
电子线路实验报告

学院：电子信息与通信学院

班级：电信 2005 班

姓名：张智博

学号：U202011950

实验时间：2021 年 10 月 18 日~25 日

目录

一、	实验名称	1
二、	实验目的	1
三、	实验元器件	1
四、	实验任务	1
1.	研究电压跟随器的作用	1
2.	反向比例加法电路	2
3.	积分电路	2
五、	实验原理	2
1.	反向比例加法/减法运算电路	2
2.	积分运算电路	3
六、	实验过程	4
1.	电压跟随器实验	4
2.	反向比例加法运算电路实验	6
3.	比例积分电路实验	8
七、	实验分析	10
八、	实验总结	10

第一次实验：电子仪器使用与基本运算电路

一、实验名称

电子仪器使用与基本运算电路。

二、实验目的

1. 仪器的使用方法
2. 信号参数的意义与测量方法
3. 简单模拟电路搭建与测试方法。
4. 模拟电路参数指标与测量方法
5. 测试数据的处理方法
6. 基本运算电路工作原理
7. 使用示波器 DC、AC 输入方式观察波形的的方法。

三、实验元器件

名称	型号 (参数)	数量
集成运算放大器	NE5532	1
电阻	100Ω	1
	500Ω	1
	1KΩ	2
	5.1KΩ	1
	10KΩ	1
	100KΩ	1
电容	0.22μF	1

四、实验任务

1. 研究电压跟随器的作用

(1) 按图 a 连接电路。

断开开关 K。输入 $f=1\text{kHz}$, $V_{\text{ipp}}=1\text{V}$ 的正弦信号，用示波器观察输出波形。

闭合开关 K。观察输出波形的变化情况。

分别记录 K 闭合前、后信号源输出信号的峰-峰值，计算信号源的内阻 R_s ，并解释 100Ω 负载电阻连接到信号源上产生的负载效应。

(2) 按图 b 连接电路。

仍然从信号源送出频率为 1kHz、峰峰值为 1V 的正弦信号，用示波器观察输入、输出波形(幅值与相位关系)。分别记录接上 R_L 和去掉 R_L 两种情况下输出信号 v_o 的大小，并解释观察到的实验现象。

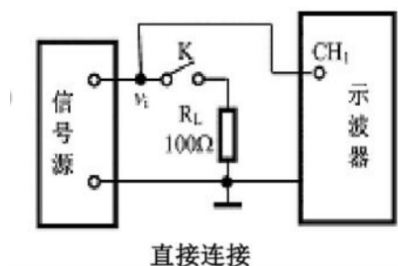


图 a

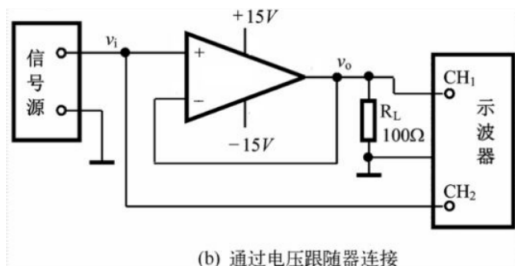


图 b

2. 反向比例加法电路

(1) 按照图 c 在面包板上组装电路。电阻值取 $R_F=100\text{k}\Omega$, $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_2=5.1\text{k}\Omega$, 安装电阻前先用万用表测试电阻值填入表 a 中。

(2) 按照图 c 连接分压电路, 其中 $R_{s1}=R_{s2}=1\text{k}\Omega$. 将 v_1 和 v_2 连至图 c 对应输入端。

(3) 检查无误后接通电源。从信号源送出频率为 1kHz 、峰-峰值为 300mV 的正弦信号。用示波器测得 v_1 、 v_2 和 v_o 。填入表 a 中, 并记录它们的波形。

