

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ

ΘΕΜΑ Α

A1. Δύο συρμάτινα πλαίσια έχουν ίσα εμβαδά και περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Αν N_1 και N_2 ο αριθμός σπειρών για κάθε πλαίσιο, ο λόγος $V_{\varepsilon v1}/V_{\varepsilon v2}$ των ενεργών τιμών των εναλλασσόμενων τάσεων στα άκρα κάθε πλαισίου είναι:

- α.** N_1/N_2
- β.** N_2/N_1
- γ.** $(N_1/N_2)^2$
- δ.** $(N_2/N_1)^2$

A2. Αν το πλάτος της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη διπλασιαστεί, τότε η μέση ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη:

- α.** θα διπλασιαστεί.
- β.** θα υποδιπλασιαστεί.
- γ.** θα παραμείνει η ίδια.
- δ.** θα τετραπλασιαστεί.

A3. Στα άκρα αντιστάτη αντίστασης R εφαρμόζουμε εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V\eta\mu\omega t$. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη:

- α.** έχει διπλάσια συχνότητα από τη συχνότητα της τάσης.
- β.** έχει την ίδια φάση με την τάση.
- γ.** δίνεται από την εξίσωση $i = I\eta\mu(\omega t + \pi/2)$.
- δ.** έχει ενεργό τιμή $I_{\varepsilon v} = I/2$.

A4. Μία συνεχής τάση V_{Σ} και μια ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση με ενεργό τιμή $V_{\varepsilon v}$ προκαλούν τα ίδια θερμικά αποτελέσματα, στον ίδιο χρόνο, σε αντιστάσεις R και $4R$. Ο λόγος $V_{\varepsilon v}/V_{\Sigma}$ είναι ίσος με:

- α.** 1
- β.** 2
- γ.** $1/2$
- δ.** 4

A5. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

Η εναλλασσόμενη τάση που δημιουργείται με περιστρεφόμενο πλαίσιο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο είναι της μορφής $v = 220\sqrt{2}\eta\mu 100\pi t$ (SI) και εφαρμόζεται στα άκρα αντιστάτη με αντίσταση $R = 22 \Omega$.

- α.** Η ενεργός ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι 10 A.
- β.** Η φάση της έντασης γίνεται μέγιστη τη χρονική στιγμή $t_1 = 5$ ms.

- γ. Από τη χρονική στιγμή $t_1 = 5\text{ms}$ έως τη χρονική στιγμή $t_2 = 10\text{ms}$, η φάση της τάσης αυξάνεται κατά $\Delta\varphi = \pi/2$.
- δ. Ο μέγιστος ρυθμός παραγωγής θερμότητας στον αντιστάτη είναι 1100J/s .
- ε. Τη χρονική στιγμή t_2 η στιγμιαία ισχύς στον αντιστάτη είναι μηδέν.
- ζ. Αν διπλασιάσουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, θα υποδιπλασιαστεί η ενεργός ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.

ΘΕΜΑ Β

B1. Μια γεννήτρια εναλλασσομένου ρεύματος, η οποία περιστρέφεται με συχνότητα 50Hz , τροφοδοτεί αντίσταση R η οποία διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα με ενεργό ένταση $I_{\text{εV}} = 4\text{A}$. Αν διπλασιαστεί η συχνότητα περιστροφής, το πλάτος της έντασης του ρεύματος που θα διαρρέει την αντίσταση είναι:

- α. $I = 4\sqrt{2}\text{A}$ β. $I = 8\sqrt{2}\text{A}$ γ. $I = 8\text{A}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Απάντηση

Σωστό είναι το β.

Αιτιολόγηση

Το πλάτος της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης είναι: $V = NBS\omega = 2\pi NBSf$.

Η ενεργός ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος θα είναι:

$$I_{\text{εV}} = \frac{V_{\text{εV}}}{R} = \frac{V}{R\sqrt{2}} = \frac{2\pi NBS}{R\sqrt{2}} f$$

Αρα, αν διπλασιαστεί η συχνότητα f , θα διπλασιαστεί και το $I_{\text{εV}}$, δηλαδή

$$I_{\text{εV}} = 8\text{A}.$$

Επομένως το πλάτος της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος θα είναι:

$$I = I_{\text{εV}}\sqrt{2} \Rightarrow I = 8\sqrt{2}\text{A}$$

B2. Σε ένα σύρμα διαβιβάζουμε ταυτόχρονα δύο εναλλασσόμενα ρεύματα με εξισώσεις $i_1 = i_2 = I\eta\mu\omega t$. Η ενεργός ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σύρμα είναι:

- α. $I\sqrt{2}$
β. $2I\sqrt{2}$
γ. $I/\sqrt{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Απάντηση

Σωστό είναι το α.

