

电路分析学习辅导与技能训练

宋卫海 主编

山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电路分析学习辅导与技能训练/宋卫海主编.—济南:
山东科学技术出版社,2006
(全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书)
ISBN 7-5331-4322-1

.电... .宋... .电路分析—高等学校:技术
学校—教学参考资料 .TM133

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第034265号

全国高职高专通用教材辅导与技能训练用书

电路分析学习辅导与技能训练

主编 宋卫海 黄振轩

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路16号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路16号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东华鑫天成印刷有限公司

地址:潍坊市经济技术开发区

邮编:261031 电话:(0536)2250617

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:10.5

版次:2006年5月第1版第1次印刷

ISBN 7-5331-4322-1

TM·53

定价:17.00元

电路分析课程是高等职业学院工科电类专业的一门专业基础课程。目前,电学应用极为广泛,发展非常迅速,并且日益渗透到其他学科领域以促进其发展,在我国当前经济建设中占有重要地位。本课程的作用与任务是:使学生通过本课程的学习,获得必要的电路基本理论、基本知识和基本技能,了解电路的应用,为学习后续课程以及从事有关的工程技术工作和科学研究工作打下一定的基础。

本书是高职高专电路分析辅导教材,它与黄振轩、宋卫海主编的高职高专一体化教学(电气专业、机电一体化专业)通用教材《电路分析》配套,可供电气、机电一体化专业学生和广大自学者学习电路分析课程时辅导用,也可供电路分析教师教学参考用。本书逐章按学习指导、习题详解、单元自测 3 个方面论述。

学习指导:首先介绍了本章的学习目的和要求,使学生学习各章内容时可以有的放矢;然后介绍了本章的主要内容,一目了然,重点突出,言简意赅,便于学生识概念,抓重点;最后通过典型例题的详细分析,使学生掌握解题步骤,提高运用定理、定律解题的能力。

习题详解:是编者对教材各章习题的详细解答。

单元自测:是通过标准化试题的形式,给学生提供一个自测的平台,让学生通过自测发现不足,及时改进。

本书由宋卫海、黄振轩主编并负责全书的总策划与统稿、定稿工作,杨文虎、李鹏任副主编,刘成刚、张凤莲、林立松参编。

在本书的编写过程中,得到了山东科学技术出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中难免存在不妥和错误之处,还请广大读者批评指正。

编者

第一章 电路的基本概念和定律	(1)
第一节 学习指导	(1)
第二节 习题详解	(8)
第三节 单元自测	(14)
第二章 电路的分析方法	(17)
第一节 学习指导	(17)
第二节 习题详解	(34)
第三节 单元自测	(46)
第三章 正弦交流稳态电路的分析	(52)
第一节 学习指导	(52)
第二节 习题详解	(70)
第三节 单元自测	(79)
第四章 耦合电感和理想变压器	(84)
第一节 学习指导	(84)
第二节 习题详解	(90)
第三节 单元自测	(94)
第五章 电路的暂态分析	(97)
第一节 学习指导	(97)
第二节 习题详解	(104)
第三节 单元自测	(107)
第六章 二端口网络	(113)
第一节 学习指导	(113)
第二节 习题详解	(118)
第三节 单元自测	(127)

第七章 磁路与变压器	(132)
第一节 学习指导	(132)
第二节 习题详解	(140)
第三节 单元自测	(144)
第八章 电路分析实训	(146)
实训一 日光灯电路安装及功率因数的提高	(146)
实训二 网络阻抗性质判定与参数测定	(150)
实训三 三相交流电源相序测量器的设计制作	(152)
附录 部分单元自测题答案	(156)
参考文献	(159)

第一章 电路的基本概念和定律

学习目的和要求

1. 了解电路模型的概念和电路的基本变量。
2. 理解电压、电动势、电流的参考方向与实际方向的关系,电压与电流的关联参考方向的概念。
3. 掌握功率的计算,功率的吸收与发出。
4. 掌握电阻、电容、电感、独立电源和受控源的定义及伏安关系(VCR)。
5. 掌握基尔霍夫定律:KCL 和 KVL。
6. 掌握电位的计算。

第一节 学习指导

一、内容简介

1. 电路的组成及其模型

(1) 电路及其组成

电路: 电流的通路称为电路。连续电流的通路必须是闭合的。

电路组成: 电路由电源、负载及中间环节 3 部分组成。

电路的作用: 实现电能的传输和转换(或信号的传递及转换)。

(2) 电路的模型(由理想元件组成的电路)

电源元件: 电压源、电流源、受控电源。

负载元件: 电阻元件 R, 电感元件 L, 电容元件 C。

中间环节: 导线、开关等; 电压表、电流表等。

2. 电流、电压、电动势的参考方向及表示方法

见表 1 - 1。

表 1 - 1 电流、电压、电动势的参考方向及表示方法

	电 流		电 压		电 动 势
实际方向	正电荷流动的方向		由高电位(正极)指向低电位(负极)		由低电位(负极)指向高电位(正极)
参考方向	任意选定		任意选定		任意选定
标记符号	箭头		箭头		
	双下标		双下标		
实际与参考方向的关系	双下标		极性		
		$I > 0$: 实际方向与参考方向相同; $I < 0$: 实际方向与参考方向相反		$U > 0$: 实际方向与参考方向相同; $U < 0$: 实际方向与参考方向相反	$E > 0$: 实际方向与参考方向相同; $E < 0$: 实际方向与参考方向相反

在分析电路时,必须先确定参考方向,根据参考方向列写方程,再解方程求得结果(正或负),方可确定实际方向;当电压和电流的参考方向一致时,称关联参考方向。如图 1 - 1 - 1 所示,二端电阻元件电压和电流参考方向的选择有 4 种可能的方式。当电压的参考极性已经规定时,电流参考方向从“+”指向“-”;当电流参考方向已经规定时,电压参考极性的“+”号标在电流参考方向的进入端,如图 1 - 1 - 1 (a)

