

全国大学生电子设计竞赛 培训系列教程

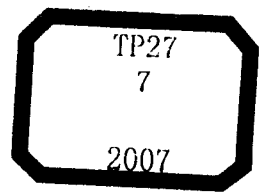
数字系统与自动控制系统设计



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>

高吉祥 主编
唐朝京 主审



全国大学生电子设计竞赛培训系列教程

数字系统与自动控制系统设计

高吉祥 主编

唐朝京 主审

丁文霞 关永峰 潘中银 编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是针对全国大学生电子设计竞赛特点和需要,为高等学校电子信息工程、通信工程、自动化、电气控制、计算机类专业学生编著的培训教材。本书为第五分册共有3章(第21~23章),内容包括:数字系统与自动控制系统的设计基础、设计方法及大量的设计举例。最后介绍了电子技术综合实验箱的组成、主要功能及使用方法,这个实验箱是电子设计制作必备的实验工具,是设计者的好帮手。

本书内容丰富实用,叙述条理清晰,工程性强,可以作为全国大学生电子设计竞赛的培训教材,也可作为参加各类电子制作、课程设计、毕业设计的有益参考书,以及电子工程技术人员进行电子设备设计与制作的参考书。

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

数字系统与自动控制系统设计/高吉祥主编. — 北京:电子工业出版社,2007.6
(全国大学生电子设计竞赛培训系列教程)
ISBN 978-7-121-04385-7

I. 数… II. 高… III. ①数字系统—系统设计—技术培训—教材②自动控制系统—系统设计—技术培训—教材 IV. TP27

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第068764号

策划编辑:陈晓莉

责任编辑:陈晓莉 特约编辑:李双庆

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

装 订:三河市金马印装有限公司

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

开 本:787×980 1/16 印张:18.25 字数:408千字

印 次:2007年6月第1次印刷

印 数:4000册 定价:25.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

全国大学生电子设计竞赛是由教育部高等教育司、信息产业部人事司共同主办的面向大学生、大专生的群众性科技活动,目的在于推动普通高等学校的信息电子类学科面向 21 世纪的课程体系和课程内容改革,引导高等学校在教学中培养大学生的创新意识、协作精神和理论联系实际学风,加强学生工程实践能力的训练和培养,鼓励广大学生踊跃参加课外活动,把主要精力吸引到学习和能力培养上来,促进高等学校形成良好的学习风气,同时也为优秀人才脱颖而出创造条件。

全国大学生电子设计竞赛自 1994 年至今已成功举办了七届。深受全国大学生的欢迎和喜爱,参赛学校、队和学生逐年递增。全国大学生电子设计竞赛组委会为了组织好这项赛事,编写了电子设计竞赛获奖作品选编,深受参赛队员的喜爱。有许多参赛队员和辅导教师反映,若能编写一部从基本技能培训、单元电路设计直至综合设计的系列教程,那将是锦上添花。2006 年北京理工大学罗伟雄教授在湖南指导工作时也曾提出这个设想。当时就得到了国防科技大学的领导和教员响应。立即组建了“全国大学生电子设计竞赛培训系列教程编审委员会”。并组织了几十名教员和曾经获得全国大学生电子设计竞赛大奖的在校研究生和博士生对历届的考题(约 43 题)重新设计制作一次。为这个系列教程编写奠定了理论和实践的基础。

本系列教程分为五册,共 23 章。第一分册《基本技能训练与单元电路设计》;第二分册《模拟电子线路设计》;第三分册《高频电子线路设计》;第四分册《电子仪器仪表设计》;第五分册《数字系统与自动控制系统设计》。

第一分册《基本技能训练与单元电路》,又称基础篇,共有 7 章(第 1~7 章)。主要介绍了全国大学生电子设计竞赛基本情况,命题原则及要求,竞赛题所涉及的知识面与知识点;全国大学生电子设计竞赛流程;电子设计竞赛制作基本训练;单片机最小系统设计制作;可编程逻辑器件系统设计制作培训;电子系统设计的基本方法及步骤;常用中小规模集成电路的应用设计课题。

