

BREVET DE TECHNICIEN
SUPÉRIEUR
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire n° 86-228 du 28-07-86) est autorisée.

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

IMPORTANT

Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4 + la page de présentation.

Assurez-vous qu'il est complet.

S'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

Dans ce problème nous étudierons un groupe électrogène destiné à fournir une tension continue.

Ce groupe est constitué d'un moteur Stirling entraînant un alternateur monophasé (qui ne sera pas étudié) dont la tension est ensuite redressée par un pont de diodes.

Aucune connaissance technique particulière sur le moteur Stirling n'est nécessaire.
Les trois parties du problème sont totalement indépendantes.

I - ETUDE DU MOTEUR STIRLING (8 points)

Ce moteur, inventé au XIX^{ième} siècle mais peu exploité encore, est considéré par de nombreux experts comme le moteur du XXI^{ième} siècle. En effet, étant à combustion externe, il peut utiliser n'importe quelle source de chaleur, il est très silencieux et très peu polluant.

Le gaz contenu dans le cylindre est de l'air et sera considéré comme parfait.

Le cycle théorique du moteur Stirling, formé de deux isothermes et de deux isochores, est représenté sur la Figure 1.

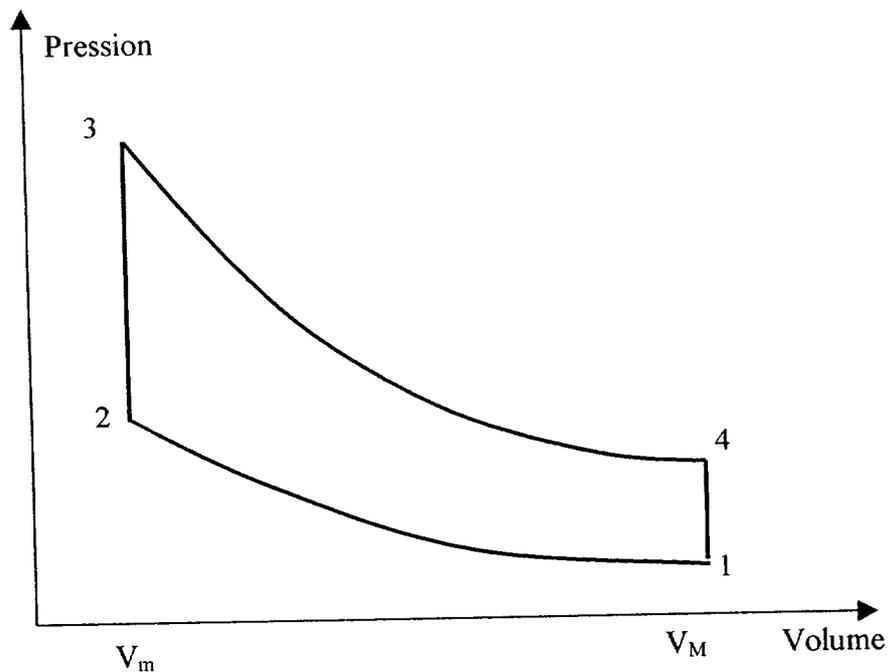


Figure 1

Transformation 1-2 : Compression isotherme à la température T_m

Transformation 2-3 : Chauffage isochore de la température T_m à la Température T_M

Transformation 3-4 : Détente isotherme à la température T_M

Transformation 4-1 : Refroidissement isochore de T_M à T_m

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MIE3SC7		Page 1/4

On donne :

$$\text{Etat 1 : } V_1 = V_M = 1,00 \text{ litre.} \quad T_1 = T_m = 300 \text{ K} \quad P_1 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Etat 2 : } V_2 = V_m = 0,20 \text{ litre}$$

$$T_3 = T_4 = T_M = 773 \text{ K}$$

Constante des gaz parfaits $R = 8,32 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Capacité calorifique de l'air à volume constant $C_v = 20,7 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Capacité calorifique de l'air à pression constante $C_p = 29,0 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

On rappelle que le travail absorbé par n moles de gaz parfait lors d'une transformation isotherme se calcule suivant la formule : $W = -n \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_{\text{final}}}{V_{\text{initial}}}$

I-1 Calculer le taux de compression du moteur, rapport des volumes maximum et minimum de l'air dans le cylindre.

