

高等院校计算机实验与实践系列示范教材

软件学院综合实验教程

——计算机硬件综合实验

马洪连 主编

李大奎 主审

于成 张政凯 迟宗正 编著

清华大学出版社



高等院校计算机实验与实践系列示范教材

软件学院综合实验教程

——计算机硬件综合实验

马洪连 主编
于成 张政凯 迟宗正 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材根据国家级示范性软件学院相关硬件理论教学和实践能力的要求,以提高实际工程设计能力为目的,使本科学学生通过本书的学习并完成推荐的实验,具有了解和掌握“模拟与数字电子技术”和“计算机组成与结构”两门课程的基本内容和实用技术。

本教材具体分为模拟数字电路实验篇和计算机组成与结构实验篇,在模拟数字电路实验篇中包括实验环境介绍、模拟电路实验(五项)和数字电路实验(七项)三部分内容。在计算机组成与结构实验篇中包括实验环境介绍、基础性实验(五项)和综合设计性实验(两项)三部分。

本教材既可以作为软件学院硬件相关课程的实验教材,也可以作为高等院校计算机应用技术与其他学科本科生的实验教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

软件学院综合实验教程:计算机硬件综合实验/马洪连主编.--北京:清华大学出版社,2013.2

高等院校计算机实验与实践系列示范教材

ISBN 978-7-302-30575-0

I. ①软… II. ①马… III. ①硬件—高等学校—教材 IV. ①TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 261418 号

责任编辑:刘向威 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.5 字 数:382千字

版 次:2013年2月第1版 印 次:2013年2月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.50元

产品编号:043140-01

出版说明

当前,重视实验与实践教育是各国高等教育界的发展潮流,我国与国外教学工作的差距也主要表现在实践教学环节上。面对新的形式和新的挑战,完善实验与实践教育体系成为一种必然。为了培养具有高质量、高素质、高实践能力和高创新能力的人才,全国很多高等院校在实验与实践教学方面进行了大力改革,在实验与实践教学内容、教学方法、教学体系、实验室建设等方面积累了大量的宝贵经验,起到了教学示范作用。

实验与实践性教学与理论教学是相辅相成的,具有同等重要的地位。它是在开放教育的基础上,为配合理论教学、培养学生分析问题和解决问题的能力以及加强训练学生专业实践能力而设置的教学环节;对于完成教学计划、落实教学大纲,确保教学质量,培养学生分析问题、解决问题的能力 and 实际操作技能更具有特别重要的意义。同时,实践教学也是培养应用型人才的重要途径,实践教学质量的好坏,实际上也决定了应用人才培养质量的高低。因此,加强实践教学环节,提高实践教学质量,对培养高质量的应用型人才至关重要。

近年来,教育部把实验与实践教学作为对高等院校教学工作评估的关键性指标。2005年1月,在教育部下发的《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》中明确指出:“高等学校要强化实践育人的意识,区别不同学科对实践教学的要求,合理制定实践教学方案,完善实践教学体系。要切实加强实验、实习、社会实践、毕业设计(论文)等实践教学环节,保障各环节的时间和效果,不得降低要求。”“要不断改革实践教学内容,改进实践教学方法,通过政策引导,吸引高水平教师从事实践环节教学工作。要加强产学研合作教育,充分利用国内外资源,不断拓展校际之间、校企之间、高校与科研院所之间的合作,加强各种形式的实践教学基地和实验室建设。”

为了配合开展实践教学及适应教学改革的需要,我们在全中国各高等院校精心挖掘和遴选了一批在计算机实验与实践教学方面具有潜心研究并取得了富有特色、值得推广的教学成果的作者,把他们多年积累的教学经验编写成教材,为开展实践教学的学校起一个抛砖引玉的示范作用。

为了保证出版质量,本套教材中的每本书都经过编委会委员的精心筛选和

严格评审,坚持宁缺毋滥的原则,力争把每本书都做成精品。同时,为了能够让更多、更好的实践教学成果应用于社会和各高等院校,我们热切期望在这方面有经验和成果的教师能够加入到本套丛书的编写队伍中,为实践教学的发展和取得成效做出贡献;也衷心地期望广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们更好地为读者服务。

