

全国高校考研学子的明智选择

考研交流互动平台：QQ群号 130531729

考研专业课真题必练 (含关键考点点评)

— 电路

研究历年真题是加分致胜的法宝
掌握核心考点是考试过关的关键

考研专业课真题研究组◎编写
汪胡清 谢宝陵◎本书主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

全国高校

考研专业课真题必练(含关键考点点评)

——电路

考研专业课真题研究组 编写

汪胡清 谢宝陵 本书主编

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书把全国 50 所高校历年研究生入学考试真题按高校主流教材的章节分类编排,对真题进行详细分析,并对相关知识点进行详尽的介绍。通过对大量真题的分类、分析和考点的理论链接,帮助考生熟悉考试内容,抓住考试的重点与难点,掌握考试中经常出现的题型和每种题型的解法,同时也帮助考生熟悉专家们的出题思路、命题规律,从而提高复习的效率和命中率。

本书具有真题丰富、考点全面、分析透彻、严谨实用等特点,非常适合考生使用,也可作为高等院校师生参考用书或培训班的教材。

图书在版编目(CIP)数据

考研专业课真题必练:含关键考点点评. 电路 / 考研专业课真题研究组编写. --北京:
北京邮电大学出版社, 2013. 5

ISBN 978-7-5635-3307-7

I. ①考… II. ①考… III. ①电路—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 273556 号

书 名: 考研专业课真题必练(含关键考点点评)——电路

作 者: 考研专业课真题研究组

责任编辑: 满志文

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京联兴华印刷厂

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 27.25

字 数: 986 千字

版 次: 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-3307-7

定价: 58.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

随着科技的发展,一方面社会需要大量的高水平人才,另一方面社会竞争日益激烈,很多本科生难以找到一份理想的工作,因此考研成为很多学生的选择。据教育部统计的数据显示,2012年参加全国硕士研究生统一考试的人数为165.6万人,比去年增长6.9%,创历史新高。但是,研究生入学考试的深度、广度与难度都较高,试题综合性强,着重知识的运用,淘汰率较高。为了引导考生在较短时间内掌握解题要领,并顺利通过研究生入学考试,我们总结了将多年的教学经验,并在深入剖析近几年全国50余所著名院校研究生入学考试专业课试题的基础上,特别编写了这套《考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)》丛书。

■ 丛书简介

《考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)》丛书首批推出以下8本:

- (1) 考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)——操作系统
- (2) 考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)——数据结构
- (3) 考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)——微机原理与接口技术
- (4) 考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)——自动控制原理
- (5) 考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)——信号与系统
- (6) 考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)——数字电路
- (7) 考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)——模拟电路
- (8) 考研专业课历年真题必练(含关键考点点评)——电路

■ 丛书特色

(1) 丛书摒弃了传统辅导书“内容简介→例题分析→习题”的模式编写,而是以“真题”为中心,以突出针对性与实用性来安排内容。

(2) 丛书直指考题,揭示命题规律,从而大大提高了考生们的解题能力、复习效率与应试能力。

(3) 精选前50所名校近三年试题(共150套),按主流教材章节分类详解,方便考生同步复习。

(4) 试题分析过程中贯穿“关键考点点评”、“评注”、“拓展”、“注意”等特色段落,方便考生融会贯通。

(5) 浓缩考试内容,用言简意赅的语言精讲考试要点、重难点,便于考生理解记忆。

(6) 书末给出模拟试卷,并给出详细的解答,便于读者考前演练,自测提高。

■ 读者对象

本书以真题为纽带带动考点,应试针对性极强,特别适合考生在短时间内突破过关。同时,本书具有真题丰富、考点全面、分析透彻、严谨实用等特点,可作为高等院校师生参考或培训班的教材。

■ 本书作者

本书由长期从事相关课程的教学、考研辅导的一线老师编写,他们经验丰富、实力强。参与本书编写还有何光明、王珊珊、周海霞、卞晓晓、钱妍池、赵梅、汪中原、马宁、周汉、卜红宝、陈海燕、陈智、毛幸甜、卢振侠、郝小充。如有问题可通过邮箱与我们联系:bjbaba@263.net 或者新浪微博互动:@北邮等考。祝你成功!

