

自动控制理论 B

磁悬浮根轨迹校正实验

实 验 名 称 ： 磁悬浮根轨迹校正

姓 名 ： 朱方程

学 号 ： SZ170410221

班 级 ： SZ1703202

撰 写 日 期 ： 2020. 7. 8

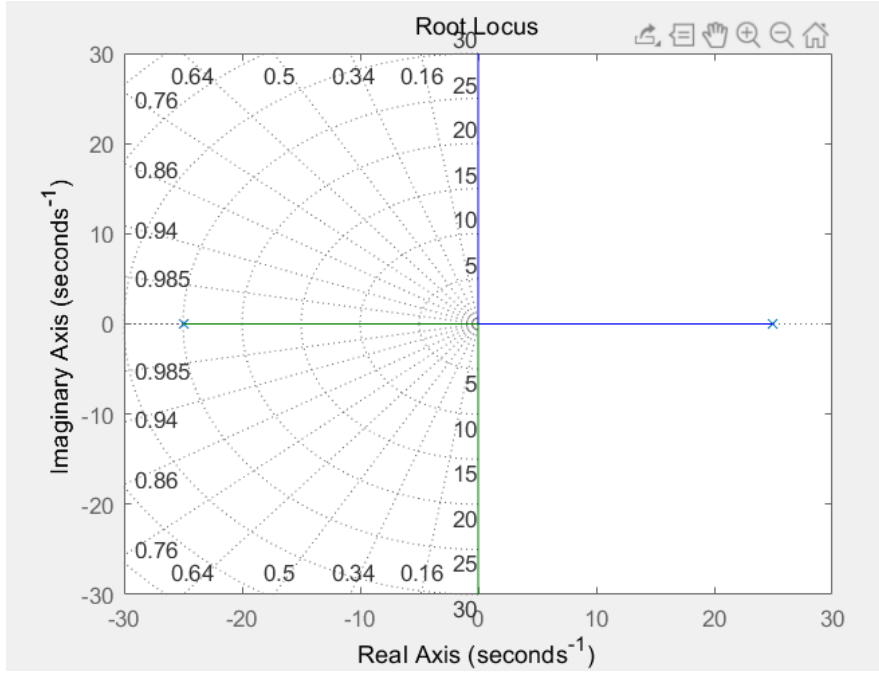
哈尔滨工业大学（深圳）

根据根轨迹法设计控制律

- 被控对象

$$G_0(s) = \frac{1043.19}{s^2 - 623.956}$$

易知被控对象有一个在右半平面的极点，利用matlab画出原系统的根轨迹



按照稳定性要求，希望使根轨迹往左移动，期望的闭环主导极点位于其左侧，可以通过串联超前校正环节使根轨迹左移。

根据指标：取 $\sigma_p \leq 1\%$, $t_s \leq 0.1s$

则有

$$\begin{cases} \xi \geq \cos(\arctan \frac{-\pi}{\ln \sigma_p}), \sigma_p \in (0, 1) \\ \omega_n > \frac{3.5}{t_s \xi} \end{cases} \quad (1)$$

取 $\xi = 0.8261$, $\omega_n = 42.3678$, 闭环主导极点为 $s_{1,2} = -34.9994 \pm 23.8762j$

