

“3性+3型”
——基础性、系统性、应用性
——验证型、综合设计型、创新型

高等学校工程创新型“十二五”规划教材

电子技术 实验教程

◎ 刘菊荣 库锡树 主编 ◎ 高吉祥 主审



Engineering
Innovation



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等学校工程创新型“十二五”规划教材

电子技术实验教程

刘菊荣 库锡树 主编

廖灵志 蔡立群 程江华 关永峰 编
马路华 李贵林 邓斌 刘恋

高吉祥 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是为高等院校电类和非电类专业本科生编写的实践性系列教材,是与《电子技术工程训练》、《电子系统综合设计》和《电子设计竞赛专题训练——由浅入深》配套使用的电子工程实践系列丛书。

本书共分5篇:第1篇简要介绍了电子技术实验基础知识方法;第2篇主要介绍了电路分析基础、模拟电子技术基础、数字电子技术基础单元电路的实验内容及方法;第3篇主要介绍了高频电路、单片机系统设计、EDA技术实验内容及方法;第4篇介绍了电子技术课程设计的实验内容和方法;第5篇列举了全国大学生电子设计竞赛的案例并分析了相关内容。附录详细列出了常用实验元件引脚图及功能表、仿真软件,以及实验板等。

本书可作为高等院校电类和非电类专业本科生的电路、模拟电子技术、数字电子技术、高频电子技术、单片机系统设计、EDA技术等课程实验和课程设计的实验指导教材,也可作为大学生参加各类电子设计与制作、工程实践、毕业设计等参考资料。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验教程/刘菊荣,库锡树主编. —北京:电子工业出版社,2013.1

高等学校工程创新型“十二五”规划教材

ISBN 978-7-121-19162-6

I. ①电… II. ①库… ②刘… III. ①电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TN—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 293403 号

策划编辑:陈晓莉

责任编辑:陈晓莉

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:615 千字

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价:45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

为贯彻落实教育部“卓越工程师教育培养计划”和“专业综合改革试点”等文件精神,适应信息电子技术的快速发展,根据当前教育教学改革发展趋势,针对高等院校电类、非电类专业工程教育和创新人才培养需求,编者总结了过去十几年的实践教学经验,编著了这套“电子工程实践系列丛书”。丛书共4册,分别是《电子技术工程训练》、《电子技术实验教程》、《电子系统综合设计》和《电子设计竞赛专题训练——由浅入深》。

丛书针对电子技术系列课程特点,按照循序渐进的思想,分类梳理和设计了符合“3性+3型”(“3性”即基础性、系统性、应用性,“3型”即验证型、综合设计型、创新型)原则的实验项目。丛书涵盖了模拟电子线路、数字电子技术、单片机与嵌入式系统、EDA技术等原理和技术的实践教学内容。丛书深入浅出地分析和讨论了电子技术实验常识、技术原理、步骤流程、实验条件等实践要素,并把培养学生严谨的实验作风、良好的实验习惯、严格的质量意识等工程素养贯穿于丛书之中。丛书还提供大量易于自主学习和实践的素材及实例,为课程实验、实验课程、课程设计、工程实习、电子设计竞赛、创新实践活动等提供有效的教学指导。

第一册《电子技术工程训练》,主要介绍电子元件识别、仪器使用、焊接练习、电路板制作、仿真软件、电子产品的装调等,可作为大一或大二学生的实训教材。

第二册《电子技术实验教程》,主要介绍电子技术实验基础知识、电路基础、模拟电子技术基础、数字电子技术基础、高频电子线路、单片机、EDA技术、电子技术课程设计等实验内容和方法,还分析了全国大学生电子设计竞赛的相关内容,可作为大二或大三学生的实验教材。

第三册《电子系统综合设计》,主要介绍电子系统基本设计方法与流程、数/模混合电路设计、放大器设计、滤波器设计、接口电路、传感器应用、PID控制技术等内容,可以培养学生的知识综合运用能力,并提高学生的电子系统设计能力,可作为大三或大四学生的相关实验教材。

第四册《电子设计竞赛专题训练——由浅入深》,该书从历届全国及各省市大学生电子设计竞赛试题中精选了一些有代表性的赛题,讨论了赛题的类型、特点、设计要求、系统方案、电路设计、程序设计等内容。同时根据学生的不同能力,制定了不同的训练方案,引导学生按专题类型进行五至八道题目的训练,为参加竞赛做好充分准备。该书既可作为学生参加电子设计竞赛的实用参考书,也可作为大三或大四学生的竞赛培训教材。

