

TD : Actionneurs électriques

Exercice MCC01 : moteur à courant continu à excitation indépendante

Un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante est alimenté sous 240 V. La résistance d'induit est égale à $0,5 \Omega$, le circuit inducteur absorbe 250 W et les pertes collectives s'élèvent à 625 W.

Au fonctionnement nominal, le moteur consomme 42 A et la vitesse de rotation est de 1200 tr/min.

1- Calculer :

- la f.e.m.
- la puissance absorbée, la puissance électromagnétique et la puissance utile
- le couple utile et le rendement

2- Quelle est la vitesse de rotation du moteur quand le courant d'induit est de 30 A ?

- Que devient le couple utile à cette nouvelle vitesse (on suppose que les pertes collectives sont toujours égales à 625 W) ?
- Calculer le rendement.

Exercice MCC02 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante fournit une fem de 220 V pour un courant d'excitation de 3,5 A. La résistance de l'induit est de $90 \text{ m}\Omega$.

- Calculer la tension d'induit U lorsqu'elle débite 56 A dans le circuit de charge.

Exercice MCC03 "(Interrogation)" : moteur à courant continu à aimants permanents (moteur de rétroviseur électrique)

Un moteur de rétroviseur électrique d'automobile a les caractéristiques suivantes :

Moteur à courant continu à aimants permanents

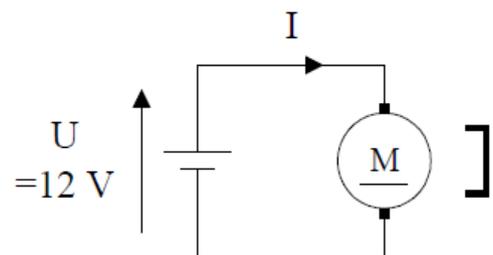
- 62 grammes \varnothing 28 mm longueur 38 mm
- Tension nominale $U_N=12 \text{ V}$
- fem (E en V) = $10^{-3} \times$ vitesse de rotation (n en tr/min)
- Résistance de l'induit $R=3,5 \Omega$
- Pertes collectives 1,6 W

Le moteur est alimenté par une batterie de fem 12 V, de résistance interne négligeable (voir figure).

1. A vide, le moteur consomme 0,20 A.
 - Calculer sa fem et en déduire sa vitesse de rotation.
2. Que se passe-t-il si on inverse le branchement du moteur ?
3. En charge, au rendement maximal, le moteur consomme 0,83 A.

Calculer :

- la puissance absorbée
 - les pertes Joule
 - la puissance utile
 - le rendement maximal
 - la vitesse de rotation
 - la puissance électromagnétique
 - le couple électromagnétique
 - le couple utile
 - le couple des pertes collectives
4. Justifier que le couple électromagnétique est proportionnel au courant d'induit.
 - Vérifier que : $T_{em}(\text{en Nm}) = 9,55 \times 10^{-3} \times I$ (en A)
 5. Calculer le courant au démarrage.
 - En déduire le couple électromagnétique de démarrage.
 6. Le moteur tourne sous tension nominale.
 - Que se passe-t-il si un problème mécanique provoque le blocage du rotor ?



Exercice MAS01 : 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

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.

2. 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 MAS02 (Interrogation) : 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 MCC01 : moteur à courant continu à excitation indépendante

1- Calculer :

- la f.e.m.

$$E = U - RI = 240 - 0,5 \times 42 = 219 \text{ V}$$

- la puissance absorbée, la puissance électromagnétique et la puissance utile

$$P_a = UI + 250 = 240 \times 42 + 250 = 10\,080 + 250 = 10,33 \text{ kW}$$

$$P_{em} = EI = 219 \times 42 = 9,198 \text{ kW}$$

$$P_u = P_{em} - 625 = 8,573 \text{ kW}$$

- le couple utile et le rendement

$$T_u = P_u / \Omega = 8573 / (1200 \times 2\pi / 60) = 8573 / 125,7 = 68,2 \text{ Nm}$$

$$\eta = P_u / P_a = 8573 / 10\,330 = 83,0 \%$$

2- Quelle est la vitesse de rotation du moteur quand le courant d'induit est de 30 A ?

$$E = U - RI = 240 - 0,5 \times 30 = 225 \text{ V}$$

L'excitation est constante donc la fem est proportionnelle à la vitesse de rotation :

$$n = (225/219) \times 1200 = 1233 \text{ tr/min}$$

Que devient le couple utile à cette nouvelle vitesse (on suppose que les pertes collectives sont toujours égales à 625 W) ?

Calculer le rendement.

$$P_u = 225 \times 30 - 625 = 6750 - 625 = 6,125 \text{ kW}$$

$$T_u = P_u / \Omega = 6125 / (1233 \times 2\pi / 60) = 6125 / 129,1 = 47,4 \text{ Nm}$$

$$P_a = 240 \times 30 + 250 = 7200 + 250 = 7,45 \text{ kW}$$

$$\eta = 6125 / 7450 = 82,2 \%$$

Exercice MCC02 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante fournit une fem de 220 V pour un courant d'excitation de 3,5 A. La résistance de l'induit est de 90 mΩ.

Calculer la tension d'induit U lorsqu'elle débite 56 A dans le circuit de charge.

$$U = E - RI = 220 - 0,090 \times 56 = 215 \text{ V}$$

(U < E en fonctionnement génératrice)

Exercice MAS01 : 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 Ω.

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

1- Déterminer :

- le couplage du moteur **Couplage étoile**- la vitesse de synchronisme $50/2 = 25 \text{ tr/s} = 1500 \text{ tr/min}$

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 $3RI^2 = 3 \times 0,70 \times 5,35^2 = 60 \text{ W}$ (couplage étoile)

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

Bilan de puissance :

à vide, la puissance utile est nulle

à vide, les pertes Joule au rotor sont négligeables (glissement quasiment nul)

$$845 - 60 - 500 = 285 \text{ W}$$

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 $3RI^2 = 3 \times 0,70 \times 16,5^2 = 572 \text{ W}$ - la puissance absorbée $\sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi = \sqrt{3} \times 400 \times 16,5 \times 0,83 = 9,488 \text{ kW}$

- la puissance transmise au rotor (les pertes fer statoriques sont sensiblement les mêmes qu'à vide)

Bilan de puissance : $9488 - 285 - 572 = 8,631 \text{ kW}$

- le glissement $(1500 - 1400) / 1500 = 6,67 \%$

- les pertes Joule rotoriques en charge $0,0667 \times 8631 = 575 \text{ W}$

- la puissance utile en bout d'arbre (les pertes mécaniques sont sensiblement les mêmes qu'à vide)

Bilan de puissance : $8631 - 575 - 500 = 7,556 \text{ kW}$

- le moment du couple utile $7556 / (1400 \times 2\pi / 60) = 51,5 \text{ Nm}$

- le rendement. $7556 / 9488 = 79,6 \%$