



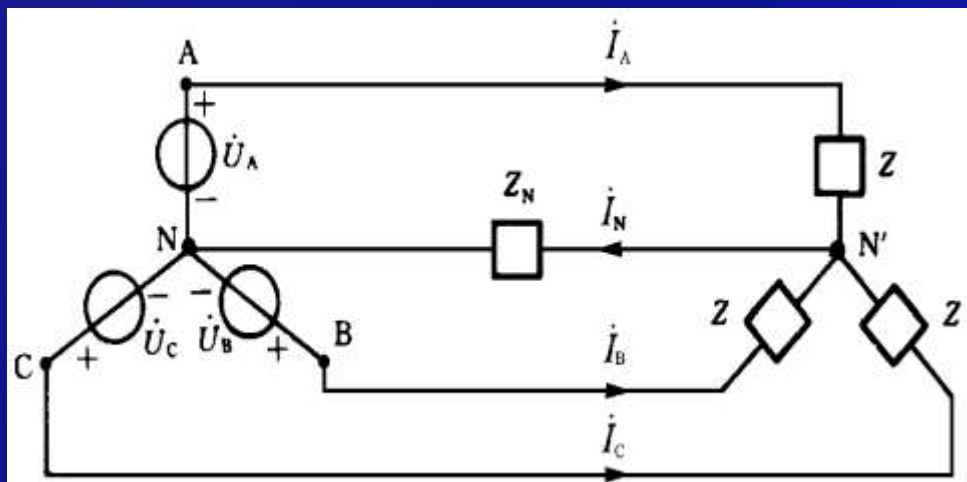
## ● 三相电路

在三相电路中，将三相负载与**对称三相源**连接，当**三相负载相同**时，即  $Z_A = Z_B = Z_C = Z$ ，**三相线路也完全一样**，称为**对称三相电路**。

在对称三相电路中，由于相、线电压对称，故相、线电流也对称。



## ● Y—Y联接的对称三相电路



Y形三相负载与Y形对称三相电源连接，当三相负载相同时，即  $Z_A = Z_B = Z_C = Z$ ，三相线路也完全一样，称为Y—Y对称三相电路，又称三相四线制。

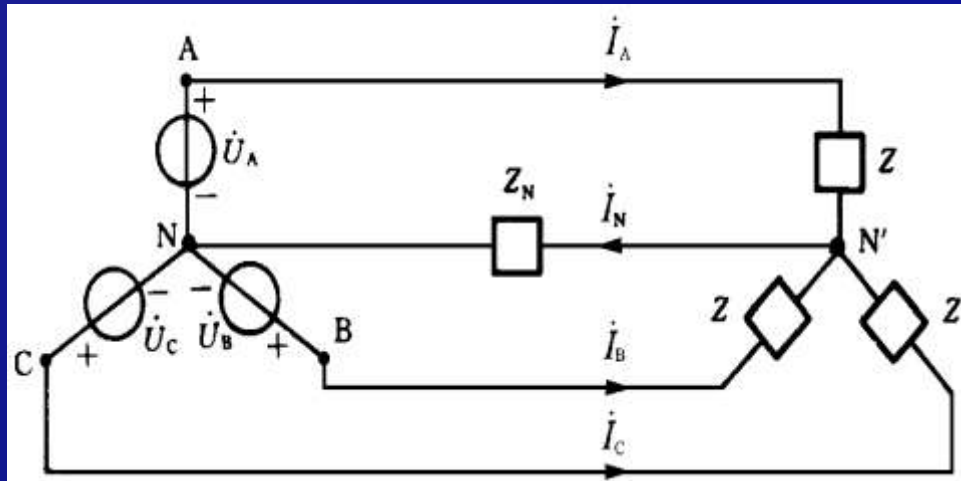


取N为参考节点，列出电路的节点方程，并代入： $\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C = 0$ ，得到：

$$\dot{U}_{N'N} = \frac{\frac{\dot{U}_A}{Z} + \frac{\dot{U}_B}{Z} + \frac{\dot{U}_C}{Z}}{\frac{3}{Z} + \frac{1}{Z_N}} = \frac{\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C}{\frac{3}{Z} + \frac{1}{Z_N}} = 0$$

