

Dianlu Fenxi
Xitijie

电路分析

习题解

——教师及自考生用书

(与《电路分析》配用)

$$\begin{aligned} h_{i_L}(t) &= \frac{1}{L} e^{-\frac{t}{\tau R}} \cdot U(t) \\ i_L(t) &= \int_0^t u_s(\xi) \cdot h_{i_L}(t - \xi) d\xi \\ &= \int_0^t U_0 [U(\xi) - U(\xi - t_0)] \cdot \frac{1}{L} e^{-\frac{t-\xi}{\tau R}} \cdot U(t - \xi) d\xi \\ &= \frac{U_0}{L} e^{-\frac{t}{\tau R}} \int_0^t [U(\xi) - U(\xi - t_0)] e^{\frac{\xi}{\tau R}} d\xi \end{aligned}$$

当 $0 \leq t \leq t_0$ 时, 有

$$\begin{aligned} i_L(t) &= \frac{U_0}{L} e^{-\frac{t}{\tau R}} \int_0^t e^{\frac{\xi}{\tau R}} d\xi = \frac{U_0}{L} e^{-\frac{t}{\tau R}} \cdot \frac{L}{R} (e^{\frac{t}{\tau R}} - 1) \\ &= \frac{U_0}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau R}}) \end{aligned}$$

当 $t \geq t_0$ 时, 有

$$\begin{aligned} i_L(t) &= \frac{U_0}{L} e^{-\frac{t}{\tau R}} \int_0^{t_0} e^{\frac{\xi}{\tau R}} d\xi = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau R}} (e^{\frac{t_0}{\tau R}} - 1) \\ &= \frac{U_0}{R} (1 - e^{-\frac{t_0}{\tau R}}) \cdot e^{-\frac{(t-t_0)}{\tau R}} \end{aligned}$$

电路分析习题解

——教师及自考生用书

林镇材 陈舜儿 编著

广东科技出版社
· 广 州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电路分析习题解: 教师及自考生用书/林镇材, 陈舜儿
编著. —广州: 广东科技出版社, 2002.3

ISBN 7-5359-2030-6

I. 电… II. ①林… ②陈… III. 电路分析—高等
教育—自学考试—解题 IV. TN702-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 071580 号

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn. com

http: //www. gdstp. com. cn

出 版 人: 黄达全

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

印 刷: 广东新华印刷厂

(广州市永福路 44 号 邮码: 510070)

规 格: 787mm×1 092mm 1/16 印张 10.75 字数 220 千

版 次: 2002 年 3 月第 1 版

2002 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000 册

定 价: 28.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

前 言

从当前“电路分析基础”教学发展的实际需要出发,按高教部颁发的课程教学大纲,在参阅大量本课程的有关教材与资料的基础上,我们编写了电子专业的专业基础课教材《电路分析》上、下册,并已由广东科技出版社出版。目前该教材已在中山大学、暨南大学及一些高等院校使用。教材出版后,笔者收到一些院校本课程的任课教师、电子专业类需学习该课程的一些自考学员的来电、来信,要求我们编写该课程的教师、自考用书及习题解。

经考虑,综合各方面的实际需要,我们编写了《电路分析习题解》,并把《电路分析》各章节的主要内容、重点与难点简单扼要地介绍给读者,使读者在学习时能掌握主要线索,令学习更为主动。

本书按《电路分析》章节顺序编写,先介绍各章节主要内容及重点、难点,然后解答练习题、习题,给出详细的解题过程。

由于篇幅所限,本书对各章节的练习题与习题题目不再重复,所有题目,可在原教材《电路分析》中查找。

《电路分析》是一门专业基础课,本课程的特点之一是习题较多,并一定要通过习题才能检验对授课内容消化、理解的程度。由于其题量大、题型及难度各异,故对任课教师,尤其新任本课程教学的教师带来一定的难度与压力。我们编写这本书,除可减轻这种压力外,也为对本课程极有兴趣,不满足教师所布置习题和有志参加自学考试的学生提供了做题的正确依据。

本书由中山大学电子与通信工程系林镇材教授主编、审核,并撰写各章节的主要内容及“重点与难点”,暨南大学电子工程系陈舜儿副教授为本书大部分习题及CAI练习做了具体演算与分析。

本书涉及的习题量较大,题型及难度各异,由于编著者水平有限,书中错误在所难免,恳请同行、专家及读者批评指正。

编著者
2001年4月
于中山大学

目 录

第一章 电路的基本概念及求解电路的基本方法	(1)
练习题题解	(1)
习题一题解	(3)
第二章 运用等效的概念求解电路的方法	(6)
练习题题解	(6)
习题二题解	(9)
第三章 运用过渡独立变量求解电路的方法	(14)
练习题题解	(14)
习题三题解	(18)
第四章 运用网络的定理求解电路的方法	(34)
练习题题解	(34)
习题四题解	(37)
第五章 电容元件与电感元件	(49)
练习题题解	(49)
习题五题解	(52)
第六章 一阶电路	(57)
练习题题解	(57)
习题六题解	(69)
第七章 二阶电路	(82)
练习题题解	(82)
习题七题解	(90)
第八章 冲激函数在动态电路分析中的应用	(96)
练习题题解	(96)
习题八题解	(99)
第九章 交流动态电路分析	(102)
练习题题解	(102)
习题九题解	(105)
第十章 正弦稳态的基本分析方法	(108)
练习题题解	(108)
习题十题解	(114)
第十一章 正弦稳态的功率与能量	(121)
练习题题解	(121)
习题十一题解	(124)
第十二章 网络的频率响应特性、谐振	(132)
练习题题解	(132)
习题十二题解	(136)

