



**ΕΜΠ**

*Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ)*

# **Ασύγχρονη μηχανή - Ασκήσεις**

*Σταύρος Αθ. Παπαθανασίου*

*Καθ. ΕΜΠ*



## Άσκηση 1

Τριφασικός κινητήρας επαγωγής 10 HP, 380 V, 50 Hz, συνδέσεως αστέρα έχει τις παρακάτω παραμέτρους:

$$r_1 = r_2 = 0,4 \Omega, \quad X_1 = X_2 = 0,6 \Omega, \quad X_m = 20 \Omega$$

Όταν ο κινητήρας τροφοδοτείται με την ονομαστική του τάση να βρεθούν:

- α) Η ολίσθηση στην οποία ο κινητήρας αποδίδει την ονομαστική του ισχύ. (Οι απώλειες περιστροφής αμελούνται.)
- β) Ο βαθμός αποδόσεως του κινητήρα.



## Λύση

α)

$$V_{th} = 220 \left| \frac{j20}{0,4 + j20,6} \right| = 213,55 \text{ V}$$

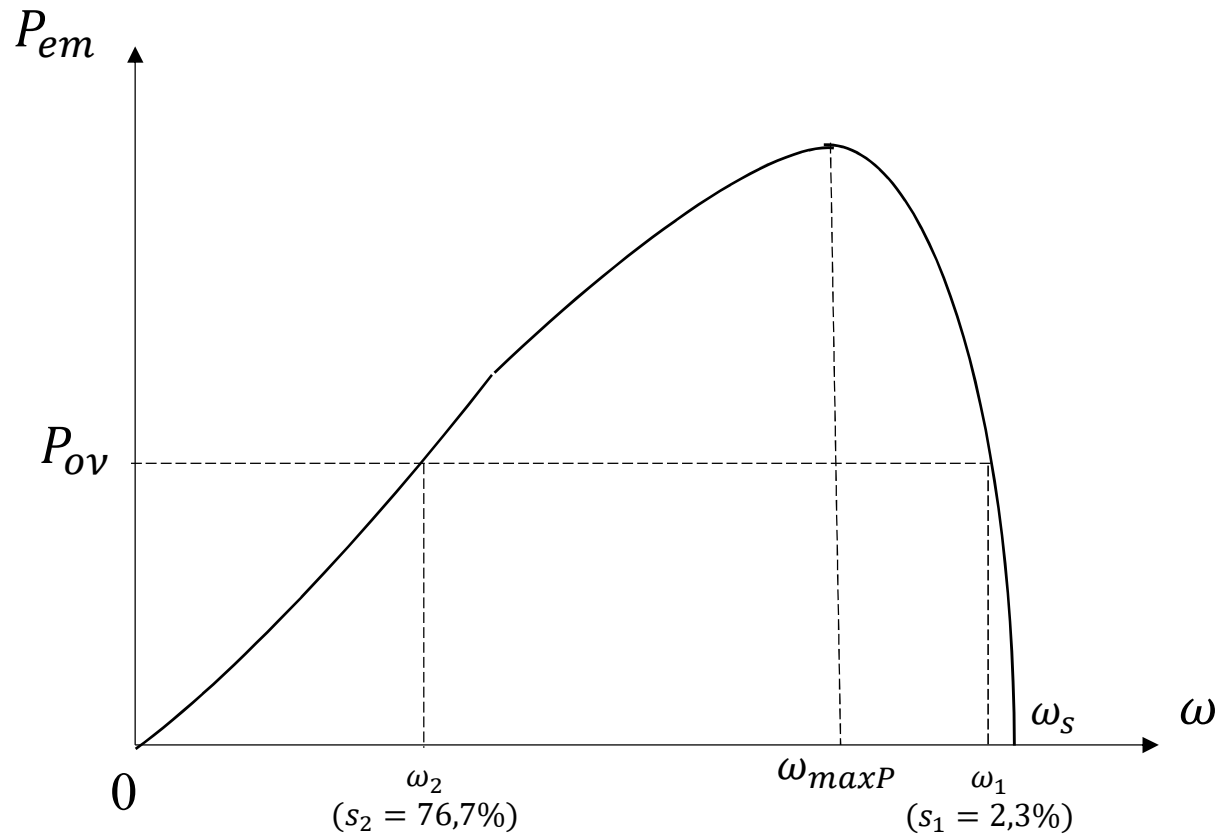
$$R_{th} + jX_{th} = \frac{j20(0,4 + j0,6)}{0,4 + j20,6} = 0,377 + j0,59 \Omega$$

$$P_{\varepsilon\sigma} = \frac{3 \cdot 213,55^2 \frac{r_2}{s} (1 - s)}{\left(0,377 + \frac{r_2}{s}\right)^2 + (0,6 + 0,59)^2} = 7460 \text{ W}$$

Θέτοντας  $z = \frac{r_2}{s}$ , προκύπτει μετά από πράξεις:

$$(0,377 + z)^2 + 1,19^2 = 18,339 \cdot (z - 0,4) \Rightarrow$$
$$z^2 - 17,585z + 8,894 = 0$$

Οι λύσεις του τριωνύμου αντιστοιχούν σε  $s = 0,023$  ή  $s = 0,767$ .

