

## Le moteur à courant continu

Domaine d'application :  
**Contrôle de l'énergie**

Type de document :  
**Exercices**

Version :  
**201304**

Date :

### I - Exercice 1

Un moteur à courant continu alimenté avec un courant  $I = 1 \text{ A}$  possède les caractéristiques suivantes :

- \* Résistance interne  $r = 17 \Omega$
- \* Force électromotrice  $E = 7.2 \text{ V}$

**I - 1** - Calculez la puissance électrique reçue par le moteur. S'agit-il de  $P_A$ ,  $P_J$ ,  $P_M$ ,  $P_E$  ou  $P_U$  ?

**I - 2** - Calculez la puissance mécanique des forces développées par le moteur. S'agit-il de  $P_A$ ,  $P_J$ ,  $P_M$ ,  $P_E$  ou  $P_U$  ?

**I - 3** - Calculez la puissance dissipée par effet Joule. S'agit-il de  $P_A$ ,  $P_J$ ,  $P_M$ ,  $P_E$  ou  $P_U$  ?

**I - 4** - Déterminez, en  $\mathbf{W.h}$ , les quantités d'énergie mises en jeu sous les différentes formes lors d'un fonctionnement permanent de durée  $\Delta t = 2 \text{ h } 30 \text{ min}$ .

### II - Exercice 2

Sur la plaque signalétique d'un moteur à courant continu, le constructeur indique les caractéristiques suivantes :

- \* Tension d'alimentation :  $U = 48 \text{ V}$
- \* Résistance interne :  $r = 16 \Omega$
- \* Courant de démarrage :  $I_0 = 3 \text{ A}$
- \* Puissance absorbée à vide à  $2100 \text{ tr.min}^{-1}$  :  $4.8 \text{ W}$
- \* Intensité du courant à vide :  $100 \text{ mA}$
- \* Puissance nominale absorbée à  $1500 \text{ tr.min}^{-1}$  :  $43 \text{ W}$
- \* Intensité nominale absorbée à  $1500 \text{ tr.min}^{-1}$  :  $900 \text{ mA}$
- \* Puissance nominale utile à  $1500 \text{ tr.min}^{-1}$  :  $27 \text{ W}$

*Remarque* : « à vide » signifie que le moteur n'entraîne rien [aucune charge].

**II - 1** - Ecrivez l'expression littérale de la tension aux bornes d'un moteur à courant continu en indiquant les unités et la signification de chacune des grandeurs.

**II - 2** - En utilisant les données du constructeur, montrez que lors du démarrage la force électromotrice du moteur est nulle. Interprétez ce fait en donnant la valeur de la vitesse de rotation  $\Omega$  lors du démarrage.

**II - 3** - Calculez la puissance  $P_A$  absorbée par le moteur dans les conditions nominales et comparez votre résultat aux données du constructeur.

**II - 4** - Calculez la puissance  $P_J$  perdue par effet Joule en régime nominal.

**II - 5** - Calculez la puissance électromagnétique  $P_E$  absorbée par les actions mécaniques en régime nominal.

On admet que la puissance mécanique  $P_M$  absorbée par les actions mécaniques internes est égale à la puissance électromécanique  $P_E$  absorbée à vide : à vide  $P_M = P_E$  car  $P_U = 0 \text{ W}$

**II - 6** - Calculez la puissance mécanique  $P_M$  absorbée par les actions mécaniques internes en régime nominal.

**II - 7** - Calculez la puissance mécanique  $P_M$  absorbée par les actions mécaniques internes à vide.

**II - 8** - Déduisez des deux questions précédentes l'évolution de la puissance mécanique  $P_M$  absorbée par les actions mécaniques internes, en fonction de la vitesse :

- \* Si la vitesse  $\Omega$  du moteur augmente,  $P_M$  augmente, diminue, ou reste constante ?
- \* Si la vitesse  $\Omega$  du moteur diminue,  $P_M$  augmente, diminue, ou reste constante ?

