



南京邮电大学  
Nanjing University of Posts and Telecommunications

# 电工电子实验报告

课程名称： 电工电子基础实验

实验项目： 运算放大器的线性应用

学 院： 自动化学院、人工智能学院

班 级： B210416

学 号： B21080526

姓 名： 单家俊

指导教师： 陈建飞

学 期： 2022-2023 学年第 1 学期

# 运算放大器的线性应用

## 一、 实验目的

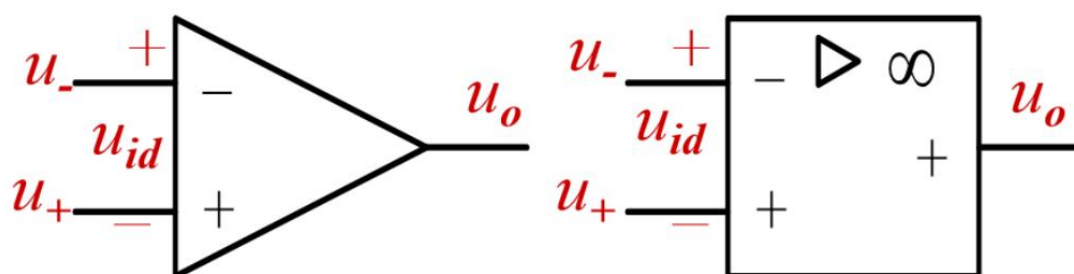
- 1、 掌握运算放大器的使用方法
- 2、 掌握用集成运算放大器构成各种基本运算电路的方法
- 3、 理解集成运算放大器线性应用的电路原理

## 二、 主要仪器设备及软件

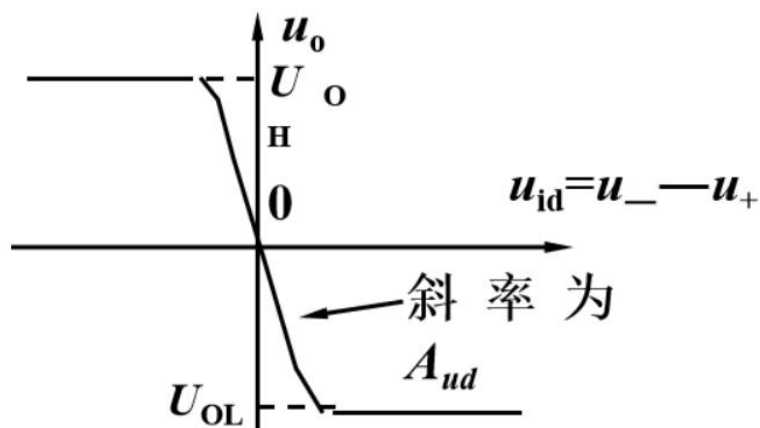
硬件：双踪示波器、函数信号发生器、DGDZ-2 型电工电子综合实验箱  
软件：无

## 三、 实验原理（或设计过程）

### 1. 集成运放符号



### 2. 集成运放传输特性



### 3. 运放理想化条件

①开环差模电压放大倍数  $A_{ud} = \infty$ ;

②差模输入电阻  $R_{id} = \infty$ ;

③差模输入电阻  $R_{od} = 0$ ;

$$u_0 = A_{ud} (u_- - u_+)$$

#### 4. 线性状态下理想运放的特性

虚短特性—— $(u_- - u_+) = A_{u}/A_{ud} = 0$  —— $u_+ = u_-$

虚断特性—— $i_+ = i_- = 0$

#### 5. 非线性状态下理想运放的特性

“离散”特性—— $u_0 = U_{OH}$  或  $U_{OL}$

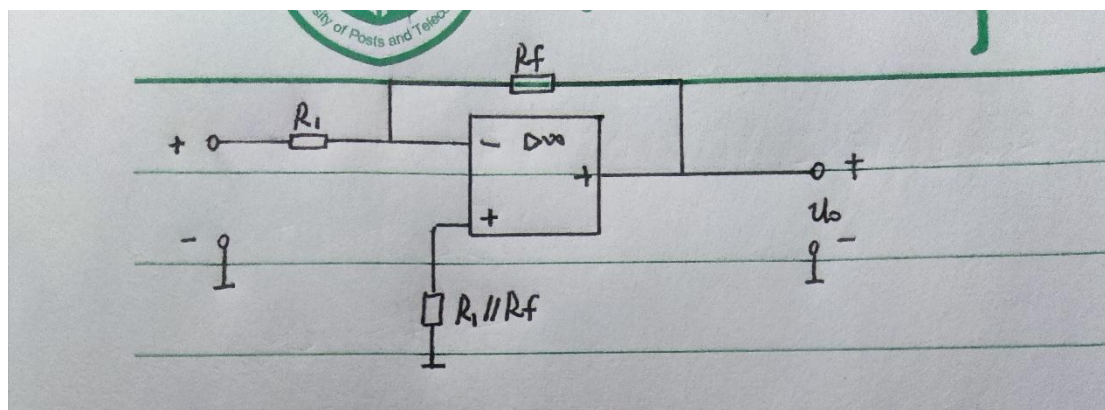
虚断特性—— $i_+ = i_- = 0$

设计过程:

