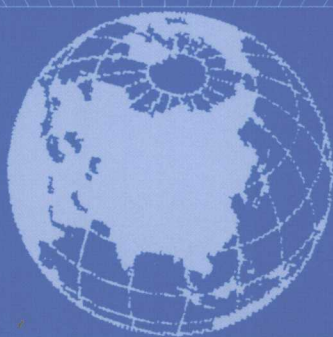


北京高等教育精品教材《电路分析》配套教材
高校计算机教学系列教材

《电路分析》 学习指导与习题精解

朱虹 关永 吴敏华 编著



北京航空航天大学出版社

北京高等教育精品教材《电路分析》配套教材
高校计算机教学系列教材

《电路分析》 学习指导与习题精解

朱虹 关永 吴敏华 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是北京高等教育精品教材《电路分析》的配套学习指导书,供学生自主学习或课后复习使用。按照《电路分析》的教学顺序编写,涵盖直流电路分析、动态电路时域分析、正弦稳态电路分析和电路复频域分析等内容。每章都包括学习目标、知识点串讲和习题精解三大部分。其中,习题精解是对《电路分析》每章后的习题所做的详细解答。附录部分配有4套自我测试题,可供检测对所学知识的掌握程度。

本书可作为高校计算机、电子信息和自动控制等专业本、专科学生的学习参考书和自学教材,或作为教师的教学参考书,也可作为报考相关专业硕士研究生入学考试学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

《电路分析》学习指导与习题精解/朱虹,关永,吴敏华编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2007.3

ISBN 978-7-81077-990-6

I. 电… II. ①朱…②关…③吴… III. 电路分析—高等学校—教学参考资料 IV. TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 004046 号

《电路分析》学习指导与习题精解

朱 虹 关 永 吴敏华 编著

责任编辑 宋淑娟

*

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: bhp@buaapress.com.cn

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:12.25 字数:314 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-81077-990-6 定价:18.00 元



总 前 言

科教兴国,教育先行,在全国上下已形成共识。在教育改革过程中,出现了多渠道、多形式、多层次办学的局面。同时,政府逐年加大教育的投入力度。教育发展了,才能有效地提高全民族的文化、科学素质,使我们中华民族屹立于世界民族之林。

计算机科学与技术的发展日新月异,其应用领域迅速扩展,几乎无处不在。社会发展的需求,促使计算机教育生气蓬勃。从普通高校的系统性教学,到远距离的电视、网上教学;从全面讲述,到不同应用领域的、星罗棋布的培训班;从公办的到民办的;从纸介教材到电子教材等等,可以说计算机教学异彩纷呈。要进行教学,就必须有教材。

面对我们这么大的国家和教学形势,在保证国家教学基本要求的前提下,应当提倡教材多样化,才能满足各教学单位的需求,使他们形成各自的办学风格和特色。为此,我们组织北京工业大学、北京航空航天大学、北京理工大学、南开大学、天津工业大学等高校的有丰富教学经验的教师编写了计算机教学系列教材,将陆续与师生见面。

系列教材包括以下各项。

(一) 基础理论:离散数学。

(二) 技术基础:电路基础与模拟电子技术;数字逻辑基础;计算机组成与体系结构;计算机语言(拼盘,选择使用),包括 C++ 程序设计基础、Visual Basic 程序设计基础、Matlab 程序设计基础、Java 程序设计基础、Delphi 语言基础、汇编语言基础等;数据结构;计算机操作系统基础;计算方法基础;微机与接口技术;数据库技术基础等。

(三) 应用基础:计算机控制技术;网络技术;软件工程;多媒体技术等。

(四) 技术基础扩展:编译原理与编译构造;知识工程——网络计算机环境下的知识处理。

(五) 应用基础扩展:计算机辅助设计;单片机实用基础;图形、图像处理基础;传感器与测试技术;计算机外设与接口技术。

本系列教材主要是针对计算机教学编写的,供普通高校、社会民办大学、高等职业学校、业余大学等计算机本科或专科选用。其中一部分也适合非计算机专业本科教学使用。在这些教材的内容简介或前言中对使用范围均作了说明。

