



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
教育部高等职业教育示范专业规划教材
(电气工程及自动化类专业)

电路分析 实训教程

张恩沛 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件等

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
教育部高等职业教育示范专业规划教材
(电气工程及自动化类专业)

电路分析实训教程

主编 张恩沛
参编 楼天良 何耿明
主审 徐毓良



机械工业出版社

《电路分析实训教程》是针对高等职业技术教育的特点,根据编者多年的教学 and 实践经验,在突破原有实训教学体系,广泛采用现代教学技术的基础上编写而成的。全书共分5篇23章,第1篇实训基础、第2篇技能性实训、第3篇 Multisim7 电路设计与应用、第4篇仿真性实训和第5篇综合性实训,共精选基本技能性、设计性和综合性实训项目46个。

本书所选实训项目精炼、典型,既可以在实验室操作,又可以用计算机仿真,将传统实验与现代技术融为一体,软硬结合、虚实兼用,具有很强的示范性和可操作性,是一本将电路基本理论与现代实训技术结合起来的颇具特色的教材。

本书与电路基础、电路分析和电工学等课程相配套,可作为高等职业技术院校电气类、机械类和信息技术类等专业的实训教材,也可作为相关行业岗位培训教材或供有关工程技术人员参考。

本书配有免费电子课件、Multisim 7 仿真实例等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电索取,咨询电话:010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析实训教程/张恩沛主编. —北京:机械工业出版社,2008.2
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 教育部高等职业教育示范专业规划教材(电气工程及自动化类专业)

ISBN 978-7-111-23474-6

I. 电... II. 张... III. 电路分析 - 高等学校:技术学校 - 教材
IV. TM133

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第018272号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:曲世海 版式设计:霍永明 责任校对:李 婷

封面设计:鞠 杨 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)

2008年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14印张·342千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-23474-6

定价:23.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379758

封面无防伪标均为盗版

前言

电路实训是实践教学的重要环节,它对学生掌握基本理论、训练基本技能、提高工程素质和培养科研创新精神起着重要作用。本书是针对高等职业技术教育的特点,根据编者多年的教学和实践经验,在突破原有实训教学体系、采用现代教学技术的基础上编写而成的。

现代教学技术的飞速发展,对我们提出了新的挑战 and 更高的要求。掌握计算机技术并应用到实践中去,已经成为电路学习的必备技能。据此,我们在第3篇重点介绍了 Multisim7 电路设计与应用技术。

电路实训的发展趋势是将传统实验与现代技术融为一体。据此,将第2篇技能性实训与第4篇仿真性实训对照编写,所选项目既可以在实验室操作,也可以用计算机仿真,软硬结合、虚实兼用,具有很强的示范性和可操作性。

本书与电路基础、电路分析和电工学等课程相配套,所选实训项目覆盖了以上课程的全部实验内容。全书分为5篇23章,共精选基本技能性、设计性和综合性实训项目46个。

第1篇实训基础,共3章,包括电路实训基础、仪表基础知识和测量基础知识等内容。

第2篇技能性实训,共8章,包括认识性实训、基本技能性实训、验证性实训和设计性实训等内容。

第3篇 Multisim7 电路设计与应用,共4章,主要介绍 Multisim7 的基本功能与操作、元器件、仪器仪表和基本分析方法等内容。

第4篇仿真性实训,共7章,包括技能性仿真实训和设计性仿真实训等内容。

第5篇综合性实训,共4个项目,是为了提升学生的综合素质,培养工程创新能力而精心编写的。

带*的是可选设计性项目,也是要求学生独立完成的、较高一级的实训项目。

本书配有免费电子课件、Multisim7 仿真实例等。这样既方便教学需要,又方便读者自学,具有可教性、可读性、可模仿性和可重复性。凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电索取,咨询电话:010-88379375。

本书科学严谨、结构完整、内容充实、案例丰富、通俗易懂,是一本集电工操作、电路分析、仿真应用和综合设计于一体的电路实训教材。

本书可作为高等职业技术学院电气类、机械类和信息技术类等专业的实训教材,也可以作为相关行业岗位培训教材或供有关工程技术人员参考。

本书由义乌工商职业技术学院张恩沛教授主编,楼天良、何耿明参编。何耿明编写第1篇,张恩沛编写第2篇、第3篇和第4篇,楼天良编写第5篇。张恩沛负责全书统稿,并对部分章节进行了修订和重新编写。

