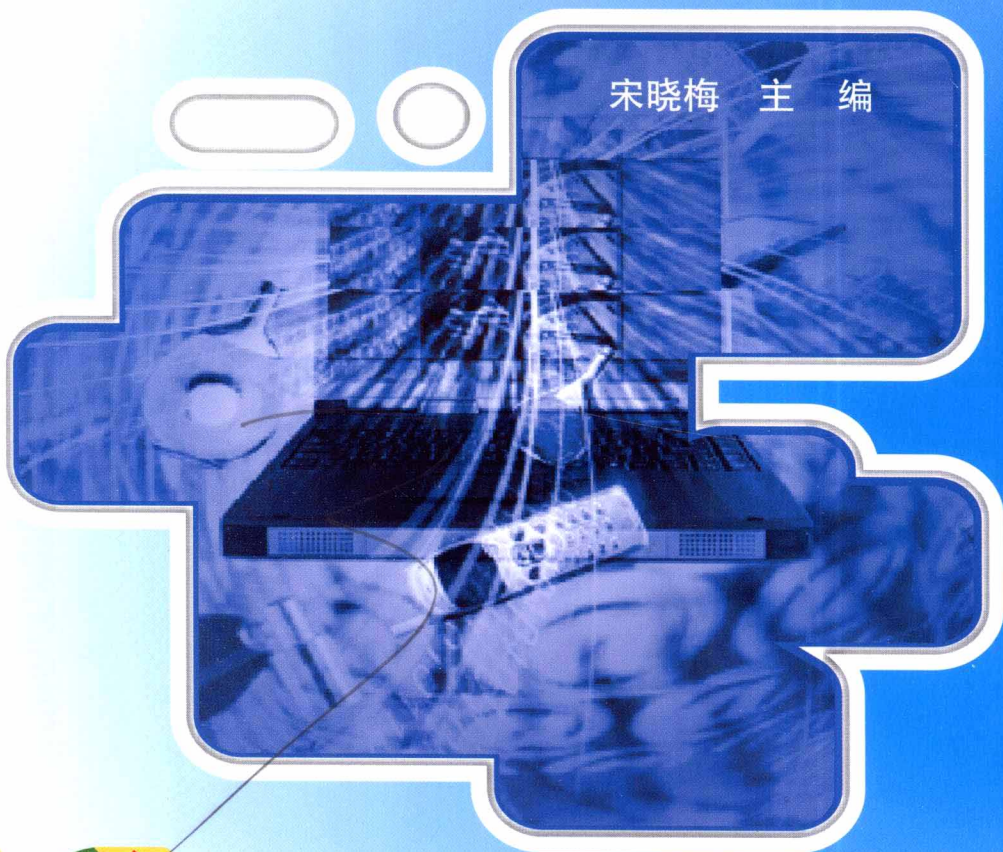




21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

现代电子系统设计教程

宋晓梅 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

现代电子系统设计教程

主 编 宋晓梅

副主编 卫建华 朱 磊 李晓东



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书结合教学实际,以典型的案例导入教学,循序渐进地阐述了电子系统的常用电子元器件、电子系统设计的常用软件工具、可编程逻辑器件应用系统设计、DSP 应用系统设计、基于 LPC2292 ARM 应用系统设计、电子系统的设计与实现。本书通过大量的设计实例来阐述电子系统的基本概念和设计方法,增强了读者对生产和生活中电子系统设计领域的感性认识;精心设置了“小知识”栏目和创新型研究习题,开拓了读者的视野,有利于提高读者解决实际应用问题的能力。

本书适合作为本科电气信息相关专业电子系统设计或综合实验课程的教材,也可作为毕业设计的教学参考资料。此外,本书还适合作为本科高年级学生在步入相关工作岗位前的技能实战训练用书,也可作为大学生电子设计竞赛等实践环节的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代电子系统设计教程/宋晓梅主编. —北京:北京大学出版社, 2011.2

(21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-18496-7

I. ①现… II. ①宋… III. ①电子系统—系统设计—高等学校—教材 IV. ①TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 011794 号

书 名: 现代电子系统设计教程

著作责任者: 宋晓梅 主编

策 划 编 辑: 姜晓楠 程志强

责 任 编 辑: 姜晓楠

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-18496-7/TN · 0067

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 447 千字

2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

现代电子技术的发展对培养具有电子系统设计开发能力,适应专业领域需要的电气信息类工科大学生提出了迫切的要求。现代电子技术的进步使得电子系统的设计概念和手段在不断地更新,因此要求相关专业的教学与实验条件和方法也要与时俱进,不断改进。本书对现代电子系统设计的概念和方法进行了较为完整的描述,通过大量的设计实例对每种常用的设计方法进行了详细的论述,具有一定的理论深度,内容力求新颖、翔实、便于阅读、具有指导性。

