

# 自动控制原理实验报告

实验二 系统的动态性能与稳态的研究

实验三 高阶系统的稳定性分析



## 实验二 系统的动态性能与稳态的研究

### 一、实验目的

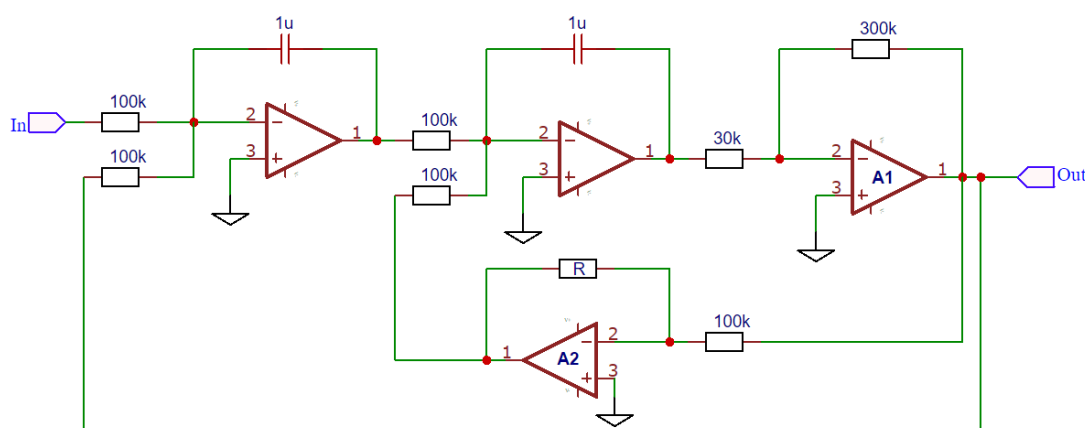
- 1、掌握二阶系统性能指标的测试技术；
- 2、研究二阶系统的阻尼比  $\zeta$  和无阻尼自振荡频率  $\omega$  对系统动态性能的影响；
- 3、分析系统在不同输入信号作用下的稳态误差；
- 4、观察系统稳定和不稳定的运行状态，研究开环放大系数及时间常数对系统稳定性的影响。

### 二、实验仪器及设备

- 1、STAR ACT教学模拟机
- 2、数字示波器

### 三、实验内容及步骤

- 1、断开电源，按图1的模拟电路组成二阶系统（自行选择放大器）



- 2、检查连线，确诊无误后闭合电源，按以下步骤进行实验记录。使  $K_3=10$ （A1 放大器的放大系数），并保持输入矩形波幅值不变，依下表所列( $\alpha=R/100k$ )的变化值逐次改变，记录表内  $\sigma\%$ ,  $t_p$ ,  $t_s$  数据（见下表）

注意： $\alpha = 0$  情况下的意思是内反馈不接入电路

参数		$\omega n$	$\xi$	$\omega d$	$\sigma(V)$	$tp(ms)$	$ts(ms)$
$\alpha = 0$	计算值	31.6			4.02	99.167	50.6
	实验值				——	——	——
$\alpha = 0.13$	计算值	31.6	0.212	30.89	0.36	101.72	463.3
	实验值				0.42	102.36	458.7
$\alpha = 0.33$	计算值	31.6	0.532	26.98	0.15	116.45	191.2
	实验值				0.09	117.38	204.6
$\alpha = 0.44$	计算值	31.6	0.701	22.72	0.105	138.56	151.02
	实验值				0.082	143.9	134.6
$\alpha = 0.63$	计算值	31.6	0.99	2.78	0	——	171.2
	实验值				0	——	172.8

3. 断开电源依次按图所示的模拟电路组成0型，I型，II型系统，按实验内容进行实验观察（R使用D5区阻容元件， $R \geq 100K$ ）

4. 分别改变0，I型系统的放大系数（即改变电位器的电阻值），观察0，I型系统在阶跃信号和斜坡信号输入时的稳态误差有何变化，并记录（阶跃信号可以使用矩形波信号代替）。

