

Ασκήσεις Μηχανές Σ.Ρ.



<http://imarinakis.mysch.gr/>

Ερωτήσεις-γεννήτριες

➔ Βάλτε σε κύκλο το γράμμα μπροστά από τη σωστή απάντηση

18. Τα βροχοτυλίγματα χρησιμοποιούνται σε μηχανές:

- α. χαμηλής έντασης και υψηλής τάσης.
- β. υψηλής έντασης και χαμηλής τάσης.
- γ. μεγάλου βαθμού απόδοσης.

19. Ρεύμα διέγερσης είναι το ρεύμα που διαρρέει:

- α. το πηνίο κάθε πόλου.
- β. το επαγωγικό τύμπανο.
- γ. τους βοηθητικούς πόλους.

20. Οι μηχανικές απώλειες στις γεννήτριες είναι:

- α. μεταβλητές.
- β. σταθερές.
- γ. σύνθετες.

Ερωτήσεις-Γεννήτριες

21. Ο βαθμός απόδοσης των γεννητριών Σ.Ρ. είναι πάντα:
- α. σταθερός και δεν μεταβάλλεται με το φορτίο τους.
 - β. μεταβλητός και μεταβάλλεται με το φορτίο τους.
 - γ. ανεξάρτητος από το φορτίο τους.

22. Γεννήτρια Σ.Ρ. 220V, 10kW με διακύμανση τάσης 5% παράγει Η.Ε.Δ. (τάση χωρίς φορτίο):

α. 211V. $\varepsilon(\%) = \frac{U_0 - U_N}{U_N} 100 \Leftrightarrow 5 = \frac{U_0 - 220}{220} 100 \Leftrightarrow 5 * 220 = (U_0 - 220)100 \Rightarrow$
β. 231V. $1100 = 100U_0 - 2200 \Rightarrow$
γ. 240V.
δ. 250V.

$$U_0 = \frac{1100 + 22000}{100} = \frac{23100}{100} = 231V$$

23. Γεννήτρια Σ.Ρ. που τροφοδοτεί εξωτερικό κύκλωμα (φορτίο) $R_\phi = 10\Omega$, με ρεύμα έντασης $I = 10A$, έχει ισχύ:

α. 1kW.
β. 2kW.
γ. 5kW.
δ. 10kW.

$$\begin{cases} P = UI \\ U = RI \end{cases} \Rightarrow P = RI^2 = 10 * 10^2 = 1000W = 1kW$$

Άσκηση-Γεννήτριες (πανελλήνιες 2020)

Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος παράλληλης διέγερσης λειτουργεί υπό πλήρες (ονομαστικό) φορτίο με ονομαστική ταχύτητα περιστροφής $n = 1200 \text{ στρ}/\text{min}$, διακύμανση τάσης 4% και βαθμό απόδοσης $\eta = 80\%$. Το ρεύμα διέγερσης είναι $I_\delta = 1\text{A}$ και προκαλεί χρήσιμη μαγνητική ροή σε κάθε πόλο $\Phi = 0,1 \text{ V}\cdot\text{s}$. Το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου έχει αντίσταση $R_T = 1\Omega$ και διαρρέεται από ρεύμα $I_T = 16\text{A}$. Δίνεται η σταθερά της μηχανής $K=208$.

Να υπολογίσετε:

- Δ1.** Την ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) E της γεννήτριας.
- Δ2.** Την ονομαστική τάση U_N που εφαρμόζεται στο φορτίο της γεννήτριας.
- Δ3.** Τις ηλεκτρικές απώλειες που εμφανίζονται στο τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου της γεννήτριας.
- Δ4.** Τις ηλεκτρικές απώλειες που εμφανίζονται στο τύλιγμα διέγερσης της γεννήτριας.
- Δ5.** Την ισχύ εισόδου (προσδιδόμενη κινητική ισχύ στον άξονα) $P_{\text{εισ}}$ της γεννήτριας.

