



普通高等院校电子信息类“十一五”规划教材

电气自动化

实验教程

主 编 张晓峰 高 斌
副主编 王小军 王宗刚



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校电子信息类“十一五”规划教材

电气自动化实验教程

主 编 张晓峰 高 斌
副主编 王小军 王宗刚

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是电气工程及其自动化专业综合性的实验教材,主要介绍了 THBCC-2 型控制理论实验装置、自动控制理论实验指导、THPLC-B 型可编程控制器实验装置、可编程控制器实验指导、三菱 FX 系列 PLC 编程器、三菱 FX 系列 PLC 编程软件、THSRZ-2 型传感与检测技术实验装置、传感与检测技术实验指导、Keil C51 Vision2 编程软件、单片机原理与应用实验指导等内容。

本书可作为大学电气工程及其自动化相关专业的本、专科生学习的教材,也可作为广大工程技术人员自学指导参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气自动化实验教程/张晓峰,高斌主编. —北京:国防工业出版社,2010.3

普通高等院校电子信息类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-118-06766-8

I. ①电... II. ①张... ②高... III. ①电气化 - 实验 - 高等学校 - 教材 IV. ①TM92-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 031675 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15¼ 字数 400 千字

2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 30.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

21 世纪的高等教育,不仅要求把基本知识和技能传授给学生,而且更重要的是要培养学生综合运用各方面的知识解决实际问题的能力。实验教学是高等学校教学工作的重要组成部分,是加强学生基本技能训练、开发学生智力、培养学生严谨的科学态度、提高分析问题与解决问题的能力以及创新能力的重要环节。

本书注重对学生基本实验技能的训练,通过实验掌握用计算机仿真和实际仪器仪表进行数据采集、观察、处理和分析的方法,培养学生用基本理论分析并解决问题的能力,开发学生的创新思维和创造能力。

目前市场上有关电气工程及其自动化专业的某一门课程的实验指导教材较多,但综合性的实验指导教材较少,本书有其独特的方面,主要体现在以下方面。

(1) 实现理论教学和实验教学的有效对接。根据教育部电气工程及其自动化专业规范和教学大纲的要求,结合《自动控制原理》、《电气可编程控制器技术》、《传感器与检测技术》、《单片机原理与应用》教材中的教学内容,精选了若干个核心实验,作为本书的内容,实现了理论教学和实验教学的有效对接。

(2) 实现实验设备和实验内容的完美结合。电气工程及其自动化专业各门课程的实验装置五花八门,出自不同的厂家,本书是根据所在学校的实验设备编写的。如 THBCC-2 型控制理论实验装置、THPLC-B 型可编程控制器实验装置和 THSRZ-2 型传感与检测技术实验装置等,可供具有相同实验装置的学校参考使用。

本书编委会成员由河西学院张晓峰、高斌、王小军、王宗刚等组成。第 1 章、第 2 章由张晓峰编写,第 3 章、第 4 章、第 5 章由高斌编写,第 6 章、第 7 章由王小军编写,第 8 章、第 9 章由王宗刚编写,张晓峰对各章内容作了统一修订,高斌对全书内容进行了校订。

本书在编写过程中得到了河西学院教务处,机电工程系领导及同事的大力支持和帮助,还得到了兰州理工大学赵付青博士的鼎力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促,加之作者水平有限,不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2010 年 1 月

