

实验一：电子仪器使用与基本运算电路

专业班级：通信2101班

姓名：罗畅

学号：U202113940

实验名称

电子仪器使用与基本运算电路

实验目的：

- 熟练掌握集成运算放大器的正确使用方法。
- 掌握用集成运算放大器构成各种基本运算电路的方法
- 学会合理选用示波器的直流、交流耦合方式观察不同波形的的方法

实验元器件

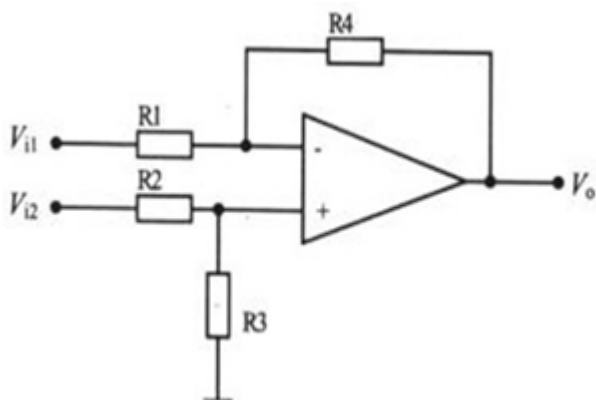
直流稳压源，示波器，信号发生器，NE5532，uA741，电阻：100Ω，100kΩ，10KΩ，5.1kΩ，1kΩ，500Ω，0.22uF电容器，100Ω电位器，1K电位器

实验原理

1.研究电压跟随器

由虚短虚断可得， V_o 始终等于 V_i ，从而不受外部信号源内阻的影响，比直接接入信号源好。

2.研究加法器实验

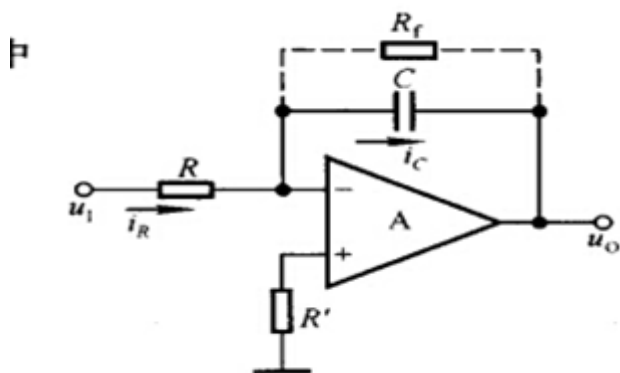


根据运算放大器的特性，可得到如下公式：

$$V_o = -\left(\frac{R_4}{R_1}V_1 + \frac{R_4}{R_2}V_2\right)$$

实现了对于信号的加法运算。

3.研究积分电路



在电路中加入电容，从而对电压 u_i 进行积分得到 u_o

公式如下：

$$v_o(t) = -\frac{1}{RC} \int_0^t v_i(t) dt + v_o(0)$$

实现对输入信号的积分运算。

实验任务

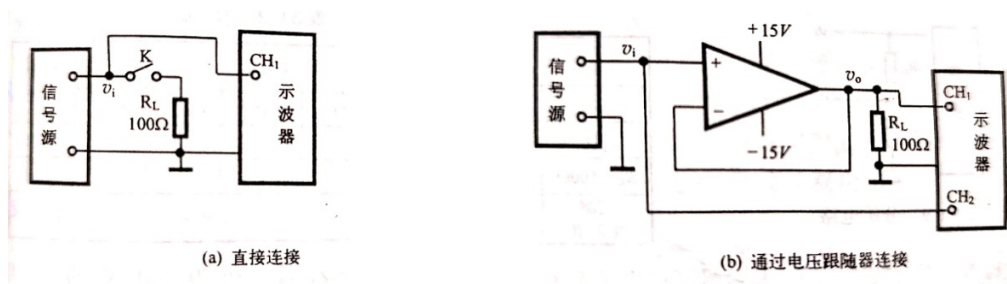
一、电压跟随器作用研究以及电路负载特性影响观察

1. 按照图a连接电路

- 断开开关K，输入 $f=1\text{kHz}$ ， $V_{ipp}=1\text{V}$ 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。
- 将数据记录在表a中



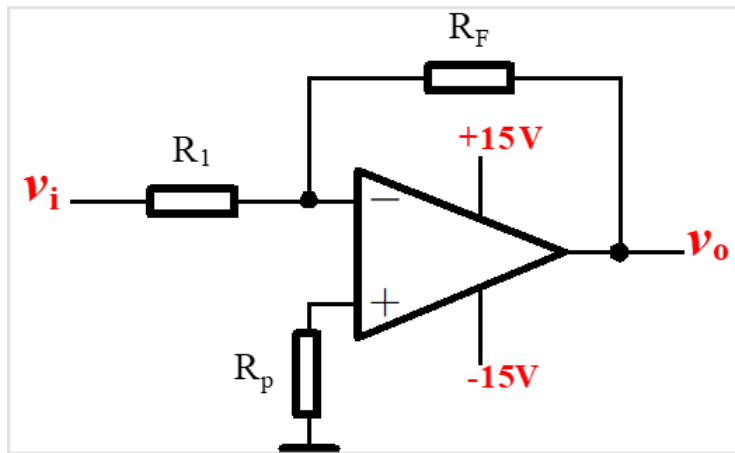
表a

	不接 R_L	不接 R_L	接 R_L	接 R_L	计算 R_s
	v_{ipp}/V	v_{opp}/V	v_{ipp}/V	v_{opp}/V	
无电压跟随器		-		-	___ Ω
有电压跟随器					-

二、反向比例运算电路

1.设计并组装反相比比例运算电路。要求闭环电压增益为10，输入电阻 R_i 不小于 $10\text{k}\Omega$ 。 2.输入频率为1kHz的正弦信号，用示波器观察 v_o 与 v_i 相位关系。 3.改变 v_i 峰峰值的大小，测量 v_o ，将测试数据填上自拟表格，研究反向比例运算关系，并与理论值比较

