

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**  
**MAINTENANCE ET APRÈS VENTE AUTOMOBILE**

session 2001

**épreuve de SCIENCES PHYSIQUES**

durée : 2 heures

code : MAE3SC  
coefficient : 2

*L'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la législation en vigueur (circulaire n° 99-186 du 16/11/1999).*

*Le sujet comporte un problème de thermodynamique, un problème de chimie et un problème d'électronique constitué de quatre parties .*

*Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

**PROBLEME n° 1 : Thermodynamique (5 points)**

**SYSTEME RECHAUFFEUR D'AIR**

Durant les périodes froides, lorsque la température descend trop bas, le lancement de certains moteurs diesel, non équipés de bougies de chauffage, est difficile. Une des solutions qui a été utilisée (essentiellement sur des camions diesel) est le réchauffage de l'air avant son admission dans les cylindres, au lancement du moteur. Le dispositif se compose d'un manchon métallique renfermant une ou plusieurs résistances électriques enroulées autour de la tuyauterie d'admission d'air après le filtre à air.

Nous allons étudier et dimensionner le système de réchauffement d'un camion diesel de 6 cylindres dont chaque cylindre a un volume de 0,2 L. On considère le cylindre totalement occupé par de l'air initialement à la température ambiante de  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Après le lancement du moteur, pour que celui-ci fonctionne correctement, il doit admettre pendant une minute de l'air à  $20^{\circ}\text{C}$ . Le système réchauffeur d'air est actionné pendant cette minute.

1. Le moteur tourne à 1200 tours par minute. Chaque tour correspond à 2 admissions. Quel est le volume d'air réchauffé pendant la minute qui suit le lancement du moteur ?
2. On assimile l'air à un gaz diatomique de capacité thermique volumique  $C_p = 0,95 \text{ J.L}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . L'air admis doit être à la température de  $20^{\circ}\text{C}$  pour que le moteur fonctionne correctement. Calculer la quantité de chaleur que l'on doit fournir à l'air admis.
3. L'énergie électrique est totalement dissipée par les résistances sous forme de chaleur mais seulement 50% sert réellement au réchauffage de l'air d'admission. Montrer que l'énergie électrique absorbée par le système pendant son fonctionnement est  $W_E = 20 \text{ kJ}$ .
4. Quelle est la puissance que doivent dissiper les résistances pendant leur fonctionnement ?

## **PROBLEME n°2 : Chimie (5 points)**

### **DÉTERMINATION DU "COEFFICIENT D'AIR" D'UN MÉLANGE AIR/CARBURANT**

La richesse du mélange admis dans un cylindre est caractérisée par ce que l'on appelle le "coefficient d'air"  $\lambda$ .

- Si  $\lambda < 1$ , on dit que le mélange est riche.
- Si  $\lambda > 1$ , on dit que le mélange est pauvre.

Dans le problème qui va suivre on admettra les hypothèses suivantes :

- le carburant est uniquement constitué d'octane ;
  - dans les conditions de fonctionnement du moteur le volume molaire gazeux est de  $30 \text{ L.mol}^{-1}$  ;
  - l'air comporte 20% de dioxygène en volume ;
  - on négligera le volume de carburant dans le mélange admis ;
  - le volume  $V$  d'un cylindre du moteur est  $0,4 \text{ L}$  ;
  - dans les conditions du fonctionnement étudié, la quantité de carburant injectée par cylindre et par admission est de  $23,4 \text{ mg}$  ;
  - la masse molaire du carbone est  $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  et celle de l'hydrogène est  $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ .
1. Écrire et équilibrer le bilan réactionnel de la combustion (ou équation de combustion) de l'octane.
  2. Calculer la quantité de dioxygène exprimée en moles qui devrait être admise dans un cylindre pour assurer une combustion dans les conditions stœchiométriques.
  3. En déduire le volume de dioxygène et le volume d'air correspondants.
  4. On peut définir le "coefficient d'air"  $\lambda$  par la relation :  $\lambda = \frac{V}{V_0}$

Dans cette formule :

$V$  représente le volume d'air, (exprimé en litres) admis dans un cylindre.

