

**SESSION 2005**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**MAINTENANCE ET APRÈS VENTE AUTOMOBILE**

**Sciences physiques**

**Durée de l'épreuve : 2 heures**

**Coefficient : 2**

**CALCULATRICE AUTORISÉE**

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.*

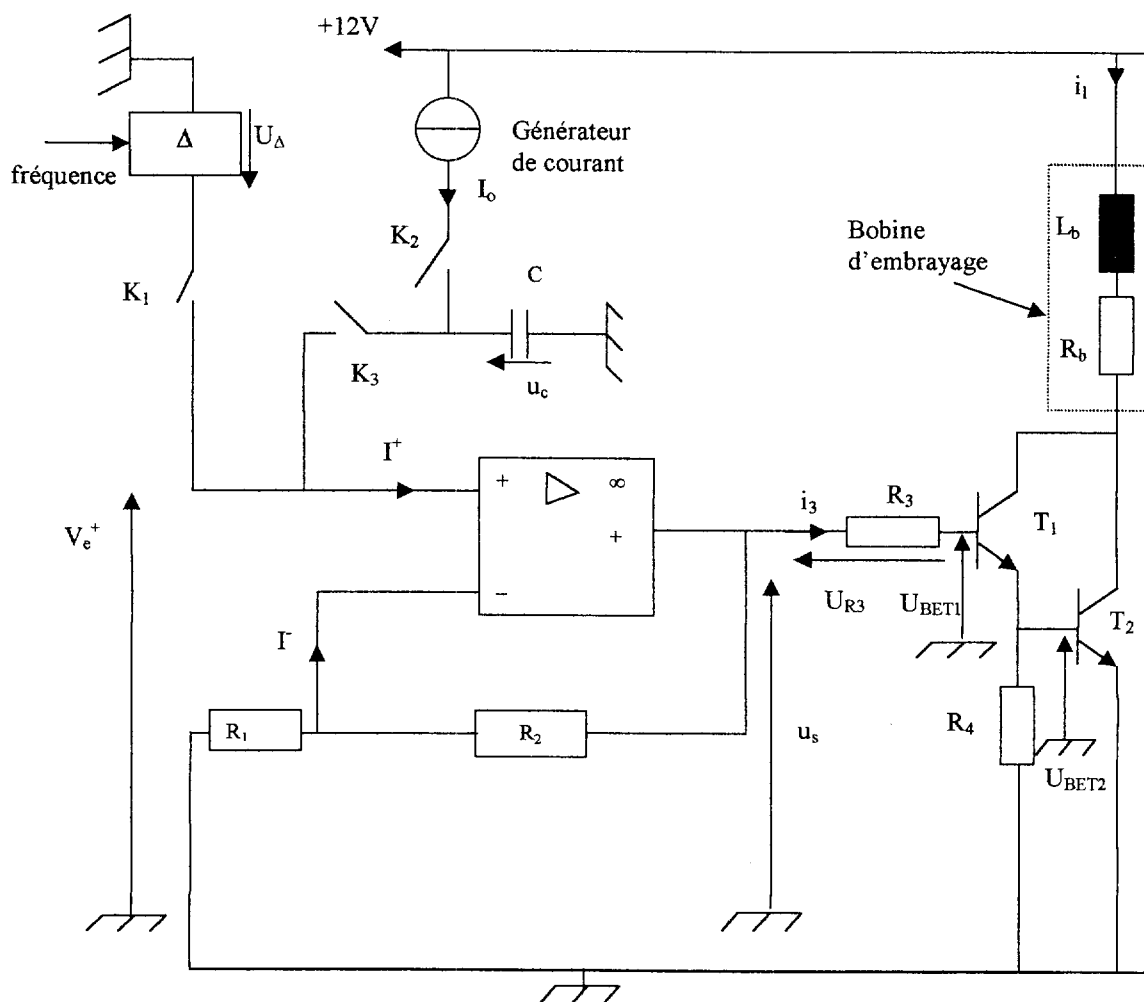
*Ce sujet comporte : 6 pages numérotées de 1 à 6*

## ÉLECTRONIQUE (13 points)

Dans cet exercice on se propose d'étudier une partie de la commande d'un embrayage électromagnétique d'un véhicule prototype de faible cylindrée.

Le schéma électrique simplifié est le suivant :

Le circuit de décharge du condensateur n'est pas représenté



La bobine de l'embrayage est équivalente à une résistance  $R_b$  montée en série avec une inductance  $L_b$ , susceptible d'être traversée par un courant  $i_l$ .

Le rapport  $L_b/R_b$  est très faible (la durée pour laquelle le courant s'établit dans la bobine est donc très faible).

