

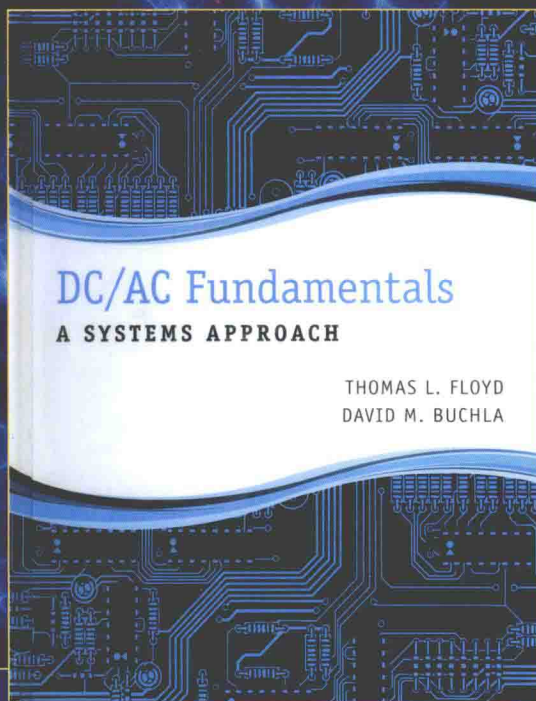
PEARSON

交直流电路基础

系统方法

[美] Thomas L. Floyd David M. Buchla 著
殷瑞祥 殷粤捷 译

*DC/AC
Fundamentals
A Systems Approach*



国外电子与

交直流电路基础

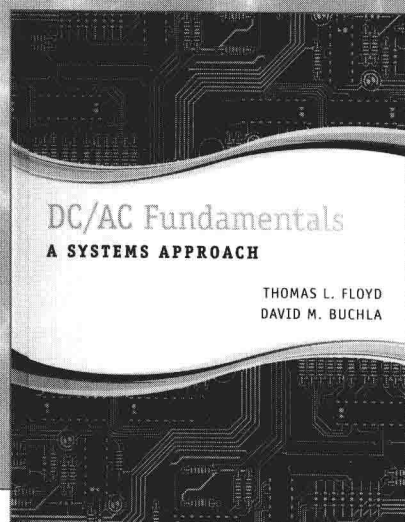
系统方法

[美] Thomas L. Floyd David M. Buchla 著

殷瑞祥 殷粤捷 译



*DC/AC
Fundamentals
A Systems Approach*



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

交直流电路基础: 系统方法/ (美) 弗洛伊德 (Floyd, T. L.), (美) 布奇勒 (Buchla, D. M.) 著; 殷瑞祥, 殷粤捷译. —北京: 机械工业出版社, 2014. 2

(国外电子与电气工程技术丛书)

书名原文: DC/AC Fundamentals: A Systems Approach

ISBN 978-7-111-45360-4

I. 交… II. ①弗… ②布… ③殷… ④殷… III. ①交流电路 ②直流电路 IV. TM131

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 321099 号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号: 图字: 01-2012-7774

Authorized translation from the English language edition, entitled DC/AC Fundamentals: A Systems Approach, 1E, 9780132933933 by Thomas L. Floyd; David M. Buchla, published by Pearson Education, Inc., Copyright © 2013.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

Chinese Simplified language edition published by Pearson Education Asia Ltd., and China Machine Press Copyright © 2014.

本书中文简体字版由 Pearson Education (培生教育出版集团) 授权机械工业出版社在中华人民共和国境内 (不包括中国台湾地区和中国香港、澳门特别行政区) 独家出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

本书封底贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

全书共有 15 章, 涵盖了交直流电路的主要基础知识。第 1、2 章介绍与电路有关的基本概念, 第 3~6 章介绍直流电路, 第 7 章介绍电磁现象与直流电动机, 第 8 章介绍交流电路的相关基本概念, 第 9、10 章介绍电容器及 RC 交流电路, 第 11、12 章介绍电感器及 RL 交流电路, 第 13 章介绍 RLC 电路及谐振, 第 14 章介绍变压器, 第 15 章介绍有抗电路的时间响应。书末有四个附录, 附录 A 为标准电阻值表, 附录 B 为电容器颜色编码与标记, 附录 C 为诺顿定理与弥尔曼定理, 附录 D 为电路仿真工具 NI Multisim。

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 谢晓芳

蕰城市京瑞印刷有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

185mm×260mm·34 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-45360-4

定 价: 99.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

出版者的话

文艺复兴以降,源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范,使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势;也正是这样的传统,使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中,美国的产业界与教育界越来越紧密地结合,信息学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线,由此而产生的经典科学著作,不仅擘划了研究的范畴,还揭示了学术的源变,既遵循学术规范,又自有学者个性,其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年,在全球信息化大潮的推动下,我国的信息产业发展迅猛,对专业人才的需求日益迫切。这对我国教育界和出版界都既是机遇,也是挑战;而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短的现状下,美国等发达国家在其信息科学发展的几十年间积淀和发展的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此,引进一批国外优秀教材将对我国教育事业的发展起到积极的推动作用,也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始,我们就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过多年的不懈努力,我们与Pearson、McGraw-Hill、Elsevier、John Wiley & Sons、CRC、Springer等世界著名出版公司建立了良好的合作关系,从他们现有的数百种教材中甄选出Thomas L. Floyd、Charles K. Alexander、Behzad Razavi、John G. Proakis、Stephen Brown、Allan R. Hambley、Albert Malvino、Mark I. Montrose、David A. Johns、Peter Wilson、H. Vincent Poor、Dikshitulu K. Kalluri、Bhag Singh Guru、Stephane Mallat等大师名家的经典教材,以“国外电子与电气工程技术丛书”为总称出版,供读者学习、研究及珍藏。这些书籍在读者中树立了良好的口碑,并被许多高校采用为正式教材和参考书籍。其影印版“经典原版书库”作为姊妹篇也被越来越多实施双语教学的学校所采用。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑,这些因素使我们的图书有了质量的保证。随着电气与电子信息学科建设的不断完善和教材改革的逐渐深化,教育界对国外电气与电子信息教材的需求和应用都将步入一个新的阶段,我们的目标是尽善尽美,而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正,我们的联系方式如下:

