

高等学校电工电子实践系列

电子系统设计与实践

杨 刚 周 群 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本教材是根据高等工科院校电子技术实践教学大纲的基本要求编写的。书中内容翔实,涉及各类电子系统设计方法、设计流程、常用传感器及其应用、放大器的设计、滤波器设计、模/数和数/模转换器应用技术、可编程模拟器件和可编程逻辑器件原理及其开发软件、单片机技术、电子系统工艺等,同时书中给出多个单元电路设计实例和综合设计实例的详细计算方法和设计步骤,最后还介绍了收音机、数字万用表设计及装焊调试技术。

本书可作为高等院校电类和非电类专业本、专科学生电子系统实践教学用书,亦可作为电视大学、职业大学、业余大学以及远程教育、网络教育中的电类和非电类专业的电子技术综合实践教学用书,还可作为参加全国大学生电子设计竞赛学生的培训教材,此外,对从事电子技术的工程技术人员,本书也是一本有益的参考书。

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

电子系统设计与实践/杨刚,周群主编. —北京:电子工业出版社,2004.1

(高等学校电工电子实践系列)

ISBN 7-5053-9593-9

I. 电... II. ①杨... ②周... III. 电子系统—系统设计—高等学校—教材 IV. TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 002140 号

策划编辑:章海涛

责任编辑:王颖

印 刷:

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:787×980 1/16 印张:27 字数:605 千字

印 次:2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:32.00 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 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

《电子系统设计与实践》一书是根据高等工科院校电子技术实践教学大纲的基本要求,并结合作者多年的实践教学经验编写的。本书原为“电子系统设计与实践”课程讲义,在我校电类和部分非电类专业中作为教材试用了几年,到目前为止已有几千名学生参与学习和实践。从教学内容来看,本书对学生进一步巩固模拟电路和数字电路的基础知识,拓宽知识面有极大帮助,尤其是本书侧重于设计实例的讲解,使学生易于理解且能循序渐进地掌握各种电子系统的设计方法;从教学效果来看,凡是认真参加学习的同学,在设计能力和实际操作上都有显著提高,一般都能够独立完成具有一定难度的电子系统的设计;从教学延续性来看,本书所涉及的内容,对后续的专业学习、毕业设计乃至毕业后的工作实践都具有指引和铺垫作用。本书除用于日常教学外,还多次作为培训教材,供我校参加全国大学生电子设计竞赛的学生使用,并得到一致好评。

《电子系统设计与实践》内容翔实,其中第1章介绍电子系统基本概念、设计方法和设计流程;第2章介绍常用传感器及其应用;第3章详细讲解各类放大器的设计方法和应用技术;第4章重点讲解有源滤波器设计技术,同时还介绍可编程模拟器件及其在滤波器设计中的应用;第5章讲解模/数和数/模转换器原理、选用原则及其应用技术;第6章和第7章详细讲解可编程逻辑器件原理及其开发软件;第8章简要介绍单片机原理及其应用;第9章阐述电子系统工艺,并简明介绍印刷电路板设计过程;第10章给出了多个单元电路实例的详细计算方法和设计步骤;第11章介绍收音机原理及装焊调试技术;第12章以数字万用表为例详细讲解设计思路、实现过程及其调试技术;第13章为电子系统综合设计实例,包括交通灯、密码锁、数字频率计、温控系统和简易数字存储示波器等设计内容。

本书由杨刚、周群主编。第1章由杨刚、贾绍芝编写,第2章由龙海燕编写,第3章由周群、杨刚编写,第4,5,6章由杨刚编写,第7章由杨刚、李雷编写,第8章由汪道辉编写,第9章由梁斌、涂国强编写,第10章由杨刚、徐雪梅、贾绍芝编写,第11章由李小根、王晓芳编写,第12章由杨刚、张世三编写,第13章由杨刚、周群、贾绍芝、徐雪梅、徐法强编写,附录由杨刚、徐雪梅编写。全书由杨刚负责统稿,贾绍芝、徐雪梅负责本书的校阅工作。

本书由四川大学电气信息学院李国成教授主审,同时参与本书审稿工作的还有四川大学电气信息学院林承基教授、雷勇副教授、刘婕副教授,在此一并表示衷心的感谢!

