



哈爾濱工業大學 (深圳)  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# 实验报告

开课学期： 2022年春

课程名称： 自动控制原理3

实验名称： 磁悬浮根轨迹校正

实验性质： \_\_\_\_\_

实验时间： 2022.4.29 地点： 1c325 实验台号 \_\_\_\_\_

学生专业： 自动化类

学生学号： 190320229

学生姓名： 李鸣航

评阅教师： \_\_\_\_\_

报告成绩： \_\_\_\_\_

## 一. 实验目的

1. 了解根轨迹校正系统的原理
2. 采用根轨迹法设计磁悬浮的控制器

## 二. 实验设备

1. GML2001磁悬浮系统
2. 电脑(装有MATLAB平台)
3. 电控箱

## 三. 实验原理

磁悬浮控制系统的结构框图如下:

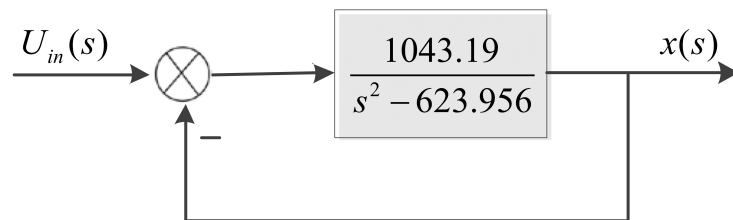
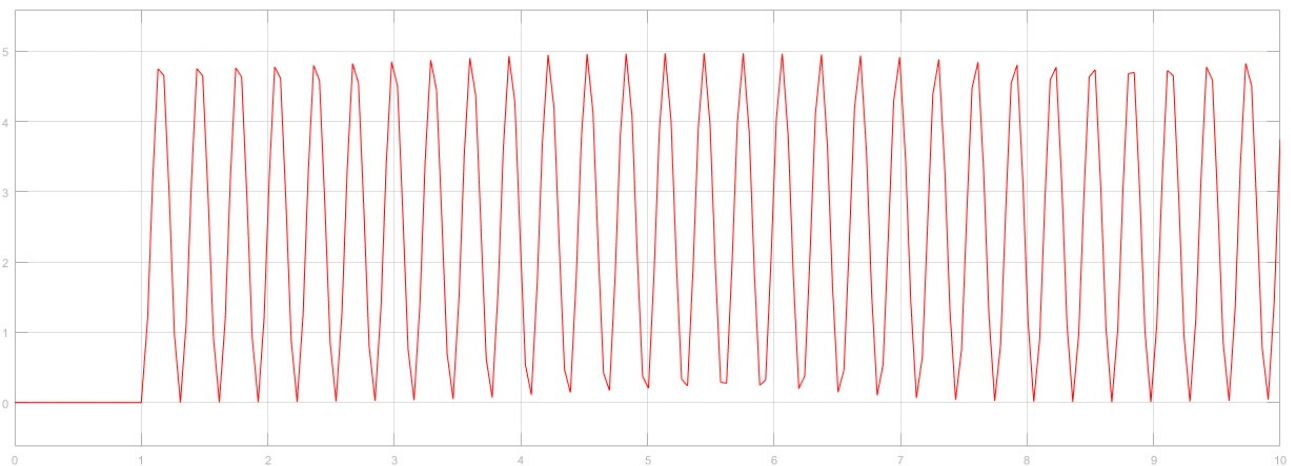


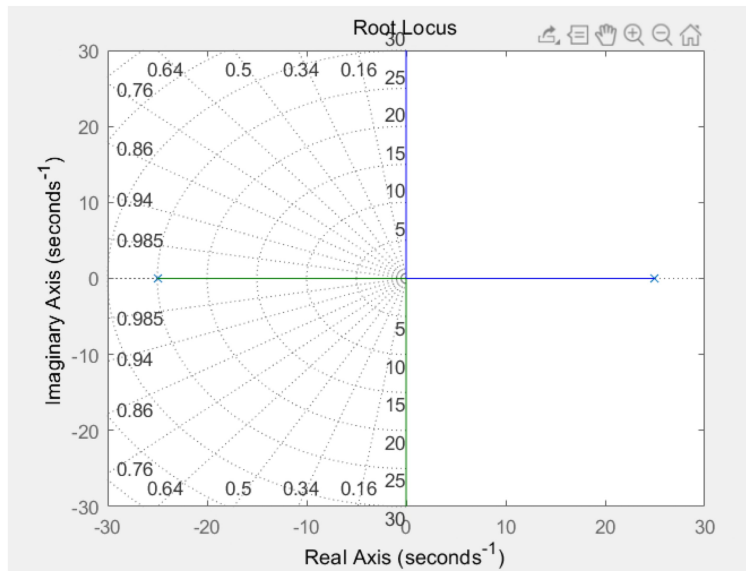
图 2.1 磁悬浮控制系统

校正前系统仿真图:

分析: 系统存在右半平面的极点, 故不稳定, 处于发散状态.