第二分册《模拟电子线路设计》,共有 3 章(第 8~10 章)。主要介绍了交直流、稳压电源设计、放大器设计及信号源设计。

第三分册《高频电子线路设计》,共 4 章(第 11~14 章)。主要介绍了高频电子线路设计基础、无线电发射机的设计、无线电接收机的设计及无线电收发系统设计。

第四分册《电子仪器仪表设计》,共有 6 章(第 15~20 章)。主要介绍时频测量仪设计、电气参数测量仪设计、时域测量仪设计。元器件参数测量仪设计、频域测量仪设计及数据域测试仪设计。

第五分册《数字系统与自动控制系统设计》，共3章(第21~23章)。主要介绍数字电路设计、自动控制系统设计、实验箱的组成、原理及应用。

本书是第五分册——《数字系统与自动控制系统设计》。全书共分为3章(第21~23章)。

第21章数字系统设计,介绍了数字系统的设计基础,多路数据采集电路设计,数字化语音存储与回放系统设计,数据采集与传输系统设计;

第22章自动控制系统设计,介绍了自动控制系统设计基础,水温控制系统设计,简易智能电动车设计,自动往返小车设计,液体点滴速度监控装置设计,悬挂运动控制系统设计;

第23章电子技术综合实验箱使用说明,介绍了基本配置,系统功能、系统安装,SPIIE-PQ208芯片引脚功能说明,复用引脚说明,MCU单片机小系统的组成、功能及使用,ISE7.1简明教程及EDA/SOPC综合实验箱实验项目等。

参加本书编写工作的有高吉祥、唐朝京、丁文霞、关永峰、潘中银、范世珣、李玲等人。第21章由丁文霞执笔,第22章由潘中银、范世珣、李玲执笔,第23章由关永峰执笔。高吉祥主编,负责全书统稿、定稿,唐朝京主审,负责全书的审查及策划。库锡树、李贵林、高微、刘菊荣、卢启忠、陆珉、徐欣、张颖、吴佳、刘凯、李楠、吴建巨等人为本教程的编著做了大量的工作,在此表示衷心感谢。

由于编写时间仓促,难免有些错误,请读者批评指正。

联系地址:长沙 国防科技大学四院一系 高吉祥收

邮 编:410073

电 话:(0731)4553230,(0731)4575489

E-mail: gaojixiang1942@sohu.com

编 者
2007年3月

常用文字符号说明

通常一个文字符号包括两部分:基本符号和下标。基本符号大多为一个字母,少数情况有多个字母。下标可由一个或多个字母组成。当基本符号或下标分别采用大写或小写时,各自表示不同的含义,一般规定如下。

一、电压符号

V_I	输入电平(相对于电路公共参考点的电压)
V_{IH}	输入高电平
V_{IL}	输入低电平
V_O	输出电平(相对于电路参考点的电压)
V_{OH}	输出高电平
V_{OL}	输出低电平
V_T	温度电压当量
V_{CC}	电源电压(一般用于双极型半导体器件)
V_{DD}	电源电压(一般用于 MOS 器件)
u_{BE}	三极管基极相对于发射极的电压
u_{CE}	三极管集电极相对于发射极的电压
u_{DS}	MOS 管漏极相对于源极的电压
u_{GS}	MOS 管栅极相对于源极的电压
V_{NA}	脉冲噪声电压幅值
V_{NH}	输入高电平噪声容限
V_{NL}	输入低电平噪声容限
V_{TH}	门电路的阈值电压
V_{T+}	施密特触发特性的正向阈值电压
V_{T-}	施密特触发特性的负向阈值电压
$V_{GS(th)N}$	N 沟道 MOS 管的开启电压
$V_{GS(th)P}$	P 沟道 MOS 管的开启电压
V_{REF}	参考电压(或基准电压)

二、电流符号

$i_B(I_B)$	基极电流瞬时值(直流量)
------------	--------------

$i_C(I_C)$	集电极电流瞬时值(直流量)
$i_D(I_D)$	漏极电流瞬时值(直流量)
i_i	输入电流
I_{IH}	高电平输入电流
I_{IL}	低电平输入电流
$i(I_L)$	负载电流瞬时值(直流量)
i_O	输出电流
I_{OH}	高电平输出电流
I_{OL}	低电平输出电流
I_{CC}	电源(V_{CC})平均电流
I_{CCH}	输出为高电平时的电源电流
I_{CCL}	输出为低电平时的电源电流
I_{DD}	电源(V_{DD})平均电流

