

# 模拟电子技术基础实验报告

学生姓名：\_\_\_\_\_

班 级：\_\_\_\_\_

学 号：\_\_\_\_\_

指导教师：\_\_\_\_\_

计算机与电子信息学院  
电工电子实验教学示范中心

# 实 验 须 知

## 一、实验课前学生应做的准备工作

1. 认真阅读实验指导书，明确实验目的，理解有关原理，熟悉实验电路内容步骤及实验中的注意事项。
2. 完成实验指导书中有关预习要求的内容。
3. 自备铅笔橡皮，以便填写实验数据。

## 二、实验规则

1. 严禁带电接线、拆线或改接线路。接线完毕后，要认真复查，确信无误后，方可接通电源进行实验
2. 实验过程中如果发生事故，应立即关断电源，保持现场，报告老师。
3. 实验数据的填写严禁直接用不可擦写的笔直接填写，需保持实验报告的整洁。
4. 实验完毕后，先由本人检查实验数据是否符合要求，然后再请教师检查，经教师认可后拆线，并将实验器材整理好，请教师签名确认，方可离开。
5. 室内仪器设备不准任意搬动调换，非本次实验所用的仪器设备，未经教师允许不得动用。没有弄懂仪表、仪器及设备的使用方法前，不得贸然使用。若损坏仪器设备，必须立即报告老师，作书面检查，责任事故要酌情赔偿。
6. 实验要严肃认真，保持安静、整洁的学习环境。
7. 要爱护仪器设备及其它公物，凡违反操作规程，不听从教师指导而损坏者，按规定赔偿。
8. 要保持实习室的整洁和安静，不准大声喧哗，不准随地吐痰，不准乱丢纸屑及杂物，不带食物进入实验室。
9. 必须严格按设备操作书的要求去使用设备，注意人身及设备安全，不要盲目操作。

莫琦

2017 年 2 月

电工电子实验中心

# 目录

实验一	常用电子仪器的使用 .....	3
实验二	单管交流放大电路 .....	8
实验三	差动放大电路 .....	13
实验四	比例求和运算电路 .....	17
实验五	整流滤波与并联稳压电路 .....	21
实验六	音频信号放大电路的设计与综合测试 .....	25

## 实验一 常用电子仪器的使用

### 一、实验目的

1、学习电子电路实验中常用的电子仪器——示波器、函数信号发生器、交流毫伏表等的技术指标、性能及正确使用方法。

2、进一步掌握双踪示波器观察正弦信号波形和读取波形参数的方法。

### 二、实验设备与器件

1、函数信号发生器    2、数字双踪示波器    3、交流毫伏表

### 三、预习内容（20分）

在模拟电子电路实验中，经常使用的电子仪器有示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表等。它们和万用电表在一起，可以完成对模拟电子电路的静态与动态工作情况的测试。

实验中要综合使用各种电子测量仪器，可按信号流向，简捷连线，调节顺手，观察与读数方便等原则合理布局，每个仪器与被测电路之间的布局与连线如图 1.1 所示。接线时注意，为了防止外界干扰，各仪器的公共接地端应连接在一起，称共地。信号源和交流毫伏表的引线用屏蔽线或专用电缆线，示波器接线使用专用电缆线，直流电源的接线用普通导线。

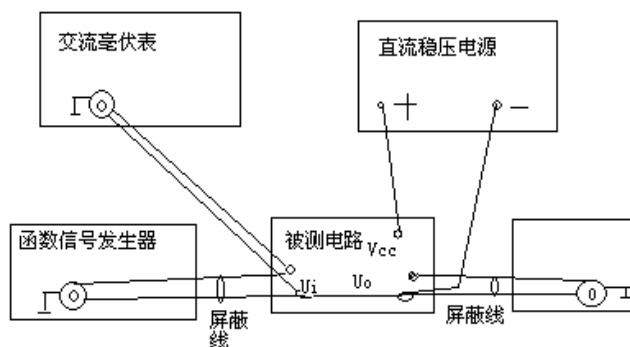


图 1.2 模拟电子电路常用电子仪器布局图

#### 1、示波器

1) 示波器的主要作用是：①可以用来观察电路的输入输出信号波形变化；②测量电路的输入输出信号幅度、有效值、频率、周期、占空比等。可以用于电子电路的输入输出波形失真情况观察、放大倍数的测量、最大不是真输出的测量、数字脉冲电路的时序观察等，是电子电路最常用的设备之一。

