



中国计算机学会教育专业委员会 推荐  
全国高等学校计算机教育研究会 出版  
高等学校规划教材

# 电路与电子学 习题解答与实验指导

李景宏 刘淑英 主编

计算机学科教学计划 2001



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等学校规划教材

# 电路与电子学 习题解答与实验指导

李景宏 刘淑英 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是电子工业出版社出版的《电路与电子学》(第3版)的配套教材。全书包括上篇解题指导与习题解答、下篇实验指导两部分。解题指导中精选了一些具有代表性的例题,目的是引导学生解答习题,帮助学生进一步掌握课程内容,提高学生分析与解决问题的能力;习题解答包括主教材中各章的全部习题参考答案。实验指导是在多年教改实践的基础上,精选了一些基础性实验和综合性实验。附录A中列出了常用芯片的引脚图。

本书可作为高等院校电气信息类(包括计算机、电子、通信、电气及自动化等)相近各专业的本科生“电路”和“模拟电子技术”课程的辅助教材,也可供从事电子工程设计与开发的技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

电路与电子学习题解答与实验指导/李景宏,刘淑英主编. —北京:电子工业出版社,2005.7

高等学校规划教材

ISBN 7-121-01448-3

I. 电… II. ①李…②刘… III. ①电路—高等学校—教学参考资料②电子学—高等学校—教学参考资料  
IV. ①TM13②TN01

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第067335号

策划编辑:童占梅

责任编辑:童占梅

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:360千字

印 次:2005年7月第1次印刷

印 数:6000册 定价:18.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlls@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

## 新版说明

由中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会(简称“两会”)组织和推荐,自1996年起电子工业出版社出版了基于CC1991教程的15本系列教材。该系列教材受到高校师生和读者的普遍欢迎和肯定,其中有11本人选1996—2000年全国工科电子类专业“九五”国家规划教材。

几年过去了,计算(机)学科又有了很大发展。IEEE-CS/ACM联合计算教程专题组,组织世界各国150多位专家,历时3年多,在美、欧、亚召开了一系列会议,在CC1991的基础上,发布了“Computing Curricula 2001 - Computer Science Final Report”(简称CC2001)。专家们认为:随着计算(机)学科技术的迅速发展,使得现有的任何一所学校的计算机专业都很难再像CC1991所提到的那样,能够覆盖计算(机)学科的所有知识领域。所以,需按市场需求将计算(机)学科划分为4个主要分支:计算机科学、计算机工程、软件工程和信息系统。其中计算机科学是各分支的基础,CC2001正是基于计算机科学制定的。我国“两会”追踪CC2001,经过3年多的工作,最后以中国计算机科学与技术教程2002研究组的名义推出了“China Computing Curricula 2002”(简称CCC2002)。CC2001与CC1991比较有以下几个方面的变化:

(1) 将CC1991确定的11个主领域扩展为14个主领域:离散结构、编程基础、算法与复杂性、计算机组织与体系结构、操作系统、网络计算、编程语言、人-机交互、图形学与可视化计算、智能系统、信息管理、职业与社会问题、软件工程、数值计算。对各主领域的名称、核心内容及选学内容都进行了调整和扩充。

(2) 提出了课程的组织结构和实现策略。课程分为3类:入门(基础)课程、核心(必修)课程和附加(选修)课程。入门课程可按编程、算法和硬件优先等多种方式组织,使学生能够接触到计算机系统的设计、构造和应用,为学生提供实用性的技能训练,同时还应提高学生的兴趣和智慧;核心课程的组织可按传统、压缩、系统或网络方法进行,特别强调贯彻CC1991提出的3个过程、12个重复概念、职业与社会的关系等方法论思想;此外,还应设置一些介绍热门或前沿技术的附加课程。

(3) 更加强调学生的专业实践,要求把专业实践放在重要位置,并贯穿于教学的全过程。

这次对系列教材的全面修版,力求反映计算(机)学科发展的最新成就,并力争符合CC2001和CCC2002所提出的要求及高校课程和教学改革的需要。这套教材的对象为本科生、研究生和高职高专生(通过删减使用),信息技术领域的从业人员也可使用。

为了保证编审和出版质量,编委会进行了调整,电子工业出版社成立了编辑出版小组。在原教材工作的基础上,编委会对教材大纲逐一进行了认真讨论和评审,其中一些关键性和难度较大的教材还进行了多次讨论和修改。

限于水平和经验,教材中还会存在缺点和不足,希望读者提出中肯的批评和建议。读者可以通过电子工业出版社华信教育资源网站 <http://www.hxedu.com.cn> 反馈信息并发表意见,我们在此表示衷心的感谢!