目 录

第一篇 自动控制原理实验教程

第 1 章 THBCC-2 型控制理论实验装置简介	1
1.1 THBCC-2 硬件的组成及使用	1
1.1.1 直流稳压电源	1
1.1.2 阶跃信号发生器	1
1.1.3 函数信号发生器	4
1.1.4 锁零按钮	4
1.1.5 频率计	4
1.1.6 交/直流数字电压表	4
1.1.7 通用单元电路	4
1.1.8 非线性单元	5
1.1.9 数据采集接口单元	5
1.1.10 实物实验单元	5
1.1.11 扫频电源	5
1.2 THBCC-2 软件安装说明	6
1.2.1 运行环境	6
1.2.2 软件安装	6
1.3 THBCC-2 软件的使用说明	8
1.3.1 THBCC-2 软件	8
1.3.2 “系统”菜单	9
1.3.3 示波器的按钮功能	13
1.3.4 帮助菜单	18
1.3.5 参数与操作区的按钮功能	18
1.3.6 状态区的各栏注释	18
1.3.7 工具栏中的 X-t, X-Y 的使用	18
1.3.8 VBScript 函数说明	20
1.3.9 JScript 函数说明	20
1.3.10 脚本编程流程图	20
1.4 Bode 软件的使用说明	20
1.4.1 “文件”菜单	20
1.4.2 “操作”菜单	21
1.4.3 状态区的各栏注释	21
第 2 章 自动控制原理实验	24
2.1 典型环节的电路模拟	24

2.1.1	实验目的	24
2.1.2	实验设备	24
2.1.3	实验内容	24
2.1.4	实验原理	24
2.1.5	实验步骤	25
2.1.6	实验报告要求	27
2.1.7	实验思考题	27
2.2	二阶系统的瞬态响应	28
2.2.1	实验目的	28
2.2.2	实验设备	28
2.2.3	实验内容	28
2.2.4	实验原理	28
2.2.5	实验步骤	29
2.2.6	实验报告要求	29
2.2.7	实验思考题	30
2.3	高阶系统的瞬态响应和稳定性分析	30
2.3.1	实验目的	30
2.3.2	实验设备	30
2.3.3	实验内容	30
2.3.4	实验原理	30
2.3.5	实验步骤	31
2.3.6	实验报告要求	31
2.3.7	实验思考题	31
2.4	线性定常系统的稳态误差	31
2.4.1	实验目的	31
2.4.2	实验设备	31
2.4.3	实验内容	32
2.4.4	实验原理	32
2.4.5	实验步骤	34
2.4.6	实验报告要求	35
2.4.7	实验思考题	35
2.5	典型环节和系统频率特性的测量	35
2.5.1	实验目的	35
2.5.2	实验设备	35
2.5.3	实验内容	35
2.5.4	实验原理	36
2.5.5	实验步骤	39
2.5.6	实验报告要求	40
2.5.7	实验思考题	40
2.6	线性定常系统的串联校正	40
2.6.1	实验目的	40
2.6.2	实验设备	40

2.6.3	实验内容	40
2.6.4	实验原理	40
2.6.5	实验步骤	44
2.6.6	实验报告要求	45
2.6.7	实验思考题	45
2.7	典型非线性环节的静态特性	46
2.7.1	实验目的	46
2.7.2	实验设备	46
2.7.3	实验内容	46
2.7.4	实验原理	46
2.7.5	实验步骤	48
2.7.6	实验报告要求	49
2.7.7	实验思考题	49
2.8	非线性系统的描述函数法	49
2.8.1	实验目的	49
2.8.2	实验设备	49
2.8.3	实验内容	50
2.8.4	实验原理	50
2.8.5	实验步骤	52
2.8.6	实验报告要求	54
2.8.7	实验思考题	54
2.9	非线性系统的相平面分析法	54
2.9.1	实验目的	54
2.9.2	实验设备	54
2.9.3	实验内容	54
2.9.4	实验原理	54
2.9.5	实验步骤	56
2.9.6	实验报告要求	58
2.9.7	实验思考题	58
2.10	采样控制系统的分析	58
2.10.1	实验目的	58
2.10.2	实验设备	58
2.10.3	实验内容	58
2.10.4	实验原理	58
2.10.5	实验步骤	59
2.10.6	实验报告要求	60
2.10.7	实验思考题	60
2.11	采样控制系统的动态校正	60
2.11.1	实验目的	60
2.11.2	实验设备	60
2.11.3	实验内容	60
2.11.4	实验原理	61