I-2 Calculer le nombre de moles d'air présentes dans le cylindre.

I-3 Calculer les pressions de l'air dans le cylindre aux points 2, 3 et 4.

I-4 Calculer le travail absorbé par le gaz au cours des deux transformations isothermes.

I-5 Pourquoi la variation de l'énergie interne du gaz est-elle nulle au cours des transformations 1-2 et 3-4 ?

En déduire les quantités de chaleur absorbées par le gaz au cours de ces transformations.

I-6 Calculer les quantités de chaleur absorbées par le gaz au cours des transformations isochores. Quelle observation peut-on faire ?

I-7 Dans le moteur Stirling réel on récupère la chaleur perdue lors du refroidissement pour la réinjecter lors du chauffage à l'aide d'un régénérateur.

$$\text{On peut définir le rendement du cycle par } \eta = \frac{|W_{\text{détente}} + W_{\text{compression}}|}{Q_{\text{détente}}}$$

Calculer la valeur du rendement η .

On démontre que ce rendement peut également se mettre sous la forme $\rho = 1 - \frac{T_m}{T_M}$

Calculer sa valeur et comparer avec la valeur trouvée précédemment.

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MIE3SC7		Page 2/4

II - ETUDE DU MOTEUR SYNCHROME MONOPHASE (5 points)

Il s'agit d'un moteur synchrone monophasé à excitation constante.

Dans le modèle simplifié de l'induit du moteur synchrone (Figure 2) on néglige la résistance de l'enroulement et on donne $X_s = 2\Omega$.

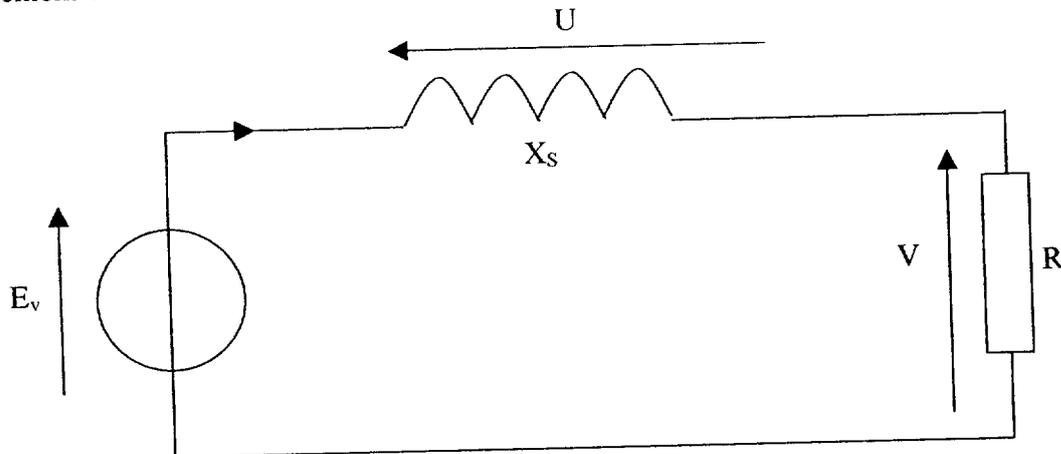


Figure 2

II-1 Le moteur synchrone tourne à 500 tr.min^{-1} . La fréquence f de la tension d'alimentation est 50 Hz . Calculer le nombre de paires de pôles de la roue polaire (inducteur).

II-2 Quelle est la fréquence f' de la tension d'alimentation qui permet d'obtenir une vitesse de rotation égale à 600 tr.min^{-1} ?
Pour la suite du problème la vitesse de rotation est constante et égale à 500 tr.min^{-1} .

II-3 Fonctionnement en charge.

Le moteur est alimenté sous une tension $V = 40 \text{ V}$; l'intensité du courant appelé est $I = 15 \text{ A}$.
L'induit du moteur absorbe une puissance de 540 W .