三、功率符号

P_C	CMOS 电路中负载电容充、放电功耗
P_D	CMOS 电路的动态功耗
P_S	CMOS 电路的静态功耗
P_T	CMOS 电路的瞬时导通功耗
P_{TOT}	CMOS 电路的总功耗

四、脉冲参数符号

f	周期性脉冲的重复频率
q	占空比
t_f	下降时间
t_h	保持时间
t_r	上升时间
t_{re}	恢复时间
t_{set}	建立时间
t_w	脉宽宽度
V_m	脉冲幅度

五、电阻、电容符号

C_{GD}	MOS 管栅极与漏极间电容
C_{GS}	MOS 管栅极与源极间电容
C_h	保持电容

C_1	输入电容
C_L	负载电容
R_1	输入电阻
R_L	负载电阻
R_O	输出电阻
R_{OFF}	器件截止时内阻
R_{ON}	器件导通时内阻
R_U	上拉电阻

六、器件及参数符号

A	放大器
A_u	放大器的电压放大倍数
VD	二极管
FF	触发器
G	门
S	开关
VT	三极管
VT_N	N 沟道 MOS 管
VT_P	P 沟道 MOS 管
TG	传输门
t_{pd}	平均传输延迟时间
t_{PHL}	输出由高电平变为低电平时的传输延迟时间
t_{PLH}	输出由低电平变为高电平时的传输延迟时间

七、其他符号

B	二进制
CLK	时钟
CP	时钟脉冲
D	十进制
EN	允许(使能)
H	十六进制
OE	输出允许(使能)

表 I 部分电气图用图形符号
(根据国家标准 GB4728)

名称	符号	名称	符号	名称	符号
导线		传声器		电阻器	
连接的导线		扬声器		可变电阻器	
接地		二极管		电容器	
接机壳		稳压二极管		线圈, 绕组	
开关		隧道二极管		变压器	
熔断器		晶体管		铁心变压器	
灯		运算放大器		直流发电机	
电压表		电池		直流电动机	

表 II 部分电路元件的图形符号

名称	符号	名称	符号	名称	符号
独立电流源		理想导线		电容	
独立电压源		连接的导线		电感	
受控电流源		电位参考点		理想变压器 耦合电感	
受控电压源		理想开关		回转器	
电阻		开路		理想运放	
可变电阻		短路		二端元件	
非线性电阻		理想二极管			

表 III 常用逻辑门电路图形对照表

逻辑器件名称	原部标(SJ)符号	国标(GB)符号	美国(IEEE)符号
与门			
或门			
非门(反相器)			
缓冲器			
与非门			
或非门			
集电极开路与非门			
三态与非门			
异或门			
同或门			
与或非门			

