

BTS Maintenance des véhicules et diplôme d'expert en automobile 2019 - Corrigé

Partie 1 : Étude du capteur de température du liquide de refroidissement

1. La grandeur d'entrée est la température θ ; la grandeur de sortie est la valeur de la résistance R_{th} .
2. Ce capteur est passif puisque la grandeur de sortie ne peut être exploitée que si on dispose d'une alimentation électrique permettant de décoder l'information ; l'exploitation demande une source d'énergie.
3. La résistance du capteur diminue rapidement lorsque la température augmente.

Ce capteur n'est pas linéaire puisque la courbe $R_{th} = f(\theta)$ n'est pas une fonction affine.

4. L'appareil de mesure qui peut permettre à un technicien de mesurer la valeur de la résistance R_{th} de la thermistance est un ohmmètre.

5. Si le véhicule est immobilisé depuis un certain temps, la température du moteur est celle de l'environnement soit 20°C environ ; la résistance attendue serait alors de l'ordre de $6000\ \Omega$.

On peut faire l'hypothèse d'une défaillance du capteur dans ce cas.

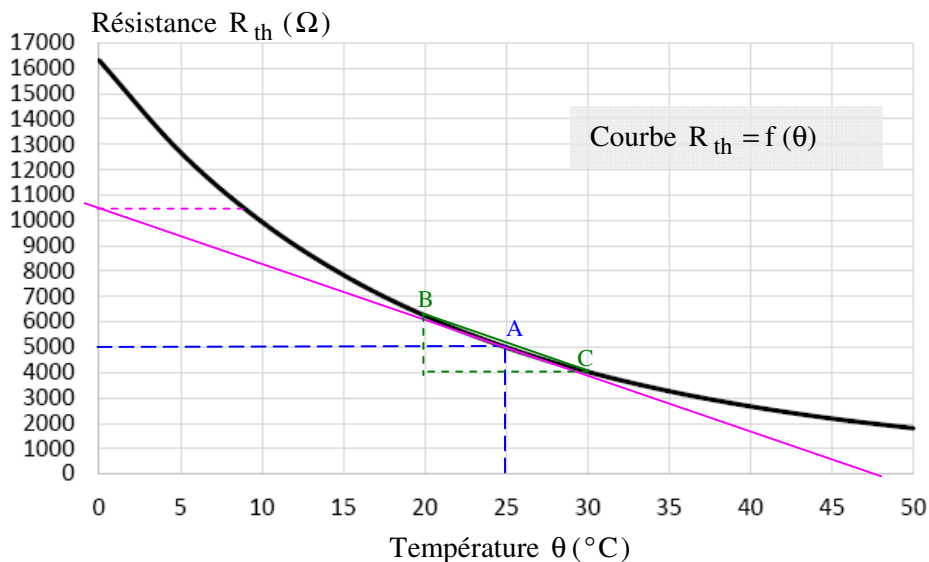
Si le moteur est arrêté depuis peu, cette valeur n'a rien d'inquiétant ; elle correspond à une température de l'ordre de 100°C .

6. Fréquence d'échantillonnage imposée par le calculateur : $T_H = 100\ \text{ms} = 0,1\ \text{s}$ soit : $f = \frac{1}{T_H} = 10\ \text{Hz}$

7. L'entrée analogique est traduite par en valeur numérique ; on a affaire à un convertisseur analogique-numérique (CAN).

8. Utilisation du document 3 :

Pour la température $T = 298\ \text{K}$ (soit 25°C), la valeur de la résistance de la thermistance est : $R_{th} \approx 5000\ \Omega$ (point A en bleu).



On trace la tangente, à la courbe, en ce point A (en rose) en se basant sur la corde BC passant par deux points voisins de A (BC en vert). La tangente à la courbe et la corde ont sensiblement le même coefficient directeur

$$\frac{\Delta R_{th}}{\Delta \theta}$$

On note : $\frac{\Delta R_{th}}{\Delta\theta} \approx \frac{R_{th}(\text{à } 30^\circ\text{C}) - R_{th}(\text{à } 20^\circ\text{C})}{30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}}$ soit, en utilisant, cette fois, le document 1 :

$$\frac{\Delta R_{th}}{\Delta\theta} \approx \frac{4029 \Omega - 6245 \Omega}{10^\circ\text{C}} \approx -222 \Omega \cdot \text{K}^{-1}$$

Remarque : $\Delta\theta = 10^\circ\text{C} = 10 \text{ K}$

En utilisant le document 3, on écrit : $\alpha_{298} \approx \frac{1}{5000 \Omega} \times (-222 \Omega \cdot \text{K}^{-1})$ soit : $\alpha_{298} \approx -4,43 \times 10^{-2} \text{ K}^{-1}$

Le document 3 nous donne : $B = -\alpha T^2$ $B \approx 3,93 \times 10^3 \text{ K}$

Dans la gamme des basses températures, un faible écart de température entraîne un écart significatif de la tension aux bornes de la sonde alors que dans la gamme des hautes températures, un écart de température relativement important n'entraîne qu'un écart très faible de la tension aux bornes de la sonde. Ceci est dû aux caractéristiques des thermistances de type CTN utilisées et aux grandes variations possibles de la température du liquide de refroidissement.