2) 示波器常用按键主要有：通道选择、输出参数选择、幅度调节、时间调整、波形位置调节、数据测量等具体使用说明如面板功能图所示。

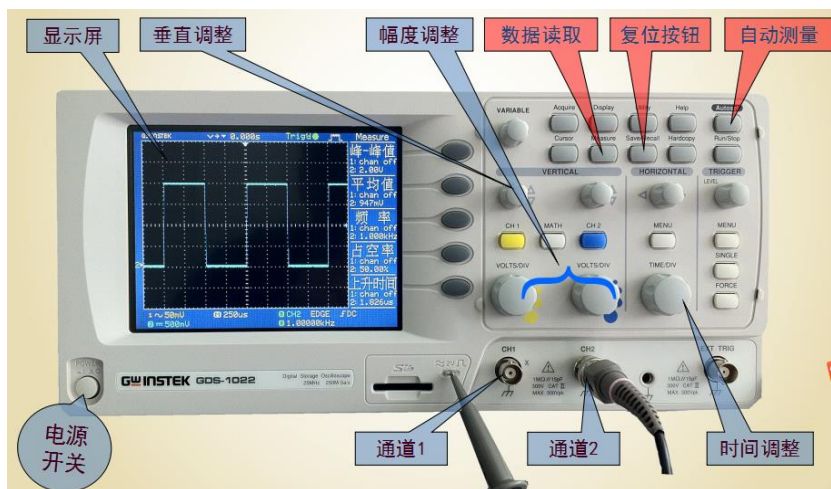


图 1.2 示波器面板功能图

## 2、函数信号发生器

函数信号发生器主要用于电子电路输入信号的给定，函数信号发生器可以输出正弦波、三角波、矩形波等信号，可以改变函数信号的大小和周期，便于电子电路的调整测试。常见按键功能如面板功能图所示。

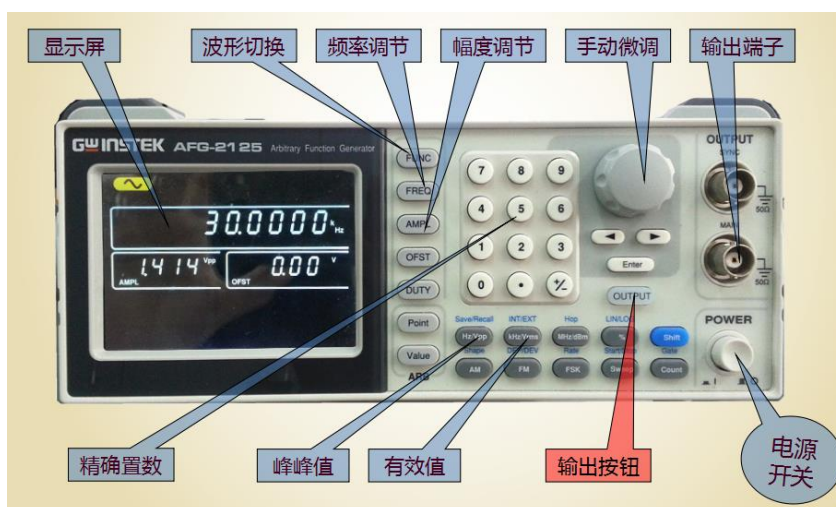


图 1.3 函数信号发生器面板功能图

## 3、数字毫伏表

数字毫伏表主要用于电子电路交流信号有效值的测量，其主要特点是可以测量毫伏级的交流信号，常用放大电路的输入输出信号的测量。常见按键功能如面板功能图所示。



图 1.3 数字毫伏表面板功能图

#### 四、实验内容（30 分）

##### 1. 测量示波器内的校准信号

用机内校准信号方波  $f=1\text{KHz}$ , 电压幅度  $1\text{V}$  对示波器进行自检。将示波器校准信号输出端通过专用示波器探头与通道 CH1 连接, 调节示波器各有关旋钮, 使屏幕上可显示出一个或数个周期的方波。测量“校准信号”幅度、频率记入表 1.1, 比较实测值和标准值之间的误差, 找出误差原因。

表 1.1

	标准值	实测值
幅度	1V	
频率	1KHz	

##### 2、用示波器和交流毫伏表测量信号参数

函数信号发生器输出频率分别为  $100\text{Hz}$ 、 $1\text{KHz}$ 、 $10\text{KHz}$ , 有效值均为  $1\text{V}$  (交流毫伏表测量值) 的正弦波信号。调整示波器幅度和时间灵敏度到适当的位置, 测量信号源输出信号的周期、频率及峰峰值和有效值, 记入下表 1.2, 接线示意图如图 1.4 所示。比较测量值和给定值间的误差, 找出误差原因。

