

**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 :  $I_0 = 5,2 \text{ A}$   $P_0 = 390 \text{ W}$

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 3paires 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 Ω**.

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

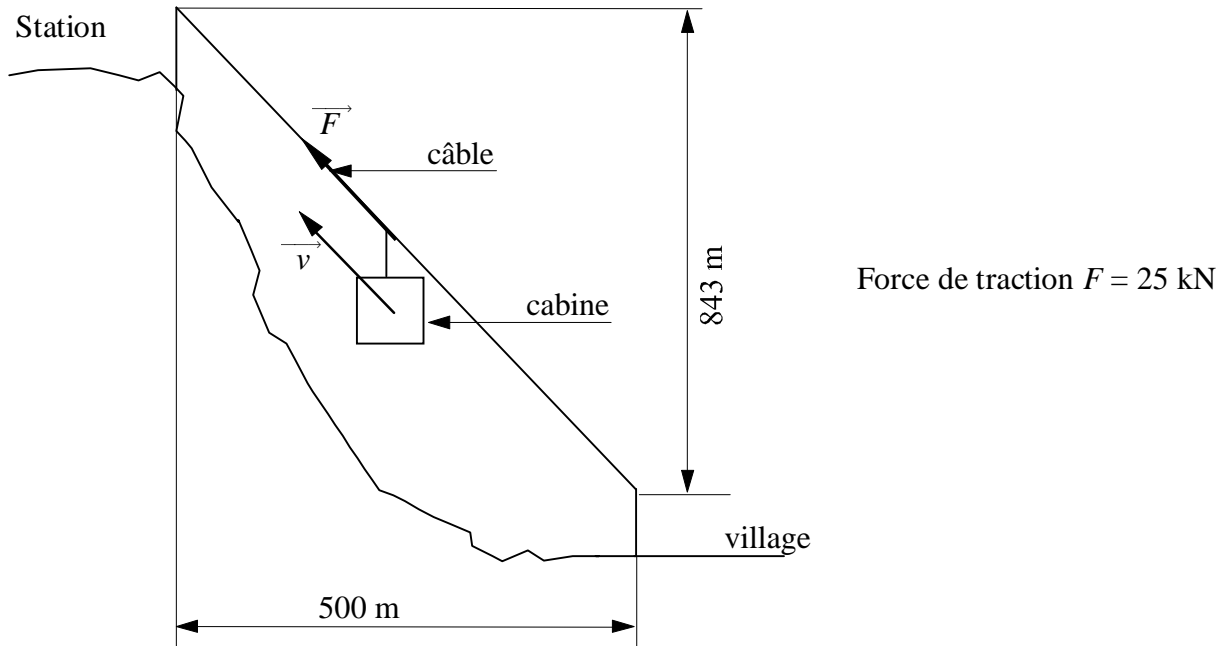
Un essai à vide a donné : puissance absorbée :

- 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 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 tr/min) ;
  - c) la fréquence de rotation  $n$  du moteur (en 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 $\Omega$