

SESSION 2006

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

SCIENCES PHYSIQUES

SUJET

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

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

Le sujet est composé de 3 pages numérotées de 2/4 à 4/4.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies. Chaque réponse devra être justifiée et présentée sous forme d'une expression littérale suivie d'une application numérique.

Les deux problèmes sont indépendants

CODE ÉPREUVE : 0606MOE2SC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE
SESSION : 2006	SUJET	ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES
Durée : 2 h	Coefficient : 2	N° sujet : 33NB05
		Page : 1 / 4

PROBLÈME 1 : THERMODYNAMIQUE (10 Points)

Toutes les questions peuvent être traitées de manière indépendante

On se propose de comparer les performances d'un moteur alternatif qui fonctionne selon le cycle de Sabathé équipé, ou non, d'une turbine.

L'étude porte sur 1,0 kg de gaz considéré comme parfait. Les conditions initiales du gaz sont : $P_1 = 1,0 \cdot 10^5$ Pa et $T_1 = 300$ K et il évolue d'autre part entre les volumes V_1 et V_2 de rapport volumétrique $\varepsilon = V_1 / V_2 = 10$.

On prendra les valeurs suivantes :

- capacité thermique massique à pression constante $c_p = 1,00 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- capacité thermique massique à volume constant $c_v = 0,71 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et $\gamma = c_p/c_v = 1,4$

I.1. Moteur seul

Le cycle comprend :

- Une compression adiabatique réversible 1-2
- Une combustion isochore 2-3 qui produit le transfert thermique Q_{23} .
- Une combustion isobare 3-3' qui fournit $Q_{33'}$ et qui porte le gaz à la température maxi $T_{3'} = 2500$ K.
- Une détente adiabatique réversible 3'-4 qui abaisse la température à $T_4 = 1142$ K.
- Le gaz revient à ses conditions initiales par une transformation isochore 4-1

I.1.a. Représenter l'allure du cycle en coordonnées PV.

I.1.b. Montrer que $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$ puis calculer la température T_2 .

I.1.c. Au cours du cycle on a la condition $Q_{23} = Q_{33'}$. Montrer que cette condition implique la relation : $\frac{T_3 - T_2}{T_{3'} - T_3} = \gamma$. En déduire la température T_3 .

I.1.d. On donne $T_3 - T_2 = 1019$ K. Calculer les transferts thermiques Q_{23} et Q_{41} .

I.1.e. En déduire Q_{cycle} et le rendement thermodynamique.

I.2. Moteur associé à la turbine

L'adjonction de la turbine ne modifie que la partie détente du cycle, les parties compression (1-2) et combustion (2-3) et (3-3') restent identiques à la première partie.

L'ensemble moteur- turbine revient à considérer que le gaz subit une détente adiabatique réversible 3'-5, telle que $P_5 = P_1$, qui abaisse la température à $T_5 = 780$ K.

Le gaz revient ensuite à son volume initial par une transformation isobare 5-1.

I.2.a. Représenter le nouveau cycle décrit.

I.2.b. Calculer le nouveau transfert thermique de ce cycle Q'_{cycle} et comparer, sans calcul, le nouveau rendement à celui du moteur seul.

PROBLÈME 2 : ÉLECTRONIQUE (10 Points)

Le montage de la **figure 1** est destiné à commander un relais possédant deux contacts K_1 et K'_1 . Le contact K_1 fait partie du circuit de temporisation et K'_1 commande l'utilisation du relais. Le montage comporte deux transistors bipolaires T_1 et T_2 ainsi qu'un circuit temporisateur formé de la résistance R_1 et du condensateur C . Le montage est mis sous tension à l'aide du bouton poussoir P .

Les transistors, prévus pour fonctionner en commutation (saturé-bloqué), sont de type NPN.

- A l'état passant (donc saturés) leur tension base-émetteur est identique et vaut $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ et leur tension émetteur-collecteur est $V_{CEsat} = 0 \text{ V}$.
- Les coefficients d'amplification en courant sont, respectivement, $\beta_1 = 150$ et $\beta_2 = 100$.

La résistance du relais est $R_L = 280 \Omega$ (on admet que le courant qui la traverse lorsque T_2 est passant est suffisant pour entraîner la fermeture de K_1 et K'_1).

La diode zéner D_z est parfaite et sa caractéristique est donnée **figure 2**.

Avant la mise sous tension le condensateur est déchargé et l'interrupteur K_2 est ouvert. Les interrupteurs K_1 et K'_1 sont également ouverts.

II.1. On enfonce le bouton poussoir P pour entraîner la fermeture de K_1 et K'_1 puis on le relâche.

II.1.a. Le transistor T_1 étant bloqué, expliquer pourquoi le transistor T_2 devient passant.

II.1.b. En déduire l'état de K_1 . Quel est son rôle ?

