

Exercice 1 :

Un moteur à excitation indépendante fonctionne sous la tension d'induit $U=230$ V. En fonctionnement nominal, l'induit est parcouru par un courant d'intensité $I=40$ A. La résistance de l'induit est : $R=0,3 \Omega$ et celle de l'inducteur est $r=120 \Omega$. Un essai à vide à la fréquence de rotation nominale donne les résultats suivants : $U_0=225$ V ; $I_0=1,2$ A. Sachant que la tension d'alimentation de l'inducteur est : $U_e=140$ V calculer le rendement du moteur.

Corrigé :

Puissance (W) absorbée par l'induit : $UI=230 \times 40=9200$ W.

Puissance absorbée par l'inducteur : $U^2/r=140^2/120=163,3$ W.

Perte mécanique + perte fer sont calculées à partir de l'essai à vide :

$U_0I_0=RI_0^2+Pm+Pf$ soit $Pm+Pf=U_0I_0-R I_0^2$

$Pm+Pf=225 \times 1,2-(0,3 \times 1,2^2)=269,6$ W.

Pertes par effet joule dans l'induit : $Pj=RI^2=0,3 \times 40^2=480$ W.

Pertes totales : $269,6+480=749,6$ W

Total puissance reçue : $9200+163,3=9363,3$

Puissance utile $Pu=9200-749,6=8450,4$ W

Rendement : $8450,4/9363,3=0,90$ (90%)

Exercice 2 :

L'essai d'une machine à courant continu en générateur à vide à excitation indépendante a donné les résultats suivants : fréquence de rotation : $n_G=1500$ tr/min ; intensité du courant d'excitation $I_e=0,52$ A ; tension aux bornes de l'induit : $U_{G0}=230$ V.

La machine est utilisée en moteur. L'intensité d'excitation est maintenue constante quelle que soit le fonctionnement envisagé. La résistance de l'induit est $R=1,2 \Omega$.

1. le moteur fonctionne à vide; l'intensité du courant dans l'induit est $I_0=1,5$ A et la tension à ces bornes est $U_0=220$ V Calculer :

- la force électromotrice.
- les pertes par effet joule dans l'induit.
- la fréquence de rotation.
- la somme des pertes mécaniques et des pertes fer.
- le moment du couple de pertes correspondant aux pertes mécaniques et pertes fer. Ce moment sera supposé constant par la suite.

2. Le moteur fonctionne en charge. La tension d'alimentation de l'induit est $U=220$ V et l'intensité du courant qui le traverse est $I=10$ A. Calculer :

- la force électromotrice
- la fréquence de rotation.
- le moment du couple électromagnétique.
- le moment du couple utile.
- la puissance utile.

Corrigé :

1. $-U_0=E+RI_0$ soit $E=U_0-RI_0=220-(1,2 \times 1,5)=218,2$ V.

- **Perte joule induit : $RI_0^2=1,2 \times 1,5^2=2,7$ W.**

- La fréquence de rotation est proportionnelle à la fem : $E=k\Omega$ soit $k=E/\Omega$

Dans le fonctionnement en générateur $E=230$ V et $\Omega=2\pi(1500/60)=157$ rad/s d'où $k=1,465$

Lors du fonctionnement en moteur à vide : $\Omega=E/k=218,2/1,465=148,9$ rad/s soit $n_0=1423$ tr/min.

- Puissance absorbée à vide = puissance joule à vide + pertes mécaniques + pertes fer

$U_0I_0=RI_0^2+Pm+Pf$ d'où $Pm+Pf=U_0I_0-RI_0^2=327,3$ W.

- Le moment du couple C_p (Nm) est égal à la puissance divisée par la vitesse de rotation (rad/s)
 $(Pm+Pf)/\Omega \quad C_p=327,3/148,9=2,2$ Nm.

2. $-U=E+RI$ soit $E=U-RI=220-(1,2 \times 10)=208$ V

- La fréquence de rotation est proportionnelle à la fem :

$E=k\Omega$ soit $\Omega=E/k=208/1,465=141,98$ rad/s soit $n=1356$ tr/mn.