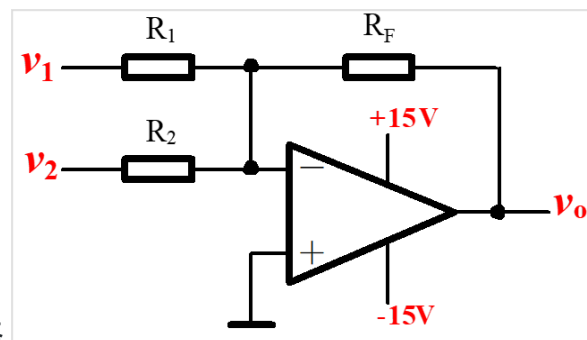
- 提示：通常增益 AV_F 的范围为 $0.1 \sim 100$ 。 R_F 的值不能太大，一般为几十千欧至几百千欧， R_1 的取值应远大于信号源 v_i 的内阻，但通常只能取几千欧至几十千欧，否则，要保证一定的增益 AV_F 时， R_F 值会较大。



(设计 $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_F=100\text{k}\Omega$, $R_p=10\text{k}\Omega$)

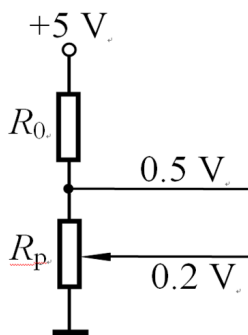
三、反向比例加法电路

- 按照下图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记录电阻值； 2.用直流源CH3通道输出5V直流稳压源，调节电位器使得 $R_0=900\Omega$, $R_p=100\Omega$ ；用电位器分压作用输出 $v_1=0.5\text{V}$, $v_2=0.2\text{V}$ ，检查无误后接通电源；
- 用万用表测量 v_0 ，并与理论值比较。



反向比例加法运算电路

5V电压源连接方式



四、积分电路

- 按照下图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（需含有坐标轴, 波形上下对齐）。

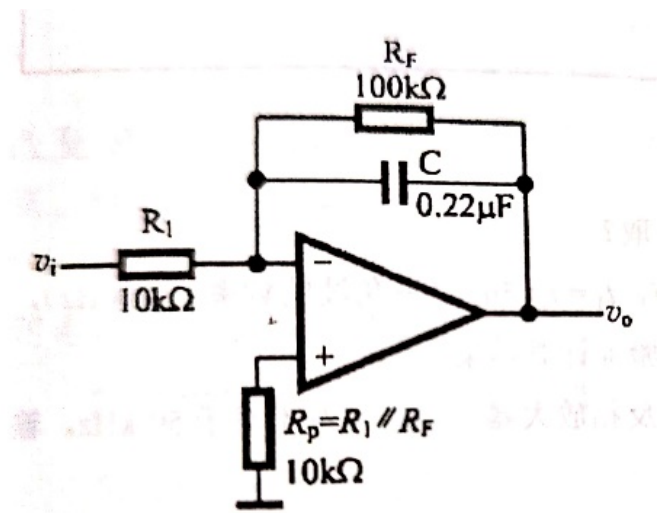


图 3.6.10 比例积分电路

反向比例积分电路

实验记录

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 $\pm 15\text{V}$ 。

一、电压跟随器

直接连接电路中，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。

表a

	不接 R_L	不接 R_L	接 R_L	接 R_L	计算 R_s
	v_{ipp}/V	v_{opp}/V	v_{ipp}/V	v_{opp}/V	
无电压跟随器	1.000	-	0.660	-	51.52 Ω
有电压跟随器	0.993	0.986	0.994	0.955	-