$V_0$  représente le volume d'air, (exprimé en litres) nécessaire à la combustion du carburant dans les conditions stœchiométriques dans un cylindre.

Ces deux volumes sont pris dans les mêmes conditions de température et de pression.

En déduire le "coefficient d'air"  $\lambda$  dans ces conditions de fonctionnement. Le mélange est-il riche ou pauvre ?

## PROBLEME n°3 : Electricité (10 points)

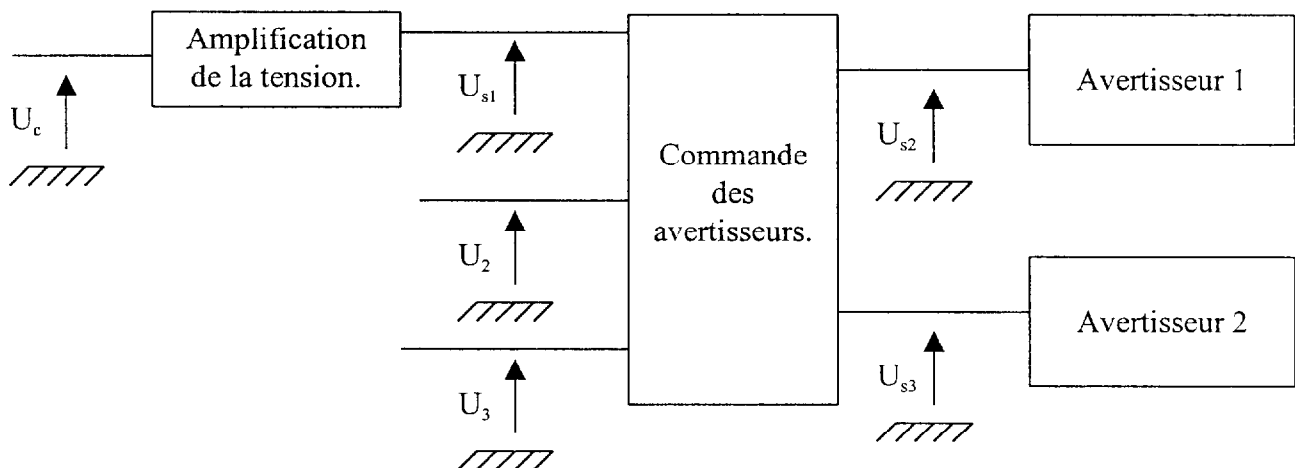
### Dispositif de surveillance de la température dans un ordinateur embarqué dans une automobile

Les parties 1, 2 et 3 de ce problème peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.

De plus en plus de voitures sont équipées d'ordinateur dans lequel sont embarquées des cartes électroniques. Ces cartes comportent des processeurs qui dissipent une puissance thermique importante. Pour éviter l'échauffement du processeur, on y place un ensemble radiateur - ventilateur. Un capteur de température est placé sur le radiateur. Il fournit une tension  $U_c$  proportionnelle à la température  $\theta$ .

Nous allons étudier un système de surveillance permettant :

- à un avertisseur lumineux (DEL) de s'allumer si la température dépasse  $45^\circ\text{C}$
- à un avertisseur sonore (buzzer) de se déclencher si la température dépasse  $60^\circ\text{C}$ .



Les amplificateurs opérationnels utilisés dans ce système sont idéaux. Ils sont alimentés par la tension  $U$  de la batterie. On prendra :  $U = 12\text{V}$ . Afin d'alléger les schémas, l'alimentation n'y est pas représentée.

