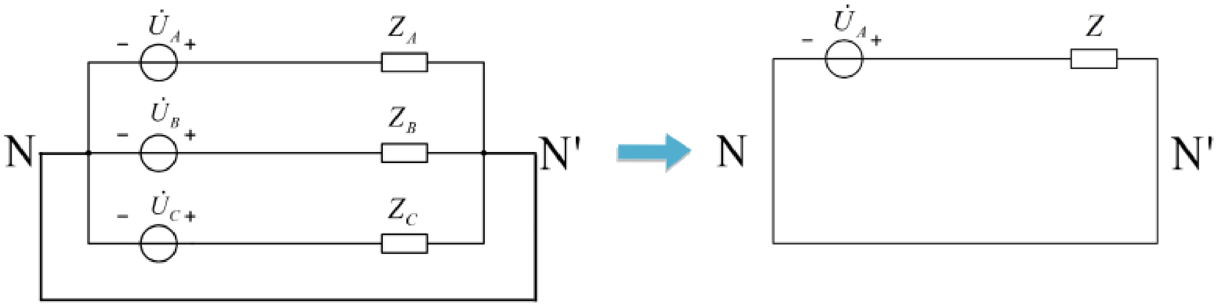
10-3　对称三相电路的计算

对称三相电路：三相电源对称且三相负载对称的电路。



三相电源对称：$\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ 有效值相等，相位依次滞后120度，$\dot{U}_A+\dot{U}_B+\dot{U}_C=0$

三相负载对称：$Z_A=Z_B=Z_C=Z$

对称三相电路看起来比较复杂，有没有什么方法可以简化计算分析呢？

答案是：有！ 这种方法就是将对称三相电路化为单相电路。

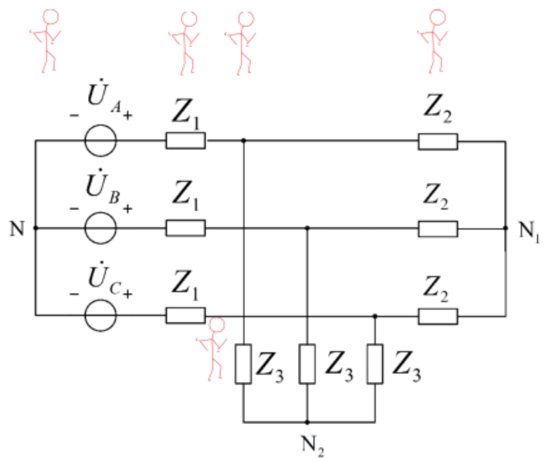
N和N'称为中性点。以N作为参考结点，列写N'的结点电压方程：

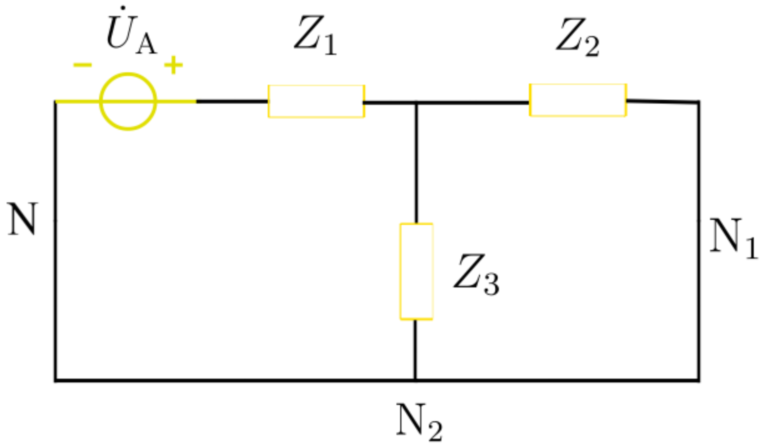
$$\left(\frac{1}{Z}+\frac{1}{Z}+\frac{1}{Z}\right)\dot{U}_{N'N}=\frac{\dot{U}_A}{Z}+\frac{\dot{U}_B}{Z}+\frac{\dot{U}_C}{Z}=\frac{1}{Z}(\dot{U}_A+\dot{U}_B+\dot{U}_C)=0 \Rightarrow \dot{U}_{N'N}=0$$

