

高等学校通信教材

gaodeng xuexiao tongxin jiaocai

◎ 于舒娟 史学军 编

DIANLU FENXI
DIANXING TIJIE YU FENXI

电路分析 典型题解与分析

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等学校通信教材

电路分析典型题解与分析

于舒娟 史学军 编

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

电路分析典型题解与分析/于舒娟,史学军编. —北京:人民邮电出版社,2004.8

高等学校通信教材

ISBN 7-115-12383-7

I. 电... II. ①于...②史... III. 电路分析—高等学校—解题 IV. TM133-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 073805 号

内 容 提 要

本书按照高等理工类学校电路分析基础课程教学基本要求编写而成。全书共分 9 章,内容包括:电路的基本概念及基耳霍夫定律、电路分析中的等效变换、线性网络的一般分析方法、网络定理、一阶电路分析、耦合电感和变压器电路分析、电路的频率特性、二端口网络。每章内容包括本章要点、典型题解析、习题以及习题答案四部分。本书最后面的附录,提供了 2002~2003 年南京邮电学院本课程的硕士研究生入学试题及解答,还给出了 4 套附有答案的期中/期末考试模拟试卷。

本书可作为通信、电子、计算机、自动控制等相关专业的本、专科大学生学习电路分析课程的复习和自学辅导教材,也可作为相关专业学生的考研辅导书。

高等学校通信教材

电路分析典型题解与分析

-
- ◆ 编 于舒娟 史学军
责任编辑 徐享华
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129259
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.5
字数: 321 千字 2004 年 8 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12383-7/TN · 2300

定价: 19.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010) 67129223

前 言

电路分析是通信、电子、计算机、自控等专业的专业基础课，它的任务是介绍电路的基本概念、基本理论和基本分析方法，为学习后续课程奠定必要的基础。同时，电路分析也是很多学科硕士研究生入学考试的必考课程。

要学好电路分析，解答电路习题是很关键的一个方面，不做适量的习题，学习者很难深刻掌握这门课程。正是从这一角度出发，为帮助在校大学生学好电路分析这门课程，帮助考研学生抓住重点，提高复习效率，适应考试题型，作者根据多年的电路分析教学经验，将从事教学工作积累的资料整理，编写了这本《电路分析典型题解与分析》。本书所写的内容符合教育部工科电工课程教学指导委员会修订的《电路分析基础》基本要求，满足面向 21 世纪课程教学改革内容的需要。

本书大部分章节划分及内容顺序参照了由人民邮电出版社出版，沈元隆主编的《电路分析基础》教材，同时兼顾了国内其他统编教材及一些重点院校优秀教材的要求。本书共分 9 章，每章包括基本要求，典型题解析及习题。基本要求编写简明扼要，突出每章重点和难点；典型题解析部分，选择在每章内容中具有代表性的典型例题，大多数题目难度适中，配少量难度较大题目。题量分布方面，重点内容适当多些，一般内容也兼顾，解题注重推理过程，避免直接套用公式，以帮助读者开拓思路，举一反三。在每章还有一定数量的练习题供读者练习，并附有答案。

本书最后附有 2002~2003 年南京邮电学院硕士研究生入学考试试题及其详细解答，作者安排这部分内容，主要考虑使读者了解研究生入学试题题型，各种题型题目的深浅度及如何解答。另外，还给出了 4 套附有答案的期中和期末考试模拟试卷，要求在 110 分钟内完成，读者可通过这 4 套试卷对电路分析这门课进行综合测试。

本书由于舒娟、史学军合作编写。其中，于舒娟编写第 1~5 章，史学军编写第 6~9 章，附录部分由两位作者共同完成。本书在南京邮电学院电子工程系电路与系统教研室同事们的支持下才得以完稿出版，在资料搜集、典型题解答、绘图校对等方面得到沈元隆教授、吴新余教授以及周井泉、张宇飞、王瑾、吴玉瑾、解培中、王爱忠、胡泉、汪铸、于大为、俞平、许健雷、张亚玲同志的帮助，作者在此向他们表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

