

**Devoir de Contrôle SLE****Durée 1h30 Doc non autorisés****QC 3pts**

Quelle est la différence entre une configuration numérique analogique et une configuration numérique-numérique.

**Problème 17pts**

Un système d'asservissement de position à base d'un moteur à courant continu est représenté sur la figure 1



Figure(1) schéma de l'asservissement de position

Un mini moteur MCC entraine verticalement une charge mécanique dont la position  $y(t)$  en Volts est mesurée par un potentiomètre linéaire. La tension mesurée dans l'échelle  $[-5V \ 5V]$  est attribuée au course de position  $[-5cm \ 5cm]$  autour de la position 0 milieu de l'échelle. Cette sortie est convertie par l'ADC d'une carte Profy Cassy au rythme d'une période  $T_s=0.1s$

La commande  $u(k)$  est élaborée dans un calculateur numérique est envoyée au moteur à travers le DAC n°1 de la même carte précédente.

Le schéma simplifié du moteur est celui de la figure(2)

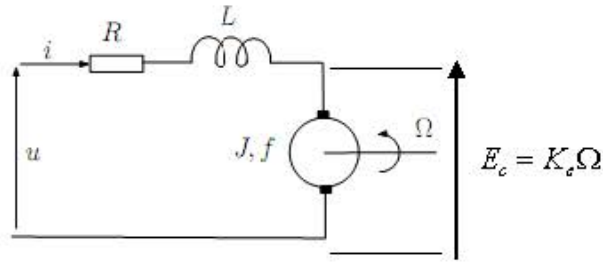


FIGURE II.2 – Schéma simplifié d'un moteur à courant continu.

Où la résistance d'induit  $R$  et son inductance  $L$  sont en série avec sa force contre électromotrice  $E_c = K_e \Omega$ , avec  $\Omega(t)$  vitesse de rotation du moteur qui développe également un couple moteur  $C_m$  proportionnel à son courant d'induit  $i(t)$  conformément à la relation  $C_m = K_c i$ . L'ensemble tournant a un moment d'inertie  $J$  et un coefficient de frottement  $f$  autour de l'axe de rotation-translation.

- 1) Ecrire la loi des mailles pour le moteur et en déduire l'expression du courant  $I(p)$  en fonction de la tension d'entrée  $U(p)$  et de la vitesse  $\Omega(p)$  transformées respectives de  $i(t)$ ,  $u(t)$  et  $\Omega(t)$
- 2) Ecrire le principe fondamental de la dynamique pour l'ensemble en rotation et en déduire l'expression de la vitesse en fonction du couple moteur et par suite en fonction du courant.
- 3) Dresser un schéma fonctionnel qui tient compte simultanément des deux équations électriques et mécaniques précédentes et montrer que la fonction de transfert vitesse tension de commande  $F(p)$  se ramène à l'expression :

$$F(p) = \frac{\Omega(p)}{U(p)} = \frac{\frac{1}{K_e}}{1 + \frac{Rf}{K_e K_m} (1 + \frac{L}{R}p)(1 + \frac{J}{f}p)}$$

- 4) On néglige la constante de temps électrique et on intègre la vitesse angulaire  $\Omega(t)$  pour obtenir la position angulaire  $\theta(t)$  et par suite la position verticale  $y(t)$  qui lui est proportionnelle. Montrer que la fonction de transfert position tension sera de la forme :

$$H(p) = \frac{K_s}{p(1 + \tau p)}$$

déterminer  $\tau$  et  $K_s$  littéralement et prendre numériquement les valeurs  $K_s = 0.15$  et  $\tau = 0.51$ s.

- 5) Donner le calcul qui mène à la fonction de transfert échantillonnée du système en tenant compte de la carte d'acquisition (il n'est pas demandé de la ramener à sa forme finale).

On donne par identification expérimentale moderne l'expression de  $H(z)$

$$H(z) = \frac{y(z)}{u(z)} = 10^{-3} \frac{1.35z^{-1} + 1.27z^{-2}}{1 - 1.825z^{-1} + 0.825z^{-2}}$$

6) Justifier les pôles de  $H(z)$

**On commande ce système d'abord en proportionnel pur par un gain  $k$  :**

7) On fait ça d'abord en continu sur  $H(p)$ , tracer approximativement le lieu des racines continu. Y'a-t-il une limite de stabilité sur  $k$ , justifier.