目 录

《基本技能训练与单元电路设计》

第 1 章 绪论	1	3.1.2 电容器的简单识别与型号命名法	30
1.1 全国大学生设计竞赛简介	1	3.1.3 电感器的简单识别与型号命名法	35
1.2 全国大学生电子设计竞赛命题原则及要求	2	3.1.4 半导体器件的简单识别与型号命名法	36
1.2.1 命题范围	2	3.1.5 半导体集成电路型号命名法	43
1.2.2 题目要求	3	3.2 印制电路板设计与制作	46
1.2.3 命题格式	3	3.2.1 印制电路板的设计	46
1.2.4 征题办法	3	3.2.2 印制电路板的制作	47
1.3 历届考题分类	3	3.3 装配工具及使用方法	55
1.4 竞赛题所涉及的知识面与知识点	5	3.3.1 装配工具	55
第 2 章 全国大学生电子设计竞赛培训流程	7	3.3.2 焊接材料	56
2.1 赛前组织与动员	7	3.3.3 焊接工艺和方法	57
2.2 赛前培训	7	第 4 章 单片机最小系统设计制作	62
2.2.1 理论课培训	7	4.1 单片机最小系统设计制作	62
2.2.2 基本技能培训	9	4.1.1 单片机最小系统硬件设计	62
2.2.3 课程设计培训	10	4.1.2 单片机最小系统时钟、复位、译码电路简介	64
2.2.4 综合题设计培训	12	4.2 人一机接口技术	66
2.2.5 队员的组合与分工	13	4.2.1 键盘接口电路及程序设计	66
2.3 赛前题目分析和准备	14	4.2.2 数码管接口电路及程序设计	69
2.3.1 赛前公布的基本仪器和主要元器件清单	14	4.2.3 液晶接口电路及程序设计	77
2.3.2 赛前题目分析	15	4.3 模/数、数/模变换电路及程序设计	83
2.3.3 赛前准备	18	4.3.1 串行模/数变换器应用	84
2.4 竞赛过程中应注意的几个问题	19	4.3.2 串行数/模变换器应用	88
2.4.1 注意竞赛纪律	19	4.4 片外存储器扩展	93
2.4.2 竞赛题目的分析	20	4.4.1 片外静态 RAM 扩展及程序设计	93
2.4.3 方案设计	20	4.4.2 片外串行 EEPROM 扩展及程序设计	94
2.4.4 元器件的采购	21	4.5 单片机最小系统与 FPGA 接口电路及程序设计	109
2.4.5 设计装配制作	21	4.6 单片机最小系统故障分析及处理	112
2.4.6 竞赛时间安排	22	第 5 章 可编程逻辑器件系统设计制作训练	117
2.4.7 注意休息与饮食	22	5.1 FPGA 最小系统的设计制作	117
第 3 章 电子设计竞赛制作基础训练	24	5.1.1 Xilinx 公司的 FPGA 器件	117
3.1 常用电子电路元件、器件的识别与主要性能参数	24	5.1.2 FPGA 最小系统电路设计	118
3.1.1 电阻器的简单识别与型号命名法	24	5.1.3 FPGA 最小系统印制板设计	121

5.1.4	FPGA 最小系统电源电路的设计	121	6.2.6	调试与测试	199
5.2	FPGA 最小系统配置电路的设计	125	6.3	电子设计竞赛设计总结报告写作	199
5.2.1	使用 PC 并行口配置 FPGA	125	6.3.1	设计总结报告写作基本要求	200
5.2.2	使用单片机配置 FPGA	126	6.3.2	设计总结报告示例	204
5.2.3	Spartan—3 器件的配置	127	第 7 章	常用中大规模集成电路的应用设计课题	233
5.2.4	各种模式的配置方式	130	7.1	音响放大器	233
5.3	ModelSim 仿真工具的使用	132	7.2	集成直流稳压电源的设计	246
5.3.1	设计流程	132	7.3	函数发生器的设计	253
5.3.2	行为仿真和时序仿真	132	7.4	语音放大电路	262
5.3.3	行为仿真步骤	133	7.5	心电信号放大系统	273
5.3.4	行为仿真查错分析	135	7.6	增益可编程的衰减及放大系统	275
5.3.5	时序仿真(Timing Simulation)步骤	141	7.7	模拟乘法器应用——功率测量仪	277
5.4	FPGA 最小系统板的下载	144	7.8	可编程增益放大器设计	280
5.4.1	设计的实现过程	144	7.9	宽带放大器设计	284
5.4.2	使用 iMPACT 配置 FPGA 最小系统板的过程	144	7.10	数字时钟设计	293
5.5	常见错误及其原因分析	152	7.11	数字频率计	297
5.5.1	避免语法错误	152	7.12	数字电压表	304
5.5.2	信号与变量	154	7.13	数字万用表	313
5.5.3	IF-ELSE 语句	155	7.14	出租汽车里程计价表	316
5.5.4	CASE 语句	157	7.15	数字电子秤	318
5.5.5	多时钟源的解决方案	158	7.16	红外线数字转速表	329
5.5.6	仿真无波形	159	7.17	数字温度计	334
5.5.7	执行时端口丢失	160	7.18	电容数字测量仪	335
5.6	编程技巧	161	7.19	大电流测量仪	337
5.6.1	程序优化	161	7.20	加/减法运算电路	338
5.6.2	状态机优化	164	7.21	高速并行 A/D 转换系统	343
5.6.3	片内资源的开发利用	165	7.22	多路数据采集系统	345
5.6.4	毛刺与抗干扰	167	7.23	电力电子技术应用之一	
5.6.5	宏功能模块和 IP 核复用	169	——晶闸管调速系统	350	
第 6 章	电子系统设计的基本方法及步骤	170	7.24	电力电子技术应用之二	
6.1	电子系统设计的基本方法	170	——双向晶闸管交流调功器	355	
6.1.1	概述	170	7.25	步进电机控制器	358
6.1.2	现代电子系统的设计方法	171	7.26	自动切换量程峰值检测系统	360
6.1.3	EDA 技术	173	7.27	多踪示波器	363
6.2	电子竞赛作品设计制作步骤	175	7.28	自动触发同步扫描系统设计	364
6.2.1	题目选择	176	7.29	晶体管图示仪设计	368
6.2.2	系统方案论证	176	7.30	多用信号发生器设计	372
6.2.3	硬件设计	186	7.31	锁相环应用之一	
6.2.4	软件设计	197	——可编程倍频器	374	
6.2.5	制板与装配	199	7.32	锁相环应用之二	
			——数字显示相位差测量仪	378	

