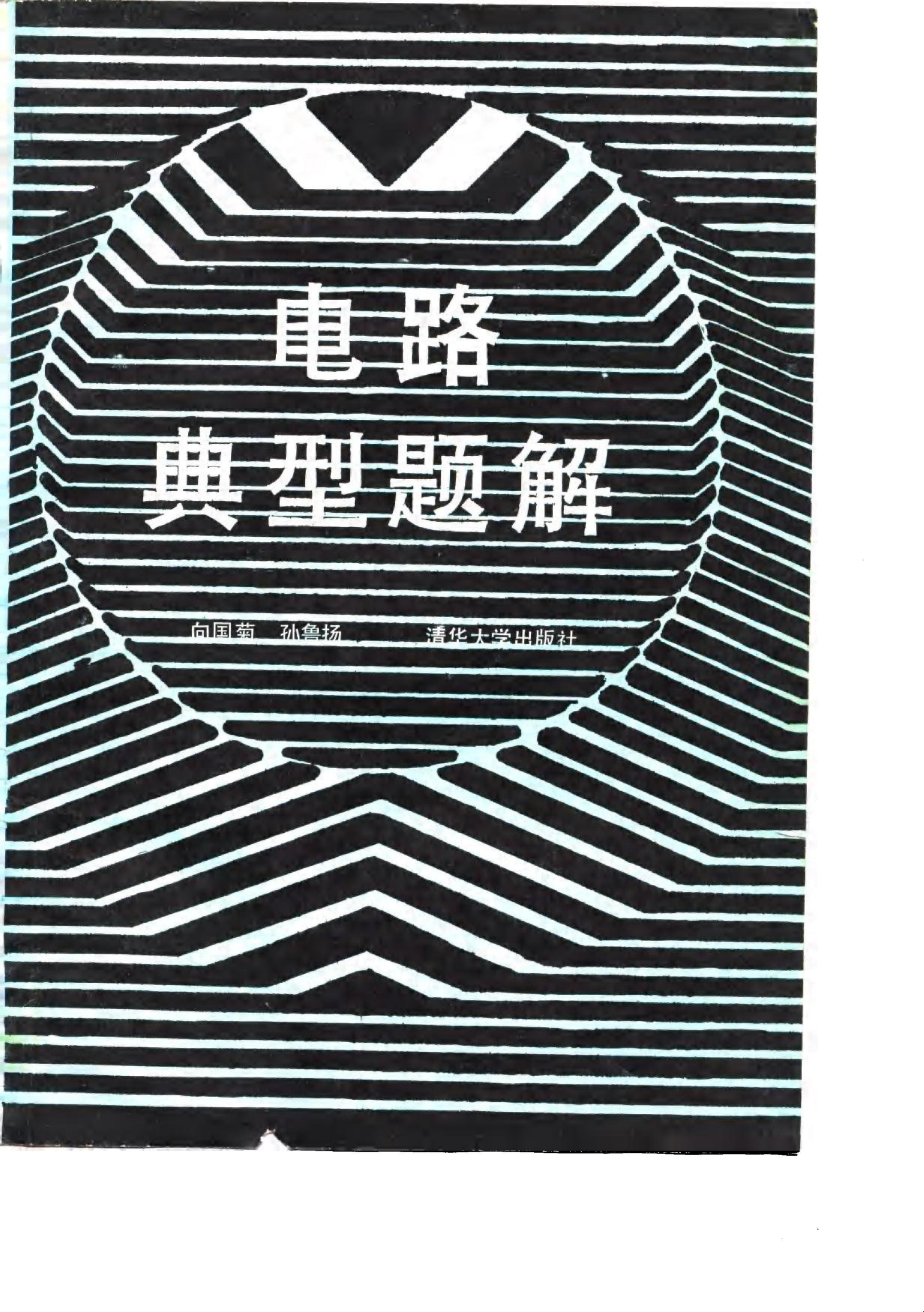




电路 典型题解

向国菊 孙鲁扬

清华大学出版社

内 容 简 介

为配合大学生学习电路基础理论,提高综合解题能力,本书精选了清华大学、华中工学院等 33 所院校近几年招考硕士研究生的电路入学试题共 329 题,按电路基础理论系统分类编排,逐一详解。

本书可帮助在校大学生掌握各类电路问题和典型难题的解题思路,提高分析问题和解决问题的能力。对于电类硕士研究生考生、自学电路课程的人员和从事电路教学的教师,本书是很有用的参考书。

电 路 典 型 题 解

向国菊 孙鲁扬 编

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 26 字数: 615 千字

1989 年 3 月第 1 版 1989 年 3 月第 1 次印刷

印数: 0001-8000

ISBN7-302-00277-0/TM·2

定价: 5.15 元

前 言

近代电路理论有了极大发展,国内各种电路教材内容也不尽统一。根据对电类专业学生在电路基础和理论方面的要求,本书搜集了 33 所院校、研究所近几年招收硕士研究生的入学试题共 48 份,具有一定的代表性。不同试卷,五彩缤纷,各呈特色,尽是有关教师精心编拟,心血所凝。试题涉及电工理论的各个部分,有的还把电子技术的某些内容有机地结合进来。题目立意新颖,构思灵活,类型齐全,内涵丰富。一般都具有一定难度,解题必须灵活运用基本概念。

本书按电路理论系统分成七章,依次为:直流电路、正弦稳态电路、一阶电路和二阶电路、非线性电路、双口网络和多端元件、电路矩阵分析和状态方程、传输线。配合教材顺序,便于阅读。同时还分题注明校名及年度,使读者能顺利地集成整份试卷,进行自我测验,掌握试题份量。

逐题解析时,力求思路清晰,步骤完整、数据准确、附图齐全。对一些概念性较强的典型题目,都给出了几种不同解法,以资比较,相互验证。对一些试题的重点,难点及易于发生错误之处,都一一点出。题解融汇了各种解题方法和技巧,以期提高读者解算电路的能力,加深基本概念的理解。本书若对读者在电路理论学习中有所裨益,当首先归功于各位拟题教师的辛勤劳动。本书所选试题多数为编者零星收集、转抄所得。如有漏错,敬希鉴谅。

为了全书统一,在不影响原题意图的前提下,元件符号,代号以及量的单位符号尽可能做了统一;书中相量表示法也一律采用有效值相量表示,有需用最大值相量表示之处,则补以下标 m ,以示区别;为尽量尊重原题,部分名词术语(例如传输线和长线、回转电阻 r 和回转系数 α 、节点电压法,节点电位法和节点法等等)在本书同时并存使用。

