

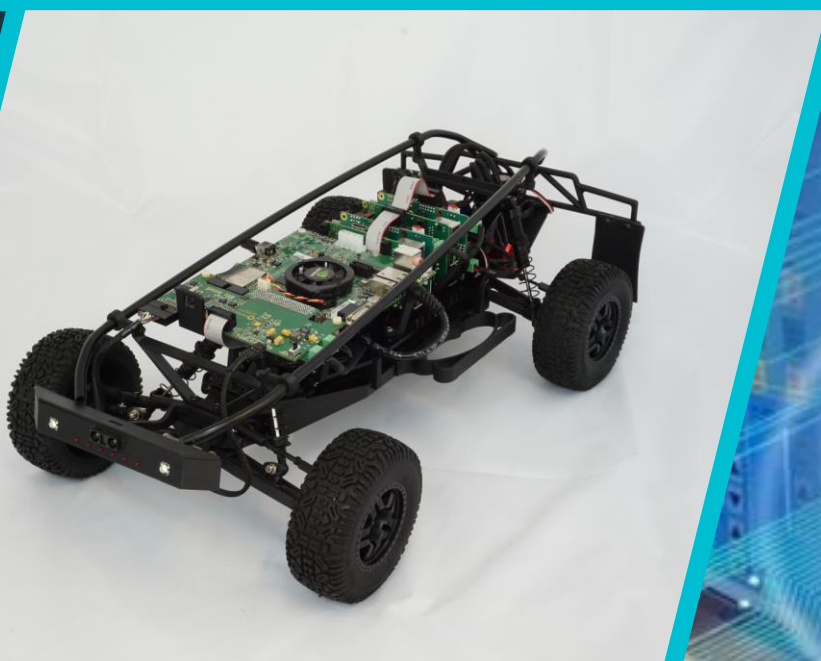
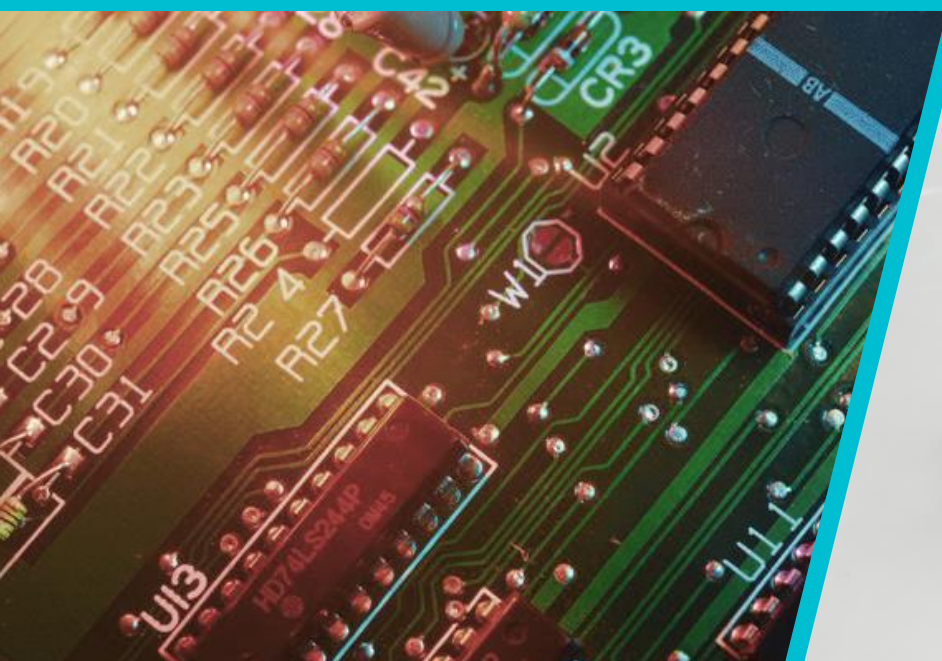


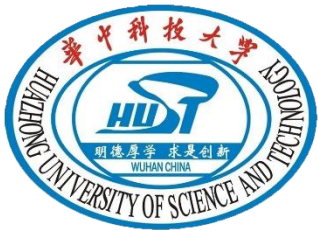
华中科技大学
Huazhong University of Science and Technology

电子线路设计、测试与实验

华中科技大学电子信息与通信学院

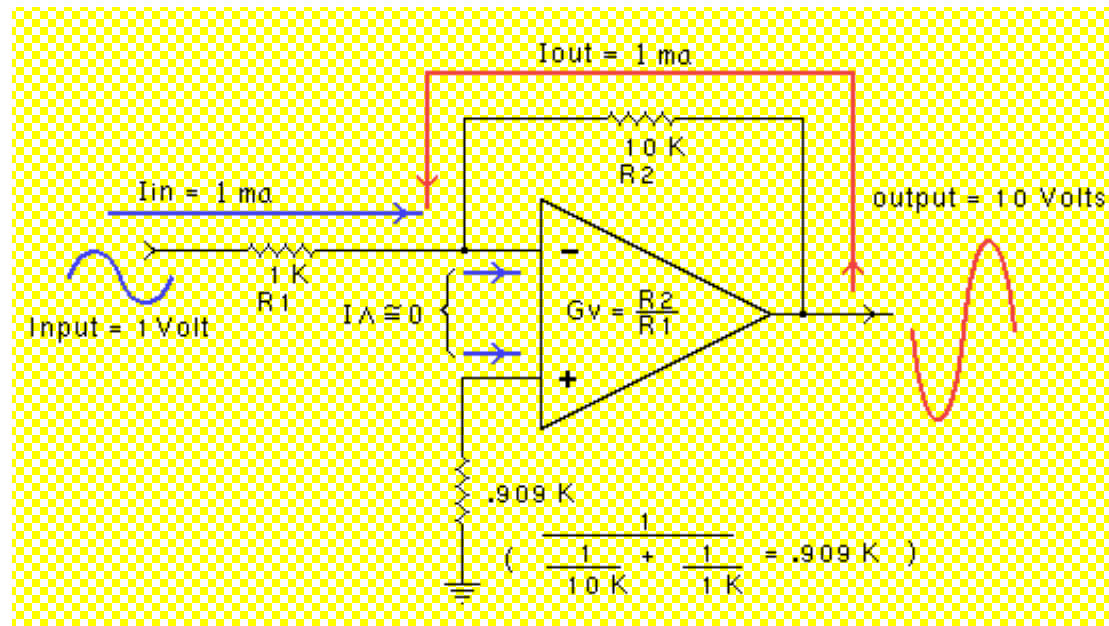
»» 汪小燕

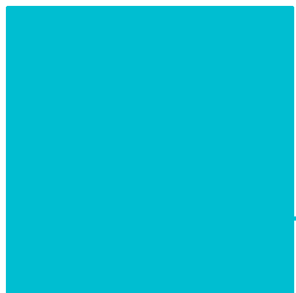
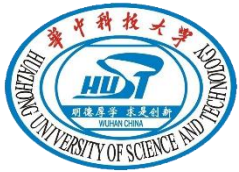