稳态误差	$e_{ss0}$	$e_{ss1}$
阶跃信号	减小	0
斜坡信号	无穷大	增大

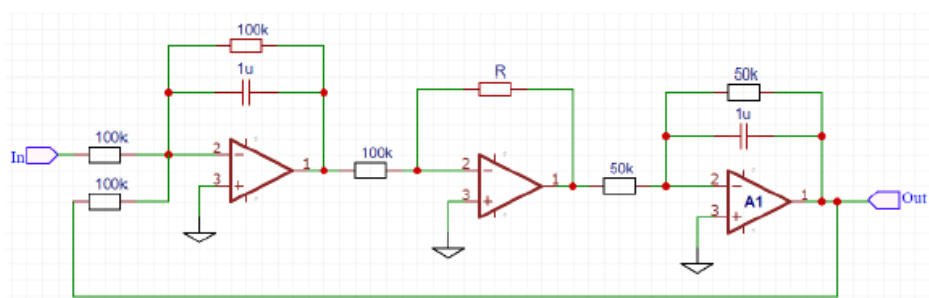


图 2 - 0 型系统

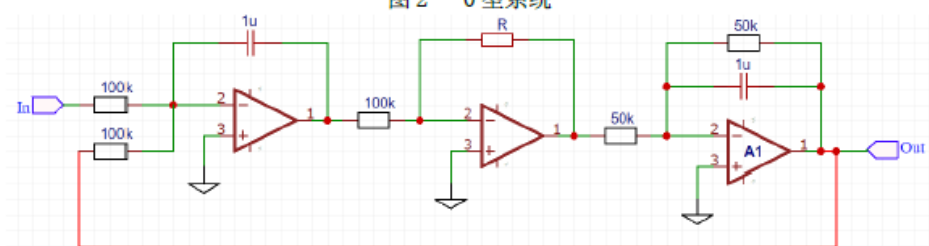


