

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

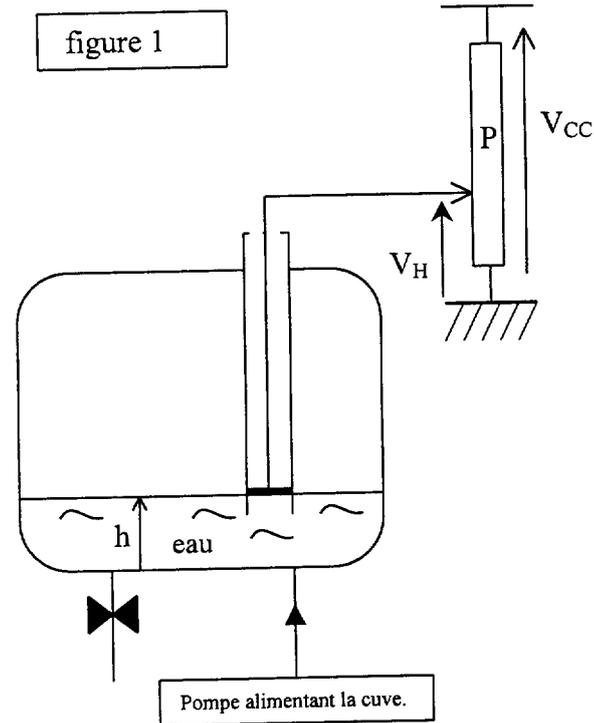
La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

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):

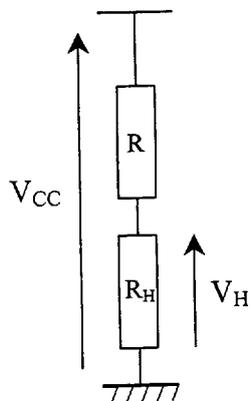


P : Potentiomètre de valeur 100 kΩ.
V_{CC} : tension d'alimentation de 24 V.

Suivant le niveau de liquide, le curseur du potentiomètre se déplace, faisant varier la tension V_H qui est proportionnelle à la hauteur h de liquide contenu dans la cuve.

A1 - Étude de la tension V_H.

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_H en fonction de R_H, P et V_{CC} ; en déduire l'expression de R_H en fonction de P, V_{CC} et V_H.

A1.2 Lorsque le niveau minimum est atteint, la tension V_H prend la valeur V_{HB} qui vaut 3 volts. Calculer alors la valeur correspondante, notée R_{HB}, de R_H.

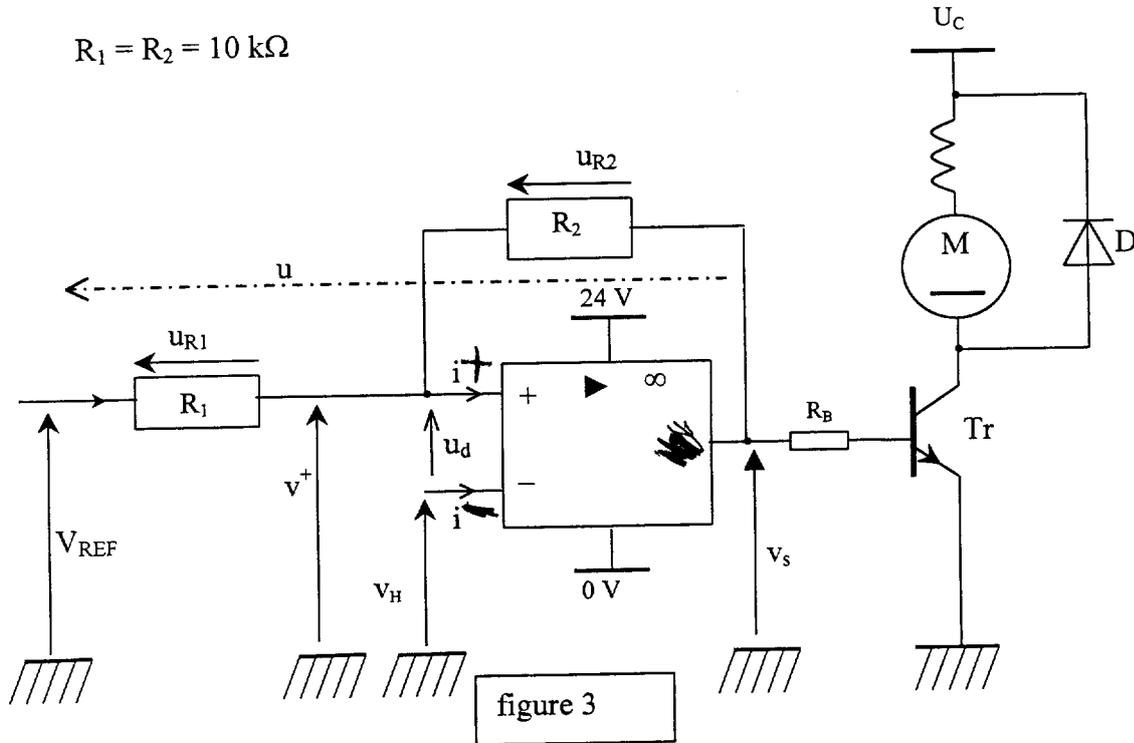
A1.3 Lorsque le niveau maximum est atteint, la tension V_H prend la valeur V_{HH} qui vaut 15 volts. Calculer alors la valeur correspondante, notée R_{HH}, de R_H.

