

电工电子技术系列教材

电工电子技术习题解

樊利民 罗昭智 朱宁西 丘晓华 编

DianGong Dianzi JiShu
XITIJIE

华南理工大学出版社

电工电子技术系列教材

电工电子技术习题解

樊利民 罗昭智 编
朱宁西 丘晓华

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书是“电工电子技术系列教材”的习题解答,全书共分四部分,分别与系列教材的四册——《电路基础》、《电气控制》、《模拟电子技术》、《数字电子技术》相对应。每部分均给出了教材全部习题的详细解答,为便于学习,书末安排了附录,给出了三套模拟试题及其参考答案。

全书是编者在电工电子多年教学实践基础上的总结,解题突出思路、力求简捷,注重讲述方法步骤,还专门针对教学过程中学生容易出现的错误加以强调说明。部分例题和习题采用多种方法,开阔学生视野。

本书不仅可供学习“电工电子技术系列教材”的本、专科学生自学时使用,也可供相关教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术习题解/樊利民, 罗昭智, 等编. —广州: 华南理工大学出版社, 2006.3

ISBN 7-5623-2318-6

I. 电… II. ①樊…②罗… III. ①电工技术-高等学校-解题②电子技术-高等学校-解题 IV. ①TM-44②TN-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 013860 号

总 发 行: 华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: 020-87113487 87111048(传真)

E-mail: scutc13@scut.edu.cn

http://www.scutpress.com.cn

责任编辑: 詹志青

印 刷 者: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787×960 1/16 印张: 14.5 字数: 320 千

版 次: 2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1~3 000 册

定 价: 23.50 元

版权所有 盗版必究

“电工电子技术系列教材”编委会

主任：殷瑞祥

编委（以姓氏拼音为序）：

毕淑娥 樊利民 罗昭智

丘晓华 孙季丰 张琳

朱宁西

前 言

电工电子技术系列课程是面向非电子、电气类专业开设的学科基础课程,其任务是通过讲授电路理论与分析方法、电气控制原理与装置、电子电路的分析和应用,使学生获得必要的电工电子技术的基本理论、基本知识和基本技能,了解电工技术和电子技术发展的概况,为学习后续课程及从事与本专业有关的电工、电子技术工作打下一定的基础。系列课程在内容组织上,采用模块化思想,按四个基本模块——电路基础、电气控制、模拟电子技术、数字电子技术构建教材体系,各专业根据自身专业培养需求挑选对应的模块,形成课程教学内容。

本书是配合非电子、电气类专业开设电工电子系列课程的辅导教材,与“电工电子技术系列教材”之主教材相配套,可供本、专科学生自学时使用,也可供相关教师参考。本书不仅给出了解题思路,还指出方法的选用,部分习题提供了多种解题方法,力求让学生学会更多解题技巧,同时,也给学生提供了规范的解题步骤示范。本书符号、名词也与主教材一致。

参加本书编写的有罗昭智(电气控制第1章、模拟电子技术第3、4、5章、数字电子技术第1、2、3章题解),朱宁西(电路基础第6章、模拟电子技术第1、2章题解),樊利民(电路基础第1、2、3、4、5章、电气控制第2、3、4、5、6章、数字电子技术第4章题解),丘晓华(附录A、B),全书由樊利民修改、统稿。

“电工电子技术系列教材”主编殷瑞祥教授对本书的编写提出了宝贵的意见和建议,毕淑娥老师代表电工教研室做了有关的组织、协调工作,并负责了模拟试卷的筛选,孙季丰教授也非常关心和支持本书的编写,在此深表感谢!

限于编者水平,书中难免存在错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2006年2月于广州

目 录

第 1 编 电路基础	(1)
第 1 章 电路的基本概念及电路元件	(1)
第 2 章 电路的基本定律和分析方法	(6)
第 3 章 正弦稳态电路	(32)
第 4 章 三相交流电路	(45)
第 5 章 非正弦周期交流电路	(54)
第 6 章 电路的暂态过程	(60)
第 2 编 电气控制	(73)
第 1 章 磁路与变压器	(73)
第 2 章 异步电动机	(79)
第 3 章 直流电动机	(85)
第 4 章 控制电机	(89)
第 5 章 继电接触器控制系统	(90)
第 6 章 可编程序控制器	(97)
第 3 编 模拟电子技术	(106)
第 1 章 直流电源电路	(106)
第 2 章 放大电路	(114)
第 3 章 集成运算放大器及其应用	(138)
第 4 章 信号产生电路	(154)
第 5 章 可控整流电路	(160)
第 4 编 数字电子技术	(169)
第 1 章 组合逻辑电路	(169)
第 2 章 时序逻辑电路	(188)
第 3 章 模拟量和数字量的转换	(197)
第 4 章 半导体存储器和可编程逻辑器件	(199)
附录 A 模拟试题	(208)
附录 B 模拟试题答案	(220)