图 3 - I 型系统

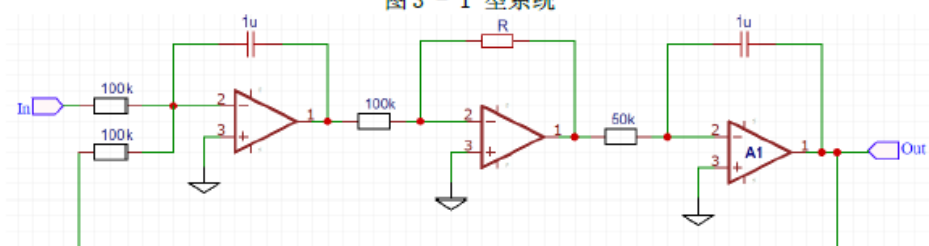
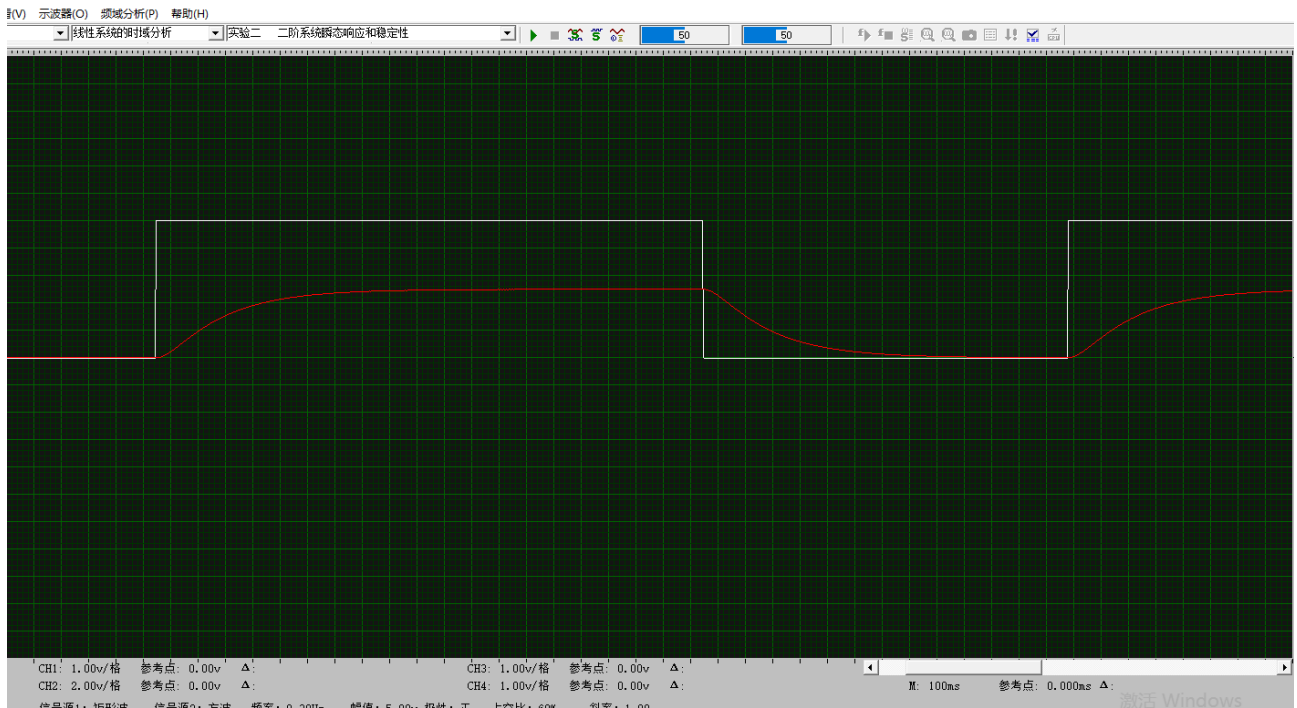
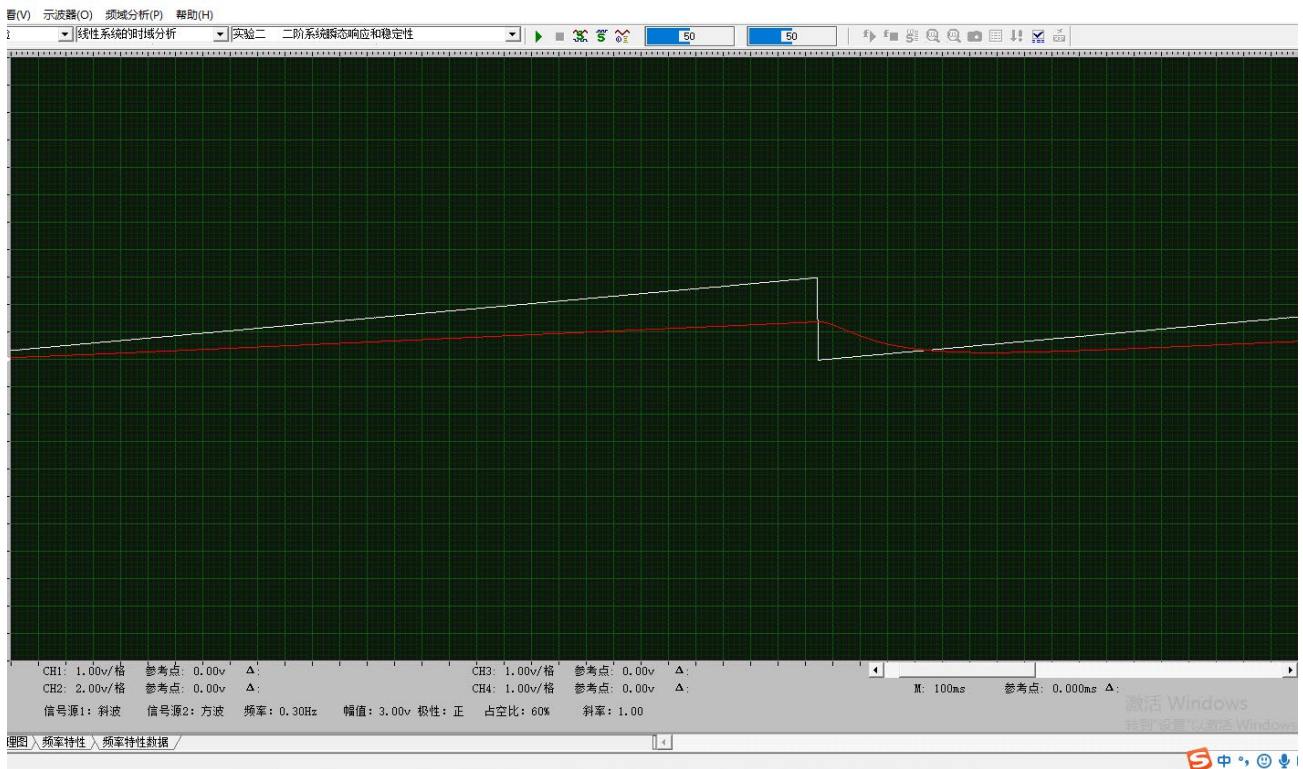


