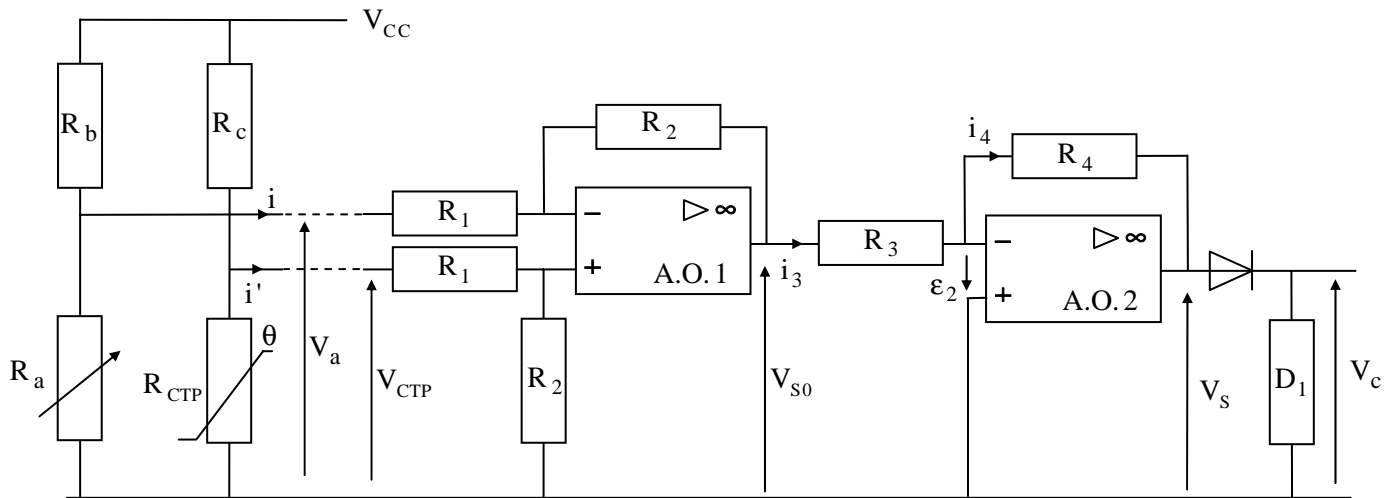


## BTS MAVA 2007 (électricité)

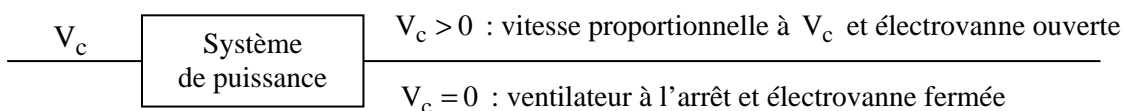
La figure ci-dessous représente le schéma de principe du contrôle du chauffage de l'habitacle d'une automobile.



◆  $V_{CC} = 12 \text{ V}$  ;  $R_b = R_c = 1 \text{ k}\Omega$  ;  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$  ;  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $R_4 = 100 \text{ k}\Omega$  ;

◆  $R_a$  peut être ajustée entre  $4,7 \text{ k}\Omega$  et  $5,7 \text{ k}\Omega$ .

- La détection de température se fait à l'aide d'une thermistance à coefficient de température positif modélisée par une résistance nommée  $R_{CTP}$ .
- Grâce à des systèmes suiveurs, non représentés sur ce schéma de principe, les intensités  $i$  et  $i'$  sont nulles.
- Les amplificateurs opérationnels A.O.1 et A.O.2 sont supposés parfaits, ils sont alimentés en 12 V. On note  $V_1^-$ ,  $V_1^+$ ,  $V_2^-$  et  $V_2^+$ , les potentiels de leurs entrées inverseuses et non inverseuses.
- La tension de sortie  $V_c$  commande un système de puissance alimentant un ventilateur et une électrovanne.



### A – Capteur de température

1. Exprimer la tension  $V_a$ , aux bornes de la résistance  $R_a$ , en fonction de  $V_{CC}$ ,  $V_a$  et  $R_b$ . Déterminer numériquement la plage de réglage de cette tension  $V_a$ .

