

专业实验报告

姓名: 邹娴

班级: 1902203

学号: 2190280633

同组人: 李俊一

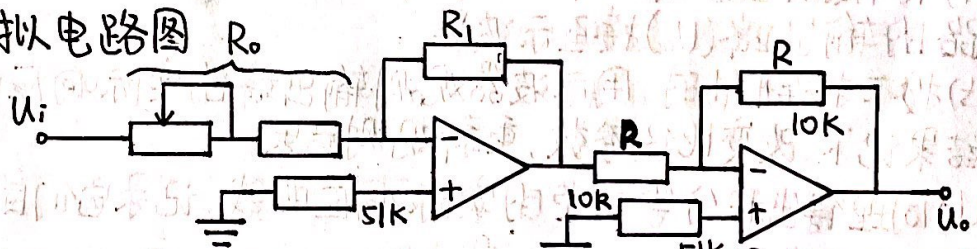
指导老师:

日期: 2021.10.31

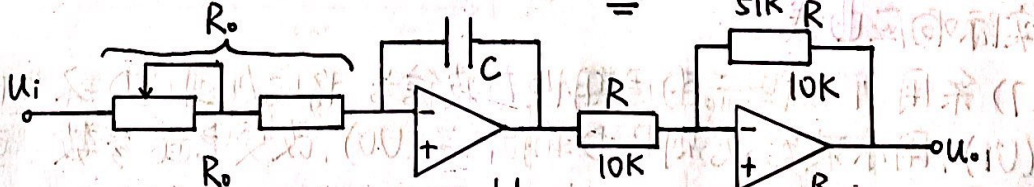
实验题目	典型环节的模拟研究
实验目的	1. 学习并掌握构成典型环节模拟电路 2. 熟悉各种典型环节的阶跃响应曲线 3. 了解参数变化对典型环节动态特性的影响, 学会由阶跃响应曲线计算典型环节传递函数
仪器设备	自控原理实验箱、计算机、表笔、导线若干

实验原理 模拟电路图

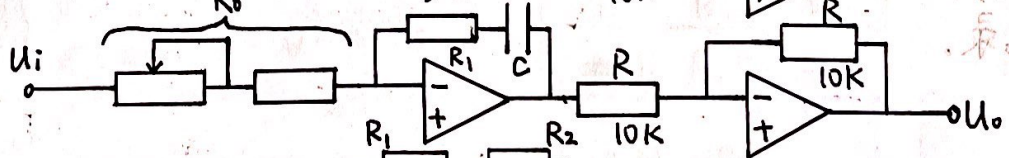
比例环节:



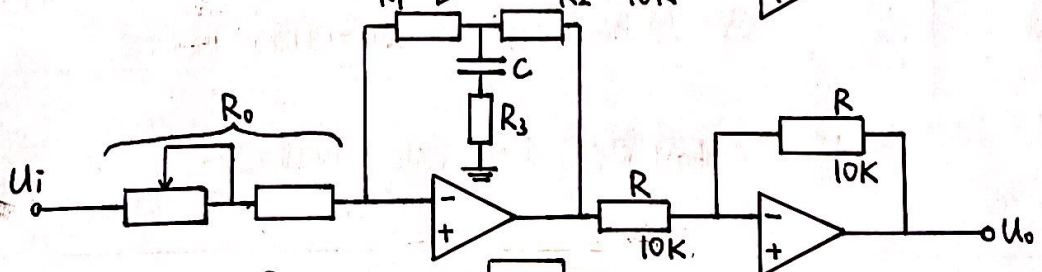
积分环节:



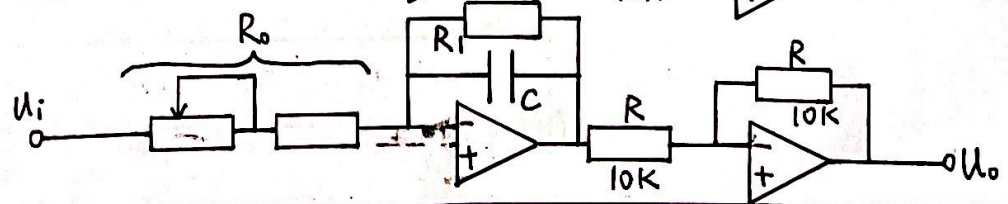
比例积分:



比例微分:

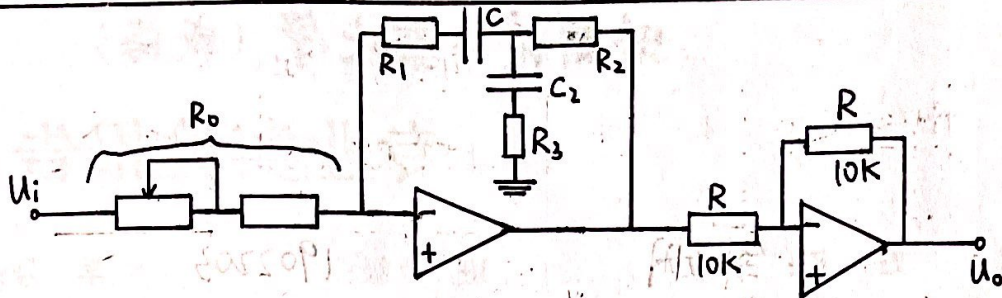


惯性环节:



实验步骤

比例积分微分:



(1) 准备: 使运放处于工作状态

将信号源单元(U1 SG)端ST(插针)与+5V端(插针)用“短路块”短接, 使运放单元电路中的场效应管(3DJ6)夹断, 这时运放处于工作状态。

(2) 阶跃信号的产生:

在U12 SP单元中, 将H1与+5V插针用“短路块”短接, H2插针用排线接至U14 P单元的X插针; 在U14 P单元中, 将Z插针和GND插针用“短路块”短接, 最后由Y端输出信号。