第十三章 周期性非正弦电路的稳态响应·····	(140)
练习题题解·····	(140)
习题十三题解·····	(145)
第十四章 耦合电感与理想变压器·····	(150)
练习题题解·····	(150)
习题十四题解·····	(153)
第十五章 双口网络·····	(157)
练习题题解·····	(157)
习题十五题解·····	(159)

第一章 电路的基本概念及求解电路的基本方法

【主要内容】

- (1) 电路的基本概念与理想部件、实际部件、电路模型的概念。
- (2) 电路的基本物理量(电流、电压及功率)的定义和电流参考方向、电压参考极性及关联参考方向与极性的引入。
- (3) 线性电阻与非线性电阻的概念及典型的非线性电阻。
- (4) 理想电压源与理想电流源的基本概念及实际电压源与实际电流源模型。
- (5) 受控电源的基本概念与受控电源的种类。
- (6) 平面电路与非平面电路的概念。
- (7) 求解电路的基本定律——基尔霍夫电压与电流定律,以及求解电路的最基本方法。

【重点与难点】

(1) 在求解电路时,电流参考方向与电压参考极性的引入,电流参考方向、电压参考极性与电路电流、电压真实极性的关系是本章的难点。本教材及通常都使用关联的电流、电压参考方向与极性,很多常见公式,定律都是在关联参考方向的前提下写出的,例如欧姆定律; $U = RI$ 。若不采取关联参考方向,也可写成 $U = -RI$ 。

(2) 应深刻理解受控电源的概念,及其两端输出的电压或发出的电流是受电路其他支路的电压与电流约束、控制的。它是为分析电路而引入的电路模型,并不一定追求在电路结构上加以实现。并注意线性受控源的定义,正确理解线性受控电源的伏安特性。

练习题题解^{*}

1-1

【解】 (a) 如图电压与电流为关联参考方向,有 $P = U \cdot I = (-1) \times 2 = -2(\text{W})$
吸收功率为负值,表示产生 2W 功率。

(b) 如图电压与电流为非关联参考方向,有 $P = -U \cdot I = -3 \times (-2) = 6(\text{W})$
吸收功率为 6W。

(c) 如图电压与电流为非关联参考方向,有 $p = -u \cdot i = -8 \times 2 \sin t = -16 \sin t (\text{mW})$
吸收功率为 $-16 \sin t$ 。在不同时刻,该式可以是正值或负值。当 $p > 0$ 时,为实际吸收功率;当 $p < 0$ 时,为实际产生功率。

1-2

【解】 (a) 根据 KCL:

$$-i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

得 $i_4 = i_1 - i_2 - i_3 = 2 - 3 - 5 = -6(\text{A})$

(b) $i_4 = i_1 - i_2 - i_3 = (-2) - 3 - 1 = -6(\text{A})$

1-3

【解】 (a) 根据 KVL: $-u_1 + u_2 - u_3 + u_4 = 0$

* 本书所有练习题、习题题目见广东科技出版社出版的《电路分析(上)(下)》。

得 $u_4 = u_1 - u_2 + u_3 = 1 - 2 + 4 = 3(\text{V})$

(b) $u_4 = u_1 - u_2 + u_3 = (-2) - 1 + 3 = 0(\text{V})$

1-4

【解】 由 $P = RI^2 = \frac{U^2}{R}$, 得

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{5}{20 \times 10^3}} = 15.8(\text{mA}) \quad U = \sqrt{R \cdot P} = \sqrt{20 \times 10^3 \times 5} = 316.2(\text{V})$$

1-5

答: 不能。因为非线性电阻的大小随其电压与电流的大小和方向变化而变化, 不是常数。

1-6

【解】 (a) $U_{ab} = 5 \times I = 5 \times 1 = 5(\text{V})$

这里 U_{ab} 与 I 为关联参考方向。

(b) $U_{ab} = -5 \times I = -5 \times 1 = -5(\text{V})$

这里 U_{ab} 与 I 为非关联参考方向。

(c) $U_{ab} = 5 \times I_1 = 5 \times 1 = 5(\text{V})$

$$U_{ac} = U_{ab} + U_{bc} = 5 + (-5 \times I_3) \\ = 5 + [(-5) \times (-2)] = 15(\text{V})$$

这里 U_{ab} 与 I_1 为关联参考方向, U_{bc} 与 I_3 为非关联参考方向。

1-7

【解】 这里理想电压源两端电压与流过它的电流无关。

(a) $U_{ab} = -5 + 4 = -1(\text{V})$, (b) $U_{ab} = 5 - 4 = 1(\text{V})$, (c) $U_{ab} = 5 + 4 - 3 = 6(\text{V})$

1-8

【解】 (a) $U_a = -5 \text{ V}$

$$U_b = \frac{-5}{1 \times 10^3 + 5 \times 10^3} \times 5 \times 10^3 = -\frac{25}{6} = -4.17(\text{V})$$

