第8章　相量法

- 重点：

第8章　相量法

- 重点：

1. 正弦量的表示、相位差；

第8章　相量法

● 重点：

1. 正弦量的表示、相位差；

2. 正弦量的相量表示

第8章　相量法

● 重点：

1. 正弦量的表示、相位差；

2. 正弦量的相量表示

3. 电路定理的相量形式；

8.3 相量法的基础

8.3 相量法的基础

1. 问题的提出：

8.3 相量法的基础

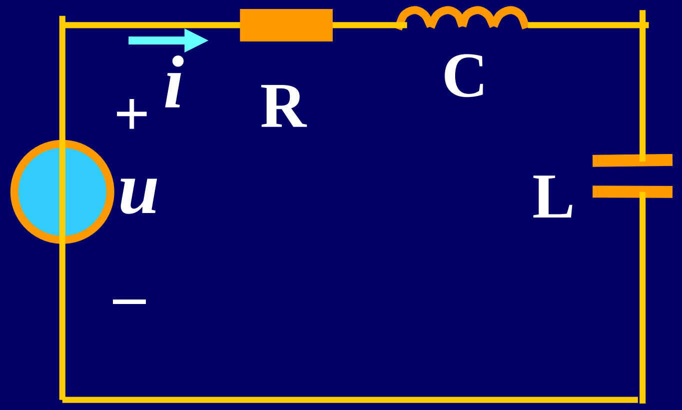
1. 问题的提出：

电路方程是微分方程：

8.3 相量法的基础

1. 问题的提出：

电路方程是微分方程：

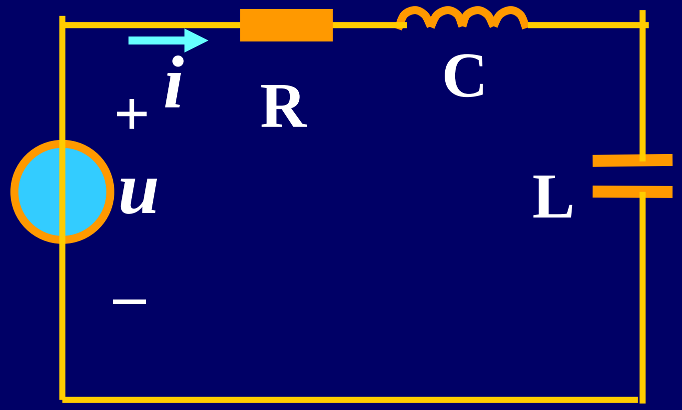


8.3 相量法的基础

1. 问题的提出：

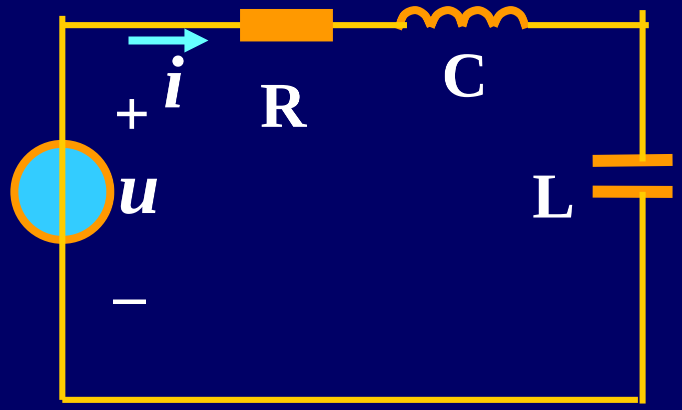
电路方程是微分方程：

$$LC\frac{d^2u_C}{dt}+RC\frac{du_C}{dt}+u_C=u(t)$$



8.3 相量法的基础

1. 问题的提出：



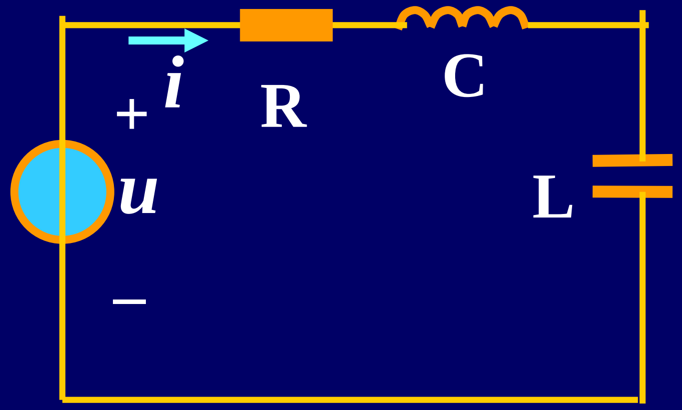
电路方程是微分方程：

$$LC\frac{d^2u_C}{dt}+RC\frac{du_C}{dt}+u_C=u(t)$$

两个正弦量的相加：如KCL、KVL方程运算。

8.3 相量法的基础

1. 问题的提出：



电路方程是微分方程：

$$LC\frac{d^2u_C}{dt}+RC\frac{du_C}{dt}+u_C=u(t)$$

两个正弦量的相加：如KCL、KVL方程运算。

$$i_1=\sqrt{2}\,I_1\cos(\omega t+\psi_1)$$

$$i_2=\sqrt{2}\,I_2\cos(\omega t+\psi_2)$$

i_1 i_2 $i_1 + i_2 \rightarrow i_3$

$\dot{I}_1$　　　$\dot{I}_2$　　　$\dot{I}_1+\dot{I}_2 \rightarrow \dot{I}_3$

角频率：

有效值：

初相位：

$\dot{i}_1$ $\quad\quad$ $\dot{i}_2$ $\quad\quad$ $\dot{i}_1+\dot{i}_2 \rightarrow \dot{i}_3$

ω $\quad\quad$ ω $\quad\quad$ ω

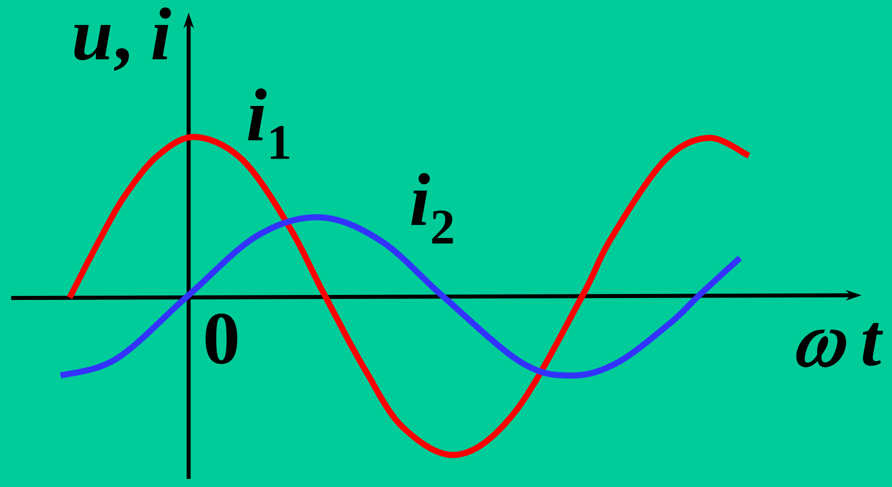
角频率：

有效值：

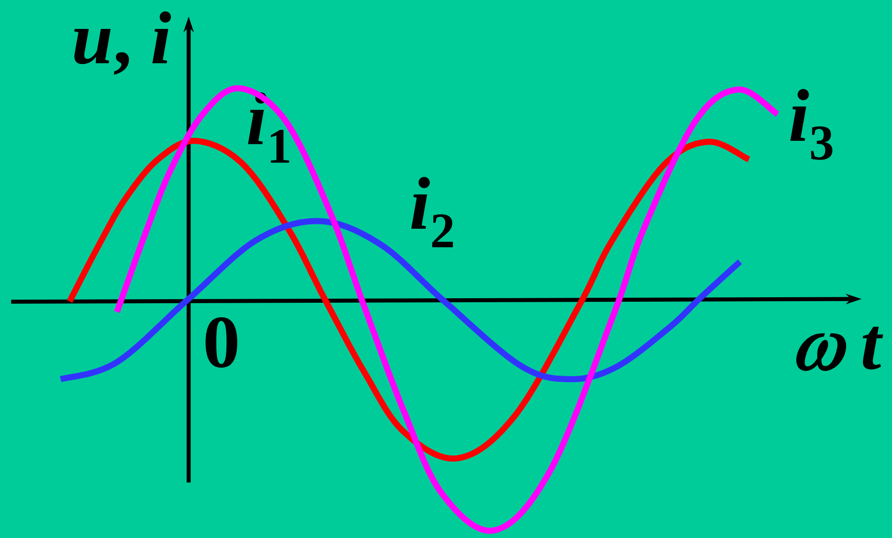
初相位：

	i_1	i_2	$i_1+i_2 \rightarrow i_3$
	ω	ω	ω
角频率：	I_1	I_2	I_3
有效值：			
初相位：			

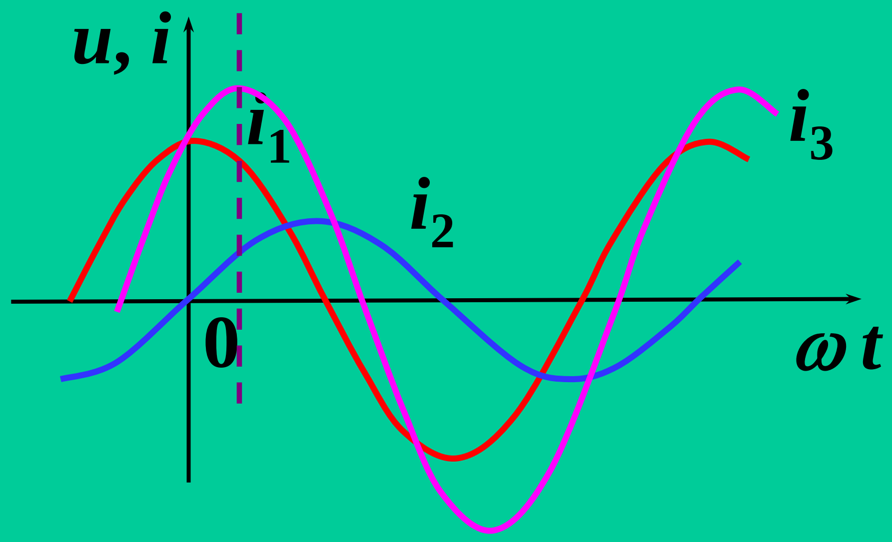
	i_1	i_2	$i_1+i_2 \rightarrow i_3$
	ω	ω	ω
角频率:	I_1	I_2	I_3
有效值:	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3
初相位:			



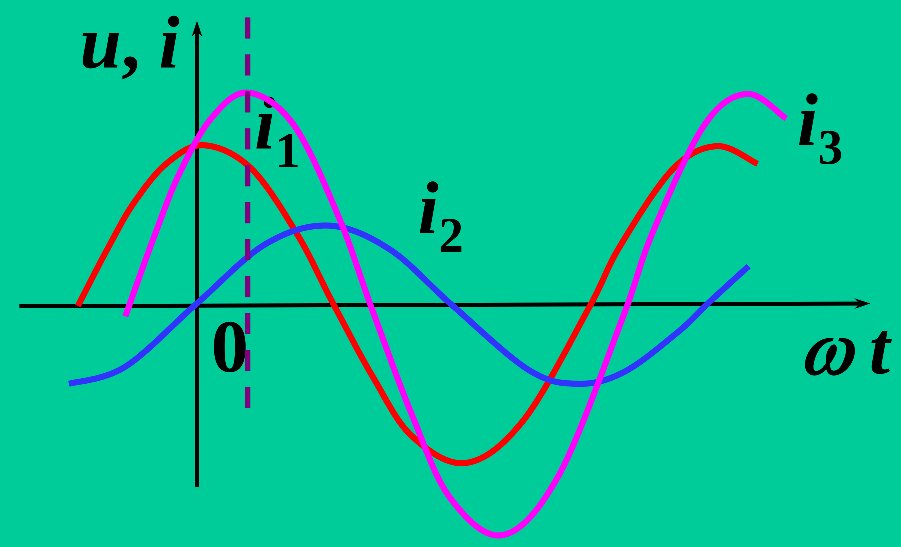
u, i
i_1
i_2
0
ωt



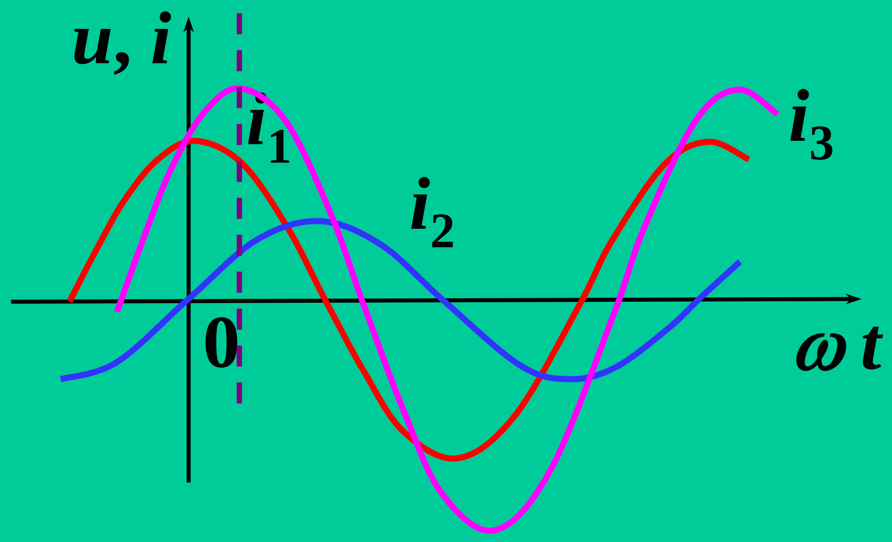
u, i
i1
i2
i3
0
ω t



u, i
i1
i2
i3
0
ω t



因同频的正弦量相加仍得到同频的正弦量，所以，只要确定初相位和有效值(或最大值)就行了。因此，



因同频的正弦量相加仍得到同频的正弦量，所以，只要确定初相位和有效值(或最大值)就行了。因此，

正弦量 ⟷ 复数

实际是变换的思想

2. 正弦量的相量表示

2. 正弦量的相量表示

造一个复函数

2. 正弦量的相量表示

造一个复函数 $A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$

2. 正弦量的相量表示

无物理意义

造一个复函数 $A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$

$$=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)+\mathrm{j}\sqrt{2}I\sin(\omega t+\Psi)$$

2. 正弦量的相量表示

无物理意义

造一个复函数 $A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$

$$=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)+\mathrm{j}\sqrt{2}I\sin(\omega t+\Psi)$$

对$A(t)$取实部：

2. 正弦量的相量表示

无物理意义

是一个正弦量
有物理意义

造一个复函数 $$A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$$

$$=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)+\mathrm{j}\sqrt{2}I\sin(\omega t+\Psi)$$

对$A(t)$取实部： $$\mathrm{Re}[A(t)]=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)=i(t)$$

2. 正弦量的相量表示

无物理意义

是一个正弦量
有物理意义

造一个复函数 $A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$

$$=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)+\mathrm{j}\sqrt{2}I\sin(\omega t+\Psi)$$

对$A(t)$取实部： $\mathrm{Re}[A(t)]=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)=i(t)$

对于任意一个正弦时间函数都有唯一与其对应的复数函数

2. 正弦量的相量表示

无物理意义

是一个正弦量
有物理意义

造一个复函数 $A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$

$$=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)+\mathrm{j}\sqrt{2}I\sin(\omega t+\Psi)$$

对$A(t)$取实部： $\mathrm{Re}[A(t)]=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)=i(t)$

对于任意一个正弦时间函数都有唯一与其对应的复数函数

$$i=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)\leftrightarrow A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$$

2. 正弦量的相量表示

无物理意义

是一个正弦量
有物理意义

造一个复函数 $A(t) = \sqrt{2}Ie^{j(\omega t+\Psi)}$

$$= \sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi) + j\sqrt{2}I\sin(\omega t+\Psi)$$

对$A(t)$取实部： $\mathrm{Re}[A(t)] = \sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi) = i(t)$

对于任意一个正弦时间函数都有唯一与其对应的复数函数

$$i = \sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi) \leftrightarrow A(t) = \sqrt{2}Ie^{j(\omega t+\Psi)}$$

$A(t)$还可以写成

2. 正弦量的相量表示

无物理意义

是一个正弦量
有物理意义

造一个复函数 $A(t)=\sqrt{2}Ie^{j(\omega t+\Psi)}$

$$=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)+j\sqrt{2}I\sin(\omega t+\Psi)$$

对$A(t)$取实部： $\mathrm{Re}[A(t)]=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)=i(t)$

对于任意一个正弦时间函数都有唯一与其对应的复数函数

$$i=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)\leftrightarrow A(t)=\sqrt{2}Ie^{j(\omega t+\Psi)}$$

$A(t)$还可以写成 $A(t)=\underbrace{\sqrt{2}Ie^{j\psi}}_{\text{复常数}}e^{j\omega t}=\sqrt{2}\dot{I}e^{j\omega t}$

2. 正弦量的相量表示

无物理意义

是一个正弦量
有物理意义

造一个复函数 $A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$

$$=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)+\mathrm{j}\sqrt{2}I\sin(\omega t+\Psi)$$

对$A(t)$取实部：$\mathrm{Re}[A(t)]=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)=i(t)$

对于任意一个正弦时间函数都有唯一与其对应的复数函数

$$i=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)\leftrightarrow A(t)=\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}(\omega t+\Psi)}$$

$A(t)$还可以写成 $A(t)=\underbrace{\sqrt{2}I\mathrm{e}^{\mathrm{j}\psi}}_{\text{复常数}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}=\sqrt{2}\dot{I}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t}$

$A(t)$包含了三要素：I、 Ψ、ω，复常数包含了I, Ψ。

称 $\dot{I} = I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

称 $\dot{I} = I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

$$i(t) = \sqrt{2}I\cos(\omega t + \Psi) \Leftrightarrow \dot{I} = I\angle\Psi$$

称 $\dot{I} = I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

$$i(t) = \sqrt{2}I\cos(\omega t + \Psi) \Leftrightarrow \dot{I} = I\angle\Psi$$

$$\begin{cases} \text{相量的模表示正弦量的有效值} \\ \text{相量的幅角表示正弦量的初相位} \end{cases}$$

称 $\dot{I} = I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi) \Leftrightarrow \dot{I}=I\angle\Psi$$

$$\begin{cases}\text{相量的模表示正弦量的有效值} \\ \text{相量的幅角表示正弦量的初相位}\end{cases}$$

同样可以建立正弦电压与相量的对应关系：

称 $\dot{I}=I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)\Leftrightarrow \dot{I}=I\angle\Psi$$

相量的模表示正弦量的有效值

相量的幅角表示正弦量的初相位

同样可以建立正弦电压与相量的对应关系：

$$u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\theta)\Leftrightarrow \dot{U}=U\angle\theta$$

称 $\dot{I} = I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

$$i(t) = \sqrt{2}I\cos(\omega t + \Psi) \Leftrightarrow \dot{I} = I\angle\Psi$$

相量的模表示正弦量的有效值

相量的幅角表示正弦量的初相位

同样可以建立正弦电压与相量的对应关系：

$$u(t) = \sqrt{2}U\cos(\omega t + \theta) \Leftrightarrow \dot{U} = U\angle\theta$$

例1 已知

称 $\dot{I}=I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi) \Leftrightarrow \dot{I}=I\angle\Psi$$

$\left\{\begin{array}{l}\text{相量的模表示正弦量的有效值} \\ \text{相量的幅角表示正弦量的初相位}\end{array}\right.$

同样可以建立正弦电压与相量的对应关系：

$$u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\theta) \Leftrightarrow \dot{U}=U\angle\theta$$

例1 已知

$$i=141.4\cos(314t+30^{\circ})\text{A}$$

$$u=311.1\cos(314\text{t}-60^{\circ})\text{V}$$

试用相量表示 i, u .

称 $\dot{I}=I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi) \Leftrightarrow \dot{I}=I\angle\Psi$$

$$\begin{cases}\text{相量的模表示正弦量的有效值} \\ \text{相量的幅角表示正弦量的初相位}\end{cases}$$

同样可以建立正弦电压与相量的对应关系：

$$u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\theta) \Leftrightarrow \dot{U}=U\angle\theta$$

例1 已知

$$i=141.4\cos(314t+30^{\circ})\text{A}$$

$$u=311.1\cos(314\text{t}-60^{\circ})\text{V}$$

试用相量表示i, u .

解

称 $\dot{I}=I\angle\Psi$ 为正弦量 $i(t)$ 对应的相量。

$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi) \Leftrightarrow \dot{I}=I\angle\Psi$$

$$\begin{cases}\text{相量的模表示正弦量的有效值}\\ \text{相量的幅角表示正弦量的初相位}\end{cases}$$

同样可以建立正弦电压与相量的对应关系：

$$u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\theta) \Leftrightarrow \dot{U}=U\angle\theta$$

例1 已知

$$i=141.4\cos(314t+30^{\circ})\text{A}$$

$$u=311.1\cos(314\text{t}-60^{\circ})\text{V}$$

试用相量表示 i, u .

解

$$\dot{I}=100\angle30^{\circ}\ \text{A}$$

$$\dot{U}=220\angle-60^{\circ}\ \text{V}$$

例2

已知 $\dot{I} = 50\angle 15^{\circ}\ \text{A}$, $f = 50\text{Hz}$.

试写出电流的瞬时值表达式。

例2 已知 $\dot{I} = 50\angle 15^{\circ}\ \text{A},\ f = 50\text{Hz}$.

试写出电流的瞬时值表达式。

解

例2 已知 $\dot{I}=50\angle 15^{\circ}\ \text{A},\ f=50\text{Hz}.$

试写出电流的瞬时值表达式。

解 $i=50\sqrt{2}\cos(314t+15^{\circ})\ \text{A}$

例2 已知 $\dot{I} = 50\angle 15^\circ$ A, $f = 50$Hz .

试写出电流的瞬时值表达式。

解 $i = 50\sqrt{2}\cos(314t + 15^\circ)$ A

● 相量图

例2 已知 $\dot{I} = 50\angle 15^\circ\ \text{A},\ f = 50\text{Hz}.$

试写出电流的瞬时值表达式。

解 $i = 50\sqrt{2}\cos(314t + 15^\circ)\ \text{A}$

● 相量图 → 在复平面上用向量表示相量的图

例2 已知 $\dot{I} = 50\angle 15^\circ\ \text{A},\ f = 50\text{Hz}$.

试写出电流的瞬时值表达式。

解 $i = 50\sqrt{2}\cos(314t + 15^\circ)\ \text{A}$

- **相量图** → 在复平面上用向量表示相量的图

$$i(t) = \sqrt{2}I\cos(\omega t + \Psi) \rightarrow \dot{I} = I\angle\Psi$$

例2　已知 $\dot{I}=50\angle 15^{\circ}\ \mathrm{A},\ f=50\mathrm{Hz}$.

试写出电流的瞬时值表达式。

解　$i=50\sqrt{2}\cos(314t+15^{\circ})\ \mathrm{A}$

- **相量图** → 在复平面上用向量表示相量的图

$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)\rightarrow\dot{I}=I\angle\Psi$$

$$u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\theta)\rightarrow\dot{U}=U\angle\theta$$

例2 已知 $\dot{I} = 50\angle 15^\circ$ A, $f = 50$Hz .

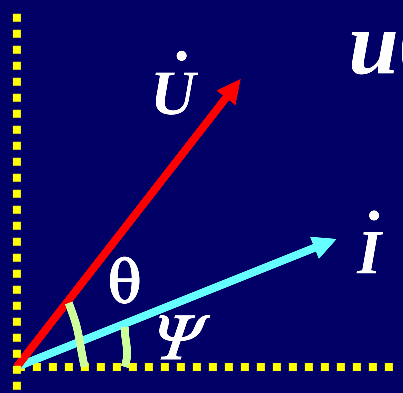
试写出电流的瞬时值表达式。

解 $i = 50\sqrt{2}\cos(314t + 15^\circ)$ A

- **相量图** → 在复平面上用向量表示相量的图

$$i(t) = \sqrt{2}I\cos(\omega t + \Psi) \rightarrow \dot{I} = I\angle\Psi$$

$$u(t) = \sqrt{2}U\cos(\omega t + \theta) \rightarrow \dot{U} = U\angle\theta$$



3. 相量法的应用

3. 相量法的应用

(1) 同频率正弦量的加减

3. 相量法的应用

(1) 同频率正弦量的加减

$$u_1(t)=\sqrt{2}\,U_1\cos(\omega t+\Psi_1)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{j\omega t})$$

$$u_2(t)=\sqrt{2}\,U_2\cos(\omega t+\Psi_2)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{j\omega t})$$

3. 相量法的应用

(1) 同频率正弦量的加减

$$u_1(t)=\sqrt{2}\,U_1\cos(\omega t+\Psi_1)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$u_2(t)=\sqrt{2}\,U_2\cos(\omega t+\Psi_2)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$u(t)=u_1(t)+u_2(t)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t})+\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t}+\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})=\mathrm{Re}(\sqrt{2}(\dot{U}_1+\dot{U}_2)e^{\mathrm{j}\omega t})$$

3. 相量法的应用

（1）同频率正弦量的加减

$$u_1(t)=\sqrt{2}\,U_1\cos(\omega t+\Psi_1)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{j\omega t})$$

$$u_2(t)=\sqrt{2}\,U_2\cos(\omega t+\Psi_2)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{j\omega t})$$

$$u(t)=u_1(t)+u_2(t)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{j\omega t})+\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{j\omega t})$$

$$=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{j\omega t}+\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{j\omega t})=\mathrm{Re}(\sqrt{2}(\underbrace{\dot{U}_1+\dot{U}_2}_{\dot{U}})e^{j\omega t})$$

3. 相量法的应用

（1） 同频率正弦量的加减

$$u_1(t)=\sqrt{2}\,U_1\cos(\omega t+\Psi_1)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$u_2(t)=\sqrt{2}\,U_2\cos(\omega t+\Psi_2)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$u(t)=u_1(t)+u_2(t)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t})+\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t}+\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})=\mathrm{Re}(\sqrt{2}(\underbrace{\dot{U}_1+\dot{U}_2}_{\dot{U}})e^{\mathrm{j}\omega t})$$

可得其相量关系为：

3. 相量法的应用

（1）同频率正弦量的加减

$$u_1(t)=\sqrt{2}\,U_1\cos(\omega t+\Psi_1)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1\,e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$u_2(t)=\sqrt{2}\,U_2\cos(\omega t+\Psi_2)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2\,e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$u(t)=u_1(t)+u_2(t)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1\,e^{\mathrm{j}\omega t})+\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2\,e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1\,e^{\mathrm{j}\omega t}+\sqrt{2}\,\dot{U}_2\,e^{\mathrm{j}\omega t})=\mathrm{Re}(\sqrt{2}(\underbrace{\dot{U}_1+\dot{U}_2}_{\dot{U}})e^{\mathrm{j}\omega t})$$

可得其相量关系为：

$$\boxed{\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2}$$

3. 相量法的应用

（1） 同频率正弦量的加减

$$u_1(t)=\sqrt{2}\,U_1\cos(\omega t+\Psi_1)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$u_2(t)=\sqrt{2}\,U_2\cos(\omega t+\Psi_2)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$u(t)=u_1(t)+u_2(t)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t})+\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})$$

$$=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{\mathrm{j}\omega t}+\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{\mathrm{j}\omega t})=\mathrm{Re}(\sqrt{2}(\underbrace{\dot{U}_1+\dot{U}_2}_{\dot{U}})e^{\mathrm{j}\omega t})$$

可得其相量关系为：

$$\boxed{\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2}$$

故同频正弦量相加减运算变成对应相量的相加减运算。

3. 相量法的应用

（1） 同频率正弦量的加减

$$u_1(t)=\sqrt{2}\,U_1\cos(\omega t+\Psi_1)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{j\omega t})$$

$$u_2(t)=\sqrt{2}\,U_2\cos(\omega t+\Psi_2)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{j\omega t})$$

$$u(t)=u_1(t)+u_2(t)=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{j\omega t})+\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{j\omega t})$$

$$=\mathrm{Re}(\sqrt{2}\,\dot{U}_1 e^{j\omega t}+\sqrt{2}\,\dot{U}_2 e^{j\omega t})=\mathrm{Re}(\sqrt{2}(\underbrace{\dot{U}_1+\dot{U}_2}_{\dot{U}})e^{j\omega t})$$

可得其相量关系为：

$$\boxed{\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2}$$

故同频正弦量相加减运算变成对应相量的相加减运算。

$$i_1 \pm i_2 = i_3$$

$$\downarrow \qquad \downarrow \qquad \downarrow$$

$$\dot{I}_1 \pm \dot{I}_2 = \dot{I}_3$$

例

例

$$u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \mathrm{V}$$

$$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \mathrm{V}$$

例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)$ V

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)$ V

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1=6\angle 30^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ \text{ V} \end{cases}$$

例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \mathrm{V}$

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \mathrm{V}$

$\Rightarrow \begin{cases}\dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \mathrm{V}\\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \mathrm{V}\end{cases}$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ$$

例 $u_1(t) = 6\sqrt{2}\cos(314t + 30^\circ)$ V

$u_2(t) = 4\sqrt{2}\cos(314t + 60^\circ)$ V

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = 6\angle 30^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_2 = 4\angle 60^\circ \text{ V} \end{cases}$$

$$\dot{U} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 6\angle 30^\circ + 4\angle 60^\circ = 5.19 + j3 + 2 + j3.46$$

例

$$u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \text{V}$$
$$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \text{V}$$

$\Rightarrow$

$$\begin{cases}\dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \text{V}\\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \text{V}\end{cases}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$
$$=7.19+j6.46$$

例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \text{V}$

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \text{V}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \text{V} \\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \text{V} \end{cases}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$

$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \text{V}$$

例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)$ V

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)$ V

$$\begin{cases}\dot{U}_1=6\angle 30^\circ \text{ V}\\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ \text{ V}\end{cases}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$

$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ \text{ V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ) \text{ V}$$

例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \text{V}$

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \text{V}$

$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \text{V} \\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \text{V} \end{cases}$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$

$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \text{V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ)\ \text{V}$$

也可借助相量图计算

例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \mathrm{V}$

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \mathrm{V}$

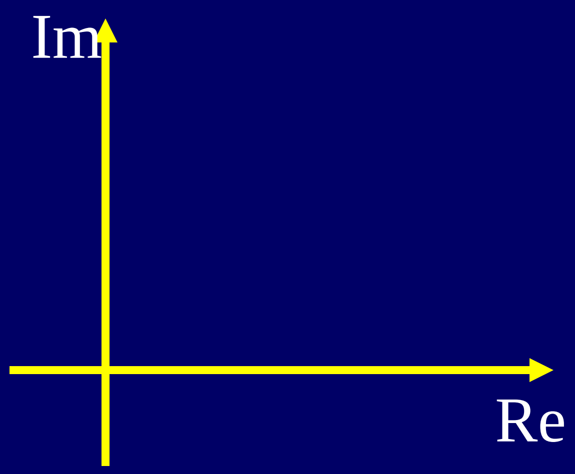
$$\begin{cases}\dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \mathrm{V}\\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \mathrm{V}\end{cases}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$

$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \mathrm{V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ)\ \mathrm{V}$$

也可借助相量图计算



例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \text{V}$

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \text{V}$

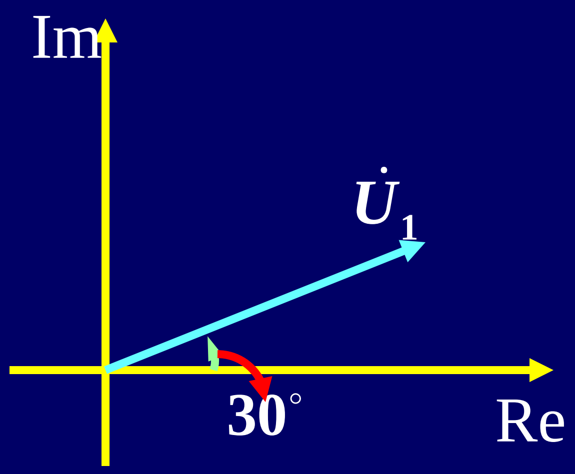
$$\begin{cases}\dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \text{V}\\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \text{V}\end{cases}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$

$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \text{V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ)\ \text{V}$$

也可借助相量图计算



例

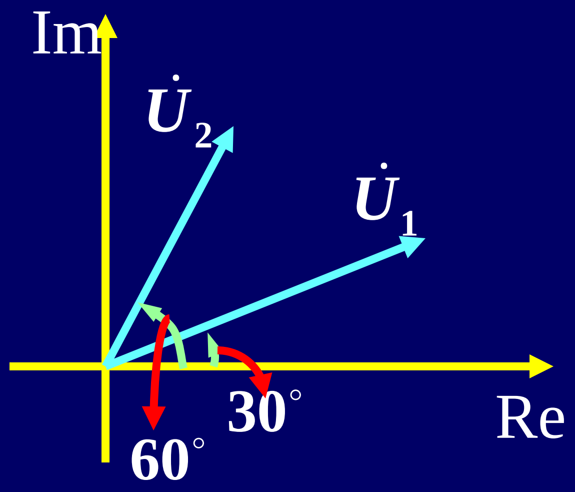
$$u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \text{V}$$
$$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \text{V}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \text{V} \\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \text{V} \end{cases}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$
$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \text{V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ)\ \text{V}$$

也可借助相量图计算



例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)$ V

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)$ V

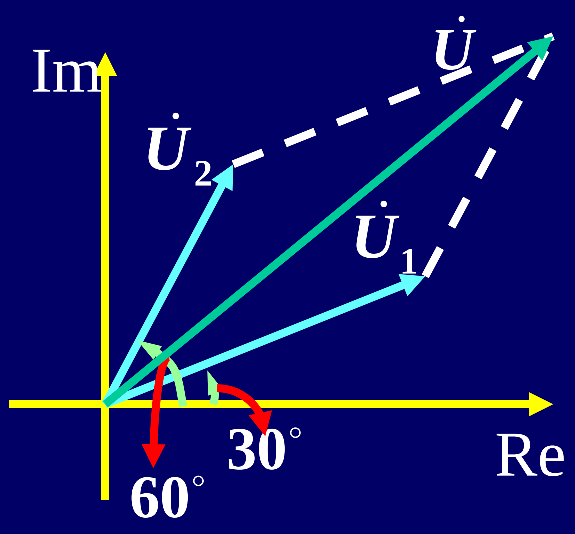
$$\begin{cases}\dot{U}_1=6\angle 30^\circ \text{ V}\\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ \text{ V}\end{cases}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$

$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ \text{ V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ) \text{ V}$$

也可借助相量图计算



例

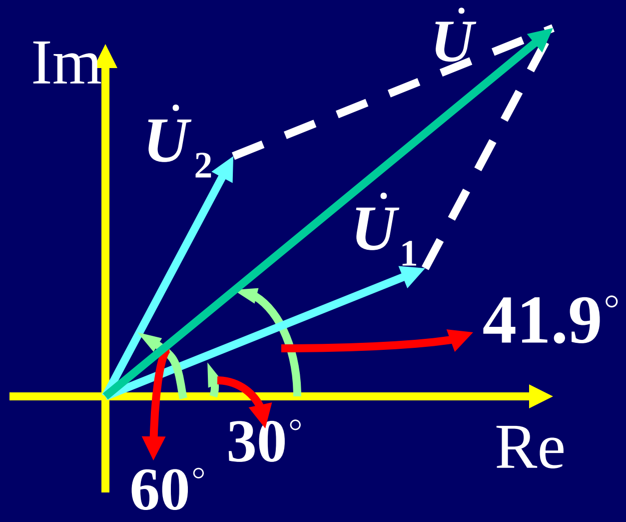
$$u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \text{V}$$
$$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \text{V}$$

$$\Rightarrow\begin{cases}\dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \text{V}\\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \text{V}\end{cases}$$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$
$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \text{V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ)\ \text{V}$$

也可借助相量图计算



例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \text{V}$

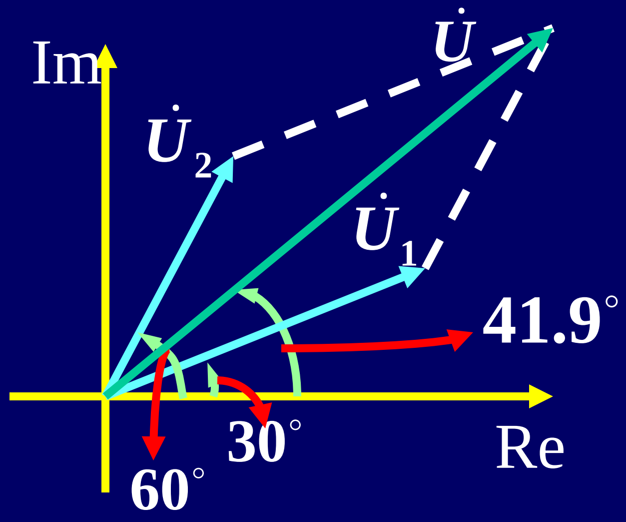
$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \text{V}$

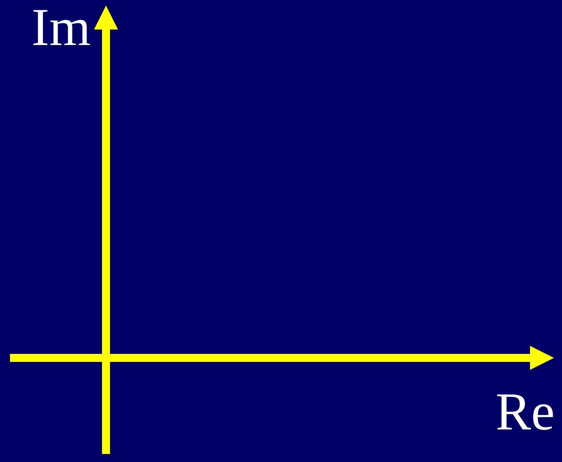
$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \text{V} \\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \text{V} \end{cases}$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$
$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \text{V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ)\ \text{V}$$

也可借助相量图计算





例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \mathrm{V}$

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \mathrm{V}$

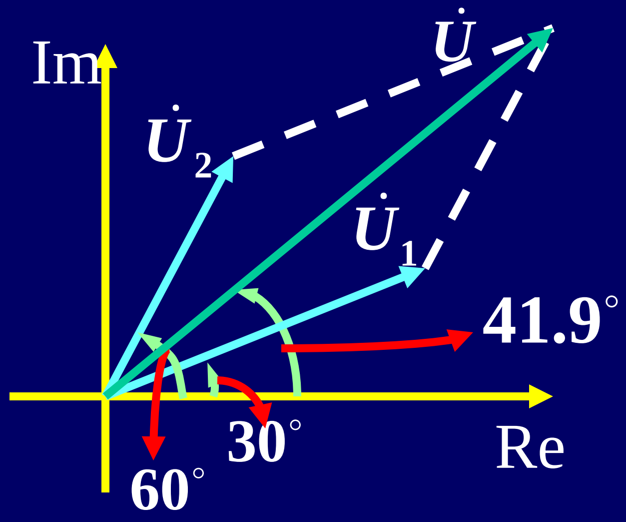
$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \mathrm{V} \\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \mathrm{V} \end{cases}$$

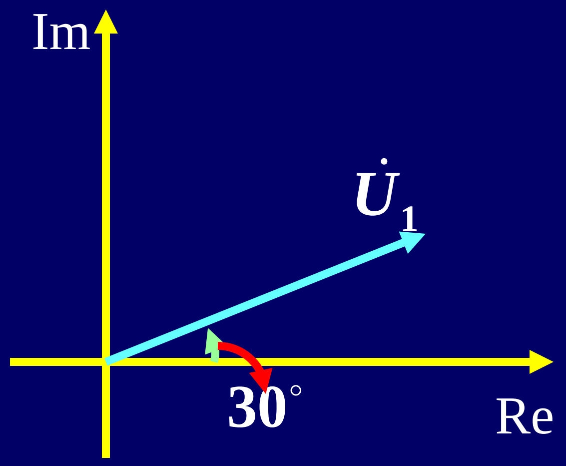
$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$

$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \mathrm{V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ)\ \mathrm{V}$$

也可借助相量图计算





例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)$ V

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)$ V

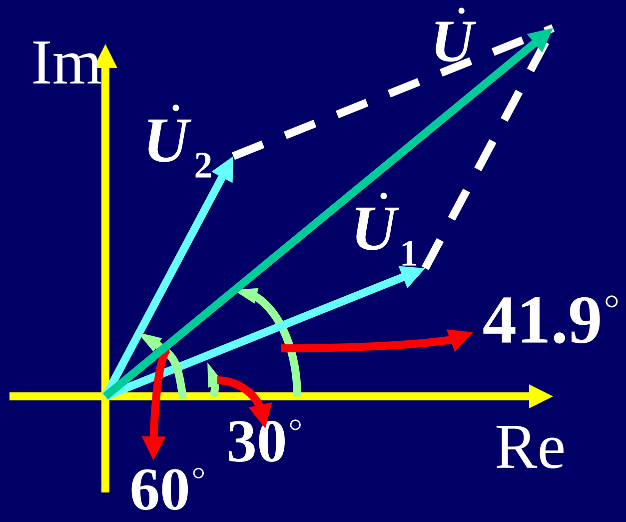
$$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1 = 6\angle 30^\circ \text{ V} \\ \dot{U}_2 = 4\angle 60^\circ \text{ V} \end{cases}$$

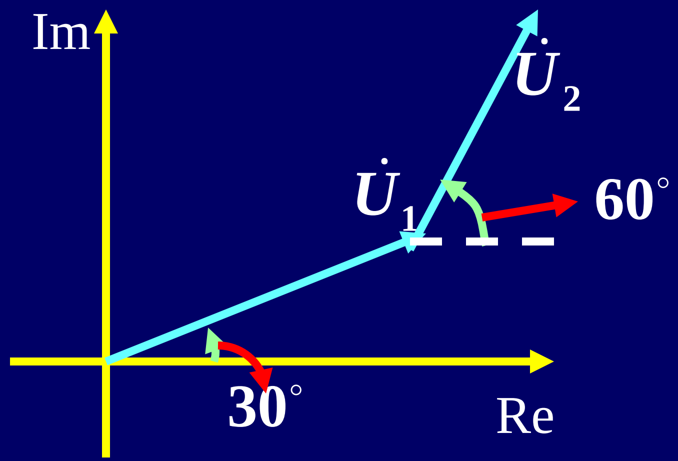
$$\dot{U} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 6\angle 30^\circ + 4\angle 60^\circ = 5.19 + j3 + 2 + j3.46$$

$$= 7.19 + j6.46 = 9.64\angle 41.9^\circ \text{ V}$$

$$\therefore u(t) = u_1(t) + u_2(t) = 9.64\sqrt{2}\cos(314t + 41.9^\circ) \text{ V}$$

也可借助相量图计算





例 $u_1(t)=6\sqrt{2}\cos(314t+30^\circ)\ \text{V}$

$u_2(t)=4\sqrt{2}\cos(314t+60^\circ)\ \text{V}$

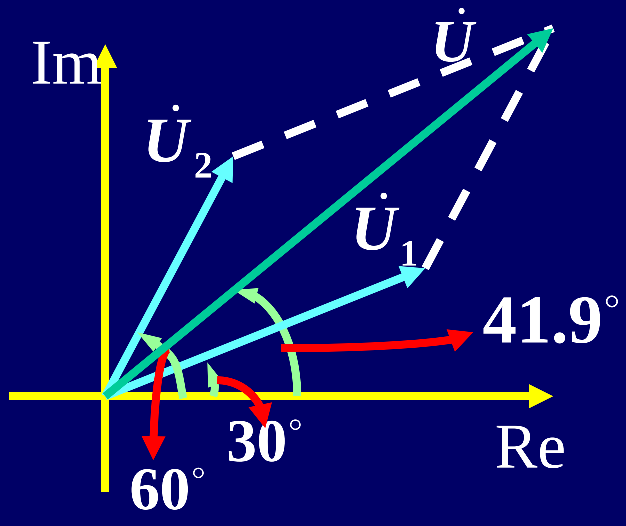
$\Rightarrow \begin{cases} \dot{U}_1=6\angle 30^\circ\ \text{V} \\ \dot{U}_2=4\angle 60^\circ\ \text{V} \end{cases}$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=6\angle 30^\circ+4\angle 60^\circ=5.19+j3+2+j3.46$$

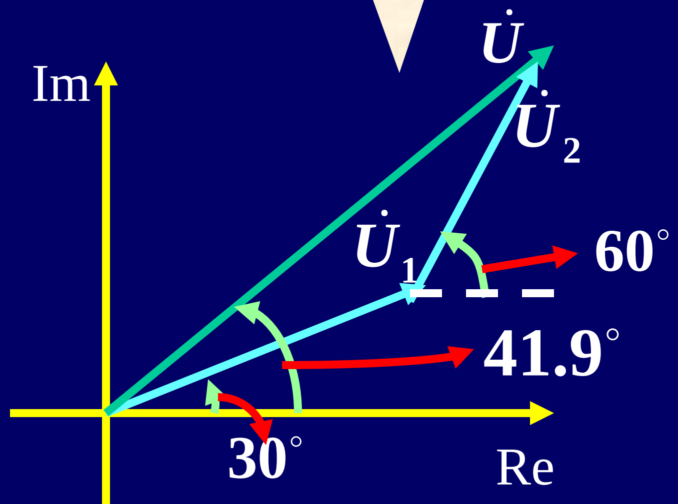
$$=7.19+j6.46=9.64\angle 41.9^\circ\ \text{V}$$

$$\therefore u(t)=u_1(t)+u_2(t)=9.64\sqrt{2}\cos(314t+41.9^\circ)\ \text{V}$$

也可借助相量图计算



首尾相接



2．正弦量的微分，积分运算

2． 正弦量的微分，积分运算

$$i = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \psi_i) \leftrightarrow \dot{I} = I \angle \psi_i$$

2．正弦量的微分，积分运算

$$i=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)\leftrightarrow \dot{I}=I\angle\psi_i$$

微分运算:

2．正弦量的微分，积分运算

$$i=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)\leftrightarrow \dot{I}=I\angle\psi_i$$

微分运算:

$$\frac{di}{dt}=\frac{d}{dt}\mathrm{Re}\left[\sqrt{2}\ \dot{I}e^{j\omega t}\right]$$

$$=\mathrm{Re}\left[\sqrt{2}\dot{I}\cdot j\omega\, e^{j\omega t}\right]$$

2．正弦量的微分，积分运算

$$i=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)\leftrightarrow \dot{I}=I\angle\psi_i$$

微分运算:

$$\frac{di}{dt}=\frac{d}{dt}\mathrm{Re}\left[\sqrt{2}\ \dot{I}e^{j\omega t}\right]$$

$$=\mathrm{Re}\left[\sqrt{2}\dot{I}\cdot j\omega\, e^{j\omega t}\right]$$

$$\frac{di}{dt}\rightarrow j\omega\,\dot{I}=\omega\, I\angle\left(\psi_i+\pi/2\right)$$

2．正弦量的微分，积分运算

$$i=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)\leftrightarrow \dot{I}=I\angle\psi_i$$

微分运算:

积分运算:

$$\frac{di}{dt}=\frac{d}{dt}\mathrm{Re}\left[\sqrt{2}\,\dot{I}e^{j\omega t}\right]$$

$$=\mathrm{Re}\left[\sqrt{2}\dot{I}\cdot j\omega\, e^{j\omega t}\right]$$

$$\frac{di}{dt}\rightarrow j\omega\,\dot{I}=\omega\,I\angle\left(\psi_i+\pi/2\right)$$

2．正弦量的微分，积分运算

$$i = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \psi_i) \leftrightarrow \dot{I} = I \angle \psi_i$$