- 则超前环节产生的幅角为

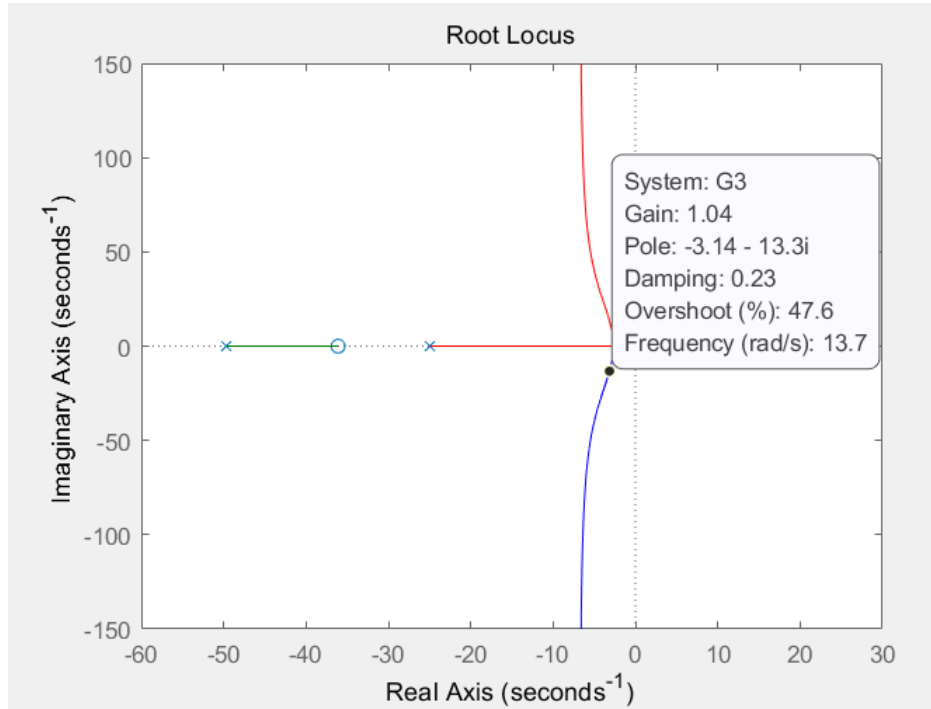
$$\phi = (2l + 1) \times 180^\circ - \angle G_0(s) = 91.0602^\circ$$

利用最小极零比法，求出超前校正环节的零极点为

$$\begin{cases} p_c = |s| \frac{\cos \frac{1}{2}(\theta - \phi)}{\cos \frac{1}{2}(\theta + \phi)} \\ z_c = |s| \frac{\cos \frac{1}{2}(\theta + \phi)}{\cos \frac{1}{2}(\theta - \phi)} \end{cases} \quad (2)$$

