

高等职业教育电子信息类贯通制教材（电子技术专业）

电子线路课程设计

陈晓文 主编
朱 铭 贾海潮 编写
杨元挺 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书根据高等职业教育电子信息类贯通制教材电子技术专业培养目标的要求编写。主要内容包括：电子线路设计要点、电子设计及元器件选择、电子电路组装工艺、调试技术、EDA 技术简介、设计课题、常用电子元器件介绍等。书中给出了大量难度、规格不同的参考课题，供教师选择使用。本书编写的指导思想是从应用的角度出发，深入浅出地介绍有关的基本理论、基础知识和基本技能，结合课题应用 EDA 技术尝试一体化教学法，是一本具有特色的职业教育教材。

本书可供高职电子信息类贯通制电子技术专业学生使用，也可作为相关专业和工程技术人员学习参考。

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

电子线路课程设计/陈晓文主编. —北京：电子工业出版社，2004.8

高等职业教育电子信息类贯通制教材（电子技术专业）

ISBN 7-5053-9934-9

. 电... . 陈... . 电子线路—课程设计—高等学校：技术学校—教材 . TN710-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 063392 号

责任编辑：刘文杰 特约编辑：卢国俊

印 刷：北京牛山世兴印刷厂

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

经 销：各地新华书店

开 本：787×1092 1/16 印张：14.25 字数：364 千字

印 次：2004 年 8 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：18.50 元

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系。

联系电话：(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言



本书根据高等职业教育电子信息类贯通制教材电子技术专业培养目标的要求编写。

电子技术是高新技术,已广泛应用于信息技术的各个领域,并扩展到国民经济的各个部门。本课程是电子技术应用的基础,也是电子信息类专业的一门重要的技术基础课、技能课。本书编写的指导思想是从应用的角度出发,深入浅出地介绍有关的基本理论、基础知识和基本技能,并力图结合 EDA 技术尝试一体化教学法,因此,本书是一本具有特色的职业教育教材。

本书主要包括:电子线路设计要点、电路设计及元器件选择、电子电路组装工艺、调试技术、EDA 技术简介、设计课题、常用电子元器件等。对于各章节的内容,力求短小精悍,便于学习。本书在引用某些仿真图的原理图时,为了和原图保持一致,其中某些元器件的符号和现行标准可能不尽一致,敬请读者见谅。

本书由福建信息职业技术学院陈晓文主编,福建信息职业技术学院朱铭和河南信息工程学校贾海潮参与编写。其中第 5 章和第 6 章的 6.7 节由朱铭老师编写,第 4 章中的 4.1、4.2、4.5 节和第 6 章的 6.1、6.2 节由贾海潮老师编写,其余部分由陈晓文老师编写。

福建信息职业技术学院杨元挺担任本书主审,对本书进行了认真细致的审阅,并提出了许多修改意见。本书在编写过程中,得到了不少同志的帮助,北京信息职业技术学院梁德厚、南昌信息职业技术学院曾日波、南京信息职业技术学院王钧铭、淮安信息职业技术学院刘涛、江苏信息职业技术学院邓红、珠海工业学校张中洲、重庆电子科技职业技术学院任德齐、山东电子工业学校刘勇等同志参加了本书编写大纲的讨论,在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中疏漏乃至错误之处,恳请广大读者批评指正。联系方式:E-mail:cxw@mitu.cn

编 者

2004 年 5 月



目 录



第1章 绪论	1
1.1 电子线路课程设计的性质与任务	1
1.1.1 电子线路课程设计的性质	1
1.1.2 电子线路课程设计的任务	2
1.2 电子产品研制的一般过程	2
1.2.1 确定电路设计指标与可行性预测	3
1.2.2 电路设计	3
1.2.3 画电路图及生成 PCB 图	4
1.2.4 印制电路板的制作	4
1.2.5 元器件的准备	4
1.2.6 装配、调试与指标测量	5
1.2.7 工艺技术文件的编写	5
1.2.8 制作样机及鉴定	5
1.3 电子线路课程设计的的基本要求	6
1.3.1 思想要求	6
1.3.2 知识要求	6
1.3.3 技能要求	6
1.4 关于电子线路课程设计的若干问题	7
1.4.1 电子线路课程设计与电子产品研制的差异	7
1.4.2 电子线路课程设计报告	7
第2章 电路设计及元器件的选择	9
2.1 电子电路系统设计的基本原则和设计内容	9
2.1.1 电子电路系统设计的基本原则	9
2.1.2 电子电路设计的内容	10
2.2 电路设计的一般过程	11
2.2.1 选择方案	11
2.2.2 设计单元电路	12
2.2.3 参数计算	12
2.2.4 审图	13
2.2.5 仿真和实验	13
2.2.6 总体电路图的画法	14
2.3 电子电路的设计方法	15