本书自始至终得到山东纺织工学院领导的关怀与支持,清华大学电机系赵莼善老师对部分题解进行了精心校审,并提出了许多宝贵意见。在此,特致深切谢意。

限于我们的水平,又缺乏经验,成书仓促,错漏不妥之处恐还不少,恳切希望读者批评指正。

编 者

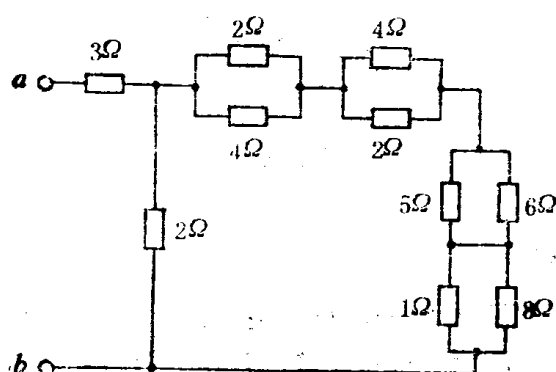
1988年2月于青岛

目 录

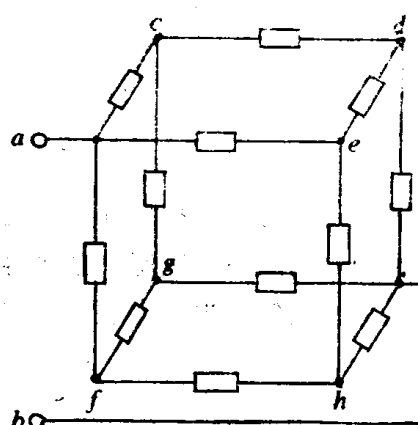
第一章	直流电路	1
第二章	正弦稳态电路	52
第三章	一阶电路和二阶电路	163
第四章	非线性电路	287
第五章	双口网络和多端元件	302
第六章	电路矩阵分析和状态方程	349
第七章	传输线	403

第一章 直流电路

1-1 (15分) 试求图 1-1(a), 图 1-1(b), 图 1-1(c) 所示三个子电路 ab 端的等效电阻值。(83 年上海交通大学试题)

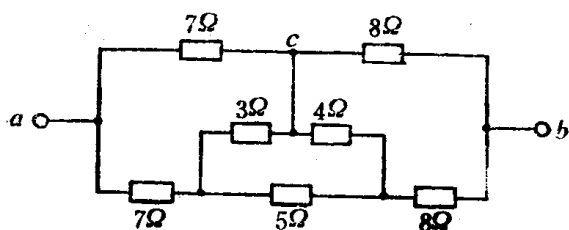


(a)



全部电阻为 1Ω

(c)



(b)

图 1-1 (a) — (c)

解 (1) 图 1-1 (a) : 本电路可利用电阻串联、并联公式直接求解①

$$R_{ab} = 3 + 2 // [(2 // 4) + (4 // 2) + (5 // 6) + (1 // 8)]$$

$$= 3 + 2 // 6.282 = 4.517\Omega$$

(2) 图 1-1(b): 先进行 Δ -Y 形等效变换, 将图 1-1(b) 等效变换为图 1-1(d), 其中

$$R_{ao_1} = \frac{7 \times 7}{7 + 7 + 3} = 2.882\Omega, \quad R_{co_1} = R_{do_1} = \frac{7 \times 3}{7 + 7 + 3} = 1.235\Omega$$

① 本题解中用“//”表示电阻的并联, 下同。

$$R_{bo_2} = \frac{8 \times 8}{8 + 8 + 4} = 3.2\Omega, \quad R_{co_2} = R_{eo_2} = \frac{8 \times 4}{8 + 8 + 4} = 1.6\Omega$$

由图 1-1(d) 得

$$R_{ab} = R_{ao_1} + R_{o_1o_2} + R_{bo_2} = 2.882 + [(1.235 + 1.6) // (1.235 + 5 + 1.6)] + 3.2 = 8.164\Omega$$

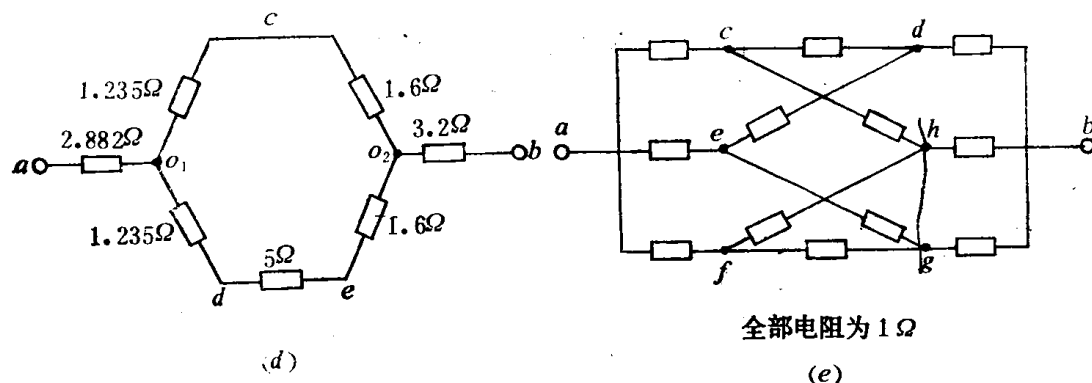


图 1-1 (d) (e)

(3) 图 1-1(c): 将图 1-1(c) 电路改画为图 1-1(e), 可见这是个平衡对称网络。设想在 ab 端加一电压源, 必然得出 c, e, f 三点电位相等, 可视为短路; d, h, g 三点的电位也相等, 也视为短路。则

$$R_{ab} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6}\Omega$$

1-2 (10 分) 试求图 1-2(a) 的等效电阻 R_{ab} 及图 1-2(b) 的等效电阻 R_{ab} 与 R_{ag} 。(83 年兰州铁道学院试题)

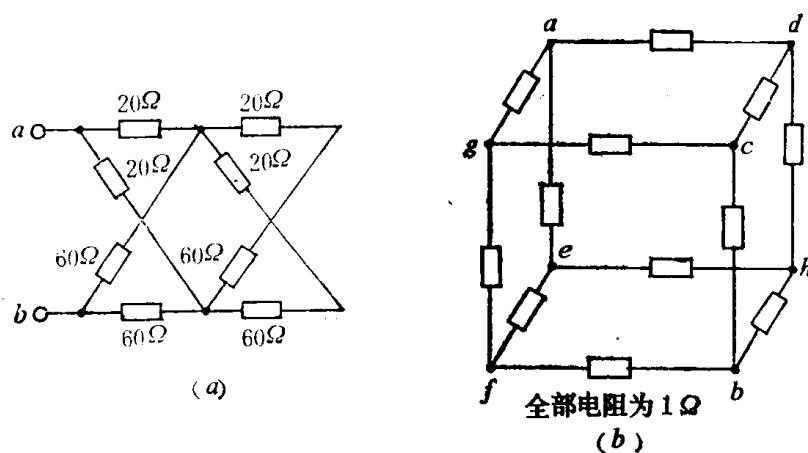


图 1-2 (a)、(b)