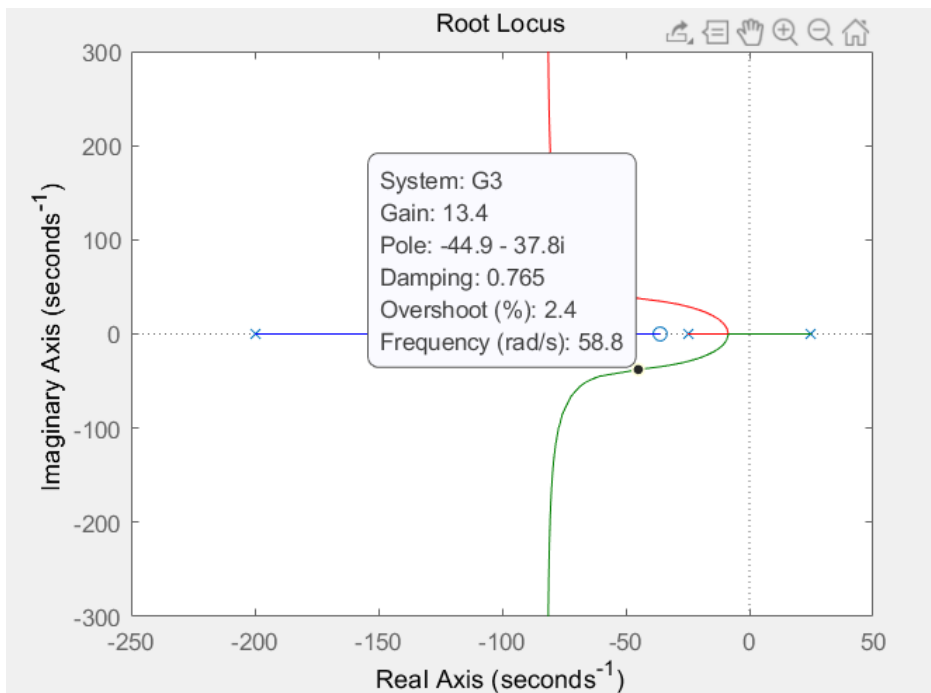
解得 $p_c = 47.7130$, $z_c = 36.1078$

检验得根轨迹为



期望的闭环主导极点仍在该根轨迹左侧，造成该误差的原因可能是磁悬浮系统的数学模型与实际的模型有较大误差，导致理论的校正环节无法满足所给的指标。

解决办法：将极点再往左移，可以使根轨迹继续左移，动态性能提高。

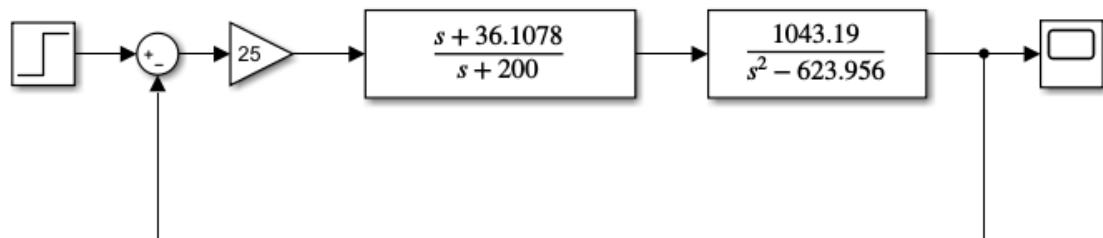