教材编委会

## 教材编委会

主任	杨文龙	北京航空航天大学
常委	张吉锋	上海大学
	朱家镗	东北大学
	龚天富	电子科技大学
	袁开榜	重庆大学
委员	陈传波	华中科技大学
	傅清祥	福州大学
	俸远楨	电子科技大学
	古天龙	桂林电子工业学院
	李建中	哈尔滨工业大学
	刘乃琦	电子科技大学
	王文辉	东北大学
	陆 枫	华中科技大学
	王晓东	福州大学
	王永军	东北大学
	王玉龙	北方工业大学
	徐 洁	电子科技大学
	徐炜民	上海大学
	杨心强	解放军理工大学
	袁崇义	北京大学
	张 璟	西安理工大学
	章振业	北京航空航天大学
	朱一清	东南大学
	童占梅	电子工业出版社
	胡先福	电子工业出版社

## 前 言

本书是电子工业出版社出版的《电路与电子学》(第3版)的配套教材。全书包括上篇解题指导与习题解答,下篇实验指导两部分。解题指导中精选了一些具有代表性的例题,目的是引导学生的解题思路,帮助学生进一步掌握课程内容,提高学生分析问题和解决问题的能力。实验指导是在多年教改实践的基础上,精选了一些基础性实验和综合性实验。附录A中列出了实验用芯片的引脚图。

为适应当前的人才培养的需要,强化工程实践训练,培养创新意识和提高学生的综合素质,本书的重点在于理论与实际相结合,强调对学生实践能力的培养,突出了基础训练(含基本技能的培养)和设计性综合应用能力、创新能力、计算机应用能力的培养,这有利于提高不同层次学生的综合素质,为后续课程的学习、各类电子设计竞赛、毕业设计,乃至毕业后的工作打下良好的基础。

本书的解题指导和习题解答部分包括了《电路与电子学》(第3版)一书中共10章的全部习题解答和部分精选例题;实验指导部分包括两章,一章为基础性实验,另一章为综合性实验。基础性实验共包含11个实验,综合性实验共包含3个实验。

本书由李景宏、刘淑英主编,陈默、李晶皎、杜玉远和赵丽红等参加了编写。其中解题指导与习题解答部分中第1章、第2章由陈默编写,第3章由刘淑英编写,第4章、第5章由李景宏编写,第6章、第7章由李晶皎编写,第8章、第9章由杜玉远编写,第10章由赵丽红编写;实验指导由李景宏编写,迟德选参加了部分实验编写工作。东北大学朱家铨教授审阅了全稿。

在编写过程中得到了王文辉、王永军、李景华教授的悉心指导及东北大学电子技术实验室许多老师的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。

限于编者水平和编写时间仓促,书中不妥和错误之处在所难免,敬请读者不吝指正。

编 者

2005年5月于东北大学

# 目 录

## 上篇 解题指导与习题解答

第 1 章 直流电路	(1)
1.1 解题指导	(1)
1.2 习题解答	(12)
第 2 章 电路的过渡过程	(34)
2.1 解题指导	(34)
2.2 习题解答	(40)
第 3 章 交流电路	(50)
3.1 解题指导	(50)
3.2 习题解答	(58)
第 4 章 半导体二极管、三极管和场效应管	(72)
4.1 解题指导	(72)
4.2 习题解答	(73)
第 5 章 放大电路基础	(81)
5.1 解题指导	(81)
5.2 习题解答	(85)
第 6 章 功率放大电路	(114)
6.1 解题指导	(114)
6.2 习题解答	(117)
第 7 章 集成运算放大器	(119)
7.1 解题指导	(119)
7.2 习题解答	(123)
第 8 章 负反馈放大电路	(131)
8.1 解题指导	(131)
8.2 习题解答	(132)
第 9 章 信号的运算、处理及波形发生电路	(147)
9.1 解题指导	(147)
9.2 习题解答	(150)
第 10 章 直流电源	(178)
10.1 解题指导	(178)
10.2 习题解答	(179)

## 下篇 实验指导

第 11 章 基础性实验	(183)
实验 1 桥式全波整流电路	(183)
实验 2 晶体管放大器(一)	(185)
实验 3 晶体管放大器(二)	(187)
实验 4 场效应管放大器	(190)