Απ. Άσκηση-Γεννήτριες (πανελλήνιες 2020)

Δ1.

$$E = K\Phi_{\delta}n = 208 * 0,1(Vs) * 1200/60\left(\frac{\sigma\tau\rho}{s}\right) = 416V$$

Δ2.

$$\varepsilon(\%) = \frac{U_0 - U_N}{U_N} 100 \Leftrightarrow 4 = \frac{416 - U_N}{U_N} 100 \Leftrightarrow$$
$$0,04 = \frac{416 - U_N}{U_N} \Rightarrow 0,04U_N = 416 - U_N \Rightarrow (1 + 0,04)U_N = 416 \Rightarrow$$
$$U_N = \frac{416}{1,04} = 400V$$

Δ3.

$$\left. \begin{array}{l} P_{\alpha\pi,T} = U_{R,T}I_T \\ U_{R,T} = R_T I_T \end{array} \right\} \Rightarrow P_{\alpha\pi,T} = R_T I_T^2 = 1 * (16)^2 = 256W$$

Δ4.

$$\left. \begin{array}{l} P_{\alpha\pi,\delta} = UI_{\delta} \\ U_{R,T} = R_T I_T \end{array} \right\} \Rightarrow P_{\alpha\pi,\delta} = U_0 I_{\delta} = 416 * 1 = 416W$$

Δ5.

$$I_N = I_T - I_{\delta} = 16 - 1 = 15A$$

$$P_{\varepsilon\xi} = U_N I_N = 400 * 15 = 6000W$$

$$\eta = \frac{P_{\varepsilon\xi}}{P_{\varepsilon\iota}} 100 \Leftrightarrow 0,8 = \frac{6400}{P_{\varepsilon\iota}} \Rightarrow P_{\varepsilon\iota} = \frac{6000}{0,8} = 7500W$$

Άσκηση-Γεννήτριες

- Μία γεννήτρια Σ.Ρ. παράγει τάση **420V** στην εν κενώ λειτουργία της. Όταν η γεννήτρια τροφοδοτεί το πλήρες φορτίο της με ρεύμα έντασης **50A**, παρουσιάζει διακύμανση τάσης **5%**. Ο βαθμός απόδοσης της γεννήτριας στο πλήρες φορτίο της είναι **80%**. Να υπολογίσετε:
- Γ1. Την τάση της γεννήτριας στο πλήρες φορτίο.
- Γ2. Την απαιτούμενη κινητική ισχύ που προσδίδεται στον άξονα της γεννήτριας από την κινητήρια μηχανή. [2015]

Λύση

• Γ1.
$$\varepsilon(\%) = \frac{U_0 - U_N}{U_N} 100 \Leftrightarrow 5 = \frac{420 - U_N}{U_N} 100 \Leftrightarrow$$

$$5/100 = \frac{420 - U_N}{U_N} \Leftrightarrow$$

$$0,05U_N = 420 - U_N \Rightarrow 0,05U_N + U_N = 420 \Rightarrow$$

$$(1 + 0,05)U_N = 420 \Rightarrow$$

$$U_N = \frac{420}{1,05} = 400V$$

Λύση

- Γ2. $P_{\eta\lambda} = U_N I_N = 400 * 50 = 20000W = 20kW$

$$\eta = \frac{P_{\eta\lambda}}{P_{\mu\eta\chi}} 100 \Leftrightarrow 80 = \frac{20}{P_{\mu\eta\chi}} 100 \Leftrightarrow$$

$$80/100 = \frac{20}{P_{\mu\eta\chi}} \Leftrightarrow 0,8 = \frac{20}{P_{\mu\eta\chi}} \Rightarrow$$

