

**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**« ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ »
5^ο ΕΞΑΜΗΝΟ**

4^η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

**ΔΙΔΑΣΚΩΝ
ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ**
Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ D.C.

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

$$E_A = K \Phi \omega_m = K' \Phi n$$

$$\text{όπου } \omega_m = \frac{2\pi n}{60} \quad \text{ή} \quad \omega_{\eta\lambda} = \frac{P}{2} \omega_m$$

- Η τάση E_A της μηχανής εξαρτάται από
- τη μαγνητική ροή του πεδίου στο εσωτερικό της Φ
 - την ταχύτητα περιστροφής ω_m του δρομέα
 - μια σταθερά K που εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της μηχανής.

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

$$\tau_{\text{ind}} = K \Phi I_A$$

- Η ροπή τ_{ind} της μηχανής εξαρτάται από
- τη μαγνητική ροή του πεδίου στο εσωτερικό της Φ
 - το ρεύμα οπλισμού I_A της μηχανής
 - μια σταθερά K που εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της μηχανής.

$$\text{όπου } K = \frac{ZP}{2\pi\alpha} \quad \text{ή} \quad K' = \frac{ZP}{60\alpha} \quad \text{και} \quad Z = 2 C N_c$$

Z = ο συνολικός αριθμός αγωγών τυλίγματος

P = ο αριθμός των πόλων της μηχανής

α = ο αριθμός των παράλληλων διαδρομών

C = ο αριθμός των συστάδων του δρομέα

N_c = ο αριθμός των πλαισίων σε μια συστάδα

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

1. Απώλειες χαλκού

απώλειες τυλίγματος οπλισμού

$$P_A = I_A^2 R_A$$

απώλειες τυλίγματος πεδίου (διέγερση)

$$P_F = I_F^2 R_F$$

2. Απώλειες ψηκτρών

απώλειες που οφείλονται στην πτώση τάσης

επάνω στις ψήκτρες

$$P_{BD} = V_{BD} I_A$$

3. Απώλειες πυρήνα

απώλειες υστέρησης

$$\sim B^2$$

απώλειες δινορρευμάτων

4. Μηχανικές Απώλειες

απώλειες τριβών (ρουλεμάν)

απώλειες ανεμισμού

$$\sim \omega^3$$

5. Κατανεμημένες Απώλειες

θεωρούνται περίπου 1% της ισχύος εξόδου σε πλήρες φορτίο.

Η ισχύς (ηλεκτρική ή μηχανική) που μετατρέπεται στο διάκενο αέρα της μηχανής δίνεται ως:

$$P_{\text{conv}} = \tau_{\text{ind}} \omega_m = E_A I_A$$

Συντελεστής απόδοσης

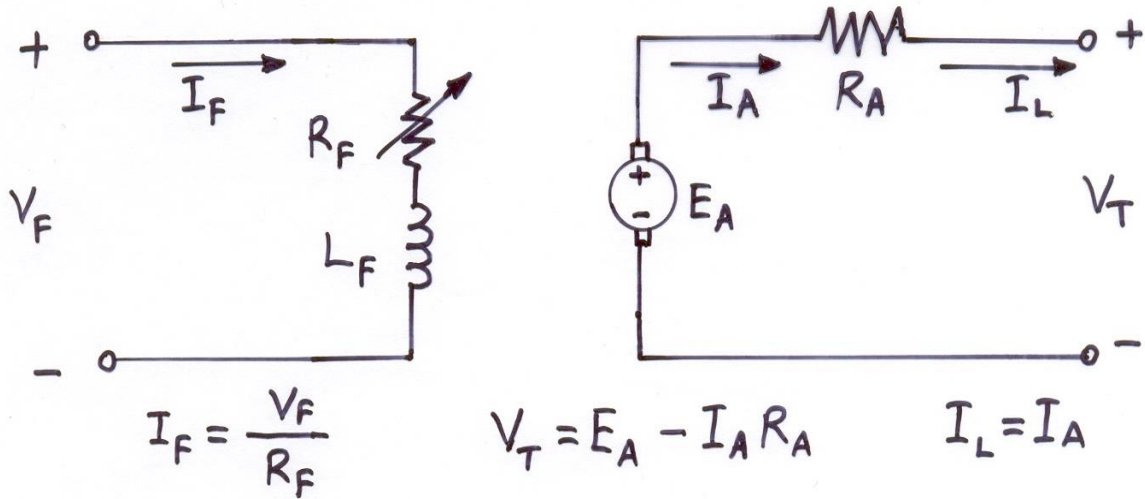
$$n = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$

ή

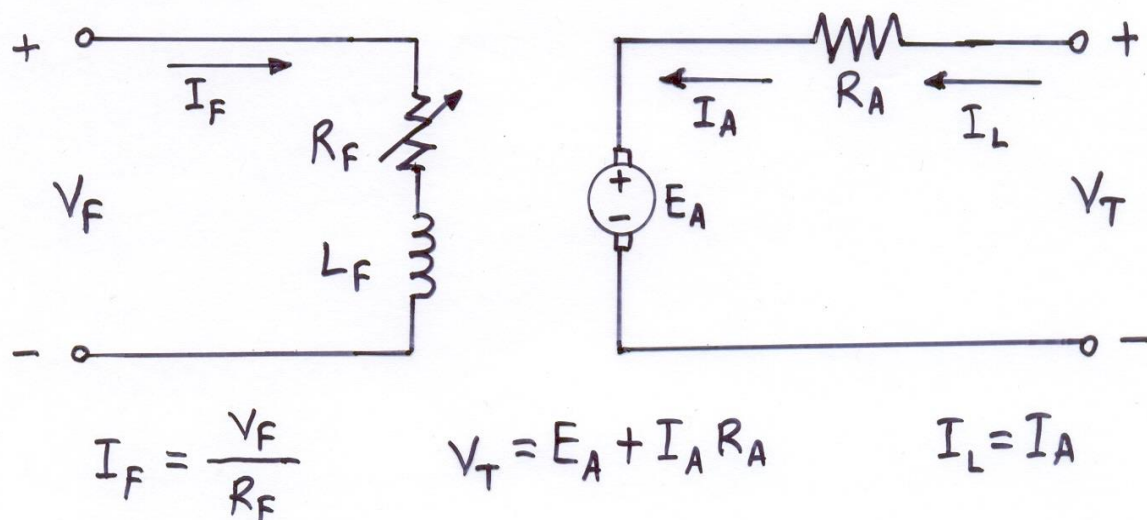
$$n = \frac{P_{\text{in}} - P_{\text{loss}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