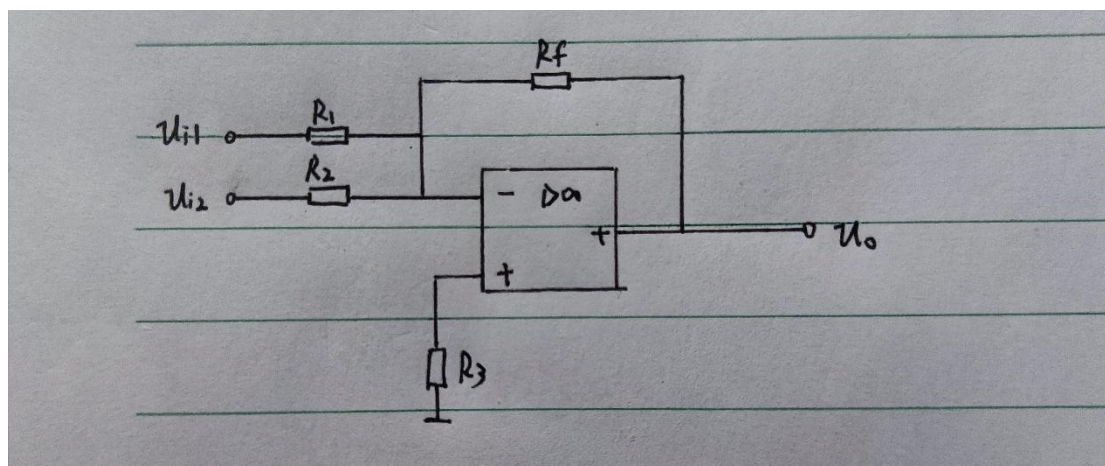
实验任务 1:  $A_u = -R_f/R_1 = -5$  且  $R_f = 100k$  欧, 可得  $R_1 = 20k$  欧,  $R_p = R_1 // R_f = 16.7k$  欧, 取  $R_p = 16k$  欧。

实验任务 2:  $U_o = -((R_f/R_1) * u_{i1} + (R_f/R_2) * u_{i2}) = -(4u_{i1} + 2u_{i2})$ , 且  $R_f = 100k$  欧, 得  $R_1 = 25k$  欧,  $R_2 = 50k$  欧,  $R_3 = R_1 // R_2 // R_3 = 14.4k$  欧, 取  $R_3 = 15k$  欧。

