

Exercice : CAPTEUR DE TEMPERATURE A DIODE

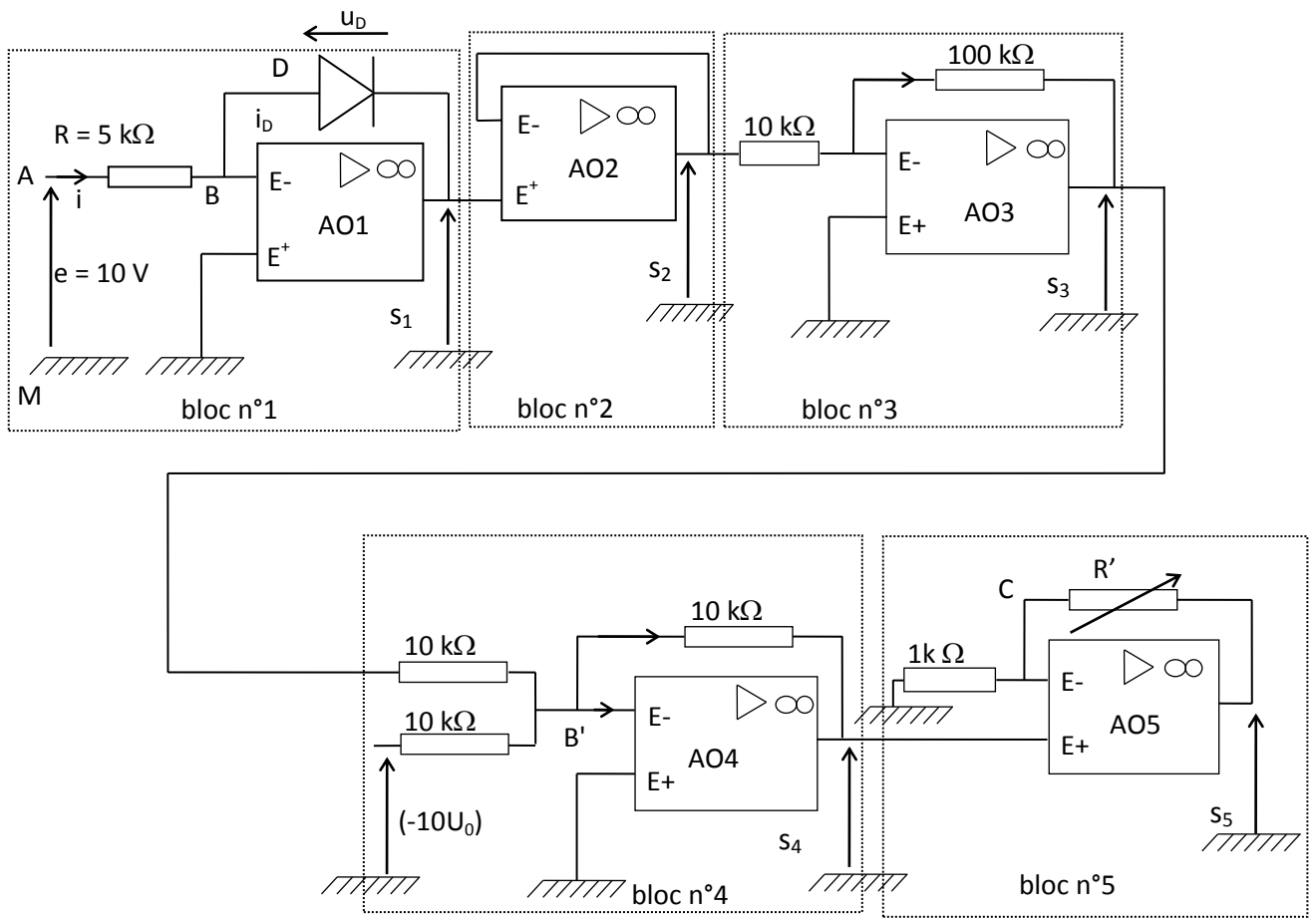
1. La tension u_D aux bornes de la diode est considérée $u_D = U_0 - 0,002 \theta$.
 U_0 : tension aux bornes de la diode à 0°C et traversée par un courant de 2 mA ;
 θ : température de la diode.
 Compléter le tableau en appliquant cette relation (on prendra $U_0 = 0,718 \text{ V}$).

Température de la diode	$u_D = U_0 - 0,002 \theta$
0°C
54°C
100°C

2. Montrer, en complétant le tableau ci-dessous que l'utilisation de la diode au silicium seule (sans chaîne de conditionnement) n'est pas commode ?