(b) 设电流 I 方向由 a 指向 b 。根据 KVL 和 VAR, 有

$$I = \frac{-10 - 25}{3 \times 10^3 + 2 \times 10^3 + 5 \times 10^3} = -3.5(\text{mA})$$

根据 KVL, 有

$$U_a = -3 \times 10^3 I - 10 = -3 \times (-3.5) - 10 = 0.5(\text{V})$$

$$U_b = 5 \times 10^3 I + 25 = 5(-3.5) + 25 = 7.5(\text{V})$$

1-9

【解】 求 U 可从 2Ω 电阻与 3V 电压源的路径去求。根据 KVL, 可得 $U = -2 \times 2 + 3 = -1(\text{V})$

1-10

【解】 设 I_2 参考方向如图 1-1 所示。根据 KVL, 有 $2I_2 + 0.8I_1 - 5I_1 = 0$

$$\text{由此得} \quad I_2 = \frac{1}{2}(5I_1 - 0.8I_1) = \frac{1}{2} \times 4.2I_1 = \frac{1}{2} \times 4.2 \times 3 \\ = 6.3(\text{A})$$

根据 KCL: $I_S = I_1 + I_2 = 3 + 6.3 = 9.3(\text{A})$

1-11

【解】 根据 VAR: $U = 3 \times 2 = 6(\text{V})$, $3U = 3 \times 6 = 18(\text{V})$

3Ω 电阻元件的吸收功率: $P_1 = 6 \times 2 = 12(\text{W})$

电流源吸收功率: $P_2 = (3U - U) \times 2 = 2U \times 2 = 2 \times 6 \times 2 = 24(\text{W})$

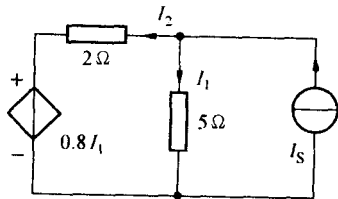


图 1-1

受控源吸收功率: $P_3 = -3U \times 2 = -6 \times 6 = -36(\text{W})$

即受控源产生功率 36W 。

1-12

【解】 根据 KCL, 4 个节点可列 3 个节点 KCL 方程:

$$-I_1 + I_2 - I_7 = 0, \quad -I_2 + I_3 - I_4 = 0, \quad I_4 - I_5 + I_6 + I_7 = 0$$

根据 KVL, 4 个网孔可列 4 个网孔 KVL 方程:

$$-U_{S1} + U_{S3} + R_5 I_7 = 0, \quad U_{S1} + U_{S2} - R_1 I_1 - R_2 I_3 = 0$$

$$-U_{S2} - U_{S3} + R_2 I_3 + R_3 I_5 = 0, \quad -R_3 I_5 - R_4 I_6 = 0$$

以上 7 元方程组可求解 7 个支路电流。

习题一题解

1.

【解】 根据 KVL, 得 $U_{S1} = U_{AB} - 10 \times 5 - 10 = 0 - 10 \times 5 - 10 = -60(\text{V})$

2.

$$\text{【解】 } Q(t) = \int_0^t i(t) dt = \int_0^t 4e^{-4t} dt = -e^{-4t} \Big|_0^t = -e^{-4t} + 1$$

$$Q(0.25) = -e^{-4 \times 0.25} + 1 = 0.632(\text{C})$$

3.

【解】 根据 KVL, 可得 $U_{AB} = 5 - 24 + 3 = -16(\text{V})$

4.

【解】 (1) U_a 与 1A 电流为关联参考方向, 有 $U_a = \frac{P}{I} = \frac{10}{1} = 10(\text{V})$

(2) I_b 与 10V 电压为非关联参考方向, 有 $I_b = -\frac{P}{U} = -\frac{10}{10} = -1(\text{A})$

(3) I_c 与 10V 电压为关联参考方向, 有 $I_c = \frac{P}{U} = \frac{-10}{10} = -1(\text{A})$

(4) 2mA 电流与 10mV 电压为非关联参考方向, 有 $P_d = -10 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3} = -20(\mu\text{W})$

(5) I_e 与 10V 电压为关联参考方向, 有 $I_e = -\frac{P}{U} = -\frac{10}{10} = -1(\text{A})$

(6) 2mA 电流与 2V 电压为非关联参考方向, 有 $P_F = UI = 2 \times 2 \times 10^{-3} = 4(\text{mW})$

5.

【解】 当 $0 \leq t \leq 1\text{s}$ 时: $u(t) = 5t(\text{V}), i(t) = 2(\text{A})$,

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = 5t \times 2 = 10t(\text{W})$$

当 $1 \leq t \leq 2\text{s}$ 时: $u(t) = 5(2-t)(\text{V}), i(t) = -2(\text{A})$

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = 5(2-t) \times (-2) = 10(t-2)(\text{W})$$

画出 $p(t)$ 的波形如图 1-2。

$$W = \int_0^2 p(t) dt = \int_0^1 10t dt + \int_1^2 10(t-2) dt$$

$$= 5t^2 \Big|_0^1 + (5t^2 - 20t) \Big|_1^2 = 5 + 20 - 40 - 5 + 20 = 0(\text{J})$$

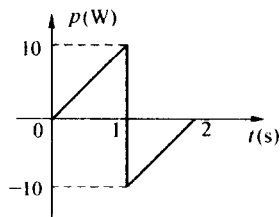


图 1-2

6.