2.11.5	实验步骤	62
2.11.6	实验报告要求	62
2.11.7	实验思考题	63
2.12	Matlab 控制系统根轨迹分析	63
2.12.1	实验目的	63
2.12.2	实验内容	63
2.12.3	实验设备	63
2.12.4	实验方法	63
2.12.5	实验报告要求	63
2.12.6	实验思考题	63
2.13	Matlab 控制系统频域分析	64
2.13.1	实验目的	64
2.13.2	实验内容	64
2.13.3	实验设备	64
2.13.4	实验方法	64
2.13.5	实验报告要求	65
2.13.6	实验思考题	65
2.14	Matlab 控制系统校正装置设计与仿真	65
2.14.1	实验目的	65
2.14.2	实验要求	65
2.14.3	实验内容	66
2.14.4	实验思考题	67

第二篇 可编程控制器实验指导教程

第3章	FX 系列手持编程器	68
3.1	FX 系列手持式编程器简介	68
3.2	FX 系列手持式编程器的使用方法	71
3.2.1	FX-10P-E 型手持式编程器的实际使用和编程举例	71
3.2.2	FX-20P-E 型手持式编程器的使用	72
第4章	THPLC-B 型可编程控制器实验装置简介及编程软件	80
4.1	实验装置概述	80
4.1.1	电源部分	80
4.1.2	PLC 主机	80
4.1.3	开关量输出区	80
4.1.4	输出负载区	80
4.1.5	操作使用	80
4.2	SW3DS-GPPW-E 软件简介	81
4.2.1	基本概况	81
4.2.2	编写程序	81
4.2.3	传输、调试	83

4.3	SWOPC – FXGP/WIN – C 软件简介	83
4.3.1	概述	83
4.3.2	程序编制	86
4.3.3	程序的检查	88
4.3.4	程序的传送	88
4.3.5	软元件的监控和强制执行	88
4.3.6	其他菜单及目录的使用	89
4.3.7	程序编辑操作	90
第5章	三菱 FX 系列 PLC 控制实验	92
5.1	基本指令的编程练习	92
5.1.1	与或非逻辑功能	92
5.1.2	定时器/计数器功能	92
5.2	装配流水线控制的模拟	95
5.2.1	实验目的	95
5.2.2	实验原理	95
5.2.3	实验要求	95
5.2.4	控制实验面板	95
5.2.5	编制梯形图并写出程序	96
5.3	三相异步电动机的星/三角换接起动控制	98
5.3.1	实验目的	99
5.3.2	实验要求	99
5.3.3	控制实验面板	99
5.3.4	编制梯形图并写出程序	99
5.3.5	工作过程分析	100
5.4	LED 数码显示控制	100
5.4.1	实验目的	100
5.4.2	置位与复位指令 (SET、RST) 的介绍	100
5.4.3	控制要求	101
5.4.4	控制实验面板	101
5.4.5	编制梯形图并写出程序	101
5.5	五相步进电动机控制的模拟	105
5.5.1	实验目的	105
5.5.2	控制要求	105
5.5.3	控制实验面板	105
5.5.4	编制梯形图并写出程序	105
5.5.5	练习题	108
5.6	十字路口交通灯控制的模拟	108
5.6.1	实验目的	108
5.6.2	控制实验面板	108
5.6.3	控制要求	108
5.6.4	编制梯形图并写出实验程序	108

5.6.5	工作过程分析	110
5.7	天塔之光	110
5.7.1	实验目的	111
5.7.2	实验内容	111
5.7.3	控制实验面板	111
5.7.4	编制梯形图并写出实验程序	111
5.7.5	练习题	113
5.8	水塔水位控制	113
5.8.1	实验目的	113
5.8.2	实验内容	113
5.8.3	控制实验面板	113
5.8.4	编制梯形图并写出实验程序	114
5.9	液体混合装置控制的模拟	115
5.9.1	实验目的	115
5.9.2	控制实验面板	115
5.9.3	控制要求	115
5.9.4	编制梯形图并写出程序	115
5.9.5	工作过程分析	116
5.10	电梯控制系统的模拟	117
5.10.1	实验目的	117
5.10.2	控制要求	117
5.10.3	控制实验面板	118
5.10.4	编制梯形图	118
5.10.5	工作过程分析	118