实验 5 功率放大电路 .....	(192)
实验 6 负反馈放大器 .....	(195)
实验 7 基本运算电路 .....	(198)
实验 8 有源滤波器 .....	(201)
实验 9 正弦波振荡电路 .....	(203)
实验 10 比较器、方波-三角波发生器 .....	(205)
实验 11 集成稳压器 .....	(207)
<b>第 12 章 综合性实验 .....</b>	<b>(211)</b>
实验 1 低频放大电路的设计 .....	(211)
实验 2 压控振荡器 .....	(213)
实验 3 光电报警器 .....	(215)
<b>附录 A 实验用芯片引脚图 .....</b>	<b>(217)</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>(218)</b>



# 第1章 直流电路

## 1.1 解题指导

【例 1-1】在图 1-1 中,  $U_{s1} = 9\text{V}$ ,  $U_{s2} = 12\text{V}$ ,  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 15\Omega$ 。以  $c$  作为电位参考点, 求  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $U_{ab}$ ,  $U_{ba}$ ,  $I_1$  及  $I_2$ 。

解: 计算任何电路问题都必须充分注意电流和电压的参考方向, 图 1-1 中电流与电压的方向均为参考方向。

电路中各点电位与参考点的选取有关。两点之间的电压等于这两点之间的电位差, 与参考点的选取无关。

$I_1$  的方向是由  $a$  向  $c$ ,  $a$  点为  $U_{ac}$  的正极性,  $c$  点为  $U_{ac}$  的负极性。电压的参考方向是由正极性指向负极性,  $U_{ac}$  的方向是由  $a$  向  $c$ 。  $I_1$  与  $U_{ac}$  为关联参考方向。

$I_2$  的方向是由  $a$  向  $b$ ,  $a$  点为  $U_{ab}$  的正极性,  $b$  点为  $U_{ab}$  的负极性,  $U_{ab}$  的方向是由  $a$  向  $b$ 。  $U_{ab}$  与  $I_2$  为关联参考方向。

在关联参考方向时电阻的 VAR(伏安特性)为  $U = RI$ 。在非关联参考方向时应为  $U = -RI$ 。

$$V_a = U_{ac} = U_{s1} = 9(\text{V})$$

$$V_b = U_{bc} = U_{s2} = 12(\text{V})$$

$$U_{ab} = V_a - V_b = 9 - 12 = -3(\text{V})$$

$$U_{ba} = V_b - V_a = -U_{ab} = -(-3) = 3(\text{V})$$

$$I_1 = \frac{U_{ac}}{R_1} = \frac{9}{10} = 0.9(\text{A})$$

$$I_2 = \frac{U_{ab}}{R_2} = \frac{-3}{15} = -0.2(\text{A})$$

【例 1-2】在图 1-2 中,  $U_s = 12\text{V}$ ,  $I_s = 2\text{A}$ ,  $R = 8\Omega$ 。求  $U_1$ ,  $U_2$ , 电压源发出的电功率  $P_e$ , 电流源发出的电功率  $P_i$  及电阻元件吸收的电功率  $P_r$ 。

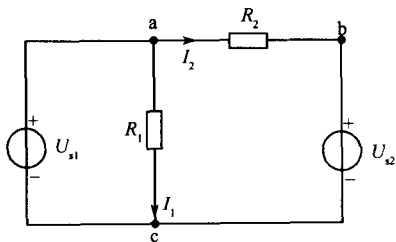


图 1-1 [例 1-1] 电路

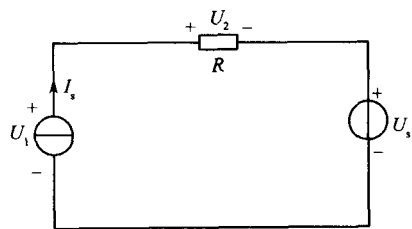


图 1-2 [例 1-2] 电路

解:图 1-2 中图形符号表明其左侧为电流源,右侧为电压源。

各电压与电流的参考方向可以任意选取。电压与电流为关联参考方向时  $P = UI$  表示元件或支路吸收的电功率;非关联参考方向时  $P = UI$  表示的是元件或支路发出的电功率。欧姆定律  $U = RI$  是电压与电流为关联参考方向时电阻元件的伏安特性。电阻元件吸收的电功率不会出现负值;电压源或电流源发出的电功率有可能出现负值,发出的电功率为负值表明实际上是在吸收电功率。