La solution utilisée par les constructeurs de véhicules, consiste à modifier la valeur de la résistance R du montage présenté sur le document 1 lorsque les hautes températures sont atteintes pour le liquide de refroidissement.

9. Les deux résistances R et R_{th} sont en série et sont donc traversées par la même intensité.

Aux basses températures, R_{th} est plus importante que R et la tension entre D3 et D2 reflète correctement les variations de R_{th} donc de la température.

Par contre, aux hautes températures, R ne doit pas être trop importante devant R_{th} . En effet, si tel était le cas, la tension entre D2 et D3 serait très faible ; la précision de la mesure en serait affectée.

10. C'est l'association en parallèle qui permet de diminuer la résistance équivalente ; $R_{eq} = \frac{R}{2}$

Remarque : Avec une association en série, on obtiendrait : $R_{eq} = 2R$

Partie 2 : Étude de l'airbag et de l'accéléromètre associé

1. Comportement de l'accéléromètre au démarrage du véhicule

a) Le condensateur est déchargé avant la fermeture de l'interrupteur ; on en déduit qu'à l'instant initial, la tension aux bornes du condensateur est nulle.

La fermeture de l'interrupteur permet de charger celui-ci.

Lorsque la charge du condensateur sera terminée, l'intensité dans le circuit deviendra nulle.

Les commentaires ci-dessus conduisent à la conclusion suivante :

Courbe (a) en trait en pointillé : $u_C(t)$

Courbe (b) en trait plein : $i(t)$

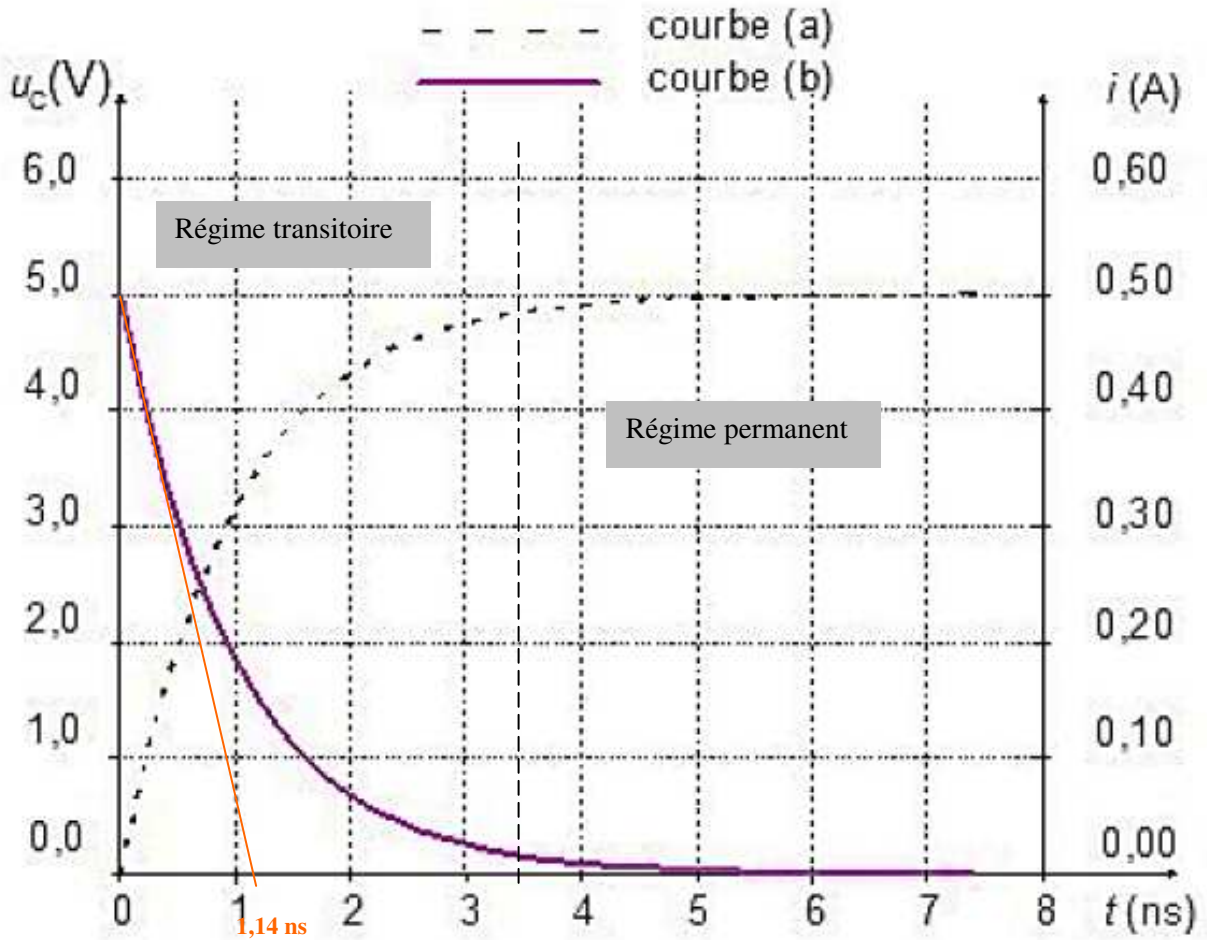
Remarque : La tension est toujours continue alors que l'intensité peut être discontinue ; l'intensité i passe brutalement d'une valeur nulle à la valeur 0,5 A, à la fermeture du circuit.