本书不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2003年8月于四川大学

目 录

第 1 章 电子系统设计导论.....	1
1.1 电子系统概述	1
1.1.1 电子系统的构成	1
1.1.2 电子系统设计的基本原则	1
1.1.3 电子系统的设计方法	2
1.2 电子系统设计流程	3
1.2.1 以模拟器件为核心的电子系统设计流程	3
1.2.2 以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程	6
1.2.3 以 MPU 和 MCU 为核心的电子系统设计流程	7
1.2.4 以 PLD 为核心的电子系统设计流程	8
1.2.5 以 ASIC 为核心的电子系统设计流程	10
1.2.6 以 SOC 为核心的电子系统设计流程	12
第 2 章 传感器	15
2.1 传感器概述	15
2.1.1 传感器的组成	15
2.1.2 传感器的分类	15
2.1.3 传感器的参数	17
2.2 温度传感器	18
2.2.1 热敏电阻器	18
2.2.2 铂热电阻	20
2.2.3 AD590 绝对温度—电流传感器	20
2.2.4 LM35/45 摄氏温度—电压传感器	23
2.3 光传感器	25
2.3.1 光敏器件	25
2.3.2 热释电人体红外传感器	27
2.4 其他传感器	30
2.4.1 压敏电阻器 (VSR)	30
2.4.2 霍耳传感器	30
2.4.3 气敏传感器	33
第 3 章 放大器	35
3.1 放大器概述	35
3.2 分立元件放大器的设计	35

3.2.1	三极管放大器的设计	36
3.2.2	场效应管放大器的设计	40
3.3	集成运算放大器	43
3.3.1	常用运放的分类及其参数	43
3.3.2	集成运放的选用原则	48
3.3.3	集成运放的应用技术	48
3.4	集成放大器的设计	54
3.4.1	简单电压放大器的设计	54
3.4.2	双电源交流电压放大器	55
3.4.3	单电源交流电压放大器	56
3.4.4	前置放大器的设计	57
3.4.5	差动放大器	58
3.4.6	功率放大器的设计	59
3.4.7	高频放大器的设计	62
3.5	仪用放大器	65
3.5.1	概述	65
3.5.2	AD526 可编程仪用放大器	65
3.6	隔离放大器	68
3.6.1	概述	68
3.6.2	IS0130 隔离放大器	68
3.7	采样保持放大器	70
3.7.1	概述	70
3.7.2	SHC5320 高速双极性采样/保持器	71
第 4 章	滤波器	73
4.1	滤波器的分类	73
4.1.1	无源滤波器	73
4.1.2	有源滤波器	73
4.2	有源滤波器设计原理	76
4.2.1	巴特沃思滤波器	76
4.2.2	切比雪夫滤波器	78
4.2.3	贝塞尔滤波器	78
4.3	常用有源滤波器的设计实例	79
4.3.1	低通滤波器的设计	79
4.3.2	高通滤波器的设计	83
4.3.3	带通滤波器的设计	84
4.3.4	带阻滤波器的设计	87
4.4	集成有源滤波器	88
4.4.1	常用集成滤波器原理	88

