

三相电路

三相电路

第12章

12.1 三相电路简介

12.2 对称三相电路

主讲人：邹建龙

时 间： 年 月 日



□ 引言

□ 12.1 三相电路简介（定义和连接方式）

□ 12.2 对称三相电路

□ 小结





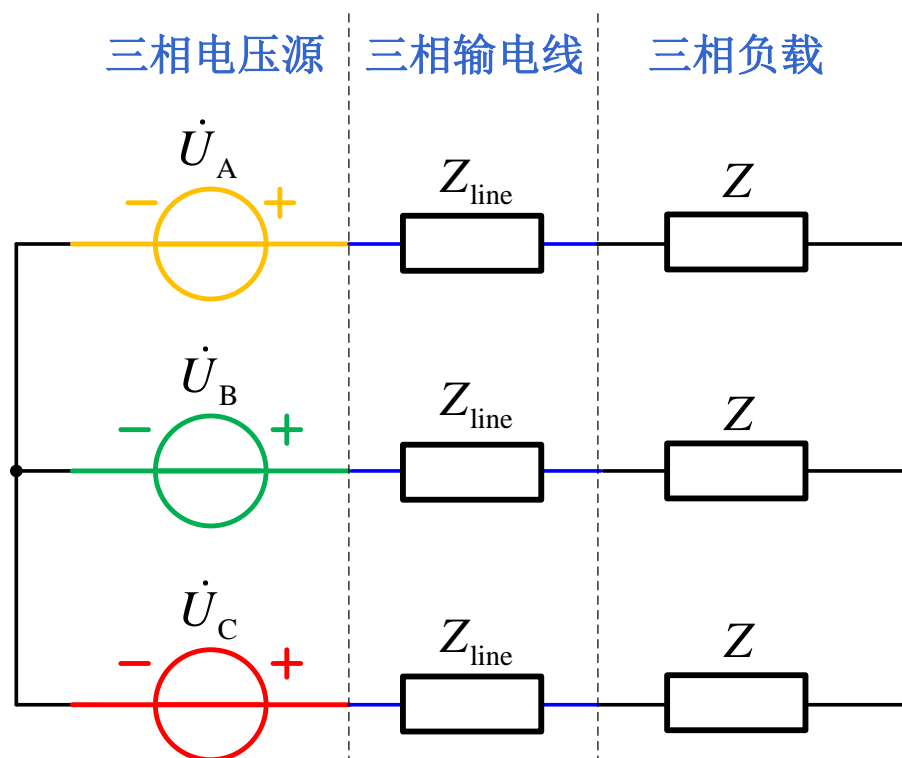
12.1-12.2 三相电路简介和对称三相电路——引言



12.1 三相电路简介

三相电路的定义：

通过输电线将三相电压源与三相负载连接在一起的电路，称为三相电路。

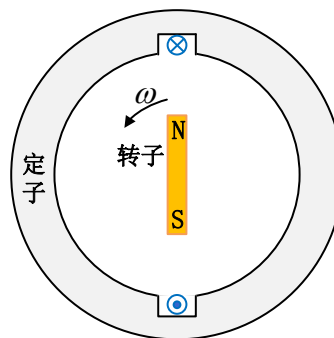
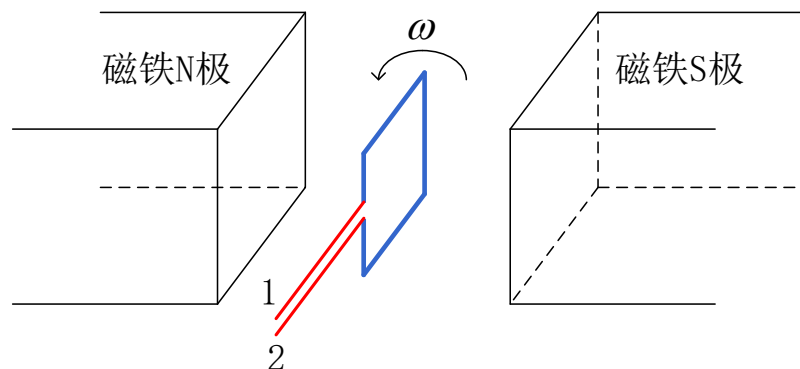


三相电路示意图

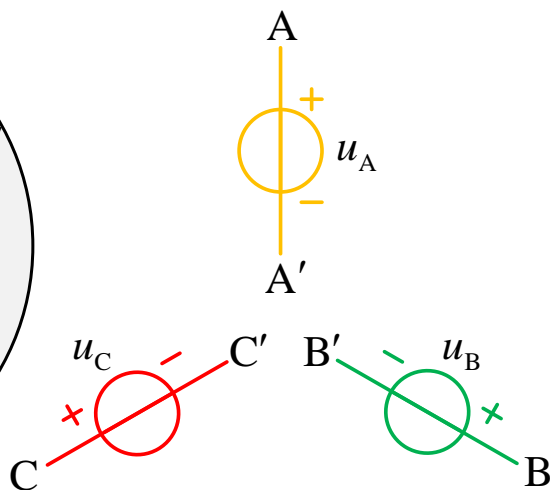
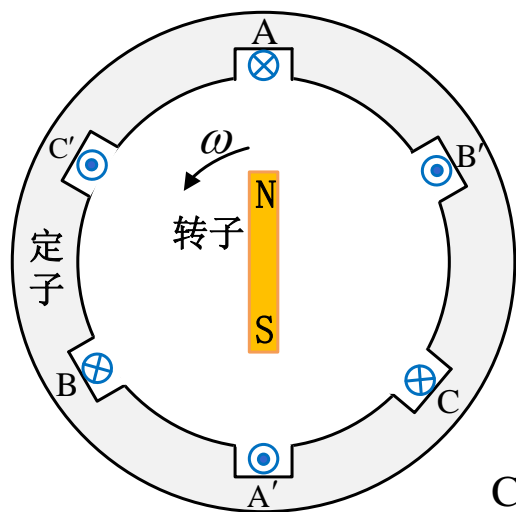


12.1 三相电路简介

三相电压的产生：



$$u(t) = U_m \cos \omega t$$



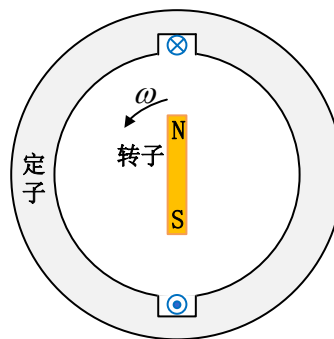
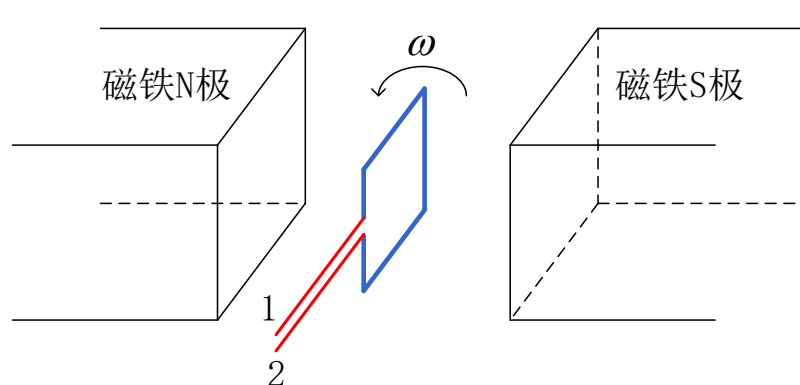
$$u_A(t) = U_m \cos \omega t$$

$$u_B(t) = U_m \cos(\omega t - 120^\circ)$$

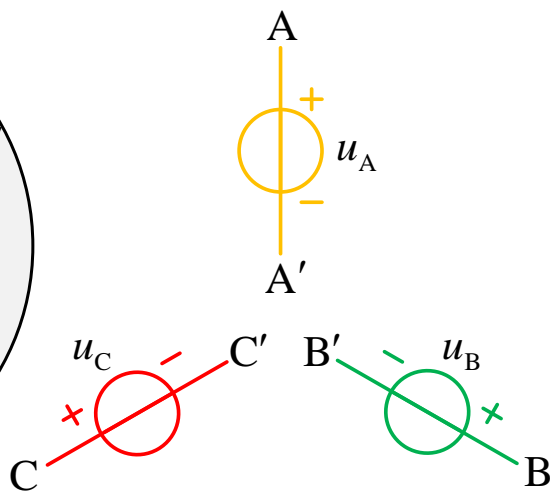
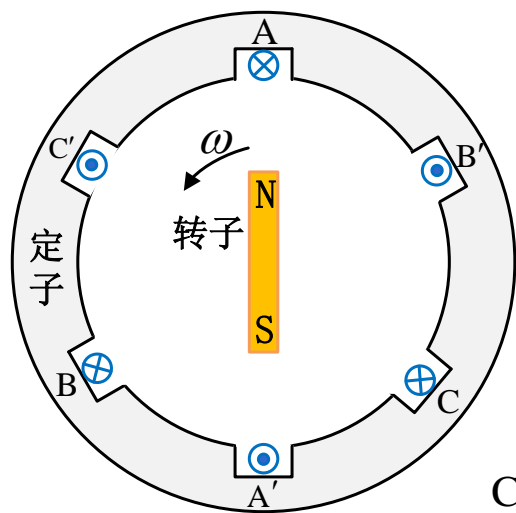
$$u_C(t) = U_m \cos(\omega t - 240^\circ) \\ = U_m \cos(\omega t + 120^\circ)$$

