

**Exercice n° :1**

L'ensemble machine asynchrone et variateur "convertisseur de fréquence" à modulation de largeur d'impulsions (MLI) permet d'obtenir avec une bonne fiabilité une motorisation électrique à vitesse variable d'une grande souplesse. Le moteur asynchrone triphasé 230 V / 400 V a un stator à 4 pôles couplé en triangle et un rotor à cage. Sous alimentation nominale, on a obtenu :

- à vide, un courant de ligne d'intensité 2,8 A ;
- à charge nominale, un courant de ligne d'intensité 7,5 A, une puissance absorbée de 2,2 kW et une fréquence de rotation de **1430 tr/min**.

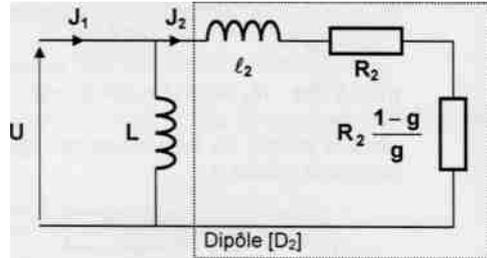
Dans tout le problème, on néglige les résistances et inductances de fuites statoriques, les pertes fer et les pertes mécaniques.

**2/ Le moteur est alimenté sous sa tension nominale (f = 50 Hz).**

2.1/ Sur quel réseau les enroulements statoriques sont-ils couplés ?

2.2/ Déterminer pour le fonctionnement à charge nominale :

- le glissement  $g_n$ ,
- la puissance réactive absorbée  $Q_{an}$ ,
- le couple utile nominal  $C_{un}$ ,
- les pertes rotoriques par effet Joule  $P_{JRn}$ .



On donne le schéma équivalent par phase suivant. On note :

- L l'inductance magnétisante,
- $l_2$  l'inductance de fuites rotoriques ramenée au stator,
- $R_2$  la résistance rotorique ramenée au stator.

**2.3/ Exploitation de l'essai à vide**

Déterminer la valeur de L.

**2.4/ Exploitation de l'essai à charge nominale**

En raisonnant sur une phase, calculer les puissances active  $P_2$ , réactive  $Q_2$  et apparente  $S_2$  consommées par le dipôle  $[D_2]$ .

En déduire la valeur de  $J_2$  puis celles de  $R_2$  et  $l_2$ .

On prendra par la suite  $R_2 = 3 \Omega$  ;  $L = 0,45 H$  et  $l_2 = 80 mH$ .

**2.5/ Etablir la relation liant le couple utile  $C_u$  au glissement  $g$ .**

Cette relation est paramétrée par U et  $\Omega_s$  :

- U est la tension efficace aux bornes d'une phase,
- $\Omega_s$  est la vitesse angulaire de synchronisme (ou de champ tournant).

**2.6/ Soit  $g_{max}$  la valeur du glissement pour laquelle le couple est maximal.**

Donner les expressions de  $g_{max}$  et  $C_{umax}$  puis les calculer.

**Exercice n° :2**

La machine est un moteur asynchrone triphasé à cage 230/400V , 50 Hz , on fait deux essais sous tension et fréquence nominales en fonctionnement moteur et observé :

- A vide , un courant de ligne  $I_0=5A$  et une puissance absorbée  $P_0$  négligeable
- Sous charge nominale, un courant de ligne  $I_n =28A$  une puissance absorbée  $P_n=16.5kW$  et une vitesse du rotor  $Nn=1455tr/min$

Dans toute cette partie, on néglige les résistances et inductances de fuites statoriques, ainsi que les pertes mécaniques.

1.11 Le réseau d'alimentation triphasé est un réseau 230 V 1400 V, 50 Hz.

Préciser le couplage du stator.

1.21 Préciser ie nombre de paire de pôles p de cette machine. Justifier votre réponse.

1.3/ Dans l'essai sous charge nominale, calculer :

- le glissement  $g_n$  ;
- le facteur de puissance  $\cos \varphi_n$
- la puissance réactive absorbée  $Q_n$  ;
- le couple électromagnétique nominal  $C_n$  ;
- les pertes joules rotoriques  $P_{jn}$ .

1.4/ Dans l'essai à vide, calculer la puissance réactive absorbée  $Q_0$ .

1.5/ La figure 1 donne un modèle équivalent d'une phase de la machine.

