

应用型本科电子信息类规划教材

江国强 编著

新编 数字逻辑电路 习题、实验与实训

XINBIAN SHUZI LUOJI DIALU

XITI SHIYAN YU SHIXUN



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

应用型本科电子信息类规划教材

新编数字逻辑电路 习题、实验与实训

江国强 编著

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书是《新编数字逻辑电路》的配套教材,包含数字逻辑电路的习题及实验与实训两部分内容。习题部分共 10 章,主要内容有:数制与编码、逻辑代数、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲单元电路、D/A 和 A/D 转换、程序逻辑电路和可编程逻辑器件。每章都包含内容提要、教学要求、同步练习和同步练习参考答案等内容。

实验与实训部分包括数字电路基本实验、可编程逻辑器件(PLD)和硬件描述语言(HDL)设计实验、实训等 3 章。在数字电路基本实验中,安排了 TTL 集成逻辑门的功能与参数测试、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、555 时基电路、D/A 与 A/D 转换器、随机存取存储器等方面的实验内容。

在可编程逻辑器件和硬件描述语言设计实验中,介绍基于 EDA 软件平台下的组合逻辑电路、时序逻辑电路、D/A 与 A/D 转换控制器等电路的设计实验。

在实训部分中,介绍了数字频率计、电子秒表、电子抢答器、数字电压表、交通灯控制器、电子日历等数字系统的设计实训内容。

本书可作为高等院校工科电子类、通信信息类、自动化类专业师生的教学和学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新编数字逻辑电路习题、实验与实训/江国强编著. —北京:北京邮电大学出版社,2008
ISBN 978-7-5635-1819-7

I. 新… II. 江… III. 数字电路:逻辑电路—高等学校—教学参考资料 IV. TN79
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 139234 号

书 名: 新编数字逻辑电路习题、实验与实训
作 者: 江国强
责任编辑: 艾莉莎
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)
发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京忠信诚胶印厂
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 20.25
字 数: 490 千字
印 数: 1—4 000 册
版 次: 2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1819-7

定 价: 34.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

应用型本科电子信息类规划教材编委会

主 任:乐光新

副主任:(按姓氏笔画排列)

冯 林 吕 翊 胡建萍 唐志宏 曹雪虹 雷章富

成 员:(按姓氏笔画排列)

马云辉 刘大健 孙锦涛 张春先 李冠群

罗仁哲 郭世满 顾宝良 莫德举 雷 霖

前 言

在 20 世纪 90 年代,国际上电子和计算机技术先进的国家,一直在积极探索新的电子电路设计方法,在设计方法、工具等方面进行了彻底的变革,并取得巨大成功。在电子设计技术领域,可编程逻辑器件(PLD)的应用,已得到很好的普及,这些器件为数字系统的设计带来极大的灵活性。该器件可以通过软件编程而对其硬件结构和工作方式进行重构,使得硬件的设计可以如同软件设计那样方便快捷,极大地改变了传统的数字系统设计方法、设计过程和设计观念。随着可编程逻辑器件集成规模不断扩大、自身功能不断完善,以及计算机辅助设计技术的提高,现代电子系统设计领域的电子设计自动化(EDA)技术便应运而生。传统的数字电路设计模式,如利用卡诺图的逻辑化简手段、布尔方程表达式设计方法和相应的中、小规模集成电路的堆砌技术正在迅速地退出历史舞台。

《新编数字逻辑电路》是基于硬件描述语言 HDL(Hardware Description Language)编写的。目前,国际最流行的,并成为 IEEE 标准的两种硬件描述语言是 VHDL 和 Verilog HDL。两种 HDL 各具特色,但 Verilog HDL 是在 C 语言的基础上演化而来的,只要具有 C 语言的编程基础,就很容易学会并掌握这种语言,而且国内外 90% 的电子公司都把 Verilog HDL 作为企业标准设计语言,因此本教材以 Verilog HDL 作为数字电路与系统的设计工具。