华章网站: www.hzbook.com

电子邮件: hzjsj@hzbook.com

联系电话: (010) 88379604

联系地址: 北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码: 100037



华章科技图书出版中心

译者序

电路基础是所有电子电气工程相关专业大学生必须具备的最基本的学科基础，也是这些专业的大学生进入该学科的第一门课程，更是后续各门课程的先修条件，因此，它在大学生的修业过程中具有非常重要的地位。

第一次看到由 Thomas L. Floyd 和 David M. Buchla 编著的《DC/AC Fundamentals: A Systems Approach》，我们感到很兴奋，这本电路基础教材从根本上改变了电路课程教学的思维方式。我国高等学校电子电气类专业的电路课程都是用数学的手段来处理电路的现象，大都从电路的基本定律出发，建立电路的数学模型（方程组），然后通过数学方法获得电路的解，这就造成了学生在学习过程中被数学所困扰，进而失去学习电路课程的信心。但是，在我们见到的这本教材中，却很少看到数学的推演，也很少列写长篇的数学公式，取而代之的是以浅显的概念叙述介绍电路的工作过程，降低了学习者的准入门槛，也更加突出了电路中的物理概念。

本书的另一个特色是强调工程应用性。书中不仅对基本元器件（本书中的元器件符号与国标有差异）的物理构造、实际标准进行详细介绍，而且在介绍电路基础时引导学习者了解与之相关的系统应用，避免了电路基础的理论枯燥。书中还介绍了电路故障排除的一般方法，并在大部分章有针对地编排了一节电路故障排除，使得教材更实用，克服了多数电路教材理论与实践脱节的缺陷。

全书共有 15 章，涵盖了交直流电路的主要基础知识。第 1、2 章介绍与电路有关的基本概念，第 3~6 章介绍直流电路，第 7 章介绍电磁现象与直流电动机，第 8 章介绍与交流电路相关的基本概念，第 9、10 章介绍电容器及 RC 交流电路，第 11、12 章介绍电感器及 RL 交流电路，第 13 章介绍 RLC 电路及谐振，第 14 章介绍变压器，第 15 章介绍有抗电路的时间响应。本书末尾有四个附录：附录 A 为标准电阻值表，附录 B 为电容器颜色编码与标记，附录 C 为诺顿定理与弥尔曼定理，附录 D 为电路仿真工具 NI Multisim。

这本教材在定义电流时与一般教科书有所不同，本书采用电子的流向作为电流方向，而一般教科书则是采用正电荷的流向定义电流方向，读者在阅读本书时须注意。

这本电路基础教材，适合于所有希望学习电路基础的各专业大学生，也可供职业学校的学生学习电路基础使用，还可作为工程技术人员的电路基础参考书。

由于时间仓促且译者水平所限，译文中难免出现错漏，敬请广大读者批评指正。

殷瑞祥

前言

本书第1版以比大多数标准书籍更广阔的视野来阐述交直流电路,本教材在阐述相关基本理论的基础上,强调在实际系统中交直流电路的应用。随着电子产品的发展,仅仅元件层次的电路故障排除需求已经减弱,而需要增加对系统模块、接口关系、输入/输出信号之间关系的了解。为了适应这一变化,书中每章都包括了一些基本系统实例和系统注释,这些系统实例和注释都是根据相应章节出现的元件和电路概念来选择,大多数章还包括一节故障排除,强调系统故障诊断中必要的测试和测量。

本书的数学基础是基本代数和直角坐标系的正弦、余弦、正切函数,不涉及复数代数运算,基本相量以图形方式表示,这样处理的原因是突出电路中相位差的重要性,而不局限于复杂的数学演算。

本书特点

- 通过特定的系统实例介绍基本直流、交流电路定律。
- 各章均安排了与其目标相配套的系统举例和系统注释。
- 详细介绍了示波器和数字万用表的原理、使用方法与技巧。
- 使用 Multisim 仿真对选定的例子、图例和问题进行电路与系统的仿真练习及故障排除。
- 通过实例说明基本概念,每一个实例提供了相关问题进行附加练习,许多例子还包括 Multisim 仿真的练习。
- 系统注释给出了一些有趣的现象和与系统问题相关的信息。
- 许多章包含一节故障排除,涉及本章涵盖的主题,并强调故障排除技术和仪器仪表的使用。
- 通过小贴士提供一些实用的信息。
- 每一章开始都设有“本章目标”。
- 每章各节都以这一节的引言和目标开始。
- 每一节都包含本节测试题,强化本节的主要概念。
- 每章末包括:本章小结、关键术语、公式列表、是非测验题、自测题、故障排除测验和精选的习题。
- 每章末尾提供了各节测试题、例题中相关问题、是非测验题、自测题、故障排除测验的答案。
- 书末的词汇表给出了正文中的全部黑体术语。
- 书末给出了所有奇数编号习题的答案。