2.3.1	模拟电路设计的基本方法	15
2.3.2	数字逻辑电路设计的基本方法	15
2.4	常用元器件的选择	16
2.4.1	电阻器的选用	16
2.4.2	电容器的选用	19
2.4.3	电感线圈的选用	20
2.4.4	晶体二极管的选用	21
2.4.5	晶体三极管的选用	22
2.4.6	集成电路的选用	23
2.4.7	其他常用元器件的选用	24
第3章	电子电路组装工艺	26
3.1	元器件插接技术	26
3.1.1	常用的两种面包板结构	26
3.1.2	电子元器件的检验与筛选	27
3.1.3	插接技术	28
3.2	印制电路板制作技术	28
3.2.1	敷铜板	29
3.2.2	印制电路板上的干扰及抑制	29
3.2.3	印制电路板元器件的布局与布线	32
3.2.4	手工自制印制电路板	35
3.3	焊接技术	37
3.3.1	焊接的基本知识	37
3.3.2	手工焊接技术	40
3.4	印制电路板的组装	46
3.4.1	元器件加工	46
3.4.2	印制电路板组装工艺的基本要求	47
3.4.3	元器件在印制电路板上的插装	48
3.4.4	元器件安装的注意事项	49
第4章	调试技术	51
4.1	调试前的准备	51
4.1.1	技术文件的准备	51
4.1.2	被测电子电路的准备	51
4.1.3	测试设备及仪表的准备	52
4.1.4	调试的安全措施	52
4.1.5	工具的准备	52
4.1.6	器件的准备	52
4.2	电子电路调试的一般方法及步骤	52
4.2.1	调试电子电路的一般方法	53
4.2.2	调试电子电路的一般步骤	53

4.2.3	电子电路调试过程中的注意事项	54
4.3	故障诊断的一般方法	55
4.3.1	产生故障的原因	55
4.3.2	故障诊断的一般方法	55
4.4	电路基本性能指标的测量	58
4.4.1	放大器放大倍数的测量	58
4.4.2	放大器输入阻抗的测量	59
4.4.3	放大器输出阻抗的测量	59
4.4.4	放大器幅-频特性的测量	60
4.4.5	放大器动态范围的测量	61
4.5	电子电路调试举例	61
4.5.1	小信号单级放大电路的调试	61
4.5.2	数控直流稳压电源的调试	64
第5章	EDA 技术简介	70
5.1	概述	70
5.1.1	EDA 技术	70
5.1.2	个人计算机上的电子 EDA 软件	70
5.2	电路分析仿真软件 Multisim 2001	71
5.2.1	Multisim 2001 的基本界面	71
5.2.2	Multisim 2001 的基本操作方法	73
5.3	印制电路板设计软件 Protel 99	90
5.3.1	启动 Protel 99	90
5.3.2	原理图的绘制	92
5.3.3	原理图设计实例	101
5.3.4	生成网络表	102
5.3.5	印刷电路板的设计	103
5.3.6	印制板设计实例	116
第6章	课题	120
6.1	扩声电路的设计	120
6.1.1	设计任务和要求	120
6.1.2	基本原理	120
6.1.3	设计过程	121
6.1.4	调试要点	127
6.2	函数发生器的设计	129
6.2.1	设计任务和要求	129
6.2.2	基本原理	129
6.2.3	设计过程	129
6.2.4	调试要点	133
6.3	数字钟兼钟控定时器的设计	134