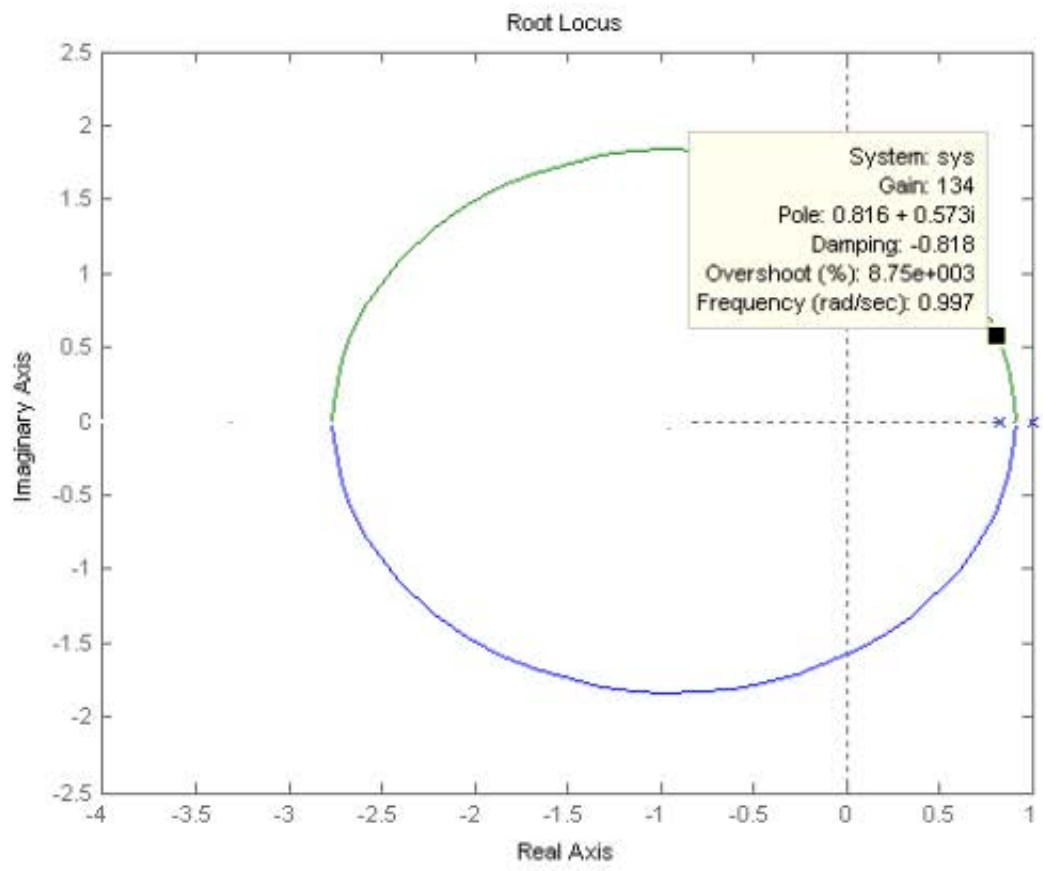
8) On refait maintenant le tracé en échantillonné sur  $H(z)$  et le lieu échantillonné est partiellement tracé sur la figure 3. Compléter ce tracé et déterminer le gain  $k_c$  limite de stabilité par Jury et vérifier les résultats par le tracé. Quelle conclusion peut on tirer des résultats.

