

REPUBLIQUE DU CAMEROUN  
Paix-Travail-Patrie

REPUBLIC OF CAMEROON  
Peace-Work-Fatherland

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION

COMMISSION NATIONALE D'ORGANISATION DE L'EXAMEN  
NATIONAL DU BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR (BTS)

NATIONAL COMMISSION FOR THE ORGANIZATION  
OF BTS EXAM

Examen National du Brevet de Technicien Supérieur – Session de juin-juillet 2010

**Spécialité/Option :** Electronique (EN)

**Epreuve :** Epreuve Professionnelle de Synthèse

**Durée :** 6 heures

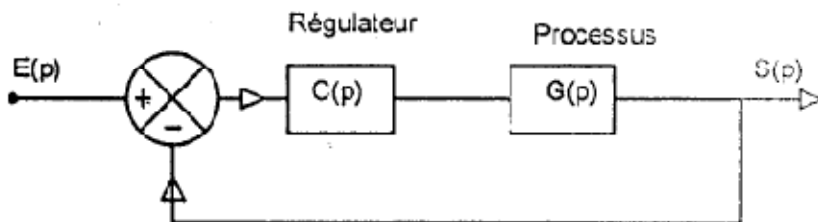
**PROBLEME I (8pts)**

**ASSERVISSEMENT DU SECOND ORDRE :  
TYPE ASSERVISSEMENT DE VITESSE**

Un processus physique est modélisé par une fonction de transfert du second ordre :

$$g(p) = \frac{G_0}{(1 + \tau_1 p)(1 + \tau_2 p)} \text{ avec } G_0 = 1 \quad \tau_1 = 10s \quad \tau_2 = 2s$$

Ce processus est inséré dans une boucle d'asservissement contenant un régulateur proportionnel :  $C(p) = K$



— Les variables  $c(t)$ ,  $\epsilon(t)$ ,  $u(t)$ , et  $s(t)$  sont des tensions « images » des grandeurs physiques correspondantes.

1) a. Déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée :

$H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$  et la mettre sous la forme canonique suivante : **0.75pt**

$$H(p) = \frac{H_0}{1 + 2m \frac{p}{\omega_0} + \left(\frac{p}{\omega_c}\right)^2}$$

En déduire les expressions des paramètres de  $H(p) = \frac{S(p)}{E(p)}$  :

- amplification statique :  $H_0$  **0.25pt**
- coefficient d'amortissement :  $m$  **0.25pt**
- pulsation propre :  $\omega_0$  **0.25pt**

en fonction de  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $G_0$  et  $K$

b. Calculer la valeur de  $K$  pour obtenir  $m = 0.7$  **0.5pt**

2) Dans la suite du problème, la consigne est un échelon d'amplitude unité  $E = 1V$  ; l'amplification  $K$  est réglée pour obtenir  $m = 0.7$

2°) **ETUDE DE LA CHAÎNE DE REACTION** fig.2

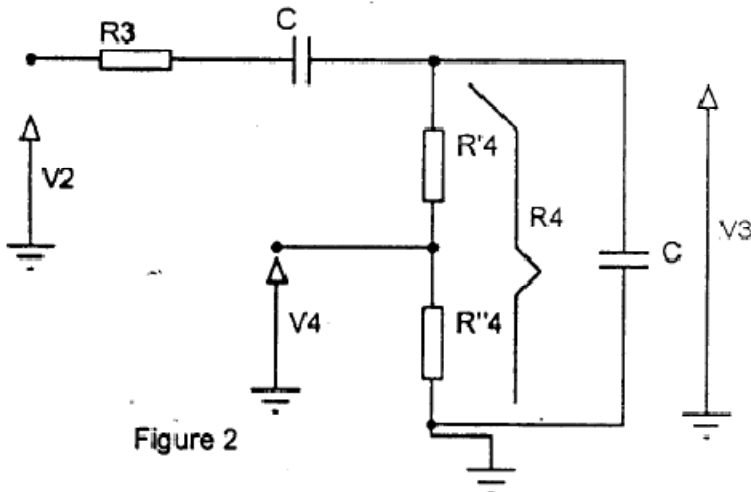


Figure 2

$R_3 = 3.3K\Omega$  ;  $R'_4 = 2.7K\Omega$  ;  $R''_4 = 330\Omega$  ;  $C = 10nF$  ;  $V_2$  est une tension sinusoïdale