**II - 9** - Calculez la valeur du rendement  $\eta$  du moteur en régime nominal.

**II - 10** - Calculez la valeur du couple électromagnétique  $C_E$  du moteur en régime nominal.

### III - Exercice 3

Le TGV Méditerranée fonctionne avec un moteur à courant continu alimenté sous une tension de **1100 V** et un courant de **480 A**. La puissance mécanique utile  $P_U$  développée par ce moteur en régime nominal est de **490 kW**. En plus des pertes par effet Joule  $P_J$ , il apparaît d'autres pertes appelées pertes internes dues essentiellement aux frottements et notées  $P_M$ . On admettra que  $P_J = P_M$ .

III - 1 - Calculez la puissance électrique fournie au moteur.

III - 2 - Faites un bilan des puissances pour ce moteur.

III - 3 - Déterminez la résistance interne du moteur.

III - 4 - Déterminez la puissance électromagnétique du moteur.

III - 5 - Déterminez la force électromotrice du moteur.

III - 6 - On considère que lors du trajet Paris/Marseille le TGV Méditerranée fonctionne en régime nominal pendant une durée de **3 heures**. Calculez l'énergie consommée par le moteur durant ce trajet, en exprimant votre résultat en **Watt heure** puis en **Joule**.

### IV - Exercice 4

Un moteur à courant continu à aimants permanents est utilisé sous sa tension nominale  $U = 12 \text{ V}$  ; il est parcouru par un courant d'intensité  $I = 2.5 \text{ A}$ . Les pertes par effet Joule correspondent à la puissance  $P_J = 11 \text{ W}$ .

IV - 1 - Ecrivez le bilan énergétique qualitatif de ce moteur en traçant l'arbre des puissances.

IV - 2 - Déduisez-en la relation entre les puissances mises en jeu sous les différentes formes.

IV - 3 - Calculez chacune de ces puissances.

IV - 4 - Calculez la f.e.m. de ce moteur dans ces conditions de fonctionnement et sa résistance interne.

### V - Exercice 5

Un moteur à courant continu est alimenté sous une tension constante  $U = 12 \text{ V}$ . On a relevé les mesures suivantes dans les deux situations décrites ci-dessous :

- \* Lors qu'on empêche le moteur de tourner en maintenant l'arbre du rotor l'intensité du courant est  $I_0 = 7.2 \text{ A}$ . Dans cette situation la puissance mécanique des forces électromagnétiques est nulle.
- \* En régime nominal le moteur tourne en fournissant une énergie mécanique, et l'intensité du courant est alors  $I = 2.5 \text{ A}$ .

V - 1 - Calculez la résistance interne  $r$  du moteur.

V - 2 - Calculez la f.e.m. du moteur lorsqu'il est bloqué à l'arrêt.

V - 3 - Calculez la f.e.m. du moteur lorsqu'il fonctionne en régime nominal.

V - 4 - Déterminez la puissance  $P_J$  du transfert par effet Joule en régime nominal.

V - 5 - Déterminez la puissance  $P_E$  des forces électromagnétiques en régime nominal.

### VI - Exercice 6

Un moteur à courant continu possède les caractéristiques suivantes :

- \* Résistance interne  $r = 15 \Omega$
- \* Constante de couple  $K = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m.N.A}^{-1}$
- \* Les pertes dues aux frottement sont considérées négligeables :  $P_M = 0 \text{ W}$

VI - 1 - Calculez la f.e.m. nécessaire pour que le moteur tourne à la vitesse de **1200 tr.min<sup>-1</sup>**.

VI - 2 - Calculez la tension  $U$  à appliquer aux bornes du moteur et le courant  $I$  absorbé par le moteur pour qu'il tourne à la vitesse de **1200 tr.min<sup>-1</sup>** tout en fournissant un couple mécanique de sortie  $C = 1 \text{ m.N.A}^{-1}$ .

VI - 3 - Combien vaut le couple  $C$  en sortie du moteur lorsque le courant absorbé vaut **2 A** [en gardant  $E$  constant] ? Calculez dans ces conditions la vitesse  $\Omega$ , la tension d'entrée  $U$ , et les puissances  $P_A$ ,  $P_E$ ,  $P_J$ ,  $P_M$  et  $P_U$ .