12.1 三相电路简介

三相电压的产生：



$$u(t) = U_m \cos \omega t$$



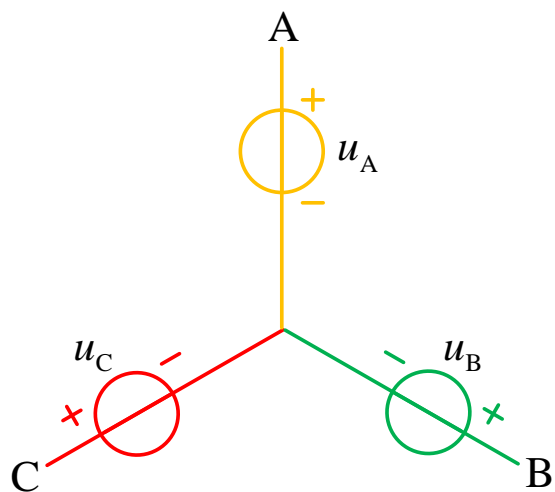
$$u_A(t) = U_m \cos \omega t$$

$$u_B(t) = U_m \cos(\omega t - 120^\circ)$$

$$u_C(t) = U_m \cos(\omega t - 240^\circ) \\ = U_m \cos(\omega t + 120^\circ)$$

12.1 三相电路简介

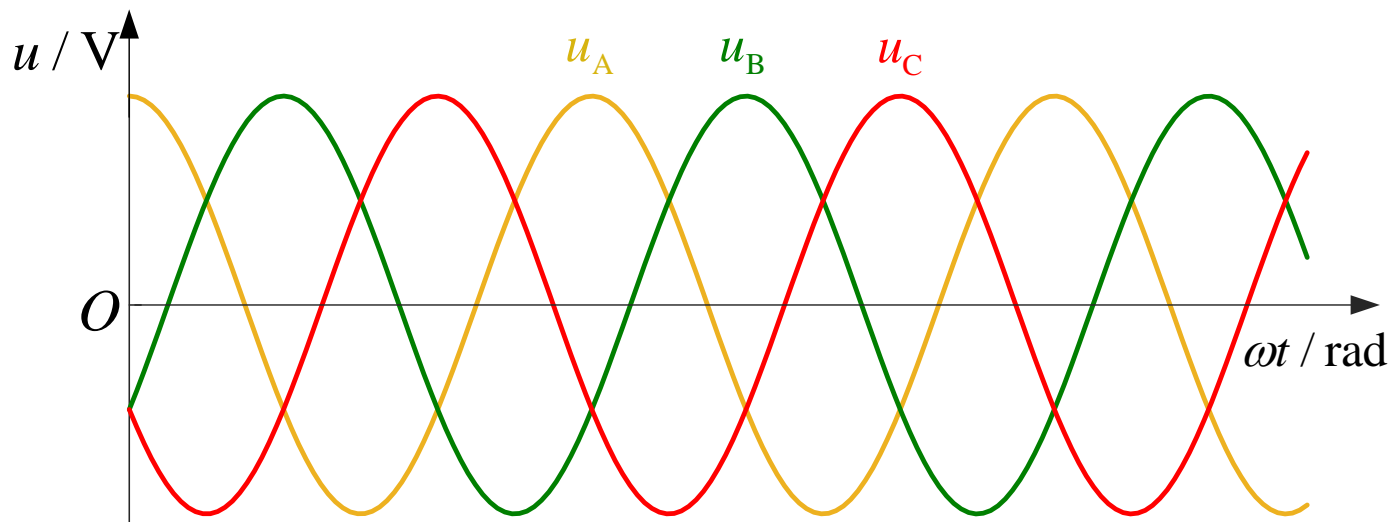
三相电压的产生：



$$u_A(t) = U_m \cos \omega t$$

$$u_B(t) = U_m \cos(\omega t - 120^\circ)$$

$$u_C(t) = U_m \cos(\omega t - 240^\circ) \\ = U_m \cos(\omega t + 120^\circ)$$



12.1 三相电路简介

三相电路的用途：

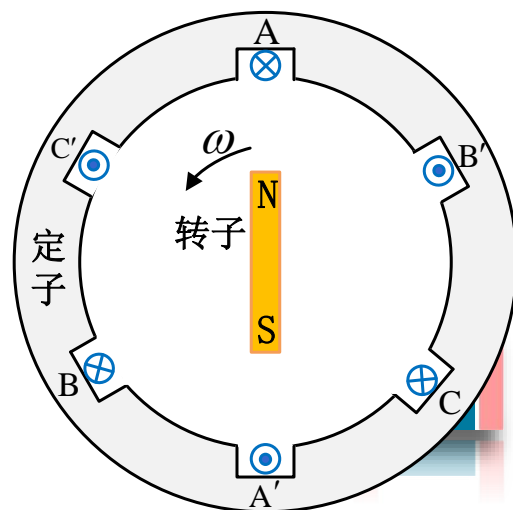
三相电路广泛应用与电力系统的发电、输电和用电。没有三相电路，现代社会将几乎无电可用，倒退百年。

(1) 发电用三相由发电原理决定，三相比单相磁场利用率高

(2) 输电用三相因为只需要三条导线，输电成本低，若用单相，输送相同功率需要6条导线

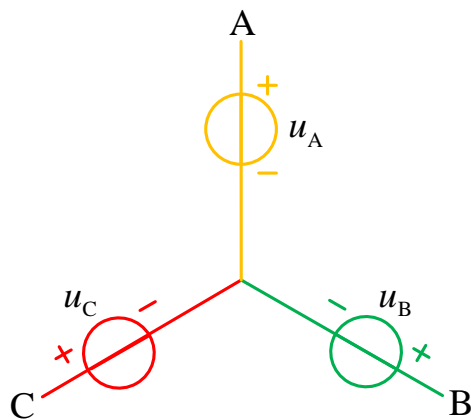
(3) 用电用三相是因为工厂的用电设备功率很大，用三相电较之单相电电流更小，损耗更小

