

普通高等教育“十三五”规划教材

电工与电子技术 学习指导

DIANGONG YU DIANZI
JISHU XUEXI ZHIDAO

穆克 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

电工与电子技术学习指导

穆克主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书的主要内容包括电路理论基础、电子技术、常用电气设备及控制技术三部分。电路理论基础部分, 主要介绍电路的基本概念及分析方法、一阶电路的暂态分析、正弦交流电路、三相电路及安全用电; 电子技术部分, 主要介绍二极管和三极管及基本放大电路、集成运算放大器、组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、数/模和模/数转换; 常用电气设备及控制技术部分, 主要介绍变压器、交流电动机及电器控制电路。本书可作为理工科非电类专业及计算机专业的本、专科学学生教材和广大自学读者学习电工电子技术课程的辅导教材, 也可作为考研研究生的参考书和电工电子技术教师的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工与电子技术学习指导/穆克主编. —北京: 化学工业出版社, 2016.2

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-26025-3

I. ①电… II. ①穆… 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 (2016) 第 005749 号

责任编辑: 满悦芝 石磊

文字编辑: 颜克俭

责任校对: 吴静

装帧设计: 孙远博

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印装: 高教社 (天津) 印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 372 千字 2016 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着现代科学技术的发展,电工与电子技术在各个领域的应用越来越广泛,与新技术、新产品、新应用密切相关,在非电类学科中有着重要的地位和作用,是高等学校相关学科专业的一门重要技术基础课程。为使初学者更好地理解 and 掌握电工与电子技术的基本概念和基本原理,我们编写了这本《电工与电子技术学习指导》。

本书在编写过程中力求突出以下特色。

1. 遵循传统教材宗旨,保持常规教材结构顺序,以建立基本概念、阐明基础原理和基础知识为重点。

2. 以典型题为例,详细给出解决问题的过程,用填空题、选择题、判断题、基本题等多种题型强化对各知识点掌握,提高题用以满足有更高需求的学生。

3. 在内容安排上,由浅入深,循序渐进。

本书的主要内容包括电路理论基础、电子技术、常用电气设备及控制技术三部分。电路理论基础部分,主要介绍电路的基本概念及分析方法、一阶电路的暂态分析、正弦交流电路、三相电路及安全用电;电子技术部分,主要介绍二极管和三极管及基本放大电路、集成运算放大器、组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、数/模和模/数转换;常用电气设备及控制技术部分,主要介绍变压器、交流电动机及电器控制电路。

本书由辽宁石油化工大学穆克任主编,林丽君、陆冬梅、褚俊霞、冯爱伟、李敏、姜丽、杨冶杰、祁军、赵强参与编写。具体编写分工如下:第1章由林丽君编写;第2章陆冬梅编写;第3章由褚俊霞编写;第4章由冯爱伟编写;第5章由李敏编写;第6章、第10章由穆克编写;第7章由姜丽编写;第8章由杨冶杰编写;第9章由祁军编写;第11章、第12章由赵强编写。编写过程中参阅了部分资料,编者在此对文献作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不当之处,恳请使用本书的广大读者批评指正,并将意见和建议及时反馈给我们,以便修订时完善。

编者

2015年12月

目 录

第1章 电路的基本概念及分析方法	1
1.1 基本要求	1
1.2 学习指南	1
1.3 习题与解答	5
第2章 一阶电路的暂态分析	19
2.1 基本要求	19
2.2 学习指南	19
2.3 习题与解答	21
第3章 正弦交流电路	42
3.1 基本要求	42
3.2 学习指南	42
3.3 习题与解答	45
第4章 三相电路及安全用电	60
4.1 基本要求	60
4.2 学习指南	60
4.3 习题与解答	64
第5章 二极管和三极管及基本放大电路	80
5.1 基本要求	80
5.2 学习指南	80
5.3 习题与解答	87
第6章 集成运算放大器	107
6.1 基本要求	107
6.2 学习指南	107
6.3 习题与解答	112
第7章 组合逻辑电路	129
7.1 基本要求	129
7.2 学习指南	129
7.3 习题与解答	131
第8章 触发器和时序逻辑电路	146
8.1 基本要求	146

8.2	学习指南	146
8.3	习题与解答	151
第 9 章	数/模和模/数转换	181
9.1	基本要求	181
9.2	学习指南	181
9.3	习题与解答	184
第 10 章	变压器	194
10.1	基本要求	194
10.2	学习指南	194
10.3	习题与解答	195
第 11 章	交流电动机	207
11.1	基本要求	207
11.2	学习指南	207
11.3	习题与解答	210
第 12 章	电器控制电路	222
12.1	基本要求	222
12.2	学习指南	222
12.3	习题与解答	226
参考文献		233

第 1 章 电路的基本概念及分析方法

1.1 基本要求

- 理解电路的基本概念，如电路模型、电压和电流的参考方向、电源的工作状态等。
- 掌握电路的基本定律——基尔霍夫定律。
- 掌握电路中电位的概念及计算。
- 掌握电路分析方法，如等效变换、支路电流法、结点电压法、叠加定理、戴维南定理。
- 了解非线性电阻电路的图解法。