清华大学出版社

联系人:索梅 suom@tup.tsinghua.edu.cn

目前我国国家示范性软件学院已经创建了十多年的时间了,各个软件学院在计算机硬件教学方面也不尽相同。这次在清华大学出版社的鼓励和支持下,我们编写了基于国内软件学院的计算机硬件综合实验教材,以便帮助读者能够更快地掌握计算机硬件知识。本教材是为了配合国内软件学院开设的“模拟与数字电路”和“计算机组成与结构”两门硬件课程的教学而编写的,全书由两篇组成。

第一篇是模拟与数字电路实验篇,具体包括第一部分实验环境介绍,主要有使用的实验平台和相关实验使用仪器的介绍。第二部分是针对于模拟电路所开的实验,具体有常用仪器的实验、半导体器件的识别与应用、单管放大器、集成运算放大器的应用和集成稳压器五项实验内容。第三部分是数字电路实验,包括基本逻辑门功能测试、组合电路的设计、译码器、数据选择器、触发器、计数器及应用和八路彩灯控制器共七项实验内容。

第二篇是计算机组成与结构实验篇,具体包括第一部分实验环境介绍,主要是对实验中所应用的硬件系统和软件系统及实验平台的介绍。第二部分介绍基础性实验内容,具体有监控程序与汇编语言程序设计、运算器、存储器扩展、中断系统和 I/O 口扩展五项实验内容。第三部分是综合设计性实验,包括有 FPGA 程序设计和采用 FPGA 设计实现模型计算机两项内容。

课程实验和实践环节是在指导教师帮助下进行的,这样可以使学生们尽快掌握实验技巧,验证硬件方面的知识和提高硬件系统设计的能力,学会仪器的使用方法,增强实际动手能力。为今后参加系统设计、系统调试和测试工作打好基础。

参加编写本教材的作者一直从事模拟数字电路实验和计算机组成与结构实验多年。在编写本教材的过程中,从基于软件学院学生的教学课程的特点,以及学生实际技能的需要,精选实验内容,做到概念清晰、理论联系实际。在叙述方法上力求通俗易懂,使读者能够在较短的时间内掌握相关知识和技能,达到事半功倍的效果。

本书是针对国内软件学院硬件课程编写的专业实验教材,也可以作为其他高等学校相关专业课程的实验教材和参考用书。

另外,由于作者的知识水平和工作经验有限,所以在本教材中有可能存在错误和不妥之处,随时希望得到业内同行们的指教。

编者

2012.10

第一篇 模拟与数字电路实验

第一部分 实验环境介绍

第 1 章 THDM-1 型数电模电实验箱	5
1.1 THDM-1 型实验箱简介	5
1.2 THDM-1 型实验箱的组成和使用	7
1.2.1 电源部分	7
1.2.2 实验箱系统功能部分	8
第 2 章 DS5042ME 型双踪示波器	15
2.1 主要性能特点	15
2.2 技术规格	16
2.3 操作面板上的主要功能	20
2.4 示波器的显示界面	24
2.5 设备仪器的其他附件	25
第 3 章 MS8221 型数字万用表	26
3.1 功能描述	26
3.2 测量范围及量程选择	26
3.3 使用步骤及注意事项	27
第 4 章 DG1022 型函数信号发生器	28
4.1 性能特点	28
4.2 前操作面板	29
4.3 后操作面板	30

第二部分 模拟电路实验

实验 1 常用电子仪器的使用	33
1.1 实验目的	33
1.2 实验设备、器件与相关知识	33
1.2.1 实验设备和器件	33
1.2.2 正弦波信号简介	33
1.2.3 实验原理及预习	35
1.3 实验内容和步骤	35
1.3.1 数字万用表的使用	35
1.3.2 数字示波器的使用	37
1.3.3 函数信号发生器的使用	42
1.4 实验要求与实验报告	43
实验 2 常用半导体器件的识别与使用	45
2.1 实验目的	45
2.2 实验设备、器件与相关知识	45
2.2.1 实验设备和器件	45
2.2.2 半导体二极管	45
2.2.3 半导体晶体管	47
2.2.4 实验原理及预习	48
2.3 实验内容和步骤	51
2.4 实验要求与实验报告	54
实验 3 晶体管共射极单管放大器	55
3.1 实验目的	55
3.2 实验设备、器件与相关知识	55
3.2.1 实验设备和器件	55
3.2.2 实验原理及预习	55
3.2.3 静态工作点的分析、测量与调试	56
3.2.4 电压放大倍数分析与测量	57
3.2.5 放大电路 Q 点与饱和、截止失真的关系	59
3.2.6 实验预习	60
3.3 实验内容和步骤	61
3.3.1 静态工作点的调试	61
3.3.2 电压放大倍数的测量	62
3.3.3 静态工作点对输出波形失真的影响	63
3.4 实验要求与实验报告	64