	Satisfaisant ? pourquoi ?	Comment devrait-il être ?
Sens de variation de UD par rapport à θ
Valeur de UD quand $\theta = 0$
Plage de variation de UD quand θ varie de 0 à 100°C

3. Dans le but de rendre facilement exploitable le signal délivré par la diode, on réalise le montage représenté par le schéma suivant et dans lequel la diode est suivie d'une chaîne de conditionnement du signal qu'elle délivre
- Calculer l'intensité du courant i dans la résistance R du bloc n°1
 - En déduire la valeur de l'intensité i_D du courant dans la diode D .
 - Que peut-on dire du courant i_D quand la température θ de la diode varie
4. Donner le nom des montages réalisés autour de AO2 , AO3, AO4, AO5.
5. En prenant $u_D = U_0 - 0,002 \theta$, exprimer s_1 en fonction de U_0 et de θ .
6. Exprimer s_2 et s_3 en fonction de U_0 et de θ
7. Exprimer s_4 en fonction de θ .
8. Détermination de la valeur de R' .
- La résistance R' est une résistance réglable et on lui donne une valeur telle que lorsque θ (température de la diode) est de 100°C , la tension s_5 est égale à 10 V. Quelle valeur doit-on donner à R' ?
 - Parmi les rhéostats suivants lesquels peut-on choisir pour réaliser R' ? (1 k Ω , 470 Ω , 2,2 k Ω , 4,7 k Ω , 10 k Ω). Justifier votre réponse.



9. Le montage ainsi réalisé vous paraît-il plus simple d'utilisation ; répondez en remplissant le tableau

	Satisfaisant ? pourquoi ?	Bloc(s) à l'origine de cette correction
Sens de variation de UD par rapport à θ
Valeur de UD quand $\theta = 0$
Plage de variation de UD quand θ varie de 0 à 100°C

10. Quelle est :

- a. la température de la diode correspondant à une tension s_5 de 5,5 V
- b. la tension correspondant à une température de la diode de 36°C. ?

11. Quelle est la sensibilité du dispositif ainsi réalisé ? Le comparer à celui de la diode utilisée seule.

Solution : CAPTEUR DE TEMPERATURE A DIODE

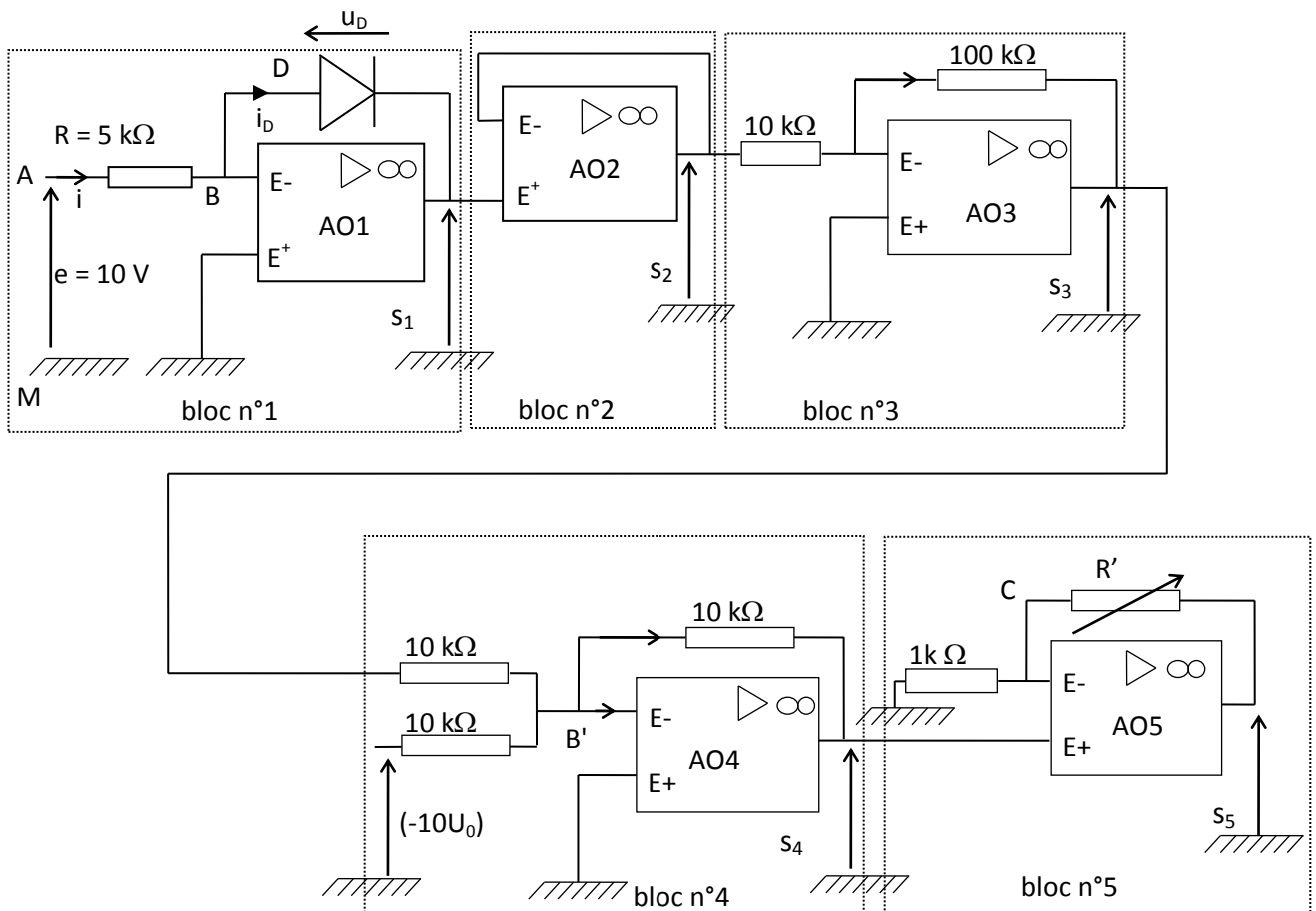
1.

