

高等院校精品课程教材

电路分析

学习指导

王宛苹 胡建萍 马金龙 编著
吕幼华 胡晓萍 吕伟锋



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等院校精品课程教材

电路分析学习指导

王宛苹 胡建萍 马金龙 编著
吕幼华 胡晓萍 吕伟锋

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是由胡建萍、马金龙、王宛苹、吕幼华、胡晓萍、吕伟锋编著的《电路分析》(科学出版社)的配套教材,结构与主教材相同。全书分为10章,每章由知识要点和习题详解两部分组成。知识要点是编著者多年来从事电路理论教学与研究的总结和提炼;习题详解对主教材中的所有习题做了详细解答,并结合所属章节的重点、难点,对典型习题的解题思路、容易出错环节做了较为详细的阐述和分析。

本书可作为高等院校电子信息类专业“电路分析”课程的辅导教材,也可作为考研学生和参加“2+2”入学考试学生的辅导书。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析学习指导/王宛平等编著. —北京:国防工业出版社,2008.10

高等院校精品课程教材

ISBN 978-7-118-05956-4

I. 电... II. 王... 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(2008)第 143837 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15¼ 字数 362 千字

2008 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 27.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

“电路分析”课程是电子信息类专业的一门重要专业基础课,由于该课程的理论性、系统性及灵活性较强,使许多初学者感到较难理解和掌握。长期的教学实践表明,学生在接受基本的课堂教学同时,做一定数量的习题是学好本课程的重要环节,也是引导学生主动学习、培养科学思维方法和解决问题能力的主要途径。为帮助学生更好地掌握电路理论的基本概念、基本定理和基本分析方法,特编写此《电路分析学习指导书》。

本书作为胡建萍教授主编的《电路分析》教材配套,全书共分为10章:第1章基本概念,第2章电路的分析方法,第3章线性电路的性质,第4章一阶动态电路分析,第5章二阶动态电路分析,第6章正弦稳态电路的分析,第7章三相电路,第8章耦合电路的分析,第9章含运算放大器电路的分析,第10章双口网络。每章由知识要点、习题详解两部分组成。知识要点是为加深理解教材内容,帮助掌握课程的重点、难点,提高学习效率而设置的,可供学生在学习本课程中或日后复习本课程时使用。习题详解介绍了解题思路、方法和步骤,力求做到概念清晰、步骤完整、附图齐全,数据准确。为加深基本概念的理解、拓宽分析思路、掌握解题技巧,本书对部分重点、难点内容的典型题目做了较为深入的阐述和分析,以便学习者能够扩大知识视野,学会举一反三,达到对所学知识熟练掌握并能灵活运用之目的。

本书由王宛苹担任主编,负责拟定大纲和统稿,并编写第4章、第5章习题详解及第2章至第5章、第8章至第10章的知识要点和部分习题的说明和提示,胡建萍编写第8章、第9章和第10章习题详解,马金龙编写第6章、第7章习题详解及第1章、第6章、第7章的知识要点和部分习题的说明和分析,吕幼华编写第1章习题详解,胡晓萍编写第3章习题详解,吕伟锋编写第2章习题详解。

