

科学版

高等院校电子信息类学习指导丛书

电路分析

习题精解

李瀚荪 编

- ◆ 课程学习与考研复习的理想读物
- ◆ 通过典型例题教授解题技巧
- ◆ 习题中收录了研究生入学试题



科学出版社

www.sciencep.com

高等院校电子信息类学习指导丛书

电路分析习题精解

李瀚荪 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为“电路”课程的学习辅导书。本书按知识点分为 44 个小节,归结为 10 大节。知识点目录参考了《全国普通高等学校试题库》的教学内容分类明细表。本书共含 154 道例题和 103 道有答案或提示的类似题。

本书每大节前有解题提要,着重指明两大类电路在性能和分析方法上的特点,引导读者正确、有效地掌握基本要求的重点内容。每大节的“相关题”项,联系分散在各知识点而彼此相关的例题或类似题,使之纳入基本结构的脉络中。

本书适于高等院校电气信息类专业师生及“电路”课程的自学人员学习,也可供考研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析习题精解/李瀚荪编. —北京:科学出版社,2004

(高等院校电子信息类学习指导丛书)

ISBN 7-03-013699-3

I. 电… II. 李… III. 电路分析-高等学校-题解 IV. TM133-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 073826 号

责任编辑:马长芳 / 责任校对:李奕莹

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 10 月第 一 版 开本:B5 (720×1000)

2004 年 10 月第一次印刷 印张:13 1/2

印数:1—4 000 字数:262 000

定价:21.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

前 言

1. 本书按知识点编排,并不针对某一教材。本着“少则得,多则惑”的道理,按照电路分析课程的最基本内容,选定了 44 个知识点,归结为 10 大节,编号由 01 至 10。读者可按目录查阅所需内容,或按顺序阅读仍能不失连贯性。知识点目录参考了《全国普通高等学校试题库》的教学内容分类细目表。本书共含 154 道例题和 103 道有答案或提示的类似题(习题)。

编者认为:不论是教材或是教辅材料,其内容都是由若干知识点组成的,正如房屋是由砖石组成一样。一块砖石在房屋整体结构中有着它恰当的位置,同样,一个知识点在教材或教辅材料的整体中也有它的定位。事实上,每一知识点无不“为三维”所系。“维”古意为系物的大绳。此处的三维是指课程的体系、基本要求和基本结构。在课程体系上,编者一直主张根据事物变化的内因和外因关系,按形成电路响应、现象的内因,采用划分为电阻电路和动态电路两大部分的体系。这一观点贯穿于全书。就内容分布来说,编号 01~05 大节属电阻电路,06~10 大节主要属动态电路。编者认为,电阻电路(并不等同于一般所谓的“直流电路”)实为基础中的基础,应予足够的重视,其例题占全部例题的六成强。在体现基本要求方面,本书所选知识点是参照了教育部颁布的课程基本要求的。至于基本结构,则是编者多年来力求在教学中运用的指导性概念,这一概念源自布鲁纳(Jerome S. Bruner)的学科基本结构论。基本结构表明各知识点在课程的基本原理中是如何相关联、组成一个有序整体的,这便于举一反三,利于学习。课程的基本结构可归结为一个假设(集总假设,由此确定电路问题的分析对象)、两类约束(KCL、KVL 和元件 VCR)和三大基本方法(叠加、分解和变换域方法)。编者已按此写出了教材,本书也力求贯彻这点,或许对读者能有所帮助。

2. 如何在这样一本以例题为主要内容的学习指导书中体现“三维”从而具有独到之处?主要通过下述三个途径。一是每大节前的“解题提要”,它不重复教材已有的内容,例如不再叙述什么是基尔霍夫定律、戴维南定理等等,而是着重指明两大类电路在性能和分析方法上的特点,引导读者正确而有效地掌握基本要求的重点内容,这些大处或细微之处也许是在一般学习时容易忽视而需强调的。二是设立“相关题”项,联系分散在各知识点而彼此相关的例题或类似题(习题),使之纳入基本结构的脉络中。三是在绝大多数例题后加“注”,它们是本书的一个重要组成部分,许多问题在此赖以说明。这是本书的一大特色,在对例题做出详细解答后,再在随后的“注”中对解法加以点评,加强对基本结构和体系的认识。例如,在本书最后

