

**Session 2004**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**MICROTECHNIQUES**  
**MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES**  
**ÉPREUVE E3**  
**UNITE U 32 – SCIENCES PHYSIQUES**

**Durée : 2 heures**  
**Coefficient : 1,5**

A l'exclusion de tout autre matériel, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Documents à rendre avec la copie :

1. document-réponse n°1 page 6/7
2. document-réponse n°2 page 7/7.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.  
Le sujet comporte 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

Code sujet : MCE3SC

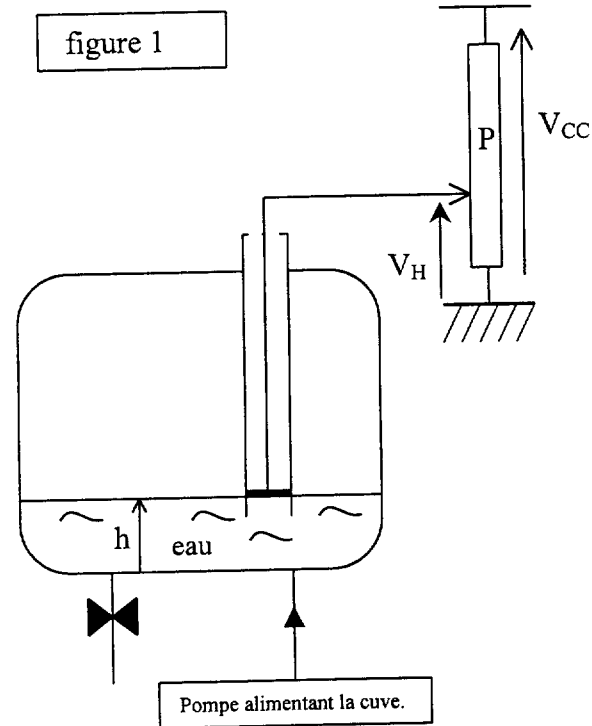
**La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.**

Le système étudié permet de maintenir le niveau d'un liquide entre deux niveaux.

Les 3 parties du problème sont indépendantes les unes des autres.

**A - 1ère PARTIE : Étude du régulateur de niveau d'eau dans la cuve.**

Afin de maintenir dans une cuve le niveau d'un liquide entre deux valeurs limites, on utilise le système ci-dessous (figure 1):

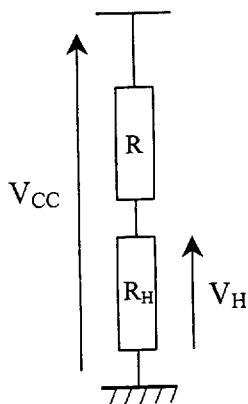


P : Potentiomètre de valeur 100 kΩ.  
 V<sub>CC</sub> : tension d'alimentation de 24 V.

Suivant le niveau de liquide, le curseur du potentiomètre se déplace, faisant varier la tension V<sub>H</sub> qui est proportionnelle à la hauteur h de liquide contenu dans la cuve.

**A1 - Étude de la tension V<sub>H</sub>.**

Le potentiomètre peut-être représenté de la façon suivante (figure 2) :



On pose  $P = R + R_H = 100 \text{ k}\Omega$ .

$V_{CC} = 24 \text{ V}$ .

A1.1 Établir l'expression de V<sub>H</sub> en fonction de R<sub>H</sub>, P et V<sub>CC</sub> ; en déduire l'expression de R<sub>H</sub> en fonction de P, V<sub>CC</sub> et V<sub>H</sub>.

A1.2 Lorsque le niveau minimum est atteint, la tension V<sub>H</sub> prend la valeur V<sub>HB</sub> qui vaut 3 volts. Calculer alors la valeur correspondante, notée R<sub>HB</sub>, de R<sub>H</sub>.