衷心感谢课程组全体教师的辛勤劳动和默默奉献,同时感谢所有关心、支持和提供帮助的同事和同仁朋友们。

由于作者水平有限,时间仓促,书中恐有不妥之处,恳请广大读者和各位专家予以指正。

王宛苹

于杭州电子科技大学

2008年6月1日

目 录

第1章 基本概念	1
1.1 知识要点	1
1.1.1 电路及电路模型	1
1.1.2 电路分析中的物理量	1
1.1.3 基尔霍夫定律	1
1.1.4 电阻元件	2
1.1.5 独立电源	2
1.1.6 受控源	3
1.1.7 负载与电源	3
1.1.8 单口网络及等效	3
1.1.9 双口网络及等效	4
1.2 习题详解	5
第2章 电路的分析方法	19
2.1 知识要点	19
2.1.1 KCL 和 KVL 方程的独立性与完备性	19
2.1.2 电路的拓扑基础	19
2.1.3 支路电流法	19
2.1.4 节点电压法	20
2.1.5 网孔电流法和回路电流法	20
2.2 习题详解	21
第3章 线性电路的性质	39
3.1 知识要点	39
3.1.1 线性电路的比例性	39
3.1.2 叠加原理	39
3.1.3 戴维南定理和诺顿定理	39
3.1.4 电阻电路的最大功率传递定理	40
3.1.5 互易定理	40
3.2 习题详解	41
第4章 一阶动态电路分析	63
4.1 知识要点	63
4.1.1 电容元件及其性质	63
4.1.2 电感元件及其性质	63

4.1.3	一阶动态电路	64
4.1.4	一阶电路零输入响应	64
4.1.5	一阶电路零状态响应及完全响应	65
4.1.6	三要素法求一阶电路响应	65
4.1.7	阶跃响应	66
4.2	习题详解	66
第5章	二阶动态电路分析	86
5.1	知识要点	86
5.1.1	RLC 串联电路	86
5.1.2	零输入响应	86
5.1.3	零状态响应及完全响应	87
5.1.4	GLC 并联电路分析及计算	88
5.1.5	一般二阶动态电路分析	89
5.2	习题详解	89
第6章	正弦稳态电路的分析	102
6.1	知识要点	102
6.1.1	正弦交流电	102
6.1.2	正弦量的相量表示	102
6.1.3	元器件伏安特性的相量表示	103
6.1.4	基尔霍夫定律的相量表示	103
6.1.5	阻抗和导纳	104
6.1.6	正弦稳态电路的分析	104
6.1.7	单口网络的有功功率和无功功率	105
6.1.8	视在功率和功率因数	106
6.1.9	最大功率传递定理	106
6.1.10	频率特性	106
6.1.11	叠加原理在正弦稳态电路分析中的应用	107
6.1.12	谐振	107
6.2	习题详解	108
第7章	三相电路	145
7.1	知识要点	145
7.1.1	三相电源	145
7.1.2	负载星形连接的三相电路分析	146
7.1.3	负载三角形连接的三相电路分析	147
7.1.4	三相电路的功率测量	148
7.2	习题详解	148
第8章	耦合电路的分析	169
8.1	知识要点	169
8.1.1	耦合电感的基本概念及其 VAR	169

8.1.2	耦合电感的等效电路	169
8.1.3	耦合电路的相量法分析	171
8.1.4	耦合电路的动态分析	171
8.1.5	空心变压器的电路分析	171
8.1.6	理想变压器电路的分析	172
8.2	习题详解	173
第9章	含运算放大器电路的分析	192
9.1	知识要点	192
9.1.1	运算放大器	192
9.1.2	含运算放大器电阻电路的分析	192
9.1.3	运算放大器电路的动态分析	193
9.1.4	运算放大器电路的正弦稳态分析	193
9.2	习题详解	193
第10章	双口网络	213
10.1	知识要点	213
10.1.1	双口网络的流控型和压控型参数	213
10.1.2	双口网络的混合型和传输型参数	213
10.1.3	各组参数间的关系	214
10.1.4	有载双口网络的分析	215
10.1.5	双口网络的互连	216
10.2	习题详解	216
参考文献		244

第1章 基本概念

1.1 知识要点

1.1.1 电路及电路模型

在电路分析中的元件是理想电路元件,分析的是集总参数电路。

1.1.2 电路分析中的物理量

1. 电流

电路中带电粒子在电源作用下有规则的移动形成电流,其大小定义为

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

电流的实际方向规定为正电荷运动的方向。但在电路分析中,很难确定各支路电流的真实方向,因此引入了参考方向,它是人为假设的方向,当实际方向与参考方向一致时, $i > 0$,不一致时, $i < 0$ 。

