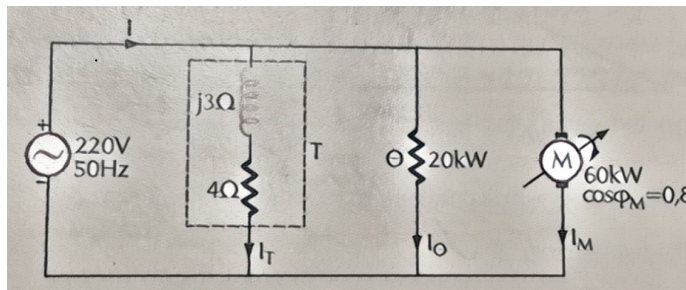




Άσκηση AC (ισχύς)

Μία γεννήτρια παρέχει ενέργεια σε τρία φορτία όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Τα φορτία αυτά είναι ένα ηλεκτρικό τρυπάνι (T) μία θερμάστρα (Θ) και ένας κινητήρας επαγωγικής συμπεριφοράς (M) να υπολογιστούν **για κάθε φορτίο χωριστά και για το συνολικό φορτίο** τα εξής:

- α) Η μέση ισχύς P
- β) ή άεργη ισχύς Q
- γ) η φαινόμενη ισχύς και η μιγαδική ισχύς S
- δ) ο συντελεστής ισχύος του κυκλώματος
- ε) το ρεύμα της γεννήτριας
- στ) η σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος



61



Συνέχεια.... της άσκησης

Στο συνολικό φορτίο του παραδείγματος **συνδέεται ένας ιδανικός πυκνωτής**. Το σύστημα τώρα λειτουργεί έτσι ώστε ο συντελεστής ισχύος που βλέπει η γεννήτρια να είναι μονάδα. Μετά την διόρθωση να υπολογιστούν:

- α) Η μέση ισχύς P
- β) ή άεργη ισχύς Q
- γ) η φαινόμενη ισχύς
- δ) το ρεύμα της γεννήτριας
- ε) η χωρητικότητα C
- στ) η σύνθετη αντίσταση του κυκλώματος

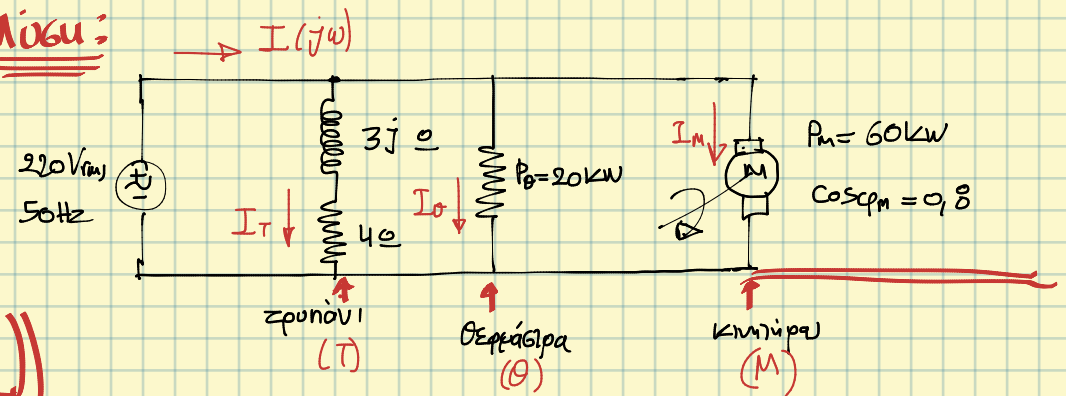
Παράδειγμα 6 6ετ | 56#

Δεδομένα:
 Γεννήτρια (220Vrms, 50Hz) παρέχει ενέργεια 6ε:
 Ηλεκτρικό ζυγιάρι (T) $L\omega = 3\Omega$, $R_T = 4\Omega$
 Ηλεκτρική θερμάστρα (Θ) $P_\theta = 20kW$
 Ηλεκτρικό κινητήρα (M) επιφ. βωη $P_M = 60kW$, $\cos\phi_M = 0.8$

Ζητούμενα:

- 1) Για κάθε (V) φορτίο χωρίζω ζητώ: α) P: Ενέργεια ή μέση Ισχύς
 β) Q: Αερό Ισχύς
 γ) |S|: Φαινόμενο Ισχύς
 δ) $\cos\phi$: Συν. Ισχύς
- 2) Το ρεύμα της γεννήτριας
- 3) Το συνολικό μιγαδικό αντίστασης εισόδου του κυκλώματος

Λύση:



1) Για το ζυγιάρι:

$$Z_T = 3j + 4$$

$$I_T = \frac{V}{Z_T} = \frac{220 \angle 0^\circ}{4 + 3j} = \frac{220 \angle 0^\circ}{5 \angle \tan^{-1} \frac{3}{4}} = 44 \angle -\tan^{-1} \frac{3}{4} = 44 \angle -36.87^\circ$$

620 ΝΕΔΙΟ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΘΑ ΕΧΩ:

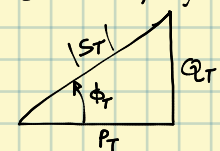
$$i_T(t) = 44 \cdot \sqrt{2} \cos(2\pi 50t - 36.87^\circ)$$

$$S_T(j\omega) = V \cdot \bar{I}_T = (220 \angle 0^\circ) \cdot (44 \angle \tan^{-1} \frac{3}{4}) = 220 \cdot 44 \angle \tan^{-1} \frac{3}{4}$$

$$= 9680 \angle 36.87^\circ = 9680 \cos(36.87^\circ) + j 9680 \sin(36.87^\circ) = 7744 + j 5808$$

Άρα Ενέργεια Ισχύς $P_T = 7744kW$
 Αερό Ισχύς $Q_T = 5808kVAR$

Συν. Ισχύς $\cos\phi_T = \frac{P_T}{|S_T|} = 0.8$ επαγωγικός ή $\phi_T = \tan^{-1} \frac{Q_T}{P_T}$
 Φαινόμενο Ισχύς $|S_T| = V_{eff} \cdot I_{eff} = 220 \cdot 44 = 9680 VA$



Για τη Θερμάστρα:

Ενέργεια Ισχύς $P_\theta = 20kW$
 $\cos\phi_\theta = 1$
 Αερό Ισχύς $Q_\theta = 0 VAR$
 Μιγαδική Ισχύς $S_\theta(j\omega) = P_\theta + jQ_\theta = 20kW = P_\theta$
 Φαινόμενο Ισχύς $|S_\theta| = 20kVA$ ίση με P_θ
 $P_\theta = V_{eff} \cdot I_{eff\theta} \Rightarrow I_{eff\theta} = \frac{P_\theta}{V_{eff}} = \frac{20000}{220} = 90.909 A$
 Άρα $I_\theta(j\omega) = 90.909 \angle 0^\circ = 0$
 620 ΝΕΔΙΟ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΟΤΙ $i_\theta(t) = 90.909 \cdot \sqrt{2} \cos(2\pi 50t)$, είναι ορθογώνιο με την τάση.
 $R_\theta = \frac{V_{eff\theta}}{I_{eff\theta}} = \frac{220}{90.909} = 2.42\Omega$

Για τον κινητήρα:

Ενέργεια Ισχύς $P_M = 60kW$
 $\cos\phi_M = 0.8$ Επαγωγικός γιατί έχω κινητήρα
 άρα $\phi_M = \cos^{-1}(0.8) = 36.87^\circ$
 Φαινόμενο Ισχύς $|S_M| = \frac{P_M}{\cos\phi_M} = 75kVA$
 Αερό Ισχύς $Q_M = |S_M| \cdot \sin\phi_M = 75000 \cdot 0.6435 = 48.26kVAR$
 $I_{effM} = \frac{P_M}{V_{eff} \cdot \cos\phi_M} = \frac{60000}{220 \cdot 0.8} = 340.90 A$, $I_M = 340.9 \angle -36.87^\circ \Rightarrow i_M(t) = 340.9 \cdot \sqrt{2} \cos(2\pi 50t - 36.87^\circ)$
 $Z_M = \frac{220 \angle 0^\circ}{340.9 \angle -36.87^\circ} = 0.6454 \angle 36.87^\circ = 0.5163 + j0.3872$

Επαγωγικός φορτίο $\Rightarrow$ το ρεύμα καθυστερεί ως προς την τάση

2) Συνολικό Φορτίο

$$I_{ox} = I_T + I_\theta + I_M =$$

$$= 44 \angle -36.87^\circ + 90.909 \angle 0^\circ + 340.9 \angle -36.87^\circ$$

$$= 384.9 \angle -36.87^\circ + 90.909 \angle 0^\circ =$$

$$= 384.9 \cos(36.87^\circ) + j 384.9 \sin(36.87^\circ) + 90.909$$

$$= 309.83 - 230.94j = 460.8673 \angle -30.1^\circ$$

Άρα $i_{ox}(t) = 460.8673 \cdot \sqrt{2} \cos(2\pi 50t - 30.1^\circ)$

Μηαδιαί Ισχύς της Γεννήτριας

$$S = V \cdot \bar{I} = 220 \cdot (398,83 + j230,94j) \\ = 87,74 \cdot 10^3 + j50,808 \cdot 10^3$$

Άρα :

$$P = 87,74 \text{ kW} \quad (\text{αυτοακμή}) \\ Q = 50,808 \text{ kVAR} \quad (\text{αυτοακμή})$$

$$|S| = \sqrt{P^2 + Q^2} = 101,392 \text{ kVA}$$

3)) $\cos \phi = \frac{P}{|S|} = 0,8654 \Rightarrow \phi = 30,1^\circ$

$$Z_{in} = \frac{V}{I} = \frac{220}{460,8673 \angle -30,1^\circ} = 0,48 \angle 30,1^\circ$$

Συμπαράγωγος πίνακας :

Συσκευή	P (kW)	Q (kVAR)	S kVA	cos φ
T	7,744	5,808	9,68	0,8
Θ	20	0	20	
M	60	45	75	
Γεννήτρια	87,744	50,808	101,39	0,865

