实验二　二阶系统特征参数对系统性能的影响

一．实验目的

1．研究二阶系统特征参量（ω_n，ξ）对系统性能的影响；

2．研究斜坡输入作用下二阶系统的静态误差。

3. 掌握测试过渡过程的一种测试方法。

二．实验内容

1．观测特征参量ξ对二阶系统性能的影响

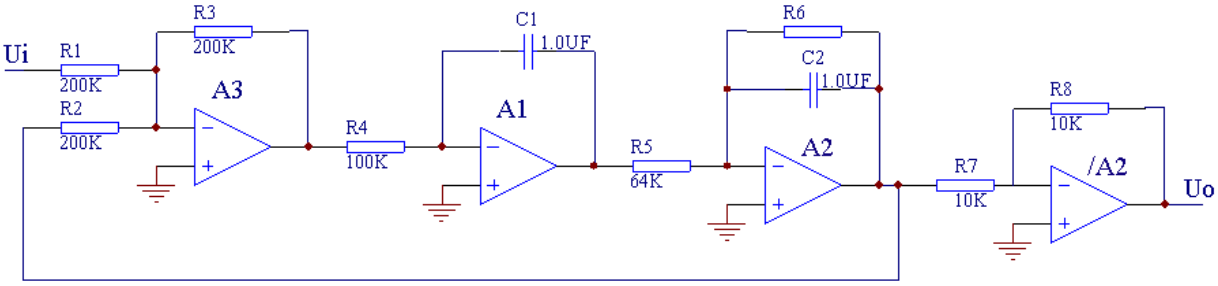

图 2-1 二阶系统模拟电路（ω_n＝12.5)

典型二阶系统模拟电路如图 2-1 所示，二阶振荡环节的传递函数为：

$$\frac{U_0(s)}{U_i(s)}=\frac{\omega_n^{\ 2}}{S^2+2\xi\omega_n S+\omega_n^{\ 2}}$$　　其固有频率 ω_n＝12.5

二阶系统阻尼系数ξ＝0.2，选取 R6＝200K。

二阶系统阻尼系数ξ＝0.4，选取 R6＝100K。

二阶系统阻尼系数ξ＝0.8，选取 R6＝50K。

（1）　连接虚拟示波器：

将实验电路 A2 的“$\overline{\mathrm{OUT2}}$”（系统输出）与示波器通道 **CH2** 相连接。输入信号与示波器通道 **CH1** 相连接

（2）　输入阶跃信号，通过虚拟示波器观测不同特征参量ξ下输出阶跃响应曲线,并记录曲线的超调量σ％ 、峰值时间 tp 以及调节时间 ts。

2．观测特征参量ω_n对二阶系统性能的影响

二阶系统模拟电路如图 2-2 所示，其阻尼系数ξ＝0.4：

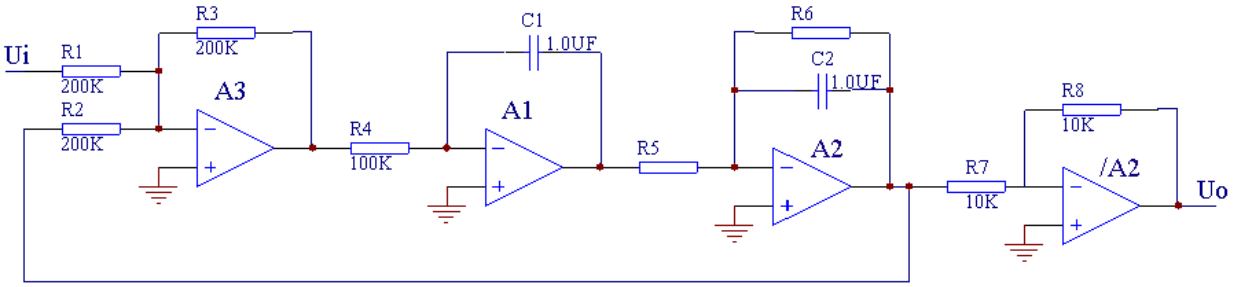

图 2-2 二阶系统模拟电路（ξ＝0.4)