6.3.1	设计任务和要求	135
6.3.2	基本原理	135
6.3.3	时钟集成电路 LM8364	135
6.3.4	设计过程	137
6.3.5	调试要点	141
6.4	数显抢答器的设计	142
6.4.1	设计任务和要求	143
6.4.2	基本原理	143
6.4.3	BCD (7 段锁存译码/驱动器)	143
6.4.4	设计过程及工作原理	144
6.4.5	仿真分析	145
6.4.6	调试要点	146
6.5	双色三循环方式彩灯控制器的设计	147
6.5.1	设计任务和要求	147
6.5.2	基本原理	147
6.5.3	计数器和译码器	148
6.5.4	设计过程及工作原理	148
6.5.5	仿真分析	152
6.5.6	调试要点	153
6.6	负反馈放大电路的设计	154
6.6.1	设计任务及要求	154
6.6.2	负反馈放大电路设计的一般原则	154
6.6.3	设计过程	156
6.6.4	调试要点	161
6.7	串联型稳压电源的设计	161
6.7.1	设计任务和要求	162
6.7.2	基本原理	162
6.7.3	设计过程	163
6.7.4	仿真分析	165
6.7.5	调试要点	166
6.8	参考课题	167
6.8.1	无线话筒发射装置	167
6.8.2	无线对讲/收音两用机	168
6.8.3	可预置的定时显示报警系统	169
6.8.4	交通信号灯定时控制系统	170
6.8.5	乒乓球比赛游戏机电路	172
6.8.6	数字频率计	173
6.8.7	小功率调幅高频发射机	175
6.8.8	出租汽车里程计价表	176
6.8.9	多路温度巡检仪	178

6.8.10	数字电压表	181
6.8.11	红外线数字转速表	186
6.8.12	简易开关型稳压电源	190
6.8.13	简易数控直流稳压电源	191
6.8.14	数字频率合成器	191
6.8.15	高输入阻抗放大器	194
6.8.16	温度报警器	194
6.8.17	电网电压异常报警器	195
6.8.18	音响式逻辑测试器	196
6.8.19	可编程函数发生器	196
6.8.20	高频信号发生器	197
6.8.21	可编程有源滤波器	198
6.8.22	心电波信号放大系统	199
6.8.23	ASK 调制器与解调器	200
6.8.24	无线电遥控器	200
第7章 常用电子元器件介绍		201
7.1	电阻器、电容器、电感器介绍	201
7.1.1	电阻器	201
7.1.2	电容器	203
7.1.3	电感器与变压器	205
7.2	晶体二极管、三极管介绍	206
7.2.1	晶体二极管	206
7.2.2	晶体三极管	208
7.3	常用集成电路的识别	210
7.3.1	集成电路的型号及命名	210
7.3.2	集成电路外形及引线排列	210
7.3.3	集成电路的使用方法	211
7.4	特殊器件	212
7.4.1	光电耦合器	212
7.4.2	SMT 片状元器件	213
参考文献		215

第1章 绪 论



随着科技的进步和生产技术更新速度的加快,各领域对具有综合性知识和综合职业能力的复合型人才的需求也在增加,同时,我国经济发展和产业结构的进一步调整,使得新的职业岗位不断涌现。我国入世以后,各行各业均要与国际接轨,直接参与国际竞争,而我国企业要想在国际竞争中立于不败之地,不仅要有高层次的设计、管理方面的人才,更要有大批在生产、服务、管理第一线的技术应用型人才和跨领域、跨行业、跨学科的复合型人才。因此,我国的高等职业教育更应该按照突出应用性、实践性的原则构建课程体系。对于电子类专业,更应如此。

1.1 电子线路课程设计的性质与任务

许多国家的经验表明,以教育为本,加速人才培养是实现现代化的关键。高等职业教育树立“以综合素质培养为基础,以能力培养为主线”的指导思想。加强工程实践教育,注重学生能力的培养与提高,是人才培养的最重要内容之一。我们要求从事电子技术的高职学生,不但具有更扎实、更宽广的理论知识基础,而且具有综合运用知识解决实际问题的能力与实践动手能力。

1.1.1 电子线路课程设计的性质

为适应市场经济和高职培养目标的要求,职业教育应突出对学生职业技能的培养。电子与信息技术类专业是实践性很强的学科体系,应该加强对学生实践能力的培养,只有通过各种环节实践教学,才能使高职毕业生具备较强的实践能力、熟练的职业技能、岗位适应能力和创新能力。

“电子线路”是电子信息类专业必修的一门技术基础课,是电子信息类专业十分重要的主干课程之一,是一门理论和实践紧密结合的课程。电子线路课程设计是电子线路实践性的一个体现,是高等职业教育电子与信息技术类专业一本重要的集基本技能、职业技能训练、理论知识的综合与应用于一体的教材,是对“电子线路”课程的巩固与提高。

