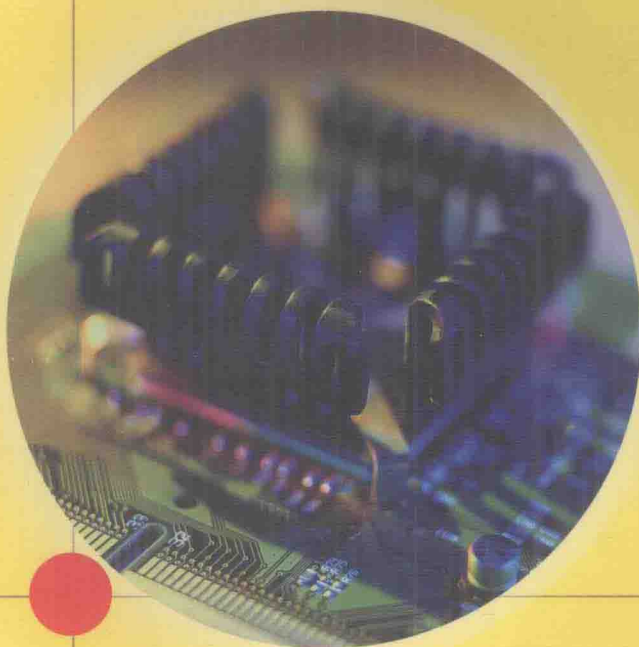




“十二五”高等职业教育电子信息类专业规划教材

电子电路设计实例教程

李晓虹 主编



ELECTRONIC
INFORMATION

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

“十二五”高等职业教育电子信息类专业规划教材

电子电路设计实例教程

李晓虹 主编

内 容 简 介

本书以培养学生从事实际工作的综合职业能力和综合职业技能为目的,本着理论联系实际、仿真与实际操作并用、会做与能写会画相结合的原则,注重知识的实用性、针对性和综合性,注重知识的扩展与引导,同时反映电子技术的新成果、新动向,有利于学生的可持续发展。

全书分为三篇,其中:上篇“电子电路设计基础知识”包括电子电路设计简介、常用电子仪器仪表两章;中篇“电子电路设计实践”包括数字电子电路设计、模拟电子电路设计、综合电子电路设计、单片机电子电路设计四章;下篇“电子电路设计实验与综合实训”包括电子电路设计实验、电子电路设计综合实验两章。书中所有电子电路设计实例和实验均具有很强的可操作性,均可通过仿真或实际操作完成,且对实验设备的要求不高,适用面较广。

本书可作为高等职业院校及成人高校应用电子技术、电子信息工程技术等专业师生使用的教材,也可作为学生电子兴趣小组的指导用书,以及供从事电子信息技术相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路设计实例教程/李晓虹主编. —北京:中国铁道出版社,2014.2

“十二五”高等职业教育电子信息类专业规划教材
ISBN 978-7-113-16902-2

I. ①电… II. ①李… III. ①电子电路-电路设计-高等职业教育-教材 IV. ①TN702

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第265160号

书 名: 电子电路设计实例教程
作 者: 李晓虹 主编

策 划: 吴 飞
责任编辑: 何红艳 鲍 闻
封面设计: 刘 颖
封面制作: 白 雪
责任校对: 汤淑梅
责任印制: 李 佳

读者热线: 400-668-0820
特邀编辑: 赵 媛

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 化学工业出版社印刷厂

版 次: 2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 18.75 字数: 451千

印 数: 1~3000册

书 号: ISBN 978-7-113-16902-2

定 价: 36.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)51873659

电子电路设计是高职应用电子技术、电子信息工程技术等专业必修的一门专业综合能力训练课程，为从事电子产品整机生产企业培养具有产品开发、调试、检验与维修等能力的高端技能型专门人才。

本书是高等职业教育中课程教学改革的成果。为了满足高等职业教育培养高端技能型专门人才的教学需要，本书的编写注重融入自己的独特风格，将教师多年教学的经验总结升华，体现“教、学、做、画、写”多元一体的课程教学组织模式，实现理论与实践教学相融合，并在教学过程中引入仿真等现代教学技术手段。全书体现了知识体系的完整性，并分类融入了大量电子电路设计实例和实验，且这些实例和实验及其扩展项目和思考题全部经过了实际验证，均可通过仿真或实际操作完成，且对实验设备的要求不高，适用面较广。学生通过实际操作，不仅能够掌握相关操作技能，对相关理论知识的理解也会更加深刻。书中同一电路设计的完成结果允许有所差别，这就给学生留下了可以充分发挥创造的空间，引导学生积极思考，培养了学生的创新能力。此外，还预留了足够的扩展空间及课题储备量，供学生课外自我提高，从而将课程教学由课内延伸到了课外。