7.33 模拟乘法器的应用电路设计	380	7.38 CATV 干线放大器设计	404
7.34 超外差 AM 收音机设计	390	7.39 频率合成器的设计	411
7.35 FM 接收机设计	393	7.40 小功率调幅高频发射机的设计	422
7.36 LC 正弦振荡器的设计	396	参考文献	426
7.37 50W 高频宽带功率放大器的设计	400		

《模拟电子线路设计》

第 8 章 交直流稳压、稳流电源设计	1	8.5.6 结论	118
8.1 稳压、稳流电源设计基础	1	8.6 高频大功率感应加热电源设计 (来源科研课题)	119
8.1.1 直流稳压电源	1	8.6.1 感应加热的特点、机理及负载特性 分析	119
8.1.2 基准电压源	8	8.6.2 整机设计	124
8.1.3 直流恒流源	19	8.6.3 结论	146
8.1.4 开关稳压电源	24	第 9 章 放大器设计	147
8.2 简易数控直流电源设计 (1994 年全国大学生电子设计竞赛 A 题)	28	9.1 放大器设计基础	147
8.2.1 题目分析	29	9.1.1 概述	147
8.2.2 方案论证	30	9.1.2 运算放大器	148
8.2.3 硬件设计	34	9.1.3 功率放大器	157
8.2.4 软件设计	39	9.1.4 丁类(D类)功率放大器	158
8.2.5 测试结果及结果分析	40	9.1.5 专用集成放大电路介绍	160
8.3 数控恒流源设计 (2005 年全国大学生电子设计竞赛 F 题)	43	9.2 实用低频功率放大器设计	190
8.3.1 题目分析	44	9.2.1 题目分析	191
8.3.2 方案论证	45	9.2.2 方案论证	192
8.3.3 硬件设计	50	9.2.3 硬件设计	193
8.3.4 软件设计	62	9.2.4 测试结果及结果分析	198
8.3.5 测试方法及测试结果	65	9.3 测量放大器设计 (1999 年全国大学生电子设计竞赛 A 题)	202
8.4 直流稳压源设计 (1997 年全国大学生电子设计竞赛 A 题)	66	9.3.1 题目分析	203
8.4.1 题目分析	68	9.3.2 系统方案论证	205
8.4.2 方案论证	69	9.3.3 系统硬件设计及参数计算	208
8.4.3 硬件设计	72	9.3.4 调试	212
8.4.4 数据分析及性能指标	81	9.3.5 测试数据	213
8.5 三相正弦变频电源设计 (2005 年全国大学生电子设计竞赛 G 题)	82	9.4 宽带放大器设计 (2003 年全国大学生电子设计竞赛 B 题)	214
8.5.1 题目分析	83	9.4.1 题目分析	216
8.5.2 方案论证	84	9.4.2 方案论证及比较	217
8.5.3 硬件设计	99	9.4.3 系统硬件设计	220
8.5.4 软件设计	108	9.4.4 系统软件设计及流程图	225
8.5.5 系统测试	114	9.4.5 系统调试和测试结果	226