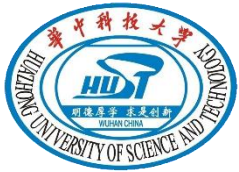
集成运算放大器 基本应用电路

华中科技大学电子信息与通信学院
汪小燕



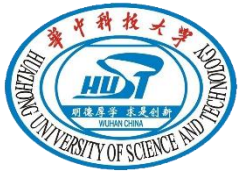


一、实验目的



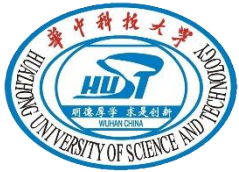
实验目的

- **掌握集成运算放大器的正确使用方法**
- **掌握集成运算放大器各种基本应用电路的工作原理**
- **熟练电子测量仪器的使用方法；**
- **重点掌握使用示波器 交流耦合输入方式 和直流耦合输入方式 观察波形的的方法**
- **掌握比例积分电路输入、输出波形的测量和描绘方法。**



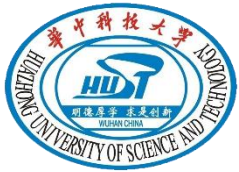
二、实验内容



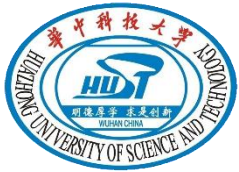


实验任务

- **研究电压跟随器的作用**
- **设计并安装实现反相比例放大电路**
- **反相比例加法运算电路测试**
- **反相比例减法运算电路测试**
- **比例积分电路测试**

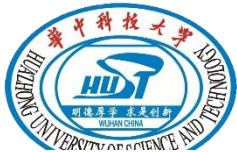


三、实验原理



集成运算放大器简介

- **集成运算放大器（简称运放）是一种在实际中得到广泛应用的模拟器件**
- **集成运算放大器品种繁多，性能参数也各不相同**
- **针对每种器件，生产厂家一般会给出它的数据手册。在实际应用时，我们必须注意其主要参数及使用规则。**



NE5532器件手册解读

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR

www.fairchildsemi.com

NE5532

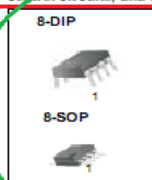
Dual Operational Amplifier

Features

- Internal Frequency Compensation
- Slew Rate: 8V/ μ s
- Input Noise Voltage: 8nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ($f_o = 30\text{Hz}$)
- Full Power Bandwidth: 140KHz

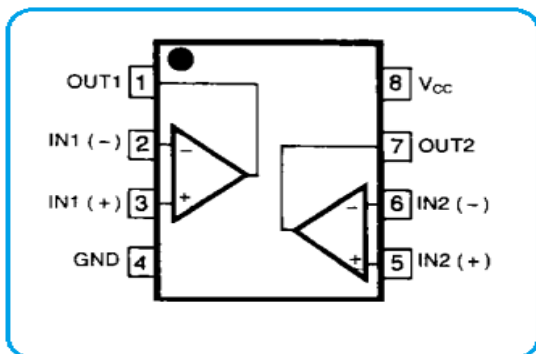
Description

The NE5532 is an internally compensated dual low noise OP-AMP. The high small signal and power bandwidth provides superior performance in high quality AMP, all control circuits, and telephone applications.



封装形式

Internal Block Diagram



管脚定义

Rev. 1.0.1

©2002 Fairchild Semiconductor Corporation

Absolute Maximum Ratings

电源电压范围

Parameter	Symbol	NE5532	Unit
Power Supply Voltage	V _{CC}	± 22	V
Differential Input Voltage	V _(DIFF)	± 13	V
Input Voltage	V _I	Supply Voltage	V
Power Dissipation, T _A = 25°C	P _D	1100 500	mW
Operating Temperature Range	T _{OPR}	0 ~ +70	°C

Thermal Data

允许功耗

Parameter	Symbol	Value	Unit
Thermal Resistance Junction-Ambient Max.	R _{θJA}	110 250	°C/W

Electrical Characteristics

(V_{CC}=15V, V_{EE}= -15V, T_A = 25°C)

共模抑制比

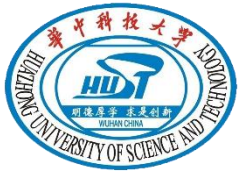
Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Input Offset Voltage	V _{IO}	-	-	0.5	4.0	mV
Input Offset Current	I _{IO}	-	-	10	150	nA
Input Bias Current	I _{BIAS}	-	-	200	800	nA
Supply Current	I _{CC}	-	-	6.0	16	mA
Input Voltage Range	V _{I(R)}	-	± 12	± 13	-	V
Common Mode Rejection Range	CMRR	T _A = 25°C	70	100	-	dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	T _A = 25°C	80	100	-	dB
Output Voltage Swing	V _{O(P-P)}	R _L \geq 600 Ω	± 12	± 13	-	V
Input Resistance	R _i	T _A = 25°C	30	300	-	K Ω
Short Circuit Current	I _{SC}	-	-	38	-	mA
Overshoot	OS	R _L = 600 Ω , C _L = 100pF	-	10	20	%
Voltage Gain	G _V	f = 10KHz	2	2.2	-	V/mV
Gain Bandwidth Product	GBW	C _L = 100pF, R _L = 600 Ω	8	10	-	MHz
Slew Rate	SR	R _L = 1K, C _L = 100pF, R _L = 600 Ω	6	8.0	-	V/ μ s
Input Noise Voltage	e _N	f _o = 30Hz f _o = 1KHz	-	8.0 5.0	-	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

增益带宽积

压摆率



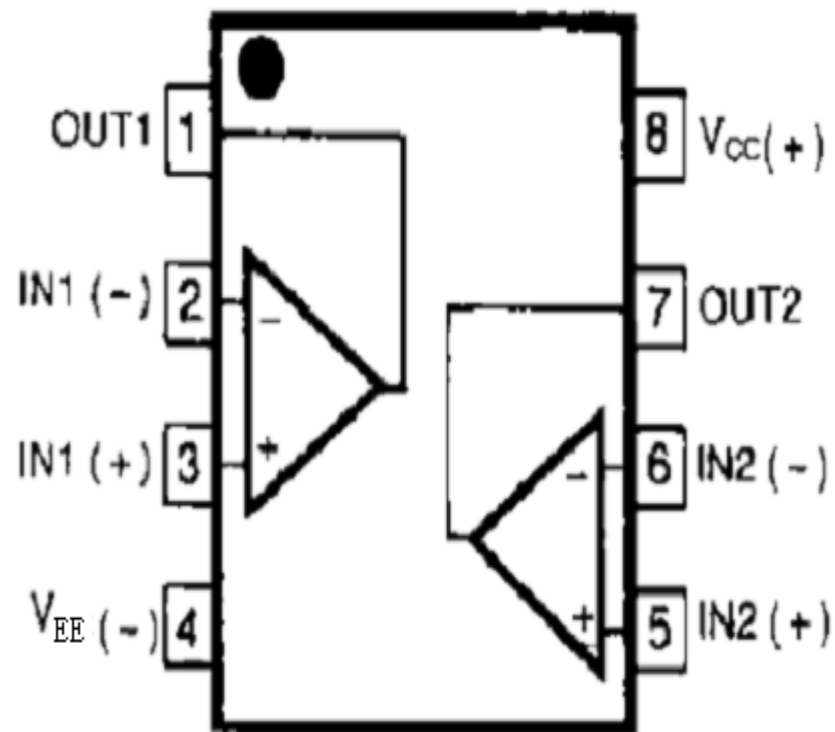
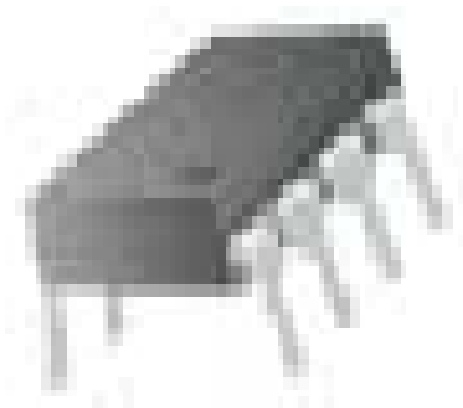
电子线路设计、测试与实验



