

— ΑΣΚΗΣΗ 11

Asύγχρονος τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα (Α.Τ.Κ.Β.Δ.) τροφοδοτείται με πολική τάση 380V, έχει συντελεστή ισχύος 0,8 και βαθμό απόδοσης 0,85. Στρέφει εργαλειομηχανή που ασκεί στην έξοδό της ροπή 450Nm με ταχύτητα 30 στροφές/min. Ο βαθμός απόδοσης της εργαλειομηχανής είναι 0,7.

- Να βρεθούν : α) Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα. β) Η ένταση του ρεύματος που απορροφά από το δίκτυο. γ) Οι απώλειες του κινητήρα.

Λύση

$U_L = U_{\eta} = 380V$

$\cos\varphi = 0,8$

$\eta = 0,85$ ή 85%

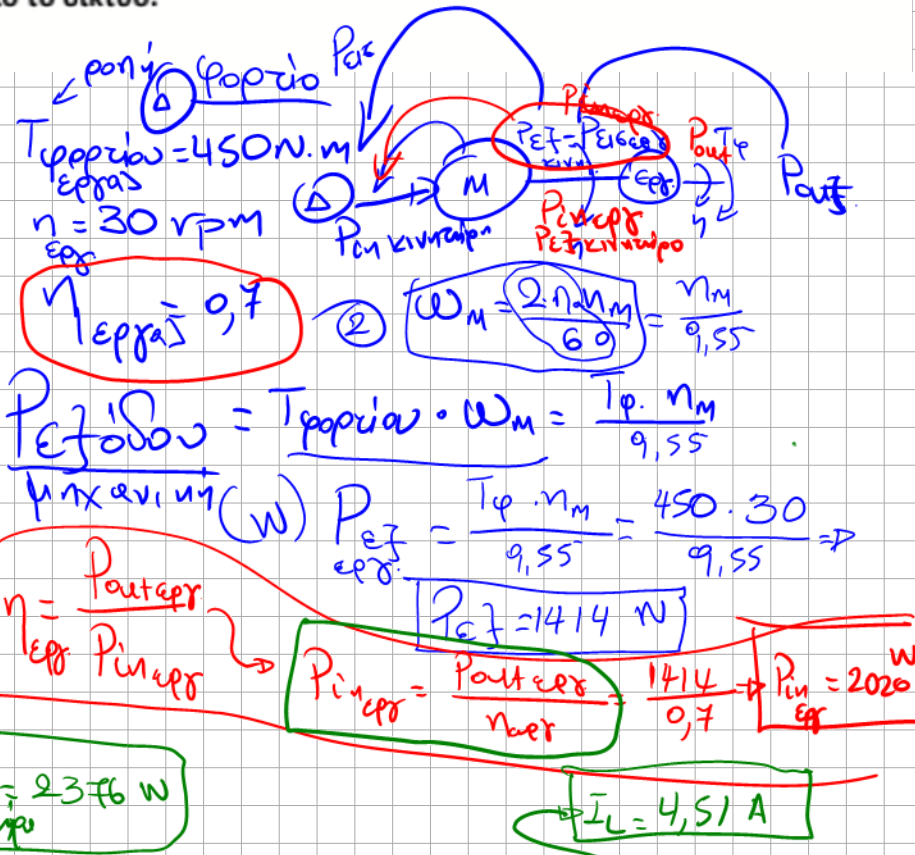
1) $\omega_M \Rightarrow$ γωνιακή ταχύτητα

$P_{εξ\ κιν\ η\ κιν\ η\ η} = \frac{P_{out\ κιν\ η\ κιν\ η}}{\eta_{κιν\ η\ κιν\ η}}$

$P_{εξ\ κιν\ η\ κιν\ η} = \frac{2020}{0,85} \Rightarrow P_{εξ\ κιν\ η\ κιν\ η} = 2376\ W$

2) $P_{εξ\ κιν\ η\ κιν\ η} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi \Rightarrow I_L = \frac{P_{εξ\ κιν\ η\ κιν\ η}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos\varphi} = \frac{2376}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8}$

