实验一　典型环节的模拟研究

一．实验目的

1．通过搭建典型环节模拟电路，熟悉并掌握自动控制综合实验台的使用方法。
2．熟悉各种典型环节的的阶跃响应。
3．研究参数变化对典型环节阶跃响应的影响。
4．掌握 ACES 软件的使用方法。

二．实验仪器

1．ACES 自动控制综合实验台　　2．计算机　　3．ACES 软件

三．实验内容

1．观察比例环节的阶跃响应曲线

典型比例环节模拟电路如图 1-1 所示，比例环节的传递函数为：$\dfrac{U_0(s)}{U_i(s)}=K$

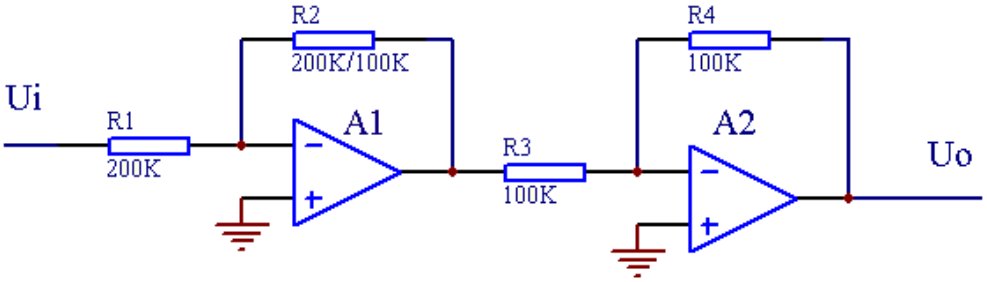

图 1-1 典型比例环节模拟电路

（1）　比例系数（放大倍数）选取：
　　A．当 K=1、K=2、K=5 时，分别观测阶跃响应曲线，并记录输入信号输出信号波形；
　　B．比例放大倍数 K=R2/R1；
（2）　阶跃信号设置：阶跃信号的幅值选择 1 伏（或 5 伏）
（3）　连接虚拟示波器：
　　A．将输入阶跃信号用排题线与示波器通道 CH1 相连接；
　　B．将比例环节输出信号（实验电路 A2 的“OUT2”）与示波器通道 CH2 相连接。
（4）　输入阶跃信号（手动），通过虚拟示波器观测输出阶跃响应曲线并进行记录。

2．观察积分环节的阶跃响应曲线

典型积分环节模拟电路如图 1-2 所示，积分环节的传递函数为：$\dfrac{U_0(s)}{U_i(s)}=\dfrac{1}{TS}$

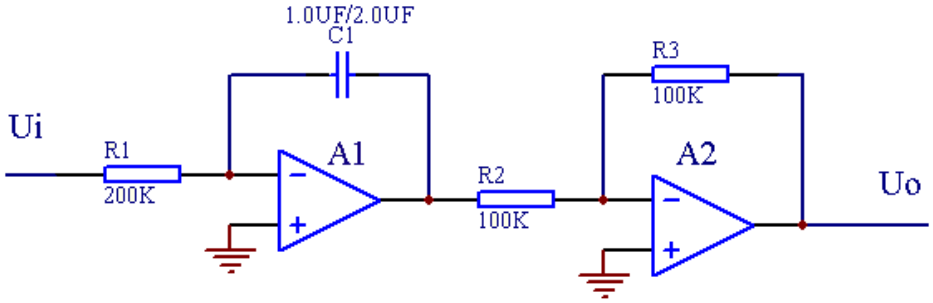

图 1-2 典型积分环节模拟电路

（1） 积分时间常数 T 选取：

A．T=1 秒，T=0.2 秒，T=0.1 秒；

B．T=1 秒=R1*C1=100K*10UF， T=0.2 秒= R1*C1=100K*2UF，

T=0.1 秒= R1*C1=100K*1UF。

（2） 输入阶跃信号，通过虚拟示波器观测输出阶跃响应曲线并进行记录。

（注：在每次触发阶跃开关后，须要上下拨动函数发生器区的函数启动停止开关一次，以释放电容 C1 中的电量，保证积分环节模拟电路对下一次的阶跃信号产生正确响应。）

（3） **“重复运算”**：第一步：输入信号 0 伏，观察示波器输入信号在 0 伏准备位置；第二步：将函数启动停止开关由“函数停止”位置拨到“函数启动”位置，电容开始放电（须等 5~10 秒），然后再把开关拨到“函数停止”位置；第三步：输入 1 伏阶跃信号（按黄按钮一次），示波器上即可看到输入波形变化；