教材特点介绍

章头 (Chapter Opener) 每章开头都有本章目标和引言。

例题、相关问题、Multisim 仿真练习 (Worked Example, Related Problem, Multisim Exercise) 每章都有大量例题,并且例题后有相关问题作补充练习,同时还有 Multisim 仿真练习供学生进行仿真检验。

节头 (Section Opener) 各章的每一节开始包括总体概述和本节目标介绍。

本节测试 (Section Checkup) 每一节的末尾设置了本节测试题供学生检验所学内容, 并且本节测试题的答案位于章末。

系统举例 (System Example) 许多系统举例说明了基本概念如何应用到系统中。

系统注释 (System Note) 系统注释用来进一步强化内容并增加一些深入的与系统相关的信息。

故障排除节 (Troubleshooting Section) 本书大部分章专门有一节故障排除内容, 分析可能产生的故障、故障产生的原因以及如何避免发生故障。

小贴士 (Hand On Tip) 小贴士提供了与文中相应位置有关的一些实用的信息。

安全提示 (Safety Note) 安全提示提醒在进行相关操作时应注意的事项, 避免发生用电危险。

致学生

任何职业培训都需要努力, 电子、电气领域也不例外。学习新材料的最佳途径是阅读、思考和动手。本书旨在帮助你沿此道路前进, 并说明基本定律如何在现实世界中得到应用。

仔细阅读每一节的文字, 思考你所读的内容, 有时, 可能需要多次阅读一些内容。一步一步地理解每个例题的求解过程, 然后再尝试解答例题后面的相关问题。阅读系统实例和系统注释, 了解所学内容与现实情况的关联。学完一节后, 回答安排在节末的本节测试题。例题的相关问题和本节测试题答案附在每章的结尾。

复习本章小结、关键术语的定义、公式列表; 完成是非测验题、多项选择的自测题和故障排除测验; 对照章末的答案检查自己的解答; 最后完成习题, 对附在书末的奇数编号习题答案核对你的答案。

掌握本书所介绍的交直流电路基本定律和概念的重要性怎么强调也不过分, 当你处理复杂电路和系统时将证明这些内容是非常宝贵的。大多数单位更愿意雇用一個基础知识扎实、全面并且有能力和热情接受新概念、新技术的人, 如果你在基础知识方面受过良好的培训, 单位将根据分配给你的具体工作而对你进行培训。

电子学职业

电力和电子领域是非常多元化的, 可在许多领域获得职业发展机会, 有许多类型的电力和电子技术资格认证培训。当今的许多行业 (如生物技术和医疗领域) 需要电力与电子技术技能。近来对可再生能源系统的广泛重视提升了对电气、电子技术的需求, 电气、电子技术在可再生能源系统的开发、制造、安装和系统维护等方面得到广泛应用。机电技术是一个新的领域, 是机械和电子技术员的协同组合。机电技术员负责机器人装配及其他需要机械和电子技能的系统, 其他需要电气电子技术技能的工作有质量控制、客户服务或培训、技术作家和技术销售。

电子学的里程碑

让我们简要地回顾电子技术的重要发展, 电气和电磁领域许多早期先驱者的名字被用于熟悉的单位和物理量, 如欧姆、安培、伏特、法拉、亨利、库仑、奥斯特和赫兹的名字是一些较著名的例子。更广为人知的名字如富兰克林和爱迪生在电气电子历史上也很著名, 他们对电气和电子技术做出了巨大的贡献。

电子学的起源

早期电子学实验涉及真空管的电流，海因里希·盖斯勒（Heinrich Geissler, 1814—1879）发现，抽去玻璃管中的大部分空气，当电流通过时玻璃管会发光。后来，威廉·克鲁克斯爵士（Sir William Crookes, 1832—1919）发现真空管中的电流似乎包含粒子。托马斯·爱迪生（Thomas Edison, 1847—1931）用碳丝灯泡和极板做实验，发现有一个从热灯丝到带正电荷极板的电流，他将这个想法申请了专利但却从未使用过。其他早期实验者致力于测量真空管中粒子流的属性，约瑟夫·汤普森爵士（Sir Joseph Thompson, 1856—1940）测得了这些粒子的性质，后来被称为电子。

虽然无线电通信的历史可以追溯到 1844 年，但是电子学一般认为是 20 世纪的概念，开始于真空管放大器的发明。1904 年，约翰·弗莱明（John A. Fleming）构建了一种早期的真空管，其中电流单向流动，称为弗莱明管，它是真空二极管的前身。1907 年，李·德福雷斯特（Lee deForest）在真空管中增加网极，他把这个新的器件称为真空三极管，可以放大弱信号。通过添加控制元件，李·德福雷斯特迎来了电子学革命。正是由于他的改进器件，使横贯大陆的电话服务和无线电广播成为可能。1912 年，在加利福尼亚州的圣何塞市，一位业余无线电爱好者定时广播了音乐！

1921 年，商务部长赫伯特·胡佛（Herbert Hoover）发放了第一张无线电广播电台许可证，两年内发放的许可证超过 600 个。到 20 世纪 20 年代末，收音机走进了许多家庭。埃德温·阿姆斯特朗（Edwin Armstrong）发明了一种新型的无线电收音机——超外差式收音机，解决了高频通信问题。1923 年，美国研究人员弗拉基米尔·佐里金（Vladimir Zworykin）发明了第一台电视显像管，1927 年，费罗·法恩斯沃斯（Philo T. Farnsworth）申请了一个完整的电视系统专利。