2.1 Calculer la transmittance complexe  $\underline{T} = \frac{V_3}{V_2}$  de la chaîne de réaction ainsi que

son module  $T$  et son argument  $\theta_T$  en fonction de  $R_3$  ;  $R_4$  ;  $C$  et  $\omega$ . 0.5pt

2.2 Donner l'expression de la fréquence  $F_0$  pour laquelle  $\theta_T = \arg T = 0$ . 0.5pt

2.3 Que devient l'expression  $\underline{T}'_0$  de  $\underline{T}' = \frac{V_4}{V_2}$  à cette fréquence. Calculer  $F_0$  et

$\underline{T}'_0$  ( $T'_0$  et  $\theta'_0$ ) 0.5pt

3°) **ETUDE DE L'OSCILLATEUR :**

Pour réaliser l'oscillateur, on relie les bornes A et B (fig.8).

3.1. Quelle est la condition d'oscillation ? 0.5pt

3.2. Quelle est la fréquence des oscillations ? 0.5pt

3.3. Quelle doit être la valeur de  $A_V$  pour que le signal de sortie soit sinusoïdale ?

En déduire  $R_2$ . 0.5pt

II. **CAPTEUR INDUCTIF –AMPLIFICATEUR SELECTIF**

1°) Le capteur inductif est constitué d'une bobine sans fer dont le schéma équivalent à la fréquence  $f_0 = 5030Hz$  est donné à la fig.3

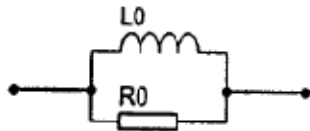


Figure 3

On donne  $L_0 = 10\text{mH}$  ;  $R_0 = 12\text{K}\Omega$ . Calculer le facteur de qualité

$$Q_0 = \frac{R_0}{2\pi f_0 L_0} \text{ de cette bobine pour } f_0 = 5030\text{Hz} \text{ 0,5pt}$$

2°) Cette bobine est un élément de l'amplificateur sélectif fig.4

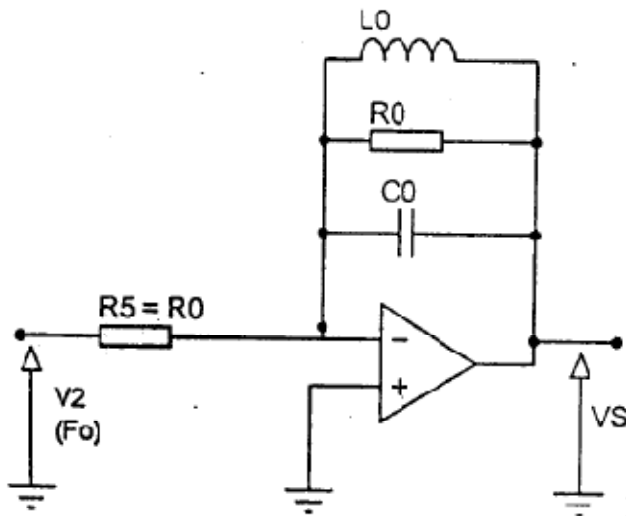


Figure 4

$V_2$  est la tension sinusoïdale délivrée par l'oscillateur et l'amplificateur fonctionne dans son

domaine linéaire. On donne  $C_0 = 0,1\mu\text{F}$ . Donner l'expression de  $V_3$  en fonction de  $L_0$  ;

$R_0$  ;  $C_0$  ;  $\omega$  et  $V_2$ . 0.5pt A la fréquence  $f_0$  le circuit est-il à la résonance ? 0.5pt

