

电子创新设计与实践

DIANZI CHUANGXIN SHEJI YU SHIJIAN

王松武 于 鑫 武思军 编著

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

电子创新设计与实践

王松武 于鑫 武思军 编著

赵旦峰 主审

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

电子创新设计与实践 / 王松武等编著. —北京: 国防工业出版社, 2005. 1

ISBN 7-118-03648-X

I. 电 II. 王... III. 电子电路—电路设计—高等学校—教学参考资料 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 099685 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20½ 470 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1-4000 册 定价: 35.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: 68428422

发行邮购: 68414474

发行传真: 68411535

发行业务: 68472764

前 言

1997年,我校首次组队参加“全国大学生电子设计大赛”,由于受场地、人员、资金等方面限制,我们还没有专门开放的实验室为竞赛和学生科技活动提供环境,只能临时抽调仪器、安排房间作为场地。但大赛的结果令人鼓舞,我校有6个队参赛,获得了国家奖1项、省级奖2项的好成绩。

大赛结束后,我们发现一个问题:学生工程实践能力和创新能力的培养,仅靠计划学时内的理论与实验教学是不够的。能否建设一个开放的实验环境,学生可以从自己的兴趣、爱好和特长出发,自选题目、随时预约、独立完成系统综合性强和具有一定创意的选题;同时,可以作为学生科技开发、专题培训、各种学科竞赛和新技术讲座的环境。

基于这样的考虑,我们结合我校“国家工科基础课程电工电子教学基地”建设,通过专家论证,建立了“电子创新设计实验室”。

电子创新设计实验室采取图书馆式的开放管理模式,面向全校学生开放,支持学生题目自拟、方案自选的电子设计项目,学生可以有很大的自由度在实验室里开展电子科技活动,深受学生欢迎。“电子创新设计”已被我校教务处列为公共选修课,同时,电子创新设计实验室还承担了各类电子学科赛事的培训,6年来培养了数百名具有电子技术专才的学生。

电子创新设计、电子竞赛都是综合性较强的电子设计制作项目,相当于一项小型科研,需要较扎实的理论基础和较强的实际操作能力,学生萌生的那些创意新颖的想法很可能在这里成为现实,这是非常有吸引力的。我们看到:学生在较重的课业负担下,仍然以顽强的毅力去完成他的电子作品。在电子竞赛期间,连续工作几个昼夜,实在疲倦了,就伏案而卧休息一下,表现出了强烈的学习愿望和拼搏精神。在此期间,学生要查阅大量资料,几乎每个学生的案头都堆放着各种书籍。凡是参加电子竞赛的学生都有这样的体会:通过赛前培训和参赛,自己好像变成另外一个人,无论是基础知识还是实际动手能力都得到了质的提高。

电子创新,电子竞赛,受益者当然是学生,但从事这项工作的教师亦会从中得到锻炼,积累更多的教学经验,因此我们产生了编写教材的愿望。我们对编写这本教材充满了责任感和自信心,因为越来越多的高校和学生积极推进实验室开放,开展课外科技活动,特别地关注电子赛事,呈现了学生报名踊跃,学校组队积极的大好局面,这也是我们编写本书的初衷。

本书具有以下特点:

(1) 实用性:书中介绍的基本电路模块和设计范例都以实际应用为基础,具有实用价值。电路中元件、集成块都给出具体的型号和参数,而且集成块等器件都是当前市场上流行

的“大路货”,物美价廉,容易买到。学生在设计电路时可直接借鉴或参考。

(2) 知识性:在对电路进行分析时,尽量避免了抽象的原理分析和数学推导,侧重于电路功能、物理意义和结论的说明,使读者能快捷地了解本书的知识点。本书涵盖的知识面较宽,涉及到传感器、低频电路、数字电路、高频电路、单片机等内容,可以说本书是对上述知识的运用和“贯穿”。

(3) 趣味性:本书围绕着电子作品和电子赛事展开叙述,具有趣味性。

(4) 在编写体系上,本书各章节内容相对独立,供读者根据需要选择。

本书的第1章、第6章、第8章及第2章一部分由王松武编写;第2章、第5章、第7章由于鑫编写;第3章、第4章、附录及第7章的7.4节由武思军编写。全书由王松武统稿。在编写本书过程中,哈尔滨工程大学通信与通信工程学院赵旦峰教授审阅了书稿,对本书给予指导,在此表示感谢。

