

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.
ΜΑΘΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ (6^{ου} εξαμήνου) X/2019-20
Δευτέρα 17 Φεβρουαρίου 2020

Εισηγητής: Κ. Φιλίπιδης

ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ

Θέμα 1

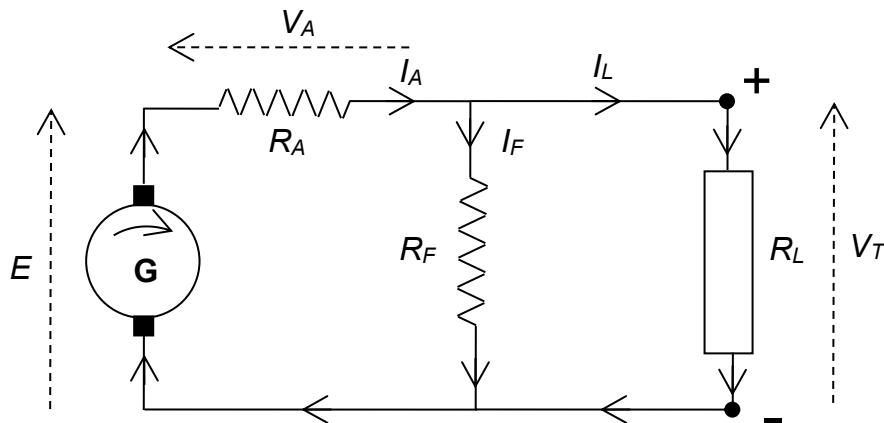
[μονάδες 2]

Μια γεννήτρια συνεχούς ρεύματος παράλληλης διέγερσης λειτουργεί στις ονομαστικές της τιμές $P_{ov} = 15 \text{ kW}$, $V_{ov} = 300 \text{ V}$. Η αντίσταση τυμπάνου είναι $R_A = 0,2264 \Omega$ και το ρεύμα διέγερσης I_F είναι ίσο με 6% του ονομαστικού ρεύματος εξόδου I_L (ρεύμα φορτίου).

- A) Να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα και να υπολογίσετε
 B) την αντίσταση του πηνίου διέγερσης R_F και
 Γ) την επαγωγική τάση E_A που παράγει η γεννήτρια

Λύση

A)



Τα ρεύματα είναι :

$$I_L = \frac{P_{ov}}{V_T} = \frac{15 \text{ kW}}{300 \text{ V}} = \frac{15.000 \text{ W}}{300 \text{ V}} \Rightarrow I_L = 50 \text{ A}$$

$$I_F = 0,06 \cdot I_L = 0,06 \cdot 50 \text{ A} \Rightarrow I_F = 3 \text{ A}$$

$$I_A = I_F + I_L = 50 \text{ A} + 3 \text{ A} \Rightarrow I_A = 53 \text{ A}$$

Οπότε από το νόμο του Ohm έχουμε :

$$\text{B) } R_F = \frac{V_T}{I_F} = \frac{300 \text{ V}}{3 \text{ A}} \Rightarrow R_F = 100 \Omega$$

$$\text{Γ) } V_A = I_A R_A = 53 \cdot 0,2264 = 12,031 \Rightarrow V_A = 12 \text{ V}$$

$$E_A = V_A + V_T = 12 \text{ V} + 300 \text{ V} \Rightarrow E_A = 312 \text{ V}$$

Θέμα 2

[μονάδες 2]

Γεννήτρια στην οποία δίνονται στροφές $n = 1100 \text{ rpm}$ παράγει ΗΕΔ $E = 120 \text{ V}$. Να υπολογίσετε την παραγόμενη ΗΕΔ

A) αν οι στροφές παραμείνουν σταθερές αλλά η μαγνητική ροή μειωθεί κατά 20%

$$\left. \begin{aligned} E_A &= K \Phi \omega \\ E'_A &= K \Phi' \omega \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E'_A}{E_A} = \frac{K \Phi' \omega}{K \Phi \omega} \Rightarrow \frac{E'_A}{E_A} = \frac{\Phi'}{\Phi} \Rightarrow E'_A = E_A \cdot \frac{\Phi'}{\Phi} = 120 \text{ V} \cdot 0,8 \Rightarrow E'_A = 96 \text{ V}$$

