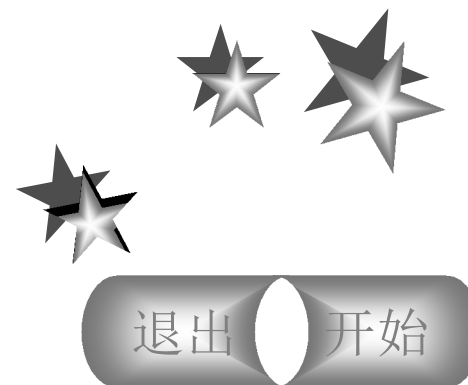




第一二章复习

北京邮电大学电子工程学院
2013. 2



参考方向

电流的参考方向（Reference Direction）：

预先任意假定的电流流向（正方向）。



电压的参考方向（参考极性）

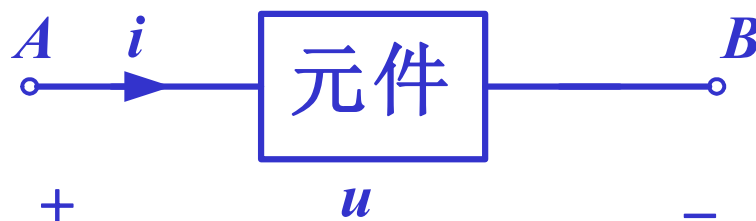
预先任意假定的参考极性（正方向）。



根据计算结果确定电流或电压的真实方向

电流、电压关联参考方向

关联参考方向



$$p = u \cdot i$$

$$u = i \cdot R$$

非关联参考方向



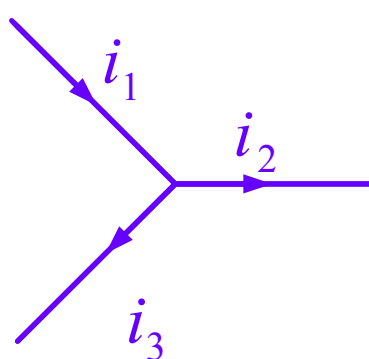
$$p = -u \cdot i$$

$$u = -i \cdot R$$

基尔霍夫电流定律(KCL)

对于任一集总电路中的任一节点，在任一时刻，流入（或流出）该该节点的所有支路电流的代数和为零。

$$\sum_{k=1}^b i_k(t) = 0 \quad \Rightarrow \quad \sum i_{\text{出}} = \sum i_{\text{入}}$$



$$i_3 + i_2 - i_1 = 0$$

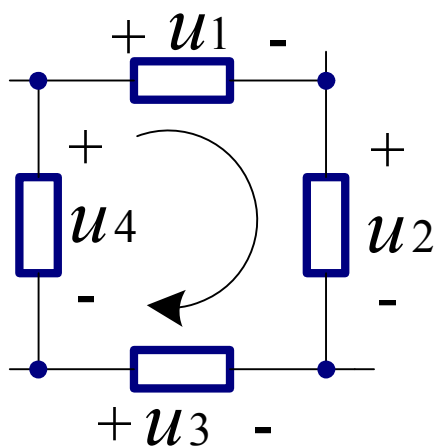
$$i_1 = i_2 + i_3$$

KCL 也适用于广义节点（封闭面）。

基尔霍夫电压定律(KVL)

对任一集总电路中的任一回路，在任一时刻，沿该回路的所有支路电压降的代数和为零：

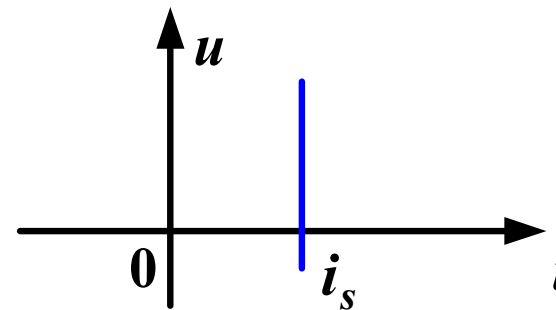
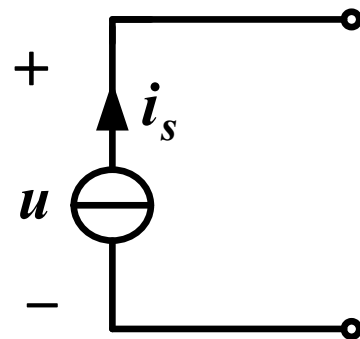
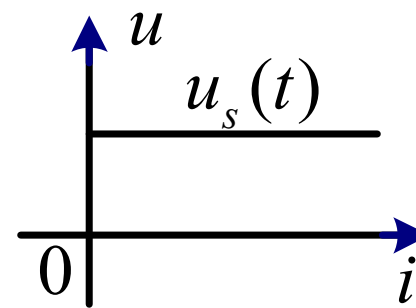
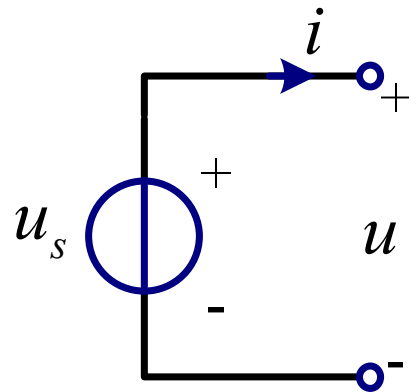
$$\sum_{k=1}^b u_k(t) = 0 \quad \Rightarrow \quad \sum u_{\text{降}} = \sum u_{\text{升}}$$



顺时针 $u_1 + u_2 - u_3 - u_4 = 0$

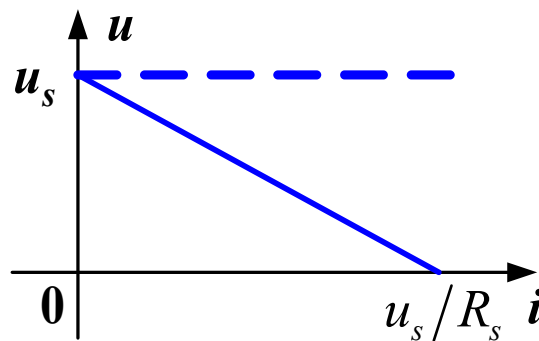
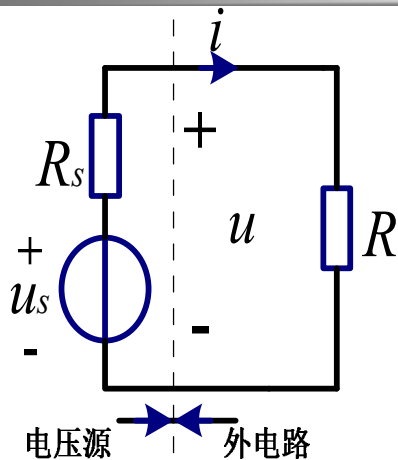
即： $u_1 + u_2 = u_3 + u_4$

独立电源



实际电压源/实际电流源

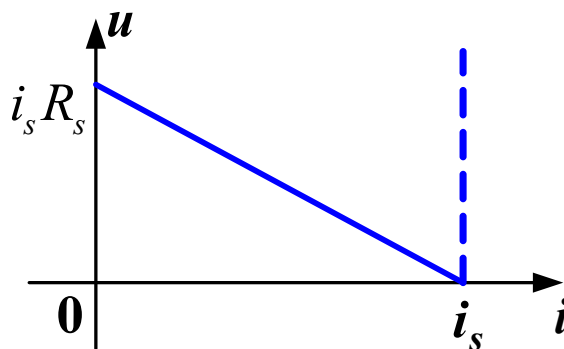
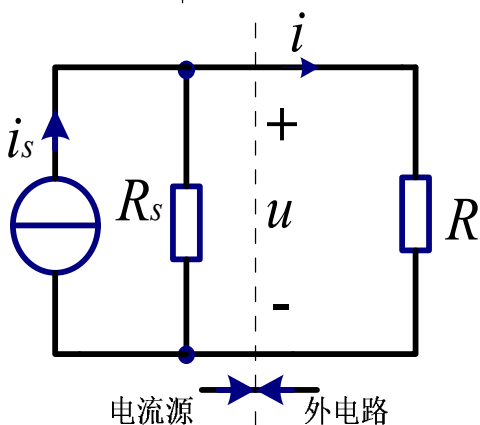
实际电压源



$$u = u_s - iR_s$$

对外电路等效：
对外VCR曲线
完全相同。

实际电流源

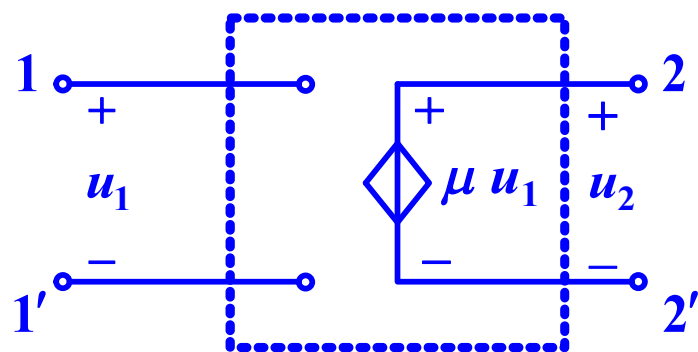


$$i = i_s - u/R_s$$

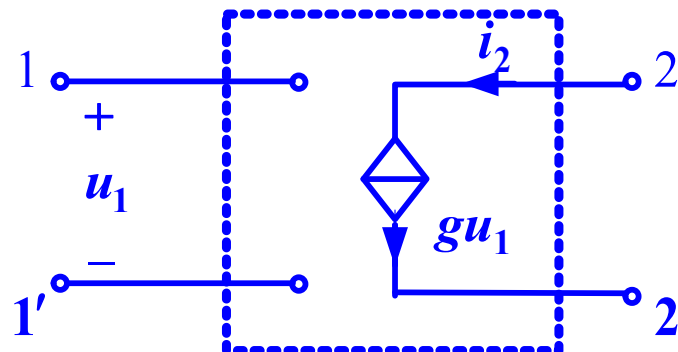
$$u_s = i_s R_s$$

$$i_s = u_s / R_s$$

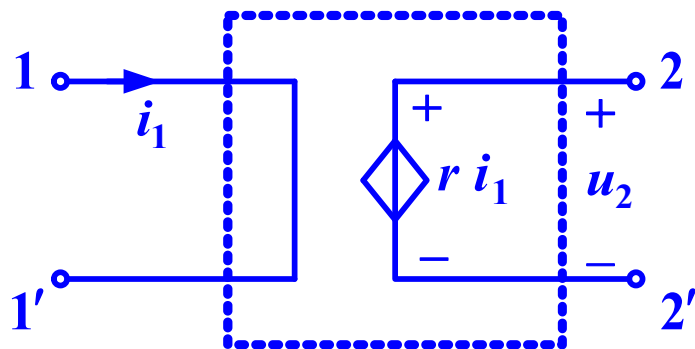
理想受控源模型



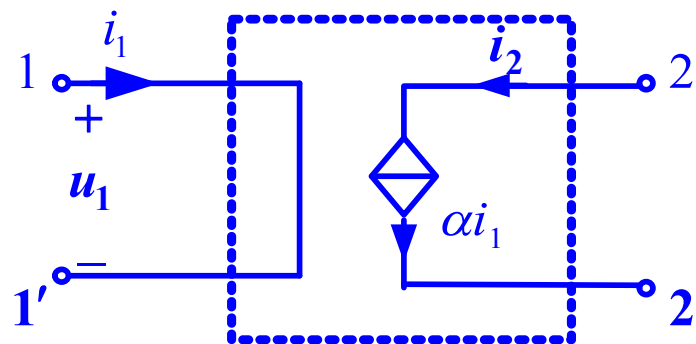
VCVS



VCCS



CCVS



CCCS

支路电流（电压）法

2b法：对于包含 b 条支路 n 个节点的电路，根据拓扑约束列出 $(n-1)$ 个独立电流方程、 $(b-n+1)$ 个独立电压方程，根据元件约束累出 b 个VCR方程，以此来求得所需 $2b$ 个未知电压和电流的方法。

支路电流法：对于包含 b 条支路 n 个节点的电路，根据KCL列出 $(n-1)$ 个独立电流方程，根据KVL列出 $(b-n+1)$ 个独立电压方程，然后根据VCR约束，对KVL方程中的电压变量用电流变量代替。这样可得到以 b 个支路电流为未知量的 b 个独立的KCL和KVL方程，即可由此求解支路电流。。

节点电压法的列写规则

$$\begin{cases} G_{11}u_1 + G_{12}u_2 + \cdots + G_{1n}u_n = i_{s11} \\ G_{21}u_1 + G_{22}u_2 + \cdots + G_{2n}u_n = i_{s22} \\ \cdots \\ G_{n1}u_1 + G_{n2}u_2 + \cdots + G_{nn}u_n = i_{snn} \end{cases}$$

节点电压法的列写规则：本节点电压乘以本节点自电导，加上相邻节点电压乘以本节点与相邻节点之间的互电导，等于流入本节点所有电流源电流的代数和。

节点电压法的几种特殊情况

- (1) 若支路为电压源与电阻串联，则可等效为电流源与电阻并联。
- (2) 若电路中含有电流源与电阻串联的支路，则在列节点方程时不考虑此电阻。
- (3) 若电路中含有理想电压源支路，则设其支路电流 i 为未知量，同时增列一个电压源支路电压与相关节点电压的方程。
- (4) 当电路中含有受控源时，把受控源当作独立源对待，按一般规则列写独立节点电压方程。设法以节点电压表示受控源的控制量，即每个控制量对应一个辅助方程。

叠加定理

叠加定理：在由线性电阻、线性受控源和独立电源组成的电路中，任一元件的电流(或电压)可以看成是电路中每一个独立电源单独作用于电路时，在该元件产生的电流(或电压)的代数和。

单独作用的含义：指某一独立源作用时，其他独立源不作用，即**置零**。

即独立电压源短路，独立电流源开路。

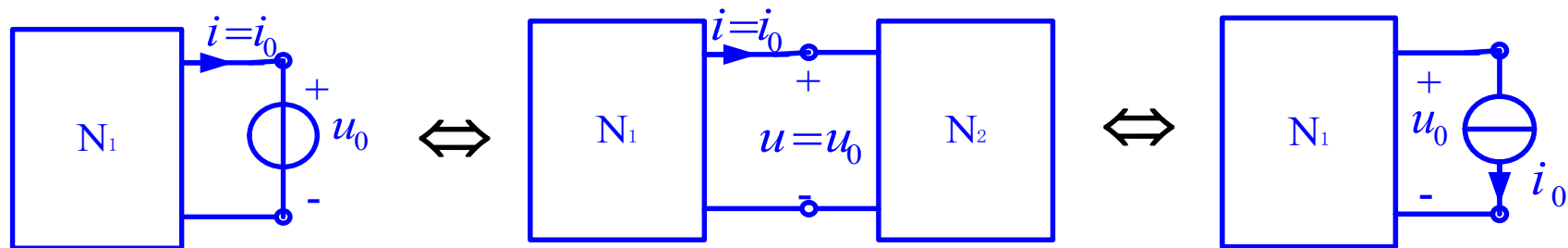
线性电路中响应与激励之间存在着线性关系。

叠加是代数相加，要注意电压和电流的参考方向。

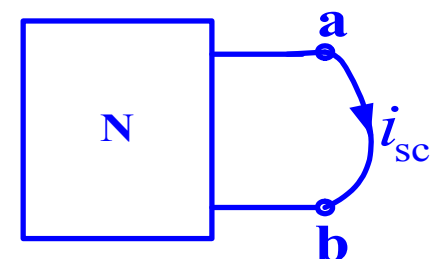
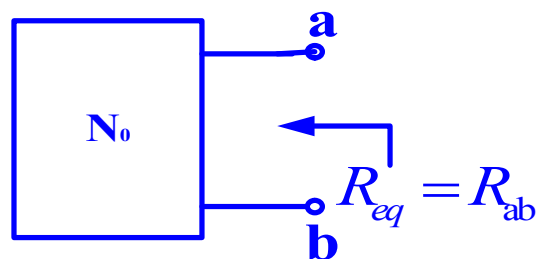
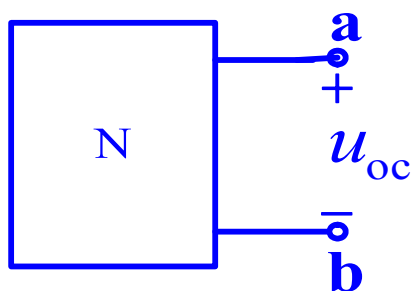
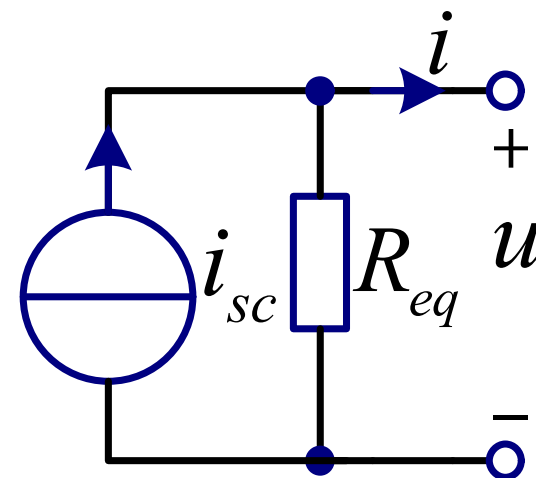
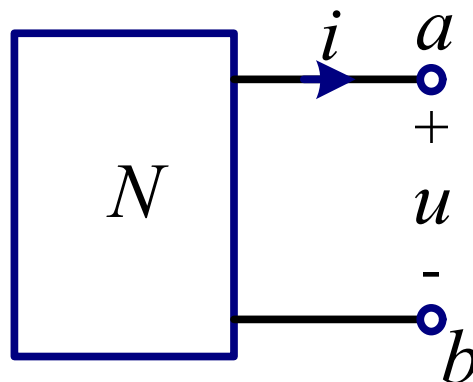
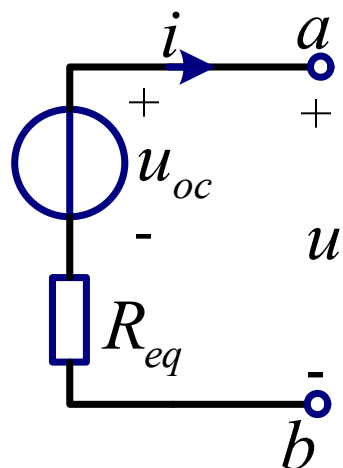
功率不能用叠加定理。

替代定理

定理内容：在有唯一解的任意线性或者非线性网络中，若某一支路的电压为 u_k 、电流为 i_k ，那么这条支路就可以用一个电压等于 u_k 的独立电压源，或者用一个电流等于 i_k 的独立电流源替代，替代后电路其他各支路电压、电流值保持不变。