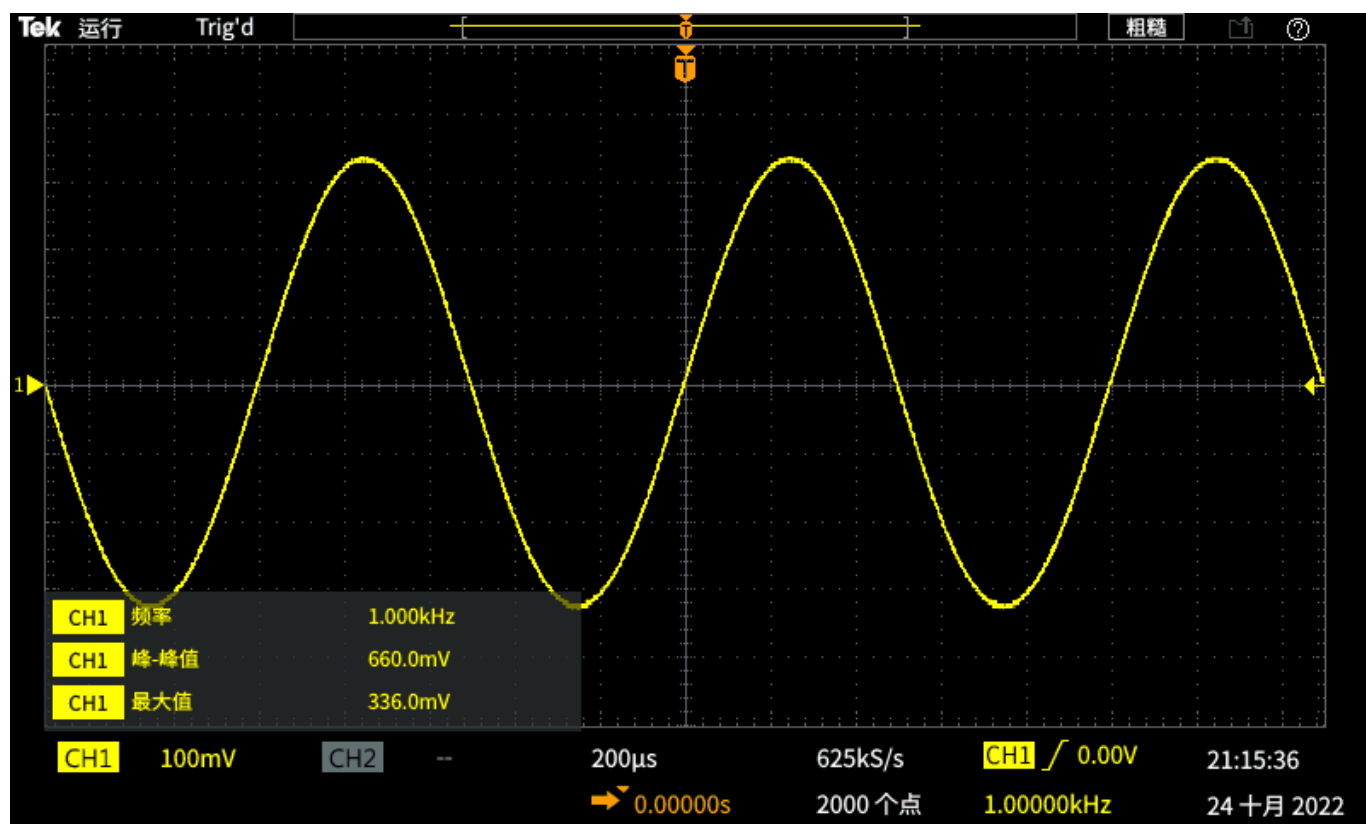


图1. 电压跟随器_直连_K闭合

