

关于期末考试

- 考试时间：6月13日（周二）下午2：30-4：30
- 考试地点：6C300
- 考试范围：期中考试以后所有讲授内容+周期非正弦，节点回路叠加戴维南肯定会用到，二端口会考到，MOSFET和运放大概率不会考，非线性电阻大概率不会考
- 可以携带1页盖好章的A4纸
 - 不能打印，不能粘贴
- 答疑
 - 6月13日上午9:00-12:00，西主楼1-316
- 两套样题

第19讲 三相电路

1 三相电源与三相电路

本节课需要用纸笔计算器

2 对称三相电路的分析

3 不对称三相电路分析简介

4 三相电路的功率

本讲重难点

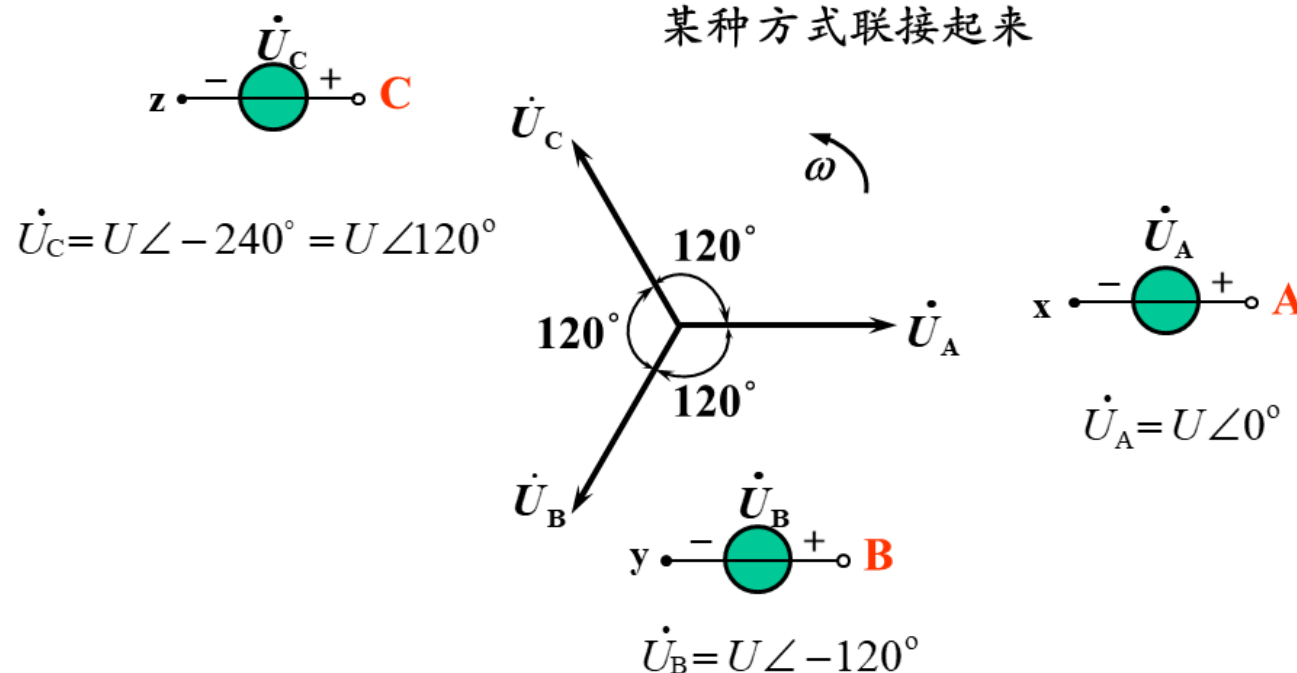
- Y接和 Δ 接对称三相电路的相-线关系
- 对称三相电路的抽单相分析法
- 位形图
- 测量三相电路有功功率的三表法与两表法

1 三相电源与三相电路

课前预习

(1) 对称三相电源

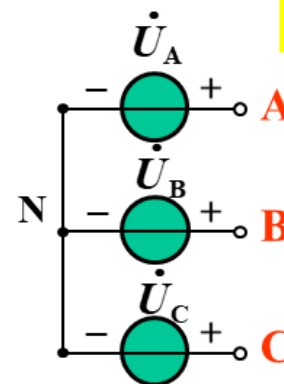
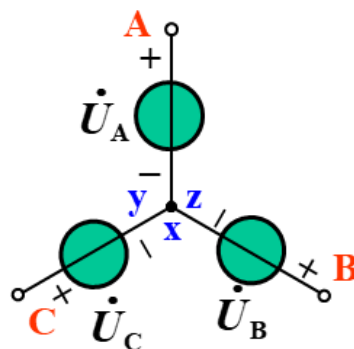
对称三相电源：三个幅值频率相等、相位互差 120° 的电源以某种方式联接起来



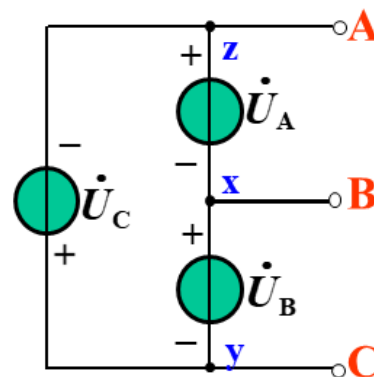
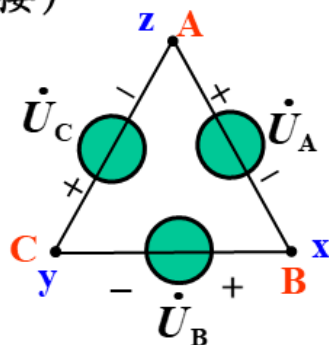
(2) 对称三相电源联接

课前预习

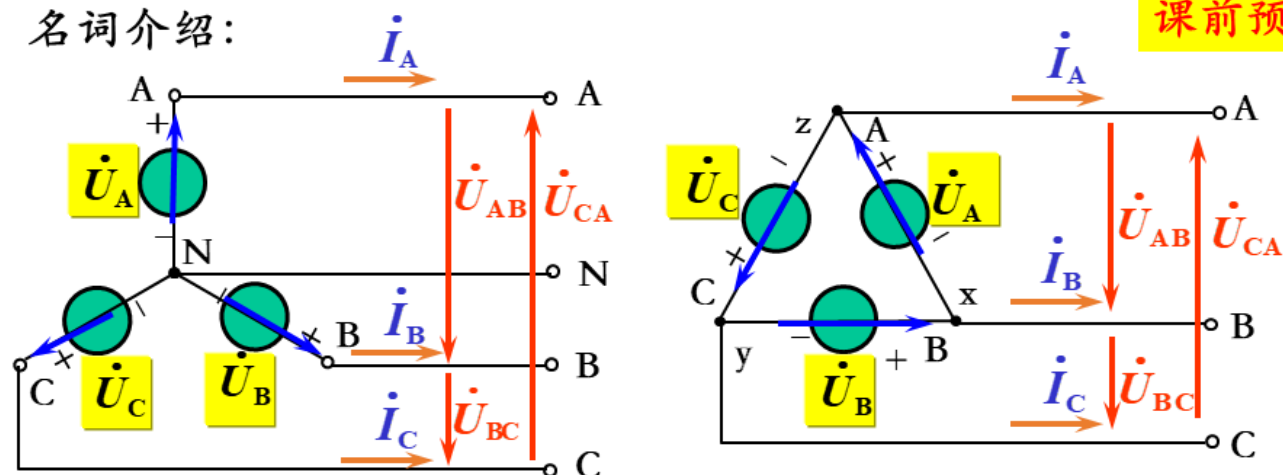
星形联接(Y接)



三角形联接(Δ接)



名词介绍:



(1) 端线(火线) (2) 中线 (3) 三相三线制与三相四线制。

(4) 线电流 $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ (5) 线电压 $\dot{U}_{AB}, \dot{U}_{BC}, \dot{U}_{CA}$

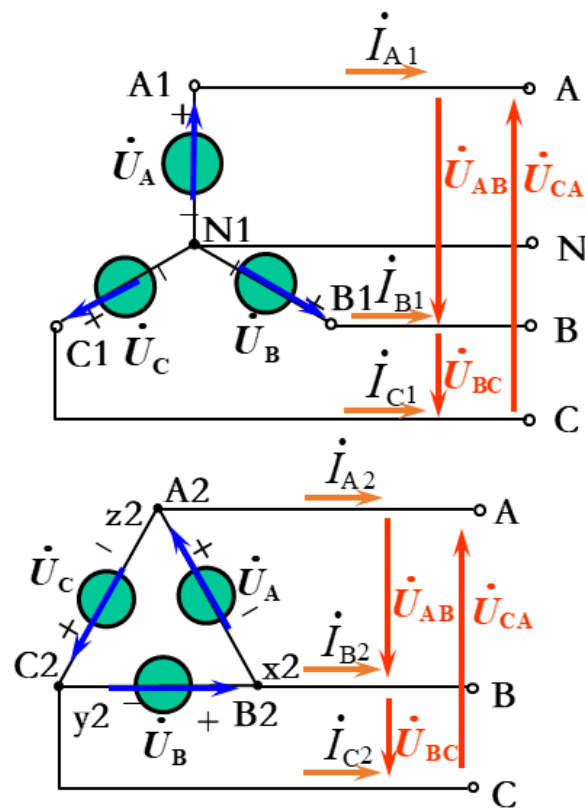
(6) 相电流 (7) 相电压 $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$



单选题 1分

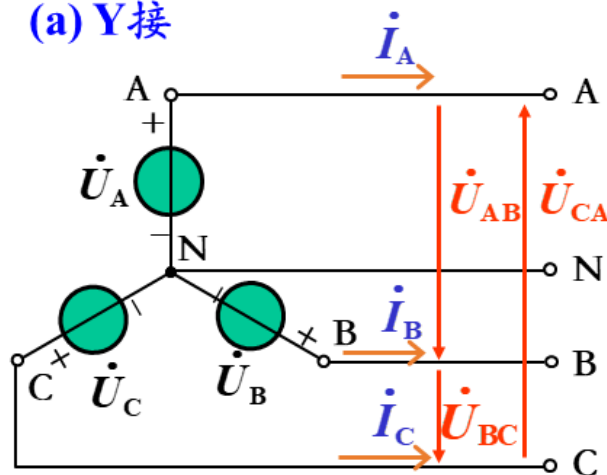
下面哪个电流不是相电流？

- A \dot{I}_{B1}
- B \dot{I}_{B2A2}
- C \dot{I}_{N1B1}
- D \dot{I}_{B2}



(3) 对称三相电源的相线关系

(a) Y接



$$\text{设 } \dot{U}_{AN} = \dot{U}_A = U \angle 0^\circ$$

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

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

线电流=相电流

线电压对称

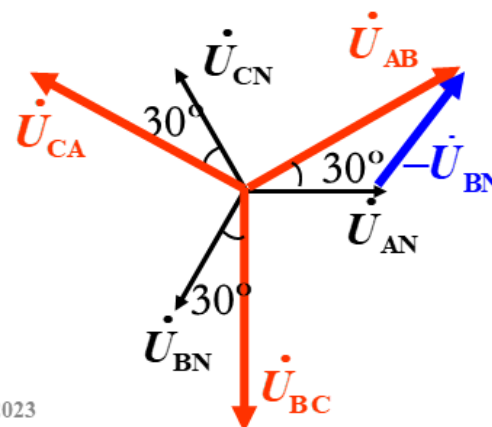
$$U_L = \sqrt{3}U_P$$

线电压相位领先对应相电压 30°

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_{AN} - \dot{U}_{BN} = \sqrt{3}U \angle 30^\circ$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_{BN} - \dot{U}_{CN} = \sqrt{3}U \angle -90^\circ$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_{CN} - \dot{U}_{AN} = \sqrt{3}U \angle 150^\circ$$