一题的注中再次重申基本结构和体系的内容,进行简短总结,起到了“画龙点睛”的作用。

本书不是例题的拼盘,不是 154 道例题的简单总和,而是具有鲜明的连贯性。编者的教学经验、体会和见解,贯穿于全书。

3. 本书的例题和类似题是经过精选的,重质不重量。一般来说,选题有些与众不同。其中有些类型值得一提。分述如下:

- (1) 有助于说明并巩固重要基本概念的,如 016 例 16,103 例 17 等;
- (2) 纠正易于发生错误的,如 057 例 25,101 例 6 等;
- (3) 利于解惑的,如 051 例 2,072 类似题 3 和 4 等;
- (4) 补充一般教材内容的,如 024 例 11,042 例 9、例 15 等一组题,071 例 5 等;
- (5) 有关电子技术基础的,如 013 例 8,045 例 20 等;
- (6) 有一定应用性的,如 022 例 5,103 例 19 等。

例题以中等难度者居多,也可供考研参考。

4. 本书主要取材于编者个人长期积累的习题库和资料库(专题笔记、历年讲稿等等),其中不乏讲稿例题、考题等等。在教学方法上,编者主张“教材宜粗不宜粗,讲授宜粗不宜细”。教师对待教材应是“不取亦取,虽师勿师”,要根据教学环境写出自己的讲稿。讲稿中多使用简单而易于说明问题的例题,不追求过分的完整性和严密性(这些应由教材解决),也许不失为一种方式。因此,本书对教师备课也许会有参考价值。每位教师也需建立自己的习题库和资料库,对工作是会大有帮助的。

5. “东隅已逝,桑榆非晚”。编者在这种心情下,尽力做了点工作。错误、不妥、疏漏之处在所难免。欢迎读者提出宝贵意见,请由科学出版社马长芳转交或发至电子信箱 dianlu819@sohu.com。

编 者

2004 年 5 月

于北京云趣小舍

目 录

前言

01 电路的基本概念	1
解题提要.....	1
011 电流与电荷(例 1、2,类似题 1、2)	3
012 电压、能量与功率(例 3、4、5,类似题 3、4、5).....	4
013 电阻元件(例 6、7、8,类似题 6、7)	7
014 电压源(例 9、10、11、12,类似题 8、9)	10
015 电流源(例 13、14、15,类似题 10、11、12).....	12
016 基尔霍夫定律(例 16、17、18、19,类似题 13、14、15、16、17、18).....	15
017 基尔霍夫定律的初步运用(例 20、21、22、23,类似题 19、20、21、22)	19
02 简单线性电阻电路分析	24
解题提要	24
021 等效电阻(例 1、2、3,类似题 1、2、3).....	25
022 电阻混联电路的求解(例 4、5,类似题 4、5、6).....	28
023 含源支路的等效变换(例 6、7、8、9,类似题 7、8).....	30
024 含源电阻单口网络的等效电路(例 10、11,类似题 9、10)	34
025 电源分散电路的求解(例 12,类似题 11、12)	37
03 复杂线性电阻电路分析	40
解题提要	40
031 支路电流法(例 1,类似题 1).....	41
032 网孔电流法(例 2、3、4、5,类似题 2、3).....	42
033 节点电压法(例 6、7、8、9、10,类似题 4、5、6、7、8、9)	47
04 若干网络定理	54
解题提要	54
041 叠加原理(例 1、2、3、4、5,类似题 1、2、3、4).....	56
042 戴维南定理和诺顿定理(例 6、7、8、9、10、11、12、13、14、15,类似题 5、6、7、8、9、10、11).....	63
043 置换定理(例 16、17,类似题 12、13).....	74

