

Génie électrique

Durée : 45 min

Devoir Surveillé : N°6

Dans le cas où un(e) étudiant(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

- L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire est rigoureusement interdit.
 - Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
-



Contrôle de la température de la batterie Des voiture électrique

A- Présentation

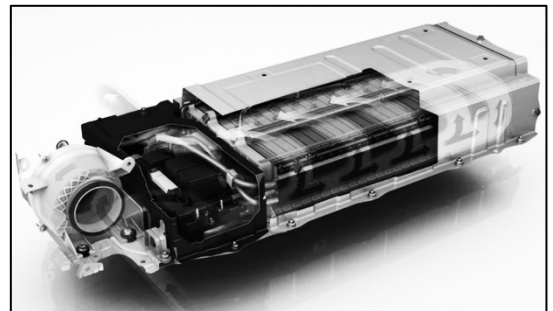
Les voitures électriques représentent une alternative propre aux véhicules thermiques, utilisant un moteur électrique alimenté par une batterie rechargeable. Elles offrent un fonctionnement silencieux, une efficacité énergétique élevée et une réduction des émissions polluantes. L'autonomie dépend de la capacité de la batterie, dont la performance est sensible à la température. Pour garantir sécurité, durabilité et rendement optimal, un système de gestion thermique est essentiel afin de maintenir la batterie dans une plage de température idéale, notamment lors de la charge ou en conduite.



B- Présentation de système

Le système de contrôle thermique des batteries dans les véhicules électriques vise à maintenir leur température dans une plage optimale, assurant ainsi performance, sécurité et durabilité. Il se compose d'un capteur thermique, d'un circuit d'amplification, d'un microcontrôleur et d'actionneurs (ventilateur, pompe ou chauffage).

Les batteries offrent un rendement optimal uniquement dans des conditions thermiques maîtrisées. Pour cela, elles intègrent des capteurs de température, comme la CTN, permettant une détection précise et continue de la température interne.



I. Acquisition de la température

Le capteur de température utilisé dans cette étude est une thermistance de type CTN (Coefficient de Température Négatif), comme illustré ci-dessous. La résistance de la CTN varie avec la température selon la loi suivante :

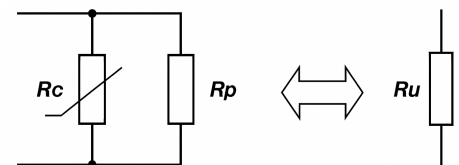
$$R_C = R_0 \cdot e^{4300 \times \left(\frac{1}{\theta + 273} - \frac{1}{298} \right)}$$

Avec :

- θ : température en $^{\circ}\text{C}$;
- $R_0 = 10 \text{ k}\Omega$: résistance à la température de référence $\theta_0 = 25^{\circ}\text{C}$;



La variation de la résistance d'une CTN avec la température n'est pas linéaire. Pour linéariser la réponse, une méthode courante consiste à associer à la CTN une résistance R_p constante montée en parallèle. La résistance équivalente du montage est alors donnée par la relation : $R_u(\theta) = \frac{R_C(\theta) \cdot R_p}{R_C(\theta) + R_p}$



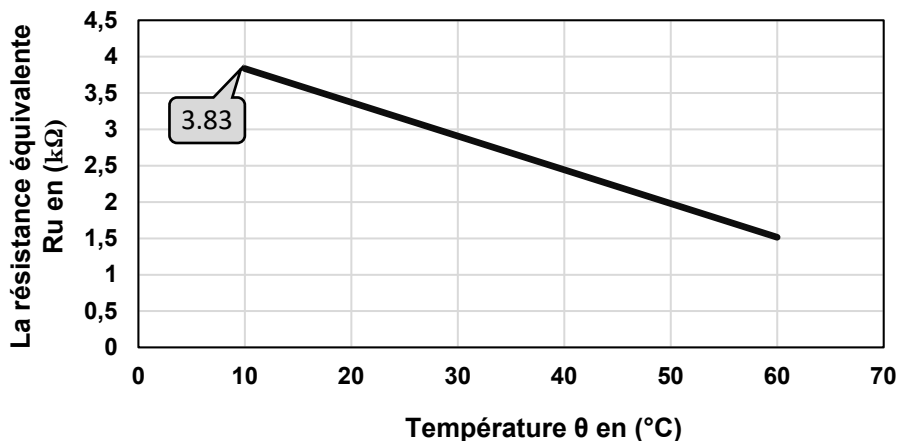
La valeur optimale de R_p est celle qui annule la dérivée seconde de $R_u(\theta)$ autour de la température θ_u (point de linéarisation $\theta_u = \theta$). Cette condition s'écrit : $R_p = R_C(\theta_u) \cdot \frac{3754 - 2 \cdot \theta_u}{4846 + 2 \cdot \theta_u}$

- **Question 1** : Pour une température $\theta_u = 35^{\circ}\text{C}$ et une résistance de la CTN $R_C(35^{\circ}\text{C}) = 6,30 \text{ k}\Omega$, calculer la valeur de la résistance R_p qui permet la linéarisation de la CTN autour de cette température.
- **Question 2** : Étant donné $R_C = 6,30 \text{ k}\Omega$ et $R_p = 4,7 \text{ k}\Omega$, calculer la valeur numérique de la résistance équivalente R_u à la température $\theta_u = 35^{\circ}\text{C}$.

