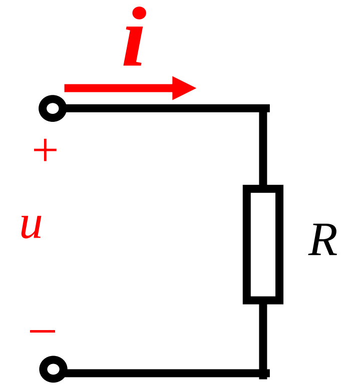
第4章 正弦交流电路 II

电气工程学院 刘宇
Email: yuliu@seu.edu.cn

- 提纲

4.3 单一参数的交流电路

4.3.1 电阻元件的交流电路



根据欧姆定律: $u = iR$

设 $u = U_m \sin \omega t$

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m \sin \omega t}{R} = \frac{\sqrt{2}U}{R} \sin \omega t$$

$$= I_m \sin \omega t = \sqrt{2} I \sin \omega t$$

(1) 频率相同

(2)大小关系: $I = \dfrac{U}{R}$

(3)相位关系 : u、i 相位相同

相位差 φ: $\varphi = \psi_u - \psi_i = 0$

相量图

相量式:

$\dot{I} = I\angle 0^\circ$

$\dot{U} = U\angle 0^\circ = \dot{I}R$

2. 功率关系

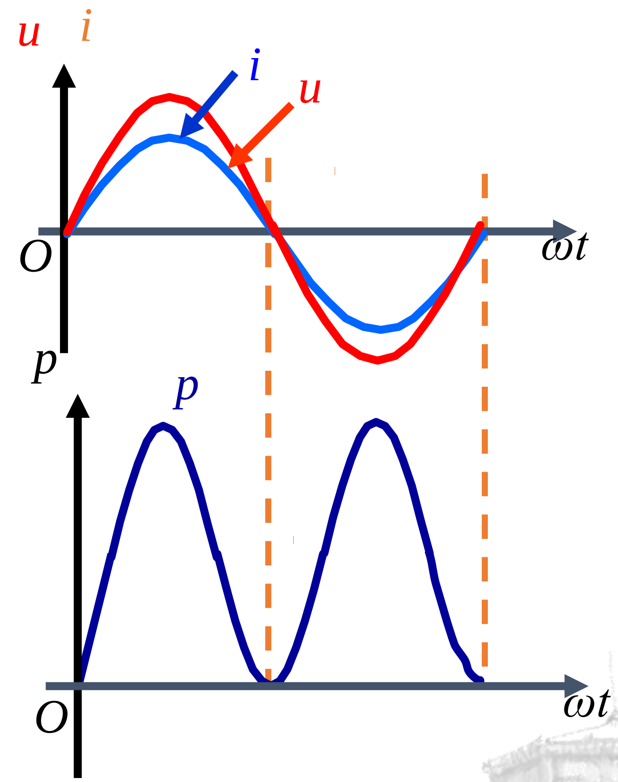
(1) 瞬时功率 p：瞬时电压与瞬时电流的乘积

$$i=\sqrt{2}I\sin\omega t$$

$$u=\sqrt{2}U\sin\omega t$$

小写

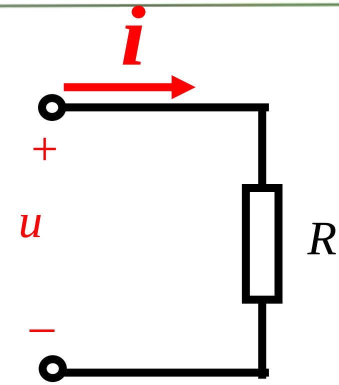
$$p=u\cdot i$$
$$=U_m I_m \sin^2\omega t$$
$$=\frac{1}{2}U_m I_m(1-\cos 2\omega t)$$



结论：$p\geq 0$（耗能元件）,且随时间变化。

- **(2) 平均功率(有功功率)P**

瞬时功率在一个周期内的平均值

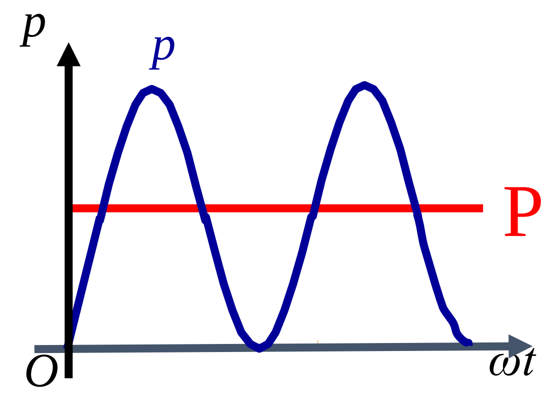


$$P=\frac{1}{T}\int_0^T p\,\mathrm{d}t=\frac{1}{T}\int_0^T u\cdot i\,\mathrm{d}t$$

大写

$$=\frac{1}{T}\int_0^T \frac{1}{2}U_{\mathrm{m}}I_{\mathrm{m}}(1-\cos 2\omega t)\mathrm{d}t$$

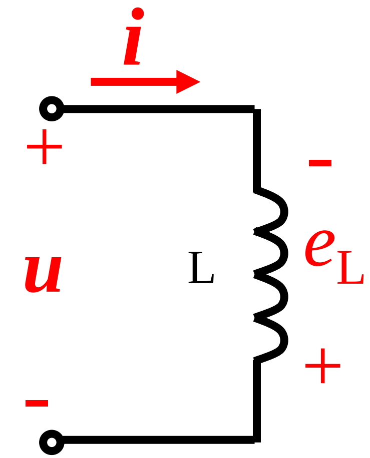
$$=\frac{1}{T}\int_0^T UI(1-\cos 2\omega t)\mathrm{d}t=UI$$



$$P=U\times I=I^2R=\frac{U^2}{R}$$ 单位:瓦（W）

注意：通常铭牌数据或测量的功率均指有功功率。

4.3.2 电感元件的交流电路



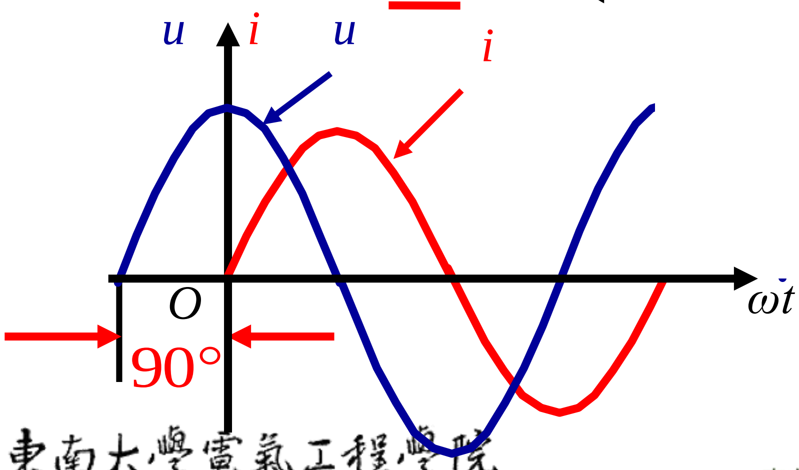
基本关系式：$u = -e_L = L\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$