为了保持数字电路内容的完整性和理论的系统性,《新编数字逻辑电路》包括了数制与编码、逻辑代数、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲单元电路、D/A 和 A/D 转换、程序逻辑电路和可编程逻辑器件等基本内容,但在电路设计中删除了以卡诺图为逻辑化简手段和相应设计技术方面的内容,而以 Verilog HDL 设计技术取而代之。

本书是《新编数字逻辑电路》的配套教材,包含数字逻辑电路的习题及实验与实训两部分内容。习题部分共 10 章,主要内容有:数制与编码、逻辑代数、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲单元电路、D/A 和 A/D 转换、程序逻辑电路和可编程逻辑器件。每章都包含内容提要、教学要求、同步练习和同步练习参考答案等内容。在内容提要中,通过大量的例题进一步阐明教程中的重点和难点内容。在同步练习中,共编入了填空题、选择题和应用题近 1 000 道,帮助读者加深对基本概念的理解、基本解题方法的掌握,启发逻辑思维能力,提高分析问题和解决问题的能力。

实验与实训部分包括数字电路基本实验、可编程逻辑器件和硬件描述语言设计实验、实训等 3 章。在数字电路基本实验中,安排了 TTL 集成逻辑门的功能与参数测试、组合逻辑电路的设计与测试、数据选择器及其应用、译码器及其应用、触发器及其应用、计数器及其应

用、移位寄存器及其应用、555 时基电路及其应用、D/A 与 A/D 转换器、随机存取存储器及其应用等方面的实验内容。

在可编程逻辑器件和硬件描述语言设计实验中,首先介绍了 Altera 公司的 Quartus II (7.0 版本)EDA 工具软件平台的使用方法,然后介绍基于此平台下的组合逻辑电路、时序逻辑电路、D/A 与 A/D 转换控制器等电路的原理图输入和 Verilog HDL 文本输入两方面设计实验。

在实训部分中,介绍了数字频率计、电子秒表、电子抢答器、数字电压表、交通灯控制器、电子日历等数字系统的设计实训内容。

本书由桂林电子科技大学信息科技学院的江国强编著,对于书中的错误和不足之处,恳请指正。

作 者

目 录

第 1 部分 数字逻辑电路习题

第 1 章 数制与编码

1.1 内容提要	3
1.2 教学要求	4
1.3 同步练习	4
1.3.1 填空题	4
1.3.2 单项选择题	5
1.4 同步练习参考答案	6
1.4.1 填空题	6
1.4.2 单项选择题	6

第 2 章 逻辑代数基础和硬件描述语言基础

2.1 内容提要	7
2.1.1 逻辑函数的表示方法	7
2.1.2 逻辑函数的公式简化法	8
2.1.3 Verilog HDL 基础	8
2.2 教学要求	12
2.3 同步练习	13
2.3.1 填空题	13
2.3.2 单项选择题	15
2.4 同步练习参考答案	19
2.4.1 填空题	19
2.4.2 单项选择题	21

第 3 章 门电路

3.1 内容提要	22
----------------	----

3.1.1	晶体管的开关特性	22
3.1.2	分立元件门	25
3.1.3	TTL 集成逻辑门	25
3.1.4	MOS 集成门	28
3.1.5	基于 Verilog HDL 的门电路设计	29
3.2	教学要求	29
3.3	同步练习	30
3.3.1	填空题	30
3.3.2	单项选择题	32
3.3.3	应用题	35
3.4	同步练习参考答案	38
3.4.1	填空题	38
3.4.2	单项选择题	39
3.4.3	应用题	40

第 4 章 组合逻辑电路

4.1	内容提要	44
4.1.1	组合逻辑电路的分析方法	44
4.1.2	组合逻辑电路的设计方法	45
4.1.3	组合逻辑电路的中规模集成部件	47
4.2	基本要求	49
4.3	同步练习	49
4.3.1	填空题	49
4.3.2	单项选择题	50
4.3.3	应用题	51
4.4	同步练习参考答案	54
4.4.1	填空题	54
4.4.2	单项选择题	55
4.4.3	应用题	55