取增益为25，可获得很小的稳态误差。

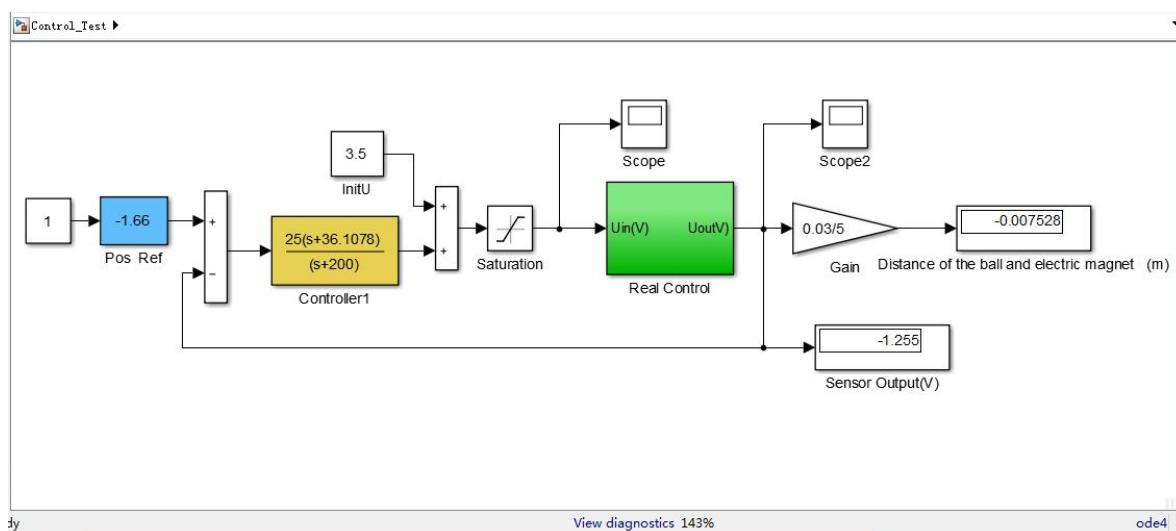
故校正环节为

$$G_c = \frac{25(s + 36.1078)}{s + 200} \quad (3)$$

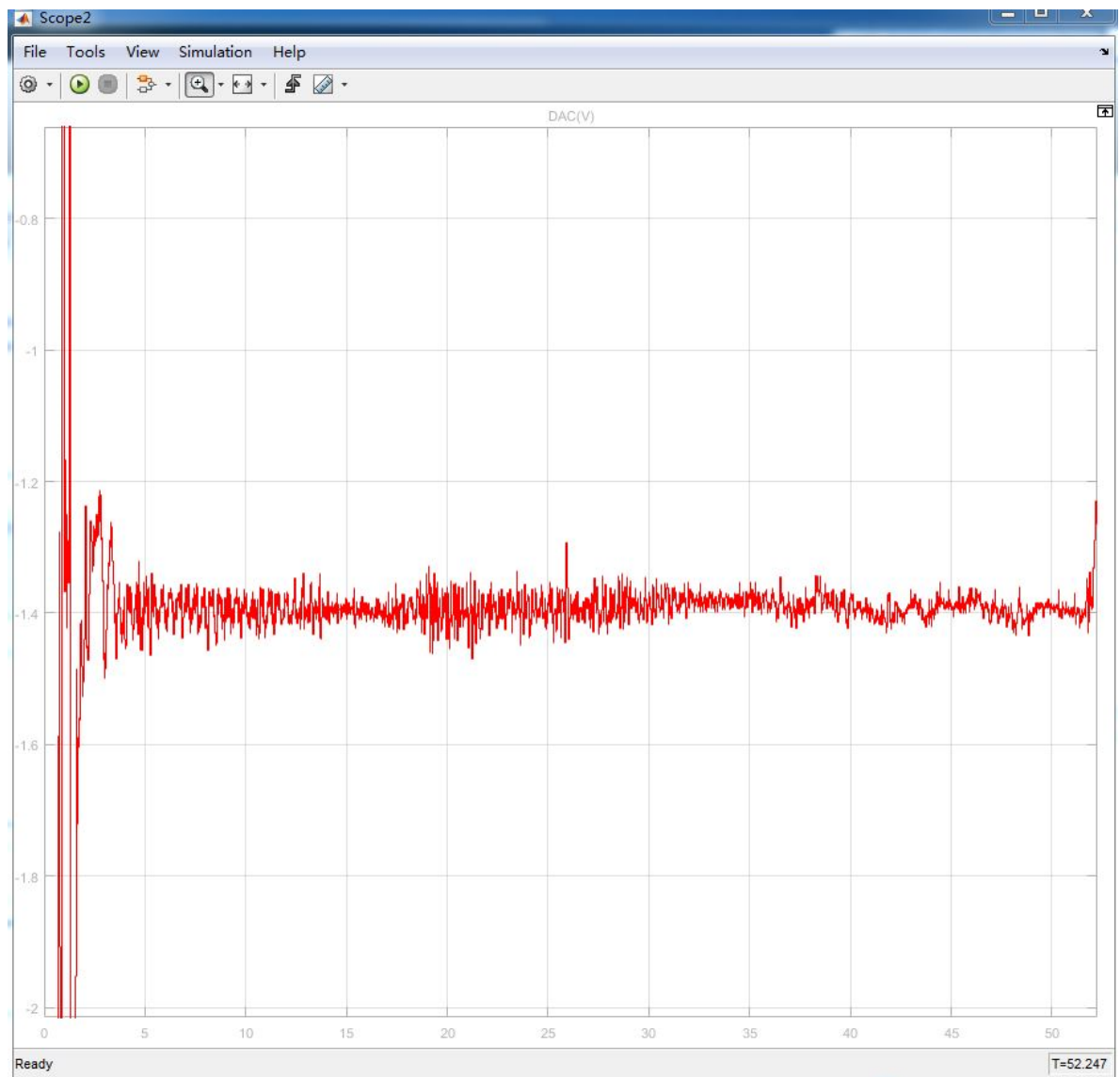
Simulink仿真



控制界面



输出曲线



实验结果

小球可以较为稳定地悬浮在离顶端磁铁约10mm处。