



21st CENTURY
规划教材

高等院校信息与电子技术类规划教材

Information and Electronic Technology Courses for Undergraduate Education

电工电子技术实验教程

Dian Gong Dian Zi Ji Shu Shi Yan Jiao Cheng

刘 浏 裘君英 主 编



21st CENTURY



科学出版社

www.sciencepress.com

中国科学院教材建设专家委员会教材建设立项项目

高等院校信息与电子技术类规划教材



电工电子技术 实验教程

刘 浏 裘君英 主 编
周 律 付玉明 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者结合多年实验教学经验,为高等院校相关专业学生编写的电工电子技术实验教材。全书共分为电子技术实验基础、电路原理实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、仿真实验五篇,由13章组成。电子技术实验基础篇包括实验基础知识、常用仪器及实验装置;电路原理实验篇、模拟电子技术实验篇、数字电子技术实验篇均由验证性实验、应用提高性实验、综合性实验组成;仿真实验篇由Multisim 2001仿真软件简介和仿真实验举例组成。本书实验原理叙述清楚,计算公式推导完整,实验步骤简明扼要。注重实验内容的系统性及对学生技能的训练和创新能力的培养。

本书既可作为高等工科院校电类专业“电路”、“模拟电子技术”、“数字电子技术”课程的配套实验教材,也可以作为非电类专业“电工电子技术”和“电工电路”课程的配套实验教材,同时还可作为独立设课的实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验教程/刘浏,裘君英主编. —北京:科学出版社, 2009

(高等院校信息与电子技术类规划教材)

ISBN 978-7-03-025379-8

I. 电… II. ①刘…②裘… III. ①电工技术-实验-高等学校-教材
②电子技术-实验-高等学校-教材 IV. TM-33 TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第149828号

责任编辑:陈晓萍/责任校对:耿 耘

责任印制:吕春珉/封面设计:一克米工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009年8月第一次印刷 印张:12 3/4

印数:1—3 000 字数:298 000

定价:21.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈海生〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62138017

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书是高等工科院校电类实验课程的教学用书,是根据教育部关于“电路”、“模拟电子技术”、“数字电子技术”、“电工电子技术”等课程的基本要求,结合现有的实验设备条件和实验教学改革成果编写而成的。

面对 21 世纪人才培养的需求,根据电工类、电子类学科发展的规律,我们对相关的实验课程进行了改革,并结合当前高校实验教学的具体情况,把原附属于各门基础课程的实验独立设课;在内容的安排上,考虑到不同专业、不同层次的学生学习上的不同需求,在验证性实验的基础上还设置了应用提高性和设计与综合性实验。设置验证性实验的目的主要是为了配合理论教学,使学生熟悉常用仪器、仪表的正确使用,掌握正确的实验方法;设置应用提高性和设计与综合性实验的目的是为了培养学生的科技创新能力,能够综合应用所学理论知识,查阅相关资料完成实验内容;或能够根据指定的题目,自行确定实验方案,设计电路,选择元器件参数和所用的仪器。它既可作为高等工科院校电类专业“电路”、“模拟电子技术”、“数字电子技术”课程,以及非电类专业“电工电子技术”和“电工电路”课程的配套实验教材,也可作为独立设课的实验教材。

全书分为 13 章,由五个部分组成。第一部分为电子技术实验基础,共 2 章,主要介绍了误差分析方法、常用元器件识别及常用仪器仪表的使用方法。第二、三、四篇分别是电路原理实验、模拟电子技术实验和数字电子技术实验部分。第五篇是 Multisim 2001 仿真软件简介及仿真实验举例。本书的第 1、2 章由浙江科技学院刘浏和裘君英共同编写,第 3、4、5 章由浙江科技学院周律和付玉明共同编写,第 6、7、8 章由裘君英编写,第 9、10、11、12、13 章由刘浏编写。

在编写本书过程中参考了有关文献的相关内容,在此对相关文献的作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在缺点和疏漏,恳请读者批评指正。