画出原系统的根轨迹. 有:



我们希望闭环主导极点在左半平面, 故通过串联超前校正来实现

又有:  $\sigma_p \leq 1.5\%$ ,  $t_s \leq 0.04s$

有:  $\xi \geq \cos(\arctan \frac{\pi}{4\sigma_p})$ ,

$$\omega_n > \frac{3.5}{t_s \xi}$$

我们取  $\omega_n \xi = 90$ ,  $\xi = 0.9$ ,  $\omega_n = 100$

故闭环主导极点为  $s_{1,2} = -90 \pm 43.59j$

则超前环节产生的幅角为:

$$\phi = (2l+1) \cdot 180^\circ - \angle G_0(s) =$$

利用最小极零比法, 有:

$$p_c = |s| \cdot \frac{\cos \frac{1}{2}(\theta - \phi)}{\cos \frac{1}{2}(\theta + \phi)} =$$

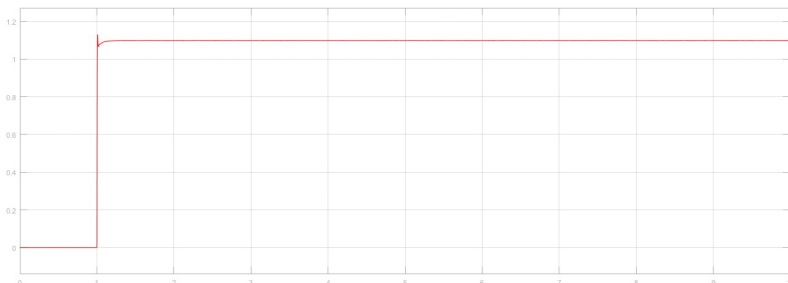
$$z_c = |s| \cdot \frac{\cos \frac{1}{2}(\theta + \phi)}{\cos \frac{1}{2}(\theta - \phi)} =$$

验证知符合题意, 则校正环节为:

$$G_c =$$

校正后系统的仿真图:

分析, 由图可得, 此时的系统仿真满足超调  $\leq 1.5\%$ , 稳态误差  $1mm$  以内, 调节时间  $0.04s$  以内的要求.



#### 四. 实验步骤

1. 打开matlab程序.
2. 将步骤三中得到的控制器填入如下的 Controller 模块中, 有:

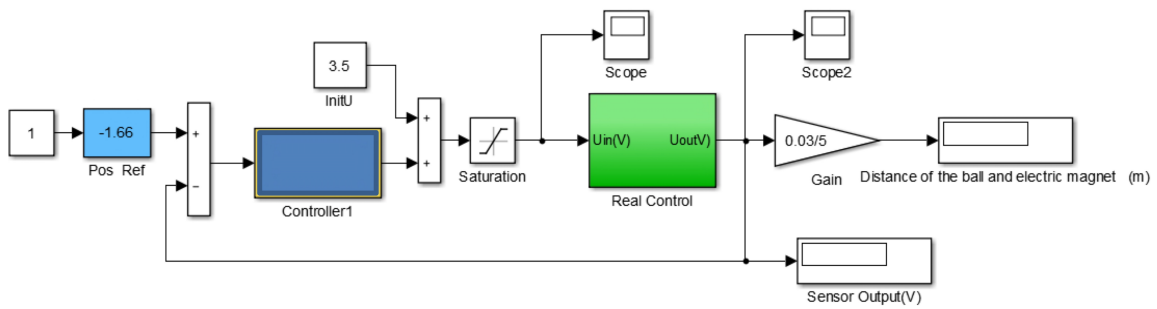
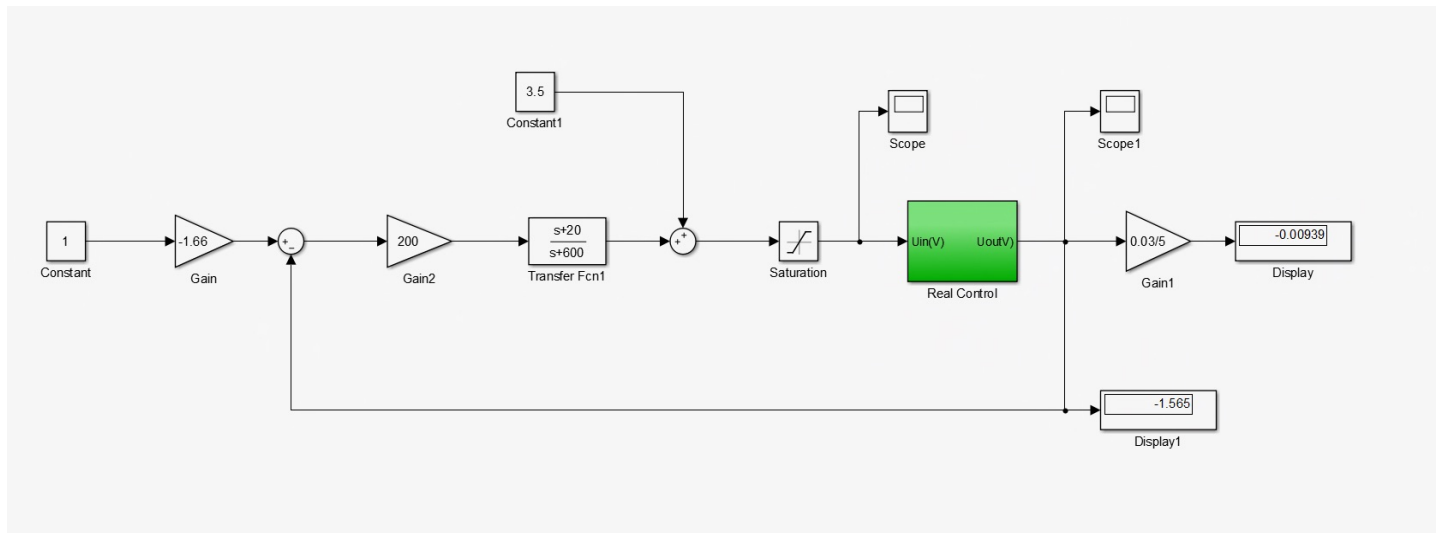


图 2.2 磁悬浮根轨迹控制系统参考程序



3. 点击运行程序, 使小球悬浮起来

#### 五. 实验结果分析.

由下图可得, 在有一定干扰时, 小球仍能悬浮, 证明此时的系统较为稳定.