第三篇 传感器与检测技术实验教程

第6章	THSRZ-2型传感器实验装置简介	126
6.1	THSRZ-2型传感器系统综合实验台使用说明	126
6.1.1	概述	126
6.1.2	设备构成	126
6.1.3	实验屏操作、使用说明	126
6.1.4	三源板的使用	128
6.1.5	传感器及处理(模块)电路的使用	128
6.2	THSRZ-2传感器实验系统软件使用说明	129
6.2.1	THSRZ-2传感器实验系统软件安装说明	129
6.2.2	USB通信接口及上位机软件的使用	130
第7章	传感器与检测技术实验	135
7.1	金属箔式应变片——单臂电桥性能	135
7.1.1	实验目的	135

7.1.2	实验仪器	135
7.1.3	实验原理	135
7.1.4	实验内容与步骤	135
7.1.5	实验报告	136
7.1.6	注意事项	136
7.2	金属箔式应变片——半桥性能	136
7.2.1	实验目的	136
7.2.2	实验仪器	136
7.2.3	实验原理	137
7.2.4	实验内容与步骤	137
7.2.5	实验报告	137
7.2.6	思考题	137
7.3	金属箔式应变片——全桥性能	138
7.3.1	实验目的	138
7.3.2	实验仪器	138
7.3.3	实验原理	138
7.3.4	实验内容与步骤	138
7.3.5	实验报告	139
7.3.6	思考题	139
7.4	直流全桥的应用——电子称	139
7.4.1	实验目的	139
7.4.2	实验仪器	139
7.4.3	实验原理	139
7.4.4	实验内容与步骤	139
7.4.5	实验报告	139
7.5	交流全桥的应用——振动测量	139
7.5.1	实验目的	139
7.5.2	实验仪器	140
7.5.3	实验原理	140
7.5.4	实验内容与步骤	140
7.5.5	实验报告	140
7.6	扩散硅压阻式压力传感器的压力测量	141
7.6.1	实验目的	141
7.6.2	实验仪器	141
7.6.3	实验原理	141
7.6.4	实验内容与步骤	141
7.6.5	实验报告	142
7.7	差动变压器性能	142
7.7.1	实验目的	142
7.7.2	实验仪器	142
7.7.3	实验原理	142
7.7.4	实验内容与步骤	142

7.7.5	实验报告	143
7.8	差动变压器零点残余电压补偿	143
7.8.1	实验目的	143
7.8.2	实验仪器	143
7.8.3	实验原理	143
7.8.4	实验内容与步骤	143
7.8.5	实验报告	144
7.9	激励频率对差动变压器特性的影响	144
7.9.1	实验目的	144
7.9.2	实验仪器	144
7.9.3	实验原理	144
7.9.4	实验内容与步骤	144
7.9.5	实验报告	144
7.10	差动变压器的应用——振动测量	145
7.10.1	实验目的	145
7.10.2	实验仪器	145
7.10.3	实验原理	145
7.10.4	实验内容与步骤	145
7.10.5	实验报告	146
7.10.6	注意事项	146
7.11	电容式传感器的位移特性	146
7.11.1	实验目的	146
7.11.2	实验仪器	146
7.11.3	实验原理	146
7.11.4	实验内容与步骤	146
7.11.5	实验报告	147
7.12	电容传感器动态特性	147
7.12.1	实验目的	147
7.12.2	实验仪器	147
7.12.3	实验原理	147
7.12.4	实验内容与步骤	147
7.12.5	实验报告	147
7.13	霍耳测速	147
7.13.1	实验目的	147
7.13.2	实验仪器	148
7.13.3	实验原理	148
7.13.4	实验内容与步骤	148
7.13.5	实验报告	148
7.14	霍耳式传感器振动测量	148
7.14.1	实验目的	148
7.14.2	实验仪器	148
7.14.3	实验原理	148