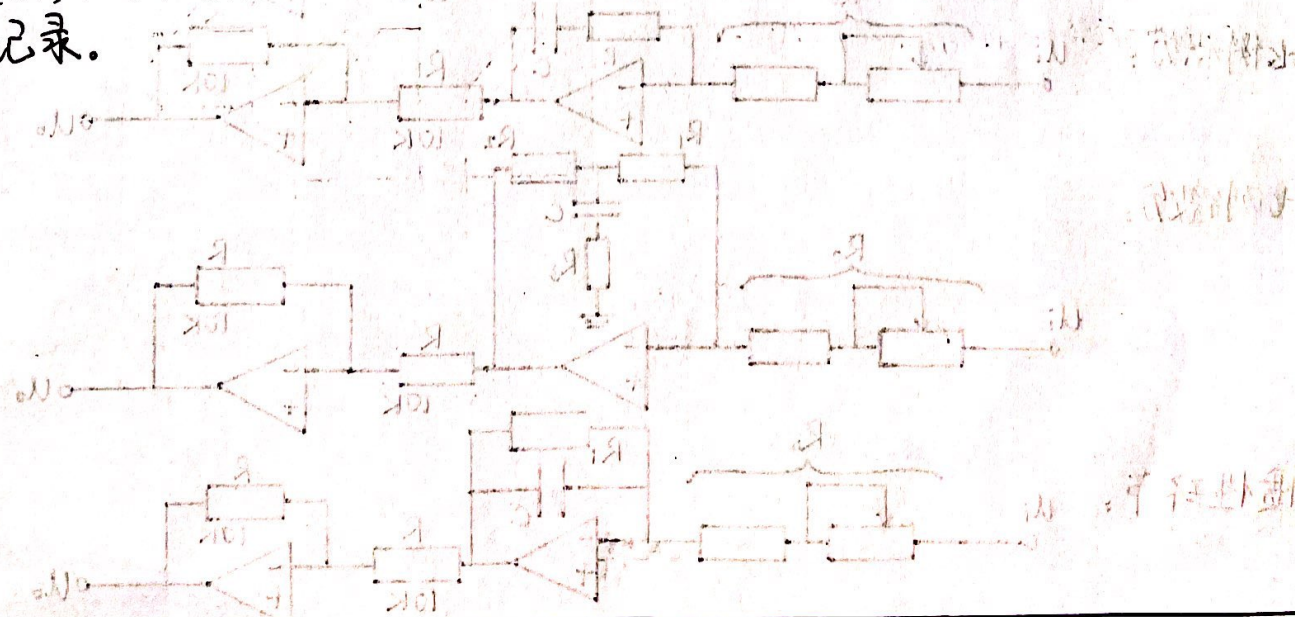
(3) 按各典型环节的模拟电路图将线接好

(4) 将模拟电路输入端(U_i)与阶跃信号的输出端Y相联接; 模拟电路的输出端(U_o)接至示波器

(5) 按下按钮H时, 用示波器观测输出端的实际响应曲线 $U(t)$, 且将结果记下。改变比例参数, 重新观测结果。

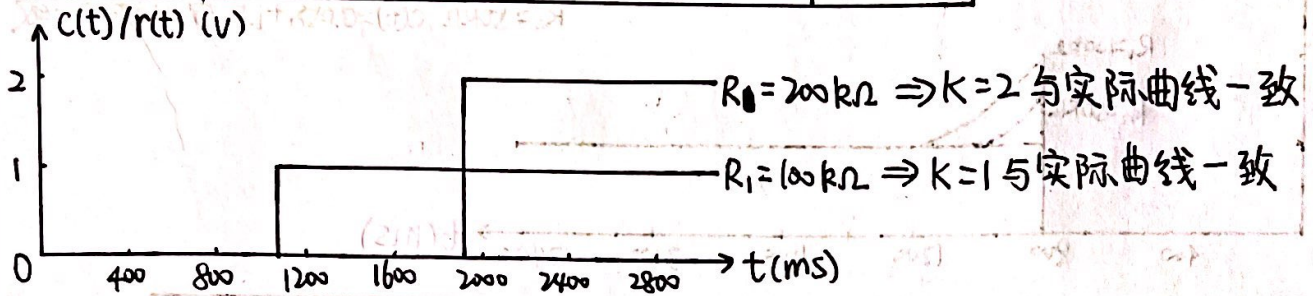
(6) 同理得出积分等环节的实际响应曲线, 记录它们的理想曲线和实际响应曲线

(7) 采用U1 SG单元的周期性方波信号, 将它加到PID环节的输入端(U_i), 用示波器观测PID输出端(U_o), 改变电路参数, 重新观察并记录。

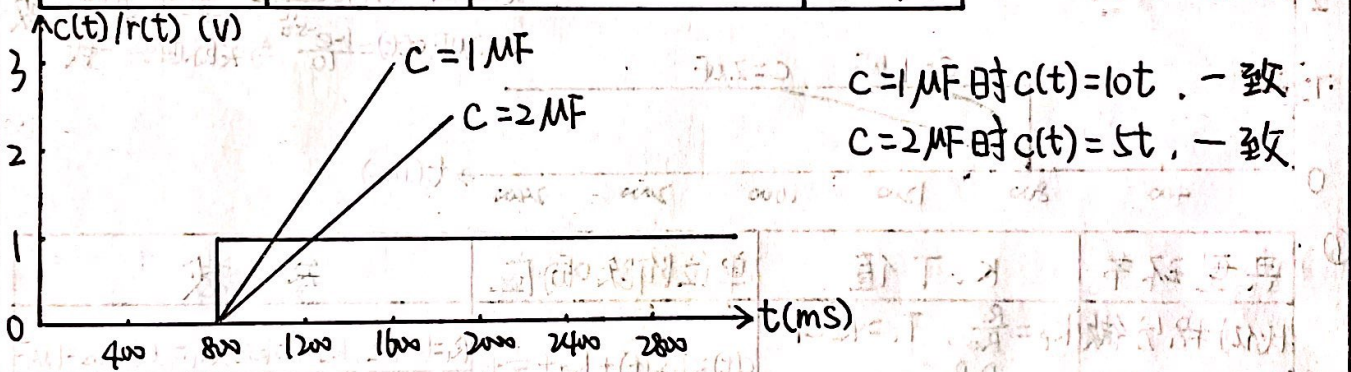


数据处理及实验结果分析 取 $R_0 = 100k$

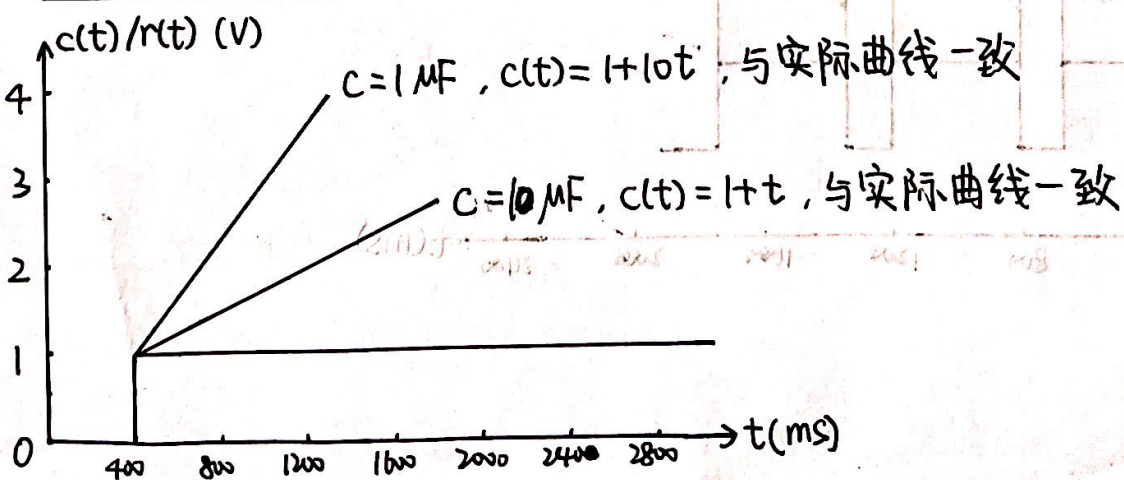
① 典型环节	K、T值	单位阶跃响应	参数
比例(P)	$K = \frac{R_1}{R_0}$	$c(t) = K$	$R_1 = 100k\Omega$ $R_1 = 200k\Omega$



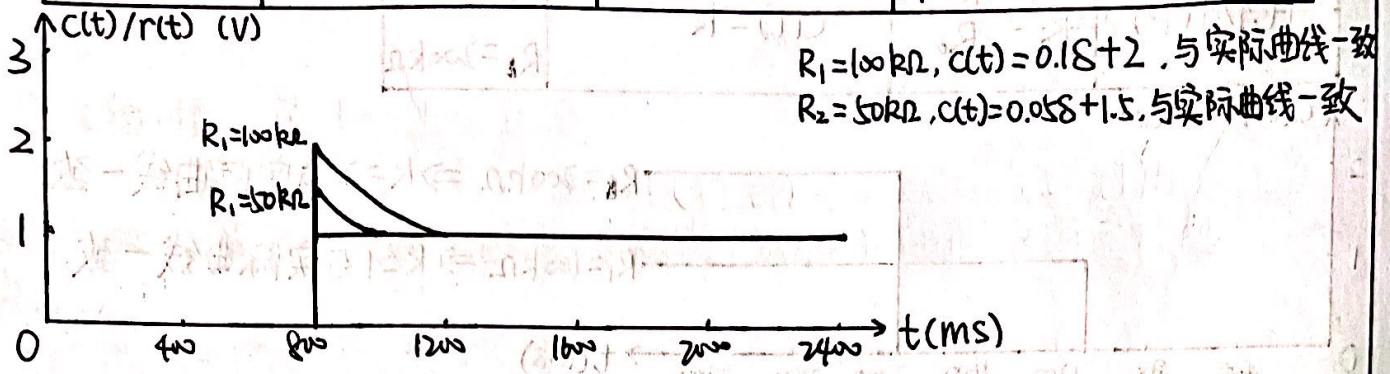
② 典型环节	K、T值	单位阶跃响应	参数
积分(I)	$T = RC$	$c(t) = \frac{1}{T}t$	$C = 1\mu F$ $C = 2\mu F$



