# Projet pluridisciplinaire : sustentation magnétique

Xavier GALZIN, Stan BERTRAND, Romain DESILLE, Fred MESLIN

30/01/2012

# 1 Introduction

Dans le cadre du projet pluridisciplinaire de cette année, il nous est demandé de faire léviter un mobile dans l'air à l'aide d'un champ magnétique produit par une bobine. On appelle cet effet la sustentation magnétique. Ce projet est une version édulcorée d'un prototype de lampe décorative imaginée par une étudiante de l'école LISAA (Institut supérieur des arts appliqués) et réalisée en partenariat avec des chercheurs et ingénieurs de l'INSA de Rennes.

L'étude demandée présente de nombreuses facettes : il faudra étudier et modéliser le système physique pour ensuite l'asservir à l'aide d'un dispositif d'automatique électronique. Ce dispositif sera réalisé de manière analogique puis de manière numérique. Dans ce rapport, on s'interessera uniquement à la description du système, sa modélisation et ses constantes prépondérantes ainsi qu'aux correcteurs que nous avons choisi d'implémenter pour maintenir le mobile en lévitation.

# 2 Description du système physique

Le système physique est existant et imposé. Il consiste en une potence munie d'une bobine

**... mais instable**

# 3 Modélisation mathématique

**Mise en équation du système** Forces appliquées sur le système :

$$F_{bobine} = K \times \frac{i^2}{x^2}$$
$$F_{poids} = -m \times g$$

On applique le principe de la dynamique :

$$\sum F_{exterieures} = m \times \frac{d^2x}{dt^2}$$

Linéarisation de la force exercée par la bobine :

$$\frac{dF(t)}{dt}_{x=X_0,i=I_0} = \frac{\partial F(t)}{\partial x} \times dx + \frac{\partial F(t)}{\partial i} \times di$$
$$\frac{\partial F(t)}{\partial x} = K_x = \frac{-2K \times I_0^2}{X_0^3}$$
$$\frac{\partial F(t)}{\partial i} = K_i = \frac{2K \times I_0}{X_0^2}$$

Equation différentielle résultante :

$$m \times \frac{d^2x}{dt^2} = F_{bobine} - m \times g = K \times \frac{I_0^2}{X_0^2} + K_x \times Dx + K_i \times Di - m \times g$$
$$avec : Dx = x - X_0, Di = i - I_0$$

On effectue une transformée de Laplace du système :

$$m \times xs^2 = F_0 + K_x \times (x - X_0) + K_i \times (i - I_0) - m \times g$$
$$x \times (ms^2 - K_x) = K_i \times i + (F_0 - K_x \times X_0 - K_i \times I_0 - m \times g)$$
$$H(s) = \frac{x(s)}{i(s)} = \frac{K_i}{ms^2 - K_x}$$

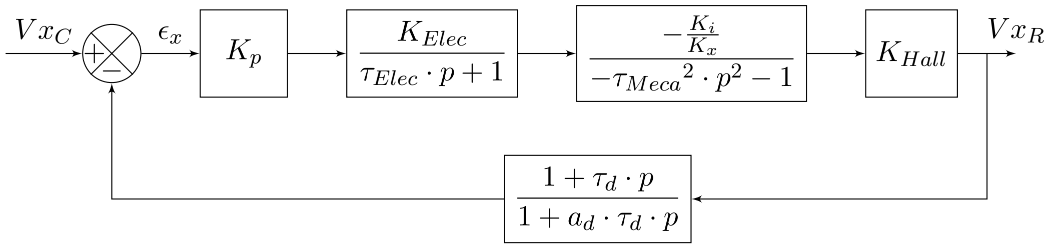
Etude du point d'équilibre :

$$\sum F_{exterieures} = K \times \frac{I_0^2}{X_0^2} - m \times g = 0$$

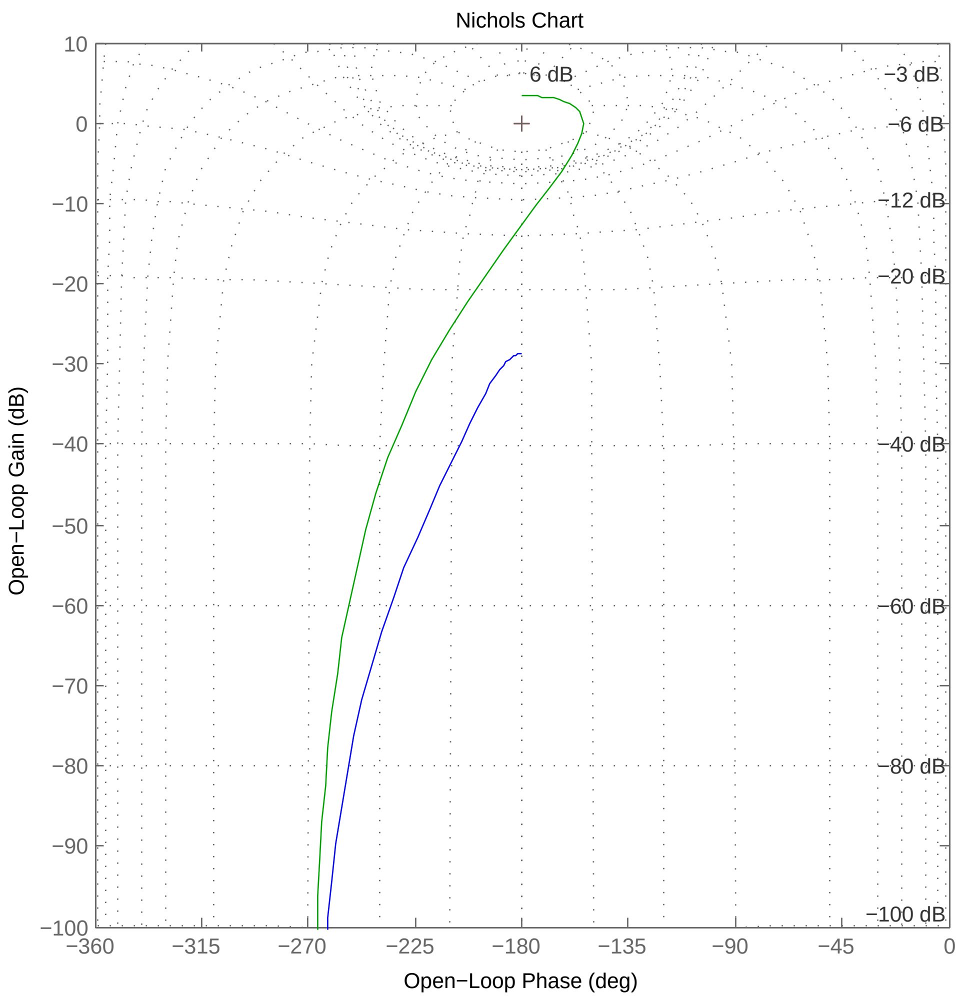
$$K = mg \times \frac{X_0^2}{I_0^2}$$

**Constantes obtenues par le calcul** $K_{bobine} = 1,459 \times 10^{-4}$ $K_x = 141,7$ $K_i = 1,660$

# 4 Correcteur analogique




$\tau_d =$



## 5 Correcteur numérique

## 6 Conclusion