9.5 高效率音频功率放大器设计 (2001年全国大学生电子设计竞赛D题).....	228	10.1.3 555电路结构及应用.....	265
9.5.1 题目分析	230	10.1.4 直接数字频率合成技术	268
9.5.2 方案论证	231	10.2 实用信号源的设计和制作 (1995年全国大学生电子设计竞赛B题) ...	275
9.5.3 主要电路工作原理分析与计算	233	10.2.1 题目分析	276
9.5.4 系统测试及数据分析	241	10.2.2 方案论证	277
9.5.5 进一步改进的措施	242	10.2.3 系统设计	281
9.6 简易心电图仪设计 (2004年湖北省大学生电子设计竞赛B题)	243	10.2.4 调试过程	287
9.6.1 简易心电图仪作品解析	246	10.2.5 结束语	287
9.6.2 系统设计	252	10.3 波形发生器设计 (2001年全国大学生电子设计竞赛A题) ...	288
9.6.3 系统软件设计	256	10.3.1 题目分析	289
9.6.4 系统测试方法及数据	259	10.3.2 方案论证	290
第10章 信号源设计	261	10.3.3 系统设计	299
10.1 信号源设计基础	261	10.3.4 调试	303
10.1.1 正弦波振荡器	261	10.3.5 指标测试	305
10.1.2 非正弦波振荡器	264	10.3.6 结论	306
		参考文献	307

《高频电子线路设计》

第11章 高频电子线路设计基础	1	11.2.7 正交振幅调制(QAM)	41
11.1 频谱变换电路	1	11.3 无线电技术中的反馈控制电路	42
11.1.1 频谱变换电路分类	1	11.3.1 AGC、AFC和APC的结构、工作原理、 特点及性能分析	42
11.1.2 模拟乘法器	2	11.3.2 AGC、AFC和APC的应用	46
11.1.3 普通调幅波的产生电路与解调电路	3	11.4 频率合成技术	47
11.1.4 抑制载波调幅波的产生电路与解调 电路	8	11.4.1 直接频率合成法	48
11.1.5 混频电路	11	11.4.2 间接频率合成法(锁相环路法)	49
11.1.6 倍频器	12	11.4.3 几种常用的单片集成锁相环频率合成器 ...	51
11.1.7 调角波的基本性质	12	11.5 宽带高频功率放大电路	63
11.1.8 直接调频电路	14	11.5.1 传输线变压器构成的宽带放大器	63
11.1.9 调频波的解调	21	11.5.2 集成宽带放大器	65
11.1.10 限幅器	29	11.6 功率合成器	66
11.2 数字调制与解调电路	30	11.6.1 采用传输线变压器的功率合成器	66
11.2.1 二进制振幅键控(ASK)调制与解调 ...	30	11.6.2 直接功率合成器	69
11.2.2 二进制频移键控(FSK)调制与解调 ...	32	11.7 无线电接收与发射设备	71
11.2.3 二进制相移键控(PSK)调制与解调 ...	34	11.7.1 概述	71
11.2.4 多进制数字振幅调制(MASK)系统 ...	38	11.7.2 无线电接收机	71
11.2.5 多进制数字频率调制(MFSK)系统 ...	39	11.7.3 调频发射机	74
11.2.6 多进制数字相位调制(MPSK)系统 ...	40	第12章 无线电发射机的设计	83

