

Exercices Moteurs Asynchrones Triphasés

Exercice 1 : Un moteur asynchrone à bagues présente les caractéristiques suivantes :
95 kW ; 230 V/400 V ; 50 Hz ; 8 pôles.

- 1) Sachant qu'il est alimenté par un réseau triphasé de tension $U = 400 \text{ V}$, quel doit être le couplage ?
 - 2) Calculer la vitesse synchronisme n_s . En marche le glissement vaut $g = 4 \%$:
 - 3) En déduire la fréquence de rotation n .
 - 4) Quelle est alors la valeur du couple utile C_u .
- Le moteur est très puissant, on peut négliger ses pertes statoriques et mécaniques. Pour le régime nominal :
- 5) Calculer la puissance électrique absorbée P .
 - 6) Calculer l'intensité du courant absorbé I au stator si le facteur de puissance est $\cos \varphi = 0,83$. On alimente désormais le moteur avec une ligne de tension $U = 230 \text{ V}$.
 - 7) Quel est le couplage du stator ?
 - 8) Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant I dans la ligne.
 - 9) Calculer la valeur efficace de l'intensité du courant J dans un enroulement.

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

Exercice 2 : Un moteur asynchrone couplé en étoile porte les indications suivantes : **220 V/380 V.**

A vide : $I_0 = 5,2 \text{ A}$ $P_0 = 390 \text{ W}$ ($P_0 = P_{fs} + P_{mec}$)

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

On a mesuré à chaud la résistance entre deux phases du stator $R = 2,3 \Omega$.

En admettant que les pertes mécaniques et magnétiques sont égales, calculer le rendement du moteur si la vitesse de rotation est $n = 1425 \text{ tr/min}$.

Réponses : 80,65 %

Exercice 3 : Un moteur asynchrone est tel que :

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

En charge sa caractéristique mécanique est pratiquement rectiligne.

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

- 1) Calculer la vitesse de synchronisme n_s et le nombre de pôles.
- 2) Calculer le moment du couple utile C_u .
- 3) Donner l'équation de la caractéristique mécanique dans sa partie utile.
- 4) Dans un fonctionnement à charge réduite, le glissement vaut $g = 2,67 \%$. Donner la vitesse de rotation n .
- 5) Déterminer le couple utile C_u et la puissance utile P_u .
- 6) Le couple résistant de la machine entraînée prend la valeur $C_r = 22 \text{ Nm}$. Calculer le glissement g .

Réponses : 1/ 1500 tr/min - 4 pôles 2/ 19,5 Nm 3/ $C_u = - 0,325 n + 487,5$ 4/ 1460 tr/min
5/ 13 Nm - 1987,58 W 6/ 4,53 %.

Exercice 4 : Un moteur asynchrone tétrapolaire (4 pôles) triphasé à cage absorbe à pleine charge un courant d'intensité $I = 340 \text{ A}$ et une puissance $P = 207 \text{ kW}$ sous une tension $U = 380 \text{ V}$, 50 Hz . Le glissement est alors $g = 1,2 \%$. Connaissant la résistance entre deux bornes du stator $R = 0,018 \Omega$ et les pertes collectives $P_c = 5200 \text{ W}$. Les pertes mécaniques et magnétiques sont égales.

Calculer :

- 1) Le facteur de puissance $\cos \varphi$.
- 2) La vitesse de rotation n .
- 3) Les différentes pertes.
- 4) La puissance utile P_u .
- 5) Le rendement η .
- 6) Le moment du couple C_{em} transmis au rotor et le moment du couple utile C_u .

Réponses : 1/ **0,92** 2/ **1482 tr/min** 3/ **$P_{js} = 3121 \text{ W}$ $P_{fs} = P_{mec} = 2600 \text{ W}$ $P_{jr} = 2415 \text{ W}$**
4/ **196264 W** 5/ **94,81 %** 6/ **1281 Nm 1265 Nm.**

Exercice 5 : Un moteur asynchrone triphasé porte sur sa plaque signalétique les indications suivantes : **230 V/400 V ; 50 Hz ; 960 tr/min ; $\cos \varphi = 0,83$.**

