



21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

电路分析基础

第四版

全程导学及习题全解

下册

主编 庄海涵 主审 孙 琦

- ◆知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆习题详解 精确解答教材习题
- ◆提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House



21 世纪高等院校
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXI

TN7/6=4A

:2
2007

辅导
UFUDAO

电路分析基础

第四版

全程导学及习题全解

下册

主编 庄海涵 主审 孙 琦

◆知识归纳 梳理主线重点难点

◆习题详解 精确解答教材习题

◆提高练习 巩固提高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础全程导学及习题全解. 下册 / 庄海涵主编.

—北京: 中国时代经济出版社, 2007.9

(21 世纪高等院校经典教材同步辅导)

ISBN 978-7-80221-384-5

I. 电... II. 庄... III. 电路分析—高等学校—教学参考资料

IV. TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 104186 号

电
路
分
析
基
础
全
程
导
学
及
习
题
全
解
(下
册)

庄
海
涵
主
编

出版者	中国时代经济出版社
地 址	北京东城区东四十条 24 号 青蓝大厦 11 层东办公区
邮 编	100007
电 话	(010)68320825 (发行部) (010)88361317 (邮购)
传 真	(010)68320634
发 行	各地新华书店
印 刷	北京鑫海达印刷有限公司
开 本	787 × 1092 1/16
版 次	2007 年 9 月第 1 版
印 次	2007 年 9 月第 1 次印刷
印 张	10.125
字 数	170 千字
印 数	1~5000 册
定 价	12.50 元
书 号	ISBN 978-7-80221-384-5

版权所有 侵权必究

前 言

本书是与李瀚荪先生的《电路分析基础》(第四版)教材配套编写的学习辅导用书。全书严格遵照教材内容进行编写,每章分为四部分内容:本章知识要点、思考题解答、练习题解答及习题全解。内容涵盖了原教材中全部的573道习题,并给出了详细的解题过程。可作为电路课程学习过程中的参考书,也可作为考研专业课复习的参考资料。本章知识要点将各章的基本概念做出总结与汇总,使各章基本概念的架构、内容清晰化。思考题解答与练习题解答是在原教材没有标准答案或答案不全的基础上做出的,可在初学时随课上内容作同步练习。虽然简单,但对基本概念的理解与消化有很大帮助。习题全解部分给出了教材全部习题的详细解题过程。其中不乏一些难度较大的习题,在一些具有代表性的习题解答完毕之后,做出相应的注解。注解中解释了解题的核心思想,所涉及的基本概念,或者此题在实际工程中的应用背景。注解是本书习题集的一大特色,对理解习题背后所蕴含的基本概念的理解有很大帮助,建议读者仔细阅读。

对于电路这门课程来说,是属于利用数学工具解释物理现象的学科,并且具有很强的应用背景,是今后学习“模拟电子技术”、“数字电子技术”等课程必不可少的基础课程。其核心是对电学物理现象的理解与运用,如果能够掌握抽象数学背后所要表达的真正物理现象,就能够熟练掌握这门课程的核心。在一些有较抽象概念的章节,比如第七、八两章讨论频率响应时所用的相量空间的方法,第六章所讨论的电路动态相应问题。由于问题本身的抽象性,发展出许多现成的可套用的方法,如果不理解问题本身所描述的物理现象而只是生搬硬套这些方法,就不可避免的出现许多错误。笔者认为只有在真正的理解基本物理概念后才能正确、熟练运用这些简化方法。并且建议在初学或复习时应从最基本的概念入手,建立电路的原始模型后进行求解。

本书由庄海涵编写。全书由孙琦老师主审。此书的出版要特别感谢王天磊、侯钢、郭一凡、胡涛等给予的大力支持和帮助。本书在编写过程中得到中国时代经济出版社的领导和有关编辑的帮助、支持,在此表示衷心的感谢!对《电路分析基础》教材作者李瀚荪老师,表示衷心的感谢!

在本书编写过程中,参考了近年来国内外相关的教材和参考书,吸收了很多有益的经验,受到了不少启示,对为本书编写和出版给予帮助和支持的人士,在此表示衷心的感谢!

