

	BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE	3PYGMME1
Série	SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES	Session 2003
Épreuve	SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE	Durée : 2 heures
Spécialité	GÉNIE MÉCANIQUE	Coef. : 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*

Le sujet comporte trois parties A, B et C pouvant être traitées indépendamment les unes des autres.

PRÉSENTATION

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.



PARTIE A : ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE : (3 points)

Pour permettre au scooter de fonctionner dans de bonnes conditions, le moteur devra fournir, en charge nominale, une puissance utile minimale de 1 000 W à 4 300 tr/min sur terrain plat.

On se propose de vérifier cette exigence et de calculer l'autonomie du scooter.

- A.1) A la vitesse de 45 km.h^{-1} sur terrain plat, l'intensité F de la force motrice est égale à 80 N. Calculer la puissance mécanique P_u nécessaire à la propulsion du scooter. Montrer que ce résultat est conforme à l'exigence du constructeur.
- A.2) La capacité Q de la batterie est égale à 100 A.h (elle peut fournir 100 A pendant 1 heure ou 50 A pendant 2 heures).
A la vitesse $V_{sc} = 45 \text{ km.h}^{-1}$ sur terrain plat, on relève un courant absorbé par le moteur d'entraînement de 100 A.
Quelle est alors l'autonomie kilométrique du scooter (distance maximale possible) à cette vitesse ?
- A.3) La recharge de la batterie dure 2 heures. Pendant cette opération, la batterie est alimentée sous une tension de 21 V et est traversée par un courant d'intensité 50 A.
Calculer l'énergie fournie par le chargeur (en kW.h).

PARTIE B : ÉTUDE DU SYSTEME MOTORISÉ : (6 points)

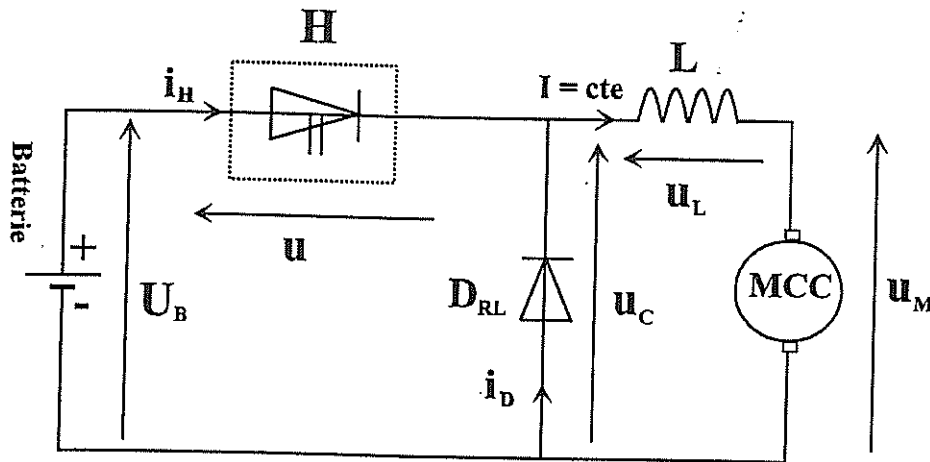
Le moteur d'entraînement utilisé est un moteur à courant continu à excitation indépendante et à flux constant. Il possède les caractéristiques nominales suivantes :

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 : $n_N = 4300 \text{ tr.min}^{-1}$;
Résistance de l'induit : $R = 5 \text{ m}\Omega$.

- B.1) Représenter le schéma du modèle électrique équivalent de l'induit du moteur.
- B.2) Calculer la force électromotrice induite nominale E_N .
- B.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.
- B.4) Calculer, pour le fonctionnement nominal :
- B.4.1) La puissance électrique absorbée P_a par l'induit ;
 - B.4.2) La puissance perdue par effet joule P_j par l'induit ;
 - B.4.3) La puissance électromagnétique P_{em} ;
 - B.4.4) La puissance utile P_u sachant que l'ensemble des pertes magnétiques et mécaniques vaut 125 W ;
 - B.4.5) Le rendement du moteur sachant que le circuit inducteur absorbe une puissance de 90 W.

PARTIE C : ÉTUDE DU VARIATEUR ÉLECTRONIQUE DE VITESSE : (11 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-dessous :



Celui-ci est constitué :

- d'un interrupteur électronique H commandé de la manière suivante :
 - o H fermé de 0 à αT
 - o H ouvert de αT à T
 Avec α : rapport cyclique variable ($0 \leq \alpha \leq 1$)
 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 $i = I = \text{constant}$.

C.1) Quel type de conversion d'énergie un hacheur série réalise-t-il ?

C.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 1 du document réponse en précisant les appareils et les branchements nécessaires pour visualiser ces deux grandeurs.

C.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.