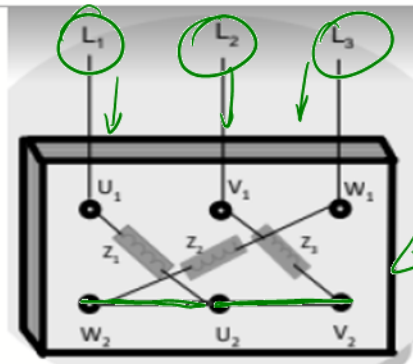
3) $P_{απωλ\ η\ κιν\ η} = P_{εξ\ κιν\ η\ κιν\ η} - P_{εξ\ κιν\ η\ κιν\ η} = 2376 - 2020 \Rightarrow P_{απωλ\ η\ κιν\ η} = 356\ W$



ΑΣΚΗΣΗ 2:

A.T.K.B.Δ. (ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα) έχει ονομαστική: 230/400 V (φασική/πολική), 50 Hz. Ο συντελεστής ισχύος είναι $\cos\varphi=0,7$. Κάθε ένα των αγωγών σύνδεσης (τα τυλίγματα του), κατά την σύνδεση των τριών φάσεων (L_1, L_2, L_3) κινητήρα, διαρρέεται από ρεύμα έντασης 10 A. Ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος σε αστήρα (όπως στο σχήμα).

$f = 50 \text{ Hz}$
 $U_{ph} = 230 \text{ V}$
 $U_L = 400 \text{ V}$
 $\cos\varphi = 0,7$
 $I_L = 10 \text{ A} = I_{ph}$



$P_{in} = 3 \cdot U_{ph} \cdot I_{ph} \cdot \cos\varphi =$
 $= 3 \cdot 230 \cdot 10 \cdot 0,7 \Rightarrow$
 $\Rightarrow P_{in} = 4830 \text{ W}$
 $\sin\varphi = ;$
 $\cos\varphi = ;$
 $0,875$

Ζητούνται τα εξής:

1. Να βρεθεί η ονομαστική ισχύς (P) του κινητήρα, που απορροφά από το δίκτυο.
2. Να βρεθεί η φαινόμενη και η άεργος ισχύς, του κινητήρα.
3. Να βρείτε τον βαθμό απόδοσης του κινητήρα εάν οι απώλειές του στην έξοδο του κινητήρα κατά την σύνδεσή του άξονα του με ωφέλιμο φορτίο (μηχανική ισχύς εξόδου) είναι της τάξης των 1KW.
4. Βλάβη στο σύστημα τροφοδοσίας, διακόπτει μία εκ των τριών φάσεων τροφοδοσίας του κινητήρα, οπότε έχουμε δύο αντιστάσεις λειτουργίας από την σύνδεση σε αστήρα. Να βρείτε την πραγματική ισχύ κατανάλωσής τους.

2) $S_{in} = 3 \cdot U_{ph} \cdot I_{ph} = 3 \cdot 230 \cdot 10 \Rightarrow S_{in} = 6900 \text{ VA}$

$Q_{in} = 3 \cdot U_{ph} \cdot I_{ph} \cdot \sin\varphi = 3 \cdot 230 \cdot 10 \cdot \sin 45,57^\circ$

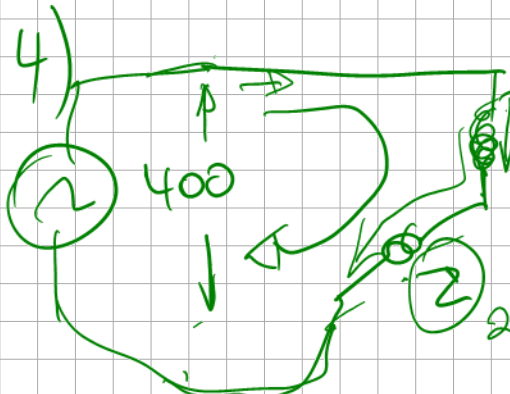
$\varphi = \cos^{-1}(0,7) = 45,57^\circ \Rightarrow Q_{in} = 4927 \text{ VAR}$

$Q_{in} = \sqrt{S_{in}^2 - P_{in}^2} = \sqrt{6900^2 - 4830^2} \Rightarrow Q_{in} = 4927 \text{ VAR}$

3) $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{3830}{4830}$

$\eta = 0,79 \text{ ή } 79\%$

$P_{out} = T_\varphi \cdot \omega = T_\varphi \cdot n_m$
 $P_{αηώσεων} = 1000 \text{ W}$
 $P_{out} = P_{in} - P_{αηώσεων} = 4830 - 1000$
 $P_{out} = 3830 \text{ W}$