图 4 - II 型系统

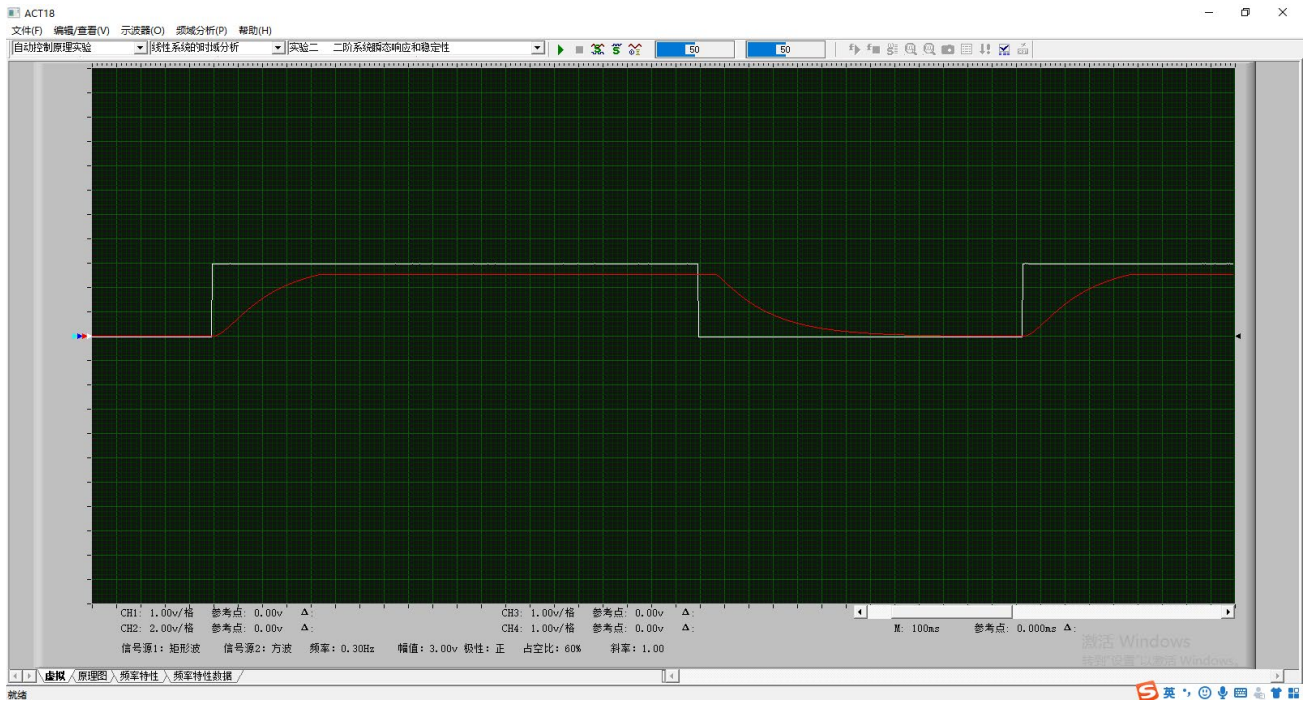


0型系统，R=100K，阶跃输入

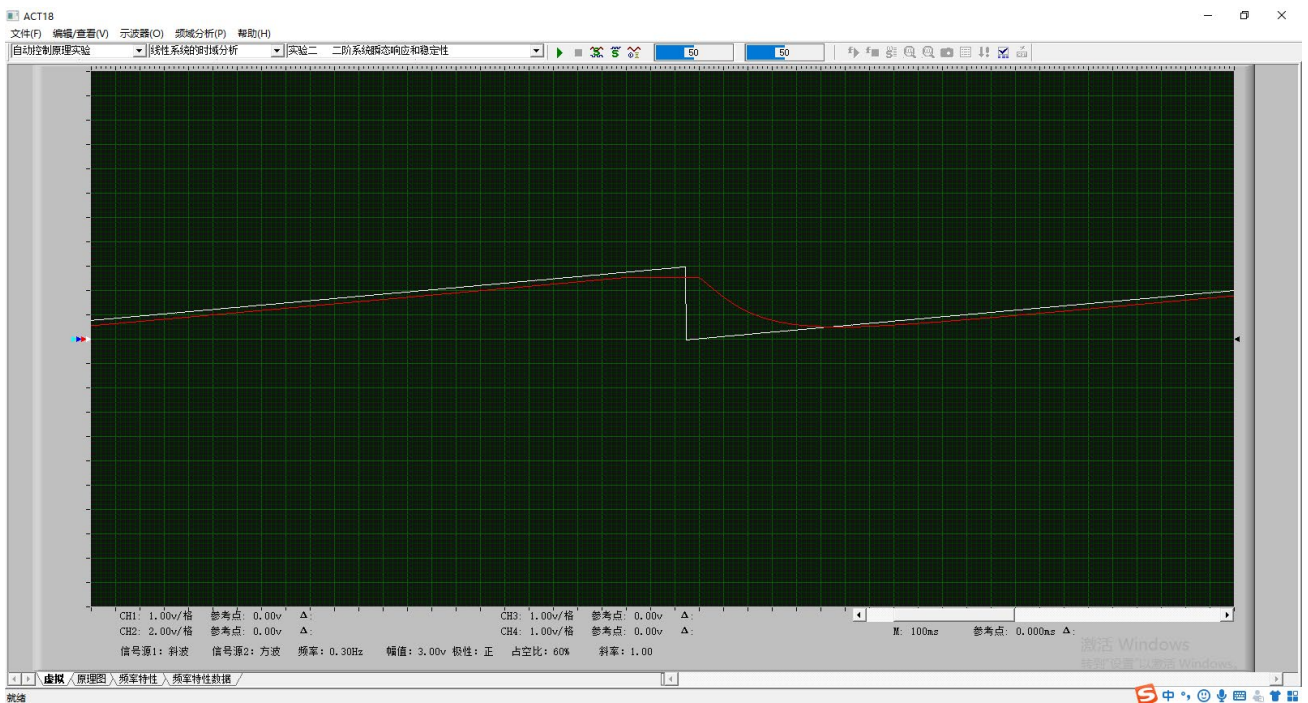


0型系统，R=100K，斜坡输入





I 型系统,  $R=200K$ , 阶跃输入



I 型系统,  $R=200K$ , 斜坡输入

#### 四、实验报告要求：

1. 认真整理实验数据，记录实验曲线和实验现象；
2. 分析二阶系统的  $\xi$  和  $\omega_n$  对系统动态性能的影响；
3. 分析系统的结构和参数对稳态误差的影响；
4. 提出实验中出现的問題，体会和建议。

答：2.

(1)  $t_r$  上升时间

当  $\xi$  一定时， $\omega_n$  越大； $t_r$  越小

当  $\omega_n$  一定时， $\xi$  越小， $t_r$  越小

(2)  $t_p$  峰值时间

当  $\xi$  一定时， $\omega_n$  越大， $t_p$  越小

当  $\omega_n$  一定时， $\xi$  越小， $t_p$  越小

(3)  $\sigma_p$  超调量

$\xi$  越小，超调量越大

(4)  $t_s$  （调节时间）

当  $\xi$  一定时， $\omega_n$  越大， $t_s$  越小

当  $\omega_n$  一定时， $\xi$  越大， $t_s$  越小

3.

(1) 0型系统

a、阶跃输入时，R越大，稳态误差越小；

b、斜坡输入时，与R无关，稳态误差无穷大；

(2) I型系统，

a、阶跃输入时，与R无关，稳态误差为0；

b、斜坡输入时，R越大，稳态误差越小

## 实验三 高阶系统的稳定性分析

### 一、实验目的：

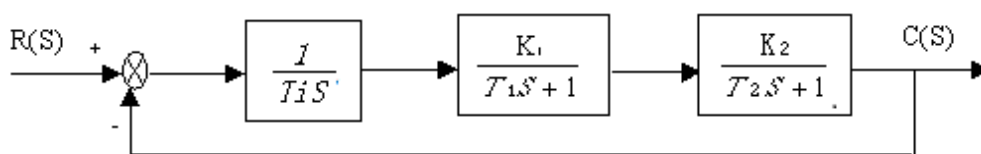
1. 了解和掌握典型三阶系统模拟电路构成方法及I型三阶系统的传递函数表达式；
2. 熟悉ROUTH判据，应用ROUTH判据观察和分析I型三阶系统在阶跃信号（实验时请使用矩形波信号）输入时，系统的稳定，临界稳定，不稳定三种瞬态响应；
3. 观察系统稳定和不稳定的运动状态，研究开环放大系数及时间常数对系统稳定性的影响

