

BREVET DE TECHNICIEN
SUPÉRIEUR
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

L'usage de la calculatrice est autorisé.

IMPORTANT : Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1 à 4 + la page de présentation.
Assurez-vous qu'il est complet. S'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

ÉLECTRICITÉ (14 pts)

Premier problème

Un moteur à courant continu à excitation indépendante possède les caractéristiques suivantes :

Pour l'induit :

- tension nominale d'alimentation : $U_N = 200V$.
- intensité du courant nominal : $I_N = 10A$.
- résistance à chaud : $R = 1,0\Omega$.

Pour l'inducteur :

- tension d'alimentation : $U_e = 160V$.
- intensité du courant : $I_e = 3,0A$.

Cette excitation est maintenue constante.

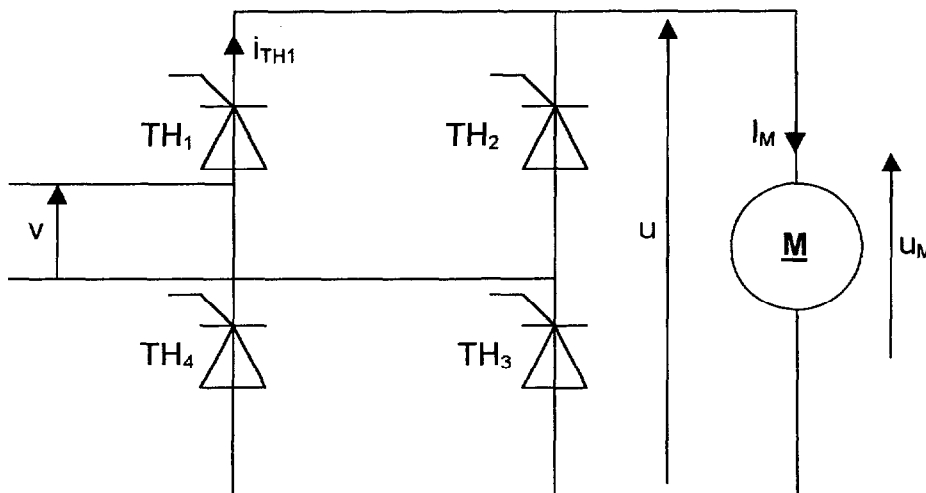
Par la suite, on négligera toutes les pertes autres que celles par effet Joule.

I Le moteur est alimenté sous sa tension nominale maintenue constante et entraîne une charge exerçant un couple résistant $T_r = 18,1Nm$. On mesure alors une intensité du courant d'induit $I = 10 A$.

- I-1 Quelle est la f.é.m. E du moteur ?
- I-2 Quelle est la puissance absorbée, P_{abs} par l'induit du moteur ?
- I-3 Quelle est la puissance utile, P_u du moteur ?
- I-4 Quelle est la fréquence de rotation, n du moteur ?
- I-5 Quel est le rendement, η du moteur ?

II Le moteur fonctionne maintenant à couple constant et sous tension d'induit variable.

La tension d'alimentation du moteur est obtenue par un redresseur commandé tout thyristors (TH_1, TH_2, TH_3 et TH_4). Ce redresseur est lui-même alimenté par la tension alternative d'expression $v = 230\sqrt{2} \sin 100\pi t$ conformément au schéma ci-après :



On considère que l'intensité du courant dans l'induit du moteur est parfaitement lissée par une bobine d'inductance L (non représentée sur le schéma) et de résistance négligeable. La charge exerce le couple résistant de moment $T_r = 18,1 \text{ Nm}$.

II-1 Montrer que lors du fonctionnement à couple constant, l'intensité du courant absorbée par l'induit est constante. Préciser sa valeur.

II-2 En utilisant le tableau du document-réponse, répondre aux questions suivantes :

II-2-a Quels sont les thyristors amorçables quand $v > 0$?

II-2-b Quels sont les thyristors amorçables quand $v < 0$?

II-2-c Les parties grisées du tableau du document-réponse indiquent les phases de conduction des thyristors TH_1 et TH_3 ; compléter ce tableau en indiquant les phases de conduction des thyristors TH_2 et TH_4 .

II-3 Représenter sur le document-réponse ; en précisant les valeurs caractéristiques.

II-3-a La tension u à la sortie du pont.

II-3-b L'intensité du courant I_M dans l'induit du moteur.

II-3-c L'intensité du courant i_{TH_1} dans le thyristor TH_1 .