本系列教材在编写时,注重以下几点:(1) 面对计算机科学与技术动态发展的现实,在内容上应具有前瞻性;(2) 面对学以致用,既有系统的基础知识,又具有应用价值的实用性;(3) 具有科学性、严谨性。另外,力求使有限的版面具有最大的信息量,以使读者得到实惠。

能否实现这些愿望,只有师生在教学实践中评价。我们期望得到师生的批评和指正。

高校计算机教学系列教材编委会



高校计算机教学系列教材编委会成员

- 主任:**赵沁平
- 副主任(常务):**陈炳和
- 顾问:**麦中凡
- 委员(以姓氏笔画为序):**
- 吕景瑜(北工大教授)
 - 乔少杰(社长,研究员)
 - 麦中凡(北航教授,教育部工科计算机基础教学指导委员会副主任、中专计算机教学指导委员会顾问)
 - 苏开娜(北工大教授)
 - 陈炳和(北工大教授)
 - 张鸿宾(北工大博导)
 - 郑玉明(北工大副教授)
 - 金茂忠(北航博导)
 - 赵沁平(北航博导,国务院学位办主任)



前 言

《电路分析》自 2004 年 12 月出版以来,受到了许多高校师生的关注和欢迎,已有多所高校的相关专业选用此书作为教材或教学参考书。书中的例题和习题都恰当地反映了教学内容,对抽象理论的理解非常有益。部分题目是硕士研究生入学考试、专升本入学考试的真题,能很好地帮助读者对基本理论知识和分析方法的理解和掌握。许多读者通过写信、电子邮件或其他方式,提出了宝贵意见和建议。读者认为书中例题的解答思路清晰、步骤详尽,非常适合课后复习和自学,并建议对书中习题做详细的解答。对此,我们感到欣慰,同时也深知责任重大。通过多年的教学实践,我们深刻地感觉到,对于电路分析课程的学习,在学习基本理论的基础上,多做一些典型的习题,对于理解和掌握电路基本理论和基本分析方法是很有必要的。为此,编著了《〈电路分析〉学习指导与习题精解》一书,作为 2006 年北京高等教育精品教材《电路分析》的教学配套用书。

编写本书的指导思想是以学生为中心,充分调动学生的主观能动性;给学习者提供更多、更宽的学习渠道和资料,尽可能地创造自主学习的环境。本书作为《电路分析》的配套用书,供学生自主学习或课后复习使用。按照主教材的教学顺序编写,共分 10 章,涵盖了直流电路分析、动态电路时域分析、正弦稳态电路分析和电路复频域分析等内容。每章都包括学习目标、知识点串讲和习题精解三大部分。其中,学习目标是本章应掌握的重点内容,是衡量学习程度的指标;知识点串讲是对本章内容的高度概括,提纲挈领地讲解了本章的要点和难点;习题精解是对《电路分析》主教材每章后的习题所做的详细解答,思路清晰,步骤详细,能很好地帮助读者对基本理论知识和电路分析方法的理解和掌握。附录部分的自我测试题,是针对全日制高校计算机及相关专业的本科学生设计的,在主教材原有的基础上又增加了 3 套试题,共 4 套,并且给出了详细的解析和解答过程,便于学生检测所学知识的



掌握程度。

本书第1、2章由吴敏华编写,第3~8章及附录由朱虹编写,第9、10章由关永编写。全书由朱虹任主编,负责全书的统稿。

在本书编写过程中,得到了首都师范大学教务处处长沈传安、宋淑娟老师为本书的出版做了大量工作,并提出了宝贵意见,使本书得以顺利出版。在此一并表示衷心的感谢。

编写过程中,虽然我们尽了最大努力,但由于水平有限,时间仓促,书中难免有错误和疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