A la fréquence  $f_0$ , comparer  $V_2$  et  $V_3$ . 0.5pt

3°) Lorsque objet ferromagnétique passe devant la bobine, son inductance

augmente et devient  $L=L_0(1+\epsilon)$  avec  $\epsilon \ll 1$ . Montrer que :  $V_3 = \frac{-V_2}{1+jQ_0\epsilon}$  avec  $\frac{\epsilon}{1+\epsilon} = \epsilon$  0.5pt

### III- ETUDE DU SOMMATEUR

Le schéma est donné fig.5

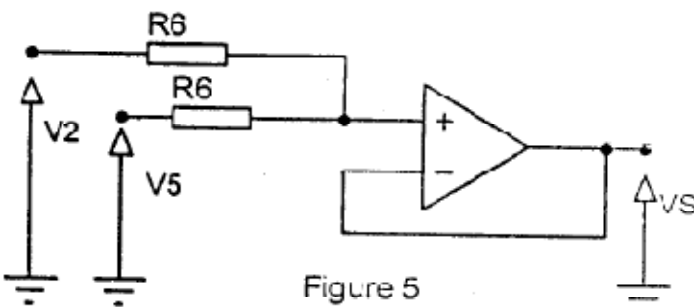


Figure 5

a. On se place en régime permanent, déterminer l'expression de  $s(+\infty)$  et calculer sa valeur 0.5pt

b. Exprimer l'erreur de position, écart entre la consigne et la sortie, soit :

$\varepsilon_0(+\infty) = e(+\infty) - s(+\infty)$  et calculer sa valeur. 1pt

c. Calculer la valeur du  $t_{r5\%}$  sachant que pour  $m = 0.7$  :  $t_{r5\%} = 3 / \omega_0$  0.5pt

d. Représenter l'allure de  $s(t)$ . 0.5pt

3) Pour diminuer l'erreur de position, on augmente la valeur de K.

a. Calculer la valeur de K pour obtenir  $\varepsilon_0(+\infty) = 0.05V$ . 0.5pt

b. En déduire la nouvelle valeur du coefficient d'amortissement m de la fonction de transfert en boucle fermée. 0.5pt

c. Calculer l'amplitude relative du premier dépassement  $D_1$  sachant qu'il est donné

par :  $D_1 = 100e^{\frac{-\pi m}{\sqrt{1-m^2}}}$  exprimée en %

d. Pour  $m < 0.7$ , on a  $t_{r5\%} = 3 / \omega_0$ , calculer la nouvelle valeur de  $t_{r5\%}$  1pt

e. Représenter l'allure de  $s(t)$ . 0.5pt

f. A l'aide du théorème de la valeur initiale, calculer  $u(0^+)$ . Sachant que la grandeur de commande  $u(t)$  est maximale à l'instant  $t = 0^+$ , en déduire la dynamique nécessaire à la sortie du régulateur pour que l'asservissement fonctionne toujours en régime linéaire. 1pt

## PROBLEME II : ETUDE D'UN DETECTEUR D'OBJETS FERROMAGNETIQUES

Le schéma du montage est donné fig.8. les questions I, II, III, V peuvent être traitées indépendamment les unes des autres ( en utilisant les résultats figurant dans l'énoncé). Les amplificateurs intégrés sont tous parfaits.

A la tension  $V$  sinusoïdale, de valeur efficace  $V$ , d'amplitude  $\hat{V} = V\sqrt{2}$ , de déphasage  $\varphi$  est associée la valeur complexe  $\underline{V}$  de module  $V$  et d'argument  $\varphi$  soit

