

电路分析基础

题 解

上 册

北京工业学院自动控制系
电子电路教研室编

中央广播电视大学

PDG

前 言

中央广播电视大学所开《电路分析基础》课程采用李瀚荪编写的《电路分析基础》为教材(人民教育出版社 1978 年 7 月版)。以下简称“教材”。这部教材中全部练习题、习题和思考题的解答,仅供教师备课和辅导时参考。

《电路分析基础》中共有练习题 232 题,习题 276 题,思考题 64 题,本书逐一作出解答,同时对某些解题时易疏忽或需强调之处作了简要说明。对原教材中个别题目的数据及印刷错误作了修改和订正。原则上是一题一解,一般都有较详细的计算过程。全部解答都用电子计算器计算,取四位有效数字。书中习题的全文及插图都由原教材转载,图号一致,以便查阅。

为了便于学习,本书在每章前编入了“解题提要”,从解题的角度上对该章的内容作了简要的说明。

本书由北京工业学院自动控制系电子电路教研室电路基础课程组编写。李瀚荪同志主编,参加编写工作的有罗杏雨(第一、六章)、刘双喜(第二、十四章)、张维忠(第三、五章)、熊坤莉(第四、十章)、李瀚荪(第七、十三章)、吴翠兰(第八、九章)、龚绍文(第十一、十二章)等同志,“解题提要”及思考题题解由李瀚荪同志编写。

限于我们的水平,题解中还有许多缺点和错误,请多加批评指正。

编 者

1981. 6.

目 录

第一章 欧姆定律和基尔霍夫定律	1
解题提要	1
练习题 1—1 至 1—16 题	2
习题一 1 至 10 题	14
思考题	28
第二章 简单电路的分析	31
解题提要	31
练习题 2—1 至 2—23 题	33
习题二 1 至 22 题	55
思考题	72
第三章 线性网络分析的一般方法	74
解题提要	74
练习题 3—1 至 3—21 题	78
习题三 1 至 21 题	97
思考题	121
第四章 线性网络的几个定理	122
解题提要	122
练习题 4—1 至 4—15 题	123
习题四 1 至 22 题	134
思考题	155
第五章 动态电路元件	158
解题提要	158
练习题 5-1 至 5-9 题	159

习题五 1 至 6 题	174
思考题	189
第六章 一阶网络的分析	191
解题提要	191
练习题 6—1 至 6—24 题	196
习题六 1 至 24 题	232
思考题	280
第七章 二阶网络的分析	283
解题提要	283
练习题 7—1 至 7—11 题	285
习题七 1 至 17 题	305
思考题	330

因此, KVL 、 KCL 以及电路元件的约束关系是电路分析的基本依据。

因此, 能否正确列出 KVL 、 KCL 的方程是学好电路分析的关键。主要是要能正确确定这两个定律式子中各项的正负号。

首先, 应假定各电压、电流的参考方向, 明确地标示在电路图上。列 KVL 方程时, 应选定一绕行方向, 自回路的任一点出发绕行一圈回到原来的出发点, 沿途各元件的电压属电压降者取正号, 电压升取负号。注意: 所谓电压降、电压升均系根据参考方向(极性)结合绕行方向来判断的。列 KCL 方程时, 则可按流出节点的电流为正, 流入节点的电流为负来写方程, 电流的方向也是根据参考方向来说的。

4. 在电路分析问题中, 往往要求写出电路中任意两点间的电压降表示式。其写法与列写 KVL 方程相同。教材中的例 1-1 讨论了写出电路中任意两点间电压降表示式的一般方法, 接着在例 1-8 中讨论了写出一段含源电路电压降表示式的方法, 最后在 §1-6 正文中及例 1-11 中讨论了一个闭合电路中电压降表示式(KVL)的方法。三者是一致的, 掌握了例 1-1 的内容, 即能解决后两类问题。

另外, 求一段含源电路的电流(含源电路的欧姆定律, 例 1-8)以及求单回路电路中的电流(闭合电路的欧姆定律, 例 1-12)问题, 都可归结为写出一段含源电路电压降表示式以及单回路电路 KVL 表示式的问题。因此, 只要掌握例 1-1 的内容, 也能解决问题, 不必再记任何有关符号的约定。

