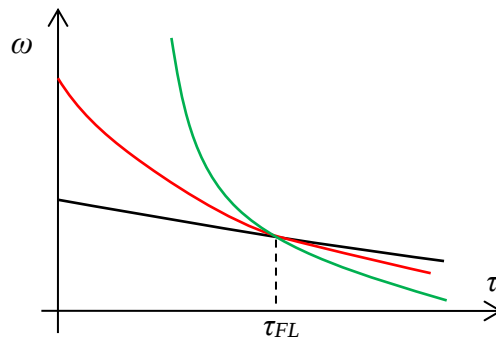


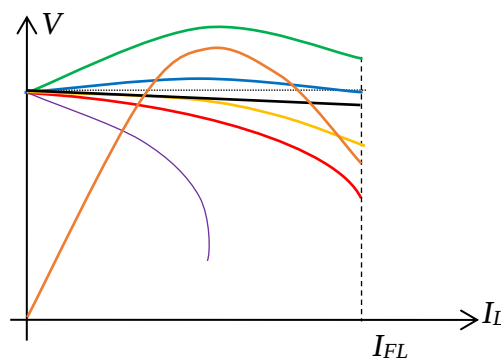
Χαρακτηριστικές καμπύλες

Κινητήρες



σύνθετης αθροιστικής
σειράς
παράλληλης

Γεννήτριες



Παράλληλης
Σύνθετης υπερδιέγερσης
Σύνθετης σταθερής τάσης
Σειράς
Ανεξάρτητης
Σύνθετης διαφορικής
Σύνθετης υποδιέγερσης

Schaum's 4.25 (Απλή εφαρμογή τύπων)

Κινητήρας παράλληλης διέγερσης 230 V, παραδίδει ισχύ 30 hp στον άξονα στις 1200 rpm. Αν για αυτό το φορτίο ο κινητήρας έχει απόδοση 87%

A) πόση είναι η απορροφούμενη ισχύς

B) πόσο είναι το ρεύμα που τραβάει ο κινητήρας

Γ) ποια είναι η αναπτυσσόμενη ροπή επαγωγικά αν οι σταθερές απώλειες (τριβές + σιδήρου) οδηγούν σε απώλεια 7% της ροπής που παίρνουμε στον άξονα?

Απαντήσεις

Τύποι: $\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100\%$, $P_{in} = VI_L$, $P_{out} = \tau_{αξ} \omega$, $\tau_{ind} \geq \tau_{αξ}$

$$A) \text{ απορροφούμενη ισχύς} = \frac{\text{εξερχόμενη ισχύς}}{\text{απόδοση}} \Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{30 \times 746}{0,87} = 27.724,1379 = 27,72 \text{ kW}$$

$$B) \text{ εισερχόμενο ρεύμα} = \frac{\text{απορροφούμενη ισχύς}}{\text{τάση εισόδου}} \Rightarrow I_L = \frac{P_{in}}{V} = \frac{27.724,139}{230} = 111,844078 = 111,8 \text{ A}$$

$$Γ) \text{ ροπή στον άξονα} = \frac{\text{εξερχόμενη ισχύς}}{\text{γωνιακή ταχύτητα}} \Rightarrow \tau_{αξ} = \frac{P_{out}}{\omega} = \frac{30 \times 746}{2\pi \times 1200/60} = 178 \text{ Nm}$$

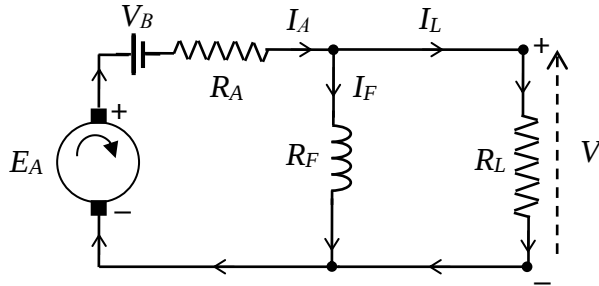
Η ροπή αυτή, όταν αναπτύχθηκε επαγωγικά, πριν τις σταθερές απώλειες, ήταν 7% μεγαλύτερη:

$$\tau_{ind} = 1,07 \times \tau_{αξ} = 1,07 \times 178 = 187 \text{ Nm}$$

Schaum's 38 (Απλή εφαρμογή τύπων)

Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος παράλληλης διέγερσης παρέχει 12,5 kW στα 125 V. Η αντίσταση του οπλισμού είναι 0,1 Ω και η αντίσταση του πηνίου παράλληλης διέγερσης είναι 25 Ω. Η συνολική πτώση τάσης στη διεπαφή των ψηκτρών και λόγω της αντίδρασης του οπλισμού είναι σε αυτό το φορτίο ίση με 3,5 V. Πόση επαγωγική τάση παράγει η γεννήτρια; Πόση είναι η αντίσταση του φορτίου;

Απάντηση



Βρίσκουμε τα ρεύματα

Από εξερχόμενη ισχύ:
$$I_L = \frac{P}{V} = \frac{12.500}{125} = 100 \text{ A}$$

Από νόμο Ohm:
$$I_F = \frac{V}{R_F} = \frac{125}{25} = 5 \text{ A}$$

Από 1^ο κανόνα Kirchhoff:
$$I_A = I_F + I_L = 5 + 100 = 105 \text{ A}$$

Από 2^ο κανόνα Kirchhoff:
$$E_A = V + V_B + I_A R_A = 125 + 3,5 + (105)(0,1) = 139 \text{ V}$$

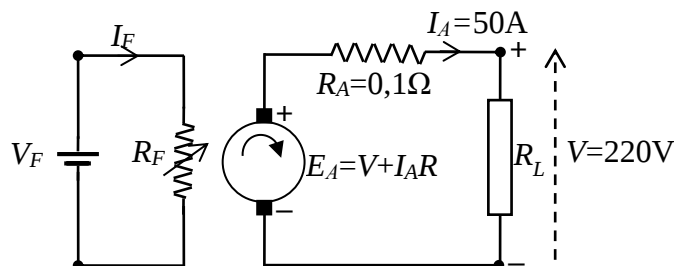
Από νόμο Ohm:
$$R_L = \frac{V}{I_L} = \frac{125}{100} = 1,25 \text{ Ω}$$

Schaum's 64 (Απλή εφαρμογή τύπων)

Γεννήτρια ξένης διέγερσης με απλό βροχοτύλιγμα έχει 728 ενεργούς αγωγούς, αντίσταση οπλισμού 0,1 Ω και μαγνητική ροή 20 mWb ανά πόλο. Με τι ταχύτητα πρέπει να περιστρέφεται η γεννήτρια για να διατηρεί τάση εξόδου 220 V ενώ τροφοδοτεί ένα ωμικό φορτίο με 50 A?

Πόσο είναι το ωμικό φορτίο?

Απάντηση



$$E_A = K\Phi\omega = K\Phi \cdot \frac{60}{2\pi} n \Rightarrow n = \frac{30E_A}{K\Phi\pi}$$

Στο βροχοτύλιγμα η κατασκευαστική σταθερά περιέλιξης δεν εξαρτάται από τον αριθμό των πόλων της μηχανής :

$$K = \frac{ZP}{2\pi a} = \frac{ZP}{2\pi \cdot mP} = \frac{Z}{2\pi m} = \frac{(728)}{2\pi(1)} = \frac{314}{\pi}$$

$$E_A = V + I_A R_A = 220 + (50)(0,1) = 225 \text{ V}$$

Οπότε

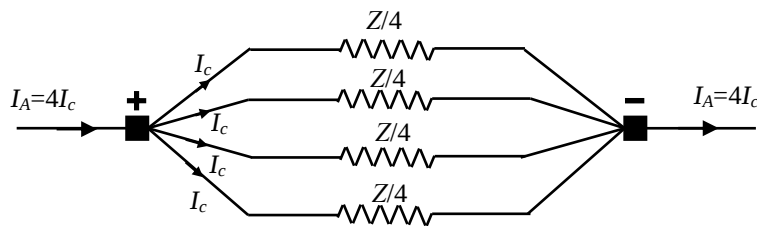
$$n = \frac{30E_A}{K\Phi\pi} = \frac{30(225)}{(364/\pi)\pi(20 \times 10^{-3})} = \frac{675}{(364)(2)} 1000 = 927,2 \text{ rpm}$$

$$\text{Νόμος Ohm: } R_L = \frac{V}{I_A} = \frac{220}{50} = 4,4 \, \Omega$$

Schaum's 52 (Απλή εφαρμογή τύπων)

Ένας τετραπολικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος έχει περιέλιξη απλού βροχοτύλιγματος, 728 ενεργούς αγωγούς και μαγνητική ροή 25 mWb σε κάθε πόλο του στάτη. Όταν οι αγωγοί του οπλισμού του κινητήρα διαρρέονται από 12,5 A η αντίδραση οπλισμού μειώνει τη μαγνητική ροή κατά 5%. Τι ροπή παράγει ο κινητήρας;

Απάντηση



Τετραπολικός κινητήρας Z αγωγών με βροχοτύλιγμα
4 παράλληλοι κλάδοι

Αριθμός παράλληλων κλάδων σε βροχοτύλιγμα : $a = mP = (1)(4) = 4$

Κατασκευαστική σταθερά περιέλιξης : $K = \frac{ZP}{2\pi a} = \frac{(728)(4)}{2\pi(4)} = \frac{364}{\pi} = 115,865$

Πραγματική μαγνητική ροή λόγω αντίδρασης οπλισμού: $\Phi = (0,95)\Phi_0 = (0,95)(0,025) = 0,02375 \text{ Wb}$

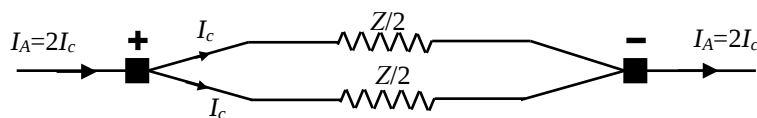
Ρεύμα οπλισμού : $I_A = aI_c = (4)(12,5) = 50 \text{ A}$

Επαγωγική ροπή : $\tau_{ind} = K\Phi I_A = (115,865)(0,02375)(50) = 137,6 \text{ Nm}$

Schaum's 53 (Απλή εφαρμογή τύπων)

Να δείξετε ότι ο κινητήρας παράγει την ίδια ροπή και όταν έχει απλό κυματοτύλιγμα εφόσον οι αγωγοί του διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα

Απάντηση



Τετραπολικός κινητήρας Z αγωγών με κυματοτύλιγμα
2 παράλληλοι κλάδοι

Αριθμός παράλληλων κλάδων σε κυματοτύλιγμα : $a = 2m = 2(1) = 2$ (μισοί)

Κατασκευαστική σταθερά περιέλιξης : $K = \frac{ZP}{2\pi a} = \frac{(728)(4)}{2\pi(2)} = \frac{728}{\pi} = 231,730$ (διπλάσια)

Πραγματική μαγνητική ροή λόγω αντίδρασης οπλισμού: $\Phi = (0,95)\Phi_0 = (0,95)(0,025) = 0,02375 \text{ Wb}$

Ρεύμα οπλισμού: $I_A = aI_c = (2)(12,5) = 25 \text{ A}$ (μισό)

Επαγωγική ροπή: $\tau_{ind} = K\Phi I_A = (231,730)(0,02375)(25) = 137,6 \text{ Nm}$ (ίδια)

$\tau_{ind} = K\Phi I_A = \frac{ZP}{2\pi a} \Phi a I_c = \frac{ZP}{2\pi} \Phi I_c$: ροπή ανεξάρτητη από τον αριθμό παράλληλων κλάδων και άρα από το είδος της περιέλιξης όταν οι αγωγοί διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

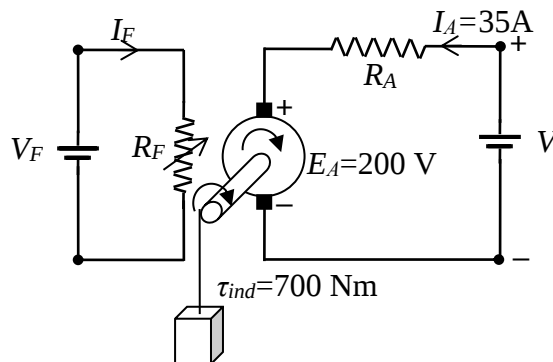
Schaum's 65 (Απλή εφαρμογή τύπων)

Κινητήρας ανεξάρτητης διέγερσης αναπτύσσει ροπή 700 Nm όταν τραβάει στον οπλισμό του ρεύμα 35 A.

A) Τι ροπή θα αναπτύσσει όταν τραβάει ρεύμα 70 A?

B) Με τι ταχύτητα περιστρέφεται ο κινητήρας αν στα 35 A η επαγωγική τάση είναι 200 V?

