



普通高等院校**电子信息类**应用型规划教材

电子技术基础

主 编 陈利永
副主编 王 平 林 捷



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

普通高等院校电子信息类应用型规划教材

电子技术基础

主 编 陈利永

副主编 王 平 林 捷

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书将原来的电路分析、模拟电子技术基础和通信电路三门课程的内容有机整合起来,形成新的《电子技术基础》教材,本教材可以在两个学期内完成三门课程的教学内容。本书的主要内容有:第1章直流电路分析基础,第2章正弦稳态电路的分析,第3章RLC电路的特性,第4章半导体二极管及其应用,第5章半导体三极管和场效应管及其应用,第6章负反馈放大器,第7章集成运算放大器和信号处理电路,第8章波形产生和变换电路,第9章调制与解调及频率变换电路,第10章功率放大器,第11章直流稳压电源。本书除了介绍上述内容外,在附录部分还介绍了Multisim和MATLAB软件的简单使用方法,帮助学生掌握用Multisim软件进行实验验证和用MATLAB软件进行解题的技巧。本书可作为电子信息类专业本科生学习电子技术基础课程的教材,也可以作为电子信息类学生考研究生的复习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础/陈利永主编. —北京:北京邮电大学出版社,2009

ISBN 978-7-5635-2029-9

I. 电… II. 陈… III. 电子技术 IV. TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第119625号

书 名: 电子技术基础

主 编: 陈利永

责任编辑: 赵玉山

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发 行 部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 28.5

字 数: 694 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2009年9月第1版 2009年9月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-2029-9

定 价: 48.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前言

随着信息技术的发展,电子信息专业产生了许多新的专业课,为了学好这些专业课,有必要理顺基础课与后续专业课内容的衔接关系,在学时比较少的情況下,如何保证基础课的教学既符合教学大纲的要求,又可以满足后续专业课的需求,是当前教学改革所面临的具体问题。

传统的电子信息类专业开设电子技术基础的课程主要有电路分析、模拟电路和通信电路三门课。为了解决电路分析、模拟电路和通信电路的课程内容多、课时数少的矛盾,我们根据这三门课的内容关联性强、重复内容多的特点,将这三门课原来的教学体系打乱,形成电子技术基础新的课程体系,力求用比较少的学时数,上好电子信息类专业电子技术基础课程的内容。电子技术基础课程体系的主要特点表现在以下几个方面。

1. 通过整合将电路分析、模拟电路和通信电路三门课程的内容有机结合起来,为了保证本书所叙述内容的深度和广度,本书在归并交叉重复的内容时不是采用简单删除的办法,而是采用前后呼应的整合方法,将被归并掉的内容以基本原理、实际应用的例题等形式出现在相关的章节中。这样做的目的既可以保证基础知识的完整性和连贯性,又可以增加学生习作的机会,加深学生对所学知识的理解,也有时间对某些重点课题进行深入的讨论,使学生的知识更加系统化。

2. 通过整合将原来的电路分析、模拟电路和通信电路三门课程的内容整合成一门课程——电子技术基础。这种课程体系结构不仅解决了在大一下开设电路分析课程时,因学生的数学知识不够,无法提高电路分析课程教学质量的矛盾;又可以保证在大三的教学开始之前完成电路分析、模拟电子技术和通信电路三门课程的教学工作,为后续专业课的开设留出课时。

3. 根据电子技术基础课程是理论和实践相联系的特点,特别是通信电路课程的内容中有一些学生不容易理解的知识,利用 Multisim 仿真软件进行演示实验,有助于学生对这些知识点的理解。

另外本书在叙述的过程中注意引导学生对物理概念的理解,强化理论的推理过程,注意引导学生开放性的思维方法,有意识地培养学生从不同的渠道,利用不同的方法对同一个问题进行讨论,让学生掌握一题多解的方法,以加深学生对基本概念和基础知识的理解,培养学生分析问题和解决问题的能力,提高学生的综合素质。在解题的过程中,引导学生用 MATLAB 软件进行数值运算,并向学生介绍 Multisim 仿真软件,引导学生用仿真软件对理论知识进行验证,做到理论联系实际,以加深学生的感性认识,提高学习效率。

