

Travaux dirigés sur la machine à courant continu
LST.GESA
Pr.Dr.BOUZI

Exercice MCC06 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

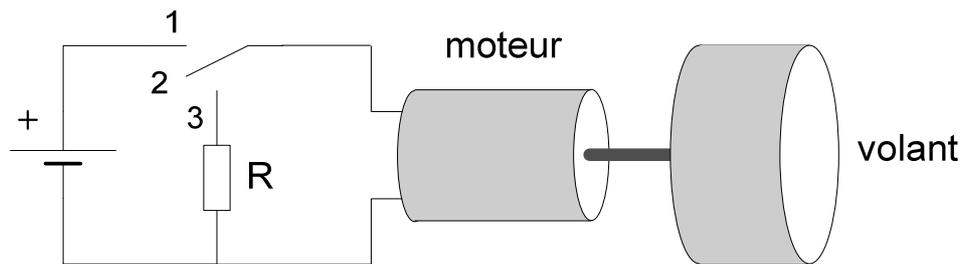
La plaque signalétique d'une génératrice à courant continu à excitation indépendante indique :

11,2 Nm	1500 tr/min	
induit	220 V	6,8 A
excitation	220 V	0,26 A
masse	38 kg	

- 1- Calculer la puissance mécanique consommée au fonctionnement nominal.
- 2- Calculer la puissance consommée par l'excitation.
- 3- Calculer la puissance utile.
- 4- En déduire le rendement nominal.

Exercice MCC07 : Expérience avec un moteur à courant continu à aimants permanents

Un moteur à courant continu à aimants permanents est couplé à un volant d'inertie (disque massif) :



- 1- On place le commutateur en position 1 : le moteur démarre et atteint sa vitesse nominale. On place ensuite le commutateur en position 2 :

- Le moteur s'emballe
- Le moteur change de sens de rotation
- Le moteur s'arrête lentement
- Le moteur s'arrête rapidement

(Cocher la ou les bonnes réponses)

- 2- On place à nouveau le commutateur en position 1. Puis on commute en position 3.

- 2-1- Que se passe-t-il ?
- 2-2- Que se passe-t-il si on diminue la valeur de la résistance R ?
- 2-3- Donner une application pratique.

Exercice MCC08 : 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 MCC09 : moteur à courant continu à excitation indépendante

La plaque signalétique d'un moteur à excitation indépendante porte les indications suivantes :

$U = 240 \text{ V}$	$I = 35 \text{ A}$
$P = 7 \text{ kW}$	$n = 800 \text{ tr/min}$

Calculer (à la charge nominale):

- 1- Le rendement du moteur sachant que les pertes Joule inducteur sont de 150 watts.
- 2- Les pertes Joule induit sachant que l'induit a une résistance de $0,5 \Omega$.
- 3- La puissance électromagnétique et les pertes « constantes ».
- 4- Le couple électromagnétique, le couple utile et le couple des pertes « constantes ».

Exercice MCC10 : moteur à courant continu à excitation indépendante

Une machine d'extraction est entraînée par un moteur à courant continu à excitation indépendante.

L'inducteur est alimenté par une tension $u = 600 \text{ V}$ et parcouru par un courant d'excitation d'intensité constante : $i = 30 \text{ A}$.

L'induit de résistance $R = 12 \text{ m}\Omega$ est alimenté par une source fournissant une tension U réglable de 0 V à sa valeur nominale : $U_N = 600 \text{ V}$.

L'intensité I du courant dans l'induit a une valeur nominale : $I_N = 1,50 \text{ kA}$.

La fréquence de rotation nominale est $n_N = 30 \text{ tr/min}$.

N.B. Les parties 1, 2, 3 sont indépendantes.

1- Démarrage

1-1- En notant Ω la vitesse angulaire du rotor, la fem du moteur a pour expression : $E = K\Omega$ avec Ω en rad/s.

Quelle est la valeur de E à l'arrêt ($n = 0$) ?

1-2- Dessiner le modèle équivalent de l'induit de ce moteur en indiquant sur le schéma les flèches associées à U et I .

1-3- Ecrire la relation entre U , E et I aux bornes de l'induit, en déduire la tension U_d à appliquer au démarrage pour que $I_d = 1,2 I_N$.

1-4- Citer un système de commande de la vitesse de ce moteur.

2- Fonctionnement nominal au cours d'une remontée en charge

2-1- Exprimer la puissance absorbée par l'induit du moteur et calculer sa valeur numérique.

2-2- Exprimer la puissance totale absorbée par le moteur et calculer sa valeur numérique.

2-3- Exprimer la puissance totale perdue par effet Joule et calculer sa valeur numérique.

2-4- Sachant que les autres pertes valent 27 kW , exprimer et calculer la puissance utile et le rendement du moteur.

2-5- Exprimer et calculer le moment du couple utile T_u et le moment du couple électromagnétique T_{em} .

3- Fonctionnement au cours d'une remontée à vide

3-1- Montrer que le moment du couple électromagnétique T_{em} de ce moteur est proportionnel à l'intensité I du courant dans l'induit : $T_{em} = KI$.