解 (1) 图 1-2(a): 将图 1-2(a) 电路改画为图 1-2(c), 可见是个平衡电桥, c, d 两点电位相等, 可视为短路。则

$$R_{ab} = (20 // 20) + (60 // 60) = 40\Omega$$

(2) 图 1-2(b)

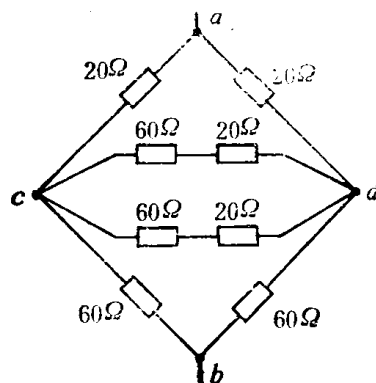
① 求 R_{ab} 此题与题 1-1 中第 3 子题相同, 所以

$$R_{ab} = \frac{5}{6} \Omega$$

② 求 R_{ag} 设想在 ag 之间加一电压源, 则有 $i_{ad} = i_{ae}$, $i_{gc} = i_{gf}$ 。因此 d, e 两点等电位, 可视为短路。 c, f 两点等电位, 可视为短路。作出等效电路如图 1-2(d) 所示, 图中用虚线将等电位点连接起来。再将图 1-2(d) 进一步化简得图 1-2(e), 由此求出

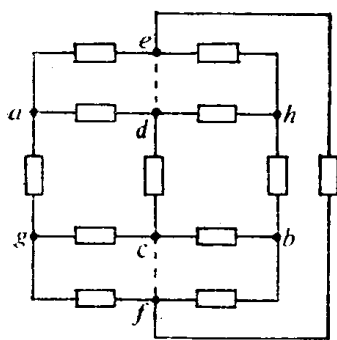
$$R' = 0.5 // (0.5 + 1 + 0.5) = 0.4 \Omega$$

$$R_{ag} = 1 // (0.5 + R' + 0.5) = 0.583 \Omega$$



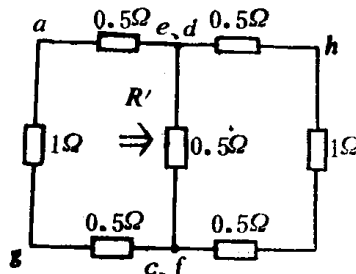
(c)

图 1-2 (c)



全部电阻为 1Ω

(d)



(e)

图 1-2 (d)、(e)

1-3 求图 1-3 所示电路的等值电阻 R_{ab} 。(86 年太原机械学院试题)

解 本电路中包含两个 T 型电阻网络, 且其参数成比例。若在 a, b 之间加一电压源, 则必有 c, d 两点电位相等。即 c, d 两点可视为短路, 这样就可按电阻串并联公式求 R_{ab} 。

$$R_{ab} = 2 // 1 + (4 // 2) // (6 // 3 + 2)$$

$$= \frac{2}{3} + \frac{4}{3} // (2 + 2) = \frac{2}{3} + 1$$

$$= \frac{5}{3} \text{ k}\Omega$$

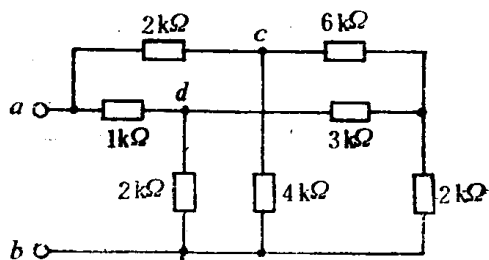


图 1-3

1-4 图 1-4(a) 所示电路, 求 ab 两端的等效电阻。(83 年太原工学院试题)

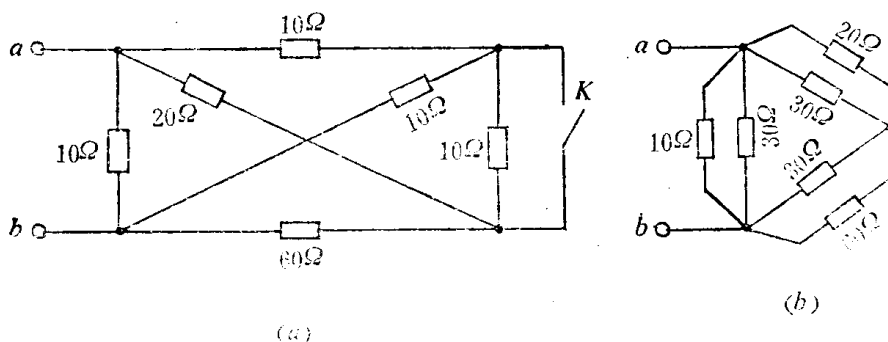


图 1-4

解 先把 Y 接 10Ω 电阻进行 Y- Δ 等效变换, 作出图 1-4(a) 的等效电路如图 1-4(b) 示, 其中的 30Ω 电阻是由 Y- Δ 变换而来的。计算 R_{ab}

$$R_{ab} = 10 // 30 // [(20 // 30) + (60 // 30)] = 6.075\Omega$$

1-5 (10分) 试给出图 1-5(a) 和 (b) 所示两个单口网络的 $v-i$ 特性曲线 (图中 D 为理想二极管)。(83 年上海交通大学试题)

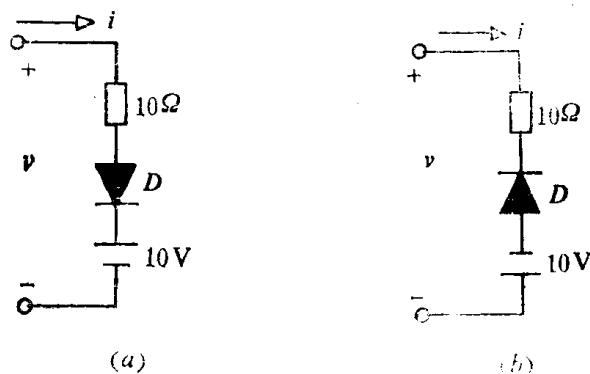


图 1-5 (a)、(b)

