

高校经典教材同步辅导丛书
配套高教版·李瀚荪主编

九章丛书

电路分析基础

(第四版·下册)

同步辅导及习题全解

主 编 郭维林 边文思

- ◆ 知识点窍 ◆ 逻辑推理 ◆ 习题全解
- ◆ 全真考题 ◆ 名师执笔 ◆ 题型归类



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

新版

高校经典教材同步辅导丛书

电路分析基础(第四版·下册) 同步辅导及习题全解

主 编 郭维林 边文思

内容提要

本书是与高等教育出版社出版的、李瀚荪主编的《电路分析基础》(第四版·下册)一书配套的同步辅导和习题解答参考书。

本书共有五章,分别介绍阻抗和导纳、正弦稳态功率和能量三相电路、频率响应和多频正弦稳态电路、耦合电感和理想变压器、拉普拉斯变换在电路分析中的应用。本书按教材内容安排全书结构,各章均包括知识点精析、思考题与练习题解答、课后习题全解三部分内容。全书按教材内容,针对各章节习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题,内容详尽,简明易懂。

本书可作为高等院校学生学习电路分析基础课程的辅导教材,也可作为考研人员复习备考的辅导教材,同时可供教师备课命题作为参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础(第四版·下册)同步辅导及习题全解
/ 郭维林,边文思主编. — 北京:中国水利水电出版社,
2011.10

(高校经典教材同步辅导丛书)
ISBN 978-7-5084-9068-7

I. ①电… II. ①郭… ②边… III. ①电路分析—高等
学校—教学参考资料 IV. ①TM133

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第206031号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:李炎 封面设计:李佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书
作 者	电路分析基础(第四版·下册)同步辅导及习题全解
出 版 发 行	主 编 郭维林 边文思 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
刷 印	北京正合鼎业印刷技术有限公司
规 格	170mm×227mm 16开本 11.5印张 269千字
版 次	2011年10月第1版 2011年10月第1次印刷
印 数	0001—6000册
定 价	18.80元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

电路分析基础是理论、工程和实践应用非常广泛的一门基础课,包含电路技术的基本理论和分析方法。李瀚荪主编的《电路分析基础(第四版·下册)》以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。

为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《电路分析基础(第四版·下册)同步辅导及习题全解》。本书旨在帮助广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。

本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。考虑到电路分析基础这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

1. **知识点精析。**对每章知识点做了简练概括,梳理了各知识点之间的脉络联系,突出各章主要定理及重要公式,使读者在各章学习过程中目标明确,有的放矢。

2. **思考题与练习题解答。**解答教材中各章节的思考题与练习题,帮助学生掌握解题方向,加深对基本概念和公式的理解。

3. **课后习题全解。**教材中课后习题丰富、层次多样,许多基础性问题从多个角度帮助学生理解基本概念和基本理论,促其掌握基本解题方法。我们对教材的课后习题给出了详细的解答。

由于时间较仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请各位同行和读者给予批评、指正。

编者

2011年9月

目 录

前言

第三篇 动态电路的相量分析法和 s 域分析法

第八章 阻抗和导纳	3
知识点精析	3
思考题与练习题解答	7
课后习题全解	27
第九章 正弦稳态功率和能量三相电路	59
知识点精析	59
思考题与练习题解答	62
课后习题全解	70
第十章 频率响应 多频正弦稳态电路	89
思考题与练习题解答	91
课后习题全解	99
第十一章 耦合电感和理想变压器	116
知识点精析	116
思考题与练习题解答	119
课后习题全解	128
第十二章 拉普拉斯变换在电路分析中的应用	148
知识点精析	148
思考题与练习题解答	150
课后习题全解	158

第三篇
动态电路的相量分析法
和 s 域分析法

知识点精析

一、变换方法的概念

变换方法的基本思路(如图 8-1 所示):

