

实验一

集成运算放大器的线性应用

实验目的

- ▶ 学会正确使用集成运算放大器；
- ▶ 学习并掌握几种集成运算放大器的线性应用电路；
- ▶ 学习使用Multisim软件仿真集成运算放大器构成的电路；
- ▶ 掌握集成运算放大器的线性应用电路的设计和调试方法。

实验仪器及元器件

- NI myDAQ实验套件
- PC
- 面包板
- 集成运算放大器OP07
- 电阻若干

设计任务

用集成运放等器件分别组成同相比例运算电路和反相加法运算电路，使其输出电压与输入电压的关系分别满足：

$$v_o = 3v_I$$

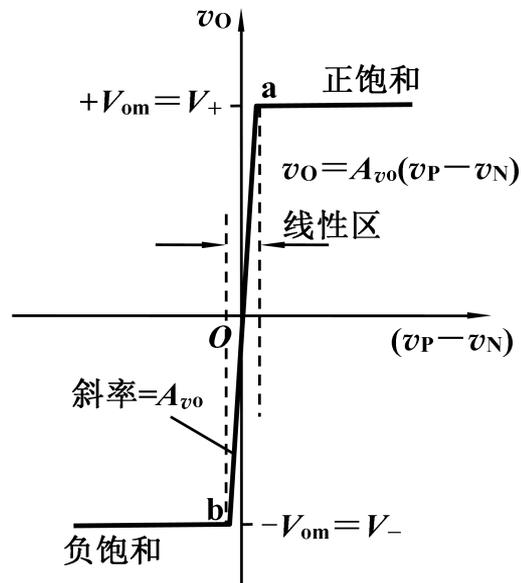
$$v_o = -2v_{I1} - 3v_{I2}$$

设计要求

- ◆ 集成运放的工作电源为 $\pm 15V$ 。
- ◆ 要求选用集成运放OP07，分析计算电路中各电阻的阻值，并根据现有的电阻进行合理取值，设计出符合设计任务的集成运放线性应用电路。
- ◆ 利用Multisim软件进行电路仿真，验证所设计的电路。
- ◆ 在面包板上正确地组装实验电路，按要求测量并记录数据。

实验原理

- ◆ 集成运算放大器是高增益的多级直接耦合放大器。
- ◆ 集成运放的工作区域分为线性区和非线性区。集成运放工作在线性区时，其参数很接近理想值，实际应用时常把它当作理想运放来分析。



理想运放的电压传输特性

实验原理

◆ 理想运放工作在线性区的特点：

虚短：两个输入端虚短路 ($v_p \approx v_n$, 或 $v_+ \approx v_-$)

虚断：两个输入端虚断路 ($i_p \approx 0$, $i_n \approx 0$ 或 $i_+ \approx 0$, $i_- \approx 0$)

◆ 运放的输入方式：

反相输入：同相端直接或间接接地

同相输入：反相端直接或间接接地

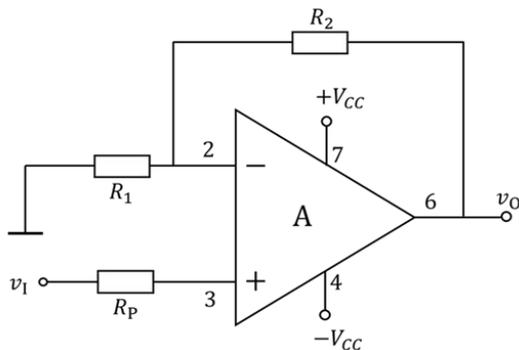
双端输入：差动输入

◆ 在集成运放输出端和输入端之间接入不同的反馈网络，就能实现各种不同的电路功能。

实验原理

同相比例运算电路

- ◆ 电路如图所示，输入信号 v_1 接同相输入端，输出信号 v_o 经 R_2 反馈到反相输入端，使整个电路形成电压串联负反馈。



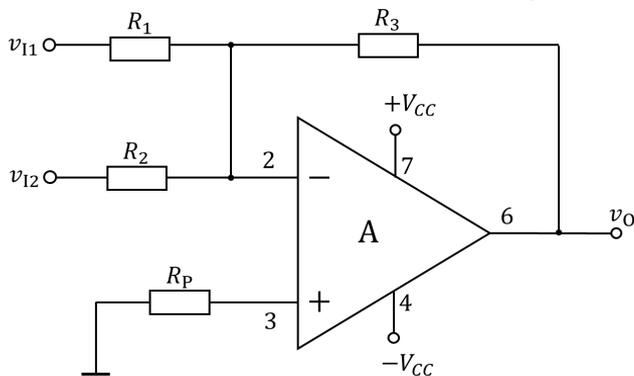
- ◆ 根据“虚断”、“虚短”原理可知，该电路的输出电压与输入电压的关系：

$$v_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) v_1 \quad \text{平衡电阻 } R_p = R_1 // R_2$$

实验原理

反相加法运算电路

- ◆ 此电路是在反比例运算电路的基础上增加了一条输入支路，便构成了反相加法运算电路，如图所示。



- ◆ 该电路的输出电压与输入电压的关系：

$$v_O = -\frac{R_3}{R_1} v_{I1} - \frac{R_3}{R_2} v_{I2}$$

$$\text{平衡电阻 } R_p = R_1 // R_2 // R_3$$

OP07CP芯片

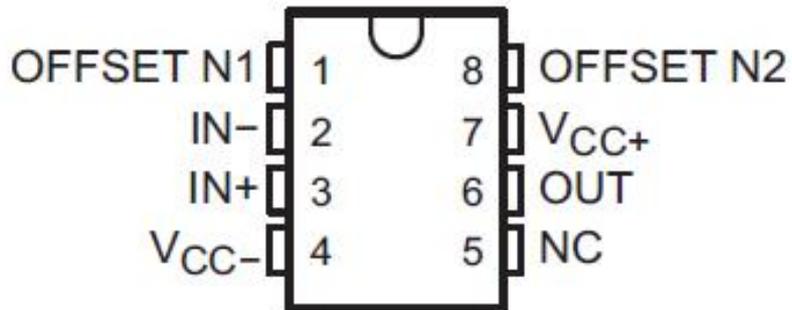
引脚功能

封装形式



N
DIP8
Plastic Package

D OR P PACKAGE (TOP VIEW)