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	(1)
考情分析	(1)
考点 1 基尔霍夫定律及简单电路计算★★★★	(1)
考点 2 电路元件★★★★	(6)
考点 3 功率及参考方向★★★★	(11)
第 2 章 电阻电路的等效变换	(15)
考情分析	(15)
考点 1 电路的等效变换★★★★	(15)
考点 2 输入电阻★★★★	(29)
第 3 章 电阻电路的一般分析	(35)
考情分析	(35)
考点 1 支路电流法★★★★	(35)
考点 2 网孔电流法★★★★	(37)
考点 3 回路电流法★★★★	(41)
考点 4 节点电压法★★★★	(45)
第 4 章 电路定理	(58)
考情分析	(58)
考点 1 叠加定理与齐次定理★★★★	(58)
考点 2 等效电源定理★★★★	(67)
考点 3 最大功率传输定理★★★★	(76)
考点 4 替代定理★★★★	(81)
考点 5 特勒根定理与互易定理★★★★	(87)
第 5 章 含运算放大器的电阻电路	(99)
考情分析	(99)
考点 1 含运算放大器的电阻电路分析方法★★★★	(99)
第 6 章 一阶电路	(116)
考情分析	(116)
考点 1 动态电路的初始条件★★★★	(116)
考点 2 经典法★★★★	(122)
考点 3 三要素法★★★★	(127)
考点 4 阶跃响应和冲激响应★★★★	(138)
考点 5 线性动态电路的性质★★★★	(143)
考点 6 一阶电路的综合问题★★★★	(146)
第 7 章 二阶电路	(155)
考情分析	(155)

考点 1	二阶电路的全响应★★★★	(155)
考点 2	二阶电路特征根的讨论★★★★	(159)
第 8 章	相量法	(165)
考情分析		(165)
考点 1	正弦量及三要素★★★★	(165)
考点 2	电路的相量形式★★★★	(167)
第 9 章	正弦稳态电路的分析	(173)
考情分析		(173)
考点 1	正弦稳态电路的分析方法★★★★	(173)
考点 2	正弦稳态电路的功率问题★★★★	(183)
考点 3	正弦稳态电路中的谐振问题★★★★	(194)
第 10 章	含耦合电感的电路	(203)
考情分析		(203)
考点 1	含耦合电感电路的计算★★★★	(203)
考点 2	空心变压器★★★★	(216)
考点 3	理想变压器★★★★	(221)
第 11 章	三相电路	(229)
考情分析		(229)
考点 1	对称三相电路的计算★★★★	(229)
考点 2	不对称三相电路的计算★★★★	(236)
考点 3	三相电路的功率★★★★	(247)
第 12 章	非正弦周期电流电路和信号频谱	(263)
考情分析		(263)
考点 1	非正弦周期电流电路的基本物理量★★★★	(263)
考点 2	非正弦周期电流电路的谐波分析方法★★★★	(267)
考点 3	对称三相电路的高次谐波★★★★	(287)
第 13 章	拉普拉斯变换	(292)
考情分析		(292)
考点 1	拉普拉斯变换与拉普拉斯反变换★★★★	(292)
考点 2	动态电路的复频域分析法★★★★	(296)
第 14 章	网络函数	(311)
考情分析		(311)
考点 1	网络函数的性质与求解方法★★★★	(311)
考点 2	通过网络函数求解电路中的响应★★★★	(316)
第 15 章	电路方程的矩阵形式	(328)
考情分析		(328)
考点 1	网络结构的矩阵描述★★★★	(328)
考点 2	电路方程的矩阵形式★★★★	(333)
考点 3	状态方程★★★★	(338)

第 16 章 二端口网络	(345)
考情分析	(345)
考点 1 二端口网络及其描述参数★★★★	(345)
考点 2 二端口网络的等效电路★★★★	(356)
考点 3 二端口网络的连接★★★★	(360)
考点 4 回转器与负阻抗变换器★★★★	(364)
考点 5 二端口网络的转移函数★★★★	(370)
考点 6 二端口网络的端口分析法★★★★	(372)
第 17 章 非线性电路	(381)
考情分析	(381)
考点 1 非线性电路元件★★★★	(381)
考点 2 图解法★★★★	(384)
考点 3 解析法★★★★	(387)
考点 4 小信号分析法★★★★	(392)
考点 5 分段线性化法★★★★	(396)
第 18 章 研究生入学考试全真模拟试题	(401)
模拟试题一★★★★	(401)
模拟试题一参考答案★★★★	(403)
模拟试题二★★★★	(408)
模拟试题二参考答案★★★★	(411)
模拟试题三★★★★	(417)
模拟试题三参考答案★★★★	(419)

第 1 章

电路模型和电路定律

考情分析

本章的考题主要涉及电路模型和电路定律等,这些内容在以往各高校研究生统考中都会考查到,难度较大。需要重点理解和掌握:

- 基尔霍夫定律及简单电路计算
- 电路元件
- 功率及参考方向

考点 1 基尔霍夫定律及简单电路计算

■ 难度系数:★★★★



主要考查基尔霍夫定律的基本概念和应用。

提示

【试题 1-1-1】 (华南理工大学)

如图 1.1.1(a)所示电路中,已知输入电压 $u(t) = 220\sqrt{2}\sin\omega t$ V,电路消耗的功率为 2420W,且有 $R_1 = R_2 = R_3 = x_L = x_C$,试求这些元件的值和电流 $i(t)$,并定性画出电路的相量图。