A1.3 Lorsque le niveau maximum est atteint, la tension V<sub>H</sub> prend la valeur V<sub>HH</sub> qui vaut 15 volts. Calculer alors la valeur correspondante, notée R<sub>HH</sub>, de R<sub>H</sub>.

figure 2

## A2 - Étude de la commande logique du moteur

L'amplificateur de différence intégré (appelé aussi amplificateur opérationnel) étant parfait, on admet donc  $i^+ = i^- = 0$ . Il est alimenté par une tension **asymétrique** entre +24 V et 0V. Les tensions de saturation seront donc  $+V_{SAT} = 24$  V et  $V_{SATbas} = 0$  V.

$$R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

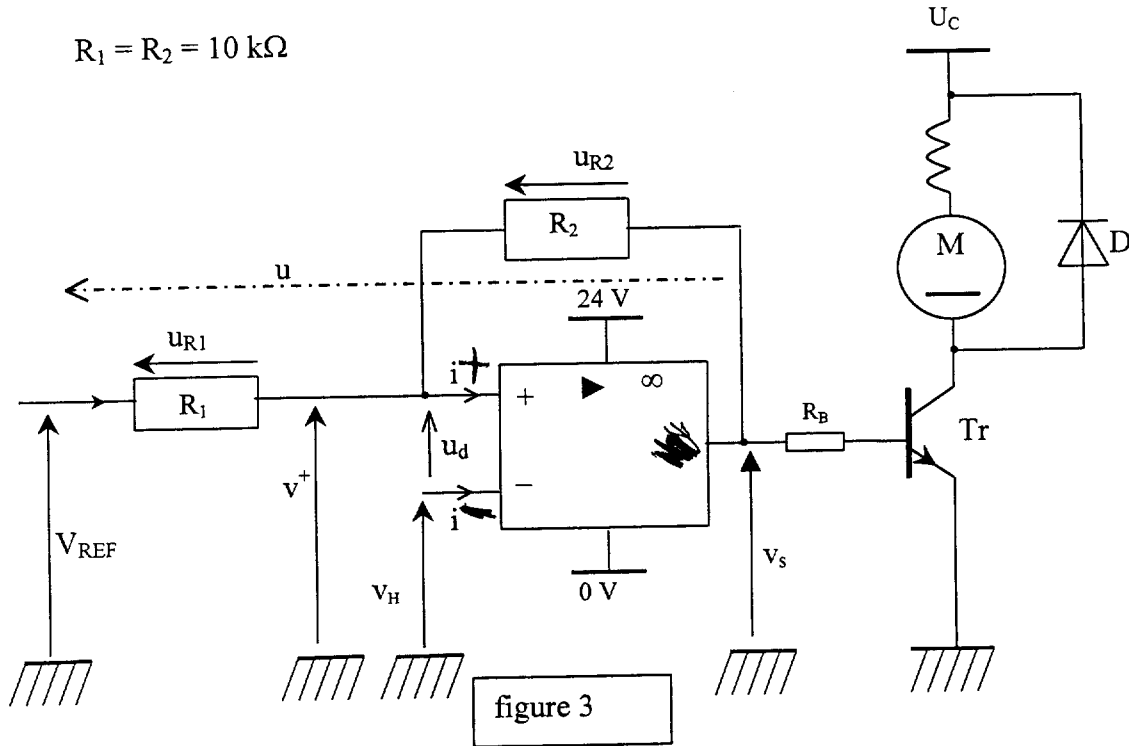


figure 3

A2.1 Justifier le fonctionnement de l'amplificateur en comparateur.

Quelles sont alors les deux valeurs possibles de  $v_s$  ?

A2.2 Pour chaque valeur de  $v_s$ , préciser le signe de  $u_d$ .

A2.3 On pose  $u = u_{R1} + u_{R2}$ . Exprimer  $u$  en fonction de  $V_{REF}$  et de  $v_s$ .

A2.4 Établir l'expression de  $u_{R1}$  en fonction de  $u$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .

A2.5 Établir l'expression de  $v^+$  en fonction de  $u_{R1}$  et  $V_{REF}$ .

A2.6 Des résultats précédents, déduire l'expression de  $v^+$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $V_{REF}$  et  $v_s$ .

A2.7 Montrer alors que, pour  $R_1 = R_2$ ,  $u_d$  peut s'écrire  $u_d = \frac{V_{REF} + v_s}{2} - v_H$ .

A2.8 En vous aidant de la caractéristique  $v_s(v_H)$  représentée ci-dessous (figure 4), quelle est la valeur de  $v_H$  juste avant le basculement qui la fera passer de  $V_{SATbas}$  à  $+V_{SAT}$  ?

