

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES
GÉNIE MÉCANIQUE

SESSION 2008

SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE

Durée : 2 heures

Coefficient : 5

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

(Circulaire n°99-186 du 16/11/1999)

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet. Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6

Les documents réponses n°1 et 2 pages 5/6 et 6/6 sont à rendre avec la copie.

Locomotive multitension européenne

Ce sujet porte sur l'étude de quelques solutions technologiques retenues pour la réalisation d'une locomotive multitension européenne.

Les «corridors fret», souhaités par la communauté européenne et réalisés par les réseaux ferroviaires internationaux, exigent des locomotives «passe frontières» capables de fonctionner sous des réseaux différents :

alimentations françaises :	25 kV ; 50 Hz	monophasé
ou	1500 V	continu
alimentations belges et italiennes :	3000 V	continu
alimentations allemandes et suisses :	15 kV ; 16,66 Hz	monophasé

La locomotive et sa charge sont entraînées par des moteurs asynchrones tétrapolaires alimentés par des onduleurs autonomes à U/f constant afin de permettre la variation de la vitesse de rotation.

Le sujet est constitué de 4 parties totalement indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre quelconque.

PARTIE A : Questions de cours.

A.1. Quel dispositif permet de réaliser une conversion alternatif/alternatif sinusoïdale 15 kV / 3300 V ?

A.2. Quel type de convertisseur permet d'obtenir une tension continue à partir de cette tension sinusoïdale de 3300 V ?

A.3. Quel type de convertisseur permet d'obtenir une tension continue variable à partir d'une tension continue fixe ?

PARTIE B : Étude d'un onduleur.

La tension en entrée des onduleurs est continue.

On considère un onduleur monophasé à deux interrupteurs dont le schéma de principe est donné ci-dessous sur la *figure 1*.

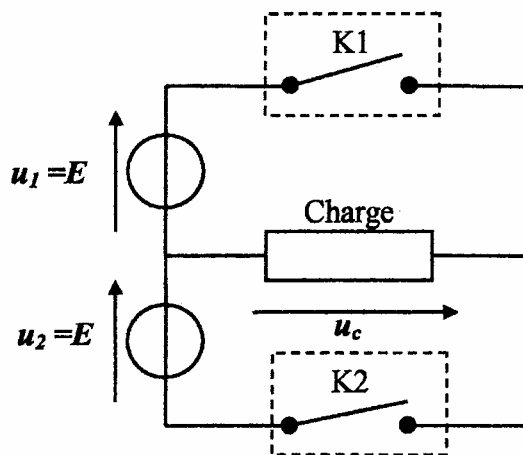


Figure 1

K1 et **K2** sont deux interrupteurs électroniques commandables à l'ouverture et à la fermeture.

$$E = 2750 \text{ V.}$$

Les interrupteurs sont fermés et ouverts de façon périodique en respectant la règle suivante :

- pour $0 \leq t < T/2$, **K1** est fermé et **K2** ouvert ;
- pour $T/2 \leq t < T$, **K1** est ouvert et **K2** fermé.

- B.1. Calculer la période de fonctionnement T de l'onduleur si la fréquence f vaut **140 Hz**.
- B.2. Donner u_c en fonction de E sur une période.
- B.3. Tracer, sur le document réponse n°1 page 5, la tension u_c aux bornes de la charge pour une fréquence de fonctionnement correspondant à une période de **7 ms**. Calculer la fréquence correspondante.
- B.4. Déterminer la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ de la tension aux bornes de la charge. Justifier brièvement votre réponse.
- B.5. Déterminer, par un calcul d'aires, la valeur efficace U_c de la tension u_c aux bornes de la charge.
- B.6. Avec quel appareil pourrait-on mesurer la valeur moyenne et la valeur efficace de u_c ? Préciser le branchement de l'appareil de mesure et la position du commutateur **AC/DC** pour chacune des mesures.

PARTIE C : Étude d'un des moteurs asynchrones triphasés tétrapolaires.

C.1. La locomotive est à même d'entraîner un convoi de 16 voitures. La vitesse maximale est alors de **220 km/h**.