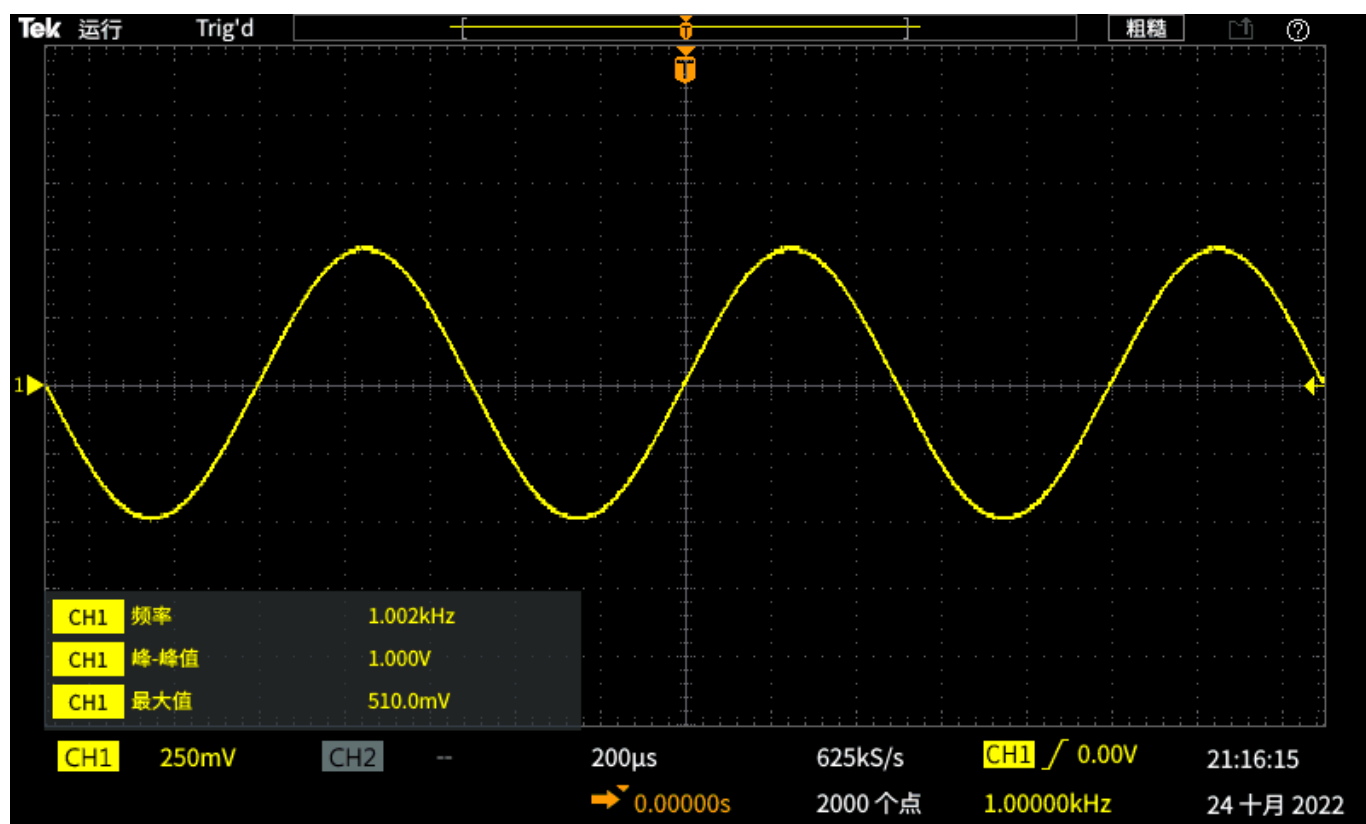


图2. 电压跟随器_直连_K断开

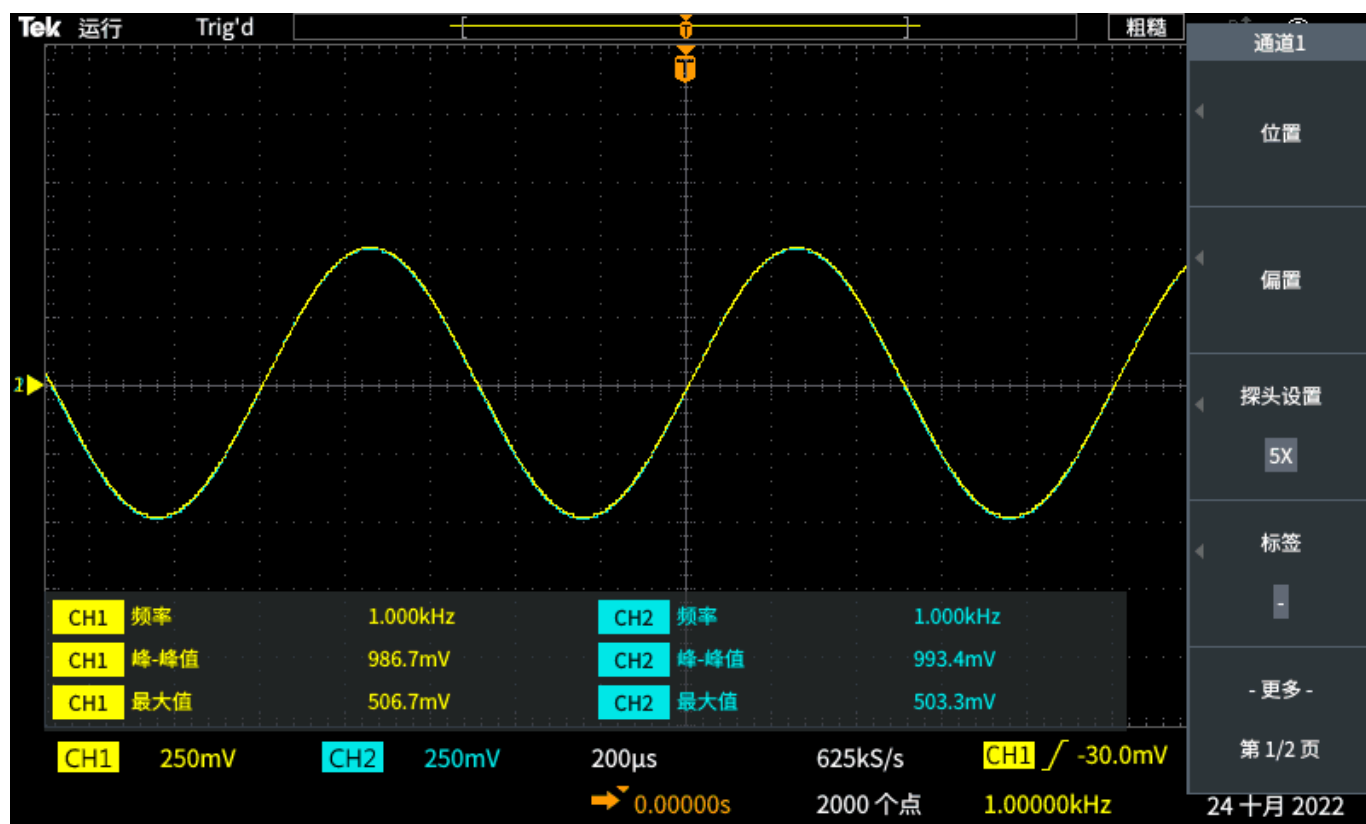