本书(第二册)根据教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会起草的“电子电气基础课程教学基本要求”,结合当今信息电子技术的发展趋势,参考国内外优秀实验教材,对电子电路系列课程实验进行了优化和改革,充分重视经典实验,并引入许多来源于科研成果、工程项目和电子设计竞赛等创新活动的实践内容。本书以电子技术基础实验和课程设计为基础,对学生的基本实验技能、综合设计能力、工程创新能力进行系统的培训。使学生掌握功能单元电路设计技术和方法的同时,训练学生综合运用所学知识进行电子系统设计的能力,并拓宽知识面,为后续课程学习、参加各类电子设计竞赛等创新实践活动、毕业设计,乃至毕业后的工作打下良好的基础。

本书共分5篇:第1篇简要介绍了电子技术实验基础知识和方法;第2篇主要介绍了电路分析基础、模拟电子技术基础、数字电子技术基础单元电路的实验内容和方法;第3篇主要介

绍了高频电路、单片机系统设计、EDA 技术实验内容和方法;第 4 篇介绍了电子技术课程设计的实验技术和方法,既包括了单一课程的课程设计内容和方法,也包括了综合运用模拟电子技术、数字电子技术、高频电子技术进行系统设计的实验内容和方法;第 5 篇列举了全国大学生电子设计竞赛的案例并分析相关内容;附录详细列出了常用实验元件引脚图及功能表、仿真软件,以及实验板等。

全书由刘菊荣高工、库锡树教授提出编写思路及撰写大纲,并完成本书的策划、统稿、定稿工作,高吉祥教授担任主审。参加本书编写工作的有刘菊荣(第 1、2、15 章)、库锡树(第 4、16 章)、廖灵志(第 11、12、13、14 章)、蔡立群(第 5、6、8 章)、程江华(第 9 章、附录 C)、关永峰(第 10 章)、马路华(第 7 章)、李贵林(第 3 章)、邓斌(附录 B)、刘恋(附录 A)。

此外,唐朝京、涂瑞斌、丁文霞、谢晓霞、胡名成、杜湘瑜、高广珠、刘安芝、翟庆林、罗笑冰、于红旗、陆珉、朱畅、王宁、何智勇、杨筱等同志参加了本书部分编写和审阅工作,张凤莲、张玉梅、张晓雪参与了电路图绘制。同时,本书在编写的过程中得到国防科学技术大学电子科学与工程学院领导的关心与大力支持,得到了电子工业出版社陈晓莉编审的热情帮助,以及北京理工大学罗伟雄教授的悉心指导,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,难免会有不妥和错误之处,热忱欢迎读者批评指正,以便进一步改进。

编 者

2012 年 12 月于长沙国防科技大学

目 录

第 1 篇 电子技术实验基础知识

第 1 章 电子技术实验须知	1
1.1 电子技术基础实验目的和意义	1
1.2 电子技术基础实验的一般程序	1
1.3 电子技术实验基本技能提高方法	3
1.4 电子技术实验基本规则	4
1.5 实验常见问题及处理	5
第 2 章 电路设计基础知识	6
2.1 电子电路的设计方法	6
2.2 电子电路的组装	8
2.3 手工焊接基础知识	8
2.4 电路的调试	12
2.5 检查故障的一般方法	15
2.6 电路设计总结报告	18
第 3 章 常用电子元件识别	19
3.1 电阻器	19
3.2 电容器	22
3.3 电感器	25
3.4 半导体分立元件(二极管和三极管)	26
3.5 半导体集成电路	30
3.6 元件识别练习	32
第 4 章 常用电子仪器简介	35
4.1 万用表(VC890D)	35
4.2 直流稳压电源(SS2323)	37
4.3 函数信号发生器(TFG1020、SP1461、YB1052B)	40
4.4 数字示波器(TDS1002)	48
4.5 多功能计数器(YB3371)	51
4.6 数字频率特性测试仪(SA1140)	52
4.7 仪器使用练习	55

