



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

电路与电子技术

(第2版)

张虹 主编



DIANLU YU DIANZI JISHU



北京航空航天大学出版社



TM13
132=2

2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

电路与电子技术

(第2版)

张虹 主编



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是“十一五”国家级规划教材。为适应电子信息时代的新形式和培养应用型人才的迫切需要,在第一版的基础上,经过教学改革与实践,对其内容作了较大的修改。精选了常规内容,增加了集成电路的基本知识以及新器件、新技术方面的内容,改编了例题、复习思考题和习题,以便教学。

全书共分3篇。第1篇为电路分析,主要内容有电路的基本概念和基本定律、线性电阻电路的分析、正弦稳态交流电路和线性动态电路的分析;第2篇为模拟电子技术,主要内容有半导体器件基础、放大电路基础、集成运算放大电路及其应用;第3篇为数字电子技术,主要内容有逻辑代数基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、数/模和模/数转换、电子电路应用举例等。

本教材知识全面,深入浅出,简明易懂。在保证理论知识够用的同时,注重理论联系实际,培养学生的各方面能力。

本书适于作为高等院校计算机、电子和自控等专业的本科和专科的教科书,也可作为自学考试和从事电子技术工程人员自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电路与电子技术/张虹主编.—2版.—北京:北京
航空航天大学出版社,2007.2
ISBN 978-7-81077-965-4

I.电… II.张… III.①电路理论—高等学校—
教材②电子技术—高等学校—教材 IV.①TM13②
TN01

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第159134号

电路与电子技术(第2版)

张 虹 主 编

责任编辑 王媛媛

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:23.25 字数:521千字

2007年2月第2版 2007年2月第1次印刷 印数:6000册

ISBN 978-7-81077-965-4 定价:33.00元

第 2 版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。与第 1 版相比,本书更加注重了知识的实用性。

进入 21 世纪,高等教育已从精英教育走向了大众化教育,培养应用型人才已成为国家培养国际人才的重要组成部分。一大批有规模、有实力、以培养应用型人才为己任的高等学校得到了长足发展。这类学校的教学特点是理论教学以够用为尺度,加强学生应用能力的培养。在讲授理论与技术时,更注重技术方法的教学;在讲授理论与实践时,更注重理论指导下的可操作性,更注重实际问题的解决。由此培养学生善于解决生产中的实际问题,受到地方企事业单位的普遍欢迎。

为满足这类学校的教学要求,达到培养应用型人才的目的,本书根据电路与电子技术类课程教学的基本要求,结合电类各专业的基本教学需求,将学生必修的专业基础课——电路分析、模拟电子技术、数字电子技术三门课程的内容和体系进行有机整合,形成了“电路与电子技术”新的课程体系。

本书的修订,既要保持第 1 版教材的诸多特点及完整体系,又要面向新世纪的发展;既要符合本门课程的基本要求,又要适当引进电子技术中的新器件、新技术、新方法;既要使学生掌握基础知识,又要培养他们的定性分析能力、综合应用能力和创新能力;既要有利于教师对教材的灵活取舍,又要有利于学生对教材内容的自主学习和思考。为此,提出了如下总体思路:精选内容,推陈出新;讲清基本概念、基本电路的工作原理和基本分析方法;内容由浅入深,通俗易懂,便于自学,力争做到“讲、学、做”统一协调,重点与难点采取阐述与比喻相结合、例题与习题相结合、实例与实验相结合。

与第1版相比,本书在如下方面做了进一步改进:每章前面增加了学习目标;增加了电子电路应用举例一章,将脉冲波形的产生与整形一章删掉;在有关章节中进一步增加了有关新技术、新器件的介绍,如集成电路的制造工艺及应用等;文字做了进一步修整,加强了严密性、科学性、通俗性与可读性。另外,为便于读者深入理解教材内容,本书还增添部分实用型例题,如在数字电子技术篇中,以计算机为应用对象,结合计算机内部的硬件结构及工作原理,列举了部分实用性的电路。

另外,为了与本书相配合,我们对《电路与电子技术学习和实验实习指导》也进行了再版修订工作。修订思路与主教材相一致,内容更加精练,更加实用。

由于水平有限,书中漏错和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2006年10月

第 1 版前言

《电路与电子技术》是由电路分析、电子技术(包括模拟电子技术和数字电子技术)整合而成的一本教材。电路分析和电子技术是大学电类各专业必修的技术基础课程,而随着电子技术在各个领域越来越广泛的应用,它也越来越多地成为非电类专业的重要课程。然而由于学时数的限制以及高校培养目标的改革等诸多原因,以往的相关教材显得篇幅过于庞大,内容分散,容易造成学生学习吃力,负担过重。同时考虑到各个专业对电路、电子课程的不同教学要求,也迫切需要有一本比较简明的教材。为此,我们按照总授课时间为 102 学时(不包括实验)的编写大纲,集中优秀教师,编写了这本《电路与电子技术》教材。它适于作为高等院校计算机、电子和自控等专业的专科和本科的教科书,也可作为自学考试和从事电子技术工程人员自学用书。