20 世纪 30 年代，无线电得到全面发展，包括金属壳电子管、自动增益控制、“小型接收机”、定向天线等。这十年还开始了第一台电子计算机的研发，现代计算机起源可追溯到约翰·阿塔纳索夫（John Atanasoff）在爱荷华州立大学（Iowa State University）的工作。从 1937 年开始，他设想了一个二进制机器，可以做复杂的数学工作。到 1939 年，他和研究生克利福德·贝瑞（Clifford Berry）构建了一个称为 ABC 的二进制机器（阿塔纳索夫-贝瑞计算机），使用真空管进行逻辑运算，利用冷凝器（电容器）作存储。1939 年，英国的亨利·布特（Henry Boot）和约翰·兰德尔（John Randall）发明了磁控管与微波振荡器。同年，美国的罗素（Russell）和西格尔德·瓦里安（Sigurd Varian）发明了微波速调管。

第二次世界大战期间，电子学发展迅速。磁控管和速调管使得雷达与甚高频通信成为可能，改进的阴极射线管被用于雷达，计算机的研制工作在战争期间继续。到 1946 年，约翰·冯·诺依曼（John von Neumann）在宾夕法尼亚大学开发了第一台存储程序计算机 Eniac。电子学这十年的发展以晶体管的发明结束，它是有史以来最重要的发明之一。

固体电子学

早期无线电中使用的晶体检波器是现代固体器件的先驱，然而，固体电子学时代开始于 1947 年在贝尔实验室发明的晶体管，发明人是沃尔特·布拉顿（Walter Brattain）、约翰·巴丁（John Bardeen）和威廉·肖克利（William Shockley）。1947 年引入了 PCB（印制电路板），这一年发明了晶体管。1951 年在宾夕法尼亚州的阿伦敦开始了晶体管商业化生产。

20 世纪 50 年代最重要的发明是集成电路。1958 年 9 月 12 日，德州仪器（TI）的杰克·基尔比（Jack Kilby）制作了第一块集成电路（IC）。这一发明开创了现代计算机时代，彻底改变了医药、通信、制造业和娱乐行业，如今已经制造出了数以亿计的被称为“芯片”的集成电路。

20 世纪 60 年代开始的太空竞赛推动了小型化和计算机的发展,太空竞赛成为电子学快速发展的背后驱动力。仙童半导体公司(Fairchild Semiconductor)的鲍勃·维德拉(Bob Widlar)1965 年成功地设计了第一个“运算放大器”,称为 $\mu A709$,这是一个非常成功的发明,但是存在“闭锁”和其他一些问题。后来,有史以来最流行的运算放大器 741 在仙童公司实现,该运算放大器已经成为行业标准,并影响了未来多年的运算放大器设计。

1971 年,由仙童公司的一群人组建了一个新的公司并推出了第一款微处理器。这个公司就是英特尔,而这款微处理器产品就是 4004 芯片,它有着与 Eniac 计算机同样的处理能力。同年的稍后时间,英特尔公布了第一款 8 位处理器 8008,1975 年推出了第一台个人计算机阿尔泰(Altair),并被刊登在 1975 年 1 月发行的《大众科学》杂志封面上。20 世纪 70 年代还引入了袖珍计算器,光集成电路得到新发展。

到了 20 世纪 80 年代,有一半的美国家庭用有线电视取代了天线。整个 20 世纪 80 年代,电子产品在可靠性、速度和小型化方面不断发展,包括印制电路板的自动测试和校准。计算机成为仪器的一个部分并出现了虚拟仪器,计算机已成为工作台上的一个标准的工具。

20 世纪 90 年代互联网得到了广泛应用。1993 年只有 130 个网站,而现在有几百万个。各个公司争相建立主页,互联网与许多早期电台广播的发展有相似之处。1995 年,联邦电信交通委员会(FCC)为新的数字音频广播服务分配了频谱空间。1996 年,FCC 采用数字电视标准为美国下一代广播电视标准。

21 世纪的主要科技报道之一是互联网的持续爆炸性增长,无线宽带接入又推动了互联网的极速增长。计算机的处理速度正稳速增长,数据存储介质容量以越来越惊人的速度增加,碳纳米管被看做是计算机芯片的下一步发展,将最终取代晶体管技术。

21 世纪的第一个十年,通信网络主要是通过光纤获得最高的数据吞吐量。水下光纤电缆仍然是全球电视、电话和互联网通信的重要部分。计算机速度和功能的提高与新型蓝牙技术催生了各种设备之间的高速、短距离无线通信,如免提手机、计算机、GPS 接收器和其他无线网络装置。

在 21 世纪的第二个十年,电子技术将继续在令人惊奇的新设备和技术应用上取得进展,特别是在机器人装配和自动化方面。近年来,对替代能源的寻求已经促进了在电池、太阳能电池、燃料电池、风能以及汽车技术进步和效率方面的深入研发。医药方面的进展推动了假肢的发展,也许有一天,用生物相容性材料通过神经纤维生长加入触感和知觉,配戴者就能控制假肢。消费者不断要求最新的产品,制造商不断努力用最新技术的产品满足消费者的需求。在这个激动人心的领域可预见的未来将继续进展。

