

**SERIE D'EXERCICE SUR MOTEUR ASYNCHRON TRIPHASE :**

**EXERCICE 1**

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

Sachant que la résistance d'un enroulement du stator est de  $0,15\Omega$ , que les pertes fer sont de 500 W et que la tension du réseau est de 380 V entre phases, déterminer :

1. le mode d'association des enroulements du stator;
2. la vitesse de synchronisme et le nombre de paires de pôles par phase;
3. les pertes par effet Joule dans le stator;
4. le glissement;
5. les pertes par effet Joule dans le rotor;
6. le rendement du moteur (On néglige les pertes mécaniques).

**EXERCICE 2**

Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire est alimenté par un réseau 380 V-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 9,1 A et une puissance de 420 W.

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

En charge nominale, la puissance utile sur l'arbre du rotor est de 4 kW, le facteur de puissance de 0,85 et le rendement de 0,87.

2. Déterminer :
  - a. l'intensité du courant absorbé;
  - b. les pertes Joule au stator;
  - c. les pertes Joule au rotor;
  - d. le glissement et la vitesse du rotor exprimée en nombre de tours par minute;
  - e. le couple utile.

**EXERCICE 3**

Un moteur asynchrone tétrapolaire, stator monté en triangle, fonctionne dans les conditions suivantes : tension entre phases =  $U = 380$  V; fréquence =  $f = 60$  Hz; puissance utile = 5 kW; vitesse de rotation =  $n = 1710$  tr/min.;  $\cos\phi = 0,9$ ; intensité en ligne =  $I = 10$  A.

La résistance, mesurée pour ce régime de marche, entre deux bornes du stator est  $R = 0,8 \Omega$ .

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 marche, calculer :

1. le glissement;
2. le couple utile;
3. l'intensité du courant dans chaque phase du stator;
4. les pertes du stator;
5. la puissance absorbée par le moteur;
6. les pertes Joule du rotor;
7. l'ensemble des autres pertes du rotor;
8. le rendement global du moteur.

#### **EXERCICE 4**

Un moteur asynchrone triphasé 220/380 V à 4 pôles est alimenté sous la tension  $U = 220$  V du réseau 50 Hz. On néglige les pertes fer ainsi que les résistances et inductances de fuite du stator.

Au régime nominal, à 1462,5 tr/min, le moteur absorbe une puissance mesurée par la méthode des deux wattmètres :  $P_1 = 9,5$  kW,  $P_2 = 3,7$  kW.

- 6.1. Quel est le type de couplage adopté ?
- 6.2. Quelle est l'intensité du courant nominal dans une phase statorique ?
- 6.3. Déterminer, pour ce fonctionnement, le  $\cos \phi$  du moteur.
- 6.4. Quelle est la puissance dissipée par effet Joule dans le rotor ?
- 6.5. Que vaut le couple électromagnétique  $C_e$  ?

#### **EXERCICE 5**

Un moteur asynchrone triphasé, dont le stator est monté en étoile, est alimenté par un réseau 380 V entre phase 50 Hz. Chaque enroulement du stator a une résistance  $R = 0,4\Omega$ . Lors d'un essai à vide, le moteur tournant pratiquement à 1500 tr/min, la puissance absorbée est de  $P_V = 1150$  W, le courant par fil de ligne est  $I_V = 11,2$  A.

Un essai avec la charge nominale sous la même tension de 380 V, 50 Hz, a donné les résultats suivants :

- ✓ glissement = 4%,
- ✓ puissance absorbée : 18,1 kW,
- ✓ courant en ligne : 32 A.

1. Essai à vide :
  - a. Calculer les pertes par effet Joule dans le stator lors de l'essai à vide. Que peut-on dire des pertes par effet Joule dans le rotor lors de cet essai?
  - b. ) En déduire les pertes dans le fer sachant que les pertes mécaniques valent 510 W.
2. Essai en charge :
  - c. Calculer le facteur de puissance nominale et la fréquence nominale de rotation.
  - d. Calculer la fréquence des courants rotoriques pour un glissement de 4%. Que peut-on en déduire pour les pertes dans le fer du rotor ?
3. Calculer les pertes par effet Joule dans le stator et dans le rotor en charge nominale.
4. Calculer la puissance utile et le rendement du moteur en charge nominale.
5. Calculer le moment du couple utile nominale.