b) Détermination graphique du temps de réponse t_R du circuit : voir page suivante.

$$t_R \approx 1,14 \text{ ns}$$

c) Valeur de la résistance R : $R = \frac{t_R}{3C}$ $R \approx 4,2 \Omega$

d) voir page suivante.



e) $u_c(\infty) \approx 5,0 \text{ V}$ et $i(\infty) = 0,00 \text{ A}$

f) Valeur de la charge $q(\infty)$ du condensateur C en régime permanent :

$$q(\infty) = C u_c(\infty) \quad q(\infty) \approx 450 \times 10^{-12} \text{ C}$$

2. Déclenchement de capteur de l'airbag

a) La durée d'un choc est dix millions de fois plus importante que la durée de déclenchement de l'airbag.

L'airbag se déclenche très vite au début du choc ce qui permet une bonne protection des passagers.

b) La grandeur qui subit une variation lors d'un choc c'est la distance e entre les deux armatures du condensateur.

L'élément du circuit équivalent du dispositif c'est le condensateur dont la capacité varie avec e .

3. Gonflement de l'airbag

a) Quantité de matière n_i d'azoture de sodium contenue dans le générateur de gaz :

$$n_i = \frac{m}{M(\text{NaN}_3)} \quad n_i \approx 1,69 \text{ mol}$$

b) Équation de la réaction chimique : $\text{NaN}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{Na}(\text{s}) + \frac{3}{2} \text{N}_2(\text{g})$

c) Le gaz qui se forme est du diazote ; la quantité de gaz formé est : $n_{\text{gaz}} = \frac{3}{2} n_i$ $n_{\text{gaz}} \approx 2,54 \text{ mol}$

d) On applique la loi des gaz parfaits au diazote :
$$V_{\text{gaz}} = \frac{n_{\text{gaz}} R T_f}{P_f}$$

$$V_{\text{gaz}} \approx 64 \text{ L}$$

e) Le volume de diazote formé remplit la totalité de l'airbag.

f) La masse d'azote doit être calculée au plus juste afin de remplir de diazote l'airbag à la pression atmosphérique. Dans le cas d'un excès d'azote, la pression à l'intérieur de l'airbag serait plus grande et l'enveloppe de l'airbag pourrait éclater lors du choc avec le passager ce qui serait bien évidemment dangereux.

Partie 3 : Étude d'un capteur du système d'injection : la sonde lambda

A - Combustion complète de l'essence

1. Quantité de matière de carburant injectée dans un cylindre par admission :

$$n_{\text{carb}} = \frac{m}{M(\text{C}_8\text{H}_{18})}$$

$$n_{\text{carb}} \approx 2,05 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

2. La quantité de matière de dioxygène qui devrait être admise dans un cylindre pour assurer une combustion complète du carburant injecté est :

$$n_{\text{O}_2} = \frac{25}{2} n_{\text{carb}}$$

$$n_{\text{O}_2} \approx 2,57 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

3. On en déduit : Volume V_{O_2} de dioxygène nécessaire : $V_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2} \times V_M$ $V_{\text{O}_2} \approx 7,7 \times 10^{-2} \text{ L}$

Volume d'air V_{air} nécessaire : $V_{\text{air}} = 5 V_{\text{O}_2}$ $V_{\text{air}} \approx 0,385 \text{ L}$

4. Le volume du cylindre est de 385 cm^3 ; le volume d'air nécessaire est le même ; on se trouve donc dans les conditions stœchiométriques pour cette combustion.