【解】 根据 KVL 和 KCL, VAR, 得 $U = 12 + 2(10 - I_s)$

当 $I_s = 10\text{A}$ 时, $U = 12 + 2(10 - 10) = 12(\text{V})$

当 $I_s = 8\text{A}$ 时, $U = 12 + 2(10 - 8) = 16(\text{V})$

7.

【解】 根据 KVL: $R_1 \times 1 + 2 \times 2 - 10 - 12 = 0$

由此得 $R_1 = 18(\Omega)$

8.

【解】 据图的平面电路有关网孔以及有关闭合回路,可得 3 个 KVL 方程:

$$U_7 - U_5 - U_6 = 0, \quad U_5 + U_2 + U_{11} - U_1 = 0, \quad U_4 - U_{10} - U_2 + U_6 - U_{12} = 0$$

从而求出:

$$U_5 = U_7 - U_6 = -3 - 2 = -5(\text{V}), \quad U_{11} = U_1 - U_2 - U_5 = 10 - 5 - (-5) = 10(\text{V})$$

$$U_{10} = U_4 + U_6 - U_2 - U_{12} = -3 + 2 - 5 - 8 = -14(\text{V})$$

另 3 个电压 U_3 、 U_8 、 U_9 未能确定,需知道这 3 个未知电压其中的一个,才可根据有关的网孔方程确定这所有电压。

9.

【解】 根据 KCL: $I = 0$

若将 A、B 短接,根据 KVL,则可得 $I = \frac{6-3}{3} = 1(\text{A})$

10.

【解】 根据 KVL 和 VAR: $i = \frac{1-2}{2} = -0.5(\text{A}), \quad i_3 = 2i = 2 \times (-0.5) = -1(\text{A})$

11.

【解】 根据 KVL: $U = 10 - 4.5i_1 = 10 - 4.5 \times 1 = 5.5(\text{V})$

$$i_2 = (10 - U - 3U)$$

$$= 10 - 4U = 10 - 4 \times 5.5 = -12(\text{A})$$

12.

【解】 (1) U 与 I 为非关联参考方向。根据 VAR,有 $I = -\frac{U}{10} = -\frac{5}{10} = -0.5(\text{A})$

(2) U 与 I 为非关联参考方向。根据 VAR,有 $U = -3I = -3 \times 2 = -6(\text{V})$

$$(3) p(t) = \frac{u^2(t)}{5} = \frac{(3\cos 2t)^2}{5} = \frac{9}{10} (1 + \cos 4t) \quad (\text{W})$$

13.

【解】 设 I_1 、 I_2 和 I_3 如图 1-3。根据 KCL:

$$I_1 = 4 - 1 = 3(\text{A}), \quad I_2 = 2 - I_1 = 2 - 3 = -1(\text{A})$$

$$I_3 = I_2 - 3 = -1 - 3 = -4(\text{A}), \quad I_X = I_3 - 1 = -4 - 1 = -5(\text{A})$$

根据 KVL: $U_X = -10 + 5I_2 = -10 + 5(-1) = -15(\text{V})$

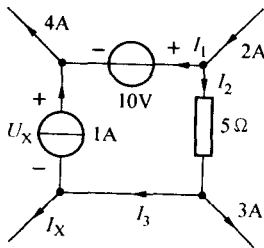


图 1-3

14.

【解】 根据 KVL、KCL 和 VAR: $I = \frac{\frac{2}{3}I}{10} + \frac{12 + \frac{2}{3}I}{5}$

得 $I = 3(\text{A})$

15.

【解】 要 I 为零,流过 3Ω 电阻支路的电流为 2A ,得 $U_S = 3 \times 2 = 6(\text{V})$

16.

【解】 用支路电流法求解。设各支路电流如图 1-4。

根据 KCL:

$$I_3 - I_1 - I_2 = 0, \quad I_5 + I_4 - I_3 = 0$$

这里受控电压源电流为未知,可不设并少列一个 KCL 方程。根据 KVL:

$$3I_3 + 1 \cdot I_1 + 4I_4 = U_s = -19.5,$$

$$1 \cdot I_1 - 2I_2 = 10U_1 = 10,$$

$$I_5 R - 4I_4 = 10U_1 = 10$$

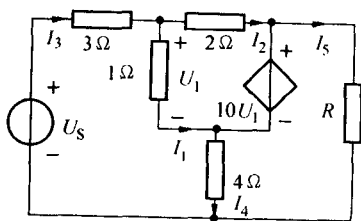


图 1-4

根据 VAR: $U_1 = 1 \cdot I_1 = 1(\text{V})$

以上 6 元方程组可求 $I_1 \sim I_5$ 和 R 共 6 个未知量。得

$$I_1 = 1 \text{ A} \quad I_2 = -4.5 \text{ A} \quad I_3 = -3.5 \text{ A}$$

$$I_4 = -2.5 \text{ A} \quad I_5 = -1 \text{ A} \quad R = 0 \Omega$$

17.

