



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

# BTS MAINTENANCE ET APRÈS-VENTE DES ENGINS DE TRAVAUX-PUBLICS ET DE MANUTENTION

## BTS AGRO-ÉQUIPEMENT

### SCIENCES PHYSIQUES – U. 32

SESSION 2010

Durée : 1 heure 30  
Coefficient : 1

**Matériel autorisé :**

- 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'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

**Document à rendre avec la copie :**

- Annexe 2 (tableau)..... page 7/7

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

BTS MAVTPM / BTS AGRO-ÉQUIPEMENT	Session 2010
Sciences physiques – U. 32	MME3SC / AGPHY Page : 1/7

On se propose d'étudier le principe de la commande automatique de fonctionnement des essuie-vitres d'un véhicule en cas de pluie (**annexe 1, page 6/7**).

Depuis quelques années le fonctionnement intermittent de ces derniers a été remplacé par un dispositif automatique, régi par un capteur d'humidité, situé sur le pare-brise.

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. 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 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.

### **A – Étude des 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  $U_{R1}$ . 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  $V_{s2}$ .

## **B – Étude de la commande moteur**

### **1- Étude du transistor T<sub>1</sub>**

- 1-1- Quel est le type du transistor T<sub>1</sub> ?
- 1-2- Quel est l'état de T<sub>1</sub> lorsque V<sub>S1</sub> = V<sub>L</sub> = 0 V ?
- 1-3- Quel est l'état de T<sub>1</sub> lorsque V<sub>S1</sub> = V<sub>H</sub> = 12 V ?
- 1-4- Sur quelle position le relais K<sub>1</sub> se trouve-t-il quand le transistor T<sub>1</sub> est saturé ?

### **2- Étude du transistor T<sub>2</sub>**

- 2-1- Quel est le type du transistor T<sub>2</sub> ?
- 2-2- Quel est l'état de T<sub>2</sub> lorsque V<sub>S2</sub> = V<sub>H</sub> = 12 V ?
- 2-3- Quel est l'état de T<sub>2</sub> lorsque V<sub>S2</sub> = V<sub>L</sub> = 0 V ?
- 2-4- Sur quelle position le relais K<sub>2</sub> se trouve-t-il quand le transistor T<sub>2</sub> est bloqué ?

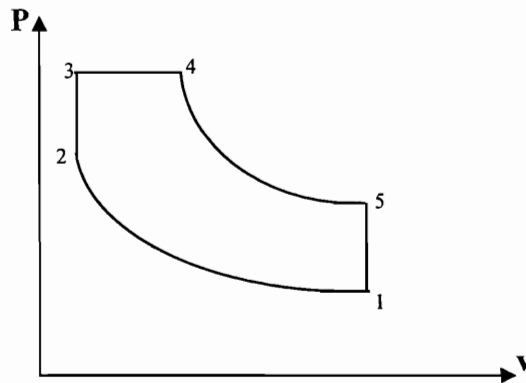
## **C – Synthèse**

Pour préciser l'état de fonctionnement du moteur PV (petite vitesse) ou GV (grande vitesse), on se propose de remplir le tableau suivant.

- On étudiera les 3 cas :
- 1<sup>er</sup> cas : i = 3 mA, absence de pluie ;
  - 2<sup>ème</sup> cas : i = 2 mA, pluie fine ;
  - 3<sup>ème</sup> cas : i = 1 mA, pluie abondante.

Compléter le tableau en **annexe 2 (page 7/7)**.

Le cycle d'un moteur Diesel correspond globalement au cycle suivant :



**Admission :**  $V_1 = 3,2 \text{ L}$  ;  $P_1 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$  ;  $T_1 = 345 \text{ K}$ .

**Transformation :**

- 1 → 2 : compression adiabatique ;
- 2 → 3 : combustion à volume constant ( $V_2 = 0,2 \text{ L}$  ;  $T_2 = 1046 \text{ K}$  ;  $P_2 = 48,5 \text{ bar}$ ) ;
- 3 → 4 : combustion à pression constante ( $P_3 = 55 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) ;
- 4 → 5 : détente adiabatique ;
- 5 → 1 : détente à volume constant.