刘 浏

2009 年 6 月 10 日于杭州

目 录

第一篇 电子技术实验基础

第 1 章 实验基础知识	1
1.1 概述	1
1.1.1 实验的基本情况	1
1.1.2 实验步骤	2
1.1.3 实验报告	3
1.1.4 实验守则	3
1.2 常用元器件简介	4
1.2.1 电阻器	4
1.2.2 电容器	7
1.2.3 晶体管器件	10
1.3 误差分析与数据处理	13
1.3.1 测量误差的表示方法	13
1.3.2 误差的来源与分类	14
1.3.3 测量结果的处理	15
第 2 章 常用仪器及实验装置	18
2.1 VC97 数字万用表	18
2.2 毫伏表	19
2.2.1 主要技术指标	20
2.2.2 使用及注意事项	20
2.3 函数发生器	21
2.3.1 技术参数	21
2.3.2 使用说明	22
2.3.3 使用方法	23
2.4 示波器	23
2.4.1 示波器原理	23
2.4.2 V-212 示波器介绍	26
2.5 模拟电路实验装置	32
2.6 数字电路实验装置	34
2.7 电路实验装置	37

第二篇 电路原理实验

第3章 验证性实验	39
3.1 戴维南定理与诺顿定理	39
3.1.1 实验目的	39
3.1.2 实验设备与器件	39
3.1.3 实验原理	39
3.1.4 实验内容	39
3.1.5 实验总结	40
3.2 网络等效变换	41
3.2.1 实验目的	41
3.2.2 实验设备与器件	41
3.2.3 实验原理	41
3.2.4 实验内容	43
3.2.5 实验总结	44
3.3 三相对称与不对称交流电路电压、电流的测量	44
3.3.1 实验目的	44
3.3.2 实验设备与器件	44
3.3.3 实验原理	44
3.3.4 实验内容	46
3.3.5 实验总结	47
第4章 设计与综合性实验	48
4.1 直流仪表使用与误差计算	48
4.1.1 实验目的	48
4.1.2 实验设备与器件	48
4.1.3 实验原理	48
4.1.4 实验内容	51
4.1.5 实验总结	55
4.2 线性与非线性元器件的伏安特性测定	55
4.2.1 实验目的	55
4.2.2 实验设备与元器件	55
4.2.3 实验原理	55
4.2.4 实验内容	55
4.2.5 实验总结	58
4.3 CCVS 及 VCCS 受控源的实验研究	58
4.3.1 实验目的	58
4.3.2 实验设备与器件	58
4.3.3 实验原理	58

4.3.4 实验内容	59
4.3.5 实验总结	61
4.4 线性无源二端口网络的研究	61
4.4.1 实验目的	61
4.4.2 实验设备与器件	61
4.4.3 实验原理	61
4.4.4 实验内容	63
4.4.5 实验总结	65
第5章 应用提高型实验	66
5.1 荧光灯功率因数提高方法研究	66
5.1.1 实验目的	66
5.1.2 实验设备与器件	66
5.1.3 实验原理	66
5.1.4 实验内容	66
5.1.5 实验总结	68
5.2 串联谐振	68
5.2.1 实验目的	68
5.2.2 实验设备与器件	68
5.2.3 实验原理	68
5.2.4 实验内容	71
5.2.5 实验总结	72
5.3 一阶 RC 电路的暂态响应	72
5.3.1 实验目的	72
5.3.2 实验设备与器件	73
5.3.3 实验原理	73
5.3.4 实验内容	74
5.3.5 实验总结	76

第三篇 模拟电子技术实验

第6章 验证性实验	77
6.1 常用仪器仪表的使用	77
6.1.1 实验目的	77
6.1.2 实验设备与器件	77
6.1.3 实验原理	77
6.1.4 实验内容	79
6.1.5 实验总结	81
6.2 晶体管单管放大电路	81
6.2.1 实验目的	81