浙江大学徐毓良教授担任主审,他对书稿进行了全面、认真的审阅,提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。在本书编写过程中,还得到义乌工商职业技术学院贾少华教授、罗晓芳教授、陈沛森副教授、方锦明副教授、王一丁老师以及国家精品课程“电子技术实训”课程组的主讲教师和实验中心教师的关心和支持,在此一并表示诚挚的谢意。

由于软件本身的原因,本书中的某些符号采用的是非国标符号,具体对应关系请参考有关资料。

由于电路实训技术发展较快,加之编者水平有限,时间仓促,书中难免有不妥或错误之处,敬请广大读者和任课教师批评指正,以便我们进一步修订,并欢迎读者通过 E-mail 与我们联系,邮箱:sid0820@sina.com。

编者

目 录

前言

第 1 篇 实训基础

第 1 章 电路实训基础 1

- 1.1 实验室管理制度 1
- 1.2 实验室安全操作规程 2
- 1.3 电路实训的目的和意义 3
- 1.4 电路实训的类别和特点 3
- 1.5 实训操作方法 3
- 1.6 实训报告格式 4
- 1.7 故障检测与排除 5
- 1.8 测量系统的“接地”与“共地” 5
- 1.9 焊接基本知识 6

第 2 章 仪表基础知识 7

- 2.1 电工仪表的分类 7
 - 2.1.1 磁电式仪表 7
 - 2.1.2 电磁式仪表 7
 - 2.1.3 电动式仪表 7
- 2.2 功率表 8
 - 2.2.1 基本原理 8
 - 2.2.2 使用方法 8
- 2.3 万用表 9
 - 2.3.1 基本原理 9
 - 2.3.2 使用方法 10
- 2.4 交流毫伏表 10
 - 2.4.1 YB2172 型交流毫伏表面板 10
 - 2.4.2 使用方法 11
- 2.5 函数信号发生器 11
 - 2.5.1 YB1610 型函数信号发生器面板 12
 - 2.5.2 使用方法 13
- 2.6 双踪示波器 13
 - 2.6.1 YB4320F 型双踪示波器面板 13
 - 2.6.2 使用方法 15
- 2.7 直流稳压电源 17
 - 2.7.1 YB1719 型直流稳压电源面板 17
 - 2.7.2 使用方法 18

第 3 章 测量基础知识 19

录

- 3.1 测量误差 19
- 3.2 测量误差处理 20
- 3.3 数据处理与图形处理 21

第 2 篇 技能性实训

第 4 章 电路基础 23

- 4.1 常用电工仪表的使用 24
 - 4.1.1 实训目的 24
 - 4.1.2 实训原理 24
- 4.2 电流、电压与电位的测量 27
 - 4.2.1 实训目的 27
 - 4.2.2 实训原理 27
 - 4.2.3 实训设备、仪表和元器件 29
 - 4.2.4 实训内容和步骤 29
 - 4.2.5 实训思考题 30
 - 4.2.6 注意事项 31
- 4.3 元器件伏安特性的测量 31
 - 4.3.1 实训目的 31
 - 4.3.2 实训原理 31
 - 4.3.3 实训设备、仪表和元器件 31
 - 4.3.4 实训内容和步骤 32
 - 4.3.5 实训思考题 34
 - 4.3.6 注意事项 34
- 4.4 电流源与电压源的等效变换 34
 - 4.4.1 实训目的 34
 - 4.4.2 实训原理 34
 - 4.4.3 实训设备、仪表和元器件 35
 - 4.4.4 实训内容和步骤 35
 - 4.4.5 实训思考题 37
 - 4.4.6 注意事项 37
- 4.5 受控源的实验研究 37
 - 4.5.1 实训目的 37
 - 4.5.2 实训原理 37
 - 4.5.3 实训设备、仪表和元器件 39
 - 4.5.4 实训内容和步骤 39
 - 4.5.5 实训思考题 41
 - 4.5.6 注意事项 41