NC - No internal connection

实验内容

—同相比例运算电路

◆ 1. 实验电路参数设计

根据实验要求，设计一个同相比例运算电路，使得输出电压 v_o 与输入电压 v_i 满足 $v_o = 3v_i$ 。

◆ 2. 实验电路仿真

电路参数设计完成后，利用Multisim软件进行仿真测试，按表1.1要求记录数据并分析结果。

◆ 3. 实验电路实测验证

在面包板上正确连接线路，在输入端 v_i 加入频率为100Hz、峰峰值为2V的正弦波信号，观察输入输出波形，按表1.1要求测量数据并记录验证。

实验数据

表1.1 同相比例运算电路实验数据

电阻选择	R_1 (k Ω)	R_2 (k Ω)	R_p (k Ω)
仿真数据	输入电压 v_I (V)	输出电压 v_O (V)	
实测数据	输入电压 v_I (V)	输出电压 v_O (V)	

用示波器观察电路的输入信号 v_i 和输出信号 v_o 的波形，将波形图保存，并标出其峰峰值及周期。

实验内容

—反相加法运算电路

◆ 1. 实验电路参数设计

根据实验要求，设计一个反相加法运算电路，使得输出电压与输入电压满足 $v_0 = -2v_{I1} - 3v_{I2}$ 。

◆ 2. 实验电路仿真

电路参数设计完成后，利用Multisim软件进行仿真测试，按表1.2要求记录数据并分析结果。

◆ 3. 实验电路实测验证

在面包板上正确连接线路，在输入端 v_{I1} 及 v_{I2} 同时加入频率为100Hz、峰峰值为1V的正弦波信号，观察输入输出波形，按表1.2要求测量数据并记录验证。

实验数据

表1.2 反相加法运算电路实验数据

电阻选择	R_1 (k Ω)	R_2 (k Ω)	R_3 (k Ω)	R_p (k Ω)
仿真数据	输入电压		输出电压 v_o (V)	
	v_{I1} (V)	v_{I2} (V)		
实测数据	输入电压		输出电压 v_o (V)	
	v_{I1} (V)	v_{I2} (V)		

用示波器观察电路的输入信号 v_{I1} 及 v_{I2} 和输出信号 v_o 的波形，将波形图保存，并标出其峰峰值及周期。

注意事项

- ◆ 集成运放的电源电压值必须正确，在接线之前必须调节和验证其正确性，并断开电源开关之后，才能进行接线。
- ◆ 接线必须正确无误，特别要注意的是电源的正负极性，切忌接反。
- ◆ 运放的输出端绝不允许对地短路，所以输出端千万不要引出一端悬空的测试线，以防运放输出端短路而烧坏运放。

实验二

集成运算放大器的其他应用

实验目的

- ▶ 学会正确使用集成运算放大器，了解集成运算放大器在实际使用时应注意的一些问题；
- ▶ 学习并掌握几种集成运算放大器的应用电路；
- ▶ 学习使用Multisim软件仿真集成运算放大器构成的电路；
- ▶ 掌握集成运算放大器应用电路的设计和调试方法。

实验仪器及元器件

- UTG7062B函数/任意波形发生器
- SDS2352X-E示波器
- 面包板
- 集成运算放大器OP07
- 电阻若干
- 电容若干

实验任务

用集成运放等器件分别组成积分运算电路和微分运算电路，其输出电压与输入电压的关系分别满足：

$$v_o(t) = -1000 \int v_i(t) dt$$

$$v_o(t) = -10^{-3} \frac{dv_i(t)}{dt}$$

实验要求

- ◆ 集成运放的工作电源为 $\pm 15\text{V}$ 。
- ◆ 要求确定选用的集成运放型号OP07。
- ◆ 利用Multisim软件进行电路仿真，验证积分微分电路。
- ◆ 在面包板上正确地组装实验电路，按要求观测输入输出波形并记录波形参数。

实验内容

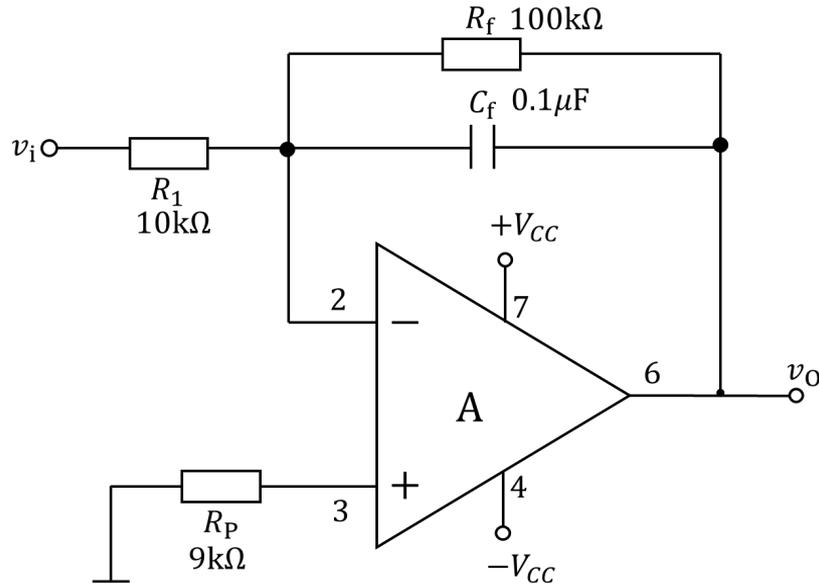
—积分电路

◆ 积分运算电路

1. 用UTG7062B函数/任意波形发生器产生频率为100HZ，峰峰值为2V的**方波**输入信号，用SDS2352X-E示波器观察输入信号 v_i 和输出信号 v_o 的波形；
2. 用UTG7062B函数/任意波形发生器产生频率为100HZ，峰峰值为2V的**正弦波**输入信号，用SDS2352X-E示波器观察输入信号 v_i 和输出信号 v_o 的波形。

