

BACCALaurÉAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2007

PHYSIQUE APPLIQUÉE



Série : Sciences et Technologies industrielles

Spécialité : Génie Électrotechnique

Durée de l'épreuve : 4 heures

coefficient : 7

Calculatrice autorisée, conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Le sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9. Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet. Les pages 6/9, 7/9, 8/9 et 9/9 sont à rendre avec la copie.

Bien que le sujet soit composé de quatre parties indépendantes, il est préférable de les traiter dans l'ordre.

Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements, entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies

Un groupe électrogène est constitué d'un alternateur triphasé entraîné par un moteur diesel. L'alternateur alimente un petit atelier comportant :

- 12 lampes à incandescence de 100 W chacune ;
- 3 radiateurs de 1kW chacun ;
- un moteur électrique triphasé dont les caractéristiques sont indiquées ci-dessous.

- Puissance utile : $P_{mu}=2kW$
- Rendement : $\eta=0,75$
- Facteur de puissance : $\cos \varphi_m=0,70$

La valeur efficace de la tension aux bornes de l'induit de l'alternateur est maintenue constante par un régulateur de tension qui agit sur le courant inducteur i_e (roue polaire de l'alternateur). Cette régulation est assurée par un système d'asservissement qui intervient sur le courant d'excitation d'intensité i_{eg} de la génératrice. Cette dernière alimente la roue polaire de l'alternateur. Le schéma de l'ensemble est représenté à la figure 1.

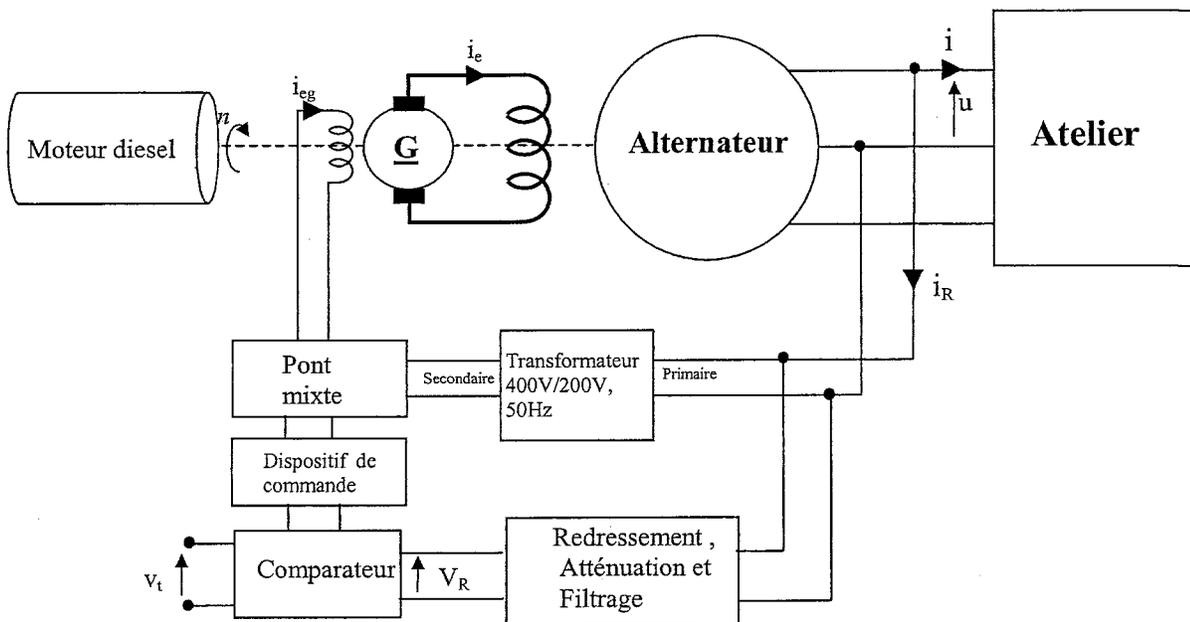


Figure1

I- Étude du système triphasé alimentant l'atelier

L'alternateur délivre un système de tensions triphasées (230V/400V, 50Hz) supposé équilibré.

- I.1) Calculer les puissances active et réactive absorbées par chaque élément de l'atelier.
- I.2) En déduire les puissances active totales P_t et réactive totales Q_t absorbées par l'atelier.
- I.3) Calculer la puissance apparente totale S_t absorbée.
- I.4) Calculer l'intensité efficace I du courant en ligne absorbé par l'installation.
- I.5) Calculer le facteur de puissance $\cos \varphi$ de cette installation.

