

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES
GÉNIE MÉCANIQUE

Session 2010

SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE

Durée : 2 heures

Coefficient : 5

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

(Circulaire n°99-186 du 16/11/1999)

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet.
Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

Les pages 8/9 et 9/9 où figurent les documents réponses sont à rendre avec la copie

Grâce au développement des convertisseurs d'énergie fiables et performants, les circuits hydrauliques et pneumatiques de l'aéronautique sont remplacés par les circuits électriques.

Ils offrent une grande souplesse d'utilisation des commandes de vol et un gain de masse important.

Nous proposons d'étudier le réseau de distribution de l'énergie électrique dans un avion long courrier tel qu'un A330 (voir photo ci-dessous) :



Ce type d'aéronef comporte :

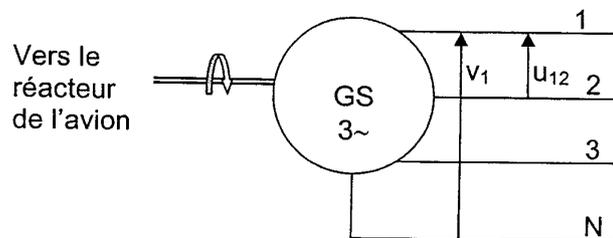
- deux réseaux triphasés **115 V / 200 V – 400 Hz** (indépendant l'un de l'autre) pour alimenter les récepteurs gros consommateur d'énergie électrique,
- deux sous-réseaux continus **28 V** pour alimenter les récepteurs peu consommateur d'énergie électrique.

PARTIE I - ETUDE DU RESEAU TRIPHASE

Une génératrice synchrone GS (alternateur) triphasée est entraînée mécaniquement par un des deux réacteurs de l'avion.

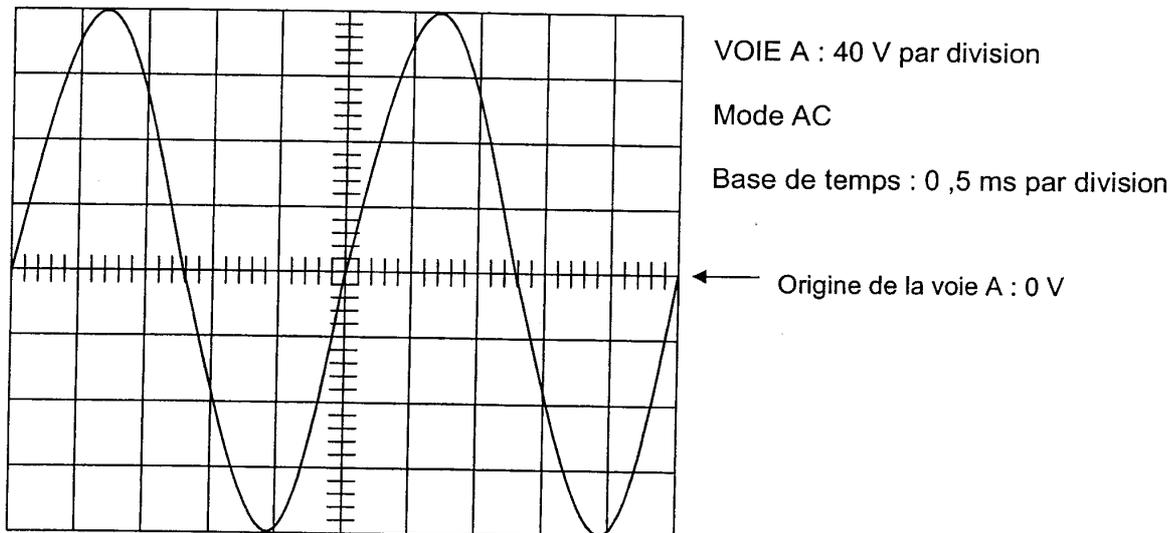
Le schéma de principe est représenté sur la **figure 1** ci-dessous :

Figure 1



Sur l'oscillogramme ci-dessous (**Figure 2**), on observe la tension v_1 sur la voie A d'un oscilloscope.