本书由陈利永教授根据授课讲义整理而成,参加本书编写工作的还有中国农业大学信息和电气工程学院的林捷、福建师范大学物光学院的王平以及福建师范大学协和学院的蔡银河和陈清华老师。感谢闽江学院的院长助理兼教务处处长黄高宪教授对作者在闽江学院所从事的教学改革的支持,感谢福建师范大学协和学院信息技术系的吴子文教授对作者在福建师范大学工作期间所从事教学改革的支持。感谢福建师范大学计算机科学系的陈家祯和叶锋老师为作者使用 MATLAB 软件所提供的帮助,感谢福建师范大学协和学院陈祖武和陈清华老师认真校对本书的习题答案,感谢福建师范大学协和学院的陈昕老师为作者绘电路图所提供的帮助。

限于作者的水平,书中的舛误疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。本书的出版得到中国农业大学和福建师范大学领导的支持,感谢中国农业大学信息学院和福建师范大学协和学院领导的支持,感谢中国农业大学信息学院和福建师范大学协和学院领导的支持。

作者

本书由陈利永教授根据授课讲义整理而成,参加本书编写工作的还有中国农业大学信息和电气工程学院的林捷、福建师范大学物光学院的王平以及福建师范大学协和学院的蔡银河和陈清华老师。感谢闽江学院的院长助理兼教务处处长黄高宪教授对作者在闽江学院所从事的教学改革的支持,感谢福建师范大学协和学院信息技术系的吴子文教授对作者在福建师范大学工作期间所从事教学改革的支持。感谢福建师范大学计算机科学系的陈家祯和叶锋老师为作者使用 MATLAB 软件所提供的帮助,感谢福建师范大学协和学院陈祖武和陈清华老师认真校对本书的习题答案,感谢福建师范大学协和学院的陈昕老师为作者绘电路图所提供的帮助。

限于作者的水平,书中的舛误疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。本书的出版得到中国农业大学和福建师范大学领导的支持,感谢中国农业大学信息学院和福建师范大学协和学院领导的支持,感谢中国农业大学信息学院和福建师范大学协和学院领导的支持。

本书由陈利永教授根据授课讲义整理而成,参加本书编写工作的还有中国农业大学信息和电气工程学院的林捷、福建师范大学物光学院的王平以及福建师范大学协和学院的蔡银河和陈清华老师。感谢闽江学院的院长助理兼教务处处长黄高宪教授对作者在闽江学院所从事的教学改革的支持,感谢福建师范大学协和学院信息技术系的吴子文教授对作者在福建师范大学工作期间所从事教学改革的支持。感谢福建师范大学计算机科学系的陈家祯和叶锋老师为作者使用 MATLAB 软件所提供的帮助,感谢福建师范大学协和学院陈祖武和陈清华老师认真校对本书的习题答案,感谢福建师范大学协和学院的陈昕老师为作者绘电路图所提供的帮助。

限于作者的水平,书中的舛误疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。本书的出版得到中国农业大学和福建师范大学领导的支持,感谢中国农业大学信息学院和福建师范大学协和学院领导的支持,感谢中国农业大学信息学院和福建师范大学协和学院领导的支持。

本书由陈利永教授根据授课讲义整理而成,参加本书编写工作的还有中国农业大学信息和电气工程学院的林捷、福建师范大学物光学院的王平以及福建师范大学协和学院的蔡银河和陈清华老师。感谢闽江学院的院长助理兼教务处处长黄高宪教授对作者在闽江学院所从事的教学改革的支持,感谢福建师范大学协和学院信息技术系的吴子文教授对作者在福建师范大学工作期间所从事教学改革的支持。感谢福建师范大学计算机科学系的陈家祯和叶锋老师为作者使用 MATLAB 软件所提供的帮助,感谢福建师范大学协和学院陈祖武和陈清华老师认真校对本书的习题答案,感谢福建师范大学协和学院的陈昕老师为作者绘电路图所提供的帮助。