Απαντήσεις



A) Η αναπτυσσόμενη ροπή είναι ανάλογη του ρεύματος οπλισμού όταν η διέγερση είναι σταθερή. Διπλασιάζεται το ρεύμα οπλισμού, διπλασιάζεται και η ροπή.

$$\left. \begin{aligned} \tau_{ind2} &= K\Phi I_{A2} \\ \tau_{ind1} &= K\Phi I_{A1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tau_{ind2} = \tau_{ind1} \frac{I_{A2}}{I_{A1}} = 700 \frac{70}{35} = 700 \cdot 2 = 1.400 \text{ Nm}$$

B) Όλα τα γνωστά μεγέθη E_A , I_A , τ_{ind} και η ταχύτητα συνδέονται μεταξύ τους μέσω της μετατρεπόμενης ισχύος

$$E_A I_A = P_{conv} = \tau_{ind} \omega \Rightarrow \omega = \frac{E_A I_A}{\tau_{ind}} = \frac{(200)(35)}{(700)} = 10 \text{ rad/s}$$

$$n = \frac{60}{2\pi} \omega = \frac{30}{\pi} (10) = 95,5 \text{ rpm}$$

Schaum's 54 (Απλή εφαρμογή τύπων+ηλεκτροτεχνία)

Κινητήρας διέγερσης σειράς με αντίσταση οπλισμού $R_A = 0,10 \Omega$ και αντίσταση πηνίου διέγερσης σειράς $R_S = 0,15 \Omega$ τραβάει 48 A στα 230 V και περιστρέφεται με 720 rpm. Οι σταθερές απώλειες του κινητήρα (πυρήνα και μηχανικές) είναι 650 W. Αγνοήστε οποιεσδήποτε άλλες απώλειες.

A) Πόση είναι η αναπτυσσόμενη ροπή?

B) Πόση είναι η παραδιδόμενη ισχύς στον άξονα?

Γ) Πόση είναι η απόδοση του κινητήρα?

Δ) Πόση είναι η λαμβανόμενη ροπή στον άξονα?

Απαντήσεις

$$A) E_A = V - I(R_A + R_S) = 230 - (48)(0,10 + 0,15) = 218 \text{ V}$$

$$\text{Από μετατρεπόμενη ισχύ: } E_A I = \tau_{ind} \omega \Rightarrow \tau_{ind} = \frac{E_A I}{\omega} = \frac{(218)(48)}{2\pi(720)/60} = 138,7831 = 138,8 \text{ Nm}$$

$$B) P_{in} = VI_L = (230)(48) = 11.040 \text{ W}$$

$$P_C = 650 \text{ W}$$

$$P_{Cu} = I^2(R_A + R_S) = (48)^2(0,10 + 0,15) = 576 \text{ W}$$

$$P_{out} = P_{in} - P_{Cu} - P_C = 11.040 - 576 - 650 = 9.814 \text{ W}$$

$$\Gamma) \eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100\% = \frac{9.814}{11.040} 100\% = 88,9\%$$

$$\Delta) \tau_{\alpha\xi} = \frac{P_{out}}{\omega} = \frac{9.814}{2\pi(720)/60} = 130,2 \text{ Nm}$$

Schaum's 55

Το φορτίο του παραπάνω κινητήρα της προηγούμενης άσκησης 54 μειώνεται και ο κινητήρας τραβάει τώρα 32 A. Αγνοώντας τον κορεσμό, δηλαδή θεωρώντας ότι ο κινητήρας λειτουργεί στη γραμμική περιοχή της καμπύλης μαγνήτισης ($\Phi = kI$), υπολογίστε

A) τη νέα ταχύτητα του κινητήρα

B) την επί τοις εκατό μεταβολή της αναπτυσσόμενης ροπής

Απαντήσεις

A) Για $I_1=48 \text{ A}$ είχαμε $E_{A1} = 218 \text{ V}$ με $n_1=720 \text{ rpm}$

Για $I_2=32 \text{ A}$ θα έχουμε $E_{A2} = V - I_2(R_A + R_S) = 230 - (32)(0,10 + 0,15) = 222 \text{ V}$

Την νέα ταχύτητα τη βρίσκουμε από την επαγωγική τάση

$$\left. \begin{aligned} E_{A2} &= K' \Phi_2 n_2 \\ E_{A1} &= K' \Phi_1 n_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E_{A2}}{E_{A1}} = \frac{\Phi_2 n_2}{\Phi_1 n_1} \Rightarrow \frac{E_{A2}}{E_{A1}} = \frac{kI_2 n_2}{kI_1 n_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{E_{A2}}{E_{A1}} \frac{I_1}{I_2} = (720) \left(\frac{222}{218} \right) \left(\frac{48}{32} \right) = 1.100 \text{ rpm}$$

Αν ο κινητήρας δεν λειτουργούσε στη γραμμική περιοχή της καμπύλης μαγνήτισης, θα έπρεπε να μας έχει δοθεί η καμπύλη μαγνήτισης $\Phi - I$ από όπου θα διαβάζαμε τις τιμές των μαγνητικών ροών και θα βρίσκαμε το λόγο Φ_2/Φ_1 .

B) Αφού βρήκαμε την ταχύτητα, τη ροπή τη βρίσκουμε από την μετατρεπόμενη ισχύ

$$E_{A2} I_2 = \tau_{ind2} \omega_2 \Rightarrow \tau_{ind2} = \frac{E_{A2} I_2}{\omega_2} = \frac{(222)(32)}{2\pi(1100)/60} = 61,7 \text{ Nm}$$

Αλλιώς

$$\left. \begin{aligned} \tau_{ind2} &= \frac{E_{A2} I_2}{\omega_2} \\ \tau_{ind1} &= \frac{E_{A1} I_1}{\omega_1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\tau_{ind2}}{\tau_{ind1}} = \frac{E_{A2} I_2 \omega_1}{E_{A1} I_1 \omega_2} = \frac{K \Phi_2 \omega_2 I_2 \omega_1}{K \Phi_1 \omega_1 I_1 \omega_2} = \frac{kI_2^2}{kI_1^2} \Rightarrow \frac{\tau_{ind2}}{\tau_{ind1}} = \frac{I_2^2}{I_1^2}$$

Ο λόγος των αναπτυσσόμενων ροών είναι ανάλογος με το λόγο των τετραγώνων των ρευμάτων (στη γραμμική περιοχή)

$$\tau_{ind2} = \tau_{ind1} \frac{I_2^2}{I_1^2} = (138,7831) \left(\frac{32}{48} \right)^2 = 61,6814 = 61,7 \text{ Nm}$$

Η επί τοις εκατό μεταβολή είναι

$$\frac{\Delta \tau}{\tau_{\alpha\rho\chi}} 100\% = \frac{\tau_{ind2} - \tau_{ind1}}{\tau_{ind1}} 100\% = \frac{61,6814 - 138,7831}{138,7831} 100\% = -55,555\% = -55,6\%$$

Schaum's 40 (Απλή εφαρμογή τύπων)

Εξαπολική μηχανή, έχει οπλισμό με απλό βροχοτύλιγμα και 720 ενεργούς αγωγούς και περιστρέφεται σε μαγνητικό πεδίο με ροή 20,35 mWb.

- A) Όταν το ρεύμα του οπλισμού είναι 78 A πόση είναι η ροπή που αναπτύσσεται στον οπλισμό;
B) Όταν η επαγωγική τάση είναι 420 V πόση είναι η ταχύτητα του οπλισμού ;

Απαντήσεις

Αριθμός παράλληλων κλάδων βροχοτυλίγματος : $a = mP = (1)(6) = 6$

Κατασκευαστική σταθερά περιέλιξης : $K = \frac{ZP}{2\pi a} = \frac{(720)(6)}{2\pi(6)} = \frac{360}{\pi} = 114,59$

A) $\tau_{ind} = K\Phi I_A = (114,59)(0,02035)(78) = 181,9 \text{ Nm}$

B) $E_A = K\Phi\omega \Rightarrow \omega = \frac{E_A}{K\Phi} = \frac{(420)}{(360/\pi)(0,02035)} = 57,33\pi = 180,11 \text{ rad/s}$

$n = \frac{60}{2\pi} \omega = (30)(57,33) = 1719,9 \approx 1720 \text{ rpm}$

Schaum's 49 (Απλή εφαρμογή τύπων)

Κινητήρας ανεξάρτητης διέγερσης λειτουργεί στη γραμμική περιοχή της καμπύλης μαγνήτισης η οποία έχει εξίσωση $\Phi = 0,001 \cdot I_F$ (SI). Ο κινητήρας έχει αντίσταση οπλισμού $R_A = 0,05 \Omega$ και κατασκευαστική σταθερά περιέλιξης $K = 100$. Με τάση εισόδου $V = 400 \text{ V}$ και ρεύμα διέγερσης $I_F = 10 \text{ A}$ ο κινητήρας περιστρέφεται με ταχύτητα $n = 3000 \text{ rpm}$. Υπολογίστε :

- A) την επαγωγική τάση που αναπτύσσει ο κινητήρας
B) το ρεύμα που διαρρέει τον οπλισμό
Γ) την επαγωγική ροπή που αναπτύσσει ο κινητήρας

Απαντήσεις

A) $E_A = K\Phi\omega = (100)(0,001 \times 10) \left(\frac{2\pi}{60} 3000 \right) = 100\pi = 314 \text{ V}$

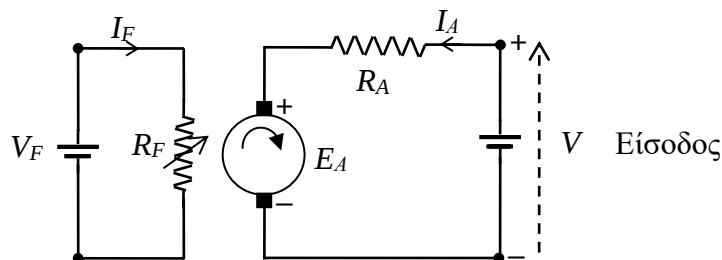
B) $V = E_A + I_A R_A \Rightarrow I_A = \frac{V - E_A}{R_A} = \frac{400 - 314}{0,05} = 1720 \text{ A}$

Γ) $\tau_{ind} = K\Phi I_A = (100)(0,001 \times 10)(1720) = 1720 \text{ Nm}$

Schaum's 41 (Για σταθερή διέγερση η επαγωγική τάση είναι ανάλογη της ταχύτητας)

Κινητήρας ανεξάρτητης διέγερσης περιστρέφεται με 1045 rpm, με σταθερό ρεύμα διέγερσης, τραβώντας ρεύμα οπλισμού 50 A σε τάση 120 V. Η αντίσταση του πηνίου οπλισμού είναι 0,1 Ω. Αν το φορτίο στον κινητήρα αλλάξει ώστε αυτός να τραβάει 95 A στα 120 V, ποια είναι η νέα ταχύτητα του κινητήρα.

Απάντηση



Το ρεύμα διέγερσης παραμένει σταθερό άρα η διέγερση δεν αλλάζει, η μαγνητική ροή είναι η ίδια και στα δύο φορτία. Η επαγωγική τάση (αντί-ΗΕΔ) θα εξαρτάται μόνο από την ταχύτητα $E = K\Phi\omega$.

Υπολογίζουμε τις επαγωγικές τάσεις από το κύκλωμα.

$$E_1 = V - I_1 R_A = 120 - (50)(0,1) = 115 \text{ V}$$

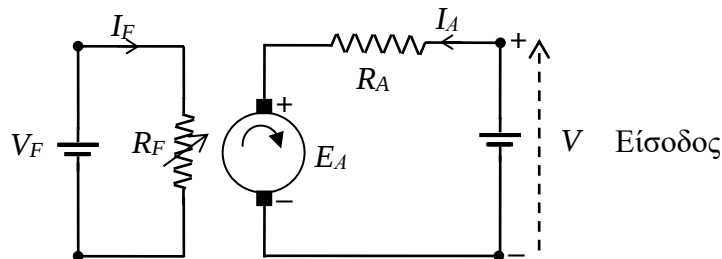
$$E_2 = V - I_2 R_A = 120 - (95)(0,1) = 110,5 \text{ V}$$

$$\left. \begin{aligned} E_2 &= K\Phi\omega_2 = K\Phi \frac{2\pi}{60} n_2 \\ E_1 &= K\Phi\omega_1 = K\Phi \frac{2\pi}{60} n_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{E_2}{E_1} = (1045) \frac{110,5}{115} = 1004 \text{ rpm}$$

Schaum's 41' (Αλλάζοντας τη διέγερση μπορώ να έχω σταθερή ταχύτητα για διαφορετικά φορτία)

Κινητήρας ανεξάρτητης διέγερσης περιστρέφεται με 1045 rpm, με σταθερό ρεύμα διέγερσης, τραβώντας ρεύμα οπλισμού 50 A σε τάση 120 V. Η αντίσταση του πηνίου οπλισμού είναι 0,1 Ω. Αν το φορτίο στον κινητήρα αλλάξει ώστε αυτός να τραβάει 95 A στα 120 V, ενώ η διέγερση μειωθεί κατά 4%, ποια είναι η νέα ταχύτητα του κινητήρα.