几年来,随着我国教育体制结构的调整,高等职业教育的发展受到了用人单位和社会的广泛关注。但是,随着社会主义市场经济的发育、发展和改革开放的进一步深入,特别是人事制度与毕业生就业制度的改革,使得活跃变动的人才市场对职业教育提出了新的挑战。各行各业的竞争将更加激烈,对人才的素质、能力要求更加严格。高等职业教育肩负着培养生产、服务、管理第一线的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型专门人才的重任。高职毕业生应该具有较强的理论水平,又要有足够的实践能力。电子线路课程设计包括电路设计、印制板设计、电路的组装和调试等实践内容,其中电路设计反映学生理论知识的实际应用能



力, 扎实的电子线路理论知识是成功设计电路的基础, 课程设计不仅巩固理论知识, 同时提高学生的实践能力, 使理论和实践得到了统一。

电子线路课程设计具有三个性质: 一是实践性, 它属于实践教学环节; 二是教学性, 学生在教师指导下依据电子线路课程来学习工程设计的方法; 三是创造性, 课程设计以学生为主体, 教师只起指导作用, 设计任务主要由学生独立完成, 这样就能够调动学生的积极性, 充分发挥学生的主观能动性, 激发学生的学习热情。因此, 电子线路课程设计有利于培养学生的职业能力、创新精神、实践能力和立业创业能力。

1.1.2 电子线路课程设计的任务

随着产业技术的升级, 生产过程中技术含量越来越高, 工艺越来越复杂, 一些职业岗位对劳动者的技术水平要求也就越来越高。生产一线迫切需要懂理论、会实践的高新科学技术实践者。电子线路课程设计要求学生教师在教师指导下独立进行查阅资料、设计方案与组织实验等工作, 并写出报告。通过课程设计要使学生将学过的理论知识再创造后用于工程实际, 从而培养学生善于调查研究, 勤于创造思维, 勇于大胆开拓的学习和工作作风。电子线路课程设计的任务是使学生具备作为在电子与信息技术领域生产、服务和管理第一线工作的高级技术专门人才所需的基本理论知识、基本技能和初步职业技能, 为学生学习专业知识, 增强适应职业变化的能力打下一定的基础。

通过课程设计, 学生应了解电子产品设计与制作的一般过程, 掌握电子电路设计的基本方法和一般过程, 能用仿真软件对电子线路进行仿真设计, 能用 Protel 等软件绘制 PCB 图, 掌握电子电路调试的方法, 能正确使用电子仪器对电子电路进行调试, 能独立解决设计与调试中出现的一般问题, 能正确选用元器件与材料, 能对所设计电路的指标和性能进行测试并提出改进意见, 能查阅各种有关手册, 能正确编写设计报告。

1.2 电子产品研制的一般过程

电子产品研制的一般过程如图 1.1 所示。从市场调研到正式批量生产要经过一定的周期, 过程比较复杂, 考虑的因素也较多。在画出原理图前, 必须完成电子电路的制作, 因此它是电子产品制作的一个阶段, 其一般过程如图 1.2 所示。

电子电路设计的质量对产品性能的优劣和经济效益具有举足轻重的作用。如果设计时所采用的方法和电路不好, 选用的元器件太贵或筛选困难等, 往往会造成产品性能差、生产困难、成本高、销路不畅、经济效益低等问题, 甚至不得不重新设计, 但那时也许错失良机, 以致造成整个研制工作的失败。

工艺设计包括印制电路板的布线、编写各部件(例如插件板、面板等)之间的接线表、画出各插头、插座的接线图和机箱加工图等。

样机制作完成后, 可根据具体情况试生产若干台, 并交付使用单位试用。若发现问题, 应及时改进, 做出合格的定型产品, 再进行鉴定。在确信有令人满意的经济效益前提下, 才能投入批量生产。