1.2 学习指南

1.2.1 主要内容综述

(1) 电路

- 电路指电流的通路。
- 作用：实现电能的传输和转换；传递和处理信号。
- 组成：电源、负载和中间环节。
- 电源：供应电能的设备，将其他形式的能量转换成电能。
- 负载：取用电能的设备，将电能转换为其他形式的能量。
- 中间环节：连接电源和负载的部分，起传输和分配电能的作用。

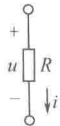
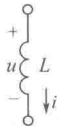
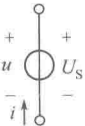
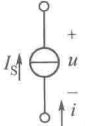
(2) 电路分析

- 在已知电路结构和元件参数的条件下，讨论电路的激励与响应之间的关系。
- 激励：电源或信号源的电压或电流叫激励。
- 响应：在激励作用下，电路各部分产生的电压和电流叫响应。

(3) 电路模型

- 由一些理想电路元件所组成的电路，称为电路模型，简称电路。
- 理想电路元件：理想电阻元件，简称电阻；理想电感元件，简称电感；理想电容元件，简称电容；理想电压源，简称电压源或恒压源；理想电流源，简称电流源或恒流源；理想电路元件可分为无源元件和有源元件、储能元件和耗能元件等。
- 理想元件的伏安特性见表 1-1。

表 1-1 理想元件的伏安特性

名称	电阻	电感	电容	电压源	电流源
电路模型					

名称	电阻	电感	电容	电压源	电流源
VCR	$u=iR$	$u_L=L\frac{di_L}{dt}$	$i_C=C\frac{du_C}{dt}$	$u=U_S$	$i=I_S$
常用单位	$\Omega, k\Omega$	H、mH、 μ H	F、 μ F、pF	V、mV	A、mA

理想电压源为外界提供确定的电压，其端电压的大小不随外电路变化而变化。流过电压源的电流大小决定于外电路。

理想电流源为外界提供确定的电流，其电流的大小不随外电路变化而变化。理想电流源的端电压决定于外电路。

(4) 基本物理量

① 电流 把单位时间里通过导体任一横截面的电量叫作电流强度，简称电流。通常用字母 $I(i)$ 表示，它的单位是安培 (A)。规定正电荷定向运动的方向或负电荷定向移动的反方向为电流的实际方向。

② 电压 单位正电荷因受电场力作用从 A 点移动到 B 点所做的功，通常用字母 $U(u)$ 表示。它的单位为伏特 (V)。电压的实际方向：规定由高电位端指向低电位端，即为电位降低的方向。

③ 电位 两点间的电压就是两点的电位差。即 $U_{ab}=U_a-U_b$ 。计算电位时，必须选定电路中某一点作为参考点，它的电位称为参考电位，通常设参考电位为零。比参考电位高的为正，低的为负。参考点在电路图上通常标上“接地”符号 $\perp$ 。

④ 电功率 电流在单位时间内做的功叫作电功率，简称功率。电功率是用来表示消耗电能快慢的物理量，用 $P(p)$ 表示，它的单位是瓦特，简称瓦，符号是 W。

(5) 名词

① 支路 电路中能通过同一电流的每个分支。

② 结点 三条或三条以上支路的连接点。

③ 回路 一条或多条支路构成的闭合电路。

④ 直流电路 电路中电流的方向不变，但电流的大小是可以改变的。

⑤ 交流电路 电路中电流大小和方向随时间作周期性的交替变化。

⑥ 二端网络 通过引出一对端子与外电路连接的网络常称为二端网络，通常分为两类即无源二端网络和有源二端网络。二端网络内部不含有电源的叫作无源二端网络，符号为 N_o ，可以等效为一个电阻。二端网络内部含有电源的叫作有源二端网络，符号为 N_s 。

(6) 参考方向

① 在电路分析和计算时，可任意选定某一方向作为电流 (电压) 的方向，称为参考方向，或称为正方向。

注：电路图上所标的电流、电压、电动势的方向，一般都是参考方向。

② 电流的参考方向通常用箭头表示，还可以用双下标表示；电压的参考方向除用“+”、“-”表示外，还可以用双下标表示。

③ 在电流的参考方向选定后，凡实际电流 (电压) 的方向与参考方向相同时，为正值；凡实际电流 (电压) 的方向与参考方向相反时，为负值。

④ 在同一段电路中，电流的参考方向与电压的参考方向一致，即电流的参考方向是从

电压参考方向表示的高电位点流向低电位点,称 U 和 I 的参考方向为关联参考方向;反之,为非关联参考方向。

(7) 电源与负载的判断

① 利用功率: $P=UI$ 。

关联参考方向: $P>0$, 实际吸收功率 (负载作用); $P<0$, 实际发出功率 (电源作用)。

非关联参考方向: $P<0$, 实际吸收功率 (负载作用), $P>0$, 实际发出功率 (电源作用)。

② 利用 U 、 I 的实际方向, 电压 U 与 I 的实际方向相反, 电流从“+”流出, 发出功率, 是电源; 电压 U 与 I 的实际方向相同, 电流从“+”流入, 取用功率的是负载。

