

DIRECTION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR (DGES)

DIRECTION DE L'ORIENTATION ET DES EXAMENS (DOREX)

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR / SESSION 2014

FILIERE INDUSTRIELLE : MAINTENANCE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

EPREUVE :

GENIE ELECTRIQUE

Durée de l'épreuve : 4 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

Cette épreuve comporte quatre parties indépendantes que le candidat devra résoudre sur des feuilles de copies indépendantes.

PARTIE 1 : ELECTROTECHNIQUE (60 points)

Moteur à courant continu à excitation série

La caractéristique à vide à 1200 tr/mn d'une machine à courant continu peut être modélisée par les équations suivantes (E_0 : force électromotrice à vide en volt, i : courant d'excitation en ampère) :

$$\begin{cases} E_0 = 27i & \text{si } 0 \leq i \leq 4 \\ E_0 = 11i + 64 & \text{si } 4 \leq i \leq 15 \end{cases}$$

1. Quelles sont à 1500 tr/mn les expressions des équations de la caractéristique à vide.

Les résistances de l'induit et de l'inducteur de la machine valent respectivement $0,3\Omega$ et $0,5\Omega$. La réaction magnétique d'induit est négligeable. Dans la suite de l'exercice, seule ne sera considérée que la deuxième équation de la caractéristique à vide (correspondant à $4 \leq i \leq 15$). La machine fonctionne en moteur à excitation série.

2. Le moteur est alimenté sous 230V. Il absorbe alors un courant d'induit de 12A. Calculer :
- la force électromotrice de la machine
 - la vitesse de rotation en tr/mn du moteur
 - le couple électromagnétique développé par le moteur
3. Le courant d'induit de 12A est maintenu constant.
- Quelle est la tension d'alimentation qui permet au moteur de tourner à 1500 tr/mn ?
 - Calculer alors le rendement du moteur si le couple de pertes mécaniques est de 1,5 Nm.
4. Le moteur est à présent alimenté sous 225V et développe un couple électromagnétique égal à 17,5 Nm. On monte aux bornes de son inducteur une résistance de $0,15\Omega$ traversée par un courant de 20A.
- Déterminer la valeur du courant d'excitation
 - Déterminer la valeur du courant qui traverse l'induit du moteur
 - Calculer la force électromotrice induite
 - Quelle est la vitesse de rotation du moteur ?

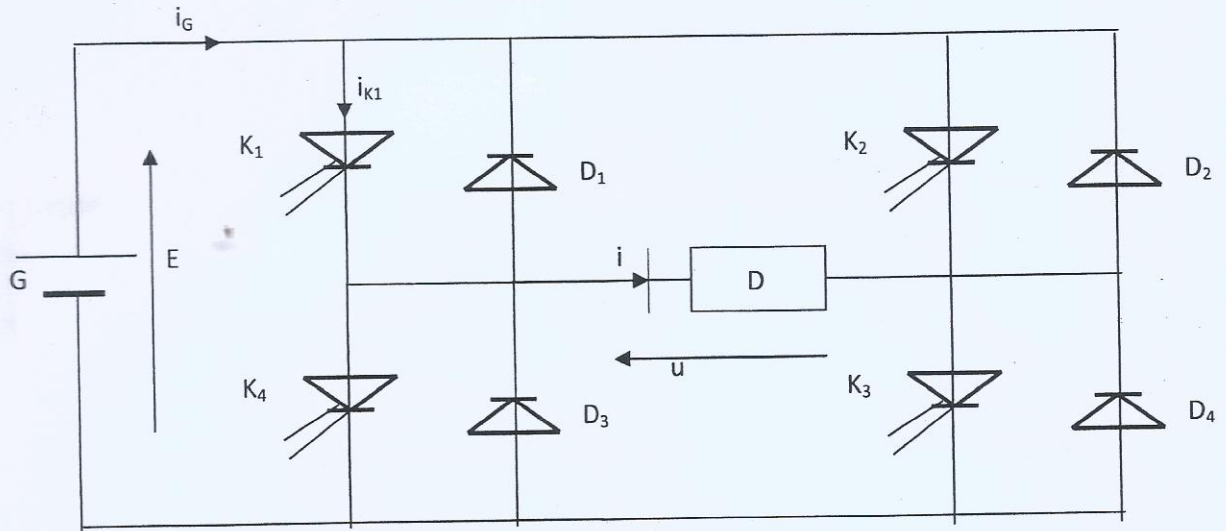
PARTIE 2 : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE (20 points)

Alimentation de secours d'un établissement.