4.4.2	TLC14 集成开关电容滤波器	89
4.5	可编程模拟器件 ispPAC	89
4.5.1	概述	89
4.5.2	在系统可编程模拟电路的结构	90
4.5.3	滤波器设计	92
第 5 章	变换器	95
5.1	模/数转换器	95
5.1.1	概述	95
5.1.2	ADC 的主要技术指标	100
5.1.3	ADC 的选择原则	100
5.1.4	ADC0808/ADC0809 模/数转换器	101
5.2	数/模转换器	104
5.2.1	概述	104
5.2.2	DAC 的分类	106
5.2.3	DAC 的技术指标	108
5.2.4	DAC 的选择原则	108
5.2.5	DAC0832 数/模转换器	110
5.3	电流/电压变换器	115
5.4	压频转换器与频压转换器	118
5.4.1	概述	118
5.4.2	LMx31 系列 V/F、F/V 转换器	118
第 6 章	可编程逻辑器件	124
6.1	可编程逻辑器件(PLD)概述	124
6.1.1	PLD 的特点	124
6.1.2	PLD 器件的分类	125
6.1.3	PLD 的电路表示法	126
6.1.4	可编程元件	127
6.2	简单的可编程逻辑器件(SPLD)	130
6.2.1	PROM 的 PLD 表示法	130
6.2.2	可编程阵列逻辑器件(PAL)	130
6.2.3	可编程通用阵列逻辑器件(GAL)	131
6.3	复杂的可编程逻辑器件(CPLD)	136
6.3.1	CPLD 的基本结构	136
6.3.2	MAX7000 系列器件结构	137
6.4	现场可编程门阵列(FPGA)	142
6.4.1	FPGA 的基本原理	142
6.4.2	FLEX10K 系列器件结构	143
6.5	并口下载电缆 ByteBlaster 的原理电路及其使用	153

6.5.1	ByteBlaster 外形	153
6.5.2	ByteBlaster 内部电路与信号定义	153
6.5.3	编程配置方式	155
6.6	FPGA/CPLD 产品概述	157
6.6.1	Lattice 公司的 CPLD 器件系列	158
6.6.2	Xilinx 公司的 FPGA 和 CPLD 器件系列	159
6.6.3	Altera 公司的 FPGA 和 CPLD 器件系列	161
第 7 章	EDA 设计软件	165
7.1	MAX+PLUS II 使用简介	165
7.1.1	MAX+PLUS II 概述	165
7.1.2	使用 MAX+PLUS II 软件的开发流程	167
7.1.3	MAX+PLUS II 管理器窗口	167
7.2	MAX+PLUS II 操作示例	168
7.2.1	指定设计项目名称	168
7.2.2	生成一个新的原理图文件	169
7.2.3	编译设计项目	171
7.2.4	功能仿真和时序仿真	176
7.2.5	进行芯片的延时分析	179
7.2.6	分配芯片的管脚	180
7.2.7	下载配置文件到芯片	181
7.3	ispEXPERT 使用简介	182
7.3.1	ispEXPERT 概述	182
7.3.2	使用 ispEXPERT 进行原理图输入	182
7.3.3	编译和仿真	185
7.3.4	设计电路下载到器件	189
第 8 章	单片机技术简介	191
8.1	MCS-51 系列单片机硬件结构原理	191
8.1.1	概述	191
8.1.2	8051 单片机硬件结构	192
8.1.3	存储结构	195
8.1.4	处理器状态	196
8.1.5	电源控制	197
8.1.6	中断系统	197
8.1.7	内置定时/计数器	199
8.1.8	内置 UART	202
8.1.9	51 系列单片机的其他功能	204
8.2	MCS-51 系列单片机指令系统与程序设计	205
8.2.1	寻址方式	205
8.2.2	指令系统	207