作者

2004 年 5 月

目 录

第 1 章 电路的基本概念及基耳霍夫定律	1
1.1 基本内容	1
1.1.1 电路模型	1
1.1.2 电路分析的基本变量	1
1.1.3 电路元件	3
1.1.4 基耳霍夫电流定律 (KCL)	4
1.1.5 基耳霍夫电压定律 (KVL)	4
1.2 典型题解析	5
1.3 习题.....	11
1.4 习题答案.....	15
第 2 章 电路分析中的等效变换	16
2.1 基本内容.....	16
2.1.1 等效及等效变换.....	16
2.1.2 电阻网络的等效变换.....	16
2.1.3 含独立源网络的等效变换.....	17
2.1.4 含受控源网络的等效变换.....	19
2.1.5 输入电阻的求法.....	19
2.2 典型题解析.....	19
2.3 习题.....	29
2.4 习题答案.....	34
第 3 章 线性网络的一般分析方法	36
3.1 基本内容.....	36
3.1.1 网络图论的基本概念.....	36
3.1.2 支路分析法.....	36
3.1.3 网孔分析法.....	37
3.1.4 节点分析法.....	37
3.1.5 回路分析法.....	38
3.1.6 割集分析法.....	38
3.1.7 对偶电路.....	39
3.2 典型题解析.....	39
3.3 习题.....	49
3.4 习题答案.....	51
第 4 章 网络定理	53
4.1 基本内容.....	53

4.1.1	叠加定理	53
4.1.2	替代定理	54
4.1.3	等效电源定理	54
4.1.4	特勒根定理	55
4.1.5	互易定理	56
4.2	典型题解析	57
4.3	习题	68
4.4	习题答案	71
第5章	一阶电路分析	73
5.1	基本内容	73
5.1.1	电容元件和电感元件	73
5.1.2	换路定则及初始值计算	74
5.1.3	一阶电路的零输入响应, 零状态响应及全响应	74
5.1.4	三要素法	75
5.1.5	一阶电路特殊情况分析	76
5.1.6	阶跃信号和阶跃响应	76
5.2	典型题解析	76
5.3	习题	92
5.4	习题答案	96
第6章	正弦稳态分析	98
6.1	基本内容	98
6.1.1	正弦量	98
6.1.2	正弦量的相量表示法	98
6.1.3	相量模型及相量分析法	99
6.1.4	正弦稳态电路的功率	100
6.1.5	三相电路	100
6.1.6	非正弦周期电路的稳态分析	101
6.2	典型题解析	101
6.3	习题	120
6.4	习题答案	125
第7章	耦合电感和变压器电路分析	127
7.1	基本内容	127
7.1.1	耦合电感	127
7.1.2	耦合电感的联接及去耦等效	128
7.1.3	空芯变压器	129
7.1.4	理想变压器和全耦合变压器	129
7.1.5	含理想变压器电路的分析	130
7.2	典型题解析	130
7.3	习题	140

7.4 习题答案	145
第8章 电路的频率特性	146
8.1 基本内容	146
8.1.1 电路的频率特性与网络函数	146
8.1.2 RC 电路的频率特性	146
8.1.3 RLC 串联谐振及 GCL 并联谐振	147
8.2 典型题解析	150
8.3 习题	157
8.4 习题答案	160
第9章 二端口网络	162
9.1 基本内容	162
9.1.1 二端口网络的方程和参数	162
9.1.2 二端口网络的等效电路	163
9.1.3 二端口网络的特性阻抗	163
9.1.4 二端口网络的联接	163
9.2 典型题解析	164
9.3 习题	167
9.4 习题答案	170
附录一 2002~2003 年南京邮电学院攻读硕士学位研究生入学	
考试电路分析试题及解答	171
2002 年试题及解答	171
2003 年试题及解答	179
附录二 电路分析期中、期末考试模拟试题及参考答案	186
期中考试模拟试题一	186
期中考试模拟试题二	190
期末考试模拟试题一	194
期末考试模拟试题二	198
参考答案	202
参考文献	205

第 1 章 电路的基本概念及 基耳霍夫定律

1.1 基本内容

1.1.1 电路模型

1. 实际电路

实际电路是由各种电器按照一定的方式互相连接而构成的电流通路，它的主要功能是实现电能或电信号的产生、传输、转换和处理。

2. 理想电路元件

理想电路元件是实际电器元件或设备在一定条件下的理想化模型，反映实际元件或设备在一定条件下的主要电磁特性，并用规定的模型元件符号表示。

3. 电路模型

电路模型是实际电路在一定条件下的科学抽象足够精确的数学描述，电路理论中所说的电路是指由各种理想元件按一定方式连接的总体。

4. 电路分类

电路可有多种分类方法，主要有：如果电路的几何尺寸远小于电路的最小工作波长，则称为集总参数电路，否则称为分布参数电路；满足齐次性与叠加性的电路称为线性电路，否则称为非线性电路；电路中元件参数均不随时间变化称时不变电路，否则称时变电路。

