

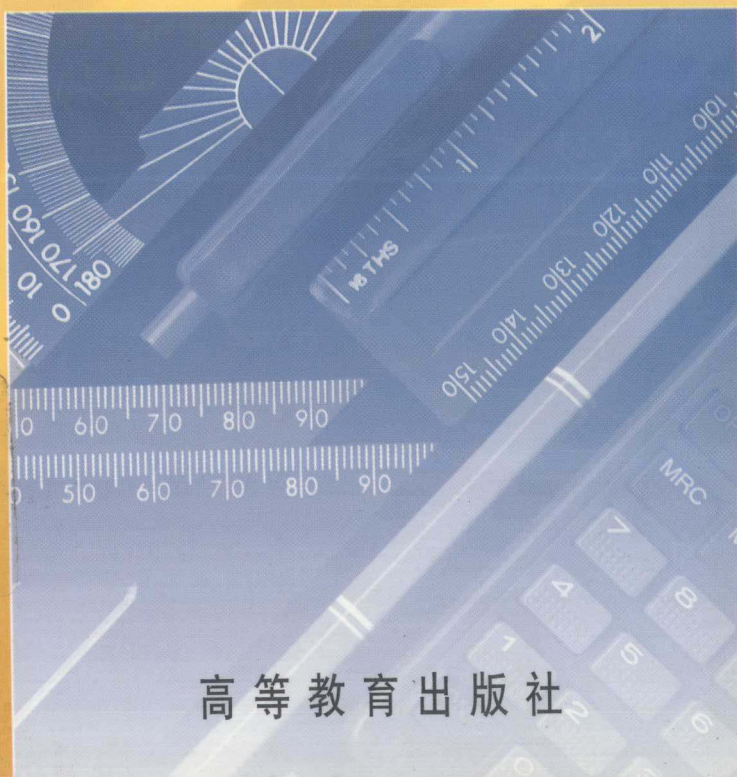


全国成人高等教育规划教材

电子技术

(电工学 II)

教育部高等教育司 组编



高等教育出版社

电子技术

(电工学Ⅱ)

教育部高等教育司 组编

李守成 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术 电工学 II / 李守成主编. —北京:高等教育出版社,
2000.7 (2004 重印)

ISBN 7-04-008522-4

I. 电… II. 李… III. 电子技术 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 14270 号

电子技术(电工学 II)

教育部高等教育司 组编

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本	850 × 1168 1/32	版 次	2000 年 7 月第 1 版
印 张	16.75	印 次	2004 年 2 月第 2 次印刷
字 数	420 000	定 价	19.30 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是根据 1998 年教育部颁发的“全国成人高等教育电子技术(电工学Ⅱ)课程教学基本要求”编写而成。与吕厚余主编《电工技术(电工学Ⅰ)》配套使用。亦可作为《电子技术》教材单独使用。

本书包括模拟电子技术和数字电子技术两部分。具体内容为常用半导体器件,基本放大电路,集成运算放大器,正弦波振荡电路,直流电源和电力电子技术基础,数字逻辑基础,集成逻辑门电路,组合逻辑电路,触发器和时序逻辑电路,可编程逻辑器件,模拟量和数字量之间的转换。

本书在编写上尽量使其便于自学,同时注意非电专业的特点。采用模块式结构,各章自成独立的单元,不同专业可根据需要自行选学内容;本书注重基本概念、基本原理和基本方法,重视实用技术,避免大量的数学推导。是一本具有成人教育特色的好教材。

出版说明

为了加强成人高等教育教学的宏观管理,指导并规划成人高等教育的教学工作,保证达到培养规格,教育部于1998年4月颁布了全国成人高等教育公共课和经济学、法学、工学等学科门类主要课程的教学基本要求。教学基本要求是成人高等教育的指导性教学文件,是成人高等教育开展有关课程教学工作和进行教学质量检查的重要依据。为了更好地和更迅速地贯彻这个教学基本要求,我司又组织制订了全国成人高等教育主要课程教材建设规划。经过有关出版社论证申报和教育部组织的成人教育专家评审,确定了各门课程教材的主编人选及承担出版任务的出版社。

