
DIRECTION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (DGES)

DIRECTION DE L'ORIENTATION ET DES EXAMENS (DOREX)

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2012

FILIERES INDUSTRIELLES : - MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION
- MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION (filière réformée)

EPREUVE :

GENIE ELECTRIQUE

Durée de l'épreuve : 4 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve porte sur quatre parties indépendantes.

Le candidat devra résoudre les parties sur des copies différentes.

Partie 1 : ELECTROTECHNIQUE (40 points)

Moteur Asynchrone Triphasé

Un moteur asynchrone triphasé dont le stator est couplé en triangle, est alimenté par un réseau triphasé équilibré de fréquence 50 Hz et de tension composée 400V. Sous la tension nominale, l'expression de la partie linéaire du couple utile est :

$$C_{\text{mot}} = 5820 \times \left(1 - \frac{N_{\text{mot}}}{1500}\right) \quad (C_{\text{mot}} \text{ en Nm et } N_{\text{mot}} \text{ en tr/mn})$$

Ce moteur entraîne une charge. A l'équilibre, le couple moteur est égal au couple résistant de la charge dont la caractéristique couple – vitesse a pour expression :

$$C_{\text{ch}} = 100,316 \times \left(\frac{N_{\text{ch}}}{1500}\right)^2 \quad (C_{\text{ch}} \text{ en Nm et } N_{\text{ch}} \text{ en tr/mn})$$

La résistance statorique est négligée.

A. Marche sous tension nominale (20 points)

1. Calculer la vitesse de l'ensemble moteur-charge en régime établi. (4 points)
2. En déduire le couple utile développé par le moteur (4 points)
3. calculer la valeur du glissement. (4 points)
4. Les pertes mécaniques représentent 2,75% de la puissance mécanique. Calculer la puissance mécanique. (4 points)
5. Déterminer les pertes joule rotoriques (4 points).

B. Variation de la vitesse par action sur la tension (20 points)

On admet que le couple utile du moteur est proportionnel au carré de la tension d'alimentation.

6. Donner l'expression du couple utile du moteur correspondant à une tension d'alimentation de 360 V entre phases sous la forme :

$$C_{\text{mot}} = A \times \left(1 - \frac{N_{\text{mot}}}{1500}\right) \text{ avec } A : \text{nombre réel}$$

La valeur de A sera précisée. (4 points)

7. Calculer la nouvelle vitesse du moteur lorsqu'il entraîne la même charge. (4 points)
8. Déterminer alors la puissance utile qu'il développe. (4 points)
9. Pour ce fonctionnement, le rendement du moteur est estimé à 92,7%. Calculer la puissance absorbée par le moteur. (4 points)
10. Déterminer le courant qui traverse un enroulement du moteur si le facteur de puissance est 0,82. (4 points).

Partie 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 points)

Un redresseur « tout thyristors » alimente une charge résistive et inductive. La résistance de la charge a une valeur $R = 5\Omega$ et la bobine a une inductance $L = 500 \text{ mH}$.

La tension aux bornes d'un demi-enroulement a pour expression :

$$v_{s1}(\theta) = 240\sqrt{2} \sin(\theta) \text{ et } v_{s2}(\theta) = -v_{s1}(\theta)$$

Le transformateur et les thyristors seront supposés parfaits pour un angle d'amorçage $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

Faire le schéma annoté du montage.

- 1.1 - Tracer le chronogramme de la tension redressée, puis celui du courant dans un thyristor sur une période de fonctionnement **(4 points)**
- 1.2 - Calculer la valeur moyenne de la tension redressée **(2 points)**
- 1.3 - Calculer la puissance active puis le facteur de puissance au secondaire **(4 points)**
- 1.4 - Tracer le chronogramme du courant au primaire du transformateur, la tension au primaire du transformateur étant sinusoïdale et de la forme **(2 points)**.
$$v_p(\theta) = 120\sqrt{2} \sin(\theta)$$
- 1.5 Calculer les valeurs moyenne et efficace du courant dans l'enroulement primaire du transformateur **(2 points)**
- 1.6 Calculer la puissance réactive puis le facteur de puissance au primaire du transformateur. **(2 points)**
- 1.7 Tracer la caractéristique valeur moyenne de la tension redressée en fonction de l'angle d'amorçage α .
- 1.8 Donner l'expression de la tension redressée lorsque $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ **(2 points)**

Partie 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 points)

Etude d'un montage à amplificateurs opérationnels

Le schéma du montage est donné figure 1.

Les amplificateurs opérationnels A et B sont parfaits ; ils sont alimentés entre 15V et 0V.

La tension de consigne $V_{\text{réf}}$ réglable est élaborée à l'aide d'un montage potentiométrique.

La forme de la tension $v(t)$ est donnée sur le document-réponse n° 1.