Pour des températures normales d'utilisation, le capteur fournit une tension  $U_c$  proportionnelle à  $\theta$  telle que :

$$U_c = K_c \cdot \theta$$

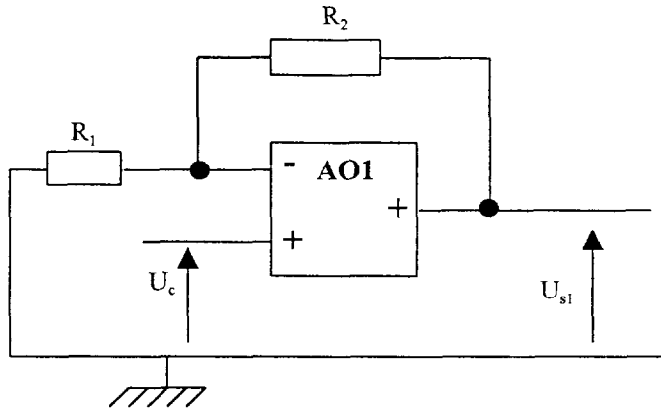
$U_c$  : tension du capteur en V  
 $K_c = 0,01 \text{ V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$   
 $\theta$  : température en  $^\circ\text{C}$

Cette tension est amplifiée de manière à avoir :

$$U_{s1} = K_\theta \cdot \theta$$

$U_{s1}$  : tension amplifiée en V  
 $K_\theta = 0,1 \text{ V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$   
 $\theta$  : température en  $^\circ\text{C}$

### 1- L'amplification de tension.



1.1. Pourquoi l'AO1 peut-il fonctionner en régime linéaire ?

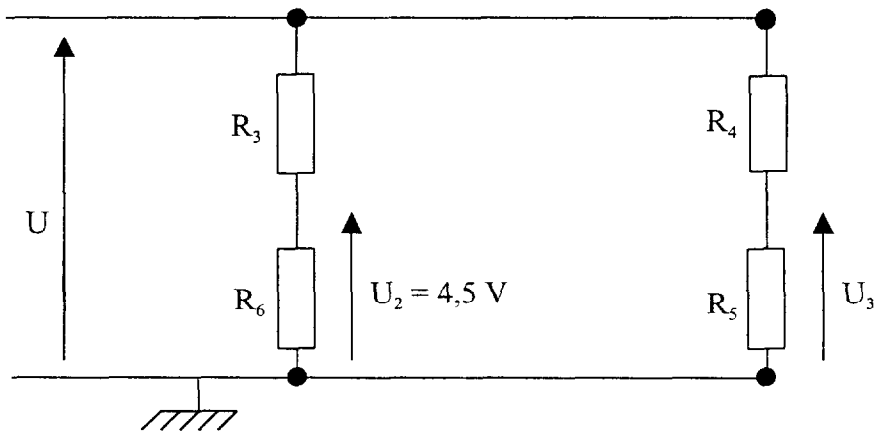
1.2. On désigne par A le coefficient d'amplification défini par  $A = \frac{U_{sl}}{U_c}$ . Montrer que  $A = 10$ .

1.3. Sachant que  $U_{sl} = (1 + \frac{R_2}{R_1}) \cdot U_c$ , exprimer le coefficient d'amplification A en fonction de  $R_1$  et  $R_2$ .

1.4. Si  $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$ , calculer  $R_2$ .

### 2- Elaboration des tensions $U_2$ et $U_3$ .

La tension U est obtenue à partir de l'alimentation des amplificateurs opérationnels du système.