设：$i = \sqrt{2}I\sin\omega t$

$$u = L\frac{\mathrm{d}(I_m \sin\omega t)}{\mathrm{d}t}$$

$$= \sqrt{2}\,\underline{I\omega L}\sin(\omega t + 90°)$$

$$= \sqrt{2}\,\underline{U}\sin(\omega t + 90°)$$



(1) 频率相同

(2) $U = I\omega L$

(3) 电压超前电流90°

相位差 $\varphi = \psi_u - \psi_i = 90°$

$$\begin{cases} i = \sqrt{2} I \sin \omega t \\ u = \sqrt{2} I \underline{\omega L} \cdot \sin(\omega t + 90°) \end{cases}$$

有效值: $U = I \cdot \omega L$ 或 $I = \dfrac{U}{\omega L}$

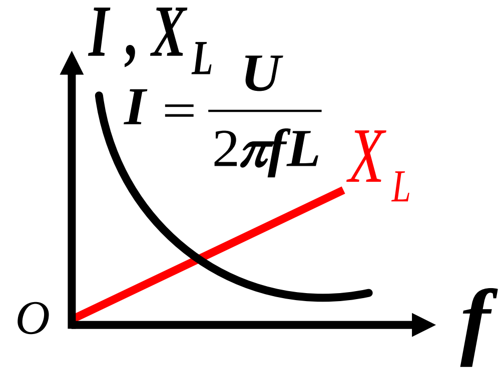
定义: $\boxed{X_L = \omega L = 2\pi f L}$ 感抗(Ω)

则: $\boxed{U = I X_L}$

$$X_L = 2\pi f L \begin{cases} \text{直流: } f = 0,\ X_L = 0\text{，电感}L\text{视为短路} \\ \text{交流: } f \uparrow \longrightarrow X_L \uparrow \end{cases}$$

$\therefore$ 电感L具有通直阻交的作用

$$\boxed{X_L = \omega L = 2\pi f L}$$



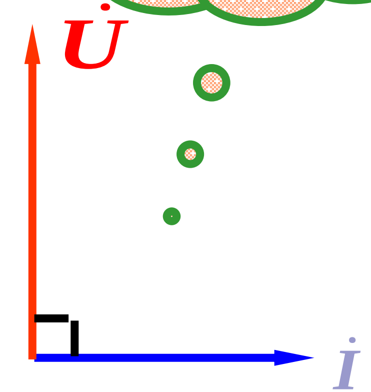
感抗X_L是频率的函数

根据：$\begin{cases} i = \sqrt{2} I \sin \omega t \\ u = \sqrt{2} I\, \omega L \cdot \sin(\omega t + 90°) \end{cases}$

$\dot{U}$ 超前 $\dot{I}$ 90°

可得相量式： $\dot{I} = I\angle 0°$

$$\dot{U} = U\angle 90° = I\omega L\angle 90°$$



则： $\dfrac{\dot{U}}{\dot{I}} = \dfrac{U}{I}\angle 90° = \mathrm{j}\omega L$

$$\boxed{\dot{U} = \mathrm{j}\dot{I}\,\omega L = \dot{I}\cdot(\mathrm{j}X_L)}$$

相量图

电感电路满足复数形式的欧姆定律

2. 功率关系 $\begin{cases} i=\sqrt{2}I\sin\omega t \\ u=\sqrt{2}I\ \omega L\cdot\sin\ (\omega t+90\ °) \end{cases}$

(1) 瞬时功率

$$p=i\cdot u=U_{\mathrm{m}}I_{\mathrm{m}}\sin\omega t\sin(\omega t+90°)$$

$$=U_{\mathrm{m}}I_{\mathrm{m}}\sin\omega t\cos\omega t=\frac{U_{\mathrm{m}}I_{\mathrm{m}}}{2}\sin 2\omega t$$

$$=UI\sin 2\omega t$$

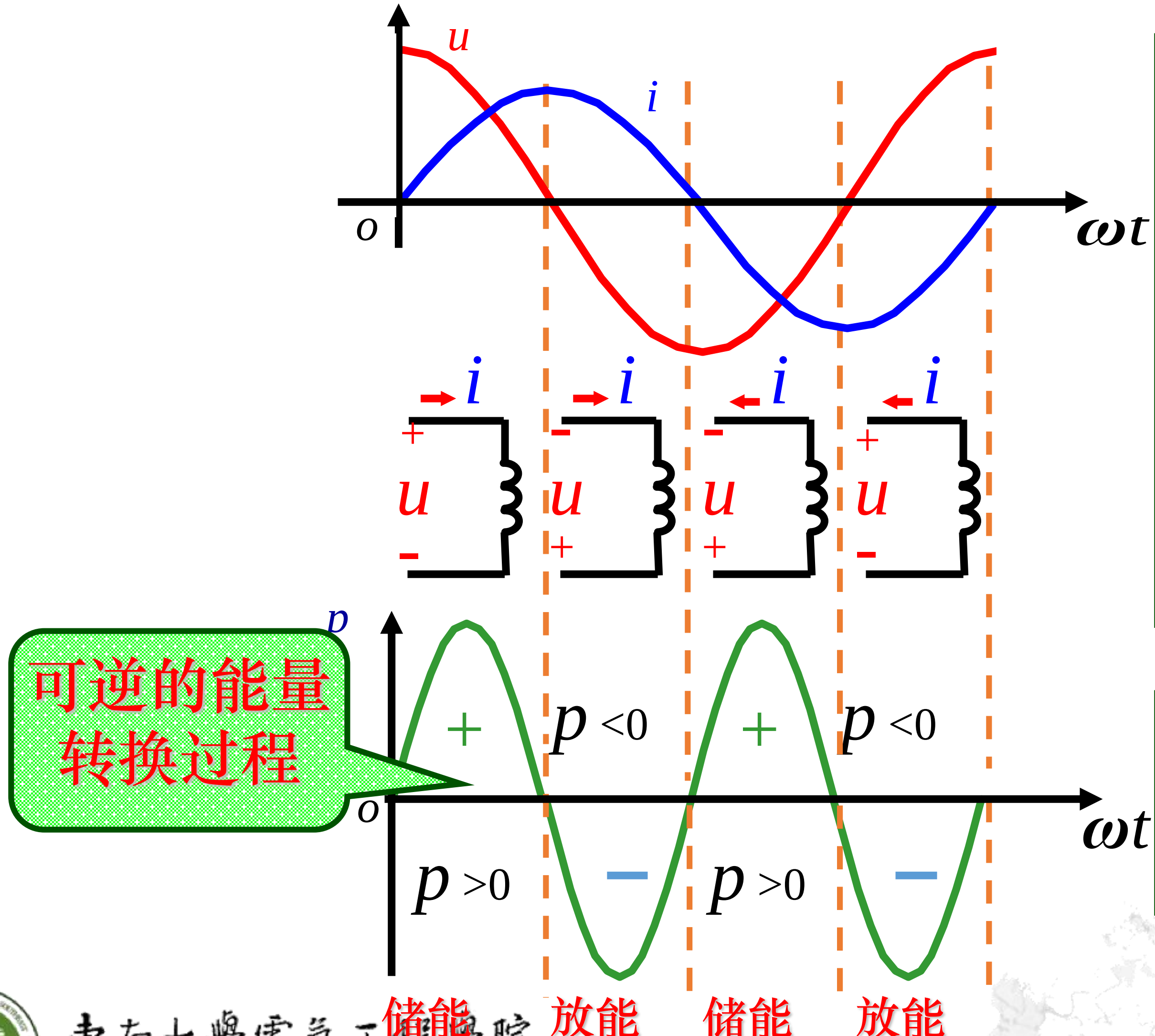
(2) 平均功率

$$P=\frac{1}{T}\int_0^T p\,\mathrm{d}t$$

$$=\frac{1}{T}\int_0^T UI\sin\ (2\omega t)\,\mathrm{d}t=\underline{0}$$

L是非耗能元件

分析：瞬时功率 ： $p = i \cdot u = UI \sin 2\omega t$



结论：
纯电感不消耗能量，只和电源进行能量交换（能量的吞吐)。

∴ 电感L是储能元件。

(3) 无功功率 Q

用以衡量电感电路中能量交换的规模。用瞬时功率达到的最大值表征，即

瞬时功率 ： $p = i \cdot u = UI \sin 2\omega t$

$$Q = UI = I^2 X_L = U^2 / X_L$$

单位： var

例1: 把一个0.1H的电感接到 f=50Hz, U=10V的正弦电源上，求I，如保持U不变，而电源 f = 5000Hz, 这时I为多少?