α) Γεννήτριας Σ.Ρ. με ανεξάρτητη διέγερση

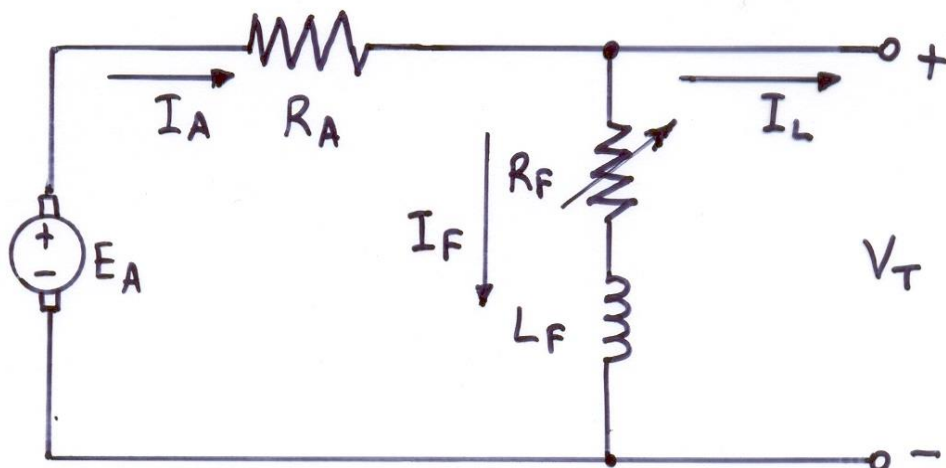


β) Κινητήρα Σ.Ρ. με ανεξάρτητη διέγερση



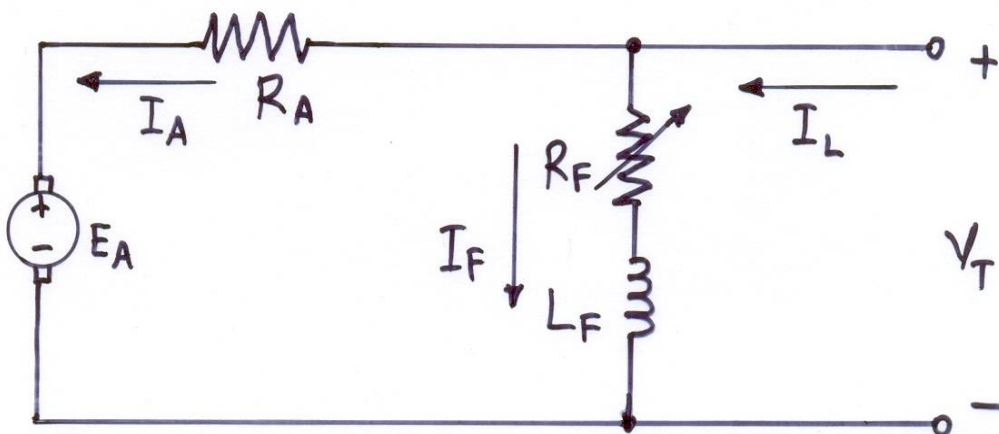
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

