsilon\nu,B\Gamma} = I'_{\varepsilon\nu} \cdot R_{2,\Sigma} \xrightarrow{R_{2,\Sigma} = \frac{R_1}{3}} V'_{\varepsilon\nu,B\Gamma} = I'_{\varepsilon\nu} \cdot \frac{R_1}{3} \rightarrow V'_{\varepsilon\nu,B\Gamma} = \frac{V'_{\varepsilon\nu,AB}}{3}$$

Έτσι η σχέση (1) γράφεται

$$V'_{\varepsilon\nu} = 4 \cdot V'_{\varepsilon\nu, B\Gamma} \rightarrow V'_{\varepsilon\nu} = 4 \cdot V_{\Sigma} \rightarrow V'_{\varepsilon\nu} = 4 \cdot V_{\varepsilon\nu} \rightarrow \frac{N \cdot \omega' \cdot B \cdot A}{\sqrt{2}} = 4 \cdot \frac{N \cdot \omega \cdot B \cdot A}{\sqrt{2}} \rightarrow \\ \rightarrow \omega' = 4 \cdot \omega$$

Επομένως για να λειτουργεί κανονικά η συσκευή, πρέπει να τετραπλασιάσουμε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου.

Παπάζογλου Αποστόλης

apostolospapazoglou@gmail.com