解: (1) 当 f = 50Hz 时

$$X_L = 2\pi fL = 2\times3.14\times50\times0.1\Omega = 31.4\Omega$$

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{10}{31.4} = 318\text{mA}$$

所以电感元件具有通低频阻高频的特性!

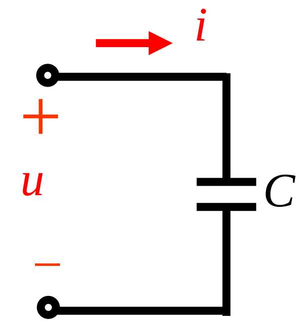
(2) 当 f = 5000Hz 时

$$X_L = 2\pi fL = 2\times3.14\times5000\times0.1 = 3140\Omega$$

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{10}{3140} = 3.18\text{mA}$$

4.3.3 电容元件的交流电路

基本关系式: $i = C\dfrac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$

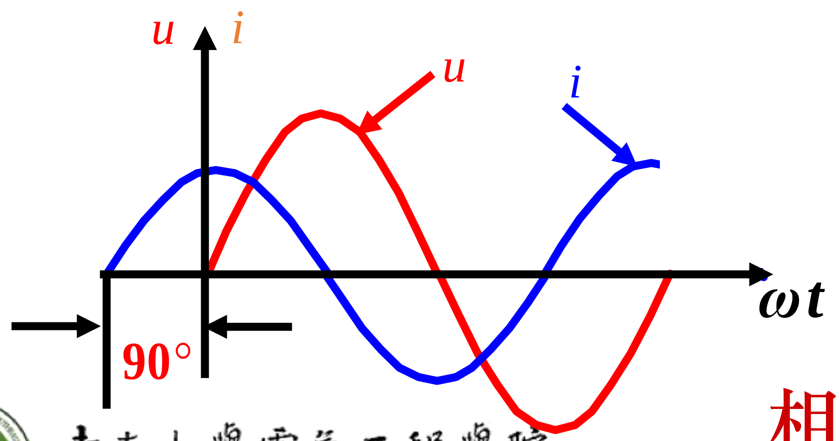


设: $u = \sqrt{2}U\sin\omega t$

则: $i = C\dfrac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} = \sqrt{2}UC\omega\cos\omega t$

$= \sqrt{2}U\omega C\sin(\omega t + 90°)$

电流与电压的变化率成正比。



(1) 频率相同

(2) $I = U\omega C$

(3) 电流超前电压90°

相位差 $\varphi = \psi_u - \psi_i = -90°$

$$\begin{cases} u = \sqrt{2}U\sin\omega t \\ i = \sqrt{2}\underline{U\omega C}\cdot\sin(\omega t + 90°) \end{cases}$$

- **有效值** $I = U\cdot\omega C$ 或 $U = \dfrac{1}{\omega C} I$

定义: $$\boxed{X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}}$$ 容抗（Ω）

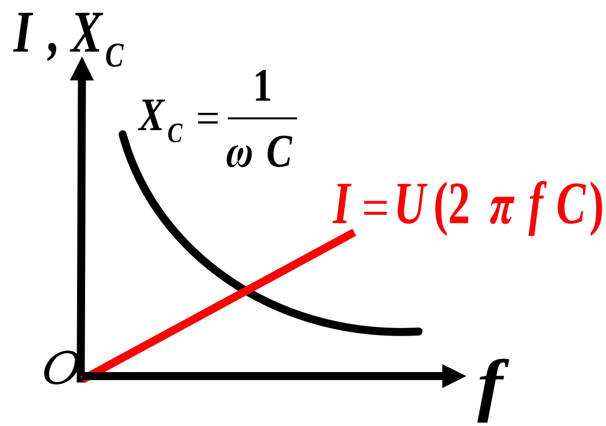
则: $$\boxed{U = I X_C}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \begin{cases} \text{直流: } X_C \to \infty\text{，电容}C\text{视为开路} \\ \text{交流: } f \uparrow — X_C \downarrow \end{cases}$$

所以电容C具有隔直通交的作用

$$\boxed{X_C = \frac{1}{2\pi fC}}$$

容抗X_C是频率的函数



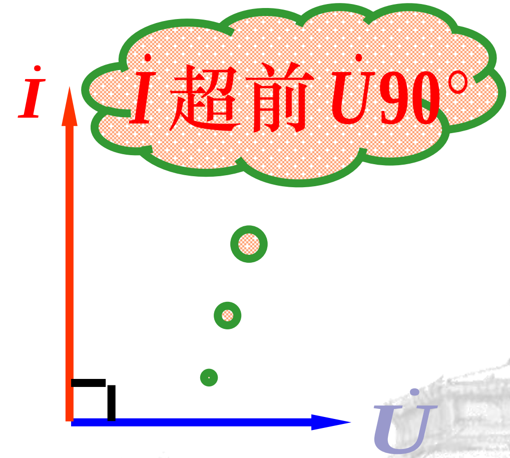
由：$\begin{cases} u = \sqrt{2}U\sin\omega t \\ i = \sqrt{2}U\omega C \cdot \sin(\omega t + 90°) \end{cases}$

可得相量式 $\dot{U} = U\underline{/0°}$

$$\dot{I} = I\underline{/90°} = \text{j}U\omega C$$

则：

$$\boxed{\dot{U} = -\text{j}\dot{I}\frac{1}{\omega C} = -\text{j}\dot{I}X_C}$$

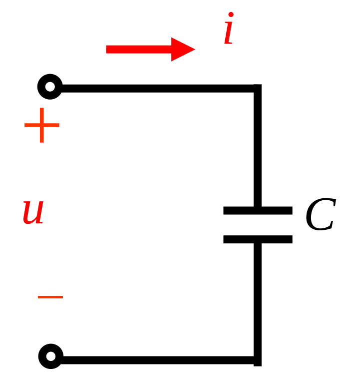


相量图

电容电路中复数形式的欧姆定律

2.功率关系

由 $\begin{cases} u = \sqrt{2}U\sin\omega t \\ i = \sqrt{2}U\omega C\cdot\sin(\omega t + 90°) \end{cases}$



