

实验一、基本功能电路输入输出特性

姓名： 岳博 学号： 517021910825
同组成员： 张弛 任课教师： 王冰
实验地点： SEIEE 4-402/404 实验日期： 2019-10-23 15:30 ~ 18:30

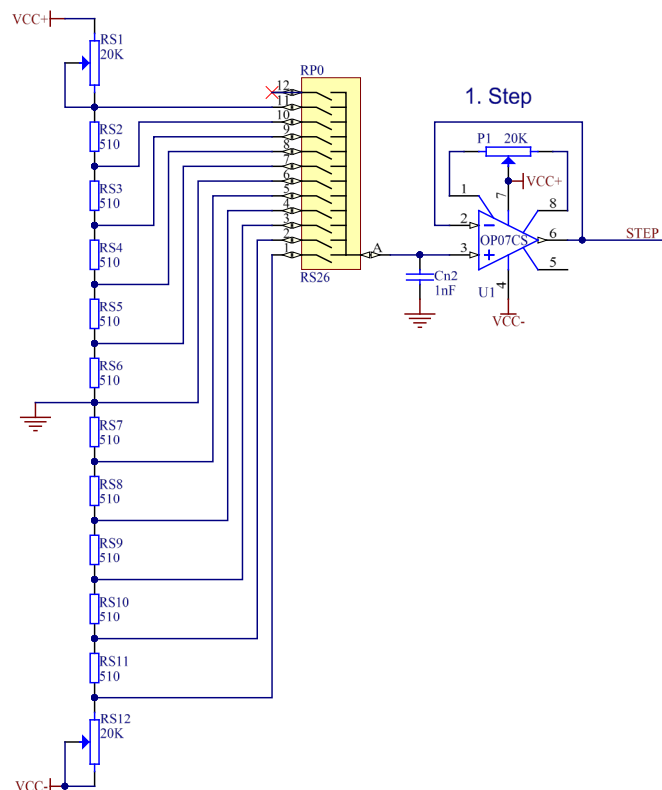
不同类型的数学运算（如加、减、乘、除、积分、微分）都是由相应的运算部件（如加法器、比例器、积分器等）并行完成的。大量的模拟运算部件组成了模拟机的“运算器”，而这些线性部件的核心就是运算放大器。运算放大器运算精度高，灵活性强，能满足不同的实际需要。目前，它已在自动控制系统、模拟计算机及测量装置中获得广泛应用。

[实验目的]

通过对模拟装置运算部件的实验测试，熟悉模拟装置的基本结构及使用方法，掌握典型环节模拟电路的构成方法，了解典型环节的特性，培养学生的理论分析以及实验操作技能。

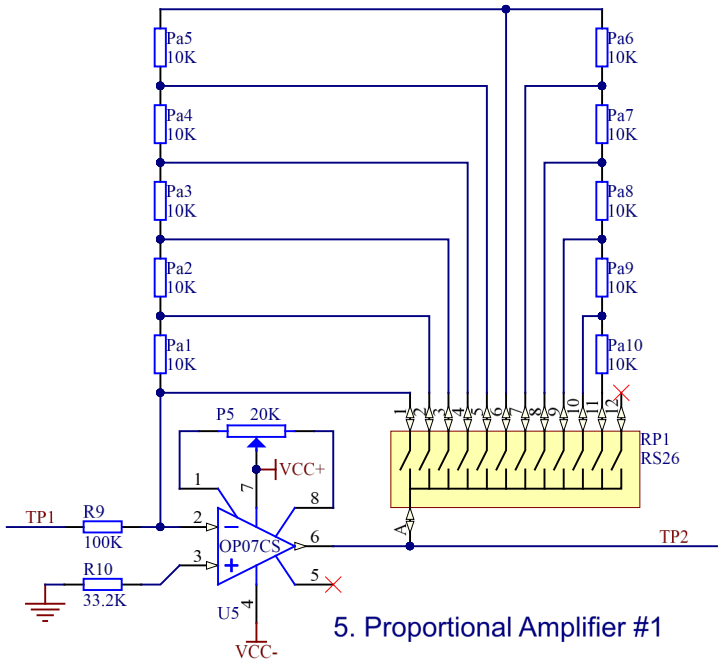
[实验内容]