(4) 三相电路具有对称性，分析简单，对称三相电路总瞬时功率为常数，可减小三相用电设备的振动。

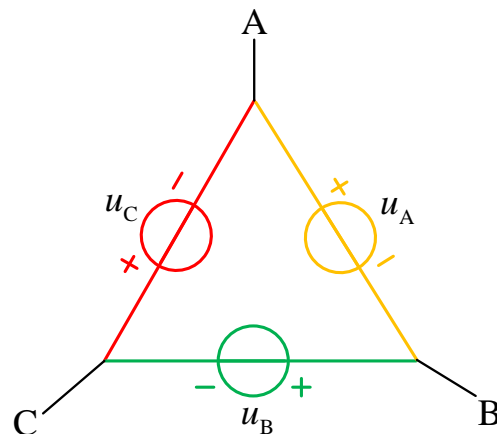


12.1 三相电路简介

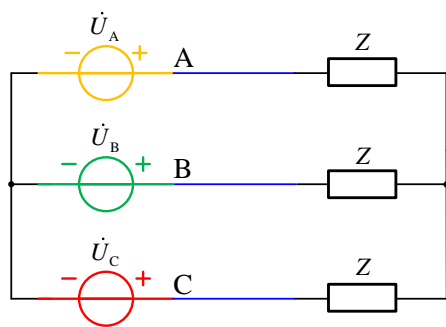
三相电路的常见连接方式：



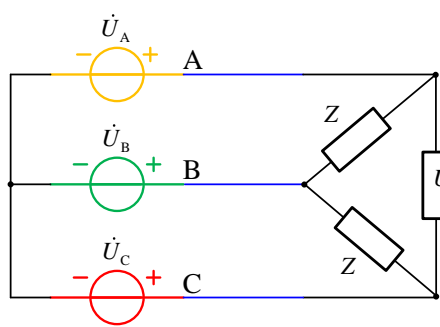
Y形连接（星形连接）



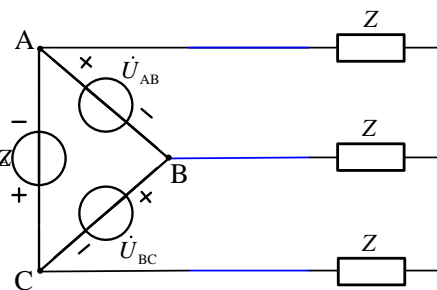
Δ形连接（三角形连接）



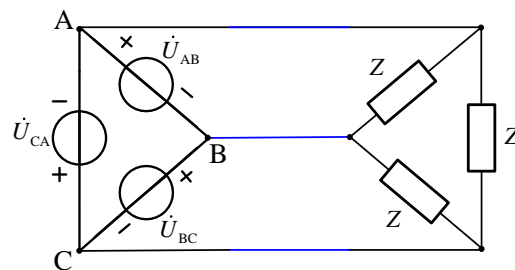
Y-Y连接



Y-Δ连接



Δ-Y连接

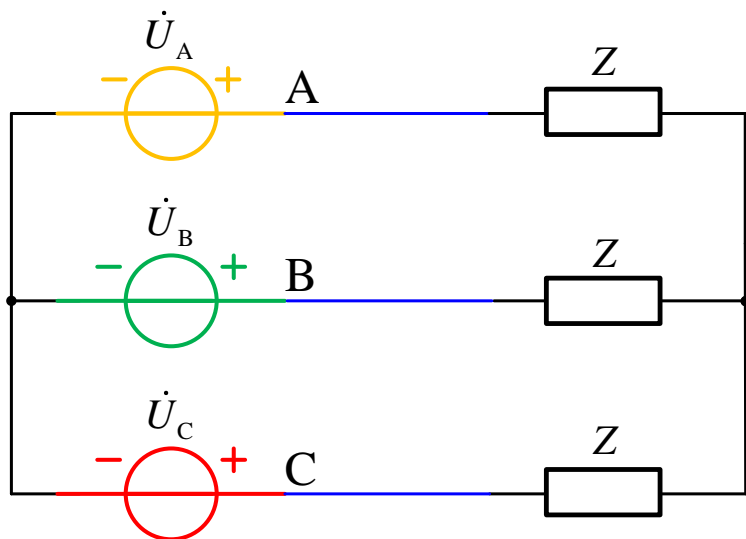


Δ-Δ连接

12.2 对称三相电路

对称三相电路的定义：

三相电源对称，且三相负载相等的电路称为对称三相电路。

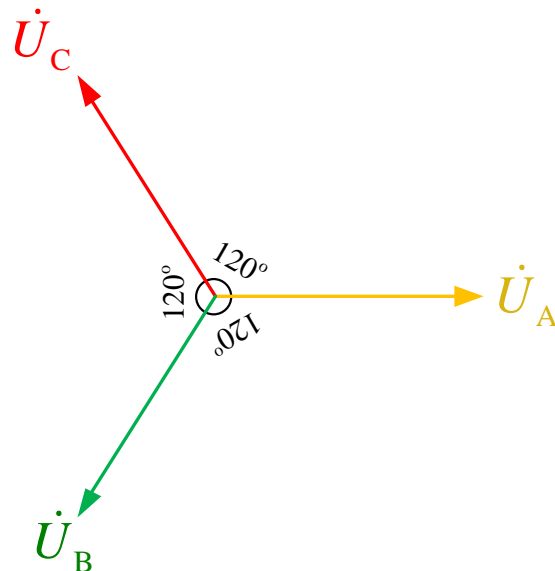


$$\dot{U}_A = U \angle 0^\circ$$

$$\dot{U}_B = U \angle -120^\circ$$

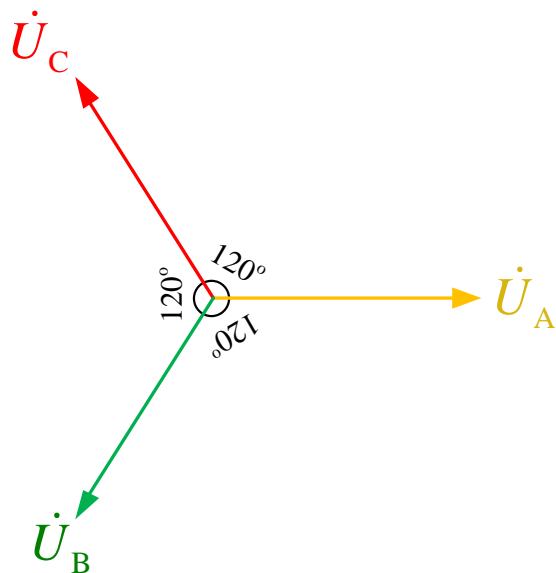
$$\dot{U}_C = U \angle 120^\circ$$

$$\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C = 0$$



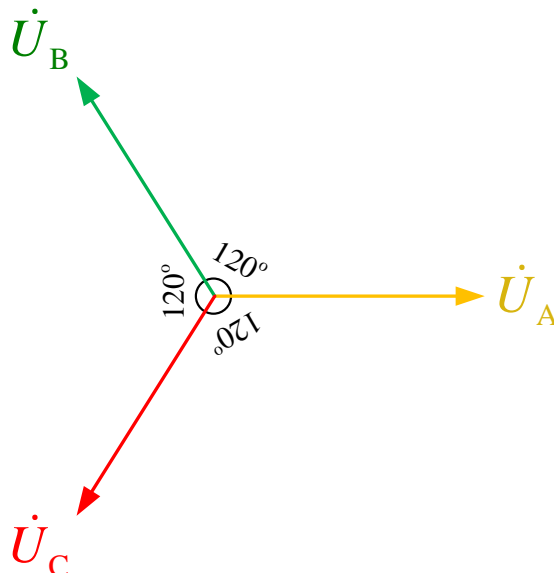
12.2 对称三相电路

正序、负序和零序（以后默认指正序）



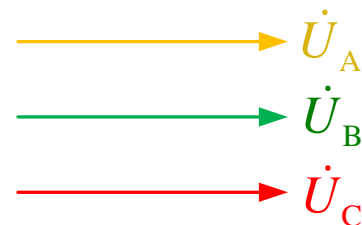
正序

(A、B、C依次滞后120度)



负序

(A、B、C依次滞后120度)



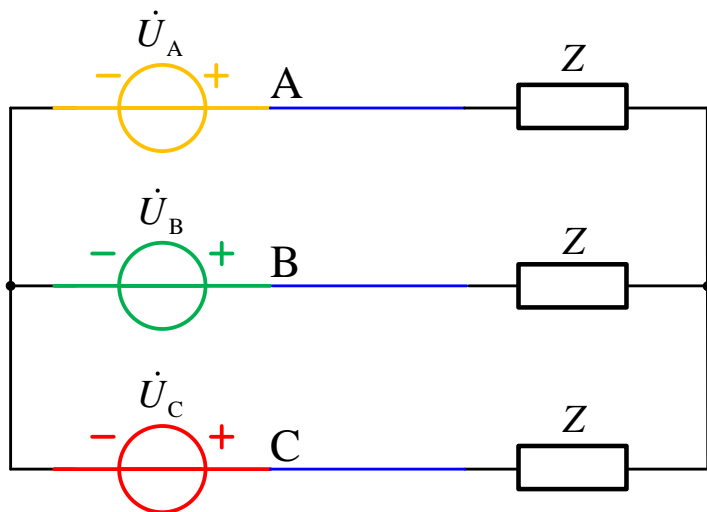
零序

(A、B、C依次滞后120度)

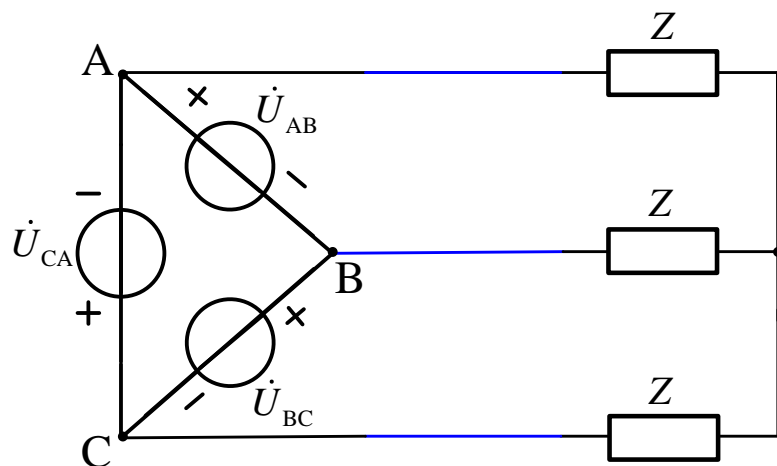


12.2 对称三相电路——相电压和线电压

相电压：三相电路中每一相的电压。此时的相不是指相位，而是指三相电源或负载的具体组成部分。



\dot{U}_A 、 \dot{U}_B 、 \dot{U}_C 为相电压

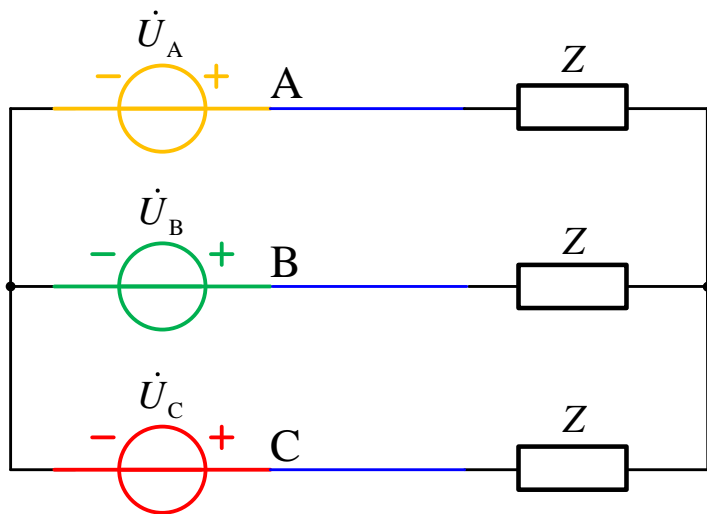


\dot{U}_{AB} 、 \dot{U}_{BC} 、 \dot{U}_{CA} 为相电压

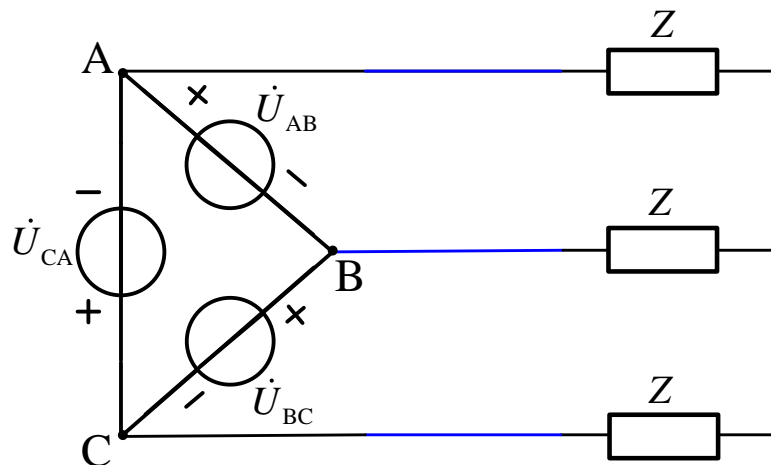


12.2 对称三相电路——相电压和线电压

线电压：两条输电线之间的电压。



\dot{U}_{AB} 、 \dot{U}_{BC} 、 \dot{U}_{CA} 线相电压

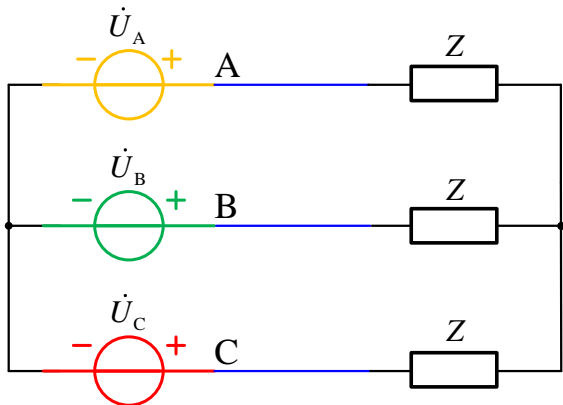


\dot{U}_{AB} 、 \dot{U}_{BC} 、 \dot{U}_{CA} 线相电压



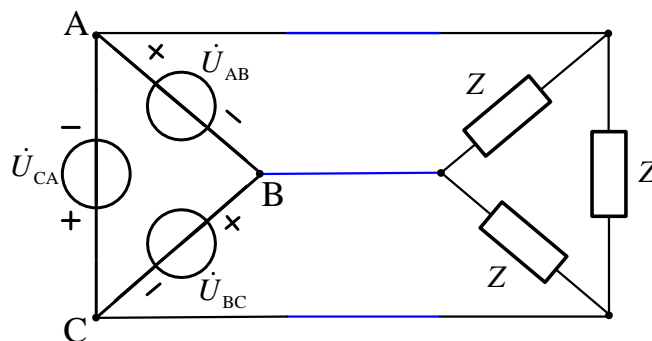
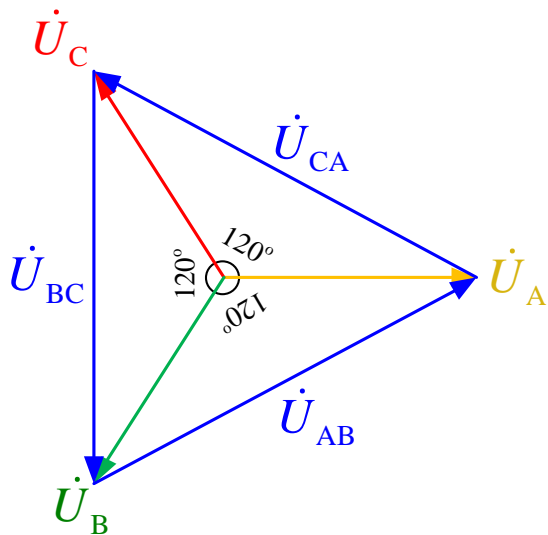
12.2 对称三相电路——相电压和线电压

线电压和相电压的关系



Y-Y接法:

线电压有效值 $=\sqrt{3}$ 相电压有效值



Δ - Δ 接法:

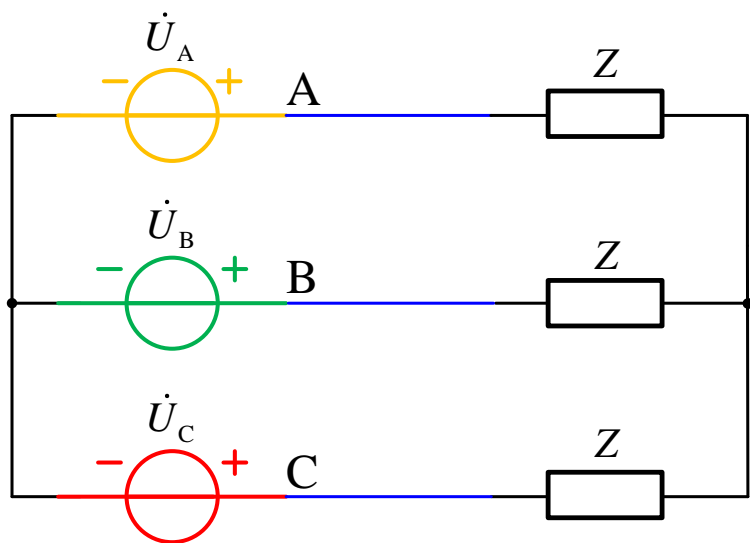
线电压=相电压



12.2 对称三相电路——相电压和线电压

线电压和相电压的关系

例题1 (基础)



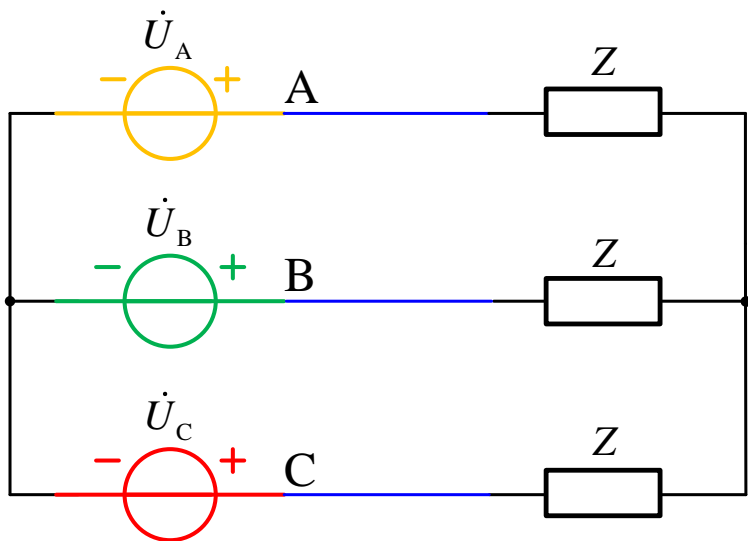
求线电压 \dot{U}_{CB} 的辐角



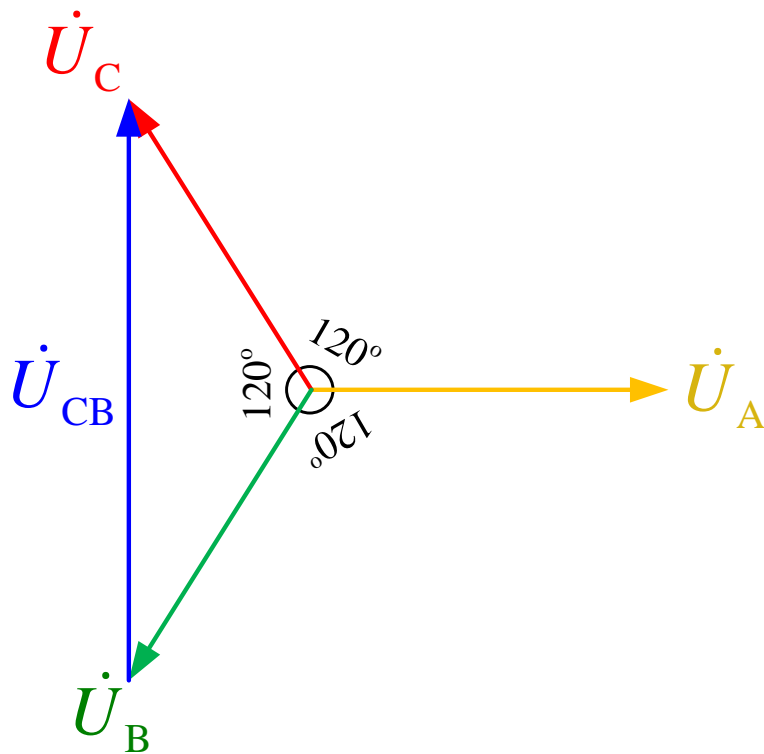
12.2 对称三相电路——相电压和线电压

线电压和相电压的关系

例题1 (基础)