(1) 瞬时功率

$$p = i\cdot u = U_{\mathrm{m}}I_{\mathrm{m}}\sin\omega t\sin(\omega t + 90°)$$

$$= \frac{U_{\mathrm{m}}I_{\mathrm{m}}}{2}\sin 2\omega t = UI\sin 2\omega t$$

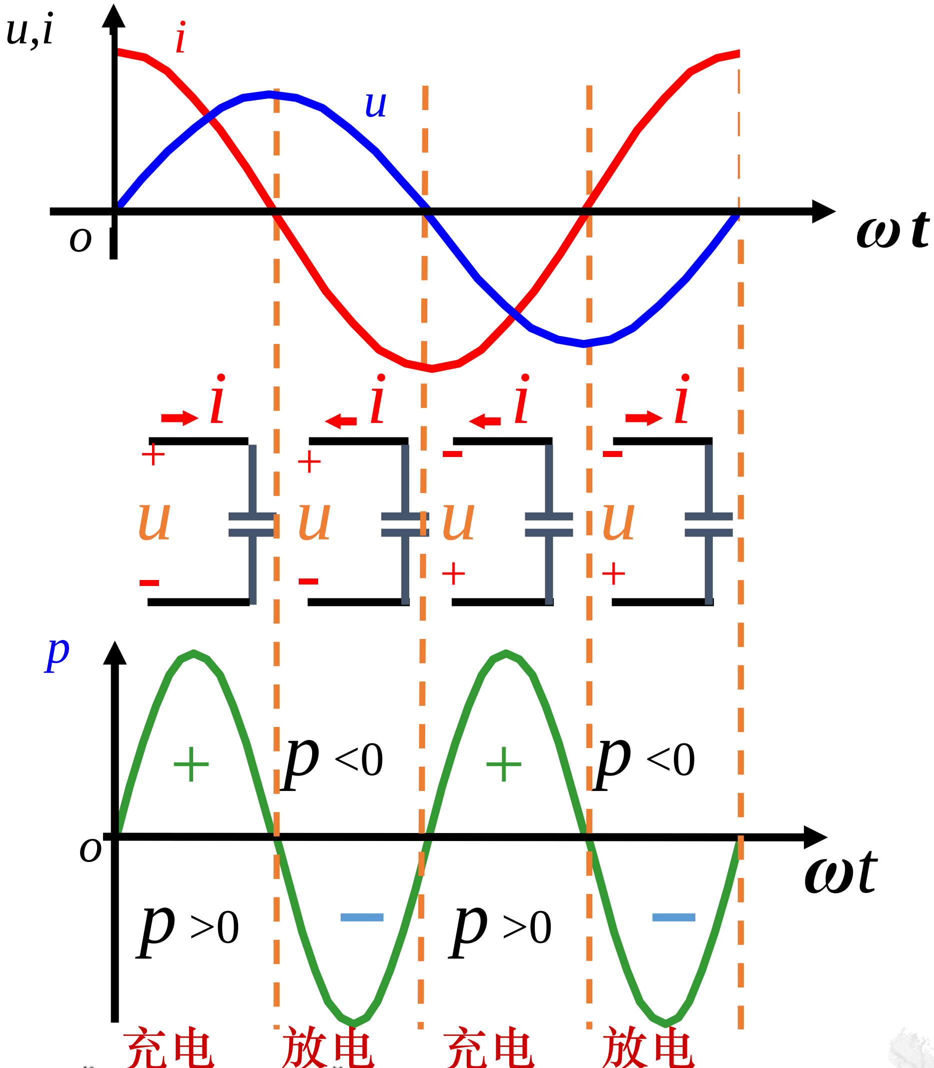
(2) 平均功率 P

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p\,\mathrm{d}t$$

$$= \frac{1}{T}\int_0^T UI\sin(2\omega t)\,\mathrm{d}t = 0$$

C是非耗能元件

瞬时功率： $p = i \cdot u = UI \sin 2\omega t$



结论：
纯电容不消耗能量，只和电源进行能量交换（能量的吞吐)。

所以电容C是储能元件。

(3) 无功功率 Q

为了同电感电路的无功功率相比较，这里也设

$$i = \sqrt{2} I \sin \omega t$$

则： $u = \sqrt{2} U \sin(\omega t - 90°)$

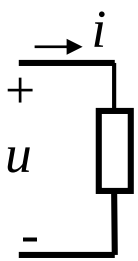
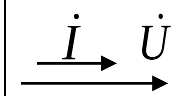
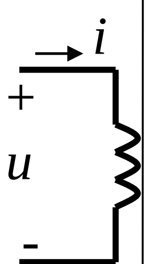
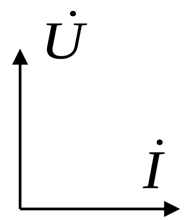
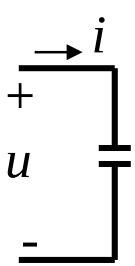
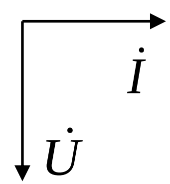
所以$p = -UI \sin 2\omega t$

同理，无功功率等于瞬时功率达到的最大值。

$$\boxed{Q = -UI = -I^2 X_C = -\frac{U^2}{X_C}}$$

单位：var

单一参数正弦交流电路的分析计算小结

电路参数	电路图(参考方向)	基本关系	阻抗	电压、电流关系				功率	
				瞬时值	有效值	相量图	相量式	有功功率	无功功率
R		$u=iR$	R	设 $i=\sqrt{2}I\sin\omega t$ 则 $u=\sqrt{2}U\sin\omega t$	$U=IR$	 u、i 同相	$\dot{U}=\dot{I}R$	UI I^2R	0
L		$u=L\dfrac{di}{dt}$	jX_L	设 $i=\sqrt{2}I\sin\omega t$ 则 $u=\sqrt{2}I\omega L\sin(\omega t+90°)$	$U=IX_L$ $X_L=\omega L$	 u领先 i $90°$	$\dot{U}=j\dot{I}X_L$	0	UI I^2X_L
C		$i=C\dfrac{du}{dt}$	$-jX_C$	设 $i=\sqrt{2}I\sin\omega t$ 则 $u=\sqrt{2}I\omega C\sin(\omega t-90°)$	$U=IX_C$ $X_C=1/\omega C$	 u落后 i $90°$	$\dot{U}=-j\dot{I}X_C$	0	$-UI$ $-I^2X_C$

【练习】

指出下列各式中哪些是对的，哪些是错的?

在电阻电路中：

$$I = \frac{U}{R}$$ √

$$i = \frac{U}{R}$$ ×

$$i = \frac{u}{R}$$ √

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{R}$$ √

在电感电路中：

$$i = \frac{u}{X_L}$$ ×

$$\frac{U}{I} = \mathrm{j}\omega L$$ ×

$$I = \frac{U}{\omega L}$$ √

$$\frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \mathrm{j}X_L$$ √

$$\frac{\dot{U}}{\dot{I}} = X_L$$ ×

$$u = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$ √

$$i = \frac{u}{\omega L}$$ ×

在电容电路中：

$$U = I \cdot \omega C$$ ×

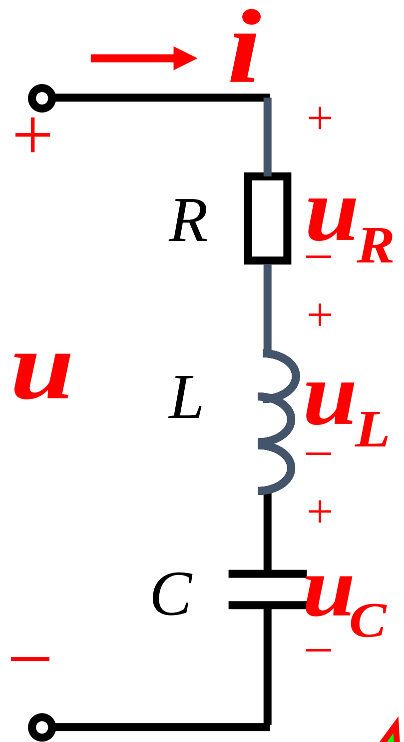
$$u = i \cdot X_C$$ ×

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

$$\frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{1}{\mathrm{j}\omega C}$$ √

