Automatique continue

TP n°6 - Séance en autonomie

Le résultat de votre travail devra impérativement être déposé sur la plateforme pédagogique avant 12h00 aujourd'hui, dans la partie "Compte rendu TP6 Auto ECPKn", en donnant pour titre à votre fichier "TP6_XXXXXXXX", en remplaçant la partie finale par votre numéro d'étudiant. Un compte-rendu non rendu avant 12h00 se verra automatiquement attribuer une note nulle pour cette séance de TP. Vous indiquerez en guise de commentaires dans le fichier Matlab vos choix et vos commentaires relatifs aux problèmes traités.

Il s'agit d'un travail personnel et non d'un travail de groupe, j'attends donc des comptes-rendus individuels. Les comptes-rendus pourront être rendus au choix sous Word ou, après publication, sous Matlab, en étant accompagnés des figures que vous jugerez pertinentes.

1 Asservissement de position d'un missile guidé

Le modèle suivant a été proposé pour décrire le mouvement d'un missile guidé à vitesse constante :

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -0,1 & -0,5 & 0 & 0 & 0 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 10 & 0 & 0 \\ 0,5 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) \end{array} \right.$$

Q1. Vérifier que le système n'est pas commandable, et définir le système à l'aide de la commande sys=ss(A,B,C,D).

Q2. Calculer la fonction de transfert du système grâce à la commande tf(sys). Que remarquez-vous ? Quelle est la fonction de transfert du système initial ?

Q3. Développer un modèle commandable en utilisant la commande ss avec la fonction de transfert simplifiée.

Q4. Vérifier que le modèle modifié obtenu est commandable et observable.

Q5. Concevoir la loi de commande et l'observateur pour réaliser l'asservissement en position du missile.

2 Asservissement d'un pendule inversé

On s'intéresse au problème d'un pendule inversé placé sur un chariot, comme illustré sur la Figure 1.

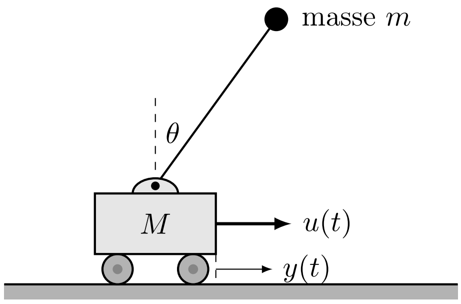

Figure 1 – Pendule inversé sur un chariot

Le chariot doit être déplacé de sorte que la masse m soit toujours à la verticale du chariot. On note :

- $u(t)$ la force exercée sur le chariot,
- l la distance entre la masse m et l'axe de rotation,
- $\theta(t)$ la position angulaire du pendule par rapport à la verticale,
- $y(t)$ la position du chariot,
- M la masse du chariot (supposée prépondérante par rapport à m).

On fait de plus l'hypothèse que le pendule ne peut pivoter que dans le plan de la feuille, et que le chariot se déplace sans aucun frottement.

Les équations régissant le comportement du pendule sont les suivantes :

$$\begin{cases} M\ddot{x}(t) + ml\ddot{\theta}(t) - u(t) = 0 \\ ml\ddot{x}(t) + ml^2\ddot{\theta}(t) - mgl\theta(t) = 0 \end{cases}$$

En faisant l'hypothèse que $u(t)$ est un signal d'accélération, on obtient un système réduit régi par l'équation :

$$g\theta(t) - l\ddot{\theta}(t) = \ddot{x}(t) = u(t)$$

Concevoir la loi de commande et l'observateur pour réaliser l'asservissement en position du pendule. Vous pourrez prendre, pour l'application numérique : $M = 8,085$ kg, $m = 0,825$ kg et $l = 0,098$ m.

3 Asservissement de vitesse d'un véhicule hybride

Lorsqu'un véhicule électrique hybride (VEH) n'est entraîné en mouvement que par un moteur électrique, son système de commande peut être modélisé par un schéma-bloc du type de celui de la Figure 2, où :

- $u_c(t)$ représente la tension de commande,
- $u_a(t)$ représente la tension de sortie de l'amplificateur,
- $i_a(t)$ représente l'intensité dans l'armature du moteur,
- $C(t)$ représente le couple moteur,
- $C_c(t)$ représente le couple de la charge,
- $C_f(t)$ représente le couple de frottement,
- $\omega(t)$ représente la vitesse de rotation,
- $e(t)$ représente la force contre-électromotrice,
- $v(t)$ représente la vitesse du véhicule.