$$P_{\mu\eta\chi} = \frac{20}{0,8} = 25kW$$

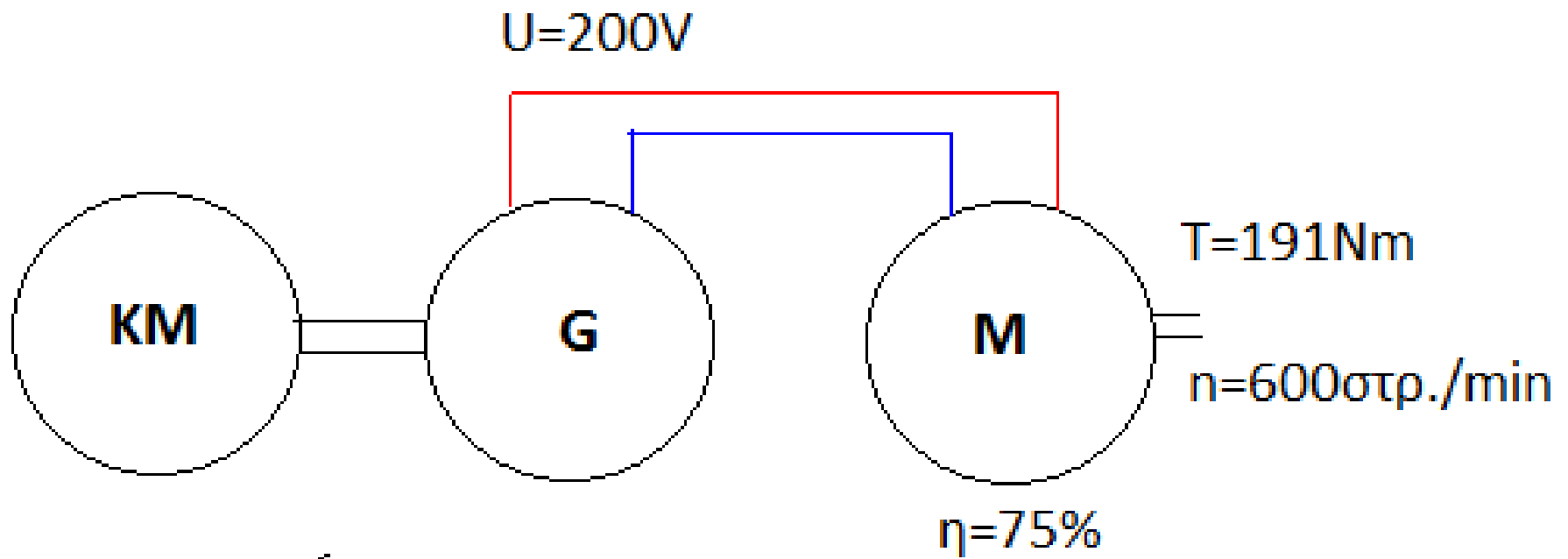
Άσκηση-Κινητήρες

Γεννήτρια Σ.Ρ. ονομαστικής τάσης **200V** τροφοδοτεί κινητήρα Σ.Ρ., που αναπτύσσει στον άξονά του ροπή **191N·m**. Η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα είναι **600στρ/min** και ο βαθμός απόδοσής του είναι **75%**.

Να υπολογίσετε:

- Δ1.** Την αποδιδόμενη μηχανική ισχύ **P** στον άξονα του κινητήρα.
- Δ2.** Την ηλεκτρική ισχύ **P₁** που απορροφά ο κινητήρας.
- Δ3.** Την ένταση **I** του ρεύματος που δίνει η γεννήτρια.
- Δ4.** Το βαθμό απόδοσης της γεννήτριας, αν οι συνολικές απώλειές της είναι **4kW**.

Λύση



Λύση

$$\Delta 1. \quad P = \frac{Tn}{955} = \frac{191 \cdot 600}{9,55} = 12000W = 12kW$$

$$\Delta 2. \quad \eta = \frac{P}{P_1} 100 \Leftrightarrow \eta P_1 = 100P \Rightarrow P_1 = \frac{100P}{\eta} = \frac{100 \cdot 12}{75} = 16kW$$

$$\Delta 3. \quad P_1 = UI \Rightarrow I = \frac{P_1}{U} = \frac{16000}{200} = 80A$$