II- Étude de l'alternateur

Dans cette partie, on néglige le courant d'intensité i_R fourni par le dispositif de régulation. De ce fait l'alternateur, couplé en étoile, délivre un système triphasé équilibré de courants pour alimenter l'atelier.

Les caractéristiques sont :

- $n = 1500 \text{ tr.min}^{-1}$;
- $I = 9,3 \text{ A}$;
- $U = 400 \text{ V}$;
- $\cos \varphi = 0,91$ (charge inductive).

La résistance à chaud d'un enroulement du stator est : $R_s = 0,7\Omega$.

L'ensemble des pertes atteint 1,0kW (y compris les pertes par effet Joule).

Un essai à vide de l'alternateur, à la fréquence de rotation nominale, a montré que sa caractéristique $U_v = f(I_e)$ est une droite passant par l'origine et par le point d'abscisse $I_e = 2\text{A}$ et d'ordonnée $U_v = 100 \text{ V}$ (U_v étant la valeur efficace de la tension entre phases).

Lors d'un essai en court-circuit, on a mesuré $I_{cc} = 15 \text{ A}$ pour $I_e = 2\text{A}$.

II.1) Donner le montage qui permet de mesurer la résistance à chaud de l'enroulement statorique.

II.2) Calculer le nombre de paires de pôles de cette machine.

II.3) Donner le schéma équivalent d'une phase statorique quand l'alternateur est en court-circuit. Calculer l'impédance synchrone Z_s de l'alternateur. En déduire sa réactance synchrone X_s (on supposera $X_s = 3,80\Omega$ constante dans la suite du problème).

II.4) Pour le fonctionnement nominal :

II.4.a) On donne le schéma synchrone (figure2). Recopier ce dernier sur votre copie en fléchant le courant et les tensions aux bornes de R_s et de X_s .

Déterminer la relation vectorielle entre les tensions.

II.4.b) Tracer, sur du papier millimétré, le diagramme vectoriel d'une phase et déterminer graphiquement la valeur de la f.é.m E_s (prendre \vec{I} comme référence des phases).

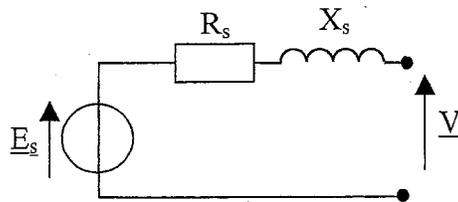


Figure2

II.5) En déduire l'intensité I_e du courant d'excitation correspondant.

II.6) Calculer le rendement η de l'alternateur.

II.7) Calculer le moment du couple développé par le moteur diesel.

III- Étude du pont mixte

Le pont mixte permet d'alimenter l'inducteur de la génératrice par un courant continu d'intensité réglable. La valeur efficace de la tension d'entrée de ce pont est $U_e = 200V$. Le transformateur, supposé parfait, est alimenté au primaire par une tension de valeur efficace $U=400V$.

Les thyristors et les diodes sont supposés parfaits. La commande des gâchettes des thyristors n'est pas représentée.

Une sonde de courant de sensibilité $100mV/A$ est utilisée pour visualiser, à l'oscilloscope, le courant i_{eg} dans l'inducteur. La tension u_c aux bornes de l'inducteur est visualisée à l'aide d'une sonde différentielle (SD) de rapport $1/20$.

