

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

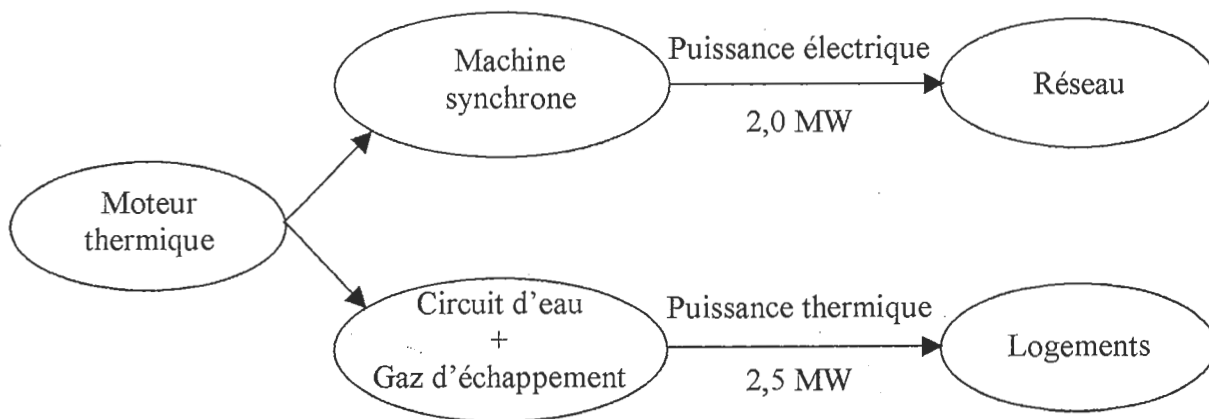
Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4 + la page de présentation.

Un DOCUMENT – REPONSE à remettre avec la copie

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.

Une entreprise d'installations thermiques et climatiques exploite depuis quelques années une centrale de cogénération destinée à la production combinée d'électricité et de chaleur. L'énergie thermique recueillie permet de chauffer 2500 logements pendant que l'énergie électrique est revendue au réseau via une machine synchrone.



L'étude portera sur quelques éléments de cette centrale.

I - ETUDE D'UN MOTEUR DE LA COGENERATION (8 points)

La centrale fonctionne avec un moteur thermique alimenté en gaz naturel.

Le cycle théorique du moteur est identique à celui d'un moteur diesel avec simplement un mélange air-gaz naturel à la place d'un mélange air-gas-oil. On raisonnera sur un cylindre, sachant que le moteur en comporte 32 :

Compression adiabatique réversible du gaz de l'état A à l'état B.

Combustion à pression constante de l'état B à l'état C.

Détente adiabatique réversible de l'état C à l'état D.

Refroidissement isochore de l'état D à l'état A.

Données :

Constante des gaz parfaits $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

Le mélange air-gaz est considéré comme un gaz parfait avec :

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4 \quad C_p = 29 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

Pour une transformation adiabatique réversible:

$$PV^\gamma = \text{constante.}$$

$$TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{constante.}$$

	P (bar)	V (Litre)	T (Kelvin)
Etat A	1,3	4,7	300
Etat B		0,4	
Etat C			
Etat D	3,3		760

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 07NC - MIE3SC		Page 1/4

I-1 Dessiner le diagramme de Clapeyron de ce cycle sur la **Figure 1** du **DOCUMENT-REPONSE**, page 4/4

I-2 Calculer le nombre de mole n de gaz.

I-3 Calculer la pression P_B ainsi que la température T_B du gaz en fin de compression.

I-4 Montrer que $T_C = 1560$ K.

I-5 Calculer les quantités de chaleur échangées au cours des quatre étapes du cycle et en déduire la quantité de chaleur échangée par le gaz au cours du cycle.

I-6 En déduire le travail reçu par le gaz au cours du cycle ainsi que le rendement de ce moteur.

II – ETUDE DU COMBUSTIBLE (3 points)

Le gaz naturel est constitué de méthane dont la formule moléculaire est CH_4 .

Données :

Masse molaire atomique de l'hydrogène $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$.

Masse molaire atomique du carbone $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$.

Pouvoir calorifique inférieur (PCI) du méthane 10 kWh.m^{-3} .

II-1 Calculer la masse molaire atomique du méthane M_{CH_4} .

II-2 Le méthane brûle dans le dioxygène O_2 pour former de l'eau H_2O et du dioxyde de carbone CO_2 . Ecrire l'équation de cette réaction.