L'onduleur monophasé en pont de la figure ci-dessous est un générateur de secours d'un établissement équivalent à un dipôle D. Il est alimenté par une batterie d'accumulateurs G de force électromotrice $E = 230V$. Le courant absorbé par l'établissement (i) est sinusoïdal de valeur efficace $I = 24A$ et le facteur de puissance de l'installation est de 0,90. Le rendement η

115

de l'onduleur est de 0,80. La commande de l'onduleur est symétrique. Ainsi de 0 à $\frac{T}{2}$ on commande K1 et K3 et de $\frac{T}{2}$ à T on commande K2 et K4. (Les interrupteurs K1, K2, K3 et K4 sont parfaits).



- 1- Sachant que le dipôle D est inductif dessinez les allures du courant i et de la tension u sur deux périodes et sur le même graphe puis indiquez-y les interrupteurs qui sont passants. (6points)
- 2- Calculez la valeur efficace U de u . (4points)
- 3- Quelle est la valeur de la puissance moyenne fournie par la batterie? (3points)
- 4- Calculez la valeur moyenne $i_{G\text{moy}}$ du courant i_G débité par la batterie. (4points)
- 5- L'installation de secours fonctionne pendant cinq heures. Quelle doit être la capacité de la batterie d'accumulateurs pour que l'installation de secours fonctionne sans interruption ? (3points)

PARTIE 3 : ELECTRONIQUE ANALOGIQUE (20 points)

Capteur de température

La tension v_2 est obtenue par un diviseur de tension conformément au montage de la figure ci-dessous, où E est une tension stabilisée et αR_4 est la fraction de R_4 donnant v_2 ; α étant un réel positif inférieur à 1.

1- Exprimez v_2 en fonction de E , R_3 , R_4 et α . Soit v la tension aux bornes d'une diode au silicium polarisée en direct conformément au montage de la figure ci-dessous ; on admet que la sensibilité thermique $S = dv/dT$ de la diode est constante sur la plage de température $T \in [T_m, T_M]$.

2- Sachant que $v = V_1$ à $T = T_0$ telle que $T_m \leq T_0 \leq T_M$, montrez que $v = aT + b$, où a et b sont des constantes. Exprimez les constantes a et b .

3- Etude du montage entier.

3-1- De l'étude précédente, établissez l'expression de v_0 en fonction de v , E , α et des diverses résistances.

3-2- En déduisez l'expression de v_0 en fonction de la température T

3-3- Déterminez α pour que v_0 soit nulle à $T = 0^\circ\text{C}$.

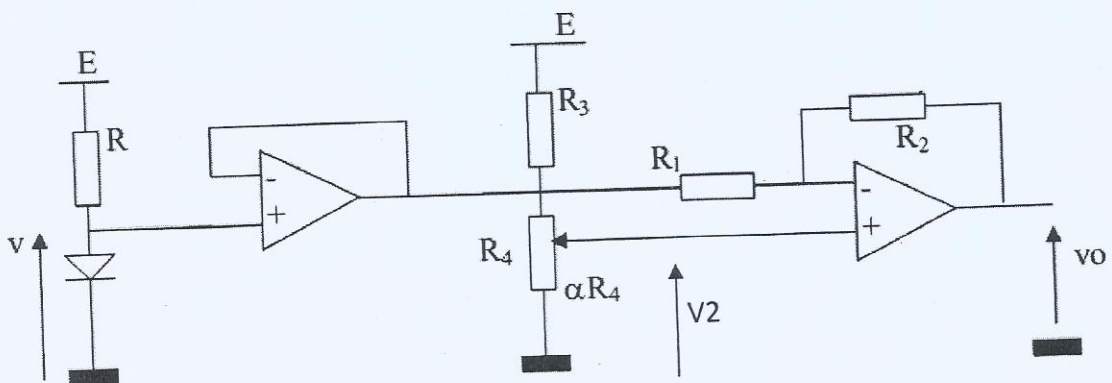
3-4- En déduisez la condition que doivent satisfaire V_1 , S et T_0 pour répondre à l'exigence de la question 3-3.