由于时间仓促,编者的水平有限,书中的错误和不妥之处在所难免,敬请读者不吝指正。

编 者

2007年8月

目 录

第八章 阻抗和导纳	(1)
本章知识要点	(1)
思考题解答	(4)
练习题解答	(7)
习题全解	(20)
第九章 正弦稳态功率和能量 三相电路	(47)
本章知识要点	(47)
思考题解答	(50)
练习题解答	(51)
习题全解	(56)
第十章 频率响应 多频正弦稳态电路	(72)
本章知识要点	(72)
思考题解答	(73)
练习题解答	(77)
习题全解	(80)
第十一章 耦合电感和理想变压器	(94)
本章知识要点	(94)
思考题解答	(96)
练习题解答	(98)
习题全解	(103)

第十二章 拉普拉斯变换在电路分析中的应用	(119)
本章知识要点	(119)
思考题解答	(120)
练习题解答	(122)
习题全解	(125)
附录 A 复习、检查用题	(136)
习题全解	(136)

第八章 阻抗和导纳

本章知识要点

一、变换方法的概念

所有用变换法处理问题的过程分为三步,即

- (1) 把原来问题变换为一个较容易处理的问题。
- (2) 在变换域中求解。
- (3) 将所求解反变换得到实际解。

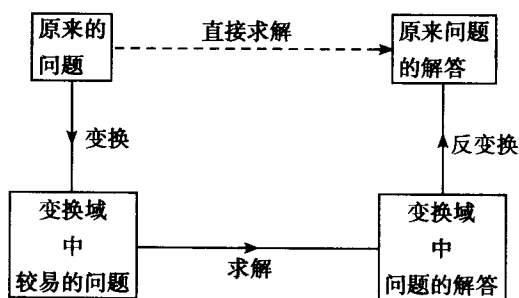


图 8-1 变换方法的思路

二、复数

略,见相关复变函数教材。

三、振幅相量

时间 t 的正弦函数可表示成

$$f(t) = f_m \cos(\omega t + \psi)$$

从而振幅 f_m 、角频率 ω 和初相 ψ 称为正弦波的三特征。

正弦稳态电路中,各电压、电流响应与激励均为同频率正弦波,从而在已知频率情况下,用幅值与初相位便可表示电路变量。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(phasor)如:

$$\begin{aligned} u(t) &= U_m \cos(\omega t + \psi) \\ &\Updownarrow \\ \dot{U}_m &= U_m \cdot \angle \psi = U_m e^{j\psi} \end{aligned}$$

相量分析法是一种专门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

$$\sum_k \dot{I}_{mk} = 0$$

2. KVL 的相量形式,对任意电路回路

$$\sum_k \dot{U}_{mk} = 0$$

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

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

2. 电容原件

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

电流超前电压的角度为 90° 。

3. 电感原件

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

电流滞后电压 90° 。

六、VCR 相量形式的统一——阻抗和导纳的引入

1. 阻抗(impedance)——元件在正弦稳态时电压相量与电流相量之比,记为 Z 。

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

此式常称为欧姆定律的相量形式。

2. 导纳(admittance)——阻抗的倒数,记为 Y 。

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

3. 电抗(reactance)——阻抗的虚部,记为 X 。

$$X = I_m [Z]$$

4. 电纳(susceptance)——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进行。

2. 相量模型(phasor model)是一种运用相量对正弦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方法求输入阻抗或导纳,各支路电流、电压相等。

在求输入阻抗或导纳时,只需注意到以下几点就不难求得正确结果:

- (1) 同一原件或同一对端钮间的阻抗与导纳互为倒数。
- (2) 记住基本元件的阻抗与导纳。

表 8-1 基本原件的阻抗导纳

	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: $Z = \sum_k Z_k$

并联部分: $Y = \sum_k Y_k$

两个元件并联: $Z = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2}$

九、相量模型的网孔分析和节点分析

分析方法与电阻电路分析方法完全相同,只是电流电压须用相量形式表示,电阻以阻抗替换,电导以导纳替换。

十、相量模型的等效

对于无源单口网络,其 VCR 相量形式为

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

则 Z 为等效阻抗,且定义 $Z = R + jX$, R 为等效电阻分量。 X 为输入阻抗的电抗分量。一般 R 不单由网络中电阻决定, X 也不单由网络中电容电感决定。

