

高等学校教材

(第二版)

电工技术与电子技术基础

教学辅导与习题解析

刘陆平 主编

王俐 符健 副主编



清华大学出版社

电工技术与电子技术基础(第二版)

教学辅导与习题解析

刘陆平 主编

王 俐 符 健 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是根据符磊、王久华主编的《电工技术与电子技术基础》(第二版)(上、下册)编写的一本配套用的学习指导书。全书分为电工技术基础和电子技术基础两篇,每篇均逐章按“基本概念”、“思考题解答”和“习题解答”3个方面加以论述。内容覆盖了电路、磁路及变压器、电机及其控制、模拟电路和数字电路五大部分。

本书不仅可作为高等工科院校非电类专业本科生、高职高专生学习《电工技术与电子技术基础》的学习指导书,也可作为职工大学、电视大学、函授、自学考试《电工技术与电子技术基础》的学习指导书以及工程技术人员了解电工与电子技术的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术与电子技术基础(第二版)教学辅导与习题解析/刘陆平 主编,王俐 符健 副主编.

—北京:清华大学出版社,2005.9

ISBN 7-302-11639-3

I. 电… II. ①刘…②王…③符… III. ①电工技术—高等学校—教学参考资料②电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 094163 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编:100084
社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:胡伟卷

文稿编辑:刘金喜

封面设计:康 博

版式设计:康 博

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:11.75 字数:271 千字

版 次:2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-11639-3/TM·66

印 数:1~4000

定 价:18.00 元

前 言

《电工技术与电子技术基础》是高等院校非电类及相关工科专业重要的一门专业基础课程。考虑到这门课程学时少、难度大等原因,特编写一本与该课程相配套的学习指导书,以帮助学生掌握基本概念,了解其重点与难点,提高学生分析问题和解决问题的能力。本书具有以下几个方面的特点。

- 适应性强:本书内容密切结合教育部颁布的“电工技术与电子技术基础”课程的教学基本要求,力求做到配合国内一些通用教材体系,从而引导学生在学习上抓住重点、难点,学会解题技巧。
- 密切联系实际:通过一定数量的思考题和习题,使学生在解题过程中,了解一些工程实践基本知识,初步掌握处理工程问题的能力。
- 涵盖面宽:本书针对电路、磁路及变压器、电机及其控制、模拟电路和数字电路五大部分,从“基本概念”、“思考题解答”和“习题解答”3个方面加以论述。

本书由刘陆平(江西交通职业技术学院、华东交通大学研究生)主编,王俐(南昌大学)和符健(南昌市城市规划设计研究总院)为副主编。刘陆平编写了第1~5章和第10~13章,王俐编写了第6、7和第14章,符健编写了第8和第9章。全书由刘陆平组织编写并统稿。

南昌理工学院符磊教授和王久华教授十分重视全书的编写工作,对编写工作给予了极大的关心与支持,并审阅了全书,在此深表谢意!

虽然我们精心组织,谨慎编写,但由于水平有限,书中错误及不妥之处仍在所难免,恳请读者及同行老师们指正。

需说明的是,对于教材中比较简单的思考题,本书中不再给出参考答案。

编 者

2005年7月

目 录

第 I 篇 电 工 技 术

第 1 章 电路的基本定律与分析方法	1
一、基本概念	1
二、思考题解答	3
三、习题解答	7
第 2 章 正弦交流电路	13
一、基本概念	13
二、思考题解答	15
三、习题解答	22
第 3 章 电路的暂态过程	36
一、基本概念	36
二、思考题解答	37
三、习题解答	41
第 4 章 变压器与电磁铁	46
一、基本概念	46
二、思考题解答	49
三、习题解答	52
第 5 章 电动机	55
一、基本概念	55
二、思考题解答	57
三、习题解答	62
第 6 章 继电接触控制电路	68
一、基本概念	68
二、思考题解答	69
三、习题解答	73

第7章 可编程控制器	80
一、基本概念	80
二、习题解答	83

第II篇 电子技术

第8章 晶体二极管与整流、滤波及并联稳压电路	89
一、基本概念	89
二、思考题解答	90
三、习题解答	92
第9章 晶体三极管及基本放大电路	96
一、基本概念	96
二、思考题解答	100
三、习题解答	104
第10章 集成运算放大器	112
一、基本概念	112
二、思考题解答	113
三、习题解答	116
第11章 组合逻辑电路	125
一、基本概念	125
二、思考题解答	128
三、习题解答	133
第12章 触发器和时序逻辑电路	148
一、基本概念	148
二、思考题解答	153
三、习题解答	162
第13章 数—模和模—数转换	174
一、基本概念	174
二、思考题解答	175
三、习题解答	176
第14章 存储器与可编程逻辑器件	179
一、基本概念	179
二、习题解答	180