教材的编写融入了编者们的丰富的教学实践经验,为了有效地实现课程整合,我们对相关课程进行了大幅度改革,从内容的选取和衔接、例题习题的选定到重点难点的体现,都做了细致的分析和充分的论证,最终形成了一套完整的编写指导思想。

本书编写的原则是:(1)保证基础,加强概念,培养思路;(2)精选内容,主次分明,详略得当;(3)面向更新,联系实际,理论与实践并重,知识与技能并重;(4)问题分析深入浅出,文字叙述通俗易懂,图文并茂,例题精选,便于自学。目的是在保证学生掌握基本内容的前提下,培养学生处理实际问题和自学的能力。考虑到当前电子技术飞速发展、日益更新的趋势,本书适当加强了新技术的内容,尤其突出了集成电路芯片引脚及应用方面的介绍。

参加本书编写的有:张虹(前言和第 4、5、7、8、9、11 章),刘贞德(第

1、6、12章),高寒(第10、13章),于钦庆(第2、3章)。本书由张虹担任主编,并统编全稿。由张建华老师担任主审。在大纲的讨论和文稿的校对中,陈光军、王明之、张忠义、王新平、宗绪锋老师都参与并提出了宝贵意见。其中陈光军、王明之老师为本书提供了一些例题和习题,崔群老师在电子图稿的绘制中给予了很大帮助。特此致谢。

另外,为了配合教学,便于学生自学,同时为了加强理论与实践的有机结合,我们还编写了《电路与电子技术学习和实验实习指导》,其中包括:典型例题分析(里面有不少考研题目)、习题答案及部分习题详解、实验指导和实习指导以及例题、习题分析,目的是教会学生一种解题思路,培养分析、解决问题的能力;实验、实习指导部分编写了与教材中各部分知识同步的典型实验题目,尤其是提高了综合性、设计性实验的比例,而实习指导主要是指电子实习,因此,这本《电路与电子技术学习和实验实习指导》既是一本学习辅导书,同时也是一本实验、实习指导书。

编写过程中,由于时间仓促,加之水平有限,书中错误和不妥之处,敬请读者予以批评指正,以便今后不断改进。

编 者

2005年8月

目 录

第 1 篇 电路分析

第 1 章 电路的基本概念和基本定律

1.1 电路和电路模型	3
1.1.1 电 路	3
1.1.2 电路模型	3
1.2 电路的基本物理量	5
1.2.1 电 流	5
1.2.2 电 压	6
1.2.3 电功率	7
1.3 常用元件介绍	8
1.3.1 电阻元件	8
1.3.2 电容元件	9
1.3.3 电感元件	10
1.3.4 电容、电感的串、并联	11
1.4 电 源	11
1.4.1 电压源	12
1.4.2 电流源	12
1.4.3 受控源	13
1.5 基尔霍夫定律	14
1.5.1 基尔霍夫电流定律	14
1.5.2 基尔霍夫电压定律	15
本章小结	17
习题 1	17

第 2 章 线性电阻电路分析

2.1 二端网络及其等效变换	20
2.1.1 基本概念	20
2.1.2 电阻的串、并联等效变换	21

2.1.3	电阻的星形连接和三角形连接	22
2.1.4	电压源与电流源的等效变换	24
2.2	节点电压分析法	26
2.3	叠加定理	29
2.4	戴维南定理和诺顿定理	30
2.4.1	戴维南定理	30
2.4.2	诺顿定理	32
2.5	最大功率传输定理	34
	本章小结	36
	习题2	36

第3章 正弦稳态交流电路

3.1	正弦稳态交流电路的基本概念	40
3.1.1	正弦量的瞬时值	40
3.1.2	正弦量的三要素	40
3.1.3	相位差	42
3.1.4	正弦量的有效值	43
3.2	正弦量的相量表示及相量图	44
3.2.1	复数的表达形式及运算规则	44
3.2.2	正弦量的相量表示	45
3.3	正弦交流电路中电阻、电容、电感伏安关系的相量形式	47
3.3.1	电阻元件电压、电流关系的相量形式	47
3.3.2	电容元件电压、电流关系的相量形式	47
3.3.3	电感元件电压、电流关系的相量形式	48
3.4	阻抗、导纳及简单正弦交流电路的分析	48
3.4.1	阻抗、导纳及阻抗的串、并联	48
3.4.2	简单正弦交流电路的分析	49
3.5	正弦交流电路的功率	51
3.5.1	瞬时功率和平均功率	51
3.5.2	复功率、视在功率和无功功率	52
3.6	谐振电路	53
3.6.1	RLC 串联谐振电路	53
3.6.2	RLC 并联谐振电路	55
	本章小结	56
	习题3	57

