



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 2012

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

SESSION 2012

U22 - SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures - Coefficient : 2

SUJET

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet est composé de 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

**La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction
interviendront dans l'appréciation des copies.**

CODE ÉPREUVE : 1206MOE2SC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE	
SESSION : 2012	SUJET	ÉPREUVE : U22 - SCIENCES PHYSIQUES	
Durée : 2 h	Coefficient : 2	SUJET N°: 05ED10	Page : 1/6

Problème d'électronique (9,5 points)

Système de direction assistée électrique d'une automobile

Un moteur assiste les efforts de direction dès la sollicitation du volant. Il est commandé par un calculateur, qui élabore une tension de consigne V_C en fonction du couple exercé au volant et de la vitesse du véhicule. Dans ce problème, nous étudions comment cette tension V_C détermine la rotation du moteur.

Les parties I, II et III sont en grande partie indépendantes.

Le schéma simplifié du dispositif et les données sont dans l'annexe 1 page 5/6.

I. Étude de l'étage 1

- 1) Quelle valeur de R_V doit-on choisir pour obtenir une tension V_{ref} égale à 4,5 V ? On néglige, pour cette question, i_1 devant i_0 .
- 2) Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel AO_1 ? Justifier votre réponse.
- 3) Établir que l'expression de la tension de sortie V_{S1} en fonction des tensions d'entrée V_{ref} et V_C est : $V_{S1} = V_C - V_{ref}$.

II. Étude de l'étage 2

On admet que l' AO_2 est utilisé en montage inverseur, il en découle que $V_{S2} = -V_{S1}$.

- 1) Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs AO_3 et AO_4 ? Justifier votre réponse.
- 2) Pour quelles valeurs de V_{S1} par rapport V_T a-t-on $V_{S3} = +12$ V ?
- 3) On suppose, pour cette question, que $V_{S1} = 2$ V.
 - a) Sur la **figure 1 de l'annexe 2, à rendre avec la copie**, est indiquée l'évolution de la tension triangulaire V_T . Tracer le chronogramme de V_{S3} sur cette figure, en le justifiant.
 - b) Tracer de même celui de V_{S4} sur le même graphique en le justifiant.

Dans le cas où $V_{S1} = -2$ V, on obtient le graphique représenté sur l'annexe 2 (figure 2).

III. Étude de l'étage 3

- 1) De quels types sont les transistors bipolaires T_1 et T_3 d'une part et les transistors bipolaires T_2 et T_4 d'autre part ?
- 2) On considère dans cette question que V_{S4} est le signal en créneaux représenté sur la figure 3 de l'annexe 2 et que $V_{S3} = -12$ V. Compléter le tableau en figure 4 de l'annexe 2.
- 3) Si U_{AB} est positif alors le moteur tourne dans le sens horaire et si U_{AB} est négatif il tourne dans le sens trigonométrique.

Justifier que le moteur tourne dans le sens trigonométrique lorsque $V_{S1} = -2$ V.

Problème de thermochimie et de thermodynamique (10,5 points)

Combustion et cycle thermodynamique

Les parties I et II sont indépendantes.

I. Thermochimie

Données :

- Enthalpies standard de formation : $\Delta_f H^\circ(\text{C}_8\text{H}_{18}) = -250 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $\Delta_f H^\circ(\text{CO}_2) = -393 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -242 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Masses molaires : $M(\text{N}_2) = 28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}_2) = 32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1) Établir l'équation de la combustion complète de l'octane dans l'air ($\text{O}_2 + 3,76 \text{ N}_2$) sachant que l'on obtient de l'eau à l'état gazeux.

2)

- À partir des enthalpies standard de formation données ci-dessus, déterminer la valeur de l'enthalpie standard de réaction de la combustion complète $\Delta_r H^\circ_{\text{oct}}$.
- Montrer que la valeur absolue de l'énergie Q_{com} mise en jeu par la réaction de combustion (on assimile l'énergie échangée à la variation d'enthalpie) pour 1 kg d'octane consommé est de 44,5 MJ.
- Calculer le pouvoir comburivore P_{CO} de l'octane (rapport entre la masse d'air et la masse de carburant consommé durant la combustion).
- En déduire que la valeur absolue de l'énergie massique q_{com} dégagée par kilogramme de mélange carburé air-octane est égale à 2,77 MJ.kg⁻¹.

3) Un véhicule fonctionnant à l'essence a une consommation moyenne égale à 6,6 L pour 100 km. On donne la densité de l'octane : $d = 0,70$.

- Montrer que le nombre de mole de carburant consommé par kilomètre est :

$$n(\text{C}_8\text{H}_{18} \text{ consommé par km}) = 0,405 \text{ mol.}$$

- En déduire la masse de CO_2 rejetée par kilomètre parcouru.
- Pour ce même véhicule, le rejet de CO_2 annoncé par le constructeur est égal à 156 g/km. Comparer et expliquer la différence s'il y a lieu.