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

Y 为等效导纳, $Y = G + jB$, 从而 $Y = \frac{1}{Z}$ 。从此关系可得 $G = \frac{R}{R^2 + X^2}$, $B = -\frac{X}{R^2 + X^2}$, 所以一般来说 R 并非 G 的倒数, X 不可能为 B 的倒数。

在等效的概念中尤其须注意的是,任何等效都是在给定 ω 的前提下的等效。

十一、有效值 有效值相量

定义:在交流电压(或交流电流)的一个周期时间间隔内与此交流电压(或电流)有相同光热机械等效应的直流电压(或直流电流)的数值,定义为交流电压(或交流电流)的有效值。

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

以上两式对所有周期变化的电压或电流均适用。对正弦变化的电压和电流以上关系可简化为

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

在电工技术与正弦稳态电路分析中,当论及交流电压和交流电流的大小时,如无特别地说明,一般都是指有效值。

用相量表示正弦量时,如果复数的模值为正弦量的有效值。则此相量称为有效值相量,正弦

稳态分析中一般都用有效值相量。

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。

相量图法是先定性地画出相量图,然后根据图形的特征解决问题的方法。

思考题解答

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} 和 I_{3m} , 则这三个振幅满足 KCL, 对吗?

【解答】 三个振幅一般是不满足 KCL, 只有振幅相量才会满足 KCL, 因为振幅相量不只有振幅信息, 同时包含了相位信息。

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:

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

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

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

【解答】 (1) 当 $i_1(t)$ 与 $i_2(t)$ 同相位时, $I_{1m} + I_{2m} = I_m$ 。

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

(3) 当 $i_1(t)$ 与 $i_2(t)$ 相位差 90° 时,

$$\begin{aligned} i_1(t) + i_2(t) &= I_{1m}(\omega t + \varphi_1) + I_{2m}\cos(\omega t + \varphi_1 + 90^\circ) \\ &= \sqrt{I_{1m}^2 + I_{2m}^2} \cos(\omega t + \varphi_1 + \theta) \end{aligned}$$

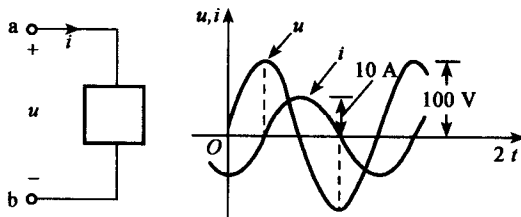
$$\text{其中 } \tan\theta = \frac{I_{2m}}{I_{1m}}$$

$$\therefore I_m^2 = I_{1m}^2 + I_{2m}^2.$$

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

【解答】 相向法的前提是电路工作于唯一的频率 ω 下, 所以当 $i_2 = 5 \sin 2\omega t$ 时, 由于频率不同, 所以计算将没有意义。

8-4 思考题 8-4 图所示电路 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。



思考题 8-4 图

【解答】由波形图可知 u 和 i 的振幅相量分别为

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

若(1) u 是 u_{ab} 波形, 则

$$\frac{\dot{U}_{abm}}{\dot{I}_m} = \frac{U_m}{I_m} \angle 90^\circ = j \cdot \frac{U_m}{I_m}$$

可见是电感原件。

(2) u 是 u_{ba} 波形, 则

$$\frac{\dot{U}_{abm}}{\dot{I}_m} = -\frac{\dot{U}_m}{\dot{I}_m} = -j \frac{U_m}{I_m}$$

可见是电容原件。

8-5 (1) 指出下列各式哪些是错的? 哪些是对的?

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

(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?