On considère une quantité de 0,111 mol de gaz supposé parfait, décrivant ce cycle. De plus, on pose :

- $R = 8,32 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$  pour la constante des gaz parfaits ;
- $C_V = 20,8 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$  pour la capacité thermique molaire à volume constant ;
- $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1,4$  où  $C_P$  est la capacité thermique molaire à pression constante.

On rappelle que lors d'une **transformation adiabatique**  $PV^\gamma = \text{constante}$  et  $TV^{\gamma-1} = \text{constante}$ .

1- Calculer la température  $T_3$  à la fin de la combustion à volume constant et vérifier qu'elle vaut environ 1190 K.

On considère qu'à l'issue de la combustion, la température  $T_4$  a atteint 2655 K et le volume  $V_4$  s'élève à 0,448 L.

2- Montrer que la pression  $P_5$  est égale à  $3,51 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

En déduire la température  $T_5$  à la fin de la détente adiabatique.

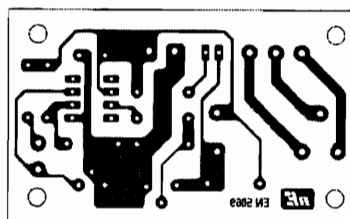
3- Pour les deux transformations adiabatiques, que peut-on dire des chaleurs  $Q_{12}$  et  $Q_{45}$  ?

4- Calculer les chaleurs  $Q_{23}$  et  $Q_{34}$ .

Pour la suite, on admettra que la chaleur  $Q_{51}$  vaut environ  $-1995 \text{ J}$ .

5- Déduire des résultats précédents, le travail reçu au cours du cycle  $W_{\text{cycle}}$ , en appliquant le premier principe de la thermodynamique. Justifier son signe.

## Fabrication du circuit imprimé



Au laboratoire d'électronique, on réalise le circuit imprimé de notre système de détection par gravure chimique de plaques d'époxy recouvertes de cuivre.

Le métal cuivre qui n'est pas utilisé pour le circuit est oxydé dans un bain de chlorure de fer III.

Le couple Rédox qui intervient ici est  $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ , le réducteur n'étant pas le métal mais un autre ion.

Les potentiels standards de ces deux couples, à 298 K, sont :

$$E_0 (\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}) = + 0,77 \text{ V} ;$$

$$E_0 (\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}) = + 0,34 \text{ V}.$$

1- Justifier l'affirmation :  $\text{Fe}^{3+}$  est une espèce chimique plus oxydante que  $\text{Cu}^{2+}$ .

2- Écrire les demi-équations d'oxydoréduction des couples  $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$  puis l'équation-bilan de la réaction chimique d'attaque du cuivre par les ions fer III.

On réalise un circuit imprimé sur une plaque recouverte d'une pellicule de cuivre parallélépipédique d'épaisseur 0,020 mm. La surface de cuivre à éliminer par oxydo-réduction est de 50 cm<sup>2</sup>.

3- Sachant que la masse volumique du cuivre  $\rho$  est égale à 8,9 g/cm<sup>3</sup>, déterminer la masse  $m$  de cuivre à oxyder.