5. Expression du coefficient d'air λ :
$$\lambda = \frac{V(\text{admis})}{V_{\text{st}}(\text{nécessaire})}$$

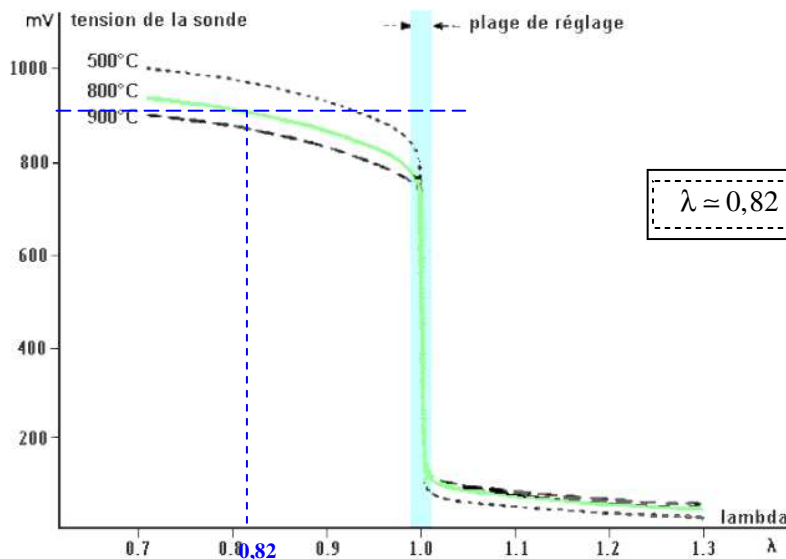
6. Dans le cas d'une combustion complète du carburant présent dans un cylindre, le volume nécessaire est égal au volume d'air admis ; la valeur du coefficient d'air est de 1.

7. a) Si $\lambda < 1$, le mélange carburant-air est dit « riche » car il y a un excès de carburant par rapport au dioxygène. Le réactif limitant est le dioxygène (l'air).

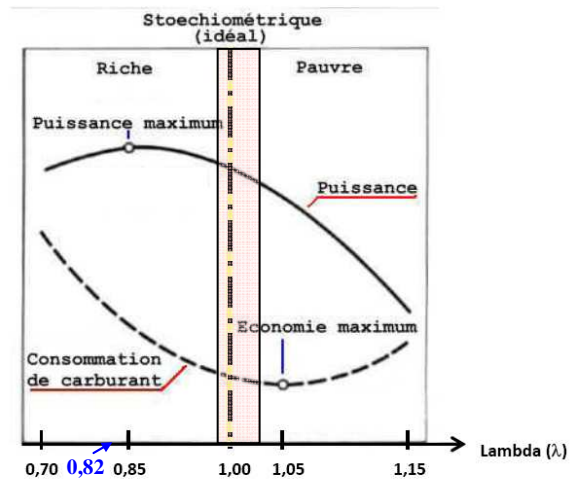
b) Cette combustion est incomplète. La combustion peut fournir du monoxyde de carbone.

B - Fonctionnement de la sonde lambda

8.



9. Le moteur ne fonctionne pas à sa puissance maximale ; la combustion de carburant est relativement élevée. Le fonctionnement du moteur n'est pas bon ; le fonctionnement idéal, en fonctionnement normal est repéré par la zone colorée en rose.



10. Pour obtenir un fonctionnement optimal du véhicule :

Phase d'accélération : $\lambda \approx 0,85$ (maximum de puissance)

Phase de roulage à vitesse constante : $\lambda \approx 1,05$

11. La norme EURO 6c, en vigueur depuis le 1^{er} septembre 2018, impose de maintenir le coefficient d'air λ compris entre 0,97 et 1,03 pour optimiser la combustion. La zone correspondante est reportée sur le diagramme précédent (zone rose).

- Les conditions de combustion du carburant sont proches des conditions stœchiométriques.
- La consommation de carburant n'est pas très élevée ; la puissance maximale n'est pas atteinte. Le compromis est cependant intéressant.
- Le carburant est presque entièrement consommé ; il y a une moindre émission de monoxyde de carbone et de dioxyde d'azote.