目 录

CONTENTS

第 1 章 直流电路分析基础	(1)
1.1 引言	(1)
1.1.1 电子技术基础课程所研究的问题	(1)
1.1.2 电路和电路模型	(2)
1.1.3 描述电路工作状态的几个物理量	(3)
1.1.4 电流、电压和电动势的参考方向	(6)
1.1.5 欧姆定律	(7)
1.1.6 电功率、电源和负载的判断	(8)
1.2 电器设备的额定值和电路的三种工作状态	(10)
1.2.1 电器设备的额定值	(10)
1.2.2 电路的三种工作状态	(10)
1.3 基尔霍夫定律和支路电流法	(12)
1.3.1 名词术语	(12)
1.3.2 基尔霍夫电流定律	(12)
1.3.3 基尔霍夫电压定律	(13)
1.3.4 支路电流法	(14)
1.4 电阻电路的等效变换法	(17)
1.4.1 电阻的串联	(17)
1.4.2 电阻的并联	(18)
1.4.3 电阻的混联	(19)
1.4.4 电阻 Y 形连接和 Δ 连接的等效变换	(20)
1.4.5 输入电阻	(24)
1.5 电压源和电流源的等效变换	(25)
1.5.1 电压源	(26)
1.5.2 电流源	(26)
1.5.3 电压源和电流源的等效变换	(27)
1.6 叠加定理	(29)

1.7	节点电位法	(32)
1.8	戴维南定理和诺顿定理	(33)
1.8.1	戴维南定理	(33)
1.8.2	诺顿定理	(36)
1.8.3	负载获得最大功率的条件	(37)
1.9	电路分析综合练习	(38)
1.10	小结和讨论	(44)
	习题	(45)
第2章	正弦稳态电路的分析	(50)
2.1	正弦交流电路	(50)
2.1.1	正弦交流电量的参考方向	(50)
2.1.2	正弦交流电量的三要素	(51)
2.1.3	相位差	(53)
2.1.4	正弦交流电量的有效值	(55)
2.1.5	正弦交流电的表示法	(56)
2.2	单一参数的正弦交流电路	(62)
2.2.1	纯电阻元件的交流电路	(62)
2.2.2	纯电感元件的交流电路	(64)
2.2.3	纯电容元件的交流电路	(68)
2.3	电阻、电容、电感串联的交流电路	(72)
2.3.1	RLC 串联电路电流和电压的关系	(72)
2.3.2	RLC 串联电路阻抗的关系	(73)
2.3.3	RLC 串联电路功率的关系	(73)
2.4	正弦稳态电路分析法	(75)
2.4.1	相量形式的电路定理	(75)
2.4.2	正弦稳态电路分析法综合例题	(76)
2.5	互感和变压器	(84)
2.5.1	互感和变压器	(84)
2.5.2	传输线变压器	(87)
2.5.3	互感和变压器问题的综合例题	(88)
2.6	幅度调制和频率调制信号的特征	(91)
2.6.1	幅度调制(AM)信号的特征	(92)
2.6.2	频率调制(FM)和相位调制(PM)信号的特征	(93)
2.7	正弦交流电路的谐振	(94)
2.7.1	RLC 串联谐振	(95)
2.7.2	RLC 并联谐振	(99)
2.7.3	负载和电源内阻对谐振电路的影响	(100)