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

- 1) On couple ce moteur sur un réseau $U = 400\text{V}$, 50Hz . Quel couplage doit-on adopter ?
- 2) On réalise un essai à vide. L'intensité du courant en ligne est $I_0 = 5,1 \text{ A}$ et la puissance reçue $P_0 = 470 \text{ W}$ ($P_0 = P_{fs} + P_{mec} + P_{js_0}$). Sachant que dans cet essai, le moteur tourne quasiment au synchronisme, en déduire sa vitesse de rotation à vide n_s et son nombre de paires de pôles p .
- 3) Déterminer le facteur de puissance $\cos \varphi_0$ dans cet essai.
- 4) Déduire de cet essai les pertes dans le fer du stator P_{fs} et les pertes mécaniques P_{mec} . On admettra qu'elles sont égales.
- 5) On réalise un essai au régime nominal et on mesure la puissance active P reçue alors par ce moteur (méthode des deux wattmètres). On trouve $P_1 = 4300 \text{ W}$ et $P_2 = 1900 \text{ W}$.
- 6) Calculer la puissance active P reçue.
- 7) Calculer l'intensité efficace du courant I en ligne.
- 8) Calculer les pertes statoriques par effet Joule P_{js} .
- 9) Calculer les pertes rotoriques par effet Joule P_{jr} .
- 10) Calculer la puissance utile P_u .
- 11) Calculer le moment du couple utile C_u .
- 12) Calculer le rendement η .
- 13) Quelles sont les deux intensités et la puissance indiquées sur la plaque signalétique ?

Réponses : 1/ **étoile** 2/ **1000 tr/min** 3 **3 paires** 3/ **0,13** 4/ **$P_{fs} = P_{mec} = 211,6 \text{ W}$** 6/ **6200 W**
7/ **10,77 A** 8/ **208,78 W** 9/ **231,18 W** 10/ **5336,84 W** 11/ **53 Nm** 12/ **0,86** 13/ **18,65 A/10,77 A**
5,5 KW

Exercice 6 : 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**.
- Vitesse 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 : **$P_0 = 1850 \text{ W}$**
- Intensité en ligne : **$I_0 = 31,2 \text{ A}$** .
- Les pertes mécaniques, supposées constantes, sont égales à **$P_{mec} = 740 \text{ W}$** .

1) Quel est le nombre de pôles du stator ?

2) Calculer pour la charge nominale :

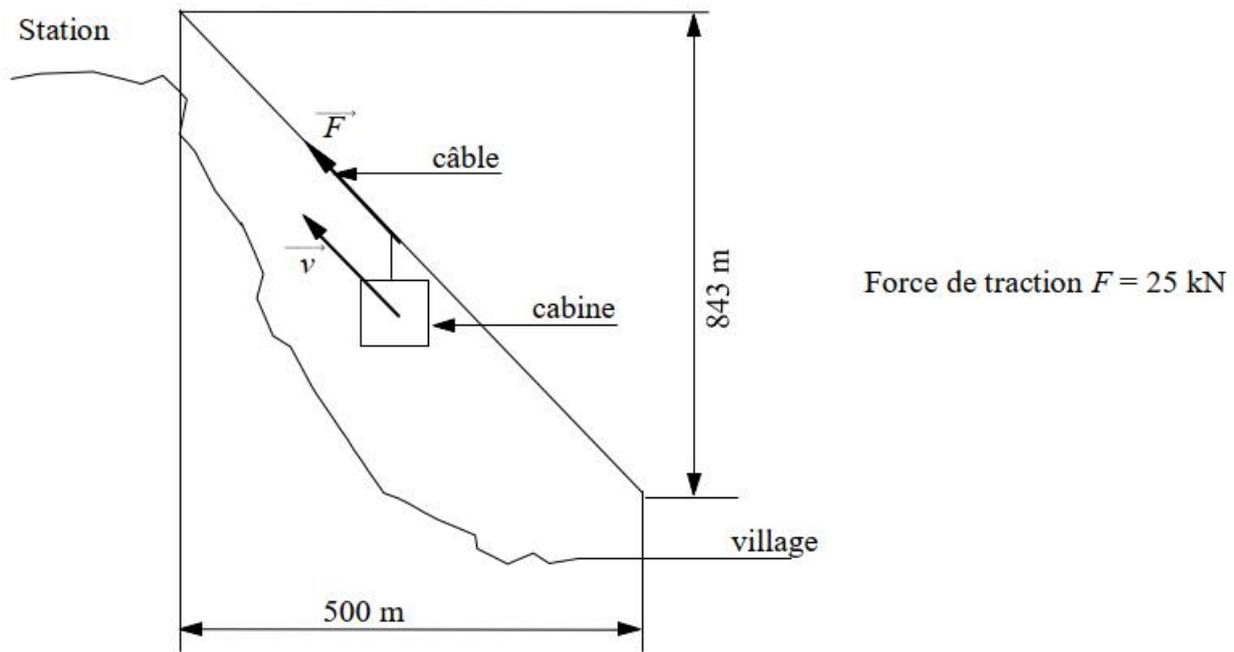
- a) Le glissement
- b) La puissance transmise au rotor.
- c) Les pertes dans le fer et les pertes par effet Joule du stator
- d) La puissance absorbée.
- e) Le rendement et le facteur de puissance.
- f) Le moment du couple utile.

