

***BREVET DE TECHNICIEN  
SUPÉRIEUR***

***MECANIQUE  
AUTOMATISMES INDUSTRIELS***

**EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES**

***Durée*** : 2 heures

***Coefficient*** : 2

**La calculatrice (conforme à la circulaire n° 99-186 du 16-11-99) est autorisée.**

**La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies**

**IMPORTANT**

Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6 + 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.

## REGLAGE DE LA VITESSE D'UNE MACHINE OUTIL

Une machine outil est entraînée par un moteur à courant continu.

Le moteur est alimenté par un pont redresseur commandé.

L'étude comporte quatre parties indépendantes :

- Le pont redresseur.
- Le moteur à courant continu.
- Le groupe (moteur-machine outil).
- Le réglage de la vitesse du groupe.

Cependant une lecture du sujet complet est nécessaire.

### I – ETUDE DU PONT REDRESSEUR COMMANDE (4,5 points)

Il s'agit du pont mixte de la **Figure 1** page 4/6.

Le secteur délivre la tension sinusoïdale  $u$  de valeur efficace  $U = 230 \text{ V}$  et de fréquence  $f = 50\text{Hz}$ .

Les thyristors  $T_1$  et  $T_2$  ainsi que les diodes  $D_1$  et  $D_2$  sont idéaux. Ils se comportent comme des interrupteurs : fermés lorsqu'ils sont passants ou ouverts lorsqu'ils sont bloqués.

L'inductance de lissage  $L$  a une valeur suffisamment élevée pour que l'on admette que l'intensité du courant  $I_M$  est continue.

On donne les chronogrammes de  $u_c$  et  $I_M$  sur le **DOCUMENT-REPONSE**, page 6/6.

$\theta$  représente l'angle d'amorçage des thyristors. Il sera exprimé en radian.

On rappelle l'expression de la valeur moyenne de  $u_c$  :

$$\langle u_c \rangle = \frac{\hat{U}_c}{\pi} (1 + \cos\theta)$$

**I-1.** La commande de gâchette des thyristors permet de faire varier  $\theta$  entre 0 et  $\pi$  rad. Entre quelles limites la valeur moyenne de  $u_c$  peut elle varier ?

**I-2.** Hachurer, sur le tableau du **DOCUMENT-REPONSE**, page 6/6, les intervalles de temps pendant lesquels les éléments  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $D_1$ , et  $D_2$  sont respectivement passants.

**I-3.** Dans le cas du chronogramme de  $u_c$ , du **DOCUMENT-REPONSE**, page 6/6, déterminer la valeur de  $\theta$  puis calculer la valeur moyenne de  $u_c$ .

BTS MECANIQUE AUTOMATISME INDUSTRIEL	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC6 _____		Page 1/6

4/ Indiquer une méthode expérimentale pour mesurer  $\langle u_c \rangle$ .

## II – ETUDE DU MOTEUR A COURANT CONTINU (8 points)

- Il s'agit d'un moteur à aimant permanent.
- Lorsque l'induit est alimenté sous une tension  $U_M$ , il absorbe une intensité  $I_M$  et tourne avec une vitesse angulaire  $\Omega$ .
- On rappelle la relation :  $E = K\Omega$ . Le graphe de  $E$  en fonction de  $\Omega$  est donné à la **Figure 2** page 4/6.
- Résistance de l'induit :  $R = 8 \Omega$ .

II-1. Donner le schéma électrique équivalent à l'induit en précisant le sens de  $U_M$ ,  $I_M$  et  $E$ .

II-2. Calculer la constante  $K$  en précisant son unité.

II-3. Exprimer  $\Omega$  en fonction de  $U_M$ ,  $I_M$ ,  $R$  et  $K$ .

II-3.1. Application numérique :

Les valeurs nominales du moteur sont :

$U_{MN} = 200 \text{ V}$  et  $I_{MN} = 5 \text{ A}$  ; calculer  $\Omega_N$ .

II-4. On donne le schéma bloc de la **Figure 3** page 5/6.

II-4.1. Exprimer  $\Omega$  en fonction de  $U_M$ ,  $I_M$ ,  $A$  et  $B$ .

II-4.2. Quelles sont les expressions de  $A$  et  $B$  dans le schéma bloc (**Figure 3**, page 5/6) représentant le moteur étudié ? Préciser leurs unités.

## III – ETUDE DE L'ENSEMBLE (MOTEUR MACHINE-OUTIL) (4 points)

- Toutes les pertes autres que par effet Joule sont négligées.
- Le moment du couple électromagnétique du moteur est de la forme :  
 $T_{em} = a.U_M - b.\Omega$  avec  $a = 47,80.10^{-3} \text{ Nm V}^{-1}$  ;  $b = 18,24.10^{-3} \text{ Nm rad}^{-1}\text{s}$  ;  $T_{em}$  en Nm et  $\Omega$  en  $\text{rad.s}^{-1}$ .
- Le moment du couple résistant de la machine outil est :  
 $T_r = G\Omega$  avec  $G = 4,56.10^{-3} \text{ Nm rad}^{-1}\text{s}$  ;  $T_r$  en Nm et  $\Omega$  en  $\text{rad}^{-1}\text{s}$ .