- Moment du couple électromagnétique (Nm) : $C_e = EI / \Omega = (208 \times 10) / 141,98 = 14,65 \text{ Nm}$.
- Moment du couple utile $C_u = C_e - C_p = 14,65 - 2,2 = 12,45 \text{ Nm}$.
- Puissance utile $P_u = C_u \Omega = 12,45 \times 141,98 = 1767,5 \text{ W}$.

Exercice 3 :

On dispose d'un moteur à courant continu à excitation indépendante. Ce moteur fonctionne à flux constant. L'induit du moteur a une résistance égale à 1Ω .

I. A $n_1 = 1200 \text{ tr/min}$, le moteur développe un couple électromagnétique de moment $C_1 = 60 \text{ N.m}$ et l'intensité I_1 du courant dans l'induit est égale à 26 A .

1. Démontrer que la force électromotrice du moteur est $E_1 = 290 \text{ V}$.

2. Calculer la tension U_1 aux bornes de l'induit.

II. La tension appliquée à l'induit est $U_2 = 316 \text{ V}$. Le moment du couple électromagnétique prend la valeur $C_2 = 100 \text{ N.m}$. On rappelle que pour ce type de moteur, le moment du couple électromagnétique est proportionnel à l'intensité du courant dans l'induit et que la force électromotrice est proportionnelle à la fréquence de rotation. Calculer :

1. l'intensité I_2 du courant dans l'induit,

2. la f.e.m. E_2 du moteur, et la fréquence de rotation n_2 du rotor.

Réponses : I. 1. $E_1 = C_1 \Omega_1 / I_1 = 289,99 \text{ V}$ 2. $U_1 = 316 \text{ V}$ II. 1. $I_2 = 43,33 \text{ A}$ 2. $E_2 = 272,66 \text{ V}$
 $n_2 = 1128 \text{ tr/min}$.

Exercice 4 :

Le moteur est à excitation indépendante et constante. On néglige sa réaction d'induit. L'induit a une résistance $r = 0,20 \Omega$. Il est alimenté sous une tension constante $U = 38 \text{ V}$.

1. A charge nominale, l'induit est parcouru par une intensité $I = 5 \text{ A}$ et il tourne à la fréquence de rotation de 1000 tr/min .

1.1 Représenter le modèle équivalent de l'induit, en fléchant la tension et le courant.

1.2 Calculer la force électromotrice E de l'induit.

1.3 Calculer le moment du couple électromagnétique C .

1.4 Montrer que l'on peut exprimer E en fonction de la fréquence de rotation n suivant la relation : $E = k.n$.

2. Par suite d'une variation de l'état de charge, l'intensité à travers l'induit devient $I' = 3,8 \text{ A}$, calculer :

2.1 Le nouveau moment du couple électromagnétique C' ,

2.2 La nouvelle fréquence de rotation n' . Comparer n et n' .

Réponses : 1. 1.2 $E = 37 \text{ V}$ 1.3 $C = 1,76 \text{ Nm}$ 2. 2.1 $C' = 1,34 \text{ Nm}$ 2.2 $n' = 1006 \text{ tr/min}$

Exercice 5 :

On dispose d'un moteur à courant continu, à excitation indépendante. L'induit, de résistance $R = 0,50 \Omega$, est alimenté par une tension continue $U = 220 \text{ V}$.

L'inducteur absorbe un courant d'excitation i constant.

1- Le moteur fonctionne en charge. L'induit absorbe un courant $I = 10 \text{ A}$. Le moteur fournit une puissance utile $P_u = 1,8 \text{ kW}$. Il tourne à une fréquence de rotation de 1200 tr/min .

a- Calculer la f.é.m du moteur.

b- Calculer le moment du couple utile.

