

## Exercices Moteurs Asynchrones Triphasés

**Ex1 :** Un moteur asynchrone à bagues présente les caractéristiques suivantes : 95 kW; 230V/400V; 50 Hz ; 8 pôles.

1) Sachant qu'il est alimenté par une ligne triphasé en 400V, quel doit être le couplage ?

2) Calculer la fréquence de synchronisme.

En marche le glissement vaut 4 % :

3) En déduire la fréquence de rotation.

4) Quelle est alors la valeur du couple utile.

Le moteur est très puissant, on peut négliger ses pertes statoriques et mécaniques. Pour le régime nominal :

5) Calculer la puissance électrique absorbée.

6) Calculer l'intensité du courant absorbé au stator si le facteur de puissance est de 0,83.

On alimente désormais le moteur avec une ligne en 230 V.

7) Quel est le couplage du stator ?

8) Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant dans la ligne.

9) Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant dans un enroulement.

**Réponses :** 1/ étoile 2/ 750tr/min 3/ 720tr/min 4/ 1260Nm 5/ 98958W 6/ 172A 7/ triangle 8/ 298A 9/ 172A.

**Ex2 :** Un moteur asynchrone couplé en étoile porte les indications suivantes 220V / 380V :

A vide :  $I_o = 5,2 \text{ A}$   $P_o = 390 \text{ W}$

En charge :  $I = 7,5 \text{ A}$   $P = 4070 \text{ W}$

On a mesuré à chaud la résistance entre deux phases du stator  $R = 2,2 \Omega$ .

En admettant que les pertes mécaniques et magnétiques sont égales, calculer le rendement du moteur si la fréquence de rotation est de 1430 tr/min.

**Réponses :** 0,83

**Ex3 :** Un moteur asynchrone est tel que :

A vide, sa fréquence de rotation est proche du synchronisme.

En charge sa caractéristique mécanique est pratiquement rectiligne.

En fonctionnement nominal, on a déterminé :  $P_a = 3,4 \text{ kW}$  ;  $\eta = 86,5 \%$  ;  $n' = 1440 \text{ tr/min}$

Calculer la fréquence de synchronisme et le nombre de pôles.

1) Calculer le moment du couple utile.

2) Donner l'équation de la caractéristique mécanique dans sa partie utile.

3) Dans un fonctionnement à charge réduite, le glissement vaut 2,67 %.

4) Donner la fréquence de rotation.

5) Déterminer le couple utile et la puissance utile.

6) Le couple résistant de la machine entraînée prend la valeur de 22 Nm. Calculer le glissement.

**Réponses :** 1/ 1500tr/min 4 pôles 2/ 19,5Nm 3/  $C_u = -0,325 n' + 487,58$  4/ 1460tr/min 5/ 13Nm 1432tr/min 6/ 5,5%.

**Ex4 :** Un moteur asynchrone tétrapolaire triphasé à cage absorbe à pleine charge un courant d'intensité de 340 A et une puissance de 207 kW sous une tension de 380 V, 50 Hz. Le glissement est alors  $g = 1,2 \%$ . Connaissant la résistance entre deux bornes du stator  $R$  égale à  $0,018 \Omega$  et les pertes collectives  $P_c$  de 5200 W. Les pertes mécaniques et magnétiques sont égales. Calculer :

1) Le facteur de puissance.

2) La fréquence de rotation.

3) Les différentes pertes.

4) La puissance utile.

5) Le rendement.

6) Le moment du couple transmis au rotor et le moment du couple utile.

**Réponses :** 1/ 0,92 2/ 1482tr/min 3/  $P_{js}=3121W$   $P_{fs}=P_{mec}=2600W$   $P_{jr}=2415W$  4/ 196264W 5/ 94,81% 6/ 1281Nm 1264Nm.

**Ex5 :** Un moteur asynchrone triphasé porte sur sa plaque signalétique les indications suivantes : 230V/400V, 50Hz ; 960 tr/min ;  $\cos \varphi = 0,83$ .

