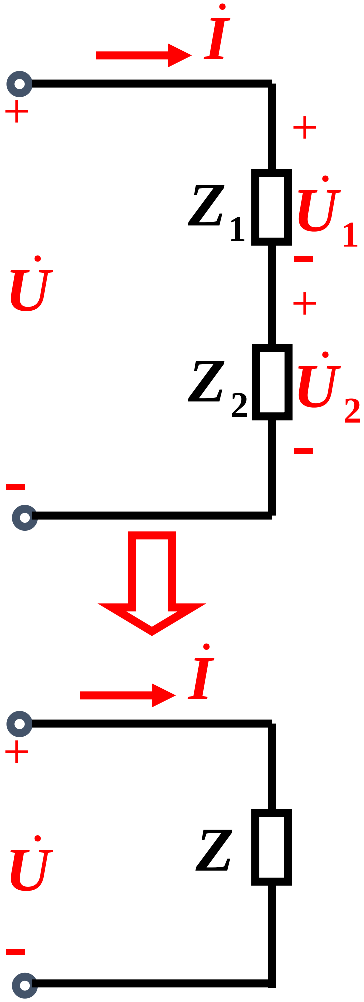
第4章 正弦交流电路 III

東南大學電氣工程學院
SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING, SEU

- 提纲

4.5.1阻抗的串联



$$\dot{U} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = Z_1\dot{I} + Z_2\dot{I}$$

$$= (Z_1 + Z_2)\dot{I}$$

$$Z = Z_1 + Z_2 \qquad \dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z}$$

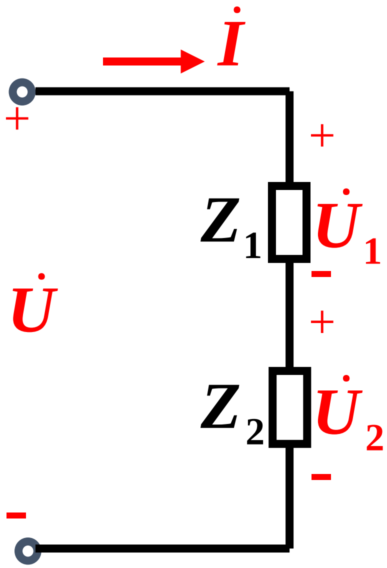
通式: $Z = \sum Z_k = \sum R_k + \mathrm{j}\sum X_k$

注意:对于阻抗模一般 $|Z| \neq |Z_1| + |Z_2|$

分压公式:

$$\dot{U}_1 = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}\dot{U} \qquad \dot{U}_2 = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}\dot{U}$$

例1: 有两个阻抗$Z_1 = 6.16 + j9\Omega$，$Z_2 = 2.5 - j4\Omega$，它们串联接在$\dot{U} = 220\angle 30°V$ 的电源; 求: $\dot{I}$和$\dot{U}_1$，$\dot{U}_2$并作相量图。



解: $Z = Z_1 + Z_2 = (6.16 + 2.5) + j(9 - 4)$

$$= 8.66 + j5 = 10\angle 30°\Omega$$

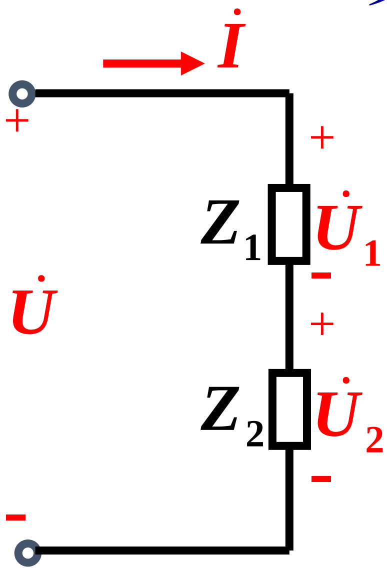
$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z} = \frac{220\angle 30°}{10\angle 30°} = 22\angle 0°A$$

$$\dot{U}_1 = Z_1\dot{I} = (6.16 + j9) \times 22V = 10.9\angle 55.6° \times 22V$$

$$= 239.8\angle 55.6°V$$

同理: $\dot{U}_2 = Z_2\dot{I} = (2.5 - j4) \times 22V = 103.6\angle -58°V$

或利用分压公式:



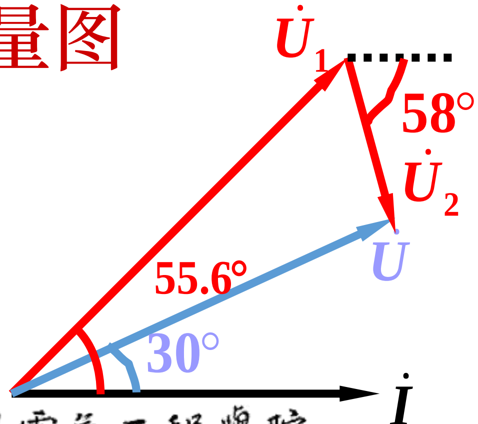
$$\dot{U}_1=\frac{Z_1}{Z_1+Z_2}\dot{U}=\frac{6.16+j9}{8.66+j5}\times 220\angle 30^\circ\,\text{V}$$

$$=239.8\angle 55.6^\circ\,\text{V}$$

$$\dot{U}_2=\frac{Z_2}{Z_1+Z_2}\dot{U}=\frac{2.5-j4}{8.66+j5}\times 220\angle 30^\circ\,\text{V}$$

$$=103.6\angle -58^\circ\,\text{V}$$

相量图

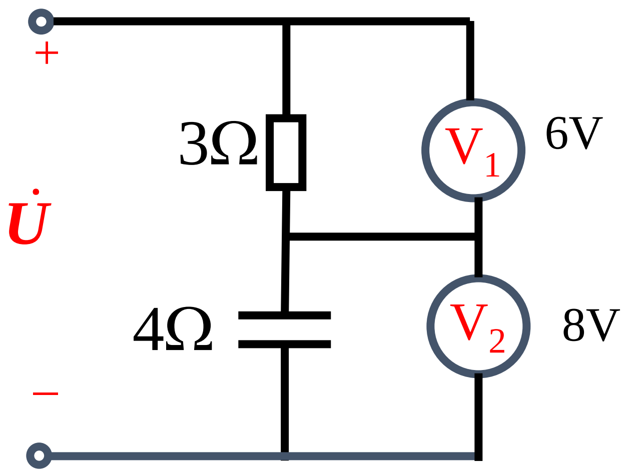


注意: $\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2$

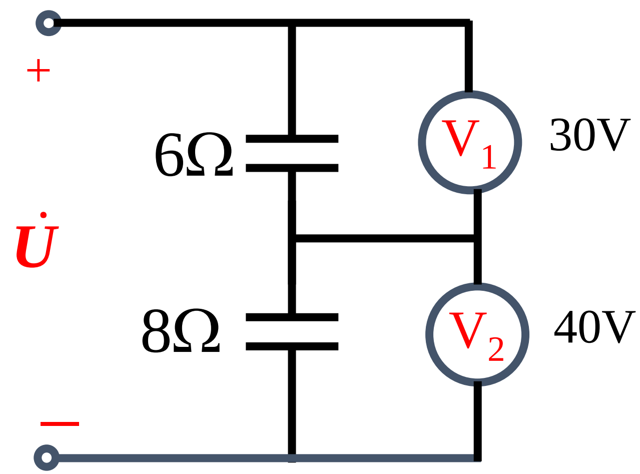
$$U\neq U_1+U_2$$

思考

下列各图中给定的电路电压、阻抗是否正确?



(a)



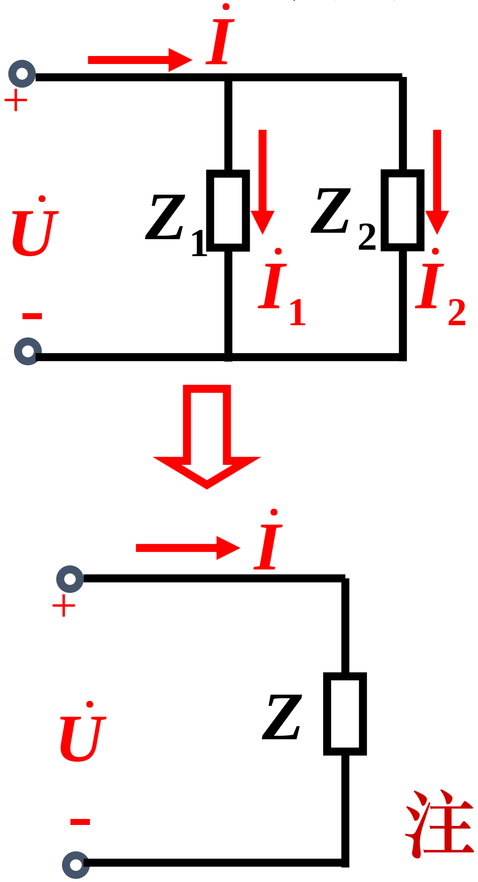
(b)