8.2.3 简单的程序设计示例	211
-----------------------	-----

第9章 电子系统工艺	217
-------------------------	------------

9.1 焊接工艺	217
----------------	-----

9.1.1 焊接的基础知识	217
---------------------	-----

9.1.2 手工焊接	220
------------------	-----

9.1.3 工业生产中的焊接技术	223
------------------------	-----

9.2 印制电路板	225
-----------------	-----

9.2.1 印制电路板基础	226
---------------------	-----

9.2.2 印制电路板的设计和制作	227
-------------------------	-----

9.3 电子产品装配与调试	232
---------------------	-----

9.3.1 装配基础工艺	232
--------------------	-----

9.3.2 表面贴装技术(SMT)	234
-------------------------	-----

9.3.3 电子产品的调试	237
---------------------	-----

9.4 Protel 99 印制电路板设计	238
-----------------------------	-----

9.4.1 Protel 99 概述	238
--------------------------	-----

9.4.2 Protel 99 的配置要求和安装	238
--------------------------------	-----

9.4.3 Protel 99 的设计步骤	238
-----------------------------	-----

9.4.4 原理图设计	239
-------------------	-----

9.4.5 PCB 设计	249
--------------------	-----

9.4.6 Protel 99 简明设计实例	253
------------------------------	-----

第10章 单元电路设计实例	272
----------------------------	------------

10.1 线形集成运放组成的稳压电源设计	272
----------------------------	-----

10.1.1 概述	272
-----------------	-----

10.1.2 设计内容和要求	272
----------------------	-----

10.1.3 初步确定电路	273
---------------------	-----

10.1.4 元件及参数选择	274
----------------------	-----

10.1.5 稳压电源调试	278
---------------------	-----

10.1.6 稳压电路指标测试	279
-----------------------	-----

10.2 可编程稳压电源设计	280
----------------------	-----

10.2.1 数码开关设置型直流稳压电源	280
----------------------------	-----

10.2.2 开关设置数码显示程控稳压电源	282
-----------------------------	-----

10.2.3 D/A 转换程控电源	283
-------------------------	-----

10.2.4 步进程控稳压电源	285
-----------------------	-----

10.3 PLD 基础应用设计实例	286
-------------------------	-----

10.3.1 数据选择器的设计实例	286
-------------------------	-----

10.3.2 ALU(算术逻辑运算单元)的设计	287
-------------------------------	-----

10.3.3 键盘扫描译码显示电路的设计	290
----------------------------	-----

10.4 数字钟设计	293
------------------	-----

10.4.1	设计内容和要求	293
10.4.2	数字钟电路的 EWB 设计方案	293
10.4.3	数字钟电路的 PLD 设计方案	295

第 11 章	收音机设计实例与装焊	299
11.1	无线电广播	299
11.1.1	无线电波的波长、频率与波段划分	299
11.1.2	无线电波的发射	300
11.1.3	超外差式收音机	302
11.2	超外差式收音机的设计	303
11.2.1	输入回路	303
11.2.2	变频电路	311
11.2.3	中频放大器	315
11.2.4	检波与自动增益控制电路	320
11.2.5	低频放大电路	326
11.3	集成 AM/FM 收音机的原理、装焊和调试	327
11.3.1	CXA1191M 引脚功能	327
11.3.2	CXA1191M 电路原理图	328
11.3.3	调幅(AM)电路的基本工作原理	329
11.3.4	调频(FM)电路的基本工作原理	330
11.3.5	集成 AM/FM 收音机的装焊	330
11.3.6	静态调试	331
11.3.7	动态调试(交流调试)	333
11.3.8	元器件清单	334
第 12 章	数字万用表设计实例与装焊	337
12.1	数字万用表设计实例	337
12.1.1	数字万用表 A/D 译码驱动显示部分	337
12.1.2	数字万用表电阻、电流、电压测试部分	341
12.1.3	数字万用表的频率、电容、电感及电桥测量部分	345
12.2	集成数字万用表装配调试	352
12.2.1	主要技术指标和测量范围	352
12.2.2	注意事项及使用方法	353
12.2.3	M-830B 数字万用表电路原理图	354
12.2.4	M-830B 数字万用表安装	356
12.2.5	检验 LCD	360
12.2.6	故障原因与处理方法	362
12.2.7	各参量测试	362
第 13 章	电子系统综合设计实例	364
13.1	交通灯的设计	364
13.1.1	设计内容和要求	364

13.1.2	所需器材	364
13.1.3	交通灯逻辑分析和 ASM 图	364
13.1.4	交通灯系统的设计	366
13.2	密码锁的设计	369
13.2.1	设计内容和要求	369
13.2.2	所需器材	369
13.2.3	密码锁逻辑分析和 ASM 图	369
13.2.4	密码锁系统的设计	371
13.3	数字频率计	374
13.3.1	概述	374
13.3.2	设计内容和要求	374
13.3.3	数字频率计的基本原理	375
13.3.4	数字频率计的组成	376
13.3.5	单片数字频率计设计	379
13.3.6	调试要点	381
13.4	温度控制系统的设计	382
13.4.1	测温和恒温控制器	382
13.4.2	采用铂热电阻设计的温度控制系统	387
13.4.3	采用 AD590 设计的温度控制系统	398
13.5	简易数字存储示波器	401
13.5.1	方案论证与比较	401
13.5.2	主要电路的设计、分析与计算	405
13.5.3	单片机设计的程序流程图	407
13.5.4	总体设计电路图	407
13.5.5	测试方法与测试数据	408
13.5.6	设计发挥	413
附录	掌宇 CIC310 CPLD/FPGA 开发系统使用简介	414