图3. 电压跟随器_有运放_无 R_L

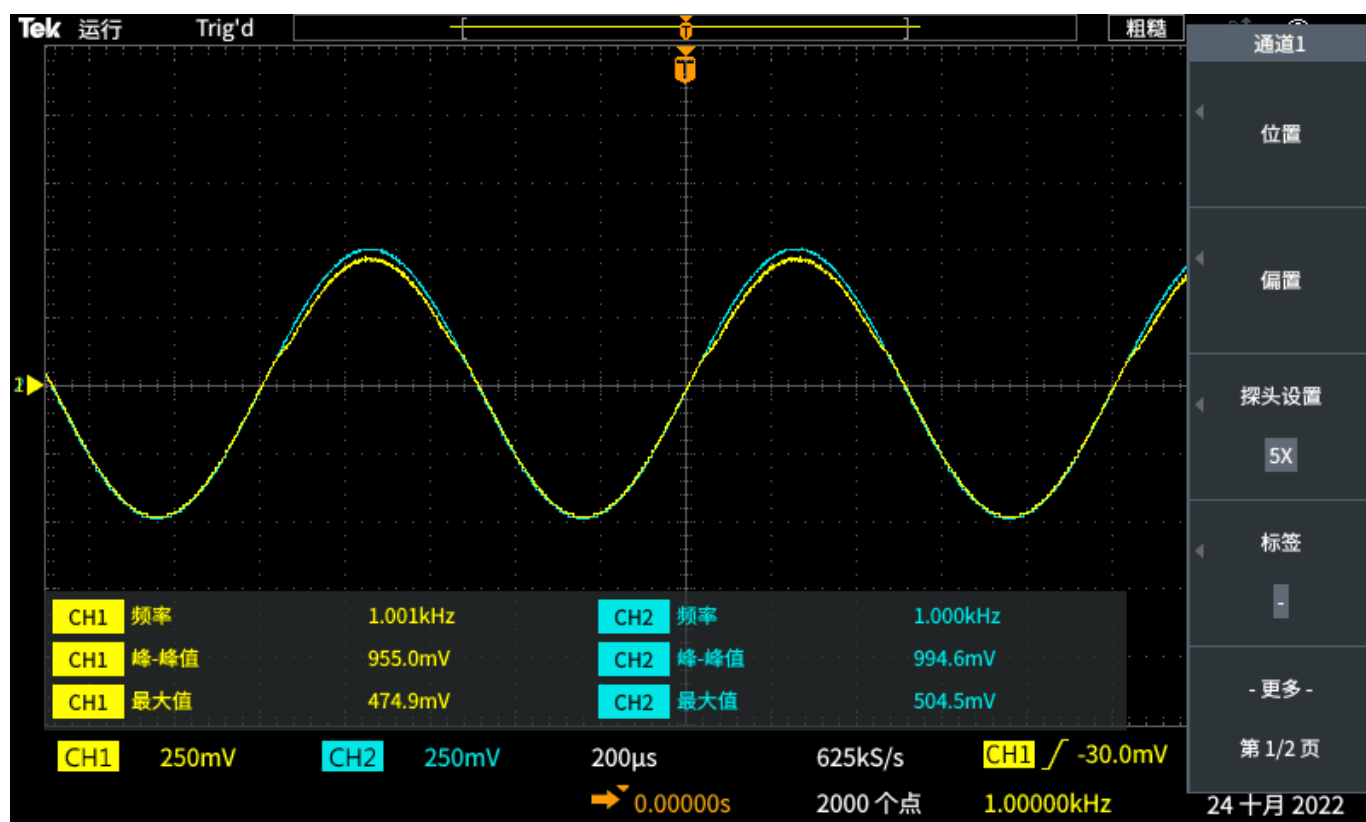