On a mesuré à chaud la résistance d'un enroulement du stator et l'on a trouvé  $0,6 \Omega$ .

1) On couple ce moteur sur un réseau 400V, 50Hz. Quel couplage doit-on adopter ?

- 2) On réalise un essai à vide. L'intensité du courant en ligne est  $I_0 = 5,1A$  et la puissance reçue  $P_0 = 470W$ . Sachant que dans cet essai, le moteur tourne quasiment au synchronisme, en déduire sa fréquence de rotation à vide et son nombre de paires de pôles.
- 3) Déterminer le facteur de puissance dans cet essai.
- 4) Déduire de cet essai les pertes dans le fer du stator et les pertes mécaniques. On admettra qu'elles sont égales.
- 5) On réalise un essai au régime nominal et on mesure la puissance active reçue alors par ce moteur (méthode des deux wattmètres). On trouve  $P_1 = 4300W$  et  $P_2 = 1900W$ .
- 6) Calculer la puissance active reçue
- 7) Calculer l'intensité efficace du courant en ligne
- 8) Calculer les pertes statoriques par effet Joule
- 9) Calculer les pertes rotoriques par effet Joule
- 10) Calculer la puissance utile
- 11) Calculer le moment du couple utile
- 12) Calculer le rendement
- 13) Quelles sont les deux intensités et la puissance indiquées sur la plaque signalétique ?

**Réponses :** 1/ étoile 2/ 1000tr/min 3 paires 3/ 0,13 4/  $P_{fs} = P_{mec} = 211,6W$  6/ 6200W 7/ 10,78A 8/ 209,25W 9/ 231,16W 10/ 5336,4W 11/ 53Nm 12/ 0,86 13/ 18,75/10,78A 5,5KW

**Ex6 :** Un moteur asynchrone triphasé, dont le stator est couplé en triangle, a les caractéristiques nominales suivantes :

- Puissance utile : **40 kW** ; tension aux bornes d'un enroulement : **220 V, 50 Hz**.
- Intensité en ligne : **131 A**.
- Fréquence de rotation : **1455 tr/min**.
- La résistance mesurée à chaud entre 2 bornes du stator est de **0,038  $\Omega$** .

Dans tout le problème, le moteur est alimenté par un réseau triphasé **220 V** entre phases, **50 Hz**.

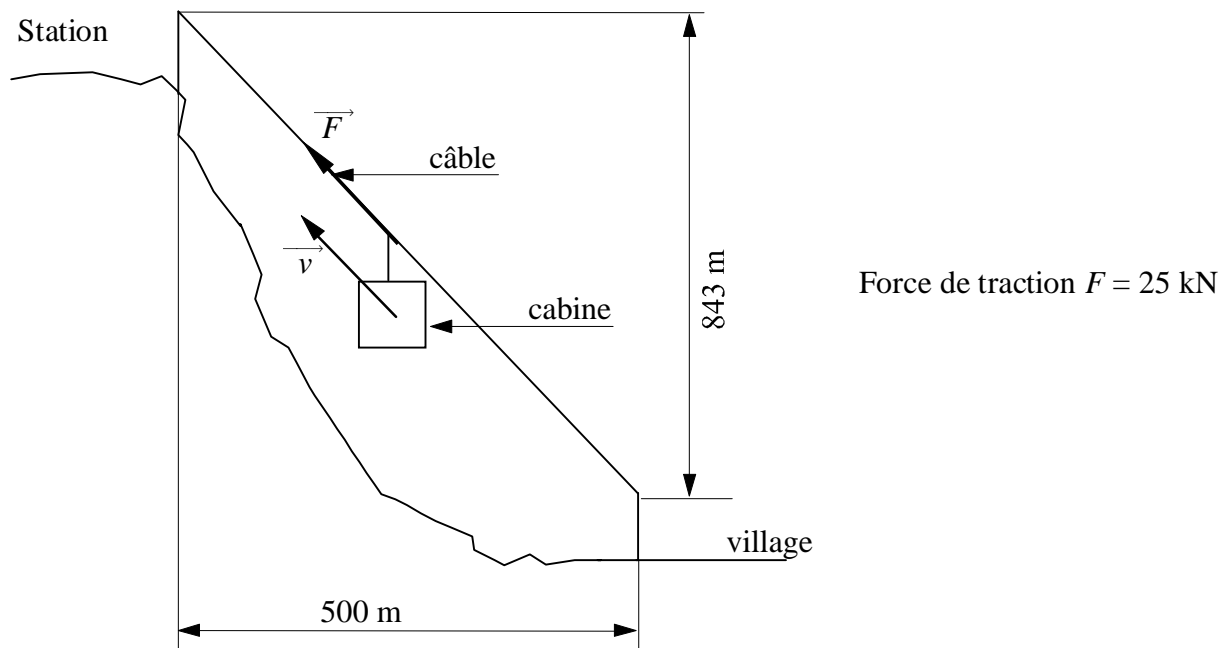
Un essai à vide a donné : puissance absorbée :