Rappeler la signification de  $V$ ,  $R_s$ ,  $X_s$ ,  $R_f$ ,  $X_m$ ,  $R$ ,  $X$  et  $g$ .

1.6/ Compte tenu des approximations faites, on utilise le modèle simplifié proposé en figure 2. Calculer les valeurs numériques de  $X_m$ ,  $R$  et  $X$ .

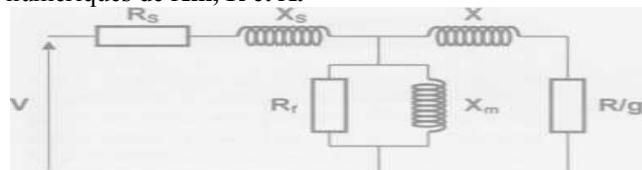


Figure 1 : Modèle équivalent d'une phase de la machine asynchrone

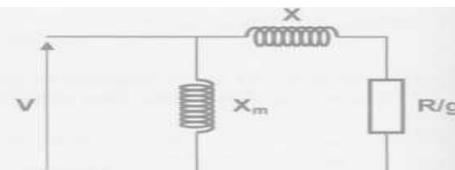


Figure 2 : Modèle simplifié

### Exercice 3

La plaque signalétique du moteur asynchrone d'une fraiseuse porte les indications suivantes :

3 ~ 50 Hz

$\Delta$  220 V 11 A

Y 380 V 6,4 A

1455 tr/min  $\cos \varphi = 0,80$

1. Le moteur est alimenté par un réseau triphasé 50 Hz, 380 V entre phases.

Quel doit être le couplage de ses enroulements pour qu'il fonctionne normalement ?

2. Quel est le nombre de pôles du stator ?

3. Calculer le glissement nominal (en %).

4. Un essai à vide sous tension nominale donne :

- puissance absorbée :  $P_a = 260$  W.
- intensité du courant de ligne :  $I = 3,2$  A.

Les pertes mécaniques sont évaluées à 130 W.

La mesure à chaud de la résistance d'un enroulement du stator donne  $r = 0,65 \Omega$ .

En déduire les pertes fer.

5. Pour le fonctionnement nominal, calculer :

- les pertes par effet Joule au stator.
- les pertes par effet Joule au rotor.
- le rendement.
- le couple utile  $T_u$ .

### Exercice 4

Un moteur asynchrone à cage est alimenté par un réseau triphasé de fréquence 50 Hz, detensions entre phases égales à 380 V.

Il a été soumis aux essais suivants :

**A vide :**

- Puissance absorbée :  $P_v = 360$  W.
- Intensité du courant de ligne :  $I_v = 3,6$  A.
- Fréquence de rotation :  $n_v = 2\,995$  tr/min.

**En charge :**

- Puissance absorbée :  $P = 4\,560$  W.
- Intensité du courant de ligne :  $I = 8,1$  A.
- Fréquence de rotation :  $n = 2\,880$  tr/min.
- Les enroulements du stator sont couplés en étoile ; la résistance de chacun d'eux vaut  $0,75 \Omega$ .
- Les pertes fer sont évaluées à 130 W.

1. Quelle est la vitesse de synchronisme ?

En déduire le glissement en charge.

2. Pour le fonctionnement à vide :

Calculer les pertes Joule au stator.

Justifier que les pertes Joule au rotor sont négligeables.

En déduire les pertes mécaniques.

3. Calculer pour le fonctionnement en charge :

- les pertes Joule au stator et au rotor.
- la puissance utile et le moment du couple utile  $T_u$ .
- le rendement du moteur.

4. Le moteur entraîne maintenant une pompe dont le moment du couple résistant  $T_r$  est proportionnel à la fréquence de rotation et vaut 18 Nm à 3 000 tr/min.

Dans sa partie utile, la caractéristique mécanique  $T_u(n)$  du moteur peut être assimilée à unedroite.

- Déterminer la vitesse de rotation du groupe moteur-pompe.

### Exercice 5

Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire 220 V / 380 V à cage est alimenté par un réseau 220 V

entre phases, 50 Hz.

Un essai à vide à une fréquence de rotation très proche du synchronisme a donné pour la puissance absorbée et le facteur de puissance :  $P_v = 500 \text{ W}$  et  $\cos \phi_v = 0,157$ .