Figure 2



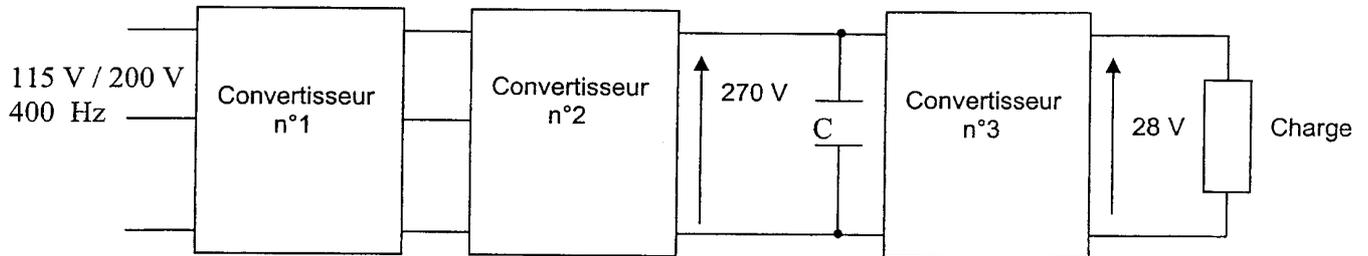
- QUESTION I.1** Représenter sur la **figure 1 du document réponse n°1 page 8**, le branchement de la voie A de l'oscilloscope permettant d'observer la tension v_1 .
- QUESTION I.2** Déterminer la valeur maximale $V_{1,max}$ de la tension v_1 . En déduire la valeur efficace V_1 de la tension v_1 .
- QUESTION I.3** Calculer la valeur efficace U_2 de la tension u_{12} .
- QUESTION I.4** Déterminer la période T de la tension v_1 . En déduire la valeur f de la fréquence.
- QUESTION I.5** L'alternateur est bipolaire. Calculer la fréquence de rotation n_s de l'alternateur en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$.

PARTIE II ETUDE DU SOUS-RESEAU CONTINU

La tension continue 28 V est élaborée à partir du réseau triphasé 115 V / 200 V – 400 Hz.

Le schéma de principe (**Figure 4**) est représenté ci-dessous :

Figure 4



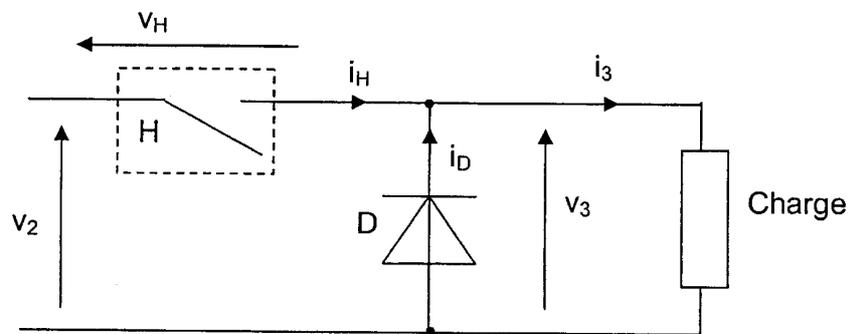
QUESTION II.1 Les convertisseurs d'énergie

- II.1.1 Le convertisseur n°1 augmente la valeur efficace de la tension du réseau, sans modifier sa forme et sa fréquence. Quel est son nom ?
- II.1.2 Le convertisseur n°2 est un redresseur. Quelle est sa fonction ?
- II.1.3 Quel est le rôle du condensateur C ?

QUESTION II.2 Etude du convertisseur n°3

Le convertisseur n°3 est un hacheur. Sa structure est représentée (**Figure 5**) ci-dessous :

Figure 5



L'intensité du courant i_3 est considérée comme continue.

La tension v_2 est constante de valeur $V_2 = 270$ V

Les interrupteurs électroniques H et D sont supposés parfaits, la tension est nulle à leurs bornes lorsqu'ils sont passants (conducteurs).

