

ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ

Θέμα 1

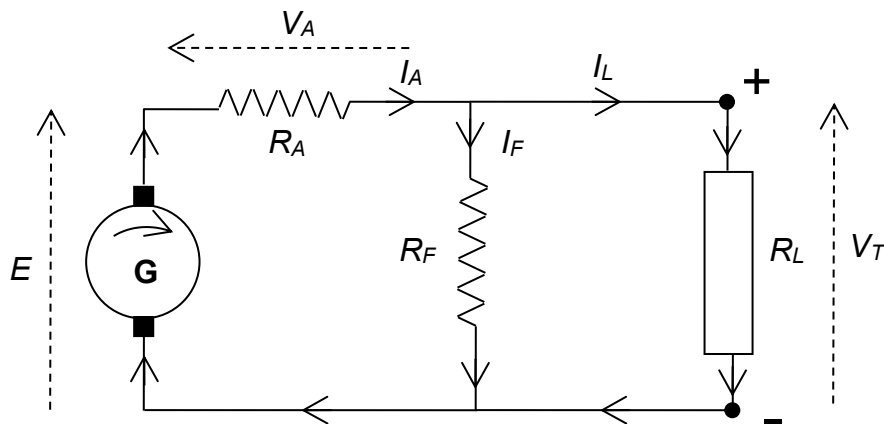
[μονάδες 1,5]

Μια γεννήτρια συνεχούς ρεύματος παράλληλης διέγερσης λειτουργεί στις ονομαστικές της τιμές $P_{ov} = 10 \text{ kW}$, $V_{ov} = 250 \text{ V}$. Η πτώση τάσης τυμπάνου $V_A = I_A R_A$ είναι 5% της τάσης εξόδου και το ρεύμα διέγερσης I_F είναι ίσο με 5% του ονομαστικού ρεύματος εξόδου I_L (ρεύμα φορτίου).

Να υπολογίσετε

A) την αντίσταση του τυμπάνου (οπλισμού) R_A και

B) την αντίσταση του πηνίου διέγερσης R_F



Οι διαφορές δυναμικού είναι :

$$V_T = 250 \text{ V},$$

$$V_A = 0,05 \cdot V_T = 0,05 \cdot 250 \text{ V} \Rightarrow V_A = 12,5 \text{ V},$$

$$E_A = V_A + V_T = 12,5 \text{ V} + 250 \text{ V} \Rightarrow E_A = 262,5 \text{ V} \text{ δεν ζητείται}$$

Τα ρεύματα είναι :

$$I_L = \frac{P_{ov}}{V_T} = \frac{10 \text{ kW}}{250 \text{ V}} = \frac{10.000 \text{ W}}{250 \text{ V}} \Rightarrow I_L = 40 \text{ A}$$

$$I_F = 0,05 \cdot I_L = 0,05 \cdot 40 \text{ A} \Rightarrow I_F = 2 \text{ A}$$

$$I_A = I_F + I_L = 40 \text{ A} + 2 \text{ A} \Rightarrow I_A = 42 \text{ A}$$

Οπότε από το νόμο του Ohm οι αντιστάσεις είναι :

$$A) R_A = \frac{V_A}{I_A} = \frac{12,5 \text{ V}}{42 \text{ A}} \Rightarrow R_A = 0,298 \Omega \approx 0,30 \Omega$$

$$B) R_F = \frac{V_T}{I_F} = \frac{250 \text{ V}}{2 \text{ A}} \Rightarrow R_F = 125 \Omega$$

Θέμα 2

[μονάδες 1,5]

Γεννήτρια στην οποία δίνονται στροφές $n = 1200 \text{ rpm}$ παράγει ΗΕΔ $E = 125 \text{ V}$. Να υπολογίσετε την παραγόμενη ΗΕΔ

A) αν οι στροφές παραμείνουν σταθερές αλλά η μαγνητική ροή μειωθεί κατά 10%

$$\left. \begin{aligned} E_A &= K \Phi \omega \\ E'_A &= K \Phi' \omega \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E'_A}{E_A} = \frac{K \Phi' \omega}{K \Phi \omega} \Rightarrow \frac{E'_A}{E_A} = \frac{\Phi'}{\Phi} \Rightarrow E'_A = E_A \cdot \frac{\Phi'}{\Phi} = 125 \text{ V} \cdot 0,9 \Rightarrow E'_A = 112,5 \text{ V}$$