Απάντηση



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

$$E_1 = V - I_1 R_A = 120 - (50)(0,1) = 115 \text{ V}$$

$$E_2 = V - I_2 R_A = 120 - (95)(0,1) = 110,5 \text{ V}$$

Η διέγερση έχει αλλάξει

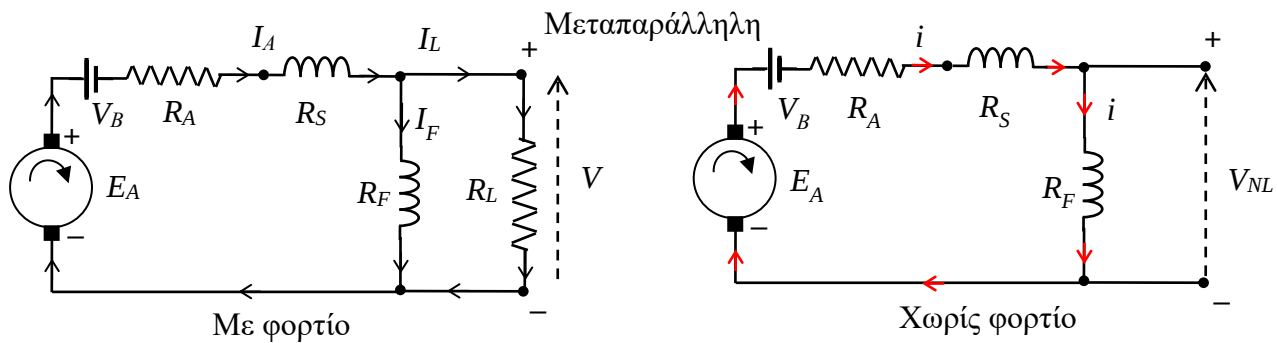
$$\left. \begin{aligned} E_2 &= K\Phi_2\omega_2 = K\Phi_2 \frac{2\pi}{60} n_2 \\ E_1 &= K\Phi_1\omega_1 = K\Phi_1 \frac{2\pi}{60} n_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{\Phi_2 n_2}{\Phi_1 n_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{E_2}{E_1} \frac{\Phi_1}{\Phi_2} = (1045) \frac{110,5}{115} \frac{1}{0,96} = 1046 \text{ rpm}$$

Αλλάζοντας τη διέγερση μπορώ να έχω σταθερή ταχύτητα για διαφορετικά φορτία.

Schaum's 42 (Διακύμανση τάσης)

Γεννήτρια σύνθετης διέγερσης μεταπαράλληλης σύνδεσης παρέχει 50 kW σε τάση 230 V. Η αντίσταση του πηνίου παράλληλης διέγερσης είναι 46 Ω, η αντίσταση του πηνίου διέγερσης σειράς είναι 0,02 Ω, η αντίσταση του οπλισμού είναι 0,01 Ω και η πτώση τάσης στις ψήκτρες είναι 2 V. Εκτιμήστε την διακύμανση τάσης της γεννήτριας.

Απάντηση



Η διακύμανση τάσης (voltage regulation) είναι : $VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} 100\%$

Πρέπει να βρούμε την τάση εξόδου σε λειτουργία χωρίς φορτίο V_{NL} .

Υπολογίζουμε την επαγωγική τάση με τα στοιχεία που διαθέτουμε από τη λειτουργία με φορτίο. Τα ρεύματα είναι :

$$I_L = \frac{P}{V} = \frac{50.000}{230} = 217,3913 \text{ A}$$

$$I_F = \frac{V}{R_F} = \frac{230}{46} = 5 \text{ A}$$

$$I_A = I_L + I_F = 217,3913 + 5 = 222,3913 \text{ A}$$

$$E_A = V + V_B + I_A(R_A + R_S) = 230 + 2 + (222,3913)(0,01 + 0,02) = 232 + 6,6717 = 238,6717 \text{ V}$$

Θεωρούμε ότι η επαγωγική τάση που παράγεται, παραμένει πρακτικά σταθερή επειδή το ρεύμα διέγερσης θα αλλάξει πολύ λίγο είτε έχουμε το φορτίο είτε το αποσυνδέσουμε. Πράγματι στη λειτουργία χωρίς φορτίο έχουμε ένα μόνο βρόχο με πολύ μεγάλη αντίσταση που διαρρέεται από ένα ρεύμα i και με την παραπάνω υπόθεση παίρνουμε

$$i = \frac{E_A - V_B}{R_A + R_S + R_F} = \frac{238,6717 - 2}{0,01 + 0,02 + 46} = 5,112 \text{ A} \quad \text{αλλάζει πολύ λίγο από τα 5 A}$$

Οπότε η τάση εξόδου χωρίς φορτίο $V_{NL} = iR_F = (5,112)(46) = 235,1382 \text{ V}$

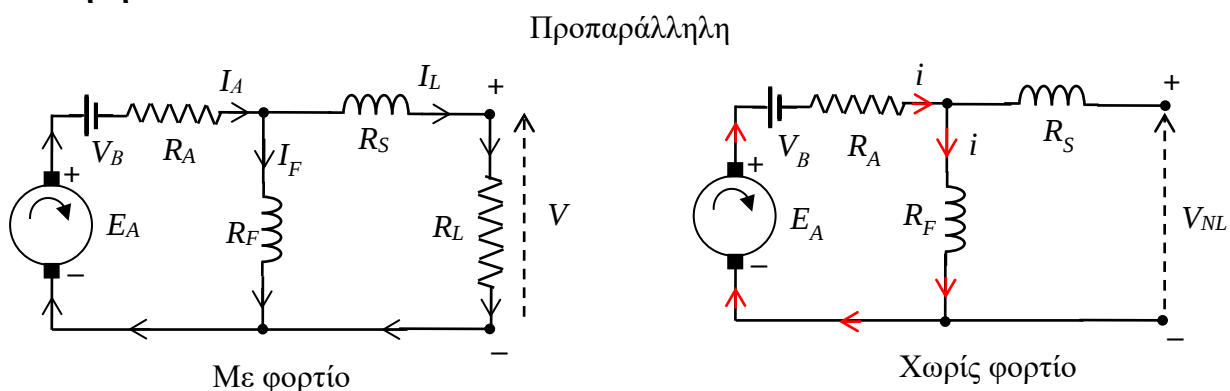
Άρα η διακύμανση τάσης (voltage regulation) είναι

$$VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} 100\% = \frac{235,1382 - 230}{230} 100\% = 2,23\%$$

Schaum's 43 (Διακύμανση τάσης)

Να εκτιμήσετε την διακύμανση τάσης της γεννήτριας της προηγούμενης άσκησης αν η σύνδεση είναι προπαράλληλη.

Απάντηση



Απάντηση

$$I_L = \frac{P}{V} = \frac{50.000}{230} = 217,3913 \text{ A}$$

$$I_F R_F = V + I_L R_s \Rightarrow I_F = \frac{V + I_L R_s}{R_F} = \frac{230 + (217,3913)(0,02)}{46} = 5,09452 \text{ A}$$

$$I_A = I_L + I_F = 217,3913 + 5,0945 = 222,4858 \text{ A}$$

$$E_A = V + V_B + I_A R_A + I_L R_s = 230 + 2 + (222,4858)(0,01) + (217,3913)(0,02) = 232 + 2,2249 + 4,3478 = 238,5727 \text{ V}$$

Στη λειτουργία χωρίς φορτίο έχουμε ένα μόνο βρόχο που διαρρέεται από ένα ρεύμα I

$$i = \frac{E_A - V_B}{R_A + R_F} = \frac{238,5727 - 2}{0,01 + 46} = 5,0983 \text{ A}$$

$$V_{NL} = i R_F = (5,0983)(46) = 234,5217 \text{ V}$$

Άρα η διακύμανση τάσης (voltage regulation) είναι

$$VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} 100\% = \frac{234,5217 - 230}{230} 100\% = 1,97\%$$

Έχουμε μικρότερη διακύμανση με την προπαράλληλη σύνδεση

Schaum's 62 (απλή εφαρμογή τύπων + ηλεκτροτεχνία)

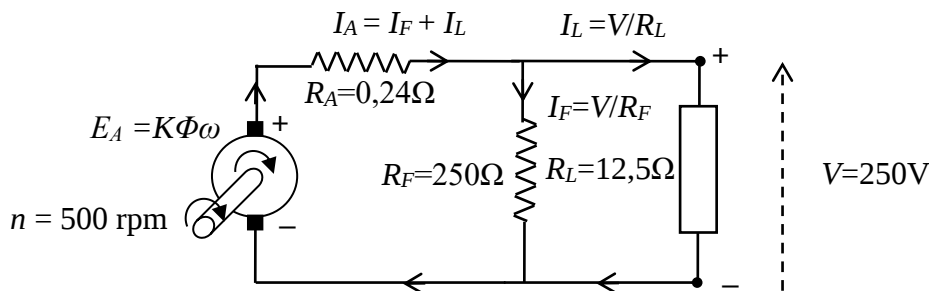
Μία οκταπολική γεννήτρια παράλληλης διέγερσης που έχει απλό κυματοτύλιγμα και 778 ενεργούς αγωγούς παρέχει σε ένα ωμικό φορτίο $12,5 \Omega$ τάση 250 V ενώ γυρίζει με ταχύτητα 500 rpm . Η αντίσταση οπλισμού της γεννήτριας είναι $0,24 \Omega$ και η αντίσταση του πηνίου παράλληλης διέγερσης 250Ω . Υπολογίστε

A) το ρεύμα οπλισμού

B) το ρεύμα που διαρρέει κάθε αγωγό της γεννήτριας

Γ) τη μαγνητική ροή ανά πόλο

Απαντήσεις



A) Βρίσκουμε τα ρεύματα και την επαγωγική τάση από ηλεκτροτεχνία

$$I_L = \frac{V}{R_L} = \frac{250}{12,5} = 20 \text{ A}$$

$$I_F = \frac{V}{R_F} = \frac{250}{250} = 1 \text{ A}$$

$$I_A = I_F + I_L = 1 + 20 = 21 \text{ A}$$

$$E_A = V + I_A R_A = 250 + (21)(0,24) = 255,04 \text{ V}$$

B) Παράλληλοι κλάδοι κυματοτυλίσματος: $a = 2m = 2(1) = 2$

Το ρεύμα που διαρρέει κάθε αγωγό του οπλισμού είναι το ρεύμα εξόδου του οπλισμού I_A δια τον αριθμό των παράλληλων κλάδων από όπου προέρχεται

$$I_c = \frac{I_A}{a} = \frac{21}{2} = 10,5 \text{ A}$$

$$\Gamma) \text{ Βρίσκουμε την κατασκευαστική σταθερά περιέλιξης : } K = \frac{ZP}{2\pi a} = \frac{(778)(8)}{2\pi(2)} = \frac{1556}{\pi}$$

Η μαγνητική ροή βρίσκεται από τον τύπο της επαγωγικής τάσης:

$$E_A = K\Phi\omega = K\Phi 2\pi n / 60 \Rightarrow \Phi = \frac{30E_A}{K\pi n} = \frac{30(255,04)}{(1556/\pi)\pi(500)} = 0,0098344473 = 9,83 \text{ mWb}$$

Schaum's 63 (Απλή εφαρμογή τύπων + ηλεκτροτεχνία)

Κινητήρας παράλληλης διέγερσης 200 V τραβάει ρεύμα 4 A ενώ περιστρέφεται χωρίς φορτίο με ταχύτητα 700 rpm. Ο κινητήρας έχει αντίσταση οπλισμού 0,6 Ω και αντίσταση πηνίου παράλληλης διέγερσης 100 Ω. Με κάποιο φορτίο ο κινητήρας τραβάει ισχύ 8 kW από την πηγή τάσης. Για αυτό το φορτίο υπολογίστε την ταχύτητα και την αναπτυσσόμενη ροπή.

Απαντήσεις

$$I_F = \frac{V}{R_F} = \frac{200}{100} = 2 \text{ A}$$

$$I_{A0} = I_{L0} - I_F = 4 - 2 = 2 \text{ A}$$

$$I_L = \frac{P_{in}}{V} = \frac{8000}{20} = 40 \text{ A}$$

$$I_A = I_L - I_F = 40 - 2 = 38 \text{ A}$$

$$E_{A0} = V - I_{A0}R_A = 200 - (2)(0,6) = 198,8 \text{ V}$$

$$E_A = V - I_A R_A = 200 - (38)(0,6) = 177,2 \text{ V}$$

$$\left. \begin{array}{l} E_A = K'\Phi n \\ E_{A0} = K'\Phi n_0 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{E_A}{E_{A0}} = \frac{n}{n_0} \Rightarrow n = n_0 \frac{E_A}{E_{A0}} = 700 \frac{177,2}{198,8} = 623,943662 = 624 \text{ rpm}$$

$$E_A I_A = \tau_{ind} \omega \Rightarrow \tau_{ind} = \frac{E_A I_A}{2\pi n / 60} = \frac{(177,2)(38)}{2\pi(624) / 60} = 103 \text{ Nm}$$

Chapman 8-8 (Μετρήσεις αντιστάσεων μηχανής και εκτίμηση σταθερών απωλειών)

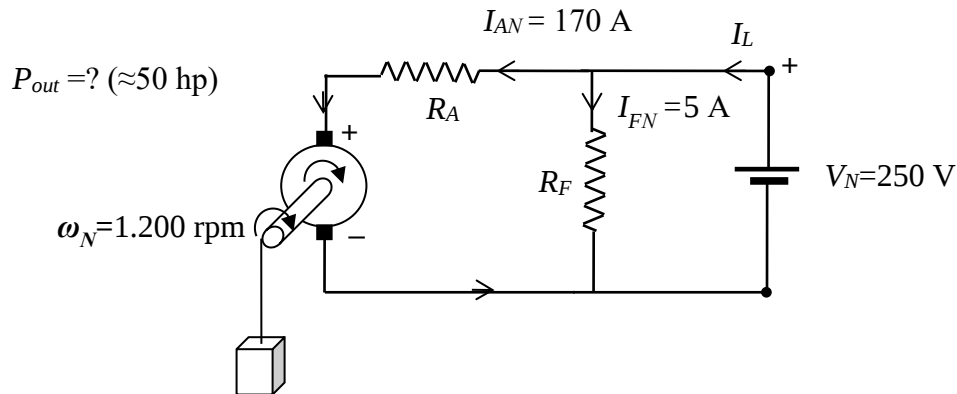
Ένας κινητήρας παράλληλης διέγερσης 50 hp, 250 V, 1200 rpm έχει ονομαστικές τιμές ρεύματος οπλισμού 170 A και ρεύματος διέγερσης πεδίου 5 A. Όταν ο κινητήρας είναι μπλοκαρισμένος χρειάζεται μια τάση 10,2 V στον οπλισμό μόνο (στους τομείς του συλλέκτη κάτω από τις ψήκτρες) για να παραχθεί το ονομαστικό ρεύμα των 170 A, ενώ χρειάζεται μια τάση 250 V μόνο στο πηνίο παράλληλης διέγερσης για να παραχθεί το ονομαστικό ρεύμα των 5 A. Η πτώση τάσης στις ψήκτρες θεωρείται ότι είναι 2 V.