作者

2006年12月



目 录

1.1	学习目标	1
1.2	知识点串讲	1
1.2.1	电路的组成及电路模型	1
1.2.2	电路变量	2
1.2.3	基尔霍夫定律	3
1.2.4	电阻元件	4
1.2.5	独立电源	4
1.2.6	受控源	4
1.3	习题精解	5
第 2 章	电阻电路的等效化简	11
2.1	学习目标	11
2.2	知识点串讲	11
2.2.1	等效的基本概念	11
2.2.2	电阻网络的等效	12
2.2.3	含独立源的二端网络的等效	13
2.2.4	含受控源的二端网络的等效	15
2.3	习题精解	15
第 3 章	电阻电路的一般分析方法	27
3.1	学习目标	27
3.2	知识点串讲	27
3.2.1	独立的 KCL 和独立的 KVL 方程	27
3.2.2	支路电流法	28
3.2.3	节点电压法	28
3.2.4	网孔电流法	29
3.3	习题精解	30
第 4 章	常用的电路定理	39
4.1	学习目标	39
4.2	知识点串讲	39
4.2.1	叠加定理和齐次定理	39
4.2.2	替代定理	40
4.2.3	戴维南定理和诺顿定理	40



4.2.4	最大功率传输定理	41
4.3	习题精解	41
第5章	一阶动态电路的时域分析	60
5.1	学习目标	60
5.2	知识点串讲	61
5.2.1	电容元件	61
5.2.2	电感元件	62
5.2.3	初始状态的确定	63
5.2.4	一阶动态电路分析	63
5.2.5	一阶电路的阶跃响应	65
5.2.6	一阶电路的冲激响应和卷积积分	65
5.3	习题精解	66
第6章	二阶动态电路的时域分析	87
6.1	学习目标	87
6.2	知识点串讲	87
6.2.1	RLC 串联电路的零输入响应	87
6.2.2	RLC 并联电路的零输入响应	88
6.2.3	二阶电路的零状态响应	89
6.3	习题精解	89
第7章	正弦稳态电路的分析	96
7.1	学习目标	96
7.2	知识点串讲	97
7.2.1	复数的基本概念	97
7.2.2	正弦量的向量表示	97
7.2.3	基尔霍夫定律的向量形式	99
7.2.4	电路元件伏安关系的向量形式	99
7.2.5	复数阻抗和复数导纳	100
7.2.6	正弦稳态电路的向量分析	101
7.2.7	正弦稳态电路的功率	102
7.2.8	电路的谐振	103
7.3	习题精解	104
第8章	含有耦合电感的电路	114
8.1	学习目标	114
8.2	知识点串讲	114
8.2.1	耦合电感元件	114
8.2.2	含有耦合电感元件的正弦稳态电路分析	115
8.2.3	理想变压器	116



8.3 习题精解	117
第9章 三相电路	121
9.1 学习目标	121
9.2 知识点串讲	121
9.2.1 对称三相电源及其连接	121
9.2.2 对称三相电路及分析	122
9.2.3 不对称三相电路	124
9.3 习题精解	124
第10章 动态电路的复频域分析	128
10.1 学习目标	128
10.2 知识点串讲	128
10.2.1 拉普拉斯变换及其反变换	128
10.2.2 基尔霍夫定律的复频域形式	131
10.2.3 电路元件伏安关系的复频域形式	131
10.2.4 复频域阻抗和复频域导纳	132
10.2.5 动态电路的复频域分析	132
10.3 习题精解	132
附录A 自我测试题一及解析	145
附录B 自我测试题二及解析	155
附录C 自我测试题三及解析	164
附录D 自我测试题四及解析	174
参考文献	184