6.2.2 实验设备与器件	81
6.2.3 实验原理	82
6.2.4 实验内容	84
6.2.5 实验总结	86
6.3 场效应晶体管放大器	86
6.3.1 实验目的	86
6.3.2 实验设备与器件	87
6.3.3 实验原理	87
6.3.4 实验内容	89
6.3.5 实验总结	90
6.4 射极跟随器	90
6.4.1 实验目的	90
6.4.2 实验设备与器件	90
6.4.3 实验原理	91
6.4.4 实验内容	92
6.4.5 实验总结	94
6.5 差动放大电路	94
6.5.1 实验目的	94
6.5.2 实验设备与器件	94
6.5.3 实验原理	94
6.5.4 实验内容	96
6.5.5 实验总结	97
第7章 应用提高性实验	98
7.1 负反馈放大器	98
7.1.1 实验目的	98
7.1.2 实验设备与器件	98
7.1.3 实验原理	98
7.1.4 实验内容	99
7.1.5 实验总结	101
7.2 低频 OTL 功率放大器	101
7.2.1 实验目的	101
7.2.2 实验设备与器件	101
7.2.3 实验原理	101
7.2.4 实验内容	103
7.2.5 实验总结	105
7.3 集成运放组成的基本运算电路设计	105
7.3.1 实验目的	105
7.3.2 实验设备与器件	105

7.3.3 实验原理	105
7.3.4 实验内容	107
7.3.5 实验总结	108
7.4 RC 正弦波振荡电路设计	108
7.4.1 实验目的	108
7.4.2 实验设备与器件	109
7.4.3 实验原理	109
7.4.4 实验内容	110
7.4.5 实验总结	110
7.5 集成运算放大器组成的波形发生器设计	110
7.5.1 实验目的	110
7.5.2 实验设备与器件	110
7.5.3 实验原理	110
7.5.4 实验内容	112
7.5.5 实验总结	113
7.6 集成运放组成的有源滤波器设计	113
7.6.1 实验目的	113
7.6.2 实验设备与器件	113
7.6.3 实验原理	114
7.6.4 实验内容	117
7.6.5 实验总结	117
第 8 章 设计与综合性实验	118
8.1 集成功率放大电路设计	118
8.1.1 实验目的	118
8.1.2 实验设备与器件	118
8.1.3 实验要求	118
8.1.4 实验内容	118
8.1.5 实验总结	119
8.2 集成稳压器的设计	120
8.2.1 实验目的	120
8.2.2 实验设备与器件	120
8.2.3 实验要求	120
8.2.4 实验内容	120
8.2.5 实验总结	120
8.3 由集成运算放大器组成万用表的设计与调试	121
8.3.1 实验目的	121
8.3.2 实验设备与器件	121
8.3.3 实验要求	121

8.3.4	万用电表参考电路	121
8.3.5	实验内容	122
8.3.6	实验总结	123
8.4	函数信号发生器的组装与调试	123
8.4.1	实验目的	123
8.4.2	实验设备与器件	123
8.4.3	实验要求	124
8.4.4	实验内容	124
8.4.5	实验总结	125

第四篇 数字电子技术实验

第9章	验证性实验	126
9.1	TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	126
9.1.1	实验目的	126
9.1.2	实验设备与器件	126
9.1.3	实验原理	126
9.1.4	实验内容	129
9.1.5	实验总结	130
9.2	CMOS 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	130
9.2.1	实验目的	130
9.2.2	实验设备与器件	131
9.2.3	实验原理	131
9.2.4	实验内容	132
9.2.5	实验总结	133
9.3	集成逻辑电路的连接和驱动	133
9.3.1	实验目的	133
9.3.2	实验设备与器件	133
9.3.3	实验原理	133
9.3.4	实验内容	134
9.3.5	实验总结	135
9.4	触发器逻辑功能测试	136
9.4.1	实验目的	136
9.4.2	实验设备与器件	136
9.4.3	实验原理	136
9.4.4	实验内容	139
9.4.5	实验总结	140
第10章	应用提高性实验	142
10.1	译码器及其应用	142
10.1.1	实验目的	142