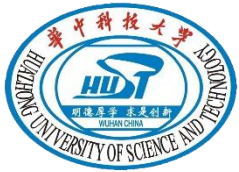
NE5532器件手册解读

引脚图

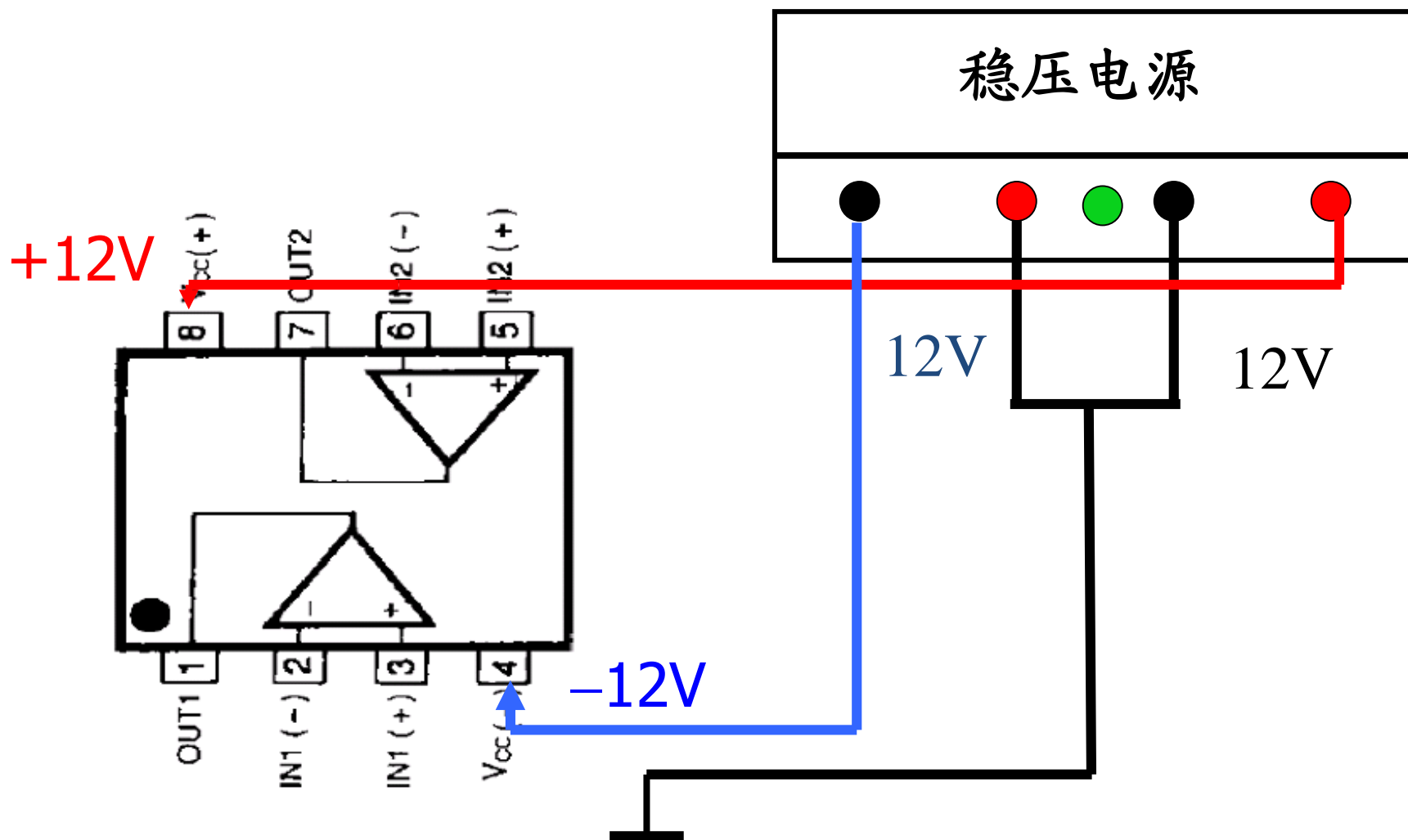
8-DIP



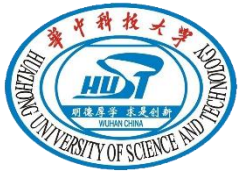




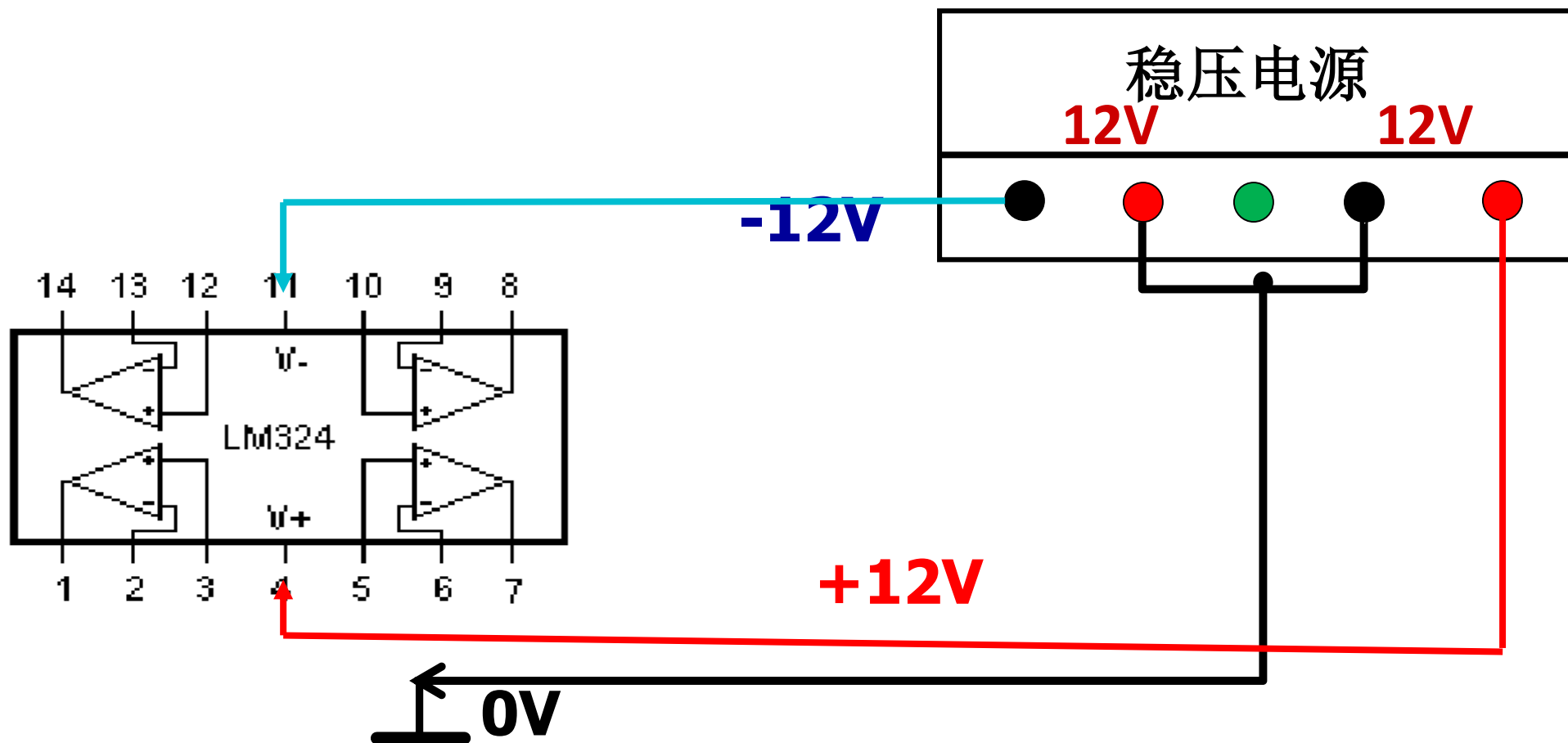
>>> 集成运放NE5532正、负电源的连接

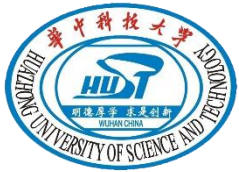


注意：正、负电源千万别接反！

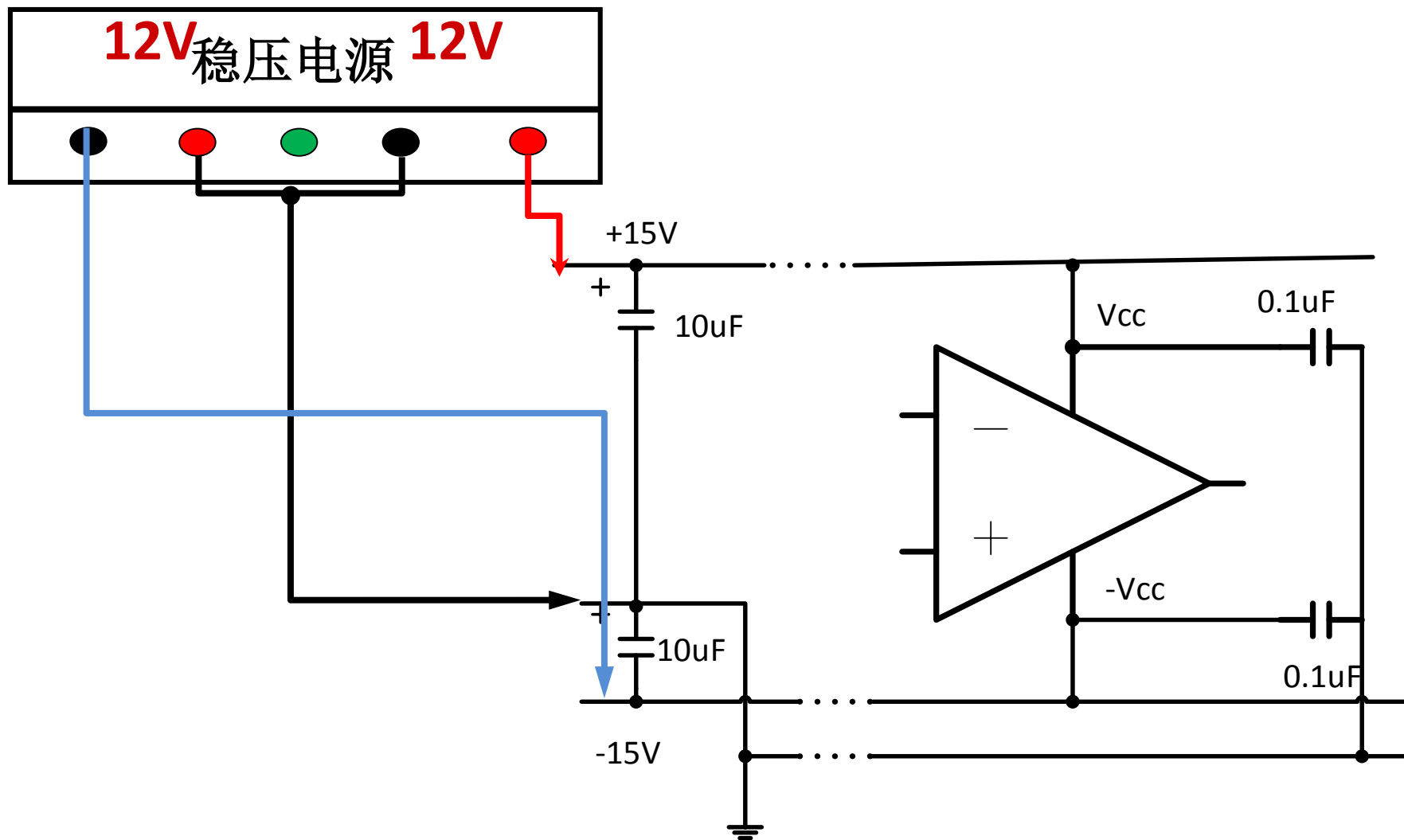


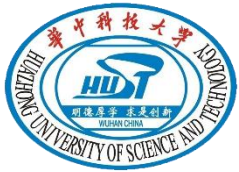
