

Correction de la Série des TDs n°03

Exercice 2 :

Sur la plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé à cage, on lit les indications suivantes : 220/380 V ; 70/40 A ; 50 Hz ; $\cos\varphi = 0,86$ pour $N = 725$ tr/min.

La résistance d'un enroulement du stator a été mesurée à chaud, sa valeur est de 0,15. En régime nominal, les pertes fer sont de 500 W. La tension du réseau entre phases est de 380 V. On néglige les pertes mécaniques.

1- Déterminer le mode d'association des enroulements du stator.

Selon la plaque signalétique, la petite tension est celle qui peut supporter une bobine statorique. Donc, chaque bobine doit voir 220V et comme la tension du réseau est fixe et égale à 380V, il faut que les bobines statorique soient **couplées en étoile**.

2- Calculer la vitesse de synchronisme et le nombre de paires de pôles par phase.

La vitesse de synchronisme la plus proche de la vitesse de rotation 725 tr/mn est **$N_s = 750$ tr/mn** qui correspond à un nombre de paires de pôles **$p = 4$** .

3- Calculer la vitesse angulaire de rotation

$$\text{On a } \Omega_r = \frac{2\pi N_r}{60} \Rightarrow \boxed{\Omega_r = 75.8 \text{ rd/s}}$$

4- Calculer les pertes par effet Joule dans le stator :

$$\text{On a : } p_{js} = 3.r_s.I^2 \Rightarrow \boxed{p_{js} = 720 \text{ W}}$$

5- Calculer le glissement et la fréquence des courants rotoriques :

$$\boxed{g = 0.033} \text{ et } \boxed{f_r = g.f_s = 1.66 \text{ Hz}}$$

6- Calculer les pertes par effet Joule dans le rotor :

On a : $p_{jr} = g.P_{tr}$ avec : $P_{tr} = P_a - p_{js} - p_{fs}$, les pertes fer statorique sont données : $p_{fs} = 500\text{W}$ et la puissance absorbé peut être calculée : $P_a = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi$, on obtient la puissance transmise : $P_{tr} = 21394 \text{ W}$
Finalement, on trouve : **$p_{jr} = 706 \text{ W}$**

7- Calculer le rendement max du moteur :

$$\eta_{\max} = (1 - g) \Rightarrow \boxed{\eta_{\max} = 96.7 \%}$$

$$\text{mais le rendement réel est : } \eta = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow \boxed{\eta = 91 \%}$$

Exercice 3 :

Un moteur asynchrone triphasé couplé en étoile, 440 V, 60 Hz, 6 pôles fonctionne à un glissement de : $g = 2.5\%$ et consomme 40 kW. Les pertes Joule dans le stator sont de 1.2 kW et les pertes rotationnelles sont de 1.8 kW. On néglige les pertes fer, calculer :

1- Les pertes Joule rotoriques :

On a : $p_{jr} = g.P_{tr}$ avec : $P_{tr} = P_a - p_{js} - p_{fs}$, on a : $P_a = 40000$ W et $p_{js} = 1200$ W. Les pertes fer statoriques sont négligées. Donc : $P_{tr} = 38800$ W \Rightarrow $p_{jr} = 970$ W

2- La puissance utile :

On a : $P_u = P_{tr} - p_m - p_{jr} \Rightarrow P_u = 36030$ W

3- Le couple électromagnétique :

On a : $C_e = \frac{P_{tr}}{\Omega_s}$ avec : $\Omega_s = \frac{2\pi N_s}{60}$ puisque le nombre de paires de pôles est $P=3$ et $f_s=60$ Hz $\Rightarrow N_s = 1200$ tr/mn

On trouve : $\Omega_s = 125.6$ rd/s et on obtient : $C_e = 309$ Nm

4- Le rendement :

$\eta = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow \eta = 94\%$

Exercice 4 :

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé de 4 pôles indique : 4 kW, 220/380V, 50 Hz, 0.85. La résistance d'une bobine statorique est 0.45Ω . Ce moteur est alimenté par un réseau de 380 V.

1- Quel est le mode de couplage des bobines statoriques ? (avec explication).

2- En fonctionnement à vide, le glissement et le couple utile sont nuls. Le moteur absorbe un courant de 6.1 A et une puissance de 420 W.

Supposant que les pertes fer du stator et les pertes mécaniques sont égales ($p_{fs} = p_{mec}$) déterminer la valeur de ces pertes.

