

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Session 2009

PHYSIQUE APPLIQUÉE

Série : Sciences et Technologies Industrielles

Spécialité : Génie .Mécanique

Durée de l'épreuve : 2 heures

coefficient : 5

*L'usage de la calculatrice est autorisé. **MAIS CET USAGE EST STRICTEMENT PERSONNEL***

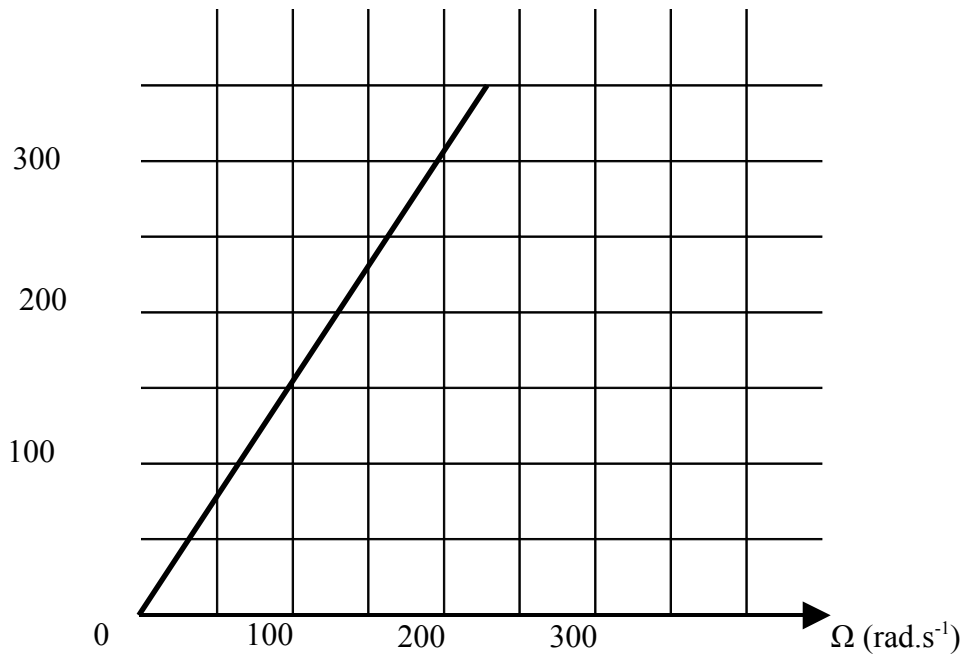
Le sujet comporte 6 pages y compris le document-réponse page 5; celui-ci est à rendre obligatoirement avec la copie.

Le SUJET COMPORTE 3 PROBLEMES INDEPENDANTS

A : Le moteur est de type « excitation séparée constante ». La réaction magnétique de l'induit est parfaitement compensée.

Ce moteur doit entraîner une charge à vitesse constante, quelque soit le moment du couple résistant imposé. Pour le fonctionnement envisagé, en régime nominal, on donne :

- résistance de l'induit : **$R = 0,5 \Omega$** ;
- fréquence de rotation nominale : **$n = 1500 \text{ tr.min}^{-1}$** ;
- la force électromotrice induite E est de la forme : **$E = k \cdot \Omega$ (Ω en rad.s^{-1})** ;
dont la caractéristique $E = f(\Omega)$ est donnée ci-après.



- le moment T_p du couple de perte associé aux pertes autres que par effet Joule, est négligeable devant le moment du couple électromagnétique du moteur.

1 – Constante de la machine :

- 1.1- Déterminer la valeur de la constante k de la machine ; préciser son unité.
- 1.2- Montrer que le moment T_u de couple utile disponible sur le rotor s'écrit : $T_u = k.I$.

2 – Démarrage en charge :

Le moteur entraîne une charge dont le moment du couple résistant est constant et vaut $T_R = 45 \text{ N.m}$. L'intensité du courant au démarrage vaut $I_D = 30 \text{ A}$.