2.7.4 石英晶体谐振器	(104)
* 2.8 三相交流电路	(106)
2.8.1 三相电路的负载连接	(106)
2.8.2 三相电路分析	(107)
2.8.3 安全用电常识	(111)
2.9 小结和讨论	(112)
习题	(114)
第3章 RLC 电路的特性	(120)
3.1 动态电路的方程及其初始条件	(120)
3.1.1 动态电路的方程	(120)
3.1.2 换路定则及初始值的确定	(122)
3.2 动态电路求解的三要素法	(126)
3.3 RC 一阶电路在脉冲电压作用下的暂态过程	(129)
3.3.1 微分电路	(129)
3.3.2 RC(阻容)耦合电路	(130)
3.3.3 积分电路	(131)
3.4 RC 一阶电路在正弦信号激励下的响应	(132)
3.4.1 RC 低通滤波器	(132)
3.4.2 RC 高通滤波器	(135)
3.4.3 RC 带通滤波器	(137)
3.4.4 LC 滤波器	(140)
3.4.5 集中滤波器	(141)
3.5 小结和讨论	(142)
习题	(143)
第4章 半导体二极管及其应用	(145)
4.1 半导体基础知识	(145)
4.1.1 本征半导体	(145)
4.1.2 本征激发和两种载流子	(146)
4.1.3 杂质半导体	(147)
4.1.4 PN 结	(148)
4.2 半导体二极管	(151)
4.2.1 半导体二极管的结构	(151)
4.2.2 二极管的伏-安特性曲线	(151)
4.2.3 二极管的主要参数	(152)
4.2.4 二极管极性的简易判别法	(153)
4.2.5 二极管的等效电路	(153)

4.3 二极管应用	(154)
4.3.1 二极管整流电路	(154)
4.3.2 桥式整流电路	(155)
4.3.3 倍压整流电路	(156)
4.3.4 限幅电路	(156)
4.3.5 与门电路	(157)
4.4 稳压管	(158)
4.4.1 稳压管的结构和特性曲线	(158)
4.4.2 稳压管的主要参数	(159)
4.4.3 其他类型的二极管	(160)
4.5 小结和讨论	(161)
习题	(161)
第5章 半导体三极管和场效应管及其应用	(164)
5.1 半导体三极管的基本结构	(164)
5.1.1 三极管内部结构	(164)
5.1.2 三极管的电流放大作用	(165)
5.1.3 三极管的共射特性曲线	(167)
5.1.4 三极管的主要参数	(169)
5.2 共发射极电压放大器	(171)
5.2.1 电路的组成	(171)
5.2.2 共发射极电路图解分析法	(171)
5.2.3 微变等效电路分析法	(175)
5.3 电压放大器工作点的稳定	(181)
5.3.1 稳定工作点的必要性	(181)
5.3.2 工作点稳定的典型电路	(181)
5.3.3 复合管放大电路	(184)
5.4 共集电极电压放大器	(186)
5.5 共基极电压放大器	(189)
5.6 多级放大器	(191)
5.6.1 阻容耦合电压放大器	(191)
5.6.2 共射-共基放大器	(192)
5.6.3 直接耦合电压放大器	(195)
5.7 差动放大器	(197)
5.7.1 电路组成	(197)
5.7.2 静态分析	(200)
5.7.3 动态分析	(200)
5.7.4 差动放大器输入、输出的四种组态	(201)

5.8 放大器的频响特性	(206)
5.8.1 三极管高频等效模型	(206)
5.8.2 晶体管电流放大倍数 β 的频率响应	(208)
5.8.3 单管共射放大电路的频响特性	(209)
5.9 高频小信号选频放大器	(215)
5.10 场效应管电压放大器	(217)
5.10.1 结型场效应管的类型和构造	(217)
5.10.2 绝缘栅型场效应管的类型和构造	(221)
5.10.3 场效应管主要参数	(225)
5.10.4 场效应管放大电路	(225)
5.10.5 场效应管与晶体管的比较	(231)
5.11 小结和讨论	(231)
习题	(232)
复习题	(239)
第 6 章 负反馈放大器	(242)
6.1 负反馈的基本概念	(242)
6.1.1 反馈的基本概念和类型	(242)
6.1.2 反馈的判断	(243)
6.1.3 反馈放大器的四种组态	(243)
6.2 负反馈放大器的表达式	(247)
6.2.1 负反馈放大器的基本关系式	(247)
6.2.2 四种反馈组态的反馈系数和闭环电压放大倍数的分析计算	(249)
6.3 自动增益控制(AGC)电路	(257)
6.4 负反馈对放大电路性能的改善	(258)
6.4.1 稳定放大倍数	(258)
6.4.2 对输入电阻和输出电阻的影响	(259)
6.4.3 放大器引入负反馈的一般原则	(260)
6.5 小结和讨论	(262)
习题	(263)
第 7 章 集成运算放大器和信号处理电路	(265)
7.1 概述	(265)
7.1.1 集成运放电路的特点	(265)
7.1.2 集成运放电路的组成框图	(266)
7.2 电流源电路	(266)
7.2.1 基本电流源电路	(267)
7.2.2 以电流源为有源负载的放大器	(268)