4.5.7 设计报告	42	6.2.4 实训内容和步骤	58
第5章 电路定理	43	6.2.5 实训思考题	59
5.1 基尔霍夫定律的实验研究	43	6.2.6 注意事项	59
5.1.1 实训目的	43	* 6.3 二阶电路动态响应的实验研究	60
5.1.2 实训原理	43	6.3.1 实训目的	60
5.1.3 实训设备、仪表和元器件	44	6.3.2 实训原理	60
5.1.4 实训内容和步骤	44	6.3.3 实训设备、仪表和元器件	60
5.1.5 实训思考题	46	6.3.4 实训内容和步骤	61
5.1.6 注意事项	46	6.3.5 实训思考题	61
5.2 戴维南定理和诺顿定理的实验研究	46	6.3.6 注意事项	62
5.2.1 实训目的	46	6.3.7 设计报告	62
5.2.2 实训原理	46	第7章 交流电路	63
5.2.3 实训设备、仪表和元器件	47	7.1 电阻、电容和电感在交流电路中	
5.2.4 实训内容和步骤	48	特性的研究	63
5.2.5 实训思考题	49	7.1.1 实训目的	63
5.2.6 注意事项	49	7.1.2 实训原理	63
5.3 叠加定理的实验研究	49	7.1.3 实训设备、仪表和元器件	64
5.3.1 实训目的	49	7.1.4 实训内容和步骤	64
5.3.2 实训原理	49	7.1.5 实训思考题	66
5.3.3 实训设备、仪表和元器件	50	7.1.6 注意事项	66
5.3.4 实训内容和步骤	50	7.2 交流电路等值参数的测量	66
5.3.5 实训思考题	51	7.2.1 实训目的	66
5.3.6 注意事项	51	7.2.2 实训原理	66
* 5.4 最大功率传输定理的实验研究	51	7.2.3 实训设备、仪表和元器件	67
5.4.1 实训目的	51	7.2.4 实训内容和步骤	67
5.4.2 实训原理	51	7.2.5 实训思考题	68
5.4.3 实训设备、仪表和元器件	52	7.2.6 注意事项	68
5.4.4 实训内容和步骤	52	* 7.3 荧光灯功率因数提高的实验研究	69
5.4.5 实训思考题	53	7.3.1 实训目的	69
5.4.6 注意事项	53	7.3.2 实训原理	69
5.4.7 设计报告	53	7.3.3 实训设备、仪表和元器件	69
第6章 动态电路	54	7.3.4 实训内容和步骤	70
6.1 微分电路与积分电路的实验研究	54	7.3.5 实训思考题	71
6.1.1 实训目的	54	7.3.6 注意事项	71
6.1.2 实训原理	54	7.3.7 设计报告	71
6.1.3 实训设备、仪表和元器件	55	第8章 谐振电路	72
6.1.4 实训内容和步骤	56	8.1 串联谐振电路的实验研究	72
6.1.5 实训思考题	56	8.1.1 实训目的	72
6.1.6 注意事项	56	8.1.2 实训原理	72
6.2 一阶电路动态响应的实验研究	57	8.1.3 实训设备、仪表和元器件	73
6.2.1 实训目的	57	8.1.4 实训内容和步骤	74
6.2.2 实训原理	57	8.1.5 实训思考题	75
6.2.3 实训设备、仪表和元器件	58	8.1.6 注意事项	75