$$v(t) = V\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi)$$

### I- ETUDE DE L'OSCILLATEUR

#### 1°) ETUDE DE LA CHAÎNE DIRECTE fig.1

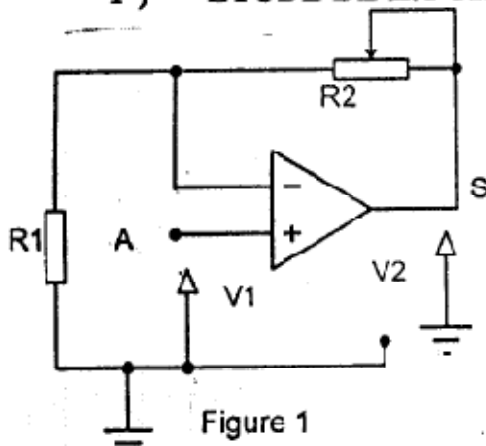


Figure 1

1.1 Dans quel régime fonctionne l'amplificateur opérationnel 0.5pt

1.2 Exprimer l'amplification complexe en tension  $\underline{A_T} = \frac{V_2}{V_1}$  en fonction de  $R_1$  et  $R_2$

0.5pt

1.3 Exprimer le module  $A_V$  et le déphasage  $\varphi$  de  $V_2$  par rapport à  $V_1$  0.5pt

- 1°) Exprimer  $V_6$  en fonction de  $V_5$  et  $V_2$ . Que vaut  $V_6$  en l'absence d'objet ferromagnétique ? 0.5pt
- 2°) En présence d'objet ferromagnétique, donner l'expression de  $V_6$  en fonction de  $V_2$ ,  $Q_0$  et  $\epsilon$  0.5pt
- 3°) Calculer la valeur crête de  $V_6$  si  $\epsilon = 1/Q_0$  et  $V_2 = 5V$  0.5pt

#### IV- CELLULE DE DETECTION -COMPARATEUR FIG.6

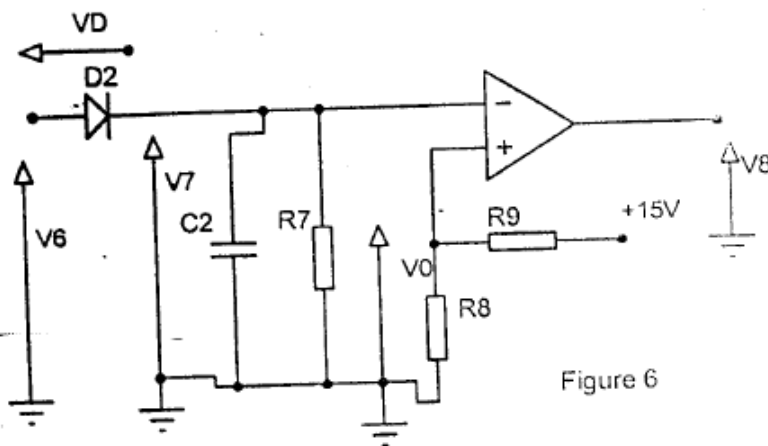


Figure 6

L'amplificateur intégré est toujours saturé.  $U_D = 0.6V$  (tension de seuil de la diode)

On donne :  $R_7 = 6.8M\Omega$  ;  $C_2 = 1\mu F$  ;  $R_8 = 4.7K\Omega$  ;  $R_9 = 100K\Omega$  .

La valeur crête de  $V_2$  est toujours  $\hat{V}_2 = 5\sqrt{2}$  et celle de  $V_6 = \hat{V}_6$  ou  $V_{6Max}$

- 1°) Calculer la constante de temps  $\tau_2$  du circuit  $C_2$ - $R_7$  et la comparer à la période de  $V_6$ . Expliquer (sans calculs) pourquoi on a alors  $V_7 = V_{6Max} - U_D$ . 0.5pt
- 2°) Quelle inégalité doit vérifier  $V_7$  pour avoir  $V_8 = V_{sat+}$  ? 0.5pt
- 3°) A l'instant 0,  $V_{6Max}$  passe de 2.5V à 0V (suppression de l'objet ferromagnétique). Pour quelle valeur de  $V_{6Max}$  la diode cesse-t-elle de conduire ? Entre quelles valeurs varie  $V_7$  ? A quel instant  $t_1$  la tension  $V_8$  va-t-elle passer à  $V_{sat-}$  ? 0.75pt
- 4°) Quelle est la valeur minimale de  $L$  donc de  $\epsilon$  pour obtenir  $V_8 = V_{sat+}$  ? 0.5pt

