

## TP CPS n° 2. Modélisation et Simulation de Systèmes Contrôlés Continus.

### 1 Préliminaires

Cette séance consistera à modéliser et simuler en continu les différentes versions du pendule inversé étudiées en cours et en TD en introduisant les contrôleurs et des perturbations, puis à mesurer l'impact de la position des pôles sur la tolérance aux perturbations.

### 2 Structuration hiérarchique du modèle du pendule simple

L'objectif est de reprendre le modèle du pendule simple réalisé à la fin de la séance précédente pour introduire un bloc Système qui contiendra le modèle du pendule simple.

Le tutoriel suivant <http://pantel.perso.enseeiht.fr/courses/CPS/TP02/P01/index.html> vous guidera dans la réalisation de cet exercice.

### 3 Structuration en espace d'états du modèle du pendule simple

L'objectif est de reprendre le modèle du pendule simple précédent pour introduire l'espace d'état  $x = \langle \frac{d\alpha}{dt}, \alpha \rangle$ . Le modèle doit être modifié pour exploiter  $\frac{dx}{dt}$  et  $x$ .

### 4 Introduction d'une perturbation dans le modèle du pendule simple

L'objectif est de reprendre le modèle du pendule simple précédent pour introduire une perturbation de la vitesse qui permet de simuler un choc sur le pendule qui transfère instantanément une énergie cinétique. Il s'agit donc d'ajouter un signal à  $\frac{d\alpha}{dt}$ . Nous utiliserons comme perturbation un signal rectangulaire de largeur proche de la discrétisation.

### 5 Pendule inversé contrôlé par une force

L'objectif est de modéliser et simuler le comportement d'un pendule inversé contrôlé par une force, c'est à dire qu'il est possible d'appliquer une force sur le point de connection du pendule pour qu'il reste stable.

Nous utiliserons pour cela les équations étudiées en cours et en TD (sujet TD3).

$$\begin{aligned}x &= \langle \alpha, \frac{d\alpha}{dt} \rangle \\ \frac{dx_1}{dt} &= x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} &= \frac{g}{l} \times \sin x_1 - \frac{u \times \cos x_1}{l} \\ u &= u_e + K(x - x_e) \\ x_e &= \langle 0, 0 \rangle \\ u_e &= 0 \\ K_1 &> g \\ K_2 &> 0\end{aligned}$$

Lorsque vous aurez obtenu un système contrôlé, vous introduirez une perturbation pour étudier la qualité du contrôle.