由于  $\dot{U}_{N'N} = 0$ ，相当于**中线短路**，即：两中点间的电压为零，**中线上无电流**，相当于中线开路，构成三相三线制。





**注意：** 对称三相四线制电路中，中线阻抗  $Z_n$  并不影响相电流，且  $\dot{i}_A + \dot{i}_B + \dot{i}_C = 0$ 。



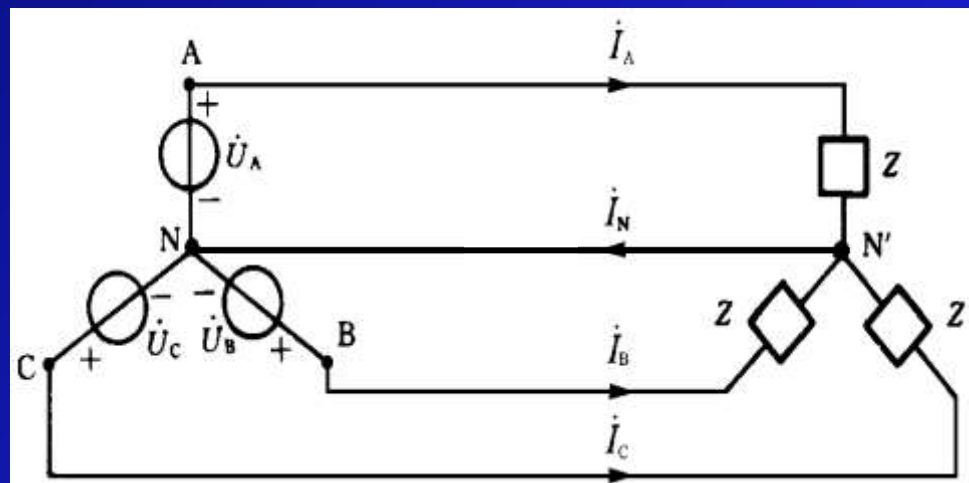
由于  $\dot{U}_{N'N} = 0$  相当于中线短路，每相负载的相电压和相电流分别是电源的相电压和相电流，负载的相电流也等于线电流；

可以各相单独计算：

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{U_p}{|Z|} \angle -\varphi$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{Z} = \frac{U_p}{|Z|} \angle -\varphi - 120^\circ$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{Z} = \frac{U_p}{|Z|} \angle -\varphi + 120^\circ$$







## Y-Y联接的对称三相电路中:

负载的相电压是电源的相电压, 负载的相电流也是电源的相电流;

负载的相电压电流关系为:

$$\dot{U}_A = Z \dot{I}_A, \quad U_p = |Z| I_p$$

相电压电流与线电压电流间的关系:

$$U_l = \sqrt{3} U_p, \quad \text{相位超前} 30^\circ$$

$$I_l = I_p$$





**例29** 对称Y-Y电路中, 已知

$u_A(t) = 220\sqrt{2} \cos 314t \text{ V}$ ,  $Z = (10 + j10)\Omega$   
试求三相电流。

解: 分成三组**按单相电路计算**出三相电流:

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{220\angle 0^\circ}{10 + j10} = 15.56\angle -45^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{Z} = \frac{220\angle -120^\circ}{10 + j10} = 15.56\angle -165^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{Z} = \frac{220\angle 120^\circ}{10 + j10} = 15.56\angle 75^\circ \text{ A}$$





