

Devoir de Synthèse
Systèmes linéaires échantillonnés

Section : GEA

Niveau : Première année

Date : 13 Juin 2015

Durée : 2 H

Enseignants : M. Amairi et S. Najjar

Exercice (08 pt)

Soit un système de premier ordre défini par sa fonction de transfert

$$H(p) = \frac{1}{1 + 0.2p}$$

Le système est commandé numériquement par un régulateur de type **Zdan** avec comme performances désirées en boucle fermée :

- une pulsation propre $w_n = 1$ rad/s
- un amortissement $\xi = 0.7$
- une erreur statique nulle

- 1) **Quel** type de configuration est adapté à ce type de commande. **Expliquer**.
- 2) Avec une période d'échantillonnage de **0.1s**, **déterminer** la fonction de transfert échantillonnée du système.
- 3) **Déterminer** l'expression du régulateur de **Zdan**
- 4) **En déduire** l'équation récurrente.

Problème (12 pt)

Le moteur à courant continu de la figure 1 et la carte Arduino uno de la figure 2 sont utilisés ensemble dans une boucle de commande pour asservir la vitesse du moteur à une consigne (entre 0 et 3000 tr/mn) et la réguler contre les perturbations de charges (dues à la présence d'une génératrice de charge sur l'axe du moteur).

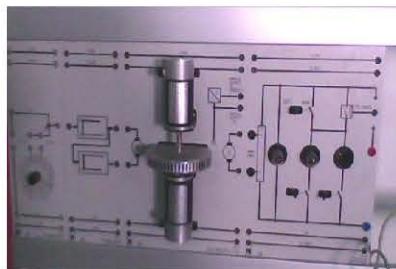


Fig.1 Moteur CC + énératrice de charge



Fig.2 Carte arduino uno

La méthode suivie ici est purement numérique. Le procédé moteur avec le DAC et l'ADC a été modélisé par $H(z)$ de premier ordre (vitesse exprimée en Volts entre 0 et 3V et commande entre 0 et 10V).

$$H(z) = \frac{b_1 z^{-1}}{1 + a_1 z^{-1}}$$

avec $b_1=0.028$ et $a_1= -0.905$ pour $T_s=0.1s$

La carte Arduino possède un ADC interne à 6 voies (A0, A1...A5) et accepte le branchement d'un dac externe 8 bits sur ses possibles sorties logiques (3, 4, 5, 6, ...13). Le moteur est muni d'un ampli de puissance à son entrée, de gain en tension **1** et d'un capteur de vitesse délivrant une tension de 0 à 3V pour une vitesse de 0 à 3000 tr/mn.

- 1) **Proposer** un schéma de câblage entre la carte Arduino et le moteur muni de son ampli de puissance et de son capteur de vitesse.
- 2) **Déterminer** la fonction continue $H(p)$ du procédé antécédent de la F.T. discrète $H(z)$.
- 3) On désire donner à la boucle numérique un comportement défini par un modèle désiré de second ordre en boucle fermée de caractéristique $w_d=3$ rd/s et $\xi_d=0.7$. **Donner** l'équation caractéristique désirée.
- 4) On considère une correction par PI numérique à placement de pôle de la forme

$$C(z) = \frac{r_0 + r_1 z^{-1}}{1 - z^{-1}}$$

Déterminer les coefficients de ce correcteur.

- 5) En effet le signal à l'issue du capteur se trouve affecté d'un bruit autour de la fréquence 20 rd/s. On rajoute un filtre passe bas continu de premier ordre anti repliement derrière le capteur afin d'éviter qu'il affecte le signal de commande. La fonction de transfert de ce filtre est :

$$F(p) = \frac{1}{1 + 0.2p}$$

Calculer la nouvelle fonction de transfert $H_f(z)$ due à la cascade $F(p) H(p)$. On fera le calcul des coefficients du numérateur à 4 chiffres après la virgule.

- 6) Pour garder pratiquement les mêmes performances désirées en BF on adopte un régulateur PID. **Déterminer littéralement** l'équation qui débouche sur le calcul des coefficients r_0 , r_1 , r_2 et s du PID. (application numérique facultative)

On prendra pour cela les notations n_i et m_i pour les coefficients de la fonction de transfert en num et en den.