Θεώρημα. Αρχή διατήρησης της Μηαδιαί Ισχύος

Η μηαδιαί Ισχύς που παρέχουν οι πηγές είναι ίση με τη μηαδιαί Ισχύ των υψιδων

του συστήματος $S_{πηγών} = S_{καρδων}$, $P = \sum P_k$
 $Q = \sum Q_k$

Μηχανική Ισχύς και Ρεακτική

$$S = V \cdot \bar{I} = 220 \cdot (398,83 + j230,94j)$$

$$= 87,74 \cdot 10^3 + j59,808 \cdot 10^3$$

Άρα:

$$P = 87,74 \text{ kW} \quad (\text{αυτοδυναμική})$$

$$Q = 59,808 \text{ kVAR} \quad (\text{αυτοδυναμική})$$

$$|S| = \sqrt{P^2 + Q^2} = 101,392 \text{ kVA}$$

$$\cos \phi = \frac{P}{|S|} = 0,8654 \Rightarrow \phi = 30,1^\circ$$

$$Z_{in} = \frac{V}{I} = \frac{220}{460,8673 \angle -30,1^\circ} = 0,48 \angle 30,1^\circ$$

Συμπαράγωγος πίνακας:

Συμπαράγωγος	P (kW)	Q (kVAR)	S (kVA)	cos φ
T	7,744	5,808	9,68	0,8
Θ	20	0	20	1
M	60	45	75	0,8
Ρεακτική	87,744	59,808	101,39	0,865

Θεώρημα: Αρχική διατήρηση της Μηχανικής Ισχύος
 Η μηχανική ισχύς που παρέχουν οι πηγές στο κύκλωμα
 είναι ίση με τη μηχανική ισχύ των υφιστάμενων
 του συστήματος $S_{πηγών} = S_{καρτών}, P = \sum P_k$

Συνέχεια άσκησης 2 ΓΕΛ 161

Γίνεται σύνδεση Ισορροπίας πυκνωτή // στο

φασείο έτσι ώστε ο συντελεστής Ισχύος που
 "βλέπει" η γεννήτρια να είναι ποσότητα.

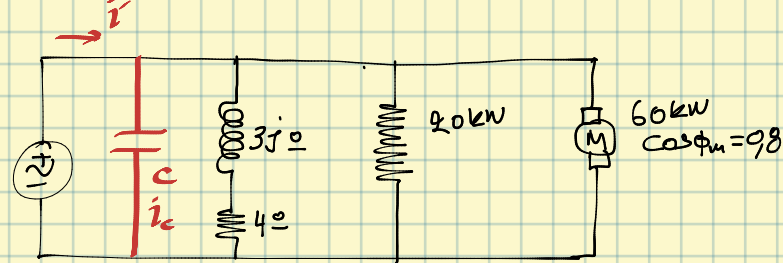
Μετά τη διόρθωση να υπολογιστούν:

α) $P' = ?$; $Q' = ?$; $|S'| = ?$

β) $i'(t)$ της γεννήτριας

γ) Z_L που βλέπει η γεννήτρια

δ) Η χωρητικότητα C του πυκνωτή



α) Επειδή ο πυκνωτής είναι ιδανικός, η μέση ισχύς P' που προσφέρει η γεννήτρια μετά τη διόρθωση παραμένει ελκυστική όπως και πριν!

$$\text{Άρα } P' = 87,744 \text{ kW} = P$$

Για συντελεστή ισχύος = 1 πρέπει $Q' = 0$ δηλαδή $Q_c = -Q = -59,808 \text{ kVAR}$.

Η φαινόμενη Ισχύς θα ισοβάλλει με αυτή της εφεξής Ισχύος αφού $Q' = 0$ δηλαδή, προσέχει στο ποσό

β) $P' = V_{rms} \cdot I_{rms} \cos \phi' \Rightarrow I_{rms} = \frac{P'}{V_{rms}} = 398,84 \text{ A}$
 $|S'(j\omega)| = \sqrt{P'^2 + Q'^2} = P' = 87,744 \text{ kVA}$
 το οποίο έχει φάση $\phi' = 0$ αφού ο συντ. ισχ = 1

Άρα $I'(j\omega) = I_{rms} \angle 0^\circ \Rightarrow i'(t) = 398,84 \sqrt{2} \cos(\omega t)$, παρατηρούμε ότι τώρα το ρεύμα

γ) $Z_L = \frac{V_{rev}(j\omega)}{I_{dev}(j\omega)} = \frac{220 \angle 0^\circ}{398,84 \angle 0^\circ} = 0,55 \Omega$
 είναι μικρότερο από πριν
 $i(t) = 460,8673 \cdot \cos(\omega t - 30,1^\circ)$

δ) $C = \frac{P}{\omega V^2} (\tan \phi - \tan \phi') = \frac{P}{\omega V^2} \tan \phi = \frac{87,744}{314 (220)^2} \cdot \tan(30,1^\circ) = 3,34 \text{ nF}$