Αιτιολόγηση

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σύρμα είναι:

$$i = i_1 + i_2 = 2I\eta\omega t$$

Επομένως η ενεργός ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σύρμα είναι:

$$I_{\varepsilon\nu} = \frac{2I}{\sqrt{2}} = \frac{2I\sqrt{2}}{2} \Rightarrow I_{\varepsilon\nu} = I\sqrt{2}$$

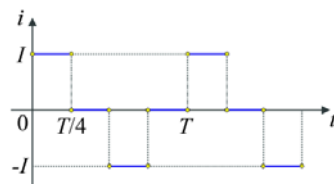
B3. Το εναλλασσόμενο ρεύμα που παριστάνεται στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος έχει την ίδια ενεργό τιμή με ένα ημιτονοειδές ρεύμα της μορφής:

α. $i = 2I\eta\mu(2\pi t/T)$

β. $i = \sqrt{2}I\eta\mu(2\pi t/T)$

γ. $i = I\eta\mu(2\pi t/T)$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.



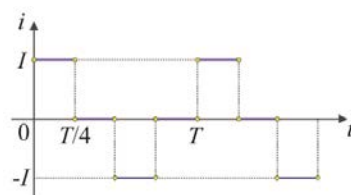
Απάντηση

Σωστό είναι το γ.

Αιτιολόγηση

Θα υπολογίσουμε την ενεργό ένταση του ρεύματος που φαίνεται στο διάγραμμα. Θα βρούμε τη θερμότητα που αναπτύσσεται σε μια αντίσταση R , σε χρόνο T , η οποία διαρρέεται από αυτό το ρεύμα:

$$Q = I^2 R \frac{T}{4} + I^2 R \frac{T}{4} = \frac{1}{2} I^2 RT$$



Θεωρούμε ένα συνεχές σταθερό ρεύμα I_σ που διαρρέει την ίδια αντίσταση, στον ίδιο χρόνο. Τότε αναπτύσσεται θερμότητα:

$$Q_\sigma = I_\sigma^2 RT$$

Αν $Q_\sigma = Q$ τότε $I_{\varepsilon\nu} = I_\sigma$. Θα υπολογίσουμε το $I_{\varepsilon\nu}$ από τη σχέση:

$$Q_\sigma = Q \Rightarrow I_\sigma^2 RT = \frac{1}{2} I^2 RT \Rightarrow I_\sigma^2 = \frac{I^2}{2} \Rightarrow I_{\varepsilon\nu} = \frac{I}{\sqrt{2}}$$

Από τις εξισώσεις της εκφώνησης βλέπουμε ότι η ενεργός ένταση του ρεύματος (γ) είναι:

$$I'_{\varepsilon\nu} = \frac{I}{\sqrt{2}}$$

ΘΕΜΑ Γ

117. Μια αντίσταση $R = 20 \Omega$ διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα με χρονική εξίσωση $i = I\eta\mu 100\pi t$ (SI). Κάποια χρονική στιγμή t_1 που η φάση του ρεύματος είναι $\varphi_1 = \pi/4$ rad, η στιγμιαία τιμή της έντασης του ρεύματος είναι $i = \sqrt{2}$ A.

- α.** Ποια είναι η στιγμιαία τιμή της τάσης τη χρονική στιγμή t_1 ;
- β.** Μετά από πόσο χρόνο Δt , από τη χρονική στιγμή t_1 , η φάση θα γίνει $3\varphi_1$;
- γ.** Βρείτε την ενεργό τιμή της τάσης στα άκρα του αντιστάτη.
- δ.** Βρείτε τη μέγιστη ισχύ που μεταφέρεται από το ρεύμα στην αντίσταση.

$$\text{Απ. [α. } v = 20\sqrt{2} \text{ V, β. } \Delta t = 1/200 \text{ s, γ. } V_{\text{εν}} = 20\sqrt{2} \text{ V,}$$

$$\text{δ. } p_{\text{max}} = 80 \text{ W}]$$

Λύση

α. Τη χρονική στιγμή t_1 ισχύει:

$$i = I\eta\mu\omega t \Rightarrow I = \frac{i}{\eta\mu\varphi_1} = \frac{\sqrt{2}}{\eta\mu(\pi/4)} = 2 \text{ A}$$