第 I 篇 电 工 技 术

第1章 电路的基本定律与分析方法

一、基 本 概 念

1. 电路的组成和功能。电路是电流的通路,主要由电源、负载和中间环节 3 个基本部分组成。

电路的功能主要有两类:一类是实现电能的传输、转换和分配,另一类是实现信号的传递和处理。

2. 电路模型。电路模型就是将实际的电路元器件理想化,即在一定的条件下,突出其主要的电磁性质,忽略其次要因素,由一些理想电路元件所组成的电路,就是实际电路的电路模型。

3. 基本物理量及其正方向(参考方向)。电压的实际方向规定为从高电位端指向低电位端。电动势的实际方向规定为在电源内部是由低电位端指向高电位端。电流的实际方向规定为正电荷移动的方向,在电源内部是由低电位端流向高电位端,在电源外部是由高电位端流向低电位端,即与电压的方向相同。

为了分析和计算的方便,可任意选定一方向作参考,称为参考方向(或正方向),在电路图中用箭头表示。当电流(或电压)值计算结果为正时,其实际方向与正方向一致;否则,其实际方向与正方向相反。一般将元件上的电流、电压的正方向选得一致,称为关联参考方向。若元件上的电流、电压的正方向选得相反,称为非关联参考方向。

电路中某一点的电位等于这一点与参考点(零电位)之间的电压,其电位的高低与参考点的选择有关,而与选择的路径无关。

4. 欧姆定律。在应用欧姆定律时,首先要在电路图中标出电流和电压的正方向,当电流和电压的正方向选得相反时,表达式前面须带负号。

5. 电路的 3 种工作状态。

有载状态：根据电路图中电压和电流的实际方向可确定某一电路元件是电源还是负载。当电路元件上电流和电压的实际方向一致时，表示该电路元件是负载，消耗电能，吸收功率；否则，表示该电路元件是电源，发出功率。

开路状态： $I=0$ ， $U_0=E$ 。

短路状态： $U=0$ ， $I_S=E/R_0$ ，其中 R_0 为电源的内阻， I_S 为电源的短路电流。

6. 克希荷夫定律是电路遵循的基本定律，也是复杂电路计算的理论基础，它包含以下两个内容：

(1) 节点定律(KCL) $\sum I=0$ ， n 个节点，可列 $n-1$ 个方程。

(2) 回路定律(KVL) $\sum U=0$ 或 $\sum E=\sum IR$ 。如果列多孔回路方程式，每列一个回路方程必须有一条新的支路出现，以保证方程的独立性。

列克希荷夫定律电量方程式必须依据电量设定的正方向。

7. 电源的两种电路模型：电压源与电流源。两者之间对电源外电路可以等效变换，变换的关系式为 $I_S=E/R_0$ ， $E=I_S R_S$ ， $R_0=R_S$ ， E 和 I_S 的正方向应一致。对电源内电路则不能等效变换。这种等效变换是简化电路计算的一种方法。

理想电压源和理想电流源之间不能等效变换。理想电压源并联电阻后仍可等效为恒压源，理想电流源串联电阻后仍可等效为恒流源，对外电路的工作状态无影响，只是改变了理想电压源的电流和理想电流源的端电压。当理想电压源和理想电流源并联时，理想电压源起决定作用，两端电压保持恒定不变；当理想电压源和理想电流源串联时，理想电流源起决定作用，流过它们的电流保持恒定不变。当多个理想电压源串联时，等效的理想电压源等于每个理想电压源的代数和；当多个理想电流源并联时，等效的理想电流源等于每个理想电流源的代数和。

8. 节点电压法又称弥尔曼定理。以节点电压为未知量，在节点电压求出后，再利用欧姆定律求出各支路的电流。其计算公式为

$$U_{AB} = \sum \frac{E}{R} / \sum \frac{1}{R}$$

式中，分母各项均为正，分子各项当电动势(或电流源)的正方向与节点电压正方向相反时取正号，否则取负号。节点电压法适应于只有两个节点的复杂电路。

9. 叠加原理反映了线性电路的基本属性，是线性电路普遍适用的基本原理，同时又是简化线性电路计算的又一方法。它只适用于电流和电压的计算，对于功率的计算则不适用。

叠加原理的内容为在线性网络中若干个电源(电压源和电流源)同时作用在某一支路上所产生的电压(或电流)等于各个电源单独作用时分别在该支路上所产生的电压(或电流)的代数和。应用时注意两点：(1)在叠加过程中，对于不作用的恒压源应短路，对于不作用的恒流源应断路，但内阻不变，仍保留在电路中；(2)叠加计算时，若某电源单独作用在某支路所产生的电压(或电流)的正方向，与所有电源同时作用在该支路所产生的电压(或电流)的正方向相同时，叠加取正号；相反时取负号。

