

TD N°2 - Machine Asynchrone

Exercice MAS01 : moteur asynchrone

Un moteur asynchrone tourne à 965 tr/min avec un glissement de 3,5 %.
Déterminer le nombre de pôles du moteur sachant que la fréquence du réseau est $f = 50$ Hz.

Exercice MAS02 : moteur asynchrone triphasé

Les enroulements d'un moteur asynchrone triphasé sont couplés en triangle.
La résistance d'un enroulement est $R = 0,5 \Omega$, le courant de ligne est $I = 10$ A.
Calculer les pertes Joule dans le stator.

Exercice MAS03 : démarrage « étoile – triangle » d'un moteur asynchrone

Dans ce procédé de démarrage, le stator est couplé en étoile pendant le démarrage, puis en triangle pour le fonctionnement normal.

La résistance d'un enroulement $R=100\text{ohms}$ 230/400V

- 1- Montrer que le courant de ligne consommé en couplage étoile est trois fois plus petit qu'en couplage triangle.
- 2- On admet que le couple utile du moteur est proportionnel au carré de la tension.
Montrer que le couple utile est divisé par trois pendant la phase de démarrage.
- 3- Quel est l'avantage du démarrage « étoile – triangle » ?
Quel est son inconvénient ?

Exercice MAS04 : moteur asynchrone

Les tensions indiquées sur la plaque signalétique d'un moteur triphasé sont :

400 V / 690 V 50 Hz

(cela signifie que la tension nominale aux bornes d'un enroulement est de 400 V).

Quel doit être le couplage du moteur sur un réseau triphasé 230 V / 400 V ?

Et sur un réseau triphasé 400 V / 690 V ?

Exercice MAS05 : fraiseuse

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

3 ~	50 Hz	
Δ	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 :	$P_a = 260 \text{ W}$
- intensité du courant de ligne :	$I = 3,2 \text{ A}$

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 MAS06 : moteur asynchrone triphasé

Un moteur triphasé tétrapolaire à cage d'écureuil possède les caractéristiques suivantes :

230 V / 400 V 50 Hz.

La résistance d'un enroulement statorique, mesurée à chaud, est $R = 0,70 \Omega$.

Ce moteur est alimenté par un réseau 400 V entre phases.

1- Déterminer :

- le couplage du moteur
- la vitesse de synchronisme

2- A vide, le moteur tourne à une vitesse proche de la vitesse de synchronisme, absorbe un courant de 5,35 A et une puissance de 845 W.

Déterminer :

- les pertes Joule statoriques à vide
- les pertes fer statoriques sachant que les pertes mécaniques s'élèvent à 500 W.

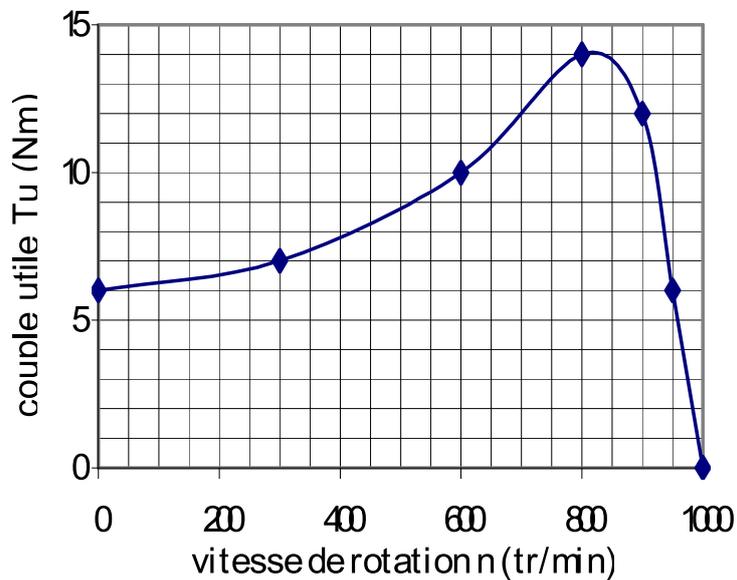
3- A la charge nominale, le courant statorique est de 16,5 A, le facteur de puissance de 0,83 et la vitesse de rotation de 1400 tr/min.