A2.9 Calculer  $V_{REF}$  sachant que  $u_d = 0$  lors du basculement.

A2.10 Le transistor Tr fonctionne en régime de saturation. Préciser pour quelle valeur de  $v_s$  le transistor Tr se comporte comme un interrupteur fermé.

A2.11 Préciser le rôle de la diode D au moment où le transistor Tr se bloque.

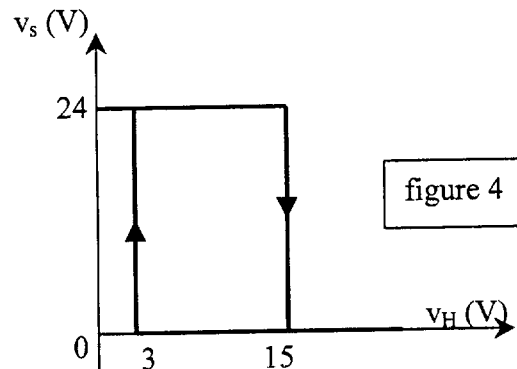


figure 4

**B - 2<sup>ème</sup> PARTIE : Étude de l'alimentation du moteur à courant continu.**

On alimente le moteur par un pont de Graëtz à quatre diodes (figure 5). Les diodes sont supposées parfaites et l'inductance  $L$  est suffisamment importante pour admettre que le courant  $i$  sera parfaitement lissé.

On applique à l'entrée du pont une tension  $v(t)$  sinusoïdale.  
La valeur moyenne de l'intensité du courant  $i(t)$  est :  $\langle i \rangle = 16 \text{ A}$ .

Dans cette partie, on considère que le transistor  $Tr$  est saturé et que la tension  $v_{CE}$  est nulle.

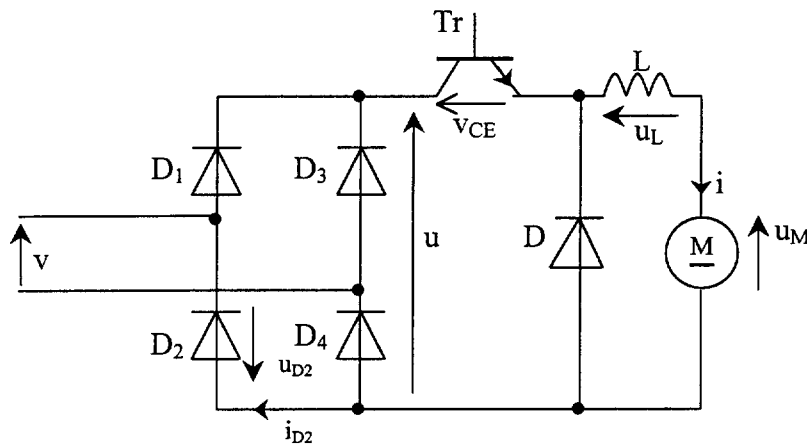


Figure 5

B1 - On dispose d'un oscilloscope bicourbe dont les deux voies peuvent-être inversées. Préciser, sur le schéma du document réponse n°1, page 6/7, comment brancher les deux voies  $Y_1$  et  $Y_2$  de l'oscilloscope pour visualiser simultanément  $u$  et  $u_{D2}$ .

B2 - Représenter, sur les oscillogrammes du document-réponse n°1, le courant  $i$ , la tension  $u_{D2}$  ainsi que le courant  $i_{D2}$ . Compléter les cadres vides.

B3 - On rappelle que la valeur moyenne de la tension  $u(t)$  en sortie du pont de diodes est :  $\langle u \rangle = \frac{2U_{MAX}}{\pi}$ . Calculer  $\langle u \rangle$ .

B4 - Quel type d'appareil doit-on utiliser pour mesurer  $\langle u \rangle$  ?

B5 - Calculer la valeur moyenne de l'intensité du courant  $\langle i_{D2} \rangle$ .

B6 - Montrer que  $\langle u_M \rangle = \langle u \rangle$ .

### C - 3<sup>ème</sup> PARTIE : Étude du moteur à courant continu.

Un moteur à courant continu, à aimant permanent, sert à entraîner la pompe.