Les conditions de fonctionnement d'un moteur sont alors les suivantes :

Tension entre phases :	$U = 2070 \text{ V}$
Intensité nominale du courant de ligne :	$I = 500 \text{ A}$
Facteur de puissance nominal :	$\cos \varphi = 0,89$
Puissance mécanique utile nominale :	$P_M = 1530 \text{ kW}$
Fréquence des tensions d'alimentation :	$f = 140 \text{ Hz}$
Fréquence de rotation nominale :	$n = 4160 \text{ tr.min}^{-1}$

C.1.1. Calculer le moment T_{uN} du couple utile nominal du moteur dans les conditions définies ci-dessus.

C.1.2. Calculer la fréquence de synchronisme n_s (en tr.min^{-1}) sachant que le moteur est tétrapolaire.

C.1.3. En déduire le glissement g du moteur.

C.1.4. Calculer la puissance absorbée P_a par le moteur.

C.1.5. Vérifier que le rendement η du moteur est environ de **96%**.

C.1.6. La partie utile de la caractéristique mécanique d'un moteur asynchrone est une droite. En utilisant les valeurs nominales de fonctionnement ($T_{uN} = 3,51 \text{ kN.m}$; $n = 4160 \text{ tr.min}^{-1}$) et le point à vide (T_{uV} ; n_s), tracer cette droite sur le document réponse n°2. On précise que la valeur du couple utile à vide $T_{uV} = 0$.

C.1.7. La caractéristique mécanique de la charge correspond à la courbe $T_{Rplat} = f(n)$ tracée sur le document réponse n°2. Donner la valeur de la fréquence de rotation et du moment du couple utile du moteur.

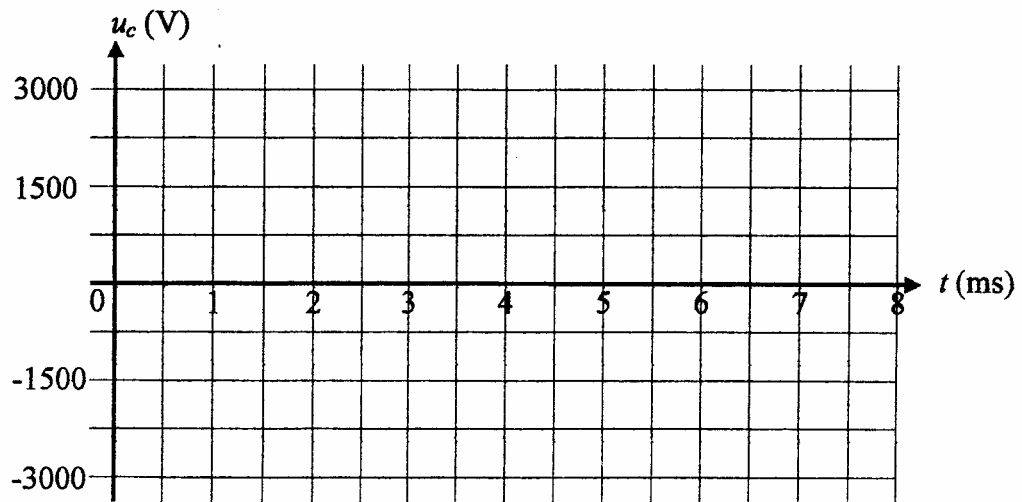
PARTIE D : Puissance et énergie.

D.1. Lorsque le train remorque 16 voitures de passagers à une vitesse v de **200 km/h**, la motrice développe une puissance P_m de **5,6 MW**. Pour ce fonctionnement, calculer le module de la force de traction F de la motrice.

D.2. Lors d'une phase de décélération, la motrice dispose d'un système de freinage électrique qui renvoie sur le réseau une puissance P_d de **2950 kW**. La phase de décélération dure **30 s**. Calculer l'énergie W ainsi récupérée en **Joules** et en **kW.h**.

DOCUMENT RÉPONSE N°1

Document réponse question B.3. :



DOCUMENT RÉPONSE N°2

Document réponse question C.1.6. et C.1.7. :