*8.2 并联谐振电路的实验研究	75	10.3.4 实训内容和步骤	95
8.2.1 实训目的	75	10.3.5 实训思考题	96
8.2.2 实训原理	75	10.3.6 注意事项	96
8.2.3 实训设备、仪表和元器件	76	10.3.7 设计报告	96
8.2.4 实训内容和步骤	77	*10.4 相序测定及功率因数的测量	97
8.2.5 实训思考题	78	10.4.1 实训目的	97
8.2.6 注意事项	78	10.4.2 实训原理	97
8.2.7 设计报告	78	10.4.3 实训设备、仪表和元器件	97
第9章 互感电路	79	10.4.4 实训内容和步骤	98
9.1 互感电路的实验研究	79	10.4.5 实训思考题	99
9.1.1 实训目的	79	10.4.6 注意事项	99
9.1.2 实训原理	79	10.4.7 设计报告	99
9.1.3 实训设备、仪表和元器件	80	第11章 二端口网络的实验研究	100
9.1.4 实训内容与步骤	81	11.1 实训目的	100
9.1.5 实训思考题	82	11.2 实训原理	100
9.1.6 注意事项	82	11.3 实训设备、仪表和元器件	103
*9.2 变压器特性的实验研究	82	11.4 实训内容和步骤	103
9.2.1 实训目的	82	11.5 实训思考题	104
9.2.2 实训原理	83	11.6 注意事项	105
9.2.3 实训设备、仪表和元器件	84	11.7 设计报告	105
9.2.4 实训内容和步骤	84	第3篇 Multisim7 电路设计与应用	
9.2.5 实训思考题	86	第12章 Multisim7 基本功能与操作	106
9.2.6 注意事项	86	12.1 Multisim7 概述	106
9.2.7 设计报告	86	12.2 Multisim7 的基本功能	107
第10章 三相交流电路	87	12.3 Multisim7 的操作界面	108
10.1 三相电路电流和电压的测量	87	12.4 Multisim7 的操作	110
10.1.1 实训目的	87	12.5 电路创建方法	112
10.1.2 实训原理	87	12.6 电路创建实例	116
10.1.3 实训设备、仪表和元器件	88	第13章 Multisim7 的元器件	118
10.1.4 实训内容和步骤	89	13.1 电源库	118
10.1.5 实训思考题	90	13.2 信号源库	119
10.1.6 注意事项	90	13.3 基本元件库	119
10.2 三相电路有功功率的测量	91	13.4 二极管库	119
10.2.1 实训目的	91	13.5 晶体管库	120
10.2.2 实训原理	91	13.6 模拟集成器件库	120
10.2.3 实训设备、仪表和元器件	92	13.7 TTL 器件库	120
10.2.4 实训内容和步骤	92	13.8 CMOS 器件库	121
10.2.5 实训思考题	93	13.9 其他数字器件库	121
10.2.6 注意事项	94	13.10 混合器件库	121
*10.3 三相电路无功功率的测量	94	13.11 指示器件库	121
10.3.1 实训目的	94	13.12 其他器件库	122
10.3.2 实训原理	94		
10.3.3 实训设备、仪表和元器件	95		

13.13	射频器件库	123
13.14	机电器件库	124
第14章	Multisim7的仪器仪表	125
14.1	数字万用表	125
14.2	函数信号发生器	126
14.3	功率表	126
14.4	双踪示波器	126
14.5	波特图仪	128
14.6	字信号发生器	128
14.7	逻辑分析仪	129
14.8	逻辑转换仪	130
第15章	基本分析方法	133
15.1	直流工作点分析	133
15.2	交流分析	134
15.3	瞬态分析	135
15.4	傅里叶分析	137
15.5	灵敏度分析	139
15.6	直流扫描分析	141
第4篇 仿真性实训		
第16章	电路基础	143
16.1	元器件伏安特性的实验研究	143
16.1.1	实训目的	143
16.1.2	实训原理	143
16.1.3	实训指导	143
16.1.4	实训内容与步骤	144
16.1.5	实验研究	146
16.1.6	实训报告	146
16.2	线性电路的实验研究	146
16.2.1	实训目的	146
16.2.2	实训原理	146
16.2.3	实训指导	147
16.2.4	实训内容与步骤	147
16.2.5	实验研究	148
16.2.6	实训报告	148
16.3	电流源与电压源的等效变换	148
16.3.1	实训目的	148
16.3.2	实训原理	148
16.3.3	实训指导	149
16.3.4	实训内容和步骤	149
16.3.5	实验研究	150
16.3.6	设计报告	150

16.4	受控源的仿真实验研究	151
16.4.1	实训目的	151
16.4.2	实训原理	151
16.4.3	实训指导	151
16.4.4	实训内容与步骤	151
16.4.5	实验研究	154
16.4.6	设计报告	154
第17章	电路定理	155
17.1	基尔霍夫定律的实验研究	155
17.1.1	实训目的	155
17.1.2	实训原理	155
17.1.3	实训指导	155
17.1.4	实训内容与步骤	156
17.1.5	实验研究	157
17.1.6	实训报告	158
17.2	戴维南定理和诺顿定理的实验研究	158
17.2.1	实训目的	158
17.2.2	实训原理	158
17.2.3	实训指导	158
17.2.4	实训内容与步骤	158
17.2.5	实验研究	161
17.2.6	实训报告	161
17.3	叠加定理的实验研究	161
17.3.1	实训目的	161
17.3.2	实训原理	161
17.3.3	实训指导	161
17.3.4	实训内容与步骤	162
17.3.5	实验研究	163
17.3.6	实训报告	163
第18章	动态电路	164
18.1	微分电路与积分电路的仿真实验研究	164
18.1.1	实训目的	164
18.1.2	实训原理	164
18.1.3	实训指导	164
18.1.4	实训内容与步骤	164
18.1.5	实验研究	166
18.1.6	实训报告	166
18.2	一阶电路动态响应的仿真实验研究	167
18.2.1	实训目的	167
18.2.2	实训原理	167