1. 信号源阶跃信号测试（SWA: STEP; AD2 SCOPE: CH1）



序号	RP0 刻度值	Step 实测值	Step 计算值
1	-4	-1.946	-2
2	0	-0.001	0
3	4	1.935	2
4	5	2.421	2.5

2. 比例器静态特性测试（反比例器#1, SWA: STEP; AD2 SCOPE: CH2; SWB: 2）



5. Proportional Amplifier #1

序号	RP0 刻度值	RP1 刻度值	TP2 实测值	TP2 计算值
1	2	0	-0.012	0
2	2	5	-0.498	-0.5
3	2	10	-0.968	-1
4	2	8	-0.775	-0.8

3. 积分环节阶跃响应特性（反相积分+反相器, SWA: STEP; AD2 SCOPE: CH2; SWB: 9）

按照下表 RP0 刻度值要求，记录阶跃输入积分环节的响应输出，要求输入输出信号同相。记录积分过程的波形，并测量和计算对比 1s 过渡时间点上的输出值。

序号	RP0 刻度值	1s 时 TP9 实测值	1s 时 TP9 计算值
1	1	2.272	2.5
2	2	4.571	5

答：波形和测量如图 1 & 图 2 所示。

$$\text{当 } RP0=1 \text{ 时, } TP9 = \frac{1}{R_{25}C_{17}} \int_0^t TP8(t)dt = \frac{1}{200K \cdot 1\mu} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = 2.5V$$

$$\text{当 } RP0=2 \text{ 时, } TP9 = \frac{1}{R_{25}C_{17}} \int_0^t TP8(t)dt = \frac{1}{200K \cdot 1\mu} \cdot 1 \cdot 1 = 5V$$