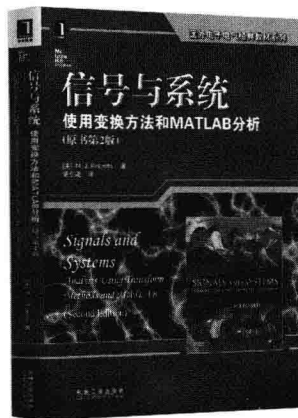
致谢

面向系统的系列教科书概念源于 ITT 学校高级教学人员和培生教育出版社(Pearson Education)韦恩·安东尼(Vern Anthony)的建议和讨论,教学人员和培生教育出版社其他人员的辛勤工作和奉献才使教科书成为现实。洛伊丝·波特(Lois Porter)完成了手稿编辑,她一贯惊人地注重细节,提出改进建议并做了大量工作。雷克斯·戴维森(Rex Davidson)娴熟地把握许多细节,您才能看到现在的最终作品。策划编辑林赛普·吕多姆(Lindsey Prudhomrne)和拓展编辑丹·揣顿(Dan Trudden)对本书提供了有效的全面指导。还要感谢美国国家仪器公司马克·维特(Mark Waiters)帮助准备 Multisim 附录,感谢加里·斯奈德(Gary Snyder)帮助准备 Multisim 仿真文件。

Thomas L. Floyd

David Buchla

推荐阅读



模拟电子技术基础（第2版）

作者：黄丽亚 杨恒新 ISBN: 978-7-111-38699-5 定价：39.00元

本书精选内容，突出重点，强化三基。以分立元件电路为基础，以集成电路为重点，强调概念的物理本质和含义。注重培养电路设计能力。注重模拟电路与数字电路教学内容的衔接，将集成门电路内容纳入模拟电路部分。第2版在第1版的基础上，增加有源滤波器设计举例、滤波器设计软件FilterPro简介；更新Multisim 8至Multisim 11，增加Multisim 11应用举例；删除了ispPAC芯片相关内容。可作为电子信息、电气、自动化、控制类专业“模拟电子技术”课程教材。

信号与系统：使用变换方法和MATLAB分析（原书第2版）

作者：（美）M. J. Roberts 译者：胡剑凌 中文版 预计出版时间：2013年4月

信号与系统课程是数字信号处理和控制理论等课程的基础课程，本书以主要涵盖傅里叶变换、傅里变换分析、拉普拉斯变换、拉普拉斯变换分析、离散时间系统的z变换、z变换分析等。书中给出了大量的例子，并介绍实现分析方法的MATLAB函数和运算。可作为电子信息类相关专业的本科生教材。

数字信号处理：系统分析与设计（原书第2版）

作者：（巴西）Paulo S. R. Diniz 等 译者：张太镒 等 ISBN: 978-7-111-41475-9 定价：85.00元

英文版 ISBN: 978-7-111-38253-9 定价：79.00元

本书全面、系统地阐述了数字信号处理的基本理论和分析方法，详细介绍了离散时间信号及系统、傅里叶变换、z变换、小波分析和数字滤波器设计的确定性数字信号处理，以及多重速率数字信号处理系统、线性预测、时频分析和谱估计等随机数字信号处理，使读者深刻理解数字信号处理的理论和设计方法。本书不仅可以作为高等院校电子、通信、电气工程与自动化、机械电子工程和机电一体化等专业本科生或研究生教材，还可作为工程技术人员DSP设计方面的参考书。

目 录

出版者的话
译者序
前言

第1章 系统、物理量及其单位 1

1.1 电子工业	1
1.1.1 电子工业的主要分类	1
1.1.2 授权	2
1.2 电子系统概述	3
1.2.1 系统的概念	3
1.2.2 方框图	4
1.2.3 传输曲线	4
1.3 电路的分类	5
1.3.1 元件	6
1.3.2 电气电路	6
1.3.3 电子电路	6
1.4 科学记数法与工程记数法	7
1.4.1 10 的乘方	8
1.4.2 10 的乘方的计算	8
1.4.3 工程记数法	10
1.5 单位与公制前缀表示方法	11
1.5.1 电气单位	11
1.5.2 公制前缀	12
1.6 公制单位转换	12
1.7 测量数据	13
1.7.1 误差、准确度和精度	14
1.7.2 有效数字	14
1.7.3 数字舍入	15
1.8 电气安全	16
1.8.1 触电	16
1.8.2 市电	17
1.8.3 安全注意事项	17

第2章 电压、电流与电阻 25

2.1 原子	25
--------------	----

2.1.1 原子序数	26
2.1.2 电子层和轨道	26
2.1.3 价电子	26
2.1.4 自由电子和离子	27
2.1.5 铜原子	27
2.1.6 材料的分类	27
2.2 电荷	27
2.2.1 电荷的单位	28
2.2.2 正电荷与负电荷	28
2.3 电压	29
2.3.1 电压的单位	30
2.3.2 直流电压源	30
2.3.3 直流电压源的种类	30
2.4 电流	34
2.4.1 电流的单位	35
2.4.2 电流源	35
2.5 电阻	37
2.5.1 电阻的单位	37
2.5.2 电阻器	37
2.6 电路	43
2.6.1 电路的电流控制与保护	43
2.6.2 导线	46
2.6.3 接地	48
2.7 基本电路测量	49
2.7.1 仪表符号	49
2.7.2 测量电流	50
2.7.3 测量电压	50
2.7.4 测量电阻	50
2.7.5 数字万用表	51
2.7.6 读取模拟式万用表	52