【解】 根据 KVL 和 VAR: $I = \frac{1-2}{2} = -0.5(\text{A})$

受控源电流 $2I = 2 \times (-0.5) = -1(\text{A})$

各元件吸收功率

$$P_{2V} = 2(2I + I + \frac{2}{1} \cdot I) = 10I = 10(-0.5) = -5(\text{W})$$

$$P_{1V} = -1 \cdot (I + \frac{2}{1} \cdot I) = -3I = -3(-0.5) = 1.5(\text{W})$$

$$P_{1\Omega} = (\frac{2}{1}I)^2 \cdot 1 = 4I^2 = 4(-0.5)^2 = 1(\text{W})$$

$$P_{2\Omega} = 2 \cdot I^2 = 2(-0.5)^2 = 0.5(\text{W})$$

$$P_{2I} = -2 \cdot 2I = -4I = -4(-0.5) = 2(\text{W})$$

可验证 $\sum P = 0$, 功率守恒。

第二章 运用等效的概念 求解电路的方法

【主要内容】

- (1) 二端网络及等效二端网络的概念。
- (2) 常用的分压公式与分流公式。
- (3) 实际电压源与实际电流源的等效互换。
- (4) 运用等效的概念分析计算混联电路。
- (5) 含有受控电源的电路, 如何求其等效电路。

【重点与难点】

(1) 本章应着重正确理解“等效”的概念, 其实质就是将一个结构复杂的无源电阻混联电路或含有多个电源(电压或电流源)的结构复杂的直流电阻电路, 等效成一个结构只有一个电阻元件电路(前者)或只有一个电源一个电阻的电路(后者), 而对于任何外电路都与原电路在其端口具有相同的伏安特性。

(2) 当求含有受控源二端网络的输入端的等效电阻时, 应注意受控电源的基本概念, 不能简单地把它们当作独立源处理, 即电压源令它短路, 电流源令其开路, 而应通过电路求出端口的 U/I 比值, 这才是该含受控源二端网络的输入端等效电阻。

练习题题解

2-1

【解】 (a) $R_{ab} = 6 // 6 // 6 // (2 + 4) = 1.5(\Omega)$

(b) $R_{ab} = 3 // 6 + 2 // 4 = \frac{3 \times 6}{3 + 6} + \frac{2 \times 4}{2 + 4} = 3 \frac{1}{3} = 3.33(\Omega)$

(c) $R_{ab} = 5 // 10 = \frac{10}{3} = 3.33(\Omega)$

其中 12Ω 电阻被短路, 不起作用。

(d) $R_{ab} = 8 + 6 // 10 = 11.75(\Omega)$

2-2

【解】 (a) 根据串联电阻分压公式, 得 $U_x = \frac{2}{2+2//4} \times 6 = \frac{18}{5} = 3.6(V)$

(b) 根据串联电阻分压公式, 得 $U_x = -\frac{3}{2+3+4} \times 10 = -\frac{10}{3} = -3.33(V)$

(c) 根据串联电阻分压公式和 KVL, 得 $U_x = -\frac{2}{2+3} \times 8 + \frac{1}{1+4} \times 8 = -1.6(V)$

2-3

【解】 等效电压源模型如图 2-1 所示。

(a) 电流源串联电阻支路等效为理想电流源, 串联电阻不起作用。

(b) 电流源串联电阻支路等效为理想电流源, 串联电阻不起作用, 理想电流源不能等效为电压源模型。

(c) $U_s = RI_s = \frac{I_s}{G} = \frac{2}{0.2} = 10(V)$, $R = \frac{1}{G} = \frac{1}{0.2} = 5(\Omega)$

2-4

【解】 等效电流源模型如图 2-2 所示。

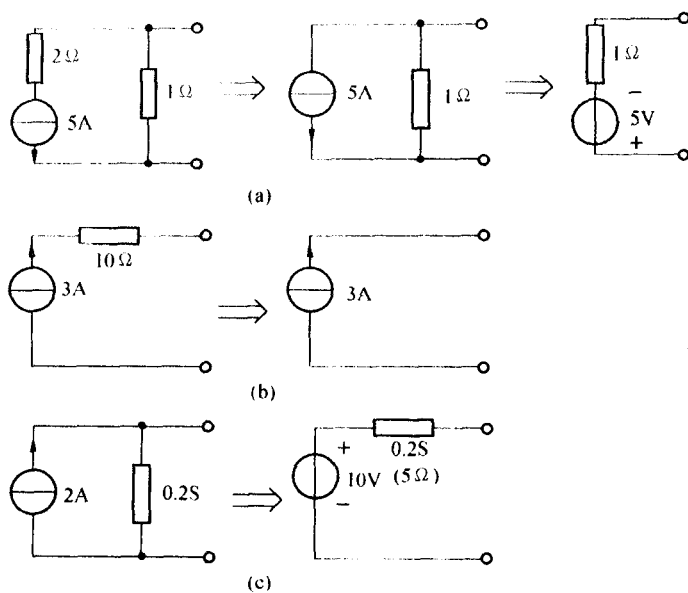


图 2-1

$$(a) I_s = \frac{U_s}{R} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} (\text{A})$$