10. 戴维南定理又称等效电压源定理，是一个简化有源二端网络的定理。仅计算复杂电路中某一支路的电流时，使用戴维南定理最为简捷。

戴维南定理的内容为：任何一个有源两端网络，都可以用一个等效电压源代替，等效电压源的电动势 E' 等于有源二端网络的开路电压 U_0 ，其内阻 R_0 等于该有源二端网络除源后，所得的无源二端网络的等效电阻。

利用戴维南定理计算某一支路电流时，首先断开电路中的待求支路(设其电阻为 R)，得一有源两端网络，求出其开路电压 U_0 ，即为其等效电压源的电动势 E' ；再将有源二端网络除源后(恒压源短路，恒流源断路，它们的内阻不变)，求出其等效电阻，即为其等效电压源的内阻 R_0 ；将待求支路接上等效电压源，求出电路中的电流，即为待求支路的电流。

$$I = \frac{E'}{R + R_0}$$

二、思考题解答

【思 1.1.1】(a) 图 $U_{ab} = IR = 5 \times 10 = 50\text{V}$ ，电压和电流的实际方向均由 a 指向 b。

(b) 图 $U_{ab} = -IR = -5 \times 10 = -50\text{V}$ ，电压和电流的实际方向均由 b 指向 a。

(c) 图 $U_{ab} = IR = -5 \times 10 = -50\text{V}$ ，电压和电流的实际方向均由 b 指向 a。

(d) 图 $U_{ab} = -IR = -(-5) \times 10 = 50\text{V}$ ，电压和电流的实际方向均由 a 指向 b。

【思 1.1.2】根据 KCL 定律可得

(1) $I_2 = -I_1 = -1\text{A}$ 。

(2) $I_2 = 0$ ，所以此时 $U_{CD} = 0$ ，但 V_A 和 V_B 不一定相等，所以 U_{AB} 不一定等于零。

【思 1.1.3】这是一个参考方向问题，三个电流中必有一个或两个的数值为负，即必有一条或两条支路电流的实际方向是流出封闭面内电路的。

【思 1.1.4】(a) 图 $U_{AB} = U_1 + U_2 = -2\text{V}$ ，各点的电位高低为 $V_C > V_B > V_A$ 。

(b) 图 $U_{AB} = U_1 - U_2 = -10\text{V}$ ，各点的电位高低为 $V_B > V_C > V_A$ 。

(c) 图 $U_{AB} = 8 - 12 - 4 \times (-1) = 0$ ，各点的电位高低为 $V_D > V_B (V_A = V_B) > V_C$ 。

【思 1.1.5】电路的电源及电位参考点如图 1-1 所示。当电位器 R_w 的滑动触点 C 处于中间位置时，电位 $V_C = 0$ ；若将其滑动触点 C 右移，则 V_C 降低。

【思 1.1.6】(a) 当 S 闭合时， $V_B = V_C = 0$ ， $I = 0$ 。

当 S 断开时， $I = \frac{12}{3+3} = 2\text{mA}$ ， $V_B = V_C = 2 \times 3 = 6\text{V}$ 。

(b) 当 S 闭合时， $I = -\frac{6}{3} = -2\text{A}$ ， $V_B = -\frac{3}{2+1} \times 2 = -2\text{V}$ 。

当 S 断开时， $I = 0$ ， $V_B = 6 - \frac{3}{2+1} \times 2 = 4\text{V}$ 。

【思 1.1.7】根据电路中元件电压和电流的实际方向可确定该元件是电源还是负载。当电路元件上电压与电流的实际方向一致时，表示该元件吸收功率，为负载；当其电压与电流的实际方向相反时，表示该元件发出功率，为电源。

可以根据元件电压与电流的正方向和功率的正、负来判别该元件是发出还是吸收功率。例如某元件 A 电压、电流的正方向按关联正方向约定, 即将其先视为“负载模型”, 如图 1-2(a)所示, 元件功率 $P=UI$ 。设 $U=10\text{V}$ (电压实际方向与其正方向一致), $I=2\text{A}$ (电流实际方向与其正方向一致), U 、 I 实际方向一致, $P=UI=10\times 2=20\text{W}>0$ (P 值为正), 可判断 A 元件吸收功率, 为负载。设 $U=10\text{V}$ (电压实际方向与其正方向一致), $I=-2\text{A}$ (电流实际方向与其正方向相反), U 、 I 实际方向相反, $P=UI=10\times(-2)=-20\text{W}<0$ (P 值为负), 可判断 A 元件发出功率, 为电源。

同理, 元件 B 电压、电流的正方向按非关联正方向约定, 即将其先视为“电源模型”, 如图 1-2(b)所示, 元件功率 $P=UI$, 若 $P=UI>0$ (P 值为正), 可判断该元件发出功率, 为电源; 若 $P=UI<0$ (P 值为负), 可判断该元件吸收功率, 为负载。