044	互易定理(例 18, 类似题 14).....	79
045	双口网络表示定理(例 19、20, 类似题 15、16).....	80
046	最大功率传递定理(例 21、22, 类似题 17、18).....	85
05	含受控源电路的分析	88
	解题提要	88
051	直接运用两类约束求解(例 1、2、3、4、5, 类似题 1、2).....	89
052	含受控源、电阻单口网络的等效电阻(例 6、7、8、9、10, 类似题 3).....	92
053	叠加原理(例 11、12, 类似题 4、5).....	95
054	网孔电流法(例 13、14、15、16, 类似题 6、7).....	98
055	节点电压法(例 17、18、19、20, 类似题 8、9)	103
056	戴维南定理和诺顿定理(例 21、22、23、24, 类似题 10、11)	107
057	最大功率传递定理(例 25, 类似题 12)	112
06	电容元件与电感元件	114
	解题提要.....	114
061	电容的 VCR(例 1、2、3、4, 类似题 1、2)	115
062	电感的 VCR(例 5, 类似题 3)	120
063	电容、电感的储能(例 6、7, 类似题 4).....	121
07	一阶电路	124
	解题提要.....	124
071	零输入响应、零状态响应(例 1、2、3、4、5、6、7, 类似题 1、2).....	126
072	全响应(例 8、9、10、11, 类似题 3、4、5)	134
073	动态电路的叠加原理(例 12、13、14, 类似题 6, 例 15, 类似题 7、8)	139
074	过渡过程(例 16)	144
08	二阶电路	146
	解题提要.....	146
081	零输入响应、固有频率(例 1、2, 类似题 1、2).....	146
082	零状态响应(例 3、4、5, 类似题 3、4)	150
083	全响应(例 6, 类似题 5)	158
09	相量法(一)	161
	解题提要.....	161
091	类比运用电阻电路解法(例 1、2、3、4, 类似题 1、2)	162
092	正弦激励过渡过程分析中的应用(例 5、6、7, 类似题 3、4)	166

093	两类特殊问题——只求相位和只求有效值问题(例 8、9、10、11, 类似题 5、6、7)	170
10	相量法(二).....	175
	解题提要.....	175
101	正弦稳态功率和能量(例 1、2、3、4、5、6,类似题 1、2)	176
102	多频正弦稳态电路(例 7、8、9、10、11、12,类似题 3、4).....	184
103	耦合电感和理想变压器(例 13、14、15、16、17、18、19、20、21、22, 类似题 5、6、7)	194

01 电路的基本概念

解 题 提 要

1. 求解电路问题首先要为电路中的未知电流、电压等假定它们的参考方向(又称正方向)。表征元件的电压、电流关系(VCR)都是在一定的参考方向下得出的,例如,对电阻元件,当 u 、 i 参考方向一致(即关联参考方向)时,才能使用 $u=Ri$ 这一关系,否则应为 $u=-Ri$ 。KVL、KCL 方程也要在假定各 u 、 i 参考方向后才能列出。在计算功率时,也要根据 u 、 i 的参考方向,才能对算得功率的正、负值做出解释(吸收还是产生)。

初学者往往容易忽视规定参考方向的必要性和重要性,许多错误或困惑常来源于此。

参考方向是任意假定的,不必考虑到真实方向如何。但一经假定,自始至终都应以此为准去考虑问题,不得更改。最后,可根据算得的结果结合参考方向掌握真实方向。初学时必须体会到引用参考方向概念的妙处,并会运用这一基本思想方法。

2. 电路问题分析的对象是模型。模型由(理想)电路元件组成。01 部分涉及电阻、电压源和电流源等三种电路元件。各电路元件都有一定的 VCR,即元件性质的约束关系。

学习电路分析,必须牢固掌握电路元件的 VCR。

3. 各种元件相互连接组成电路,汇集于节点(或组成割集)的各支路电流受 KCL 的约束;沿一网孔或回路的各支路电压受 KVL 的约束。

因此,能否正确列出 KCL、KVL 方程是学好电路分析的关键。主要是要能正确确定方程中各项的正、负号。首先,应假定各电流、电压的参考方向,明确地标示在电路图上。列 KVL 方程时,应任意选定一个绕行方向,自网孔或回路的任一点出发绕行一周回到原来的出发点,沿途各元件的电压属电压降者取正号,电压升者取负号。注意:所谓电压降(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(或割集)的电流为正,流入为负来写方程,电流的方向也是根据参考方向来说的。