表 1.2

信号电压 频率	示波器测量值		毫伏表读 (V)	示波器测量值	
	周期 (ms)	频率 (HZ)		峰峰值 (V)	有效值 (V)
100Hz			1		
1KHz			1		
10KHZ			1		

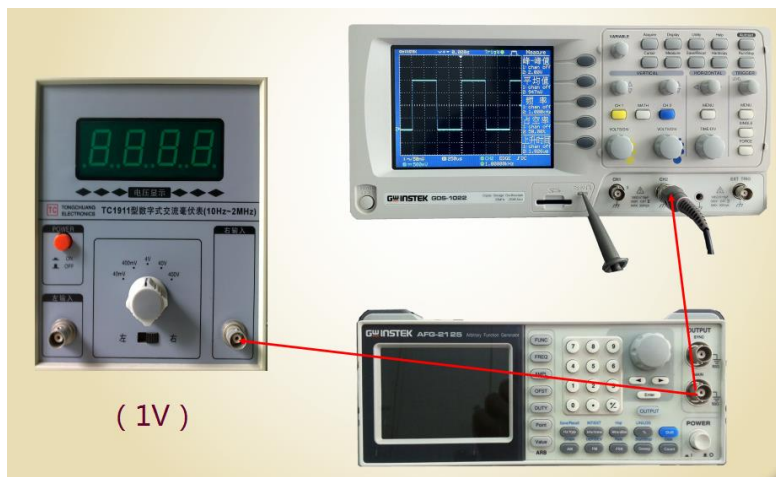


图 1.4 测试接线示意图

#### 注意事项:

设备接线时注意，为了防止外界干扰，各仪器的公共接地端应连接在一起，称共地。信号源和交流毫伏表的引线用屏蔽线或专用电缆线，示波器接线使用专用电缆线示波器探头。

### 五、问题回答（20 分）

1、计算测量值和给定值间的误差，分析误差较大的原因。

2、表 1.2 输入信号改用矩形波或者三角波，信号测量的周期、频率及峰峰值和有效值会发生什么变化？

## 六、总结常用电子仪器的使用技巧（30 分）



## 实验二 单管交流放大电路

### 一、实验目的

1. 熟悉电子器件和模拟电路实验箱，
2. 掌握放大电路静态工作点的调试方法及其对放大电路性能的影响。
3. 学习测量放大电路 Q 点， $A_v$ ， $r_i$ ， $r_o$  的方法，了解共射极电路特性。
4. 学习放大电路的动态性能。

### 二、实验设备与器件

- 1、函数信号发生器
- 2、数字双踪示波器
- 3、交流毫伏表
- 4、数字万用表
- 5、模拟电路实验箱

### 三、预习内容（20 分）

1. 放大电路静态和动态测量参数主要有哪些？

2. 单管交流放大电路的静态工作点的改变对放大电路的性能有何影响？

### 四、实验内容（50 分）

#### 1、静态测量

按图 2.1 接线，确保  $V_{CC}=12V$  的情况下调节  $R_b$  使  $V_c$  为 6V，用万用表测量表 2.1 各参数并计算  $I_B$ 、 $I_C$  求  $\beta$  值。（测量  $R_b$  阻值时要注意切断电源并断开  $R_b$  的一端）

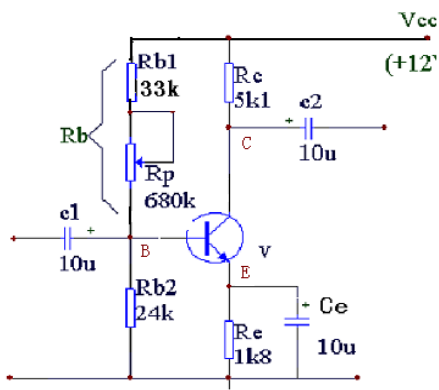


图 2.1 工作点稳定的放大电路  
表 2.1

实测			实测计算		
$V_B$ (V)	$V_E$ (V)	$R_b$ (K $\Omega$ )	$I_B$ ( $\mu$ A)	$I_C$ (mA)	$\beta$

静态参数  $I_B$ 、 $I_C$ 、 $\beta$  值计算过程：

## 2、动态研究

(1) 按图 2.2 所示电路连线。将信号源的输出信号频率调到  $f=1000\text{Hz}$  并接至放大电路的 A 点，经过  $R_1$ 、 $R_2$  衰减（100）倍，调节信号源的输出大小使得  $V_i$  点得到有效值  $5\text{mV}$  左右的小信号，观察  $V_i$  和  $V_o$  端波形，在没有失真的情况下测量  $V_o$  有效值。

