

SESSION 2011

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE

**STI Génie Civil
STI Génie Énergétique**

Temps alloué : 2 heures

Coefficient : 5

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.

**Ce sujet comporte 4 pages.
La page 4 est à rendre avec la copie**

PROPULSION ÉLECTRIQUE D'UN VÉHICULE HYBRIDE

Un constructeur automobile commercialise une voiture hybride. Sur la documentation commerciale on peut lire les informations suivantes :

Moteur thermique : 1.4 L - 4 cylindres - 53 kW
Moteur électrique propulsif : 25 kW
Vous utilisez uniquement le moteur électrique lors des 60 premiers kilomètres : en parcourant moins de 60 km par jour vous n'utiliserez plus une goutte d'essence !

Le sujet porte sur le groupe propulseur électrique de ce véhicule, constitué d'un moteur à courant continu et d'un dispositif électronique permettant de faire varier la vitesse de rotation du moteur. Le sujet aborde aussi la charge et la décharge de la batterie ainsi que le système de climatisation de l'habitacle.

A. ÉTUDE DU MOTEUR ÉLECTRIQUE (8 points)

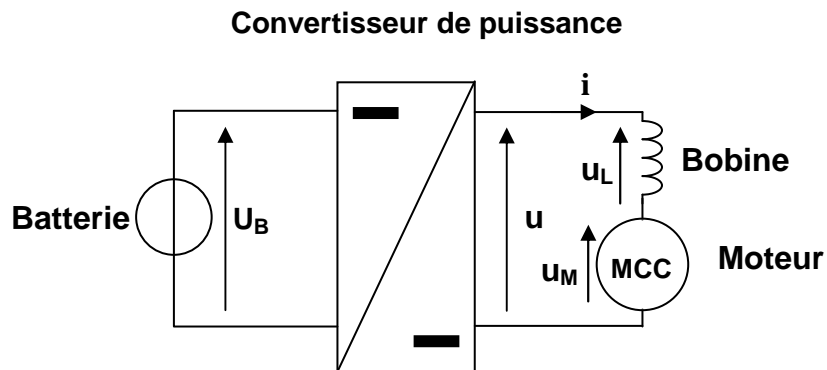
Le moteur électrique propulsif utilisé est un moteur à courant continu à excitation indépendante à flux constant. Il possède les caractéristiques nominales suivantes :

Puissance utile nominale :	Tension d'alimentation de l'induit :
$P_{U,N} = 25 \text{ kW}$	$U_N = 160 \text{ V}$
Autonomie en roulage urbain : 60 km	Intensité du courant dans l'induit :
Accélération de 0 à 50 km.h ⁻¹ : 8,5 s	$I_N = 180 \text{ A}$
	Résistance de l'induit : $R = 15,0 \text{ m}\Omega$
	Vitesse de rotation : $n_N = 2000 \text{ tr.min}^{-1}$

1. Quel est le rôle de l'inducteur dans un moteur à courant continu ?
2. Représenter le schéma du modèle électrique équivalent de l'induit du moteur. Indiquer, sur ce schéma, les grandeurs U_N et I_N convenablement orientées.
3. Calculer la valeur de la force électromotrice induite nominale E_N .
4. Noter, sur la figure 1 du document-réponse page 4 à rendre avec la copie, les différentes pertes afin d'établir le bilan des puissances du moteur.
5. En régime nominal, montrer que le moment du couple électromagnétique vaut $T_{EM,N} = 135 \text{ N.m}$.
6. Calculer la puissance électrique absorbée par l'induit P_a en régime nominal puis en déduire le rendement de l'induit η_i .
7. Vérifier que le moment du couple utile nominal est $T_U = 119 \text{ N.m}$.

B. ÉTUDE DU DISPOSITIF ÉLECTRONIQUE (4,5 points)

L'énergie électrique est stockée dans une batterie d'accumulateurs placée à l'arrière du véhicule. Le moteur est alimenté par l'intermédiaire d'un convertisseur de puissance continu-continu. Le schéma de principe de ce dispositif électronique est le suivant :

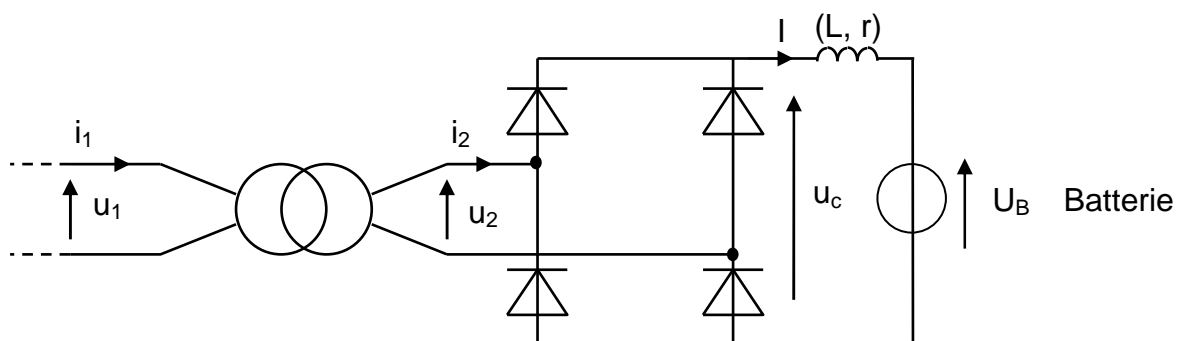


L'oscillogramme de la tension u en sortie du convertisseur est donné sur la figure 2 du document réponse page 4.