10.1.2 实验设备与器件	142
10.1.3 实验原理	142
10.1.4 实验内容	143
10.1.5 实验总结	144
10.2 数据选择器及其功能电路设计	144
10.2.1 实验目的	144
10.2.2 实验设备与器件	144
10.2.3 实验原理	144
10.2.4 实验内容	146
10.2.5 实验总结	147
10.3 触发器应用	147
10.3.1 实验目的	147
10.3.2 实验设备与器件	147
10.3.3 实验内容	147
10.3.4 实验总结	148
10.4 计数器及其功能电路设计	148
10.4.1 实验目的	148
10.4.2 实验设备与器件	149
10.4.3 实验原理	149
10.4.4 实验内容	150
10.4.5 实验总结	151
10.5 移位寄存器及其应用	151
10.5.1 实验目的	151
10.5.2 实验设备与器件	151
10.5.3 实验原理	151
10.5.4 实验内容	155
10.5.5 实验总结	157
10.6 脉冲分配器及其应用	157
10.6.1 实验目的	157
10.6.2 实验设备与器件实验材料	157
10.6.3 实验原理	157
10.6.4 实验内容	159
10.6.5 实验总结	160
第 11 章 设计与综合性实验	161
11.1 组合逻辑电路的设计	161
11.1.1 设计思路	161
11.1.2 设计内容	161
11.1.3 实验测试	161

11.2	时序逻辑电路的设计	161
11.2.1	设计思路	161
11.2.2	设计内容	162
11.2.3	实验测试	162
11.3	智力竞赛抢答器的设计	162
11.3.1	实验目的	162
11.3.2	实验设备与器件	162
11.3.3	实验原理	162
11.3.4	实验内容	163
11.3.5	实验总结	163
11.4	按键扫描编码显示电路的设计	164
11.4.1	设计要求	164
11.4.2	说明与提示	164
11.4.3	实验参考电路框图	165
11.4.4	实验设备与器件	165
11.5	倒计时器的设计	165
11.5.1	设计要求	166
11.5.2	说明与提示	166
11.5.3	实验设备与器件	166

第五篇 仿真实验

第12章	Multisim 2001 仿真软件简介	167
12.1	Multisim 2001 的工作界面	167
12.2	Multisim 2001 仿真库元器件的提取	170
12.2.1	各种信号源库	170
12.2.2	基本元器件库	173
12.2.3	晶体二极管库及晶体三极管库	173
12.2.4	运算放大器库	174
12.2.5	TTL 器件库及 CMOS 器件库	174
12.2.6	数字模拟混合库	174
12.2.7	指示元件库	174
12.2.8	杂散元器件库	175
12.3	仿真仪器库的使用	175
12.3.1	数字万用表	175
12.3.2	信号发生器	176
12.3.3	功率表	176
12.3.4	双踪示波器	177
12.3.5	波特图仪	177

12.4 仿真步骤.....	178
12.4.1 编辑仿真电路图	178
12.4.2 运行仿真软件及观察与分析仪表仿真结果.....	180
第 13 章 仿真实验举例	181
13.1 组合电路的设计与分析.....	181
13.2 ADC 电路仿真实验	184
13.3 三相交流电电路仿真实验.....	184
13.4 负反馈放大器仿真实验.....	185
13.5 方波和三角波发生电路.....	186
参考文献.....	188

第一篇 电子技术实验基础

第1章 实验基础知识

1.1 概 述

1.1.1 实验的基本情况

1. 目的

电工电子技术实验是相关课程的一个重要环节。通过这一实践性教学环节，不仅要达到巩固和加深理解所学知识的目的，更重要的是训练实验技能和培养基本工程素质，根据理论知识来指导实验，树立工程实际观点和严谨的科学作风，以适应实际工作的需要。

2. 要求

- 1) 能读懂基本电子电路图，具有分析电路作用或功能的能力。
- 2) 具有设计、组装和调试基本电子电路的能力。
- 3) 会查阅和利用技术资料，并合理地选用元器件。
- 4) 具有分析和排除基本电子电路一般故障的能力。
- 5) 掌握常用电子电路测量仪器的使用方法和各类电路性能（或功能）的基本测试方法。
- 6) 能独立拟定基本电路的实验步骤，写出符合要求的实验报告。