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

$u = L i$ 既没考虑工作频率 ω , 也没考虑相位, 所以是错的。

$u = j\omega L i$ 出现了 $j\omega$, 但 u, i 是时域表达, 表达错误。

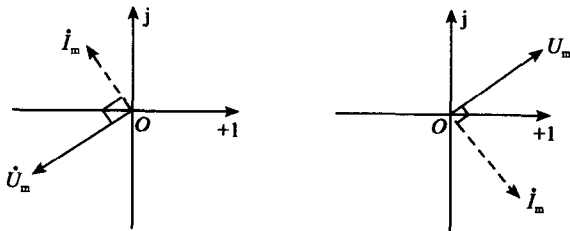
$\dot{U}_m = j\omega L \dot{I}_m$ 正确, 是单一频率电感 VCR 的相量形式。

$u = L \frac{di}{dt}$ 正确, 时域电感 VCR。

$\dot{U}_m = \omega L \dot{I}_m$ 错误, 没有相位移动。

(2) 不对。已知时域表达须先变换到复数域的相量表达, 进行求解后进行反变换, 得到时域解。

(3) 不对。 $\dot{U}_m$ 应取负号, 如答 8-5 图所示或 $\dot{I}_m$ 取负号。



8-5 图

8-6 若 $u = 311 \cos(\omega t + 45^\circ) \text{ V}$, $Z = 2.5 \angle 60^\circ \Omega$

$$i = \frac{311 \cos(\omega t + 45^\circ)}{2.5 \angle 60^\circ} A = \frac{311}{2.5} \cos(\omega t + 45^\circ - 60^\circ) A$$

对吗,为什么?

【解答】 不对。应将 u 先变换到复域相量形式,求解后将 I_m 反变换到时域。

$$\dot{U}_m = 311 \angle 45^\circ$$

$$\therefore \dot{I}_m = \frac{\dot{U}_m}{Z} = \frac{311}{2.5} \angle 45^\circ - 60^\circ = \frac{311}{2.5} \angle -15^\circ$$

$$i = \frac{311}{2.5} \cos(\omega t - 15^\circ)$$

8-7 在某一频率时,测得若干线性时不变无源电路的阻抗如下:

$$RC \text{ 电路: } Z = (5 + j2) \Omega \quad RL \text{ 电路: } Z = 5 - j7 \Omega$$

$$RLC \text{ 电路: } Z = (2 - j3) \Omega \quad LC \text{ 电路: } Z = (2 + j3) \Omega$$

这些结果合理吗?

【解答】 RC 电路的电抗必为负, $\therefore Z = 5 + j2$ 不合理。

RL 电路的电抗必为正, $\therefore Z = 5 - j7$ 不合理。

RLC 电路电抗可正可负, $\therefore Z = 2 - j3$ 是容性电路,合理。

LC 电路 $Z = 2 + j3$, 实部不为 0, $\therefore$ 不合理。

8-8 (1) 若某电路的阻抗 $Z = (3 + j4) \Omega$, 则导纳为 $Y = \left(\frac{1}{3} + j\frac{1}{4}\right) S$, 对吗,为什么?

(2) 若某串联电路为电容性的, 与其等效的并联电路, 也一定是电容性的吗?

【解答】 (1) 根据导纳的定义

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{3 + j4} = \frac{1}{25} (3 - j4)$$

(2) 电路的容性与感性是对 Z 的虚部正负号而言的, 而等效电路的 Z 都是相同的, 所以一定是容性的。

8-9 若同频率正弦电流 $i_1(t)$ 及 $i_2(t)$ 的有效值为 I_1 及 I_2 , $i_1(t) + i_2(t)$ 的有效值为 I , 问下列关系是否可能存在?

$$(1) I_1 + I_2 = I;$$

$$(2) I_1 - I_2 = I;$$

$$(3) I_1^2 + I_2^2 = I^2.$$

【解答】 (1) i_1 和 i_2 同相位时,

$$\begin{aligned} i_1 + i_2 &= \sqrt{2} I_1 \cos(\omega t + \varphi) + \sqrt{2} I_2 \cos(\omega t + \varphi) \\ &= \sqrt{2} (I_1 + I_2) \cos(\omega t + \varphi) \end{aligned}$$

$$\therefore I = I_1 + I_2$$

$$(2) i_1 \text{ 和 } i_2 \text{ 差 } 180^\circ \text{ 相位差时, } I = I_1 - I_2.$$

$$(3) i_1 \text{ 和 } i_2 \text{ 差 } 90^\circ \text{ 相位差时, } I_1^2 + I_2^2 = I^2.$$