第 1 编 电路基础

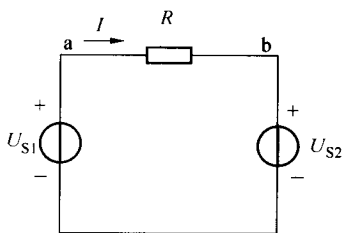
第 1 章 电路的基本概念及电路元件

1-1 电路如题 1-1 图所示,已知: $U_{S1}=6\text{V}$, $U_{S2}=9\text{V}$, $R=3\Omega$ 。求流过电阻 R 的电流 I 和 R 两端的电压 U_{ab} ,并说明其实际方向。

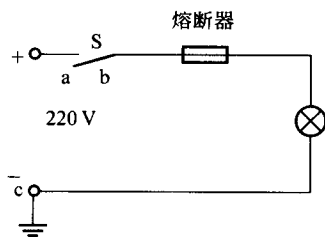
解
$$I = \frac{U_{S1} - U_{S2}}{R} = \frac{6 - 9}{3} = -1(\text{A})。$$

结果是负值,表示实际方向与参考方向相反,即电流实际上是由 b 流向 a 。

$U_{ab} = IR = -1 \times 3 = -3(\text{V})$,实际上 a 点电位比 b 点电位低 3V 。



题 1-1 图



题 1-2 图

1-2 电路如题 1-2 图所示,在开关 S 合上与打开这两种情况下,求 a 、 b 两点的电位。

解 S 闭合, a 、 b 两点电位相等,

$$V_a = V_b = U_{ac} = 220\text{V};$$

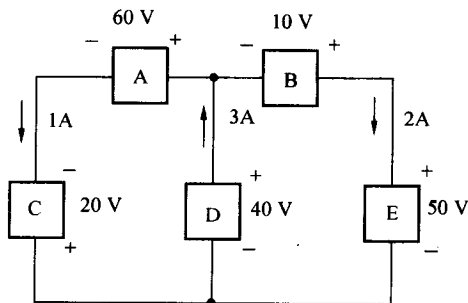
S 断开,电路中电流为 0,

$$V_a = U_{ac} = 220\text{V}, V_b = U_{bc} = 0\text{V}。$$

1-3 如题 1-3 图所示电路,求各元件的功率,并说明哪些元件是电源,哪些元件是负载,电源发出的功率和负载吸收的功率是否平衡。

解 A 元件: $P_A = 60 \times 1 = 60(\text{W})$,两端电压和流过电流的实际方向相同,所以是负载,取用功率。

B 元件: $P_B = -10 \times 2 = -20(\text{W})$,两端电



题 1-3 图

压和流过电流的实际方向相反,所以是电源,发出功率。

C 元件: $P_C = -20 \times 1 = -20(\text{W})$, 电源。

D 元件: $P_D = -40 \times 3 = -120(\text{W})$, 电源。

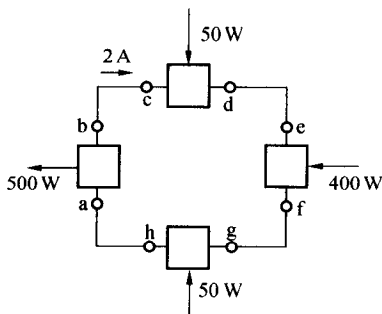
E 元件: $P_E = 50 \times 2 = 100(\text{W})$, 负载。

$$P_A + P_B + P_C + P_D + P_E = 60 - 20 - 20 - 120 + 100 = 0,$$

电源发出的功率等于负载取用的功率,整个电路功率是平衡的。

1-4 在题 1-4 图所示电路中,已知 ab 段产生的电功率为 500 W,其他三段消耗的电功率分别为 50 W、400 W、50 W,电流方向如图所示。(1) 试标出各段电路两端电压的极性; (2) 试计算各段电压的数值。

解 (1) 各段电路两端电压的极性如图 1-1 所示。



题 1-4 图

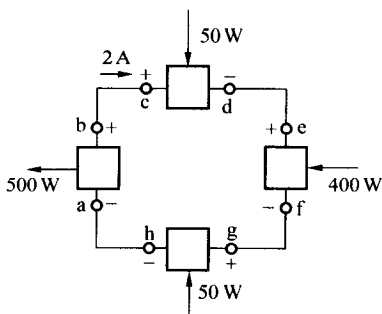


图 1-1

$$(2) U_{ba} = \frac{500}{2} = 250(\text{V}), U_{cd} = \frac{50}{2} = 25(\text{V}), U_{ef} = \frac{400}{2} = 200(\text{V}), U_{gh} = \frac{50}{2} = 25(\text{V}).$$

1-5 一个额定值为 220 V、10 kW 的电阻炉可否接到 220 V、30 kW 的电源上使用? 如果将它接到 220 V、5 kW 的电源上,情况又如何?