(b) 电压源并联电阻等效为理想电压源, 并联电阻不起作用, 理想电压源不能等效为电流源模型。

(c) 电压源并联电阻等效为理想电压源, 并联电阻不起作用。

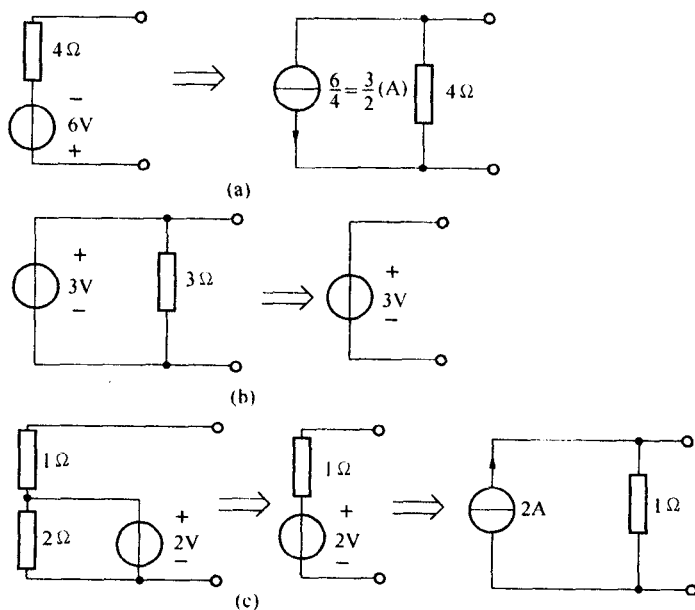


图 2-2

2-5

【解】 (a) 根据 VAR: $I = \frac{-10}{3 + 2 \parallel (1 + 4)} = -\frac{70}{31} (\text{A})$

根据串联电阻分压公式:

$$U_2 = \frac{2 \parallel (1+4)}{3+2 \parallel (1+4)} \times 10 = \frac{100}{31} (\text{V}), \quad U_1 = \frac{4}{4+1} U_2 = \frac{4}{5} \times \frac{100}{31} = \frac{80}{31} (\text{V})$$

(b) 根据串联电阻分压公式: $U = -\frac{1}{1+1} \times 8 = -4 (\text{V})$

(c) 从电压源看去, 总电阻为

$$R_{\Sigma} = 1 \parallel 2 + 2 \parallel (1+2) = \frac{28}{15} (\Omega), \quad I_{\Sigma} = \frac{10}{R_{\Sigma}} = \frac{150}{28} = \frac{75}{14} (\text{mA})$$

根据并联电阻分流公式: $I = \frac{2}{1+2} I_{\Sigma} = \frac{2}{3} \times \frac{75}{14} = \frac{25}{7} (\text{mA}) = 3.57 (\text{mA})$

2-6

【解】 (a) 化为电流源并联电阻组合如图 2-3(a) 所示。理想电流源与理想电压源串联支路可等效为理想电流源, 电压源不起作用。

(b) 化为电压源串联电阻组合如图 2-3(b) 所示。理想电流源与理想电压源并联支路可等效为理想电压源, 电流源不起作用。

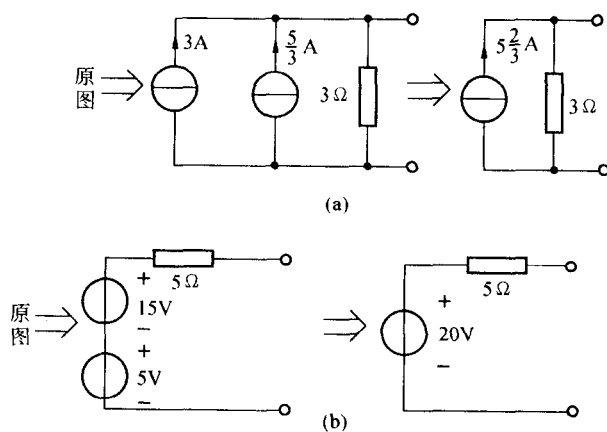


图 2-3

2-7

【解】 (a) 设端电压 U 、 I 如图 2-4(a)。根据 VAR 和 KL:

$$U = 4I_1, \quad I = \frac{U - \alpha I_1}{2} + I_1$$

得 $R_i = \frac{U}{I} = \frac{8}{6-\alpha} (\Omega)$

(b) 设端电流 I 如图 2-4(b) 所示。根据 KVL: $U = 2I - \alpha U$

得 $R_i = \frac{U}{I} = \frac{2}{1+\alpha} (\Omega)$

2-8

【解】 (a) $R_{12} = \frac{4 \times 3 + 3 \times 1 + 1 \times 4}{1} = 19 (\Omega), \quad R_{23} = \frac{4 \times 3 + 3 \times 1 + 1 \times 4}{4} = \frac{19}{4} (\Omega) = 4.75 (\Omega)$

$$R_{31} = \frac{4 \times 3 + 3 \times 1 + 1 \times 4}{3} = \frac{19}{3} (\Omega) = 6.33 (\Omega)$$

得到等效 π 形联接如图 2-5(a) 所示。

(b) $R_1 = \frac{2 \times 3}{3+1+2} = 1 (\Omega), R_2 = \frac{3 \times 1}{3+1+2} = \frac{1}{2} (\Omega) = 0.5 (\Omega), R_3 = \frac{1 \times 2}{3+1+2} = \frac{1}{3} (\Omega) = 0.333 (\Omega)$