第3章 欧姆定律、能量与功率 61

3.1 欧姆定律	61
3.2 欧姆定律的应用	64
3.2.1 电流计算	64

3.2.2 电压计算	65	5.2.1 并联总电阻 R_T 的计算 公式	127
3.2.3 电阻计算	66	5.2.2 并联电路的应用	130
3.3 能量与功率	67	5.3 并联电路中的电压	131
3.4 电路中的功率	69	5.4 欧姆定律的应用	133
3.5 电阻器的额定功率	71	5.5 基尔霍夫电流定律	135
3.6 电阻中的能量转换与电压降	73	5.6 分流器	138
3.7 电源与电池	74	5.7 并联电路的功率	141
3.7.1 电源效率	75	5.8 故障排除	142
3.7.2 电池的额定安时值	76	5.8.1 开路支路	143
3.8 故障排除简介	77	5.8.2 通过测量电流发现开路 支路	144
3.8.1 分析	77	5.8.3 短路支路	145
3.8.2 规划	77	5.8.4 热像技术	145
3.8.3 测量	77		
3.8.4 APM 举例	77		
3.8.5 V 、 R 、 I 测量的比较	79		
第4章 串联电路	87	第6章 串并联电路	157
4.1 电阻器串联	87	6.1 识别串并联关系	157
4.2 串联总电阻	89	6.2 串并联电阻电路分析	160
4.2.1 串联电阻值相加	89	6.2.1 总电阻	161
4.2.2 串联电阻公式	89	6.2.2 总电流	162
4.2.3 等阻值电阻器串联	91	6.2.3 分支电流	162
4.3 串联电路中的电流	92	6.2.4 电压关系	162
4.4 欧姆定律的应用	93	6.3 带电阻负载的分压器	165
4.5 电压源串联	96	6.4 电压表的负载效应	169
4.6 基尔霍夫电压定律	99	6.5 惠斯通电桥	171
4.7 分压器	101	6.5.1 平衡惠斯通电桥	172
4.7.1 分压公式	102	6.5.2 不平衡惠斯通电桥	173
4.7.2 用做可调分压器的 电位器	104	6.6 戴维南定理	175
4.7.3 应用	105	6.6.1 戴维南等效取决于 观察点	178
4.8 串联电路的功率	106	6.6.2 戴维南化电桥电路	179
4.9 电压测量	107	6.6.3 戴维南定理小结	181
4.10 故障排除	110	6.7 最大功率传输定理	181
4.10.1 开路	110	6.8 叠加定理	183
4.10.2 短路	112	6.9 故障排除	186
第5章 并联电路	125	第7章 磁与电磁	201
5.1 电阻器并联	125	7.1 磁场	201
5.2 并联总电阻	127	7.1.1 磁通	202
		7.1.2 磁通密度	202

7.1.3	材料的磁化过程	203	8.2.1	瞬时值	235	
7.1.4	应用	205	8.2.2	峰值	236	
7.2	电磁现象	206	8.2.3	峰峰值	236	
7.2.1	电磁特性	207	8.2.4	有效值	236	
7.2.2	电磁铁	209	8.2.5	平均值	237	
7.3	电磁器件	209	8.3	正弦波的角度测量	238	
7.3.1	电磁线圈	209	8.3.1	角度测量	238	
7.3.2	继电器	210	8.3.2	度/弧度转换	239	
7.3.3	扬声器	212	8.3.3	正弦波角度	239	
7.3.4	电表机心	212	8.3.4	正弦波的相位	240	
7.3.5	磁盘与磁带读/写头	212	8.3.5	多相电源	241	
7.3.6	磁光盘	213	8.4	正弦波公式	242	
7.4	磁滞	214	8.4.1	正弦波公式的推导	242	
7.4.1	磁场强度	214	8.4.2	移相正弦波的表达	243	
7.4.2	磁滞曲线与保磁性	214	8.5	交流电路分析	244	
7.5	电磁感应	215	8.6	交流发电机	247	
7.5.1	相对运动	216	8.6.1	简化的交流发电机	247	
7.5.2	感应电压的极性	216	8.6.2	频率	247	
7.5.3	感应电流	217	8.6.3	实际交流发电机	248	
7.5.4	法拉第定律	217	8.6.4	转子电流	249	
7.5.5	楞次定律	218	8.6.5	应用	249	
7.5.6	电磁感应的应用	218	8.7	交流电动机	250	
7.5.7	磁场中载流导体的受力	218	8.7.1	交流电动机的分类	251	
7.6	直流发电机	219	8.7.2	旋转定子磁场	251	
7.7	直流电动机	222	8.7.3	感应电动机	252	
7.7.1	基本工作原理	222	8.7.4	同步电动机	252	
7.7.2	无刷直流电动机	223	8.8	非正弦波形	253	
7.7.3	反电动势	223	8.8.1	脉冲波形	253	
7.7.4	电动机额定参数	223	8.8.2	三角波与锯齿波	255	
7.7.5	串励直流电动机	224	8.8.3	谐波	256	
7.7.6	并励直流电动机	225	8.9	示波器	258	
第8章 交流电流与电压简介			231	8.9.1	模拟示波器的基本原理	258
8.1	正弦波形	231	8.9.2	数字示波器的基本原理	258	
8.1.1	正弦波的极性	231	8.9.3	示波器控制	259	
8.1.2	正弦波的周期	232	8.10	信号源	262	
8.1.3	正弦波的频率	233	8.10.1	信号源的类型	262	
8.1.4	频率和周期的关系	233	8.10.2	信号发生器的指标	263	
8.1.5	电子信号发生器	234	8.10.3	波形模式	264	
8.2	正弦波电压与电流的值	235	8.10.4	基本函数发生器	264	