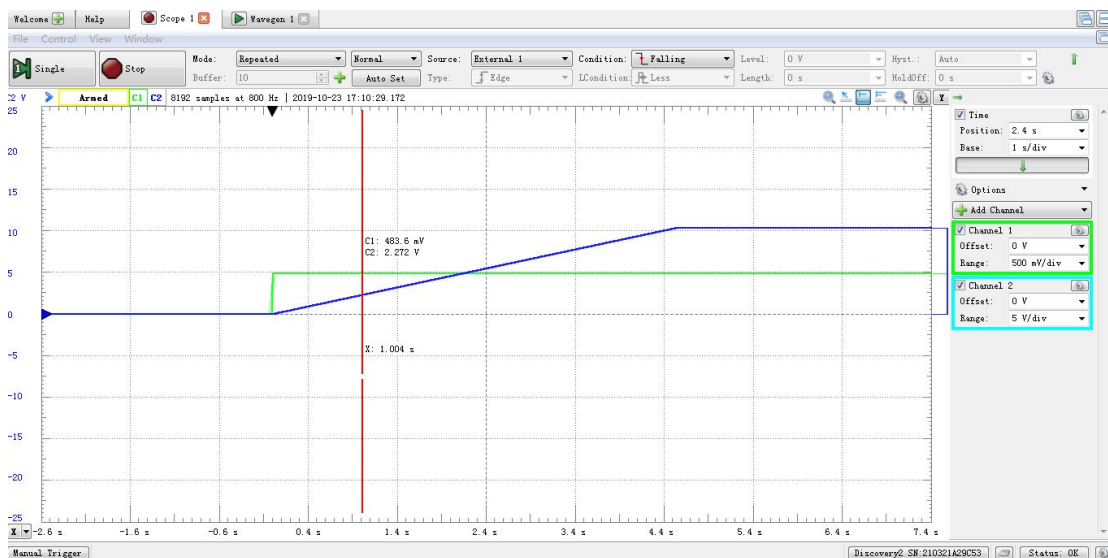


图 1 RP0=1 时，波形及测量

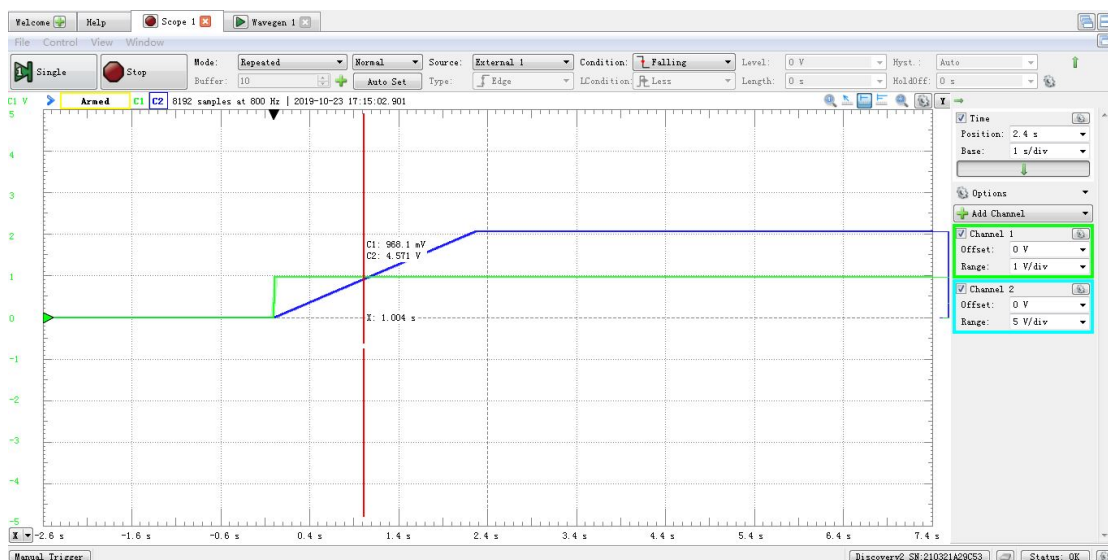
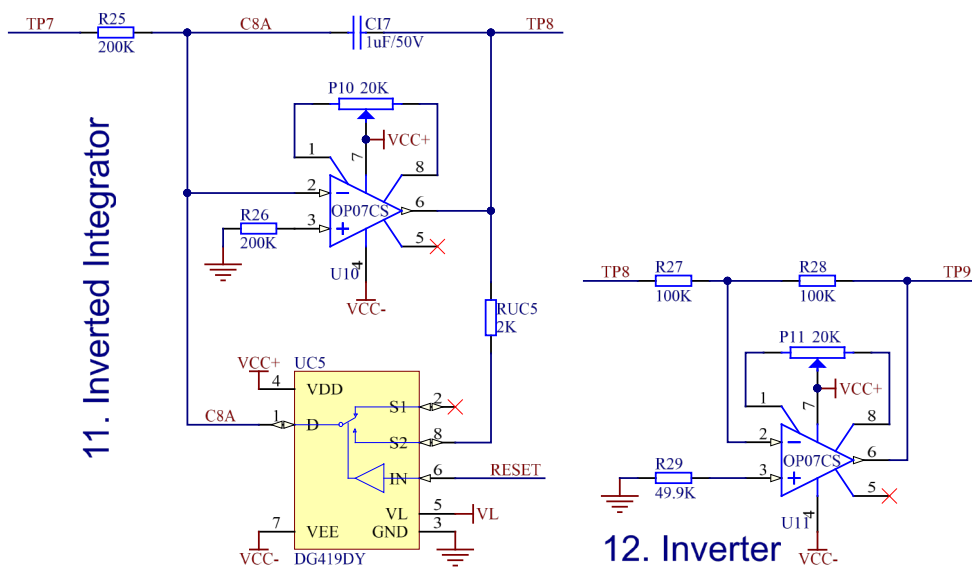