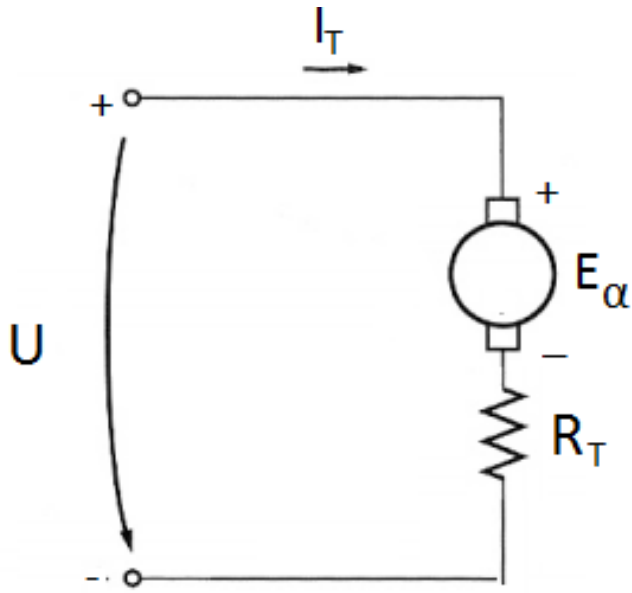
$\Delta 4.$ Τότε η ηλεκτρική ισχύς θα είναι: $P_1 = P_{\alpha\alpha} + P = 4 + 16 = 20kW$

άρα:

$$\eta = \frac{P}{P_1} 100 = \frac{P}{P_1 + P_{\alpha\alpha}} 100 = \frac{12}{16 + 4} 100 = \frac{16}{20} 100 = 80\%$$

Παράδειγμα 1 βιβλ. Ηλ. Μηχανές (σελ 133)

1. Να βρεθεί η ΑΗΕΔ κινητήρα Σ.Ρ. 10HP, 220V του οποίου το τύλιγμα του τυμπάνου με πλήρες φορτίο διαρρέεται από ένταση 40A και έχει αντίσταση 0,25Ω.



*Ισοδύναμο κύκλωμα
επαγωγικού τυμπάνου*

Εφαρμόζοντας τον β' κανόνα του Kirchhoff στον βρόγχο του παραπάνω ισοδύναμου κυκλώματος, έχουμε:

$$U = E_{\alpha} + R_T I_T$$

ή

$$I_T = \frac{U - E_{\alpha}}{R_T}$$

$$U = E_{\alpha} + R_T I_T \Rightarrow$$

$$E_{\alpha} = U - R_T \cdot I_T = 220 - 0,25 \cdot 40 = 220 - 10 = 210V$$

Παράδειγμα 2 βιβλ. Ηλ. Μηχανές (σελ 133)

2. Σε κινητήρα Σ.Ρ. ισχύος 10HP δίνονται $U=220V$, $I_T=40A$ και $R_T=0,25\Omega$. Να υπολογισθούν:

- α. Ποια θα ήταν η ένταση εκκίνησης αν δεν χρησιμοποιούσαμε εκκινητή και,
- β. Ποια θα έπρεπε να ήταν η ολική αντίσταση του εκκινητή, ώστε η ένταση εκκίνησης να μην υπερβαίνει τα 150% της έντασης πλήρους φορτίου;

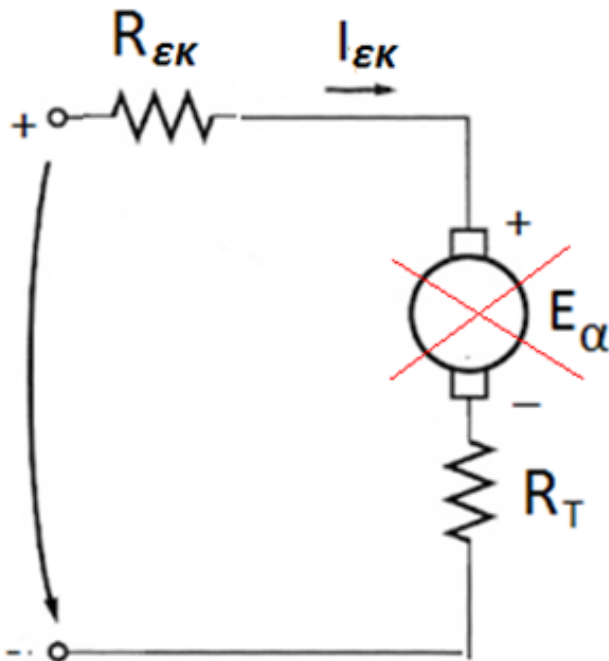
$$\alpha) I_{\varepsilon\kappa} = \frac{U - E_{\alpha}}{R_T} = \frac{U}{R_T} = \frac{220}{0,25} = 880A$$