(4) 关闭电源, 将 R_{s2} 改为 500Ω , 检查无误后接通电源, 再次用示波器测得 v_1 、 v_2 和 v_o 填入表 a 中。

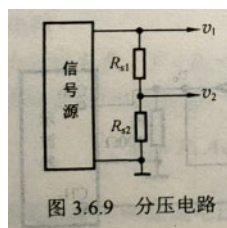


图 c

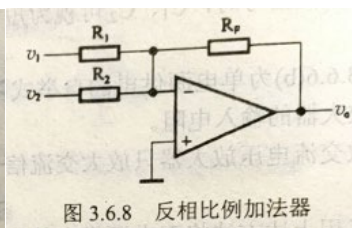


图 3.6.8 反相比例加法器

表 3.6.2 加法器					
	实测值			理论值	相对误差
	v_{1pp}/mV	v_{2pp}/mV	v_{opp}/V	v_{opp}/V	
$R_{s2}=1\text{k}\Omega$					
$R_{s2}=500\Omega$					
实测电阻值	$R_1=$	$R_2=$	$R_F=$		

表 a

3. 积分电路

按照图 d 在面包板上组装电路。取 $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_F=100\text{k}\Omega$, $C=0.22\mu\text{F}$, $R_p=10\text{k}\Omega$, 输入 $f=200\text{Hz}$, 峰峰值为 1V 的正方波。用示波器测试 v_i 和 v_o , 并画出其波形。

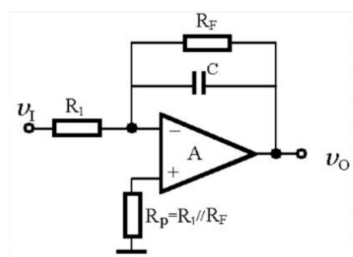


图 d

五、实验原理

1. 反向比例加法/减法运算电路

反向比例加法运算电路和反向比例减法运算电路可以通过如图 e 所示的一个单刀双掷开关电路实现, 且改变电位器 R_p 的阻值可以得到不同的输入电压 v_{i1} 、

v_{i2} ，测得多组数据。当开关置上时，此电路为反向比例加法运算电路。此时应有 $R_3=R_1//R_2//R_F=R//R//R_F=5.1k\Omega$ ，输出电压 $v_o = -\frac{R_F}{R}(v_{i1} + v_{i2})$ 。其中 R_3 是直流补偿电阻，目的是减小运算放大器偏置电流产生的不良影响。

当开关置下时，此电路为反向比例减法运算电路。此时应有直流补偿电阻 $R_3=R_F=100k\Omega$ ，输出电压 $v_o = \frac{R_F}{R}(v_{i2} - v_{i1})$ ，此电路有较高的共模抑制能力。

当 R_1, R_2 不相等时，有 $v_o = -(\frac{R_F}{R_1}v_{i1} + \frac{R_F}{R_2}v_{i2})$

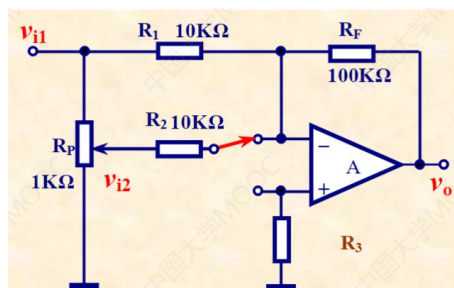


图 e

2. 积分运算电路

积分运算电路的电路图如图 f 所示，当运算放大器开环电压增益足够大，且 R_f 开路时，可认为 $i_R=i_C$ ，其中 $i_R = \frac{V_i}{R_1}$ ， $i_C = -C \frac{dv_o(t)}{dt}$ 。设 $t=0$ 时，电容器两端初始电压 $v_o(0)$ ，则 $v_o(t) = \int_0^t v_i(t)dt + v_o(0)$ 。当 $v_o(0)=0$ 且输入信号 $v_i(t)$ 为幅度为 V_i 的直流电压时， $v_o(t) = -\frac{1}{R_1C} \int_0^t V_i dt + v_o(0) = -\frac{1}{R_1C} V_i t$ ，此时输出电压 $v_o(t)$ 的波形是随时间线性下降的，当输入信号为正方波时，输出电压的稳态波形如图所示。

实际电路中，反馈电阻 R_f 用于直流负反馈，目的是减小集成运算放大器输出端的直接漂移，且其阻值必须取得大一些，防止电路变成一阶低通滤波器。但同时 R_f 的加入会对电容 C 产生分流作用，进而导致积分误差。因此，一般选用的元器件应满足 $R_f C \gg R_1 C$ ，以减小误差。