图 2 RP0=2 时，波形及测量



4. 惯性环节正弦波输入响应（惯性环节#2, SWA: WFG; AD2 SCOPE: CH2; SWB: 4）
记录正弦波输入下惯性环节#2 的响应输出（记录波形），观察并分析输入输出信号的相位关系（读数、换算、分析计算，对比说明）。

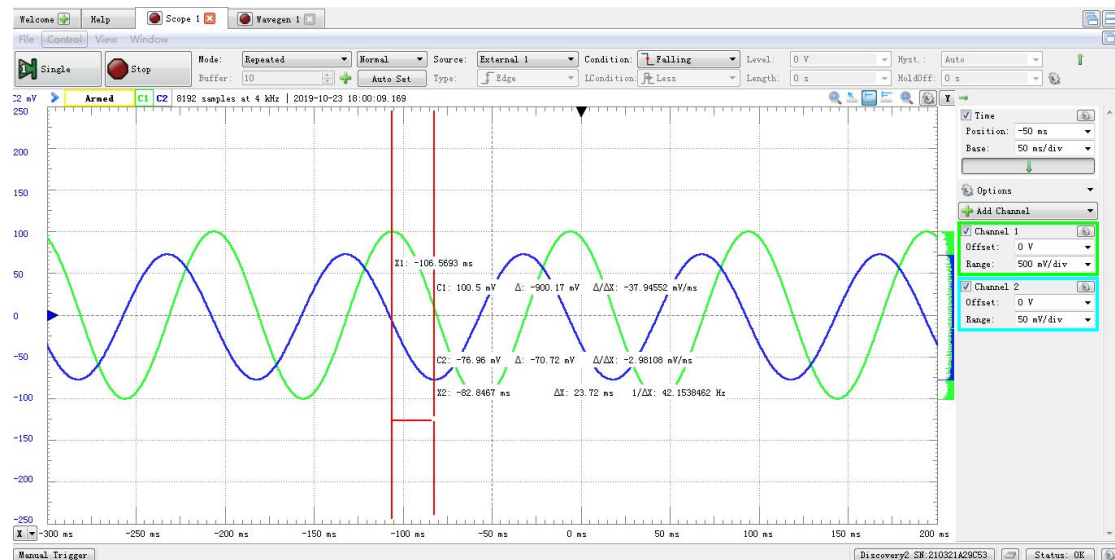
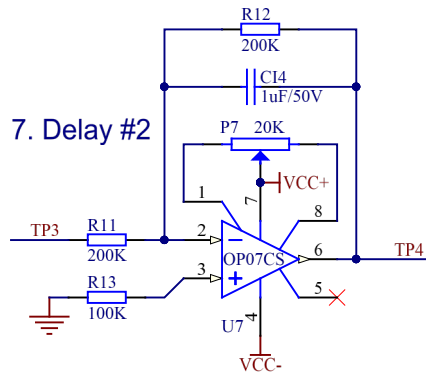