本书可作为高校电工电子类专业参考教材,可作为大学生开展课外科技活动、电子赛事培训教材,亦可作为工程技术人员、电子爱好者的参考书籍。

限于作者的水平和经验,书中难免存在不当之处,敬请专家、学者及广大读者批评指正。

本书如能为电子创新设计与实践、电子竞技、电子爱好者、电子工程技术人员提供帮助,作者将感到万分欣慰。

编者 于哈尔滨工程大学

内 容 简 介

本书编著的内容主要考虑到高校学生的需求。首先,在开放的实验环境下,学生将充分发挥主观能动性,完成综合性强的系统级电路设计与制作;其次,学生将参加各种电子赛事,要在“实战演习”中演练水平、获取佳绩,这是本书编写的初衷。不仅如此,事实上除大学生群体以外,尚有众多的电子工程技术人员也需要加强相互之间的交流,这也是我们编写本书的重要原因。

本书以电子创新设计、电子竞赛为主线,介绍了现代电子线路与系统的设计与制作。鉴于当代电子线路与系统经常采用单片机、PLD 等芯片,因此这些内容必然成为本书的侧重点。

全书共分 8 章。在编写体系上,尽量考虑到知识的连续性、系统性,本着由浅入深、循序渐进的原则,在内容上作如下安排:

第 1 章介绍电子设计与制作的原则、方法、技巧及步骤,在本章中还特别介绍了电子制作工艺的基本常识。在我国,数十年来形成一种“重线路、轻工艺”的倾向,特别在大学生中这个问题更为突出,因此有必要进行讨论。

第 2 章介绍了典型基本电路模块的设计,这些模块有的构成系统的基本单元,有的本身就是一个电子系统,电路模块在电子系统设计中经常用到。

第 3 章介绍了电子系统中必不可少的单片机。它以灵活多变的编程实现多点数据采集和控制,往往成为电子系统中的核心部件。

第 4 章介绍了 PLD 芯片的开发与设计,鉴于数字系统在电子设计中的重要地位,其核心部件 PLD 芯片的开发与应用倍受人们关注,往往成为高速数字系统的核心部件。

第 5 章介绍了各种常见的传感器及其应用,这是因为在电子系统设计中,经常涉及到拾取信号,而获取信号最基本的方式是用到各种传感器。

第 6 章介绍了电子测量技术及仪器。事实上,电子制作的过程就是一个测量过程,因此要了解和掌握基本测量技术及仪器。

第 7 章介绍了典型的设计范例,这些范例综合性强,有实用价值。

第 8 章介绍了技术报告的撰写体系、要求和撰写方法。这是完成一件电子作品的“始”与“终”。如同作文章一样,开头结尾十分重要,须认真对待。

以上各章节的内容具有相对独立性,便于读者选择阅读。

编者于
哈尔滨工程大学

目 录

第1章 电子设计与制作	1
1.1 电子设计与制作入门	1
1.1.1 开展电子设计与制作, 如何选题	1
1.1.2 开展电子设计与制作, 如何入门	2
1.1.3 电子技术平台	3
1.2 电子设计	4
1.2.1 电子设计的基本原则	4
1.2.2 电子设计的基本方法	5
1.2.3 电子设计的步骤	7
1.3 电子制作	7
1.3.1 电子工程师必须重视电子制作工艺	8
1.3.2 元器件的测试与筛选	9
1.3.3 焊接工艺	10
1.3.4 装配工艺	10
1.4 电子作品的调试与检测	11
1.4.1 电子作品的调试	11
1.4.2 电子作品的故障检修	11
第2章 基本电路模块	14
2.1 电源电路	14
2.1.1 线性稳压电路	14
2.1.2 开关稳压电路	16
2.2 基本放大电路	17
2.2.1 三极管放大电路	17
2.2.2 场效应管放大电路	20
2.3 运算放大器的应用	21
2.3.1 反相比例放大电路	22
2.3.2 同相比例放大电路	23
2.3.3 差动比例电路	24
2.3.4 仪用放大电路	24
2.3.5 加减运算电路	26