第 2 篇 电子技术基础实验

第 5 章 电路基础实验	57
实验 5-1 戴维南定理及最大功率传输定理	57
实验 5-2 受控源的研究	59

实验 5-3	一阶电路时域响应的研究	62
实验 5-4	双口网络的频域特性	64
实验 5-5	RLC 串联谐振电路的研究	67
实验 5-6	二端口网络测试	69
第 6 章	模拟电子技术基础实验	72
实验 6-1	单管共发射极放大器的研究	72
实验 6-2	结型场效应管共源放大电路	78
实验 6-3	负反馈对放大器的影响	80
实验 6-4	功率放大器	82
实验 6-5	差分放大电路	84
实验 6-6	集成运算放大器的参数测量	88
实验 6-7	集成运算放大器信号运算电路	92
实验 6-8	有源滤波器	96
实验 6-9	电压比较器	99
实验 6-10	波形发生器	102
实验 6-11	集成直流稳压电源	104
第 7 章	数字电子技术基础实验	109
实验 7-1	集成门电路逻辑功能及参数特性测试	109
实验 7-2	SSI 组合逻辑电路设计	113
实验 7-3	MSI 组合逻辑电路设计	114
实验 7-4	触发器及其应用	116
实验 7-5	计数器及其应用	119
实验 7-6	555 电路及其应用	121
实验 7-7	D/A 转换器	125
实验 7-8	A/D 转换器	130
实验 7-9	基于 Quartus II 的数字电路仿真实验	133

第 3 篇 高频电路、单片机、EDA 实验

第 8 章	高频电子线路实验	140
实验 8-1	高频小信号谐振放大器的设计与调试	140
实验 8-2	LC 振荡器的研究	144
实验 8-3	乘积型乘法器的应用	145
实验 8-4	锁相环的应用	151
实验 8-5	高频谐振功率放大器	160
第 9 章	单片机系统设计实验	165
实验 9-1	发光二极管闪烁控制电路设计	165
实验 9-2	跑马灯设计	166
实验 9-3	模拟开关灯系统设计	168
实验 9-4	简单按键识别系统	169
实验 9-5	动态数码显示系统设计	171

实验 9-6	4×4 矩阵式键盘识别系统设计	173
实验 9-7	自动报时数字钟设计	175
实验 9-8	计算器设计	179
第 10 章	EDA 技术实验	181
实验 10-1	跑马灯设计实验	181
实验 10-2	键盘扫描及数码管显示实验	182
实验 10-3	数字钟实验	184
实验 10-4	串口通信实验	185
实验 10-5	波形发生器实验	186
实验 10-6	信号采集、存储与回放实验	188

第 4 篇 电子技术课程设计

第 11 章	模拟电子技术课程设计	190
课程设计 11-1	运算放大器电路设计	190
课程设计 11-2	音频放大电路设计	192
课程设计 11-3	可调恒压恒流电源设计	193
课程设计 11-4	水温控制系统	195
第 12 章	数字电子技术课程设计	198
课程设计 12-1	简易数字频率计设计	198
课程设计 12-2	数字时钟设计	200
课程设计 12-3	数字电压表设计	201
课程设计 12-4	简易电容测试仪设计	203
第 13 章	高频电子技术课程设计	205
课程设计 13-1	调频接收机的设计	205
课程设计 13-2	频率合成器的设计	206
课程设计 13-3	调频发射机的设计	214
第 14 章	电子技术综合课程设计	216
课程设计 14-1	声光控制节电开关设计	216
课程设计 14-2	智能节水控制电路设计	219
课程设计 14-3	数控音量调整电路设计	221
课程设计 14-4	直流电机转速测量仪设计	223
课程设计 14-5	温度测量与控制系统设计	225
课程设计 14-6	基于单片机的频率计设计	228
课程设计 14-7	波形发生器设计	229
课程设计 14-8	自动增益控制放大器设计	232

第 5 篇 电子设计竞赛题选

第 15 章	电子设计竞赛简介	235
15.1	全国大学生电子设计竞赛简介	235
15.2	电子设计竞赛题目分类	235

15.3	电子设计竞赛入门知识·····	238
15.4	电子设计竞赛报告撰写·····	242
第 16 章	电子设计竞赛题选 ·····	252
16.1	测量放大器·····	252
16.2	数字式工频有效值多用表·····	259
16.3	频率特性测试仪·····	265
16.4	数字化语音存储与回放系统·····	272
16.5	高效率音频功率放大器·····	276
16.6	简易智能电动车·····	286
16.7	液体点滴速度监控装置·····	297
16.8	电压控制 LC 振荡器 ·····	307
16.9	调频收音机·····	318
附录 A	常用实验元器件引脚图及功能表 ·····	325
附录 A-1	常用数字集成电路引脚图 ·····	325
附录 A-2	常用数字集成电路功能表 ·····	333
附录 A-3	其他集成电路引脚图 ·····	335
附录 B	仿真软件使用介绍 ·····	338
附录 B-1	Multisim 10 电路仿真软件介绍 ·····	338
附录 B-2	Proteus 7 电路仿真软件介绍 ·····	342
附录 B-3	电路仿真软件实验练习 ·····	347
附录 C	实验板介绍 ·····	351
附录 C-1	单片机最小系统介绍·····	351
附录 C-2	FPGA 核心板介绍·····	364
参考文献	·····	367