全书共分6章,绪论中对现代电子系统的概念进行了论述;第1章和第2章对电子系统设计中的常用硬件和软件设计环境进行了介绍;第3~5章通过实例分别对常用可编程逻辑器件(FPGA)、数字信号处理器(DSP)、嵌入式系统(ARM)的设计思想和方法进行了详细的描述;第6章介绍了电子系统在制作与调试过程中的要求和注意事项。

全书在章节设置上力求模块化,章节内容之间相对独立。读者可根据自身情况选择学习和实验,而跳过的章节不会影响书中其他章节内容的学习。需要指出的是,本书所涉及的各种器件的应用描述重点在系统设计上,而对器件本身完整的描述则需要读者参考相关技术资料。

本书为编者根据长期教学和科研经验积累所编写而成。宋晓梅任主编并编写了绪论内容,卫建华编写了第1~3章,朱磊编写了第4章,李晓东编写了第5章和第6章。书中的实例都是可以按相关描述实现的,读者可参考其思路采用不同的方法进行实践。

本书可作为相关课程的教材。此外,本书还适合作为本科高年级学生在步入工作岗位前的技能实战训练用书,也可作为大学生电子设计竞赛等实践环节的参考用书。对将要读研究生的学生来说,本书也是巩固专业基础,培养科研能力的指导教材。读者在使用本书时应注重自学、多实践。相信读者如果坚持不懈,通过练习,在电子系统设计能力及专业素养方面一定会有所收获。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不当之处,敬请广大读者指教。

如需本书电子课件和习题答案等教学参考资料,请登录<http://www.pup6.com> 下载。

编 者

2010年11月

北京大学出版社电气信息类教材书目(已出版)

欢迎选订

序号	标准书号	书名	编著者	定价
1	978-7-301-10759-1	DSP 技术及应用	吴冬梅 张玉杰	26
2	978-7-301-10760-7	单片机原理与应用技术	魏立峰 王宝兴	25
3	978-7-301-10765-2	电工学	蒋 中 刘国林	29
4	978-7-301-10766-9	电工与电子技术(上册)	吴舒辞 朱俊杰	21
5	978-7-301-10767-6	电工与电子技术(下册)	徐卓农 李士军	22
6	978-7-301-10699-0	电子工艺实习	周春阳	19
7	978-7-301-10744-7	电子工艺学教程	张立毅 王华奎	32
8	978-7-301-10915-6	电子线路 CAD	吕建平 梅军进	34
9	978-7-301-10764-1	数据通信技术教程	吴延海 陈光军	29
10	978-7-301-10768-3	数字信号处理	阎 毅 黄联芬	24
11	978-7-301-10756-0	现代交换技术	茅正冲 姚 军	30
12	978-7-301-10761-4	信号与系统	华 容 隋晓红	33
13	978-7-301-10762-5	信息与通信工程专业英语	韩定定 赵菊敏	24
14	978-7-301-10757-7	自动控制原理	袁德成 王玉德	29
15	978-7-301-16520-1	高频电子线路(第2版)	宋树祥 周冬梅	35
16	978-7-301-11507-7	微机原理与接口技术	陈光军 傅越千	34
17	978-7-301-11442-1	MATLAB 基础及其应用教程	周开利 邓春晖	24
18	978-7-301-11508-4	计算机网络	郭银景	31
19	978-7-301-12178-8	通信原理	隋晓红 钟晓玲	32
20	978-7-301-12175-7	电子系统综合设计	郭 勇 余小平	25
21	978-7-301-11503-9	EDA 技术基础	赵明富 李立军	22
22	978-7-301-12176-4	数字图像处理	曹茂永	23
23	978-7-301-12177-1	现代通信系统	李白萍 王志明	27
24	978-7-301-12340-9	模拟电子技术	陆秀令	28
25	978-7-301-13121-3	模拟电子技术实验教程	谭海曙	24
26	978-7-301-11502-2	移动通信	郭俊强 李 成	22
27	978-7-301-11504-6	数字电子技术	梅开乡	30
28	978-7-301-10597-5	运筹学	徐裕生 张海英	20
29	978-7-5038-4407-2	传感器与检测技术	祝诗平	30
30	978-7-5038-4413-3	单片机原理及应用	刘 刚 秦永左	24
31	978-7-5038-4409-6	电机与拖动	杨天明 陈 杰	27
32	978-7-5038-4411-9	电力电子技术	樊立萍 王忠庆	25
33	978-7-5038-4399-0	电力市场原理与实践	邹 斌	24
34	978-7-5038-4405-8	电力系统继电保护	马永翔 王世荣	27
35	978-7-5038-4397-6	电力系统自动化	孟祥忠 王 博	25
36	978-7-5038-4404-1	电气控制技术	韩顺杰 吕树清	22
37	978-7-5038-4403-4	电器与 PLC 控制技术	陈志新 宗学军	38
38	978-7-5038-4400-3	工厂供电电	王玉华 赵志英	34
39	978-7-5038-4410-2	控制系统仿真	郑恩让 聂诗良	26
40	978-7-5038-4398-3	数字电子技术	李 元 张兴旺	27
41	978-7-5038-4412-6	现代控制理论	刘永信 陈志梅	22
42	978-7-5038-4401-0	自动化仪表	齐志才 刘红丽	27
43	978-7-5038-4408-9	自动化专业英语	李国厚 王春阳	32
44	978-7-5038-4406-5	集散控制系统	刘翠玲 黄建兵	25
45	978-7-5038-4402-7	传感器基础	赵玉刚 邱 东	23
46	978-7-5038-4396-9	自动控制原理	潘 丰 张开如	32
47	978-7-301-10512-2	现代控制理论基础(国家级十一五规划教材)	侯媛彬	20
48	978-7-301-11151-2	电路基础学习指导与典型题解	公茂法 刘 宁	32
49	978-7-301-12326-3	过程控制与自动化仪表	张井岗	36
50	978-7-301-12327-0	计算机控制系统	徐文尚	28
51	978-7-5038-4414-0	微机原理及接口技术	赵志诚 段中兴	38

