

## Machines Asynchrones (Moteurs)

### I. Énoncée

#### Exercice N°1

Un moteur asynchrone triphasé 220V, 50Hz absorbe un courant  $I=30A$  sous un facteur puissance 0,8 et tourne à 970 tr/mn. La résistance entre phases statoriques est  $0,2\Omega$ . Les pertes mécaniques et les pertes fer sont évaluées respectivement à 250 W et 200 W. Calculer :

- 1) le nombre de pôles et le glissement,
- 2) la puissance absorbée et la puissance transmise,
- 3) les pertes joules rotor et le rendement.

#### Exercice N°2

Un moteur asynchrone triphasé 380V, à 4 pôles, 50Hz absorbe un courant  $I=35A$  sous un facteur de puissance 0,83 et un glissement de 3%. La résistance entre deux bornes statoriques est  $0,1\Omega$ . Les pertes mécaniques et les pertes fer sont évaluées respectivement à 700 W et 685 W. Calculez :

- 1) la vitesse de rotation,
- 2) la puissance absorbée et la puissance transmise,
- 3) les pertes joules statoriques et rotoriques,
- 4) la puissance utile et le rendement et
- 5) le couple transmis au rotor et le couple utile.

#### Exercice N°3

I- Le bon de commande d'un moteur asynchrone triphasé porte les indications suivantes :  $P_u=15\text{ KW}$ ,  $U=380V$ , 50Hz, couplage étoile, courant  $I=33A$  sous un facteur puissance 0,85 et vitesse 720 tr/mn. Dans ces conditions, calculer :

- 1) le nombre de pôles et le glissement,
- 2) le couple utile et le rendement.

II- A la réception, les essais de ce moteur, sous 380V, ont donné :

A vide :  $P_0=2770W$ ,  $I_0=15A$

En charge :  $I=33A$ ,  $P_a=19KW$ ,  $n=720\text{tr/mn}$ ,

En continu : la résistance entre bornes statoriques est  $0,8\Omega$ .

1) Calculer les pertes fer et les pertes mécaniques en les supposant égales.

A l'aide des résultats de ces essais, vérifier que le moteur satisfait aux conditions du bon de commande pour le facteur de puissance et la puissance utile.

2) lors de l'essai en charge, la mesure de la puissance est effectuée par la méthode de deux wattmètres. Quelles seront les indications de ces deux appareils.

#### Exercice N°4

Un moteur asynchrone triphasé à bagues présente les indications suivantes :  $P_u=95\text{ KW}$ ,  $U=220/380V$ , 50Hz, 8 pôles

- 1) le moteur est alimenté sous 380V. Quel est alors le couplage des enroulements statoriques et la vitesse de synchronisme.
- 2) le glissement nominale est  $s=2,45\%$ , calculer la vitesse de rotation de la machine et le couple utile.
- 3) On néglige par la suite les pertes statorique et mécanique, calculer la puissance absorbée et les pertes dans la machine.
- 4) le courant rotorique si la résistance entre deux bagues est  $d=0,06\Omega$ .
- 5) le courant statorique si le facteur de puissance est de 0,83 AR.
- 6) on alimente maintenant la machine par 220V,
  - a- quel est alors le couplage des enroulements statoriques,
  - b- calculer les courants (dans la ligne, dans une phase du stator et dans une phase du rotor),
  - c- le champ magnétique B est-il modifié.



### Exercice N°5

Un moteur asynchrone triphasé 220/380V,  $I=6.4A$ ,  $n=1455$  tr/mn,

le moteur est alimenté par 380V-50Hz

- 1) Donner le couplage des enroulements statoriques ainsi que le courant de ligne
- 2) Le nombre de pôles et le glissement,
- 3) L'essai à vide a donné  $P_0=260W$  et  $I_0=3.2A$  alors que la résistance d'un enroulement statorique est  $0.65\Omega$ .

a- les pertes joules et les pertes fer,

b- le rendement et le couple utile

II- le moteur entraîne une charge dont le couple résistant est proportionnel à sa vitesse rotation et passe par (1000tr/mn, 10Nm). Déterminer le point de fonctionnement du système sachant que la caractéristique mécanique de la machine est supposée rectiligne dans la zone de fonctionnement nominale.

### Exercice N°6

Un moteur asynchrone triphasé, tétrapolaire, a donné :

A vide :  $P_0=145W$ ,  $I_0=5A$

En charge nominale :  $I=12A$ ,  $P_a=3750W$ ,  $n=1440$ tr/mn.

En continu : la résistance entre bornes statoriques est  $1.2\Omega$ .