微分运算:

$$\frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} \mathrm{Re}\left[\sqrt{2}\ \dot{I} e^{j\omega t}\right]$$

$$= \mathrm{Re}\left[\sqrt{2} \dot{I} \cdot j\omega\, e^{j\omega t}\right]$$

积分运算:

$$\int i \mathrm{d}t = \int \mathrm{Re}\left[\sqrt{2} \dot{I} e^{j\omega t}\right] \mathrm{d}t$$

$$= \mathrm{Re}\left[\sqrt{2} \frac{\dot{I}}{j\omega} e^{j\omega t}\right]$$

$$\frac{di}{dt} \to j\omega \dot{I} = \omega I \angle \psi_i + \pi/2$$

2．正弦量的微分，积分运算

$$i = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \psi_i) \leftrightarrow \dot{I} = I \angle \psi_i$$

微分运算:

$$\frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} \mathrm{Re}\left[\sqrt{2}\, \dot{I} e^{j\omega t}\right]$$

$$= \mathrm{Re}\left[\sqrt{2} \dot{I} \cdot j\omega\, e^{j\omega t}\right]$$

$$\frac{di}{dt} \to j\omega\, \dot{I} = \omega\, I \underline{/\psi_i + \pi/2}$$

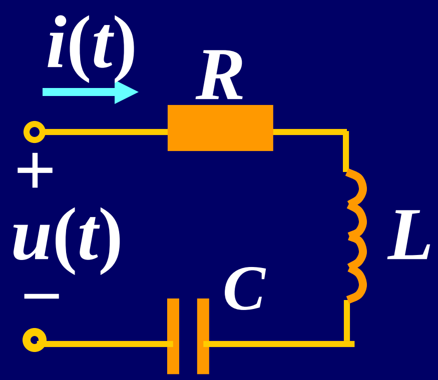
积分运算:

$$\int i\mathrm{d}t = \int \mathrm{Re}\left[\sqrt{2} \dot{I} e^{j\omega t}\right] \mathrm{d}t$$

$$= \mathrm{Re}\left[\sqrt{2} \frac{\dot{I}}{j\omega} e^{j\omega t}\right]$$

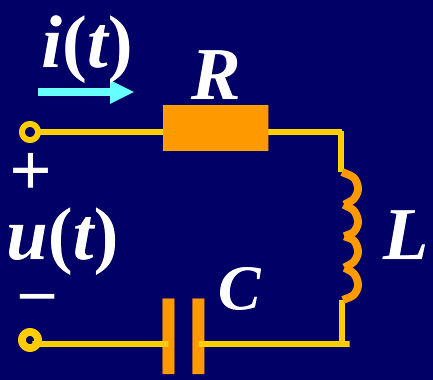
$$\int i\mathrm{d}t \to \frac{\dot{I}}{j\omega} = \frac{I}{\omega} \underline{/\psi_i - \pi/2}$$

例



$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$$

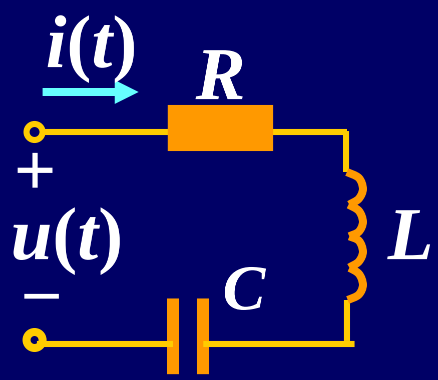
例



$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$$

$$u(t)=Ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\int idt$$

例

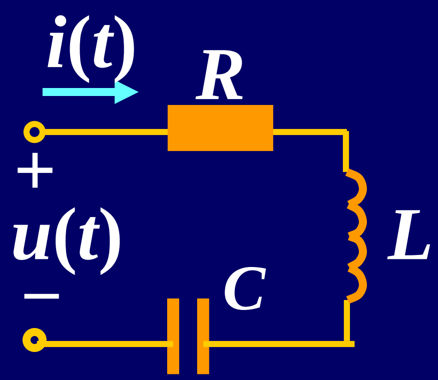


$$i(t) = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \psi_i)$$

$$u(t) = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i dt$$

用相量运算:

例



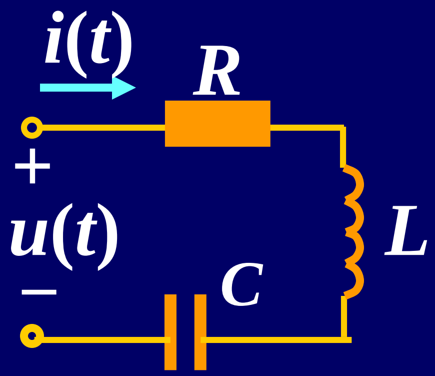
$$i(t) = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \psi_i)$$

$$u(t) = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int i dt$$

用相量运算：

$$\dot{U} = R\dot{I} + j\omega L\dot{I} + \frac{\dot{I}}{j\omega C}$$

例



$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$$

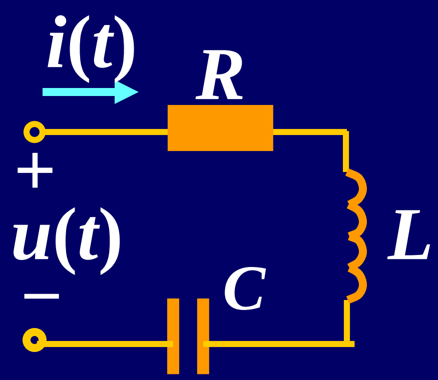
$$u(t)=Ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\int idt$$

用相量运算：

$$\dot{U}=R\dot{I}+j\omega L\dot{I}+\frac{\dot{I}}{j\omega C}$$

相量法的优点：

例



$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$$

$$u(t)=Ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\int idt$$

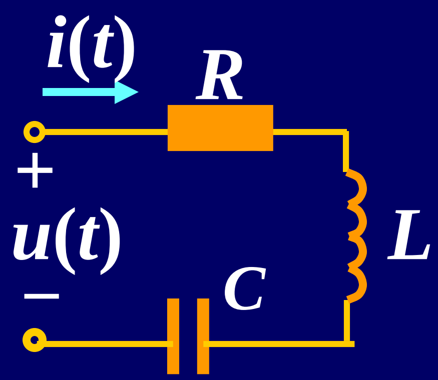
用相量运算：

$$\dot{U}=R\dot{I}+j\omega L\dot{I}+\frac{\dot{I}}{j\omega C}$$

相量法的优点：

（1）把时域问题变为复数问题；

例



$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$$

$$u(t)=Ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\int idt$$

用相量运算:

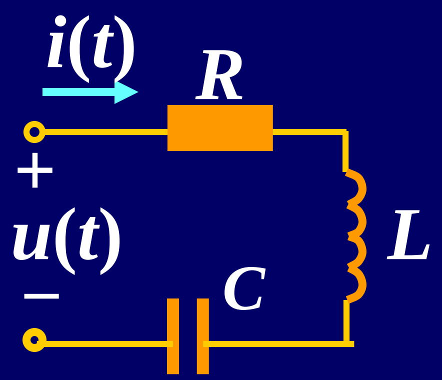
$$\dot{U}=R\dot{I}+j\omega L\dot{I}+\frac{\dot{I}}{j\omega C}$$

相量法的优点:

（1）把时域问题变为复数问题;

（2）把微积分方程的运算变为复数方程运算;

例



$$i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$$

$$u(t)=Ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\int idt$$

用相量运算：

$$\dot{U}=R\dot{I}+j\omega L\dot{I}+\frac{\dot{I}}{j\omega C}$$

相量法的优点：

（1）把时域问题变为复数问题；

（2）把微积分方程的运算变为复数方程运算；

（3）可以把直流电路的分析方法直接用于交流电路；

注

注

① 正弦量 ⇄ 相量

时域 频域

注

① 正弦量 ⇄ 相量

时域　　频域

正弦波形图 ⇄ 相量图

注

① 正弦量 ⇄ 相量

时域 频域

正弦波形图 ⇄ 相量图

② 相量法只适用于激励为同频正弦量的非时变线性电路。

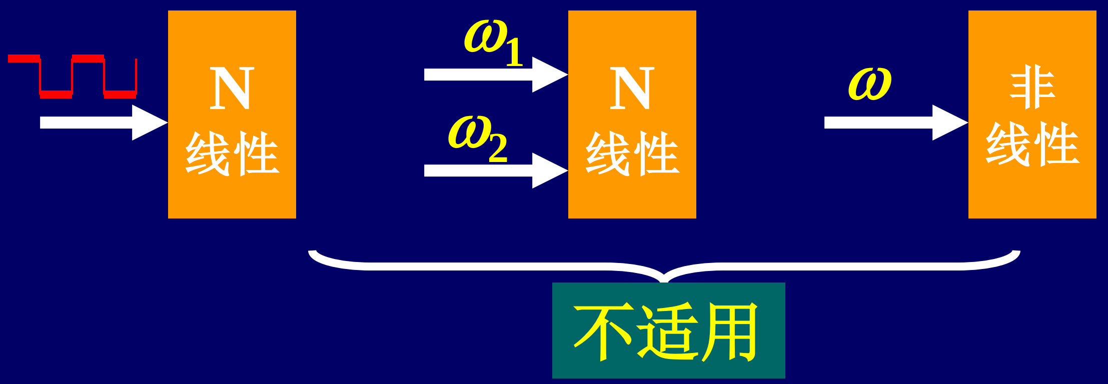
注

① 正弦量 $\rightleftarrows$ 相量

时域 频域

正弦波形图 $\rightleftarrows$ 相量图

② 相量法只适用于激励为同频正弦量的非时变线性电路。



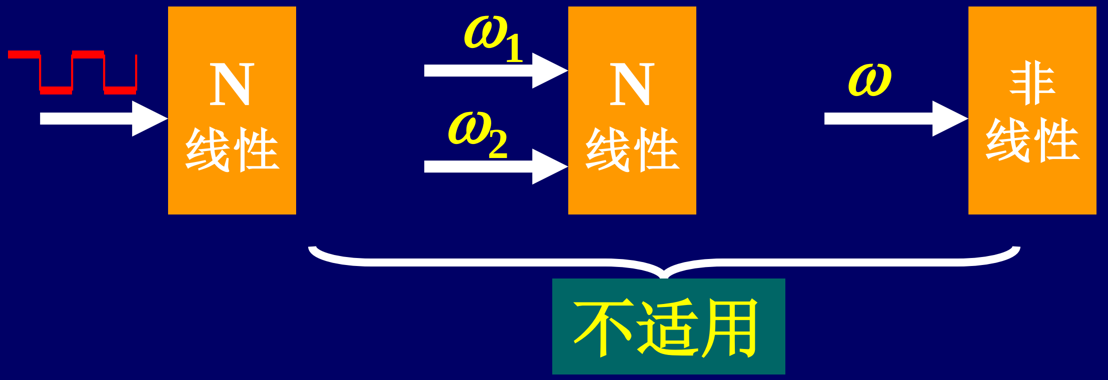
注

① 正弦量 $\rightleftarrows$ 相量

时域　　　　频域

正弦波形图 $\rightleftarrows$ 相量图

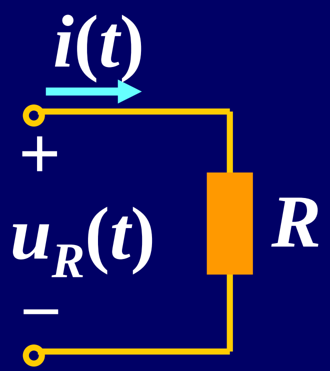
② 相量法只适用于激励为同频正弦量的非时变线性电路。



③ 相量法用来分析正弦稳态电路。

8.4　电路定理的相量形式

1.　电阻元件VCR的相量形式



时域形式：

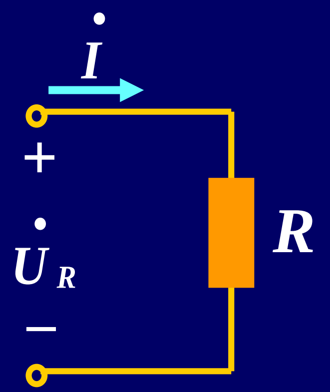
已知　$i(t) = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \Psi_i)$

则　$u_R(t) = Ri(t) = \sqrt{2} \underbrace{RI}_{U_R} \cos(\omega t + \underbrace{\Psi_i}_{\Psi_u})$

相量形式：

$\dot{I} = I \angle \Psi_i$

$\dot{U}_R = RI \angle \Psi_i$



相量模型

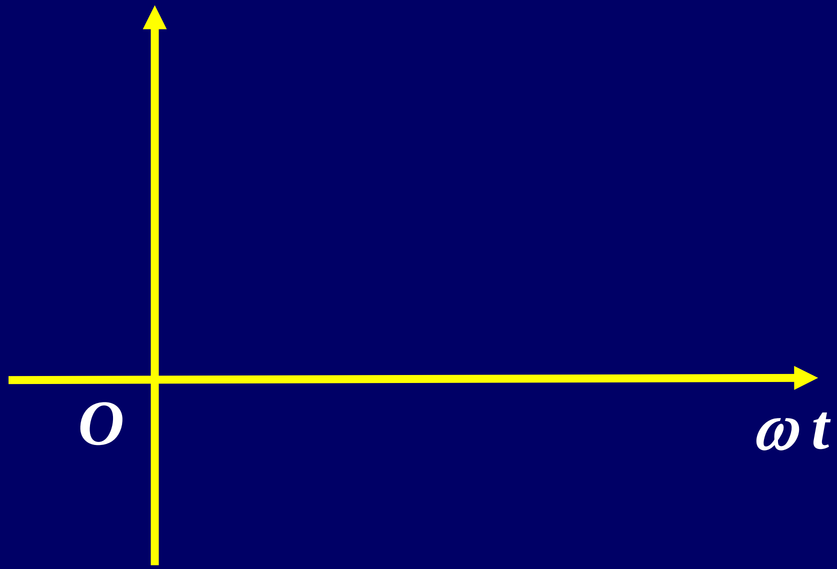
相量关系：

$$\dot{U}_R = R\dot{I}$$

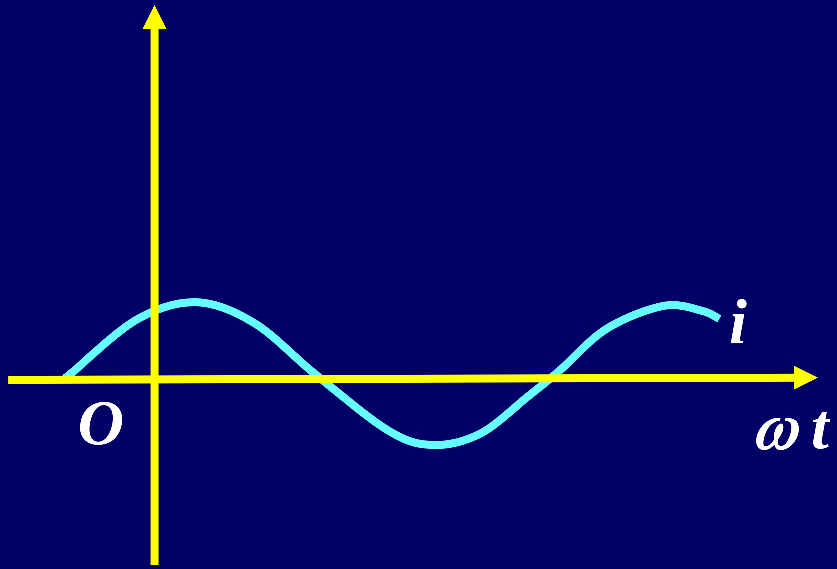
$\rightarrow \begin{cases} U_R = RI & \text{有效值关系} \\ \Psi_u = \Psi_i & \text{相位关系} \end{cases}$

波形图及相量图:

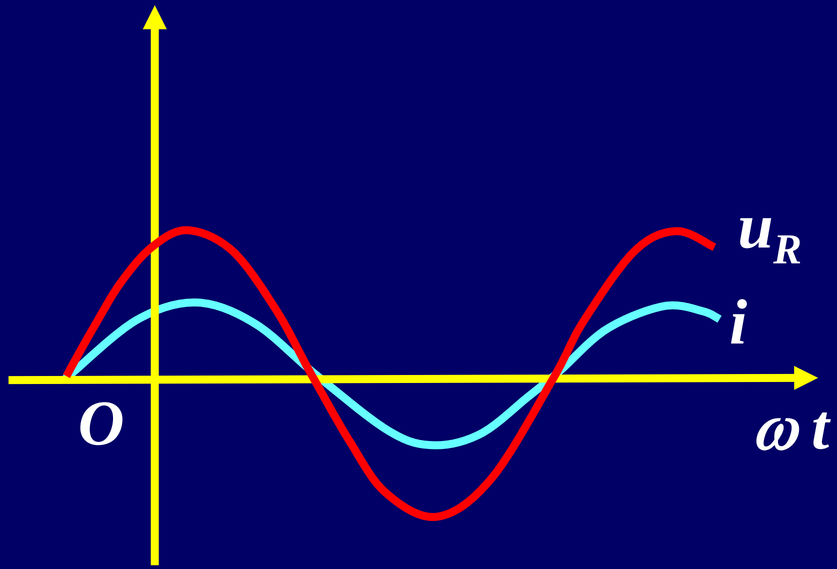
波形图及相量图：



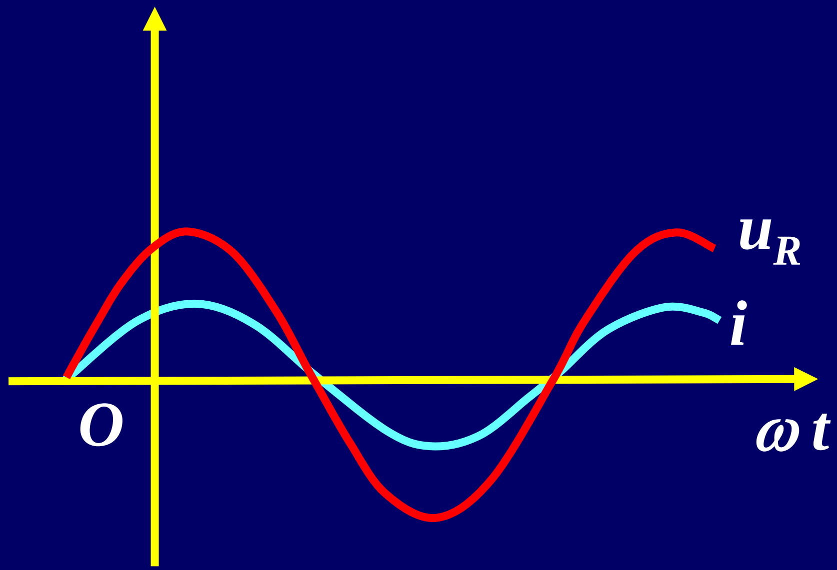
波形图及相量图：

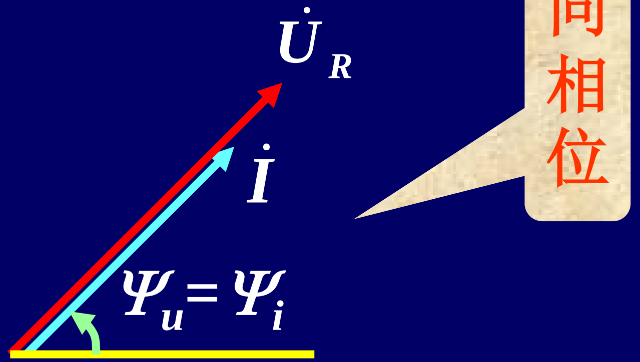


波形图及相量图：

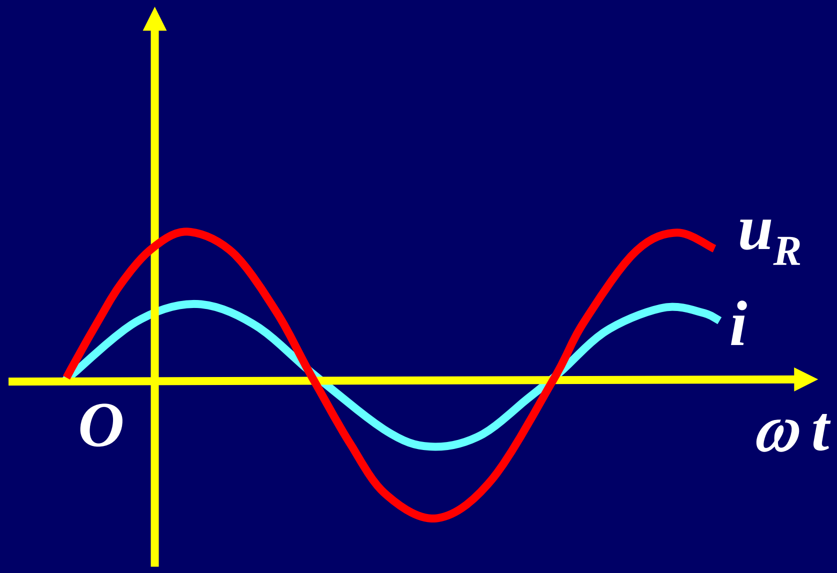


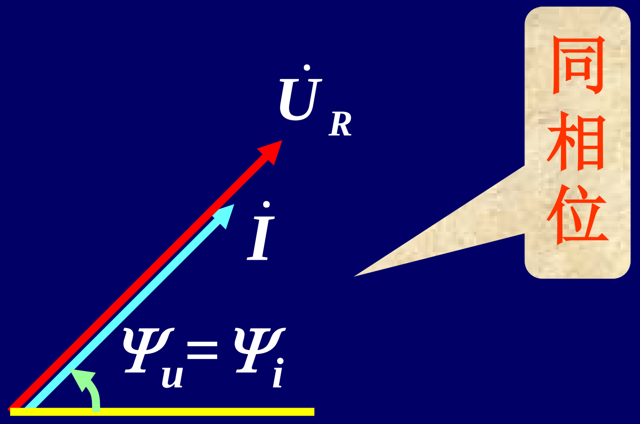
波形图及相量图：





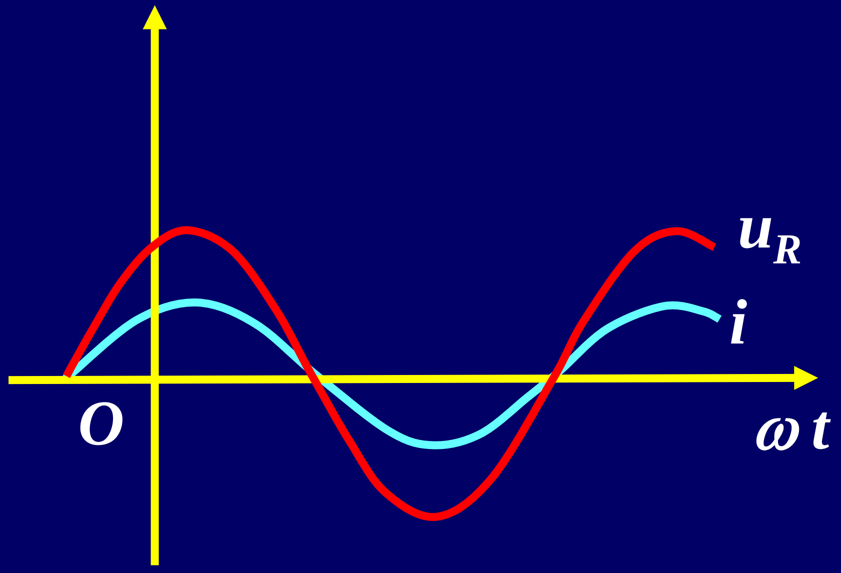
波形图及相量图：

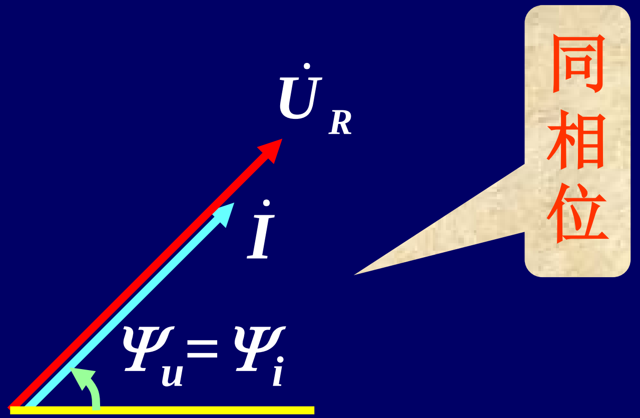




瞬时功率：

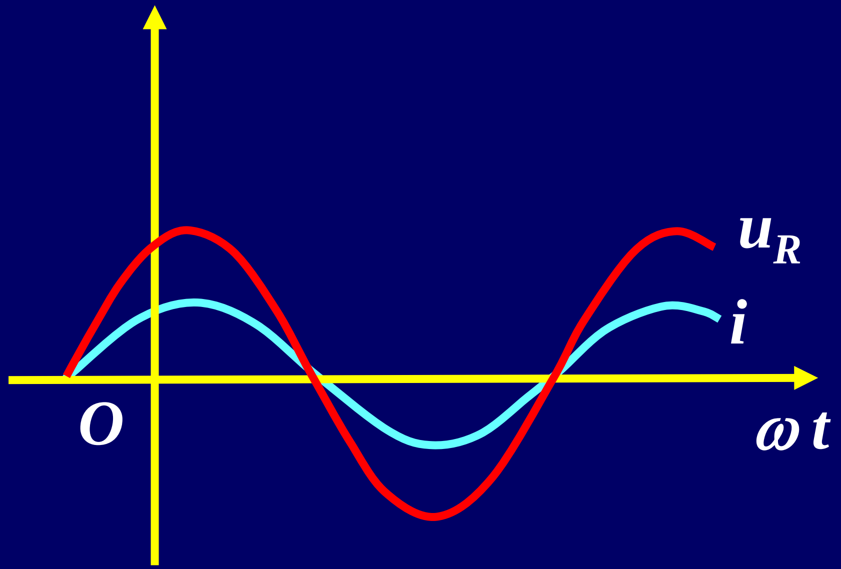
波形图及相量图：

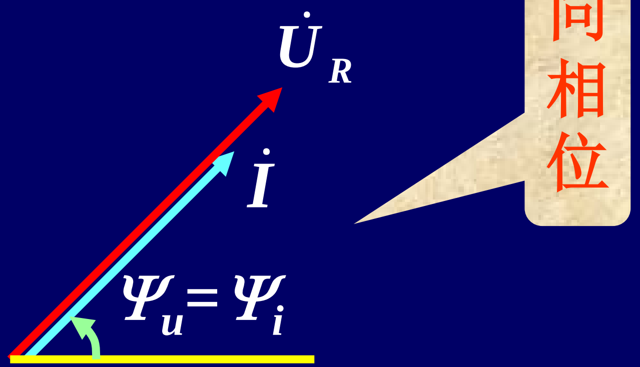




瞬时功率： $p_R = u_R i$

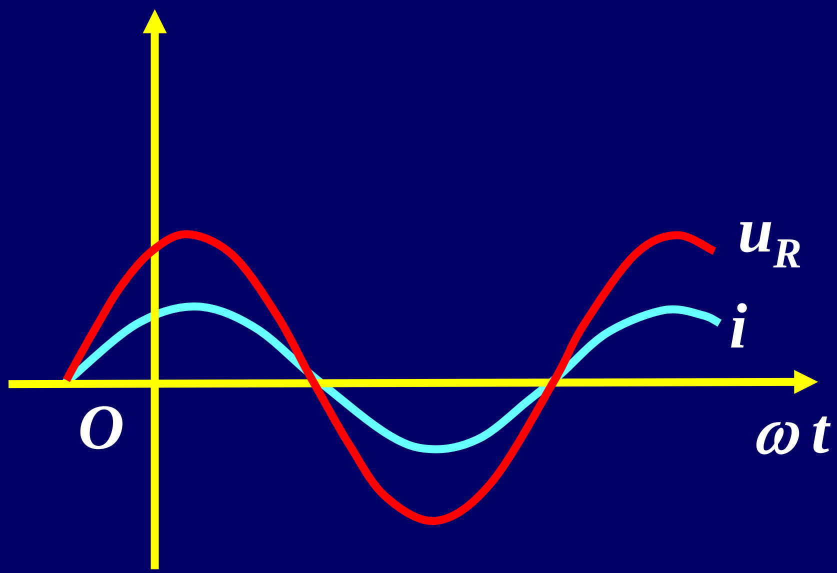
波形图及相量图：

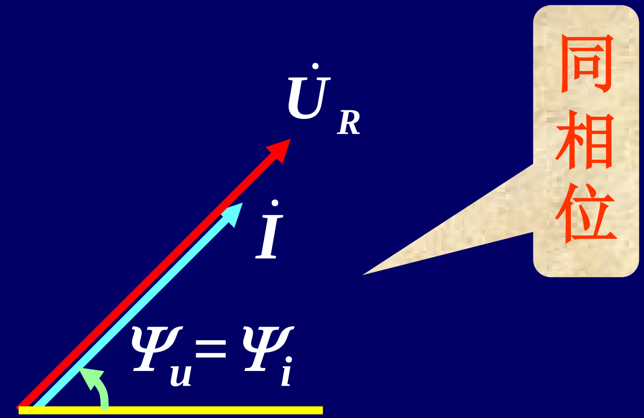




瞬时功率： $p_R = u_R i = \sqrt{2}U_R\sqrt{2}I\cos^2(\omega\ t + \Psi_i)$

波形图及相量图：

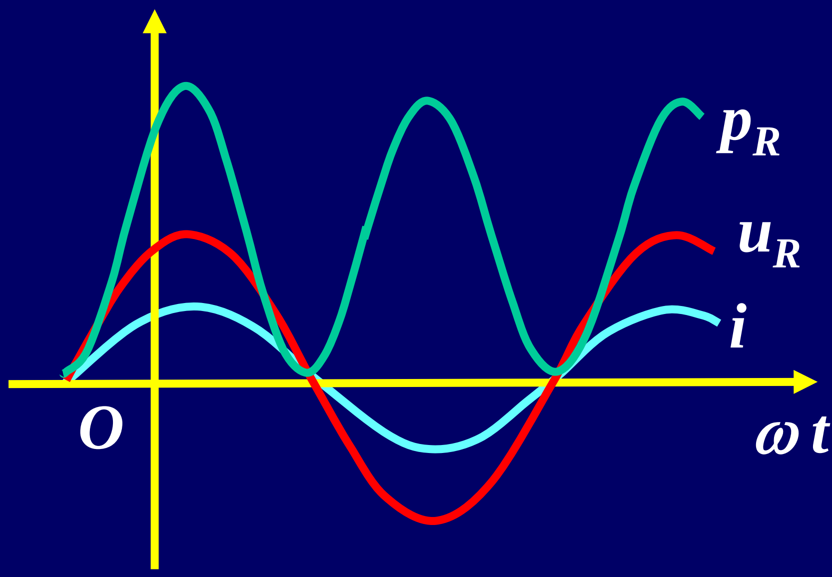


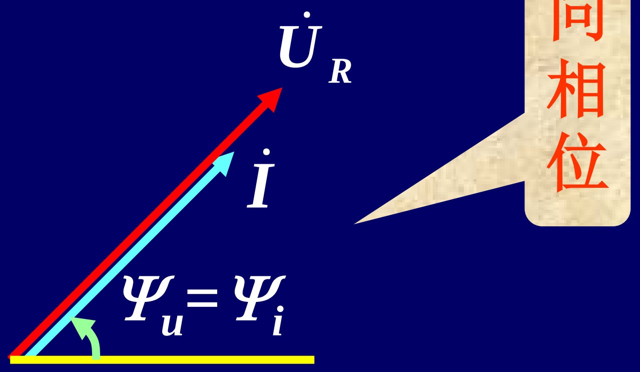


瞬时功率：

$$p_R = u_R i = \sqrt{2}U_R \sqrt{2}I \cos^2(\omega t + \Psi_i)$$
$$= U_R I[1 + \cos 2(\omega t + \Psi_i)]$$

波形图及相量图：





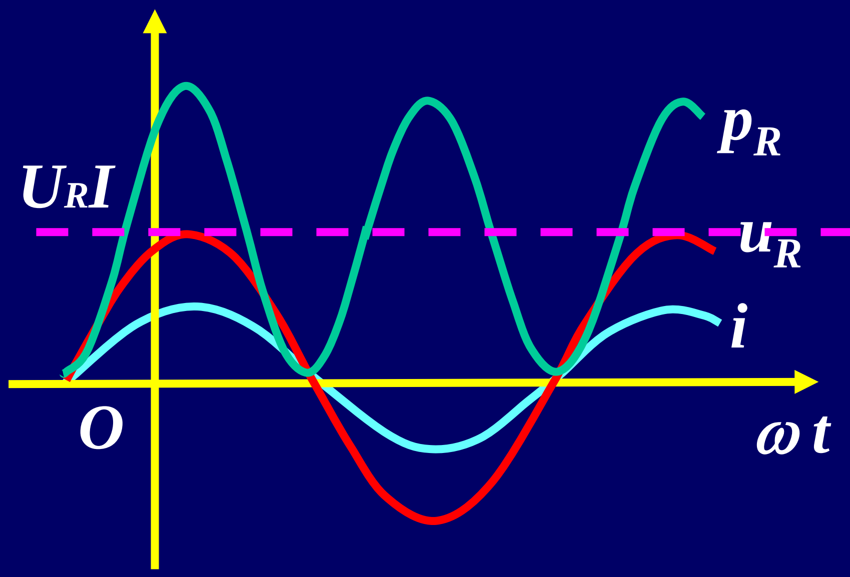
瞬时功率：

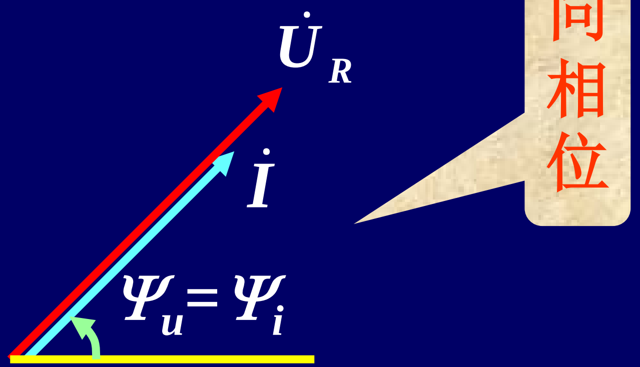
$$p_R = u_R i = \sqrt{2}U_R \sqrt{2}I\cos^2(\omega t + \Psi_i)$$

$$= U_R I[1 + \cos 2(\omega t + \Psi_i)]$$

返 回　上 页　下 页

波形图及相量图：



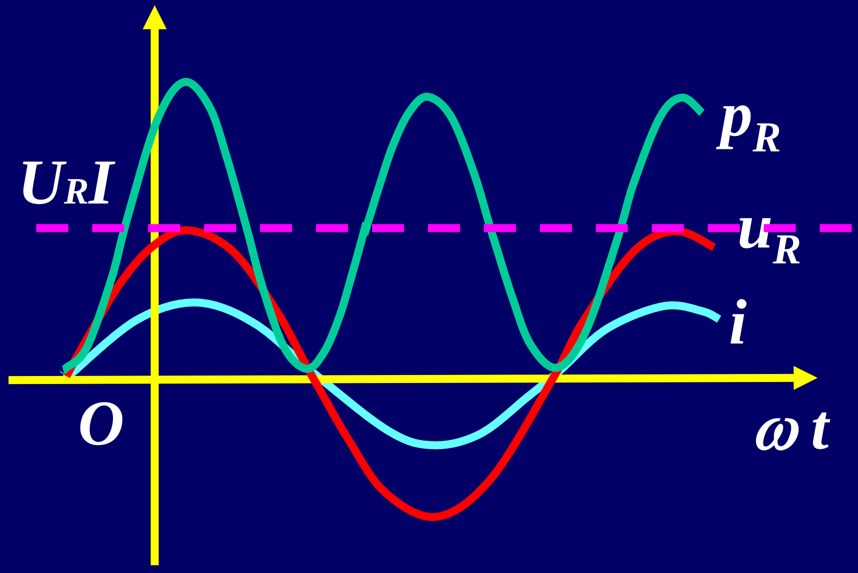


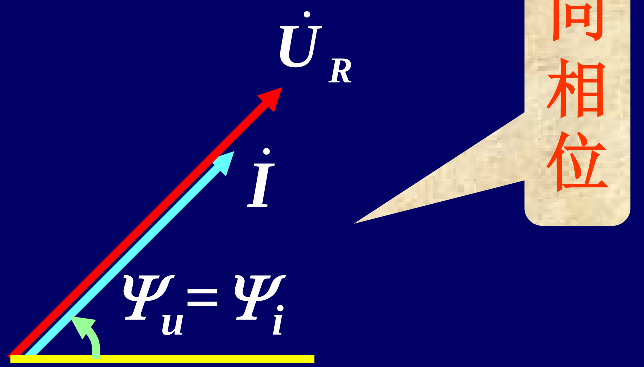
瞬时功率：

$$p_R = u_R i = \sqrt{2} U_R \sqrt{2} I \cos^2(\omega t + \Psi_i)$$
$$= U_R I [1 + \cos 2(\omega t + \Psi_i)]$$

返 回　上 页　下 页

波形图及相量图：



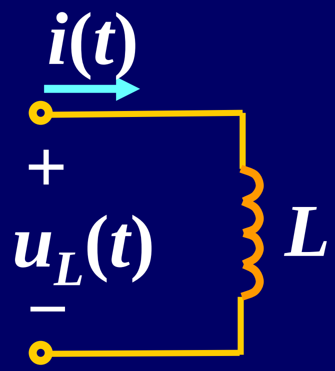


瞬时功率：

$$p_R = u_R i = \sqrt{2}U_R \sqrt{2}I\cos^2(\omega t + \Psi_i)$$
$$= U_R I[1 + \cos 2(\omega t + \Psi_i)]$$

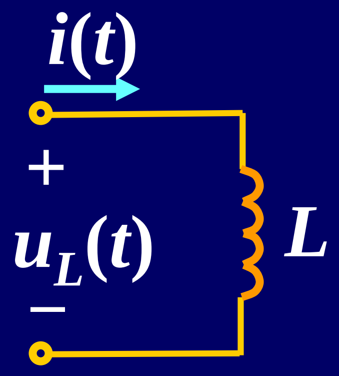
瞬时功率以2ω交变。始终大于零，表明电阻始终吸收功率

2.　电感元件VCR的相量形式



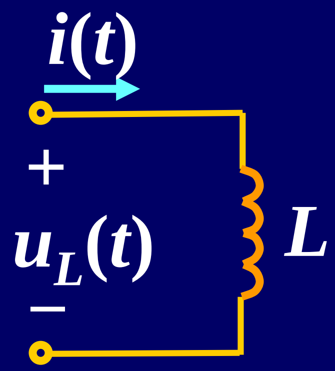
2. 电感元件VCR的相量形式

时域形式：



2. 电感元件VCR的相量形式

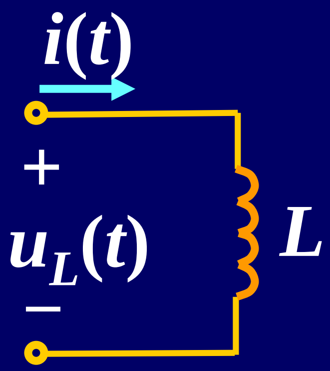
时域形式： 已知 $i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$



2. 电感元件VCR的相量形式

时域形式：

已知 $i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$



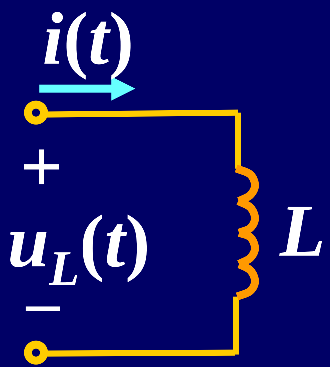
则 $u_L(t)=L\dfrac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega L I\sin(\omega t+\Psi_i)$

$$=\sqrt{2}\omega L I\cos(\omega t+\Psi_i+\frac{\pi}{2})$$

2. 电感元件VCR的相量形式

时域形式：

已知 $i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$

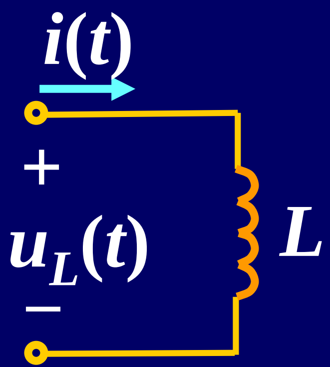


则 $u_L(t)=L\dfrac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega L\,I\sin(\omega t+\Psi_i)$

$$=\sqrt{2}\omega\,L\,I\cos(\omega t+\Psi_i+\frac{\pi}{2})$$

相量形式：

2. 电感元件VCR的相量形式



时域形式：

已知 $i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$

则 $$u_L(t)=L\frac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega L I\sin(\omega t+\Psi_i)$$

$$=\sqrt{2}\omega L I\cos(\omega t+\Psi_i+\frac{\pi}{2})$$

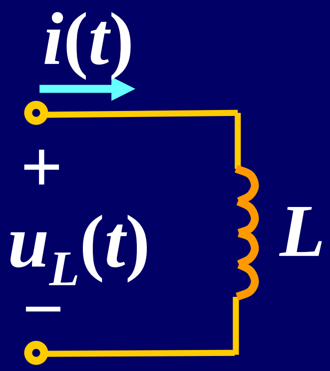
相量形式：

$$\dot{I}=I\angle\Psi_i$$

$$\dot{U}_L=\omega LI\angle\Psi_i+\pi/2$$

2. 电感元件VCR的相量形式

时域形式：　　已知 $i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$



则 $$u_L(t)=L\frac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega L I\sin(\omega t+\Psi_i)$$

$$=\sqrt{2}\omega L I\cos(\omega t+\Psi_i+\frac{\pi}{2})$$

相量形式：

$$\dot{I}=I\angle\Psi_i$$

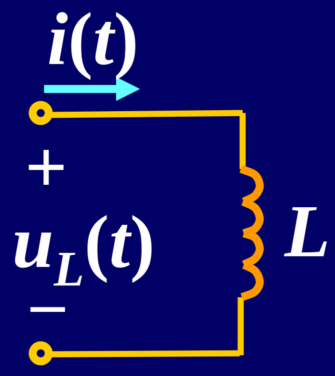
$$\dot{U}_L=\omega LI\angle\Psi_i+\pi/2$$

相量关系：

$$\boxed{\dot{U}_L=j\omega L\dot{I}=jX_L\dot{I}}$$

2. 电感元件VCR的相量形式

时域形式： 已知 $i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$



则 $$u_L(t)=L\frac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega L I\sin(\omega t+\Psi_i)$$

$$=\sqrt{2}\omega L I\cos(\omega t+\Psi_i+\frac{\pi}{2})$$

相量形式： $$\dot{I}=I\angle\Psi_i$$ $$\dot{U}_L=\omega LI\angle\Psi_i+\pi/2$$

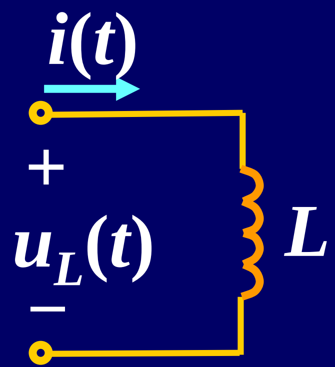
相量关系： $$\dot{U}_L=\mathrm{j}\omega L\dot{I}=\mathrm{j}X_L\dot{I}$$

有效值关系： $U=\omega L I$

相位关系： $\Psi_u=\Psi_i+90°$

2. 电感元件VCR的相量形式

时域形式： 已知 $i(t)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\psi_i)$

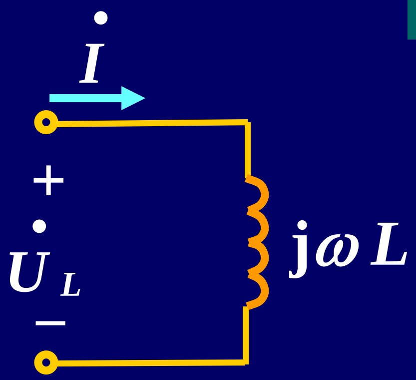


则 $$u_L(t)=L\frac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega L\,I\sin(\omega t+\Psi_i)$$

$$=\sqrt{2}\omega L\,I\cos(\omega t+\Psi_i+\frac{\pi}{2})$$

相量形式： $\dot{I}=I\angle\Psi_i$

$$\dot{U}_L=\omega LI\angle\Psi_i+\pi/2$$



相量关系： $$\dot{U}_L=\mathrm{j}\omega L\,\dot{I}=\mathrm{j}X_L\dot{I}$$

相量模型

有效值关系： $U=\omega L\,I$

相位关系： $\Psi_u=\Psi_i+90^\circ$

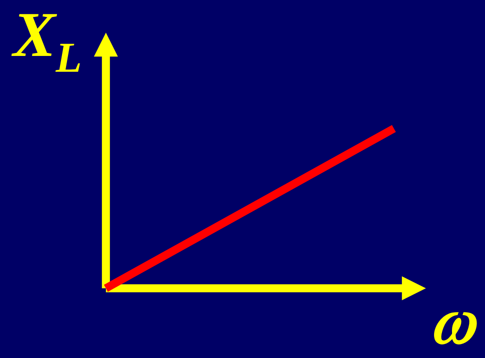
感抗和感纳:

$X_L=\omega L=2\pi fL$，称为感抗，单位为Ω（欧姆）

$B_L=1/\omega L=1/2\pi fL$，感纳，单位为 S

感抗的物理意义:

（1）表示限制电流的能力；（2）感抗和频率成正比；



$\omega=0$(直流), $X_L=0$, 短路;

$\omega\to\infty$, $X_L\to\infty$, 开路;

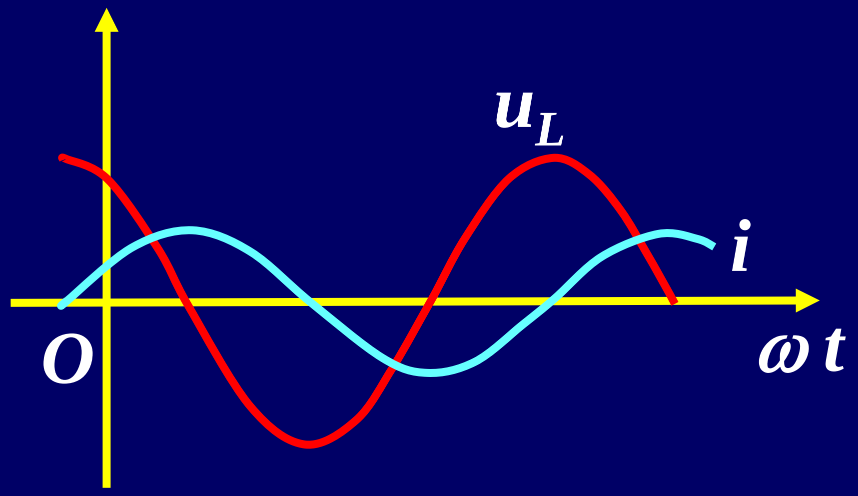
相量表达式:

$$\dot{U}=jX_L\dot{I}=j\omega L\dot{I}\ ,$$

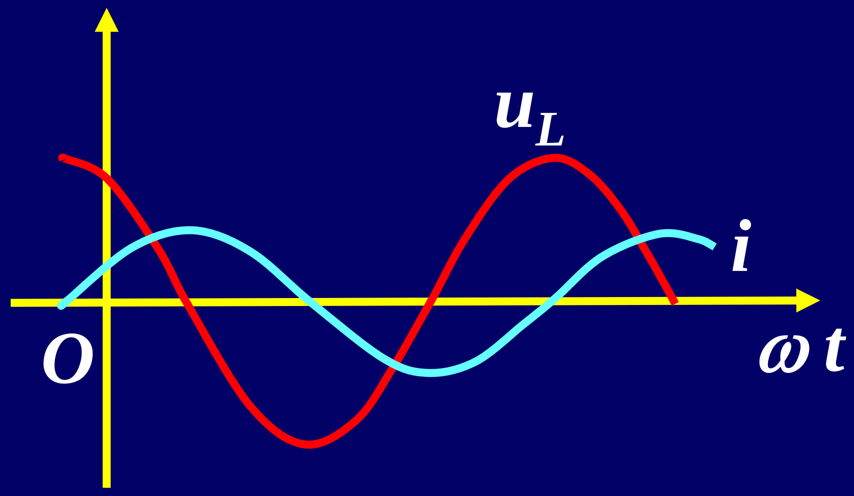
$$\dot{I}=jB_L\dot{U}=j\frac{-1}{\omega L}\dot{U}=\frac{1}{j\omega L}\dot{U}$$