2. 电压

单位正电荷由 a 点移到 b 点时电场力所做的功称为 a、b 两点的电压,用 $u(t)$ 表示,其数学表达式为

$$u(t) = \frac{dw}{dq}$$

电压实际方向为电压降方向,即从高电位指向低电位。同样也可任意假设电压的参考极性,当电压的真实极性与参考极性一致时, $u > 0$,反之, $u < 0$ 。

对任意一个二端元件(或二端电路),在标定电流参考方向和电压参考极性后,若电流从电压的正极性端指向负极性端,则称为关联参考方向,否则为非关联参考方向。

3. 功率和能量

功率是用来反映电能转换快慢的。定义为:单位时间内吸收(或产生)的电能,即能量。对任意一个二端元件,设其功率为 p ,则从 t_1 到 t_2 时间内,其吸收或产生的电能为

$$\int_{t_1}^{t_2} p(\lambda) d\lambda = \int_{t_1}^{t_2} u(\lambda) i(\lambda) d\lambda$$

1.1.3 基尔霍夫定律

1. KCL 定律

在集总参数电路中,任一时刻对任一节点,流出(或流入)该节点的所有电流的代数和等于零,即

$$\sum i(t) = 0 \quad \text{或} \quad \sum i_{\text{入}} = \sum i_{\text{出}}$$

2. KVL 定律

在集总参数电路中,任一时刻对任一回路,沿着指定的回路方向,各元件两端的电压的代数和为零,即

$$\sum u(t) = 0$$

1.1.4 电阻元件

1. 线性时不变电阻元件

当 u, i 为关联参考方向时,由欧姆定律得

$$u = Ri \quad \text{或} \quad i = Gu$$

当 u, i 为非关联参考方向时,由欧姆定律得

$$u = -Ri \quad \text{或} \quad i = -Gu$$

电阻的功率:

$$p = ui = \frac{u^2}{R} = Ri^2$$

对于正电阻($R > 0$),有 $p \geq 0$,说明电阻是吸收电功率的。

2. 非线性电阻元件

凡在任一时间的电压与电流不满足欧姆定律的电阻元件都是非线性电阻元件,它的伏安特性曲线通过坐标原点时不是直线。

在电路分析中,对于纯电阻支路而言,当 $R = 0$ 时,可将支路看作短路,当 $R = \infty$ 时,可将支路看作开路。

1.1.5 独立电源

1. 理想电压源

它是把实际电压源的内部电阻看作零的一种理想化元件。因此它没有能量的损耗。其两端电压是一个常数或确定的时间函数,与流过它的电流无关。即

$$\begin{cases} u(t) = U_s \\ u(t) = u_s(t) \end{cases}$$

但实际电压源总是存在内阻,因此有能量的损耗,在与外电路连接时,端电压总是小于电源电压。其端口的伏安关系(VAR)为

$$u(t) = u_s(t) - R_s i(t)$$

2. 理想电流源

它是把实际电流源的内部电导看作零的一种理想化元件。其电流源输出的电流是一个常数或确定的时间函数,与它两端的电压无关。即

$$\begin{cases} i(t) = I_s \\ i(t) = i_s(t) \end{cases}$$

实际电流源总是存在内导的,可将其看作为理想电流源与电导的并联,其VAR为

$$i(t) = i_s(t) - \frac{u(t)}{R_s}$$

1.1.6 受控源

线性受控源是根据某些电子器件中电压与电流之间存在一定关系的特性建立起来的理想化元件,它与独立源本质上不同,它不能独立地向外提供电能和信号,而且它的电压或电流随着所连接的外电路的电压或电流的变化而变化,因此它是一种双口元件,包含四种类型: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。

1.1.7 负载与电源

要判断元件是负载还是电源,从该元件在电路中吸收功率还是产生功率,若该元件在电路中吸收功率则是负载,若该元件在电路中提供功率则是负载电源。功率按以下计算:

对任意一个二端元件(或二端电路),当 u, i 在关联参考方向下,有

$$p = ui \begin{cases} > 0 & \text{吸收功率} \\ < 0 & \text{提供功率} \end{cases}$$

当 u, i 在非关联参考方向下,有

$$p = -ui \begin{cases} > 0 & \text{吸收功率} \\ < 0 & \text{提供功率} \end{cases}$$

通常在计算电源提供功率时,也可采用如下公式:

在 u, i 为非关联参考方向下,有

$$p = ui \begin{cases} > 0 & \text{提供功率} \\ < 0 & \text{吸收功率} \end{cases}$$

元件在电路中起的作用是按照参考方向并根据计算结果来判断的。

1.1.8 单口网络及等效

单口网络指只有一个端口与外部电路连接的电路。所谓等效实际上是指变换前后的两个电路对未变换部分而言,其作用效果是相同的。因此电路的等效变换就是把电路的一部分用结构不同但端子数和端子上电压、电流关系相同的另一部分电路替代。

常用的等效变换电路如下:

1. 电阻的串联

n 个电阻串联可等效为一个电阻 R , 即

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$

电阻串联时常用于分压,任一电阻上的电压为

$$u_k = \frac{R_k}{\sum_{i=1}^n R_i} u$$

其中 $k = 1, 2, \cdots, n, u = \sum_{i=1}^n u_i$ 。

2. 电阻的并联

n 个电阻并联可用一个等效电阻表示,即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

或用一个等效电导表示,即

$$G = G_1 + G_2 + \cdots + G_n = \sum_{i=1}^n G_i$$

电导的并联常用于分流,任一电导上的电流为

$$i_k = \frac{G_k}{\sum_{i=1}^n G_i} i$$

其中 $k = 1, 2, \cdots, n, i = \sum_{i=1}^n i_i$ 。

3. 电压源的串、并联

(1) n 个电压源串联时,对外可等效为一个电压源,其参考方向任意选择,大小为所串联各电压源电压的代数和。

(2) n 个电压源并联时,要求被并联的电压源电压大小相等方向相同,其等效电压源电压等于单个电压源的电压。

(3) 电压源 u_s 与一个非理想电压源支路相并联时,其对外等效电路就是电压源 u_s 。

4. 电流源的串、并联

(1) n 个电流源并联时,对外可等效为一个电流源,其参考方向任意选择,大小为所并联各电流源电流的代数和。

(2) n 个电流源串联时,要求被串联的电流源电流方向相同大小相等,等效电流源等于单个电流源。

(3) 电流源 i_s 与一个非理想电流源支路串联时,其对外等效电路就是电流源 i_s 。

5. 实际电压源与实际电流源的等效变换

将电压源串联一个电阻等效成电流源并联一个电阻时,等效前后电阻不变, $i_s = \frac{u_s}{R_s}$, 其电流方向箭头指向电压源正极。若将电流源并联一个电阻等效成电压源串联一个电阻时,等效前后电阻不变, $u_s = R_s i_s$, 其电压源正极为电流源箭头方向。

此外,受控电源的等效变换与独立源的变换方法相同,但应注意控制变量不能改变,所以一般情况下在进行等效变换时将控制支路保留。

1.1.9 双口网络及等效

双口网络是一个有两个端口与外部电路相连接的电路。要求每个端口上流入的电流必须等于流出另一个端口的电流。

若两个双口网络,当取相同的变量和函数后,其伏安特性完全一样,则称这两个双口网络是等效的。Y 形与 Δ 形变换如图 1-1 所示。

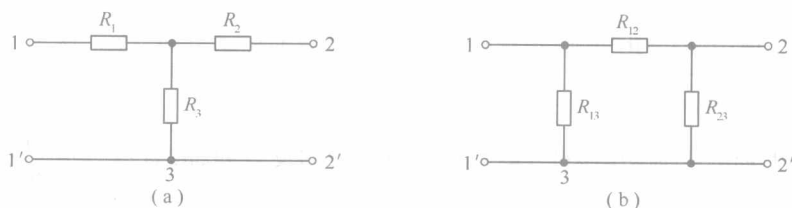


图 1-1 Y 形与 Δ 形变换

(a) T 形连接(Y 形); (b) Π 形连接(Δ 形)。

若将 Y 形转为 Δ 形, 则 Δ 形电阻与 Y 形电阻之间的关系为

$$\begin{cases} R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_3} \\ R_{13} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2} \\ R_{23} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1} \end{cases}$$