1.1.2 电路分析的基本变量

1. 电流

(1) 定义：单位时间内通过导体横截面的电荷量定义为电流强度，用符号 i 表示，即

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

直流时，电荷量与时间成正比，即 $I = \frac{Q}{T}$

(2) 单位：安培 (A)、毫安 (mA)、微安 (μA)

$$1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}; 1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$$

- (3) 方向:
- 习惯上正电荷的运动方向规定为电流的方向;
 - 参考方向是人为设定的电流方向, 可用箭头或字符 i 的双下标表示, 如图 1-1 所示, i_{AB} 表示电流参考方向由 A 指向 B。

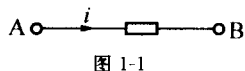


图 1-1

注意: (a) 只有数值, 没有参考方向的电流是没有意义的;

(b) 在参考方向下计算出某电流为正值, 说明参考方向与实际方向一致, 否则相反;

(c) 在分析过程中参考方向一经选定, 不可改变。

2. 电压

(1) 定义: 单位正电荷由 a 点移到 b 点时电场力所做的功称为电位差, 即 a、b 两点之间电压, 用符号 u 表示, 即

$$u = \frac{dw}{dq}$$

直流时, 电场力所做的功与电荷量成正比, 即 $u = \frac{W}{Q}$

(2) 单位: 伏特 (V)、毫伏 (mV)、千伏 (kV)

$$1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}; 1\text{kV} = 10^3\text{V}$$

- (3) 方向:
- 习惯上把电压降落的方向 (高电位指向低电位) 规定为电压的方向, 通常高电位端标为“+”极, 低电位标为“-”极;
 - 参考极性是人为设定的, 可在电路图上标出或用变量 u 的双下标表示, 如图 1-2 所示, u_{AB} 表示“A”为高电位, “B”为低电位。

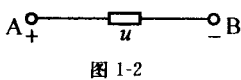


图 1-2

- 参考点: 设定电路某一点为参考点 (电位是零), 则电路中各点的电位也即是该点到参考节点的电压。电压等于两点之间的电位差, 即

$$u_{AB} = u_A - u_B$$

注意: (a) 只有数值, 不标注参考方向的电压是没有意义的;

(b) 在参考方向下计算出某电压为正值, 说明参考极性与其实际极性一致, 否则相反;

(c) 在分析过程中参考极性、参考点一经选定, 不可改变。

3. 电压、电流的关联参考方向

当把元件或一段电路上电压、电流参考方向取为一致时, 称关联参考方向, 如图 1-3 所示。否则称非关联参考方向。

在关联参考方向情况下, 分析电路只要标出一个电压 (电流) 参考方向即可。

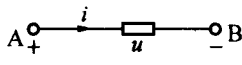


图 1-3

4. 功率

(1) 定义: 单位时间内电路所吸收的能量, 即

$$p = \frac{dw}{dt}$$

当支路电压、电流参考方向关联时，有：

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dg} \cdot \frac{dg}{dt} = u \cdot i$$

注意：(a) 当电压、电流非关联时 $p = -u \cdot i$ ；

(b) 计算结果 $p > 0$ ，表明支路吸收（获得）功率；计算结果 $p < 0$ ，表明支路供出（产生）功率。

(2) 单位：瓦特 (W)、毫瓦 (mW)、千瓦 (kW)