解 (1) 图 1-5(a): 设电流电压参考方向如图示①。当 $v > 10V$ 时, 理想二极管 D 导通, 两端视为短路; 当 $v \leq 10V$ 时, D 截止, 两端视为开路。由此得出图 1-5(a) 的伏安特性为

$$i = \begin{cases} \frac{1}{10}(v - 10) \text{ A}, & v > 10V \\ 0, & v \leq 10V \end{cases}$$

(2) 图 1-5 (b): 当 $v < -10V$ 时, D 导通; $v \geq -10V$ 时, D 截止。其伏安特性为

$$i = \begin{cases} \frac{1}{10}(v + 10) \text{ A}, & v < -10V \\ 0, & v \geq -10V \end{cases}$$

① 在本书中, 凡属原图中原有的电流、电压参考方向均用实箭头表示, 由解题时假设的参考方向用空心箭头表示。但解题过程中另画的插图不受此限。

两个单口网络的伏安特性曲线分别如图 1-5(c)、图 1-5(d) 所示。

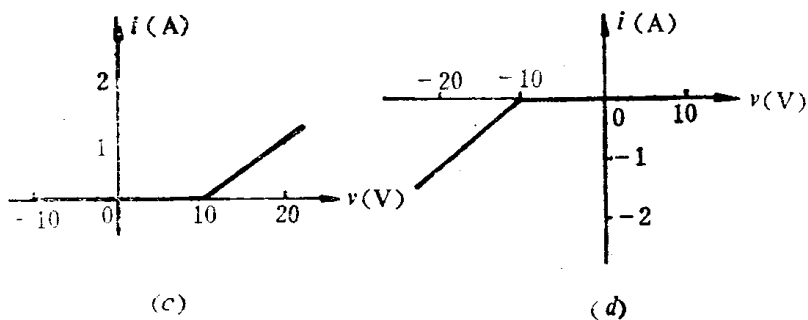


图 1-5 (c)、(d)

1-6 (5分) 求图 1-6 所示电路中的 I , U_s , R 。(86 年湖南大学试题)

解 设支路电流 I_1 , I_2 , I_3 及电压 U_R 的参考方向如图示。按广义的 KCL 可得

$$I = 6 - 5 = 1\text{A}$$

按 KCL

$$I_1 = 12 + 6 = 18\text{A}$$

$$I_2 = 15 - I = 14\text{A}$$

$$I_3 = I_1 - 15 = 3\text{A}$$

按 KVL

$$U_s = 3I_1 + 12I_3 = 3 \times 18 + 12 \times 3 = 90\text{V}$$

$$U_R = 12I_3 - 1 \times 15 = 21\text{V}$$

$$\therefore R = \frac{U_R}{I_2} = \frac{21}{14} = 1.5\Omega$$

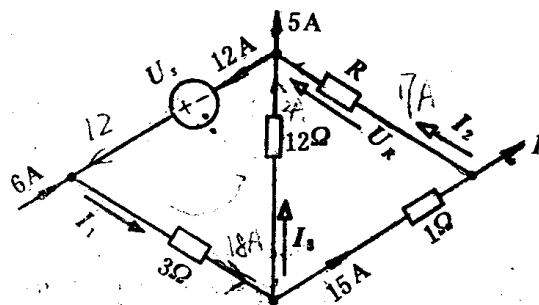


图 1-6

1-7 (5分) 求图 1-7 中的 I_x 。(86 年湖南大学试题)

解 沿外回路列 KVL 方程

$$2I_x + 1 \times (3 + I_x) + 2I_x = 10$$

解方程得

$$I_x = 1.4\text{A}$$

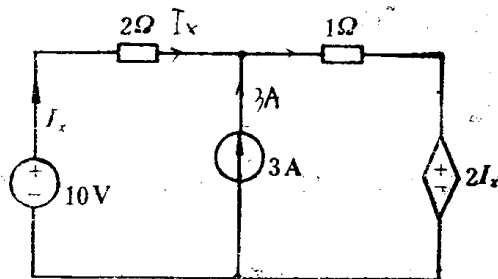
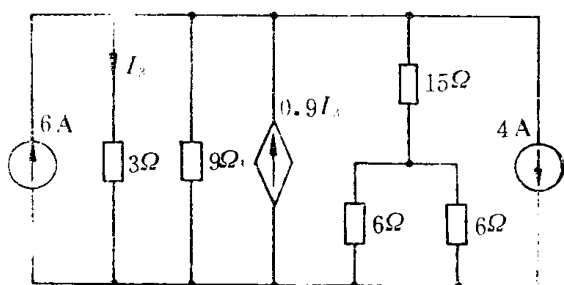
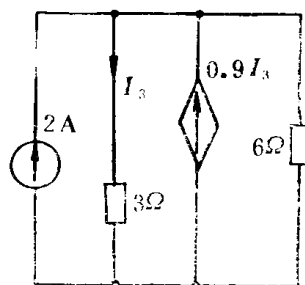


图 1-7

1-8 (5分) 求图 1-8(a) 电路中的 I_3 。(86 年湖南大学试题)



(a) 图 1-8



(b)

解 先将图 1-8(a) 中的两个电流源合并, 电阻支路按串并联公式进行化简得图 1-8(b)。沿两条电阻支路列 KVL 方程

$$3I_3 = 6(2 + 0.9I_3 - I_3)$$

解方程得

$$I_3 = 3.33\text{A}$$

1-9 (20分) 图 1-9 所示直流电路, 已知 $I_1 = 1\text{A}$, 求 E 、 I 、 U 及 B 点电位 φ_B (以 A 点为参考点)。(83 年华北电力学院北京研究生部试题)

解 因是直流稳态电路, 电感元件可视为短路, 电容元件可视为开路。按基尔霍夫定律直接求得

$$E = (3 + 3)I_1 = 6\text{V}$$

$$I = I_1 - 0.5I_1 = 0.5\text{A}$$

$$U = E + 1 \times 0.5I_1 = 6.5\text{V}$$

$$\varphi_B = -U_{AB} = -3I_1 = -3\text{V}$$

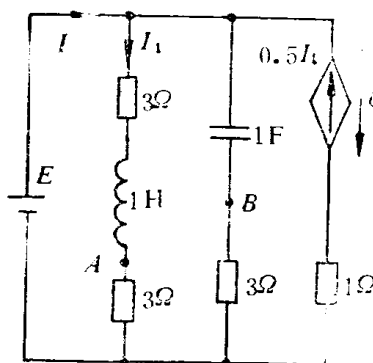


图 1-9

1-10 (10分) 已知 $E = 3\text{V}$, $I_s = 1\text{A}$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, $R_3 = 2\Omega$ 。求恒压源 E 及恒流源 I_s 的输出功率 P_E , P_{I_s} 。(83 年冶金部自动化研究所试题)