KVL、KCL 和元件的 VCR 合称为两类约束,是解决集总电路问题的基本依据。

4. 从根本上说,电荷 q 和能量 w 是描述电现象的原始变量,为便于描述电路,

从 q 和 w 引入电路变量 i 、 u 和 p (功率), 它们之间的关系如图 01-1 所示。

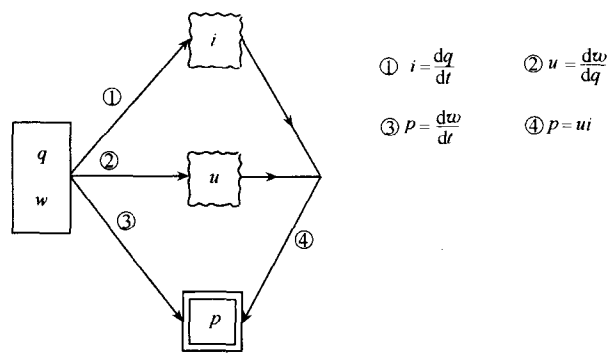


图 01-1

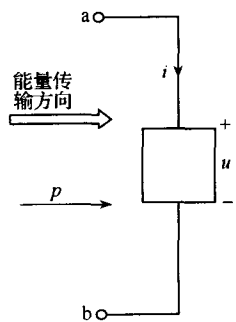


图 01-2

这四个式子是集总电路问题中最基本、普遍适用的公式, 不论电路是线性的还是非线性的, 时不变的还是时变的。①、②、③三式分别是 i 、 u 、 p 的定义式, 可参看有关教材, 请特别关注有关参考方向的前提。

因此, 在电路问题中的某元件(或某单口网络), 若 i 、 u 、 p 的参考方向如图 01-2 所示, 且 p 由①式计算, 则解得的 i 、 u 、 p 的正、负值所含物理意义如下表所示。

	正 值	负 值
i	正电荷由 a 端流向 b 端或负电荷由 b 端流向 a 端	正电荷由 b 端流向 a 端或负电荷由 a 端流向 b 端
u	电压降由 a 端至 b 端或电压升由 b 端至 a 端	电压升由 a 端至 b 端或电压降由 b 端至 a 端
p	元件(或单口网络)自外电路吸收能量, 其速率为 p 值。吸收又称接受, 包括消耗和储存两种情况	元件(或单口网络)提供能量给外电路其速率为 p 值。提供又称产生或释放(一般是指储能的释放)

5. 本大节既然称为“电路的基本概念”, 所列内容则慎勿等闲视之, 这将有助于以后各节的学习。

011 电流与电荷

例 1 设在图 01-2 所示元件中,由 a 端进入元件的正电荷为

$$q(t) = 10t^2 - 2t \text{ C}$$

求在 $t=0$ 和 $t=1\text{s}$ 时的电流值。

解: 根据图中所示 $i(t)$ 的选定参考方向和题中给定的正电荷流向,可运用

$$i = \frac{dq}{dt}$$

求得在该参考方向下电流 $i(t)$ 的表示式为

$$i(t) = \frac{d}{dt}(10t^2 - 2t) = 20t - 2 \text{ A}$$

当 $t=0$ 时, $i(0) = -2\text{A}$, 负号表示电流的真实方向是由 b 端流向 a 端。 $t=1\text{s}$ 时 $i(1) = 18\text{A}$, 电流的真实方向是由 a 端流向 b 端。有了 $i(t)$ 的表示式,配合参考方向,任何时刻电流的大小和方向都可确定。

注 电流的参考方向是可以任意设定的,本题如把参考方向改设为由 b 至 a,由于给定的 $q(t)$ 为由 a 至 b,两者参考方向不一致,需运用

$$i = -\frac{dq}{dt}$$

在这一参考方向下可求得电流 $i(t)$ 的表示式为

$$i(t) = -\frac{d}{dt}(10t^2 - 2t) = -20t + 2 \text{ A}$$

当 $t=0$ 时, $i(0) = 2\text{A}$, 正号表示电流的真实方向与参考方向一致,即电流是由 b 端流向 a 端,与解答中的结果是一致的。因此,未知量的参考方向是可以任意假定的,但需记住:(1)任何一个物理量时间 t 的表示式是与设定的参考方向相配合的;(2)任何一个公式(至少涉及两个物理量)都是在一定的参考方向前提下才能使用的。初学电路分析必须牢固掌握这些概念。