α) Γεννήτριας Σ.Ρ. με παράλληλη διέγερση



$$I_F = \frac{V_T}{R_F} \quad V_T = E_A - I_A R_A \quad I_A = I_F + I_L$$

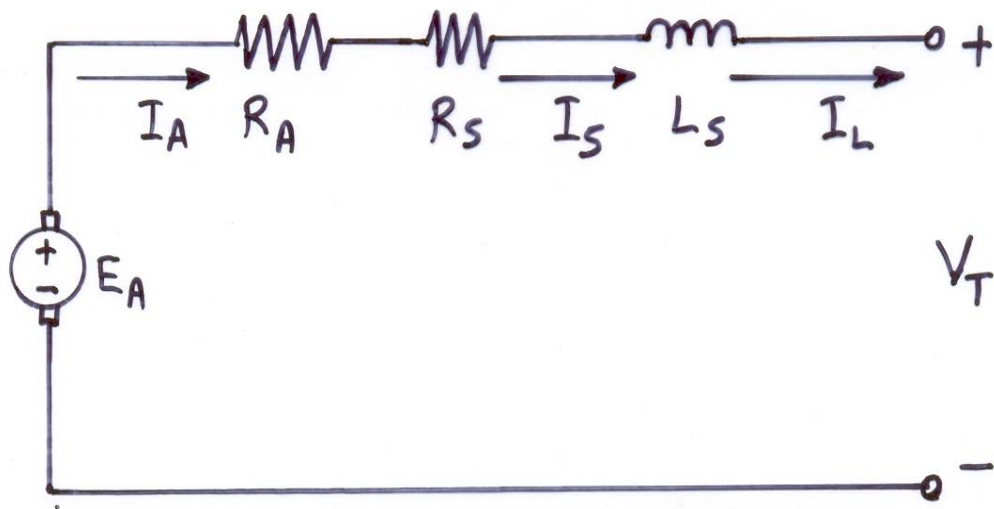
β) Κινητήρα Σ.Ρ. με παράλληλη διέγερση



$$I_F = \frac{V_T}{R_F} \quad V_T = E_A + I_A R_A \quad I_L = I_A + I_F$$

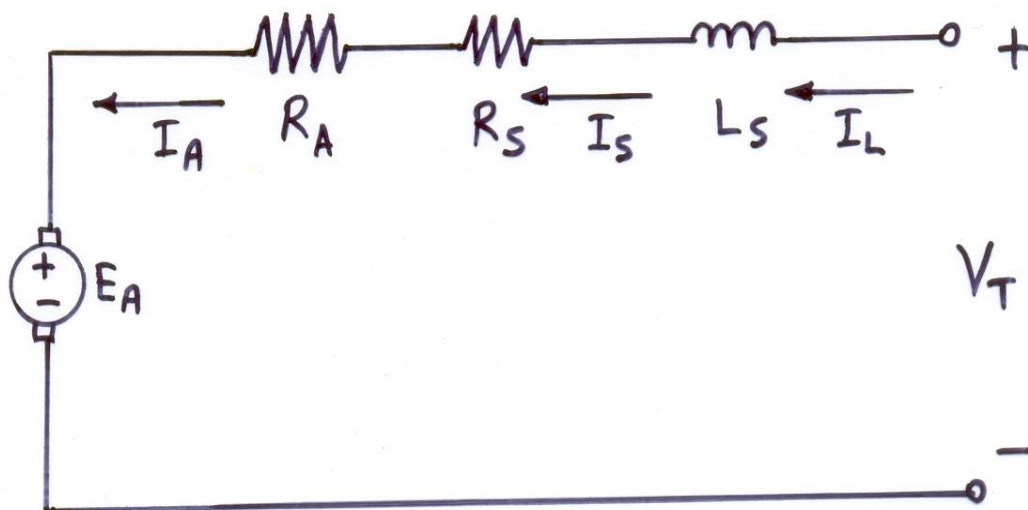
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

α) Γεννήτριας Σ.Ρ. με διέγερση σειράς



$$I_A = I_S = I_L \quad V_T = E_A - I_A (R_A + R_S)$$

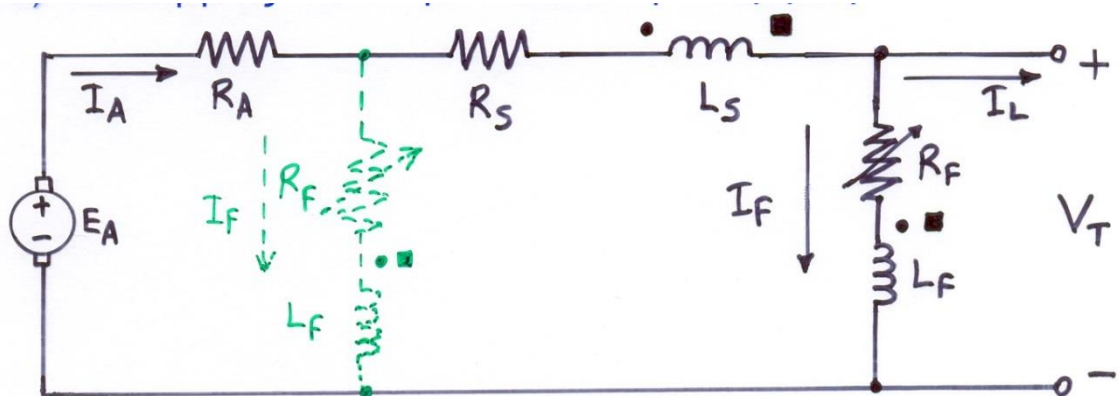
β) Κινητήρα Σ.Ρ. με διέγερση σειράς



$$I_A = I_S = I_L \quad V_T = E_A + I_A (R_A + R_S)$$

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

α) Γεννήτριας Σ.Ρ. με σύνθετη διέγερση



$$I_A = I_L + I_F$$

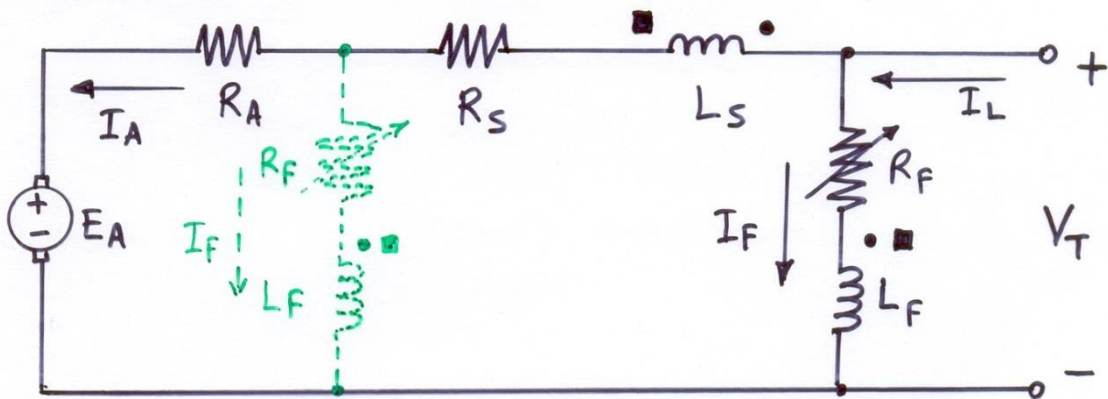
$$V_T = E_A - I_A (R_A + R_S)$$

$$I_F = \frac{V_T}{R_F}$$

και $F_{net} = N_F I_F \pm N_{SE} I_A - F_{AR}$

- αδρυστική σύνθ. διέγ.
- διαφορική σύνθ. διέγ.