II. Thermodynamique

On fait subir à un mélange carburé air-octane un cycle de Beau de Rochas ABCD, où toutes les transformations sont considérées comme réversibles :

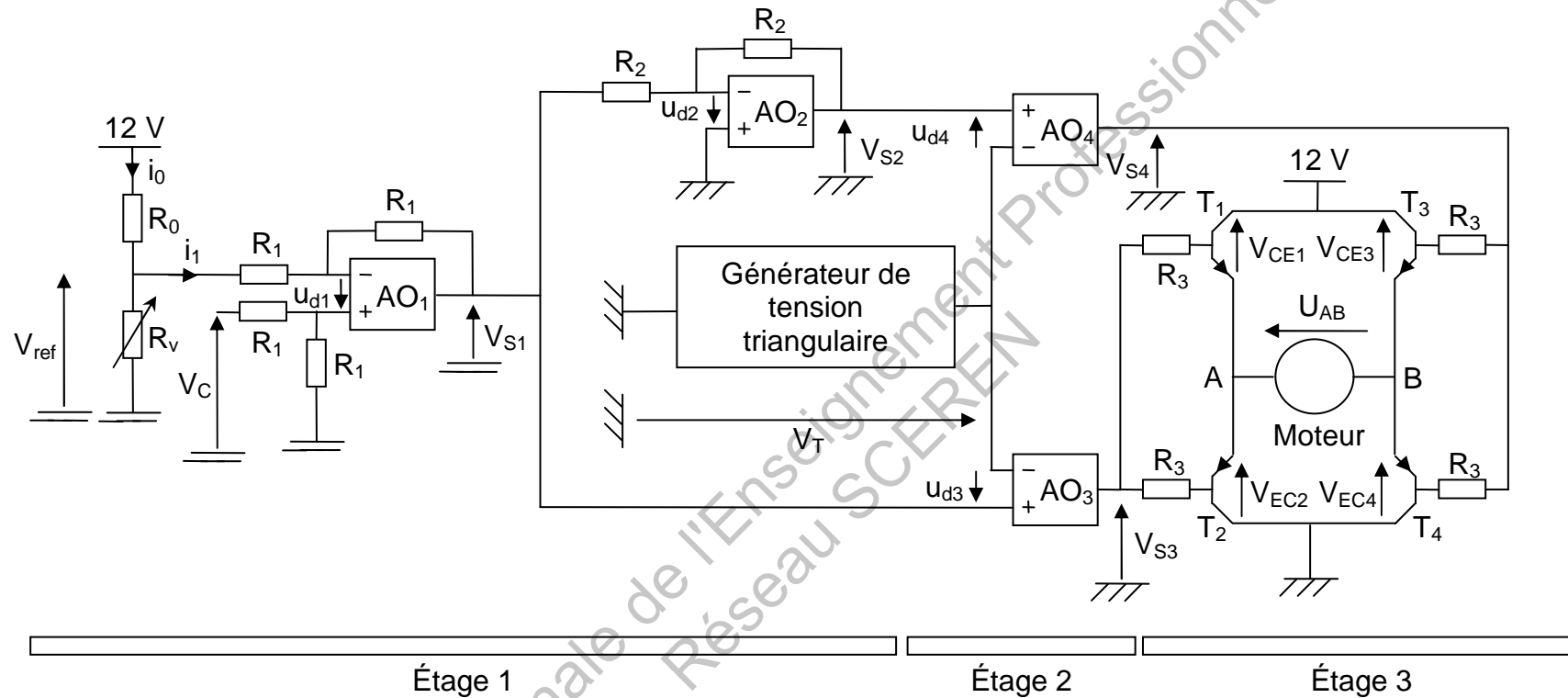
- AB et CD : transformations adiabatiques
- BC et DA : transformations isochores

Au cours du cycle, certaines valeurs des échanges d'énergie sous forme de transfert thermique Q et de travail W entre le mélange carburé gazeux et le milieu extérieur ont été consignées dans le tableau ci-dessous.

Transformation	W (kJ)	Q (kJ)
AB	506	
BC		2570
CD		
DA		-1240

- 1) Compléter le tableau, en justifiant chacun de vos résultats.
- 2) Définir et calculer le rendement du cycle.

Annexe 1 : Montage complet



Données :

$R_0 = 10 \text{ k}\Omega$; R_v varie entre $1 \text{ k}\Omega$ et $20 \text{ k}\Omega$.

V_c peut varier entre 0 V et 9 V .

Les amplificateurs opérationnels (AO) sont supposés parfaits, ils sont alimentés en $\pm 12 \text{ V}$.

Les transistors fonctionnent en commutation. Lorsqu'ils sont saturés, $|V_{CE}| = 0 \text{ V}$. Dans le cas contraire, ils sont bloqués donc équivalents à des interrupteurs ouverts.