$$1\text{mW} = 10^{-3}\text{W} ; 1\text{kW} = 10^3\text{W}$$

1.1.3 电路元件

电路常用的基本元件可分为：有源和无源元件，线性和非线性元件，时变和时不变元件。表 1-1 列出常用的线性时不变元件定义、符号和特性曲线、主要特性、备注。

表 1-1 常用的线性时不变元件

元件名称	定义	电路符号与特性曲线	主要特性	备注
电阻元件	电压与电流关系是由通过 $u-i$ 平面的过原点直线描述的二端元件		(1) 无源性 (2) 双向性 (3) 无记忆性 (4) 伏安关系，在 $u-i$ 关联时 $u = R \cdot i$	(1) $R \rightarrow \infty$ 称为“开路” $R \rightarrow 0$ 称为“短路” (2) 电导 G 与电阻互为倒数关系 (3) 量纲：电阻，欧姆 (Ω) 电导，西门子 (S)
电感元件	磁链与电流的关系是由 $\psi-i$ 平面过原点直线描述的二端元件		(1) 无源性 (2) 双向性 (3) 记忆元件 (4) 在 $u-i$ 取关联参考方向时 $u = L \frac{di}{dt}$	(1) 当某 t_0 时刻电感电压为有限值时电感电流不能跃变，即 $i_L(t_0^+) = i_L(t_0^-)$ (2) 电感储能 $w_L(t) = \frac{1}{2} L i_L^2(t)$ (3) 量纲：亨利 (H)、毫亨 (mH)、微亨 (μH)
电容元件	电荷与电压关系是由 $q-u$ 平面过原点直线描述的二端元件		(1) 无源性 (2) 双向性 (3) 记忆元件 (4) 在关联参考方向时， $q = Cu$ ；在 $u-i$ 关联时 $i = C \frac{du}{dt}$	(1) 当某时刻 T ，电容电流为有限值时，电容电压不能跃变，即 $u_C(t_0^+) = u_C(t_0^-)$ (2) 电容储能 $w_C(t) = \frac{1}{2} C u_C^2(t)$ (3) 量纲：法拉 (F)、微法 (μF)、皮法 (pF)
理想电压源	能独立对外提供恒定变化电压与通过其电流无关的二端元件		(1) 有源性 (2) $u = u_s(t)$ (3) i 为不定值由外电路确定	(1) $u = u_s$ (常数) 时，为直流电压源， $u = 0$ ，电压源支路相当于“短路” (2) 电压源既可以产生功率也可以吸收功率

续表

元件名称	定义	电路符号与特性曲线	主要特性	备注
理想 电流源	能独立对外提供恒定变化电流与其两端电压无关的二端元件		(1) 有源性 (2) $i = i_s(t)$ (3) u 为不定值, 由外电路确定	(1) $i = i_s$ (常数) 时, 为直流电流源; $i = 0$, 电流源支路相当于“开路” (2) 电流源既可以产生功率也可以吸收功率
线性 受控源	向外提供恒定变化的电压或电流, 但其值受外支路电压或电流控制的四端元件, 包括 4 种: VCVS、VCCS、CCVS、CCCS	1.VCVS 2.VCCS 3.CCVS 4.CCCS 	(1) 有源元件 (2) 电阻性	(1) 在各端对电压、电流取关联参考方向时, 受控源吸收功率 $p = u_2 i_2$ (2) 线性受控源 μ, g, β, γ 是常量

1.1.4 基耳霍夫电流定律 (KCL)

(1) 定义: 任意集总参数电路, 任意时刻, 流出任一节点的所有支路电流代数和恒等于零。

(2) 数学描述: $\sum i(t) = 0$

(3) 物理意义: 反映电流的连续性和电荷的守恒性。

(4) 约束关系: 节点处各支路电流的相互约束。

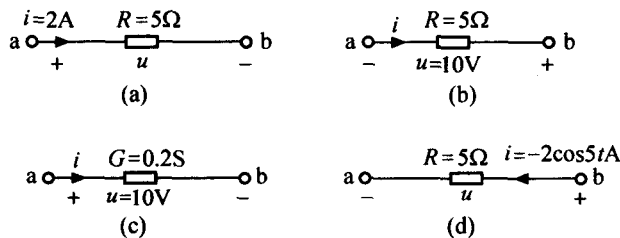
1.1.5 基耳霍夫电压定律 (KVL)

(1) 定义: 对于任一集总参数电路中任一回路, 在任意时刻, 沿着该回路, 所有支路电压的代数和为零。

- (2) 数学描述: $\sum u(t) = 0$
 (3) 物理意义: 能量守恒定律在集总参数电路中的体现。
 (4) 约束关系: 回路中各支路电压的相互约束。

