

# Ηλεκτρικές Μηχανές Ι

## Ασκήσεις

### Άσκηση 1

Μονοφασικός Μετασχηματιστής με λόγο μετασχηματισμού 15, ωμική αντίσταση πρωτεύοντος  $10\Omega$  και επαγωγική  $40j\Omega$ , ενώ η σύνθετη αντίσταση στο δευτερεύον τύλιγμα καθώς και οι απώλειες πυρήνα είναι αμελητέες. Ο Μετασχηματιστής τροφοδοτεί φορτίο  $100kW$  με συντελεστή ισχύος  $0,80$  επαγωγικό. Εάν η τάση εξόδου είναι  $440V$ ,

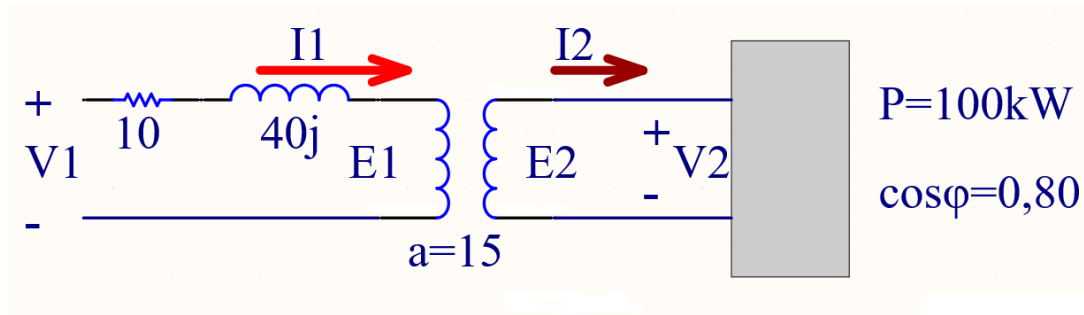
A) Να σχεδιαστεί το ισοδύναμο κύκλωμα του μετασχηματιστή.

B) Να υπολογιστούν το ρεύμα στο πρωτεύον και στο δευτερεύον, οι τάσεις εξ' επαγωγής καθώς και η τάση εξόδου.

Γ) Ποια η ισχύς εισόδου και ποιος ο βαθμός απόδοσης του μετασχηματιστή.

### Λύση

A)



B)

Επειδή έχω ανοιχτό μετασχηματιστή, οι τάσεις  $E_2$  και  $V_2$  είναι ίσες.

$$E_2 = V_2$$

Από το λόγο μετασχηματισμού του μετασχηματιστή έχω:

$$\alpha = \frac{E_1}{E_2} \Rightarrow E_1 = \alpha E_2 \Rightarrow E_1 = 15 \cdot 400V \Rightarrow E_1 = 6600V$$

Οπότε συνολικά οι τάσεις εξ' επαγωγής είναι:  $E_1 = 6600V$  και  $E_2 = 440V$

Για το ρεύμα στο δευτερεύον έχω:

$$P_{out} = I_2 V_2 \cos \varphi \Rightarrow I_2 = \frac{P_2}{V_2 \cos \varphi} = \frac{100000}{440V \cdot 0.80} = \frac{100000W}{352V} \Rightarrow I_2 = 284A$$

Για τον υπολογισμό του ρεύματος εισόδου από το λόγο μετασχηματισμού έχω:

$$\alpha = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_1 = \frac{I_2}{\alpha} = \frac{284A}{15} \Rightarrow I_1 = 18,94A$$

Για τον υπολογισμό της τάσης εισόδου θα πρέπει πρώτα να μετατρέψω τις ωμικές και επαγωγικές αντιστάσεις του πρωτεύοντος  $Z_1 = 10 + 40j$  σε εκθετική μορφή.