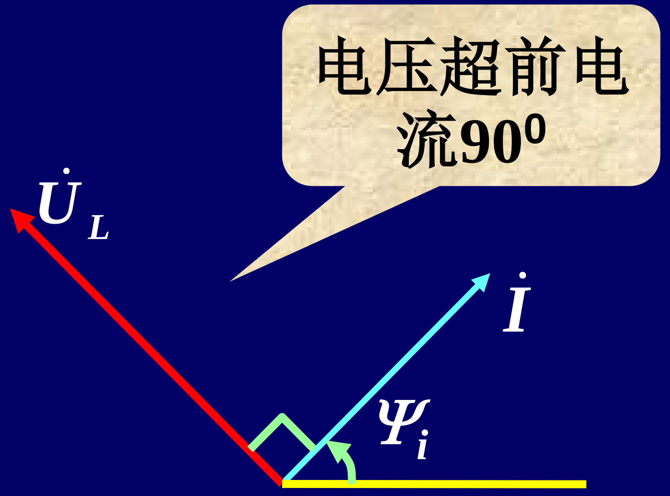
波形图及相量图：

波形图及相量图：

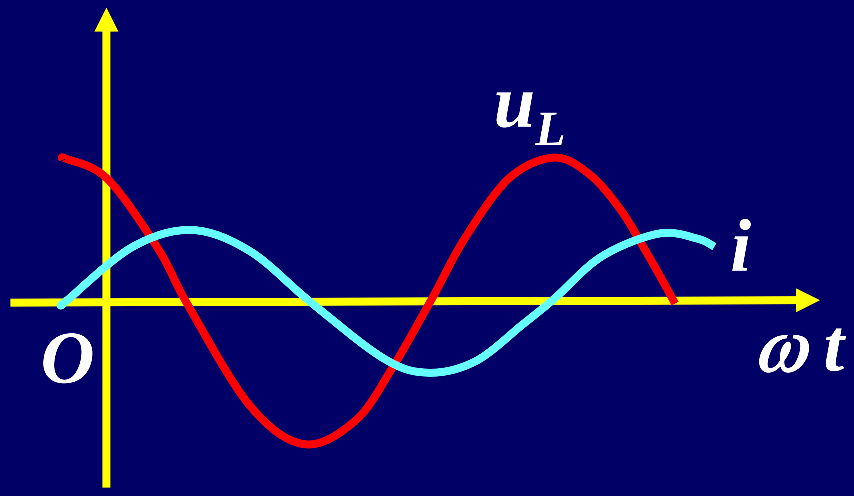


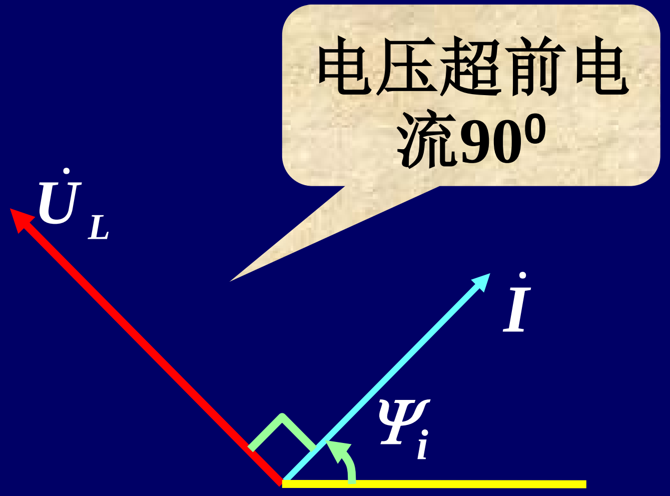
波形图及相量图：





波形图及相量图：

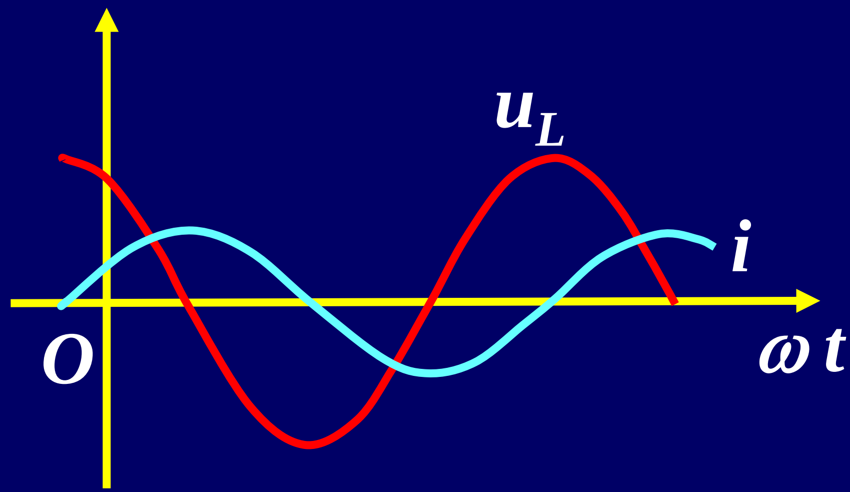


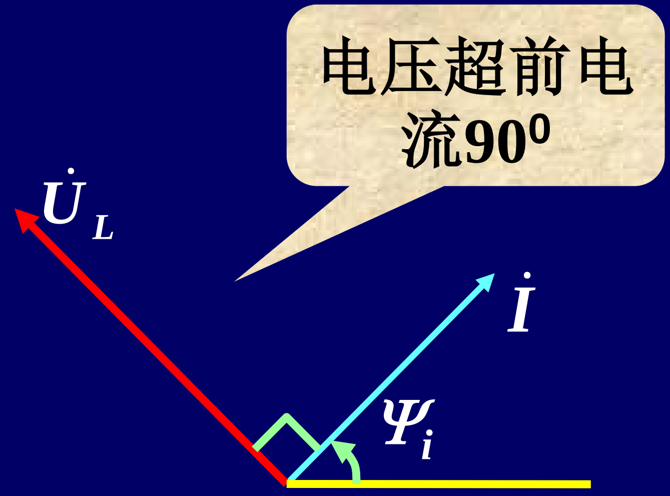


功率：

返 回 上 页 下 页

波形图及相量图：

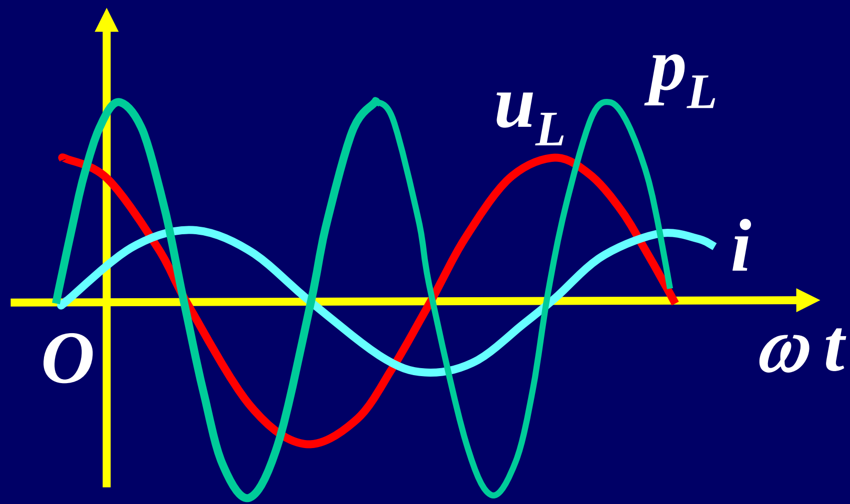


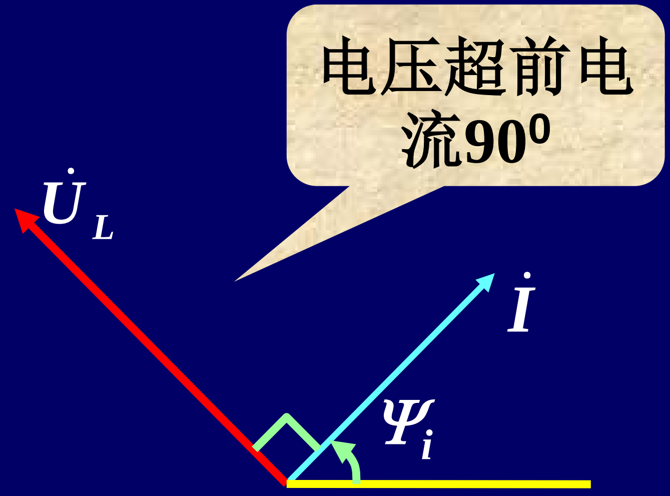


功率：

$$p_L = u_L i = U_{Lm} I_m \cos(\omega t + \Psi_i)\sin(\omega t + \Psi_i)$$
$$= U_L I \sin 2(\omega t + \Psi_i)$$

波形图及相量图：

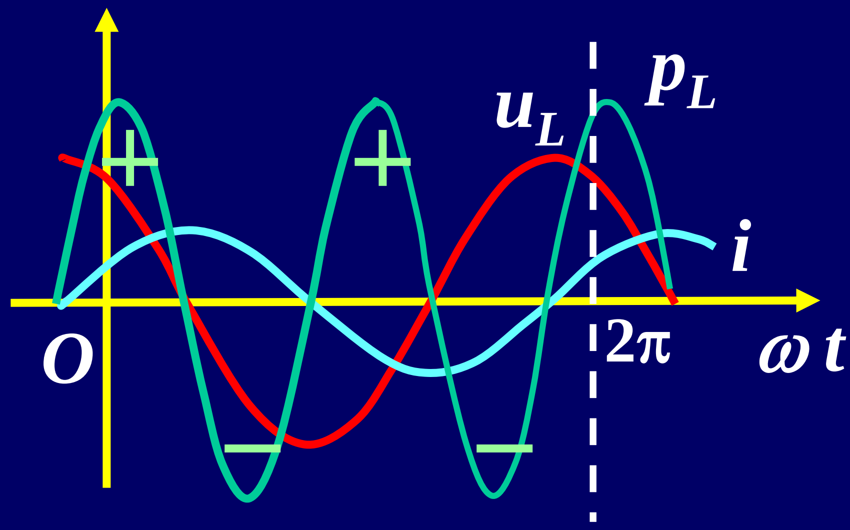


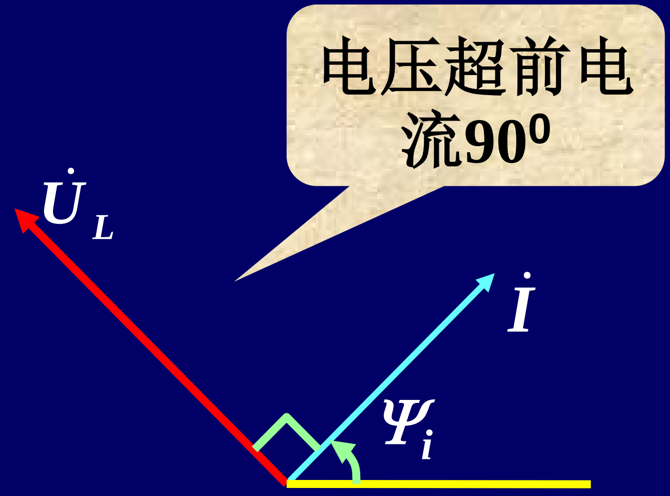


功率：

$$p_L = u_L i = U_{Lm} I_m \cos(\omega t + \Psi_i)\sin(\omega t + \Psi_i)$$
$$= U_L I \sin 2(\omega t + \Psi_i)$$

波形图及相量图:

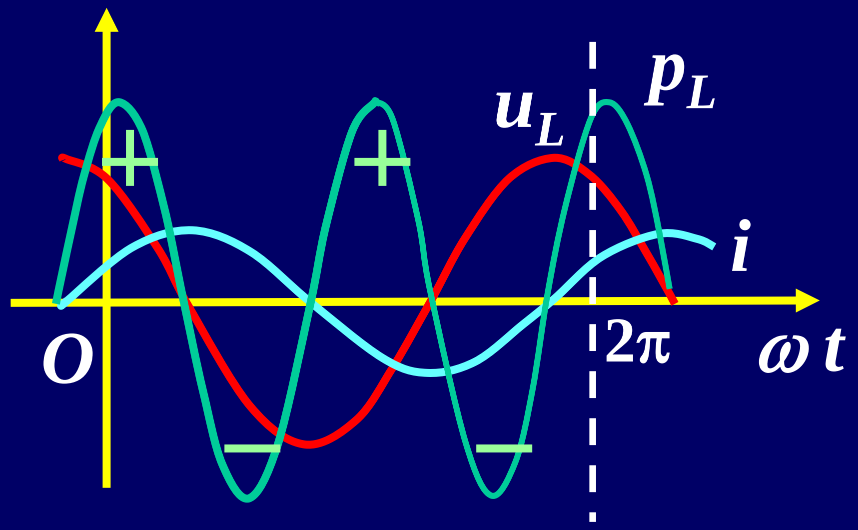


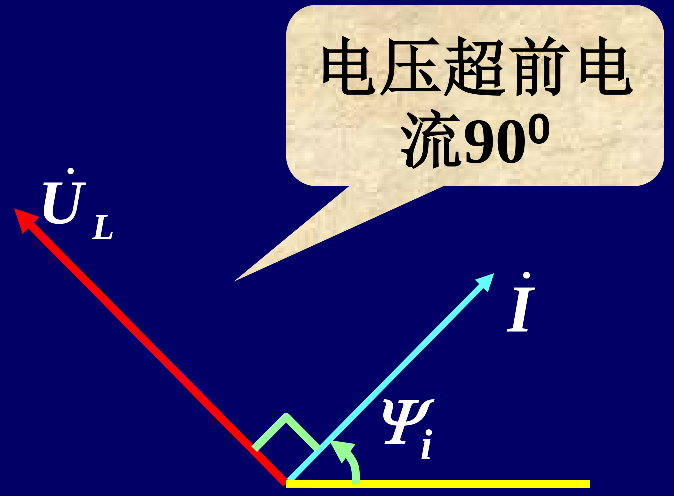


功率:

$$p_L = u_L i = U_{Lm} I_m \cos(\omega t + \Psi_i)\sin(\omega t + \Psi_i)$$
$$= U_L I \sin 2(\omega t + \Psi_i)$$

波形图及相量图：





功率：

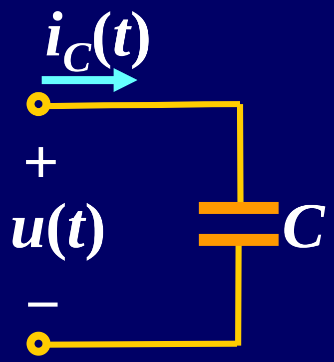
$$p_L = u_L i = U_{Lm} I_m \cos(\omega t + \Psi_i)\sin(\omega t + \Psi_i)$$
$$= U_L I \sin 2(\omega t + \Psi_i)$$

瞬时功率以2ω交变，有正有负，一周期内刚好互相抵消

3. 电容元件VCR的相量形式

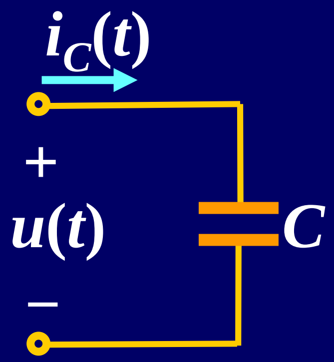
返 回 上 页 下 页

3. 电容元件VCR的相量形式



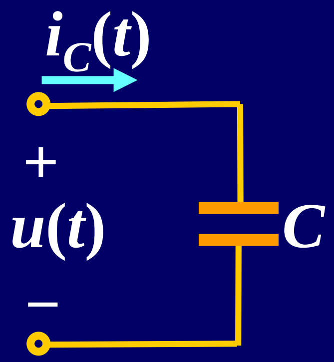
3. 电容元件VCR的相量形式

时域形式：



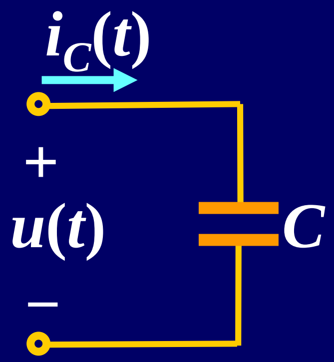
3. 电容元件VCR的相量形式

时域形式： 已知 $u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\Psi_u)$



3. 电容元件VCR的相量形式

时域形式： 已知 $u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\Psi_u)$



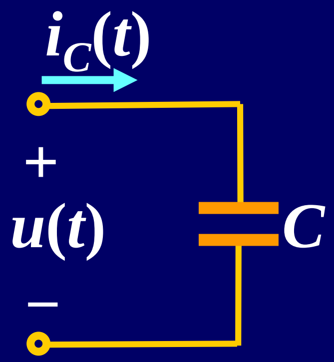
则 $i_C(t)=C\dfrac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega CU\sin(\omega t+\Psi_u)$

$$=\sqrt{2}\omega CU\cos(\omega t+\Psi_u+\frac{\pi}{2})$$

3. 电容元件VCR的相量形式

时域形式：

已知 $u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\Psi_u)$



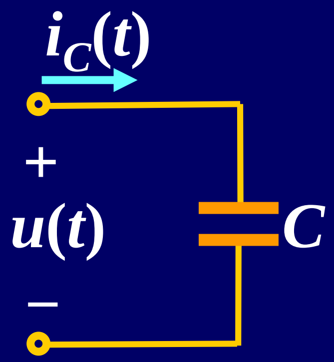
则 $i_C(t)=C\dfrac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega CU\sin(\omega t+\Psi_u)$

$$=\sqrt{2}\omega CU\cos(\omega t+\Psi_u+\frac{\pi}{2})$$

相量形式：

3. 电容元件VCR的相量形式

时域形式：　　已知 $u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\Psi_u)$



则 $i_C(t)=C\dfrac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega CU\sin(\omega t+\Psi_u)$

$$=\sqrt{2}\omega CU\cos(\omega t+\Psi_u+\frac{\pi}{2})$$

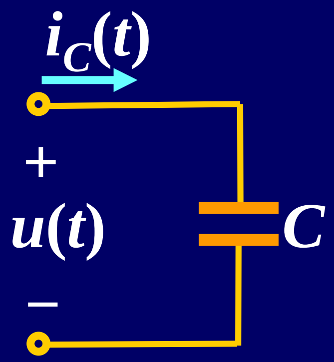
相量形式：

$$\dot{U}=U\angle\Psi_u$$

$$\dot{I}_C=\omega CU\underline{/\Psi_u+\pi/2}$$

3. 电容元件VCR的相量形式

时域形式：　　已知 $u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\Psi_u)$



则 $i_C(t)=C\dfrac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega CU\sin(\omega t+\Psi_u)$

$$=\sqrt{2}\omega CU\cos(\omega t+\Psi_u+\frac{\pi}{2})$$

相量形式：

$$\dot{U}=U\angle\Psi_u$$

$$\dot{I}_C=\omega CU\angle\Psi_u+\pi/2$$

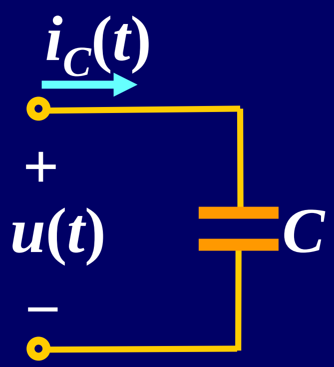
相量关系：

$$\dot{U}=-j\frac{1}{\omega C}\dot{I}=-jX_C\dot{I}$$

3. 电容元件VCR的相量形式

时域形式：

已知 $u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\Psi_u)$



则 $i_C(t)=C\dfrac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega CU\sin(\omega t+\Psi_u)$

$$=\sqrt{2}\omega CU\cos(\omega t+\Psi_u+\frac{\pi}{2})$$

相量形式：

$$\dot{U}=U\angle\Psi_u$$

$$\dot{I}_C=\omega CU\angle\Psi_u+\pi/2$$

相量关系：

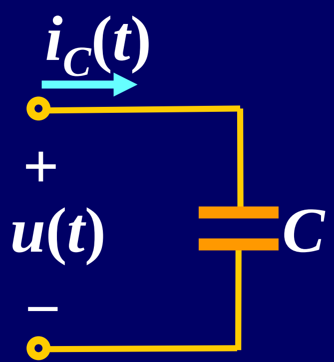
$$\dot{U}=-j\frac{1}{\omega C}\dot{I}=-jX_C\dot{I}$$

有效值关系：$I_C=\omega CU$

相位关系：$\Psi_i=\Psi_u+90^\circ$

3. 电容元件VCR的相量形式

时域形式：



已知 $u(t)=\sqrt{2}U\cos(\omega t+\Psi_u)$

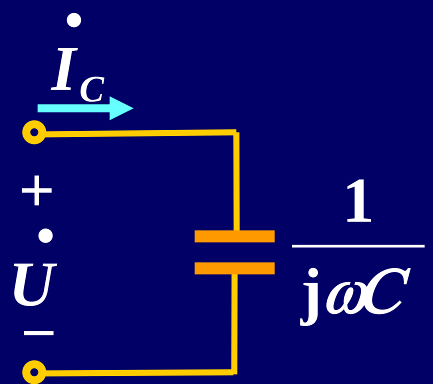
则 $i_C(t)=C\dfrac{\mathrm{d}u(t)}{\mathrm{d}t}=-\sqrt{2}\omega CU\sin(\omega t+\Psi_u)$

$$=\sqrt{2}\omega CU\cos(\omega t+\Psi_u+\frac{\pi}{2})$$

相量形式：

$$\dot{U}=U\angle\Psi_u$$

$$\dot{I}_C=\omega CU\angle\Psi_u+\pi/2$$



相量关系：

$$\dot{U}=-j\frac{1}{\omega C}\dot{I}=-jX_C\dot{I}$$

相量模型

有效值关系： $I_C=\omega CU$

相位关系： $\Psi_i=\Psi_u+90^\circ$

容抗与容纳：

返 回　上 页　下 页

容抗与容纳:

$X_C=1/\omega C$，　称为容抗，单位为 Ω(欧姆)

$B_C=\omega C$，　称为容纳，单位为 S

容抗与容纳：

$X_C = 1/\omega C$，　称为容抗，单位为 Ω(欧姆)

$B_C = \omega C$，　称为容纳，单位为 S

频率和容抗成反比,

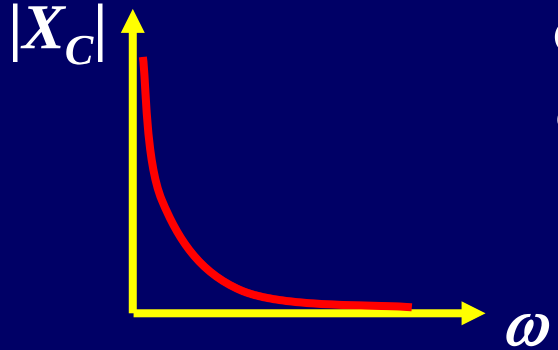
$\omega \to 0$，$|X_C| \to \infty$ 直流开路(隔直)

$\omega \to \infty$，$|X_C| \to 0$ 高频短路(旁路作用)

容抗与容纳:

$X_C=1/\omega C$,　称为容抗，单位为 Ω(欧姆)

$B_C=\omega C$,　称为容纳，单位为 S



频率和容抗成反比,

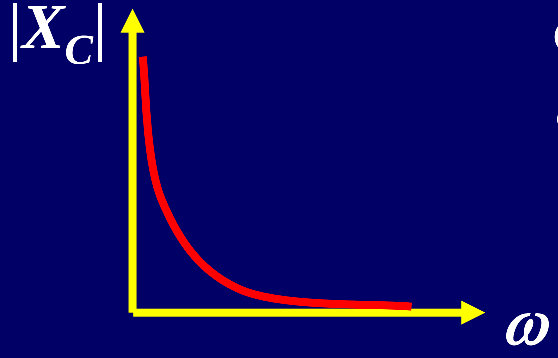
$\omega\to 0$，$|X_C|\to\infty$ 直流开路(隔直)

$\omega\to\infty$，$|X_C|\to 0$ 高频短路(旁路作用)

容抗与容纳:

$X_C=1/\omega C$，　称为容抗，单位为 Ω(欧姆)

$B_C=\omega C$，　称为容纳，单位为 S



频率和容抗成反比,

$\omega\to 0$，$|X_C|\to\infty$ 直流开路(隔直)

$\omega\to\infty$，$|X_C|\to 0$ 高频短路(旁路作用)

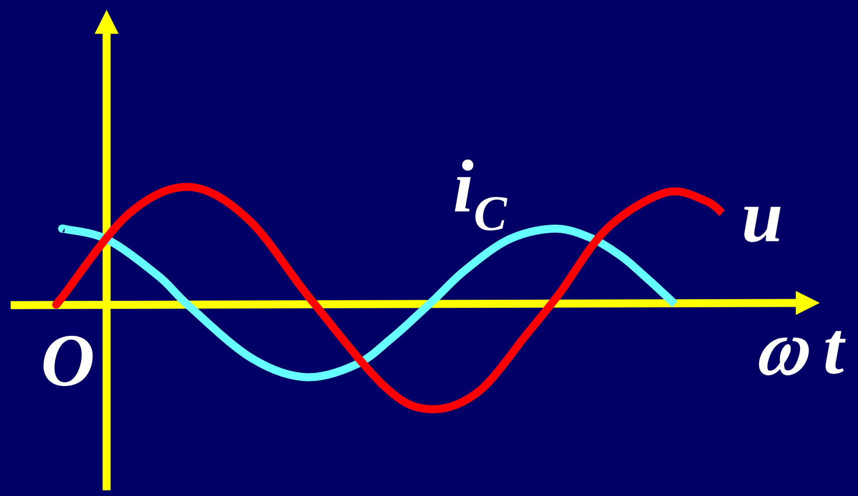
相量表达式:

$$\dot{U}=jX_C\dot{I}=j\frac{-1}{\omega C}\dot{I}$$

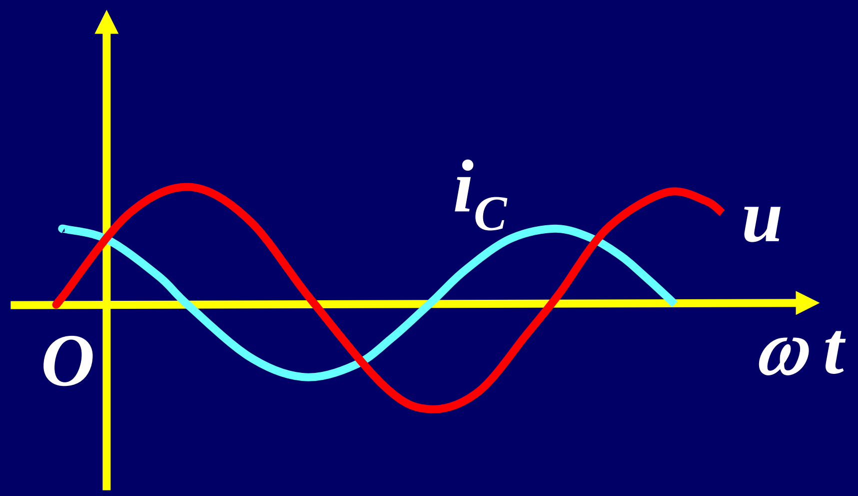
$$\dot{I}=jB_C\dot{U}=j\omega C\dot{U}$$

波形图及相量图：

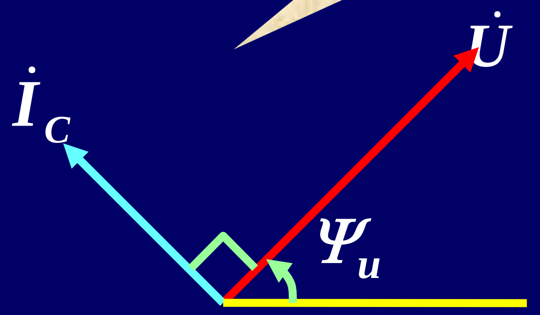
波形图及相量图：



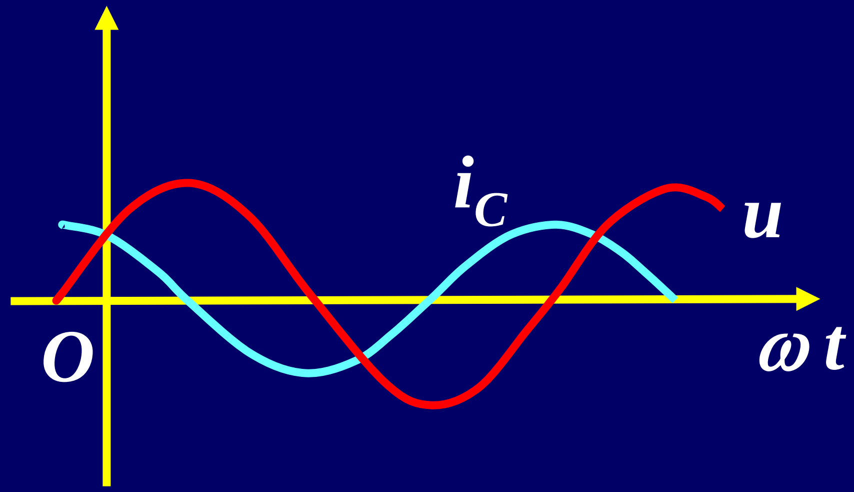
波形图及相量图：



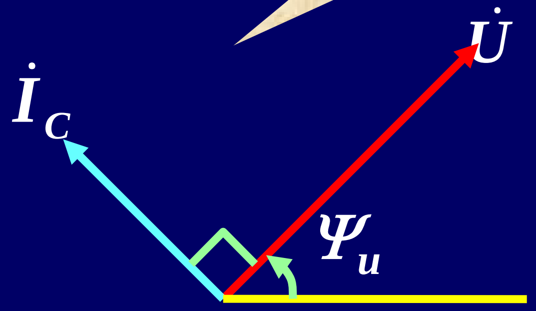
电流超前电压90^0



波形图及相量图：

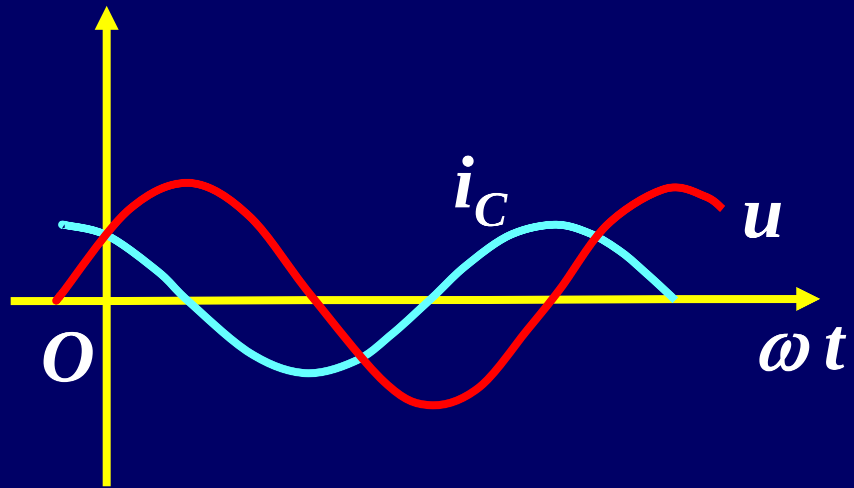


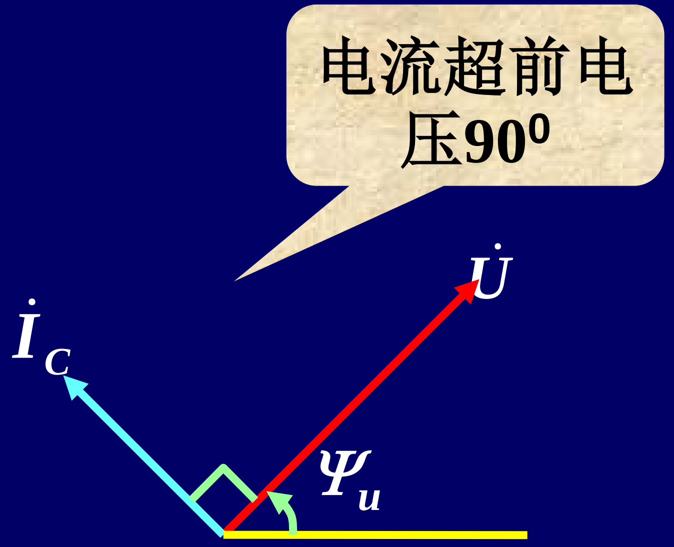
电流超前电压90^0



功率：

波形图及相量图：

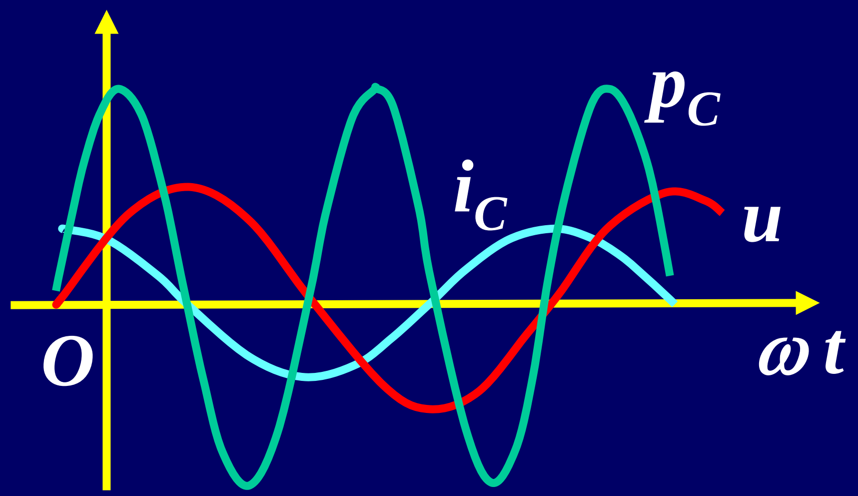


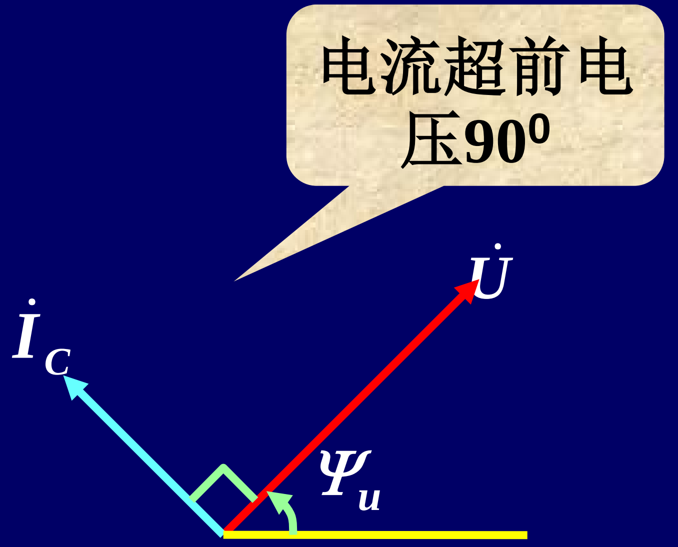


功率：

$$p_C = ui_C$$
$$= 2UI_C \cos(\omega t + \Psi_u)\sin(\omega t + \Psi_u)$$
$$= UI_C \sin 2(\omega t + \Psi_u)$$

波形图及相量图：

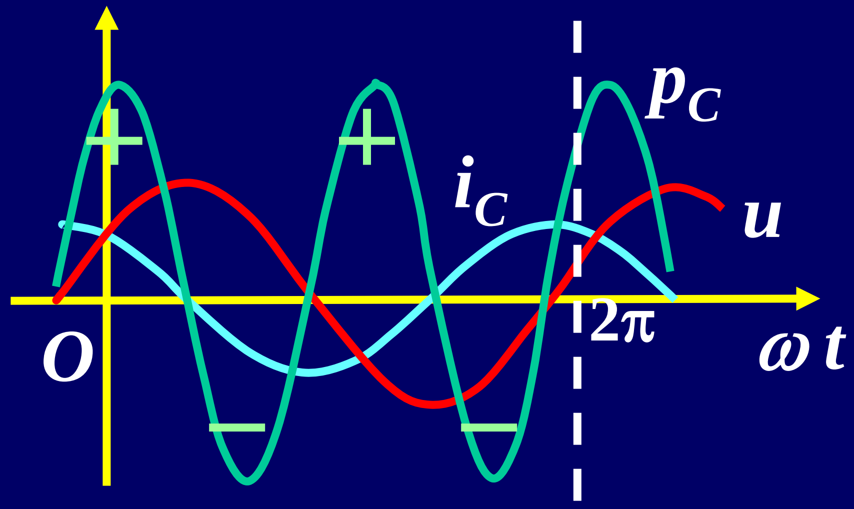


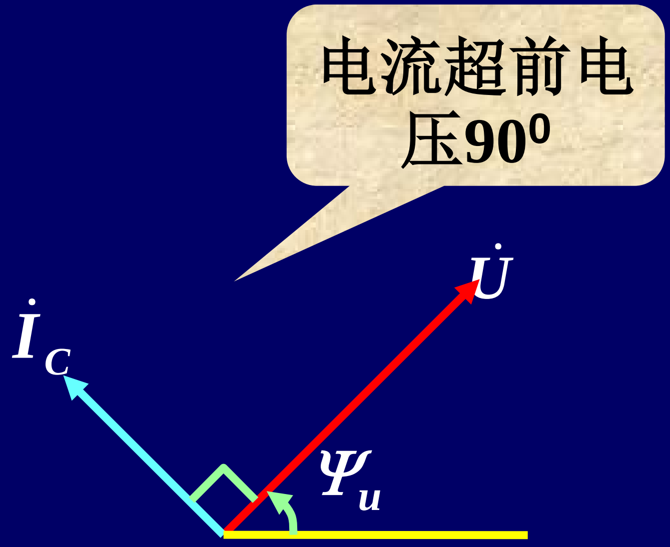


功率：

$$
\begin{aligned}
p_C &= u i_C \\
&= 2UI_C \cos(\omega t+\Psi_u)\sin(\omega t+\Psi_u) \\
&= UI_C \sin 2(\omega t+\Psi_u)
\end{aligned}
$$

波形图及相量图：

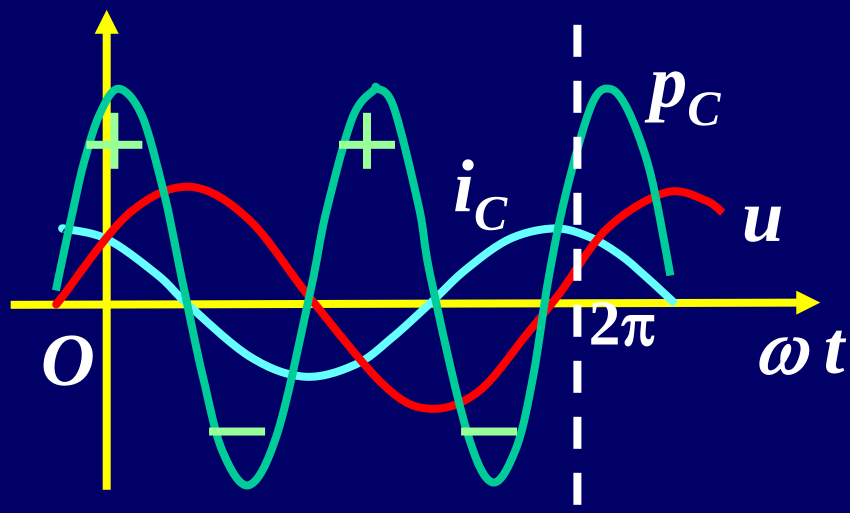


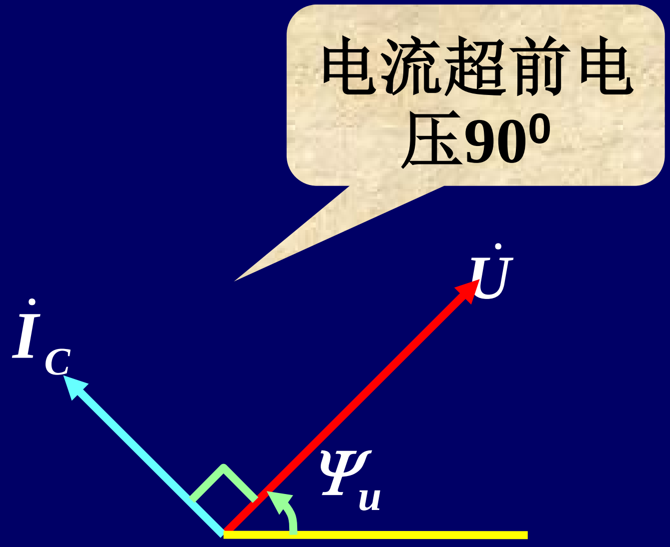


功率：

$$\begin{aligned} p_C &= u i_C \\ &= 2UI_C \cos(\omega t + \Psi_u)\sin(\omega t + \Psi_u) \\ &= UI_C \sin 2(\omega t + \Psi_u) \end{aligned}$$

波形图及相量图:





功率:

$$\begin{aligned} p_C &= u i_C \\ &= 2UI_C \cos(\omega t + \Psi_u)\sin(\omega t + \Psi_u) \\ &= UI_C \sin 2(\omega t + \Psi_u) \end{aligned}$$

瞬时功率以2ω交变，有正有负，一周期内刚好互相抵消

4. 基尔霍夫定律的相量形式

4. 基尔霍夫定律的相量形式

同频率的正弦量加减可以用对应的相量形式来进行计算。因此，在正弦电流电路中，KCL和KVL可用相应的相量形式表示：

4. 基尔霍夫定律的相量形式

同频率的正弦量加减可以用对应的相量形式来进行计算。因此，在正弦电流电路中，**KCL**和**KVL**可用相应的相量形式表示：

$$\sum i(t) = 0$$

4. 基尔霍夫定律的相量形式

同频率的正弦量加减可以用对应的相量形式来进行计算。因此，在正弦电流电路中，**KCL**和**KVL**可用相应的相量形式表示：

$$\sum i(t)=0 \longrightarrow \sum i(t)=\sum \mathrm{Re}\sqrt{2}\left[\dot{I}_1+\dot{I}_2+\cdots\right]e^{j\omega t}=0$$

返 回 上 页 下 页

4. 基尔霍夫定律的相量形式

同频率的正弦量加减可以用对应的相量形式来进行计算。因此，在正弦电流电路中，KCL和KVL可用相应的相量形式表示：

$$\sum i(t)=0 \longrightarrow \sum i(t)=\sum \mathrm{Re}\sqrt{2}\left[\dot{I}_1+\dot{I}_2+\cdots\right]e^{j\omega t}=0$$

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

4. 基尔霍夫定律的相量形式

同频率的正弦量加减可以用对应的相量形式来进行计算。因此，在正弦电流电路中，**KCL**和**KVL**可用相应的相量形式表示：

$$\sum i(t)=0 \longrightarrow \sum i(t)=\sum \mathrm{Re}\sqrt{2}\left[\dot{I}_1+\dot{I}_2+\cdots\right]e^{j\omega t}=0$$

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

$$\sum u(t)=0$$

4. 基尔霍夫定律的相量形式

同频率的正弦量加减可以用对应的相量形式来进行计算。因此，在正弦电流电路中，**KCL**和**KVL**可用相应的相量形式表示：

$$\sum i(t)=0 \longrightarrow \sum i(t)=\sum \mathrm{Re}\sqrt{2}\left[\dot{I}_1+\dot{I}_2+\cdots\right]e^{j\omega t}=0$$

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

$$\sum u(t)=0 \longrightarrow \sum \dot{U}=0$$

4. 基尔霍夫定律的相量形式

同频率的正弦量加减可以用对应的相量形式来进行计算。因此，在正弦电流电路中，**KCL**和**KVL**可用相应的相量形式表示：

$$\sum i(t)=0 \longrightarrow \sum i(t)=\sum \mathrm{Re}\sqrt{2}\left[\dot{I}_1+\dot{I}_2+\cdots\right]e^{j\omega t}=0$$

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

$$\sum u(t)=0 \longrightarrow \sum \dot{U}=0$$

上式表明：流入某一节点的所有正弦电流用相量表示时仍满足**KCL**；而任一回路所有支路正弦电压用相量表示时仍满足**KVL**。

例1 试判断下列表达式的正、误：

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $u = j\omega Li$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = j\omega C\,\Omega$

(2) $i = 5\cos\omega t = 5\angle 0^0$

(3) $\dot{I}_{\mathrm{m}} = j\omega C U_m$

(6) $\dot{U}_{\mathrm{L}} = j\omega L \dot{I}_L$

(4) $X_{\mathrm{L}} = \dfrac{\dot{U}_L}{\dot{I}_L}$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误:

(1) $u = j\omega Li$ ×

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = j\omega C\,\Omega$

(2) $i = 5\cos\omega t = 5\angle 0^0$

(3) $\dot{I}_{\mathrm{m}} = j\omega C U_m$

(6) $\dot{U}_{\mathrm{L}} = j\omega L \dot{I}_L$

(4) $X_{\mathrm{L}} = \dfrac{\dot{U}_L}{\dot{I}_L}$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\dot{U} = j\omega L \dot{I}$

(2) $i = 5\cos\omega t = 5\angle 0^0$

(3) $\dot{I}_\mathrm{m} = j\omega C U_m$

(4) $X_\mathrm{L} = \dfrac{\dot{U}_L}{\dot{I}_L}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = j\omega C\ \Omega$

(6) $\dot{U}_\mathrm{L} = j\omega L \dot{I}_L$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\dot{U} = j\omega L\dot{I}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = j\omega C\,\Omega$

(2) $i = 5\cos\omega t \cancel{=} 5\angle 0^0$

(3) $\dot{I}_\mathrm{m} = j\omega C U_m$

(6) $\dot{U}_\mathrm{L} = j\omega L\dot{I}_L$

(4) $X_\mathrm{L} = \dfrac{\dot{U}_L}{\dot{I}_L}$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\dot{U} = j\omega L \dot{I}$

(2) $i = 5\cos\omega t \cancel{=} 5\angle 0^0$

(3) $\dot{I}_m = j\omega C U_m$

(4) $X_L = \dfrac{\dot{U}_L}{\dot{I}_L}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = j\omega C\,\Omega$

(6) $\dot{U}_L = j\omega L \dot{I}_L$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\dot{U} = j\omega L \dot{I}$

(2) $i = 5\cos\omega t \neq 5\angle 0^{0}$

(3) $\dot{I}_{\mathrm{m}} = j\omega C \dot{U}_{m}$

(4) $X_{\mathrm{L}} = \dfrac{\dot{U}_{L}}{\dot{I}_{L}}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_{C}}{\dot{I}_{C}} = j\omega C\,\Omega$

(6) $\dot{U}_{\mathrm{L}} = j\omega L\dot{I}_{L}$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\dot{U} = j\omega L \dot{I}$

(2) $i = 5\cos\omega t \cancel{=} 5\angle 0^0$

(3) $\dot{I}_{\mathrm{m}} = j\omega C \dot{U}_m$

(4) $X_{\mathrm{L}} = \dfrac{\dot{U}_L}{\dot{I}_L}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = j\omega C\,\Omega$

(6) $\dot{U}_{\mathrm{L}} = j\omega L \dot{I}_L$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误:

(1) $\boxed{\dot{U}} = j\omega L \boxed{\dot{I}}$

(2) $i = 5\cos\omega t \cancel{=} 5\angle 0^0$

(3) $\dot{I}_m = j\omega C \boxed{\dot{U}_m}$

(4) $X_L = \boxed{\dfrac{U}{I} = \dfrac{U_m}{I_m}}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = j\omega C\ \Omega$

(6) $\dot{U}_L = j\omega L \dot{I}_L$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\dot{U} = j\omega L \dot{I}$

(2) $i = 5\cos\omega t \cancel{=} 5\angle 0^0$

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

(4) $X_L = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U_m}{I_m}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = j\omega C\,\Omega$ ×

(6) $\dot{U}_L = j\omega L \dot{I}_L$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误:

(1) $\dot{U} = j\omega L \dot{I}$

(2) $i = 5\cos\omega t \cancel{=} 5\angle 0^0$

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

(4) $X_L = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U_m}{I_m}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = \dfrac{1}{j\omega C}$

(6) $\dot{U}_L = j\omega L \dot{I}_L$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\boxed{\dot{U}} = j\omega L \boxed{\dot{I}}$

(2) $i = 5\cos\omega t \neq 5\angle 0^{0}$

(3) $\dot{I}_{\mathrm{m}} = j\omega C \boxed{\dot{U}_{m}}$

(4) $X_{\mathrm{L}} = \boxed{\dfrac{U}{I} = \dfrac{U_{m}}{I_{m}}}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = \boxed{\dfrac{1}{j\omega C}}$

(6) $\dot{U}_{\mathrm{L}} = j\omega L\dot{I}_{L}$ ✓

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\dot{U} = j\omega L \dot{I}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = \dfrac{1}{j\omega C}$

(2) $i = 5\cos\omega t \cancel{=} 5\angle 0^0$

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

(6) $\dot{U}_L = j\omega L \dot{I}_L$ ✓

(4) $X_L = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U_m}{I_m}$

(7) $u = C\dfrac{di}{dt}$ ✗

例1 试判断下列表达式的正、误：

(1) $\dot{U} = j\omega L \dot{I}$

(5) $\dfrac{\dot{U}_C}{\dot{I}_C} = \dfrac{1}{j\omega C}$

(2) $i = 5\cos\omega t \cancel{=} 5\angle 0^0$

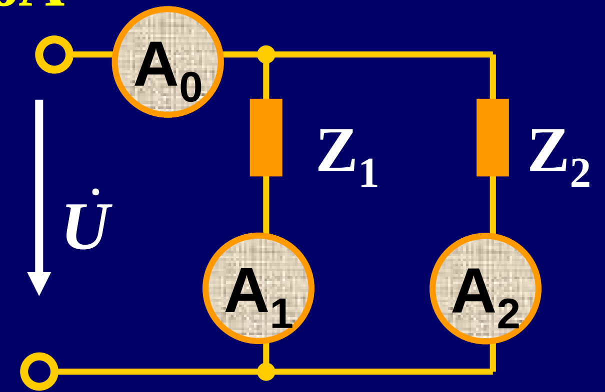
(3) $\dot{I}_m = j\omega C \dot{U}_m$

(6) $\dot{U}_L = j\omega L \dot{I}_L$

(4) $X_L = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U_m}{I_m}$

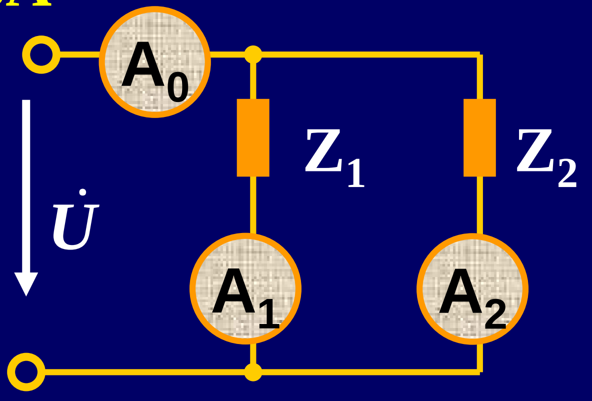
(7) $u = L\dfrac{di}{dt}$

例2 已知电流表读数：A_1＝8A　A_2＝6A

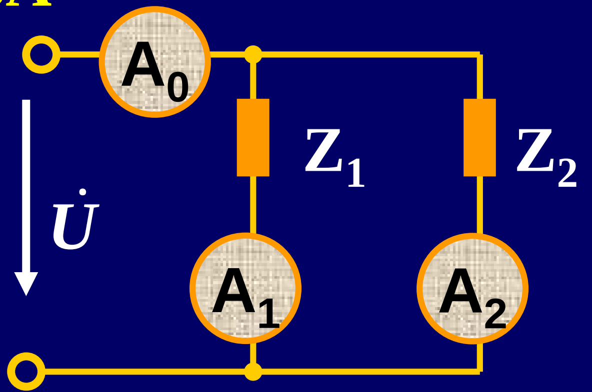


例2 已知电流表读数：A$_1$ ＝8A　A$_2$ ＝6A

若（1）$Z_1 = R$，$Z_2 = -jX_C$　A$_0$ ＝?