II-3 Le débit de méthane étant égal à $500 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, calculer la puissance absorbée par le moteur thermique.

II-4 En vous aidant du schéma de l'installation complète, calculer le rendement global de l'installation, rapport de la puissance totale fournie (sous toutes ses formes) sur la puissance absorbée.

III – ETUDE DE LA PUISSANCE TRANSMISE AU RESEAU, 400V / 50 Hz (5 points)

L'installation fournit une puissance active de $2,0 \text{ MW}$ au réseau triphasé avec un facteur de puissance de $0,93$.

III-1 Calculer la valeur efficace de l'intensité I du courant fournit au réseau.

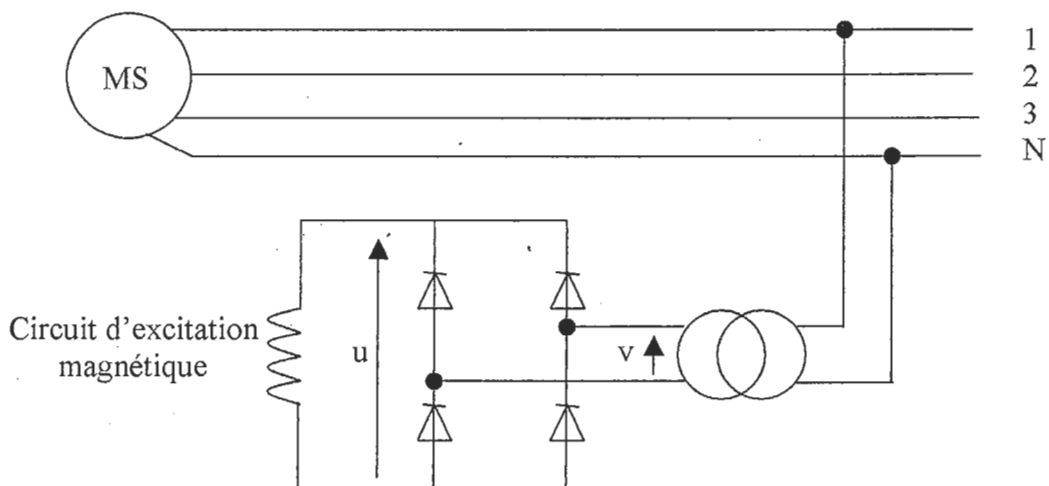
III-2 Calculer la puissance apparente S de l'installation.

III-3 La puissance est transmise au réseau par une machine synchrone, couplée en étoile pour avoir accès au neutre. Quelle est la valeur de la tension V aux bornes d'un enroulement ?

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 07NC – MIE3SC		Page 2/4

III-4 La plaque signalétique de la machine synchrone indique pour l'excitation les valeurs suivantes : 25 V / 6,7 A.

La machine synchrone, MS, est auto-excitée d'après le schéma suivant :



III-4.1 Quel est le rôle du pont de diodes ?

III-4.2 Trouver la valeur de la résistance du circuit d'excitation.

III-4.3 Tracer la tension u sur la **Figure 2** du **DOCUMENT-REPONSE**, page 4/4.

Sachant que le transformateur délivre une tension efficace de 28V, préciser la valeur maximale et la période de la tension u .

III-4.4 Calculer la valeur moyenne $\langle u \rangle$ de la tension u .

IV – ETUDE DU MOTEUR ELECTRIQUE AUXILIAIRE DE DEMARRAGE (3 points)

Le moteur thermique ne fonctionnant que l'hiver, il est lancé par un démarreur constitué d'un moteur à courant continu.

Les caractéristiques de ce dernier sont :

$$U_N = 24 \text{ V} \quad I_N = 40 \text{ A} \quad \text{aimants permanents}$$

IV-1 Dessiner le schéma électrique équivalent de l'induit puis calculer la fém nominale E_N sachant que la résistance de l'induit est $R = 0,1 \Omega$.

IV.2 Pourquoi la fém E est-elle proportionnelle à la vitesse de rotation du moteur ? Calculer cette dernière sachant que le coefficient de proportionnalité est égal à $0,04 \text{ V} \cdot \text{min} \cdot \text{tr}^{-1}$.

IV.3 Calculer les pertes P_j par effet joule de l'induit.

IV-4 Calculer la puissance électrique absorbée P_a par le moteur.

IV.5 Trouver la puissance utile sachant que les pertes collectives sont égales à 100 W.