第 1 章 电子系统设计导论

1.1 电子系统概述

1.1.1 电子系统的构成

电子系统是指由电子元器件或部件组成的能够产生、传输或处理电信号及信息的客观实体。例如,通信系统、雷达系统、计算机系统、电子测量系统、自动控制系统等。这些应用系统在功能与结构上具有高度的综合性、层次性和复杂性。

一个复杂的电子系统可以分成若干个子系统,其中每一个子系统又可分解为由若干部件组成的系统。例如,微型计算机子系统就是由微处理器、存储器、键盘及显示器几个部件组成的,而组成子系统的每个部件又可分解为由许多元件组成的电路。电子系统结构的层次如图 1.1.1 所示。

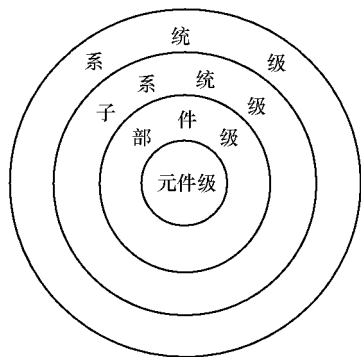


图 1.1.1 电子系统结构的层次

1.1.2 电子系统设计的基本原则

电子电路系统设计时应当遵循的基本原则如下:

① 满足系统功能和性能指标要求。好的设计必须能完全满足系统所要求的功能特性和技术指标。这是电子电路系统设计时必须满足的基本条件。

② 电路简单。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应具备的基本特性,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都是以概率统计为基础的,因此电子系统的可靠性只能是一种定性估计,所得到的结果也只能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 系统集成度高。最大限度地提高集成度,是电子电路系统设计应当遵循的一个重

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、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设计电路时,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,则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,生产工艺对电路的制作与调试都是相当重要的一个环节。

⑧ 操作简便。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 性能价格比高。

1.1.3 电子系统的设计方法

根据电子系统的功能和结构上的层次性,通常有如下三种设计方法。

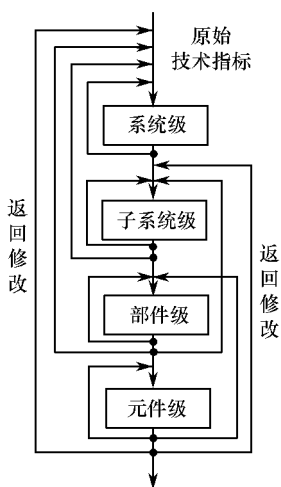


图 1.1.2 自顶向下的设计方法

1. 自顶向下的设计方法

自顶向下的设计方法如图 1.1.2 所示。所谓自顶向下的设计方法,就是设计者根据原始设计指标或用户需求,从整体上规划整个系统的功能和性能,然后对系统进行划分,分解为规模较小、功能较简单且相对独立的子系统,并确立它们之间的相互关系。这种划分过程可以不断进行下去,直到划分得到的单元可以映射到物理实现,这种物理实现,可以是具体的部件、电路和元件,也可以是 VLSI 的芯片版图。

2. 自底向上的设计方法

所谓自底向上的设计方法,就是设计者根据要实现的系统的各个功能的要求,首先从现有的可用的元件中选出最适合的,设计成一个个的部件,当一个部件不能直接实现系统的某个功能时,就需要设计由多个部件组成的子系统去实现该功能,上述过程一直进行到系统所要求的全部功能都实现为止。该方法的优点是可以继承使用经过验证的、成熟的部件与子系统,从而可以实现设计重用,减少设计的重复劳动,提高设计生产率。其缺点是设计过程中设计人员的思想受限于现成可用的元件,故不容易实现系统化的、清晰易懂的以及可靠性高、可维护性好的设计。

