电路理论基础

——电路理论（基础篇）

华中科技大学 · 电气学院
ccsfm@hust.edu.cn

第4章 电路定理

4.1 概述

4.2 线性特性与线性电路

4.3 叠加定理

4.4 替代定理

4.5 戴维南定理与诺顿定理

4.6 最大功率传输定理

4.7 特勒根定理与互易定理

4.8 电路定理综合运用

4.9 拓展与应用

◆ **重点：**

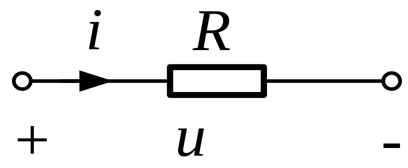
1. 熟练掌握叠加定理，替代定理，戴维南和诺顿定理。

2. 熟练分析最大功率传输问题；

3. 电路定理综合应用问题分析。

4.2 线性特性与线性电路

1.线性元件



$u = Ri$

If $i' = \mathrm{k}i$， then $u' = \mathrm{k}u$.　　**齐次性**

If $i = i_1 + i_2$， then $u = u_1 + u_2$.　　**可加性**

2. 线性电路

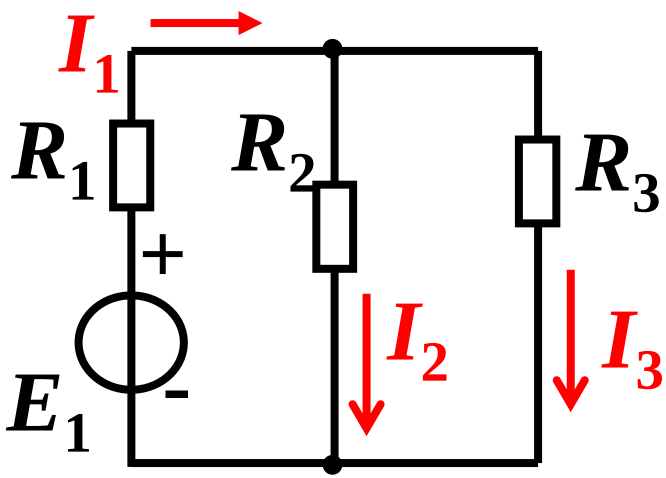
1. 由独立电源、线性元件组成的电路称为线性电路。

2. 由独立电源、线性电阻、线性受控源组成的电路称为**线性电阻电路**。

3. 线性电阻电路的**响应**（电压或电流）与**激励**（独立电源）为齐次线性关系。

◆ 齐次线性关系

在线性电阻电路中，当某一电源的电压或电流改变时，各支路的电压或电流也将按同一比例变化。如：



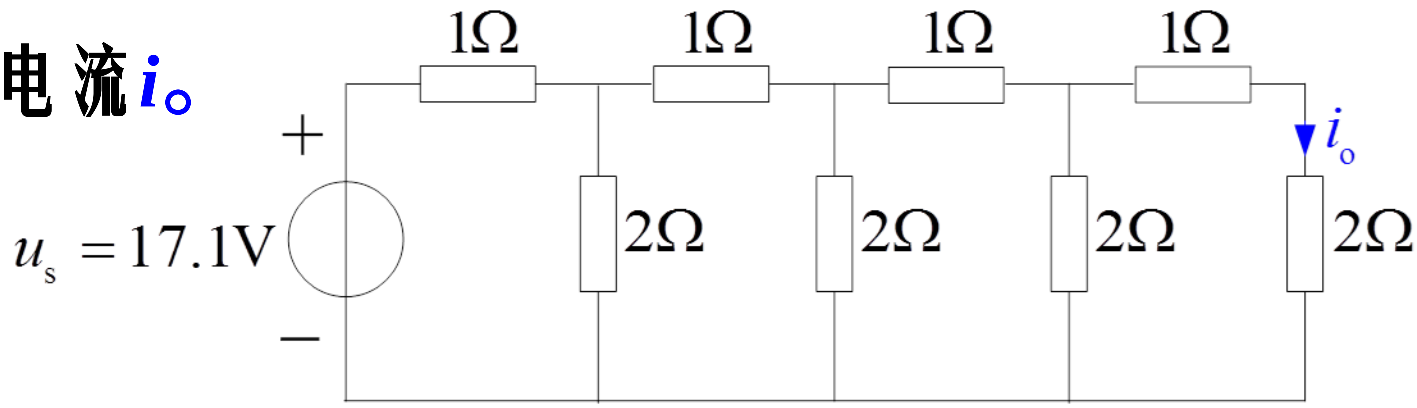
E-激励；I-响应

I=KE（K是比例系数）

显而易见：若 E_1 增加 n 倍，各电流也会增加 n 倍。

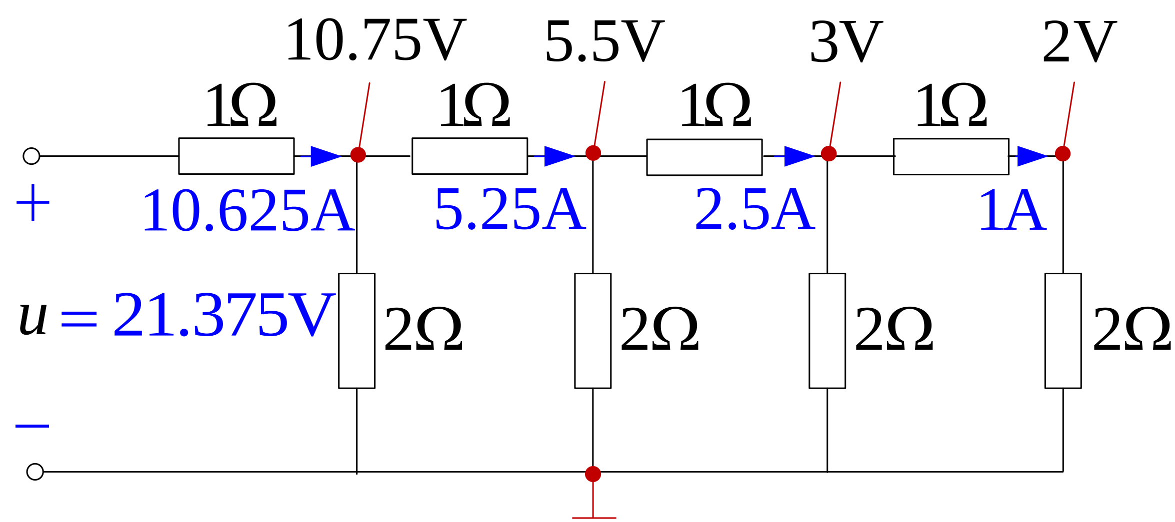
4.2 线性特性与线性电路

例：求图中电流i_o



由此

$$u_s = 21.375\text{V} \rightarrow i_o = 1\text{A}$$



响应与激励的关系为

$$i_o = \frac{1}{21.375}u_s = \frac{8}{171}u_s$$

因此

$$u_s = 17.1\text{V} \rightarrow i_o = \frac{8}{171} \times 17.1 = 0.8\text{A}$$

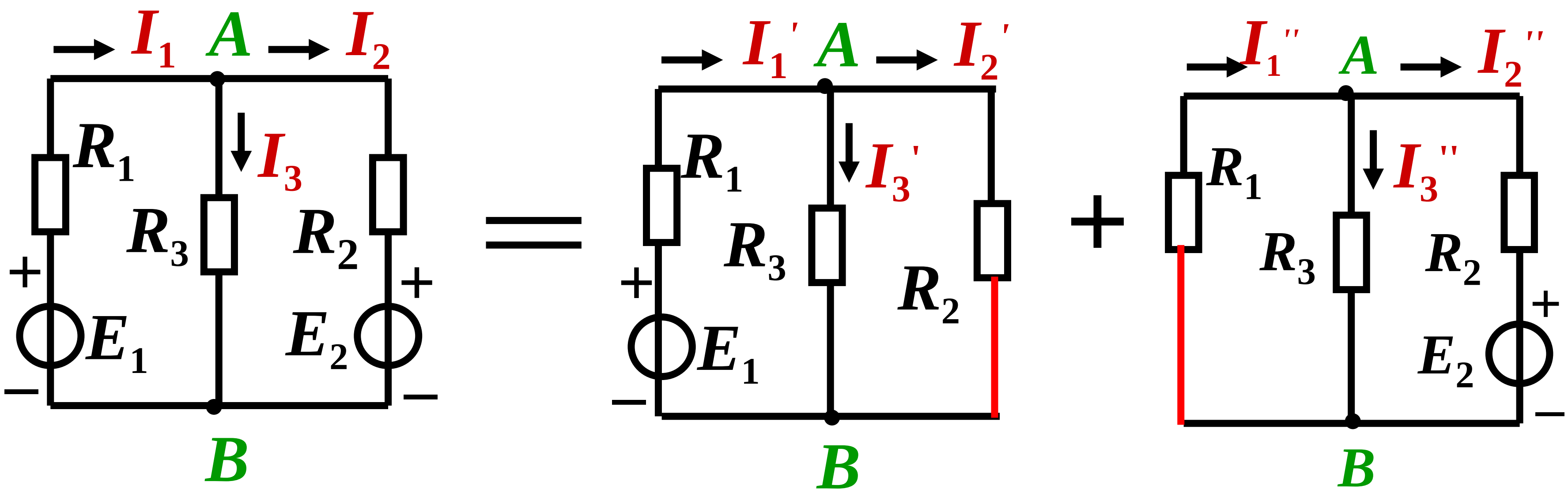
4.3 叠加定理

概念: 线性电路中，多个独立电源共同激励下的响应（任意电流或电压），等于各独立电源单独（或分组）激励下的响应的代数和。

单独作用：一个电源作用，其余电源不作用

不作用的

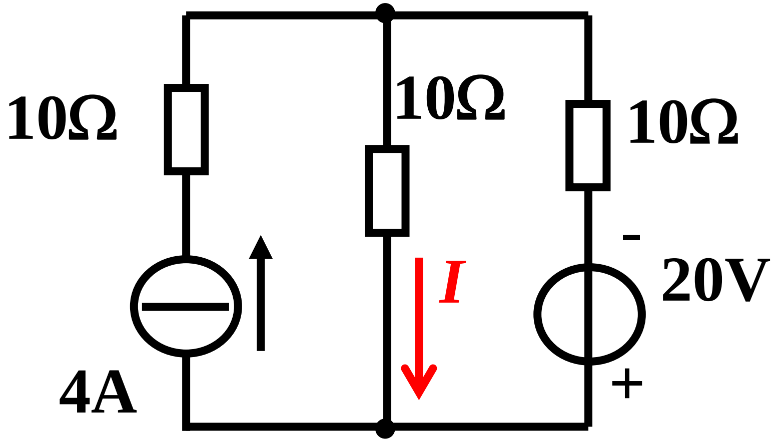
- 电压源（$u_s=0$） 短路
- 电流源 （$i_s=0$） 开路



原电路　　E_1单独作用　　E_2单独作用

$$I_1 = I_1' + I_1'' \qquad I_2 = I_2' + I_2'' \qquad I_3 = I_3' + I_3''$$

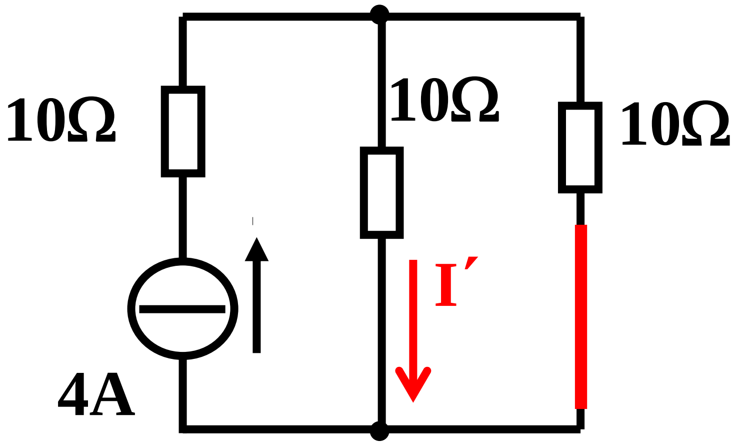
例



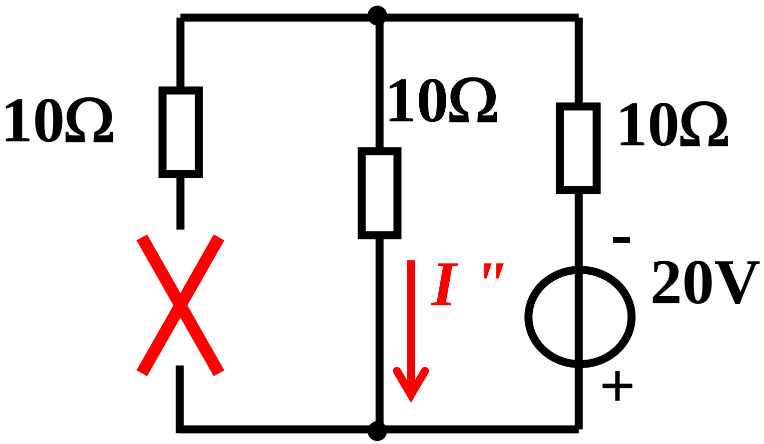
用叠加原理求:

$I=?$

解:



+



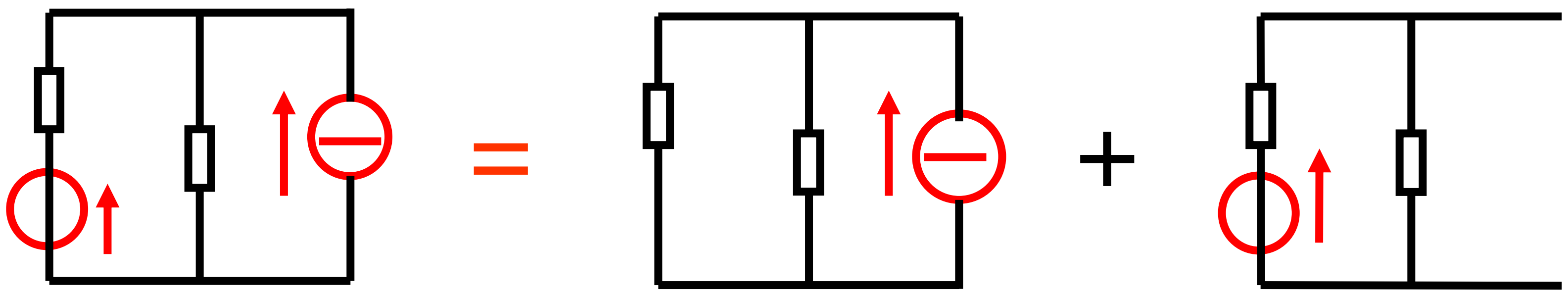
$I'=2A$

$I''=-1A$

$$\boxed{I = I' + I'' = 1A}$$

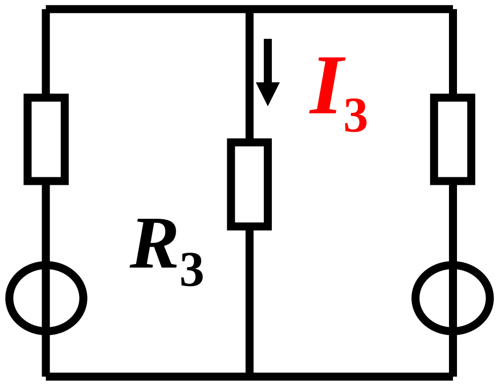
1. 叠加定理只适用于线性电路。

2. 叠加时只将电源分别考虑，电路的结构和参数不变。令各电源分别作用，暂不作用的独立电压源应予以短路，即令E=0；暂不作用的独立电流源应予以开路，即令 I_s=0。