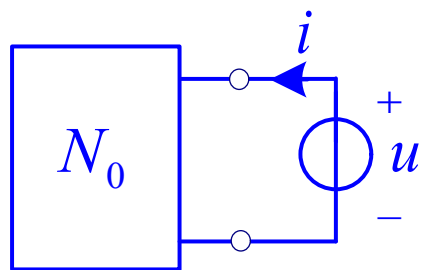
戴维宁定理与诺顿定理



R_{eq} 的计算

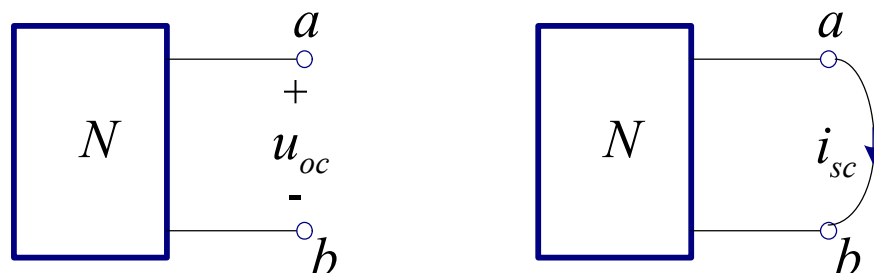
戴维宁等效电阻 R_{eq} 的计算

- 简单电阻电路情况，用串并联。
- 含受控电源的情况 $\begin{cases} \text{外加电压法} \\ \text{开路电压短路电流法} \end{cases}$



$$R_{eq} = \frac{u}{i}$$

外加电压法



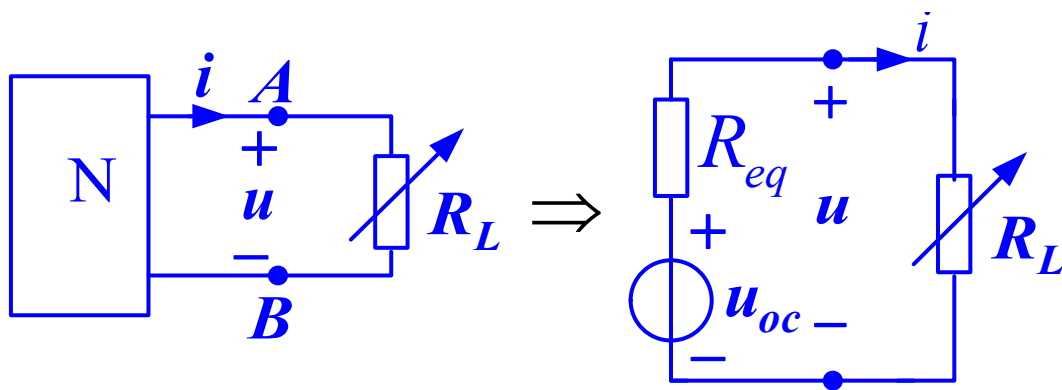
$$R_{eq} = \frac{u_{oc}}{i_{sc}}$$

开路电压短路电流法

最大功率传输定理

由线性含源二端网络传递给可变负载 的功率为最大的条件是：负载 R_L 应与戴维宁等效电阻 R_{eq} 相等。

此时负载得到的最大功率为：
$$P_{L\max} = \frac{u_{oc}^2}{4R_{eq}}$$



1-3日常生活中常用的电能衡量单位为度，1度电=1千瓦时，求：①灯泡消耗1度电可持续多长时间？
②电灯泡1小时消耗多少焦耳热量？

解：

$$\textcircled{1} t = \frac{1000}{60} = \frac{50}{3} \text{ 小时}$$

$$\textcircled{2} \text{ 因为 } p = \frac{W}{t}, \text{ 所以}$$

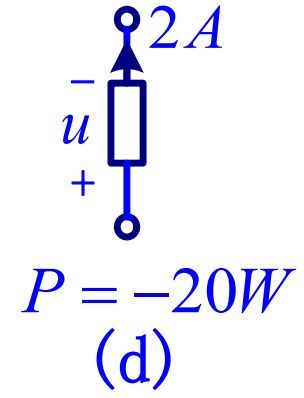
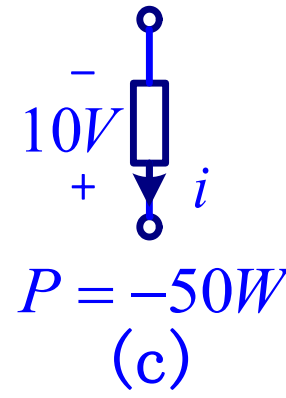
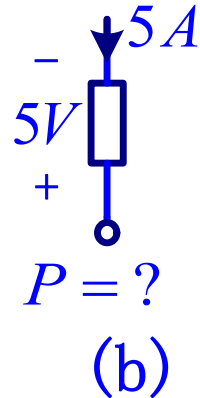
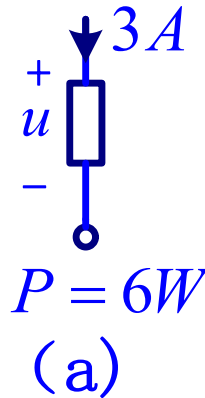
$$W = p \cdot t = 100 \times 60 \times 60 = 3.6 \times 10^5 \text{ J}$$

1-5 已知电路某段支路中各电量如图，求图中未知电量。

解：

$$(a) P = ui$$

$$\Rightarrow u = \frac{P}{i} = \frac{6}{3} = 2\text{V}$$



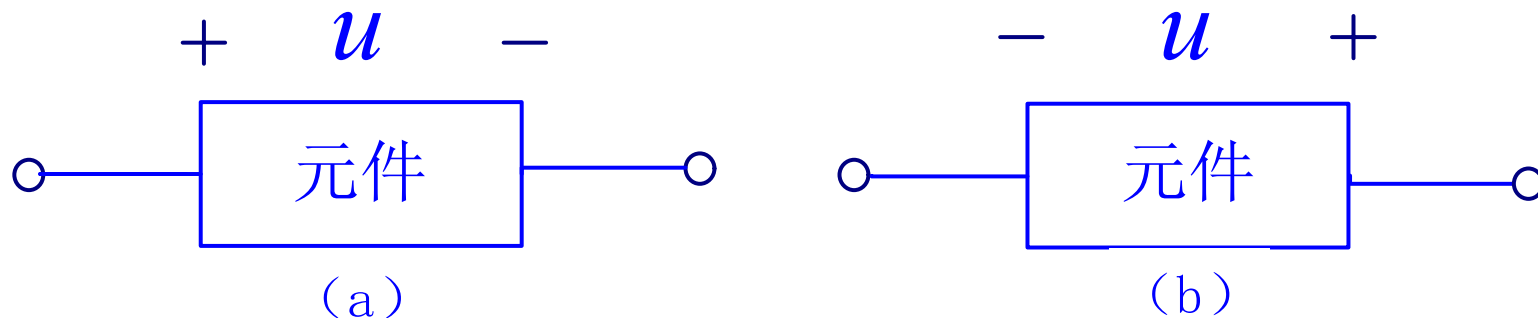
$$(b) P = -ui = -25\text{W}$$

$$(c) P = -ui \Rightarrow i = -\frac{P}{u} = -\frac{-50}{10} = 5\text{A}$$

$$(d) P = ui \Rightarrow u = \frac{P}{i} = \frac{-20}{2} = -10\text{V}$$

1-8 已知题图的各支路吸收功率 $P = 80W$ ，电压 $u = 16V$ ，求元件的电流 i ，并标明支路电流的真实方向。

解：



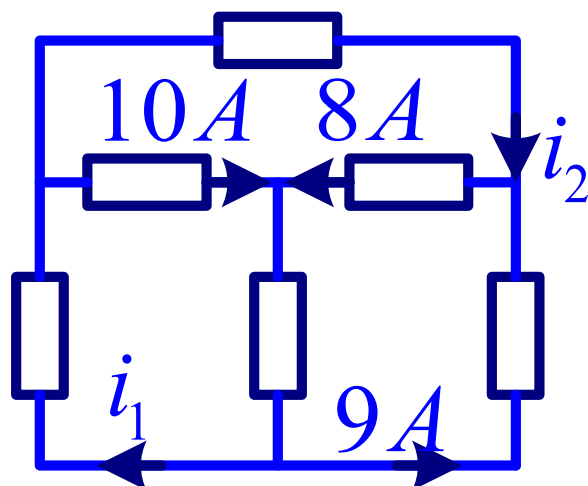
假定元件的电流与电压是关联参考方向，则元件功率为： $P = ui = 16i = 80W$ ， $\therefore i = 5A$
所以元件电流的真实方向是与假定参考方向一致，即与元件的电压是非关联参考方向。

(a) 元件电流的真实方向是由左至右。

(b) 元件电流的真实方向是由右至左。

1-9 已知某电路如题图1-5所示，求电流 i_1 和 i_2 。

解：

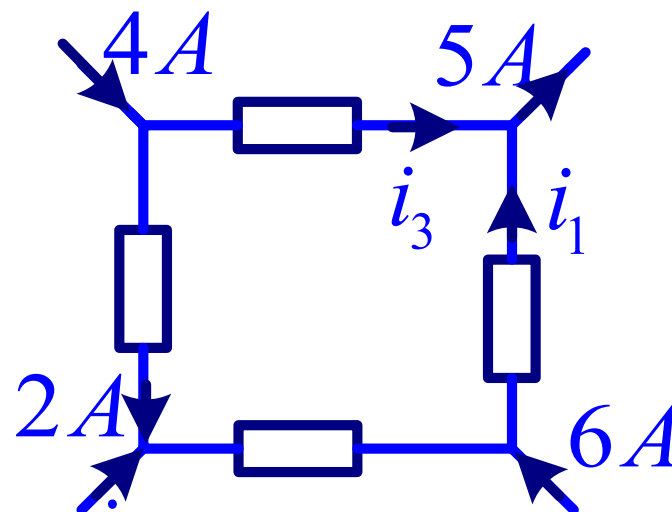


(a)

$$(a) i_2 + 9 = 8 \Rightarrow i_2 = -1A$$

$$i_1 = i_2 + 10 = 9A$$

$$(b) i_3 + 2 = 4 \Rightarrow i_3 = 2A$$



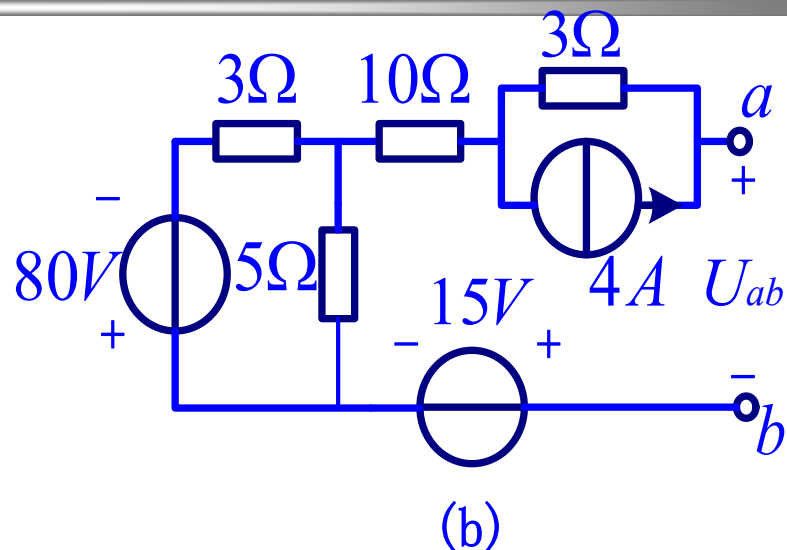
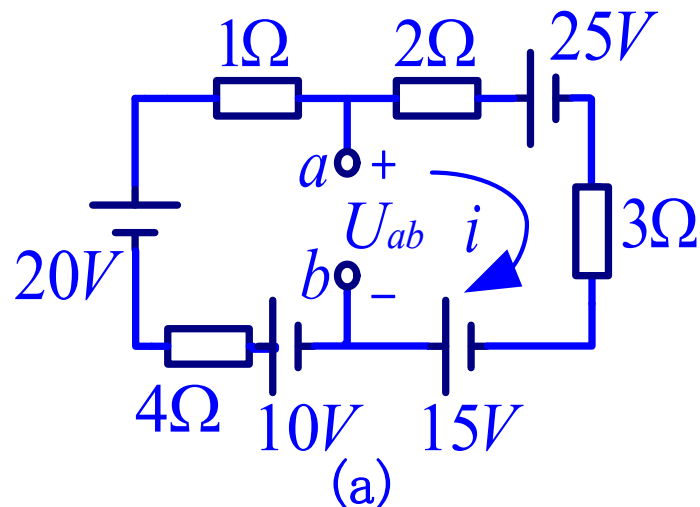
(b)

$$i_3 + i_1 = 5 \Rightarrow i_1 = 3A$$

$$i_2 + 4 + 6 = 5 \Rightarrow i_2 = -5A$$

1-10 已知某电路如题图所示，求电压 U_{ab} 。

解：



(a) 选回路的电流方向为顺时针方向，则有：

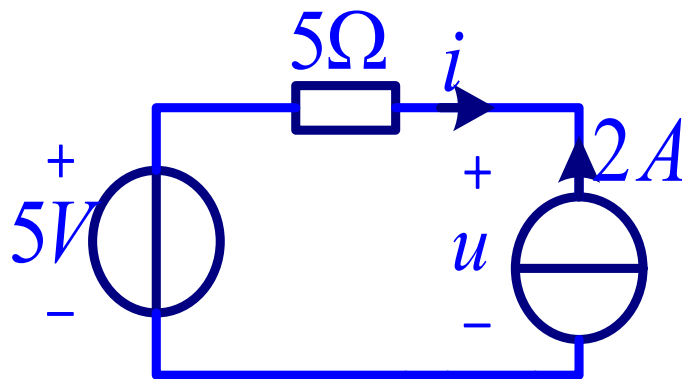
$$2i + 25 + 3i - 15 - 10 + 4i - 20 + i = 0 \Rightarrow i = 2A$$

$$U_{ab} = 2i + 25 + 3i - 15 = 20V$$

$$(b) U_{ab} = 3 \times 4 + \frac{5}{5+3} \times (-80) - 15 = -53V$$

1-12 求图中电压 u 和电流 i 的值。

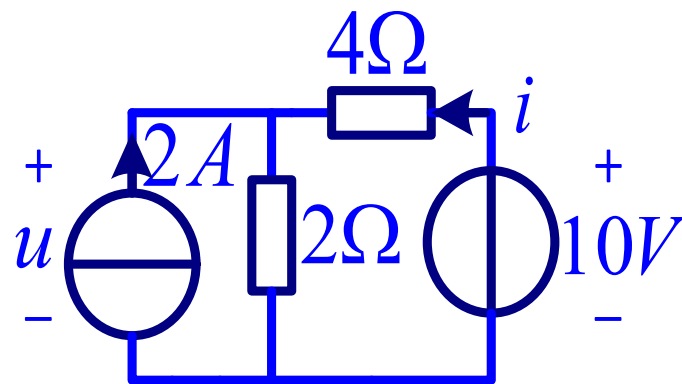
解：



(a)

$$(a) i = -2A$$

$$u = -5i + 5 = 15V$$



(b)

$$(b) \text{KVL: } 4i + 2 \times (i + 2) - 10 = 0 \Rightarrow i = 1A$$

$$u = 2 \times (i + 2) = 6V$$

1-14 电路中，有几个节点？几条支路？几个网孔？
写出每个节点的KCL方程和每个网孔的KVL方程。

解：有四个节点，六个支路，三个网孔，节点的KCL方程如下：

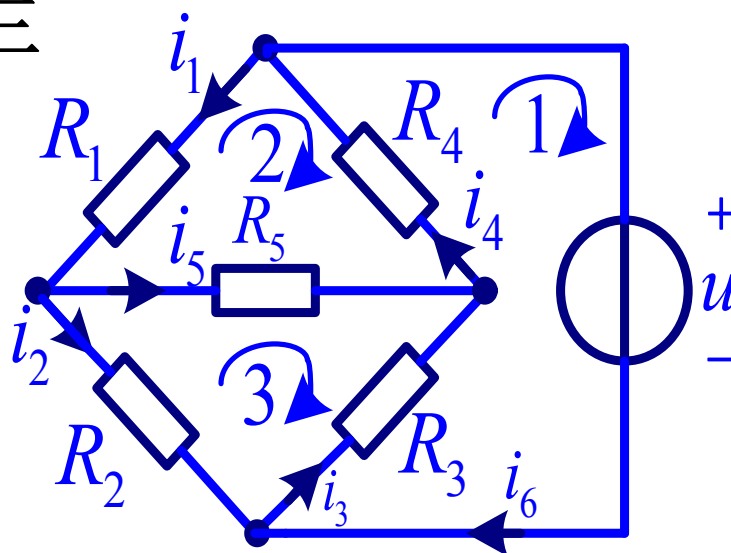
$$i_4 = i_1 + i_6 \quad i_1 = i_2 + i_5$$

$$i_4 = i_5 + i_3 \quad i_3 = i_2 + i_6$$

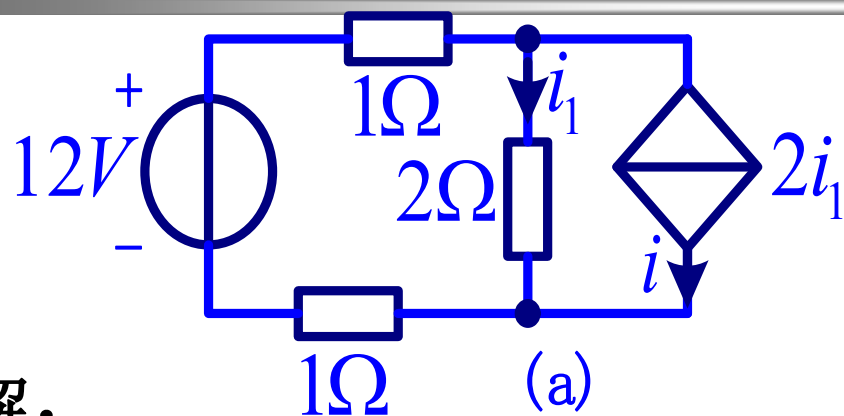
$$1\text{网孔: } R_4 i_4 + u + R_3 i_3 = 0$$

$$2\text{网孔: } -R_4 i_4 - R_5 i_5 - R_1 i_1 = 0$$

$$3\text{网孔: } R_5 i_5 - R_3 i_3 - R_2 i_2 = 0$$



1-15求图中的电流*i*的值。

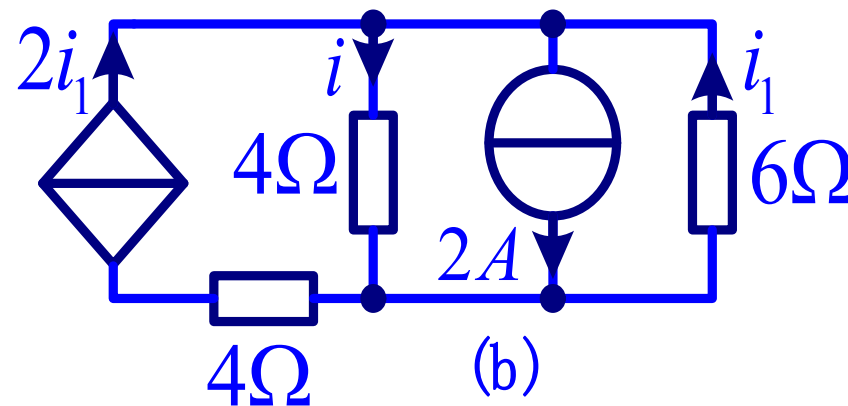


解:

$$(a) (1+1) \times (i_1 + 2i_1) + 2i_1 - 12 = 0 \Rightarrow i_1 = 1.5\text{A}$$

$$i = 2i_1 = 3\text{A}$$

$$(b) \left. \begin{array}{l} 2i_1 + i_1 = i + 2 \\ 4i + 6i_1 = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow i = -\frac{2}{3}\text{A}$$



1-16求电路独立源和受控源的功率，并验证功率平衡关系。

(a) 解: $i + 2i = 2 \Rightarrow i = \frac{2}{3} \text{ A}$ $u_1 = 10i = \frac{20}{3} \text{ V}$

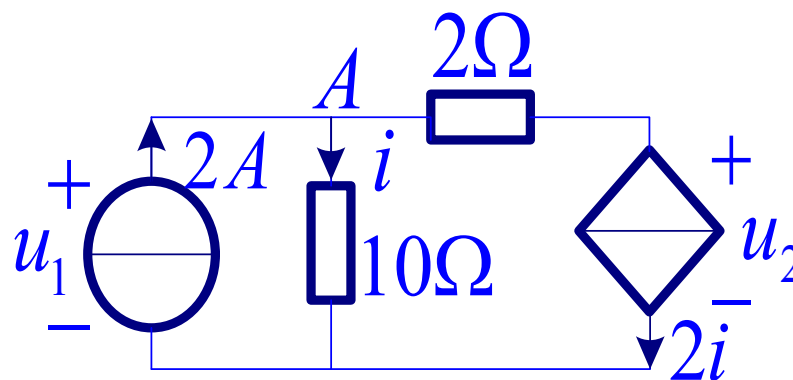
$$u_2 = -2 \times 2i + 10i = 4 \text{ V}$$

$$P_{2A} = -2u_1 = -\frac{40}{3} \text{ W}$$

$$P_{10\Omega} = 10i^2 = \frac{40}{9} \text{ W}$$

$$P_{2\Omega} = 2 \times (2i)^2 = \frac{32}{9} \text{ W}$$

$$P_{2i} = 2i \times u_2 = \frac{16}{3} \text{ W}$$



$$\sum P = 0, \text{ 证毕}$$

1-16求电路独立源和受控源的功率，并验证功率平衡关系。

$$\left. \begin{array}{l} \text{(b) 解: } 2i + 2u + 5i + 22 = 0 \\ u = 2i \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{cases} i = -2\text{A} \\ u = -4\text{V} \end{cases}$$