β) Κινητήρα Σ.Ρ. με σύνθετη διέγερση



$$I_A = I_L - I_F$$

$$V_T = E_A + I_A (R_A + R_S)$$

$$I_F = \frac{V_T}{R_F}$$

και $F_{net} = N_F I_F \pm N_{SE} I_A - F_{AR}$

- αδρυστική σύνθ. διέγ.
- διαφορική σύνθ. διέγ.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΙΟΥΝΙΟΣ 2018

ΘΕΜΑ 1^ο : (3,3 Μονάδες)

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος, ανεξάρτητης διέγερσης, με ονομαστικά μεγέθη 220 V , 10 Hp έχει αντίσταση τυμπάνου $R_a = 0,5 \Omega$, και αντίσταση πεδίου διέγερσης $R_f = 110 \Omega$. Η πτώση τάσης επάνω στις ψήκτρες του συλλέκτη είναι 4 V. Το ρεύμα διέγερσης παραμένει σταθερό στα 2 A, από ανεξάρτητη τροφοδοσία. Το ρεύμα τυμπάνου είναι 38 A στο πλήρες φορτίο και 2 A όταν ο κινητήρας λειτουργεί χωρίς φορτίο. Η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα χωρίς φορτίο είναι 1.500 rpm . Αν αγνοηθούν η αντίδραση τυμπάνου και η επίδραση κορεσμού στην ονομαστική τάση ζητούνται :

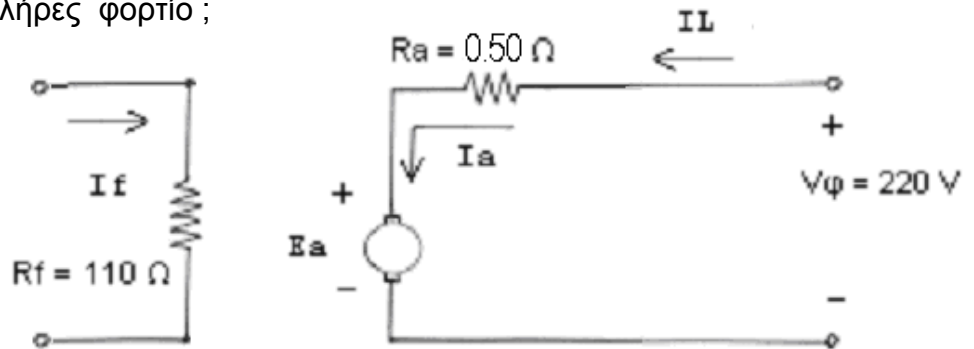
α) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα.

β) Να υπολογιστεί η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα στο πλήρες φορτίο, η αναπτυσσόμενη ισχύς και η ροπή στον άξονα του κινητήρα.

γ) Πόση πρέπει να είναι η τάση τροφοδοσίας του κινητήρα για να περιστρέφεται στις 1.600 rpm υπό πλήρες φορτίο ;

Λύση

α)



β) I_a (π.φ.) = 38 A

I_a (κ.φ.) = 2 A

$$E_a$$
 (π.φ.) = $V_\phi - I_a$ (π.φ.) $R_a - V_\psi = 220 - 38 \times 0,50 - 4 = 197$ V

$$E_a$$
 (κ.φ.) = $V_\phi - I_a$ (κ.φ.) $R_a - V_\psi = 220 - 2 \times 0,50 - 4 = 215$ V

Επειδή $E_a = K \Phi n$ και $I_f =$ σταθερό , θα ισχύει :

$$E_a$$
 (κ.φ.) / E_a (π.φ.) = n (κ.φ.) / n (π.φ.)

$$\Rightarrow n$$
 (π.φ.) = n (κ.φ.) $\frac{E_a$ (π.φ.)}{ E_a (κ.φ.)} = 1500 \times (197/215) \Rightarrow n (π.φ.) = 1.374,4 rpm

$$P_{con} = E_a$$
 (π.φ.) $\times I_a$ (π.φ.) = 197 V \times 38 A $\Rightarrow P_{con} = 7.486$ W

$$P_{out} = 10$$
 Hp $\times 746$ W/HP = 7.460 W

$$\omega_m = 2 \pi n / 60 = 2 \times 3,14 \times 1.374,4 / 60 \Rightarrow \omega_m = 143,85$$
 rad/sec

$$\tau_{out} = P_{out} / \omega_m = 7.460$$
 W / 143,85 rad/sec $\Rightarrow \tau_{out} = 51,86$ N m

γ) Για να γίνει η ταχύτητα πλήρους φορτίου n' (π.φ.) = 1.600 rpm θα πρέπει η εσωτερική τάση $E'a$ (π.φ.) να γίνει :

$$E'a$$
 (π.φ.) = E_a (π.φ.) $\times \frac{n'$ (π.φ.)}{ n (π.φ.)} = 197 \times (1.600 / 1.374,4) V = 229,34 V

και η τάση τροφοδοσίας του κινητήρα θα πρέπει να γίνει :

$$V_\phi = E'a$$
 (π.φ.) + I_a (π.φ.) $R_a + V_\psi = 229,34 + 38 \times 0,50 + 4 = 252,34$ V

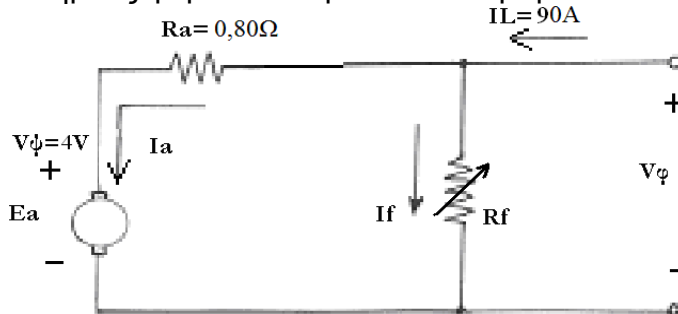
ΘΕΜΑ 1^ο : (3,3 Μονάδες)

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος, παράλληλης διέγερσης, με ονομαστικά μεγέθη 50 Hp, 500 V, έχει αντίσταση τυμπάνου $R_a = 0,80 \Omega$, και αντίσταση παράλληλου πεδίου διέγερσης $R_f = 100 \Omega$, ενώ η πτώση τάσης επάνω στις ψήκτρες του συλλέκτη είναι 4V. Ο κινητήρας απορροφά από το δίκτυο ρεύμα 90A στο πλήρες φορτίο και περιστρέφεται στις 1.200 rpm. Ζητούνται:

- α) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα.
- β) Να υπολογιστεί το ρεύμα, η επαγόμενη τάση τυμπάνου, η ροπή στον άξονα του κινητήρα, καθώς και ο βαθμός απόδοσης του.
- γ) Να προσδιοριστεί η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και η αναπτυσσόμενη ροπή του όταν η αντίσταση του παράλληλου τυλίγματος διέγερσης ρυθμιστεί στα 150 Ω και η τάση τροφοδοσίας στα 450 V. Να αγνοηθεί η επίδραση του κορεσμού και η αντίδραση οπλισμού ενώ το ρεύμα πλήρους φορτίου θεωρείται ότι παραμένει σταθερό στα 90 A.