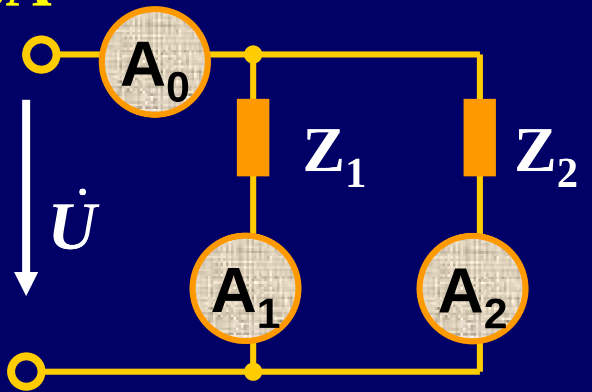
例2 已知电流表读数：$A_1=8A$ $A_2=6A$



若（1） $Z_1=R$, $Z_2=-jX_C$ $A_0=?$

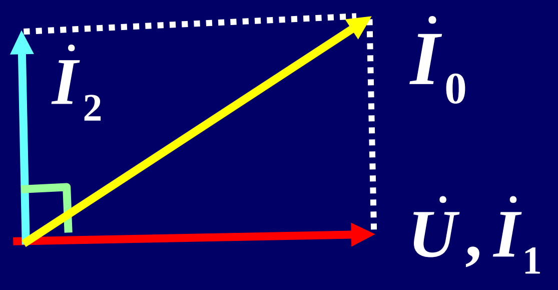
解

例2 已知电流表读数：A_1 ＝8A　A_2 ＝6A

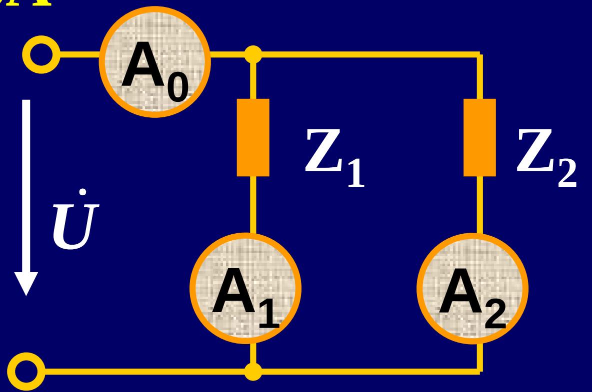


若（1） $Z_1 = R,\quad Z_2 = -jX_C$ 　A_0 ＝?

解

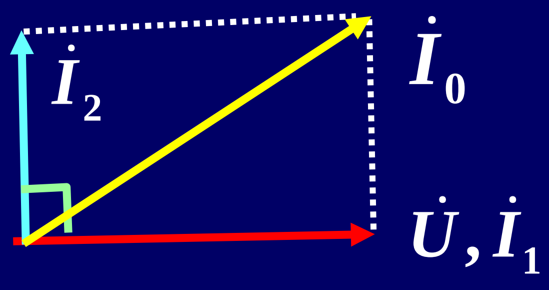


例2 已知电流表读数：$A_1 = 8A$　$A_2 = 6A$

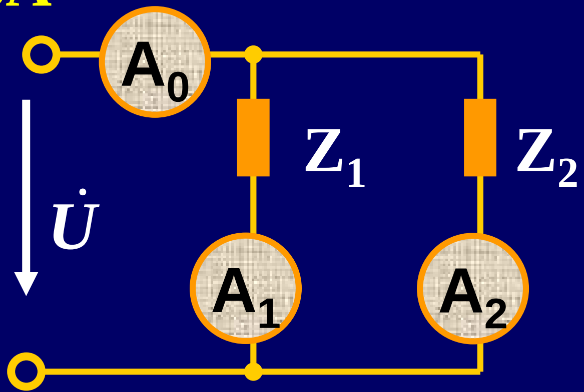


若（1）$Z_1 = R$，$Z_2 = -jX_C$　$A_0 = ?$

解　（1）$I_0 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10A$



例2 已知电流表读数：A_1 =8A　A_2 =6A

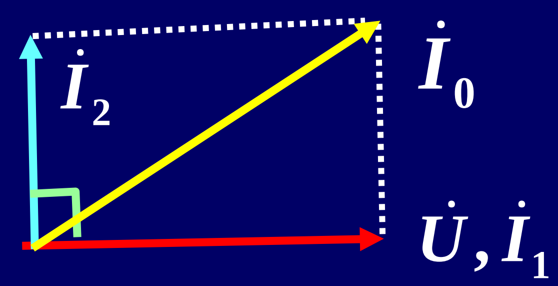


若（1）$Z_1 = R,\quad Z_2 = -jX_C$　A_0 =?

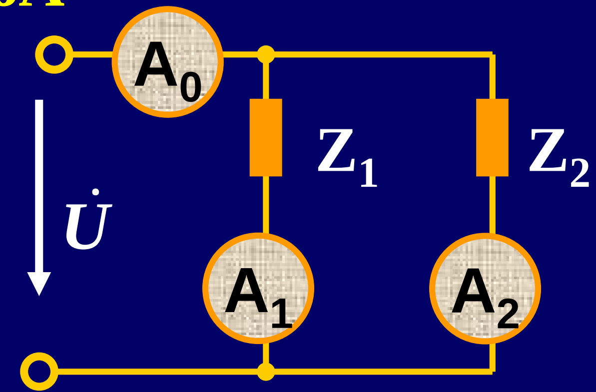
（2）$Z_1 = R,\quad Z_2$为何参数

$A_0 = I_{0\max} = ?$

解　（1）$I_0 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10A$



例2 已知电流表读数：A_1 =8A　A_2 =6A



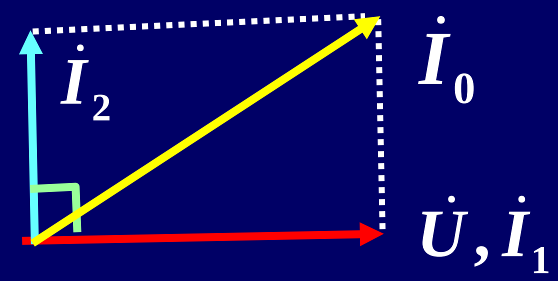
若（1）$Z_1 = R,\quad Z_2 = -jX_C$　A_0 =?

（2）$Z_1 = R,\quad Z_2$为何参数

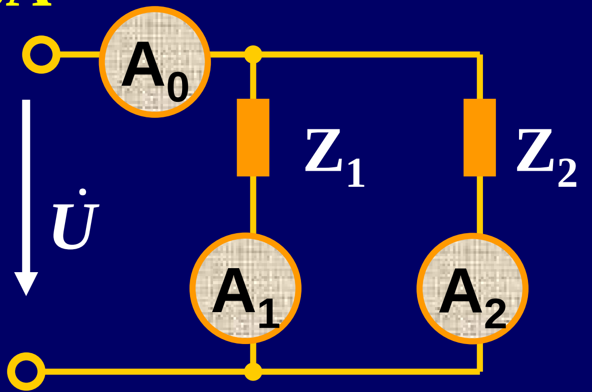
A_0 $=I_{0\max}$=?

解　（1）$I_0 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10A$

（2）Z_2为电阻，$I_{0\max} = 8 + 6 = 14A$



例2 已知电流表读数：A_1＝8A　A_2＝6A



若（1）$Z_1 = R,\quad Z_2 = -jX_C$　A_0 ＝?

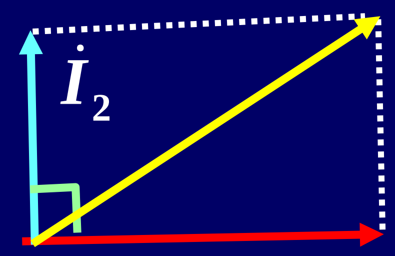
（2）$Z_1 = R,\quad Z_2$为何参数

A_0 $=I_{0\max}=?$

（3）$Z_1 = jX_L,\quad Z_2$为何参数　A_0 $=I_{0\min}=?$

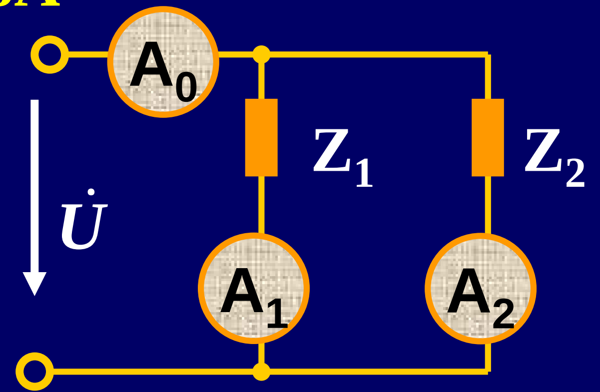
解　（1）$I_0 = \sqrt{8^2+6^2} = 10A$

（2）Z_2为电阻，$I_{0\max} = 8+6 = 14A$



返回　上页　下页

例2 已知电流表读数：$A_1 = 8A$　$A_2 = 6A$



若 （1） $Z_1 = R,\quad Z_2 = -jX_C$　$A_0 = ?$

（2） $Z_1 = R,\quad Z_2$为何参数

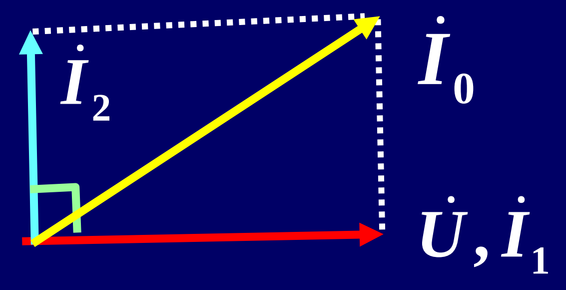
$A_0 = I_{0\max} = ?$

（3） $Z_1 = jX_L,\quad Z_2$为何参数　$A_0 = I_{0\min} = ?$

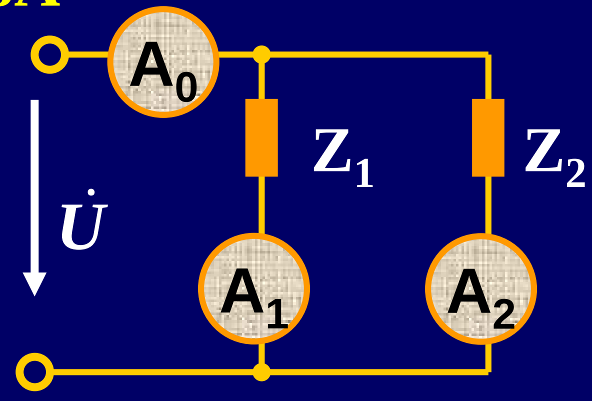
解 （1） $I_0 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10A$

（2） Z_2为电阻，$I_{0\max} = 8 + 6 = 14A$

（3） $Z_2 = jX_C,\quad I_{0\min} = 8 - 6 = 2A$



例2 已知电流表读数：A_1 $=8A$ A_2 $=6A$



若 （1） $Z_1=R$， $Z_2=-jX_C$ A_0 $=?$

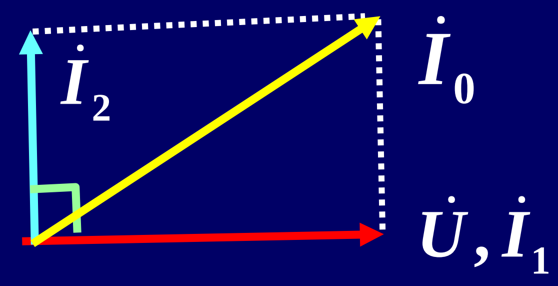
（2） $Z_1=R$， Z_2为何参数

A_0 $=I_{0\max}=?$

（3） $Z_1=jX_L$， Z_2为何参数 A_0 $=I_{0\min}=?$

（4） $Z_1=jX_L$， Z_2为何参数 A_0 $=$ A_1 A_2 $=?$

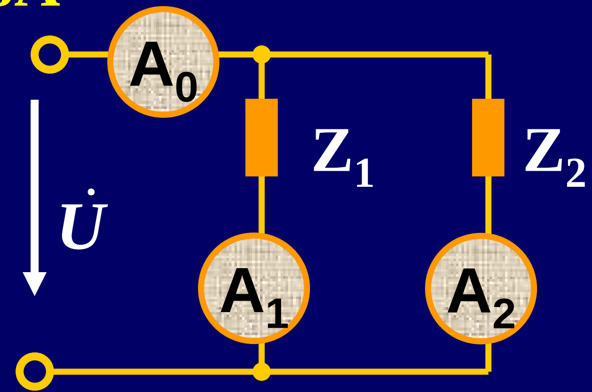
解 （1） $I_0=\sqrt{8^2+6^2}=10A$



（2） Z_2为电阻，$I_{0\max}=8+6=14A$

（3） $Z_2=jX_C$， $I_{0\min}=8-6=2A$

例2 已知电流表读数：A_1 =8A　A_2 =6A



若（1）$Z_1 = R,\quad Z_2 = -jX_C$　A_0 =?

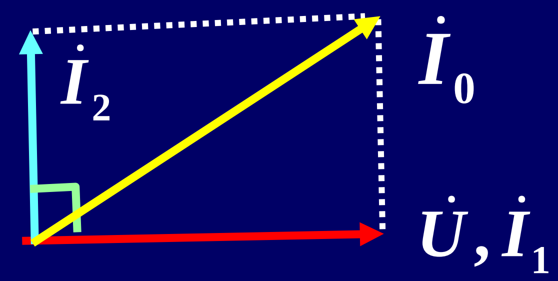
（2）$Z_1 = R,\quad Z_2$为何参数

A_0 $= I_{0\max}$ =?

（3）$Z_1 = jX_L,\quad Z_2$为何参数　A_0 $= I_{0\min}$ =?

（4）$Z_1 = jX_L,\quad Z_2$为何参数　A_0 = A_1 A_2 =?

解（1）$I_0 = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10A$

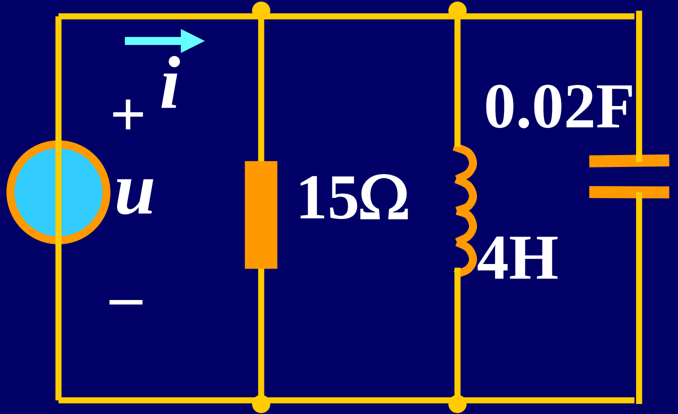


（2）Z_2为电阻，$I_{0\max} = 8 + 6 = 14A$

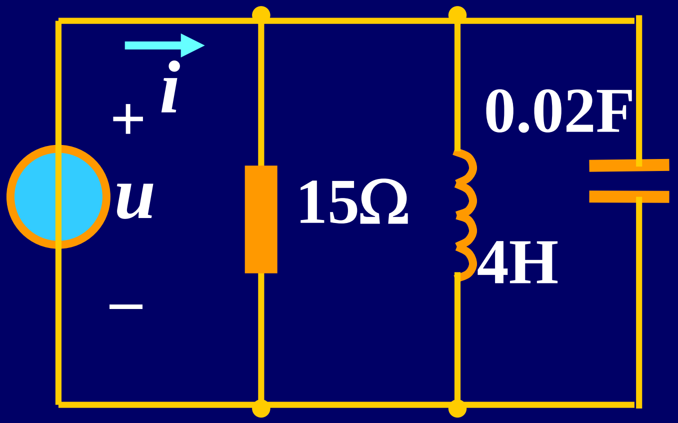
（3）$Z_2 = jX_C,\quad I_{0\min} = 8 - 6 = 2A$

（4）$Z_2 = jX_C,\quad I_0 = I_1 = 8A,\quad I_2 = 16A$

例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$，求：$i(t)$

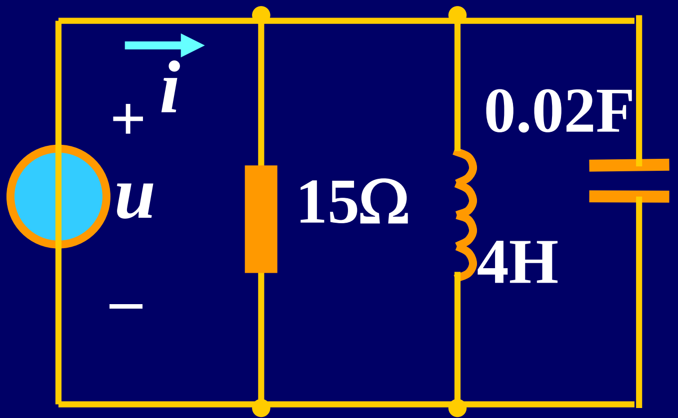


例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$, 求 : $i(t)$



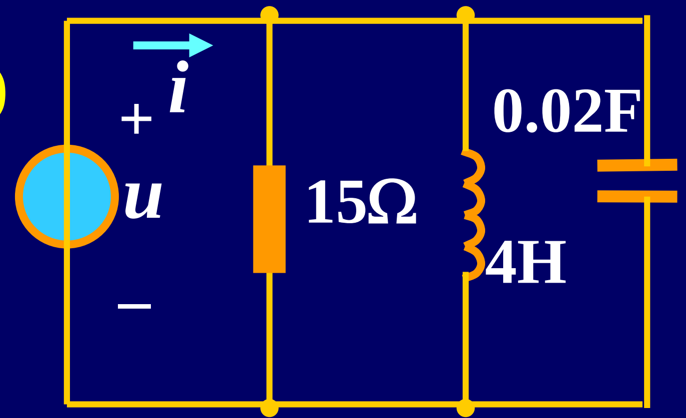
解

例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$,求:$i(t)$



解 $\dot{U}=120\angle 0^0$

例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$，求：$i(t)$

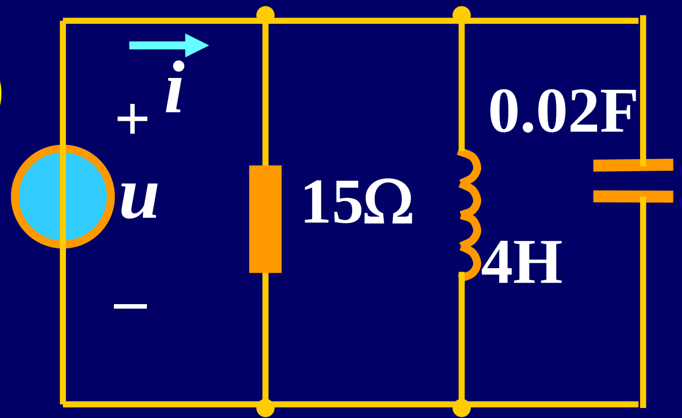


解

$$\dot{U}=120\angle 0^0$$

$$jX_L=j4\times 5=j20\Omega$$

例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$，求：$i(t)$



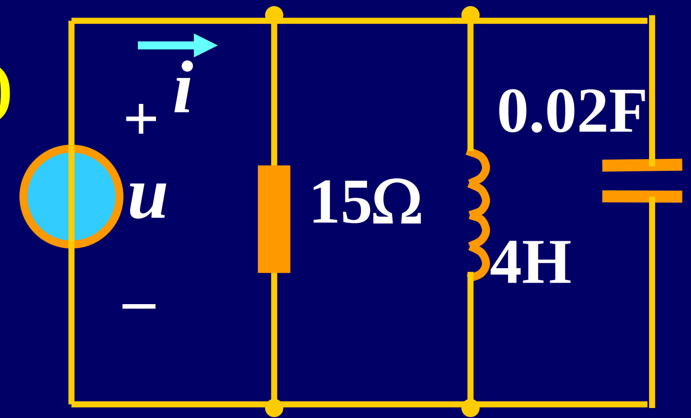
解

$$\dot{U}=120\angle 0^{0}$$

$$jX_L=j4\times 5=j20\Omega$$

$$-jX_C=-j\frac{1}{5\times 0.02}=-j10\Omega$$

例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$,求 : $i(t)$

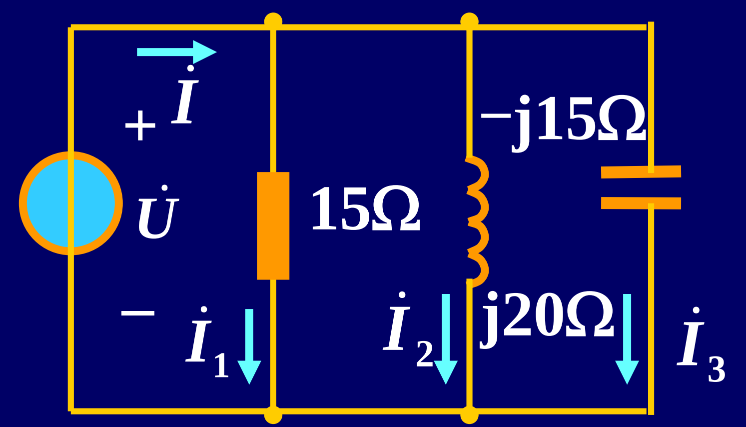


解 $\dot{U}=120\angle 0^0$

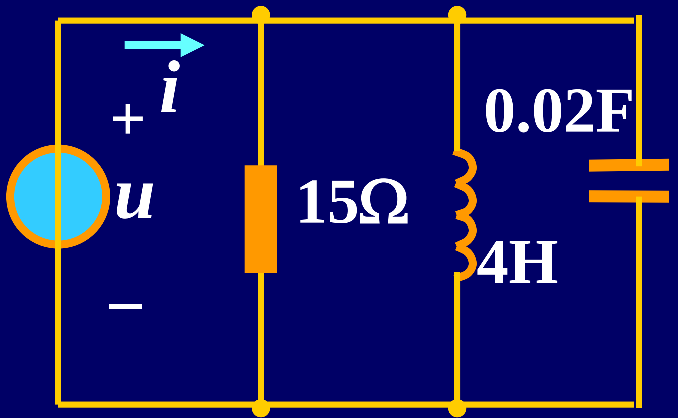
$$jX_L = j4\times 5 = j20\Omega$$

$$-jX_C = -j\frac{1}{5\times 0.02} = -j10\Omega$$

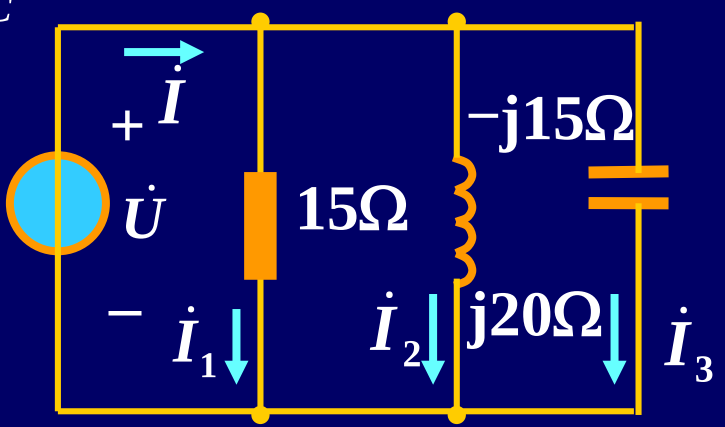
相量模型



例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$，求：$i(t)$



相量模型



解

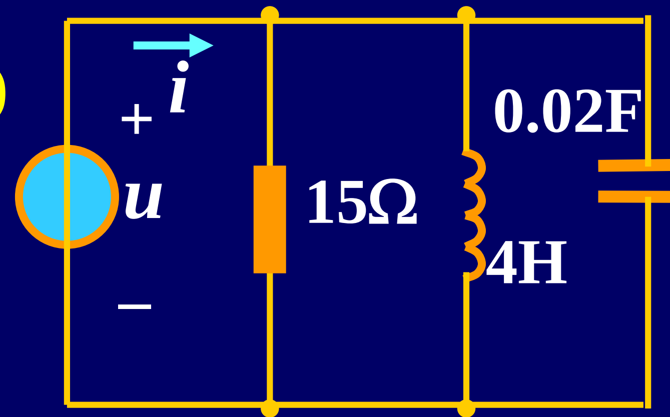
$$\dot{U}=120\angle 0^0$$

$$jX_L=j4\times 5=j20\Omega$$

$$-jX_C=-j\frac{1}{5\times 0.02}=-j10\Omega$$

$$\dot{I}=\dot{I}_R+\dot{I}_L+\dot{I}_C=\frac{\dot{U}}{R}+\frac{\dot{U}}{jX_L}+\frac{\dot{U}}{-jX_C}$$

例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$，求：$i(t)$



解

$$\dot{U}=120\angle 0^0$$

$$jX_L=j4\times 5=j20\Omega$$

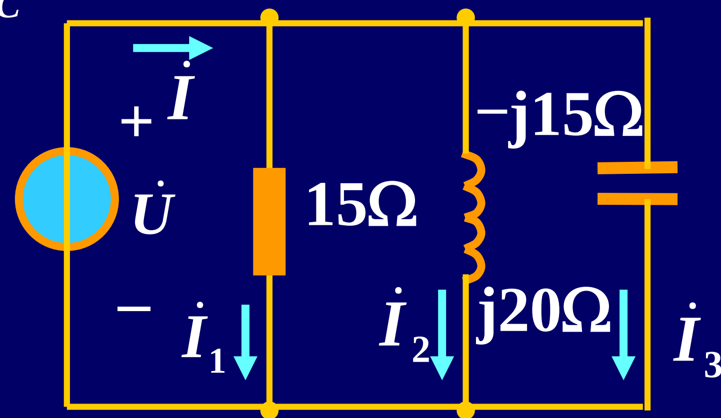
$$-jX_C=-j\frac{1}{5\times 0.02}=-j10\Omega$$

相量模型

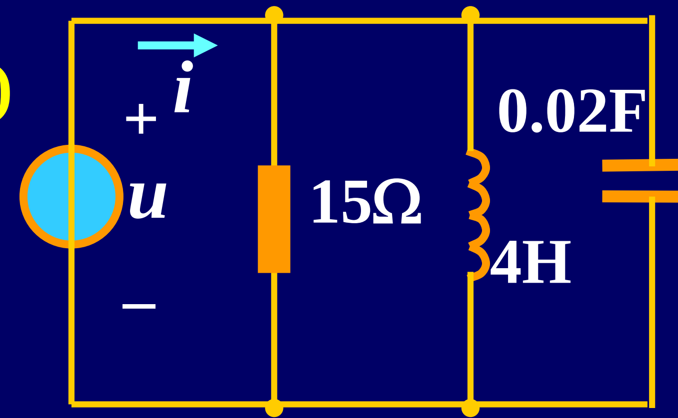
$$\dot{I}=\dot{I}_R+\dot{I}_L+\dot{I}_C=\frac{\dot{U}}{R}+\frac{\dot{U}}{jX_L}+\frac{\dot{U}}{-jX_C}$$

$$=120\left(\frac{1}{15}+\frac{1}{j20}-\frac{1}{j10}\right)$$

$$=8-j6+j12=8+j6=10\angle 36.9^0\,A$$



例3 已知 $u(t)=120\sqrt{2}\cos(5t)$，求：$i(t)$



解

$$\dot{U}=120\angle 0^0$$

$$jX_L=j4\times 5=j20\Omega$$

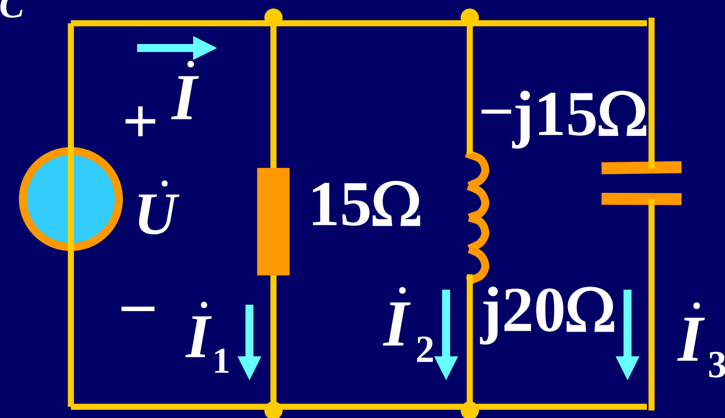
$$-jX_C=-j\frac{1}{5\times 0.02}=-j10\Omega$$

相量模型

$$\dot{I}=\dot{I}_R+\dot{I}_L+\dot{I}_C=\frac{\dot{U}}{R}+\frac{\dot{U}}{jX_L}+\frac{\dot{U}}{-jX_C}$$

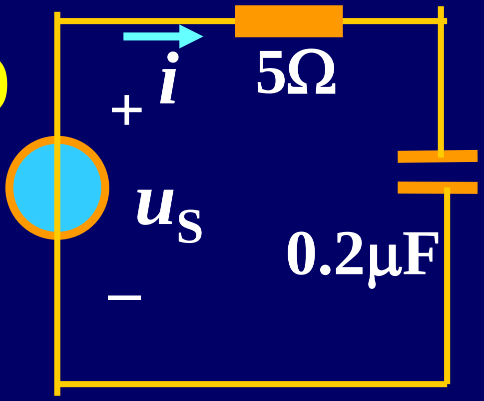
$$=120\left(\frac{1}{15}+\frac{1}{j20}-\frac{1}{j10}\right)$$

$$=8-j6+j12=8+j6=10\angle 36.9^0\,A$$

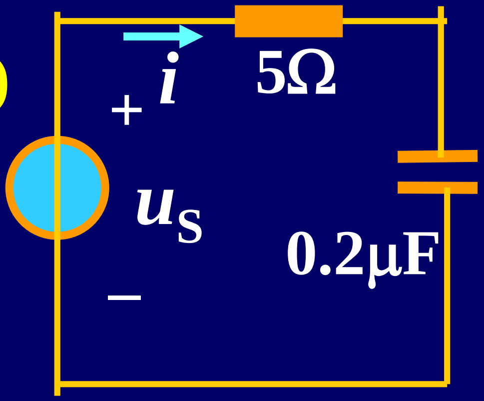


$$i(t)=10\sqrt{2}\cos(5t+36.9^0)A$$

例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^6 t+15^0)$，求：$u_S(t)$

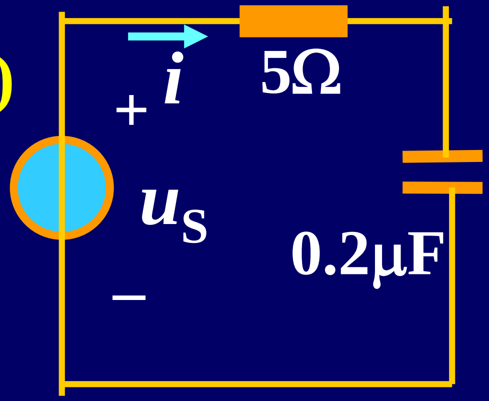


例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^{6}t+15^{0})$，求：$u_S(t)$



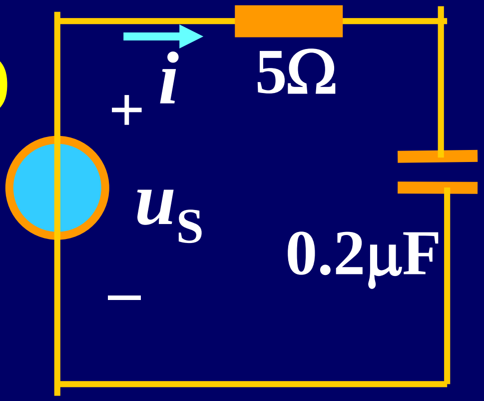
解

例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^6 t+15^0)$,求:$u_S(t)$



解 $\dot{I}=5\angle 15^0$

例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^6 t+15^0)$，求：$u_S(t)$

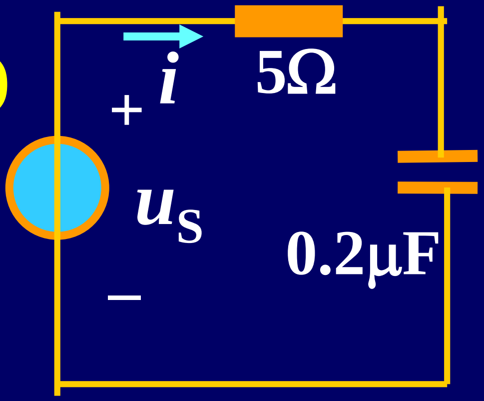


解

$$\dot{I}=5\angle 15^0$$

$$-jX_C=-j\frac{1}{10^6\times 0.2\times 10^{-6}}=-j5\Omega$$

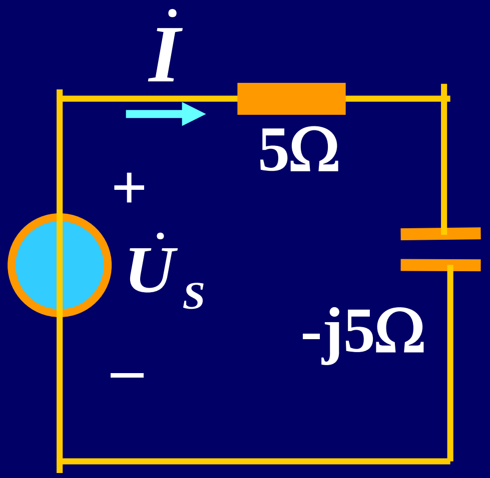
例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^6 t+15^0)$，求：$u_S(t)$



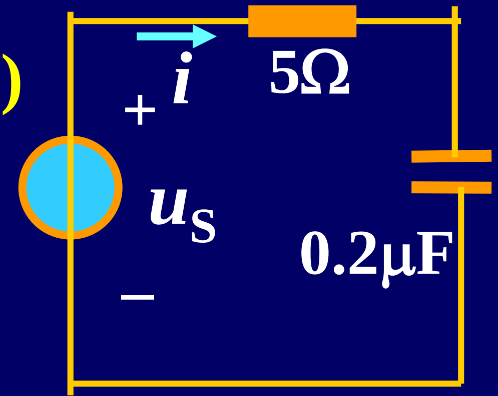
解 $\dot{I}=5\angle 15^0$

$$-jX_C=-j\frac{1}{10^6\times 0.2\times 10^{-6}}=-j5\Omega$$

相量模型



例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^6 t+15^0)$，求：$u_S(t)$

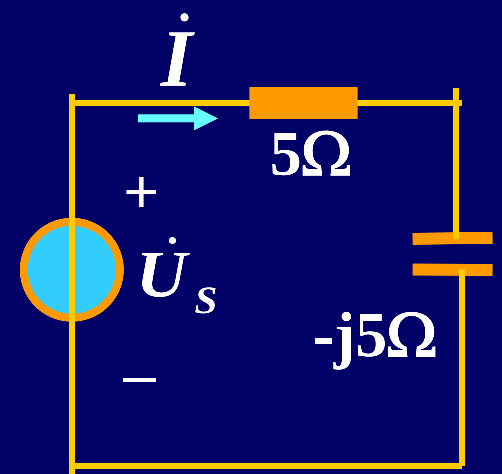


解

$$\dot{I}=5\angle 15^0$$

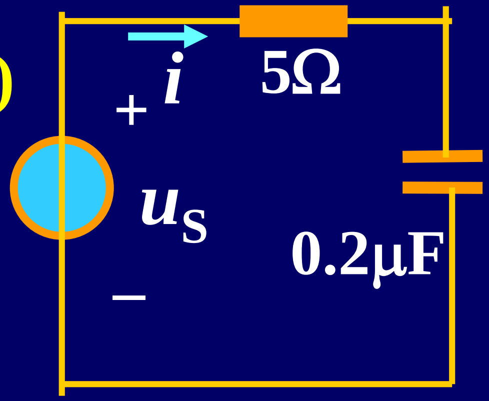
$$-jX_C=-j\frac{1}{10^6\times 0.2\times 10^{-6}}=-j5\Omega$$

相量模型



$$\dot{U}_S=\dot{U}_R+\dot{U}_C=5\angle 15^0(5-j5)$$
$$=5\angle 15^0\times 5\sqrt{2}\angle -45^0=25\sqrt{2}\angle -30^0 V$$

例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^6 t+15^0)$，求：$u_S(t)$

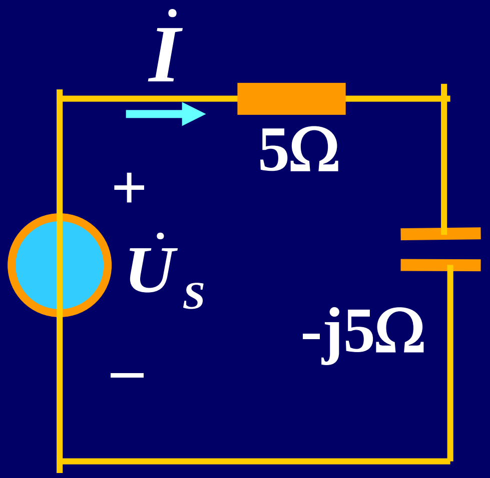


解

$$\dot{I}=5\angle 15^0$$

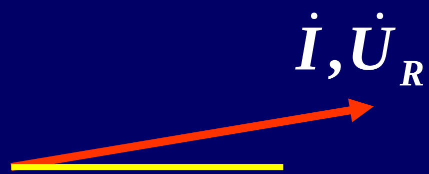
$$-jX_C=-j\frac{1}{10^6\times 0.2\times 10^{-6}}=-j5\Omega$$

相量模型

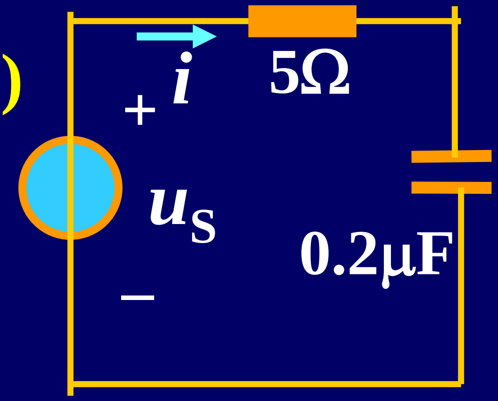


$$\dot{U}_S=\dot{U}_R+\dot{U}_C=5\angle 15^0(5-j5)$$

$$=5\angle 15^0\times 5\sqrt{2}\angle -45^0=25\sqrt{2}\angle -30^0 V$$



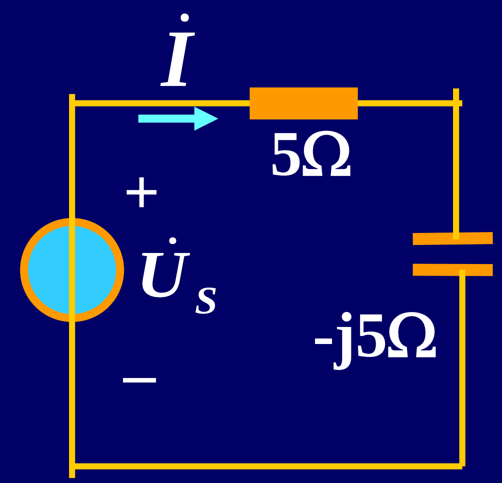
例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^6 t+15^0)$，求：$u_S(t)$



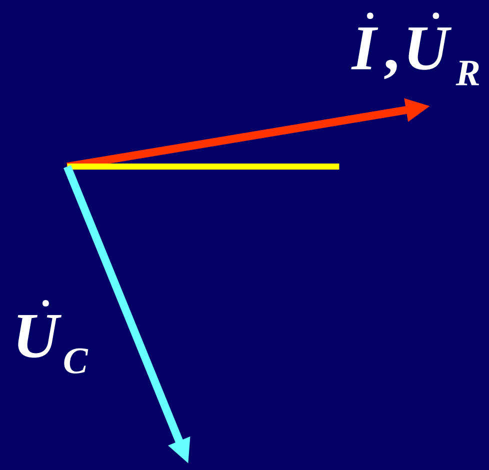
解 $\dot{I}=5\angle 15^0$

$$-jX_C=-j\frac{1}{10^6\times 0.2\times 10^{-6}}=-j5\Omega$$

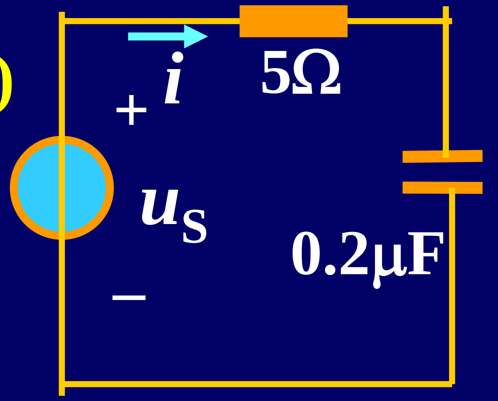
相量模型



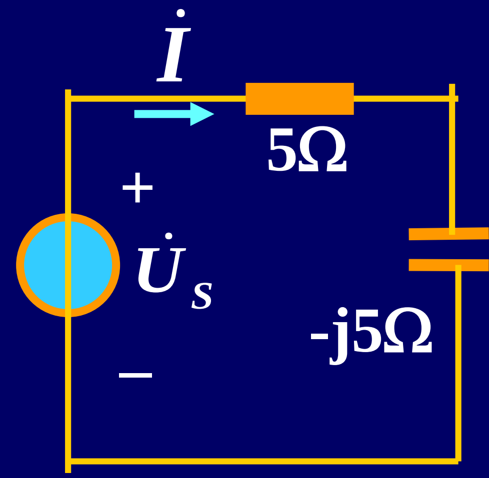
$$\dot{U}_S=\dot{U}_R+\dot{U}_C=5\angle 15^0(5-j5)$$
$$=5\angle 15^0\times 5\sqrt{2}\angle -45^0=25\sqrt{2}\angle -30^0 V$$



