

第九章 正弦交流电路

一、是非题

(注:请在每小题后[]内用“√”表示对,用“×”表示错)

- 1、二支路电流 $i_1 = 6\sqrt{2} \cos(100t)A$, $i_2 = 8\sqrt{2} \cos(200t + 90^\circ)A$, 电流相量分别是

$$\dot{I}_1 = 6\angle 0^\circ A, \dot{I}_2 = 8\angle 90^\circ A, \text{二支路并联的总电流: } \dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2. \quad [\times]$$

解: 同频率的相量才能相加减。

- 2、电感元件电压相位超前于电流 $\pi/2$ rad, 所以电路中总是先有电压后有电流。[×]

解: 只是初始相位不一样。

- 3、正弦电流电路中, 频率越高则电感越大, 而电容则越小。[×]

解: 电感和电容的大小与频率无关, 感抗和容抗才与频率有关。

- 4、若电路的电压为 $u = U_M \cos(\omega t + 30^\circ)V$, 电流为 $i_1 = I_M \cos(\omega t - 45^\circ)A$,

则 i 滞后 u 的相位角为 75° 。[√]

解: $\Psi = \Psi_u - \Psi_i = 30^\circ - (-45^\circ) = 75^\circ$ 。

- 5、若电路的电流 $i_1 = I_M \cos(\omega t + 30^\circ)A$, 电压 $u = U_M \cos(\omega t + 60^\circ)V$,

则该电路是电感性。[√]

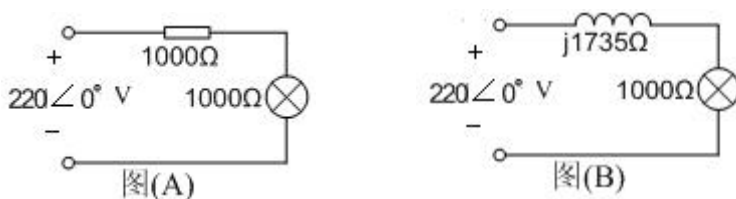
解: $\Psi = \Psi_u - \Psi_i = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$, 电流的相位滞后电压的相位。

- 6、已知: 复阻抗 $Z = (10 + j10) \Omega$, 它的复导纳 $Y = (0.1 + j0.1) S$ 。[×]

解: $Y = 1/Z = 1/(10 + j10) = (0.05 - j0.05) S$

- 7、在频率 f_1 时, 对 R 、 L 串联电路求出的阻抗与在频率 f_2 时求出的阻抗相同。[×]

解: $Z = R + j2\pi fL$, 阻抗与频率有关。



- 8、在 R 、 L 、 C 串联电路中, 当 $L > C$ 时电路呈电感性, 即电流滞后于总电压。[×]

解: 当 $\omega L > 1/(\omega C)$ 时电路呈电感性, 而不是 $L > C$ 时电路呈电感性。

- 9、 R 、 L 串联电路中, 元件两端的电压分别为 $3V$ 和 $4V$, 则电路总电压为 $5V$ 。[√]

解: 画向量图, $U_R = \sqrt{U_R^2 + U_L^2} = 5V$ 。

- 10、在正弦电流电路中, 两元件串联后的总电压必大于分电压. 两元件并联后的总电流必大于分电流。[×]

二、选择题

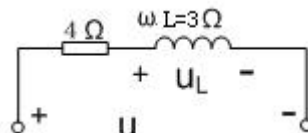
(注:在每小题的备选答案中选择适合的答案编号填入该题空白处, 多选或不选按选错论)

1、若 $i_1 = 10\cos(\omega t + 30^\circ)A$, $i_2 = 20\cos(\omega t - 10^\circ)A$, 则 i_1 的相位比 i_2 超前 (C)。

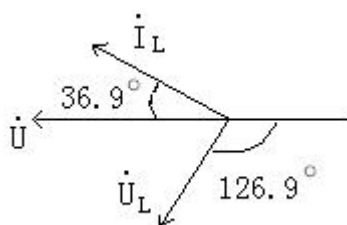
(A) 20° (B) -20° (C) 40° (D) -40° (E) 不能确定

2、图示电路中 R 与 ωL 串联接到 $u = 10\cos(\omega t - 180^\circ)V$ 的电源上, 则电感电压 $u_L =$ (B)V。

(A) $6\sin(\omega t - 143.1^\circ)$ (B) $6\sin(\omega t - 126.9^\circ)$
(C) $6\sin(\omega t + 36.9^\circ)$ (D) $8\sin(\omega t - 53.1^\circ)$



解：画相量图如下：



3、若含 R、L 的线圈接到直流电压 12V 时电流为 2A, 接到正弦电压 12V 时电流为 1.2A, 则 X_L 为 (B) Ω 。

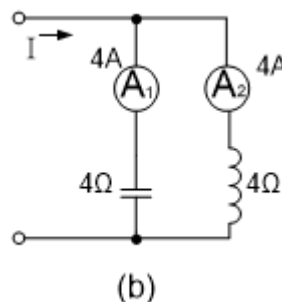
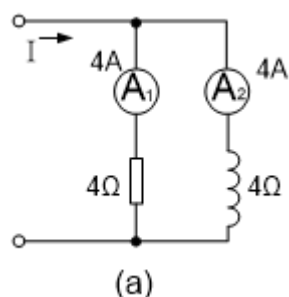
(A) 4 (B) 8 (C) 10 (D) 不能确定

