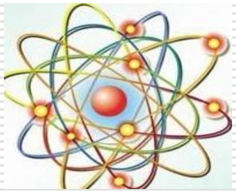
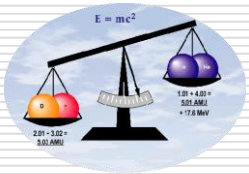
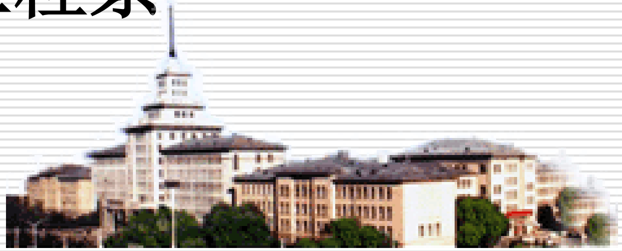




ch4.3 基尔霍夫定律的相量形式

杨旭强
哈尔滨工业大学电气工程系



4.3 基尔霍夫定律的相量形式

基本要求：透彻理解相量形式的基尔霍夫定律方程，比较与线性直流电路相应方程的异同。

1、基尔霍夫电流定律KCL的相量形式：

基尔霍夫电流定律方程的时域形式为 $\sum i = 0$

即：在集中电路中，[redacted]流进（或流出）节点支路电流的 相量 代数和恒等于零。

当方程中各电流均为同频率的正弦量时，根据相量的唯一性和线性性质，得基尔霍夫电流定律方程的相量形式

$$\sum \dot{I}_{\mathrm{m}} = 0 \text{ 或 } \sum \dot{I} = 0$$

$$\dot{I}_{\mathrm{m}} = I_{\mathrm{m}} \angle \psi_i$$

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

4.3 基尔霍夫定律的相量形式

2、基尔霍夫电压定律KVL的相量形式：

基尔霍夫电压定律方程的时域形式为 $\sum u = 0$

在集中参数电路中，任意时刻回路全部元件端对的电压代数和恒等于零。

基尔霍夫电压定律方程的相量形式：

$$\sum \dot{U}_{\mathrm{m}} = 0 \text{ 或 } \sum \dot{U} = 0$$

在集中参数正弦电流电路中，沿任一回路全部元件端对的电压相量代数和恒等于零。

[书例4.5]

图 (a) 已知 $u_1 = 6\sqrt{2}\cos(\omega t + 30°)\ \mathrm{V}$ ，$u_2 = 4\sqrt{2}\cos(\omega t + 60°)\ \mathrm{V}$

求节点2与3之间的电压 u_{23} ，并画出电压相量图。

设代表电压u_1、u_2、u_{23}的相量分别为 $\dot{U}_1$、$\dot{U}_2$、$\dot{U}_{23}$

【解】

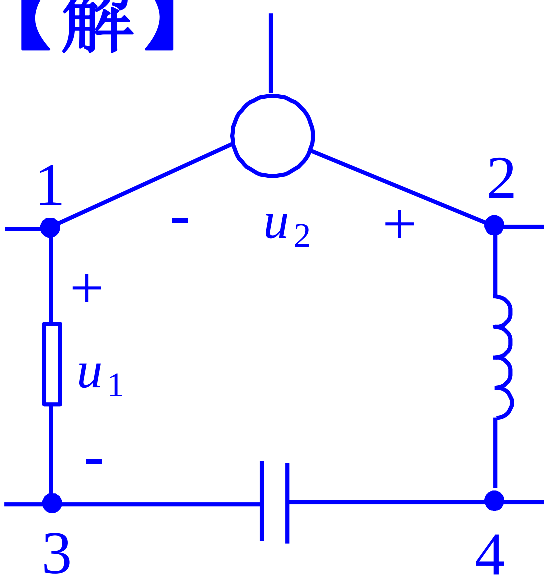


图 a

$$\dot{U}_1 = 6\angle 30^{\circ}\ \mathrm{V}\quad、\ \dot{U}_2 = 4\angle 60^{\circ}\ \mathrm{V}$$

沿回路1231列相量形式的KVL方程为

$$-\dot{U}_2 + \dot{U}_{23} - \dot{U}_1 = 0$$

$$\dot{U}_{23} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 6\angle 30^{\circ} + 4\angle 60^{\circ}$$

$$\approx (5.2 + \mathrm{j}3) + (2 + \mathrm{j}3.5) = 9.7\angle 42.1^{\circ}$$

$$u_{23} = 9.7\sqrt{2}\cos(\omega t + 42.1°)\ \mathrm{V}$$

[书例4.5]

$$\dot{U}_1 = 6\angle 30^\circ \mathrm{V} \quad 、 \dot{U}_2 = 4\angle 60^\circ \mathrm{V}$$