Annexe 2 : Document réponse à rendre avec la copie

Figure 1
à compléter
pour $V_{S1} = 2 \text{ V}$

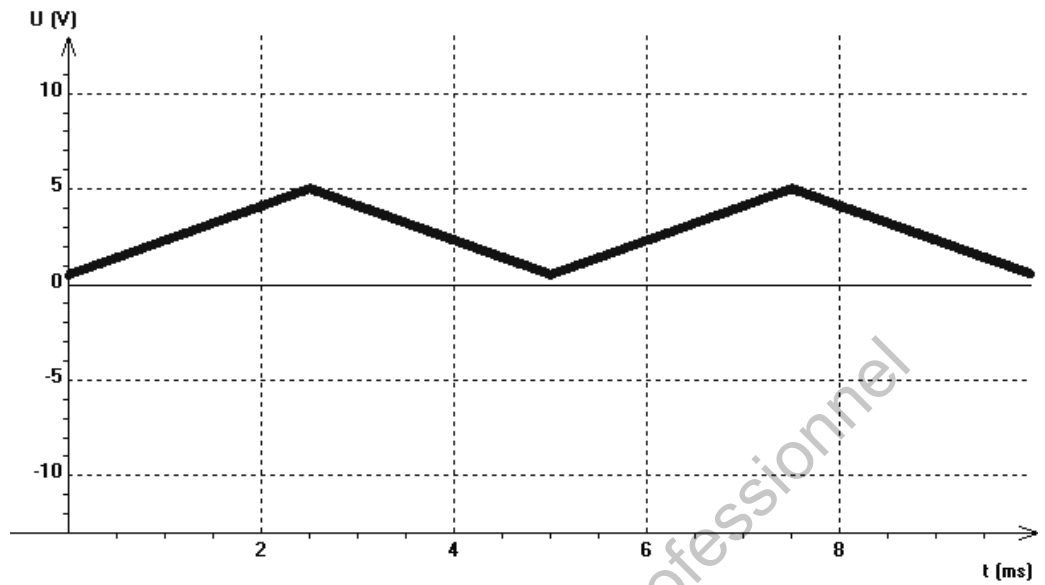


Figure 2
tracé pour
 $V_{S1} = -2 \text{ V}$

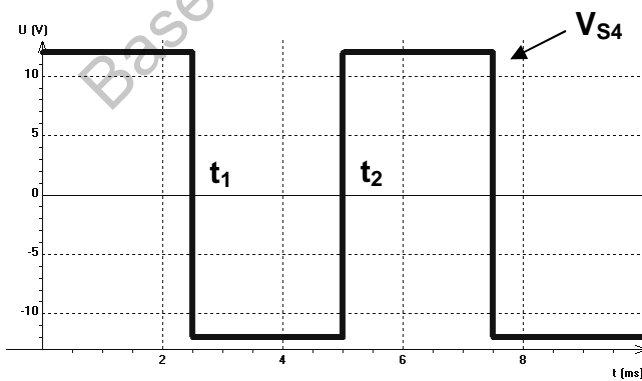
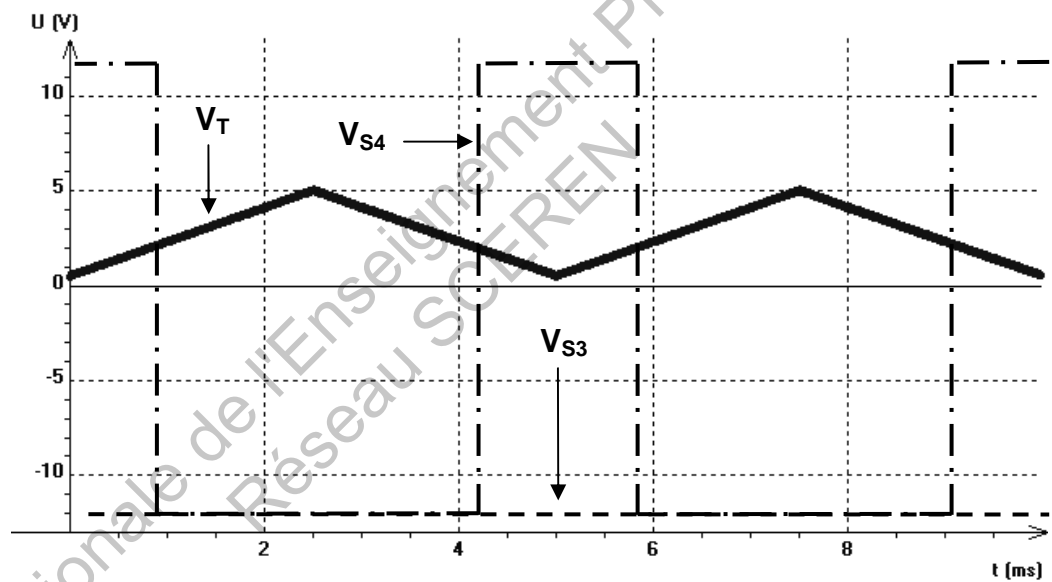


Figure 3

	de 0 à t_1	de t_1 à t_2
Etat de T_1		Bloqué
Etat de T_2		Passant
Valeur de V_A		0 V
Etat de T_3		Bloqué
Etat de T_4		Passant
Valeur de V_B		0 V
Signe de U_{AB}		

Figure 4 : tableau à compléter