- (1) 把原来的问题变换为一个较容易处理的问题。
- (2) 在变换域中求解问题。
- (3) 把变换域中求得的解答反变换为原来问题的解答。

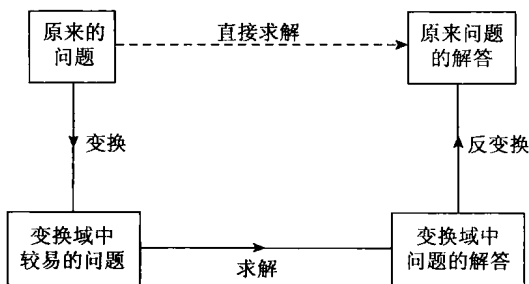


图 8-1 变换方法的思路

二、复数

1. 复数的表示形式

(1) 实部、虚部

$$A = a_1 + ja_2$$

(2) 模、幅角

$$A = a\cos\theta + j\sin\theta \quad (a \text{ 为模}, \theta \text{ 为幅角})$$

$$\text{或 } A = ae^{j\theta}$$

$$\text{或 } A = a\angle\theta$$

2. 四则运算

(1) 相等,即实虚部分别相等。

(2) 加减

$$A = a_1 + ja_2, B = b_1 + jb_2$$

$$A \pm B = (a_1 \pm b_1) + j(a_2 \pm b_2)$$

(3) 乘法

$$A = a \angle \theta_1, B = b \angle \theta_2$$

$$A \cdot B = a \cdot b \angle \theta_1 + \theta_2$$

(4) 除法

$$A = a \angle \theta_1, B = b \angle \theta_2$$

$$A/B = \frac{a}{b} \angle \theta_1 - \theta_2$$

三、振幅相量

1. 正弦电压

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

振幅相量

$$\dot{U}_m = U_m e^{j\varphi} = U_m \angle \varphi$$

2. 相量分析法

由于正弦稳态电路中,各个电压、电流响应与激励均为同频率的正弦波,在已知频率的情况下,正弦波的特征降为两个特征,从而利用欧拉恒等式,可把给定 ω 的正弦函数变换为复平面上的相量。相量分析法是一种专用以分析正弦稳态电路的变换方法。

四、相量的线性性质和基尔霍夫定律的相量形式

1. KCL 的相量形式

对任意电路节点

$$\sum_{k=1}^K \dot{I}_{km} = 0$$

2. KVL 的相量形式

对任意电路回路

$$\sum_{k=1}^K \dot{U}_{km} = 0$$

在正弦稳态电路中,基尔霍夫定律可直接用电流振幅相量和电压振幅相量写出。

五、三种基本电路元件 VCR 的相量形式

1. 电阻元件

$$\dot{U}_m = R \dot{I}_m \text{ 或 } \dot{I}_m = G \dot{U}_m$$

2. 电容元件

$$\dot{I}_m = j\omega C \dot{U}_m$$

电流超前电压的角度为 90° 。

3. 电感元件

$$\dot{U}_m = j\omega L \dot{I}_m$$

电流滞后电压的角度为 90° 。

六、VCR 相量形式的统一 —— 阻抗和导纳的引入

1. 阻抗

元件在正弦稳态时电压相量与电流相量之比,记为 Z 。

$$\dot{U}_m = Z \dot{I}_m$$

此式常称为欧姆定律的相量形式。

2. 导纳

阻抗的倒数,记为 Y 。

$$\dot{I}_m = Y \dot{U}_m$$

3. 电抗

阻抗的虚部,记为 X 。

$$X = I_m [Z]$$

4. 电纳

导纳的虚部,记为 B 。

$$B = I_m [Y]$$

七、正弦稳态电路与电阻电路分析方法的类比 —— 相量模型的引入

(1) 运用相量并引用阻抗及导纳,正弦稳态电路的计算可以仿照电阻电路的处理方法来进行。

(2) 相量模型是一种运用相量能很方便地对正弦稳态电路进行分析、计算的假想模型,它和原正弦稳态电路具有相同的拓扑结构,但原电路中各个元件要用阻抗(或导纳)表示。

八、正弦稳态混联电路的分析

作出正弦稳态混联电路的相量模型后,就可仿照电阻混联电路的处理方法求输入阻抗或导纳,各支路电流以及电压相量等。

在求输入阻抗或导纳时,应该注意以下几点。

(1) 同一元件或同一对端钮间的阻抗与导纳互为倒数。

(2) 基本元件的阻抗和导纳,如表 8 - 1 所示。

表 8-1 基本元件的阻抗和导纳

	Z	Y
R	R	$\frac{1}{R} = G$
C	$\frac{1}{j\omega C}$	$j\omega C$
L	$j\omega L$	$\frac{1}{j\omega L}$