(2) 信号源频率不变，逐渐加大信号源幅度，观察  $V_o$  不失真时的最大值并填表 2.2。

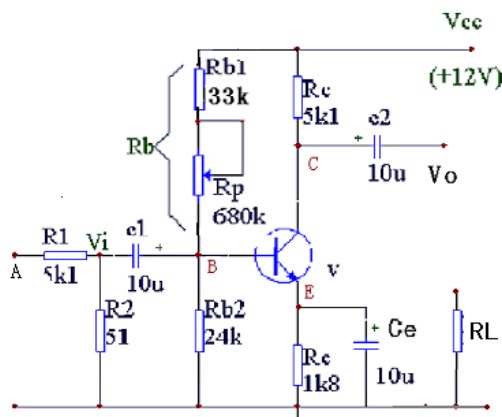


图 2.2 小信号放大电路

表 2.2

$R_L = \infty$

项目	实测		实测计算	估算
测量内容	$V_i$ (mV)	$V_o$ (V)	$A_v$	$A_v$
1、当 $V_i=5\text{mV}$ 测量				
2、最大不失真输出测量				

$A_v$  估算过程：

(4)  $R_L = \infty$ , 维持电路最大不是真输出状态, 增大和减小  $R_p$ , 观察  $V_o$  波形变化, 用万用表直流电压档测量三极管 B、C、E 三点电位, 测量结果填入表 2.4。(如果看不到失真波形, 可适当增大  $V_i$  输入值。)

表 2.4

$R_p$	$V_B$	$V_C$	$V_E$	输出波形情况
最大				
最小				

(5)  $V_i = 5V$ , 放大器接入负载  $R_L$ , 按表 2.3 中给定不同参数的情况下测量  $V_i$  和  $V_o$ , 并将计算结果填表中。

表 2.3

给定参数		实测		实测计算	估算
$R_c$	$R_L$	$V_i$ (mV)	$V_o$ (V)	$A_v$	$A_v$
2k	5K1				
2K	2K2				
5k1	5k1				
5k1	2k2				

$A_v$  估算过程:

### \*3、测放大电路输入, 输出电阻。(选做部分额外加 5-10 分)

#### (1) 输入电阻测量

在输入端串接一个 5K1 电路如图 2.3, 测量  $V_s$  与  $V_i$ , 即可计算  $r_i$ 。

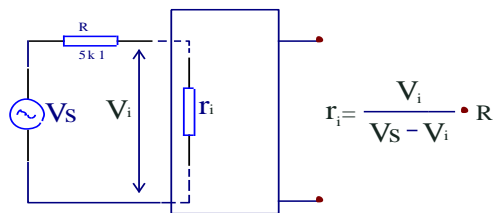


图 2.3 输入电阻测量

(2) 输出电阻测量 (见图 2.4)

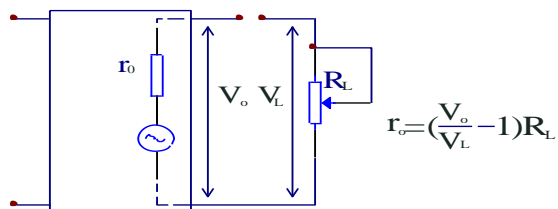


图 2.4 输出电阻测量

在输出端接入可调电阻作为负载,选择合适的  $R_L$  值使放大电路输出不失真 (接示波器监视),测量带负载时  $V_L$  和空载时的  $V_O$ ,即可计算出  $r_o$ 。将上述测量及计算结果填入下表。

测量输入电阻 (设: $R_S=5k\Omega$ )				测量输出电阻			
实测		测算	估算	实测		测量	估算
$V_S$ (mV)	$V_i$ (mV)	$r_i$	$r_i$	$V_O$ $R_L=\infty$	$V_O$ $R_L=$	$R_o$ (K $\Omega$ )	$R_o$ (K $\Omega$ )

## 五、问题回答 (20 分)

1、分析放大电路实测计算值和估算值之间的误差原因?

