

Démo 6 : Lévitacion magnétique

1 Introduction

On considère le système de lévitation de l'exercice 3, série 6. Une bille de masse m est maintenue en lévitation par une bobine traversée par un courant i . L'intensité de la force électromagnétique F exercée par la bobine sur la bille dépend de la distance x entre la bobine et la bille, ainsi que du courant i . Le but de la simulation est d'observer le mouvement de la bille étant donnée une position initiale $x = x_0$ et une intensité pour le courant i .

2 Equation dynamique

Celle-ci est simplement donnée par l'équation de Newton :

$$m\ddot{x} = mg - F(x, i)$$

où la force électromagnétique $F(x, i) = \frac{1}{2} \frac{L}{(1+x)^2} i^2$.

Remarque : si l'on veut maintenir la bille en équilibre à la position $x = \bar{x}$, il faut que $mg = F(\bar{x}, i)$.

Alors le courant correspondant \bar{i} est donné par $\bar{i} = (1 + \bar{x}) \sqrt{\frac{2mg}{L}}$.

Si initialement $x(0) = \bar{x}$ et $\dot{x}(0) = 0$ la bille (avec ce courant) reste à \bar{x} .

Si le courant $i > \bar{i}$ la bille est attirée vers l'électroaimant, par contre si $i < \bar{i}$ la bille tombe.

3 Implémentation Matlab

Pour la simulation nous utilisons la fonction `ode45`. Pour cela il faut d'abord mettre le système sous forme de modèle d'état. Ici il y a deux états $x_1 = x$ et $x_2 = \dot{x}$ et l'entrée $u = i$:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = g - \frac{L}{2m(1+x_1)^2} u^2 \end{cases}$$

Les conditions initiales choisies pour la simulation sont $x_1(0) = 0.2$, $x_2(0) = 0$. L'entrée est choisie constante $u(t) = 5$. Pour ce choix de valeurs, le courant qui maintiendrait la bille en équilibre ($\bar{x}_1 = 0.2$ et $\bar{x}_2 = 0$) est $\bar{u} = 5.3$.

4 Observation des résultats

Le programme affiche les fonctions $x(t)$ et $\dot{x}(t)$. On observe qu'avec $i = 5$ la bille tombe lentement. Essayer d'observer le mouvement de la bille pour un courant $i > 6$ et aussi pour $i = 5.3$. Vous pouvez aussi modifier les paramètres L, m et observer le comportement du système.