集成运放LM324正、负电源的连接





>>> 集成运放电源的去耦连接方法

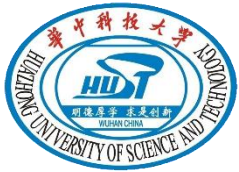




集成运算放大器的各种基本应用电路

- **电压跟随器**
- **反相比例放大电路**
- **反相比例加法电路**
- **差分放大电路**
- **比例积分电路**
- ○ ○ ○

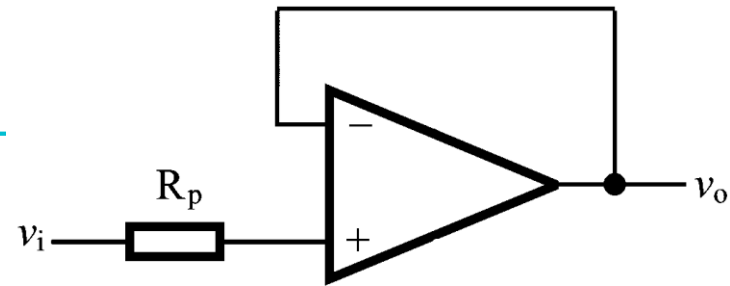


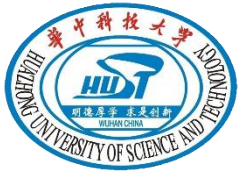


>>> 电压跟随器

- 输入阻抗很高,
- 输出阻抗很小,
- 可视作电压源,
- 是比较理想的阻抗变换电路
- 有:

$$V_o \approx V_i$$





反相比例放大电路

(1) 电压增益 A_v

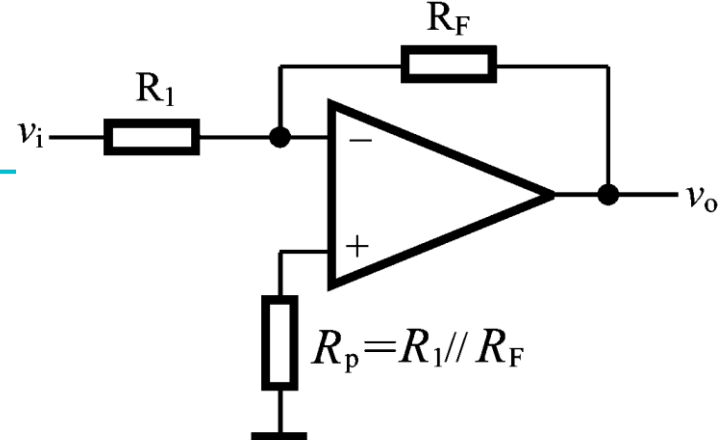
$$A_v = -\frac{R_F}{R_1}$$

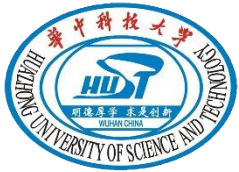
(2) 输入电阻 R_i

$$R_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{v_i}{v_i / R_1} = R_1$$

(3) 输出电阻 R_o

$$R_o \rightarrow 0$$



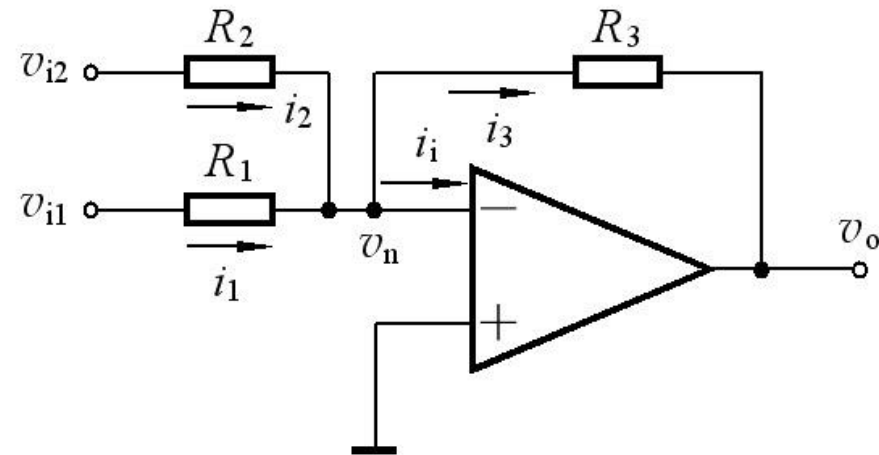


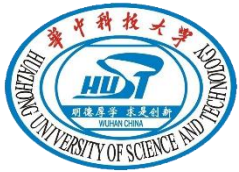
>>> 反比例加法电路

$$v_o = -\left(\frac{R_3}{R_1} v_{i1} + \frac{R_3}{R_2} v_{i2}\right)$$

若 $R_1 = R_2 = R_3$

则有 $v_o = -(v_{i1} + v_{i2})$



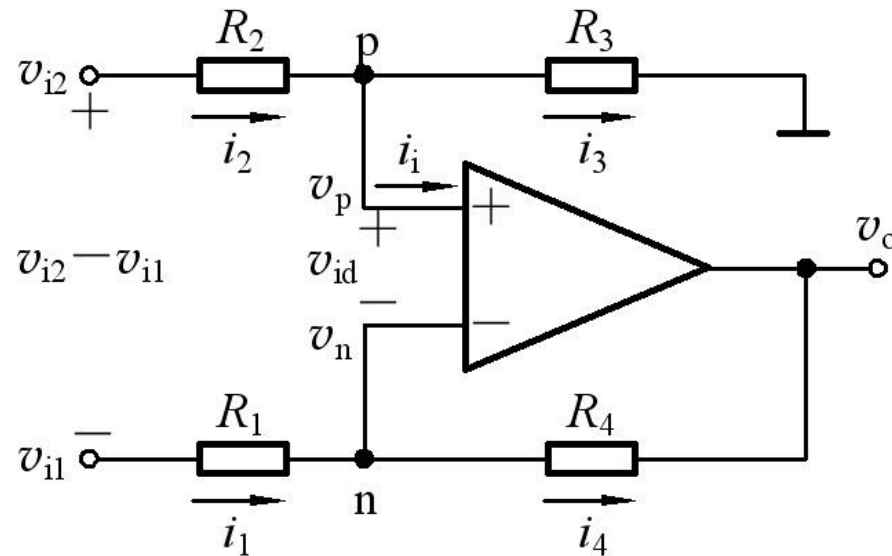


>>> 反相比例减法电路（差分电路）

$$v_o = \left(\frac{R_1 + R_4}{R_1} \right) \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3} \right) v_{i2} - \frac{R_4}{R_1} v_{i1}$$

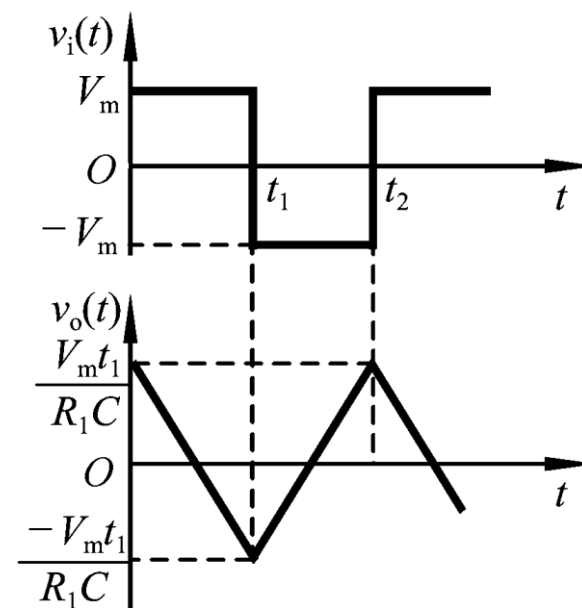
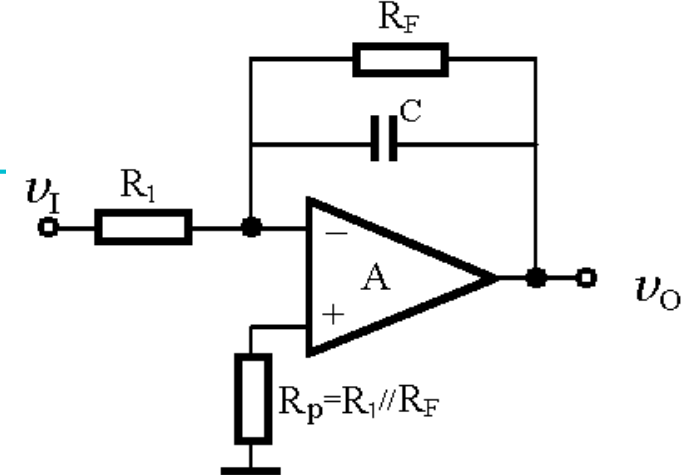
$$\text{当 } \frac{R_4}{R_1} = \frac{R_3}{R_2}, \text{ 则 } v_o = \frac{R_4}{R_1} (v_{i2} - v_{i1})$$