- 1/ Déterminer la fréquence du signal $v(t)$. **(2 points)**

- 2/ Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels A et B ? Justifier votre réponse (4 points).
- 3/ On donne $V_{\text{réf}} = 4\text{V}$
- 3.1 - $v(t) < 4\text{V}$: quelle est la valeur de v_{SA} ? de v_{SB} ? (2 points).
- 3.2 - $v(t) > 4\text{V}$: Quelle est la valeur de v_{SA} ? de v_{SB} ? (2 points).
- 3.3 - Représenter les oscillogrammes de $v_{\text{SA}}(t)$ et de $v_{\text{SB}}(t)$ sur le document-réponse n° 1. (2 points)
- 3.4 - Déterminer graphiquement le rapport cyclique de $v_{\text{SA}}(t)$. (2 points)
- 4/ Le curseur du potentiomètre P étant au point N, exprimer $v_{\text{réf}}$ en fonction de R et de R_{MN} (résistance totale du potentiomètre P) (2 points).
- 5/ On désire que le rapport cyclique soit réglable de 0 à 1 :
- 5.1 - Quelle plage de variation doit présenter la tension $v_{\text{réf}}$? (2 points)
- 5.2 - Calculer la valeur de la résistance R, sachant que $R_{\text{MN}} = 10\text{ k}\Omega$. (2 points)

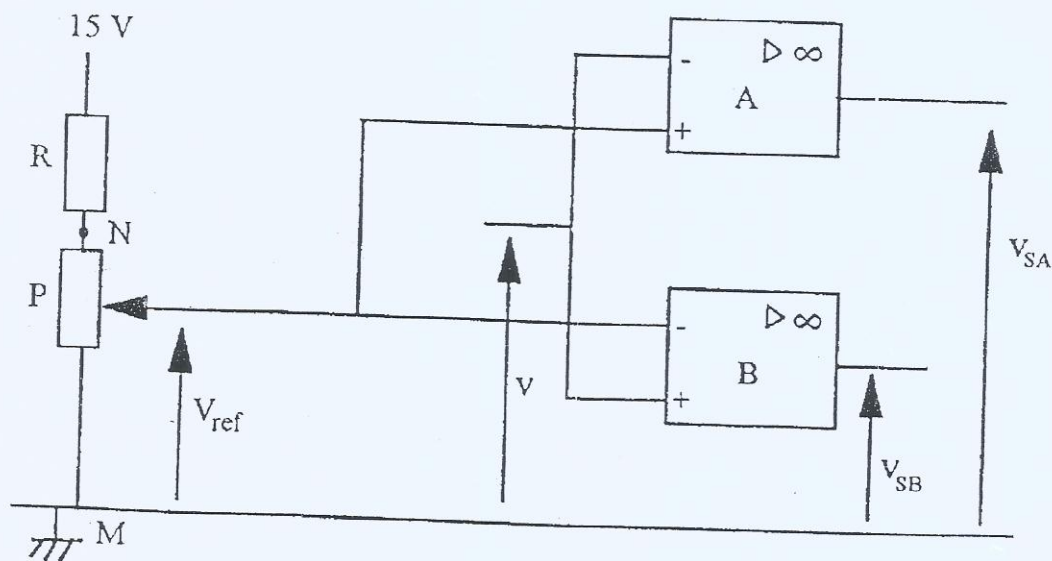
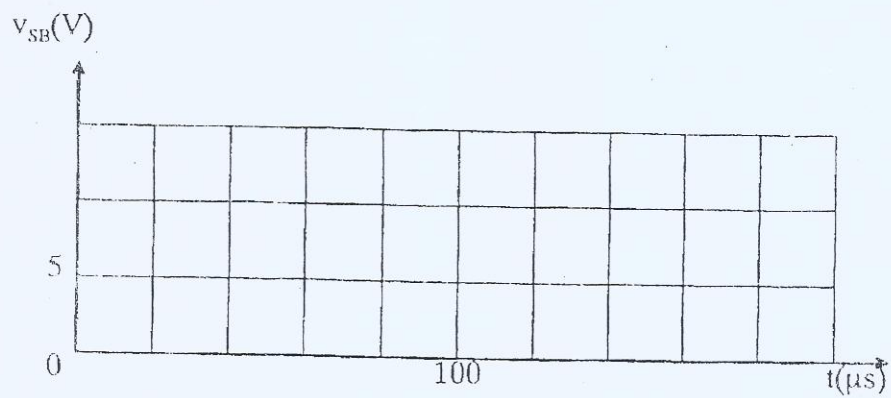
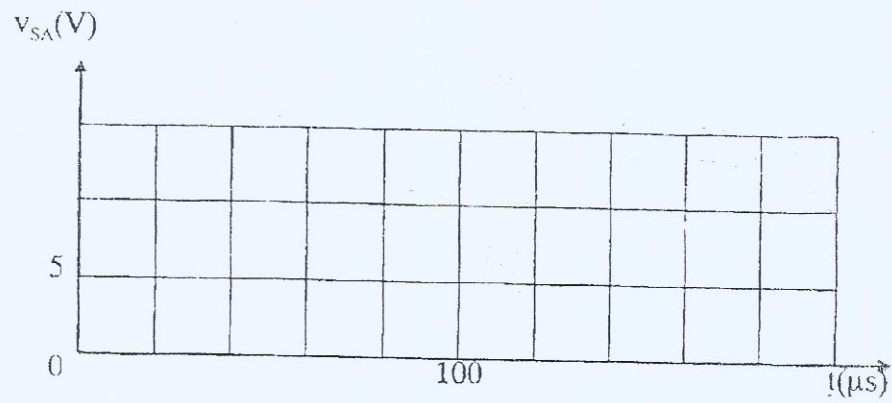
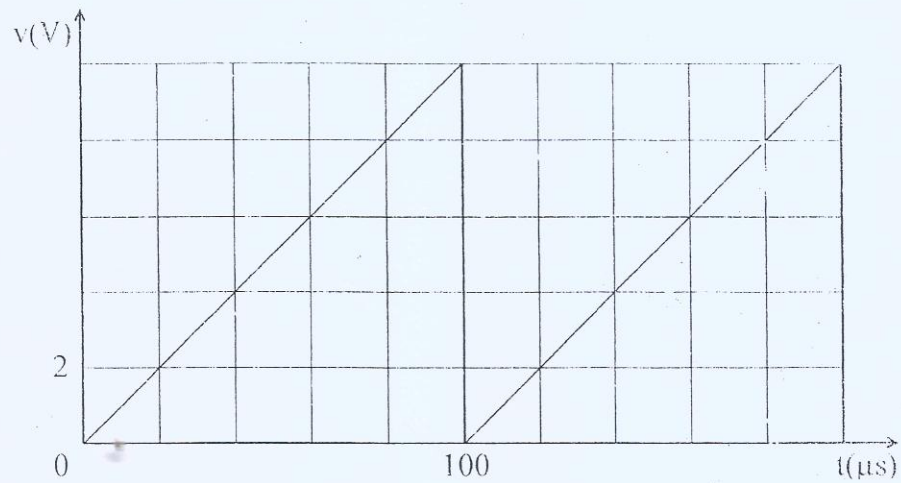