单选题 1分

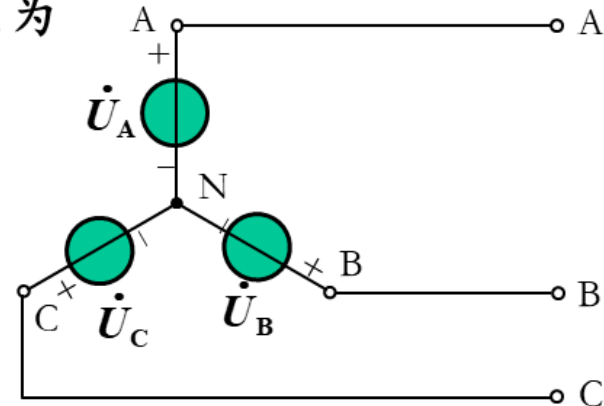
\dot{U}_A 和 \dot{U}_{CB} 之间的相位关系为

A \dot{U}_A 领先 \dot{U}_{CB} 90°

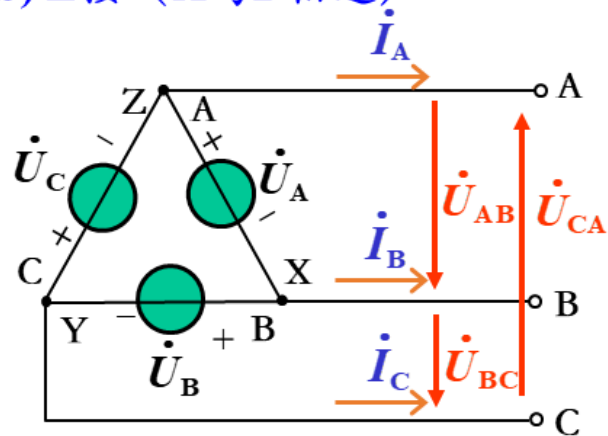
B \dot{U}_A 落后 \dot{U}_{CB} 90°

C \dot{U}_A 领先 \dot{U}_{CB} 30°

D \dot{U}_A 落后 \dot{U}_{CB} 30°



(b) Δ 接 (X与B相连)



设 $\dot{U}_A = U \angle 0^\circ$

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

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

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

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

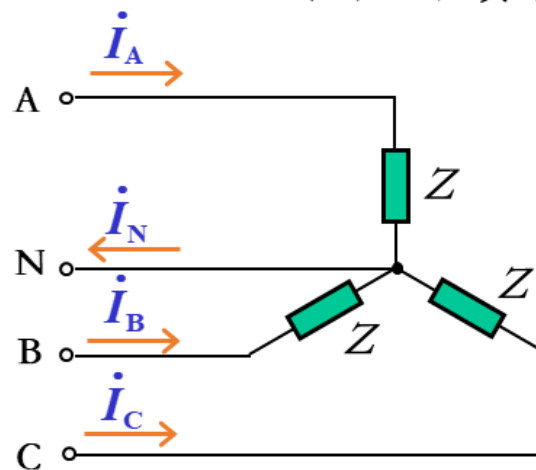
$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_C = U \angle 120^\circ$$

线电压 = 相电压

(4) (在电源对称的情况下)对称三相负载的相线关系

对称三相负载：三个模相等、阻抗角相同的负载以某种方式联接起来

(a) Y接



$$\text{设 } \dot{U}_{AN} = \dot{U}_A = U \angle 0^\circ$$

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

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

对Y接法的对称电源讨论得出的结论对Y接法的对称负载一样成立。

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_{AN} - \dot{U}_{BN} = \sqrt{3}U \angle 30^\circ$$

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_{BN} - \dot{U}_{CN} = \sqrt{3}U \angle -90^\circ$$

$$\dot{U}_{CA} = \dot{U}_{CN} - \dot{U}_{AN} = \sqrt{3}U \angle 150^\circ$$

线电流=相电流

线电压对称

$$U_L = \sqrt{3}U_P$$

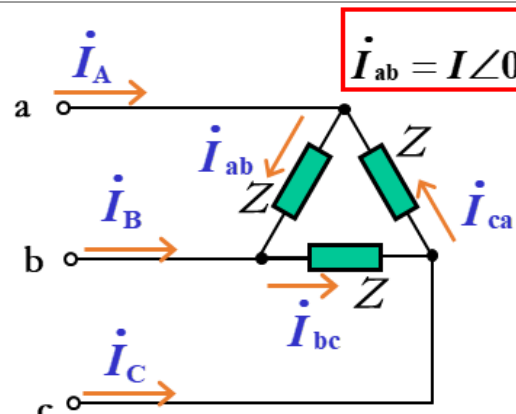
线电压领先对应相电压 30°

(b) Δ 接

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{Z}$$

$$\dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{bc}}{Z}$$

$$\dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{ca}}{Z}$$



$$\dot{I}_{ab} = I \angle 0^\circ$$

$$\dot{I}_{bc} = I \angle -120^\circ$$

$$\dot{I}_{ca} = I \angle 120^\circ$$

线电流对称

$$I_L = \sqrt{3} I_P$$

线电流落后对应相电流 30°

线电压=相电压

线电压(即相电压) 对称

线电流

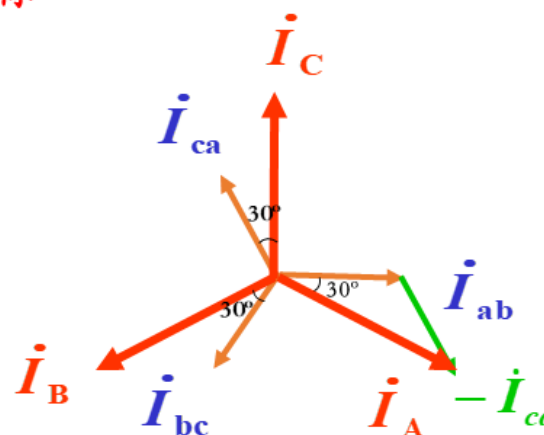
相电流对称

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca} = \sqrt{3} \dot{I}_{ab} \angle -30^\circ$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab} = \sqrt{3} \dot{I}_{bc} \angle -30^\circ$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc} = \sqrt{3} \dot{I}_{ca} \angle -30^\circ$$

线电流也对称



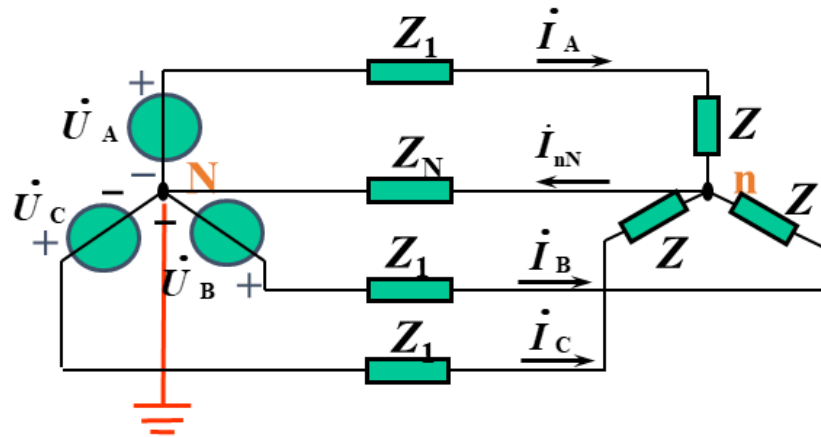
(5) 三相电路

三相制优点：见课后推送的补充材料

对称三相电路：由对称三相电源和对称三相负载联接而成

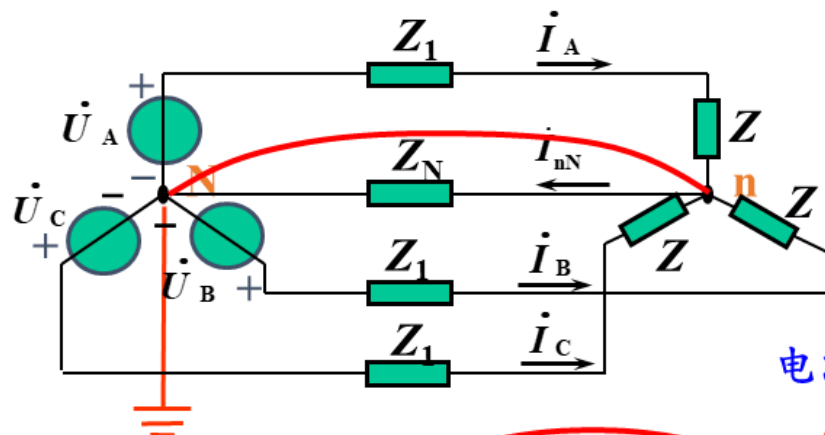
不对称 { 电源不对称 — 程度小(由系统保证)
 负载不对称 — 情况很多

2 对称三相电路的分析



设 $\dot{U}_A = U \angle 0^\circ$
 $\dot{U}_B = U \angle -120^\circ$
 $\dot{U}_C = U \angle +120^\circ$

2 对称三相电路的分析



$$\begin{aligned}\text{设 } \dot{U}_A &= U \angle 0^\circ \\ \dot{U}_B &= U \angle -120^\circ \\ \dot{U}_C &= U \angle +120^\circ\end{aligned}$$

电源中点与负载中点等电位

$$\left(\frac{3}{Z+Z_1} + \frac{1}{Z_N}\right) \dot{U}_{nN} = \frac{\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C}{Z+Z_1} \quad \dot{U}_{nN} = 0$$