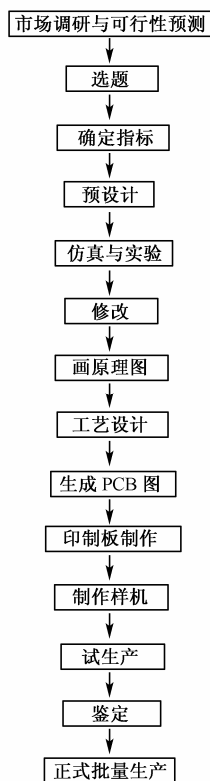


图 1.1 电子产品研制过程

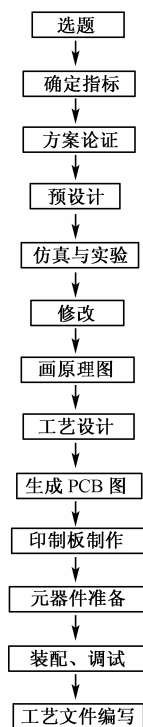


图 1.2 电子电路制作过程

1.2.1 确定电路设计指标与可行性预测

对于一个企业而言,效益是最重要的经济杠杆。没有经济效益,企业就不能生存、发展。因而,研制一个电子产品,企业领导人首先应考虑的是研制一个什么样的产品,该产品是否有市场,能否产生经济效益。所以,在选题之前一定要认真进行市场调研,了解市场需求,了解其他厂家生产的同类商品的品种、规格、式样、质量、价格、成本、利润,并分析本企业是否具备生产该产品的条件,本企业在资金、人才、工艺、技术力量、管理等方面是否具备竞争的条件。只有知彼知己,才能在商战中立于不败之地,只有充分发挥企业的优势,研制出性能更佳、性价比更高的产品,企业才能在市场经济激烈的竞争中占领一席之地。总之,一个电子产品是否有市场,前期的市场调研起着关键性的作用。

选题确定后,最先遇到的问题是确定电子电路的设计指标。提出合适的性能指标并不是一件容易的事。设计刚开始时所提出的性能指标往往可能不切实际,例如,技术上无法实现、所需的成本太高等,这些问题可能要到预设计阶段,甚至试生产或使用阶段才能被发现。因此,产品的性能指标一般要在研制过程中反复修改,才能最后确定出可以实现的性价比较高的性能指标。

1.2.2 电路设计

电路设计是电子产品研制的中心环节,对电子产品的性能、质量起着决定性作用,前期市场调研得出的可行性预测能否实现,依赖于能否设计出符合要求的电子电路,包括性能指



标能否被实现、电路设计是否合理并有竞争力、成本高低、能否有一定利润等要求。

电路设计包含确定指标、方案论证、预设计、仿真与实验、修改等过程，具体电路设计过程见第 2 章。

1.2.3 画电路图及生成 PCB 图

1. 画电路图

电路图通常是在系统框图、单元电路设计、器件选择和参数计算的基础上绘制的，它是设计制作印制板的主要依据，也是进行生产、组装、调试和维修的依据。因此，画好一张总电路图很重要。电路图画得好，不仅自己看起来方便，而且别人容易看懂，便于进行技术交流。

电路图要按照一定的原则来画。画电路图要熟悉电路原理图绘制软件的基本操作方法。常用的电子 CAD 软件很多，本书会介绍 Protel 软件包的基本使用方法，详细内容见第 5 章。

2. 生成 PCB 图

印制电路板设计是一种辛苦、繁重、耗费精力而又细致的工作，通常要经过多次反复才可完成。本课程设计所使用的课题多数比较简单，元器件的数目不是很多，印制线路板的设计不会太难，一般为单面印制板的设计，尤其是数字电路课题的印制板设计显得比较简单。

(1) 印制板布局。布局是设计电路板工作中最耗费精力的工作，往往对若干次布局进行比较才能得到一个比较满意的结果。

一个好的布局，首先要满足电路的设计性能，其次要满足安装空间的限制。在没有尺寸限制时，要使布局尽量紧凑，尽量减小 PCB 设计的尺寸，以减少生产成本。

(2) 印制板布线。布线和布局是密切相关的两项工作，布局的好坏直接影响着布线的布通率。布线受布局、板层、电路结构、电性能要求等多种因素的影响，而布线结果又直接影响电路板性能。进行布线时要综合考虑各种因素，才能设计出高质量的 PCB 图。

布线有手工布线和自动布线之分，自动布线通过计算机实现，布线效率高，但布线的效果不一定能完全满足要求，通常要与手工布线配合使用。

1.2.4 印制电路板的制作

电子技术的进步带动了电子工艺的发展，大规模集成电路、微电子技术的日趋成熟，对印制板的制造工艺和精度不断提出新的要求。印制板的品种从单面板、双面板发展到多层板、挠性板。印制板的线条越来越细，密度也越来越高。