要求：保存所有实测电路的输入输出波形图，附于实验报告中并标注清楚产生该波形的电路及输入输出波形参数信息（如：输入波形、频率、周期、幅值等）。

积分运算电路



$$v_o(t) = -1000 \int v_i(t) dt$$

实验内容

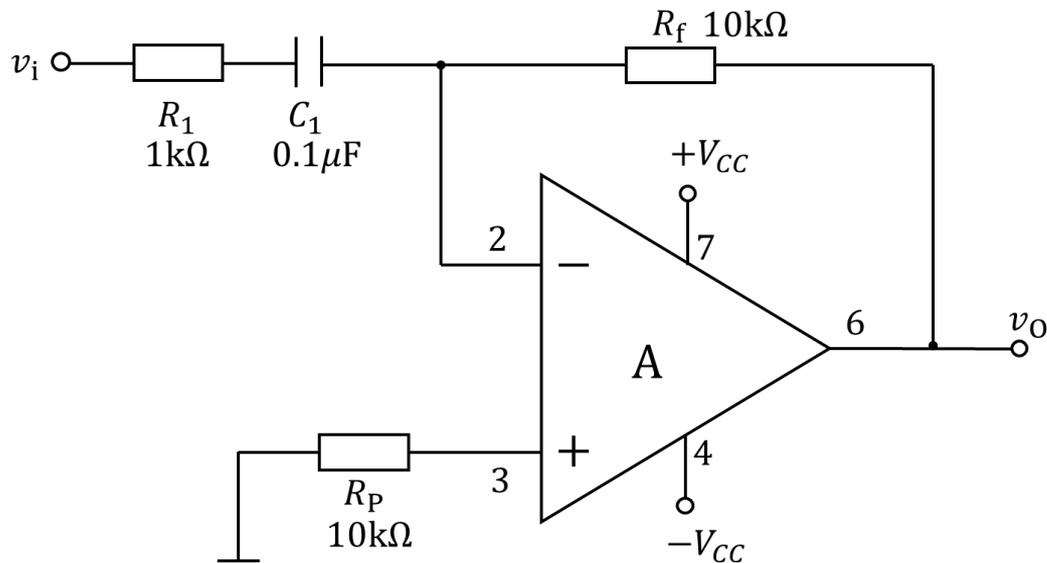
—微分电路

◆ 微分运算电路

1. 用UTG7062B函数/任意波形发生器产生频率为150HZ，**峰峰值**为2V的**方波**输入信号，用SDS2352X-E示波器观察输入信号 v_i 和输出信号 v_o 的波形；
2. 用UTG7062B函数/任意波形发生器产生频率为150HZ，**峰峰值**为2V的**正弦波**输入信号，用SDS2352X-E示波器观察输入信号 v_i 和输出信号 v_o 的波形。

要求：保存所有实测电路的输入输出波形图，附于实验报告中并标注清楚产生该波形的电路及输入输出波形参数信息（如：输入波形、频率、周期、幅值等）。

微分运算电路



$$v_o(t) = -10^{-3} \frac{dv_i(t)}{dt}$$

注意事项

- ◆ 集成运算的电源电压值必须正确，在接线之前必须调节和验证其正确性，并断开电源开关之后，才能进行接线。
- ◆ 接线必须正确无误，特别要注意的是电源的正负极性，切忌接反。
- ◆ 运放的输出端绝不允许对地短路，所以输出端千万不要引出一端悬空的测试线，以防运放输出端短路而烧坏运放。

实验三 场效应管放大电路

一、实验目的

- 1、了解场效应管放大电路的性能和特点
- 2、学习场效应管放大电路的设计方法
- 3、进一步熟悉和掌握放大器动态参数的测试方法

二、实验仪器及元器件

PC、myDAQ 实验套件、场效应管 2N7000、电阻若干、电容若干

三、仿真实验内容

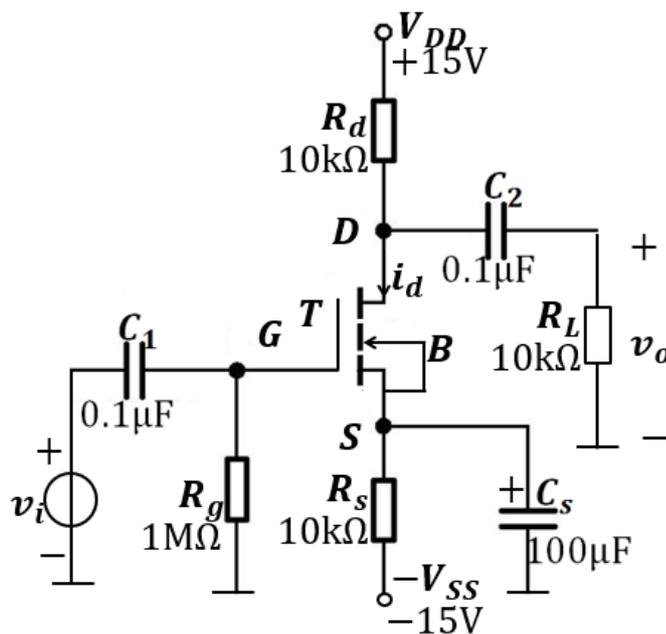


图 3.1 共源放大器原理电路

根据设计要求计算元器件参数值，如图 3.1 所示，利用 Multisim

软件绘制电路图，并用软件中的虚拟仪器进行测试，根据测试数据分析结果。

四、硬件实验内容

依据测试正确的仿真电路，利用 myDAQ 实验平台，接插实验要求的电路，验证其正确性，并将相关数据记录到对应表格中。场效应管采用 2N7000，其供电电源采用 $\pm 15V$ 。

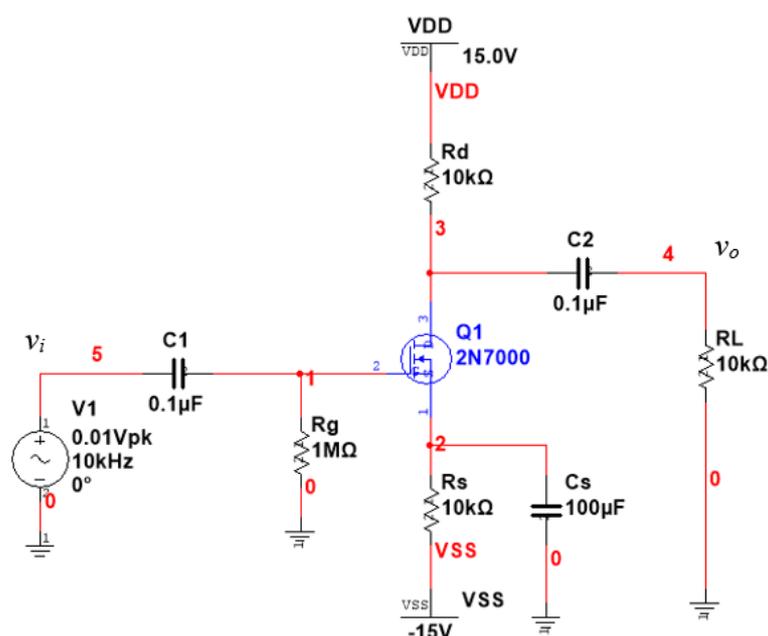


图 3.2 共源放大器电路

(1) 根据预先设计好的电路参数，如图 3.2 所示，正确组装和连接电路，检查无误后接通电源。

(2) 测量静态工作点。

用数字万用表测量电路中 MOS 管各个极对地电压值，即 V_G 、 V_S 、 V_D ，并将相关数据记录于表 3.1 中；计算 V_{GS} 、 V_{DS} 和 $I_D=(V_S+15)/R_S$ ，得到静态工作点 Q 。