(3) 串联部分

$$Z = \sum_{k=1}^n Z_k$$

凡是串联的元件,用阻抗来表征较为方便。

并联部分

$$Y = \sum_{k=1}^n Y_k$$

凡是并联的元件,用导纳来表征较为方便。但在两个元件并联时,也可根据下式进行化简

$$Z = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

九、相量模型的网孔分析和节点分析

分析步骤如下:

- (1) 作出相量模型;
- (2) 列网孔电流相量方程或节点电压相量方程(同时域算法);
- (3) 将相量转化为相应的时域分析方法。

十、相量模型的等效

给定单口网络 $N_{0\omega}$ 如图 8-2(a) 所示,下标“0”表示该网络不含独立源,其 VCR 应为

$$\dot{U}_m = Z\dot{I}_m$$

其中, Z 为单口网络的输入阻抗,即等效阻抗。输入阻抗一般为复数,具有实部和虚部,亦即

$$Z = \operatorname{Re}Z + j\operatorname{Im}Z = R + jX$$

因此,该单口网络可等效为一个由 R 和 jX 串联的相量模型,如图 8-2(b) 所示。

单口网络 $N_{0\omega}$ 的 VCR 也可表示为

$$\dot{I}_m = Y\dot{U}_m$$

$$Y = \operatorname{Re}Y + j\operatorname{Im}Y = G + jB$$

等效概念也可用于相量模型,该单口网络的另一等效模型如图 8-2(c) 所示。

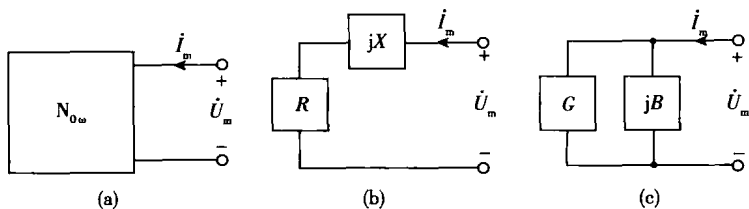


图 8-2 单口网络 N_{0w} 及其两种等效相量模型

十一、有效值 有效值相量

1. 有效值

周期电流 i 的有效值

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

周期电压 u 的有效值

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

2. 有效值向量

电流相量

$$\dot{i} = I_m \angle \varphi \quad (\text{其中 } I = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m, I \text{ 为有效值, } I_m \text{ 为最大值})$$

电压相量

$$\dot{U} = U_m \angle \varphi \quad (U, U_m \text{ 同上})$$

稳态分析中一般都有效值相量。

十二、两类特殊问题 相量图法

在电工、电子技术中往往遇到只要计算有效值的问题和只要计算相位差的两类特殊问题，相量图法是适合求解这两类问题的简便方法。

相量图法是先定性画出相量图，然后根据图形的特征解决问题的方法。

思考题与练习题解答

第二节

练习题

8-1 (1) 把下列复数化为直角坐标形式：

$$5 \angle 30^\circ, 5 \angle 150^\circ, 5 \angle -150^\circ, 5 \angle -30^\circ, 10 \angle 240^\circ, 2 \angle 90^\circ, 2 \angle -90^\circ \text{ 及 } 2 \angle 180^\circ.$$

(2) 把下列复数化为极坐标形式：

$1 + j1, 1 + j10, 1 - j1, -1 - j1, -1 + j1, j4, -j4, 3$ 及 -3 。

【解题过程】 (1) $5 \angle 30^\circ = 4.33 + j2.5$

$$5 \angle 150^\circ = -4.33 + j2.5$$

$$5 \angle -150^\circ = -4.33 - j2.5$$

$$5 \angle 30^\circ = 4.33 - j2.5$$

$$10 \angle 240^\circ = -5 - j8.66$$

$$2 \angle 90^\circ = j2$$

$$2 \angle -90^\circ = -j2$$

$$2 \angle 180^\circ = -2$$

$$(2) 1 + j1 = \sqrt{2} \angle 45^\circ$$

$$1 + j10 = 10.05 \angle 84.29^\circ$$

$$1 - j1 = \sqrt{2} \angle -45^\circ$$

$$-1 - j1 = \sqrt{2} \angle -135^\circ$$

$$-1 + j1 = \sqrt{2} \angle 135^\circ$$

$$j4 = 4 \angle 90^\circ$$

$$-j4 = 4 \angle -90^\circ$$

$$3 = 3 \angle 0^\circ$$

$$-3 = 3 \angle 180^\circ$$

8-2 设 $A = 3 + j4, B = 10 \angle 60^\circ$, 试计算 $A + B, A \cdot B$ 及 A/B 。

【解题过程】 $B = 5 + j8.66, A = 5 \angle 53.13^\circ$

$$A + B = 3 + 4j + 5 + j8.66 = 8 + j12.66$$

$$A \cdot B = 5 \angle 53.13^\circ \times 10 \angle 60^\circ = 50 \angle 113.13^\circ$$