Calculer :

- les pertes Joule statoriques en charge
- la puissance absorbée
- la puissance transmise au rotor (les pertes fer statoriques sont sensiblement les mêmes qu'à vide)
- le glissement
- les pertes Joule rotoriques en charge
- la puissance utile en bout d'arbre (les pertes mécaniques sont sensiblement les mêmes qu'à vide)
- le moment du couple utile
- le rendement.

Exercice MAS07 : moteur asynchrone

La caractéristique mécanique d'un moteur asynchrone est donnée ci-dessous :



1- Ce moteur entraîne un compresseur dont le couple résistant est constant et égal à 4 Nm.

1-1- Le démarrage en charge du moteur est-il possible ?

1-2- Dans la zone utile, vérifier que $T_u = - 0,12n + 120$

1-3- Déterminer la vitesse de rotation de l'ensemble en régime établi.

1-4- Calculer la puissance transmise au compresseur par le moteur.

2- Ce moteur est maintenant utilisé pour entraîner une pompe dont le couple résistant est donné en fonction de la vitesse de rotation par la relation suivante :

$$T_r = 10^{-5} n^2 \text{ avec } T_r \text{ en Nm et } n \text{ en tr/min.}$$

2-1- Représenter sur le graphique précédent la courbe $T_r(n)$.

2-2- En régime établi, déterminer la vitesse de rotation de l'ensemble ainsi que le couple utile du moteur.

Exercice MAS08 : moteur asynchrone triphasé

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

Il a été soumis aux essais suivants :

A vide :

Puissance absorbée : $P_V = 360 \text{ W}$

Intensité du courant de ligne : $I_V = 3,6 \text{ A}$

Fréquence de rotation : $n_V = 2\,995 \text{ tr/min}$.

En charge :

Puissance absorbée : $P = 4\,560 \text{ W}$

Intensité du courant de ligne : $I = 8,1 \text{ A}$

Fréquence de rotation : $n = 2\,880 \text{ tr/min}$

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 une droite.

Déterminer la vitesse de rotation du groupe moteur-pompe.

Exercice MAS09 : moteur asynchrone triphasé

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 : $P_v = 500$ W et $\cos \varphi_v = 0,157$.

Un essai en charge a donné:

- intensité du courant absorbé : $I = 12,2$ A
- glissement : $g = 6$ %
- puissance absorbée : $P_a = 3340$ W.

La résistance d'un enroulement statorique est $r = 1,0$ Ω .

1-1- Quelle est, des deux tensions indiquées sur la plaque signalétique, celle que peut supporter un enroulement du stator ?

1-2- En déduire le couplage du stator sur le réseau 220 V.

2- Pour le fonctionnement à vide, calculer :

2-1- la fréquence de rotation n_v supposée égale à la fréquence de synchronisme

2-2- l'intensité du courant en ligne I_v

2-3- la valeur des pertes Joule dans le stator p_{jsv}

2-4- 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 :

3-1- la fréquence de rotation (en tr/min)

3-2- la puissance transmise au rotor P_{tr} et le moment du couple électromagnétique T_{em}

3-3- la puissance utile P_u et le rendement η

3-4- 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 $T_u = 17,5$ Nm pour $n = 1410$ tr/min).

En déduire la fréquence de rotation du groupe.

Calculer la puissance utile du moteur.

Exercice MAS10 : moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil

Le rendement d'un moteur est par définition : $\eta = P_{\text{utile}} / P_{\text{absorbée}}$

1- A partir du bilan de puissance du moteur, montrer que le rendement peut s'écrire :

$$\eta = \frac{(1-g)(P_{\text{absorbée}} - p_{\text{fer}} - P_{\text{Joule stator}}) - P_{\text{mécaniques}}}{P_{\text{absorbée}}}$$

2- Applications numériques

Un moteur possédant deux paires de pôles est alimenté par un réseau de fréquence 50 hertz. Au fonctionnement nominal, on mesure :

Vitesse de rotation : 1425 tr/min
Puissance absorbée : 1,9 kW
Pertes fer : 90 W
Pertes mécaniques : 60 W
Courant absorbé : 3,4 A

2-1- Calculer le glissement g .

2-2- Calculer les pertes Joule au stator sachant que la résistance d'un enroulement statorique est de $5,5 \Omega$ et que le couplage est en étoile.

2-3- En déduire le rendement nominal.

3- Montrer que le rendement d'un moteur asynchrone est toujours inférieur à $(1 - g)$.