第 5 章 触发器

5.1	内容提要	63
5.1.1	触发器的类型	63
5.1.2	集成触发器	65
5.1.3	触发器的时序图	66
5.1.4	基于 Verilog HDL 的触发器的设计	69
5.2	教学要求	72

5.3 同步练习	72
5.3.1 填空题	72
5.3.2 单项选择题	73
5.3.3 应用题	74
5.4 同步练习参考答案	76
5.4.1 填空题	76
5.4.2 单项选择题	77
5.4.3 应用题	77
第6章 时序逻辑电路	
6.1 内容提要	82
6.1.1 移位寄存器	82
6.1.2 计数器	85
6.1.3 时序逻辑电路的设计	92
6.2 教学要求	92
6.3 同步练习	92
6.3.1 填空题	92
6.3.2 单项选择题	94
6.3.3 应用题	96
6.4 同步练习参考答案	102
6.4.1 填空题	102
6.4.2 单项选择题	103
6.4.3 应用题	103
第7章 脉冲单元电路	
7.1 内容提要	115
7.1.1 多谐振荡器	115
7.1.2 单稳态触发器	118
7.1.3 施密特触发器	119
7.2 教学要求	120
7.3 同步练习	120
7.3.1 填空题	120
7.3.2 单项选择题	121
7.3.3 应用题	123
7.4 同步练习参考答案	124
7.4.1 填空题	124
7.4.2 单项选择题	124
7.4.3 应用题	125

第 8 章 D/A 和 A/D 转换

8.1 内容提要	130
8.2 教学要求	131
8.3 同步练习	131
8.3.1 填空题	131
8.3.2 单项选择题	132
8.3.3 应用题	134
8.4 同步练习参考答案	135
8.4.1 填空题	135
8.4.2 单项选择题	135
8.4.3 应用题	135

第 9 章 程序逻辑电路

9.1 内容提要	138
9.1.1 半导体存储器	138
9.1.2 只读存储器 ROM 和可编程逻辑阵列 PLA 的应用	140
9.1.3 基于 Verilog HDL 的存储器的设计	142
9.2 教学要求	143
9.3 同步练习	143
9.3.1 填空题	143
9.3.2 单项选择题	144
9.3.3 应用题	145
9.4 同步练习参考答案	147
9.4.1 填空题	147
9.4.2 单项选择题	148
9.4.3 应用题	148

第 10 章 可编程逻辑器件

10.1 内容提要	150
10.2 教学要求	151
10.3 同步练习	151
10.3.1 填空题	151
10.3.2 单项选择题	152
10.4 同步练习参考答案	152
10.4.1 填空题	152
10.4.2 单项选择题	153

第2部分 数字电路基本实验

第1章 数字电路基本实验

1.0 数字电路实验基本知识	157
1.0.1 数字集成电路器件简介	157
1.0.2 数字电路测试及故障查找、排除	158
1.1 【实验1】TTL 集成逻辑门的功能与参数测试	160
1.1.1 实验目的	160
1.1.2 实验原理	160
1.1.3 实验设备与器件	163
1.1.4 实验内容	163
1.1.5 实验报告	164
1.2 【实验2】组合逻辑电路的设计与测试	164
1.2.1 实验目的	164
1.2.2 实验原理	164
1.2.3 实验设备与器件	165
1.2.4 实验内容	165
1.2.5 实验预习要求	165
1.2.6 实验报告	165
1.3 【实验3】数据选择器及其应用	166
1.3.1 实验目的	166
1.3.2 实验原理	166
1.3.3 实验设备与器件	168
1.3.4 实验内容	168
1.3.5 实验预习要求	168
1.3.6 实验报告	168
1.4 【实验4】译码器及其应用	169
1.4.1 实验目的	169
1.4.2 实验原理	169
1.4.3 实验设备与器件	172
1.4.4 实验内容	172
1.4.5 实验预习要求	173
1.4.6 实验报告	173
1.5 【实验5】触发器及其应用	173
1.5.1 实验目的	173
1.5.2 实验原理	174