序号	标准书号	书名	编著者	定价
52	978-7-301-10465-1	单片机原理及应用教程	范立南	30
53	978-7-5038-4426-4	微型计算机原理与接口技术	刘彦文	26
54	978-7-301-12562-5	嵌入式基础实践教程	杨 刚	30
55	978-7-301-12530-4	嵌入式 ARM 系统原理与实例开发	杨宗德	25
56	978-7-301-13676-8	单片机原理及应用及 C51 程序设计	唐 颖	30
57	978-7-301-13577-8	电力电子技术及应用	张润和	38
58	978-7-301-12393-5	电磁场与电磁波	王善进	25
59	978-7-301-12179-5	电路分析	王艳红	38
60	978-7-301-12380-5	电子测量与传感技术	杨 雷 张建奇	35
61	978-7-301-14461-9	高电压技术	马永翔	28
62	978-7-301-14472-5	生物医学数据分析及其 MATLAB 实现	尚志刚 张建华	25
63	978-7-301-14460-2	电力系统分析	曹 娜	35
64	978-7-301-14459-6	DSP 技术与应用基础	俞一彪	34
65	978-7-301-14994-2	综合布线系统基础教程	吴达金	24
66	978-7-301-15168-6	信号处理 MATLAB 实验教程	李 杰 张 猛 邢笑雪	20
67	978-7-301-15440-3	电工电子实验教程	魏 伟 何仁平	26
68	978-7-301-15445-8	检测与控制实验教程	魏 伟	24
69	978-7-301-04595-4	电路与模拟电子技术	张绪光 刘在娥	35
70	978-7-301-15458-8	信号、系统与控制理论(上、下册)	邱德润 等	70
71	978-7-301-15786-2	通信网的信令系统	张云麟	24
72	978-7-301-16493-8	发电厂变电所电气部分	马永翔 李颖峰	35
73	978-7-301-16076-3	数字信号处理	王震宇 张培珍	32
74	978-7-301-16931-5	微机原理及接口技术	肖洪兵	32
75	978-7-301-16932-2	数字电子技术	刘金华	30
76	978-7-301-16933-9	自动控制原理	丁 红 李学军	32
77	978-7-301-17540-8	单片机原理及应用教程	周广兴 张子红	40
78	978-7-301-17614-6	微机原理及接口技术实验指导书	李干林 李 升	22
79	978-7-301-12379-9	光纤通信	卢志茂 冯进玫	28
80	978-7-301-17382-4	离散信息论基础	范九伦	25
81	978-7-301-17677-1	新能源与分布式发电技术	朱永强	32
82	978-7-301-17683-2	光纤通信	李丽君 徐文云	26
83	978-7-301-17700-6	模拟电子技术	张绪光 刘在娥	36
84	978-7-301-17318-3	ARM 嵌入式系统基础与开发教程	丁文龙 李志军	36
85	978-7-301-17797-6	PLC 原理及应用	缪志农 郭新年	26
86	978-7-301-17986-4	数字信号处理	王玉德	32
87	978-7-301-18131-7	集散控制系统	周荣富 陶文英	36
88	978-7-301-18285-7	电子线路 CAD	周荣富 曾 技	41
89	978-7-301-16739-7	MATLAB 基础及应用	李国朝	39
90	978-7-301-18352-6	信息论与编码	隋晓红 王艳营	24
91	978-7-301-18260-4	控制电机与特种电机及其控制系统	孙冠群 于少娟	42
92	978-7-301-18493-6	电工技术	张 莉 张绪光	26
93	978-7-301-18496-7	现代电子系统设计教程	宋晓梅	36

电子书(PDF 版)、电子课件和相关教学资源下载地址: <http://www.pup6.com/ebook.htm>, 欢迎下载。
 欢迎免费索取样书, 请填写并通过 E-mail 提交教师调查表, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/教师信息调查表 excel 版.xls>, 欢迎订购。联系方式: 010-62750667, pup6_czq@163.com, lihu80@163.com, anna-xiaonan@sohu.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信。