2.3.6	积分与微分电路	28
2.3.7	比较器电路	29
2.3.8	U-I 与 I-U 变换电路	29
2.3.9	运算放大器的选用	31
2.4	实用高频单元电路	35
2.4.1	高频窄带调谐式放大电路	35
2.4.2	高频宽带放大电路	37
2.4.3	高频功率放大电路	38
2.4.4	高频正弦波振荡电路	38
2.4.5	模拟乘法器	41
2.4.6	高频电路中电感线圈的制作	43
2.5	锁相频率合成器	45
2.5.1	频率合成器的基本概念	45
2.5.2	锁相环的基本原理	46
2.5.3	实现锁相频率合成的方案	47
2.5.4	实用集成锁相环芯片	47
2.6	无线发射、接收电路	52
2.6.1	无线电活动与无线电运动	52
2.6.2	无线电发信机	52
2.6.3	无线电收信机	55
2.7	遥控(测)电路	57
2.7.1	遥控(测) 电路的组成	57
2.7.2	遥控电路中的发射/接收头	58
2.7.3	多路控制中的编码/解码	58
2.7.4	常用编/解码芯片介绍	59
2.7.5	遥控通道的扩展	60
2.7.6	红外遥控和无线电遥控的对比	61
2.8	遥控电路范例	62
2.8.1	单用户、单通道遥控电路	62
2.8.2	编码遥控电路	65
2.9	基本数字电路	67
2.9.1	基本门电路及逻辑电平规范	67
2.9.2	常用数字电路芯片	71
2.9.3	555 集成电路的应用	80
2.10	模拟开关	85
2.11	直流馈电电路	87
2.11.1	供电电源的考虑	87
2.11.2	退耦滤波电路的考虑	87
2.11.3	使用“二次电源”的考虑	88

2.12 D/A 和 A/D 转换器	89
2.12.1 D/A 和 A/D 转换器简介	89
2.12.2 常用 A/D 转换器	90
2.12.3 常用 D/A 转换器	96
2.12.4 A/D 与 D/A 转换器常用的辅助电路	98
第 3 章 单片机及其指令系统	102
3.1 Mcs 51 系列单片机硬件系统	102
3.1.1 系列单片机的结构及各引脚的功能概述	102
3.1.2 MCS-51 的 RAM 空间和 ROM 空间	104
3.1.3 几种特殊功能寄存器的使用与说明	106
3.1.4 与中断有关的特殊功能寄存器	107
3.1.5 关于 MCS-51 内部定时器/计数器	108
3.1.6 关于 MCS-51 内部串行通信	110
3.1.7 MCS-51 与 LED 的接口	112
3.2 MCS-51 系列单片机的指令系统	112
3.2.1 指令系统的寻址方式	112
3.2.2 指令系统的使用要点	114
3.2.3 指令系统的分类总结	114
3.3 凌阳 SPCE061A 单片机	118
3.3.1 SPCE061A 性能及参数	119
3.3.2 SPCE061A 开发器应用	121
3.3.3 项目开发环境 IDE 使用简介	127
3.3.4 SPCE061A 程序设计	128
3.3.5 61 板简介	135
3.3.6 凌阳最小系统开发板	139
3.3.7 凌阳单片机指令集	141
3.4 MCS-51 单片机最小系统	148
3.4.1 MCS-51 单片机最小系统的组成	148
3.4.2 MCS-51 单片机最小系统示例	148
3.5 MCS-51 系列单片机仿真器的应用	151
3.5.1 仿真器的作用和硬件连接	151
3.5.2 仿真器的使用	152
3.5.3 将用户程序烧写到芯片中	162
3.5.4 常见问题解答	163
第 4 章 PLD 器件的开发和应用	165
4.1 PLD 器件概述	165
4.1.1 MAX7000 系列芯片	165