18.2.3	实训指导	167
18.2.4	实训内容与步骤	168
18.2.5	实验研究	169
18.2.6	实训报告	169
*18.3	二阶电路动态响应的仿真实验研究	170
18.3.1	实训目的	170
18.3.2	实训原理	170
18.3.3	实训指导	170
18.3.4	实训内容与步骤	170
18.3.5	实验研究	172
18.3.6	设计报告	173
第 19 章	交流电路	174
19.1	交流电路参数的测量	174
19.1.1	实训目的	174
19.1.2	实训原理	174
19.1.3	实训指导	175
19.1.4	实训内容与步骤	175
19.1.5	实验研究	176
19.1.6	实训报告	176
*19.2	提高功率因数的实验研究	177
19.2.1	实训目的	177
19.2.2	实训原理	177
19.2.3	实训指导	177
19.2.4	实训内容与步骤	177
19.2.5	实验研究	180
19.2.6	设计报告	180
第 20 章	谐振电路	181
20.1	串联谐振电路的仿真实验研究	181
20.1.1	实训目的	181
20.1.2	实训原理	181
20.1.3	实训指导	181
20.1.4	实训内容与步骤	182
20.1.5	实验研究	183
20.1.6	实训报告	183
20.1.7	备注	183
*20.2	并联谐振电路的实验研究	184
20.2.1	实训目的	184
20.2.2	实训原理	184
20.2.3	实训指导	184
20.2.4	实训内容与步骤	184
20.2.5	实验研究	186
20.2.6	设计报告	186

20.2.7	备注	186
第 21 章	三相交流电路	187
21.1	三相电路电压和电流的测量	187
21.1.1	实训目的	187
21.1.2	实训原理	187
21.1.3	实训指导	187
21.1.4	实训内容与步骤	188
21.1.5	实验研究	190
21.1.6	实训报告	190
21.2	三相电路有功功率的测量	190
21.2.1	实训目的	190
21.2.2	实训原理	190
21.2.3	实训指导	190
21.2.4	实训内容与步骤	191
21.2.5	实验研究	192
21.2.6	实训报告	192
21.3	三相电路相序的测定	193
21.3.1	实训目的	193
21.3.2	实训原理	193
21.3.3	实训指导	193
21.3.4	实训内容与步骤	193
21.3.5	实验研究	193
21.3.6	实训报告	194
* 第 22 章	二端口网络的实验研究	195
22.1	实训目的	195
22.2	实训原理	195
22.3	实训指导	195
22.4	实训内容与步骤	195
22.5	实验研究	196
22.6	设计报告	196

第 5 篇 综合性实训

第 23 章	综合性实训	197
23.1	电阻式温度计的制作	197
23.1.1	实训目的	197
23.1.2	实训原理	197
23.1.3	实训设备、仪表和元器件	198
23.1.4	实训内容和步骤	198
23.1.5	思考题	198
23.1.6	注意事项	198
23.2	单相电能表的校验	199
23.2.1	实训目的	199

23.2.2	实训原理	199
23.2.3	实训设备、仪表和元器件	200
23.2.4	实训内容和步骤	200
23.2.5	思考题	202
23.2.6	注意事项	202
23.3	家庭供电线路的配置	202
23.3.1	实训目的	202
23.3.2	实训原理	202
23.3.3	实训设备、仪表和元器件	203
23.3.4	实训内容和步骤	203

23.3.5	思考题	204
23.3.6	注意事项	204
23.4	指针式万用表的制作	204
23.4.1	实训目的	204
23.4.2	实训原理	205
23.4.3	实训所需仪器和元器件	207
23.4.4	实训内容与步骤	209
23.4.5	思考题	210
23.4.6	注意事项	210
参考文献		211