$|Z| = 7\Omega$ U=14V ? ✗　　$|Z| = 14\Omega$ U=70V ? √

两个阻抗串联时,在什么情况下:

$$|Z| = |Z_1| + |Z_2|$$ 成立。

4.5.2 阻抗并联



$$\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2=\frac{\dot{U}}{Z_1}+\frac{\dot{U}}{Z_2}$$

$$\dot{I}=\frac{\dot{U}}{Z}\qquad \frac{1}{Z}=\frac{1}{Z_1}+\frac{1}{Z_2}$$

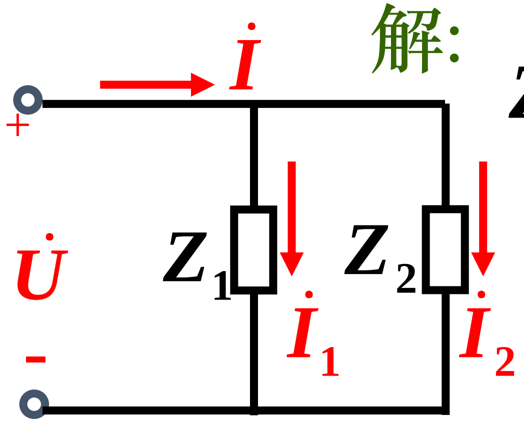
$$Z=\frac{Z_1\cdot Z_2}{Z_1+Z_2}$$

通式: $\frac{1}{Z}=\sum\frac{1}{Z_k}$

注意: 对于阻抗模一般 $\frac{1}{|Z|}\neq\frac{1}{|Z_1|}+\frac{1}{|Z_2|}$

分流公式: $\dot{I}_1=\frac{Z_2}{Z_1+Z_2}\dot{I}\qquad \dot{I}_2=\frac{Z_1}{Z_1+Z_2}\dot{I}$

例2: 有两个阻抗 $Z_1 = 3 + \mathrm{j}4\Omega$, $Z_2 = 8 - \mathrm{j}6\Omega$, 它们并联接在 $\dot{U} = 220\angle 0°\mathrm{V}$ 的电源上; 求: $\dot{I}_1$、$\dot{I}_2$ 和 $\dot{I}$ 并作相量图。



解:

$$Z = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{5\angle 53° \times 10\angle -37°}{3 + \mathrm{j}4 + 8 - \mathrm{j}6}\Omega$$

$$= \frac{50\angle 16°}{11.8\angle -10.5°}\Omega = 4.47\angle 26.5°\Omega$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{Z_1} = \frac{220\angle 0°}{5\angle 53°}\mathrm{A} = 44\angle -53°\mathrm{A}$$

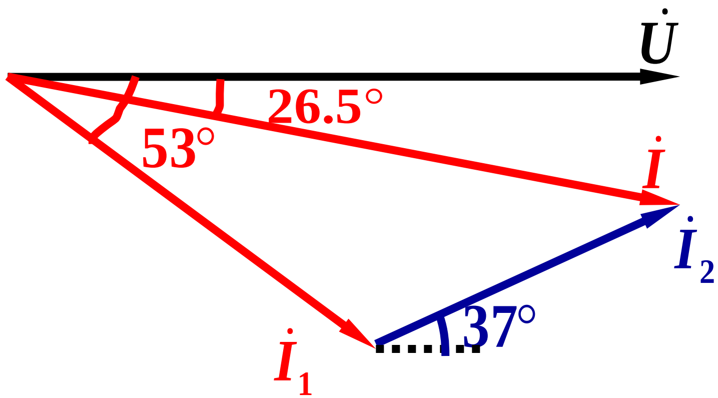
同理: $\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}}{Z_2} = \frac{220\angle 0°}{10\angle -37°}\mathrm{A} = 22\angle 37°\mathrm{A}$

$$\dot{I}=\frac{\dot{U}}{Z}=\frac{220\angle 0^\circ}{4.47\angle 26.5^\circ}=49.2\angle -26.5^\circ\,\mathrm{A}$$

或 $\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2=44\angle -53^\circ\,\mathrm{A}+22\angle 37^\circ\,\mathrm{A}$

$$=49.2\angle -26.5^\circ\,\mathrm{A}$$

相量图



注意：$\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2$

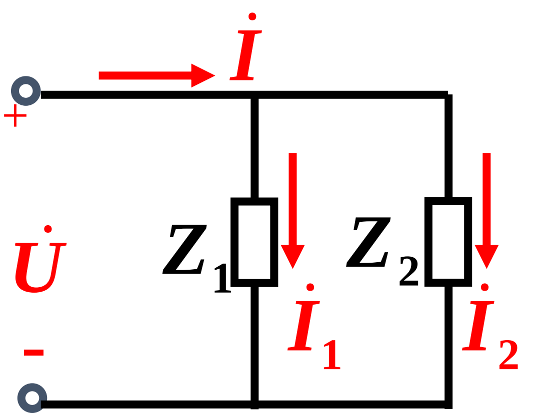
$$I\neq I_1+I_2$$

导纳：阻抗的倒数

当并联支路较多时，计算等效阻抗比较麻烦，因此常应用导纳计算。

如：$Z_1 = R_1 + \mathrm{j}\left(X_{L1} - X_{C1}\right)$

导纳: $Y_1 = \dfrac{1}{Z_1} = \dfrac{1}{R_1 + \mathrm{j}(X_{L1} - X_{C1})}$

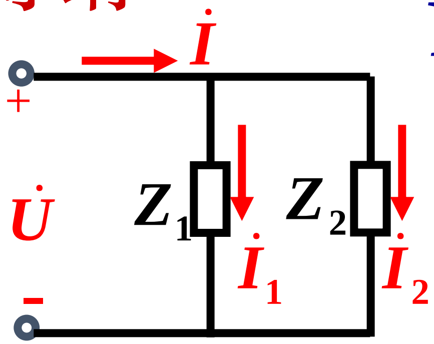


$$= \frac{R_1 - \mathrm{j}(X_{L1} - X_{C1})}{R_1^2 + (X_{L1} - X_{C1})^2}$$

$$= \frac{R_1}{|Z_1|^2} - \mathrm{j}\left(\frac{X_L}{|Z_1|^2} - \frac{X_C}{|Z_1|^2}\right)$$

$$= G_1 - \mathrm{j}(B_{L1} - B_{C1}) = |Y_1| e^{-\mathrm{j}\varphi_1}$$

导纳:



$$Y_1=\frac{1}{Z_1}=\frac{R_1}{|Z_1|^2}-\mathrm{j}\left(\frac{X_L}{|Z_1|^2}-\frac{X_C}{|Z_1|^2}\right)$$

$$=G_1-\mathrm{j}(B_{L1}-B_{C1})=|Y_1|e^{-\mathrm{j}\varphi_1}$$

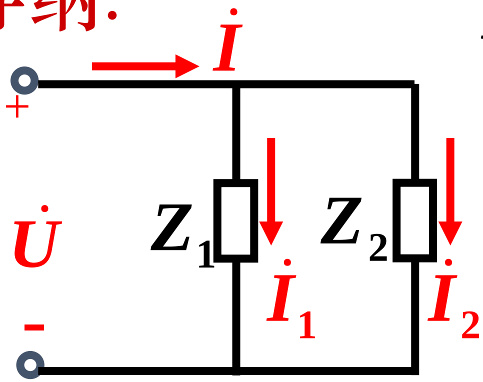
$$G_1=\frac{R}{|Z_1|^2}$$ —— 称为该支路的电导

$$B_{L1}=\frac{X_{L1}}{|Z_1|^2}$$ —— 称为该支路的感纳 (单位: 西门子S)

$$B_{C1}=\frac{X_{C1}}{|Z_1|^2}$$ —— 称为该支路的容纳

$$|Y_1|=\sqrt{G_1^2+(B_{L1}-B_{C1})^2}$$ —— 称为该支路的导纳模

导纳:



$$Y_1=\frac{1}{Z_1}=\frac{R_1}{|Z_1|^2}-\mathrm{j}\left(\frac{X_L}{|Z_1|^2}-\frac{X_C}{|Z_1|^2}\right)$$

$$=G_1-\mathrm{j}(B_{L1}-B_{C1})=|Y_1|e^{-\mathrm{j}\varphi_1}$$

$$\varphi_1=\arctan\frac{B_{L1}-B_{C1}}{G_1}$$ —— 称为该支路电流与电压之间的相位差

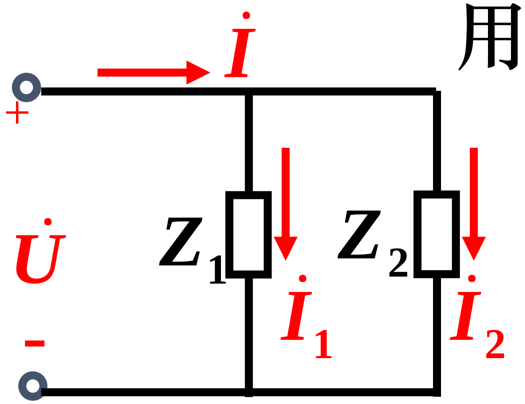
同理: $Y_2=\dfrac{1}{Z_2}=G_2-\mathrm{j}(B_{L2}-B_{C2})=|Y_2|e^{-\mathrm{j}\varphi_2}$