目 录

绪论	1	2.2 电路仿真软件 Multisim	70
0.1 电子系统概述	1	2.2.1 Multisim 11 主要功能	71
0.2 电子系统的分类与组成	1	2.2.2 Multisim 11 主要操作方法	72
0.3 现代电子系统的设计步骤	2	2.3 单片机虚拟仿真软件 Proteus	82
0.4 电子系统设计的方法和原则	5	2.3.1 Proteus 主要功能	82
第 1 章 常用电子元器件	8	2.3.2 Proteus 主要操作方法	82
引言	9	小结	91
1.1 电子元器件概述	10	习题	92
1.2 电阻器和电位器	12	第 3 章 可编程逻辑器件应用	
1.2.1 电阻器	12	系统设计	96
1.2.2 电位器	15	引言	97
1.2.3 电阻器和电位器的型号命名、		3.1 可编程逻辑器件应用系统设计概述	98
标志内容及方法	17	3.1.1 可编程逻辑器件的发展	
1.3 电容器和电感器	21	现状及趋势	98
1.3.1 电容器	21	3.1.2 常用可编程逻辑器件	101
1.3.2 电感器	26	3.2 可编程逻辑器件的相关软件	102
1.4 半导体分立器件和集成电路	28	3.2.1 Quartus II	102
1.4.1 半导体分立器件	28	3.2.2 Nios II	104
1.4.2 集成电路	37	3.2.3 DSP Builder	106
小结	49	3.2.4 ModelSim	106
习题	50	3.2.5 ISE	107
第 2 章 电子系统设计的常用		3.3 可编程逻辑器件的应用设计实例	107
软件工具	53	3.3.1 基于 CPLD 的 USB Blaster	
引言	54	实例	107
2.1 电子线路设计软件 Altium Designer ..	56	3.3.2 基于 FPGA 的典型开发系统	
2.1.1 Altium Designer 的主要性能 ..	57	设计实例——函数信号	
2.1.2 Altium Designer 预备知识	59	发生器	114
2.1.3 Altium Designer 设计管理器 ..	65	小结	127
2.1.4 Altium Designer 原理图		习题	128
设计系统	65	第 4 章 DSP 应用系统设计	131
2.1.5 Altium Designer 电路原理图		引言	132
设计及 PCB 设计	67	4.1 DSP 应用系统设计概述	133
		4.1.1 DSP 的特点	133



4.1.2 DSP 的选型	136	第 5 章 基于 LPC2292 ARM 应用	
4.1.3 DSP 应用系统的构成与开发		系统设计	219
设计过程	138	引言	220
4.2 DSP 软件开发环境 CCS 的使用	141	5.1 嵌入式应用系统设计概述	221
4.2.1 CCS 简介	141	5.1.1 嵌入式系统概述	221
4.2.2 CCS Simulator 实例	146	5.1.2 嵌入式系统的组成结构	225
4.2.3 CCS Emulator 实例	152	5.1.3 嵌入式系统硬件组成	226
4.3 TMS320VC5416 最小系统		5.2 ARM 微处理器介绍	228
设计实例	158	5.2.1 ARM 微处理器	228
4.3.1 TMS320VC5416 最小系统		5.2.2 ARM7 微处理器	229
功能描述与设计思路	158	5.2.3 ARM 处理器的指令系统	232
4.3.2 TMS320VC5416 最小系统		5.3 Keil μ Vision3 MDK 集成开发	
硬件设计	159	环境介绍	234
4.3.3 TMS320VC5416 最小系统		5.3.1 Keil μ Vision3 集成开发软件的	
测试软件设计	166	特点	234
4.3.4 TMS320VC5416 最小系统		5.3.2 Keil μ Vision3 软件的安装 ...	235
软硬件联合调试	176	5.3.3 工程创建及调试过程	235
4.4 TMS320VC5416 扩展系统		5.4 NXP ARM 芯片 LPC2292 介绍	235
设计实例	177	5.4.1 LPC2292 芯片的技术特点 ...	235
4.4.1 TMS320VC5416 扩展系统		5.4.2 LPC2292 芯片的系统架构 ...	236
功能描述与设计思路	178	5.4.3 LPC2292 芯片的片上外设 ...	238
4.4.2 TMS320VC5416 扩展系统		5.5 LPC2292 最小系统硬件设计	242
硬件设计	178	5.5.1 最小系统设计	242
4.4.3 TMS320VC5416 扩展系统		5.5.2 存储器接口设计	247
测试软件设计	187	5.5.3 其他接口设计	249
4.4.4 TMS320VC5416 扩展系统		5.6 LPC2292 最小系统的软件开发及	
软硬件联合调试	207	基础实验	252
4.5 TMS320VC5416 串行 EEPROM		5.6.1 创建流水灯工程项目	252
自举设计实例	211	5.6.2 编译链接工程	258
4.5.1 TMS320VC5416 串行 EEPROM		5.6.3 调试仿真	259
自举的设计思路	211	5.6.4 FLASH 编程	264
4.5.2 TMS320VC5416 串行 EEPROM		5.6.5 目标板验证	265
自举的硬件设计	212	5.7 LPC2292 的嵌入 μ C/OS-II	
4.5.3 TMS320VC5416 串行 EEPROM		移植试验	266
自举的软件设计	212	5.7.1 μ C/OS-II 在 LPC2292 上的	
4.5.4 TMS320VC5416 串行 EEPROM		移植	266
自举的软硬件联合调试	216	5.7.2 μ C/OS-II 移植试验	273
小结	216		
习题	217		