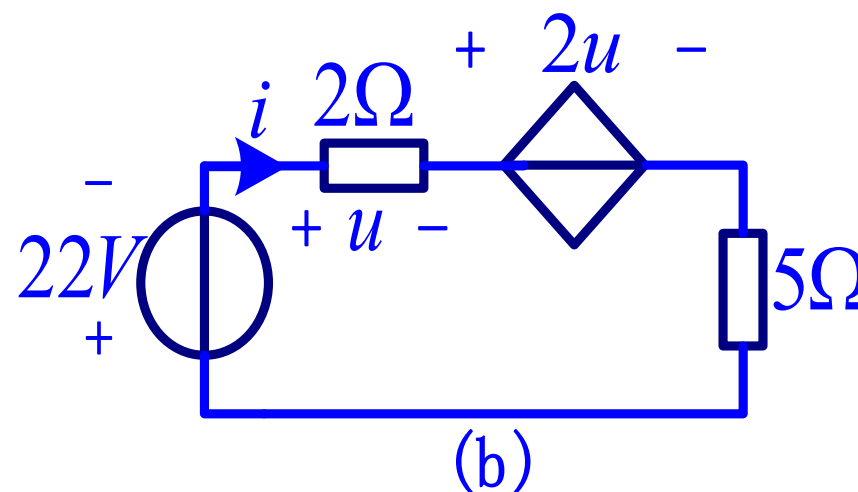
$$P_{22V} = 22i = -44\text{W}$$

$$P_{2\Omega} = ui = 8\text{W}$$

$$P_{2u} = 2ui = 16\text{W}$$

$$P_{5\Omega} = 5i^2 = 20\text{W}$$

$$\sum P = 0, \text{ 证毕}$$



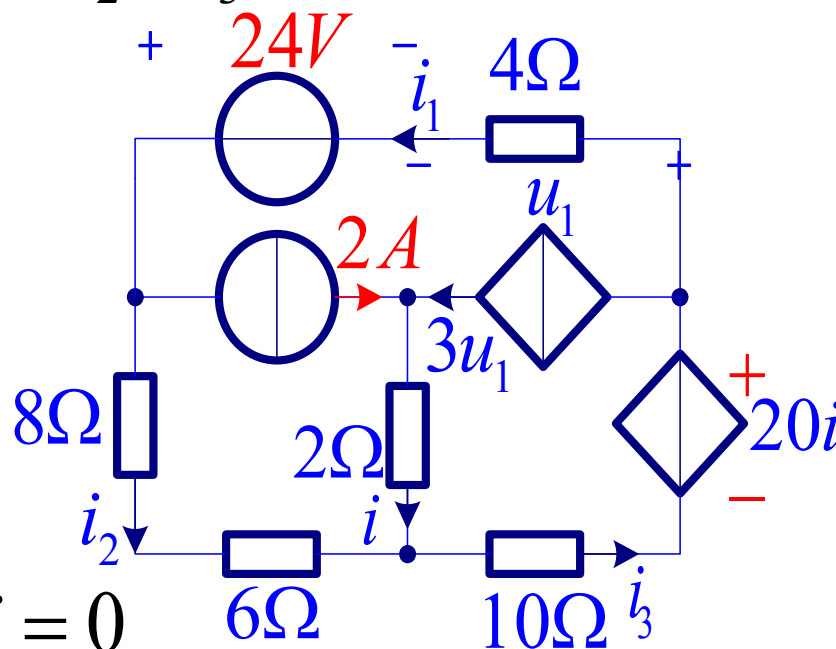
1-17 电路如题图1-13所示，求图中各电源（包括受控源）输出的功率。

解：设各支路的电流分别为 i_1 , i_2 , i_3 , 参考方向如图。

列写各节点的KCL方程：

$$i_1 = \frac{u_1}{4}, \quad i_2 = i_1 - 2 = \frac{u_1}{4} - 2$$

$$i = 3u_1 + 2, \quad i_3 = 3u_1 + i_1 = \frac{13u_1}{4}$$



$$u_1 - 24 + (8 + 6) \times i_2 + 10i_3 - 20i = 0$$

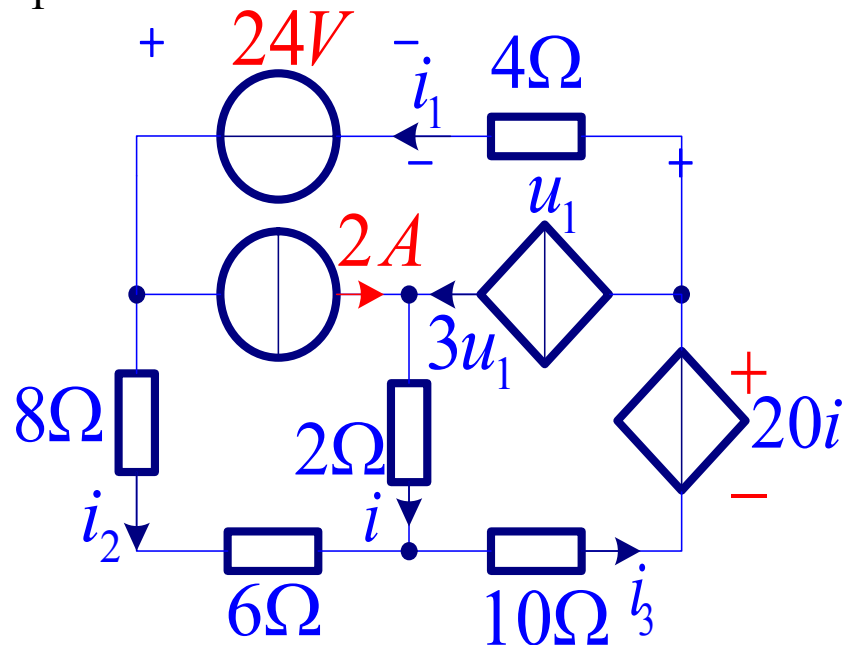
$$\Rightarrow u_1 - 24 + \frac{7u_1}{2} - 28 + \frac{65u_1}{2} - 60u_1 - 40 = 0$$

$$\Rightarrow -23u_1 = 92 \Rightarrow u_1 = -4V$$

$$i = 3u_1 + 2, \quad i_3 = 3u_1 + i_1 = \frac{13u_1}{4}$$

$$i_1 = \frac{u_1}{4}, \quad i_2 = i_1 - 2 = \frac{u_1}{4} - 2$$

$$u_1 = -4V$$



$$\Rightarrow \begin{cases} i_1 = \frac{u_1}{4} = -1A \\ i_2 = \frac{u_1}{4} - 2 = -3A \\ i = 3u_1 + 2 = -10A \\ i_3 = \frac{13u_1}{4} = -13A \end{cases}$$

$$P_{2A} = (8i_2 + 6i_2 - 2i) \times 2 = (-24 - 18 + 20) \times 2 = -44 \text{ W}$$

$$P_{3u_1} = 3u_1 \times (20i - 10i_3 - 2i)$$

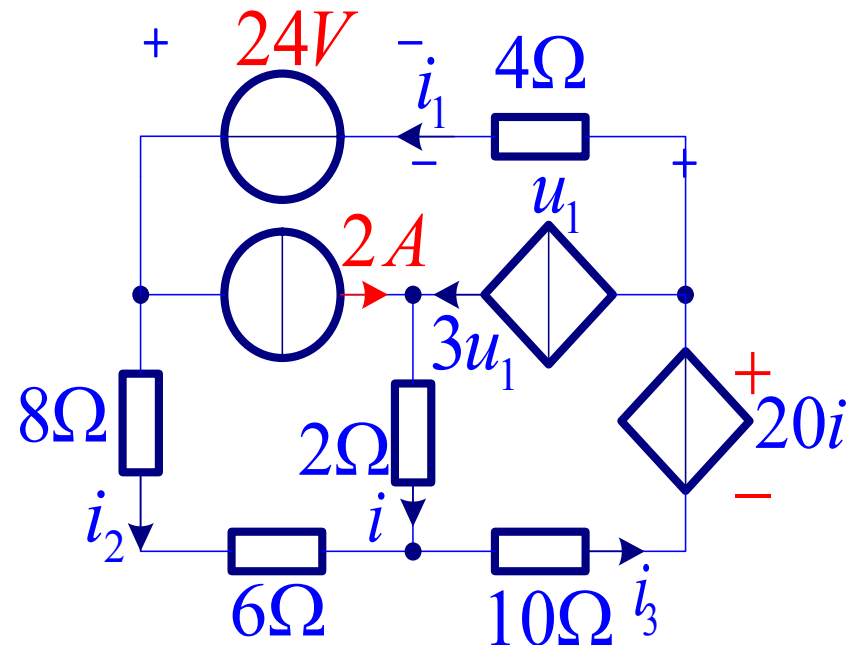
$$= -3 \times 4 \times (-200 + 130 + 20) = 600 \text{ W}$$

$$P_{24V} = -24i_1 = 24 \text{ W}$$

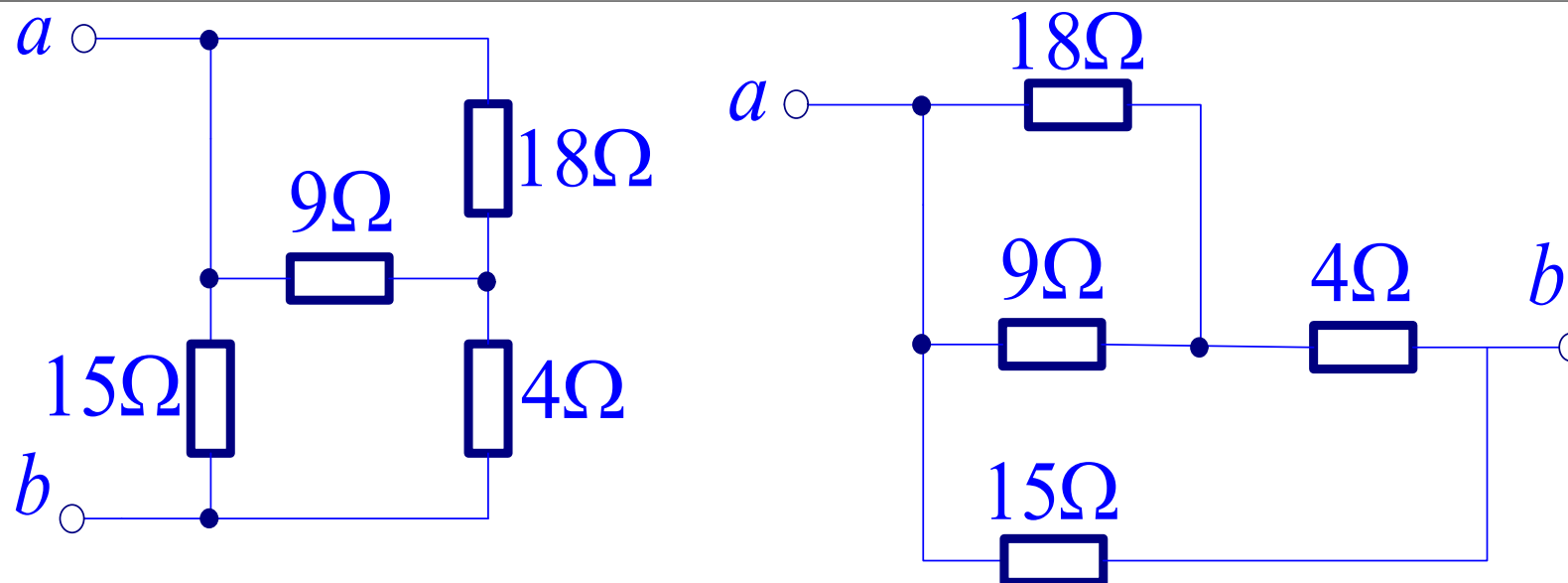
$$P_{20i} = -20i \times i_3$$

$$= -20 \times 10 \times 13$$

$$= -2600 \text{ W}$$

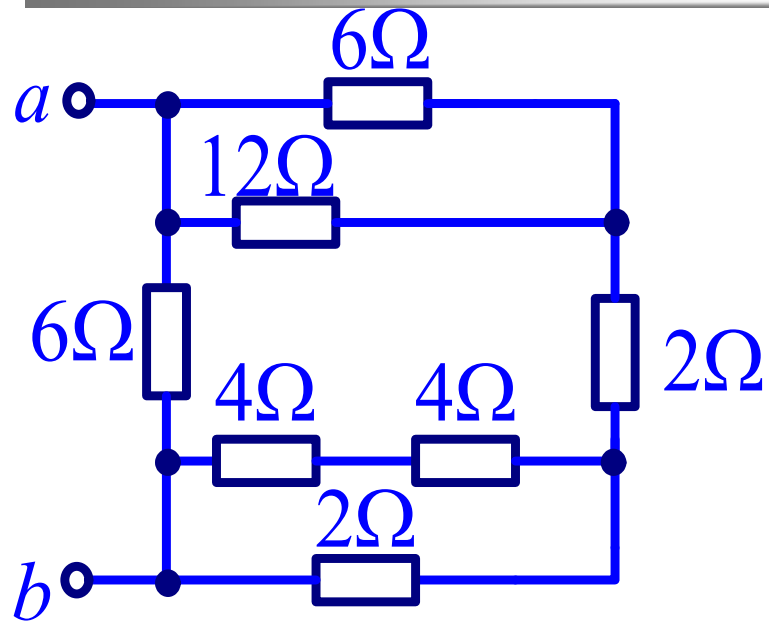


2-1求题图2-1所示电路ab端的等效电阻。



(a) 解:
$$R_{ab} = ((18 // 9) + 4) // 15$$
$$= (6 + 4) // 15$$
$$= 6\Omega$$

2-1

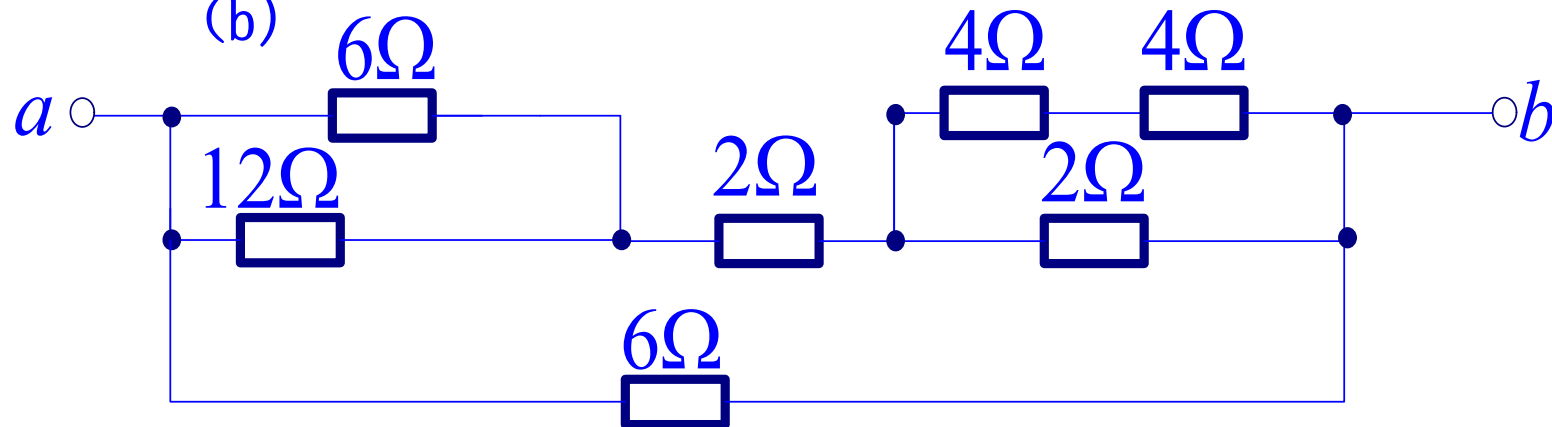


(b)

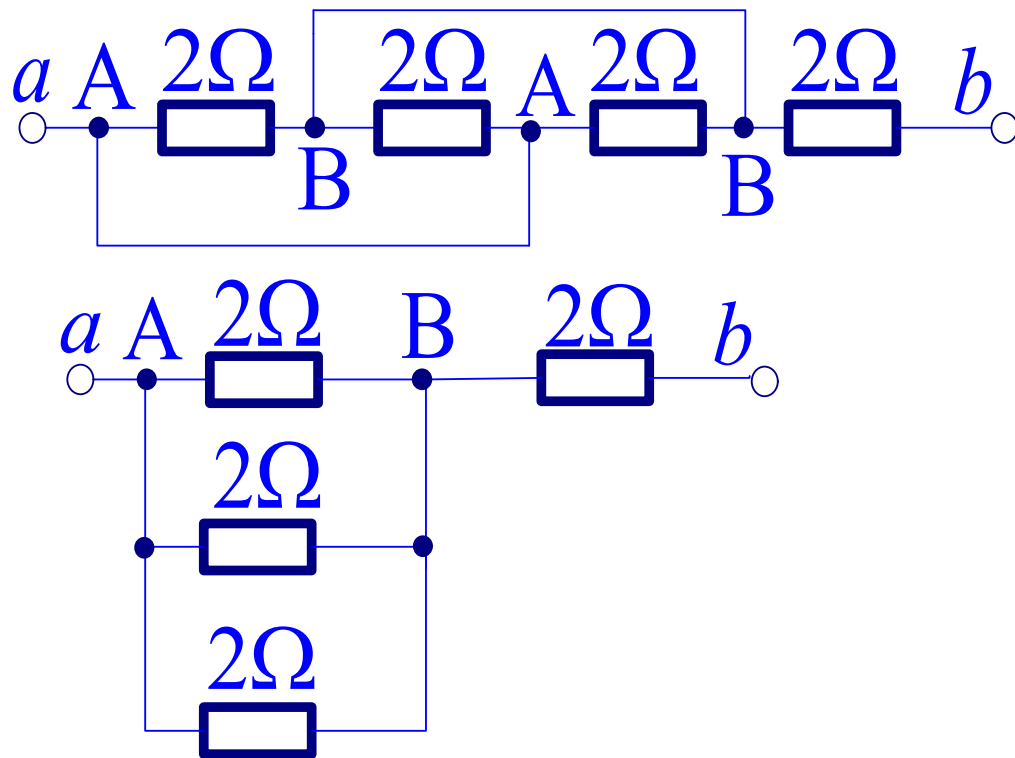
(b) 解:

$$R_{ab} = (6 // 12 + 2 + (4 + 4) // 2) // 6$$

$$= (4 + 2 + \frac{8}{5}) // 6 = \frac{57}{17} \Omega$$



2-1



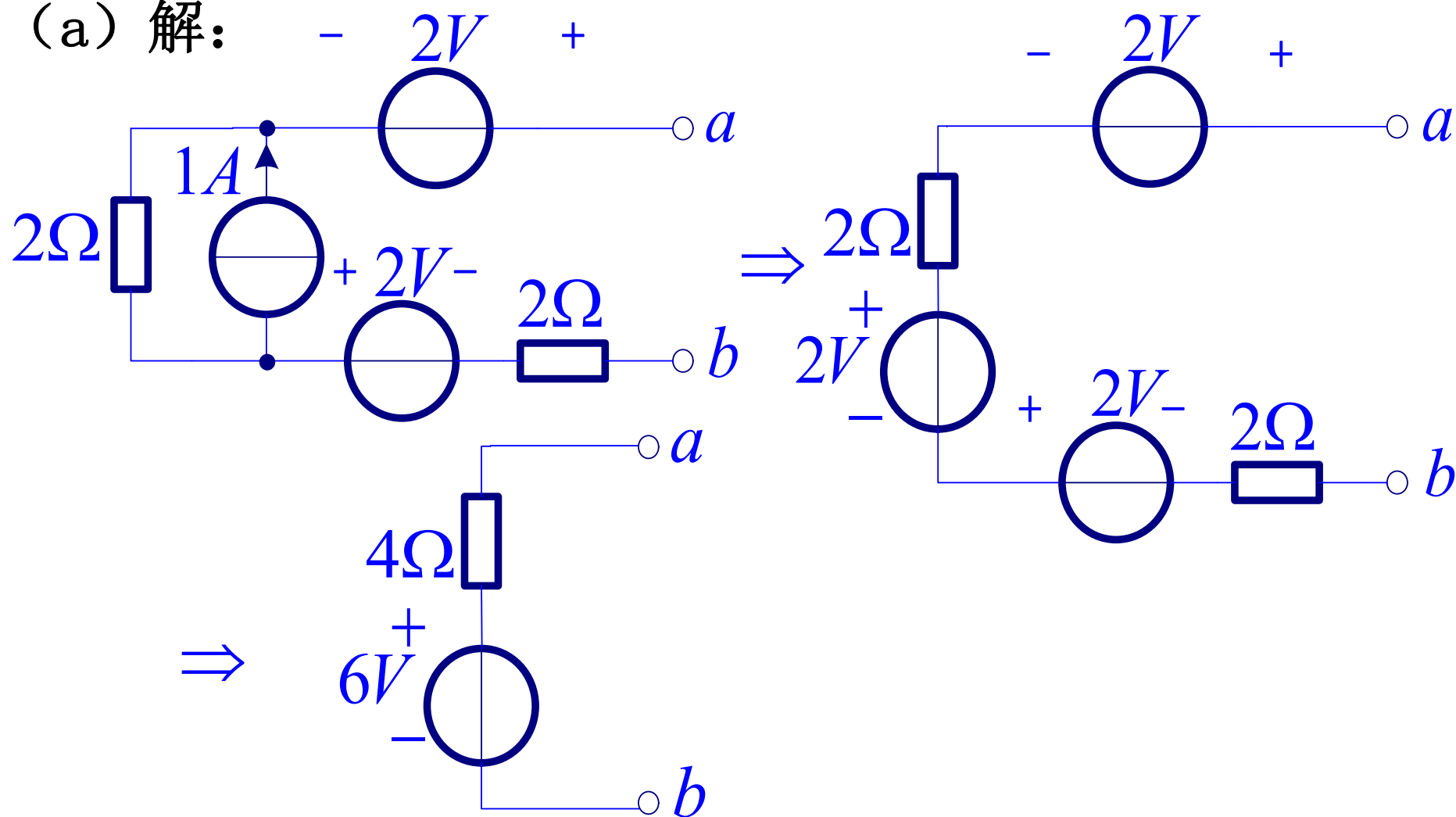
(c) 解:

$$R_{ab} = (2 // 2 // 2) + 2$$

$$= \frac{2}{3} + 2 = \frac{8}{3} \Omega$$

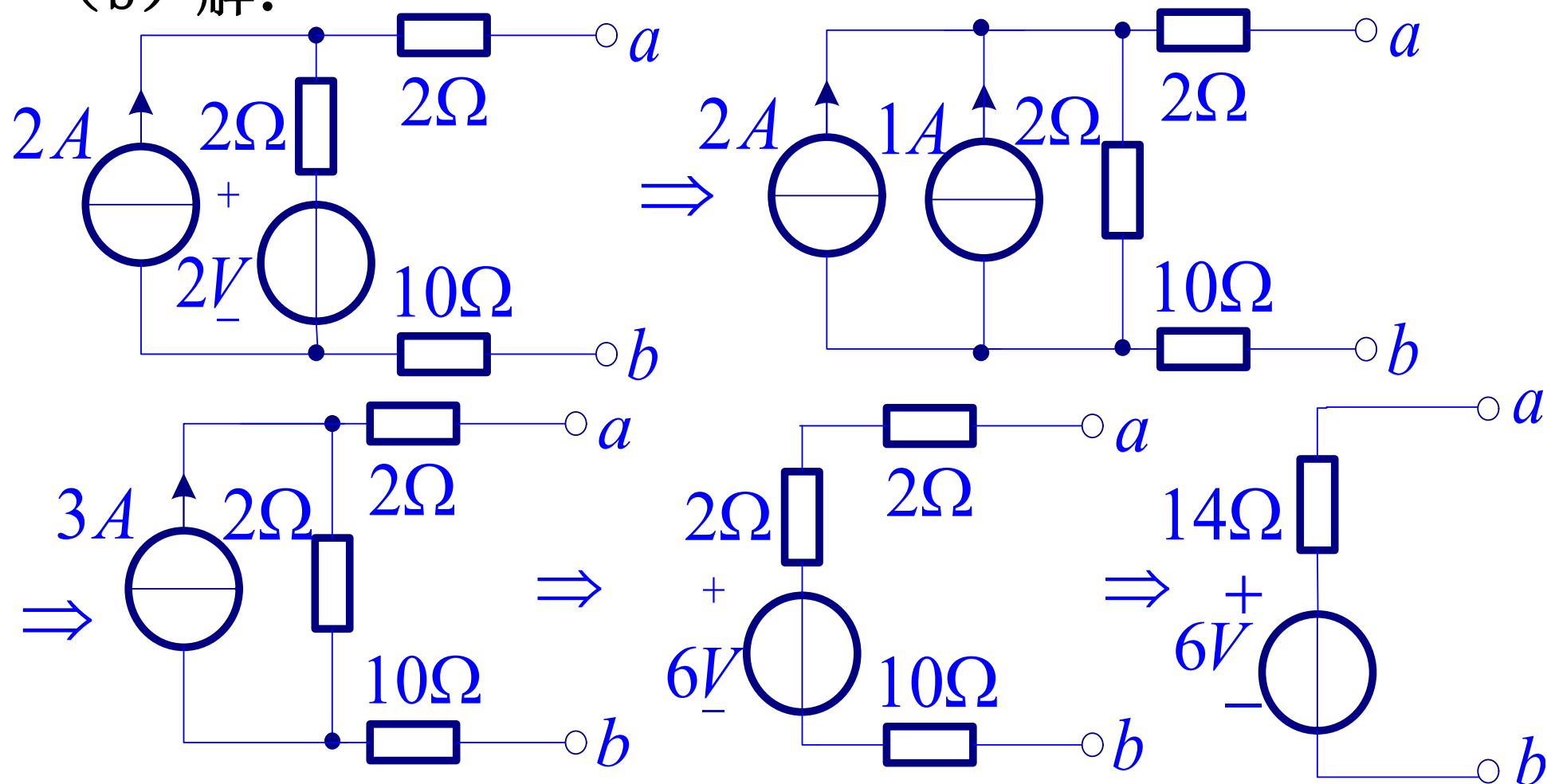
2-3 将题图2-3电路化简为最简形式。

(a) 解:

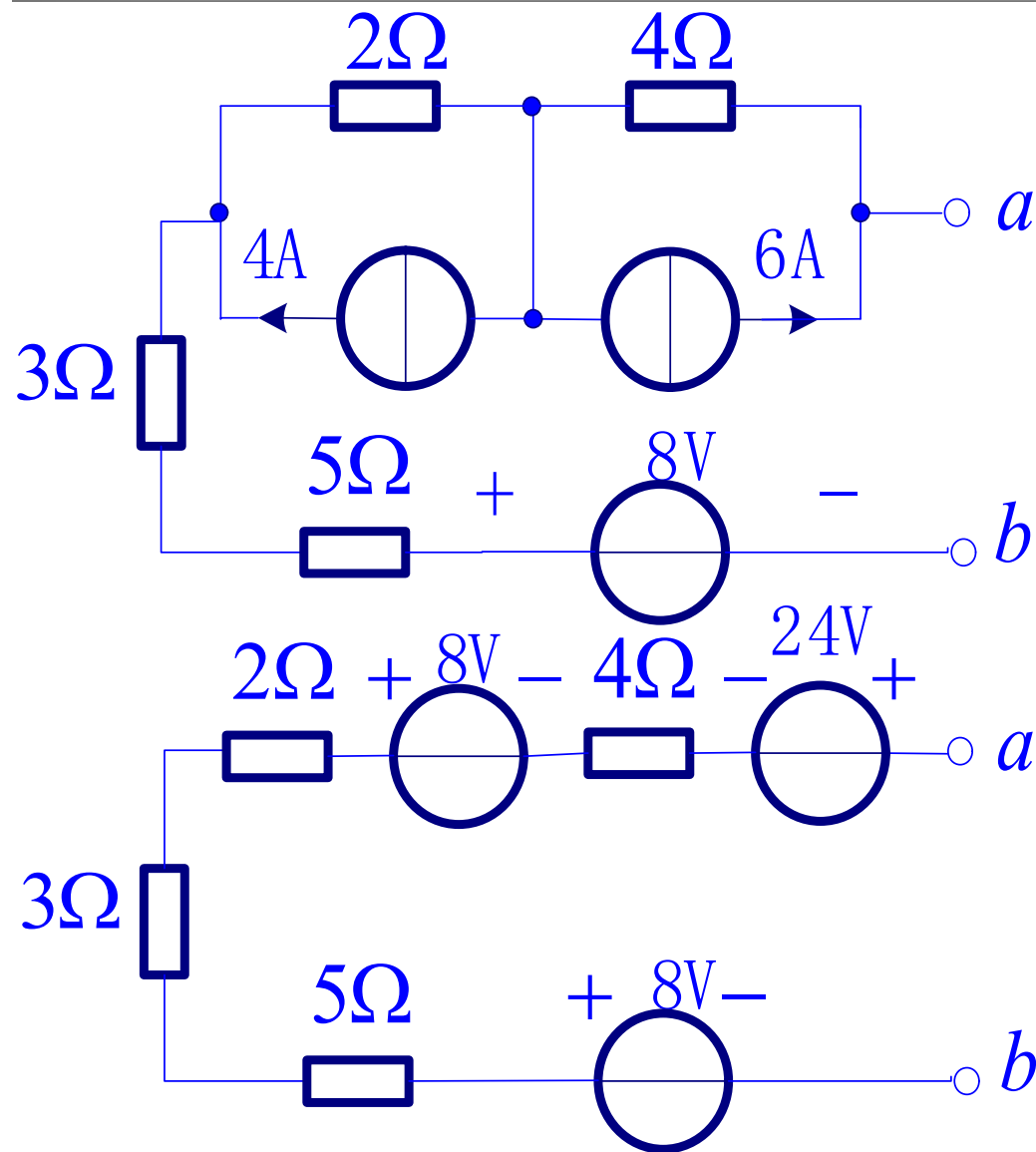


2-3 将题图2-3电路化简为最简形式。

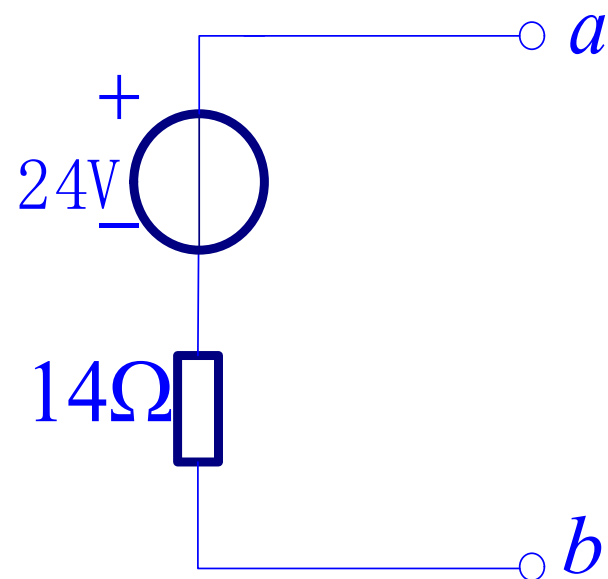
(b) 解:



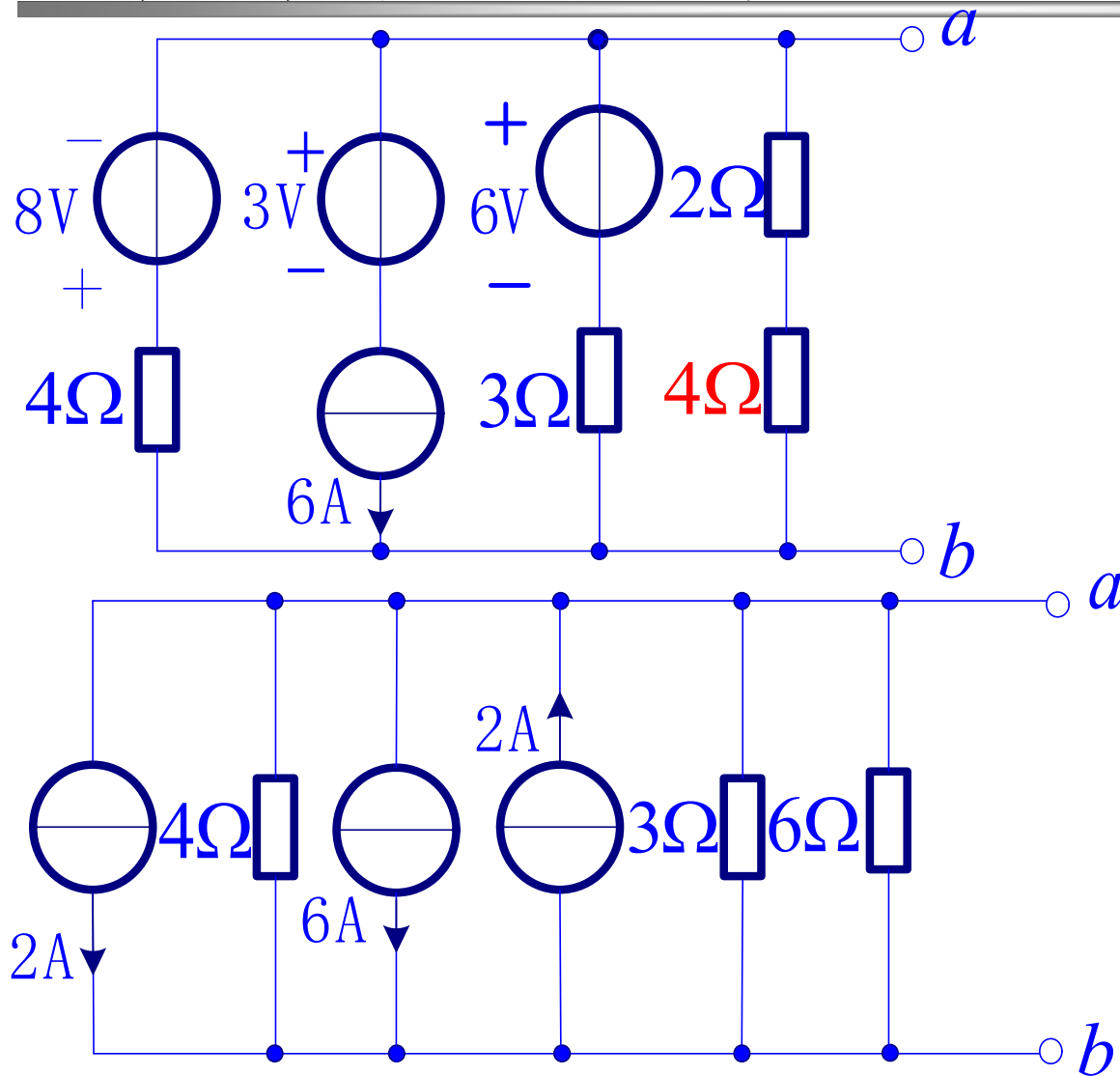
2-7 用实际电压源与电流源的等效特性，将题图2-7化简成简单的电源电路。



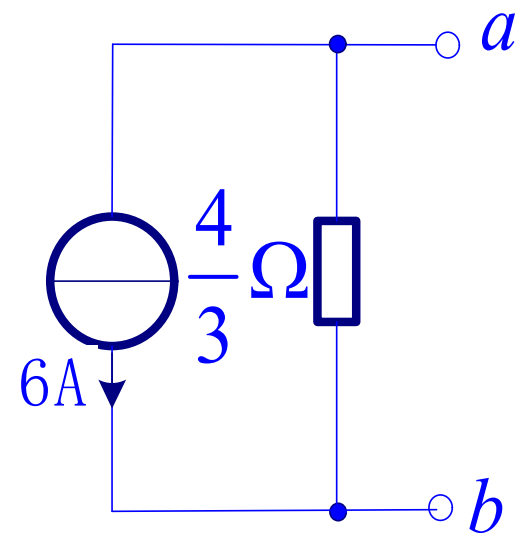
(a) 解:



2-7 用实际电压源与电流源的等效特性，将题图2-7化简成简单的电源电路。



(b) 解:

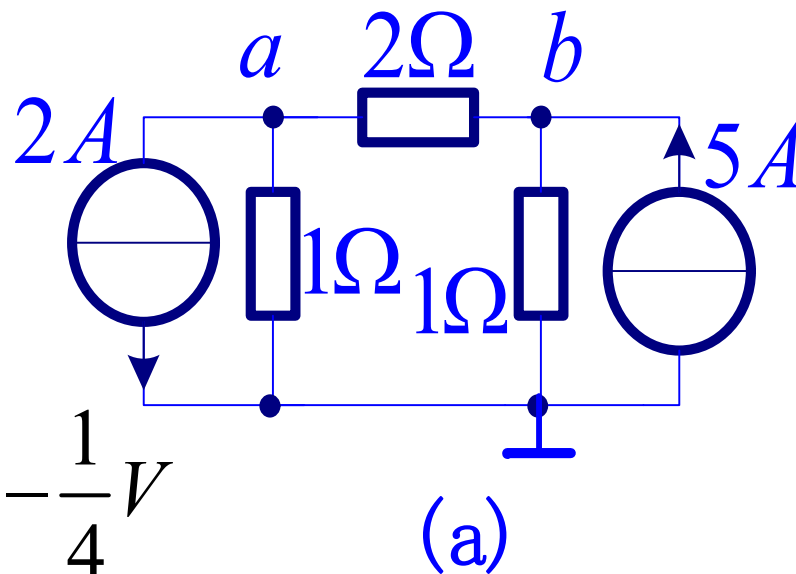


2-11 用节点电压法求解题图2-11各电路的每一条支路电压。

(a) 解：参考节点是地，节点 a、b 对地的电压即为独立的节点电压，设为 u_a 和 u_b 。则节点电压方程为：

$$\begin{cases} (1 + \frac{1}{2})u_a - \frac{1}{2}u_b = -2 \\ -\frac{1}{2}u_a + (1 + \frac{1}{2})u_b = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_a = -\frac{1}{4}V \\ u_b = \frac{13}{4}V \end{cases}$$

$$u_{ab} = u_a - u_b = -\frac{7}{2}V$$



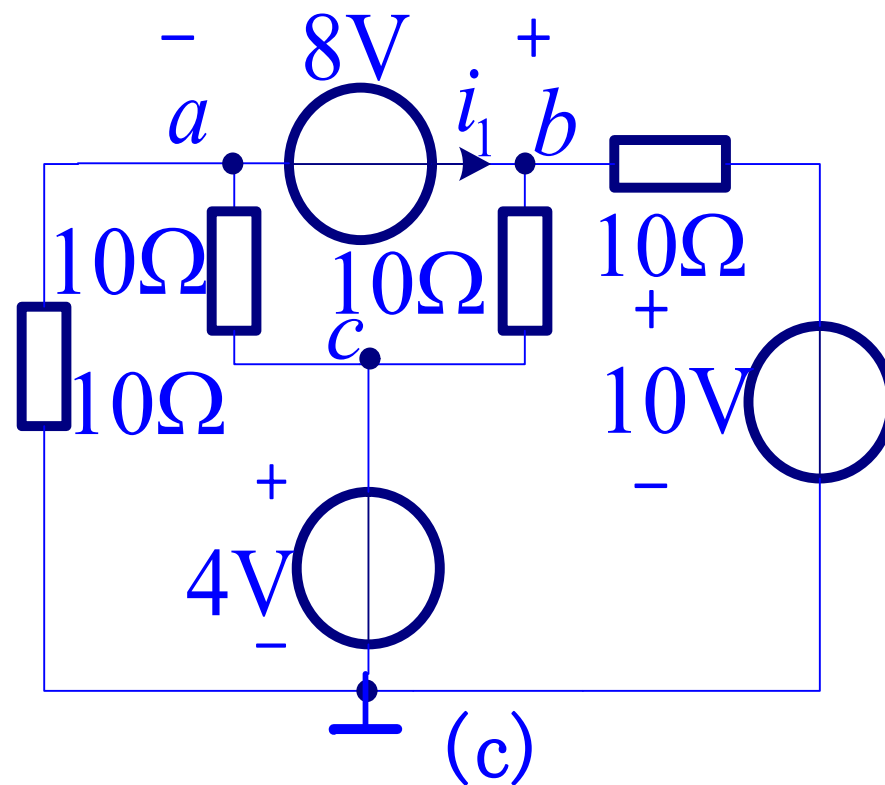
$$\begin{cases} (\frac{1}{2} + \frac{1}{2})u_a - \frac{1}{2}u_b = 4u_1 + 4 \\ -\frac{1}{2}u_a + (\frac{1}{2} + \frac{1}{2})u_b = -4u_1 \\ u_1 = u_a \end{cases}$$


$$\Rightarrow \begin{cases} u_a = 0V \\ u_a = -8V \end{cases}$$

$$u_{ab} = u_a - u_b = 8V$$

$$\begin{cases} (\frac{1}{10} + \frac{1}{10})u_a - \frac{1}{10}u_c = -\dot{i}_1 \\ (\frac{1}{10} + \frac{1}{10})u_b - \frac{1}{10}u_c = \dot{i}_1 + \frac{10}{10} \\ u_c = 4V \\ u_b - u_a = 8 \end{cases}$$