因为 $\dfrac{1}{Z}=\dfrac{1}{Z_1}+\dfrac{1}{Z_2}$ 所以 $Y=Y_1+Y_2$

同阻抗串联形式相同

通式: $Y=\sum Y_k=\sum G_k-j\sum B_k$

用导纳计算并联交流电路时



$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \frac{\dot{U}}{Z_1} + \frac{\dot{U}}{Z_2}$$

$$= Y_1\dot{U} + Y_2\dot{U} = Y\dot{U}$$

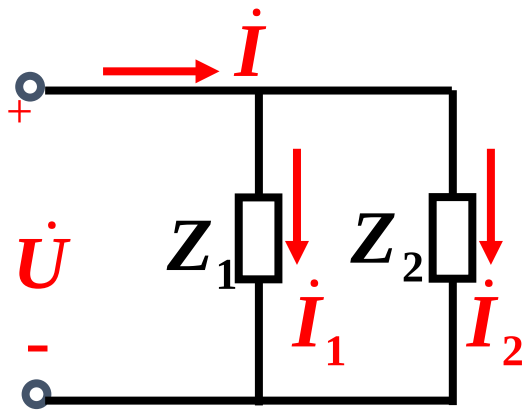
例3: 用导纳计算例2

$$Y_1 = \frac{1}{Z_1} = \frac{1}{5\angle 53^\circ}\mathrm{S} = 0.2\underline{/-53^\circ}\mathrm{S}$$

$$Y_2 = \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{10\underline{/-37^\circ}}\mathrm{S} = 0.1\underline{/37^\circ}\mathrm{S}$$

$$Y = Y_1 + Y_2 = 0.2\underline{/-53^\circ}\mathrm{S} + 0.1\underline{/37^\circ}\mathrm{S}$$

$$= 0.224\underline{/-26.5^\circ}\mathrm{S}$$



例3: 用导纳计算例2

$$\dot{I}_1 = Y_1\dot{U} = 0.2\underline{/-53^\circ} \times 220\underline{/0^\circ}\,\text{A}$$

$$= 44\underline{/-53^\circ}\,\text{A}$$

同理: $\dot{I}_2 = Y_2\dot{U} = 0.1\underline{/37^\circ} \times 220\underline{/0^\circ}\,\text{A}$

$$= 22\underline{/37^\circ}\,\text{A}$$

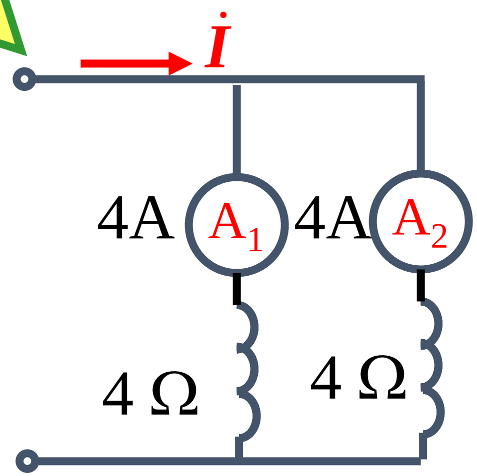
$$\dot{I} = Y\dot{U} = 0.224\underline{/-26.5^\circ} \times 220\underline{/0^\circ}\,\text{A}$$

$$= 49.2\underline{/-26.5^\circ}\,\text{A}$$

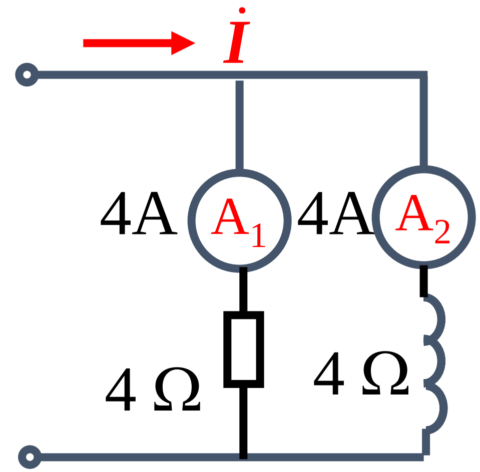
注意：导纳计算的方法适用于多支路并联的电路

思考

下列各图中给定的电路电流、阻抗是否正确?



(c)



(d)

$|Z| = 2\Omega$　I=8A ? √

$|Z| = 2\Omega$　I=8A ? X

两个阻抗并联时,在什么情况下:

$$\frac{1}{|Z|} = \frac{1}{|Z_1|} + \frac{1}{|Z_2|}$$ 成立。

4.6(0) 正弦交流电路的分析和计算

若正弦量用相量$\dot{U}$、$\dot{I}$表示，电路参数用复数阻抗表示，则直流电路中介绍的基本定律、定理及各种分析方法在正弦交流电路中都能使用。

$$R \rightarrow R、L \rightarrow \mathrm{j}\omega L、C \rightarrow -\mathrm{j}\frac{1}{\omega C}$$

相量（复数）形式的欧姆定律

电阻电路	纯电感电路	纯电容电路	一般电路
$\boxed{\dot{U} = \dot{I}R}$	$\boxed{\dot{U} = \dot{I}(\mathrm{j}X_L)}$	$\boxed{\dot{U} = \dot{I}(-\mathrm{j}X_C)}$	$\boxed{\dot{U} = \dot{I}Z}$

相量形式的基尔霍夫定律

KCL $\sum \dot{I} = 0$ KVL $\sum \dot{U} = 0$

有功功率 P

有功功率等于电路中各电阻有功功率之和，或各支路有功功率之和。

$$P=\sum_{1}^{i} I_i^2 R_i \quad \text{或} \quad P=\sum_{1}^{i} U_i I_i \cos\varphi_i$$

φ_i为$\dot{U}_i$与$\dot{I}_i$的相位差

无功功率 Q

无功功率等于电路中各电感、电容无功功率之和，或各支路无功功率之和。

$$Q=\sum_{1}^{i} I_i^2 (X_{Li}-X_{Ci}) \quad \text{或} \quad Q=\sum_{1}^{i} U_i I_i \sin\varphi_i$$

一般正弦交流电路的解题步骤

1. 根据原电路图画出相量模型图(电路结构不变)

$$R \rightarrow R、\quad L \rightarrow \mathrm{j}X_L、\quad C \rightarrow -\mathrm{j}X_C$$

$$u \rightarrow \dot{U}、\quad i \rightarrow \dot{I}、\quad e \rightarrow \dot{E}$$

2. 根据相量模型列出相量方程式或画相量图

3. 用相量法或相量图求解

4. 将结果变换成要求的形式

相量形式的基尔霍夫电流定律

$$\sum i = 0$$

$$\sum \dot{I} = 0$$

相量形式的基尔霍夫电压定律

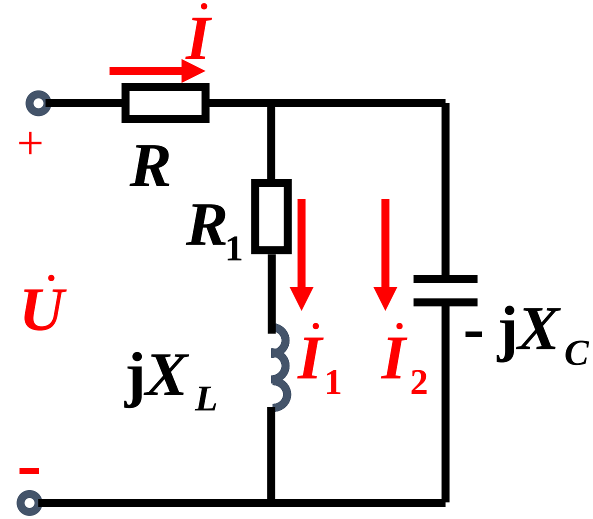
$$\sum u = 0$$

$$\sum \dot{U} = 0$$

例1： 已知： $u = 220\sqrt{2}\sin\omega t\ \mathrm{V}$

$R = 50\ \Omega,\ R_1 = 100\ \Omega,\ X_L = 200\ \Omega,\ X_C = 400\ \Omega$

求： $i\ \ i_1,\ i_2$



分析题目：

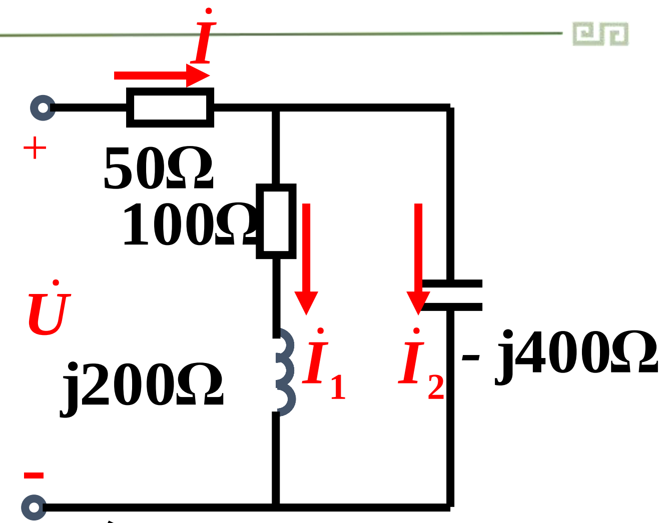
已知电源电压和电路参数，电路结构为串并联。求电流的瞬时值表达式。

一般用相量式计算:

(1) Z_1、$Z_2 \rightarrow Z \rightarrow \dot{I} \rightarrow i$

(2) $\dot{I} \rightarrow \dot{I}_1$、$\dot{I}_2 \rightarrow i_1, i_2$

解：用相量式计算 $\dot{U}=220\angle 0^\circ\ \text{V}$



$$Z_1=R_1+\text{j}X_L=(100+\text{j}200)\ \Omega$$

$$Z_2=-\text{j}X_C=-\text{j}400\ \Omega$$

$$Z=[50+\frac{(100+\text{j}200)(-\text{j}400)}{100+\text{j}200-\text{j}400}]\Omega=440\angle 33^\circ\Omega$$

$$\dot{I}=\frac{\dot{U}}{Z}=\frac{220\angle 0^\circ}{440\angle 33^\circ}\text{A}=0.5\angle -33^\circ\text{A}$$

$$\dot{I}_1=\frac{Z_2}{Z_1+Z_2}\dot{I}=\frac{-\text{j}400}{100+\text{j}200-\text{j}400}\times 0.5\angle -33^\circ\text{A}$$