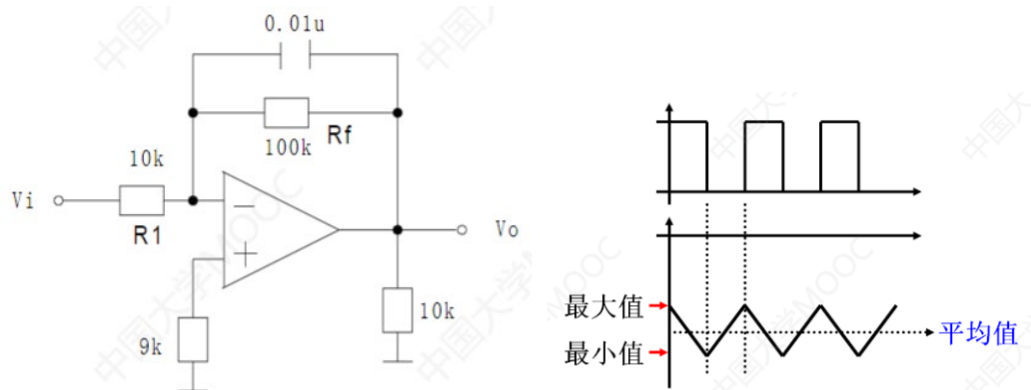


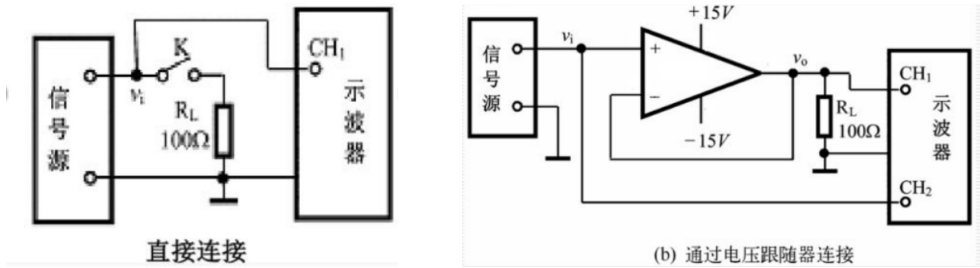
图 f

六、实验过程

所有实验按照上述电路图连接实物电路，集成运算放大器的供电电源电压选用 $\pm 12V$ 。

1. 电压跟随器实验

直接连接电路中， v_i 端接入频率为 1kHz、峰-峰值为 1V 的正弦信号。不接负载 R_L (K 断开) 时，用示波器观测 v_i 波形并填入下表中；接入负载 R_L (K 闭合) 时，用示波器观测 v_i 波形并填入下表中。然后在通过电压跟随器连接的电路中，接入同样的信号源，测量接入及不接入负载 R_L 时的 v_i 和 v_o 填入下表。



	不接 R_L		接入 R_L		计算 R_s
	v_{ipp}/V	v_{opp}/V	v_{ipp}/V	v_{opp}/V	
无电压跟随器	0.91	—	0.60	—	52Ω
有电压跟随器	0.88	0.86	0.88	0.90	—