(8) 实际电源

① 实际电源的两种模型。

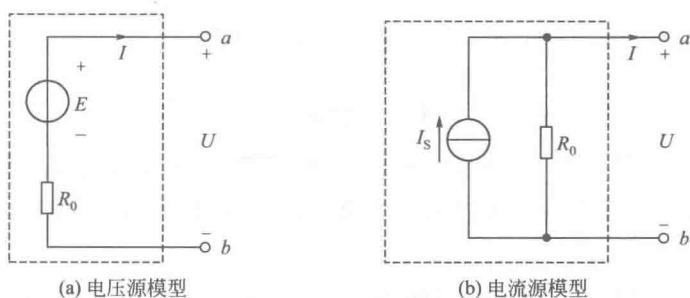


图 1-1 电源两种模型

② 三种状态: 有载、开路、短路。

(9) 基本规律

① 欧姆定律 对于线性电阻, 流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比, 即:

$$\begin{cases} R = \frac{U}{I} \text{ (关联参考方向)} \\ R = -\frac{U}{I} \text{ (非关联参考方向)} \end{cases}$$

② 基尔霍夫定律

a. KCL 在任一瞬间, 流向某一节点的电流之和应该等于由该节点流出的电流之和。或连接在任一结点的所有支路电流的代数和恒等于零, 即 $\sum I=0$ 。其中, 规定参考方向向着节点的电流取正, 背着节点的电流取负。电流定律通常应用于节点, 也可应用于包围部分电路的任一假设的闭合面。

b. KVL 任一瞬时沿任一回路循行方向 (顺时针方向或逆时针方向), 回路中各段电压的代数和恒等于零。即 $\sum U=0$ 。其中, 电压的参考方向与回路绕行方向一致取正, 电压的参考方向与回路绕行方向相反取负。KVL 用于闭合回路, 也可应用于回路的部分电路。

(10) 等效变换法

① 等效变换定义 所谓两个电路是互为等效的, 是指两个结构参数不同的电路在端子上有相同的电压、电流关系, 因而可以互相代换。

② 电阻的等效变换

a. 电阻的串联 两个串联的电阻 R_1 和 R_2 可用一个等效电阻 R 来代替。

③ 等效电阻等于各个串联电阻之和, 即 $R=R_1+R_2$ 。

⑥ 串联电阻上电压与电阻成正比, 即 $\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U}{R} = I$ 。

b. 电阻的并联 两个并联的电阻 R_1 和 R_2 可用一个等效电阻 R 来代替。

⑦ 等效电阻的倒数等于各电阻倒数之和, 即 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ 或 $G = G_1 + G_2$ 。

G 称为电导, 是电阻的倒数, 单位: 西 [门子]。

⑧ 通过并联电阻的电流与电阻成反比, 即 $I_1 R_1 = I_2 R_2 = IR = U$ 。

③ 电源的等效变换

a. n 个电压源的串联, 可以用一个电压源等效代替:

$$U_S = U_{S1} + U_{S2} + \cdots + U_{Sn} = \sum_{k=1}^n U_{Sk}$$

b. n 个电流源的并联, 可以用一个电流源等效代替:

$$I_S = I_{S1} + I_{S2} + \cdots + I_{Sn} = \sum_{k=1}^n I_{Sk}$$

c. 电压源和任意元件并联可等效成一个单独的电压源, 电压源的端电压不变, 端电流改变。

d. 电流源和任意元件串联可等效成一个单独的电流源, 电流源的端电流不变, 端电压改变。

e. 理想电压源 U_S 和某个电阻 R 串联的电路, 可以化为一个电流为 I_S 的理想电流源和这个电阻并联的电路, 两者是等效的, 其中 $U_S = I_S R$ 或 $I_S = \frac{U_S}{R}$ 。

(11) 支路电流法

① 以 b 个支路的电流为未知量, 列 $(n-1)$ 个结点的 KCL 方程。

② 用支路电流表示电阻电压, 列 $[b-(n-1)]$ 个回路的 KVL 方程。

③ 联立求解 b 个方程, 得到支路电流, 然后再求其余电压。

(12) 结点电压法

结点电压的公式: $U_{ab} = \frac{\sum \frac{E}{R} + \sum I_S}{\sum \frac{1}{R}}$ 得到结点电压后, 再求各支路电流 (仅适用于结点数

为 2 的电路)。

(13) 叠加定理

在多个电源共同作用的线性电路中, 任一支路中的电压和电流等于各个电源分别单独作用时在该支路中产生的电压和电流的代数和。

(14) 等效电源定理

① 戴维南定理 任何一个线性有源二端网络, 对于外电路来说, 可用一个等效电压源来代替。等效电压源的电动势 E 等于有源二端网络输出端开路时的输出电压 U_{OC} (开路电压); 内电阻 R_O 等于二端网络内部所有独立电源为零值时在网络输出端的等效电阻。

② 诺顿定理 任何一个线性有源二端网络, 对于外电路来说, 可以用一个等效电流源来代替, 等效电流源的电流 I_S 等于有源二端网络输出端短路时的输出电流 I_{SC} (短路电流), 内电阻 R_O 等于有源二端网络内部所有独立电源为零值时在网络输出端的等效电阻。