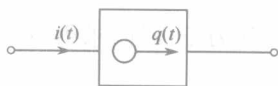
如果将 Δ 形转为 Y 形, 则 Y 形电阻与 Δ 形电阻之间的关系为

$$\begin{cases} R_1 = \frac{R_{12} R_{13}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}} \\ R_2 = \frac{R_{12} R_{23}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}} \\ R_3 = \frac{R_{13} R_{23}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}} \end{cases}$$

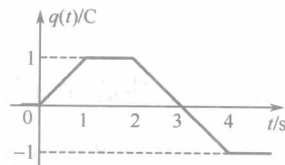
1.2 习题详解

1-1 题图 1-1(a) 中电荷 $q(t)$ 波形如题图 1-1(b) 所示, 画出电流 $i(t)$ 的波形。

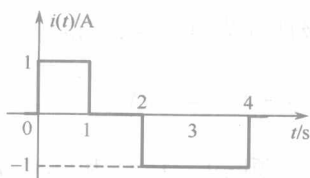
(1) 电荷是正电荷; (2) 电荷是负电荷。



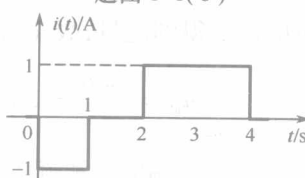
题图 1-1(a)



题图 1-1(b)



题图 1-1(c)



题图 1-1(d)

【解】 (1) 由于是正电荷, 电流的方向是正电荷的运动方向, 故 $i(t) = \frac{d}{dt}q(t)$, 波形如题图 1-1(c) 所示。

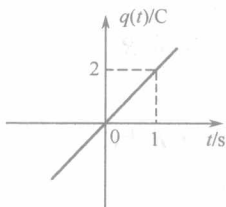
(2) 由于是负电荷, 电流的方向是正电荷运动的反方向, 故 $i(t) = -\frac{d}{dt}q(t)$, 波形如题图 1-1(d) 所示。

1-2 在题图 1-1(a) 中, $i(t) = 2\text{A}$, 且 $q(0) = 0$, 画出 $q(t)$ 的波形。

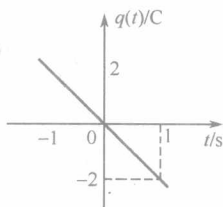
(1) 电荷是正电荷; (2) 电荷是负电荷。

【解】 (1) 由于是正电荷, 故 $q(t) = 2t$, 如题图 1-2(a) 所示;

(2) 由于是负电荷, 故 $q(t) = -2t$, 如题图 1-2(b) 所示。



题图 1-2(a)



题图 1-2(b)

1-3 2C 电荷由 a 移动到 b 点, 能量改变为 6J。求以下情况下的电压 u_{ab} 和 u_{ba} 。

(1) 正电荷, 失去能量; (2) 正电荷, 得到能量;

(3) 负电荷, 失去能量; (4) 负电荷, 得到能量。

【解】 根据电压的定义, 即 $u_{ab} = \frac{dw}{dq} = \frac{w_a - w_b}{q}$, 正电荷的 q 是正数, 负电荷的 q 是负数, 并且 $u_{ba} = -u_{ab}$ 。