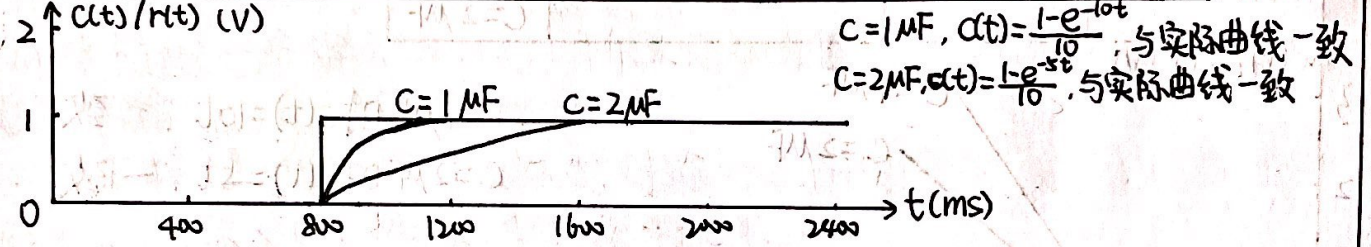
③ 典型环节	K、T值	单位阶跃响应	参数
比例积分(PI)	$K = \frac{R_1}{R_0}$ $T = R_0 C$	$c(t) = K + \frac{1}{T}t$	$C = 1\mu F, R_1 = 100k\Omega$ $C = 0.1\mu F, R_1 = 100k\Omega$



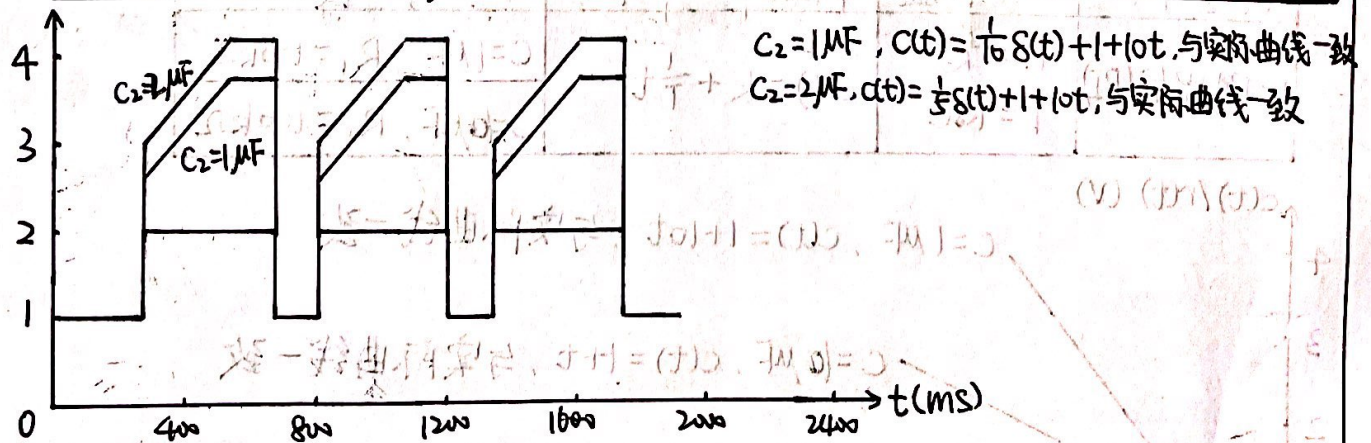
④ 典型环节	K、T 值	单位阶跃响应	参 数
比例微分(PD)	$K = \frac{R_1 + R_2}{R_0}, T = \frac{R_1 R_2 C}{R_1 + R_2}$	$C(t) = KTS + K$	$R_1 = 100k\Omega, R_2 = 100k\Omega, C = 1\mu F$ $R_1 = 50k\Omega, R_2 = 100k\Omega, C = 1\mu F$



⑤ 典型环节	K、T 值	单位阶跃响应	参 数
惯性环节	$K = \frac{R}{R_0}, T = R_1 C$	$C(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{T}})$	$C = 1\mu F, R_1 = 100k\Omega$ $C = 2\mu F, R_1 = 100k\Omega$



⑥ 典型环节	K、T 值	单位阶跃响应	参 数
比例积分微分环节(PID)	$K_P = \frac{R_1}{R_0}, T_I = R_0 C_1, T_D = \frac{R_1 R_2 C_2}{R_0}$	$C(t) = T_D \delta(t) + K_P + \frac{1}{T_I} t$	$R_1 = 100k\Omega, R_2 = 100k\Omega, C_1 = 1\mu F, C_2 = 1\mu F$ $R_1 = 100k\Omega, R_2 = 100k\Omega, C_1 = 1\mu F, C_2 = 2\mu F$



哈尔滨工业大学 (威海)

专业实验报告

姓名: 邹娟

班级: 1902203

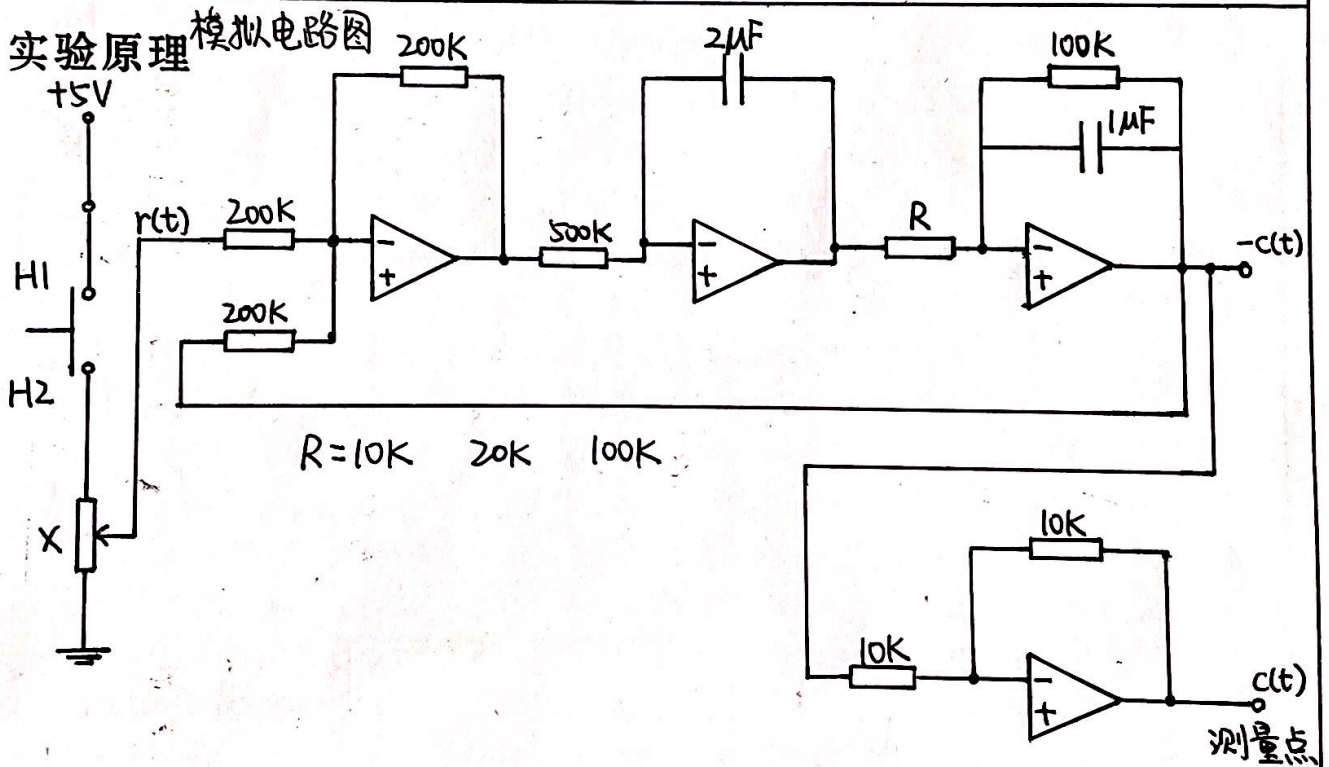
学号: 2190280633

同组人: 李俊一

指导老师:

日期: 2021.10.31

实验题目	控制系统的瞬态响应
实验目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 学习构成二阶系统的模拟电路 2. 熟悉二阶系统的阶跃曲线, 了解参数变化对典型环节动态特性的影响 3. 学会由阶跃响应曲线计算典型环节传递函数
仪器设备	自控原理实验箱、计算机、表笔、导线若干



实验步骤

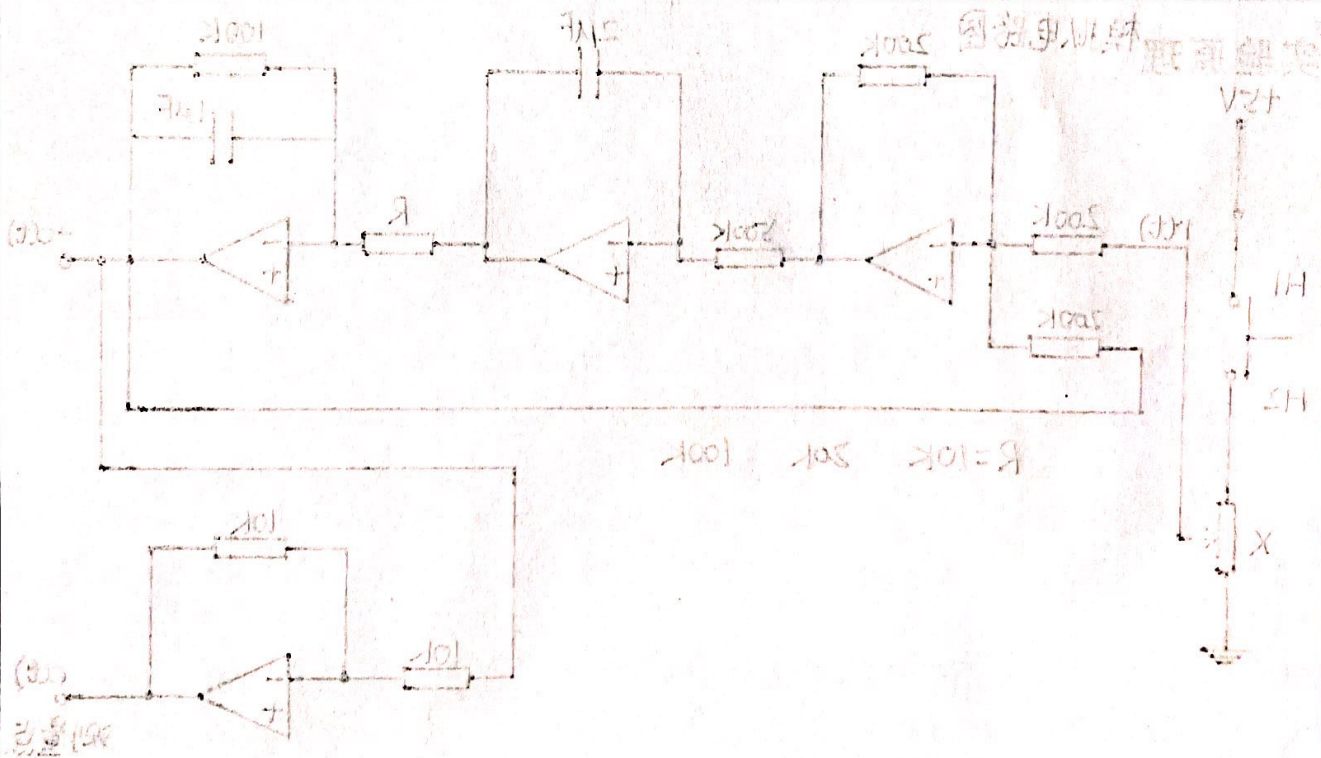
准备：“信号源单元”(UI SG)的ST插针和+5V插针用“短路块”短接，使运算放大器反馈网络上的场效应管3DJ6夹断。

①按模拟电路图接线， $R=10K$

②示波器观察系统阶跃响应 $C(t)$ ，测量并记录超调量 M_p ，峰值时间 t_p 和调节时间 t_s ，得出 $K, \omega_n, \xi, C(t_p), C(\infty)$ 在情况 $(0 < \xi < 1)$ 时的值。

③分别按 $R=20K, R=40K, R=100K$ 改变系统开环增益，观察相应的阶跃响应 $C(t)$ ，测量并记录性能指标 M_p, t_p 和 t_s ，各参数 $K, \omega_n, \xi, C(t_p), C(\infty)$ 的值及系统的稳定性，记录响应曲线。

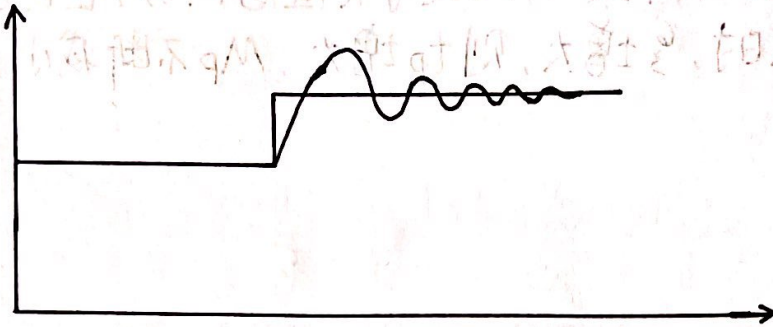
注意：临界状态时(即 $\xi=1$) $t_s = 4.7/\omega_n$



数据处理及实验结果分析

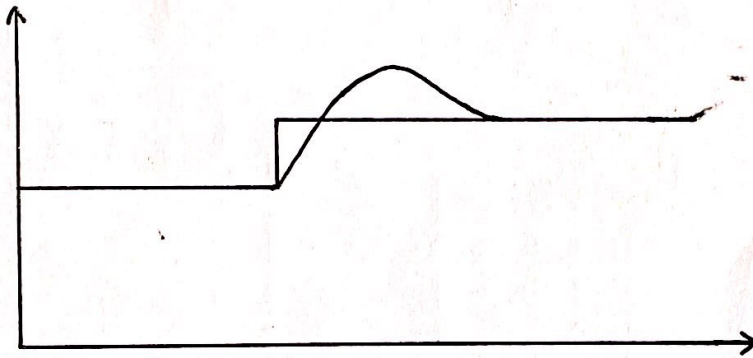
①欠阻尼状态

$R = 10\text{k}\Omega$, $M_p = 70.74\%$, $t_p = 0.037\text{s}$, $t_s = 0.453\text{s}$