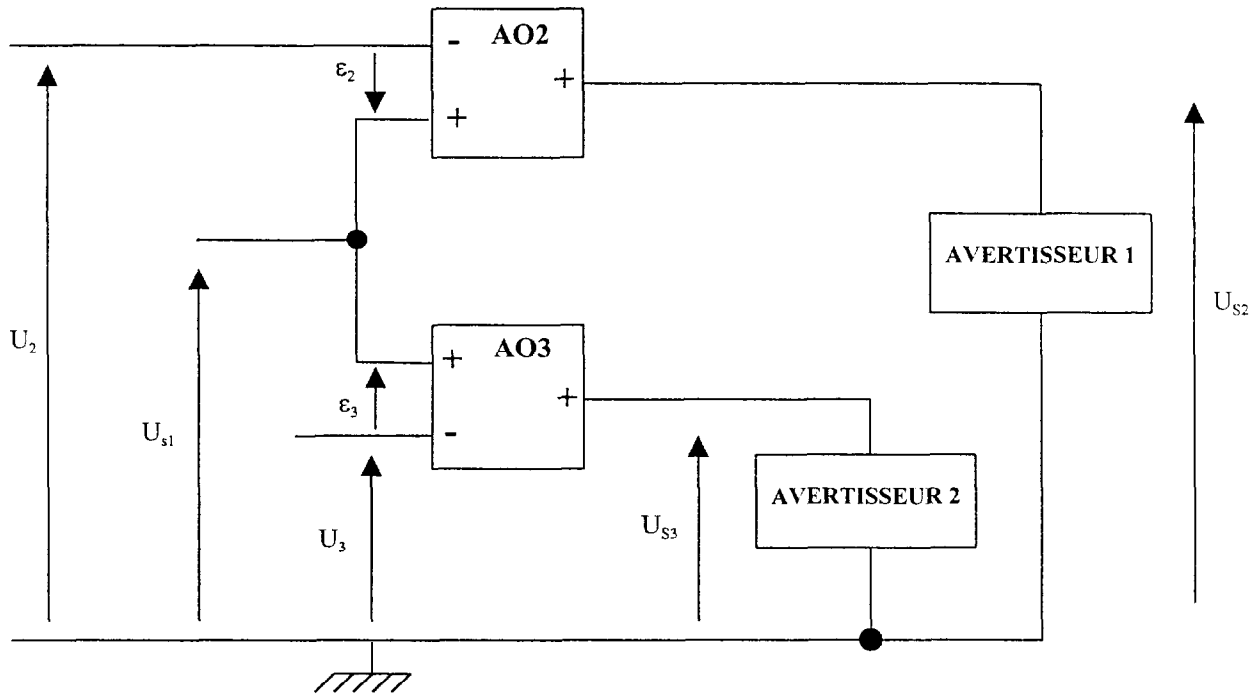
2.1. Quel est le nom du montage ci-dessus permettant d'obtenir  $U_2$  et  $U_3$  à partir de U ?

2.2. Donner l'expression de  $U_3$  en fonction de U,  $R_4$  et  $R_5$ .

2.3. Les valeurs de  $R_3$  et  $R_6$  sont choisies de manière à ce que  $U_2 = 4,5 \text{ V}$ . On donne :  $R_4 = 1,0 \text{ k}\Omega$ ;  $R_5 = 1,0 \text{ k}\Omega$  et  $U = 12 \text{ V}$ . Calculer  $U_3$ .

### 3- Commande des avertisseurs.

La commande des avertisseurs est générée à partir des trois tensions  $U_2$ ,  $U_3$  et  $U_{s1}$ .



Dans les conditions d'alimentation, les tensions de saturation sont 0V et +12V.

- 3.1. Quels sont les régimes de fonctionnement de l'AO2 et de l'AO3 ? Justifier.
- 3.2. Pour  $U_{s1} < U_2 < U_3$ , déterminer les signes de  $\epsilon_3$ ,  $\epsilon_2$  et les valeurs de  $U_{s3}$  et  $U_{s2}$ .
- 3.3. Pour  $U_2 < U_{s1} < U_3$ , déterminer les signes de  $\epsilon_3$ ,  $\epsilon_2$  et les valeurs de  $U_{s3}$  et  $U_{s2}$ .
- 3.4. Pour  $U_2 < U_3 < U_{s1}$ , déterminer les signes de  $\epsilon_3$ ,  $\epsilon_2$  et les valeurs de  $U_{s3}$  et  $U_{s2}$ .

### 4- Synthèse.

- 4.1. Lorsque la température augmente dangereusement pour la carte électronique, la DEL s'allume avant que l'avertisseur sonore ne s'enclenche (le buzzer). Sachant que  $U_2 = 4,5$  V et  $U_3 = 6,0$  V, préciser la nature des avertisseurs 1 et 2 (DEL ou buzzer).
- 4.2. Montrer que la DEL s'allume à  $45^\circ\text{C}$  et que l'avertisseur sonore s'enclenche à  $60^\circ\text{C}$ .