解 一个额定值为 220 V、10 kW 的电阻炉可以接到 220 V、30 kW 的电源上使用,因为负载(电阻炉)正常工作所需要的电压、功率均未超过电源电压、功率的额定值;但不能接到 220 V、5 kW 的电源上,因为其功率超出电源额定功率 1 倍,将导致电源烧坏。

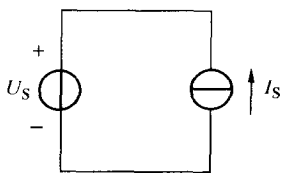
1-6 某电路需要一只 1 kΩ、1 W 的电阻元件,但手边只有 0.5 W 的 250 Ω、500 Ω、750 Ω、1 kΩ 的电阻多只。怎样连接才能符合阻值和功率的要求?

解 将两个 500 Ω、0.5 W 的电阻串联起来即可。因为这样总电阻值为 $500 + 500 = 1(\text{k}\Omega)$, 满足要求;若假设总电压为 U , 则每个电阻上的电压为 $\frac{U}{2}$, 每个电阻的功率为 $\frac{U^2}{4 \times 500} = 0.5(\text{W})$, 电路的总功率为 $\frac{U^2}{1000} = \frac{2U^2}{4 \times 500} = 2 \times 0.5 = 1(\text{W})$, 也同时满足要求。采取其他方法能满足阻值要求但无法同时满足功率要求。

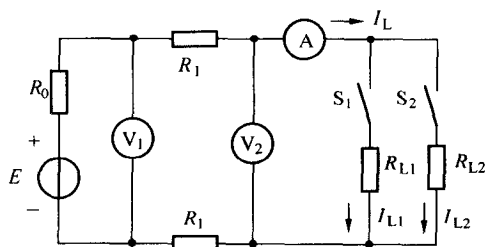
1-7 电路如题1-7图所示,已知: $I_S = 2\text{A}$, $U_S = 10\text{V}$ 。分别求理想电流源和理想电压源发出的功率,说明功率平衡关系。

解 $P_I = -10 \times 2 = -20(\text{W})$, 发出功率, 是电源; $P_U = 10 \times 2 = 20(\text{W})$, 取用功率, 是负载。

$P_I + P_U = 0$, 电源发出的功率等于负载取用的功率, 电路中功率平衡。



题1-7图



题1-8图

1-8 电路如题1-8图所示,有一电动势 E 为 230V 、内阻为 R_0 的直流电源,经两根电阻为 R_1 的供电线对负载供电。(1) 当接入 R_{L1} 时,电流表指示负载电流 $I_L = 2\text{A}$,两只电压表指示电源电压 $U_1 = 228\text{V}$,负载电压 $U_2 = 224\text{V}$,求 R_0 、 R_1 和 R_{L1} 的值;(2) 当电路又接入负载 R_{L2} 后,负载电流 $I_L = 10\text{A}$,试求 U_1 、 U_2 、 I_{L1} 、 I_{L2} 、 R_{L2} 。

解 (1)
$$R_0 = \frac{E - U_1}{I_L} = \frac{230 - 228}{2} = 1(\Omega),$$

$$2R_1 = \frac{U_1 - U_2}{I_L} = \frac{228 - 224}{2} = 2(\Omega), \quad \text{即} \quad R_1 = 1\Omega,$$

$$R_{L1} = \frac{U_2}{I_L} = \frac{224}{2} = 112(\Omega).$$

(2)
$$U_1 = E - I_L R_0 = 230 - 10 \times 1 = 220(\text{V}),$$

$$U_2 = E - I_L (R_0 + 2R_1) = 230 - 10 \times 3 = 200(\text{V}),$$

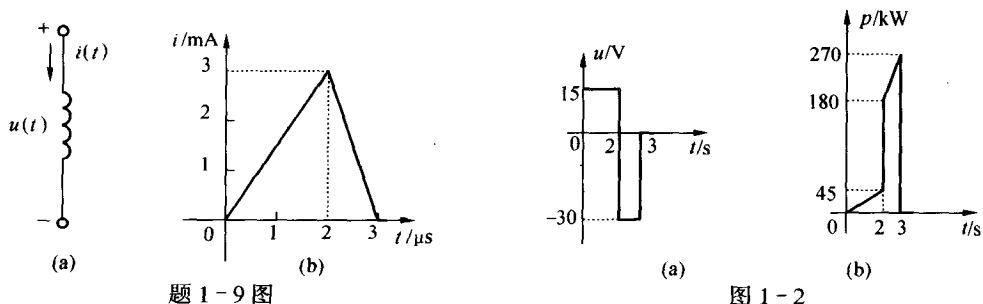
$$I_{L1} = \frac{U_2}{R_{L1}} = \frac{200}{112} \approx 1.79(\text{A}), \quad I_{L2} = I_L - I_{L1} = 10 - 1.79 = 8.21(\text{A}).$$