表 3.1 静态工作点记录表

V_G/V	V_S/V	V_D/V	V_{GS}/V	V_{DS}/V	I_D/mA

(3) 观测输出电压与输入电压的瞬时波形。

调整信号发生器的输出，频率 $f = 10kHz$ 、 $V_{p-p}=0.02V$ 的正弦波信号 v_i ，用示波器的两个通道分别观测 v_i 和 v_o 的波形（保证输出信号不失真），并记录（注意其相位关系）。

(4) 测量电压增益 A_v 。

记录示波器上观测到的 v_i 和 v_o （当 $R_L=10K\Omega$ ）的峰峰值，填入表 3.2，并计算出 A_v 。

表 3.2 测量电压增益、输出电阻数据记录表

V_i/V	$V_o/V (R_L=10k\Omega)$	$V'_o/V (R_L=\infty)$	$R_o/k\Omega$	$A_v (R_L=10k\Omega)$

(5) 测量输出电阻 R_o 。

将 R_L 开路，测量此时的输出电压 v'_o ，填入表 3.2 中，并利用公式 $R_o = \left(\frac{v'_o}{v_o} - 1\right) \cdot R_L$ 计算出 R_o 。

五、注意事项

(1) 接插电路时应保持直流电源关闭。在直流电源与地中间可并接一个 $0.1\mu F$ 的旁路电容，以抑制电路引入的干扰。

(2) 测量静态工作点时，应关闭信号发生器。

实验四 共射极放大电路

一、实验目的

- 1、掌握放大器静态工作点的调试方法
- 2、了解电路中各元器件参数值对静态工作点的影响
- 3、掌握放大器的主要性能指标的调测方法
- 4、掌握发射极负反馈电阻对放大电路性能的影响

二、实验仪器及元器件

PC、myDAQ 实验套件、晶体三极管 9011、电位器若干、电阻若干、电容若干

三、硬件实验内容

依据测试正确的仿真电路，利用 myDAQ 实验平台，接插实验要求的电路，验证其正确性，并将相关数据记录到对应表格中。晶体三极管采用 9011，其供电电源采用+12V。

1、相关元器件参数测量

(1) 三极管类型和极性的判别

利用万用表判别三极管类型（NPN 型或者 PNP 型）、三只引脚对应的电极位置以及 β ，记录 β 值。

(2) 各电阻值的测量

利用万用表欧姆档测量选定的电阻 ($R_s, R_{b1}, R_{b2}, R_c, R_{e1}, R_{e2}, R_L$) 的实际阻值, 并记录于表 4.1。

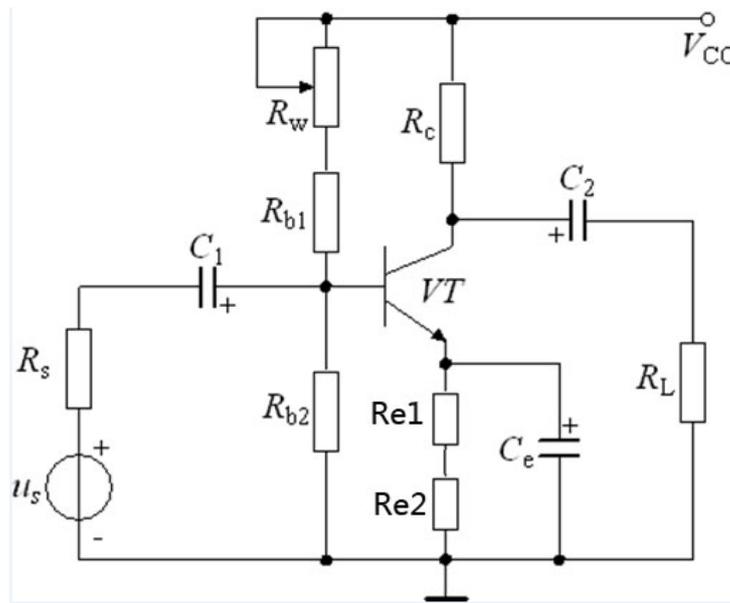


图 4.1 实验电路原理

2、静态工作点的调节与测量

- (1) 利用测得的 R_c 电阻值, 通过公式 $V_{CQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_c$ 计算得 V_{CQ} ($I_{CQ} = 2.4\text{mA}$);
- (2) 按图 4.1, 正确连接电路, 检查无误后接通电源;
- (3) 调节电位器 R_w , 使得 V_{CQ} 达到设计值, 然后用万用表测量静态工作点, 并将数据记录于表 4.2;
- (4) 断开 R_w 的某一端连线, 测量调节后 R_w 的电阻值, 并记录于表 4.1。

3、动态性能指标的测量

- (1) 电压增益的测量

将函数信号发生器的输出波形选择为正弦波，调节信号频率为 1KHz，幅值为 20mV，并接入放大器的输入端（实验电路原理图的 u_s ）；

用示波器观察放大器输入端及输出端的波形，若输出正弦波有放大且不失真，记录其输出电压 v_i 和输入电压 v_{oL} 的峰峰值于表 4.3。（利用公式 $A_v = -\frac{v_{oL}}{v_i}$ 计算电压增益）

表 4.1 电阻值

R_c	R_{e1}	R_{e2}	R_{b1}	R_{b2}	R_w	R_s	R_L

表 4.2 放大器静态工作点测量值

测量值 (V)					计算值 (mA)	
V_{CQ}	V_{EQ}	V_{BQ}	V_{BEQ}	V_{CEQ}	$I_{EQ} = V_{EQ} / (R_{e1} + R_{e2})$	$I_{CQ} = (V_{CC} - V_{CQ}) / R_c$

(2) 输入电阻的测量

利用示波器观察 u_s 端情况，并记录电压 v_s 的峰峰值于表 4.3。（利用公式 $r_i = \frac{v_i R_s}{v_s - v_i}$ 计算输入电阻）

(3) 输出电阻的测量

将负载电阻 R_L 开路，利用示波器观察输出端情况，并记录电压

v_o 的峰峰值于表 4.3。(利用公式 $r_o = \left(\frac{v_o}{v_{oL}} - 1 \right) R_L$ 计算输出电阻)

表 4.3 放大器动态参数测量与计算记录表

测量值	v_s (mV)	v_i (mV)	v_{oL} (V)	v_o (V)
测量计算值	A_v	r_i (k Ω)	r_o (k Ω)	