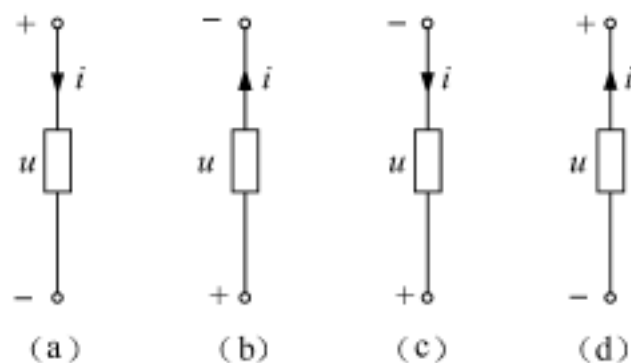


图 1 - 1 - 1 电阻元件电压和电流关联与非关联参考方向

和(b)所示,称为电压电流参考方向关联,否则称为非关联,如图 1 - 1 - 1 (c)和(d)所示。电阻的电压电流关系由欧姆定律描述,依据电压和电流参考方向是否关联,其数学表达式为: $u = \pm iR$ 或 $i = \pm Gu$ 。

3. 线性元件 R、L、C(见表 1 - 2)

线性元件 R、L、C 的共同特点是:二端元件;无源元件。

表 1 - 2 线性 R、L、C

		电 阻	电 感	电 容
电路符号				
VCR	$u、i$ 关联方向	$u = iR, i = Gu$	$= Li$	$i = C \frac{du}{dt}$
	$u、i$ 非关联方向	$u = -iR, i = -Gu$		$q = Cu$

(续表)

	电阻	电感	电容
分类	耗能元件	储能元件	储能元件
储存能量	0	磁场能量 $W = \frac{1}{2} Li^2$	电场能量 $W = \frac{1}{2} Cu^2$

 4. 电压源 u_s 、电流源 i_s (见表 1 - 3)

电压源、电流源是有源元件,为了与受控源区别又称为独立电源。

表 1 - 3 电压源、电流源特性

	电压源	电流源
电路符号		
特点	电压源的端电压不随外电路变化 电压源中的电流随外电路变化 当 u_s 为常数时,称其为直流电压源	电流源中的电流不随外电路变化(断开除外) 电流源的端电压随外电路变化 当 i_s 为常数时,称其为直流电流源

5. 受控源(见表 1 - 4)

受控源是一种电路模型,实际存在的一些器件,如晶体管、运算放大器、变压器等,它们的电特性可用含受控源的电路模型来模拟。受控源的符号及特性与独立源有相似之处,即受控电压源具有电压源的特性,受控电流源具有电流源的特性;但又有根本区别:受控源的电流或电压由控制支路的电流或电压控制,一旦控制量为零,受控量也为零,而且受控源自身不能起激励作用,即当电路中无独立电源时就不可能有响应,因此受控源是无源元件。

表 1 - 4 受控电源的分类比较

	电压控制电压源 VCVS	电压控制电流源 VCCS	电流控制电压源 CCVS	电流控制电流源 CCCS
符号				
控制量	u_1	u_1	i_1	i_1
被控量	$u_2 = \mu u_1$	$i_2 = g u_1$	$u_2 = r i_1$	$i_2 = \beta i_1$

6. 功率(见表 1 - 5)

判断元件或一段电路的功率是吸收还是发出,取决于 u 、 i 的参考方向及 $p = ui$ 的正负。

表 1 - 5 判断功率的吸收与发出

u 、 i 的参考方向	元件的功率		实际吸收还是发出功率
关联参考方向	$p = ui$	$p > 0$	吸 收
		$p < 0$	发 出
非关联参考方向	$p = - ui$	$p > 0$	吸 收
		$p < 0$	发 出
功率平衡	对于一个完整的电路来说,在任一时刻,所有元件吸收功率的总和必须为零		

7. 基尔霍夫定律(见表 1 - 6)

基尔霍夫定律是集总参数假设下的电路基本定律,它们只与电路的拓扑结构有关而与支路特性无关,即不管是电阻、电容、电感还是电源,也不管是线性电路还是非线性电路都适用。

表 1 - 6 基尔霍夫定律

	基尔霍夫电流定律(KCL)	基尔霍夫电压定律(KVL)
定律内容	在集总电路中,任何时刻,对任何结点(或闭合面),所有支路电流的代数和恒等于零	在集总电路中,任何时刻,沿任一回路,所有支路电压的代数和恒等于零
定律公式	$i = 0, \quad i_{\lambda} = i_{\text{出}}$	$u = 0, \quad u_{\text{升}} = u_{\text{降}}$
定律说明	根据电流的参考方向,当流出结点的电流取正时,则流入结点的电流取负	当支路电压的参考方向与回路绕向一致时,该电压取正号,反之取负号
定律推广	流出任一封闭面的全部支路电流的代数和等于零	任一闭合的节点序列,即在任一时刻,沿任一闭合节点序列的各段电压(不一定是支路电压)的代数和等于零

8. 电位的计算

电路中某一点的电位等于该点与参考点之间的电压。参考点选择不同,电路中各点的电位值随着改变,但是任意两点间的电压值是不变的。所以各点电位的高低是相对的,两点间的电压值是绝对的。电路中的电位取值有正有负,比参考点高的电位取正,比参考点低的电位取负,分别称为正负电位。计算电路中各点的电位的方法和步骤如下:

(1) 确定电路中的参考点(零电位)。虽然选择参考点是任意的,但是一个电路只能有一个参考点。

(2) 计算某点的电位,即计算此点与参考点之间的电压。只要选择从此点绕行到参考点的一条捷径(元件数最少为佳),那么此点电压即为捷径上各部分电压的代数和。

(3) 列方程,确定该点的电位值,注意正负。

二、典型例题分析

例 1 - 1 已知纯电感元件的电流波形为三角形,如图 1 - 1 - 2 实线所示。试求元件两端电压的波形。

解： 因纯电感元件的电压 u 和电流 i 之间的关系为

$$u = L \frac{di}{dt}$$

故将三角波 i 的每段求导数,再乘以电感系数 L , 便得电压 u 的波形。

又因为 i 对 t 求导数为各段直线的斜率,三角波每段直线的斜率为常数,且一正一负,绝对值相等,所以,得 u 的波形为方波,见图 1-1-2 虚线。

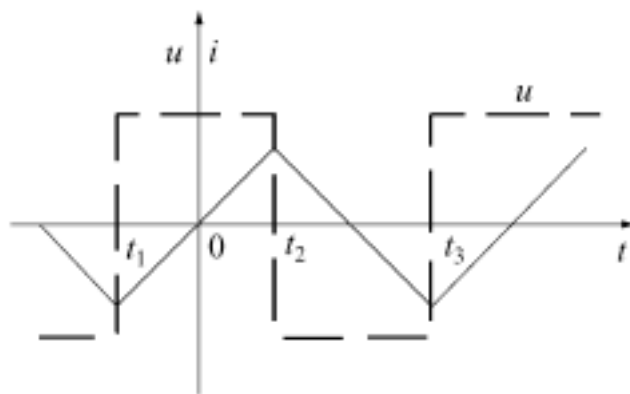


图 1-1-2 例 1-1 图

例 1-2 已知: $U_s = 6V$, $R = 3 \Omega$, $I_s = 1A$, $I = 2A$ 。求图 1-1-3 所示各有源支路的功率。

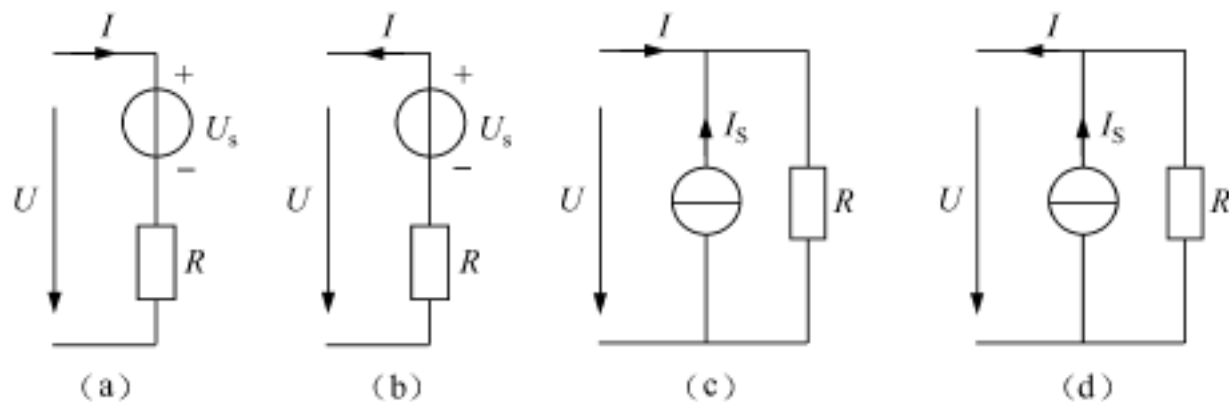


图 1-1-3 例 1-2 图

解： 根据电压、电流参考方向,先求出电压 U ,然后求功率。

- (a) $U = U_s + RI = 6 + 3 \times 2 = 12V$
 $P = UI = 12 \times 2 = 24W$
 即吸收功率为 $24W$ 。
- (b) $U = U_s - RI = 6 - 3 \times 2 = 0$
 $P = UI = 0$
 即不发出功率,也不吸收功率。
- (c) $U = R(I_s + I) = 3(1 + 2) = 9V$
 $P = UI = 9 \times 2 = 18W$
 即吸收功率为 $18W$ 。
- (d) $U = R(I_s - I) = 3(1 - 2) = -3V$
 $P = UI = -3 \times 2 = -6W$
 即发出功率为 $6W$ 。

例 1-3 求图 1-1-4 所示电路中各元件的功率,并说明是发出功率还是吸收功率。

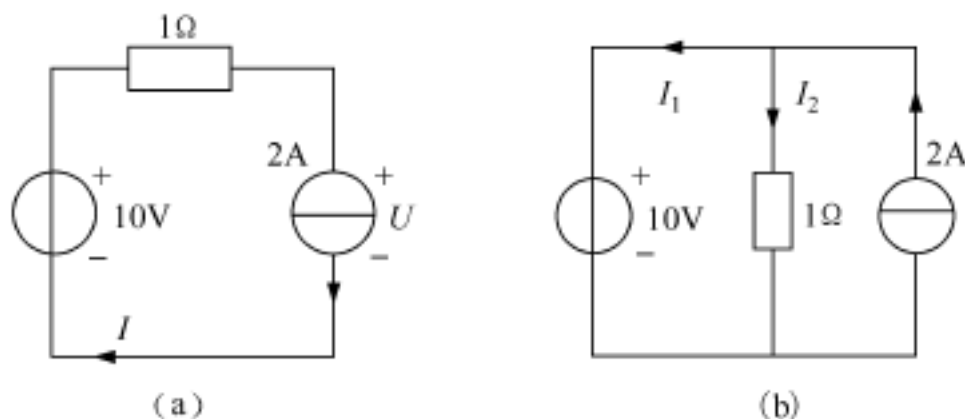


图 1-1-4 例 1-3 图

解: (a) 由于流经电阻、电压源的电流为 $I = 2\text{A}$, 所以
 电流源两端的电压 $U = -1 \times 2 + 10 = 8\text{V}$
 电阻吸收的功率 $P_1 = RI^2 = 1 \times 2^2 = 4\text{W}$
 电压源的功率 $P_2 = -10I = -10 \times 2 = -20\text{W}$
 电压源上电压和电流参考方向是非关联的, 故电压源发出功率 20W 。
 电流源的功率 $P_3 = UI = 8 \times 2 = 16\text{W}$
 电流源上电压和电流参考方向是关联的, 故电流源吸收功率 16W 。
 显然发出总功率为 20W , 吸收总功率为 20W , 即整个电路满足功率平衡。

