

**ELECTRICITE (durée conseillée : 1h30 ) 8 points**

L'étude porte sur l'étude d'un moteur à courant continu de laboratoire, son alimentation, ainsi que la mesure de son couple utile.

Les trois parties peuvent être traitées de façon indépendante.

**A-Etude du moteur :**

Le moteur à courant continu est à excitation indépendante. Dans tout le problème, on maintient constant le courant d'excitation ; le flux  $\Phi$  du champ magnétique créé par la circulation de ce courant est donc également constant. La réaction magnétique d'induit est parfaitement compensée (un enroulement auxiliaire traversé par le courant d'induit permet d'éliminer les effets du champ magnétique créé par le courant qui circule dans chaque conducteur de l'induit).

On rappelle que, lorsqu'un régime permanent est établi, le schéma de la figure 1 modélise l'induit du moteur. On rappelle également que la fem  $E$  du moteur est liée à  $\Omega$  (vitesse angulaire exprimée en  $\text{rad.s}^{-1}$ ) par la relation  $E = K\Phi\Omega$  et que le moment du couple électromagnétique a pour expression  $\Gamma_{em} = K\Phi I$  ; dans ces expressions  $K$  est une constante,  $I$  est l'intensité du courant électrique,  $\Phi$  le flux sous un pôle.

La résistance de l'inducteur est  $r = 2,9 \text{ k}\Omega$ .

La résistance de l'induit est  $R = 42 \Omega$ .

**A-1 Essai à vide :**

On effectue un essai à vide et on mesure les valeurs suivantes :

Tension aux bornes de l'induit  $U = 200 \text{ V}$ .

Intensité du courant dans l'induit  $I_0 = 17,5 \text{ mA}$ .

Fréquence de rotation  $n_0 = 3400 \text{ tr.min}^{-1}$ .

A-1-1 Calculer la force électromotrice  $E_0$ .

A-1-2 Calculer la puissance  $P_0$  fournie à l'induit.

A-1-3 Calculer les pertes joules  $P_{j_0}$  dans l'induit.

A-1-4 Calculer la somme  $P_c$  des pertes mécanique + fer ( pertes dites constantes ).

A-1-5 Calculer le moment  $\Gamma_p$  du couple de pertes ( il sera supposé constant dans la suite du problème ).

**A-2 Essai en charge :**

L'induit est toujours alimenté sous la tension  $U = 200 \text{ V}$ , on le charge avec un frein à poudre ; l'intensité du courant électrique qui le traverse est maintenant  $I = 0,8 \text{ A}$ .

- A-2-1 Calculer la force électromotrice E.  
 A-2-2 Calculer la fréquence  $n_c$  de rotation du moteur en  $\text{tr.min}^{-1}$ .  
 A-2-3 Calculer le moment  $\Gamma_{em}$  du couple électromagnétique.  
 A-2-4 Calculer le moment  $\Gamma_u$  du couple utile.  
 A-2-5 Calculer le rendement  $\eta$  de l'induit du moteur.

### **B-Etude de l'alimentation du moteur :**

Le moteur est alimenté à l'aide du dispositif représenté sur la figure 2.

L'inducteur est alimenté par un pont monophasé à quatre diodes. L'induit est alimenté par un pont mixte. Tous les composants électroniques sont supposés parfaits. Chacun de ces ponts est alimenté par le même réseau monophasé, délivrant une tension de fréquence  $f = \omega/2\pi = 50\text{Hz}$  et de valeur efficace 220 V. L'inducteur et l'induit sont tous les deux suffisamment inductifs pour que l'on puisse considérer que l'intensité du courant qui circule dans chacun d'eux est constante.

#### **B-1 Alimentation de l'inducteur :**

- B-1-1 Donner, sur le document réponse, l'allure de  $u_{ex}(t)$   
 B-1-2 Calculer la valeur moyenne  $\bar{u}_{ex}$  de  $u_{ex}$ .

#### **B-2 Alimentation de l'induit :**

Le thyristor Th1 est amorcé périodiquement aux instants  $t_0, t_0 + T, \text{etc} \dots$  ; le thyristor Th2 est amorcé périodiquement aux instants  $t_0 + T/2, t_0 + 3T/2, \text{etc} \dots$ , T étant la période du réseau qui alimente le pont mixte. L'intensité du courant dans l'induit, pratiquement constante, est égale à 0,8 A.

- B-2-1 Donner, sur le document réponse, les allures de la tension  $u(t)$  aux bornes de l'induit et de l'intensité  $i'(t)$  du courant dans un fil de ligne.  
 B-2-2 La valeur moyenne de  $u(t)$ , notée  $\bar{u}$ , dépend de  $t_0$  et donc de l'angle  $\theta_0$  de retard à l'amorçage des thyristors ( $\theta_0 = \omega t_0$ ). Cette valeur moyenne a pour expression en fonction de  $\theta_0$  :

$$\bar{u} = \frac{220 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot (1 + \cos \theta_0)$$

Quelle valeur faut-il donner à  $\theta_0$  pour obtenir une valeur moyenne de  $u(t)$  égale à 150 V ?