Λύση :

α)



β)

$$I_L = 90 \text{ A}$$

$$I_f = V_\phi / R_f = 500 \text{ V} / 100 \Omega = 5 \text{ A}$$

$$I_a = I_L - I_f = 90 \text{ A} - 5 \text{ A} \Rightarrow I_a = 85 \text{ A}$$

$$E_a = V_\phi - I_a R_a - V_\psi = 500 - 85 \times 0,80 - 4 \Rightarrow E_a = 428 \text{ V}$$

$$P_{out} = 50 \text{ Hp} \times 0,746 \text{ kW/HP} = 37.300 \text{ W}$$

$$P_{in} = V_\phi I_L = 500 \text{ V} \times 90 \text{ A} = 45.000 \text{ W}$$

$$n (\%) = (P_{out} / P_{in}) \times 100\% = (37.300 / 45.000) \times 100\% \Rightarrow n\% = 82,88\%$$

$$\omega = 2\pi n / 60 = 2 \times 3,14 \times 1200 / 60 \Rightarrow \omega = 125,66 \text{ rad/sec}$$

$$\tau_{out} = P_{out} / \omega = 37.300 \text{ W} / 125,66 \text{ rad/s} \Rightarrow \tau_{out} = 296,83 \text{ Nm}$$

γ)

$$I_L = 90 \text{ A}$$

$$I'_f = V'_\phi / R'_f = 450 \text{ V} / 150 \Omega = 3 \text{ A}$$

$$I'_a = I_L - I'_f = 90 \text{ A} - 3 \text{ A} \Rightarrow I'_a = 87 \text{ A}$$

$$E'_a = V'_\phi - I'_a R_a - V_\psi = 450 - 87 \times 0,80 - 4 = 376,4 \text{ V}$$

$$E_a = k \Phi \omega \quad \text{και} \quad E'_a = k \Phi' \omega'$$

Όμως λόγω της αύξησης της αντίστασης του παράλληλου πεδίου διέγερσης, το ρεύμα διέγερσης μειώνεται κατά $I'_f / I_f = (3 / 5) \times 100\% = 60 \%$ και αν αγνοηθεί η επίδραση κορεσμού και η αντίδραση οπλισμού ανάλογη θα είναι και η μείωση της μαγνητική ροής Φ' και έτσι θα ισχύει: $\Phi' = 0,60 \Phi$

$$\text{και } \omega' = (E'_a / k \Phi' / E_a / k \Phi) \times \omega = (E'_a / 0,60 E_a) \times \omega$$

$$\omega' = (376,4 / 0,60 \times 428) \times 125,66 \text{ rad/s} \Rightarrow \omega' = 184,18 \text{ rad/s}$$

$$n = 60\omega' / 2\pi = 60 \times 184,18 / 2 \times 3,14 = 1.759 \text{ rpm}$$

Αναπτυσσόμενη ισχύς: $P_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} = E'_a \times I'_a = 376,4 \text{ V} \times 87 \text{ A} = 32.746,80 \text{ W}$

Ροπή: $\tau_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} = P_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} / \omega' = 32.746,80 \text{ W} / 184,18 \text{ rad/s} = 177,80 \text{ Nm}$

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2019

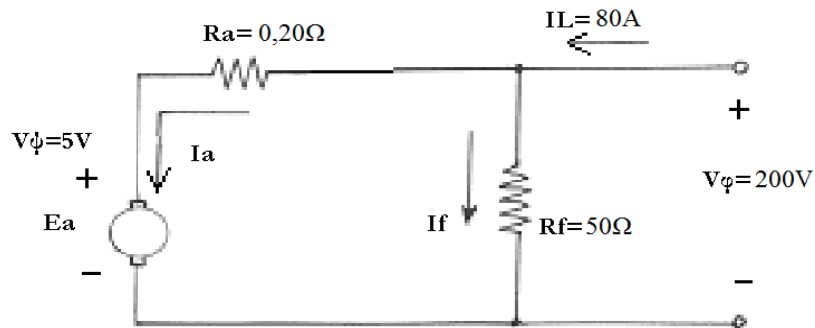
ΘΕΜΑ 1^ο : (3,3 Μονάδες)

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος, παράλληλης διέγερσης, έχει αντίσταση τυμπάνου $R_a = 0,20\Omega$, και αντίσταση παράλληλου πεδίου διέγερσης $R_f = 50\Omega$, ενώ η πτώση τάσης επάνω στις ψήκτρες του συλλέκτη είναι 5V. Ο κινητήρας απορροφά από το δίκτυο ρεύμα 80A με τάση τροφοδοσίας 200V και περιστρέφεται στις 1.600 rpm με βαθμό απόδοσης 80%. Ζητούνται:

- Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα.
- Να υπολογιστεί το ρεύμα και η επαγόμενη τάση τυμπάνου, καθώς και η ροπή στον άξονα του κινητήρα.
- Να προσδιοριστεί η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και η αναπτυσσόμενη ροπή του όταν το ρεύμα που απορροφά από το δίκτυο γίνει 100A με τάση τροφοδοσίας 250V, αν θεωρηθεί ότι, λόγω της αύξησης της διέγερσης και σε συνδυασμό με την αντίδραση οπλισμού, προκαλείται συνολική αύξηση της μαγνητικής ροής κατά 10%.

