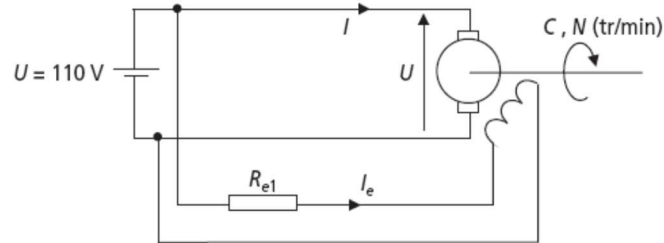


**TD : MACHINES A COURANT CONTINU****Fonctionnement en moteur****Exercice 1**

On considère une machine à courant continu utilisée en moteur. Le bobinage inducteur est alimenté par la source de tension de 110V qui alimente également l'induit, à la différence que le courant inducteur est limité par la résistance  $R_{e1}$ . L'installation est représentée sur la figure ci-dessous.



On donne : Résistance de l'induit  $R=0,5\Omega$ , Résistance de l'inducteur :  $R_e=400\Omega$

1. Le moteur fonctionnant à vide consomme le courant  $I=1,2A$ . Calculer alors la valeur des pertes mécaniques  $P_m$ . Calculer également la valeur de la force contre électromotrice interne  $E$ .
2. Toujours à vide, et pour  $R_{e1}=0$ , le moteur tourne à la vitesse de 1620tr/min. Calculer le couple de pertes mécaniques  $T_{méc}$ .
3. En déduire le coefficient  $k$  tel que  $T = k \cdot I_e \cdot I$ . Vérifier que ce coefficient vérifie également la relation  $E=k \cdot I_e \cdot \Omega$ .
4. On charge à présent le moteur en le faisant entraîner un treuil qui représente un couple résistant de 10Nm s'ajoutant au couple de pertes (supposé constant). Calculer alors le courant absorbé.
5. En déduire la valeur de la force contre électromotrice  $E$  et de celle de la vitesse de rotation du moteur  $n$ (tr/min).
6. On souhaite que cette charge soit entraînée à 1800tr/min. Calculer alors la valeur de la résistance  $R_{e1}$  permettant d'obtenir cette vitesse.

**Exercice 2**

Les caractéristiques nominales d'un moteur shunt sont : 220V; 60A; 1500tr/min

La résistance à chaud de son induit vaut :  $R_a=0,22\Omega$ .

Déterminer les valeurs des résistances du rhéostat de démarrage sachant qu'au démarrage :  $I_n \leq I_d \leq 2I_n$ .

**Exercice 3**

Un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante est alimenté sous 240V.

La résistance d'induit est égale à 0,5 $\Omega$ , le circuit inducteur absorbe 250W et les pertes collectives s'élèvent à 625W.

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

1. Calculer
  - a. La f.c.e.m.
  - b. La puissance absorbée, la puissance électromagnétique et la puissance utile
  - c. Le couple utile et le rendement
2.
  - a. Quelle est la vitesse de rotation du moteur quand le courant d'induit est de 30A ?
  - b. Que devient le couple utile à cette nouvelle vitesse (on suppose que les pertes collectives sont toujours égales à 625W) ?
  - c. Calculer le rendement

**Exercice 4**

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 1 $\Omega$ .

Pour  $n_1 = 1200$ tr/min, le moteur développe un couple électromagnétique de moment  $T_1=60$ N.m et l'intensité  $I_1$  du courant dans l'induit est égale à 26A.

1. Démontrer que la force électromotrice du moteur est  $E_1=290$ V.
2. Calculer la tension  $U_1$  aux bornes de l'induit.

La tension appliquée à l'induit est maintenant  $U_2=316$ V. Le moment du couple électromagnétique prend la valeur  $T_2=100$  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 :

3. l'intensité  $I_2$  du courant dans l'induit,
4. la f.c.e.m.  $E_2$  du moteur, et la fréquence de rotation  $n_2$  du rotor.

**Exercice 5**

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

$$U = 240V, I = 35A, P = 7kW, n = 800tr/min$$

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 W.
- 3- La puissance électromagnétique et les pertes « constantes ».
- 4- Le couple électromagnétique, le couple utile et le couple des pertes « constantes ».

**Exercice 6**

L'induit d'un moteur compensé à excitation indépendante et constante a une résistance  $r = 0,20\Omega$ . Il est alimenté sous une tension constante  $U=38V$ .

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

1. Représenter le modèle équivalent de l'induit.
2. Calculer la force contre électromotrice  $E$  de l'induit.
3. Calculer le moment du couple électromagnétique  $T_{em}$ .
4. Montrer que l'on peut exprimer  $E$  en fonction de la fréquence de rotation  $n$  suivant la relation :  $E = k_v.n$ .