- 1) Calculer les pertes fer et les pertes mécaniques en les supposant égales.

2) Calculer pour le fonctionnement nominal :

a- le facteur de puissance,

b- le glissement,

c- la puissance utile et le couple utile,

d- le rendement.

3) la machine entraîne une charge mécanique dont le couple résistant est proportionnel au carré de la vitesse et il passe par le point de coordonnées :

(1500 tr/mn, 18Nm). Déterminer le point de fonctionnement du système sachant que la caractéristique mécanique de la machine est supposée rectiligne dans la zone de fonctionnement nominale.

Exercice n°1:

moteur asynchrone triphasé 220V, 50Hz

$I = 30\text{ A}$   $\cos\varphi = 0,8$  et  $R = 0,2\Omega$ ,  $N_s = 970\text{ tr/min}$

$P_{\text{électromécanique}} = 250\text{ W}$ ,  $P_{\text{pertes fer}} = 200\text{ W}$

$$1) N_s = \frac{60 \cdot f}{p} \Rightarrow p = \frac{60 \cdot f}{N_s} = \frac{60 \cdot 50}{970} = 3 \text{ paire de pôles}$$

→ nombre de pôle = 6

$$g = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03$$

$$2) P_a = \sqrt{3} U I \cos(\varphi) \\ = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 30 \cdot 0,8 \\ = 9145,23 \text{ W}$$

$$P_t = P_a - P_{j_s} - P_{\text{fer}} \quad \text{(200 W)}$$

$$P_{j_s} = \frac{3}{2} R I^2 = \frac{3}{2} 0,2 \times 30^2 = 270 \text{ W}$$

*3 résistance d'un enroulement ou d'une phase.*  
*résistance entre borne ou entre phase.*

$$P_t = P_a - P_{j_s} - P_{\text{fer}} = 9145,23 - 270 - 200 = 8675 \text{ W}$$

$$3) P_{j_r} = g \cdot P_a \\ = 0,03 \times 8675 \\ = 260 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_a - \sum P_{\text{perte}}}{P_a} = \frac{9145,23 - 200 - 250 - 270 - 260}{9145,23}$$

$$\eta = 0,89$$



## Exercice n°2:

moteur asynchrone triphasé 380V, à 4 pôles, 50Hz

$$I = 35 \text{ A} \quad \cos \varphi = 0,83, \quad g = 3\%$$

$$R = 0,4 \Omega$$

$$P_{\text{mec}} = 700 \text{ W}, \quad P_{\text{fer}} = 685 \text{ W}$$

$$1) \quad g = \frac{N_s - N}{N_s} \Rightarrow N = N_s (1 - g) = 1500 (1 - 0,03)$$

$$N = 1455 \text{ tr/min}$$

$$2) \quad P_a = \sqrt{3} U I \cos \varphi \\ = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 35 \cdot 0,83 \\ = 19120 \text{ W}$$

$$P_t = P_a - P_{js} - P_{\text{fer}}$$

$$P_{js} = \frac{3}{2} R I^2 = \frac{3}{2} \cdot 0,4 \cdot (35)^2 = 735 \text{ W}$$

$$P_t = 19120 - 735 - 685 = 17700 \text{ W}$$

$$3) \quad P_{js} = 735 \text{ W}$$

$$P_{j2} = g \cdot P_t = 0,03 \times 17700 = 531 \text{ W}$$

$$4) \quad P_u = P_a - \sum P_{\text{pertes}} = 19120 - 531 - 735 - 685 - 700$$

$$P_u = 16469 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{16469}{19120} = 0,86$$

$$5) \quad P_t = t_{\text{em}} \Omega_s \Rightarrow t_{\text{em}} = \frac{P_t}{\Omega_s} = \frac{17700}{1500 \times \frac{2\pi}{60}} = 112,6 \text{ Nm}$$

$$P_u = t_u \Omega \Rightarrow t_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{16469}{1455 \cdot \frac{2\pi}{60}} = 108,08 \text{ Nm}$$

### Exercice n°3 :

I-  $P_u = 15 \text{ kW}$  ,  $U = 380 \text{ V}$ ,  $50 \text{ Hz}$   $\text{Y}$

$I = 33 \text{ A}$   $\cos \varphi = 0,85$  ,  $N = 720 \text{ tr/min}$

1/  $N = 720 \text{ tr/min}$

$\rightarrow N_s = 750 \text{ tr/min}$

$$g = \frac{N_s - N}{N} = \frac{750 - 720}{750} = 0,04$$

2/  $P_u = T_u \times \omega$

$$T_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{15 \cdot 10^3}{720 \times \frac{2\pi}{60}} = 199 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} P_a &= \sqrt{3} U I \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 33 \cdot 0,85 \\ &= 18462 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{15 \cdot 10^3}{18462} = 0,81$$