1.5.3	实验设备与器件	175
1.5.4	实验内容	175
1.5.5	实验预习要求	177
1.5.6	实验报告	177
1.6	【实验 6】计数器及其应用	177
1.6.1	实验目的	177
1.6.2	实验原理	177
1.6.3	实验设备与器件	179
1.6.4	实验内容	179
1.6.5	实验预习要求	179
1.6.6	实验报告	180
1.7	【实验 7】移位寄存器及其应用	180
1.7.1	实验目的	180
1.7.2	实验原理	180
1.7.3	实验设备与器件	183
1.7.4	实验内容	183
1.7.5	实验预习要求	184
1.7.6	实验报告	184
1.8	【实验 8】555 时基电路及其应用	184
1.8.1	实验目的	184
1.8.2	实验原理	184
1.8.3	实验设备与器件	188
1.8.4	实验内容	188
1.8.5	实验预习要求	189
1.8.6	实验报告	189
1.9	【实验 9】D/A、A/D 转换器	189
1.9.1	实验目的	189
1.9.2	实验原理	189
1.9.3	实验设备与器件	192
1.9.4	实验内容	192
1.9.5	实验预习要求	194
1.9.6	实验报告	194
1.10	【实验 10】随机存取存储器及其应用	194
1.10.1	实验目的	194
1.10.2	实验原理	195
1.10.3	实验设备与器件	198
1.10.4	实验内容	199
1.10.5	实验预习要求	200

1.10.6 实验报告	200
第2章 HDL 及可编程逻辑器件实验	
2.1 【实验1】全加器设计	201
2.1.1 实验要求	201
2.1.2 设计原理	201
2.1.3 实验步骤	202
2.1.4 Quartus II 的文本编辑输入法	212
2.1.5 思考题	213
2.2 【实验2】4位加法器设计	213
2.2.1 实验要求	213
2.2.2 设计原理	213
2.2.3 实验步骤	213
2.2.4 思考题	217
2.3 【实验3】4选1数据选择器的设计	217
2.3.1 实验要求	217
2.3.2 设计原理	217
2.3.3 实验步骤	218
2.3.4 思考题	220
2.4 【实验4】四总线缓冲器的设计	221
2.4.1 实验要求	221
2.4.2 设计原理	221
2.4.3 实验步骤	221
2.4.4 思考题	224
2.5 【实验5】3线-8线译码器的设计	224
2.5.1 实验要求	224
2.5.2 设计原理	224
2.5.3 实验步骤	225
2.5.4 思考题	228
2.6 【实验6】BCD-七段显示译码器的设计	229
2.6.1 实验要求	229
2.6.2 设计原理	229
2.6.3 实验步骤	229
2.6.4 思考题	233
2.7 【实验7】基本RS触发器设计	233
2.7.1 实验要求	233
2.7.2 设计原理	233
2.7.3 实验步骤	234

2.7.4 思考题	236
2.8 【实验 8】边沿 JK 触发器设计	236
2.8.1 实验要求	236
2.8.2 设计原理	236
2.8.3 实验步骤	237
2.8.4 思考题	240
2.9 【实验 9】4 位二进制加法计数器设计	240
2.9.1 实验要求	240
2.9.2 设计原理	240
2.9.3 实验步骤	241
2.9.4 思考题	243
2.10 【实验 10】4 位右移移位寄存器设计	243
2.10.1 实验要求	243
2.10.2 设计原理	244
2.10.3 实验步骤	244
2.10.4 思考题	247
2.11 【实验 11】有时钟使能的 2 位十进制计数器设计	247
2.11.1 实验要求	247
2.11.2 设计原理	247
2.11.3 实验步骤	247
2.11.4 思考题	250
2.12 【实验 12】数控分频器的设计	250
2.12.1 实验要求	250
2.12.2 设计原理	251
2.12.3 实验步骤	251
2.12.4 思考题	254
2.13 【实验 13】译码扫描显示电路设计	254
2.13.1 实验要求	254
2.13.2 设计原理	254
2.13.3 实验步骤	255
2.13.4 思考题	257
2.14 【实验 14】序列信号检测器的设计	257
2.14.1 实验要求	257
2.14.2 设计原理	258
2.14.3 实验步骤	258
2.14.4 思考题	260
2.15 【实验 15】DAC0832 电路控制器的设计	261
2.15.1 实验要求	261

