

浙江大学实验报告

专业：电子信息工程

姓名：邢毅诚

学号：3190105197

日期：2021-12-10

地点：教二-213

课程名称：控制理论（乙）

指导老师：姚维、韩涛

成绩：

实验名称：基于频率法的超前校正

实验类型：验证实验

同组学生姓名：无

一、实验目的

1. 通过实验，理解所加校正装置的结构、特性和对系统性能的影响。
2. 掌握串联校正设计方法。

二、实验内容和实验要求

已知系统如下所示：

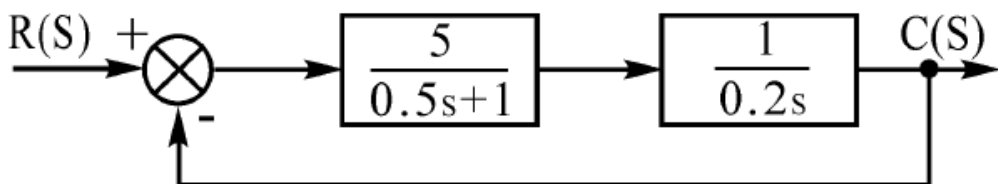


图 1: 实验要求

要求静态误差速度 $K_v = 25s^{-1}$ ，相位裕量 γ 不小于 50°

三、实验原理

校正前的开环系统传递函数为： $K_v = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{5}{0.2s(0.5s+1)} = 25$ ，系统的静态速度误差满足需求，未校正系统的开环频率特性为：