(1) 由于是正电荷 q 是正, 失去能量, 故 a 点电荷的能量比 b 点电荷的能量高, 求得

$$u_{ab} = \frac{6}{2} = 3\text{V}, u_{ba} = -u_{ab} = -3\text{V}$$

(2) 由于是正电荷且得到能量, 故 a 为负极性 b 为正极性, 求得

$$u_{ab} = \frac{-6}{2} = -3\text{V}, u_{ba} = -u_{ab} = 3\text{V}$$

(3) 由于是负电荷且失去能量, 故 a 为负极性 b 为正极性, 求得

$$u_{ab} = \frac{6}{-2} = -3\text{V}, u_{ba} = -u_{ab} = 3\text{V}$$

(4) 由于是负电荷且得到能量, 故 a 为正极性 b 为负极性, 求得

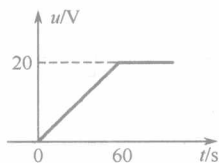
$$u_{ab} = \frac{-6}{-2} = 3\text{V}, u_{ba} = -u_{ab} = -3\text{V}$$

1-4 电池在充电时, 端电压和流入电流如题图 1-4(a) 和(b) 所示。求:

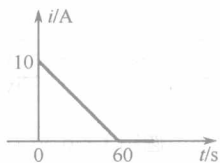
(1) 充电过程中转移到电池的全部电荷;

(2) 计算并画出 $p(t)$ 的波形;

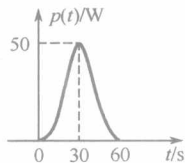
(3) 充电过程中转移到电池的全部能量。



题图 1-4(a)



题图 1-4(b)



题图 1-4(c)

【解】 由题图 1-4(a) 和(b) 可知:

$$u(t) = \begin{cases} \frac{1}{3}t & 0 \leq t \leq 60\text{s} \\ 20\text{V} & t > 60\text{s} \end{cases}$$

$$i(t) = \begin{cases} 10 - \frac{1}{6}t & 0 < t < 60\text{s} \\ 0\text{V} & t > 60\text{s} \end{cases}$$

$$(1) q = \int_0^{60} i(\lambda) d\lambda = \int_0^{60} \left(10 - \frac{1}{6}\lambda\right) d\lambda = 300\text{C}$$

$$(2) p(t) = u(t)i(t) = \left(\frac{10}{3}t - \frac{1}{18}t^2\right)\text{W} \quad (0 < t < 60)$$

波形如题图 1-4(c) 所示。

$$(3) w = \int_0^{60} p(\lambda) d\lambda = \int_0^{60} \left(\frac{10\lambda}{3} - \frac{\lambda^2}{18}\right) d\lambda = 2000\text{J}$$

1-5 求题图 1-5 中各元件的功率。

(1) 元件 1 发出的功率 p_1 ;

(2) 元件 2 吸收的功率 p_2 ;

(3) 元件 3 吸收的功率 p_3 ;

(4) 元件 4 发出的功率 p_4 。



题图 1-5

【解】 关联方向下元器件吸收的功率为 $p = ui$, 发出的功率为 $p = -ui$ 。

非关联方向下元器件发出的功率为 $p = ui$, 吸收的功率为 $p = -ui$ 。

元件 1 和元件 2 的电压和电流是关联方向, 元件 3 和元件 4 是非关联方向。

(1) 元件 1 发出的功率: $p_1 = -u_1 i_1 = -3 \times 2 = -6\text{W}$, 即吸收 6W 功率。

(2) 元件 2 吸收的功率: $p_2 = u_2 i_2 = 3 \times (-2) = -6\text{W}$, 即发出 6W 功率。

(3) 元件 3 吸收的功率: $p_3 = -u_3 i_3 = -4 \times 3 = -12\text{W}$, 即发出 12W 功率。

(4) 元件 4 发出的功率: $p_4 = u_4 i_4 = (-2) \times 3 = -6\text{W}$, 即吸收 6W 功率。

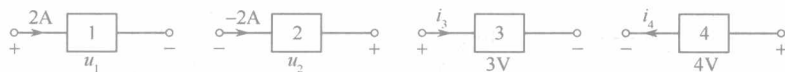
1-6 题图 1-6 直流电路中,

(1) 元件 1 吸收 10W 功率, 求 u_1 ;