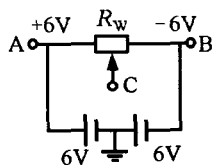


图 1-1 思考题 1.1.5 的电路图

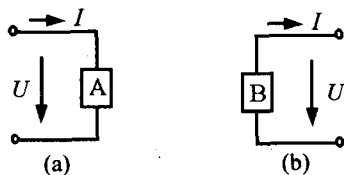


图 1-2 思考题 1.1.7 的电路图

【思 1.1.8】A 元件的 KVL 方程为 $U=E_1-IR_1=10\text{V}$, A 元件电压、电流的正方向按非关联正方向约定, $P_A=IU=-10\text{W}<0$, 可判断其吸收功率, 为负载(其电压、电流实际方向一致)。

B 元件的 KVL 方程为 $U=E_2+IR_2=10\text{V}$, B 元件电压、电流的正方向按关联正方向约定, $P_B=IU=-10\text{W}<0$, 可判断其发出功率, 为电源(其电压、电流实际方向相反)。

若由 U 、 I 的正方向及其值正、负先判定它们的实际方向, 则元件 A、B 为发出还是吸收功率是很容易判断的。

【思 1.2.1】(1) 错。因为有载工作状态下的电压源、恒压源、电流源、恒流源, 如果在其两端电压的实际方向与流过它的电流实际方向相反, 则向外电路发出功率, 为电源; 反之, 则由外电路吸收功率, 为负载。

(2) 错。两个电源等效的条件为它们具有相同的外特性($V-A$ 特性), 此题对任意相同的外接电路都具有相同的电压、电流和功率。

如图 1-3(a)和(b)所示的恒压源和恒流源电路, 它们外接相同的 1Ω 电阻元件, 尽管此时它们输出相同的 U 、 I 、 P , 但它们并非等效电源。例如将电阻 1Ω 增大到 2Ω , 两个电源输出的 U 、 I 、 P 不再相等。

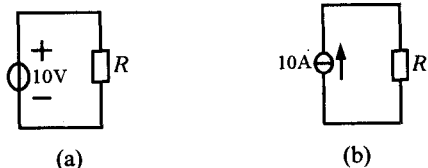


图 1-3 思考题 1.2.1 的电路图

(3) 对。

(4) 错，电源只对外电路等效，对内电路则不等效。

(5) 错，恒压源与恒流源之间不可以等效变换。

【思 1.2.2】 $U_R = -10 \times 2 = -20\text{V}$ ； $P_E = 10 \times 2 = 20\text{W} > 0$ ，非关联正方向，它发出功率； $P_{I_S} = -10 \times 2 = -20\text{W} < 0$ ，关联正方向，它发出功率。

【思 1.2.3】(a) $I_S = \frac{9}{6} = 1.5\text{A}$ ， $R_S = 6\Omega$ ，电流源的 I_S 正方向向上。

(b) $I_S = 3 - \frac{10}{4} = 0.5\text{A}$ ， $R_S = 4\Omega$ ，电流源的 I_S 正方向向下。

(c) $E = 5 \times 5 = 25\text{V}$ ， $R_0 = 5\Omega$ ，电压源的 E 正方向向上。

(d) $E = 3 \times 6 - 3 = 15\text{V}$ ， $R_0 = 3\Omega$ ，电压源的 E 正方向向下。

【思 1.2.4】利用等效电压源和电流源化简方法，可把教材图 1.2.8 化简为图 1-4(a)和(b)所示。其中， $I_{S1} = 5\text{A}$ ， $I_{S2} = \frac{20}{10} = 2\text{A}$ ， $I_S = 5 - 2 = 3\text{A}$ ，再利用并联电阻分流原理可得

$$I_3 = -\frac{R_2}{R_2 + R_3} \times I_S = -\frac{10}{10 + 5} \times 3 = -2\text{A}$$

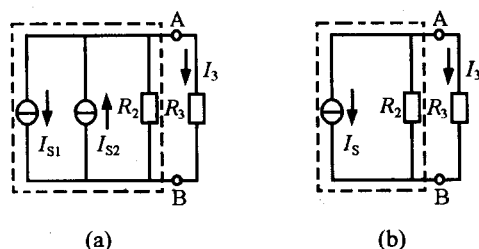


图 1-4 思考题 1.2.4 的电路图

【思 1.3.1】(1) 对。

(2) 错。叠加原理只适用于电压和电流的叠加运算，不适用于功率的叠加运算。

(3) 对。

(4) 错。应用戴维南定理求等效电压源内阻 R_0 时，凡恒压源应短接，恒流源应开路。

【思 1.3.2】根据叠加原理可得， I 与 U_S 成正比，所以，当 U_S 增大到 30V 时， I 等于 3A 。

【思 1.3.3】根据叠加原理可得，当电路仅将恒流源断开后，电压表的读数为 $U_V = 12 - 8 = 4\text{V}$ 。

【思 1.3.4】当开关 S 断开时，其等效电路图如图 1-5(a)所示， $R_{ab} = R_5 // (R_1 + R_3) // (R_2 + R_4)$ 。

