

Moteur à courant continu

Exercice ①

On utilise un moteur à aimants permanents donc à excitation indépendante. Le flux Φ est constant. Le modèle de Thévenin de l'induit est donné

E est la force électromotrice (f. é. m) de la machine à courant continu.

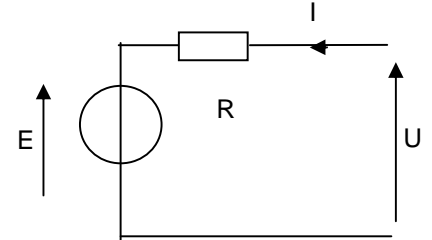
R est la résistance de l'induit. $R = 1,5 \Omega$

Exprimer la tension d'alimentation U du moteur en fonction de E , R et I .

Quelle est la valeur de E lors du démarrage du moteur ? Justifier votre réponse.

Pour un courant d'induit $I = 2,0 \text{ A}$, calculer la valeur minimum de la tension

U nécessaire pour faire démarrer le moteur.



Exercice ②

Nous étudions dans ce problème, le principe d'une voiture électrique. Le moteur à courant continu utilise une électronique de puissance simple en sortie de batterie.

C'est la raison pour laquelle certains constructeurs décident d'équiper leur première génération de voiture de ce type de moteur.

Le moteur à courant continu.

Les caractéristiques du moteur sont les suivantes :

Machine à excitation indépendante la force électromotrice E est proportionnelle à la vitesse de rotation angulaire Ω (en rad/s) **$E = K \cdot \Omega$ avec $K = 1,31 \text{ V.s/rad}$.**

La résistance du circuit d'induit $R = 0,15 \Omega$, le moment du couple de pertes magnétiques et mécaniques est négligé $T_p=0$; la tension d'induit est constante $U = 260 \text{ V}$.

1.1 Le moteur est traversé par un courant d'intensité $I = 170 \text{ A}$

1.1.1.Représenter le modèle électrique équivalent de l'induit.

Calculer :

- 1.1.2. la force électromotrice E du moteur ;
- 1.1.3. la fréquence de rotation n du rotor en tr/min ;
- 1.1.4.les pertes P_j dissipées par effet Joule dans l'induit ;
- 1.1.5. la puissance utile P_u ;
- 1.1.6. le moment T_u du couple utile.

1.2 Le moteur entraîne le véhicule électrique.

1.2.1 Caractéristique mécanique du moteur

Deux essais préalables du moteur ont été réalisés :

⇒ un essai à vide pour lequel $n=1880 \text{ tr/min}$

⇒ un essai en charge $n = 1700 \text{ tr/min}$ et $T_u = 234 \text{ N.m}$.

Tracer la caractéristique mécanique du moteur $T_u (n)$ sur le document réponse 1.

1.2.2 le véhicule roule en terrain plat

Le moteur de la voiture est soumis à un couple résistant dont le moment est lié à la fréquence de rotation par la caractéristique mécanique $T_r (n)$ donnée sur le document réponse 1.

a) Déterminer :

⇒ le moment T_1 du couple résistant ;

⇒ la fréquence de rotation n_1 (en tr/min) du moteur.

b) Justifier que T_u est proportionnel à I . En déduire l'intensité I_1 du courant traversant l'induit de la machine.

Exercice ③

On se propose d'étudier le système de ventilation forcée d'une automobile. La partie A étudie le moteur actionnant le ventilateur.

– Étude du moteur

Pour actionner le ventilateur on utilise un moteur à courant continu à aimants permanents.

1) Représenter le modèle électrique équivalent à l'induit du moteur.

Un essai du moteur sous tension réduite, rotor bloqué est fait. L'intensité I est alors de $15,0 \text{ A}$ et la tension U est égale à $6,7 \text{ V}$

2) Quelle est la valeur de la force électromotrice E lorsque le rotor du moteur est bloqué ?

3) En déduire la valeur de la résistance de l'induit.

Ce moteur à courant continu doit entraîner le ventilateur a différentes vitesses. Pour cela on applique à son induit une tension U réglable. La figure (2) donne la caractéristique mécanique du moteur pour $U = 10$ V. Sur cette figure (2), on a aussi représenté la caractéristique mécanique du ventilateur $T_r = f(n)$.