#### **EXERCICE 6**

Un moteur asynchrone triphasé à cage, 220/380 V est alimenté par un réseau 127/220 V, 50 Hz. La résistance  $R_s$  mesurée entre deux phases du stator est  $3,5\Omega$ . On réalise un essai à vide : le moteur a une fréquence de rotation  $N_s$  pratiquement égale à 3000 tr/min et la méthode des deux wattmètres donne les indications suivantes :  $P_1 = 460$  W,  $P_2 = -260$  W.

L'intensité du courant en ligne est égale à 3,32 A.

1. Quel est le couplage à adopter dans ce cas ?
2. Quel est le nombre de pôles du stator ?
3. Calculer :
  - la puissance absorbée  $P_a$  ;
  - le facteur de puissance ;
  - les pertes par effet joule au stator ;
  - les pertes fer au stator sachant que les pertes mécaniques valent 20 W.

**EXERCICE 7 :**

Un moteur asynchrone triphasé a les caractéristiques suivantes :

- tension d'alimentation : 115/200 V. Rotor à cage.
- fréquence : 400 Hz.
- vitesse nominale : 11 500 tr/min.
- puissance absorbée en charge nominale : 4200 W,  $\cos \varphi = 0,6$ .
- résistance de chaque enroulement du stator :  $R_s = 0,16\Omega$ .

Le moteur est alimenté par un réseau triphasé 200 V ; 400 Hz. Il entraîne sa charge nominale.

- 1) Quel est le couplage à adopter ?
- 2) Quel est le glissement ?
- 3) Quelle est l'intensité du courant absorbé en ligne ?
- 4) Quelles sont les pertes joule au stator ?
- 5) Déterminer le rendement sachant que les pertes fer au stator sont de 350 W et que l'on néglige les pertes fer au rotor ainsi que les pertes mécaniques ?
- 6) Quel est le couple utile ?

**Exercice 8 :**

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé porte les indications suivantes : 220/380V; 13,9/8,0A; 1450tr/min; 50 Hz; 3,6 kW;  $\cos\varphi = 0,8$ . Le stator peut être couplé en triangle ou en étoile.

1. Indiquer la tension nominale d'un enroulement du stator.
2. Calculer :
  - a. le nombre de pôles du stator
  - b. le glissement nominal
  - c. la fréquence des courants rotoriques en régime nominal
  - d. le rendement nominal du moteur.

**Exercice 9 :**

Les essais d'un moteur asynchrone sur un réseau E.D.F., 220 V entre phases, 50 Hz, ont donné les résultats suivants :

**A vide :**  $I_v = 2A$  ;  $P_1 = 319W$  ;  $P_2 = - 103W$  (méthodes des 2 wattmètres, déviations en sens contraires) ;  $n_v \cong n_s = 1000$  tr/mn.

En charge :  $P_1 = 1730 W$  ;  $P_2 = 690 W$  (déviations dans le même sens),  $g = 4 \%$ .

1. A partir de l'essai à vide, calculer les pertes dans le fer du stator et les pertes mécaniques par frottement en les supposant égales entre elles. La résistance entre deux bornes du stator est égale à  $0,20\Omega$ .
2. Pour l'essai en charge, calculer :
  - a. la fréquence de rotation,
  - b. la puissance active P et la puissance réactive Q. ( $Q = \sqrt{3}(P_1 - P_2)$ ),
  - c. le facteur de puissance et l'intensité du courant en ligne,
  - d. les pertes par effet joule au stator et les pertes par effet joule au rotor,
  - e. la puissance utile  $P_u$ , le rendement et le moment du couple utile.

**Exercice 10 :**

La plaque signalétique d'un moteur triphasé asynchrone porte les indications suivantes:

3kW; 220V/380V; 50Hz, 11A/6.4A, 1455trmin-1;  $\cos\varphi = 0.8$

1. Préciser la signification des différentes indications.
2. Déterminer le couplage et le courant en ligne si on dispose du réseau 127V/220V. Justifier.
3. On mesure la puissance électrique active absorbée. Donner ci-dessous 2 schémas de montages possibles (préciser les calibres des appareils).
4. Calculer la puissance active au fonctionnement normal, le rendement du moteur et son couple utile.