3. 以自顶向下方法为主导,并结合使用自底向上的方法

随着 SOC(单芯片系统)的出现,为了实现设计重用以及对系统进行模块化测试,通常采用以自顶向下方法为主导,并结合使用自底向上的方法。这种方法既能保证实现系

统化的、清晰易懂的以及可靠性高、可维护性好的设计,又能充分利用 IP(知识产权)核,减少设计的重复劳动,提高设计生产率,因而得到普遍采用。

1.2 电子系统设计流程

电子系统的种类较多,从总体上可分为模拟系统、数字系统和模/数混合系统三大类。在数字系统中,又可分为以标准数字集成电路(如 TTL、CMOS 器件)为核心的电子系统,以及以 MPU、MCU、PLD、ASIC 为核心的电子系统。在模/数混合系统中,以 SOC 为核心的电子系统发展最为迅猛,今后几年将会有许多这方面的产品上市。

1.2.1 以模拟器件为核心的电子系统设计流程

以模拟器件为核心的电子系统设计流程如图 1.2.1 所示。由于模拟电路种类较多,设计的步骤将有所差异,因此图中所列各环节往往需要交叉进行,甚至出现多次反复。

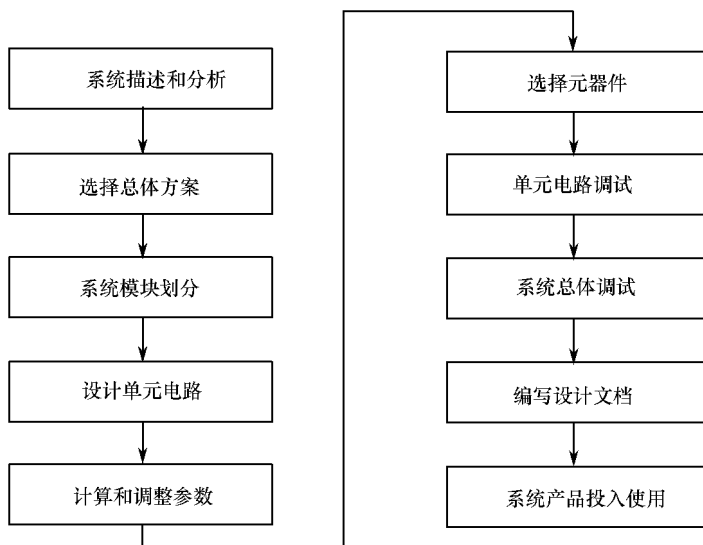


图 1.2.1 以模拟器件为核心的电子系统设计流程图

1. 系统描述和分析

一般设计题目给出的是系统功能要求、重要技术指标要求,这些是电子系统设计的基本出发点。但仅凭题目所给出的要求还不能进行设计,设计人员必须对题目的各项要求进行分析,整理出系统和具体电路设计所需的更具体、更详细的功能要求和技术性能指标数据,这些数据才是进行电子电路系统设计的原始依据。同时,通过对设计题目的分析,设计人员还可以更深入地了解所要设计的系统的基本特性。

2. 选择总体方案

总体方案的拟定主要针对所设计的任务、要求和条件,根据所掌握的知识和资料,从全局出发,明确总体功能和各部分功能,并画出一个能表示各单元功能和总体工作原理的框图。通常符合要求的总体方案不止一个,设计者应仔细分析每个方案的可行性和优缺点,并从设计的合理性以及技术的先进性、可靠性和经济性等方面反复比较,选出最佳方案。

3. 系统模块划分

当总体方案明确后,应根据总体方案将系统划分为若干个部分,并确定各部分的接口参数。如果某一部分的规模仍较大,则需进一步划分。划分后的各个部分规模大小应合适,便于进行电路级的设计。