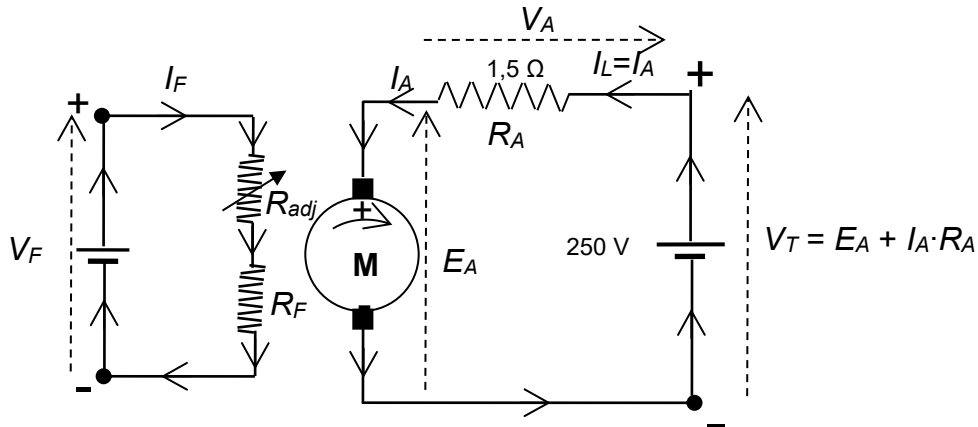
B) αν οι στροφές αυξηθούν στις $n' = 1200 \text{ rpm}$ ενώ η μαγνητική ροή παραμένει αμετάβλητη

$$\left. \begin{aligned} E_A &= K\Phi\omega = K\Phi \frac{2\pi}{60} n \\ E'_A &= K\Phi\omega' = K\Phi \frac{2\pi}{60} n' \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E'_A}{E_A} = \frac{n'}{n} \Rightarrow E'_A = E_A \cdot \frac{n'}{n} = 120 \text{ V} \cdot \frac{1200 \text{ rpm}}{1100 \text{ rpm}} \Rightarrow \boxed{E'_A = 131 \text{ V}}$$

Θέμα 3

[μονάδες 2]

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος 250 V, ξένης διέγερσης, έχει αντίσταση τυμπάνου $R_A = 1,5 \Omega$ και απορροφά $I_L = 40 \text{ A}$ στις $n = 1500 \text{ rpm}$. Να σχεδιάσετε το ισοδύναμο κύκλωμα και να υπολογίσετε την ταχύτητα περιστροφής n' , του δρομέα του όταν απορροφά 30 A (χωρίς μεταβολή στη διέγερσή του, δηλ. μαγνητική ροή ίδια).



$$E_A = V_T - I_A R_A = 250 \text{ V} - 40 \text{ A} \cdot 1,5 \Omega \Rightarrow E_A = 190 \text{ V}$$

$$E'_A = V_T - I'_A R_A = 250 \text{ V} - 30 \text{ A} \cdot 1,5 \Omega \Rightarrow E'_A = 205 \text{ V}$$

$$\left. \begin{aligned} E_A &= K\Phi\omega = K\Phi \frac{2\pi}{60} n \\ E'_A &= K\Phi\omega' = K\Phi \frac{2\pi}{60} n' \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n'}{n} = \frac{E'_A}{E_A} \Rightarrow n' = n \cdot \frac{E'_A}{E_A} = 1500 \text{ rpm} \cdot \frac{205 \text{ V}}{190 \text{ V}} \Rightarrow$$

$$n' = 10618,42 \text{ rpm} \approx 1620 \text{ rpm} \quad \text{σε τρία σημαντικά ψηφία}$$

Θέμα 4

[μονάδες 4]

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος, παράλληλης διέγερσης, έχει ονομαστική τάση 200 V. Η αντίσταση τυμπάνου είναι $R_A = 0,50 \Omega$, ενώ η αντίσταση του πηνίου διέγερσης είναι $R_F = 50 \Omega$ και η πτώση τάσης επάνω στις ψήκτρες του συλλέκτη είναι 2 V. Το ρεύμα που απορροφά ο κινητήρας στο πλήρες φορτίο είναι 20 A και η ταχύτητα περιστροφής 1.500 rpm. Οι συνολικές μηχανικές απώλειες στο πλήρες φορτίο είναι 265 W και οι απώλειες πυρήνα είναι 75 W.

α) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα.

