



21世纪中等职业教材系列
ERSHIYISHUI ZHONGDENG ZHIYE JIAOCAI XILIE

中等职业教育系列教材编委会专家审定

electron

DIANZI JISHU JICHU
【电子技术基础】

学习与实验指导

XUEXI YU SHIYAN ZHIDAO



主编 任大宝



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>

中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

电子技术基础学习 与实验指导

主 编 任大宝

北京邮电大学出版社
• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础学习与实验指导 / 任大宝主编. —北京:
北京邮电大学出版社, 2009. 11
ISBN 978-7-5635-2137-1

I. 电… II. 任… III. 电子技术—专业学校—教学参考
资料 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 195038 号

书 名 电子技术基础学习与实验指导
主 编 任大宝
责任编辑 周 堃 赵延玲
出版发行 北京邮电大学出版社
社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876
经 销 各地新华书店
印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司
开 本 787 mm×960 mm 1/16
印 张 9.25
字 数 187 千字
版 次 2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5635-2137-1
定 价 13.80 元

如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系 电话:(010)82551166 (010)62283578

E-mail:publish@bupt.edu.cn

Http://www.buptpress.com

版权所有 侵权必究

出版说明

本书是北京邮电大学出版社出版的《电子技术基础》(任大宝主编)的配套教材。全书分为学习与实践、各章习题及其解答3个部分。学习与实践部分包括模拟电子技术和数字电子技术两部分的内容,每个技能训练都是在多年教学实践的基础上精选出来的。习题及其解答部分也是针对《电子技术基础》的主要内容进行设计的,能够使学生对基础理论掌握得更加牢固。

本书强调电子技术基础内容的完整性和理论的系统性,突出学科发展前沿的基本知识,其主要特色如下:

(1)将电子技术基础理论和相关习题及实验融为一体,使学生能够进一步巩固电子技术的基础知识。

(2)具有较强的实用性。本书学习与实践中的内容(加“*”的内容为选学内容),可以作为本课程的课程设计或综合设计时训练使用,也使学生更加明确本课程学习的目的,提高学习的积极性。

本书可作为电子信息类(包括电子、通信、计算机及自动化等)各专业本科生数字电子技术课程的辅助教材,也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

由于时间仓促和编者水平有限,书中难免存在错误、遗漏和不当之处,恳请广大读者提出宝贵意见,以使本书能够更加完善。

编 者

目 录

第一部分 学习与实践	1
技能训练 1 常用的电子仪器的使用	1
技能训练 2 晶体管的简单测试	3
技能实训 3 放大电路的测试和调整	7
技能训练 4 集成运算放大器的应用	9
技能实训 5 集成功率放大电路的应用	11
技能实训 6 集成直流稳压电源的组装和测试	13
技能训练 7 晶闸管的性能测试	14
技能训练 8 门电路的逻辑功能测试	17
技能训练 9 计数、译码、显示电路	19
技能训练 10 数据选择器与分配器	22
技能训练 11 集成 JK 触发器逻辑功能的测试	24
技能训练 12 计数器	26
* 技能训练 13 计算机仿真测试电路逻辑功能	29
第二部分 习 题	33
第一章 半导体二极管	33
第二章 半导体三极管	38
第三章 基本放大电路	41
第四章 正弦波振荡电路	48
第五章 集成运放电路及其应用	54
第六章 功率放大电路	58
第七章 直流稳压电源	65
第八章 晶闸管及其应用	69
第九章 数字电路基础知识	72
第十章 逻辑门电路	80
第十一章 组合逻辑电路	87
第十二章 触发器和时序逻辑电路	95
第十三章 脉冲波形的产生与变换	106
第十四章 数模和模数转换器	113
第三部分 参考答案	115

第一部分 学习与实践

技能训练 1 常用的电子仪器的使用

一、实验目的

1. 了解低频信号发生器、电子电压表和示波器的用途和主要技术参数。
2. 掌握低频信号发生器、电子电压表和示波器的面板上各旋钮的位置和作用以及正确使用方法。
3. 培养学生电子技术实验的基本操作技能。