- Un essai en charge a donné:
- intensité du courant absorbé :  $I = 12,2 \text{ A}$ .
- glissement :  $g = 6 \%$ .
- puissance absorbée :  $P_a = 3340 \text{ W}$ .
- La résistance d'un enroulement statorique est  $r = 1,0 \Omega$ .
- Quelle est, des deux tensions indiquées sur la plaque signalétique, celle que peut supporter un enroulement du stator ?
- En déduire le couplage du stator sur le réseau 220 V.

2- Pour le fonctionnement à vide, calculer :

- la fréquence de rotation  $n_v$  supposée égale à la fréquence de synchronisme.
- l'intensité du courant en ligne  $I_v$ .
- la valeur des pertes Joule dans le stator  $p_{Jsv}$ .
- la valeur des pertes dans le fer du stator  $p_{fs}$ , supposées égales aux pertes mécaniques  $p_m$ .

3- Pour le fonctionnement en charge, calculer :

- la fréquence de rotation (en tr/min).
- la puissance transmise au rotor  $P_{tr}$  et le moment du couple électromagnétique  $T_{em}$ .
- la puissance utile  $P_u$  et le rendement  $\eta$ .
- le moment du couple utile  $T_u$ .

4- Le moteur entraîne une machine dont le moment du couple résistant (en Nm) est donné en fonction de la fréquence de rotation  $n$  (en tr/min) par la relation :

$$T_r = 8 \cdot 10^{-6} n^2$$

La partie utile de la caractéristique mécanique du moteur est assimilée à une droite.

- Déterminer la relation entre  $T_u$  et  $n$  (on prendra  $T_u = 17,5 \text{ N.m}$  pour  $n = 1410 \text{ tr/min}$ ).
- En déduire la fréquence de rotation du groupe.
- Calculer la puissance utile du moteur.

### **Exercice 6**

Un moteur pas à pas à aimant permanent ayant les caractéristiques suivantes : 4 phases au stator, deux pôles au rotor, sa commutation est bidirectionnelle symétrique.

Calculer :

- Le nombre de pas par tour  $N_p/\text{tr}$ .
- Déterminer l'angle d'un pas en degré puis en radian.

### **Exercice n°3 :**

Sur la plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé à cage, on lit les indications suivantes :

220/380V; 50hz ; 70/40A;  $\cos(\phi) = 0.86$  et  $n = 725 \text{ tr/min}$ .

Sachant que la résistance d'un enroulement du stator est  $R_1 = 0.15 \Omega$ , que les pertes fer du stator sont de 500W et que la tension du réseau est de 380V entre phases, déterminer :

- a) Le mode de couplage des enroulements du stator
- b) La vitesse de synchronisme et le nombre de paires de pôles par phase
- c) Les pertes par effet joule du stator
- d) Le glissement
- e) Les pertes par effet joule dans le rotor

f) Le rendement du moteur  
Les pertes mécaniques sont négligeables

**Exercice n°7 :**

Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire est alimenté par un réseau 380V-50 Hz. La résistance du stator mesurée entre deux fils de phase est de  $0.9\Omega$ . En fonctionnement à vide, le moteur absorbe un courant de 9.1A et une puissance de 420W

1- Déterminer les pertes fer du stator et les pertes mécaniques en les supposant égales.

2- En charge nominale, la puissance utile sur l'arbre du rotor est de 4KW, le facteur de puissance est 0.85 et le rendement est égal à 0.87. Déterminer :

- a) L'intensité de courant absorbé
- b) Les pertes joule au stator
- c) Les pertes joule au rotor
- d) Le glissement et la vitesse de rotation
- e) Le couple utile

**Exercice n°5**

Un moteur asynchrone tétrapolaire, stator monté en triangle, fonctionne dans les conditions suivantes : tension entre phases :  $U=380V$ , fréquence  $f=60Hz$ , puissance utile = 5KW, vitesse

de rotation  $n=1710tr/mn$ ,  $\cos(\phi)=0.9$  et intensité en ligne  $I=10A$ . La résistance du stator mesurée entre deux fils de phase est de  $0.8\Omega$ . On admettra pour ce fonctionnement, que les pertes dans le fer sont égales aux pertes par effet joule dans le stator. Pour ce régime de fonctionnement, calculer :

- a) Le glissement
- b) Le couple utile
- c) L'intensité de courant dans chaque phase du stator
- d) Les pertes par effet joule au stator
- e) La puissance absorbée par le moteur
- f) Les pertes joule du rotor
- g) Le rendement du moteur