7.14.4	实验内容与步骤	148
7.14.5	实验报告	149
7.15	直流激励时霍尔传感器的位移特性	149
7.15.1	实验目的	149
7.15.2	实验仪器	149
7.15.3	实验原理	149
7.15.4	实验内容与步骤	149
7.15.5	实验报告	150
7.16	磁电式传感器的测速	150
7.16.1	实验目的	150
7.16.2	实验仪器	150
7.16.3	实验原理	150
7.16.4	实验内容与步骤	150
7.16.5	实验报告	150
7.17	压电式传感器振动测量	150
7.17.1	实验目的	150
7.17.2	实验仪器	150
7.17.3	实验原理	151
7.17.4	实验内容与步骤	151
7.17.5	实验报告	151
7.18	电涡流传感器的位移特性	151
7.18.1	实验目的	151
7.18.2	实验仪器	151
7.18.3	实验原理	151
7.18.4	实验内容与步骤	151
7.18.5	实验报告	152
7.19	电涡流传感器测量振动	152
7.19.1	实验目的	152
7.19.2	实验仪器	152
7.19.3	实验原理	153
7.19.4	实验内容与步骤	153
7.19.5	思考题	153
7.20	光纤传感器位移特性	153
7.20.1	实验目的	153
7.20.2	实验仪器	153
7.20.3	实验原理	153
7.20.4	实验内容与步骤	153
7.20.5	实验报告	154
7.21	光纤传感器的测速	154
7.21.1	实验目的	154
7.21.2	实验仪器	154
7.21.3	实验原理	154

7.21.4	实验内容与步骤	154
7.21.5	实验报告	154
7.22	光纤传感器测量振动	155
7.22.1	实验目的	155
7.22.2	实验仪器	155
7.22.3	实验原理	155
7.22.4	实验内容与步骤	155
7.22.5	实验报告	155
7.23	光敏电阻特性	155
7.23.1	实验目的	155
7.23.2	实验设备	155
7.23.3	实验原理	155
7.23.4	实验内容与步骤	156
7.23.5	实验报告	157
7.24	红外检测	157
7.24.1	实验目的	157
7.24.2	实验设备	157
7.24.3	实验原理	157
7.24.4	实验内容与步骤	158
7.24.5	实验报告	158
7.25	光电转速传感器的转速测量	158
7.25.1	实验目的	158
7.25.2	实验仪器	158
7.25.3	实验原理	158
7.25.4	实验内容与步骤	158
7.25.5	实验报告	158
7.26	磁敏元件转速测量	158
7.26.1	实验目的	158
7.26.2	实验仪器	158
7.26.3	实验原理	159
7.26.4	实验内容与步骤	159
7.26.5	实验报告	160
7.27	PT100 温度控制	160
7.27.1	实验目的	160
7.27.2	实验仪器	160
7.27.3	实验原理	160
7.27.4	实验内容与步骤	161
7.27.5	实验报告	162
7.28	铂电阻温度特性	162
7.28.1	实验目的	162
7.28.2	实验仪器	162
7.28.3	实验原理	162

