

电路

第四版

学习指导书

刘崇新 等编 邱关源 审

高等教育出版社

《电路》(第四版) 学习指导书

刘崇新 等编 邱关源 审

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

《电路》(第四版)学习指导书/刘崇新等编. —北京:
高等教育出版社, 1999 (2001 重印)
ISBN 7-04-007471-0

I. 电… II. 刘… III. 电路-教学参考资料 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 30211 号

《电路》(第四版)学习指导书
刘崇新 等编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588 传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 中国科学院印刷厂

开 本 850×1168 1/32 版 次 1978 年 5 月第 1 版

印 张 3.5 1999 年 9 月第 4 版

字 数 80 000 印 次 2001 年 8 月第 2 次印刷

定 价 4.20 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究



内 容 提 要

本书是教育部工科电工电子类“九五”规划教材,是邱关源主编《电路》(第四版)的配套用书,主要面向学生和自学读者。全书内容次序与《电路》(第四版)一致。每章包括典型例题、解题指导、全部习题答案,有助于学生理解基本概念、基本原理、基本方法,能够开拓学生思路,提高解题技巧。

本书适合所有学习“电路”课程的学生使用,并对学生准备硕士研究生入学考试有所裨益。

前 言

本书是邱关源教授主编《电路》(第四版)的配套用书,是为学生和自学读者编写的。全书内容分为18章和1个附录,次序安排与《电路》(第四版)一致。每章均包括典型例题、解题提示、习题答案。其中典型例题与《电路》中某些习题比较接近,有利于读者领会、理解基本概念及解题方法;解题提示则为读者提示了《电路》习题的解题思路及其难点、疑点和解题技巧,尽可能帮助读者理清思路,引导读者深入思考和正确理解,以便顺利解题。

参加本书编写工作的有刘崇新、王曙鸿、赵彦珍、方维,由刘崇新统稿。本书是在邱关源教授的指导和审阅下完成的,邱先生提出了许多宝贵的指导性修改意见,在此表示衷心的感谢和敬意。

限于作者的水平和经验、本书中不妥和错误之处在所难免,衷心欢迎读者批评指正。

编 者

1998年12月于西安交通大学

目 录

第一章	电路模型和电路定律	1
第二章	电阻电路的等效变换	7
第三章	电阻电路的一般分析	10
第四章	电路定理	15
第五章	含有运算放大器的电阻电路	20
第六章	一阶电路	23
第七章	二阶电路	32
第八章	相量法	36
第九章	正弦稳态电路的分析	40
第十章	含有耦合电感的电路	50
第十一章	三相电路	55
第十二章	非正弦周期电流电路和信号的频谱	59
第十三章	拉普拉斯变换	64
第十四章	网络函数	71
第十五章	电路方程的矩阵形式	78
第十六章	二端口网络	92
第十七章	非线性电路简介	99
第十八章	均匀传输线	102
附录 A	磁路和铁心线圈	105

第一章 电路模型和电路定律

一、典型例题

例 1-1 电路如图 1-1(a)所示,图(b)为电感电压的波形图,求电流 $i(t)$ 。

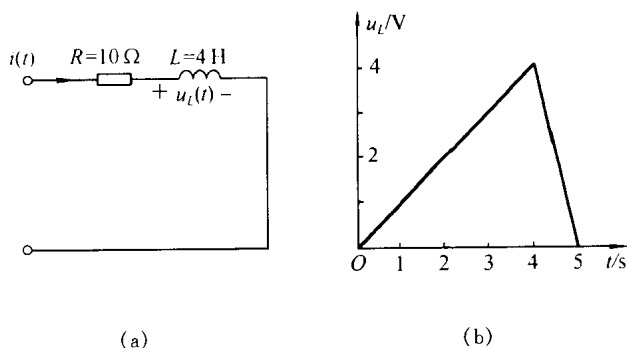


图 1-1 例 1-1 图

解 由于 $u_L(t) = L \frac{di(t)}{dt}$

所以有

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\xi) d\xi$$

由图(b)可知

$$u_L(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \text{ s} \\ t & 0 \text{ s} \leq t \leq 4 \text{ s} \\ -4t + 20 & 4 \text{ s} \leq t \leq 5 \text{ s} \\ 0 & 5 \text{ s} \leq t \end{cases}$$