3. 解题时要标明各支路电流、电压的参考方向。原电路中各电压、电流的最后结果是各分电压、分电流的代数和。

4. 叠加原理可用于电压或电流的计算，不能用来求功率。如：

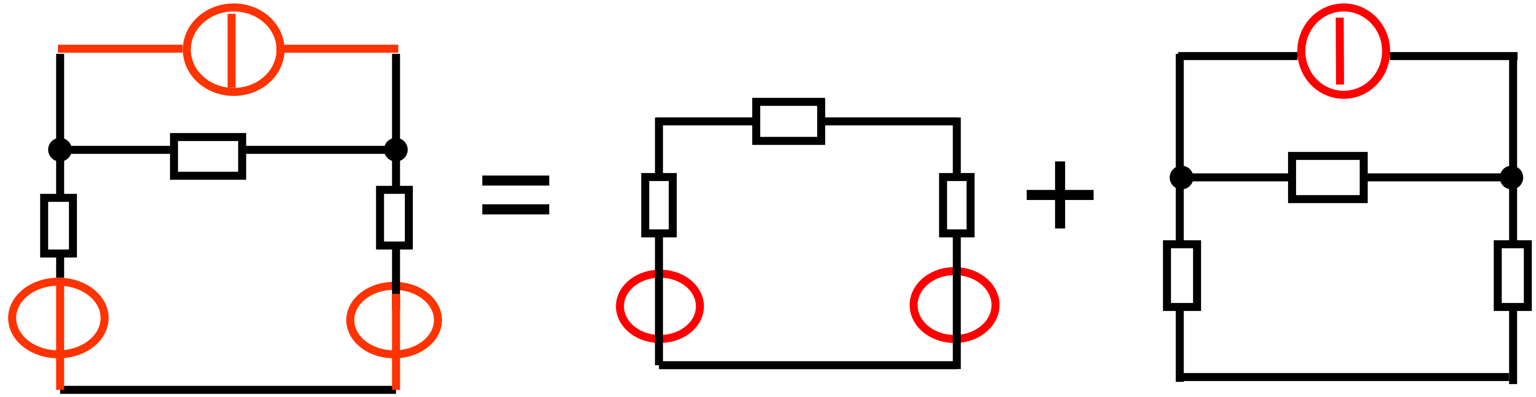


设：$I_3 = I_3' + I_3''$

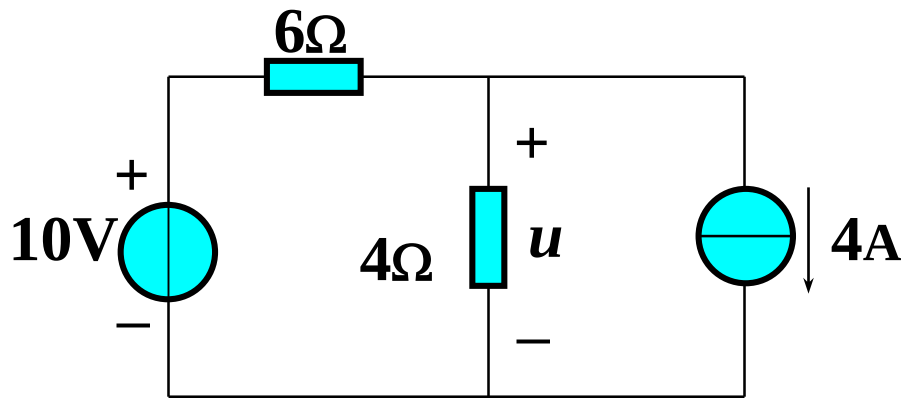
则：$P_3 = I_3^2 R_3 = (I_3' + I_3'')^2 R_3$

$\neq (I_3')^2 R_3 + (I_3'')^2 R_3$

5. 运用叠加定理时也可以把电源分组求解，每个分电路的电源个数可能不止一个。

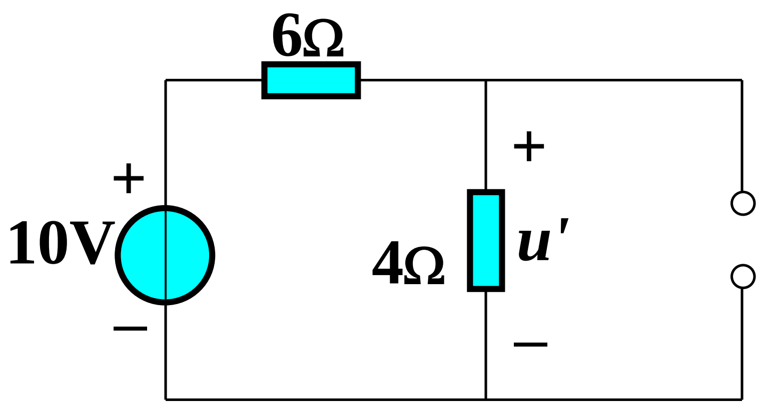


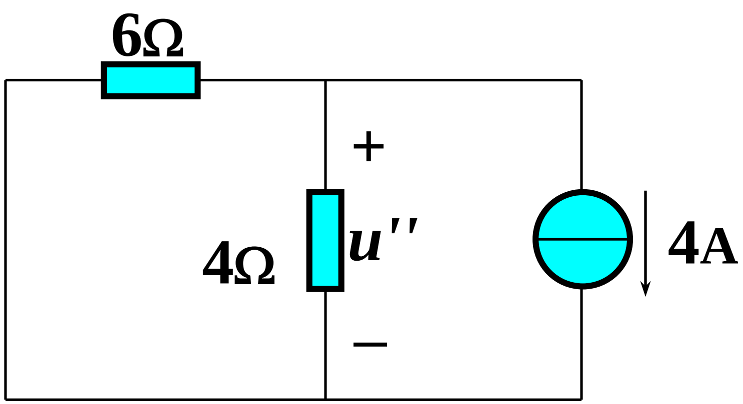
例：求图中电压u



解：(1) 10V电压源单独作用，4A电流源开路

(2) 4A电流源单独作用，10V电压源短路

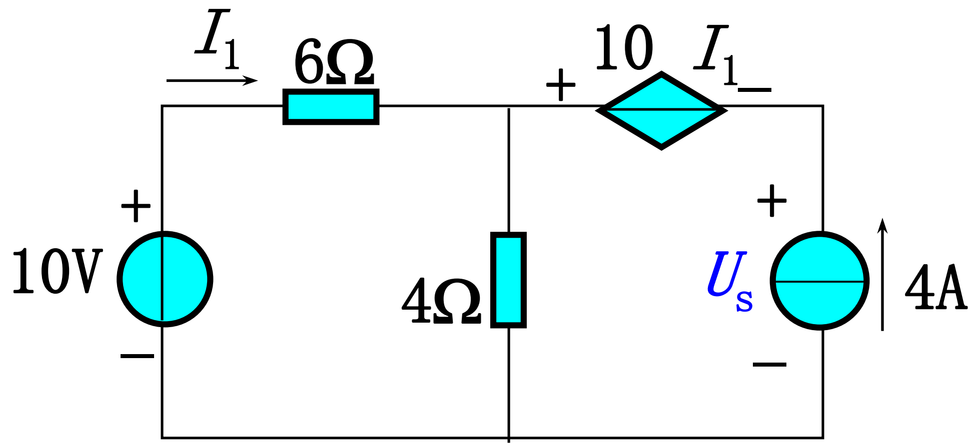




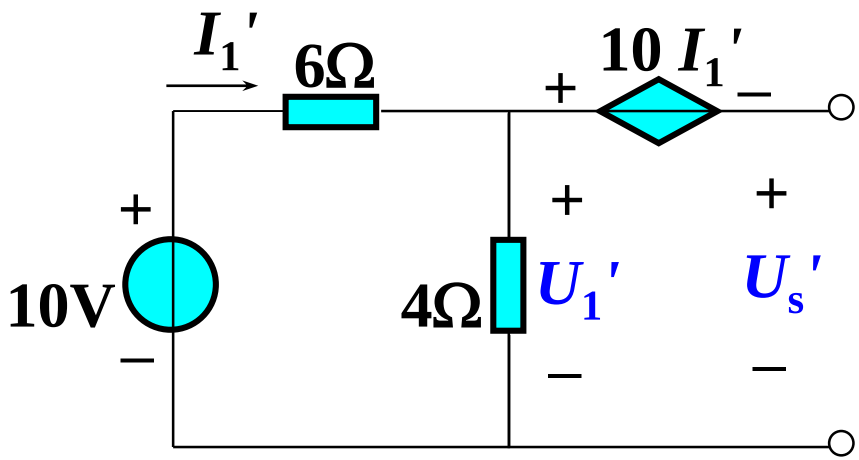
$u' = 4\text{V}$

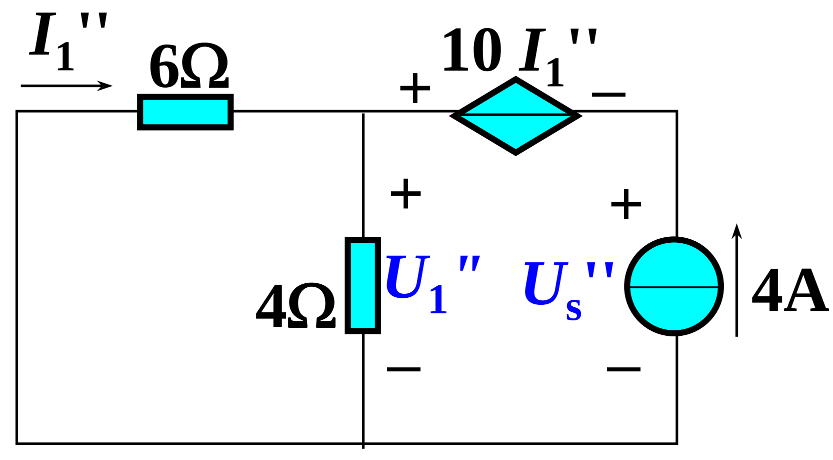
$u'' = -4 \times 2.4 = -9.6\text{V}$

例: 求电压U_s 。



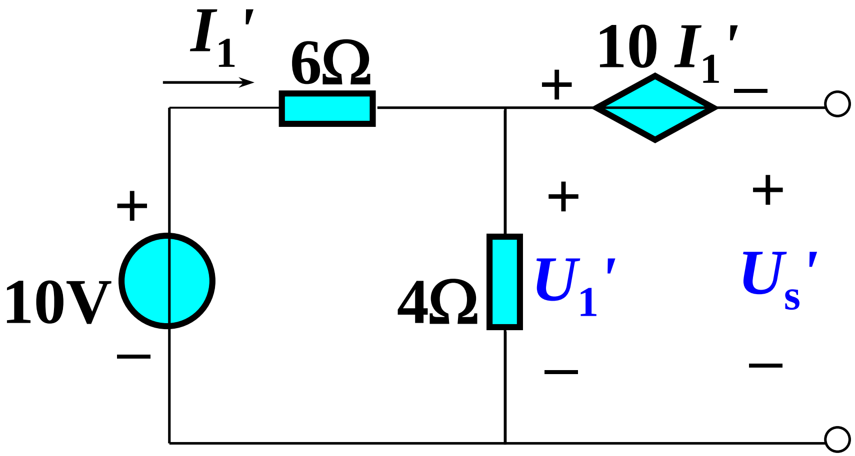
解: (1) 10V电压源单独作用: (2) 4A电流源单独作用:

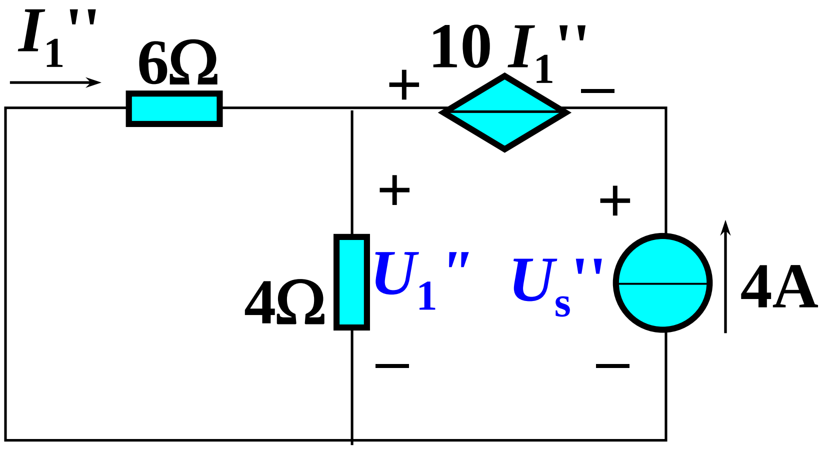




$$U_s' = -10\ I_1' + U_1'$$

$$U_s'' = -10 I_1'' + U_1''$$





$$I_1' = \frac{10}{6+4} = 1A$$

$$I_1'' = -\frac{4}{4+6} \times 4 = -1.6A$$

$$U_1'' = \frac{4\times 6}{4+6} \times 4 = 9.6V$$

$U_s' = -10\,I_1' + U_1' = -10\,I_1' + 4I_1'$

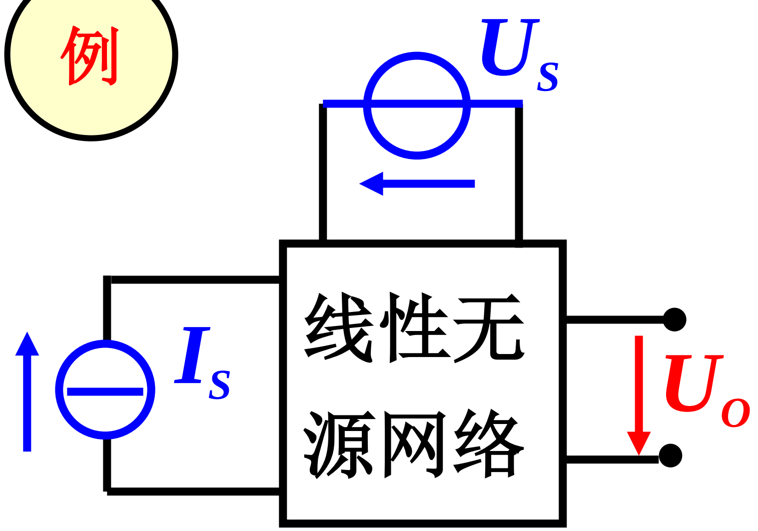
$= -10\times1+4\times1 = -6\text{V}$

$U_s'' = -10I_1'' + U_1''$

$= -10\times(-1.6)+9.6=25.6\text{V}$

共同作用： $U_s = U_s' + U_s'' = -6+25.6=19.6\text{V}$

例



已知：

U_S =1V、I_S=1A 时， U_o=0V

U_S =10 V、I_S=0A 时，U_o=1V

求：

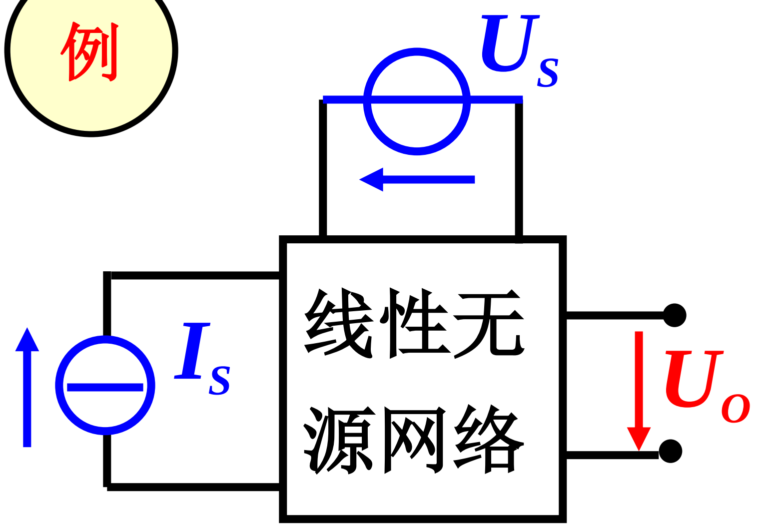
U_S =0 V、I_S=10A 时， U_o=?

解： 由叠加原理和齐次性可设：

$$U_o = U_o^{'} + U_o^{''} = K_1 U_S + K_2 I_S$$

$$\begin{cases} \text{当 } U_S = 1\text{V、} I_S = 1\text{A 时，} \\ U_O = K_1 \times 1 + K_2 \times 1 = 0 \quad \ldots\ldots (1) \\ \text{当 } U_S = 10\text{ v、} I_S = 0\text{A 时，} \\ U_O = K_1 \times 10 + K_2 \times 0 = 1 \quad \ldots\ldots (2) \end{cases}$$

例



已知：

U_S =1V、I_S=1A 时， U_o=0V

U_S =10 V、I_S=0A 时，U_o=1V

求：

U_S =0 V、I_S=10A 时， U_o=?