Par suite d'une variation de l'état de charge, l'intensité de l'induit devient  $I'=3,8A$ , calculer :

5. Le nouveau moment du couple électromagnétique  $T'_{em}$ .
6. La nouvelle fréquence de rotation  $n'$ .
7. Comparer  $n$  et  $n'$  et conclure.

**Exercice 7**

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  $U=220V$ . L'inducteur absorbe un courant d'excitation  $i$  constant.

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

1. Calculer la f.c.é.m du moteur.
2. Calculer le moment du couple utile.

Le moteur fonctionne maintenant à couple constant. L'induit absorbe toujours  $I=10A$ . Pour régler la vitesse, on modifie la tension  $U$ .

3. Citer un dispositif électronique qui permet de faire varier cette vitesse.
4. La tension  $U$  prend la valeur  $U=110V$ , calculer la nouvelle f.c.é.m et la fréquence de rotation correspondante.

**Exercice 8**

Un moteur shunt est alimenté sous une tension constante de 200 V.

Il absorbe un courant  $I=22A$ . La résistance de l'inducteur est  $R=100\Omega$ , celle de l'induit  $R_a=0.5\Omega$ . Les pertes constantes sont de 200W.

1. Calculer :
  - a. les courants d'excitation et d'induit;
  - b. la force contre-électromotrice;
  - c. les pertes par effet Joule dans l'inducteur et dans l'induit;
  - d. la puissance absorbée, la puissance utile et le rendement global.
2. On veut limiter l'intensité dans l'induit au démarrage à 30A. Quelle doit être la valeur de la résistance du rhéostat de démarrage?
3. On équipe le moteur d'un rhéostat de champ. Indiquer son rôle. Dans quelle position doit se trouver le rhéostat de champ au démarrage? Justifier votre réponse.

**Exercice 9**

Un moteur, à excitation séparée constante, est alimenté sous la tension  $U=220V$ . La résistance de l'induit est de 0,1 $\Omega$ . Ce moteur fonctionne à couple utile constant  $T_u=200 Nm$ . Le courant dans l'induit est alors de 33A et il tourne à 300tr/min.

1. Calculer :
  - a. la puissance électrique absorbée par l'induit;

- b. la puissance fournie à la charge;
  - c. les pertes joules dans l'induit du moteur;
  - d. les pertes constantes du moteur?
2. Quelle est la valeur du couple électromagnétique?
  3. Quelle sera la vitesse stabilisée du moteur si la tension d'alimentation de l'induit est de 200 V?

**Exercice 10**

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

- + Tension d'alimentation de l'induit :  $U=160V$
  - + Résistance de l'induit :  $R=0,2\Omega$
1. La f.c.e.m.  $E$  du moteur vaut 150V 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 :  $T_{em} = 764 - 0,477 \times n$
  5. On néglige les pertes collectives du moteur. Justifier qu'alors :  $T_u$  (couple utile) =  $T_{em}$
  6. Calculer la vitesse de rotation du moteur à vide.

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

7. 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 11**

On s'intéresse à l'étude d'un moteur très utilisé en traction électrique : le moteur série. Il présente la particularité de posséder un bobinage inducteur placé en série avec l'induit comme le représente la figure ci-dessous :



1. À quelle grandeur est proportionnel le flux dans la machine ?
2. Quelle relation relie alors le couple et le courant de la machine ? Quel est l'intérêt de cette relation ?
3. Quelle relation relie également la force électromotrice interne  $E$  à la vitesse angulaire de la machine  $\Omega$  et au courant  $I$  ?
4. Représenter le schéma électrique équivalent de la machine en rotation, on notera  $R$  la résistance d'induit et  $R_e$  la résistance d'inducteur.
5. Déterminer la relation existant entre  $\Omega$ ,  $I$  et les grandeurs constantes du système. Idem entre  $\Omega$  et la couple  $C$ .
6. Représenter alors l'allure de l'évolution de la vitesse  $\Omega$  en fonction du courant.
7. Représenter également l'évolution de  $\Omega$  en fonction du couple.

**Exercice 12**

La plaque signalétique d'un moteur à courant continu à excitation série porte les données suivantes:

- + Tension d'alimentation du moteur :  $U = 200V$

- + Résistance de l'inducteur :  $r = 0,5\Omega$

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

- + Courant consommé :  $I = 20A$

- + Vitesse de rotation :  $n = 1500 \text{tr} \times \text{min}^{-1}$

1. Calculer la f.c.e.m. du moteur.
2. Calculer la puissance absorbée, la puissance dissipée par effet Joule et la puissance utile si les pertes collectives sont de 100W.
3. En déduire le moment du couple utile et le rendement.
4. Au démarrage, le courant doit être limité à  $I_d = 40A$ . Calculer alors la valeur de la résistance du rhéostat de démarrage du moteur.