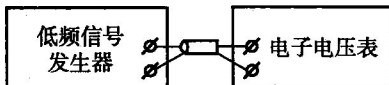
二、实验器材

XD7 型低频信号发生器一台、DF2172B 型电子电压表一台、ST16 型示波器 1 台、干电池(1.5V)1 节、万用表 1 只、导线以及屏蔽线若干。

三、实验内容和步骤

(一)低频信号发生器和电子电压表的使用

1. 按实图 1.1 将低频信号发生器和电子电压表连接好。



实图 1.1 测试仪器的连接

2. 将低频信号发生器的输出量置于最小,电子电压表的量程置于最大。
3. 打开低频信号发生器和电子电压表的电源(预热几分钟后,方可继续下列实验)。
4. 用电子电压表测量信号发生器在不同的衰减挡输出电压的范围。
 - (1)将低频信号发生器的输出信号频率调到 1kHz,“输出衰减”旋钮旋至“80dB”位置,将“输出细调”旋钮逆时针旋到底,观察电子电压表的读数,并记入实表 1.1 中。
 - (2)将“输出细调”旋钮顺时针旋到底,再次观察电子电压表的读数,并记入实表 1.1。
 - (3)再将“输出衰减”旋钮分别旋至“60dB”、“40dB”、“20dB”、“0dB”不同的位置,重复上述实验过程,并将电子电压表的读数全部记入实表 1.1 中。

实表 1.1 信号发生器各衰减挡输出电压的范围

衰减/dB	80	60	40	20	0
电子电压表量程					
输出电压范围/mV					

5. 用低频信号发生器输出所需的电压。

(1)调节信号发生器,使其输出 50mV、800Hz 的正弦波信号。

(2)调节信号发生器,使其输出 200mV、3kHz 的正弦波信号。

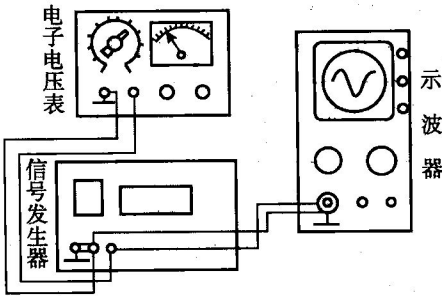
(3)将以上两次实验中,低频信号发生器的“电压指示”读数和“电子电压表”的读数全部记入实表 1.2 中。

实表 1.2 调节低频信号发生器输出电压

输出的信号	频率 范围	频率调节			输出衰减/dB	面板电压 指示值/mV	电子电压表 读数/mV
		×1	×0.1	×0.01			
50mV、800Hz							
200mV、3kHz							

(二)示波器的使用

1. 按实图 1.2 所示将低频信号发生器、电子电压表和示波器连接好。



实图 1.2 仪器的连接

2. 调节低频信号发生器,按实表 1.3 输出正弦波信号。

实表 1.3 测试正弦波电压的实验数据

输出的正弦波信号		示波器的测试值				电子电压表 的读数/mV
频率/Hz	幅度/mV	峰—峰值/mV	有效值/mV	周期/s	频率/Hz	
250	4					
5 000	0.5					
10 000	0.03					

3. 用示波器测出低频信号发生器所输出的正弦波信号频率和幅度,并将所测电压的峰—峰值换算成有效值,同时记下电子电压表的读数,将实验数据填入实表 1.3 中。

4. 用示波器和万用表分别测试一节干电池两极的电压,并记入实表 1.4 中。

实表 1.4 测试直流电压所得数据

示波器所测的电压值/V	万用表测的电压值/V

四、注意事项

1. 为了保证实验的准确性,应将所有仪器的接地端连在一起。仪器之间的连接线最好采用屏蔽线。

2. 使用电子电压表时,要注意量程的选择应适当。

五、实验报告

1. 对实验现象和数据进行分析。

2. 了解 XD7 型低频信号发生器、ST16 型示波器和 DF2172B 型电子电压表面板上各旋钮的作用。

3. 简述实验中应注意的问题。

技能训练 2 晶体管的简单测试

一、实验目的

1. 进一步熟悉晶体管的型号命名方法和晶体管手册的查阅方法。
2. 掌握用万用表判别晶体二极管的极性和好坏的方法。
3. 掌握用万用表判别晶体三极管的管型、管脚和好坏的方法。
4. 掌握用万用表估测晶体三极管的放大倍数和穿透电流的方法。