1.2 典型题解析

[例 1-1] 求图例 1-1 所示各电路中的 u, R, i 。



图例 1-1

[分析] 这道题目主要检查对电压、电流的参考方向及线性电阻元件伏安关系的掌握情况。

解: (a) $u-i$ 在图例 1-1 (a) 中是关联参考方向, 故

$$u = R \cdot i = 5 \times 2 = 10V$$

(b) $u-i$ 在图例 1-1 (b) 中是非关联参考方向, 故

$$i = -\frac{u}{R} = -\frac{10}{5} = -2A$$

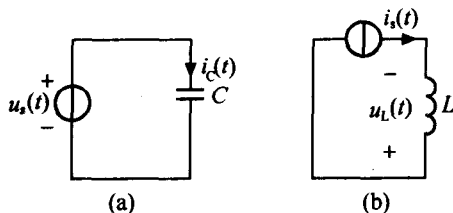
(c) $u-i$ 在图例 1-1 (c) 中是关联参考方向, $R = \frac{1}{G} = \frac{1}{0.2} = 5\Omega$, 故

$$i = \frac{u}{R} = u \cdot G = 2A$$

(d) $u-i$ 在图例 1-1 (d) 中是关联参考方向, 故

$$u = R \cdot i = 5 \times (-2\cos 5t) = -10\cos 5t V$$

[例 1-2] 如图 1-2 所示, 已知 $u_s(t) = 50e^{-2t} V, i_s(t) = 6\cos 5t A, C = 1\mu F, L = 5mH$, 求 $i_C(t)$ 及 $u_L(t)$ 。



图例 1-2

[分析] 这道题目主要检验对动态元件伏安关系的掌握情况, 注意元件电压、电流参考方向的关系及单位。

解：(a) 对于电容 C ，端口电压 $u_s(t)$ 与 $i_C(t)$ 是关联参考方向，故

$$i_C(t) = C \frac{du_s(t)}{dt} = 10^{-6} \times \frac{d(50e^{-2t})}{dt} = -10^{-4} \times e^{-2t} \text{ A} = -0.1 \times e^{-2t} \text{ mA}$$

(b) 对于 L ，端口电压 $u_L(t)$ 与流过电流 $i_s(t)$ 是非关联，故

$$u_L(t) = -L \frac{di_s(t)}{dt} = -5 \times 10^{-3} \times \frac{d(6\cos 5t)}{dt} = 0.15\sin 5t \text{ V}$$

[例 1-3] 若沿电流参考方向通过导体截面积的正电荷为 $q(t) = 10t^2 - 2t \text{ C}$ ，求 $t = 0\text{s}$ 和 $t = 1\text{s}$ 时的电流强度。

[分析] 这道题目检验电流强度的定义。

解：根据电流强度的定义

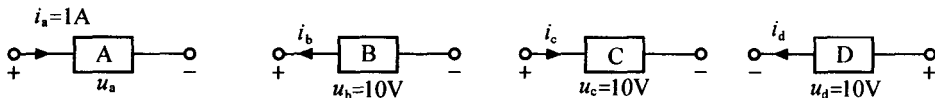
$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = \frac{d(10t^2 - 2t)}{dt} = 20t - 2$$

$$t = 0\text{s}, i(0) = -2\text{A}$$

$$t = 1\text{s}, i(1) = 20 \times 1 - 2 = 18\text{A}$$

[例 1-4] 各元件电压、电流数值如图例 1-4 所示，试问：

- (1) 若元件 A 吸收的功率为 10W ，则 $u_a = ?$
- (2) 若元件 B 产生的功率为 10W ，则 $i_b = ?$
- (3) 若元件 C 吸收的功率为 -10W ，则 $i_c = ?$
- (4) 若元件 D 产生的功率为 -10W ，则 $i_d = ?$



图例 1-4

[分析] 这道题目要利用功率的定义，当 u, i 关联时， $P = u \cdot i$ ；当 u, i 非关联时， $P = -u \cdot i$ 。另外 $P > 0$ 表示吸收功率； $P < 0$ 表示产生功率。