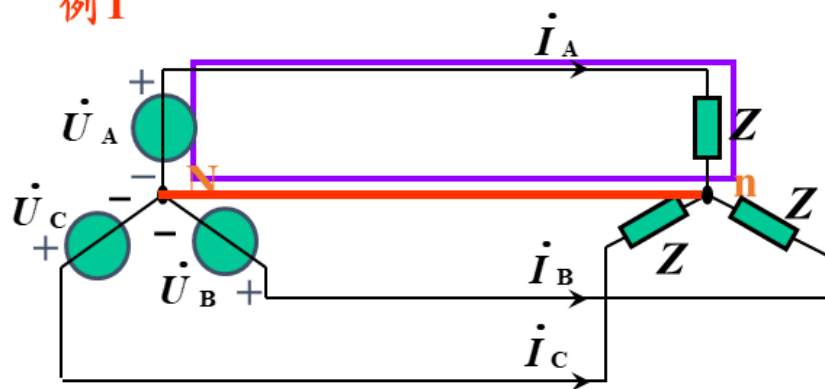
(1) 三个单相可单独计算

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z+Z_1} \quad \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{Z+Z_1} \quad \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{Z+Z_1}$$

(2) $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ 对称

因此可只抽A相计算
抽单相

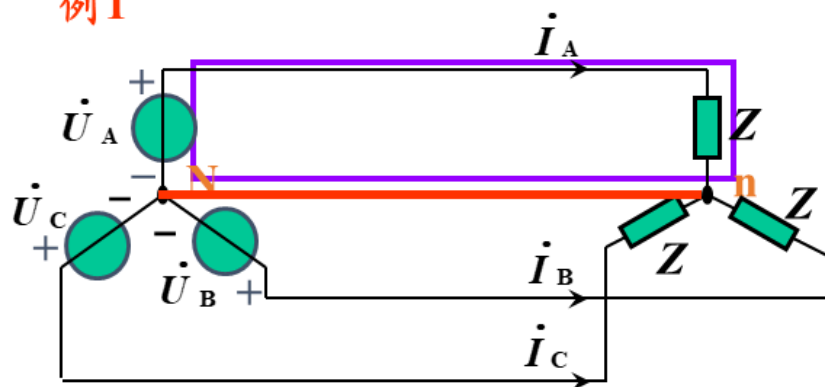
例1



已知对称三相电源的
线电压为380V，对称
负载 $Z=100\angle 30^\circ\Omega$
求线电流。

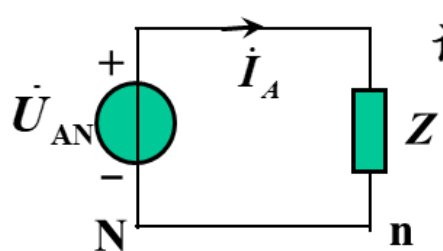
解：连接中线 Nn ，取A相为例计算

例 1



已知对称三相电源的
线电压为380V，对称
负载 $Z=100\angle 30^\circ\Omega$
求线电流。

解：连接中线Nn，取A相为例计算



设 $\dot{U}_{AB} = 380\angle 30^\circ \text{ V}$ 则 $\dot{U}_{AN} = 220\angle 0^\circ \text{ V}$

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_{AN}}{Z} = \frac{220\angle 0^\circ}{100\angle 30^\circ} = 2.2\angle -30^\circ \text{ A}$$

由对称性，得 $\dot{I}_B = 2.2\angle -150^\circ \text{ A}$
 $\dot{I}_C = 2.2\angle 90^\circ \text{ A}$

单选题 1分

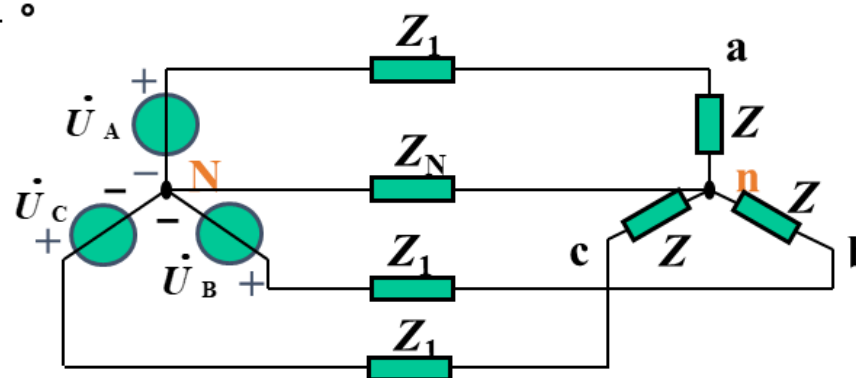
图示对称三相电路中，各相电源电压有效值为220V， $Z=Z_1=10\Omega$ ， $Z_N=50\Omega$
则 $U_{cn} =$ _____。

A 183.33V

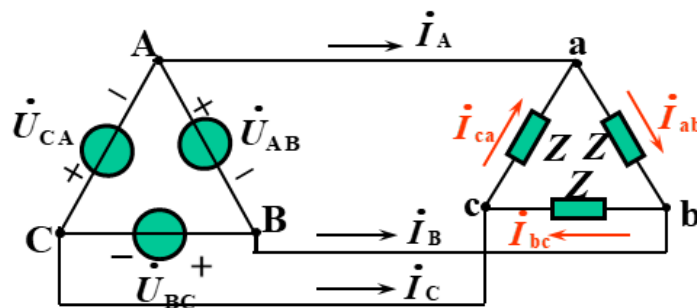
B 220V

C 31.4V

D 110V



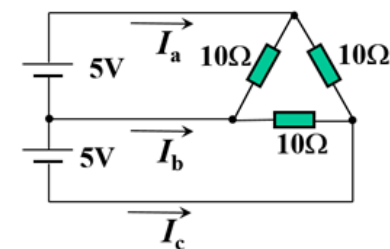
例2



已知对称三相电源的
线电压为380V，对称
负载 $Z=100\angle 30^\circ\Omega$
求线电流。

$I_a = \underline{\hspace{1cm}} \text{ A}$
(最先答对的3位同学有红包)

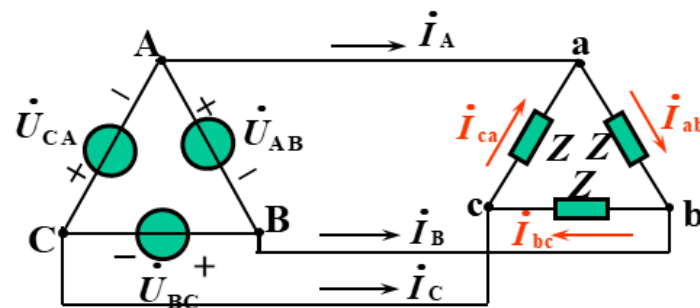
不是所有Y都需要变换成 Δ
反之亦然



- ☐ A 0
- ☐ B 0.5
- ☐ C -0.5
- ☒ D 1.5

提交

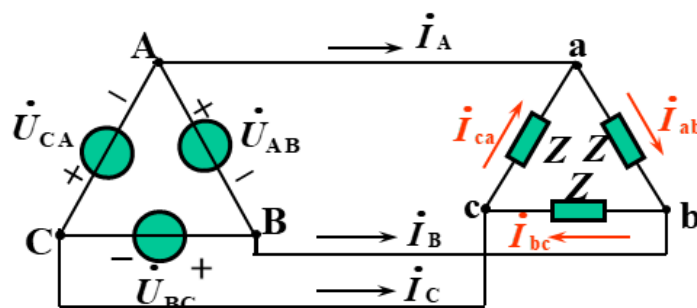
例2



已知对称三相电源的
线电压为380V，对称
负载 $Z=100\angle 30^\circ\Omega$
求线电流。

解1 取负载A相求相电流 \dot{I}_{ab}

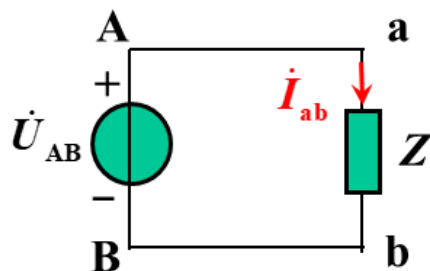
例2



已知对称三相电源的
线电压为380V，对称
负载 $Z=100\angle 30^\circ\Omega$
求线电流。

解1 取负载A相求相电流 \dot{I}_{ab}

设 $\dot{U}_{AB} = 380\angle 0^\circ\text{V}$



$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z} = \frac{380\angle 0^\circ}{100\angle 30^\circ} = 3.8\angle -30^\circ\text{A}$$

$$\dot{I}_A = \sqrt{3} \times 3.8\angle -30^\circ - 30^\circ = 6.58\angle -60^\circ\text{A}$$

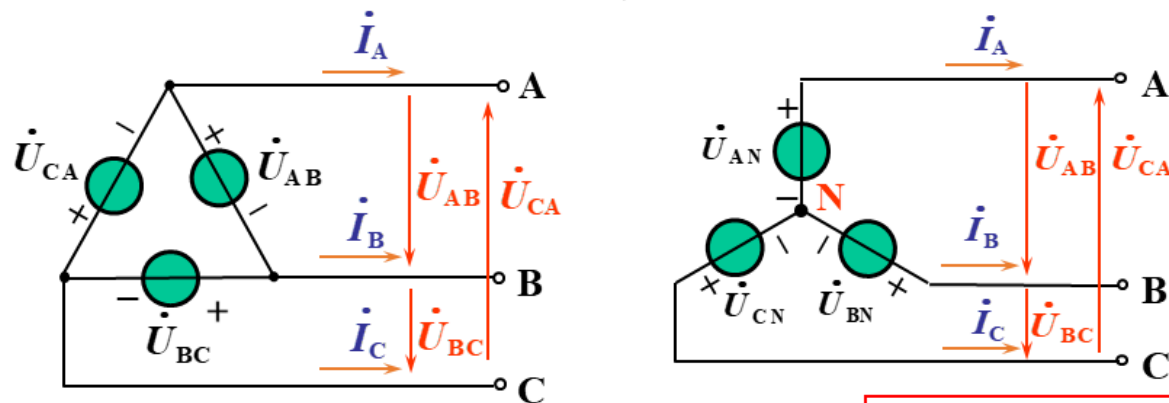
由对称性，得

$$\dot{I}_B = 6.58\angle -180^\circ = -6.58\text{A}$$

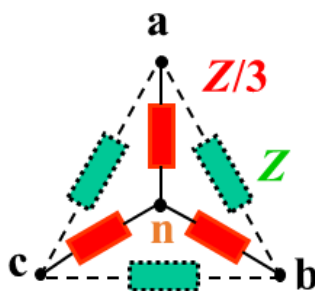
$$\dot{I}_C = 6.58\angle 60^\circ\text{A}$$