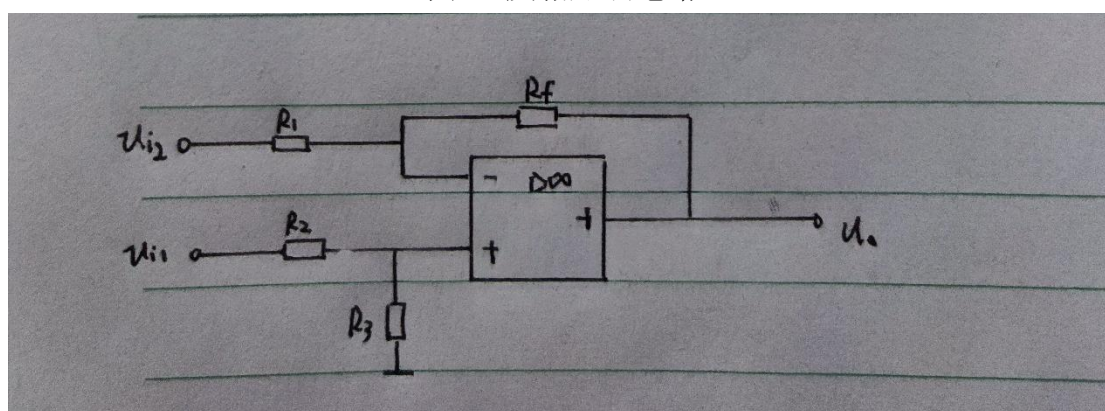
## 四、 实验电路图



图一. 反相比例放大器



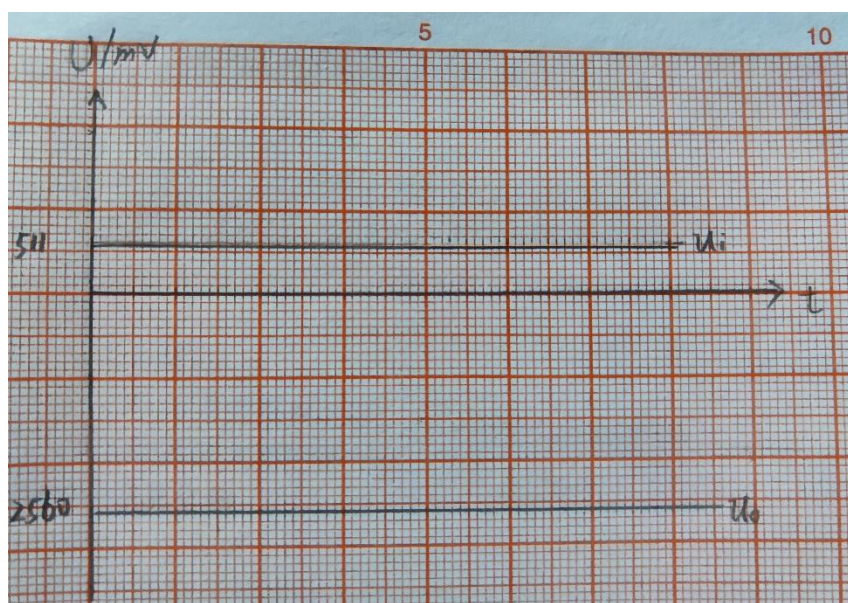
图二. 反相加法电路



图三. 减法运算电路

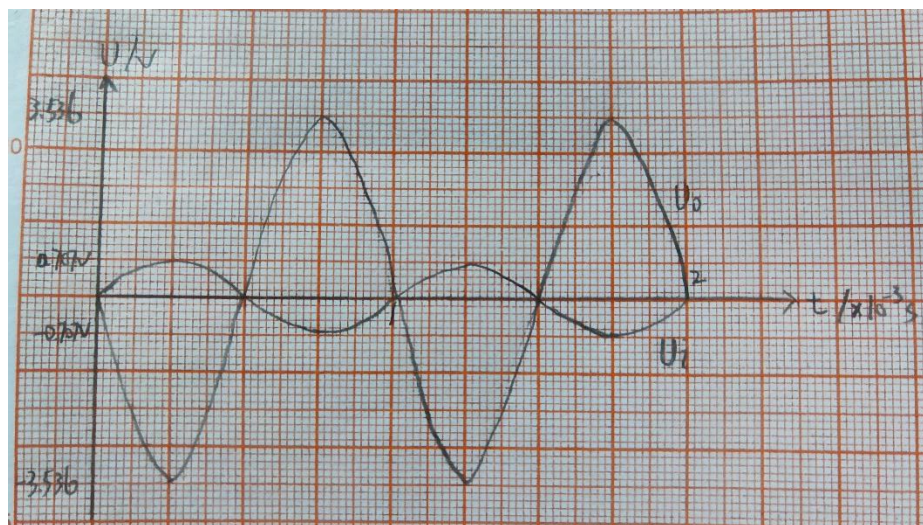
## 五、 实验数据分析和实验结果

1. 设计一个反比例放大器，要求  $R_f=100k$  欧， $A_u=-5$ ，分别测量输入信号为直流  $U_i=0.5V$  和交流正弦波  $U_i=0.5V$ ， $f=1kHz$  时的输出电压值和相应的波形。