4. 设计单元电路

设计单元电路前必须明确对各单元电路的要求,详细拟定出单元电路的性能指标,主要包括电源电压、工作频率、灵敏度、输入/输出阻抗、输出功率、失真度、波形显示方式等。根据功能和性能指标,查找有关资料,看有无现成电路或相近电路。若没有,则需设计。不论是采用现成的单元电路,还是自行设计的单元电路,都应注意各单元电路间的配合问题,注意局部电路对全系统的影响,要考虑是否易于实现、是否易于检测,以及性能价格比等问题。因此,设计人员平时要注意电路资料的积累。在设计过程中,尽量少用或不用电平转换接口电路,并尽量使各单元电路采用统一的供电电源,以免造成总体电路复杂,并导致可靠性、经济性均差等缺点。

另外,具体设计时,可在符合设计要求的电路基础上进行适当改进或进行创造性设计。

5. 计算和调整参数

在电路设计过程中,必须对某些参数进行计算后才能挑选元器件。只有深刻地理解电路工作原理,正确地运用计算公式和计算图表,才能获得满意的计算结果。在设计计算时,常会出现理论上满足要求的参数值不惟一的问题,设计者应根据价格、体积和货源等具体情况进行选择。计算电路参数时应注意下列问题:

- 各元器件的工作电流、电压和功耗等应符合要求,并留有适当裕量。
- 对于元器件的极限参数必须留有足够裕量,一般应大于额定值的 1.5 倍。
- 对于环境温度、交流电网电压等工作条件应按最不利的情况考虑。
- 电阻、电容的参数应选计算值附近的标称值。
- 在保证电路达到功能指标要求的前提下,应尽量减少元器件的品种、价格、体积、数量等。

6. 选择元器件

根据所设计电路的元器件参数要求选择电阻、电位器、电容、电感等元器件,以及选用集成电路。所选集成电路不仅应在功能、特性和工作条件等方面满足设计方案的要求,而且应考虑到封装方式。

7. 单元电路调试

在调试单元电路时应明确本部分的调试要求,按调试要求测试性能指标和观察波形。调试顺序按信号的流向进行。这样,可以把前面调试过的输出信号作为后一级的输入信号,为最后的系统总体调试创造条件。通过单元电路的静态和动态调试,掌握必要的数据、波形、现象,然后,对电路进行分析、判断、排除故障,最终完成调试要求。

8. 系统总体调试

系统总体调试应观察各单元电路连接后各级之间的信号关系。主要观察动态效果,检查电路性能和参数,分析测量的数据和波形是否符合设计要求,对发现的故障和问题及时采取处理措施。

系统总体调试时,应先调基本指标,后调影响质量的指标。先调独立环节,后调有影响的环节,直到满足系统的各项技术指标为止。

9. 编写设计文档

实际上,从设计的第一步开始就要编写设计文档。设计文档的组织应当符合系统化、层次化和结构化的要求;设计文档的文句应当条理分明、简洁、明白;设计文档所用单位、符号以及设计文档的图纸均应符合国家标准。设计文档的具体内容与设计步骤是相呼应的,即:①系统任务和分析;②方案选择与可行性论证;③单元电路的设计、参数计算和元器件选择;④参考资料目录。

总结报告是在组装与调试结束之后开始撰写的,是整个设计工作的总结,其内容应包括:

- 设计工作的进程记录。
- 原始设计修改部分的说明。
- 实际电路图、实物布置图、实用程序清单等。
- 功能与指标测试结果(含使用的测试仪器型号与规格)。
- 系统的操作使用说明。
- 存在问题及改进意见等。