承担任务的出版社,遴选了学术水平高、有丰富成人教育经验的专家参加教材及教学辅助用书的编写和审定工作。新编教材尽可能符合成人学习特点,较好地贯彻了成人高等教育教学基本要求。推广使用这套教材,对于加强成人高等教育的教学工作,提高教学质量,促进成人高等教育的改革与发展具有十分重要的意义。

首批完成的有公共课和经济学、法学、工学三大学科门类共81门主要课程的教材。由于此项工作是一项基础性工作,具有一定的开创性,可能存在不完善之处。我司将在今后的教学质量检查评估中,及时总结经验,认真听取各方反馈意见,根据教学需要,适时组织教材的修订工作。

教育部高等教育司

1998年12月1日

前 言

本书是由教育部高等教育司和高等教育出版社共同组织编写的“面向 21 世纪全国成人高等教育百门课程教材”中的《电子技术(电工学Ⅱ)》教材,作为高等学校工学各非电专业成人教育教材,兼作全日制高等学校、电视大学、职工大学的教材或教学参考用书,亦可作为攻读大学课程青年的自学用书。

本书参照了高等学校工科电工学课程教学指导小组制定、原国家教育委员会于 1995 年颁布的“高等工业学校电子技术(电工学Ⅱ)课程教学基本要求”,根据 1998 年 4 月由教育部颁布的“全国成人高等教育电子技术(电工学Ⅱ)课程教学基本要求”编写的,并扩展了少量内容。

本书是与吕厚余教授主编的《电工技术(电工学Ⅰ)》相配套,为“电工学”课程教材。亦可作为《电子技术》教材单独使用。本教材参考学时为 55~70 学时。对于少学时采用本书时,可根据实际情况少讲些内容。对拓宽选学内容标注了*号。

本书包括了模拟电子技术和数字电子技术两大部分内容。全书共分两篇 13 章,第 1 篇内容为:常用半导体器件,基本放大电路,集成运算放大器及其应用,正弦波振荡电路,直流稳压电源,电力电子技术基础。第 2 篇内容为:数字逻辑基础,集成逻辑门电路,组合逻辑电路,触发器和时序逻辑电路,存储器和可编程逻辑器件,模拟量与数字量之间的转换及信息传输等。

考虑到 21 世纪电子技术的飞速发展和日新月异的发展趋势,在教材中加强了新技术内容,例如以中规模集成电路为主,广泛地介绍集成电路,编入了应用日益广泛的电力电子技术;存储器和可编程

逻辑器件;信息传输(电子电话)等内容。此外,根据教学对象的特点及教学学时的限制,尽量用物理概念阐明问题的实质,避免大量的公式推导。力求突出基本概念和基本原理。就全书而言,由浅入深、通俗易懂、便于自学,争取以较少的学时达到适当的深度和广度。

本书中的图形符号和文字符号均采用新的国家标准。

考虑到远距离教学和自学的需要,在每章前面明确了该章的基本要求、重点、难点及需要说明的问题等。为了帮助读者对某些基本理论的理解和运用,在重点章节中配置了较多的例题。每节后的复习思考题是供学生自我检查用的,也是教师督促和检查学生理解本节内容的重要资料和依据。每章正文之后编有小结,它除了帮助学生进行系统归纳、概括总结的作用外,还作了适当的引伸和完善,以开拓和完整学员的知识面。书的后面给出了部分习题答案、提示和解答。

本书由北方交通大学李守成教授主编,负责本书的组织、统稿和定稿。参加本书编写工作的有:李守成(第1、3章的3.2节及第7、8、9、12章,附录1、2,前言等部分)、孙健(第2、10、11、13章,附录7、8、9)、张润敏(第3章的3.1及3.3~3.5节及第4、5章)、赵巧娥(第6章,附录3、4、5、6)。

本书由北京工商大学孙骆生教授主审,他认真负责、逐字逐句地审阅了书稿,指出了缺点和不妥之处,并提出了许多宝贵意见和建议。

在北京和上海先后举行的编写会和审稿会上,承北京工商大学孙骆生,浙江大学叶挺秀,高等教育出版社楼史进、胡淑华、金春英、林宇,重庆大学吕厚余,华东交通大学钱碧云、徐祥征,哈尔滨建筑大学颜伟中,同济大学陈金铁,中国纺织大学方玲丽,东北大学孙萍,南京航空航天大学鲍登炎,中国矿业大学冯伟,重庆建筑大学邓先荣,西南农业大学刘峰,北京理工大学夏辛明,北京水利水电函授学院王成勋等兄弟院校的教授、副教授和教师代表对编