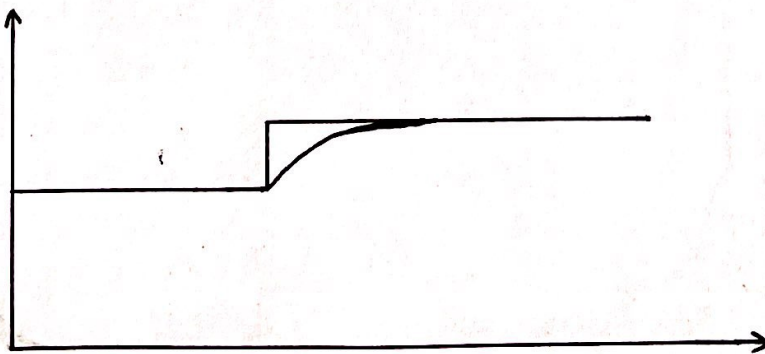
②临界阻尼状态

$R = 60\text{k}\Omega$



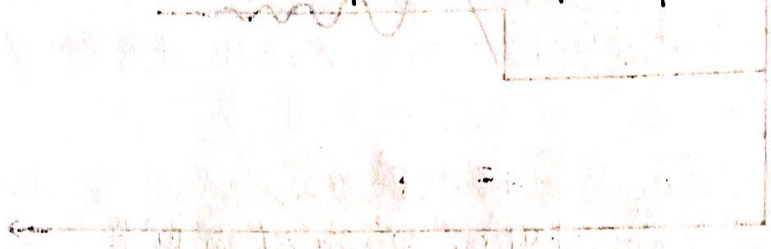
③过阻尼状态

$R = 100\text{k}\Omega$



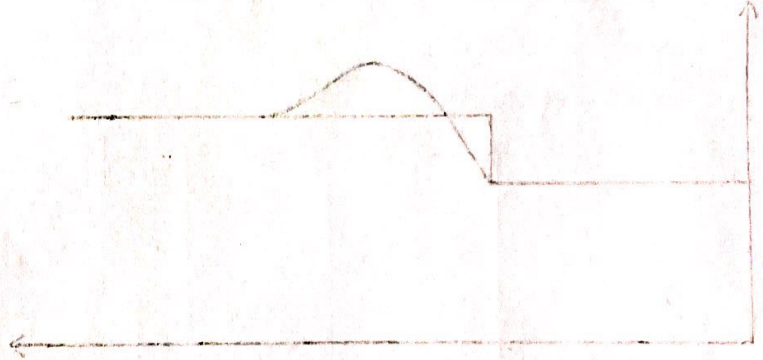
当R增大时, ξ 的变化为从 $0 < \xi < 1$ 到 $\xi > 1$, 阶跃响应从欠阻尼状态变化为临界阻尼状态, 再变化为过阻尼状态。

当 $10k\Omega \leq R \leq 60k\Omega$ 时, 阶跃响应处于欠阻尼状态, 在R的范围内从 $R=10k\Omega$ 不断增大时, ξ 增大, 则 t_p 增大, M_p 不断减小, t_s 不断减小。



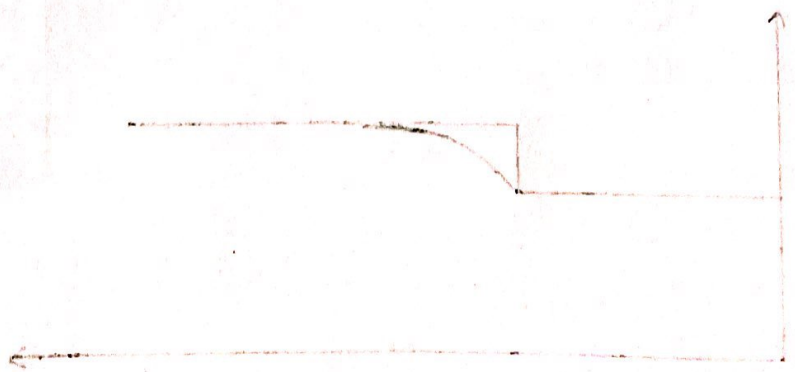
① 欠阻尼阶跃响应

$R = 60k\Omega$



② 临界阻尼阶跃响应

$R = 10k\Omega$



专业实验报告

姓名: 邹娴

班级: 1902203

学号: 2190280633

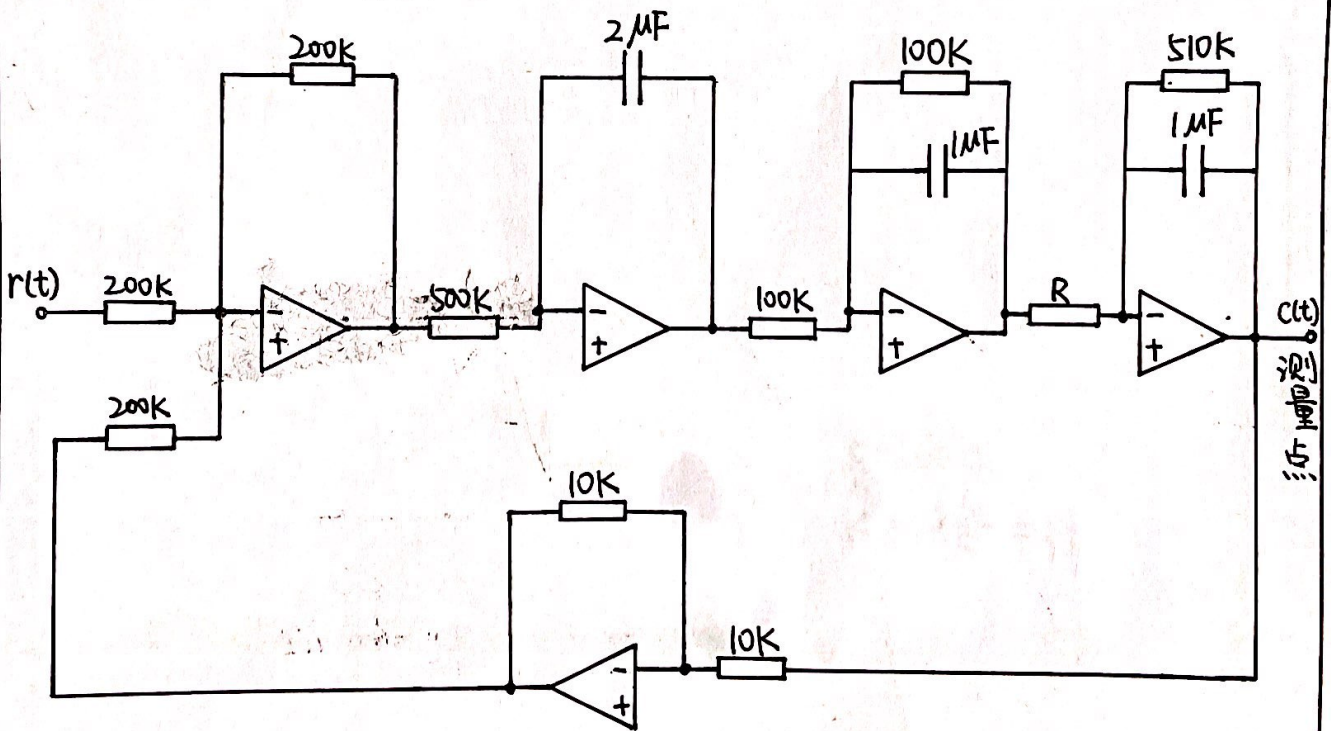
同组人: 李俊一

指导老师:

日期: 2021.10.31

实验题目	控制系统的稳定性研究
实验目的	1. 观察系统的不稳定现象 2. 研究系统的开环增益和时间常数对稳定性的影响
仪器设备	自控原理实验箱、计算机、表笔、导线若干