2. Exprimer la tension  $V_{CTP}$ , aux bornes de la résistance  $R_{CTP}$ , en fonction de  $V_{CC}$ ,  $R_{CTP}$  et  $R_c$ . Pour la suite de l'exercice, on prendra :

▶  $R_a = 5,64 \text{ k}\Omega$  et  $V_a = 10,19 \text{ V}$  ;

▶  $V_{CTP} = 9,93 \text{ V}$  pour  $\theta = 0^\circ\text{C}$  et  $V_{CTP} = 10,24 \text{ V}$  pour  $\theta = 30^\circ\text{C}$ .

### B - Amplificateur opérationnel 1

La tension de sortie  $V_{S0}$  peut se mettre sous la forme :  $V_{S0} = \frac{R_2}{R_1} (V_{CTP} - V_a)$

1. Quelle est la fonction du montage constitué de l' A.O.1,  $R_1$  et  $R_2$ .
2. Calculer numériquement les valeurs de  $V_{S0}$  pour  $\theta = 0^\circ\text{C}$  et  $\theta = 30^\circ\text{C}$ .

### C - Amplificateur opérationnel 2

1. Justifier le fonctionnement en régime linéaire de cet amplificateur. En déduire la valeur de  $\varepsilon_2 = V_2^+ - V_2^-$ .
2. Exprimer  $i_3$ , en fonction de  $V_{S0}$  et  $R_3$ .
3. Exprimer  $i_4$ , en fonction de  $V_S$  et  $R_4$ .
4. En remarquant que  $i_3 = i_4$ , montrer que  $V_S = \frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} (V_a - V_{CTP})$
5. Comment évolue la tension  $V_S$  quand la température  $\theta$  augmente ?

### D – fonctionnement du système

Le tableau suivant donne les variations de la tension  $V_S$  en fonction de la température détectée pour  $R_a$  ajustée à  $5,64 \text{ k}\Omega$ .

$\theta$ en $^\circ\text{C}$	0	5	10	15	20	25	30
Tension $V_S$ en V	12 V (saturation)	9,56	6,98	4,53	2,20	0,00	- 2,35

Expliquer le fonctionnement de ce système en indiquant s'il s'agit d'un contrôle progressif ou en « tout ou rien » et en précisant les rôles de la résistance  $R_a$  et de la diode.

Réponses :

### A – Capteur de température

1. 
$$V_a = \frac{V_{CC}}{R_a + R_b} R_a$$
 on en déduit :  $9,89 \text{ V} \leq V_a \leq 10,21 \text{ V}$

2. 
$$V_{CTP} = \frac{V_{CC}}{R_c + R_{CTP}} R_{CTP}$$

### B – Amplificateur opérationnel 1

1. Il s'agit d'un montage amplificateur différentiel
2.  $\theta = 0^\circ\text{C}$  ;  $V_{CTP} \cong 9,93 \text{ V}$  et  $V_{S0} \cong -1,235 \text{ V}$   
 $\theta = 30^\circ\text{C}$  ;  $V_{CTP} \cong 10,24 \text{ V}$  et  $V_{S0} \cong 0,235 \text{ V}$

### C – Amplificateur opérationnel 2

1. L'existence d'une rétroaction négative justifie le fonctionnement linéaire de cet A.O. ; comme A.O. 2 est parfait, on a :  $\varepsilon_2 = 0$

2. 
$$i_3 = \frac{V_{S0}}{R_3}$$

3. 
$$i_4 = -\frac{V_S}{R_4}$$

5.  $V_S$  diminue lorsque la température augmente.

### D – Fonctionnement du système

Pour  $R_a = 5,64 \text{ k}\Omega$

- $\theta \leq 0^\circ\text{C}$  : le chauffage de l'habitacle est au maximum ; la vitesse du ventilateur ne varie pas sur cette plage de température.
- $0^\circ\text{C} < \theta < 25^\circ\text{C}$  ; le chauffage de l'habitacle est progressif car la vitesse du ventilateur dépend de la température  $\theta$ . Le chauffage est moindre lorsque la température s'élève.
- $\theta \geq 25^\circ\text{C}$  ; le chauffage ne fonctionne plus.

Pour une même température  $\theta$ , le chauffage peut être plus poussé en augmentant  $R_a$ .

La diode n'est pas passante lorsque la tension  $V_c$  devient négative.