

SESSION 2002	
EXAMEN : BTS Maintenance et Après-Vente Automobile	Durée : 2h00
EPREUVE : Mathématiques - Sciences Physiques	Coef. : 2
SOUS-EPREUVE : Sciences physiques	CODE : MAE3SC

L'usage des calculatrices est autorisé pour l'épreuve (circulaire n° 99-186 du 16/11/1999).

Le sujet comporte trois exercices indépendants

ELECTRONIQUE (10 points)

L'exercice a pour but d'étudier le principe de la commande automatique du fonctionnement des essuie-vitres d'une voiture en cas de pluie. (Voir schéma en annexe)

Sur les véhicules récents équipés de ce dispositif, le commutateur d'essuie-vitres peut être placé sur la position "auto" qui remplace la position "fonctionnement intermittent". Lorsqu'il en est ainsi un capteur d'humidité déclenche automatiquement le fonctionnement des essuie-vitres en cas de pluie.

Ce capteur peut être modélisé par une source de courant dont l'intensité i varie en fonction de la quantité de pluie reçue par le pare brise.

Données techniques :

Les caractéristiques du capteur sont :

- absence de pluie, pare brise sec : $i = 3 \text{ mA}$;
- pluie fine : $i = 2 \text{ mA}$;
- pluie abondante : $i = 1 \text{ mA}$.

Les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits. Ils sont alimentés entre 0 V et 12 V (l'alimentation ne figure pas sur le schéma). Leur tension de sortie ne peut prendre que deux valeurs : $V_H = 12 \text{ V}$ ou $V_L = 0 \text{ V}$.

Les valeurs des résistances R_6 et R_7 permettent le fonctionnement en commutation des transistors T_1 et T_2 .

K_1 et K_2 sont des relais. Lorsqu'ils sont alimentés en courant leur contacteur est en position T. Dans le cas contraire il est en position R.

Liste des composants :

$R_1 = 3 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 2,8 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$; $R_4 = 5 \text{ k}\Omega$; $R_5 = 10 \text{ k}\Omega$.

Le potentiel électrique de la masse M sera pris égal à 0 ($V_M = 0 \text{ V}$). On notera V_A la tension entre le point A et la masse, et V_B la tension entre le point B et la masse. On désignera par MEV le moteur d'essuie-vitres.

Partie A : Etude de l'étage à amplificateurs opérationnels.

- 1) Exprimer la relation existant entre U_{R1} , R_1 et i . Calculer U_{R1} quand $i = 3 \text{ mA}$.
- 2) Exprimer U_D en fonction de E et de U_{R1} et calculer U_D quand $i = 3 \text{ mA}$.
- 3) Exprimer V_A en fonction de E , R_2 et R_3 puis calculer sa valeur numérique.
- 4) Exprimer V_B en fonction de E , R_4 et R_5 puis calculer sa valeur numérique.
- 5) Lorsque $i = 3 \text{ mA}$, déterminer V_{d1} et V_{S1} puis V_{d2} et V_{S2} .

Partie B : Etude de la commande du moteur.

1. Etude du transistor T_1 :

- 1.1) Quel est le type du transistor T_1 ?
- 1.2) Quel est l'état de T_1 lorsque $V_{S1} = V_L = 0$ V ?
- 1.3) Quel est l'état de T_1 lorsque $V_{S1} = V_H = 12$ V ?
- 1.4) Sur quelle position le relais K_1 se trouve-t-il quand le transistor T_1 est saturé ?

2. Etude du transistor T_2 :

- 2.1) Quel est le type du transistor T_2 ?
- 2.2) Quel est l'état de T_2 lorsque $V_{S2} = V_H = 12$ V ?
- 2.3) Quel est l'état de T_2 lorsque $V_{S2} = V_L = 0$ V ?
- 2.4) Sur quelle position le relais K_2 se trouve-t-il quand le transistor T_2 est bloqué ?

Partie C : Synthèse.

Elle a pour but de préciser l'état du moteur d'essuie-vitres (MEV) selon la valeur de l'intensité i du courant issu du capteur : arrêt, fonctionnement en petite vitesse (PV), fonctionnement en grande vitesse (GV).