本书的教学目标是使学生掌握电子电路设计及改进的实际流程和基本方法，能够正确选择和合理使用各类电子元器件；掌握电子电路分析与仿真、电路识图与绘图；掌握电子电路安装与调试、故障分析与处理等技能；掌握电子电路改进的思路与方法，能熟练地运用电子仪器仪表检测元器件、检查电路和整机的工作状态或性能；掌握资料查阅的方法；掌握技术论文及实验报告的撰写。通过本书的学习，学生能够获得电子电路设计必要的基本理论、基本知识、基本技能及综合分析问题和解决问题的能力、能力，为学习后续专业知识以及今后从事工程技术工作打下坚实的基础。此外，还可培养学生根据项目任务制定、实施工作计划的能力，培养学生分析问题、解决问题的能力，培养学生的沟通能力及团队协作精神，培养学生勇于创新、敬业乐业的工作作风，培养学生的社会责任心、质量意识、成本意识。

全书分为三篇，其中上篇电子电路设计基础知识包括电子电路设计简介、常用电子仪器仪表两章，中篇电子电路设计实践包括数字电子电路设计、模拟电子电路设计、综合电子电路设计、单片机电子电路设计四章，下篇电子电路设计实验与综合实训，包括电子电路设计实验、电子电路设计综合实验两章。书中所有电子电路设计内容均具有很强的可操作性，均可通过仿真或实际操作完成，且对实验设备的要求不高，适用面较广。

本书由武汉工程职业技术学院李晓虹主编。其中2.1.2 数字示波器、3.3 智力竞赛



前 言

抢答计时器、4.2 函数波形发生器为武汉工程职业技术学院陈贞编写，其余均为李晓虹编写。全书由李晓虹选题、统稿、审核及定稿。

本书的编写得到了武汉工程职业技术学院同仁的大力支持，在此向他们表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中的疏漏和不足之处在所难免，真诚欢迎读者给予指正和交流，编者的电子邮箱为 lixiaohong_youxiang@126.com。

编 者

2013 年 12 月

绪论	1
----------	---

上篇 电子电路设计基础知识

第 1 章 电子电路设计简介	7
1.1 电子电路一般设计方法	7
1.2 电子工程图绘制	10
1.2.1 电子工程图	10
1.2.2 电路图	14
1.2.3 框图	18
1.2.4 流程图	18
1.3 电子电路安装技术	19
1.3.1 电子电路安装布局的原则	19
1.3.2 元器件焊接技术	21
1.3.3 印制电路板的制作	24
1.4 电子电路调试技术	24
1.4.1 电子电路一般调试方法	24
1.4.2 数字电路调试中的特殊问题	25
1.4.3 模拟电路调试需注意的问题	26
1.4.4 故障检测方法	26
1.5 设计论文写作	30
1.5.1 设计论文的结构	30
1.5.2 设计论文的书写要求	31
1.5.3 设计论文的装订要求	32
1.5.4 设计论文写作细则	32
1.6 Proteus 电子电路仿真软件应用	33
1.6.1 Proteus 软件及安装	33
1.6.2 Proteus ISIS 软件的工作环境和基本操作	34
1.6.3 原理图绘制及仿真调试	41
1.6.4 原理图常用设置	45
1.6.5 Proteus ISIS 原理图的复制	48
1.7 实验报告撰写	49

1.7.1	手工实验报告撰写格式	49
1.7.2	电子版仿真实验报告撰写格式	50
第2章	常用电子仪器仪表	54
2.1	示波器	54
2.1.1	SR-8型双踪示波器	54
2.1.2	数字示波器	58
2.2	万用表	65
2.2.1	MF47型万用表	65
2.2.2	MY-61型数字万用表	67
2.3	信号发生器	69
2.4	晶体管毫伏表	71
2.5	兆欧表	72
	思考与练习题	73