例 2 已知图 01-2 所示元件在所示电流参考方向下:

$$i(t) = 0, \quad t < 0$$

$$i(t) = e^{-2t} \text{ mA}, \quad t \geq 0$$

求 $0 < t < 2\text{s}$ 期间流入该元件的总电荷量。

解: 设电荷 q 的参考方向与电流 i 的参考方向一致,可得 $t=2\text{s}$ 时的电荷为

$$\begin{aligned} q &= \int_0^2 i(t) dt = \int_0^2 e^{-2t} \times 10^{-3} dt \\ &= -\frac{10^{-3}}{2} (e^{-2t}) \Big|_0^2 = -\frac{10^{-3}}{2} (e^{-4} - 1) \\ &= \frac{10^{-3}}{2} (1 - 0.018) = 0.49 \times 10^{-3} \text{ C} \\ &= 490 \mu\text{C} \end{aligned}$$

算得 q 为正值,表明流入 a 端的正电荷为 $490\mu\text{C}$,或流入 b 端的负电荷为 $490\mu\text{C}$ 。总电荷以正电荷为准,故答案为 $490\mu\text{C}$ 的电荷自 a 端流入。

注 所用公式来源于 $i = \frac{dq}{dt}$,该式是在 i 与 q 的参考方向一致的前提下才能使用的,否则,该用 $i = -\frac{dq}{dt}$,才能对计算结果作出正确的物理解释。

类似题 1 在图 01-2 所示元件中,每秒 5C 的正电荷由 a 流向 b 。(1)如电流的参考方向假定为由 a 至 b ,求电流。(2)如电流的参考方向假定为由 b 至 a ,求电流。(3)如流动的电荷为负电荷,(1)、(2)答案有何改变?

(答案: 5A , -5A , 改变正、负号)

类似题 2 若图 01-2 中 i 的波形如图 01-3 所示,试求 $t=0$ 至 $t=4.5\text{s}$ 期间流入元件的总电荷。
(答案: 1.25C)

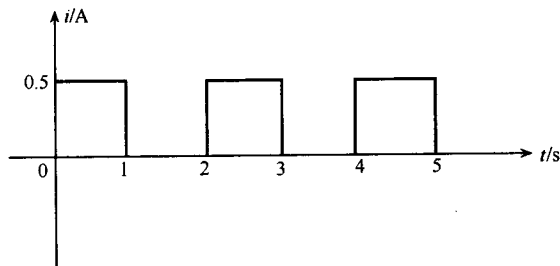


图 01-3

012 电压、能量与功率

例 3 1C 的电荷由图 01-2 所示元件由 a 移动至 b ,其能量改变了 10J ,求 u_{ab} 。若(1)电荷为正电荷,失去能量;(2)电荷为正电荷,获得能量;(3)电荷为负电荷,失去能量;(4)电荷为负电荷,获得能量。

解: u_{ab} 这一记号的含义是由 a 至 b 的电压降,称为双下标记法。根据电压的定义,若正电荷由 a 至 b ,失去能量,则 a 至 b 为电压降。因此,在用②式计算时,正电荷取正号、失去能量取正号。

$$(1) u_{ab} = \frac{+10}{+1} = 10\text{V}$$

$$(2) u_{ab} = \frac{-10}{+1} = -10\text{V}$$

$$(3) u_{ab} = \frac{+10}{-1} = -10\text{V}$$

$$(4) u_{ab} = \frac{-10}{-1} = 10\text{V}$$

注 图 01-2 中 w 的箭头系指能量传输方向。若正电荷失去能量,则为元件所

吸收,转化为热能、光能或储存于磁场、电场中。这能量由外电路提供,即能量的传输方向由外界指向元件。解答(2), $u_{ab} = -10\text{V}$,表明a至b为电压升,正电荷获得能量,能量来自元件(电源),本身是由化学能、机械能等转换而来。此时元件向外电路提供能量,能量的实际传输方向由元件指向外界。该元件也可能是储能元件(电容、电感),此时正好释放储量,流向外电路。