A．当 R5＝256K、R6=200K 时，则该二阶系统固有频率 ω_n ＝6.25

B．当 R5＝64K、R6=100K 时，二阶系统固有频率 ω_n ＝12.5

C．当 R5＝16K、R6=50K 时，二阶系统固有频率 ω_n ＝25

输入阶跃信号，通过虚拟示波器观测不同特征参量 ω_n 下输出阶跃响应曲线,并记录曲线的超调量σ％ 、峰值时间 tp 以及调节时间 ts。

3．观测斜坡输入作用下二阶系统的静态误差

给定的二阶系统模拟电路如图 2-3 所示：

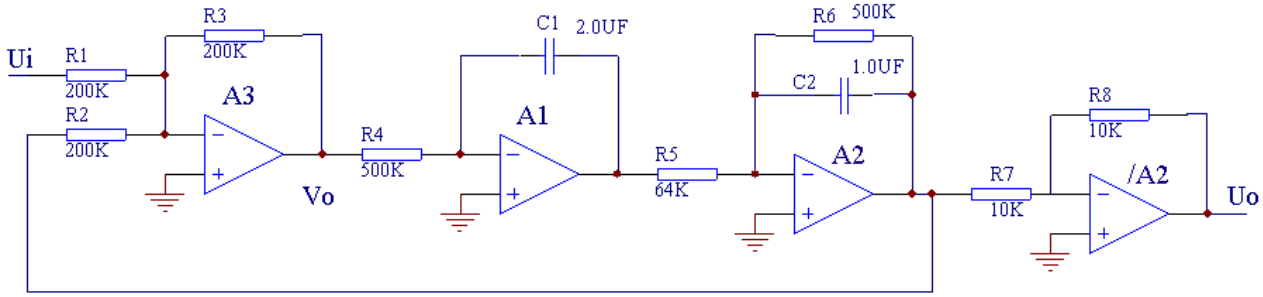

图 2-3 二阶系统模拟电路

（1） 设置函数发生器：

A．将函数发生器区的选择开关拨至“斜波”；

B．将函数发生器区的“函数输出”端子与实验电路 A3 的“IN32”端子相连接；

C．将函数发生器区的“函数启动停止”开关拨至启动，则“函数输出”端子将周期性的产生斜波信号，调节“调幅”旋钮可改变斜波信号的斜率。

（2） 搭建二阶系统模拟电路：

A．将实验电路 A3 的“OUT3”端子与实验电路 A1 的“IN12”端子相连接，将 A1 的“OUT1”与 A2 的“IN21”相连接，将 A2 的“OUT2”与 A3 的“IN33”相连接；

B．按照图 1-3-3 选择拨动开关：

图中：R1=200K、R2=200K、R3=200K、R4=500K、R5＝64K、R6=500K、R7=10K、R8=10K、C1=2.0uF、C2=1.0uF

将 A3 的 S5、S6、S10，A1 的 S4、S10，A2 的 S3、S14 拨至开的位置；

（3） 连接虚拟示波器：方法同前。

（4） 输入斜坡信号，通过虚拟示波器观测响应曲线

A．调节函数发生器的“调幅”旋钮，使斜坡斜率恒定，分别改变 R4、R5、R6 的阻值，并根据改变后的电路参数计算出相应的开环增益 K 值，绘制输出波形，观测并记录稳态误差结果。

B．保持 R4=500K、R5＝64K、R6=500K 阻值不变即保持开环增益 K 不变，调节“调幅”旋钮，使斜波斜率由小增大，绘制不同斜率下输出的波形，观测并记录稳态误差结果。

四．实验结果

1．讨论系统特征参量（ω_n，ξ）变化时对系统性能的影响。

2．根据电路图中的参数计算下表中的理论值，并和实测值一起填入表 2-1、表 2-2 中

表 2-1

二阶系统特征参量值		实测阶跃响应曲线	超调量 σ %		峰值时间 tp		调节时间 ts	
			理论值	实测值	理论值	实测值	理论值	实测值
ω_n＝ **12.5**	ξ＝0.2							
	ξ＝0.4							
	ξ＝0.8							

表 2-2

二阶系统特征参量值		实测阶跃响应曲线	超调量 σ %		峰值时间 tp		调节时间 ts	
			理论值	实测值	理论值	实测值	理论值	实测值
ξ =0.4	ω_n = 6.25							
	ω_n = 12.5							
	ω_n = 25							

3．根据斜坡输入作用下二阶系统的静态误差实验结果填写下表 2-3、表 2-4 中。

表 2-3

	开环增益 K	实测响应曲线	**稳态误差**
斜坡斜率 R（t）不			

变			

结论：斜率一定时，若 K 增大，则稳态误差_____。

表 2-4

	斜坡斜率	实测响应曲线	稳态误差
开环增益K不变			

结论：开环增益一定时，若斜率减小，则稳态误差_____。

五、思考题

1. 输入阶跃信号的幅值应如何考虑为最佳？
2. 为什么要同时观察输入阶跃信号和系统输出响应信号？
3. 实验线路中如何确保系统是负反馈？
4. 图 2-1 中 A1 的输出“OUT1”和“$\overline{\mathrm{OUT2}}$”有哪些不同？
5. 二阶系统改变增益会发生不稳定现象吗？
6. 如何测量二阶系统的稳态误差？
7. 放大器 A1 的输入电阻 R1 设置为 100K 时有几种方法？