$$\dot{U}_{23} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2$$

电压相量图

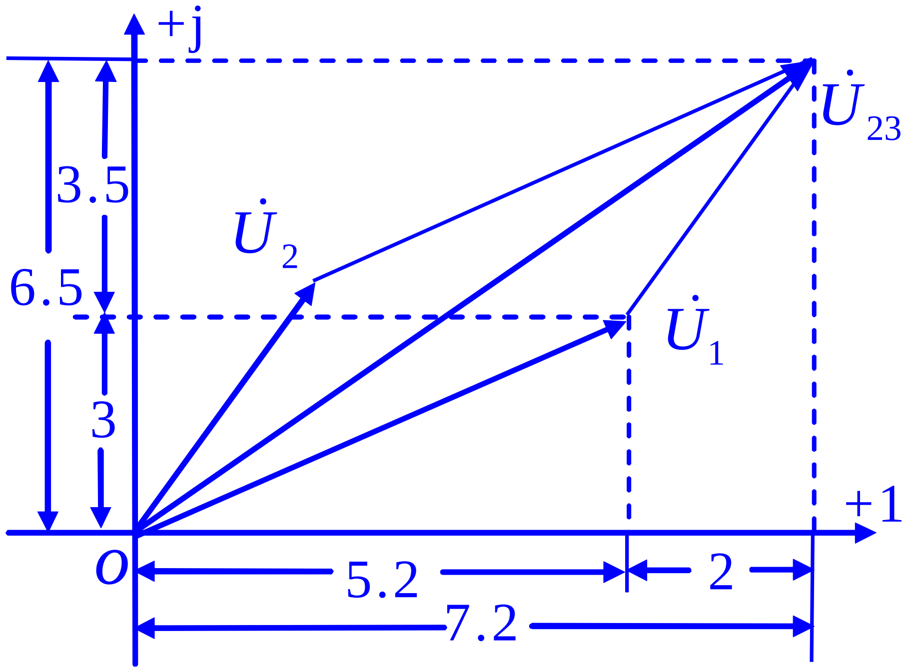
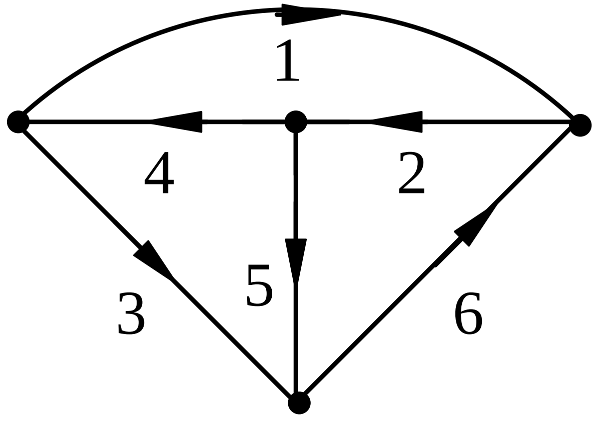


图 b 用相量图求 $\dot{U}_1$ 和 $\dot{U}_2$ 之和

[例题4.3]

$i_1 = \sqrt{2}\cos(\omega t - 30°)\text{A},\ i_2 = 2\sqrt{2}\sin(\omega t + 45°)\text{A},\ i_3 = -3\sqrt{2}\cos(\omega t + 60°)\text{A}$

求i_4，i_5，i_6。



【解】 $\dot{I}_1 = 1\angle -30°\text{A} = (\frac{\sqrt{3}}{2} - \text{j}\frac{1}{2})\text{A}$

$$\dot{I}_2 = 2\angle 45° - 90°\text{A} = (\sqrt{2} - \text{j}\sqrt{2})\text{A}$$

$$\dot{I}_3 = -3\angle 60°\text{A} = (-1.5 - \text{j}1.5\sqrt{3})\text{A}$$

$$\dot{I}_4 = \dot{I}_1 + \dot{I}_3 = (-0.634 - \text{j}3.098)\text{A} = 3.162\angle -101.6°\text{A}$$

$$i_4 = 3.162\sqrt{2}\cos(\omega t - 101.6°)\text{A}$$

$$\dot{I}_5 = \dot{I}_2 - \dot{I}_4 = \dot{I}_2 - \dot{I}_1 - \dot{I}_3 = (2.048 + \text{j}1.684)\text{A} = 2.679\angle 38.94°\text{A}$$

$$i_5 = 2.679\sqrt{2}\cos(\omega t + 38.94°)\text{A}$$

$$\dot{I}_6 = \dot{I}_2 - \dot{I}_1 = (0.548 - \text{j}0.914)\text{A} = 1.066\angle -59.06°\text{A}$$

$$i_6 = 1.066\sqrt{2}\cos(\omega t - 59.06°)\text{A}$$

[例题4.3]

$$\dot{I}_1 = 1\angle -30^\circ \text{A} = (\frac{\sqrt{3}}{2} - \text{j}\frac{1}{2})\text{A}$$

$$\dot{I}_2 = 2\angle 45^\circ - 90^\circ \text{A} = (\sqrt{2} - \text{j}\sqrt{2})\text{A}$$

$$\dot{I}_3 = -3\angle 60^\circ \text{A} = (-1.5 - \text{j}1.5\sqrt{3})\text{A}$$