例4 图 01-2 所示元件吸收的功率为 20W ,试求流入 b 端的电流,已知 $u = 5\text{V}$ 。

解: 原图中已标出电流 i 的参考方向,即按此方向求解问题。由于 u 、 i 参考方向一致,可使用公式

$$p = ui$$

吸收的功率为 20W ,故 $p = +20\text{W}$ 。又 $u = +5\text{V}$,代入后解得

$$i = \frac{20}{5} = 4\text{A}$$

即按所示电流参考方向,其值为 4A ,由 a 端流入,但按题意要求,由 b 端流入的电流应为 -4A 。

注 由于需求解流入 b 端的电流,我们也可放弃图中原设定的电流参考方向,另行设定由 b 至 a 的参考方向,但此时 u 、 i 参考方向不一致,应使用公式

$$p = -ui$$

以 $p = +20\text{W}$, $u = +5\text{V}$ 代入,得

$$i = -4\text{A}$$

即,由 b 端流入的电流为 -4A ,与解答结果一致。

例5 设图 01-2 所示元件为某阴极射线管的偏转线圈,其电流和电压波形在图所示参考方向下如图 01-4(a)、(b)所示。

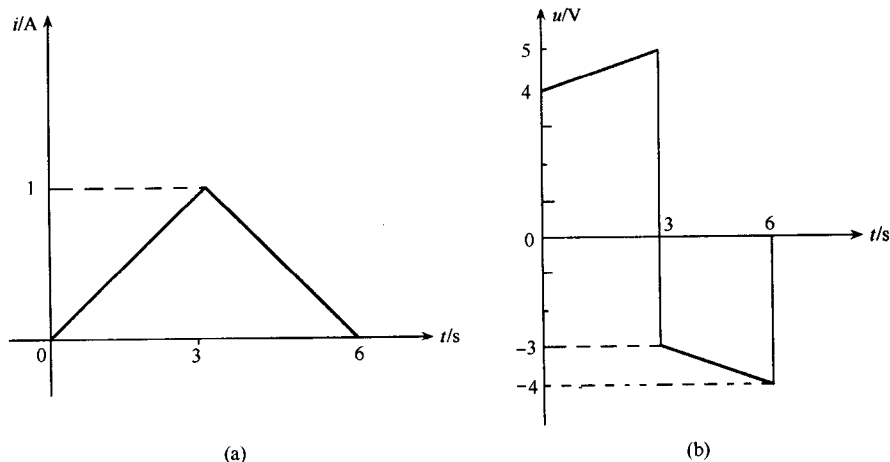


图 01-4

(1) 绘出 $p(t)$ 的波形图; (2) 计算由 $t=0$ 至 $t=3\text{s}$ 期间线圈所接受的能量, 并求在此期间功率 $p(t)$ 的平均值 $\bar{p}$; (3) 在 $t=3\text{s}$ 至 $t=6\text{s}$ 期间, 重复(2)中要求。

解: (1) 根据图 01-4 可知, 在 $0 < t < 6\text{s}$ 区间以外, u, i 均为零。

当 $0 \leq t \leq 3\text{s}$ 时

$$i(t) = \frac{1}{3}t \quad \text{A}$$

$$u(t) = 4 + \frac{1}{3}t \quad \text{V}$$

得

$$p(t) = \frac{1}{3}t(4 + \frac{1}{3}t) = \frac{4}{3}t + \frac{1}{9}t^2 \quad \text{W}$$

当 $3 \leq t \leq 6\text{s}$ 时

$$i(t) = 2 - \frac{1}{3}t \quad \text{A}$$

$$u(t) = -2 - \frac{1}{3}t \quad \text{V}$$

得

$$p(t) = -4 + \frac{1}{9}t^2 \quad \text{W}$$

$p(t)$ 均为 t 的二次函数, 波形如图 01-5 所示。已知波形的方程, 可根据解析几何的知识绘出波形, 例如在 $0 \leq t \leq 3\text{s}$ 区间, 为顶点在 $(-4, -6)$ 的抛物线。