Le rapport cyclique et la période du hacheur sont notés respectivement α et T_H .

La commande du hacheur est la suivante :

- l'interrupteur électronique H est fermé entre les instants $t = 0$ et $t_1 = \alpha \cdot T_H$
- l'interrupteur électronique H est ouvert entre les instants $t_1 = \alpha \cdot T_H$ et $t_2 = T_H$

II.2.1 En appliquant la loi des nœuds, établir la relation entre les intensités instantanées des courants i_D , i_3 , i_H .

II.2.2 Quel dipôle élémentaire doit comporter la charge pour que l'intensité du courant i_3 puisse être considérée comme continue?

II.2.3 En appliquant la loi des mailles, établir la relation entre les tensions instantanées v_2 , v_3 , v_H .

II.2.4 On suppose que l'interrupteur H est fermé :

II.2.4.a) Quelle est la valeur de la tension v_H ?

II.2.4.b) En déduire la valeur de la tension v_3 .

II.2.4.c) La diode D est elle passante ou bloquée ?

II.2.5 On suppose que l'interrupteur H est ouvert :

II.2.5.a) Quelle est la valeur de l'intensité du courant i_H ?

II.2.5.b) La diode D est elle passante ou bloquée ?

II.2.5.c) En déduire la valeur de la tension v_3 .

II.2.6 Valeur moyenne

II.2.6.a) Sur la **figure 6 du document réponse n°1**, tracez le chronogramme de la tension v_3 sur deux périodes.

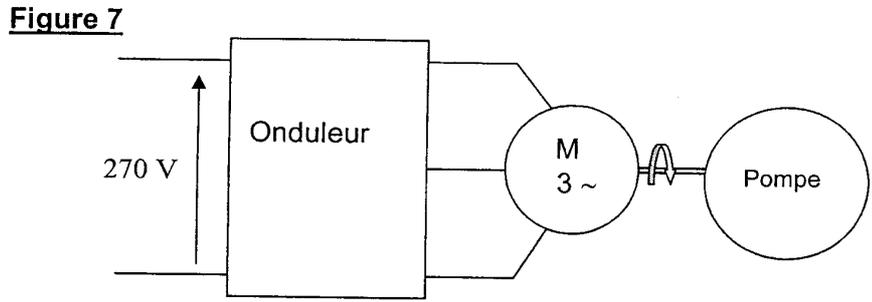
II.2.6.b) En appliquant la méthode des aires, justifier que l'expression de la valeur moyenne de v_3 est $\langle v_3 \rangle = 270 \cdot \alpha$

II.2.6.c) Calculer la valeur du rapport cyclique α permettant d'obtenir $\langle v_3 \rangle = 28$ V.