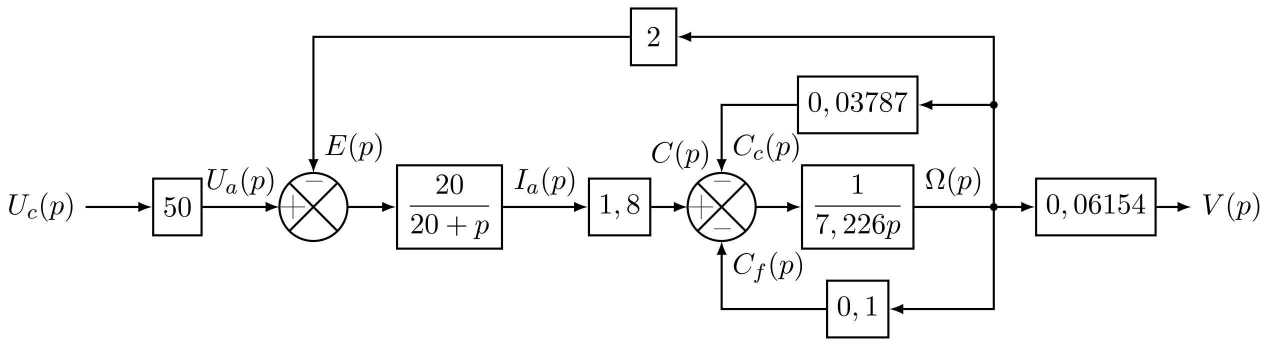

FIGURE 2 – Système de commande d'un véhicule électrique hybride

Le moteur est représenté ici par un système du 1[er] ordre de gain statique unitaire et de constante de temps $\tau = 50$ ms, et le gain de l'amplificateur de puissance est égal à 50. Les variables d'état sont le courant dans l'armature $i_a(t)$ et la vitesse de rotation du moteur $\omega(t)$. On suppose qu'il n'y a qu'une seule variable d'entrée, la tension de commande $u_c(t)$ de l'unité de commande électronique, et une seule variable de sortie, la vitesse du véhicule $v(t) = 0,06154\omega(t)$.

Déterminer la représentation d'état de ce système, puis concevoir la loi de commande par retour d'état et action intégrale et l'observateur permettant de respecter le cahier des charges suivant :

- écart en régime permanent nul pour une consigne en échelon,
- dépassement inférieur à 4,32%,
- temps de réponse inférieur à 4,4 s.

A Abaque de détermination des dépassements relatifs

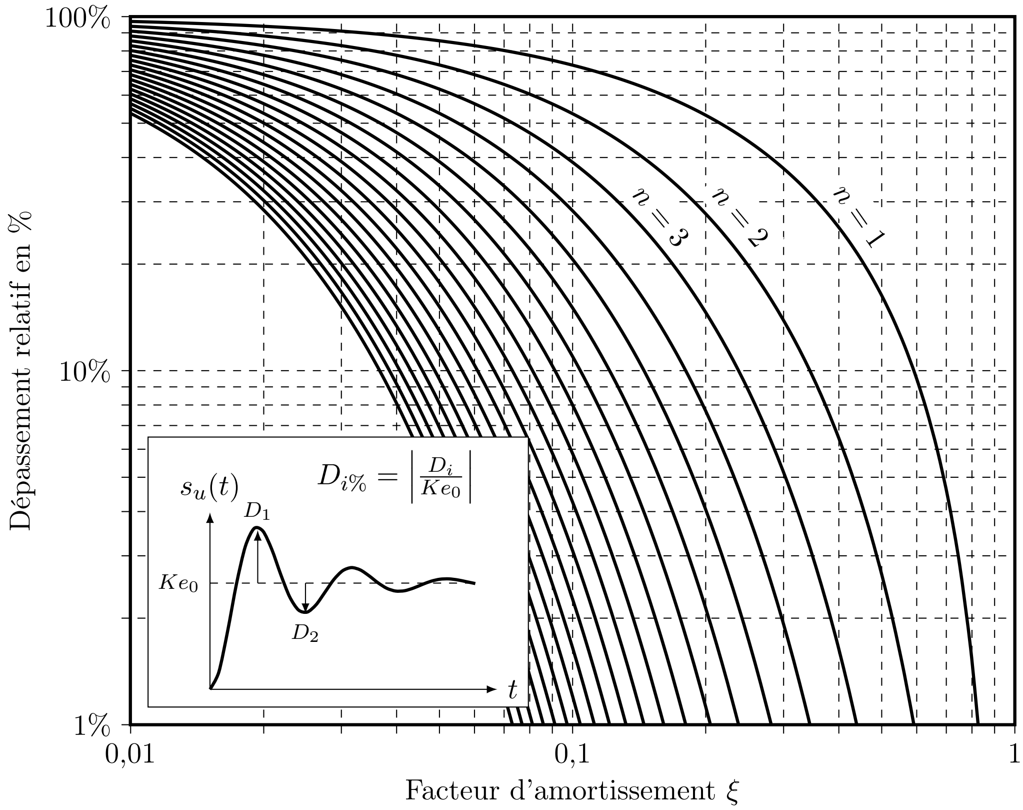

FIGURE 3 – Abaque de détermination des dépassements relatifs de la réponse indicielle d'un système du 2^{e} ordre