$Z_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{I_{\phi}} = \frac{230}{10} = 23 \Omega$
 $Z_{\Sigma} = 23 + 23 = 46 \Omega$
 $I_{\phi} = 10 \text{ A}$
 $P_{in} = U_{ph} \cdot I_{ph} = 400 \cdot 8,7 = 3480 \text{ W}$

Asύγχρονος τριφασικός κινητήρας συνδέεται σε δίκτυο πολικής τάσης 400V και αποδίδει στο άξονά του μηχανική ισχύ 5KW. Κάθε αγωγός για την τροφοδοσία του (L_1, L_2, L_3) διαρρέεται από ρεύμα έντασης 10A. Εάν γνωρίζουμε ότι ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα είναι 80%, να βρείτε:

1. Την πραγματική ισχύ που απορροφά ο κινητήρας. ✓
2. Τον συντελεστή ισχύος. ✓
3. Την άεονο ισχύ. ✓

Λύση.

$$U_L = 400V$$

$$P_{out} = 5000W$$

$$I_L = 10A$$

$$\eta = 80\%$$

$$1) P_{in} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0,9 = 25,84^\circ$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{5000}{0,8} \Rightarrow P_{in} = 6250W$$

$$2) \cos \varphi = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L} = \frac{6250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 10} \Rightarrow \cos \varphi = 0,9$$

$$= 3) Q_{in} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 10 \cdot \sin 25,84 \Rightarrow$$

$$Q_{in} = \sqrt{S_{in}^2 - P_{in}^2} = \sqrt{6928^2 - 6250^2}$$

$$\Rightarrow Q_{in} = 3019 VAR$$

$$Q_{in} = 2989 VAR$$

$$S_{in} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 10 = 6928 VA$$

Εξαπολικός τριφασικός ασύγχρονος κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα, σε συνδεσμολογία αστέρα, τροφοδοτείται από δίκτυο φασικής τάσης $U_{\phi} = 230V$ και συχνότητας $f = 50Hz$. Ο κινητήρας κινεί φορτίο ισχύος $P = 2,4kW$, διαρρέεται από ρεύμα $I_{\phi} = 5A$, παρουσιάζει ολίσθηση $s = 0,045$ και έχει συντελεστή ισχύος $\cos\phi = 0,8$.

Να υπολογίσετε:

Γ1. Τη σύγχρονη ταχύτητα n_s σε $\text{στρ}/\text{min}$.

Γ2. Την ταχύτητα περιστροφής n του κινητήρα σε $\text{στρ}/\text{min}$.

Γ3. Τη ροπή T που ασκεί στο φορτίο ο κινητήρας.

Γ4. Την πραγματική ισχύ P_1 που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο.

$p = 6 \text{ πόλοι}$ $f = 50 \text{ Hz}$
 $U_{\phi} = 230 \text{ V}$

Μονάδες 4

Μονάδες 9

Μονάδες 5

$s = \frac{n_s - n_m}{n_s}$ $P_{\text{εξ}} = 2,4 \text{ kW} = 2400 \text{ W}$ $s = 0,045 \rightarrow 4,5\%$
 $I_{\phi} = 5 \text{ A}$ $\cos\phi = 0,8$
 $1) n_s = \frac{120 \cdot f}{p} = \frac{120 \cdot 50}{6} \Rightarrow n_s = 1000 \text{ rpm}$

$2) n_m = (1 - s)n_s = (1 - 0,045)1000 = 955 \text{ rpm}$

$3) P_{\text{out}} = T_{\text{φ}} \cdot \omega_m \Rightarrow T_{\phi} = \frac{P_{\text{out}}}{\omega_m} = \frac{2400}{\frac{955}{9,55}} = 24 \text{ N}\cdot\text{m}$
 $\omega_m = \frac{2\pi n_m}{60} = \frac{2\pi \cdot 955}{60}$
 $\omega_m = \frac{\text{rpm}}{9,55}$

$4) P_{\text{cin}} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos\phi = 3 \cdot 230 \cdot 5 \cdot 0,8 \Rightarrow P_{\text{cin}} = 2760 \text{ W}$