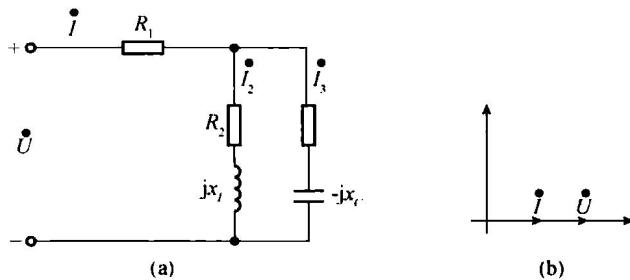


图 1.1.1

分析:本题考查的是基本电路。

解答:(1) $Z_2 = R_2 + jx_L = \sqrt{2}R \angle 45^\circ$; $Z_3 = R_3 - jx_C = \sqrt{2}R \angle -45^\circ$

$$Z_2 // Z_3 = \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3} = \frac{\sqrt{2}R \angle 45^\circ \times \sqrt{2}R \angle -45^\circ}{\sqrt{2}R \angle 45^\circ + \sqrt{2}R \angle -45^\circ} = R \angle 0^\circ$$

总阻抗 $Z = R_1 + Z_2 // Z_3 = 2R \angle 0^\circ$, 纯阻性, $\cos\varphi = 1$

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{2420}{220} = 11 \text{ A}, 2R = \frac{U}{I} = \frac{220}{11} = 20, R = 10 \Omega$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = x_L = x_C = R = 10 \Omega$$

$$i(t) = \frac{220}{2 \times 10} \sqrt{2} \sin \omega t = 11 \sqrt{2} \sin \omega t \text{ A}$$

(2) 已知电路输入电压的电压相量 $\dot{U} = 220 \angle 0^\circ$

且由(1)得到电路显阻性,可画出电路的相量图如图 1.1.1(b)所示。

【试题 1-1-2】 (西安交通大学)

求题图 1.1.2 中所示电路中的 u, i 。

分析: 本题考查的是并联电路的电阻电流关系。

解答: 根据电阻并联电流分流公式有

$$i_1 = \frac{20}{10+20} \times 3 = 2 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{10}{10+20} \times 3 = 1 \text{ A}$$

$$i = i_1 - i_2 = 1 \text{ A}$$

$$u = 3 \times 3 + 2 \times 10 + 1 \times 20 = 49 \text{ V}$$

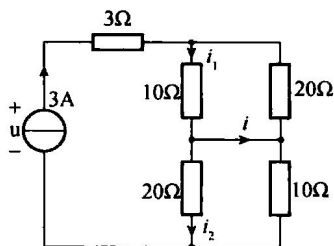


图 1.1.2

【试题 1-1-3】 (上海交通大学)

N_A 和 N_B 均为含源线性电阻网络,在图 1.1.3 电路中 3Ω 电阻的端电压 U 应为_____。

(A) 不能确定

(B) -6 V

(C) 2 V

(D) -2 V

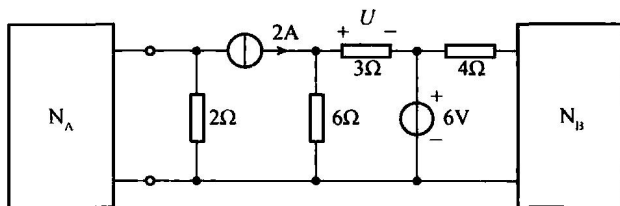


图 1.1.3

分析: 本题考查的是 KCL、KVL 定理的应用。

解答: 如图 1.1.4 所示。

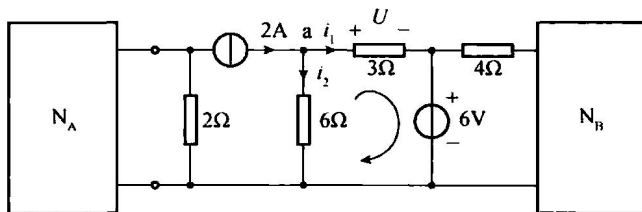


图 1.1.4

a 点的电流方程为

$$i_1 + i_2 = 2$$

网孔的电压方程为

$$6i_2 - 3i_1 - 6 = 0$$

可解出

$$i_1 = \frac{2}{3} \text{ A}, i_2 = \frac{4}{3} \text{ A}$$

则

$$U = 3 \times i_1 = 2 \text{ V}$$

所以本题答案为 C。

【试题 1-1-4】 (上海交通大学)

图 1.1.5 所示电路中,影响 U 值的独立源应是_____。

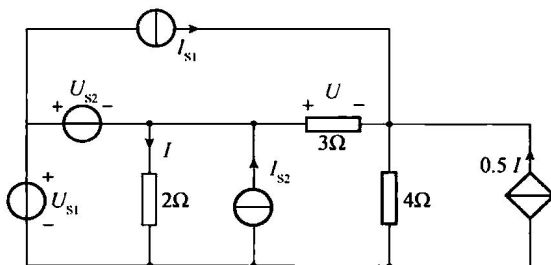
(A) I_{S1} (B) I_{S2} (C) U_{S1} (D) U_{S2} 