(b) 由 KCL 得电压源上的电流

$$I_1 = 2 - I_2 = 2 - \frac{10}{1} = -8\text{A}$$

电阻吸收的功率 $P_1 = \frac{U^2}{R} = \frac{10^2}{1} = 100\text{W}$

电压源的功率 $P_2 = 10I_1 = 10 \times (-8) = -80\text{W}$

电压源上电压和电流参考方向是关联的, 故电压源发出功率 80W 。

电流源的功率 $P_3 = -10 \times 2 = -20\text{W}$

电流源上电压和电流参考方向是非关联的, 故电流源发出功率 20W 。

显然发出总功率为 100W , 吸收总功率为 100W , 即整个电路满足功率平衡。

例 1-4 求图 1-1-5 所示电路中电压

U_1 、 U_2 和电流 I 。

解: 根据 KVL

$$U_1 = 1 \times 1 + 10 = 11\text{V}$$

$$U_2 = -1 \times 2 + 10 = 8\text{V}$$

根据 KCL, 结点 a 的方程为

$$-1 + \frac{10}{2} + I + 2 = 0 \quad \text{得}$$

$$I = 1 - \frac{10}{2} - 2 = -6\text{A}$$

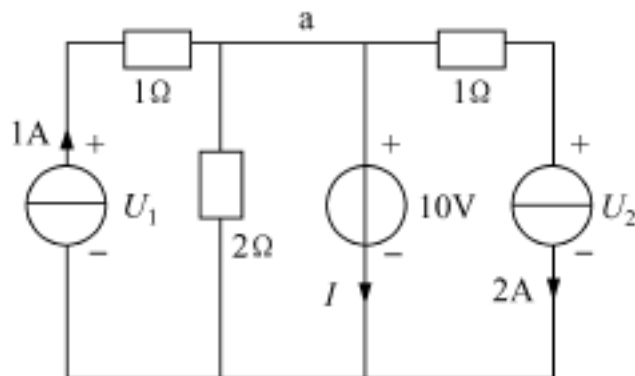


图 1-1-5 例 1-4 图

例 1-5 求图 1-1-6 所示电路中独立电源的功率。

解: 先求控制量 U_1 , 再求电流源两端的电压 U 及电压源上的电流 I 。

$$U_1 = 2 \times 5 = 10V$$

$$U = U_1 - 3 = 10 - 3 = 7V$$

$$I = 2 - 0.05 U_1 = 1.5A$$

故 2A 电流源的功率为

$$P_1 = -U \times 2 = -7 \times 2 = -14W$$

3V 电压源的功率为

$$P_2 = -3 \times I = -3 \times 1.5 = -4.5W$$

例 1-6 求图 1-1-7 所示电路中电压 U 和电流 I 。

解: 根据 KCL

$$10 = \frac{U}{3} + \frac{U}{1} + 2I$$

$$\text{又 } U = 3I$$

$$\text{解得 } I = \frac{5}{3}A \quad U = 5V$$

例 1-7 求图 1-1-8 所示电路中电流源和受控电压源的功率。

解: 设电流源的端电压 U 和受控电压源中的电流 I 的参考方向如图 1-1-8 所示。

根据 KVL

$$3I_1 = 1 \times I + 0.5I_1 \quad (1)$$

根据 KCL

$$I_1 + I = 7 \quad (2)$$

由(1)、(2)式解得

$$I_1 = 2A \quad I = 5A \quad U = 3I_1 = 6V$$

电流源的功率为

$$P_1 = -U \times 7 = -6 \times 7 = -42W$$

受控电压源的功率为

$$P_2 = 0.5I_1 \times I = 0.5 \times 2 \times 5 = 5W$$

例 1-8 电路如图 1-1-9 所示, 试求元件 a 及元件 b 的吸收功率。

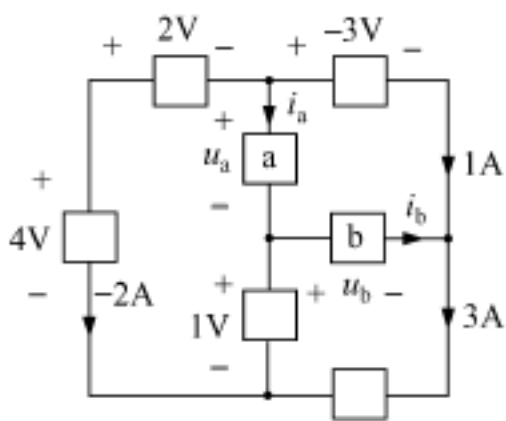


图 1-1-9 例 1-8 图

解: 假设元件 a、b 的支路电压和电流如图 1-1-8 所示, 先用 KVL 求出支路电压, 用 KCL 求出支路电流, 再计算元件吸收功率。

$$u_a = -2V + 4V - 1V = 1V$$

$$i_a = -(-2A) - 1A = 1A$$

$$p_a = u_a i_a = 1W$$

$$u_b = 1V - 4V + 2V - 3V = -4V$$

$$i_b = 3A - 1A = 2A$$