（1）和（2）联立求解得： $K_1 = 0.1 \quad K_2 = -0.1$

$$U_0 = U_0^{'} + U_0^{''} = K_1 U_S + K_2 I_S = 0.1 U_S - 0.1 I_S$$

$\therefore$ U_S =0 V、I_S=10A 时 $U_0 = -1V$

第4章 电路定理

4.1 概述

4.2 线性特性与线性电路

4.3 叠加定理

4.4 替代定理

4.5 戴维南定理与诺顿定理

4.6 最大功率传输定理

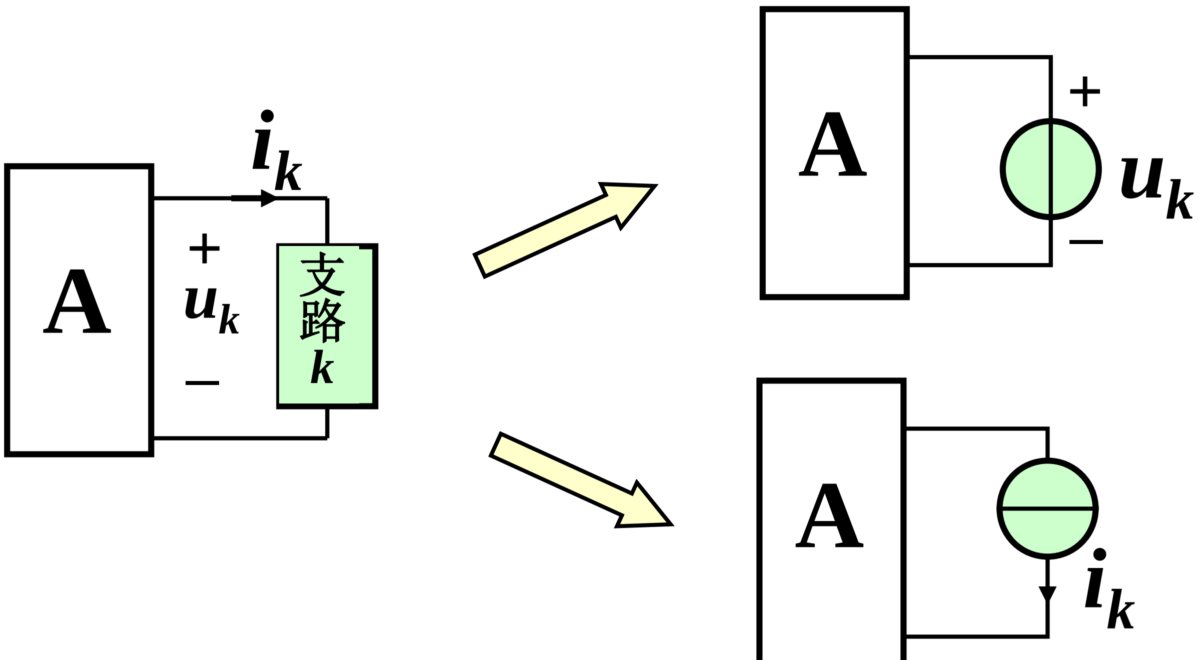
4.7 特勒根定理与互易定理

4.8 电路定理综合运用

4.9 拓展与应用

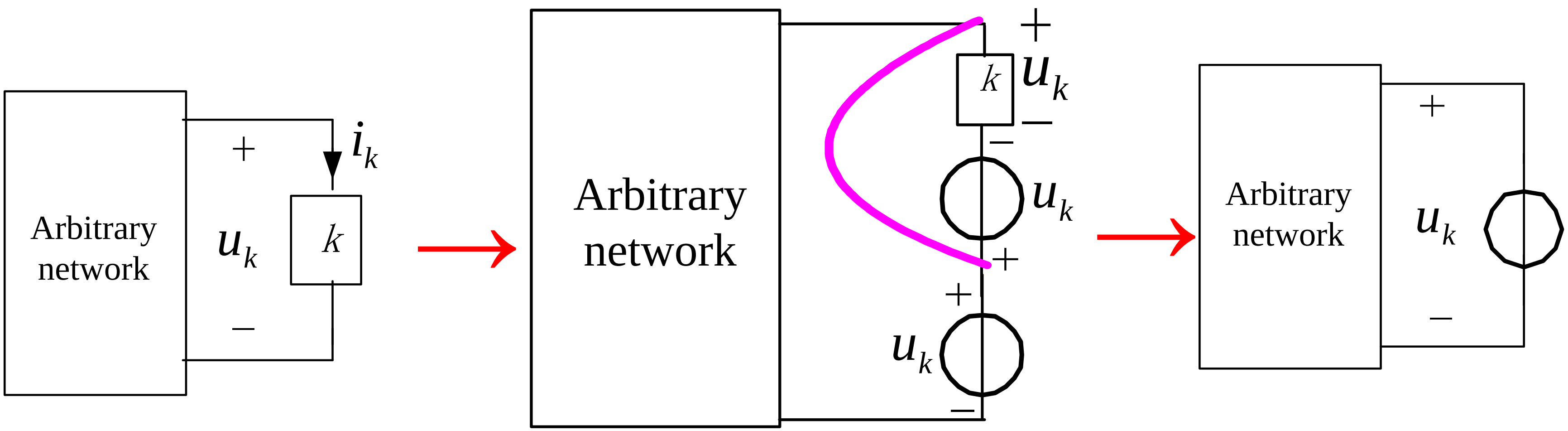
在任何电路中，若某条支路k的电压为u_k，则支路可用电压源u_k替代；若某条支路k的电流为为i_k，则支路可用电流源i_k替代。

在原电路和替代后的电路均具有唯一解的条件下，两个电路工作状态相同。



在任何电路中，若某条支路k的电压为u_k，则支路可用电压源u_k替代；若某条支路k的电流为为i_k，则支路可用电流源i_k替代。

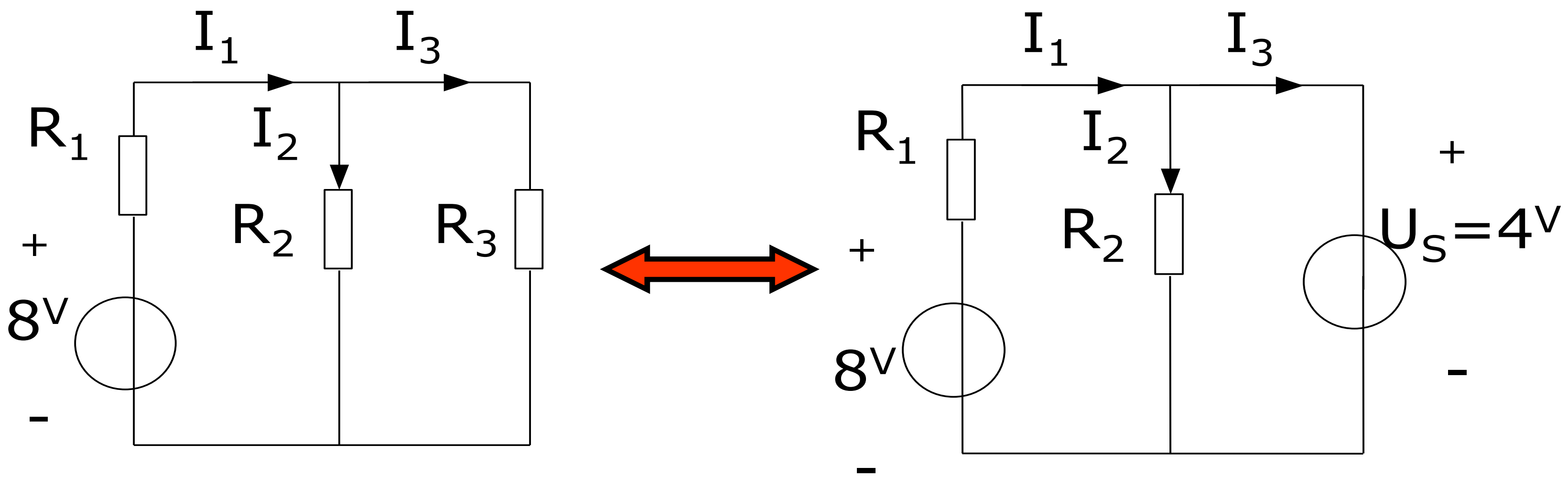
证明

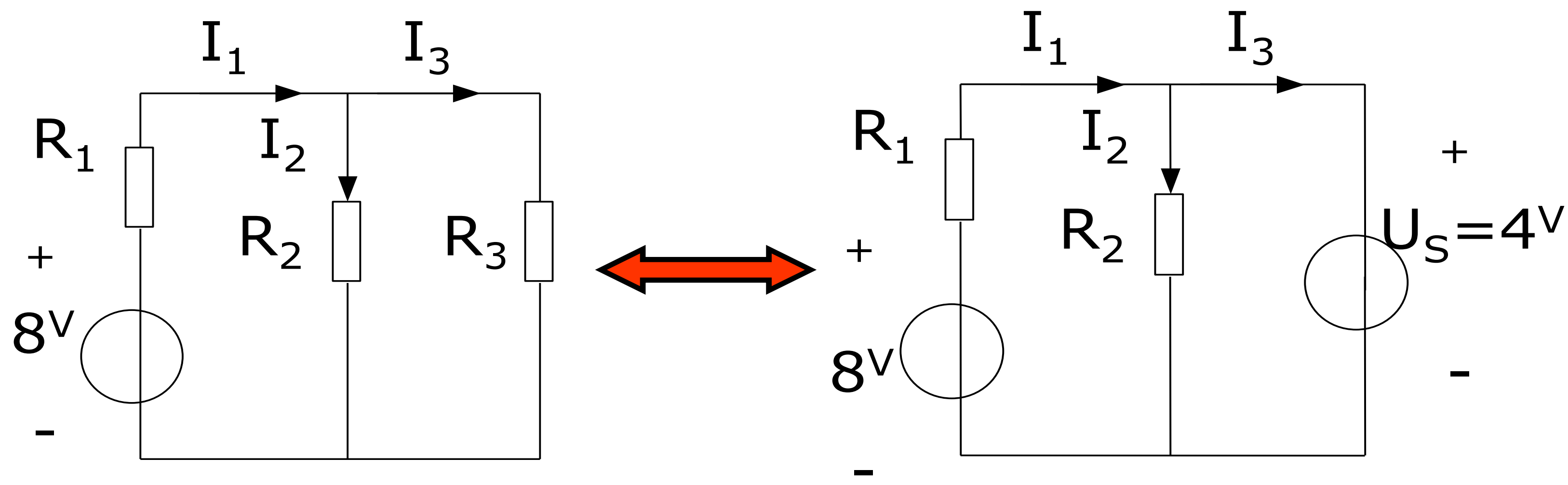


支路电压、电流具有唯一解！

图中：$R_1=2\,\Omega$， $R_2=4\,\Omega$ ，$R_3=4\,\Omega$

求图中各支路电流。





$$U_{R3}=\frac{R_2//R_3}{R_1+R_2//R_3}*8=4V$$

$$I_1=\frac{8}{R_1+R_2//R_3}=\frac{8}{2+4//4}=2A$$

$$I_2=1A$$

$$I_3=I_1-I_2=2-1=1A$$

$$U=U_S=4V$$

$$I_1=\frac{8-U_S}{R_1}=\frac{8-4}{2}=2A$$

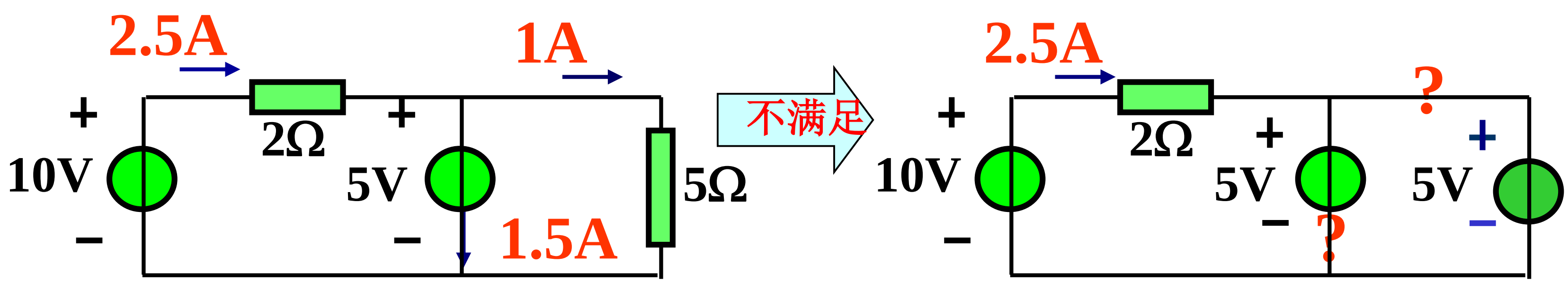
$$I_2=\frac{U_S}{R_2}=\frac{4}{4}=1A$$

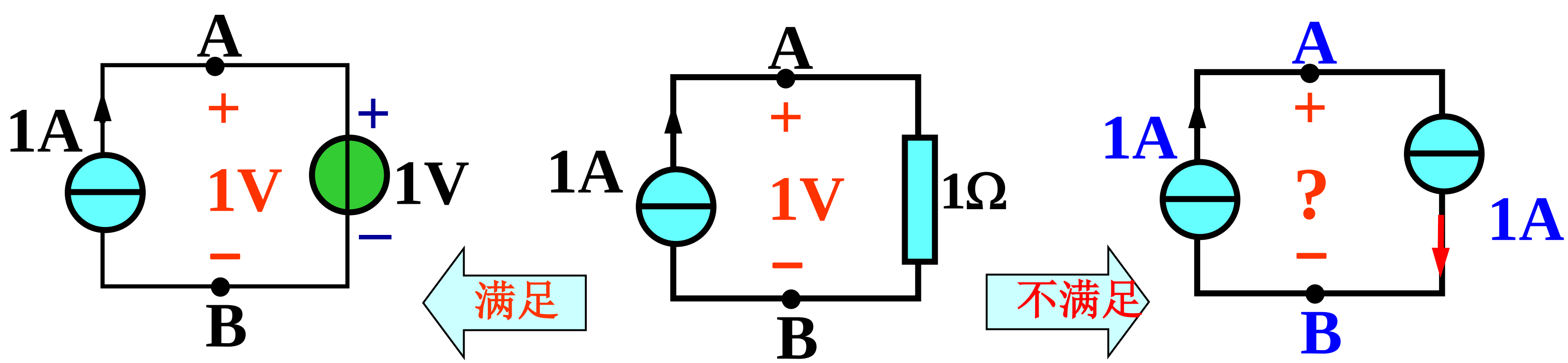
$$I_3=I_1-I_2=2-1=1A$$

1. 替代定理适用于线性、非线性电路、定常和时变电路。

2. 替代定理的应用必须满足得条件:

1) 原电路和替代后的电路必须有唯一解。

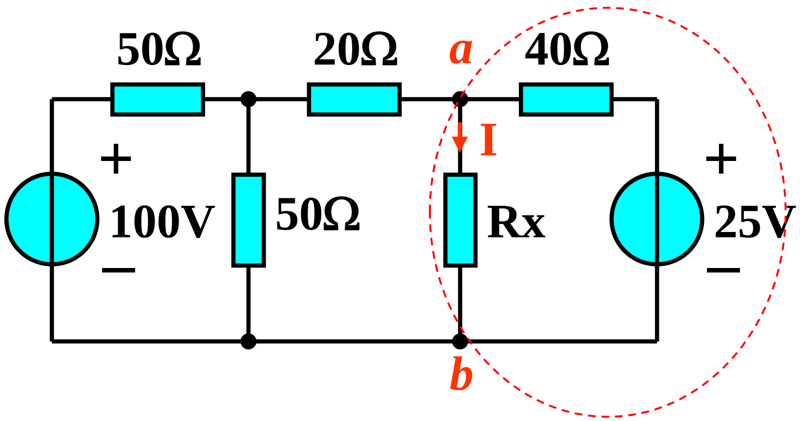


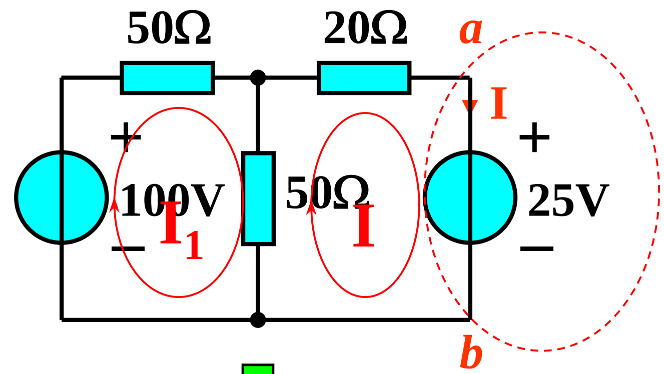


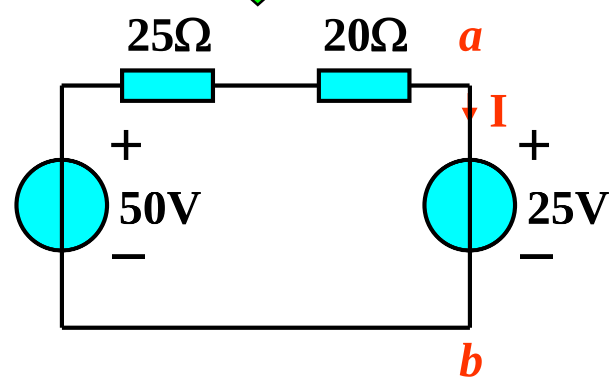
2) 被替代的支路和电路其它部分应无耦合关系。

4.4 替代定理

例：如图所示，网络中R_x为多少欧姆时，25V电压源中电流为零。







解： 应用替代定理

$$\begin{cases} (50+50)I_1-50I=100 \\ -50I_1+(20+50)I=-25 \end{cases}$$

电流I＝5/9(A)