图 1.1.5

分析:本题是综合题,考查考生的电路的综合应用能力。

解答:由图 1.1.6 可得

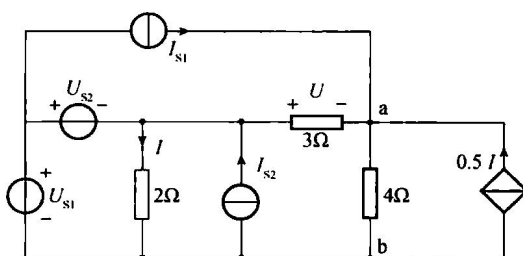


图 1.1.6

$$\frac{U_{ab}}{4} = \frac{U}{3} + I_{S1} + 0.5I$$

又 $U_{ab} = 2 \times I - U$,代入前式,得

$$U = -\frac{12}{7}I_{S1}$$

所以本题答案为 A。

【试题 1-1-5】 (中南大学)

电路如图 1.1.7 所示,试计算 $U = ?$ (V)。

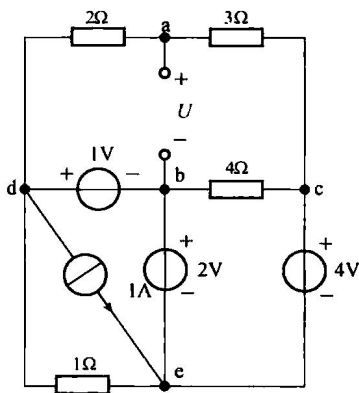


图 1.1.7

分析:这是一道考查基尔霍夫定律的典型题。将节点进行编号,如图 1.1.7 所示,则有

$$U = U_{ab} = U_{ac} - U_{bc}$$

其中 U_{bc} 可直接从回路 $bcadb$ 中求得, U_{ac} 为 U_{dc} 经分压而得到, 且 U_{dc} 可从回路 $dbecad$ 中用 KVL 求得。

解答: 在回路 $bcadb$ 中用 KVL 有

$$U_{bc} = 2 - 4 = -2\text{V}$$

在 $dbecad$ 回路中, 由 KVL 有

$$U_{dc} = 1 + 2 - 4 = -1\text{V}$$

又由串联分压有

$$U_{ac} = \frac{3}{2+3}U_{dc} = -\frac{3}{5}\text{V}$$

所以

$$U = U_{ac} - U_{bc} = -\frac{3}{5} - (-2) = 1.4\text{V}$$

【试题 1-1-6】(东北大学)

选择最简单的方法计算图 1.1.8 所示电路的各支路电流。

分析: 本题的电源较多, 适当运用 KVL+KCL 能简化计算。

解答: 设各支路电流如图 1.1.8 所示, 已知 $I_4 = 20\text{A}$ 。

对于回路 $abcda$, 由 KVL 有

$$110 + 110 - 4I_6 - 90 = 0, I_6 = 32.5\text{A}$$

故 $I_3 = I_6 - I_4 = 12.5\text{A}$ 。

对节点 a , 由 KCL 有

$$I_1 + I_5 + I_6 = 0$$

又对节点 e , 由 KCL 有

$$20 + I_5 - I_2 = 0$$

对回路 $abea$, 由 KVL 有

$$110 = 2I_5 + 2I_2$$

可解得

$$I_2 = 37.5\text{A}, I_5 = 17.5\text{A}, I_1 = -50\text{A}$$

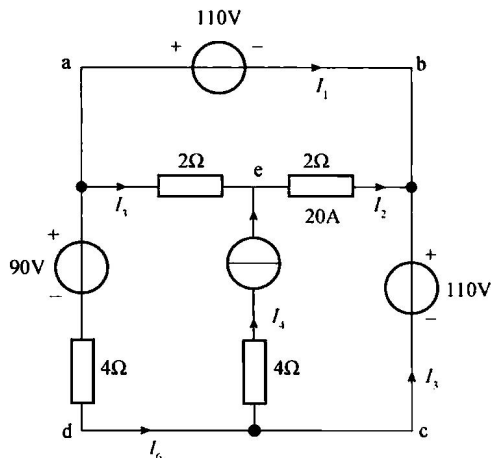


图 1.1.8

【试题 1-1-7】(华南理工大学)