On étudiera les trois cas suivants :

- 1^{er} cas : $i = 3$ mA : absence de pluie ;
- 2^{ème} cas : $i = 2$ mA : pluie fine,
- 3^{ème} cas : $i = 1$ mA : pluie abondante.

Compléter le tableau du document réponse.

MECANIQUE (4 points)

A 90 km.h^{-1} , sur une route sèche et horizontale, la distance de freinage avant arrêt complet d'une automobile de masse $M = 1000$ kg est égale à 54 m. On désigne par G son centre de gravité. Les frottements et la force de freinage sont équivalents ensemble à une force \vec{f} de même direction que le déplacement de la voiture et de sens contraire au mouvement. On admettra que pendant le freinage il n'y a pas de force motrice.

- 1) Représenter, sur le schéma du document réponse, les forces qui s'exercent sur l'automobile durant la phase de freinage.
- 2) Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.
- 3) Calculer la décélération supposée constante de cette automobile.
- 4) Par application du théorème du centre d'inertie ou du théorème fondamental de la dynamique déterminer l'intensité f de la force \vec{f} .

CHIMIE (6 points)

L'exercice porte sur l'étude de la combustion d'une essence sans plomb essentiellement composée d'un mélange d'hydrocarbures isomères de formule brute C_8H_{18} .

Données :

- Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: $M_H = 1$; $M_O = 16$; $M_C = 12$.
- Volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience : $V_m = 30 L.mol^{-1}$.
- Densité de l'essence : $d = 0,775$.

1) Etude de l'essence :

- a) Déterminer la masse molaire moléculaire d'un hydrocarbure de formule C_8H_{18} .
- b) Déterminer la masse d'un litre de cette essence.
- c) Montrer qu'un litre d'essence contient 6,8 moles de cet hydrocarbure.

2) Etude de la combustion complète :

La combustion complète d'une hydrocarbure produit du dioxyde de carbone et de l'eau.

- a) Ecrire l'équation bilan de la combustion complète de cette essence.
- b) Déterminer la quantité puis le volume de dioxyde de carbone CO_2 produit par la combustion complète d'un litre d'essence.

3) Etude de la combustion incomplète :

En fait, dans un mélange initial d'air et d'essence dans les proportions stœchiométriques, 20% du volume de carburant subit une combustion incomplète que l'on peut modéliser par l'équation bilan suivante : $C_8H_{18} + 8,5 O_2 \rightarrow 8 CO + 9 H_2O$

La combustion incomplète d'un litre d'essence produit 1632 L de monoxyde de carbone (CO).

Lors de la combustion d'un litre d'essence :

- 0,8 L subit une combustion complète,
- 0,2 L une combustion incomplète.