### **C- Mesure du couple:**

Un capteur de force est constitué par une jauge collée sur un corps d'épreuve (figure 3). La résistance de la jauge est proportionnelle à l'effort auquel est soumis le corps d'épreuve. La variation de cette résistance est donnée par la relation :

$$\Delta R = \frac{K' \cdot F \cdot R_0}{S}$$

avec le coefficient  $K'$  égal à  $10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$  ; la section  $S$  du corps d'épreuve égale à  $5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  et la force  $F$  appliquée sur le corps d'épreuve en Newton.

La jauge a pour longueur  $l = 5 \cdot 10^{-3}$  m et pour section  $s = 2 \cdot 10^{-11}$  m<sup>2</sup>.

La résistivité du métal constituant la jauge est  $\rho = 10^{-6}$   $\Omega \cdot m$ .

C-1 En assimilant la jauge à un fil résistif, calculer sa résistance  $R_0$  en l'absence de contrainte.

C-2 Calculer la variation de résistance  $\Delta R$  provoquée par une force de 500 N.

La jauge est assimilable à une résistance variable  $R$  que l'on intègre dans le montage figure 4. L'amplificateur opérationnel est supposé parfait, alimenté en (+15V, -15V) et travaille en régime linéaire.

C-3 Exprimer le modèle de Thévenin du dipôle PM (en fonction de  $R_0$  et  $u_e$ )

C-4 Exprimer le modèle de Thévenin du dipôle QM' (en fonction de  $R_0$ ,  $R$  et  $u_e$ ). On ne tiendra pas compte de la résistance  $10^3 R_0$ .

C-5 Les modèles de Thévenin précédents conduisent à remplacer le schéma de la figure 4 par son schéma équivalent (figure 5) ; montrer que :

$$u_s = \frac{R_3 \cdot (R_1 + R_3)}{R_1 \cdot (R_2 + R_3)} \cdot u_2 - \frac{R_3}{R_1} \cdot u_1$$

C-6 L'exploitation des résultats précédents permet d'obtenir l'expression suivante (que vous n'avez pas à démontrer) :

$$u_s = 10^3 \left( \frac{R - R_0}{R + R_0} \right) u_e$$

En posant  $R = R_0 + \Delta R$  (avec  $\Delta R$  très petit devant  $R_0$ ) donner la relation numérique liant  $u_s$  à  $F$  lorsque  $u_e = 10$  V.

Effectuer l'application numérique dans le cas où  $F = 500$  N.