第 1 篇 电子技术实验基础知识

第 1 章 电子技术实验须知

1.1 电子技术基础实验目的和意义

大家知道,科学技术的发展离不开实验,实验是促进科技发展的重要手段。我国著名科学家张文裕在为《著名物理学实验及其在物理学发展中的作用》一书所写的序言中,精辟论述了科学实验的重要地位。他说:“科学实验是科学理论的源泉,是自然科学的根本,也是工程技术的基础。”

对于电子技术基础这样一门具有工程性和实践性很强的课程,加强工程训练,特别是技能的培养,对于培养工程技术人员的素质和能力具有十分重要的作用。

为培养知识面宽、工程实践能力强、具有创新意识和创新能力的综合型科技人才,电子技术实验项目一般要符合“三性”+“三型”的要求,“三性”指的是实验内容符合基础性、系统性和应用性,“三型”指的是实验项目符合验证型、综合设计型、创新型。

验证型实验主要在电子技术学科范围为理论论证和实际技能的培养奠定基础。这类实验除了巩固加深重要的基础理论外,主要帮助学生认识现象,洞悉事物的本质,掌握基本实验知识、基本实验方法和基本实验技能。

综合设计型实验属于应用性实验,实验内容侧重于理论知识和基本技术的综合应用,其目的是培养学生综合运用所学理论知识解决较复杂的实际问题的能力。

创新型实验对于学生来说既有综合性又有探索性。它主要侧重于理论知识和技术的灵活运用,例如,进行新型功能的电子电路、创新项目、科技小发明等的项目设计、安装和调试等,要求学生在教师指导下独立开展查阅资料、设计方案与组织实验等工作,并写出报告。这类实验对于提高学生的工程素质和科学实验能力非常有益。

自 20 世纪 90 年代以来,电子技术发展呈现出系统集成化、设计自动化、用户专业化和测试智能化的趋势。为了培养电子技术人才,适应电子信息时代的要求,除了完成常规的硬件实验外,在电子技术实验中引入电子电路计算机辅助分析与设计的内容是很有必要的。

总之,电子技术实验应兼顾基础共性技能、综合实践能力、工程应用能力和创新能力的培养,以适应人才培养新的要求。

1.2 电子技术基础实验的一般程序

怎样做实验?如何做好实验?这是同学们关心的共同问题,也是必须了解和掌握的问题。无论是什么实验,都必须遵循一定的程序。

实验的一般程序是:实验预习→实验设计→实验操作→分析总结。

一、实验预习

为避免实验的盲目性,实验者应对实验内容进行预习。要明确实验目的要求,掌握有关电路的基本原理(课程设计则要完成设计任务),拟出实验方法和步骤,设计实验表格,对思考题

做出解答,初步估算(或分析)实验结果(包括参数和波形),最后做出预习报告。

预习类似战前准备。在每次实验前,同学们必须认真阅读实验教材,做好实验预习报告。

预习报告的内容一般包括:

(1) 弄清实验的目的、内容、方法及有关的知识、技术,解决实验要做什么和怎么做的问题。

(2) 做好实验前的准备工作:

- 对初次实验,要熟悉仪器仪表的使用,阅读指导书及课件,熟悉实验内容。
- 对验证性实验,对照电路原理图,计算出电路元器件参数和各项指标理论值,或估算出结果,并进行误差分析。
- 对设计性实验,应进行电路设计,完成必要的理论计算。
- 对创新性实验,要综合学习和分析同类产品或作品设计的优缺点,提出多种解决方案,通过分析比较,最后设计出一个合理的方案。
- 列出实验操作的具体步骤。
- 画出记录数据所需要的表格。
- 标出实验中应注意的问题,以便实验时给出必要的提示。

(3) 能进行电路仿真的实验项目、单元或部件,就应进行仿真实验。根据电路原理图,选择合理的电路仿真软件,进行仿真分析,直至仿真结果正确为止。大多数情况下,要在草稿纸上画出电路原理图和实物引脚接线图。

(4) 认真准备实验课所要讨论的问题,回答思考题,理解和牢记注意事项。

二、实验操作

在实验过程中,应遵守实验室规章制度,牢记教师反复强调的问题和注意事项,严谨细致地进行实验设计和实验操作。在实验时应做到如下几点。

(1) 检查元器件:检查实验用的元器件、连接线是否齐全,并对其进行检测,判断是否正常。

(2) 熟悉设备:熟悉实验(箱)板中有关元器件的位置、仪器的使用方法,防止不当操作。

(3) 组装电路:在通用板或 PCB 板上正确焊接,在面包板或实验箱上正确接线,完毕后检查是否正确。

(4) 检查电路:仔细检查电源连接是否正确,地线是否接好,系统是否共地。

(5) 测试电路:检查电路无误后,必须确认电源电压符合设定值,极性连接无误后才可通电进行实验,实验时要按正确的实验方法和步骤进行,细心观察实验现象,如实记录实验数据或波形。