4.1.2	FLEX10K 系列芯片	166
4.2	PLD 的设计与开发	167
4.2.1	EPM7128S 的设计与开发	167
4.2.2	FLEX10K20 的设计与开发	169
4.3	PLD 最简系统的开发	173
4.3.1	FLEX10K10 通用最简系统简介	173
4.3.2	EPM7128 通用最小系统电路	175
4.3.3	CPLD 通用最简开发板	176
4.4	MAX+PLUSII 的使用	180
4.4.1	功能简介	180
4.4.2	实例操作	182
4.5	VHDL 语言简介	186
4.5.1	VHDL 语言语法结构	187
4.5.2	库、包和配置	190
4.5.3	数据类型和运算	192
4.5.4	VHDL 语言的主要描述语句	195
4.5.5	VHDL 设计实例	198
4.6	VHDL 编程实例	208
4.6.1	任意进制分频器	208
4.6.2	乐曲自动演奏电路	210
第 5 章	传感器及其应用	214
5.1	传感器的定义及特性	214
5.1.1	传感器的定义	214
5.1.2	传感器的作用	214
5.1.3	传感器的特性	214
5.1.4	传感器的分类	215
5.2	传感器外围电路的设计及应用	215
5.2.1	传感器接口电路	215
5.2.2	非线性校正	216
5.2.3	放大电路的设计	217
5.3	常用传感器典型电路	219
5.3.1	温度传感器的原理及应用电路	219
5.3.2	光敏传感器的原理及应用	222
5.3.3	气敏传感器及其应用电路	224
第 6 章	基本电子测量技术及仪器	226
6.1	电子测量及测量误差	226
6.1.1	电子测量的意义	226

6.1.2	基准和标准	226
6.1.3	测量误差的基本概念	227
6.1.4	测量误差的性质及分类	227
6.1.5	测量误差的来源	228
6.1.6	测量结果的数据处理	229
6.1.7	测量结果的图形处理	231
6.2	电子测量仪器	231
6.2.1	电子测量仪器概述	231
6.2.2	电子测量仪器的分类	232
6.3	基本测量仪器组(平台)	233
6.3.1	电压表	233
6.3.2	信号发生器	235
6.3.3	数字频率计	237
6.3.4	电子示波器	239
6.4	基本电子测量技术	243
6.4.1	电子测量技术概述	243
6.4.2	正弦稳态测试技术	244
6.4.3	方波及脉冲测试技术	246

第7章 电子设计范例

7.1	温度控制系统	249
7.2	数字存储示波器	255
7.3	简易智能电动车	271
7.4	电子设计与实践参考题目选编	288
7.4.1	基于USB端口的无线数据收发系统	288
7.4.2	利用直接频率合成技术(DDS)实现的跳频通信系统	289
7.4.3	基于超声波测距的汽车防撞技术	289
7.4.4	语音报警的温度、湿度监控仪	290
7.4.5	基于单片机的家用电器电话遥控装置	290
7.4.6	基于电力线载波的智能路灯控制系统	291
7.4.7	自动接续多分机电话机	292
7.4.8	基于单片机的无线多路遥控发射、接收系统	292
7.4.9	笔记本电脑专用无线有源音箱系统	293
7.4.10	妙趣横生的智能型声控娃娃	293
7.4.11	远距离无线编码防盗报警系统	294
7.4.12	蔬菜大棚综合自动控制系统	294
7.4.13	会说话的数字万用表	295
7.4.14	受电话铃声控制的台灯	295
7.4.15	学生公寓用电自动控制系统	295

7.4.16	智能型随机检测客车超载系统	296
7.4.17	环保型烟缸告诫电路	296
7.4.18	酗酒驾车检测及自动停车系统	296
7.4.19	直接数字频率合成器 (DDS)	297
第 8 章	科技写作基本知识	298
8.1	科技写作概论	298
8.1.1	科技写作的性质与功能	298
8.1.2	科技写作的基本特征	299
8.1.3	学习科技写作的意义	299
8.1.4	科技写作的分类	300
8.2	科技论文写作	301
8.2.1	科技论文概述	301
8.2.2	科技论文的编写格式	302
8.3	科技报告的写作	306
8.3.1	科技报告的定义	306
8.3.2	科技报告的特点	306
8.3.3	科技报告的类型	306
8.3.4	电子设计竞赛技术报告的撰写	306
8.3.5	实验报告的撰写格式	310
附录 A	芯片封装形式	311
A.1	DIP 双列直插式封装	311
A.2	QFP 塑料方型扁平式封装和 PFP 塑料扁平组件式封装	311
A.3	PGA 插针网格阵列封装	311
A.4	BGA 球栅阵列封装	312
A.5	CSP 芯片尺寸封装	313
A.6	MCM 多芯片模块	313
附录 B	常用的网站	314
B.1	著名搜索引擎	314
B.2	常用电子网站	314
B.3	著名电子公司网站	315
B.4	著名电子杂志首页	315
参考文献		316