En charge nominale, la puissance utile est de 4 kW, le facteur de puissance est 0.85 et le rendement est égal à 0.87. Déterminer :

- 3- Le courant d'alimentation
- 4- Les pertes joule au stator
- 5- Les pertes joule au rotor
- 6- La vitesse de synchronisme (tr/min)
- 7- Le glissement et la vitesse de rotation en tr/min
- 8- Le couple utile

Correction :

1) La plaque signalétique indique 220/380V, ce qui implique que les bobines statoriques doivent voir 220 V. Et comme la tension du réseau est 380 V, on doit choisir le couplage étoile

2) En fonctionnement à vide, $g = 0 \Rightarrow p_{JR} = g.P_{tr} = 0$ et supposons que $p_{fs} = p_{mec}$, le bilan de puissance permet d'écrire : $P_a = P_u + p_{mec} + p_{fs} + p_{Js} \Rightarrow P_a = P_u + 2.p_{mec} + p_{Js}$

avec $P_u = 0$ puisque $C_u = 0$ à vide. $p_{Js} = 3.r_s.I^2 = 50.23$ W

$$p_{mec} = \frac{P_a - p_{Js}}{2} = \frac{420 - 3 \times 0.45 \times 6.1^2}{2} \Rightarrow p_{mec} = p_{fs} = 185$$
 W

3) En régime nominal,

$$I = \frac{P_a}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{P_u / \eta}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \Rightarrow \mathbf{I = 8.2 A}$$

$$4) p_{Js} = 3 \times 0.45 \times 8.2^2 \Rightarrow \mathbf{p_{Js} = 90.7 W}$$

5) Selon le bilan de puissance, $P_{JR} = P_{tr} - P_m$

avec : $P_m = P_u + p_{mec} = 4154 W$ et $P_{tr} = P_a - p_{Js} - p_{fs} = 4353 W$

$$\Rightarrow \mathbf{p_{JR} = 199 W}$$

$$6) \text{ Puisque } p = 2 \text{ et } f = 50 \text{ Hz} \Rightarrow \mathbf{N_s = 1500 tr/min}$$

$$7) g = p_{JR} / P_{tr} \Rightarrow \mathbf{g = 0.045} \Rightarrow \mathbf{N_r = (1-g)N_s = 1431 tr/min}$$

$$8) C_u = P_u / \Omega_r \text{ avec } \Omega_r = 149.8 \text{ rad/s} \Rightarrow \mathbf{C_u = 26.7 Nm}$$

Exercice 5 :

Un moteur asynchrone triphasé couplé en étoile est de 220/380V-50hz. On donne les pertes fer statoriques $p_{fs} = 300 W$; pertes mécaniques $p_m = 300 W$. La résistance mesurée entre deux phases statoriques est : $R_{eq} = 0.9 \Omega$.

En régime nominal, la vitesse de rotation est : $N_r = 960 tr/mn$. La puissance absorbée est mesurée par la méthode de deux wattmètres : $W_1 = 4.5 KW$, $W_2 = 2 KW$.

- 1) Calculer le nombre de paires de pôles ;
- 2) Calculer le glissement ;
- 3) L'intensité du courant de ligne ;
- 4) Les pertes joule au stator ;
- 5) Les pertes joule au rotor ;
- 6) La puissance utile et le rendement ;
- 7) Le couple électromagnétique.

Correction :

$$1) f = \frac{p \cdot N_s}{60} \text{ avec } N_s = 1000 tr / mn \Rightarrow \mathbf{p = 3}$$

$$2) g = \frac{N_s - N_r}{N_s} \Rightarrow \mathbf{g = 4\%}$$

$$3) I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \text{ avec } S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(W_1 + W_2)^2 + 3(W_1 - W_2)^2} \Rightarrow \mathbf{S = 7810 VA}$$

$$\Rightarrow \mathbf{I = 11.86 A}$$

$$4) p_{Js} = 3 \frac{R_{eq}}{2} I^2 \Rightarrow \mathbf{p_{Js} = 190 W}$$

$$5) p_{JR} = g \cdot P_{tr} \text{ avec } P_{tr} = P - p_{fs} - p_{Js} \Rightarrow \mathbf{P_{tr} = 6010 W}$$

$$\Rightarrow \mathbf{p_{JR} = 240.4}$$

$$6) P_u = P - p_{Js} - p_{fs} - p_{JR} - p_m \Rightarrow \mathbf{P_u = 5469.6 W}$$

$$\Rightarrow \mathbf{\eta = 84\%}$$

$$7) C_e = \frac{P_{tr}}{\Omega_s} \text{ avec } \Omega_s = 104.66 \text{ rd/s} \Rightarrow \mathbf{C_e = 57.4 Nm}$$