求线电压 \dot{U}_{CB} 的辐角



\dot{U}_{CB} 的辐角为90度

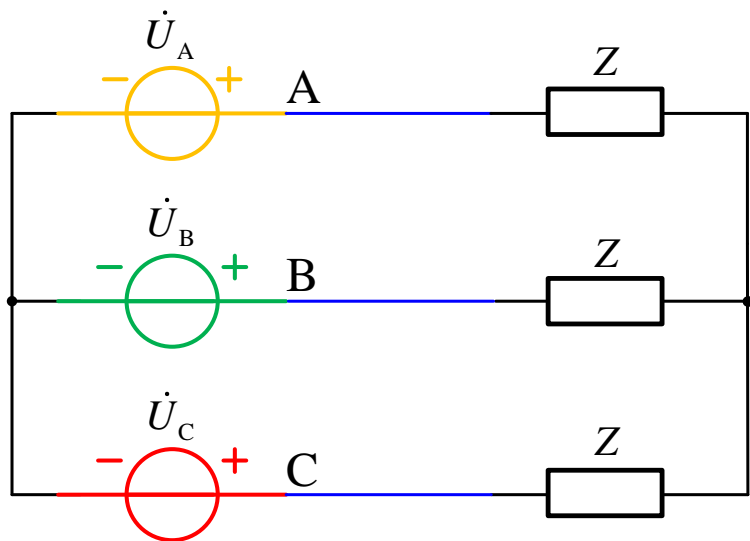
确定线电压辐角的方法是画相量图！



12.2 对称三相电路——相电压和线电压

线电压和相电压的关系

同步练习题1（基础）



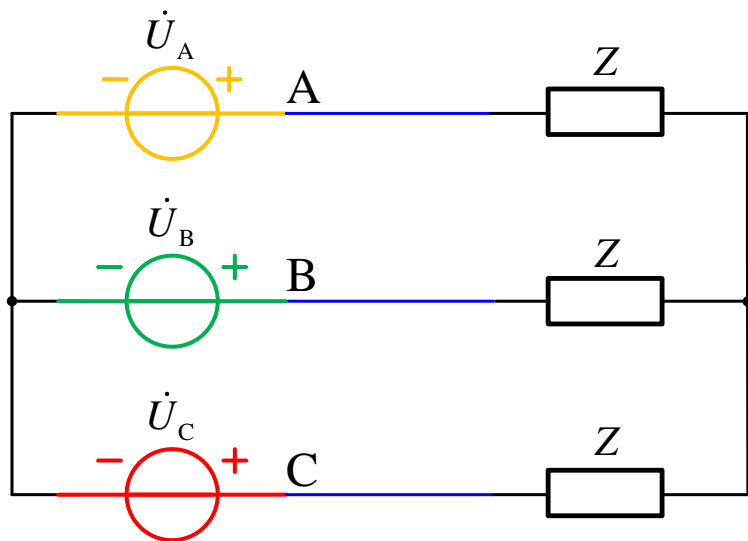
求线电压 \dot{U}_{BA} 和 \dot{U}_{AC} 的辐角



12.2 对称三相电路——相电压和线电压

线电压和相电压的关系

同步练习题1（基础）



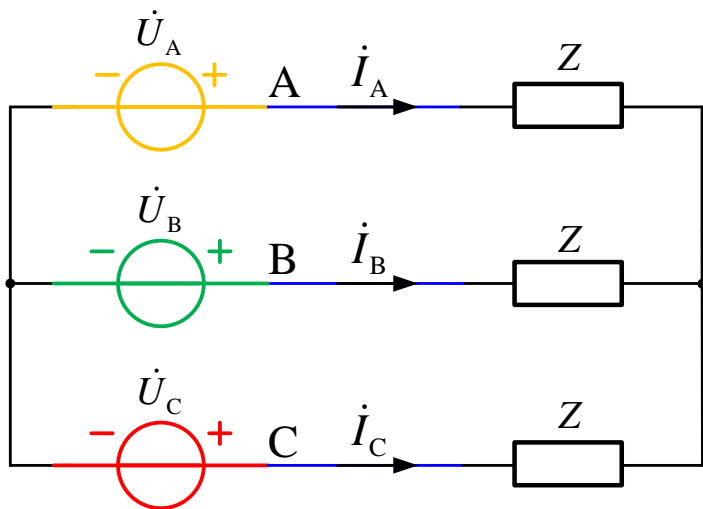
求线电压 \dot{U}_{BA} 和 \dot{U}_{AC} 的辐角

答案： \dot{U}_{BA} 辐角 -150° ； \dot{U}_{AC} 辐角 -30°

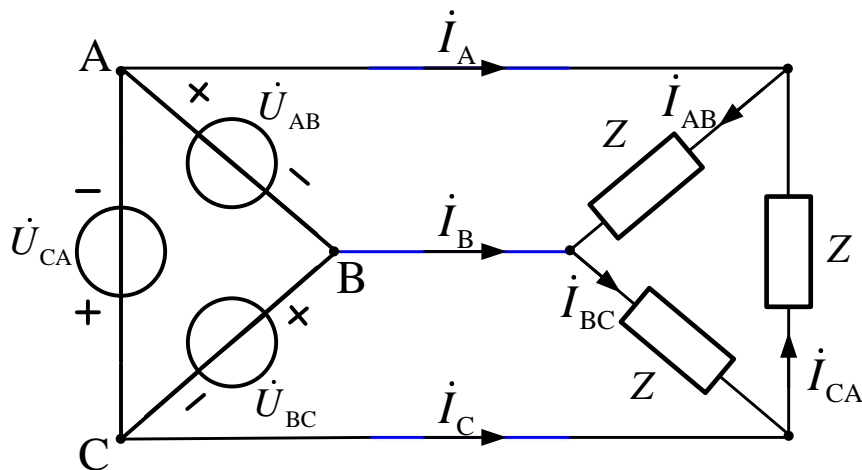


12.2 对称三相电路——相电流和线电流

相电流：三相电路中每一相的电流。此时的相不是指相位，而是指三相电源或负载的具体组成部分。



i_A 、 i_B 、 i_C 为相电流

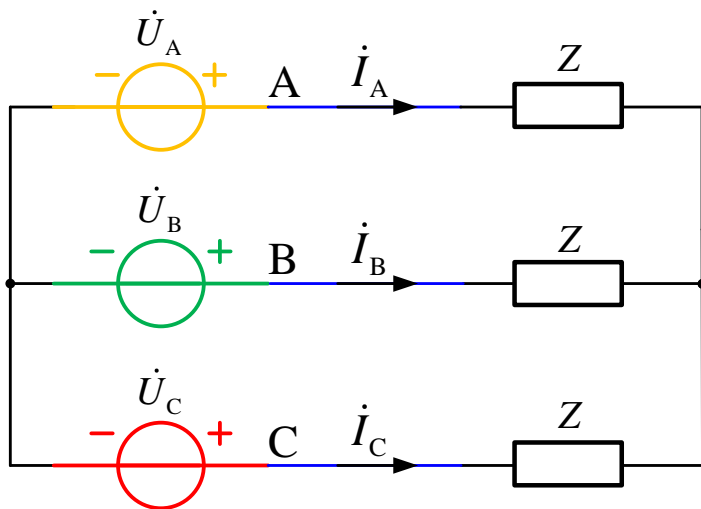


i_{AB} 、 i_{BC} 、 i_{CA} 为相电流

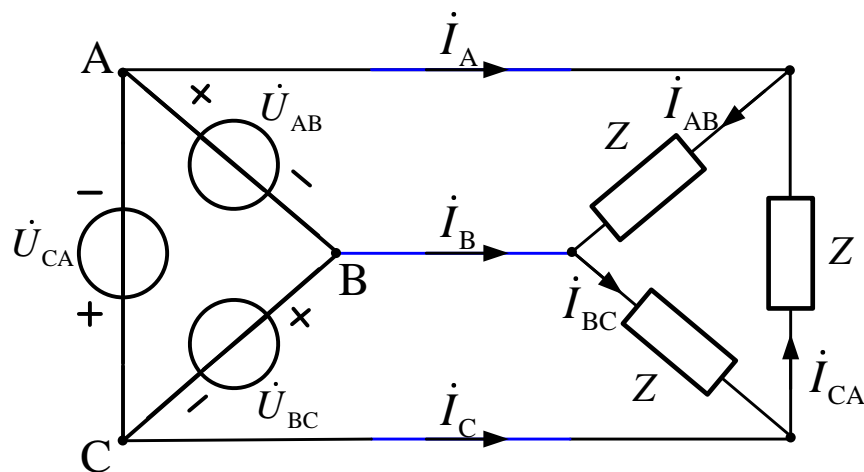


12.2 对称三相电路——相电流和线电流

线电流：输电线上的电流。



\dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C 为线电流

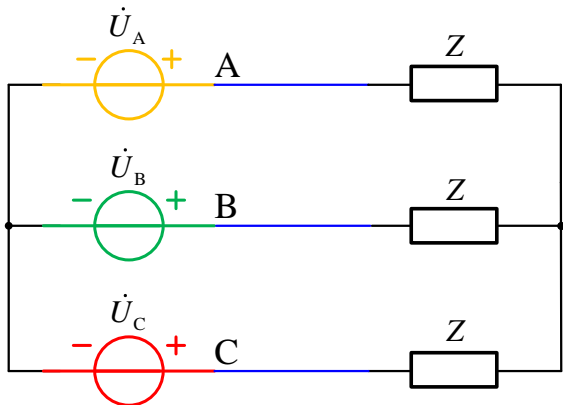


\dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C 为线电流



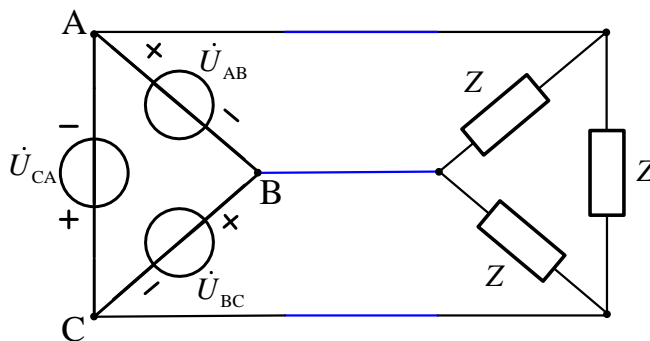
12.2 对称三相电路——相电流和线电流

线电流和相电流的关系



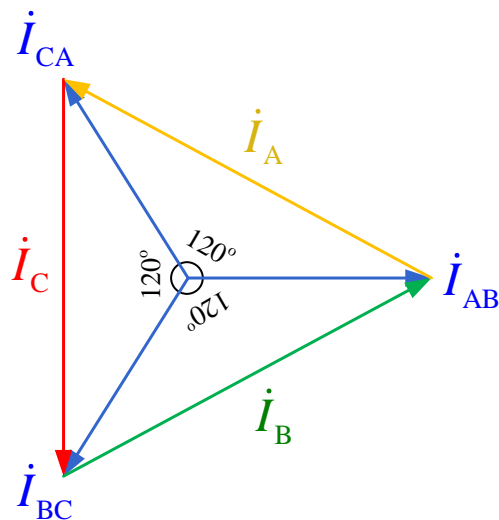
Y-Y接法:

线电流=相电流

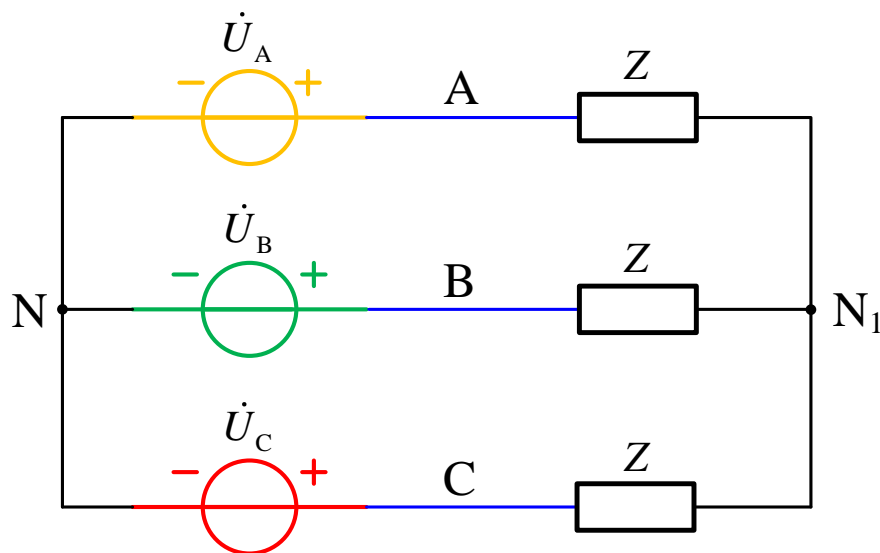


Δ - Δ 接法:

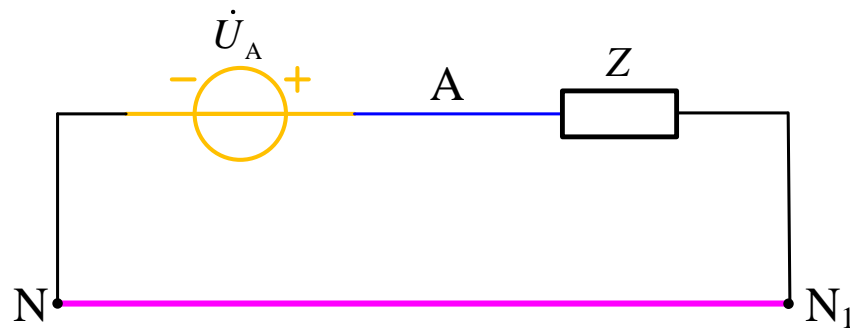
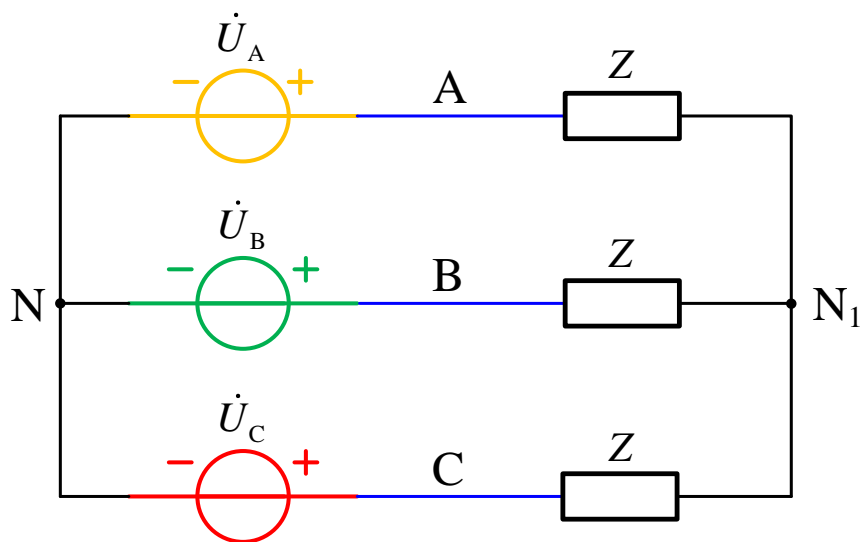
线电流有效值 $=\sqrt{3}$ 相电流有效值