II-4 On donne l'expression de la valeur moyenne $\langle u \rangle$ de la tension instantanée u délivrée par le pont redresseur:

$$\langle u \rangle = \frac{2V\sqrt{2}}{\pi} \cos \alpha$$

avec V tension efficace de l'alimentation (230 volts) et $\alpha = \omega t_0$ l'angle de retard à l'amorçage des thyristors (ω est la pulsation de la tension v).

II-4-a Quelle doit être la tension de démarrage du moteur en charge afin de ne pas dépasser 1,5 fois la valeur nominale de l'intensité du courant d'induit ?

II-4-b Montrer que $\langle u \rangle = \langle u_M \rangle$.

II-4-c En déduire la valeur α_d de l'angle de retard à l'amorçage permettant le démarrage en charge du moteur.

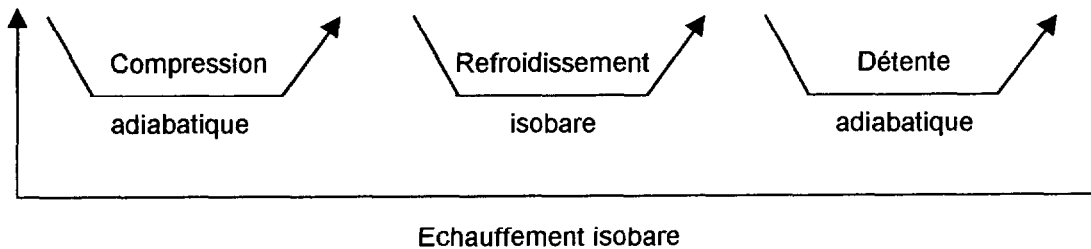
THERMODYNAMIQUE (6 pts)

Deuxième Problème.

On s'intéresse au cycle parcouru par le fluide frigorigène (à savoir de l'air) d'une machine thermique. Cette machine puise de la chaleur dans les rejets à haute température d'une installation industrielle.

On considère l'air comme un gaz parfait et on étudie le cycle parcouru par 1 kg d'air sachant que toutes les transformations sont réversibles.

<u>Etat 1</u>	<u>Etat 2</u>	<u>Etat 3</u>	<u>Etat 4</u>
$P_1 = 10^5 \text{ Pa}$	$P_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	$P_3 =$	$P_4 =$
$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$	$V_4 =$
$T_1 = 320 \text{ K}$	$T_2 =$	$T_3 = 335 \text{ K}$	$T_4 = 275 \text{ K}$



On donne :

- constante des gaz parfaits : $R = 8,32 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
- capacité calorifique molaire de l'air à pression constante : $C_p = 29 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
- coefficient adiabatique de l'air : $\gamma = 1,4$.

On rappelle que pour un gaz parfait subissant une transformation adiabatique réversible d'un état A (P_A, V_A, T_A) à un état B (P_B, V_B, T_B) on peut écrire :