当开关 S 闭合时，其等效电路图如图 1-5(b)所示， $R_{ab} = R_5 // (R_1 // R_2 + R_3 // R_4)$ 。

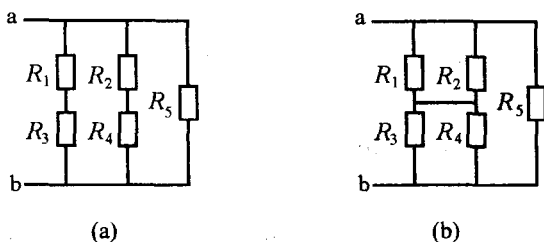


图 1-5 思考题 1.3.4 的电路图

【思 1.3.5】其等效电路图如图 1-6 所示, $R_{ab} = (4 // 4 + 3) // 6 = \frac{30}{11} \Omega$ 。

【思 1.3.6】其等效电路图如图 1-7 所示, $R_{ab} = 8 + 4 = 12 \Omega$ 。

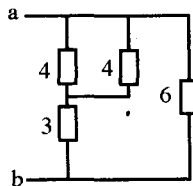


图 1-6 思考题 1.3.5 的电路图

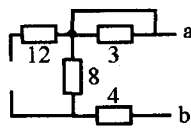


图 1-7 思考题 1.3.6 的电路图

【思 1.3.7】(a) $E' = U_0 = 2 + 1 \times 1 = 3V$, $R_0 = 1\Omega$ 。

(b) $E' = U_0 = 24 - \frac{24-6}{6+3} \times 6 = 12V$, $R_0 = 3 // 6 = 2\Omega$ 。

(c) $E' = U_0 = 1 \times 4 + 10 = 14V$, $R_0 = 4 + 4 = 8k\Omega$ 。

(d) $E' = U_0 = \frac{6}{10+30} \times 10 - \frac{6}{20+40} \times 40 = -2.5V$, $R_0 = 30 // 10 + 20 // 40 = \frac{125}{6} \Omega$ 。

【思 1.3.8】根据戴维南定理, 可把教材图 1.2.8 中的支路 R_3 划出, 求出等效电压源的电动势 E' 和内阻 R_0 , 如图 1-8(a)和(b)所示。最后得到如图 1-8(c)所示的电路图。化简和计算过程如下: $E' = U_0 = 20 - 10 \times 5 = -30V$, $R_0 = R_2 = 10\Omega$, $I_3 = \frac{E'}{R_0 + R_3} = \frac{-30}{10+5} = -2A$ 。

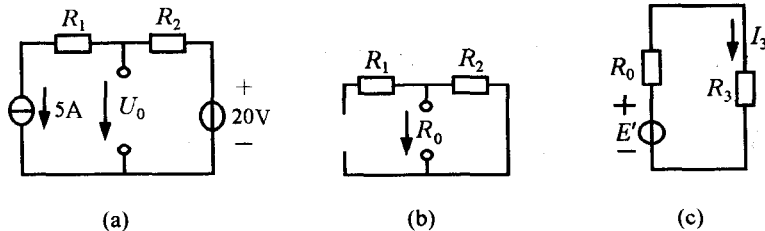


图 1-8 思考题 1.3.8 的电路图

【思 1.3.9】根据戴维南定理, 求出等效电压源的电动势 E' 和内阻 R_0 , 如图 1-9(a)和(b)

所示。最后得到如图 1-9(c)所示的电路图。化简和计算过程如下：

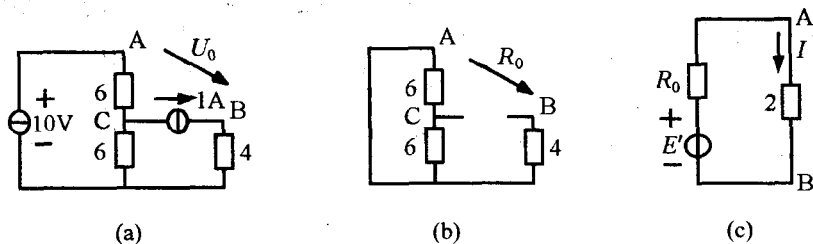


图 1-9 思考题 1.3.9 的电路图

由图 1-9(a)得 $E' = U_0 = 10 - 1 \times 4 = 6\text{V}$, 由图 1-9(b)得 $R_0 = 4\Omega$, 由图 1-9(c)得 $I = \frac{E'}{R_0 + R_4}$

$$= \frac{6}{4 + 2} = 1\text{A}.$$

三、习题解答

【习题 1.1】

【解】(1) 各电流、电压的实际方向如图 1-10 所示。

(2) 从图 1-10 中可知, 元件 1、3、5 上电流的实际方向与电压的实际方向相反, 故为电源。元件 2、4 上电流的方向与电压的实际方向相同, 故为负载。