(4) 通频带的测量

保持 v_i 不变, 增大信号源频率直到输出电压下降到 $0.707v_{oL}$ 为止, 此时的对应的频率为上限频率 f_H , 记录该上限频率于表 4.4;

保持 v_i 不变, 降低信号源频率直到输出电压下降到 $0.707v_{oL}$ 为止, 此时的对应的频率为下限频率 f_L , 记录该下限频率于表 4.4。

表 4.4 通频带测量记录表

测量值				测量计算值
	f_L	f_o	f_H	BW = $f_H - f_L$
频率				
输出电压				

(5) 发射极电阻对动态性能的影响

保持静态工作点不变, 将实验电路原理图中的电容 C_e 改为与电

阻 R_{e2} 并联，重复动态性能指标测量步骤的 (1) ~ (3)，并将数据记录于表 4.5。

表 4.5 放大器动态参数测量与计算记录表(发射极电阻的影响)

测量值	v_s (mV)	v_i (mV)	v_{oL} (V)	v_o (V)
测量计算值	A_v	r_i (k Ω)	r_o (k Ω)	

五、 注意事项

- (1) 为了静态工作点调节的方便，应该选择较大阻值的电位器 R_w 。
- (2) 放大电路输入电压的幅值不能太大，一般为几到二十几毫伏，否则输出信号会严重失真。

实验五 差分放大电路

一、实验目的

- 1、掌握差分放大器静态工作点的整
- 2、理解差分放大器的性能及特点
- 3、掌握差分放大器的主要性能指标的调测方法

二、实验仪器及元器件

PC、myDAQ 实验套件、三极管 9011、三极管 9013、电位器若干、电阻若干、电容若干

三、硬件实验内容

依据测试正确的仿真电路，利用 myDAQ 实验平台，接插实验要求的电路，验证其正确性，并将相关数据记录到对应表格中。晶体三极管采用 9011 以及 9013，其供电电源采用 $\pm 12V$ 。

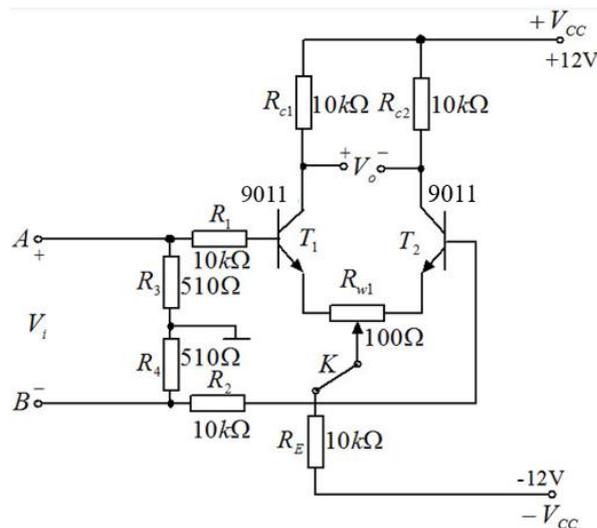


图 5.1 典型差分放大器电路原理图

1、 典型差分放大器的性能测试

- (1) 根据电路原理图（图 5.1）正确搭建实验电路；
- (2) 放大器零点的调节：信号源不接入 V_i ，并将放大器输入端 A，B 与地短接，接通 $\pm 12V$ 直流电源，用万用表的直流电压档测量输出电压 V_o ，调节调零电位器 R_{w1} ，使 $V_o=0$ 。
- (3) 静态工作点的测量：调节好零点后，用万用表的直流电压 20V 档测量 T_1, T_2 管的各电极电位及 R_E 两端的电压 V_{RE} ，并记录于表 5.1。

表 5.1 典型差分放大器的直流工作点

测量值	V_{C1} (V)	V_{B1} (V)	V_{E1} (V)	V_{C2} (V)	V_{B2} (V)	V_{E2} (V)	V_{RE} (V)
实测计算值	I_{C1} (mA)	I_{C2} (mA)	I_{B1} (mA)	I_{B2} (mA)	V_{CE1} (V)		V_{CE2} (V)
理论计算值	I_C (mA)		I_B (mA)		V_{CE} (V)		

- (4) 差模电压增益的测量：

断开直流电源和 A、B 与地的短接线，信号发生器输出端与放大器的 A 端连接，信号发生器的地端与放大器的 B 端连接，构成差模输入方式；

调节信号源，使其输出频率为 1KHz，峰峰值约 100mV 的正弦波，用示波器观察放大器输出端 V_o 的输出波形，观察到正常放大后，再用交流电压表测量 V_{id} 、 V_{C1d} 、 V_{C2d} 、 V_{od} ，将数

据记录于表 5.2 中，并观察 V_{id} 、 V_{C1d} 、 V_{C2d} 之间的相位关系。

(注：如果测量 V_{id} 时因浮地有干扰，可分别测 A 点和 B 点对地之间的电压，两者之差为 V_{id} 。)

(5) 共模电压增益的测量：

将放大器的 A、B 两点短接，信号源输出端与放大器的 A 端与地端之间相接，构成共模输入方式；

调节信号源，使其输出频率为 1KHz，峰峰值约 1V 的正弦波，在放大器输出波形正常的情况下测量 V_{C1C} 、 V_{C2C} 、 V_{OC} 值，并记录于表 5.2 中(包括用示波器观察 V_{iC} 、 V_{C1C} 、 V_{C2C} 的相位)。