例4 已知 $i(t)=5\sqrt{2}\cos(10^6 t+15^0)$,求:$u_S(t)$



相量模型

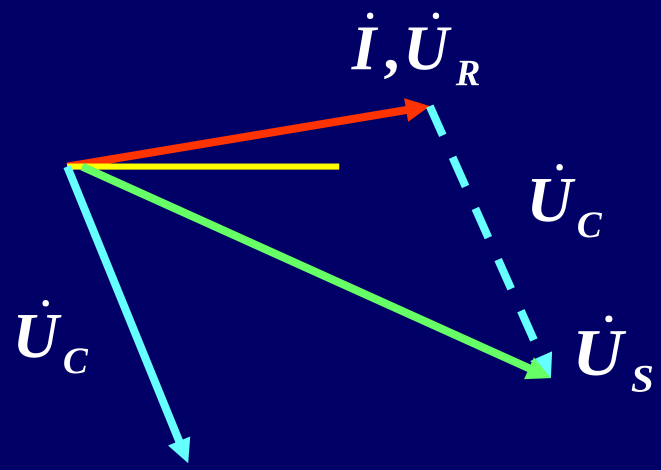


解

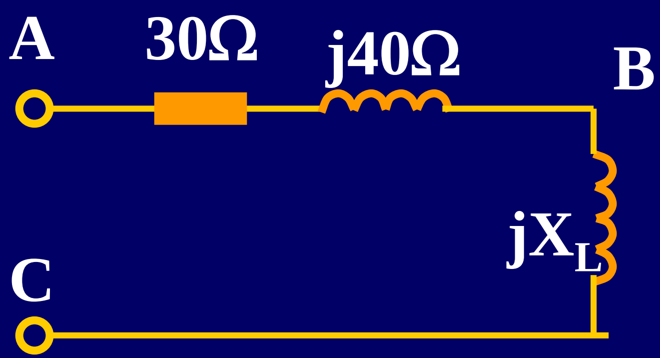
$$\dot{I}=5\angle 15^0$$

$$-jX_C=-j\frac{1}{10^6\times 0.2\times 10^{-6}}=-j5\Omega$$

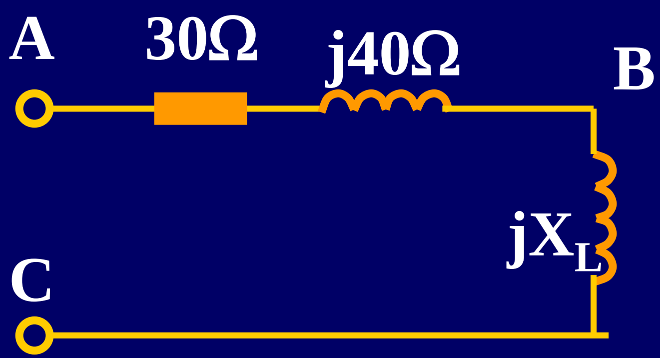
$$\dot{U}_S=\dot{U}_R+\dot{U}_C=5\angle 15^0(5-j5)$$
$$=5\angle 15^0\times 5\sqrt{2}\angle -45^0=25\sqrt{2}\angle -30^0 V$$



例5 已知 $U_{AB} = 50V$，$U_{AC} = 78V$，问：$U_{BC} = ?$

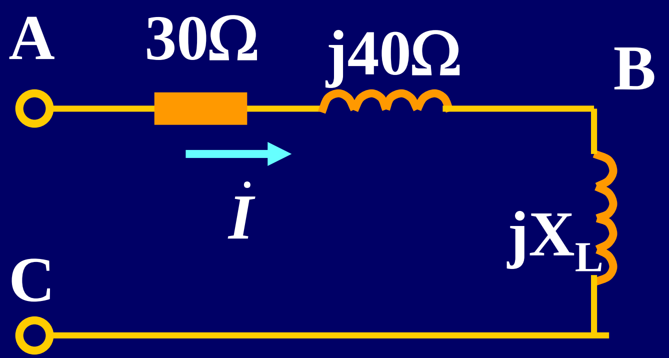


例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$



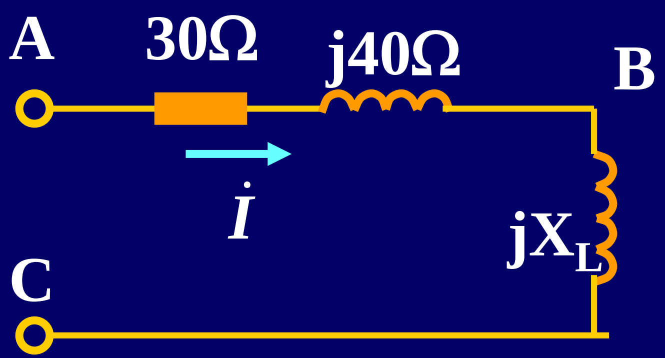
解

例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$

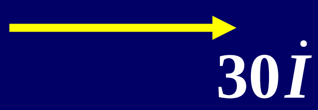


解

例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$

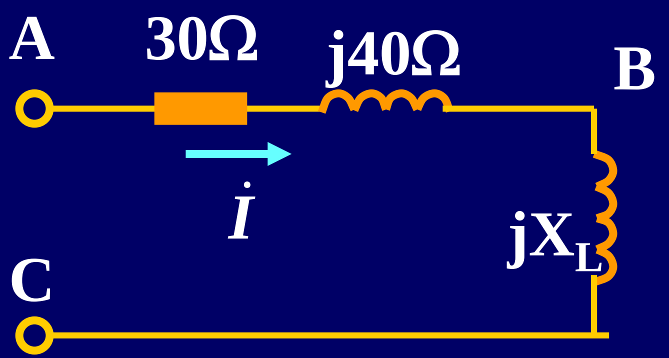


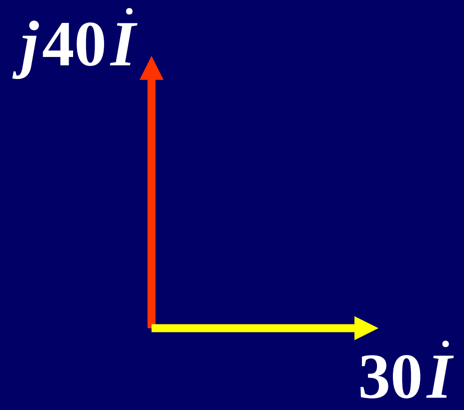
解



返 回 上 页 下 页

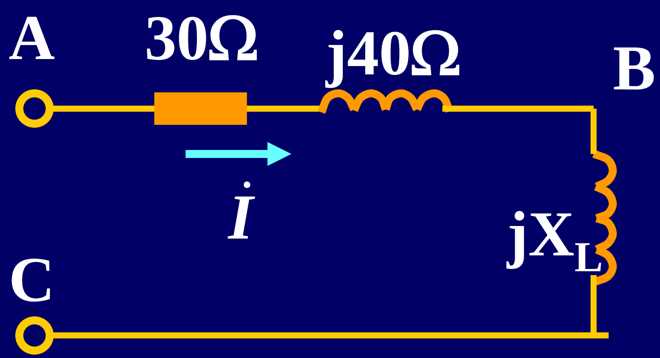
例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$

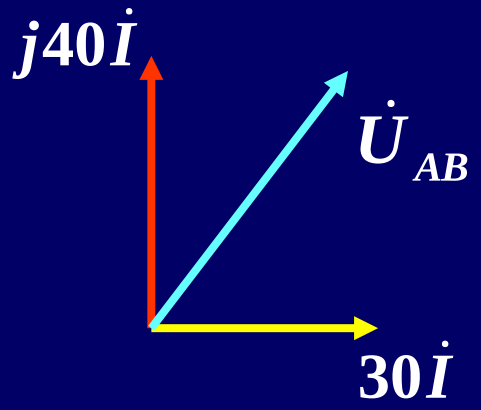




解

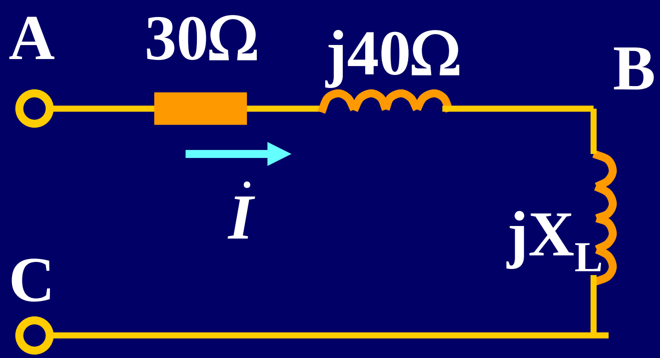
例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$

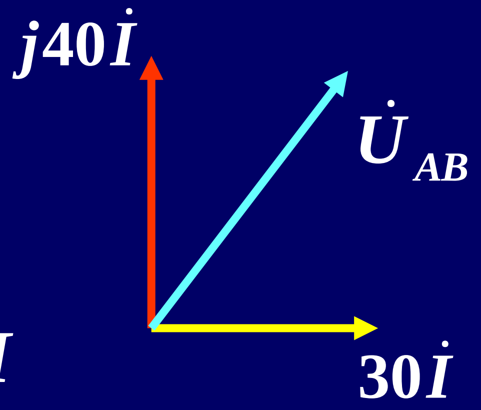




解

例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$

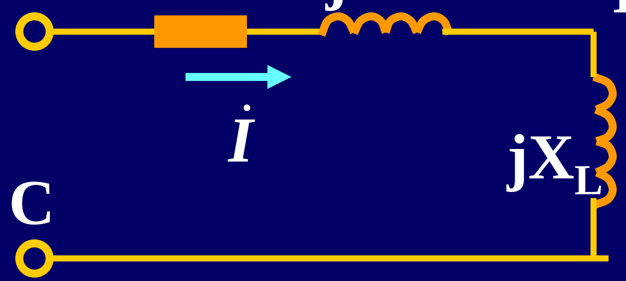


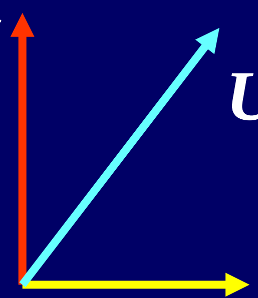


解

$$U_{AB}=\sqrt{(30I)^2+(40I)^2}=50I$$

例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$



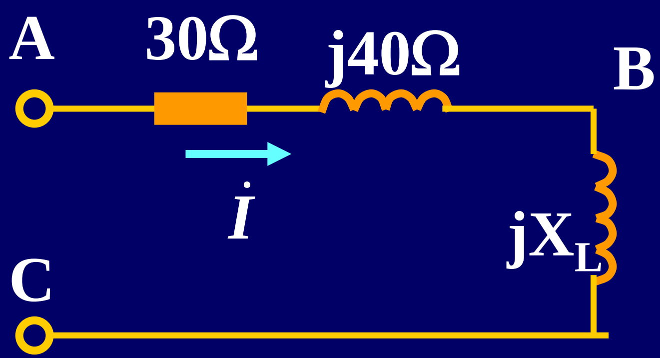


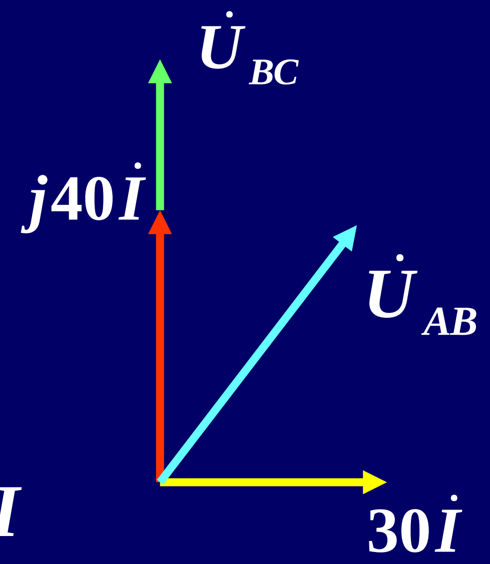
解

$$U_{AB}=\sqrt{(30I)^2+(40I)^2}=50I$$

$$\longrightarrow\quad I=1A,\ U_R=30V,\ U_L=40V$$

例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$



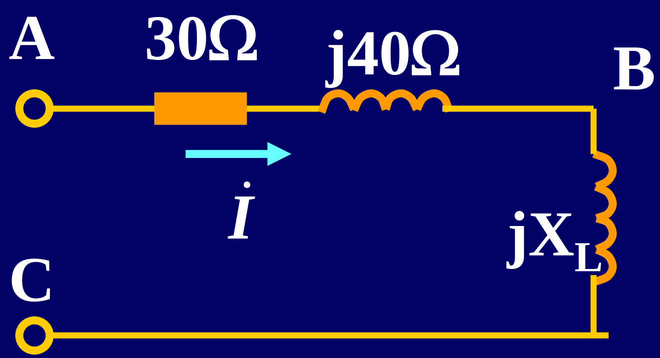


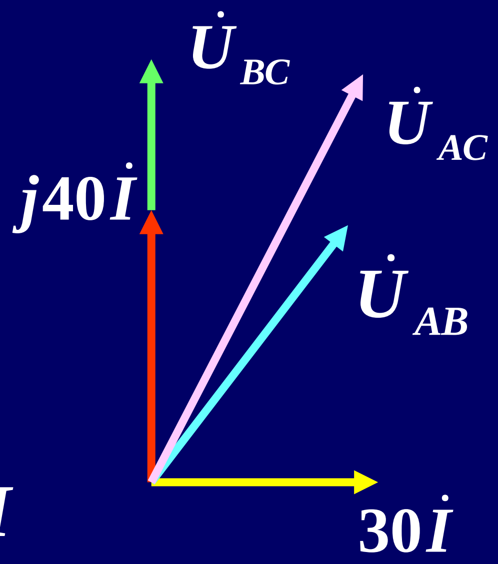
解

$$U_{AB}=\sqrt{(30I)^2+(40I)^2}=50I$$

$\rightarrow$ $I=1A$，$U_R=30V$，$U_L=40V$

例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$



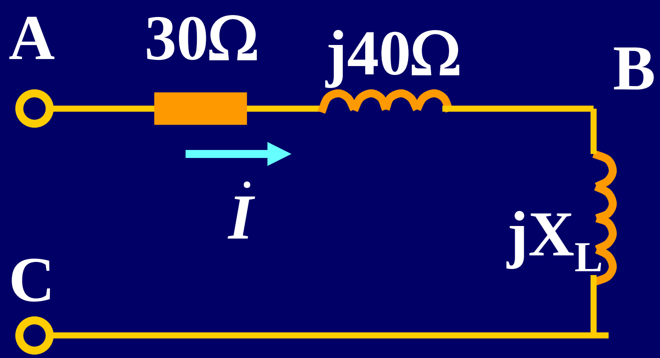


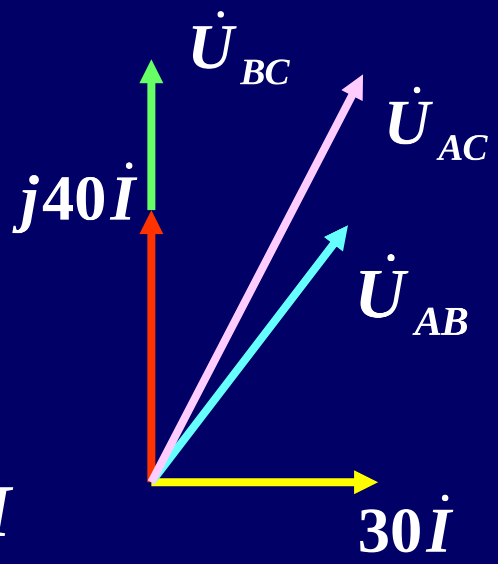
解

$$U_{AB}=\sqrt{(30I)^2+(40I)^2}=50I$$

$\rightarrow$ $I=1A$，$U_R=30V$，$U_L=40V$

例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$





解

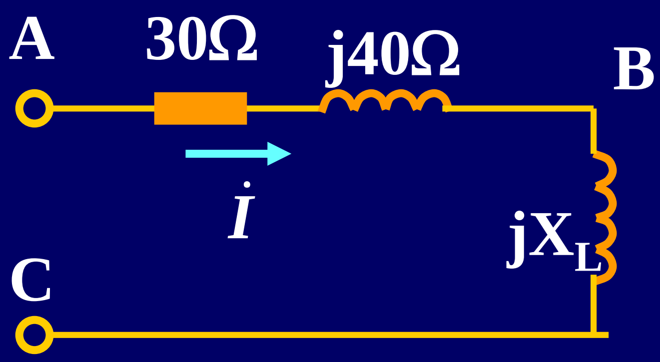
$$U_{AB}=\sqrt{(30I)^2+(40I)^2}=50I$$

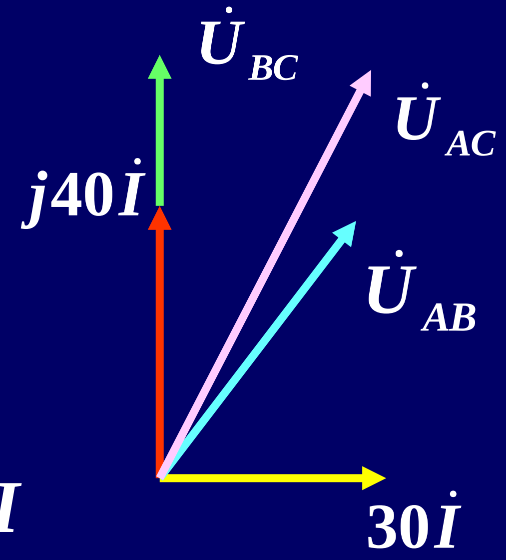
$$\Rightarrow\quad I=1A,\ \ U_R=30V,\ \ U_L=40V$$

$$U_{AC}=78=\sqrt{(30)^2+(40+U_{BC})^2}$$

返 回　上 页　下 页

例5 已知 $U_{AB}=50V$，$U_{AC}=78V$，问：$U_{BC}=?$





解

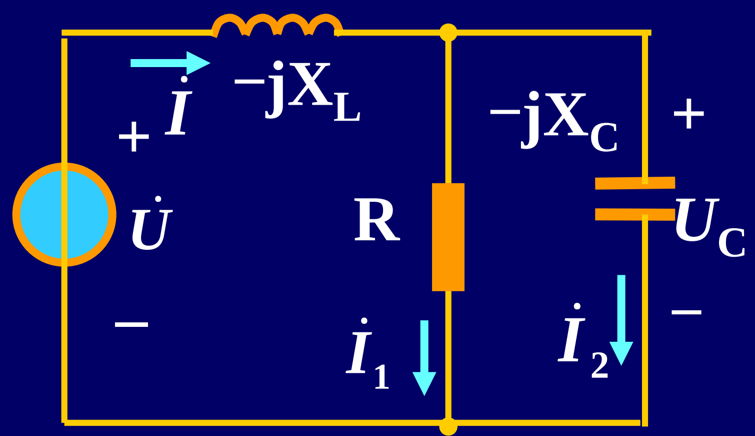
$$U_{AB}=\sqrt{(30I)^2+(40I)^2}=50I$$

$$\Rightarrow\quad I=1A,\ U_R=30V,\ U_L=40V$$

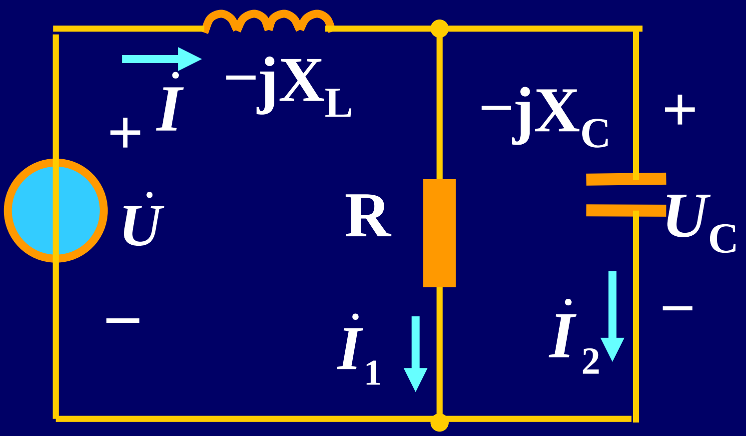
$$U_{AC}=78=\sqrt{(30)^2+(40+U_{BC})^2}$$

$$\Rightarrow\quad U_{BC}=\sqrt{(78)^2-(30)^2}-40=32V$$

例6 图示电路$I_1=I_2=5\text{A}$，$U=50\text{V}$，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。

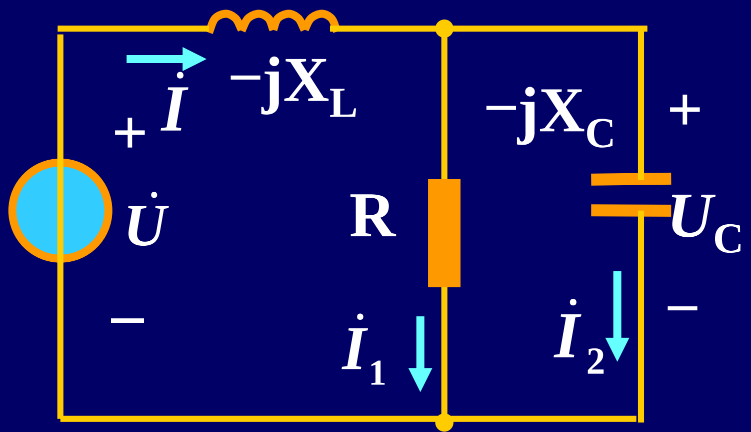


例6 图示电路$I_1=I_2=5A$，$U=50V$，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。



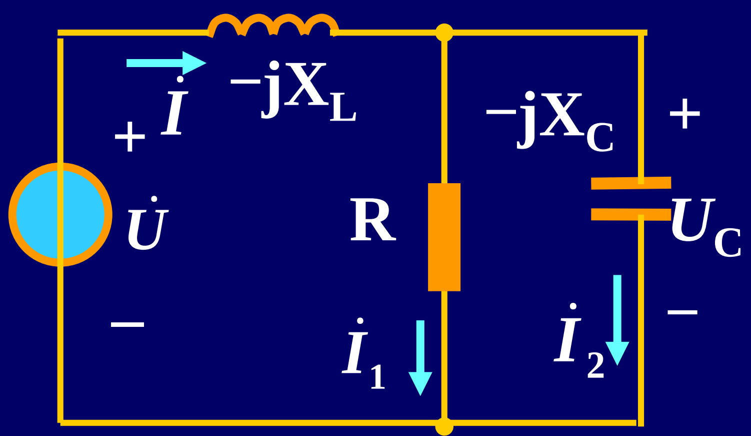
解

例6 图示电路$I_1=I_2=5\text{A}$，$U=50\text{V}$，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。



解 设 $\dot{U}_C=U_C\angle 0^0$

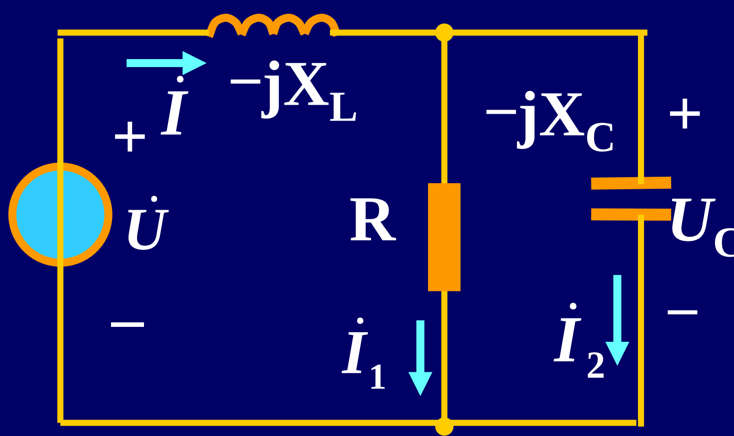
例6 图示电路$I_1=I_2=5A$，$U=50V$，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。



解 设 $\dot{U}_C = U_C\angle 0^0$

$$\dot{I}_1 = 5\angle 0^0,\quad \dot{I}_2 = j5$$

例6 图示电路$I_1=I_2=5A$，$U=50V$，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。

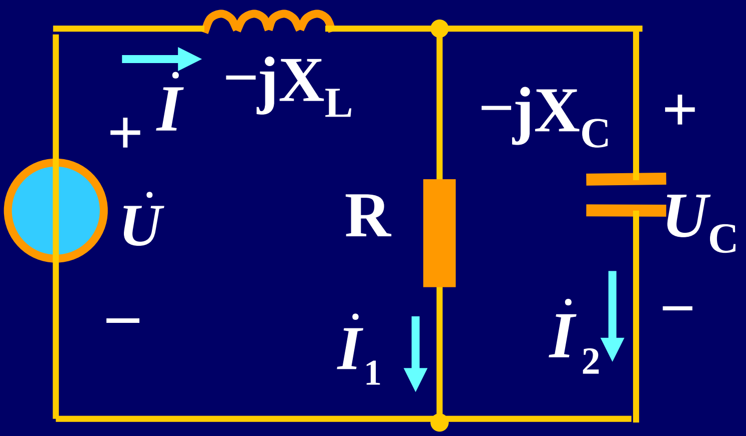


解 设 $\dot{U}_C = U_C\angle 0^0$

$$\dot{I}_1 = 5\angle 0^0,\quad \dot{I}_2 = j5$$

$$\dot{I} = 5 + j5 = 5\sqrt{2}\angle 45^0$$

例6 图示电路$I_1=I_2=5A$，$U=50V$，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。



解 设 $\dot{U}_C = U_C\angle 0^0$

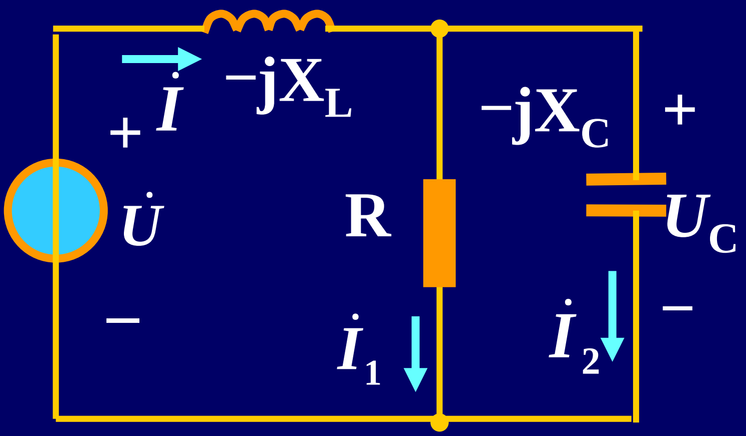
$$\dot{I}_1 = 5\angle 0^0,\quad \dot{I}_2 = j5$$

$$\dot{I} = 5 + j5 = 5\sqrt{2}\angle 45^0$$

$$\dot{U} = 50\angle 45^0 = (5 + j5)\times jX_L + 5R = \frac{50}{\sqrt{2}}(1 + j)$$

返 回 上 页 下 页

例6 图示电路I_1=I_2=5A，U＝50V，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。



解 设 $\dot{U}_C = U_C\angle 0^0$

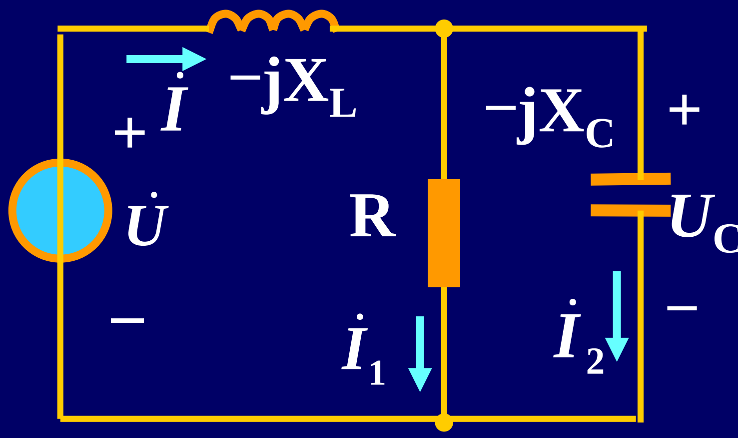
$$\dot{I}_1 = 5\angle 0^0,\quad \dot{I}_2 = j5$$

$$\dot{I} = 5 + j5 = 5\sqrt{2}\angle 45^0$$

$$\dot{U} = 50\angle 45^0 = (5 + j5)\times jX_L + 5R = \frac{50}{\sqrt{2}}(1 + j)$$

令等式两边实部等于实部，虚部等于虚部

例6 图示电路I_1=I_2=5A，U＝50V，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。



解 设 $\dot{U}_C = U_C\angle 0^0$

$$\dot{I}_1 = 5\angle 0^0,\quad \dot{I}_2 = j5$$

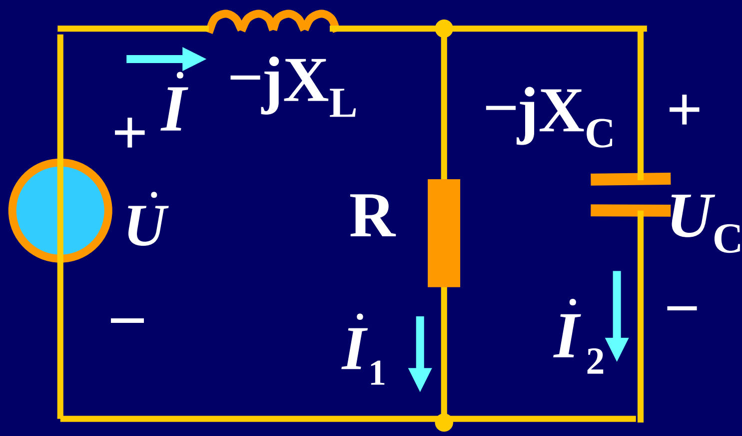
$$\dot{I} = 5 + j5 = 5\sqrt{2}\angle 45^0$$

$$\dot{U} = 50\angle 45^0 = (5 + j5)\times jX_L + 5R = \frac{50}{\sqrt{2}}(1 + j)$$

令等式两边实部等于实部，虚部等于虚部

$$\begin{cases} 5X_L = 50/\sqrt{2} \Rightarrow X_L = 5\sqrt{2} \\ \end{cases}$$

例6 图示电路I_1=I_2=5A，U＝50V，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。



解 设 $\dot{U}_C = U_C\angle 0^0$

$$\dot{I}_1 = 5\angle 0^0,\quad \dot{I}_2 = j5$$

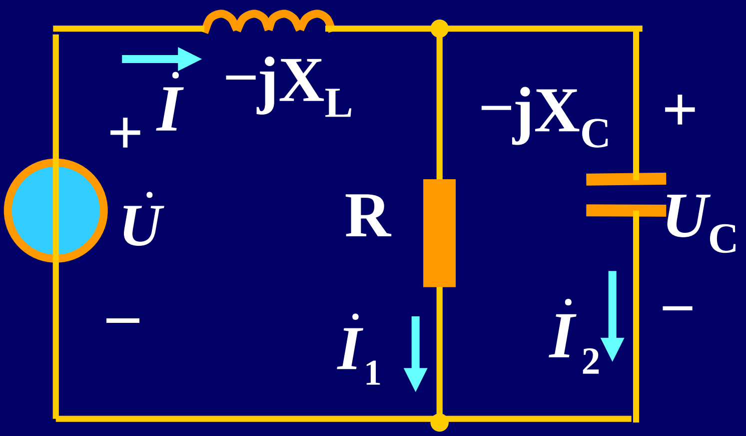
$$\dot{I} = 5 + j5 = 5\sqrt{2}\angle 45^0$$

$$\dot{U} = 50\angle 45^0 = (5 + j5)\times jX_L + 5R = \frac{50}{\sqrt{2}}(1 + j)$$

令等式两边实部等于实部，虚部等于虚部

$$\begin{cases} 5X_L = 50/\sqrt{2} \Rightarrow X_L = 5\sqrt{2} \\ 5R = \dfrac{50}{\sqrt{2}} + 5\times 5\sqrt{2} = 50\sqrt{2} \Rightarrow R = X_C = 10\sqrt{2}\Omega \end{cases}$$

例6 图示电路I_1=I_2=5A，U＝50V，总电压与总电流同相位，求I、R、X_C、X_L。



解 设 $\dot{U}_C = U_C\angle 0^0$

$$\dot{I}_1 = 5\angle 0^0,\quad \dot{I}_2 = j5$$

$$\dot{I} = 5 + j5 = 5\sqrt{2}\angle 45^0$$

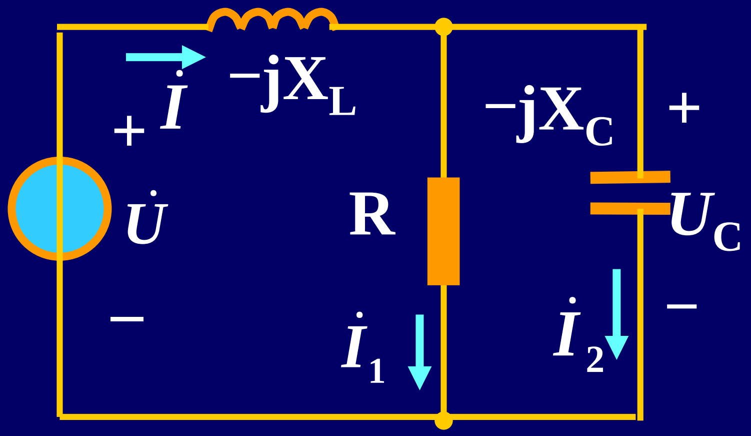
$$\dot{U} = 50\angle 45^0 = (5+j5)\times jX_L + 5R = \frac{50}{\sqrt{2}}(1+j)$$

令等式两边实部等于实部，虚部等于虚部

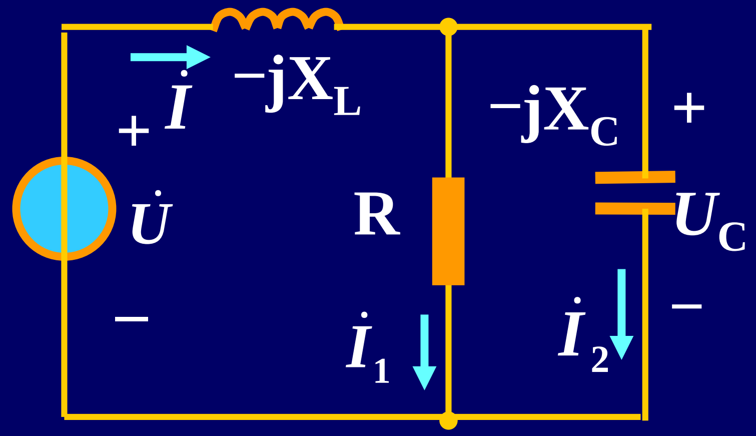
$$\begin{cases} 5X_L = 50/\sqrt{2} \Rightarrow X_L = 5\sqrt{2} \\ 5R = \dfrac{50}{\sqrt{2}} + 5\times 5\sqrt{2} = 50\sqrt{2} \Rightarrow R = X_C = 10\sqrt{2}\Omega \end{cases}$$

也可以画相量图计算

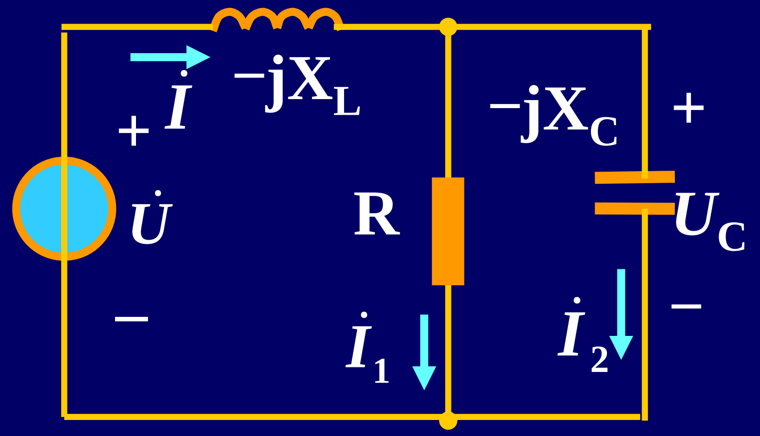
返 回 上 页 下 页

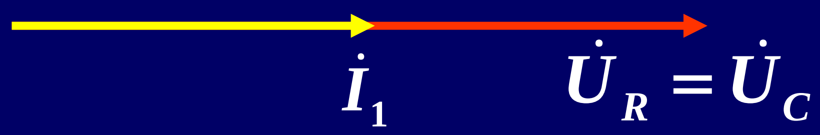


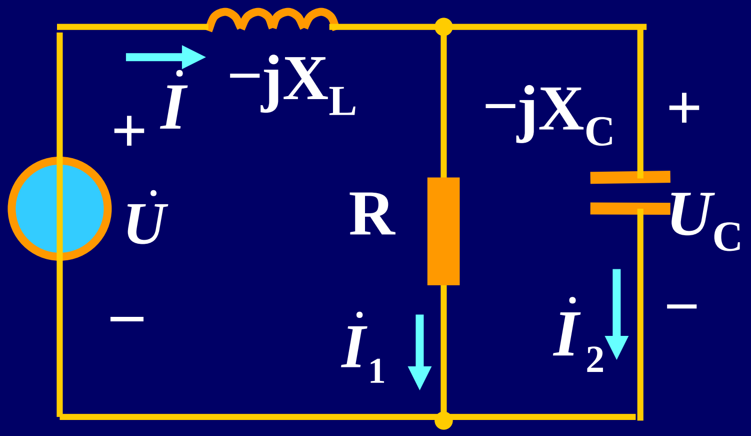
$\dot{I}$
$-jX_L$
$-jX_C$
+
+
$\dot{U}$
R
U_C
−
−
$\dot{I}_1$
$\dot{I}_2$


$\dot{I}$
$-jX_L$
$+$
$\dot{U}$
$-$
R
$\dot{I}_1$
$-jX_C$
$+$
U_C
$-$
$\dot{I}_2$

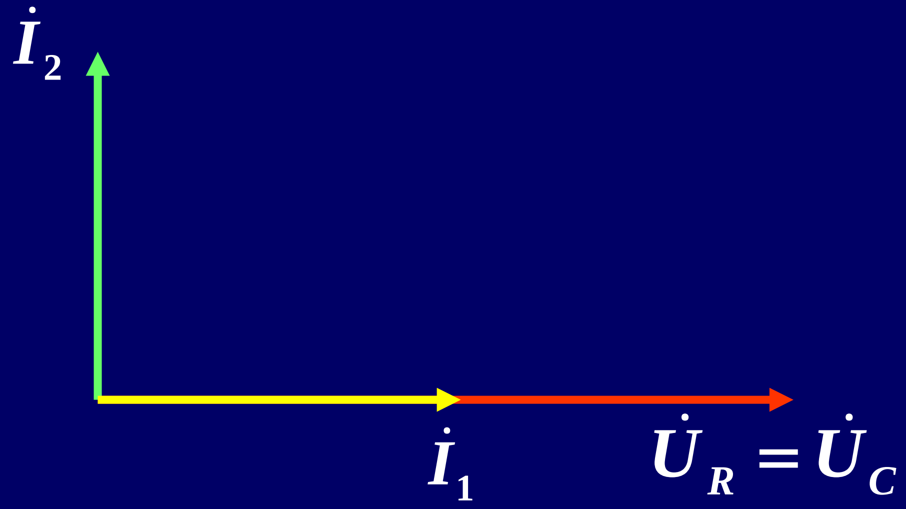

$\dot{I}_1$


$\dot{I}$
$-jX_L$
$-jX_C$
+
+
$\dot{U}$
R
U_C
−
−
$\dot{I}_1$
$\dot{I}_2$

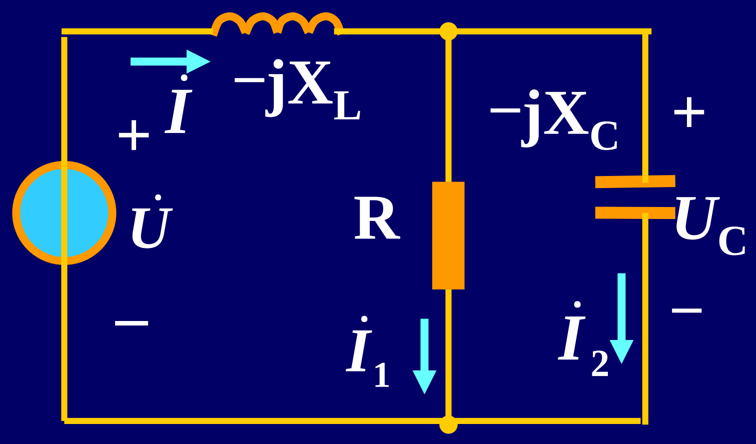

$\dot{I}_1$
$\dot{U}_R = \dot{U}_C$



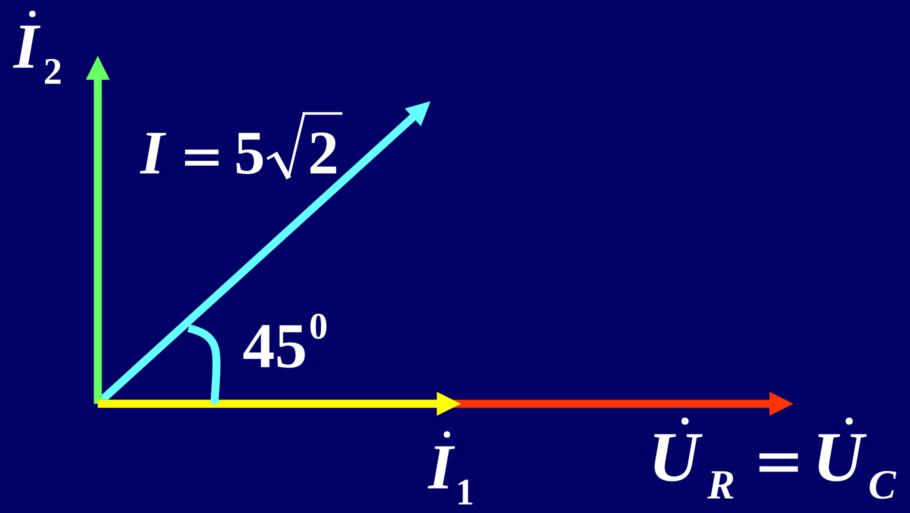
$\dot{I}$
$-jX_L$
$+$
$\dot{U}$
$-$
R
$\dot{I}_1$
$-jX_C$
$+$
U_C
$-$
$\dot{I}_2$



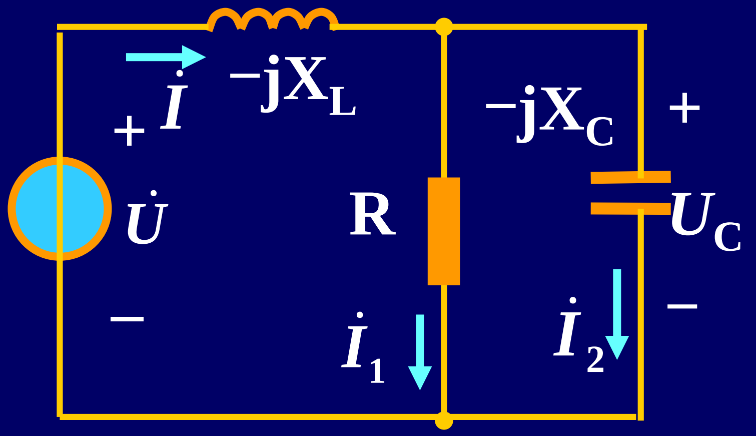
$\dot{I}_2$
$\dot{I}_1$
$\dot{U}_R = \dot{U}_C$

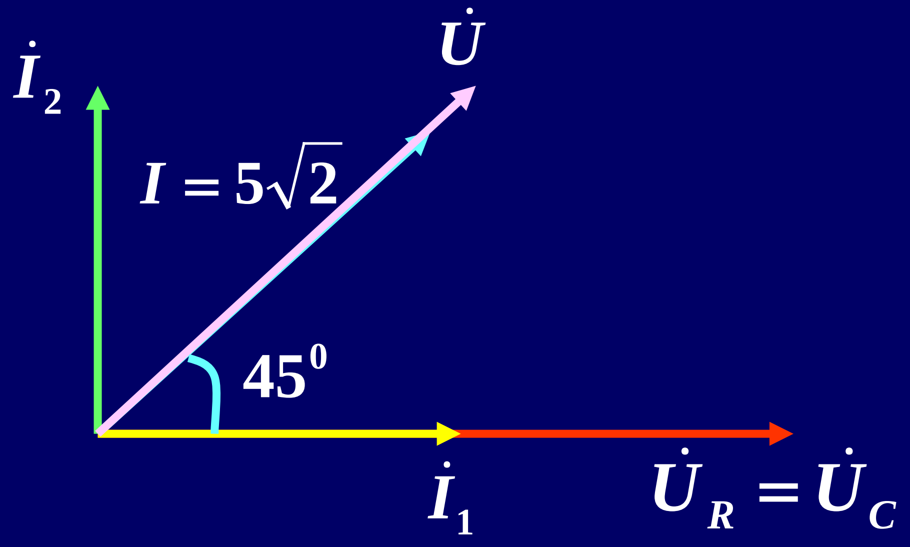


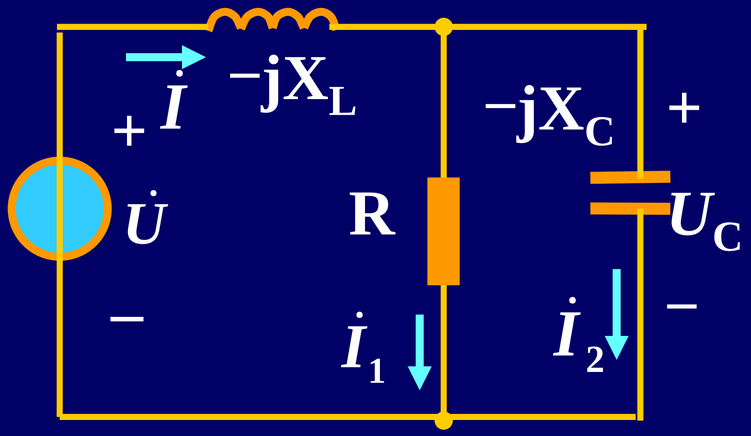
$\dot{I}$
$-jX_L$
$+$
$\dot{U}$
$-$
$-jX_C$
$+$
R
U_C
$-$
$\dot{I}_1$
$\dot{I}_2$



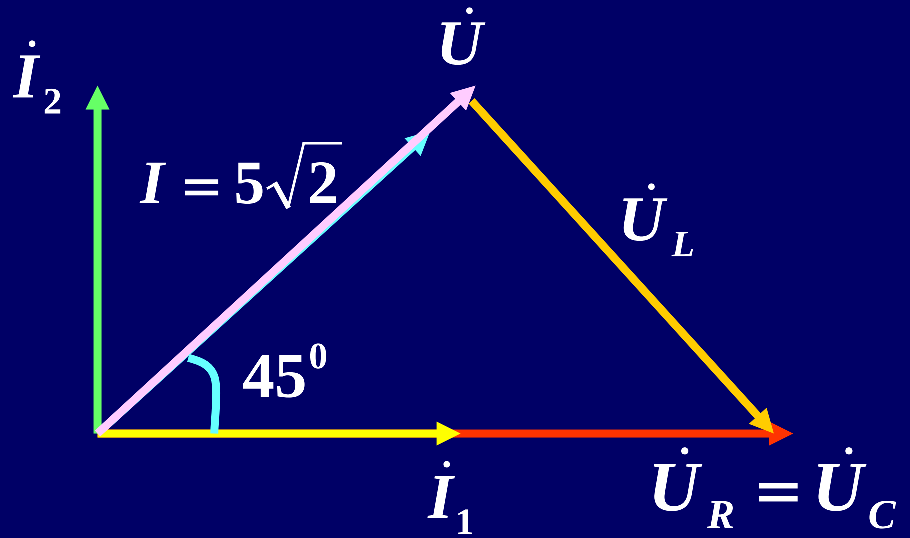
$\dot{I}_2$
$I = 5\sqrt{2}$
45^0
$\dot{I}_1$
$\dot{U}_R = \dot{U}_C$