解 设电流电压参考方向如图 1-10 中所示。

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{3}{3} = 1\text{A}, I_E = I_1 - I_s = 1 - 1 = 0$$

$$U = R_1I_1 + (R_2 + R_3)I_s = 6\text{V}$$

∴ 恒压源 E 的输出功率 $P_E = EI_E = 0$

恒流源 I_s 的输出功率 $P_{I_s} = UI_s = 6\text{W}$

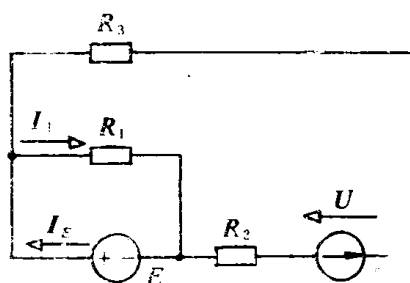


图 1-10

1-11 (20分) 选择最简方法计算图 1-11 所示电路的各支路电流。

(83 年东北电力学院试题)

解 对支路进行编号, 并规定电流参考方向如图所示。为了用最简单的方法求出各支路电流, 就要充分地考虑本电路的结构及元件参数的特点, 尽可能直接由基尔霍

夫定律求解。首先可得出

$$I_2 = 20\text{A}$$

沿外回路列 KVL 方程

$$110 + 100 - 4I_1 - 90 = 0$$

解出

$$I_1 = 30\text{A}$$

按 KCL 求 I_3

$$I_3 = I_1 - I_2 = 30 - 20 = 10\text{A}$$

为求 I_4, I_5 可列方程如下:

$$\begin{cases} I_5 - I_4 = 20 \\ 2I_4 + 2I_5 = 110 \end{cases}$$

解方程组得

$$I_4 = 17.5\text{A}, I_5 = 37.5\text{A}$$

按 KCL 求 I_6

$$I_6 = I_1 + I_4 = 30 + 17.5 = 47.5\text{A}$$

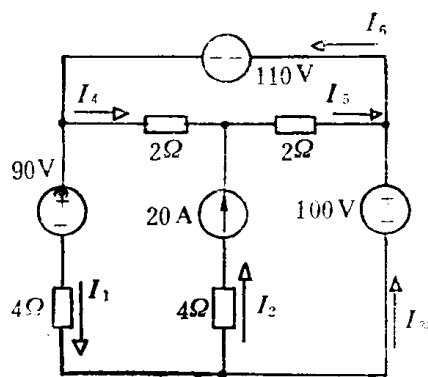


图 1-11

1-12 (10 分) 图 1-12 电路中, 已知 $U_1 = 5\text{V}$, 求 I_s 。

(83 年沈阳机电学院试题)

解 设各支路电流参考方向如图所示。由

$$U_1 = 5 + 1 \times I_4$$

解出

$$I_4 = 0$$

$\therefore$

$$I_E = 10 + I_4 = 10\text{A}$$

又

$$1 \times I_1 = U_1$$

$\therefore$

$$I_1 = 5\text{A}$$

为了求 I_2, I_3 列方程如下:

$$\begin{cases} I_3 - I_2 = 10 \\ 1 \times I_2 + 1 \times I_3 = 5 \end{cases}$$

解出

$$I_2 = -2.5\text{A}, I_3 = 7.5\text{A}$$

最后按 KCL 求出 I_s

$$I_s = I_1 + I_2 + I_E = 5 - 2.5 + 10 = 12.5\text{A}$$

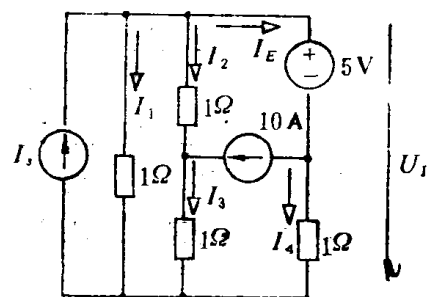


图 1-12

1-13 如图 1-13 所示电路, 已知 $E_1 = 12\text{V}, E_2 = 12\text{V}, E_3 = 3\text{V}, E_7 = 1\text{V}, R_1 = 1\Omega, R_2 = R_4 = 2\Omega, R_3 = 3\Omega, R_5 = 7\Omega, I_3 = 0$, 试求 $R_6 = ?$

(83 年兰州铁道学院试题)

解 为求 R_6 , 需要找出 I_6 及 R_6 两端的电压。

由 $I_3 = 0$ 可以求出其端电压 $U_6 = R_6 I_6$

$$R_6 I_6 = E_3 - E_7 = 3 - 1 = 2\text{V}$$

为求 I_6 , 可直接应用支路电流法。由于 I_3 为 0, 可以减少方程数。

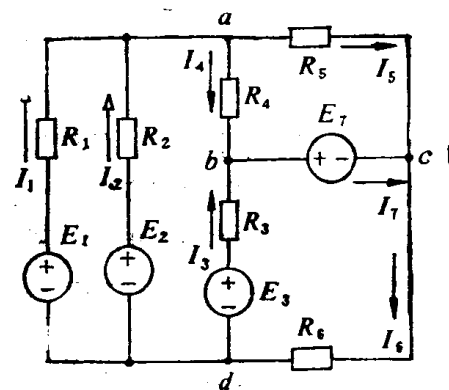


图 1-13

$$R_1 I_1 + R_4 I_4 = E_1 - E_3$$

$$R_2 I_2 + R_4 I_4 = E_2 - E_3$$

$$R_5 I_5 - R_4 I_4 = E_7$$

$$I_1 + I_2 - I_4 - I_5 = 0$$

代入元件数值，并整理得

$$-I_1 + 2I_4 = 9$$

$$2I_2 + 2I_4 = 9$$

$$7I_5 - 2I_4 = 1$$

$$I_1 + I_2 - I_4 - I_5 = 0$$

解方程组得

$$I_1 = 2.7667\text{A}, I_2 = 1.3833\text{A}$$

$$\therefore I_6 = I_1 + I_2 + I_3 = 2.7667 + 1.3833 = 4.15\text{A}$$

$$\therefore R_3 = \frac{U_6}{I_6} = \frac{2}{4.15} = 0.4819\Omega$$

1-14 (8分) 在图 1-14 电路中，A 点处不连接。试求安培表 A 的读数。

(83 年西安交通大学试题)