3. 类别和特点

本书所述的电工电子技术实验主要分为电路实验、模拟电子技术实验和数字电子技术实验三大类。

每类实验按实验目的和要求分成三种：一是验证性实验，即通过实验检测器件或电路的性能指标或功能，为分析和应用准备必要的技术数据；二是应用提高性实验，即通过实验验证电子电路的基本原理或探索提高电路性能、扩展电路功能的途径或措施；三是设计与综合性实验，即综合运用有关知识，设计、安装与调试自成系统的、实用的电子电路。

电子电路实验具有理论性强、工艺性强、测试技术要求高的特点。因此要求学生要学好理论知识，认真掌握电子工艺技术并熟练掌握基本的电子电路测量技术和各种测量仪器的使用方法，否则实验的效果将受到不同程度的影响。

1.1.2 实验步骤

1. 实验准备

- 1) 实验前必须熟悉实验守则和安全操作规程。
- 2) 认真阅读教材中与实验有关的内容或其他相关的参考资料,并认真阅读实验教程,明确实验目的、内容,弄清实验原理,对实验中可能出现的现象及结果要有一个事先的分析和估计。
- 3) 预先阅读所需仪器设备的使用说明书及操作注意事项,熟悉各旋钮、按键、开关的功能和作用,以便实验时能顺利进行操作和测试。
- 4) 写好实验预习报告,将实验中要测量的数据图表预先画好,以便节约实验操作时间。

2. 实验过程

进行电子电路实验时可按以下规则进行。

(1) 合理布线

首先应正确合理地布线。布线的原则以直观、便于检查为宜。例如,电源的正极、负极和地可以用不同颜色的导线加以区分,一般电源正极用红色导线,负极用蓝色导线,地用黑色导线,这样便于查错,不至于因接错线造成电源正、负极的短路。低频实验时,尽量用短的导线,防止电路产生自激振荡。高频实验时,最好是将导线焊接在通用板上,如果用面包板,元器件插脚和连线应该尽量短而直,以免分布参数影响电路性能。

(2) 检查实验线路

在连接完实验电路后,不要急于加电,要认真检查,检查的内容包括:

- 1) 连线是否正确。这其中包括有没有接错的导线,有没有多连或少连的导线。检查的方法是对照电路图,按照一定的顺序逐一进行检查,比如从输入开始,一级一级地排查,一直检查到输出。
- 2) 连接的导线是否导通。这需要用万用表的欧姆挡,对照电路图,一个点一个点地检查,在电路图中应该连接的点,是否都是通的,有电阻的两点之间的电阻是否存在等。
- 3) 检查电源的正、负极连线、地线是否正确,信号源连线是否正确。
- 4) 电源到地之间是否存在短路。如果电路比较复杂,常常容易将电源的正极与地接在一起,造成电源短路,如果这时不认真检查,急于通电,容易损坏器件。

(3) 通电调试

检查完实验线路后,进入调试阶段。调试包括静态调试与动态调试。在调试前,应先观察电路有无异常现象,包括有无冒烟,是否有异常气味,用手摸摸元器件是否发烫,电源是否有短路现象等。如果出现异常情况,应该立即切断电源,排除故障后再加电。

1) 静态调试。在模拟电子技术实验中,静态调试是指在不加入输入信号的条件下进行直流调试和调整,例如,测试交流放大器的直流工作点等。在数字电子技术实验中,静态调试是指给电路的输入端加入固定的高、低电平值,测试输出的高、低电平值,输出可以用指示灯或数码管显示来观察电路工作是否正常。

2) 动态调试。动态调试是以静态调试为基础的。静态调试正确后,给电路输入端加入一定频率和幅度的信号,用示波器观察输出端信号,再用仪器测试电路的各项指标是否符合实验要求。如果出现异常,还要查找出现故障的原因,予以排除后继续调试。在数字电子技术实验中,动态调试是指用示波器观察输入、输出信号波形,以此判断电路时序是否正确。