第 1 章 电子设计与制作

1.1 电子设计与制作入门

1.1.1 开展电子设计与制作, 如何选题

首先解释一下什么是电子设计与制作。这里提及的电子设计与制作, 是指在业余条件下, 设计某一电子题目, 并把它组装调试出来。为什么说是在业余条件下呢? 因为在业余条件下开展电子设计与制作, 属于趣味制作和学习的层面(在高校, 常称为学生课外科技活动), 不必考虑电子设计与制作中涉及的一些标准和商品化问题。例如一件商品化的电子产品, 除对它的外观和成本有要求外, 还要求它的电路板尺寸很小、元件很紧凑。厂商在定型设计时可以考虑采用贴片元件、多层电路板等, 但在业余条件下可以不必对此刻意地追求。这并不等于说业余条件下可以任意放宽要求, 电子设计与制作, 在业内有其自身的、通常为人们所认可的规则, 这是应该遵守的。

业余条件下的电子设计与制作的难易程度如何掌握? 设计与制作的规模有多大? 据近年来指导学生进行的课外科技活动看, 选题应具有这样的特点:

(1) 选题应新颖, 实用性强, 具有一定的趣味性。选题完成后如有可能, 可实现商品化, 转化为产品, 或申请专利。

(2) 选题应包括硬件设计和软件设计的内容, 且硬件内容应多于软件内容。这样既能锻炼学生硬件设计的水平, 又能锻炼学生软件编程技巧、芯片开发的能力。

(3) 选题应综合性强, 能够涵盖模拟电路、数字电路, 而且一般都需要用单片机作为控制核心或处理信号, 或者用 PLD 等新器件来实现。这种综合电子系统的设计与制作能提高学生系统级电路的设计水平。

(4) 选题的难易程度应低于毕业设计的题目。这样可以在不加重学生课业负担的基础上, 既丰富了学生的课余生活, 又锻炼了学生的能力。

(5) 如果想通过完成选题在全国“挑战杯”科展上拿名次, 选题应有创新点, 有特色。什么是特色? 特色就是人无我有, 人有我新, 而且选题比较复杂, 很可能是机电结合型的。

开展电子设计与制作是实践性很强的项目, 最好是在开放的实验环境下, 支持学生题目自拟、方案自选的电子设计项目。有许多学生, 他们思想活跃, 萌生了很多设想, 有的学生甚至在读高中时就对电子情有独钟, 他们要亲自动手设计电路并调试出来, 这当然是最好的选择了; 但有些学生一时拿不出好题目, 这时指导教师可以为他们提供参考题目, 这些题目的来源很多, 如全国大学生电子设计竞赛题目, 都是经典的选题; 还有的学生“初学乍练”, 感到自己设计电路尚有困难, 不妨选择现成的电路进行制作并调试, 这也不失为一种入门的选择。电子设计与制作魅力无穷、趣味横生、致力实践、大展宏图。但是, 初次涉足电子设

计与制作领域会感到很困惑,不知从哪儿下手,怎样才能入门呢?