在**Y-Y形联接的对称三相电路**中，中线电流为零，中线可以不用，可以只用三根火线传输(称为**三相三线制**)，以适合于**高压远距离传输**电之用。

对于日常生活的**低压用电**，由于**三相负载可能不完全对称**，还有一定的中线电流存在，中线还必须保留，即采用**三相四线制**供电系统。

假如不用中线，不对称三相负载的三相电压将不相同，过高的相电压可能损坏电气设备。







例如 将例29中的C相负载阻抗改为  $Z_C = (2 + j2)\Omega$ ，用正弦稳态电路的计算方法可得到在不用中线时的三相电压为：

$$\dot{U}_A = 303.1 \angle -21.05^\circ \text{ V}$$

$$\dot{U}_B = 303.1 \angle -98.95^\circ \text{ V}$$

$$\dot{U}_C = 94.29 \angle 120^\circ \text{ V}$$

可见，A相和B相的电压由220伏升高到303伏，这两相的电气设备可能损坏；C相的电压降低到94伏，使得C相的电气设备不能正常工作。





可见：在三相四线制供电系统中，**保险丝绝对不能接在中线上：**

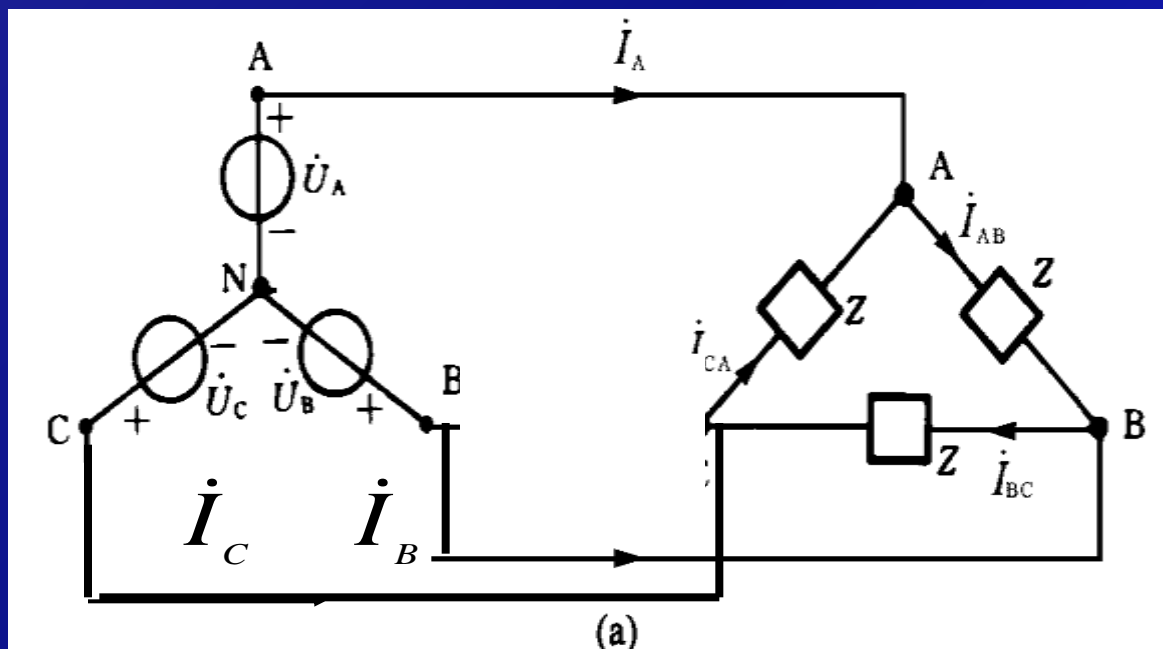
因为中线断开后，各相负载上的电压将随负载大小变化，过高的电压可能损坏电气设备。





## ● Y- $\Delta$ 联接的对称三相电路

Y形对称三相电源与 $\Delta$ 形三相对称负载连接，也是一种对称三相电路。



在对称三相电路中，每相负载上的电压等于线电压，且大小相等，相位彼此相差 $120^\circ$ ，即也是对称的。



Y- $\Delta$  联接的对称三相电路中:

负载的线电压电流与相电压电流间的关系:

$$U_l = U_p$$

$$I_l = \sqrt{3}I_p \quad \text{相位滞后} 30^\circ$$

负载的线电压是相电压，而线电流则是负载相电流的 $\sqrt{3}$ 倍，也是电源的相电流。





**例30** 对称Y- $\Delta$  三相电路中, 已知  
 $u_{AB}(t) = 220\sqrt{2} \cos 314t \text{ V}$ ,  $Z = 10\sqrt{2} \angle 60^\circ \Omega$   
试求相电流和线电流。

解: 负载的相电压为:  $\dot{U}_A = \dot{U}_{AB} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$

相电流为:

$$\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{10\sqrt{2} \angle 60^\circ} = 15.56 \angle -60^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{BC} = \frac{\dot{U}_{BC}}{Z} = \frac{220 \angle -120^\circ}{10\sqrt{2} \angle 60^\circ} = 15.56 \angle 180^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{CA} = \frac{\dot{U}_{CA}}{Z} = \frac{220 \angle 120^\circ}{10\sqrt{2} \angle 60^\circ} = 15.56 \angle 60^\circ \text{ A}$$







线电流为:

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{BC} = 15.56 \angle -60^\circ - 15.56 \angle 180^\circ = 15.56\sqrt{3} \angle -90^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{BC} - \dot{I}_{CA} = 15.56 \angle 180^\circ - 15.56 \angle 60^\circ = 15.56\sqrt{3} \angle 150^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{CA} - \dot{I}_{AB} = 15.56 \angle 60^\circ - 15.56 \angle -60^\circ = 15.56\sqrt{3} \angle 30^\circ \text{ A}$$

当然，对称三相电路中的三角形负载也可以等效成星形负载来计算线电流。