得到等效 T 形联接如图 2-5(b) 所示。

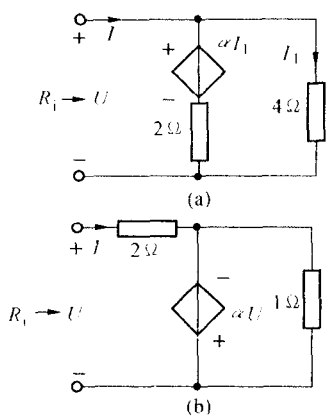


图 2-4

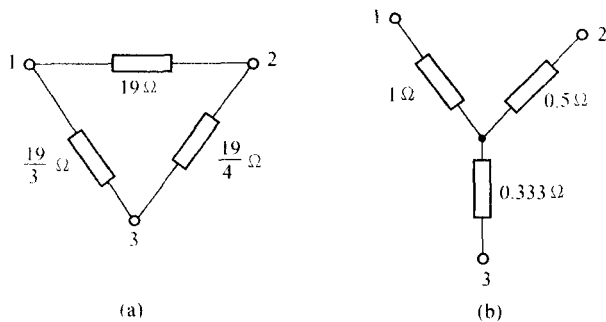


图 2-5

习题二题解

1.

【解】 (a) $R = 1 + 10 // (2 + 4 // 8) = \frac{46}{11} (\Omega)$

(b) 先将原图中 1Ω 、 3Ω 和 4Ω 电阻构成的 π 形联接变换为 T 形联接, 再将串并联电阻等效为一个电阻, 如图 2-6(a) 所示。则

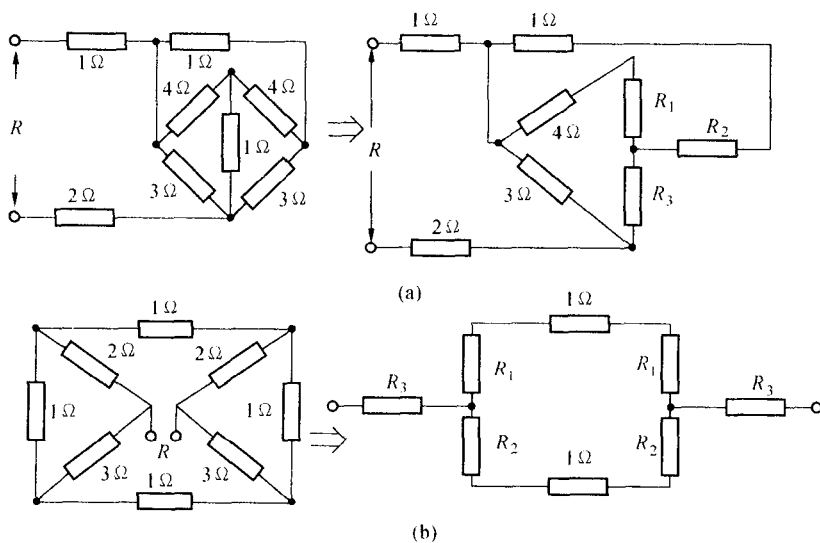


图 2-6

$$R_1 = \frac{1 \times 4}{1 + 4 + 3} = \frac{1}{2} (\Omega), \quad R_2 = \frac{4 \times 3}{1 + 4 + 3} = \frac{3}{2} (\Omega), \quad R_3 = \frac{3 \times 1}{1 + 4 + 3} = \frac{3}{8} (\Omega)$$

$$\begin{aligned} R &= 1 + [(1 + R_2) // (4 + R_1) + R_3] // 3 + 2 \\ &= 3 + \left(\frac{45}{28} + \frac{3}{8} \right) // 3 = 3 + \frac{37}{31} = \frac{130}{31} = 4.19 (\Omega) \end{aligned}$$

(c) 将两个 π 形联接变换为 T 形联接如图 2-6(b) 所示, 然后用串并联等效公式求 R 。

$$R_1 = \frac{1 \times 2}{1 + 2 + 3} = \frac{1}{3} (\Omega), \quad R_2 = \frac{1 \times 3}{1 + 2 + 3} = \frac{1}{2} (\Omega), \quad R_3 = \frac{2 \times 3}{1 + 2 + 3} = 1 (\Omega)$$

$$R = R_3 + (R_1 + 1 + R_1) // (R_2 + 1 + R_2) + R_3$$

$$= 1 + \left(\frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{3} \right) // \left(\frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} \right) + 1$$

$$= 2 \frac{10}{11} = 2.91 (\Omega)$$

2.

【解】 (a) 根据串联电阻分压公式, 有 $U = \frac{R}{10 + R} \times 5 = 2 (\text{V})$

得 $R = \frac{20}{3} (\Omega) = 6.67 (\Omega)$

(b) 根据 VAR: $R = \frac{U}{I} = \frac{3}{2} = 1.5 (\Omega)$

(c) 根据并联电阻分流公式, 可得 $I = \frac{8}{R + 8} \times 4 = 1 (\text{A})$

由此得 $R = 24 (\Omega)$

(d) 根据 VAR: $R = \frac{U}{I} = \frac{6}{1.5} = 4 (\Omega)$

3.