Température de la diode	$u_D = U_0 - 0,002 \theta$
0°C	0.718V
54°C	0.61V
100°C	0.518V

2.

	Satisfaisant ? pourquoi ?	Comment devrait-il être ?
Sens de variation de UD par rapport à θ	Non, car UD décroît quand θ augmente	Il faudrait que UD et θ varient dans le même sens
Valeur de UD quand $\theta = 0$	Non, car $UD \neq 0$ quand $\theta = 0$	Il faudrait $UD=0$ quand $\theta = 0$
Plage de variation de UD quand θ varie de 0 à 100°C	Non, car quand θ varie de 0 à 100°C, u_D varie peu (de 0.718V à 0.518V soit de 200mV)	il faudrait une variation plus grande de u_D

3.



- a. La loi des mailles $e - R.i = 0$; en effet, en régime linéaire, $e = e_+$ avec $e_+ = 0V$
Donc $i = e/R = 10/5000$; **$i = 2 \text{ mA}$**
- b. La loi des nœuds en B permet d'écrire $i = i_D$; en effet $i_- = 0$ **$i = i_D = 2 \text{ mA}$**
- c. Le courant qui traverse la diode est constant et d'intensité égale à 2 mA quelle que soit la température de la diode.

4. Autour de AO2 est réalisé un **montage suiveur**

Autour de AO3 est réalisé un **montage amplificateur inverseur**

Autour de AO4 est réalisé un **montage sommateur inverseur**

Autour de AO5 est réalisé un **montage amplificateur non-inverseur**.

5. La loi des mailles donne $s_1 + u_D = 0$ soit **$s_1 = -u_D = -U_0 + 0,002 \theta$**

6. $s_2 = s_1$ puisque s_2 est la tension de sortie d'un suiveur.

$s_2 = -U_0 + 0,002 \theta$

Le montage réalisé autour de AO₃ est un montage amplificateur inverseur de coefficient d'amplification $-100/10 = -10$. On a donc :

$s_3 = 10. s_2 = 10 U_0 - 0,02 \theta$

7. s_4 est la tension de sortie d'un montage sommateur inverseur et que c'est par conséquent $s_4 = -(s_3 + (-10 U_0))$ soit **$s_4 = 0,02 \theta$**

8. Détermination de la valeur de R' :

- a. s_5 est la sortie d'un montage amplificateur non-inverseur, soit

$s_5 = \frac{1000+R'}{1000}.s_4 = (1000 + R').2.10^{-5}. \theta$

Lorsque $\theta = 100^\circ\text{C}$, on veut obtenir $s_5 = 10 \text{ V}$, ce qui donne **$R' = 4 \text{ k}\Omega$** .

On a alors $s_5 = 0,1. \theta$

- b. On peut donc utiliser un rhéostat de 4,7 k Ω ou de 10 k Ω car pour une position de leur curseur on aura $R' = 4 \text{ k}\Omega$.

9. Le montage est évidemment plus simple à réaliser ; la chaîne électronique de conditionnement du signal de la diode permet d'obtenir une tension $s_5 = K. \theta$

	Satisfaisant ? pourquoi ?	Bloc(s) à l'origine de cette correction
Sens de variation de UD par rapport à θ	Oui, car UD croît avec la température	<u>bloc n°3</u>
Valeur de UD quand $\theta = 0$	Oui, car UD = 0 pour $\theta = 0$	<u>bloc 4</u>
Plage de variation de UD quand θ varie de 0 à 100°C	Oui, car la variation de UD est plus importante	<u>blocs 3 et 5</u>

10.

On a $s_5 = 0,1. \theta$

- a. Pour $s_5 = 5,5 \text{ V}$, on a : **$\theta = 55^\circ\text{C}$**
b. Pour $\theta = 36^\circ\text{C}$, on a **$s_5 = 3,6 \text{ V}$** .

11. La sensibilité du dispositif obtenu est : $s = s_5/\theta = \underline{\underline{0,1 \text{ V}/^\circ\text{C}}}$. Elle est bien supérieure à la sensibilité 0.002 mV / $^\circ\text{C}$ de la diode utilisée seule ($u_D = U_0 - 0,002 \theta$).