戴维南定理和诺顿定理只适用于线性二端网络, 且在只需要计算复杂电路中某一支路的

电压电流时，应用该定理十分简便。

1.2.2 重点难点解析

① 电路等效代换的效果是不改变外电路（或电路中未被代换的部分）中的电压、电流和功率。由此得出电路等效变换的条件是相互代换的两部分电路具有相同的伏安特性。等效的对象是外接电路（或电路未变化部分）中的电压、电流和功率。

② 使用叠加定理计算时只考虑某一电源单独作用时，注意其余电源“零值”处理，电压源置零后用短路线代替，电流源置零后用断路代替；注意计算某一支路总电流或总电压时各分量正、负符号的处理，原电路与分电路参考方向一致取“+”号，相反取“-”；叠加定理只适用于线性电路计算电压及电流，不适用于计算功率。

③ 电源两种模型之间的等效变换需注意电压源与电流源的方向有对应关系，参考图 1-1 的对应关系。

④ 戴维南定理中，等效电压源的电动势 E 的方向与有源二端网络输出端开路时的输出电压 U_{OC} （开路电压）一致；求解二端网络等效电路时，内部独立电源需置零，电压源置零后用短路线代替，电流源置零后用断路代替。

1.3 习题与解答

1.3.1 典型题

【例 1-1】 电路如图 1-2 所示，已知 $I_1=11\text{mA}$ ， $I_4=12\text{mA}$ ， $I_5=6\text{mA}$ 。求 I_2 ， I_3 和 I_6 。

解 由 KCL 可知

$$I_6 = I_4 + I_5 = 12 + 6 = 18\text{mA}$$

$$I_2 = I_1 - I_6 = 11 - 18 = -7\text{mA}$$

$$I_3 = I_1 - I_5 = 11 - 6 = 5\text{mA}$$

【例 1-2】 试用结点电压法求图 1-3 所示电路中的各支路电流。

解

$$U_{ab} = \frac{\frac{25}{50} + \frac{100}{50} + \frac{25}{50}}{\frac{1}{50} + \frac{1}{50} + \frac{1}{50}} = \frac{150}{3} = 50\text{V}$$

$$I_1 = (25 - 50)/50 = -0.5\text{A}$$

$$I_2 = (100 - 50)/50 = 1\text{A},$$

$$I_3 = (25 - 50)/50 = -0.5\text{A}$$

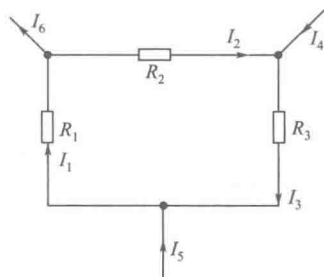


图 1-2 例 1-1 图

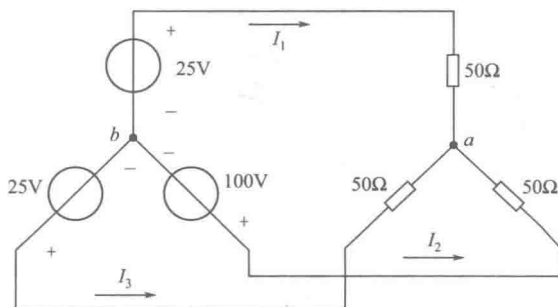


图 1-3 例 1-2 图

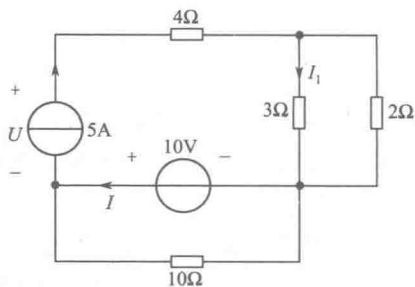


图 1-4 例 1-3 图

【例 1-3】 电路如图 1-4 所示, 利用叠加定理求 (1) I_1 ; (2) 5A 电流源功率; (3) 10V 电压源的功率。

解 (1) 10V 电压源单独作用, 分电路如图 1-5 所示

$$I_1' = 0\text{A}, I' = 10/10 = 1\text{A}, U' = -10\text{V}$$

(2) 5A 电流源单独作用, 分电路如图 1-6 所示

$$I_1'' = 2\text{A}, I'' = 5\text{A}, U'' = 5 \times \left(4 + \frac{6}{5}\right) = 26\text{V}$$

(3) 电源共同作用

$$I_1 = I_1' + I_1'' = 2\text{A}, I = I' + I'' = 1 + 5 = 6\text{A}, U = U' + U'' = 26 - 10 = 16\text{V}$$

5A 电流源功率: $P_1 = -U \times 5 = -16 \times 5 = -80\text{W}$

10V 电压源的功率: $P_1 = -10 \times I = -10 \times 6 = -60\text{W}$

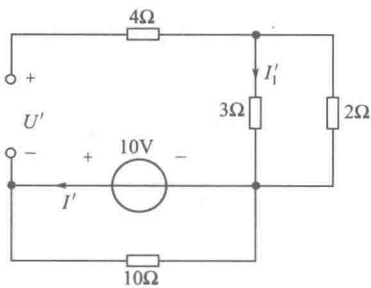


图 1-5 电压源单独作用

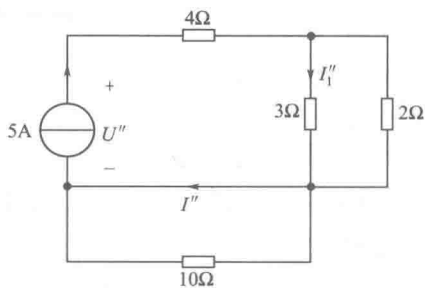


图 1-6 电流源单独作用

【例 1-4】 电路如图 1-7 所示, 已知: $U_{S1} = 18\text{V}$, $U_{S2} = 12\text{V}$, $I = 4\text{A}$, 用戴维南定理求电压 U_S 等于多少?