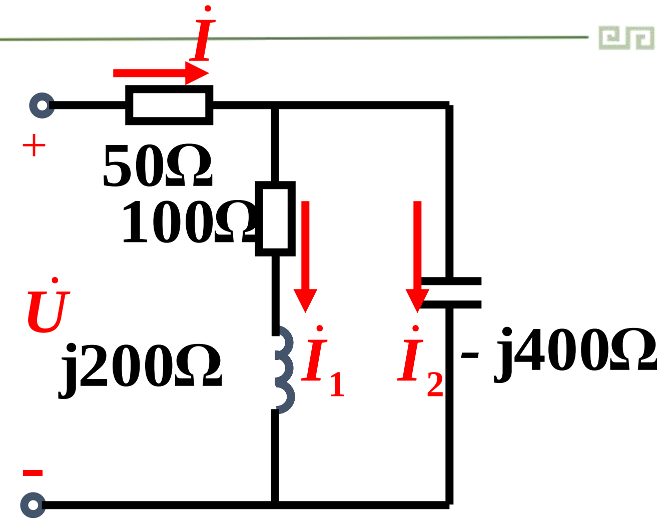
$$=0.89\angle -59.6^\circ\text{A}$$

同理:

$$\dot{I}_2 = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}\dot{I}$$

$$= \frac{100 + \mathrm{j}200}{100 + \mathrm{j}200 - \mathrm{j}400} \times 0.5\angle{-33°}\,\mathrm{A}$$

$$= 0.5\angle{93.8°}\,\mathrm{A}$$

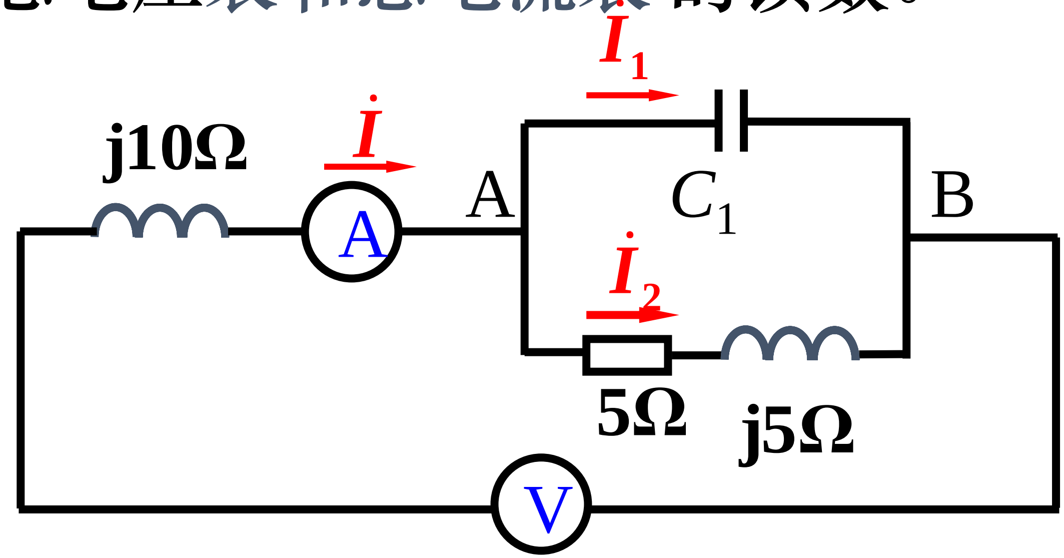


所以 $i = 0.5\sqrt{2}\sin(\omega t - 33°)\mathrm{A}$

$i_1 = 0.89\sqrt{2}\sin(\omega t - 59.6°)\mathrm{A}$

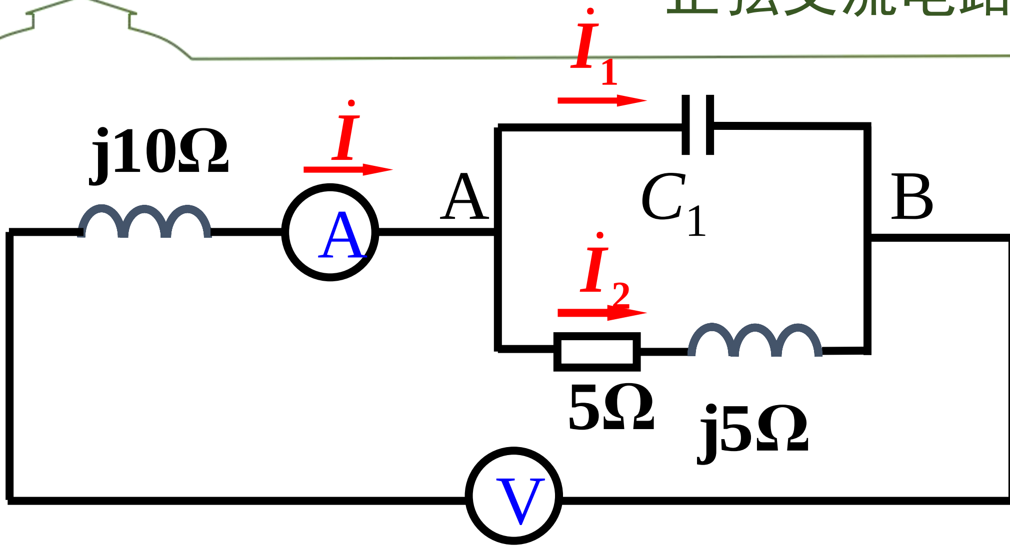
$i_2 = 0.5\sqrt{2}\sin(\omega t + 93.8°)\mathrm{A}$

例2：下图电路中已知：I_1=10A、U_{AB} =100V，
求：总电压表和总电流表 的读数。



分析：已知电容支路的电流、电压和部分参数,求总电流和电压

解题方法有两种： (1) 用相量(复数)计算;
(2) 利用相量图分析求解。



已知：$I_1 = 10\text{A}$、
$U_{AB} = 100\text{V}$，

求：A、V 的读数

解法1：用相量计算

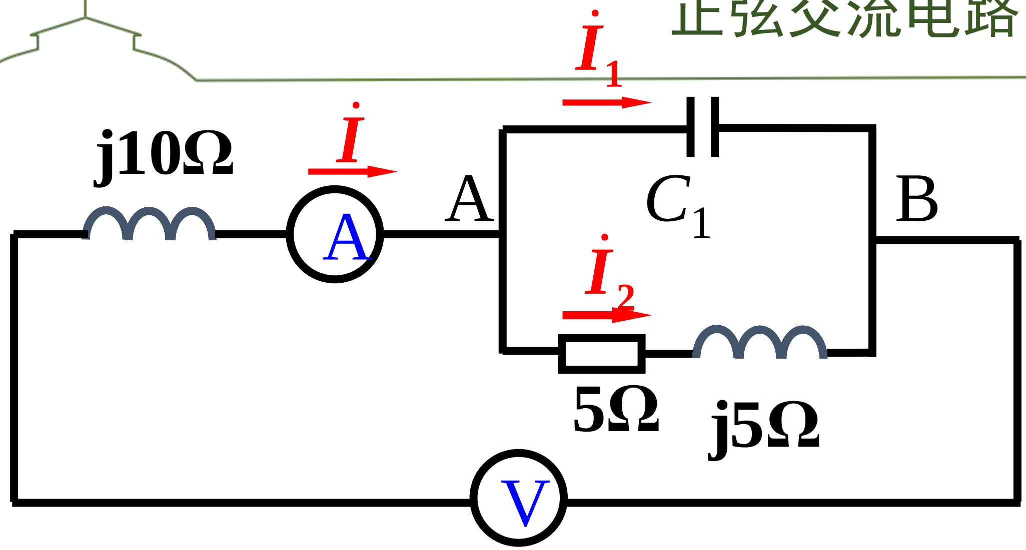
设：$\dot{U}_{AB}$为参考相量，即：$\dot{U}_{AB} = 100\underline{/0^\circ}\ \text{V}$

则：$\dot{I}_2 = [100/(5 + \text{j}5)]\text{A} = 10\sqrt{2}\underline{/-45^\circ}\text{A}$

$\dot{I}_1 = 10\underline{/90^\circ}\text{A} = \text{j}10\ \text{A}$

$$\boxed{\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 10\underline{/0^\circ}\text{A}}$$

所以A读数为 10安



已知：I_1=10A、U_{AB} =100V，

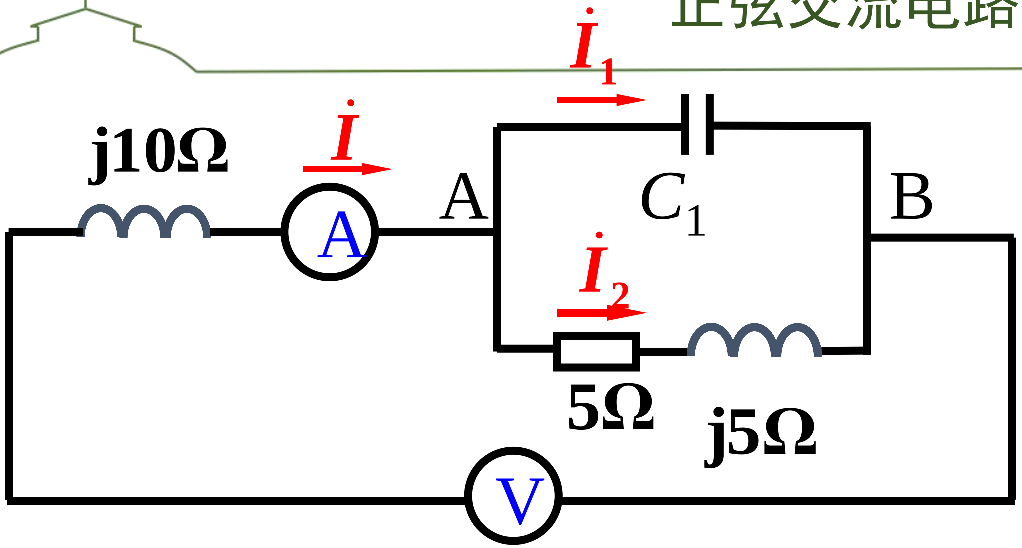
求：A、V 的读数

因为$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 10\underline{/0^\circ}$ A