C.4) Tracer sur la figure 2 du document réponse 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.

C.5) Calcul et mesure de valeur moyenne.

C.5.1) En utilisant la méthode des aires, montrer que la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ s'écrit :

$$\langle u_c \rangle = \alpha U_B$$

C.5.2) Calculer numériquement $\langle u_c \rangle$ quand $\alpha = 0,4$ et $U_B = 18 \text{ V}$.

C.5.3) Avec quel type d'appareil de mesure et quelle position du commutateur (alternatif ou continu) peut-on mesurer $\langle u_c \rangle$?

C.6) Étude de la commande de vitesse.

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

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

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

C.6.1) Justifier l'égalité $\langle u_M \rangle = \langle u_c \rangle$. En déduire l'expression de n en fonction de α .

C.6.2) La vitesse linéaire du scooter (exprimé en km.h^{-1}) peut s'écrire :

$$V_{SC} = 0,01n .$$

En déduire l'expression de V_{SC} en fonction de α .

C.6.3) Calculer la valeur maximale de la vitesse du scooter.

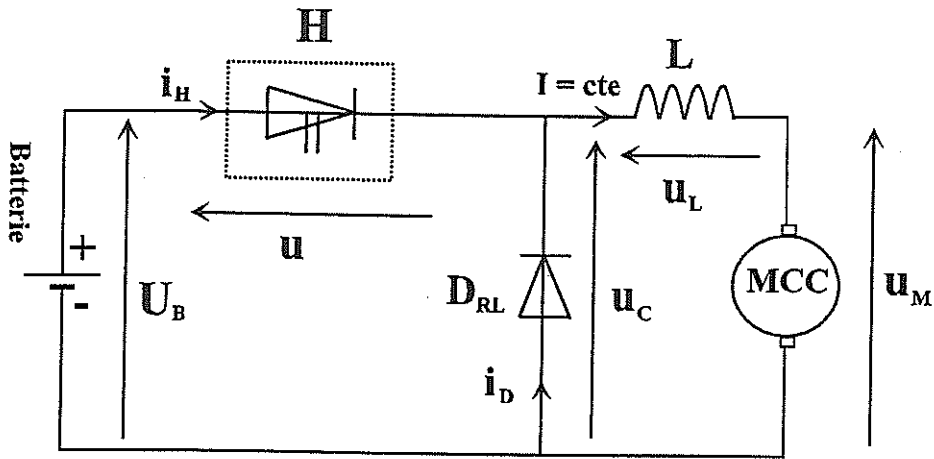


Figure 1

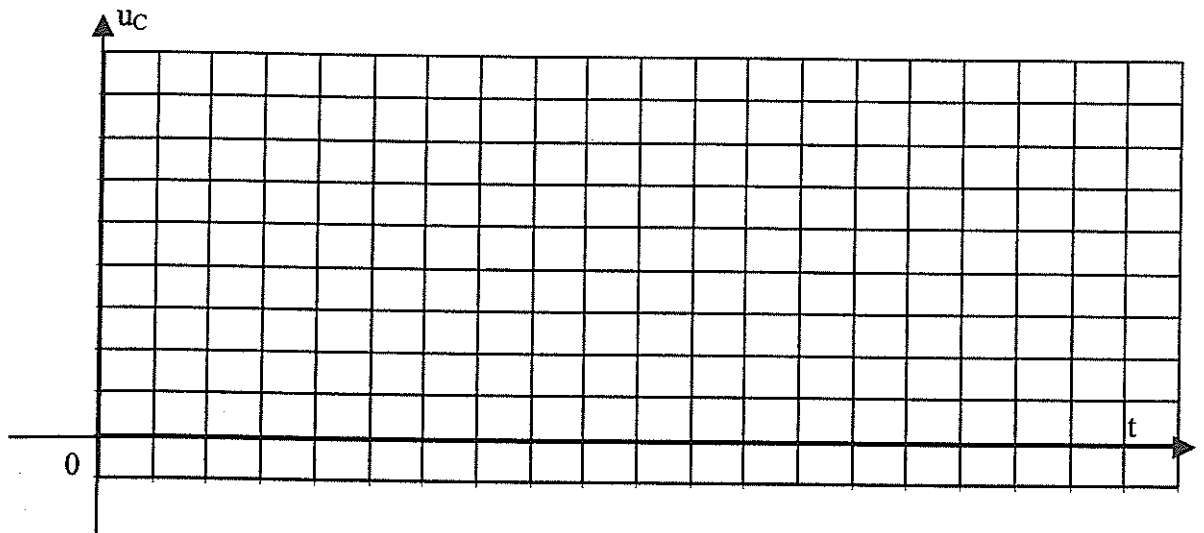


Figure 2

Etat de l'interrupteur H	
--------------------------	--