解 将电流 I 所在支路设为外电路, 其他支路组成有源二端网络, 等效电路如图 1-8 所示,

其中

$$U_{OC} = \frac{\frac{U_{S1}}{2} + \frac{U_{S2}}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = 9 + 6 = 15\text{V}, R_0 = 2 // 2 = 1$$

$$U_{OC} - U_S = (3 + R_0)I \Rightarrow U_S = 15 - 16 = -1\text{V}$$

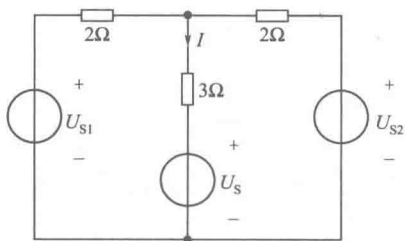


图 1-7 例 1-4 图

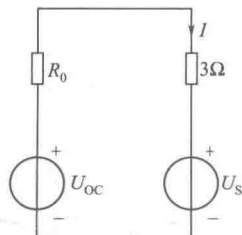


图 1-8 等效电路

【例 1-5】 试用电源等效变换的方法, 求图 1-9 所示电路中的电流 I 。

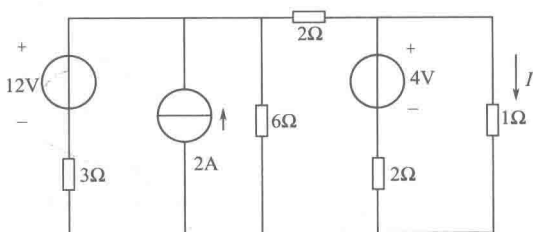
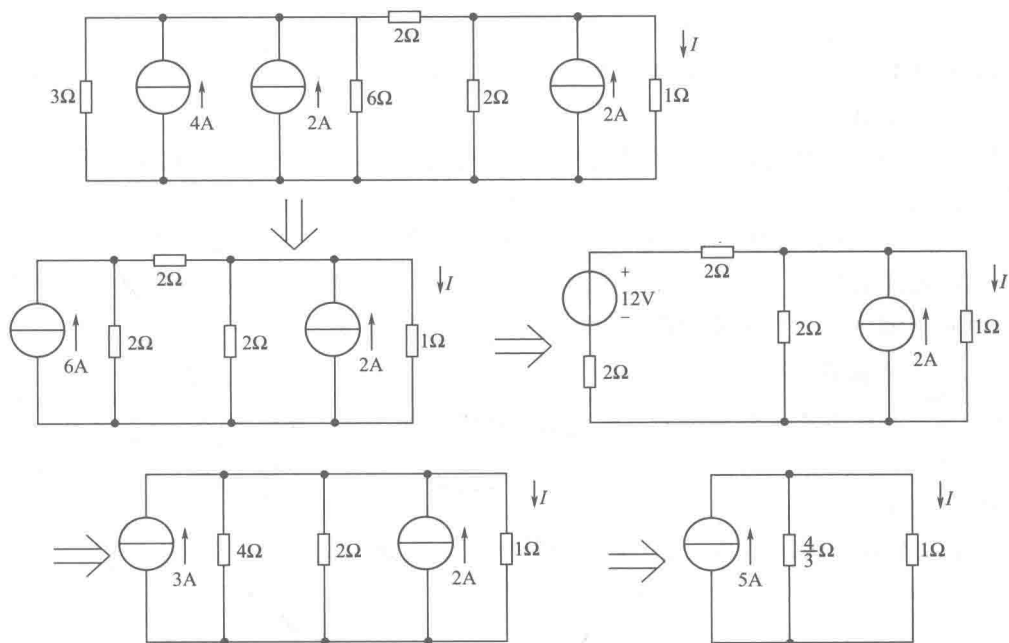


图 1-9 例 1-5 图

解 利用电源等效变换解题过程如下：



由分流公式可得：
$$I = 5 \times \frac{\frac{4}{3}}{\frac{4}{3} + 1} = 2.86 \text{ A}$$

1.3.2 填空题

(1) 电流所经过的路径叫作 (), 通常由 ()、() 和 () 三部分组成。

(2) 通常我们把负载上的电压、电流方向 (一致) 称作 () 方向; 而把电源上的电压和电流方向 (不一致) 称为 () 方向。

(3) () 定律体现了线性电路元件上电压、电流的约束关系, 与电路的连接方式无关; () 定律则是反映了电路的整体规律, 其中 () 定律体现了电路中任意结点上汇集的所有支路 () 的约束关系, () 定律体现了电路中任意回路上所有元件上 () 的约束关系, 具有普遍性。

