

## BTS MAVA électricité 2001 (10 points)

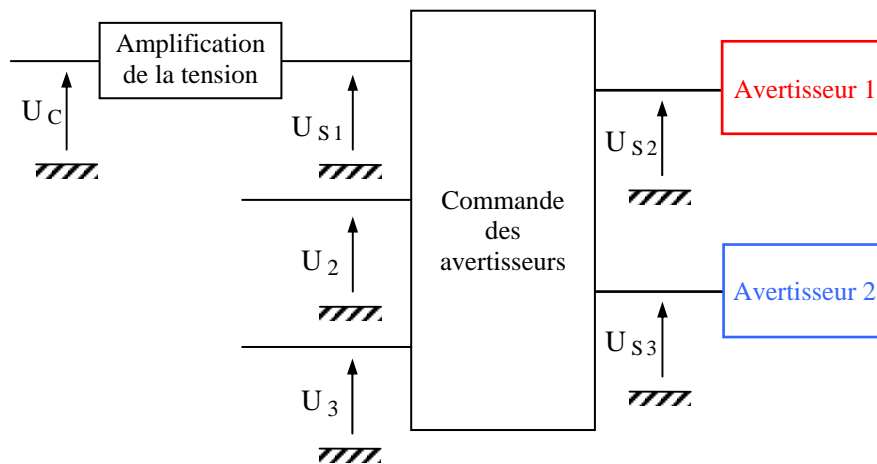
### Dispositif de surveillance de la température dans un ordinateur embarqué dans une automobile

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  $U$ , 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 :

$$U_C = K_C \theta \quad U_C : \text{tension du capteur en V}$$
$$K_C = 0,01 \text{ V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \text{ et } \theta : \text{température en } ^\circ\text{C}$$

Cette tension est amplifiée de manière à avoir :

$$U_{S1} = K_\theta \theta$$
$$U_{S1} : \text{tension amplifiée en V}$$
$$K_\theta = 0,1 \text{ V} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \text{ et } \theta : \text{température en } ^\circ\text{C}$$

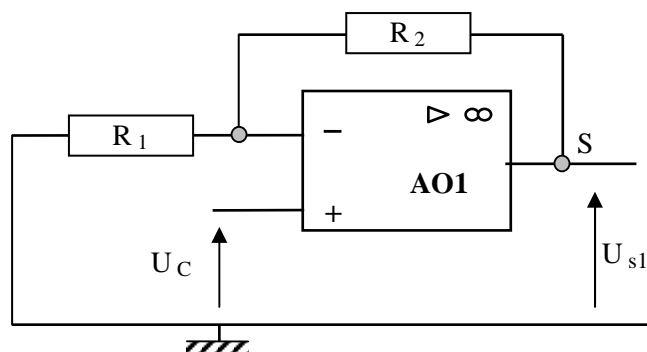
#### A - L'amplification de tension

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

2. On désigne par  $A$  le coefficient

d'amplification défini par  $A = \frac{U_{S1}}{U_C}$ .

Montrer que  $A = 10$ .

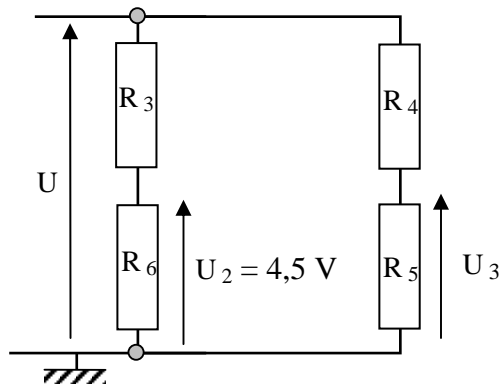


3. Sachant que  $U_{S1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) U_C$ , exprimer le coefficient d'amplification A en fonction de  $R_1$  et  $R_2$ .