(6) 电路调试:实验中若出现问题,应先排查问题,检查电路设计正确与否,连线是否有误等。如需要更换元器件时,应先切断电源再进行更换,切忌带电操作。若遇疑难问题时,应检索电子答疑系统,若还解决不了问题时,最后请求教师指导。

(7) 结果分析:对实验结果进行分析,若发现与理论值偏差太大,或结果完全不对,应仔细查找原因,找出问题所在,并重新测试。

(8) 实验整理:实验结束后,首先切断仪器仪表电源,整理好仪器设备并将其摆放整齐,清理连接线、电源线等,将实验台收拾干净,填写仪器设备使用登记本。

三、实验总结

实验结束后,需认真撰写实验报告。实验报告是以书面形式对实验结果的全面总结,是对实验人员综合分析能力、文字表达能力和工程素质的基本训练,是培养学生分析现象、总结问

题、解决问题能力的重要环节之一。总结报告的质量好坏将体现实验者对实验项目的理解能力、动手能力和实验态度。

(1) 实验总结

实验总结主要包括如下内容:

- 将原始实验数据进行整理、分析。
- 进行误差计算,并进行具体分析。
- 对实验中遇到的问题和现象进行记录和分析。
- 实验结论。

最后把预习报告与总结报告综合成一本完整的实验报告。

(2) 实验报告要求

- 书写在规定的实验报告纸上。
- 简明扼要,文理通顺,书写工整。
- 图表清楚、规范(作图用直尺,数据以表格形式填写,曲线和表格应注明名称、物理量和单位)。
- 实验数据整理,对自己实验所得数据和观察到的现象要实事求是地填写,原始数据的记录要按要求精确到某位有效数字,以表格形式填写,标明单位。实验波形以实际测量为准,与理论波形相对比,并能分析出与理论值相差的原因。

(3) 实验报告基本格式

① 封面:应写明实验名称、实验教室、实验者姓名、实验日期等。

② 实验预习

- 实验目的。
- 实验原理。
- 实验仪器。
- 实验步骤和测量方法(含实验电路、实验步骤、测试数据表等)。
- 思考题解答。

③ 实验总结

- 数据分析及实验结论。
- 心得体会或建议。

1.3 电子技术实验基本技能提高方法

一、提高实验技能的几种常用方法

(1) 认真进行实验预习,复习相关理论知识,理解实验原理,掌握实验方法,拟定实验步骤,了解操作注意事项。

(2) 理论联系实际,实验过程中注意用理论指导实践操作,加强理论与实践的相互渗透。

(3) 在实验过程中,多观察、多思考、多探讨,认真分析实验现象,做好记录,培养严谨的学风和实事求是的科学精神。

(4) 认真处理实验数据,及时按要求完成实验报告。

(5) 结合专业学习培养兴趣,适当订阅、涉猎一些电工电子方面的书籍杂志,浏览网络相关网站,尝试组装、维修一些简易的小电器,自己动手设计并制作小电路或小电器等。

(6) 认真研究元器件手册。

二、元器件获取方法

课内实验的元器件由实验室统一配备。学生应按要求使用元器件,使用完后应及时归位。

课外实验需要使用的元器件可采取以下方法获得:

(1) 免费领用。实验内已备好的基本元器件可以免费领用。

(2) 自行购买。直接从当地电子市场购买需要的元器件。

(3) 网上邮购。网上有来自全国的许多卖家销售器件,学生可上淘宝网搜索到需要的器件后直接网上付款,卖家会通过邮寄将买好的器件寄出。网购器件时间较长(一般 2~5 天不等),但器件种类丰富,较易买到合适的器件。

(4) 教师代购。将需要购买的器件列好详细的元件清单,包括元件名称、型号、功能、封装、可替代型号等,交实验室老师代购。

(5) 样片申请。登录各大芯片制造厂商的主页,某些厂商(如美信等)只需按要求填表后就能免费申请到样片。样片一般采用邮寄的方式寄到,器件免费。

1.4 电子技术实验基本规则

对于电子电气专业的学生来说,培养其良好的工程素养远比灌输知识更重要。大部分学生在进入电子技术实验室前,已具有较系统的数理化知识,智力得到了较充分的开发,具有基本的做人做事准则和动手实践的潜力。但少数学生情商较低,学习、生活态度和道德风范受社会不良风气影响较大,诚实守信、认真细致、团结协作、勤于思考、艰苦奋斗、勇于实践、百折不挠、勤俭节约的作风未得到充分发扬,不具备基本的工程素养。这些素养的提高在理论教学中体现得不够充分,但在电子技术实验室里能得到充分体现。开展科学的电子技术实验需要具备紧密的合作精神、良好的操作习惯、规范的操作流程和真实的数据记录,这对于培养一个人科学的态度、诚实的作风、良好的素养十分有利。因此,希望同学们在实验过程中严格要求自己,将上述理念始终贯穿于实验教和学的各个环节。