2、总结静态工作点以及  $R_c$ 、 $R_L$  对放大电路性能的影响。

## 六、心得体会（10 分）

## 实验三 差动放大电路

### 一、实验目的

- 1、熟悉差动放大电路的工作原理。
- 2、掌握差动放大电路的基本测试方法。

### 二、实验设备与器件

- 1、函数信号发生器
- 2、数字万用表
- 3、模拟电路实验箱

### 三、预习内容（20分）

- 1、计算图 3.1 的静态工作点（设  $r_{be}=3k$ ， $\beta=100$ ）及电压放大倍数。

- 2、在图 3.1 基础上画出单端输入和共模输入的电路。

### 四、实验内容（40分）

实验电路图如图 3.1 所示：

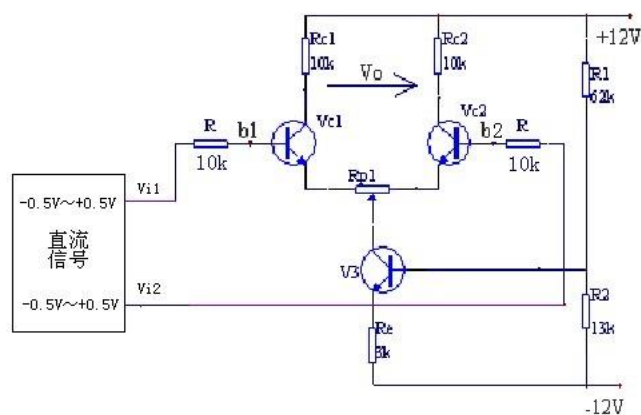


图 3.1 实验电路

### 1、测量静态工作点

- (1) 调零，将输入端短路并接地，接通直流电源，调节电位器  $R_{p1}$  使双端输出电压  $V_o=0$ 。
- (2) 测量静态工作点，测量  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  各极对地电压填入表 3.1 中

表 3.1

对地电压	$V_{c1}$	$V_{c2}$	$V_{c3}$	$V_{b1}$	$V_{b2}$	$V_{b3}$	$V_{e1}$	$V_{e2}$	$V_{e3}$
测量值 (V)									

### 2、测量差模电压放大倍数（放大倍数指的是变化量之比）

在输入端加入直流电压信号  $V_{id}=\pm 0.1V$ ，按表 3.2 要求测量并记录，由测量数据算出单端和双端输出的电压放大倍数。注意：先将直流信号 OUT1 和 OUT2 分别接入  $V_{i1}$  和  $V_{i2}$  端，然后调节直流信号源，使其输出分别为  $+0.1V$  和  $-0.1V$ 。

表 3.2

测量及计算 值 输入 信号 $V_i$	差模输入						共模抑制比
	测量值 (V)			计算值			计算值
	$V_{c1}$	$V_{c2}$	$V_o$ 双	$A_{d1}$	$A_{d2}$	$A_{d}$ 双	CMRR
$\pm 0.1v$							

### 3、测量共模电压放大倍数（放大倍数指的是变化量之比）

将输入端  $V_{i1}$ 、 $V_{i2}$  短接，接到信号源的一个输出端上。使直流信号源分别输出  $+0.1V$  和  $-0.1V$ ，并分别测量并填入表 5.2。由测量数据算出单端和双端输出的电压放大倍数。进一步算出共模抑制比  $CMRR=|A_d/A_c|$ 。

表 3.3

测量及计算 值 输入 信号 $V_i$	共模输入						共模抑制比
	测量值 (V)			计算值			计算值
	$V_{c1}$	$V_{c2}$	$V_o$ 双	$A_{c1}$	$A_{c2}$	$A_c$ 双	CMRR
$+0.1v$							
$-0.1v$							

### 4、单端输入的差放电路

在图 3.1 中将  $V_{i2}$  接地，组成单端输入差动放大器，从  $V_{i1}$  端输入直流信号  $V=\pm 0.1V$ ，测量单端及双端输出的电压放大倍数填入表 3.4（放大倍数指的是变化量之比）。并与双端输入时的单端及双端差模电压放大倍数进行比较。

表 3.4

测量仪计算值 输入信号	电压值			单端输出 放大倍数		双端输出 放大倍数
	Vc1	Vc2	Vo	Ad1	Ad2	Ad 双
直流+0.1V						
直流-0.1V						