印制板的制造工艺发展很快，新设备、新工艺相继出现。不同的印制板其工艺有所不同，但照相制版、图形转移、板腐蚀、孔金属化、金属涂覆及喷涂助焊剂等环节都是必不可少的。

工厂生产印制板批量大，质量要求高，成本也大。作为课程设计用的印制板，可提供 PCB 图由厂家生产，也可采用手工方法制作。

1.2.5 元器件的准备

电子产品制作过程中的元器件准备，除了要对元器件进行检测以判断质量好坏外，还要了解货源的采购。

由于课程设计的时间较短，不可能由学生自己去买元器件，因此一般统一由实验室提供。

元器件准备主要是能识别各种元器件，并对各元器件好坏进行检测。

1.2.6 装配、调试与指标测量

在电子产品样机试制阶段或小批量试生产时，印制板装配主要靠手工操作，其顺序是：待装元件 引线整形 插件 调整位置 剪切引线 固定位置 焊接 检验。

印制电路板的装配要按照安装的技术要求进行，具体的安装技术、安装方法等问题详见第3章。

电子设备或电子电路装配完成之后，必须通过调试才能达到规定的技术指标。调试工作包括调整和测试两个部分。调整主要是指对电路参数的调整，即对整机内可调元器件及与电气指标有关的调谐系统、机械传动部分进行调整，使之达到预定的性能要求；测试则是在调整的基础上，对整机的各项技术指标进行系统的测试，使电子设备各项技术指标符合规定的要求。

电子电路调试的一般步骤为通电前直观检查、通电检查、分块调试、整机联调。

电子产品的调试和电路的调试有共同之处，但电子产品调试的内容更多且难度更大。由于电子产品的种类繁多，电路复杂，各种产品单元电路的种类及数量也不相同，所以调试程序也不尽相同，但对一般电子产品来说，调试程序大致为：通电检查 电源调试 分级分板调试 整机联调 整机性能指标的测试 环境试验 整机通电老练 参数复调。

环境试验是检验电子产品对各种环境条件的适应能力，以检验产品在相应环境条件下正常工作的能力。环境试验有温度、湿度、振动、冲击和其他环境试验，要按技术规定进行各项试验。

整机通电老练的目的是提高电子设备的可靠性，大多数的电子设备在测试完成之后，均进行整机通电老练试验。

经整机通电老练后，整机各项技术性能指标会有一定程度的变化，通常还需进行参数复调，使交付使用的产品具有最佳的技术状态。

1.2.7 工艺技术文件的编写

设计一个优良的电子产品，其工艺设计过程非常重要。在工艺设计过程中，生产工艺应确保生产的方便、快捷，功能实施和操作要简单、先进，同时要有人性化。另外，还要处理好通用和专用问题，以保证使用的可靠性，增强通用性。工艺设计完成后，要进行工艺技术文件的编写，完善文件资料，因为技术文件是生产、试验、使用和维修的基本依据。

1.2.8 制作样机及鉴定

样机制造的主要工作是：编制产品设计工作图纸，设计制造必要的工艺装置和专用设备，试验掌握关键工艺和新工艺，制造零、部、整件与样机，对样机进行调整，进行性能试验和环境试验等。

鉴定的目的在于对试制各阶段工作做出全面的评价和结论。通过鉴定，对能否设计定型做出结论。审查时一般邀请使用部门、研究设计单位和有关单位的代表参加。重要的产品的鉴定结论要报上级机关批准。



1.3 电子线路课程设计的基本要求

1.3.1 思想要求

高等职业教育的培养目标就是要求高职毕业生既懂理论又会实践，具有较强的实践能力。因此，实践性教学环节在高等职业教育中占有重要位置。

第一，要求同学们在思想上重视课程设计，遵守课堂纪律，不迟到、不早退。个别学生上理论课不会迟到、早退，一到实习就迟到、早退，甚至旷课，这种情况屡有发生。由于学生的水平参差不齐，提前完成任务的学生要提早下课，必须经指导教师同意后才能走。电子线路课程设计是一门独立的课程，独立考核，纪律也是成绩考核中的一项。