又根据分流公式得

$$I_{L2} = I_L \times \frac{R_{L1}}{R_{L1} + R_{L2}}, \quad \text{即} \quad 8.21 = 10 \times \frac{112}{112 + R_{L2}},$$

所以,
$$R_{L2} = \frac{10 \times 112 - 8.21 \times 112}{8.21} = \frac{1.79 \times 112}{8.21} \approx 24.42(\Omega).$$

1-9 如题1-9图a所示,电感 $L = 10\text{mH}$, 电流 $i(t)$ 的波形如题1-9图b所示,试计算 $t \geq 0$ 时的电压 $u(t)$ 、瞬时功率 $p(t)$,并绘出它们的波形图。



题 1-9 图

图 1-2

解 由图得到 i 的表达式如下:

$$i = \begin{cases} \frac{3}{2}t & \text{当 } 0 \leq t \leq 2 \\ -3t + 9 & \text{当 } 2 \leq t \leq 3 \\ 0 & \text{当 } t \geq 3 \end{cases} \quad (\text{注意式中 } i \text{ 的单位是 mA, 而 } t \text{ 的单位是 } \mu\text{s}).$$

由公式 $u = L \frac{di}{dt}$ 得

$$u = \begin{cases} L \times \frac{3}{2} = 10 \times 10^{-3} \times \frac{3 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-6}} = 15(\text{V}) & \text{当 } 0 \leq t \leq 2 \\ L \times (-3) = 10 \times 10^{-3} \times \frac{-3 \times 10^{-3}}{10^{-6}} = -30(\text{V}) & \text{当 } 2 \leq t \leq 3 \\ 0 & \text{当 } t \geq 3 \end{cases}.$$

由瞬时功率表达式 $p = ui$ 得

$$p = \begin{cases} 15 \times \frac{3}{2}t = 15 \times \frac{3 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-6}}t = \frac{45}{2 \times 10^{-3}}t(\text{W}) & \text{当 } 0 \leq t \leq 2 \\ -30 \times (-3t + 9) = -30 \times \left(\frac{-3 \times 10^{-3}}{10^{-6}}t + 9 \times 10^{-3} \right) \\ \quad = \frac{90t - 270 \times 10^{-6}}{10^{-3}}(\text{W}) & \text{当 } 2 \leq t \leq 3. \\ 0 & \text{当 } t \geq 3 \end{cases}$$

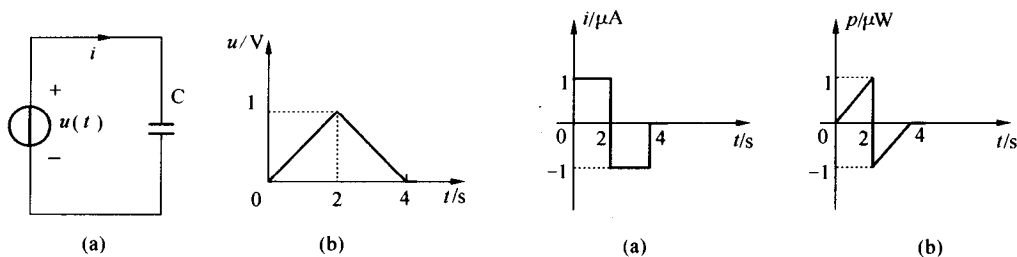
(注意式中 t 的单位是 s)。

u 和 p 的波形图如图 1-2a、b 所示。

1-10 如题 1-10 图 a 所示电路中, 电容 $C = 2 \mu\text{F}$, 电压 $u(t)$ 的波形如题 1-10 图 b 所示。

(1) 试求流过电容的电流 $i(t)$ 及电容的瞬时功率 $p(t)$, 并绘出波形图;

(2) 当 $t = 1.5 \text{ s}$ 时, 电容是吸收功率还是发出功率? 其值如何?