解 由于本电路的外回路四个电阻组成一个平衡电桥，所以 BC 两点可视为开路。可直接求出流经安培表的电流

$$I = \frac{10}{5 + 5 + (9 + 3) // (6 + 2)} = \frac{10}{14.8} = 0.676\text{A}$$

所以安培表的读数为 0.676A

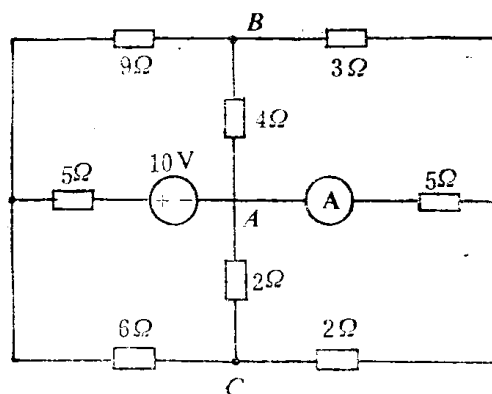


图 1-14

1-15 (20分) 如图 1-15 电路，已知 $E = 40\text{V}$, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 5\Omega$, $I_5 = 0.1U_3\text{A}$, $U_6 = 10I_1\text{V}$ 。求各支路电流及两受控源各供给电路的功率。

(83 年天津大学试题)

解 设受控源 I_5 的端电压为 U_5 ，各支路电流参考方向如图所示。设三个回路电流沿顺时针流动。列回路电流方程，并将受控源控制量用回路电流表示，得方程组

$$\begin{cases} (R_1 + R_2 + R_3)I_{11} - R_2I_{12} - R_3I_{13} = E \\ -R_2I_{11} + R_2I_{12} + U_5 + U_6 = 0 \\ -R_3I_{11} + (R_3 + R_4)I_{13} - U_6 = 0 \end{cases}$$

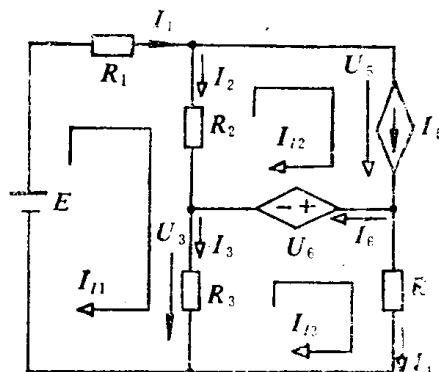


图 1-15

$$\text{又} \quad I_{12} = I_5 \quad (1)$$

$$\text{受控源:} \quad I_5 = 0.1U_3 = 0.1[R_3(I_{11} - I_{13})] \quad (2)$$

$$\text{受控源:} \quad U_6 = 10I_1 = 10I_{11} \quad (3)$$

将 (1)、(2)、(3) 三式代入联立方程组, 经整理, 再代入元件数值得

$$20I_{11} - 5I_{13} = 40$$

$$10I_{11} - 5I_{13} + U_5 = 0$$

$$-20I_{11} + 15I_{13} = 0$$

解出

$$I_{11} = 3\text{A}, \quad I_{13} = 4\text{A}, \quad U_5 = -10\text{V}$$

进一步求其他电流

$$I_{12} = I_5 = 0.1R_3(I_{11} - I_{13}) = -1\text{A}$$

$$I_1 = I_{11} = 3\text{A}, \quad I_2 = I_{11} - I_{12} = 4\text{A}$$

$$I_3 = I_{11} - I_{13} = -1\text{A}, \quad I_4 = I_{13} = 4\text{A}$$

$$I_5 = -1\text{A}, \quad I_6 = I_{12} - I_{13} = -5\text{A}$$

受控源的功率

$$\text{VCCS: } P_5 = U_5 I_5 = -10 \times (-1) = 10\text{W (吸收)}$$

$$\text{CCVS: } P_6 = U_6 I_6 = 10 \times 3 \times (-5) = -150\text{W (发出)}$$

1-16 (5分) 求如图 1-16 所示电路的各支路电流, 已知电源 $E_1 = 12\text{V}$, 内阻 $R_{01} = 4\Omega$, $E_2 = 8\text{V}$, 内阻 $R_{02} = 3\Omega$, $R_1 = 20\Omega$, $R_2 = 40\Omega$, $R_3 = 29\Omega$, $R_4 = 8\Omega$, $R_5 = 16\Omega$ 。(83 年中国科学院沈阳自动化研究所试题)

解 用回路电流法求解, 选定回路电流及支路电流的参考方向如图示。列回路电流方程

$$(R_{01} + R_1 + R_4)I_{11} - R_4I_{13} = E_1$$

$$(R_{02} + R_3 + R_5)I_{12} - R_5I_{13} = E_2$$

$$-R_4I_{11} - R_5I_{12} + (R_2 + R_4 + R_5)I_{13} = 0$$

代入数值并整理得

$$32I_{11} - 8I_{13} = 12$$

$$48I_{12} - 16I_{13} = 8$$

$$-8I_{11} - 16I_{12} + 64I_{13} = 0$$

解方程组得

$$I_{11} = 0.4\text{A}, \quad I_{12} = 0.2\text{A}, \quad I_{13} = 0.1\text{A}$$

各支路电流为

$$I_1 = I_{11} = 0.4\text{A}, \quad I_2 = I_{12} = 0.2\text{A}$$

$$I_3 = I_{13} = 0.1\text{A}, \quad I_4 = I_{11} - I_{13} = 0.3\text{A}$$

$$I_5 = I_{13} - I_{12} = -0.1\text{A}, \quad I_6 = I_{11} - I_{12} = 0.2\text{A}$$

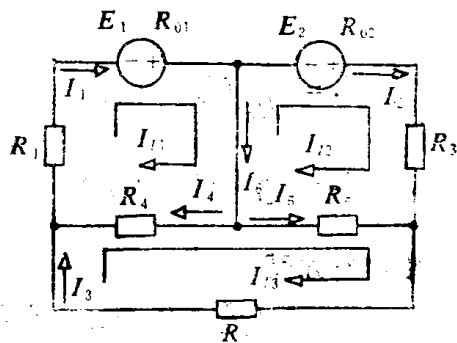


图 1-16

1-17 (10分) 给定图 1-17 所示电路, 试分别用节点电位法和回路电流法列出求解各支路电流的方程组。(83 年华中工学院试题)