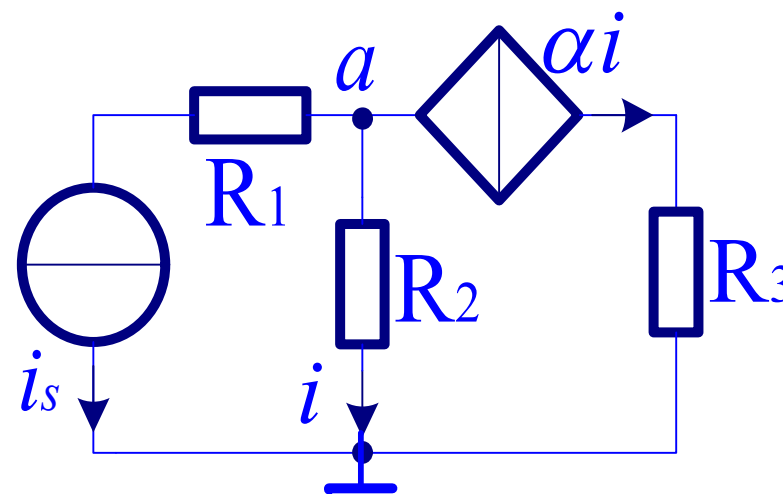
$$\Rightarrow \begin{cases} u_a = 0.5V \\ u_b = 8.5V \\ u_c = 4V \\ i_1 = 0.3A \end{cases} \quad \begin{cases} u_{ab} = -8V \\ u_{ac} = -3.5V \\ u_{bc} = 4.5V \end{cases}$$



(d) 解：参考节点是地，节点a、b、c对地的节点电压为，设为 u_a 则节点电压方程为：

$$\begin{cases} \frac{1}{R_2} u_a = -i_s - \alpha i \\ i = \frac{1}{R_2} u_a \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} u_a = -\frac{R_2 i_s}{\alpha + 1} \\ i = -\frac{i_s}{\alpha + 1} \end{cases}$$

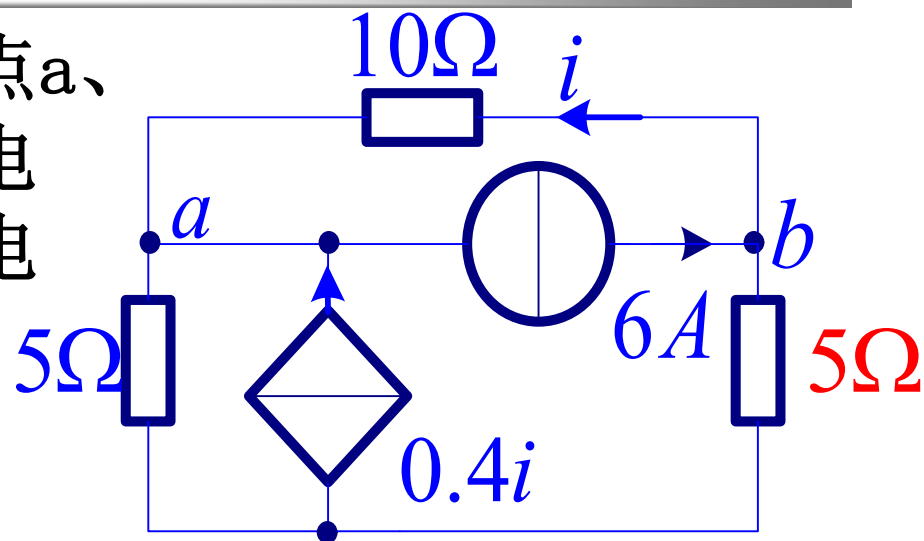


(d)

2-12 用节点电压法求解题图2-12中电流*i*。

(a) 解：参考节点是c，节点a、b对c的电压即为独立的节点电压，设为 u_a 和 u_b 。则节点电压方程为：

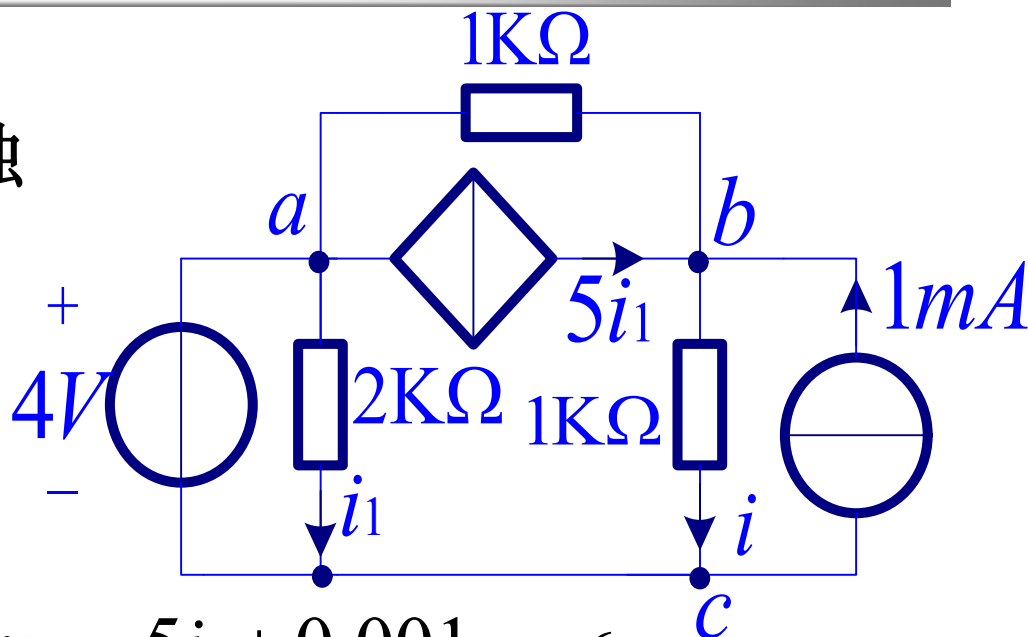
$$\begin{cases} \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{10}\right)u_a - \frac{1}{10}u_b = 0.4i - 6 \\ -\frac{1}{10}u_a + \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{10}\right)u_b = 6 \\ i = \frac{u_b - u_a}{10} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_a = -\frac{120}{11}V \\ u_b = \frac{180}{11}V \\ i = \frac{30}{11}A \end{cases}$$



2-12 用节点电压法求解题图2-12中电流*i*。

(b) 解：参考节点是c，
节点a、b对c的电压即为独
立的节点电压，设为 u_a
和 u_b 。节点电压方程为：

$$\begin{cases} u_a = 4V \\ -\frac{1}{1000}u_a + \left(\frac{1}{1000} + \frac{1}{1000}\right)u_b = 5i_1 + 0.001 \\ i_1 = \frac{u_a}{2000} = 0.002A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_a = 4V \\ u_b = 7.5V \\ i_1 = 0.002A \end{cases}$$
$$i = \frac{u_b}{1000} = 0.0075A = 7.5mA$$



2-13 (a) 解：设节点④为参考节点，节点①②③的节点电压为 u'_1, u'_2, u'_3 ，节点电压方程为：

$$\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}\right)u'_1 + \left(-\frac{1}{R_4}\right)u'_2 + \left(-\frac{1}{R_2}\right)u'_3 = \frac{U_{s2}}{R_2} + i_1$$

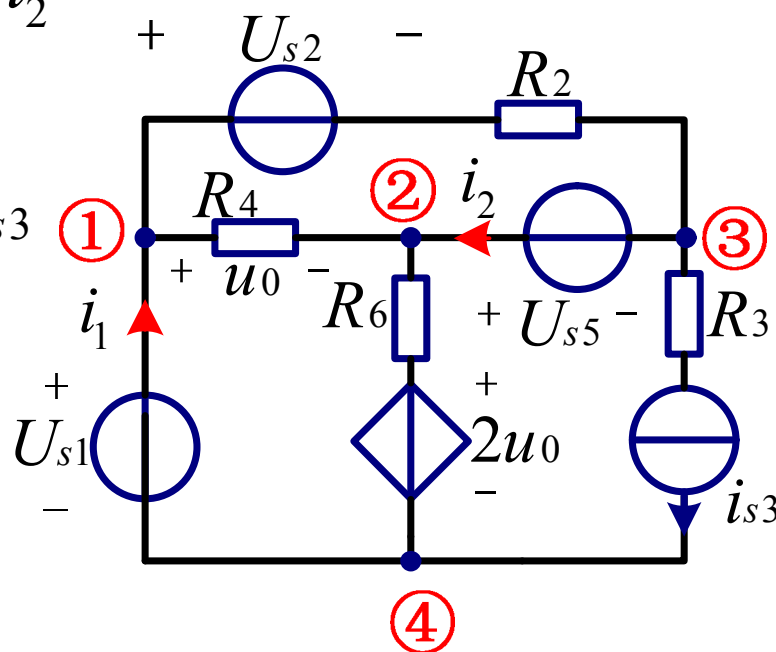
$$\left(-\frac{1}{R_4}\right)u'_1 + \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_6}\right)u'_2 = \frac{2u_0}{R_6} + i_2$$

$$\left(-\frac{1}{R_2}\right)u'_1 + \frac{1}{R_2}u'_3 = -\frac{U_{s2}}{R_2} - i_2 - i_{s3}$$

$$u'_1 = U_{s1}$$

$$u'_2 - u'_3 = U_{s5}$$

$$u'_1 - u'_2 = u_0$$



2-13 (b) 解：设节点④为参考节点，节点①②③的节点电压为 u'_1, u'_2, u'_3 ，节点电压方程为：

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)u'_1 + \left(-\frac{1}{R_2}\right)u'_2 = \frac{U_s}{R_1} - 0.3u_3$$

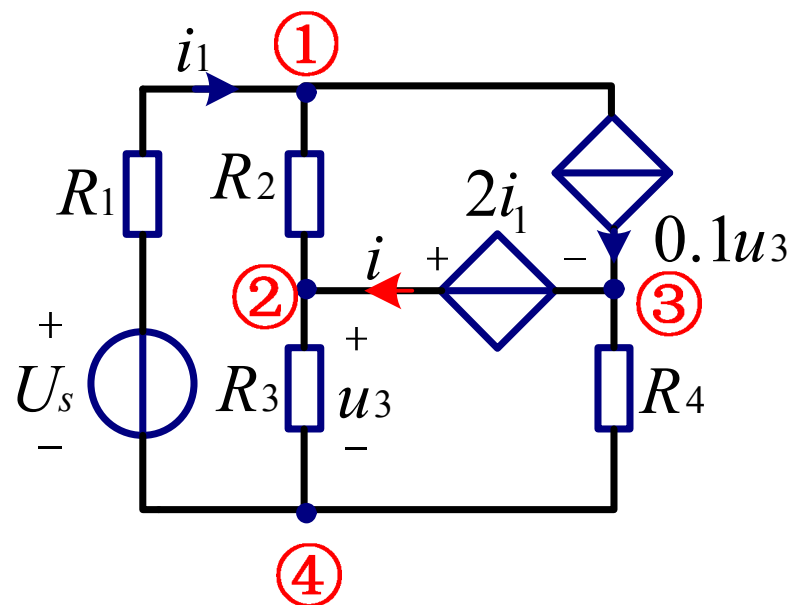
$$\left(-\frac{1}{R_2}\right)u'_1 + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)u'_2 = i$$

$$\frac{1}{R_4}u'_3 = 0.3u_3 - i$$

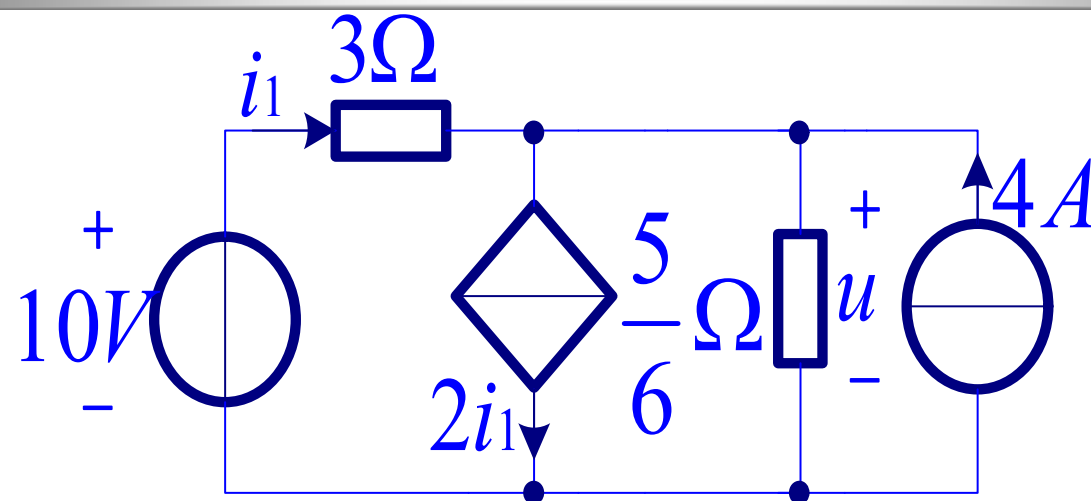
$$u'_2 - u'_3 = 2i_1$$

$$\frac{U_s - u'_1}{R_1} = i_1$$

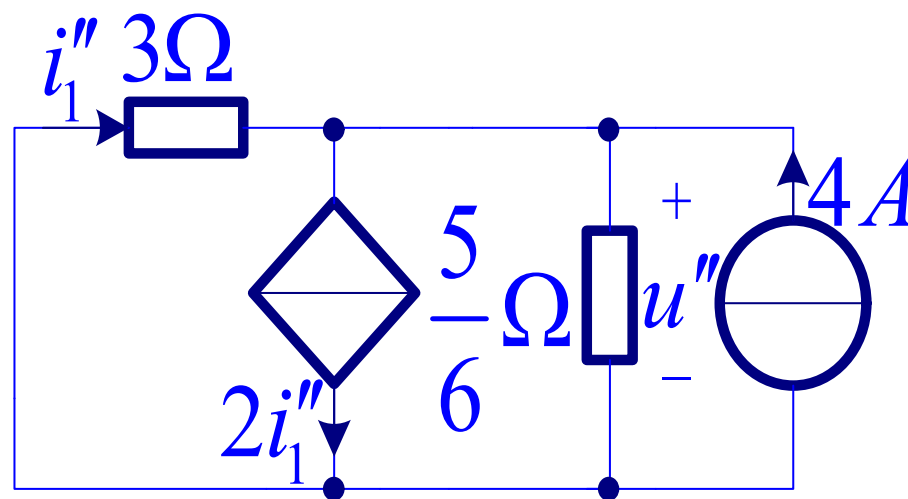
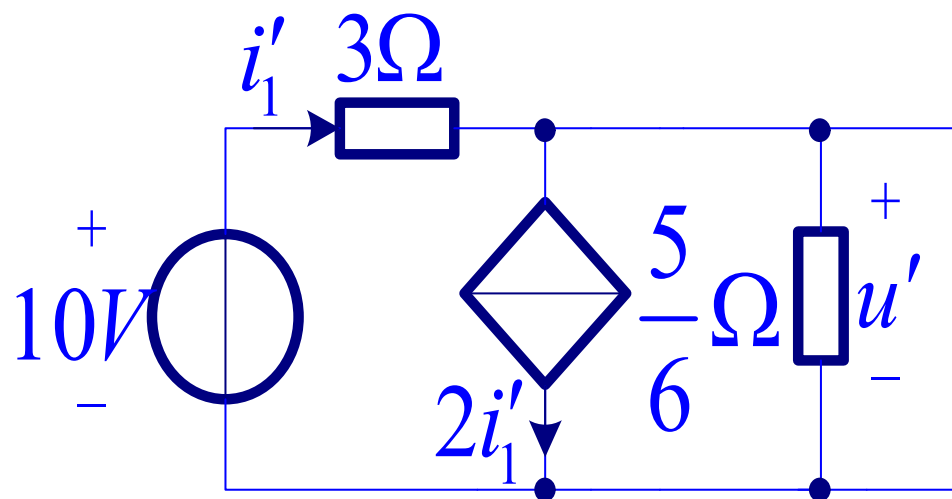
$$u'_2 = u_3$$