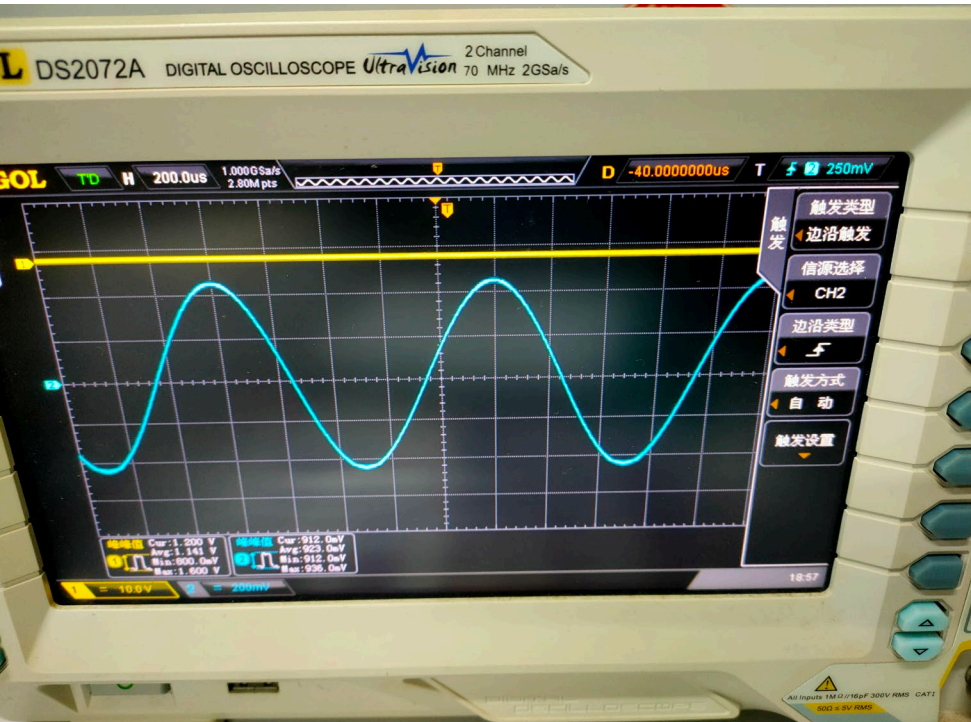


图 1 不接 R_L 无电压跟随器 v_{ipp}

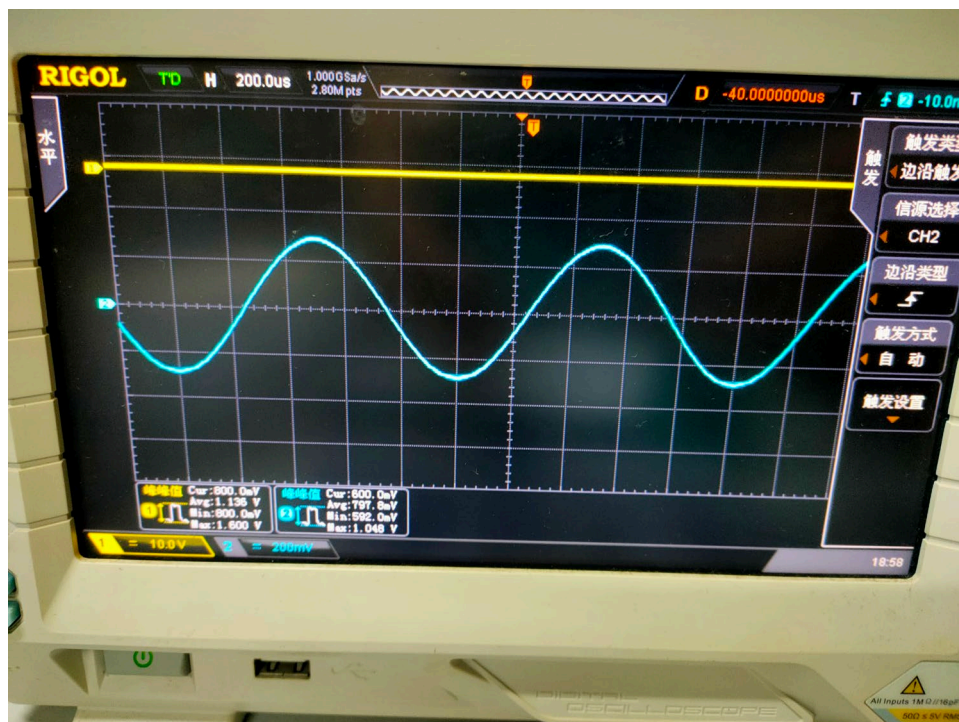
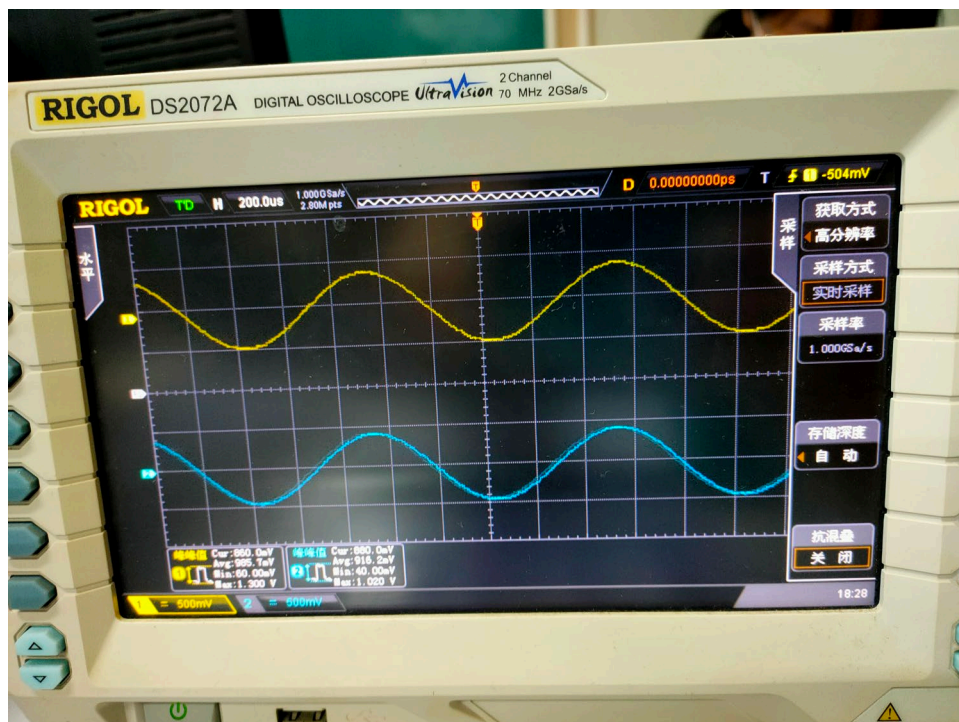


