



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材
电子信息学科基础课程系列教材

电子电路实训 与课程设计

姚素芬 主编



清华大学出版社

013070341



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

TN710-43
151

教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材
电子信息学科基础课程系列教材

电子电路实训 与课程设计

姚素芬 主编



北航

C1678824

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以基于问题的学习(Problem Based Learning, PBL)为主要撰写思路,结合教育部对学生实训和设计能力的基本要求,着重于对学生实践创新能力的培养。全书共分为基础篇、实训篇和课程设计篇3个部分。通过基础篇的学习可以掌握电子电路的基础知识,为后续实训和设计打下良好基础;实训篇分为电路、模拟电子技术、数字电子技术等章节,采用循序渐进、逐步提升的方式安排实训课程;课程设计篇以工程应用为案例,着重培养学生分析问题、解决问题和综合创新设计能力。全书以基于问题的学习、基于问题的设计、基于问题的实践为主线,逐步启发学生的创新思维,培养学生的创新意识,锻炼学生的创新能力。

本书大多案例来源于编者的教学改革实践,具有较好的实际应用价值和参考意义。

本书适用于电子工程、电子信息工程、自动化、通信工程、计算机科学与技术、机械电子工程等专业。可作为本科生及其他学生的电子电路实训、课程设计、电子设计大赛等方面的实训教材,也可作为相关专业师生和工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电子电路实训与课程设计/姚素芬主编.--北京:清华大学出版社,2013

电子信息学科基础课程系列教材

ISBN 978-7-302-33323-4

I. ①电… II. ①姚… III. ①电子电路—课程设计—高等学校—教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 173626 号

责任编辑:梁颖

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.25 字 数:516千字

版 次:2013年9月第1版 印 次:2013年9月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:36.00元

产品编号:049624-01

《电子信息学科基础课程系列教材》
编 审 委 员 会

主任委员

王志功(东南大学)

委员 (按姓氏笔画)

马旭东(东南大学)

王小海(浙江大学)

王 萍(天津大学)

刘宗行(重庆大学)

刘新元(北京大学)

张晓林(北京航空航天大学)

陈后金(北京交通大学)

郭宝龙(西安电子科技大学)

高上凯(清华大学)

徐淑华(青岛大学)

崔 翔(华北电力大学)

董在望(清华大学)

蒋宗礼(北京工业大学)

邓建国(西安交通大学)

王诗宓(清华大学)

王福昌(华中科技大学)

刘润华(中国石油大学)

张 石(东北大学)

沈连丰(东南大学)

郑宝玉(南京邮电大学)

柯亨玉(武汉大学)

高小榕(清华大学)

袁建生(清华大学)

傅丰林(西安电子科技大学)

曾孝平(重庆大学)

《电子信息学科基础课程系列教材》

丛书序

电子信息学科是当今世界上发展最快的学科,作为众多应用技术的理论基础,对人类文明的发展起着重要的作用。它包含诸如电子科学与技术、电子信息工程、通信工程和微波工程等一系列子学科,同时涉及计算机、自动化和生物电子等众多相关学科。对于这样一个庞大的体系,想要在学校将所有知识教给学生已不可能。以专业教育为主要目的的大学教育,必须对自己的学科知识体系进行必要的梳理。本系列丛书就是试图搭建一个电子信息学科的基础知识体系平台。

目前,中国电子信息类学科高等教育的教学中存在着如下问题:

- (1) 在课程设置和教学实践中,学科分立,课程分立,缺乏集成和贯通;
- (2) 部分知识缺乏前沿性,局部知识过细、过难,缺乏整体性和纲领性;
- (3) 教学与实践环节脱节,知识型教学多于研究型教学,所培养的电子信息学科人才不能很好地满足社会的需求。