实验原理 模拟电路图



实验步骤

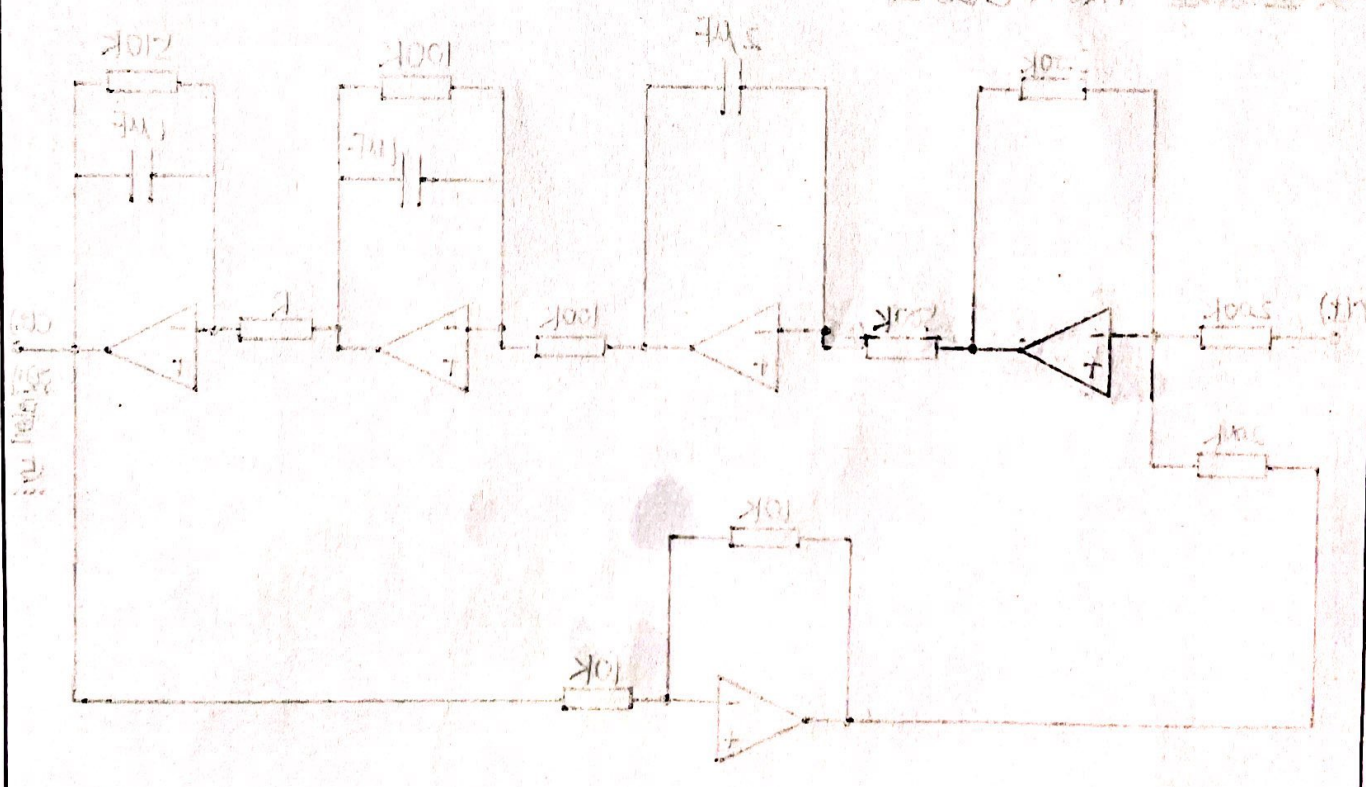
准备：“信号源单元”(U1 SG)的ST插针和+5V插针用“短路块”短接，使运算放大器反馈网络上的场效应管3DJ6夹断。

- ①按模拟电路图接线， $R=30K$ ， $r(t)$ 输入为阶跃信号
- ②用示波器观察系统阶跃响应 $c(t)$ ，测量并记录波形
- ③减小开环增益($R=42.6; 100K$)观察系统阶跃响应，参数 K 取值及响应曲线。