4- Sachant que $S = -2,5 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ et $V_1 = 0,65\text{V}$ à $T_0 = 25^\circ\text{C}$, d'une part, et en se plaçant sous l'hypothèse de variation linéaire en fonction de la température (question 3-3), d'autre part,

4-1- Vérifiez la satisfaction de la condition 3-4

4-2- Déterminez le rapport R_2/R_1 pour que 1°C corresponde à 10mV .

4-3- En déduisez alors la condition que doivent vérifier R_3 et R_4 pour la réalisation de ce montage.



PARTIE 4 : AUTOMATIQUE (20 points)

On réalise le bouclage à retour unitaire d'un système dont la fonction de transfert en boucle ouverte est

$$T(p) = \frac{k}{p(0,3p+1)}$$

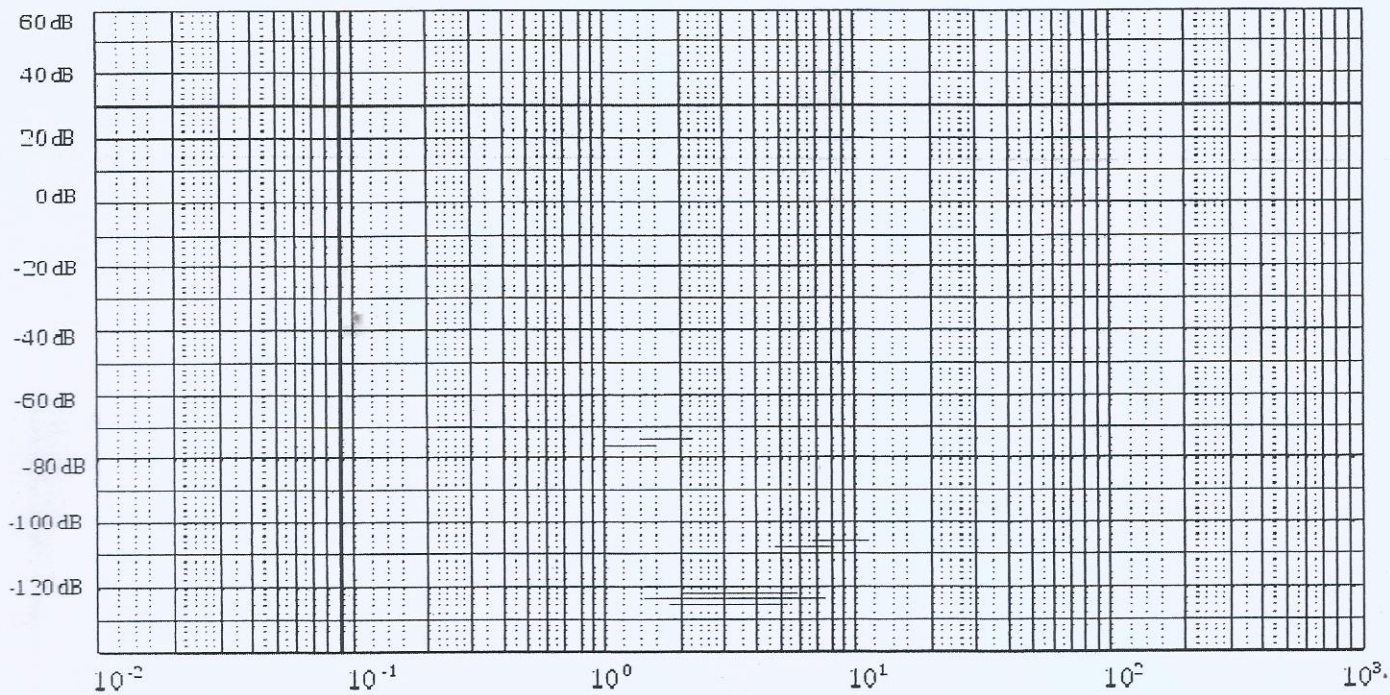
1. Représenter le diagramme fonctionnel du système en boucle fermée obtenu.
2. Déterminer sa fonction de transfert et ses paramètres en fonction de k .
3. Déterminez la condition sur k pour que le système en boucle fermée soit oscillant.
4. Peut-on modifier le temps de réponse du système en boucle fermée en modifiant la valeur de k ?
5. Pour rendre le système en boucle fermée plus rapide, on lui associe un correcteur dont la fonction de transfert est ci-dessous :