### 二、实验仪器及设备：

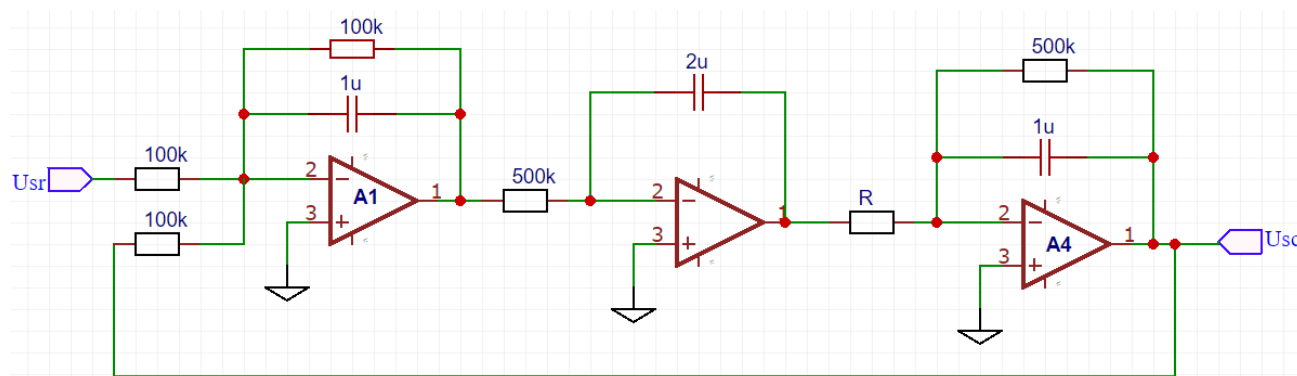
- 1、STAR ACT教学模拟机
- 2、数字示波器

### 三、实验内容及步骤：

I 型三阶系统的开环传递函数：
$$G(S) = \frac{K}{S(0.1S+1)(0.5S+1)}$$

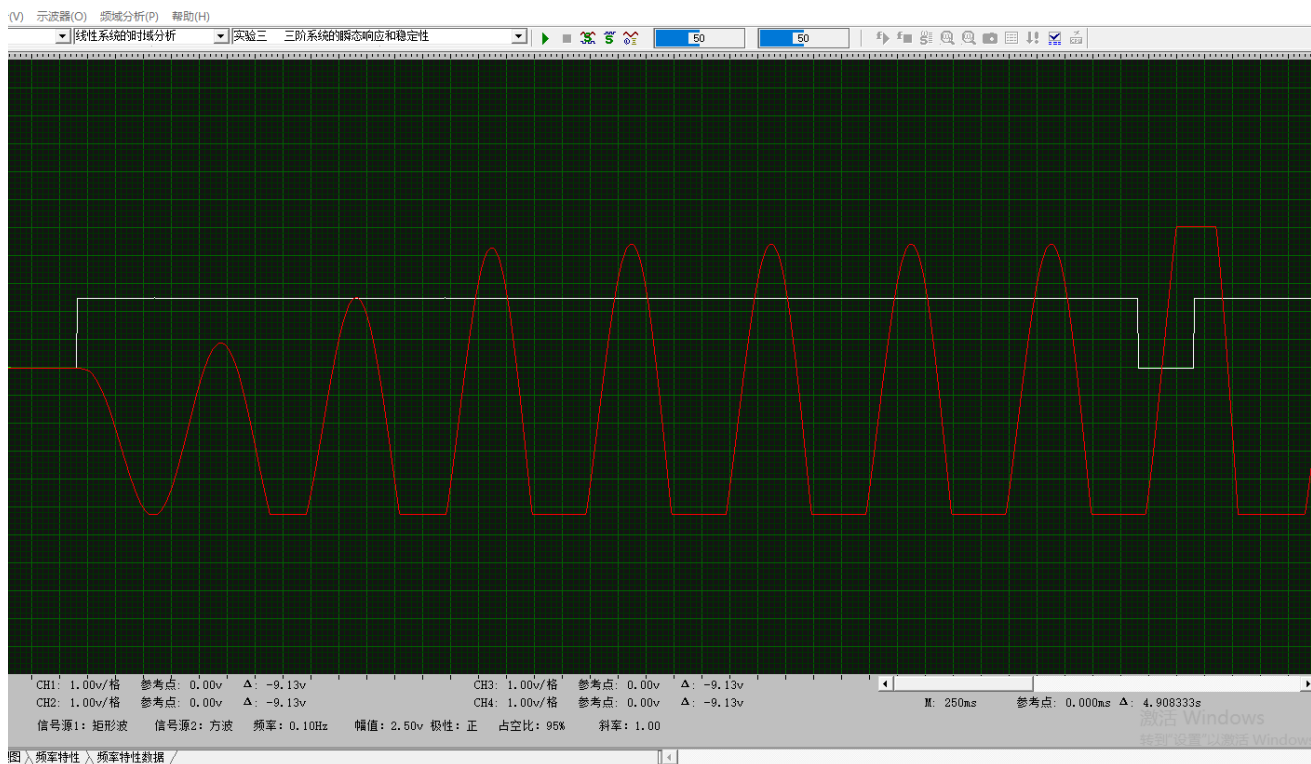