解：(1) u_a, i_a 关联，元件 A 吸收功率为 10W

$$\text{所以} \quad P = 10\text{W} = u_a \cdot i_a = 1 \cdot u_a$$

$$\text{故} \quad u_a = 10\text{V}$$

(2) u_b, i_b 非关联，元件 B 产生的功率为 10W ，即吸收功率为 -10W

$$\text{所以} \quad P = -10\text{W} = -u_b \cdot i_b = -10 \cdot i_b$$

$$\text{故} \quad i_b = 1\text{A}$$

(3) u_c, i_c 关联，元件 C 吸收功率为 -10W

$$\text{所以} \quad P = -10\text{W} = 10 \cdot i_c$$

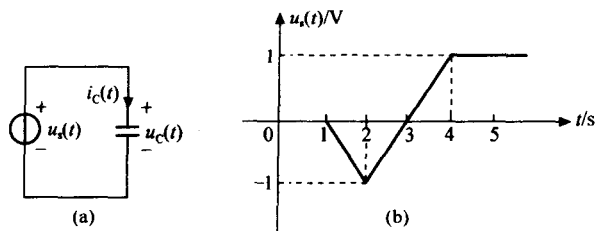
$$\text{故} \quad i_c = -1\text{A}$$

(4) u_d, i_d 关联，元件 D 产生功率为 -10W ，即吸收功率为 10W

$$\text{所以} \quad P = 10\text{W} = u_d \cdot i_d = 10 \cdot i_d$$

$$\text{故} \quad i_d = 1\text{A}$$

[例 1-5] 在如图例 1-5.1 (a) 所示电路中， $u_s(t)$ 的波形如图例 1-5.1 (b) 所示，电容 $C = 4\text{F}$ ，求 $i_C(t)$ 、 $P_C(t)$ 和 $W_C(t)$ ，并画出它们的波形。



图例 1-5.1

[分析] 这道题目主要利用动态元件电容的伏安关系及功率、能量与电压、电流的关系。

解：首先根据图例 1-5.1 (b) 写出 $u_s(t)$ 的表达式

$$u_s(t) = u_c(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 1 \\ -(t-1) & 1 < t \leq 2 \\ t-3 & 2 < t \leq 4 \\ 1 & t > 4 \end{cases}$$

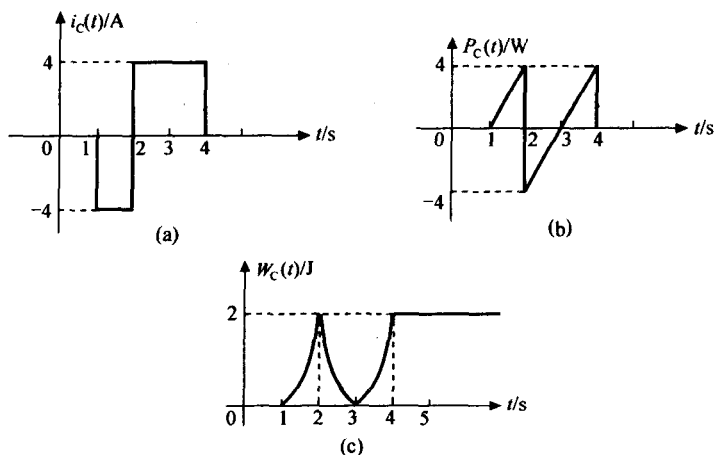
根据电容元件 VCR 关系：

$$i_c(t) = C \frac{du_c(t)}{dt} = \begin{cases} 0 & t < 1 \\ -4 & 1 < t < 2 \\ 4 & 2 < t < 4 \\ 0 & t > 4 \end{cases}$$

$$P_C(t) = u_c(t) \cdot i_c(t) = \begin{cases} 0 & t < 1 \\ 4(t-1) & 1 < t < 2 \\ 4(t-3) & 2 < t < 4 \\ 0 & t > 4 \end{cases}$$

$$W_C(t) = \int_{-\infty}^t P(t) dt = \begin{cases} 0 & t \leq 1 \\ 2(1-t)^2 & 1 < t \leq 2 \\ 2(t-3)^2 & 2 < t \leq 4 \\ 2 & t > 4 \end{cases}$$

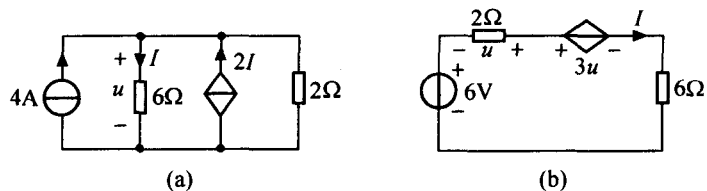
由 $i_c(t)$ 、 $P_C(t)$ 、 $W_C(t)$ 画出的图形如图例 1-5.2 (a)、(b)、(c) 所示。



图例 1-5.2

从图例 1-5.2 (a) 可以看出电容电流可以跳变。从图例 1-5.2 (b) 可以看出电容功率也可以跳变,并可正可负,在 $1 < t < 2$ 及 $3 < t < 4$ 时功率大于零,表明电容从 $u_s(t)$ 吸收功率; $2 < t < 3$ 时,功率小于零,表明电容释放功率给 $u_s(t)$ 。从图例 1-5.2 (c) 可以看出 $W_c(t)$ 总是大于等于零,并且是连续的,表明电容是无源元件,能量不能跃变。