在进行比较复杂的系统性实验的调试时,应该接一级电路,调试一级,这其中包括静态调试和动态调试,调试正确后,再将上一级电路的输出加至下一级电路的输入,接着调试下一级电路,这样直到最后一级。如果每一级的结果都正确的,最后应该能得到正确的结果。这样做,可以解决电路一次连接因导线过多调试起来比较困难的问题,不但节省时间,还可以减少许多麻烦。

1.1.3 实验报告

实验报告要求:简明扼要、文理通顺、字迹端正、图表清晰、结论正确、分析合理、讨论力求深入。

实验报告内容一般应包括如下内容:①实验名称、日期;②实验目的;③实验仪器规格及编号、测试电路及元器件;④设计任务与方案以及实验内容、步骤;⑤把测量的原始数据和观察到的波形进行加工整理后制成表格,绘出曲线或波形等;⑥对实验结果进行分析并做出结论,写出实验体会。

1.1.4 实验守则

1) 实验前必须认真预习相关教材与实验指导书,理解实验目的、原理、方法。按时到实验室上课,未经预习或无故迟到者,指导教师有权停止其实验。

2) 进入实验室时衣着要整洁,同时应严格遵守实验室的各项规章制度,听从指导教师安排,服从管理,每次做实验应签到登记。不准随意搬弄仪器设备。在实验过程中应保持安静,不得喧哗、不随意走动或乱扔杂物。不得将与实验无关的物品带入实验室,不得将实验室物品带出实验室。

3) 实验操作过程中必须注意安全,使用仪器设备时必须严格遵守操作规程。若发现异常情况或设备出现故障时应立即停止操作,及时报告指导教师进行处理,以防发生人身和设备事故。

4) 学生必须以实事求是的科学态度进行实验,自己动手认真操作、加工、制作和测定数据,并做好原始数据的记录,不得草率行事。实验后应独立完成实验报告,按时送交指导教师,不得抄袭或臆造。

5) 严格遵守操作规程,服从指导教师的指导,如违反操作规程或不听从指导而造成仪器设备损坏等事故者,应按学校有关规定进行赔偿处理。

6) 实验完毕后, 应清理实验场地, 并将仪器工具等归位或归还, 经指导教师同意后, 方可离开实验室。

1.2 常用元器件简介

电阻器、电容器、电感器、晶体管和半导体集成电路等, 是构成电子电路的基本元器件。掌握上述元器件的识别与选用知识, 是设计、组装、调试电子电路的基本技能之一。这里仅介绍初学者应掌握的一些基本内容, 较详细的内容见有关元器件使用手册。

1.2.1 电阻器

电阻器是电子电路中使用最广泛的基础元件之一, 它在电路中起分压、分流、限流、阻抗匹配等作用。

1. 分类及命名方法

电阻器的种类很多, 按结构可分为固定式和可变式两大类。

固定式电阻器一般称为“电阻”, 根据制作材料和工艺的不同, 主要有膜式电阻(如碳膜电阻、金属膜电阻、合成膜电阻、氧化膜电阻等)、实芯电阻(如有机实芯电阻和无机实芯电阻)、金属绕线电阻和特殊电阻(如光敏电阻、热敏电阻、压敏电阻等)四种。

可变电阻器有滑线式变阻器、电位器等。其中电位器应用最为广泛的。电位器是一种阻值连续可调的电子元件, 按制作材料和工艺的不同, 普通电位器主要有膜式、实芯和金属绕线三种。按结构分, 常见的有旋转式、推拉式、直滑式、带开关式和多圈电位器等。

电阻器及电位器的型号由四部分组成, 其命名方法见表 1.1。

2. 电阻器的主要性能指标

(1) 额定功率

所谓额定功率是指在正常条件下电阻器长期稳定工作所能承受的最大功率。它分为 19 个等级, 其中常用的有 0.25W、0.5W、1W、2W、4W、5W、10W、20W 等。

(2) 标称阻值和容许误差

电阻器表面标注的电阻阻值为其标称阻值。电阻器的实际阻值对于标称阻值的最大允许误差范围称为容许误差, 也称精度。电阻器的标注阻值及允许误差参见表 1.2。