



电子技术实验指导

DIANZI JISHU SHIYAN ZHIDAO

王 翠 王玉珏 主 编
李元浩 岳继文 主 审

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

电子技术实验指导

主 编 王 翠 王玉珏

主 审 李元浩 岳继文

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是根据“电子技术基础”教学大纲要求,结合多年的民办高校实验教学经验编写的实验教材。本书主要针对民办高校学生基础相对薄弱特点,选取最具代表性实验,加深学生巩固理论知识点,旨在培养学生掌握基本实验的分析操作、测试能力,培养学生简单、初步设计电子电路的能力。

全书内容主要包括模拟电路实验 10 个,数字电路实验 8 个,电子综合设计实验 8 个,内容基本涵盖了全部知识点。

本书可作为高等学校电气信息类或相关专业的本、专科电子技术实验教材,也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验指导 / 王翠,王玉珏主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2011.8

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0819 - 4

I. ①电… II. ①王… ②王… III. ①电子技术—实验—技术培训—习题 IV. ①TN—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 204592 号

书 名 电子技术实验指导
主 编 王 翠 王玉珏
责任编辑 仓小金 潘俊成
责任校对 张海平
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 淮安市亨达印业有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 10 字数 190 千字
版次印次 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷
定 价 20.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

“电子技术实验”是电类学生专业基础课中必不可少的重要环节,实验教学的目的在于帮助学生加深、巩固理论知识,将课堂教学内容与实际动手有机地结合起来,以加强学生基本实验技能的训练,培养和提高学生的工程设计能力与实际动手能力。

本书是根据“电子技术基础”教学大纲要求,结合作者多年来的教学实践经验,参考了大量书籍和实验设备使用手册编写而成。全书共分为三部分。

第一部分为模拟电子技术基础实验,共有 10 个基本实验。介绍模拟电子技术中的基本实验和基本测试方法,对一些常用电路进行典型分析与实验。

第二部分为数字电子技术基础实验,共有 8 个基本实验。介绍数字电子技术中的基本实验和基本测试方法,注重各种集成芯片的使用与实验。

第三部分为综合设计实验,共有 8 个综合设计实验,可供电子技术的课程设计阶段使用。通过电子综合设计实验,让学生掌握电子电路的一般设计方法,进一步提高他们对设计电子电路的兴趣和综合应用理论知识的能力。

各部分实验的基本要求是:培养学生的电子电路实验应用能力,使学生能根据实验结果,利用所学理论,通过分析找出内在联系,从而对电路参数进行调整,使之符合性能要求。同时,在实验中培养学生独立分析问题、解决问题的能力 and 严谨的工作作风,为适应今后工作打下良好基础。

本书由王翠、王玉珏编写,张丹、吴庆州、姚安居、陆文汀对本书的编写和实验验证提供了很多帮助。本书由南京理工大学李元浩、岳继文主审,在此向他们表示衷心的感谢!

感谢南京理工大学紫金学院领导在本书出版过程中的大力支持和帮助。

限于编者水平,加之编写时间仓促,缺点和错误在所难免,敬请读者提出批评和改进意见。

编 者

2011年6月

目 录

第一章 模拟电子技术实验	1
实验一 常用电子仪器的使用.....	1
实验二 基本放大电路.....	5
实验三 多级放大电路.....	9
实验四 RC 正弦振荡电路	13
实验五 差动放大电路	17
实验六 运算放大电路线性应用电路	21
实验七 运算放大器波形产生电路	26
实验八 OTL 功率放大器	30
实验九 桥式整流、滤波稳压电路.....	35
实验十 晶闸管可控整流电路	39
第二章 数字电子技术实验	43
实验一 TTL/CMOS 门电路功能与参数测试	43
实验二 组合逻辑电路的设计与测试	50
实验三 MSI 组合功能件的应用	54
实验四 触发器功能测试及应用	61
实验五 计数、译码、显示电路	69
实验六 移位寄存器及其应用	75
实验七 555 定时电路	83
实验八 数模(D/A)和模数(A/D)转换器及其应用	87
第三章 综合设计实验	94
实验一 可调直流稳压电路	94
实验二 函数发生器	97

实验三	简易 8 路抢答器的设计·····	102
实验四	多功能数字钟电路设计·····	107
实验五	集成电路功率放大器·····	113
实验六	汽车尾灯控制电路的设计·····	117
实验七	动态扫描显示电路的设计·····	121
实验八	阶梯波产生器的设计·····	123
附录 I	常用电子仪器使用·····	125
附录 II	集成芯片管脚图·····	142
实验报告格式	·····	151
参考文献	·····	153