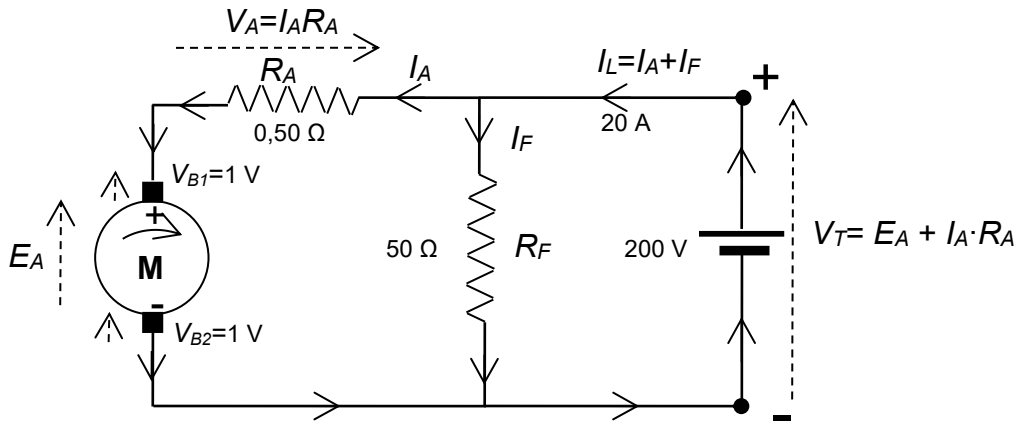
β) Να υπολογιστεί το ρεύμα τυμπάνου και η επαγόμενη τάση τυμπάνου στο πλήρες φορτίο.

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

$$V_{B1} + V_{B2} = V_B = 2 \text{ V}$$



Β) Υπολογίζουμε τα ρεύματα και τις διαφορές δυναμικού

$$I_L = 20 \text{ A}$$

$$I_F = \frac{V_T}{R_F} = \frac{200 \text{ V}}{50 \Omega} \Rightarrow I_F = 4 \text{ A}$$

$$I_A = I_L - I_F = 20 \text{ A} - 4 \text{ A} \Rightarrow \boxed{I_A = 16 \text{ A}}$$

$$E_A = V_T - I_A R_A - V_B = 200 \text{ V} - 16 \text{ A} \cdot 0,50 \Omega - 2 \text{ V} \Rightarrow \boxed{E_A = 190 \text{ V}}$$

Γ) Εισερχόμενη (απορροφούμενη) ηλεκτρική ισχύς

$$P_{in} = V_T \cdot I_L = 200 \text{ V} \cdot 20 \text{ A} \Rightarrow \boxed{P_{in} = 4.000 \text{ W} = 4 \text{ kW}}$$

Ωμικές απώλειες τυμπάνου

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A = 16^2 \text{ A}^2 \cdot 0,50 \Omega \Rightarrow P_A = 128 \text{ W}$$

Ωμικές απώλειες πηνίων παράλληλης διέγερσης

$$P_F = I_F^2 \cdot R_F = 4^2 \text{ A}^2 \cdot 50 \Omega \Rightarrow P_F = 800 \text{ W}$$

Απώλειες ψηκτρών

$$P_B = V_B \cdot I_A = 2 \text{ V} \cdot 16 \text{ A} \Rightarrow P_B = 32 \text{ W}$$

Μηχανικές απώλειες

$$P_{MHX} = 265 \text{ W}$$

Απώλειες πυρήνα

$$P_{ΠΥΡ} = 75 \text{ W}$$

Συνολικές απώλειες ισχύος

$$P_{ΑΠΩΛ} = P_A + P_F + P_B + P_{MHX} + P_{ΠΥΡ} = 128 \text{ W} + 800 \text{ W} + 32 \text{ W} + 265 \text{ W} + 75 \text{ W} \Rightarrow \boxed{P_{ΑΠΩΛ} = 1.300 \text{ W}}$$

Εξερχόμενη (ωφέλιμη) μηχανική ισχύς

$$P_{out} = P_{in} - P_{ΑΠΩΛ} = 4000 \text{ W} - 1300 \text{ W} \Rightarrow \boxed{P_{out} = 2.700 \text{ W}}$$

Βαθμός απόδοσης

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100\% = \frac{2.700 \text{ W}}{4.000 \text{ W}} \cdot 100\% \Rightarrow \boxed{\eta = 67,5\%}$$

Δ)

$$\tau_{out} = \frac{P_{out}}{\omega} = \frac{P_{out}}{n} \cdot \frac{60}{2\pi} = \frac{2700 \text{ W}}{1500 \text{ rpm}} \cdot \frac{30}{3,14} \Rightarrow \boxed{\tau_{out} = 17,2 \text{ N} \cdot \text{m}}$$