写提纲和书稿进行了认真的审阅,并提出了许多宝贵的意见和建议。

对所有为本教材进行审阅、提出宝贵意见和建议以及在编写出版过程中给予热情帮助和支持的领导和专家们,在此一并表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限,加之时间比较仓促,书中疏漏和不妥之处,在所难免,殷切希望使用本教材的师生及其他读者,给予批评指正。

编者

2000年1月

于北方交通大学

目 录

第 1 篇 模拟电子技术

第 1 章 常用半导体器件	1
1.1 半导体二极管	2
1.1.1 半导体二极管的工作原理	2
1.1.2 半导体二极管的结构	4
1.1.3 半导体二极管的伏安特性	5
1.1.4 半导体二极管的主要参数	8
1.2 稳压二极管	10
1.2.1 稳压二极管特性	11
1.2.2 稳压二极管主要参数	12
1.3 双极型晶体管(BJT)	13
1.3.1 BJT 分类和结构	14
1.3.2 BJT 电流放大作用	15
1.3.3 BJT 特性曲线	19
1.3.4 BJT 主要参数	23
1.3.5 BJT 简化小信号模型	27
1.4 场效应晶体管(FET)	31
1.4.1 绝缘栅场效应晶体管(IGFET 或称 MOSFET)	32
1.4.2 FET 主要参数	37
1.4.3 MOSFET 的小信号模型	38
本章小结	40
习题	44
第 2 章 基本放大电路	47
2.1 共发射极放大电路	48

2.1.1	共发射极单管放大电路的组成	48
2.1.2	交流放大电路特点	51
2.1.3	共发射极放大电路工作情况分析	51
2.1.4	静态工作点的稳定	59
2.1.5	共发射极放大电路的微变等效电路分析法	62
2.2	多级放大电路	67
2.2.1	多级放大电路的级间耦合方式	68
2.2.2	多级放大电路的电压放大倍数	70
2.3	差分放大电路	74
2.3.1	差分放大电路基本原理	74
2.3.2	典型的差分放大电路	76
2.3.3	具有恒流源的差分放大电路	83
2.3.4	其他输入、输出方式的差分放大电路	85
2.4	射极输出器(共集电极电路)	87
2.5	功率放大器	91
2.5.1	功率放大器的功能和特点	91
2.5.2	互补对称功率放大器	93
2.6	场效应晶体管共源极放大电路	100
2.6.1	静态工作点的设置	100
2.6.2	动态分析	103
	本章小结	105
	习题	110
第3章	集成运算放大器及其应用	114
3.1	集成运放的组成、参数和理想模型	115
3.1.1	集成运放的组成和主要特性参数	115
3.1.2	集成运放的理想模型	119
3.2	放大器中的负反馈	122
3.2.1	反馈的基本概念	122
3.2.2	负反馈对放大器性能的影响	128
3.3	集成运放的三种基本输入方式	135
3.3.1	反相输入方式	136
3.3.2	同相输入方式	139

3.3.3 差分输入方式	142
3.4 集成运放的应用	146
3.4.1 信号运算电路	146
3.4.2 信号处理电路	154
3.5 集成运放的使用	164
3.5.1 合理地选用集成运放	164
3.5.2 保护措施	164
本章小结	167
习题	171
第4章 正弦波振荡电路	177
4.1 正弦波振荡电路的基本原理	177
4.1.1 自激振荡及其形成条件	177
4.1.2 自激振荡的起振及其稳定	179
4.1.3 正弦波振荡电路的分类	181
4.2 RC 桥式振荡电路	181
4.2.1 电路原理	181
4.2.2 RC 串并联选频网络的选频特性	182
4.2.3 起振与波形改善	185
4.2.4 频率可调的振荡电路	186
本章小结	187
习题	188
第5章 直流稳压电源	192
5.1 整流和滤波电路	193
5.2 BJT 串联型稳压电源	199
5.2.1 串联型稳压电路工作原理	199
5.2.2 典型串联型稳压电源	201
5.2.3 稳压电源的质量指标	204
5.3 集成稳压器	204
5.3.1 三端固定输出集成稳压器	205
5.3.2 三端可调输出集成稳压器	210
* 5.4 开关型稳压电源	212
本章小结	213