第一章 模拟电子技术实验

实验一 常用电子仪器的使用

一、实验目的

- (1) 学会常用电子仪器(示波器、信号源、直流稳压源、交流毫伏表、万用表)的操作和使用方法。
- (2) 初步掌握如何用示波器测量交流电压的幅值、频率、相位等相关参数。

二、实验原理

在电子技术实验里,测定和定量分析电路的静态和动态工作状况时,最常用的电子仪器有:示波器、信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表、万用表等,如图 1.1.1 所示。

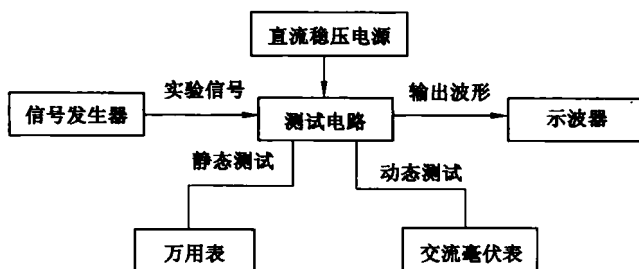


图 1.1.1 电子技术实验中测量仪器连接图

图中,(1) 直流稳压电源:为测试电路提供能源。

(2) 信号发生器:为测试电路提供各种频率和幅值的输入信号。

(3) 交流毫伏表:用于测量电路输入、输出信号的有效值。测量前一般先把

量程开关置于较大值位置上,以防过载而损坏。

(4) 示波器:能直接观测和真实显示被测信号的波形,定量测量电信号的幅度、频率、周期、相位等参数。

(5) 万用表:用于判别器件的好坏,测量电路静态工作点和直流信号的值,也可测量工作频率较低时电路的交流电压,交流电流的有效值及测量电路的阻值。

三、实验仪器

- (1) 双踪示波器 1 台。
- (2) 函数信号发生器 1 台。
- (3) 直流稳压电源 1 台。
- (4) 交流毫伏表 1 台。
- (5) 万用表 1 台。

四、实验内容及步骤

1. 示波器操作

(1) 使用前的检查:先将示波器面板上各键作如下设置:INTENSITY(亮度)、FOCUS(聚焦)、TRIG LEVEL(触发电平)均位于“中心”位置,AC—GND—DC(交流—接地—直流)位于“AC”挡,MODE(方式)位于“CH1”,TRIG MODE(触发方式)位于“AUTO”(自动),TRIG SOURCE(同步信号)位于“INT”,TIME/DIV(扫描时间)位于“0.5 ms/DIV”挡。

开启电源应能显示一条扫描亮线,适当调整 INTENSITY 与 FOCUS 钮可使光线细亮、清晰。

(2) 自校:可直接将面板上校正信号“CAL 0.5 V”通过 CH1 或 CH2 同轴电缆输入示波器,在屏幕上应显示幅值为 0.5 V、周期为 1 ms 的方波,若不符,调 VOLT/DIV、TIME/DIV 的微调钮使之相等。

2. 函数信号发生器操作

(1) 函数信号发生器幅值的调整与测定。

调节函数信号发生器的有关旋钮,使输出频率为 1 kHz、峰峰值为 5 V 的正弦波信号,按表 1.1.1 变换分贝衰减器位置,用示波器及交流毫伏表分别测定其输出电压的峰峰值与有效值,填表记录测量结果。

表 1.1.1

输出衰减 /db	示波器测量值			交流毫伏表测量值 /V
	一周垂直 占显示的屏格数	垂直偏转因数	峰峰值/V	
0				
-20				
-40				

(2) 函数信号发生器频率的调整与测定。

调节函数信号发生器有关旋钮,使输出频率分别为 100 Hz、1 kHz、100 kHz,电压峰峰值均为 5 V 的正弦波信号,用示波器和交流毫伏表定量测量信号频率与有效值,并填入表 1.1.2。

表 1.1.2

信号发 生器频 率/Hz	示波器测量值				交流毫伏表 测量值/V
	一周水平占 显示的屏格数	水平偏转 因数	周期/ms	频率/kHz	
100					
1 k					
100 k					

3. 万用表对晶体二极管、小功率晶体三极管极性判别操作

(1) 晶体二极管判别原理。

指针式万用表电阻挡量程放在“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1$ ”,分别用红、黑表笔接触二极管的两个电极,经过两次交换测量后,如果测量的结果有明显的差异,根据二极管的单向导电性,认为二极管是好的。测量的结果为低电阻时,黑表笔所接的为二极管的正极,另一端为负极。