Συνδέουμε τον κινητήρα χωρίς φορτίο σε τάση εισόδου 240 V, παράγεται ρεύμα οπλισμού 13,2 A και ρεύμα διέγερσης πεδίου 4,8 A και πετυχαίνουμε ο κινητήρας να περιστρέφεται σχεδόν με την ονομαστική ταχύτητα, σε ταχύτητα 1150 rpm.

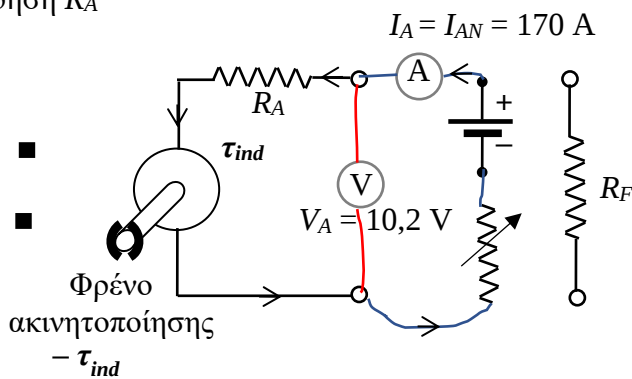
A) Τι βαθμό απόδοσης έχει ο κινητήρας ?

B) Τι ισχύ δίνει ο κινητήρας στις ονομαστικές τιμές λειτουργίας ?

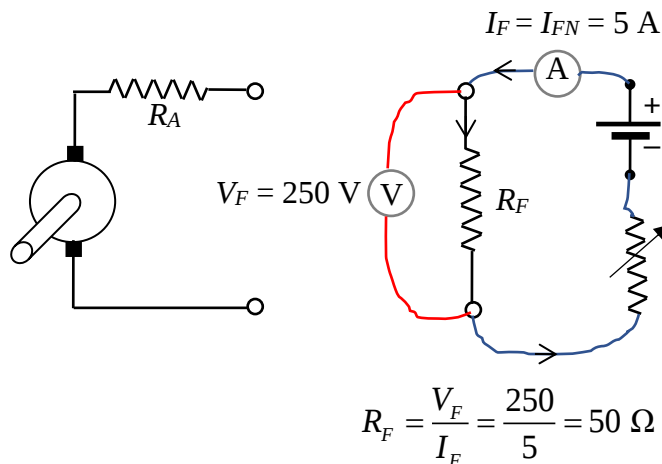
Λειτουργία στο πλήρες φορτίο



Απαντήσεις

Μέτρηση R_A 

$$R_A = \frac{V_A}{I_A} = \frac{10,2}{170} = 0,06 \, \Omega$$

Μέτρηση R_F 

$$R_F = \frac{V_F}{I_F} = \frac{250}{5} = 50 \, \Omega$$

Με τις ονομαστικές τιμές λειτουργίας (δηλαδή στο πλήρες φορτίο), η εισερχόμενη ισχύς είναι:

$$P_{in} = V_N (I_{AN} + I_{FN}) = (250)(170 + 5) = 43.750 \, \text{W}$$

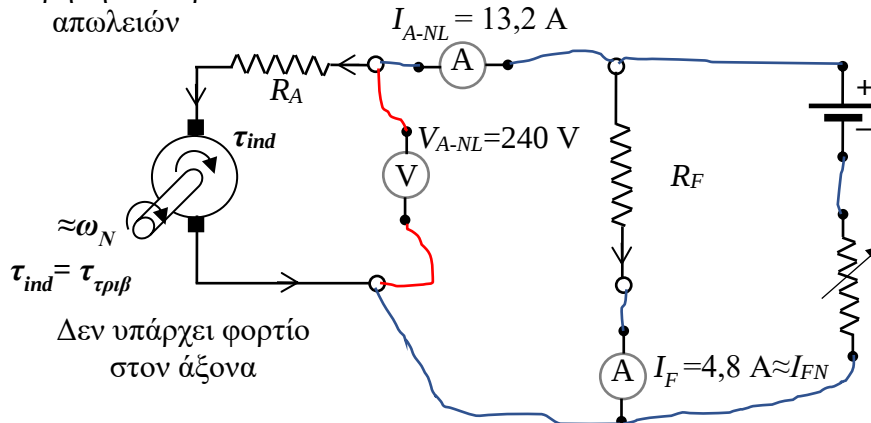
Ωμικές απώλειες οπλισμού: $P_A = I_{AN}^2 R_A = (170)^2 (0,06) = 1.734 \, \text{W}$

Ωμικές απώλειες διέγερσης: $P_F = I_F^2 R_F = (5)^2 (50) = 1.250 \, \text{W}$

Οι συνολικές ωμικές απώλειες (χαλκού) είναι: $P_{Cu} = P_A + P_F = 1.734 + 1.250 = 2.984 \, \text{W}$

Απώλειες στις ψήκτρες: $P_{brush} = V_B I_A = (2)(170) = 340 \, \text{W}$

Οι σταθερές απώλειες πυρήνα και απώλειες μηχανικών τριβών προσεγγίζονται από την εισερχόμενη ισχύ στον οπλισμό κατά την περιστροφή χωρίς φορτίο με την ονομαστική ταχύτητα.

Μέτρηση σταθερών
απωλειών

Ρυθμίζουμε την εξωτερική τάση ώστε το ρεύμα πεδίου και η ταχύτητα του κινητήρα να είναι κοντά στις ονομαστικές τους τιμές. Μετράμε το ρεύμα που τραβάει ο οπλισμός I_{A-NL} και την τάση V_{A-NL} στα άκρα του. Η ισχύς που απορροφά ο οπλισμός στην περιστροφή χωρίς φορτίο θα είναι

$$P_{rot} = V_{A-NL} I_{A-NL} = (240)(13,2) = 3.168 \text{ W}$$

Υπολογίζουμε για πληρότητα και τις ωμικές απώλειες στην αντίσταση του οπλισμού και στις ψήκτρες παρόλο που το ρεύμα οπλισμού 13,2 A είναι σχετικά μικρό και οι απώλειες αυτές είναι πολύ μικρές. Αν τις υπολογίσουμε θεωρώντας ότι η αντίσταση οπλισμού είναι και για αυτό το ρεύμα 0,06 Ω και η πτώση τάσης στις ψήκτρες παραμένει σταθερή στα 2 V, βρίσκουμε:

$$P_{ACu-NL} = I_{A-NL}^2 R_A + V_B I_{A-NL} = (13,2)^2 (0,06) + (13,2)(2) = 10,5 + 26,4 \approx 37 \text{ W} \approx 1,1\% P_{rot-NL}$$

Η ροπή που παράγεται επαγωγικά ισορροπεί τη ροπή των τριβών. Γι' αυτό η ισχύς που παίρνουμε στην έξοδο είναι μηδέν

$$P_{out} = \omega \sum \tau = \omega(\tau_{ind} - \tau_{trib}) = 0$$

$$P_{out} = P_{in} - P_{loss} \Rightarrow 0 = P_{rot-NL} - P_{Fe} - P_{mech} - P_{ACu-NL} \Rightarrow$$

$$P_{Fe} + P_{mech} = P_{rot-NL} - P_{ACu-NL} = 3.168 - 37 = 3.131 \text{ W}$$

Οι μη κατανεμημένες απώλειες προσεγγίζονται ως 1% της εισερχόμενης ισχύος

$$P_{stray} = 0,01 P_{in} = (0,01)(43.750) = 437,5 \text{ W}$$

Οι συνολικές απώλειες είναι :

$$P_{loss} = P_{Cu} + P_{Brush} + P_{Fe} + P_{mech} + P_{stray} = 2.984 + 340 + 3.131 + 437,5 = 6.892,5 \text{ W}$$

A) Η εξερχόμενη ισχύς είναι

$$P_{out} = P_{in} - P_{loss} = 43.750 - 6.892,5 = 36.857,5 \text{ W}$$

Βλέπουμε ότι είναι κοντά στην τιμή που μας δίνει ο κατασκευαστής για την εξερχόμενη ισχύ :

$$P_{out} = 36.857,5 \text{ W} \times \frac{1 \text{ hp}}{746 \text{ W}} = 49,4 \text{ hp} \approx P_N = 50 \text{ hp}$$

B) Ο βαθμός απόδοσης αυτού του κινητήρα στο πλήρες φορτίο είναι:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100\% = \frac{36.820,5}{43.750} 100\% = 0,841611429 \times 100\% = 84,2\%$$

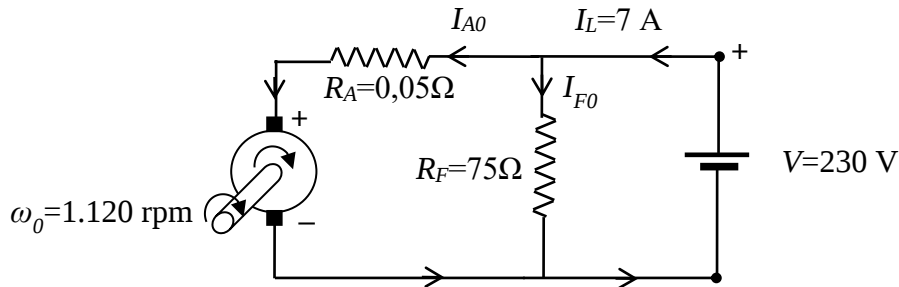
Schaum's 47 (Υπολογισμός σταθερών απωλειών και απόδοσης)

Ένας κινητήρας συνεχούς ρεύματος παράλληλης διέγερσης με τάση εισόδου 230 V που έχει αντίσταση οπλισμού 0,05 Ω και αντίσταση πηνίου παράλληλης διέγερσης 75 Ω τραβάει από το δίκτυο ρεύμα 7 A όταν περιστρέφεται χωρίς φορτίο με 1120 rpm. Για κάποιο φορτίο ο κινητήρας τραβάει από το δίκτυο ρεύμα 46 A.

- Α) Προσδιορίστε τις σταθερές απώλειες του κινητήρα, δηλαδή απώλειες πυρήνα και μηχανικές απώλειες τριβών και ανεμισμού
 Β) Ποια είναι η ταχύτητα του κινητήρα στο δοσμένο φορτίο
 Γ) Υπολογίστε την απόδοση του κινητήρα στο δοσμένο φορτίο
 Δ) Υπολογίστε τη ροπή που αναπτύσσει ο κινητήρας και το δοσμένο φορτίο (ροπή στον άξονα)

Απαντήσεις

Λειτουργία χωρίς φορτίο



Όταν ο κινητήρας δουλεύει χωρίς φορτίο (ο άξονας περιστρέφεται ελεύθερος) όλη η εισερχόμενη ισχύς καταναλώνεται στις απώλειες

$$P_{in0} = P_{loss0} = (P_{Fe} + P_{mech}) + I_{A0}^2 R_A + I_{F0}^2 R_F$$

Οι απώλειες είναι οι ωμικές και οι σταθερές, δηλαδή οι απώλειες πυρήνα και μηχανικών τριβών. Υπολογίζοντας την εισερχόμενη ισχύ και τις ωμικές απώλειες βρίσκουμε τις σταθερές απώλειες.

$$I_{F0} = \frac{V}{R_F} = \frac{230}{75} = 3,067 \text{ A}$$

$$I_{A0} = I_{L0} - I_{F0} = 7 - 3,067 = 3,933 \text{ A}$$

[Παρατηρήστε ότι ο κινητήρας δεν είναι απλά ωμικές αντιστάσεις. Το ρεύμα των 7 A δεν μοιράζεται όπως θα μοιραζόταν από ένα διαιρέτη ρεύματος με δύο αντιστάσεις των 0,05 Ω και 75 Ω παράλληλα. Στο διαιρέτη ρεύματος τα 0,0047 από τα 7 A θα περνούσαν από τα 75 Ω και τα υπόλοιπα 6,9953 A θα περνούσαν από τα 0,05 Ω].

Ωμικές απώλειες οπλισμού:

$$P_A = I_A^2 R_A = (3,933)^2 (0,05) = 0,8 \text{ W}$$

Ωμικές απώλειες πηνίου παράλληλης διέγερσης :

$$P_F = I_F^2 R_F = (3,067)^2 (75) = 705,5 \text{ W}$$

Εισερχόμενη ισχύς:

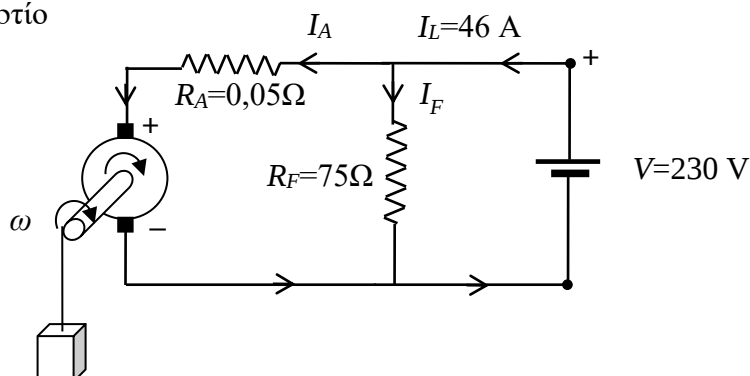
$$P_{in} = V I_{L0} = (230)(7) = 1.610 \text{ W}$$

Άρα οι σταθερές απώλειες είναι

$$P_{Fe} + P_{mech} = P_{in} - I_A^2 R_A - I_F^2 R_F = 1.610 - 705,5 - 0,8 = 903,7 \text{ W}$$

Β) Η ταχύτητα συνδέεται με την επαγωγική τάση. Άρα πρέπει να υπολογίσουμε τις επαγωγικές τάσεις χωρίς φορτίο και στο δοσμένο φορτίο.