Η μέγιστη τάση είναι: $V = IR = 40 \text{ V}$. Τη χρονική στιγμή t_1 η στιγμιαία τιμή της τάσης είναι:

$$v = V\eta\mu\varphi_1 = 40\eta\mu\pi/4 \Rightarrow v = 20\sqrt{2} \text{ V}$$

β. Από την εξίσωση της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος προκύπτει ότι η γωνιακή συχνότητα είναι $\omega = 100\pi$ rad/s. Μετά από χρόνο Δt , από τη χρονική στιγμή t_1 , η φάση θα γίνει φ_2 και ισχύει:

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \omega\Delta t \Rightarrow 3\varphi_1 = \varphi_1 + \omega\Delta t \Rightarrow 2\varphi_1 = \omega\Delta t \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{2\varphi_1}{\omega} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{200} \text{ s}$$

γ. Η ενεργός τιμή της τάσης στα άκρα του αντιστάτη είναι:

$$V_{\text{εν}} = \frac{V}{\sqrt{2}} \Rightarrow V_{\text{εν}} = 20\sqrt{2} \text{ V}$$

δ. Η μέγιστη ισχύς που μεταφέρεται από το ρεύμα στον αντιστάτη είναι:

$$p_{\text{max}} = I^2R \Rightarrow p_{\text{max}} = 80 \text{ W}$$

ΘΕΜΑ Δ

105. Ένα ημιτονοειδές ρεύμα έχει εξίσωση $i = I\eta\mu\omega t$ διαρρέει αντιστάτη με αντίσταση $R = 5\Omega$. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 5 \text{ ms}$ έχει μέγιστη ένταση και τη χρονική στιγμή $t_2 = 15 \text{ ms}$ παίρνει για πρώτη φορά την τιμή $i = -20\sqrt{2} \text{ A}$.

- α. Ποια η ενεργός ένταση του ρεύματος;
- β. Βρείτε τη συχνότητα και την περίοδο του ρεύματος.
- γ. Βρείτε τη μεταβολή της φάσης από τη στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή t_2 .
- δ. Κάντε τη γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος έως τη χρονική στιγμή που μηδενίζεται για τρίτη φορά.
- ε. Βρείτε το ρυθμό παραγωγής θερμότητας όταν η φάση της τάσης στα άκρα του αντιστάτη είναι $3\pi/2$.

ΛΥΣΗ

α. Η ενεργός ένταση του ρεύματος είναι:

$$I_{\text{εV}} = \frac{I}{\sqrt{2}} \Rightarrow I_{\text{εV}} = 20 \text{ A}$$

β. Εφόσον τη χρονική στιγμή $t_2 = 15 \text{ ms}$ παίρνει για πρώτη φορά την τιμή $i = -I$, τη χρονική στιγμή $t_1 = 5 \text{ ms}$ θα είναι $i = I$ για πρώτη φορά. Άρα πρέπει:

$$t_1 = \frac{T}{4} \Rightarrow T = 4t_1 \Rightarrow T = 20 \text{ ms}$$

Η συχνότητα είναι:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = 50 \text{ Hz}$$

γ. Η μεταβολή της φάσης από τη χρονική στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή t_2 είναι:

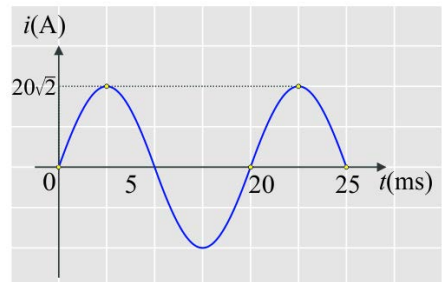
$$\Delta\varphi = \omega\Delta t = 2\pi f(t_2 - t_1) \Rightarrow \Delta\varphi = \pi \text{ rad}$$

δ. Η ένταση του ρεύματος δίνεται από την εξίσωση:

$$i = I\eta\mu 2\pi f t \Rightarrow i = 20\sqrt{2}\eta\mu 100\pi t \text{ (SI)}$$

Η γραφική παράσταση της συνάρτησης $i = f(t)$ φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το ρεύμα μηδενίζεται για τρίτη φορά τη χρονική στιγμή:

$$t = T + \frac{T}{4} = \frac{5T}{4} \Rightarrow t = 25 \text{ ms}$$



ε. $\varphi = \omega t = 3\pi/2 \Rightarrow i = I\eta\mu 3\pi/2 = -I$

$$\frac{dQ}{dt} = i^2 R = I^2 \eta\mu^2 \omega t R = I^2 R = 2000 \text{ J/s}$$