- Puissance absorbée à vide :  $P_0 = 1850W$
- Intensité en ligne :  $I_0 = 31,2 A$ .
- Les pertes mécaniques, supposées constantes, sont égales à  $P_{mec} = 740 W$ .

- 1) Quel est le nombre de pôles du stator ?
- 2) Calculer pour la charge nominale :
  - a) Le glissement
  - b) La puissance transmise au rotor.
  - c) Les pertes dans le fer et les pertes par effet Joule du stator
  - d) La puissance absorbée.
  - e) Le rendement et le facteur de puissance.
  - f) Le moment du couple utile.
- 3) La caractéristique mécanique  $C_u (n')$  du moteur est assimilable, dans sa partie utile, à une portion de droite passant par les points :  $(n' = 1500 \text{ tr/min} ; C_u = 0 \text{ Nm})$  et  $(n' = 1425 \text{ tr/min} ; C_u = 430 \text{ N m})$ .
  - a) Donner son équation.
  - b) Le moteur fonctionne au-dessous de sa charge nominale : il entraîne une machine présentant un couple résistant indépendant de la vitesse et de moment  $C_R = 130 \text{ Nm}$ . Quelle est la fréquence de rotation du moteur ?
- 4) On a connecté par erreur l'enroulement du stator en étoile sur le réseau 220 V de fréquence 50 Hz
  - a) Quelle est la tension aux bornes d'un enroulement du stator ?
  - b) Calculer le moment du couple utile  $C_u$  pour  $n' = 1425 \text{ tr/min}$ , et donner la nouvelle équation de la caractéristique mécanique  $C_u (n')$ . (On rappelle que, pour un glissement  $g$  fixé, le moment du couple utile est proportionnel au carré de la tension aux bornes d'un enroulement du stator).
  - c) Le moteur entraînant la même machine qu'à la question 3.2., quelle est la vitesse du moteur.

**Réponses :** 1/ 4 pôles 2/a/ 0,03 b/ 42KW c/ 1054,5W 978,17W d/ 44032,7W e/ 0,90 0,88 f/ 262,52Nm 3/ a/  $C_u = -5,73 n' + 8600$  b/ 1477tr/min 4/ a/ 127V b/ 143,33Nm  $C_u = -1,92 n' + 2867$  c/ 1425tr/min

**Ex7 :** Dans une nouvelle station de sports d'hiver, on doit installer un téléphérique. La Mairie a fait effectuer une petite étude énergétique.