+
$\dot{I}$
$-jX_L$
$\dot{U}$
−
R
$\dot{I}_1$
$-jX_C$
+
U_C
−
$\dot{I}_2$


$\dot{U}$
$\dot{I}_2$
$I = 5\sqrt{2}$
45^0
$\dot{I}_1$
$\dot{U}_R = \dot{U}_C$

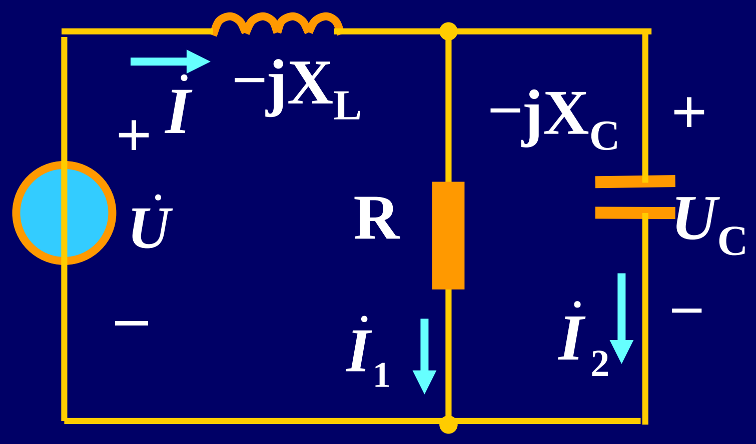


$\dot{I}$
$-jX_L$
$-jX_C$
+
$\dot{U}$
R
U_C
+
−
$\dot{I}_1$
$\dot{I}_2$
−

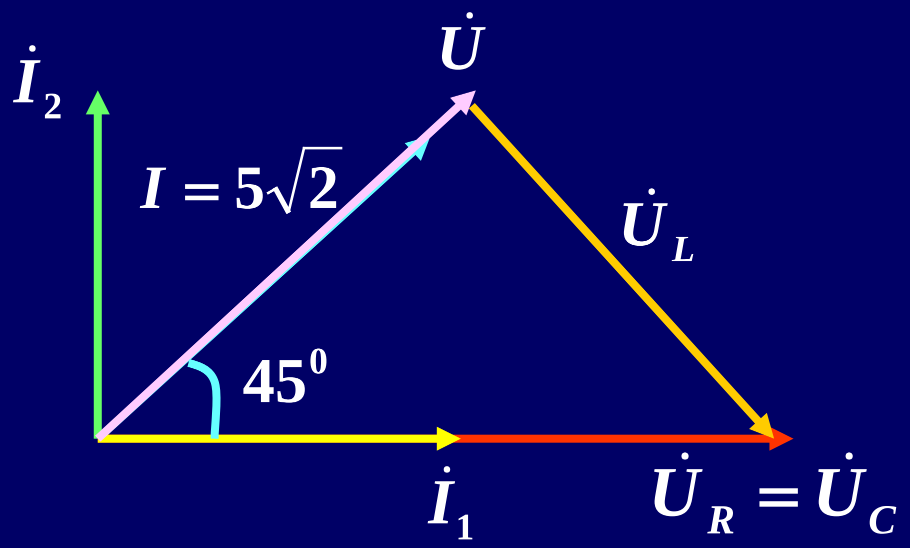


$\dot{I}_2$
$\dot{U}$
$I = 5\sqrt{2}$
$\dot{U}_L$
45^0
$\dot{I}_1$
$\dot{U}_R = \dot{U}_C$

$$U = U_L = 50V$$



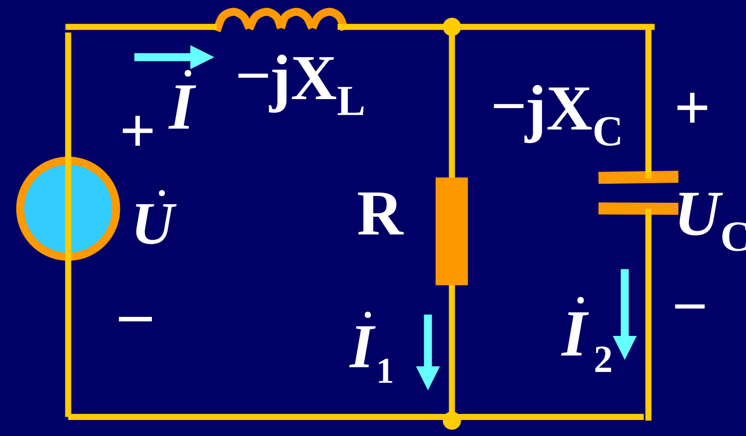
$\dot{I}$
$-jX_L$
$-jX_C$
+
+
$\dot{U}$
R
U_C
−
−
$\dot{I}_1$
$\dot{I}_2$

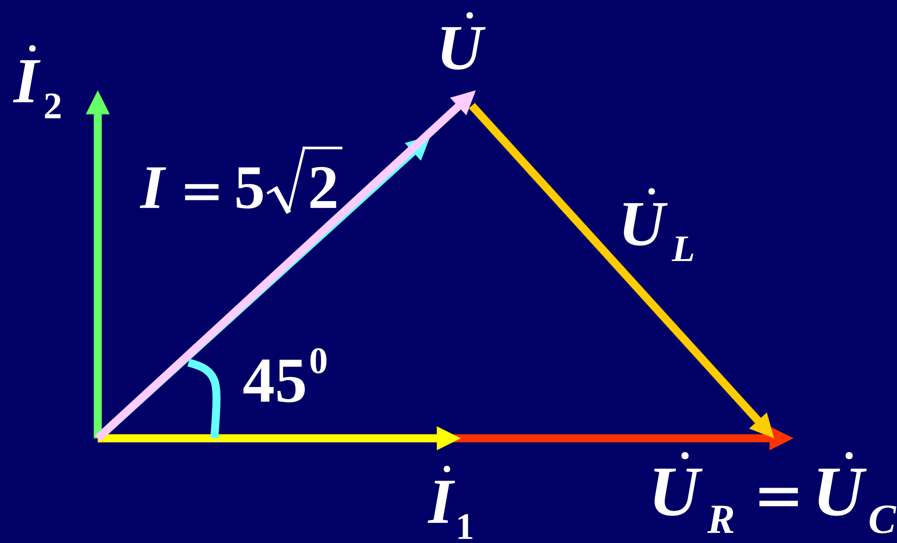


$\dot{U}$
$\dot{I}_2$
$I = 5\sqrt{2}$
$\dot{U}_L$
45^0
$\dot{I}_1$
$\dot{U}_R = \dot{U}_C$

$$U = U_L = 50V$$

$$X_L = \frac{50}{5\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}\Omega$$

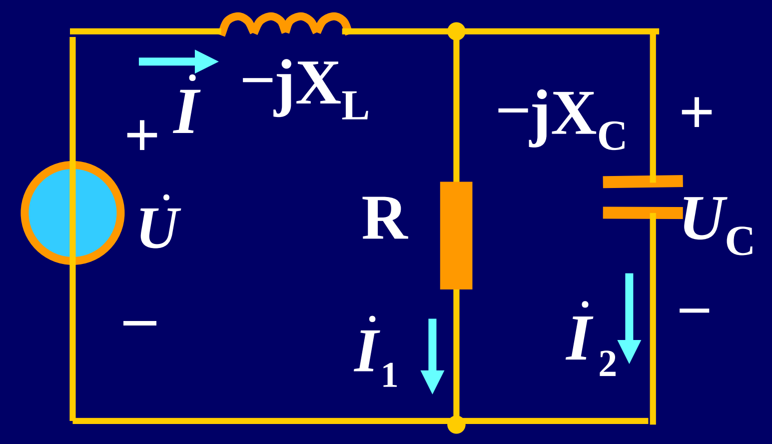


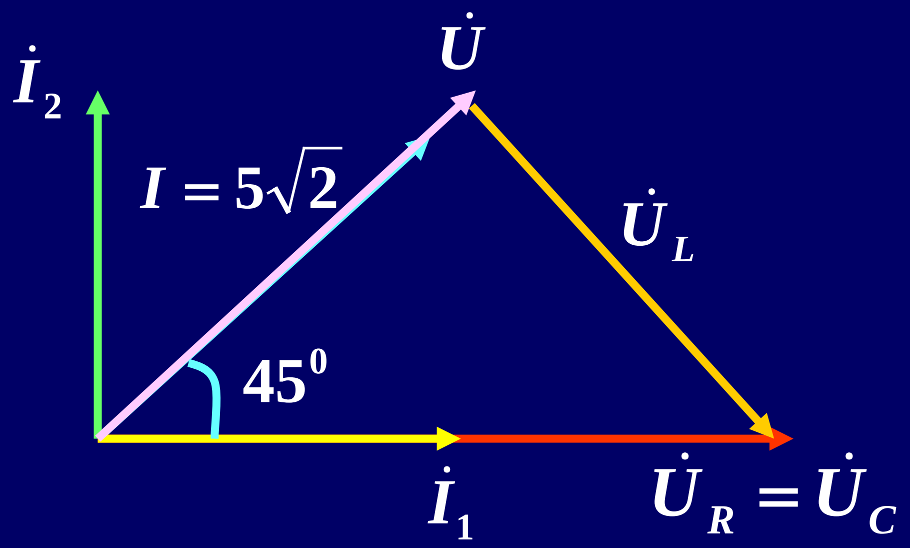


$$U = U_L = 50V$$

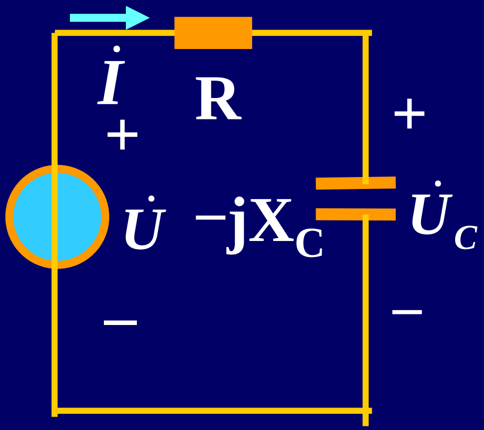
$$X_L = \frac{50}{5\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}\Omega$$

$$X_C = R = \frac{50\sqrt{2}}{5} = 10\sqrt{2}\Omega$$



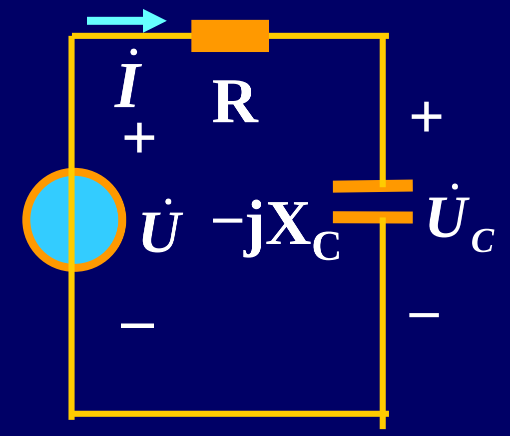


例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压π/3，问*R*、*C*应如何选择。



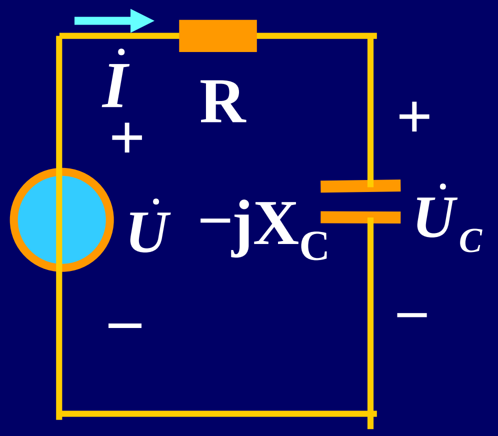
例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压$\pi/3$，问R、C应如何选择。

解1



返 回　上 页　下 页

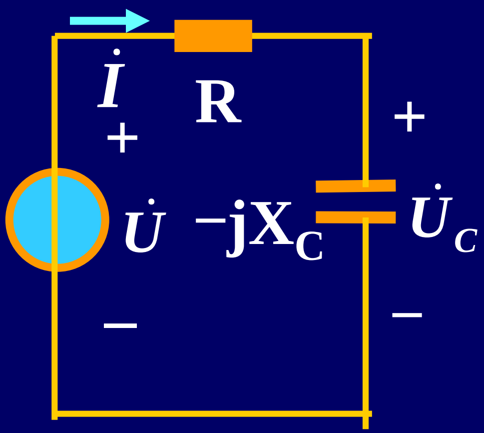
例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压π/3，问*R*、*C*应如何选择。



解1

$$\dot{U}_S = R\dot{I} - jX_C\dot{I}$$

例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压π/3，问*R*、*C*应如何选择。

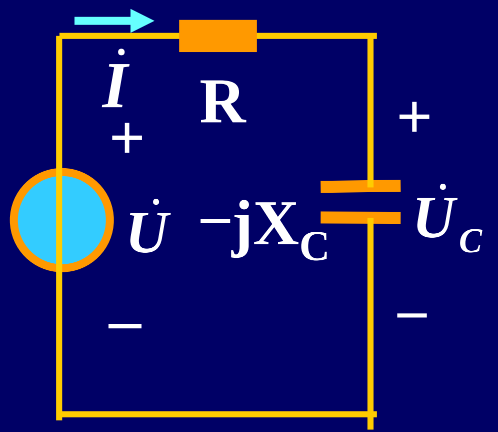


解1

$$\dot{U}_S = R\dot{I} - jX_C\dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}, \qquad \dot{U}_C = -jX_C\frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}$$

例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压π/3，问*R*、*C*应如何选择。



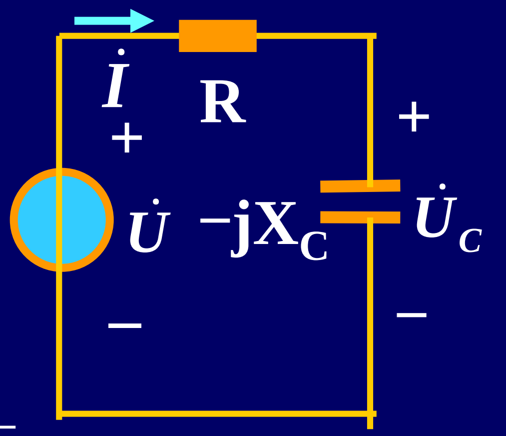
解1

$$\dot{U}_S = R\dot{I} - jX_C\dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}, \qquad \dot{U}_C = -jX_C\frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}$$

$$\frac{\dot{U}_S}{\dot{U}_C} = j\omega CR + 1$$

例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压$\pi/3$，问R、C应如何选择。



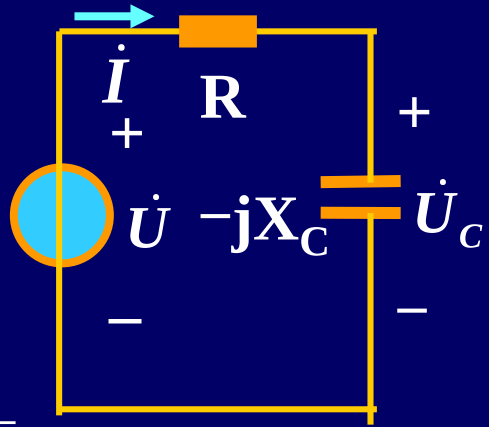
解1

$$\dot{U}_S = R\dot{I} - jX_C\dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}, \qquad \dot{U}_C = -jX_C\frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}$$

$$\frac{\dot{U}_S}{\dot{U}_C} = j\omega CR + 1 \rightarrow \omega CR = \tan 60^0 = \sqrt{3}$$

例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压$\pi/3$，问R、C应如何选择。



解1

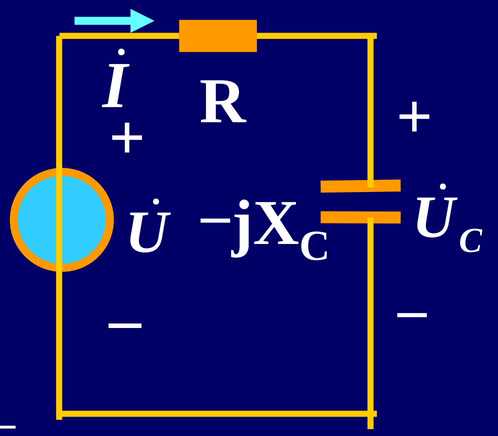
$$\dot{U}_S = R\dot{I} - jX_C\dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}, \quad \dot{U}_C = -jX_C\frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}$$

$$\frac{\dot{U}_S}{\dot{U}_C} = j\omega CR + 1 \longrightarrow \omega CR = \tan 60^0 = \sqrt{3}$$

也可以画相量图计算

例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压π/3，问*R*、*C*应如何选择。



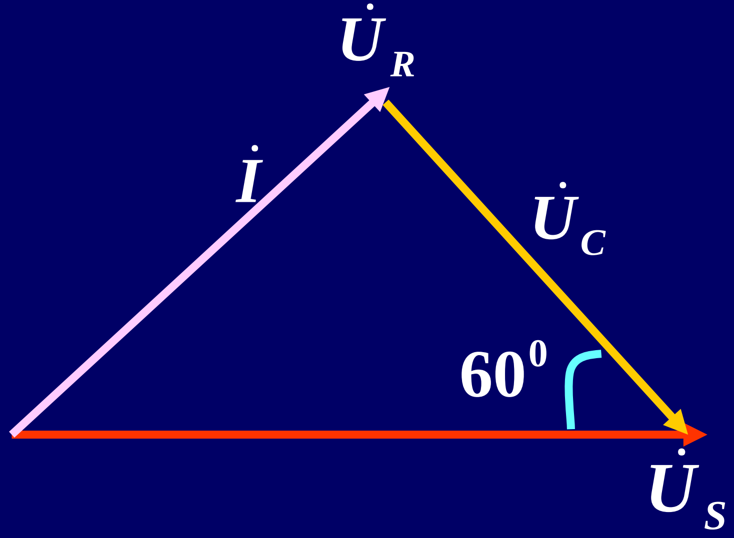
解1

$$\dot{U}_S = R\dot{I} - jX_C\dot{I}$$

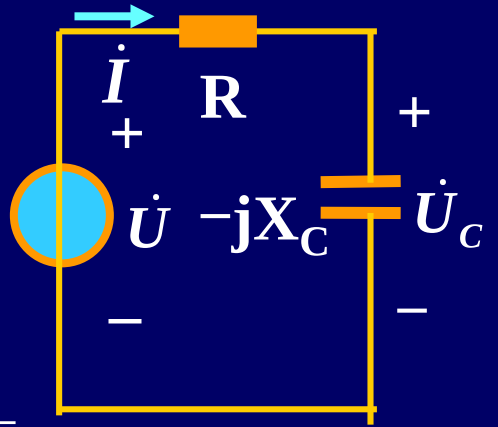
$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}, \qquad \dot{U}_C = -jX_C\frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}$$

$$\frac{\dot{U}_S}{\dot{U}_C} = j\omega CR + 1 \longrightarrow \omega CR = \tan 60^0 = \sqrt{3}$$

也可以画相量图计算



例7 图示电路为阻容移项装置，如要求电容电压滞后与电源电压π/3，问*R*、*C*应如何选择。



解1

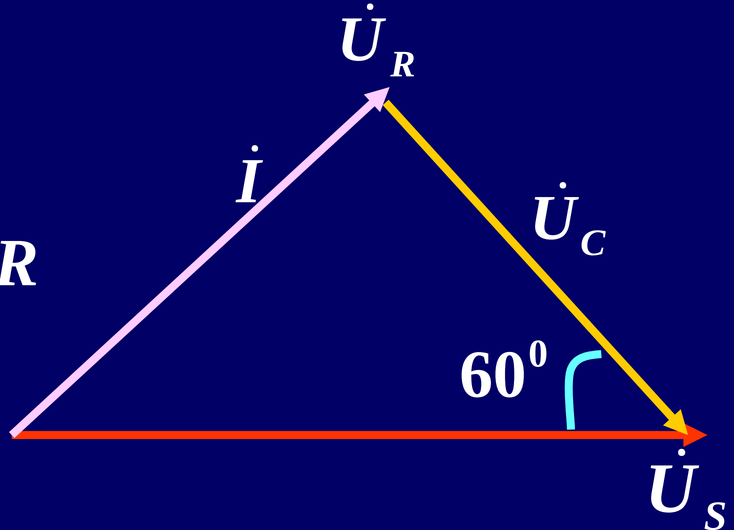
$$\dot{U}_S = R\dot{I} - jX_C\dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}, \qquad \dot{U}_C = -jX_C\frac{\dot{U}_S}{R - jX_C}$$

$$\frac{\dot{U}_S}{\dot{U}_C} = j\omega CR + 1 \rightarrow \omega CR = \tan 60^0 = \sqrt{3}$$

也可以画相量图计算

$$\tan 60^0 = \sqrt{3} = \frac{U_R}{U_C} = \frac{RI}{I/\omega C} = \omega CR$$



返回 上页 下页

§8.1 复数

§8.1 复数

$$A=a+\mathrm{j}b$$

● 复数A的表示形式

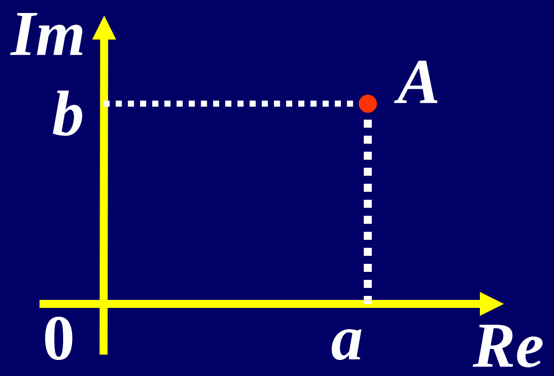
($\mathrm{j}=\sqrt{-1}$ 为虚数单位)

§8.1 复数

$$A=a+\mathrm{j}b$$

● 复数*A*的表示形式

$(\mathrm{j}=\sqrt{-1}$ 为虚数单位$)$

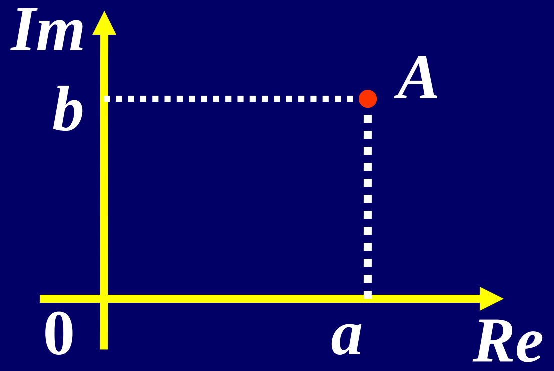


§8.1 复数

$$A=a+jb$$

● 复数A的表示形式

$(j=\sqrt{-1}$ 为虚数单位)



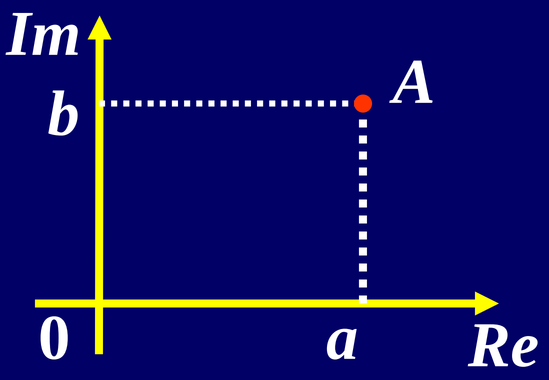
$$A=a+jb$$

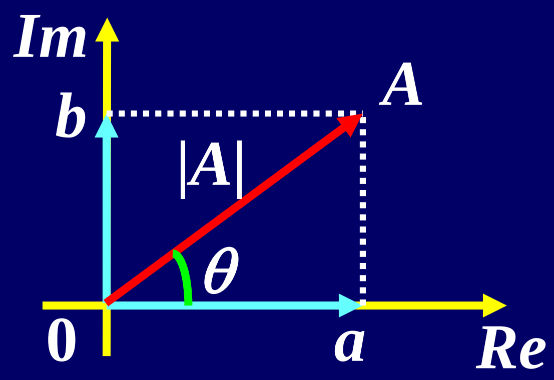
§8.1 复数

$$A=a+jb$$

- **复数*A*的表示形式**

$(j=\sqrt{-1}$ 为虚数单位)





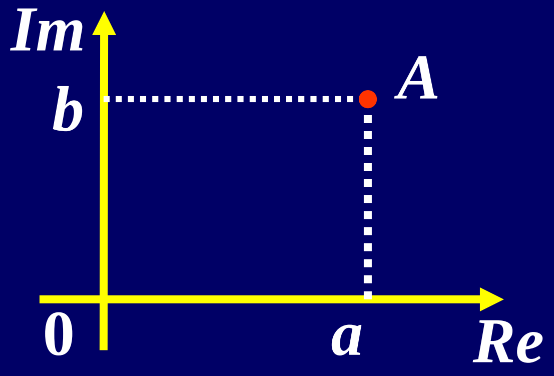
$$A=a+jb$$

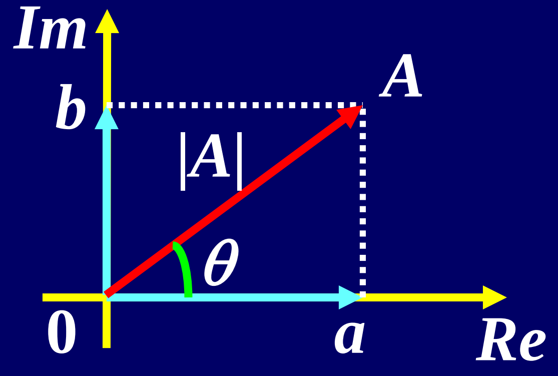
§8.1　复数

$$A = a + jb$$

● 复数A的表示形式

$(j = \sqrt{-1}$ 为虚数单位)





$$A = a + jb$$

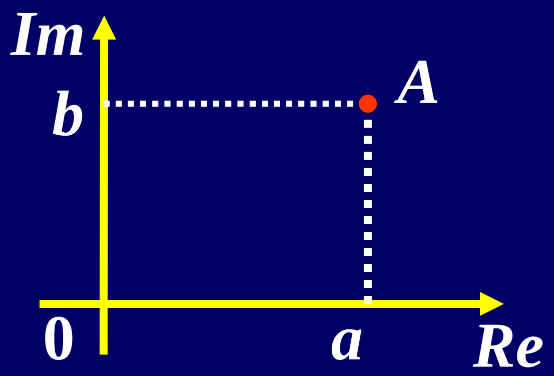
$$A = |A| e^{j\theta}$$

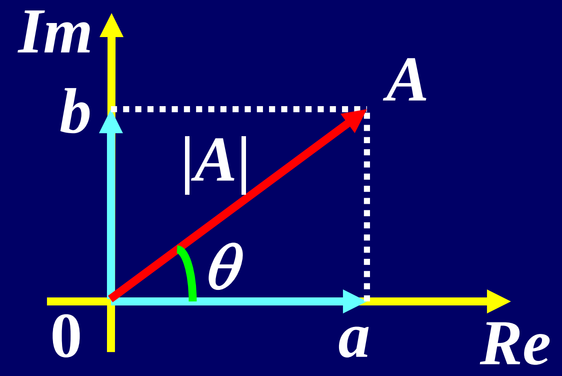
§8.1 复数

$$A=a+jb$$

● 复数A的表示形式

$(j=\sqrt{-1}$ 为虚数单位)





$$A=a+jb$$

$$A=|A|e^{j\theta}$$

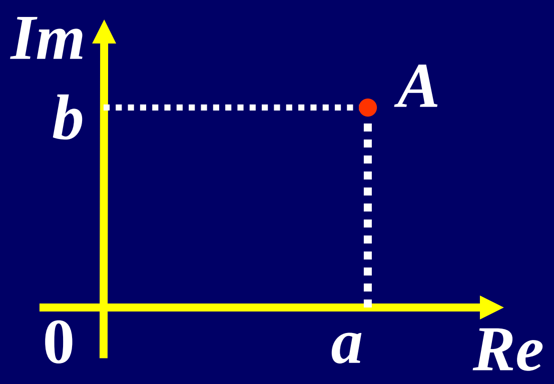
$$A=|A|e^{j\theta}=|A|(\cos\theta+j\sin\theta)=a+jb$$

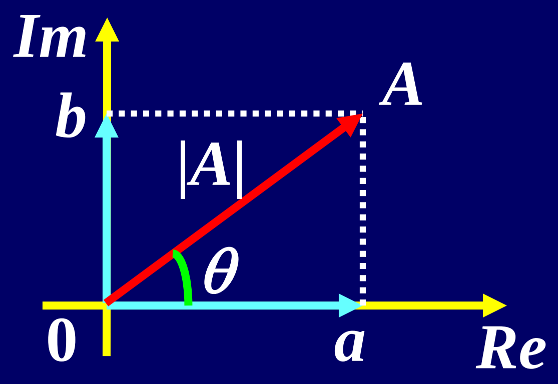
§8.1　复数

$$A=a+jb$$

● 复数A的表示形式

($j=\sqrt{-1}$ 为虚数单位)





$$A=a+jb$$

$$A=|A|e^{j\theta}$$

$$A=|A|e^{j\theta}=|A|(\cos\theta+j\sin\theta)=a+jb$$

$$A=|A|e^{j\theta}=|A|\angle\theta$$

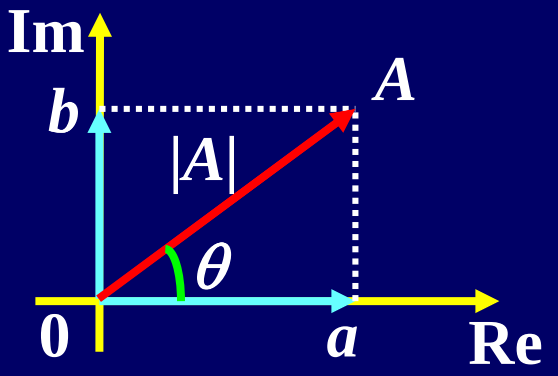
两种表示法的关系：

两种表示法的关系：

$$\begin{cases} A = a + \mathrm{j}b \\ A = |A|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta} = |A| \angle\theta \end{cases}$$

直角坐标表示

极坐标表示

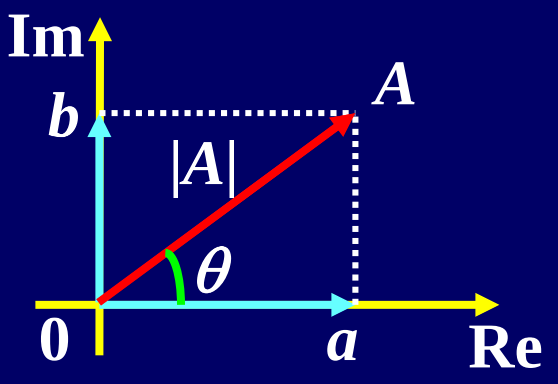


两种表示法的关系：

$$\begin{cases} A = a + \mathrm{j}b \\ A = |A|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta} = |A|\underline{\angle\theta} \end{cases}$$

直角坐标表示

极坐标表示



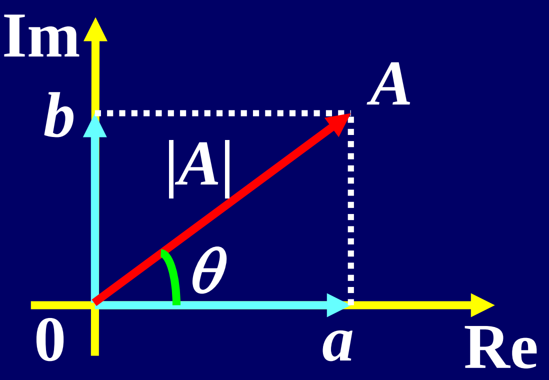
$$\begin{cases} |A| = \sqrt{a^2 + b^2} \\ \theta = \mathrm{arctg}\dfrac{b}{a} \end{cases}$$

两种表示法的关系：

$$\begin{cases} A = a + \mathrm{j}b \\ A = |A|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta} = |A|\angle\theta \end{cases}$$

直角坐标表示

极坐标表示



$$\begin{cases} |A| = \sqrt{a^2 + b^2} \\ \theta = \mathrm{arctg}\dfrac{b}{a} \end{cases}$$

或

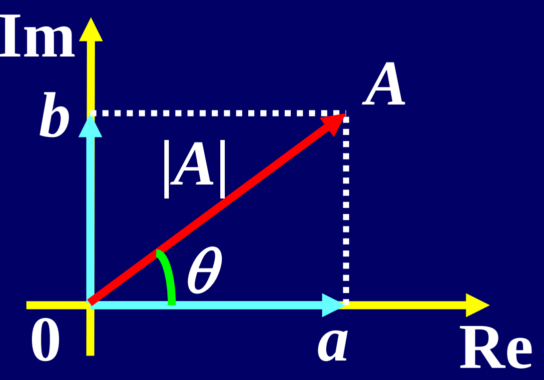
$$\begin{cases} a = |A|\cos\theta \\ b = |A|\sin\theta \end{cases}$$

两种表示法的关系：

$$\begin{cases} A = a + \mathrm{j}b \\ A = |A|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta} = |A|\angle\theta \end{cases}$$

直角坐标表示

极坐标表示



$$\begin{cases} |A| = \sqrt{a^2 + b^2} \\ \theta = \mathrm{arctg}\dfrac{b}{a} \end{cases}$$

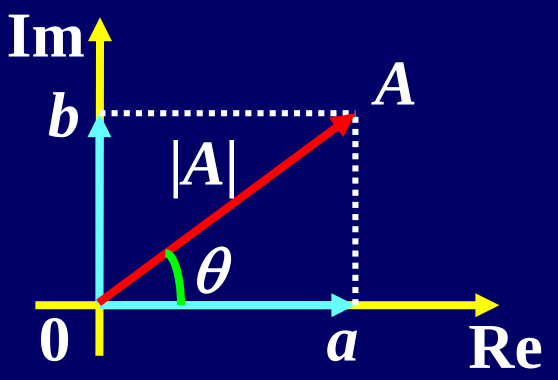
或

$$\begin{cases} a = |A|\cos\theta \\ b = |A|\sin\theta \end{cases}$$

- 复数运算

两种表示法的关系：

$$\begin{cases} A = a + \mathrm{j}b & \text{直角坐标表示} \\ A = |A|e^{\mathrm{j}\theta} = |A|\angle\theta & \text{极坐标表示} \end{cases}$$

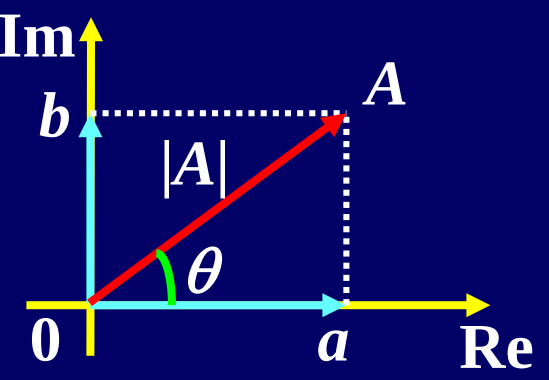


$$\begin{cases} |A| = \sqrt{a^2 + b^2} \\ \theta = \mathrm{arctg}\dfrac{b}{a} \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} a = |A|\cos\theta \\ b = |A|\sin\theta \end{cases}$$

- 复数运算

(1) 加减运算——采用代数形式

两种表示法的关系：



$$\begin{cases} A=a+\mathrm{j}b & \text{直角坐标表示} \\ A=|A|e^{\mathrm{j}\theta}=|A|\angle\theta & \text{极坐标表示} \end{cases}$$

$$\begin{cases} |A|=\sqrt{a^2+b^2} \\ \theta=\mathrm{arctg}\dfrac{b}{a} \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} a=|A|\cos\theta \\ b=|A|\sin\theta \end{cases}$$

● 复数运算

(1) 加减运算——采用代数形式

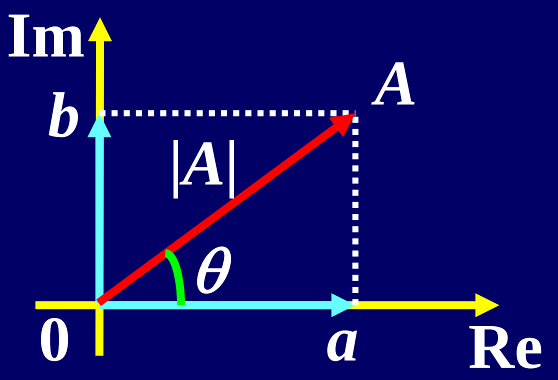
若 $A_1=a_1+\mathrm{j}b_1$， $A_2=a_2+\mathrm{j}b_2$

两种表示法的关系：

$$\begin{cases} A=a+\mathrm{j}b \\ A=|A|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta}=|A|\angle\theta \end{cases}$$

直角坐标表示

极坐标表示



$$\begin{cases} |A|=\sqrt{a^2+b^2} \\ \theta=\mathrm{arctg}\dfrac{b}{a} \end{cases}$$

或

$$\begin{cases} a=|A|\cos\theta \\ b=|A|\sin\theta \end{cases}$$

- 复数运算

(1) 加减运算——采用代数形式

若 $A_1=a_1+\mathrm{j}b_1$， $A_2=a_2+\mathrm{j}b_2$

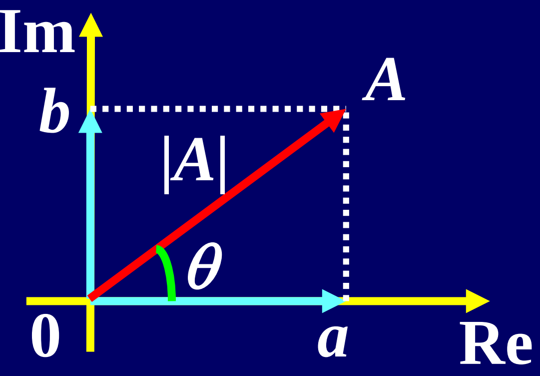
则 $A_1 \pm A_2=(a_1 \pm a_2)+\mathrm{j}(b_1 \pm b_2)$

两种表示法的关系：

$$\begin{cases} A = a + \mathrm{j}b \\ A = |A|\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta} = |A| \angle\theta \end{cases}$$

直角坐标表示

极坐标表示



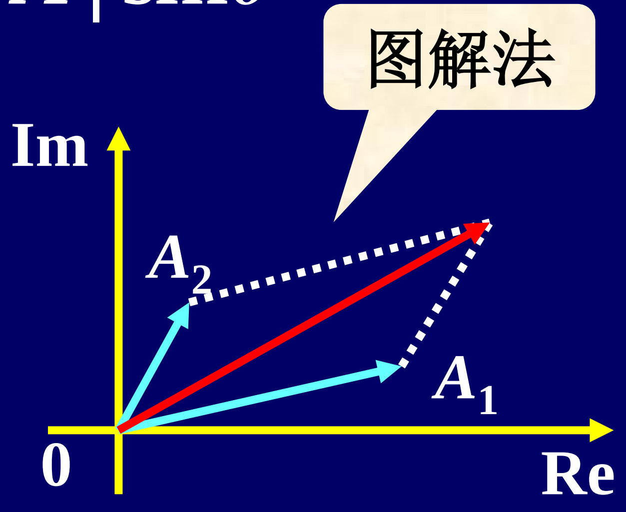
$$\begin{cases} |A| = \sqrt{a^2 + b^2} \\ \theta = \mathrm{arctg}\dfrac{b}{a} \end{cases}$$

或

$$\begin{cases} a = |A|\cos\theta \\ b = |A|\sin\theta \end{cases}$$

- 复数运算

(1) 加减运算——采用代数形式



若　$A_1 = a_1 + \mathrm{j}b_1$，　$A_2 = a_2 + \mathrm{j}b_2$

则　$A_1 \pm A_2 = (a_1 \pm a_2) + \mathrm{j}(b_1 \pm b_2)$

若 $A_1 = |A_1| \angle \theta_1$ ，$A_2 = |A_2| \angle \theta_2$

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ，$A_2=|A_2|\angle\theta_2$

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ，$A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则:

（2）乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1 = |A_1| \angle \theta_1$，$A_2 = |A_2| \angle \theta_2$

则：

$$A_1 \cdot A_2 = |A_1| e^{j\theta_1} \cdot |A_2| e^{j\theta_2} = |A_1||A_2| e^{j(\theta_1 + \theta_2)}$$

$$= |A_1||A_2| \angle \theta_1 + \theta_2$$

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ，$A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则: $A_1 \cdot A_2 = |A_1|e^{j\theta_1} \cdot |A_2|e^{j\theta_2} = |A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$

$= |A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$

乘法：模相乘，角相加。

返 回 上 页 下 页

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ， $A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则: $$A_1\cdot A_2=|A_1|e^{j\theta_1}\cdot|A_2|e^{j\theta_2}=|A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$$

$$=|A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$$

乘法：模相乘，角相加。

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{|A_1|\angle\theta_1}{|A_2|\angle\theta_2}=\frac{|A_1|e^{j\theta_1}}{|A_2|e^{j\theta_2}}=\frac{|A_1|}{|A_2|}e^{j(\theta_1-\theta_2)}$$

$$=\frac{|A_1|}{|A_2|}\angle\theta_1-\theta_2$$

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ，$A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则：
$$A_1\cdot A_2=|A_1|e^{j\theta_1}\cdot|A_2|e^{j\theta_2}=|A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$$
$$=|A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$$

乘法：模相乘，角相加。

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{|A_1|\angle\theta_1}{|A_2|\angle\theta_2}=\frac{|A_1|e^{j\theta_1}}{|A_2|e^{j\theta_2}}=\frac{|A_1|}{|A_2|}e^{j(\theta_1-\theta_2)}$$
$$=\frac{|A_1|}{|A_2|}\angle\theta_1-\theta_2$$

除法：模相除，角相减。

（2）乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ，$A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则：$A_1\cdot A_2=|A_1|e^{j\theta_1}\cdot|A_2|e^{j\theta_2}=|A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$

$$=|A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$$

乘法：模相乘，角相加。

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{|A_1|\angle\theta_1}{|A_2|\angle\theta_2}=\frac{|A_1|e^{j\theta_1}}{|A_2|e^{j\theta_2}}=\frac{|A_1|}{|A_2|}e^{j(\theta_1-\theta_2)}$$

$$=\frac{|A_1|}{|A_2|}\angle\theta_1-\theta_2$$

除法：模相除，角相减。

例1.