L'amplificateur opérationnel est supposé parfait; les tensions de saturation sont +12V et 0V.

Le générateur de courant débite un courant constant  $I_0$ .

Le capteur  $\Delta$  est un convertisseur fréquence tension.

Le condensateur C est un condensateur électrochimique de  $100\mu\text{F}$ .

$T_1$  est un transistor faible puissance,  $T_2$  est un transistor de puissance.

Les interrupteurs  $K_1$ ,  $K_2$  et  $K_3$  sont actionnés en fonction de différents paramètres cinématiques du véhicule.

### I] Étude durant une phase d'accélération.

En position arrêtée, moteur allumé, les interrupteurs  $K_2$ ,  $K_3$  sont fermés ; l'interrupteur  $K_1$  est ouvert. On désire embrayer progressivement c'est à dire que le courant dans la bobine s'établit progressivement.

1°) Que valent  $I^+$  et  $I^-$  ? Justifier

2°) Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel dans ce montage ? (justifier)

3°) En supposant qu'au moment de la fermeture de  $K_2$  et  $K_3$  le condensateur est déchargé, montrer que  $I_0 = \frac{u_c C}{t}$  où  $u_c$  est la tension aux bornes du condensateur en volt,  $t$  la durée en seconde et  $C$  la capacité du condensateur en farad.

4°) A partir du graphe n°1 page 6 établir la relation entre  $u_c$  et  $t$ .  
En vous aidant du résultat de la question précédente, montrer que  $I_0 = 500 \mu A$ .

5°) Etablir la relation entre  $V_e^+$  et  $u_c$ .

6°) Montrer que la tension en sortie d'amplificateur opérationnel,  $u_s$ , peut se mettre sous la forme  $u_s = \frac{R_1 + R_2}{R_1} u_c$ .

En déduire l'expression de  $u_s$  en fonction du temps.

7°) On donne  $R_1 = 1k\Omega$ . Tracer, pour  $t$  compris entre 0 et 1,2 seconde, les fonctions représentatives  $u_s = f(t)$  pour  $R_2 = 10 k\Omega$  puis pour  $R_2 = 1 k\Omega$ .  
Quel est l'influence de  $R_2$  sur la tension de sortie  $u_s$  de l'amplificateur opérationnel ?

8°)  $T_1$  est un transistor de rapport d'amplification  $\beta_1 = 100$

$T_2$  est un transistor de rapport d'amplification  $\beta_2 = 50$

Leurs tensions  $U_{BE}$  valent respectivement 0,7 V et 0,8 V lorsque ces jonctions BE sont polarisées en sens direct.

8-a) Déterminer la relation entre  $u_s$ ,  $u_{R3}$ ,  $u_{BE1}$  et  $u_{BE2}$ .

8-b) En déduire que  $i_3$  peut se mettre sous la forme  $i_3 = (u_s - 1,5) \cdot 10^{-4}$  où  $i_3$  est exprimé en ampère et  $u_s$  en volt. On donne  $R_3 = 10k\Omega$ .

9°) En régime établi, la bobine se comporte comme une résistance de valeur  $R_b = 4\Omega$  et les transistors sont alors saturés.

On néglige les tensions de saturation  $U_{CE}$  de chaque transistor.

Déterminer l'intensité de saturation  $I_L$ .

10°) Sur le graphe n°2 page 6, on donne l'évolution de  $i_L$  en fonction de  $i_3$ .

- 10-a) Donner la relation entre  $i_L$  et  $i_3$  dans la partie linéaire de fonctionnement.
- 10-b) Pouvait-on retrouver cette relation à partir des données de l'énoncé ? (justifier)
- 10-c) Déterminer, graphiquement, la valeur de  $i_3$  provoquant la saturation et en déduire la valeur de  $u_s$  correspondante.
- 10-d) Quelle durée est nécessaire pour que l'embrayage soit total sachant que  $R_2 = 1k\Omega$  ?  
(On considère l'embrayage total quand le transistor  $T_2$  est saturé et quand  $i_L$  est maximum)

### III] Étude durant une phase de relance.

Le véhicule est en roue libre, le moteur est allumé, l'interrupteur  $K_1$  est fermé, les interrupteurs  $K_3$  et  $K_2$  sont ouverts. *On désire embrayer le plus rapidement possible c'est à dire établir le courant maximum dans la bobine le plus rapidement possible.*

Le capteur fréquence tension  $\Delta$  délivre alors une tension constante  $U_\Delta = 6V$ .

- 1°) Déterminer la tension  $U_s$  ( $R_2 = 1k\Omega$ ). En déduire l'intensité dans la bobine.
- 2°) Le transistor  $T_2$  est-il saturé ? L'exigence souhaitée est-elle réalisée ?