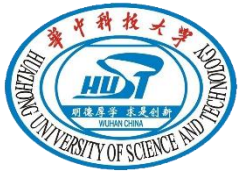
$$\text{若继续有 } R_4 = R_1, \text{ 则 } v_o = v_{i2} - v_{i1}$$



比例积分电路

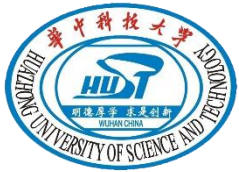
- 当输入信号频率大于 $f_0 = \frac{1}{2\pi R_F C}$
- 有
$$v_o(t) = -\frac{1}{R_1 C} \int_0^t v_i(t) dt + v_o(0)$$



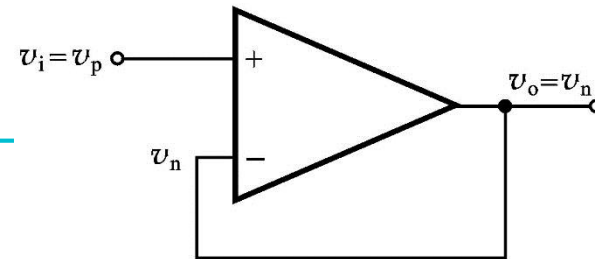


四、实验要求





1. 研究电压跟随器的作用



实验重点：

- 掌握集成运算放大器正负电源连接方式；
- 掌握集成运算放大器的正确使用方法
- 掌握集成运算放大器电压跟随器的工作原理与工作特点
- 掌握输出阻抗的测量方法。





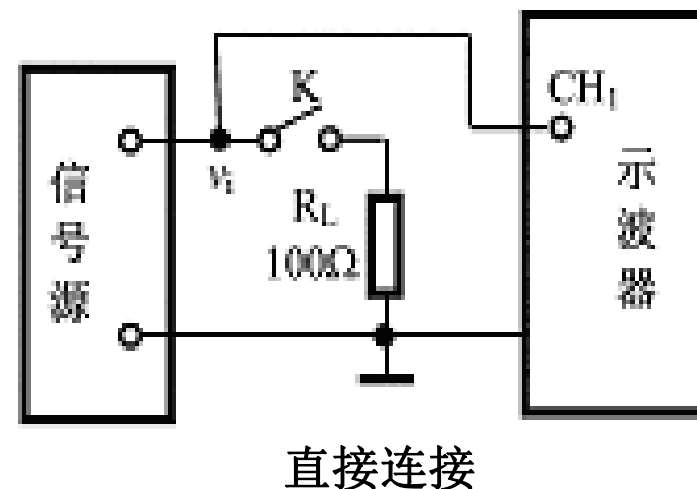
1. 研究电压跟随器的作用

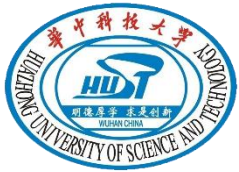
(1) 按图连接电路。

断开开关 K 。输入 f 为1kHz, $v_{ipp}=1V$ 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。

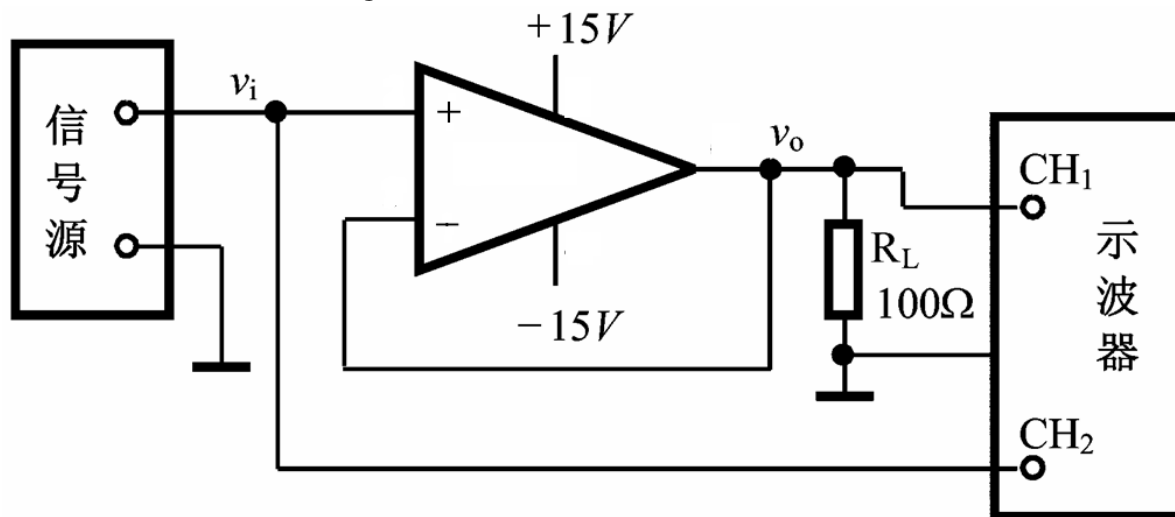




1. 研究电压跟随器的作用

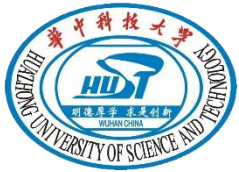
- 2) 按图 (b) 连接电路。

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。



(b) 通过电压跟随器连接

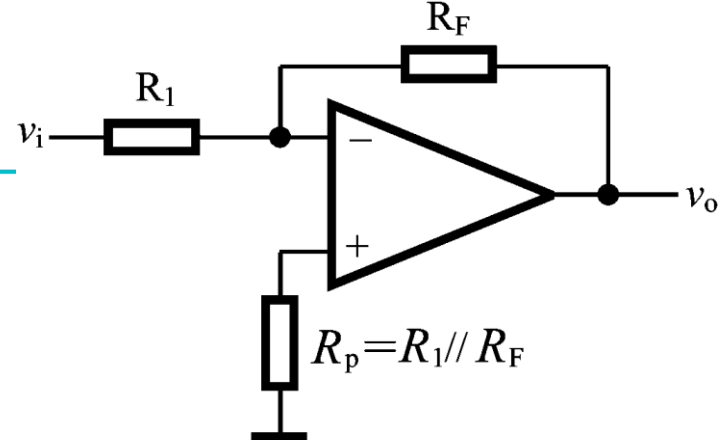


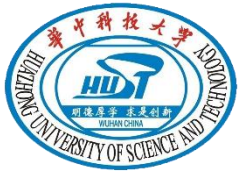


2.设计并安装实现反相比例放大电路

实验重点：

- 掌握集成运算放大器正负电源连接方式；
- 掌握集成运算放大器的正确使用方法
- 掌握反相比例放大电路的工作原理与工作特点
- 掌握放大输入、输出波形的测量和描绘方法。