7.3	集成运放内部电路简介和理想运放的参数	(269)
7.3.1	集成运放内部电路简介	(269)
7.3.2	集成运放的主要参数	(270)
7.4	理想集成运放的参数和工作区	(272)
7.4.1	理想运放的性能指标	(272)
7.4.2	理想运放在不同工作区的特征	(272)
7.5	基本运算电路	(274)
7.5.1	比例运算电路	(274)
7.5.2	加减运算电路	(280)
7.5.3	积分和微分运算电路	(284)
7.5.4	对数和指数(反对数)运算电路	(286)
7.5.5	乘法和除法运算电路	(287)
7.6	有源滤波器	(291)
7.6.1	有源低通滤波器	(292)
7.6.2	其他形式的滤波电路	(297)
7.7	小结和讨论	(307)
	习题	(308)
第8章	波形产生和变换电路	(313)
8.1	正弦波产生电路	(313)
8.1.1	正弦波产生电路的组成	(313)
8.1.2	RC正弦波振荡电路	(315)
8.1.3	LC正弦波振荡器	(317)
8.1.4	石英晶体正弦波振荡电路	(322)
8.2	电压比较器	(326)
8.2.1	电压比较器的电压传输特性	(326)
8.2.2	单门限电压比较器	(327)
8.2.3	滞回电压比较器	(329)
8.2.4	窗口电压比较器	(332)
8.3	非正弦波信号发生电路	(333)
8.3.1	矩形波信号发生电路	(333)
8.3.2	三角波信号发生电路	(336)
8.3.3	锯齿波信号发生器	(338)
8.4	压控振荡器	(339)
8.4.1	变容二极管	(340)
8.4.2	压控振荡器(VCO)	(340)
8.5	小结和讨论	(341)
	习题	(342)

第 9 章 调制与解调及频率变换电路	(346)
9.1 概述	(346)
9.2 幅度调制电路	(346)
9.2.1 调幅波电路	(346)
9.2.2 双边带调制(DSB)	(349)
9.2.3 单边带调制(SSB)和残留边带调制(VSB)	(350)
9.2.4 相移法单边带调幅电路	(351)
9.2.5 正交调制电路	(352)
9.2.6 二极管平衡调制电路	(353)
9.3 解调器	(354)
9.3.1 同步解调器	(354)
9.3.2 正交解调电路	(355)
9.4 调幅广播和变频电路	(356)
9.4.1 调幅广播发射系统	(356)
9.4.2 变频电路	(357)
9.4.3 分立元件收音机的变频电路	(358)
9.5 调频和鉴频电路	(358)
9.5.1 直接调频电路	(358)
9.5.2 鉴频电路	(360)
9.5.3 集成调频电路	(361)
9.5.4 集成鉴频电路	(361)
9.6 锁相环电路及其应用	(362)
9.6.1 锁相环的组成和工作原理	(362)
9.6.2 锁相环在调频和解调电路中的应用	(365)
9.6.3 锁相环在频率合成电路中的应用	(366)
9.6.4 调频广播系统的发射和接收	(367)
9.7 数字调制电路	(369)
9.8 通信系统的组成	(371)
9.9 小结和讨论	(373)
习题	(373)
第 10 章 功率放大器	(375)
10.1 功率放大器的特点	(375)
10.1.1 功率放大电路的特殊问题	(375)
10.1.2 功率放大器的工作状态	(376)
10.2 乙类互补对称功率放大器	(379)
10.2.1 OCL 功放电路的组成	(379)