当 $t \leq 0$ s 时

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\xi) d\xi = 0$$

故

$$i(0) = 0$$

当 $0 \text{ s} \leq t \leq 4 \text{ s}$ 时

$$\begin{aligned} i(t) &= \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\xi) d\xi = i(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u_L(\xi) d\xi \\ &= 0 + \frac{1}{4} \int_0^t \xi d\xi = \frac{t^2}{8} \text{ A} \end{aligned}$$

故

$$i(4) = 2 \text{ A}$$

当 $4 \text{ s} \leq t \leq 5 \text{ s}$ 时

$$\begin{aligned} i(t) &= \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\xi) d\xi = i(4) + \frac{1}{4} \int_4^t u_L(\xi) d\xi \\ &= 2 + \frac{1}{4} \int_4^t (-4\xi + 20) d\xi \\ &= 2 + \frac{1}{4} (-2\xi^2 + 20\xi) \Big|_4^t \\ &= \left(-\frac{t^2}{2} + 5t - 10 \right) \text{ A} \end{aligned}$$

故

$$i(5) = 2.5 \text{ A}$$

当 $t \geq 5 \text{ s}$ 时

$$\begin{aligned} i(t) &= i(5) + \frac{1}{L} \int_5^t u_L(\xi) d\xi \\ &= 2.5 \text{ A} \end{aligned}$$

例 1-2 电路如图所示(见下页),求电压 U_s 和 I 。

解 对图示虚线闭合面列 KCL 方程,有

$$-3 + 2 + I = 0 \quad (1)$$

所以

$$I = 1 \text{ A}$$

对于结点①列 KCL 方程,有

$$-1 - I' + 5 = 0 \quad (2)$$

则有

$$I' = 4 \text{ A}$$

对图示回路列 KVL 方程,有

$$U_s + 10I' - 3 \times 1 = 0 \quad (3)$$

解得

$$U_s = -37 \text{ V}$$

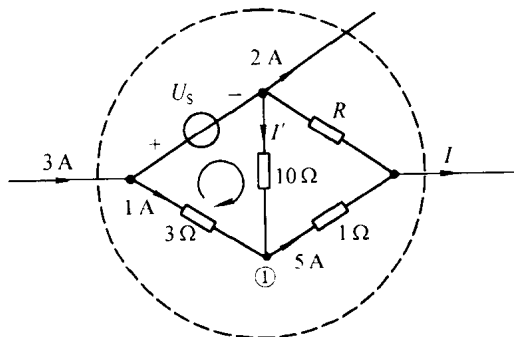


图 1-2 例 1-2 图

二、解题提示

1-1 注意 u 、 i 的参考方向。在 u 与 i 关联参考方向下,若 $p = ui > 0$, 则吸收功率; $p = ui < 0$, 则发出功率。反之, $p > 0$, 发出功率; $p < 0$, 则吸收功率。

1-2 同 1-1 题。

1-3 同上。

1-4 注意在 u 、 i 关联参考方向下,电阻、电感、电容元件 u 、 i 关系分别为:

$$u = Ri \quad , \quad u = L \frac{di}{dt} \quad , \quad i = C \frac{du}{dt}$$

反之

$$u = -Ri, \quad u = -L \frac{di}{dt}, \quad i = -C \frac{du}{dt}$$

1-5 先写出电流 $i(t)$ 的分段函数, 再根据 $u(t) = u(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\xi) d\xi$ 求出 $u(t)$ 的分段函数。

1-6 参考典型例题 1-1。

1-7 用电流 $i(t)$ 的分段函数, 根据 $u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$, 求出电压 $u(t)$ 的分段函数。