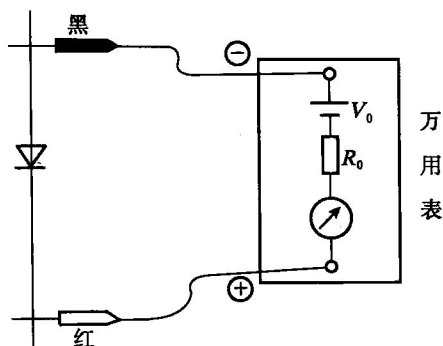
二、实验器材

万用表(带有放大倍数测试功能)1 只、晶体二极管若干(好的 2~3 只,击穿短路的 2~3 只,断路的 2~3 只,硅管、锗管均有)、晶体三极管若干(好的 2~3 只,击穿短路的 2~3 只,断路的 2~3 只)。

三、实验内容和步骤

(一) 晶体二极管的测试

1. 按实图 2.1 所示,用万用表“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1k$ ”测量二极管的正反向电阻,并将测量结果记入实表 2.1 中。
2. 根据测量结果判断二极管的好坏和极性。



实图 2.1 万用表判断二极管的极性

实表 2.1 二极管正反向电阻的测量

编 号	型 号	正向电阻/ $k\Omega$	反向电阻/ $k\Omega$	好、坏
1				
2				
3				
4				
5				
6				

(二) 晶体三极管的测试

1. 在所有的三极管的管脚上分别作好标记①、②、③。
2. 用万用表的“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1k$ ”挡测出三极管任意两脚之间的电阻,并记入实表 2.2 中。
3. 根据测量的结果,确定三极管的基极和类型(PNP 型或 NPN 型)。
4. 三极管集电极和发射极的判定。

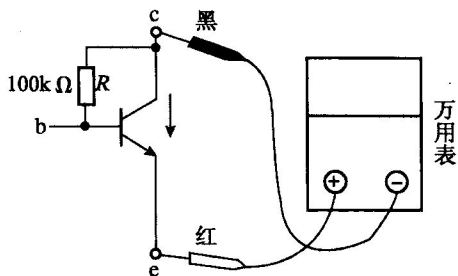
若被测管为 NPN 型管时,首先用万用表的黑表笔接假定的集电极,红表笔接假定的发射极,将此时的电阻值 R_1 记入实表 2.2 中。然后用拇指和食指将基极和假定的集电极捏紧,但不要使两极相碰(也可用一只 $100\text{k}\Omega$ 左右的电阻代替手指),如实图 2.2 所示,将此时的电阻值 R_2 记入实表 2.2 中。再将假定的集电极和发射极互换,重复上述操作,将所测得的电阻阻值 R_3 、 R_4 记入实表 2.2 中。

实表 2.2 三极管各级之间的正反向电阻的测量

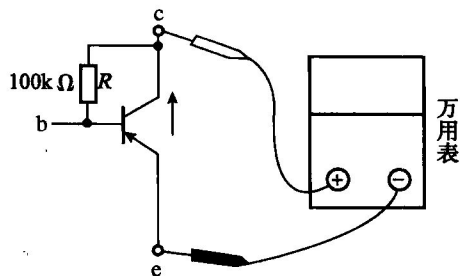
编 号	1	2	3	4	5	6
$R_{12}/\text{k}\Omega$						
$R_{21}/\text{k}\Omega$						
$R_{13}/\text{k}\Omega$						
$R_{31}/\text{k}\Omega$						
$R_{23}/\text{k}\Omega$						
$R_{32}/\text{k}\Omega$						
好、坏						
基极						
管子类型						
$R_1/\text{k}\Omega$						
$R_2/\text{k}\Omega$						
$R_3/\text{k}\Omega$						
$R_4/\text{k}\Omega$						
集电极						
发射极						