习题	215
第 6 章 电力电子技术基础	218
6.1 电力电子器件	219
6.1.1 电力电子器件的发展概况及分类	219
6.1.2 晶闸管	220
* 6.1.3 派生晶闸管	225
* 6.1.4 功率场效应晶体管	231
6.2 可控整流电路(AC-DC 变换)	232
6.2.1 单向半波可控整流电路	232
6.2.2 单向半控桥式整流电路	237
* 6.3 逆变电路(DC-AC 变换)	239
6.3.1 电压型单相半桥式逆变电路	240
6.3.2 电压型单相全桥式逆变电路	243
6.4 晶闸管的触发电路	246
6.4.1 对触发电路的基本要求	246
6.4.2 单结晶体管触发电路	247
本章小结	254
习题	254

第 2 篇 数字电子技术

第 7 章 数字逻辑基础	257
7.1 数制和编码	258
7.1.1 十进制	258
7.1.2 二进制	258
7.1.3 不同进制数的表示法及其相互间的转换	259
7.1.4 二-十进制编码	263
7.2 逻辑代数	265
7.2.1 逻辑变量和基本逻辑运算	265
7.2.2 逻辑代数基本运算法则	268
7.2.3 逻辑代数基本定律	270
7.2.4 反演规则和正、负逻辑	272
7.2.5 吸收规则	273

7.2.6 逻辑函数的表示方法	274
7.3 逻辑函数表达式的化简	278
7.3.1 用逻辑代数化简逻辑函数	278
7.3.2 用卡诺图化简逻辑函数	280
本章小结	288
习题	292
第 8 章 集成逻辑门电路	294
8.1 BJT 开关特性	294
8.1.1 BJT 的开关作用	294
8.1.2 BJT 开关电路的波形	295
8.1.3 BJT 非门电路	297
8.2 TTL 集成逻辑门	300
8.2.1 TTL 门电路的工作原理	300
8.2.2 TTL 门电路的特性和参数	305
8.2.3 TTL 与非门组件及其应用	310
8.3 三态与非门和集电极开路与非门	311
8.3.1 三态与非门(TSL 门)	312
* 8.3.2 集电极开路与非门(OC 门)	315
8.4 CMOS 集成逻辑门	316
8.4.1 概述	316
8.4.2 CMOS 非门电路	318
8.4.3 CMOS 与非门电路	319
8.4.4 CMOS 或非门电路	319
8.4.5 CMOS 数字集成电路使用中的有关事项	320
本章小结	321
习题	322
第 9 章 组合逻辑电路	325
9.1 组合逻辑电路的特点、分析和设计	325
9.1.1 组合逻辑电路的基本特点	325
9.1.2 组合逻辑电路的分析方法	326
9.1.3 组合逻辑电路的设计步骤	328
9.2 编码器	329

9.2.1 二进制编码器	330
9.2.2 键控 8421BCD 码编码器	332
9.3 译码器	335
9.3.1 二进制译码器	335
9.3.2 数字显示器件	338
9.4 加法器	343
9.4.1 半加器	343
* 9.4.2 全加器	344
9.4.3 串行进位加法器	349
本章小结	351
习题	352
第 10 章 触发器和时序逻辑电路	355
10.1 触发器	356
10.1.1 基本 $R-S$ 触发器	356
10.1.2 同步 $R-S$ 触发器	358
10.1.3 主从型 $J-K$ 触发器	360
10.1.4 边沿触发型 $J-K$ 触发器	364
10.1.5 维持阻塞型 D 触发器	364
10.2 寄存器	368
10.2.1 数码寄存器	368
10.2.2 移位寄存器	369
10.3 计数器	371
10.3.1 二进制计数器	372
10.3.2 十进制计数器	377
10.4 555 定时器的原理及应用	381
10.4.1 555 定时器的结构和功能	381
10.4.2 用 555 定时器组成多谐振荡器	383
10.4.3 用 555 定时器组成单稳态触发器	385
本章小结	387
习题	390
第 11 章 存储器和可编程逻辑器件	396
* 11.1 只读存储器(ROM)	397