2. 设计并安装实现反相比例放大电路

设计实现一个10倍反相比例放大器

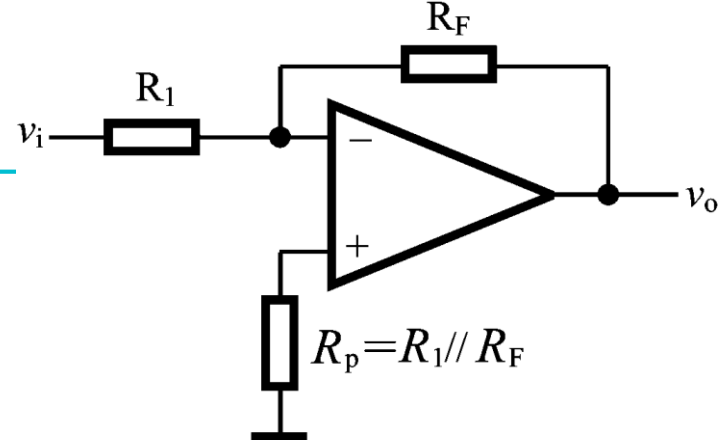
要求：

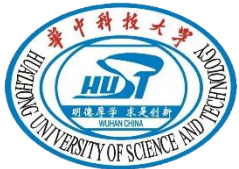
输入阻抗 $R_i=10\text{K}\Omega$

闭环电压增益 $|A_{vf}|=10$

输入1kHz正弦波（峰峰值自定）；研究 v_i 与 v_o 的反比例关系（传输特性测量？）；

确定运算放大器的电源电压；

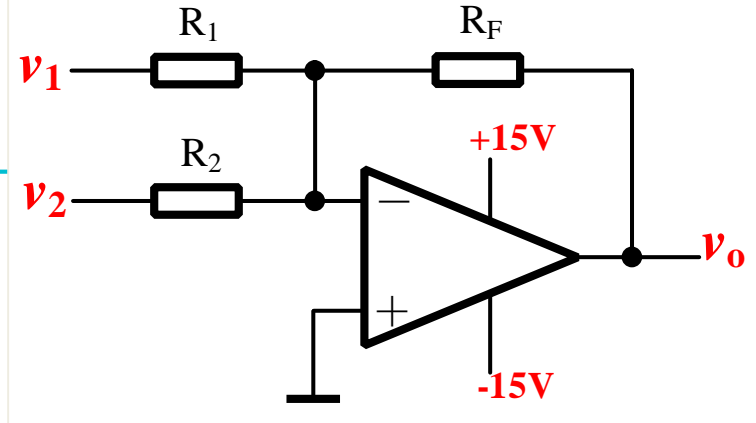


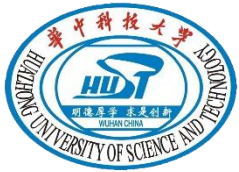


3.反相比例加法电路测试研究

实验重点：

- 掌握反相比例加法电路的工作原理与工作特点
- 掌握使用电位器分压输入信号的方法。
- 掌握实验数据处理和误差分析的方法。

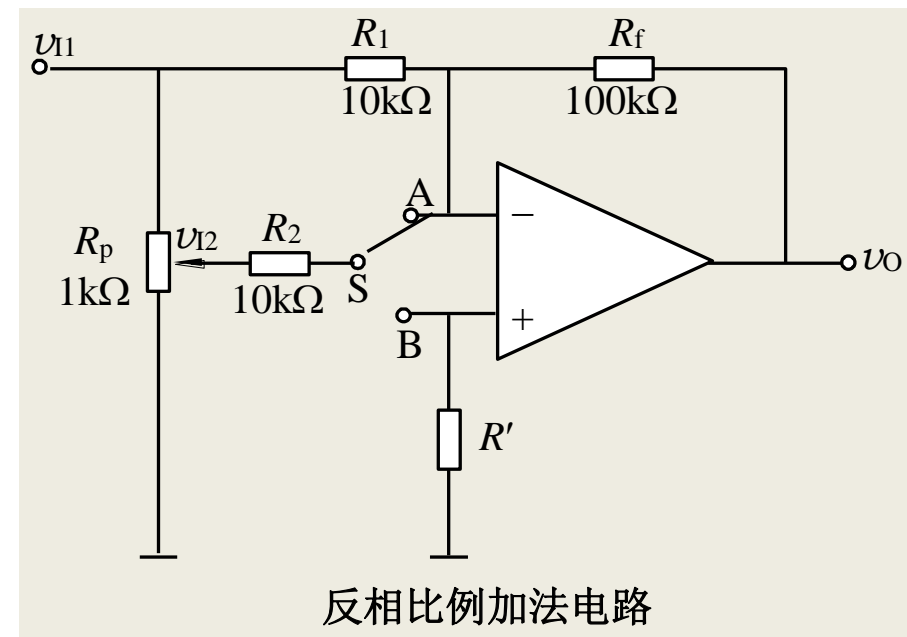


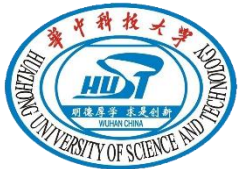


3.反相比例加法电路测试研究

实验内容：

从信号源输出频率为1kHz、峰-峰值为500mV的正弦信号 V_{i1} ，利用电位器分压得到信号 V_{i2} ，再用示波器测量 V_{i1} ， V_{i2} 和 V_o ，填入表3.6.2,改变电位器分压值，得到两组测量数据，分析测量结果误差，填写表3.6.2