若被测管为 PNP 型时,将红表笔接假定的集电极,黑表笔接假定的发射极,操作方法同上,如实图 2.3 所示。

5. 对于 NPN 型管, R_2 和 R_4 相比,阻值较小的一次假定正确,即黑表笔接的是集电极,红表笔接的是发射极。对 PNP 型管,同样是 R_2 和 R_4 的阻值较小的一次假定正确,即红表笔接的是集电极,黑表笔接的是发射极。



实图 2.2 判别 NPN 型三极管 c、e 极



实图 2.3 判别 PNP 型三极管 c、e 极

6. 电流放大倍数的估测

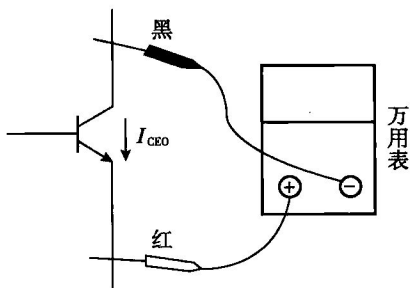
分别将两只 NPN 型三极管接入实图 2.2 所示的测试电路中,万用表显示阻值小的三极管,电流的放大倍数较大。

对于 PNP 型三极管接入实图 2.3 所示的测试电路中,同样万用表显示阻值小的三极管,电流的放大倍数较大。

再用万用表直接测出三极管的电流放大倍数,验证判别结论是否正确。

7. I_{CEO} 的估测

用万用表测试 c、e 间的电阻,显示的阻值越大,表示三极管的 I_{CEO} 越小,测试电路如实图 2.4 所示。



实图 2.4 用万用表判别 NPN 管 I_{CEO} 的大小

四、实验报告

1. 对二极管测量的数据进行分析,找到判别二极管极性和性能优劣的方法。
2. 对三极管的测量数据进行综合分析,讨论如何更快地准确判定三极管的基极、集电极和发射极管脚。
3. 分析如何比较三极管的电流放大倍数和穿透电流的大小。

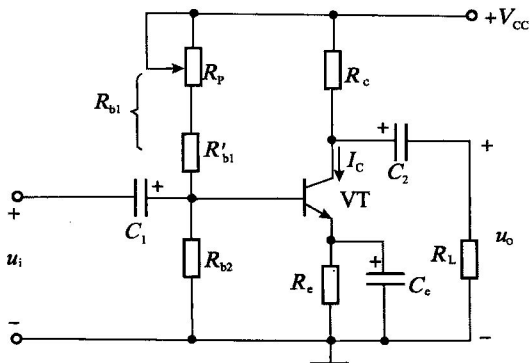
技能实训3 放大电路的测试和调整

一、实验目的

1. 初步认识印刷电路板电路。
2. 掌握交流放大电路静态工作点的测量和调整方法。
3. 进一步熟悉分压式偏置共射极放大电路的组成。
4. 进一步理解静态工作点的设置对放大电路性能的影响。

二、实验器材

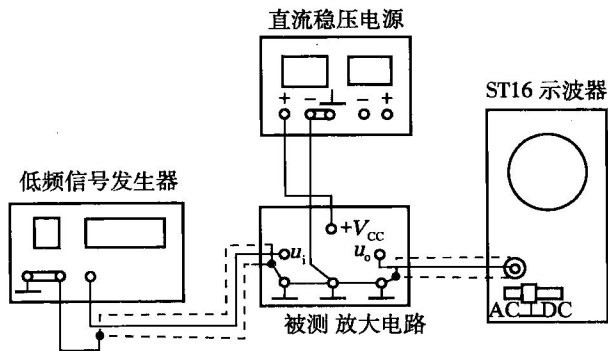
XD7 型低频信号发生器一台、ST16 型示波器一台、直流稳压电源一台、如实图 3.1 所示的实验电路板一块、万用表一只。