解2 化为Y-Y

将 Δ 接电源用Y接电源替代，保证其线电压相等



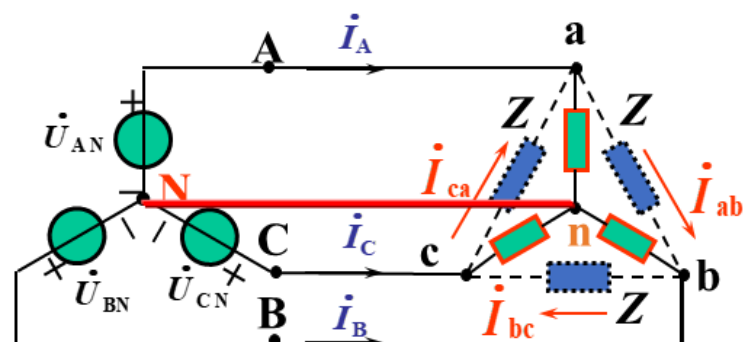
将负载 Δ -Y变换



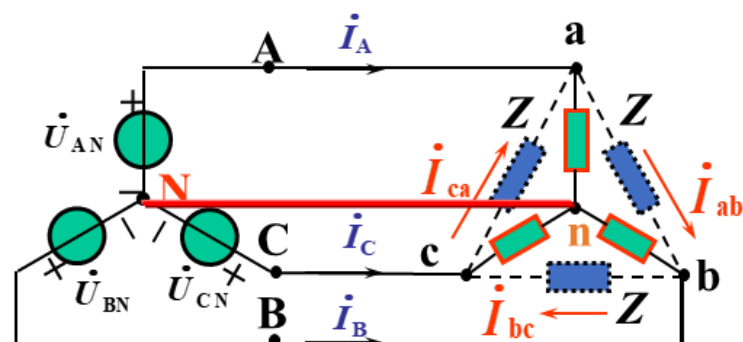
$$\dot{U}_{AN} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{U}_{AB} \angle -30^\circ$$

$$\dot{U}_{BN} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{U}_{BC} \angle -30^\circ$$

$$\dot{U}_{CN} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dot{U}_{CA} \angle -30^\circ$$



解：连接中线Nn，取A相为例计算

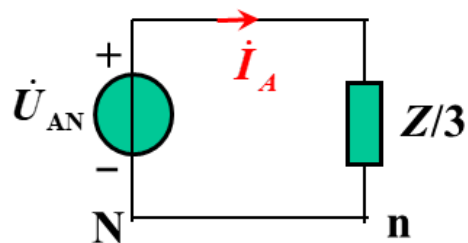


对照解1:

$$i_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z} = \frac{380\angle 0^\circ}{100\angle 30^\circ} = 3.8\angle -30^\circ \text{ A}$$

$$i_A = \sqrt{3} \times 3.8\angle -30^\circ - 30^\circ = 6.58\angle -60^\circ \text{ A}$$

解: 连接中线Nn, 取A相为例计算



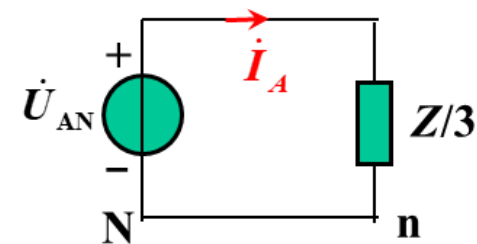
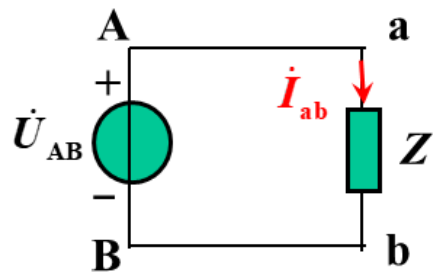
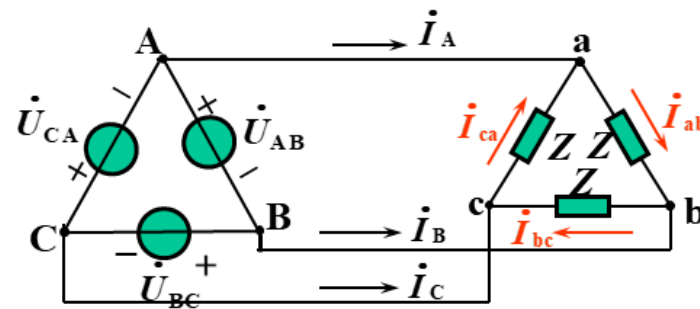
$$\text{设 } \dot{U}_{AB} = 380\angle 0^\circ \text{ V}$$

$$\text{则 } \dot{U}_{AN} = 220\angle -30^\circ \text{ V}$$

$$i_A = \frac{\dot{U}_{AN}}{Z/3} = \frac{220\angle -30^\circ}{100\angle 30^\circ / 3} = 6.6\angle -60^\circ \text{ A}$$

$$\text{由对称性, 得 } i_B = 6.6\angle -180^\circ = -6.6 \text{ A}$$

$$i_C = 6.6\angle 60^\circ \text{ A}$$

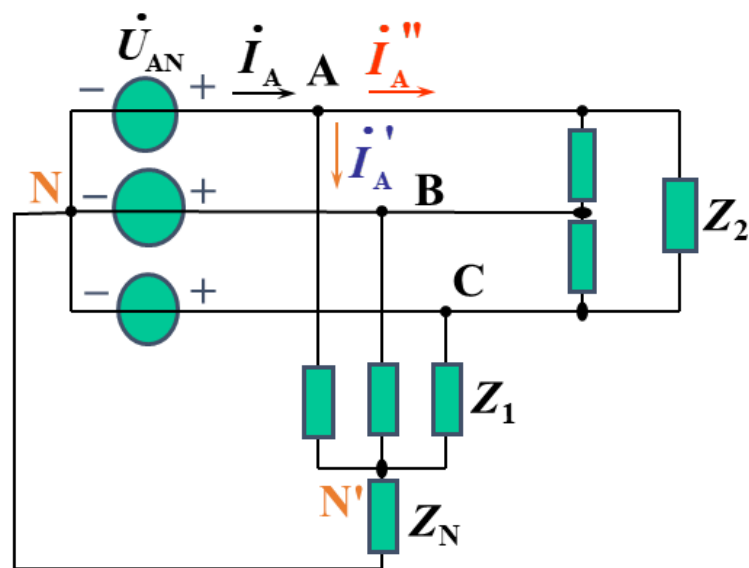


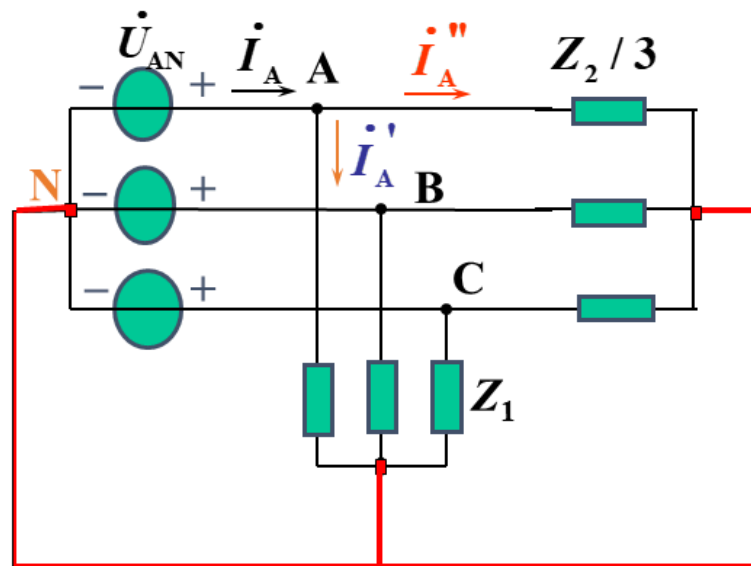
哪种方法好？为什么？

弹幕

例3 如图对称三相电路，电源线电压为380V， $|Z_1|=10\Omega$ ， $\cos\varphi_1=0.6$ (滞后)， $Z_2=-j50\Omega$ ， $Z_N=1+j2\Omega$ 。

求 \dot{I}_A





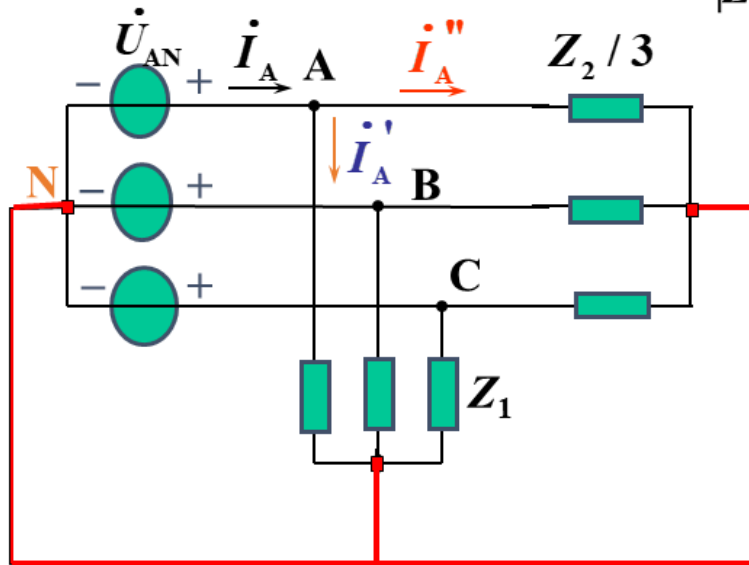
负载进行 Δ —Y变换

短路中线阻抗 Z_n

连接电源和负载中点

画A相计算电路

$$|Z_1|=10\Omega, \cos\varphi_1=0.6(\text{滞后}), Z_2=-j50\Omega$$

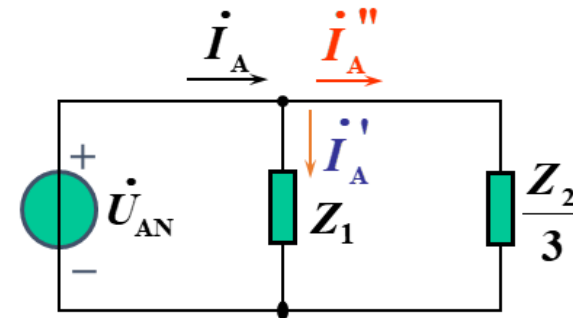


负载进行 Δ —Y变换

短路中线阻抗 Z_n

连接电源和负载中点

画A相计算电路



设 $\dot{U}_{AB} = 380\angle 30^\circ \text{ V}$

$$\dot{U}_{AN} = 220\angle 0^\circ \text{ V}$$

$$\dot{I}_A = 13.9\angle -18.4^\circ \text{ A}$$

其余课后计算

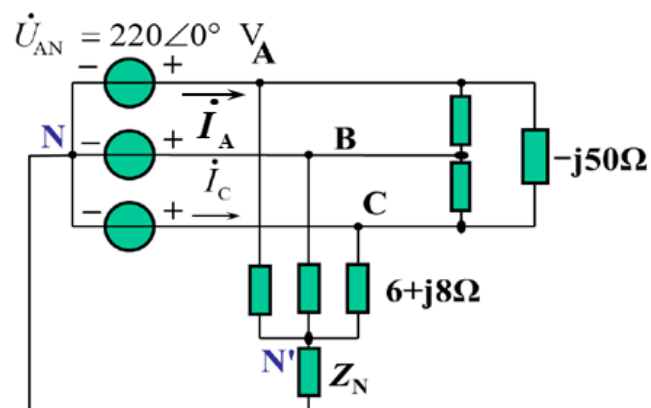
单选题 1分

对称三相电路中， $Z_N=1\Omega$ ，

其他参数如图所示，

则 $\dot{I}_C =$

- A $6.5 \angle 101.6^\circ$
- B $6.5 \angle -101.6^\circ$
- C $13.9 \angle 101.6^\circ$**
- D $13.9 \angle -138.4^\circ$