- 4) Déterminer les valeurs T et n des coordonnées du point de fonctionnement en régime établi du groupe moteur-ventilateur pour $U = 10$ V.
- 5) En déduire la puissance utile fournie par le moteur.
- 6) L'intensité I_a du courant appel, pour ce fonctionnement vaut 10,5 A. En déduire la puissance P_a absorbée par le moteur.
- 7) Calculer le rendement du moteur.

document réponse 1

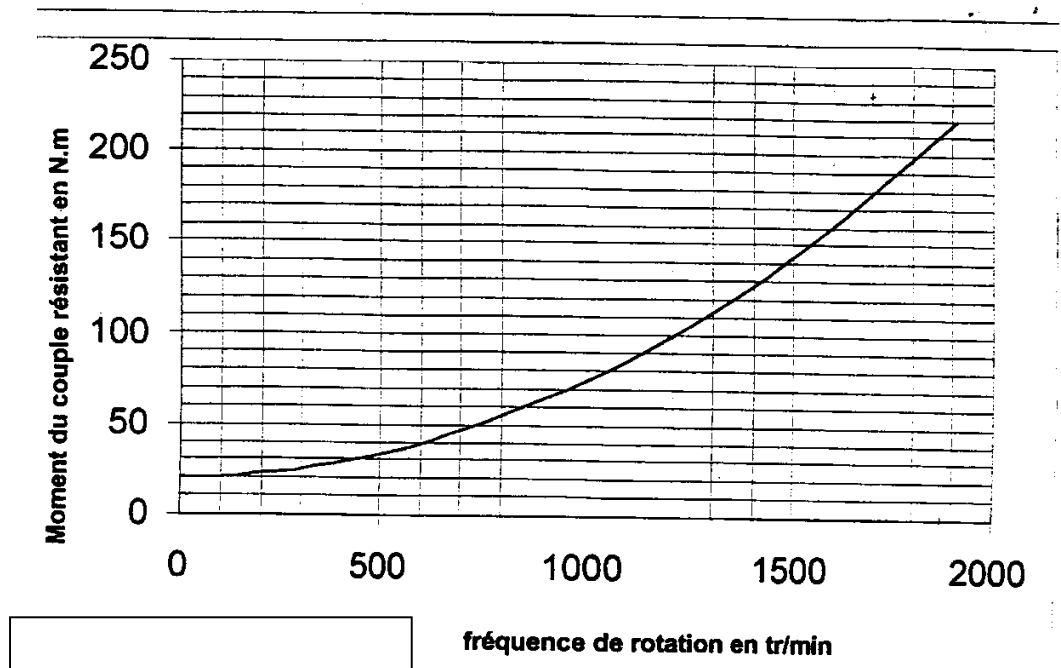


figure 2

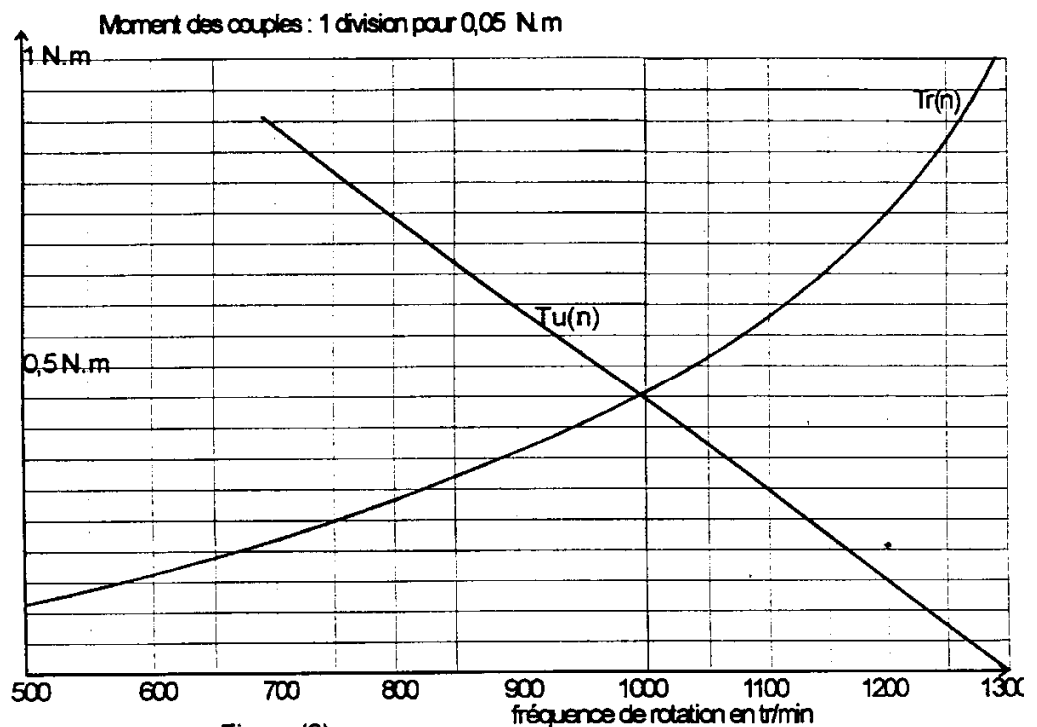


Figure (2)

Correction

Exercice 1

Tension d'alimentation U donnée par la loi de la maille : $U - R.I - E = 0 \Rightarrow U = E + R.I$

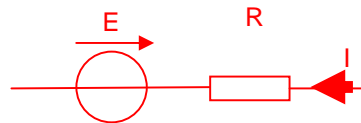
Au démarrage $E = 0$ puisque $\Omega = 0$ et $E = K.\Omega$