BTS MECANIQUE AUTOMATISME INDUSTRIEL	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC6		Page 2/6

### III-1. Point de fonctionnement en régime permanent

On règle  $U_M$  à 200V ; déterminer :

III-1.1. La vitesse de rotation du groupe.

III-1.2. La valeur de  $T_{em}$ .

### III-2. Montée en vitesse de groupe

□ Une simulation du démarrage permet de relever le graphe de  $\Omega$  en fonction du temps,

Figure 4 page 5/6.

□ Le temps de montée  $t_m$  est le temps mis par le groupe pour passer de 10 % à 90 % de  $\Omega_N$  (valeur de  $\Omega$  en régime permanent).

□  $t_m$  est lié à la constante de temps mécanique  $\tau_m$  par la relation :

$$t_m = \tau_m \times \ln(9).$$

III-2.1. Déterminer, à partir de la courbe  $\Omega = f(t)$ , la valeur de  $t_m$ .

III-2.2. Calculer  $\tau_m$  en précisant son unité.

## IV – REGLAGE DE LA VITESSE DU GROUPE (3,5 points)

On désire une vitesse de rotation :  $\Omega = 298 \text{ rd.s}^{-1}$ .

IV-1. Sachant que  $\langle u_c \rangle$  représente la valeur moyenne de  $u_c$  (voir Figure 1 page 4/6) ; justifier que  $U_M = \langle u_c \rangle$ .

IV-2. Calculer :

IV-2.1. La nouvelle valeur de  $T_{em}$  (en régime établi) et en déduire celle de  $U_M$ .

IV-2.2. Le nouvel angle d'amorçage des thyristors.

BTS MECANIQUE AUTOMATISME INDUSTRIEL	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC6		Page 3/6