#### 四、问题回答（30 分）

1、根据实测数据计算图 3.1 电路的静态工作点，与预习计算结果相比较。

2、整理实验数据，计算各种接法的  $A_d$ ，并与理论计算值相比较。

3、计算实验步骤 3 中  $A_c$  和  $CMRR$  值。

4、总结差放电路的性能和特点。



## 六、心得体会（10 分）

## 实验四 比例求和运算电路

### 一、实验目的

1. 掌握用集成运算放大电路组成比例、求和电路的特点及性能。
2. 学会上述电路的测试和分析方法。

### 二、实验设备与器件

- 1、函数信号发生器
- 2、数字万用表
- 3、模拟电路实验箱

### 三、预习内容（30 分）

1. 计算表 4.1、4.2、4.3、4.4、4.5 中的  $V_o$  和  $A_r$

2、使用集成运放设计 1 个两级放大电路，要求放大倍数 200，使用级间负反馈，确保输出线性失真小  $\pm 1\%$ 。

### 四、实验内容（40 分）

#### 1、电压跟随电路

实验电路如图 4.1 所示，按表 4.1 内容实验并测量记录。

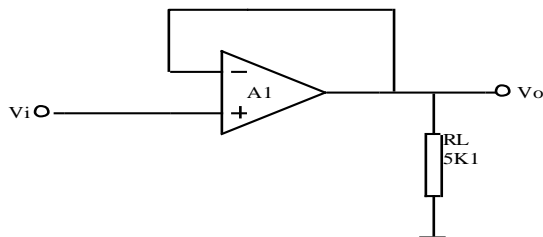


图 4.1 电压跟随电路

表 4.1

$V_i(\text{V})$		-2	-0.5	0	+0.5	1
$V_o(\text{V})$	$R_L = \infty$					
	$R_L = 5\text{K}\Omega$					

## 2、反相比例放大器

实验电路如图 4.2 所示，按表 4.2 内容实验并测量记录数据。

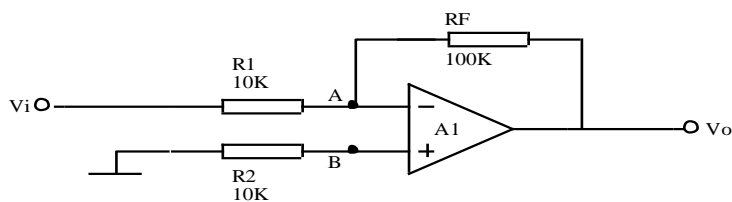


图 4.2 反相比例放大电路

表 4.2

直流输入电压 $V_i(\text{mV})$		30	100	300	1000	3000
输出 电压 $V_o$	理论估算(mV)					
	实际值(mV)					
	误差					

## 3、同相比例放大电路

电路如图 6.3 所示按表 6.3 实验测量并记录。

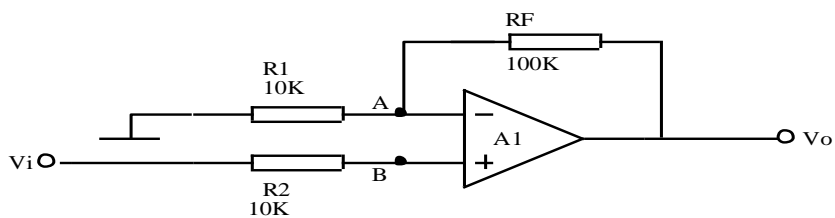


图 4.3 同相比例放大电路

表 4.3

直流输入电压 $V_i(\text{mV})$		30	100	300	1000	3000
输出 电压 $V_o$	理论估算(mV)					
	实际值(mV)					
	误差					