10.2.2	交越失真的消除方法	(380)
10.2.3	OCL 功放电路晶体管的选择	(381)
10.2.4	OTL 功放电路的组成和工作原理	(383)
10.3	集成功率放大电路	(384)
10.3.1	DG4100 型集成功率放大器的内部结构	(384)
10.3.2	DG4100 型集成功率放大器的使用方法	(385)
10.4	丙类(高频)功率放大器	(385)
10.4.1	高频功率放大器的电路组成	(385)
10.4.2	谐振功率放大器余弦脉冲电流的分解	(386)
10.4.3	谐振功率放大器的输出功率与效率	(389)
10.4.4	谐振功率放大器的工作状态与负载特性	(390)
10.4.5	谐振功率放大器的应用电路	(392)
10.5	功率合成电路	(394)
10.6	集成电路高频功率放大器	(396)
10.7	小结和讨论	(397)
	习题	(397)
第 11 章	直流稳压电源	(399)
11.1	直流稳压电源的组成	(399)
11.1.1	直流稳压电源的组成框图	(399)
11.1.2	串联型稳压电源电路	(400)
11.1.3	稳压电源的主要指标	(403)
11.2	串联型集成稳压电路	(403)
11.2.1	串联型集成稳压电路的组成	(403)
11.2.2	三端稳压器的基本应用电路	(404)
11.3	开关型稳压电路	(405)
11.3.1	直流/直流变换器	(405)
11.3.2	开关稳压电源的组成框图	(407)
11.4	小结和讨论	(409)
	习题	(410)
	期末练习题	(411)
附录 A	图论知识在电路分析中的应用	(415)
附录 B	基于 Multisim 软件的仿真实验	(419)
附录 C	MATLAB 语言使用简介	(431)
附录 D	三极管共射 h 参数和 Y 参数等效模型	(439)
附录 E	模拟电子电路读图常识	(441)
	参考文献	(444)

第1章

直流电路分析基础

学习要点

物理量的定义是物理课程的相关知识在本课程中的应用,注意参考方向的概念并熟练使用;描述电路电流和电压约束关系的方程是节点电流定律(KCL)和回路电压定律(KVL),在求解电路问题的时候不仅要掌握含有正常电压源和电流源的电路,还要熟练地掌握含有受控电压源和受控电流源的电路;用 KCL 和 KVL 理论上可以对所有的电路问题进行求解,但在某些场合用叠加定理或戴维南定理等方法更简便,注意通过一题多解的练习来体会用不同的方法求解同一个问题的思路 and 技巧。

1.1 引言

1.1.1 电子技术基础课程所研究的问题

电子技术是 19 世纪末发展起来的一个新兴学科,在 20 世纪取得了惊人的进步。由于电子技术的发展带动了其他高新技术的飞速发展,使人们的社会生活和工业、农业、科技及国防等领域都发生了令人瞩目的变革。

进入 21 世纪以后,随着信息时代的到来,作为信息时代发展支撑的电子技术必将得到进一步的发展,进入现代电子技术飞速发展的时代。

电子技术基础课程是介绍电子技术基本理论的一门专业基础课。该课程所研究的问题为处理各类信号的电子系统的基本组成和工作原理。

信号是信息的载体,描述信号的基本方法是写出它的数学表达式,该表达式是时间的函数,根据该函数绘制的图像称为信号的波形。按照时间函数取值的连续性与离散性可将信号分为连续时间信号和离散时间信号。