La tension minimale pour que le moteur démarre est $U_d = 0 + R.I_d = 1,5.2,0 = 3,0 \text{ V}$

Exercice 2

1/ moteur traversé par un courant de 170A

1.1 modèle électrique de l'induit :



1.2 valeur de la fém. : $E = U - R.I = 260 - 0,15.170 = 234,5 \text{ V}$

1.3 fréquence de rotation du moteur : $E = k.\Omega = k2\pi n = k2\pi N/60$

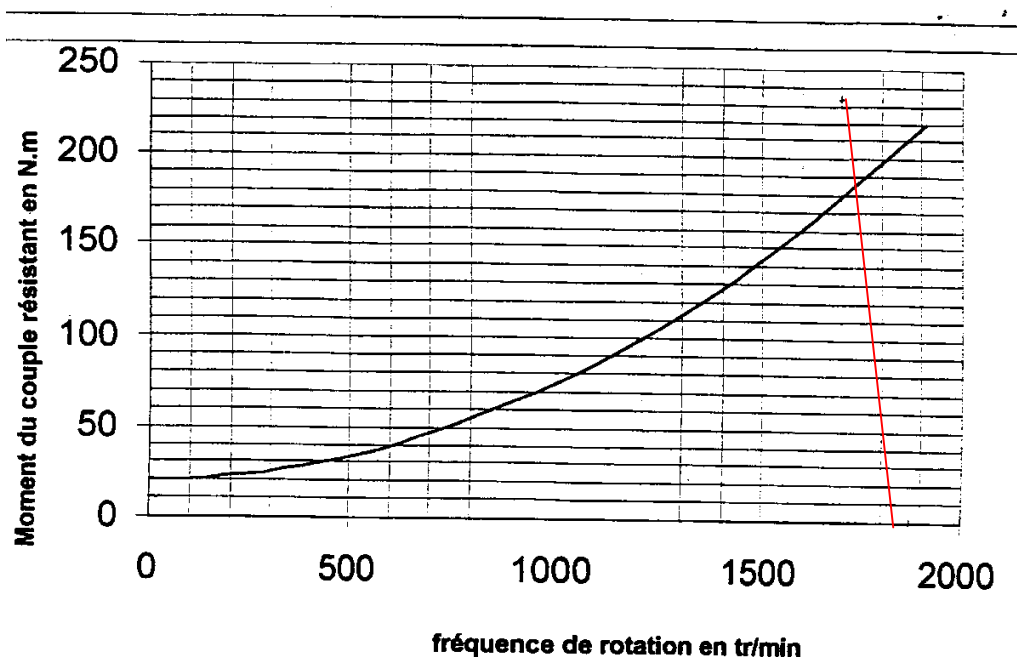
$$N = E.60/k2\pi = 1710 \text{ tr/min}$$

1.4 pertes Joule dans l'induit : $P_{Js} = R.I^2 = 0,15.170^2 = 4340 \text{ W}$

1.5 puissance utile : $P_u = P_e = E.I = 234,5.170 = 39\,900 \text{ W}$ (pertes magnétiques et mécaniques négligées)

1.6 moment du couple utile : $T_u = P_u/\Omega = 220 \text{ N.m}$ avec $\Omega = 2\pi N/60 = 179 \text{ rad/s}$

2/ le moteur entraîne le véhicule électrique



1.2.1 - La courbe du moteur est tracée avec les deux points de fonctionnement donnés

1.2.2 – Le véhicule roule en terrain plat

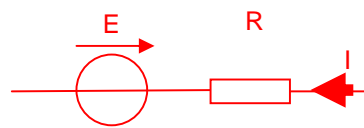
Le point d'intersection donne : $T_1 = 185 \text{ N.m}$ et $N_1 = 1750 \text{ tr/min}$

Le moment du couple utile est $T_u = T_e - T_{\text{pertes}} = T_e - 0 = k.I$

Dans ce cas $I_1 = T_u/k = 185/1,31 = 141 \text{ A}$

Exercice 3

1/ modèle électrique équivalent de l'induit du moteur :



2/ valeur de la fém. lorsque le rotor est bloqué $\Omega = 0 \Rightarrow E = k.\Omega = 0$

3/ valeur de la résistance de l'induit : $U = E - R.I = 0 - R.I \Rightarrow R = U/I = 67/15 = 0,45 \Omega$

4/ le point de fonctionnement se trouve à l'intersection des 2 courbes : $T_u=0,45 \text{ Nm}$ et $N = 1\,000 \text{ tr/min}$

5/ la puissance utile : $P_u = T_u.\Omega = 0,45.2\pi.1000/60 = 47,1 \text{ W}$

6/ la puissance absorbée par le moteur : $P_a = U.I_a = 10.10,5 = 105 \text{ W}$

7/ le rendement du moteur : $\eta = P_u/P_a = 47,1/105 = 44 \%$