解： $R = 12/2 = 6\Omega$, $|Z| = 12/1.2 = 10\Omega$, $X_L = \sqrt{10^2 - 6^2} = 8\Omega$ 。

4、图(a)中的总阻抗 $z =$ (C) Ω , 总电流 $I =$ (D) A。

图(b)中的总阻抗 $z =$ (F) Ω , 总电流 $I =$ (E) A。

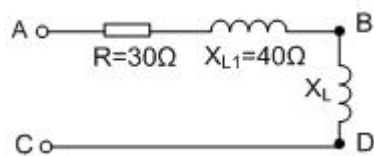
(A) 2 (B) 8 (C) 2.82 (D) $4\sqrt{2}$
(E) 0 (F) ∞



解：(a) $Z = \frac{4 \times j4}{4 + j4} = 2\sqrt{2} \angle 45^\circ \Omega$, $z = 2.82 \Omega$, $I = 4\sqrt{2} A$ 。

(b) $Z = \frac{j4 \times (-j4)}{j4 - j4} = \infty$, $z = \infty \Omega$, $I = 0A$ 。

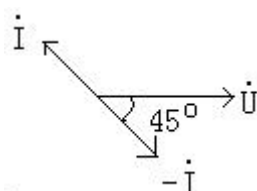
- 5、图示电路中，电压有效值 $U_{AB}=50V$ ， $U_{AC}=78V$ 则 $X_L = \underline{(B)} \Omega$ 。
 (A) 28 (B) 32 (C) 39.2 (D) 60



解： $I=50/50=1A$, $|Z|=78/1=78 \Omega$,

$$X_L + X_{L1} = \sqrt{78^2 - 30^2},$$

$$X_L = 32\Omega$$



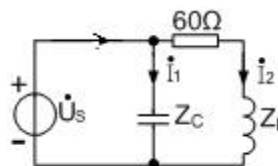
三、填空题 (注:请将正确答案填入空白处,不必写求解过程或说明其原因)

1. 一个电感线圈(电阻忽略不计)接在 $U=100V$ 、 $f=50Hz$ 的交流电源上时,流过 $2A$ 电流。如果把它接在 $U=150V$ 、 $f=60Hz$ 的交流电源上,则流过的电流 $I = \underline{2.5} A$ 。

解: $2\pi fL=U/I$, $2\pi f_1L=50$, $L=50/(2\pi f_1)=1/2\pi$,

$$I=U/(2\pi f_2L)=150/(2\pi *60*1/2\pi)=2.5A。$$

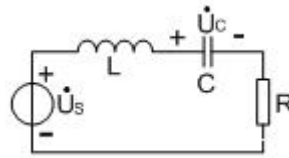
2. 电路如图所示, 已知 $\dot{U}_s = 120\angle 0^\circ V$, $Z_C = -j120 \Omega$, $Z_L = j60 \Omega$, 则 $\dot{I}_1 = \underline{j}$, $\dot{I}_2 = \underline{(1-j)} A$, $\dot{I} = \underline{1} A$ 。



解: $\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_s}{Z_C} = \frac{120\angle 0^\circ}{-j120} = 1\angle 90^\circ = j A$,

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_s}{Z_L} = \frac{120\angle 0^\circ}{60 + j60} = (1-j) A, \quad \dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 1A。$$

3. 已知如图所示的一 RLC 串联谐振电路, 其谐振频率 $\omega_0 = 2 \times 10^5 \text{ rad/s}$, $R = 10 \Omega$, $\dot{U}_s = 50\sqrt{2}\angle 0^\circ V$, $\dot{U}_C = 5\sqrt{2}\angle -90^\circ V$, 则 $L = \underline{5\mu H}$, $C = \underline{5\mu F}$ 。



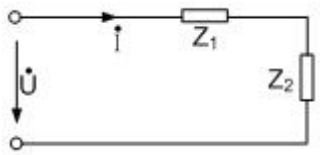
解: $Q = U_c / U_s = 0.1$, $Q = \omega_0 L / R = 0.1$,

$$Q = 1 / (\omega_0 C R) = 0.1$$

$$L = 0.1 R / \omega_0 = 5 \mu H, \quad C = 5 \mu F$$

四、计算题

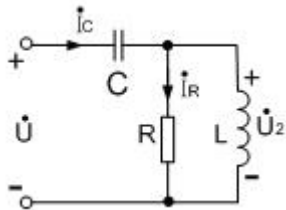
1、图示电路中, 已知 $\dot{U} = 10\sqrt{2}\angle 90^\circ V$, $\dot{I} = 1\angle 45^\circ A$, $Z_1 = 7 + j6 \Omega$, 求 Z_2 为多少?