- 2.1 – Donner le schéma équivalent de l'induit du moteur en fléchant les tensions et le courant.
- 2.2 – Calculer la valeur de la tension U_D qu'il faudra appliquer à ses bornes pour provoquer le décollage, c'est à dire le début du démarrage.

3 – Fonctionnement en régime nominal :

Le moment du couple résistant reste constant égal à 45 N.m .

- 3.1 – Calculer l'intensité I du courant dans l'induit pour ce régime.
- 3.2 – Le groupe (moteur + charge) tourne à la fréquence de rotation nominale de 1500 tr.min^{-1} . Calculer la valeur de la fem induite E .
- 3.3 – Montrer que la tension d'alimentation U_M du moteur vaut alors $U_M = 250 \text{ V}$.

4 – *Bilan des puissances* :

La puissance absorbée par l'inducteur de la machine est égale à $P_{\text{exc}} = 300 \text{ W}$. On rappelle que le moment T_u du couple utile vaut 45 N.m et que $n = 1500 \text{ tr.min}^{-1}$.

- 4.1 – Calculer la puissance utile P_u du moteur.
- 4.2 – Montrer que la puissance totale P_{abs} absorbée par le moteur en régime nominal vaut approximativement $7,8 \text{ kW}$.
- 4.3 – En déduire le rendement η de la machine.

5 – *Variation de vitesse* :

En régime nominal, l'intensité du courant absorbée vaut $I = 30 \text{ A}$.

- 5.1 – Montrer que : $\Omega = 0,67.U_M - 10$.
- 5.2 – En déduire que $n = 6,39.U_M - 95$ (n exprimée en tr.min^{-1}).
- 5.3 – Calculer U_M pour avoir $n = 1500 \text{ tr.min}^{-1}$.

6 – *Variation de la charge* :

Une augmentation de la charge entraîne une chute de vitesse du rotor. Afin de compenser cette perte de vitesse, on agit sur la tension d'alimentation U_M du moteur.

Le moment du couple résistant vaut à présent $T_R = 60 \text{ N.m}$.

- 6.1 – Calculer l'intensité du courant dans l'induit.
- 6.2 – Calculer la valeur de la tension U_M qui permettra de maintenir n à 1500 tr.min^{-1} .

B : L'induit du moteur est alimenté par un hacheur série ; le montage est alors le suivant :

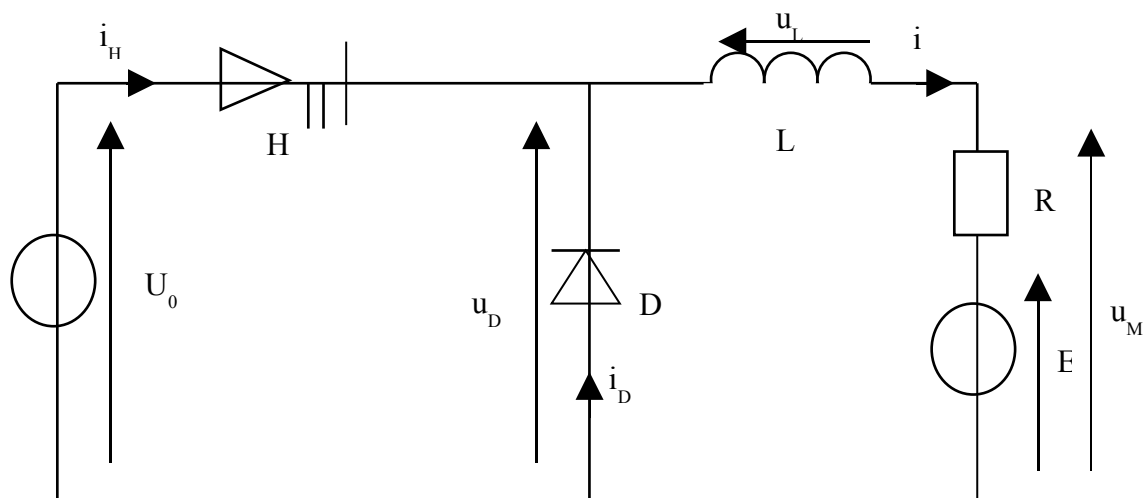


Figure 3

- La tension d'alimentation du hacheur vaut $U_0 = 300 \text{ V}$.

