

MACHINE ASYNCHRONE - 1

v6

1 Donnée

Une machine asynchrone triphasée couplée en étoile a les caractéristiques suivantes :

- Tension de ligne : $U_{ligne} = 400$ V
- Fréquence : $f_s = 50$ Hz
- Couple utile : $T_{utile} = 95$ Nm
- Nombre de paires pôles : $p = 3$
- Facteur de puissance : $\cos \varphi = 0.75$
- Vitesse : $N = 950$ tr/min
- Pertes par frottement et ventilation : $P_{fv} = 400$ W
- Pertes fer : $P_{fer} = 200$ W

Sachant que les pertes joule statoriques sont égales aux pertes joule rotoriques ($P_{js} = P_{jr}$), déterminer, pour le fonctionnement sous les conditions données ci-dessus :

1. Le rendement de la machine.
2. Le courant de ligne.

2 Préambule

Le but de cet exercice est de comprendre les différentes puissances intervenant dans l'étude de la machine asynchrone et en particulier la puissance d'entrefer P_δ , la puissances mécanique P_{mec} et la puissance utile P_{utile} .

3 Corrigé

1. Rendement de la machine

$$\Omega_m = N_m \frac{2\pi}{60} = 99.48 \text{ [rad/s]} \quad (1)$$

$$P_{utile} = \Omega_m T_{utile} = 9.45 \text{ [kW]} \quad (2)$$

$$P_{mec} = P_{fv} + P_{utile} = 9.85 \text{ [kW]} \quad (3)$$

Nous rappelons que la puissance d'entrefer P_δ se décompose en puissance mécanique et en pertes joules dans le rotor selon les rapports suivants :

$$P_{mec} = (1 - s) P_\delta \quad (4)$$

$$P_{jr} = s P_\delta \quad (5)$$

Pour rappel le glissement est sans dimension et est défini par :

$$s = \frac{\Omega_s - \Omega_m}{\Omega_s} = \frac{\omega_s - \omega_m}{\omega_s} = \frac{N_s - N_m}{N_s} = \frac{n_s - n_m}{n_s} = \frac{f_s - f_m}{f_s} [-] \quad (6)$$

où

- Ω est en $[\text{rad/s}]$ dans le monde *mécanique*
- ω est en $[\text{rad/s}]$ dans le monde *électrique* (appelé pulsation électrique)
- N est en $[\text{tr/min}]$ (donc en $[1/\text{min}]$) dans le monde *mécanique*
- n est en $[\text{tr/s}]$ (donc en $[1/\text{s}]$) dans le monde *mécanique*
- f est en $[\text{Hz}]$ (donc en $[1/\text{s}]$) dans le monde *électrique*

L'équation du lien entre le monde mécanique et le monde électrique étant :

$$n = \frac{f}{p} \quad (7)$$

où n et f ont été définis ci-dessus et sont en $[\text{tr/s}]$ et p est le nombre de paires de pôles

Ainsi, s peut soit être calculé en calculant f_m , connaissant f_s

$$f_m = \frac{N_m p}{60} = 47.5 \text{ [Hz]} \quad (8)$$

soit en calculant Ω_s , connaissant Ω_m (équation (1))

$$\Omega_s = 2\pi \frac{f_s}{p} = 104.72 \text{ [rad/s]} \quad (9)$$

s vaut alors :

$$s = \frac{\Omega_s - \Omega_m}{\Omega_s} = \frac{f_s - f_m}{f_s} = 0.05 [-] \quad (10)$$

De (4) et avec (10) la puissance d'entrefer P_δ vaut :

$$P_\delta = \frac{P_{mec}}{(1 - s)} = 10.37 \text{ [kW]} \quad (11)$$

De (5) les pertes joule au rotor P_{jr} valent :

$$P_{jr} = s P_{\delta} = 518.5 [W] \quad (12)$$

et de là

$$P_{js} = P_{jr} = 518.5 [W] \quad (13)$$

La puissance électrique consommée est calculée comme suit :

$$P_{el} = P_{js} + P_{fer} + P_{\delta} = 11.09 [kW] \quad (14)$$

Le rendement de la machine vaut :

$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{el}} = 0.852 \rightarrow 85.2\% \quad (15)$$

2. Courant de ligne

Avec une tension de phase de :

$$U_{ph} = \frac{U_{ligne}}{\sqrt{3}} = 231 [V] \quad (16)$$

Nous obtenons un courant de ligne (égal au courant de phase en étoile) de :

$$I_{ligne} = I_{phase} = \frac{P_{el}}{3 U_{ph} \cos \varphi} = 21.34 [A] \quad (17)$$