图 2 不接 R_L 有电压跟随器 v_{ipp}

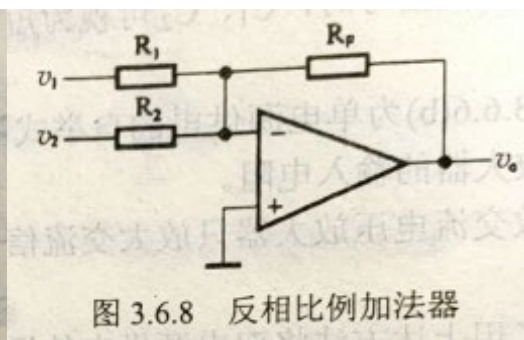
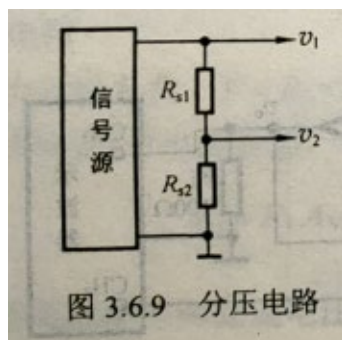


图 3 接入 R_L 无电压跟随器 v_{ipp} (蓝) v_{opp} (黄)


 图 4 接入 R_L 有电压跟随器 v_{ipp} (蓝) v_{opp} (黄)

2. 反向比例加法运算电路实验

研究反向比例加法运算电路，在 v_i 端接入频率为 1kHz、峰峰值为 300mV 的正弦波，直流偏置置零。示波器的两通道 CH1、CH2 分别接 v_1 、 v_2 和 v_1 、 v_o ，调节电位器以获取不同的测量电压值，记录测量数据如下：



	实测值			理论值	相对 误差
	v_{1pp}/mV	v_{2pp}/mV	v_{opp}/V	v_{opp}/V	
$R_{s2}=1K\Omega$	298	158	5.44	5.94	9.19%
$R_{s2}=500\Omega$	284	89	4.60	4.96	7.82%
实测电阻值	$R_1=9.84 K\Omega$, $R_2=5.06 K\Omega$, $R_f=97.8 K\Omega$				