第1章

电路的基本概念与基本定律

由理想元件和理想导线组成的电路模型是对实际电路的抽象,是电路理论研究的对象。电路分析的任务就是针对具体的电路模型,分析和计算电路中某些元件或支路的电压、电流、功率和电能量等电路变量。《电路分析》一书主要讲解电路的基本原理和分析方法,由四大部分组成,即直流电阻电路的分析、动态电路的时域分析、正弦稳态电路的分析及电路的复频域分析。

本章是全书的基础。主要讨论电路的基本概念、定律及分析方法,包括电路变量、电路元件和电路基本定律等。电路由电源和元件组成。线性电阻元件是最基本的电路元件,它满足欧姆定律。受控源一般是对某些电子元件或设备,在特定条件下进行抽象得到的模型。每种元件都有自己的伏安特性。对于任意电路,包括线性和非线性电路,都满足基尔霍夫定律。基尔霍夫定律是电路分析中最基本的定律。一般情况下,利用电源和元件的伏安特性及基尔霍夫定律,就可以对电路进行分析和计算。

1.1 学习目标

通过对本章的学习,主要掌握以下几点:

- ① 理解实际电路和电路模型的含义以及电路的功能。
- ② 掌握电压和电流的定义及其参考方向、关联参考方向的含义。
- ③ 掌握关联参考方向下和非关联参考方向下的电功率计算和功率正、负号的含义以及功率守恒原理。
- ④ 深刻理解并掌握电阻、受控源及独立电源的伏安特性(VAR)。
- ⑤ 深刻理解并能正确使用基尔霍夫定律 KCL 和 KVL。
- ⑥ 会对一些简单电路进行分析和计算。

1.2 知识点串讲

1.2.1 电路的组成及电路模型

顾名思义,电路就是构成电流的通路。电路由电源(包括信号源)和元件组成。实际的电路无处不在,电脑、电视、移动电话、因特网、IC卡、数码相机,等等,都是靠电路实现的。

电路模型是对实际电路的抽象,由理想电源、理想元件和理想导线组成。电路分析中所研究的电路都是电路模型,这是因为:一方面,在大部分情况下,用电路模型代替实际电路进行分析,其结果与实际情况基本吻合。例如,在一块印刷电路板中,把导线的电阻都看成零,即理想导线,计算的结果与实际结果不会有太大误差;另一方面,对于某些电路,如远距离的通信线



路,如果把它当做理想导线处理,就与实际情况不符,那么就可以按照通信线路的特性,用理想元件组成的电路模型去等效,即先获取通信电路的模型,然后再对它进行分析。

总之,电路分析所研究的问题,就是研究电路模型的基本工作原理以及基本的分析和计算方法。

1.2.2 电路变量

电流、电压、电功率和电能等基本物理量,称为电路变量。电路分析的目的就是分析和计算电路中的这些变量。

1. 电流及其参考方向

电荷在电场力作用下进行的定向移动形成电流。规定正电荷移动的方向为电流的实际方向。电流的大小用电流强度来衡量,定义为单位时间内通过导体横截面的电荷量。电流强度通常简称为电流,用字母 i 表示,即

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

式中, dq 表示在极短时间 dt 内通过导体横截面的电荷量。电流的单位是安培(A),也可用毫安(mA)、微安(μ A)等表示。如果 $i = dq/dt$ 为常数,表示电流的大小和方向都不随时间变化,称该电流为直流电流,一般用大写字母 I 表示。

对电路进行分析和计算时,事先很难判断某条支路中电流的实际方向,一般先假设某一方向为电流的参考方向。在该参考方向下进行计算,如果所得结果为正,表明该电流的实际方向与参考方向相同;反之,该电流的实际方向与参考方向相反。

