

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΕΞΑΜΗΝΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΕΤΟΥΣ 2023-24

ΜΑΘΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ-Θ (ΤΕ)

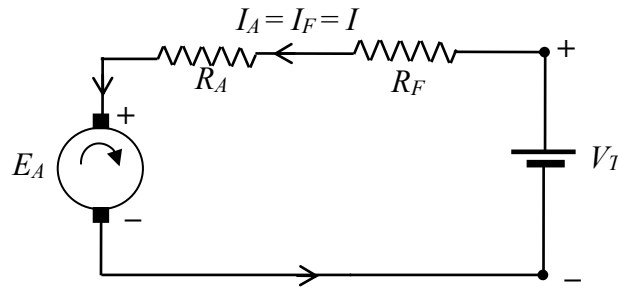
Τετάρτη, 16 Ιανουαρίου 2024, 10:00 – 11:30 αιθ. 3403
 Εισηγητής: Κώστας Φιλιππίδης (kphilippides@uowm.gr)

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

ΛΥΣΗ



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

$$P_{out} = \tau_{αξ} \omega \Rightarrow \omega = \frac{P_{out}}{\tau_{αξ}}$$

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

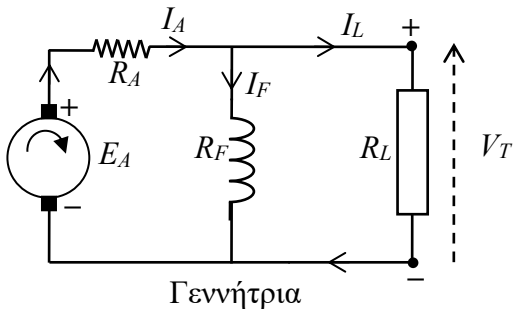
$$\omega_2 = \frac{P_{out}}{\tau_2} = \frac{13000}{62,5} = 208 \text{ rad/s} = 208 \text{ rad/s} \cdot \frac{1 \text{ r}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1986,25 \text{ rpm} \approx 1.986 \text{ rpm}$$

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

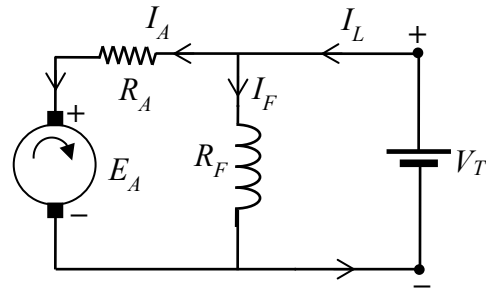
ΘΕΜΑ 2. [3]

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



Κινητήρας

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: $E_{A(g)} = V_T + I_A R_A = 960 + (27)(1) = 987 \text{ V}$

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: $E_{A(m)} = V_T - I_A R_A = 960 - (23)(1) = 937 \text{ V}$

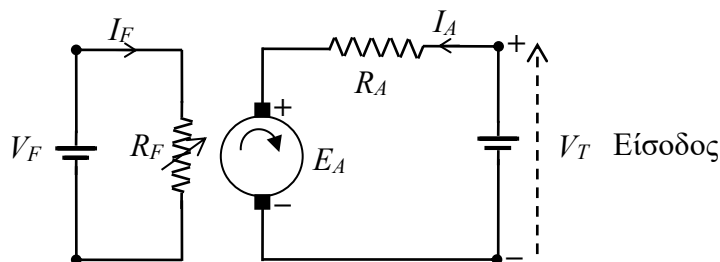
Η διέγερση είναι ίδια και στις δύο συνδέσεις αφού το ρεύμα διέγερσης είναι ίδιο. Οι επαγωγικές τάσεις συνδέονται με τις αντίστοιχες ταχύτητες με τον τύπο $E_A = K\Phi\omega = K'\Phi n$, οπότε διαιρώντας παίρνουμε:

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

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. [1,5]

ΛΥΣΗ



Η ταχύτητα συνδέεται με την επαγωγική τάση με τον τύπο $E = K\Phi\omega$. Υπολογίζουμε τις επαγωγικές τάσεις από το κύκλωμα.

$$E_1 = V_T - I_1 R_A = 200 - (80)(0,1) = 192 \text{ V}$$

$$E_2 = V_T - I_2 R_A = 200 - (120)(0,1) = 188 \text{ V}$$

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

$$\left. \begin{aligned} E_2 &= K\Phi_2\omega_2 = K\Phi_2 \frac{2\pi}{60} n_2 \\ E_1 &= K\Phi_1\omega_1 = K\Phi_1 \frac{2\pi}{60} n_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{\Phi_2 n_2}{\Phi_1 n_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{E_2}{E_1} \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = (1800) \frac{188}{192} \frac{1}{0,95} = 1855 \text{ rpm}$$