$$A/B = \frac{5}{10} \angle (53.13 - 60^\circ) = 0.5 \angle -6.87^\circ$$

8-3 若 K 为复数, 且 $\operatorname{Re}K = 17$ 及 $\operatorname{Re}[-(3 + j6)K] = 4$, 试求 K 。

【解题过程】 设 $K = a + jb, a, b$ 均为实数, 则

$$\operatorname{Re}(K) = a = 17$$

$$\operatorname{Re}[-(3 + j6)K] = -3a - 6b = 4$$

即可得方程组

$$\begin{cases} a = 17 \\ -3a - 6b = 4 \end{cases}$$

从而

$$a = 17, b = -9.167$$

所以

$$K = 17 - j9.167$$

第三节

练习题

8-4 (1) 求代表下列正弦波的振幅相量[以 $1 \angle 0^\circ$ 代表 $\cos(\omega t)$], 并绘出相量图:

(a) $5\sin(\omega t + 30^\circ)$; (b) $-8\cos(\omega t - 45^\circ)$; (c) $-6\sin(\omega t - 120^\circ)$

(2) 重复上题, 但用 $1 \angle 0^\circ$ 代表 $\sin(\omega t)$ 。这两题所绘相量图有什么不同?

【解题过程】 (1) (a) $5\sin(\omega t + 30^\circ) = 5\cos(\omega t + 30^\circ - 90^\circ)$

所以向量为 $5 \angle -60^\circ$ 。

(b) $-8\cos(\omega t - 45^\circ) = 8\cos(\omega t - 45^\circ + 180^\circ)$

所以向量为 $8 \angle 135^\circ$ 。

(c) $-6\sin(\omega t - 120^\circ) = 6\cos(\omega t - 120^\circ - 90^\circ - 180^\circ)$