值得注意的是,参考方向是电路分析中的一个重要概念。电路中电流的正、负号,只有在设定了参考方向之后才有意义。

2. 电压及其参考方向

单位正电荷从电路中的某一点 a 移到参考点时,电场力所做的功,称为点 a 的电位,用 u_a 表示,即

$$u_a = \frac{dw}{dq} \quad (1-2-2)$$

电路中 a, b 两点的电位差称为 a, b 两点之间的电压,用 u_{ab} 表示,即

$$u_{ab} = u_a - u_b \quad (1-2-3)$$

电压的单位是伏特(V),也可用千伏(kV)、毫伏(mV)等表示。如果 u_{ab} 是常数,则表明是直流电压,常用 U_{ab} 表示。

显然,电路中各点的电位与参考点的选取有关,选取的参考点不同,各点的电位也不同;当然,参考点一经选定,各点的电位也就唯一确定了。但是,电路中任意两点之间的电压不会因参考点的不同而改变。

实际上,电压就是单位正电荷从电路中的某一点移到另一点时,这两点之间的电路所吸收或放出的电能。若电路吸收能量,电位就会降低,形成电位降;若放出能量,电位就会升高,形成电位升。电压的方向规定为电位降低的方向,即从高电位指向低电位。



复杂电路中,两点间电压的实际方向有时也难以判断。因此,与电流相同,也可先设定电压的参考方向,或参考极性,用“+”表示高电位,“-”表示低电位。也可用双下标表示,如 u_{ab} 表示点 a 为“+”、点 b 为“-”。

3. 关联参考方向

电路中,某元件电流和电压的参考方向是可以独立设定的。如果把某个元件电压和电流的参考方向设为一致,则称为关联参考方向;反之,称为非关联参考方向。

应该注意,关联参考方向是针对某个元件而言的。如果把电路中的某个元件设为关联参考方向,那么,别的元件就不一定是关联参考方向。

4. 功率及能量

功率指单位时间内某段电路所吸收或放出的能量,用 p 表示,即

$$p = \frac{dw}{dt} \quad (1-2-4)$$

功率的单位是瓦特(W)。由功率定义知,当某段电路或元件的电压和电流呈关联参考方向时,其吸收的功率为

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = ui \quad (1-2-5)$$

如果计算结果 $p > 0$,则表明该电路或元件吸收功率,它在实际电路中起负载作用;反之,释放功率,它在实际电路中起电源作用。

功率具有守恒性,即电路中各电源放出的功率之和必等于各元件吸收的功率之和。实际上这正反映了能量守恒,电能不可能自生自灭,电源放出的电能必然被其他元件所吸收。

电路中某个元件所吸收或放出的能量可根据它的功率来求得,从时间 t_0 到 t ,某元件吸收或放出的能量为

$$w = \int_{t_0}^t p dt = \int_{t_0}^t u i dt \quad (1-2-6)$$

如果 u 和 i 分别是直流电压和电流,则式(1-2-6)可写成 $W = UI(t - t_0)$ 。能量的单位是焦耳(J)。

1.2.3 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律是电路分析的最基本定律,适用于线性和非线性电路,它描述了电路中电流、电压应遵循的约束关系。

1. 基尔霍夫电流定律(KCL)

对任一电路的任一节点,在任一时刻,流入和流出该节点的所有电流之和恒为0,即

$$\sum i = 0 \quad (1-2-7)$$

应该注意,这里的节点可以是具体节点,也可以是广义节点(或超节点)。

2. 基尔霍夫电压定律(KVL)

对任一电路的任一回路,在任一时刻,沿回路方向上所有元件的电压之和恒为0,即



$$\sum u \equiv 0 \quad (1-2-8)$$

1.2.4 电阻元件

电阻元件是最基本的元件,用 R 表示。电阻的单位是欧姆(Ω),有时也用千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)表示。