[例 1-6] 求图例 1-6 所示电路的电压 u 和电流 I , 并求各元件吸收的功率。



图例 1-6

[分析] 此题主要是检验对独立源及受控源的理解,并将利用 KCL、KVL 列出方程。

解: (a) 由 KCL 方程有 $-4 + I - 2I + \frac{u}{2} = 0$

又根据 6Ω 电阻 VCR 关系, 有 $u = 6I$

故 $u = 12\text{V}, I = 2\text{A}$

各元件吸收的功率

$$P_{6\Omega} = uI = 24\text{W} \quad P_{2\Omega} = \frac{u^2}{2} = \frac{R^2}{2} = 72\text{W}$$

$$P_{4A} = -4 \cdot u = -48\text{W} \quad P_{2I} = -2I \cdot u = -48\text{W}$$

$$\sum P = P_{6\Omega} + P_{4A} + P_{2\Omega} + P_{2I} = 0 \quad (\text{符合功率守恒})$$

在图例 1-6 (a) 电路中 4A 独立电流源及 CCCS 均产生功率。

(b) 由 KVL 有: $-6 - u + 3u + 6I = 0$

又 $u = -2I$

所以 $u = -6\text{V} \quad I = 3\text{A}$

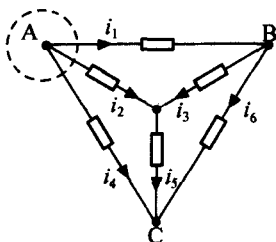
各元件吸收的功率

$$P_{6\Omega} = 6I^2 = 54\text{W} \quad P_{2\Omega} = -uI = +18\text{W}$$

$$P_{6V} = -6I = -18\text{W} \quad P_{3u} = 3u \cdot I = -54\text{W}$$

在图例 1-6 (b) 电路中 6V 电压源及 VCVS 均产生功率。

[例 1-7] 图例 1-7 所示电路中, 已知某瞬间 $i_1 = 1\text{A}$, $i_4 = 2\text{A}$, $i_5 = 3\text{A}$, 试求其余支路电流。



图例 1-7

[分析] 这是一个利用 KCL 的问题, 这里要注意列写 KCL 方程时各项的符号取决于电流的参考方向, 若取流出为正, 则流入为负, 或反之。

解: 对于节点 A 列 KCL 方程, 有 $i_1 + i_2 + i_4 = 0$

故 $i_2 = -i_1 - i_4 = -3\text{A}$

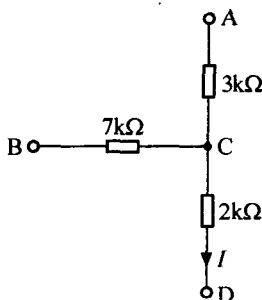
对节点 C 有 $-i_4 - i_5 - i_6 = 0$

故 $i_6 = -i_4 - i_5 = -5\text{A}$

对节点 B 有 $-i_4 - i_5 - i_6 = 0$

故 $i_3 = i_1 - i_6 = 1 - (-5) = 6\text{A}$

[例 1-8] 已知 $u_A = 90\text{V}$, $u_B = -10\text{V}$, $I = 0$, 试求图例 1-8 所示电路中的电压 u_C 。



图例 1-8

[分析] 这道题目应用了电压与电位的关系, 电流 $I = 0$ 表明 C 与 D 点电位相同, 并且 $3\text{k}\Omega$ 与 $7\text{k}\Omega$ 电阻流过相同的电流。

解: 根据 KVL 方程有: $-u_{AB} + u_{AC} + u_{CB} = 0$

即 $u_{AC} + u_{CB} = u_{AB} = u_A - u_B = 90 - (-10) = 100\text{V}$

而 $u_{AC} = 3 \times 10^3 \times I_{AC}$

$u_{CB} = 7 \times 10^3 \times I_{CB}$

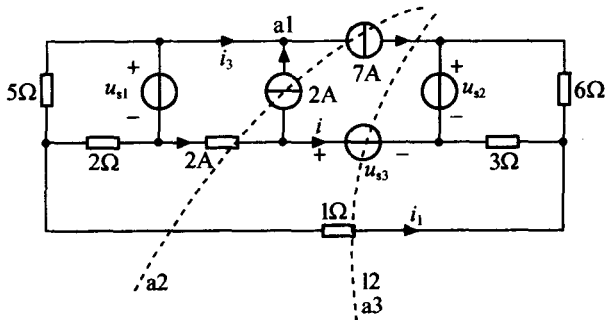
所以有 $3 \times 10^3 \times I_{AC} + 7 \times 10^3 \times I_{CB} = 100$