12.1 电压控制 LC 振荡器设计 (2003 年全国大学生电子设计竞赛 A 题)	83	13.2.5 测试方法与数据	189
12.1.1 题目分析	84	13.3 调频收音机设计 (2001 年全国大学生电子设计竞赛 F 题)	192
12.1.2 方案论证	85	13.3.1 题目分析	193
12.1.3 系统设计(一)	95	13.3.2 方案论证与比较	194
12.1.4 系统设计(二)	106	13.3.3 系统设计	196
12.2 简易发射机电路设计 (2004 年湖北省大学生电子设计竞赛 A 题)	113	13.3.4 软件设计	199
12.2.1 题目分析	116	13.3.5 测试方法与测试数据	201
12.2.2 方案论证	118	13.3.6 升/降式 DC-DC 电源转换器 MC33063A/ MC34063A 简介	202
12.2.3 系统设计	121	第 14 章 无线电收发系统设计	206
12.2.4 系统测试	126	14.1 简易无线电遥控系统设计 (1995 年全国大学生电子设计竞赛 C 题)	206
12.3 智能大功率调频发射机设计	127	14.1.1 题目分析	207
12.3.1 背景	128	14.1.2 系统方案论证	208
12.3.2 系统设计	128	14.1.3 电路的设计与计算	211
12.4 正弦信号发生器设计 (2005 年全国大学生电子设计竞赛 A 题)	142	14.1.4 测试结果	214
12.4.1 题目分析	145	14.1.5 系统性能及特点	214
12.4.2 方案论证	145	14.2 单工无线呼叫系统设计 (2005 年全国大学生电子设计竞赛 D 题)	215
12.4.3 主要部件原理及参数计算	148	14.2.1 题目分析	217
12.4.4 系统设计	155	14.2.2 方案论证	218
12.4.5 结论	160	14.2.3 硬件设计	224
第 13 章 无线电接收机设计	163	14.2.4 软件设计	232
13.1 调幅广播收音机设计 (1997 年全国大学生电子设计竞赛 D 题)	163	14.2.5 系统调试	233
13.1.1 题目分析	164	14.2.6 指标测试和测试结果	236
13.1.2 方案论证	167	14.2.7 结论	241
13.1.3 系统设计	169	14.3 抗同频干扰的收发系统设计	242
13.1.4 系统调试	175	14.3.1 课题背景	243
13.1.5 系统性能指标测试与结果分析	177	14.3.2 系统方案论证	243
13.2 短波调频接收机设计 (1999 年全国大学生电子设计竞赛 D 题)	179	14.3.3 系统设计	244
13.2.1 题目分析	180	14.4 CDMA 数字手机电路分析	246
13.2.2 系统方案论证	181	14.4.1 概述	246
13.2.3 硬件设计	184	14.4.2 CDMA 手机基带电路芯片简介	248
13.2.4 单片机系统设计	187	14.4.3 CDMA 手机电路剖析	255
		参考文献	279

《电子仪器仪表设计》

第 15 章 时频测量仪设计	1	17.1.1 时域测量引论	115
15.1 时频测量仪设计基础	1	17.1.2 示波管介绍	116
15.1.1 概述	1	17.1.3 波形显示原理	120
15.1.2 电子计数法测量频率	3	17.1.4 通用示波器	129
15.1.3 电子计数法测量时间	8	17.1.5 取样示波器	145
15.1.4 通用计数器	15	17.1.6 数字示波器	149
15.2 简易数字频率计设计		17.2 简易数字存储示波器设计	
(1997 年全国大学生电子设计竞赛 B 题) ..	20	(2001 年全国大学生电子设计竞赛 B 题) ..	173
15.2.1 题目分析	21	17.2.1 题目分析	174
15.2.2 方案论证	28	17.2.2 方案论证	176
15.2.3 硬件设计	30	17.2.3 硬件设计	185
15.2.4 软件设计	32	17.2.4 系统测试	188
15.2.5 系统指标测试	33	17.2.5 结论	190
15.3 低频数字式相位测量仪设计		第 18 章 元器件参数测量仪设计	192
(2003 年全国大学生电子设计竞赛 C 题) ..	33	18.1 元器件参数测量仪设计基础	192
15.3.1 题目分析	35	18.1.1 概述	192
15.3.2 方案论证	35	18.1.2 电阻的测量	195
15.3.3 硬件设计	42	18.1.3 电感、电容的测量	199
15.3.4 软件设计	50	18.1.4 晶体管特性图示仪	211
15.3.5 性能测试	53	18.2 简易电阻、电容和电感测量仪设计	
15.3.6 设计改进	55	(1995 年全国大学生电子设计竞赛 D 题) ..	218
第 16 章 电气参数测量仪设计	56	18.2.1 电阻、电容和电感测量原理	219
16.1 电气参数测量仪设计基础	56	18.2.2 系统设计	222
16.1.1 概述	56	18.2.3 测量系统误差的消除	228
16.1.2 模拟式直流电压的测量	58	18.3 集成运算放大器参数测量仪设计	
16.1.3 交流电压的测量	60	(2005 年全国大学生电子设计竞赛 B 题) ..	228
16.1.4 数字电压表简介	74	18.3.1 集成运算放大器参数测量原理	232
16.1.5 数字多用表	78	18.3.2 系统设计	234
16.2 数字式工频有效值测量仪设计		18.3.3 电路的抗干扰措施及调试	241
(1999 年全国大学生电子设计竞赛 B 题) ..	82	第 19 章 频域测量仪设计	247
16.2.1 工频参数的数学表达式	84	19.1 频域测量仪设计基础	247
16.2.2 工频参数测量原理	85	19.1.1 线性系统幅频特性的测量	247
16.2.3 系统设计	88	19.1.2 频谱分析仪概述	253
16.3 简易综合测试仪设计		19.1.3 外差式频谱分析仪	256
(2004 年湖北大学生电子设计竞赛 C 题) ..	98	19.1.4 频谱仪的主要技术特性	262
16.3.1 测量原理	100	19.1.5 频谱仪的应用	268
16.3.2 系统设计	106	19.2 频率特性测试仪设计	
第 17 章 时域测量仪设计	115	(1999 年全国大学生电子设计竞赛 C 题) ..	279
17.1 时域测量仪设计基础	115	19.2.1 题目分析	281

