

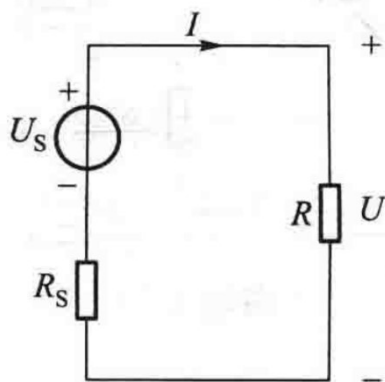
电工与电子技术复习要点

一、电路的基本概念与定律

1. 电压、电流的参考方向。
2. 电路中功率平衡的概念及功率的计算。
3. 电路中电位的计算。
4. 元件开路和短路时是否有电压和电流。
5. 欧姆定律，基尔霍夫定律的应用。

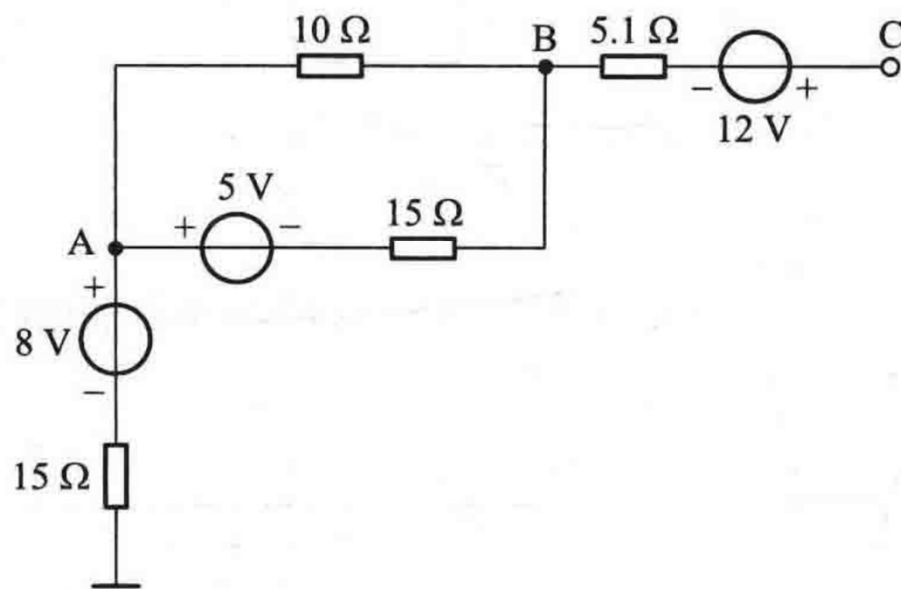
1.4 一直流电源的电路模型如图题 1.4 所示,电源的额定电压 $U_N = 220\text{ V}$,额定功率 $P_N = 10\text{ kW}$,内阻 $R_s = 0.6\Omega$,负载电阻 $R = 10\Omega$ 。试求:

- (1) 电源的额定电流以及电源电压 U_s ;
- (2) 电源带 1 个负载时,电源的输出电流、端电压及输出功率;
- (3) 电源带 5 个这样的负载时,电源的输出电流、端电压及功率。