(4) 额定值为 220V、40W 的灯泡, 接在 110V 的电源上, 其输出功率为 () W。

(5) 如图 1-10 所示电路在开关闭合时 $U_{ab} = () \text{ V}$, 在开关断开时 $U_{ab} = () \text{ V}$ 。

(6) 如图 1-11 所示电路, $I = () \text{ A}$, $U = () \text{ V}$, $R = () \Omega$ 。

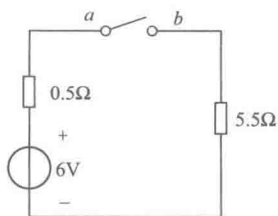


图 1-10

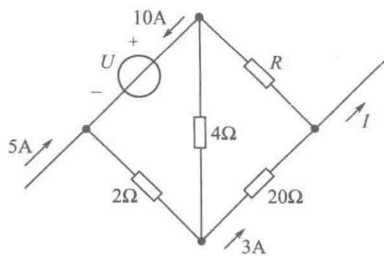
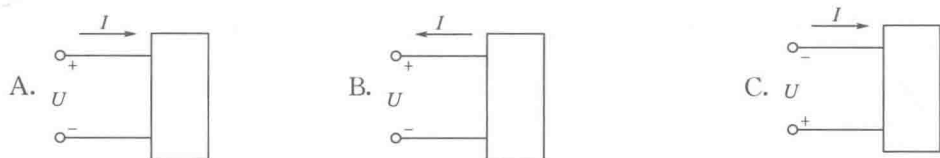


图 1-11

- (7) 若 $U_{ab}=12\text{V}$, a 点电位 $V_a=5\text{V}$, 则 b 点电位 V_b 为 () V 。
- (8) 对于具有 n 个结点 b 个支路的电路, 可列出 () 个独立的 KCL 方程, 可列出 () 个独立的 KVL 方程。
- (9) 理想电压源和理想电流源串联, 其等效电路为 ()。理想电流源和电阻串联, 其等效电路为 ()。
- (10) 在使用叠加定理时应注意: 叠加定理仅适用于 () 电路; 在各分电路中, 要把不作用的电源置零。不作用的电压源用 () 代替, 不作用的电流源用 () 代替。原电路中的 () 不能使用叠加定理来计算。

1.3.3 选择题

- (1) 当电路中电流的参考方向与电流的真实方向相反时, 该电流 ()。
- A. 一定为正值 B. 一定为负值 C. 不能肯定是正值或负值
- (2) 电路中任意两点 A 、 B 之间的电压值 $U_{AB}=-5\text{V}$, 表示 ()。
- A. A 点的电势比 B 点高 B. A 点的电势比 B 点低 C. 不确定
- (3) 已知 $U=220\text{V}$, $I=-1\text{A}$, 则图中 () 是电源。



- (4) 电路中负载增加是指 ()。
- A. 负载电阻 R 增大 B. 负载电流 I 增大 C. 电源端电压 U 增高
- (5) 如图 1-12 所示电路, 发出功率的电源是 ()。
- A. 电压源 B. 电流源 C. 电压源和电流源
- (6) 如图 1-13 所示电路, 三个电阻共消耗的功率为 ()。
- A. 15W B. 9W C. 无法计算