中篇 电子电路设计实践

第3章	数字电子电路设计	77
3.1	简易电容测试仪	77
3.1.1	简易电容测试仪的组成和基本工作原理	77
3.1.2	单元电路的组成及工作原理	78
3.1.3	电路元器件选择与计算	90
3.1.4	整机电路图及整机工作原理	91
3.1.5	仿真调试与制作	93
3.1.6	总结与延伸	95
	思考与练习题	99
3.2	数字钟	99
3.2.1	数字钟的组成和基本工作原理	99
3.2.2	单元电路的组成及工作原理	100
3.2.3	仿真调试	106
3.2.4	制作与调试	109
3.2.5	总结与延伸	109
	思考与练习题	112
3.3	智力竞赛抢答计时器	112
3.3.1	电路组成及功能说明	112
3.3.2	单元电路的设计步骤	113
3.3.3	总电路工作原理	117

3.3.4	仿真调试	117
3.3.5	安装和调试	117
	思考与练习题	118
第4章	模拟电子电路设计	119
4.1	直流稳压电源电路设计	119
4.1.1	直流稳压电源的组成	119
4.1.2	单相桥式整流电路	120
4.1.3	单相桥式整流电容滤波电路	121
4.1.4	分立元件直流稳压电路	122
4.1.5	集成稳压电路	125
4.1.6	可调式精密基准稳压器 TL431 应用	130
	思考与练习题	132
4.2	函数波形发生器	133
4.2.1	集成运算放大器基础知识	134
4.2.2	LM324 芯片简介	138
4.2.3	电路设计过程	138
4.2.4	仿真调试	144
4.2.5	系统测试	144
4.2.6	总结与延伸	146
	思考与练习题	146
4.3	工业对讲系统	147
4.3.1	引言	147
4.3.2	工业对讲系统组成框图	147
4.3.3	工业对讲系统设计	148
4.3.4	系统工作原理	155
4.3.5	系统调试	156
4.3.6	故障分析与处理	156
4.3.7	线路选择与敷设	157
4.3.8	扩音主机控制室	157
4.3.9	供电、接地	157
4.3.10	总结与延伸	158
	思考与练习题	158
第5章	综合电子电路设计	159
5.1	彩灯控制电路设计	159
5.1.1	彩灯控制电路方案	159
5.1.2	电路设计	160



5.1.3	仿真调试	161
5.1.4	制作与调试	162
5.1.5	总结与延伸	163
	思考与练习题	167
5.2	汽车倒车报警电路设计	167
5.2.1	汽车倒车报警电路方案	167
5.2.2	汽车倒车报警电路的设计	168
5.2.3	制作与调试	172
5.2.4	总结与延伸	173
	思考与练习题	174
5.3	逻辑测试笔电路设计	174
5.3.1	逻辑测试笔概述	174
5.3.2	逻辑测试笔的组成	175
5.3.3	单元电路的组成及工作原理	175
5.3.4	整机电路及工作原理	178
5.3.5	仿真调试	179
5.3.6	总结与延伸	180
	思考与练习题	181
5.4	双路防盗报警器电路设计	181
5.4.1	设计方案论证及组成框图	182
5.4.2	电路组成及工作原理	182
5.4.3	电路元器件选择与计算	184
5.4.4	仿真调试	185
5.4.5	总结与延伸	188
	思考与练习题	189
5.5	自动照明电路设计	189
5.5.1	室外路灯自动照明电路	189
5.5.2	单人卫生间自动照明电路	192
	思考与练习题	194
第6章	单片机电子电路设计	195
6.1	步进电动机控制驱动电路设计	195
6.1.1	步进电动机的工作原理	195
6.1.2	单片机概述	197
6.1.3	控制电路设计	201
6.1.4	控制程序设计	203
6.1.5	仿真调试	217

6.1.6 制作与调试	219
6.1.7 总结与延伸	220
思考与练习题	223
6.2 电子秒表电路设计	224
6.2.1 硬件电路设计	224
6.2.2 汇编程序设计	225
6.2.3 C 语言程序设计	230
6.2.4 仿真调试与制作	232
6.2.5 总结与延伸	232
思考与练习题	234
6.3 8×8 LED 点阵显示屏电路设计	234
6.3.1 硬件电路设计	234
6.3.2 点阵显示原理	235
6.3.3 汇编程序设计	239
6.3.4 C 语言程序设计	241
6.3.5 仿真调试与制作	242
6.3.6 总结与延伸	242
思考与练习题	243