3．观察比例积分环节的阶跃响应曲线

比例积分环节的传递函数为：$\dfrac{U_0(s)}{U_i(s)} = K + \dfrac{1}{TS}$

当 K=1 时，分别观察 T=1，T=0.2, T=0.1 的阶跃响应曲线。

[注意]： 在开环状态下，如果典型环节中有积分环节，就要放电。可参考积分环节（3）（4）的具体方法，进行重复观察！

4．观察微分环节的阶跃响应曲线

典型微分环节模拟电路如图 1-3 所示，微分环节的传递函数为：$\dfrac{U_0(s)}{U_i(s)} = TS$

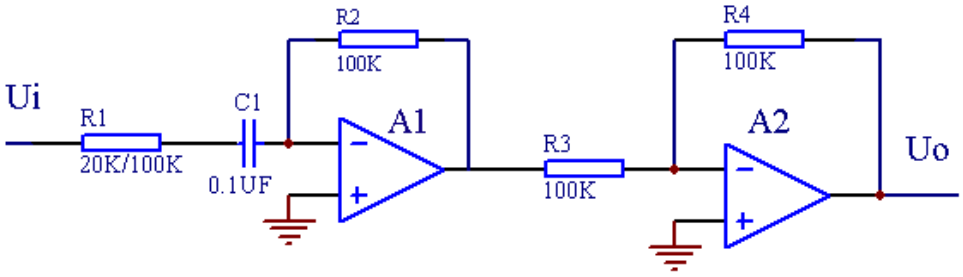

图 1-3 典型微分环节模拟电路

（1） 微分时间常数 T=1 秒，T=0.2 秒，T=0.1 秒；
（2） R1=0， C1 和 R2 根据 T 确定

5．观察比例微分环节的阶跃响应曲线

比例微分环节的传递函数为：$\dfrac{U_0(s)}{U_i(s)} = K(1+TS)$

参数：K=1，T=1；K=1，T=0.2； K=2，T=1 。

6．观察比例微分积分环节的阶跃响应曲线

比例微分积分环节的传递函数为：$\dfrac{U_0(S)}{U_i(S)} = K_p + \dfrac{1}{T_i S} + T_d S$

参数：(1) K（p）=1，T(i)=1， T(d)=1；
(2) K（p）=1，T(i)=0.2, T(d)=1；
(3) K（p）=1，T(i)=0.1, T(d)=1 。

7．观察惯性环节的阶跃响应曲线

典型惯性环节模拟电路如图 1-4 示，惯性环节的传递函数为：$\dfrac{U_0(s)}{U_i(s)} = \dfrac{K}{TS+1}$

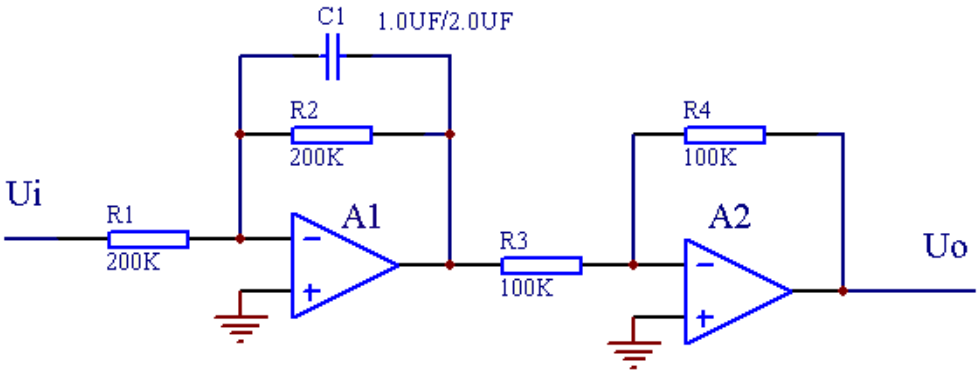

图 1-4 型惯性环节模拟电路

惯性环节时间常数 T=1 秒，T=0.2 秒，T=0.1 秒

四．实验结果

1. 将实验记录数据记在表 1-1 中
2. 绘出各种典型环节理想的和实测的阶跃响应曲线

表 1-1

典型环节		理想阶跃响应曲线	实测阶跃响应曲线
比例环节	K=1		
	K=2		
	K=5		
积分环节	T=1		
	T=0.2		
	T=0.1		
比例积分环节	K=1 T=1		
	K=1 T=0.2		
	K=1 T=0.1		
微分环	T=1		

节	T=0.2		
	T=0.1		
比例微分环节	K=1 T=1		
	K=1 T=0.2		
	K=2 T=0.1		
比例微分积分环节			
惯性环节	T=1		
	T=0.2		
	T=0.1		

五、思考题

1. 在图 1-中比例放大器 A1 输入端加入阶跃信号，观测 A1 输出信号和输入信号相反，若想同方向观测比较输出信号和输入信号应采取什么措施？
2. 惯性环节什么情况下近似为积分环节？什么情况下近似为比例环节？能否通过实验来验证。
3. 用示波器观察时：（1）如何调整所观察波形在显示屏上的位置？根据什么原理？（2）如何改变信号在 Y 轴的大小？根据什么原理？　（3）如何在 X 轴方向展开或压缩所观察的信号？根据什么原理？
4. 如何通过实验测定惯性环节的时间常数？将测定结果与理论结果比较。
5. 什么情况下函数启动停止开关由“函数停止”位置拨到“函数启动”位置？
6. 使用 ACES 自动控制综合实验台时特别要注意那几个问题？为什么？