所以$\dot{U}_L = \dot{I}(\mathrm{j}10)\mathrm{V} = \mathrm{j}100$ V

$$\boxed{\begin{aligned}\dot{U} &= \dot{U}_L + \dot{U}_{AB} = 100 + \mathrm{j}100\mathrm{V} \\ &= 100\sqrt{2}\underline{/45^\circ}\ \mathrm{V}\end{aligned}}$$

∴ V 读数为141V



已知：I_1=10A、U_{AB}=100V，

求：A、V 的读数

解法2：利用相量图分析求解

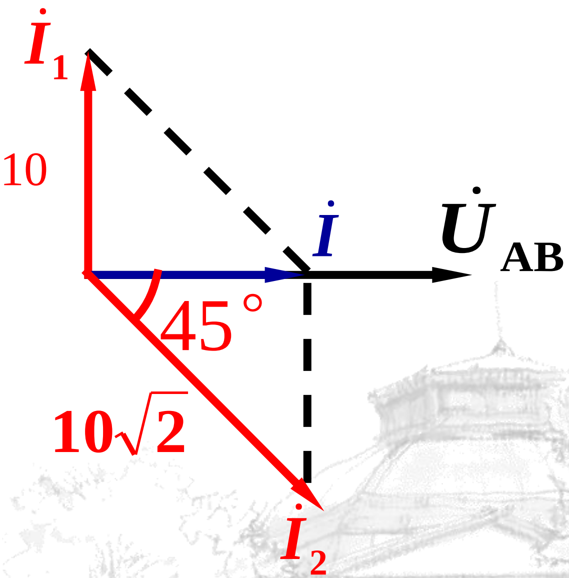
设 $\dot{U}_{AB}$ 为参考相量，

$I_1 = 10\text{A}$　　$\dot{I}_1$ 超前 $\dot{U}_{AB}$ 90°

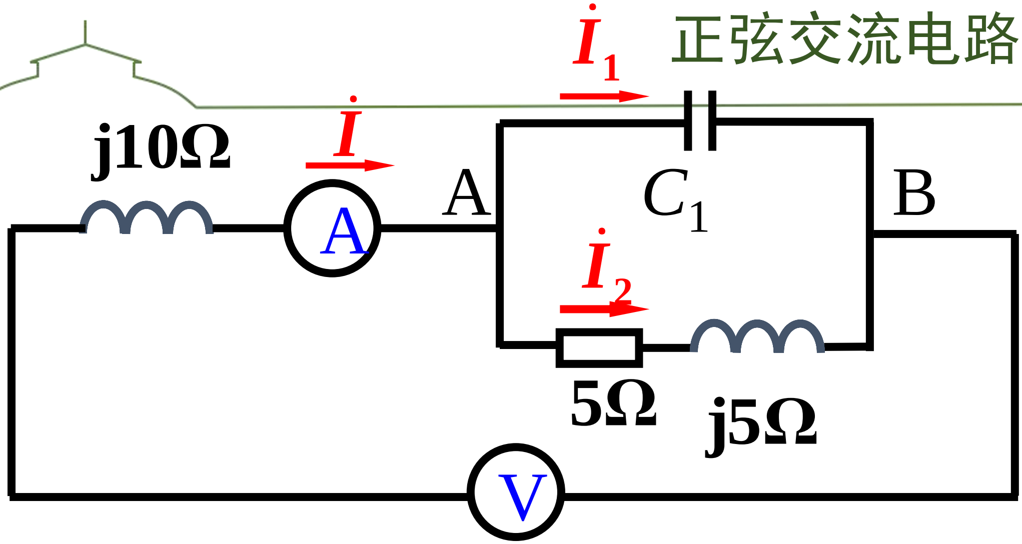
$$I_2 = \frac{100}{\sqrt{5^2+5^2}} = 10\sqrt{2}\text{A},$$

$\dot{I}_2$ 滞后 $\dot{U}_{AB}$ 45°

画相量图如下：



由相量图可求得：　I =10 A



已知：I_1=10A、
U_{AB} =100V，

求：A、V 的读数

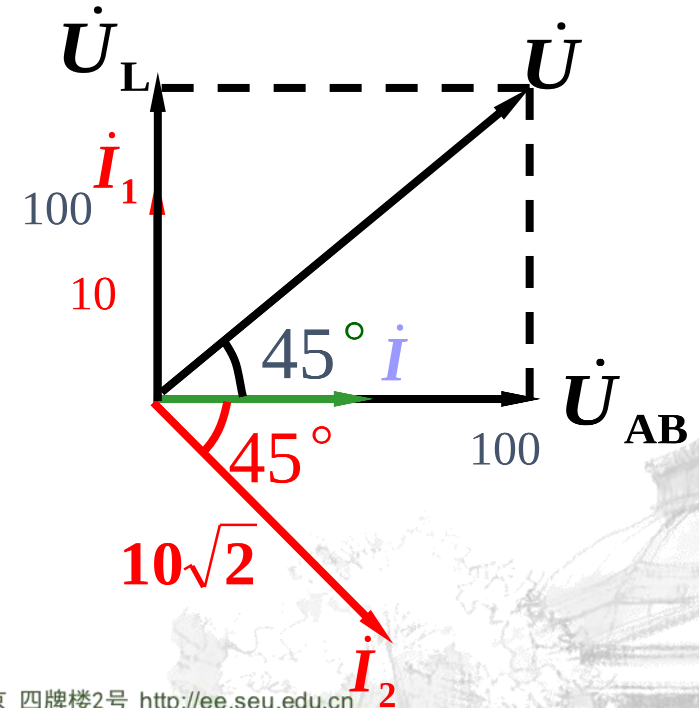
设 $\dot{U}_{AB}$为参考相量，

$U_L = I\,X_L$ =100V

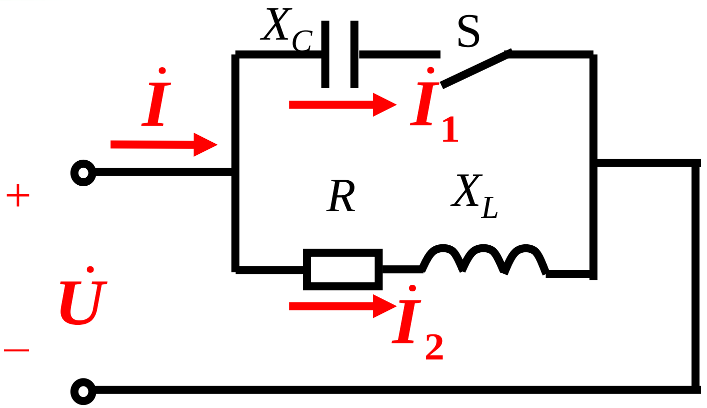
$\dot{U}_L$超前$\dot{I}$ 90°

由相量图可求得：

$$\boxed{V = 141\text{V}}$$



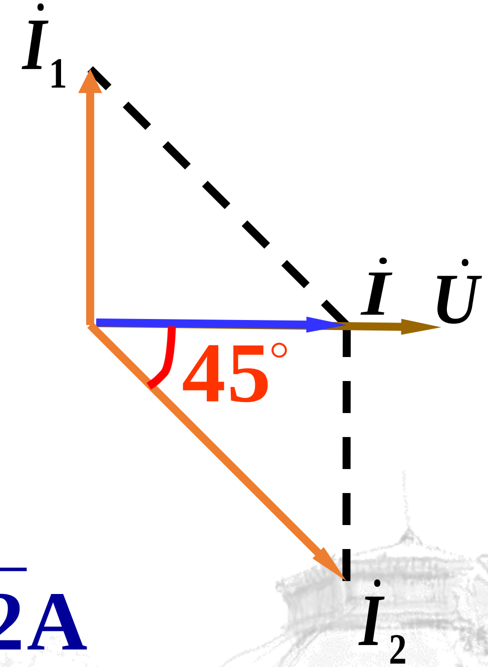
例3: 已知 $U=200\,\text{V}$, $R=X_L$,
开关闭合前 $I=I_2=10\,\text{A}$,
开关闭合后 u, i 同相。
求: I, R, X_L, X_C。