对于线性电阻元件,其伏安特性是通过原点的一条直线,即

$$u = Ri \quad (1-2-9)$$

为了计算和分析的方便,电阻元件有时也用电导 G 表示,电导定义为电阻的倒数,即

$$G = \frac{1}{R} \quad (1-2-10)$$

电导的单位是西门子(S)。用电导表示后,电阻元件的伏安特性可写成

$$i = Gu \quad (1-2-11)$$

电阻元件的功率为

$$p = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R} \quad (1-2-12)$$

显然, $p \geq 0$, 所以,电阻元件是耗能元件。

1.2.5 独立电源

独立电源分为两种,电压源和电流源。

1. 理想电压源

能够提供稳定电压的电源称为理想电压源。它的伏安特性是

$$u(t) = u_s(t) \quad (1-2-13)$$

式(1-2-13)表明,理想电压源的端电压由自身决定,它可以随时间的变化而变化,但绝不会随电流的变化而变化。电流的大小由电压源和外电路共同决定。如果 $u_s(t)$ 是常数,即端电压不随时间的变化而变化,则称这样的理想电压源为直流电压源,用 U_s 表示。

2. 理想电流源

能够提供稳定电流的电源称为理想电流源。它的伏安特性是

$$i(t) = i_s(t) \quad (1-2-14)$$

式(1-2-14)表明,理想电流源的电流由自身决定,它可以随时间的变化而变化,但绝不会随电压的变化而变化。电压的大小由电流源和外电路共同决定。如果 $i_s(t)$ 是常数,即电流不随时间的变化而变化,则称这样的理想电流源为直流电流源,用 I_s 表示。

1.2.6 受控源

与独立电源不同,受控源的电压和电流依赖于电路中其他支路的电压和电流,在电路中它不能独立提供电压和电流。在电子电路的分析中,受控源起着十分重要的作用。

受控源是一种四端元件,有4种类型,分别是电压控制电压源(VCVS)、电压控制电流源(VCCS)、电流控制电压源(CCVS)和电流控制电流源(CCCS)。这4种受控源的伏安关系分



别为

VCVS

VCCS

CCVS

CCCS

$$\left. \begin{aligned} u_2 &= \mu u_1 \\ i_2 &= g u_1 \\ u_2 &= r i_1 \\ i_2 &= \alpha i_1 \end{aligned} \right\} \quad (1-2-15)$$

式中, μ, g, r 和 α 称为受控源的控制系数。

对于含有受控源的电路,在进行分析和计算时,可以将受控源当做独立源处理,只是受控源的电压或电流受其他支路的电压或电流控制。



1.3 习题精解

1.1 什么是理想元件? 什么是电路模型? 电路的功能是什么?

解: 这是一个基本概念的问题。“电路分析”课程研究的对象就是由理想元件组成的电路模型。

一般情况下,实际的电路元件在电路中发生的物理现象比较复杂,为了能有效地分析电路,通常忽略实际元件的一些次要特性,而突出其主要特性,以一个足以能反映元件主要特性的模型来加以描述。经模型化处理后的元件称为理想元件。