图 1-2 中

$$U_2 = RI_s = 8 \times 2 = 16(\text{V})$$

$$U_1 = U_2 + U_s = 16 + 12 = 28(\text{V})$$

电压  $U_2$  与电流  $I_s$  为关联参考方向

$$P_r = U_2 I_s = 16 \times 2 = 32(\text{W})$$

它表明电阻元件吸收的电功率是 32W。

电压  $U_1$  与电流  $I_s$  为非关联参考方向

$$P_i = U_1 I_s = 28 \times 2 = 56(\text{W})$$

它表明电流源发出的电功率是 56W。

电压  $U_s$  与电流  $I_s$  为关联参考方向

$$P_e = U_s I_s = 12 \times 2 = 24(\text{W})$$

它表明电压源吸收的电功率是 24W,或者说电压源发出了  $-24\text{W}$  电功率。

【例 1-3】 计算图 1-3 中电流  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$  及  $I_6$ 。

解:对比较简单的电路可以直接用 KCL, KVL, VCR 求解。图中各电流的参考方向已经标出,电路中各电阻的参数为已知,电阻两端的电压可以求得,故可以计算出各电阻的电流  $I_1, I_2$  和  $I_3$ 。在节点处应用 KCL 求得另外 3 个电流  $I_4, I_5$  和  $I_6$ 。

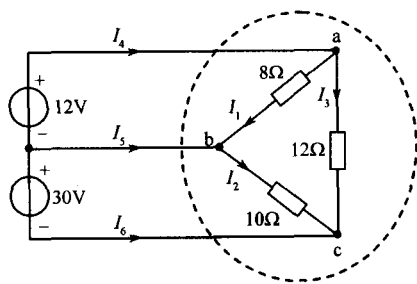


图 1-3 [例 1-3] 电路

$$I_1 = \frac{U_{ab}}{8} = \frac{12}{8} = 1.5(\text{A})$$

$$I_2 = \frac{U_{bc}}{10} = \frac{30}{10} = 3(\text{A})$$

$$I_3 = \frac{U_{ac}}{12} = \frac{U_{ab} + U_{bc}}{12} = \frac{12 + 30}{12} = 3.5(\text{A})$$

应用 KCL 在 a 节点得到

$$I_4 = I_1 + I_3 = 1.5 + 3.5 = 5(\text{A})$$

在 b 节点得到

$$I_5 = I_2 - I_1 = 3 - 1.5 = 1.5(\text{A})$$

在 c 节点得到

$$I_6 = -I_3 - I_2 = -3.5 - 3 = -6.5(\text{A})$$

验算:做一闭合面包围 3 个电阻,如图 1-3 中虚线所示。流入闭合面的电流为

$$I_4 + I_5 + I_6 = 5 + 1.5 + (-6.5) = 0$$

【例 1-4】 试计算图 1-4 所示电路中的电压  $U$ 。

解:适当地进行等效变换可以使电路的计算得到简化。等效变换的条件是电路中被变换的部分变换前后的伏安特性(VAR)相同。本题元件虽然比较多,却都是简单的串并联,可以通过等效变换求解。

(1) 将 15V 电压源与  $2\Omega$  电阻的串联等效变换成 7.5A 电流源与  $2\Omega$  电阻的并联。将 5A 电流源与  $6\Omega$  电阻的串联等效变换成 5A 电流源,如图 1-5(a) 所示。

(2) 将 7.5A 电流源与 5A 电流源的并联等效变换成 12.5A 的电流源,如图 1-5(b) 所示。再将 12.5A 电流源与  $2\Omega$  电阻的并联等效变换成 25V 电压源与  $2\Omega$  电阻的串联,如图 1-5(c) 所示。

(3) 将  $2\Omega$  电阻与  $3\Omega$  电阻的串联等效变换成  $5\Omega$  电阻,将 25V 电压源与 20V 电压源的串联等效变换成 45V 电压源,如图 1-5(d) 所示。利用电阻串联时的分压公式可以得到