解: (1)开关闭合前后I_2的值不变。

$$I_2=\frac{U}{|Z|}=\frac{200}{\sqrt{R^2+X_L^2}}=\frac{200}{\sqrt{2}R}=10\,\text{A}$$

$$\text{所以}R=X_L=\frac{200}{10\sqrt{2}}=10\sqrt{2}\,\Omega$$

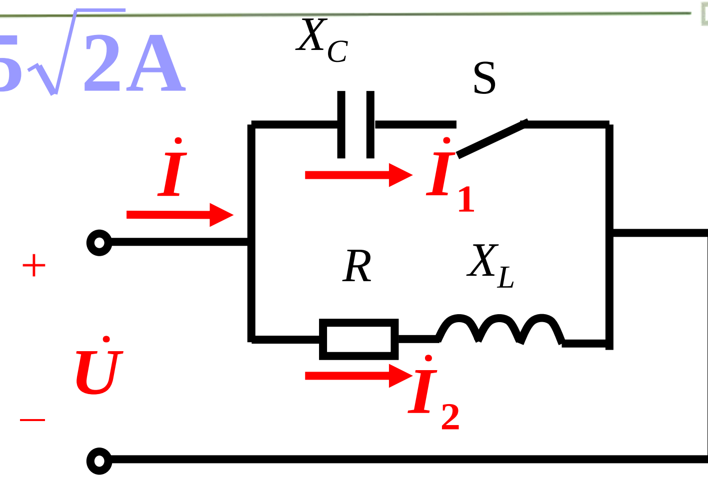


由相量图可求得: $I=I_2\cos45°=5\sqrt{2}\text{A}$

$$I_1=I_2\sin45°=10\times\sin45°=5\sqrt{2}\text{A}$$

$$I_1 = I_2 \sin 45^\circ = 10 \times \sin 45^\circ = 5\sqrt{2}\text{A}$$

$$X_C = \frac{U}{I_1} = \frac{200}{5\sqrt{2}} = 20\sqrt{2}\,\Omega$$



解：(2)用相量计算

设：$\dot{U} = 200\angle 0^\circ \text{V}$,

因为 $R = X_L$，所以 $\dot{I}_2 = 10\angle -45^\circ \text{A}$

$$Z_2 = \dot{U} / \dot{I}_2 = (22\angle 0^\circ / 10\angle -45^\circ)\Omega = 20\angle 45^\circ \Omega$$

∵开关闭合后 u，i 同相， 所以 $\dot{I} = I\angle 0^\circ \text{A}$

∵ $\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2$ 所以 $I\angle 0^\circ = I_1\angle 90^\circ + 10\angle -45^\circ$

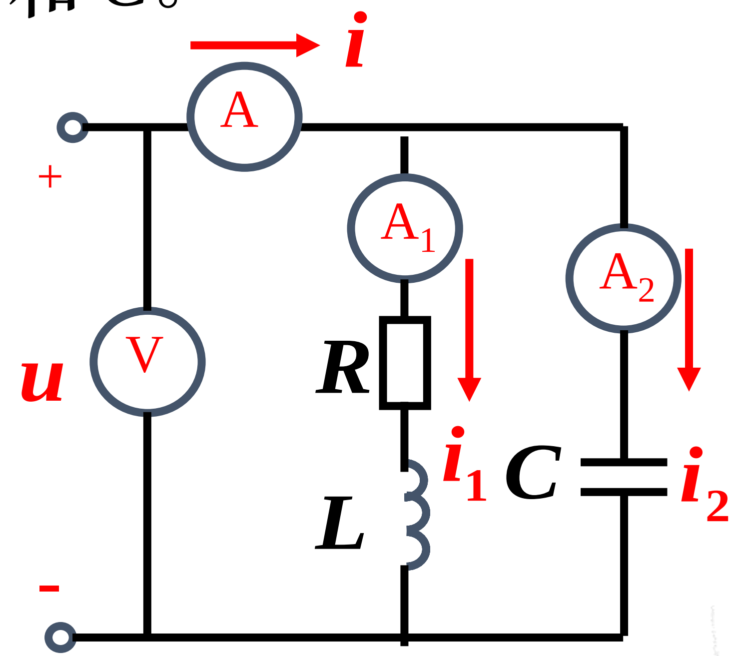
由实部相等可得 $I = I_2 \cos 45^\circ \text{A}$

由虚部相等可得 $I_1 = I_2 \sin 45^\circ \text{A}$

例4: 图示电路中已知: $u=220\sqrt{2}\sin 314t\ \text{V}$

$i_1=22\sin(314t-45°)\ \text{A}\quad i_2=11\sqrt{2}\sin(314t+90°)\ \text{A}$

试求: 各表读数及参数 R、L 和 C。



解: 求各表读数

(1)复数计算

$$U=220\ \text{V}$$

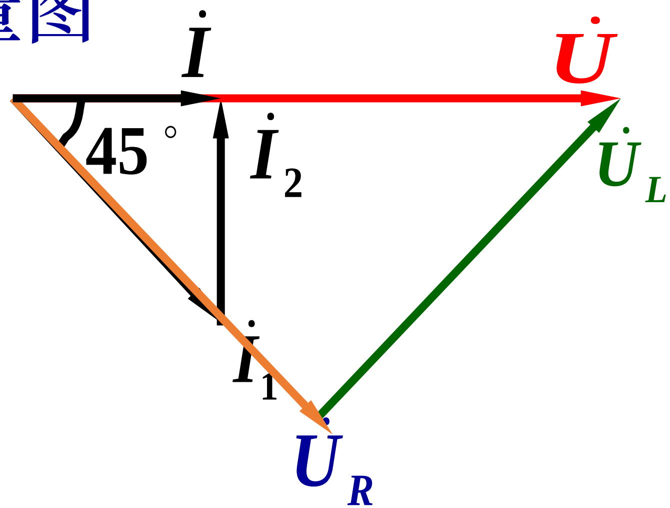
$$I_1=\frac{22}{\sqrt{2}}=15.6\ \text{A}$$

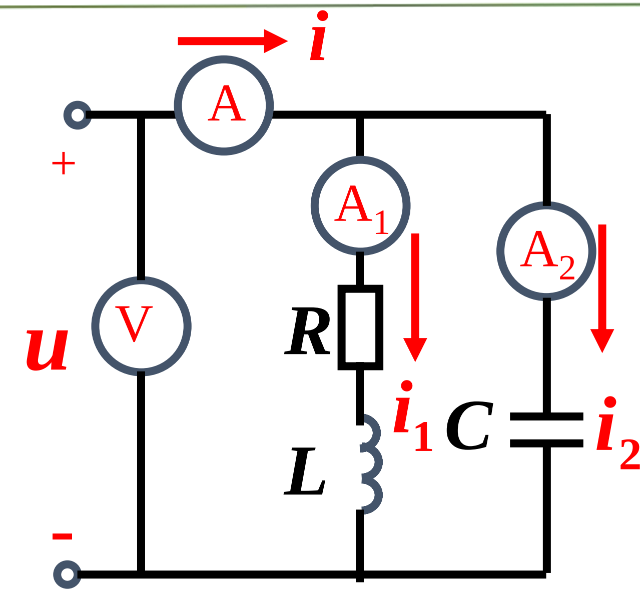
$$I_2=11\ \text{A}$$

$$\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2=15.6\angle{-45°}+11\angle{90°}\text{A}=11\angle{0°}\ \text{A}$$

所以 $I=11\ \text{A}$

(2) 相量图





根据相量图可得：$I=\sqrt{15.6^2-11^2}\,\text{A}=11\ \text{A}$

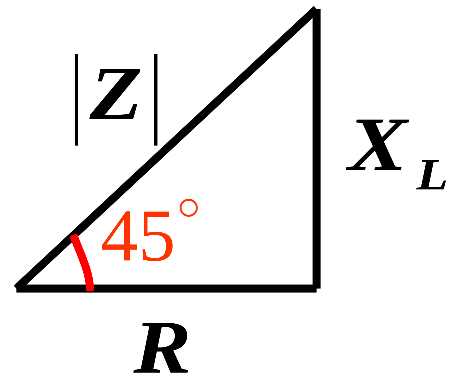
求参数 R、L、C

方法1：$Z_1=\dfrac{\dot{U}}{\dot{I}_1}=\dfrac{220\angle 0°}{15.6\angle -45°}\Omega=14.1\angle 45°\Omega=10+\text{j}10\ \Omega$

$$\therefore R=X_L=10\,\Omega \qquad L=\frac{X_L}{2\pi f}=0.0318\ \text{H}$$

$$Z_2=\frac{\dot{U}}{\dot{I}_2}=\frac{220\angle 0^\circ}{11\angle 90^\circ}\Omega=20\angle -90^\circ\Omega$$ 所以$X_C=20\ \Omega$

$$C=\frac{1}{2\pi f X_C}=\frac{1}{314\times 20}=159\ \mu\text{F}$$



方法2: $\left|Z_1\right|=\dfrac{U}{I_1}=14.1\Omega$

$$\begin{cases} R=\left|Z_1\right|\cos 45^\circ=10\ \Omega \\ X_L=\left|Z_1\right|\sin 45^\circ=10\ \Omega \end{cases}$$

$$L=\frac{X_L}{2\pi f}=0.0318\ \text{H}$$

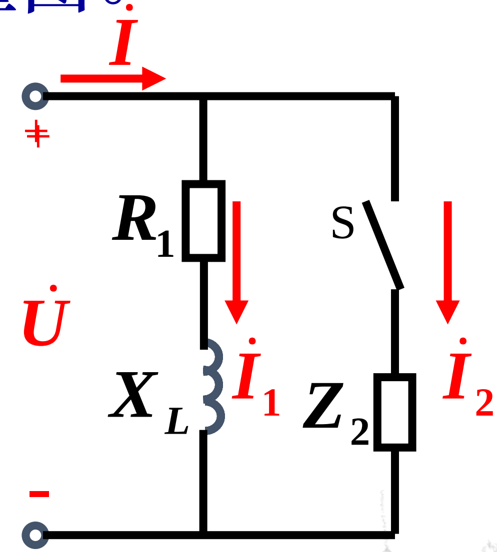
$$\left|Z_2\right|=\frac{U}{I_2}=20\Omega$$

即: $X_C=20\Omega$ $$C=\frac{1}{2\pi f X_C}=\frac{1}{314\times 20}=159\ \mu\text{F}$$