12.2 对称三相电路——对称三相电路简化为单相电路



12.2 对称三相电路——对称三相电路简化为单相电路



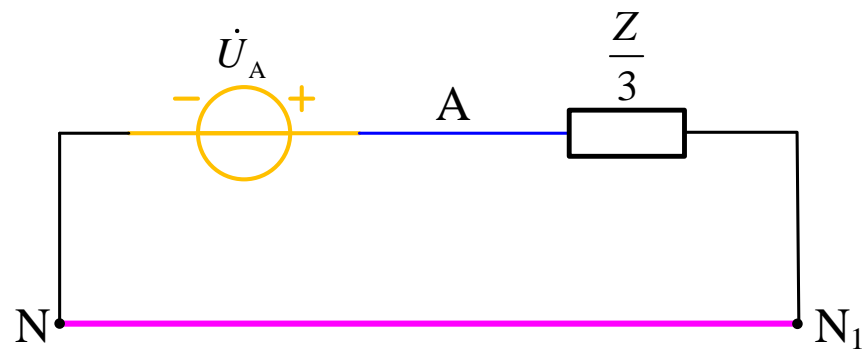
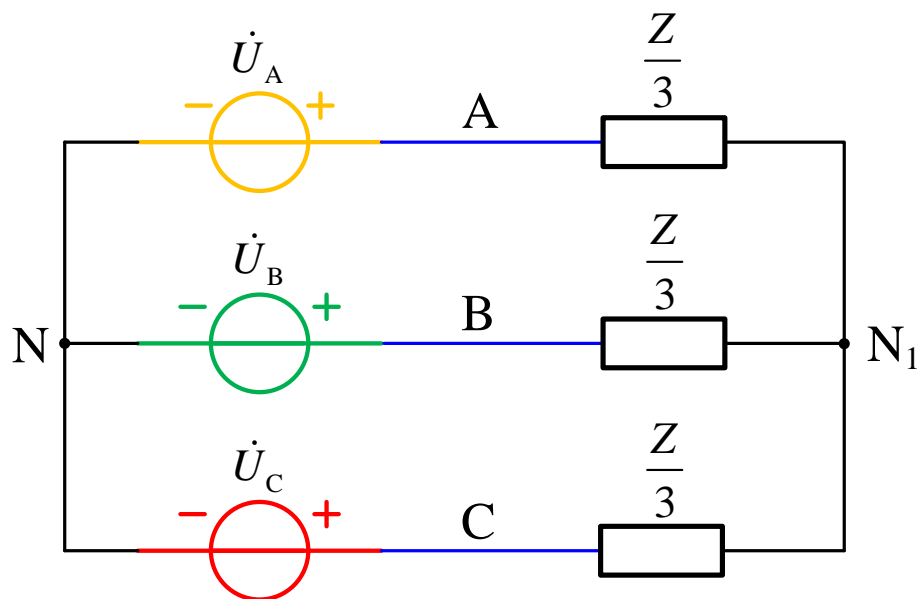
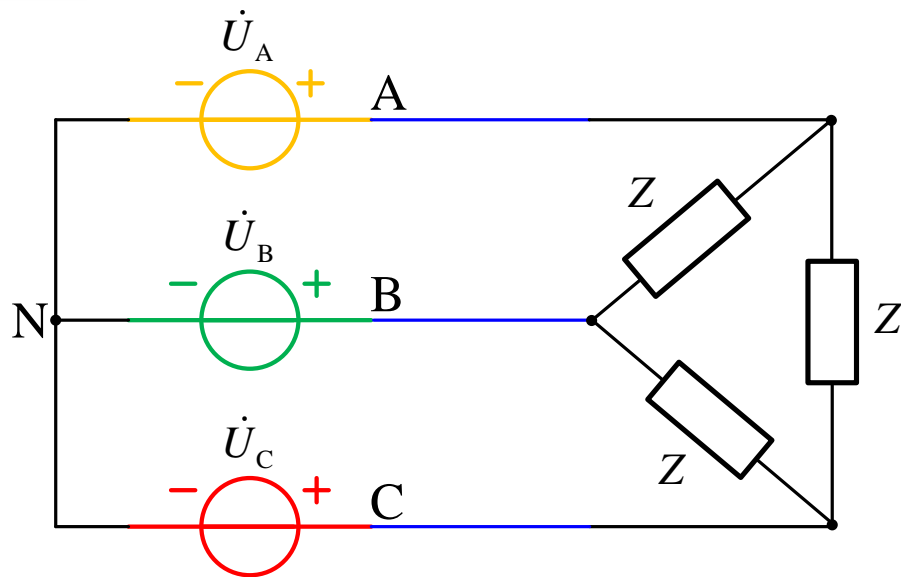
替代定理

$$\left(\frac{1}{Z} + \frac{1}{Z} + \frac{1}{Z} \right) \dot{U}_{N_1} = \frac{\dot{U}_A}{Z} + \frac{\dot{U}_B}{Z} + \frac{\dot{U}_C}{Z}$$

$$\dot{U}_{N_1} = \frac{\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C}{3} = 0$$



12.2 对称三相电路——对称三相电路简化为单相电路

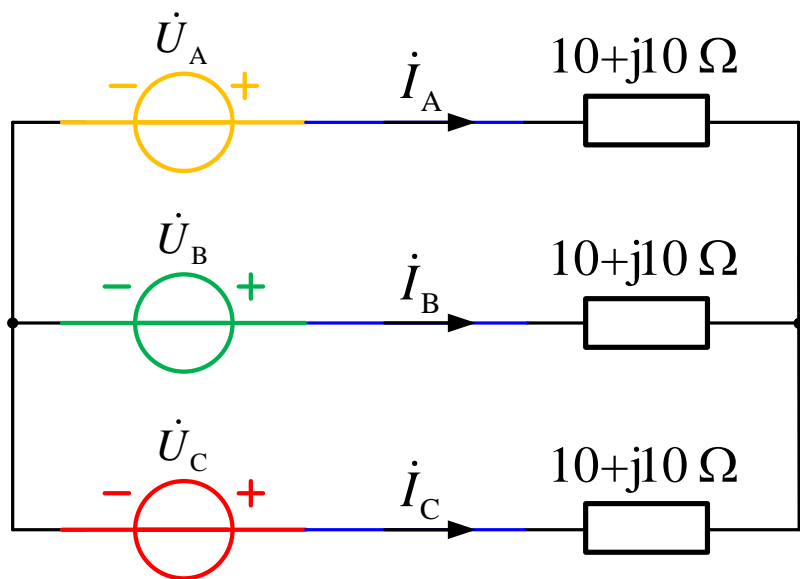


12.2 对称三相电路——对称三相电路的计算

对称三相电路的计算思路：

充分利用三相电路的对称性，必要时将对称三相简化为单相

例题2（基础）



已知相电压有效值为100 V，求 \dot{i}_B

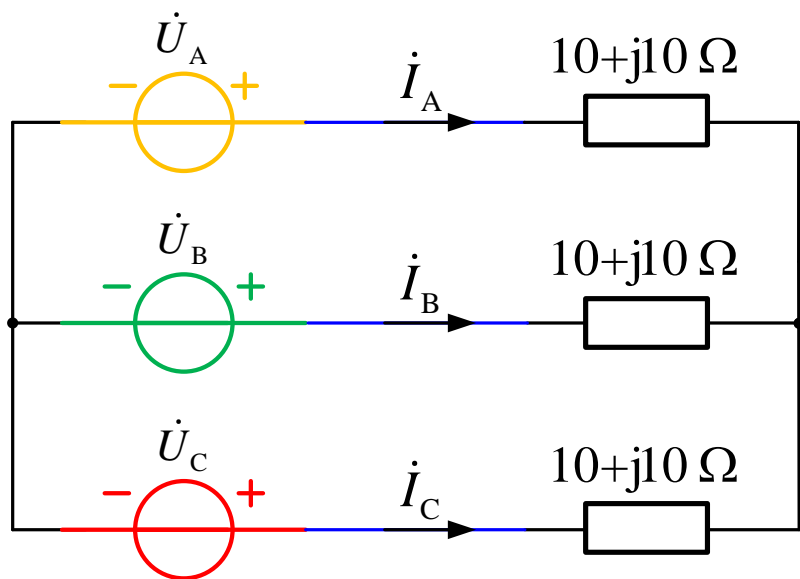


12.2 对称三相电路——对称三相电路的计算

对称三相电路的计算思路：

充分利用三相电路的对称性，必要时将对称三相简化为单相

例题2（基础）



$$\begin{aligned}\dot{I}_B &= \frac{\dot{U}_B}{10 + j10} \\ &= \frac{100 \angle -120^\circ}{10 + j10} \\ &= 5\sqrt{2} \angle -165^\circ \text{ A}\end{aligned}$$