δηλαδή, ένταση 22 φορές μεγαλύτερη της κανονικής

$$\beta) I_{\varepsilon\kappa} = \frac{U - E_{\alpha}}{R_T + R_{\varepsilon\kappa}} = \frac{U}{R_T + R_{\varepsilon\kappa}}$$

$$150\%I_N = \frac{U}{R_T + R_{\varepsilon\kappa}} \Leftrightarrow$$

$$\frac{150}{100} I_N = \frac{U}{R_T + R_{\varepsilon\kappa}} \Leftrightarrow$$



Ισοδύναμο κύκλωμα τρυμπάνου κατά την εκκίνηση $E_{\alpha}=0V$

$$1,5I_N = \frac{U}{R_T + R_{EK}} \Leftrightarrow$$

$$1,5I_N (R_T + R_{EK}) = U \Leftrightarrow$$

$$1,5I_N R_T + 1,5I_N R_{EK} = U \Rightarrow$$

$$R_{EK} = \frac{U - 1,5I_N R_T}{1,5I_N} = \frac{U}{1,5I_N} - \frac{1,5I_N R_T}{1,5I_N} = \frac{U}{1,5I_N} - R_T$$

$$\text{'Apa } R_{EK} = \frac{220}{60} - 0,25 = 3,66 - 0,25 = 3,41 \Omega$$

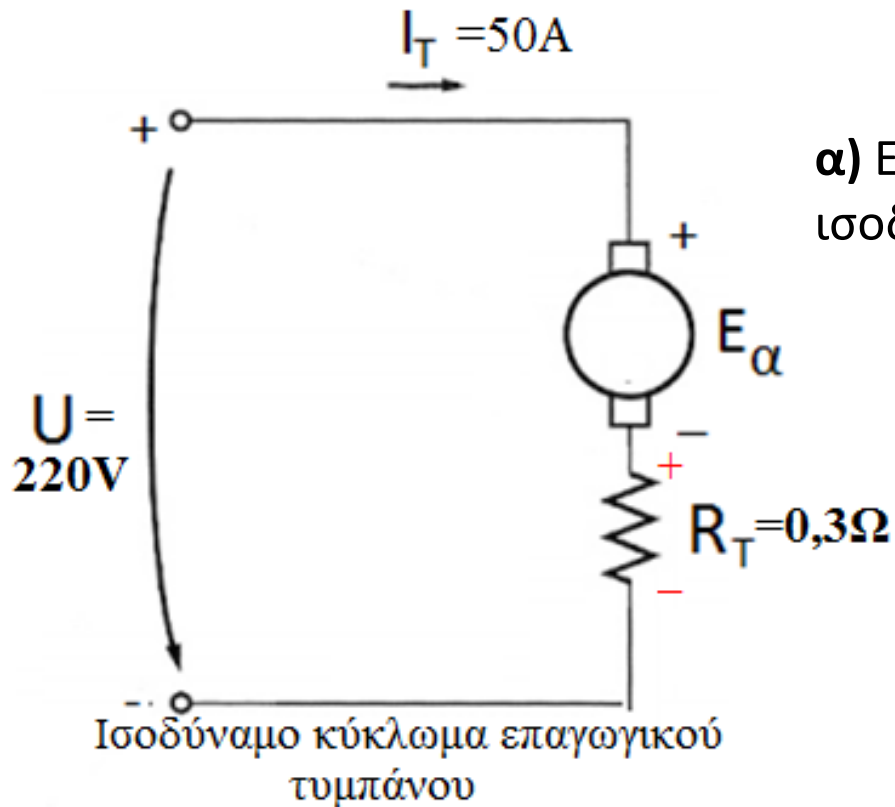
Παράδειγμα 3 βιβλ. Ηλ. Μηχανές (σελ 133)