下篇 电子电路设计实验与综合实训

第 7 章 电子电路设计实验	247
7.1 常用仪器仪表的使用	247
7.2 闪烁信号发生器	248
7.3 音频信号发生器	249
7.4 笛音报警器	250
7.5 单相桥式整流电容滤波电路	251
7.6 +5 V 直流稳压电源	252
7.7 可调式直流稳压电源	253
7.8 分立元件串联型直流稳压电源	255
7.9 有源滤波器	256
第 8 章 电子电路设计综合实验	262
8.1 直流电机调速控制电路	262
8.2 彩灯控制电路	264
8.3 报警器	265
8.4 计时电路	266

8.5 投币蜂鸣计数电路	268
8.6 路灯延时控制电路	271
8.7 8路抢答器	273
附录	277
附录 A Proteus 常用元件库及其部分常用元件	277
附录 B MCS51 单片机的汇编语言指令表	284
附录 C 电阻器、电容器常用标示	287
参考文献	289

绪论

电子电路设计是在模拟电子技术、数字电子技术、传感器原理与应用、单片机原理与应用等课程之后,从应用的角度出发,深入浅出地介绍有关电子电路设计的基本方法和基本技能,结合所学知识进行综合应用,培养和提高学生分析、解决实际电路问题的能力。它是高等职业技术学院电子类专业的学生必须进行的一项综合性训练。教师可选择相关课题指导学生进行设计与制作。

1. 电子电路设计的任务与要求

电子电路设计的任务一般是让学生设计、组装并调试一个简单的电子电路装置。需要学生综合运用模拟电子技术、数字电子技术、传感器原理与应用、单片机原理与应用等课程的知识,通过调查研究、查阅资料、选定方案,设计单元电路及选取元器件,进行电子电路仿真、组装和调试,测试技术指标及分析讨论、改进方案等,最后撰写设计报告,完成设计任务。

电子电路设计过程中要综合运用仿真与实验检测手段,使理论设计逐步完善,做出达到指标要求的实际电路。通过这种综合训练,学生可以掌握电子电路设计的基本方法,提高动手实验的基本技能,培养分析解决电路问题的实际本领,为以后毕业设计和从事实际工作打下基础。

电子电路设计主要是围绕一门或多门课程内容所做的综合性练习。题目出自电子电路的实际应用,一般没有固定的答案。但由于电路比较简单且已定型,所以学生基本上有章可循,完成起来并不困难。这里的着眼点是将学生从理论学习的轨道上逐步引向实际操作及应用方面,把过去熟悉的定性分析、定量计算逐步和工程估算、实验调整等手段结合起来,掌握工程设计的步骤和方法,了解科学实验的程序和实施方法,对今后从事技术工作无疑是个启蒙训练。

从电子电路设计的任务出发,应通过设计工作的各个环节,达到以下教学要求:

- (1) 巩固和加深学生对电子电路基本知识的理解,提高其综合运用所学知识的能力。
- (2) 培养学生根据课题需要选择参考书籍,查阅手册、图表和文献资料的自学能力。通过独立思考,深入钻研,学会自己分析并解决问题的方法。
- (3) 通过电子电路方案的分析、论证和比较,设计计算和选取元器件,电子电路仿真、组装、调试和检测等环节,初步掌握简单实用电子电路的分析方法和工程设计方法。
- (4) 掌握常用仪器、设备的正确使用方法,学会电子电路实验调试和整机指标测试方法,提高学生的动手能力和从事电子电路实验的基本技能。
- (5) 了解与课题有关的电子电路及元器件的工程技术规范,能按设计任务书的要求,完成设计任务,编写设计说明书,正确地反映设计与实验的成果,正确地绘制电路图等。
- (6) 培养严肃、认真的工作作风和科学的态度。通过电子电路设计与实践,帮助学生逐步建立正确的生产观点、经济观点和全局观点。

2. 电子电路设计的内容与安排

1) 电子电路设计题目的选择

电子电路设计题目选择是否合适,直接关系到学生完成的情况和教学效果。教师必须根据教学要求、学生的实际水平、能完成的工作量和实际的实验条件适当选题,争取让不同程度的学生经过努力都能完成设计任务,在巩固所学知识、提高基本技能和能力等方面均有所收获。