La caractéristique  $M_r(n)$  du moment  $M_r$  du couple résistant de la pompe en fonction de la vitesse de rotation  $n$  est représentée sur le document réponse n°2.

Les caractéristiques du moteur sont les suivantes :

tension nominale  $U_N = 230$  V ; intensité nominale  $I_N = 30$  A ; résistance de l'induit  $R = 0,5$   $\Omega$ .

Un essai à vide du moteur sous tension nominale a donné les résultats suivants :

$$I_0 = 3,3 \text{ A} \quad n_0 = 1200 \text{ tr.min}^{-1}.$$

#### C1- Le moteur est alimenté sous sa tension nominale $U_N$ .

C1.1 - Calculer, pour l'essai à vide, la f.é.m.  $E_{01}$  ainsi que la puissance électrique absorbée  $P_0$ .

C1.2 - Montrer que les pertes par effet Joule  $P_{J0}$  sont négligeables devant  $P_0$  et en déduire le

moment  $M_p$  du couple de pertes de ce moteur qu'on supposera constant pour toute la suite du problème,

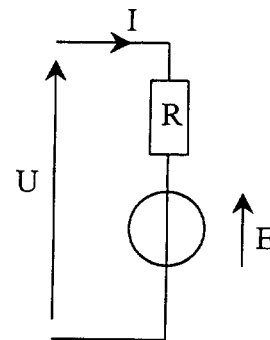
C1.3 - On rappelle l'expression de la f.é.m.  $E$  en fonction de la vitesse de rotation  $n$  en tr/min :

$$E = k.n.$$

Calculer  $k$  à partir de l'essai à vide, sans oublier de préciser son unité.

C1.4 - La caractéristique  $M_u(n)$  de ce moteur est assimilée à une droite. Elle est tracée sur le document réponse N°2.

- Justifier qu'elle passe par A.
- Interpréter les coordonnées du point B.



Modèle électrique du moteur

#### C2 - Le moteur est maintenant alimenté par une tension $U_C = 207$ V.

C2.1 Montrer que, pour  $U_C = 207$  V, la vitesse de rotation à vide  $n_{0C}$  peut s'écrire  $n_{0C} = \frac{U_C}{U_N} \cdot n_0$  si on néglige la chute de tension aux bornes de  $R$  ; calculer la valeur numérique de  $n_{0C}$ .

C2.2 Placer, pour ce fonctionnement à vide, le point de fonctionnement  $A_{0C}$  ( $n_{0C}$ ,  $M_{U0C}$ ) sur le graphe du document réponse n°2.  $M_{U0C}$  est le moment du couple utile à vide pour  $U = U_C$ .

C2.3 En déduire graphiquement la nouvelle caractéristique du moteur pour  $U = 207$  V, sachant qu'elle est parallèle à la caractéristique précédente.

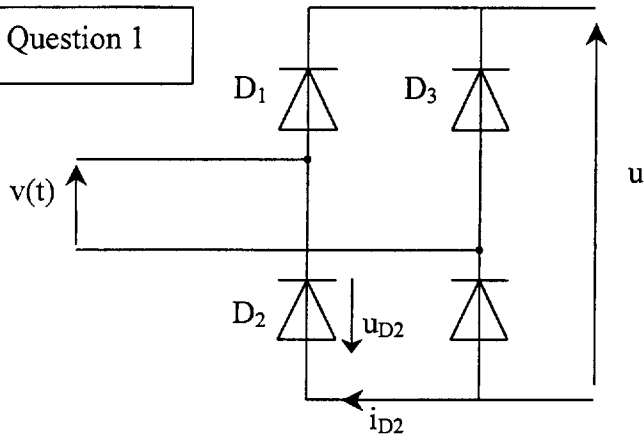
C2.4 En déduire graphiquement les coordonnées du point de fonctionnement  $B_1$ .