实图 3.1 分压式偏置共射放大电路

三、实验内容和步骤

1. 按实图 3.2 所示将测试仪器与实验电路板连接好。



实图 3.2 测试仪器与放大电路的连接图

2. 测试放大电路的静态工作点。

(1)将直流稳压电源输出电压调节到 12V,打开电源开关。

(2)调节可变电阻 R_P ,使集电极电流 $I_{CQ}=1\text{mA}$ 。

(3)用万用表的直流电压挡分别测 R_c 、 R_e 两端的电压 U_{Rc} 和 U_{Re} ,以及基极与发射极之间的电压 U_{BEQ} 。将所测量的值记入实表 3.1 中。

(4)重新调节可变电阻 R_P ,使集电极电流 $I_{CQ}=2.4\text{mA}$,再次用万用表的直流电压挡测 U_{Rc} 、 U_{Re} 和 U_{BEQ} 值,将数据记入实表 3.1 中。

实表 3.1 静态工作点的测量($U_C=12\text{V}$)

放大电路	测量值/V			计算值/V	
	U_{Rc}	U_{Re}	U_{BEQ}	U_{EQ}	U_{CEQ}
$I_{CQ}=1\text{mA}$					
$I_{CQ}=2.4\text{mA}$					

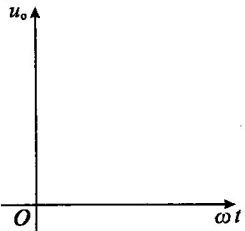
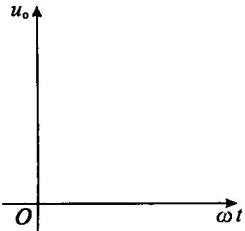
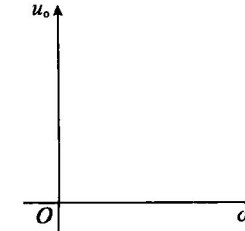
3. 观察静态工作点对输出电压波形的影响

(1)打开低频信号发生器和示波器的开关,调节信号发生器,给已调好静态工作点的放大电路输入 1kHz 的正弦信号电压。

调节“频段”和“频率微调”旋钮,使“频率刻度指示”处于 1kHz 的位置。再选择适当的“输出衰减”,然后缓慢右旋“输出细调”,使正弦信号的幅值由零开始逐步增大。同时从示波器中观察放大电路输出电压的波形,直到增大到刚好不失真为止。将此时的 I_{CQ} 、 U_{BEQ} 、 U_{CEQ} 的值及输出波形记入实表 3.2 中。

(2)调节可变电阻 R_P ,使输出的电压波形出现饱和截止失真两种现象时,分别测出其静态工作点 I_{CQ} 、 U_{BEQ} 和 U_{CEQ} 。将所测的数值记入实表 3.2 中,并画出从示波器中所观察到的波形。

实表 3.2 静态工作点对波形的影响

失真现象	不失真	饱和失真	截止失真
I_{CQ}/mA			
U_{BEQ}/V			
U_{CEQ}/V			
输出波形			

四、实验报告

1. 简述如何测量和调整静态工作点。
2. 分析静态工作点的设置不当时,使放大电路进入截止或饱和状态,导致输出波形出现严重失真的情况。

技能训练 4 集成运算放大器的应用

一、实验目的

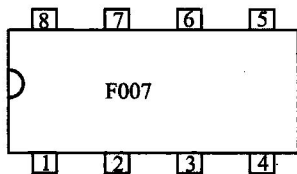
1. 通过实验,加深理解集成运算放大器在模拟运算方面的应用。
2. 掌握集成运算放大器的使用方法。