- H est un interrupteur électronique fermé dans l'intervalle $[0 ; \alpha T]$ et ouvert dans l'intervalle $[\alpha T ; T]$.
- α est le rapport cyclique et T la période de hachage ; on donne $T = 3 \text{ ms}$.
- La conduction dans l'induit du moteur est ininterrompue.

1 – Généralités :

1.1 – Citer un composant de l'électronique de puissance pouvant jouer le rôle de H.

1.2 – Justifier le rôle de D et celui de L.

1.3 – Calculer la fréquence de hachage.

2 – Exploitation d'un oscillogramme :

L'oscillogramme de $u_H(t)$ est donné sur le document réponse.

2.1 – Déterminer la valeur du rapport cyclique.

2.2 – En supposant que $\langle u_L \rangle = 0$, montrer que $\langle u_D \rangle = \langle u_M \rangle$.

2.3 – Démontrer que la valeur moyenne de u_M peut s'exprimer par $\langle u_M \rangle = \alpha \cdot U_0$;
calculer sa valeur numérique.

2.4 – Indiquer l'appareil adéquat (nom, position...) qui permettra de mesurer $\langle u_M \rangle$.

2.5 – Hachurer, sur le document réponse, les intervalles de conduction de D et de H.

3 – Etude en charge :

Le moteur appelle un courant sensiblement constant d'intensité $I = 30 \text{ A}$.

3.1 – En utilisant l'équation $n = f(U_M)$ de la question 5.2 de la partie A, montrer que :

$$n = 1917 \cdot \alpha - 95.$$

3.2 – Calculer la valeur de α qui permettra d'obtenir une fréquence de rotation égale à 1500 tr.min^{-1} .

4 – Ondulation du courant :

4.1 – Compléter le document réponse en indiquant le branchement des sondes qui permettront de visualiser simultanément à l'oscilloscope $u_D(t)$ et $i(t)$.

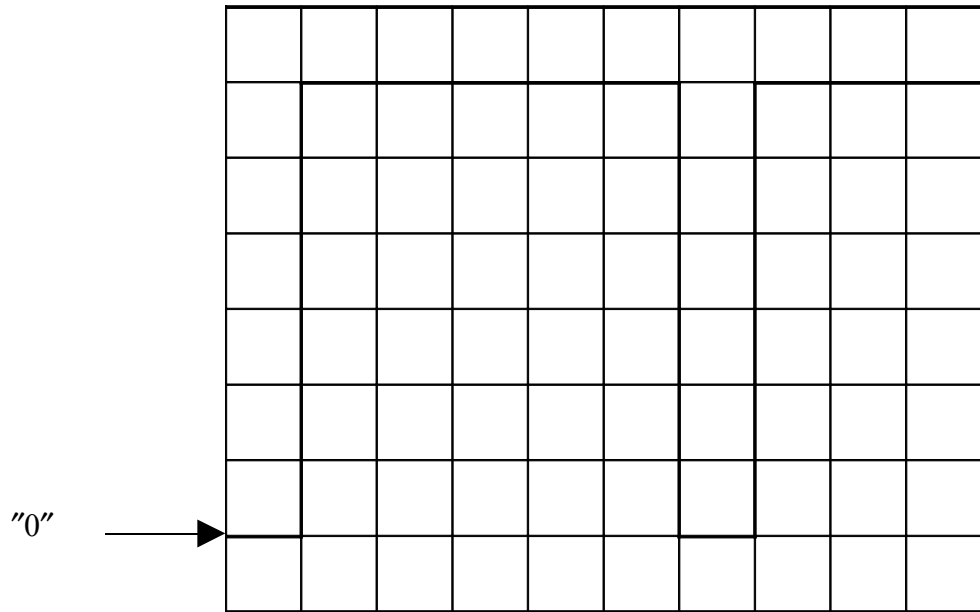
4.2 – Le courant n'est pas parfaitement lissé, il ondule autour de sa valeur moyenne. Sur quelle(s) grandeur(s) doit-on agir si l'on souhaite réduire l'ondulation de $i(t)$ en maintenant α et U_0 constant ?