Ποσότητες $P_{\text{απώλειών}} = P_{\text{cin}} - P_{\text{out}} = 2760 - 2400 = 360 \text{ W}$
 $\phi = \cos^{-1} 0,8 = 36,8^\circ$

$Q_{\text{cin}} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sin\phi = 3 \cdot 230 \cdot 5 \cdot \sin 36,8^\circ \Rightarrow Q_{\text{cin}} = 2066 \text{ VAR}$

$S_{\text{cin}} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} = 3 \cdot 230 \cdot 5 = 3450 \text{ VA}$

$Q_{\text{cin}} = \sqrt{S_{\text{cin}}^2 - P_{\text{cin}}^2} = \sqrt{3450^2 - 2760^2} = 2066 \text{ VAR}$

Εξαπολικός Α.Τ.Κ με ονομαστική ισχύ 15KW τροφοδοτείται από δίκτυο συχνότητας 50Hz. Κατά τη λειτουργία του με κανονικό φορτίο η ταχύτητα του είναι 950στρ/min και συνολικές απώλειες 3KW. Να υπολογιστούν:

α. η σύγχρονη ταχύτητα του κινητήρα

Μονάδες 5

β. η ολίσθηση του κινητήρα κατά τη κανονική του λειτουργία

Μονάδες 5

γ. η ισχύς που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο

Μονάδες 10

δ. ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα.

Μονάδες 5

Λύση

$$1) P_{out} = 15000 \text{ W}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$p = 6 \text{ πόλοι}$$

$$n_m = 950 \text{ rpm}$$

$$P_{\text{απώλεις}} = 3 \text{ kW} = 3000 \text{ W}$$

$$1) n = \frac{120 \cdot f}{p} = \frac{120 \cdot 50}{6} = 1000 \text{ rpm}$$

$$2) \%s = \frac{n_s - n_m}{n_s} \cdot 100 = \frac{1000 - 950}{1000} \cdot 100 = 5\%$$

$$s = 0,05$$

$$3) P_{in} = P_{\text{απώλεις}} + P_{out} = 3000 + 15000$$

$$P_{in} = 18000 \text{ W}$$

$$4) \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{15000}{18000} \Rightarrow \eta = 0,83 \text{ ή } 83\%$$

Τετραπολικός ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας συνδέεται σε δίκτυο πολικής τάσης $230\sqrt{3}\text{V}$ και συχνότητας 50Hz . Τα τυλίγματα του στάτη είναι συνδεδεμένα σε τρίγωνο. Ο κινητήρας κατά την κανονική του λειτουργία απορροφά από το δίκτυο ηλεκτρική ισχύ 15kW , έχει βαθμό απόδοσης 80% , συντελεστή ισχύος $0,8$ και ολίσθηση $2,5\%$.

Να υπολογίσετε:

Δ1. Το ρεύμα I που απορροφά ο κινητήρας από το δίκτυο.

Μονάδες 7

Δ2. Την ένταση I_ϕ του ρεύματος που διαρρέει κάθε φάση του τυλίγματος.

Μονάδες 5

Δ3. Την αποδιδόμενη μηχανική ισχύ P_{out} άξονα του κινητήρα.

Μονάδες 5

Δ4. Τη ταχύτητα περιστροφής n του άξονα του κινητήρα.

Λύση

$$U_L = 230 \cdot \sqrt{3} \text{ V}$$

$$p = 4 \text{ πόλοι}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$



$$1) P_{in} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_L = \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 230 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8}$$

$$= \frac{15000}{3 \cdot 230 \cdot 0,8}$$

$$I_L = 27,1 \text{ A}$$

$$2) I_\phi = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{27,1}{\sqrt{3}} = 15,64 \text{ A}$$

$$3) \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \Rightarrow P_{out} = \eta \cdot P_{in} = 0,8 \cdot 15000$$

$$P_{out} = 12000 \text{ W}$$

$$P_{in} = 15000 \text{ W}$$

$$\eta = 80\% = 0,8$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

$$\%s = 2,5\% = 0,025$$

$$4) n_m = (1 - s) n_s = (1 - 0,025) 1500 \Rightarrow n_m = 1462 \text{ rpm}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p} = \frac{120 \cdot 50}{4} \Rightarrow n_s = 1500 \text{ rpm}$$

$$f_r = s \cdot f_s = 0,025 \cdot 50 \Rightarrow f_r = 1,25 \text{ Hz}$$