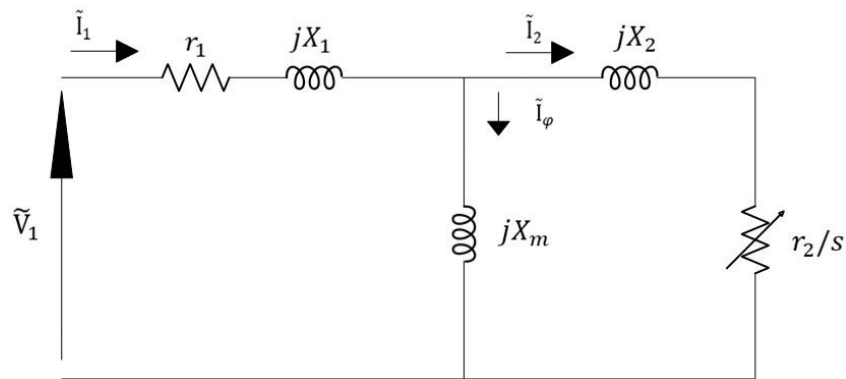


Από αυτές η πρώτη είναι η ολίσθηση κανονικής λειτουργίας και η δεύτερη αντιστοιχεί στην περιοχή επιταχύνσεως. Άρα ο κινητήρας αποδίδει την ονομαστική του ισχύ σε ολίσθηση 2,3%.



β)

Από το προηγούμενο ερώτημα γνωρίζουμε την αντίσταση  $\frac{r_2}{s} = 17,064 \Omega$ , καθώς και την αποδιδόμενη ισχύ 7460 W. Για να βρούμε το βαθμό απόδοσης αρκεί να υπολογίσουμε την ισχύ εισόδου από το ισοδύναμο κύκλωμα.



$$Z_{o\lambda} = \left( \frac{r_2}{s} + jX_2 \right) // jX_m + r_1 + jX_1$$

$$Z_{o\lambda} = \frac{\left( \frac{r_2}{s} + jX_2 \right) jX_m}{\frac{r_2}{s} + j(X_2 + X_m)} + r_1 + jX_1 = \frac{(17,064 + j0,6)j20}{17,064 + j20,6} + 0,4 + j0,6 \Rightarrow$$



$$Z_{o\lambda} = 9,939 + j9,084 \Omega = 13,465 \angle 42,43^\circ \Omega$$

$$\tilde{I}_1 = \frac{220 \angle 0^\circ}{Z_{o\lambda}} = \frac{220 \angle 0^\circ}{13,465 \angle 42,43^\circ} = 16,339 \angle -42,43^\circ \text{ A}$$

$$P_1 = 3V_1 I_1 \cos \varphi = 3 \cdot 220 \cdot 16,339 \cdot \cos 42,43^\circ = 7960 \text{ W}$$

και άρα ο βαθμός απόδοσης είναι

$$\eta = \text{B. A.} = \frac{7460}{7960} = 0,937$$



## Άσκηση 4

Τα στοιχεία του ισοδυνάμου ανά φάση κυκλώματος μιας σύγχρονης τριφασικής εξαπολικής γεννήτριας 380 V, 50 Hz, συνδεσμολογίας αστέρα είναι:

$$r_1 \sim 0 \, \Omega, \quad X_1 = 1 \, \Omega, \quad X_m = 12 \, \Omega, \quad r_2 = 0,1 \, \Omega, \quad X_2 = 1 \, \Omega$$

Η γεννήτρια τροφοδοτεί φορτίο υπό ονομαστική τάση και συχνότητα ενώ εμφανίζει απώλειες περιστροφής 500 W. Ζητούνται:

α) Να υπολογιστεί η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα όταν η γεννήτρια παράγει ισχύ 17 kW

β) Εάν το φορτίο μεταβληθεί και η ταχύτητα του δρομέα γίνει 1010 ΣΑΛ να υπολογιστούν η αναπτυσσόμενη ροπή και ο βαθμός απόδοσης της γεννήτριας



## Λύση

α)

$$V_{th} = \frac{X_m}{X_1 + X_m} \cdot \frac{380}{\sqrt{3}} = 202,5 \text{ V}$$

$$R_{th} = 0$$

$$X_{th} = \frac{X_1 X_m}{X_1 + X_m} = 0,923 \Omega$$

$$P_{εξ} = P_{g1} = T_e \omega_s = \frac{3V_{th}^2 \frac{r_2}{s}}{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + (X_{th} + X_2)^2} = -17000 \text{ W}$$

Έστω  $z = \frac{r_2}{s}$ , τότε μετά από πράξεις προκύπτει:

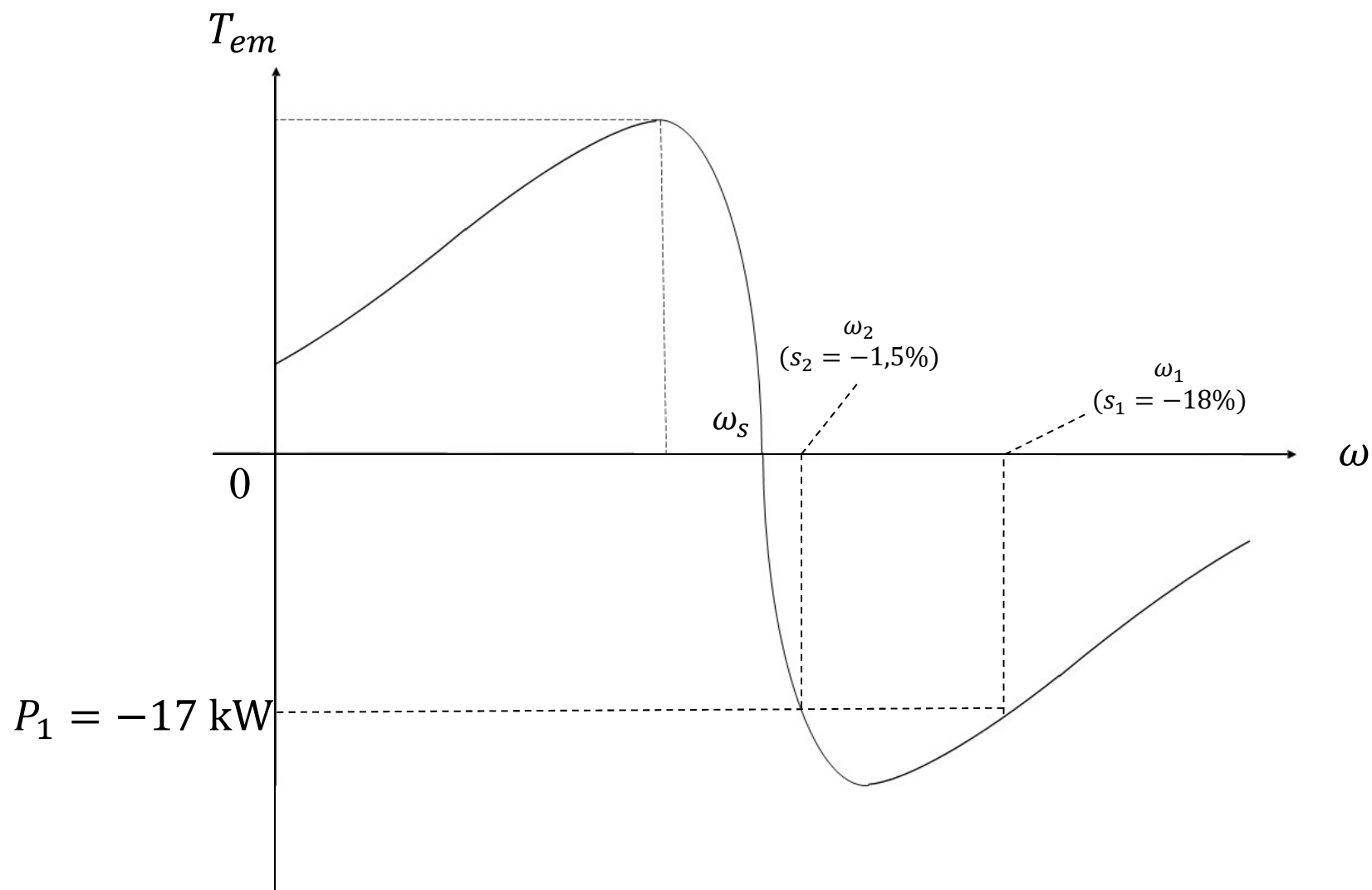
$$17000z^2 + 123038z + 62869,8 = 0 \Rightarrow$$

$$z_1 = -0,553 \rightarrow s_1 = -0,18$$

$$z_2 = -6,684 \rightarrow s_2 = -0,015$$

$$n = (1 - s_2)n_s = 1015 \text{ ΣΑΛ}$$







β)

$$\omega_s = \frac{100\pi}{6/2} = 104,72 \text{ rad/s}$$

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1000 - 1010}{1000} = -0,01$$

$$T_{em} = \frac{3}{\omega_s} \cdot \frac{V_{th}^2 \frac{r_2}{s}}{\left(R_{th} + \frac{r_2}{s}\right)^2 + (X_{th} + X_2)^2} = \frac{3}{104,72} \cdot \frac{202,5^2 \cdot (10)}{(10)^2 + (1,923)^2} = 114,6 \text{ Nm}$$

$$P_e = P_g = T_e \omega_s = 114,6 \cdot 104,72 = 12 \text{ kW}$$

$$P_{em} = T_e (1 - s) \omega_s = 114,6 \cdot 1,01 \cdot 104,72 = 12,121 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{12000}{12121 + 500} = 0,951$$

$$f_r = |s| f_e = 0,01 \cdot 50 = 0,5 \text{ Hz}$$