图 3 输出信号较输入信号的时间（相位）延迟

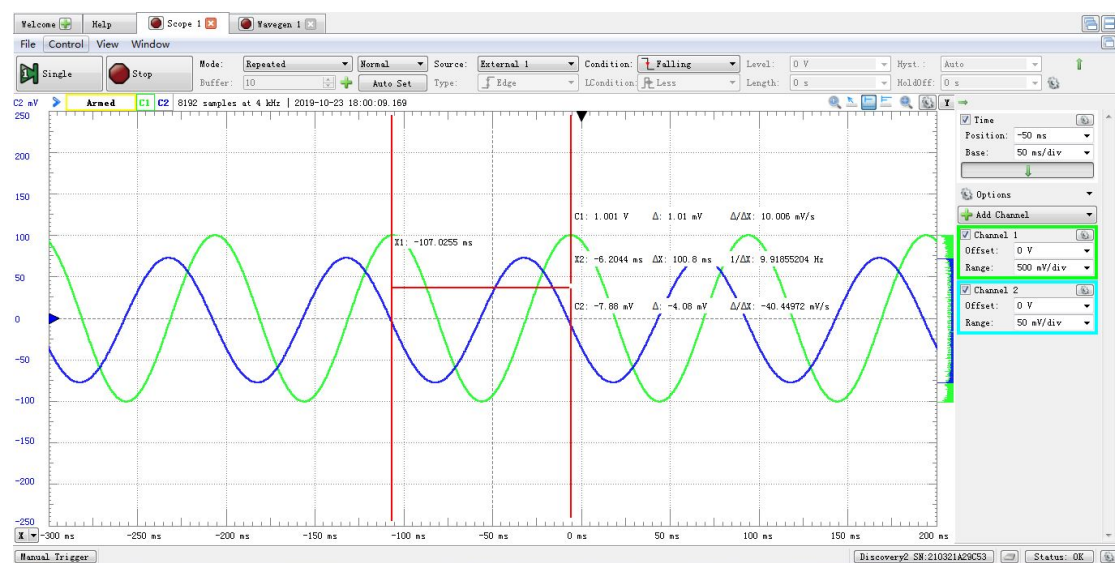


图 4 输入信号一个周期的时间

换算： $2\pi \cdot \frac{23.72}{100} = 1.49 = 85.392^\circ$

分析计算：惯性环节相当于在传递函数上乘以传递函数 $\frac{s}{s+5}$ ，即相位滞后 85.45°

对比说明：相对误差=-0.07%

[实验报告要求]

1、观察并记录实验结果，计算分析不同参数设定条件下各功能电路对应的传递函数；

答：

①信号源阶跃信号发生器： $V_{REF} = 0.5 \cdot RP0$

②反相比例器： $TP2 = \frac{10k}{100k} \cdot RP2 = 0.1 \cdot RP2$

③反相积分器： $TP9 = \frac{1}{R_{25}C_{17}} \int_0^t TP8(t)dt = \frac{1}{200K \cdot 1\mu} \cdot \frac{1}{2} \cdot RP0$

④惯性环节： $\varphi(w) = \varphi(w) - \arctan T^\circ \cdot k$ (k 为惯性环节个数)

2、对比传递函数与实验结果进行分析和讨论；

答：实验结果基本符合通过传递函数和输入计算得出的结果。具体结果可参见之前的具体实验步骤。

3、对基于虚拟仪器技术进行自控原理实验的想法及建议。

答：我觉得虚拟仪器技术很不错。因为这符合自动控制以系统为重的思想。避免了具体搭建电路的繁琐。

[讨论与思考]

1、由运算放大器组成的各种环节的传递函数是在什么条件下推导出来的？

答：是在忽略极小的参数影响（比如晶体管的极间电容,噪声影响等）,进行估算，从而得到各种环节的传递函数

2、惯性环节在什么情况下可近似为比例环节，而在什么情况下可近似为积分环节？

答：当时间常数 $T \rightarrow 0$ 时，惯性环节可近似为增益为 1 的比例环节；当时间常数 $T \gg 1$ 时，惯性环节近似为积分环节。

[评价与建议]

1、对新旧实验设备作简单对比和评价；

答：其实，本次实验并没有见到旧设备。但是从老师的讲述中以及之前数电和模电的实验设备来看，本次新实验设备具有模块化，集成化的特点，让我们学生不

再纠结于电路内部设计，从整体上对各个环节有了认知。我对此表示欢迎，自动控制原理强调的是系统，我们在意的是对各个模块之间关系的分析，而非各个模块内部的搭建。

2、对新实验设备和实验内容有何建议？包括操作使用方式、电路模块的功能配置、实验内容的设置等。

答：从系统的角度来讲，新实验设备已经非常完善了。但是还有可以改进的地方，比如老师提到的 USB 接线不牢固的现象以及可以做一定的倾斜，方便学生舒服地坐着操作。实验内容可以增添一些各个环节院里的温习，模电有些内容淡忘了。