II-  $P_o = 2770 \text{ W}$  ,  $I_o = 15 \text{ A}$  (à vide)  
 $I = 33 \text{ A}$  ,  $P_a = 18 \text{ kW}$  ,  $n = 720 \text{ tr/min}$  (en charge)

$$R_s = 0,8 \Omega$$

1) à vide  $P_a = \sum \text{pertes}$

$$P_{js} = \frac{3}{2} R_s I_o^2 = \frac{3}{2} \times 0,8 \times (15)^2 = 270 \text{ W}$$

$$P_{j\lambda} = g P_a \text{ or à vide } g \approx 0 \text{ d'où } P_{j\lambda} \approx 0$$

$$P_{fs} + P_{mec} = P_{ao} - P_{js} \Rightarrow P_{mec} = P_{fu} = \frac{P_{ao} - P_{js}}{2} = \frac{2770 - 270}{2} = 1250 \text{ W}$$

$$P_u = P_a - \sum \text{pertes}$$

$$P_{js} = \frac{3}{2} \cdot R_s \cdot I^2 = \frac{3}{2} \cdot 0,8 \times (33)^2 = 1307 \text{ W}$$

$$P_u = 18000 - 2500 - 1307 = 15193 \text{ W} \approx P_{uo}$$

$$2) P = P_1 + P_2$$

$$Q = \sqrt{2} (Q_1 - Q_2)$$

$$Q = \sqrt{3} UI \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 33 \times \sqrt{1 - 0,85^2} = 11441 \text{ VAR}$$

$$\sqrt{3} P + Q = 2 \sqrt{3} P_1$$

$$P_1 = \frac{\sqrt{3} P + Q}{2 \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} 18462 + 11441}{2 \sqrt{3}}$$

$$P_1 = 12534 \text{ W}$$

$$P_2 = P - P_1 = 18462 - 12534 = 5928 \text{ W}$$

## Exercice n°4

(5)

$$P_u = 95 \text{ kW}, U = 220/380 \text{ V} - 50 \text{ Hz}, 8 \text{ poles.}$$

1/ C'est le couplage étoile

$$P = 4, N_s = \frac{60}{P} = \frac{3000}{4} = 750 \text{ tr/min}$$

$$\begin{aligned} 2/ g &= 0,0245, N = N_s(1-g) \\ &= 750(1-0,0245) \\ &= 732 \text{ tr/min} \end{aligned}$$

$$P_u = T_u \times \omega$$

$$T_u = \frac{P_u}{\omega} = \frac{95 \cdot 10^3}{732 \cdot \frac{2\pi}{60}} = 1239,3 \text{ Nm}$$

3/ Pertes statiques :  $P_{js} \neq P_{fs}$

$$\begin{aligned} P_{em} &= P_{th} - P_{js} \\ &= P_{th} - g \cdot P_{th} \\ &= (1-g) P_{th} \end{aligned}$$

$$P_{th} = \frac{P_{em}}{1-g} = \frac{P_u}{1-g} = \frac{95 \cdot 10^3}{1-0,0245} = 97386 \text{ W} = P_a$$

$$P_{jn} = g \cdot P_{th} = 0,0245 \times 97386 = 2385,957 \text{ W}$$

$$4/ R_n = 0,06 \Omega$$

$$P_{jn} = \frac{3}{2} \cdot R_n \cdot I_n^2$$

$$I_n = \sqrt{\frac{P_{jn}}{\frac{3}{2} R_n}} = \sqrt{\frac{2,38 \cdot 10^3}{\frac{3}{2} \cdot 0,06}} = 5,14 \text{ A}$$

$$5/ P_a = \sqrt{3} U \cdot I_s \cos \varphi$$

$$I_s = \frac{P_a}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{97386}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,83} = 178,26 \text{ A}$$

6)  $U = 220 \text{ V}$

a - Decouplage est triangle  $\Delta$

b -  $I_{\text{ligne}} = 178 \times \sqrt{3} = 308 \text{ A}$

$$I_{\text{phase statorique}} = \frac{I_{\text{ligne}}}{\sqrt{3}} = 178 \text{ A} = I$$

$$I_{\text{phase rotorique}} = 5,14 \text{ A (même)}$$

c - non, car on garde la même puissance dans le même courant rotorique.