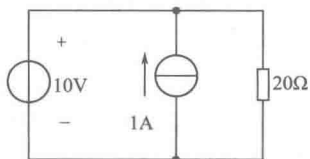


图 1-12

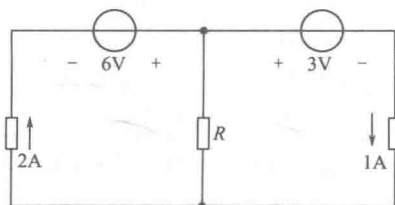


图 1-13

(7) 如图 1-14 所示电路, a 、 b 两端的电压 U_{ab} 为 ()。

A. -40V B. 40V C. -25V

(8) 如图 1-15 所示电路, a 、 b 两端的电压 U_{ab} 为 ()。

A. 0V B. 2V C. -2V

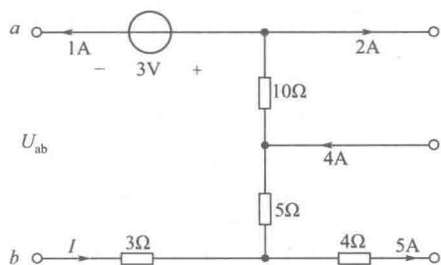


图 1-14

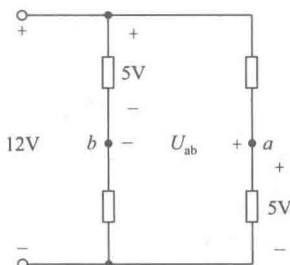


图 1-15

(9) 如图 1-16 所示电路, A 点的电位 V_A 为 ()。

A. 2V B. 4V C. -2V

(10) 如图 1-17 所示电路, 电路中的结点电压 U_{AO} 为 ()。

A. 2V B. 1V C. 4V

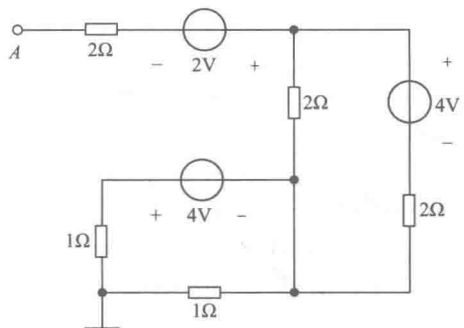


图 1-16

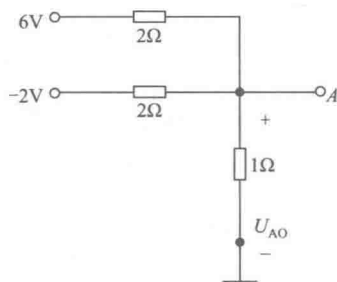


图 1-17

1.3.4 判断题

- (1) 由一些实际电路元件所组成的电路, 就是实际电路的电路模型。 ()
- (2) 正电荷运动的方向称为电流的参考方向。 ()
- (3) 电压是产生电流的根本原因。因此电路中有电压必有电流。 ()
- (4) 理想电流源输出恒定的电流, 其输出端电压由内电阻决定。 ()
- (5) 额定电流为 10A 的发动机, 只接了 6A 的照明负载, 电路的电流为 10A 。 ()
- (6) U_{ab} 表示 a 端的实际电位高于 b 端的实际电位。 ()
- (7) 理想电流源的内阻 $R_0 = 0$ 。 ()
- (8) 两个电路等效, 即它们无论其内部还是外部都相同。 ()
- (9) 电路等效变换时, 如果一条支路的电流为零, 可按短路处理。 ()
- (10) 叠加定理适用于各支路各元件电压的计算, 但不适用于功率的计算。 ()

1.3.5 基本题

(1) 一段电路如图 1-18 所示, 电阻及电源电动势的数值均已示于图中, 分别计算图

(a)、(b) 两种情况下的 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{dc} 和 U_{de} 。

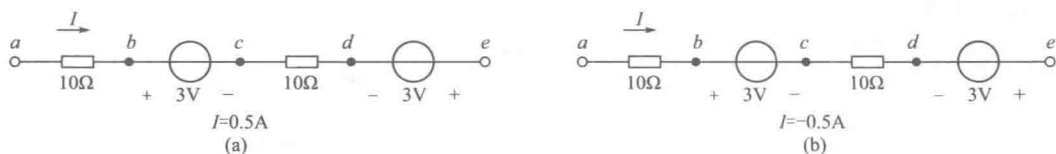


图 1-18

解 (a) $U_{ab} = 0.5 \times 10 = 5\text{V}$ 、 $U_{bc} = 3\text{V}$ 、 $U_{dc} = -0.5 \times 10 = -5\text{V}$ 、 $U_{de} = -3\text{V}$

(b) $U_{ab} = -0.5 \times 10 = -5\text{V}$ 、 $U_{bc} = 3\text{V}$ 、 $U_{dc} = -(-0.5) \times 10 = 5\text{V}$ 、 $U_{de} = -3\text{V}$

(2) 电路如图 1-19 所示, 在指定的电压和电流的参考方向下, 写出各元件的约束方程 (电压、电流关系)。

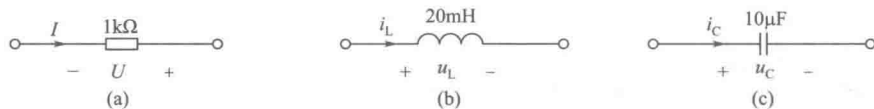


图 1-19

解 (a) $1\text{k}\Omega = 1000\Omega$: $U = -IR = -1000I$

(b) $20\text{mH} = 0.02\text{H}$: $u_L = L \frac{di_L}{dt} = 0.02 \frac{di_L}{dt}$

(c) $10\mu\text{F} = 1 \times 10^{-5}\text{F}$: $i_C = -C \frac{du_C}{dt} = -1 \times 10^{-5} \frac{du_C}{dt}$

(3) 通常电灯开的越多, 总负载电阻值越大还是越小?

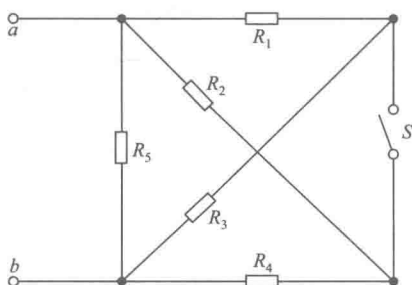


图 1-20

解 越小, 通常电灯是并联连接, 等效电阻小于各分电阻, 且等效阻值是越并越小。

(4) 电路如图 1-20 所示, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 300\Omega$, $R_5 = 600\Omega$, 试求开关 S 断开和闭合时 a 和 b 之间的等效电阻 R_{ab} 。

解 当 S 断开时

$$R_{ab} = R_5 // (R_1 // R_2 + R_3 // R_4) = 200\Omega$$

当 S 闭合时

$$R_{ab} = R_5 // (R_1 + R_3) // (R_2 + R_4) = 200\Omega$$

(5) 电路如图 1-21 所示, 求电路中的等效电阻 R_{ab} 。

解 (a) $R_{ab} = (4 // 4 + 10 // 10) // 7 = 3.5\Omega$

(b) $R_{ab} = 8 // 8 + 3 // 6 = 6\Omega$

(6) 在图 1-22 中, 如果 I_A 、 I_B 、 I_C 的参考方向如图中所设, 这三个电流有无可能都是正值?