3. Η ένταση τυμπάνου κινητήρα παράλληλης διέγερσης 220V θα είναι 50A, όταν ο κινητήρας εργάζεται με πλήρες φορτίο, με την ονομαστική του τάση και τις ονομαστικές του στροφές. Η αντίσταση του τυλίγματος του δρομέα είναι 0,3Ω.

Να βρεθούν:

α) η ΑΗΕΔ με πλήρες φορτίο

β) η ισχύς η οποία αναπτύσσεται στο δρομέα του σε HP.



α) Εφαρμογή β' κανόνας του Kirchhoff στο ισοδύναμο κύκλωμα του επαγωγικού τυμπάνου:

$$U = E_{\alpha} + R_T I_T \Rightarrow$$

$$E_{\alpha} = U - R_T I_T = 220 - 0,3 * 50 = 220 - 15 = 205V$$

β) Αναπτυσσόμενη μηχανική ισχύς στον δρομέα:

$$P_{\text{μηχ,δρομ}} = E_{\alpha} I_T = 205 * 50 = 10250W$$

και επειδή $1\text{HP}=736\text{W}$, $P = \frac{10.250}{736} = 13,9\text{HP}$
μηχ.
δρ

Παράδειγμα 4 βιβλ. Ηλ. Μηχανές (σελ 134)

4. Κινητήρας παράλληλης διέγερσης 220V, με αντίσταση τυλίγματος τυμπάνου $0,2\Omega$, λειτουργεί με 1500στρ/min και ένταση, δια του τυλίγματος του τυμπάνου, 30A. Ο ίδιος κινητήρας για ένα αυξημένο φορτίο έχει ένταση τυλίγματος τυμπάνου 60A. Να βρεθούν:

α) η ΑΗΕΔ του κινητήρα για $I_T=30A$

β) η ΑΗΕΔ του κινητήρα για $I_T=60A$

γ) η ισχύς η οποία αναπτύσσεται στο δρομέα σε HP, για τις δύο περιπτώσεις φορτίου.

$$U = E_{\alpha} + R_T I_T \Rightarrow E_{\alpha} = U - R_T I_T$$

α. $E_{\alpha 1} = U - I_T \cdot R_T = 220 - 30 \cdot 0,2 = 220 - 6 = 214V$

β. $E_{\alpha 2} = U - I_T \cdot R_T = 220 - 60 \cdot 0,2 = 220 - 12 = 208V$

γ. $P_1 = E_{\alpha 1} \cdot I_T = 214 \cdot 30 = 6420 \text{ W}$ ή 8,7HP

$P_2 = E_{\alpha 2} \cdot I_T = 208 \cdot 60 = 12480 \text{ W}$ ή 16,9HP

$1\text{HP} = 736\text{W}$
 $X = \frac{1\text{HP} \cdot 6420\text{W}}{736\text{W}} = 8,7\text{HP}$

Παραδειγμα 6 βιβλ. Ηλ. Μηχανες (σελ 134)

6. Κινητήρας παράλληλης διέγερσης εργάζεται με τάση 220V και έχει ταχύτητα 1000στρ/min, όταν το τύλιγμα του τυμπάνου του, το οποίο έχει αντίσταση 0,4Ω, διαρρέεται από ένταση 50A.

