

Examen Médian « Partiel » : EL48 – A2014
 Durée : 2 heures.
 Documents : non autorisés sauf une feuille manuscrite de format A4.

Système de levage à récupération d'énergie.

Le système de levage présenté dans la Figure 1 permet le levage d'une masse de 80 (kg) à une vitesse $v= 2(m/s)$. Par ailleurs la descente de la masse doit permettre la récupération d'énergie. Dans tout le problème on considère que le flux dans la machine est constant et on néglige les pertes mécaniques. Dans ce système la poulie est entraînée par le moteur à courant continu par l'intermédiaire d'un réducteur mécanique ayant un rapport $k_{red} = \frac{\Omega_p}{\Omega_M} = \frac{1}{15}$. La résistance de l'induit a une valeur de 0.5 (Ω). Le moteur est alimenté par une source de tension continue $U=120$ (V).

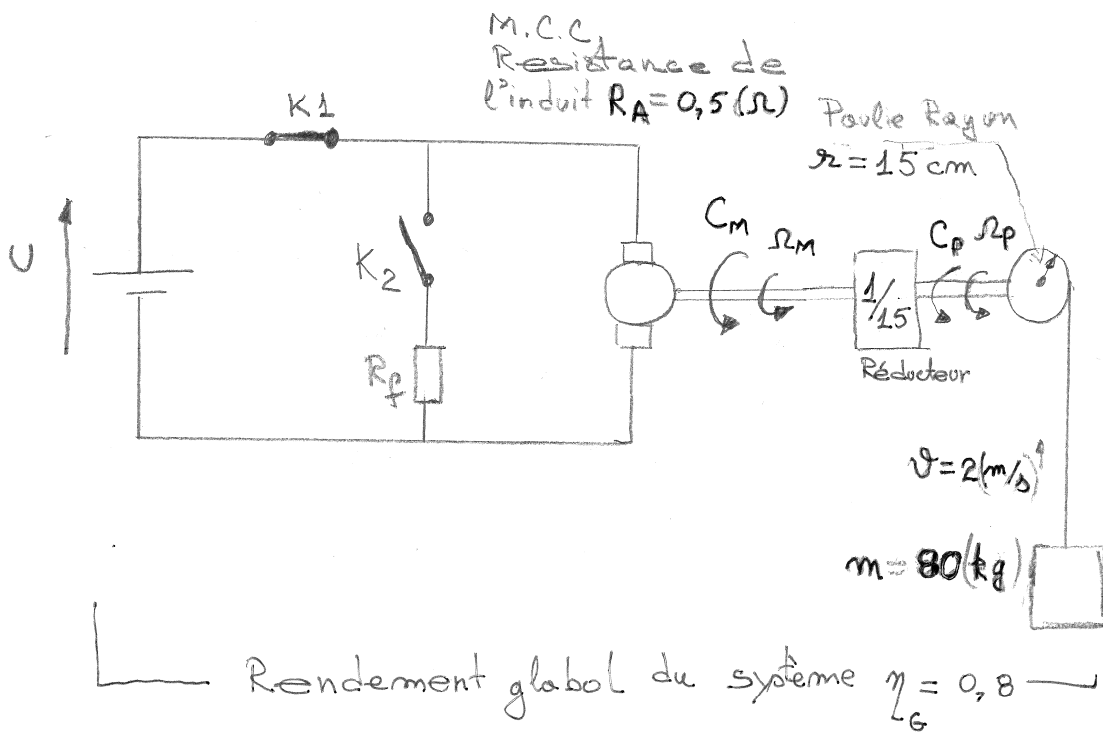


Figure 1

Partie 1 : Régime permanent de levage et de freinage rhéostatique

- 1) En levage, l'interrupteur K1 est fermé, et l'interrupteur K2 est ouvert. La vitesse angulaire Ω est considérée comme positive. A partir des caractéristiques du système

indiquées sur le schéma, calculer la puissance absorbée par l'induit du moteur, P_A , en régime de levage. On prendra $g=9.81$ (m/s²). Le rendement global du système est $\eta_G=0.8$.