各运算放大器不用接电源，用短路块短接ST插针和+5V插针，使场效应管3DJ6夹断。

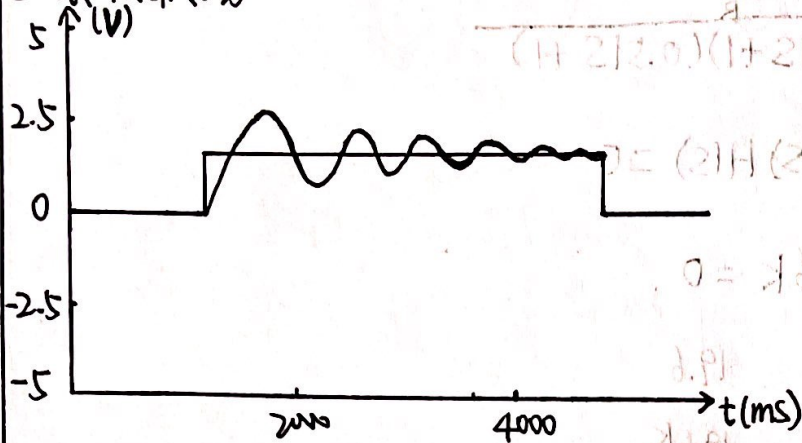
于该电路，运算放大器，用短路块短接ST插针和+5V插针。

图 2-1-1 实验原理图



数据处理及实验结果分析

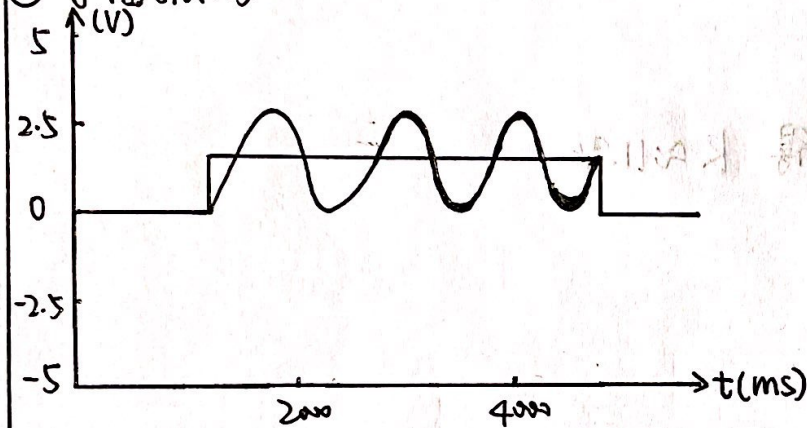
① 衰减振荡



$$R = 100k\Omega$$

$$K = \frac{510}{R} = 5.1$$

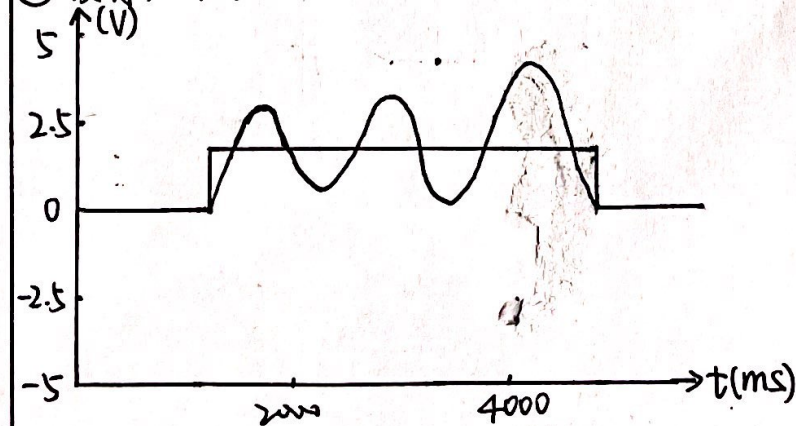
② 等幅振荡



$$R = 42.6k\Omega$$

$$K = \frac{510}{R} = 11.96$$

③ 发散振荡



$$R = 30k\Omega$$

$$K = \frac{510}{R} = 17$$



~~$6s^3 + 11.96s^2 + 19.6s + 19.6k = 0$~~

开环传递函数 $G(s)H(s) = \frac{\frac{510}{R}}{s(0.1s+1)(0.5s+1)}$

系统的特征方程为 $1 + G(s)H(s) = 0$

$\therefore 6s^3 + 11.96s^2 + 19.6s + 19.6k = 0$

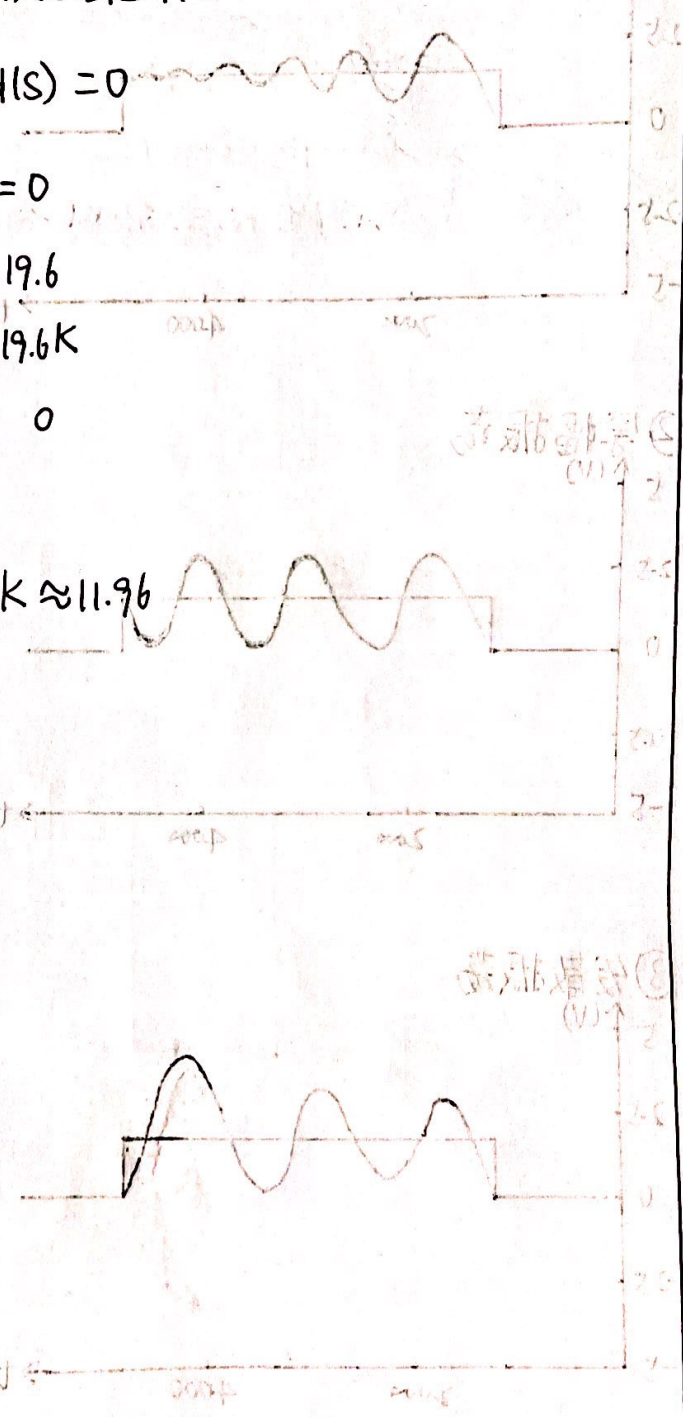
劳斯表

s^3	1	19.6
s^2	11.96	19.6k
s	$\frac{234.416 - 19.6k}{11.96}$	0
s^0	19.6k	

令 $\frac{234.416 - 19.6k}{11.96} = 0$ 得 $k \approx 11.96$

与实验曲线相符

$R = 30k\Omega$
 $k = \frac{510}{R} = 11$



专业实验报告

姓名: 邹娴

班级: 1902203

学号: 2190280633

同组人: 李俊一

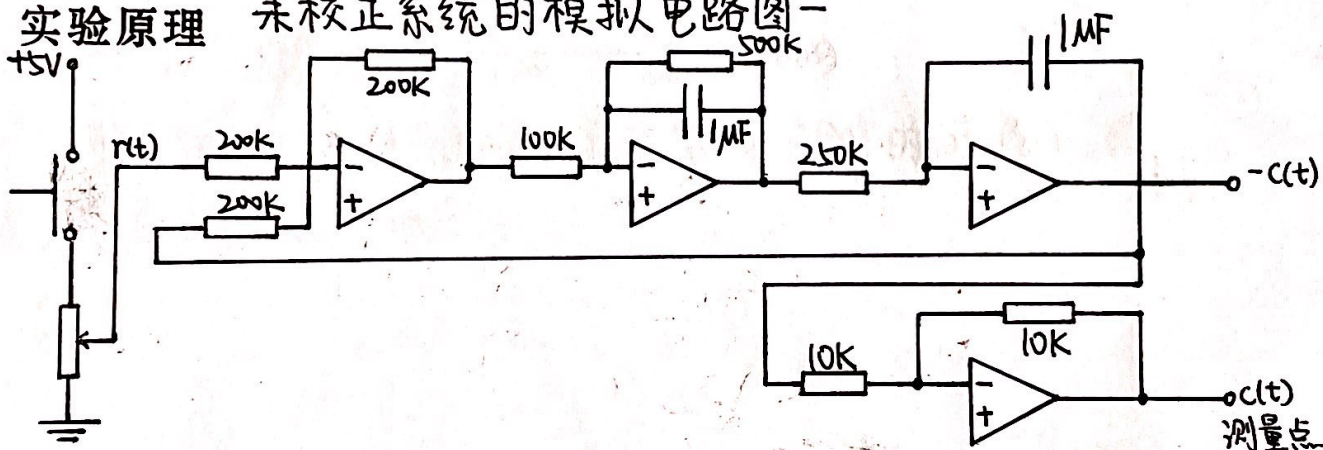
指导老师:

日期: 2021.10.31

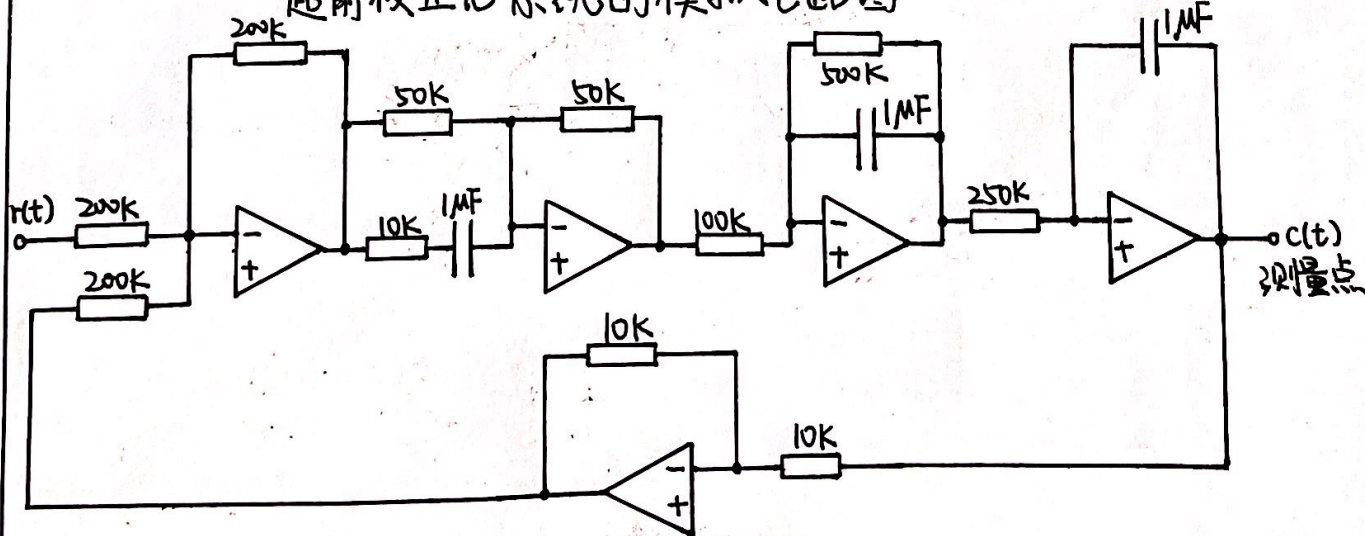
实验题目	连续系统的串联校正
实验目的	1. 研究串联环节校正环节对系统稳定性及过渡过程的影响 2. 熟悉和掌握系统过渡过程的测量方法
仪器设备	自控原理实验箱、计算机、表笔、导线若干