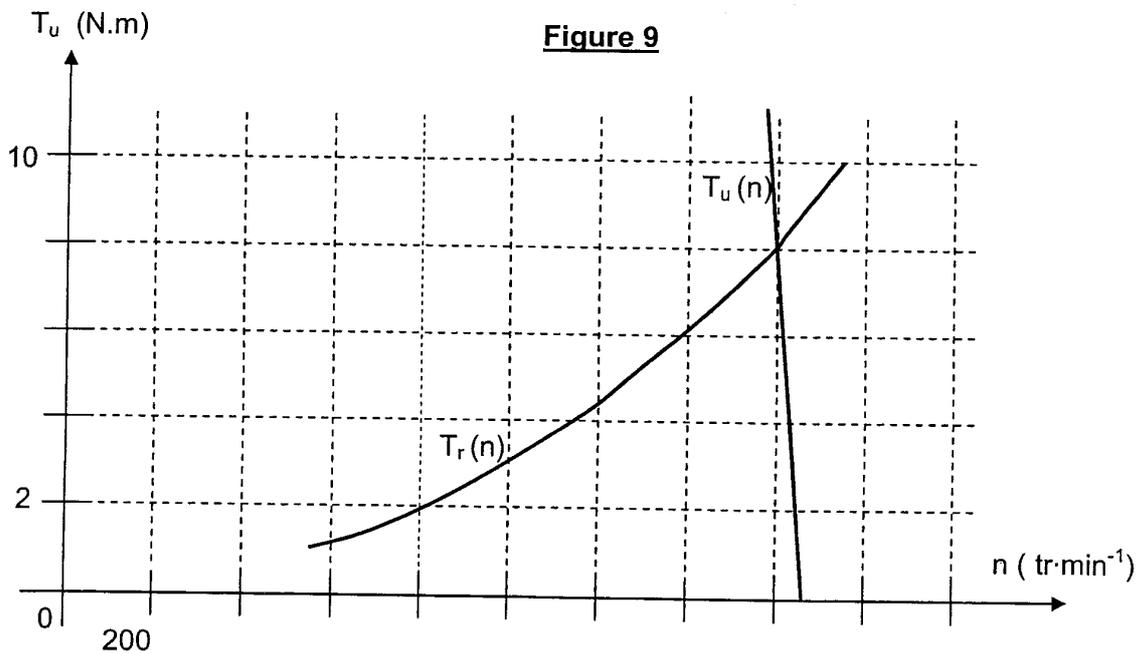
II.2.6.d) Quel appareil numérique peut-on utiliser pour mesurer la valeur moyenne de la tension v_3 ? Préciser la fonction utilisée (DC ou AC).

PARTIE III - ETUDE DU POINT DE FONCTIONNEMENT

Dans l'aéronef, un onduleur autonome alimente un moteur triphasé entraînant une pompe actionnant un vérin hydraulique utilisé pour déplacer les surfaces des commandes de vol. Le schéma de principe est représenté (**Figure 7**) ci-dessous :



- QUESTION III.1** Quelle est la conversion exécutée par l'onduleur ?
- QUESTION III.2** Quel est l'intérêt d'alimenter le moteur triphasé par un onduleur autonome ?
- QUESTION III.3** Le stator du moteur triphasé est couplé en étoile. Sur la **figure 8 du document réponse n°2**, dessiner les connexions à établir pour brancher le moteur sur l'onduleur.
- QUESTION III.4** Les caractéristiques mécaniques du moteur $T_u(n)$ et de la pompe $T_r(n)$ sont représentées sur la **figure 9** ci-dessous :



III.4.1.1 Déterminer les coordonnées (n ; T_u) du point de fonctionnement du groupe moteur pompe.

III.4.1.2 Calculer la puissance utile P_u du moteur triphasé au point de fonctionnement.

QUESTION III.5 L'ensemble des pertes du moteur vaut $\sum \text{pertes} = 150 \text{ W}$ au point de fonctionnement.

III.5.1.1 Citer les trois types de pertes dans un moteur.

III.5.1.2 Calculer le rendement η du moteur au point de fonctionnement.

PARTIE IV - OXYDOREDUCTION

Pour alléger l'avion, diminuer sa consommation de Kérosène et l'émission de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, l'utilisation des matériaux composites (non corrosifs) se développe au détriment des métaux.

QUESTION IV.1 Sur le **document réponse n°2**, équilibrer l'équation de combustion du Kérosène ($C_{14} H_{30}$).

QUESTION IV.2 Citer deux causes de corrosion des métaux.

QUESTION IV.3 Citer deux méthodes de protection des métaux contre la corrosion

DOCUMENT REPONSE N°1

(à rendre avec la copie)

