

BTS MAVA électricité 98 (10 points)

Soit le montage (schéma ci-dessous) : on se propose d'en définir les caractéristiques et d'en proposer un usage.

On donne :

$E = 8,0 \text{ V}$, obtenue à partir d'un régulateur $8,0 \text{ V}$ alimenté par une batterie 12 V .

$R_1 = 6,8 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 15,0 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 15,0 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 1,0 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 1,0 \text{ k}\Omega$, $R_6 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $R_7 = 4,7 \text{ k}\Omega$,
 $R_8 = 470 \Omega$, $R_9 = 470 \Omega$, P_1 : potentiomètre $1,0 \text{ k}\Omega$, P_2 : potentiomètre $1,0 \text{ k}\Omega$.

On fixe après réglage $R_{P1} = 239 \Omega$; $R_{P2} = 218 \Omega$.

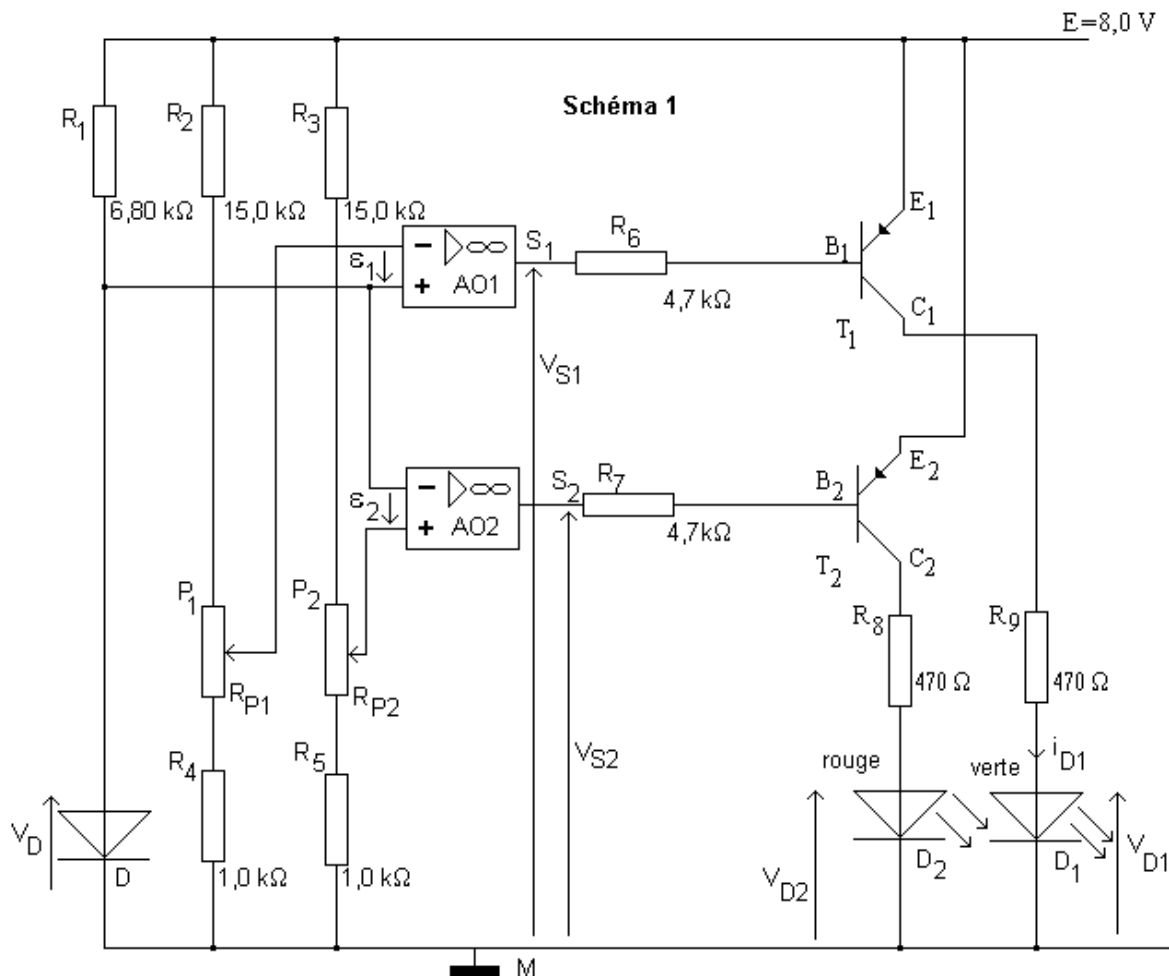
D est une diode au silicium dont la tension de seuil décroît de $2,0 \text{ mV}$ par $^\circ\text{C}$.

A 0°C cette tension est de $0,583 \text{ V}$.