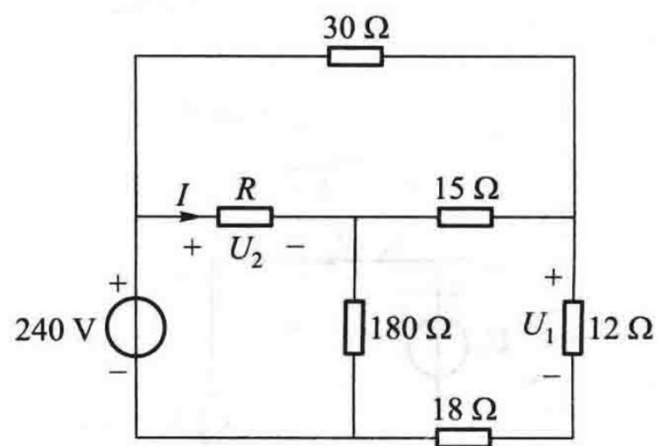


图题 1.4

1.7 电路如图题 1.7 所示,试计算 A、B、C 各点的电位。

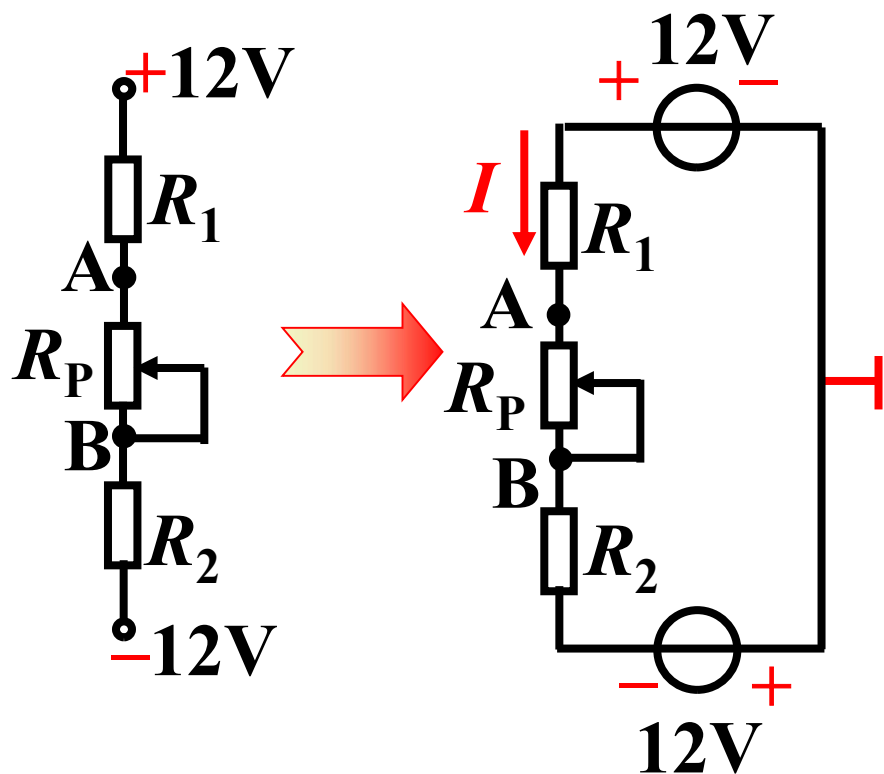


1.10 电路如图题 1.10 所示,欲使 U_1 等于 60 V, R 应选用多大的电阻? 并计算 R 两端的电压 U_2 以及流过 R 的电流 I 。



图题 1.10

例：电路如下图所示，(1) 零电位参考点在哪里？画电路图表示出来。(2) 当电位器 R_P 的滑动触点向下滑动时，A、B两点的电位增高了还是降低了？



解：(1) 电路如左图，零电位参考点为+12V电源的“-”端与-12V电源的“+”端的联接处。

$$(2) \quad V_A = -IR_1 + 12$$

$$V_B = IR_2 - 12$$

当电位器 R_P 的滑动触点向下滑动时，回路中的电流 I 减小，所以A电位增高、B点电位降低。

二、电路的分析方法

1. 电阻的串、并联及等效电路；分压公式与分流公式要牢记。

2. 两种电源的等效变换。

3. 支路电流法。

注意1：列回路电压方程时要避开电流源支路。

注意1：列结点电流方程时，方程数为 $n-1$ ；列回路电压方程时，方程数为网孔数。

4. 结点电压法。

注意1：列两个结点电压方程时，电流源支路中的电阻相当短路。

5. 叠加原理。

注意1：电压源不起作用时相当短路，电流源不起作用时相当开路。

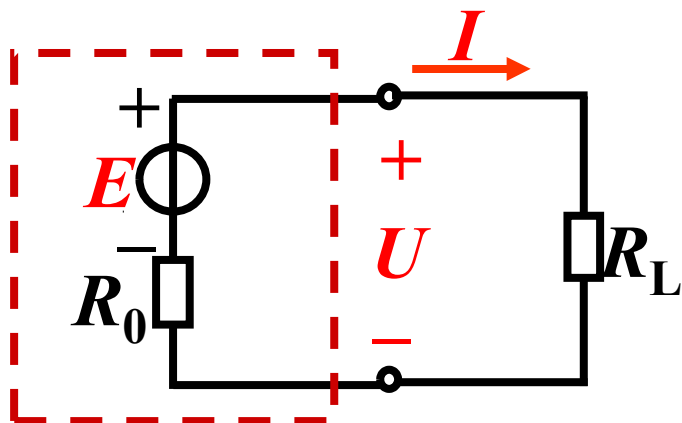
注意2：电路中有三个电源时，将电源分成组，还是叠加两次。

6. 戴维南定理。

电压源的电压等于有源一端口网络的开路电压，

电阻等于有源一端口网络对应的无源一端口网络的等效电阻。

电压源与电流源的等效变换

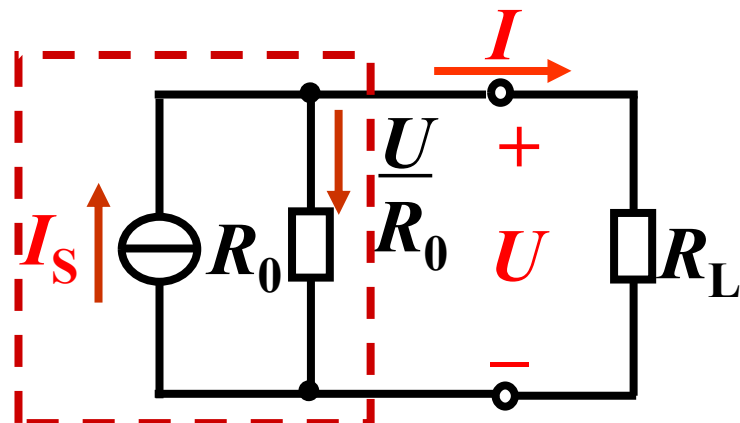


电压源

由图a:

$$U = E - IR_0$$

等效变换条件:
$$\begin{cases} E = I_S R_0 \\ I_S = \frac{E}{R_0} \end{cases}$$

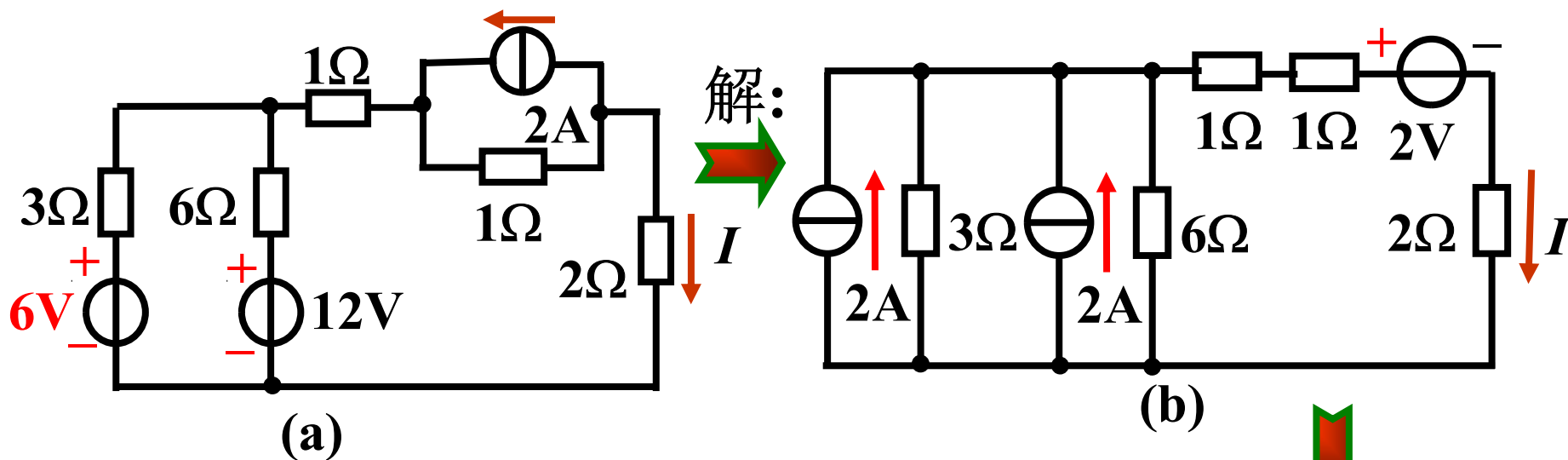


电流源

由图b:

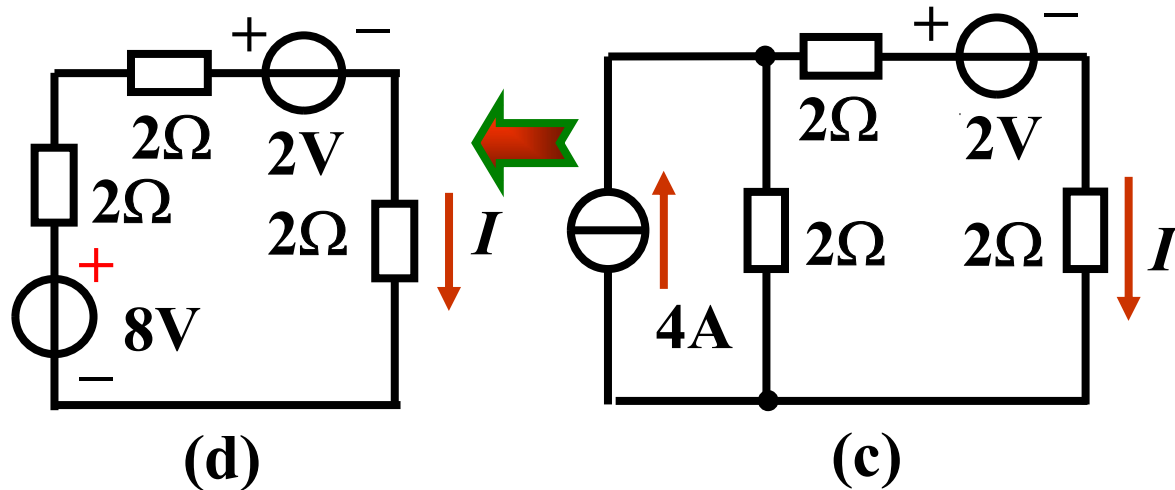
$$U = I_S R_0 - IR_0$$

例2.1: 试用电压源与电流源等效变换的方法
计算 2Ω 电阻中的电流。

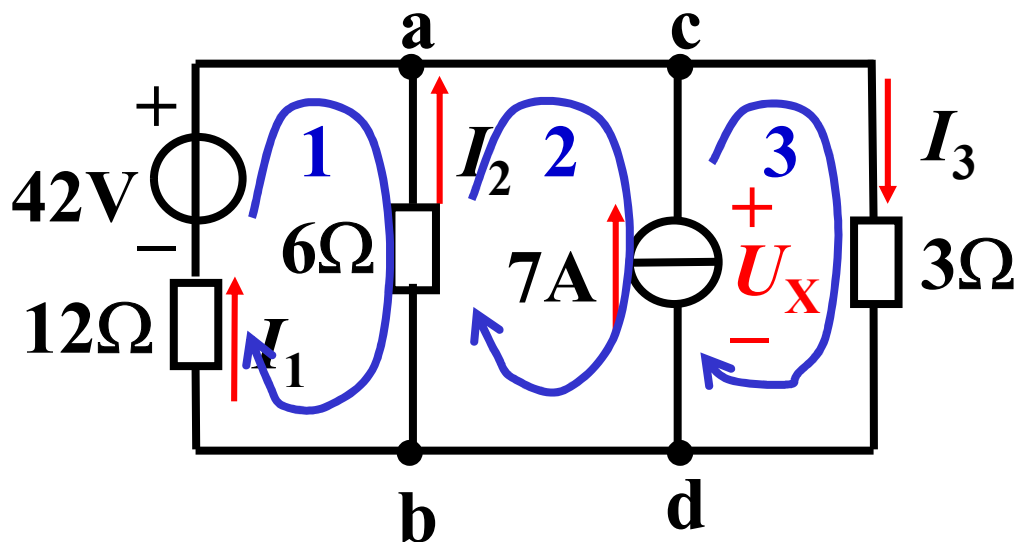


由图(d)可得

$$I = \frac{8 - 2}{2 + 2 + 2} \text{ A} = 1 \text{ A}$$



例2.2：试用支路电流法求各支路电流。



注意：

1. 支路数 $b=4$ ，但电流源支路的电流已知，则未知数只有3个，只需列写3个方程。
2. 因电流源两端的电压未知，列KVL方程时要避开电流源支路。

(1) 应用KCL列结点电流方程，
方程数为 $n-1$

对结点 a: $I_1 + I_2 - I_3 = -7$

(2) 应用KVL列电压方程，方程数为网孔数

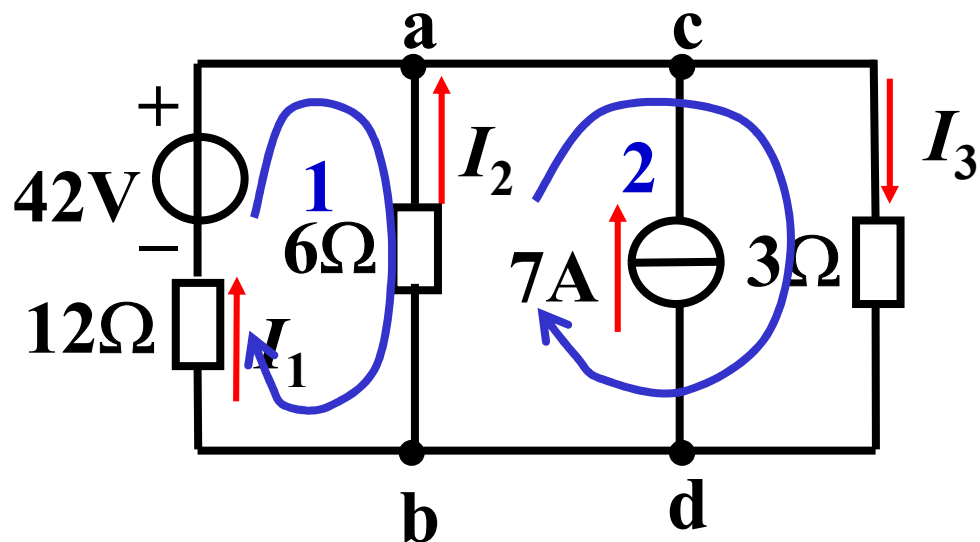
对回路1: $12I_1 - 6I_2 = 42$

对回路2: $6I_2 + U_x = 0$

对回路3: $-U_x + 3I_3 = 0$

(3) 联立解得: $I_1 = 2A$, $I_2 = -3A$, $I_3 = 6A$

例2.2：试用支路电流法求各支路电流。



(1) 应用KCL列结点电流方程

对结点 **a**: $I_1 + I_2 - I_3 = -7$

(2) 应用KVL列回路电压方程

对回路**1**: $12I_1 - 6I_2 = 42$

对回路**2**: $6I_2 + 3I_3 = 0$

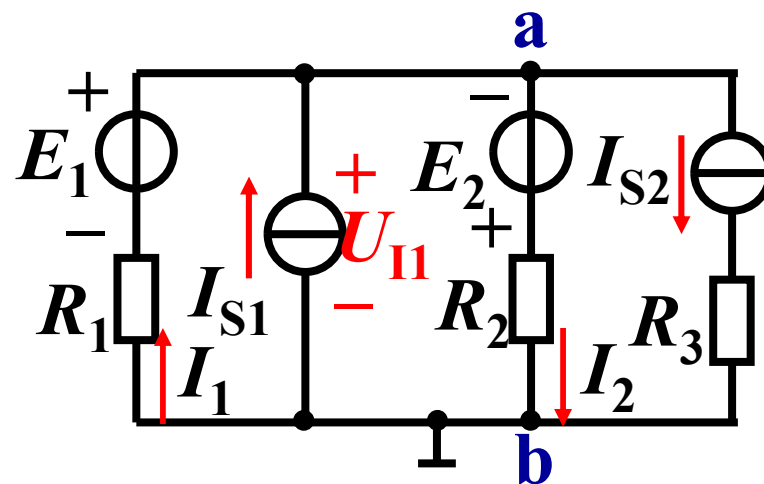
(3) 联立解得: $I_1 = 2\text{A}$, $I_2 = -3\text{A}$, $I_3 = 6\text{A}$