实验原理

未校正系统的模拟电路图一



超前校正后系统的模拟电路图二



实验步骤

(1) 测量未校正系统的性能指标

准备: 将“信号源单元”(U1 SG)的ST插针用“短路块”短接

① 按图一接线

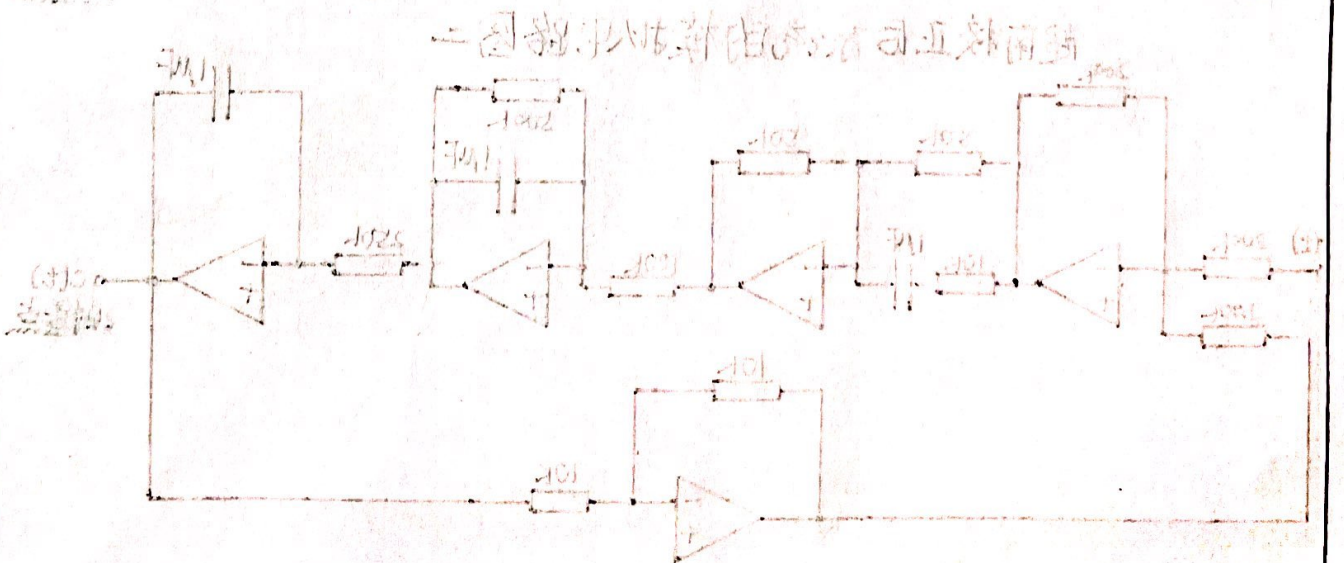
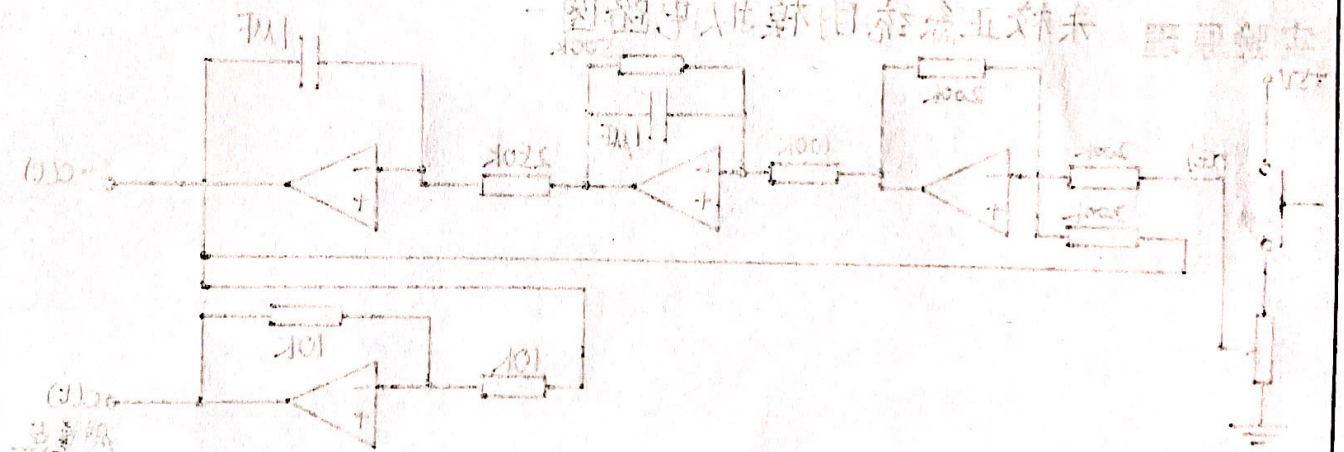
② 加入阶跃电压, 观察阶跃响应曲线, 并测出超调量 M_p 和调节时间 t_s , 将曲线及参数及参数记录下来

(2) 测量校正系统的性能指标

① 按图二接线

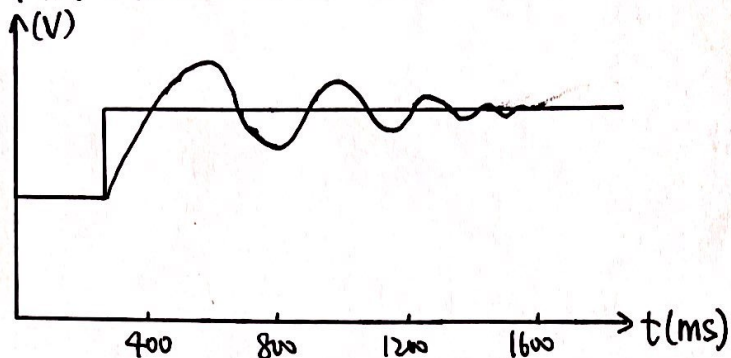
② 加入阶跃电压, 观察阶跃响应曲线, 并测出超调量 M_p 以及调节时间 t_s , 看是否达到期望值, 若未达到, 请仔细检查接线(包括阻容值)

(3) 记录校正前后的具体参数 M_p 和 t_s 值及响应曲线。



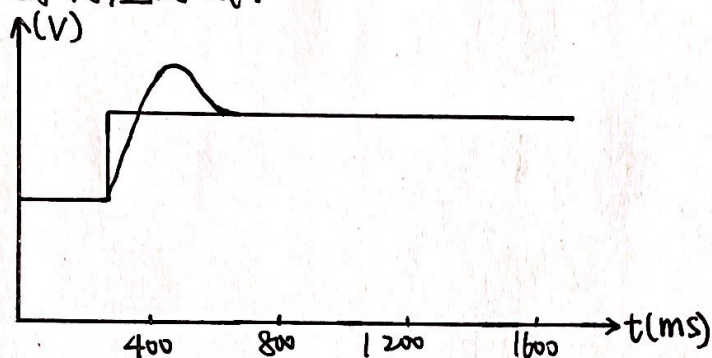
数据处理及实验结果分析

① a断开的响应曲线:



$$M_p = 5.498\%$$
$$t_s = 1584.8 \text{ ms}$$

② a闭合的响应曲线:



$$M_p = 1.984\%$$
$$t_s = 404.2 \text{ ms}$$

串联超前校正使系统超调量下降、调节时间减小,改善了系统的动态性能。