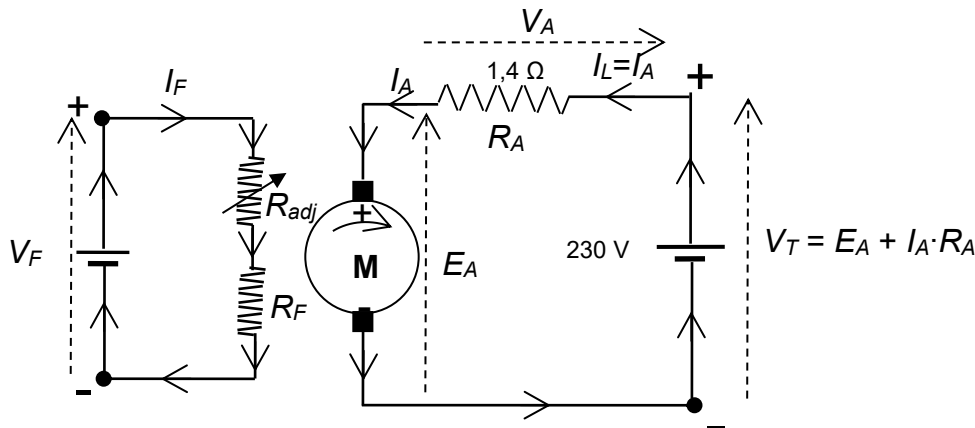
B) αν οι στροφές μειωθούν στις $n' = 1100 \text{ rpm}$ ενώ η μαγνητική ροή παραμένει αμετάβλητη

$$\left. \begin{aligned} E_A &= K\Phi\omega = K\Phi \frac{2\pi}{60} n \\ E'_A &= K\Phi\omega' = K\Phi \cdot \frac{2\pi}{60} n' \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E'_A}{E_A} = \frac{n'}{n} \Rightarrow E'_A = E_A \cdot \frac{n'}{n} = 125 \text{ V} \cdot \frac{1100 \text{ rpm}}{1200 \text{ rpm}} \Rightarrow \boxed{E'_A = 114,6 \text{ V}}$$

Θέμα 3

[μονάδες 2]

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος 230 V, ξένης διέγερσης, έχει αντίσταση τυμπάνου $R_A = 1,4 \, \Omega$ και απορροφά $I_L = 30 \text{ A}$ στις $n = 1000 \text{ rpm}$. Να υπολογίσετε την ταχύτητα περιστροφής n' , του δρομέα του όταν απορροφά 20 A (χωρίς μεταβολή στη διέγερσή του, δηλ. μαγνητική ροή ίδια).



$$E_A = V_T - I_A R_A = 230 \text{ V} - 30 \text{ A} \cdot 1,4 \, \Omega \Rightarrow E_A = 188 \text{ V}$$

$$E'_A = V_T - I'_A R_A = 230 \text{ V} - 20 \text{ A} \cdot 1,4 \, \Omega \Rightarrow E'_A = 202 \text{ V}$$

$$\left. \begin{aligned} E_A &= K\Phi\omega = K\Phi \frac{2\pi}{60} n \\ E'_A &= K\Phi\omega' = K\Phi \cdot \frac{2\pi}{60} n' \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n'}{n} = \frac{E'_A}{E_A} \Rightarrow n' = n \cdot \frac{E'_A}{E_A} = 1000 \text{ rpm} \cdot \frac{1100 \text{ V}}{1200 \text{ V}} \Rightarrow$$

$$n' = 1074,5 \text{ rpm} \approx 1070 \text{ rpm} \quad \text{σε τρία σημαντικά ψηφία}$$

Θέμα 4

[μονάδες 5]

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος, παράλληλης διέγερσης, έχει ονομαστική τάση 120 V. Η αντίσταση τυμπάνου είναι $R_A = 0,30 \, \Omega$, ενώ η αντίσταση του πηνίου διέγερσης είναι $R_F = 40 \, \Omega$ και η πτώση τάσης επάνω στις ψήκτρες του συλλέκτη είναι 4 V. Το ρεύμα που απορροφά ο κινητήρας στο πλήρες φορτίο είναι 28 A και η ταχύτητα περιστροφής 1.200 rpm. Οι συνολικές μηχανικές απώλειες στο πλήρες φορτίο είναι 280 W και οι απώλειες πυρήνα είναι 80 W.

α) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα.