由理想元件和理想导线组成的电路,称为理想电路,也称为电路模型。

电路的主要功能有以下两个:一是实现能量的转换,即把电能转变为机械能、热能和辐射能等;二是实现信号的处理和传输,即通过电路把施加的输入信号转变为所需的输出信号。

1.2 图 1.3.1 中标出了电流和电压的参考方向,并分别给出了电流和电压的大小,试分别画出电流和电压的实际方向。

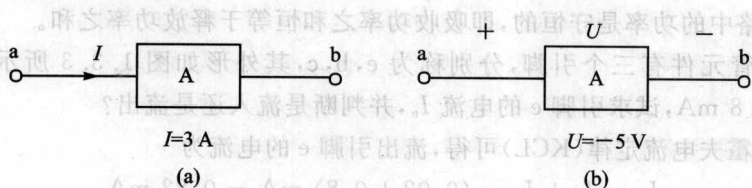


图 1.3.1 题 1.2 图

解: 由图 1.3.1(a)可知, $I=3\text{ A}$,说明电流的实际方向与参考方向一致,即电流的实际方向由点 a 指向点 b。

由图 1.3.1(b)可知, $U=-5\text{ V}$,说明电压的实际方向与参考方向相反,即电压的实际方向是点 b 为“+”,点 a 为“-”。

1.3 图 1.3.2 中标出了各元件电流和电压的参考方向,已知 $U_a=8\text{ V}$, $U_b=3\text{ V}$, $U_c=5\text{ V}$, $U_d=U_e=6\text{ V}$, $U_f=-9\text{ V}$, $U_g=14\text{ V}$, $I_a=1.2\text{ A}$, $I_b=-0.4\text{ A}$, $I_c=-1\text{ A}$, $I_d=1.6\text{ A}$, $I_e=0.8\text{ A}$, $I_f=1.4\text{ A}$, $I_g=2.2\text{ A}$ 。求各元件的功率,判断是吸收功率还是释放功率,并验证功率是否守恒。

解: 元件 a 的电压和电流呈关联参考方向,所以,其功率为

$$P_a = U_a I_a = (8 \times 1.2)\text{ W} = 9.6\text{ W}$$

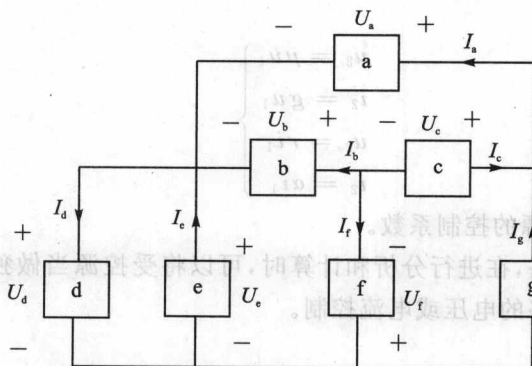


图 1.3.2 题 1.3 图

说明元件 a 吸收功率 9.6 W。

同理,可计算其他元件的功率:

$$P_b = U_b I_b = [3 \times (-0.4)] \text{ W} = -1.2 \text{ W}, \quad \text{元件 b 释放功率 } 1.2 \text{ W}$$

$$P_c = -U_c I_c = -[5 \times (-1)] \text{ W} = 5 \text{ W}, \quad \text{元件 c 吸收功率 } 5 \text{ W}$$

$$P_d = U_d I_d = (6 \times 1.6) \text{ W} = 9.6 \text{ W}, \quad \text{元件 d 吸收功率 } 9.6 \text{ W}$$

$$P_e = -U_e I_e = -(6 \times 0.8) \text{ W} = -4.8 \text{ W}, \quad \text{元件 e 释放功率 } 4.8 \text{ W}$$

$$P_f = -U_f I_f = -[(-9) \times 1.4] \text{ W} = 12.6 \text{ W}, \quad \text{元件 f 吸收功率 } 12.6 \text{ W}$$

$$P_g = -U_g I_g = -(14 \times 2.2) \text{ W} = -30.8 \text{ W}, \quad \text{元件 g 释放功率 } 30.8 \text{ W}$$

这样,电路中所有元件的总功率为

$$P = P_a + P_b + P_c + P_d + P_e + P_f + P_g = (9.6 - 1.2 + 5 + 9.6 - 4.8 + 12.6 - 30.8) \text{ W} = 0 \text{ W}$$

这说明,电路中的功率是守恒的,即吸收功率之和恒等于释放功率之和。

1.4 晶体管元件有三个引脚,分别称为 e, b, c, 其外形如图 1.3.3 所示,已测得 $I_b = 0.02 \text{ mA}$, $I_c = 0.8 \text{ mA}$, 试求引脚 e 的电流 I_e , 并判断是流入还是流出?