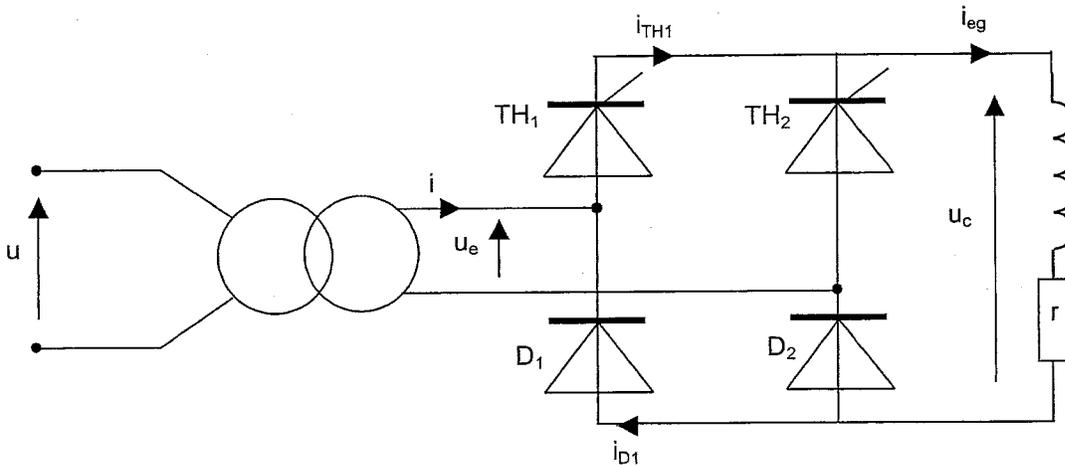


Figure3

- III.1) Calculer le rapport de transformation m du transformateur.
- III.2) Compléter le schéma du document-réponse 1 en y ajoutant les appareils de mesure permettant de relever les valeurs moyennes de la tension u_c et du courant i_{eg} . Indiquer les branchements des sondes et de l'oscilloscope.
- III.3) Pour un angle de retard à l'amorçage $\theta = \frac{\pi}{3}$, indiquer les intervalles de conduction des thyristors et des diodes. Représenter graphiquement la tension u_c observée à l'oscilloscope à la sortie de la sonde (document réponse 2).
- III.4) Calculer la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ de la tension u_c , sachant que $\langle u_c \rangle = \frac{\hat{U}_c}{\pi} (1 + \cos\theta)$
- III.5) On suppose que l'intensité du courant dans la charge est constante, $I_{eg} = \langle i_{eg} \rangle = 1,5 A$.
 Pour $\theta = \frac{\pi}{3}$, représenter graphiquement les courants i_{D1} dans la diode D_1 , i_{TH1} dans le thyristor1 et le courant i dans le secondaire du transformateur (document réponse 3).
- III.6) Calculer les valeurs moyennes $\langle i_{TH1} \rangle$, $\langle i_{D1} \rangle$ et $\langle i \rangle$.
- III.7) Comment peut on faire varier $\langle i_{eg} \rangle$? Justifier votre réponse.

IV- Étude du comparateur

Pour régler l'angle du retard à l'amorçage, on utilise un montage comparateur à amplificateur opérationnel (figure 4). La tension continue V_R à la sortie du redresseur est comparée à une tension triangulaire v_t de fréquence $f = 50\text{Hz}$ et évoluant de 0 à 10V (document-réponse 4).

L'amplificateur est supposé parfait. Il est alimenté sous : $V_{cc}^+ = 10\text{V}$ et $V_{cc}^- = 0\text{V}$.