练 习 题

1-1. 接续例 1-1, 计算 U_{ae} 、 U_{dc} 、 U_{ce} 及 U_{ed} 。

解: 例 1-1 电路如图 1-6 所示

三段消耗电功率分别为 50W、400W 和 50W，如图中所示。

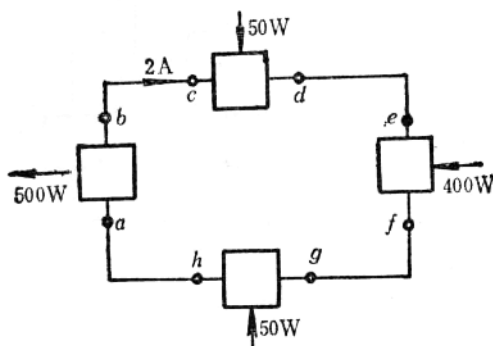


图 1-7 练习题 1-2

(1) 试标出各段电路两端电压的极性，若已知电流方向如图中所示；

(2) 试算出各段电压 U_{ab} 、 U_{cd} 、 U_{ef} 、 U_{gh} ；

(3) 从图中可以看出，电路产生的电功率恰与其消耗的电功率相等，这是符合能量守恒原理的。你能根据(2)中计算的结果看出这一定律反映在整个电路的电压上有什么规律性么？

解 (1) 求各段电路两端电压的极性：在 U 、 I 采用关联的参考方向时，则有

$$P = UI > 0 \text{ 表示消耗功率}$$

$$P = UI < 0 \text{ 表示产生功率}$$

而电流 I 的参考方向已定，故知 c 、 e 、 g 为“+”极性， d 、 f 、 h 为“-”极性，这样才能表示 cd 、 ef 、 gh 等三段是消耗功率的。

因 ab 段是产生功率的，故 b 为“+”极性， a 为“-”极性。各段电压极性见图 1-7(a) 所示。

(2) 根据 $P = UI$ 计算各段电压

$$U_{ab} = \frac{P_{ab}}{I} = \frac{-500}{2} = -250 \text{ V}$$

$$U_{cd} = \frac{P_{cd}}{I} = \frac{50}{2} = 25 \text{ V}$$

$$U_{ef} = \frac{P_{ef}}{I} = \frac{400}{2} = 200 \text{ V}$$

$$U_{gh} = \frac{P_{gh}}{I} = \frac{50}{2} = 25 \text{ V}$$

(3) 由(2)计算的结果

$$\begin{aligned} \text{可知 } U_{ab} + U_{cd} + U_{ef} + U_{gh} \\ = -250 + 25 + 200 + 25 = 0, \end{aligned}$$

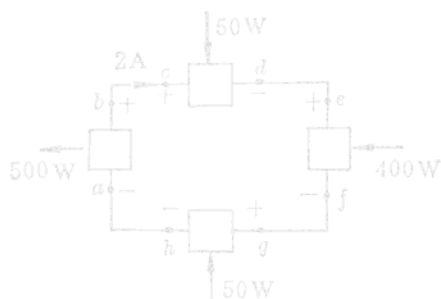


图 1-7(a)

这说明在一个闭合回路中各段电压降的代数和总等于零。

1-3. $54\mu\text{A}$ 的电流流过 $2.7\text{M}\Omega$ 的电阻, 问电阻的电压降为多少?

解: 按题意画出电路如图练 1—3 所示, 采用关联的参考方向。



图练习题 1-3

根据欧姆定律得

$$U = IR = 54 \times 10^{-6} \times 2.7 \times 10^6 = 145.8 \text{ V}$$

注意: 电流的单位用 A, 电阻的单位用 Ω , 则算得的电压单位为 V。

1-4. 一个保险丝, 电阻为 0.012Ω , 电压降为 $250\mu\text{V}$, 求流过的电流。

解 按题意画出电路如图练 1-4 所示, 采用关联参考方向。



图练习题 1-4

根据欧姆定律得

$$I = \frac{U}{R} = \frac{250 \times 10^{-6}}{0.012} = 20.83 \text{mA}$$

1-5. 一个继电器的线圈, 电阻为 48Ω , 当电流为 0.18A 时才能动作, 问线圈两端应施加多大的电压?