IV-6 En déduire la valeur du moment du couple utile T_u fourni par le moteur, pour une vitesse de rotation égale à $500 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 07NC - MIE3SC		Page 3/4

DOCUMENT – REPONSE

A remettre avec la copie

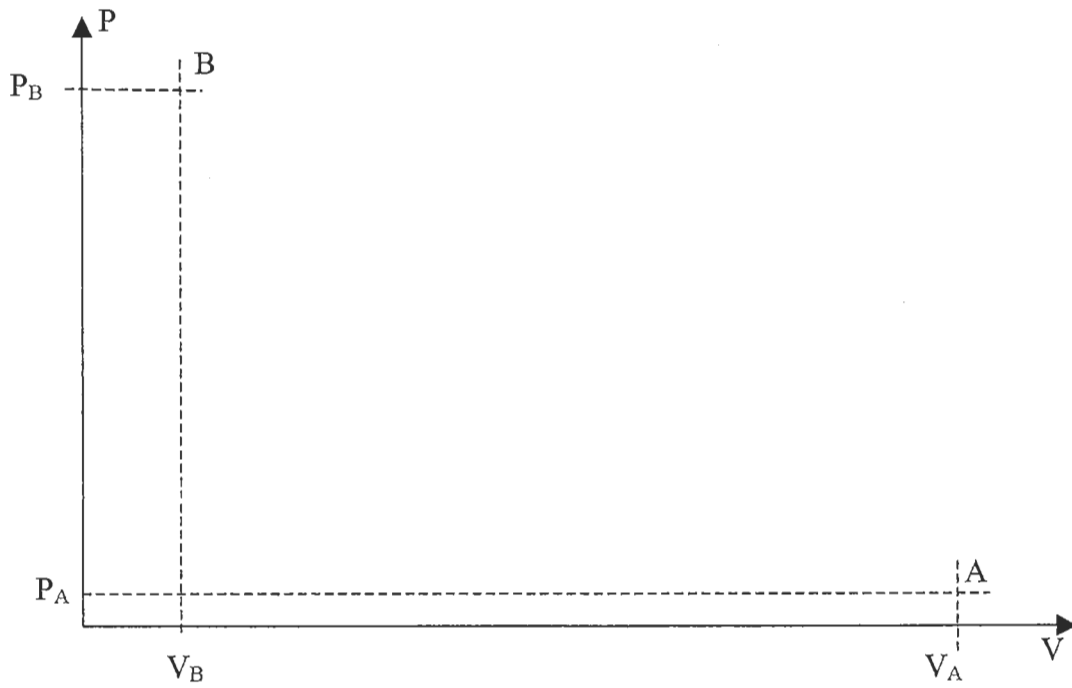


Figure 1

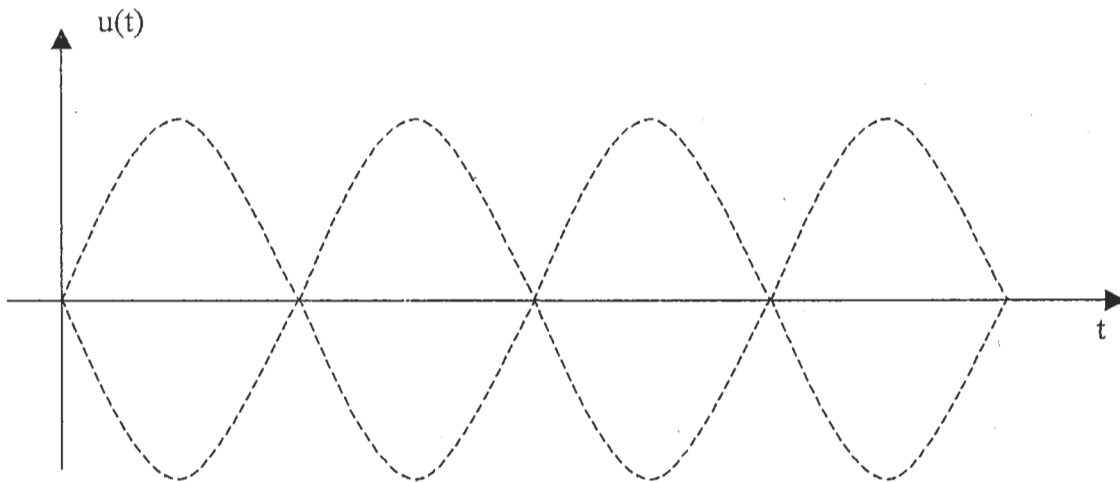


Figure 2

BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE	SUJET	Session 2007
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : 07NC – MIE3SC		Page 4/4