Λειτουργία με φορτίο



Χωρίς φορτίο: $E_{A0} = V - I_{A0} R_A = 230 - (3,933)(0,05) = 229,803 \text{ V}$

Στο δοσμένο φορτίο

$$I_F = \frac{V}{R_F} = I_{F0} = \frac{230}{75} = 3,067 \text{ A}$$

$$I_A = I_L - I_F = 46 - 3,067 = 42,933 \text{ A}$$

$$E_A = V - I_A R_A = 230 - (42,933)(0,05) = 227,853 \text{ V}$$

Το ρεύμα διέγερσης είναι το ίδιο με φορτίο ή χωρίς φορτίο, οπότε και η μαγνητική ροή είναι ίδια και άρα ο λόγος των επαγωγικών τάσεων είναι ανάλογος με το λόγο των ταχυτήτων:

$$\left. \begin{aligned} E_A &= K\Phi\omega = K\Phi \frac{2\pi}{60} n \\ E_{A0} &= K\Phi\omega_0 = K\Phi \frac{2\pi}{60} n_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E_A}{E_{A0}} = \frac{n}{n_0} \Rightarrow n = n_0 \frac{E_A}{E_{A0}} = (1120) \frac{227,853}{229,803} = 1.110,5 \text{ rpm}$$

Γ) Για να βρούμε την απόδοση στο δοσμένο φορτίο πρέπει να υπολογίσουμε τις ωμικές απώλειες σε αυτό το φορτίο. Τις απώλειες πυρήνα και τις μηχανικές απώλειες θα τις θεωρήσουμε με πολλή καλή προσέγγιση σταθερές επειδή η ταχύτητα στην οποία υπολογίστηκαν (1.120 rpm) δεν διαφέρει πολύ από την ταχύτητα του κινητήρα στο δοσμένο φορτίο (1.110,5 rpm).

$$\text{Ωμικές απώλειες οπλισμού: } P_A = I_A^2 R_A = (42,933)^2 (0,05) = 92,2 \text{ W}$$

$$\text{Ωμικές απώλειες πηνίου παράλληλης διέγερσης: } P_F = I_F^2 R_F = (3,067)^2 (75) = 705,5 \text{ W}$$

$$\text{Σταθερές απώλειες: } P_{Fe} + P_{mech} = 903,7 \text{ W}$$

$$\text{Συνολικές απώλειες: } P_{loss} = P_A + P_F + P_{Fe} + P_{mech} = 92,2 + 705,5 + 903,7 = 1.701,4 \text{ W}$$

$$\text{Εισερχόμενη ισχύς: } P_{in} = VI_L = (230)(46) = 10.580 \text{ W}$$

$$\text{Εξερχόμενη ισχύς: } P_{out} = P_{in} - P_{loss} = 10.580 - 1.701,4 = 8.878,6 \text{ W}$$

$$\text{Απόδοση: } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100\% = \frac{8.878,6}{10.580} 100\% = 83,9\%$$

Δ) Η ροπή στον άξονα που είναι η ροπή του φορτίου υπολογίζεται από την εξερχόμενη ισχύ

$$P_{out} = \tau_{\alpha\xi} \omega \Rightarrow \tau_{\alpha\xi} = \frac{P_{out}}{\omega} = \frac{P_{out}}{2\pi n / 60} = \frac{8.878,6}{(2\pi)(1.110,5) / 60} = 76,35 \text{ Nm}$$

Η ροπή που αναπτύσσει επαγωγικά ο κινητήρας υπολογίζεται στο σημείο ηλεκτρομηχανικής μετατροπής της ενέργειας

$$\tau_{ind} \omega = E_A I_A \Rightarrow \tau_{ind} = \frac{E_A I_A}{\omega} = \frac{E_A I_A}{2\pi n / 60} = \frac{(227,853)(42,933)}{(2\pi)(1110,5) / 60} = 84,1 \text{ Nm}$$

Schaum's 56 (modified)

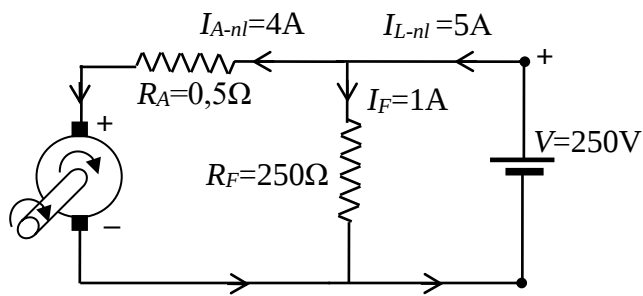
Κινητήρας παράλληλης διέγερσης 250 V έχει αντίσταση οπλισμού 0,5 Ω και αντίσταση πηνίου παράλληλης διέγερσης 250 Ω. Στη λειτουργία χωρίς φορτίο ο κινητήρας τραβάει ρεύμα 5 A και στο πλήρες φορτίο τραβάει ρεύμα 37,1 A.

A) Ποια είναι η απόδοση του κινητήρα στο πλήρες φορτίο

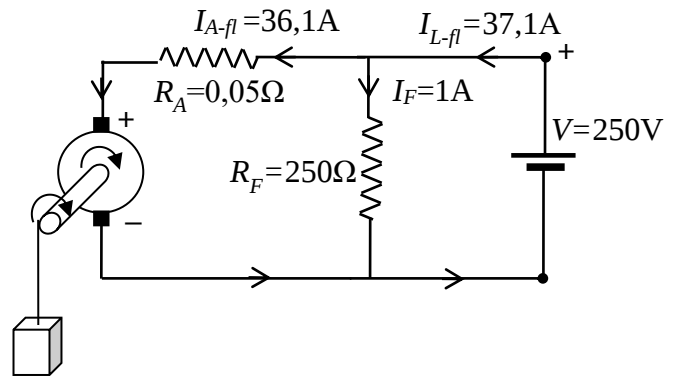
B) Ποια είναι η ονομαστική ισχύς του κινητήρα σε hp?

Απαντήσεις

Χωρίς φορτίο



Πλήρες φορτίο



Α) Από τη λειτουργία χωρίς φορτίο υπολογίζουμε τις σταθερές απώλειες.

Το ρεύμα διέγερσης είναι το ίδιο και χωρίς φορτίο και με φορτίο: $I_F = \frac{V}{R_F} = \frac{250}{250} = 1 \text{ A}$

Ρεύμα οπλισμού χωρίς φορτίο: $I_{A-nl} = I_{L-nl} - I_F = 5 - 1 = 4 \text{ A}$

Ρεύμα οπλισμού στο πλήρες φορτίο: $I_{A-fl} = I_{L-fl} - I_F = 37,1 - 1 = 36,1 \text{ A}$

Διατήρηση ενέργειας χωρίς φορτίο: $P_{in-nl} = P_C + P_{Cu-nl} \Rightarrow VI_{L-nl} = P_C + I_F^2 R_F + I_{A-nl}^2 R_A$

$P_C = VI_{L-nl} - I_F^2 R_F - I_{A-nl}^2 R_A = (250)(5) - (1)^2(250) - (4)^2(0,5) = 992 \text{ W}$

Διατήρηση ενέργειας στο πλήρες φορτίο: $P_{in-fl} = P_{out-fl} + P_C + P_{Cu-fl} \Rightarrow P_{out-fl} = VI_{L-fl} - P_C - I_F^2 R_F - I_{A-fl}^2 R_A$

$P_{out-fl} = (250)(37,1) - 992 - (1)^2(250) - (36,1)^2(0,5) = 7381,395 \text{ W} = \frac{7381,395 \text{ W}}{745,7 \text{ W/hp}} = 9,898 \text{ hp} \approx 10 \text{ hp}$

Ο κινητήρας θα δηλώνεται για 10 hp εξερχόμενη ισχύ στο πλήρες φορτίο. Αυτή είναι η ονομαστική του ισχύς.

Η εισερχόμενη ισχύς στο πλήρες φορτίο είναι από τα δεδομένα

$P_{in-fl} = VI_{L-fl} = (250)(37,1) = 9.275 \text{ W}$

Η απόδοση στο πλήρες φορτίο είναι

$\eta\% = \frac{P_{out-fl}}{P_{in-fl}} 100\% = \frac{7381,395}{9.275} 100\% = 79,6\%$

Schaum's 61

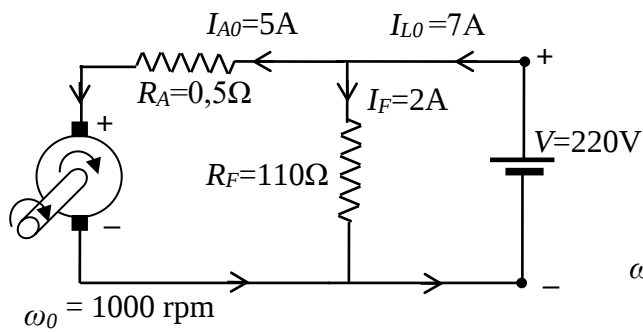
Κινητήρας παράλληλης διέγερσης 220 V έχει αντίσταση οπλισμού 0,2 Ω και αντίσταση πηνίου παράλληλης διέγερσης 110 Ω. Στη λειτουργία χωρίς φορτίο ο κινητήρας τραβάει ρεύμα 7 A και περιστρέφεται με ταχύτητα 1000 rpm. Στο πλήρες φορτίο ο κινητήρας απορροφά ισχύ ίση με 11 kW.

Α) Υπολογίστε την ταχύτητα του κινητήρα στο πλήρες φορτίο

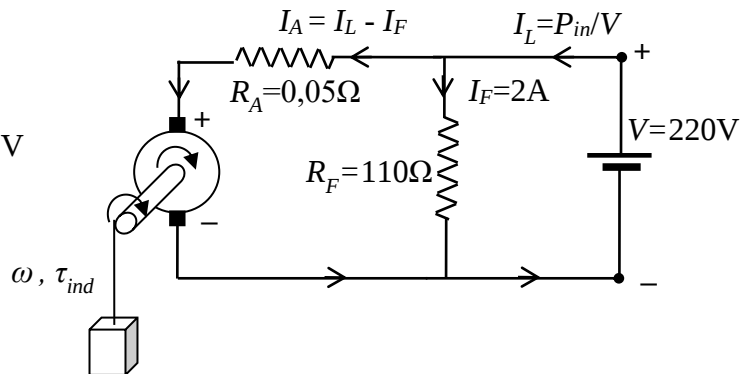
Β) Υπολογίστε την αναπτυσσόμενη ροπή στο πλήρες φορτίο

Απαντήσεις

Χωρίς φορτίο



Πλήρες φορτίο



A) Η ταχύτητα βρίσκεται από το λόγο των επαγωγικών τάσεων

Το ρεύμα διέγερσης είναι και στις δύο περιπτώσεις το ίδιο άρα και οι μαγνητικές ροές.

$$I_F = \frac{V}{R_F} = \frac{220}{110} = 2 \text{ A}$$

Ρεύμα οπλισμού χωρίς φορτίο: $I_{A0} = I_{L0} - I_F = 7 - 2 = 5 \text{ A}$

Επαγωγική τάση χωρίς φορτίο: $E_{A0} = V - I_{A0}R_A = 220 - (5)(0,2) = 219 \text{ V}$

Ρεύμα γραμμής (εισόδου) στο πλήρες φορτίο: $I_L = \frac{P_{in}}{V} = \frac{11.000}{220} = 50 \text{ A}$

Ρεύμα οπλισμού στο πλήρες φορτίο: $I_A = I_L - I_F = 50 - 2 = 48 \text{ A}$

Επαγωγική τάση στο πλήρες φορτίο: $E_A = V - I_A R_A = 220 - (48)(0,2) = 210,4 \text{ V}$