4.4 R、L、C串联的交流电路

1. 电流、电压的关系



直流电路两电阻串联时

$$U = IR_1 + IR_2$$

RLC串联交流电路中

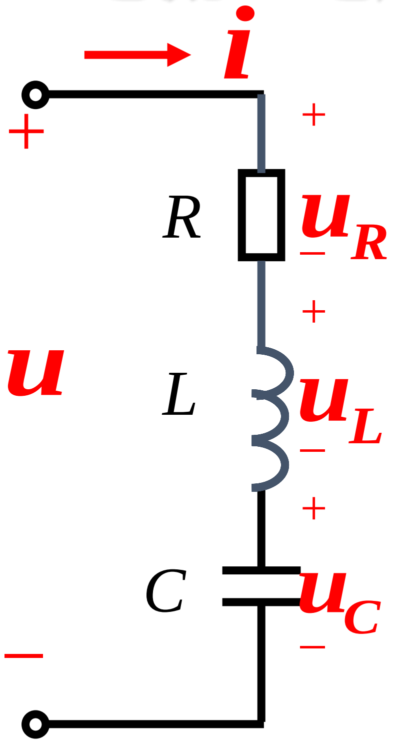
设:$i = \sqrt{2} I \sin\omega t$

?$U = IR + I\omega L + I / \omega C$

讨论

交流电路、$\dot{U}$ $\dot{I}$ 与参数R、L、C、ω 间的关系如何?

1. 电流、电压的关系



(1) 瞬时值表达式

根据KVL可得:

$$u = u_R + u_L + u_C$$

$$= iR + L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + \frac{1}{C}\int i\mathrm{d}t$$

设: $i = \sqrt{2}I\sin\omega t$

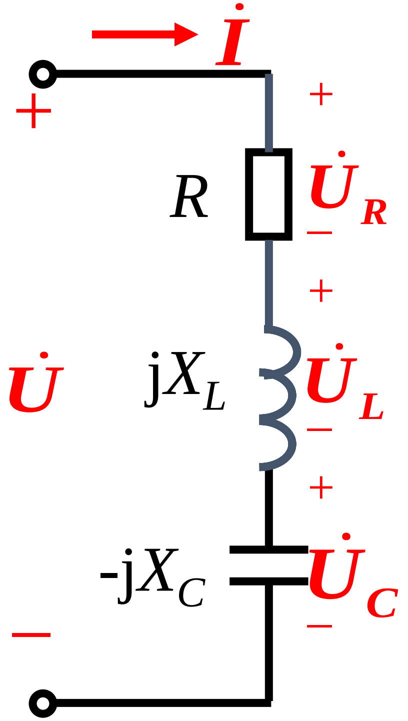
则 $u = \sqrt{2}IR\sin\omega t$

$$+\sqrt{2}I(\omega L)\sin(\omega t + 90°)$$

$$+\sqrt{2}I\left(\frac{1}{\omega C}\right)\sin(\omega t - 90°)$$

为同频率正弦量

(2)相量法



1)相量式

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C$$

设 $\dot{I} = I\angle 0°$ （参考相量）

则 $\dot{U}_R = \dot{I}R$

$$\dot{U}_L = \dot{I}(\mathrm{j}X_L)$$

$$\dot{U}_C = \dot{I}(-\mathrm{j}X_C)$$

$$\boxed{\begin{aligned}\dot{U} &= \dot{I}R + \dot{I}(\mathrm{j}X_L) + \dot{I}(-\mathrm{j}X_C) \\ &= \dot{I}\left[R + \mathrm{j}\left(X_L - X_C\right)\right]\end{aligned}}$$

总电压与总电流的相量关系式

根据 $\dot{U} = \dot{I}\left[R + \mathrm{j}\left(X_L - X_C\right)\right]$

令 $Z = R + \mathrm{j}\left(X_L - X_C\right)$ 阻抗

则 $\dot{U} = \dot{I}Z$ 复数形式的欧姆定律

$$Z = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{U\angle\psi_u}{I\angle\psi_i} = |Z|\angle\varphi = \frac{U}{I}\angle\psi_u - \psi_i$$

Z 的模表示 u、i 的大小关系，辐角（阻抗角）为 u、i 的相位差。

注意 Z 是一个复数，不是相量，上面不能加点。

$$\mathbf{Z} = |\mathbf{Z}|\angle\varphi = R + \mathrm{j}(X_L - X_C)$$

阻抗模: $|Z| = \dfrac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

阻抗角: $\varphi = \psi_u - \psi_i = \arctan\dfrac{X_L - X_C}{R} = \arctan\dfrac{\omega L - 1/\omega C}{R}$

★ φ 由电路参数决定。

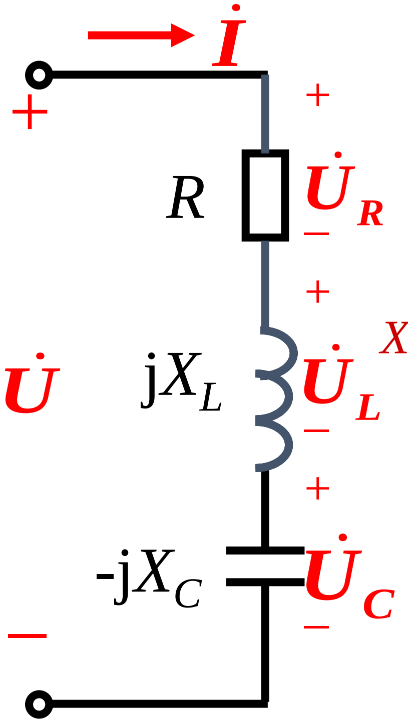
电路参数与电路性质的关系:

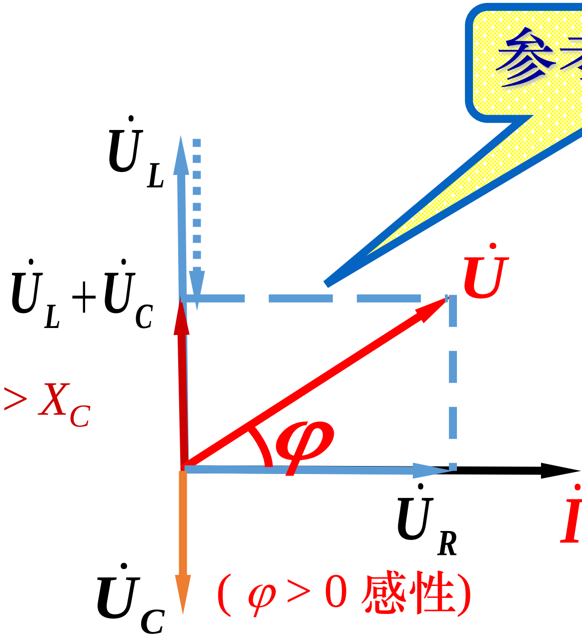
当 $X_L > X_C$ 时, $\varphi > 0$, u 超前 i —— 呈感性