解: 根据欧姆定律知

$$U = IR = 0.18 \times 48 = 8.64 \text{V}$$

即线圈两端应施加的电压为 8.64V

1-6. 一个 2700Ω 的电阻接在 10V 的电源两端, 问电阻消耗多少功率?

解: 根据 $P = \frac{U^2}{R}$ 可求得电阻消耗的功率为

$$P = \frac{10^2}{2700} = 0.03703 \text{W} = 37.03 \text{mW}$$

1-7. 一个 1000W 的电炉, 接在 220V 电源使用时, 流过的电流多大?

解: 根据 $P = UI$ 可求得电炉流过的电流为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1000}{220} = 4.545 \text{A}$$

1-8. 一个 $40\text{k}\Omega$ 、 10W 的电阻, 使用时至多能容许多大电流流过?

解: 根据 $P = I^2 R$ 可求得

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{10}{40 \times 10^3}} = 0.01581 \text{A} = 15.81 \text{mA}$$

即使用时流过电阻的电流不能超过 15.81mA , 否则电阻将被烧坏。

1-9. 一个 $2.7\text{k}\Omega$ 、 $\frac{1}{2}\text{W}$ 的电阻, 使用时至多能容许加多大的电压?

图(c)中: $U_{ab} = IR = (-1) \times 10 = -10\text{V}$

图(d)中: $U_{ab} = -IR = -(-1) \times 10 = 10\text{V}$

图(e)中: $U_{ab} = 10I_1 - 10I_2 = 10 \times 2 - 10 \times 3 = -10\text{V}$

$$U_{bc} = 10I_2 - 10I_3 = 10 \times 3 - 10 \times (-5) = 80\text{V}$$

$$U_{ac} = 10I_1 - 10I_3 = 10 \times 2 - 10 \times (-5) = 70\text{V}$$

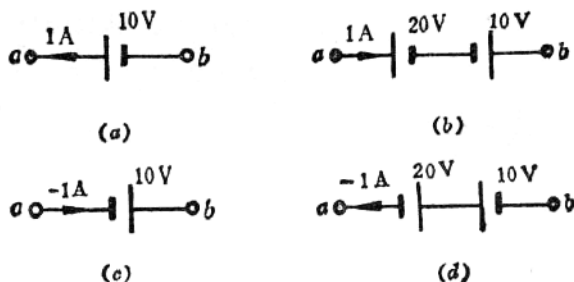


图 1-20 练习题 1-11

1-11. 求下列各段电路的 U_{ab} 。

解: 由于理想电压源两端电压恒定, 其极性和大小均和流过的电流无关, 故得

图(a)中: $U_{ab} = 10\text{V}$

图(b)中: $U_{ab} = 20 - 10 = 10\text{V}$

图(c)中: $U_{ab} = -10\text{V}$

图(d)中: $U_{ab} = -20 + 10 = -10\text{V}$

1-12. 求图 1-21 所示各段电路的 U_{ab} 或 I , 并计算各段电路功率。已知, 在图(a)中, $I = 2\text{A}$ 、 $R = 2\Omega$ 、 $U_s = 4\text{V}$; 图(b)中 $I = 1\text{A}$ 、 $R = 4\Omega$ 、 $U_{s1} = 2\text{V}$ 、 $U_{s2} = -6\text{V}$; 图(c)中, $U_{ab} = 10\text{V}$ 、 $R = 5\Omega$ 、 $U_s = -2\text{V}$ 。