练习题解答

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;

$$1+j1, 1+j10, 1-j1, -1-j1, -1+j1, j4, -j4, 3 \text{ 及 } -3.$$

【解答】

$$(1) 5\angle 30^\circ = 4.33 + j2.5$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

【解答】 $A+B=3+4j+5+j8.66=8+j12.66$

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

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

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

【解答】 设 $K=a+jb$, a, b 均为实数,

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

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

$$\text{从而 } a=17 \quad b=-9.167$$

$$\therefore K=17-j9.167$$

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) $-6 \sin(\omega t - 120^\circ)$ 。

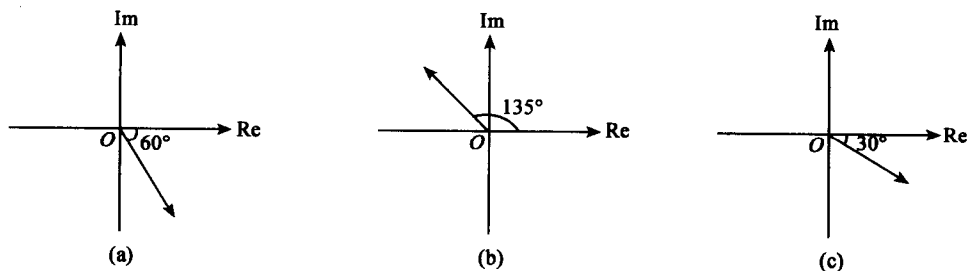
(2) 重复上题,但用 $1\angle 0^\circ$ 代表 $\sin(\omega t)$ 。这两题所绘相量图有什么不同?

【解答】 (1) (a) $5\angle 30^\circ - 90^\circ = 5\angle -60^\circ$

(b) $8\angle -45^\circ + 180^\circ = 8\angle 135^\circ$

(c) $6\angle -120^\circ - 90^\circ - 180^\circ = 6\angle -30^\circ$

相量图分别如答 8-4 图(a)(b)(c)所示。



答 8-4 图

(2) (a) $5\angle 30^\circ$

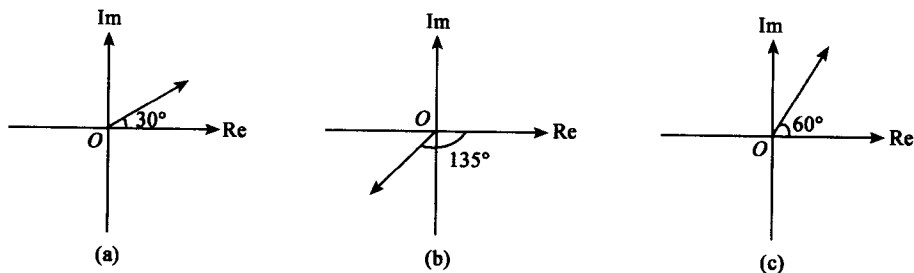
(b) $-8 \cos(\omega t - 45^\circ) = 8 \sin(\omega t - 45^\circ - 90^\circ)$