在新世纪之初,积极总结我国电子信息类学科高等教育的经验,分析发展趋势,研究教学与实践模式,从而制定出一个完整的电子信息学科基础教程体系,是非常有意义的。

根据教育部高教司 2003 年 8 月 28 日发出的[2003]141 号文件,教育部高等学校电子信息与电气信息类基础课程教学指导分委员会(基础课分教指委)在 2004—2005 两年期间制定了“电路分析”、“信号与系统”、“电磁场”、“电子技术”和“电工学”5 个方向电子信息科学与电气信息类基础课程的教学基本要求。然而,这些教学要求基本上是按方向独立开展工作的,没有深入开展整个课程体系的研究,并且提出的是各课程最基本的教学要求,针对的是“2+X+Y”或者“211 工程”和“985 工程”之外的大学。

同一时期,清华大学出版社成立了“电子信息学科基础教程研究组”,历时 3 年,组织了各类教学研讨会,以各种方式和渠道对国内外一些大学的 EE(电子电气)专业的课程体系进行收集和研究,并在国内率先推出了关于电子信息学科基础课程的体系研究报告《电子信息学科基础教程 2004》。该成果得到教育部高等学校电子信息与电气学科教学指导委员会的高度评价,认为该成果“适应我国电子信息学科基础教学的需要,有较好的指导意义,达到了国内领先水平”,“对不同类型院校构建相关学科基础教学平台均有较好的参考价值”。

在此基础上,由我担任主编,筹建了“电子信息学科基础课程系列教材”编委会。编委会多次组织部分高校的教学名师、主讲教师和教育部高等学校教学指导委员会委员,进一步探讨和完善《电子信息学科基础教程 2004》研究成果,并组织编写了这套“电子信息学科基础课程系列教材”。

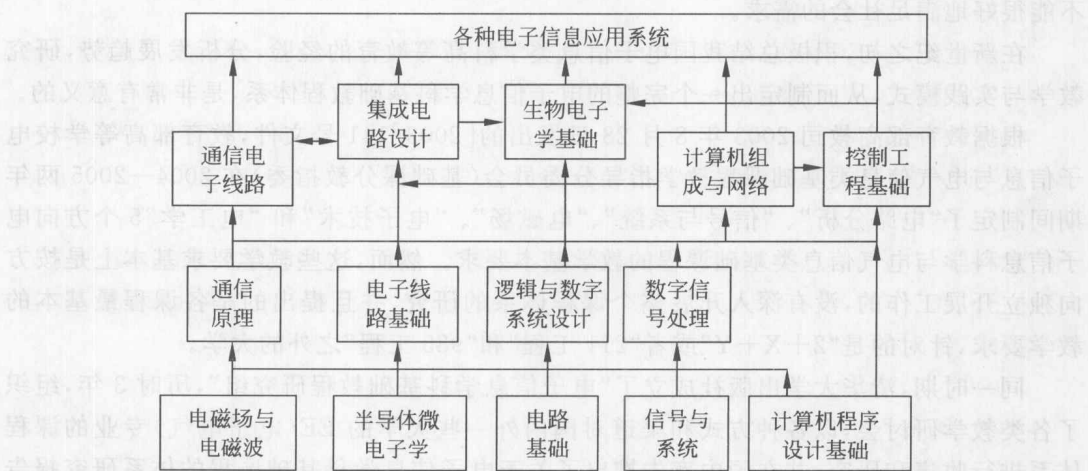
在教材的编写过程中,我们强调了“基础性、系统性、集成性、可行性”的编写原则,突出了以下特点:

- (1) 体现科学技术领域已经确立的新知识和新成果。
- (2) 学习国外先进教学经验,汇集国内最先进的教学成果。
- (3) 定位于国内重点院校,着重于理工结合。

(4) 建立在对教学计划和课程体系的研究基础之上,尽可能覆盖电子信息学科的全部基础。本丛书规划的 14 门课程,覆盖了电气信息类如下全部 7 个本科专业:

- 电子信息工程
- 通信工程
- 信息工程
- 计算机科学与技术
- 自动化
- 电气工程与自动化
- 生物医学工程

(5) 课程体系整体设计,各课程知识点合理划分,前后衔接,避免各课程内容之间交叉重复,目标是使各门课程的知识点形成有机的整体,使学生能够在规定的课时数内,掌握必需的知识和技术。各课程之间的知识点关联如下图所示:



即力争将本科生的课程限定在有限的与精选的一套核心概念上,强调知识的广度。

(6) 以主教材为核心,配套出版习题解答、实验指导书、多媒体课件,提供全面的教学解决方案,实现多角度、多层面的人才培养模式。

(7) 由国内重点大学的精品课主讲教师、教学名师和教指委委员担任相关课程的设计和教材的编写,力争反映国内最先进的教改成果。

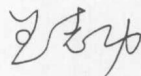
我国高等学校电子信息类专业的办学背景各不相同,教学和科研水平相差较大。本系列教材广泛听取了各方面的意见,汲取了国内优秀的教学成果,希望能为电子信息学科教学提供一份精心配备的搭配科学、营养全面的“套餐”,能为国内高等学校教学内容

和课程体系的改革发挥积极的作用。

然而,对于高等院校如何培养出既具有扎实的基本功,又富有挑战精神和创造意识的社会栋梁,以满足科学技术发展和国家建设发展的需要,还有许多值得思考和探索的问题。比如,如何为学生营造一个宽松的学习氛围?如何引导学生主动学习,超越自己?如何为学生打下宽厚的知识基础和培养某一领域的研究能力?如何增加工程方法训练,将扎实的基础和宽广的领域才能转化为工程实践中的创造力?如何激发学生深入探索的勇气?这些都需要我们教育工作者进行更深入的研究。

提高教学质量,深化教学改革,始终是高等学校的工作重点,需要所有关心我国高等教育事业人士的热心支持。在此,谨向所有参与本系列教材建设工作的同仁致以衷心的感谢!

本套教材可能会存在一些不当甚至谬误之处,欢迎广大的使用者提出批评和意见,以促进教材的进一步完善。



2008年1月

前言

本书以基于问题的学习(PBL)为主要撰写思路,结合教育部对学生实训和设计能力的基本要求,着重于对学生创新实践能力的培养。本着以学生为主体,以基于问题的学习模式为主线,以培养学生创新应用能力为目标,将电路、模拟电子技术、数字电子技术等内容有机整合在一体;由基本技能训练到实训案例,再进一步到综合设计,由浅入深地把基于问题的学习、基于问题的设计、基于问题的实践贯穿始终;由基本技能培养到在电子电路案例设计实践中渗透设计方法和设计思路,逐步启发学生的创新思维,帮助学生建立创新意识,培养学生的创新能力。

全书共分为基础篇、实训篇和课程设计篇3个部分。基础篇部分主要介绍电子电路元器件识别与检测、常用仪器仪表使用和常用EDA软件案例等基础知识和基本技能,与工程实际相结合,侧重应用技能和基础知识的培训。通过基础篇的学习读者可以掌握电子电路的基础知识,为后续实训和设计打下良好基础。实训篇包含电路、模拟电子技术、数字电子技术等实训内容,采用循序渐进、逐步提升的方式安排实训课程。实训篇渗透了基于问题的学习模式,结合具体案例,叙述设计过程,实训题目来源于基础知识,具有启发意义,侧重于学生对电子电路课程的学习兴趣的培养,发散思维和创新意识的建立。课程设计篇是基于问题学习的更深层次的模式渗透,结合一个个来源于生活和工程实际的具体案例,从问题的提出到电路的初步设计,从软件仿真调试到实际电子电路的设计与实现,都给出了翔实可行的实验方案。对于培养学生综合设计应用能力,成为潜在的电子电路工程师起到不可或缺的作用。

姚素芬教授编写第1章部分内容和第4章;侯淑萍编写第1章部分内容、第2章、第3章;王光艳编写第5章;陈琦编写第6章;只德瑞编写第7章;李海丰编写第8章、第9章、第10章。姚素芬为主编,负责全书的组织和定稿。王光艳协助完成本书的统稿和校稿等工作。