第 9 章 电容器	275	第 10 章 RC 电路	313
9.1 基本电容器	275	10.1 串联 RC 电路的正弦响应	313
9.1.1 基本结构	275	10.2 串联 RC 电路的阻抗及相位角 ...	314
9.1.2 电容量	276	10.3 串联 RC 电路分析	315
9.1.3 电容器储能原理	277	10.3.1 欧姆定律	315
9.1.4 额定电压	278	10.3.2 电流与电压的相位关系 ...	317
9.1.5 温度系数	278	10.3.3 阻抗与相位角随频率 的变化	318
9.1.6 漏电	278	10.3.4 RC 滞后电路	319
9.1.7 电容器的物理参数	279	10.3.5 RC 超前电路	321
9.2 电容器的种类	280	10.4 并联 RC 电路的阻抗及相位角 ...	322
9.2.1 固定电容器	280	10.5 并联 RC 电路分析	324
9.2.2 可调电容器	282	10.6 串并联 RC 电路分析	327
9.2.3 电容器标签	283	10.7 RC 电路的功率	331
9.2.4 电容的测量	283	10.7.1 RC 电路的功率 三角形	332
9.3 串联电容	283	10.7.2 功率因数	332
9.4 并联电容	287	10.7.3 视在功率的意义	333
9.5 直流电路中的电容器	288	10.8 基本应用	334
9.5.1 电容器充电	288	10.8.1 移相振荡器	334
9.5.2 电容器放电	289	10.8.2 RC 电路作为滤波器 ...	335
9.5.3 充、放电电压与电流 ...	289	10.8.3 将交流信号耦合进入 直流偏置电路	338
9.5.4 RC 时间常数	290	10.9 故障排除	339
9.5.5 充、放电曲线	290	第 11 章 电感器	352
9.5.6 对方波的响应	293	11.1 基本电感	352
9.6 交流电路中的电容器	294	11.1.1 电感	352
9.6.1 容抗	295	11.1.2 电感的物理特性	353
9.6.2 串联电容器的容抗	296	11.1.3 线圈电阻	354
9.6.3 并联电容器的容抗	296	11.1.4 线圈电容	354
9.6.4 电容分压器	297	11.1.5 法拉第定律复习	354
9.6.5 电流超前于电压 90°	298	11.1.6 楞次定律	355
9.6.6 电容器的功率	298	11.2 电感的种类	356
9.7 电容器的应用	300	11.3 电感的串联与并联	357
9.7.1 电气存储	300	11.3.1 串联总电感	357
9.7.2 电源滤波	300	11.3.2 并联总电感	358
9.7.3 直流阻断和交流耦合 ...	302	11.4 直流电路中的电感	359
9.7.4 电源线去耦合	303	11.4.1 RL 时间常数	359
9.7.5 旁路	303	11.4.2 电感中的电流	360
9.7.6 信号滤波器	303		
9.7.7 定时电路	304		
9.7.8 计算机存储器	304		

11.4.3	对方波响应	361	13.2	串联 RLC 电路分析	407
11.4.4	串联 RL 电路的电压	362	13.3	串联谐振	410
11.4.5	指数公式	364	13.3.1	串联谐振频率	411
11.5	交流电路中的电感	366	13.3.2	串联 RLC 电路的电压与 电流	411
11.5.1	电感电抗 X_L	366	13.3.3	串联 RLC 电路的 阻抗	414
11.5.2	串联电感的电抗	367	13.3.4	串联 RLC 电路的 相位角	415
11.5.3	并联电感的电抗	367	13.4	串联谐振滤波器	416
11.5.4	电流滞后电感电压 90° ...	368	13.4.1	带通滤波器	416
11.5.5	电感的功率	369	13.4.2	带通滤波器的带宽	417
11.5.6	品质因数	370	13.4.3	滤波器响应的 半功率点	417
11.6	电感的应用	370	13.4.4	分贝度量	417
11.6.1	噪声抑制	371	13.4.5	带通滤波器的选择性 ...	418
11.6.2	射频扼流圈	371	13.4.6	谐振电路的品质因数 ...	418
11.6.3	调谐电路	372	13.4.7	带阻滤波器	419
第 12 章	RL 电路	378	13.5	并联 RLC 电路	421
12.1	RL 电路的正弦响应	378	13.5.1	阻抗与相位角	421
12.2	串联 RL 电路的阻抗与相位角 ...	379	13.5.2	电流关系	422
12.3	串联 RL 电路分析	380	13.5.3	串并联到并联的转换 ...	423
12.3.1	欧姆定律	380	13.6	并联谐振	425
12.3.2	电流与电压的相位 关系	381	13.6.1	理想并联谐振的条件 ...	425
12.3.3	阻抗与相位角随频率的 变化	382	13.6.2	并联谐振频率	425
12.3.4	RL 滞后电路	383	13.6.3	并联谐振电路的电流 ...	425
12.3.5	RL 超前电路	385	13.6.4	振荡电路	427
12.4	并联 RL 电路的阻抗与相位角 ...	386	13.6.5	非理想电路的并联谐振 条件	427
12.5	并联 RL 电路分析	388	13.6.6	阻抗随频率的变化	428
12.6	串并联 RL 电路分析	390	13.6.7	谐振电流与相位	429
12.7	RL 电路的功率	392	13.6.8	非理想电路的并联谐振 频率	429
12.8	RL 滤波器	395	13.6.9	外部负载电阻对振荡电路 的影响	430
12.8.1	低通特性	395	13.7	并联谐振滤波器	431
12.8.2	高通特性	395	13.7.1	带通滤波器	432
12.8.3	RL 滤波器的截止 频率	396	13.7.2	带阻滤波器	435
12.9	故障排除	397	13.8	谐振电路的应用	436
第 13 章	RLC 电路与谐振	406	13.8.1	调谐放大器	436
13.1	串联 RLC 电路的阻抗与 相位角	406			