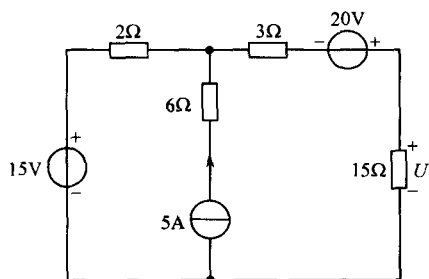


图 1-4 [例 1-4] 电路

$$U = 45 \times \frac{15}{5 + 15} = 33.75(\text{V})$$

讨论:本题还可以用支路电流法、节点电位法、叠加原理、戴维南定理求解。

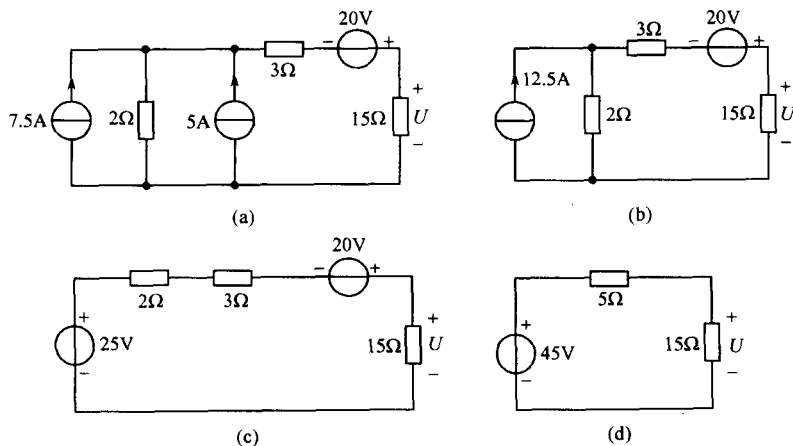


图 1-5 [例 1-4] 电路的等效变换电路

【例 1-5】 计算图 1-6 中  $U$  与  $I$ 。

解:图 1-6 中电路有 5 条支路,其中 2 条支路的电流为已知,等于电流源的电流。用支路电流法求解,需要列解 3 个方程,其中 2 个对独立节点列 KCL 方程,另一个 KVL 方程所选的回路不要经过电流源,60V 电压源与 36A 电流源相串联的支路对外等效为 36A 电流源,如图

1-7 所示。

在图 1-7 上标出支路电流  $I, I_1, I_2$ , 标出参考节点 c 和独立节点 a, b。a 节点处  $I$  为流出节点,  $I_1$  也是流出节点, 27A 电流源为流入节点, 所以有

$$I + I_1 - 27 = 0$$

b 节点处  $I_1$  为流入节点,  $I_2$  是流出节点, 36A 电流源为流入节点, 所以有

$$-I_1 + I_2 - 36 = 0$$

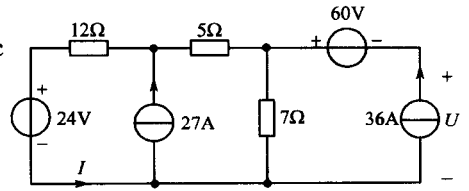


图 1-6 [例 1-5] 电路

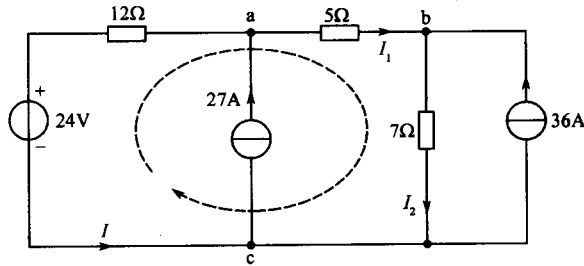


图 1-7 [例 1-5] KVL 方程所选的回路

如图 1-7 所示, 沿顺时针方向由 24V 电压源及  $12\Omega, 5\Omega, 7\Omega$  电阻组成回路, 故

$$-12I + 5I_1 + 7I_2 - 24 = 0$$

由上面 3 个方程式解得

$$I = 23(\text{A}), I_1 = 4(\text{A}), I_2 = 40(\text{A})$$

再由图 1-6 计算电压  $U$ 。由  $7\Omega$  电阻两端电压减去 60V 电压源电压, 有

$$U = 7I_2 - 60 = 7 \times 40 - 60 = 220(\text{V})$$

讨论: 本题可以通过等效变换来求解, 也可以用节点电位法、叠加原理、等效电源定理求解。

**【例 1-6】** 计算图 1-8 中的  $U$ 。

**解:** 本题电路有两个独立节点, 可以用节点电位法求解。节点电位法是对独立节点列 KCL 方程, 关键是用节点电位正确地写出流出节点的各支路电流。可以有两种写法。

(1) 依次按下列步骤进行: 标出各支路电流; 用节点电位写出各支路电流; 对各节点用支路电流写出 KCL 方程; 将用节点电位表示的支路电流代入 KCL 方程。这样一步一步地写比较麻烦, 但不易出错。

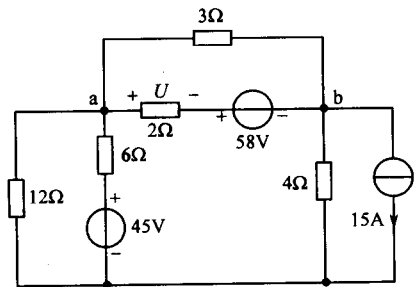


图 1-8 [例 1-6] 电路

(2) 对照电路图直接用节点电位写出各支路流出电流之和为零的方程。在图 1-8 中, 节点 a 接有  $12\Omega, 6\Omega, 3\Omega, 2\Omega$  共 4 个电阻, 有 4 个支路电流,  $12\Omega$  电阻流出的电流为  $V_a/12$ ,  $6\Omega$  电