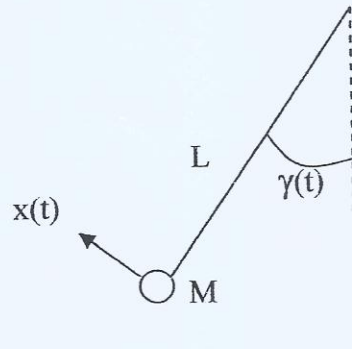
FIGURE N° 1

DOCUMENT-REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE.



Partie 4 : AUTOMATIQUE (20 points)

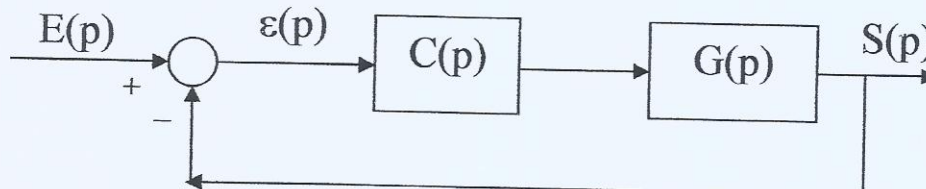
Soit un pendule simple de longueur L , de masse M et d'inertie J soumis à une force $x(t)$ et faisant un angle $\gamma(t)$ avec la verticale (voir figure). On note respectivement $X(p)$ et $\Gamma(p)$ les transformées de Laplace de $x(t)$ et $\gamma(t)$.



Les relations fondamentales de la mécanique permettent d'obtenir pour de faibles variations de l'angle $\gamma(t)$, l'équation différentielle ci-dessous qui régit ce système :

$$J \frac{d^2 \gamma(t)}{dt^2} + MgL \gamma(t) = Lx(t)$$

- 1 - Déterminer la fonction de transfert $G(p) = \Gamma(p)/X(p)$. (3 points)
- 2 - Quel est l'ordre du système ? (2 points)
Dans la suite, on donne : $J = 1 \text{ Nm}^2$, $L = 1 \text{ m}$, $Mg = 9 \text{ N}$.
- 3 - Déterminer les pôles du système. (2 points)
- 4 - Ce système est-il stable ? Justifier votre réponse (2 points).
- 5 - On envisage corriger le système par un correcteur $C(p)$ monté tel que représenté sur la figure ci-dessous.



L'expression de $C(p)$ est : $C(p) = K \left(1 + \frac{9}{p} \right) (1 + 0,2p)$ avec $K > 0$.

- 5.1 Quel est le type du correcteur $C(p)$. **(2 points)**
- 5.2 Donner la fonction de transfert du système en boucle fermée. **(3 points)**
- 5.3 Pour quelles valeurs de K le système en boucle fermée est-il stable ?
(3 points)
- 5.4 Déterminer l'erreur statique de position **(3 points)**.