图 5 $R_{s2}=1K\Omega$ 时 v_{1pp} (黄) v_{2pp} (蓝)

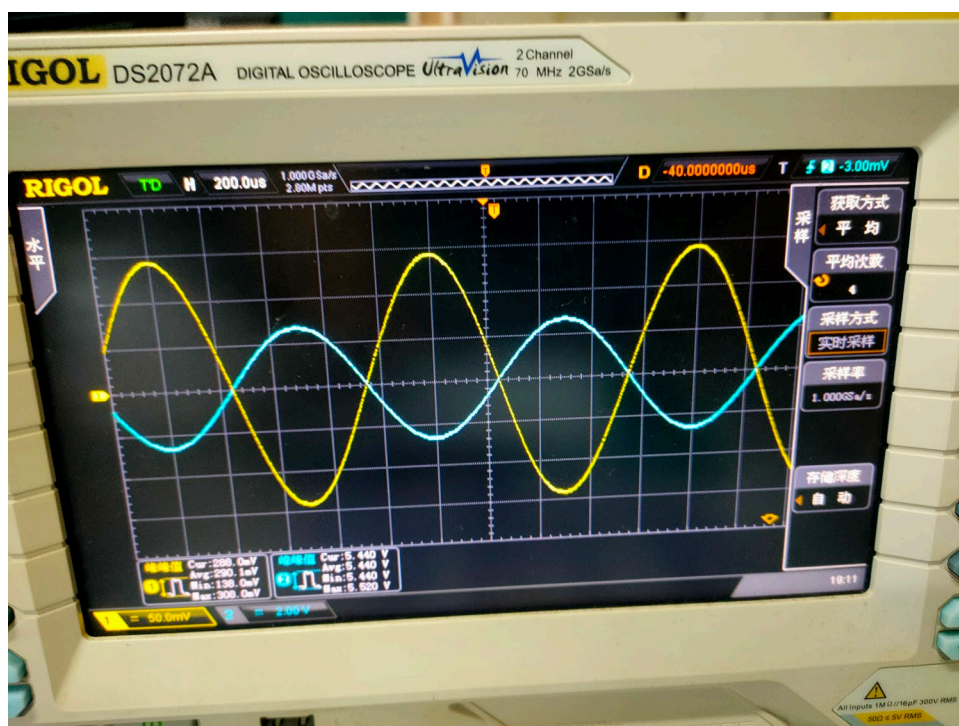


图 6 $R_{s2}=1K\Omega$ 时 v_{1pp} (黄) v_{opp} (蓝)