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ，$A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则: $A_1\cdot A_2=|A_1|e^{j\theta_1}\cdot|A_2|e^{j\theta_2}=|A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$

$$=|A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$$

乘法：模相乘，角相加。

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{|A_1|\angle\theta_1}{|A_2|\angle\theta_2}=\frac{|A_1|e^{j\theta_1}}{|A_2|e^{j\theta_2}}=\frac{|A_1|}{|A_2|}e^{j(\theta_1-\theta_2)}$$

$$=\frac{|A_1|}{|A_2|}\angle\theta_1-\theta_2$$

除法：模相除，角相减。

例1. $5\angle 47^\circ+10\angle -25^\circ=?$

返回 上页 下页

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ， $A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则: $A_1\cdot A_2=|A_1|e^{j\theta_1}\cdot|A_2|e^{j\theta_2}=|A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$

$=|A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$

乘法：模相乘，角相加。

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{|A_1|\angle\theta_1}{|A_2|\angle\theta_2}=\frac{|A_1|e^{j\theta_1}}{|A_2|e^{j\theta_2}}=\frac{|A_1|}{|A_2|}e^{j(\theta_1-\theta_2)}$$

$$=\frac{|A_1|}{|A_2|}\angle\theta_1-\theta_2$$

除法：模相除，角相减。

例1. $5\angle47^\circ+10\angle-25^\circ=?$

解

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ， $A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则: $A_1\cdot A_2=|A_1|e^{j\theta_1}\cdot|A_2|e^{j\theta_2}=|A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$

$=|A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$

乘法：模相乘，角相加。

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{|A_1|\angle\theta_1}{|A_2|\angle\theta_2}=\frac{|A_1|e^{j\theta_1}}{|A_2|e^{j\theta_2}}=\frac{|A_1|}{|A_2|}e^{j(\theta_1-\theta_2)}$$

$$=\frac{|A_1|}{|A_2|}\angle\theta_1-\theta_2$$

除法：模相除，角相减。

例1. $5\angle47^\circ+10\angle-25^\circ=?$

解 $5\angle47^\circ+10\angle-25^\circ=(3.41+j3.657)+(9.063-j4.226)$

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ， $A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则: $A_1\cdot A_2=|A_1|e^{j\theta_1}\cdot|A_2|e^{j\theta_2}=|A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$

$$=|A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$$

乘法：模相乘，角相加。

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{|A_1|\angle\theta_1}{|A_2|\angle\theta_2}=\frac{|A_1|e^{j\theta_1}}{|A_2|e^{j\theta_2}}=\frac{|A_1|}{|A_2|}e^{j(\theta_1-\theta_2)}$$

$$=\frac{|A_1|}{|A_2|}\angle\theta_1-\theta_2$$

除法：模相除，角相减。

例1. $5\angle 47^\circ+10\angle-25^\circ=?$

解 $5\angle 47^\circ+10\angle-25^\circ=(3.41+j3.657)+(9.063-j4.226)$

$=12.47-j0.569$

(2) 乘除运算——采用极坐标形式

若 $A_1=|A_1|\angle\theta_1$ ， $A_2=|A_2|\angle\theta_2$

则: $$A_1\cdot A_2=|A_1|e^{j\theta_1}\cdot|A_2|e^{j\theta_2}=|A_1||A_2|e^{j(\theta_1+\theta_2)}$$
$$=|A_1||A_2|\angle\theta_1+\theta_2$$

乘法：模相乘，角相加。

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{|A_1|\angle\theta_1}{|A_2|\angle\theta_2}=\frac{|A_1|e^{j\theta_1}}{|A_2|e^{j\theta_2}}=\frac{|A_1|}{|A_2|}e^{j(\theta_1-\theta_2)}$$
$$=\frac{|A_1|}{|A_2|}\angle\theta_1-\theta_2$$

除法：模相除，角相减。

例1. $5\angle 47^\circ+10\angle -25^\circ=?$

解 $$5\angle 47^\circ+10\angle -25^\circ=(3.41+j3.657)+(9.063-j4.226)$$
$$=12.47-j0.569=12.48\angle -2.61^\circ$$

例2.

$$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

例2. $$220\angle 35^\circ+\frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5}=?$$

解

例2. $$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解 原式 $= 180.2 + j126.2$

返 回　上 页　下 页

例2. $$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解 $$原式 = 180.2 + j126.2 + \frac{19.24\angle 27.9^\circ \times 7.211\angle 56.3^\circ}{20.62\angle 14.04^\circ}$$

例2.
$$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解
$$原式 = 180.2 + j126.2 + \frac{19.24\angle 27.9^\circ \times 7.211\angle 56.3^\circ}{20.62\angle 14.04^\circ}$$
$$= 180.2 + j126.2 + 6.728\angle 70.16^\circ$$

例2. $$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解 $$\text{原式} = 180.2 + j126.2 + \frac{19.24\angle 27.9^\circ \times 7.211\angle 56.3^\circ}{20.62\angle 14.04^\circ}$$

$$= 180.2 + j126.2 + 6.728\angle 70.16^\circ$$

$$= 180.2 + j126.2 + 2.238 + j6.329$$

例2.

$$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解

$$\text{原式} = 180.2 + j126.2 + \frac{19.24\angle 27.9^\circ \times 7.211\angle 56.3^\circ}{20.62\angle 14.04^\circ}$$

$$= 180.2 + j126.2 + 6.728\angle 70.16^\circ$$

$$= 180.2 + j126.2 + 2.238 + j6.329$$

$$= 182.5 + j132.5 = 225.5\angle 36^\circ$$

例2. $$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解 $$原式 = 180.2 + j126.2 + \frac{19.24\angle 27.9^\circ \times 7.211\angle 56.3^\circ}{20.62\angle 14.04^\circ}$$

$$= 180.2 + j126.2 + 6.728\angle 70.16^\circ$$

$$= 180.2 + j126.2 + 2.238 + j6.329$$

$$= 182.5 + j132.5 = 225.5\angle 36^\circ$$

（3） 旋转因子：

例2. $$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解 $$原式 = 180.2 + j126.2 + \frac{19.24\angle 27.9^\circ \times 7.211\angle 56.3^\circ}{20.62\angle 14.04^\circ}$$

$$= 180.2 + j126.2 + 6.728\angle 70.16^\circ$$

$$= 180.2 + j126.2 + 2.238 + j6.329$$

$$= 182.5 + j132.5 = 225.5\angle 36^\circ$$

（3） 旋转因子：

复数 $e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta = 1\angle\theta$

例2. $$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解 $$\text{原式} = 180.2 + j126.2 + \frac{19.24\angle 27.9^\circ \times 7.211\angle 56.3^\circ}{20.62\angle 14.04^\circ}$$

$$= 180.2 + j126.2 + 6.728\angle 70.16^\circ$$

$$= 180.2 + j126.2 + 2.238 + j6.329$$

$$= 182.5 + j132.5 = 225.5\angle 36^\circ$$

（3）旋转因子：

复数 $e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta = 1\angle\theta$

$A \bullet e^{j\theta}$ 相当于A逆时针旋转一个角度θ，而模不变。故把 $e^{j\theta}$ 称为旋转因子。

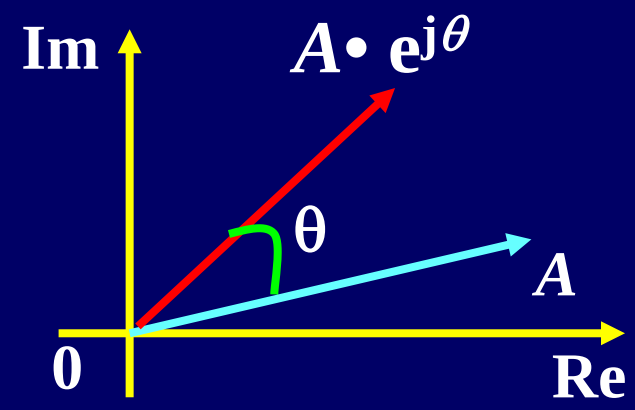
例2. $$220\angle 35^\circ + \frac{(17+j9)(4+j6)}{20+j5} = ?$$

解 $$\text{原式} = 180.2 + j126.2 + \frac{19.24\angle 27.9^\circ \times 7.211\angle 56.3^\circ}{20.62\angle 14.04^\circ}$$

$$= 180.2 + j126.2 + 6.728\angle 70.16^\circ$$

$$= 180.2 + j126.2 + 2.238 + j6.329$$

$$= 182.5 + j132.5 = 225.5\angle 36^\circ$$



(3) 旋转因子:

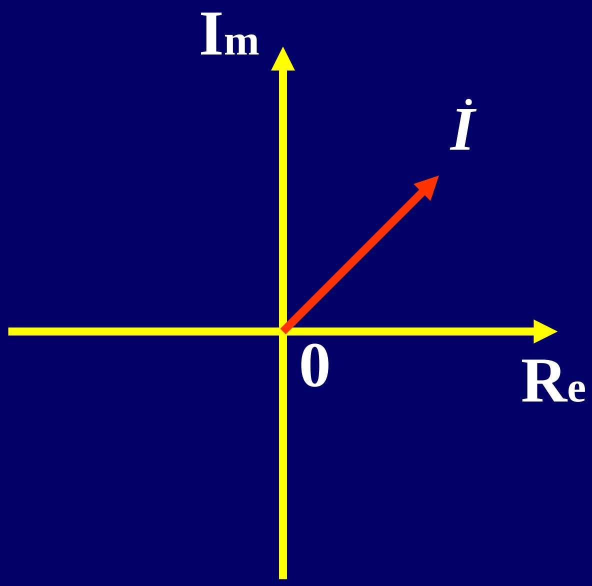
复数 $e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta = 1\angle\theta$

$A \cdot e^{j\theta}$ 相当于A逆时针旋转一个角度θ，而模不变。故把 $e^{j\theta}$ 称为旋转因子。

几种不同θ值时的旋转因子

返　回　上　页　下　页

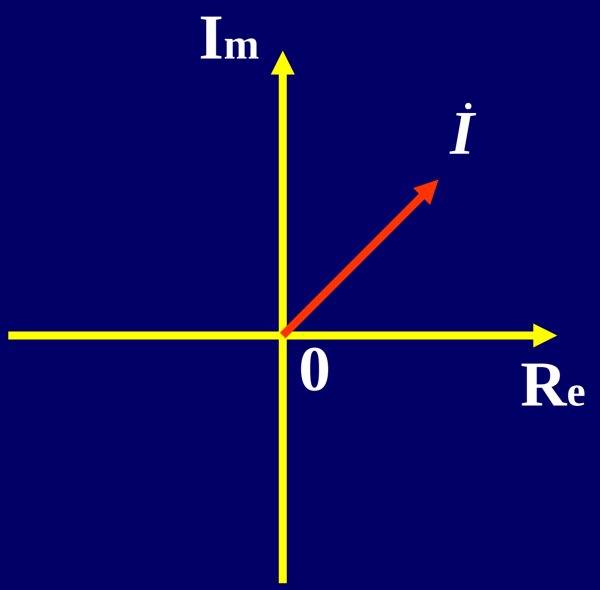
几种不同θ值时的旋转因子



几种不同θ值时的旋转因子

$$\theta = \frac{\pi}{2},$$

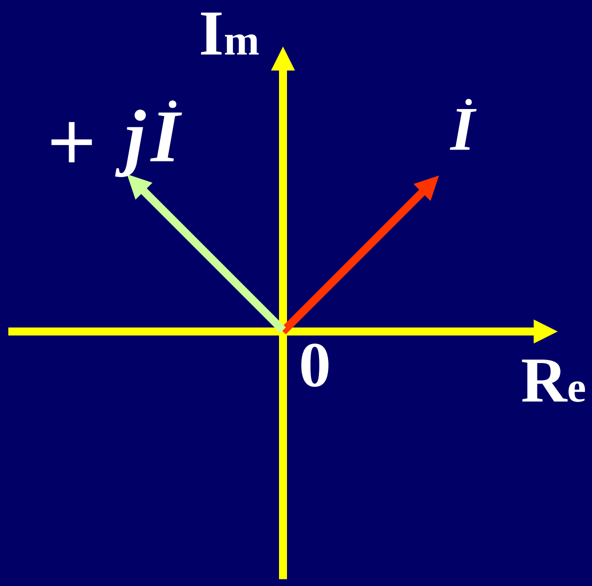
$$e^{j\frac{\pi}{2}} = \cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2} = +j$$



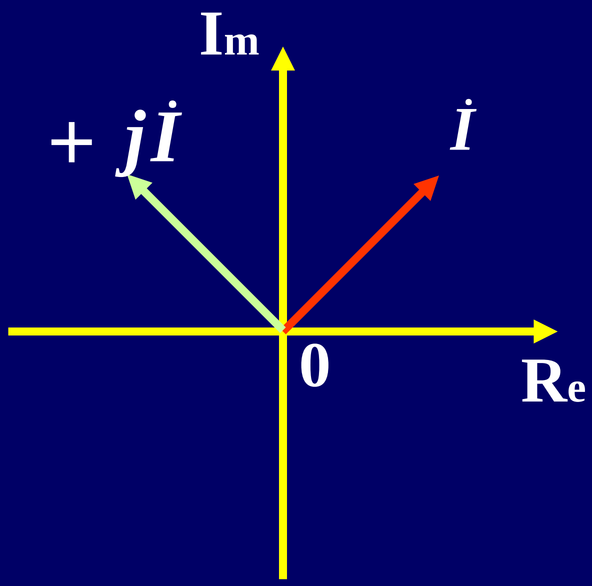
几种不同θ值时的旋转因子

$$\theta = \frac{\pi}{2},$$

$$e^{j\frac{\pi}{2}} = \cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2} = +j$$



几种不同θ值时的旋转因子



$$\theta = \frac{\pi}{2},$$

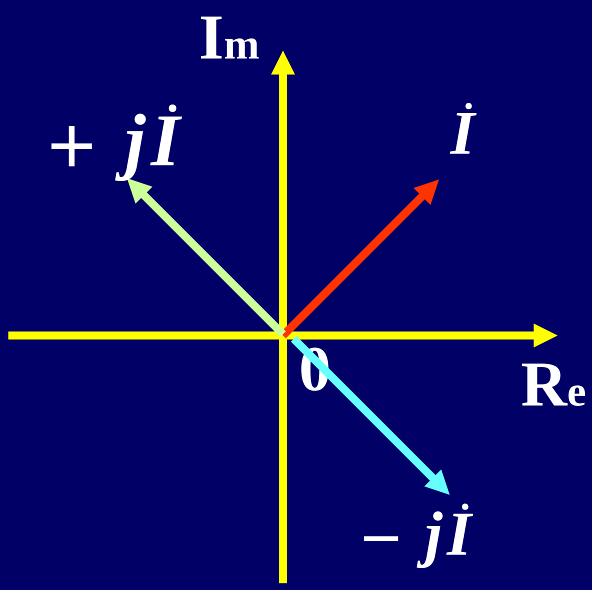
$$e^{j\frac{\pi}{2}} = \cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2} = +j$$

$$\theta = -\frac{\pi}{2}, \quad e^{j-\frac{\pi}{2}} = \cos(-\frac{\pi}{2}) + j\sin(-\frac{\pi}{2}) = -j$$

几种不同θ值时的旋转因子

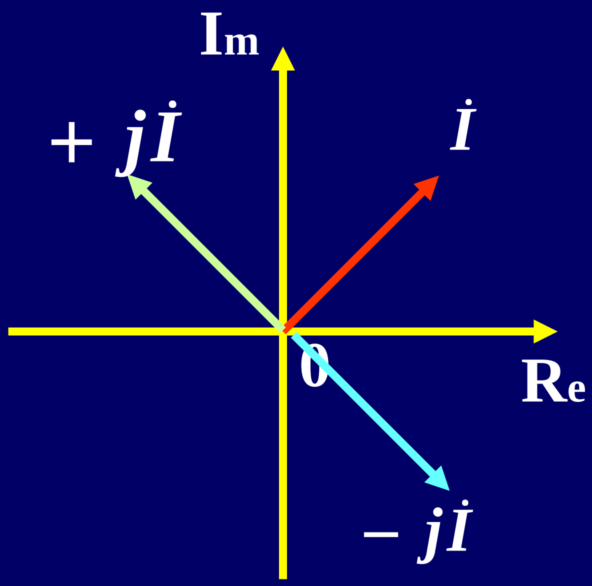
$$\theta = \frac{\pi}{2},$$

$$e^{j\frac{\pi}{2}} = \cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2} = +j$$



$$\theta = -\frac{\pi}{2}, \quad e^{j-\frac{\pi}{2}} = \cos(-\frac{\pi}{2}) + j\sin(-\frac{\pi}{2}) = -j$$

几种不同θ值时的旋转因子



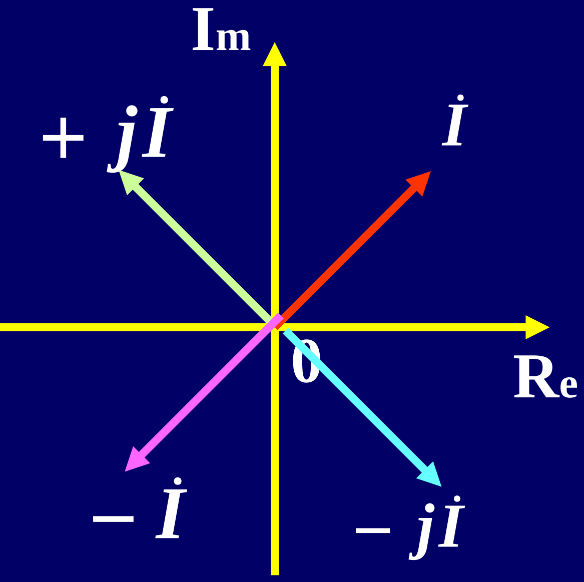
$$\theta = \frac{\pi}{2},$$

$$e^{j\frac{\pi}{2}} = \cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2} = +j$$

$$\theta = -\frac{\pi}{2}, \quad e^{j-\frac{\pi}{2}} = \cos(-\frac{\pi}{2}) + j\sin(-\frac{\pi}{2}) = -j$$

$$\theta = \pm\pi, \quad e^{j\pm\pi} = \cos(\pm\pi) + j\sin(\pm\pi) = -1$$

几种不同θ值时的旋转因子



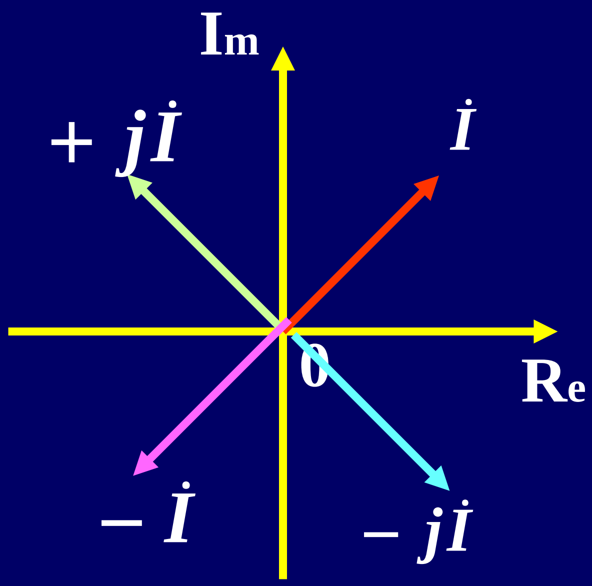
$$\theta = \frac{\pi}{2},$$

$$e^{j\frac{\pi}{2}} = \cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2} = +j$$

$$\theta = -\frac{\pi}{2}, \quad e^{j-\frac{\pi}{2}} = \cos(-\frac{\pi}{2}) + j\sin(-\frac{\pi}{2}) = -j$$

$$\theta = \pm\pi, \quad e^{j\pm\pi} = \cos(\pm\pi) + j\sin(\pm\pi) = -1$$

几种不同θ值时的旋转因子



$$\theta = \frac{\pi}{2},$$

$$e^{j\frac{\pi}{2}} = \cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2} = +j$$

$$\theta = -\frac{\pi}{2}, \quad e^{j-\frac{\pi}{2}} = \cos(-\frac{\pi}{2}) + j\sin(-\frac{\pi}{2}) = -j$$

$$\theta = \pm\pi, \quad e^{j\pm\pi} = \cos(\pm\pi) + j\sin(\pm\pi) = -1$$

故 +j, –j, −1 都可以看成旋转因子。

返 回 上 页 下 页

8.2　正弦量

8.2 正弦量

1. 正弦量

8.2 正弦量

1. 正弦量

瞬时值表达式：

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

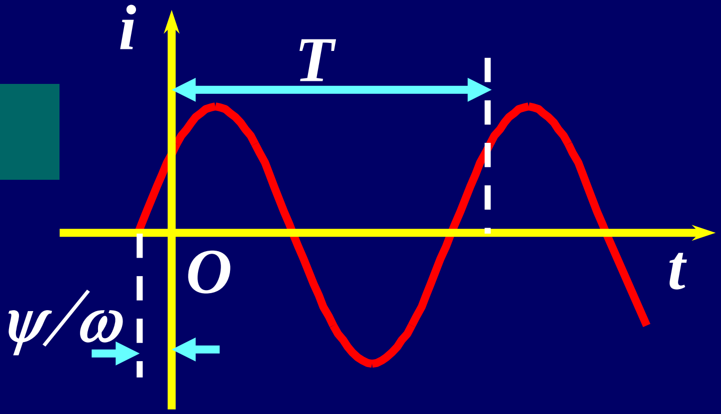
8.2 正弦量

1. 正弦量

瞬时值表达式：

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

波形：



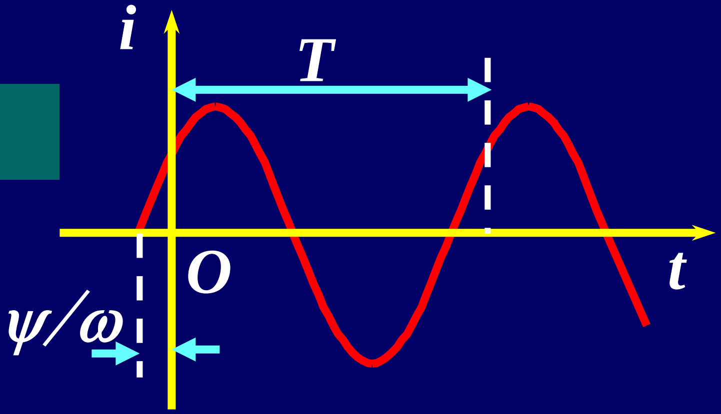
8.2 正弦量

1. 正弦量

瞬时值表达式：

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

波形：



周期T (*period*)和频率f (*frequency*)：

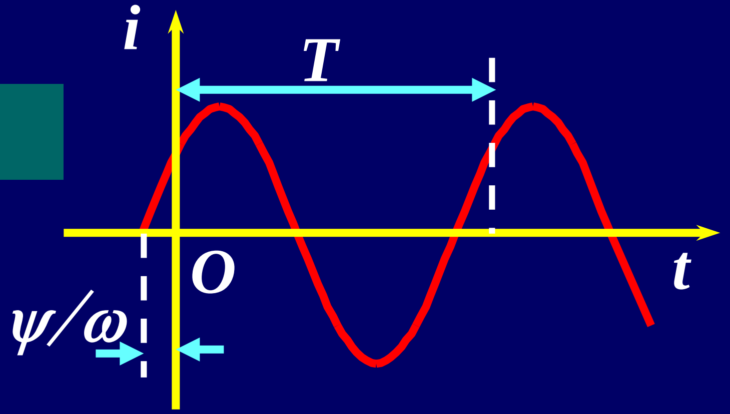
8.2　正弦量

1. 正弦量

瞬时值表达式：

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

波形：



周期*T* (*period*)和频率*f* (*frequency*)：

周期*T*：重复变化一次所需的时间。　单位：s，秒

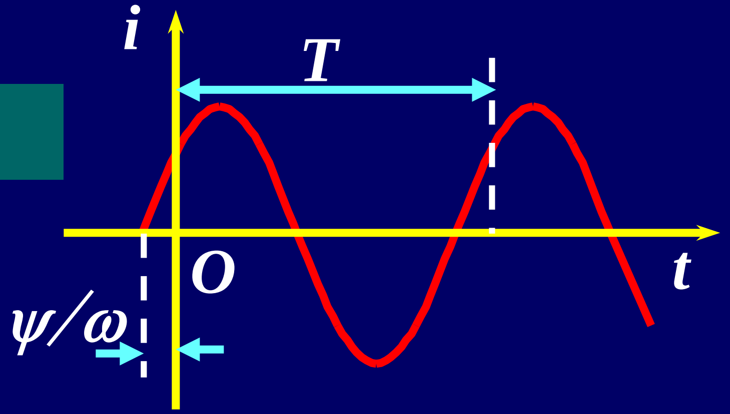
8.2　正弦量

1. 正弦量

瞬时值表达式：

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

波形：



周期T (*period*)和频率f (*frequency*)：

周期T：重复变化一次所需的时间。　单位：s，秒

频率f：每秒重复变化的次数。　单位：Hz，赫(兹)

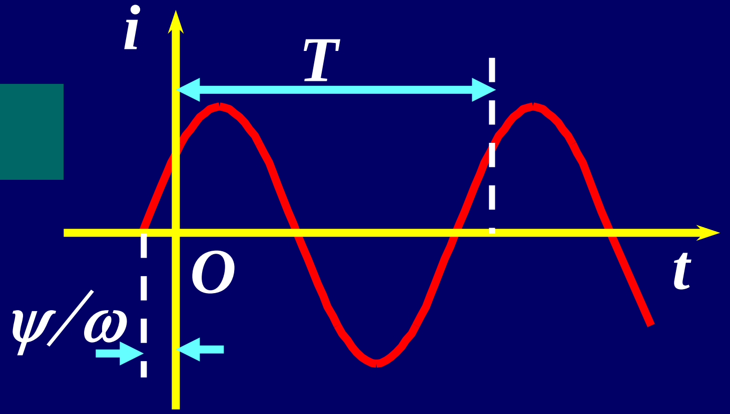
8.2 正弦量

1. 正弦量

瞬时值表达式：

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

波形：



正弦量为周期函数 $f(t)=f\,(\,t+\kappa T)$

周期T (*period*)和频率f (*frequency*)：

$$f=\frac{1}{T}$$

周期T：重复变化一次所需的时间。 单位：s，秒

频率f：每秒重复变化的次数。 单位：Hz，赫(兹)

● 正弦电流电路

- 正弦电流电路

激励和响应均为正弦量的电路（正弦稳态电路）称为正弦电路或交流电路。

- 正弦电流电路

激励和响应均为正弦量的电路（正弦稳态电路）称为正弦电路或交流电路。

- 研究正弦电路的意义：

- 正弦电流电路

激励和响应均为正弦量的电路（正弦稳态电路）称为正弦电路或交流电路。

- 研究正弦电路的意义：

（1）正弦稳态电路在电力系统和电子技术领域占有十分重要的地位。

- 正弦电流电路

激励和响应均为正弦量的电路（正弦稳态电路）称为正弦电路或交流电路。

- 研究正弦电路的意义：

（1）正弦稳态电路在电力系统和电子技术领域占有十分重要的地位。

优点：

● 正弦电流电路 → 激励和响应均为正弦量的电路（正弦稳态电路）称为正弦电路或交流电路。

● 研究正弦电路的意义：

（1）正弦稳态电路在电力系统和电子技术领域占有十分重要的地位。

优点： 1）正弦函数是周期函数，其加、减、求导、积分运算后仍是同频率的正弦函数

● 正弦电流电路 → 激励和响应均为正弦量的电路（正弦稳态电路）称为正弦电路或交流电路。

● 研究正弦电路的意义：

（1）正弦稳态电路在电力系统和电子技术领域占有十分重要的地位。

优点：

1）正弦函数是周期函数，其加、减、求导、积分运算后仍是同频率的正弦函数

2）正弦信号容易产生、传送和使用。

（2）正弦信号是一种基本信号，任何变化规律复杂的信号可以分解为按正弦规律变化的分量。

（2）正弦信号是一种基本信号，任何变化规律复杂的信号可以分解为按正弦规律变化的分量。

$$f(t)=\sum_{k=1}^{n} A_k \cos(k\omega t+\theta_k)$$

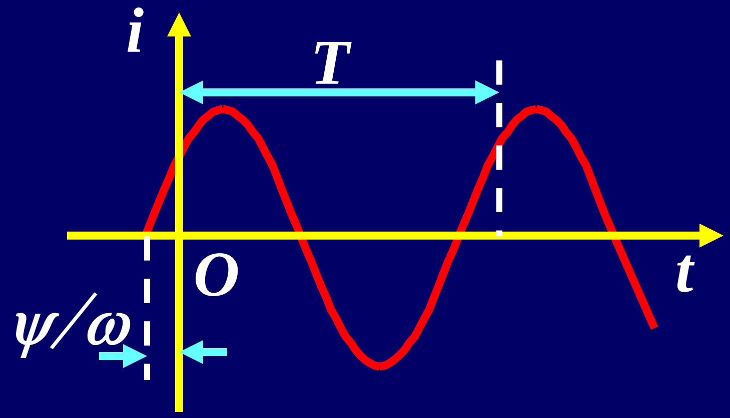
（2）正弦信号是一种基本信号，任何变化规律复杂的信号可以分解为按正弦规律变化的分量。

$$f(t)=\sum_{k=1}^{n} A_k \cos(k\omega t+\theta_k)$$

对正弦电路的分析研究具有重要的理论价值和实际意义。

2. 正弦量的三要素

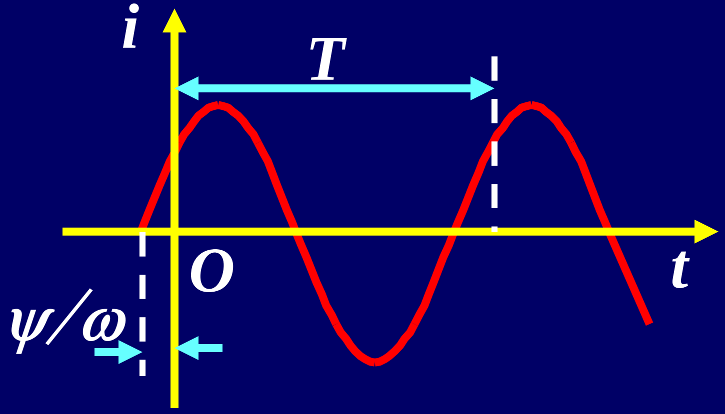
$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$



2. 正弦量的三要素

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*) (振幅、 最大值) I_m

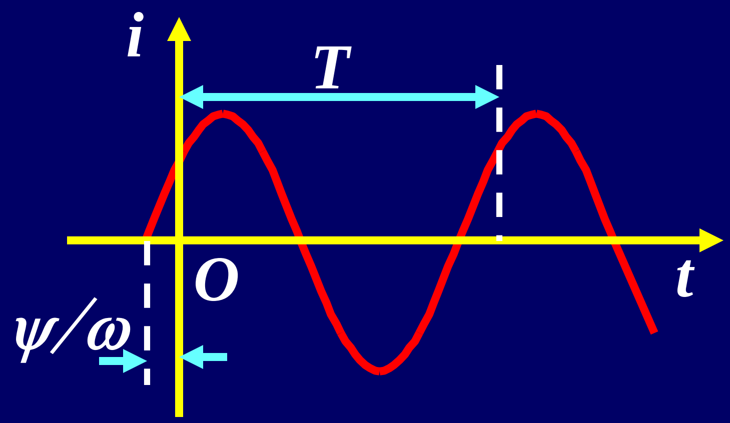


2. 正弦量的三要素

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*)（振幅、 最大值）I_m

→ 反映正弦量变化幅度的大小。

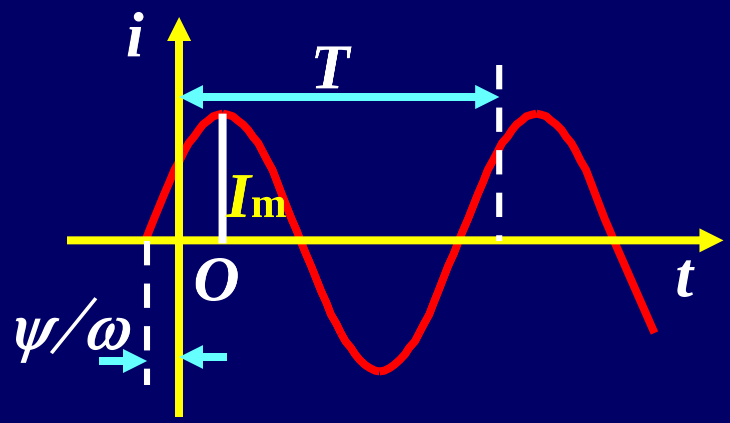


2. 正弦量的三要素

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*) (振幅、 最大值) I_m

→ 反映正弦量变化幅度的大小。



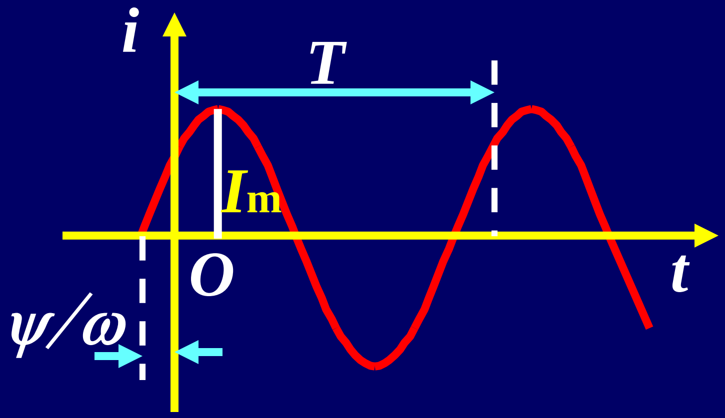
2. 正弦量的三要素

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*)（振幅、 最大值）I_m

→ 反映正弦量变化幅度的大小。

(2) 角频率(*angular frequency*) ω



2. 正弦量的三要素

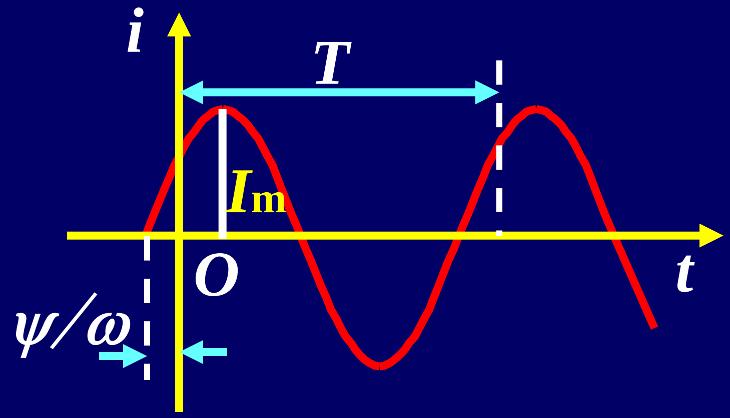
$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*)（振幅、 最大值）I_m

→ 反映正弦量变化幅度的大小。

(2) 角频率(*angular frequency*) ω

→ 相位变化的速度，反映正弦量变化快慢。



2. 正弦量的三要素

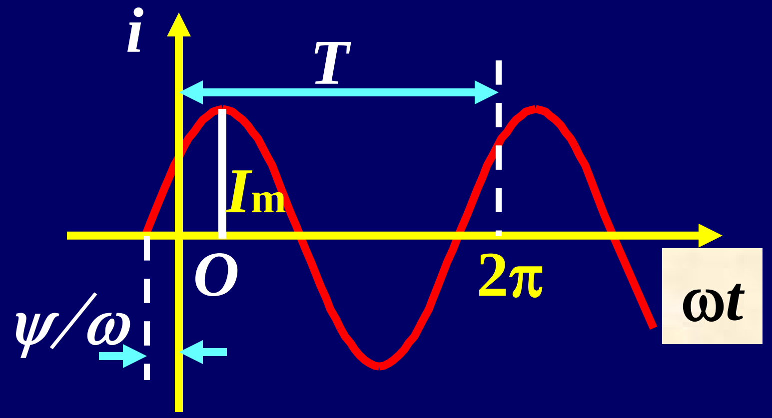
$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*)（振幅、 最大值）I_m