断开电源，按下图的模拟电路组成三阶系统

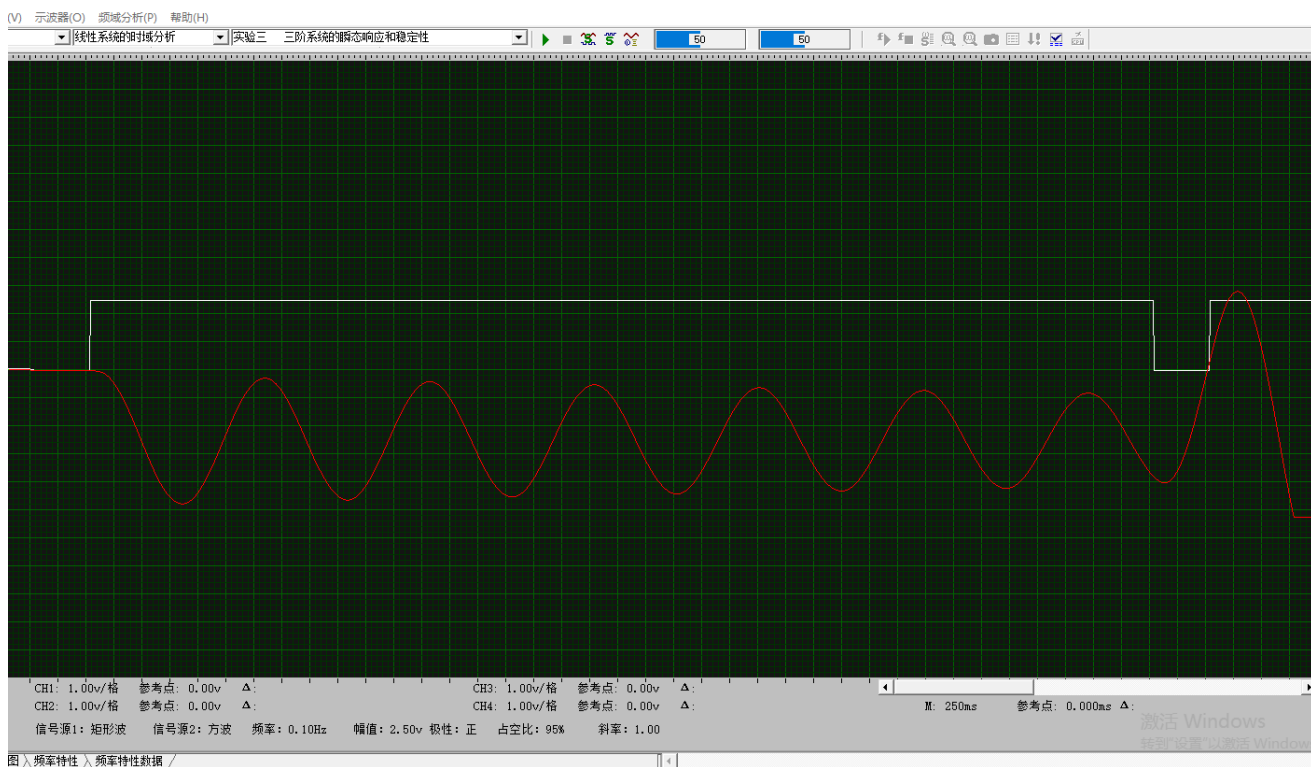


2. 调整矩形波信号的幅值为2V；
3. 实验测出使系统为稳定、临界和不稳定状态时的R，记录阶跃响应曲线；测出临界K值时的无阻尼自激振荡频率。
4. 改变时间常数（分别改变A1，A4的反馈电容C），重新测出临界K值，画出响应曲线。