C2.5 Pour déterminer le rendement  $\eta_1$  de ce moteur pour le point de fonctionnement  $B_1$  :

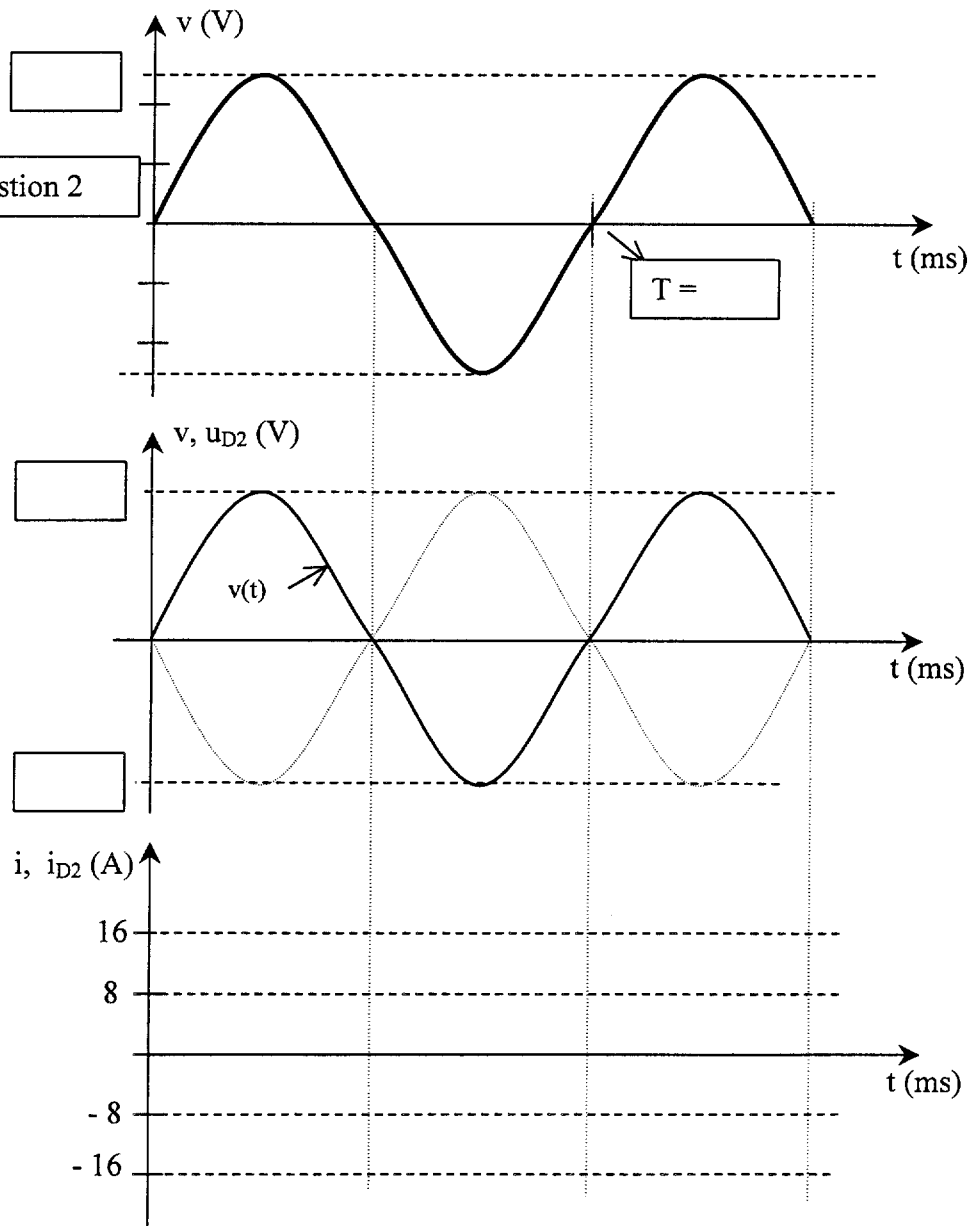
- calculer la puissance utile  $P_{u1}$  mise en jeu ;
- calculer la valeur  $E_1$  de la f.é.m., puis en déduire la valeur  $I_1$  de l'intensité du courant dans l'induit du moteur ;
- évaluer le rendement.

DOCUMENT RÉPONSE N°1 :

2<sup>ième</sup> Partie – Question 1



2<sup>ième</sup> Partie – Question 2



DOCUMENT RÉPONSE N°2 :

M (n)

M (N.m)