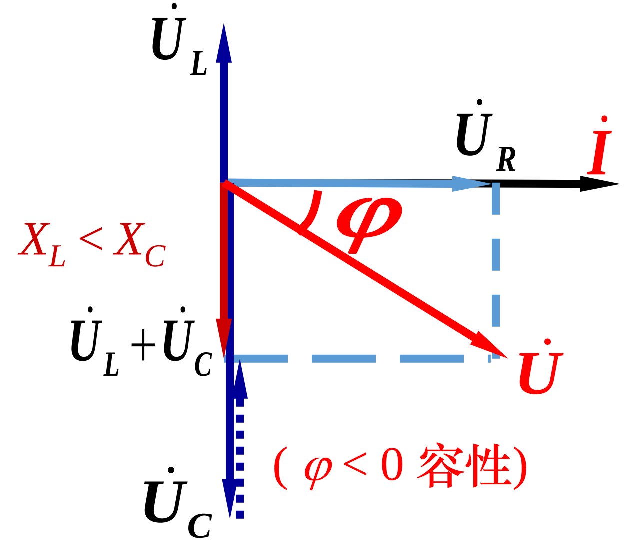
当 $X_L < X_C$ 时, $\varphi < 0$, u 滞后 i ——呈容性

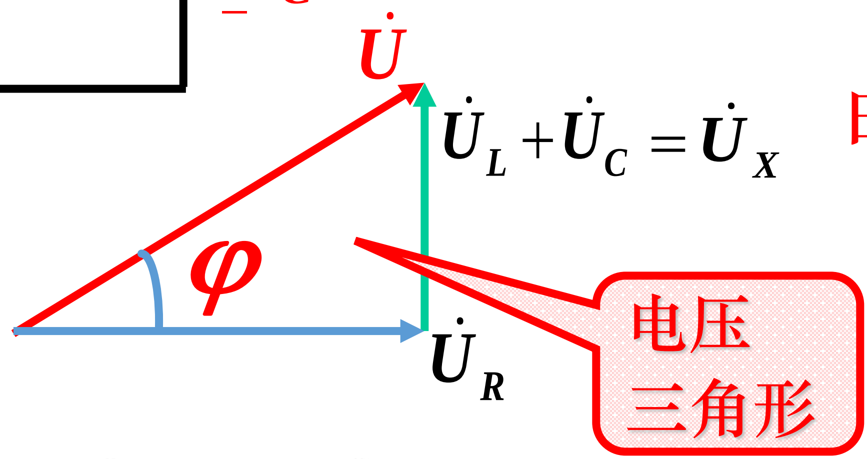
当 $X_L = X_C$ 时, $\varphi = 0$, u、i 同相 —— 呈电阻性

2）相量图







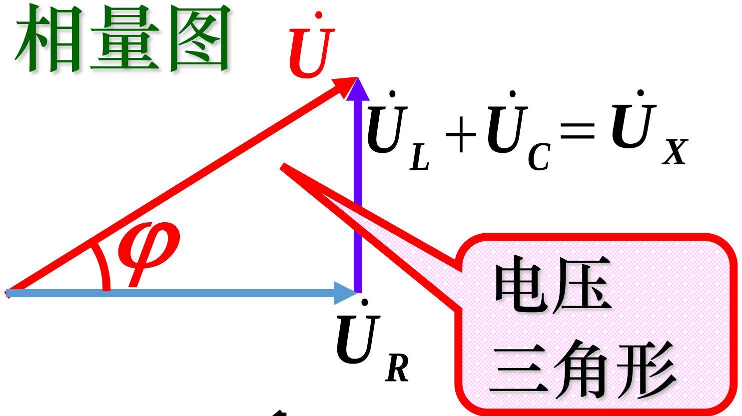


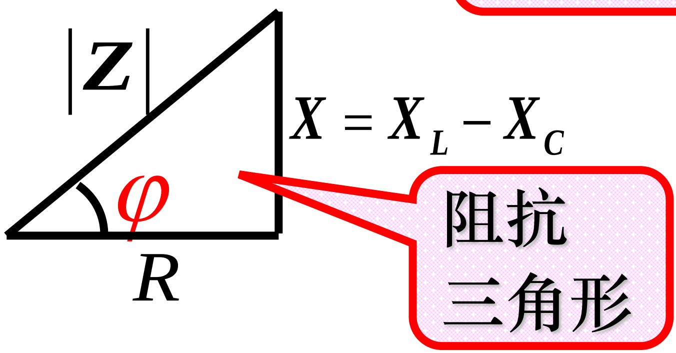
由电压三角形可得:

$$U_R = U\cos\phi$$

$$U_X = U\sin\phi$$

2) 相量图





由阻抗三角形:

$$R = |Z|\cos\varphi$$

$$X = |Z|\sin\varphi$$

由相量图可求得:

$$U = \sqrt{U_R^{\,2} + (U_L - U_C)^2}$$

$$= I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

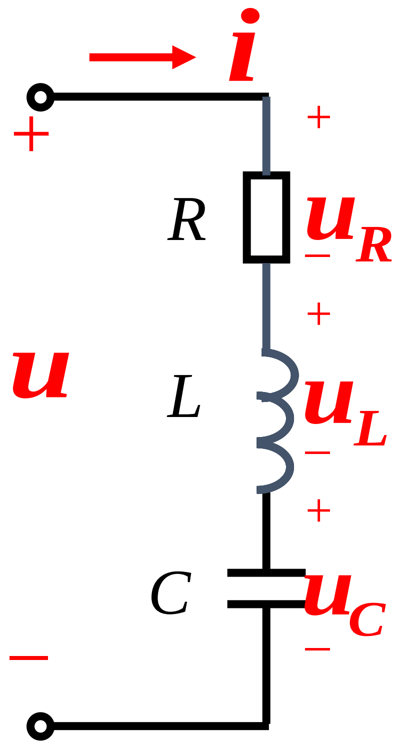
$$= I\sqrt{R^2 + X^2}$$

$$= I\,|Z|$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\varphi = \arctan\frac{X_L - X_C}{R}$$

2.功率关系



(1) 瞬时功率

设：$i = I_m \sin\omega t$

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

$$p = u \cdot i = U_m \sin(\omega t + \varphi) \cdot I_m \sin\omega t$$

$$= \underline{U_m I_m \cos\varphi \sin^2 \omega t} + \underline{UI \sin\varphi \ \sin 2\omega t}$$

耗能元件上的瞬时功率　　储能元件上的瞬时功率

在每一瞬间,电源提供的功率一部分被耗能元件消耗掉,一部分与储能元件进行能量交换。

(2) 平均功率P （有功功率）

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p\mathrm{d}t$$

$$= \frac{1}{T}\int_0^T [UI\cos\varphi - UI\cos(2\omega t+\varphi)]\mathrm{d}t$$

$$= UI\cos\varphi$$ 单位：W

所以$P = UI\cos\varphi$

总电压

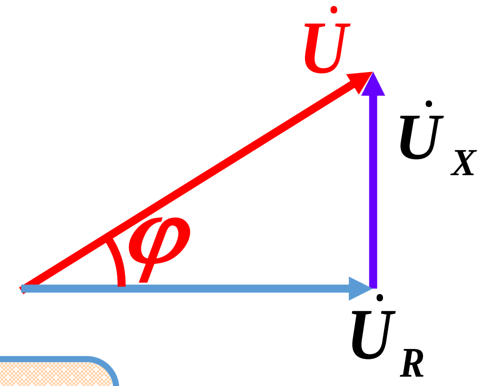
总电流

u 与 i 的夹角

$\cos\varphi$称为功率因数，用来衡量对电源的利用程度。

根据电压三角形可得:

$$P = UI\cos\varphi = U_R I = I^2 R$$



电阻消耗的电能

(3) 无功功率Q

$$Q = U_L I - U_C I = (U_L - U_C) I = I^2 (X_L - X_C)$$

电感和电容与电源之间的能量互换

根据电压三角形可得:

$$Q = UI\sin\varphi$$

单位：var

总电压

总电流

u 与 i 的夹角

(4) 视在功率 S

电路中总电压与总电流有效值的乘积。

$$\boxed{S=UI=|Z|I^2}$$

单位：V·A

注： $S_N=U_N I_N$ 称为发电机、变压器 等供电设备的容量，可用来衡量发电机、变压器可能提供的最大有功功率。

$$\boxed{S=\sqrt{P^2+Q^2}}$$

$$S \cancel{=} P+Q$$

♣ P、Q、S 都不是正弦量，不能用相量表示。

阻抗三角形、电压三角形、功率三角形

将电压三角形的有效值同除*I*得到阻抗三角形

将电压三角形的有效值同乘*I*得到功率三角形

$$U=\sqrt{U_R{}^2+(U_L-U_C)^2}$$

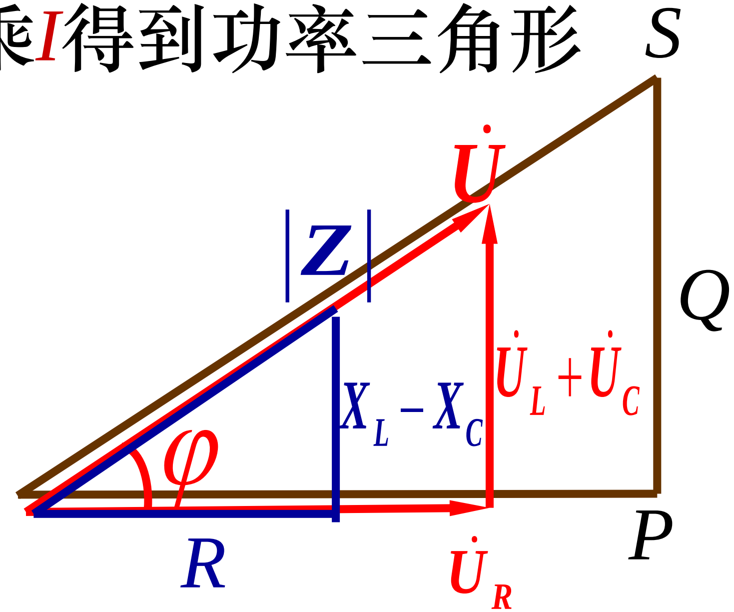
$$U_R=U\cos\varphi$$

$$U_X=U\sin\varphi$$

$$|Z|=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$$

$$R=|Z|\cos\varphi$$

$$X=|Z|\sin\varphi$$



$$S=\sqrt{P^2+Q^2}$$

$$P=S\cos\varphi$$

$$Q=S\sin\varphi$$

例1：在RLC串联交流电路中，

已知：$R=30\Omega,\ L=127\text{mH},\ C=40\mu\text{F}$

$$u=220\sqrt{2}\sin(314t+20^\circ)\text{V}$$

求:(1)电流的有效值I与瞬时值 i ;(2) 各部分电压的有效值与瞬时值；(3) 作相量图；(4)有功功率P、无功功率Q和视在功率S。

解：$X_L=\omega L=314\times127\times10^{-3}\Omega=40\Omega$

$$X_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{314\times40\times10^{-6}}\Omega=80\Omega$$

$$|Z|=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}=\sqrt{30^2+(40-80)^2}\Omega=50\Omega$$

方法1:(1) $$I=\frac{U}{|Z|}=\frac{220}{50}\text{A}=4.4\text{A}$$

$$\varphi=\arctan\frac{X_L-X_C}{R}=\arctan\frac{40-80}{30}=-53°$$

因为$\varphi=\psi_u-\psi_i=-53°$, 所以$\psi_i=73°$

$$i=4.4\sqrt{2}\sin(314t+73°)\text{A}$$

(2) $$U_R=IR=4.4\times30\text{V}=132\text{V}$$

$$u_R=132\sqrt{2}\sin(314t+73°)\text{V}$$

$$U_L=IX_L=4.4\times40\text{ V}=176\text{V}$$

$$u_L=176\sqrt{2}\sin(314t+163°)\text{V}$$

方法1: $U_C = IX_C = 4.4\times 80 = 352\text{V}$

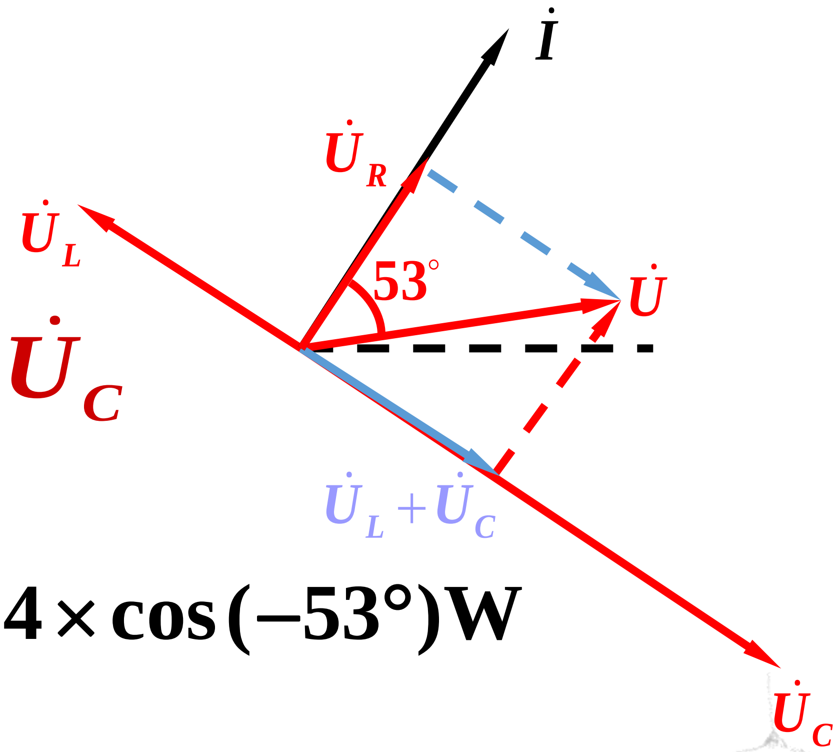
$$u_C = 352\sqrt{2}\sin\ (314t - 17°)\text{V}$$

通过计算可看出:

$$U \neq U_R + U_L + U_C$$

而是 $\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C$

(3)相量图



(4) $P = UI\cos\varphi = 220\times 4.4\times \cos(-53°)\text{W}$

$= 580.8\text{W}$

或 $P = U_R I = I^2 R = 580.8\text{W}$

(4) $Q = UI\sin\varphi = 220\times4.4\times\sin(-53°)\text{var}$

$= -774.4\ \text{var}$ (电容性)

方法2：复数运算

解： $\dot{U} = 220\angle 20°\text{V}$

$$Z = R + \text{j}(X_L - X_C) = (30 - \text{j}40)\,\Omega = 50\angle -53°\,\Omega$$

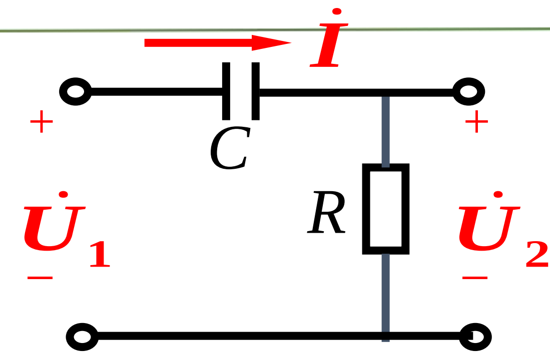
$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z} = \frac{220\angle 20°}{50\angle -53°}\text{A} = 4.4\angle 73°\text{A}$$

$$\dot{U}_R = \dot{I}R = 4.4\angle 73°\times 30\text{V} = 132\angle 73°\text{V}$$

$$\dot{U}_L = \text{j}\dot{I}X_L = \text{j}4.4\times 40\angle 73°\text{V} = 176\angle 163°\text{V}$$

$$\dot{U}_C = -\text{j}\dot{I}X_C = -\text{j}4.4\times 80\angle 73°\text{V} = 352\angle -17°\text{V}$$