阻流出的电流为  $(V_a - 45)/6$ ,  $3\Omega$  电阻流出的电流为  $(V_a - V_b)/3$ ,  $2\Omega$  电阻流出的电流为  $(V_a - V_b - 58)/2$ 。这里要特别注意电阻与电压源串联支路的电流。

下面用后一种方法列方程。

对节点 a 列出方程

$$\frac{V_a}{12} + \frac{V_a - 45}{6} + \frac{V_a - V_b}{3} + \frac{V_a - V_b - 58}{2} = 0$$

对节点 b 列出方程

$$\frac{V_b - V_a}{3} + \frac{V_b - V_a + 58}{2} + \frac{V_b}{4} + 15 = 0$$

经整理得

$$\begin{cases} \left( \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \right) V_a - \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \right) V_b = \frac{45}{6} + \frac{58}{2} \\ - \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \right) V_a + \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) V_b = -\frac{58}{2} - 15 \end{cases}$$

解得

$$V_a = 6(\text{V}), V_b = -36(\text{V})$$

再由

$$V_a - V_b = U + 58$$

求得

$$U = V_a - V_b - 58 = 6 - (-36) - 58 = -16(\text{V})$$

讨论:本题可以通过等效变换求解,也可以用支路电流法、叠加原理、等效电源定理求解。

**【例 1-7】** 在图 1-9 中,  $U_s = 500\text{V}$ ,  $I_{s1} = 5\text{A}$ ,  $I_{s2} = 8\text{A}$ ,  $R_3 = 120\Omega$ ,  $R_4 = 50\Omega$ ,  $R_5 = 30\Omega$ 。用叠加原理计算  $I_3$ 。

解:本题有 3 个独立电源,利用叠加原理求解并不简单。限定使用叠加原理求解,是为了练习叠加原理。如果不限定方法,用节点电位法求解比较方便。

本题要求用叠加原理求解。应用叠加原理时要注意:

(1) 某个电源单独作用时,要将其他的电源置为零。电压源置为零就是要用短路线替代,电流源置为零就是要断路。

(2) 叠加原理只适用于线性电路。

(3) 不能直接用叠加的方法计算功率,可以先用叠加方法求出电压与电流,再由电压与电流计算功率。

用叠加原理计算电流  $I_3$ , 3 个电源单独作用时的电路分别如图 1-10(a), (b), (c) 所示。

5A 电流源单独作用,按电阻并联时的分流公式得

$$I_3' = 5 \times \frac{(50 + 30)}{120 + (50 + 30)} = 6(\text{A})$$

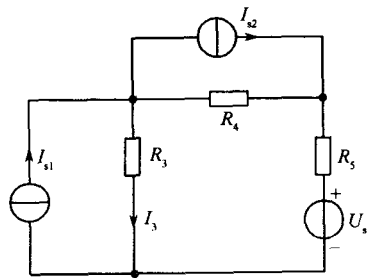


图 1-9 [例 1-7] 电路

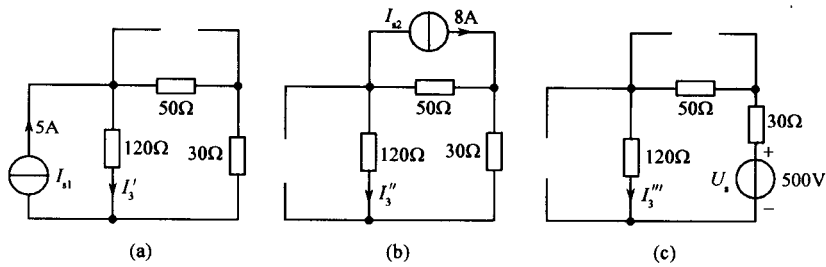


图 1-10 [例 1-7]应用叠加原理求解

8A 电流源单独作用时,按电阻并联的分流公式得

$$I_3'' = -8 \times \frac{50}{50 + (120 + 30)} = -2(\text{A})$$

500V 电压源单独作用时得

$$I_3''' = \frac{500}{30 + 50 + 120} = 2.5(\text{A})$$

叠加得

$$I_3 = I_3' + I_3'' + I_3''' = 6 + (-2) + 2.5 = 6.5(\text{A})$$

【例 1-8】 计算图1-11中  $I$ 。

解:本题不能直接应用 KCL, KVL, VAR 及简单的等效变换求解。支路数较多不宜用支路电流法求解。如果用叠加方法求解,每个电源单独作用时的响应不易求出。下面分别用节点电位法和等效电源定理求解。