连续时间信号的幅度变化可以是连续的,也可以是不连续的。在电子电路中,将幅度的变化也是连续的连续时间信号称为模拟信号,如大家熟悉的正弦交流电信号和广播电台发

射的无线电信号都是模拟信号。将幅度的变化也是离散的离散时间信号称为数字信号,如计算机处理的信号就是数字信号。模拟信号和数字信号的波形如图 1-1 所示。

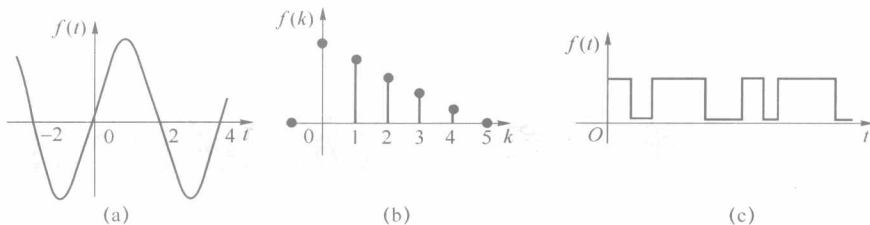


图 1-1 模拟信号和数字信号的波形图

图 1-1(a)是模拟信号的波形,图 1-1(b)是数字信号的函数图形,图 1-1(c)是数字信号在电路中所出现的波形。

在电子技术基础课程中,将处理模拟信号的电路称为模拟电路(含线性和非线性电路);将处理数字信号的电路称为数字电路。

因为模拟电路的分析和计算是建立在电路分析课程的基础之上,所以,在介绍电子技术基础课程的具体内容之前,先介绍电路分析课程的主要内容。

电路分析课程的主要任务为研究对描述电路工作状态的几个物理量(电流、电压、电荷、磁链、功率等)进行分析和计算的方法。

1.1.2 电路和电路模型

将多个电器设备或元器件,按其所要完成的功能用一定的方式连接起来的总体称为电路,电路是电流流通的路径。电路通常由电源、负载和中间环节 3 部分组成。

电源是指电路中可将化学能、机械能、原子能等其他形式的能量转换成电能,并向电路提供能量的那些设备,如干电池、发电机等。

电源通常被分成两类,一类为电压源(为电路提供电压的器件),另一类为电流源(为电路提供电流的器件)。在电子电路课程中,除了有电压源和电流源之外,还有受控电压源(输出电压受外界输入信号控制的电压源)和受控电流源(输出电流受外界输入信号控制的电流源),各种电源在电路中所用的符号如图 1-2 所示。

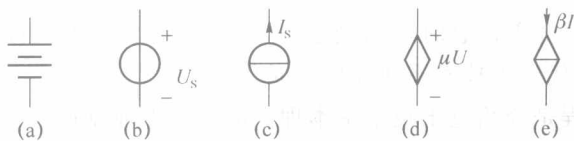


图 1-2 电路中常用的各种电源的符号

图 1-2 中,(a)和(b)是电压源的符号,(c)是电流源的符号,(d)是受控电压源的符号,(e)是受控电流源的符号。

负载是指电路中能将电能转换为其他形式的能量并对外作功的用电器,如电灯、电动机、电热器等,负载在电路中通常表示成电阻,用字母 R 来表示,电阻在电路中常用

的符号为“”。

中间环节是指将电源与负载连接成闭合电路的导线、开关、保护设备,测量仪表等。

任何实际的电路都是由多种电气元件组成的,不管是简单的手电筒电路,还是复杂的计算机电路。电路中各种元器件所表征的电磁现象和能量转换的关系一般都比较复杂,若按实际电气元器件来做电路图将比较困难和繁杂,因此,在分析和计算实际电路问题时必须用理想的电路元件及其组合来近似代替实际电气元器件所组成的实际电路。这种由理想元件所组成的与实际电气元器件相对应,并用统一规定的符号来表示而构成的电路,就是实际电路的模型,通常称为模型电路。手电筒的实际电路和模型电路如图 1-3(a)、(b)所示。

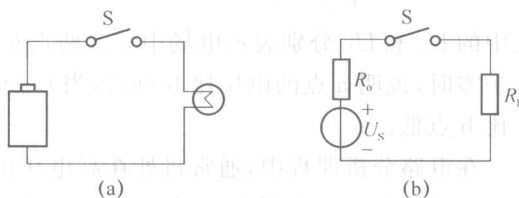


图 1-3 手电筒的实际电路和模型电路

搭建各种电路都有一定的目的,尽管电路的结构千差万别,但它们的功能大致可概括为两大类:一是作为能量的传输或转换,如照明和动力电路等;二是作为信号的传递和处理,如计算机和通信电路等。