1-8 与上题类似。

1-9 根据公式 $u_R = Ri$, $u_L = L \frac{di}{dt}$, $u_C = u_C(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\xi) d\xi$ 分别求解。

1-10 注意流过电感的电流为 $i_s(t)$, 电容上的电压为 $u_s(t)$ 。

1-11 注意电流源两端电压等于 u_s , 流过电压源的电流等于 i_s 。

1-12 先求出每个元件的 u 和 i , 再求出各元件吸收或发出的功率。

1-13 注意任何一个电路的全部支路吸收的功率之代数和恒等于零。

1-14 (a) 先求出 i 、 i_1 , 然后根据 KCL 求出电阻元件 4Ω 的电流。(b) 根据 KVL, $u_{cb} = u_{ab} - u_{ac}$ 。

1-15 (a)、(b) 应用 KCL 和 KVL 列写电路方程求解。同时注意受控源的控制量。

1-16 参考典型例题 1-2。

1-17 应用 KVL。

1-18 略。

1-19 略。

1-20 参考教材中例题。

1-21 应用 KCL 和 KVL。

1-22 应用 KVL。

三、习题答案

1-1 (1) 关联, 非关联; (2) 吸收, 发出; (3) 实际发出, 实际发出

1-2 (1) 595 W; (2) 595 W

1-3 $p_A = 300$ W, 发出; $p_B = 60$ W, 吸收; $p_C = 120$ W, 吸收; $p_D = 80$ W, 吸收; $p_E = 40$ W, 吸收

1-4 (a) $u = -10^4 i$; (b) $u = -0.02 \frac{di}{dt}$; (c) $i = 10^{-5} \frac{du}{dt}$; (d) $u = -5$ V; (e) $i = 2$ A

1-5 1.25 V, 5V, -5V

1-6 2.5 A, 5 A, 5 A, 3.75 A

1-7 $t: 0-60 \mu\text{s}, u = 200$ V; $t: 60-64 \mu\text{s}, u = -300$ V

1-8 (1) $0-2$ ms, $i = 2$ mA; $2-4$ ms, $i = -2$ mA; (2) q 波形与 u 相同; (3) $0-2$ ms, $p = 2t$ mW; $2-4$ ms, $p = (-8 \times 10^{-3} + 2t)$ mW

1-9 (1) $u_R = 4 \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)$ V, $u_L = 4 \cos\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)$ V, $u_C = \left[50 - 100 \cos\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)\right]$ V; (2) $u_R = 2e^{-t}$ V, $u_L = -e^{-t}$ V, $u_C = (100 - 100e^{-t})$ V

1-10 $-aLIe^{-at}$, $-\omega C_2 u_m \sin(\omega t)$

1-11 (1) 20 W, -20 W; (2) 如要求 2 A 电流源功率为 0, 在 AB 线段内插入与 u_s 电压源方向相反数值相等的电压源 u'_s ; (3) 如要求 10 V 电压源功率为零, 在 BC 间并联电流源 i'_s , 其方向与 i_s 电流源相反, 数值与 i_s 相等

1-12 (a) 0.5 A 电流源发出功率 1 W , $2\ \Omega$ 电阻吸收功率 0.5 W , 1 V 电压源吸收功率 0.5 W ; (b) $2\ \Omega$ 电阻吸收功率 0.5 W , $1\ \Omega$ 电阻吸收功率 1 W , 2 V 电压源发出功率 1 W , 1 V 电压源发出功率 0.5 W

1-13 (a) $U = 16\text{ V}$, 该并联电路吸收功率 32 W , 电流源发出 96 W , 电阻吸收 128 W ; (b) $U = 8\text{ V}$, 该并联电路发出 16 W , 其中电流源发出 48 W , 电阻吸收 32 W ; (c) $U = -6\text{ V}$, 该并联电路发出 12 W , 其中电流源发出 24 W , 电阻吸收 12 W ; (d) $U = 8\text{ V}$, 该并联电路吸收 40 W , 其中电流源吸收 24 W , 电阻吸收 16 W

