



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV](#)®

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

## **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  $c_p = 1,00$  kJ.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>
- capacité thermique massique à volume constant  $c_v = 0,71$  kJ.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> 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  $Q_{\text{cycle}}$  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  $Q'_{\text{cycle}}$  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  $7 \text{ V}$  ?

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  $12 \text{ V}$ .

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

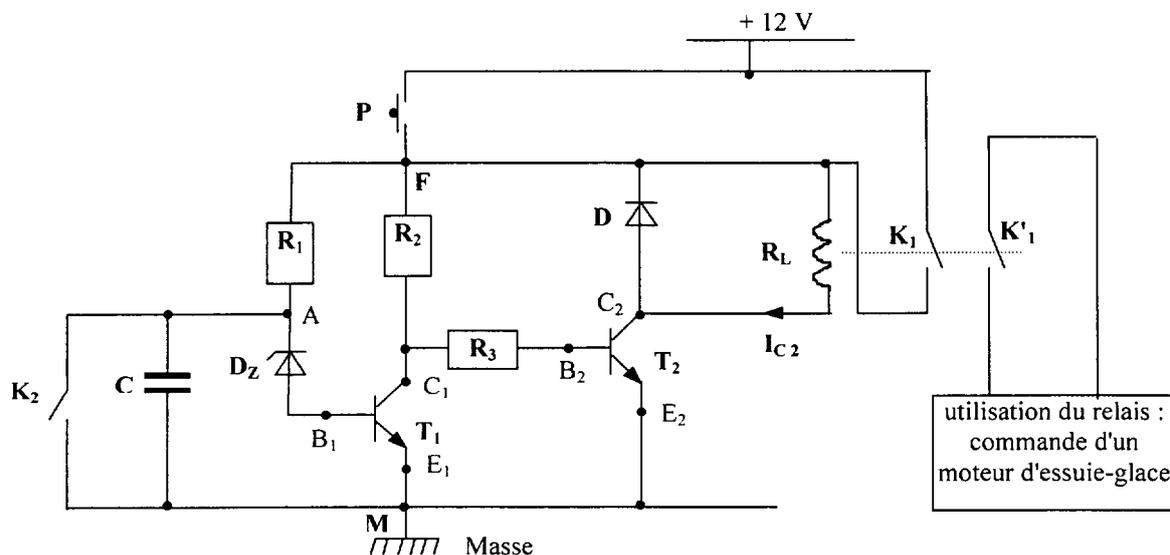
II.2.b. Comment doit-on agir sur  $R_1$  pour augmenter la durée de la temporisation du montage ? Justifier votre réponse.

**II.3.** Quand  $T_2$  est saturé :

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

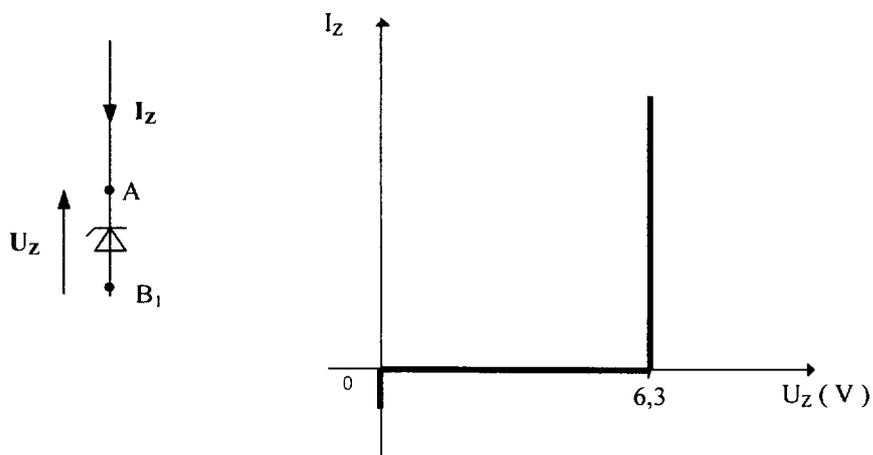
II.3.b. La résistance  $R_2$  étant fixée à  $1,0 \text{ k}\Omega$ , calculer la valeur maximale que peut avoir  $R_3$  pour saturer  $T_2$ .

**Figure 1 : Schéma du temporisateur**



utilisation du relais :  
commande d'un  
moteur d'essuie-glace

**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**