4、反相求和放大电路

实验电路如图 4.4 所示。

按表 4.4 内容进行实验测量，并与预习计算比较。

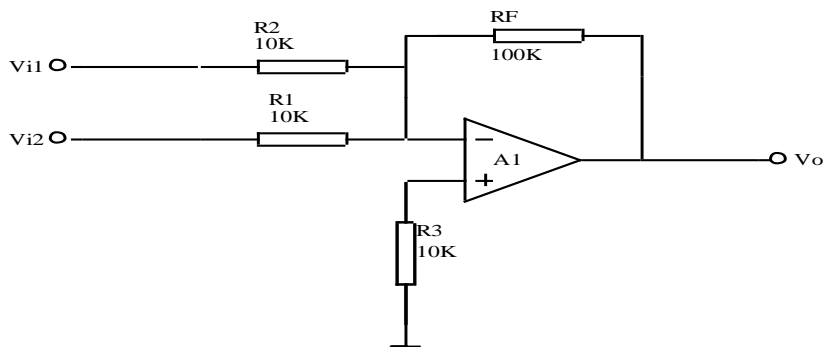


图 4.4 反相求和放大电路

表 4.4

$V_{i1}(V)$	0.3	-0.3
$V_{i2}(V)$	0.2	0.2
$V_o(V)$		

5. 双端输入求和放大电路

实验电路为图 4.5 所示。按表 4.5 要求实验并测量记录。

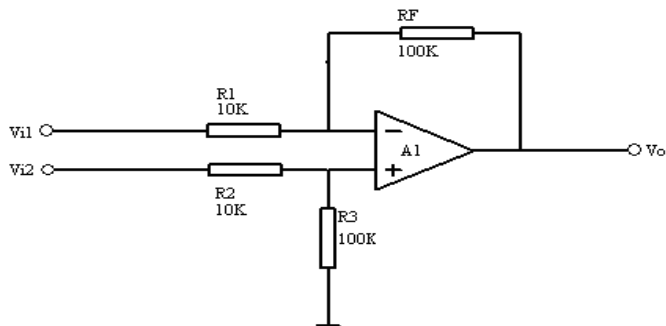


图 4.5 双端输入求和电路

表 4.5

$V_{i1}(V)$	1	2	0.2
$V_{i2}(V)$	0.5	1.8	-0.2
$V_o(V)$			

6. 200 倍两级放大电路

按预习要求设计电路接线，根据表 4.6 给定输入值  $V_i$  测量输出  $V_o$  值并填入表中。

表 4.6

直流输入电压 $V_i(\text{mV})$		10	20	30	40
输出 电压 $V_o$	理论估算( $\text{mV}$ )				
	实际值( $\text{mV}$ )				
	误差				

#### 四、问题回答（20 分）

1、 总结本实验中 6 种运算电路的特点及性能。

2、 分析理论计算与实验结果误差的原因。

#### 五、心得体会（10 分）

## 实验五 整流滤波与并联稳压电路

### 一、实验目的

- 1、熟悉单相半波、全波、桥式整流电路。
- 2、观察了解电容滤波作用。
- 3、了解并联稳压电路。

### 二、实验设备与器件

- 1、函数信号发生器
- 2、数字双踪示波器
- 3、交流毫伏表
- 4、数字万用表
- 5、模拟电路实验箱

### 三、预习内容（20分）

- 1、画出半波整流、桥式整流电路输入输出波形。

- 2、简述电容滤波电路的工作原理。

### 四、实验内容（50分）

#### 1、半波整流、桥式整流电路

实验电路分别如图 5.1，图 5.2 所示。分别接两种电路，用示波器观察  $V_2$  及  $V_L$  的波形。并用万用表测量  $V_2$ 、 $V_D$ 、 $V_L$  填入表 5.1。（注意  $V_2$  用交流档）

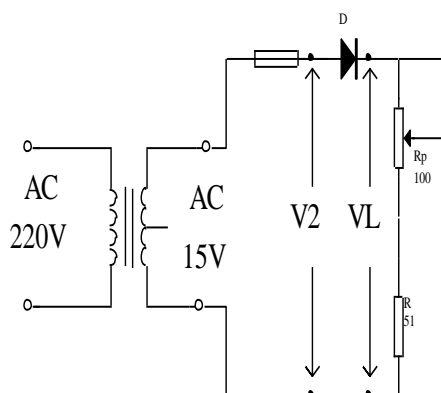


图 5.1 半波整流电路

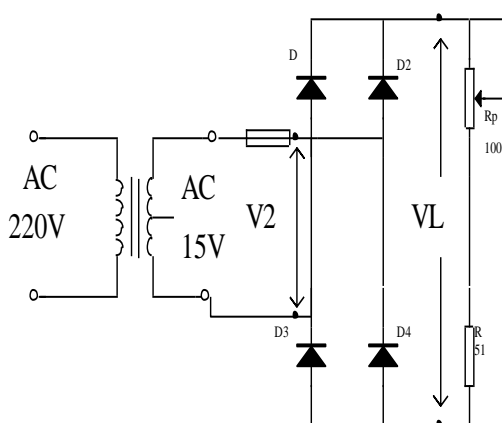


图 5.2 桥式整流电路

表 5.1

测试内容	V2		VL	
	波形	电压 (V)	波形	电压 (V)
半波				
全波				

## 2、电容滤波电路

实验电路如图 5.3

- (1) 分别用不同电容接入电路， $R_L$  先不接，用示波器观察波形，用电压表测  $V_L$  并记录。
- (2) 接上  $R_L$ ，先用  $R_L=10K\Omega$ ，重复上述实验并记录。
- (3) 将  $R_L$  改为  $150\Omega$ ，重复上述实验。

