

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 tr.min^{-1} : 4.8 W
- * Intensité du courant à vide : 100 mA
- * Puissance nominale absorbée à 1500 tr.min^{-1} : 43 W
- * Intensité nominale absorbée à 1500 tr.min^{-1} : 900 mA
- * Puissance nominale utile à 1500 tr.min^{-1} : 27 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 Ω 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 Ω du moteur augmente, P_M augmente, diminue, ou reste constante ?
- * Si la vitesse Ω du moteur diminue, P_M augmente, diminue, ou reste constante ?

II - 9 - Calculez la valeur du rendement η 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 $U = 12 V$; il est parcouru par un courant d'intensité $I = 2.5 A$. Les pertes par effet Joule correspondent à la puissance $P_J = 11 W$.

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 $U = 12 V$. 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 $I_0 = 7.2 A$. 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 $I = 2.5 A$.

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 : $P_M = 0 W$

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

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⁻¹** 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 Ω , la tension d'entrée U , et les puissances P_A , P_E , P_J , P_M et P_U .