解: $Z_1 + Z_2 = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = (10 + j10) \Omega$,

$$Z_2 = 10 + j10 - (7 + j6) = (3 + j4) \Omega.$$

2、图示电路中 $R = \omega L = 1 / \omega C = 10 \Omega$ 时, 求整个电路的等效阻抗。



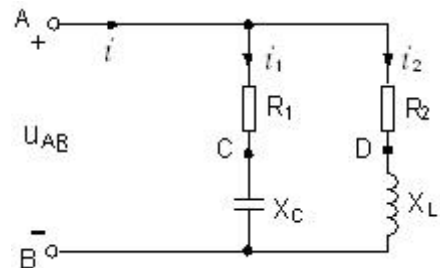
解: $Z = -j10 + (10 * j10) / (10 + j10) = (5 - j5) \Omega$,

$$Y = 1/Z = (0.1 + j0.1) S.$$

3、图示电路中, 已知 $\dot{U}_{AB} = 10\sqrt{2}\cos(\omega t)V$, $R_1 = X_C = 4 \Omega$, $R_2 = X_L = 3 \Omega$,

求: (1) i_1, i_2 和 u_{CD} 的瞬时值表达式;

(2) 以 \dot{U}_{AB} 为参考相量, 画出 \dot{I}_1, \dot{I}_2 和 \dot{U}_{CD} 的相量图。



解: (1) $\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_{AB}}{4 - j4} = \frac{10\angle 0^\circ}{4\sqrt{2}\angle -45^\circ} = \frac{10}{4\sqrt{2}}\angle 45^\circ = (1.25 + j1.25)A$,

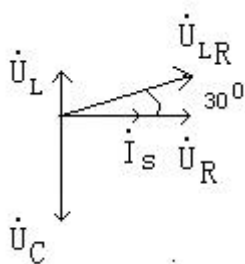
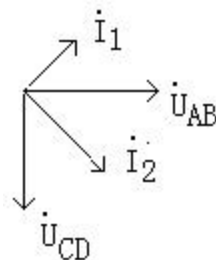
$$i_1 = 2.5 \cos(\omega t + 45^\circ) A;$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_{AB}}{3 + j3} = \frac{10 \angle 0^\circ}{3\sqrt{2} \angle 45^\circ} = \frac{10}{3\sqrt{2}} \angle -45^\circ = (\frac{5}{3} - j\frac{5}{3}) A,$$

$$i_2 = \frac{10}{3} \cos(\omega t - 45^\circ) A;$$

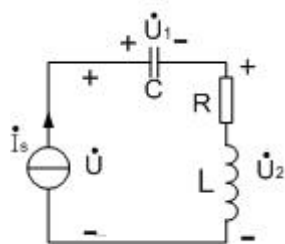
$$\dot{U}_{CD} = -\dot{I}_1 R_1 + \dot{I}_2 R_2 = -5 - j5 + 5 - j5 = -j5 = 10 \angle -90^\circ V。$$

(2) 相量图如下:



4、R、L、C 串联电路如图所示，已知 $i_s = \sqrt{6} \cos \omega t A$ ， $\omega = 100 \text{ rad/s}$,

$R = 20 \Omega, L = 0.115 H, C = 0.443 \text{ mF}$ 。求：有功功率 P，无功功率 Q，视在功率 S，功率因数？



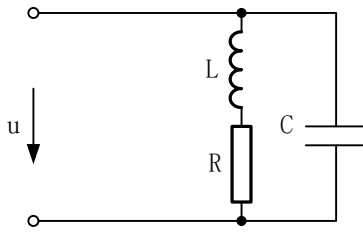
解：画向量图如右图：

$$P = I \cdot I \cdot R = 60, R = 20 \Omega, U_R = 20 \cdot 1.732 V,$$

$$U_{LR} = 20 \cdot 1.732 \cdot 2 / 1.732 = 40 V, U_L = 20 V,$$

$$L = U_{LR} / \omega I_s = 20 / 100 \cdot 1.732 = 0.115 H, C = I / (U \omega) = 0.443 \text{ mF}.$$

5、电路如图所示。已知， $R = 1 \Omega, L = 1 H, C = 1/3 F, u(t) = 3\sqrt{2} \cos(3t) V$ ，求电路有功功率 P，无功功率 Q，视在功率 S，复功率 \bar{S} 。



解：

$$Z = \frac{(1+3j)(-j)}{(1+3j)+(-j)} = \frac{1}{5}(1-7j) = \sqrt{2}\angle -81.9^\circ(\Omega)$$

$$\omega L = 3\Omega; \frac{1}{\omega C} = 1\Omega$$

$$\text{端口电流: } \dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z} = \frac{3\angle 0^\circ}{\sqrt{2}\angle -81.9^\circ} = \frac{3}{2}\sqrt{2}\angle 81.9^\circ(A)$$

$$\text{视在功率: } S = UI = 3\frac{3}{2}\sqrt{2} = \frac{9}{2}\sqrt{2} \approx 6.4V \bullet A$$

$$\text{有功功率: } P = UI \cos(-81.9^\circ) \approx 0.9W$$

$$\text{无功功率: } Q = UI \sin(-81.9^\circ) \approx -6.3 \text{ var}$$

$$\text{复功率: } \bar{S} = (0.9 - 6.3j)V \bullet A$$