第 4 章 线性动态电路的分析

4.1 过渡过程及换路定律	62
4.1.1 过渡过程	62
4.1.2 换路定律及计算	62
4.2 一阶 RC 电路的过渡过程	65
4.2.1 RC 电路的零输入响应	65
4.2.2 RC 电路的零状态响应	68
4.3 一阶 RL 电路的过渡过程	71
4.3.1 RL 电路的零输入响应	71
4.3.2 RL 电路的零状态响应	73
4.4 一阶电路的全响应	73
4.4.1 一阶电路的全响应	73
4.4.2 一阶电路的三要素法	74
本章小结	76
习题 4	76

第 2 篇 模拟电子技术

第 5 章 半导体器件基础

5.1 半导体基础知识	83
5.1.1 本征半导体	83
5.1.2 杂质半导体	84
5.1.3 PN 结	85
5.2 半导体二极管	87
5.2.1 二极管的结构和符号	87
5.2.2 二极管的伏安特性	87
5.2.3 特殊二极管	90
5.2.4 二极管的主要参数	92
5.3 晶体三极管	92
5.3.1 三极管的结构和符号	93
5.3.2 三极管的电流放大原理	93
5.3.3 三极管的共射特性曲线	95
5.3.4 三极管的主要参数	97

5.4 场效应管	99
5.4.1 结型场效应管	99
5.4.2 绝缘栅型场效应管	101
5.4.3 场效应管的主要参数	104
5.4.4 场效应管和三极管比较	105
本章小结	105
习题 5	106

第 6 章 放大电路基础

6.1 基本放大电路的方框图及性能指标	111
6.1.1 基本放大电路的方框图	111
6.1.2 放大电路的性能指标	112
6.2 基本放大电路的组成及工作原理	115
6.2.1 放大电路的组成	115
6.2.2 放大电路的工作原理	117
6.3 放大电路的基本分析方法	118
6.3.1 直流通路与交流通路	118
6.3.2 静态工作点的近似估算	119
6.3.3 图解法	120
6.3.4 微变等效电路法	123
6.4 放大电路静态工作点的稳定	128
6.4.1 温度对静态工作点的影响	128
6.4.2 静态工作点稳定电路	128
6.5 放大电路的三种组态及其比较	132
6.5.1 共集电极放大电路	132
6.5.2 共基极放大电路	134
6.5.3 基本放大电路三种组态的性能比较	135
6.6 多级放大电路	136
6.6.1 多级放大电路的耦合方式	136
6.6.2 多级放大电路的动态分析	138
本章小结	140
习题 6	141

第 7 章 集成运算放大电路及其应用

7.1 集成电路概述	146
------------	-----

7.1.1	集成电路及其发展	146
7.1.2	集成电路的特点及分类	146
7.1.3	集成电路制造工艺简介	147
7.2	集成运放的基本组成及功能	149
7.2.1	偏置电路	149
7.2.2	差动放大输入级	150
7.2.3	互补对称输出级	157
7.3	集成运放的典型电路	159
7.3.1	双极型集成运放 F007	159
7.3.2	集成运放的主要参数	161
7.4	理想运算放大器	162
7.4.1	理想运放的技术指标	162
7.4.2	理想运放的两种工作状态	162
7.5	负反馈放大电路	164
7.5.1	反馈的基本概念	164
7.5.2	反馈的分类	165
7.5.3	反馈类型的判断方法	166
7.5.4	负反馈对放大电路性能的影响	168
7.6	集成运算放大器的线性应用	170
7.6.1	比例运算电路	170
7.6.2	加减运算电路	173
7.6.3	积分和微分运算电路	175
7.7	集成运算放大器的非线性应用	176
7.7.1	电压比较器概述	176
7.7.2	单限比较器	177
7.7.3	滞回电压比较器	179
7.7.4	双限电压比较器	180
	本章小结	181
	习题 7	182

第 3 篇 数字电子技术

第 8 章 逻辑代数基础

8.1	数字电路及其特点	193
-----	----------------	-----

8.2	数制与码制	194
8.2.1	数制	194
8.2.2	码制和常用代码	196
8.3	逻辑代数及其基本运算	200
8.3.1	逻辑变量与逻辑函数	200
8.3.2	基本逻辑运算	200
8.3.3	复合逻辑运算	202
8.3.4	几个概念	203
8.4	逻辑函数的表示方法及其相互转换	204
8.4.1	真值表	204
8.4.2	逻辑表达式	205
8.4.3	逻辑图	207
8.4.4	波形图	207
8.4.5	卡诺图	207
8.5	逻辑代数的基本公式、定律和规则	209
8.5.1	基本公式	209
8.5.2	基本定律	209
8.5.3	基本规则	209
8.5.4	有关异或运算的一些公式	210
8.6	逻辑函数的化简	210
8.6.1	“最简”的概念及最简表达式的几种形式	211
8.6.2	逻辑函数的公式化简法	212
8.6.3	逻辑函数的卡诺图化简法	212
8.6.4	具有约束的逻辑函数的化简	215
	本章小结	216
	习题8	216