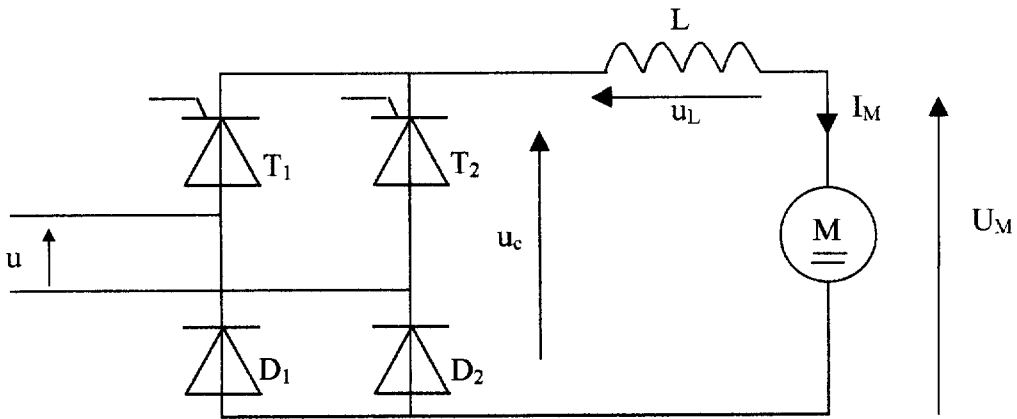


Figure 1

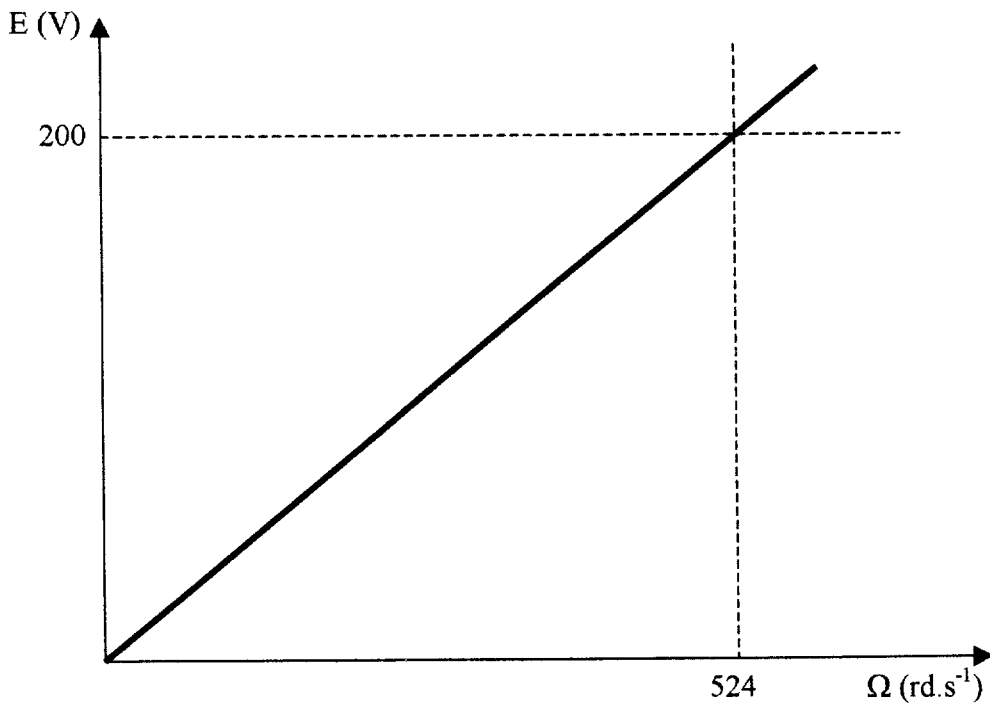


Figure 2

BTS MECANIQUE AUTOMATISME INDUSTRIEL	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC6		Page 4/6