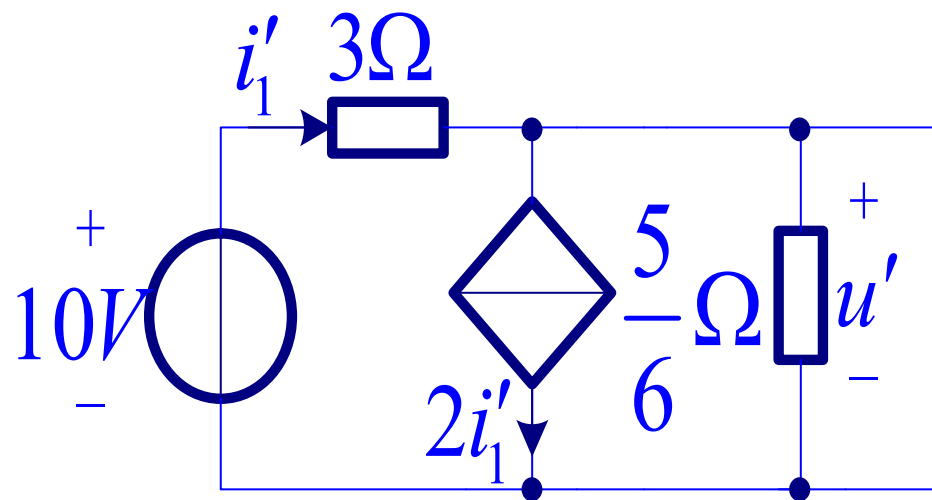


2-15 电路如题图2-15所示，利用叠加定理求解电压 u 。

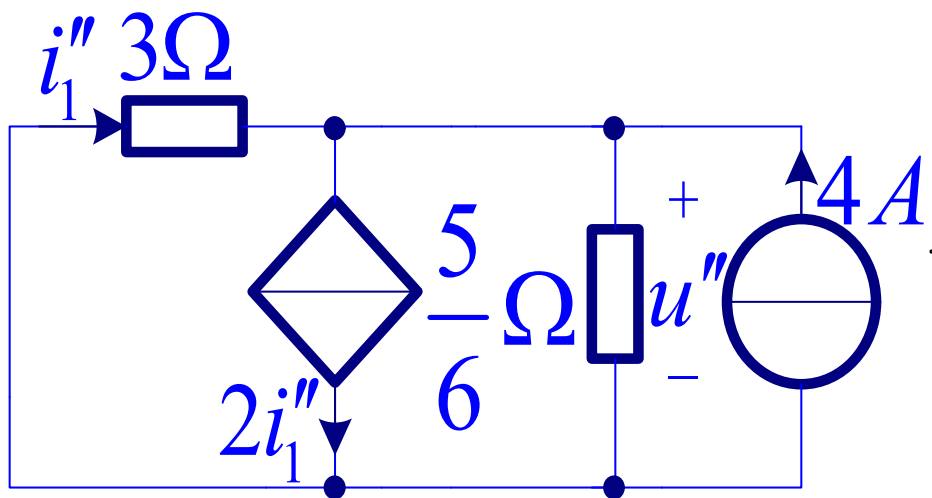


解：





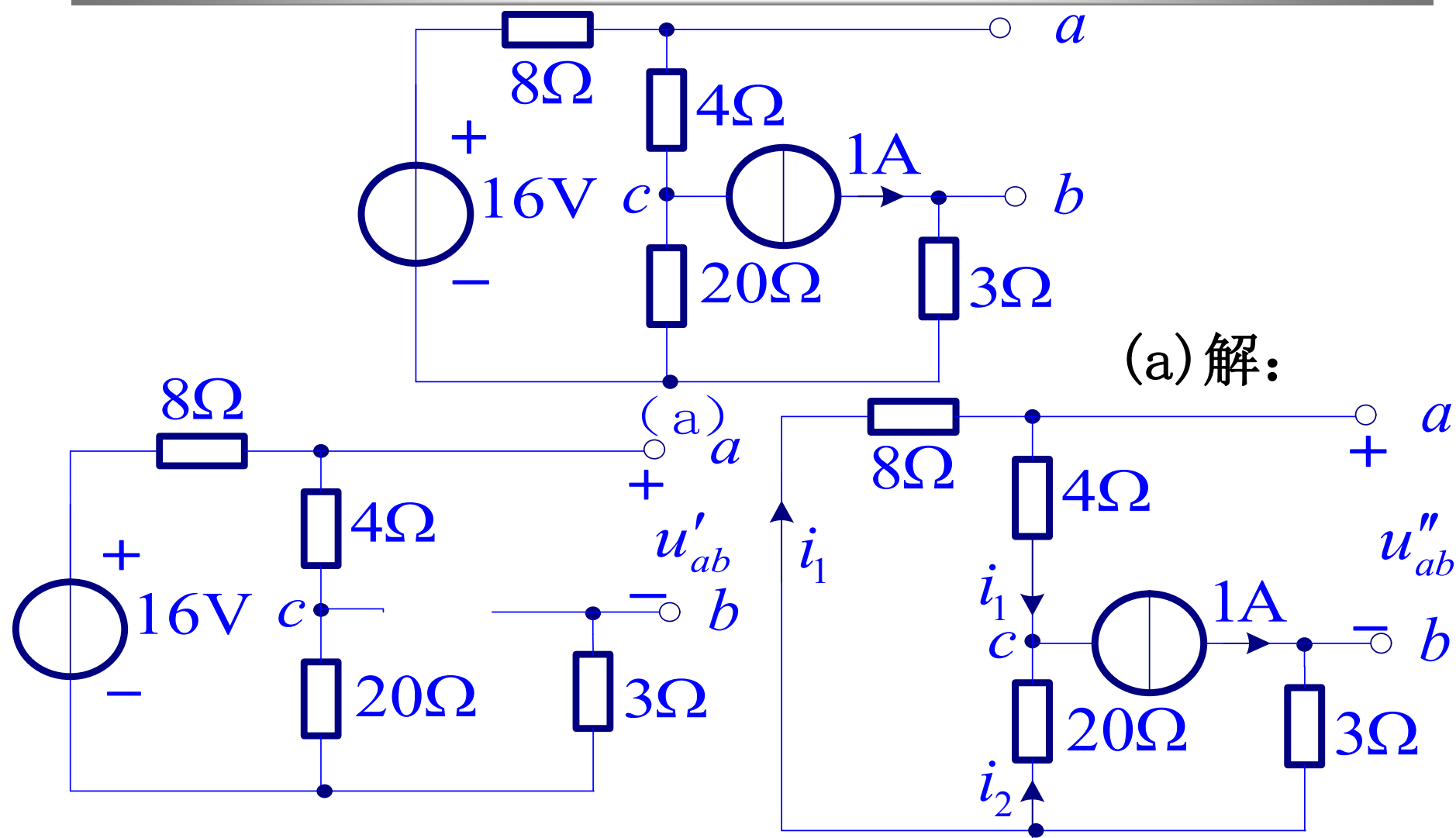
$$\begin{cases} i'_1 = 2i'_1 + \frac{u'}{5/6} \\ u' = 10 - 3i'_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i'_1 = \frac{60}{13} A \\ u' = -\frac{50}{13} V \end{cases}$$

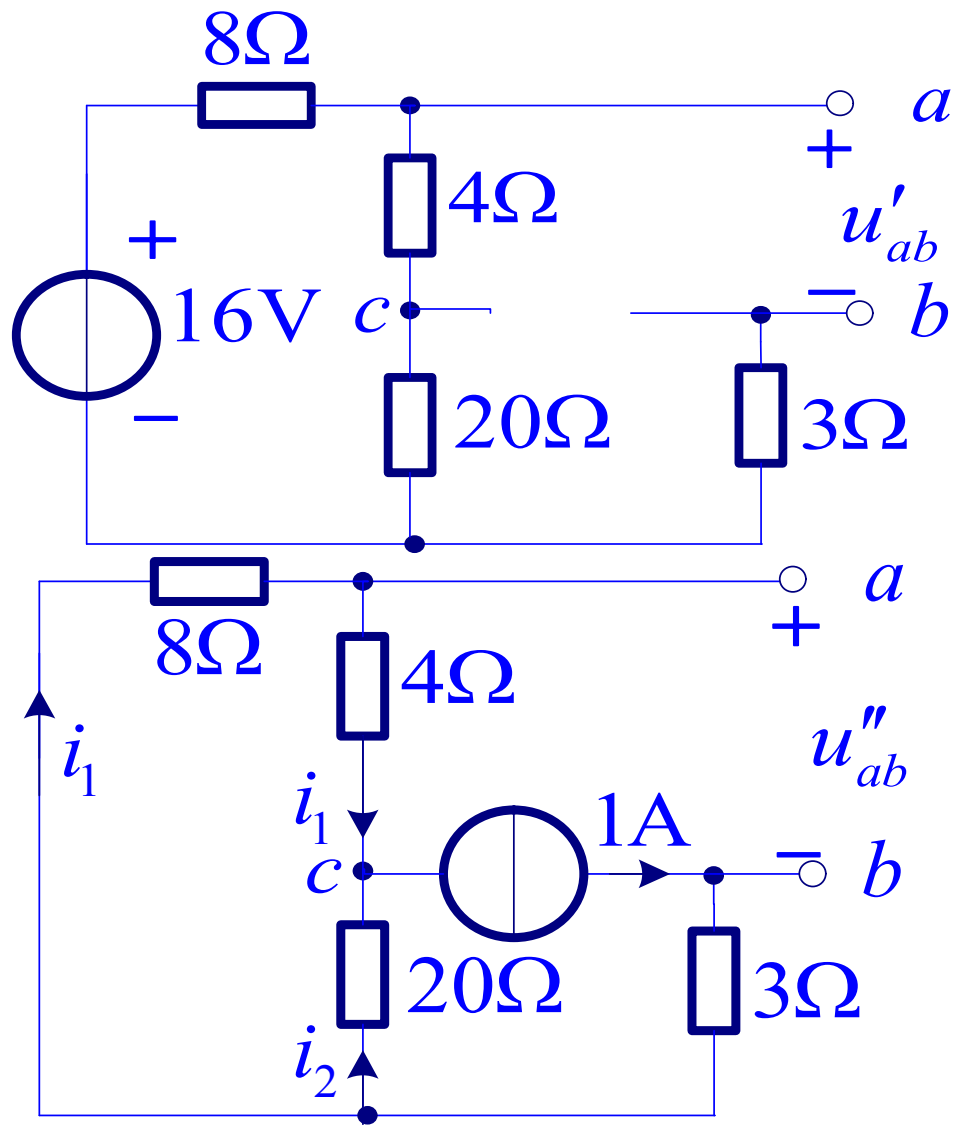


$$\begin{cases} i''_1 + 4 = 2i''_1 + \frac{u''}{5/6} \\ u'' = -3i''_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i''_1 = -\frac{20}{13} A \\ u'' = \frac{60}{13} V \end{cases}$$

$$u = u' + u'' = -\frac{50}{13} + \frac{60}{13} = \frac{10}{13} V$$

2-18 求题图2-18所示电路的开路电压 u_{ab} 。





$$u'_{ab} = \frac{4 + 20}{8 + 4 + 20} \times 16 = 12V$$

$$i_1 = \frac{20}{8 + 4 + 20} \times 1 = \frac{5}{8} A$$

$$u''_{ab} = -8i_1 - 3 \times 1 = -8V$$

$$u_{ab} = u'_{ab} + u''_{ab} = 12 - 8 = 4V$$

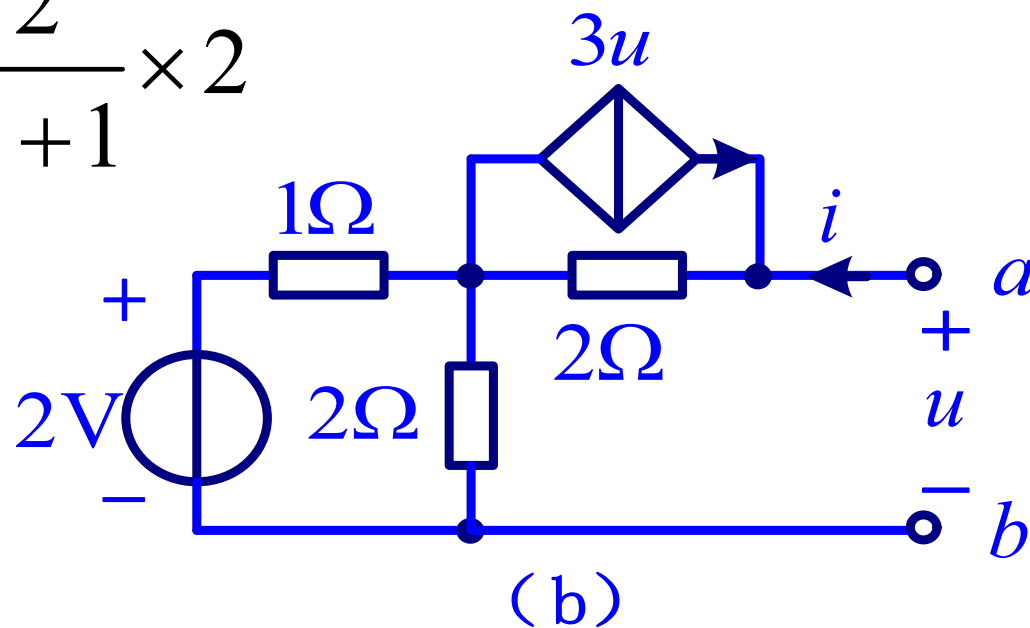
2-18 求题图2-18所示电路的开路电压 u_{ab} 。

(b) 解:

$$u_{ab} = 3u_{ab} \times 2 + \frac{2}{2+1} \times 2$$

$$-5u_{ab} = \frac{4}{3}$$

$$u_{ab} = -\frac{4}{15} \text{ V}$$

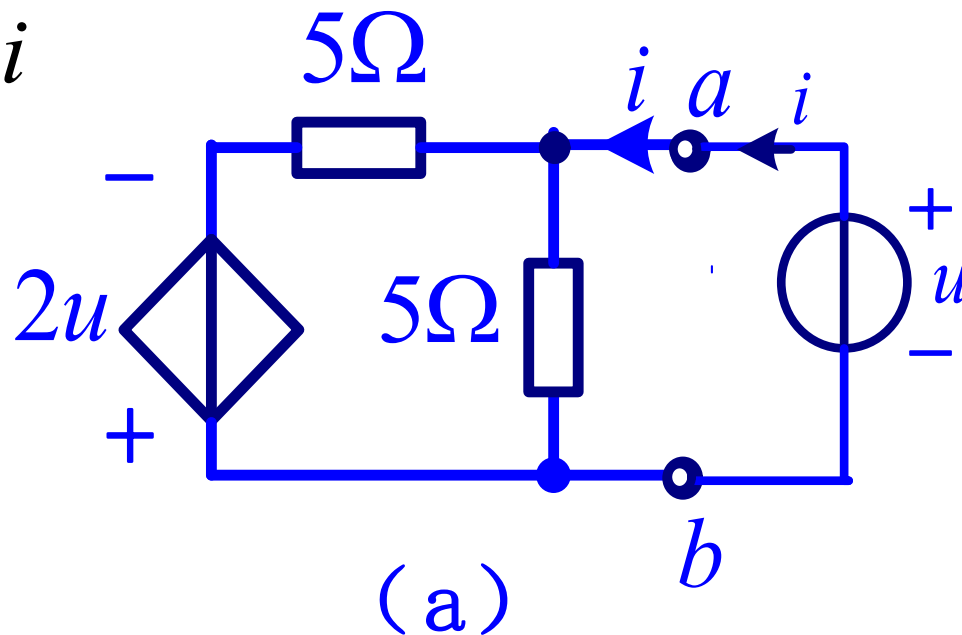


2-19 求题图2-19所示电路的等效内阻 R_{ab} 。

$$\text{解: } \frac{u}{5} + \frac{u - (-2u)}{5} = i$$

$$\frac{4}{5}u = i$$

$$R_{ab} = \frac{u}{i} = \frac{5}{4} \Omega$$



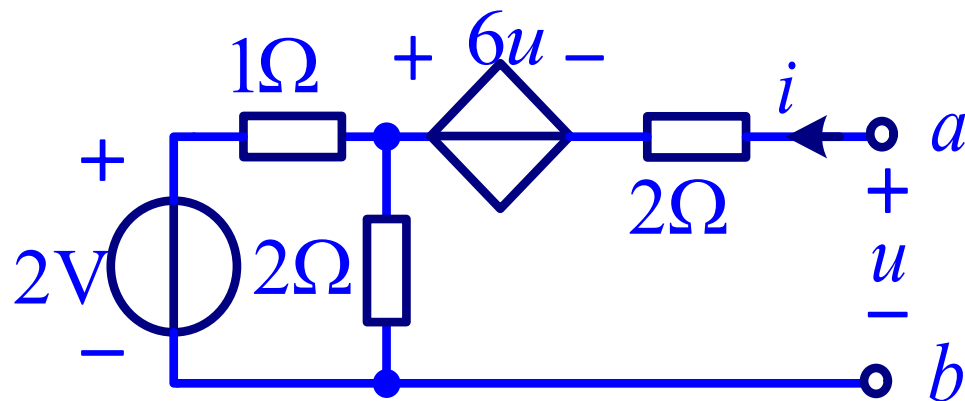
2-19 求题图2-19所示电路的等效内阻 R_{ab} 。

解：

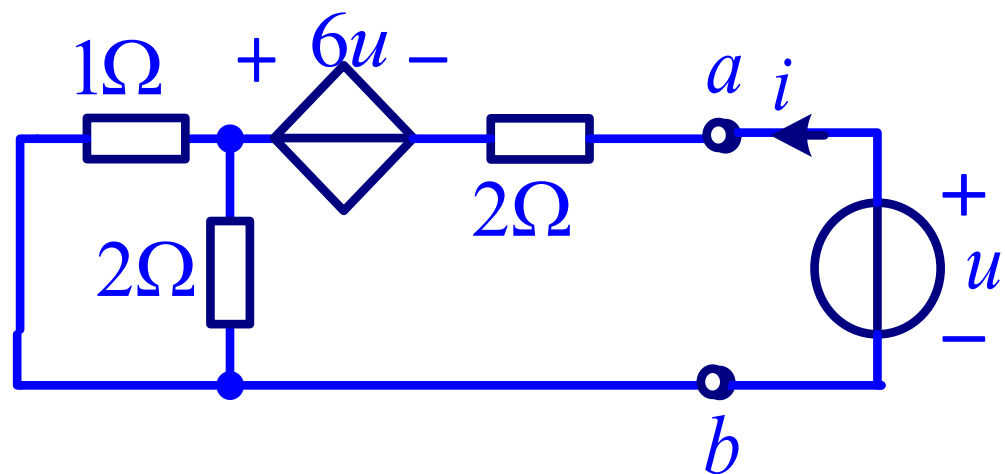
$$u = 2i - 6u + \frac{2 \times 1}{2 + 1} \times i$$

$$7u = \frac{8}{3}i$$

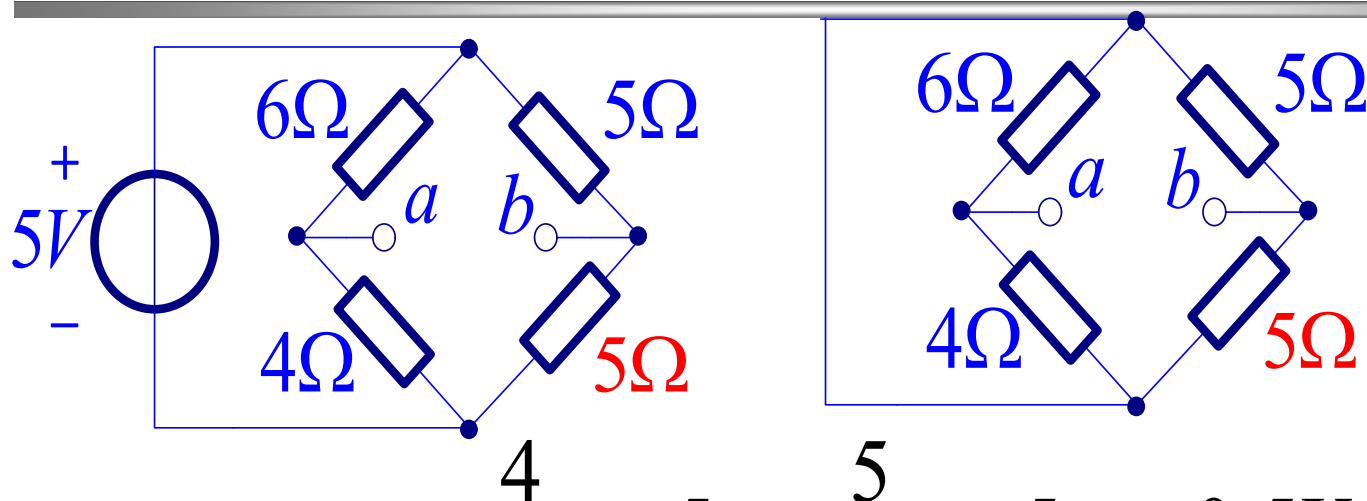
$$R_{ab} = \frac{u}{i} = \frac{8}{21} \Omega$$



(b)