Λύση :

α)



β)

$$I_L = 80 \text{ A}$$

$$I_f = V_\phi / R_f = 200 \text{ V} / 50 \Omega = 4 \text{ A}$$

$$I_a = I_L - I_f = 80 \text{ A} - 4 \text{ A} \Rightarrow I_a = 76 \text{ A}$$

$$E_a = V_\phi - I_a R_a - V_\psi = 200 - 76 \times 0,20 - 5 \Rightarrow E_a = 179,80 \text{ V}$$

$$P_{in} = V_\phi I_L = 200 \text{ V} \times 80 \text{ A} = 16.000 \text{ W}$$

$$n(\%) = (P_{out}/P_{in}) \times 100\% = 80\% \Rightarrow P_{out} = P_{in} \times n\%$$

$$\Rightarrow P_{out} = 16.000 \times 0,80 = 12.800 \text{ W}$$

$$\omega = 2\pi n/60 = 2 \times 3,14 \times 1600 / 60 \Rightarrow \omega = 167,47 \text{ rad/sec}$$

$$\tau_{out} = P_{out}/\omega = 12.800 \text{ W} / 167,46 \text{ rad/s} \Rightarrow \tau_{out} = 76,44 \text{ Nm}$$

γ)

$$I'_L = 100 \text{ A}$$

$$I'_f = V'_\phi / R_f = 250 \text{ V} / 50 \Omega = 5 \text{ A}$$

$$I'_a = I'_L - I_f = 100 \text{ A} - 5 \text{ A} \Rightarrow I'_a = 95 \text{ A}$$

$$E'_a = V_\phi - I'_a R_a - V_\psi = 250 - 95 \times 0,20 - 5 = 226 \text{ V}$$

$$E_a = k \Phi \omega$$

$$E'_a = k \Phi' \omega'$$

Όμως λόγω της συνολικής αύξησης της μαγνητικής ροής θα ισχύει: $\Phi' = 1,10\Phi$ και $\omega' = (E'_a / k \Phi' / E_a / k \Phi) \times \omega = (E'_a / 1,10 E_a) \times \omega$
 $\omega' = (226 / 1,10 \times 179,80) \times 167,47 \text{ rad/s} \Rightarrow \omega' = 191,36 \text{ rad/s}$
 $n = 60\omega / 2\pi = 60 \times 191,36 / 2 \times 3,14 = 1.827 \text{ rpm}$

Αναπτυσσόμενη ισχύς: $P_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} = E'_a \times I'_a = 226 \text{ V} \times 95 \text{ A} = 21.470 \text{ W}$

Ροπή: $\tau_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} = P_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} / \omega' = 21.470 \text{ W} / 191,36 \text{ rad/s} = 112,19 \text{ Nm}$

ΘΕΜΑ 1^ο : (3,3 Μονάδες)

Γεννήτρια ηλεκτροσυγκόλλησης συνεχούς ρεύματος, σύνθετης αθροιστικής διέγερσης, ονομαστικής ισχύος 20 kW και ονομαστικής τάσης 250 V , διαθέτει αντίσταση τυμπάνου 0,05 Ω , αντίσταση παράλληλου πεδίου διέγερσης 62,5 Ω και τύλιγμα διέγερσης σειράς ρυθμιζόμενης αντίστασης. Η πτώση τάσης επάνω στις ψήκτρες του συλλέκτη είναι 4 V. Ζητούνται :

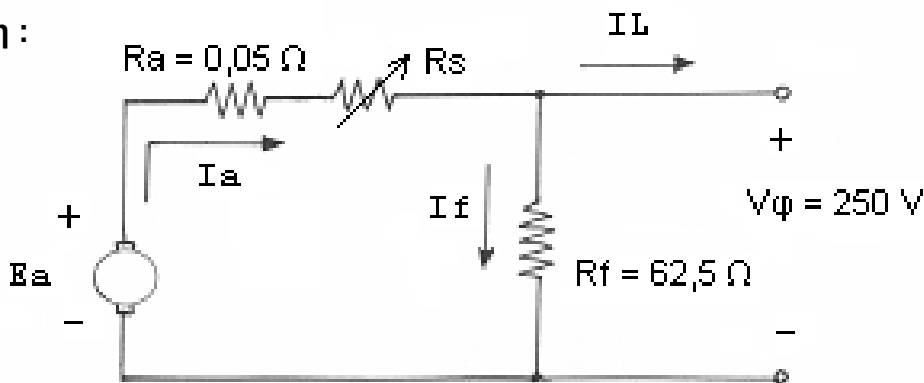
α) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα της γεννήτριας.

β) Ποια η τιμή της ωμικής αντίστασης του πεδίου διέγερσης σειράς όταν στο πλήρες φορτίο η επίδραση του πεδίου προκαλεί αύξηση της μαγνητικής ροής κενού φορτίου κατά 10 %.

γ) Να προσδιοριστεί ο βαθμός απόδοσης της γεννήτριας στο πλήρες φορτίο όταν οι συνολικές απώλειες περιστροφής της είναι 400 W .

Λύση :

α)



β)

$$E_a = K \Phi \omega \Rightarrow E_{a(\kappa.\phi.)} = K \Phi \omega = 250 \text{ V}$$

$$E_{a(\pi.\phi.)} = K \Phi' \omega$$

$$\Phi' = 1,10 \Phi \Rightarrow E_{a(\pi.\phi.)} = 1,10 E_{a(\kappa.\phi.)} = 275 \text{ V}$$

$$P_{out} = V_\phi I_L \Rightarrow I_L (\pi.\phi.) = 20\text{kW} / 250\text{V} = 80 \text{ A}$$

$$I_f = V_f / R_f = 250 \text{ V} / 62,5 \Omega = 4 \text{ A}$$

$$I_a (\pi.\phi.) = 80 \text{ A} + 4 \text{ A} = 84 \text{ A}$$

$$E_{a(\pi.\phi.)} = V_\phi + I_a (R_a + R_s) + V_\psi \Rightarrow$$

$$R_s = (E_{a(\pi.\phi.)} - V_\phi - V_\psi) / I_a - R_a$$

$$\Rightarrow R_s = (275 - 250 - 4) \text{ V} / 84 \text{ A} - 0,05 \Omega = 0,20 \Omega$$