$$G_0(j\omega) = \frac{5}{0.2j\omega(0.5j\omega + 1)} \quad (1)$$

其 bode 图如下图所示：

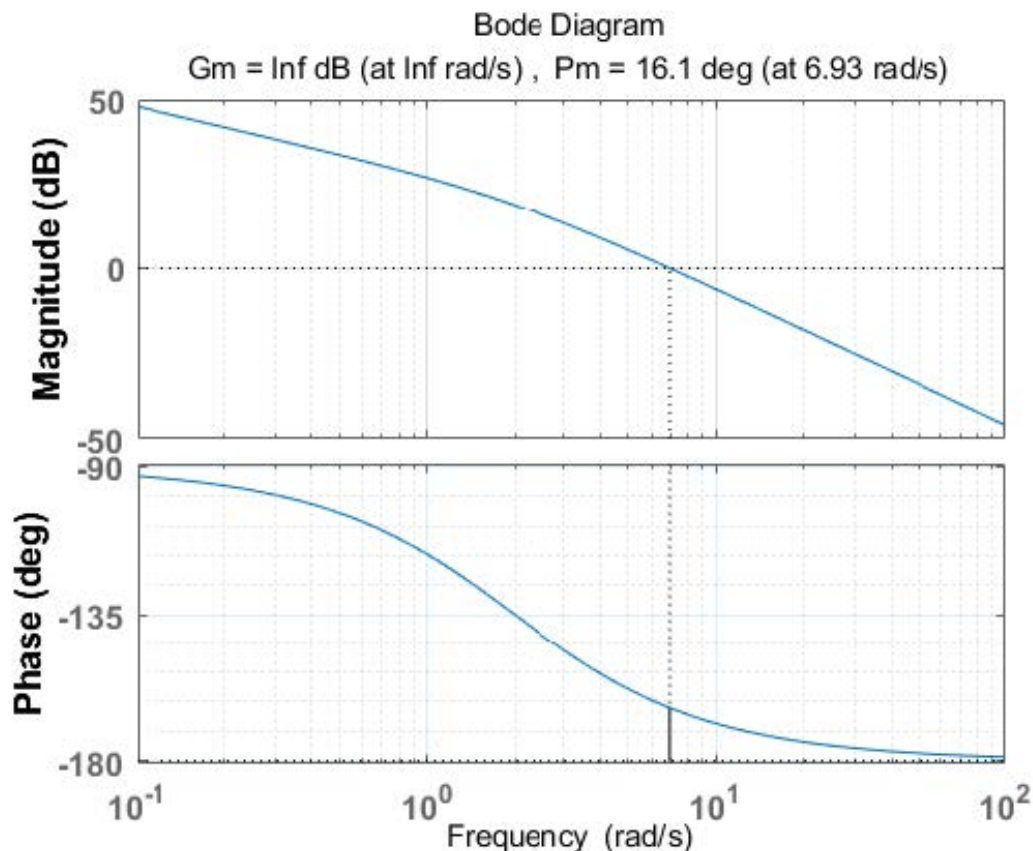


图 2: bode 图

根据相位裕量要求，确定校正网络提供的相位超前角：

$$\phi = \gamma - \gamma_1 + \epsilon = 50 - 16.1 + 8 = 41.9 \quad (2)$$

校正装置参数 $\alpha = \frac{1 - \sin 41.9}{1 + \sin 41.9} = 0.20$

根据 α 计算剪切频率： $L_c(\phi_m) = 20 \lg(1/\sqrt{\alpha}) = 7.0 \text{ dB}$ ，此时 -7.0 dB 对应 $\omega_m = 10.5 \text{ rad/s}$

确定 ω_1, ω_2 ：

$$\omega_1 = 1/T = \omega_m \sqrt{\alpha} = 4.70 \quad (3)$$

$$G_c(s) = \frac{s + 4.7}{s + 23.48} = \frac{0.20(1 + 0.2s)}{1 + 0.04s} \quad (4)$$

放大倍数为： $\frac{1}{\alpha} = 5$

校正系统传递函数为： $G_c(s) = 5 * \frac{0.20(1+0.2s)}{1+0.04s}$ ，校正系统的传递函数以及接入电路模拟校正系统后开环传递函数的频率特性曲线如下图所示：