第1篇 实训基础

第1章 电路实训基础

1. 实训目的

熟悉实验室管理制度和安全操作规程，了解电路实训的目的和意义，了解电路实训的类别和特点，了解故障检测与排除等实训基本方法。

2. 实训内容

- 1) 熟悉实验室管理制度和安全操作规程。
- 2) 了解电路实训的目的、意义、类别和特点。
- 3) 了解电路实训的基本操作方法。
- 4) 熟悉故障检测与排除、测量系统的“接地”与“共地”、焊接基本知识。
- 5) 学习实训报告的撰写。

1.1 实验室管理制度

- 1) 电工电子实验室是实验课程的教学场所，非经主管教师批准，任何人不得入内。
- 2) 凡进入实验室进行实验的教师和学生，必须严格遵守“实验室安全操作规程”和“实验室管理制度”。
- 3) 实验室内的一切设备和工具，非经主管教师批准，不得随意乱动，更不准带出室外。
- 4) 要爱护实验室内的一切设备和工具，不得损坏。凡故意损坏设备者，将根据损坏程度，进行相应的处理。损坏严重者，要给予纪律处分，并加倍赔偿。
- 5) 不得盗窃设备和工具。凡盗窃设备和工具者，将被严肃处理。情节严重者，要给予纪律处分，直至送交司法机关处理。
- 6) 实验室内要保持清洁、卫生，不允许随地乱丢废纸和废物。实验结束后，应将废物放到垃圾桶里。
- 7) 实验前须阅读实验指导书，了解实验目的、内容和步骤。
- 8) 实验前或实验中，如发现设备损坏或仪器仪表不准，应立即报告指导教师。不准使用有故障的设备和计量不准的仪器仪表。
- 9) 实验中，应保持肃静，不允许嬉笑打闹，更不允许从事与实验无关的事情，要精力集中地完成实验任务。
- 10) 实验完成后，应将仪器、元器件和工具等清点好，放在指定位置，经指导教师同意后，方可离开实验室。

1.2 实验室安全操作规程

1) 电工电子实验室是实验课程的教学场所,实验室内的一切电气设备和电动工具等,都必须符合国家的安全规定,都必须具备使用说明书、安全合格证书和计量检验证明等。使用前,还必须进行严格检验。

2) 实验室内的交流电源、动力线路、照明线路以及室内开关等,都必须符合国家安装的技术标准,并且必须具有保护接地或者保护接零的装置。

3) 实验室内的电气设备和电动工具(特别是移动式电动工具),都必须安装漏电保护器。同时,漏电保护器必须符合“漏电电流动作保护器”的国家标准。

4) 实验室内的下列设备和工具,必须实行保护接地或接零。

- ① 实验台、控制盘、配电盘和操作开关等。
- ② 实验电动机、变压器、直流电源、稳压器和电热设备等。
- ③ 互感器的二次绕组和照明变压器的二次绕组。
- ④ 电线、电力电缆的金属保护管和金属包皮等。
- ⑤ 耦合电容器的底座等。

5) 实验室内的一切电气设备、仪器仪表和电动工具等,应每年检验一次,凡不符合规定者,绝对不允许使用。

6) 实验前,必须对学生进行严格的安全教育,学习安全规程,掌握电气设备的操作方法和仪器仪表的使用技能。

7) 在实验室内,未经指导教师许可,学生不允许触摸电源,不允许开关电气设备,不允许动用电动工具和仪器仪表。

8) 每次实验前,必须仔细阅读实验指导书,了解实验目的、实验内容、操作方法和仪器仪表的连接。

9) 学生应在指导教师的指导下,进行无电连线。连接好实验线路后,经指导教师检查,确认无误后,方可送电。

10) 如实验中需要改变线路或更换元器件,应在指导教师指导下停电进行,绝对不允许带电操作。

11) 如果实验中发生故障,必须首先断电。断掉电源后,再进行检查,绝对不允许带电检查。

12) 使用仪器仪表时,应注意量程大小的选择,绝对不允许用小量程去测量大电流和高电压。

13) 实验完毕后,要在指导教师指导下,首先断掉电源,再将实验线路拆除。然后,再将仪器仪表放好,把元器件和工具清点好,摆放整齐,经指导教师同意后,方可离开实验室。

凡在实验室工作和实验的一切人员,都必须严格遵守本规程。违反本规程者,将受到严肃处理。

1.3 电路实训的目的和意义

电路实训是一门重要的技术基础课程,其主要作用是使学生获得电路分析的基本理论、基础知识和基本技能,培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。如培养学生电路接线、参数测量、图形图像分析和误差计算等基本技能,为今后从事机械、电气、信息技术和计算机工程等专业打下坚实的基础。