第9章 逻辑门电路

9.1	半导体器件的开关特性	220
9.1.1	半导体二极管的开关特性	220
9.1.2	半导体三极管的开关特性	220
9.1.3	MOS管的开关特性	221
9.2	分立元件门电路	222
9.2.1	二极管与门	222
9.2.2	二极管或门	222

9.2.3 三极管非门(反相器)	223
9.3 TTL 集成门电路	224
9.3.1 TTL 集成与非门	224
9.3.2 TTL 集成非门、或非门、集电极开路门和三态门	228
9.3.3 改进型 TTL 门电路——抗饱和 TTL 门电路	231
9.3.4 TTL 门电路的使用规则	232
9.4 MOS 集成门电路	233
9.4.1 CMOS 门电路	233
9.4.2 CMOS 门电路的使用规则	235
9.4.3 TTL 与 MOS 门电路之间的接口技术	236
本章小结	237
习题 9	237
第 10 章 组合逻辑电路	
10.1 组合逻辑电路概述	242
10.1.1 组合电路的特点	242
10.1.2 组合电路的一般分析方法	242
10.1.3 组合电路的一般设计方法	244
10.2 常用中规模集成组合逻辑电路	246
10.2.1 编码器	246
10.2.2 译码器	251
10.2.3 加法器	257
10.2.4 数值比较器	259
10.2.5 数据选择器	261
10.2.6 数据分配器	265
10.3 组合电路中的竞争冒险	266
10.3.1 竞争冒险的概念及产生原因	266
10.3.2 竞争冒险的消除方法	267
本章小结	268
习题 10	269
第 11 章 触发器	
11.1 触发器概述	272
11.1.1 触发器的功能特点	272
11.1.2 触发器的分类及逻辑功能描述方法	272

11.2	基本触发器	273
11.2.1	电路组成及逻辑符号	273
11.2.2	逻辑功能分析及描述	273
11.2.3	应用举例	275
11.2.4	基本特点	276
11.3	同步触发器	276
11.3.1	同步 RS 触发器	277
11.3.2	同步 D 触发器	279
11.4	主从触发器	280
11.4.1	主从 RS 触发器	280
11.4.2	主从 JK 触发器	281
11.4.3	主从 T 触发器和主从 T' 触发器	283
11.5	边沿触发器	284
11.5.1	维持阻塞 D 触发器	284
11.6	不同类型时钟触发器间的转换	286
11.6.1	转换原理	286
11.6.2	JK→D、T、T' 和 RS	287
11.6.3	D→JK、T、T' 和 RS	288
11.7	集成触发器简介	290
	本章小结	291
	习题 11	291

第 12 章 时序逻辑电路

12.1	时序逻辑电路概述	295
12.1.1	时序电路的特点	295
12.1.2	时序电路逻辑功能的描述方法	295
12.1.3	时序电路的一般分析方法	296
12.1.4	常用时序电路	296
12.2	计数器	297
12.2.1	计数器的分类	297
12.2.2	同步计数器	298
12.2.3	异步计数器	309
12.2.4	集成计数器构成 N 进制计数器的方法	311
12.3	寄存器	316
12.3.1	数码寄存器	316

12.3.2 移位寄存器	317
12.3.3 寄存器的应用	319
本章小结	321
习题 12	322

第 13 章 D/A, A/D 转换器

13.1 D/A 转换器	325
13.1.1 D/A 转换原理	325
13.1.2 倒 T 形电阻网络 D/A 转换器	326
13.1.3 D/A 转换器的主要技术指标	328
13.2 A/D 转换器	329
13.2.1 A/D 转换的一般步骤	329
13.2.2 取样保持电路	331
13.2.3 逐次渐近型 A/D 转换器	332
13.2.4 双积分型 A/D 转换器	334
13.2.5 A/D 转换器的主要技术指标	335
本章小结	336
习题 13	336

第 14 章 电子电路应用举例

14.1 模拟电子电路	338
14.1.1 低频功率放大电路	338
14.1.2 小型温度控制电路	340
14.1.3 火灾报警电路	342
14.2 数字电子电路	343
14.2.1 波形发生和变换电路	343
14.2.2 数字抢答器	347
14.2.3 数字频率计	351

参考文献

第 1 篇 电路分析