欲使图 1.1.9 所示电路中 2Ω 电阻的功率为 4Ω 电阻功率的 2 倍, 求电压源 E 的值。

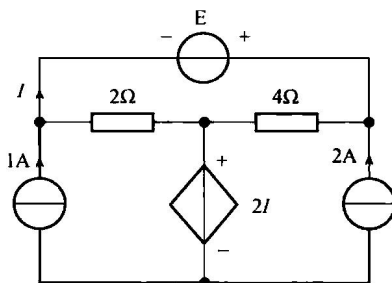


图 1.1.9

分析: 两电阻的功率可用相应支路中的电流表示, 解出用电压源 E 表示的两电阻电流后, 依据题给条件便可求出 E 的值。

解答: 给出电路中各有关电流、电压的参考方向如图 1.1.10 所示。由题意, 有

$$2I_1^2 = 2 \times 4I_2^2 \text{ 得 } I_1 = \pm 2I_2$$

由电路可列出如下 KCL 和 KVL 方程:

$$\text{KCL} \quad I + I_1 = 1, I + I_2 + 2 = 0$$

$$\text{KVL} \quad 2I + 2I_1 = U, 4I_2 + U' = 2I, E + U - U' = 0$$

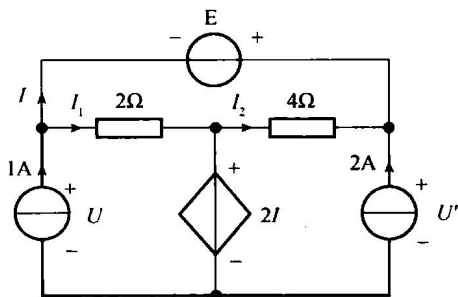


图 1.1.10

将上述 5 个方程联立,可解出

$$I_1 = 2 - \frac{E}{6}, I_2 = -\frac{E}{6} - 1$$

将 I_1 和 I_2 的表达式代入式 $I_1 = \pm 2I_2$ 中,可得

$$E = -24\text{V} \text{ 或 } E = 0$$

【试题 1-1-8】 (中南大学)

求图 1.1.11 所示电路中 1.4V 电压源发出的功率 P_1 和 0.5A 电流源提供的功率 P_2 。

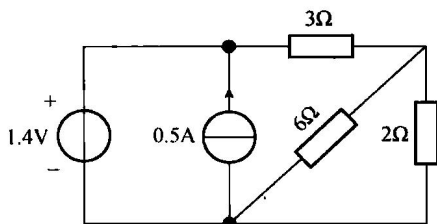


图 1.1.11

分析:电阻的串并联电路可用一个等效电阻代替。

解答:设电压源中的电流参考方向如图 1.1.12 所示。由 KCL 和欧姆定律得

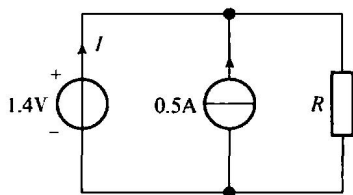


图 1.1.12

$$I = -0.5 + \frac{1.4}{R} = \left(-0.5 + \frac{1.4}{7}\right) \text{A} = -0.3 \text{A}$$

则 1.4V 电压源提供的功率为

$$P_1 = 1.4 \times (-0.3) \text{W} = -0.42 \text{W}$$

0.5A 电流源提供的功率为

$$P_2 = 1.4 \times 0.5 \text{W} = 0.7 \text{W}$$

【试题 1-1-9】 (重庆大学)

电路如图 1.1.13 所示,已知 $u_s = 100\text{V}$, $R_1 = 2\text{k}\Omega$, $R_2 = 8\text{k}\Omega$ 。若:(1) $R_3 = 8\text{k}\Omega$; (2) $R_3 = \infty$ (R_3 处开路); (3) $R_3 = 0$ (R_3 处短路)。试求以上三种情况下电压 u_2 和电流 i_2, i_3 。

分析:电阻的串/并联电路可用一个等效电阻代替。

解答:(1) R_2 和 R_3 为并联,其等效电阻

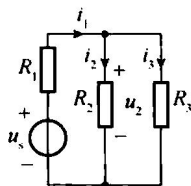


图 1.1.13

$$R = \frac{8}{2} = 4\text{k}\Omega$$

则总电流

$$i_1 = \frac{u_s}{R_1 + R} = \frac{100}{2+4} = \frac{50}{3}\text{mA}$$

分电流

$$i_2 = i_3 = \frac{i_1}{2} = \frac{50}{6} = 8.333\text{mA}$$

$$u_2 = R_2 i_2 = 8 \times \frac{50}{6} = 66.667\text{V}$$

(2) 当 $R_3 = \infty$, 有 $i_3 = 0, i_2 = \frac{u_s}{R_1 + R_2} = \frac{100}{2+8} = 10\text{mA}$

$$u_2 = R_2 i_2 = 8 \times 10\text{V} = 80\text{V}$$

(3) 当 $R_3 = 0$, 有 $i_2 = 0, u_2 = 0; i_3 = \frac{u_s}{R_1} = \frac{100}{2} = 50\text{mA}$

考点 2 电路元件

■ 难度系数:★★★★



主要考查各种无源电路元件和有源电路元件的基本概念。

提示

【试题 1-2-1】 (北京科技大学)