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.

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



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 .

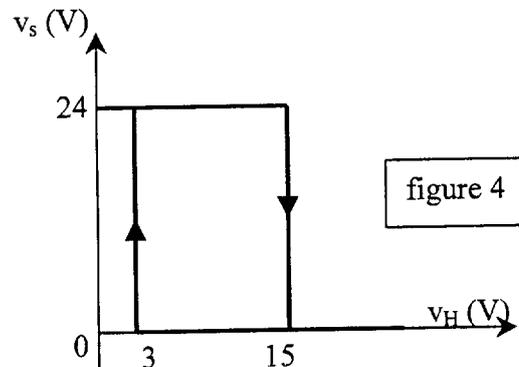
A2.7 Montrer alors que, pour $R_1 = R_2$, u_d peut s'écrire $u_d = \frac{V_{REF} + v_s}{2} - v_H$.

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.



B - 2^{ème} 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.

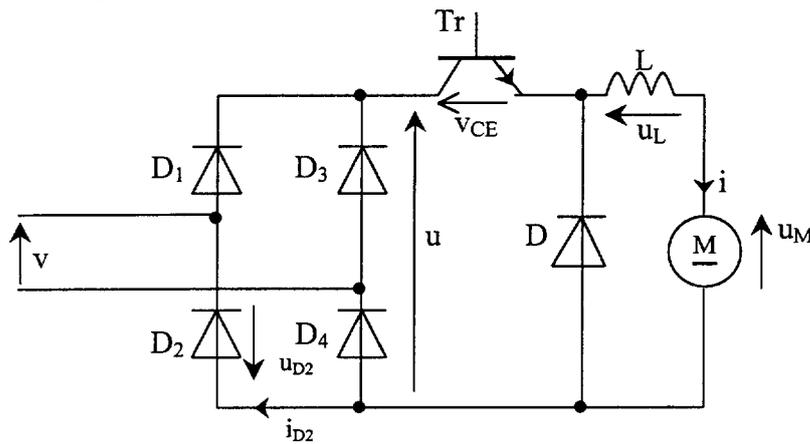


Figure 5

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^{ème} 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 $R = 0,5$ Ω .

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,

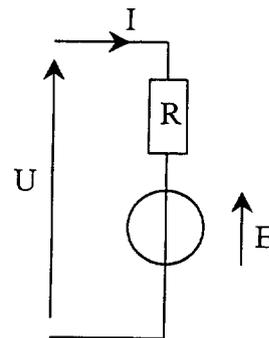
C1.3 - On rappelle l'expression de la f.é.m. E en fonction de la vitesse de rotation n en tr/min :

$$E = k.n.$$

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} , $M_{U_{0C}}$) sur le graphe du document réponse n°2. $M_{U_{0C}}$ 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.

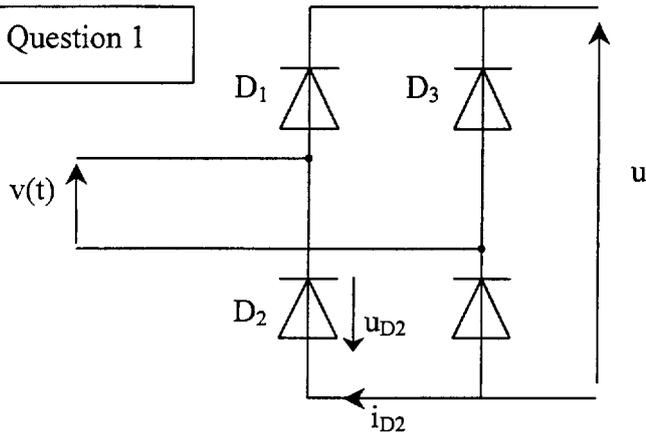
C2.4 En déduire graphiquement les coordonnées du point de fonctionnement B_1 .