Να βρεθεί η εκατοστιαία μεταβολή της ΑΗΕΔ και των στροφών του κινητήρα, όταν το μηχάνημα το κινούμενο από τον κινητήρα απαιτεί το 1/2 της ροπής, την οποία έδινε προηγουμένως ο κινητήρας.

$$U = E_{\alpha} + R_T I_T \Rightarrow E_{\alpha} = U - R_T I_T$$

Αρχικά η ΑΗΕΔ του κινητήρα είναι :

$$E_{\alpha 1} = U - R_T \cdot I_{T1} = 220 - 0,4 \cdot 50 = 200V$$

Όταν ο κινητήρας εργάζεται με τη μισή (1/2) ροπή τότε και το ρεύμα μειώνεται στο μισό:

$$T = K \Phi_{\delta} I_T \Rightarrow$$

$$(1/2)T = K \Phi_{\delta} (I_T / 2)$$

Άρα το νέο ρεύμα τυμπάνου είναι:

$$I'_T = \frac{I_T}{2} = \frac{50}{2} = 25A$$

Οι ΑΗΕΔ στις δύο περιπτώσεις θα είναι:

$$E_{α1} = U - R_T \cdot I_T = 220 - 0,4 \cdot 50 = 200V$$

$$E'_{α1} = U - R_T \cdot I'_T = 220 - 0,4 \cdot 25 = 210V$$

Οι στροφές θα δίνονται αντίστοιχα από τις σχέσεις:

$$E_{α1} = K \cdot \Phi \cdot \eta, \text{ και } E'_{α1} = K \cdot \Phi \cdot \eta'$$

Διαιρώντας κατά μέλη έχουμε:

$$\frac{E'_{α1}}{E_{α1}} = \frac{K \cdot \cancel{\Phi} \cdot \eta'}{K \cdot \cancel{\Phi} \cdot \eta}, \quad \eta_2 = \eta_1 \cdot \frac{E'_{α1}}{E_{α1}} = 1000 \cdot \frac{210}{200} = 1050 \text{ στρ/min}$$

Άρα για μεταβολή του ρεύματος τυμπάνου κατά

$$\Delta I_T = \frac{I_T - I'_T}{I_T} \cdot 100 = \frac{50 - 25}{50} \cdot 100\% = 50\%$$

Άρα για μεταβολή της ΑΗΕΔ και των στροφών κατά

$$\Delta E_a = \frac{E_a - E'_a}{E_a} 100 = \frac{200 - 210}{200} \cdot 100\% = 5\%$$

$$\Delta n = \frac{n - n'}{n} 100 = \frac{1000 - 1050}{1000} \cdot 100\% = 5\%$$

Βλέπουμε, λοιπόν, ότι μία μικρή μεταβολή των στροφών του κινητήρα προκαλεί ίση ποσοστιαία μεταβολή της ΑΗΕΔ και μια μεγάλη μεταβολή στην ένταση δια του τυλίγματος του τυμπάνου του, προκειμένου να ανταποκριθεί ο κινητήρας στο νέο του φορτίο.

Παράδειγμα 7 βιβλ. Ηλ. Μηχανές (σελ 135)

7. Κινητήρας συνεχούς ρεύματος ισχύος 50kW έχει βαθμό απόδοσης 80% και τάση τροφοδοσίας 250V. Τι αντίσταση πρέπει να έχει ο εκκινητής, ώστε το ρεύμα εκκίνησης να είναι 1,60 παραπάνω από το I_{ov} . Αν η ταχύτητα του κινητήρα είναι 2500στρ/λεπτό, υπολογίστε τη ροπή στην έξοδο και την αντιηλεκτρεγερτική δύναμη. Δίνεται $R_T=0,5\Omega$.