解法一 用节点电位法求解。

以  $d$  点为参考点,  $c$  节点电位为已知,  $V_c = 60\text{V}$ 。以  $V_a$  与  $V_b$  为变量,对每个节点直接用节点电位写出电流之和为零的方程。这里容易写错的是  $15\Omega$  电阻与  $30\text{V}$  电压源串联支路的电流  $I$ ,  $ab$  两点之间的电压为  $V_a - V_b = 15I - 30$ , 由此得到

$$I = \frac{V_a - V_b + 30}{15}$$

该支路电流流出  $a$  节点, 流入  $b$  节点。

对节点  $a$  和节点  $b$  列出方程

$$\begin{cases} \frac{V_a}{30} + \frac{V_a - 60}{10} + \frac{V_a - V_b + 30}{15} = 0 \\ \frac{V_b}{6} + \frac{V_b - 60}{24} + \frac{V_b - V_a - 30}{15} = 0 \end{cases}$$

整理得

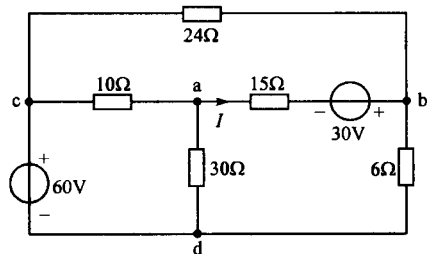


图 1-11 [例 1-8]电路

$$\begin{cases} 3V_a - V_b = 60 \\ -8V_a + 33V_b = 540 \end{cases}$$

解得

$$\begin{cases} V_a = \frac{2520}{91}(\text{V}) \\ V_b = \frac{2100}{91}(\text{V}) \end{cases}$$

用  $V_a$  与  $V_b$  表示出待求电流  $I$

$$I = \frac{V_a - V_b + 30}{15} = \frac{\frac{2520}{91} - \frac{2100}{91} + 30}{15} \approx 2.308(\text{A})$$

**解法二** 用戴维南定理求解。

首先去掉电流  $I$  所在支路,如图 1-12(a)所示,然后求其戴维南等效电路。

利用图 1-12(a)计算开路电压,以图中下面的节点为参考节点,利用分压公式得

$$U_{oc} = V_a - V_b = 60 \times \frac{30}{10+30} - 60 \times \frac{6}{24+6} = 33(\text{V})$$

利用图 1-12(b)求等效电阻。图 1-12 中  $10\Omega$  与  $30\Omega$  电阻并联,  $24\Omega$  与  $6\Omega$  电阻并联。