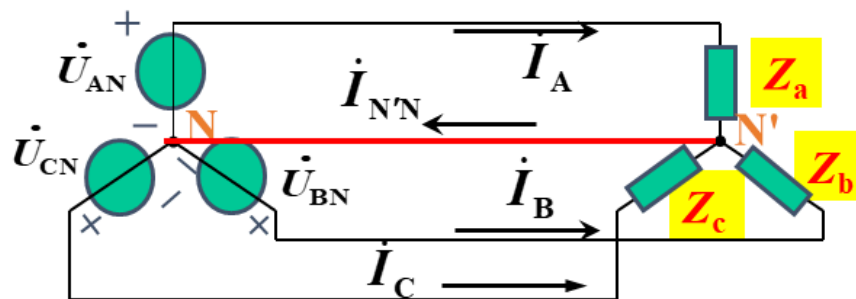
$$\dot{I}_A = 13.9 \angle -18.4^\circ \text{ A}$$

对称三相电路的一般计算方法

- (1) 将所有三相电源、负载都化为等值Y连接；
- (2) 连接各负载和电源中点，中线上若有阻抗则不计；
- (3) 画出A相计算电路，求出A相的电压、电流；
- (4) 根据 Δ 接、Y接时线量、相量之间的关系和对称性，求出原电路其他相的电流、电压。

3 不对称三相电路分析简介

(1) 有中线



(1) 负载上的相电压仍为对称三相电压；

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_{AN}}{Z_a} \quad \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_{BN}}{Z_b} \quad \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{CN}}{Z_c}$$

各相可分别计算

(2) 由于三相负载不对称，则三相电流不对称；

不能只抽A相

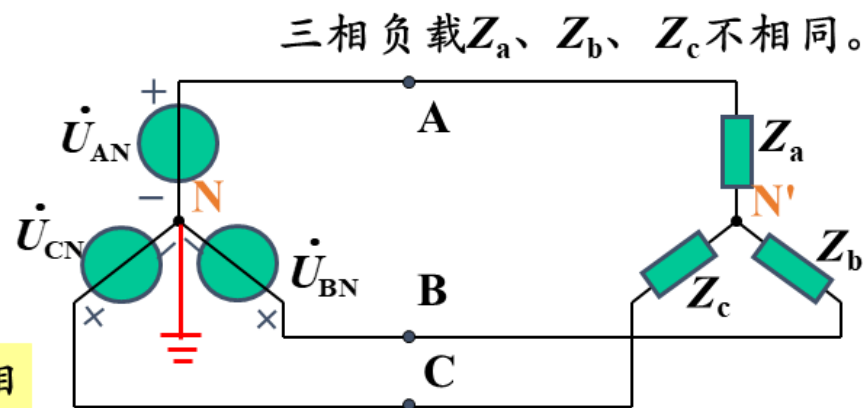
$$\dot{I}_{N'N} = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{AN}}{Z_a} + \frac{\dot{U}_{BN}}{Z_b} + \frac{\dot{U}_{CN}}{Z_c} \neq 0$$

(3) 中线电流一般不为零。

(2) 无中线

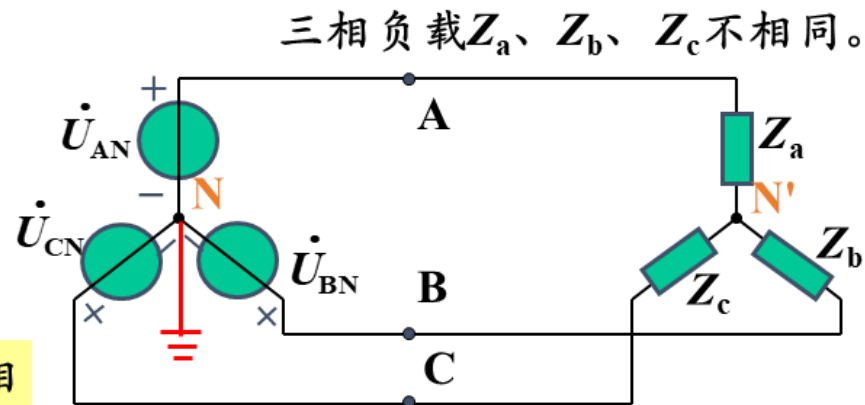
无法分别计算各相

节点电压法



(2) 无中线

无法分别计算各相



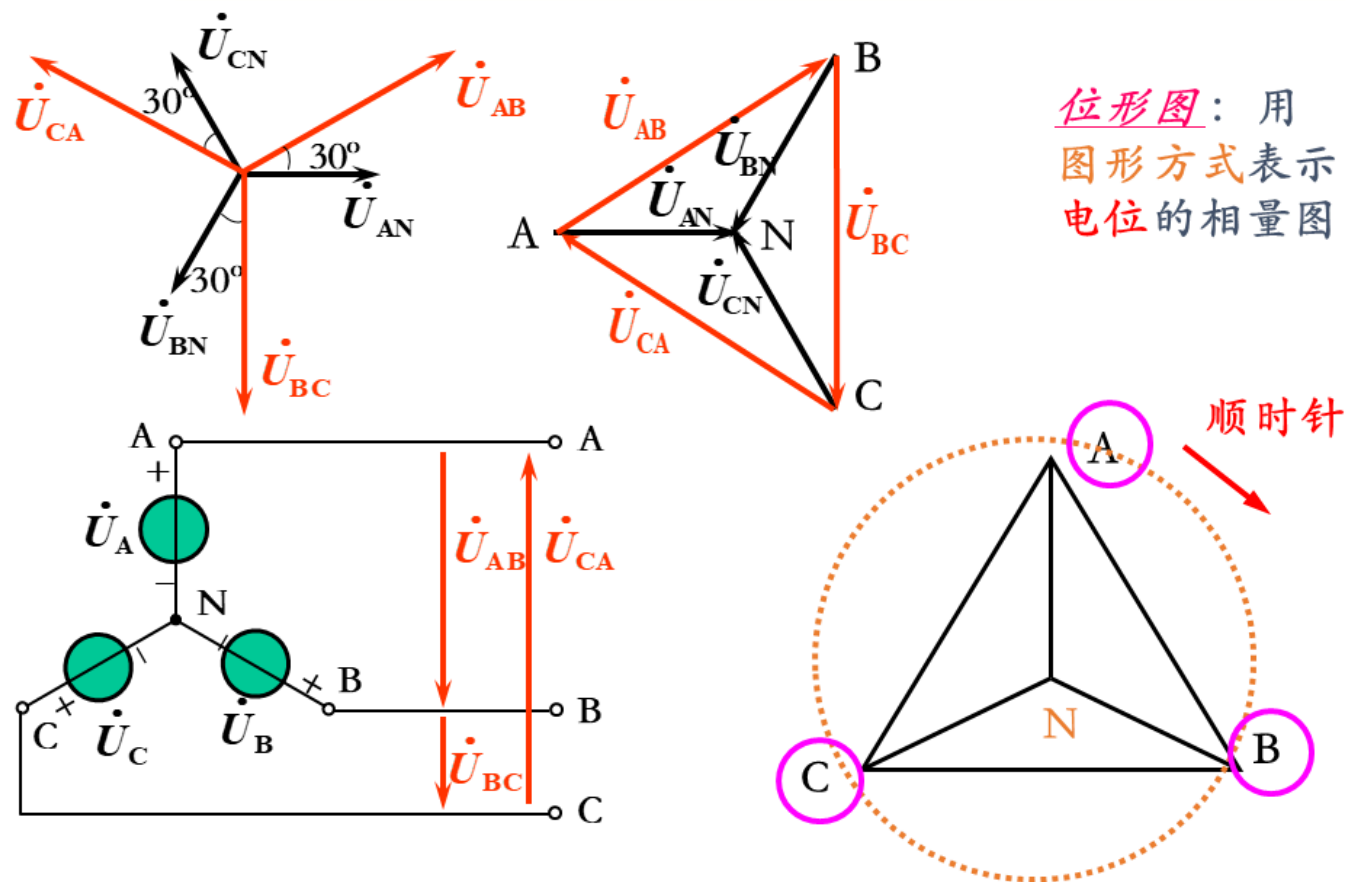
节点电压法

$$\dot{U}_{N'N} = \frac{\dot{U}_{AN}/Z_a + \dot{U}_{BN}/Z_b + \dot{U}_{CN}/Z_c}{1/Z_a + 1/Z_b + 1/Z_c} \neq 0$$