题 1-10 图

图 1-3

解 (1) 由图得到 u 的表达式如下:

$$u = \begin{cases} \frac{1}{2}t(\text{V}) & \text{当 } 0 \leq t \leq 2\text{s} \\ -\frac{1}{2}t + 2(\text{V}) & \text{当 } 2 \leq t \leq 4\text{s} \\ 0 & \text{当 } t \geq 4\text{s} \end{cases}$$

由公式 $i = C \frac{du}{dt}$ 得

$$i = \begin{cases} \frac{1}{2}C = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} = 1(\mu\text{A}) & 0 \leq t \leq 2\text{s} \\ -\frac{1}{2}C = -\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} = -1(\mu\text{A}) & 2 \leq t \leq 4\text{s} \\ 0 & t \geq 4\text{s} \end{cases}$$

由公式 $p = ui$ 得

$$p = \begin{cases} i \times \frac{1}{2}t = 10^{-6} \times \frac{1}{2}t(\text{W}) & \text{当 } 0 \leq t \leq 2\text{s} \\ i \times \left(-\frac{1}{2}t + 2\right) = 10^{-6} \times \frac{1}{2}t - 2 \times 10^{-6}(\text{W}) & \text{当 } 2 \leq t \leq 4\text{s} \\ 0 & t \geq 4\text{s} \end{cases}$$

i 和 p 的波形图如图 1-3a、b 所示。

(2) 当 $t = 1.5\text{s}$ 时,

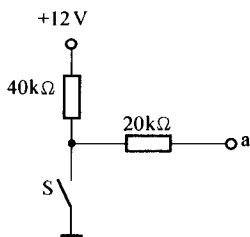
$$u = \frac{1}{2}t = \frac{1}{2} \times 1.5 = 0.75(\text{V}), \quad i = 10^{-6}\text{A} = 1\mu\text{A},$$

$$p = 10^{-6} \times \frac{1}{2}t = 10^{-6} \times \frac{1}{2} \times 1.5 = 0.75 \times 10^{-6}(\text{W}).$$

电容上电压、电流的实际方向相同,是吸收功率。

1-11 电路如题 1-11 图所示,分别求开关 S 断开和闭合时 a 点的电位 V_a 。

解 (1) S 断开时等效电路如图 1-4 所示。



题 1-11 图

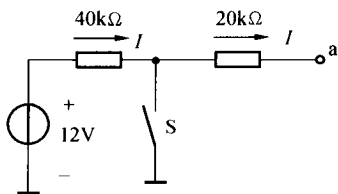


图 1-4

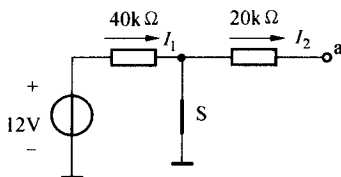


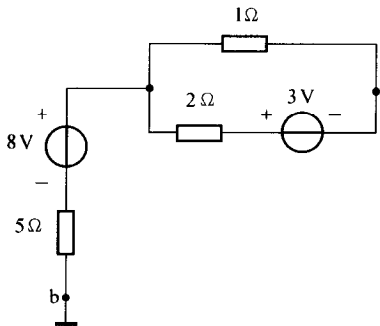
图 1-5

因为整个电路没有构成电流通路,即 $I=0$,所以 $V_a = 12 - I(40 + 20) = 12(\text{V})$ 。

(2) S 合上时等效电路如图 1-5 所示。

$$I_1 = \frac{12}{40} = 0.3(\text{mA}), I_2 = 0, \text{ 所以 } V_a = 12 - 40I_1 - 20I_2 = 0(\text{V}).$$

1-12 在题 1-12 图所示电路中, b 点接地, 求 a 点的电位 V_a 。



题 1-12 图

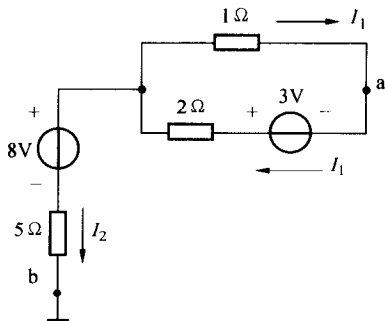


图 1-6

解 电流参考方向如图 1-6 所示。

$$I_1 = \frac{3}{2+1} = 1(\text{A}), \quad I_2 = 0\text{A},$$

所以

$$V_a = -1 \times I_1 + 8 + 5I_2 = -1 + 8 + 0 = 7(\text{V}).$$

第 2 章 电路的基本定律和分析方法

2-1 如题 2-1 图所示电路, 求电流 I 与电压 U 。

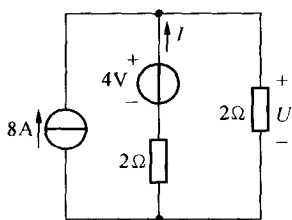
解 【方法一】支路电流法

如图 2-1 所示, 列结点电流和回路电压方程

结点 a:

$$8 + I = I_1,$$

①



题 2-1 图

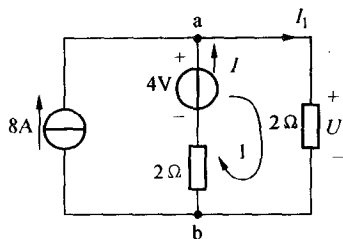


图 2-1

回路 1:

$$4 = 2I_1 + 2I, \quad \text{②}$$

联立①②两式解得:

$$I = -3(\text{A}), \quad I_1 = 5(\text{A}).$$

由欧姆定律,得

$$U = 2I_1 = 2 \times 5 = 10(\text{V}).$$

检验计算结果是否正确:

$$4 \times 3 + (-3)^2 \times 2 + 5^2 \times 2 - 8 \times 10 = 12 + 18 + 50 - 80 = 0,$$