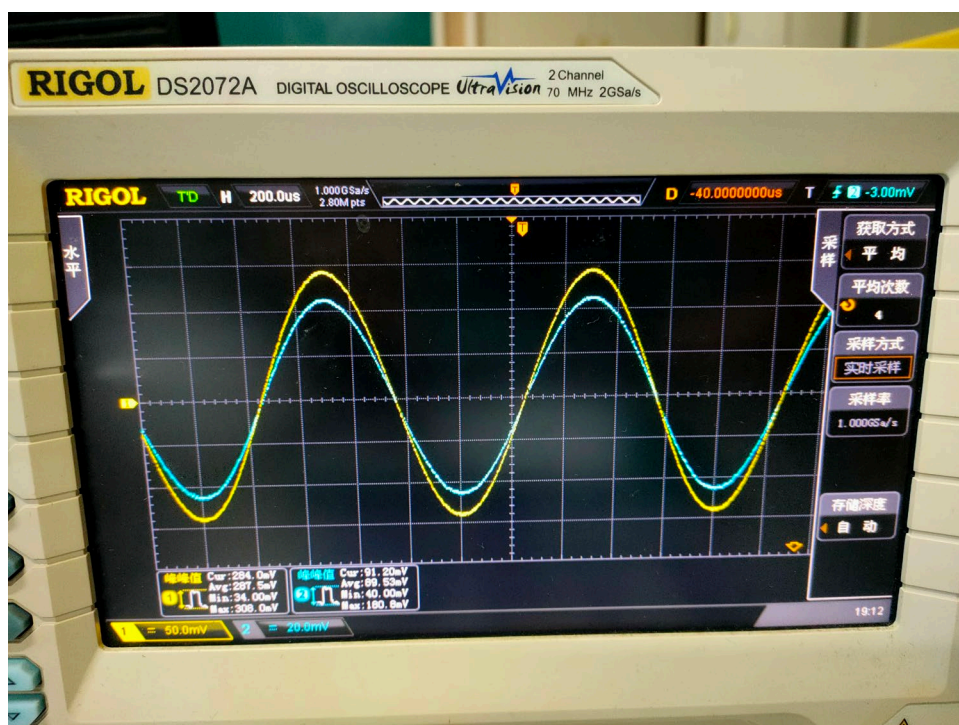


图 7 $R_{s2}=500\Omega$ 时 v_{1pp} (黄) v_{2pp} (蓝)

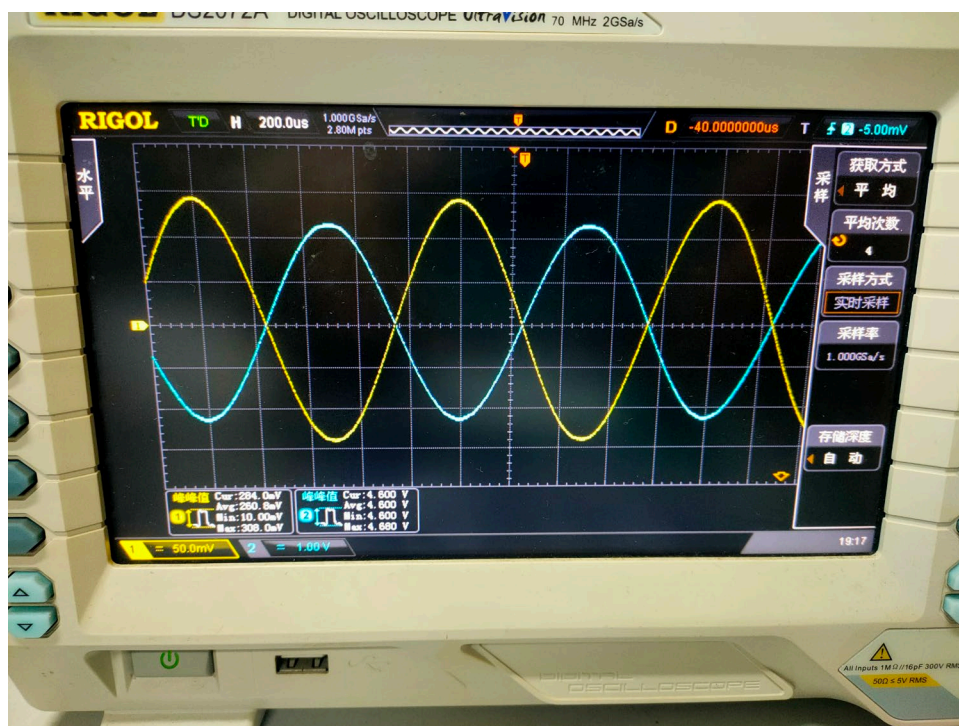


图 8 $R_{s2}=500\Omega$ 时 v_{1pp} (黄) v_{opp} (蓝)

3. 比例积分电路实验

取 $R_1=10k\Omega$, $R_F=100k\Omega$, $C=0.22\mu F$, $R_p=10k\Omega$, v_i 输入 $f=200Hz$, 峰峰值为 $1V$ 的正方波。用示波器测试输入 v_i 和输出 v_o , 并画出其波形。