滕建辅教授参与了本书编写大纲的制定,并在该书的编写过程中给予了许多宝贵意见和建议,谨此表示衷心的感谢。

本书大多案例来源于编者的教学改革实践,具有较好的实际应用价值和参考意义。

衷心感谢兄弟院校广大师生对本书的选用和建议,并恳请广大读者提出宝贵意见。对于错误和不妥之处,欢迎批评指正。

编者

2013年4月

基础篇

第 1 章 电子元器件的识别与检测	3
1.1 电阻器	4
1.1.1 电阻器分类	4
1.1.2 电阻器型号命名及参数识别	5
1.1.3 电阻器的主要性能参数及正确选用	9
1.1.4 常用电阻器的结构、特点及应用	12
1.1.5 常用电位器介绍	15
1.1.6 电阻器的检测及故障判别	17
1.2 电容器	18
1.2.1 电容器分类	18
1.2.2 电容器型号命名及参数识别	19
1.2.3 电容器主要性能参数及合理选用	21
1.2.4 常用电容器介绍	23
1.2.5 电容器的检测及故障判别	26
1.3 电感器和变压器	27
1.3.1 电感器和变压器分类	28
1.3.2 电感器型号命名及参数识别	29
1.3.3 电感器和变压器的主要性能参数	29
1.3.4 常用电感器介绍	31
1.3.5 电感器和变压器的检测及故障判别	32
1.4 半导体分立器件	32
1.4.1 半导体分立器件型号命名	33
1.4.2 半导体分立器件选用及注意事项	34
1.4.3 二极管	35
1.4.4 桥堆	41
1.4.5 三极管	43
1.4.6 其他半导体器件	46
1.5 传感器	47

目录

1.5.1	传感器基本知识	47
1.5.2	光电器件	49
1.5.3	电声器件	50
1.6	集成运算放大器	54
1.6.1	集成运算放大器分类及测试	55
1.6.2	集成运算放大器两种使用状态	57
1.6.3	运算放大器在信号运算方面的应用	58
1.6.4	运算放大器在信号处理方面的应用	59
1.7	数字电路元器件	61
1.7.1	门电路	61
1.7.2	编码器和译码器	64
1.7.3	加法器	66
1.7.4	计数器	67
1.7.5	A/D 转换器	69
1.7.6	显示器件	70
1.7.7	锁存器和缓冲器	71
1.7.8	GAL 器件	72
1.7.9	CPLD/FPGA 器件	72
1.8	接插件及开关	73
1.8.1	常用接插件	74
1.8.2	开关	75
1.8.3	导线	80
第 2 章	常用仪器仪表的使用	83
2.1	电子测量仪器的选择	84
2.1.1	电子测量仪器分类	84
2.1.2	怎样选择电子测量仪器	84
2.1.3	电子测量仪器的使用注意事项	85
2.2	万用表	86
2.2.1	模拟式万用表	86
2.2.2	数字式万用表	89
2.3	示波器	90
2.3.1	示波器分类	91

2.3.2	模拟示波器	92
2.3.3	数字示波器	95
2.3.4	测量实例	98
2.4	信号发生器	103
2.4.1	函数信号发生器	104
2.4.2	高频信号发生器	107
2.5	直流稳定电源	112
第3章	电子电路 EDA 软件的使用和训练	116
3.1	软件介绍和功能分析	117
3.2	Multisim 10 电路仿真与设计	118
3.2.1	Multisim 概述	118
3.2.2	Multisim 10 功能简介	119
3.2.3	Multisim 10 仿真环境	120
3.2.4	Multisim 10 操作步骤	121
3.3	PSPICE 动态电路分析	122
3.3.1	PSPICE 概述	122
3.3.2	PSPICE 8.0 功能简介	122
3.3.3	PSPICE 的集成环境	124
3.3.4	PSPICE 8.0 操作步骤	126
3.4	Quartus II 综合设计与仿真	126
3.4.1	Quartus II 概述	126
3.4.2	Quartus II 功能简介	127
3.4.3	Quartus II 仿真环境	128
3.4.4	Quartus II 操作步骤	129
实 训 篇		
第4章	安全用电的基本知识	133
4.1	触电事故	134
4.1.1	触电种类	134
4.1.2	常见的触电方式	134
4.2	影响触电危险程度的因素	136
4.2.1	电流的类型	136