5.8 嵌入式项目开发过程总结	280	6.1.4 系统的综合测试	289
小结	284	6.2 电子系统制作要求	289
习题	284	6.3 系统调试步骤	290
第 6 章 电子系统的设计与实现	287	6.4 电子系统设计中的工程问题	291
引言	288	6.4.1 电子系统的抗干扰设计	291
6.1 电子系统的实现步骤	288	6.4.2 电子系统的可靠性设计	294
6.1.1 系统硬件的设计与实现	288	小结	295
6.1.2 系统软件的设计与实现	288	习题	296
6.1.3 系统的调试与运行	289	参考文献	297

绪 论

伴随着电子技术的发展，电子系统的设计方法和手段也在不断地更新和进步。电子系统设计方法在快速进步的电子技术应用中不断受到挑战。从传统手工设计方法到 EDA 设计方法，从分立元件系统到集成电路设计，从 PCB 集成系统到芯片集成系统(SOC)，从纯硬件系统设计到硬件与软件结合的系统开发，新型电子系统层出不穷，其设计理念也发生着革命性的变化。人们所面临的待开发的电子系统越来越庞大、越来越复杂。设计这样的电子系统，手工作坊式的设计方式逐渐被团队合作的计算机辅助方式所替代。为了适应电子系统设计技术的发展需要，作为电子工程师，应该努力学习，掌握好电子系统设计的基础知识并努力提高电子系统设计的技能和创新能力。

0.1 电子系统概述

什么是电子系统？凡是可以完成一个特定功能的完整的电子装置都可称为电子系统。具体地说，通常将由电子元器件或部件组成的能够产生、传输、采集或处理电信号及信息的客观实体称为电子系统。电子系统分为模拟型、数字型和两者兼而有之的混合型三种，无论哪一种电子系统，它们都是能够完成某种任务的电子设备。电子系统有大有小，大到航天飞机的测控系统，小到出租车计价器，都是电子系统在实际生活和生产的应用范例。

通常把规模较小、功能单一的电子系统称为单元电路，实际应用中的电子系统由若干单元电路构成。一般的电子系统由输入、输出、信息处理 3 大部分组成，用来实现对信息的采集处理、变换与传输功能。图 0.1 为电子系统基本组成框图。

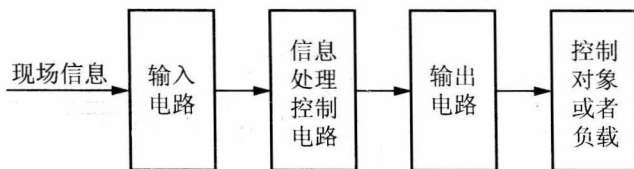


图 0.1 电子系统基本组成框图

现代电子设计的最大特点是变化大、发展快，新型元器件层出不穷，相应的电子设计工具和手段不断更新。所以电子系统设计者只有掌握电子技术的发展动态，与时俱进，不断学习，更新知识，才能适应电子技术发展的要求。

0.2 电子系统的分类与组成

电子系统可分为非智能型和智能型系统。前者功能简单且单一；后者具有接收、记忆



信息的能力,并根据信息进行分析、判断、决策和控制操作的能力。一般人们将以 CPU 为核心、软硬件结合的电子系统称为智能型系统。

根据电子系统实现的功能,可以将电子系统分为以下几类。

- (1) 测控系统:相机快门系统、锅炉控制系统、飞行轨道控制系统、汽车控制系统等。
- (2) 测量系统:电量测量、非电量测量系统等。
- (3) 数据处理系统:语音处理、图像处理、雷达信息处理等。
- (4) 通信系统:数字通信、微波通信、卫星通信、短波通信等。
- (5) 计算机系统:单机系统、计算机网络系统等;
- (6) 家电系统:多媒体系统、音频系统、报警系统。