图示电路中,已知:U=220 V, f=50Hz,分析下列情况:

(1) S打开时, P=3872W、I=22A，求：I_1、U_R、U_L；

(2) S闭合后发现P不变，但总电流减小，试说明Z_2是什么性质的负载？并画出此时的相量图。



解: (1) S打开时: $I_1 = I = 22\text{A}$

$$P = UI\cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{UI} = \frac{3872}{220\times 22} = 0.8$$

所以$U_R = U\cdot\cos\varphi = 220\times 0.8\text{V} = 176\ \text{V}$

$$U_L = U\cdot\sin\varphi = 220\times 0.6\text{V} = 132\ \text{V}$$

方法2: $I_1 = I = 22\text{A}$ $|Z| = \dfrac{U}{I} = 10\,\Omega$

$$R = \frac{P}{I^2} = \frac{3872}{22^2}\,\Omega = 8\,\Omega$$

$$X_L = \sqrt{|Z|^2 - R^2} = 6\,\Omega$$

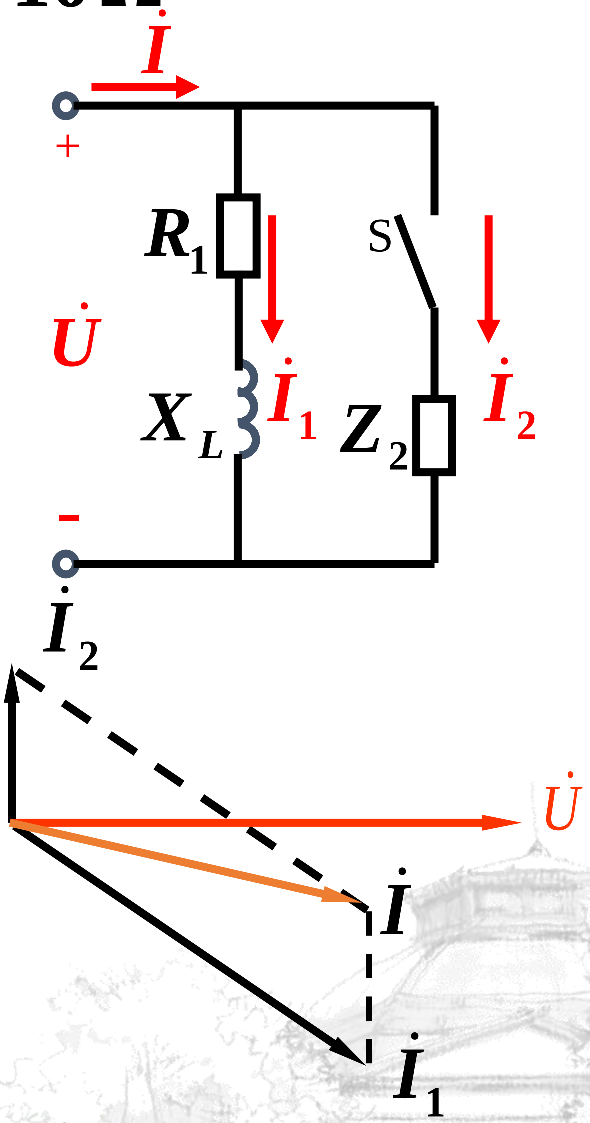
所以$U_R = IR = 22\times 8\text{V} = 176\text{ V}$

$$U_L = IX_L = 22\times 6\text{V} = 132\text{ V}$$

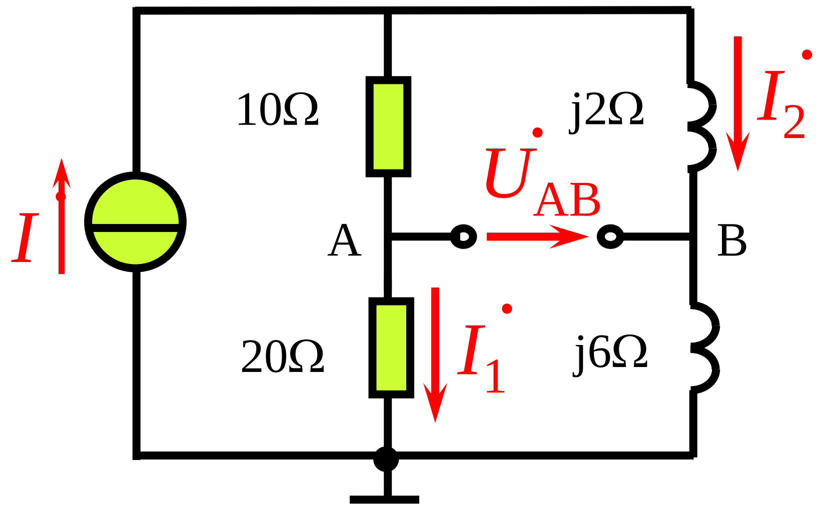
(2) 当合K后P不变 I 减小,

说明Z_2为纯电容负载

相量图如图示:



例6: 已知: $\dot{I} = 18\angle 45°$ A，求: $\dot{U}_{AB}$。



解: $\dot{I}_1 = \dfrac{j8}{30+j8} \times 18\angle 45°$

$= 4.64\angle 120°$ A

$\dot{I}_2 = \dfrac{30}{30+j8} \times 18\angle 45°$

$= 17.4\angle 30°$ A

$\dot{V}_A = 20\,\dot{I}_1 = 92.8\angle 120°$ V

$\dot{V}_B = j6\,\dot{I}_2 = 104.4\angle 120°$ V

$\dot{U}_{AB} = \dot{V}_A - \dot{V}_B = 92.8\angle 120° - 104.4\angle 120°$

$= -11.6\angle 120°$ V $= 11.6\angle -60°$ V

4.6 复杂正弦交流电路的分析与计算

同第2章计算复杂直流电路一样，支路电流法、结点电压法、叠加原理、戴维宁等方法也适用于计算复杂交流电路。所不同的是电压和电流用相量表示，电阻、电感和电容及组成的电路用阻抗或导纳来表示，采用相量法计算。下面通过举例说明。

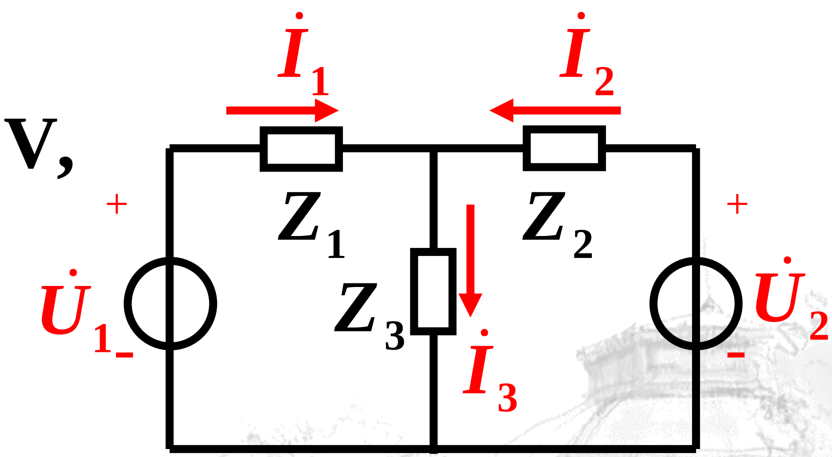
例1: 图示电路中，已知

$$\dot{U}_1 = 230\angle 0°\text{V},\ \dot{U}_2 = 227\angle 0°\text{V},$$

$$Z_1 = Z_2 = (0.1 + \text{j}0.5)\,\Omega,$$

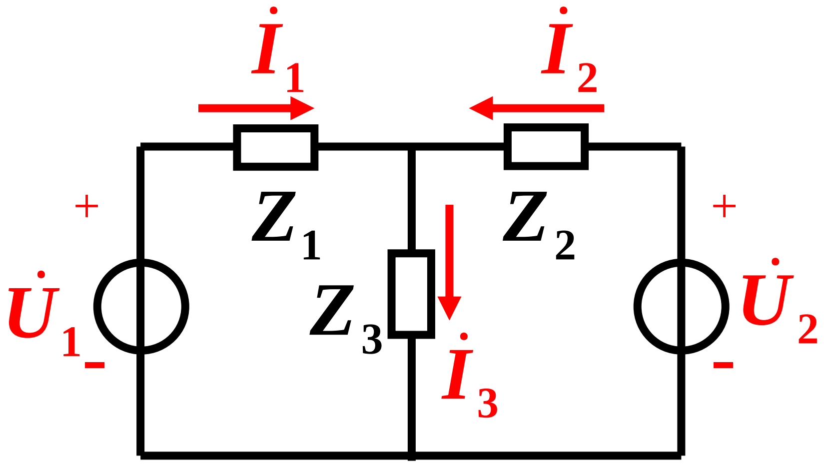
$$Z_3 = (5 + \text{j}5)\,\Omega$$

试用支路电流法求电流 I_3。



解：应用基尔霍夫定律列出相量表示方程

$$\begin{cases} \dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 \\ Z_1\dot{I}_1 + Z_3\dot{I}_3 = \dot{U}_1 \\ Z_2\dot{I}_2 + Z_3\dot{I}_3 = \dot{U}_2 \end{cases}$$



代入已知数据，可得：

$$\begin{cases} \dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 \\ (0.1 + \mathrm{j}0.5)\dot{I}_1 + (5 + \mathrm{j}5)\dot{I}_3 = 230\angle 0^\circ \mathrm{V} \\ (0.1 + \mathrm{j}0.5)\dot{I}_1 + (5 + \mathrm{j}5)\dot{I}_3 = 227\angle 0^\circ \mathrm{V} \end{cases}$$