例2.3: 利用结点电压法求 U_{ab}

已知: $E_1=50\text{ V}$ 、 $E_2=30\text{ V}$

$I_{S1}=7\text{ A}$ 、 $I_{S2}=2\text{ A}$

$R_1=2\ \Omega$ 、 $R_2=3\ \Omega$ 、 $R_3=5\ \Omega$

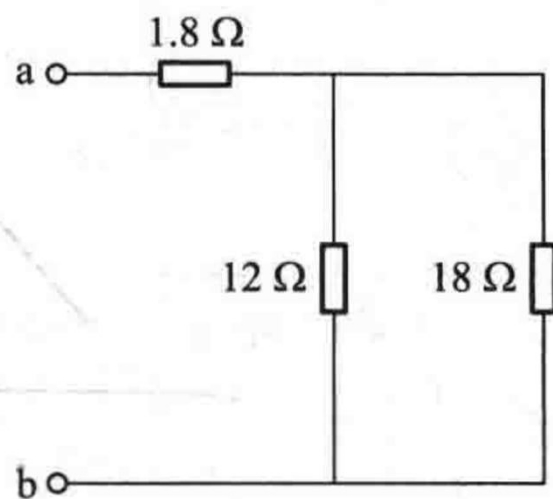


解:

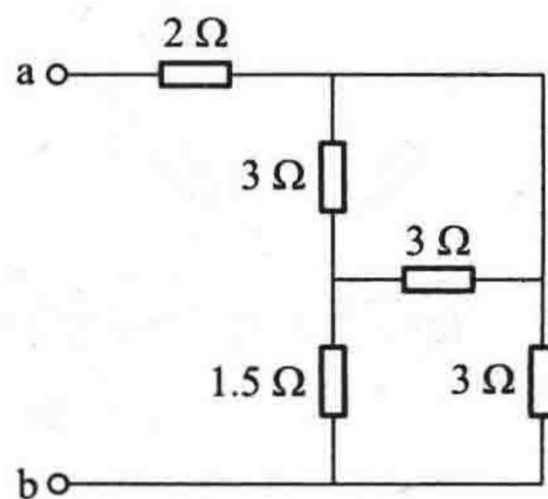
$$U_{ab} = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} + I_{S1} - I_{S2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{50}{2} - \frac{30}{3} + 7 - 2}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}} \text{ V} = 24\text{ V}$$

注意: 电流源支路的电阻 R_3 不应出现在分母中。

2.1 电路如图题 2.1(a)、(b)所示, 求出 a、b 端口间的等效电阻 R_{ab} 。



(a)

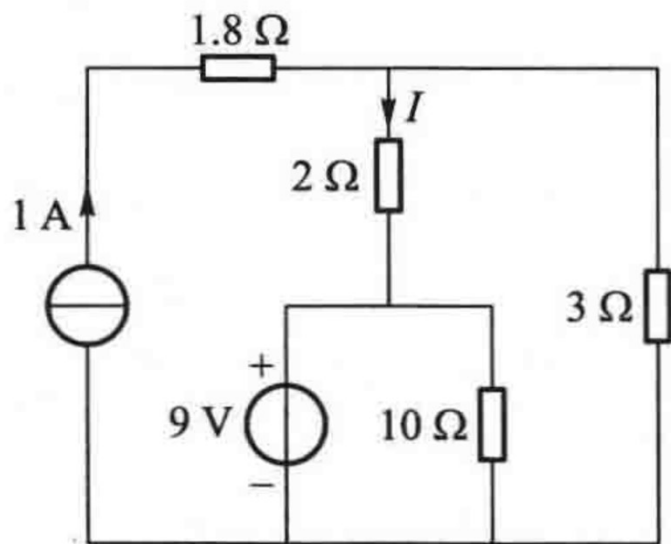


(b)

图题 2.1

2.7 已知电路如图题 2.7 所示。要求：

- (1) 能否快速计算出流过 $1.8\ \Omega$ 电阻和 $10\ \Omega$ 电阻的电流？
- (2) 用叠加原理计算电流 I ；
- (3) 再用戴维宁定理计算电流 I 。



图题 2.7

三、正弦交流电路的分析

1. 正弦量的相量法。

注意1：熟练掌握相量公式及其转换。

注意2：会用相量图求解正弦量。

2. 熟练掌握阻抗、感抗、容抗的概念与公式。

3. 理解电感、电容的工作性质。

4. 掌握交流电路的有功功率、无功功率、视在功率、功率因数的概念与计算公式

5. RLC串联、并联电路的分析（用相量图与相量式）

注意1：不论是用相量图还是用相量式求解，都要设参考相量。

注意2：用相量图求解时，对于串联电路，应以电流为参考相量。对于并联电路，应以电压为参考相量。

正弦量的相量表示法

$$F = a + jb = |F|(\cos \theta + j \sin \theta) = |F|e^{j\theta} = |F| \angle \theta$$

代数式

指数式

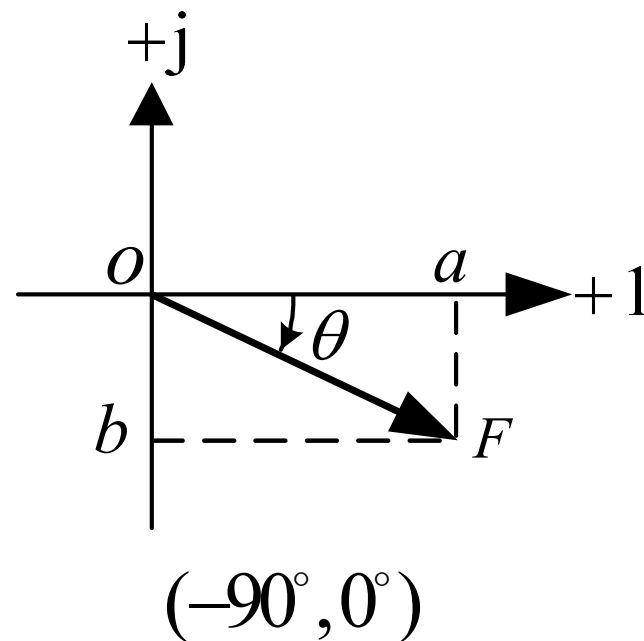
极坐标式

两组参数（相互关系）

$$\begin{cases} |F| = \sqrt{a^2 + b^2} \\ \theta = \arctan \frac{b}{a} \end{cases}$$