2、恒流源式差分放大器的性能测试

(1) 根据电路原理图（图 5.2）正确改接实验电路；

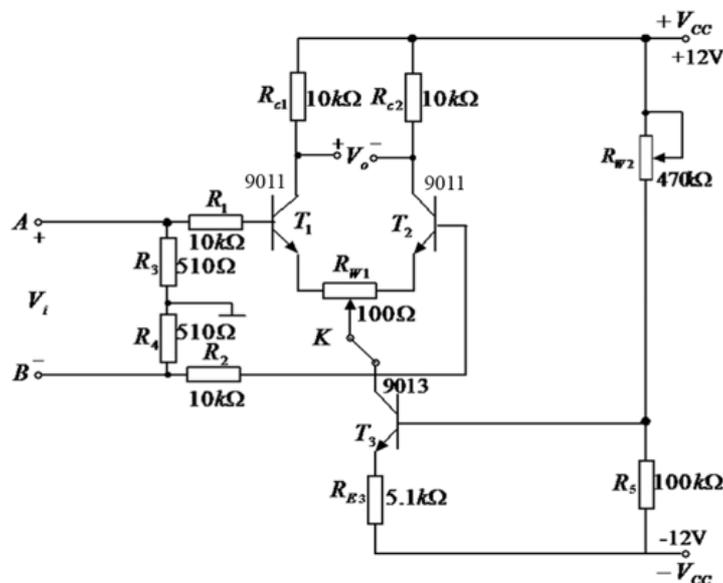


图 5.2 恒流源式差分放大器电路原理图

(2) 调节电位器 R_{W2} ，使三极管 T_3 集电极与发射极间的电压为 6V 左右；

(3) 重复“1、典型差分放大器的性能测试”中的步骤(4)(5), 并将数据记录于表 5.2 中。

表 5.2 差分放大器的测试参数记录表

电路形式 差模 共模 参数 代号	典型差分放大器		恒流源差分放大器	
	差模输入	共模输入	差模输入	共模输入
V_i	100mV	1V	100mV	1V
	$V_{id} =$	$V_{ic} =$	$V_{id} =$	$V_{ic} =$
$V_{C1d}(V)$		/		/
$V_{C2d}(V)$		/		/
$A_{vd1} = \frac{V_{C1d}}{V_{id}}$		/		/
$A_{vd} = \frac{V_{od}}{V_{id}}$	$V_{od} =$	/	$V_{od} =$	/
	$A_{vd} =$		$A_{vd} =$	
$A_{vc1} = \frac{V_{C1c}}{V_{ic}}$	/	$V_{C1c} =$	/	$V_{C1c} =$
		$A_{vc1} =$		$A_{vc1} =$
$A_{vc2} = \frac{V_{C2c}}{V_{ic}}$	/	$V_{C2c} =$	/	$V_{C2c} =$
		$A_{vc2} =$		$A_{vc2} =$
$A_{vc} = \frac{V_{oc}}{V_{ic}}$	/	$V_{oc} =$	/	$V_{oc} =$
		$A_{vc} =$		$A_{vc} =$
$K_{CMR} = \left \frac{A_{vd1}}{A_{vc1}} \right $				
$K_{CMR} = \left \frac{A_{vd}}{A_{vc}} \right $				

五、 注意事项

- (1) 恒流源差分放大器性能测试时, 要使三极管 T_3 处于放大状态 (一般将集电极与发射极间的电压为 6V 左右)。
- (2) 测量典型差分放大电路时, 恒流源电路部分不要接入电路中。
- (3) 测量恒流源式差分放大电路时, 因共模输出电压很小, 为减小

测量误差，应采用毫伏表进行测量。

(4) 调零时，若通过选定电位器 R_{w1} 的调节不能使输出为零，可适当将其中一个 $51\ \Omega$ 电阻值换大或更换电位器 R_{w1} ，直到输出为零。

实验六 负反馈放大器

一、实验目的

- 1、了解负反馈放大电路的工作原理
- 2、加深理解放大电路中引入负反馈的方法和负反馈对放大器各项性能指标的影响
- 3、掌握负反馈放大器性能指标的测试方法

二、实验仪器及元器件

PC、myDAQ 实验套件、三极管 9011、电阻若干、电容若干

三、硬件实验内容

依据测试正确的仿真电路（电压串联负反馈放大器），利用 myDAQ 实验平台，接插实验要求的电路，验证其正确性，并将相关数据记录到对应表格中。晶体三极管采用 9011，其供电电源采用 12V。

1、开环电路的测试：

(1) 根据电路原理图（图 6.1）正确搭建实验电路，断开反馈网络支路 R_f （开环）；

(2) 调节信号发生器，使其输出频率 1KHz、峰峰值为 300mV 的正弦信号，将其接入电路的输入端 v_s ，则放大器的输入端 v_i 可得到频率为 1KHz、峰峰值为 3mV 的正弦信号；调节电位器 R_p ，在输出端观察

到放大且不失真的正弦波（若输出波形有自激振荡，可采用窄带补偿的方法，在 T2 的基极 b2 和集电极 c2 之间加密勒电容进行补偿，电容选用 200pF）；

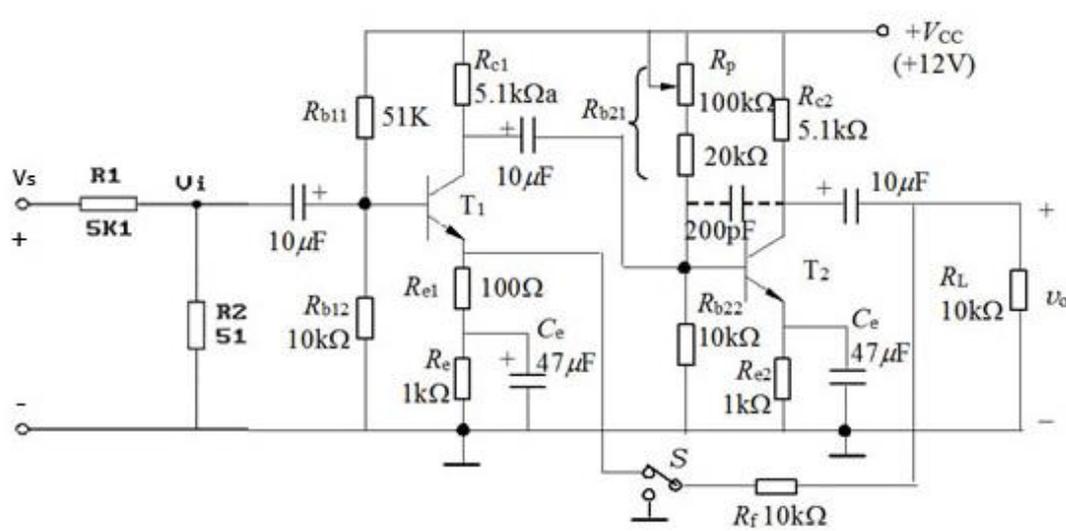


图 6.1 电压串联负反馈放大器

(3) 利用万用表交流档分别测量 v_s 、 v_i ，带负载时的输出电压 v_{oL} ，以及空载时的输出电压 v_o ，并将数据填入表 6.1；

(4) 当频率为 1KHz 时，在其输出端有正常的放大波形，测出其输出电压值 v_{oL} ，维持 v_i 不变，增大（减小）信号源频率直到输出电压下降到 $0.707v_{oL}$ 为止，此时频率为上限频率 f_H （下限频率 f_L ），记录该数据于表 6.1，并将相关的实测计算值记录于表 6.2。