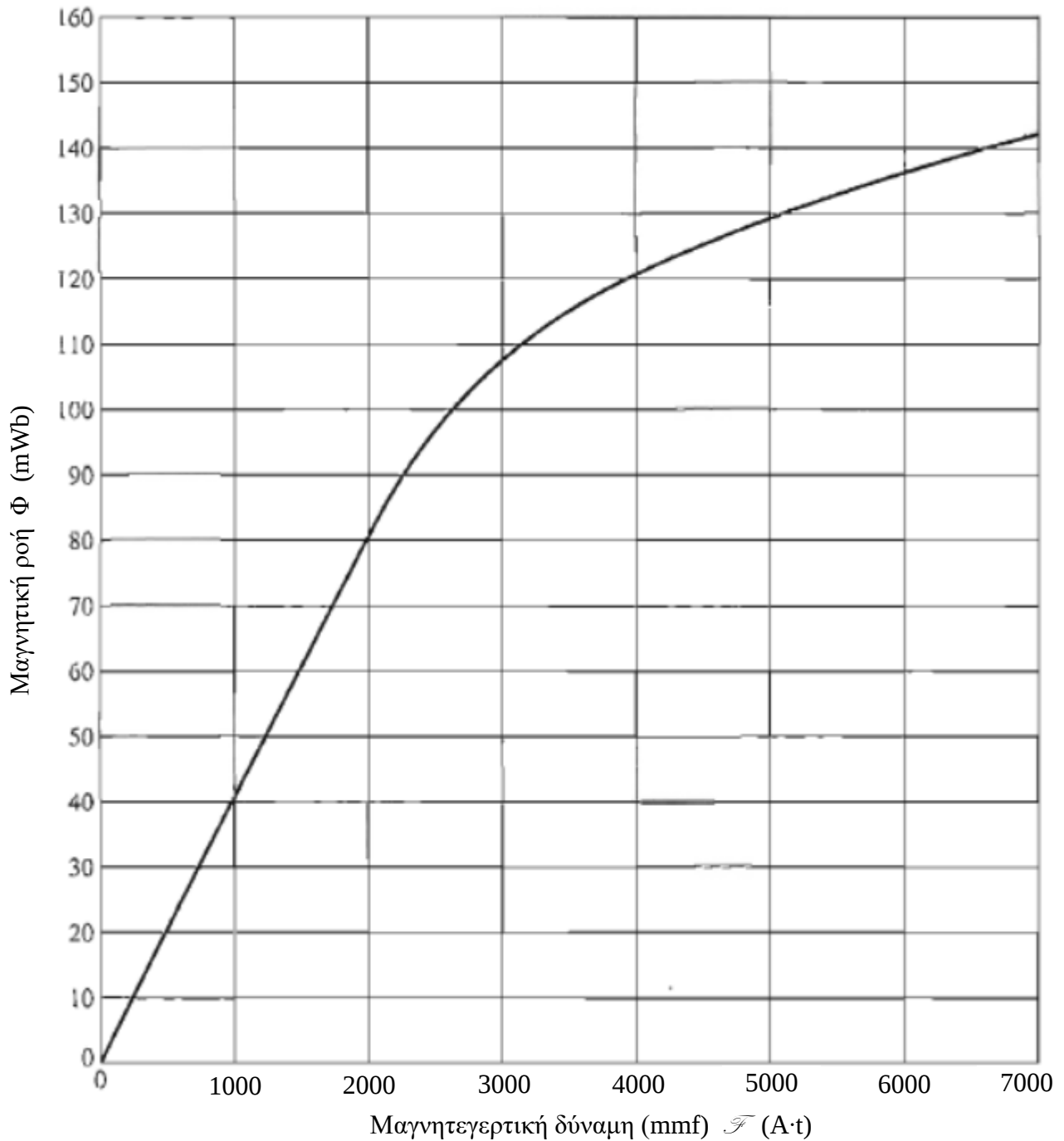
$$\left. \begin{array}{l} E_A = K' \Phi n \\ E_{A0} = K' \Phi n_0 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{E_A}{E_{A0}} = \frac{n}{n_0} \Rightarrow n = n_0 \frac{E_A}{E_{A0}} = 1000 \frac{210,4}{219} = 960,7 \text{ rpm}$$

B) Η ροπή βρίσκεται από την μετατρεπόμενη ισχύ, εφόσον γνωρίζουμε την ταχύτητα.

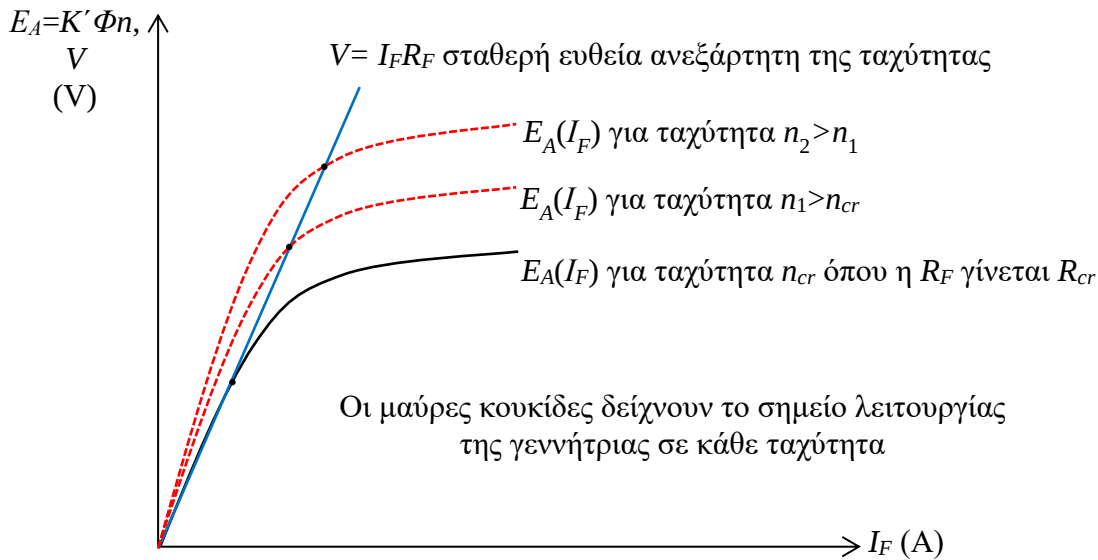
$$E_A I_A = \tau_{ind} \omega \Rightarrow \tau_{ind} = \frac{E_A I_A}{\omega} = \frac{(210,4)(48)}{2\pi(960,7)/60} = 100,4 \text{ Nm}$$

Schaum's 39 (modified) (Κρίσιμη αντίσταση και κρίσιμη ταχύτητα)

Από την παρακάτω καμπύλη μαγνήτισης Φ vs. $\mathcal{F}$ βρείτε την ελάχιστη ταχύτητα n_{cr} , για την οποία γεννήτρια παράλληλης διέγερσης θα μπορέσει να αυτοδιεγερθεί αν η μηχανή έχει κατασκευαστική σταθερά περιέλιξης ίση με 40 και πηνίο παράλληλης διέγερσης με 500 σπείρες και ωμική αντίσταση 100 Ω .



Η ταχύτητα πρέπει να είναι αυτή για την οποία η αντίσταση του πηνίου παράλληλης διέγερσης είναι ίση με την κρίσιμη αντίσταση. Όταν η αντίσταση του πηνίου παράλληλης διέγερσης είναι ίση με την κρίσιμη αντίσταση της μηχανής, τότε η ωμική της ευθεία, που δίνει την τάση εξόδου της γεννήτριας $V = I_F R_F$, εφάπτεται με το γραμμικό τμήμα της καμπύλης μαγνήτισης E_A vs. I_F , οπότε η ευθεία με την καμπύλη συμπίπτουν: $E_A = V$



Άρα η γεννήτρια λειτουργεί στη γραμμική περιοχή της καμπύλης μαγνήτισης όπου η μαγνητική ροή είναι ανάλογη με τη μαγνητεγερτική δύναμη $\mathcal{F} = N_F I_F$:

$$\Phi = c \mathcal{F}$$

όπου η σταθερά c είναι η κλίση του ευθύγραμμου τμήματος της καμπύλης μαγνήτισης στο πρώτο διάγραμμα την οποία και υπολογίζουμε παρατηρώντας ότι περνάει από το σημείο 80 mWb – 2000 At (ή και από το σημείο 40 mWb – 1000 At)

$$c = \text{κλίση (γραμμικής } \Phi \text{ vs } \mathcal{F}) = \frac{\Delta \Phi}{\Delta \mathcal{F}} = \frac{80 \times 10^{-3}}{2000} = 40 \times 10^{-6} \text{ Wb/At}$$

Η επαγωγική τάση είναι ανάλογη με τη μαγνητική ροή και άρα στο γραμμικό τμήμα της καμπύλης μαγνήτισης θα είναι ανάλογη με την μαγνητεγερτική δύναμη και άρα με το ρεύμα διέγερσης, όπως και η τάση εξόδου

$$E_A = K \Phi \omega = K c \mathcal{F} \omega = K c N_F I_F \omega = (K c N_F \omega) I_F$$

Οπότε εξισώνοντας με την τάση εξόδου $E_A = V = R_F I_F$ βρίσκουμε ουσιαστικά τη σχέση μεταξύ της ελάχιστης ταχύτητας ω_{cr} για αυτοδιέγερση και της αντίστασης του πηνίου παράλληλης διέγερσης (και τις υπόλοιπες σταθερές, c , K , N_F)

$$E_A = V \Rightarrow (K c N_F \omega_{cr}) I_F = R_F I_F \Rightarrow \omega_{cr} = \frac{R_F}{K c N_F}$$

Όπου :
 K η κατασκευαστική σταθερά περιέλιξης
 c η κλίση του γραμμικού τμήματος της καμπύλης μαγνήτισης Φ vs. $\mathcal{F}$
 N_F ο αριθμός των σπειρών του πηνίου παράλληλης διέγερσης
 R_F η ωμική αντίσταση του πηνίου παράλληλης διέγερσης

$$\omega_{cr} = \frac{R_F}{K c N_F} = \frac{100}{(40)(40 \times 10^{-6})(500)} = 125 \text{ rad/s}$$

$$n_{cr} = \frac{60}{2\pi} \omega_{cr} = \frac{60}{2\pi} 125 = 1193,66207 \approx 1194 \text{ rpm}$$

Αντίστροφα, σε κάθε ταχύτητα ω η κρίσιμη αντίσταση είναι :

$$R_{cr} = K c N_F \omega$$

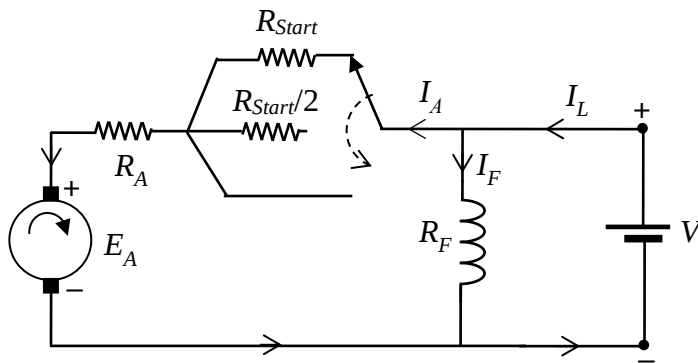
Schaum's 45 (Εκκίνηση κινητήρα)

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος παράλληλης διέγερσης λειτουργεί με μαγνητική ροή 25 mWb. Ο κινητήρας έχει 2 πόλους και 360 ενεργούς αγωγούς σε απλό βροχοτύλιγμα με αντίσταση οπλισμού 0,12 Ω. Ο κινητήρας είναι κατασκευασμένος να λειτουργεί με τάση εισόδου 115 V και να παίρνει στον οπλισμό του ρεύμα 60 A στο πλήρες φορτίο.

Α) Να υπολογίσετε την εξωτερική αντίσταση εκκίνησης που πρέπει να συνδεθεί σε σειρά με τον οπλισμό ώστε κατά την εκκίνηση το ρεύμα οπλισμού να μην ξεπεράσει το διπλάσιο της τιμής που έχει στο πλήρες φορτίο.

Β) Όταν ο κινητήρας έχει φτάσει σε ταχύτητα 400 rpm η αντίσταση εκκίνησης μειώνεται στο μισό. Ποιο είναι το ρεύμα οπλισμού σε αυτή την ταχύτητα;

Γ) Η εξωτερική αντίσταση εκκίνησης αφαιρείται όταν ο κινητήρας φτάσει στην τελική του ταχύτητα. Τότε το ρεύμα οπλισμού έχει την τιμή του πλήρους φορτίου. Ποια είναι η τελική ταχύτητα του κινητήρα;

Απαντήσεις

$$a = mP = (1)(2) = 2 \quad K = \frac{ZP}{2\pi a} = \frac{(350)(2)}{2\pi(2)} = \frac{180}{\pi}$$

$$E_A = K\Phi\omega = \frac{180}{\pi} \Phi \frac{2\pi}{60} n = 6\Phi n$$

$$I_A = \frac{V - E_A}{R_{A\text{ολ}}} = \frac{V - 6\Phi n}{R_A + R_{\epsilon\xi}}$$

A) $n = 0 \Rightarrow E_A = 0 \Rightarrow$

$$I_A = \frac{V}{R_A + R_{Start}} \Rightarrow 2I_{AN} = \frac{V}{R_A + R_{Start}} \Rightarrow R_{Start} = \frac{V}{2I_{AN}} - R_A = \frac{115}{(2)(60)} - 0,12 = 0,838 \, \Omega$$

B) $n = 400 \Rightarrow E_A = 6\Phi n = 6(0,025)(400) = 60 \, \text{V}$

$$I_A = \frac{V - E_A}{R_A + R_{Start}/2} = \frac{115 - 60}{0,12 + 0,419} = 102 \, \text{A}$$

Γ) $n = n_{\text{τελ}}, \quad I_A = 60 \, \text{A} \Rightarrow E_A = V - I_A R_A = 115 - (60)(0,12) = 107,8 \, \text{V}$

$$n_{\text{τελ}} = \frac{E_A}{6\Phi} = \frac{107,8}{6(0,025)} = 718,7 \, \text{rpm}$$

Schaum's 46

Υπολογίστε τη ροπή που αναπτύσσει ο κινητήρας στις περιπτώσεις Α), Β), Γ) της προηγούμενης άσκησης