我们将在简单介绍电子电路设计的基础知识之后,分主次以不同的方式介绍部分选题。这些题目的基础知识均是模拟电子技术、数字电子技术、传感器原理与应用、单片机原理与应用等课程中学过的知识,而且多是运用集成电路或单片机组成的实用电子装置,具有一定的实用性和趣味性,反映了电子技术的新水平。这些题目有的以数字电路为主,有的以模拟电路为主,有的以单片机电路为主,还有包含传感器应用电路、数字电路、模拟电路、单片机电路的综合性题目。它们的设计指标不仅符合教学要求,并且都是从学生实际出发选定的课题内容,设计、仿真、安装调试的方法均难易适中。

2) 电子电路设计内容及要求

首先,教师要向学生布置设计任务,下发设计任务书。电子电路设计任务书应写明:设计题目;主要技术指标和要求;给定的条件和所用的仪器设备等。

教师讲解必要的电路原理和设计方法,如果需要深化和扩展学过的知识,还要补充讲授有关的内容,帮助学生明确任务、掌握工程设计方法。

学生在教师指导下选择设计方案,进行设计计算、绘图及编程,完成预设计。设计方案经过教师审查通过后,即可开始仿真、安装和调试,其中安装调试是电子电路设计的重点和难点,教师要加强对学生的指导。尤其在电路出现异常现象或故障时,要帮助学生根据电路原理图按照目测观察、逐级查找原因、调整电路、再进行实验的步骤,解决电路中的问题。

3) 电子电路设计说明书

电路调试已达到设计要求后,学生要对设计的全过程作出系统的总结报告,按照一定的格式撰写设计说明书。电子电路设计说明书主要内容有:设计题目;作者,单位;摘要、关键词、目录;方案选择及电路工作原理;单元电路设计计算,元器件的选择,画出预设计总体电路图;仿真、安装、调试中遇到的问题,解决的方法以及实验效果等,实际总体电路图;电路性能指标测试结果,结论,设计是否满足要求及对成果的评价;改进设计的建议;收获和体会;附录、参考文献。

4) 教学安排

电子电路设计一般可分为三个阶段:

(1) 预设计阶段:包括教师授课、方案论证、设计计算和完成预设计。这一阶段约占总学时的50%。

(2) 仿真、安装调试阶段:包括仿真、组装电路、调试和检测,完成实际电路的制作。这一阶段约占总学时的50%。

(3) 总结报告阶段:包括总结设计工作,综合运用所学知识撰写设计说明书。这一阶段由学生课后完成,并按教师要求提交设计报告。

3. 电子电路设计的教学方法

电子电路设计作为集中实践性教学环节,应着重提高学生的自学能力,独立分析、解决问



题的能力和动手进行电路实验的能力。

为了培养学生的自学能力，对于课上已学过的基本知识，教师不必重复讲解，只需根据设计任务提出具体要查阅的资料，让学生自学就可以了。对于设计或实验中可能碰到的重点、难点，可通过典型分析和讲解，启发学生的分析思路和研究方法，以便达到举一反三的目的。设计中要教给学生查阅资料、使用工具书的方法，让他们遇到问题时，不是立刻找老师，而是通过独立思考，查阅相关的资料和书籍，自己寻找答案。

要提高学生独立分析、解决问题的能力，必须为学生提供在设计实践中自己锻炼的机会和条件。引导学生自主学习和钻研问题，明确设计要求，找出实现要求的方法。鼓励学生开动脑筋、大胆探索，发挥主动性和创造性。在时间安排上要留有余地，保证学生有条件独立地解决设计和实验中的问题。同时，要采用经验交流、集体讨论、课题报告等形式，互相启发、集思广益。

要提高动手实验的能力，关键是启发学生把动脑和动手结合起来。安排实验不再由教师包办代替，而由学生按照需要自己拟定实验内容和操作步骤：自选仪器、设备，独立测试和记录，并对实验结果作出分析、处理。教师主要做好审查、把关的工作，并且帮助学生处理疑难问题。学生从设计、计算、选择元器件开始，直到做出合格的电路，始终由自己动手完成，有利于增长学生的综合职业能力。

教学中强调引导学生独立完成设计任务，这并没有降低教师的作用，而是对教师的教学提出了更高的要求。教师要树立“以学生为中心”的思想，为学生做好各种服务；要熟练掌握设计中的重点、难点，发挥教师的主导作用；在教学方法上既不能包办代替，又不能撒手不管，放任自流。应注意根据学生的基础和能力的差别提出不同的要求，做到因材施教；还要注意对学生的全面训练，教书又育人，使学生专业、思想双丰收。

上篇 电子电路设计基础知识