取值由复数在复平面上的象限而定
($-\pi < \theta < \pi$)

$$\begin{cases} a = |F| \cos \theta \\ b = |F| \sin \theta \end{cases}$$



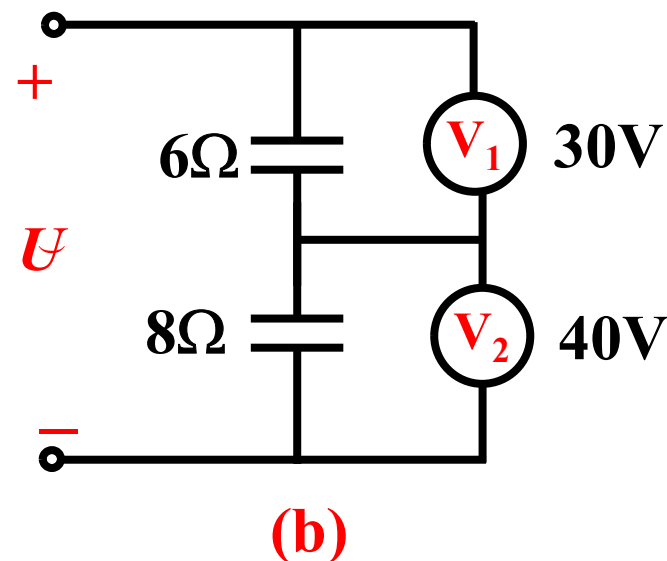
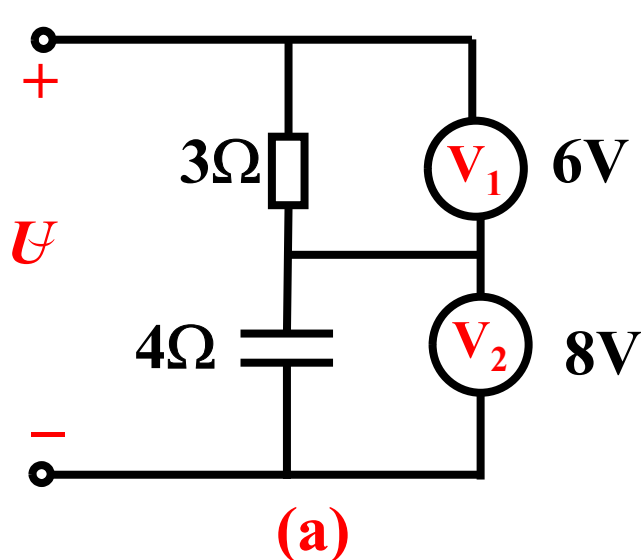
单一参数正弦交流电路的分析计算小结

电路参数 R : $u = iR$ $\dot{U} = R\dot{I}$ $\xrightarrow{I} U$

电路参数 L : $u = L \frac{di}{dt}$ $\dot{U} = jX_L \dot{I}$ $\begin{matrix} \uparrow U \\ \rightarrow I \end{matrix}$

电路参数 C : $i = C \frac{du}{dt}$ $\dot{U} = -jX_C \dot{I}$ $\begin{matrix} \rightarrow I \\ \downarrow U \end{matrix}$

思考：下列各图中给定的电路电压、阻抗是否正确？

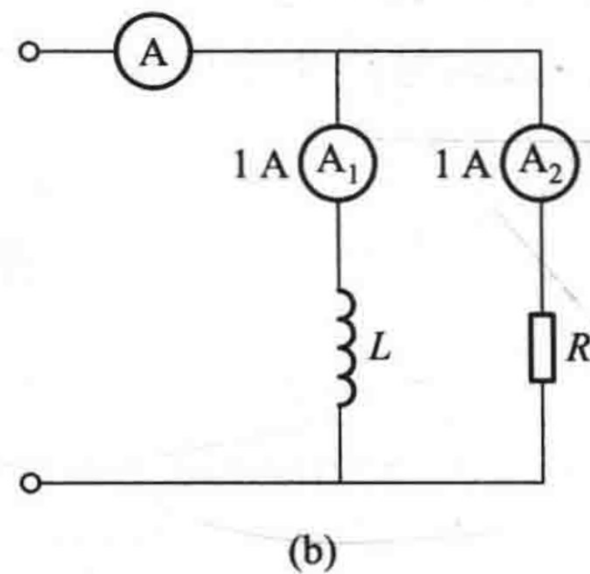
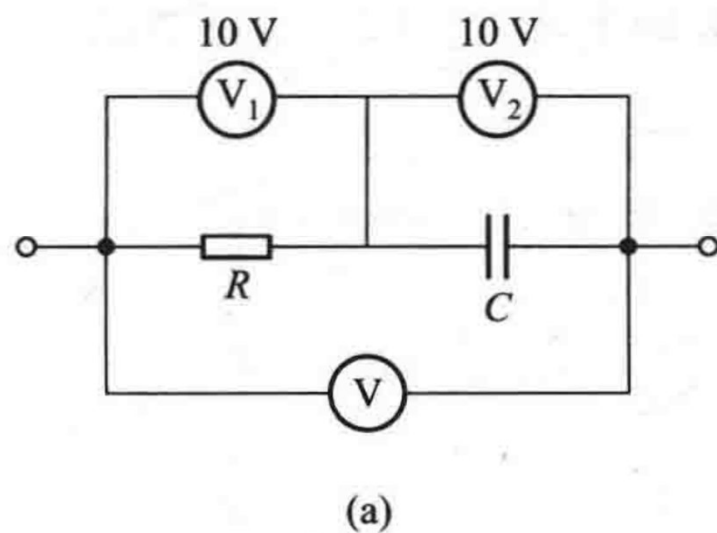


$$|Z| = 7\Omega \quad U = 14V ? \quad |Z| = 14\Omega \quad U = 70V ?$$

两个阻抗串联时,在什么情况下:

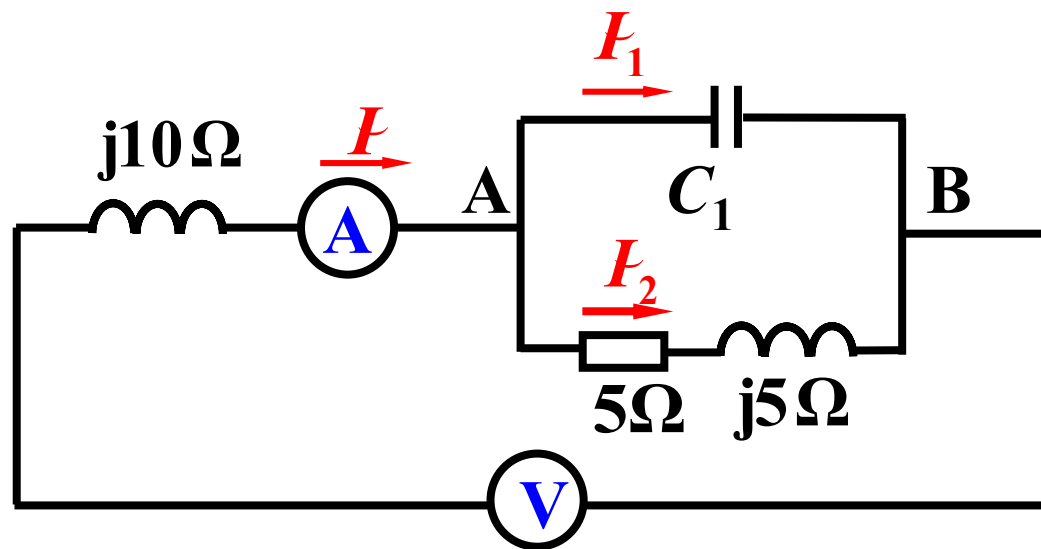
$$|Z| = |Z_1| + |Z_2| \text{ 成立。}$$

3.4 用相量图法求图题 3.4(a)、(b) 中电压表 V 和电流表 A 的读数。



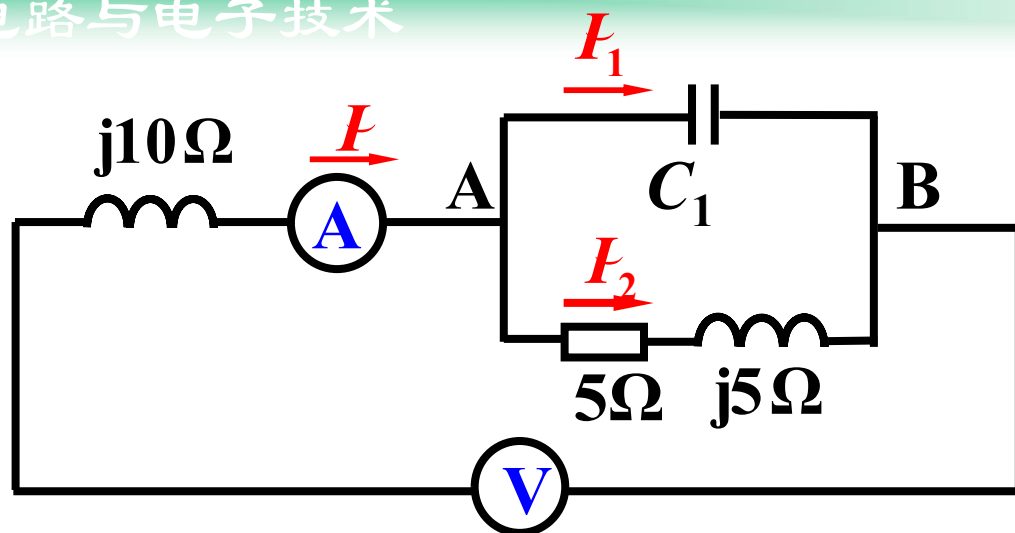
图题 3.4

例3.1: 下图电路中已知: $I_1=10\text{A}$ 、 $U_{AB}=100\text{V}$,
求: 总电压表和总电流表的读数。



分析: 已知电容支路的电流、电压和部分参数,
求总电流和电压

解题方法有两种: (1) 用相量(复数)计算;
(2) 利用相量图分析求解。



已知： $I_1 = 10\text{A}$ 、
 $U_{AB} = 100\text{V}$ ，
 求：电压表和电流表的读数

解法1：用相量计算

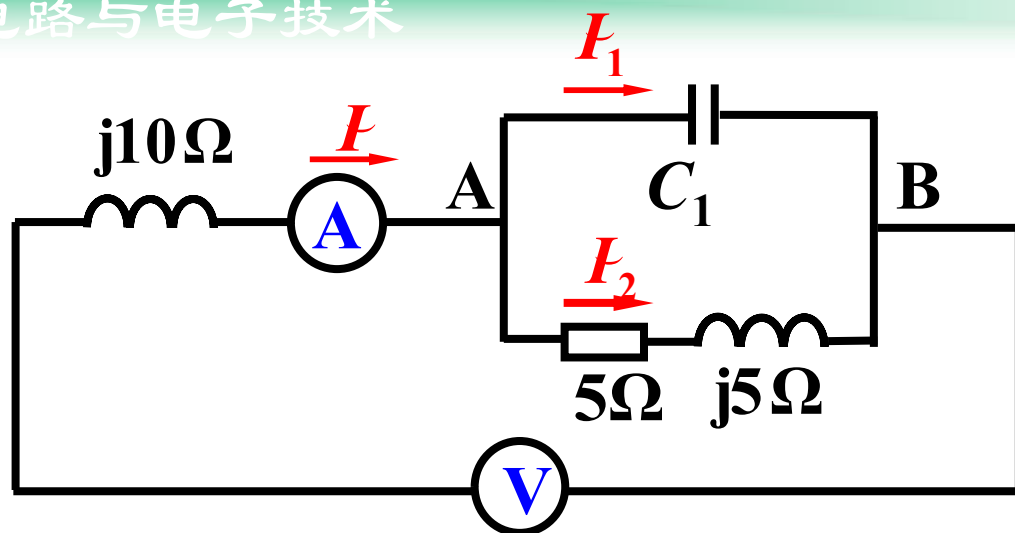
设： \underline{U}_{AB} 为参考相量，即： $\underline{U}_{AB} = 100 \angle 0^\circ \text{ V}$

则： $I_2 = [100 / (5 + j5)]\text{A} = 10\sqrt{2} \angle -45^\circ \text{ A}$

$$I_1 = 10 \angle 90^\circ \text{ A} = j10 \text{ A}$$

$$\underline{I} = I_1 + I_2 = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$$

所以A读数为 10安



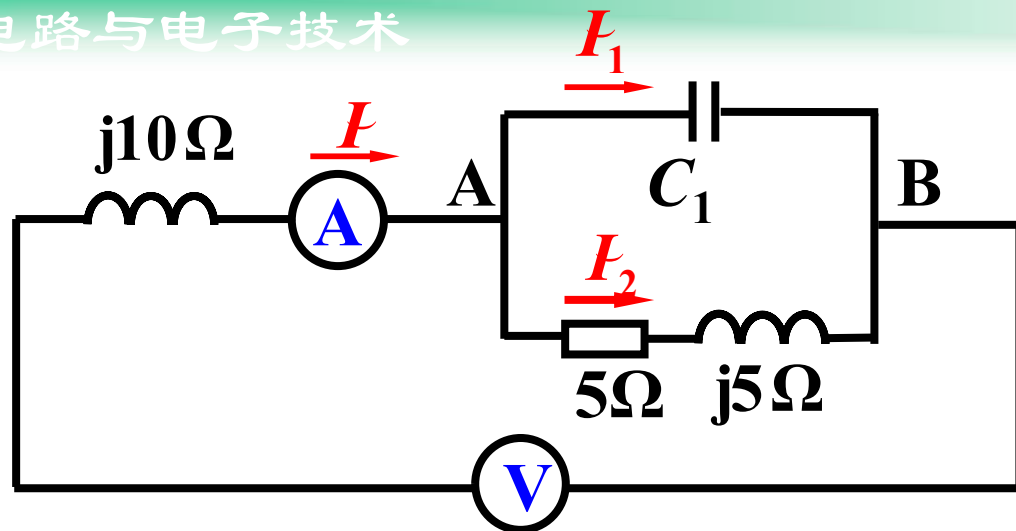
已知: $I_1=10\text{A}$ 、
 $U_{AB}=100\text{V}$,
 求: 电压表和电流表的读数