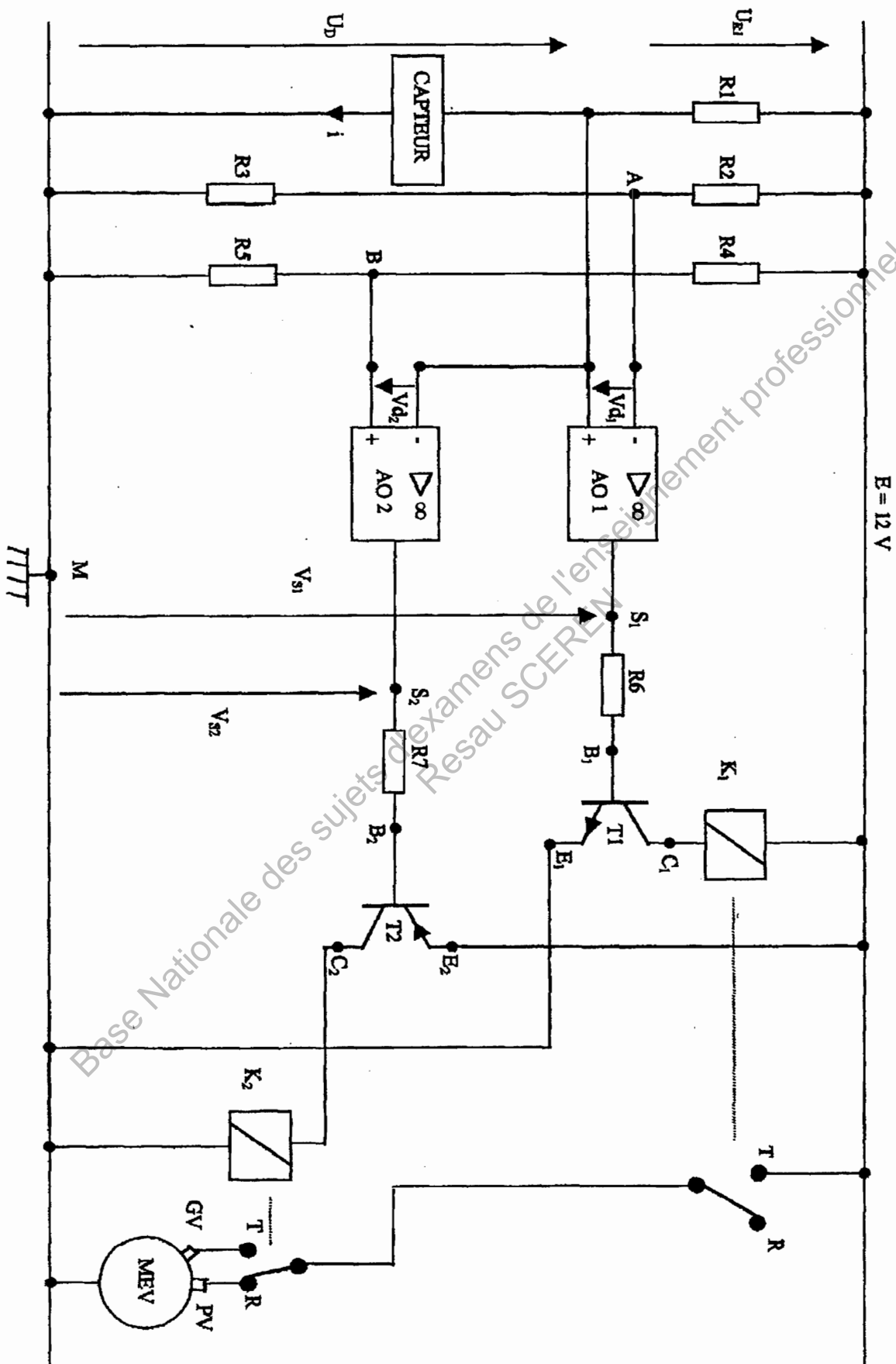
4- Montrer que la quantité de cuivre contenue dans cette masse  $m$  est  $n(\text{Cu}) = 0,014 \text{ mol}$ .

5- Calculer la quantité d'ions  $\text{Fe}^{3+}$  nécessaire pour réaliser cette oxydation.

6- Le volume de la solution de chlorure de fer III est égale à 100 mL. Vérifier que la concentration minimale de cette solution nécessaire pour oxyder tout le cuivre est 0,28 mol.L<sup>-1</sup>.

**Données :**  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$ .

# ANNEXE 1



Examen ou concours : \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/Option : \_\_\_\_\_

Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_  
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

## ANNEXE 2

### À rendre avec la copie

Tableau – Exercice 1 – Partie C

	1 <sup>er</sup> cas	2 <sup>ème</sup> cas	3 <sup>ème</sup> cas
I en mA			
$U_D$ en V			
$V_{d1}$ en V			
$V_{d2}$ en V			
$V_{S1}$ en V			
$V_{S2}$ en V			
État de $T_1$			
État de $T_2$			
Position de $K_1$			
Position de $K_2$			
État de MEV			