将万用表的黑表笔接二极管的正极,红表笔接负极,可测得二极管的正向电阻。一般几千欧姆以下为好(各挡位都应在表指针满偏的 $2/3$ 以上),要求正向

电阻愈小愈好。将红表笔接二极管的正极,黑表笔接负极,可测反向电阻,一般应大于 $500\text{ k}\Omega$ 。

(2) 小功率晶体三极管判别原理。

① 判断三极管类型和基极 B。以 NPN 型三极管为例,用黑表笔接某一个电极,红表笔分别接触另外两个电极。若测量的阻值都比较大,经过表笔交换测量后若测量的阻值都比较小,则可判定第一次测量中黑笔所接电极为基极;反之,如果测量阻值一大一小相差很大,则证明第一次测量中黑表笔接的不是基极,应更换其他电极再重测。若已知黑表笔所接为基极,再用红表笔分别接触另外两个电极,电阻都较小的是 NPN 型三极管,反之则为 PNP 型管。

② 判断三极管发射极 E、集电极 C。确定三极管的基极 B 后,用手指将假设的集电极和基极捏在一起,但两极不可相碰。万用表两表笔根据管型的不同分别与假设的集电极、发射极相接,然后交换表笔重测一次,两次测量的结果应不相等,其中电阻值较小的一次为正常的接法。对于 NPN 型管,红表笔接的是 E 极,黑表笔接的是 C 极;对于 PNP 型管,黑表笔接的是 E 极,而红表笔接的是 C 极。

注意:在三极管测试过程中,如果发现任何两极之间的正、反向电阻都很小(接近零)或都很大(表针不动),表明三极管已被烧坏或击穿。

(3) 实验内容对给定的晶体二极管、三极管,分别判别其型号及性能。

五、思考题

- (1) 测量中示波器测得的峰峰值大于交流毫伏表测得的有效值,为什么?
- (2) 交流毫伏表能测量直流电压吗? 万用表交流电压挡能测量任何频率的交流信号吗? 为什么?
- (3) 用示波器测量信号的频率和幅值时,如何保证测量精度?
- (4) 总结本实验中所用电子仪器使用时的注意事项。

六、实验报告

整理实验结果,回答思考题。

实验二 基本放大电路

一、实验目的

- (1) 学习基本放大电路静态工作点及电压放大倍数的调整与测试方法。
- (2) 掌握静态工作点和元件参数值的改变对输出信号波形及放大电路性能指标的影响。

二、实验原理

实验电路如图 1.2.1 所示, 电路中静态工作点可通过调节可变电阻 R_w 获得, 静态工作点的选取十分重要, 它影响放大器的放大倍数、波形失真及工作稳定性等。静态工作点如果选择不当会产生饱和失真和截止失真, 要使放大电路输入动态信号后具有良好的线性电压放大倍数和较大的动态范围输出, 必须将静态工作点 Q 调定在如图 1.2.2 所示输出特性的中间位置, 若将工作点设置得过高或过低, 在一定范围内都将影响输出波形的形状而出现削顶失真现象。

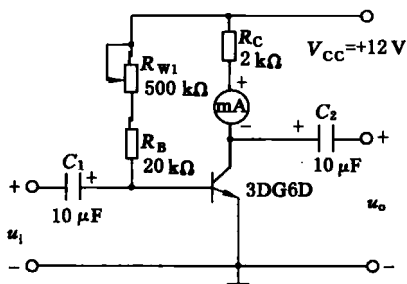


图 1.2.1 共射集基本放大电路

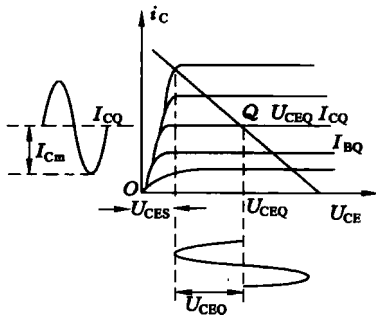


图 1.2.2 放大电路的动态范围

三、实验仪器

- (1) 双踪示波器 1 台。
- (2) 函数信号发生器 1 台。
- (3) 交流毫伏表 1 台。
- (4) 数模电实验台(含直流电源, 直流电压表, 直流电流表) 1 台。

四、实验内容及步骤

1. 静态工作点调整

(1) 调整直流稳压电源使输出 $V_{CC}=12\text{ V}$ 。

(2) 按图 1.2.3 连接电路, 检查电路无误后, 接通电源 V_{CC} , 直流电压表 (20 V 量程) 并联在电路中用于测 V_{CEQ} , 直流电流表 (5 mA 量程) 串联在电路中用于测 I_{BQ} 。