1.1.3 描述电路工作状态的几个物理量

1. 电流

电荷的定向运动形成电流,习惯上将正电荷运动的方向规定为电流的流动方向。计量电流大小的物理量称为电流强度,简称电流,用英语字母 I 来表示。

电流强度的定义为单位时间内通过导体横截面的电量。如果任一瞬间,通过导体横截面的电量是大小和方向均不随时间变化的 Q ,则电流强度 I 的表达式为

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-1)$$

根据国家标准,不随时间变化的物理量用大写的字母来表示,随时间变化的物理量用小写的字母来表示,所以,式(1-1)就是直流电流强度的表达式,交流电流强度的表达式为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-2)$$

在国际单位制(SI)中,电流强度的单位为安培,简称安(A)。大型电力变压器中的电流可达几百安培到上千安培,而晶体管电路中的电流往往只有千分之几安培,对于很小的电流可用毫安(mA)或微安(μA)来表示,它们之间的换算关系为

$$1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA} = 10^6 \mu\text{A}$$

2. 电压

在物理学课程中已知,电荷在电场中移动时,电场力将对电荷做功。为了描述电场力对电荷做功能力的大小,引入物理量电压的概念。

电场中 a、b 两点间电压 U_{ab} 的定义为: U_{ab} 在数值上等于把单位正电荷从 a 点移到 b 点时电场力所作的功。电压的定义式为

$$U_{ab} = \frac{W}{Q} \quad (1-3)$$

电压也常写成电位差的形式,即

$$U_{ab} = U_a - U_b \quad (1-4)$$

式中的 U_a 和 U_b 分别表示电场中 a、b 两点对零电压点的电压,当 U_{ab} 大于零时,说明 a 点的电压比 b 点高,当 U_{ab} 小于零时,说明 a 点的电压比 b 点低。

在电路分析课程中,通常将处在高电压的 a 端用“+”号来表示,而用“-”来表示处在低电压的 b 端,电压的方向是由高电压点指向低电压点,即由 a 指向 b,如图 1-4 所示。

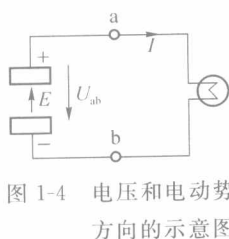


图 1-4 电压和电动势方向的示意图

随时间变化的电压表达式为

$$u_{ab} = \frac{dw}{dq} \quad (1-5)$$

在国际单位制中电压的单位为伏特(V),简称伏。1 V 电压在数值上等于将 1 C 的正电荷从 a 点移到 b 点,电场力作了 1 J 的功。

3. 电动势

电动势是表征电源特征的物理量。在图 1-4 中,正电荷在电场力的作用下,从高电压的 a 点经过负载(灯泡)向低电压的点 b 移动,形成电流 I 。正电荷由 a 移到 b 时,就要与 b 极板上的负电荷中和,使两极板上的电荷逐渐减少,两极板间的电场也逐步减小,相应的电流也将逐渐减小到中断。为了使电路中的电流能够持续不断,在 a、b 两极板之间必须有一种非电场力,该力可以将正电荷从低电压点的 b 极板通过电源内部推向高电压点的 a 极板,使 a、b 两电极间始终保持一定的电压,电源是靠非电场力来完成这个任务的。

在图 1-4 中,电源是一个电池,其内部化学反应所产生的非电场力将正电荷从低电压点的 b 电极,通过电源内部推向高电压点的 a 电极,并在电源内部建立起电场,使电源的正、负两极维持一定的电压。

非静电力在电源内部不断地把正电荷从低电压点移向高电压点就要克服电场力做功,电源的电动势就是表征电源内部非静电力对电荷做功能力大小的物理量,用符号 E 来表示。综上所述,电源的电动势在数值上等于非静电力把单位正电荷从电源的低电压点 b 经电源内部移到高电压点 a 时所做的功,用公式表示为

$$E_{ba} = \frac{W}{Q} \quad (1-6)$$

式中的 Q 是电源内部由非静电力移动的电量, W 是非静电力所做的功。比较式(1-4)与式