习惯是事业成败的关键因素,人们往往只注重结果,却忽视了良好习惯的养成。不良习惯一旦养成,就会伴随人的一生,进而影响其工作和生活质量。因此,在实验中培养良好的工程实践习惯是很重要的。

在电子技术实验中应注意培养学生养成良好的实验习惯,认真做到如下几点:

(1) 重视实验,做好实验预习,按时到达实验室。

(2) 按时上课,未完成实验者不得早退,因事、因病不能上实验课应请假,由负责人向教师交请假单。

(3) 上课带齐所需用品(书、报告纸、坐标纸、尺子等)。

(4) 进实验室后按指定桌号就位。

(5) 就位后检查实验台仪器设备器件是否完齐全。

(6) 遵守学生实验守则及实验室规章制度,遵守课堂纪律,保持肃静、整洁,严禁大声喧哗、打闹、调位、吃东西、丢弃杂物等。

(7) 爱护仪器设备,严格遵守仪器操作规程、正确使用仪器,不野蛮操作设备,不随意挪动设备,不操作无关设备。

(8) 注意人身和设备安全,切勿带电操作。若发现异常现象,应立即切断电源,及时报告教员,不得自行处理。

(9) 按规范流程进行实验操作,实验完毕后,按要求填写仪器使用登记本。保持实验工位

整洁,将仪器设备、凳子摆放整齐,方可离开。

(10) 实验报告应按要求及时提交。

1.5 实验常见问题及处理

失败乃成功之母,人是在不断的改正错误中成长的。实验中出错或失败属于正常现象,如赫兹在验证电磁波存在实验时就经历了成千上万次的失败。实验中出错并不可怕,可怕的是不积极思考、主动分析问题、查找错误,而是一有问题就问老师或怨天尤人,只求尽快得到实验结果,敷衍了事,没有想到实验的真正目的是要培养分析问题、解决问题的能力。对于实验中出现的问题,需要有一个积极应对的态度,这个态度就是认真细致、不厌其烦地去查找和解决问题。即使没有达到预期的实验结果,也会有一定的收获,同样能获得较好的实验成绩。反之,即使实验结果正确,也体会不到实验的真正目的。

为提高实验效率,避免出现不必要的问题或走太多的弯路,根据老师多年从事实验教学的经验,总结出一些学生应引起重视的问题:

(1) 电源加电错误

① 由于不理解电路地和保护地的含义,误将电路参考地接至稳压电源的保护地(机壳或大地),没有形成供电回路。

② 由于粗心大意,未将稳压电源的正负极接至实验电路,或未打开稳压电源的开关,或将电源正负极性接反,或稳压电源电压值设置错误,或未加去耦电容导致电路不稳定。

③ 由于不熟悉稳压电源使用方法,导致稳压电源恒压/恒流模式设置错误,或导致电源串/并联组合模式设置错误。

(2) 导线连接错误

由于粗心大意,或不讲究连线方法,或看错元器件、芯片引脚,导致接线错误。

(3) 导线断裂不通

实验中导线使用频率较高,有些学生操作不当或用力过猛,致使绝缘外皮看似完好的导线内部铜芯断裂。因此,应在使用前用三用表对导线进行测试。

(4) 看错器件型号

由于粗心大意,不仔细辨认芯片型号,导致器件用错。

(5) 器件内部损坏

实验中电位器使用频率较高,易造成绕线电阻丝断裂或碳膜损坏,应在使用前用三用表进行测试。

(6) 预习不够充分

① 由于原理理解不透,导致电路设计错误。

② 由于事先未画出实际引脚连线图,导致浪费大量的时间排除低级的连线错误。

③ 由于仪器使用不熟练,导致实验中仪器操作不当,实验测量结果不正确。

④ 由于课前未进行虚拟仿真实验,对实验过程、测量方法等不熟悉,导致不能在规定时间内完成实验。

(7) 设备老化问题

由于实验箱、仪器设备等使用频率高或时间长,造成设备器件老化损坏,导致正确搭建的实验电路却得不到正确的实验结果。学生应敢于怀疑和分析此类问题。

第2章 电路设计基础知识

电子技术基础课程设计包括实验项目选择、参数计算、电路设计、部件组装、元件焊接、电路调试和报告撰写等实验环节。

2.1 电子电路的设计方法

设计一个电子系统时,首先要明确系统的设计任务,根据任务进行方案选择,然后对方案中的各部分进行单元电路设计、参数计算和器件选择,最后将各单元或部件有机连接在一起,画出一个符合设计要求的完整的电路图。