Απαντήσεις

$$Α) \tau_{ind} = K\Phi I_A = \frac{180}{\pi} (0,025)(120) = 171,887 \approx 172 \text{ Nm}$$

$$Β) \tau_{ind} = K\Phi I_A = \frac{180}{\pi} (0,025)(102) = 146,104 \approx 146 \text{ Nm}$$

$$Γ) \tau_{ind} = K\Phi I_A = \frac{180}{\pi} (0,025)(60) = 85,944 \approx 86 \text{ Nm}$$

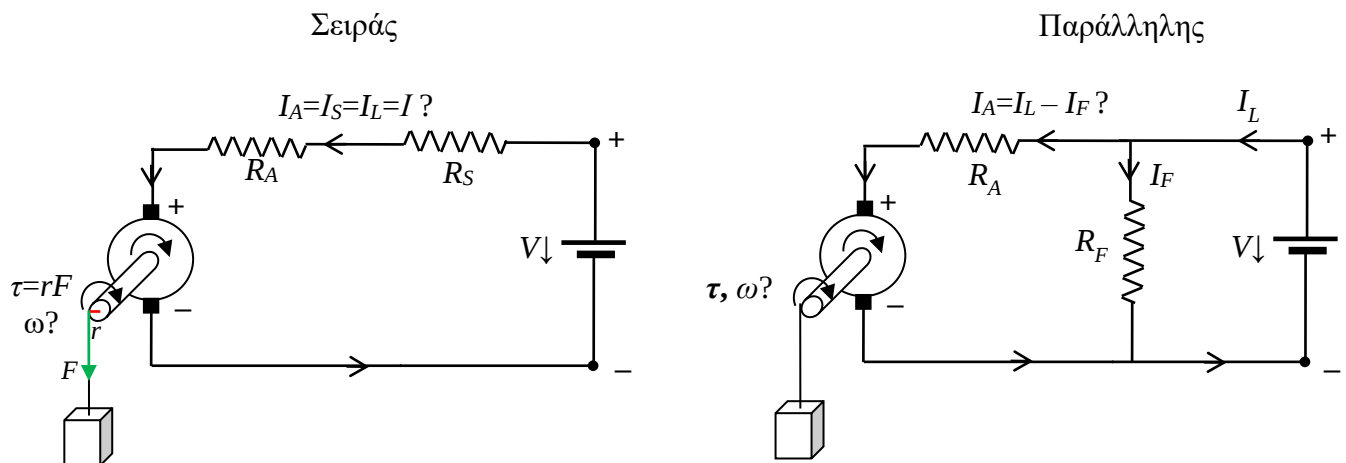
Schaum's 50 (Συμπεριφορές κινητήρων στη μεταβολή της τάσης)

Κινητήρας DC συνδέεται σε φορτίο με σταθερή ροπή που μπορεί να θεωρηθεί ότι απαιτεί σταθερή επαγωγική ροπή ανεξαρτήτως ταχύτητας. Σε πρώτη προσέγγιση αγνοήστε τις πτώσεις τάσης στις αντιστάσεις οπλισμού και διέγερσης σειράς, την αντίδραση οπλισμού και τον κορεσμό (γραμμική περιοχή καμπύλης μαγνήτισης).

Α) Ο κινητήρας διεγείρεται σε σειρά. Πόσο τοις εκατό θα μεταβληθεί η ταχύτητα του κινητήρα και το ρεύμα οπλισμού αν η τάση εισόδου μειωθεί από τα 230 V στα 200 V.

Β) Επαναλάβετε για παράλληλη διέγερση

Απαντήσεις



Α) Διέγερση σειράς.

Αγνοώντας την πτώση τάσης στις αντιστάσεις $I(R_A + R_S) \approx 0$ η τάση εισόδου θα είναι ίση με την επαγωγική τάση $V = E_A + I(R_A + R_S) \approx E_A$ και άρα ο λόγος των τάσεων εισόδου θα είναι ίσος με το λόγο των επαγωγικών τάσεων

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{E_{A2} + I_2(R_A + R_S)}{E_{A1} + I_1(R_A + R_S)} \approx \frac{E_{A2}}{E_{A1}}$$

Επειδή το ρεύμα διέγερσης είναι το ίδιο με το ρεύμα οπλισμού, για να παραμείνει η αναπτυσσόμενη ροπή ίδια θα πρέπει το ρεύμα οπλισμού που τραβάει ο κινητήρας να παραμείνει το ίδιο παρόλο που έπεσε η τάση εισόδου:

$$\tau_2 = \tau_1 \Rightarrow K\Phi(I_2)I_2 = K\Phi(I_1)I_1 \Rightarrow \Phi(I_2)I_2 = \Phi(I_1)I_1 \Rightarrow I_2 = I_1$$

Άρα δεν αλλάζει ούτε η διέγερση οπότε από το λόγο των επαγωγικών τάσεων βρίσκουμε το λόγο των ταχυτήτων

$$\left. \begin{aligned} E_{A2} &= K\Phi\omega_2 \\ E_{A1} &= K\Phi\omega_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E_{A2}}{E_{A1}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \Rightarrow \omega_2 = \frac{E_{A2}}{E_{A1}} \omega_1 \approx \frac{V_2}{V_1} \omega_1 = \left(\frac{200}{230} \right) \omega_1 \Rightarrow \omega_2 = 0,87 \omega_1$$

Η ταχύτητα πέφτει κατά 13%

Δεν χρειάστηκε να θεωρήσουμε γραμμική περιοχή για την καμπύλη μαγνήτισης.

Β) Παράλληλη διέγερση

Πάλι αγνοώντας την πτώση τάσης στην αντίσταση οπλισμού $I_A R_A \approx 0$ η τάση εισόδου θα είναι ίση με την επαγωγική τάση $V = E_A + I_A R_A \approx E_A$ και άρα ο λόγος των τάσεων εισόδου θα είναι ίσος με το λόγο των επαγωγικών τάσεων

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{E_{A2} + I_{A2} R_A}{E_{A1} + I_{A1} R_A} \approx \frac{E_{A2}}{E_{A1}}$$

Εδώ το ρεύμα διέγερσης και άρα η διέγερση αλλάζει όταν αλλάζει η τάση εισόδου: $I_F = \frac{V}{R_F}$

$$\tau_2 = \tau_1 \Rightarrow K\Phi(I_{F2})I_{A2} = K\Phi(I_{F1})I_{A1} \Rightarrow \Phi(I_{F2})I_{A2} = \Phi(I_{F1})I_{A1}$$

Αφού μειώνεται η τάση εισόδου μειώνεται και το ρεύμα διέγερσης και η διέγερση και άρα πρέπει να αυξηθεί το ρεύμα οπλισμού.

Στη γραμμική περιοχή της καμπύλης μαγνήτισης η παραπάνω εξίσωση γίνεται:

$$\begin{aligned} \Phi(I_{F2})I_{A2} &= \Phi(I_{F1})I_{A1} \Rightarrow kI_{F2}I_{A2} = kI_{F1}I_{A1} \Rightarrow \frac{V_2}{R_F}I_{A2} = \frac{V_1}{R_F}I_{A1} \Rightarrow V_2I_{A2} = V_1I_{A1} \Rightarrow I_{A2} = I_{A1} \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \\ I_{A2} &= I_{A1} \frac{230}{200} \Rightarrow I_{A2} = (1,15)I_{A1} \end{aligned}$$

Το ρεύμα οπλισμού αυξάνεται κατά 15%

Από το λόγο των επαγωγικών τάσεων παίρνουμε

$$\left. \begin{aligned} E_{A2} &= K\Phi_2\omega_2 \\ E_{A1} &= K\Phi_1\omega_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E_{A2}}{E_{A1}} = \frac{\Phi_2\omega_2}{\Phi_1\omega_1} = \frac{kI_{F2}\omega_2}{kI_{F1}\omega_1} = \frac{\omega_2 V_2 / R_F}{\omega_1 V_1 / R_F} = \frac{\omega_2 V_2}{\omega_1 V_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} \approx \frac{\omega_2 V_2}{\omega_1 V_1} \Rightarrow \omega_2 \approx \omega_1$$

Η ταχύτητα δεν αλλάζει

Schaum's 51 (modified) (Υπολογισμός απόδοσης και μεταβολή ταχύτητας με την εξερχόμενη ισχύ)

Κινητήρας παράλληλης διέγερσης περιστρέφεται με ταχύτητα 1100 rpm υπό τάση 230 V τραβώντας ρεύμα 40 A. Οι σταθερές απώλειες, πυρήνα συν μηχανικές είναι 454 W. Οι αντιστάσεις οπλισμού και πηνίου παράλληλης διέγερσης είναι αντίστοιχα 0,24 Ω και 230 Ω.

Α) Υπολογίστε την απόδοση του κινητήρα

Β) Θεωρώντας την απόδοση σταθερή ποια θα είναι η ταχύτητα του κινητήρα όταν η ισχύς εξόδου μειωθεί κατά 50%?

Γ) Μη θεωρώντας την απόδοση σταθερή ποια θα είναι η ταχύτητα και η απόδοση του κινητήρα όταν η ισχύς εξόδου μειωθεί κατά 50%

Απαντήσεις

$$Α) P_{in} = VI_L = (230)(40) = 9.200 \text{ W}$$

$$I_F = \frac{V}{R_F} = \frac{230}{230} = 1 \text{ A}$$

$$I_A = I_L - I_F = 40 - 1 = 39 \text{ A}$$

$$P_{Cu} = I_A^2 R_A + I_F^2 R_F = (39)^2 (0,24) + (1)^2 (230) = 365 + 230 = 595 \text{ W}$$

$$P_C = 454 \text{ W}$$

$$P_{out} = P_{in} - P_C - P_{Cu} = 9200 - 454 - 595 = 8.151 \text{ W}$$

$$\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100\% = \frac{8.151}{9.200} 100\% = 88,6\%$$

Β) Αν η απόδοση παραμένει σταθερή και η ισχύς εξόδου πέσει στο 50% δηλ. $P_{out2} = (0,5)P_{out1}$ τότε και η ισχύς εισόδου θα πέσει και αυτή στο 50%

$$P_{in2} = (0,5)(9.200) = 4.600 \text{ W}$$

Αφού η τάση εισόδου είναι σταθερή αυτό σημαίνει ότι ο κινητήρας τραβάει το μισό ρεύμα από την πηγή

$$P_{in2} = VI_{L2} \Rightarrow I_{L2} = \frac{P_{in2}}{V} = \frac{4.600}{230} = 20 \text{ A}$$

ενώ το ρεύμα διέγερσης είναι το ίδιο

Άρα το ρεύμα οπλισμού είναι

$$I_{A2} = I_{L2} - I_F = 20 - 1 = 19 \text{ A}$$

Αφού η ισχύς εξόδου είναι γνωστή για να βρούμε την ταχύτητα πρέπει να γνωρίζουμε τη ροπή στον άξονα. Εφόσον γνωρίζουμε τα ρεύματα οπλισμού και η διέγερση Φ δεν άλλαξε οι επαγόμενες ροπές θα είναι ανάλογες με τα ρεύματα οπλισμού :

$$\left. \begin{aligned} \tau_{ind2} &= K\Phi I_{A2} \\ \tau_{ind1} &= K\Phi I_{A1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\tau_{ind2}}{\tau_{ind1}} = \frac{I_{A2}}{I_{A1}}$$

Θεωρούμε ότι η ίδια αναλογία ισχύει σε άριστη προσέγγιση και για τις ροπές εξόδου στον άξονα καθώς οι ροπές από τις τριβές είναι σχετικά μικρές και δεν θα μεταβάλλουν το κλάσμα.

[Π.χ. για την περίπτωση Α), από το διάγραμμα ροής ισχύος όπου οι σταθερές απώλειες πυρήνα + μηχανικές έχουν τοποθετηθεί μετά την ηλεκτρομηχανική μετατροπή ενέργειας και άρα θεωρούνται μαζί ως πέδηση που μειώνει την επαγόμενη ροπή έχουμε :

$$P_{conv} = P_{out} + P_C \Rightarrow \tau_{ind}\omega = \tau_{ax}\omega + P_C \Rightarrow \tau_{ind} = \tau_{ax} + \frac{P_C}{\omega}$$

Ο δεύτερος όρος $\tau_{br} = \frac{P_C}{\omega}$, αντιπροσωπεύει τη ροπή πέδησης (braking) τριβών + πυρήνα. Τα μεγέθη είναι

$$\tau_{ind} = \frac{E_A I_A}{\omega_1} = \frac{(V - I_A R_A) I_A}{\omega_1} = \frac{((230) - (39)(0,24))(39)}{2\pi(1100)/60} = 74,70 \text{ Nm}$$

$$\tau_{ax1} = \frac{P_{out1}}{\omega_1} = \frac{8.151}{2\pi(1100)/60} = 70,76 \text{ Nm}$$

$$\tau_{br1} = \frac{P_C}{\omega_1} = \frac{454}{2\pi(1100)/60} = 3,94 \text{ Nm} = \frac{3,94}{74,70} 74,70 = (5,3\%) \tau_{ind}$$

Η ροπή πέδησης είναι σχετικά μικρή, περίπου 5% της επαγόμενης ροπής.

$$\text{Οπότε θεωρούμε } \frac{\tau_{ax2}}{\tau_{ax1}} = \frac{\tau_{ind2} - \tau_{br1}}{\tau_{ind1} - \tau_{br2}} \approx \frac{\tau_{ind2}}{\tau_{ind1}} = \frac{I_{A2}}{I_{A1}}$$

Αν το ποσοστό ροπής πέδησης προς επαγόμενη ροπή είναι σταθερό η ισότητα είναι ακριβής]

Έτσι θεωρούμε

$$\frac{\tau_{ax2}}{\tau_{ax1}} = \frac{I_{A2}}{I_{A1}} \Rightarrow \tau_{ax2} = \tau_{ax1} \frac{I_{A2}}{I_{A1}} = (70,76) \frac{(19)}{(39)} = 34,47 \text{ Nm}$$

Άρα η νέα ταχύτητα του κινητήρα θα είναι

$$\omega_2 = \frac{P_{out2}}{\tau_{ax2}} = \frac{(0,5)(8.151)}{(34,47)} = 118,23 \text{ rad/s}$$

$$n_2 = \frac{60}{2\pi} \omega_2 = \frac{30}{\pi} (118,23) = 1.129 \text{ rpm} \quad \text{αυξάνεται λίγο}$$

Γενικότερα θεωρώντας σταθερό συντελεστή απόδοσης και ίσο λόγο ροπών

$$\tau_{ax2} = \tau_{ax1} \frac{I_{A2}}{I_{A1}} = \frac{P_{out1}}{\omega_1} \frac{I_{A2}}{I_{A1}}$$

$$\omega_2 = \frac{P_{out2}}{\tau_{ax2}} = \omega_1 \left(\frac{P_{out2}}{P_{out1}} \right) \left(\frac{I_{A1}}{I_{A2}} \right) \Rightarrow n_2 = n_1 \left(\frac{P_{out2}}{P_{out1}} \right) \left(\frac{I_{A1}}{I_{A2}} \right) = (1100)(0,5) \left(\frac{39}{19} \right) = 1.129 \text{ rpm}$$

Γ) Μη θεωρώντας σταθερή την απόδοση δεν έχουμε εύκολο τρόπο να βρούμε το ρεύμα οπλισμού. Πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τη διατήρηση της ενέργειας και να λύσουμε μια δευτεροβάθμια ως προς το ρεύμα I_A .