1.1.2 开展电子设计与制作,如何入门

在大学里,仅仅依靠计划内的理论和实验学时培养实践操作能力是不够的,特别是实践课程,往往按照实验指导书按部就班地去执行,这样会限制学生的创新能力和特长发挥。但是,在面向大多数学生的技术基础课程教学中,这种形式是十分必要的,它将为学生学习基础理论提供坚实的支撑。学生的创新能力和个性发展,可望通过课外电子设计与制作解决。那么,学生什么时候介入电子设计与制作为好呢?我们认为:对于初中、高中就爱好电子制作的学生,大一下学期就可以开展电子设计与制作;对于原本没有这方面爱好和基础的学生,可以在大二下学期参与此项活动。这里澄清一个误区:不要以为把技术基础课都学完了才可参与电子设计与制作。在这个问题上是可以打破常规的,而且介入得越早,获得的实践能力越强。那么,如何才能尽快地入门呢?以下几个方面值得考虑。

1. 兴趣是最好的老师

当你报考大学选择了电子类专业时,说明你对电子类专业感兴趣,也预示着你将在这个领域中拼搏。何况电子类专业是经久不衰的热门专业,在高考中考分需要高出几段才能入围。在相当长的历史阶段中,IT产业、电子信息工程、应用电子技术、通信等领域都将作为我国国民经济的支柱产业。因此,在电子类专业学习的学生,没有理由不热爱自己的专业。“兴趣是最好的老师”,这是一种通俗的说法。对专业感兴趣就会很快地进去,你会把本专业知识作为取之不尽、用之不竭的源泉;假如你对本专业尚不了解,那就需要你在学习中有意识地培养专业兴趣,因为电子专业是块充满神奇的土地,需要有志者去开发耕耘。凭着你对电子专业的兴趣和不懈的追求,你在这个领域一定是优秀的。

2. 勤于动手是最好的途径

电子设计与制作是实践性很强的项目。特别是各种电子赛事,引领了电子设计与制作的方向,电子设计与制作正沿着实用性、知识性、综合性、趣味性的方向发展。人们常说“学以致用”,但“学”和“用”毕竟有一定差距。以单片机课程为例,这门课必须联系实际。如果仅限于课上讲了单片机原理、指令、编程,如果不去结合某一命题开发单片机,就等于这门课程没有学习,只会给人们留下枯燥乏味的记忆。在实施设计与制作中,往往有许多技巧和经验,举一个运算放大器的例子:按照理论分析,只要比例电阻选定后,就可决定运放的放大倍数,计算结果十分明确。而事实并非如此,需要用理论计算和实验调整方式选取比例电阻,这样才能获得切合实际的放大倍数;此外,在实际应用中还要考虑输入电阻问题,单、双电源供电问题等等。至于单片机,更需要在实践中通过灵活的编程、仿真、开发、运行调试来掌握它。有经验的人常说:不编写和运行几百条以至于上千条的程序,就不能说掌握了单片机,因此勤于动手是电子设计与制作的最好途径。据我们的经验,对于初学者来说,要完成一个“全国大学生电子竞赛”级的题目,如果每天花费2h的时间,需要3个月才能完成。当你认认真真地走了这个“过场”,你会感到自己变充实了,已经突破误区,走向成功。

3. 交互学习是最好的方式

许多高校都建立了开放的实验环境,为学生开展课外科技活动创造条件,选派优秀教

师参与指导。高校的许多教师,具有扎实的基础理论和丰富的实际经验,他们会毫无保留地将知识传授给学生。但是教师要面向众多的学生,教师本身还担负较多的工作,个别指导显然有一定困难,最好的方式是学生间交互学习。比如:初学者可以请教有经验的学生,低年级的学生可以请教高年级的学生。因为学生经常接触,沟通起来有共同语言,相互交流既方便又容易。为了使学生课外科技活动有序地进行,我们常常把学生编组,每2人~4人为一组,自愿组合,然后指定一名高年级的学生辅导他们。这样在组内,学生可以相互学习、分工配合,还能与负责指导的学生交流,效果非常好,值得提倡。

1.1.3 电子技术平台

这里构建电子技术平台是站在宏观的角度,领会从事电子设计与制作所涵盖的知识层面,可以开阔人的视野,使人们联想到知识的融汇贯通,因此电子技术平台具有一定的启迪性。

电子技术平台由硬件环境和软件环境所组成:

硬件平台

电路、信号、电子技术基础: 含低频电路、高频电路、信号分析与处理知识;典型的单元电路、集成芯片及其应用。例如:各种运算放大器;555 定时器、各种计数器、译码驱动器、显示器;A/D、D/A 变换器芯片;发射、接收、锁相环芯片等。

可编程 CPLD、FPGA 芯片: 可进行灵活的编程和下载,具有可重用性、可组合性,可设计并下载系统级的数字电路;可以构建高速电子电路,可用于前端电路。

微控制器 MCU (单片机): 可通过灵活的编程改变其功能,处理速度较慢,但接口丰富,常常作为综合电子系统的控制核心。

专用芯片 ASIC: 为完成某一特定功能制定的芯片。如图像压缩芯片,可以使图像信息在电话线中传输;移动通信中的射频、音频接口芯片等。

数字信号处理器 DSP: DSP 芯片由于其特殊的设计结构,使数字信号处理理论建立的算法得以实时运行,并逐步进入 MCU 的应用领域。从某种意义上讲,DSP 可视为一种处理速度更快的 MCU,能对数据进行采集处理,具有很好的发展前景。

汇编语言: 它是最简单、最基本、最实用的语言,也是一种低级语言,速度快,可直接控制硬件,在单片机开发中广为应用。

C 语言: 作为一种通用的高级语言,可大幅度地提高单片机的应用系统开发效率。C 语言程序便于移植和修改,能提供处理复杂的数据类型,增强了程序处理能力和灵活性。但用 C 编译器生成的代码效率较低并且执行时间较长,影响速度。

MATLAB 语言: 是一种具有强大的数学运算和图形功能的语言,它的应用范围几乎涵盖了所有的科学和工程计算领域;应用 MATLAB 工具箱还能进行系统级的模拟分析。因此它是集编程和 EDA 仿真于一体的语言。

VHDL 语言: 超高速集成电路硬件描述语言,它是开发、烧制大规模集成电路的语言,是各大半导体公司开发产品的有力工具。

EDA 仿真软件: 现在市面上流行各种版本的 EAD 仿真软件,是电路或系统设计的有力工具。常见的 EDA 软件有:虚拟电子实验台 EWB,主要用于电路、低频模拟电路、简单数字电路的仿真设计;通用电路分析软件 PSPICE,用于高频电路的仿真设计;再有就是各著名的器件生产商推出的适合于本厂商器件的仿真软件,如 Xilinx 公司的 Foundation, Altera 公司的 MAXPLUSII, Lattice 公司的 Synario 等,在电子设计中都比较常用。

软件平台

1.2 电子设计

当你拿到一份命题或任务书,就要按照给定的技术要求实施设计,电子设计是否正确合理关系到电子作品的质量,因此电子设计是首先介入的、对以后产生影响的重要环节。

所谓电子设计,就是依据事先提供的技术指标和功能,综合运用电子技术平台所提供的知识,对电路进行硬件、软件设计,达到用最少的、最节省的器件,实现电路的功能。事实上电子设计如同写文章一样,仍然是“纸上谈兵”,但这绝非空谈,因为电子设计要遵循一定的规律,要进行工程计算。电子设计是电子制作的基础,电子设计是否成功,还要通过组装、调试来检验,在调试阶段还要修改设计。

严格讲,电子设计应涵盖电路设计和工艺设计两部分。在业余条件下,对工艺设计要求并不那么严格、规范,因此电子设计往往泛指电路设计。本节将讨论电子设计的相关问题。

1.2.1 电子设计的基本原则

电子设计最基本的原则应该是使用最经济的资源实现最好的电路功能。在这一基本原则下,正确处理以下关系:

1. 尽量提高性价比

一个电子作品,可能有多种设计方案,在设计时,应尽量提高性价比。例如设计一个电子计数器,用PLD器件7128和单片机都能实现,但采用7128就显得浪费,因为7128约80元一片,而51单片机约8元一片。也就是说,7128可以用来设计较大的数字系统,用它来设计电子计数器是大材小用。再者,在一般的放大电路中,能用普通运放就不必采用高精度运放;能用8位单片机实现功能,就不必采用16位单片机。

2. 设计中的“软”与“硬”