例2: 在RC串联交流电路中，



已知: $R = 2\text{k}\Omega, C = 0.1\mu\text{F}$

输入电压 $U_1 = 1\text{V}, f = 500\text{Hz}$

(1)求输出电压U_2，并讨论输入和输出电压之间的大小和相位关系 (2)当将电容C改为$20\mu\text{F}$时，求(1)中各项；(3)当将频率改为4000Hz时,再求(1)中各项。

解: 方法1:

$$(1)\ X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\times 3.14\times 500\times 0.1\times 10^{-6}}\text{k}\Omega = 3.2\text{k}\Omega$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^{\ 2}} = \sqrt{2^2 + 3.2^2}\text{k}\Omega = 3.77\text{k}\Omega,$$

$$I = \frac{U_1}{|Z|} = \frac{1}{3.77}\text{mA} = 0.27\text{mA}$$

$$U_2 = IR = 0.27 \times 2\text{V} = 0.54\text{V}$$

$$\varphi = \arctan\frac{-X_C}{R} = \arctan\frac{-3.2}{2} = -58^\circ$$

大小和相位关系 $\frac{U_2}{U_1} = 54\%$ $\dot{U}_2$比$\dot{U}_1$超前 58°

方法2：复数运算

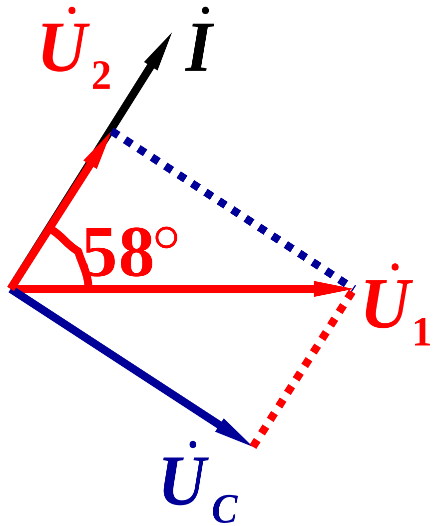
解：设 $\dot{U}_1 = 1\angle 0^\circ\text{V}$

$$\dot{U}_2 = \frac{R}{Z}\dot{U}_1 = \frac{2}{2 - j3.2} \times 1\angle 0^\circ\text{V} = \frac{2}{3.77\angle -58^\circ}\text{V} = 0.54\angle 58^\circ\text{V}$$

方法3：相量图

解：设 $\dot{U}_1 = 1\angle 0°\text{V}$

$$\varphi = \arctan\frac{-X_C}{R} = \arctan\frac{-3.2}{2} = -58°$$

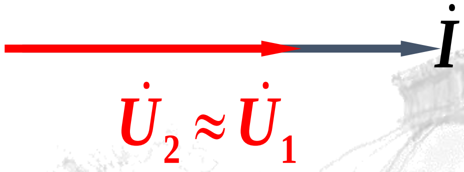


$$U_2 = U_1\cos\varphi = 1\times\cos 58°\text{V} = 0.54\text{V}$$

(2) $$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\times 3.14\times 500\times 20\times 10^{-6}}\Omega = 16\Omega << \text{R}$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^{\ 2}} \approx 2\text{k}\Omega,$$

$$\varphi = \arctan\frac{-X_C}{R} \approx 0°$$



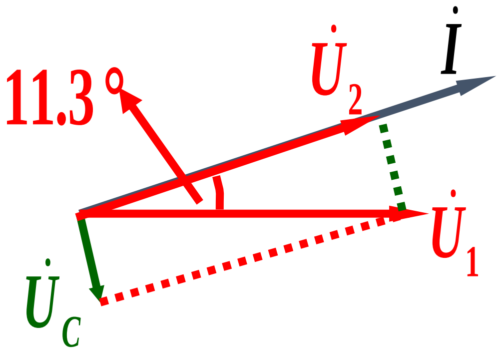
$$U_2 = U_1\cos\varphi \approx U_1 = 1\text{V}$$

(3) $X_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{2\times3.14\times4000\times0.1\times10^{-6}}\Omega = 400\Omega$

$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C{}^2} = 2.04\text{k}\Omega$, $\varphi = \arctan\dfrac{-X_C}{R} = -11.3°$

$U_2 = U_1\cos\varphi = 0.98\text{V}$

大小和相位关系



$\dfrac{U_2}{U_1} = 98\%$ $\dot{U}_2$比$\dot{U}_1$超前11.3°

从本例中可了解两个实际问题:

(1) 串联电容C可起到隔直通交的作用(只要选择合适的C，使 $X_C << R$)

(2) RC串联电路也是一种移相电路, 改变C、R或 f 都可达到移相的目的。

正误判断

在RLC串联电路中，设 $\dot{I} = I\angle 0^\circ$

$$I = \frac{U}{|Z|} \quad √$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z} \quad √$$

$$I = \frac{U}{Z} \quad ×$$

$$i = \frac{u}{|Z|} \quad ×$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{|Z|} \quad ×$$

$$\varphi = \arctan\frac{U_L - U_C}{U_R} \quad √$$

$$\varphi = \arctan\frac{X_L - X_C}{R} \quad √$$

$$\varphi = \arctan\frac{\omega L - \omega C}{R} \quad ×$$

$$\varphi = \arctan\frac{U_L - U_C}{U} \quad ×$$

$$I = \frac{U}{R + X_L + X_C} \quad ×$$

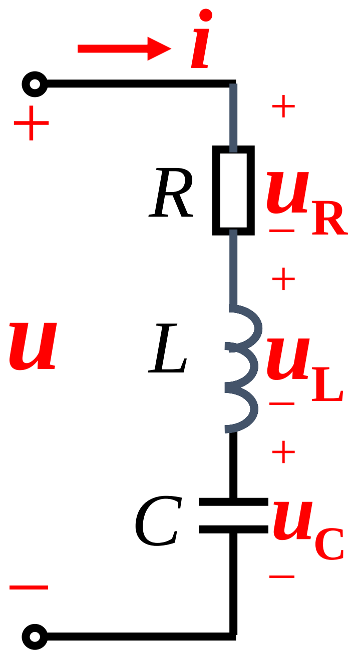
$$U = U_R + U_L + U_C \quad ×$$

$$u = u_R + u_L + u_C \quad √$$

$$Z = R + X_L + X_C \quad ×$$

$$Z = R + \mathrm{j}(X_L + X_C) \quad ×$$

思考



1.假设R、L、C 已定，电路性质能否确定？阻性？感性？容性？

2.RLC串联电路的 **$\cos\varphi$**是否一定小于1?

3.RLC串联电路中是否会出现 $U_R > U$, $U_L > U$, $U_C > U$的情况？

4.在RLC串联电路中, 当$L>C$时, u超前i，当$L<C$时，u滞后i，这样分析对吗?

练习题： 1.一只L=20mH的电感线圈，通以$i=5\sqrt{2}\sin(314t-30°)\mathrm{A}$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。

第四章-Part 2 结束