10. 系统产品投入使用

经过上述步骤,一件作品或产品就完成了,可以投入使用,但系统的性能还需在实际

应用中检验,如果存在问题,当在时间和经费预算允许的条件下,系统所存在的问题应按上述步骤重新设计和调试。

1.2.2 以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程

以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程如图 1.2.2 所示。

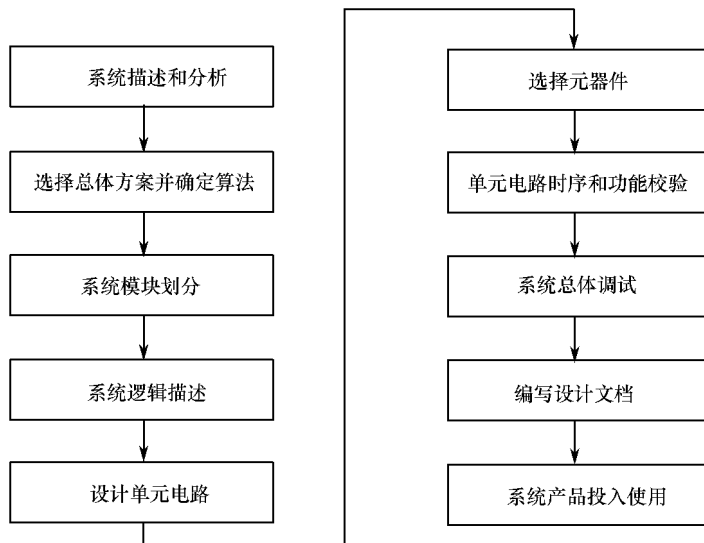


图 1.2.2 以标准数字集成电路为核心的电子系统设计流程图

1. 系统描述和分析

这一步与模拟系统设计是一致的。只是数字系统是以逻辑关系进行描述,常用的描述方式有自然语言、逻辑流程图、时序图,或者是几种方法的结合。当系统较大或逻辑关系复杂时,系统描述和分析不是一件容易的工作。所以,分析系统的任务必须仔细、全面,不能有理解上的偏差和疏漏。

2. 选择总体方案并确定逻辑算法

这一步要选择和比较每个总体方案,并确定逻辑算法。一个数字系统的逻辑运算往往有多种算法,设计者的任务不但是要找出各种算法,还必须比较优劣,取长补短,从中确定最合理的一种。数字系统的算法是逻辑设计的基础,算法不同,则系统的结构也不同,算法的合理与否直接影响系统结构的合理性。确定算法是数字系统设计中最具创造性的一环,也是最难的一步。

3. 系统模块划分

当算法明确后,应根据算法构造系统的硬件框架(也称为系统框图),将系统划分为若

干部分,每部分分别承担算法中不同的逻辑操作功能。同模拟系统一样,如果某一部分的规模仍太大,则需进一步划分。划分后的各个部分应逻辑功能清楚,规模大小合适,便于进行电路级的设计。

4. 系统逻辑描述

当系统中每个子系统(指最低层子系统)和模块的逻辑功能和结构确定后,则需采用比较规范的形式来描述系统的逻辑功能。对系统的逻辑描述可先采用较粗略的逻辑流程图,再将逻辑流程图逐步细化为详细逻辑流程图,最后将详细逻辑流程图表示成与硬件有对应关系的形式,为下一步的电路级设计提供依据。

5. 设计单元电路和选择元器件

对于以标准数字集成电路为核心的电子系统而言,设计单元电路就是按照逻辑和算法要求,选择合适的器件和连接关系以实现系统各单元电路功能。器件选择可以查阅标准数字集成电路手册及相关资料。

6. 单元电路时序和功能校验

当单元电路设计完成后必须验证其正确性。目前,数字电路设计的 EDA 软件很多,如 Pspice、EWB、Multisim 等都具有验证(也称为仿真、电路模拟)的功能,包括时序和功能校验。当验证结果正确后再进行实际电路的测试。由于 EDA 软件的验证结果十分接近实际结果,因此,可极大地提高电路设计的效率。

7. 系统总体调试

将单元电路组合在一起,进行系统级调试。调试时主要观察时序和功能是否满足设计要求,其他方面和模拟系统调试相似。

1.2.3 以 MPU 和 MCU 为核心的电子系统设计流程

以微处理器(MPU)和微控制器(MCU,又称单片机)为核心的电子系统,具有结构简单、修改方便、通用性强的突出优点,适合于系统比较复杂、时序状态比较多的应用场合,其设计流程如下。

1. 确定任务,完成总体设计

确定系统功能指标,编写设计任务书;确定系统实现的硬件与软件子系统划分,分别画出硬件与软件子系统的方框图。

2. 硬件、软件设计与调试

按模块进行硬件和软件设计,力求标准化、模块化、可靠性高和抗干扰能力强;选择合