解 设各节点代号分别为 A 、 B 、 C 、 D ，选 D 为参考点。设各支路电流、回路电流参考方向如图所示。设电流源端电压为 U 。列节点电位方程

$$\begin{aligned} U_A &= U_{s5} \\ -\left(-\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right) U_A + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right) U_B - \frac{1}{R_1} U_C \\ &= I_s + \frac{1}{R_1} U_{s1} + \frac{1}{R_3} U_{s3} \\ -\frac{1}{R_1} U_B + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_7}\right) U_C &= -I_s - \frac{1}{R_1} U_{s1} + \frac{1}{R_7} U_{s7} \end{aligned}$$

解上述方程组得出节点电压 U_A, U_B, U_C ，再按下列各式求支路电流

$$I_1 = -\frac{1}{R_1}(U_B - U_C - U_{s1})$$

$$I_2 = -I_s$$

$$I_3 = -\frac{1}{R_3}(U_B - U_A - U_{s3})$$

$$I_4 = \frac{1}{R_4}(U_B - U_A)$$

$$I_5 = I_3 + I_4 - I_6$$

$$I_6 = \frac{1}{R_6} U_A$$

$$I_7 = -\frac{1}{R_7}(U_C - U_{s7})$$

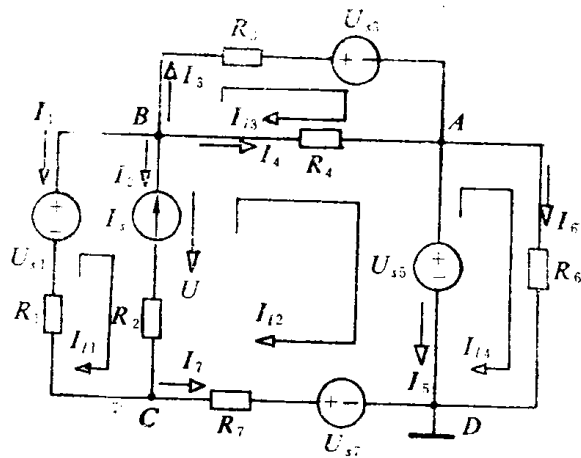


图 1-17

列回路电流方程

$$(R_1 + R_2)I_{11} - R_2I_{12} + U = U_{s1}$$

$$-R_2I_{11} + (R_2 + R_4 + R_7)I_{12} - R_4I_{13} - U = -U_{s5} + U_{s7}$$

$$-R_4I_{12} + (R_3 + R_4)I_{13} = -U_{s3}$$

$$R_6I_{14} = U_{s5}$$

$$I_{12} - I_{11} = I_s$$

解方程组得出各回路电流 $I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{14}$ ，按下式求各支路电流

$$I_1 = -I_{11}, \quad I_2 = -I_s, \quad I_3 = I_{13}$$

$$I_4 = I_{12} - I_{13}, \quad I_5 = I_{12} - I_{14}, \quad I_6 = I_{14}$$

$$I_7 = -I_{12}$$

1-18 (20 分) 已知: $R_2 = R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 5\Omega$, $U_{s1} = 8V$, $I_s = 6A$, $U_6 = 4I_3$,

$I_5 = 0.2U_7$ 。求：(1) 各支路电流及各电源功率。(2) 若电流源电流增加了 0.9A (即 $\Delta I_s = 0.9\text{A}$)，则电流源供出的功率增加多少？(84 年天津大学试题)

解 设回路电流、支路电流参考方向如图所示。列回路电流方程，并将受控源的控制量用回路电流表示。有

$$\begin{cases} (R_2 + R_4)I_{l1} - R_2I_{l2} - R_4I_{l3} = U_7 - U_6 \\ -R_2I_{l1} + (R_2 + R_3)I_{l2} - R_3I_{l3} = -U_{s1} \\ I_{l1} = I_s \\ I_{l3} = I_5 \\ I_5 = 0.2U_7 \\ U_6 = 4(I_{l3} - I_{l2}) \end{cases}$$

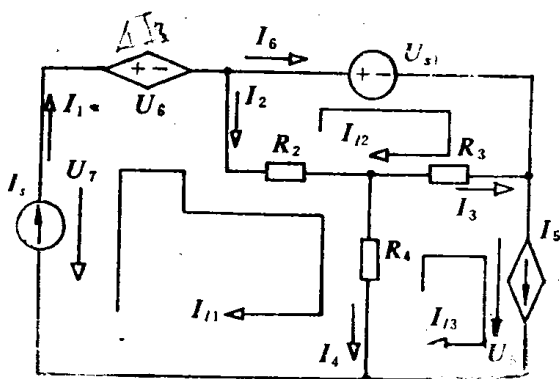


图 1-18

代入数据并整理得

$$\begin{cases} 6I_{l2} + 6I_{l3} = 7I_s & (1) \\ 4I_{l2} - 2I_{l3} = 2I_s - 8 & (2) \end{cases}$$

当 $I_s = 6\text{A}$ 时，代入 (1)、(2) 两式得

$$\begin{cases} 6I_{l2} + 6I_{l3} = 42 \\ 4I_{l2} - 2I_{l3} = 4 \end{cases}$$

解方程得

$$I_{l2} = 3\text{A}, I_{l3} = 4\text{A}, I_{l1} = I_s = 6\text{A}$$

各支路电流为

$$\begin{aligned} I_1 &= I_s = 6\text{A}, & I_2 &= I_{l1} - I_{l2} = 3\text{A} \\ I_3 &= I_{l3} - I_{l2} = 1\text{A}, & I_4 &= I_{l1} - I_{l3} = 2\text{A} \\ I_5 &= I_{l3} = 4\text{A} & I_6 &= I_{l2} = 3\text{A} \end{aligned}$$

求有关的电压及电源功率

$$U_5 = R_4I_4 - R_3I_3 = 8\text{V}, \quad U_6 = 4I_3 = 4\text{V}$$

$$U_7 = U_6 + U_{s1} + U_5 = 20\text{V}$$

电流源 $P_I = -I_s U_7 = -6 \times 20 = -120\text{W}$ (发出)

电压源 $P_U = I_6 U_{s1} = 3 \times 8 = 24\text{W}$ (吸收)

VCCS $P_5 = I_5 U_5 = 4 \times 8 = 32\text{W}$ (吸收)

CCVS $P_6 = I_1 U_6 = 6 \times 4 = 24\text{W}$ (吸收)

当电流源的电流增加 0.9A ，即 $I_s' = 6.9\text{A}$ 时方程 (1)、(2) 两式中的电流源用 I_s' 代之，得

$$\begin{cases} 6I_{l2}' + 6I_{l3}' = 48.3 \\ 4I_{l2}' - 2I_{l3}' = 5.8 \end{cases}$$