解: 由基尔霍夫电流定律(KCL)可得,流出引脚 e 的电流为

$$I_e = I_b + I_c = (0.02 + 0.8) \text{ mA} = 0.82 \text{ mA}$$

1.5 求图 1.3.4 所示电路中流过电阻的电流 I 。

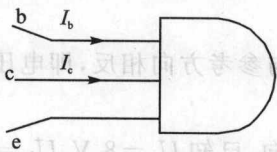


图 1.3.3 题 1.4 图

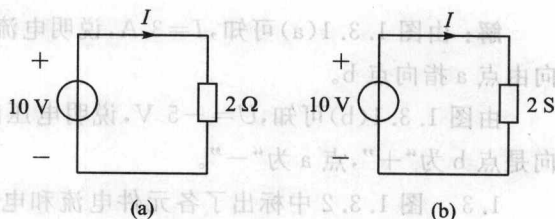


图 1.3.4 题 1.5 图

解: 对于图 1.3.4(a), 由欧姆定律可得

$$I = \left(\frac{10}{2} \right) \text{ A} = 5 \text{ A}$$



对于图 1.3.4(b), 由欧姆定律可得

$$I = (2 \times 10) \text{ A} = 20 \text{ A}$$

1.6 电路如图 1.3.5 所示, 已知 $i_s = 100\sqrt{2}\sin(50t) \text{ A}$, 求 10 A 电流源两端的电压 u 。

解: 在 5 V 电压源、 10 A 电流源和 5Ω 电阻组成的回路中, 应用基尔霍夫电压定律 (KVL), 得

$$u - 5 \times 10 = 5$$

则 10 A 电流源两端的电压为

$$u = (5 \times 10 + 5) \text{ V} = 55 \text{ V}$$

1.7 电路如图 1.3.6 所示, 求电流 I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 和 I_6 。

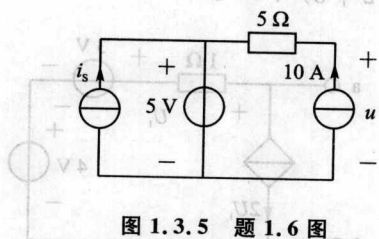


图 1.3.5 题 1.6 图

解: 在回路 a 中, 由 KVL 得

$$6I_1 + 6 + 6 = 0$$

所以, 电流

$$I_1 = \left(-\frac{12}{6}\right) \text{ A} = -2 \text{ A}$$

在回路 b 中, 由 KVL 得

$$-6 + 12 - 6I_4 = 0$$

则电流

$$I_4 = \left(\frac{6}{6}\right) \text{ A} = 1 \text{ A}$$

在回路 c 中, 由 KVL 得

$$-12 - 6 + 6I_6 = 0$$

则电流

$$I_6 = \left(\frac{18}{6}\right) \text{ A} = 3 \text{ A}$$

再利用 KCL, 可得电流

$$I_2 = -I_1 - I_4 = (2 - 1) \text{ A} = 1 \text{ A}$$

$$I_3 = I_6 + I_1 = (3 + 2) \text{ A} = 5 \text{ A}$$

$$I_5 = I_2 - I_3 = (1 - 5) \text{ A} = -4 \text{ A}$$

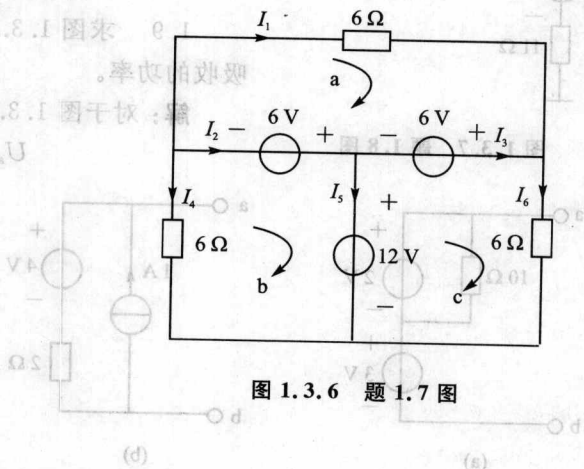


图 1.3.6 题 1.7 图