2- Le moteur fonctionne à couple constant. L'induit absorbe toujours $I = 10 \text{ A}$. Pour régler la vitesse, on modifie la tension U .

a- Citer un dispositif électronique qui permet de faire varier cette vitesse.

b- La tension U prend la valeur $U = 110 \text{ V}$: calculer la nouvelle f.é.m et la fréquence de rotation correspondante.

Réponses : 1- a- $E = 215 \text{ V}$ b- $C_u = 14,32 \text{ Nm}$ 2- a- hacheur serie b- $E' = 105 \text{ V}$ $n' = 586 \text{ tr/min}$.

Exercice MCC11 : moteur à courant continu à aimants permanents (moteur de rétroviseur électrique)

IUT Nancy-Brabois Fabrice Sincère <http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere>

Je vous conseille de visiter ce site très instructif notamment les qcm sur les MCC sur le lien suivant:
http://fabrice.sincere.free.fr/qcm/qcm.php?nom=qcm_mcc

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 $U_N=12$ 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

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 : $T_{em}(\text{en Nm}) = 9,55 \cdot 10^{-3} \cdot I$ (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 ?

Solution Exercice MCC11 : moteur à courant continu à aimants permanents (moteur de rétroviseur électrique)

1- A vide, le moteur consomme 0,20 A.

Calculer sa fem et en déduire sa vitesse de rotation.

$$E = U - RI = 12 - 3,5 \times 0,2 = 11,3 \text{ V}$$

$$n = 11,3 \times 1000 = 11\,300 \text{ tr/min}$$

2- Que se passe-t-il si on inverse le branchement du moteur ?

Le sens de rotation est inversé.

3- En charge, au rendement maximal, le moteur consomme 0,83 A.

Calculer :

- la puissance absorbée $UI = 12 \times 0,83 = 9,96 \text{ W}$

- les pertes Joule $RI^2 = 3,5 \times 0,83^2 = 2,41 \text{ W}$

- la puissance utile $9,96 - 2,41 - 1,6 = 5,95 \text{ W}$

- le rendement maximal $5,95/9,96 = 59,7 \%$

- la vitesse de rotation $E = U - RI = 12 - 3,5 \times 0,83 = 9,10 \text{ V}$

$$n = 9,10 \times 1000 = 9\,100 \text{ tr/min}$$

- la puissance électromagnétique $EI = 9,10 \times 0,83 = 7,55 \text{ W}$

- le couple électromagnétique $7,55 / (9100 \cdot 2\pi / 60) = 7,55 \text{ W} / (952 \text{ rad/s})$
 $= 7,93 \text{ mNm}$

- le couple utile $5,95 / (9100 \cdot 2\pi / 60) = 6,25 \text{ mNm}$

- le couple des pertes collectives $7,93 - 6,25 = 1,68 \text{ mNm}$

4- Justifier que le couple électromagnétique est proportionnel au courant d'induit.

On sait que : $T_{em} = k\Phi I$

Le flux est constant car il s'agit d'un moteur à aimants permanents : $T_{em} \propto I$

Vérifier que : $T_{em}(\text{en Nm}) = 9,55 \times 10^{-3} \times I(\text{en A})$

D'après 3- : $k\Phi = T_{em}/I = 7,93 \cdot 10^{-3} / 0,83 = 9,55 \cdot 10^{-3}$

Autre méthode : $k\Phi = E/\Omega = (60/(2\pi)) \cdot E/n = (60/(2\pi)) \cdot 10^{-3} = 9,55 \cdot 10^{-3}$

5- Calculer le courant au démarrage.

$$n = 0 \quad E = 0 \quad \text{d'où } I = U/R = 12/3,5 = 3,43 \text{ A}$$

En déduire le couple électromagnétique de démarrage.

$$9,55 \cdot 10^{-3} \cdot 3,43 = 32,7 \text{ mNm}$$

6- Le moteur tourne sous tension nominale.

Que se passe-t-il si un problème mécanique provoque le blocage du rotor ?

$n = 0$ et $I = 3,43 \text{ A}$ en permanence : le moteur « grille ».