N'与N等电位，可用一条虚拟的导线连接起来。

因此，A、B、C三相之间相互独立，可将对称三相电路化为单相电路计算。

对称三相电路化为单相电路的方法：



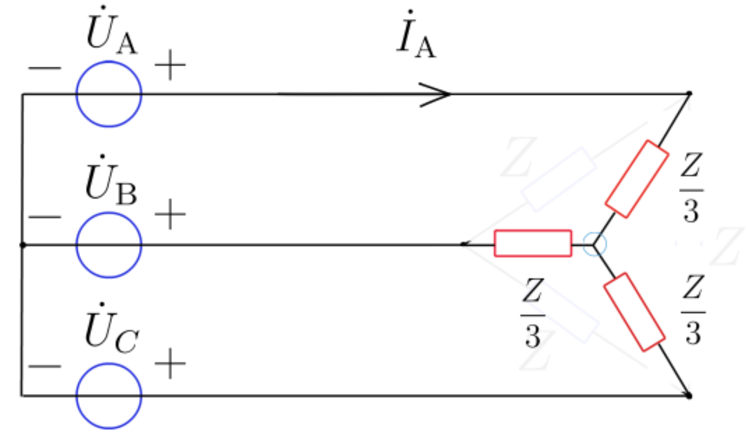


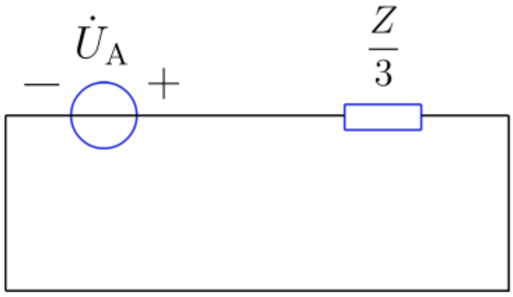
顺藤摸瓜：从A相电源出发，顺着藤蔓（支路）向前走，首先发现了Z_1

花开两朵，各表一枝：向右走，发现了Z_2。向下走，发现了Z_3。

水到渠成：N_1和N_2均与N等电位，所以将三点连通起来。

对称三相电路化为单相电路的依据是中性点等电位。



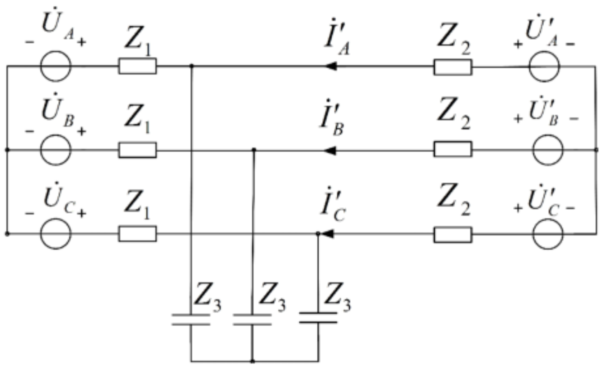


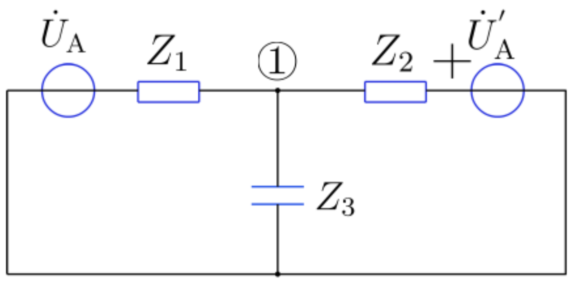
但是三角型接法没有中性点，是否就不能化为单相电路了呢？ 答案是：仍然可以！

方法是将三角型接法的对称阻抗，等效为星型接法的对称阻抗。

$$\boxed{\dot I_A} = \frac{\dot U_A - \dot U_B}{Z} - \frac{\dot U_C - \dot U_A}{Z} = \frac{2\dot U_A}{Z} - \frac{\dot U_B}{Z} - \frac{\dot U_C}{Z} = \frac{3\dot U_A}{Z} = \boxed{\frac{\dot U_A}{\frac{Z}{3}}} \qquad \boxed{\dot I_A = \frac{\dot U_A}{\frac{Z}{3}}}$$

例题：





$\dot U_A = 100\angle 0^\circ \text{V}$ $\quad \dot U'_A = 200\angle 0^\circ \text{V}$ $\quad Z_1 = 100 + \text{j}100\ \Omega$ $\quad Z_2 = 200 - \text{j}200\ \Omega$ $\quad Z_3 = -\text{j}400\ \Omega$

求 $\dot I'_A \quad \dot I'_B \quad \dot I'_C$

$$\left(\frac{1}{100+\text{j}100} + \frac{1}{200-\text{j}200} + \frac{1}{-\text{j}400}\right)\dot U_{n1} = \frac{100}{100+\text{j}100} + \frac{200}{200-\text{j}200} \qquad \dot U_{n1} = \frac{400}{3}\angle 0^\circ \text{V}$$

$$\dot I'_A = \frac{\dot U'_A - \dot U_{n1}}{Z_2} = \frac{200 - \frac{400}{3}}{200-\text{j}200} = \frac{\sqrt{2}}{6}\angle 45^\circ\ \text{A} \qquad \dot I'_B = \frac{\sqrt{2}}{6}\angle -75^\circ\ \text{A} \qquad \dot I'_C = \frac{\sqrt{2}}{6}\angle 165^\circ\ \text{A}$$