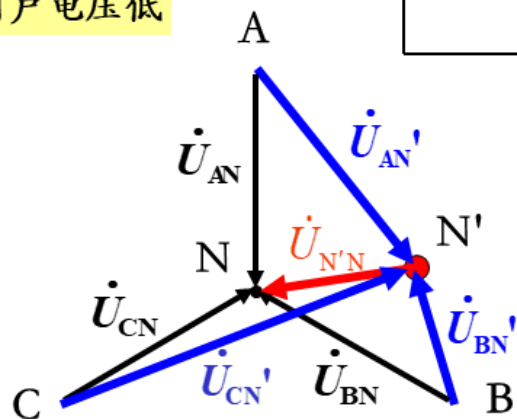
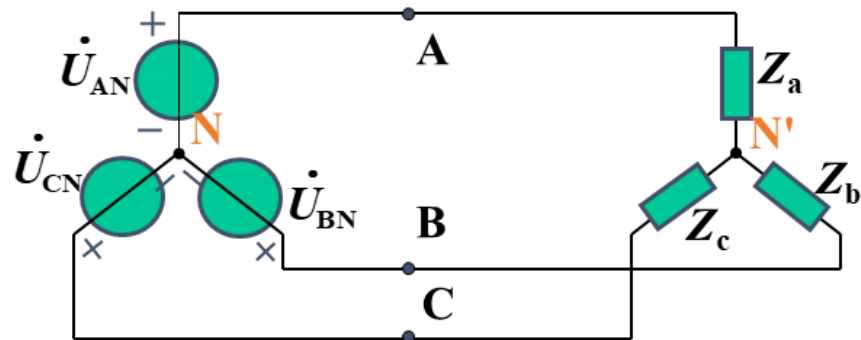
负载各相电压：

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{AN'} &= \dot{U}_{AN} - \dot{U}_{N'N} \\ \dot{U}_{BN'} &= \dot{U}_{BN} - \dot{U}_{N'N} \\ \dot{U}_{CN'} &= \dot{U}_{CN} - \dot{U}_{N'N} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{负载相电压不对称} \\ \text{线(相)电流也不对称} \end{array}$$

相量图 以N为参考点，图中各点的电位由该点与N点的距离决定



有的用户电压高
有的用户电压低



$$\dot{U}_{N'N} \neq 0$$

$$\dot{U}_{AN'} = \dot{U}_{AN} - \dot{U}_{N'N}$$

$$\dot{U}_{BN'} = \dot{U}_{BN} - \dot{U}_{N'N}$$

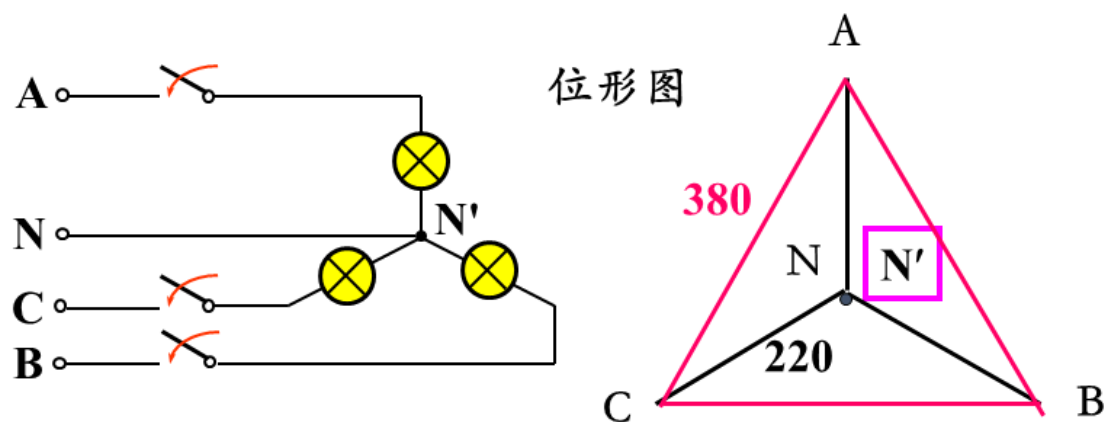
$$\dot{U}_{CN'} = \dot{U}_{CN} - \dot{U}_{N'N}$$

负载中点与电源中点不重合，这个现象称为**中点位移**。

$\dot{U}_{N'N}$ 称为中点位移电压

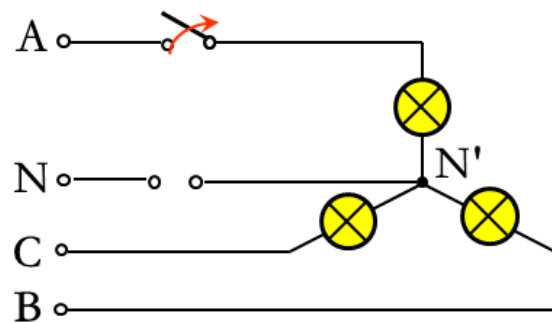
例1 照明电路。

(1) 正常情况下，三相四线制，中线阻抗为零。

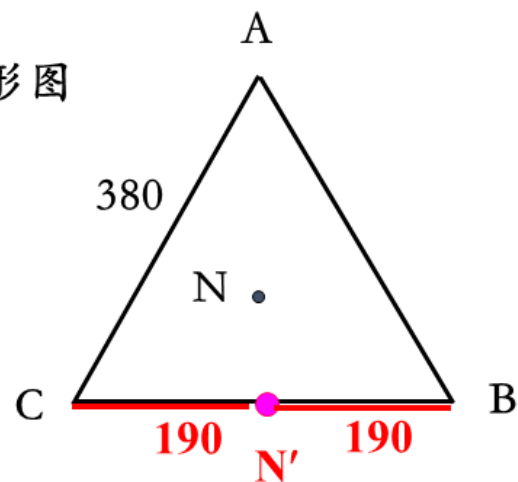


N' 在哪里?

(2) 假设 **中线断了** (三相三线制), A相电灯没有接入电路 (三相不对称)



位形图

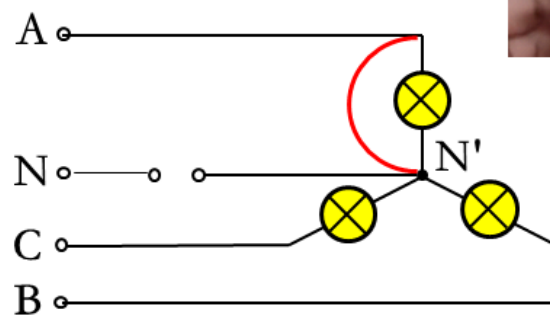


灯泡未在额定电压下工作, 灯光昏暗。

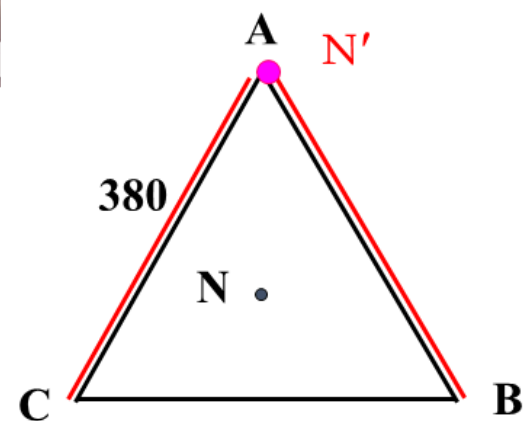
N' 在哪里?

弹幕

(3) 中线断了且A相短路



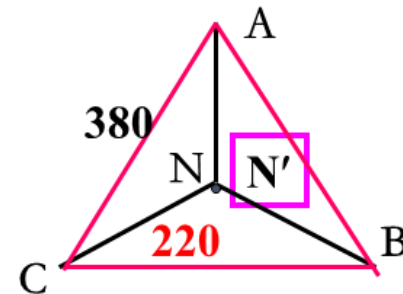
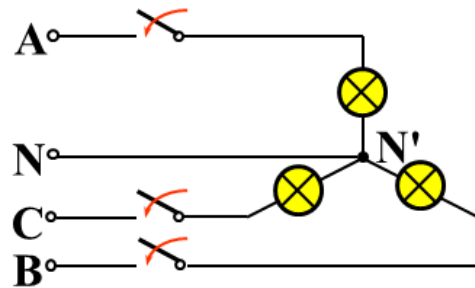
位形图



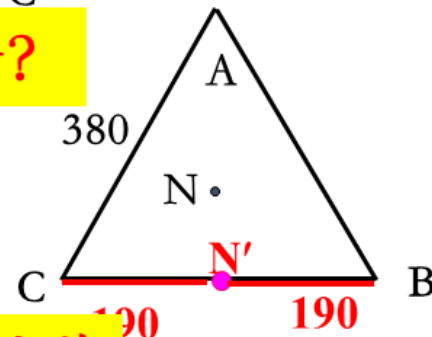
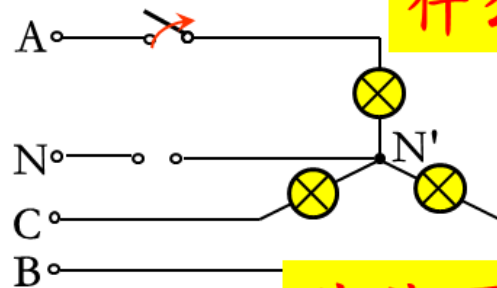
灯泡电压超过额定工作电压，烧坏了。

N' 在哪里?

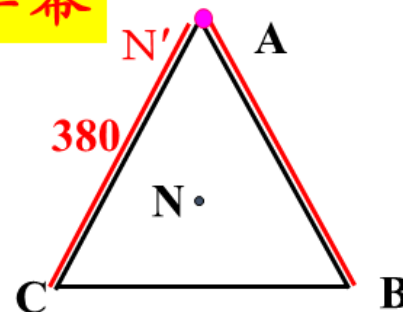
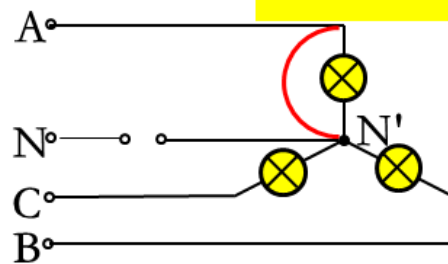
弹幕



什么结论?