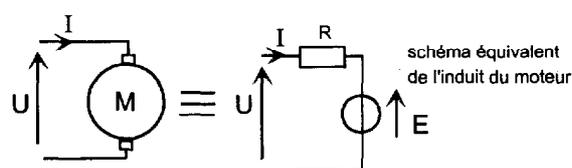


FIGURE 1

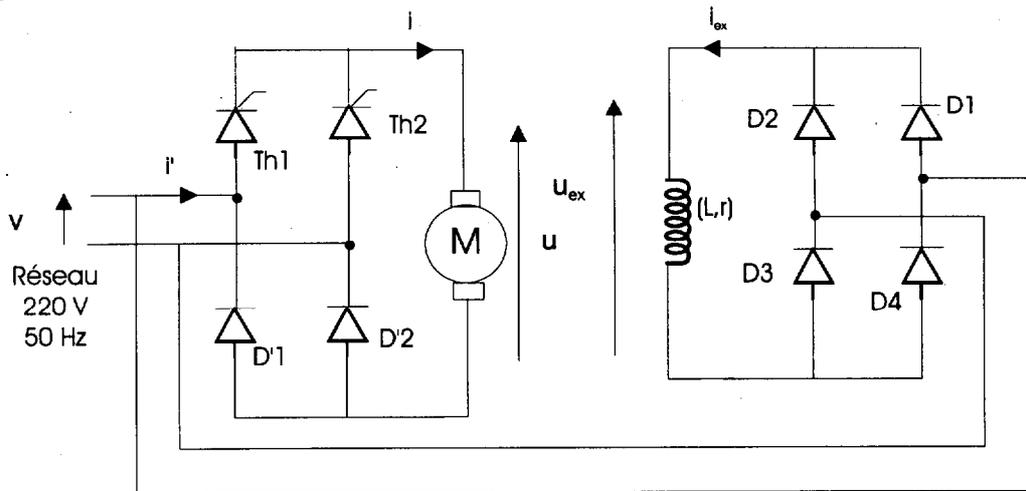


FIGURE 2

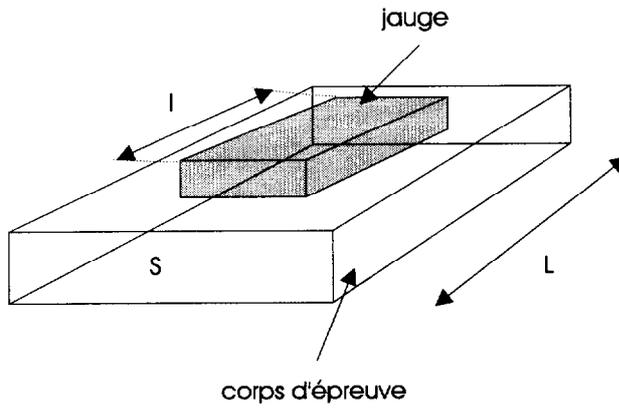


FIGURE 3

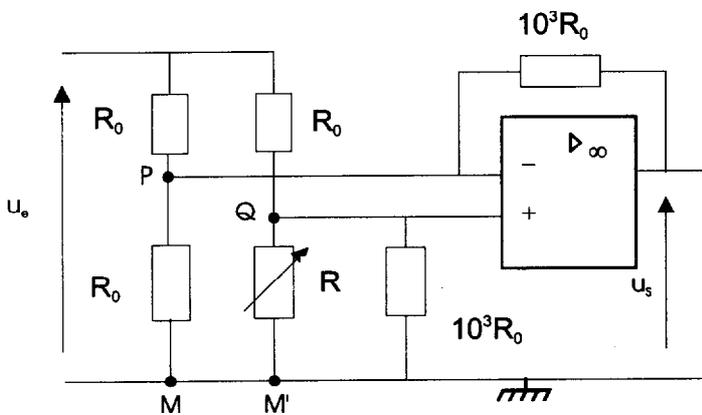


FIGURE 4

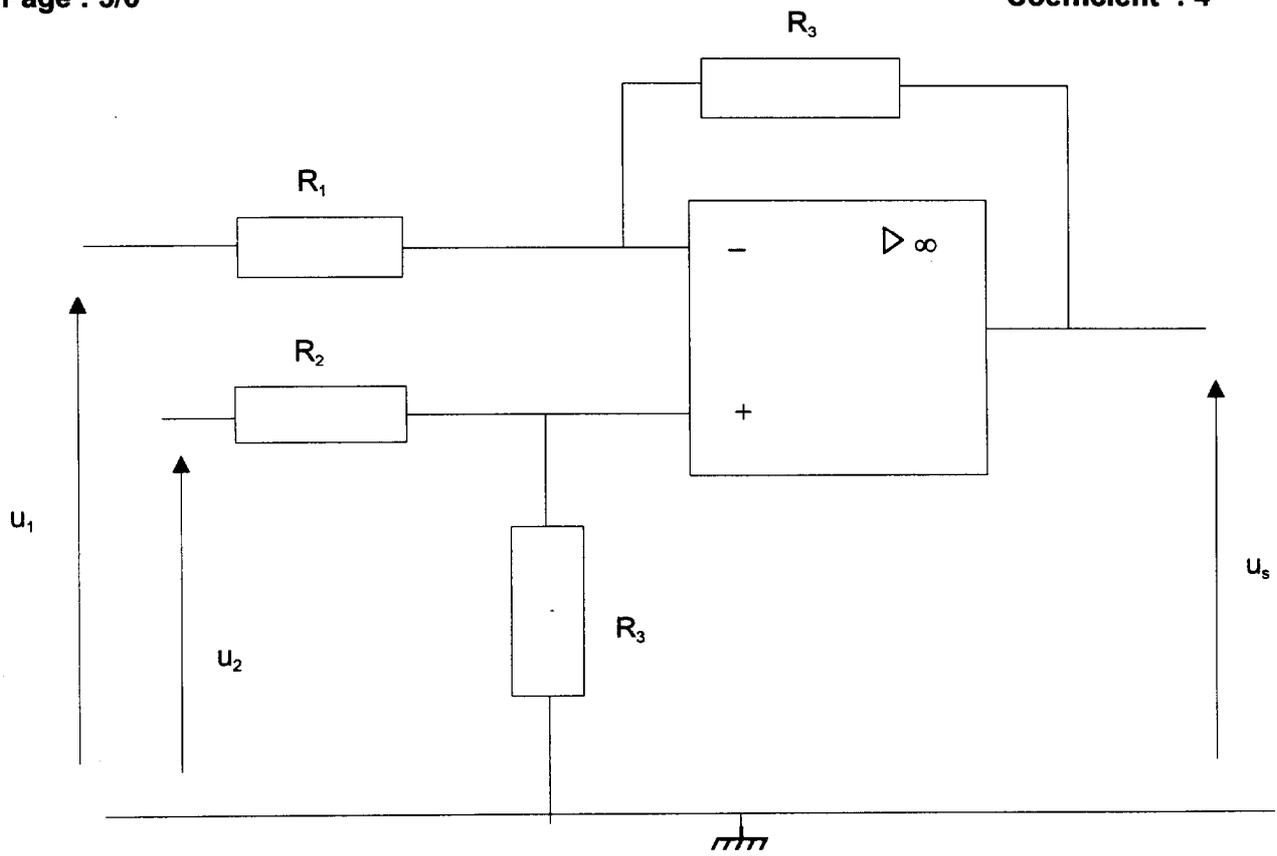


FIGURE 5

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

Né(e) le : \_\_\_\_\_ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

**Repère TPSP** **Session 2000** **Durée : 4 H**

**Page : 6/6** **DOCUMENT REPONSE** **Coefficient : 4**