电源 1、3、5 上消耗的功率分别为

$$P_1 = U_1 I_1 = 5 \times 1 = 5\text{W}, \quad P_3 = U_3 I_2 = 4 \times 2 = 8\text{W}, \quad P_5 = U_5 I_3 = 3 \times 3 = 9\text{W}.$$

负载 2、4 上消耗的功率分别为

$$P_2 = U_2 I_1 = 1 \times 1 = 1\text{W}, \quad P_4 = U_4 I_3 = 7 \times 3 = 21\text{W}.$$

【习题 1.2】

【解】(1) 从电路图可得, 流过回路 ABCDA 的电流为 $I = \frac{U_{AC} - E_1}{R_1 + r_1} = \frac{28 - 18}{1 + 4} = 2\text{A}$ 。

由此可求出 $E_2 = U_{AC} + I(R_2 + R_3 + r_2) = 28 + 2 \times (2 + 6 + 1) = 46\text{V}$ 。

(2) $V_A = E_3 = 5\text{V}$

$$V_B = V_A - IR_1 = 5 - 2 \times 4 = -3\text{V} \quad \text{或} \quad V_B = E_1 + Ir_1 - U_{AC} + V_A = 18 + 2 \times 1 - 28 + 5 = -3\text{V}$$

$$V_C = V_B - E_1 - Ir_1 = -3 - 18 - 2 \times 1 = -23\text{V} \quad \text{或} \quad V_C = -U_{AC} + V_A = -28 + 5 = -23\text{V}$$

$$V_D = V_C - IR_2 = -23 - 2 \times 2 = -27\text{V} \quad \text{或} \quad V_D = Ir_2 - E_2 + IR_3 + V_A = 2 - 46 + 12 + 5 = -27\text{V}$$

【习题 1.3】

【解】利用电源等效变换法化简后可得图 1-11(a)和图 1-11(b)。

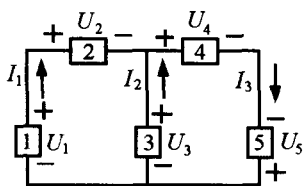


图 1-10 【习题 1.1】各电流、电压的实际方向图

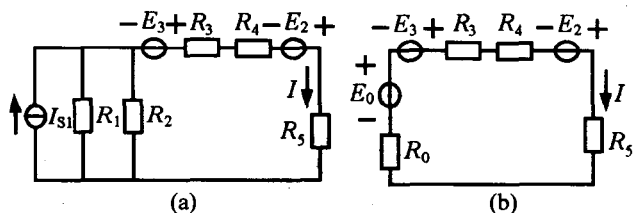


图 1-11 【习题 1.3】的图

在图 1-11(a)中, $E_3 = I_S R_3 = 3 \times 1 = 3\text{V}$, $I_{S1} = \frac{E_1}{R_1} = \frac{2.5}{2} = 1.25\text{A}$ 。

在图 1-11(b)中, $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6}{5} = 1.2\Omega$, $E_0 = I_{S1} R_0 = 1.25 \times 1.2 = 1.5\text{V}$ 。

所以, $I = \frac{E_0 + E_2 + E_3}{R_0 + R_3 + R_4 + R_5} = \frac{1.5 + 3 + 11}{1.2 + 1 + 1.8 + 3.75} = 2\text{A}$ 。

由 KCL 定律可得 $I_{R3} = I_S - I = 3 - 2 = 1\text{A}$, 所以, $U = I_{R3} R = (I_S - I) R_3 = (3 - 2) \times 1 = 1\text{V}$ 。

【习题 1.4】

【解】根据弥尔曼定理可得

$$U_{ab} = \frac{\frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} + \frac{E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{\frac{12 - 20}{4 + 2} + \frac{10}{3}}{\frac{1}{4 + 2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2}} = \frac{\frac{-4}{3} + \frac{10}{3}}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2}} = \frac{2}{1} = 2\text{V}$$

【习题 1.5】

【解】因本电路中有三个电源, 故应用叠加原理解题分三步进行, I_{S2} 、 I_{S1} 、 E_1 单独作用时的等效电路分别如图 1-12(a)、(b)、(c)所示。

由图 1-12(a)得 $U_1 = \frac{I_{S2} R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$

由图 1-12(b)得 $U_2 = \frac{I_{S1} R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$