Το μέτρο είναι:

$$|Z_1| = \sqrt{10^2 + 40^2} = \sqrt{100 + 1600} = \sqrt{1700} \Rightarrow |Z_1| = 41,23\Omega$$

Το όρισμα είναι:

$$\arg(Z_1) = \tan^{-1}\left(\frac{40}{10}\right) = \tan^{-1}(4) \Rightarrow \arg(Z_1) = 75,96$$

Οπότε συνολικά θα έχω:

$$Z_1 = 10 + 40j = 41,23 \angle 75,96^\circ$$

Εφαρμόζοντας το δεύτερο κανόνα του Kirchhoff για το πρωτεύον έχω:

$$V_1 = I_1 \cdot Z_1 + E_1 \Rightarrow 18,94 \angle 0^\circ \cdot 41,23 \angle 75,96^\circ + 6600 \angle 0^\circ = 780,89 \angle 75,96^\circ + 6600 \angle 0^\circ$$

Τα μετατρέπω σε καρτεσιανή μορφή για να κάνω πιο εύκολα τις πράξεις.

$$V_1 = 780,89 \cdot \cos(75,96^\circ) + j780,89 \cdot \sin(75,96^\circ) + 6600 \cdot \cos(0^\circ) + j6600 \cdot \sin(0^\circ) \Rightarrow$$

$$V_1 = 189,44 + j757,56 + 6600 = 6789,44 + j757,56V \Rightarrow V_1 = 6831,13 \angle 6,36^\circ V$$

Γ) Η ισχύς εισόδου θα είναι:

## Ηλεκτρικές Μηχανές I

### Ασκήσεις

$$P_{in} = I_1 V_1 \cos \varphi_1 = 18,94 \cdot 6831,13 \cdot 0,80 \Rightarrow P_{in} = 103505W$$

Και ο συντελεστής απόδοσης θα είναι:

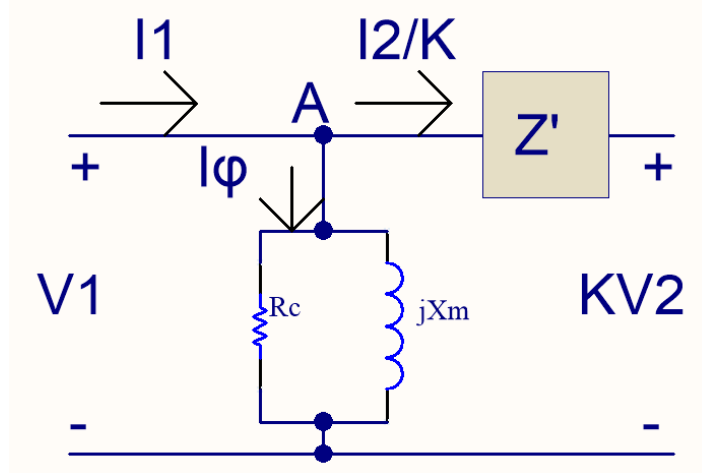
$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{100000}{103505} \Rightarrow n = 0.9661 \Rightarrow n = 96.61\%$$

### Άσκηση 2

Πραγματικός μονοφασικός μετασχηματιστής 400/230V, ο οποίος απορροφά από το δίκτυο 1,5A με συντελεστή ισχύος 0,3, όταν λειτουργεί χωρίς φορτίο. Ο μετασχηματιστής παρέχει ρεύμα 45A σε φορτίο με συντελεστή ισχύος 0,8 επαγωγικό. Να υπολογίσετε το ρεύμα, το οποίο απορροφά από το δίκτυο και τον αντίστοιχο συντελεστή ισχύος.

### Λύση

Το ισοδύναμο κύκλωμα του μετασχηματιστή δίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Έχουμε  $K = \frac{400}{230} = 1,7$  και  $I_\varphi = 1,5A$ ,  $I_2 = 45A$

Επίσης  $\sin \varphi_c = 0,3 \Rightarrow \varphi = \cos^{-1}(0,3) = -72,54^\circ$  και  $\sin \varphi_2 = 0,8 \Rightarrow \varphi = \cos^{-1}(0,8) = -36,97^\circ$

Το πρόσημο προκύπτει επειδή το ρεύμα έπεται της τάσης

Εφαρμόζοντας το 1<sup>ο</sup> Κανόνα του Kirchhoff, στον κόμβο A έχουμε:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \dot{I}_\varphi + \frac{\dot{I}_2}{K} = 1,5 \angle -72,54^\circ + \frac{45}{1,7} \angle -36,97^\circ \Rightarrow \\ \dot{I}_1 &= 1,5 [\sin(-72,54^\circ) + j\eta\mu(-72,54^\circ)] + 26,47 [\sin(-36,97^\circ) + j\eta\mu(-36,97^\circ)] \Rightarrow \\ \dot{I}_1 &= (0,45 - j1,43) + (21,17 - j15,88) \Rightarrow \\ \dot{I}_1 &= 21,62 - j17,31 \end{aligned}$$