因为 $I = I_1 + I_2 = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$

所以 $U_L = I(j10)\text{V} = j100 \text{ V}$

$$\begin{aligned} U &= U_L + U_{AB} = 100 + j100\text{V} \\ &= 100\sqrt{2} \angle 45^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

\therefore V 读数为141V



已知： $I_1=10\text{A}$ 、
 $U_{AB}=100\text{V}$ ，
 求：电压表和电流表的读数

解法2：利用相量图分析求解

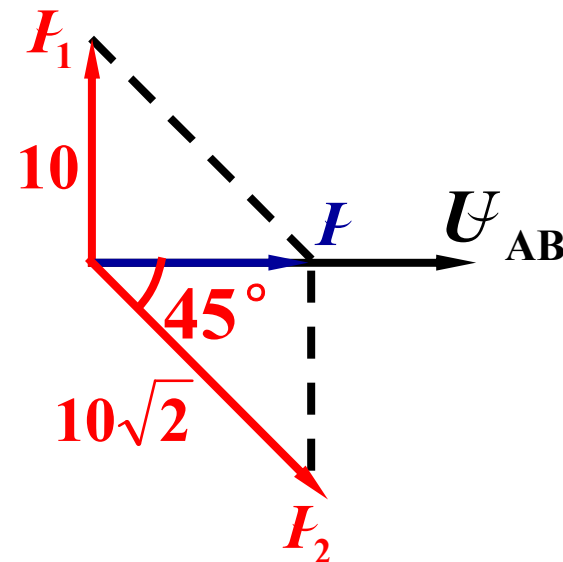
设 U_{AB} 为参考相量，

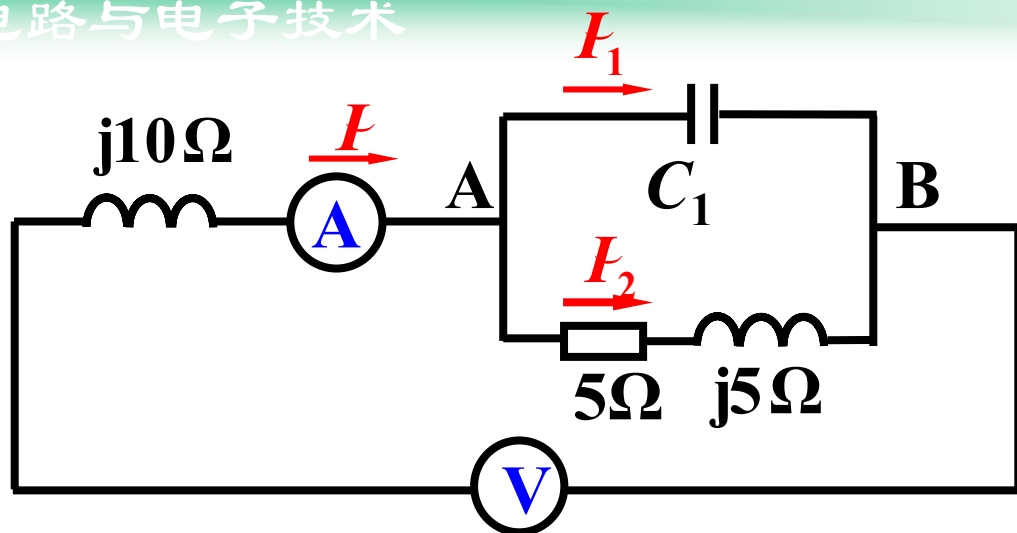
$I_1=10\text{A}$ I_1 超前 U_{AB} 90°

$I_2 = \frac{100}{\sqrt{5^2 + 5^2}} = 10\sqrt{2}\text{A}$ I_2 滞后 U_{AB} 45°

由相量图可求得： $I=10\text{A}$

画相量图如下：





已知： $I_1=10\text{A}$ 、
 $U_{AB}=100\text{V}$ ，
 求：电压表和电流表的读数

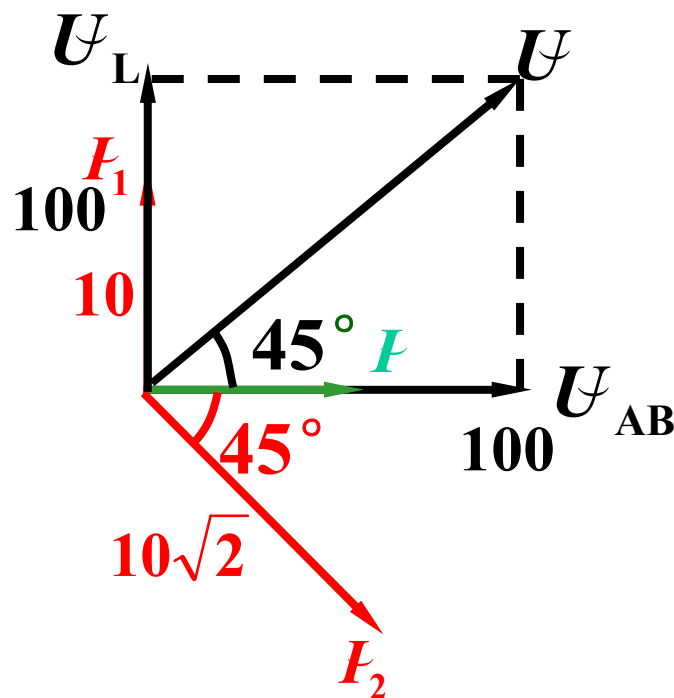
设 U_{AB} 为参考相量，

$$U_L = I X_L = 100\text{V}$$

U_L 超前 I 90°

由相量图可求得：

$$V = 141\text{V}$$



关于功率因数的提高

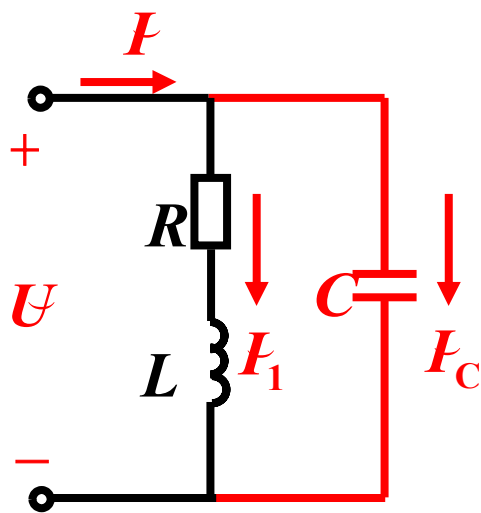
(1) 提高功率因数的原则

必须保证原负载的工作状态不变。

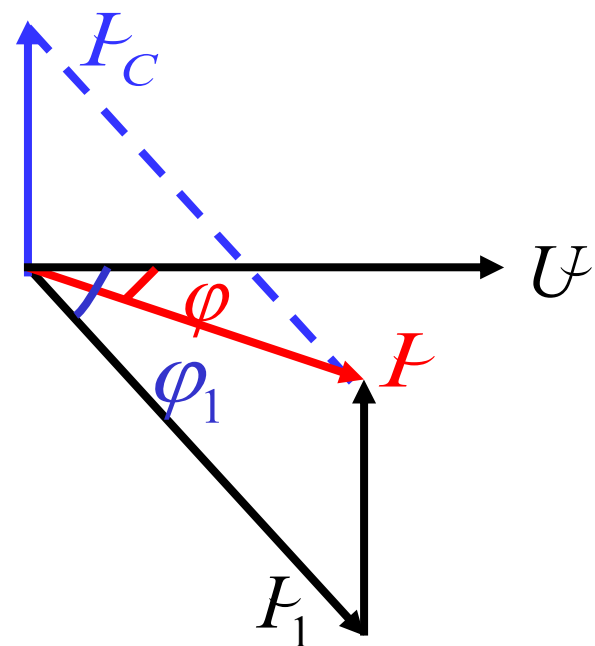
即：加至负载上的电压和负载的有功功率不变。

(2) 提高功率因数的措施

在感性负载两端并电容