○

Linéarisation sur l'intervalle [0 °C ; 60 °C] pour $R_p = 4,7 \text{ k}\Omega$

La figure ci-contre illustre la variation de la résistance R_u en fonction de la température, linéarisée autour de $\theta_u = 35 \text{ }^\circ\text{C}$. Dans cet intervalle, la courbe peut être approximée par une droite. On peut donc exprimer la résistance équivalente $R_u(\theta)$ sous forme affine : $R_u(\theta) = a \cdot \theta + b$;

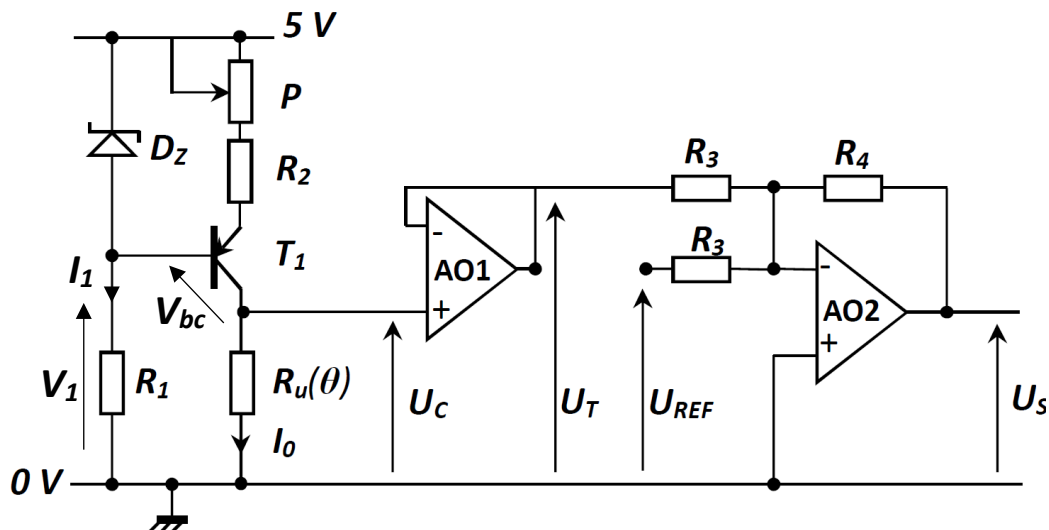


- **Question 3 :** Calculer alors les coefficients a et b en déterminant leurs unités ; que représente le coefficient a .

II. Conditionnement de température

Le circuit de conditionnement du signal (illustré ci-dessous) délivre une tension proportionnelle à celle mesurée aux bornes de la résistance $R_u(\theta)$.

- Les amplificateurs opérationnels AO1 et AO2 sont supposés parfaits ;
- Le montage autour du transistor T1 réalise un générateur de courant constant $I_0 = 0,5 \text{ mA}$;
- La résistance $R_u(\theta)$ est caractérisée par : $R_u(\theta) = -46,4 \cdot \theta + 4300$ avec (R_u en Ω et θ en $^\circ\text{C}$) ;
- U_{REF} est une tension continue de référence.



- **Question 4 :** Déterminer le régime de fonctionnement des deux amplificateurs ? justifier
- **Question 5 :** Donner l'expression de U_c en fonction de I_0 , puis en fonction de θ , puis déduire la tension U_T .

Quel est l'avantage du montage basé sur l'amplificateur AO1.

- **Question 6 :** pour le montage à base de AO2, déterminer l'expression de sortie en fonction de U_c , U_{REF} , R_3 et R_4 ,
Quelle est la fonction réalisée par ce montage ?

- **Question 7 :** Dédire des relations précédentes, l'expression de la tension U_s en fonction de θ .
- **Question 8 :** Mettre l'expression de la tension U_s sous la forme : $U_s = K \cdot \theta + Y$. Préciser les expressions de K et de Y et déterminer la valeur de la tension U_{REF} qui annule la constante Y .
- **Question 9 :** Déterminer la valeur de K en $mV/^\circ C$ pour avoir U_s égale à $5 V$ à une température de $50 ^\circ C$, en déduire la valeur numérique de R_4 . Choisir sa valeur normalisée dans la **série E12** donnée en Annexe.

On donne : $R_3 = 10 k\Omega$

Sachant que, pour une température donnée, la résistance $R_u = 3,2 k\Omega$, avec $R_1 = 4,7 k\Omega$ et une tension de la diode Zener $V_Z = 2,7 V$.

- **Question 10 :** Déterminer le courant I_1 traversant la résistance R_1 , ainsi que la tension base-collecteur du transistor V_{bc} .

Annexe :

La série E12.

1,0 ; 1,2 ; 1,5 ; 1,8 ; 2,2 ; 2,7 ; 3,3 ; 3,9 ; 4,7 ; 5,6 ; 6,8 ; et 8,2.

Exemple : $R_a = 13\Omega$, $R_b = 550\Omega$, $R_c = 8,24k\Omega$,

Les valeurs normalisées choisies : $R_{an} = 12\Omega$, $R_{bn} = 560\Omega$, $R_{cn} = 8,2k\Omega$