

浙江大学实验报告

专业：电子信息工程

姓名：王涵

学号：3200104515

日期：2022.12.23

地点：家

课程名称：控制理论(乙) 指导老师：韦巍 成绩：

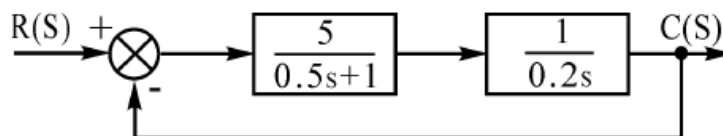
实验名称：基于频率法的超前校正

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、实验原理和内容

实验内容：



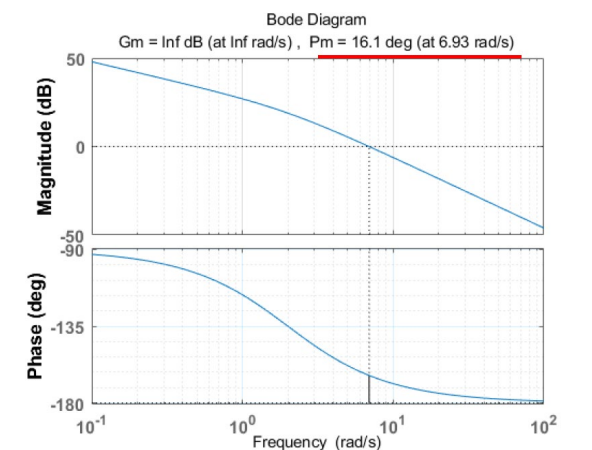
要求满足性能指标，静态误差速度 $K_V = 25s^{-1}$ ，相位裕量 γ 不小于 50°

校正前的开环系统传递函数

$$K_V = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{5}{0.2s(0.5s+1)} = 25$$

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



根据相位裕量要求，确定校正网络提供的相位超前角，

$$\phi = \gamma - \gamma_1 + \varepsilon = 50 - 16.1 + 8 = 41.9$$

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

$$L_c(\phi_m) = 20 \lg \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha}} \right) = 7.0 \text{db}$$

此时-7.0db 对应 $w_m = 10.5 \text{rad/s}$

确定 w_1, w_2

$$w_1 = \frac{1}{T} = w_m \sqrt{\alpha} = 4.70$$

$$w_2 = \frac{1}{\alpha T} = \frac{w_m}{\sqrt{\alpha}} = 23.48$$

因此有，

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

放大倍数为 $\frac{1}{\alpha} = 5$

因此接入校正电路后，系统的开环传递函数为

$$G(s)G_c(s) = \frac{5(1 + 0.2s)}{0.2s(0.5s + 1)(0.04s + 1)}$$

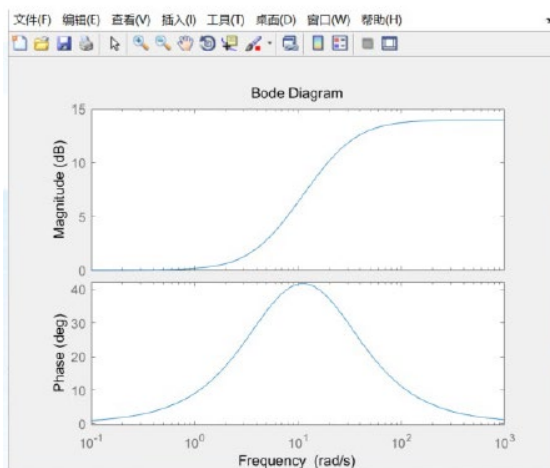


图1 校正装置频率特性曲线

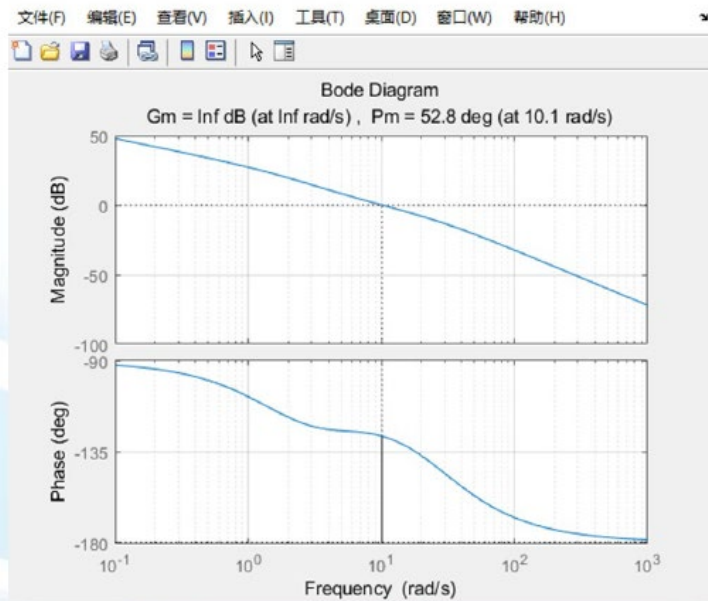
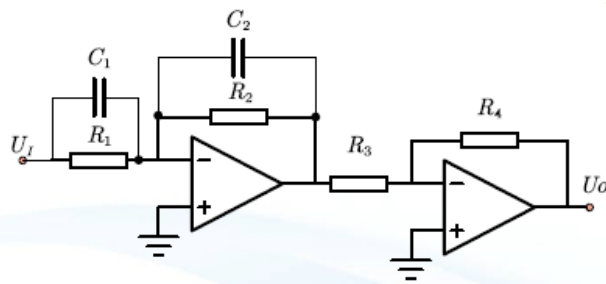