如图 1.2.1 所示电路中, $i_R(t) = e^{-\frac{t}{2}}$, 求电流 $i(t)$ 。

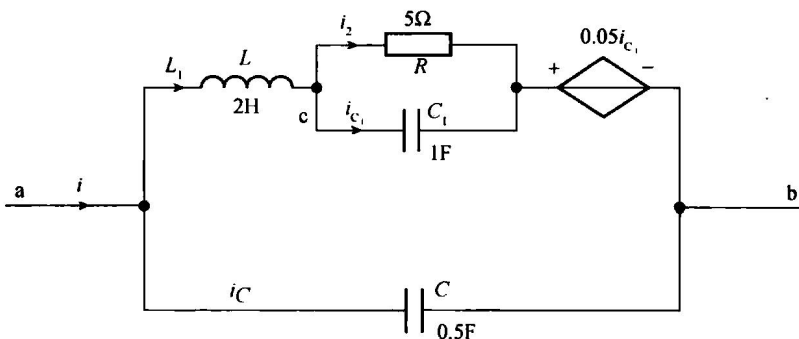


图 1.2.1

分析: 此题考查三大元件的伏安特性以及 KCL、KVL 的综合运用。

解答: 设 R, L, C_1, C_2 的电压、电流取关联参考方向, 且电流方向如图 1.2.1 所示。

由欧姆定律, 有

$$u_R(t) = R i_R(t) = 5e^{-\frac{t}{2}}\text{V}$$

故

$$i_{C_1}(t) = C_1 \frac{du_{C_1}(t)}{dt} = C_1 \frac{du_R(t)}{dt} = 1 \times \frac{d(5e^{-\frac{t}{2}})}{dt} = -2.5e^{-\frac{t}{2}}\text{A}$$

对节点 c, 由 KCL 有

$$i_L - i_R - i_{C_1} = 0, \text{ 即 } i_L = i_R + i_{C_1} = -1.5e^{-\frac{t}{2}}\text{A}$$

所以

$$u_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt} = -1.5e^{-\frac{t}{2}}\text{V}$$

又由 KVL 有

$$u_{ab} = u_c = u_L + u_R + 0.5i_{C_1} = 5.25e^{-\frac{t}{2}} \text{ V}$$

故对电容 C 有

$$i_C(t) = C \frac{du_C(t)}{dt} = -1.31e^{-\frac{t}{2}} \text{ A}$$

所以

$$i(t) = i_L(t) + i_C(t) = -2.81e^{-\frac{t}{2}} \text{ A}$$

【试题 1-2-2】 (西安交通大学)

如图 1.2.2 所示电路中, $i_S = 2e^{-2t} \epsilon(t) \text{ A}$, $u_S = 10\sin(2t + \frac{\pi}{3}) \epsilon(t) \text{ V}$, 且已知 $u_C(0) = 0$, $i_L(0) = 0$ 。求在 $t > 0$ 时, 电流源两端的电压 u 和电压源的电流 i 。

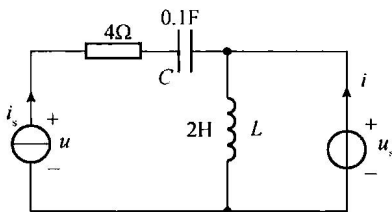


图 1.2.2

分析: 本题考查电路元件 R 、 L 、 C 电压、电流关系及基尔霍夫电压定律和电流定律。

解答:

$$u_C = u_C(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\xi) d\xi = \frac{1}{0.1} \int_0^t 2e^{-\xi} d\xi = 10(1 - e^{-2t}) \text{ V}$$

$$u = Ri_S + u_C + u_S = 4 \times 2e^{-2t} + 10(1 - e^{-2t}) + 10\sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right) = [10 - 2e^{-2t} + 10\sin(2t + \frac{\pi}{3})] \epsilon(t) \text{ A}$$

设电感中电流为 i_L , 则

$$i_L = i_L(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u(\xi) d\xi = \frac{1}{2} \int_0^t 10\sin\left(2\xi + \frac{\pi}{3}\right) d\xi = 1.25 - 2.5\cos\left(2t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ A}$$

$$i = i_L - i_S = [1.25 - 2.5\cos(2t + \frac{\pi}{3}) - 2e^{-2t}] \epsilon(t) \text{ A}$$