目录

4.2.2	电流大小	137
4.2.3	通电时间	138
4.2.4	电流路径	138
4.2.5	电源频率	139
4.2.6	人体电阻	139
4.3	防止触电的方法	139
4.3.1	安全电压法	139
4.3.2	绝缘法	140
4.3.3	屏护法	140
4.3.4	安全距离法	140
4.3.5	接地和接零保护	140
4.3.6	装设漏电保护装置	142
4.4	触电急救与电气消防	143
4.4.1	触电急救	143
4.4.2	电气消防	146
4.5	安全用电实训	146
4.5.1	实训内容一:触电急救	146
4.5.2	实训内容二:消防训练	147
4.6	安全用电实训思考题	147
第5章	电路课程实训	148
5.1	汽车后窗玻璃除霜器电路设计	149
5.1.1	实训目的及意义	149
5.1.2	实训任务及要求	149
5.1.3	方案设计及原理分析	150
5.1.4	设计实例和参数计算	152
5.1.5	实训拓展与思考	153
5.2	4位 $R-2R$ 数模转换电路设计	153
5.2.1	实训目的及意义	153
5.2.2	实训任务及要求	154
5.2.3	方案设计及原理分析	154
5.2.4	4位 $R-2R$ 电阻网络型 DAC	155
5.2.5	4位权电阻型 DAC	158

5.2.6	实训拓展与思考	162
5.3	断线报警器控制电路设计	163
5.3.1	实训目的及意义	163
5.3.2	实训任务及要求	163
5.3.3	方案设计及原理分析	164
5.3.4	元件选型和参数计算	166
5.3.5	电路仿真与分析	168
5.3.6	实训仪器设备及元器件	169
5.3.7	实训拓展与思考	170
5.4	RC 正弦波振荡电路设计	170
5.4.1	实训目的及意义	170
5.4.2	实训任务及要求	171
5.4.3	方案设计及原理分析	171
5.4.4	元件选型和参数计算	173
5.4.5	电路仿真与分析	174
5.4.6	实训仪器设备及元器件	178
5.4.7	实训拓展与思考	179
5.5	电容电量实时显示电路设计	179
5.5.1	实训目的及意义	179
5.5.2	实训任务及要求	180
5.5.3	方案设计及原理分析	180
5.5.4	元件选型和参数计算	185
5.5.5	电路仿真与分析	187
5.5.6	实训仪器设备及元器件	189
5.5.7	实训拓展与思考	189
5.6	光照强度测试显示电路设计	190
5.6.1	实训目的及意义	190
5.6.2	实训任务及要求	190
5.6.3	方案设计及原理分析	191
5.6.4	元件选型和参数计算	194
5.6.5	电路仿真与分析	196
5.6.6	实训仪器设备及元器件	198

目录

5.6.7 实训拓展与思考	199
第6章 模拟电子电路实训	200
6.1 直流稳压电源的设计与实现	201
6.1.1 实训目的及意义	201
6.1.2 实训任务及要求	201
6.1.3 设计方案及原理分析	202
6.1.4 电路仿真	208
6.1.5 实训仪器设备及元器件	209
6.1.6 实训拓展与思考	209
6.2 二阶 RC 有源滤波器的设计	209
6.2.1 实训目的及意义	209
6.2.2 实训任务及要求	210
6.2.3 方案设计及原理分析	210
6.2.4 电路仿真	215
6.2.5 实训仪器设备及元器件	218
6.2.6 实训拓展与思考	219
6.3 饮水机控制电路设计	219
6.3.1 实训目的及意义	219
6.3.2 实训任务及要求	219
6.3.3 水温检测电路原理分析及设计	220
6.3.4 水位检测电路原理分析及设计	222
6.3.5 实训仪器设备及元器件	225
6.3.6 实训拓展与思考	225
6.4 声光控制开关的设计	225
6.4.1 实训目的及意义	225
6.4.2 实训任务及要求	225
6.4.3 方案设计及原理分析	226
6.4.4 电路仿真与分析	227
6.4.5 实训仪器设备及元器件	231
6.4.6 实训拓展与思考	232
6.5 语音放大电路设计	232
6.5.1 实训目的及意义	232