或：等效变换 电流$I＝25/45＝5/9(A)$

$R_x＝U_{ab}/I＝25/(5/9)＝45(\Omega)$

第4章 电路定理

4.1 概述

4.2 线性特性与线性电路

4.3 叠加定理

4.4 替代定理

4.5 戴维南定理与诺顿定理

4.6 最大功率传输定理

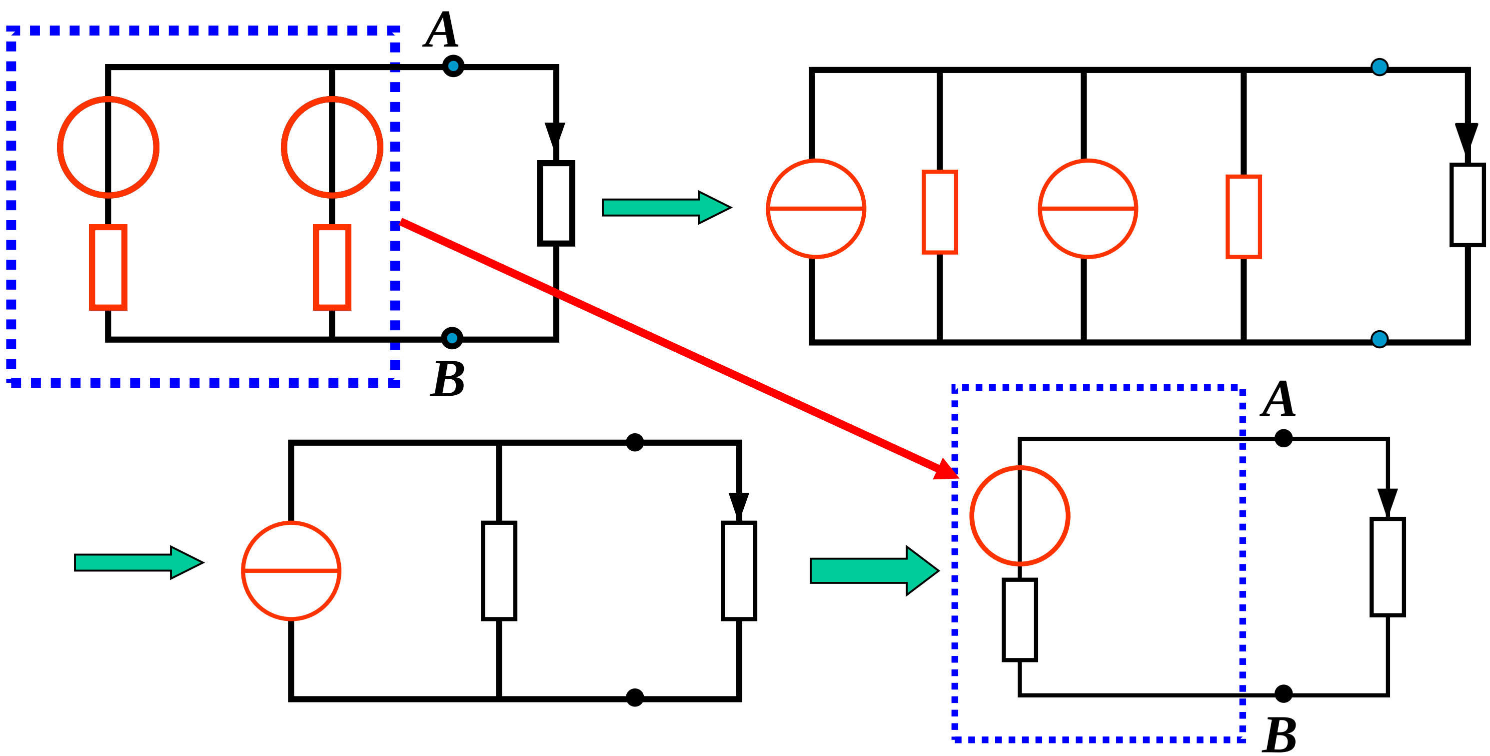
4.7 特勒根定理与互易定理

4.8 电路定理综合运用

4.9 拓展与应用

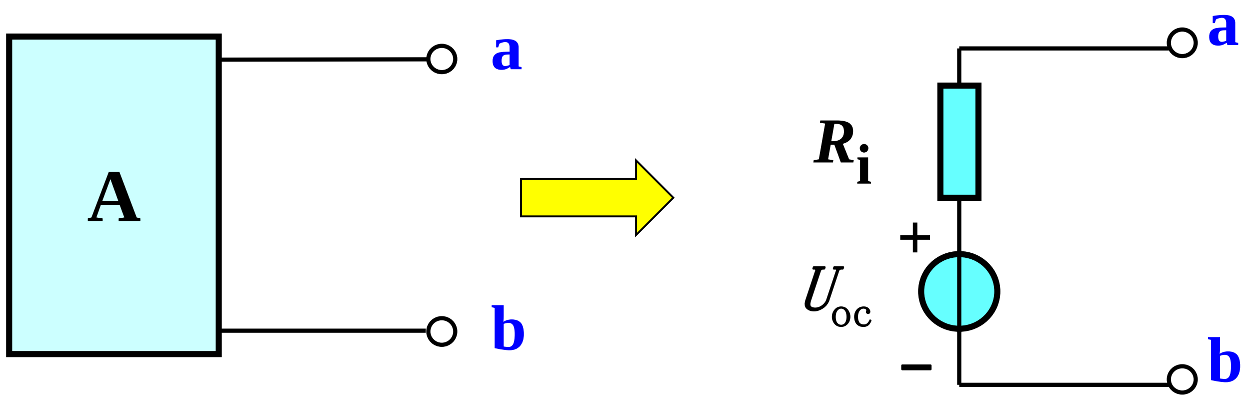
◆ 戴维南定理

先看一个例子

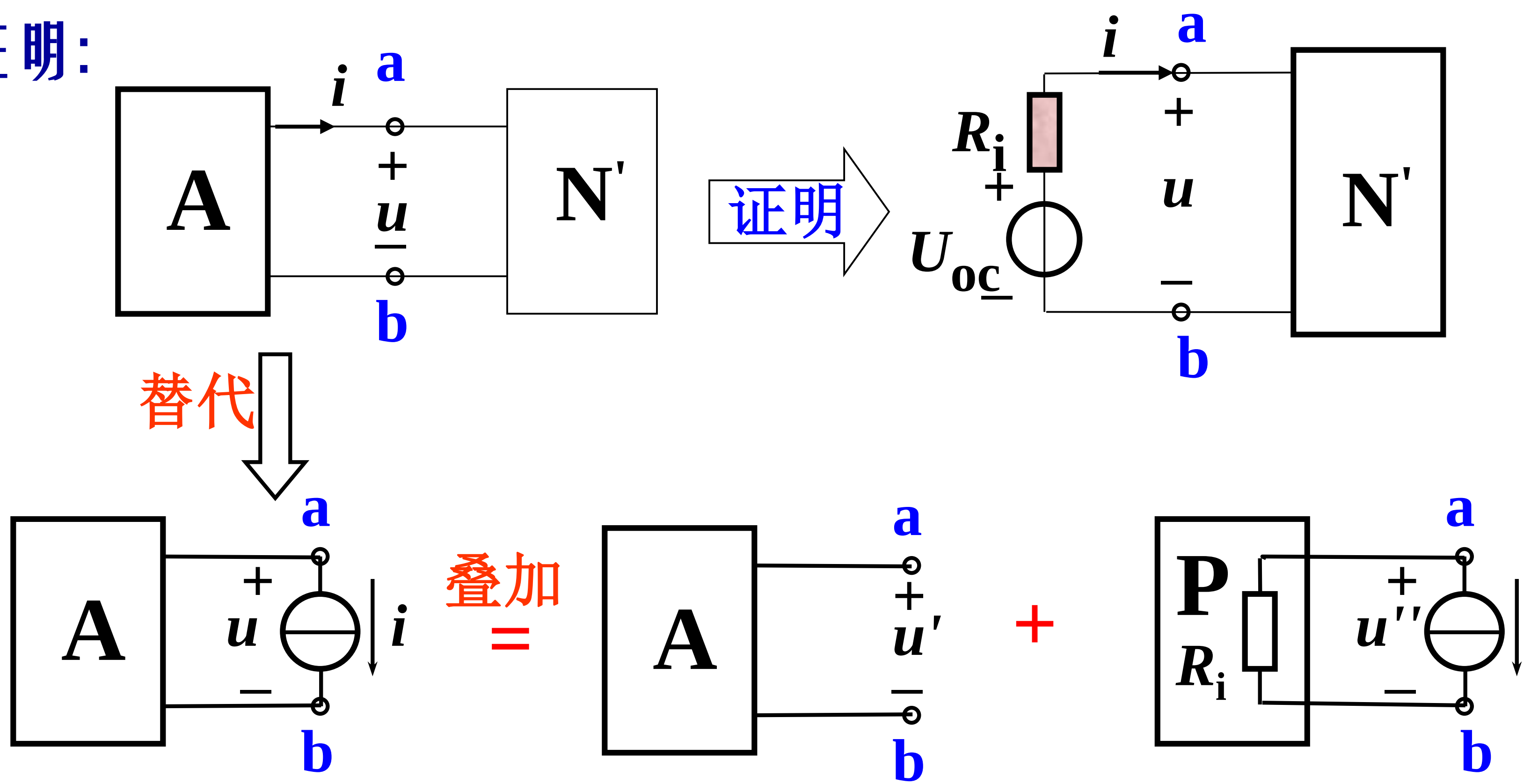


含有独立电源的一端口线性电阻网络，对端口以外的电路而言，等效为由电压源U_{oc}和电阻R_i串联的戴维南支路，称为戴维南等效电路。

戴维南等效电路中：电压U_{oc}是网络的端口开路电压，电阻R_i是网络内部独立电源全部置零后的端口等效电阻。



证明:

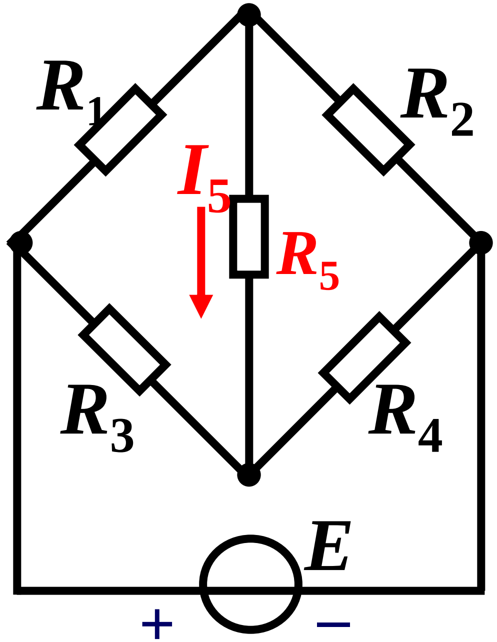


电流源i为零　　网络**A**中独立源全部置零

$$\begin{cases} u' = U_{oc} & \text{(外电路开路时a、b间开路电压)} \\ u'' = -R_i i & \end{cases}$$

得 $u = u' + u'' = U_{oc} - R_i i$

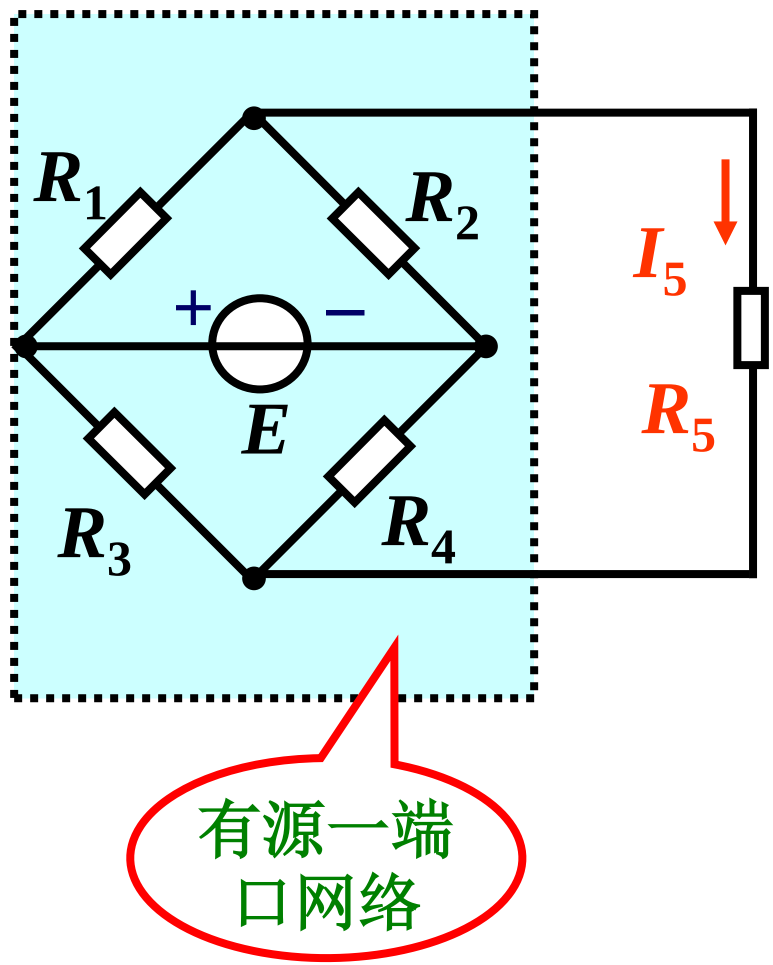
例



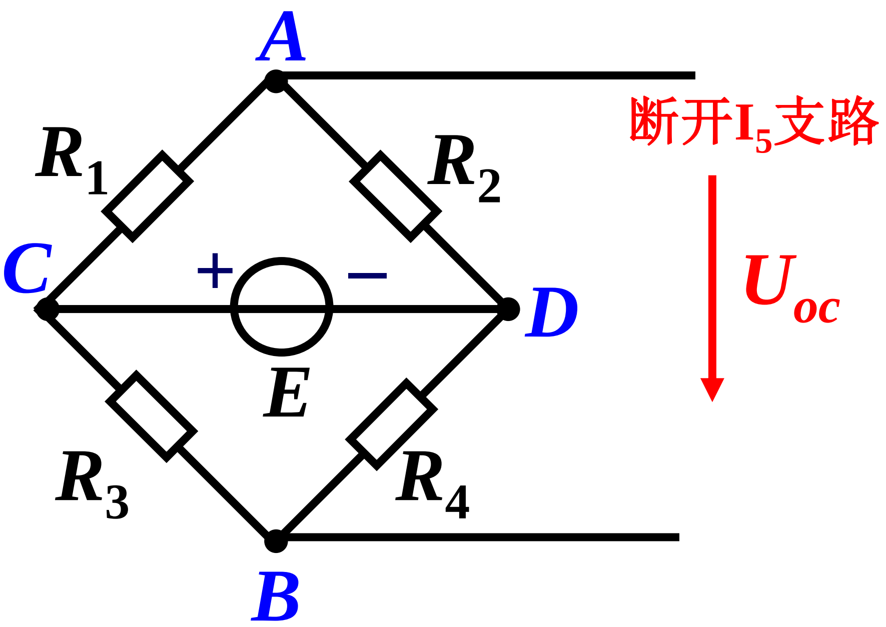
已知：R_1=20 Ω、 R_2=30 Ω
R_3=30 Ω、 R_4=20 Ω
E=10V

求：当 R_5=10 Ω 时，I_5=?

等效电路

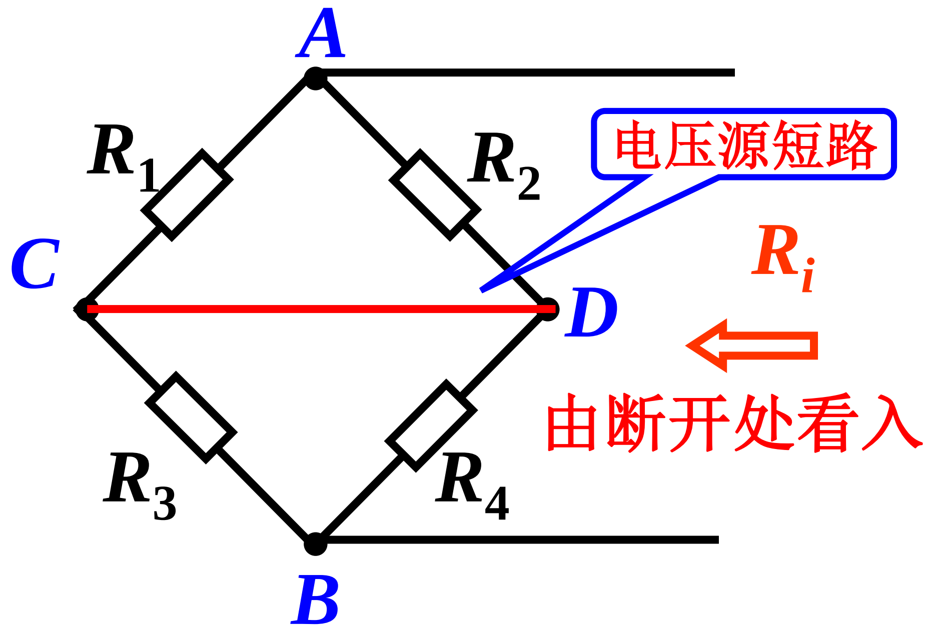


第一步：求开端电压U_{oc}

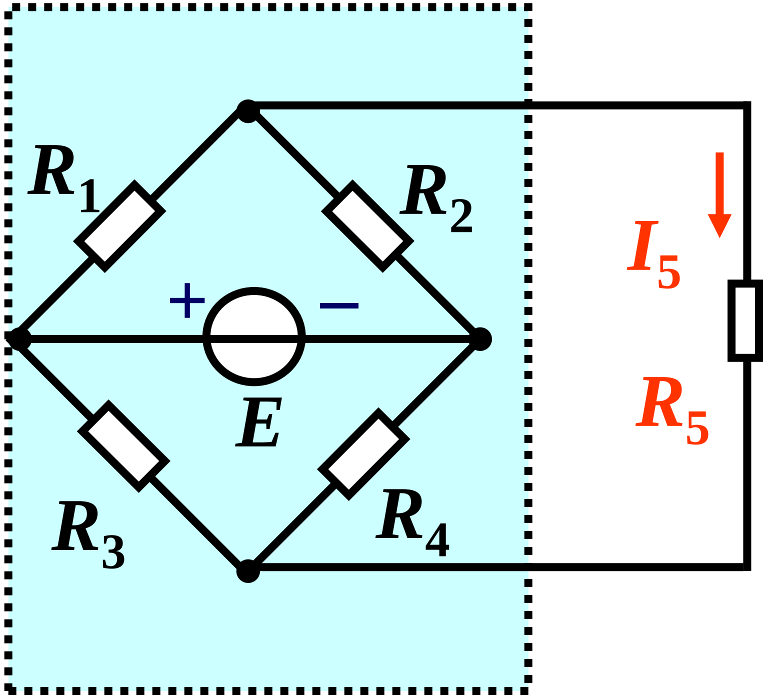


$$U_{oc} = U_{AD} + U_{DB}$$
$$= E\frac{R_2}{R_1+R_2} - E\frac{R_4}{R_3+R_4}$$
$$= 2\ \mathrm{V}$$