关键考点点评

(1) 线性电阻

① 定义: 满足欧姆定律的电阻称为线性电阻, 简称为电阻。线性电阻的伏安特性曲线是过原点的一条直线。

② 伏安关系(VAR): 关联参考方向下线性电阻的 VAR 为

$$u(t) = Ri(t) \text{ 或者 } i(t) = Gu(t)$$

式中, R 和 G 均为常数, 分别称为线性电阻的电阻和电导。 $R > 0$ 为正值电阻, $R < 0$ 为负值电阻。

③ 功率: 在关联参考方向下, 电阻吸收的功率为 $p = ui = Gu^2 = i^2R$, 正值电阻消耗功率, 负值电阻提供功率。

(2) 线性电感

① 定义: 线性时不变电感是一种韦安特性曲线通过原点, 并且不随时间变化的直线的电感元件。

② 伏安关系(VAR): 在关联参考方向下, 电感的伏安关系为

$$u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

式中, 电感 L 是一个常数, 在直流情况下, 电感相当于短路。积分形式的 VAR 为

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t u(\tau) d\tau$$

式中, $i(t_0)$ 是 t_0 时刻电感中的电流。电感具有记忆特性。

③基本特性:在电感电压为有限值的情况下,电感电流和磁链不能跃变,为时间的连续函数。电感只能存储能量,不消耗能量。电感又称储能元件。 t 时刻电感的储能为 $W_L(t) = \frac{1}{2}Li^2(t)$,电感在某一时刻的储能,仅取决于该时刻电感的电流值,而与该时刻的电压值无关。

(3)线性电容

①定义:线性时不变电容是一种库伏特性曲线通过原点,并且不随时间变化的直线的电容元件。

②伏安关系(VAR):在关联参考方向下,电容的伏安关系为

$$i(t) = C \frac{du(t)}{dt}$$

式中,电容 C 是一个常数,在直流情况下,电容相当于开路。积分形式的 VAR 为

$$u(t) = u(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\tau) d\tau$$

式中, $u(t_0)$ 是 t_0 时刻电容中的电压。电容具有记忆特性。

③基本特性:在电容电流为有限值的情况下,电容电压和电荷不能跃变,为时间的连续函数。电容只能存储能量,不消耗能量。电容又称储能元件。 t 时刻电容的储能为 $W_C(t) = \frac{1}{2}Cu^2(t)$,电容在某一时刻的储能,仅取决于该时刻电容的电压值,而与该时刻的电流值无关。

【试题 1-2-3】 (同济大学)

如图 1.2.3 所示梯形电容网络, $C=1F$ 。求(1)AD间的总电容 C_{AD} ; (2)当梯形环节无限链接时, C_{AD} 为多少?

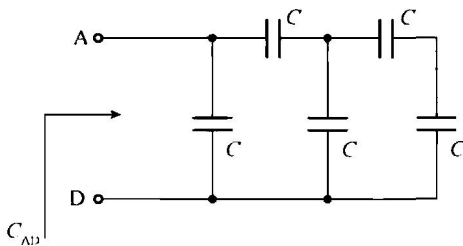


图 1.2.3

分析:本题考查等容电路的等效变换。

解答:两电容 C_1 、 C_2 串联后的等效电容 C_{eq} 为

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

两电容 C_1 、 C_2 并联后的等效电容 C_{eq} 为

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$(1) C_{AD} = \frac{\left(\frac{C \times C}{C + C} + C\right) \times C}{\frac{C \times C}{C + C} + 2C} + C = 1.6C$$

(2)当梯形环节无限链接时,如图 1.2.4 所示。

$$C_{AD} = \frac{C_{AD} \times C}{C_{AD} + C} + C$$

解得

$$C_{AD} = \frac{\sqrt{5} + 1}{2} C$$

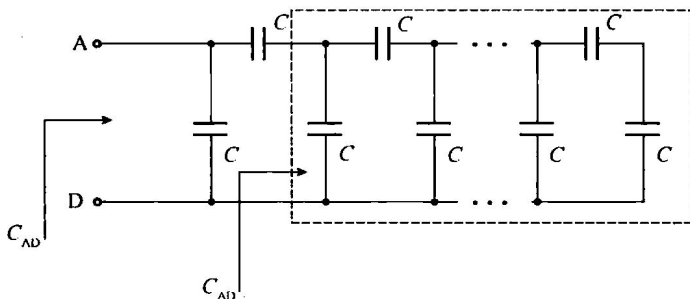


图 1.2.4

【试题 1-2-4】 (西安交通大学)

在图 1.2.5 所示电路中,已知 $I_1=2\text{A}$, $K_u=4$, $K_R=0.5$, 求电流 I_3 和电压 U_{ab} 、 U_{ac} 。