Η εξερχόμενη ισχύς μειώνεται σε ένα κλάσμα $r < 1$ της αρχικής : $P_{out2} = rP_{out1}$

$$\begin{aligned} P_{in2} &= P_{out2} + P_{Cu2} + P_C \Rightarrow VI_{L2} = rP_{out1} + I_{A2}^2 R_A + I_F^2 R_F + P_C \Rightarrow \\ V(I_{A2} + I_F) &= rP_{out1} + I_{A2}^2 R_A + I_F^2 R_F + P_C \Rightarrow VI_{A2} = rP_{out1} + I_{A2}^2 R_A + P_C \Rightarrow \\ I_{A2}^2 R_A - VI_{A2} + (rP_{out1} + P_C) &= 0 \Rightarrow \alpha I_{A2}^2 + \beta I_{A2} + \gamma = 0 \\ \alpha &= R_A = 0,24 \\ \beta &= -V = -230 \\ \gamma &= rP_{out1} + P_C = (0,5)(8.151) + (454) = 4.529,5 \\ \Delta &= \beta^2 - 4\alpha\gamma = (230)^2 - 4(0,24)(4529,5) = 48.551,68 \\ \sqrt{\Delta} &= \sqrt{48.551,68} = 220,34 \\ I_A &= \frac{-\beta \pm \sqrt{\Delta}}{2\alpha} = \frac{230 \pm 220,34}{2(0,24)} = 20,1 \text{ A} \quad (\text{και } 938,2 \text{ που απορρίπτεται}) \end{aligned}$$

Βλέπουμε ότι η διαφορά είναι πολύ μικρή από το 19 A που είχαμε πριν, θεωρώντας την απόδοση σταθερή, αρά ήταν σχετικά καλή υπόθεση.

Η ταχύτητα σύμφωνα με τον τύπο που βρήκαμε είναι

$$n_2 = n_1 \left(\frac{P_{out2}}{P_{out1}} \right) \left(\frac{I_{A1}}{I_{A2}} \right) = (1100)(0,5) \left(\frac{39}{20,1} \right) = 1.067 \text{ rpm} \text{ μειώνεται λίγο}$$

Για να βρούμε ποια είναι η νέα απόδοση υπολογίζουμε τις απώλειες χαλκού και την εισερχόμενη ισχύ:

$$P_{Cu2} = I_{A2}^2 R_A + I_F^2 R_F = (20,1)^2 (0,24) + (1)^2 (230) = 97 + 230 = 327 \text{ W}$$

$$P_{in2} = P_{out2} + P_{Cu2} + P_C \Rightarrow VI_{L2} = (0,5)(8.151) + 327 + 454 = 4.856,5 \text{ W}$$

$$\eta_2 \% = \frac{P_{out2}}{P_{in2}} 100\% = \frac{(0,5)(8.151)}{4.856,5} = 83,9\% \text{ μειώνεται σχετικά λίγο κατά } 4,7\%$$

Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε μικρή μεταβολή της ταχύτητας όμως σε αντίθετη κατεύθυνση.

Schaum's 4.36

Γεννήτρια διέγερσης σειράς έχει την παρακάτω καμπύλη μαγνήτισης και 8 σπείρες ανά πόλο $N_S = 8$. Για ποια ωμική αντίσταση φορτίου η γεννήτρια θα δίνει τάση εξόδου 220 V και από τι ρεύμα θα διαρρέεται?

Απαντήσεις

Στη γεννήτρια διέγερσης σειράς όλα τα ρεύματα (οπλισμού, διέγερσης, φορτίου) είναι ίσα:

$$I_A = I_F = I_L = I$$

Έχουμε μόνο ένα βρόχο με τρεις αντιστάσεις και η επαγωγική τάση είναι

$$E_A = I(R_A + R_S + R_L) \text{ ή } E_A = V + I(R_A + R_S)$$

όπου η τάση εξόδου είναι $V = IR_L$

Δεν μας δίνονται οι τιμές της αντίστασης οπλισμού R_A και της αντίστασης του πηνίου διέγερσης σειράς R_S , όμως ξέρουμε ότι είναι μικρές αφού συνδέονται σε σειρά. Πρέπει να υποθέσουμε ότι είναι αμελητέες σε σχέση με την αντίσταση φορτίου για να μπορέσουμε να κάνουμε μια εκτίμηση. Η εκτίμηση αυτή θα μας δίνει τη μέγιστη αντίσταση φορτίου.

Οπότε παίρνουμε

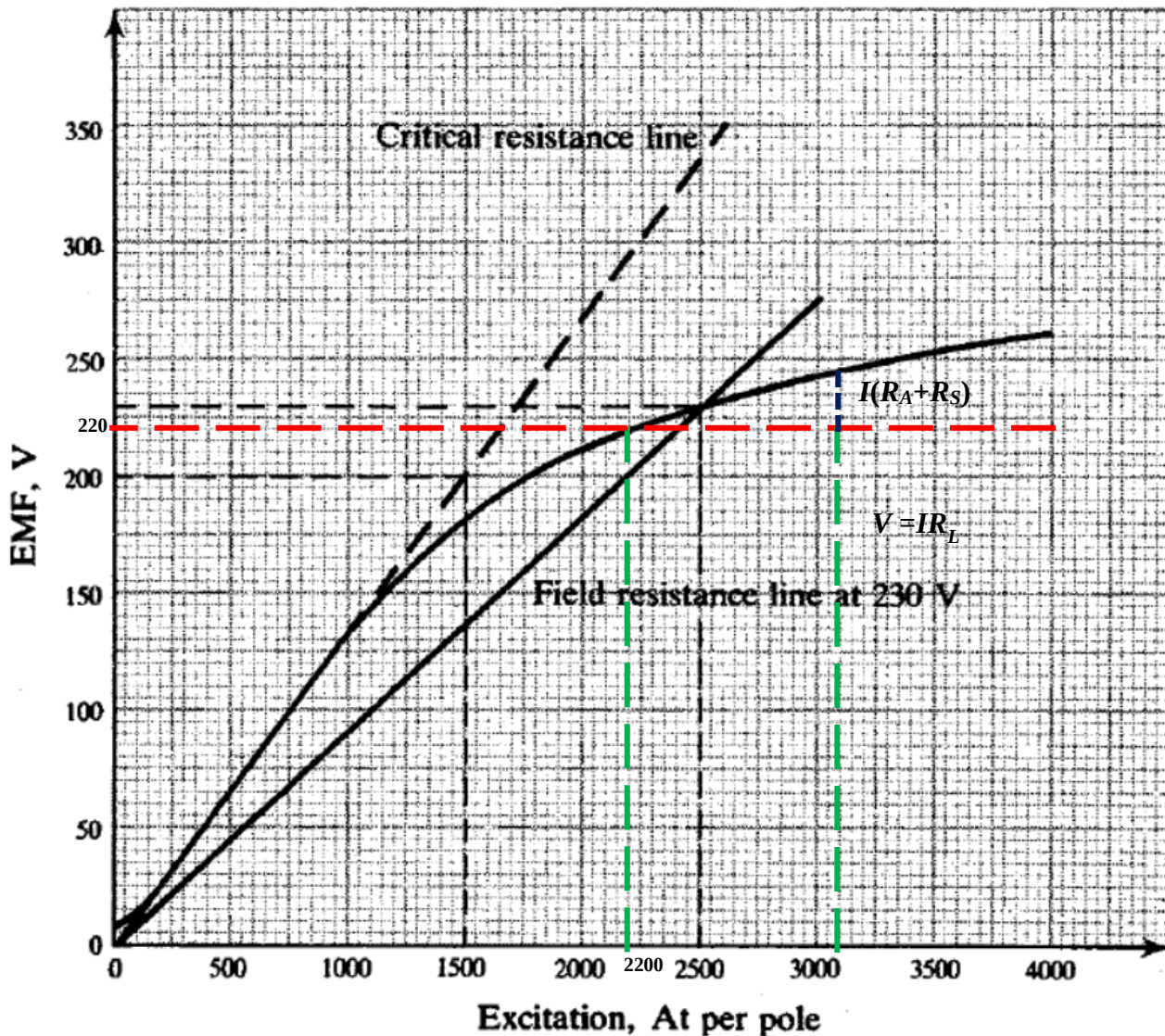
$$E_A \approx V = 220 \text{ V}$$

Από την καμπύλη μαγνήτισης για $E_A = 220 \text{ V} \rightarrow \mathcal{F} = 2200 \text{ At}$

$$I = \frac{\mathcal{F}}{N_s} = \frac{2200}{8} = 275 \text{ A}$$

$$V = IR_L \Rightarrow R_L = \frac{V}{I} = \frac{220}{275} = 0,8 \, \Omega$$

Άρα $I \approx 275 \text{ A}$ και $R_L \approx 0,8 \, \Omega$



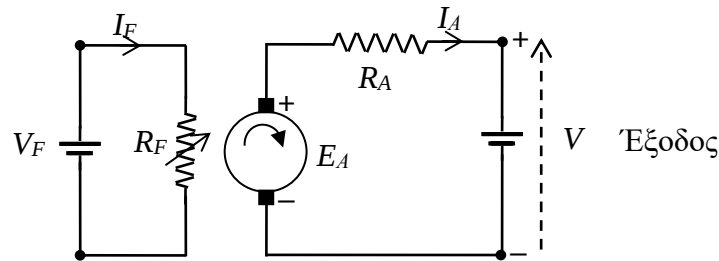
Schaum's 44

Μια γεννήτρια συνεχούς ρεύματος ανεξάρτητης διέγερσης έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: αντίσταση οπλισμού $0,04 \, \Omega$, αντίσταση πηνίου παράλληλης διέγερσης $110 \, \Omega$, μηχανικές απώλειες και απώλειες πυρίνα 960 W , τάση διέγερσης 230 V . Η γεννήτρια παρέχει στην έξοδο της, επίσης 230 V .

A) Υπολογίστε το ρεύμα οπλισμού για το οποίο η γεννήτρια έχει τη μέγιστη απόδοση

B) Υπολογίστε τη μέγιστη απόδοση

Απαντήσεις



A) Έχουμε δείξει Schaum's 4.14 ότι το ρεύμα οπλισμού στο οποίο η γεννήτρια δίνει τη μέγιστη απόδοση είναι ίσο με:

$$I_A = \sqrt{\frac{P_c}{R_A}}$$

Όπου P_c είναι οι σταθερές απώλειες δηλαδή οι μηχανικές απώλειες (τριβών και ανεμισμού) συν οι απώλειες πυρήνα συν οι απώλειες του κυκλώματος διέγερσης

$$P_c = P_{Fe} + P_{mech} + P_F = 960 + P_F$$

Οι απώλειες στο κύκλωμα διέγερσης είναι

$$P_F = I_F^2 R_F = \frac{V_F^2}{R_F} = \frac{(230)^2}{110} = 481 \text{ W}$$

$$P_c = 960 + 481 = 1.441 \text{ W}$$

$$\text{Άρα } I_A = \sqrt{\frac{P_c}{R_A}} = \sqrt{\frac{1441}{0,04}} = 189,8 \approx 190 \text{ A}$$

B) Έχουμε δείξει Schaum's 4.14 ότι για αυτό το ρεύμα οπλισμού οι ωμικές απώλειες του οπλισμού γίνονται ίσες με τις σταθερές απώλειες $P_A = P_c = 1.441 \text{ W}$

$$P_{loss} = (P_{Fe} + P_{mech} + P_F) + P_A = P_c + P_A = 2P_c$$

$$P_{out} = V I_A = (230)(190) = 43.700 \text{ W}$$

$$P_{in} = P_{out} + P_{loss} = P_{out} + 2P_c$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} 100\% = \frac{P_{out}}{P_{out} + 2P_c} 100\% = \frac{43.700}{43.700 + (2)(1441)} 100\% = 93,8\%$$