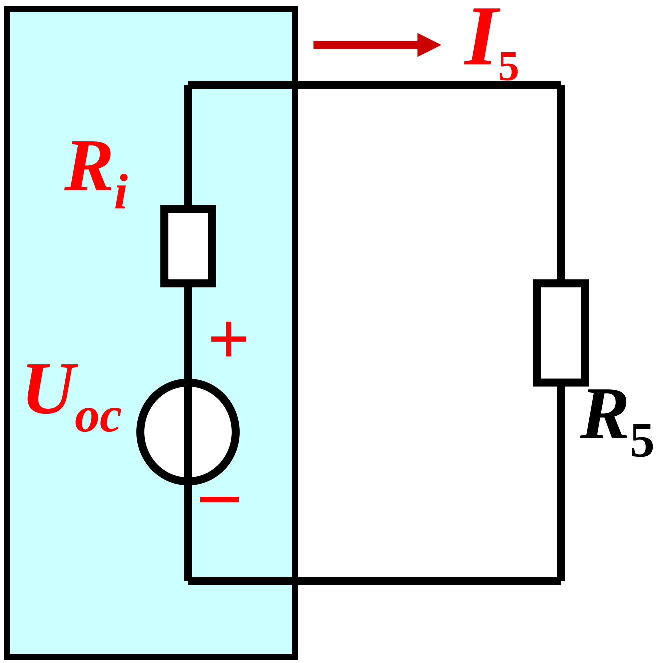
第二步：求端口等效电阻 R_i



$$R_i = R_1 // R_2 + R_3 // R_4$$
$$= 20 // 30 + 30 // 20$$
$$= 24\Omega$$

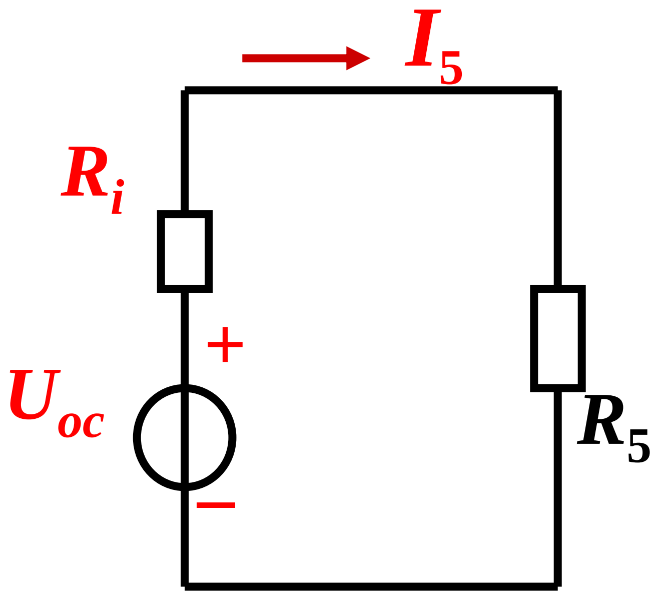


等效电路



$$\begin{cases} U_{oc} = 2\ \mathrm{V} \\ R_i = 24\ \Omega \end{cases}$$

第三步：求未知电流 I_5



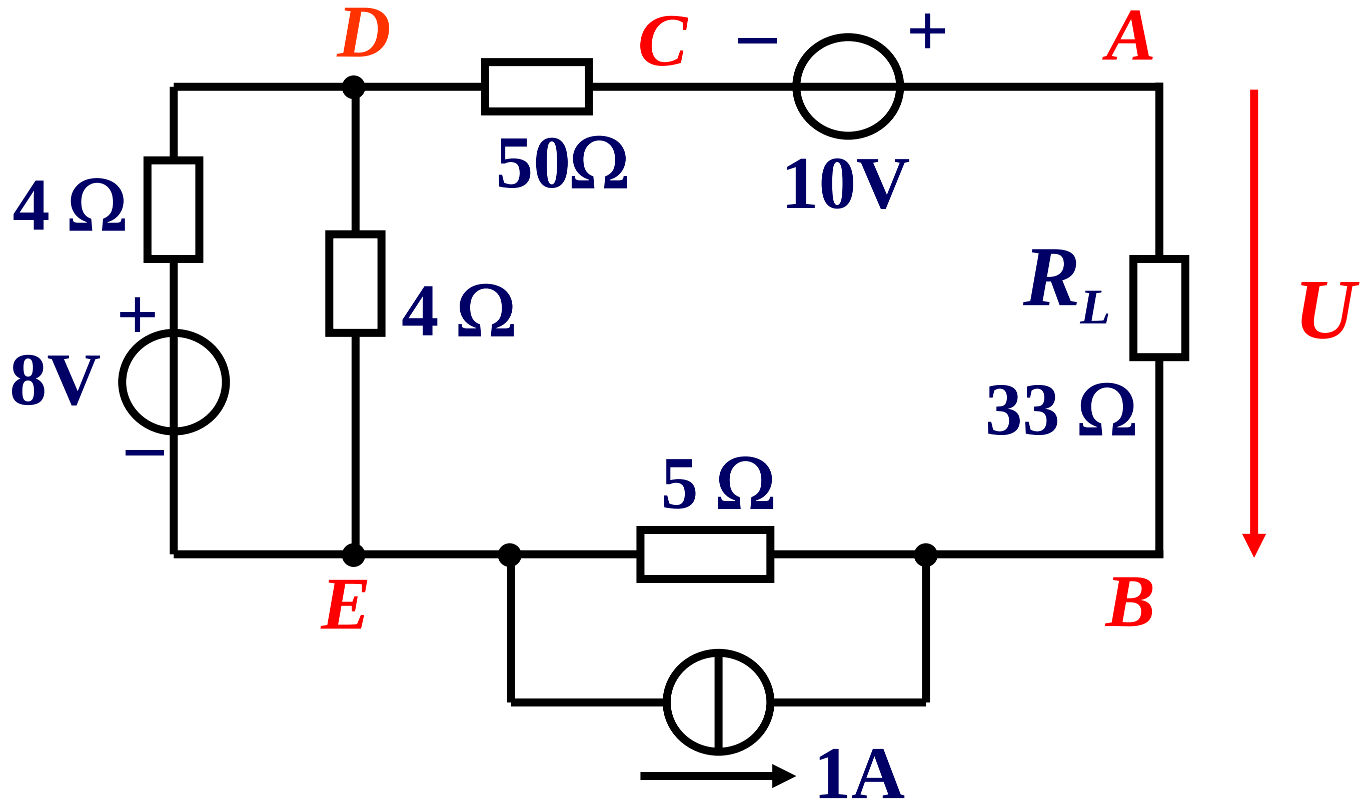
U_{oc}= 2V

R_i=24Ω

$R_5 = 10\Omega$ 时

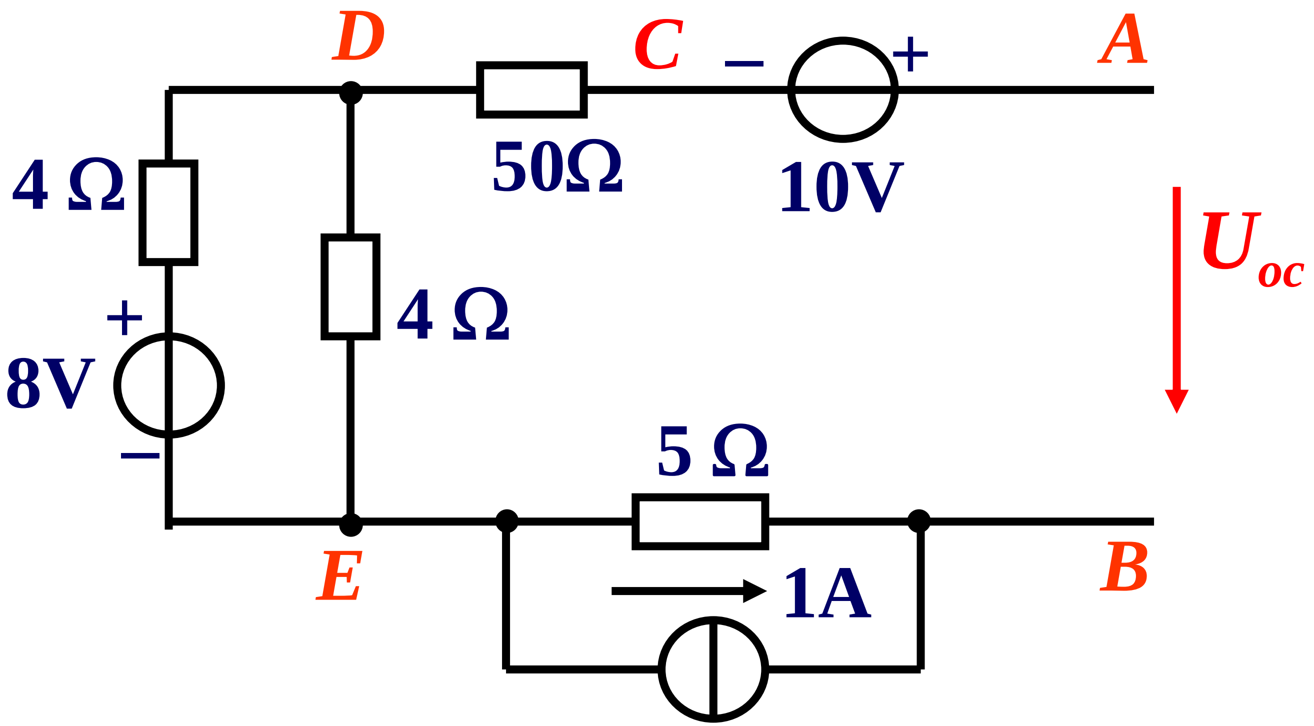
$$\boxed{I_5 = \frac{U_{oc}}{R_i + R_5} = \frac{2}{24+10} = 0.059\ \text{A}}$$

例



请用戴维南定理求：U=?

第一步：求开路电压U_{oc}。



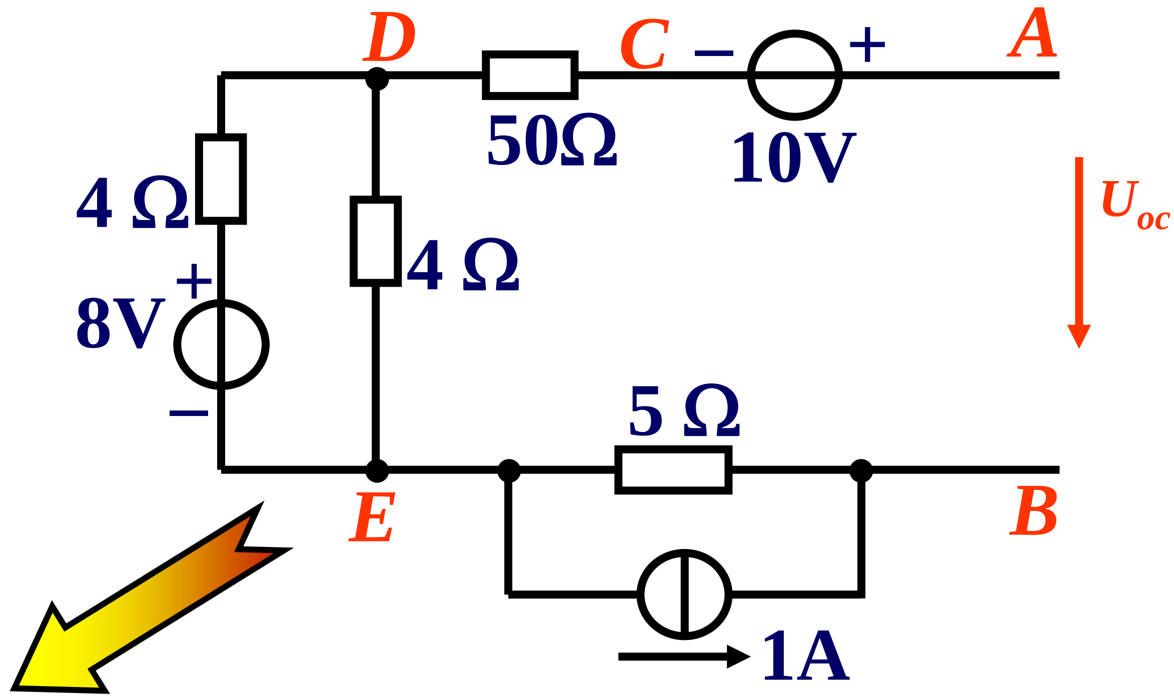
$$\boxed{U_{oc} = U_{AC} + U_{CD} + U_{DE} + U_{EB}}$$