(3) 调节 R_W , 使 $V_{CEQ} \approx 6\text{ V}$, 记录 I_{BQ} , 估算出 I_{CQ} 、 β 值。

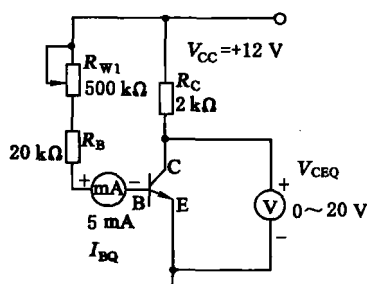


图 1.2.3 静态工作点测量

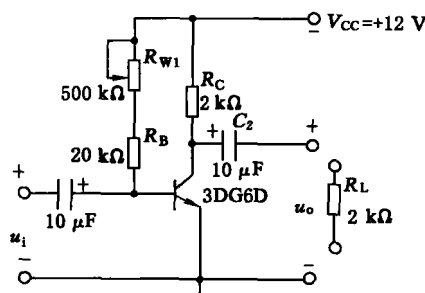


图 1.2.4 动态参数测量

2. 动态参数测量

(1) 交流电压放大倍数 A_u 的测量。

在静态工作点调整好的基础上, 调节函数信号发生器置频率为 1 kHz、正弦波, 衰减 -40 dB, 接入到实验电路图 1.2.4 的 u_i 端, 调节函数发生器使电压峰值分别为 20, 30, 40 mV 时, 用双踪示波器同时观察 u_i 、 u_o 的波形, 完成表 1.2.1, 并记录最大不失真输出幅值时所对应的输入电压值。逐渐加大函数信号发生器的幅值, 用示波器观察最大输出不出现失真时所对应的输入电压值。

表 1.2.1

u_i/mV	u_o/mV	$A_u = u_o/u_i$	输出波形
20			
30			
40			
()			最大不失真输出

(2) 观察负载电阻 R_L 的变化对电压放大倍数 A_u 的影响。

固定交流输入: $u_i = 20 \text{ mV}$, 正弦波的 $f = 1 \text{ kHz}$, 用示波器细致观察 R_L 变化(空载和 $R_L = 2 \text{ k}\Omega$)对电压放大倍数 A_u 的影响, 完成表 1.2.2。

表 1.2.2

$R_L/\text{k}\Omega$	u_i/mV	u_o/mV	A_u
∞			
2			

3. 观察静态工作点 Q 变化对输出波形 u_o 的影响

(1) 将 R_w 阻值调至最小($R_w = 0$), 逐渐加大输入交流信号 u_i , 用示波器注意观察输出波形有何变化, 若不明显可继续加大输入信号, 按表 1.2.3 记录实验结果(注意测量静态值时必须拆除交流输入 u_i 方可测量)。

(2) 将 R_w 阻值调至最大($R_w = 500 \text{ k}\Omega$), 并保持(1)的输入交流信号不变, 重复上述内容, 填写实验结果。

表 1.2.3

$R_w/\text{k}\Omega$	静态工作点	波 形	失真性质
0	$U_{CEQ} =$ $I_{BQ} =$		
500	$U_{CEQ} =$ $I_{BQ} =$		

4. 输入电阻 R_i 及输出电阻 R_o 的测量

(1) 测量输入电阻 R_i 。

按内容 3 中的步骤(1)恢复静态值, 输入电阻的测量原理框图如图 1.2.5 所示, 在放大电路与交流信号源之间串入一固定电阻 $R = 3 \text{ k}\Omega$ 保持 $u_i = 30 \text{ mV}$,

用交流毫伏表测量 u_i 及相应 u_i' 的值则 $R_i = \frac{u_i'}{u_i - u_i'} \cdot R$ 。

(2) 测量输出电阻 R_o 。

输出电阻测量原理如图 1.2.6 所示,保持 $u_i = 30 \text{ mV}$,用交流毫伏表分别测得 $R_L = \infty$ 和 $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ 时的输出电压 u_o 和 u_o' 的值,则 $R_o = \frac{u_o - u_o'}{u_o'} \cdot R_L$ 。