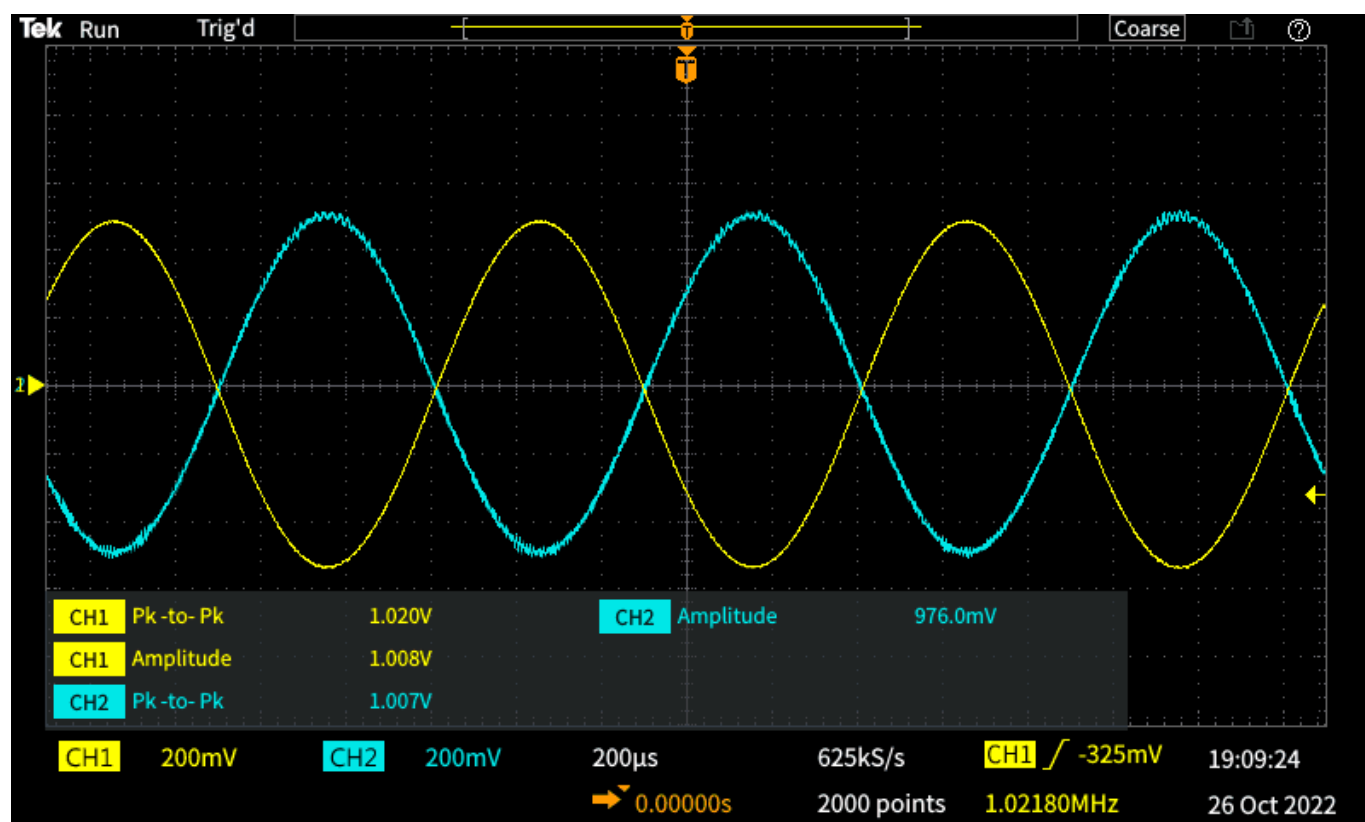
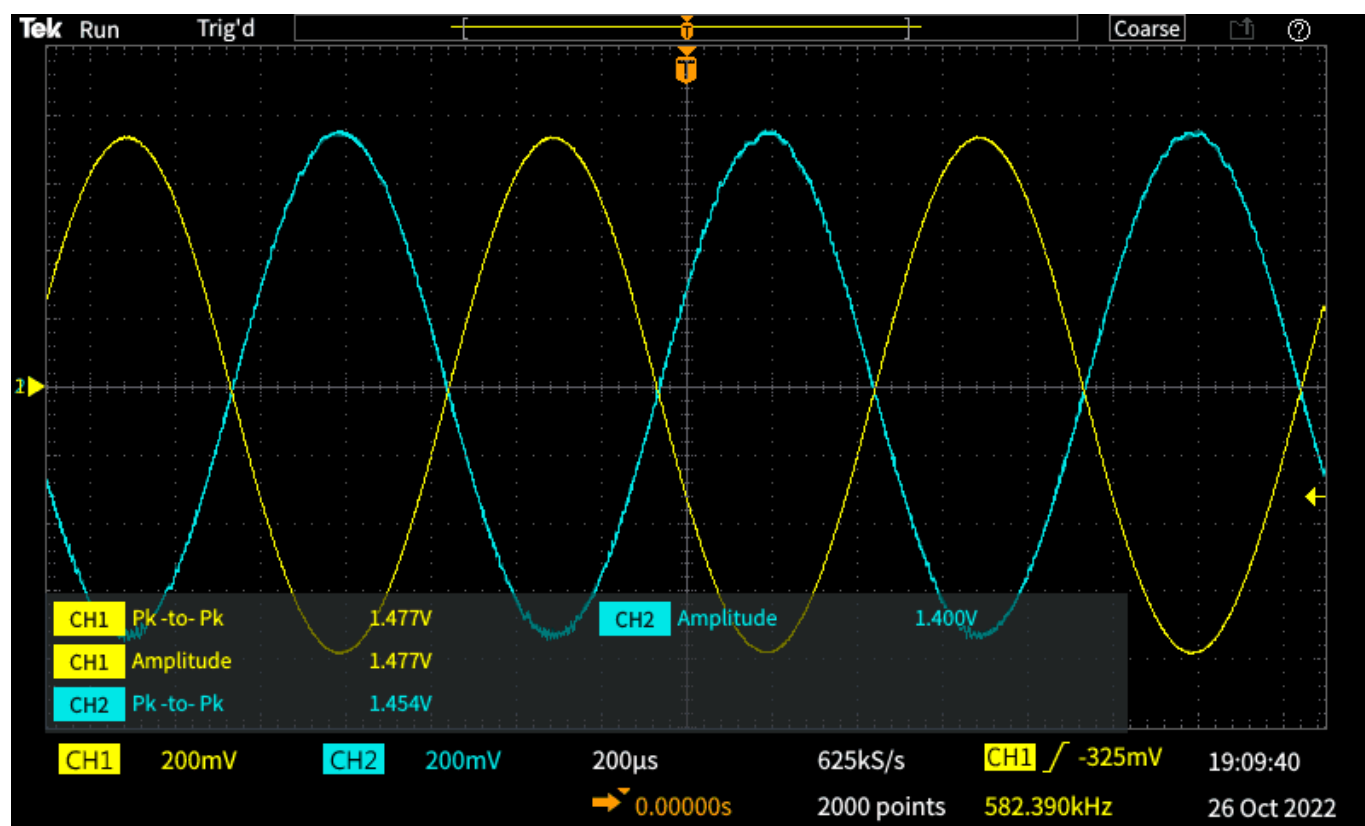