- 2) Calculer alors le courant I_A , dans l'induit, et la valeur de la puissance mécanique fournie par le moteur, P_M .
- 3) En déduire la force électromotrice interne E_A de la machine en régime permanent. Représenter le schéma équivalent de la machine et de l'alimentation en adoptant des conventions adaptées.
- 4) Calculer la valeur du produit $(K\Phi)$ reliant E_A à Ω_M . Cette valeur sera utilisé pour le reste du problème.
- 5) Calculer le rendement propre à la machine seule : η_M . En déduire le rendement du réducteur, η_{red}
- 6) Lors de la descente on ouvre l'interrupteur K_1 et on ferme l'interrupteur K_2 . On désire que la charge descende à une vitesse $v_d=1$ (m/s). Calculer la force électromotrice E_{A_d} , correspondant à cette vitesse. Représenter le schéma équivalent de la machine et de son alimentation en adoptant des conventions adaptées. Une attention particulière sera accordée au sens de la force électromotrice dans l'induit, ainsi que au sens du courant dans l'induit. Faire une courte comparaison avec le point 3).
- 7) Calculer la puissance mécanique P_{M_d} , reçue par la machine lors de la descente.
- 8) En déduire la valeur du courant, I_{A_d} débité lors de la descente.
- 9) Calculer alors la valeur de la résistance de freinage R_f , permettant de maintenir les caractéristiques de descente voulues. Calculer la puissance dissipée dans cette résistance.

Partie 2 : régime permanent de récupération.

- 1) En régime permanent de descente, on ferme l'interrupteur K_1 et on ouvre l'interrupteur K_2 . La valeur de la tension de la source d'alimentation restera $U=120$ (V). La polarité de la source d'alimentation sera inversée ; justifiez pourquoi cette inversion est nécessaire pour assurer la récupération d'énergie.
- 2) Une attention particulière sera accordée au sens de la force électromotrice, au sens du courant dans l'induit, ainsi qu'au sens du courant dans la source d'alimentation, permettent de fonctionner en récupération d'énergie. Représenter le schéma équivalent de la machine et de la source d'alimentation.

- 3) Quelle propriété doit présenter la source de tension ? Donner l'exemple d'une telle source.
- 4) Le couple reçu par la machine dépend-il de la vitesse de rotation ? Quelle est alors sa valeur C_{Md2} ? En déduire le courant débité par la machine lors de la récupération.
- 5) Quelle relation doit vérifier E_A et U pour que la récupération soit possible ? Est-ce le cas dès le début de la descente ?
- 6) Calculer la valeur de la force électromotrice E_A lors de la descente avec récupération.
- 7) En déduire la vitesse de descente.
- 8) Calculer la puissance reçue par la source de tension, P_u , et le rendement global en récupération.

Partie 3 : Régime transitoire de démarrage du moteur.

N.B. dans cette partie, on notera les grandeurs variables en minuscule.

1) au temps $t=0$, la machine étant arrêté et la charge en position basse, on ferme l'interrupteur K1, et on ouvre l'interrupteur K2. L'ensemble des masses en rotation ramenées sur l'axe de la machine représentent un moment d'inertie $J=1$ (kg m²). Quelle relation relie le couple de la machine, C_M à la vitesse de rotation Ω_M , pour $t > 0$.

2) L'induit de la machine présente une inductance $L=100$ (mH). Quelle équation relie le courant de la machine aux différentes tensions ?

3) Quelle relation relie le couple C_M au courant i_A .

4) former alors une unique équation différentielle régissant de la valeur de la vitesse angulaire Ω_M . On négligera pour obtenir cette équation, les transitoires électriques par rapport aux transitoires mécaniques.

5) Résoudre littéralement cette équation, et donner l'expression de $\Omega_M(t)$. Chiffrer les évolutions de $\Omega_M(t)$ et les représenter sur un graphe.

6) Déterminer également les expressions littérales, les plages de valeurs et les représentations graphiques de $C_M(t)$ et $i_A(t)$.

7) Afin de protéger la machine contre des valeurs trop élevées du courant, on envisage de protéger le circuit par un fusible. Quelle valeur minimale du courant de coupure du fusible doit-on choisir ? Ce résultat est-il technologiquement cohérent ?