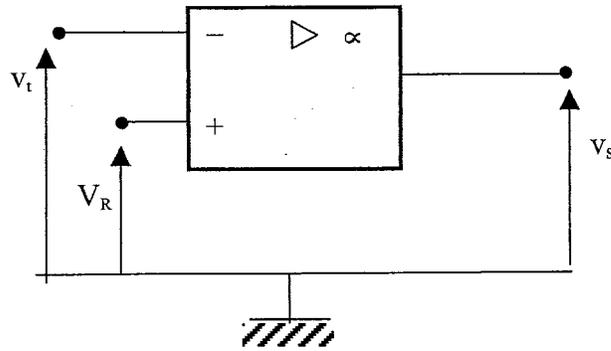


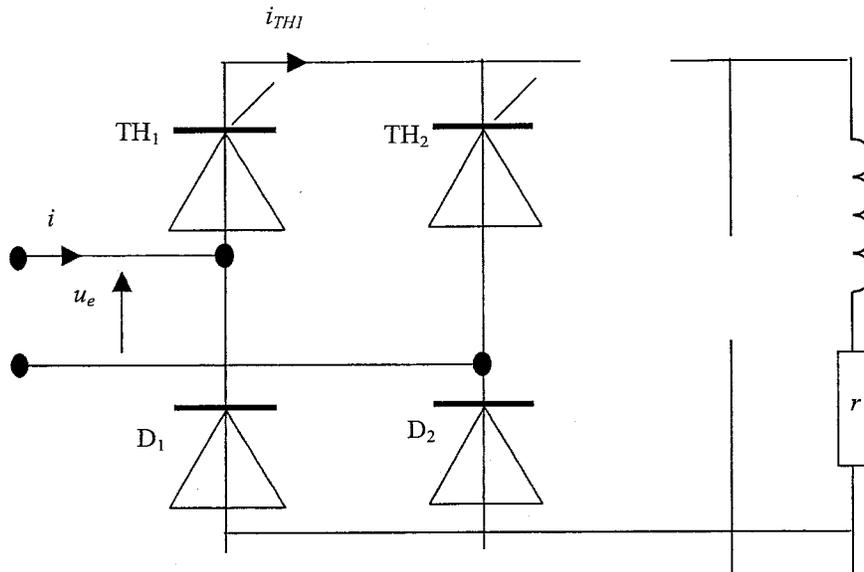
Figure 4

IV.1) Le fonctionnement de ce montage est non linéaire. Expliquer pourquoi.

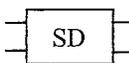
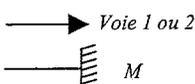
IV.2) Quelles sont les valeurs de v_s pour $v_t > V_R$ et pour $v_t < V_R$?

IV.3) Tracer sur le document réponse N° 4 les chronogrammes de v_s pour $V_R = 2\text{V}$ et pour $V_R = 8\text{V}$.

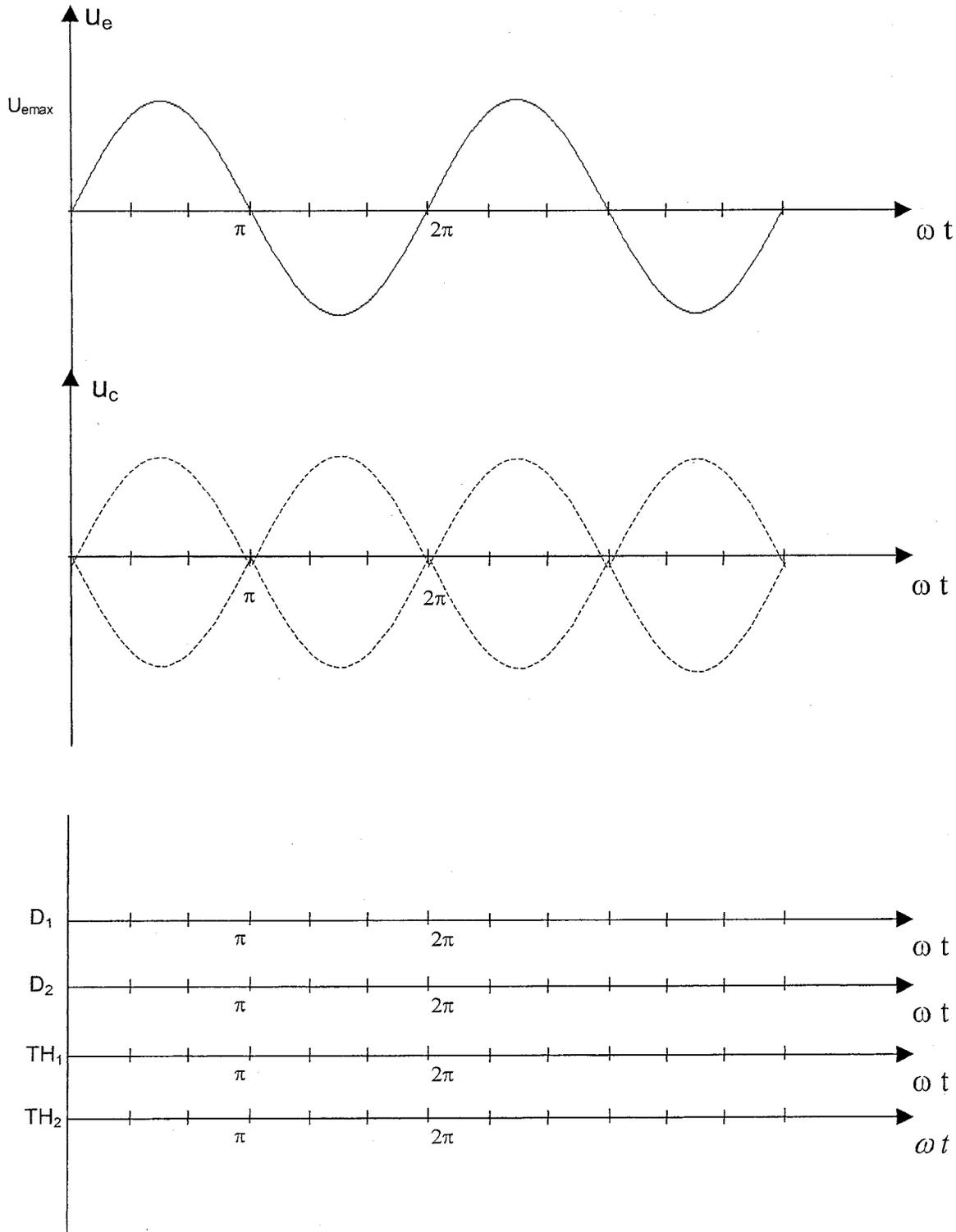
Document réponse 1 (À RENDRE AVEC LA COPIE)