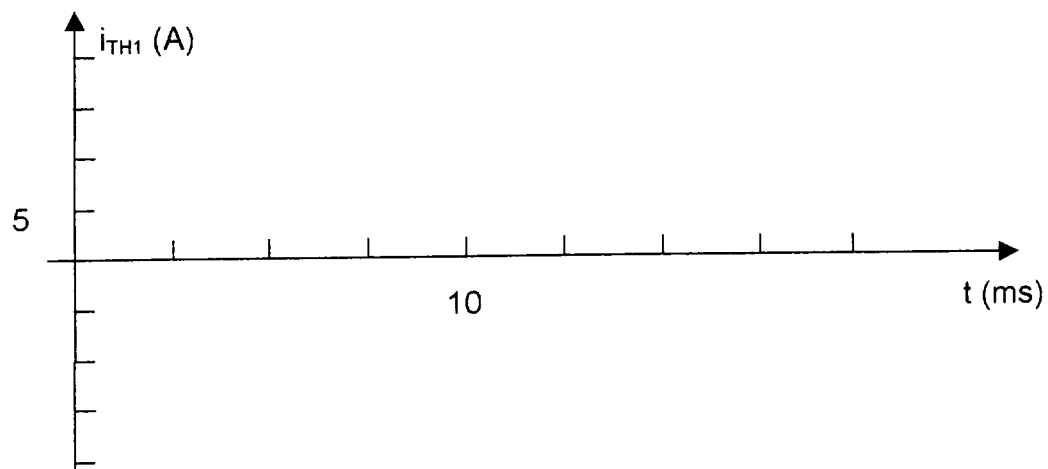
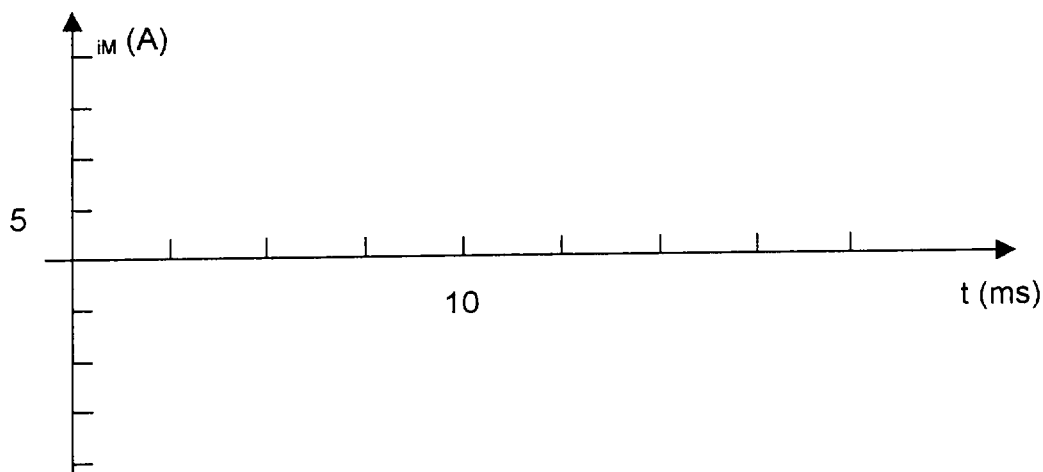
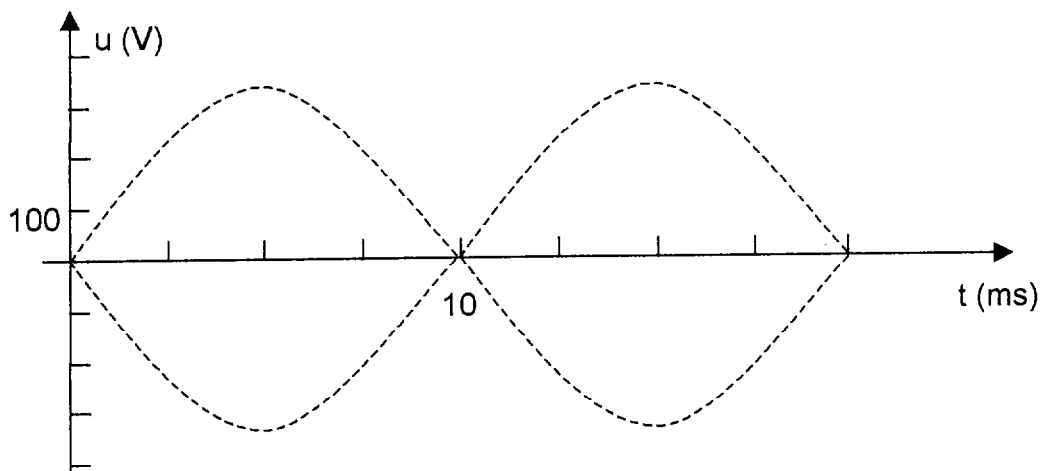
$$\begin{aligned} P_A V_A^\gamma &= P_B V_B^\gamma \\ T_A V_A^{\gamma-1} &= T_B V_B^{\gamma-1} \\ P_A^{1-\gamma} T_A^\gamma &= P_B^{1-\gamma} T_B^\gamma \end{aligned}$$

De plus on assimile l'air à un gaz parfait de masse molaire 29 g/mol .

- I Quel est le nombre de moles d'air correspondant à 1 kg d'air ?
- II Représenter sur un diagramme de Clapeyron $P = f(V)$ l'allure du cycle décrit par l'air.
Indiquer par une flèche le sens des transformations.
- III Montrer que la température T_2 est de 390 K .
- IV
 - IV-1 Calculer les quantités de chaleur mises en jeu au cours de chacune des transformations.
 - IV-2 En déduire la quantité de chaleur mise en jeu au cours du cycle.
- V
 - V-1 Énoncer le premier principe de la thermodynamique pour un cycle.
 - V-2 En déduire l'énergie mécanique reçue par le gaz au cours du cycle. Commenter le signe de ce travail.

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

DOCUMENT RÉPONSE.



TH ₁									
TH ₂									
TH ₃									
TH ₄									