2、闭环电路的测试：

(1) 关掉电源，接入反馈网络支路 R_f （闭环），然后开启电源；

(2) 调节信号发生器，使其输出频率 1KHz，峰峰值为 300mV 的正弦信号，将其接入电路的输入端 v_s ，在输出端观察到放大且不失真的正

弦波；

(3) 利用万用表交流档分别测量 v_{sF} , v_{iF} , 带负载时的输出电压 v_{oLF} , 以及空载时的输出电压 v_{oF} , 并将数据填入表 6.1；

(4) 当频率为1KHz时, 在其输出端有正常的放大波形, 测出其输出电压值 v_{oLF} , 维持 v_{iF} 不变, 增大(减小)信号源频率直到输出电压下降到 $0.707v_{oLF}$ 为止, 此时频率为上限频率 f_{HF} (下限频率 f_{LF}), 记录该数据于表 6.1, 并将相关的实测计算值记录于表 6.2。

表 6.1 电压串联负反馈放大器实验数据记录表

开环放大电路	v_s / mV	v_i / mV	v_{oL} / V	v_o / V	f_H / KHz	f_L / KHz
闭环放大电路	v_{sF} / mV	v_{iF} / mV	v_{oLF} / V	v_{oF} / V	f_{HF} / KHz	f_{LF} / KHz

表 6.2 电压串联负反馈放大器实验数据计算值

开环放大电路	$A_v = -v_{oL} / v_i$	$r_i = v_i R / (v_s - v_i)$	$r_o = (v_o / v_{oL} - 1) R_L$	$BW = f_H - f_L$
闭环放大电路	$A_{vF} = -v_{oLF} / v_{iF}$	$r_{iF} = v_{iF} R / (v_{sF} - v_{iF})$	$r_{oF} = (v_{oF} / v_{oLF} - 1) R_L$	$BW_F = f_{HF} - f_{LF}$

五、 注意事项

(1) 测量两级静态工作点时, 必须保证放大电路的输出波形不失真。若电路产生自激振荡, 应加密勒电容消除振荡。

(2) 比较 v_i 、 v_{o1} 、 v_{o2} 电压波形的相位关系时, 宜选用 v_{o2} 作为外触发源较为合适。

实验七 集成功率放大器的应用

一、实验目的

- 1、了解集成低频功率放大器的组成、基本性能和特点及其电路工作原理
- 2、学习外围电路元件参数的设计和电路的调试方法
- 3、学会集成低频功率放大器主要性能指标的测试方法

二、实验仪器及元器件

PC、myDAQ 实验套件、集成功放 LA4100、电位器若干、电阻若干、电容若干

三、硬件实验内容

依据测试正确的仿真电路，利用 myDAQ 实验平台，接插实验要求的电路，验证其正确性，并将相关数据记录到对应表格中。集成功放采用 LA4100，其供电电源采用 5V。

- (1) 根据电路原理图（图 7.1）正确搭建实验电路；
- (2) 调节信号发生器，使其输出频率 1kHz，幅度有效值为 50mV 的正弦信号，将其接入电路的输入端 V_s ，调节电位器 R_w ，在输出端有波形幅度最大、不失真且无高频自激的正弦波；
- (3) 完成调试后，用交流电压表测量集成功放的最大不失真输出电压有效值 v_{oLM} ，计算 $P_{oM} = v_{oLM}^2 / R_L$ ，分别将数据记录于表 7.1 及表 7.2；

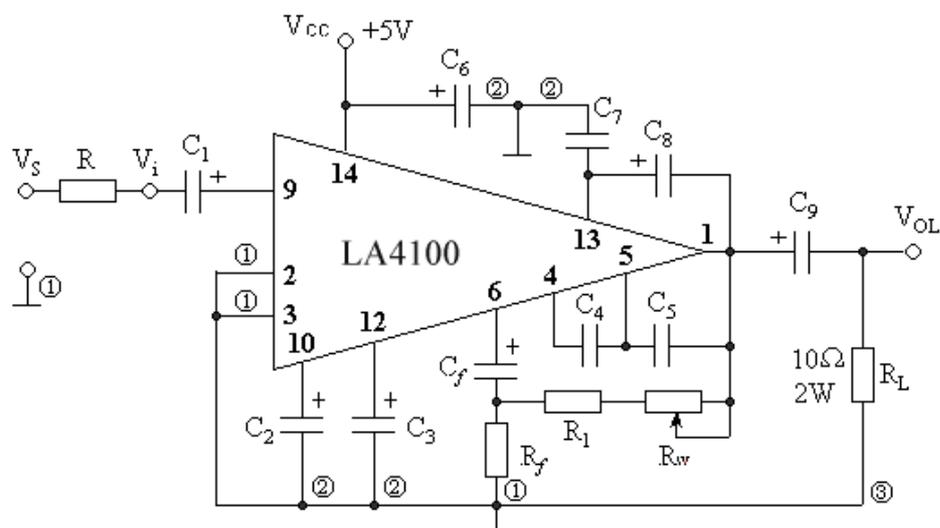


图 7.1 LA4100 型集成功放组成的实验原理电路

表 7.2 实测数据计算值记录表

P_{oM}	η	A_V	A_p	BW	α

五、 注意事项

- (1) LA4100 实验电路中电容 C_4 、 C_5 、 C_7 的容值可反复调节；
- (2) LA4100 实验电路中①、②、③是为了实验内容中电路连接说明方便而加。接线时一定要注意①的地方接在一起，②的地方要接在一起，①、②、③都接地；
- (3) 电解电容的极性不能接反；
- (4) 输入信号有效值 $\leq 15\text{mV}$ 。

实验八 波形产生电路

一、实验目的

- 1、了解集成运算放大器在信号产生方面的广泛应用
- 2、掌握由集成运放构成的正弦波发生器、方波三角波发生器、锯齿波发生器的电路组成以及工作原理
- 3、掌握波形产生电路的设计和调试方法以及振荡频率和输出幅度的测量方法

二、实验仪器及元器件

PC、myDAQ 实验套件、集成运放 OP07CP、稳压管 2DW231、二极管若干、电阻若干、电容若干

三、硬件实验内容

依据测试正确的仿真电路，利用 myDAQ 实验平台，接插实验要求的电路，验证其正确性，并将相关数据记录到对应表格中。集成运放采用 OP07CP，其供电电源采用 $\pm 12\text{V}$ 。