B Abaque de détermination du temps de réponse à 5%

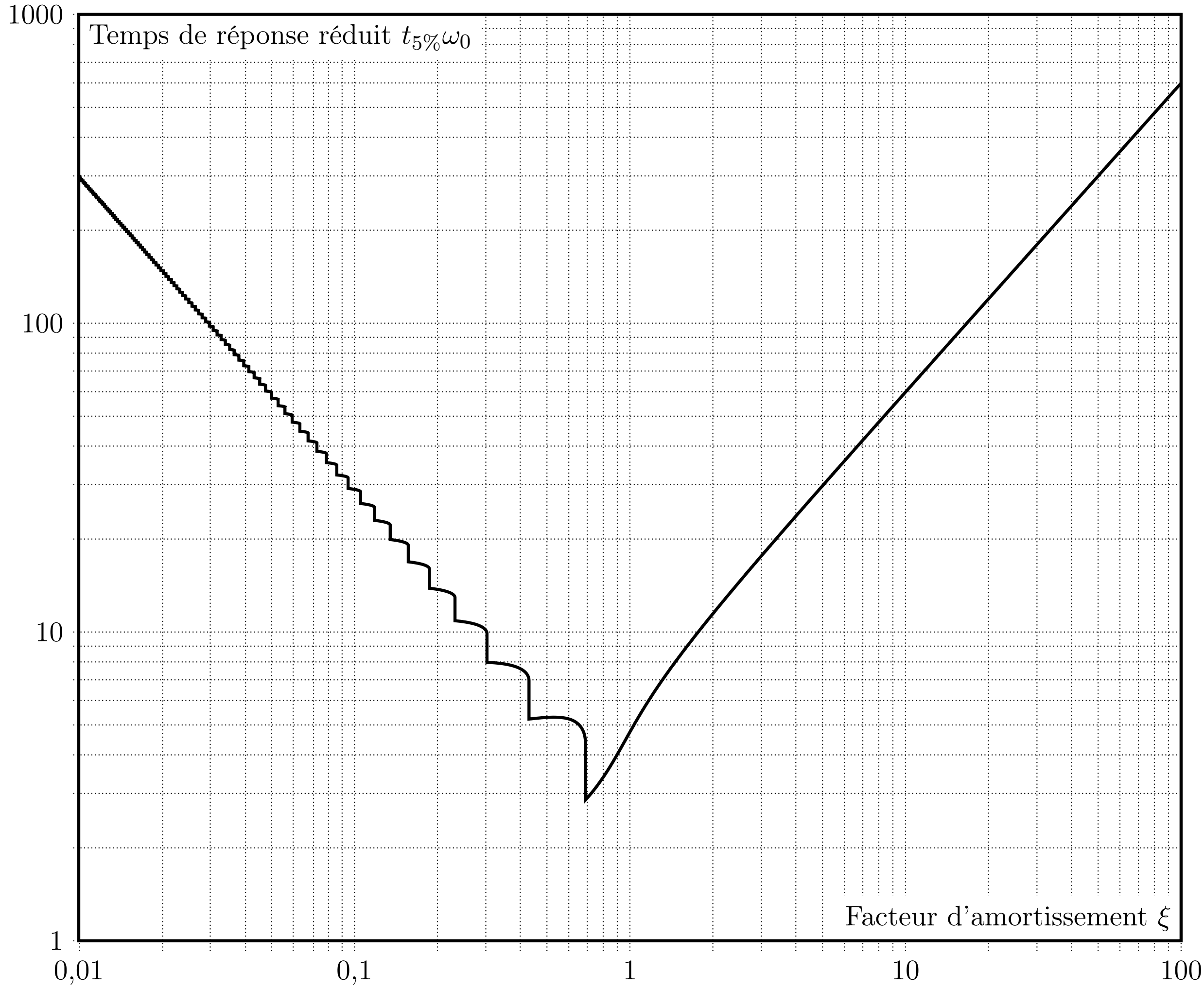

FIGURE 4 – Abaque de détermination du temps de réponse à 5% d'un système du 2ᵉ ordre