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 ($n = 1425 \text{ tr/min}$; $C_u = 430 \text{ Nm}$).

- 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 vitesse 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/ **42 KW** c/ **1054,5 W 978,17 W** d/ **44032,7 W** e/ **0,90 0,88**
f/ **262,52 Nm** 3/ a/ **$C_u = - 5,73 n + 8600$** b/ **1478 tr/min** 4/ a/ **127 V** b/ **87,51 Nm**
 $C_u = - 1,166 n + 1750$ c/ **1390 tr/min**

Exercice 7 : 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 ;
 - b) La puissance utile P_u nécessaire.
- 3) Le moteur asynchrone triphasé tétrapolaire utilisé fonctionne en charge avec un courant en ligne $I = 150 \text{ A}$; il est alimenté par un réseau $230 \text{ V}/400 \text{ V}$; 50 Hz . Le glissement du moteur est $g = 3 \%$, son rendement $\eta = 92 \%$. Calculer :
 - a) La puissance active P absorbée par le moteur ;
 - b) La vitesse de synchronisme n_s (en tr/min) ;
 - c) La vitesse de rotation n du moteur (en tr/min).
- 4) La résistance des enroulements mesurée entre deux phases est $R = 90 \text{ m}\Omega$. Les pertes dans le fer du stator sont de $P_{fs} = 1,5 \text{ kW}$. Calculer :
 - a) Les pertes par effet Joule au stator P_{js} ;
 - b) La puissance transmise au rotor P_{tr} (prendre $P_a = 81,5 \text{ kW}$) ;
 - c) Les pertes par effet Joule au rotor P_{jr} .

Réponses : 1) **24503,17 KJ** 2) a/ **3 m/s** b/ **75 KW** 3) a/ **81,52 KW** b/ **1500 tr/min** c/ **1455 tr/min**
 4) a/ **3037,5 W** b/ **76,962 KW** c/ **2308,87 W**.

Exercice 8 : Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire $220/380 \text{ V}$ à rotor bobiné et à bagues est alimenté par un réseau $220 \text{ V}/50 \text{ Hz}$.

Un essai à vide à une vitesse de rotation très proche du synchronisme a donné une puissance P_0 absorbée, mesurée par la méthode des deux wattmètres : $P_{10} = 1160 \text{ W}$ et $P_{20} = - 660 \text{ W}$.

Un essai en charge a donné :

- Courant absorbé : $I = 12,2 \text{ A}$;
- Glissement : $g = 6 \%$;
- Puissance absorbée P mesurée par la méthode des deux wattmètres : $P_1 = 2500 \text{ W}$ et $P_2 = 740 \text{ W}$. 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 vitesse de rotation n_s (égale à la vitesse 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 vitesse de rotation n ;
 - b) La puissance P_{tr} transmise au rotor ;
 - c) La puissance utile P_u , le rendement η ;
 - d) Le moment du couple utile sur l'arbre C_u ;
 - e) Le facteur de puissance $\cos \varphi$.
- 4) Calculer la capacité C des condensateurs qui, montés en triangle, relèveraient à $\cos \varphi' = 0,86$ AR le facteur de puissance du moteur en charge.
- 5) Quelle serait alors la nouvelle intensité I' en ligne ?
- 6) Ce moteur entraîne une machine dont le moment du couple résistant C_r en Nm est donné en fonction de la vitesse de rotation n en tr/min par la relation : $C_r = 8 \cdot 10^{-6} n^2$. La partie utile de la caractéristique $C_u(n)$ du moteur est une droite. Déterminer la vitesse de rotation n du groupe et calculer la puissance utile P_u du moteur.
- 7) Les enroulements du rotor sont couplés en étoile et la résistance mesurée entre deux bagues est $R_b = 1,2 \Omega$. Quelle résistance doit-on mettre en série avec chacun des enroulements du rotor pour que la vitesse de rotation du groupe devienne $n' = 1300$ tr/min ?

Réponses : 1) 220 V triangle 2) a/ 1500 tr/min b/ 3152 VAR c/ 8,37A d/ 0,15 e/ 290 W 145 W
 3) a/ 1410 tr/min b/ 2648,5 W c/ 2344,6 W 72,36 % d/ 15,87 Nm e/ 0,69 4) 32,36 μF 5) 9,88 A
 6) 1412 tr/min 2359 W 7) 0,78 Ω