

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2025

ΜΑΘΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ-Θ (ΤΕ)

Τρίτη, 14 Ιανουαρίου 2025, 10:00 – 11:30 αιθ. 3403 Κοίλα
 Εισηγητής: Κώστας Φιλίππιδης (kphilippides@uowm.gr)

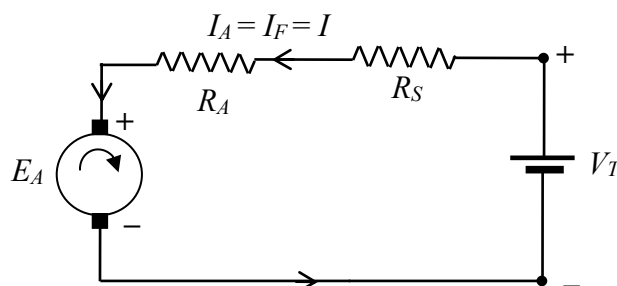
ΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΕΤΕ ΤΑ 4 ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ (0,5 ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑ ΚΥΚΛΩΜΑ)

ΘΕΜΑ 1. [3]

Κινητήρας διέγερσης σειράς αποδίδει στον άξονά του ροπή 40 Nm όταν διαρρέεται από ρεύμα 100 A. Τι ροπή θα αποδίδει όταν θα διαρρέεται από ρεύμα 125 A (αγνοήστε τον κορεσμό, δηλαδή θεωρήστε ότι λειτουργεί στην γραμμική περιοχή της καμπύλης μαγνήτισης όπου $\Phi = cI$). [1,6]

Αν και τις δύο φορές αποδίδει την ονομαστική του ισχύ 13 kW με τι ταχύτητες (rpm) περιστρέφεται? [1,4]

ΛΥΣΗ



$$\tau = K\Phi I = K(cI)I = KcI^2 \quad [0,6]$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_1 &= K\Phi_1 I_1 = KcI_1^2 \\ \tau_2 &= K\Phi_2 I_2 = KcI_2^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2} \Rightarrow \tau_2 = \tau_1 \frac{I_1^2}{I_2^2} = 40 \frac{125^2}{100^2} = 40 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)^2 = 62,5 \text{ Nm} \quad [1]$$

$$P_{out} = \tau_{ax} \omega \Rightarrow \omega = \frac{P_{out}}{\tau_{ax}} \quad [0,4]$$

$$\text{Άρα } \omega_1 = \frac{P_{out}}{\tau_1} = \frac{13000}{40} = 325 \text{ rad/s} = 325 \text{ rad/s} \cdot \frac{1 \text{ r}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 3.103,52 \text{ rpm} \approx 3.104 \text{ rpm} \quad [0,5] \text{ και}$$

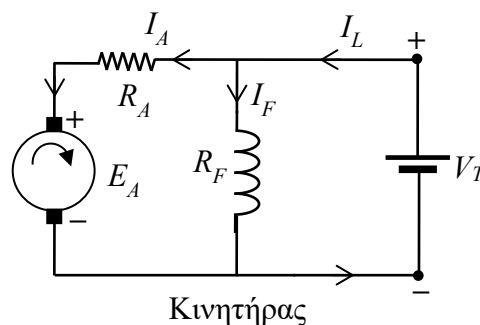
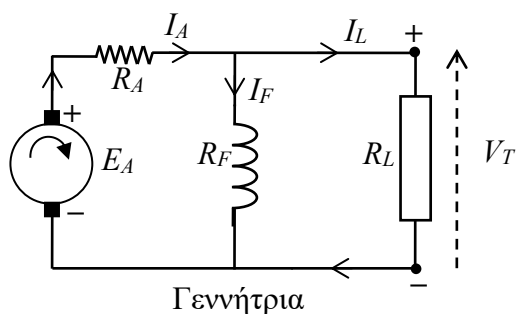
$$\omega_2 = \frac{P_{out}}{\tau_2} = \frac{13000}{62,5} = 208 \text{ rad/s} = 208 \text{ rad/s} \cdot \frac{1 \text{ r}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1986,25 \text{ rpm} \approx 1.986 \text{ rpm} \quad [0,5]$$

$$\text{Ή } P_{out} = P_{2out} \Rightarrow \tau_1 \omega_1 = \tau_2 \omega_2 \Rightarrow \tau_1 n_1 = \tau_2 n_2 \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{\tau_1}{\tau_2} \Rightarrow n_2 = 3.103,52 \frac{40}{62,5} = 1.986,25 \text{ rpm}$$

ΘΕΜΑ 2. [3]

Γεννήτρια παράλληλης διέγερσης 24 kW, 960 V με $R_A = 1 \Omega$ και $R_F = 480 \Omega$ παραδίδει το πλήρες φορτίο της στην ονομαστική τάση όταν περιστρέφεται με ταχύτητα 2000 rpm. Συνδέουμε τη μηχανή ως κινητήρα. Ο κινητήρας λαμβάνει ισχύ 24 kW σε τάση εισόδου 960 V. Ποια είναι η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα?