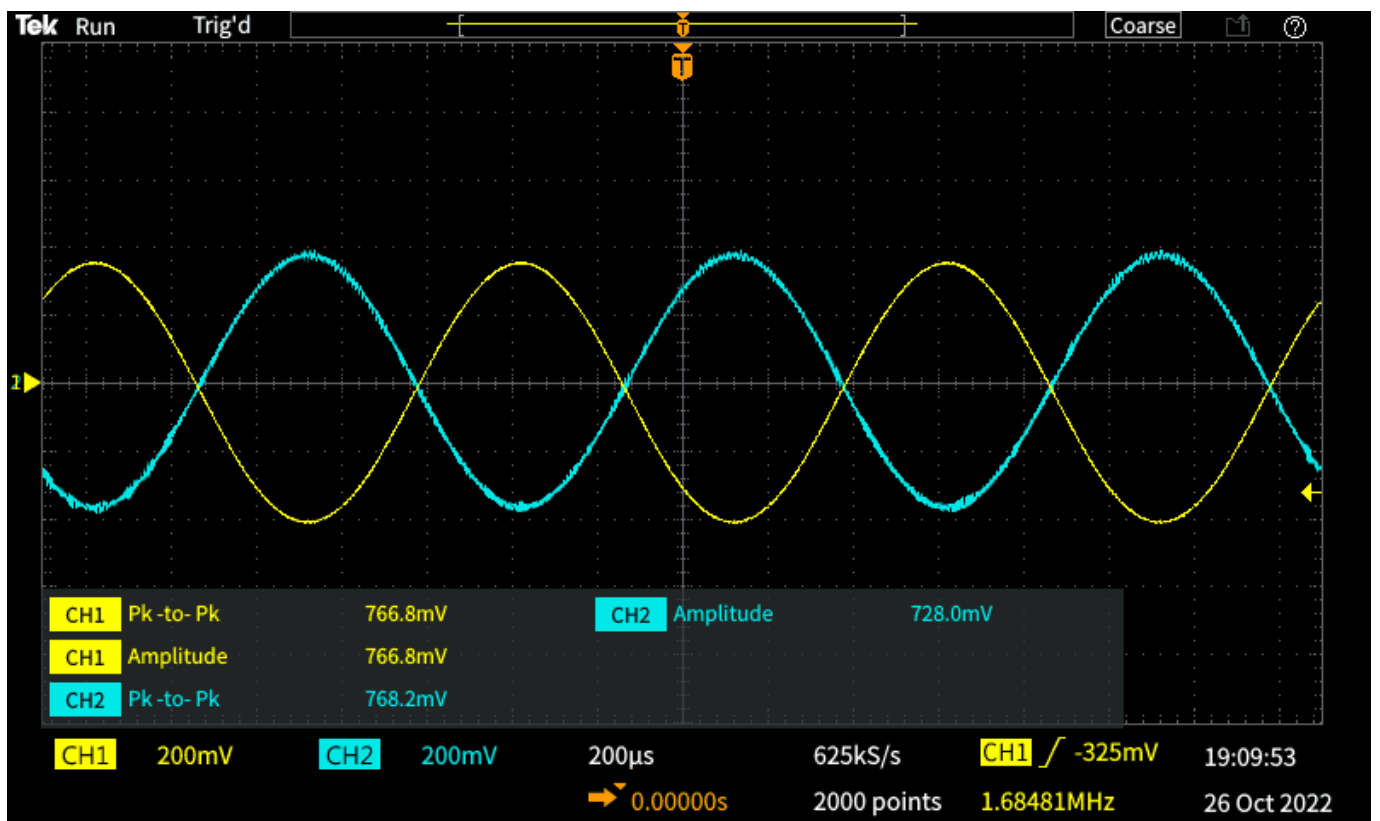
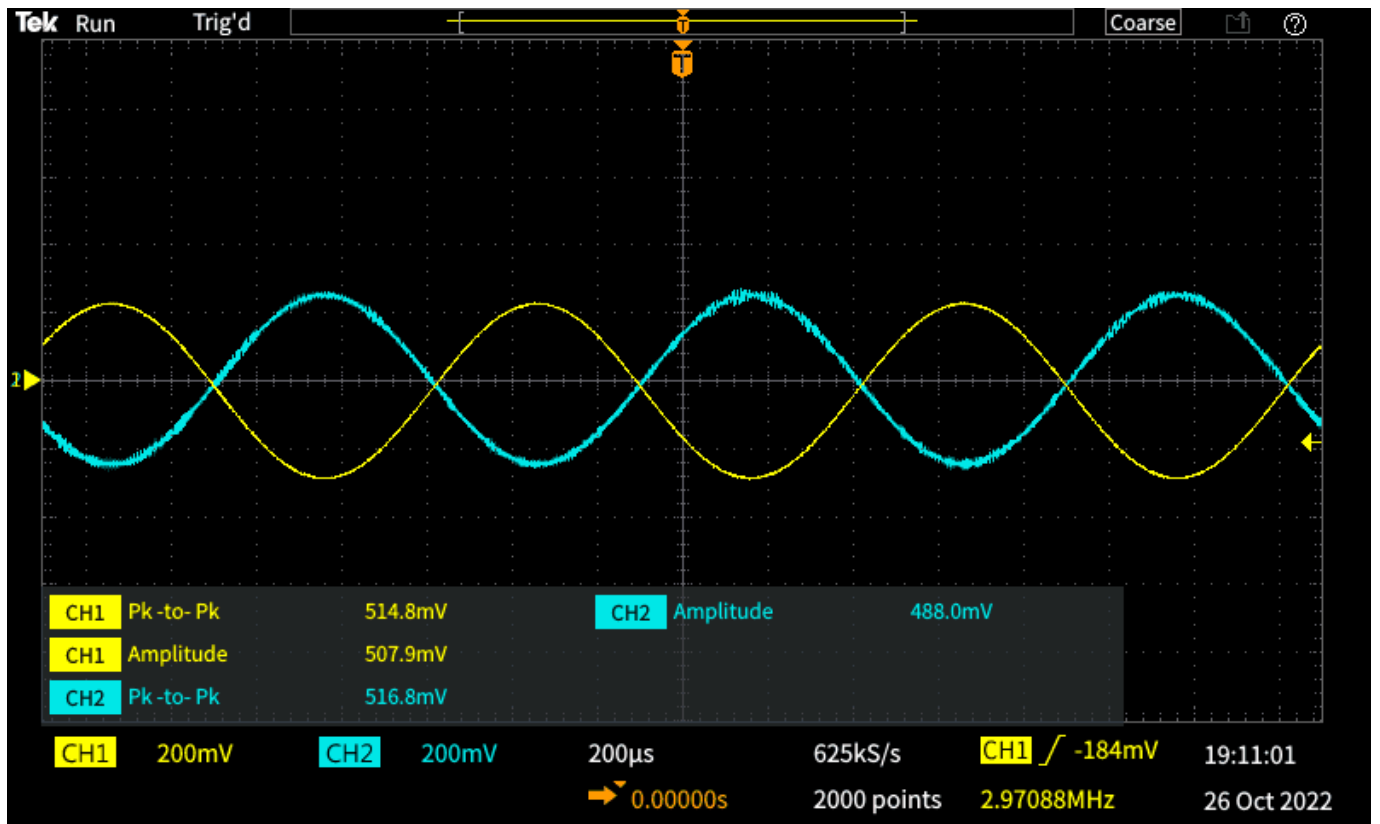