所以向量为 $6 \angle -30^\circ$ 。

相量图分别如图 8-3(a)、(b)、(c) 所示。

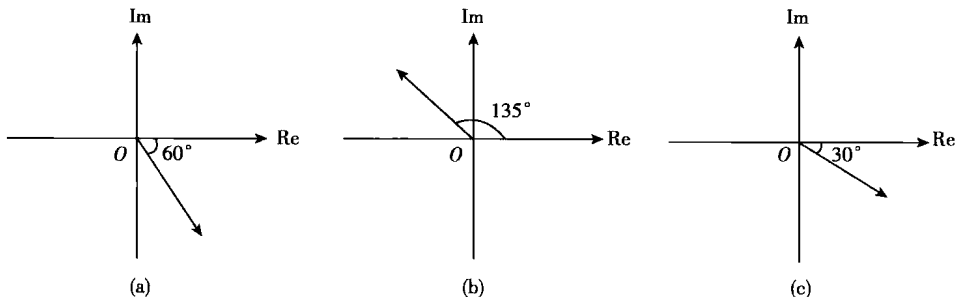


图 8-3

(2) (a) $5\sin(\omega t + 30^\circ)$

所以向量为 $5 \angle 30^\circ$ 。

(b) $-8\cos(\omega t - 45^\circ) = 8\sin(\omega t - 45^\circ - 90^\circ)$

所以向量为 $8 \angle -135^\circ$ 。

(c) $-6\sin(\omega t - 120^\circ) = 6\sin(\omega t - 120^\circ + 180^\circ)$

所以向量为 $6 \angle 60^\circ$ 。

相量图分别如图 8-4(a)、(b)、(c) 所示。

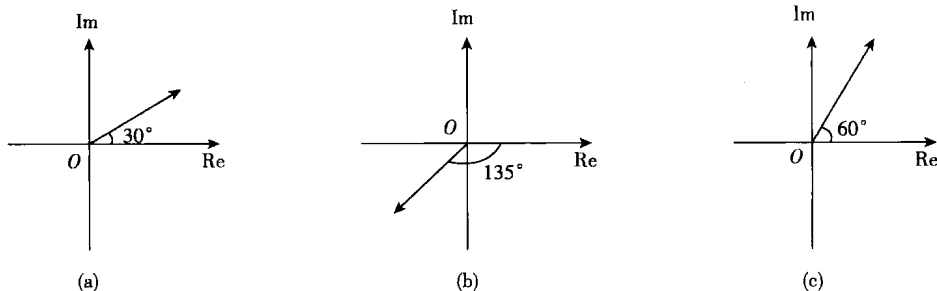


图 8-4

从(1)和(2)的结果及相量图可以看出前后两种结果相差 90° 。

第四节

思考题

8-1 若汇集于某节点的三个同频率正弦电流的振幅为 I_{1m} 、 I_{2m} 、 I_{3m} ,则这三个振幅满足 KCL,对吗?

【解题过程】 三个振幅一般不满足 KCL,只有振幅向量才满足 KCL,因为振幅向量既有大小也有方向,只有当三个振幅向量同方向时,三个振幅才满足 KCL。

8-2 若同频率正弦电流 $i_1(t)$ 及 $i_2(t)$ 的振幅为 I_{1m} 、 I_{2m} , $i_1(t) + i_2(t)$ 的振幅为 I_m ,问在什么条件下,下列关系成立:

$$(1) I_{1m} + I_{2m} = I_m;$$

$$(2) I_{1m} - I_{2m} = I_m;$$

$$(3) I_{1m}^2 + I_{2m}^2 = I_m^2;$$

【逻辑推理】 $i_1(t) + i_2(t) = I_{1m}\cos(\omega t + \varphi_1) + I_{2m}\cos(\omega t + \varphi_2) = I_m\cos(\omega t + \varphi)$,若使 $I_m^2 = I_{1m}^2 + I_{2m}^2$ 成立,根据三角和公式 $(\omega t + \varphi_1)$ 与 $(\omega t + \varphi_2)$ 必须满足差值为 $\frac{\pi}{2}$ 或 $\frac{3}{2}\pi$,易验证差值为 $\frac{3}{2}\pi$ 不满足。

【解题过程】 (1) 当 $i_1(t)$ 和 $i_2(t)$ 同相位时, $I_{1m} + I_{2m} = I_m$ 。

(2) 当 $i_1(t)$ 和 $i_2(t)$ 相位相差 180° 时, $I_{1m} - I_{2m} = I_m$ 。

(3) 当 $i_1(t)$ 与 $i_2(t)$ 相位相差 90° 时, $I_{1m}^2 + I_{2m}^2 = I_m^2$ 。

8-3 如果在例 8-5 中, i_2 改为 $5\sin(2\omega t)$,则例题中的计算是否有效?

【解题过程】 无效。因为 KCL 应用的前提是电路工作于唯一的频率 ω 下。

练习题

8-5 已知 $i_1(t) = 4\cos t$ 、 $i_2(t) = 3\sin t$,试求 $i_1(t) + i_2(t)$ 。

【解题过程】 从 i_1, i_2 表达式可以求得振幅相量分别为

$$\dot{I}_{1m} = 4 \angle 0^\circ = 4A$$

$$\dot{I}_{2m} = 3 \angle -90^\circ = -j3\text{A}$$

$$\dot{I}_{1m} + \dot{I}_{2m} = (4 - j3)\text{A}$$

所以

$$i_1(t) + i_2(t) = 5\cos(t - 36.87^\circ)\text{A}$$

8-6 电路如图 8-5(a) 所示, $i_s(t) = 10\cos(\omega t)\text{A}$, 由示波器测得 u_{ab} 、 u_{bc} 的波形如图 8-5(b) 所示。

- (1) 求 u_{ac} ;
- (2) 绘相量图(包含上述所有电压和电流相量);
- (3) 求 u_{ac} 与 i_s , u_{ab} 与 i_s 以及 u_{bc} 与 i_s 的相位关系。