电路分析是一门实践性很强的课程,具有工程特点,所以加强实践环节,进行严格的专业训练和技能培训是提升技术素质、增强科研和技术创新能力的关键。电路实践教学主要通过操作性实训和仿真性实训两种方式来完成。

电路实训是实践教学的重要环节,它对学生掌握基本理论,训练基本技能,培养工程素质和提高技术能力起着重要作用。

1.4 电路实训的类别和特点

一般来说,电路实训包括基本技能性实训、设计性实训和综合性实训三大类。

1. 基本技能性实训

基本技能性实训主要包括认识性实训、验证性实训和技能性实训。通过这三类实训,巩固并加深对电路基础理论的理解。由浅入深,由表及里,培养学生逐步地掌握实验原理、实验方法、测量技术、数据采集、信号图形观察分析以及图表绘制等技能。基本技能性实训项目一般是常规性的实验内容,覆盖面广并具有代表性。

2. 设计性实训

设计性实训是为了提高学生的科技创新能力和工程实践能力而编制的。它是在基本技能性实训基础上进行的高一级实训项目,其重点是应用所学知识,设计较为复杂的功能电路,意在提高学生的电路设计水平和操作技能,培养学生综合运用所学知识解决实际问题的能力。

设计性实训要求学生根据项目要求,拟订实训步骤,画出电路图,选择元器件、实验设备和仪表,进行参数测量并独立完成实训项目。

3. 综合性实训

综合性实训是培养学生综合应用电路理论、操作技能和仿真技术,独立设计方案,独立完成的更高一级的实训项目,对提升学生的综合素质和工程能力是非常有益的。

综合性实训项目是从科研教学、生产实践和毕业设计等项目中精心提炼出来的。学生可以通过查阅资料、拟订方案、设计电路、连接安装、测量参数、误差处理和撰写报告等全过程,得到全面的专业技能锻炼,为今后的电工考级、电工电子技术竞赛和毕业设计等奠定基础。

1.5 实训操作方法

1. 实训技能

学会使用常用仪器仪表,如稳压电源、信号发生器、万用表、电桥和示波器等。学会使

用常用的电工工具,如电烙铁、镊子、旋具、扳手和钳子等。

2. 电路连接

根据教材提供的或自行设计的实验电路图正确连接电路,正确连接仪器仪表,分析并排除一些简单故障。

3. 电路测量

掌握常用的电工测量方法,如电压、电流和功率等物理量的测量,电阻、电容和电感等元件参数的测量,信号波形的观察分析以及特性曲线的测定等。测量方法的正确与否,直接关系到实验能否正常进行,所以选择正确的测量方法是实验过程中至关重要的一步。

1) 直接测量:通过仪器仪表直接得到被测量值的测量方法。

2) 间接测量:通过计算或观测分析取得被测量值的测量方法。

例如测量电阻时,可用万用表的电阻档直接测出电阻阻值,这是直接测量法,直接得到电阻阻值;若身边没有万用表,只有电流表和电压表,则可以先测出电阻两端的电压和流经电阻的电流,再根据欧姆定理 $R = \frac{U}{I}$ 算出电阻阻值,这是间接测量法,间接得到电阻阻值。

在实验中往往采用直接测量和间接测量相结合的方法,例如测量负载功率时,可以用功率表直接测出负载功率(直接测量),但测量时往往还需要记录流经负载的电流、负载两端的电压和负载的功率因数,通过公式 $P = UI\cos\varphi$ 计算出负载功率(间接测量),然后再进行比较分析,并进行误差处理。