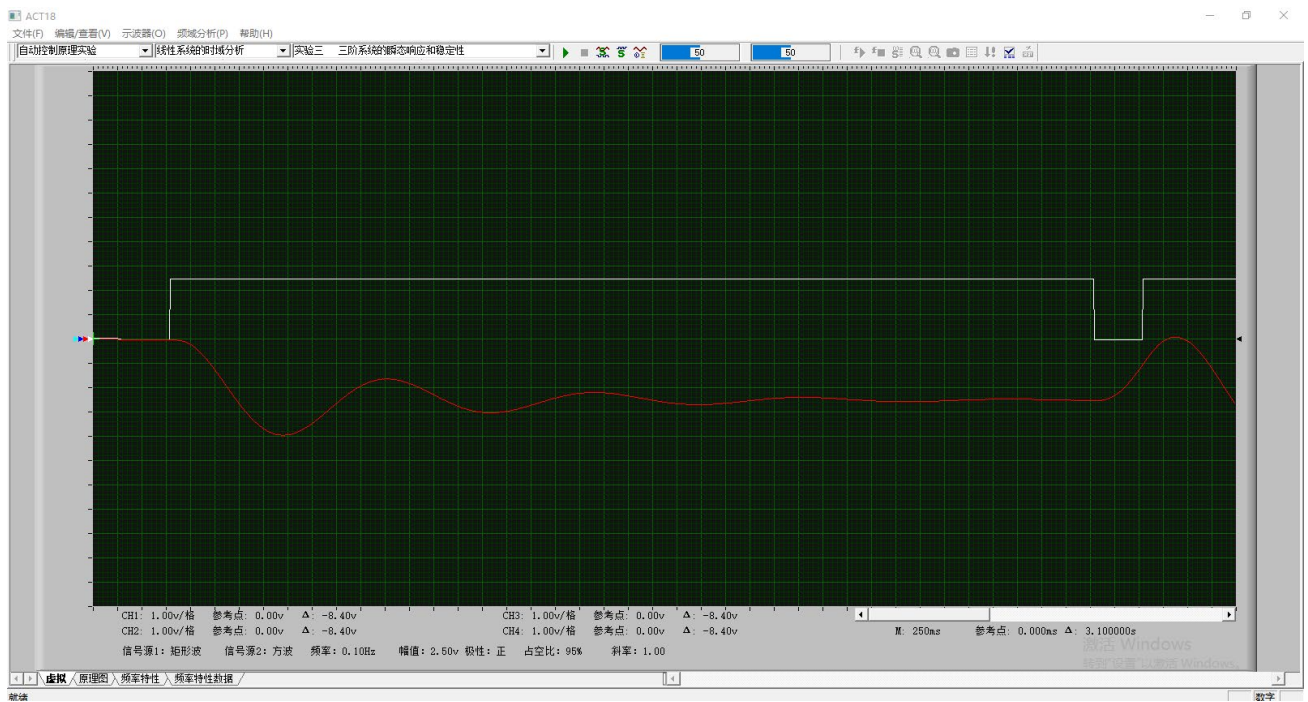




$K=12$ ,  $R=27.6K$ , 不稳定

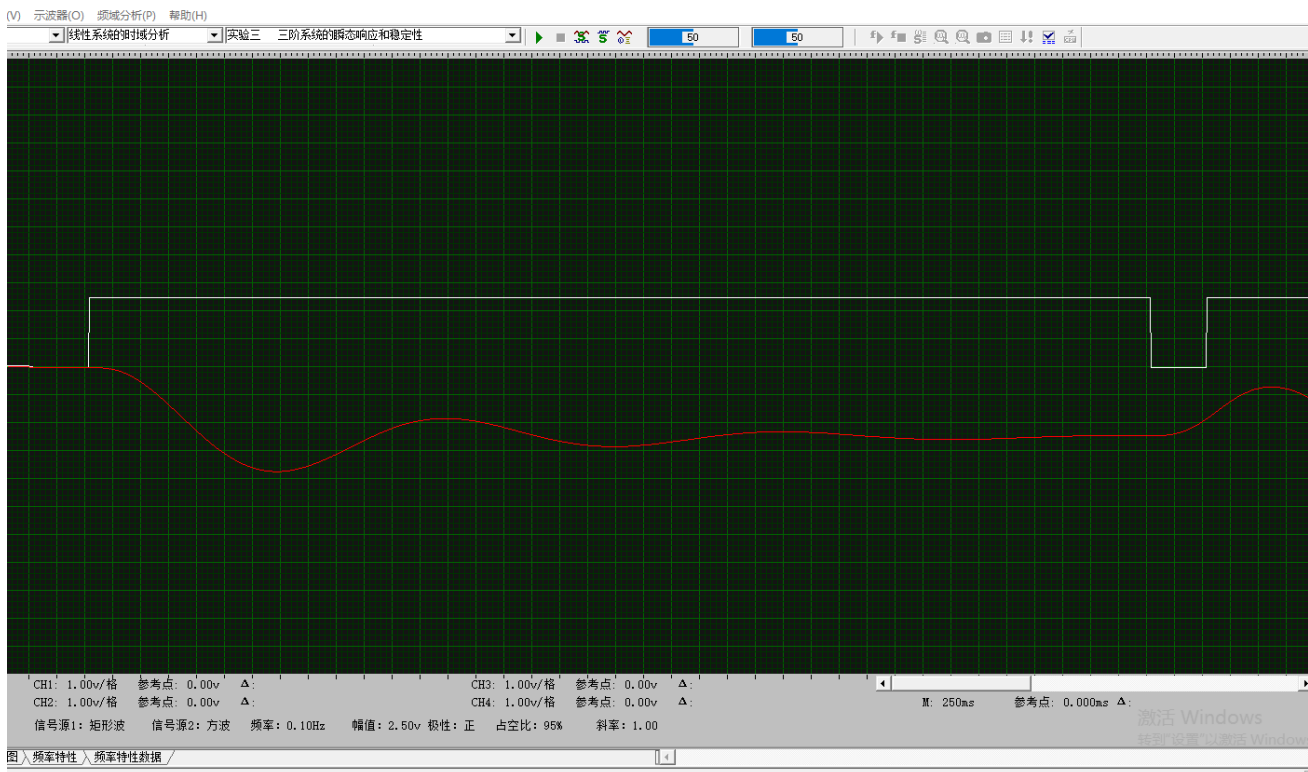


$K=12$ ,  $R=44K$ , 临界稳定

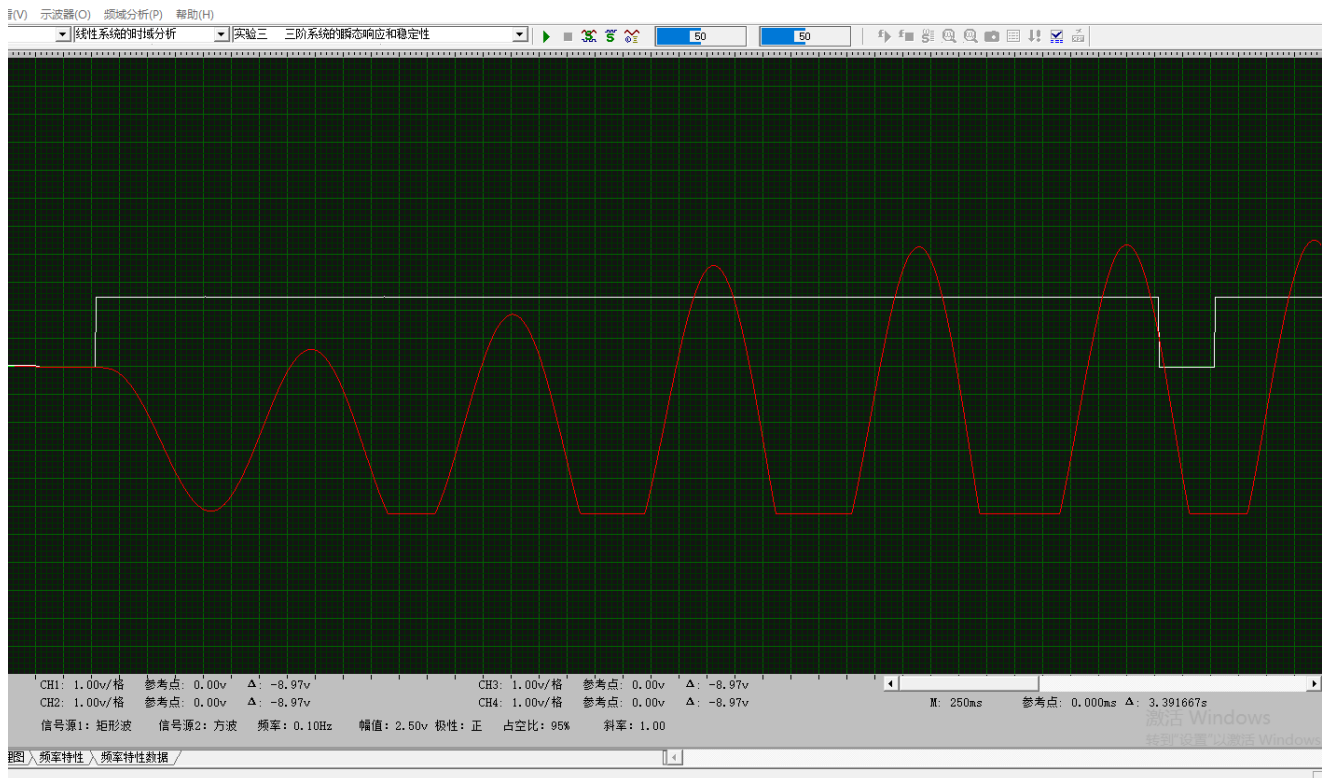


$K=12$ ,  $R=98K$ , 稳定

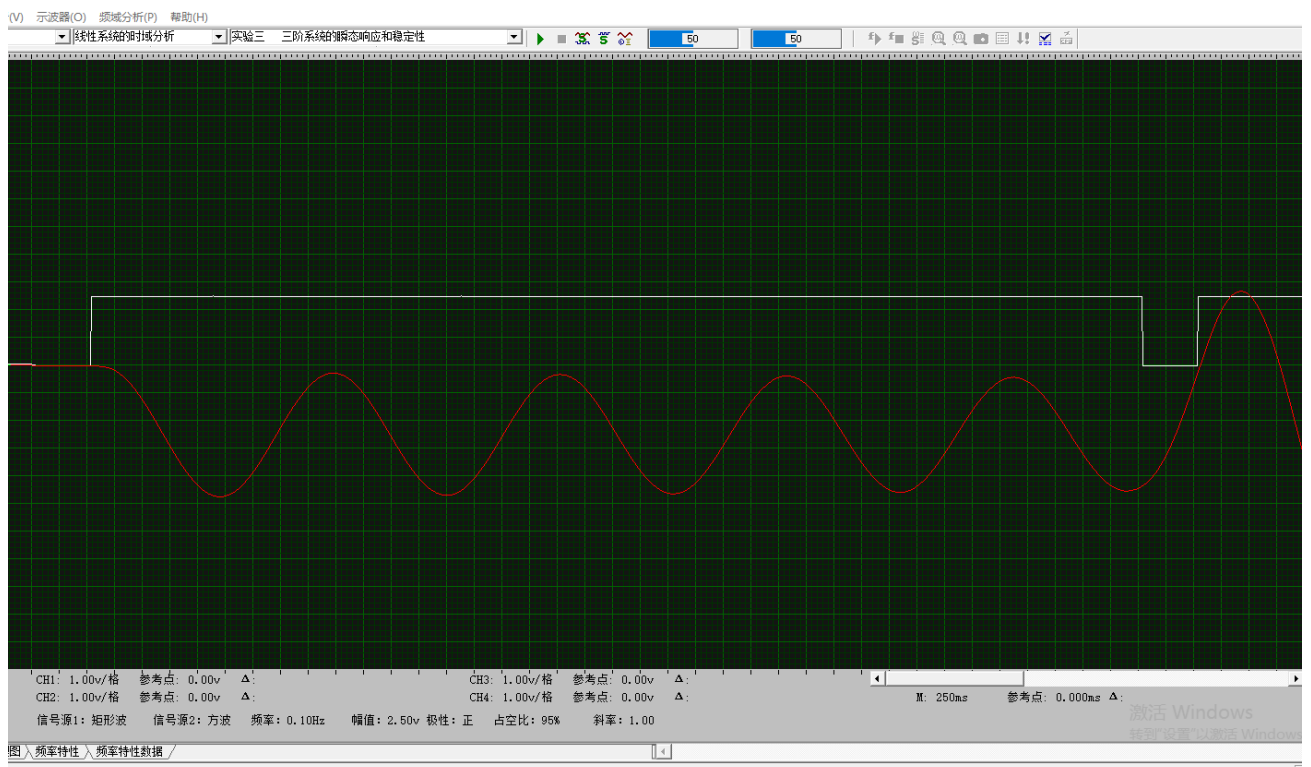
4.



稳定,  $A1=2u$ ,  $R=173K$



不稳定,  $A1=2u$ ,  $R=53K$



临界稳定,  $A1=2u$ ,  $R=73K$

#### 四、实验报告要求：

1. 画出实验电路图，认真整理实验数据，记录实验曲线和实验现象。
2. 将实验结果与理论计算进行比较，分析产生误差的原因。
3. 分析系统开环放大系数及时间常数对系统稳定性的影响。
4. 提出实验中出现的問題，体会和建议。

答：

2.

分析产生误差的原因：

- a) 电阻和电容数值上有误差且有导线电阻的影响
- b) 放大器与理想放大器有差异

3. 系统开环放大系数越大，系统临界稳定的电阻值就越小，系统的稳定性越差；时间常数越大，系统的稳定性就越好。

#### 五、思考题

1、三阶系统的各时间常数怎样组合时，系统稳定性能较好？

答：

按倍数关系递增时，倍数越大系统的稳定性越好