### V-ETUDE DE LA COMMANDE DE RELAIS fig.7

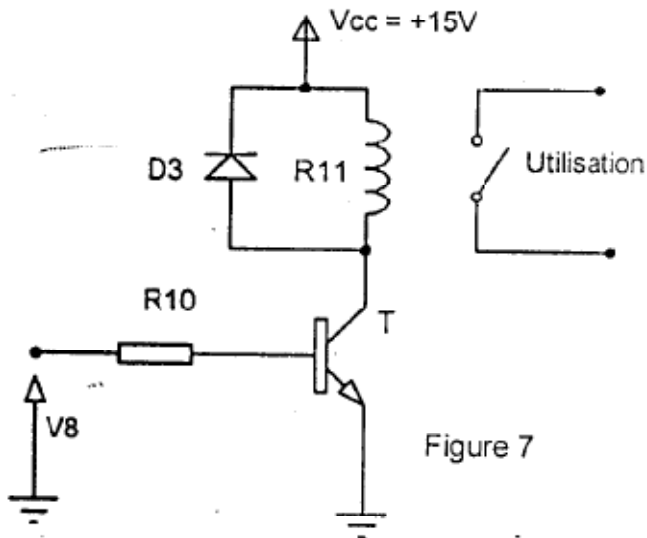


Figure 7

La sortie du montage précédent est utilisée pour la commande d'un transistor fonctionnant en commutation permettant de déclencher un relais.

1°) Préciser l'état de T pour  $V_8 = V_{sat+}$  et  $V_8 = V_{sat-}$ . 0.25pt. Calculer la valeur maximale de  $R_{10}$  pour que le transistor soit saturé sachant que son coefficient d'amplification en courant  $\beta = 100$  et que la résistance de la bobine du relais est  $R_{11} = 100\Omega$ . A la saturation du transistor, les tensions entre base et émetteur et entre collecteur et émetteur sont négligées devant 15V. 0.5pt

2°) Quel est le rôle de la diode  $D_3$ ? 0.5pt

3°) Préciser les états successifs du contacteur du relais au passage d'un objet ferromagnétique. 0.5pt

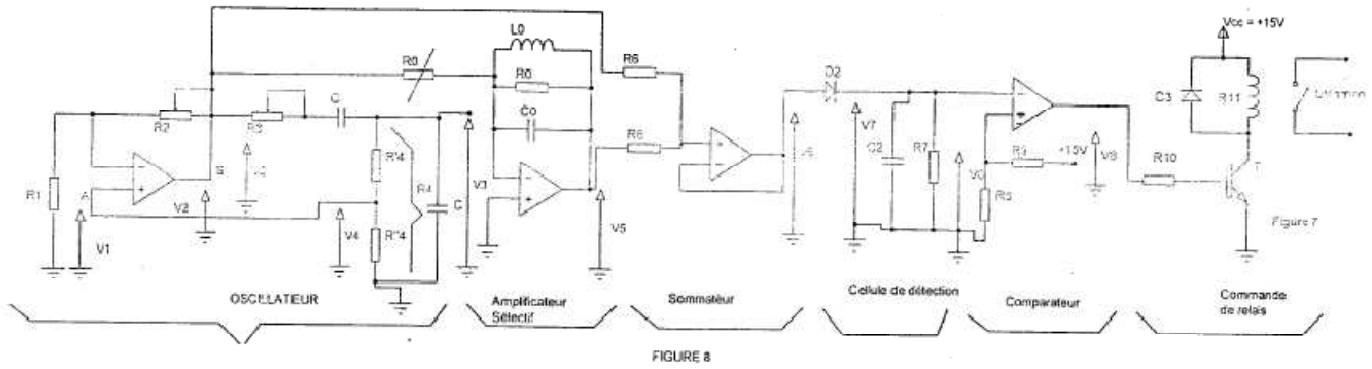


FIGURE 8