功率平衡。

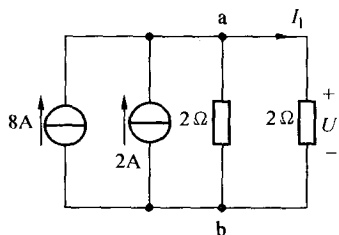
【方法二】 结点电压法

只有两个结点,直接用米尔曼定理得 $U = U_{ab} = \frac{\frac{4}{2} + 8}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = 10(\text{V})$, 则

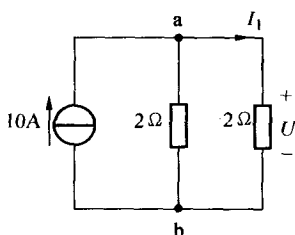
$$I = \frac{4 - 10}{2} = -3(\text{A}), \quad I_1 = \frac{U}{2} = \frac{10}{2} = 5(\text{A}).$$

【方法三】 等效变换法

根据电压源与电流源的变换原则,可把原图先变换为图 2-2a,然后进一步再变换为图 2-2b。



(a)



(b)

图 2-2

由图 2-2b,直接用分流公式,得

$$I_1 = \frac{2}{2+2} \times 10 = 5(\text{A}), \quad \text{则} \quad U = 2I_1 = 10(\text{V})$$

回到原图,对结点 a,用 KCL 可得 $I = 8 - I_1 = -3(\text{A})$ 。

【方法四】 用叠加原理

原图可看成是 8A 恒流源单独作用(见图 2-3a)和 4V 恒压源单独作用(见图 2-3b)所得结果的代数叠加。

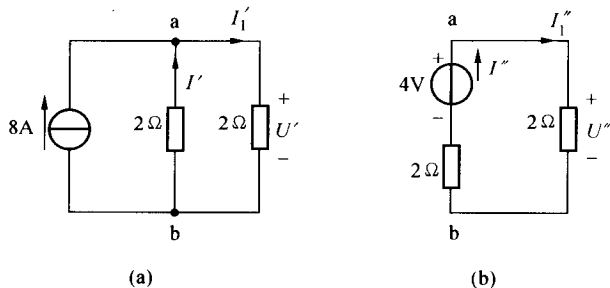


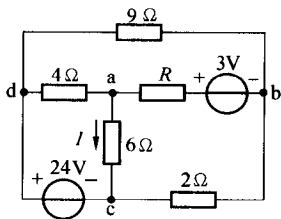
图 2-3

由图 2-3a 得: $I' = -4\text{A}$, $I'_1 = 4\text{A}$, $U' = 2I'_1 = 8\text{V}$;

由图 2-3b 得: $I'' = 1\text{A}$, $I''_1 = 1\text{A}$, $U'' = 2I''_1 = 2\text{V}$;

根据叠加原理,得 $I = I' + I'' = -3\text{A}$, $I_1 = I'_1 + I''_1 = 5\text{A}$, $U = U' + U'' = 10\text{V}$ 。

2-2 题 2-2 图所示电路,已知 $I = 2\text{A}$, $U_{ab} = 6\text{V}$,求 R 。



题 2-2 图

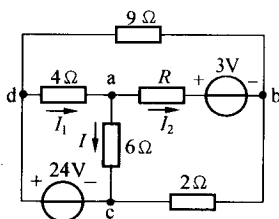


图 2-4

解 如图 2-4 所示,用支路电流法

对回路 $acda$: $4I_1 + 6I = 24$, 解得 $I_1 = \frac{24 - 6I}{4} = \frac{24 - 6 \times 2}{4} = 3(\text{A})$ 。

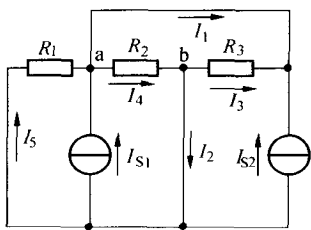
结点 a: $I_1 = I + I_2$, 故 $I_2 = I_1 - I = 3 - 2 = 1(\text{A})$ 。

已知 $U_{ab} = 6\text{V}$, 而 $U_{ab} = I_2 R + 3$, 故 $R = \frac{U_{ab} - 3}{I_2} = \frac{6 - 3}{1} = 3(\Omega)$ 。