第二，要求同学们做事认真细心，具有实事求是的科学态度、严谨负责的工作作风和吃苦耐劳的敬业精神。一个人的技术水平、业务能力固然重要，但思想素质对一个人来说同样重要。有的用人单位在挑选毕业生时首先考虑的是肯不肯干，其次才是能不能干，一个人如果很能干却不肯认真去干，这种人是不受欢迎的。因此，同学们在校期间除了学知识、学技能，还要学做人，良好的品德修养有益于人的一生，有利于同学们事业的发展。

第三，要求同学们树立安全生产意识，养成良好的职业习惯。在任何情况下，不能用手触摸带电部分来判断是否有电；开关的保险丝烧断后不能用铜、铅导线代替；更换保险丝，要先切断电源，不能带电操作；焊接时注意烙铁不能乱搁，以免烫伤自己或他人；酒精、香蕉水等易燃品不能放在明火附近；工作台面要保持干净整洁，剪下的线头要及时清理，东西不能乱堆乱放；仪器使用完毕后，记住切断电源，面板上各旋钮拨至合适的位置。

1.3.2 知识要求

电子线路课程设计是在学完《模拟电子线路》、《数字电路》课程后进行，学生已经具有一定的理论基础、实践技能和自学能力，因此，课程设计通常采用以自学为主的学习方法。在设计之前教师给予学生必要的设计思路分析与提示，主要要靠学生自己去解决问题，从而让学生在解决实际问题中得到提高。学生应开动脑筋，多思考，复习与课程设计任务有关的单元电路，理清头绪，按照电子电路的一般设计步骤进行设计。

1.3.3 技能要求

选定具体的电路后，要求学生具备以下技能：

(1) 能进行简单的电路仿真。电路仿真及参数调整主要是在电子工作平台上画电路图，会使用 EWB 中的各种仪器，并根据仪器显示的结果对电路进行修改，确定元器件的参数。

(2) 能生成简单的 PCB 图。了解印制板设计的基本知识和 Protel-PCB 的基本界面、基本操作方法，能将本课程设计的课题生成 PCB 图。

(3) 能制作简单的印制电路板。课程设计中如果只制作一个课题，建议用手工方法制作印制电路板。如果不止一个课题，建议一个课题的印制板用手工制作，其余课题的印制板提供 PCB 图由厂家生产。

通过课程设计了解手工制作印制电路板的方法和一般步骤，能用手工方法制作简单的印制电路板。

(4) 具备元器件检测能力。由于课程设计的时间较短，不可能由学生自己去买元器件，

一般统一由实验室提供，因此，元器件的准备主要是能识别各种元器件，并对各元器件的质量好坏进行检测。

(5) 具有装配、调试和指标测量的能力。在老师的指导下，掌握元器件、紧固件等装配技术，能使用电子仪器对电路进行测试，能根据要求调试出较好的性能。

(6) 具备一定的分析、总结能力，写出一份较为完备的课程设计报告。

1.4 关于电子线路课程设计的若干问题

1.4.1 电子线路课程设计与电子产品研制的差异

电子线路课程设计是根据设计的任务，由学生自己去设计电路，设计并制作印制电路板，焊接和调试电路，以达到设计任务所要求的性能指标。课程设计的步骤是：第一，根据设计指标要求查阅文献资料，大量收集接近指标要求的电路，分析比较这些电路的性能、复杂程度，再从性能、价格、实现难易程度等几方面进行方案论证；第二，确定电路，进行必要的工程估算，并适当地修改电路，确定元器件、组件的型号和数据，根据实验室备料情况进行元器件、组件的代换；第三，备料，元器件检测，完成某些非标准件的自制；第四，组装和调试。第五，书写设计报告。课程设计只是电子电路设计的一次演习，它重在基础训练，是电子产品研制的原理电路设计阶段，与研制电子产品的实际情况存在相当大的差距。

对于研制电子产品来说，选题和拟定性能指标十分重要，一般需要经过充分的调查研究才能确定，否则研制出来的产品可能没有实用价值和经济效益。而课程设计题目是由教师指定的，已经给定性能指标，学生不需进行市场调研。课程设计重在教学练习，课题中所涉及的大部分知识应是学生已经学过的，或者是电子工程技术中的常用的知识。

对于研制电子产品来说，必须考虑经济效益。在研制电子产品时，在保证性能指标前提下，应设法降低成本，因此，凡是市场上或从生产厂家可以买到的元器件都可以选用。但课程设计必须考虑元器件的通用性。考虑到课程设计时间短促，不可能由学生自己去采购元器件，而由实验室提供，但实验室备料不可能十分丰富，因此，课程设计对元器件的品种有一定限制，一般只能在规定的范围内选用元器件。另外，电子产品研制还要考虑外形设计、销售等商业性问题，因为产品要转变成商品，其最终的目的是产生经济效益。