由图 1-12(c)得 $U_3 = -\frac{E_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$

$$\begin{aligned} \text{根据叠加原理可得 } U &= U_1 + U_2 + U_3 = \frac{I_{S2} R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} + \frac{I_{S1} R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} - \frac{E_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} \\ &= \frac{I_{S2} R_1 R_3 + I_{S1} R_1 R_2 - E_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} \end{aligned}$$

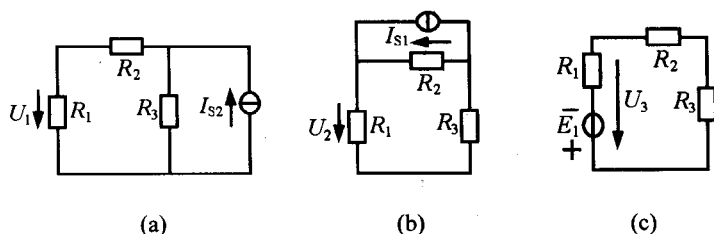


图 1-12 【习题 1.5】的图

【习题 1.6】

【解】根据叠加原理可得 U_{ab} 可看成为三个电源(E 、 I_{S1} 、 I_{S2})共同作用时, 在 ab 支路上产生的电压之和。当电压源 E 单独作用时的等效电路如图 1-13(a)所示, 可求得

$$U'_{ab} = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \times E = \frac{1}{4} \times 16 = 4V$$

所以, 将理想电压源除去后, 仅剩下两个电流源作用时的等效电路如图 1-13(b)所示, 根据叠加原理可得 $U_{ab} = U''_{ab} + U'_{ab}$, 即 $U''_{ab} = U_{ab} - U'_{ab} = 12 - 4 = 8V$ 。

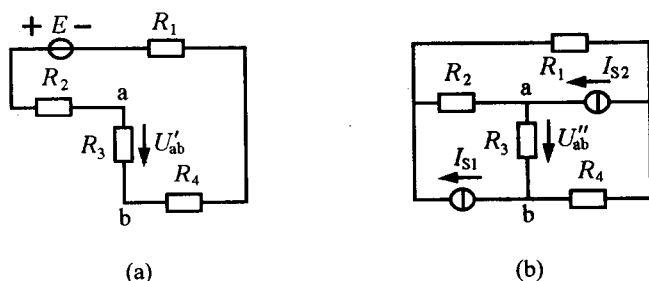


图 1-13 【习题 1.6】的图

【习题 1.7】

【解】首先求出支路 R_3 的电流 I_3 。根据戴维南定理, 可把支路 R_3 划出, 其等效电压源的电动势 E' 和内阻 R_0 的等效电路分别如图 1-14(a)和图 1-14(b)所示。最后得到如图 1-14(c)所示的电路图。化简和计算过程如下:

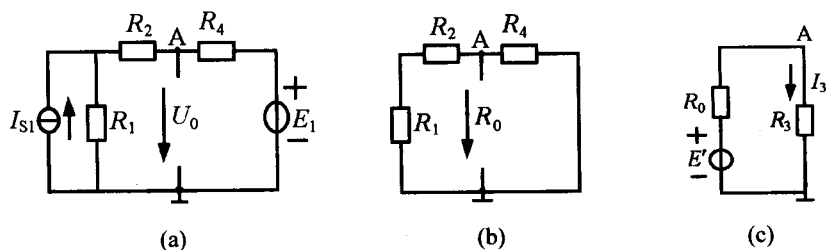


图 1-14 【习题 1.7】的图

$$\text{由图 1-14(a)得 } E' = U_0 = \frac{\frac{E_1}{R_4} + \frac{I_{S1}R_1}{R_1 + R_2}}{\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_1 + R_2}} = 10\text{V}$$

$$\text{由图 1-14(b)得 } R_0 = \frac{R_4(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_4} = \frac{4}{3}\text{k}\Omega$$

$$\text{由图 1-14(c)得 } I_3 = \frac{E'}{R_0 + R_3} = \frac{10}{\frac{4}{3} + 4} = \frac{15}{8}\text{mA}$$

$$\text{所以, } V_A = I_3 R_3 = \frac{15}{8} \times 4 = 7.5\text{V}$$

【习题 1.8】

【解】要求出支路 R_4 的电流 I , 根据戴维南定理, 可把支路 R_4 划出, 其等效电压源的电动势 E' 和内阻 R_0 的等效电路分别如图 1-15(a)和图 1-15(b)所示。最后得到如图 1-15(c)所示的电路图。化简和计算过程如下:

在图 1-15(a)中, 先用叠加原理求通过 R_1 的电流 I_1 , 其电压源 U 和电流源 I_S 单独作用时的等效电路分别如图 1-15(d)和图 1-15(e)所示。

$$\text{由图 1-15(d)得 } I_1' = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{16}{8 + 4 + 20} = \frac{1}{2}\text{A}$$