实验4 集成运算放大器的线性应用	65
4.1 实验目的	65
4.2 实验设备、器件与相关知识	65
4.2.1 实验设备和器件	65
4.2.2 电阻器的识别与使用	65
4.2.3 电容器的识别与使用	68
4.2.4 集成运算放大器工作原理	69
4.2.5 基本运算电路	69
4.2.6 实验预习	71
4.3 实验内容和步骤	72
4.4 实验要求与实验报告	73
实验5 滤波电路和集成稳压器	74
5.1 实验目的	74
5.2 实验设备、器件和相关知识	74
5.2.1 实验设备和器件	74
5.2.2 直流稳压电路	74
5.2.3 全波整流电路	75
5.2.4 电容滤波电路	75
5.2.5 集成稳压器	76
5.3 实验内容和步骤	77
5.4 实验要求与实验报告	80

第三部分 数字电路实验

实验1 数字电路基本逻辑门的功能验证	83
1.1 实验目的	83
1.2 实验设备、器件与相关知识	83
1.2.1 实验设备和器件	83
1.2.2 脉冲信号及其主要参数	83
1.2.3 TTL 集成电路特点及使用规则	84
1.2.4 CMOS 集成电路特点及使用规则	85
1.2.5 逻辑门的图形符号	86
1.2.6 集电极开路门 OC	87
1.2.7 三态门	88
1.2.8 集成逻辑电路的连接和驱动简介	89
1.3 实验内容和步骤	90
1.4 实验要求与实验报告	95

实验2 组合逻辑电路的设计和测试	96
2.1 实验目的	96
2.2 实验设备、器件和相关知识	96
2.2.1 实验设备和器件	96
2.2.2 组合逻辑电路设计	96
2.2.3 组合逻辑电路设计举例	97
2.3 实验内容和步骤	98
2.4 实验要求与实验报告	99
实验3 译码器及其应用	100
3.1 实验目的	100
3.2 实验设备、器件与相关知识	100
3.2.1 实验设备和器件	100
3.2.2 译码器	100
3.3 实验内容和步骤	102
3.4 实验要求与实验报告	103
实验4 数据选择器及其应用	104
4.1 实验目的	104
4.2 实验设备、器件与相关知识	104
4.2.1 实验设备和器件	104
4.2.2 实验原理	104
4.3 实验内容和步骤	107
4.4 实验要求与实验报告	107
实验5 触发器	108
5.1 实验目的	108
5.2 实验设备、器件与相关知识	108
5.2.1 实验设备和器件	108
5.2.2 实验原理	108
5.3 实验内容和步骤	111
5.4 实验要求与实验报告	113
实验6 计数器	114
6.1 实验目的	114
6.2 实验设备、器件与相关知识	114
6.2.1 实验设备和器件	114
6.2.2 实验原理	114

6.3 实验内容和步骤	118
6.4 实验要求与实验报告	120
实验7 八路彩灯控制器	121
7.1 实验目的	121
7.2 实验设备、器件与相关知识	121
7.2.1 实验设备和器件	121
7.2.2 实验原理	121
7.3 实验内容和步骤	126
7.4 实验要求与实验报告	127