$$\begin{cases} \varphi \downarrow \rightarrow \cos \varphi \uparrow \\ \cos \varphi \uparrow \rightarrow I \downarrow \end{cases}$$



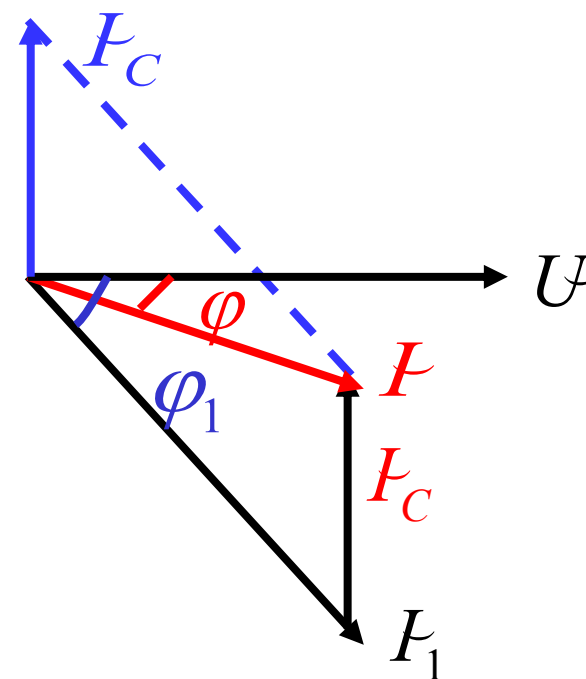
结论 并联电容C后

(1) 电路的总电流 $I \downarrow$ ，电路总功率因数 $\cos \varphi \uparrow$
电路总视在功率 $S \downarrow$

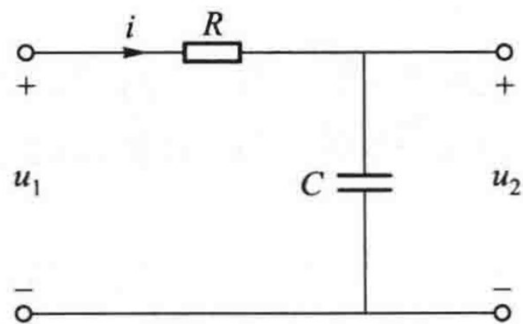
(2) 原感性支路的工作状态不变：

{ 感性支路的功率因数 $\cos \varphi_1$ 不变
感性支路的电流 I_1 不变

(3) 电路总的有功功率不变
因为电路中电阻没有变，
所以消耗的功率也不变。

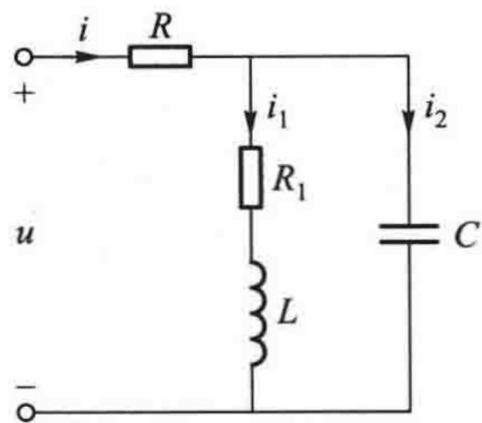


3.8 RC 移相电路如图题 3.8 所示。已知输入信号 u_1 的频率为 $1\,000\text{ Hz}$, $C = 1\,\mu\text{F}$, u_2 在相位上滞后 $u_1\ 60^\circ$ 。求电阻 R 。



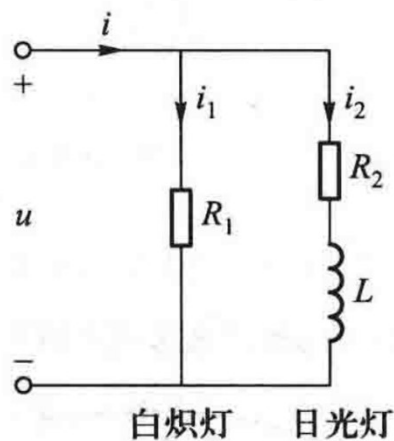
图题 3.8

3.10 在图题 3.10 所示电路中,已知 $I_1 = 10\sqrt{2} \text{ A}$, $I_2 = 10 \text{ A}$, $U = 220 \text{ V}$, $R = 10 \Omega$, $R_1 = \omega L$ 。求 I 、 X_C 、 X_L 和 R_1 。



图题 3.10

3.14 电路如图题 3.14 所示。已知交流电源电压 $u = 220\sqrt{2} \sin 314t \text{ V}$, 白炽灯和日光灯的功率均为 40 W , 日光灯的功率因数 $\cos \varphi_L = 0.5$ 。求: (1) 电路的功率因数 $\cos \varphi$; (2) 电源发出的无功功率。



图题 3.14

四、三相电路

1. 三相电源、三相负载。
2. 三相四线制电路的分析，三相三线制电路的分析（星形联结和三角形联结）
3. 三相电路的功率计算。