图四. 直流信号的输入输出波形图



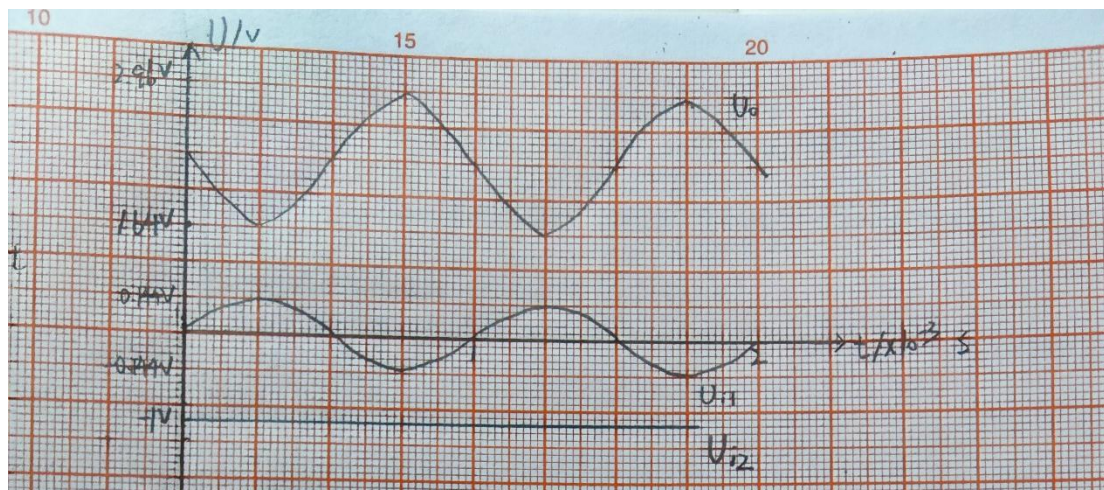
图五. 交流信号的输入输出波形图

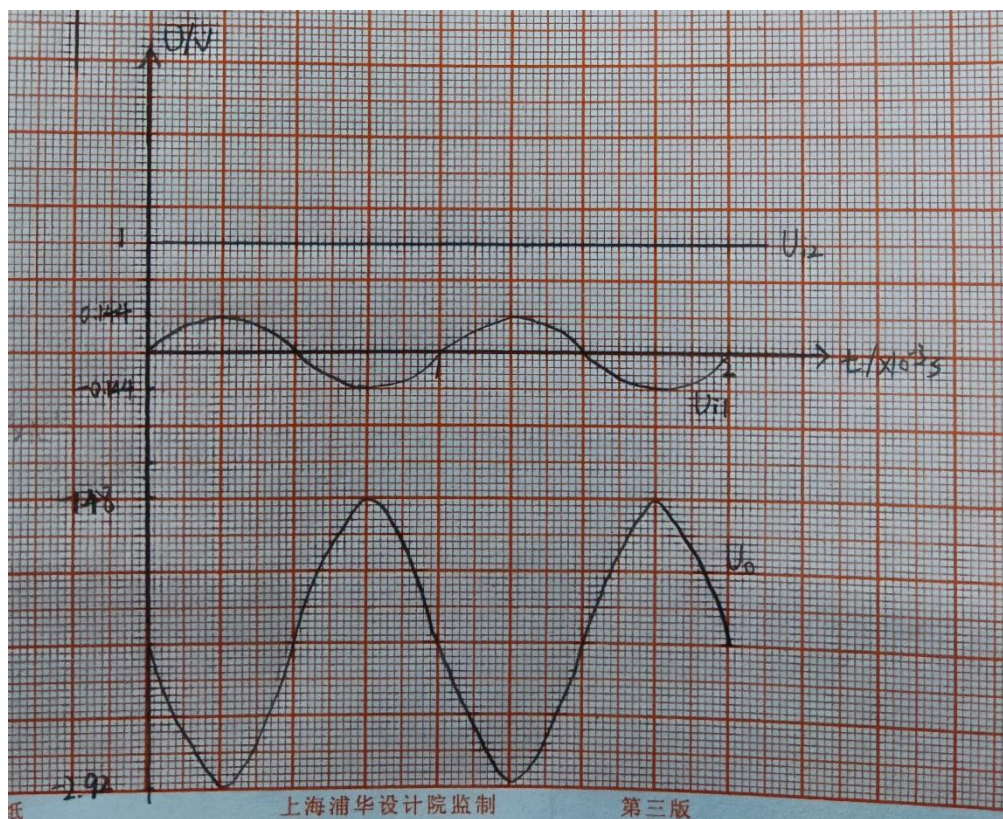
2. 设计一个加法电路，满足关系式  $U_o = -(4U_{i1} + 2U_{i2})$ ，取  $R_f = 100k$  欧。

(1) 在  $U_{i1} = \pm 1V$ 、 $U_{i2} = \pm 1V$  四种直流组合情况下测量  $U_o$ ，并记录数据。

$U_{i1}/V$		+1		-1	
$U_o/V$		计算值	测量值	计算值	测量值
$U_{i2}/V$	+1	-6	-6.663	2	2.6121
	-1	-2	-2.59	6	6.604

(2) 输入信号  $U_{i1}$  是频率为 1kHz、有效值为 0.1V 的正弦信号时，输入信号是  $U_{i2} = \pm 1V$  的直流信号时，分别观察输出信号波形。





图六

## 六、 实验小结

通过本次实验了解了运算放大器的一些特性和使用方法，掌握了双电源的接线方式，学会了如何判断运算放大器的好坏。实验中的误差主要来源于导线、接触点等阻值以及一些电阻的理论值我们无法取得只能用大小差不多的电阻替代。



## 七、 附录