11.1.1	固定内容的只读存储器	398
11.1.2	可编程只读存储器(PROM)	400
11.1.3	可以改写的存储器(EPROM、E ² PROM)	402
11.2	可编程逻辑器件(PLD)概述	404
11.2.1	PLD的基本结构	405
11.2.2	PLD电路表示法	405
* 11.3	可编程逻辑阵列(PLA)	408
11.3.1	结构与工作原理	408
11.3.2	现场可编程逻辑阵列 FPLA (Field PLA)	409
* 11.4	可编程阵列逻辑(PAL)	409
* 11.5	通用逻辑阵列(GAL)	411
11.5.1	GAL的特点	411
11.5.2	GAL的基本逻辑结构	411
11.5.3	GAL芯片应用设计	412
	本章小结	415
	习题	416
第 12 章	模拟量与数字量之间的转换	418
12.1	数/模(D/A)转换器	419
12.1.1	权电阻 D/A 转换器	419
12.1.2	T型网络 D/A 转换器	422
* 12.1.3	D/A 转换器的主要技术指标	426
12.2	模/数(A/D)转换器	427
12.2.1	并联比较型 A/D 转换器	428
12.2.2	双积分型(双斜率)A/D 转换器	431
12.2.3	逐次逼近型 A/D 转换器	435
* 12.2.4	A/D 转换器的主要技术指标	436
* 12.3	采样—保持(S/H)器	437
12.3.1	采样—保持(S/H)器的基本概念	437
12.3.2	采样—保持器的主要参数	439
12.3.3	集成采样—保持器举例	439
	本章小结	441
	习题	441

*第 13 章 信息传输	444
13.1 通信发展简史	444
13.2 直流及交流传输信号	445
13.3 通信系统的组成	447
13.4 调制与解调	449
13.4.1 调制的功能	449
13.4.2 调制分类	450
13.5 电子电话机简介	452
13.5.1 概述	452
13.5.2 按键电话机电路的组成	453
13.5.3 极性保护和振铃电路	454
13.5.4 拨号电路	456
13.5.5 通话电路	457
13.6 数据调制解调器简介	458
13.6.1 数据调制解调器的功能和基本原理	458
13.6.2 频移键控调制解调方式	460
本章小结	461
习题	461
附录	463
附录 1 国产半导体器件和半导体集成电路型号命名法	463
附录 2 常用半导体器件参数	469
附录 3 模拟集成组件	478
附录 4 国产晶闸管型号命名法及其电参数	479
附录 5 国产 ZP 型硅整流二极管型号命名法及其电参数	486
附录 6 单结晶体管型号及其电参数	488
附录 7 部分常用数字集成电路产品型号对照表	489
附录 8 部分半导体集成电路产品国内外型号对照表	493
附录 9 使用 TTL 器件的基本规定	495
部分习题参考答案	497
主要参考书目	518

第1篇 模拟电子技术

随时间按连续函数变化的信号,被称为模拟信号,如模拟温度、压力等物理量变化的信号。用于产生和处理模拟信号的电路和技术称为模拟电子技术,如交、直流放大器,滤波器和信号发生器等。

第1章 常用半导体器件

半导体器件是组成半导体电路的核心元件,电路的性能除决定于其结构和类型之外,还与其所用器件的特性和参数有着密切的关系。因此,学习电子技术必须首先了解常用半导体器件的工作原理、掌握它们的特性和参数。半导体器件的种类很多,本章只讨论半导体二极管、稳压二极管、双极型晶体管(BJT)和场效应晶体管(FET)。

本章基本要求

1. 了解二极管、稳压管的结构、伏安特性曲线和主要参数。
2. 掌握双极型晶体管(BJT)的电流放大作用、共发射极输入、输出特性曲线和主要参数。
3. 了解场效应晶体管(FET)的工作原理。
4. 学习查阅手册,对常用的电子元、器件具有使用的基本知识。