1、 正弦波发生器实验电路的调测

- (1) 根据电路原理图（图 8.1）正确搭建实验电路；
- (2) 调节 R_p ，在输出端观察到失真最小的正弦波，对该波形进行截图记录。

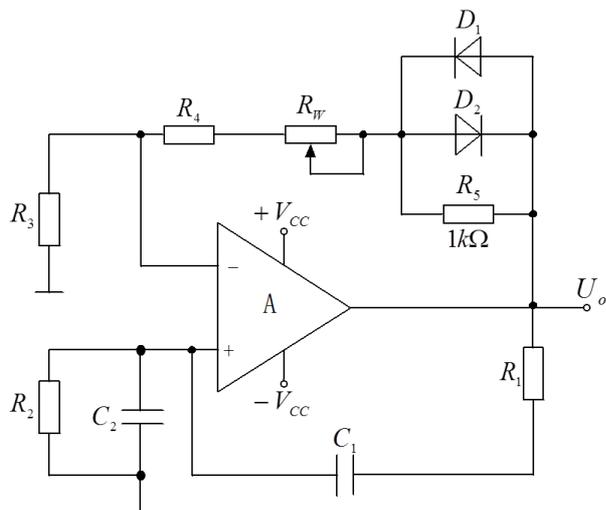


图 8.1 文氏电桥正弦波发生器原理电路

2、 占空比可调的矩形波发生器实验电路的调测

- (1) 根据电路原理图（图 8.2）正确搭建实验电路，使电路输出矩形波；
- (2) 调整电位器 R_P ，使该电路分别输出占空比为 30% 的矩形波和占空比为 80% 的矩形波，分别截图记录波形。

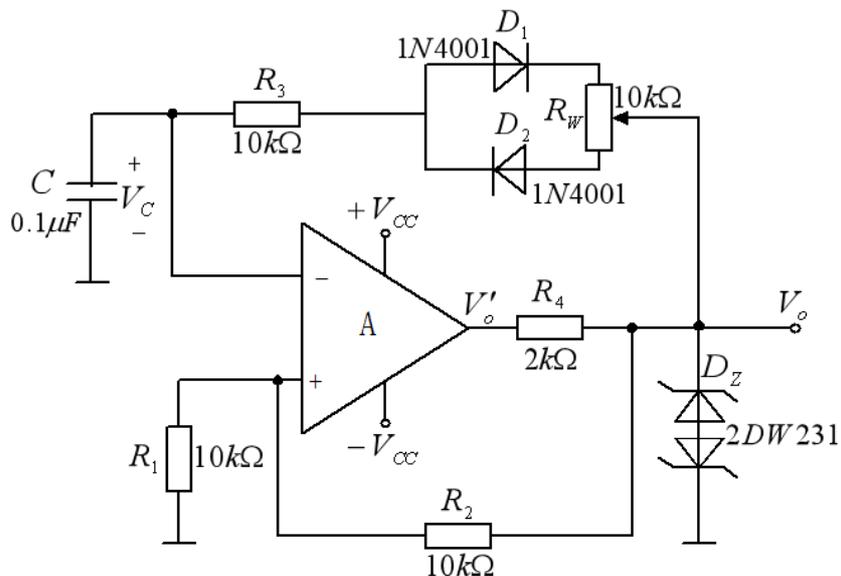


图 8.2 占空比可调的矩形波发生器原理电路

3、方波和三角波发生器实验电路的调测

- (1) 根据电路原理图（图 8.3）正确搭建实验电路，使电路振荡输出方波和三角波；

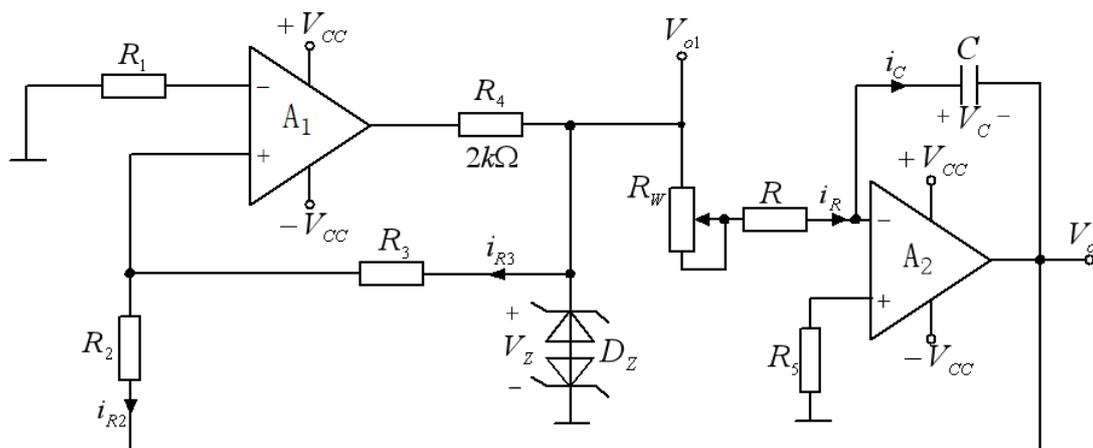


图 8.3 方波发生器和三角波发生器原理电路

- (2) 调节 R_p 使得波形的周期为 5ms，对波形进行截图记录。

4、锯齿波和脉冲波发生器实验电路的调测

- (1) 根据电路原理图（图 8.4）正确搭接实验电路；
- (2) 在输出端得到一组脉冲占空比为 25% 的对应脉冲波和锯齿波，对波形进行截图记录。

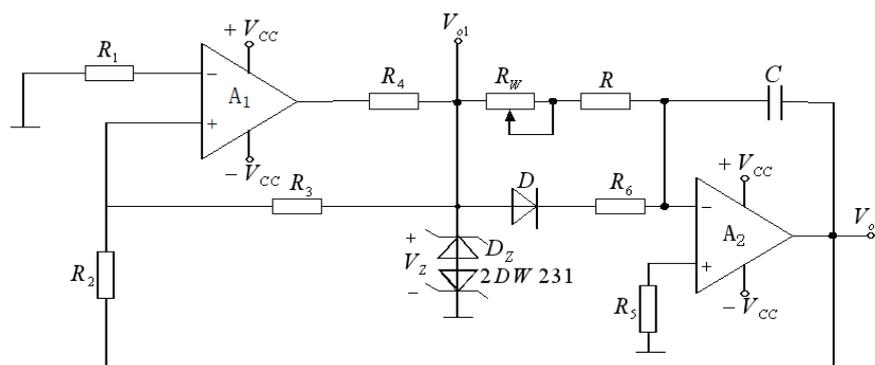


图 8.4 锯齿波信号发生器原理电路

五、 注意事项

- (1) 运放的正负电源不能接反；
- (2) 电路搭建完毕，再打开电源；
- (3) 正弦波实验电路中 R_4 可以不接，直接用 R_w 调节；
- (4) 方波和三角波实验电路及锯齿波实验电路中，使用双通道示波器时，两个通道的参考电平应选择一致。