### CHIMIE (3 points)

Le prototype est alimenté par du GPL dont la composition massique est de 50% de butane ( $C_4H_{10}$ ) et 50% de propane ( $C_3H_8$ ).

- 1°) Écrire les équations de combustion du propane et du butane dans le dioxygène.
- 2°) Calculer la masse de dioxygène nécessaire à la combustion de 0,50 gramme de propane. En déduire la masse d'air.
- 3°) Sachant que la masse d'air nécessaire à la combustion de 0,50 gramme de butane est de 8,35 grammes, déterminer le pouvoir comburivore du carburant GPL,  $P_{co}$  (on définit le pouvoir comburivore comme étant le rapport entre un gramme de carburant et la masse du mélange carburé correspondant).

On donne  $M_C = 12g.mol^{-1}$   $M_O = 16g.mol^{-1}$   $M_H = 1g.mol^{-1}$   $M_N = 14g.mol^{-1}$   
pourcentage molaire de l'air : 20%  $O_2$  et 80%  $N_2$

**MÉCANIQUE (4points)**

Le véhicule de masse de 180 kg, effectue un trajet rectiligne ABCDE ;

1°) Il quitte le point A sans vitesse initiale et atteint le point B avec une vitesse de  $90 \text{ km.h}^{-1}$  après 15 secondes. Sachant qu'au cours de cette phase son mouvement est rectiligne uniformément accéléré, déterminer :

- a) l'accélération,
- b) la distance parcourue AB.

2°) Entre B et C, le véhicule se déplace à la vitesse constante de  $90 \text{ km.h}^{-1}$ .

Déterminer la valeur de la force motrice sachant que sa puissance au cours de cette phase est de 8,5 kW.

En déduire la valeur de la résultante de la force de frottement.

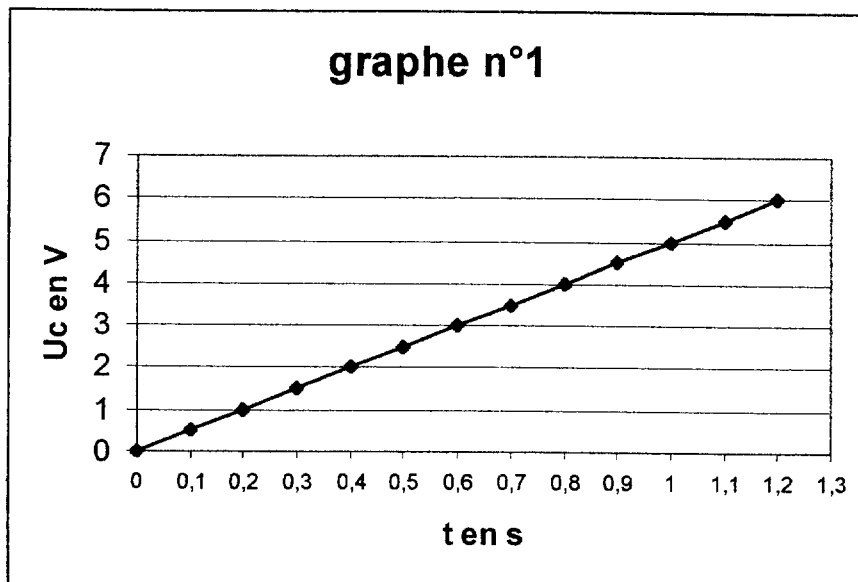
3°) Le véhicule gravit, en conservant sa vitesse, de C à D, une côte dont l'angle  $\alpha$  entre l'horizontale et la verticale est tel que  $\sin \alpha = 0,05$

La force de frottement équivalente est alors parallèle à la trajectoire, de sens contraire au déplacement et de grandeur égale à 340 N

- a) Représenter succinctement le véhicule et les forces qui s'y exercent.
- b) Déterminer la grandeur de la force motrice ( on prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ )
- c) En déduire la puissance fournie par le moteur.

4°) Au point D, le véhicule est freiné pour s'arrêter au point E, la portion D E étant horizontale

- a) Calculer l'énergie cinétique au point D
- b) En supposant que l'énergie de freinage est totalement transformée en chaleur, déterminer l'augmentation de température des freins si ces derniers pèsent 1,2 kg. On donne  $C_p$  des freins =  $400 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$



t(s)	Uc (V)
0	0
0,1	0,5
0,2	1
0,3	1,5
0,4	2
0,5	2,5
0,6	3
0,7	3,5
0,8	4
0,9	4,5
1	5
1,1	5,5
1,2	6