(2) 元件 2 发出 20W 功率, 求 u_2 ;

(3) 元件3 发出 21W 功率,求 i_3 ;

(4) 元件4 吸收 20W 功率,求 i_4 。



题图 1-6

【解】 元件1、3 和4 的电压和电流是关联方向,元件2 是非关联方向。

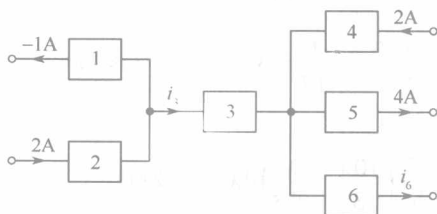
$$(1) u_1 = \frac{p_1}{i_1} = \frac{10}{2} = 5\text{V}$$

$$(2) u_2 = \frac{p_2}{i_2} = \frac{20}{-2} = -10\text{V}$$

$$(3) i_3 = -\frac{p_3}{u_3} = -\frac{21}{3} = -7\text{A}$$

$$(4) i_4 = \frac{p_4}{u_4} = \frac{20}{4} = 5\text{A}$$

1-7 题图 1-7 是电路的一部分,求 i_3 和 i_6 。



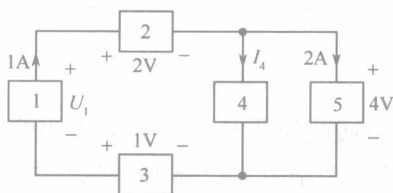
题图 1-7

【解】 由 KCL 列方程有, $\sum i_{\text{流入}} = \sum i_{\text{流出}}$, 得

$$i_3 = 2 - (-1) = 3\text{A}$$

$$i_6 = 2 + i_3 - 4 = 2 + 3 - 4 = 1\text{A}$$

1-8 求题图 1-8 中的 I_4 和 U_1 , 并计算每个元件的功率。



题图 1-8

【解】 对节点列 KCL 方程,有 $I_4 + 2 = 1$, 得 $I_4 = 1 - 2 = -1\text{A}$ 。

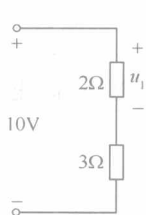
列网孔的 KVL 方程(顺时针方向为正方向),有

$$2 + 4 - 1 - U_1 = 0, \text{ 得 } U_1 = 2 + 4 - 1 = 5\text{V}。$$

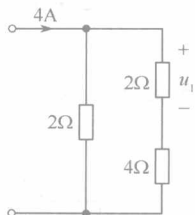
元件1 产生的功率为 $P_1 = 5\text{W}$, 元件2 吸收的功率为 $P_2 = 2\text{W}$, 元件3 产生的功率为 $P_3 = 1\text{W}$, 元件4 吸收的功率为 $P_4 = -4\text{W}$ (即产生 4W 的功率), 元件5 吸收的功率为 $P_5 = 8\text{W}$ 。

说明 元件2、5为吸收功率,元件1、3、4为产生功率,所有元件提供的功率与吸收的功率相等。

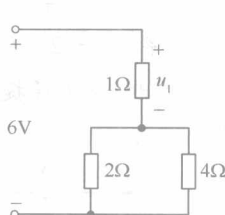
1-9 求题图1-9中的 u_1 。



题图 1-9(a)



题图 1-9(b)



题图 1-9(c)