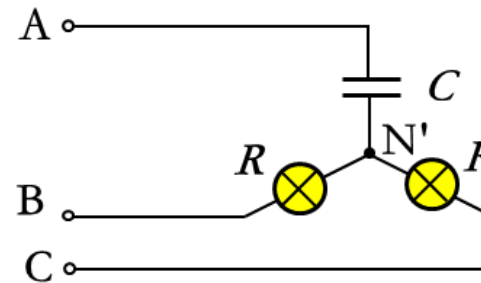
此处可以有弹幕



39

Principles of Electric Circuits Lecture 19 Tsinghua University 2023

例2 已知 $1/(\omega C)=R$,
三相电源对称。
求：灯泡承受的电压。



解

设 $\dot{U}_{AN} = U \angle 0^\circ \text{V}$, $\dot{U}_{BN} = U \angle -120^\circ \text{V}$, $\dot{U}_{CN} = U \angle 120^\circ \text{V}$

$$\dot{U}_{N'N} = \frac{j\omega C \dot{U}_{AN} + \dot{U}_{BN}/R + \dot{U}_{CN}/R}{j\omega C + 1/R + 1/R} = \frac{j\dot{U}_{AN} + \dot{U}_{BN} + \dot{U}_{CN}}{2 + j1} \rightarrow -\dot{U}_{AN}$$

$$= \frac{(-1 + j)\dot{U}_{AN}}{2 + j1} = 0.632 \angle 108.4^\circ \dot{U}_{AN} = 0.632U \angle 108.4^\circ \text{V}$$

$$\dot{U}_{BN'} = \dot{U}_{BN} - \dot{U}_{N'N} = U \angle -120^\circ - 0.632U \angle 108.4^\circ = 1.5U \angle -101.5^\circ \text{V}$$

$$\dot{U}_{CN'} = \dot{U}_{CN} - \dot{U}_{N'N} = U \angle 120^\circ - 0.632U \angle 108.4^\circ = 0.4U \angle 138.4^\circ \text{V}$$

假设灯泡承载 $1.5U$ 电压不会坏
这个电路什么实际应用功能？

此处可以有弹幕

19 Tsinghua University 2023

4 三相电路的功率

(1) 对称三相电路的平均功率

一相负载的功率 $P_p = U_p I_p \cos \varphi_p$

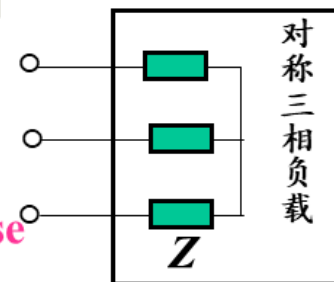
三相总功率 $P_3 = 3P_p = 3U_p I_p \cos \varphi_p$

Y接: $U_L = \sqrt{3}U_p, I_L = I_p$

line $\rightarrow P_3 = 3 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} U_L I_L \cos \varphi_p = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi_p$

Δ 接: $U_L = U_p, I_L = \sqrt{3}I_p$

$$P_3 = 3U_L \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} I_L \cos \varphi_p = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi_p$$



$$Z = |Z| \angle \varphi_p$$

注意: φ_p 为相电压与相电流的相位差角(Y接负载单相阻抗角)。

(2) 对称三相电路的无功功率

$$Q_3 = 3U_P I_P \sin \varphi_P = \sqrt{3} U_L I_L \sin \varphi_P$$

(3) 对称三相电路的复功率

$$\bar{S}_3 = 3\dot{U}_P \dot{I}_P^*$$

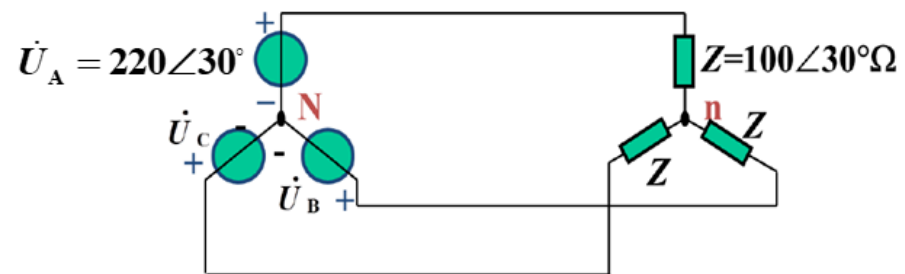
(4) 对称三相电路的瞬时功率

$$p = p_A + p_B + p_C = 3U_P I_P \cos \varphi_P = P$$

单选题 1分

对称三相电路如图所示，已知 $\dot{U}_A = 220\angle 30^\circ$ ，则三相负载吸收的有功功率为

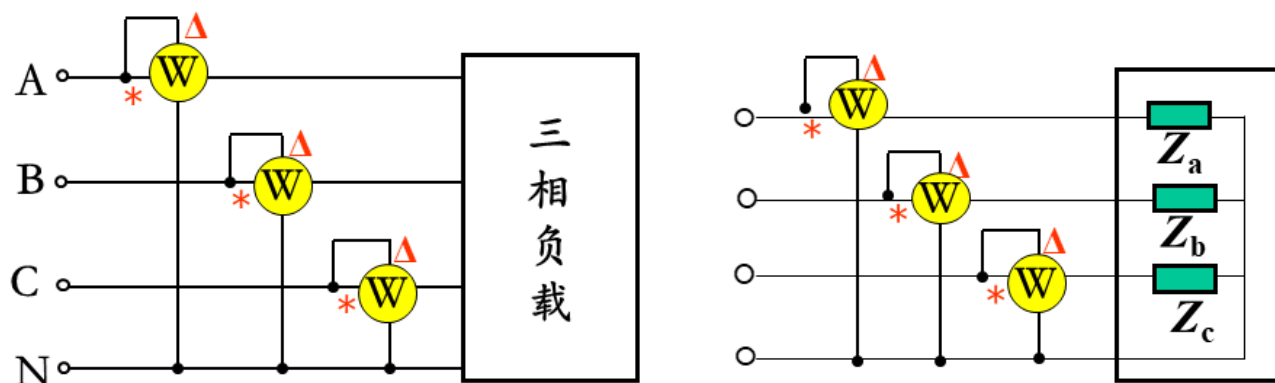
- A** 1257W
- B 1452W
- C 419W
- D 726W



(5) 三相电路功率的测量 (可以不对称)

(a) 三表法: $P_{\text{总}} = P_A + P_B + P_C$

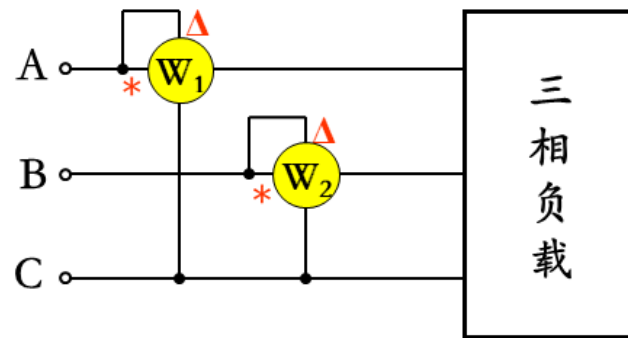
适用于
三相四线制



若负载对称, 则需一块表, 读数乘以3。

如果是三相三线制怎么办？

(b) 二表法：



若 W_1 的读数为 P_1 ， W_2 的读数为 P_2 ，则 $P_{\text{总}}=P_1+P_2$
即为三相总功率。

证明：(设负载为Y接)

$$P_{\text{总}} = u_{AN} i_A + u_{BN} i_B + u_{CN} i_C$$

$$i_C = -(i_A + i_B)$$

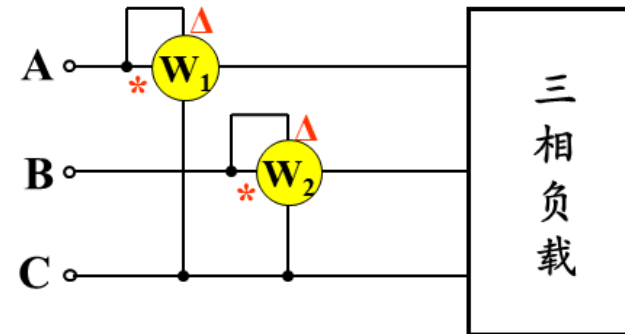
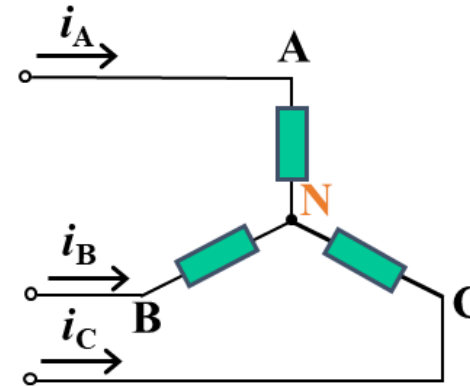
$$P_{\text{总}} = (u_{AN} - u_{CN}) i_A + (u_{BN} - u_{CN}) i_B$$

$$= u_{AC} i_A + u_{BC} i_B$$

$$P_{\text{总}} = U_{AC} I_A \cos \varphi_1 + U_{BC} I_B \cos \varphi_2$$

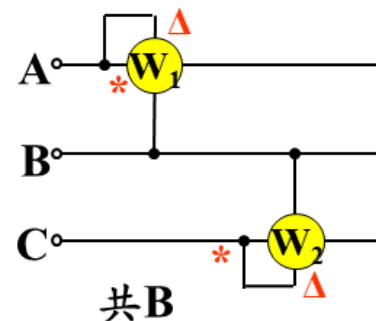
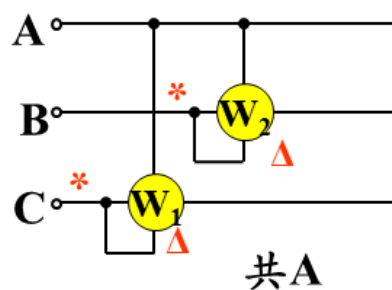
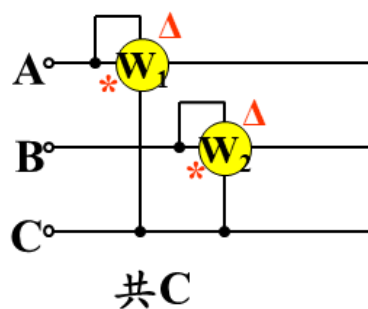
φ_1 : u_{AC} 领先 i_A 的相位角,

φ_2 : u_{BC} 领先 i_B 的相位角。



注意:

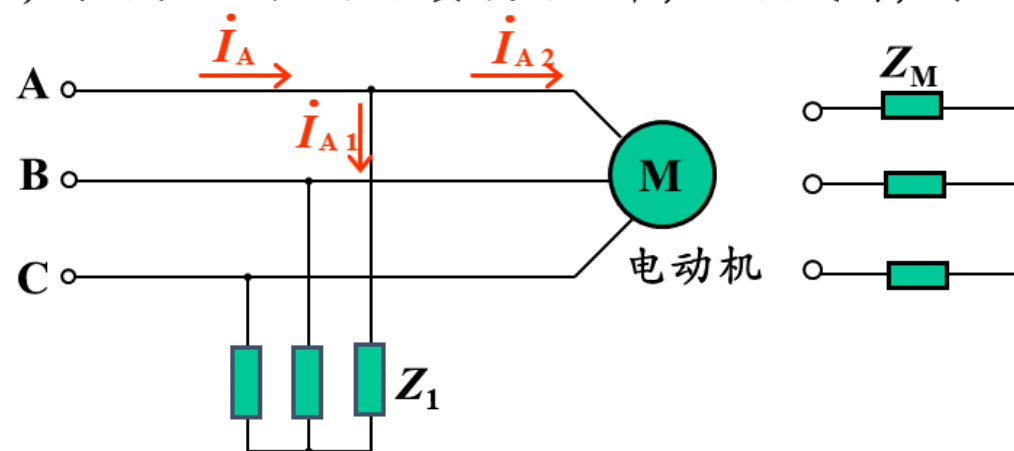
1. 只有在 $i_A + i_B + i_C = 0$ 这个条件下, 才能用二表法。二表法不能用于不对称三相四线制, 但对称三相四线制可用。
2. 两块表读数的代数和为三相总功率, 单块表的单独读数无意义。
3. 按正确极性接线时, 二表中可能有一个表的读数为负。
4. 两表法测三相功率的接线方式有三种。