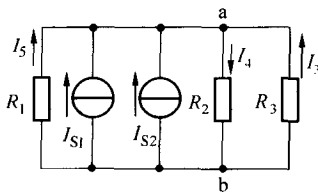
2-3 已知 $R_1 = 400\Omega$, $R_2 = 600\Omega$, $R_3 = 60\Omega$, $I_{S1} = 40\text{A}$, $I_{S2} = 36\text{A}$ 。求 I_1 、 I_2 。

解 根据电路的连接关系,可将原电路图改画为图 2-5a,再进行等效变换,如图 2-5b 所示。

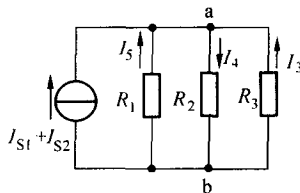
根据分流公式,由图 2-5b 可得



题 2-3 图



(a)



(b)

图 2-5

$$I_4 = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} (I_{S1} + I_{S2}) = \frac{\frac{1}{600}}{\frac{1}{400} + \frac{1}{600} + \frac{1}{60}} (40 + 36) = 6.08(\text{A}),$$

$$I_3 = -\frac{\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} (I_{S1} + I_{S2}) = -\frac{\frac{1}{60}}{\frac{1}{400} + \frac{1}{600} + \frac{1}{60}} (40 + 36) = -60.8(\text{A}).$$

回到原图,分别对结点 a、b 运用 KCL 得

$$I_1 = -I_3 - I_{S2} = 60.8 - 36 = 24.8(\text{A}), \quad I_2 = I_4 - I_3 = 66.88(\text{A}).$$

检验计算结果是否正确:

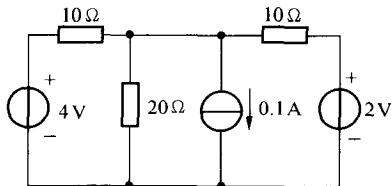
$$U_{ab} = I_4 R_2 = -I_3 R_3 = 3648(\text{V}), \quad I_5 = -\frac{U_{ab}}{R_1} = -\frac{3648}{400} = -9.12(\text{A}),$$

$$I_4^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_5^2 R_1 - I_{S1} U_{ab} - I_{S2} U_{ab}$$

$$= 6.08^2 \times 600 + (-60.8)^2 \times 60 + (-9.12)^2 \times 400 - 40 \times 3648 - 36 \times 3648 = 0.$$

功率平衡。

2-4 电路如题 2-4 图所示,求各支路电流。



题 2-4 图

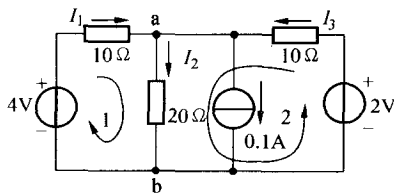


图 2-6

解 各支路电流参考方向如图 2-6 所示。

【方法一】支路电流法

结点 a:

$$I_1 + I_3 = I_2 + 0.1。$$

①

回路1:

$$4 = 10I_1 + 20I_2 \quad (2)$$

回路2:

$$2 = 10I_3 + 20I_2 \quad (3)$$

②-③得:

$$2 = 10(I_1 - I_3), \quad (4)$$

$$\text{①} \times 20 - \text{②} \text{得:} \quad 20(I_1 + I_3) - 4 = -10I_1 + 2, \quad (5)$$

$$\text{④} \times 2 + \text{⑤} \text{得:} \quad 50I_1 = 10, \quad I_1 = 0.2(\text{A});$$

$$\text{④} \times 3 - \text{⑤} \text{得:} \quad 0 = -50I_3, \quad I_3 = 0(\text{A});$$

则 $I_2 = I_1 + I_3 - 0.1 = 0.2 + 0 - 0.1 = 0.1(\text{A})$ 。

检验计算结果是否正确:

$$U_{ab} = 20I_2 = 20 \times 0.1 = 2(\text{V}),$$

$$\begin{aligned} & 10I_1^2 + 20I_2^2 + 10I_3^2 + 0.1U_{ab} - 4I_1 - 2I_3 \\ &= 10 \times 0.2^2 + 20 \times 0.1^2 + 0 + 0.1 \times 2 - 4 \times 0.2 - 0 = 0. \end{aligned}$$

功率平衡。

【方法二】 结点电压法

$$U_{ab} = \frac{\frac{4}{10} + \frac{2}{10} - 0.1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20}} = \frac{0.5}{0.25} = 2(\text{V});$$

$$I_2 = \frac{U_{ab}}{20} = \frac{2}{20} = 0.1(\text{A}), I_1 = \frac{4 - U_{ab}}{10} = \frac{4 - 2}{10} = 0.2(\text{A}), I_3 = \frac{2 - U_{ab}}{10} = \frac{2 - 2}{10} = 0(\text{A}).$$