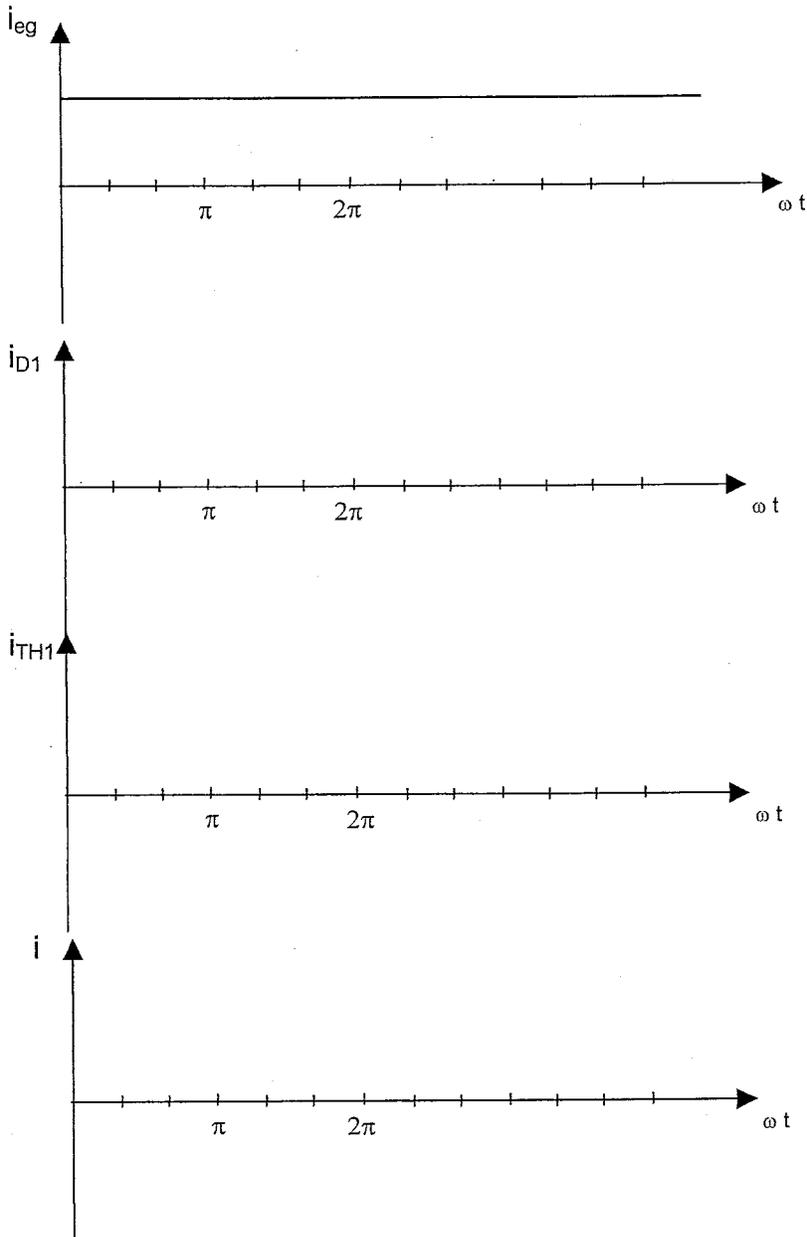
Utiliser les symboles suivants :

- La sonde de courant 
- La sonde différentielle de tension 
- La voie de l'oscilloscope 
- Le voltmètre  - L'ampèremètre 

Document réponse 2 À RENDRE AVEC LA COPIE



Document réponse 3 À RENDRE AVEC LA COPIE



Document réponse 4 À RENDRE AVEC LA COPIE

