CSI3/CIR3
Durée 2H
Sans documents, avec calculatrice

2 mars 2020

# DS Automatique

## Question 1 (3 points)

Donner les étapes clés de la conception d'un système de commande.

## Question 2 (2 points)

La société Gardena commercialise des robots tondeuses pour différentes surfaces de terrain. Elle souhaite améliorer l'expérience utilisateur et proposer une nouvelle gamme de tondeuses pour des très grandes surfaces capables d'être programmées à distance par l'utilisateur en utilisant leur téléphone portable. L'utilisateur décide du programme que le robot doit exécuter et lui envoie la requête. La trajectoire que le robot doit emprunter est associée à chaque programme. Afin de suivre cette trajectoire, caractérisée par une suite de positions ($x^d$,$y^d$), le robot possède un GPS. Le robot se déplace grâce à deux moteurs à deux moteurs à courant continu qui actionne chacun une roue motrice de rayon 10cm.

*Figure 1 : Robot tondeuse Gardena*

Un régulateur PID sera utilisé pour garantir que la position réelle (x,y) du robot soit égale à celle désirée ($x^d$,$y^d$).

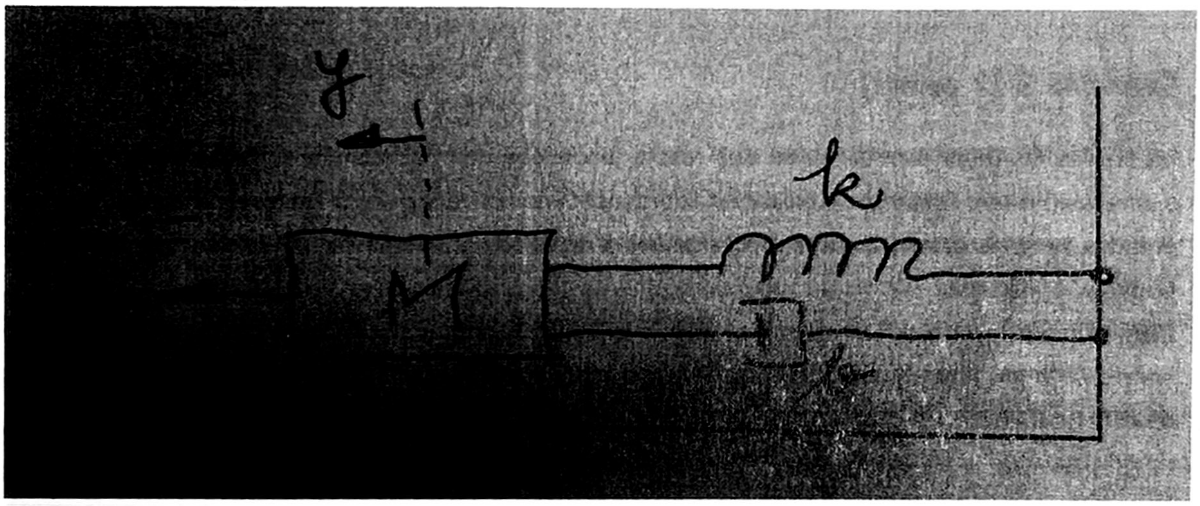
Dessiner le schéma bloc du système en boucle fermée. Préciser les noms des signaux et leurs unités de mesure.

## Question 3 (3 points)

Soit un système d'ordre $q$, ayant $d$ entrées et $j$ sorties. Ecrire la forme générale du modèle d'état du système en précisant les dimensions des vecteurs d'état, d'entrée et de sortie et des matrices A, B, C et D.

## Question 4 (7 points)

Un chariot de masse M est actionné grâce à la force F(t). Le chariot est retenu au mur par un ressort de raideur k et par un amortisseur ayant un coefficient d'amortissement b.




En appliquant la loi de Newton et en supposant les forces de frottements avec le sol négligeables, nous trouvons l'équation différentielle ordinaire décrivant la variation de la position du chariot :

$$My^{(2)} + by^{(1)} + ky = F$$

où $y^{(1)}$ est la dérivée première de y(t) et $y^{(2)}$ sa dérivée seconde.

1. Trouver la fonction de transfert du système en sachant que l'entrée est F(t) et que la sortie est y(t).

Application numérique : M = 1, b = 3.6 et k = 9.

2. Mettre la fonction de transfert sous la forme canonique et trouver la valeur du gain, de la pulsation propre $\omega_0$ et du coefficient d'amortissement $\zeta$.

3. Calculer le temps de réponse du système à 5% de la valeur finale, en sachant que $t_r \cong \dfrac{1}{\omega_0 \varsigma} \ln\left(\dfrac{100}{n}\right)$, avec n=5.

On souhaite que le chariot se déplace d'une position désirée à une autre. Pour cela nous allons mettre en place un simple régulateur proportionel, de gain A.

4. Dessiner le schèma bloc du système en boucle fermée.
5. Calculer la fonction de transfert en boucle fermée.
6. Calculer la valeur du gain A du régulateur qui garantit que l'erreur de position est inférieure à 1%.
7. Donner l'expression temporelle de la force F(t) à appliquer sur le chariot en fonction de l'erreur.

## Question 5 (5 points)

Soit le système décrit par l'EDO suivante :

$$y^{(3)}(t) - 5y^{(1)}(t) + 3y(t) = 4u^{(3)}(t) - u^{(2)}(t) + 2u(t)$$

où $y^{(n)}(t)$ est la dérivée d'ordre n du signal y(t) et $u^{(n)}(t)$ est la dérivée d'ordre n du signal u(t).

1. Dessiner le schéma de simulation Simulink qui permettra de visualiser la variation temporelle de la sortie y(t) en fonction de l'entrée u(t). On visualisera sur le même Scope l'entrée u(t) et la sortie y(t). Le signal d'entrée sera une constante de valeur 2.
2. Trouver le modèle d'état du système.