图4. 电压跟随器_有运放_有 R_L

二、反向比例运算电路

通过改变 v_{ipp} 的值分别为1.5vpp, 1vpp, 500mvpp, 750mvpp, 得到以下图像(实验时CH1为10 \times , CH2为1 \times):





v_{ipp}/V	v_{opp}/V	$A_v(\text{理论})$	$A_v(\text{测量})$
1.477	14.54	10	9.84
1.020	10.07	10	9.87
0.5148	5.168	10	10.04
0.7668	7.682	10	10.02

三、反向比例加法电路

用万用表测量 v_o

实验测得 $v_o = -9.1662V$

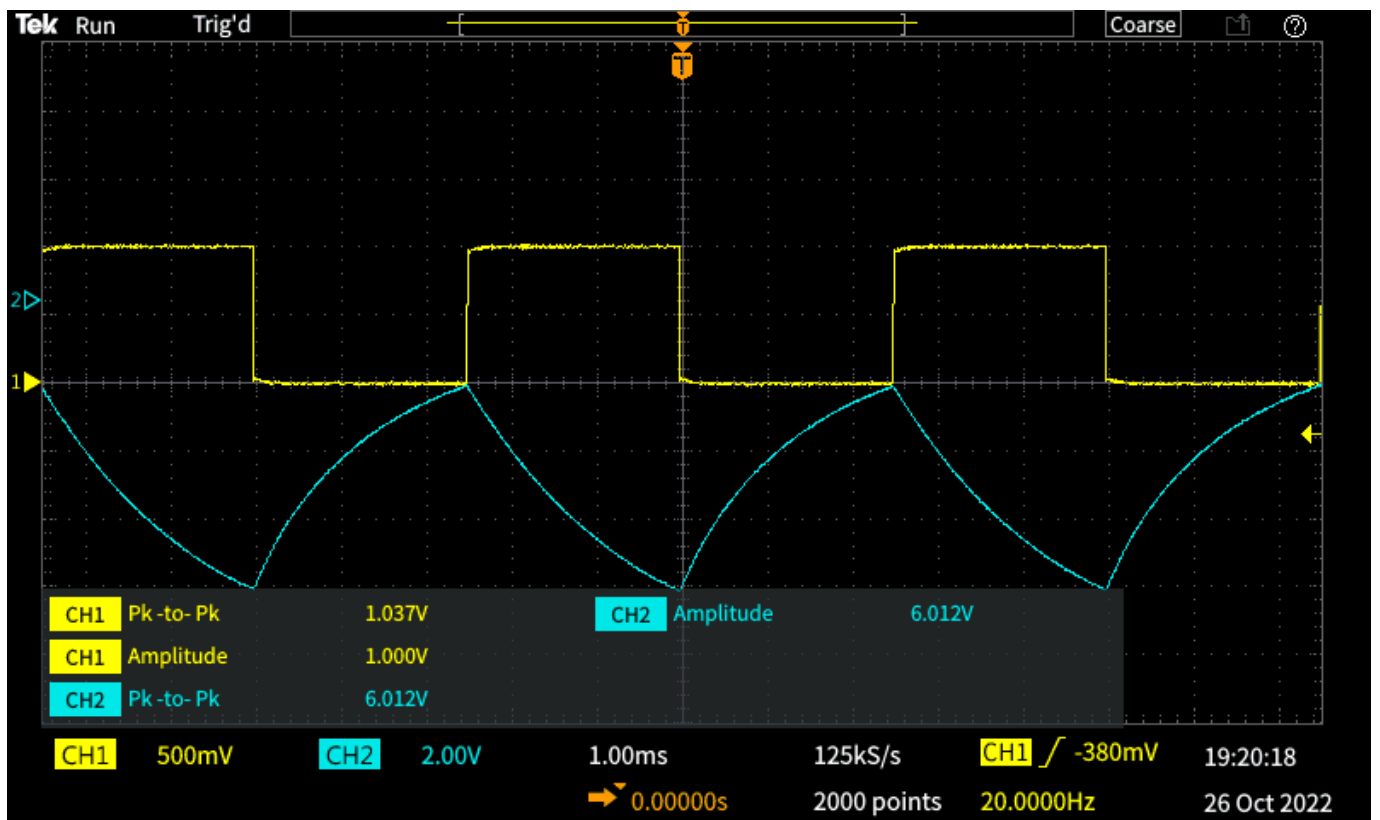
而理论值计算得：

$$v_{\text{理}} = -\left(\frac{R_4}{R_1}V_1 + \frac{R_4}{R_2}V_2\right) = -\left(\frac{100k}{10k} * 0.5 + \frac{100k}{5.1k} * 0.2\right) = -8.9216V$$

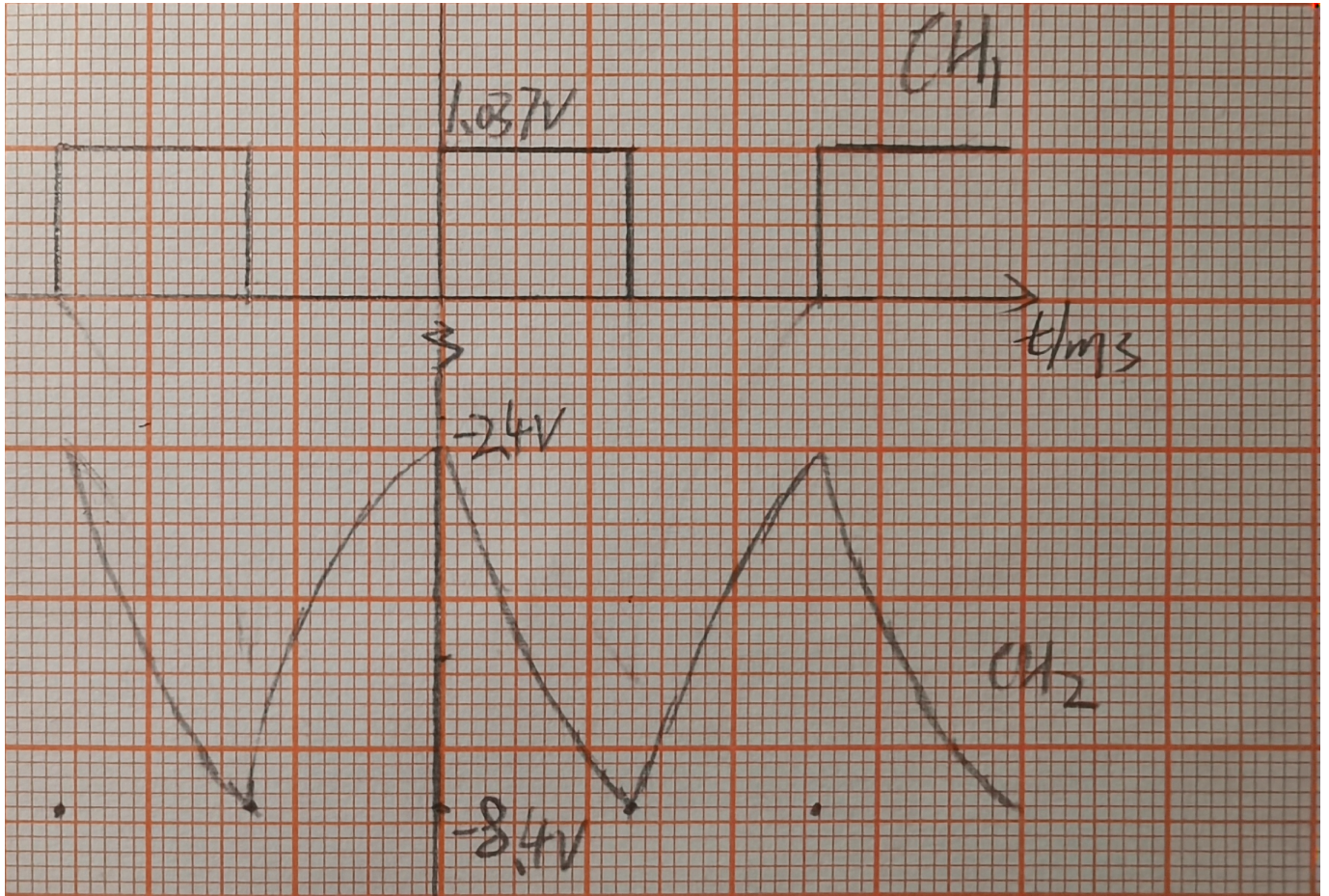
理论值与实际值相差不大，由此验证反向比例运算放大器的性质

四、积分电路

示波器测量图示：



绘制积分电路如下：



实验分析

经计算，电压跟随器、反向比例加减法运算电路、积分电路、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。

实验小结

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。由于初次实验经验不足、电路连接不规范等问题，在实验过程中浪费了大量时间，后面又花了一个小时去实验室才完成了实验。应在以后的实验中多加注意以避免。由此我也渐渐熟悉了模电实验的流程，最好在课前就对照ppt把电路连接好，去实验室就直接对电路进行调试。一次印象深刻的实验！