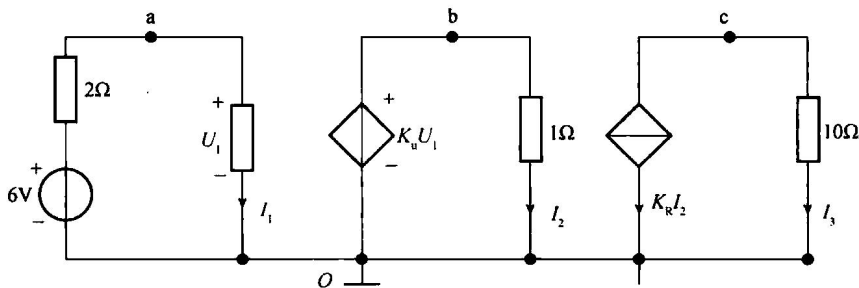


图 1.2.5

分析:利用受控源的定义以及 KCL 和 KVL 进行求解。

解答:应用 KVL 为

$$U_1 = 2 \times (-I_1) + 6 = 2 \times (-2) + 6 = 2\text{V}$$

VCVS 电压为

$$K_u U_1 = 4 \times 2 = 8\text{V}$$

$$I_2 = \frac{K_u U_1}{1} = \frac{8}{1} = 8\text{A}$$

CCCS 电流为

$$K_R I_2 = 0.5 \times 8 = 4\text{A}$$

$$I_3 = -K_R I_2 = -4\text{A}$$

应用 KVL 为

$$U_{ab} = U_{ao} - U_{bo} = U_1 - K_u U_1 = 2 - 8 = -6\text{V}$$

$$U_{ac} = U_{ao} - U_{co} = U_1 - 10 \times I_3 = 2 - 10 \times (-4) = 42\text{V}$$

关键考点点评

(1) 理想电源

① 理想电压源

定义:端电压 $u(t)$ 与端电流无关,总保持为某给定的时间函数的二端元件。

特点:端电压是固定的时间函数,不会随连接的外电路而改变,即不会随端电流的变化而变化;但当外电路改变时,其端电流会变化。

② 理想电流源

定义:端电流 $i(t)$ 与端电压无关,总保持为某给定的时间函数的二端元件。

特点:端电流是固定的时间函数,不会随连接的外电路而改变,即不会随端电压的变化而变化;但当外电路改变时,其端电压会变化。

(2)受控源

受控源又称非独立电源,是从电子器件中抽象出来的一种元件模型。受控源与独立电源不同,独立电源作为电路的输入,代表外界对电路的作用;而受控源是用来表示在电子器件中所发生的物理现象的一种元件模型,它反映了电路中某处的电压或电流直接受另一处的电压或电流控制,它本身不起激励作用。

受控源的基本形式主要有以下四种:

①电压控制电压源(VCVS),电路符号如图 1.2.6(a)所示。VCVS 的 VAR 为 $\begin{cases} i_1=0, \\ u_2=\alpha u_1, \end{cases}$ 式中, α 为一常数,称为电压传输比。

②电压控制电流源(VCCS),电路符号如图 1.2.6(b)所示。VCCS 的 VAR 为 $\begin{cases} i_1=0, \\ i_2=gu_1, \end{cases}$ 式中, g 为一常数,称为传输电导。

③电流控制电压源(CCVS),电路符号如图 1.2.6(c)所示。CCVS 的 VAR 为 $\begin{cases} u_1=0, \\ u_2=ri_1, \end{cases}$ 式中, r 为一常数,称为传输电阻。

④电流控制电流源(CCCS),电路符号如图 1.2.6(d)所示。CCCS 的 VAR 为 $\begin{cases} u_1=0, \\ i_2=\beta i_1, \end{cases}$ 式中, β 为一常数,称为电流传输比。

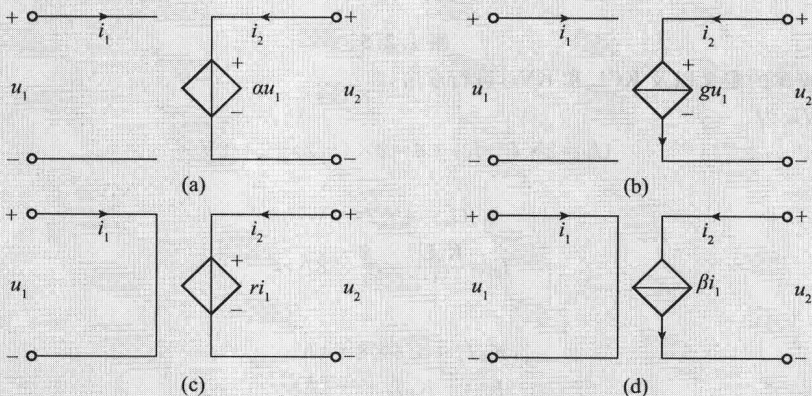


图 1.2.6

(3)使用受控源的注意事项

①含受控源电路的分析方法、原理同分析独立源电路是一样的,只是因为受控量未知,须正确列出其控制量的辅助方程。

②在进行电路的等效变换时,要注意保持受控源的控制支路(控制量)的妥善处理,不能将控制量丢失。

③受控电压源和受控电流源可以等效变换。

④受控源与独立源不能互换。

【试题 1-2-5】 (西安交通大学)

如图 1.2.7 所示直流电路,若使电压 U_0 不受电压源 U_s 的影响,试确定受控源控制系数 α 的值。

分析:利用受控源的定义求解。

解答:若电压 U_0 不受电压源 U_s 的影响,则如图 1.2.8 所示,当电压源 U_s 单独作用于电路时, 4Ω 两端电压 $U_0=0$ 。

所以