一般电子系统可分为模拟系统、数字系统或者模数混合系统。若按软硬件划分的话,可分为纯硬件系统和软硬件结合系统等。

实现电子系统的器件可分为:(1)中大规模或超大规模集成电路;(2)专用集成电路;(3)可编程器件;(4)少量分立元件和机电元件。

总的来说,一个完整的电子系统由若干个子系统构成,每个子系统由各功能模块组成,最终由元器件实现,如图 0.2 所示。

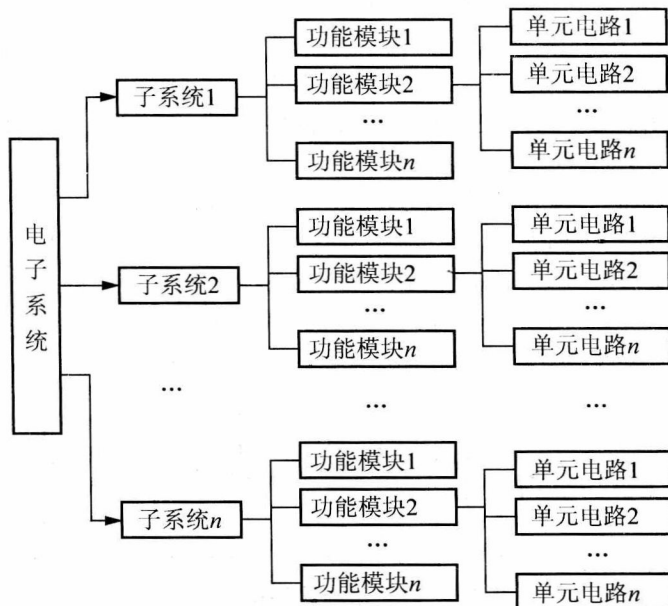


图 0.2 电子系统组成示意

0.3 现代电子系统的设计步骤

在实现电子系统之前必须按照需求对系统进行设计。严谨规范的设计可以使得系统在生产、调试时省时省力、节省成本,达到事半功倍的效果。

一个完整的电子系统的设计流程如图 0.3 所示。

一般较为复杂的电子系统设计的具体步骤因实际电子系统要求的不同,可能会有所省略。按照图 0.3 说明如下。

1. 应用需求分析

首先对系统功能进行分析,确定完成功能的控制方式,待测信号、被控对象的性质、数量,明确系统的技术指标等。

系统技术指标包含技术参数、性能要求、测量控制精度及范围、工作环境及无故障工作时间等。

另外要了解进度计划要求,包括技术方案制订、样机开发、测试、鉴定、批量生产的周期需求等。

2. 系统总体技术方案的提出

根据技术的可能性提出各种可能实现的技术方案,系统结构,控制测量方法;部件、元件选择、关键电路;可能实现的功能和技术指标、时间和经济性等。

3. 方案的可行性论证

方案的可行性论证包括以下内容:系统设计的原则,择优选择方案保证技术先进性、可发展性;说明技术掌握程度、时间进度的安排、经费的来源及市场竞争能力等。

4. 确定系统总体技术方案

此为电子系统设计中必不可少的一个关键步骤。系统总体技术方案中必须认真制定翔实可行的技术路线,硬件方案和软件方案及相关技术文档等。

5. 功能模块划分

设计阶段一般分三个方面:硬件设计方面,含数字部分、模拟部分、PLD 设计等内容;软件设计方面,含汇编程序、系统管理软件、数据库管理、操作界面与打印设计等内容;第三个方面为通信问题、包含通信方式、网络选择、通信软件等。

设计阶段完成后便为安装制作、调试、测试等方面任务的安排。

6. 系统的方案设计

在确定了系统方案之后,进入设计阶段,系统设计包括以下内容。

1) 系统总体方案

系统总体方案应包含系统功能与技术指标,系统原理框架结构与功能实现的方法(硬件实现方法和软件实现方法),系统的测量方法,系统技术指标的保证措施,系统的可靠性

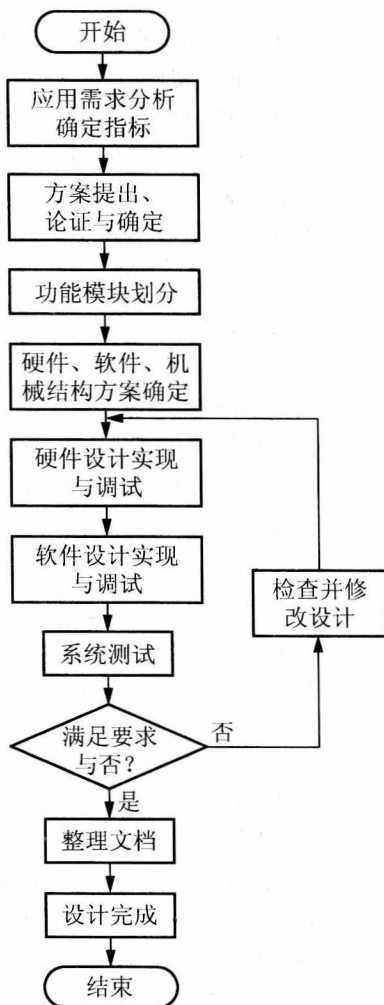


图 0.3 电子系统的设计流程



与抗干扰能力的整体策略,以及项目进度规划安排等内容。

2) 系统硬件方案

在系统硬件方案设计中,需要确定硬件系统构成方式。对于功能较为简单的电子系统,可以采用单机系统实现;而功能复杂的电子系统则可以考虑多级系统协作完成系统任务。

对于硬件系统结构的选择,可以根据系统结构、复杂性、外设数量、驱动能力、兼容能力及可扩展能力要求来确定硬件系统结构为单板结构还是总线模板结构,后者的兼容能力及可扩展能力都要强于前者。