$8\angle -135^\circ$

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

$6\angle 60^\circ$

相量图分别如答 8-5 图(a)(b)(c)所示。



答 8-5 图

从(1)和(2)的结果及相量图可以看出前后相差 90° 。

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

【解答】 从 i_1, i_2 表达式可以看出振幅相量分别为

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

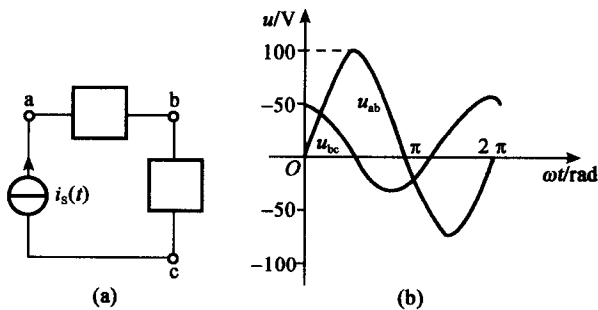
$$\dot{I}_{2m} = 3\angle -90^\circ = -j3 \text{ A}$$

$$\therefore \dot{I}_m = \dot{I}_{1m} + \dot{I}_{2m} = 4 - j3 = 5\angle -36.87^\circ \text{ A}$$

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

8-6 电路如练习题 8-6 图所示, $i_s(t) = 10 \cos(\omega t) \text{ A}$, 由示波器测得 u_{ab} 、 u_{bc} 的波形如图 8-12(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。



练习题 8-6 图

【解答】 (1) 由图(b)可得

$$u_{ab} = 100 \sin \omega t \quad u_{bc} = 50 \cos \omega t$$

$$\therefore u_{ac} = u_{ab} + u_{bc}$$

用相量模型求解

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

$$\dot{U}_{bcm} = 50 \angle 0^\circ = 50$$

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

$$\therefore \text{时域波形 } u_{ac}(t) = 111.803 \cos(\omega t - 63.435^\circ)。$$

(2) 从答 8-6 图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。

8-7 电流振幅相量 $(30 - j10) \text{ mA}$ 流过 40Ω 电阻, 求电阻两端的电压振幅相量。又在 $t = 1 \text{ ms}$ 时电阻两端电压是多少? 已知 $\omega = 1000 \text{ rad/s}$, 并设电压、电流参考方向一致。

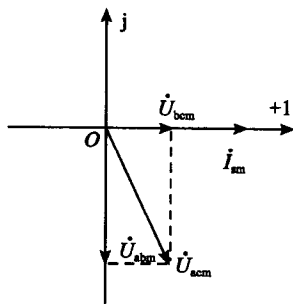
$$\text{【解答】 } \dot{U}_{Rm} = \dot{I}_m \cdot R = (30 - j10) \times 40 \times 10^{-3} = 1.2 - j0.4 \text{ V}$$

$$\text{则在 } \omega = 1000 \text{ rad/s 时, } u_R(t) = 1.265 \cos(1000t - 18.435^\circ)$$

$$\therefore t = 1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s 时, } u_R(10^{-3}) = 1.265 \cdot \cos\left(1 \times \frac{180^\circ}{\pi} - 18.435^\circ\right) = 0.985 \text{ V}$$

8-8 电容两端电压为 $u(t) = 141 \cos(3140t + 15^\circ) \text{ V}$, 若 $C = 0.01 \mu\text{F}$, 求电容电流 $i(t)$ 。

$$\text{【解答】 } \dot{U}_m = 141 \angle 15^\circ, \omega = 3140 \text{ rad/s}$$



解 8-6 图

电容阻抗为

$$Z_c = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j3140 \times 0.01 \times 10^{-6}}$$

$$\dot{I}_m = \frac{\dot{U}_m}{Z_c} = j3140 \times 10^{-8} \times 141 \angle 15^\circ + 90^\circ = 4.4274 \angle 105^\circ \text{ mA}$$

∴ 还原为 $i(t)$ 得

$$i(t) = 4.4274 \cos(3140t + 105^\circ) \text{ mA}$$

8-9 电感电压 $u(t) = 80 \cos(1000t + 105^\circ) \text{ V}$, 若 $L = 0.02 \text{ H}$, 求电感电流 $i(t)$ 。

【解答】 $\dot{U}_m = 80 \angle 105^\circ$, $\omega = 1000 \text{ rad/s}$

电感阻抗 $Z_L = j\omega L = j \times 20 \Omega$

$$\therefore \dot{I}_m = \frac{\dot{U}_m}{Z_L} = \frac{80 \angle 105^\circ}{j20} = 4 \angle 105^\circ - 90^\circ = 4 \angle 15^\circ \text{ A}$$