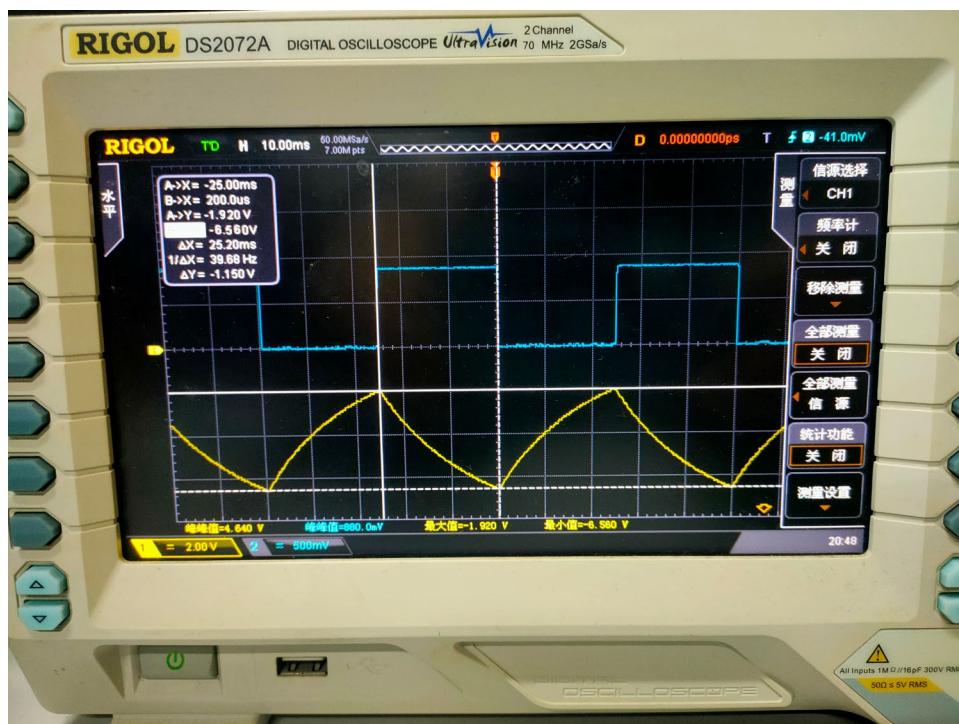
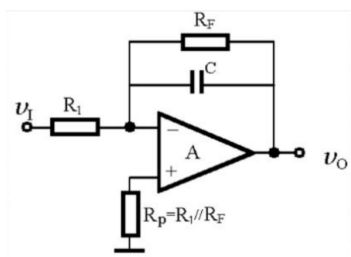


图 9 输入输出波形 v_i (蓝) v_o (黄)

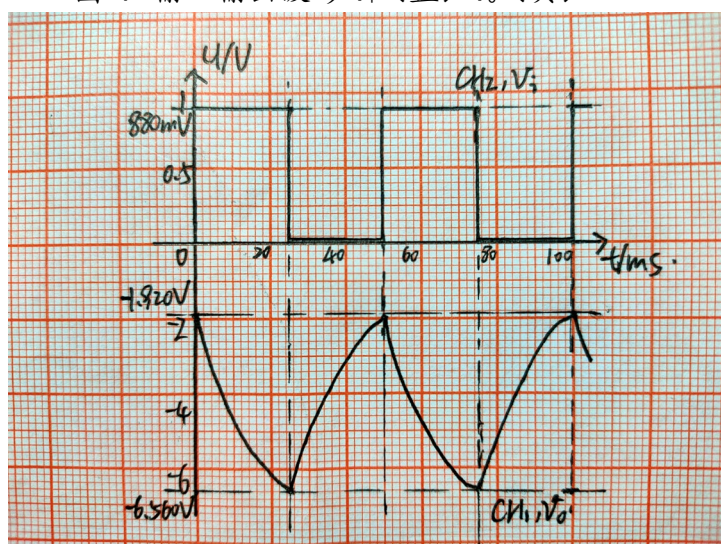


图 10 手绘记录输入输出波形 v_i 、 v_o 。

七、 实验分析

经计算,反向比例加减法运算电路实测值与理论值相比较实验误差绝对值在10%以内,基本满足本实验精度要求,实验步骤正确无误,电路正常工作。

八、 实验总结

通过本次实验,基本可以熟练安装、调试由运放构成的基本运算电路,这些基本电路又可以作为单元电路组成多级电子电路,基本掌握了它们的工作原理。同时实验考验了耐心和细心。

由于导线接触不良、电路连接不规范导致在实验过程中浪费了大量时间,应在以后的实验中多加注意以避免。