一、明确任务

对系统的设计任务进行具体分析,充分了解系统的功能、指标、内容及要求,以便了解系统应完成的任务。

二、方案选择

这一步的工作要求是把系统要完成的任务分配给若干个单元电路,并画出一个能表示各单元功能的系统原理框图。

方案选择的重要任务是根据掌握的知识、技术和资料,针对系统提出的任务、要求和条件,完成系统的功能设计。在这个过程中要敢于探索,勇于创新,力争做到设计方案合理、可靠、经济、功能齐全、技术先进。并且对方案要不断进行可行性和优缺点的分析,最后设计出一个系统框图。框图必须正确反映系统应完成的任务和各组成部分的功能,清楚表示系统的组成部分和相互连接关系。

三、单元电路的设计、参数计算和器件选择

根据系统的指标和功能框图,明确各部分任务,进行各单元电路的设计、参数计算和器件选择。

1. 单元电路设计

单元电路是系统的一部分,只有把各单元电路设计好才能提高整体设计水平。

每个单元电路设计前都需明确本单元电路的任务,详细拟定单元电路的性能指标,与前后级之间的关系,分析电路的组成形式。具体设计时,可以模仿成熟的电路,也可以进行创新或改进,但都必须保证性能要求。不仅单元电路本身要设计合理,各单元电路间也要互相配合,注意各部分之间输入、输出信号和接口关系。

2. 参数计算及估计

为保证单元电路达到功能指标要求,就需要用相关的电路原理对参数进行计算。例如,放大电路中静态工作点、各电阻值、放大倍数的计算,振荡器中电阻、电容、振荡频率等参数的计算。只有理解电路的工作原理,正确利用计算方法,算出的参数才能满足设计要求。

参数计算时,同一个电路可能有几组数据,注意选择一组能完成电路设计指标的要求及在工程中可行的参数。计算电路参数时应注意下列问题:

- ① 元器件的工作电流、电压、频率和功耗等参数应能满足电路指标的要求。
- ② 元器件的极限参数必须留有足够充裕量,一般应大于额定值的 1.5 倍。

③ 电阻和电容的参数应选计算值附近的标称值。

3. 元器件选择

① 阻容元件的选择:电阻和电容制作材料种类很多,正确选择电阻和电容是很重要的。不同的电路对电阻和电容性能要求也不同,有些电路对电容的漏电要求很严,还有些电路对电阻、电容的性能和容量要求很高。例如,滤波电路中常用大容量($100\sim 3000\mu\text{F}$)铝电解电容,为滤掉高频通常还需并联小容量($0.01\sim 0.1\mu\text{F}$)瓷片电容。设计时要根据电路的要求选择性能和参数合适的阻容元件,并要注意功耗、容量、频率和耐压范围是否满足要求。

② 分立元件的选择:分立元件包括二极管、晶体三极管、场效应管、光电二(三)极管、晶闸管等。根据其用途分别进行选择。

选择的器件种类不同,注意事项也不同。例如,选择晶体三极管时,首先注意选择 NPN 型还是 PNP 型管,高频管还是低频管,大功率管还是小功率管,并注意晶体管的参数 P_{CM} 、 I_{CM} 、 BV_{CEO} 、 I_{CBO} 、 β 、 f_{T} 和 f_{β} 是否满足电路设计指标的要求;高频工作时,要求 $f_{\text{T}}=(5\sim 10)f$, f 为工作频率。

③ 集成电路的选择:由于集成电路可以实现很多单元电路甚至部件或系统的功能,所以选用集成电路来设计单元电路和系统既方便又灵活,它不仅使电子产品体积缩小,而且性能可靠,便于调试,在设计电路时颇受欢迎。

集成电路有模拟集成电路、数字集成电路和数模混合电路。国内外已生产出大量集成电路,其器件的型号、原理、功能、参数可查阅有关手册。选择的集成电路不仅要在功能和指标上满足设计要求,而且要满足功耗、电压、速度、价格等多方面的要求。

