

华中科技大学

电子线路实验报告

实验一：集成运算放大器的基本应用

院 系 电子信息与通信学院

专业班级 信卓 2201 班

姓 名 董浩

学 号 U202213781

指导教师 陈林

2023 年 10 月 19 日

目 录

1	实验目的	1
2	实验元器件.....	1
3	实验任务	2
3.1	研究电压跟随器的作用	2
3.2	反向比例加法电路	2
3.3	积分电路	3
4	实验原理	3
4.1	反向比例加法电路	3
4.2	积分运算电路	4
5	实验过程	5
6	实验分析	5
7	实验总结	5

1 实验目的

1. 熟练掌握集成运算放大器的正确使用方法。
2. 掌握用集成运算放大器构成各种基本运算电路的方法。
3. 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。

2 实验元器件

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

3 实验任务

3.1 研究电压跟随器的作用

(1) 按图3-1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3-2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。

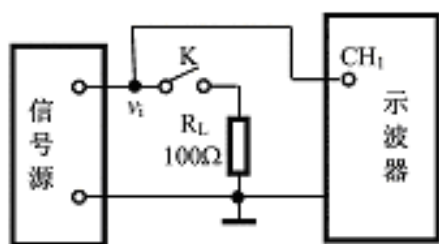


图 3-1 直接连接

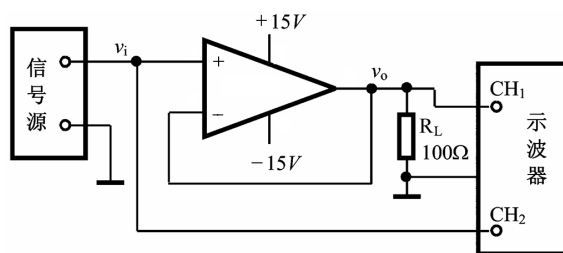


图 3-2 通过电压跟随器连接

3.2 反向比例加法电路

(1) 按照图 3-3 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中。

(2) 按照图 3-3 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 3-3 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 填入表中。

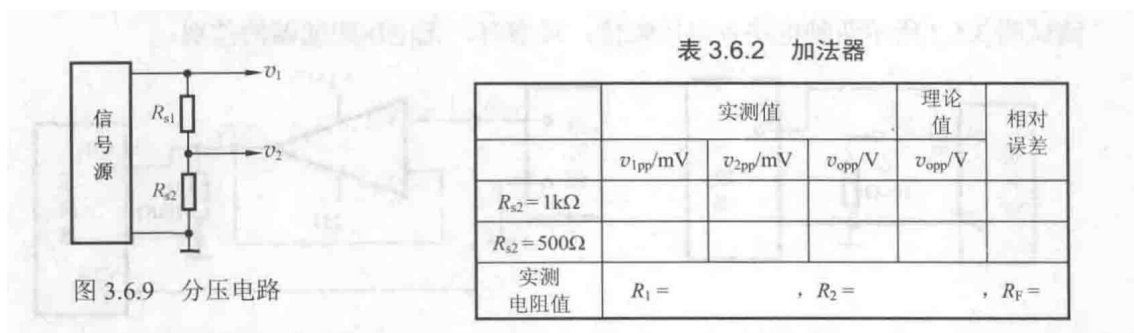


图 3-3 加法器

3.3 积分电路

按照图 3-4 在面包板上组装电路。取 $R_1 = 10k\Omega$, $R_F = 100k\Omega$, $C = 0.22F$, $R_P = 10k\Omega$, 输入 $f=200Hz$, 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。