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

### B - Elaboration des tensions $U_2$ et $U_3$

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



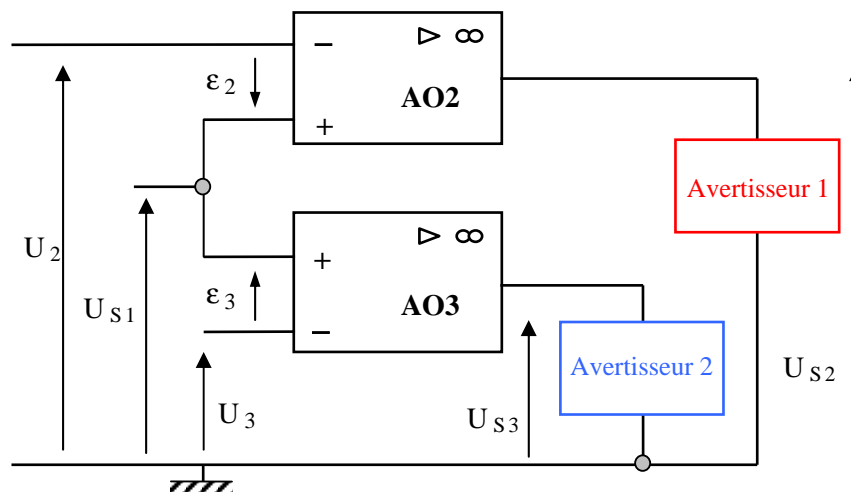
1. Quel est le nom du montage ci-dessus permettant d'obtenir  $U_2$  et  $U_3$  à partir de U ?
2. Donner l'expression de  $U_3$  en fonction de U,  $R_4$  et  $R_5$ .
3. Les valeurs de  $R_3$  et  $R_6$  sont choisies de manière à ce que  $U_2 = 4,5 \text{ V}$ . On donne  $R_4 = 1,0 \text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 1,0 \text{ k}\Omega$  et  $U = 12 \text{ V}$ . Calculer  $U_3$ .

### C - 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 0 V et + 12 V.

1. Quels sont les régimes de fonctionnement de l'AO2 et de l'AO3 ? Justifier.



2. Pour  $U_{S1} < U_2 < U_3$ , déterminer les signes de  $\epsilon_3$ ,  $\epsilon_2$  et les valeurs de  $U_{S2}$  et  $U_{S3}$ .
3. Pour  $U_2 < U_{S1} < U_3$ , déterminer les signes de  $\epsilon_3$ ,  $\epsilon_2$  et les valeurs de  $U_{S2}$  et  $U_{S3}$ .

4. Pour  $U_2 < U_3 < U_{S1}$ , déterminer les signes de  $\varepsilon_3$ ,  $\varepsilon_2$  et les valeurs de  $U_{S2}$  et  $U_{S3}$ .

### D - Synthèse

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  $U_2 = 4,5 \text{ V}$  et  $U_3 = 6,0 \text{ V}$ , préciser la nature des avertisseurs 1 et 2 (DEL ou buzzer).

2. Montrer que la DEL s'allume à  $45^\circ \text{C}$  et que l'avertisseur sonore s'enclenche à  $60^\circ \text{C}$ .

### Réponses :

#### A – Amplification

1. Régime de fonctionnement linéaire possible puisqu'il y a une rétroaction négative.

$$2. \frac{U_{S1}}{U_C} = \frac{K_\theta}{K_C} = 10$$

$$3. A = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$4. R_2 \cong 9,0 \text{ k}\Omega$$

#### B – Elaboration des tensions

1. Diviseurs de tensions

$$2. U_3 = U \frac{R_5}{R_4 + R_5}$$

$$3. U_3 = 6 \text{ V}$$

#### C – Commande des avertisseurs

1. AO1 et AO2 fonctionnent en régime saturé (rétroaction positive).

2.3. et 4. Résultats regroupés dans le tableau :

Situation de $U_{S1}$	$\varepsilon_2 = U_{S1} - U_2$	$\varepsilon_3 = U_{S1} - U_3$	$U_{S2}$	$U_{S3}$	diode	buzzer
$U_{S1} < U_2 < U_3$	$\varepsilon_2 < 0$	$\varepsilon_3 < 0$	0	0	éteinte	non
$U_2 < U_{S1} < U_3$	$\varepsilon_2 > 0$	$\varepsilon_3 < 0$	12 V	0	allumée	non
$U_2 < U_3 < U_{S1}$	$\varepsilon_2 > 0$	$\varepsilon_3 > 0$	12 V	12 V	allumée	oui

#### D – Synthèse

**Diode :**  $K_\theta \times \theta_{\text{limD}} = U_{S1 \text{ limD}} = U_2 = 4,5 \text{ V}$  ; on en déduit :  $\theta_{\text{limD}} \cong 45^\circ \text{C}$

**Buzzer :**  $K_\theta \times \theta_{\text{limB}} = U_{S1 \text{ limB}} = U_3 = 6 \text{ V}$  ; on en déduit :  $\theta_{\text{limB}} \cong 60^\circ \text{C}$