图2校正后开环系统的频率特性曲线

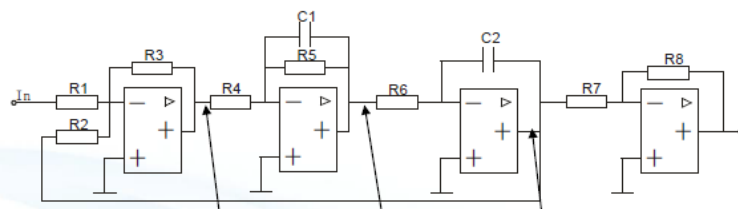
校正装置的传递函数，



$$G_C(s) = \frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} \cdot \frac{1 + R_1 C_1 s}{1 + R_2 C_2 s}$$

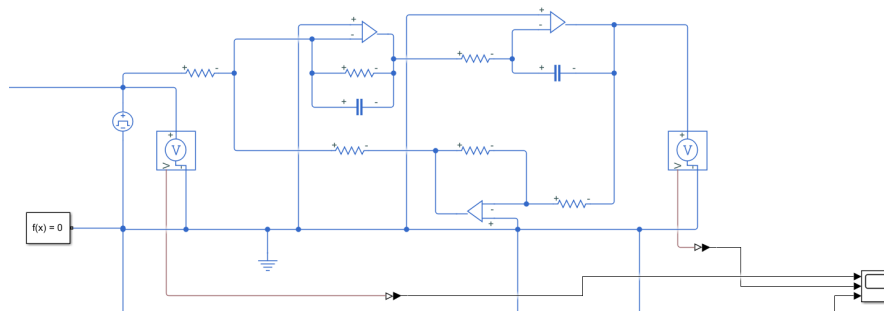
R1=200K, R2=400K, R3=100K, R4=50K, C1=1uF, C2=0.1uF

三、 实验数据记录、处理和分析

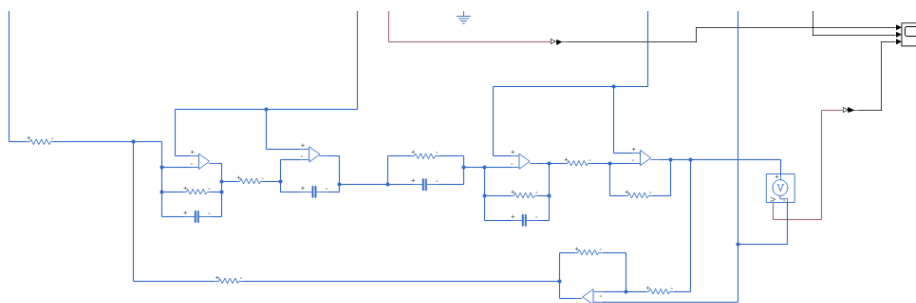


选择元件参数为，R1=R2=R3=R4=100K, R5=500K, C1=1uF, R6=200K, C2=1uF

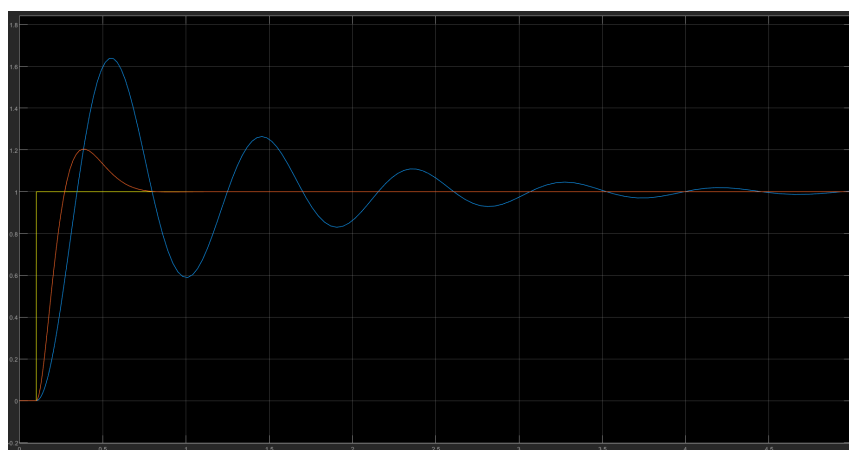
根据参考电路图搭出电路，未加串联校正的电路如下



加上了串联校正电路的电路如下，



加入单位阶跃信号，观察输出波形，



图中黄线为加入的阶跃信号，蓝线为未加串联校正装置的输出波形，橙色的线为加入了串联校正装置的输出波形。

首先，设计的校正装置为超前校正，目的是改善系统的动态性能，且静态性能尽量不受损，而系统的动态性能包括延迟时间、上升时间、峰值时间、调整时间、超调量等，静态性能则包括稳态误差；通过观察输出波形，可以发现未校正的蓝线动态性能较差，超调量较大、调整时间也较长，而校正后的橙线动态性能较好，超调量、调整时间等相较于蓝线均较小，一段时间后，校正后和未校正的输出波形也都收敛到黄线附近，这说明两者的静态性能相近。

而理论的静态误差，未校正系统的静态速度的误差系数 $K_V = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s)H(s) = 25$ ，因此在输入信号为单位阶跃函数时，静态误差为 $1/25$ ；校正后系统的静态位置误差系数为 25 ，与未校正一致；因此可以看出，矫正前后静态性能差别不大，而动态性能得到了显著的提升。