1.4.2 电子线路课程设计报告

编写课程设计的总结报告是对学生写科学论文和科研总结报告的能力训练，通过编写设计报告，不仅把设计、组装、调试的内容进行全面总结，以提高学生的文字组织表达能力，而且也把实践内容上升到理论高度。

电子线路课程设计报告分预设计报告和设计总结报告。一般在进实验室实验或机房仿真之前要交一份预设计报告，预设计报告主要包含下列内容：

- (1) 系统框图；
- (2) 各单元电路设计与计算；
- (3) 总电路图；
- (4) 工作原理说明；
- (5) 元器件清单。



课程设计结束后要在规定的时间内交一份设计总结报告，总结报告的首页包括课题名称、课程设计时间、使用仪器及编号、学生姓名、班级和指导教师等。

设计总结报告内容包括：

- (1) 课题名称；
- (2) 内容摘要；
- (3) 设计指标（要求）；
- (4) 系统框图；
- (5) 各单元电路设计、参数计算和元器件选择；
- (6) 画出完整的电路图，并说明电路的工作原理；
- (7) 组装调试的内容，包括使用的主要仪器和仪表，调试电路的方法和技巧，测试的数据和波形并与计算结果比较分析，调试中出现的故障、原因及排除方法；
- (8) 元器件清单；
- (9) 实际 PCB 图或布线图；
- (10) 总结设计电路的特点和方案的优缺点，指出课题的核心及使用价值，提出改进意见和展望；
- (11) 心得体会；
- (12) 列出参考文献。

课程设计报告的设计观点、理论分析、方案结论、计算等必须正确，尽量做到纲目分明、逻辑清楚、内容充实、轻重得当、文字通顺、图样清晰规范。

第 2 章 电路设计及元器件的选择



2.1 电子电路系统设计的基本原则和设计内容

2.1.1 电子电路系统设计的基本原则

电子电路系统设计时应当遵守的基本原则是：

(1) 满足系统功能和性能的要求。好的设计必须完全满足设计要求的功能特性和技术指标，这也是电子电路系统设计时必须满足的基本条件。

(2) 电路简单，成本低，体积小。在满足功能和性能要求的情况下，简单的电路对系统来说不仅是经济的，同时也是可靠的。所以，电路应尽量简单。值得注意的是，系统集成技术是简化系统电路的最好方法。

(3) 电磁兼容性好。电磁兼容特性是现代电子电路的基本要求，所以，一个电子系统应当具有良好的电磁兼容特性。实际设计时，设计的结果必须能满足给定的电磁兼容条件，以确保系统正常工作。

(4) 可靠性高。电子电路系统的可靠性要求与系统的实际用途、使用环境等因素有关。任何一种工业系统的可靠性计算都是以概率统计为基础的，因此电子电路系统的可靠性只能是一种定性估计，所得到的结果也只是具有统计意义的数值。实际上，电子电路系统可靠性计算方法和计算结果与设计人员的实际经验有相当大的关系，设计人员应当注意积累经验，以提高可靠性设计的水平。

(5) 系统的集成度高。最大限度地提高集成度，是电子电路系统设计过程中应当遵循的一个重要原则。高集成度的电子电路系统，必然具有电磁兼容性好、可靠性高、制造工艺简单、体积小、质量容易控制以及性能价格比高等一系列优点。

(6) 调试简单方便。这要求电子电路设计者在电路设计的同时，必须考虑调试的问题。如果一个电子电路系统不易调试或调试点过多，这个系统的质量是难以保证的。

(7) 生产工艺简单。生产工艺是电子电路系统设计者应当考虑的一个重要问题，无论是批量产品还是样品，简单的生产工艺对电路的制作与调试来说都是相当重要的一个环节。

(8) 操作简单方便。操作简便现代电子电路系统的重要特征，难以操作的系统是没有生命力的。

(9) 耗电少。

(10) 性能价格比高。

通常希望所设计的电子电路能同时符合以上各项要求，但有时会出现相互矛盾的情况。例如，在设计中有时会遇到这样的情况：如果要想使耗电最少或体积最小，则成本高，或可