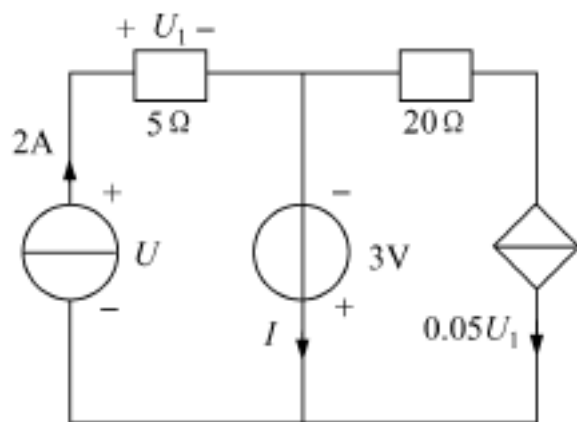


图 1-1-6 例 1-5 图

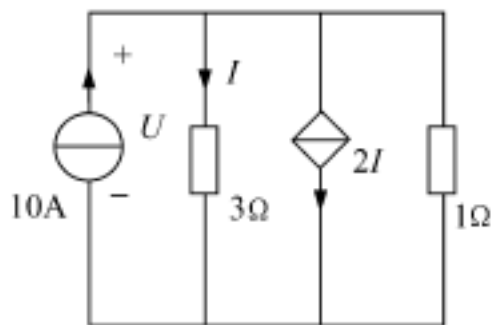


图 1-1-7 例 1-6 图

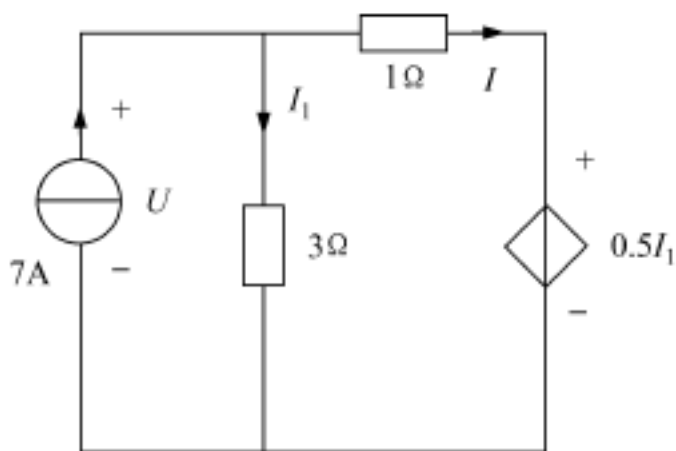


图 1-1-8 例 1-7 图

$$p_b = u_b i_b = -8W$$

例 1 - 9 电路如图 1 - 1 - 10 所示, 试求 A 点的电位 U_A 。

解: 设 3V、2 与 1 回路的电流为 I , 如图所标, 则

$$I = \frac{3}{1+2} = 1A$$

而 6V、3 支路没有闭合回路, 所以没有电流, 因此

$$U_A = 3 \times 0 + 6 - 1I = 0 + 6 - 1 \times 1 = 5V$$

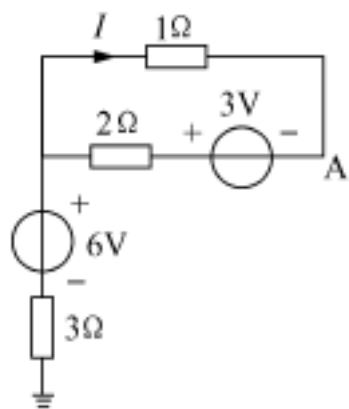


图 1 - 1 - 10 例 1 - 9 图

例 1 - 10 在图 1 - 1 - 11 中, 求 A 点电位 U_A 。

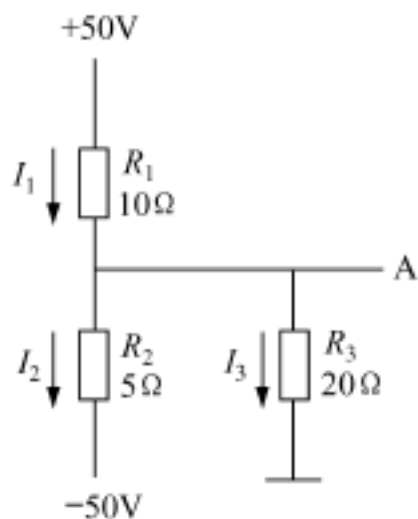


图 1 - 1 - 11 例 1 - 10 图

解: $I_1 - I_2 - I_3 = 0$ (1)

$$I_1 = \frac{50 - U_A}{10}$$
 (2)

$$I_2 = \frac{U_A - (-50)}{5}$$
 (3)

$$I_3 = \frac{U_A}{20}$$
 (4)

将(2)、(3)、(4)式代入(1)式, 得

$$\frac{50 - U_A}{10} - \frac{50 + U_A}{5} - \frac{U_A}{20} = 0$$

$$U_A = -14.3V$$

第二节 习题详解

1 - 1 在图 1 - 2 - 1 中的 5 个元件代表电源或负载。电流和电压的参考方向如图中所示。今通过实验测量得知: $I_1 = -4A$, $I_2 = 6A$, $I_3 = 10A$, $U_1 = 140V$, $U_2 = -90V$, $U_3 = 60V$, $U_4 = -80V$, $U_5 = 30V$ 。

(1) 试标出各电流的实际方向和各电压的实际极性(可另画一图);

(2) 判断哪些元件是电源, 哪些是负载;

(3) 计算各元件的功率, 判断电源发出的功率和负载取用的功率是否平衡。

解: (1) 由已知可得:

I_1 、 U_2 、 U_4 的参考方向与实际方向相反。

I_2 、 I_3 、 U_1 、 U_3 、 U_5 的参考方向与实际方向相同。

(2) 根据公式 $P = \pm UI$ (U 、 I 的参考方向关联取正号, 非关联取负号)

$$P_{流} = -I_3 U_3 = -10 \times 60W = -600W$$

$$P_{压} = 4I_1 = 4 \times 2W = 8W$$

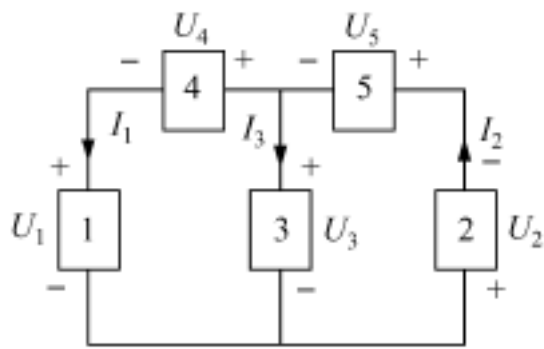


图 1 - 2 - 1 习题 1 - 1 图

- 1 号元件: $P_1 = U_1 I_1 = 140 \times (-4) \text{W} = -560 \text{W} < 0$ 电源;
 2 号元件: $P_2 = U_2 I_2 = -90 \times 6 \text{W} = -540 \text{W} < 0$ 电源;
 3 号元件: $P_3 = U_3 I_3 = 60 \times 10 \text{W} = 600 \text{W} > 0$ 负载;
 4 号元件: $P_4 = U_4 I_1 = -80 \times (-4) \text{W} = 320 \text{W} > 0$ 负载;
 5 号元件: $P_5 = U_5 I_2 = 30 \times 6 \text{W} = 180 \text{W} > 0$ 负载。