【解】 (a) 由分压公式求得

$$u_1 = \frac{2}{2+3} \times 10 = 4\text{V}$$

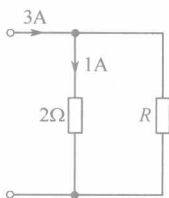
(b) 先由分流公式求出流过 2Ω 与 4Ω 串联支路的电流,再由欧姆定理求得

$$u_1 = \frac{2}{2+2+4} \times 4 \times 2 = 2\text{V}$$

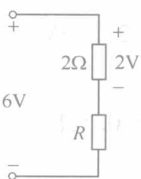
(c) 先求出 2Ω 与 4Ω 的并联电阻,再由分压公式求得

$$u_1 = \frac{1}{1 + \frac{2 \times 4}{2+4}} \times 6 = \frac{18}{7}\text{V}$$

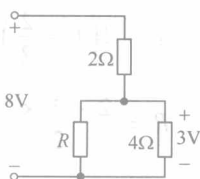
1-10 求题图1-10中的 R 。



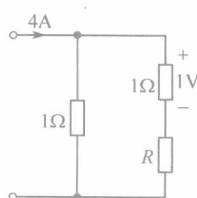
题图 1-10(a)



题图 1-10(b)



题图 1-10(c)



题图 1-10(d)

【解】 (a) $R = \frac{2 \times 1}{3 - 1} = 1\Omega$

$$(b) R = \frac{6 - 2}{\frac{2}{2}} = 4\Omega$$

$$(c) R = \frac{3}{\frac{8 - 3}{2} - \frac{3}{4}} = \frac{12}{7}\Omega$$

$$(d) R = \frac{\left(4 - \frac{1}{1}\right) \times 1 - 1}{\frac{1}{1}} = 2\Omega$$

1-11 求题图 1-11 中的 I 、 U 及电压源和电流源的功率。

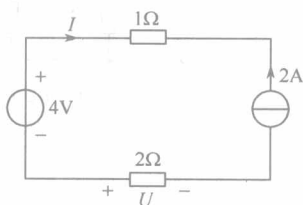
【解】 $I = -2\text{A}$, $U = -2I = 4\text{V}$

电压源产生功率 $P_1 = 4 \cdot I = -8\text{W}$ (即吸收功率 8W)

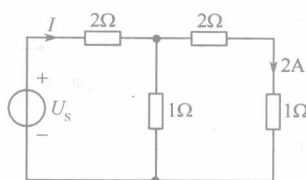
电流源两端的电压(上 + 下 -) 为 $U_1 = 3 \times 2 + 4 = 10\text{V}$

电流源产生功率 $P_2 = 2 \cdot U_1 = 20\text{W}$

说明 从计算结果看: 电流源提供功率, 而电压源吸收功率, 说明电压源、电流源不总是起电源作用。



题图 1-11



题图 1-12

1-12 求题图 1-12 中的 I 、 U_s 及电压源的功率。

【解】
$$I = 2 + \frac{2 \times (2 + 1)}{1} = 8\text{A}$$

$$U_s = 2I + (2 + 1) \times 2 = 16 + 6 = 22\text{V}$$

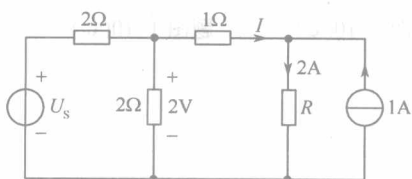
电压源产生功率 $P_{U_s} = U_s I = 22 \times 8 = 176\text{W}$

1-13 求题图 1-13 中 U_s 、 I 和 R 。

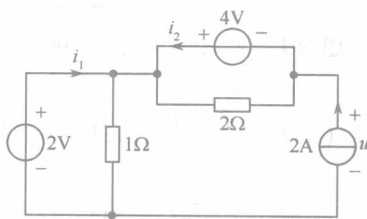
【解】
$$I = 2 - 1 = 1\text{A}$$

$$U_s = 2\left(I + \frac{2}{2}\right) + 2 = 6\text{V}$$

$$R = \frac{2 - 1 \times I}{2} = 0.5\Omega$$



题图 1-13



题图 1-14

1-14 求题图 1-14 中的 i_1 、 i_2 和 u 。

【解】
$$i_1 = \frac{2}{1} - 2 = 0$$

$$i_2 = 2 + \frac{4}{2} = 4\text{A}$$

$$u = -4 + 2 = -2\text{V}$$