Επειδή: $P_{μηχ} = 50kW$

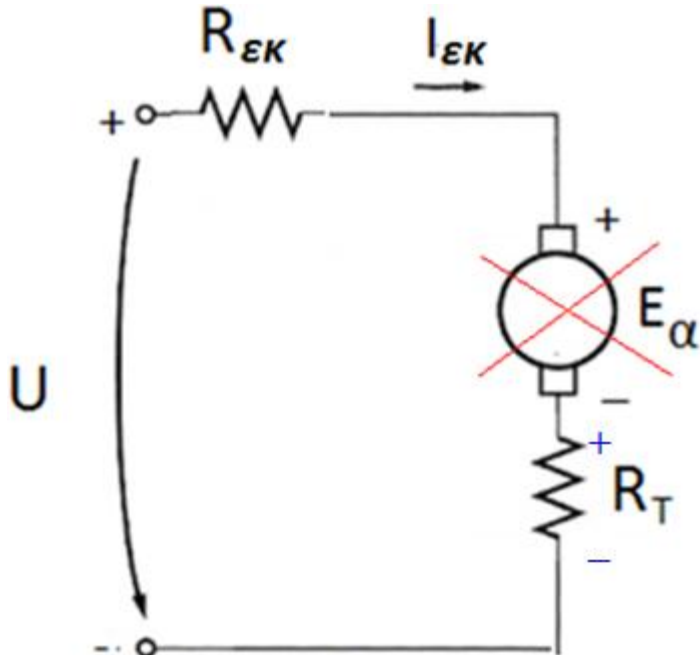
$$\left. \begin{aligned} P_{\eta\lambda,N} &= UI_{T,N} \Rightarrow I_{T,N} = \frac{P_{\eta\lambda}}{U} \\ \eta &= \frac{P_{μηχ}}{P_{\eta\lambda}} 100 \Rightarrow P_{\eta\lambda} = \frac{P_{μηχ}}{\eta} 100 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{T,N} = \frac{P_{\eta\lambda,N}}{U} = \frac{\left(\frac{P_{μηχ}}{\eta} 100\right)}{U} = \frac{P_{μηχ}}{\eta U} 100 =$$
$$\frac{50 * 10^3}{80 * 250} 100 = 250A$$

Δηλαδή, η ονομαστική ένταση του ρεύματος τύμπανου είναι :

$$I_{T,N} = 250A$$

Ρεύμα εκκινήσεως:

$$I_{\varepsilon\kappa} = 1,6 * I_{N,T} = 1,6 * 250 = 400A$$



Ισοδύναμο κύκλωμα τριπόλου
κατά την εκκίνηση $E_{\alpha}=0V$

$$I_{\varepsilon\kappa} = \frac{U}{R_T + R_{\varepsilon\kappa}} \Rightarrow (R_T + R_{\varepsilon\kappa})I_{\varepsilon\kappa} = U \Leftrightarrow$$

$$R_T I_{\varepsilon\kappa} + R_{\varepsilon\kappa} I_{\varepsilon\kappa} = U \Rightarrow R_{\varepsilon\kappa} I_{\varepsilon\kappa} = U - R_T I_{\varepsilon\kappa} \Rightarrow$$

$$R_{\varepsilon\kappa} = \frac{U - R_T I_{\varepsilon\kappa}}{I_{\varepsilon\kappa}} = \frac{U}{I_{\varepsilon\kappa}} - R_T =$$

$$\frac{250}{400} - 0,5 = 0,625 - 0,5 = 0,125 \Omega$$

$$P_{,\mu\eta\chi} = \frac{Tn}{9,55} \Rightarrow Tn = 9,55P_{,\mu\eta\chi} \Rightarrow$$

$$T = \frac{9,55P_{,\mu\eta\chi}}{n} = 9,55 \frac{50}{2500} 10^3 = 191Nm$$

$$U = E_{\alpha} + R_T I_T \Rightarrow$$

$$E_{\alpha} = U - R_T I_T = 250 - 0,5 * 250 = 250 - 125 = 125V$$

➔ Βάλτε σε κύκλο το γράμμα μπροστά από τη σωστή απάντηση

17. Όταν ο κινητήρας λειτουργεί σε κενό, τότε η ένταση που απορροφά από την πηγή είναι:
- α. πολύ μεγάλη, β. πολύ μικρή, γ. μηδέν.
18. Σε ένα κινητήρα διέγερσης σειράς όταν το ρεύμα φόρτισης αυξάνει, οι στρόφες:
- α. αυξάνονται, β. ελαττώνονται, γ. μένουν σταθερές.