设计中,能用软件编程实现的功能,就不要用硬件电路来实现,这实质上也是在追求性价比。仍以电子计数器为例,有现成的电子计数芯片7226,40脚封装,如果用7226来实现,不但价格高,电路也复杂。如果用单片机来实现,在计数频率不高的情况下,只要利用其丰富的指令系统对其编程开发,不但实现电子计数功能,还能扩展其他功能,如键盘管理、自动测试、实时时钟显示,而这些功能并不增加硬件成本。

3. 设计中的“简”与“繁”

如上所述,所设计的电路能用软件实现的就不用硬件,在非用硬件不可的情况下,也应尽量简化电路。例如:能用集成块就不用分立元件,能用单电源供电就不用双电源。对于组合逻辑电路,可借助于逻辑表达式、卡诺图等工具化简。提倡“简”的最终目的是使设计的电路简单明了,也简化了工艺设计和组装调试,电路可靠性高、成本低。

4. 采用器件的考虑

电子设计中涉及到许多器件,在选择器件时主要考虑规格、型号、报价、性能甚至厂商,以下几个问题值得注意:

(1) 电子器件的更新换代非常快,新器件不断进入电子市场,而且新器件为了抢占市场,往往价位定得较低。在电子作品中,鼓励采用新技术、新工艺、新器件,电子作品采用较多的新器件,说明该作品有创新。

(2) 应选择当前流行的“大路货”。有些“大路货”器件,如51系列单片机、555时基块、三端稳压器等占据市场经久不衰,价格低廉,很容易买到。

(3) 应尽量选用现成的模块或组件。模块或组件实际上是半成品或成品,是器件开发商推出的实现某一功能的电路,内部已组装完成,对外只有几个引脚,如电源、地、输出、输入,称之为“傻瓜”集成电路。“傻瓜”集成电路价位低廉,使用方便,很受欢迎。

1.2.2 电子设计的基本方法

1. 综合电子系统的分级

电子设计与制作的选题,通常是综合性强的电子系统,只有选择这样的系统,才能提升学生的水平和能力。为了说明综合电子系统设计的基本方法,通常将电子系统分成四级:系统级、子系统级、单元级、元件级,如图1.1所示。一个系统可能挂若干个子系统,而每个子系统可能挂若干个单元,而且上级涵盖下级,层次分明。以“人体脉搏测量系统”为例,其基本组成如图1.2所示。整体上可视为系统级,如以虚线为界,虚线左边和右边分别为两个子系统,这两个子系统可分别称为“信号处理”和“单片机控制”子系统,每个子系统又包含了几个单元。单元通常是一个独立的电路,每个单元显然由电子元器件组成,这就是最底层元件级。

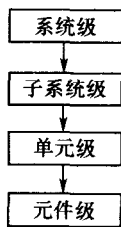


图 1.1 综合电子系统分级

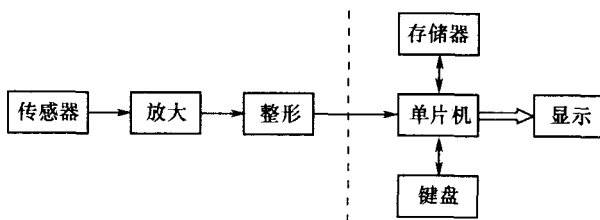


图 1.2 人体脉搏测量系统

当然也有例外,当采用大规模集成电路时,级(层)的划分并不分明显,可灵活理解和处置。

2. “自顶向下”的设计方法

通常在学习知识时,往往是依“自底向上”的顺序。例如学习数字电路这门课,是从二极管、三极管开关开始,逐步学习逻辑单元,然后学习组合逻辑和时序逻辑,最后才学习大规模集成电路和数字系统。而“自顶向下”法则与学习的过程相反,它是从系统层面展开设计。这种方法的优点是能站得高、看得远,把握系统设计的主线,思路很清晰。

本设计方法是从系统的组成开始设计,然后进行系统级设计,单元级设计,最后落实到选择什么器件和芯片。

使用“自顶向下”的设计方法时应注意以下几点:

- ① 在进行系统级设计时,要抓主要矛盾,不必过多地考虑底层选择什么电路、选什