解: U_{ab} 为由 a 到 b 路径上全部电压降的代数和, 如确为电压降则取正号, 如为电压升则取负号。故

图 1-21(a)中: $U_{ab} = IR + U_s = 2 \times 2 + 4 = 8\text{V}$

$$U_{ab} = U_s = 4\text{V}.$$

若 I 方向改变, 大小不变, 则有

$$U_{ab} = -IR + U_s = -2 \times 2 + 4 = 0$$

图 1-21(b) 中: 若 $I = 0$, 则电阻上无电压降, 故有

$$U_{ab} = -U_{s1} - U_{s2} = -2 - (-6) = 4\text{V}$$

若 I 方向改变, 大小不变, 则有

$$\begin{aligned} U_{ab} &= -U_{s1} - U_{s2} + IR \\ &= -2 - (-6) + 1 \times 4 = 8\text{V} \end{aligned}$$

1-14. 计算图 1-22 所示电路的电流、电阻两端电压以及二极管两端电压。

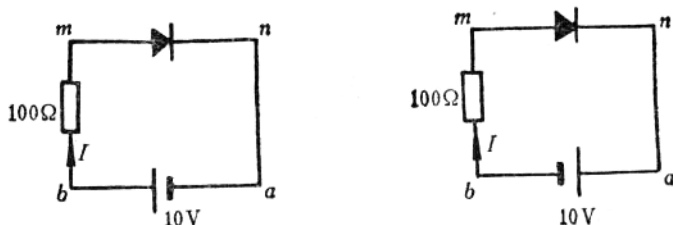


图 1-22 练习题 1-14

解: (1) 对图 1-22 左图: 因 m 点电位比 n 点高, 二极管处于正向偏置, 故导通。因理想二极管正向电阻为零, 电路可改画为图 1-22(a)。由图 1-22(a) 可知电阻两端的电压为

$$U_R = 10\text{V}$$

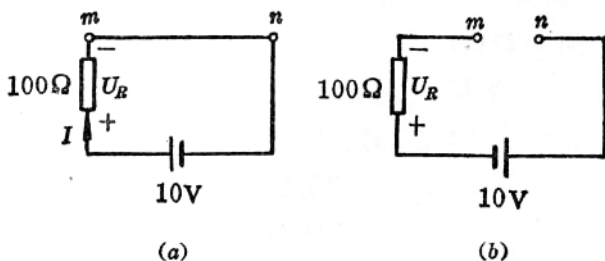


图 1-22

解: 根据 KCL , 在电路任一节点处各支路电流的代数和总等于零, 即 $\Sigma I = 0$

假定流出节点的电流为正, 流入节点的电流为负。因此

对图(a)有: $I + 2 - 5 - 4 = 0$

$$\therefore I = 7A$$

对图(b)有: $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

$$\therefore I_3 = I_1 + I_2 = -2 + 4 = 2A$$

对图(c)有: $I + 4 + 30 - 20 - 9 = 0$

$$\therefore I = -5A$$

对图(d)有: $I_1 + 5 + 10 + 3 = 0$

$$\therefore I_1 = -18A$$

$$I_2 + 10 + 2 - 5 = 0$$

$$\therefore I_2 = -7A$$

对图(e)有: $-I_1 + 7 - 4 = 0$

$$\therefore I_1 = 3A$$

$$I_1 + I_2 - 2 - 10 = 0$$

$$\therefore I_2 = 9A$$

I 为负值表明其实际方向与图上所标的参考方向相反。

1-16. 图 1-35 所示为复杂电路的一部分, 已知 $U_1 = 2V$, $U_2 = 3V$, $U_3 = 4V$, 求 U_4 及 U_5 。

解: 根据 KVL , 沿任一闭合回路电压降的代数和总等于零, 即 $\Sigma U = 0$ 。

元件电压降的参考方向与所选的回路绕行方向一致时取正号, 相反时取负号。

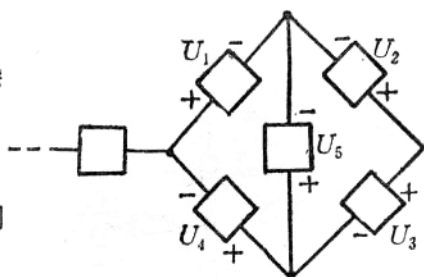


图 1-35 练习题 1-16