四、电路图的绘制

为详细表示设计的整机电路及各单元电路的连接关系,设计时需绘制完整的电路图。

电路图通常是在系统框图、单元电路设计、参数计算和器件选择的基础上绘制的,它是组装、调试和维修的依据。绘制电路图时要注意以下几点。

(1) 布局合理、排列均匀、图面清晰、便于看图、有利于对图的理解和阅读。

有时一个总电路由几部分组成,绘图时应尽量把总电路画在一张图纸上。如果电路比较复杂,需绘制几张图,则应把主电路画在同一张图纸上,而把一些比较独立或次要的部分画在另外的图纸上,并在图的端口两端做上标记,标出信号从一张图到另一张图的引出点和引入点,以此说明各图纸在电路连线之间的关系。

有时为了强调并便于看清各单元电路的功能关系,每个功能单元电路的元件应集中布置在一起,并尽可能按信号工作顺序排列。

(2) 注意信号的流向,一般从输入端或信号源画起,由左至右或由上至下按信号的流向依次画出各单元电路,而反馈通路的信号流向则与此相反。

(3) 图形符号要标准,图中应加适当的标注。图形符号表示器件的项目或概念。电路图的中、大规模集成电路器件,一般用方框表示,在方框中标出它的型号,在方框的边线两侧标出每根线的功能名称和引脚号。除中、大规模器件外,其余元器件符号应当按标准画出。

(4) 连接线应为直线,并且交叉和折弯应最少。连线通常可以水平布置或垂直布置,一般不画斜线,互相连通的交叉处用画实的圆点表示,根据需要,可以在连接线上加注信号名或其他标记,表示其功能或其去向。有的连线可用符号表示,例如,器件的电源一般标电源电压的数值,地线用地线符号表示。

设计的电路能否满足设计要求,还必须通过安装、调试进行验证。

2.2 电子电路的组装

电子电路设计好后,便可进行安装和调试。

电子技术基础实验中组装电路通常采用焊接和插接两种方式。焊接组装可提高学生焊接技术,但器件可重复利用率低。在面包板或实验箱上组装,元器件和导线便于插接,且电路便于调试,并可提高器件重复利用率,但连接的可靠性降低。

一、在实验箱上用插接方式组装电路的方法

(1) 集成电路的插装:插装集成电路时首先应认清方向,不要倒装,所有集成电路的插口方向保持一致,注意引脚不能弯曲。

(2) 元器件的插装:根据电路图确定元器件在实验箱的位置,并按信号的流向将元器件顺序地安装,以易于调试。

(3) 导线的选用和连接:导线直径应和插接板的插孔直径相一致,过粗会损坏插孔,过细则与插孔接触不良。

为方便检查电路,应根据不同用途,确定导线颜色。一般正电源用红线,负电源用蓝线,地线用黑线,信号线用其他颜色。

导线要求紧贴在插接板上,避免接触不良。较长的连线不允许跨在集成电路上,一般从集成电路周围通过,尽量做到横平竖直,这样便于查线和更换器件,但高频电路部分的连线应尽量短,且遵守分布参数等相关规则。

二、电路板布线的一般原则

(1) 按电路图顺序成直线排列。它的优点是电路结构清楚,便于布设、检查,也便于各级电路的屏蔽和隔离;电路的输入级和输出级距离较远,使级间寄生反馈及寄生耦合减小;各级电路之间衔接较好,使连接线较短,减小电路的分布参数。

(2) 交流、直流线路分开布线。

(3) 高压、低压电路分开走线。

(4) 强、弱信号分开布线。

(5) 在布线时,一般对地线作如下处理:接地线应短而粗,增大地线截面积,以减小地阻抗;低频电路中采用一点接地的方法,高频电路中采用多点接地和特殊布线的方法(参考相关的高频、射频布线资料);数字地和模拟地分开布线。

组装电路时应注意,各电路单元之间要共地。正确的组装方法和合理的布局,不仅使电路整齐美观,而且能提高电路工作的性能和可靠性,便于检查和排除故障。

2.3 手工焊接基础知识

任何组成电子系统的部件、电子仪器、仪表或电子产品,都是由各种元器件、电子模块、接插件、线缆,采用一定的工艺方法,按电路工艺文件连接组装而成的。电子产品的制作包括PCB设计制作、元器件焊接、接插件焊接、线缆连接、机械安装等环节,其中焊接是电子制作中的重要环节,也是工程技术人员必须掌握的一种技能。焊接质量的好坏会直接影响电路的性能和可靠性。

焊接是将两个或两个以上的焊件,在外界某种能量(加热或其他的方法)的作用下,借助于各焊件接触部位的原子间的相互结合力,连接成一个不可拆卸的整体加工方法。