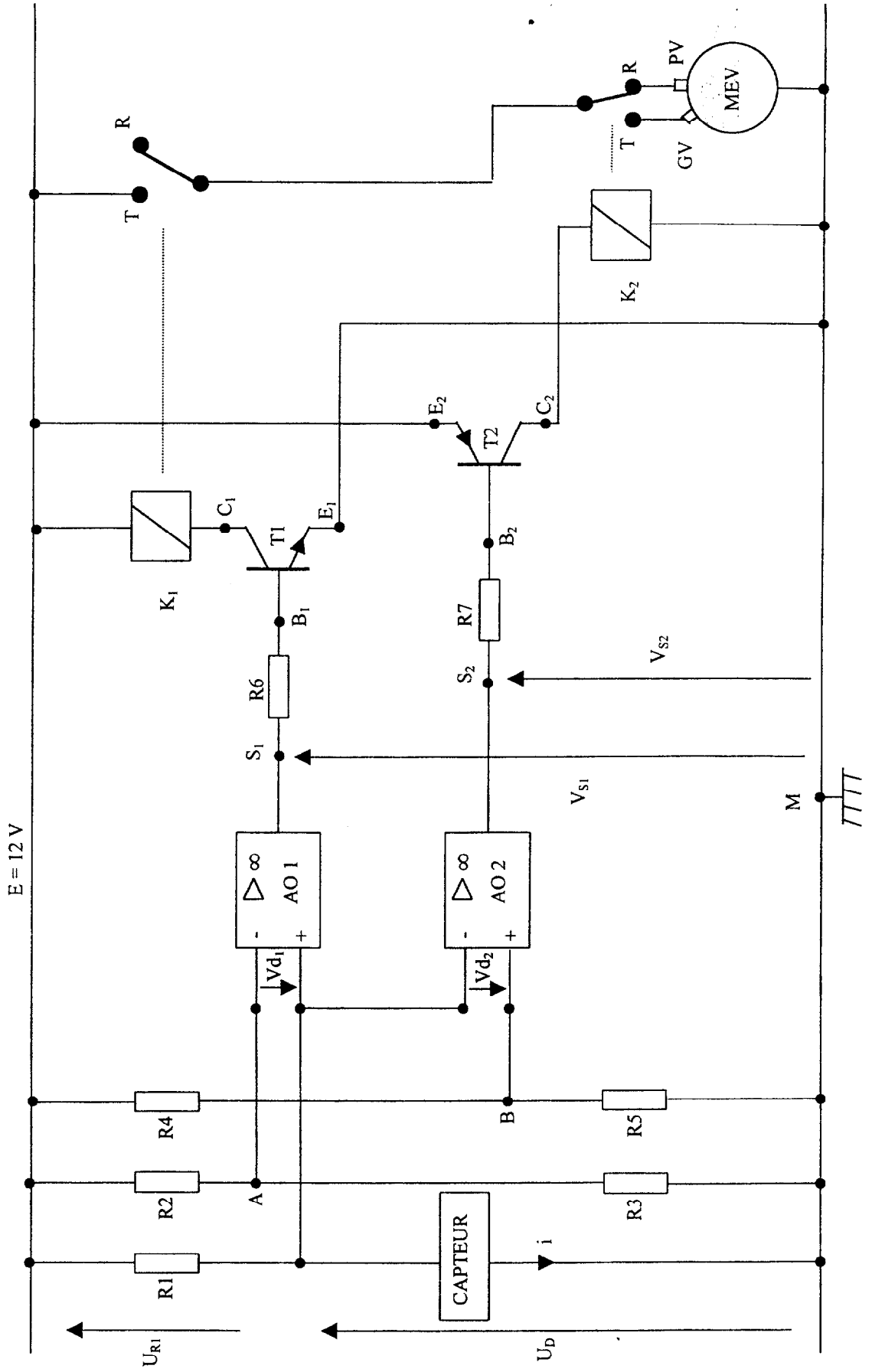
On suppose qu'à la sortie de l'échappement, l'eau produite par la combustion est à l'état liquide et on néglige son volume.

- a) Déterminer le volume de dioxyde de carbone CO_2 produit par la combustion complète de 0,8 L d'essence.
- b) Déterminer le volume de monoxyde de carbone CO produit par la combustion incomplète de 0,2 L de carburant.
- c) Montrer que le volume V_G des gaz d'échappement produit par la combustion réelle d'un litre d'essence est égal à 11995 L, sachant que ces gaz contiennent 163 L de dioxygène O_2 ainsi que 10200 L de diazote N_2 non utilisés lors de cette combustion.
- d) La teneur en monoxyde de carbone CO des gaz d'échappement ne doit pas dépasser 3,5% en volume. Cette norme est-elle respectée dans l'exemple étudié ?

4) Etude dans le pot d'échappement catalytique :

Dans un pot d'échappement catalytique le monoxyde de carbone réagit avec du dioxygène pour donner du dioxyde de carbone. Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

ANNEXE



DOCUMENT REPONSE
à compléter et à rendre avec la copie

ELECTRONIQUE

Tableau

	i en mA	U_D en V	V_{d1} en V	V_{d2} en V	V_{S1} en V	V_{S2} en V	Etat de T_1	Etat de T_2	Position de K_1	Position de K_2	Etat du MEV
1 ^{er} cas	3										
2 ^{ème} cas	2	6									
3 ^{ème} cas	1	9									

MECANIQUE