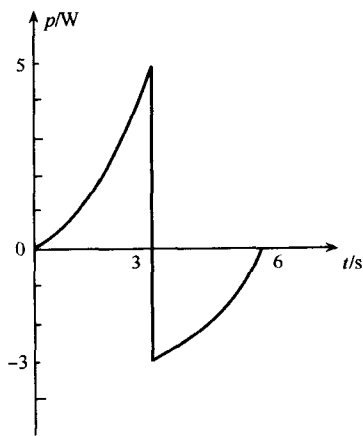


图 01-5

(2) 在 $0 \rightarrow 3\text{s}$, 线圈所接受(或吸收)的能量

$$w(0,3) = \int_0^3 p(t) dt = \int_0^3 \left(\frac{4}{3}t + \frac{1}{9}t^2 \right) dt = 7\text{J}$$

在此期间, 功率 $p(t)$ 的平均值

$$P = \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{7}{3} \text{W}$$

$$(3) \quad w(3,6) = \int_3^6 p(t) dt = \int_3^6 \left(-4 + \frac{1}{9} t^2 \right) dt = -5J$$

负号表示向外电路提供(或释放)能量 5J。在此期间,平均功率为

$$P = \frac{\Delta w}{\Delta t} = -\frac{5}{6-3} = -\frac{5}{3} W$$

注 本例为简化计算,对数据单位已作处理,例如 t 以 ms 计,似更合理。

线圈可储存磁场能量。在 $0 \rightarrow 3s$ 期间,随着 i 的增长,吸收能量储存于磁场中;在 $3 \rightarrow 6s$ 期间,随着电流的减少,释放能量。释放的能量少于吸收的能量是由于线圈含有电阻,电阻消耗能量为 2J。

相关题 063 例 7

◀①

类似题 3 我国已建成多条直流高压远距离输电线。图 01-6 所示为连接甲、乙两地的输电线路,若乙地工作于 800kV,电流为 1.8kA,则功率由()地输送至()地,其值为()MW。(答案:乙、甲、1440MW)

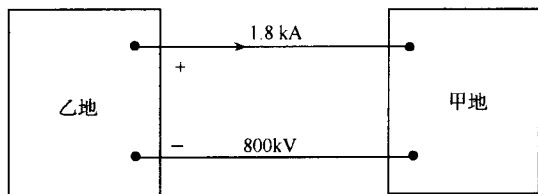


图 01-6

类似题 4 图 01-2 所示元件,已知 $u = -20V$, $i = -4A$,则该元件()功率,其值为();若 $u = -20V$, $i = 4A$,则该元件()功率,其值为()。若图中电流参考方向与图中所设相反, $u = -20V$, $i = -4A$,则该元件()功率,其值为()。

(答案:吸收,80W;产生,80W(不能写作-80W)。用 $p = -ui$,产生,80W)

类似题 5 若图 01-2 所示元件, $u(t) = 5\cos(2t)V$, $i(t) = 10(1 - e^{-0.5t})A$,则 $t = 1s$ 时,电荷为()C,消耗的功率为()W。

(提示: $u(t)$ 表示式中的 $2t$ 以 rad 计, $t = 1s$ 时, $\cos 2t = \cos 2 = -0.4161$; $e^{-0.5} = 0.60653$ 。)

(答案:2.131、-8.186)

013 电阻元件

例 6 图 01-7 所示两电路,其端电压均为 $U = RI$,采用图(b)电路比图(a)电

① 在本书中,符号“◀”表示解答或其他结尾不甚明显的叙述的结束。

路有何好处?

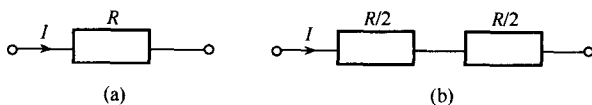


图 01-7

解: 两电路电阻元件的功率额定值不同。图(a)元件, 功率为 $I^2 R$, 而图(b)每一元件的功率仅为 $\frac{1}{2} I^2 R$, 为图(a)元件的一半, 可选用额定瓦特值较小的电阻。

例 7 图 01-8 所示, 试求 R_1 和 R_3 。已知 $R_2 = 8\Omega$, 三电阻的电流均为 I 。

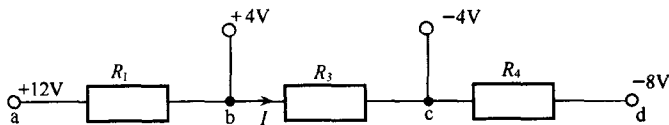


图 01-8

解: 求解这类电子电路习惯用图时, 需注意: 电路只是完整电路的一个局部, 否则何来电压、电流? 所注各点的正、负伏特数均系该点对整个电路参考点的电压降, 即节点电压, 常简称为该点的电压或电位, 记住: 电压是两点间的物理量, 但该参考点不一定正好就在该局部电路, 解题时需设想此点之存在。这三个电阻是串联的, 流过的电流均为 I 。