解 不可能, 如果三个电流都是正值表示闭合电路只有流入的电流没有流出的电流, 这是不符合基尔霍夫电流定律的。所以一定有电流为负值, 其实际方向为流出闭合电路。

(7) 电路如图 1-23 所示, 为复杂电路的一部分, 求电压 U_1 、 U_2 。

解 由图列 KVL 方程

$$L_1: U_1 + 4\text{V} - 3\text{V} = 0 \Rightarrow U_1 = -1\text{V}$$

$$L_2: U_1 - U_2 - 2\text{V} = 0 \Rightarrow U_2 = U_1 - 2\text{V} = -3\text{V}$$

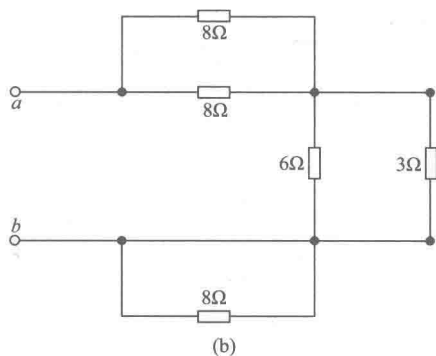
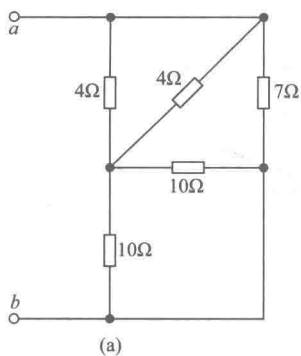


图 1-21

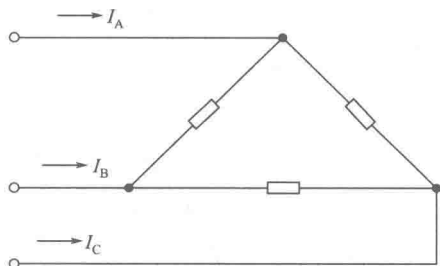


图 1-22

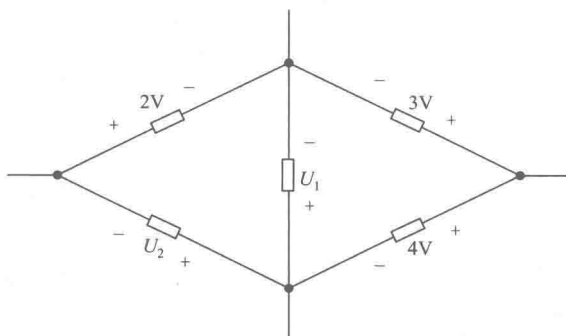


图 1-23

(8) 电路如图 1-24 所示, (a) 求各电阻的电压; (b) 求各恒压源的电流。

解 规定参考方向如图 1-25 所示,

(a) 由 KVL 得 $2V - 5V + U_1 = 0 \Rightarrow U_1 = 3V$

同理 $U_2 = -15V$ $U_3 = -12V$ $U_4 = -30V$

(b) $I_1 = \frac{3V}{3\Omega} = 1A$ $I_2 = -1.5A$ $I_3 = -1A$ $I_4 = -1.5A$

由 KCL 得, $I_{OA} = I_1 + I_2 = -0.5A$, 同理 $I_{OB} = 0A$ $I_{OC} = -2.5A$ $I_{OD} = 3A$

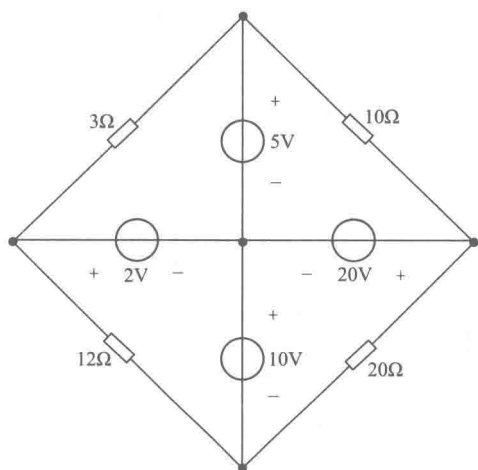


图 1-24

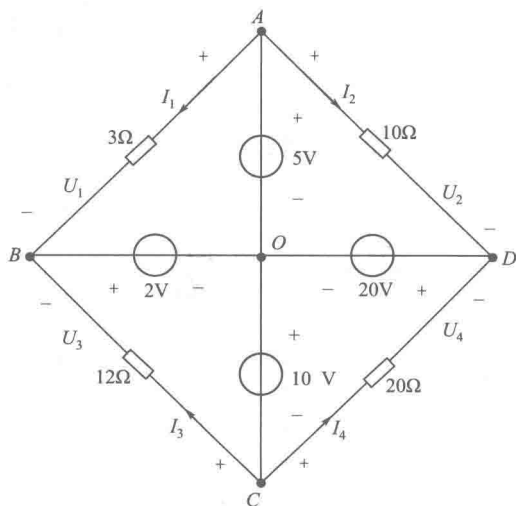


图 1-25