**Exercice 11 :**

On lit sur la plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé: 220V/380V, 15A/8.7A, 1460tr/min,  $\cos\varphi=0.85$ , 3900W. La résistance au stator mesurée entre 2 phases couplées  $R_s=2\Omega$ . Le moteur est alimenté par le réseau 220V/380V 50Hz.

1. Caractéristiques.
  - a. Que signifie toutes les indications de la plaque signalétique.
  - b. En déduire le couplage, le glissement, le rendement et le moment du couple utile nominal.

2. Réglage de vitesse.

Le moteur est alimenté par un onduleur à fréquence variable et telle que  $U/f = \text{cte}$ . La charge présente un couple résistant constant  $T_r=25.5 \text{ Nm}$ . Déterminer les tensions et fréquences pour obtenir les vitesses suivantes 1200tr/min, 900tr/min, 600tr/min.

**Exercice 12 :**

On relève sur la plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé à cage: 380V/660V ; 14A/8,1A. La résistance mesurée entre phases au stator vaut  $1\Omega$ .

On branche le moteur sur le réseau 220V/380V 50Hz.

Lors d'un essai à vide sous tension nominale, la puissance active mesurée est de  $P_v=490\text{W}$  et le courant de  $I_v=6\text{A}$ .

Lors d'un essai en charge nominale on relève  $T_u=65\text{Nm}$  et  $n=960\text{tr/min}$ .

1. Caractéristiques générales.
  - a. Préciser la signification des indications de la plaque signalétique.
  - b. Quel doit être le couplage du moteur sur le réseau.
  - c. Quel est le nombre de pôles et la vitesse de synchronisme.
  - d. Donner le schéma de montage de mesure de la résistance entre phases au stator (Préciser le matériel utilisé).
2. Essai à vide
  - e. Déterminer le facteur de puissance à vide. Justifier ce résultat.
  - f. Calculer les pertes fer et les pertes mécaniques. (On supposera qu'elles sont égales).
3. Fonctionnement en charge nominale.
  - g. Calculer le glissement.
  - h. Déterminer la puissance utile, le courant, la puissance absorbée, le rendement et le facteur de puissance.
  - i. En supposant les caractéristiques  $T_u(g)$  ou  $T_u(n)$  linéaire dans la partie utile, déterminer leurs équations avec  $T_u$  en Nm,  $g$  en % et  $n$  en tr/min.
4. Moteur en charge.

Le moteur entraîne une charge dont le couple résistant vaut  $T_r=20+0,04n$  avec  $T_r$  en Nm et  $n$  en tr/min.

  - j. Pour un réseau normal 220V/380V : Déterminer la vitesse, le couple utile du moteur et le courant. (On admettra que le rendement et le facteur de puissance restent les mêmes qu'au 3.h pour calculer I).
  - k. On utilise un variateur de vitesse à  $U/f=\text{cte}$ . Déterminer  $U$  et  $f$  pour obtenir une vitesse de 600 tr/min. Quel est alors le couple?

**Exercice 13 :**

On relève sur la plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé à cage: 380V/660V, 14A/8,1A. La résistance mesurée entre phases au stator vaut  $1\Omega$ . On branche le moteur sur le réseau 220V/380V 50Hz.

Lors d'un essai à vide sous tension nominale, la puissance active mesurée est de  $P_v=490W$  et le courant de  $I_v=6A$ . Lors d'un essai en charge nominale on relève  $T_u=65Nm$  et  $n=960tr/min$ .

1. Préciser la signification des indications de la plaque signalétique. Quel doit être le couplage du moteur sur le réseau. Quel est le nombre de pôles et la vitesse de synchronisme.
2. Déterminer le facteur de puissance à vide .Justifier ce résultat. Calculer les pertes fer et les pertes mécaniques. (On supposera qu'elles sont égales).
3. Calculer le glissement, la puissance utile, le courant, la puissance absorbée, le rendement et le facteur de puissance au fonctionnement nominal.
4. En supposant les caractéristiques  $T_u(g)$  ou  $T_u(n)$  linéaire dans la partie utile, déterminer leurs équations avec  $T_u$  en Nm,  $g$  en % et  $n$  en tr/min.
5. Le moteur entraîne une charge dont le couple résistant vaut  $T_r=20+0,04n$  avec  $T_r$  en Nm et  $n$  en tr/min. Déterminer la vitesse, le couple utile du moteur.

**Exercice 14 :**

Un moteur asynchrone 220/380V est alimenté par le réseau 127V/220V 50Hz.