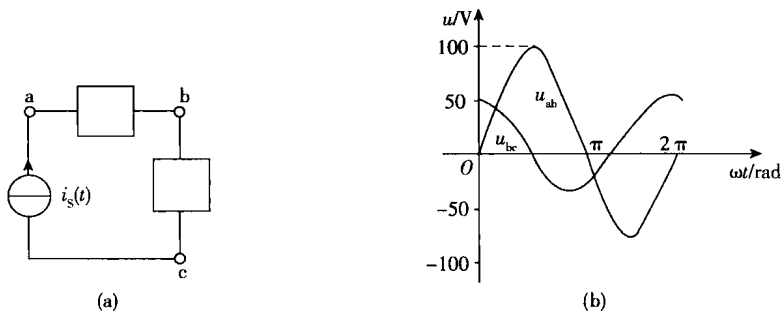


图 8-5

【解题过程】 (1) 由图 8-5(b) 可得

$$u_{ab} = 100\sin\omega t\text{V}, u_{bc} = 50\cos\omega t\text{V}$$

用相量模型求解得

$$\dot{U}_{abm} = 100 \angle -90^\circ = -j100, \dot{U}_{bcm} = 50 \angle 0^\circ = 50$$

所以

$$\dot{U}_{acm} = \dot{U}_{abm} + \dot{U}_{bcm} = 50 - j100 = 111.803 \angle -63.435^\circ$$

所以时域波形

$$u_{ac}(t) = 111.803\cos(\omega t - 63.435^\circ)\text{V}$$

(2) 绘相量图如图 8-6 所示。

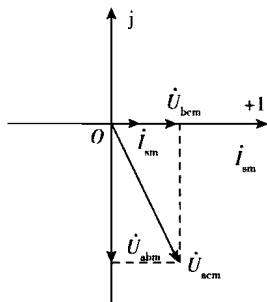


图 8-6

(3) 从图 8-6 所示相量图可以看出, u_{ac} 滞后 i_s 63.435° , u_{ab} 滞后 i_s 90° , u_{bc} 与 i_s 同相位。

第五节

思考题

8-4 图 8-7 所示电路 ab 端间为一个元件, 其电压、电流波形如图所示。若电压波形系指: (1) u_{ab} 的波形, (2) u_{ba} 的波形, 求该元件的参数值。

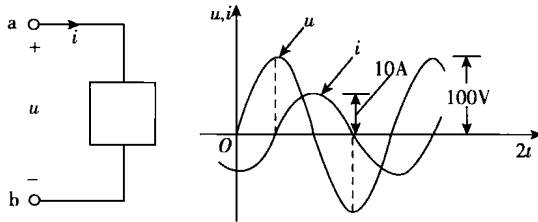


图 8-7

【解题过程】 由波形图可知 u 和 i 的振幅相量分别为

$$\dot{U}_m = U_m \angle -90^\circ, \dot{I}_m = I_m \angle 180^\circ$$

若(1) u 是 u_{ab} 波形, 则

$$\frac{\dot{U}_{abm}}{\dot{I}_m} = \frac{U_m}{I_m} \angle -90^\circ = j10 \text{ (即电压比电流超前 } 90^\circ \text{)}$$

可见是电感元件;

(2) u 是 u_{ba} 波形, 则

$$\frac{\dot{U}_{abm}}{\dot{I}_m} = -\frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = -j10 \text{ (即电压比电流滞后 } 90^\circ \text{)}$$

可见是电容元件。

8-5 (1) 指出下列各式哪些是错的? 哪些是对的?

$$u = \omega Li, u = Li, u = j\omega Li, \dot{U}_m = j\omega L \dot{I}_m, u = L \frac{di}{dt}, \dot{U}_m = \omega L \dot{I}_m$$

(2) 已知电感电压为 $u(t) = 10\cos(\omega t + 30^\circ)$, 则电感电流 $i(t) = \frac{10}{j\omega L}\cos(\omega t + 30^\circ) = \frac{10}{\omega L}\cos(\omega t + 30^\circ - 90^\circ)$, 对吗?

(3) 如果电容电压、电流为非关联参考方向, 相量图仍如教材图 8-14(b) 所示, 对吗?

【解题过程】 (1) $u = \omega Li$ 这是时域表达, u 应超前 i 90° , 所以是错的。

$u = Li$ 既没有考虑工作频率 ω , 也没考虑相位, 所以是错的。

$u = j\omega Li$ 出现了 $j\omega$, 但 u, i 是时域表达, 时域和复数域的概念混淆, 表达错误。

$\dot{U}_m = j\omega L \dot{I}_m$ 正确, 是单一频率电感 VCR 的相量形式。

$u = L \frac{di}{dt}$ 正确, 时域电感 VCR。