→ 反映正弦量变化幅度的大小。

(2) 角频率(*angular frequency*) ω

→ 相位变化的速度， 反映正弦量变化快慢。



2. 正弦量的三要素

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*) (振幅、 最大值) I_m

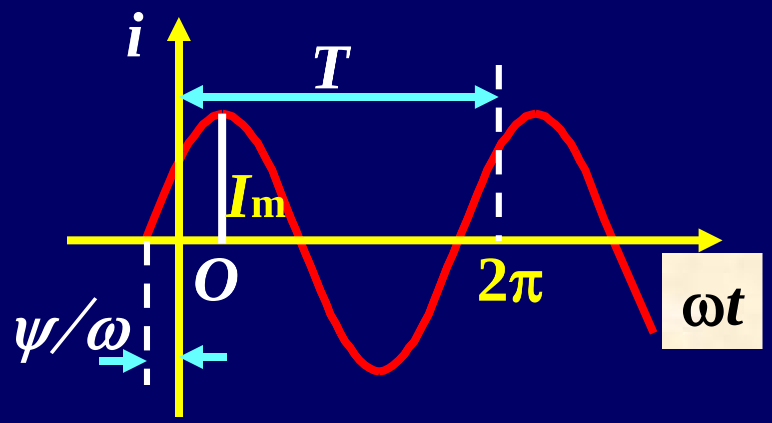
→ 反映正弦量变化幅度的大小。

(2) 角频率(*angular frequency*) ω

→ 相位变化的速度， 反映正弦量变化快慢。

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$$

单位： rad/s ， 弧度 / 秒



2. 正弦量的三要素

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*)（振幅、 最大值）I_m

→ 反映正弦量变化幅度的大小。

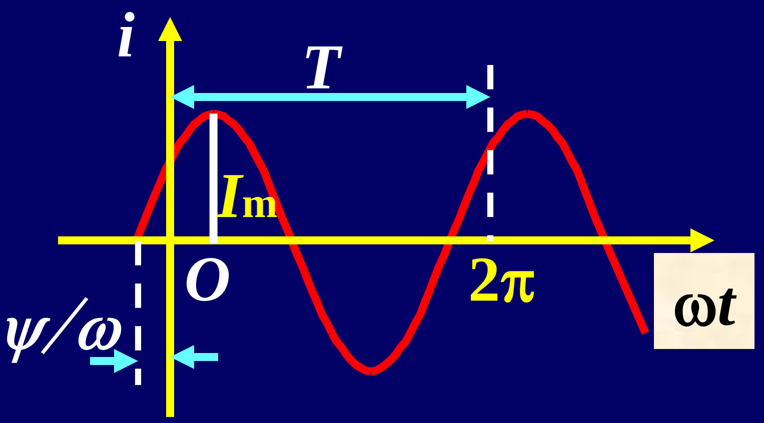
(2) 角频率(*angular frequency*) ω

→ 相位变化的速度， 反映正弦量变化快慢。

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$$

单位： rad/s ，弧度 / 秒

(3) 初相位(*initial phase angle*) ψ



2. 正弦量的三要素

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*)（振幅、 最大值）I_m

→ 反映正弦量变化幅度的大小。

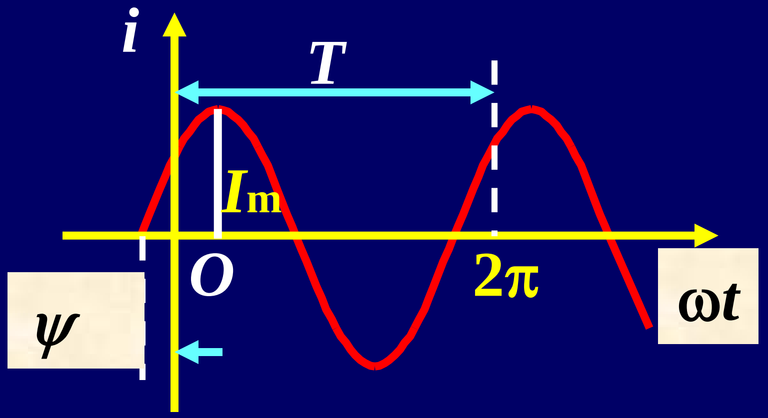
(2) 角频率(*angular frequency*) ω

→ 相位变化的速度， 反映正弦量变化快慢。

$$\omega = 2\pi f = 2\pi / T$$

单位： rad/s ，弧度 / 秒

(3) 初相位(*initial phase angle*) ψ



2. 正弦量的三要素

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi)$$

(1) 幅值 (*amplitude*)（振幅、 最大值）I_m

→ 反映正弦量变化幅度的大小。

（2） 角频率(*angular frequency*) ω

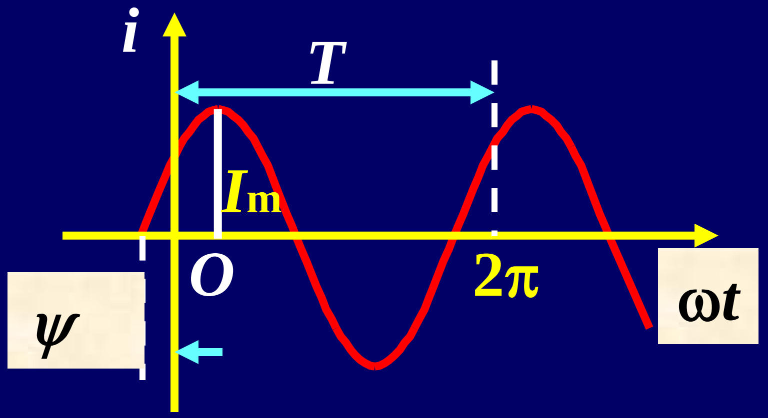
→ 相位变化的速度， 反映正弦量变化快慢。

$$\omega = 2\pi f = 2\pi / T$$

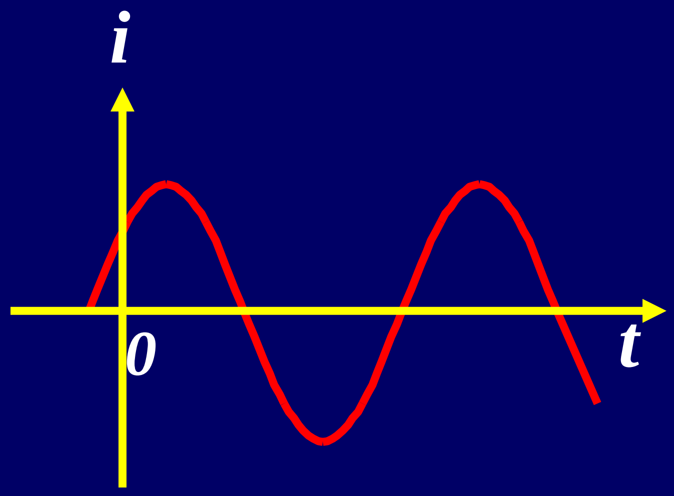
单位： rad/s ， 弧度 / 秒

（3） 初相位(*initial phase angle*) ψ

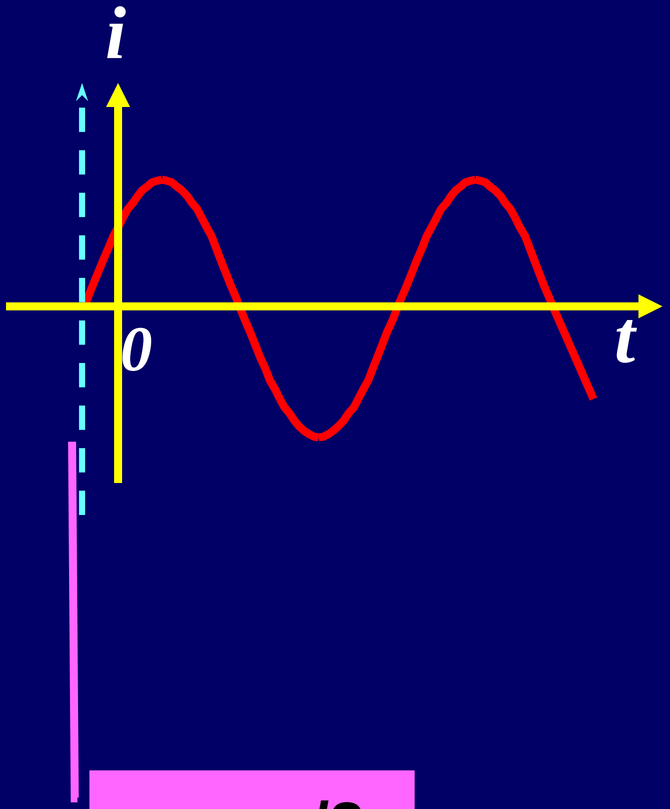
→ 反映正弦量的计时起点，常用角度表示。



同一个正弦量，计时起点不同，初相位不同。

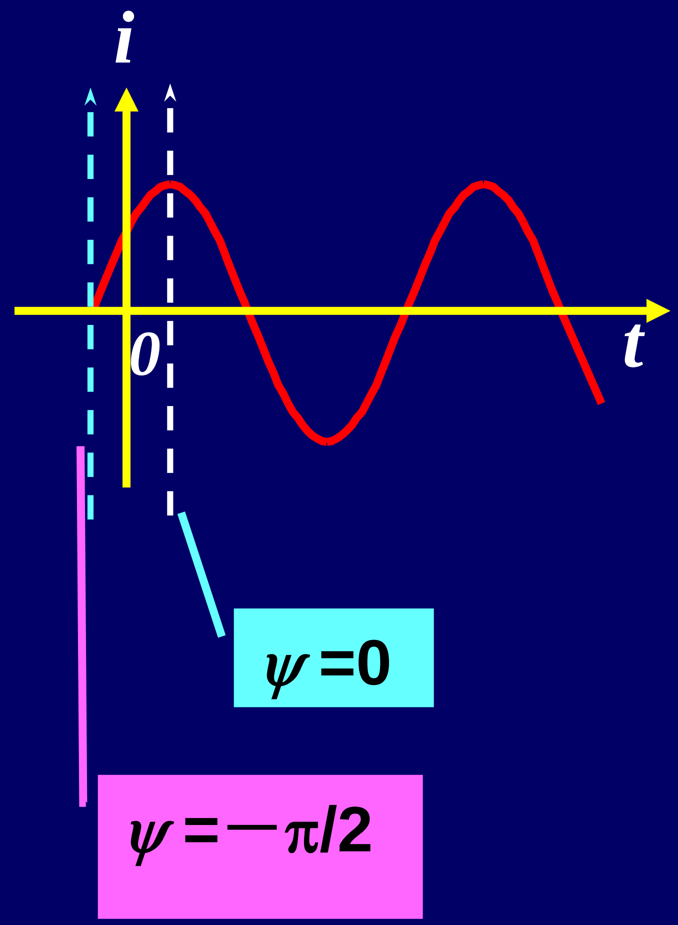


同一个正弦量，计时起点不同，初相位不同。

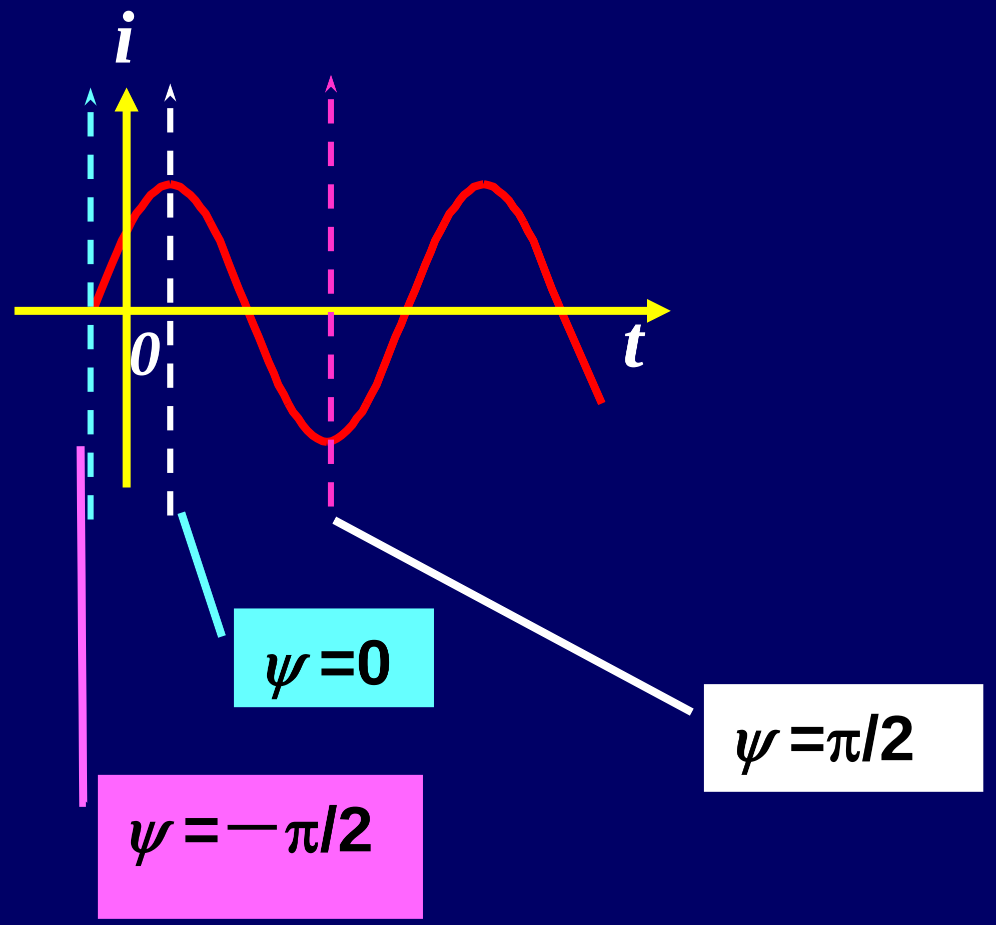


$\psi = -\pi/2$

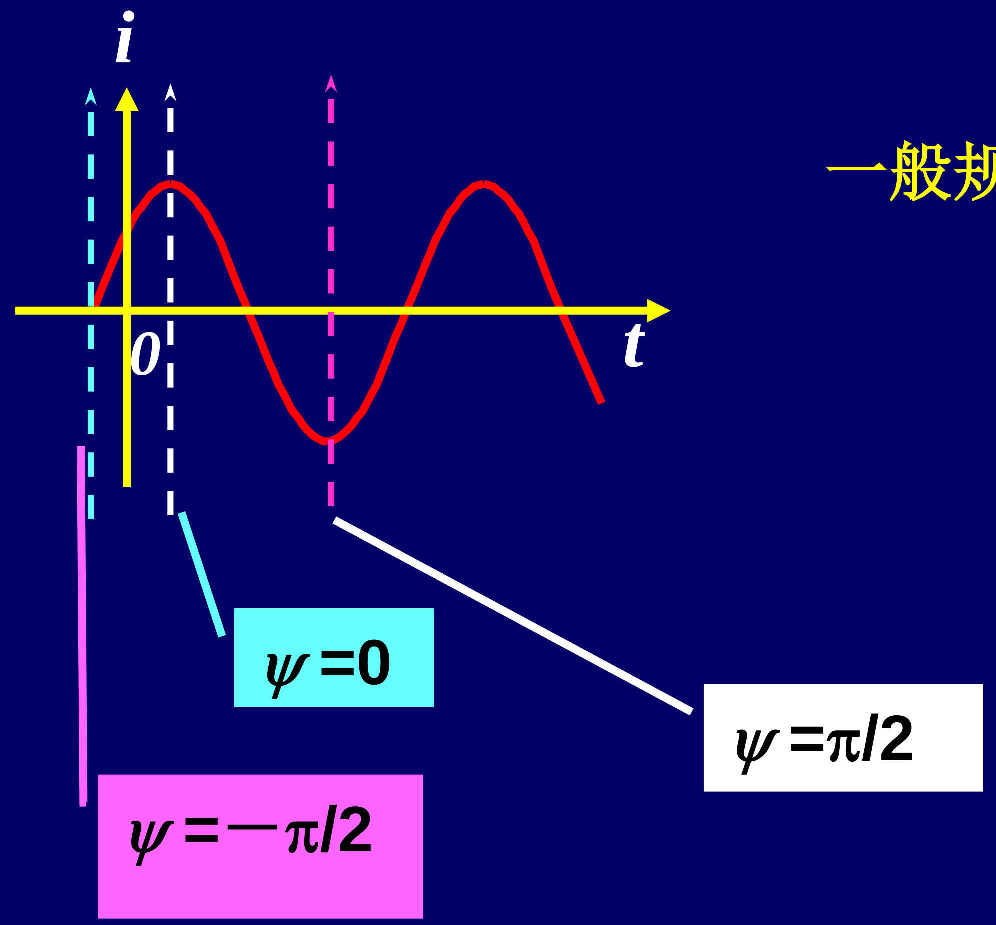
同一个正弦量，计时起点不同，初相位不同。



同一个正弦量，计时起点不同，初相位不同。

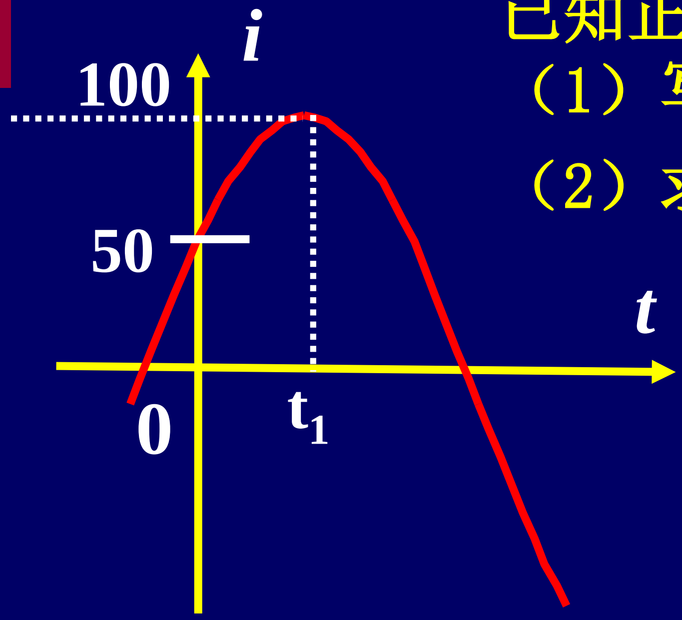


同一个正弦量，计时起点不同，初相位不同。



一般规定：$|\psi|\le\pi$ 。

例

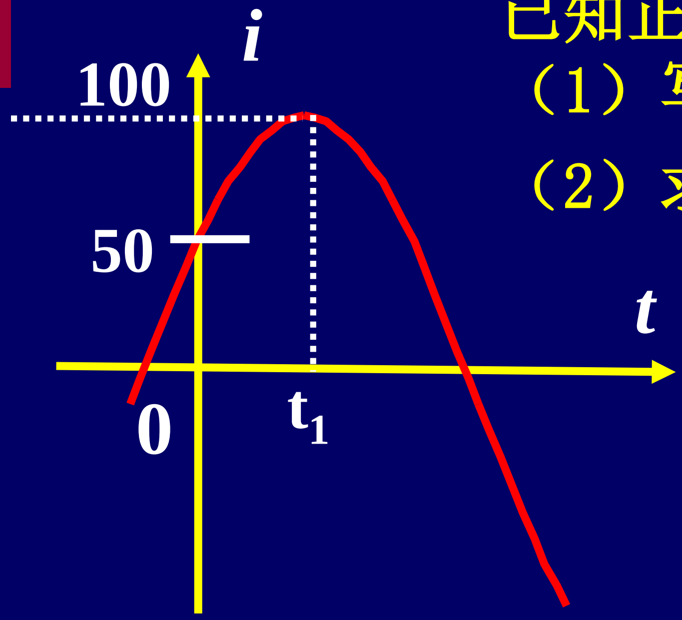


已知正弦电流波形如图，$\omega=10^3$rad/s，

（1）写出$i(t)$表达式；

（2）求最大值发生的时间t_1

例



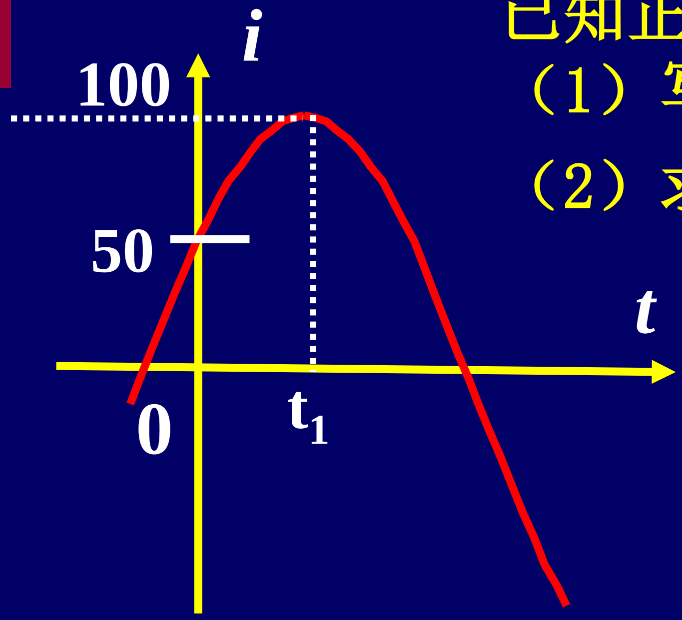
已知正弦电流波形如图，$\omega = 10^3$rad/s，

（1）写出$i(t)$表达式；

（2）求最大值发生的时间t_1

解

例



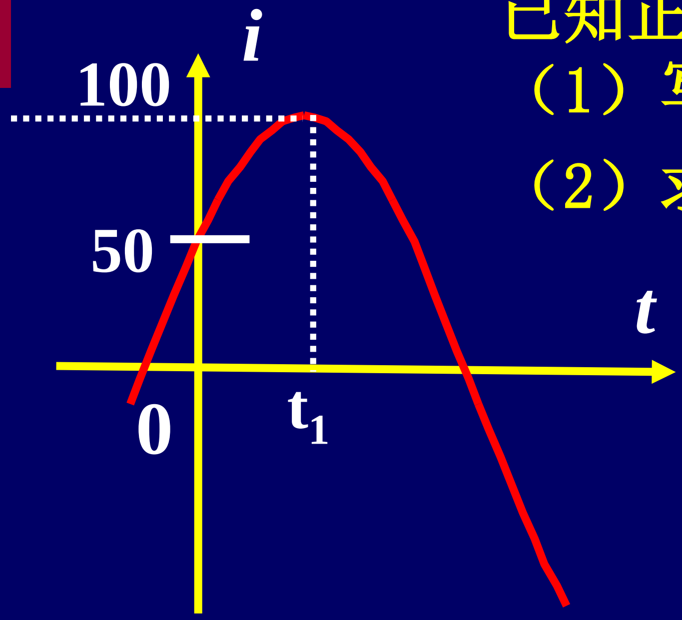
已知正弦电流波形如图，$\omega=10^3$rad/s，

（1）写出*i(t)*表达式；

（2）求最大值发生的时间t_1

解 $$i(t)=100\cos(10^3t+\psi)$$

例



已知正弦电流波形如图，$\omega = 10^3 \text{rad/s}$，

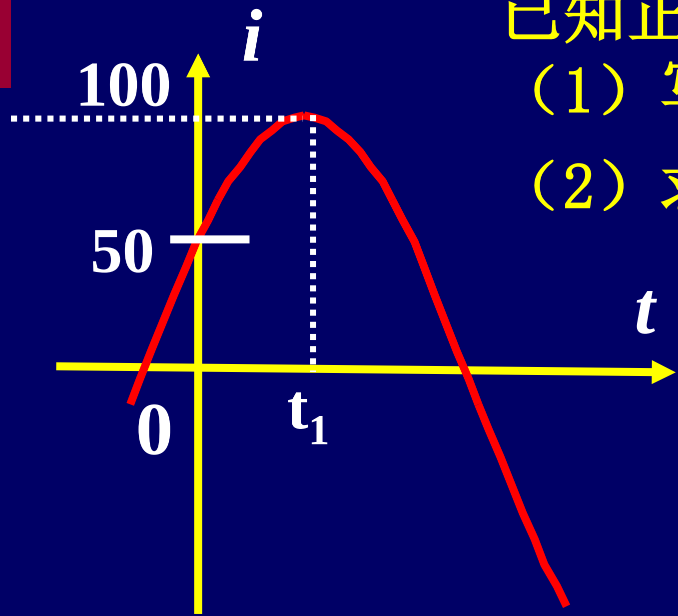
（1）写出$i(t)$表达式；

（2）求最大值发生的时间t_1

解 $i(t) = 100\cos(10^3 t + \psi)$

$t = 0 \rightarrow 50 = 100\cos\psi$

例



已知正弦电流波形如图，$\omega=10^3$rad/s，

（1）写出$i(t)$表达式；

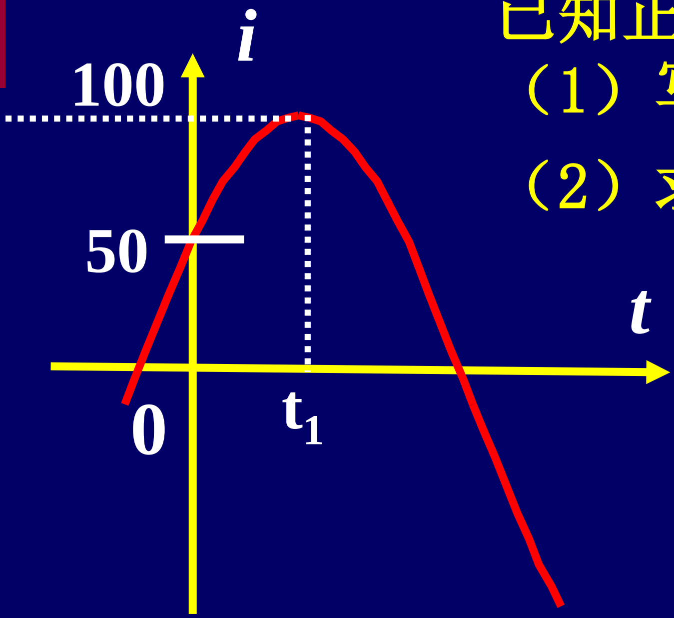
（2）求最大值发生的时间t_1

解 $i(t)=100\cos(10^3t+\psi)$

$t=0\rightarrow 50=100\cos\psi$

$\longrightarrow \psi=\pm\pi/3$

例



已知正弦电流波形如图，$\omega=10^3 rad/s$，

（1）写出$i(t)$表达式；

（2）求最大值发生的时间t_1

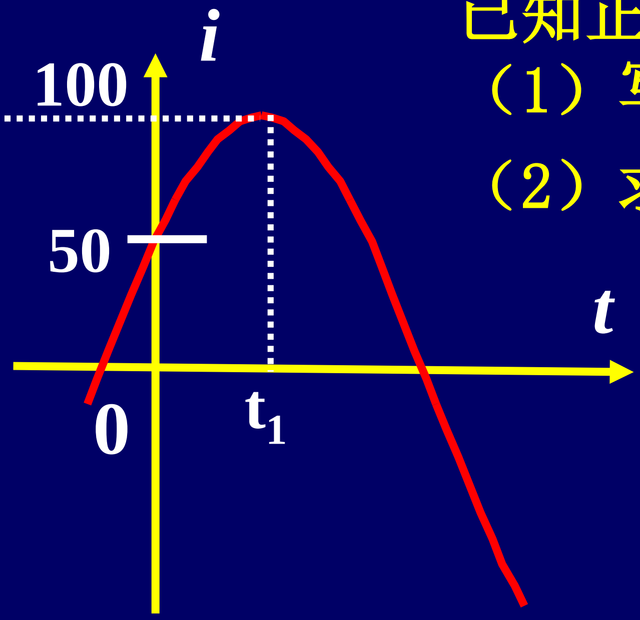
解 $i(t)=100\cos(10^3 t+\psi)$

$t=0 \rightarrow 50=100\cos\psi$

$\longrightarrow \psi=\pm\pi/3$

由于最大值发生在计时起点右侧 $\longrightarrow \psi=-\dfrac{\pi}{3}$

例



已知正弦电流波形如图，ω＝10³rad/s，

（1）写出$i(t)$表达式；

（2）求最大值发生的时间t_1

解 $$i(t)=100\cos(10^3t+\psi)$$

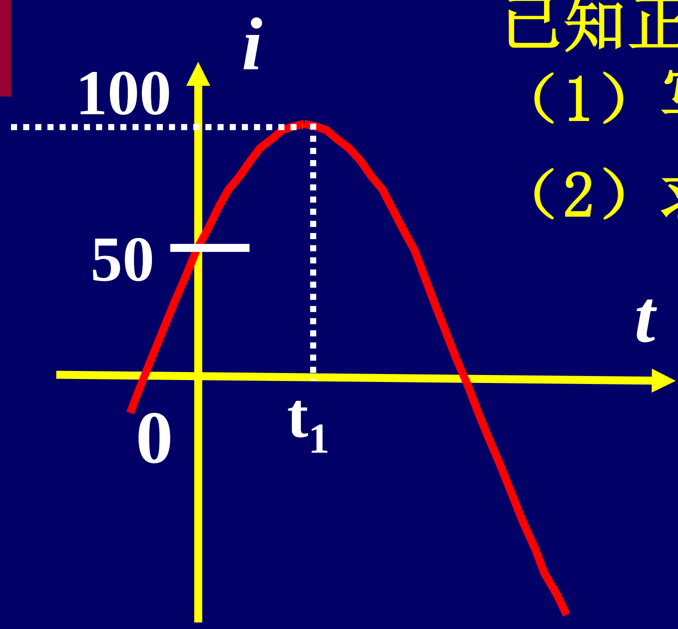
$$t=0\rightarrow 50=100\cos\psi$$

$$\longrightarrow \psi=\pm\pi/3$$

由于最大值发生在计时起点右侧 $\longrightarrow \psi=-\dfrac{\pi}{3}$

$$i(t)=100\cos(10^3t-\frac{\pi}{3})$$

例



已知正弦电流波形如图，ω＝10³rad/s，

（1）写出$i(t)$表达式；

（2）求最大值发生的时间t_1

解 $i(t)=100\cos(10^3 t+\psi)$

$$t=0 \rightarrow 50=100\cos\psi$$

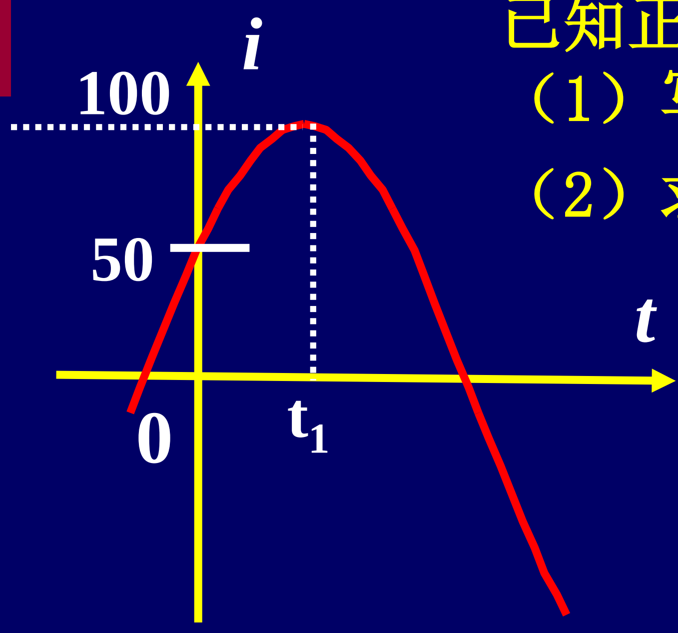
$$\longrightarrow \quad \psi=\pm\pi/3$$

由于最大值发生在计时起点右侧 $\longrightarrow \quad \psi=-\dfrac{\pi}{3}$

$$i(t)=100\cos(10^3 t-\frac{\pi}{3})$$

当 $10^3 t_1=\pi/3$ 有最大值

例



已知正弦电流波形如图，$\omega=10^3$rad/s，

（1）写出$i(t)$表达式；

（2）求最大值发生的时间t_1

解 $i(t)=100\cos(10^3 t+\psi)$

$t=0 \rightarrow 50=100\cos\psi$

$\longrightarrow \psi=\pm\pi/3$

由于最大值发生在计时起点右侧 $\longrightarrow \psi=-\dfrac{\pi}{3}$

$$i(t)=100\cos(10^3 t-\frac{\pi}{3})$$

当 $10^3 t_1=\pi/3$ 有最大值 $\longrightarrow t_1=\dfrac{\pi/3}{10^3}=1.047ms$

3. 同频率正弦量的相位差 (*phase difference*)。

3. 同频率正弦量的相位差 (*phase difference*)。

设 $u(t)=U_{\mathrm{m}}\cos(\omega t+\psi_u)$, $i(t)=I_{\mathrm{m}}\cos(\omega t+\psi_i)$

3. 同频率正弦量的相位差 (*phase difference*)。

设 $u(t)=U_{\mathrm{m}}\cos(\omega t+\psi_u)$, $i(t)=I_{\mathrm{m}}\cos(\omega t+\psi_i)$

则 相位差：$\varphi = (\omega t+\psi_u)-(\omega t+\psi_i)= \psi_u-\psi_i$

3. 同频率正弦量的相位差 (*phase difference*)。

设 $u(t)=U_m\cos(\omega t+\psi_u)$, $i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi_i)$

则 相位差： $\varphi = (\omega t+\psi_u)-(\omega t+\psi_i)=\psi_u-\psi_i$

等于初相位之差

3. 同频率正弦量的相位差 (*phase difference*)。

设 $u(t)=U_m\cos(\omega t+\psi_u)$, $i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi_i)$

则 相位差：$\varphi = (\omega t+\psi_u)-(\omega t+\psi_i)=\psi_u-\psi_i$

等于初相位之差

规定：$|\varphi|\leq\pi$ (180°)。

3. 同频率正弦量的相位差 (*phase difference*)。

设 $u(t)=U_m\cos(\omega t+\psi_u)$, $i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi_i)$

则 相位差：$\varphi = (\omega t+\psi_u)-(\omega t+\psi_i)=\psi_u-\psi_i$

等于初相位之差

规定：$|\varphi|\le\pi$ (180°)。

- $\varphi>0$，u超前i φ角，或i落后u φ角(u比i先到达最大值)；

3. 同频率正弦量的相位差 (*phase difference*)。

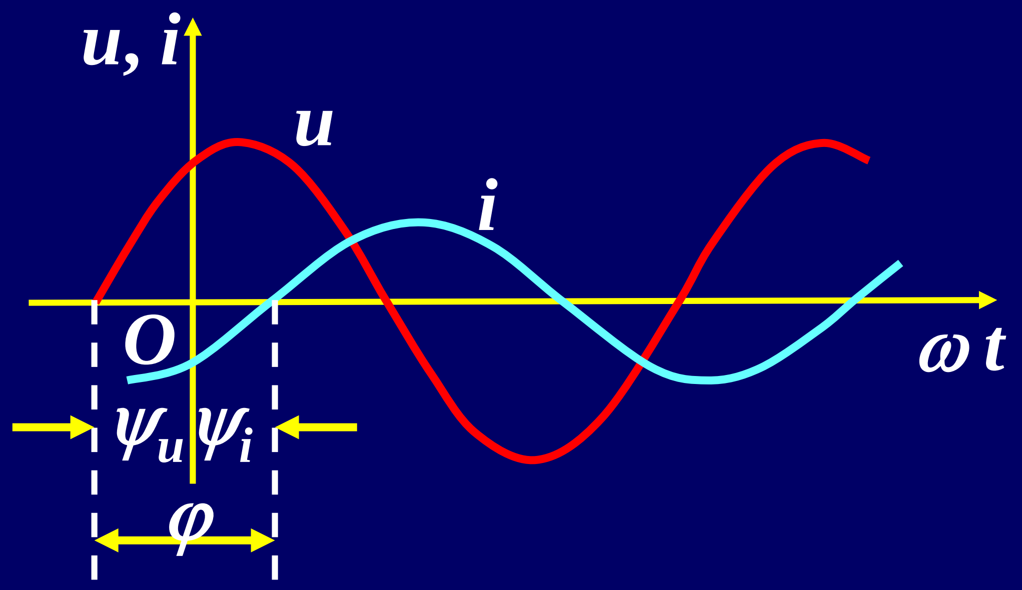
设 $u(t)=U_m\cos(\omega t+\psi_u)$, $i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi_i)$

则 相位差：$\varphi = (\omega t+\psi_u)-(\omega t+\psi_i)=\psi_u-\psi_i$

等于初相位之差

规定：$|\varphi|\leq\pi$ (180°)。

- $\varphi>0$，u超前$i\ \varphi$角，或i落后$u\ \varphi$角(u比i先到达最大值)；



3. 同频率正弦量的相位差 (*phase difference*)。

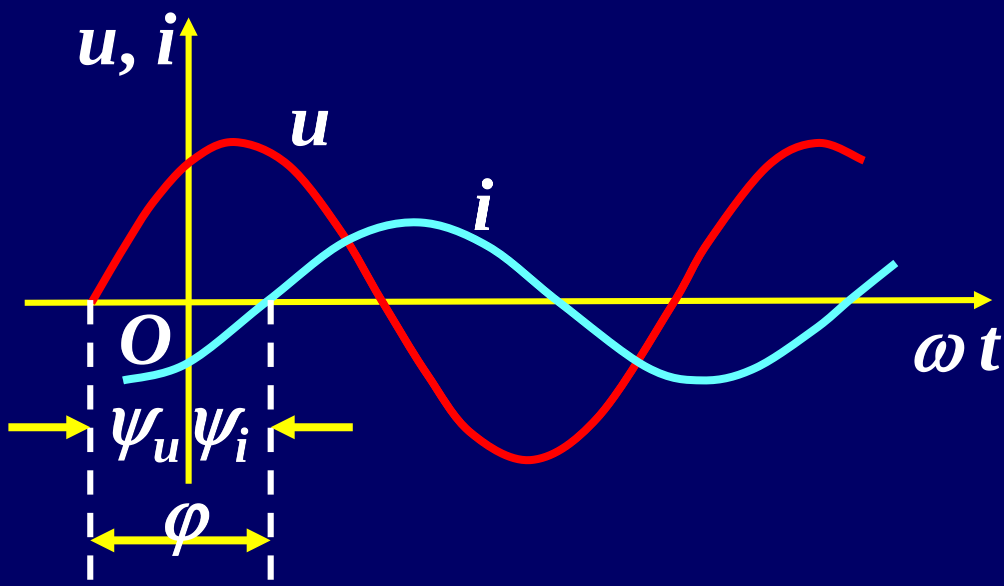
设 $u(t)=U_m\cos(\omega t+\psi_u)$，$i(t)=I_m\cos(\omega t+\psi_i)$

则 相位差：$\varphi=(\omega t+\psi_u)-(\omega t+\psi_i)=\psi_u-\psi_i$

等于初相位之差

规定：$|\varphi|\leq\pi$ (180°)。

- $\varphi>0$， u超前$i\varphi$角，或i落后u φ角(u比i先到达最大值)；

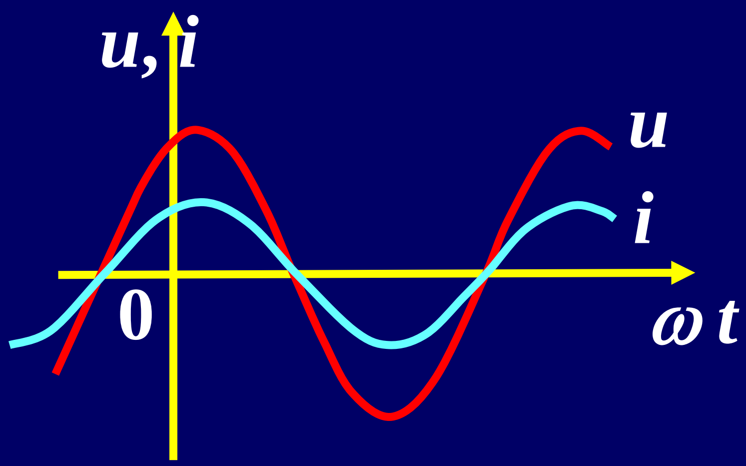


- $\varphi<0$， i超前$u\varphi$角，或u滞后i φ角，i比u先到达最大值。

特殊相位关系：

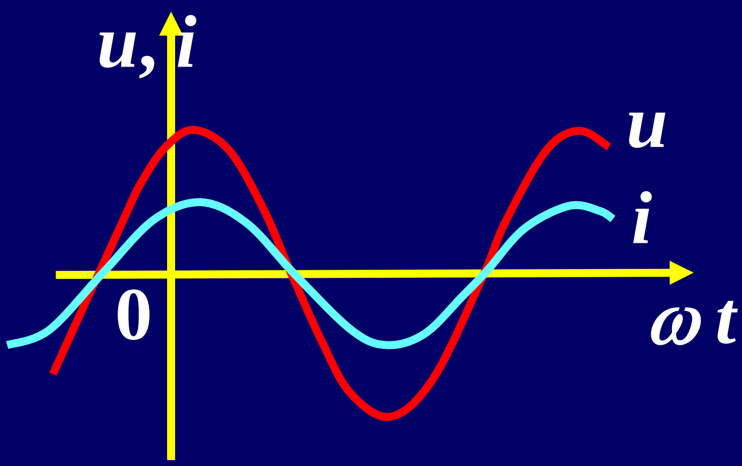
特殊相位关系：

$\varphi = 0$，同相：

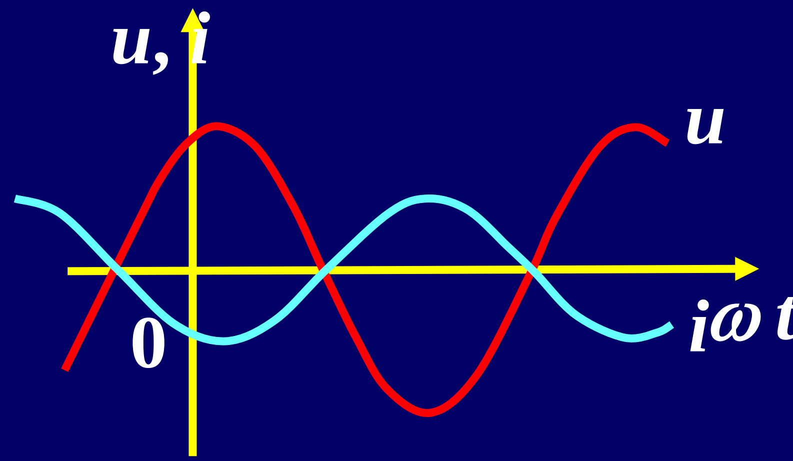


特殊相位关系：

φ = 0， 同相：

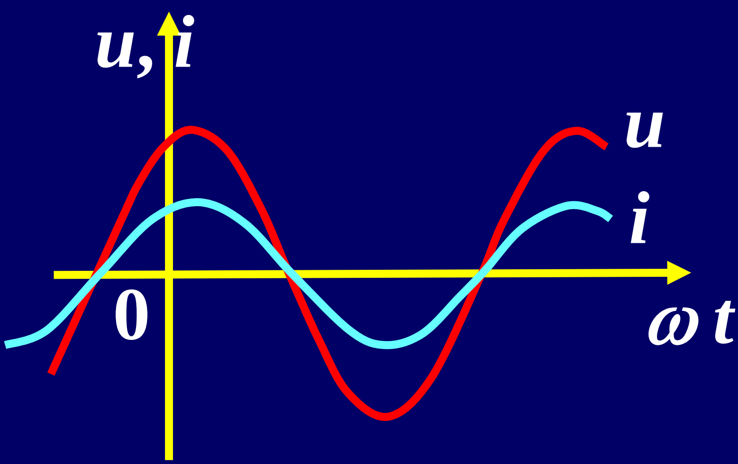


φ =±π (±180°)，反相：

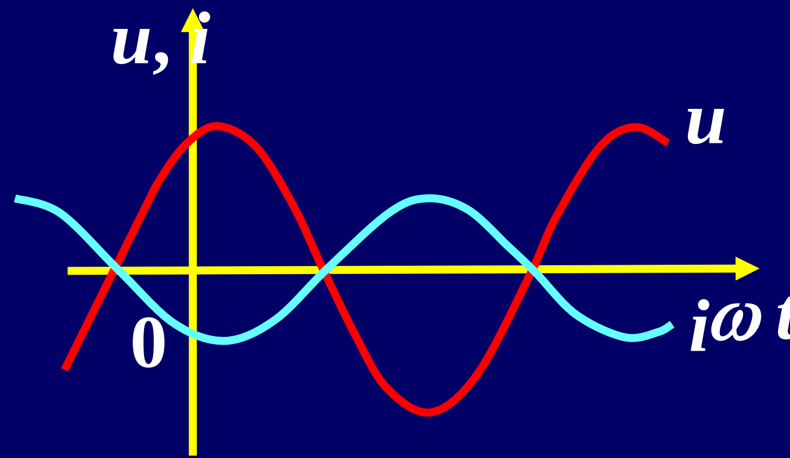


特殊相位关系：

$\varphi = 0$， 同相：



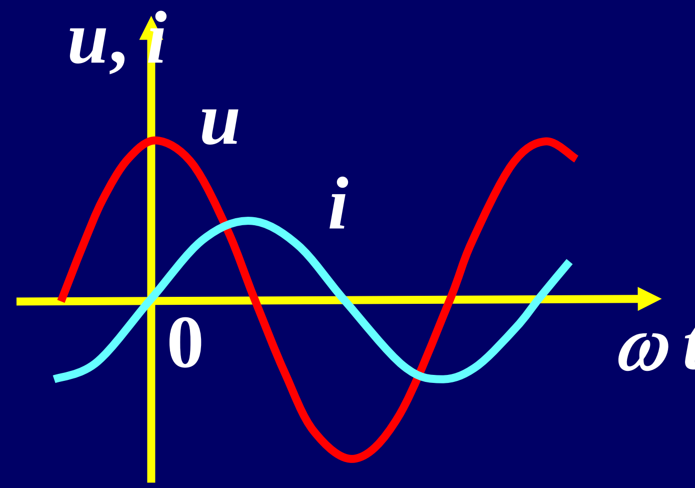
$\varphi = \pm\pi$ $(\pm 180^{\circ})$，反相：



$\varphi = \pi/2$：

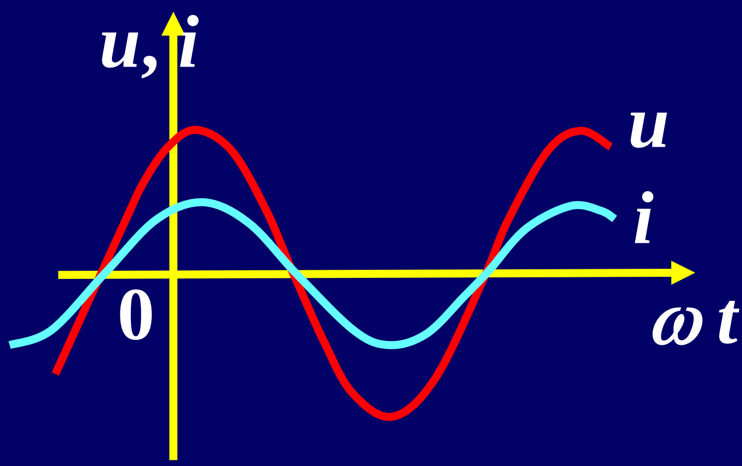
u 领先 *i* π/2，不说 *u* 落后 *i* 3π/2；

i 落后 *u* π/2，不说 *i* 领先 *u* 3π/2。

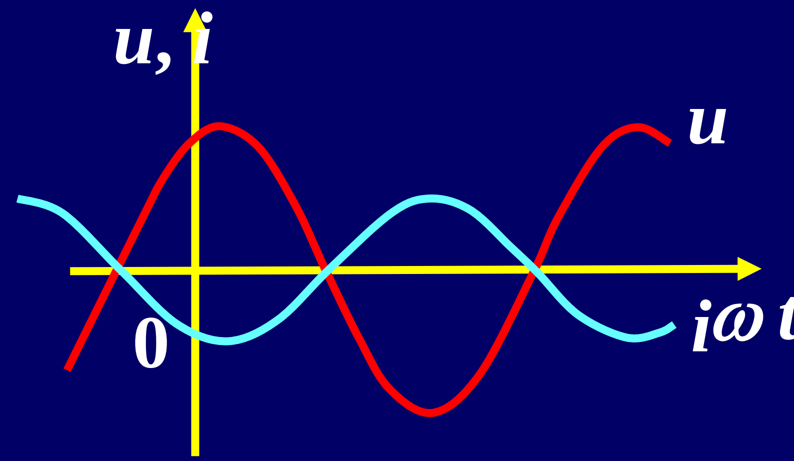


特殊相位关系：

$\varphi=0$， 同相：



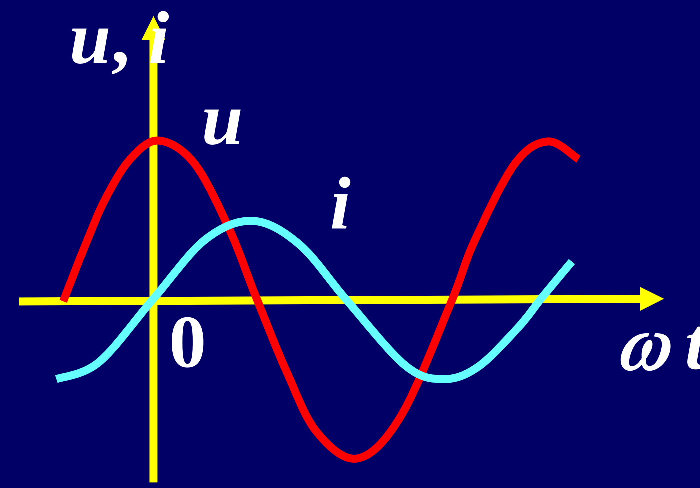
$\varphi=\pm\pi$ $(\pm180^{\circ})$，反相：



$\varphi=\pi/2$：

u 领先 *i* $\pi/2$，不说 *u* 落后 *i* $3\pi/2$；

i 落后 *u* $\pi/2$，不说 *i* 领先 *u* $3\pi/2$。



同样可比较两个电压或两个电流的相位差。

例 计算下列两正弦量的相位差。

例　计算下列两正弦量的相位差。

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

例 计算下列两正弦量的相位差。 解

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

例 计算下列两正弦量的相位差。 **解**

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

$\varphi=3\pi/4-(-\pi/2)=5\pi/4>0$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

例 计算下列两正弦量的相位差。 **解**

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

$\varphi=3\pi/4-(-\pi/2)=5\pi/4>0$

$\rightarrow \varphi=2\pi-5\pi/4=3\pi/4$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

例 计算下列两正弦量的相位差。 **解**

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

$\varphi=3\pi/4-(-\pi/2)=5\pi/4>0$

$\varphi=2\pi-5\pi/4=3\pi/4$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-105^0)$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

例 计算下列两正弦量的相位差。 **解**

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

$\varphi=3\pi/4-(-\pi/2)=5\pi/4>0$

$\varphi=2\pi-5\pi/4=3\pi/4$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-105^0)$

$\varphi=30^0-(-105^0)=135^0$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

例 计算下列两正弦量的相位差。 **解**

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

$\varphi=3\pi/4-(-\pi/2)=5\pi/4>0$

$\rightarrow \varphi=2\pi-5\pi/4=3\pi/4$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

$\rightarrow i_2(t)=10\cos(100\pi t-105^0)$

$\varphi=30^0-(-105^0)=135^0$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

$\omega_1\neq\omega_2$

不能比较相位差

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

例　计算下列两正弦量的相位差。　解

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

$\varphi=3\pi/4-(-\pi/2)=5\pi/4>0$

$\rightarrow \varphi=2\pi-5\pi/4=3\pi/4$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

$\rightarrow i_2(t)=10\cos(100\pi t-105^0)$

$\varphi=30^0-(-105^0)=135^0$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

$\omega_1\neq\omega_2$

不能比较相位差

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

$\rightarrow i_2(t)=3\cos(100\pi t-150^0)$

例 计算下列两正弦量的相位差。 **解**

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

$\varphi=3\pi/4-(-\pi/2)=5\pi/4>0$

$\rightarrow \varphi=2\pi-5\pi/4=3\pi/4$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

$\rightarrow i_2(t)=10\cos(100\pi t-105^0)$

$\varphi=30^0-(-105^0)=135^0$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

$\omega_1\neq\omega_2$

不能比较相位差

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

$\rightarrow i_2(t)=3\cos(100\pi t-150^0)$

$\varphi=-30^0-(-150^0)=120^0$

例 计算下列两正弦量的相位差。 **解**

(1) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+3\pi/4)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-\pi/2)$

$\varphi=3\pi/4-(-\pi/2)=5\pi/4>0$

$\varphi=2\pi-5\pi/4=3\pi/4$

(2) $i_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=10\sin(100\pi t-15^0)$

$i_2(t)=10\cos(100\pi t-105^0)$

$\varphi=30^0-(-105^0)=135^0$

(3) $u_1(t)=10\cos(100\pi t+30^0)$

$u_2(t)=10\cos(200\pi t+45^0)$

$\omega_1\neq\omega_2$

不能比较相位差

(4) $i_1(t)=5\cos(100\pi t-30^0)$

$i_2(t)=-3\cos(100\pi t+30^0)$

$i_2(t)=3\cos(100\pi t-150^0)$

$\varphi=-30^0-(-150^0)=120^0$

两个正弦量进行相位比较时应满足同频率、同函数、同符号，且在主值范围比较。

4. 周期性电流、电压的有效值

4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

- 周期电流、电压有效值(*effective value*)定义

4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

- 周期电流、电压有效值(***effective value***)定义

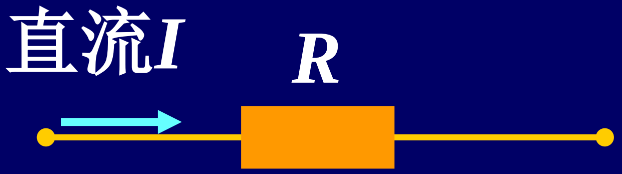
物理意义

4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

- 周期电流、电压有效值(*effective value*)定义

物理意义

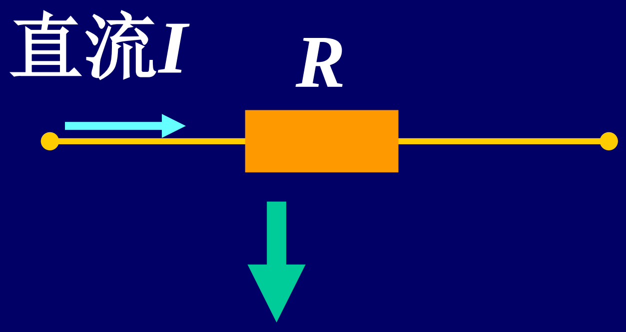


4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

- 周期电流、电压有效值(*effective value*)定义

物理意义



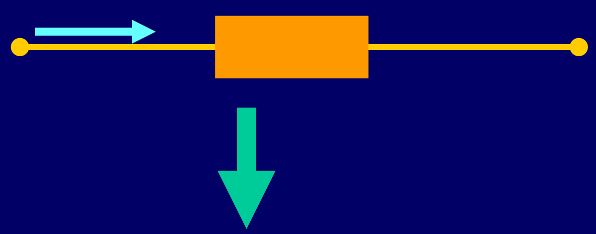
$$W = RI^2T$$

4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

- 周期电流、电压有效值(*effective value*)定义

物理意义



$$W = RI^2T$$

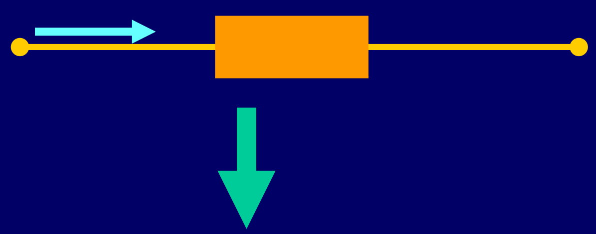
4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

● 周期电流、电压有效值(*effective value*)定义

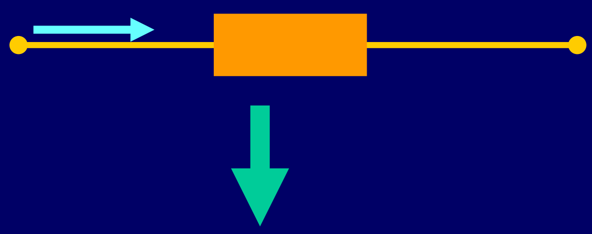
物理意义

直流 I R



$$W = RI^2T$$

交流 i R



$$W = \int_0^T Ri^2(t)\mathrm{d}t$$

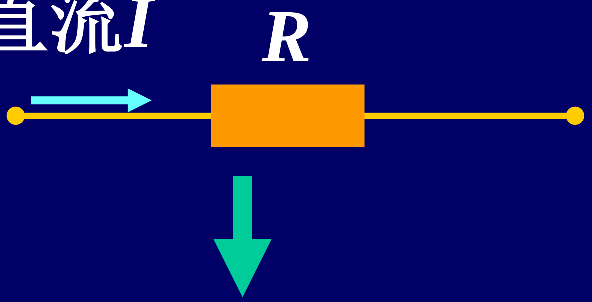
4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

- 周期电流、电压有效值(*effective value*)定义

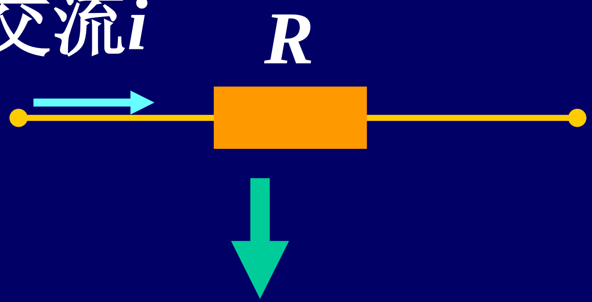
物理意义

直流I



$$W = RI^2T$$

交流i



$$W = \int_0^T Ri^2(t)\mathrm{d}t$$

$$W = RI^2T \;=\; W = \int_0^T Ri^2(t)\mathrm{d}t$$

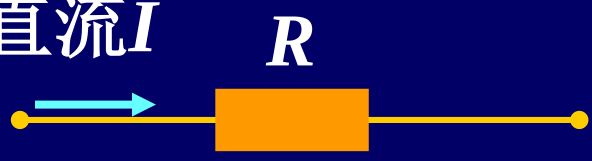
4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

- 周期电流、电压有效值(*effective value*)定义

物理意义

直流I



$$W = RI^2T$$

交流i

$$W = \int_0^T Ri^2(t)\mathrm{d}t$$

电流有效值定义为

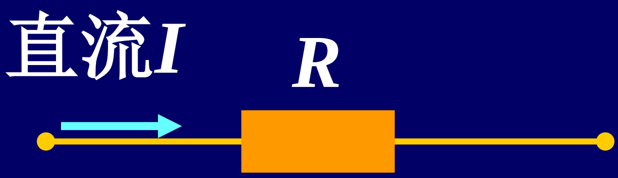
$$I \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t)\mathrm{d}t}$$

4. 周期性电流、电压的有效值

周期性电流、电压的瞬时值随时间而变，为了衡量其平均效果工程上采用有效值来表示。

● 周期电流、电压有效值(*effective value*)定义

物理意义



$$W = RI^2T \quad = \quad W = \int_0^T Ri^2(t)\mathrm{d}t$$

电流有效值定义为

$$I \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t)\mathrm{d}t}$$

有效值也称均方根值(*root-meen-square*)

同样，可定义电压有效值：

$$U \stackrel{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\mathrm{d}t}$$

同样，可定义电压有效值：

$$U \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\,\mathrm{d}t}$$

● 正弦电流、电压的有效值

同样，可定义电压有效值：

$$U \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\,\mathrm{d}t}$$

- 正弦电流、电压的有效值

设 $i(t)=I_m\cos(\omega t+\Psi)$

同样，可定义电压有效值：

$$U \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\mathrm{d}t}$$

- 正弦电流、电压的有效值

设 $i(t)=I_m\cos(\omega t+\Psi)$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_m^2\cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t}$$

同样，可定义电压有效值：

$$U \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\mathrm{d}t}$$

● 正弦电流、电压的有效值

设 $i(t)=I_\mathrm{m}\cos(\omega t+\Psi)$

$$I=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_\mathrm{m}^2\cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t}$$

$$\because \int_0^T \cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t=\int_0^T \frac{1+\cos 2(\omega t+\Psi)}{2}\mathrm{d}t=\frac{1}{2}t\,\Big|_0^T=\frac{1}{2}T$$

同样，可定义电压有效值：

$$U \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\mathrm{d}t}$$

● 正弦电流、电压的有效值

设 $i(t)=I_m\cos(\omega t+\Psi)$

$$I=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_m^2\cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t}$$

$$\because\quad \int_0^T\cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t=\int_0^T\frac{1+\cos 2(\omega t+\Psi)}{2}\mathrm{d}t=\frac{1}{2}t\,\Big|_0^T=\frac{1}{2}T$$

$$\therefore\quad I=\sqrt{\frac{1}{T}I_m^2\cdot\frac{T}{2}}=\frac{I_m}{\sqrt{2}}=0.707I_m$$

同样，可定义电压有效值：

$$U \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\mathrm{d}t}$$

● 正弦电流、电压的有效值

设 $i(t)=I_m\cos(\omega t+\Psi)$

$$I=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_m^2\cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t}$$

$$\because \int_0^T \cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t=\int_0^T \frac{1+\cos 2(\omega t+\Psi)}{2}\mathrm{d}t=\frac{1}{2}t\,\Big|_0^T=\frac{1}{2}T$$

$$\therefore \quad I=\sqrt{\frac{1}{T}I_m^2\cdot\frac{T}{2}}=\frac{I_m}{\sqrt{2}}=0.707I_m \rightarrow \boxed{I_m=\sqrt{2}I}$$

同样，可定义电压有效值：

$$U \overset{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\mathrm{d}t}$$

● 正弦电流、电压的有效值

设 $i(t)=I_m\cos(\omega t+\Psi)$

$$I=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_m^2\cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t}$$

$$\because \int_0^T \cos^2(\omega t+\Psi)\,\mathrm{d}t=\int_0^T \frac{1+\cos 2(\omega t+\Psi)}{2}\mathrm{d}t=\frac{1}{2}t\Big|_0^T=\frac{1}{2}T$$

$$\therefore \quad I=\sqrt{\frac{1}{T}I_m^2\cdot\frac{T}{2}}=\frac{I_m}{\sqrt{2}}=0.707I_m$$

$$I_m=\sqrt{2}I$$

$$i(t)=I_m\cos(\omega t+\Psi)=\sqrt{2}I\cos(\omega t+\Psi)$$

同理，可得正弦电压有效值与最大值的关系：

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\mathrm{m}} \quad \text{或} \quad U_{\mathrm{m}} = \sqrt{2} U$$

同理，可得正弦电压有效值与最大值的关系：

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\mathrm{m}} \qquad 或 \qquad U_{\mathrm{m}} = \sqrt{2} U$$

若一交流电压有效值为U=220V，则其最大值为$U_{\mathrm{m}} \approx 311$V；

同理，可得正弦电压有效值与最大值的关系：

$$U=\frac{1}{\sqrt{2}}U_{\mathrm{m}} \qquad \text{或} \qquad U_{\mathrm{m}}=\sqrt{2}U$$

若一交流电压有效值为U=220V，则其最大值为$U_{\mathrm{m}}\approx$311V；

U=380V，　　　　　　　$U_{\mathrm{m}}\approx$537V。

同理，可得正弦电压有效值与最大值的关系：

$$U=\frac{1}{\sqrt{2}}U_{\mathrm{m}} \qquad 或 \qquad U_{\mathrm{m}}=\sqrt{2}U$$

若一交流电压有效值为U=220V，则其最大值为$U_{\mathrm{m}}\approx$311V；

U=380V， $U_{\mathrm{m}}\approx$537V。

注

同理，可得正弦电压有效值与最大值的关系：

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\mathrm{m}} \qquad 或 \qquad U_{\mathrm{m}} = \sqrt{2} U$$

若一交流电压有效值为U=220V，则其最大值为U_{m}≈311V；

U=380V， U_{m}≈537V。

注 （1）工程上说的正弦电压、电流一般指有效值，如设备铭牌额定值、电网的电压等级等。但绝缘水平、耐压值指的是最大值。因此，在考虑电器设备的耐压水平时应按最大值考虑。

同理，可得正弦电压有效值与最大值的关系：

$$U=\frac{1}{\sqrt{2}}U_{\mathrm{m}} \qquad \text{或} \qquad U_{\mathrm{m}}=\sqrt{2}U$$

若一交流电压有效值为U=220V，则其最大值为U_{m}≈311V；

U=380V， U_{m}≈537V。

注 （1）工程上说的正弦电压、电流一般指有效值，如设备铭牌额定值、电网的电压等级等。但绝缘水平、耐压值指的是最大值。因此，在考虑电器设备的耐压水平时应按最大值考虑。

（2）测量中，交流测量仪表指示的电压、电流读数一般为有效值。

同理，可得正弦电压有效值与最大值的关系：

$$U=\frac{1}{\sqrt{2}}U_{\mathrm{m}} \qquad \text{或} \qquad U_{\mathrm{m}}=\sqrt{2}U$$

若一交流电压有效值为U=220V，则其最大值为U_{m}≈311V；

U=380V ... U_{m}≈537V。

注 （1）... 有效值，如设备铭牌额 ... 水平、耐压值指的是最 ... 压水平时应按最大值考 ...

$$i\,,\,I_m\,,\,I$$

（2）测量中，交流测量仪表指示的电压、电流读数一般为有效值。

（3）区分电压、电流的瞬时值、最大值、有效值的符号。