另外需要对相关的现场设备进行选择,如传感器、执行结构、显示设备等设备的选用。

3) 系统机械结构

一个成功的电子系统,除了有一个软硬件方案之外,还应注重系统机械结构的设计。需要考虑机箱的美观、实用性,机架的牢固、易安装性。同时要考虑系统的接地方式、接线方式要方便可靠,人机操作要简单、方便、快捷,操作界面清晰醒目,容易接受。

4) 系统软件方案

电子系统的功能性、可靠性、可升级性等指标很大程度上都依赖于系统软件的性能。因此在系统软件方案中首先要设计软件架构框图,需要对数据库结构、操作方式、系统通信方式、控制算法、数据处理算法、优化算法、错误处理等一系列因素进行认真设计,才能确保电子系统的设计目标的实现。

7. 系统硬件的设计与实现

对于现代电子系统的设计,离不开嵌入式微处理器的应用。在设计初期就需要对处理器的类型、总线的方式等做出选择。另外还有存储器的设计、接口器件的选择与 I/O 通道的设计,输入/输出方式包括模拟输入、模拟输出、开关量输入、开关量输出等设计,还有传感器、变送器、执行结构的接口设计,还有中断系统的设计等诸多硬件设计因素需要考虑。这些因素对电子系统的性能质量有着举足轻重的影响,所以在设计过程中应充分全面地考虑,以免产生不良的设计缺陷。

8. 系统软件的设计与实现

一个包含微处理器的电子系统的正常运行离不开一套能正常运行的软件系统的支持。系统软件的设计应包含硬件驱动程序设计、功能模块设计和软件抗干扰设计等功能。其中硬件驱动程序设计、功能模块设计是实现系统功能的必不可少的部分,而软件抗干扰设计则是系统的稳定性、可靠性设计的需求。

9. 系统的调试与运行

当系统的硬件设计完成并实现之后,下一步就进入系统的调试阶段。本阶段包括硬件系统的功能仿真、软件系统的仿真、软硬件的在线联合调试以及系统运行调试等部分。

在系统的不同开发阶段将会进行不同环境的调试。例如,在硬件系统没有实现之前,对于软件功能的仿真完全可以在相应的软件仿真环境上进行模拟仿真,或者也可以在开发试验台上先进行仿真。最后待硬件系统完备后方可进行在线联合调试以及系统运行调试工作。





系统的调试工作是整个电子系统设计过程中相当重要的步骤。设计的成败，调试工作有着举足轻重的作用。一般来说，调试工作和设计过程密不可分，往往需要交叉反复进行，反复修改验证，才可以达到设计的最佳要求。

10. 系统测试

系统测试作为电子系统开发的最后一个步骤，主要包含以下测试项目。

(1) 系统功能测试，分为硬件测试和软件测试。

① 硬件测试：功能实现，技术指标。

② 软件测试：操作的方便性、容错性，模块功能，运行速度。

(2) 系统参数及技术指标测试。

(3) 系统的容错性测试。

(4) 系统的可靠性测试。

(5) 系统的电气安全性测试。

(6) 系统的 EMC 测试。

(7) 系统的机械特性测试。

在完成以上的电子系统测试项目并达到各项性能指标之后，方可交付用户，完成整个设计过程。

11. 整理文档

完整的电子系统设计必须包括规范的设计文件。正规文件必须按照相应的行业或国家标准执行并归档。完整的文档为设备升级、维护、技术参考、查询提供依据。

设计文件包括下列所示。

(1) 建立文档编号，便于查询。

(2) 设计任务书，提出设计要求和技术指标。

(3) 方案论证报告，方案选择及可行性论证。

(4) 技术图纸，包括电路图、连接图、装配图、元件清单、软件程序清单等。

(5) 调试记录、更改说明。

(6) 测试记录及结果。

(7) 使用说明书。

(8) 技术总结报告。

0.4 电子系统设计的方法和原则

对于一个复杂的电子系统设计，根据其功能和层次，一般采用自顶向下、自底向上或者二者相结合的方法进行设计。

自顶向下方法，适用于大型、复杂系统的设计。要点是从系统级开始设计，根据系统所要求的功能，将系统划分为功能单一的子系统，再将子系统划分为功能模块，模块设计完成后，最后进行元件级设计。此方法能抓住主要矛盾，避开具体细节。前面所介绍的方



法正是自顶向下法。

而自底向上方法正好相反,是根据系统要求实现的功能,从已有的元器件,或已验证成功的电路部件中选择合适的部件,组成子系统,再从子系统向上设计总系统。此方法可充分利用成熟技术,提高设计效率。该方法适用于系统组装和测试。