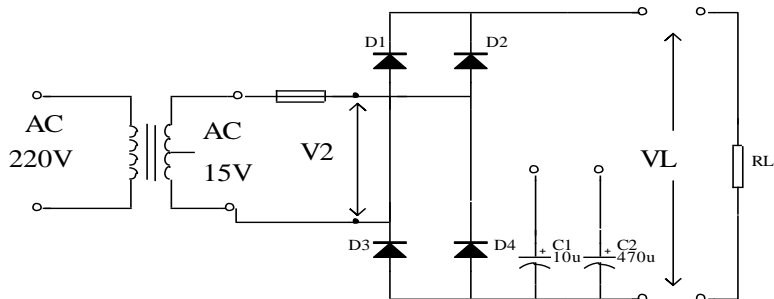


图 5.3 电容滤波电路

表 5.2

测试内容	不接负载		$R_L=10k$		$R_L=150\Omega$	
	波形	VL	波形	VL	波形	VL
$C=10\mu F$						
$C=470\mu F$						

## \*3、并联稳压电路（选做部分额外加 5-10 分）

实验电路如图 5.4 所示。

- (1) 电源输入电压不变，负载变化时电路的稳压性能。

改变负载电阻  $R_L$  使负载电流  $I_L=1mA, 5mA, 10mA$  分别测量  $V_L, V_R, I_L, I_R$ , 计算电源输出电阻。

- (2) 负载不变，电源电压变化时电路的稳压性能。

用可调的直流电压模拟 220V 电源电压变化，电路接入前将可调电源调到 10V，然后调到 8V、9V、11V、12V，按下表内容测量填表，并计算稳压系数。

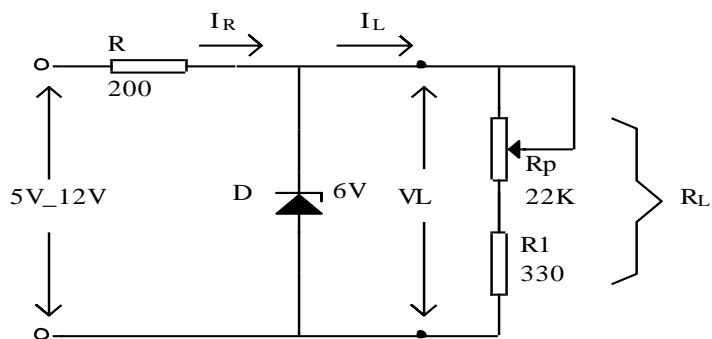


图 5.4 并联稳压电路

$V_I$	$V_L$	$I_R(\text{mA})$	$I_L(\text{mA})$
10V			
8V			
9V			
11V			
12V			

计算过程：

## 五、问题回答（20 分）

1、半波整流、桥式整流电路输入输出电压之间有什么关系？

2、电容滤波电路滤波电容和负载大小对滤波效果有什么影响？



## 六、心得体会（10 分）

## 实验六 音频信号放大电路的设计与综合测试

### 一、实验目的

- 1、熟悉电源、振荡电路、电压放大器和功率放大器等单元电路的工作原理和电路特性。
- 2、初步掌握单元电路的选择方法和电子系统的设计方法。
- 3、培养学生对复杂系统的综合调试和测试能力。

### 二、实验设备与器件

- 1、函数信号发生器
- 2、数字双踪示波器
- 3、交流毫伏表
- 4、数字万用表
- 5、模拟电路实验箱

### 三、预习内容（30分）

根据给定的电路性能指标结合实验箱现有的条件，选择合适的单元电路，整合设计一音频信号放大电路，简述电路的构成原理。具体要求如下：

（1）正弦波振荡电路：要求信号源频率工作在100Hz-10KHz范围之内，输出幅度0-500mv可调。

（2）隔离放大电路：要求以放大倍数为1、输入阻抗大于 $1M\Omega$ 、输出阻抗小于 $1k\Omega$ 的放大电路作为隔离缓冲，减少功率输出级对信号产生电路的影响。

（3）功率放大电路：要求最大不真输出功率达0.2W。（负载： $8\Omega$ 喇叭）

#### 1、电路设计图：

## 2、电路的构成原理：

### 四、实验内容（40 分）

- 1、根据预习设计的电路进行电路的实物连接。
- 2、电路的综合统调与测试，测试数据填入下表。

测试内容	信号频率(Hz)	功率电路放大倍数	最大不是真输出功率 (W)
计算值			
实测值			

计算过程：

功率电路输入、输出波形实拍照片（贴图）：

### 五、问题回答（20 分）

- 1、设计电路工作频率和实测值进行比较，分析误差原因。

2、设计电路最大不真输出功率和实测值进行比较是否达到预期要求，分析没达到预期要求的原因？

## 六、心得体会（10 分）