第二篇 计算机组成与结构实验

第一部分 实验环境介绍

第1章 TEC-XP 计算机组成原理与系统结构实验系统	133
1.1 TEC-XP 计算机组成原理与系统结构实验箱简介	133
1.1.1 TEC-XP 实验箱面板功能介绍	133
1.1.2 TEC-XP 实验箱内部结构组成和实现功能	136
1.1.3 软件模拟实现的教学计算机系统	137
1.2 TEC-XP 实验箱的技术指标	138
1.3 TEC-XP 实验系统支持的实验项目	139
1.3.1 基本实验项目	139
1.3.2 扩展及综合性实验项目	140
第2章 TEC-XP 实验系统的硬件系统和软件系统	142
2.1 TEC-XP 实验系统硬件系统的结构设计	142
2.1.1 实验系统的硬件组成原理	142
2.1.2 硬件系统的具体实现	145
2.2 软件系统的结构设计	150
2.2.1 TEC-XP 系统的监控程序	150
2.2.2 TEC-XP 系统的 PC 终端程序	163
2.2.3 TEC-XP 实验系统的软件模拟系统	165

第二部分 基础性实验

实验1 监控程序与汇编语言程序设计实验	179
1.1 实验目的	179

1.2	实验设备与相关知识	179
1.2.1	实验设备	179
1.2.2	指令格式	179
1.2.3	TEC-XP 实验系统指令分类	181
1.3	实验内容和步骤	182
1.3.1	实验箱 TEC-XP 通电启动步骤	182
1.3.2	运行 PC 联机程序 Pcecl6.com 的操作步骤	183
1.3.3	实验内容	185
1.3.4	实验要求与实验报告	188
实验 2	运算器部件实验	189
2.1	实验目的	189
2.2	实验设备与相关知识	189
2.2.1	实验设备	189
2.2.2	运算器芯片 Am2901 的结构和功能	189
2.2.3	基于 Am2901 运算器的设计与实现	192
2.2.4	Am2901 的逻辑功能	193
2.3	实验内容和步骤	196
2.3.1	实验说明	196
2.3.2	实验操作步骤和内容	197
2.3.3	实验运行环境	198
2.3.4	实验要求与实验报告	199
实验 3	存储器扩展实验	200
3.1	实验目的	200
3.2	实验设备与相关知识	200
3.2.1	实验设备	200
3.2.2	TEC-XP 存储系统的介绍	200
3.3	实验内容和步骤	202
3.3.1	实验说明	202
3.3.2	实验操作步骤和内容	203
3.3.3	实验运行环境	205
3.3.4	实验要求与实验报告	206
实验 4	中断实验	207
4.1	实验目的	207
4.2	实验设备与相关知识	207
4.2.1	实验设备	207
4.2.2	TEC-XP 系统中断线路	207

4.2.3	中断处理在教学计算机中的具体实现	211
4.3	实验内容和步骤	212
4.3.1	实验说明	212
4.3.2	实验操作步骤和内容	212
4.3.3	实验运行环境	214
4.3.4	实验要求与实验报告	214

实验 5	I/O 口扩展实验	215
-------------	------------------------	------------

5.1	实验目的	215
5.2	实验设备与相关知识	215
5.2.1	实验设备	215
5.2.2	TEC-XP 串行接口	215
5.3	实验内容和步骤	216
5.3.1	实验说明	216
5.3.2	实验操作步骤和内容	216
5.3.3	实验准备	219
5.3.4	实验要求与实验报告	219

第三部分 综合设计性实验

实验 6	FPGA 程序设计实验	223
-------------	--------------------------	------------

6.1	实验目的	223
6.2	实验设备与相关知识	223
6.2.1	实验设备	223
6.2.2	VHDL 语言概述与程序设计	223
6.2.3	VHDL 语言程序设计	228
6.3	实验内容和步骤	234
6.3.1	实验说明	234
6.3.2	实验操作步骤和内容	234
6.3.3	实验准备	237
6.3.4	实验要求与实验报告	238

实验 7	用 FPGA 设计实现模型计算机	239
-------------	-------------------------------	------------

7.1	实验目的	239
7.2	实验设备与相关知识	239
7.2.1	实验设备	239
7.2.2	FPGA 芯片的外特性和内部结构	239
7.2.3	CPU 系统设计目标与实现	240
7.2.4	在 FPGA 芯片中实现的非流水线的 CPU 系统	241

7.2.5 CPU 系统的层次与模块设计	241
7.3 实验内容和步骤	242
7.3.1 实验说明	242
7.3.2 实验操作步骤和内容	242
7.3.3 实验要求与实验报告	246
参考文献	247

模拟与数字电路实验

第一部分 实验环境介绍