【方法三】 等效变换法

根据等效电源变换原则,将原图依次变换为图2-7a、图2-7b。则

$$I_2 = \frac{\frac{1}{20}}{\frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10}} \times (0.3 + 0.2) = \frac{1}{2+1+2} \times 0.5 = 0.1(\text{A}); \quad U_{ab} = 20I_2 = 2(\text{V}).$$

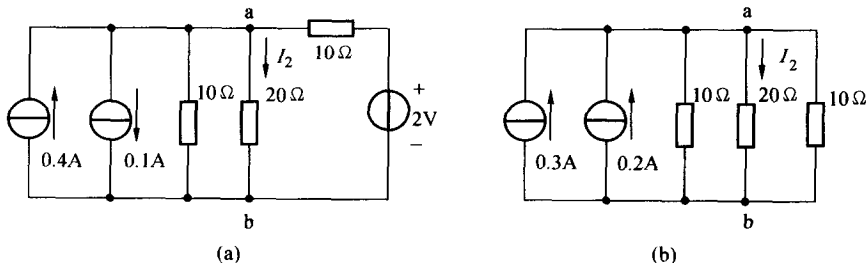


图2-7

回到原图,求得: $I_1 = \frac{4 - U_{ab}}{10} = \frac{4 - 2}{10} = 0.2(\text{A})$, $I_3 = \frac{2 - U_{ab}}{10} = \frac{2 - 2}{10} = 0(\text{A})$ 。

注意:等效变换前后 20Ω 电阻上的电压、电流不变,即变换后的电路对 20Ω 电阻是等效的;而两个 10Ω 的电阻在等效变换中均被看成是电源的内阻,所以应回到原图求解 I_1 和 I_3 。

2-5 已知: $I_{S1} = 2\text{A}$, $I_{S2} = 4\text{A}$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 8\Omega$, $R_5 = 10\Omega$, 求各电源的输出功率。

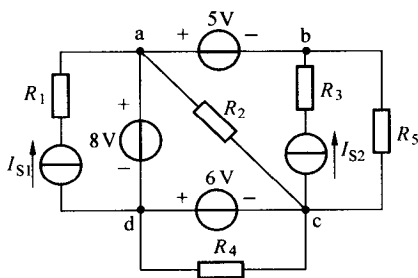
解 恒压源流过电流、恒流源两端电压、其他支路电流的参考方向如图 2-8 所示。

回路 1: $U_{S1} = I_{S1}R_1 + 8 = 2 \times 2 + 8 = 12(\text{V})$, 故 $P_{S1} = -U_{S1}I_{S1} = -12 \times 2 = -24(\text{W})$, I_{S1} 发出功率。

回路 abcd: $8 + 6 + I_{S2}R_3 = 5 + U_{S2}$, 则 $U_{S2} = 8 + 6 - 5 + 4 \times 6 = 33(\text{V})$, 故

$$P_{S2} = -U_{S2}I_{S2} = -33 \times 4 = -132(\text{W}),$$

I_{S2} 发出功率。



题 2-5 图

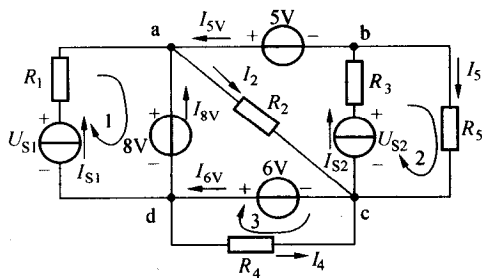


图 2-8

回路 2: $U_{S2} = I_{S2}R_3 + I_5R_5$, 故 $I_5 = \frac{U_{S2} - I_{S2}R_3}{R_5} = \frac{33 - 4 \times 6}{10} = 0.9(\text{A})$ 。

结点 b: $I_{S2} = I_{5V} + I_5$, 即 $I_{5V} = I_{S2} - I_5 = 4 - 0.9 = 3.1(\text{A})$, 故

$$P_{5V} = -5I_{5V} = -5 \times 3.1 = -15.5(\text{W}),$$

5V 恒压源发出功率。

回路 acda: $8 + 6 = I_2R_2$, 故 $I_2 = \frac{8 + 6}{R_2} = \frac{14}{4} = 3.5(\text{A})$ 。

结点 a: $I_{S1} + I_{8V} + I_{5V} = I_2$, 故 $I_{8V} = I_2 - I_{S1} - I_{5V} = 3.5 - 2 - 3.1 = -1.6(\text{A})$, 因此,

$$P_{8V} = -8I_{8V} = 8 \times 1.6 = 12.8(\text{W}),$$

8V 恒压源取用功率。

回路 3: $I_4R_4 = 6$, 故 $I_4 = \frac{6}{R_4} = \frac{6}{8} = 0.75(\text{A})$ 。