1. Quel est le nom de ce convertisseur continu-continu ? A quoi sert-il ?
2. Quel est le rôle de la bobine ?
3. Quel appareil numérique peut-on utiliser pour mesurer la valeur moyenne de la tension u ? Quel mode de mesure doit-on choisir (AC, DC ou AC+DC) ?
4. Déterminer la période de la tension u .
5. En utilisant la méthode des aires, calculer la valeur moyenne $\langle u \rangle$ de la tension u .

C. ÉTUDE DU SYSTÈME DE CHARGE DE LA BATTERIE (4 points)

La charge de la batterie se fait par l'intermédiaire d'un pont à quatre diodes alimenté par un transformateur supposé parfait, délivrant une tension secondaire notée u_2 . On note u_1 la tension d'alimentation du primaire du transformateur connecté au réseau 230 V, 50 Hz.



1. On a besoin que la valeur efficace de la tension au secondaire soit $U_2 = 180 \text{ V}$. Calculer le rapport de transformation.
2. La valeur efficace de l'intensité du courant débité par le secondaire est $I_2 = 14 \text{ A}$.
 - 2.1. Calculer la puissance apparente S du transformateur.
 - 2.2. En déduire la valeur efficace de l'intensité I_1 du courant circulant dans le primaire.
3. On recharge la batterie pendant une durée $\Delta t = 8,0$ heures. Durant cette opération, la batterie fonctionne en récepteur ; elle est alimentée sous une tension $U_B = 160 \text{ V}$ et est traversée par un courant d'intensité $I = 10 \text{ A}$. Calculer l'énergie W fournie par le chargeur en kWh puis en joules.
4. La capacité de la batterie vaut $Q = 220 \text{ Ah}$: elle peut fournir un courant d'intensité 220 A pendant 1 heure. À la vitesse $V = 50 \text{ km.h}^{-1}$, on relève un courant absorbé par le moteur $I = 180 \text{ A}$. Pendant combien de temps $\Delta t'$ le véhicule peut-il fonctionner à cette vitesse ?
5. Quelle est alors l'autonomie kilométrique D du véhicule (distance maximale que peut parcourir le véhicule) à cette vitesse ?

D. ÉTUDE DE LA CLIMATISATION DU VÉHICULE (3,5 points)

On souhaite maintenir, dans l'habitacle du véhicule, une température constante $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$. On veut renouveler en totalité l'air de l'habitacle en 10 minutes. La pression de l'air p_0 à l'intérieur du véhicule vaut $p_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Volume de l'habitacle : $V = 3,5 \text{ m}^3$

L'air est considéré comme un gaz parfait de masse molaire $M(\text{air}) = 29 \text{ g.mol}^{-1}$

La capacité thermique massique de l'air vaut : $c = 1000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ dans les conditions de l'étude.

La constante des gaz parfaits est $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

La quantité de chaleur Q transférée par l'air est donnée par la relation : $Q = m.c.\Delta\theta$

On rappelle : $0^\circ \text{ C} = 273 \text{ K}$

1. En utilisant la loi des gaz parfaits, calculer la quantité de matière d'air n (en moles) à renouveler en 10 minutes.
2. Vérifier que la masse d'air correspondant est $m = 4,2 \text{ kg}$.
3. L'air extérieur est à la température $\theta_2 = 30^\circ \text{ C}$. Calculer la quantité de chaleur Q qu'il faut extraire de cette masse d'air pour maintenir la température de l'air injecté dans le véhicule à $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$.
4. En déduire la puissance P_{th} mise en jeu.

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

Figure 1

Bilan des puissances du moteur :

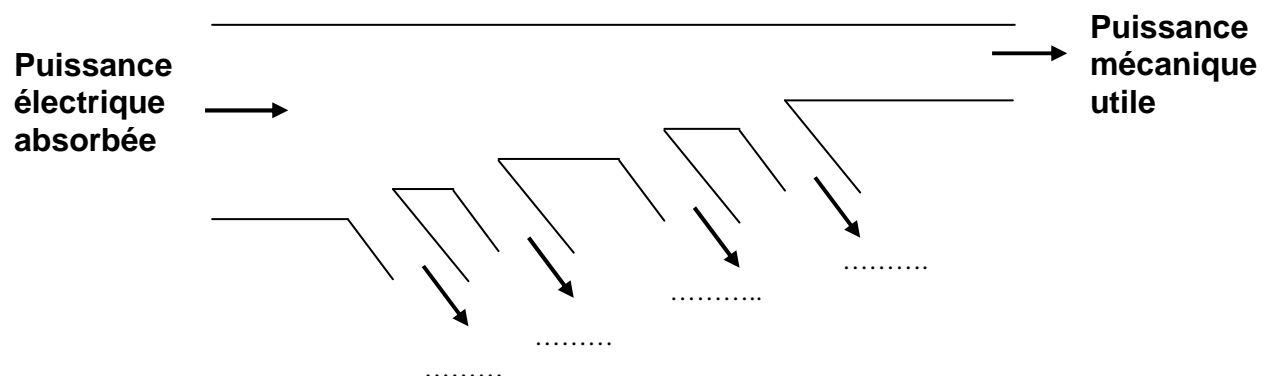


Figure 2