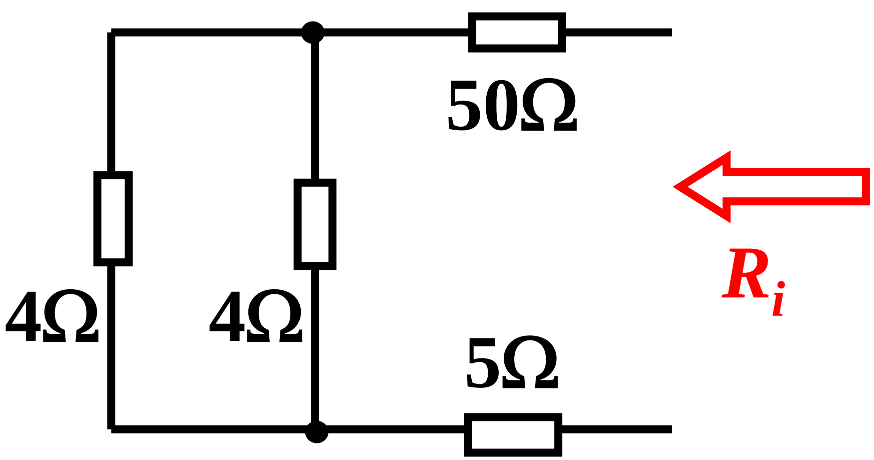
$$= 10 + 0 + 4 - 5$$

$$= 9\ \text{V}$$

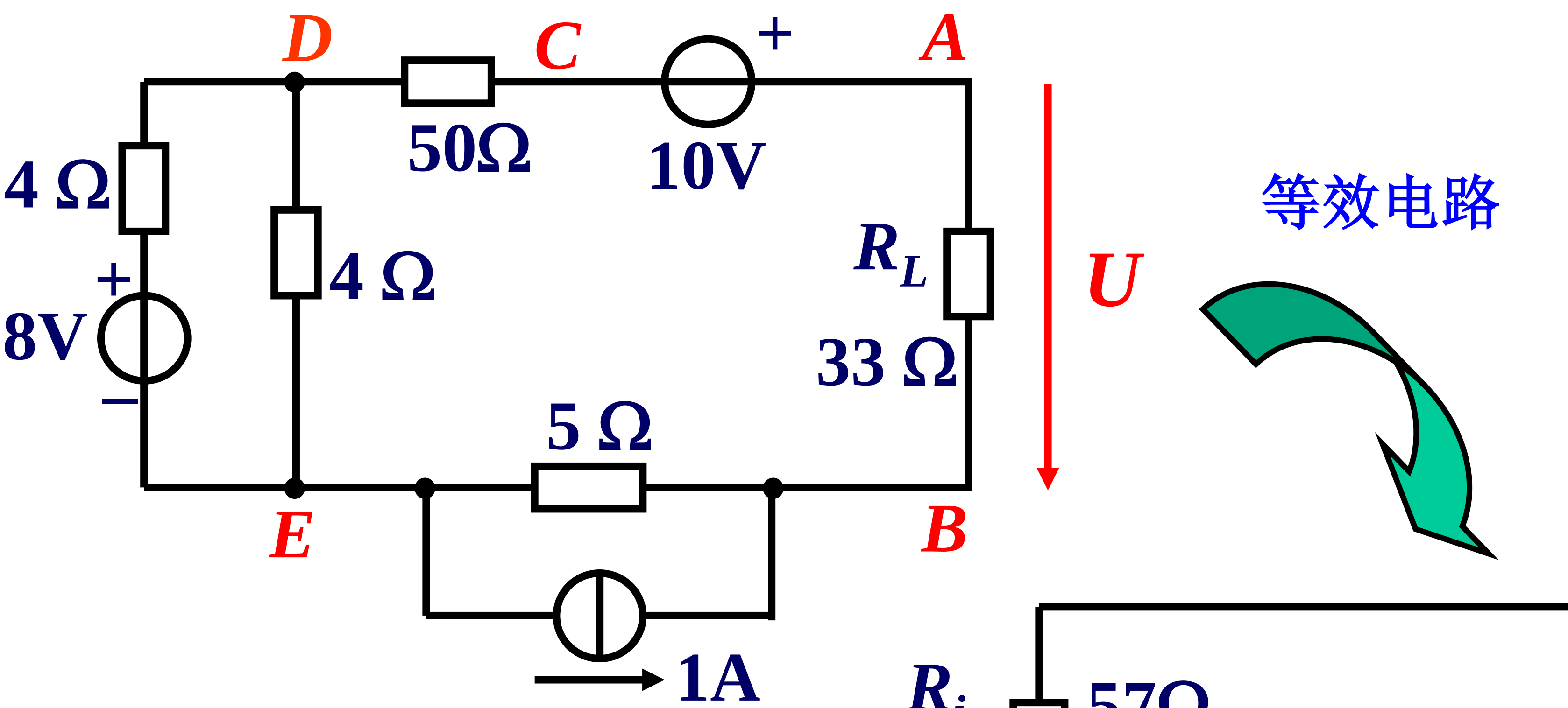
第二步：

求等效电阻 R_i。

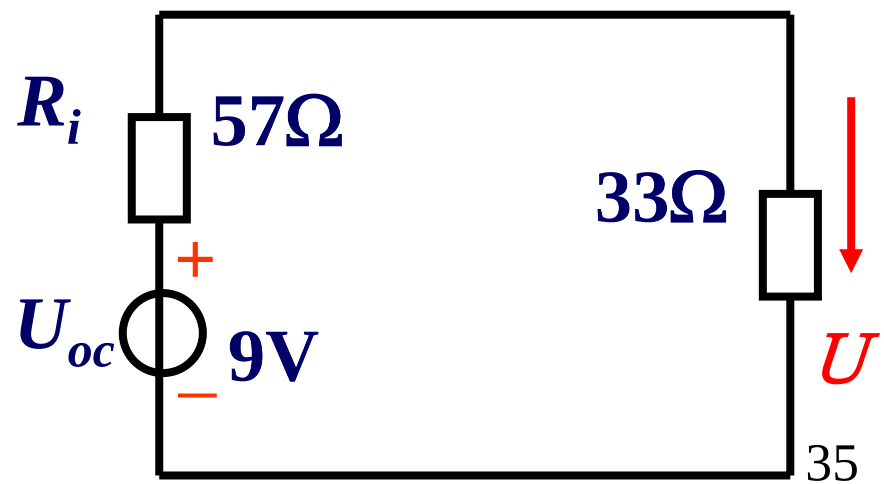




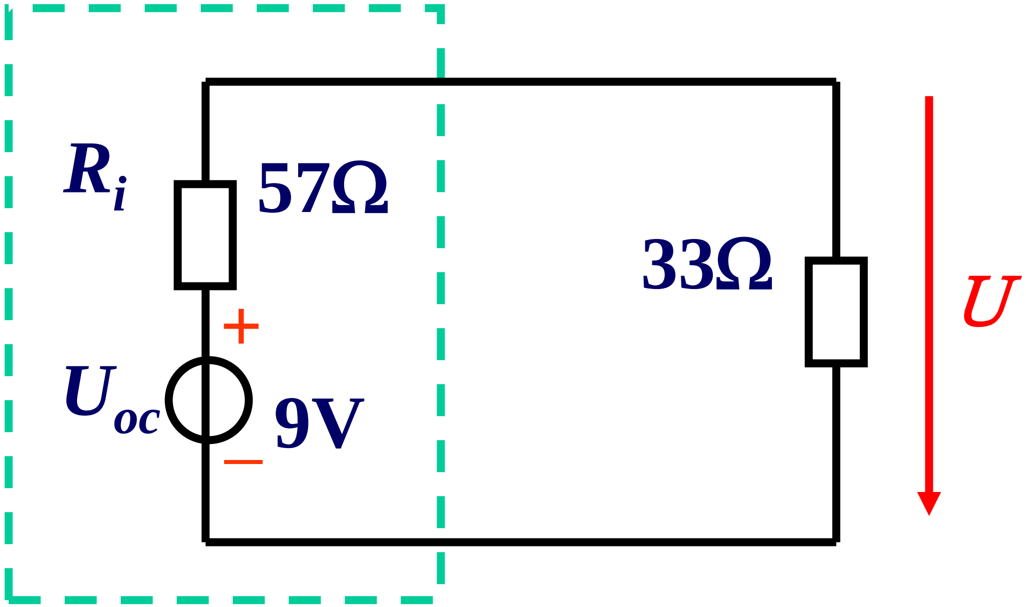
$$R_i = 50 + 4 // 4 + 5$$
$$= 57\ \Omega$$



$$\begin{cases} U_{oc} = 9\,\text{V} \\ R_i = 57\,\Omega \end{cases}$$



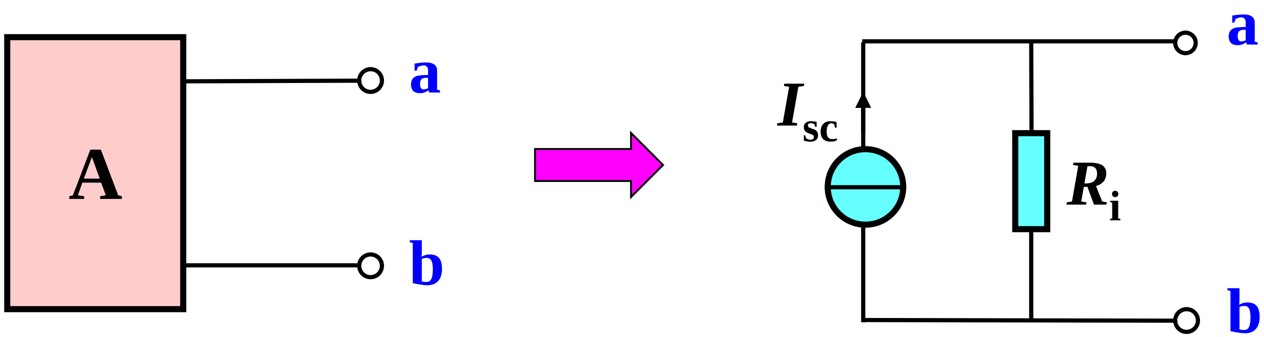
第三步：求解未知电压 U。



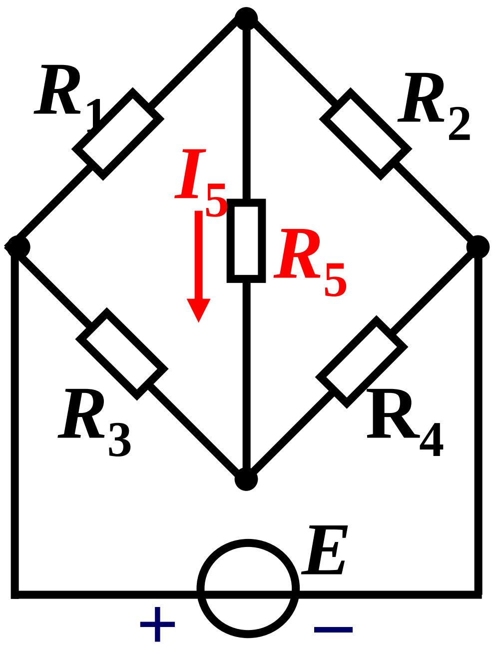
$$U=\frac{9}{57+33}\times 33=3.3\ \text{V}$$

含有独立电源的一端口线性电阻网络，对端口以外的电路而言，等效为由**电流源和电阻并联**的诺顿支路，称为诺顿等效电路。

诺顿等效电路中：电流源的电流是网络的**端口短路电流**。



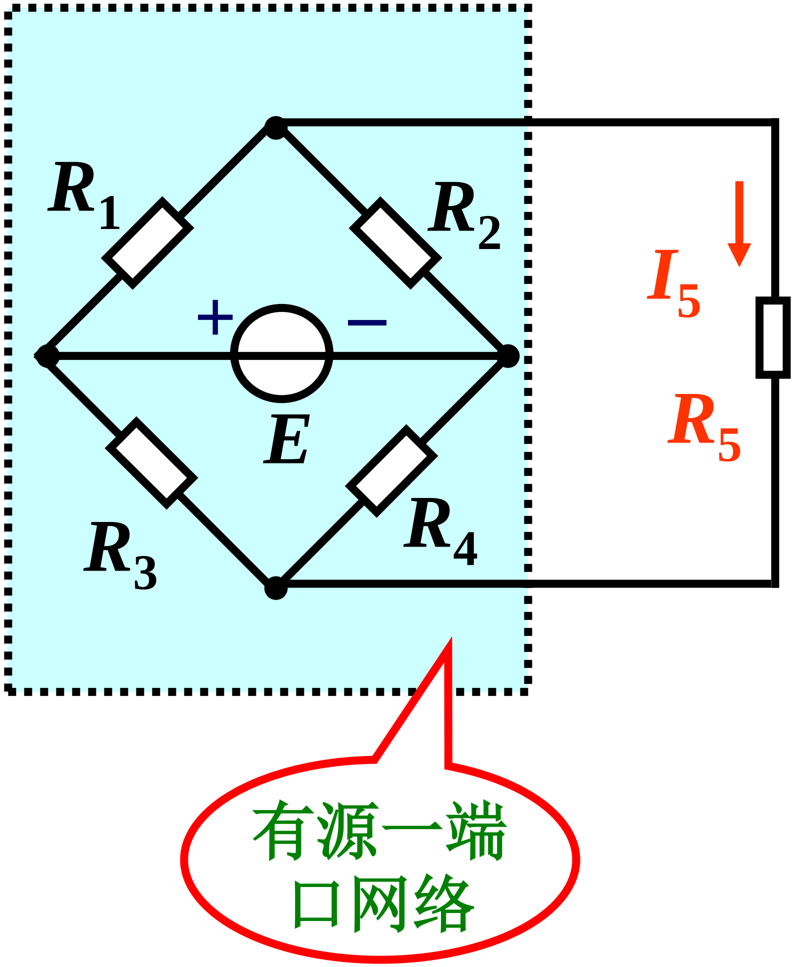
◆ 诺顿定理应用举例



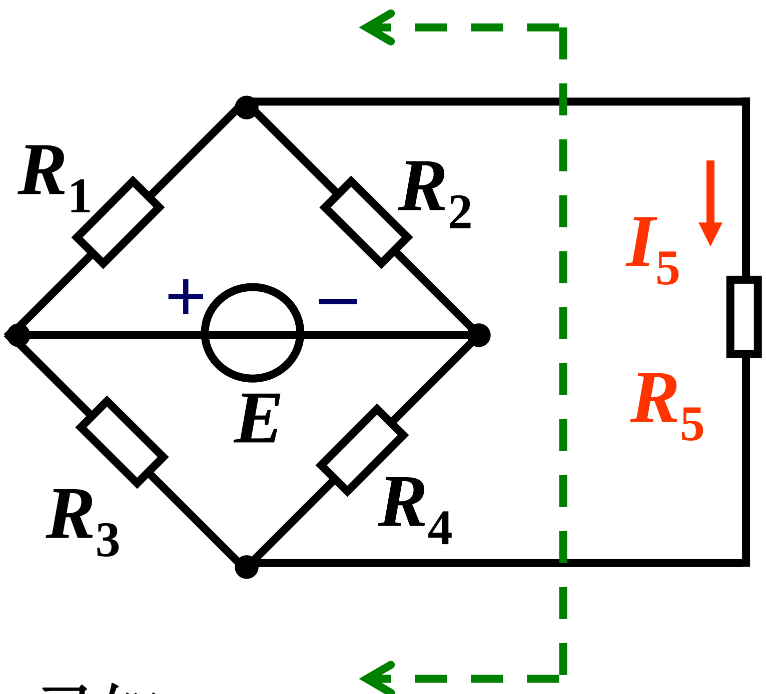
已知：R_1=20 Ω、 R_2=30 Ω
R_3=30 Ω、 R_4=20 Ω
E=10V

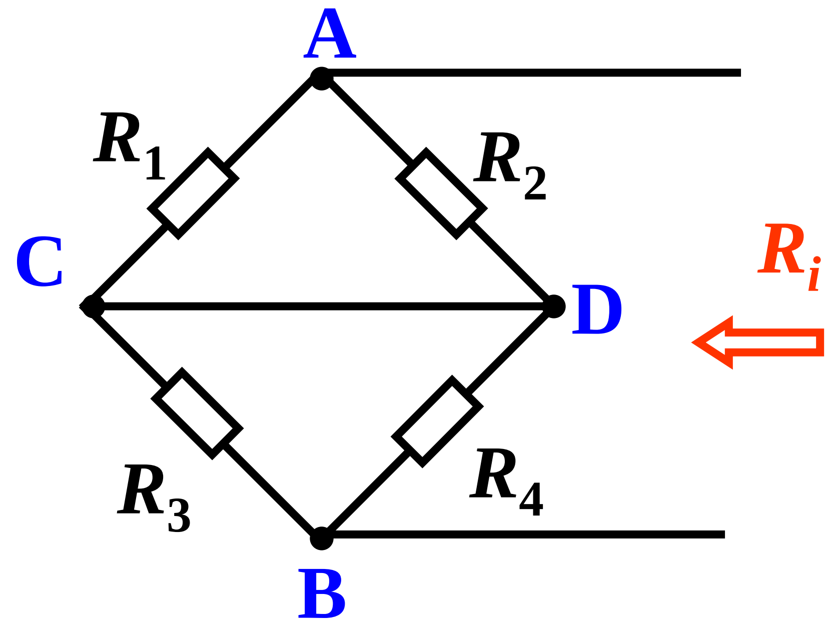
求：当 R_5=10 Ω 时，I_5=?