DOCUMENT RÉPONSE (à rendre avec la copie)

PARTIE B : Oscillogramme de $u_H(t)$

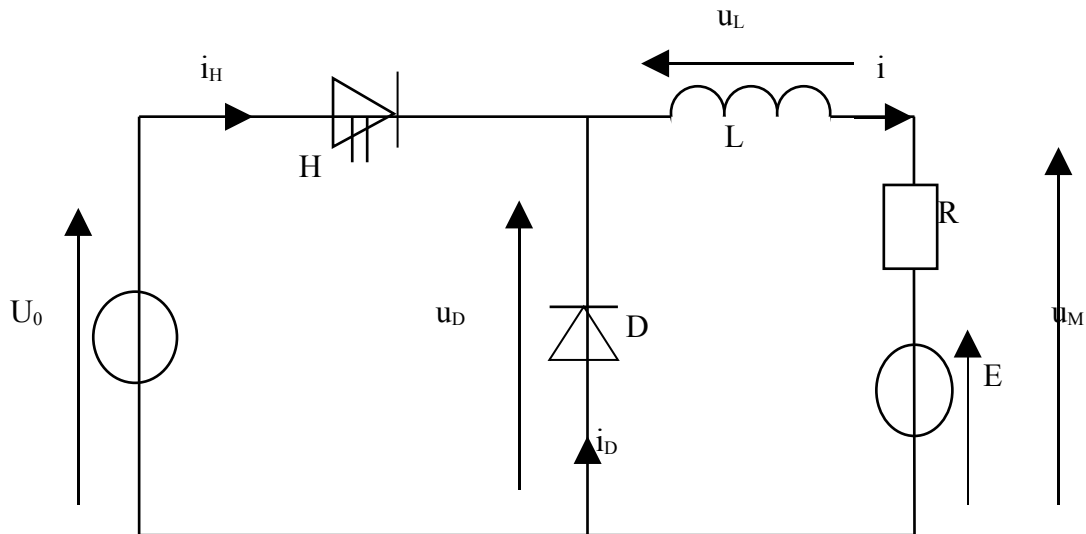
Balayage : 0,5 ms/ cm

Sensibilité : 50 V/ cm



Conduction de H				
Conduction de D				

Branchement de l'oscilloscope :



C: La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé à six pôles est la suivante :

230 V/400 V ; 50 Hz ; 17 A/9,8 A ; $n_n = 940$ tr/min., facteur de puissance : 0,84

Le moteur est alimenté par un réseau triphasé 230 V/400 V , 50 Hz

- 1) Calculer la vitesse de synchronisme n_s du moteur en tours par minute.
- 2) Indiquer et justifier le couplage du moteur.
- 3) Compte tenu des indications de la plaque signalétique, quelle doit être l'intensité du courant nominal :
 - a) dans un enroulement ?
 - b) en ligne ?
- 4) Calculer la puissance active absorbée par le moteur.
- 5) Calculer les pertes Joule dans le stator , sachant que la résistance mesurée **entre deux bornes du stator** est égale à 2Ω .
- 6) *L'ensemble des autres pertes dans le moteur valent 833 W, calculer la puissance utile du moteur, ainsi que son moment du couple utile nominal.*