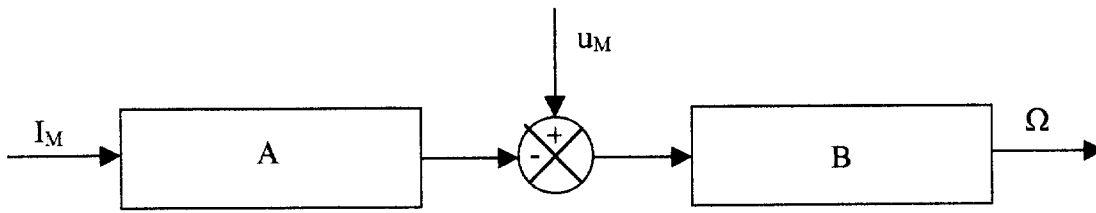


Figure 3

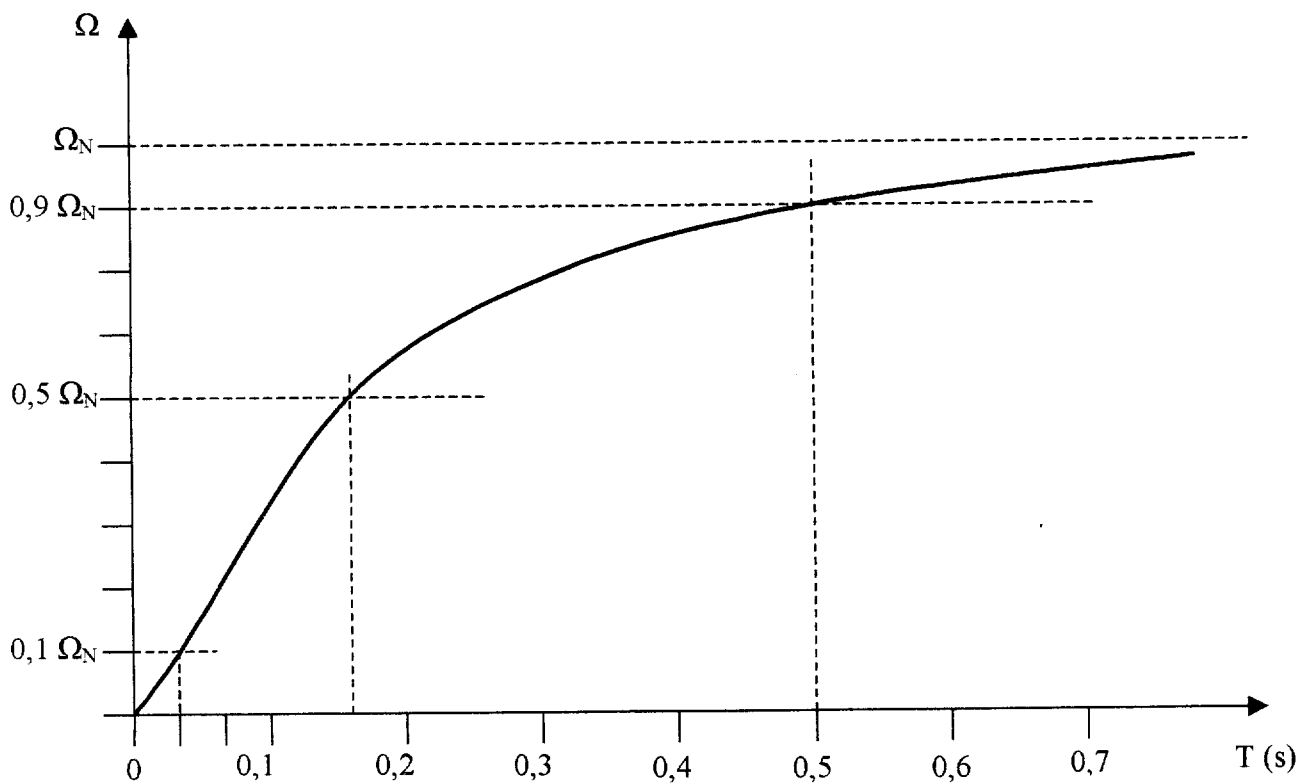
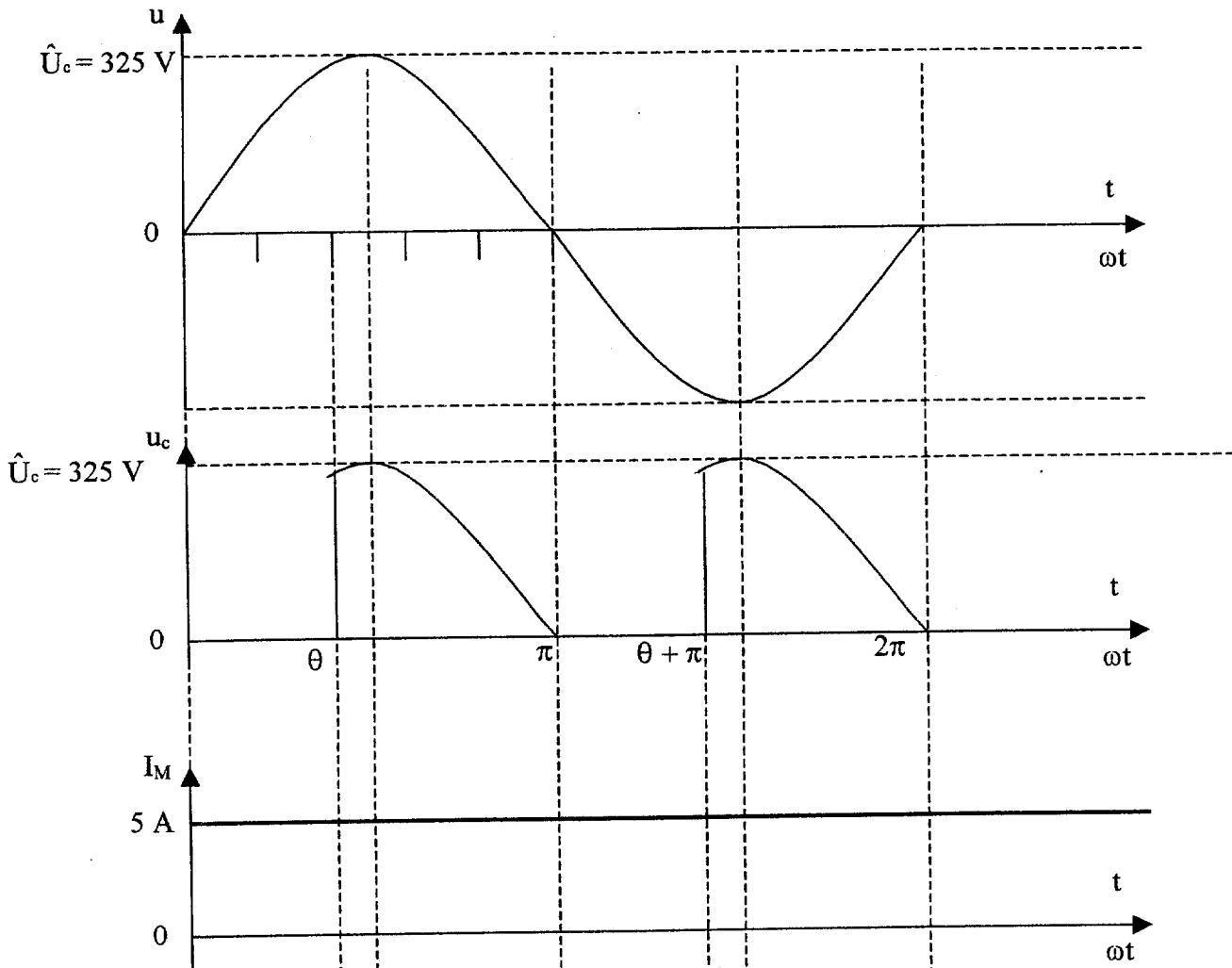


Figure 4

BTS MECANIQUE AUTOMATISME INDUSTRIEL	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC6		Page 5/6

**DOCUMENT – REPONSE**

**A remettre avec la copie**



$T_1$				
$T_2$				
$D_1$				
$D_2$				

BTS MECANIQUE AUTOMATISME INDUSTRIEL	SUJET	Session 2006
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : MSE3SC6		Page 6/6