∴ 时域中电流

$$i(t) = 4 \cos(1000t + 15^\circ) \text{ A}$$

8-10 试求 $200 \mu\text{F}$ 电容在 50 Hz 及 1 kHz 时的阻抗和容抗; 1.4 H 电感在 50 Hz 及 1 kHz 时的阻抗和感抗。

【解答】 50 Hz $200 \mu\text{F}$ 电容:

$$\text{阻抗} \quad Z_c = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j50 \times 2\pi \times 200 \times 10^{-6}} = -j15.915 \Omega$$

$$\text{容抗} \quad X_c = -\frac{1}{\omega C} = -15.915 \Omega$$

1 kHz 时 $200 \mu\text{F}$ 电容:

$$\text{阻抗} \quad Z_c = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j10^3 \times 2\pi \times 200 \times 10^{-6}} = -j0.79577 \Omega$$

$$\text{容抗} \quad X_c = -\frac{1}{\omega C} = -0.79577 \Omega$$

50 Hz 时 1.4 H 电感:

$$\text{阻抗} \quad Z_L = j\omega L = j \cdot 50 \times 2\pi \times 1.4 = j439.82 \Omega$$

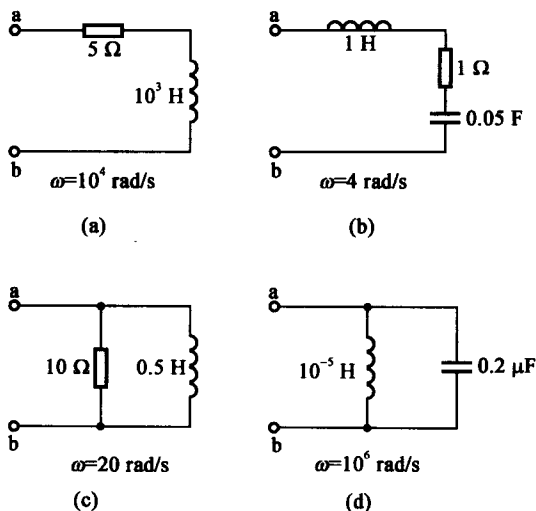
$$\text{感抗} \quad X_L = \omega L = 439.82 \Omega$$

1 kHz 时, 1.4 H 电感:

$$\text{阻抗} \quad Z_L = j\omega L = j \cdot 1000 \times 2\pi \times 1.4 = j8796.46 \Omega$$

$$\text{感抗} \quad X_L = \omega L = 8796.46 \Omega$$

8-11 作出练习题 8-11 图所示各电路的相量模型, 并求 ab 端的阻抗及导纳。又 ab 端正弦稳态电压与电流的相位关系如何?



练习题 8-11 图

【解答】 (a) 以电流相量为基准

电感感抗为 $\omega L = 10^7 \Omega$

$$Z = 5 + j10^7 \Omega$$

u_{ab} 超前电流 89.999997°

相量模型如解 8-11 图(a)所示。

(b) 以 I_m 为基准

电感感抗

$$X_L = \omega L = 4 \Omega$$

电容容抗

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = -\frac{1}{0.2} = -5 \Omega$$

$$Z = 1 + j(X_L + X_C) = 1 - j1 \Omega = \sqrt{2} \angle -45^\circ \Omega$$

电压滞后电流 45°

相量模型如解 8-11 图(b)所示。

(c) 以电压 u_{abm} 为基准

电感的感纳

$$B_L = -\frac{1}{\omega L} = -\frac{1}{10} \text{ S}$$

$$Y_{ab} = \frac{1}{10} - j\frac{1}{10} = 0.1 - j0.1 \text{ S}$$

电流滞后电压 45°

相量模型如解 8-11 图(c)所示。

(d) 以电压 $\dot{U}_{abm}$ 为基准

电感感纳

$$B_L = -\frac{1}{\omega L} = -0.1 \text{ S}$$

电容容纳

$$B_C = \omega C = 0.2 \text{ S}$$