故 $I_{AC} = 0.01\text{A}$

则有 $u_{AC} = I_{AC} \times 3 \times 10^3 = u_A - u_C$

那么 $u_C = -0.01 \times 3 \times 10^3 + 90 = 90 - 30 = 60\text{V}$

[例 1-9] 在图例 1-9 所示电路中, 求电流 i_1 、 i_3 及 u_{s3} 的输出功率。



图例 1-9

【分析】这道题目电路图很复杂，但仔细分析题目可知，要求的变量只要巧妙做两个广义节点（封闭面）即可直接由 KCL 方程求出。

解：由节点 a1 的 KCL 方程得 $-i_3 - 2 + 7 = 0$

故 $i_3 = 5\text{A}$

作一个如图例 1-9 所示封闭面 a2，得 $-i_1 - 2 + 2 - 7 = 0$

故 $i_1 = -7\text{A}$

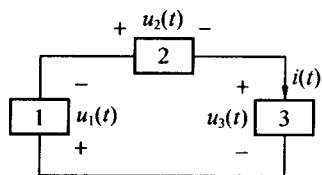
求 u_{s3} 提供的功率，需要先求 u_{s3} 解流过的电流，设其为 i ，作封闭面 a3，得 $-7 - i - i_1 = 0$

故 $i = 0\text{A}$

$$Pu_{s3} = u_{s3} \cdot i = 0\text{W}$$

所以电压源 u_{s3} 产生的功率为 0W

【例 1-10】已知图例 1-10 所示电路由一个电阻 R 、一个电感 L 和一个电容 C 组成，即由图中的元件 1、2、3 所组成。 $i(t) = 10e^{-t} - 20e^{-2t}$, $t \geq 0$; $u_1(t) = -5e^{-t} + 20e^{-2t}$, $t \geq 0$ 。若在 $t = 0$ 时电路的总储能为 25J。确定图中元件 1、2、3 名称，并求 R 、 L 、 C 之值。



图例 1-10

【分析】本题利用 3 个元件的 VCR 关系及 C 、 L 作为动态储能元件的一些性质。

解：根据 R 元件 VCR 关系 $u_R(t) = R \cdot i_R(t)$ ，电阻端电压与电流成正比，而 $\frac{u_1(t)}{i_1(t)} \neq$ 常数，可判断 1 不是电阻元件。

根据 C 元件 VCR 关系，电容电流与端电压变化成正比，

而
$$\frac{du_1(t)}{dt} = 5e^{-t} - 40e^{-2t}, t \geq 0$$

$\frac{du_1(t)}{dt} / i_1(t) \neq$ 常数，可判断 1 也不是电容元件。

根据 L 元件 VCR 关系， $u_L(t) = L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$ ，电感电流变化率与电压成正比，

而
$$\frac{di_1(t)}{dt} = -10e^{-t} - 40e^{-2t}, t \geq 0$$

$$u_L(t) / \frac{di_1(t)}{dt} = \frac{-5e^{-t} + 20e^{-2t}}{-10e^{-t} + 40e^{-2t}} = \frac{1}{2} = L$$

因此 1 是电感元件， $L = 0.5\text{H}$ 。

设 2 为电阻元件，3 为电容元件，则有：

$t = 0$ 时电感电流 $i_1(0) = 10 \times 1 - 20 \times 1 = -10\text{A}$

$$\text{电感储能 } W_L(0) = \frac{1}{2} L i_1^2(0) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times (-10)^2 = 25\text{J}$$

依题 $t = 0$ 时，电路总储能为 25J，即 $W_C(0) + W_L(0) = 25\text{J}$

所以 $W_C(0) = 0$ 即 $\frac{1}{2} C u_C^2(0) = 0, u_C(0) = 0\text{V} = u_3(0)$

根据 $t = 0$ 时刻电路的 KVL 方程，有：

$$u_1(0) + u_2(0) + u_3(0) = 0$$