二、实验器材

实验电路板四块、XD7 型低频信号发生器一台、ST16 型示波器一台、双路直流稳压电源一台、万用表一只、电子电压表一只、F007 运放(若干)。

三、实验电路和原理

本实验采用通用Ⅱ型运算放大器 F007,适当连接电路,就可构成反相、同相、加法、减法运算电路。F007 的引脚如实图 4.1 所示。



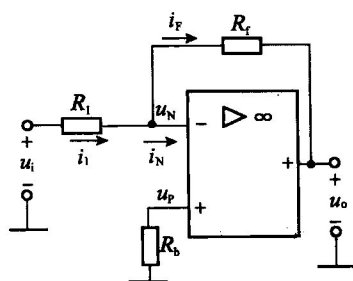
实图 4.1 F007 的外引脚图

图中②脚为反相输入端,③脚为同相输入端,④脚为为负电源端,⑦脚为正电源端,⑥脚为输出端,①脚、⑤脚为失调调整端。

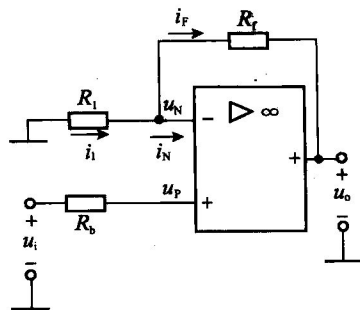
1. 反相比例运算电路

反相比例运算电路如实图 4.2 所示。

$$u_o = -\frac{R_f}{R_1} u_i$$



实图 4.2 反相比例运算电路



实图 4.3 同相比例运算电路

输入信号 u_i 加在反相输入端, 所以输出信号 u_o 与 u_i 反相。电路中各元件参数为: $R_1 = 10\text{k}\Omega$, $R_f = 100\text{k}\Omega$, $R_b = R_1 // R_f$ 。

2. 同相比例运算电路

同相比例运算电路如实图 4.3 所示。

输入信号 u_i 加在同相输入端, 所以输出信号 u_o 与 u_i 同相。电路中各元件参数为: $R_1 = 10\text{k}\Omega$, $R_f = 10\text{k}\Omega$, $R_b = R_1 // R_f$ 。

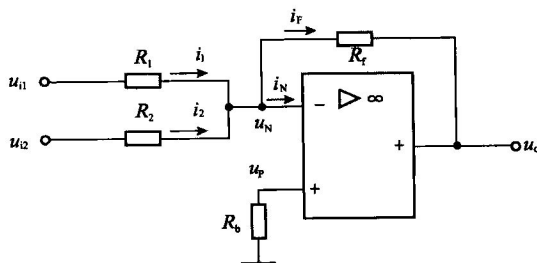
$$u_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) u_i$$

3. 加法运算电路

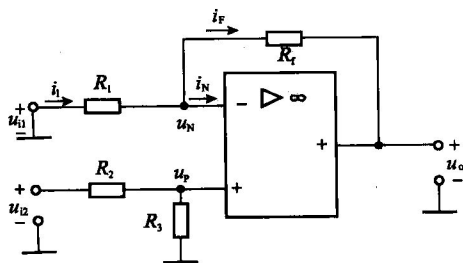
加法运算电路如实图 4.4 所示。

电路中各元件参数为: $R_1 = R_2 = R_f = 10\text{k}\Omega$, $R_b = R_1 // R_2 // R_f$ 。输入与输出电压的关系为:

$$u_o = -(u_{i1} + u_{i2})$$



实图 4.4 加法运算电路



实图 4.5 减法运算电路

4. 减法运算电路

减法运算电路如实图 4.5 所示。

电路中各元件参数为: $R_1 = R_2 = R_f = 10\text{k}\Omega$, $R_b = R_1 // R_2 // R_f$ 。输入与输出电压的关系为:

$$u_o = u_{i2} - u_{i1}$$

四、实验内容和步骤

(一)反相比例运算放大电路的检测

1. 参照实图 4.2 连接好电路。
2. 在输入端分别接入直流信号 U_i 为 0.5V 、 0.3V 、 0.2V 、 -0.2V 、 -0.3V 、 -0.5V , 用万用表测出相应输出电压 U_o 的值, 列表记录相关数据, 计算放大倍数并和理论值比较。
3. 输入频率 $f=1\text{kHz}$, 幅值 $U_{im}=0.3\text{V}$ 的正弦交流信号, 用示波器和电子电压表测试输入、输出电压, 并比较它们的大小和相位, 计算放大倍数。