已知相电压有效值为100 V，求 \dot{I}_B

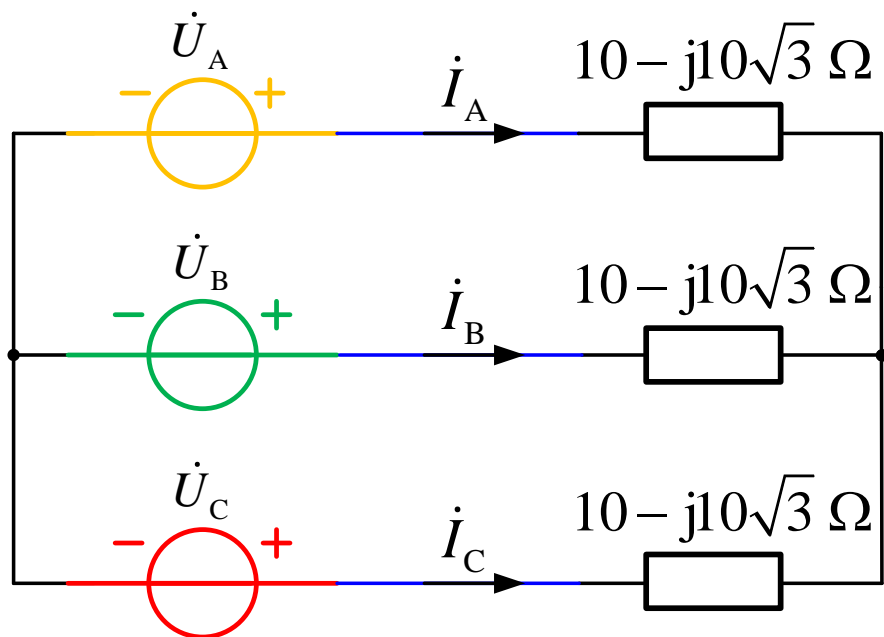


12.2 对称三相电路——对称三相电路的计算

对称三相电路的计算思路：

充分利用三相电路的对称性，必要时将对称三相简化为单相

同步练习题1（基础）



已知相电压有效值为220 V，求 i_C

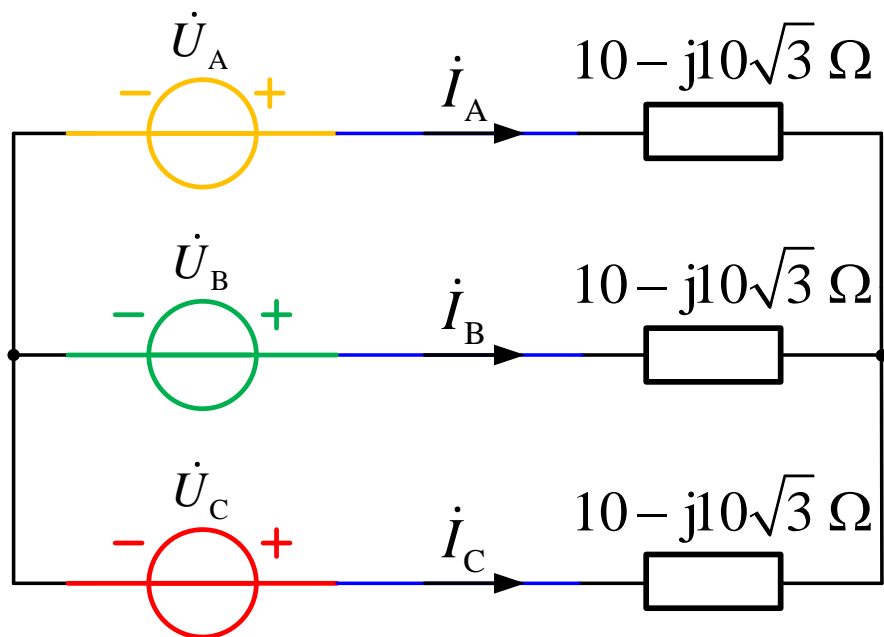


12.2 对称三相电路——对称三相电路的计算

对称三相电路的计算思路：

充分利用三相电路的对称性，必要时将对称三相简化为单相

同步练习题1（基础）

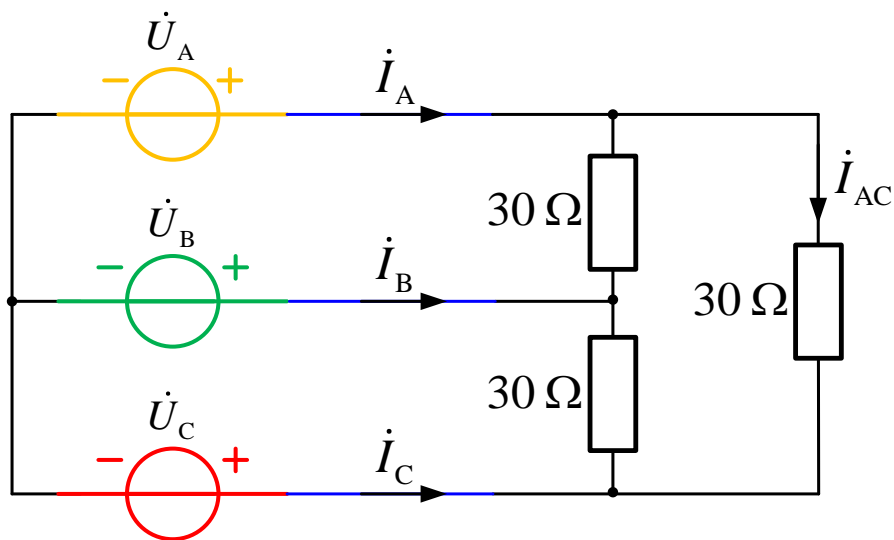


已知相电压有效值为220 V，求 \dot{I}_C

答案： $\dot{I}_C = 11 \angle 180^\circ \text{ A}$



例题3（基础）

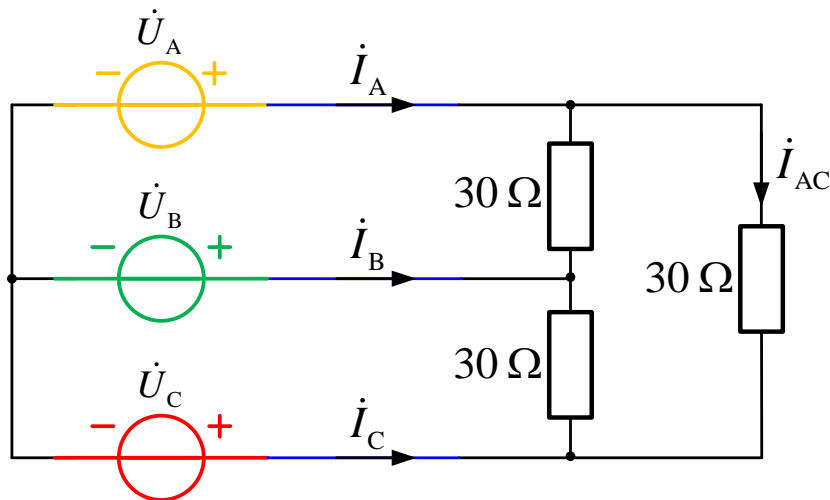


已知三相电源相电压有效值为100 V，
求线电流 \dot{i}_A 、 \dot{i}_B 、 \dot{i}_C 和负载相电流 \dot{i}_{AC}

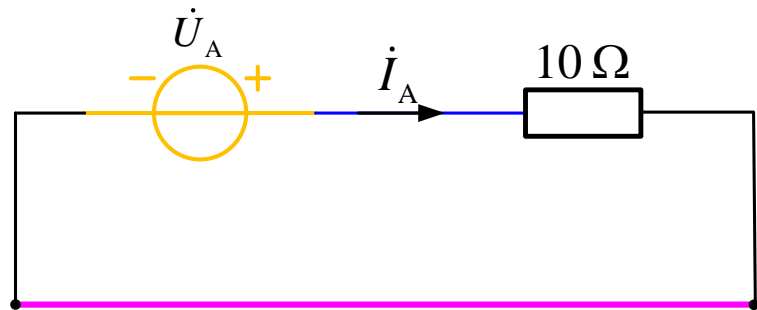


12.2 对称三相电路——对称三相电路的计算

例题3 (基础)



已知三相电源相电压有效值为100 V，
求线电流 \dot{i}_A 、 \dot{i}_B 、 \dot{i}_C 和负载相电流 \dot{i}_{AC}



$$\dot{i}_A = \frac{\dot{U}_A}{10} = \frac{100}{10} = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$$

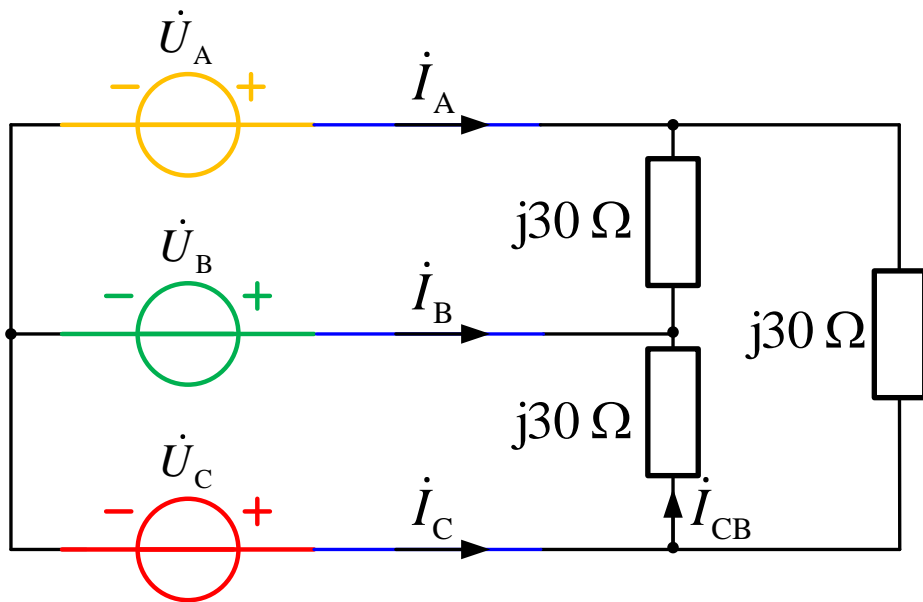
$$\dot{i}_B = 10 \angle -120^\circ \text{ A}$$

$$\dot{i}_C = 10 \angle 120^\circ \text{ A}$$

$$\dot{i}_{AC} = \frac{\dot{U}_{AC}}{30} = \frac{100\sqrt{3} \angle -30^\circ}{30} = \frac{10}{3}\sqrt{3} \angle -30^\circ \text{ A}$$



同步练习题3（基础）

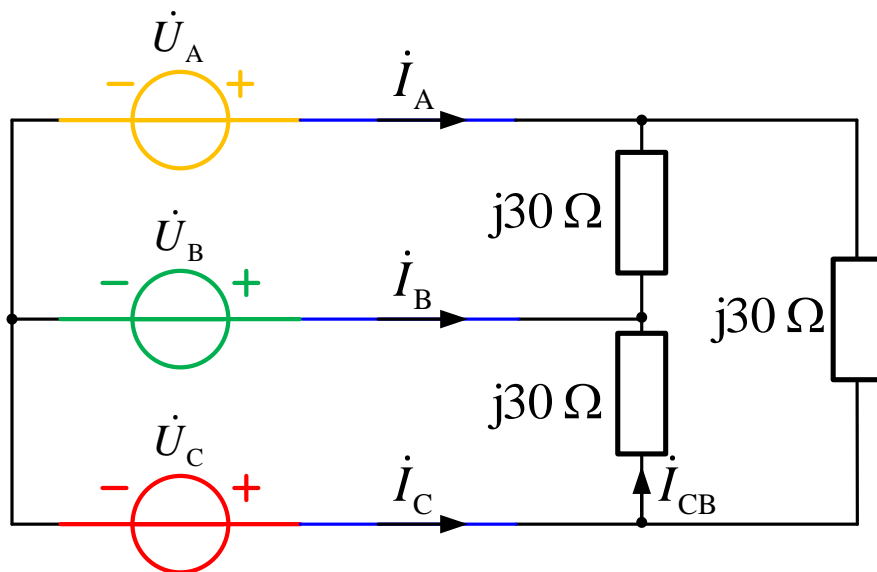


已知三相电源相电压有效值为300 V，
求线电流 \dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C 和负载相电流 \dot{I}_{CB}



12.2 对称三相电路——相电压和线电压

同步练习题3（基础）



已知三相电源相电压有效值为300 V，
求线电流 \dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C 和负载相电流 \dot{I}_{CB}