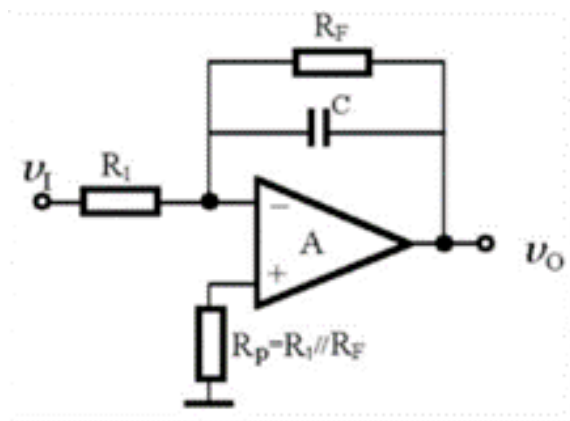


图 3-4 积分器

4 实验原理

4.1 反向比例加法电路

反向比例加法电路的实现如图 4-1 所示, 输出电压的表达式为:

$$v_o = -\left(\frac{R_F}{R_1}v_{i1} + \frac{R_F}{R_2}v_{i2}\right) \quad (4-1)$$

R_1, R_2, R_F 用于控制输出电压与输入电压的关系, 可在运放的同相输入端加上一直流补偿电阻, 其取值为 $R_1 // R_2 // R_F$, 减少输入失调电流对电路的影响。

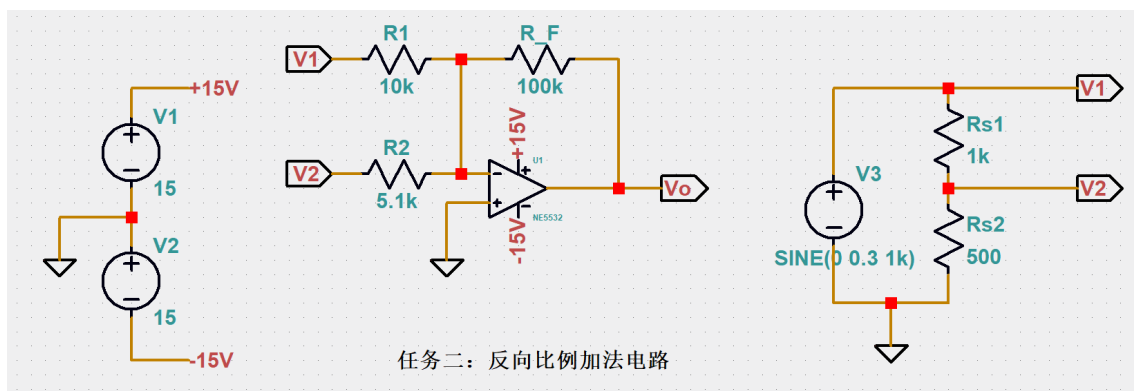


图 4-1 反向比例加法电路

4.2 积分运算电路

积分运算电路的电路图如图 3-4 所示，当运算放大器开环电压增益足够大，且 R_5 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 $v_o(t) = \int_0^t v_1(t)dt + v_o(0)$ 。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， $v_o(t) = -\frac{1}{R_1 C} \int_0^t V_i dt + v_o(0) = -\frac{1}{R_1 C} V_i t$ ，此时输出电压 $v_o(t)$ 的波形是随时间线性下降的，当输入信号为正方形波时，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。

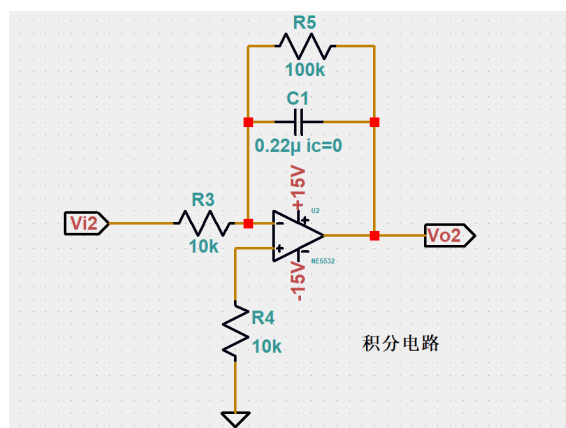


图 4-2 积分电路

5 实验过程

6 实验分析

7 实验总结