对于现代电子系统设计,通常采用两种方法的结合方法设计,这样既可进行复杂系统设计,又能充分利用成熟技术,提高设计效率。

以一个典型的电子测量系统为例,完整的功能模块的结构组成如图 0.4 所示。

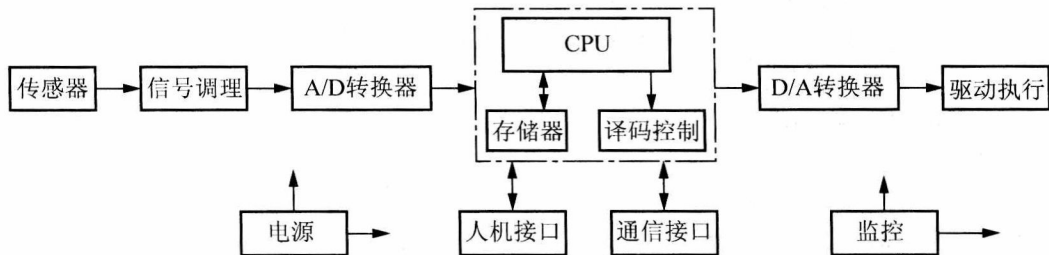


图 0.4 信号测试与处理系统

在图 0.4 所示系统中,该系统要完成的功能是对物理量进行测量和处理。根据系统功能可将系统分为 3 个子系统:信号采集、信号处理、系统输出。信号采集子系统分为传感器、信号调理、A/D 转换功能模块;信号处理子系统由 CPU(单片机/DSP/FPGA 等)及外围电路构成;信号输出子系统包括 D/A 转换、驱动执行(显示、下一级控制驱动等)。系统还应包含电源模块,为各子系统提供所需电源。监控系统主要对系统各部分工作状态进行检查和控制,确保系统工作正常。

各个功能模块都是由电子元器件具体实现的,可细分为不同的单元电路。

该系统的设计可以在提出技术指标后,进行子系统及各功能模块划分,然后设计单元电路,即自顶向下设计;设计中可以尽量采用已有的成熟单元电路,即自底向上设计。

在现代电子系统的设计中,应该遵循如下原则。

(1) 先进性和成熟性:电子系统设计应适应电子技术发展的潮流,这样所设计的产品才能在较长时间内具备一定的先进性。在设计中应尽量采用已有的成熟技术,减少开发产品的周期。

(2) 安全性和可靠性:电子产品的设计应将安全性放在首位,尽量采用成熟技术,严格遵守国家及行业相关技术标准。电子元器件的选择应具有一定的冗余,设计中要充分考虑使用中可能发生的误操作,要采用相应的保护措施。

(3) 实用性和经济性:系统设计要考虑使用操作的便利性,符合人性化的需要。在保证技术性能的前提下,要考虑成本核算。选择功能合适且价格合理的元器件和部件,采用成熟技术,保证系统具有较高的性价比。

(4) 通用性和易维护性:设计中要考虑在使用操作方便,元器件的选择应尽量采用通用和成熟的产品,便于维修时的更换。另外系统装配结构设计应合理,便于维护操作。



(5) 开放性和可扩展性：系统设计中应尽量采用标准化技术，符合国际、国家或行业标准的规定，支持相关协议，如通信标准和协议等。设计上也要考虑系统的开放性，系统之间，系统对外部之间具有进行访问或二次开发的功能。这样系统升级改造时保护原有资源，降低成本，提高效率。

以上的电子系统设计过程为传统的手工设计过程，随着电子系统智能化、集成化程度的提高，设计方法不断更新。现代电子系统通常为智能型系统，包括软、硬件两部分，设计开始时就应该有一个软、硬件分工的安排，然后再分别进行硬件设计和软件设计；现代的设计方法应尽可能多地使用 EDA 软件工具进行电子系统设计。

电子系统的设计方法，没有一成不变的规定步骤，它往往与设计者的经验、兴趣、爱好密切相关。作为电子系统设计者，勤学习、多实践、关注电子技术的发展，才能逐渐做到对设计得心应手，成为设计高手。

第1章

常用电子元器件



内容要点

- 常用电子元器件有哪些？
- 电阻器和电位器是如何命名的？
- 如何选用电阻器和电位器？
- 电容器和电感器是如何命名的？
- 如何选用电容器？
- 常用半导体器件是如何命名的？
- 如何选用电容器半导体元件？
- 集成电路是如何命名的？
- 集成电路的引脚如何识别？



教学目标与要求

通过本章学习，要求读者掌握常用电子元器件的基本知识，包括电阻器的分类、特性、命名方法及色环电阻器的识别；电容器的分类、特性、命名方法、使用注意事项；电感器的基本特性及磁珠在电路中的应用；掌握半导体器件的命名方法、半导体器件的选用、晶体管的检测方法；掌握集成电路的封装、命名方法、集成电路的引脚识别、数字集成电路使用注意事项、集成电路的检测以及拆除集成电路的方法。