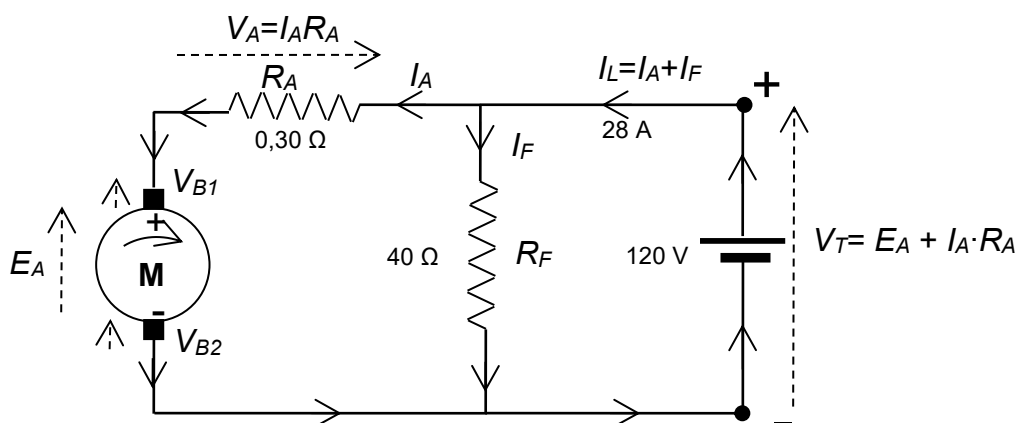
β) Να υπολογιστεί το ρεύμα τυμπάνου και η επαγόμενη τάση τυμπάνου στο πλήρες φορτίο.

γ) Να υπολογιστεί ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα.

δ) Να προσδιοριστεί η ροπή στον άξονα του κινητήρα.

A) Το ισοδύναμο κύκλωμα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα όπου

$$V_{B1} + V_{B2} = V_B = 4 \text{ V}$$



Β) Υπολογίζουμε τα ρεύματα και τις διαφορές δυναμικού

$$I_L = 28 \text{ A}$$

$$I_F = \frac{V_T}{R_F} = \frac{120 \text{ V}}{40 \Omega} \Rightarrow I_F = 3 \text{ A}$$

$$I_A = I_L - I_F = 28 \text{ A} - 3 \text{ A} \Rightarrow \boxed{I_A = 25 \text{ A}}$$

$$E_A = V_T - I_A R_A - V_B = 120 \text{ V} - 25 \text{ A} \cdot 0,30 \Omega - 4 \text{ V} \Rightarrow \boxed{E_A = 108,5 \text{ V}}$$

Γ) Εισερχόμενη (απορροφούμενη) ηλεκτρική ισχύς

$$P_{in} = V_T \cdot I_L = 120 \text{ V} \cdot 28 \text{ A} \Rightarrow \boxed{P_{in} = 3.360 \text{ W}}$$

Ωμικές απώλειες τυμπάνου

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A = 25^2 \text{ A}^2 \cdot 0,30 \Omega \Rightarrow P_A = 187,5 \text{ W}$$

Ωμικές απώλειες πηνίων παράλληλης διέγερσης

$$P_F = I_F^2 \cdot R_F = 3^2 \text{ A}^2 \cdot 40 \Omega \Rightarrow P_F = 360 \text{ W}$$

Απώλειες ψηκτρών

$$P_B = V_B \cdot I_A = 4 \text{ V} \cdot 25 \text{ A} \Rightarrow P_B = 100 \text{ W}$$

Μηχανικές απώλειες

$$P_{MHX} = 280 \text{ W}$$

Απώλειες πυρήνα

$$P_{ΠΥΡ} = 80 \text{ W}$$

Συνολικές απώλειες ισχύος

$$P_{ΑΠΩΛ} = P_A + P_F + P_B + P_{MHX} + P_{ΠΥΡ} = 187,5 \text{ W} + 360 \text{ W} + 100 \text{ W} + 280 \text{ W} + 80 \text{ W} \Rightarrow \boxed{P_{ΑΠΩΛ} = 1007,5 \text{ W}}$$

Εξερχόμενη (ωφέλιμη) μηχανική ισχύς

$$P_{out} = P_{in} - P_{ΑΠΩΛ} = 3360 \text{ W} - 1007,5 \text{ W} \Rightarrow \boxed{P_{out} = 2352,5 \text{ W}}$$

Βαθμός απόδοσης

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100\% = \frac{2352,5 \text{ W}}{3360 \text{ W}} \cdot 100\% \Rightarrow \boxed{\eta = 70\%}$$

Δ)

$$\tau_{out} = \frac{P_{out}}{\omega} = \frac{P_{out}}{n} \cdot \frac{60}{2\pi} = \frac{2352,5 \text{ W}}{1200 \text{ rpm}} \cdot \frac{30}{3,14} \Rightarrow \tau_{out} = 18,72 \text{ N} \cdot \text{m}$$