13.8.2	接收机中的双调谐 变压器耦合	437	15.1.2	电容电压	472
13.8.3	接收机的天线输入	437	15.2	RC 积分器的单脉冲响应	472
13.8.4	超外差接收机	437	15.3	RC 积分器的重复脉冲响应	475
第 14 章	变压器	445	15.3.1	稳态时间响应	476
14.1	互感	445	15.3.2	时间常数增大的影响 ...	477
14.2	基本变压器	446	15.4	RC 微分器的单脉冲响应	479
14.2.1	匝数比	448	15.4.1	脉冲响应	479
14.2.2	绕组方向	448	15.4.2	RC 微分器的单脉冲响应 总结	481
14.3	升压与降压变压器	449	15.5	RC 微分器的重复脉冲响应	482
14.3.1	升压变压器	449	15.6	RL 积分器的脉冲输入响应	484
14.3.2	降压变压器	449	15.7	RL 微分器的脉冲输入响应	487
14.3.3	直流隔离	450	15.8	积分器和微分器的应用	489
14.4	二次绕组加负载	451	15.8.1	定时电路	490
14.5	反映负载	453	15.8.2	脉冲波形-直流 转换器	490
14.6	阻抗匹配	455	15.8.3	触发脉冲发生器与波形 整形	491
14.7	变压器额定值与特性	457	15.9	故障排除	492
14.7.1	额定值	457	15.9.1	电容开路	492
14.7.2	特性	458	15.9.2	电容短路	492
14.8	抽头和多绕组变压器	460	15.9.3	电阻开路	492
14.8.1	抽头变压器	460	附录 A	标准电阻值表	498
14.8.2	多绕组变压器	461	附录 B	电容器颜色编码与标记	499
14.8.3	自耦变压器	462	附录 C	诺顿定理与弥尔曼定理	502
14.8.4	三相变压器	462	附录 D	电路仿真工具 NI Multisim ...	505
14.9	故障排除	464	附录 E	奇数编号习题答案	508
第 15 章	有抗电路的时间响应	471	附录 F	词汇表	521
15.1	RC 积分器	471			
15.1.1	电容的充电与放电	471			

本章目标

- 简要介绍电子工业
- 介绍系统的特性
- 简要介绍电路的特性
- 使用科学记数法表示物理量
- 学习电气单位及其十进制前缀的表示方法
- 学习带有十进制前缀表示的单位之间的转换
- 强调测量数据的有效数字
- 学习辨别电气危险，掌握正确的安全规程

电子技术已经从分离电路的元件级分析排错向复杂系统的安装测试转变，技术人员必须更加熟悉系统集成，因此，为了理解系统的工作原理，每个即将进入电子技术领域的人都应当努力打好理论基础。本章首先介绍电子工业的概貌和电路与系统的特性，然后介绍基本单位、电气物理量以及在电子学领域常用的工程记数法和科学记数法。

1.1 电子工业

电子工业由在制造和销售电子产品上互相竞争的商业公司组成，由于这种激烈的竞争，技术创新和新产品开发日新月异，使得一批在很窄的市场领域的专业公司开始成长。

学习完本节内容，应该能够

- 从总体上描述电子工业；
- 简要描述工程师设计和测试新电路的过程；
- 解释纵向公司组织和横向公司组织的差异；
- 举例说明服务技术人员需要应用系统原理的技能；
- 讨论拥有特殊领域认证的优势。

电子工业特别是在半导体方面已经取得了革命性的技术进步，这些进步改变了电子工业，也改变了电路开发、构建和维修。一个电路由若干元器件互联而成并产生期望的结果。现代电路比过去更加紧凑、可靠性更高。如今，工程师们使用电路设计软件来设计新电路，电路设计软件可仿真电路的性能，并寻找潜在的问题（例如计时问题、散热问题或噪声问题）。计算机仿真能以最小成本对电路进行优化。当仿真结果达到电路设计要求后，工程师在计算机上可完成电路的印制电路板（PCB）自动布局布线并形成电路的元器件列表。至此，原型电路在48小时之内即可在家或一家专门从事印制电路板公司制作完成，然后由工程师对原型电路进行测试，再由产品审查团队对设计进行修改或改进。

除了计算机辅助设计和仿真，近年来，电子公司已经将重点从纵向结构向横向结构转移。纵向结构公司从原料到成品可能都由一个工厂来完成。而横向结构公司的各个环节则是分散的，各个环节更加专业化，公司往往将与自身专长不直接相关的工作外包出去。横向结构的一个特点是有许多小公司都参与到最终产品生产的中间环节，由一家专门的生产公司组装最终产品。这些较小的专门公司往往集中在一个区域，从而可以降低运输和仓储成本。对于某些货物，许多专门的供应商和组装公司一般位于制造成本较低的国家，这就导致许多产品会有多个原产地国家。

1.1.1 电子工业的主要分类

电子工业的两个主要类别是服务业和制造业。服务业支持所有的制造业及消费者，制造业