Και στην πολική του μορφή θα είναι

$$|\dot{I}_1| = \sqrt{21,62^2 + (-17,31)^2} = \sqrt{467,44 + 299,63} \Rightarrow |\dot{I}_1| = 27,69A$$

Και

$$\varphi = \tan^{-1} \left( \frac{-17,31}{21,62} \right) = \tan^{-1}(0,8) \Rightarrow \varphi = -38,68^\circ$$

Συνολικά

$$\dot{I}_1 = 27,69 \angle -38,68^\circ$$

Οπότε ο συντελεστής ισχύος θα είναι:

$$\varphi = \cos(-38,68^\circ) = 0,78 \text{ επαγωγικό}$$

### Άσκηση 3

## Ηλεκτρικές Μηχανές Ι

### Ασκήσεις

Τριφασικός μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης, συνδέεται σε δίκτυο τάσεως 6,6kV, και απορροφά ρεύμα 10A. Να υπολογίσετε την πολική τάση στο δευτερεύον, τα ρεύματα γραμμών στο δευτερεύον για τις συνδεσμολογίες α) Δ/Δ, β) Υ/Δ και γ) Δ/Υ. Ο λόγος σπειρών είναι 12.

### Λύση

#### Ορισμοί:

- α) Φασική τάση  $V_\phi$ : είναι η τάση μεταξύ μιας φάσης και του ουδέτερου
- β) Πολική τάση  $V_\pi$ : είναι η τάση μεταξύ δύο φάσεων
- γ) Φασικό ρεύμα  $I_\phi$ : είναι το ρεύμα στον καταναλωτή
- δ) Πολικό ρεύμα  $I_\pi$ : είναι το ρεύμα της γραμμής

#### Στη σύνδεση τριγώνου:

Κάθε καταναλωτής είναι συνδεδεμένος μεταξύ δύο φάσεων, δηλαδή οι φασικές τάσεις είναι ίσες με τις πολικές. Όμως, τα φασικά ρεύματα δεν είναι ίδια με τα πολικά, και δεν υπάρχει ουδέτερος. Σε κάθε περίπτωση, ανεξάρτητα από την συμμετρία του φορτίου ισχύουν οι σχέσεις:

$$V_\phi = V_\pi$$
$$I_\pi = I_\phi \cdot \sqrt{3}$$

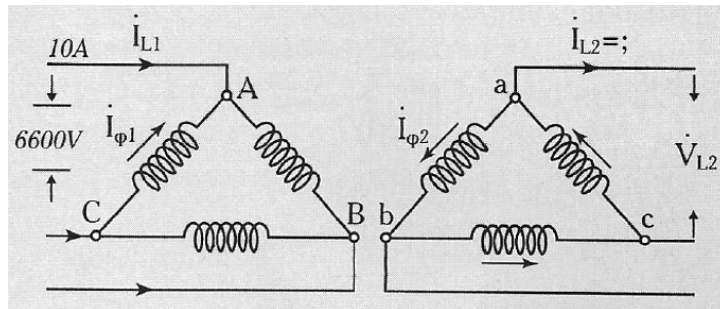
#### Στη σύνδεση αστέρα:

Κάθε καταναλωτής είναι συνδεδεμένος μεταξύ φάσης και ουδέτερου, δηλαδή εφαρμόζεται σε αυτόν η φασική τάση  $V_\phi$ . Παράλληλα, κάθε πολικό ρεύμα εισέρχεται σε ένα καταναλωτή. Επομένως, τα φασικά ρεύματα είναι ίδια με τα πολικά, ενώ το ρεύμα στον ουδέτερο είναι ίσο και αντίθετο με το άθροισμα των φασικών ρευμάτων:

$$I_\phi = I_\pi$$
$$V_\pi = V_\phi \cdot \sqrt{3}$$

Με βάση τα παραπάνω έχουμε:

α) Η συνδεσμολογία Δ/Δ είναι:



Για την συνδεσμολογία Δ/Δ ισχύει:

$$\frac{V_{1\pi}}{V_{2\pi}} = \frac{V_{1\phi}}{V_{2\phi}} = \alpha$$

Φασική τάση πρωτεύοντος:

$$V_{1\phi} = V_{1\pi} = 660V$$

Η πολική τάσης δευτερεύοντος:

$$V_{2\phi} = V_{2\pi} = \frac{V_{1\pi}}{\alpha} = \frac{6600}{12} = 550V$$

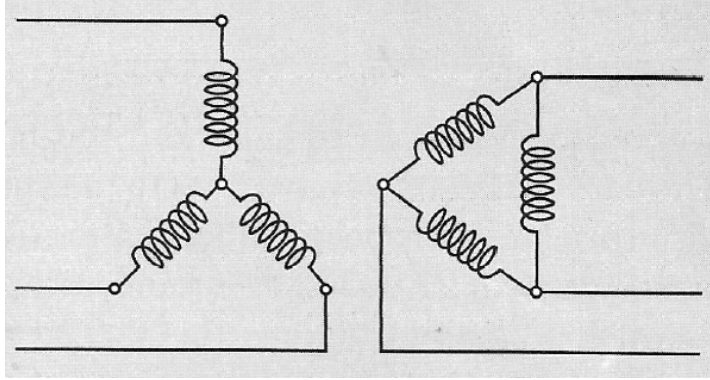
Το φασικό ρεύμα πρωτεύοντος:

$$I_{1\pi} = I_{1\phi} \cdot \sqrt{3} \Rightarrow I_{1\phi} = \frac{I_{1\pi}}{\sqrt{3}} = \frac{10}{1.732} = 5.73A$$

Το πολικό ρεύμα δευτερεύοντος:

$$I_{2\pi} = I_{2\phi} = \sqrt{3} \cdot I_{2\phi} = \sqrt{3} \cdot I_{1\pi} \cdot K = 1.732 \cdot 5.73 \cdot 12 = 119,09A$$

β) Η συνδεσμολογία Υ/Δ είναι:



Για την συνδεσμολογία Υ/Δ ισχύει:

$$\frac{V_{1\pi}}{V_{2\pi}} = \frac{V_{1\phi}}{V_{2\phi}} = \alpha$$

Η φασική τάση πρωτεύοντος είναι:

$$V_{1\phi} = \frac{V_{1\pi}}{\sqrt{3}} = \frac{6600}{1.732} = 3810V$$

Η φασική τάση δευτερεύοντος:

$$\frac{V_{1\phi}}{V_{2\phi}} = \alpha \Rightarrow V_{2\phi} = \frac{V_{1\phi}}{\alpha} = \frac{3810}{12} = 317,5V$$

$$V_{2\phi} = V_{2\pi} = 317,5V$$

Το φασικό ρεύμα πρωτεύοντος:

$$I_{1\phi} = I_{1\pi} = 10A$$

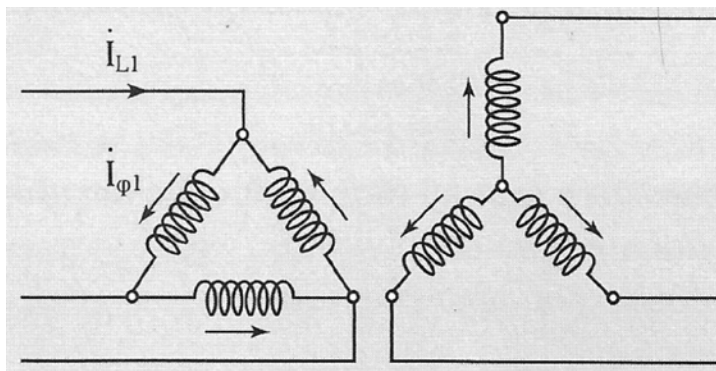
Το πολικό ρεύμα δευτερεύοντος:

$$\frac{I_{2\phi}}{I_{1\phi}} = \alpha \Rightarrow I_{2\phi} = \alpha \cdot I_{1\phi}$$

$$I_{2\phi} = 12 \cdot I_{1\phi} = 12 \cdot 10 = 120A$$

$$I_{2\pi} = \sqrt{3} \cdot I_{1\phi} = 1,732 \cdot 120 = 208A$$

γ) Η συνδεσμολογία Δ/Υ είναι:



Φασική τάση πρωτεύοντος:

$$V_{1\phi} = V_{1\pi} = 660V$$

Η φασική τάσης δευτερεύοντος:

Η πολική τάση του πρωτεύοντος είναι αυτή η οποία επάγεται στο δευτερεύον ως φασική τάση, οπότε έχουμε:

$$V_{2\varphi} = \frac{V_{1\pi}}{\alpha} = \frac{6600}{12} = 550V$$

Η πολική τάση δευτερεύοντος:

$$V_{2\pi} = \sqrt{3} \cdot V_{2\varphi} = \sqrt{3} \cdot 550 = 952,6V$$

Το φασικό ρεύμα πρωτεύοντος:

$$I_{1P} = \frac{I_{1L}}{\sqrt{3}} = \frac{10}{1,732} = 5,77A$$

Το πολικό ρεύμα δευτερεύοντος:

$$I_{2L} = I_{2P} = \frac{I_{1P}}{\sqrt{3}} \cdot K = \frac{10}{1,732} \cdot 12 = 69,3A$$

### Ασκηση 4

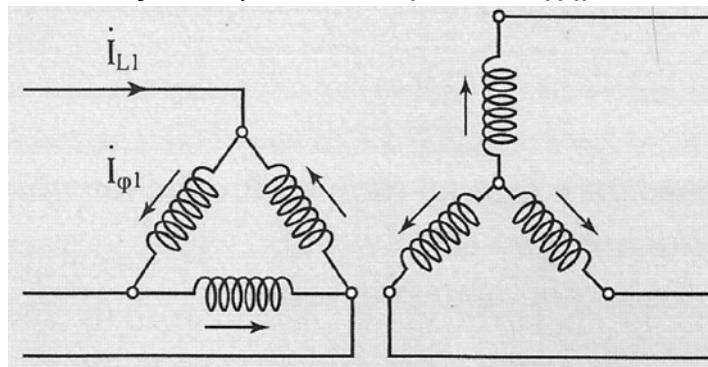
Τριφασικός μετασχηματιστής, 500kVA, 50Hz έχει λόγο πολικών τάσεων 33kV/11kV. Η σύνδεση των τυλιγμάτων είναι Δ/Υ. Οι απώλειες πυρήνα είναι 35kW και οι συνολικές απώλειες χαλκού στο πλήρες φορτίο είναι 4,5kW.

α) Να υπολογίσετε όλες τις πολικές και φασικές τάσεις και ρεύματα στο πρωτεύον και στο δευτερεύον.

β) Να υπολογίσετε την απόδοση στο πλήρες φορτίο και στο ½ του πλήρους φορτίου για: α) συντελεστή ισχύος 1, και β) για συντελεστή ισχύος 0,8.

### Λύση

Η συνδεσμολογία είναι Δ/Υ όπως εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα



Για το πρωτεύον ισχύουν:

$$V_{1\pi} = V_{1\varphi} = 30000V$$

$$I_{1\pi} = \sqrt{3} \cdot I_{1\varphi}$$

Για το δευτερεύον ισχύουν:

$$V_{2\pi} = \sqrt{3} \cdot V_{2\varphi}$$

$$I_{2\pi} = I_{2\varphi}$$

α)

Η πολική τάση στο δευτερεύον είναι :  $V_{2\varphi} = 11kV$ , οπότε έχουμε την πολική τάση

$$V_{2\pi} = \sqrt{3} \cdot V_{2\varphi} \Rightarrow V_{2\varphi} = \frac{V_{2\pi}}{\sqrt{3}} = \frac{11kV}{1,732} \Rightarrow V_{2\varphi} = 6,351kV$$

Ο λόγος μετασχηματισμού είναι:

## Ηλεκτρικές Μηχανές Ι

### Ασκήσεις

$$\frac{V_{1\pi}}{V_{2\pi}} = \frac{V_{1\pi}}{\sqrt{3} \cdot V_{2\pi}} = \frac{K}{\sqrt{3}} \Rightarrow K = \frac{\sqrt{3} \cdot V_{1\pi}}{V_{2\pi}} = \frac{1,732 \cdot 33kV}{19.05kV} \Rightarrow K = 3$$

Επειδή η ονομαστική τιμή του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή είναι 33kV η ονομαστική τάση του φασικού ρεύματος του πρωτεύοντος δίνεται από τη σχέση:

$$I_{1\phi} = \frac{S}{3 \cdot V_{1\phi}} = \frac{500kVA}{3 \cdot 33kV} \Rightarrow I_{1\phi} = 5.05A$$

Το πολικό ρεύμα πρωτεύοντος είναι:

$$I_{1\pi} = \sqrt{3} \cdot I_{1\phi} = 1,732 \cdot 5,05 \Rightarrow I_{1\pi} = 8,74A$$

Για το πολικό ρεύμα στο δευτερεύον έχουμε:

$$\frac{I_{1\pi}}{I_{2\pi}} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{1\pi}}{I_{2\pi}} = \frac{\sqrt{3}}{K} \Rightarrow I_{2\pi} = \frac{K \cdot I_{1\pi}}{\sqrt{3}} = \frac{3 \cdot 8.74}{1.732} \Rightarrow I_{2\pi} = 15.13A$$

Για το φασικό ρεύμα στο δευτερεύον έχουμε:

$$I_{2\phi} = I_{2\pi} = 15,13A$$

Συνολικά έχουμε:

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Φασική τάση στο πρωτεύον    | $V_{1\phi} = 30000V$  |
| Πολική τάση στο πρωτεύον    | $V_{1\pi} = 30000V$   |
| Φασικό ρεύμα στο πρωτεύον   | $I_{1\phi} = 5.05A$   |
| Πολικό ρεύμα στο πρωτεύον   | $I_{1\pi} = 8,74A$    |
| Φασική τάση στο δευτερεύον  | $V_{2\phi} = 6,351kV$ |
| Πολική τάση στο δευτερεύον  | $V_{2\pi} = 11kV$     |
| Φασικό ρεύμα στο δευτερεύον | $I_{2\phi} = 15,13$   |
| Πολικό ρεύμα στο δευτερεύον | $I_{2\pi} = 15,13$    |
| Λόγος μετασχηματισμού       | $K = 3$               |

β) Σε συνθήκες πλήρους φορτίου οι συνολικές απώλειες είναι:

$$P_l = P_{Cu(1)} + P_{core} = 4.5kW + 3.5kW \Rightarrow P_l = 8kW$$

Για συντελεστή ισχύος  $\Sigma I=1$  έχουμε:

$$P_{out}^* = P_{out} \cdot \Sigma I = 500kVA \cdot 1 = 500kW$$

Ο απόδοση θα είναι:

$$\eta_{\pi\phi(\Sigma I=1)} = \frac{P_{out}^*}{P_{out}^* + P_l} \times 100\% = \frac{500kW}{500kW + 8kW} \times 100\% \Rightarrow \eta_{\pi\phi(\Sigma I=1)} = 98,42\%$$

Για συντελεστή ισχύος  $\Sigma I=0,8$  έχουμε:

$$P_{out}^* = P_{out} \cdot \Sigma I = 500kVA \cdot 0,8 = 400kW$$

Ο απόδοση θα είναι:

$$\eta_{\pi\phi(\Sigma I=1)} = \frac{P_{out}^*}{P_{out}^* + P_l} \times 100\% = \frac{400kW}{400kW + 8kW} \times 100\% \Rightarrow \eta_{\pi\phi(\Sigma I=1)} = 98,03\%$$

Σε συνθήκες  $\frac{1}{2}$  του πλήρους φορτίου οι συνολικές απώλειες είναι:

Οι απώλειες χαλκού είναι:

$$P_{Cu(\frac{1}{2})} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot P_{Cu(1)} = \frac{1}{4} \cdot 4.5kW \Rightarrow P_{Cu(\frac{1}{2})} = 1,125kW$$

$$P_{l(\frac{1}{2})} = P_{Cu} + P_{core} = 1.125kW + 3.5kW \Rightarrow P_{l(\frac{1}{2})} = 4.625kW$$

Για συντελεστή ισχύος  $\Sigma I=1$  έχουμε:

## Ηλεκτρικές Μηχανές I

### Ασκήσεις

$$P_{out(\frac{1}{2})} = \frac{1}{2} \cdot P_{out} = \frac{1}{2} \cdot 500kVA = 250kVA$$
$$P_{out(\frac{1}{2})}^* = P_{out(\frac{1}{2})} \cdot \Sigma I = 250kVA \cdot 1 = 250kW$$

Ο απόδοση θα είναι:

$$\eta_{\pi\phi(\Sigma I=1)} = \frac{P_{out(\frac{1}{2})}^*}{P_{out(\frac{1}{2})}^* + P_{l(\frac{1}{2})}} \times 100\% = \frac{250kW}{250kW + 4.625kW} \times 100\% \Rightarrow \eta_{\pi\phi(\Sigma I=1)} = 98,18\%$$

Για συντελεστή ισχύος  $\Sigma I=0,8$  έχουμε:

$$P_{out}^* = P_{out} \cdot \Sigma I = 250kVA \cdot 0,8 = 200kW$$

Ο απόδοση θα είναι:

$$\eta_{\pi\phi(\Sigma I=1)} = \frac{P_{out(\frac{1}{2})}^*}{P_{out(\frac{1}{2})}^* + P_{l(\frac{1}{2})}} \times 100\% = \frac{200kW}{200kW + 4.625kW} \times 100\% \Rightarrow \eta_{\pi\phi(\Sigma I=1)} = 97.73\%$$

### Άσκηση 5

Δίνεται τριφασική σύγχρονη γεννήτρια 490V, 180kVA, 60Hz και συντελεστή ισχύος 0,8 επαγωγικό με σύνδεση φάσεων σε αστέρα η οποία έχει  $X_s = 1,2\Omega/\text{φάση}$  και  $R_a = 0.02\Omega/\text{φάση}$ . Στη γεννήτρια έγινε δοκιμή χωρίς φορτίο και οι μετρήσεις δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

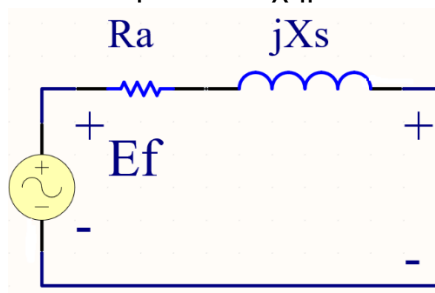
|          |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $E_f(V)$ | 120 | 240 | 360 | 450 | 490 | 540 | 550 |
| $I_f(A)$ | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |

οι απώλειες λόγω τριβών και ανεμισμού είναι 5kW, και οι απώλειες πυρήνα είναι 5kW. Να υπολογίσετε:

- 1) Την τιμή του ρεύματος διεγέρσεως ώστε οι τερματικοί τάση της γεννήτριας να είναι ίση με 490V, στη λειτουργία χωρίς φορτίο.
- 2) Την τιμή της τάσεως διεγέρσεως ανά φάση όταν η γεννήτρια λειτουργεί στα ονομαστικά της στοιχεία.
- 3) Την τιμή του ρεύματος διέγερσης ώστε η τερματική τάση να είναι 490V όταν η γεννήτρια λειτουργεί στα ονομαστικά της στοιχεία.
- 4) Την τιμή της ισχύος εισόδου της γεννήτριας

### Λύση

- 1) Από τις τιμές του πίνακα ( $E_f(V), I_f(A)$ ) του πίνακα, το ρεύμα διεγέρσεως πρέπει να είναι 5A.
- 2) Το ισοδύναμο κύκλωμα δίνεται στο παρακάτω σχήμα:



$$\text{Είναι } \dot{E}_f = \dot{E}_f + \dot{I}_a R_a + jX_s \dot{I}_a$$

## Ηλεκτρικές Μηχανές Ι

### Ασκήσεις

Για το ονομαστικό ρεύμα έχουμε:

$$S = E_f \cdot I_a \Rightarrow I_a = \frac{S}{\sqrt{3}E_f} = \frac{180kVA}{1.732 \cdot 490} = 212.08 \approx 212A$$