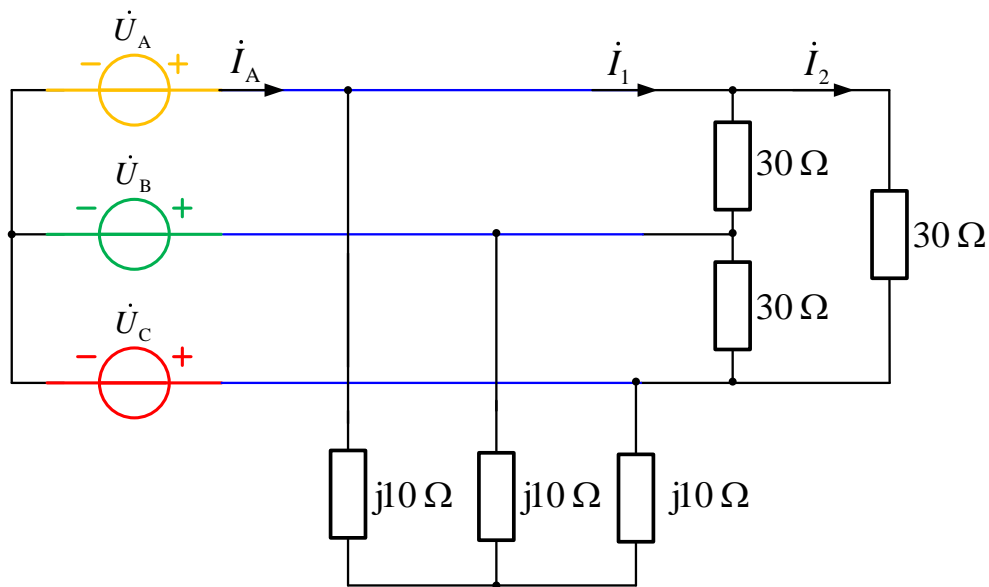
答案：

$$\dot{I}_A = 30 \angle -90^\circ \text{ A}, \quad \dot{I}_B = 30 \angle 150^\circ \text{ A}, \quad \dot{I}_C = 30 \angle 30^\circ \text{ A},$$
$$\dot{I}_{CB} = 10\sqrt{3} \angle 0^\circ \text{ A}$$



12.2 对称三相电路——对称三相电路的计算

例题4 (提高)



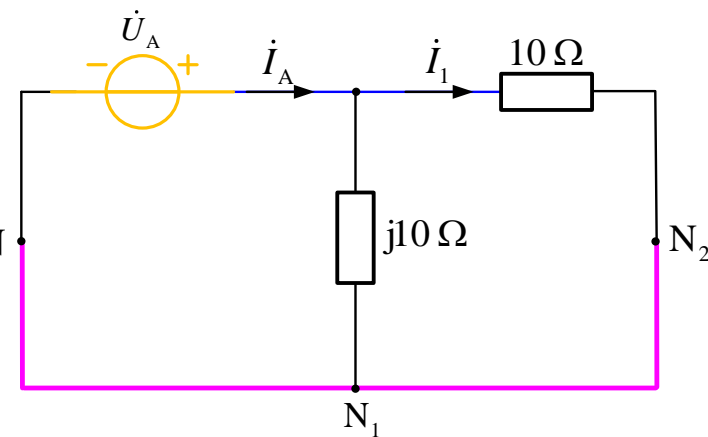
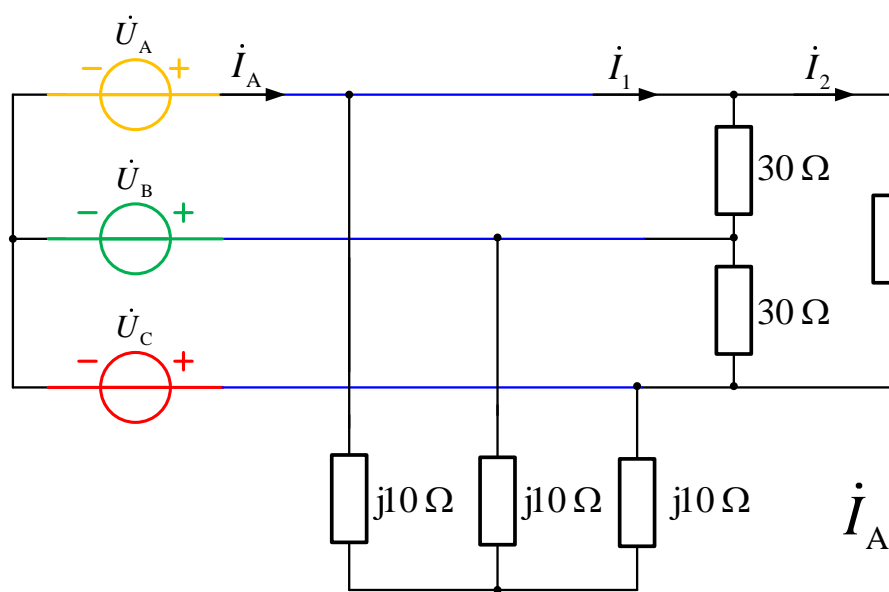
已知三相电源相电压有效值为100 V,

求 i_A 、 i_1 、 i_2



12.2 对称三相电路——对称三相电路的计算

例题4 (提高)



$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{\frac{10 \times j10}{10 + j10}} = \frac{100}{5 + j5} = 10\sqrt{2} \angle -45^\circ \text{ A}$$

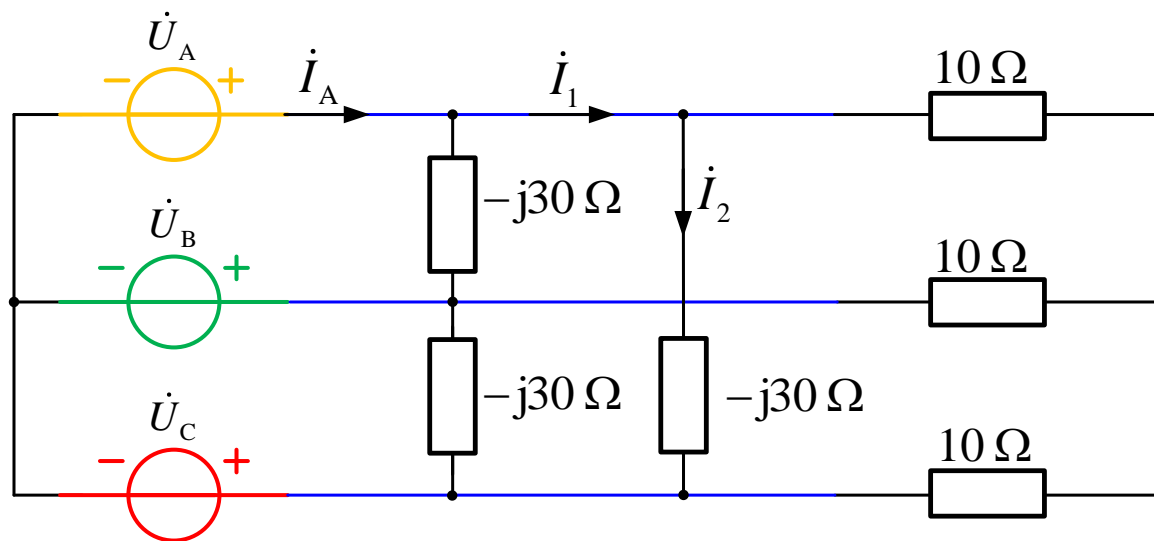
已知三相电源相电压有效值为100 V,

求 \dot{I}_A 、 \dot{I}_1 、 \dot{I}_2

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_A}{10} = \frac{100}{10} = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_{AC}}{30} = \frac{100\sqrt{3} \angle -30^\circ}{30} = \frac{10}{3}\sqrt{3} \angle -30^\circ \text{ A}$$

同步练习题4（提高）



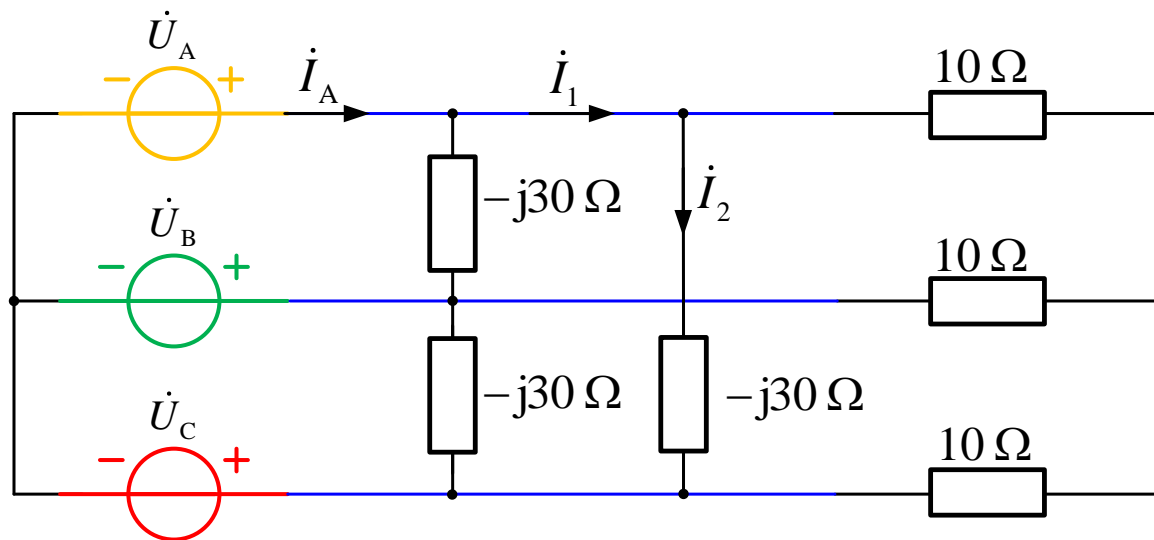
已知三相电源线电压有效值为600 V，

求 \dot{I}_A 、 \dot{I}_1 、 \dot{I}_2



12.2 对称三相电路——相电压和线电压

同步练习题4（提高）



已知三相电源线电压有效值为600 V，

求 \dot{I}_A 、 \dot{I}_1 、 \dot{I}_2

答案： $\dot{I}_A = 20\sqrt{6} \angle 45^\circ \text{ A}$ ， $\dot{I}_1 = 40 \angle 30^\circ \text{ A}$ ， $\dot{I}_2 = 20 \angle 90^\circ \text{ A}$



- 三相电路在电力系统发电、输电、用电占据主导地位
- 对称三相电压源的相电压有效值相等，相位依次滞后120度
- Y-Y接法线电压有效值等于根号3倍相电压有效值
- 判断线电压、线电流相量辐角的最好方法是相量图
- 对称三相电路中性点等电位，因此对称三相可以简化为单相
- 对称三相电路的计算要充分利用三相电路的对称性，必要时需要将对称三相电路先简化为单相电路计算。



感谢大家聆听

主讲人：邹建龙

时 间： 年 月 日