$$R_o = \frac{10 \times 30}{10+30} + \frac{24 \times 6}{24+6} = 12.3(\Omega)$$

利用图 1-12(c)计算电流  $I$

$$I = \frac{33+30}{12.3+15} = \frac{63}{27.3} \approx 2.308(\text{A})$$

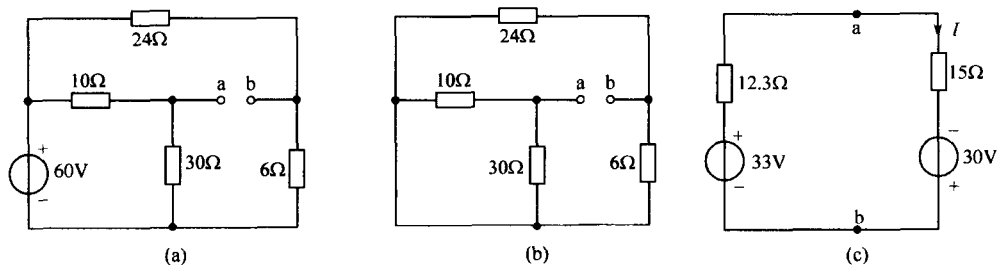


图 1-12 [例 1-8]应用戴维南定理求解

**【例 1-9】** 计算图 1-13 中  $I$ 。

**解:** 图 1-13 中的受控源为电压控制电流源。

用节点电位法求解比较简单,只有一个独立节点,列解一个方程。

可以用支路电流法求解。除受控电流源支路外还有 3 条支路,列解 3 个方程。

可以用等效电源定理求解,注意等效电阻的求法。

图 1-13 中有两个独立源,每个独立源单独作用时的响应计算并不简单,因此不宜用叠加原理求解。

无论用何种方法求解,都需要补充一个方程,表示出受控源的控制量。

**解法一** 用节点电位法求解。

在图 1-13 中,以 b 为参考节点,由节点 a 列方程

$$\frac{V_a - 12}{5} + \frac{V_a - 18}{4} + \frac{V_a}{16} - 0.28U = 0$$

用节点电位表示控制量

$$U = V_a - 18$$

解得

$$V_a = 8(\text{V})$$

再由节点电位  $V_a$  求得电流

$$I = \frac{V_a}{16} = \frac{8}{16} = 0.5(\text{A})$$

**解法二** 用支路电流法计算。按图 1-14 选择支路电流及回路。选择独立回路时不要经过电流源。

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 + I - 0.28U &= 0 \\ -5I_1 + 4I_2 + 18 - 12 &= 0 \\ -4I_2 + 16I - 18 &= 0 \end{aligned}$$

补充一个方程,用支路电流表示控制量

$$U = 4I_2$$

解得

$$I = 0.5(\text{A})$$

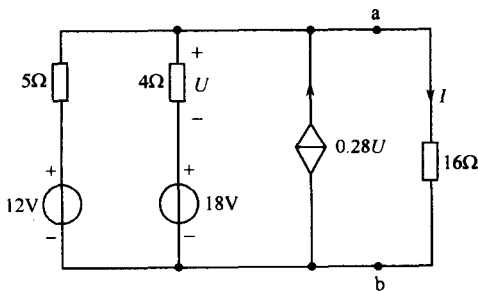


图 1-13 [例 1-9] 电路

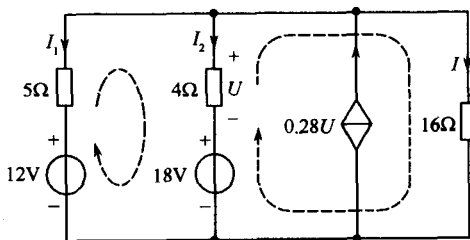


图 1-14 [例 1-9] KVL 方程所选的回路

**解法三** 用等效电源定理求解。

断去电流  $I$  所在的  $ab$  右侧的支路,求得  $ab$  左侧电路的等效电源电路。计算短路电流比较容易,先来计算短路电流。见图 1-15(a),图中短路电流  $I_{sc}$  对节点  $a$  来说是流出电流,等于另外 3 个流入电流之和,注意  $U_{ab} = 0$ 。



$$I_{sc} = \frac{12}{5} + \frac{18}{4} + 0.28U$$

用节点电位表示控制量

$$U + 18 = 0$$

解得

$$I_{sc} = 1.86(\text{A})$$

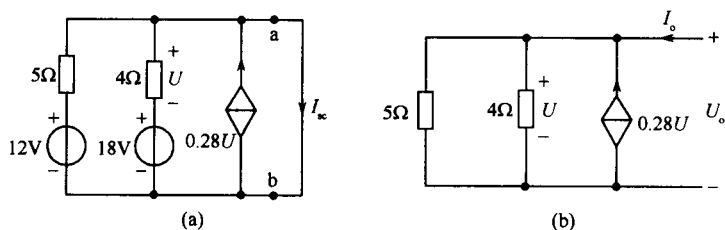


图 1-15 [例 1-9]应用戴维南定理求解

计算等效内阻,去掉独立电源,外加电源,见图 1-15(b)。端口处外加电源,电压与电流分别为  $U_o$  与  $I_o$ 。

$$\begin{cases} I_o = \frac{U_o}{5} + \frac{U_o}{4} - 0.28U \\ U = U_o \end{cases}$$

解得

$$I_o = \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{4} - 0.28 \right) U_o = 0.17U_o$$

等效内阻

$$R_o = \frac{U_o}{I_o} = \frac{U_o}{0.17U_o} = \frac{1}{0.17}(\Omega)$$

诺顿等效电路如图 1-16 所示,应用电阻并联的分流公式得

$$I = 1.86 \times \frac{\frac{1}{0.17}}{16 + \frac{1}{0.17}} = 0.5(\text{A})$$

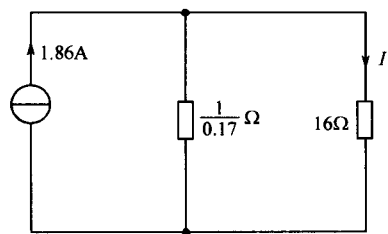


图 1-16 [例 1-9]应用诺顿定理求解

【例 1-10】试求图 1-17 中  $U_L$ 。

解:

解法一 将电路依次等效变换为图 1-18(a) 与图 1-18(b) 的形式。

在图 1-18(b) 的左侧电路中,按并联电阻的分流公式可求出