校正后的开环传递函数为：

$$G(s)G_c(s) = \frac{5 * 5 * (+4.7)}{0.2s(0.5s + 1)(s + 23.48)} \quad (5)$$

校正系统如下图所示：

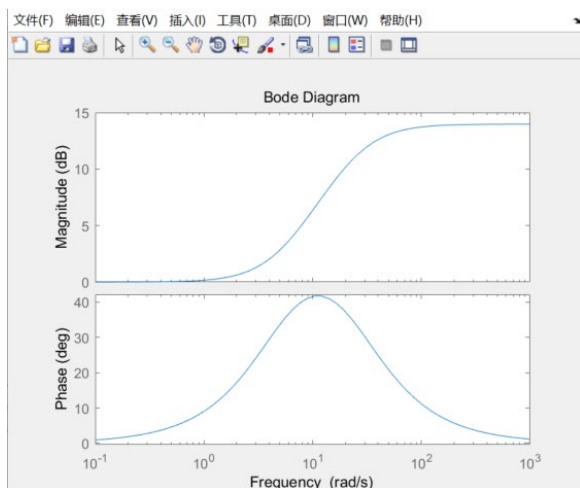


图 3: bode 图

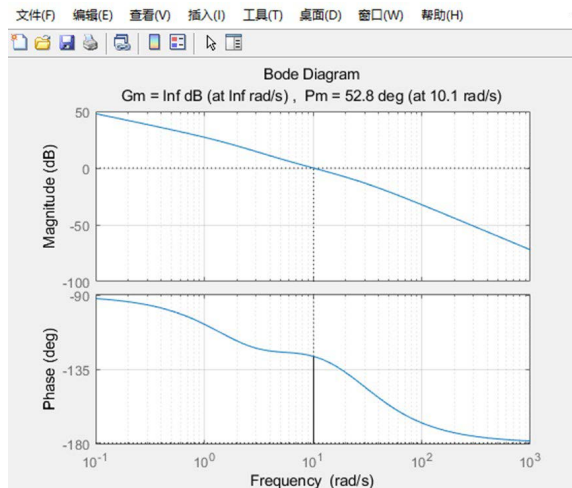


图 4: 频率特性曲线

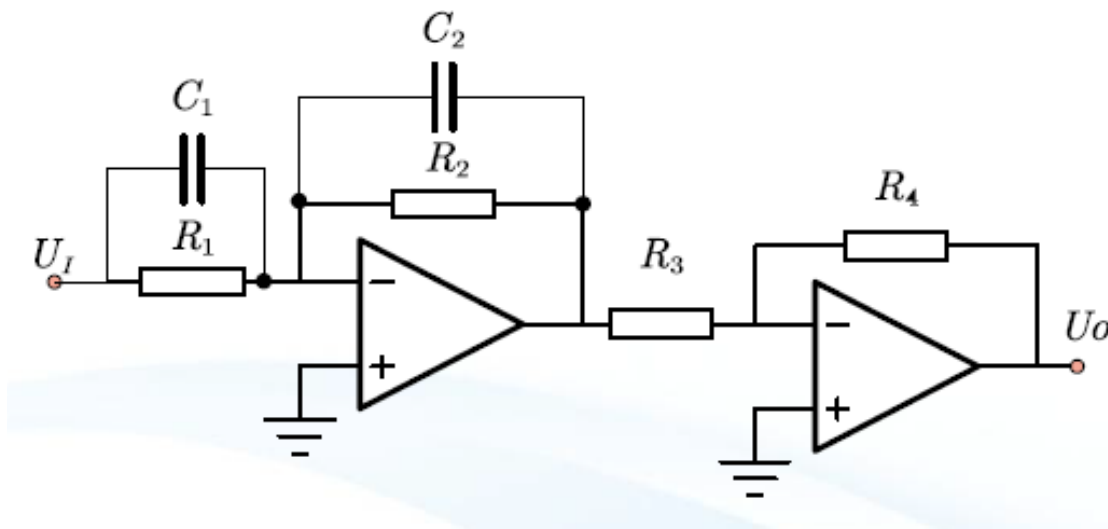


图 5: 校正系统电路图

$$G_c(s) = \frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} * \frac{1 + R_1 C_1 s}{1 + R_2 C_2 s} \quad (6)$$

其中 $R_1 = 200K$, $R_2 = 400K$, $R_3 = 100K$, $R_4 = 50K$, $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 0.1\mu F$

原闭环系统的电路图如下图所示：

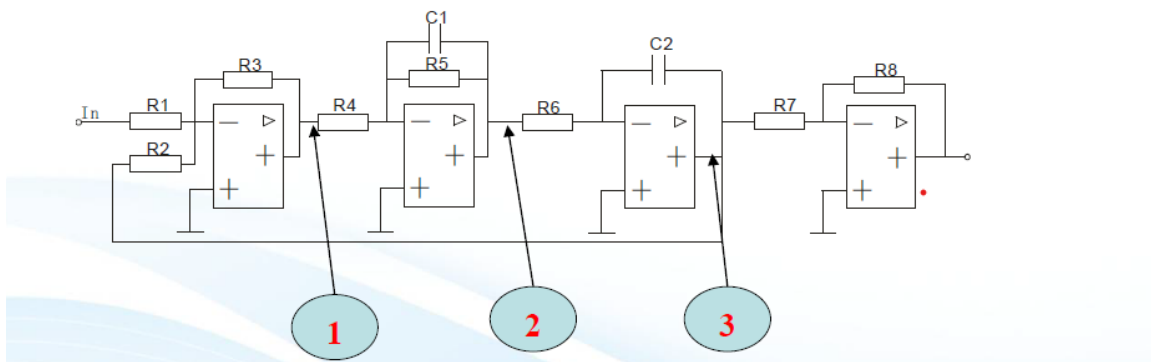


图 6: 闭环系统电路

其中 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 100K$, $R_5 = 0.5M$, $R_6 = 200K$, $C_1 = C_2 = 1\mu F$

四、 实验结果与实验数据

连接闭环电路，如下图所示：



图 7: 闭环电路波形

测得超调量为: $\sigma_p = 1.8V$, 调整时间 $t_s = 4.7s$, 峰值时间为 $t_p = 0.60s$
在连接校正系统后，测得波形如下图所示：

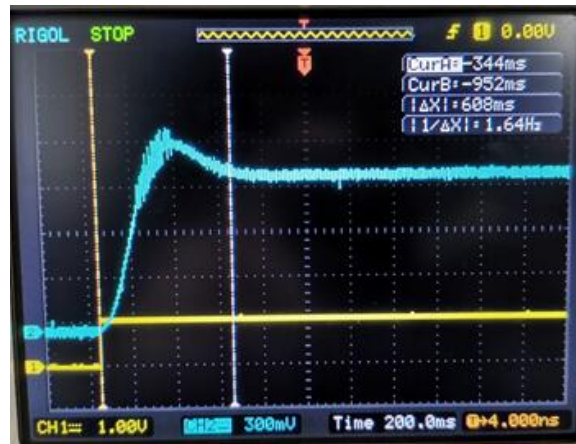


图 8: 校正波形

测得峰值时间为：0.344ms，调整时间为：0.910ms，超调量为 0.216V。

可以看到峰值时间，调整时间，超调量均有所减小，可以证明实验结果正确。

五、心得与体会

在本次实验中，我们进行了频率特性曲线的绘制的相关实验。通过这次实验，我进一步了解了系统校正的方式并进一步加深了自己对频率校正的理解，总体而言，收获颇多。