(二)同相比例运算放大电路的检测

电路连接参照实图 4.3, 其余实验过程类比反相比例运算放大电路。

(三)加法运算电路

1. 参照实图 4.4 连接好电路。
2. 在两个输入端加上几组不同的信号电压: (1) $u_{i1}=0.5\text{V}$; $u_{i2}=0.1\text{V}$; (2) $u_{i1}=0.3\text{V}$, $u_{i2}=0.3\text{V}$; (3) $u_{i1}=0.1\text{V}$, $u_{i2}=0.5\text{V}$; (4) $u_{i1}=-0.5\text{V}$, $u_{i2}=-0.1\text{V}$; (5) $u_{i1}=-0.3\text{V}$, $u_{i2}=-0.3\text{V}$; (6) $u_{i1}=-0.1\text{V}$, $u_{i2}=-0.5\text{V}$ 。用万用表测出相应输出电压的值, 列表记录相关数据, 并和理论值比较。

(四)减法运算电路

电路连接参照实图 4.4, 其余过程类比加法运算电路。

五、实验报告

整理实验数据, 完成实验报告。

技能实训 5 集成功率放大电路的应用

一、实验目的

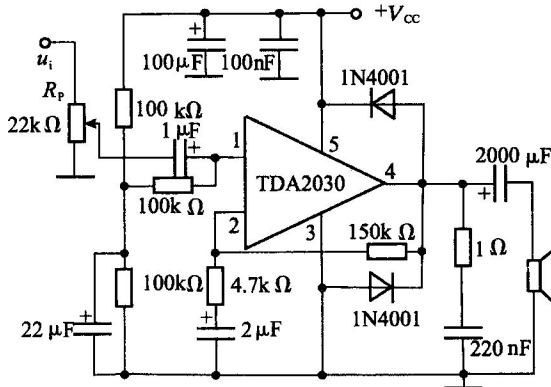
1. 了解 TDA2030 集成功率放大电路的工作原理。
2. 了解低频集成功率放大电路的特点。
3. 提高学生对简单应用电路的识图能力和动手操作能力。

二、实验器材

直流稳压电源 1 台、晶体管收音机一台、万能印刷电路板一块、4Ω/1W 的扬声器一只、实图 5.1 电路中的所有元件、万用表一只、25W 电烙铁一把、焊锡丝和导线若干。

三、实验内容和步骤

1. 在教师的指导下,将实图 5.1 电路中的元件正确地焊接到万能印刷电路板上。
2. 检查无误后,给电路板接上 9V 的直流电源。
3. 打开直流稳压电源的开关,用万用表测量 TDA2030 集成电路各引脚对地的电压,并记入实表 5.1 中。
4. 拆开收音机,从音量调节处引出音频信号源,接入集成功率放大电路的输入端,调节电位器 R_p ,使扬声器的声音最洪亮。
5. 将直流稳压电源的电压调到 12V,重新调节电位器 R_p ,使扬声器的音量达到最大,并与 9V 供电时相比较,输出功率有何变化? 再用万用表测量各引脚对地的电压,并记入实表 5.1 中。



实图 5.1 TDA2030 的典型应用电路

实表 5.1 TDA2030 各引脚的电压值

引脚	1	2	3	4	5
电压值(供电电压为 9V)/V					
电压值(供电电压为 12V)/V					

四、实验报告

1. 整理在实验过程中遇到的问题和观察到的现象。
2. 提高 TDA2030 集成功率放大电路的供电电压,输出功率有何变化?