

7-2 相量图

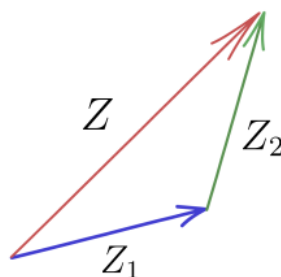
根据6-2节复数的相关知识可知，

复数可以用复平面上一个向量（带箭头方向的线段）来表示。

这就将代数与几何联系起来。

复数的相关运算比较复杂，如果能转化为复平面上的几何表示

例如， $Z = Z_1 + Z_2$ 在复平面上可表示为一个封闭三角形



这种代数运算的可视化会使问题分析更直观、形象、简单。

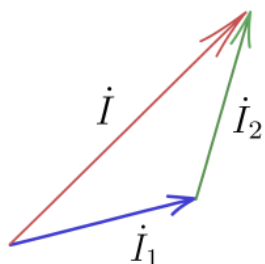
相量是复数，所以可以在复平面几何表示，所绘制的图形称为相量图。

相量图的绘制依据

KCL方程 $\sum (+\text{or}-) \dot{I}_k = 0$

任一结点上的电流相量构成一封闭图形。

例如 $\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2$ 即 $\dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I} = 0$



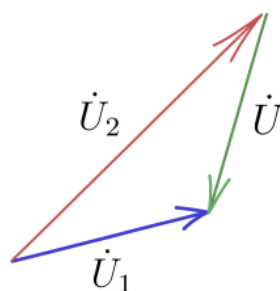
如果符号相同，
则首尾相连；

如果符号相反，
则会碰头或碰脚！

KVL方程 $\sum (+\text{or}-) \dot{U}_k = 0$

任一回路的电压相量构成一封闭图形。

$\dot{U} = \dot{U}_1 - \dot{U}_2$ $\dot{U}_1 - \dot{U}_2 - \dot{U} = 0$



绘制相量图的步骤：

KCL和KVL仅能确定相量构成封闭图形，但不能确定相量的模值和角度。

相量的模值在相量图中定性绘制即可，不需要很精确，

相量的角度在相量图中必须定量绘制，因为它确定了相量的位置关系！

确定相量的角度需要两个步骤：

第1步：确定参考相量，即角度为零的相量。

一般串联电路选电流作为参考相量，并联电路选电压作为参考相量。

第2步：根据支路的VCR确定支路电压或电流相量的角度。

加上第3步：根据KCL或KVL构成封闭图形。

这3步就是绘制相量图的步骤，其中最关键的是第2步。

根据支路VCR确定支路电压或电流角度。

电阻VCR $\dot{U}_R = R\dot{I}_R$

\dot{U}_R 与 \dot{I}_R 同相位

即角度相等

电感VCR $\dot{U}_L = j\omega L\dot{I}_L$

$\varphi_u = \varphi_i + 90^\circ$

\dot{U}_L 超前 $\dot{I}_L 90^\circ$

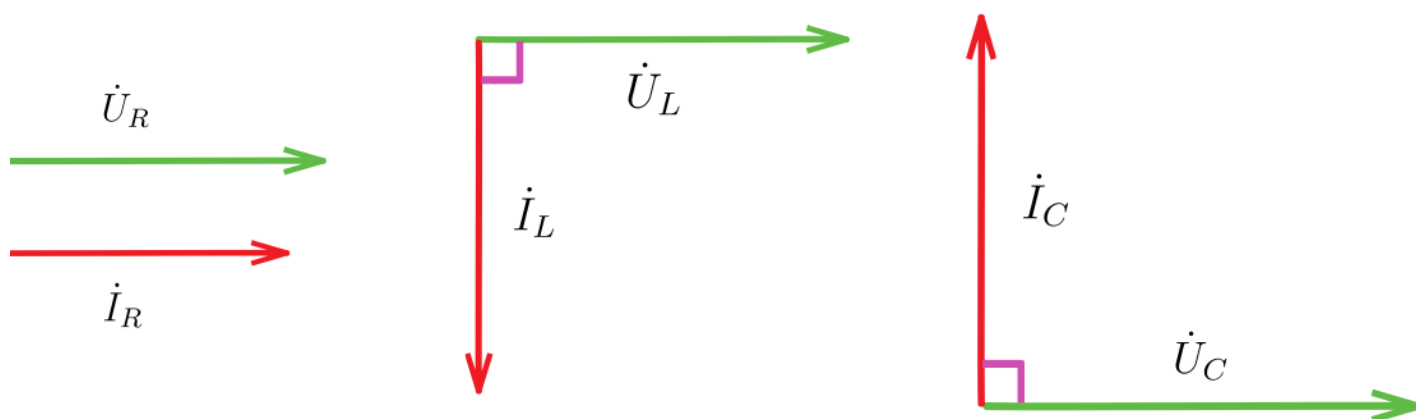
或者说 \dot{I}_L 滞后 $\dot{U}_L 90^\circ$

电容VCR

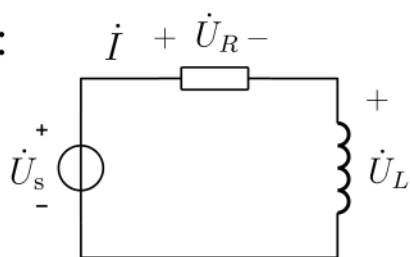
$\dot{U}_C = \frac{1}{j\omega C}\dot{I}_C = -j\frac{1}{\omega C}\dot{I}_C$

$\varphi_u = \varphi_i - 90^\circ$

\dot{U}_C 滞后 $\dot{I}_C 90^\circ$



例1:



串联选电流 \dot{I} 作为参考相量

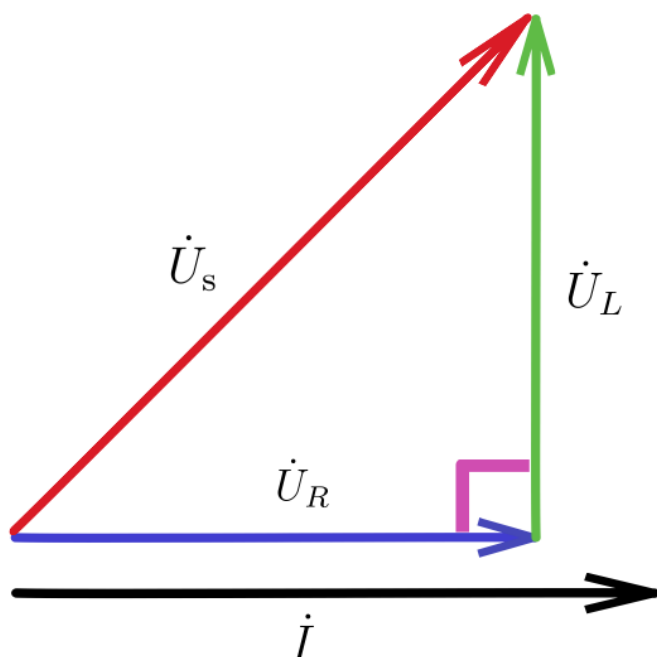
$\dot{U}_R = R\dot{I}$ 电阻电压电流同相位

$\dot{U}_L = j\omega L\dot{I}$ 电感电压超前电流 90°

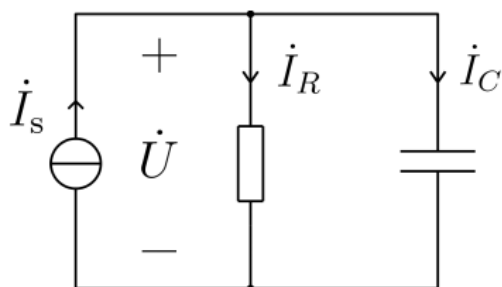
电感电压与电阻电压参考方向相同

符号相同，所以首尾相连且垂直于电流

根据KVL $\dot{U}_S = \dot{U}_R + \dot{U}_L$ 构成封闭图形



例2:

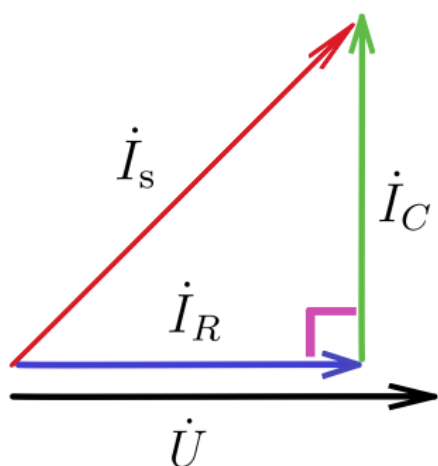


并联选电压 \dot{U} 作为参考相量

$\dot{I}_R = \frac{\dot{U}}{R}$ 电阻电流与电压同相位

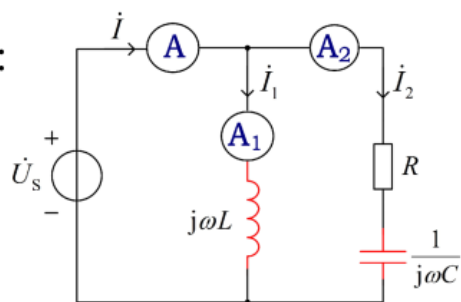
$\dot{I}_C = j\omega C\dot{U}$ 电容电流超前电压 90°

电容电流与电阻电流都是流出结点，
符号相同，所以首尾相接，且垂直于电压

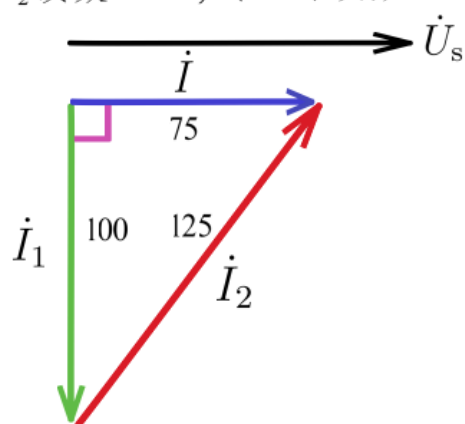


根据KCL $\dot{I}_S = \dot{I}_R + \dot{I}_C$ 构成封闭图形

例3:



已知 \dot{U}_s 与 \dot{I} 同相位 A_1 读数 100A, A_2 读数 125A, 求 A 的读数。



\dot{U}_s 作为参考相量

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_s}{j\omega L} \quad \dot{I}_1 \text{ 滞后 } \dot{U}_s 90^\circ$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_s}{R - j\frac{1}{\omega C}} \quad \dot{I}_2 \text{ 超前 } \dot{U}_s \text{ } 0^\circ \text{ 到 } 90^\circ \text{ 之间}$$

\dot{I}_2 \dot{I}_1 均为流出, 符号相同, 所以首尾相连

根据 KCL $\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2$ 构成封闭图形

已知 \dot{I} 与 \dot{U}_s 同相位 而 \dot{I}_1 垂直 \dot{U}_s , 所以

$\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}$ 构成直角三角形,

因此 A 的读数为 $I = \sqrt{125^2 - 100^2} = 75\text{A}$