解方程得

$$I_{l3}' = 4.4\text{A}, I_{l2}' = 3.65\text{A}$$

∴ 受控源

$$I_5' = 0.2U_7', I_5' = I_{l3}' = 4.4\text{A}$$

∴

$$U_7' = 5I_{13}' = 22\text{V}$$

电流源功率

$$P_I' = -I_s' U_7' = -6.9 \times 22 = -151.8\text{W}$$

1-19 (10 分) 试求图 1-19 所示电路中 2Ω 电阻上的电压 U_2 。(83 年兰州铁道学院试题)

解 设回路电流参考方向如图所示。列回路电流方程, 并将控制量用回路电流表示。

$$\begin{cases} 2I_{11} - I_{12} - I_{13} = \mu U_2 \\ -I_{11} + 4I_{12} - 2I_{13} = 0 \\ -I_{11} - 2I_{12} + 4I_{13} = 5 \\ U_2 = 2(I_{13} - I_{12}) \end{cases}$$

解方程得

$$I_{11} = \frac{1}{12}(20\mu + 30)\text{A}$$

$$I_{12} = \frac{1}{12}(10\mu + 25)\text{A}, \quad I_{13} = \frac{1}{12}(10\mu + 35)\text{A}$$

∴

$$U_2 = \frac{5}{3}\text{V}$$

1-20 已知图 1-20(a) 所示的电阻电路, 求各支路电流。(86 年太原机械学院试题)

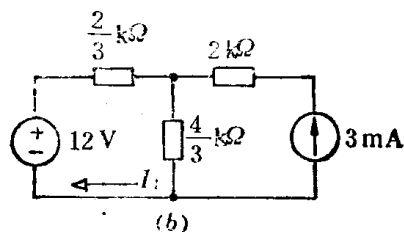
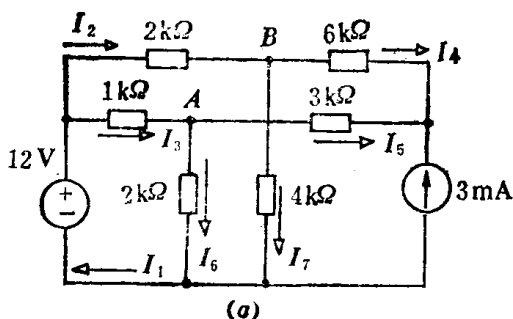


图 1-20

解 设各支路电流参考方向如图所示。因为本电路中包含的两个 T 型电阻网络参数对应成比例, 所以 A, B 两点为等电位点, 可视为短路。将两个 T 型电阻网络对应的电阻相并联, 求出其等效电路如图 1-20(b) 所示。沿左回路列 KVL 方程

$$\frac{2}{3}I_1 + \frac{4}{3}(I_1 + 3) = 12$$

解出

$$I_1 = 4\text{mA}$$

返回图 1-20(a) 求各支路电流

$$I_2 = \frac{1}{3}I_1 = \frac{4}{3}\text{mA}, \quad I_5 = -\frac{6}{9} \times 3 = -2\text{mA}$$

$$I_3 = \frac{2}{3}I_1 = \frac{8}{3}\text{mA}, \quad I_6 = I_3 - I_5 = \frac{14}{3}\text{mA}$$

$$I_4 = -\frac{3}{9} \times 3 = -1\text{mA} \quad I_7 = I_2 - I_4 = \frac{7}{3}\text{mA}$$

1-21 求图 1-21(a) 中 U_A , U_B , U_C 各为多少? (86 年山东工业大学试题)

解 将电路进行电源等效变换得图 1-21(b), 由此求出总电流 I

$$I = \frac{6 - 4 + 16}{0.5 + 2 + 0.25} = \frac{72}{11}\text{A}$$

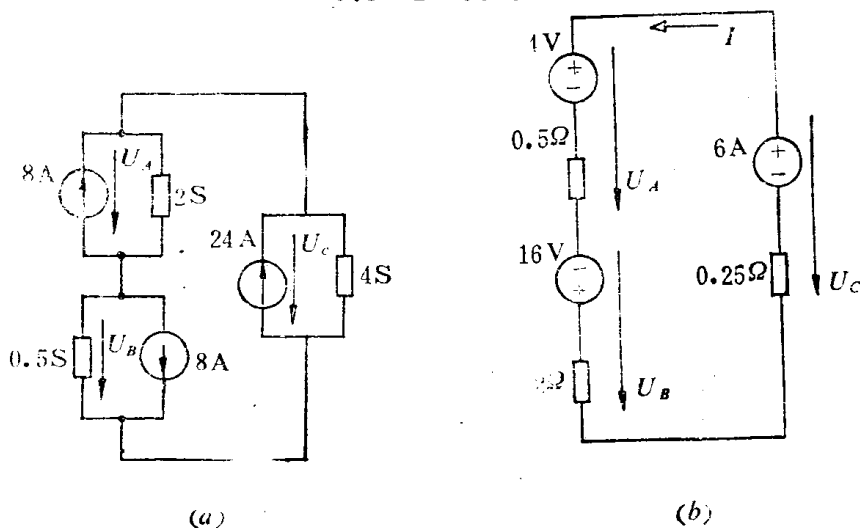


图 1-21

求电压

$$U_A = 4 + 0.5I = \frac{80}{11}\text{V}$$

$$U_B = -16 + 2I = \frac{32}{11}\text{V}$$

$$U_C = 6 - 0.25I = \frac{48}{11}\text{V}$$

1-22 (15 分) 已知电路如图 1-22 所示, 其中 CCVS 是电流控制电压源。求:
(1) 各支路电流; (2) 各理想电源(包括受控源)的输出功率。(83 年北京航空学院试题)

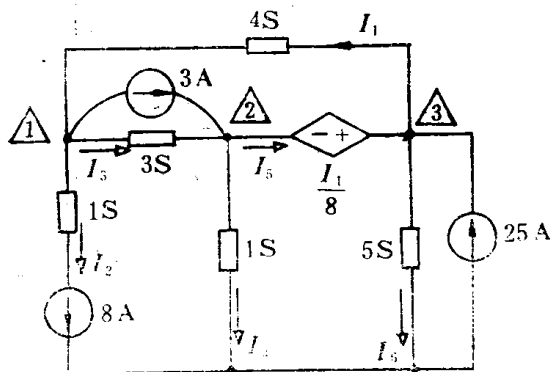


图 1-22