II-3.1 Déterminer le facteur de puissance de l'induit.

II-3.2 La puissance nécessaire pour alimenter l'inducteur est égale à 50 W et les pertes magnétiques et mécaniques sont évaluées à 60 W .

Calculer la puissance mécanique $P_{\text{méca}}$ fournie par le moteur synchrone.

II-3.3 En déduire le rendement η du moteur.

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MIE3SC7		Page 3/4

III - ETUDE DU REDRESSEMENT (7 points)

III-1 Une tension alternative $v_e(t)$ sinusoïdale de valeur efficace 40 V et de fréquence 50 Hz est redressée par un pont de diodes. (Redressement double alternance. Figure 3)

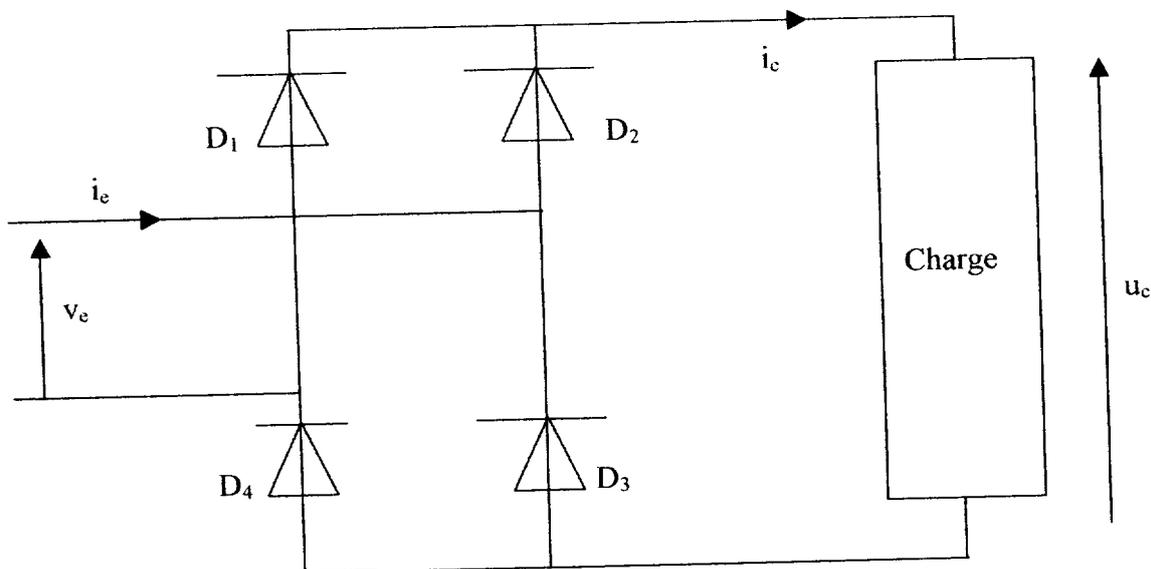


Figure 3

Les diodes sont considérées comme idéales.

III-1.1 La charge est purement résistive, on veut mesurer les valeurs moyenne et efficace de la tension u_c aux bornes de la charge.

Quels types d'appareil faut-il utiliser (préciser les réglages) ?

III-1.2 L'un des deux appareils indique 36V. Montrer qu'il s'agit de la tension moyenne aux bornes de la charge.

III-1.3 Combien indique alors l'autre appareil ?

III-1.4 L'intensité efficace du courant dans la charge étant $I_c = 13,5$ A, quelle est la puissance moyenne consommée par la charge ?

III-2 On désire que le courant dans la charge soit lissé.

III-2.1 Quel dipôle électrique faut-il utiliser et comment doit-on le brancher ?

III-2.2 Cela modifie-t-il la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ de la tension instantanée u_c ?

III-2.3 La puissance active est-elle modifiée ?

L'exprimer en fonction des données en supposant que le courant lissé est parfaitement continu et est égal à 15 A.

III-3 On désire que la tension u_c soit pratiquement continue.

Quel dipôle électrique faut-il utiliser et comment doit-on le brancher ?

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MIE3SC7		Page 4/4