$$c(p) = \frac{10p + 1}{0,01p + 1}$$

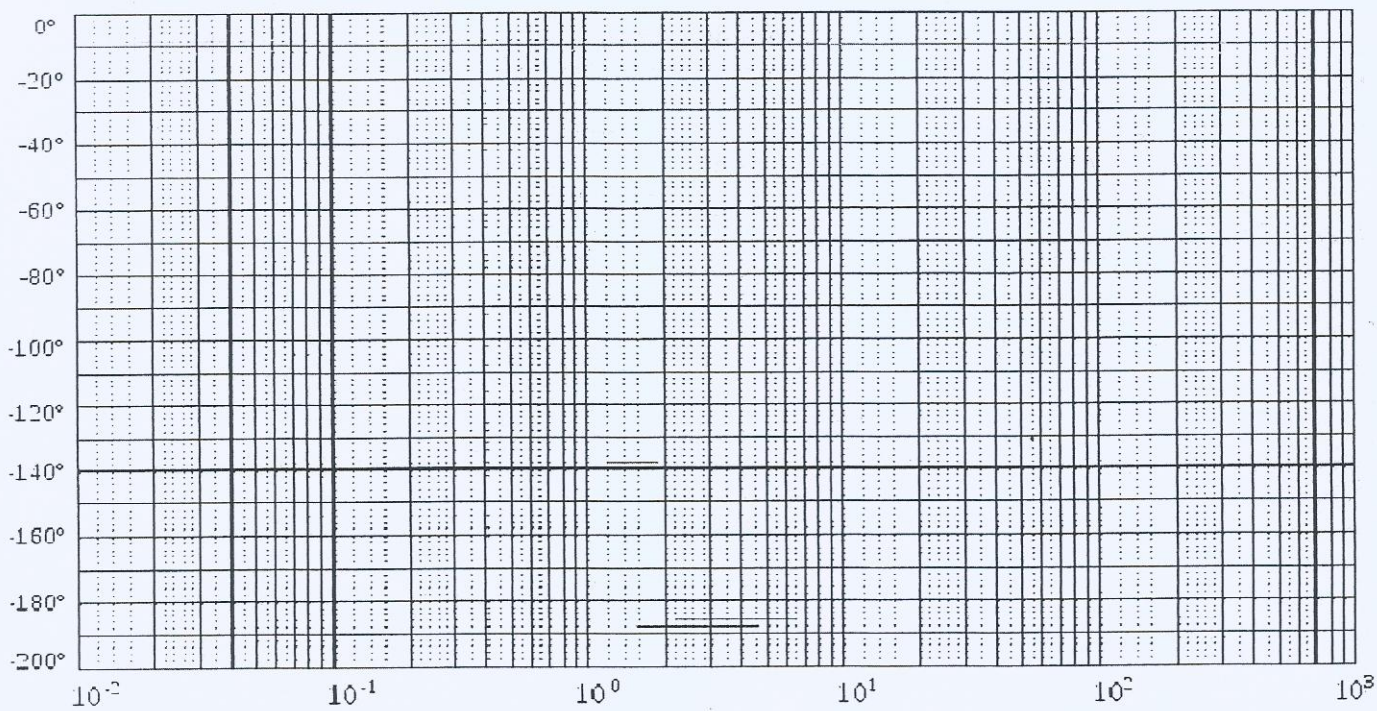
6. Identifier le type de correcteur
7. Tracez le diagramme de BODE du correcteur pour $k=1$ sur le feuille en annexe.
8. On estime que la réponse du système en boucle fermée est convenable si la marge de phase est égale à 40° quelle doit être la valeur de k ?

DOCUMENT REPONSE D'AUTOMATIQUE.

Courbe des gains



Courbe des phases



5/5