γ)

Ηλεκτρικές απώλειες τυλιγμάτων τυμπάνου

$$I_a^2 (R_a + R_s) = 84^2 \times (0,05 + 0,20) = 1764 \text{ W}$$

Ηλεκτρικές απώλειες τυλίγματος παράλληλης διέγερσης

$$I_f^2 R_f = 4^2 \times 62,50 = 1000 \text{ W}$$

Απώλειες ψηκτρών συλλέκτη

$$V_\psi I_a = 84,0 \times 4 = 336 \text{ W}$$

Απώλειες περιστροφής

$$P_{rot.} = 400 \text{ W}$$

Σύνολο απωλειών

$$P_{\alpha\pi.} = 3500 \text{ W}$$

$$P_{in} = P_{out} + P_{\alpha\pi.} = 20000 \text{ W} + 3500 \text{ W} = 23500 \text{ W}$$

$$n (\%) = (P_{out} / P_{in}) \times 100\% = 20000 / 23500 = 85,11 \%$$

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΙΟΥΝΙΟΣ 2017

ΘΕΜΑ 1^ο : (3,3 Μονάδες)

Κινητήρας συνεχούς ρεύματος, με διέγερση σειράς, έχει ονομαστικά μεγέθη 25 Hp, 220 V, 100 A, 800 rpm και εξυπηρετεί μηχανικό φορτίο 11,80 Hp με βαθμό απόδοσης 80%. Οι μηχανικές απώλειες και οι απώλειες περιστροφής είναι 700 W. Ο κινητήρας έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε οι επιπτώσεις κορεσμού και οι απώλειες ψηκτρών να μπορούν να αμεληθούν.

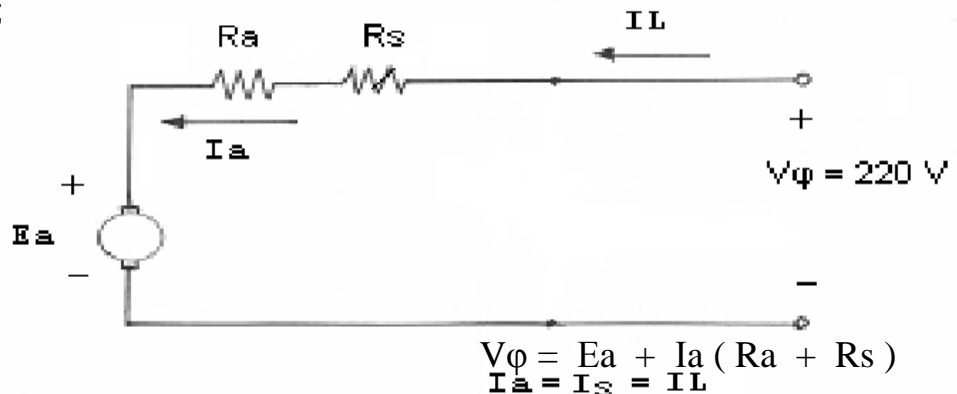
α) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του κινητήρα.

β) Ποια η ταχύτητα περιστροφής και η ροπή στον άξονα του κινητήρα στις συνθήκες λειτουργίας;

γ) Αν για κάποιο λόγο το φορτίο του κινητήρα μηδενιστεί τι θα συμβεί στον κινητήρα και γιατί;

Λύση :

α)



β) $P_{out} = 11,8 \text{ Hp} \times 0,746 \text{ kW/HP} = 8.800 \text{ W}$

$\eta (\%) = (P_{out} / P_{in}) \times 100\% = 80\% \Rightarrow$

$P_{in} = P_{out} / \eta = 8.800 \text{ W} / 0,80 = 11.000 \text{ W}$

$P_{in} = V_{\phi} I_L \Rightarrow I_L = P_{in} / V_{\phi} = 11.000 \text{ W} / 220\text{V} \Rightarrow I_L = 50 \text{ A}$

$P_{in} = P_{out} + P_{cu} + P_{μηχ.+περ.} \Rightarrow P_{cu} = P_{in} - P_{out} - P_{μηχ.+περ.}$

$\Rightarrow P_{cu} = 11.000 \text{ W} - 8.800 \text{ W} - 700 \text{ W} \Rightarrow P_{cu} = 1.500 \text{ W}$

Όμως $P_{cu} = I_a^2 \times (R_a + R_s) \Rightarrow (R_a + R_s) = P_{cu} / I_a^2 = 1.500 / 50^2 = 0,60 \Omega$

και $E_a = V_{\phi} - I_a (R_a + R_s) = 220 \text{ V} - 50 \text{ A} \times 0,60 \Omega \Rightarrow E_a = 190 \text{ V}$

$E_a = K \Phi n$ και $\Phi \sim I_a$ επειδή οι επιπτώσεις κορεσμού αμελούνται

Στο πλήρες φορτίο θα ισχύει

$E_{a(\pi.\phi.)} = V_{\phi} - I_{a(\pi.\phi.)} (R_a + R_s) = 220 \text{ V} - 100 \text{ A} \times 0,60 \Omega \Rightarrow E_{a(\pi.\phi.)} = 160 \text{ V}$

και $E_{a(\pi.\phi.)} / n_{ov} = K \Phi'$ ενώ $\Phi' \sim I_{a(\pi.\phi.)}$

Όμως $I_{a(\pi.\phi.)} / I_a = 2$ και $\Phi' / \Phi = 2$ Άρα $E_{a(\pi.\phi.)} / n_{ov} = 2 E_a / n$

και $n = 2 E_a n_{ov} / E_{a(\pi.\phi.)} \Rightarrow n = 2 \times 190 \text{ V} \times 800 \text{ rpm} / 160 \text{ V} \Rightarrow n = 1900 \text{ rpm}$

$\omega = 2 \pi n / 60 = 2 \times 3,14 \times 1900 / 60 \Rightarrow \omega = 198,96 \text{ rad/sec}$

$P_{av} = P_{out} + P_{μηχ.+περ.} = 8.800 \text{ W} + 700 \text{ W} = 9.500 \text{ W}$

$\tau = P_{av} / \omega = 9.500 / 198,96 = 47,75 \text{ N m}$

ή $\tau = E_a I_a / \omega = 190 \times 50 / 198,96 = 47,75 \text{ N m}$

γ) Μηδενικό φορτίο σημαίνει ρεύμα γραμμής $I_L = 0 \text{ A}$, άρα μηδενίζεται και το ρεύμα διέγερσης και η μαγνητική ροή Φ στο εσωτερικό του κινητήρα με αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη αύξηση των στροφών του κινητήρα επειδή $n = E_a / K \Phi$ με καταστρεπτικές συνέπειες για τον κινητήρα.