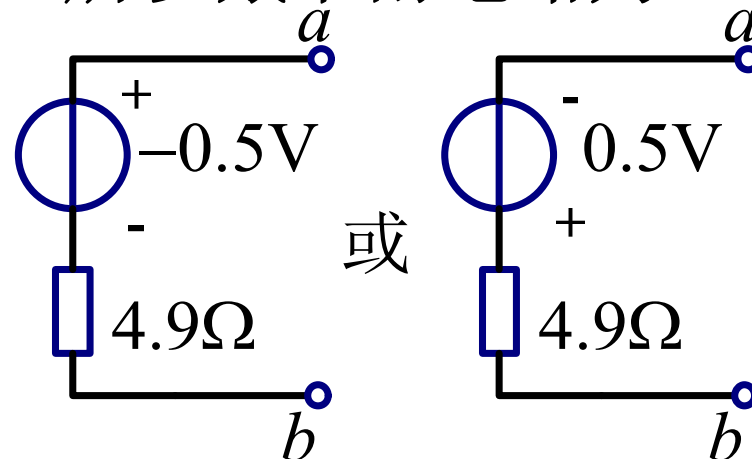
2-20 求题图2-20所示电路中ab端的戴维南等效电路。

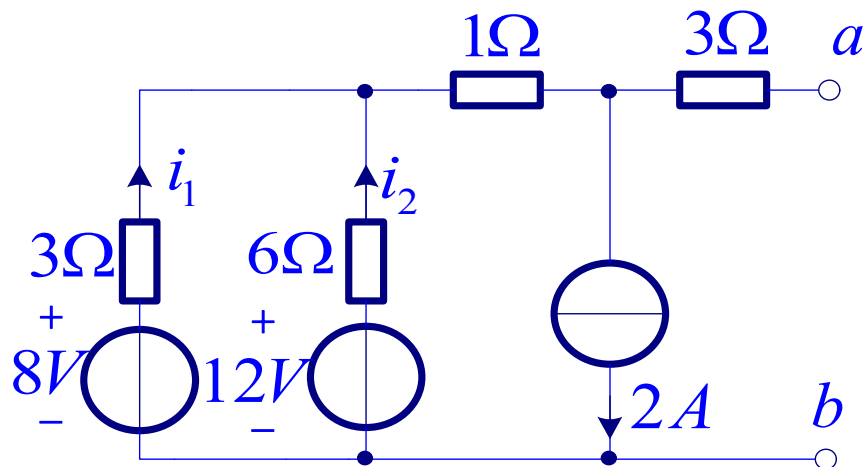
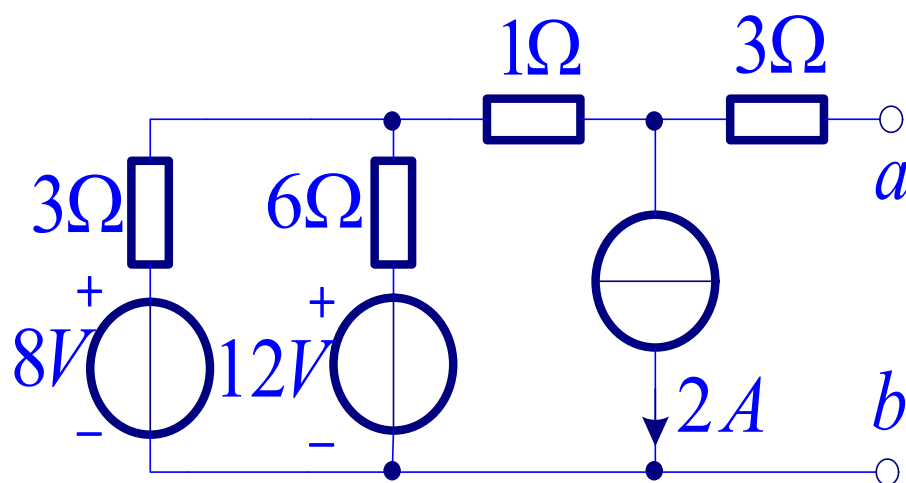


(a) 解:
$$u_{ab} = \frac{4}{4+6} \times 5 - \frac{5}{5+5} \times 5 = -0.5V$$

所以戴维南电路为:

$$R_{ab} = \frac{4 \times 6}{4 + 6} + \frac{5 \times 5}{5 + 5} = 4.9\Omega$$





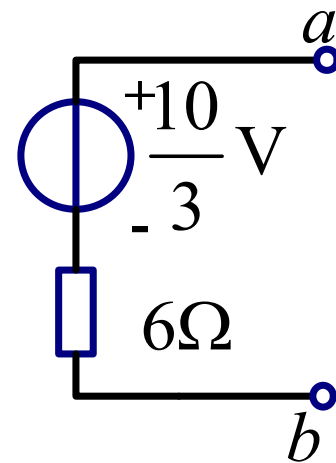
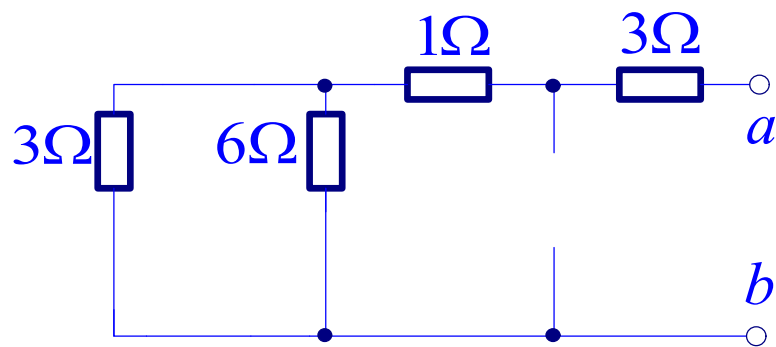
(b) 解:

$$\left. \begin{aligned} i_1 + i_2 &= 2 \\ -8 + 3i_1 - 6i_2 + 12 &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = \frac{8}{9} A \\ i_2 = \frac{10}{9} A \end{cases}$$

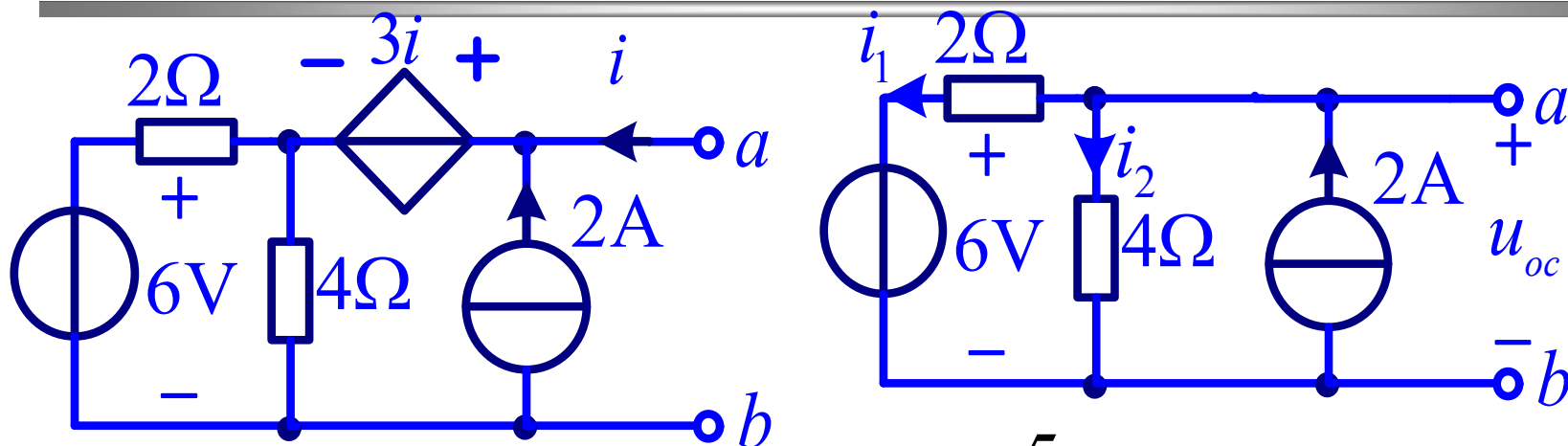
$$u_{ab} = -1 \times 2 - 6i_2 + 12 = \frac{10}{3} V$$

$$R_{ab} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} + 1 + 3 = 6 \Omega$$

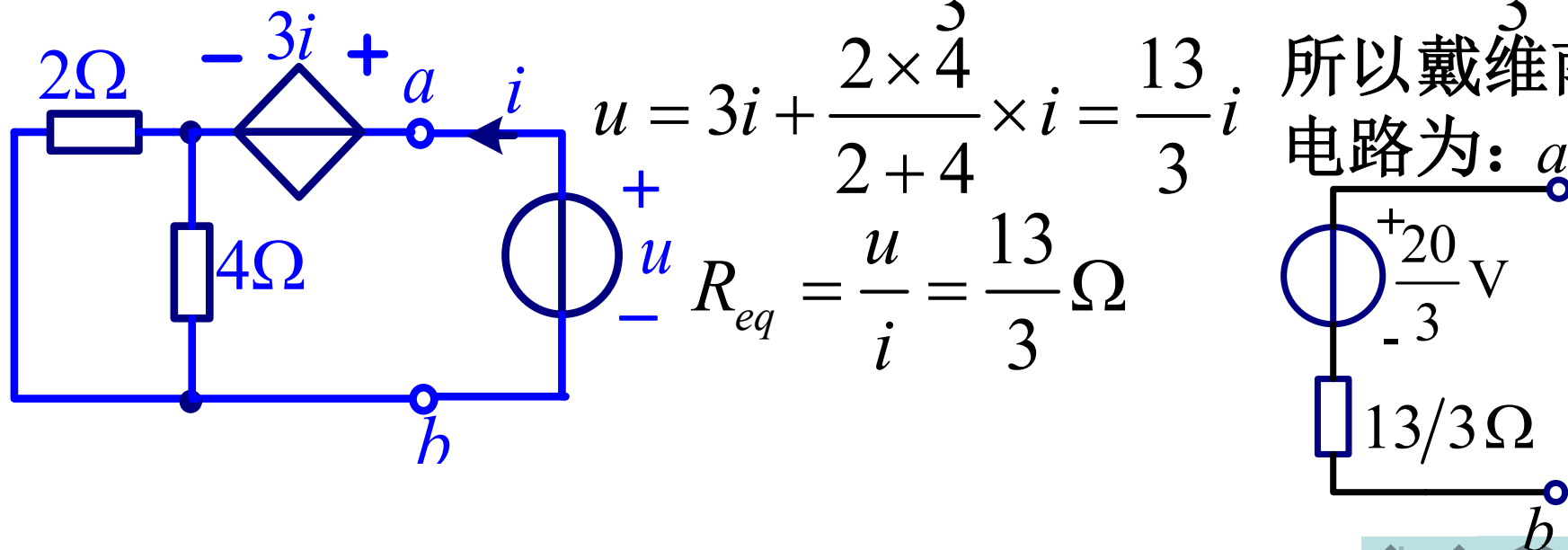
所以戴维南电路为:



2-21 求题图2-21所示电路中ab端的戴维南等效电路。



解: $i_1 + i_2 = 2$, $2i_1 + 6 = 4i_2 \Rightarrow i_2 = \frac{5}{3} \text{ A} \Rightarrow u_{oc} = 4i_2 = \frac{20}{3} \text{ V}$



2-21 (b) 解: $4i + 4i + 8 + 4 \times (4 + i) + 8i = 0$

$$\Rightarrow i = -\frac{6}{5} \text{ A}$$

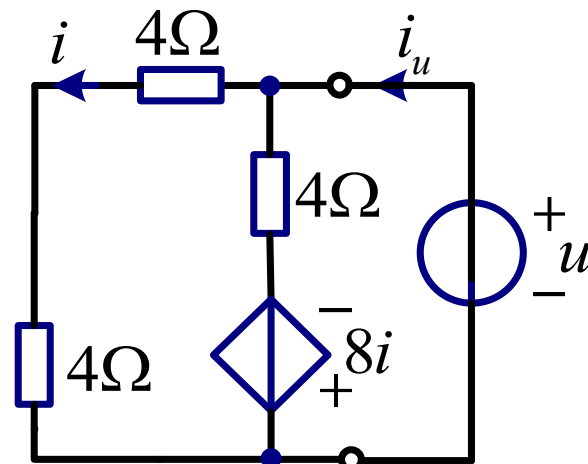
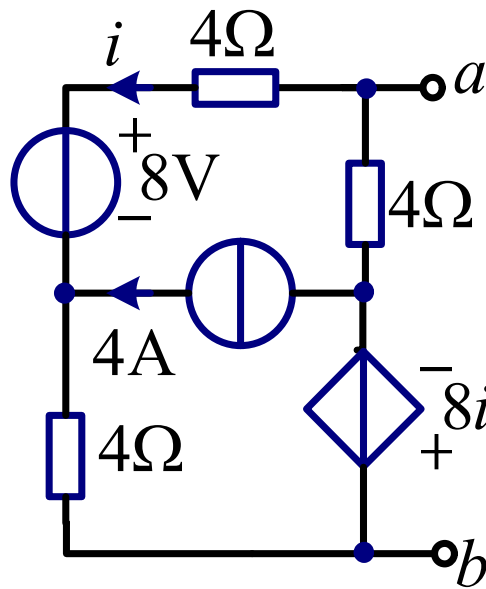
$$u_{oc} = -4i - 8i = \frac{72}{5} \text{ V}$$

$$i = \frac{u}{4 + 4}$$

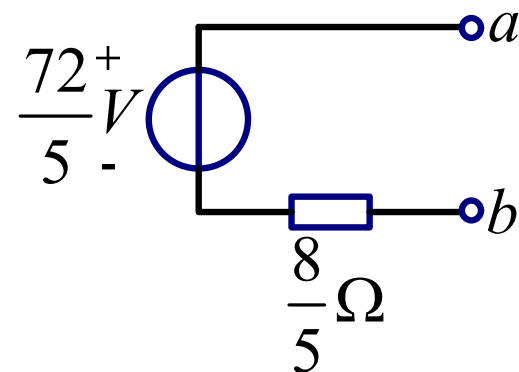
$$u = 4 \times (i_u - i) - 8i = 4i_u - 12i$$

$$= 4i_u - 12 \times \frac{u}{8}$$

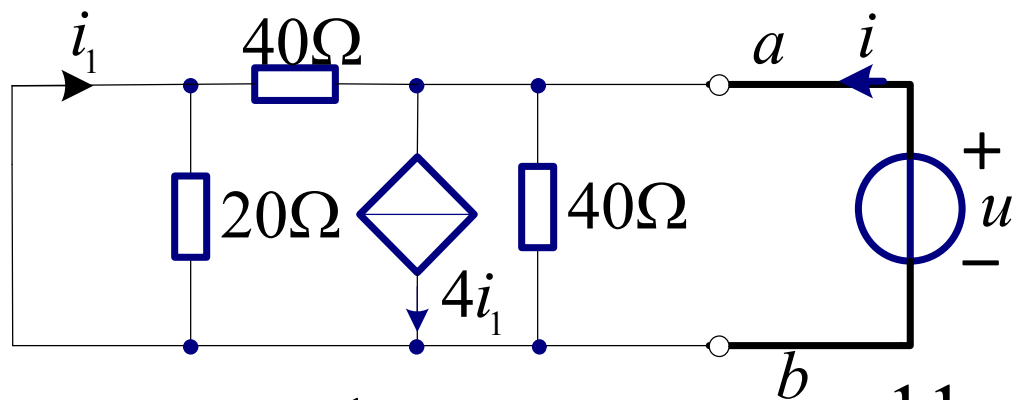
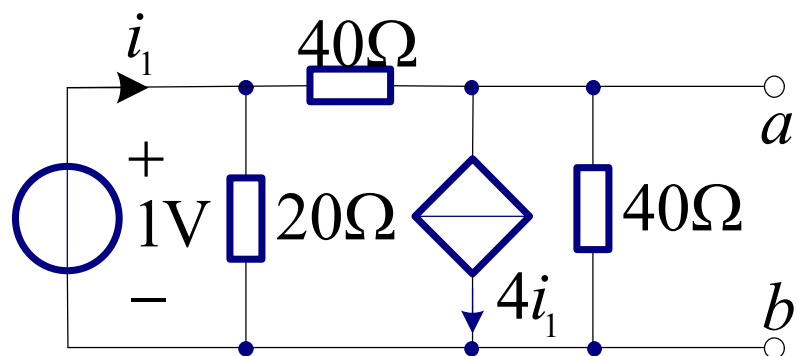
$$\frac{5}{2}u = 4i_u \quad R_{eq} = \frac{u}{i_u} = \frac{8}{5} \Omega$$



所以戴维南电路为:



2-21 (c) 解:

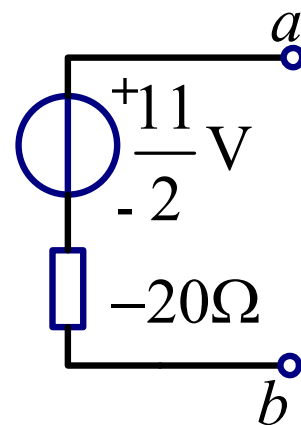


$$i_1 - \frac{1}{20} - 4i_1 - \frac{u_{oc}}{40} = 0, \quad u_{oc} = 1 - \left(i_1 - \frac{1}{20}\right) \times 40 \Rightarrow u_{oc} = \frac{11}{2} \text{ V}$$

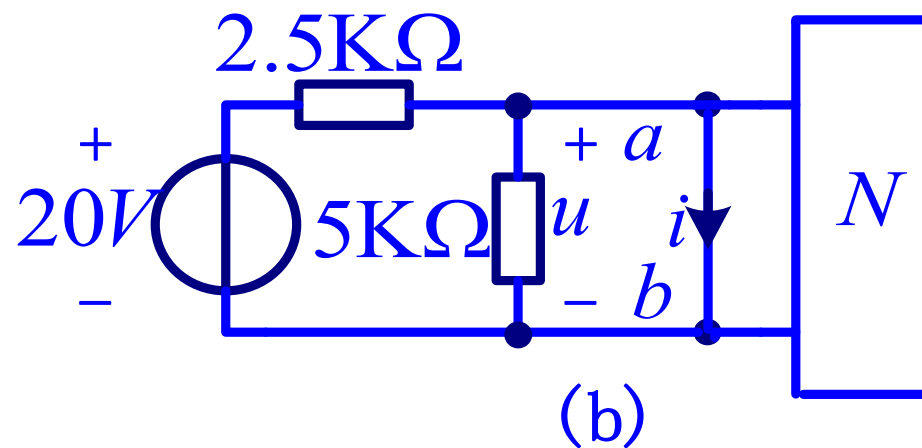
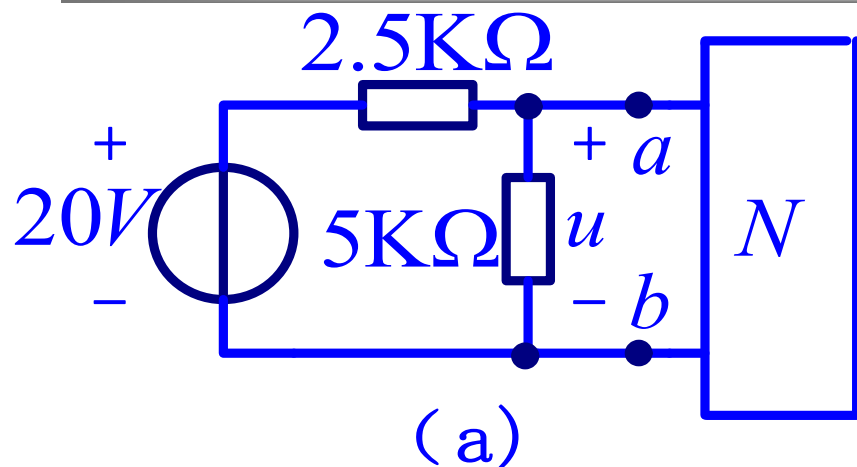
$$u = -40i_1, \quad i - \frac{u}{40} - 4i_1 + i_1 = 0,$$

$$\Rightarrow i + \frac{1}{20}u = 0 \Rightarrow R_{eq} = \frac{u}{i} = -20\Omega$$

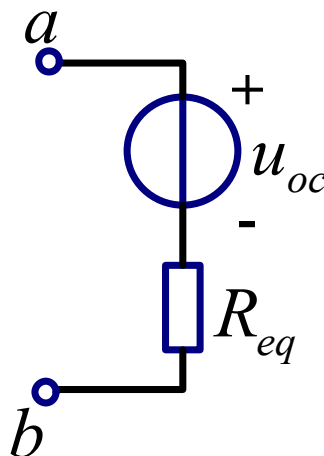
所以戴维南电路为:

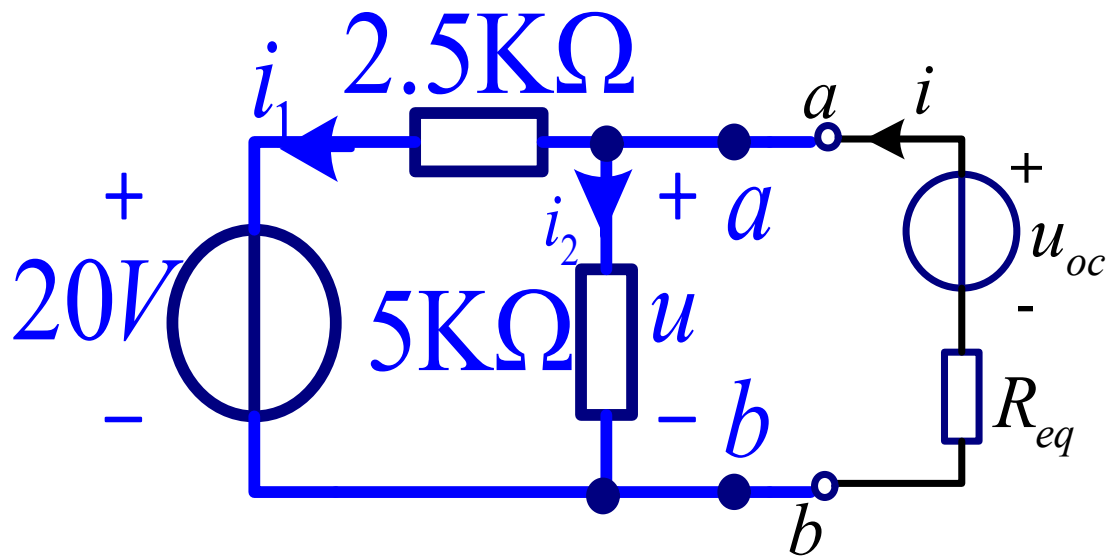


2-25 如图a所示电路中，电压 $u=12.5\text{V}$ ；当ab间短路，如图b所示电流 $i=10\text{mA}$ 。求网络N的戴维南等效电路。



解：设戴维南电路为：



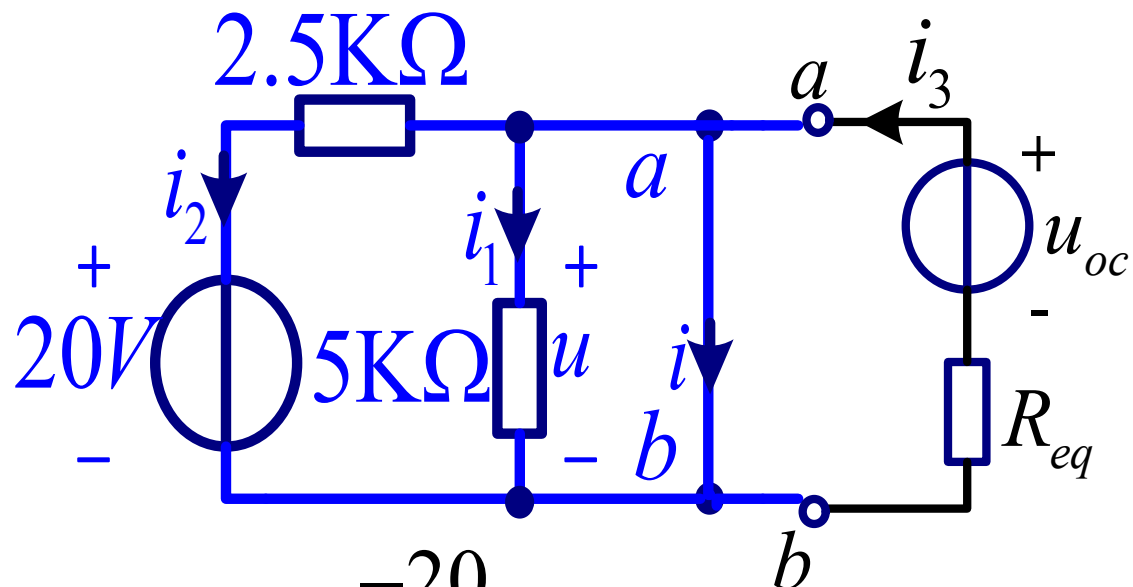


$$i_2 = \frac{u}{5} = \frac{12.5}{5} = 2.5\text{mA}$$

$$i = i_1 + i_2 = -0.5\text{mA}$$

$$i_1 = \frac{u - 20}{2.5} = \frac{12.5 - 20}{2.5} = -3\text{mA}$$

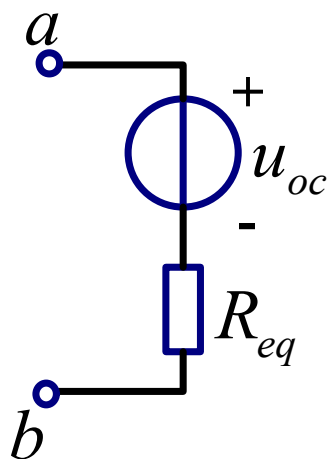
$$u_{oc} + 0.5R_{eq} = 12.5$$



$$i_1 = 0 \quad i_2 = \frac{-20}{2.5} = -8\text{mA}$$

$$i_3 = i_1 + i_2 + i = 0 - 8 + 10 = 2\text{mA}$$

$$u_{oc} - 2R_{eq} = 0$$



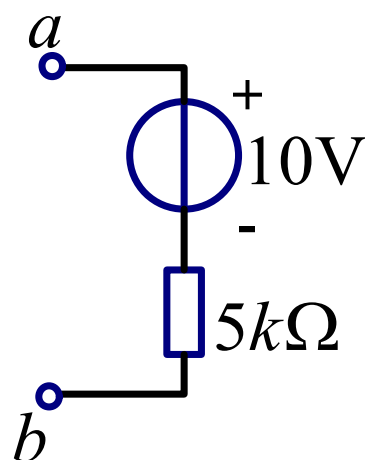
$$u_{oc} + 0.5R_{eq} = 12.5$$

$$u_{oc} - 2R_{eq} = 0$$

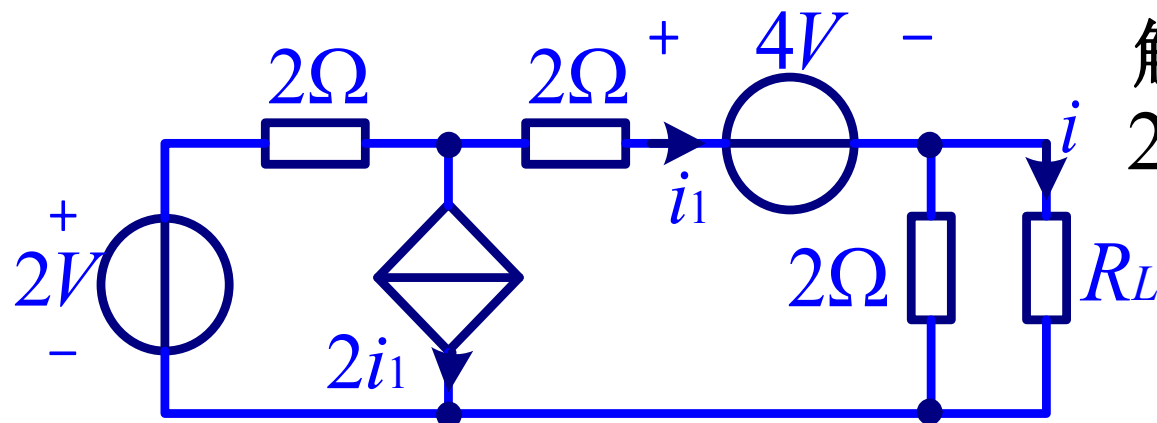
$$\therefore R_{eq} = 5k\Omega$$

$$u_{oc} = 10V$$

戴维南电路为:



2-29 图所示电路中 R_L 为0或无穷时，分别求电流 i ； R_L 为何值时可获得最大功率，此时功率为多少。

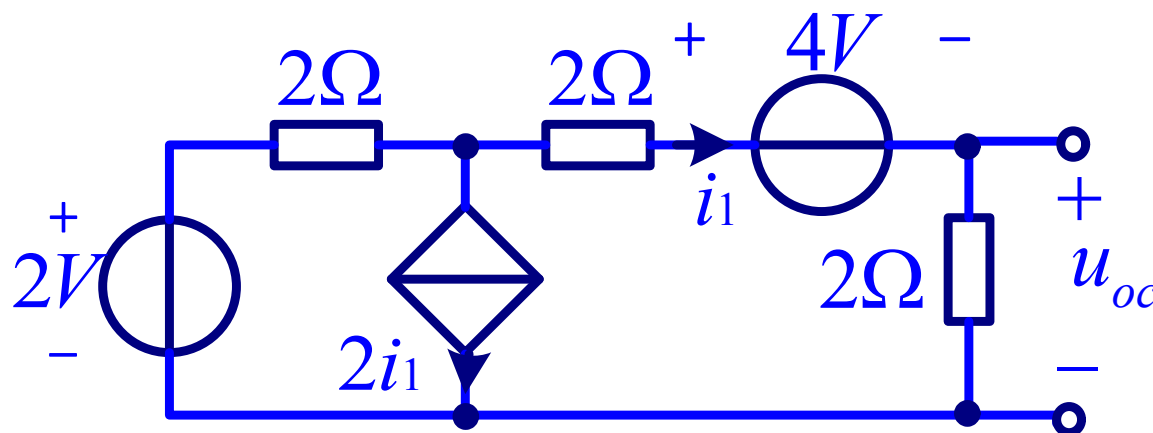


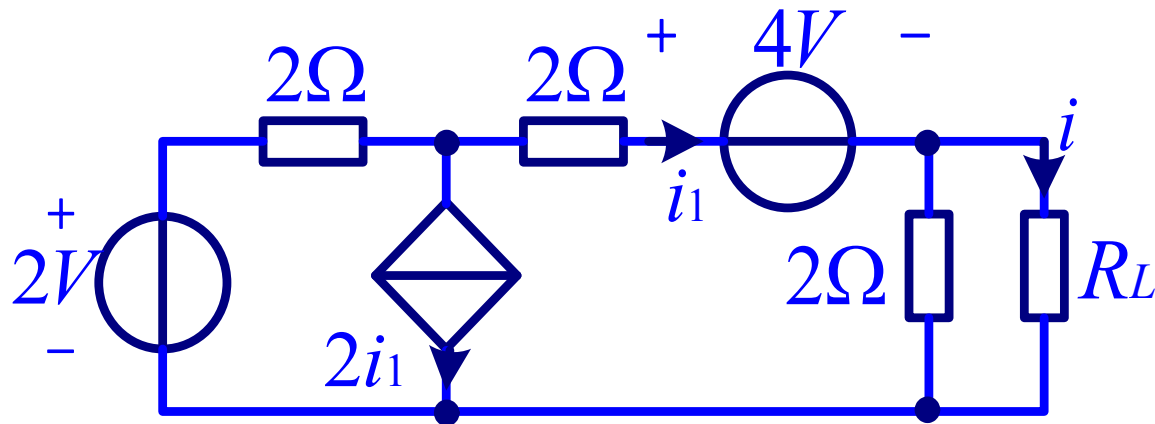
解：

$$2i_1 + 4 + 2i_1 + 2 \times 3i_1 = 2$$

$$i_1 = -\frac{1}{5} \text{ A}$$

$$u_{oc} = 2i_1 = -\frac{2}{5} \text{ V}$$





$$i_2 = \frac{u}{2}$$

$$i_1 = i_2 - i_u = \frac{u}{2} - i_u$$

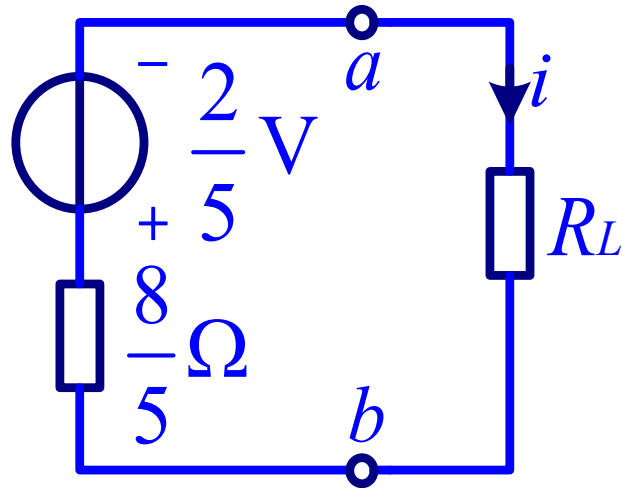
$$i_3 = 3i_1 = \frac{3u}{2} - 3i_u$$

$$2i_3 + 2i_1 + u = 0$$

$$2i_3 + 2i_1 + u = 3u - 6i_u + u - 2i_u + u = 5u - 8i_u = 0$$

$$R_{eq} = \frac{u}{i_u} = \frac{8}{5}\Omega$$

2-29 图所示电路中 R_L 为0或无穷时, 分别求电流 i ; R_L 为何值时可获得最大功率, 此时功率为多少。



$$u_{oc} = -\frac{2}{5} \text{ V}$$

$$R_{eq} = \frac{8}{5} \Omega$$

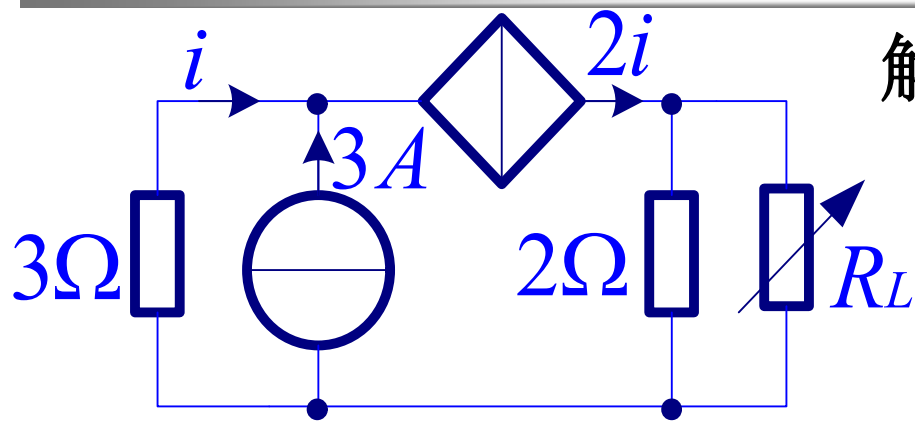
$$R_L = 0 \Rightarrow i = -\frac{2}{5} / \frac{8}{5} = -\frac{1}{4} \text{ A}$$

$$R_L = \infty \Rightarrow i = 0$$

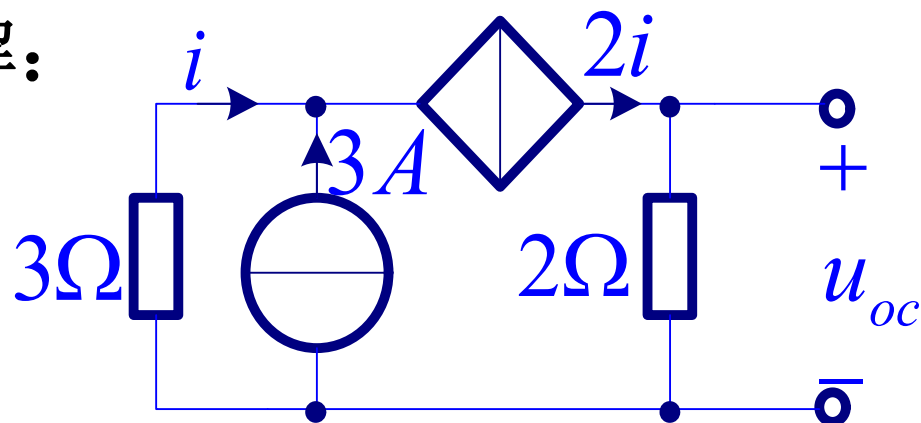
当 $R_L = R_{eq} = \frac{8}{5} \Omega$ 时可获得最大功率, 此时功率为:

$$P_{\max} = \frac{\left(-\frac{2}{5}\right)^2}{4 \times \frac{8}{5}} = \frac{1}{40} \text{ W}$$

2-30 题图2-30所示电路中，求 $R_L = ?$ 时获得最大功率，并求功率值为多少？



解：

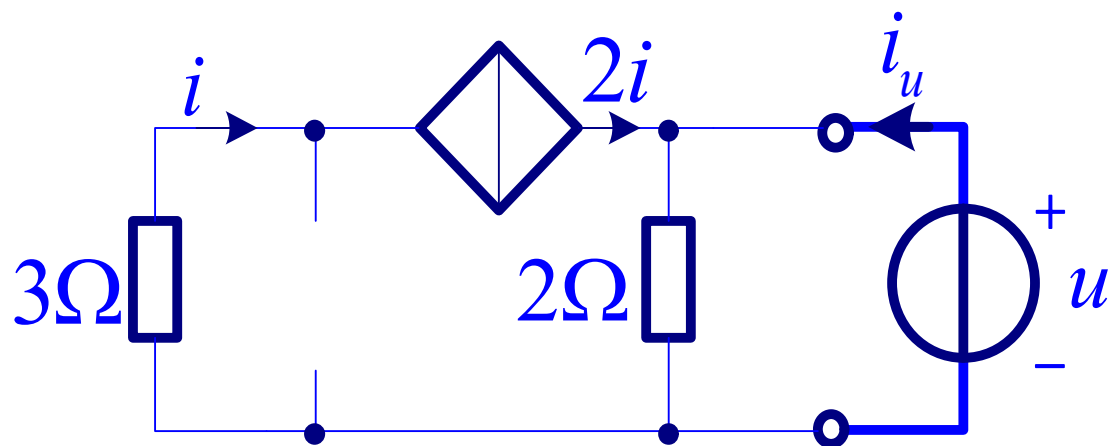


$$i + 3 = 2i \Rightarrow i = 3A$$

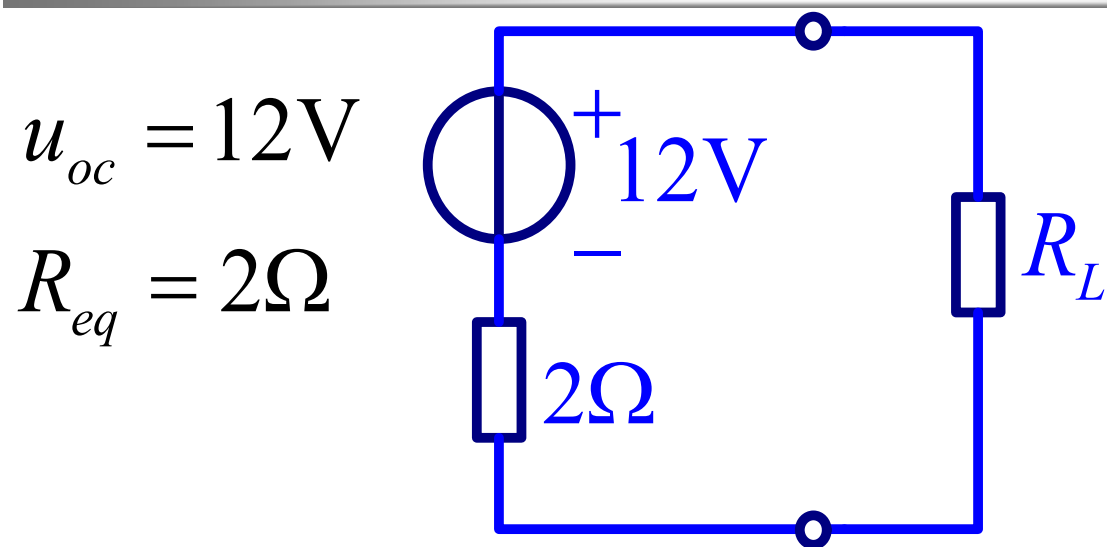
$$u_{oc} = 2 \times 2i = 12V$$

$$i = 2i \Rightarrow i = 0$$

$$\therefore R_{eq} = \frac{u}{i_u} = 2\Omega$$



2-30 题图2-30所示电路中, 求 $R_L = ?$ 时获得最大功率, 并求功率值为多少?



当 $R_L = R_{eq} = 2\Omega$ 时可获得最大功率, 此时功率为:

$$P_{\max} = \frac{u_{oc}^2}{4R_{eq}} = \frac{(12)^2}{4 \times 2} = 18\text{W}$$