等效电路



第一步：求端口等效电阻R_i。



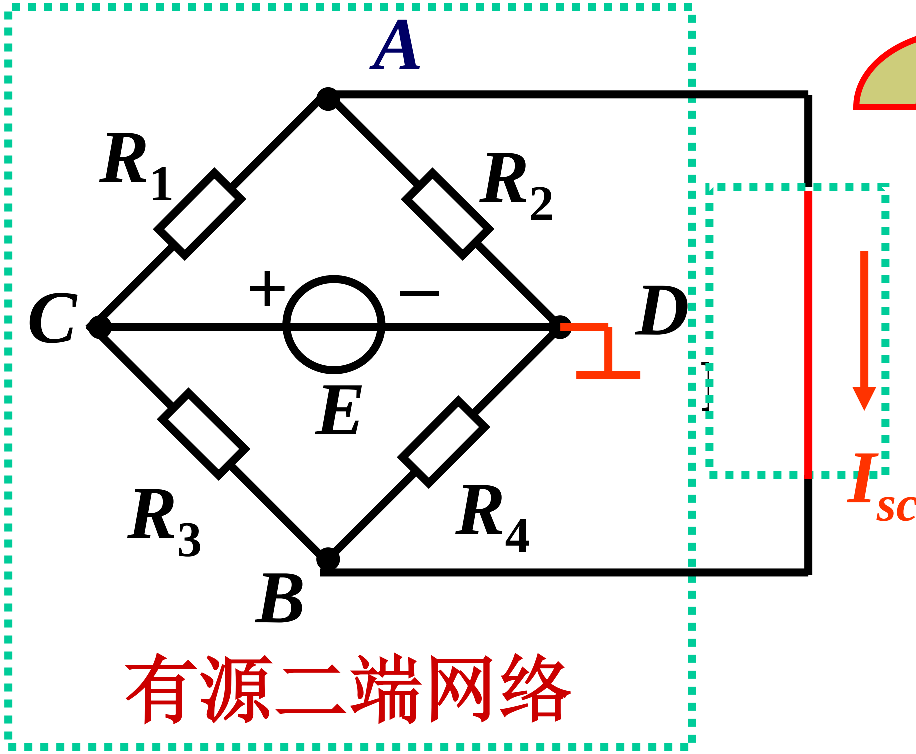


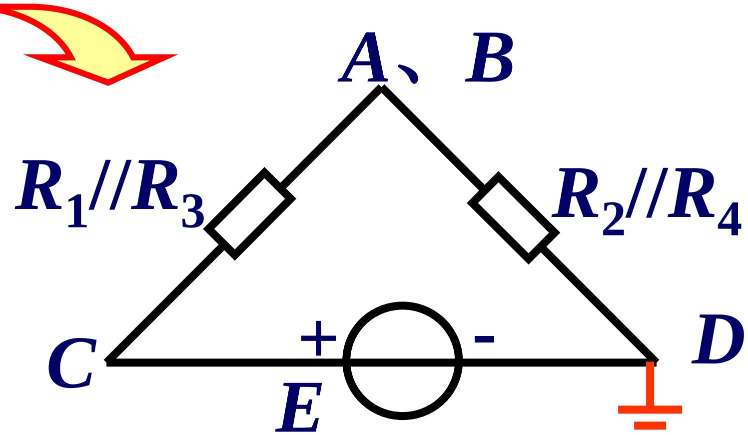
已知：

R_1=20 Ω, R_2=30 Ω
R_3=30 Ω, R_4=20 Ω
E=10V

$$R_i = R_1 \,//\, R_2 + R_3 \,//\, R_4$$
$$= 24\Omega$$

第二步：求短路电流 I_{sc}



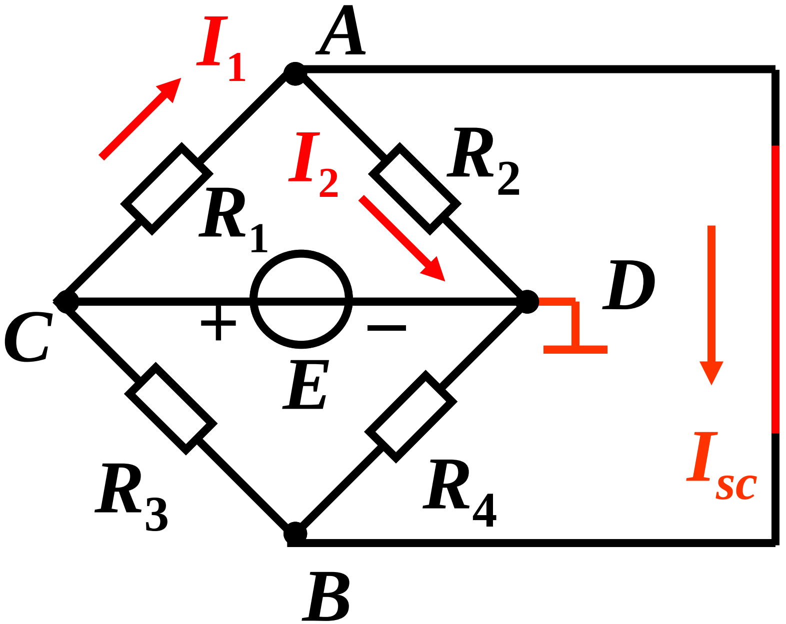


R_1=20 Ω 、 R_2=30 Ω
R_3=30 Ω 、 R_4=20 Ω
E=10V

设： $V_D = 0$

则： $V_C = 10\ \text{V}$

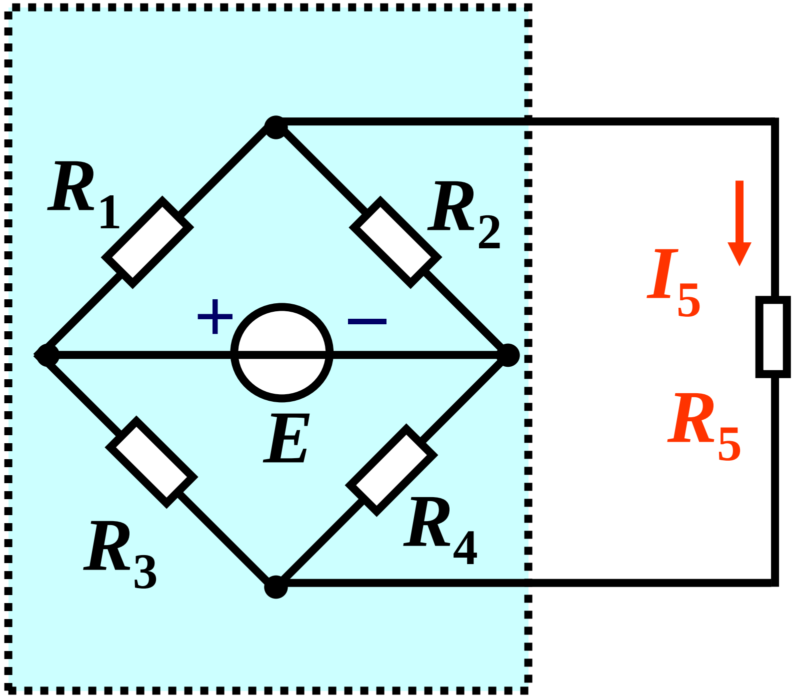
$V_A = V_B = 5\ \text{V}$



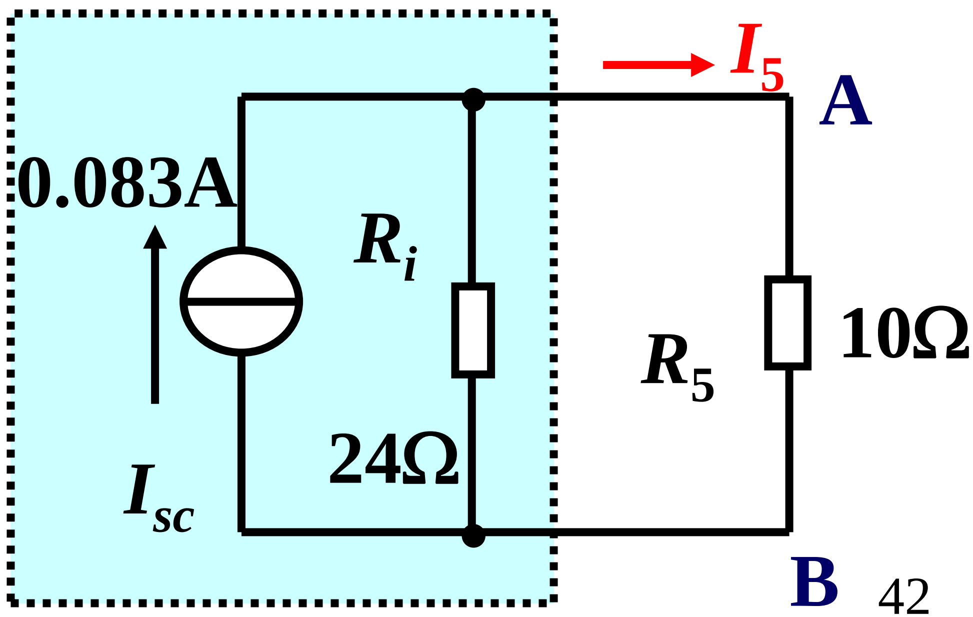
$$V_D = 0 \qquad V_C = 10\ \text{V}$$
$$V_A = V_B = 5\ \text{V}$$
$$R_1 = 20\Omega \qquad R_2 = 30\Omega$$

$$\begin{cases} I_1 = \dfrac{V_C - V_A}{R_1} = 0.25\text{A} \\ I_2 = \dfrac{V_A - V_D}{R_2} = 0.167\text{A} \end{cases}$$

$$\boxed{I_{sc} = I_1 - I_2 = 0.083\ \text{A}}$$

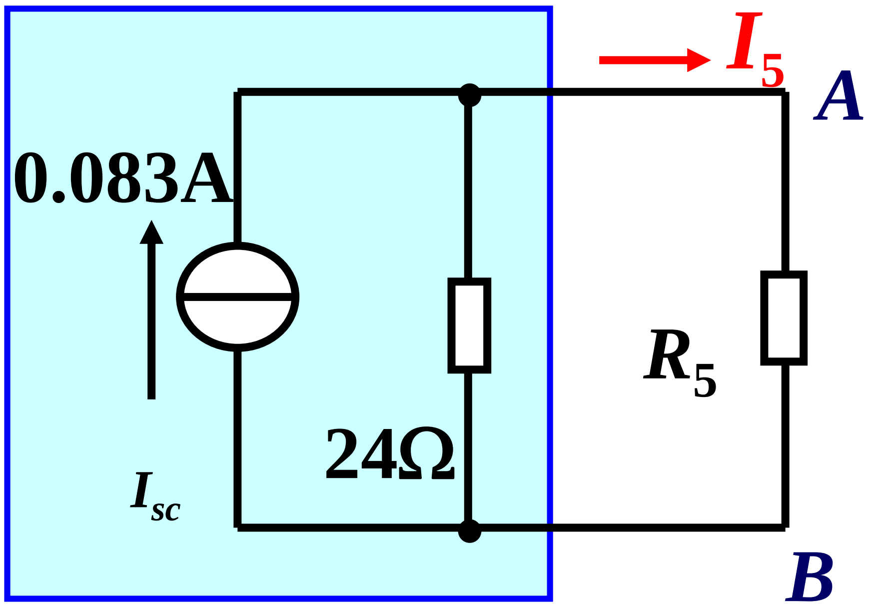


等效电路



$$\begin{cases} I_{sc} = I_1 - I_2 = 0.083\text{A} \\ R_i = 24\Omega \end{cases}$$

第三步：求解未知电流 I_5。



$$I_5 = I_{sc}\frac{R_i}{R_i + R_5} = 0.059\ \text{A}$$

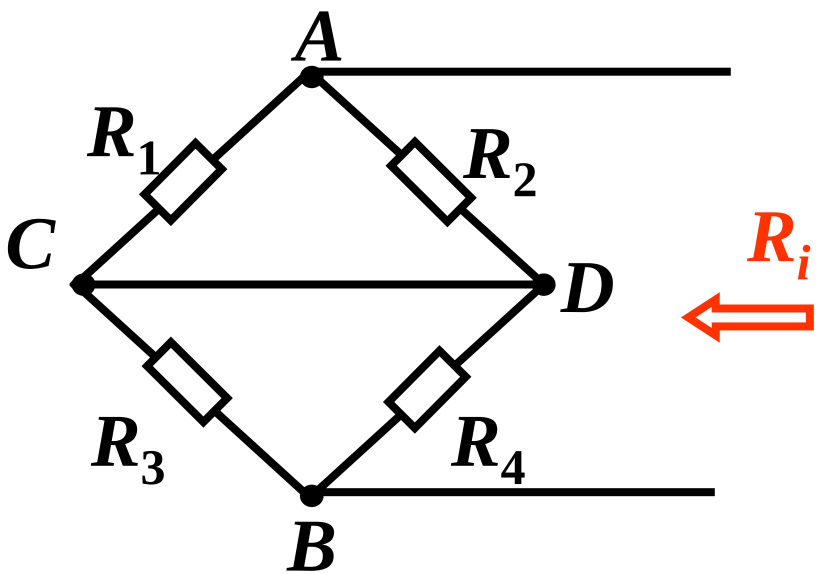
结果与前同

总结：U_{0C}、I_{sc}、R_i的求解方法：

(1)断开待求支路，形成线性含源一端口网络，标明端口开路电压U_{0C}的参考方向，用网络分析的一般方法或用其它网络定理求得U_{0C}。

(2)求解一端口网络N_0的端口等效电阻R_i方法有以下三种：

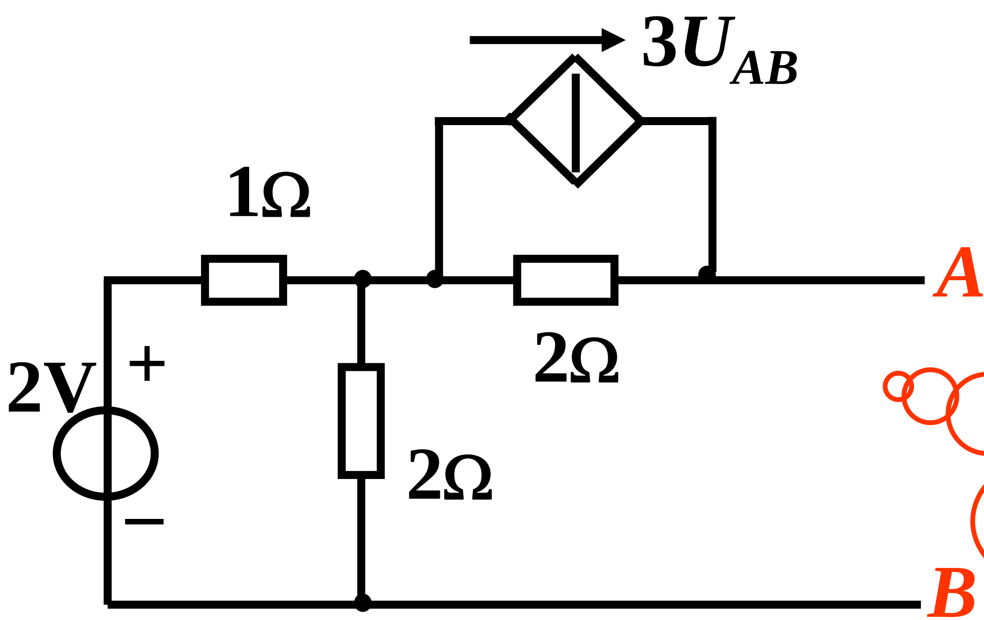
①如果网络不含受控源，可用电阻串并联法及△－Y变换等方法求等效电阻。



$$R_i = R_1 // R_2 + R_3 // R_4$$

4.5 戴维南定理与诺顿定理

求某些一端口网络的等效电阻时，用串、并联的方法可能不行。如下图：

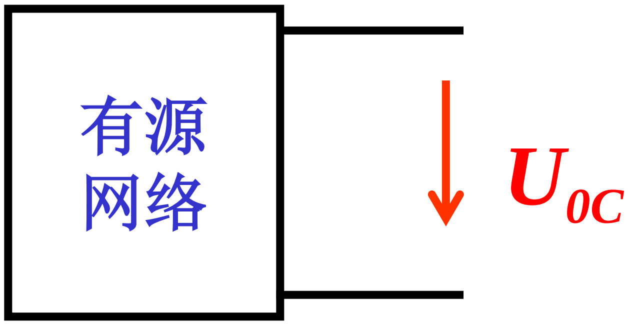


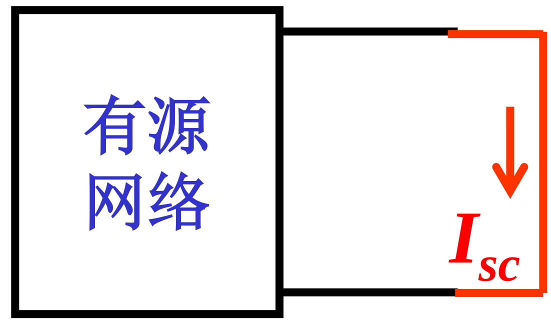
串/并联方法?

不能用简单 串/并联方法求解，
怎么办?

4.5 戴维南定理与诺顿定理

方法一：开路、短路法。

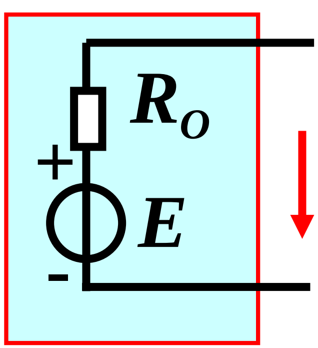




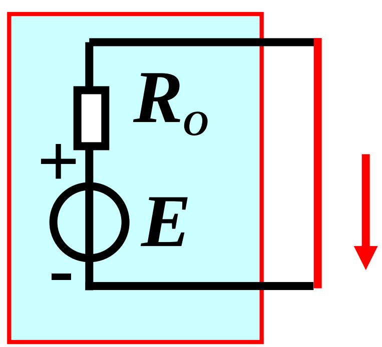
求 开端电压 U_{OC}
与 短路电流 I_{sc}

等效内阻 $R_i = U_{0C} / I_{sc}$

例



$U_{0C}=E$



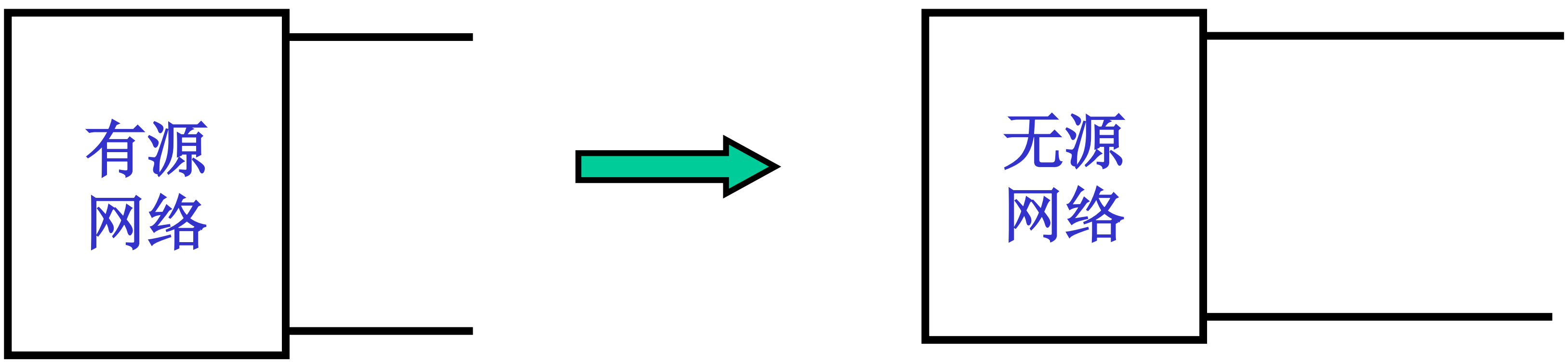
$I_{sc}=\dfrac{E}{R_O}$

$$\frac{U_{0C}}{I_{sc}} = \frac{E}{E/R_O} = R_O = R_i$$

方法二： 加压求流法

步骤： 有源网络 $\Rightarrow$ 无源网络（电源置零）

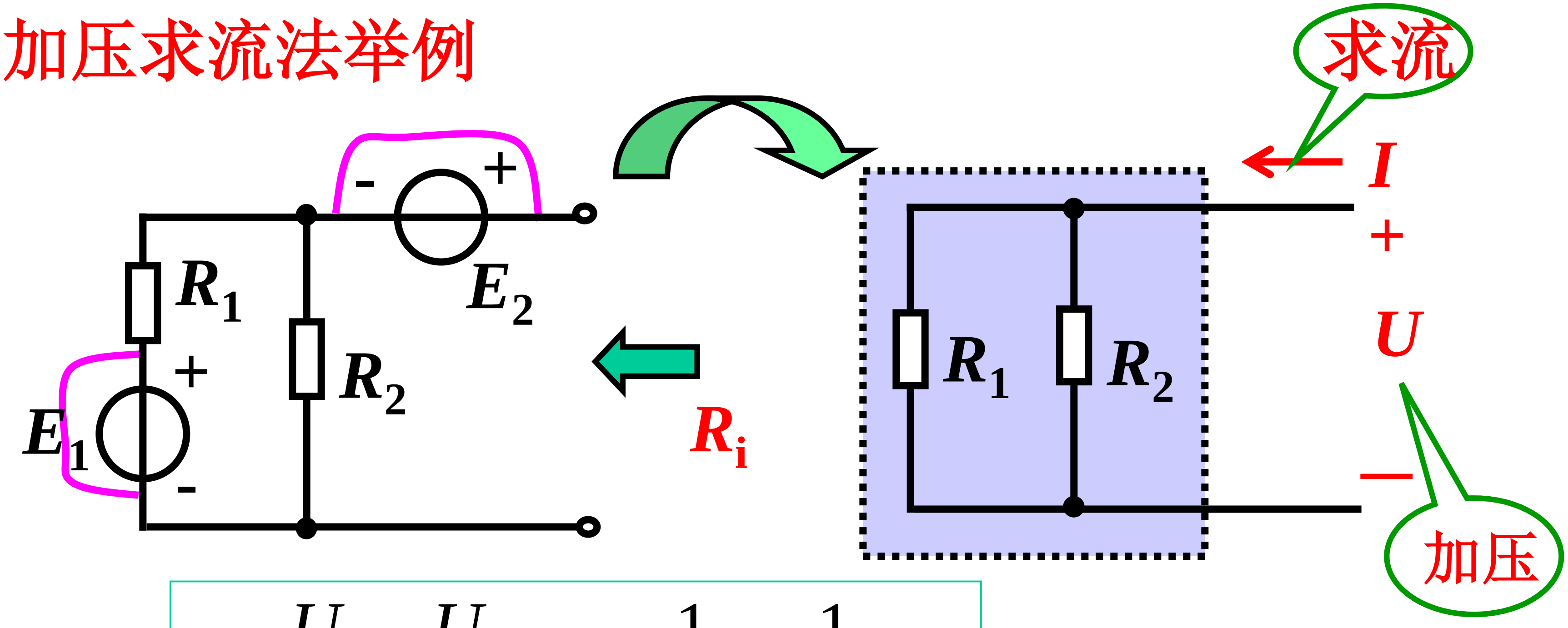
$\Rightarrow$ 外加电压 U $\Rightarrow$ 求电流 I