设参考点为 o , 即 $U_a = U_{ao} = 12V$, $U_b = U_{bo} = 4V$, $U_c = U_{co} = -4V$, $U_d = U_{do} = -8V$ 。由 $U_{bc} = U_{bo} + U_{oc} = U_{bo} - U_{co} = 4 - (-4) = 8V$, 可得

$$I = \frac{U_{bc}}{R_2} = \frac{8V}{8\Omega} = 1A$$

$$U_{ab} = U_{ao} - U_{bo} = 12V - 4V = 8V$$

$$R_1 = \frac{U_{ab}}{I} = \frac{8V}{1A} = 8\Omega$$

$$U_{cd} = U_{co} - U_{do} = -4V - (-8V) = -4V + 8V = 4V$$

$$R_3 = \frac{U_{cd}}{I} = \frac{4V}{1A} = 4\Omega$$

核对: $R = R_1 + R_2 + R_3 = 20\Omega$

$$U_{ad} = U_{ao} - U_{do} = 12V - (-8V) = 20V$$

$$RI = (20\Omega)(1A) = 20V$$

注 $U_{bc} = U_{bo} + U_{oc}$, 实际上是 KVL 的反映。注意区别计算式中各项前应有的正、负号和有关物理量本身带的正、负号(写在括号内)。注意: $U_{oc} = -U_{co}$ 。

相关题 014 类似题 9, 016 例 16 ◀

例 8 图 01-9 所示为一带有 8 个端钮的集成电路。试求 U_0 、 U_4 、 U_7 、 U_{10} 、 U_{23} 、 U_{30} 、 U_{67} 、 U_{56} 以及 I (大小和方向)。

解: 集成电路应用广泛, 读者应十分熟悉这类电路的分析。与上例不同, 本题是一完整的电路, 参考点以接地符号示于电路中。

U_0 即参考点 (注意接地符号) 的电位,

$$U_0 = 0$$

$$\text{又 } U_{45} = U_{40} - U_{50} = U_4 - U_5 = U_4 - (-2\text{V})$$

由欧姆定律 $U = RI$ 可得

$$U_{45} = (2 \times 10^3 \Omega)(6 \times 10^{-3} \text{A}) = 12\text{V}$$

故得

$$12 = U_4 - (-2\text{V})$$

$$U_4 = 12\text{V} - 2\text{V} = 10\text{V}$$

由于 6、7 间为短路, 可知

$$U_7 = U_{70} = U_{60} = 4\text{V}$$

其余需求解电压为

$$U_1 = U_{10} = 20\text{V} \quad (\text{已知})$$

$$U_{23} = U_{20} - U_{30} = U_1 - U_2 = (-2\text{V}) - (-8\text{V}) = 6\text{V}$$

$$U_{30} = U_3 = -8\text{V} \quad (\text{已知})$$

$$U_{67} = U_{60} - U_{70} = 0$$

$$U_{56} = U_{50} - U_{60} = U_5 - U_6 = (-2\text{V}) - (4\text{V}) = -6\text{V}$$

求 I : 设 I 参考方向由 3 指向 2, 则由欧姆定律得

$$I = \frac{U_{32}}{4\Omega} = \frac{(-8\text{V}) - (-2\text{V})}{4\Omega} = \frac{-6\text{V}}{4\Omega} = -1.5\text{A}$$

即 I 的实际方向是由 2 指向 3。

相关题 01 例 7

类似题 6 图 01-10 所示电路中已知 $U_{\infty} = 4\text{V}$, $R_2 = 30\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, 试求 U_{bc} 、 U_{ab} 、 R_1 和 I 。

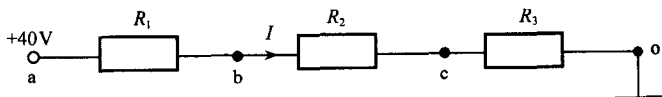


图 01-10