

NOM, Prénom :

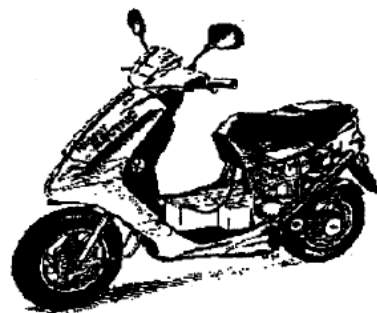
Devoir n°9: hacheur série et machine à courant continu

	BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE	3PYGMME1
Série	SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES	SESSION 2003
Épreuve	SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE	Durée : 2heures
Spécialité	GÉNIE MÉCANIQUE	Coefficient : 5

Il est rappelé aux candidats que la qualité et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

L'usage des calculatrices est autorisé pour l'épreuve.
Circulaire n°99-186 du 16/11/1999

Depuis plusieurs années, la qualité de l'air n'a cessé de se dégrader, principalement en milieu urbain. L'industrie automobile a dû s'adapter à ces nouvelles contraintes en promouvant le véhicule électrique et plus récemment en développant la gamme des scooters électriques.



A Étude du système motorisé (8 points)

Le moteur d'entraînement utilisé est un moteur à courant continu à excitation indépendante et à flux constant. Il possède les caractéristiques nominales suivantes :

Tension d'alimentation de l'induit : $U_N = 18 \text{ V}$; Intensité du courant dans l'induit : $I_N = 100 \text{ A}$

Fréquence de rotation : $n_N = 4\,300 \text{ tr.min}^{-1}$; Résistance de l'induit : $R = 5 \text{ m}\Omega$.

1. **Représenter** le schéma du modèle électrique équivalent de l'induit du moteur.
2. **Calculer** la force électromotrice induite nominale E_N .
3. **Montrer** que la force électromotrice E (en volt) peut s'écrire $E = k\Omega$ où Ω désigne la vitesse angulaire du moteur exprimée en radians par seconde.
4. **Calculer**, pour le fonctionnement nominal :
 - 4.1- La puissance électrique absorbée P_a par l'induit ;
 - 4.2- La puissance perdue par effet joule P_j par l'induit,
 - 4.3- La puissance électromagnétique P_{em} ;
 - 4.4- La puissance utile P_u sachant que l'ensemble des pertes magnétiques et mécaniques vaut 125 W ;
 - 4.5- Le rendement du moteur sachant que le circuit inducteur absorbe une puissance de 90 W .

B Étude du variateur électronique de vitesse (12 points)

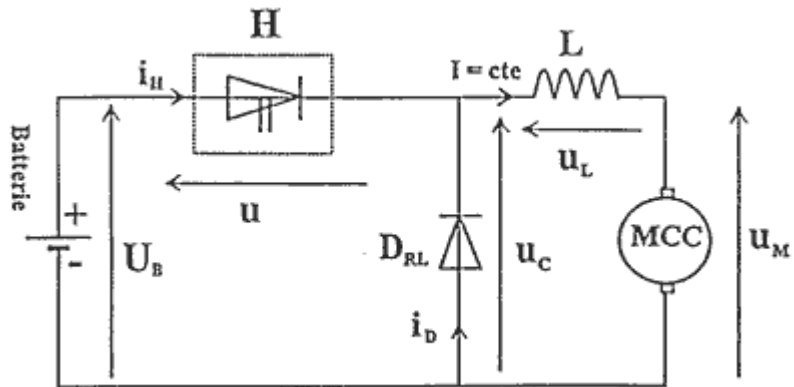
Pour l'alimentation de l'induit du moteur à courant continu (MCC), la structure du variateur retenue par le constructeur est un hacheur série représenté ci-contre.

Celui-ci est constitué :

- d'un interrupteur électronique H commandé de la manière suivante :
- H fermé de 0 à αT
- H ouvert de αT à T

Avec α : rapport cyclique variable ($0 < \alpha < 1$) et T : période de fonctionnement du hacheur ;

- d'une batterie d'accumulateurs de tension nominale $U_B = 18 \text{ V}$;
- d'une diode de roue libre D_{RL} supposée idéale ;
- d'une bobine de lissage d'inductance L suffisamment élevée pour obtenir un courant $i = I = \text{constant}$.



1. **Quel type de conversion** d'énergie un hacheur série réalise-t-il ?
2. On se propose de visualiser les variations de la tension $u_c(t)$ et de l'intensité du courant $i_H(t)$. **Compléter** la figure ci-dessus en précisant les appareils et les branchements nécessaires pour visualiser ces deux grandeurs.
3. Le convertisseur fonctionne à une fréquence de 20 kHz avec un rapport cyclique $\alpha = 0,4$. **Calculer** la période T de fonctionnement du hacheur.
4. **Tracer** l'allure de $u_c(t)$ pour $\alpha = 0,4$. On prend 1 carreau pour 2 V et 1 carreau pour 10 μs . **Préciser** les intervalles de temps pendant lesquels l'interrupteur H est fermé et ouvert.
5. **Calcul et mesure de valeur moyenne**.
 - 5.1- En utilisant la méthode des aires, **montrer** que la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ s'écrit :

$$\langle u_c \rangle = \alpha U_B$$
 - 5.2- **Calculer** numériquement $\langle u_c \rangle$ quand $\alpha = 0,4$ et $U_B = 18 \text{ V}$.
 - 5.3- **Avec quel type d'appareil** de mesure et quelle position du commutateur (alternatif ou continu) peut-on mesurer $\langle u_c \rangle$?
6. **Étude de la commande de vitesse**.

En négligeant la résistance d'induit, la tension aux bornes du moteur s'écrit :

$$\langle u_M \rangle = 0,004 n.$$

Dans cette formule n désigne la fréquence de rotation du moteur exprimée en tr.min^{-1} .

 - 6.1- **Justifier** l'égalité $\langle u_M \rangle = \langle u_c \rangle$. **En déduire** l'expression de n en fonction de α .
 - 6.2- La vitesse linéaire du scooter (exprimé en km.h^{-1}) peut s'écrire $V_{SC} = 0,01 n$. **En déduire** l'expression de V_{SC} en fonction de α .
 - 6.3- **Calculer** la valeur maximale de la vitesse du scooter.

Remarque: une troisième partie (étude énergétique) sur 3 points a été supprimée pour le devoir.