例: $U_L=380V$, $Z_1=30+j40\Omega$, 电动机 $P_M=1700W$, $\cos\varphi=0.8$ (滞后)。

求: (1) 线电流和电源发出总功率;

(2) 用两表法测电动机负载的功率, 画接线图, 求两表读数。

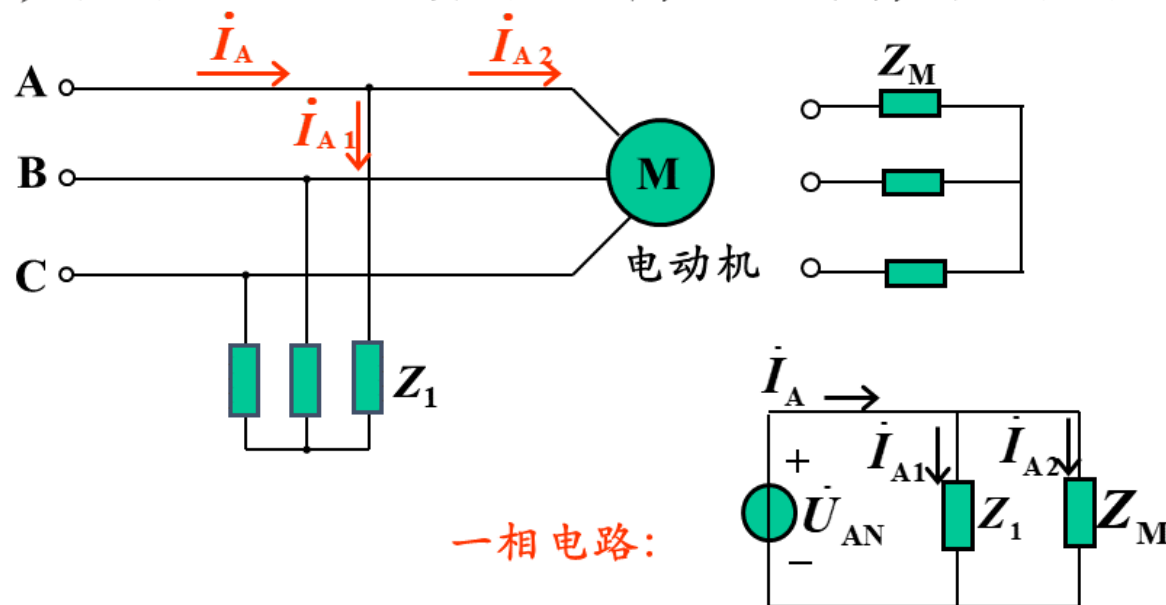


一相电路:

例: $U_L=380V$, $Z_1=30+j40\Omega$, 电动机 $P_M=1700W$, $\cos\varphi=0.8$ (滞后)。

求: (1) 线电流和电源发出总功率;

(2) 用两表法测电动机负载的功率, 画接线图, 求两表读数。



一相电路:

$U_L = 380\text{V}$, $Z_1 = 30 + j40\Omega$, 电动机 $P_M = 1700\text{W}$, $\cos\varphi = 0.8$ (滞后)。

解

(1) 设 $\dot{U}_{AN} = 220\angle 0^\circ \text{ V}$

$$\dot{I}_{A1} = \frac{\dot{U}_{AN}}{Z_1} = \frac{220\angle 0^\circ}{30 + j40} = 4.41\angle -53.1^\circ \text{ A}$$

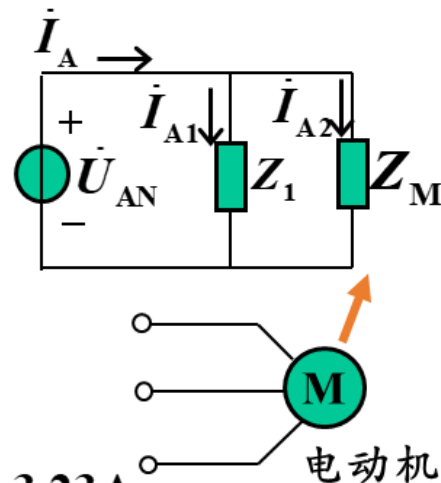
电动机负载:

$$P_M = \sqrt{3}U_L I_{A2} \cos\varphi = 1700\text{W}$$

$$I_{A2} = \frac{P_M}{\sqrt{3}U_L \cos\varphi} = \frac{P_M}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 3.23\text{A}$$

$\cos\varphi = 0.8$ (滞后), $\varphi = 36.9^\circ$ \longrightarrow

$$\dot{I}_{A2} = 3.23\angle -36.9^\circ \text{ A}$$



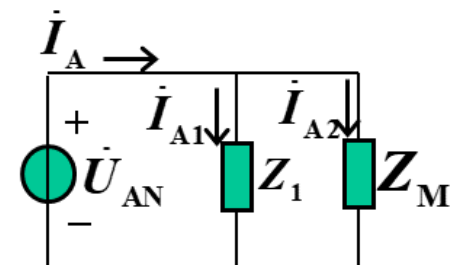
Y接模型单相阻抗角

A相电压电流相位差

$$\dot{U}_{AN} = 220 \angle 0^\circ \text{ V} \quad \dot{I}_{A1} = 4.41 \angle -53.1^\circ \text{ A}$$

总电流:

$$\dot{I}_{A2} = 3.23 \angle -36.9^\circ \text{ A}$$



$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} \\ &= 4.41 \angle -53.1^\circ + 3.23 \angle -36.9^\circ = 7.56 \angle -46.2^\circ \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{总}} &= \sqrt{3} U_L I_A \cos \varphi_{P_{\text{总}}} \quad \varphi_{P_{\text{总}}} = \psi_{\dot{U}_{AN}} - \psi_{\dot{I}_A} = 46.2^\circ \\ &= \sqrt{3} \times 380 \times 7.56 \times \cos 46.2^\circ = 3.44 \text{ kW} \end{aligned}$$

(2) 两表的接法如图。

$$\dot{U}_{AN} = 220\angle 0^\circ \text{ V}$$

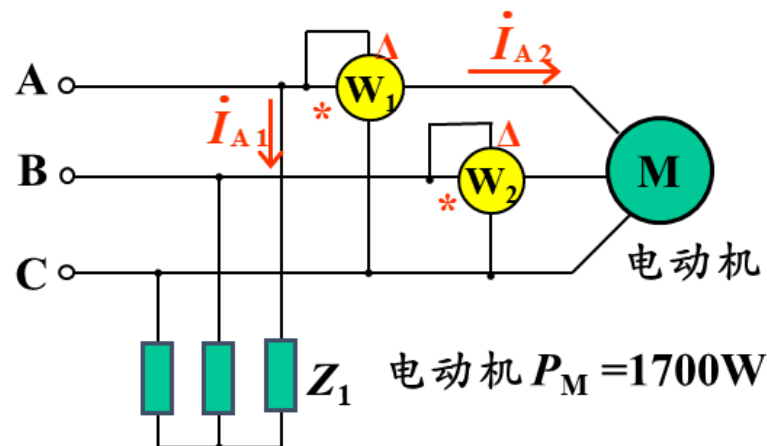
$$\dot{I}_{A2} = 3.23\angle -36.9^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{B2} = 3.23\angle -156.9^\circ \text{ A}$$

$$\dot{U}_{AB} = 380\angle 30^\circ \text{ V}$$

$$\begin{aligned}\dot{U}_{AC} &= -\dot{U}_{CA} = -380\angle 150^\circ \text{ V} \\ &= 380\angle -30^\circ \text{ V}\end{aligned}$$

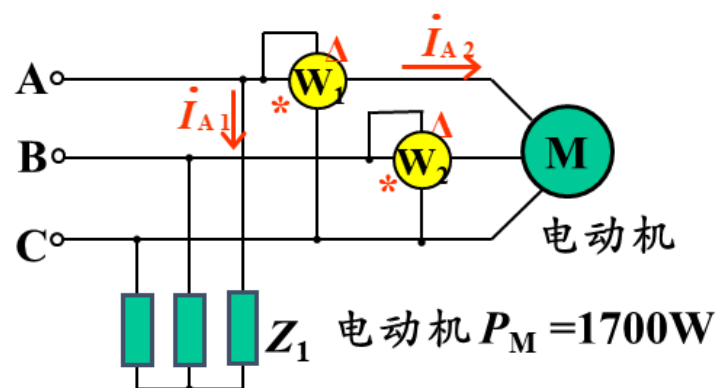
$$\dot{U}_{BC} = 380\angle -90^\circ \text{ V}$$



单选题 1分

表 W_1 的读数为：
(红包)

- A 1219W
- B 1227.4W**
- C 481.5W
- D -1219W



$$\dot{I}_{A2} = 3.23 \angle -36.9^\circ \text{ A} \quad \dot{I}_{B2} = 3.23 \angle -156.9^\circ \text{ A}$$

$$\dot{U}_{AC} = -\dot{U}_{CA} = 380 \angle -30^\circ \text{ V} \quad \dot{U}_{BC} = 380 \angle -90^\circ \text{ V}$$

(2) 两表的接法如图。

$$\dot{I}_{A2} = 3.23 \angle -36.9^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{B2} = 3.23 \angle -156.9^\circ \text{ A}$$

$$\dot{U}_{AB} = 380 \angle 30^\circ \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_{AC} &= -\dot{U}_{CA} = -380 \angle 150^\circ \text{ V} \\ &= 380 \angle -30^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

$$\dot{U}_{BC} = 380 \angle -90^\circ \text{ V}$$

表 W_1 的读数: $P_1 = U_{AC} I_{A2} \cos \varphi_1 = 380 \times 3.23 \cos(-30^\circ + 36.9^\circ)$

$$= 380 \times 3.23 \cos(6.9^\circ) = 1219 \text{ W}$$

表 W_2 的读数: $P_2 = U_{BC} I_{B2} \cos \varphi_2 = 380 \times 3.23 \cos(-90^\circ + 156.9^\circ)$

$$= 380 \times 3.23 \cos(66.9^\circ) = 481 \text{ W}$$