7.28.4	实验内容与步骤	163
7.28.5	实验报告	163
7.29	集成温度传感器的温度特性	163
7.29.1	实验目的	163
7.29.2	实验仪器	163
7.29.3	实验原理	164
7.29.4	实验内容与步骤	164
7.29.5	实验报告	164
7.30	K 型热电偶测温	165
7.30.1	实验目的	165
7.30.2	实验仪器	165
7.30.3	实验原理	165
7.30.4	实验内容与步骤	166
7.30.5	实验报告	166
7.31	正温度系数热敏电阻(PTC)测温	166
7.31.1	实验目的	166
7.31.2	实验仪器	167
7.31.3	实验原理	167
7.31.4	实验内容与步骤	168
7.31.5	实验报告	168
7.31.6	注意事项	168
7.32	湿敏传感器	168
7.32.1	实验目的	168
7.32.2	实验仪器	169
7.32.3	实验原理	169
7.32.4	实验内容与步骤	169
7.32.5	实验报告	169
7.33	气敏传感器	169
7.33.1	实验目的	169
7.33.2	实验仪器	169
7.33.3	实验原理	169
7.33.4	实验内容与步骤	170
7.33.5	思考题	170
7.34	可燃气体检测	170
7.34.1	实验目的	170
7.34.2	实验仪器	170
7.34.3	实验原理	170
7.34.4	实验内容与步骤	170
7.34.5	思考题	171
7.35	光纤压力传感器压力测量	171
7.35.1	实验目的	171
7.35.2	实验设备	171

7.35.3	实验原理	171
7.35.4	实验内容与步骤	171
7.35.5	实验报告	172

第四篇 单片机原理与应用实验教程

第8章	Keil C51 Vision2 入门	173
8.1	软件简介	173
8.1.1	测试版工具包和产品工具包	173
8.1.2	用户类型	173
8.1.3	软件开发流程	173
8.2	Keil C51 的安装	173
8.2.1	系统要求	173
8.2.2	软件的安装	174
8.3	开发工具	175
8.3.1	uVision2 集成开发环境	175
8.3.2	关于开发环境	175
8.3.3	菜单条,工具条和快捷键	175
8.4	Keil C51 的使用	176
8.4.1	创建第一个 Keil C51 应用程序	176
8.4.2	程序文件的编译、链接	178
第9章	单片机原理与应用实验	181
9.1	P1 口的输入、输出	181
9.1.1	实验目的	181
9.1.2	实验说明	181
9.1.3	实验内容及步骤	181
9.1.4	流程图及源程序	181
9.1.5	思考题	182
9.1.6	电路图	182
9.2	8155 输入、输出	182
9.2.1	实验目的	182
9.2.2	实验说明	182
9.2.3	实验内容及步骤	183
9.2.4	流程图及源程序	183
9.2.5	思考题	185
9.2.6	电路图	185
9.3	6LED 动态扫描显示	185
9.3.1	实验目的	185
9.3.2	实验说明	185
9.3.3	实验内容及步骤	186
9.3.4	流程图及源程序	186
9.3.5	思考题	187

9.3.6	电路图	187
9.4	阵列式键盘	188
9.4.1	实验目的	188
9.4.2	实验说明	188
9.4.3	实验步骤及内容	188
9.4.4	流程图及源程序	188
9.4.5	思考题	191
9.4.6	电路图	191
9.5	定时器	191
9.5.1	实验目的	191
9.5.2	实验说明	192
9.5.3	实验内容及步骤	192
9.5.4	流程图及源程序	192
9.5.5	思考题	193
9.5.6	电路图	193
9.6	ADC0809 模数转换	194
9.6.1	实验目的	194
9.6.2	实验说明	194
9.6.3	实验步骤	195
9.6.4	流程图及源程序	195
9.6.5	思考题	197
9.6.6	电路图	197
9.7	DAC0832 数模转换	197
9.7.1	实验目的	197
9.7.2	实验说明	197
9.7.3	实验步骤	198
9.7.4	流程图及源程序	198
9.7.5	思考题	199
9.7.6	电路图	199
9.8	80C51 与 PC 串行通信	200
9.8.1	实验目的	200
9.8.2	实验说明	200
9.8.3	实验内容及步骤	200
9.8.4	源程序	200
9.8.5	实验电路	201
9.9	电子琴模拟	201
9.9.1	实验目的	201
9.9.2	实验说明	202
9.9.3	实验内容及步骤	202
9.9.4	流程图及源程序	202
9.9.5	思考题	205
9.9.6	电路图	205