D_1 (verte) et D_2 (rouge) sont des diodes électroluminescentes dont la tension de seuil est de $V_{D2} = V_{D3} = 2,1 \text{ V}$.

Les transistors T_1 , T_2 sont identiques et fonctionnent en régime de commutation. A la saturation $V_{EC} = 0 \text{ V}$ et $V_{EB} = V_E - V_B = 0,8 \text{ V}$.

Les amplificateurs opérationnels (AO), considérés comme parfaits, sont alimentés entre $+E$, et 0 V . Les tensions de saturation sont $+E$ et 0 V .



A - Etude des états des AO (annexe 1)

1. Donner l'expression de la tension V_D , aux bornes de la diode D en fonction de θ en $^{\circ}\text{C}$.
2. Calculer les tensions différentielles à l'entrée des AO : ε_1 sur AO1 et ε_2 sur AO2, la température étant de -2°C .
3. Calculer la valeur de ε_1 et ε_2 pour 3°C .
4. Calculer la valeur de ε_1 et ε_2 pour 7°C .
5. Donner le mode de fonctionnement des 2 AO. En déduire les valeurs possibles de V_{S1} et V_{S2} .

Remplir le tableau en annexe 1, en indiquant le signe de ε_1 et de ε_2 et les valeurs correspondantes de V_{S1} et V_{S2} .

B - Etude des états des transistors et des diodes D1 et D2 (schéma 1)

On ne s'intéresse qu'au transistor T_1 .

1. De quel type de transistor s'agit-il ?
2. En fonction des 2 valeurs de V_{S1} , déterminez l'état de T_1 et l'état de la diode électroluminescente D_1 .

Calculer alors i_{D1} pour chaque état. Justifiez votre résultat.

3. Remplir le tableau en annexe 2, donner les états (saturé ou bien bloqué) de T_1 et T_2 . En déduire les états de D_1 et D_2 .

C - Synthèse

En fait ce montage est un détecteur de verglas. Montrer que les résultats précédents permettent d'alerter un conducteur sur la présence éventuelle de verglas au dessous de $\theta = 5^{\circ}\text{C}$.

Document à remplir et à rendre avec la copie :

Annexe 1 :

	ε_1	ε_2	V_{S1}	V_{S2}
$\theta = -2^{\circ}\text{C}$				
$\theta = +3^{\circ}\text{C}$				
$\theta = +7^{\circ}\text{C}$				

Annexe 2 :

	V_{S1}	V_{S2}	T_1	T_2	D_1	D_2
$\theta < 0^{\circ}\text{C}$						
$0^{\circ}\text{C} < \theta < 5^{\circ}\text{C}$						
$\theta > 5^{\circ}\text{C}$						

Réponses :

1. $\underbrace{V_D}_{(\text{en } \bar{V})} = -2 \times 10^{-3} \theta + 0,583$

$\varepsilon_1 = V_D - E \frac{R_{P_1} + R_4}{R_2 + P_1 + R_4}$ et $\varepsilon_2 = E \frac{R_{P_2} + R_5}{R_3 + P_2 + R_5} - V_D$

Le tableau récapitule les résultats demandés.

	$\theta = -2^\circ\text{C}$	$\theta = +3^\circ\text{C}$	$\theta = +7^\circ\text{C}$
V_D (en V)	0,587	0,577	0,569
$E \frac{R_{P_1} + R_4}{R_2 + P_1 + R_4}$ (en V)	0,583	0,583	0,583
ε_1 (en mV)	$\cong +4$ mV	$\cong -6$ mV	$\cong -14$ mV
$E \frac{R_{P_2} + R_5}{R_3 + P_2 + R_5}$ (en V)	0,573	0,573	0,573
ε_2 (en mV)	$\cong -14$ mV	$\cong -4$ mV	$\cong +4$ mV
V_{S1} (en V)	8,0	0	0
V_{S2} (en V)	0	0	8,0

B – Etude des états des transistors et des diodes

1. C'est un transistor PNP.

2. $V_{S1} = 0 \text{ V} \Rightarrow T_1$ est saturé et D_1 passante ($i_{D1} \cong 13 \text{ mA}$)

$V_{S1} = 12,0 \text{ V} \Rightarrow T_1$ est bloqué et D_1 non passante ($i_{D1} = 0$)

Tableau (avec synthèse)

	V_{S1} (en V)	V_{S2} (en V)	T_1	T_2	D_1	D_2	
$\theta < 0^\circ\text{C}$	8,0	0	bloqué	saturé	Non passante	Passante	DANGER
$0^\circ\text{C} < \theta < 5^\circ\text{C}$	0	0	saturé	saturé	Passante	Passante	Prudence
$\theta > 5^\circ\text{C}$	0	8,0	saturé	bloqué	Passante	Non passante	Pas de verglas