解之，得：$\dot{I}_3 = 31.3\angle -46.1^\circ \mathrm{A}$

例2：应用叠加原理计算上例。

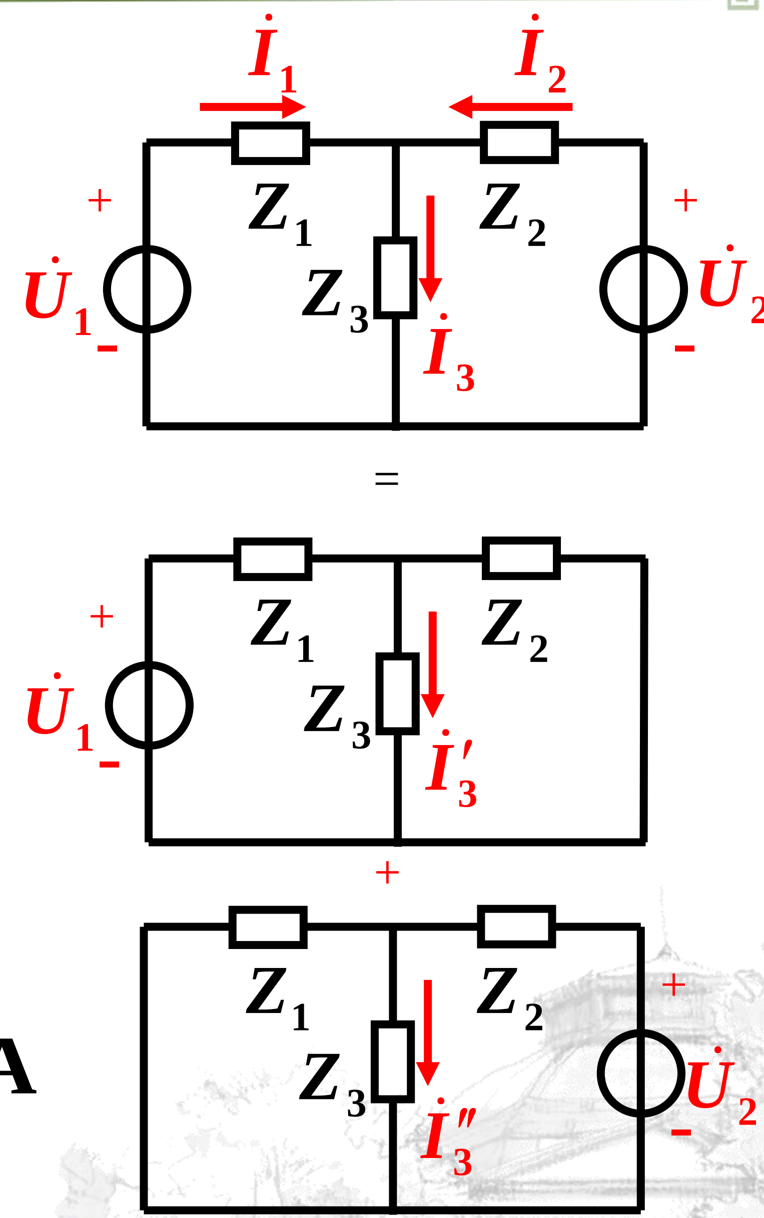
解: (1) 当 $\dot{U}_1$单独作用时

$$\dot{I}_3' = \frac{\dot{U}_1}{Z_1 + Z_2//Z_3} \times \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3}$$

同理（2）当 $\dot{U}_2$ 单独作用时

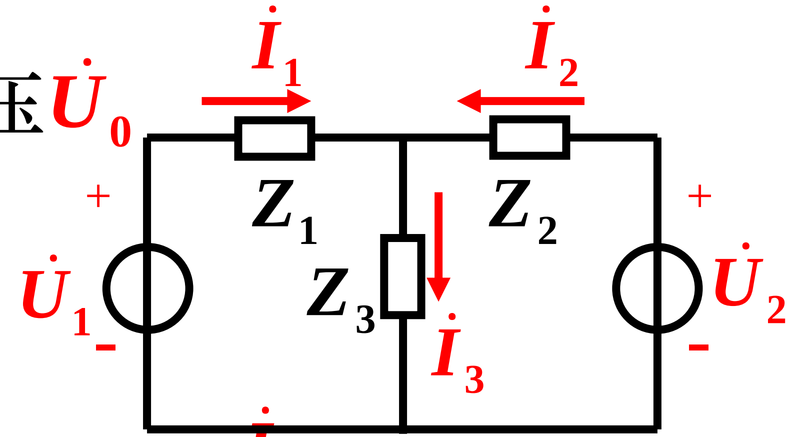
$$\dot{I}_3'' = \frac{\dot{U}_2}{Z_2 + Z_1//Z_3} \times \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3}$$

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_3' + \dot{I}_3'' = 31.3\underline{/-46.1^\circ}\,\mathrm{A}$$



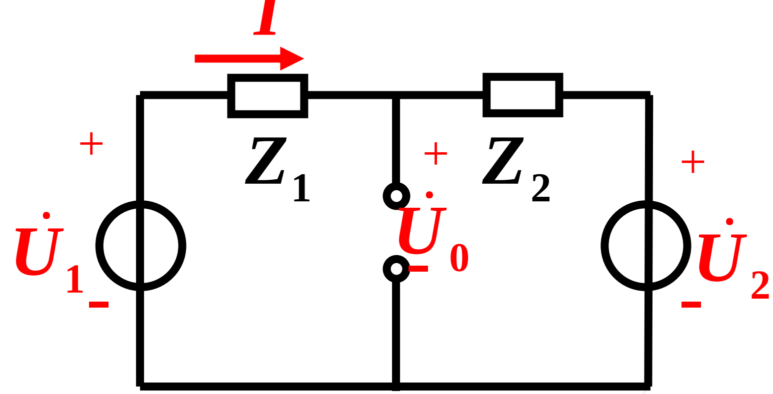
例3: 应用戴维宁计算上例。

解：(1)断开Z_3支路，求开路电压$\dot{U}_0$



$$\dot{U}_0=\frac{\dot{U}_1-\dot{U}_2}{Z_1+Z_2}\times Z_2+\dot{U}_2$$

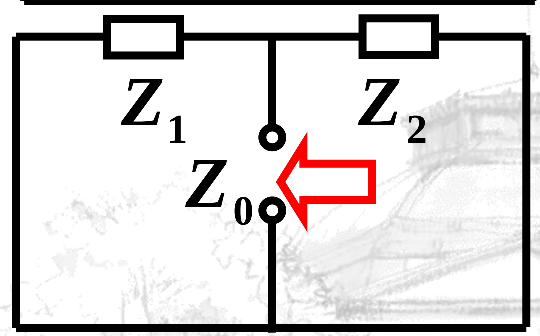
$$=228.85\angle 0^\circ \mathrm{V}$$



(2)求等效内阻抗Z_0

$$Z_0=\frac{Z_1Z_2}{Z_1+Z_2}=\frac{Z_1}{2}$$

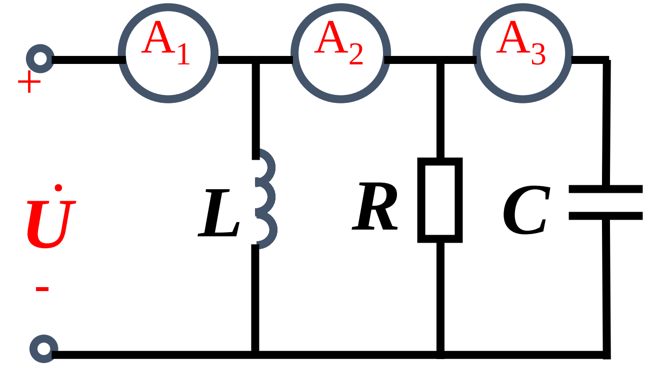
$$=(0.05+j0.25)\Omega$$



(3) $$\dot{I}_3=\frac{\dot{U}_0}{Z_0+Z_3}=31.3\angle -46.1^\circ \mathrm{A}$$

思考

1. 图示电路中，已知 $X_L = X_C = R = 2\Omega$ 电流表A_1的读数为3A，



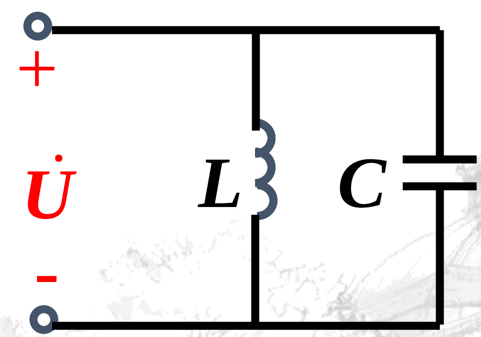
试问(1)A_2和A_3的读数为多少?

(2)并联等效阻抗Z为多少?

2. 如果某支路的阻抗 $Z = (8 - \mathrm{j}6)\Omega$，则其导纳

$Y = (\frac{1}{8} - \mathrm{j}\frac{1}{6})\mathrm{S}$ 对不对?

3. 图示电路中，已知 $X_L > X_C$ 则该电路呈感性，对不对?



练习题： 1.一只L=20mH的电感线圈，通以

$$i = 5\sqrt{2}\sin(314t - 30°)\text{A}$$ 的电流

求(1)感抗X_L;(2)线圈两端的电压u;

(3)有功功率和无功功率。

作业:

p161-4.5.6，p162-5.7，5.9，5.14

第四章-Part 3 结束