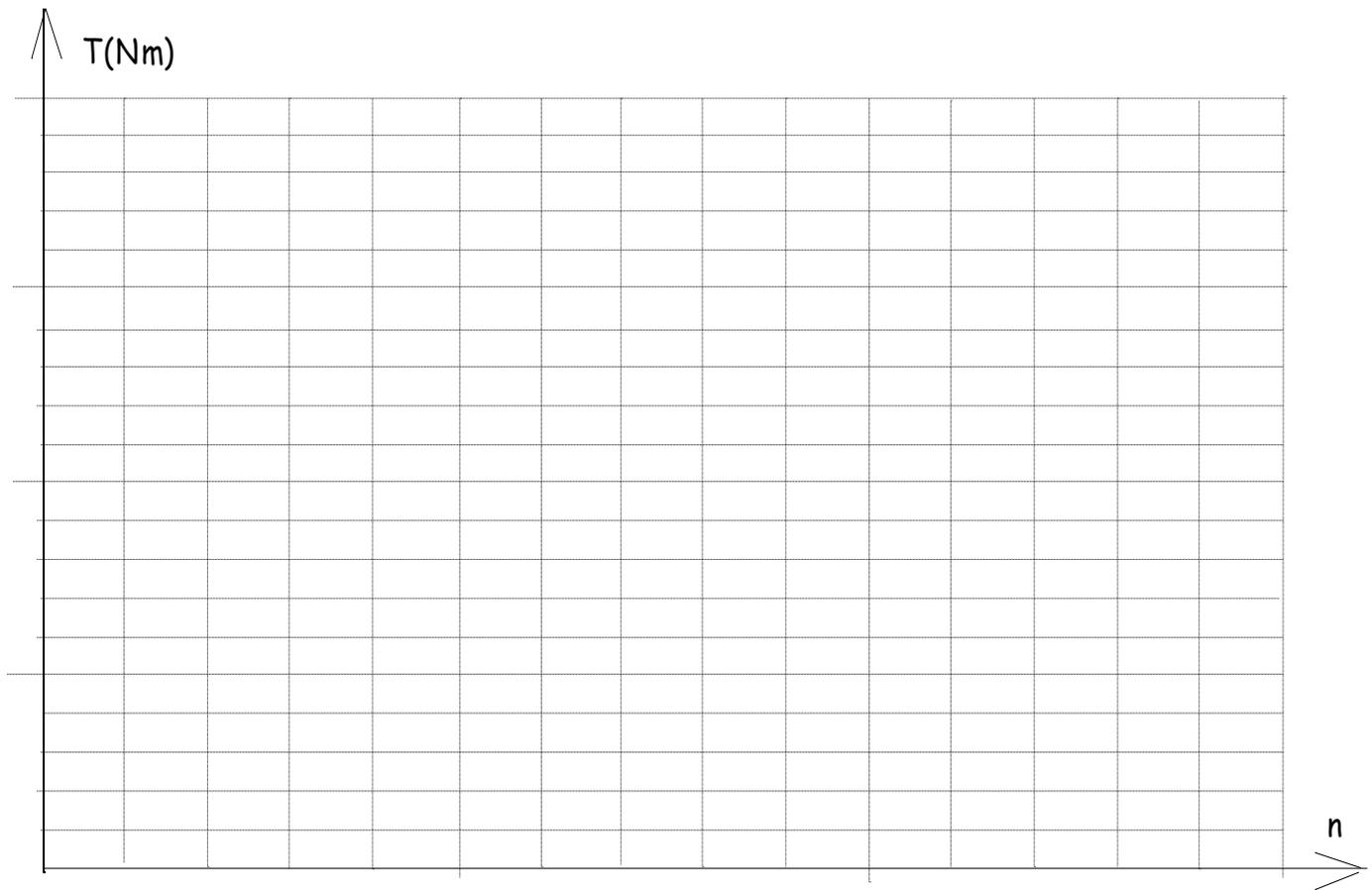
On a relevé les caractéristiques suivantes:

A vide :  $I_v=4A$ ,  $n_v=1498tr/min$  et  $P_{av}=300W$ .

En charge :  $T_{uN}=18 Nm$ ,  $I_N=10A$ ,  $n_N=1440tr/min$  et  $P_{aN}=3300W$ .