ΛΥΣΗ



Γεννήτρια (generator)

$$I_F = \frac{V_T}{R_F} = \frac{960}{480} = 2 \text{ A},$$

$$I_L = \frac{P_{out}}{V_T} = \frac{24.000}{960} = 25 \text{ A},$$

$$I_A = I_L + I_F = 25 + 2 = 27 \text{ A}$$

επαγωγική τάση γεννήτριας: $E_{A(g)} = V_T + I_A R_A = 960 + (27)(1) = 987 \text{ V}$ [1,2]

Κινητήρας (motor)

$$I_F = \frac{V_T}{R_F} = \frac{960}{480} = 2 \text{ A}, \quad I_L = \frac{P_{in}}{V_T} = \frac{24.000}{960} = 25 \text{ A}, \quad I_A = I_L - I_F = 25 - 2 = 23 \text{ A}$$

επαγωγική τάση κινητήρα: $E_{A(m)} = V_T - I_A R_A = 960 - (23)(1) = 937 \text{ V}$ [1,2]

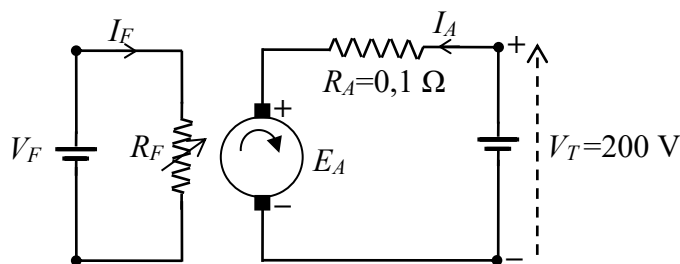
Η διέγερση είναι ίδια και στις δύο συνδέσεις αφού το ρεύμα διέγερσης είναι ίδιο. Οι επαγωγικές τάσεις συνδέονται με τις αντίστοιχες ταχύτητες με τον τύπο $E_A = K\Phi\omega = K'\Phi n$, οπότε διαιρώντας παίρνουμε:

$$\frac{n_m}{n_g} = \frac{E_{A(m)}}{E_{A(g)}} \Rightarrow n_m = n_g \frac{E_{A(m)}}{E_{A(g)}} = (2000) \frac{937}{987} = 1.898,68 \approx 1.899 \text{ rpm} \quad [0,6]$$

ΘΕΜΑ 3. [2]

Κινητήρας ανεξάρτητης διέγερσης περιστρέφεται με ταχύτητα 1800 rpm, τραβώντας ρεύμα οπλισμού 80 A σε τάση 200 V. Η αντίσταση του πηνίου οπλισμού είναι 0,1 Ω. Το φορτίο στον κινητήρα αλλάζει και ο κινητήρας τραβάει τώρα 120 A στα 200 V. Αν μειώσουμε τη διέγερση κατά 5%, ποια θα είναι η νέα ταχύτητα του κινητήρα.

ΛΥΣΗ



Η ταχύτητα συνδέεται με την επαγωγική τάση με τον τύπο $E_A = K\Phi\omega$. [0,3]

Η επαγωγική τάση υπολογίζεται από το κύκλωμα: $E_A = V_T - I_A R_A$ [0,3]

Οι ταχύτητες ω (rad/s) και n (rpm=περιστροφές ανά λεπτό) συνδέονται με τη σχέση: $\omega = \frac{2\pi}{60} n$ [0,2]

Υπολογίζουμε τις επαγωγικές τάσεις από το κύκλωμα.

$$E_{A1} = V_T - I_{A1} R_A = 200 - (80)(0,1) = 192 \text{ V} \quad [0,2]$$

$$E_{A2} = V_T - I_{A2} R_A = 200 - (120)(0,1) = 188 \text{ V} \quad [0,2]$$

Η διέγερση έχει αλλάξει $\Phi_2 = (1 - 0,05)\Phi_1 = 0,95\Phi_1$ [0,2]

Από $E_A = K\Phi\omega = K\Phi \left(\frac{2\pi}{60} n \right)$ και διαιρώντας κατά μέλη βρίσκουμε την ταχύτητα.

$$\left. \begin{aligned} E_{A2} &= K\Phi_2\omega_2 = K\Phi_2 \frac{2\pi}{60} n_2 \\ E_{A1} &= K\Phi_1\omega_1 = K\Phi_1 \frac{2\pi}{60} n_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E_{A2}}{E_{A1}} = \frac{\Phi_2 n_2}{\Phi_1 n_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{E_{A2}}{E_{A1}} \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = (1800 \text{ rpm}) \frac{188}{192} \frac{1}{0,95} = 1855 \text{ rpm} \quad [0,6]$$