Figure 1

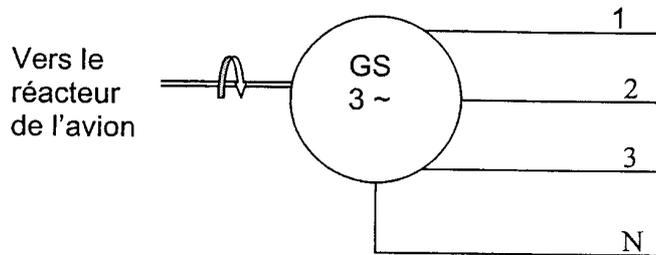
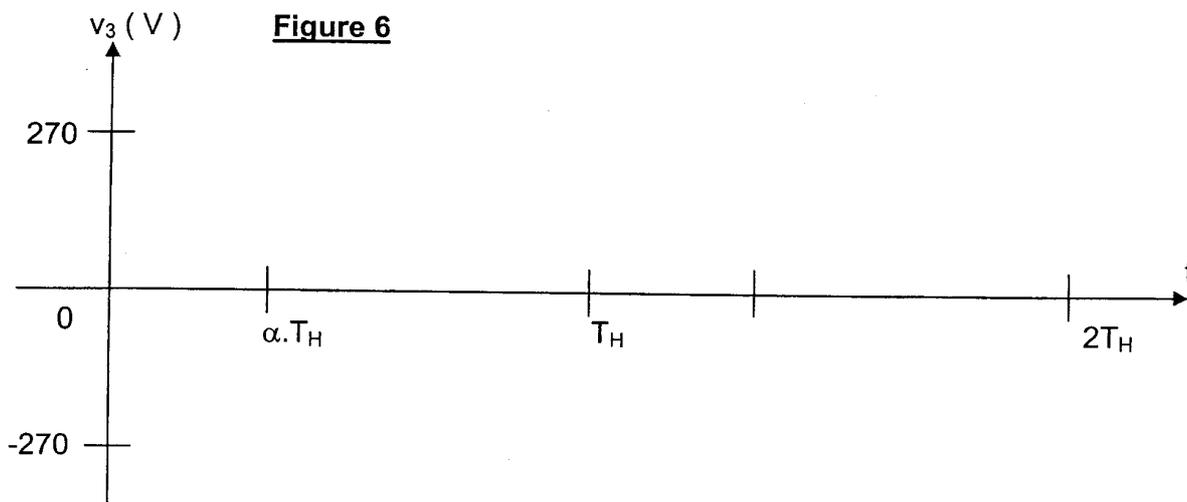


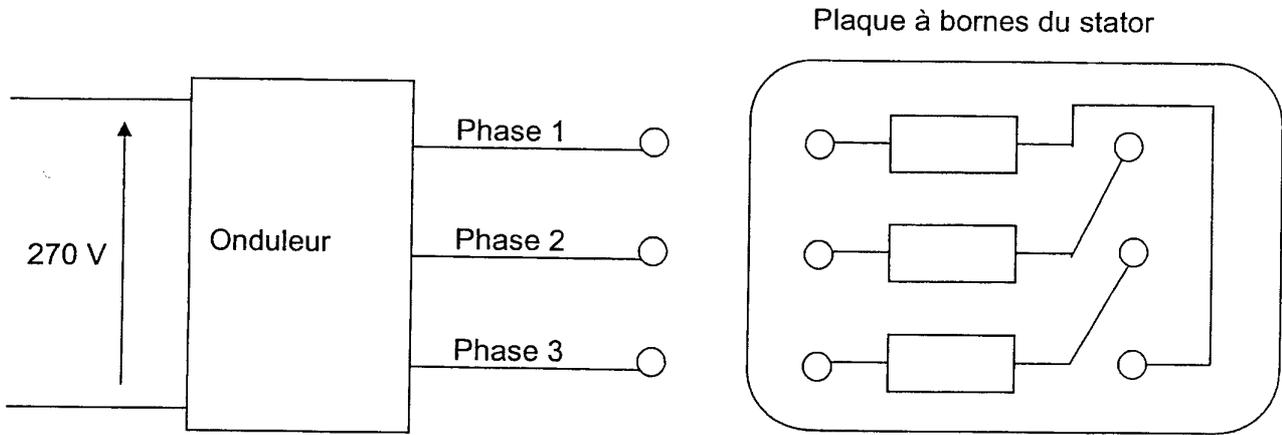
Figure 6



DOCUMENT REPONSE N°2

(à rendre avec la copie)

Figure 8



IV.1 Equation de combustion du Kérosène à équilibrer