2.15.2 设计原理	261
2.15.3 实验步骤	261
2.15.4 思考题	264
2.16 【实验 16】ADC0809 采样控制器的设计	264
2.16.1 实验要求	264
2.16.2 设计原理	264
2.16.3 实验步骤	264
2.16.4 思考题	268

第 3 章 实训

3.1 A 类实训设计课题	269
3.1.1 多功能信号发生器的设计	269
3.1.2 数字电压表的设计	270
3.1.3 交通灯控制电路的设计	271
3.1.4 简易信号测量仪的设计	271
3.1.5 数字日历电路的设计	272
3.2 B 类实训设计课题	272
3.2.1 计时器的设计	272
3.2.2 倒计时器的设计	273
3.2.3 8 位频率计的设计	273
3.2.4 电子抢答器的设计	273
3.2.5 秒表电路的设计	274
3.2.6 彩灯控制电路的设计	274
3.3 C 类实训设计课题	274
3.3.1 2 位十进制加法器的设计	274
3.3.2 2 位十进制减法器的设计	275
3.3.3 可加减计数器 CT74191 的设计	275
3.3.4 8 位可逆移位寄存器的设计	275

附录 A 常用数字集成电路引脚排列图

A.1 TTL 集成电路	277
A.2 CMOS 集成电路	281

附录 B EDA6000 实验开发系统

B.1 EDA6000 的特点	285
B.2 EDA6000 的使用方法	286
B.2.1 EDA6000 的硬件结构	286
B.2.2 EDA6000 软件平台的使用方法	289

附录 C EDA 实训仪

C.1 EDA 实训仪的结构	300
C.1.1 EDA 实训仪的结构	300
C.1.2 硬件说明	301
C.1.3 电路板布局	301
C.2 引脚定义	302
C.2.1 12 只 LED 发光管(L11~L0).....	302
C.2.2 8 个八段数码管(SEG7~SEG0)	303
C.2.3 16 只拨动开关(S15~S0)	303
C.2.4 9 只按键(K8~K0)	303
C.2.5 两路 A/D 变换电路 ADC0809	304
C.2.6 D/A 变换电路 0832	304
C.2.7 20 MHz 时钟	305
C.2.8 可自由使用的 IO 脚	305
C.3 系统检测	305
C.3.1 主板上八段数码管检测	305
C.3.2 FPGA 驱动 12 只 LED 及八段数码管的检测	305
C.3.3 S0~S7 拨动开关检测	306
C.3.4 K0~K7 按键的检测	306
C.3.5 S8~S13 拨动开关及 AD/DA 检测	306
参考文献	307

第 1 部分

数字逻辑电路习题

习题部分共 10 章,主要内容有:数制与编码、逻辑代数、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲单元电路、D/A 和 A/D 转换、程序逻辑电路和可编程逻辑器件。每章都包含内容提要、教学要求、同步练习和同步练习参考答案等内容。在内容提要中,通过大量的例题进一步阐明教程中的重点和难点内容。在同步练习中,共编入了填空题、选择题和应用题近 1 000 道,以帮助读者加深对基本概念的理解、基本解题方法的掌握,启发逻辑思维能力,提高分析问题和解决问题的能力。