【解】 (1) 设 U_3 、 U_4 参考极性如图 2-7。从电压源看去, 总电阻为

$$R = 2 + 30 // [2 + 20 // (2 + 10)] = 2 + 30 // \left(2 + \frac{15}{2} \right)$$

$$= 2 + \frac{570}{79}$$

$$= \frac{728}{79} = 9.22 (\Omega)$$

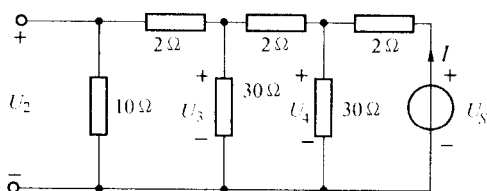


图 2-7

根据分压公式, 得

$$U_4 = \frac{\frac{570}{79}}{R} \times U_s = \frac{570}{728} \times 18 = \frac{2565}{182} (\text{V}) = 14.1 (\text{V})$$

$$U_3 = \frac{7.5}{9.5} U_4 = \frac{7.5}{9.5} \times \frac{2565}{182} = \frac{2025}{182} (\text{V}) = 11.1 (\text{V}), \quad U_2 = \frac{10}{12} U_3 = \frac{10125}{1092} (\text{V}) = 9.27 (\text{V})$$

(2) $U_3 = \frac{12}{10} U_2 = \frac{12}{10} \times 15 = 18 (\text{V}), \quad U_4 = \frac{9.5}{7.5} U_3 = \frac{9.5}{7.5} \times 18 = \frac{19 \times 6}{5} (\text{V})$

$$U_s = \frac{728}{570} U_4 = \frac{728}{570} \times \frac{19 \times 6}{5} = \frac{728}{25} (\text{V}) = 29.12 (\text{V}), \quad I = \frac{U_s}{R} = \frac{728}{25} \times \frac{79}{728} = \frac{79}{25} (\text{A}) = 3.16 (\text{A})$$

或按比例求出 $U_s = \frac{1092 \times 18}{10125} \times 15 = \frac{728}{25} (\text{V}) = 29.12 (\text{V})$

4.

【解】 依题意可知:

$$R_c = (1+2) // 1 = \frac{3}{4} (\Omega), \quad R_b = \left(\frac{3}{4} + 2 \right) // 1 = \frac{11}{15} (\Omega), \quad R_a = \left(\frac{11}{15} + 2 \right) // 1 = \frac{41}{56} (\Omega)$$

根据串联电阻分压公式, 可得

$$U_a = \frac{\frac{41}{56}}{2 + \frac{41}{56}} U = \frac{41}{153} U = 0.268 U, \quad U_b = \frac{\frac{11}{15}}{2 + \frac{11}{15}} U_a = \frac{11}{153} U = 0.0719 U$$

$$U_c = \frac{\frac{3}{4}}{2 + \frac{3}{4}} U_b = \frac{3}{153} U = 0.0196 U, \quad U_d = \frac{1}{2+1} U_c = \frac{1}{153} U = 6.54 \times 10^{-3} U$$

5.

【解】 (a) $I = \frac{10}{R // R} = \frac{10}{\frac{10}{2}} = 2(\text{A}),$ (b) $I = \frac{10}{R // R // R} = \frac{10}{\frac{10}{3}} = 3(\text{A})$

(c) $I = \frac{10}{R // R // R // R} = \frac{10}{\frac{10}{4}} = 4(\text{A})$

6.

【解】 (1) 设计的电路图如图 2-8 所示。

当电位器触头滑至最高点时, 输出电压为 18 V。

当电位器触头滑至下段电阻为 R 时, 输出电压为 12 V。根

据串联电阻分压公式, 可求出 R , 即 $\frac{2+R}{4} = \frac{12}{18}$

由此得 $R = \frac{2}{3} (\text{k}\Omega)$

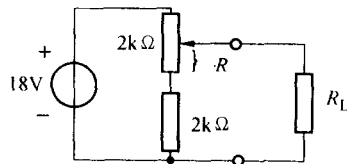


图 2-8

$$(2) U_0 = \frac{(2+R) // R_L}{(2+R) // R_L + (2-R)} \times 18 = \frac{(2+\frac{2}{3}) // 2}{(2+\frac{2}{3}) // 2 + (2-\frac{2}{3})} \times 18$$

$$= \frac{108}{13} (\text{V}) = 8.31 (\text{V})$$

(3) 此时实际输出电压为 18 V, 因为这时 1 kΩ 电阻直接接到了理想电压源上。

7.

证明: 对图(a), 根据分压公式和分流公式:

$$I = \frac{4 // (3+2 // 1)}{5+4 // (3+2 // 1)} \cdot \frac{2 // 1}{3+2 // 1} \cdot \frac{1}{2} \times 5$$

$$= \frac{20}{159} (\text{A}) = 0.126 (\text{A})$$

对图(b), 有

$$I = \frac{1 // (5 // 4+3)}{2+1 // (5 // 4+3)} \cdot \frac{5 // 4}{3+5 // 4} \cdot \frac{1}{5} \times 5$$

$$= \frac{20}{159} (\text{A}) = 0.126 (\text{A})$$

说明 5 V 电压源支路与 I 流过之短路线互换位置, 短路线的电流相同。这是线性电路互易性的表现。

8.

【解】 电路化简如图 2-9 所示。