II.1.c. Expliquer pourquoi la tension U_{AM} augmente.

II.1.d. Pourquoi la tension U_{AM} se stabilise-t-elle à 7 V ?

II.1.e. Quand $U_{AM} = 7 \text{ V}$ que deviennent T_2 et K_1 ?

II.2. On donne, **figure 3**, la courbe $u_c = f(t)$ de charge du condensateur C à travers R_1 lorsqu'il est soumis à un échelon de tension de 12 V .

II.2.a. Déterminer graphiquement la durée de temporisation du montage de la figure 1 (durée correspondant à l'état bloqué du transistor T_1).

II.2.b. Comment doit-on agir sur R_1 pour augmenter la durée de la temporisation du montage ? Justifier votre réponse.

II.3. Quand T_2 est saturé :

II.3.a. Quelle est l'intensité du courant I_{C2} qui traverse R_L ?

II.3.b. La résistance R_2 étant fixée à $1,0 \text{ k}\Omega$, calculer la valeur maximale que peut avoir R_3 pour saturer T_2 .

Figure 1 : Schéma du temporisateur

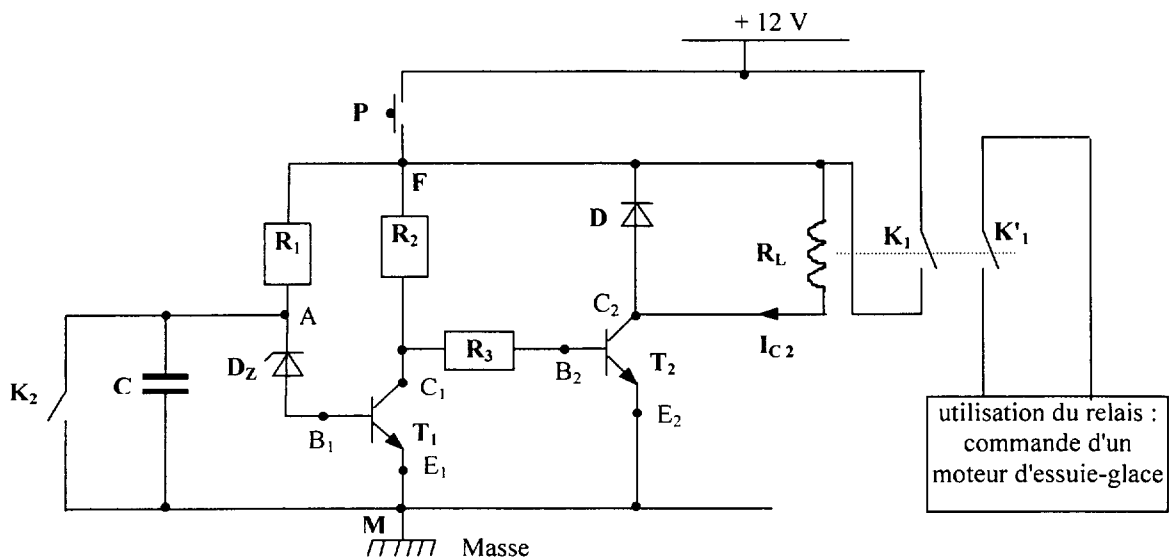


Figure 2
Caractéristique inverse de la diode zener

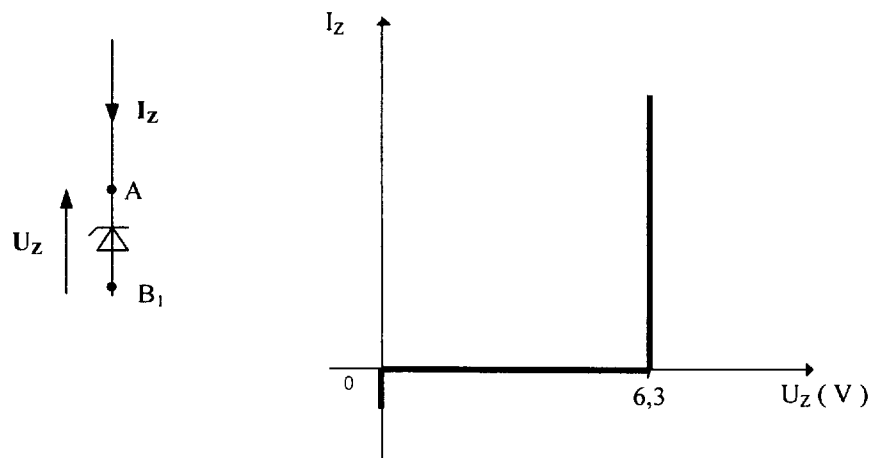


Figure 3
Relevé de la tension u_c aux bornes du condensateur selon le schéma de charge ci-dessous