Επειδή ο συντελεστής ισχύος είναι  $\cos\varphi = 0,8 \Rightarrow \varphi = \cos^{-1}(0,8) \Rightarrow \varphi = 36,86^\circ$

Και η μιγαδική μορφή του ονομαστικού ρεύματος θα είναι:

$$I_a = 212\angle -36,86^\circ$$

Η ανά φάση τάση είναι:

$$V_t = \frac{E_f}{\sqrt{3}} = \frac{490V}{1.732} = 283V/\varphi\acute{\alpha}\sigma\eta$$

Η τιμή της τάσεως διεγέρσεως είναι:

$$\dot{E}_f = \dot{E}_f + \dot{I}_a R_a + jX_s \dot{I}_a = \dot{E}_f + \dot{I}_a (R_a + jX_s) = 283 + 212\angle -36,86^\circ \cdot (0,02 + j1,2) \Rightarrow$$

Η μιγαδική αντίσταση θα είναι:

$$\dot{Z}_s = 0,02 + j1,2$$

Με μέτρο:

$$|\dot{Z}_s| = \sqrt{0,02^2 + 1,2^2} = 1,2$$

Και με γωνία:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1,2}{0,02}\right) \Rightarrow 89^\circ$$

Και τελικά

$$\dot{Z}_s = 0,02 + j1,2 = 1,2\angle 89^\circ$$

Αντικαθιστώντας έχουμε

$$\dot{E}_f = 283 + 212\angle -36,86^\circ \cdot (0,02 + j1,2) = 283 \Rightarrow +(212\angle -36,86^\circ) \cdot (1,2\angle 89^\circ)$$

$$\dot{E}_f = 283 + 254,4\angle(-36,86^\circ + 89^\circ) = 283 + 254,4\angle 52,14^\circ$$

Μετατρέπω από πολική μορφή σε καρτεσιανή

$$254,4\angle 52,14^\circ = 254,4 \cdot \cos(52,14^\circ) + j254,4 \cdot \sin(52,14^\circ) = 156.13 + j54.4$$

Και τελικά έχω:

$$\dot{E}_f = 283 + 254,4\angle 52,14^\circ = 283 + 156.13 + j54.4 = 439 + j54.4$$

Και σε πολική μορφή:

Το μέτρο

$$|\dot{E}_f| = \sqrt{439^2 + 54.4^2} = 442.35$$

Και γωνία

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{54,4}{439}\right) \Rightarrow 7.06^\circ$$

Η τιμή της τάσεως διεγέρσεως τελικά είναι:

$$\dot{E}_f = 439\angle 7.06^\circ V/\varphi\acute{\alpha}\sigma\eta$$

3) Από τις τιμές του πίνακα  $(E_f(V), I_f(A))$  του πίνακα, προκύπτει ότι για τάση διεγέρσεως  $\dot{E}_f = 439V$  το ρεύμα διεγέρσεως είναι περίπου  $I_f \approx 4A$ .

4) Η ισχύς εξόδου της γεννήτριας είναι:

## Ηλεκτρικές Μηχανές Ι

### Ασκήσεις

$$P_{out} = S \cdot \cos\varphi = 180kVA \cdot 0.8 = 144kW$$

Για την ισχύ εισόδου της γεννήτριας έχουμε:

Οι απώλειες χαλκού του στάτη είναι

$$P_{cust} = 3 \cdot I_a^2 R_a = 3 \cdot 212^2 \cdot 0.02 = 2696.6W$$

Οι μηχανικές απώλειες ή οι απώλειες λόγω τριβών και ανεμισμού είναι:  $P_l = 5kW$

Οι απώλειες πυρήνα είναι:  $P_c = 3kW$

Οι ισχύς εισόδου τη γεννήτριας είναι:

$$P_{in} = P_{out} + P_{cust} + P_l + P_c = 144 + 2.697 + 5 + 3 = 2.849kW$$