6.5.2	实训任务及要求	233
6.5.3	原理分析及方案设计	233
6.5.4	元件选型和参数计算	236
6.5.5	实训仪器设备及元器件	241
6.5.6	实训拓展与思考	242
第7章	数字电子技术实训	243
7.1	简易水位检测逻辑控制	245
7.1.1	实训目的及意义	245
7.1.2	实训任务及要求	245
7.1.3	方案设计及原理分析	245
7.1.4	实训仪器设备及元器件	247
7.1.5	实训拓展与思考	248
7.2	计数器数码显示电路	249
7.2.1	实训目的及意义	249
7.2.2	实训任务及要求	249
7.2.3	方案设计及原理分析	249
7.2.4	实训仪器设备及元器件	252
7.2.5	实训拓展与思考	253
7.3	步进电机脉冲分配器	254
7.3.1	实训目的及意义	254
7.3.2	实训任务及要求	254
7.3.3	方案设计及原理分析	254
7.3.4	实训仪器设备及元器件	257
7.3.5	实训拓展与思考	258
7.4	中草药配伍匹配器	258
7.4.1	实训目的及意义	258
7.4.2	实训任务及要求	259
7.4.3	方案设计及原理分析	259
7.4.4	实训仪器设备及元器件	263
7.4.5	实训拓展与思考	263
7.5	数字抢答器	264
7.5.1	实训目的及意义	264

目录

7.5.2	实训任务及要求	264
7.5.3	方案设计及原理分析	265
7.5.4	实训仪器设备及元器件	268
7.5.5	实训拓展与思考	269
7.6	冷藏柜温度控制器	269
7.6.1	实训目的及意义	269
7.6.2	实训任务及要求	270
7.6.3	方案设计及原理分析	270
7.6.4	实训仪器设备及元器件	273
7.6.5	实训拓展与思考	273
7.7	简易数字钟表的设计	274
7.7.1	实训目的及意义	274
7.7.2	实训任务及要求	274
7.7.3	方案设计及原理分析	275
7.7.4	实训仪器设备及元器件	279
7.7.5	实训拓展与思考	279
7.8	用 EDA 技术设计数字电路实例	280
7.8.1	实训目的及意义	280
7.8.2	实训任务及要求	280
7.8.3	方案设计及原理分析	281
7.8.4	实验仪器设备及软件	285
7.8.5	实训思考与要求	285

课程设计篇

第 8 章	电子电路课程设计的目的和要求	289
8.1	课程设计目的	290
8.2	课程设计内容和时间安排	290
8.3	课程设计基本要求	291
8.4	课程设计考核	291
第 9 章	课程设计题目	292
9.1	电子电路课程设计题目概述	293
9.2	儿童坐姿倾斜提示器设计	293

9.3	信号衰减器设计	294
9.4	家用电子捕蝇网电路设计	297
9.5	血压测量听诊电路	299
9.6	简单 UPS 电路	300
9.7	水箱水位控制系统设计	302
9.8	简易红外对射报警系统设计	303
9.9	半导体节能声光控照明灯	305
9.10	基于 ROM 技术的 LED 彩灯电路设计	307
9.11	住宅室内装修供电布线工程设计	309
第 10 章	全国大学生电子设计竞赛赛题选编	312
10.1	全国大学生电子设计竞赛概况	313
10.2	全国大学生电子设计的参赛准备	313
10.3	全国大学生电子设计的赛题分类选编	314
10.3.1	电力电子类题目	314
10.3.2	机电控制类题目	319
10.3.3	仪器仪表类题目	324
10.3.4	信号处理类题目	328
10.3.5	其他类型题目	332
参考文献		334