(3) 各元件功率已由(2)求出。

电源发出功率与负载取出功率的代数和为:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 0 \text{W}$$

可证明功率平衡。

1-2 电路如图 1-2-2 所示。已知 $I_1 = 3 \text{mA}$, 试确定 I_2 、 I_3 和 U_3 , 并说明电路元件 3 是电源还是负载。校验整个电路的功率是否平衡。

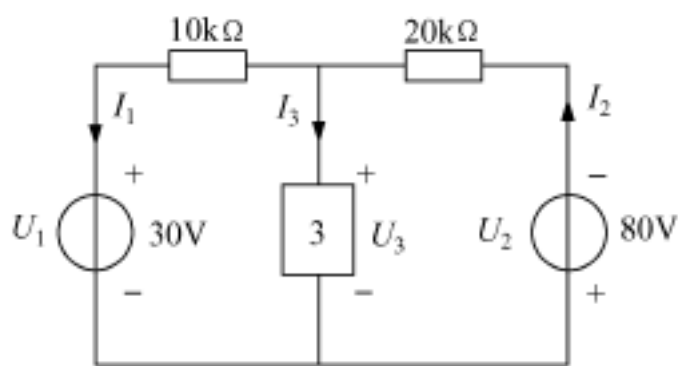


图 1-2-2 习题 1-2 图

解:

(1) 列写左网孔 KVL

$$U_1 + I_1 \times 10 \times 10^3 = U_3 \quad \text{得} \quad U_3 = 60 \text{V}$$

列写右网孔 KVL

$$U_3 + U_2 + I_2 \times 20 \times 10^3 = 0 \quad \text{得} \quad I_2 = -7 \text{mA}$$

根据 KCL

$$I_3 + I_1 = I_2 \quad \text{得} \quad I_3 = I_2 - I_1 = -7 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-3} = -10 \times 10^{-3} \text{A}$$

(2) $P_3 = U_3 I_3 = -10 \times 10^{-3} \times 60 \text{W} = -0.6 \text{W} < 0$ 电源

$$\begin{aligned} (3) \quad P &= U_1 I_1 + I_1^2 \times 10 \times 10^3 + P_3 + I_2^2 \times 20 \times 10^3 + I_2 \times 80 \\ &= 30 \times 3 \times 10^{-3} \text{W} + (3 \times 10^{-3})^2 \times 10 \times 10^3 \text{W} + (-0.6) + (-7 \times 10^{-3})^2 \\ &\quad \times 20 \times 10^3 \text{W} + (-7 \times 10^{-3}) \times 80 \text{W} \\ &= 0 \text{W} \end{aligned}$$

可证明整个电路的功率平衡。

1-3 求图 1-2-3 电路中的电流 i 。

解: 如图 1-2-3 所示可利用广义结点得 KVL:

$$I + 1 \text{A} + 2 \text{A} = 0 \text{A}$$

$$I = -3 \text{A}$$

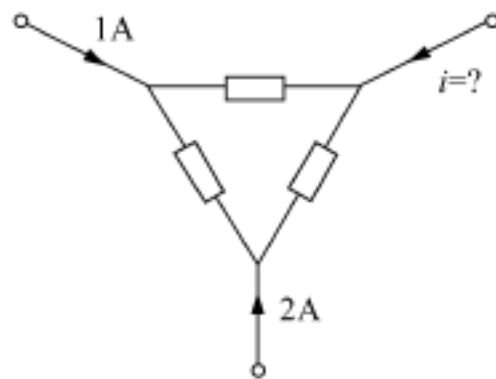


图 1-2-3 习题 1-3 图

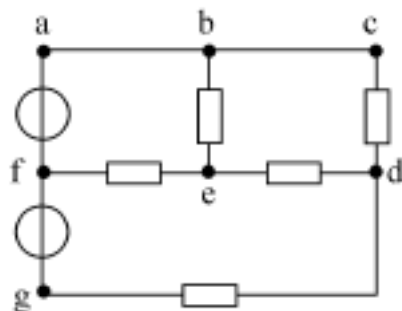


图 1-2-4 习题 1-4 图

1-4 电路如图 1-2-4

所示, 请判断它共存在多少个回路? 有多少决定电路结构的回路?

解: (1) 如图 1-2-4 所示共存在

abefa, bcdeb, fedgf

abcdefa, abedgfa, bcdgfeb,

abcdgfa 7 个回路。

(2) 有 3 个回路即网孔决定电路结构, 分别是

befa, bcdeb, fedgf。

1 - 5 求图 1 - 2 - 5 中的电流 I_1 、 I_2 。

解: 由已知分别列写 a 点的 KCL 与网孔的 KVL

$$I_2 + 1 = I_1$$

$$8I_1 + 3I_2 = 30$$

可得:

$$I_1 = 3A$$

$$I_2 = 2A$$

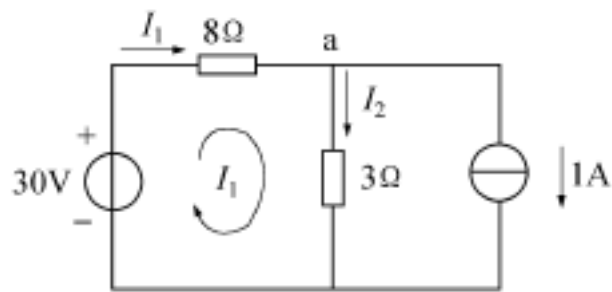


图 1 - 2 - 5 习题 1 - 5 图

1 - 6 计算图 1 - 2 - 6 所示各电路的电功率。

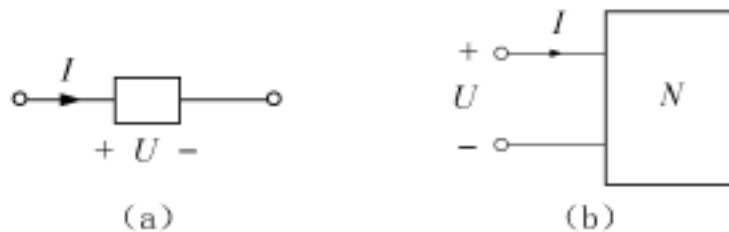


图 1 - 2 - 6 习题 1 - 6 图

解: (a) $P = -UI$

(b) $P = \pm UI$ (正负号与所标示 I 的参考方向有关)

1 - 7 计算图 1 - 2 - 7(a)、(b)所示电路中电源提供的电功率。

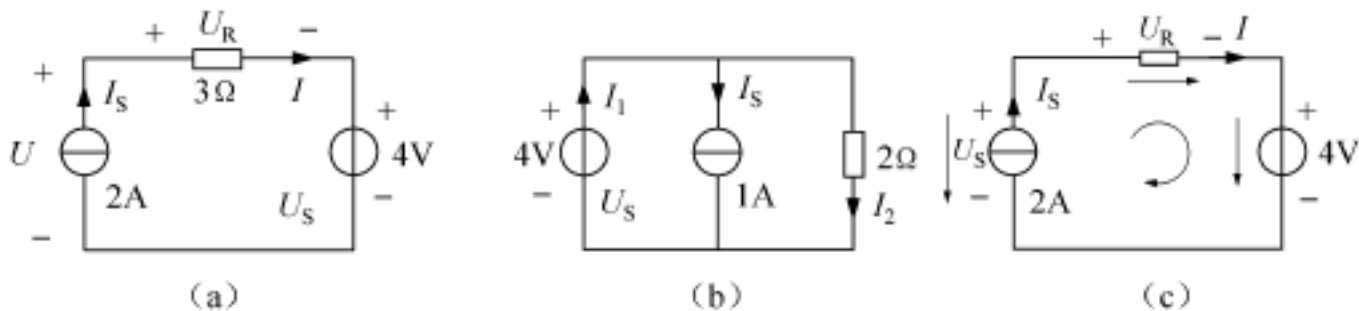


图 1 - 2 - 7 习题 1 - 7 图

解: (a) 如图 1 - 2 - 7(a) 所示可知此串联电路中的电流 I 的值与电流源 I_s 的值相等 (电流源与任何二端网络串联, 支路中电流值为电流源值)。假设电流源端电压为 U_s

根据图 1 - 2 - 7(c) 列写 KVL: $4 + U_R = U_s$

$$U_s = 4 + 3I = 10V$$

则

$$P_{流} = -I_s U_s = -10 \times 2W = -20W$$

$$P_{压} = 4I = 4 \times 2W = 8W$$

(b) 由图 1 - 2 - 7(c) 知电流源两端电压值为电压源电压值 (电压源与任何二端网络

并联,二端网络端电压为电压源电压)。

要求通过电压源电流 I_1 , 则要列写 KVL 与 KCL 方程如下:

$$I_S + I_2 = I_1$$

$$2I_2 = 4$$

$$I_1 = 3A$$

$$P_{流} = 4 \times 1W = 4W$$

$$P_{压} = -4 \times 3W = -12W$$

1-8 如图 1-2-8 所示电路中, 求 I 和 I_2 。

解: 如图 1-2-8 所示列写右网孔 KVL

$$2I_1 = 10V$$

$$\text{得 } I_1 = 5A$$

如图 1-2-8 所示, 通过 10V 电压源电流为 I

列写 节点 KCL、 节点 KCL

$$I_1 + I = I_2 + 2A$$

$$I_1 + I = 4A$$

$$\text{得 } I_2 = 2A \quad I = -1A$$

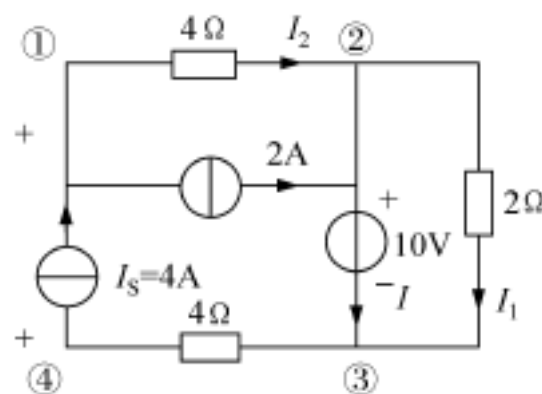


图 1-2-8 习题 1-8 图

1-9 求图 1-2-9 所示电路中各电流 I_c 和电压 U_{bc} 。

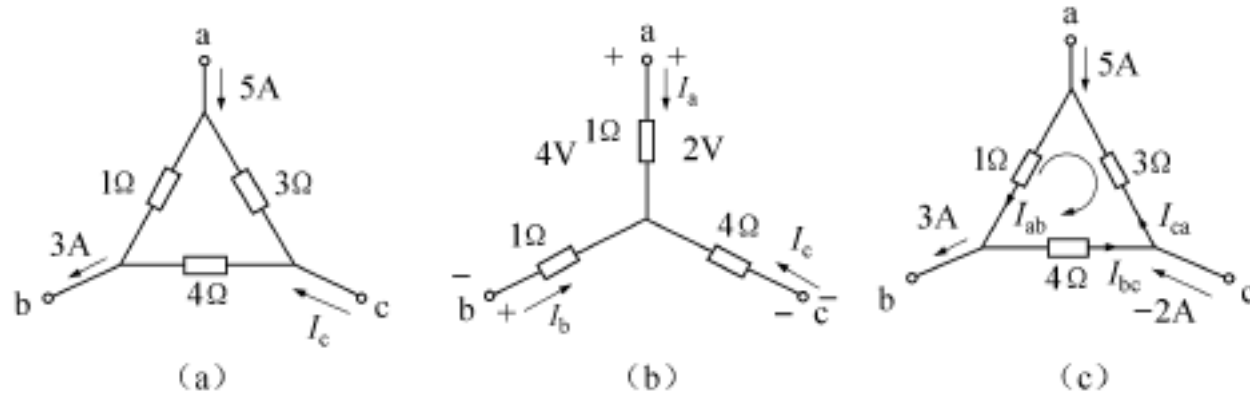


图 1-2-9 习题 1-9 图

解: (a) 如图 1-2-9(a) 所示, 根据广义节点 KCL 可得

$$5A + I_c = 3A$$

$$I_c = -2A$$

如图 1-2-9(c) 所示, 分别列写 b、c 节点的 KCL 和电路的 KVL

$$\text{得: } \begin{cases} I_{bc} + 3 = I_{ab} \\ I_{bc} - 2 = I_{ca} \\ I_{ab} + 3I_{ca} + 4I_{bc} = 0 \end{cases}$$

$$\text{得 } I_{bc} = \frac{3}{8}A$$

$$\text{则 } U_{bc} = 4I_{bc} = 1.5V$$

(b) 由图 1-2-9(b) 可知

$$U_{ab} + U_{bc} + U_{ca} = 0$$

$$U_{bc} = -U_{ab} - U_{ca} = -U_{ab} + U_{ac} = (-4 + 2)V = -2V$$

列写部分电路的 KVL 方程得

$$\begin{cases} 4I_c + U_{bc} = I_b \times 1 \\ 4 + I_b \times 1 = I_a \times 1 \\ 2 + 4I_c = I_a \times 1 \end{cases} \quad \text{得 } I_a = 2A \quad I_b = -2A \quad I_c = 0A$$

1-10 在图 1-2-10 所示电路中, 已知 $U_1 = 1V$, $U_2 = -6V$, $U_3 = -4V$, $U_4 = 5V$, $U_5 = -10V$, $I_1 = 1A$, $I_2 = -3A$, $I_3 = 4A$, $I_4 = -1A$, $I_5 = -3A$ 。试求: (1) 各二端元件吸收的功率; (2) 整个电路吸收的功率。

解: (1)

$$\begin{aligned} P_1 &= I_1 U_1 = 1 \times 1 = 1W \\ P_2 &= I_2 U_2 = -3 \times (-6) = 18W \\ P_3 &= -I_3 U_3 = -4 \times (-4) = 16W \\ P_4 &= I_4 U_4 = -1 \times 5 = -5W \\ P_5 &= -I_5 U_5 = -(-3) \times (-10) \\ &= -30W \end{aligned}$$

$$(2) \quad P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 0$$

可证功率平衡。

1-11 图 1-2-11 电路中, 已知 $R_1 = 12$, $R_2 = 8$, $R_3 = 6$, $R_4 = 4$, $R_5 = 3$, $R_6 = 1$ 和 $i_6 = 1A$ 。试求 a、b、c、d 各点的电位和各电阻的吸收功率。

解: (1) 由图 1-2-11 可知

$$\begin{aligned} i_5 &= i_6 = 1A \\ i_4 &= \frac{i_5(R_5 + R_6)}{R_4} = \frac{3+1}{4}A = 1A \\ i_3 &= i_5 + i_4 = 2A \\ i_2 &= \frac{i_3 R_3 + i_4 R_4}{R_2} = 2A \\ i_1 &= i_2 + i_3 = 4A \end{aligned}$$

$$\text{而 } U_a = U_{ae} = i_1 R_1 + i_2 R_2 = 64V$$

$$U_b = U_{be} = i_2 R_2 = 16V$$

$$U_c = U_{ce} = i_4 R_4 = 4V$$

$$U_d = U_{de} = i_6 R_6 = 1V$$

(2)

$$P_1 = I_1^2 R_1 = 192W$$

$$P_2 = I_2^2 R_2 = 32W$$

$$P_3 = I_3^2 R_3 = 24W$$

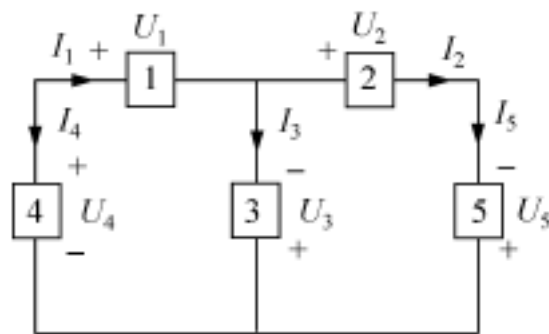


图 1-2-10 习题 1-10 图

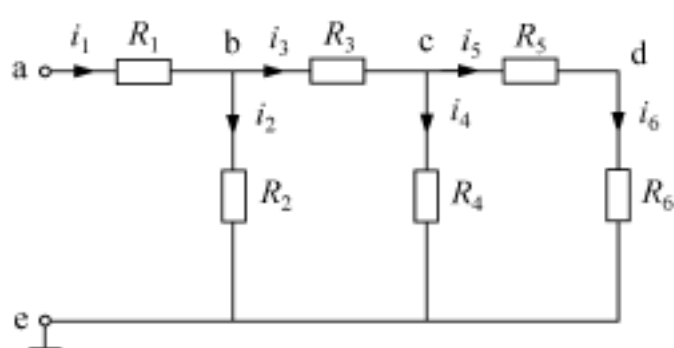


图 1-2-11 习题 1-11 图