C2.5 Pour déterminer le rendement η_1 de ce moteur pour le point de fonctionnement B_1 :

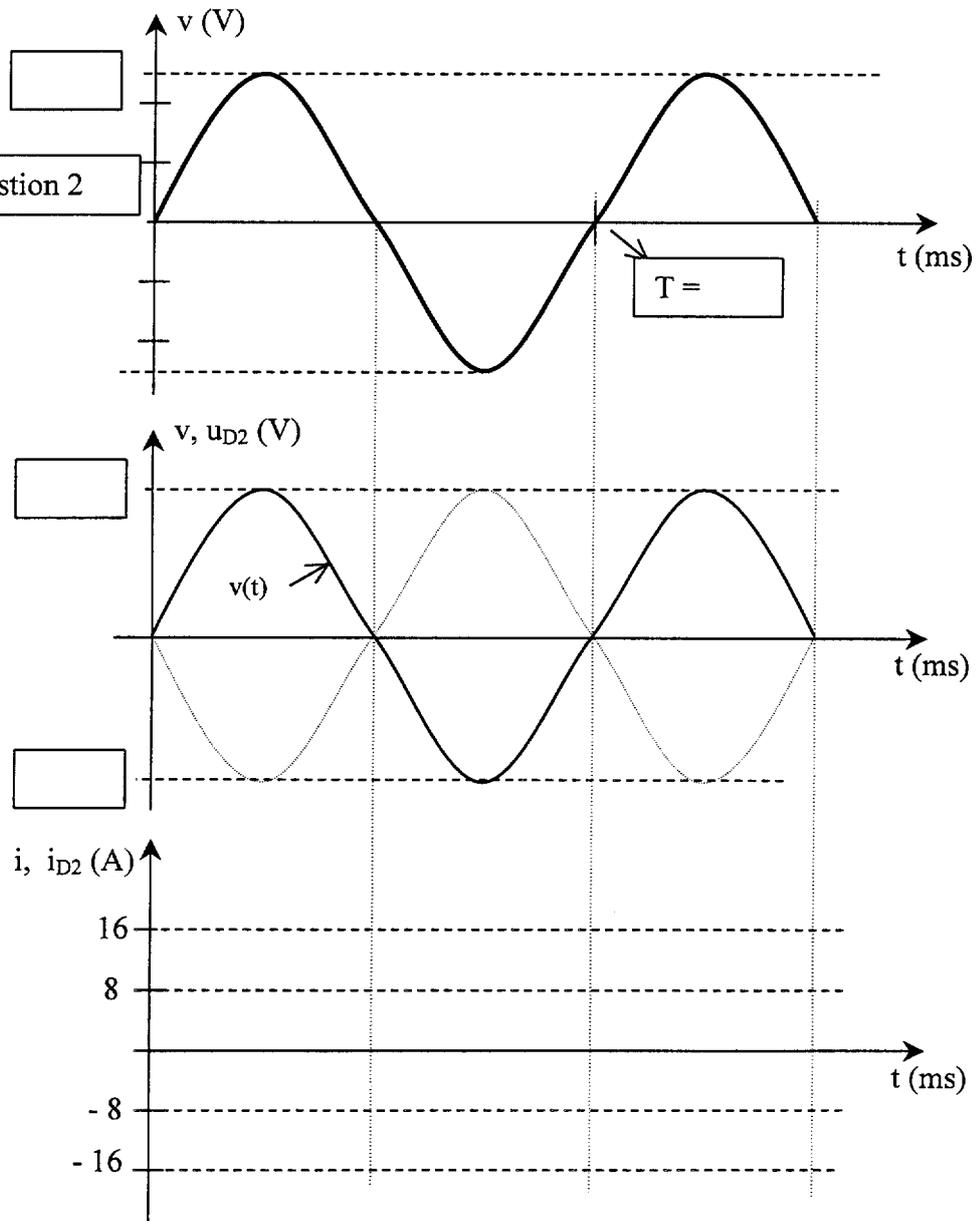
- calculer la puissance utile P_{u1} mise en jeu ;
- calculer la valeur E_1 de la f.é.m., puis en déduire la valeur I_1 de l'intensité du courant dans l'induit du moteur ;
- évaluer le rendement.

DOCUMENT RÉPONSE N°1 :

2^{ième} Partie – Question 1



2^{ième} Partie – Question 2



DOCUMENT RÉPONSE N°2 :

M (n)