4. 数据处理

学会整理实验数据,估算测量结果的合理性,绘制曲线,并应用所学理论知识分析实验结果。

5. 实训报告

学会撰写条理清晰、内容完整、文字通顺、图表规范和结论正确的实训报告。

1.6 实训报告格式

实训项目 _____

姓名 _____ 学号 _____ 组号 _____ 成绩 _____

同组人 _____ 实训日期 _____

1. 实训目的

2. 实训原理

1) 简述实训原理。

2) 电路图。

3. 实训内容

1) 操作步骤。

2) 数据表格及波形图。

4. 实训设备、仪表和元器件

5. 实训总结

- 1) 数据处理（包括数据测量、表格整理、计算公式和误差分析等）。
- 2) 图形曲线。
- 3) 实训结论。

1.7 故障检测与排除

1. 电路故障

常见的电路故障是：虚接、开路和短路。

2. 故障排除

查找故障的顺序，可从输入到输出，也可以从输出到输入。

3. 查找故障的方法

1) 直接观察法。不用仪器仪表，通过实训人员的视、听、嗅、触等手段来寻找故障和分析故障。

步骤包括：

① 通电检查。

② 检查仪器使用是否正确，元器件的布局是否合理。

③ 观察元器件是否发烫、冒烟，是否有异味。

2) 电压测试法。用万用表或电压表检查电路各节点的电压。

3) 部件替换法。用合格的元器件替换怀疑有故障的元器件，便于缩小故障范围，进一步查找故障。

4) 断路法。即最小化法，通常是断开其他电路而仅选用一部分电路来寻找故障的方法。

1.8 测量系统的“接地”与“共地”

测量系统的“接地”与“共地”是抑制干扰、确保人身和设备安全的重要技术措施。所谓“地”通常是指大地，即以大地作为零电位。仪器的外壳通常直接接地，而且接地电阻越小越好（一般应在 4Ω 以下）。

“地”也可以以电路系统中某一点电位为基准，如电路中往往以设备的金属底座、机架、外壳或公共导线作为零电位，即“地”电位，这种“地”电位不一定与大地等电位。如在使用交流毫伏表时，由于毫伏表是高灵敏度、高输入阻抗仪器，若仪器外壳未接地，当人手或金属物触及高电位端时，会导致仪表被损坏。

另外，在实验过程中要注意仪器和实验电路的共地问题。所谓“共地”是指仪器与实验电路的公共端互连，当两个或多个仪器通过交流电源供电时，就需要将各自的公共端连接在一起，使干扰最小。

总之，在电路实验中各仪器应该既“接地”又“共地”，这样既能消除干扰，又能保证人身和设备的安全。

1.9 焊接基本知识

1. 焊料和焊剂

焊料通常用熔点在 180°C 左右的铅锡合金, 俗称焊锡, 有条状和管状两种, 而管状最为常用。为使用方便, 管状焊锡通常在管内装有松香, 使用时可不必再加焊剂。

焊剂又称助焊剂, 其作用是净化焊料与焊件表面, 清除氧化膜, 减少焊料表面张力, 提高焊料的流动性, 以使焊点牢固美观。焊剂通常分为无机系列 (主要是氯化锌、氯化铵)、有机系列 (主要由有机酸、有机卤素组成) 和松香系列三大类。松香价格便宜, 常温下没有腐蚀性, 绝缘性强, 所以电子电路的焊接通常都是采用松香酒精焊剂。

2. 电烙铁的使用

电烙铁是焊接的主要工具, 主要由烙铁头、烙铁心、外壳、手柄和电源线等组成, 分外热式和内热式两种。常用的功率有 20W 、 25W 、 30W 、 45W 、 100W 、 200W 等多种。使用电烙铁应注意以下几点。

1) 新购的电烙铁第一次使用时, 烙铁头要先镀一层焊锡, 以防氧化。注意掌握烙铁的温度, 防止烙铁头因过热而被“烧死”。

2) 使用电烙铁要轻拿轻放, 避免猛力敲打。

3) 电烙铁的握法有三种: 反握法、正握法和握笔法。一般小功率电烙铁采用握笔法。

3. 焊接工艺

1) 焊点要求: 焊点要有足够的强度, 无虚焊、假焊, 焊点表面圆而光滑, 无毛刺。

2) 元器件的插装: 元器件通常有卧式插装法和立式插装法两种, 具体采用哪种方法要视安装位置而定。晶体管安装时除对准 E、B、C 三脚外, 一般管脚引线应预留 $3\sim 5\text{mm}$ 。集成电路应弄清引脚的排列与孔位是否对准, 同时注意焊接时不能造成短路。

4. 焊接方法

掌握焊接操作方法, 要做到: 一刮、二镀、三测、四焊、五查。焊接时焊锡量要适中, 焊接时间要短, 同时注意手持电烙铁焊接时不能碰伤其他元器件, 烙铁头要同时给焊接件和焊接面加热。