La résistance entre phases au stator  $R_{AB}=1,3\Omega$

1. Quel est le couplage du moteur sur le réseau et le nombre de pôles.
2. Comment mesure-t-on ?
  - a. La puissance absorbée par le moteur (Donner un schéma de montage possible).
  - b. le moment du couple et la vitesse. (Expliquer brièvement et donner le nom des appareils utiles).
  - c. la résistance entre phases au stator (Donner le schéma du montage nécessaire).
3. Calculer les pertes fer et mécaniques que l'on supposera égales.
4. Fonctionnement nominal:
  - d. Calculer le glissement, le facteur de puissance, la puissance utile et le rendement.
  - e. Faire le bilan des puissances .Calculer la puissance transmises au rotor, les pertes au rotor et le couple électromagnétique.
5. Tracer  $T_u(n)$  (supposée linéaire) : Echelles: 1Nm/div et 100 tr/min / div.
6. Le moteur est utilisé en traction. La charge présente un couple résistant  $T_r=10+2.10^{-3}.n$  (Nm, tr/min) en côte et  $T_r=3+2.10^{-3}.n$  (Nm, tr/min) sur le plat. Déterminer graphiquement les vitesses, les moments des couples utiles. Expliquer.
7. On utilise une alimentation triphasé à fréquence variable tel que  $U/f=cte$ . Déterminer la fréquence qu'il faut imposer à l'alimentation pour obtenir une vitesse de 1000 tr/min en côte. Quelles sont alors la tension, la vitesse sur le plat et les couples utiles du moteur.



**Exercice 15 :** Etude d'UN MOTEUR ASYNCHRONE alimenté par le réseau 230 V / 400 V 50Hz.  
Sur la plaque signalétique du moteur asynchrone triphasé on lit les indications suivantes :  
230 V / 400 V 50 Hz 10,4/6A 1440tr/min

On réalise les mesures ci dessous sous  $U_N=400$  V : A vide  $I_v=3$ A,  $n_v=1500$ tr/min et  $P_{av}=400$ W.

En charge :  $T_{un}=18$  Nm,  $I_N=6$ A,  $n_N=1440$ tr/min et  $P_{an}=3400$ W.

On mesure la résistance d'un enroulement du stator  $r_s=2\Omega$

1. plaque signalétique : Expliquer les valeurs de la plaque signalétique et en déduire le couplage du moteur sur le réseau et le nombre de pôles.

2. mesures.

Donner le schéma de montage précis de l'essai en charge (donner le nom et les caractéristiques de tous les appareils utilisés).

3. Fonctionnement à vide :

3.1. Déterminer le glissement, donner la relation et évaluer le facteur de puissance à vide (0,192 ; 0,525 ou 0,818). Justifier ce facteur de puissance

3.2. Faire un bilan des puissances actives mises en jeu lors de cet essai et en déduire les pertes fer et mécaniques que l'on supposera égales.

4. Fonctionnement nominal:

4.1. Déterminer le glissement, le facteur de puissance (0,192 ; 0,525 ou 0,818).

4.2. Faire le bilan des puissances (de la puissance absorbée à la puissance utile) . Calculer les pertes joules au stator, la puissance transmise au rotor, les pertes joules au rotor et la puissance utile. Evaluer le rendement (0.42 ; 0.62 ; 0.80).

5. réseau 220V/380V 50Hz :

5.1. Tracer la caractéristique  $T_u(n)$  (supposée linéaire) :

Echelles: 1Nm/div et 100 tr/min/ div.

5.2. Le moteur est utilisé en traction. La charge présente un couple résistant  $Tr=10+2.10^{-3}.n$  en côte et  $Tr=3+2.10^{-3}.n$  sur le plat avec  $Tr$  Nm et  $n$  en tr/min. Déterminer graphiquement les vitesses et les moments des couples utiles.

6. Fonctionnement à fréquence variable tel que  $U/f=cte$ . On utilise un variateur de vitesse.

6.1. Pour  $f= 30$  Hz : Calculer la vitesse de synchronisme, la tension composée, tracer  $t_u(n)$  et en déduire les vitesses sur le plat et en côte et les couples utiles du moteur.

6.2. Déterminer la fréquence qu'il faut imposer à l'alimentation pour obtenir une vitesse de 460 tr/min en côte. Quelle est la vitesse sur le plat.