1-14 (1) 2.222 A , 0.889 V ; (2) -3 V , -13 V

1-15 (1) 7.5 A ; (2) 6 A

1-16 (1) 左边支路: 13 A (自右向左), 中间支路: 1 A (自右向左); (2) $|i_{R_1}| = \frac{10}{3}\text{ A}$, $|i_{R_2}| = \frac{1}{3}\text{ A}$, $|i_{R_3}| = \frac{11}{3}\text{ A}$

1-17 $u_{13} = 5\text{ V}$, $u_{15} = 7\text{ V}$, $u_{36} = 2\text{ V}$, $u_{56} = 0\text{ V}$, $u_{57} = 1\text{ V}$

1-18 6 个方程是独立的

1-19 3 个回路方程是独立的

1-20 (a) 8 V ; (b) 6 V

1-21 $I_1 = 0.0149\text{ A}$, $U_0 = 5.06\text{ V}$

1-22 $u_1 = 20\text{ V}$, $u = 200\text{ V}$

第二章 电阻电路的等效变换

一、典型例题

例 2-1 电路如图 2-1 所示,求输入电阻 R_{ab} 。

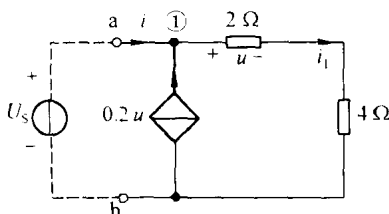


图 2-1 例 2-1 图

解 用附加电源法,端口 ab 加一独立电压源 U_s ,则有

$$u = \frac{2}{4+2} u_s = \frac{1}{3} u_s \quad (1)$$

对结点①列写 KCL 方程,有

$$-i - 0.2u + \frac{u_s}{2+4} = 0 \quad (2)$$

将(1)式代入(2)式整理得

$$0.6 u_s = 6i$$

解得

$$R_{ab} = \frac{u_s}{i} = \frac{6}{0.6} \Omega = 10 \Omega$$

二、解题提示

2-1 利用电阻的串并联等效变换将电路简化后求解。

2-2 注意电流源电流不随外电路变化,而电压要随外电路变化;电压源电压不随外电路变化,而电流则随外电路变化。

2-3 利用电阻串并联等效变换将电路简化后求解总电流 i 。再根据分压公式求出电压 u_o, u_o 将随负载 R_L 而变化。

2-4 (a) 注意 R_4 被短路。(b) 注意 G_1 与 G_2 的串联。(c) 注意 $R_1 = R_2, R_3 = R_4$, 开关 S 合上与打开时的等效电阻相等。(d) 根据电路结构对称性, R_2 可用短路替代。(e) 根据电路结构对称性, 某些结点的电位将相同。(f) 利用电阻的 Y- Δ 等效变换。(g) 根据电路结构对称性, 找出同电位的结点。

2-5 注意等效的概念, 等效变换指的是外部等效, 内部不等效。

2-6 利用 Δ -Y 变换。

2-7 利用 Y- Δ 变换。

2-8 利用电源等效变换求解。

2-9 同 2-8 题。

2-10 同上, 简化电路时 R_3 不动。

2-11 同 2-8 题。

2-12 利用附加电源法, 可参考典型例题 2-1。

2-13 同 2-12 题。注意(b)中 $u_1 = -u_{11'}$ 。

2-14 先利用电阻的串并联及 Δ -Y 等效变换将电路简化, 再利用附加电源法。

三、习题答案

2-1 (1) 66.67 V, 8.333 mA, 8.333 mA; (2) 80 V, 10 mA, 0 A; (3) 0 V, 0 A, 50 mA

2-2 (1) $\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} i_s, \frac{R_3}{R_2 + R_3} i_s$; (2) 电阻 R_1 两端的电压增大, 电流源两端的电压受影响

$$2-3 \quad (1) \frac{R_2 R_L}{R_1 R_2 + R_1 R_L + R_2 R_L} \left[\text{或} \frac{K}{1+K} \frac{R_2}{R_1 + R_2}, K = \frac{R_L(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} \right] (2) -1\%, -10\%$$