ΘΕΜΑ 1^ο : (3,3 Μονάδες)

Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος, σύνθετης αθροιστικής διέγερσης, έχει αντίσταση τυμπάνου $R_a = 0,10 \Omega$, αντίσταση τυλίγματος σειράς $0,30 \Omega$ και αντίσταση παράλληλου πεδίου διέγερσης είναι $R_f = 50 \Omega$, ενώ η πτώση τάσης επάνω στις ψήκτρες του συλλέκτη είναι 4 V . Η γεννήτρια τροφοδοτεί φορτίο 80 A με τάση 250 V και βαθμό απόδοσης 80% στις 1.600 rpm . Ζητούνται:

α) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα της γεννήτριας.

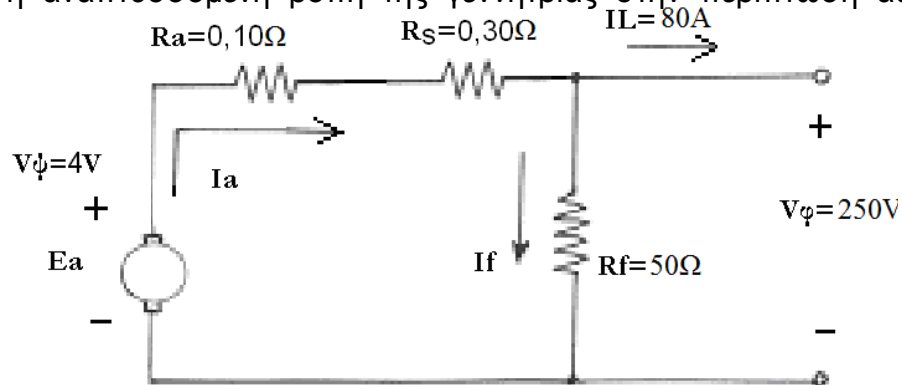
β) Να υπολογιστεί το ρεύμα η επαγόμενη τάση τυμπάνου και η εφαρμοζόμενη μηχανική ροπή στην γεννήτρια.

γ) Να προσδιοριστεί η ταχύτητα περιστροφής της γεννήτριας για να τροφοδοτεί φορτίο 120 A με σταθερή τάση 250 V , αν θεωρηθεί ότι, λόγω αύξησης του φορτίου και λαμβάνοντας υπόψη την αντίδρασης οπλισμού, η μαγνητική ροή της αυξάνεται κατά 20% .

δ) Ποια θα είναι η αναπτυσσόμενη ροπή της γεννήτριας στην περίπτωση αυτή;

Λύση :

α)



β)

$$I_L = 80 \text{ A}$$

$$I_f = V_\phi / R_f = 250 \text{ V} / 50 \Omega = 5 \text{ A}$$

$$I_a = I_L + I_f = 80 \text{ A} + 5 \text{ A} \Rightarrow I_a = 85 \text{ A}$$

$$E_a = V_\phi + I_a (R_a + R_s) + \Delta V_\psi = 250 + 85 \times (0,10 + 0,30) + 4 = 288 \text{ V}$$

$$P_{out} = V_\phi I_L = 250 \text{ V} \times 80 \text{ A} = 20.000 \text{ W}$$

$$n(\%) = (P_{out} / P_{in}) \times 100\% = 80\% \Rightarrow P_{in} = P_{out} / n$$

$$\Rightarrow P_{in} = 20.000 / 0,80 = 25.000 \text{ W}$$

$$\omega = 2\pi n / 60 = 2 \times 3,14 \times 1600 / 60 \Rightarrow \omega = 167,47 \text{ rad/sec}$$

$$\tau_{app} = P_{in} / \omega = 25.000 \text{ W} / 167,46 \text{ rad/s} \Rightarrow \tau_{app} = 149,28 \text{ Nm}$$

γ)

$$I'_L = 120 \text{ A} \quad I'_a = I'_L + I_f = 120 \text{ A} + 5 \text{ A} \Rightarrow I'_a = 125 \text{ A}$$

$$E'_a = V_\phi + I'_a (R_a + R_s) + V_\psi = 250 + 125 \times (0,10 + 0,30) + 4 = 304 \text{ V}$$

$$E_a = k \Phi \omega \quad E'_a = k \Phi' \omega'$$

Όμως λόγω της αύξησης της μαγνητικής ροής θα ισχύει : $\Phi' = 1,20 \Phi$

$$\text{και } \omega' = (E'_a / k \Phi') / (E_a / k \Phi) \times \omega = (E'_a / 1,20 E_a) \times \omega$$

$$\omega' = (304 / 1,20 \times 288) \times 167,47 \text{ rad/s} \Rightarrow \omega' = 147,31 \text{ rad/s}$$

$$n = 60 \omega / 2\pi = 60 \times 147,31 / 2 \times 3,14 = 1.407 \text{ rpm}$$

δ)

Αναπτυσσόμενη ισχύς

$$P_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} = E'_a \times I'_a = 304 \text{ V} \times 125 \text{ A} = 38.000 \text{ W}$$

Αναπτυσσόμενη ροπή

$$\tau_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} = P_{\alpha\nu\alpha\pi\tau.} / \omega = 38.000 \text{ W} / 147,31 \text{ rad/s} = 257,96 \text{ Nm}$$