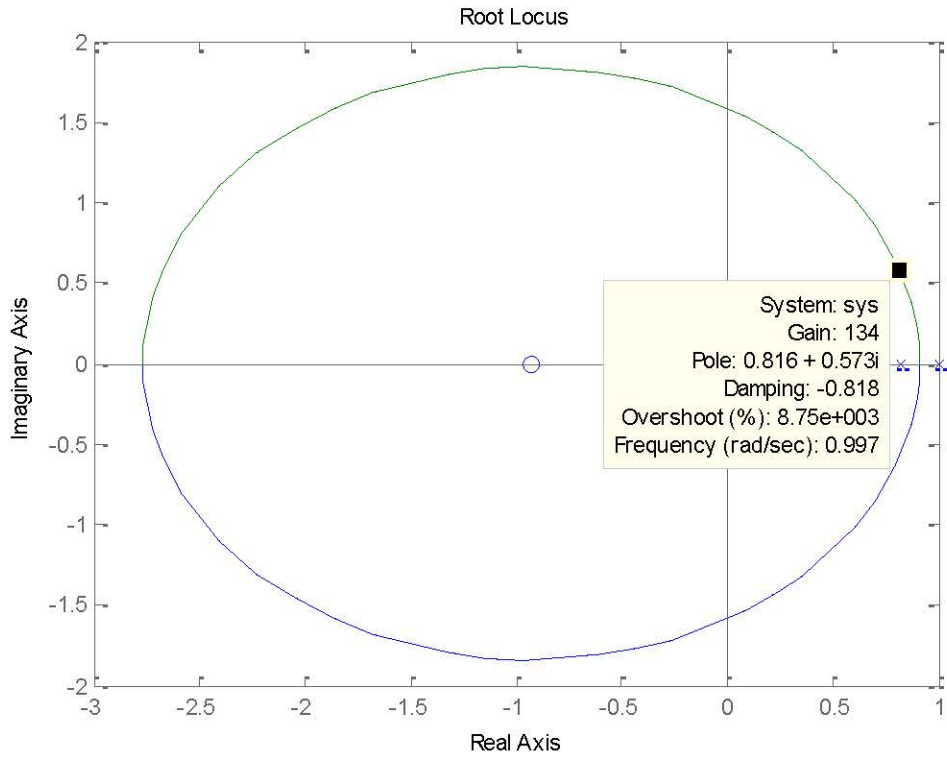
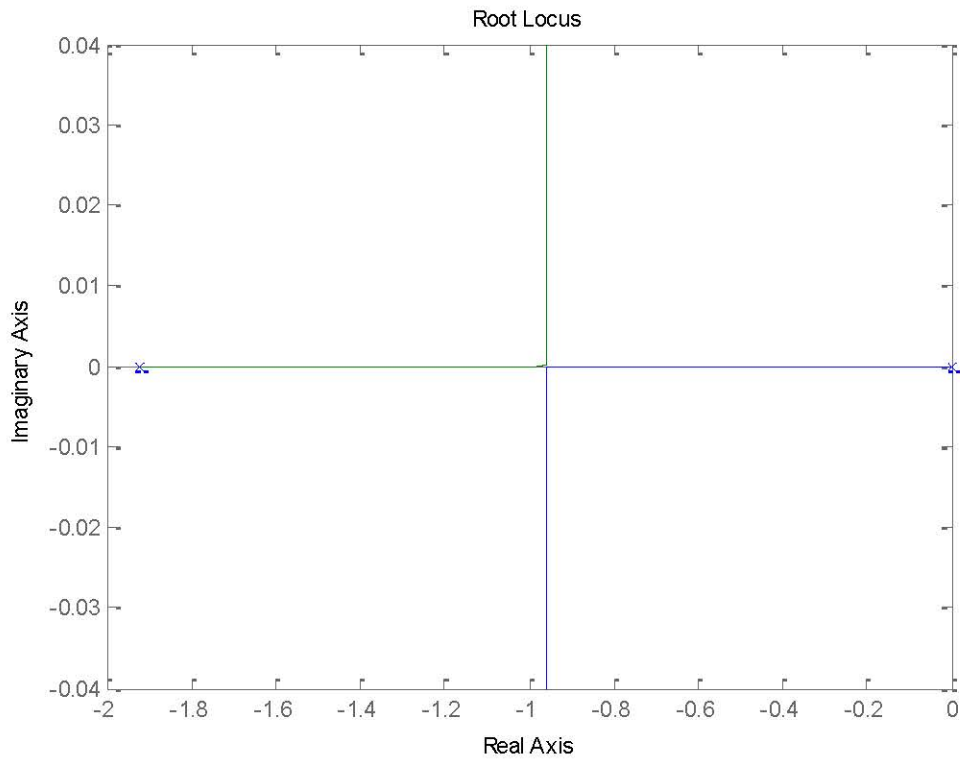
**On adopte ensuite une commande par la méthode de Zdan où on essaye d'approcher le comportement d'un système de second ordre de  $\xi=0.707$  et  $\omega_n=0.1$  rad/s tout en veillant à avoir une erreur en vitesse nulle en régime permanent.**

9) Donner l'équation caractéristique désirée

10) Calculer le correcteur de Zdan nécessaire

BON TRAVAIL





Les caractéristiques de ce moteur sont

- Alimentation électrique :  $\pm 15VDC$
- Intervalle de réglage :  $\pm 50mm$
- Tension nominale :  $U_{nom} = \pm 12V$
- Puissance nominale :  $P_{nom} = 0.27w$
- Constante de temps mécanique :  $\tau_m = 60ms$
- Constante de temps électrique :  $\tau_e = 8.12\mu s$
- Résistance interne de l'induit :  $R = 117\Omega$
- Inductance :  $L = 950\mu H$
- Inertie de l'induit :  $J = 0.23gcm^2$
- Coefficient de frottement visqueux :  $f = \frac{J}{\tau_m} = 3.83 \cdot 10^{-7}gcm^2s^{-1}$
- Constante de vitesse :  $K_e = 0.697mV/tr.mn^{-1}$
- Constante du couple :  $K_c = 6.66mNm/A$