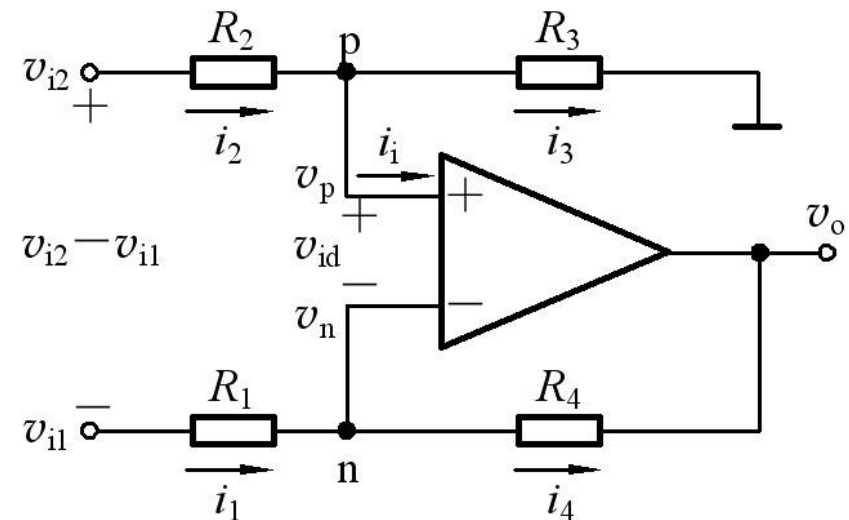


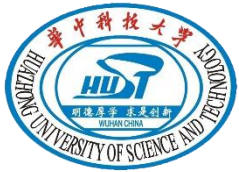


4.反相比例减法电路测试研究

实验重点：

- 掌握反相比例减法电路的工作原理与工作特点
- 掌握使用电位器分压输入信号的方法。
- 掌握实验数据处理和误差分析的方法。

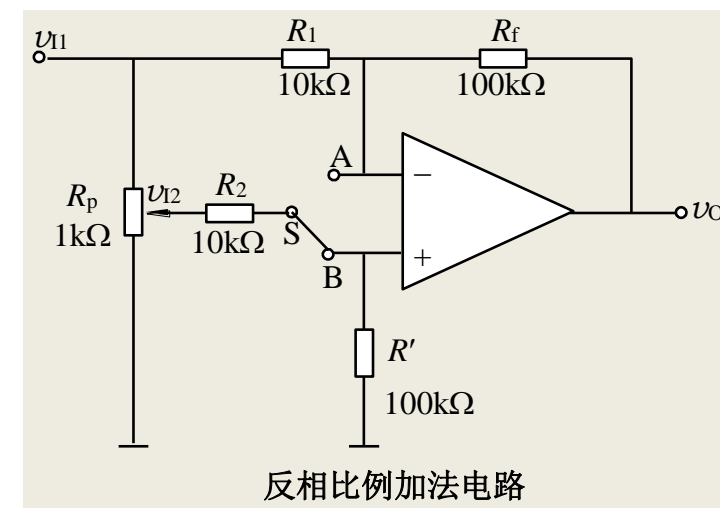




4.反相比例减法电路测试研究

实验内容：

从信号源输出频率为1kHz、峰-峰值为500mV的正弦信号 V_{i1} ，利用电位器分压得到信号 V_{i2} ，再用示波器测量 V_{i1} ， V_{i2} 和 V_o ，填入自拟记录表格，改变电位器分压值，得到两组测量数据，分析测量结果误差，填写自拟记录表格

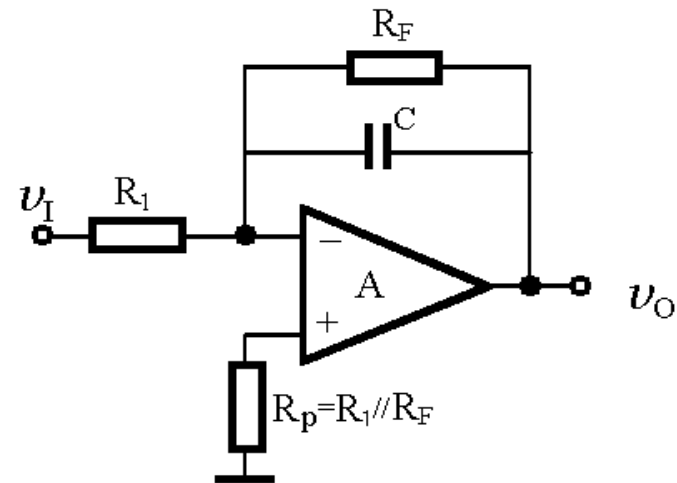




5. 比例积分电路测试研究

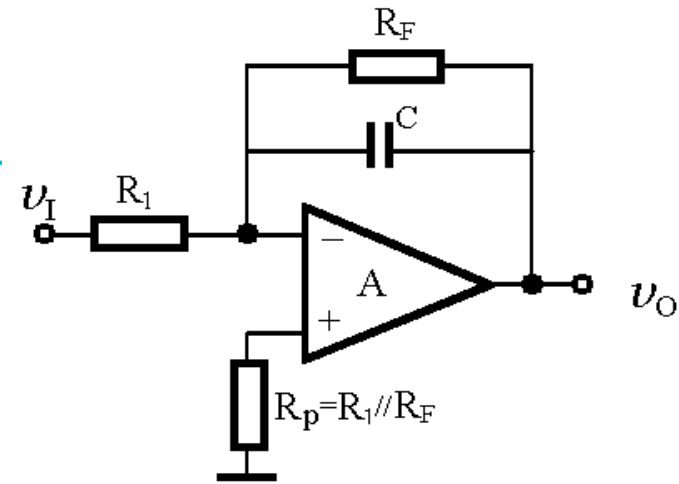
实验重点：

- 进一步熟练集成运算放大器的正确使用方法，
- 掌握比例积分电路的基本原理和工作方式
- 掌握使用信号源输出带直流偏置的信号的方法
- 掌握使用示波器直流耦合档测量带直流偏置的信号的方法，理解示波器直流耦合与交流耦合输入方式的含义。

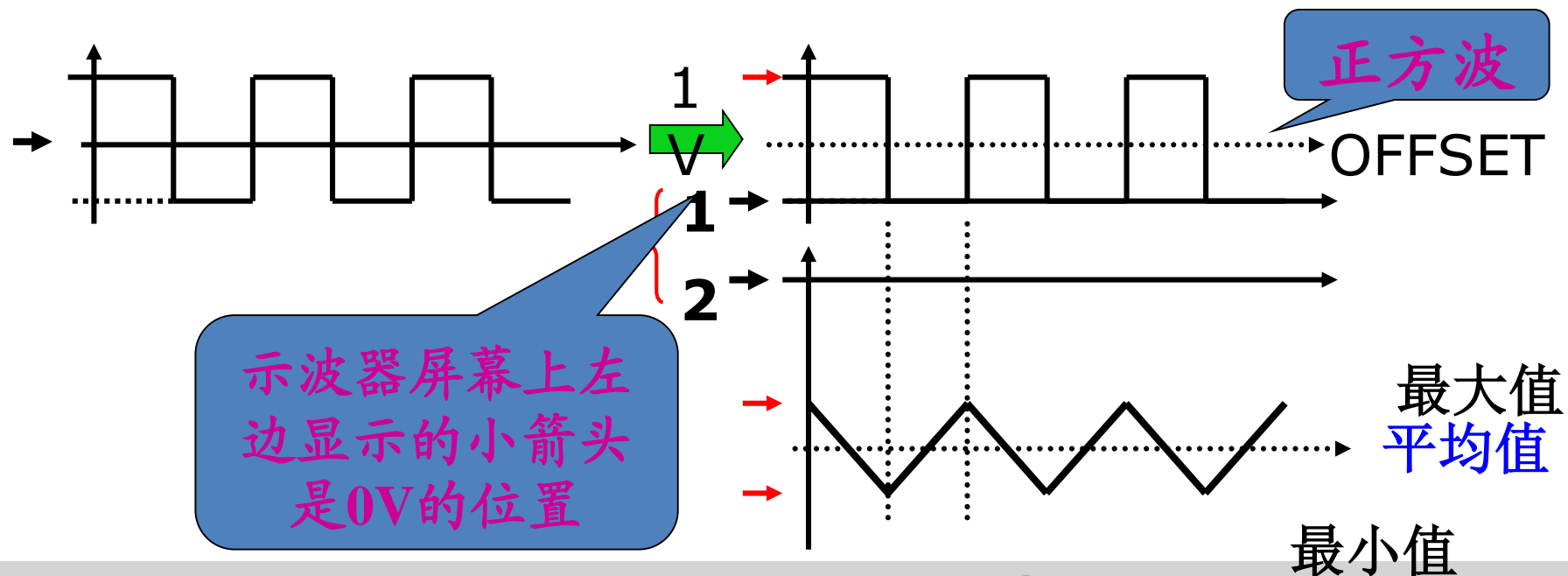




5. 比例积分电路测试研究



- 取 $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_F = 100 \text{ k}\Omega$, $C = 0.22 \text{ }\mu\text{F}$, $R_p = 10 \text{ k}\Omega$ 。
- 输入 $f = 500\text{Hz}$, 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。标出其幅值和周期





实验报告要求

- 正文内容：

- 实验目的与要求
- 实验所用器件与仪器
- 实验原理与参考电路
- 实验步骤与测量结果——必要实验数据记录表格；必要实验结果分析；
- 实验中所遇到的问题、原因分析，解决方法与解决效果



谢谢观看



華中科技大學
Huazhong University of Science and Technology