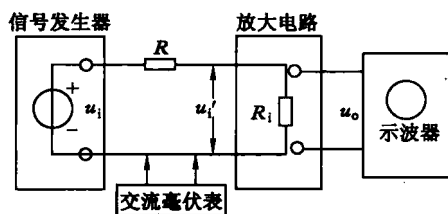


图 1.2.5 输入电阻测量原理

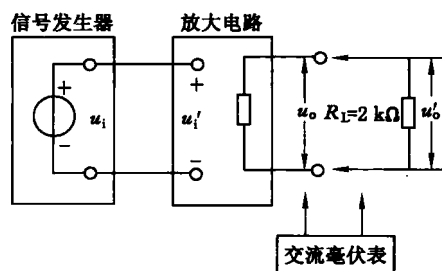


图 1.2.6 输出电阻测量原理

五、预习要求

- (1) 认真阅读实验指导书,明确实验内容及要求。
- (2) 复习基本放大电路有关内容,掌握静态工作点调整原理。
- (3) 熟悉示波器、函数信号发生器、交流毫伏表的使用方法。

六、思考题

- (1) 如何通过测量 V_{CEQ} 判别电路失真性质?
- (2) 负载电阻 R_L 变化对电路输出动态范围有何影响?
- (3) 放大器的非线性失真在哪些情况下可能出现?
- (4) 放大电路 R_i 、 R_o 的大小在实用电路中有何影响?

七、实验报告

- (1) 整理实验表格,回答思考题。
- (2) 用实验结果说明放大器负载 R_L 对放大器的放大倍数 A_u 的影响。

实验三 多级放大电路

一、实验目的

- (1) 掌握多级放大电路静态工作点的调整与测试方法。
- (2) 掌握测试多级放大电路电压放大倍数的方法。
- (3) 掌握测试放大电路频率特性的方法。

二、实验原理及电路

很多场合需要增益非常高,单级放大器往往很难满足需要。为了获得足够的增益或考虑输入输出电阻的要求,放大器往往由多级构成。多级放大器常用的耦合方式有阻容耦合、变压器耦合和直接耦合 3 种。

本次实验中主要采用直接耦合的方式,其优点是各级工作点相互独立,只要耦合电容器容量合适,放大器的交流损失很小,放大倍数较高。缺点是不能放大直流信号,不易集成。

多级放大器的几个性能指标。

1. 放大倍数 A_u

阻容耦合多级放大器的放大倍数为各级放大器放大倍数的乘积,且在计算每一级放大倍数时要考虑前后级之间的影响。

2. 输入电阻

多级放大器的输入电阻取决于第一级放大器的输入电阻。

3. 输出电阻

多级放大器的输出电阻近似等于最后一级输出电阻,放大器输出电阻的大小反映了带负载能力的大小, R_o 越小,带负载能力越强。

4. 频率特性

多级放大电路放大倍数为:

$$A_u = \prod_{i=1}^n A_{ui}$$

式中, $A_{ui} (i=1,2,\dots,n)$ 为放大器第 i 级的放大倍数。

对上式绝对值取对数,得到多级放大器的幅频特性:

$$A_u = 20 \lg \left| \prod_{i=1}^n A_{ui} \right| (\text{dB})$$

多级放大器的相频特性为：

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \cdots + \varphi_n = \sum_{i=1}^n \varphi_i$$

负反馈在电子电路中有着广泛的应用,虽然负反馈降低放大倍数,但能改善放大电路的动态指标,如稳定放大倍数、改变输入电阻、减小非线性失真和展宽通频带。

负反馈通常有四种组态,即电压串联、电压并联、电流串联和电流并联。本实验以电压串联负反馈为例(图 1.3.1 中 R_f 并联在 u_o 端),分析负反馈对放大器频带的影响。

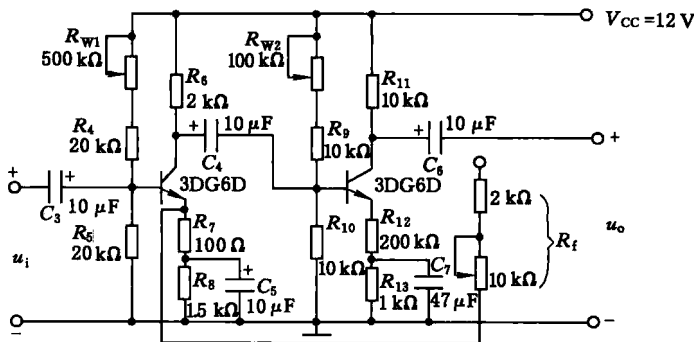


图 1.3.1 多级放大电路实验接线图

三、实验仪器

- (1) 直流稳压电源 1 台。
- (2) 函数信号发生器 1 台。
- (3) 交流毫伏表 1 台。
- (4) 双踪示波器 1 台。
- (5) 数模电实验台(含直流电源、直流电压表、直流电流表)1 台。

四、实验内容

1. 调整静态工作点

- (1) 调节直流稳压电源, $V_{CC} = 12\text{ V}$ 。