- 1) Calculer l'énergie mise en jeu pour effectuer une montée.
- 2) La montée dure 5 minutes 26 secondes. Calculer :
  - a) la vitesse linéaire  $v$  de déplacement de la cabine en  $\text{m.s}^{-1}$  ;
  - b) la puissance utile  $P_u$  nécessaire.
- 3) Le moteur asynchrone triphasé tétrapolaire utilisé fonctionne en charge avec un courant en ligne de 150 A ; il est alimenté par un réseau 230 V/400 V ; 50 Hz. Le glissement du moteur est  $g = 3\%$ , son rendement  $\eta = 90\%$ . Calculer :
  - a)  $P_a$ , la puissance active absorbée par le moteur ;
  - b) la fréquence de synchronisme  $n_s$  (en  $\text{tr/min}$ ) ;
  - c) la fréquence de rotation  $n$  du moteur (en  $\text{tr/min}$ ).
- 4) La résistance des enroulements mesurée entre deux phases est de  $90 \text{ m}\Omega$ . Les pertes dans le fer du stator sont de 1,5 kW. Calculer :
  - a) les pertes par effet Joule au stator  $P_{js}$  ;
  - b) la puissance transmise au rotor  $P_{tr}$  (prendre  $P_a = 83,5 \text{ kW}$ ) ;
  - c) les pertes par effet Joule au rotor  $P_{jr}$ .

**Réponses :** 1) 24503,17KJ 2) a/ 3m/s b/ 75,163KW 3) a/ 85,515KW b/ 1500tr/min c/ 1455tr/min 4) a/ 3037,5W b/ 78,962KW c/ 2368,88W.

**Ex8 :** Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire 220/380 V à rotor bobiné et à bagues est alimenté par un réseau 220V/50 Hz.

Un essai à vide à une fréquence de rotation très proche du synchronisme a donné une puissance absorbée, mesurée par la méthode des deux wattmètres:  $P_1 = 1160 \text{ W}$   $P_2 = -660 \text{ W}$ .

Un essai en charge a donné:

- courant absorbé :  $I = 12,2 \text{ A}$ ,
- glissement :  $g = 6\%$ ,
- puissance absorbée mesurée par la méthode des deux wattmètres:  $P_1 = 2500 \text{ W}$   $P_2 = 740 \text{ W}$ .

La résistance d'un enroulement statorique est  $R = 1 \Omega$ .

- 1) 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 un réseau 220 V.
- 2) Dans le fonctionnement à vide, supposé équilibré, calculer
  - a) la fréquence de rotation (égale à la fréquence de synchronisme);
  - b) la puissance réactive  $Q_0$  absorbée;
  - c) l'intensité du courant en ligne  $I_0$ ;
  - d) le facteur de puissance à vide  $\cos \varphi_0$ ;
  - e) les pertes constantes. En déduire les pertes fer dans le stator supposées égales aux pertes mécaniques.
- 3) Dans le fonctionnement en charge, calculer:
  - a) la fréquence de rotation;

- b) la puissance transmise au rotor;
  - c) la puissance utile, le rendement;
  - d) le moment du couple utile sur l'arbre Cu;
  - e) le facteur de puissance.
- 4) Calculer la capacité des condensateurs qui, montés en triangle, relèveraient à 0,86 AR le facteur de puissance du moteur en charge.
- 5) Quelle serait alors la nouvelle intensité en ligne?
- 6) Ce moteur entraîne une machine dont le moment du couple résistant Cr en Nm est donné en fonction de la fréquence de rotation n'en tr/min par la relation:  $Cr = 8 \cdot 10^{-6} n^2$ . La partie utile de la caractéristique Cu (n') du moteur est une droite. Déterminer la fréquence de rotation du groupe et calculer la puissance utile du moteur.
- 7) Les enroulements du rotor sont couplés en étoile et la résistance mesurée entre deux bagues est 1,2  $\Omega$ . Quelle résistance doit-on mettre en série avec chacun des enroulements du rotor pour que la fréquence de rotation du groupe devienne 1300 tr/min?
- Réponses :** 1) 220V triangle 2) a/ 1500tr/min b/ 3152VAR c/ 8,37A d/ 0,15 e/ 430W 215W 3) a/ 1410tr/min b/ 2876W c/ 2488,6W 76,8% d/ 16,85Nm e/ 0,69 4) 30,94 $\mu$ F 5) 9,88A 6) 1416tr/min 2373W 7) 0,82 $\Omega$