19.2.2 方案论证	281	19.5.1 失真度测定的基础	320
19.2.3 硬件设计	291	19.5.2 振荡器的设计	322
19.2.4 软件设计	295	19.5.3 失真度计的设计	325
19.2.5 测试结果	295	19.5.4 调整与使用方法	329
19.3 简易频谱分析仪设计		第 20 章 数据域测试仪设计	333
(2005 年全国大学生电子设计竞赛 C 题)	297	20.1 数据域测试仪设计基础	333
19.3.1 题目分析	298	20.1.1 数据域测试概述	333
19.3.2 方案论证	299	20.1.2 逻辑分析仪的组成原理	341
19.3.3 系统组成及工作原理	301	20.2 简易逻辑分析仪设计	
19.3.4 硬件设计	303	(2003 年全国大学生电子设计竞赛 D 题)	354
19.3.5 软件设计	306	20.2.1 题目分析	356
19.3.6 测试结果	308	20.2.2 方案论证	356
19.4 数字式频谱分析仪设计		20.2.3 系统设计与原理框图	357
(优秀毕业设计论文)	309	20.2.4 电路设计与说明	358
19.4.1 方案论证	309	20.2.5 软件设计	365
19.4.2 硬件设计	312	20.2.6 系统测试	366
19.4.3 软件设计	315	20.2.7 结论	366
19.4.4 系统测试及结果分析	318	参考文献	368
19.5 内藏信号源的失真度测量仪设计	319		

《数字系统与自动控制系统设计》

第 21 章 数字系统设计	1	21.3.5 测试结果及结果分析	43
21.1 数字系统设计基础	1	21.4 数据采集与传输系统设计	
21.1.1 数字系统的基本概念	1	(2001 年全国大学生电子设计竞赛 E 题)	45
21.1.2 数字系统的设计方法	2	21.4.1 题目分析	46
21.1.3 数字系统设计的描述方法	4	21.4.2 方案论证	47
21.1.4 数字系统的安装与调测	8	21.4.3 硬件设计	56
21.1.5 国产半导体集成电路型号命名法	13	21.4.4 软件设计	60
21.2 多路数据采集电路设计		21.4.5 测试结果及结果分析	60
(1994 年全国大学生电子设计竞赛 B 题)	14	第 22 章 自动控制系统设计	64
21.2.1 题目分析	15	22.1 自动控制系统设计基础	64
21.2.2 方案论证	16	22.1.1 自动控制系统概述	64
21.2.3 硬件设计	23	22.1.2 传感器及其应用电路	65
21.2.4 软件设计	24	22.1.3 电机与驱动电路	89
21.2.5 测试结果及结果分析	25	22.1.4 继电器电路	103
21.3 数字化语音存储与回放系统		22.2 水温控制系统设计	
(1999 年全国大学生电子设计竞赛 E 题)	29	(1997 年全国大学生电子设计竞赛 C 题)	106
21.3.1 题目分析	30	22.2.1 题目分析	107
21.3.2 方案论证	31	22.2.2 方案论证	108
21.3.3 硬件设计	39	22.2.3 硬件电路设计	110
21.3.4 软件设计	41	22.2.4 软件设计	115