2-4 (a) 4.4Ω ; (b) 3Ω ; (c) 1.5Ω (S 合上), 1.5Ω (S 打开); (d) 0.5Ω ; (e) 3Ω ; (f) 1.269Ω ; (g) 1.667Ω

2-5 (1) 3 A , 4Ω ; (2) 2 A , 8 W ; (3) 33.33 W , 0.667 W , 4 W ; (4) u_{S1} 、 u_{S2} 发出的功率不等于 i_S 发出的功率, R_1 、 R_2 消耗的功率不等于 R 消耗的功率

2-6 (1) 5 V ; (2) 150 V

2-7 (1) 略; (2) $u_o/u_{in} = \frac{3R_1 - R_L}{3R_1 + R_L}$

2-8 (a) 30 V ; (b) -5 V

2-9 0.125 A

2-10 0.3

2-11 $0.75 u_S$

2-12 (a) $R_1(1 - \mu) + R_2$; (b) $R_1 + R_2(1 + \beta)$

2-13 (a) $R_1 R_2 / [R_1 + (1 + \beta) R_2]$;

(b) $R_1 R_3 / [R_1 + (1 - \mu) R_3]$

2-14 $R_{in} = 0.4 \Omega$

第三章 电阻电路的一般分析

一、典型例题

例 3-1 电路如图 3-1 所示,列出其结点电压方程。

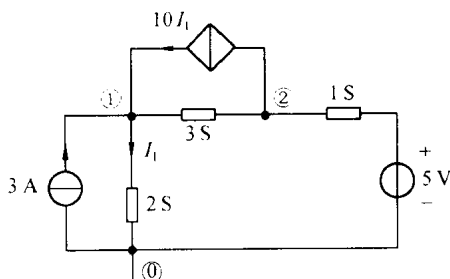


图 3-1 例 3-1 图

解 选结点①为参考结点,则有:

$$(2+3)u_{n1} - 3u_{n2} = 3 + 10I_1 \quad (1)$$

$$-3u_{n1} + (3+1)u_{n2} = 5 - 10I_1 \quad (2)$$

而

$$I_1 = 2u_{n1}$$

整理方程得:

$$-5u_{n1} - u_{n2} = 1$$

$$17u_{n1} + 4u_{n2} = 5$$

例 3-2 电路如图 3-2 所示,应用回路电流法求图示电路中电流 I_A 。

解 选自然网孔为一组独立回路,则有:

$$(8+4)I_1 - 4I_2 = 24 \quad (1)$$

$$-4I_1 + 6I_2 - 2I_3 = 8 \quad (2)$$

而：

$$I_3 = -0.1 U$$

$$U = 8 I_1$$

代入数据解得：

$$I_1 = 2.820 \text{ A}$$

$$I_2 = 2.462 \text{ A}$$

$$I_3 = -2.256 \text{ A}$$

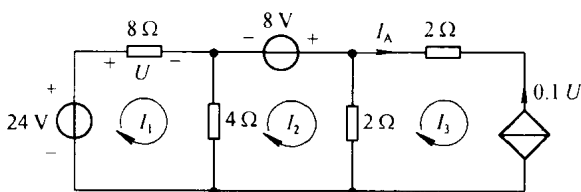


图 3-2 例 3-2 图

故

$$I_A = I_3 = -2.256 \text{ A}$$

二、解题提示

3-1 略。

3-2 对具有 n 个结点 b 条支路的电路,其 KCL、KVL 独立方程数分别为 $(n-1)$ 、 $[b-(n-1)]$ 。

3-3 对具有 n 个结点的电路,其树支数为 $(n-1)$ 。

3-4 先确定树支数,再按支路数递增的方法列出所有可能的树。

3-5 注意基本回路即单连支回路,基本回路数等于独立回路数,且等于网孔数。

3-6 同 3-5 题。

3-7 列出 3 个 KCL 方程和 3 个 KVL 方程。

3-8 列出 3 个网孔电流方程。