On admet que dans le fonctionnement au cours d'une remontée à vide, le moment du couple électromagnétique a une valeur T_{em}' égale à 10% de sa valeur nominale et garde cette valeur pendant toute la remontée.

3-2- Calculer l'intensité I' du courant dans l'induit pendant la remontée.

3-3- La tension U restant égale à U_N , exprimer puis calculer la fem E' du moteur.

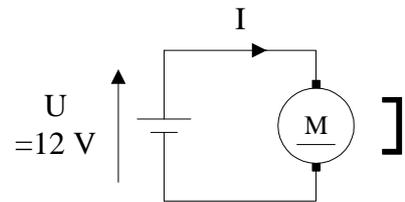
3-4- Exprimer, en fonction de E' , I' et T_{em}' , la nouvelle fréquence de rotation n' . Calculer sa valeur numérique.

Exercice MCC11 : 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 $U_N=12$ 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 : $T_{em}(\text{en Nm}) = 9,55 \cdot 10^{-3} \cdot I$ (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 ?

Exercice MCC12 : moteur à courant continu à excitation indépendante

Un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante a les caractéristiques suivantes :

- tension d'alimentation de l'induit : $U = 160 \text{ V}$

- résistance de l'induit : $R = 0,2 \Omega$

1- La fem E du moteur vaut 150 V quand sa vitesse de rotation est $n = 1500 \text{ tr/min}$.

En déduire la relation entre E et n .

2- Déterminer l'expression de I (courant d'induit en A) en fonction de E .

3- Déterminer l'expression de T_{em} (couple électromagnétique en Nm) en fonction de I .

4- En déduire que : $T_{em} = 764 - 0,477 \cdot n$

5- On néglige les pertes collectives du moteur. Justifier qu'alors :

$$T_u (\text{couple utile}) = T_{em}$$

6- Calculer la vitesse de rotation du moteur à vide.

7- Le moteur entraîne maintenant une charge dont le couple résistant varie proportionnellement avec la vitesse de rotation (20 Nm à 1000 tr/min).

Calculer la vitesse de rotation du moteur en charge :

- par une méthode graphique

- par un calcul algébrique

En déduire le courant d'induit et la puissance utile du moteur.

Exercice MCC13 : moteur à courant continu à excitation série

1- Donner le schéma électrique équivalent d'un moteur à courant continu à excitation série.

2- On donne :

- tension d'alimentation du moteur : $U = 200 \text{ V}$
- résistance de l'inducteur : $r = 0,5 \Omega$
- résistance de l'induit : $R = 0,2 \Omega$
- courant consommé : $I = 20 \text{ A}$
- vitesse de rotation : $n = 1500 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$

Calculer :

2-1- La f.e.m. du moteur.

2-2- La puissance absorbée, la puissance dissipée par effet Joule et la puissance utile si les pertes collectives sont de 100 W .

En déduire le moment du couple utile et le rendement.

2-3- Au démarrage, le courant doit être limité à $I_d = 40 \text{ A}$.

Calculer la valeur de la résistance du rhéostat à placer en série avec le moteur.

Exercice MCC14 : moteur à courant continu à excitation série

Un moteur à courant continu à excitation série est alimenté par une source de tension continue et constante $U = 220 \text{ V}$.

Pour simplifier l'étude, nous négligerons les résistances de l'inducteur et de l'induit, ainsi que les pertes collectives.

1-1- Montrer que le couple du moteur est proportionnel au carré du courant qu'il consomme.

1-2- Montrer que le couple est inversement proportionnel au carré de la vitesse de rotation.

1-3- En déduire que le moteur s'emballerait à vide.

1-4- D'après la question 1-2, on peut écrire que :

$$T_u = \frac{a}{n^2}$$

T_u : couple utile du moteur (en Nm)

n : vitesse de rotation (en tr/min)

a : constante

La plaque signalétique d'un moteur indique :

220 V 1200 tr/min 6,8 A

En déduire la valeur numérique de la constante a .

2- Par la suite, on prendra : $a = 20 \cdot 10^6 \text{ Nm}(\text{tr}/\text{min})^2$

2-1- Tracer l'allure de la caractéristique mécanique $T_u(n)$.

2-2- Le moteur entraîne un compresseur de couple résistant constant 10 Nm.

En déduire la vitesse de rotation de l'ensemble.

2-3- Le moteur entraîne un ventilateur dont le couple résistant est proportionnel au carré de la vitesse de rotation (15 Nm à 1000 tr/min).

En déduire la vitesse de rotation de l'ensemble.

Exercice MCC15 : génératrice à courant continu à excitation indépendante

Une génératrice à excitation indépendante délivre une fem constante de 210 V pour un courant inducteur de 2 A.

Les résistances des enroulements induit et inducteur sont respectivement 0,6 Ω et 40 Ω .
Les pertes « constantes » sont de 400 W.

Pour un débit de 45 A, calculer :

- La tension d'induit U
- La puissance utile P_u
- Les pertes Joule induit et inducteur
- La puissance absorbée P_a
- Le rendement η