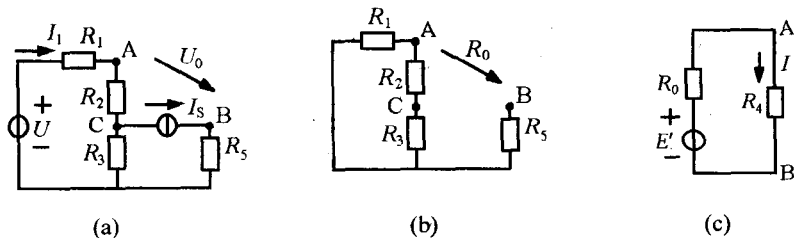
$$\text{由图 1-15(e)得 } I_1'' = \frac{I_S R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{20}{8 + 4 + 20} = \frac{5}{8}\text{A}$$

$$\text{所以, } I_1 = I_1' + I_1'' = \frac{1}{2} + \frac{5}{8} = \frac{9}{8}\text{A}$$

$$\text{由图 1-15(a)得 } E' = U_0 = U - R_1 I_1 - I_S R_5 = 16 - 8 \times \frac{9}{8} - 1 \times 3 = 4\text{V}$$

$$\text{由图 1-15(b)得 } R_0 = R_5 + \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = 3 + 8 \times \frac{24}{32} = 9\Omega$$

$$\text{由图 1-15(c)得 } I = \frac{E'}{R_0 + R_4} = \frac{4}{9 + 3} = \frac{1}{3}\text{A}$$



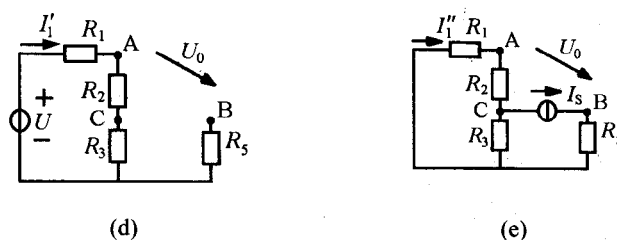


图 1-15 【习题 1.8】的图

【习题 1.9】

【解】要求出支路 R_3 的电流 I 。根据戴维南定理，可把支路 R_3 划出，其等效电压源的电动势 E' 和内阻 R_0 的等效电路分别如图 1-16(a)和图 1-16(b)所示。最后得到如图 1-16(c)所示的电路图。化简和计算过程如下：

$$\text{由图 1-16(a)得 } E' = U_0 = \frac{(E_1 - E_2)R_2}{R_1 + R_2} + E_2 - \frac{E_3 R_4}{R_5 + R_4} = \frac{15 - 13}{1 + 1} + 13 - \frac{4 \times 1}{1 + 1} = 12\text{V}$$

$$\text{由图 1-16(b)得 } R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_5 R_4}{R_5 + R_4} = 1\Omega$$

$$\text{由图 1-16(c)得 } I = \frac{E'}{R_0 + R_3} = \frac{12}{1 + 10} = 1.1\text{A}$$

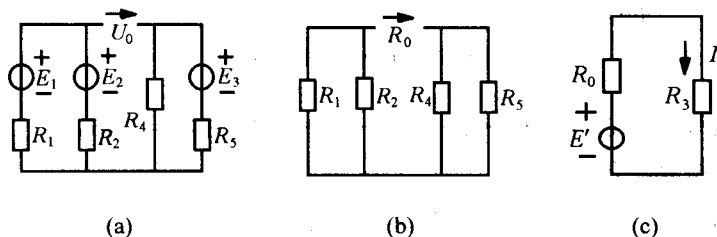


图 1-16 【习题 1.9】的图

【习题 1.10】

【解】要求出支路 R_4 的电压 U_{ab} ，可先求出支路 R_4 的电流 I_4 。根据戴维南定理，可把支路 R_4 划出，其等效电压源的电动势 E' 和内阻 R_0 的等效电路分别如图 1-17(a)和图 1-17(b)所示，最后得到如图 1-17(c)所示的电路图。化简和计算过程如下：

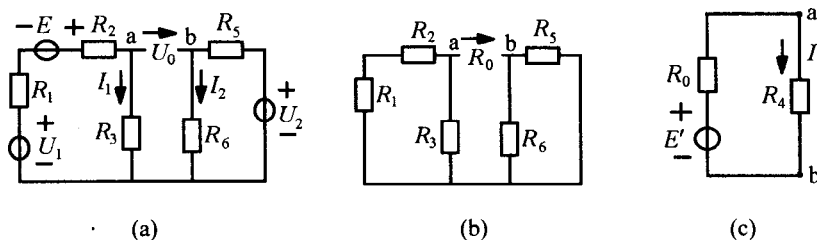


图 1-17 【习题 1.10】的图