

EXAMEN FINAL**Session Automne 2009****Durée de l'épreuve : 2 heures**

- Il est conseillé aux candidats de prendre connaissance de la totalité du texte du sujet avant de répondre à toute question.
- Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question.
- On accordera la plus grande attention à la clarté de la rédaction, à la présentation, aux schémas et à la présence d'unité de mesure. Les résultats seront encadrés.

Les exercices sont indépendants - Documentation : Une feuille A4 recto/verso est autorisée

Exercice 1: Dispositif de Freinage d'Urgence

Soit le dispositif utilisé pour le freinage d'urgence d'un ascenseur (Fig.1).

L'entrée du système est la force P de pesanteur.

La sortie du système est la vitesse verticale v de descente.

Les forces appliquées au système sont :

- la pesanteur $P = m.g$ ($g \approx 10\text{N/kg}$)
 - le frottement $F = -f.v$ ($f = \text{constante de frottement}$).
- $m = 400\text{kg}$ et $f = 800\text{N.m}^{-1}.\text{s}$, avec τ est la constante de temps du système

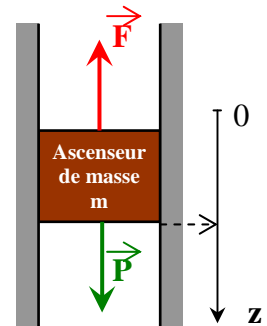
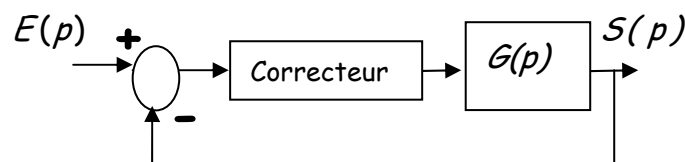


Fig. 1.

- 1) Modélisez ce système par son équation différentielle.
- 2) Déterminez la fonction de transfert « $G(p)$ » de ce système liant sa sortie à son entrée.

Ce système est asservi par un régulateur proportionnel, et est placé dans une boucle de régulation à retour unitaire.



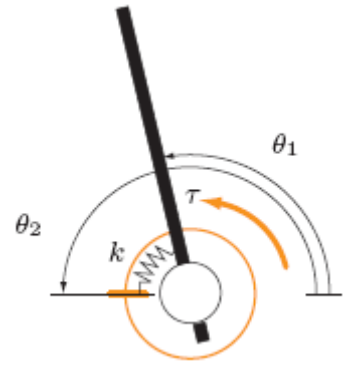
Ce dispositif de freinage d'urgence se déclenche lors d'un accident ou d'un mauvais fonctionnement de l'ascenseur. Le correcteur proportionnel doit arrêter l'ascenseur rapidement.

- 3) Calculez la valeur du gain proportionnel K qui limitera le dépassement à 0,02%.
- 4) Donnez une signification physique au dépassement pour ce système.
- 5) Calculez, dans ces conditions, le temps de montée.
- 6) Calculez l'erreur en position, a-t-elle un sens pour ce système (justifiez) ?

Exercice 2:

Soit un robot dont l'axe principal est muni d'un moteur permettant de fournir un couple τ à un axe de transmission qui le transmet au pendule constituant la partie mobile principale du robot.

La variable θ_2 désigne la position angulaire du moteur et la variable θ_1 représente la position angulaire du pendule. La figure ci-contre illustre le dispositif.



En prenant comme vecteur d'état $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \dot{\theta}_1 \\ \theta_2 \\ \dot{\theta}_2 \end{bmatrix}$,

$$\dot{x}_1 = x_2$$

$$\dot{x}_2 = a \cos x_1 - b(x_1 - x_3)$$

les équations d'état modélisant ce système sont :

$$\dot{x}_3 = x_4$$

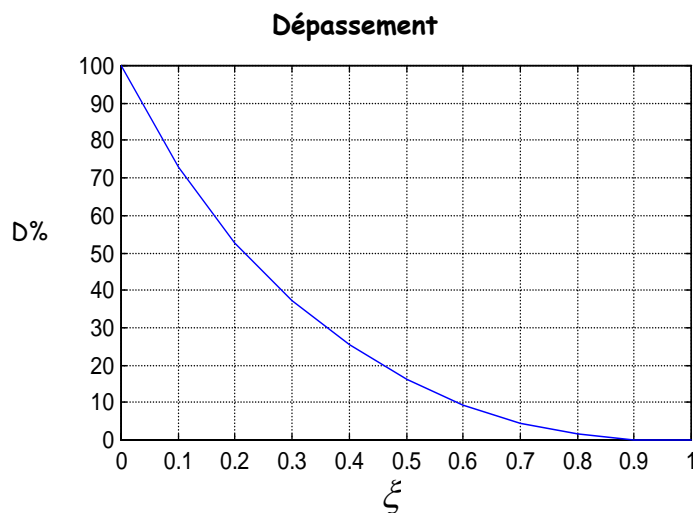
(2)

$$\dot{x}_4 = c(x_1 - x_3) + du$$

Avec a ; b ; c ; d paramètres constants. u le signal de commande (le couple τ)

- 1) On désire réguler la variable x_1 vers l'origine, calculez les valeurs des autres variables à l'équilibre.
- 2) Trouvez la commande u permettant de stabiliser ce système vers son équilibre en utilisant la méthode de Lyapunov avec Backstepping.
- 3) Quelle est la nature de la stabilité (justifiez).

Annexe



On suppose que $D=0,02\% \Leftrightarrow \xi=0,95$