则：

$$\boxed{R_i = U/I}$$

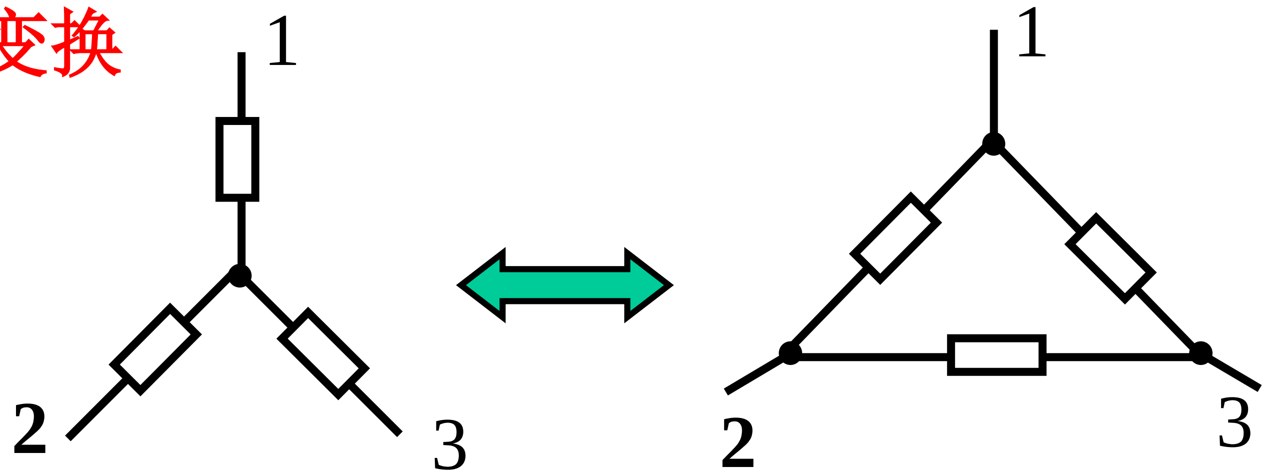
◆加压求流法举例



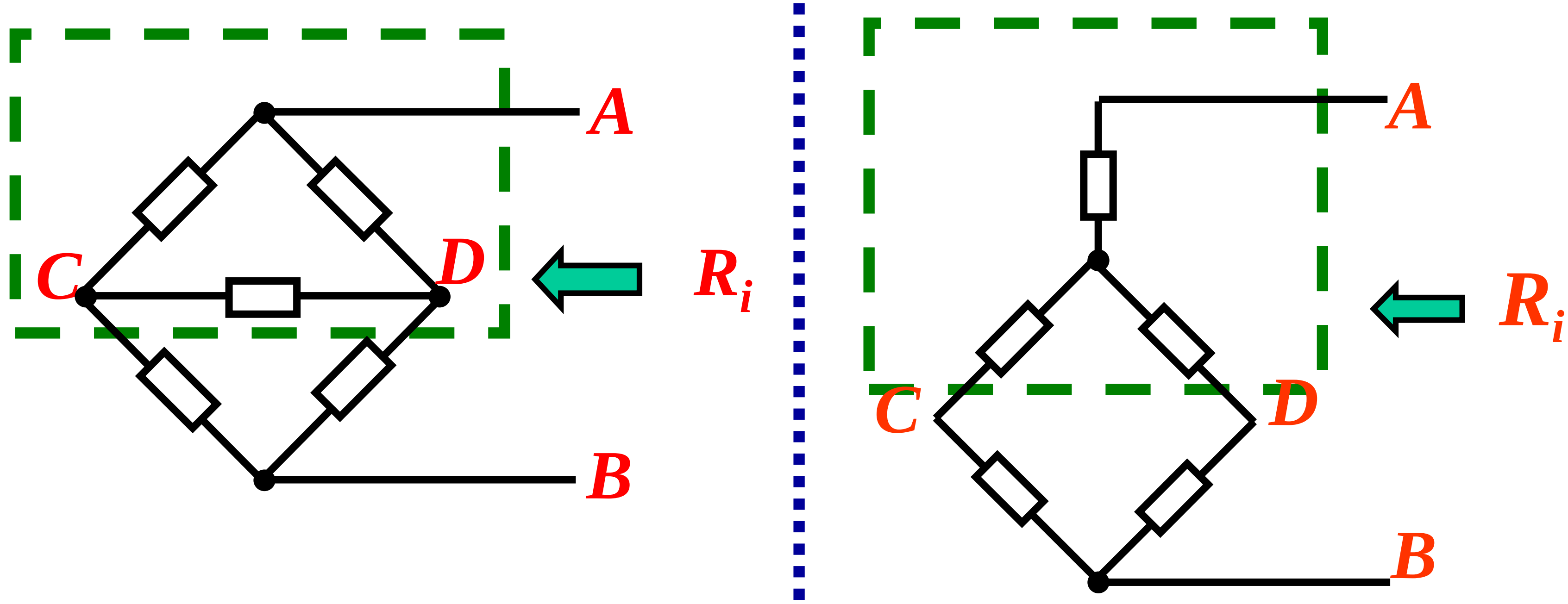
$$I=\frac{U}{R_1}+\frac{U}{R_2}=U(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2})$$

$$R_i=\frac{U}{I}=\frac{1}{\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}}=\frac{R_1\cdot R_2}{R_1+R_2}$$

方法三：Y-Δ变换



例



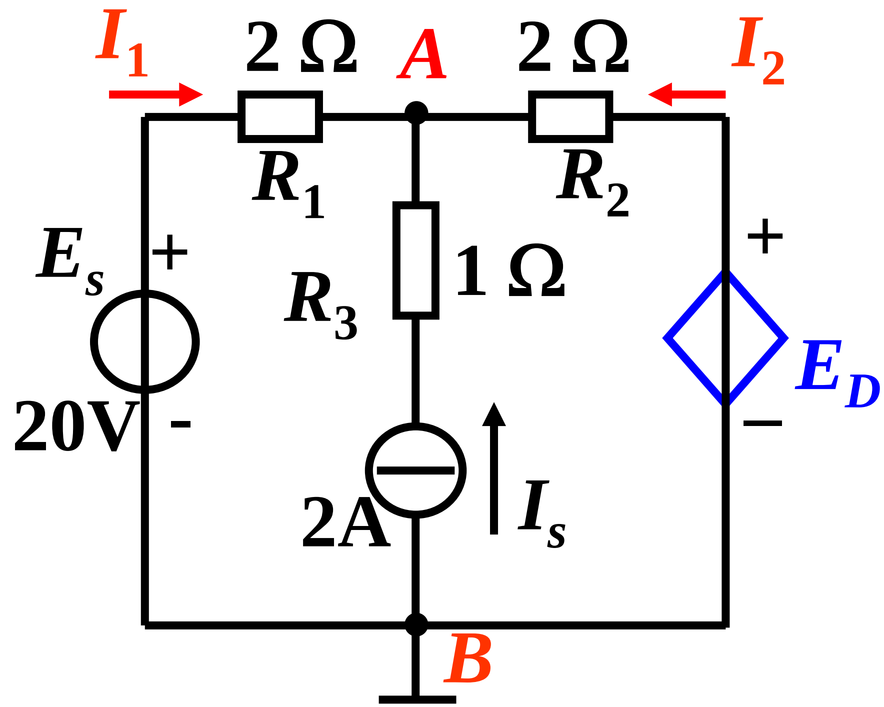
◆ 受控源电路的分析计算

一般原则：

电路的基本定理和各种分析计算方法仍可使用，只是在列方程时必须增加一个受控源关系式。

例 电路参数如图所示

$E_D = 0.4\,U_{AB}$



求： I_1、 I_2

解： 根据结点法

设 $V_B = 0$

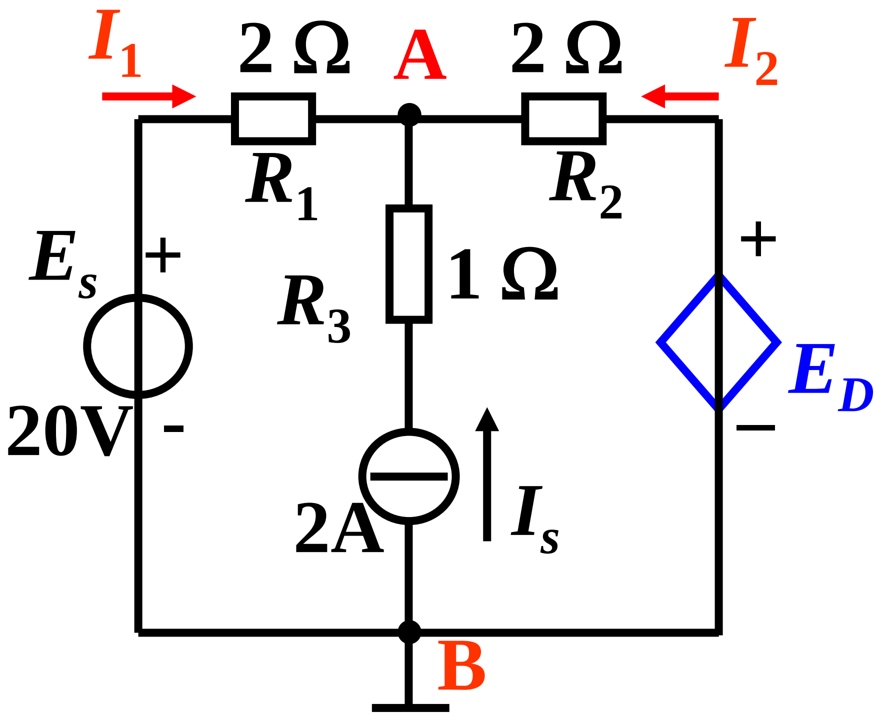
则：

$$\begin{cases} V_A\left(\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}\right)=\dfrac{E_S}{R_1}+I_S+\dfrac{E_D}{R_2} \\ E_D = 0.4V_A \end{cases}$$

$$V_A\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)=\frac{E_S}{R_1}+I_S+\frac{E_D}{R_2}$$

$$E_D = 0.4V_A$$

解得： $V_A = 15\,\mathrm{V}$



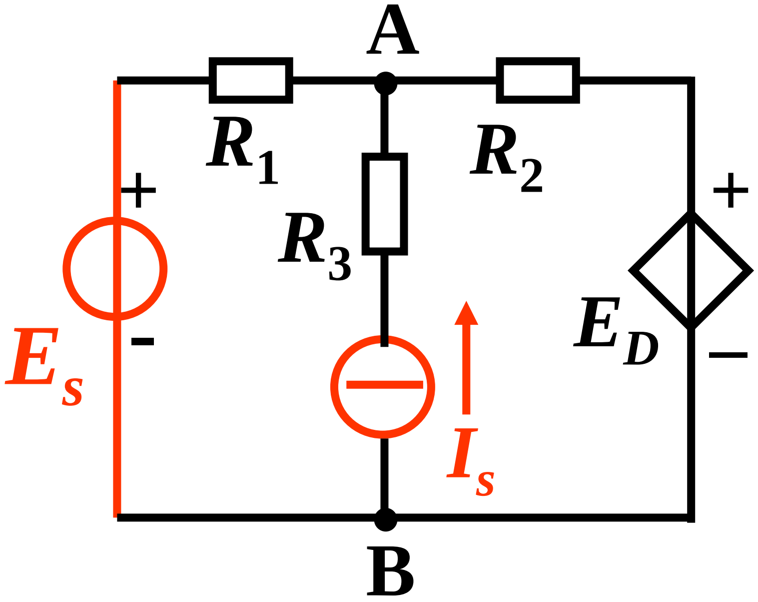
$$I_1 = \frac{20-15}{2} = 2.5\mathrm{A}$$

$$I_2 = -I_1 - I_S = -2.5-2 = -4.5\mathrm{A}$$

◆ 受控源电路分析计算- 要点 (1)

在用叠加原理求解受控源电路时，只应分别考虑独立源的作用；而受控源仅作一般电路参数处理，不可将受控源随意短路或断路！

例



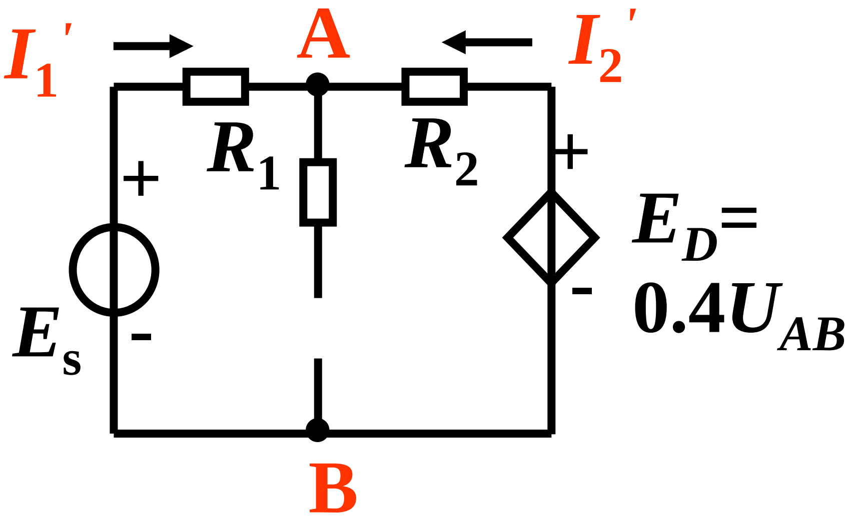
$$E_D = 0.4U_{AB}$$

根据叠加定理

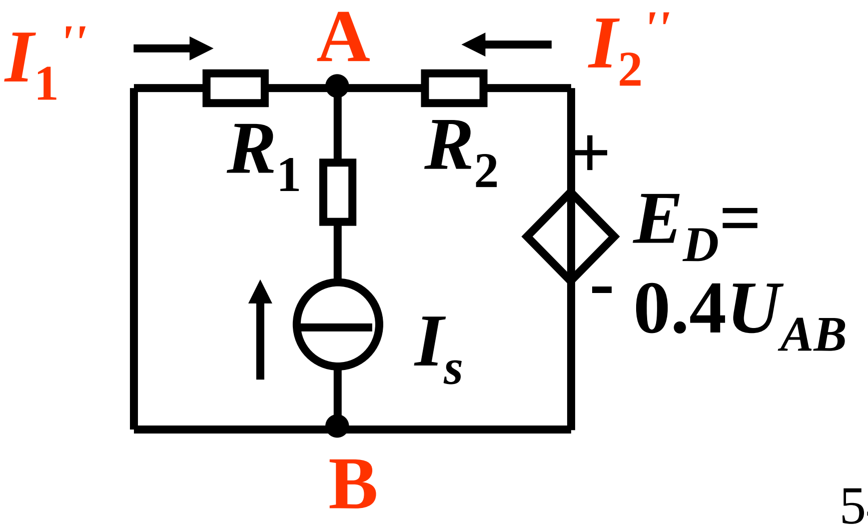
$$I_1 = I_1' + I_1''$$

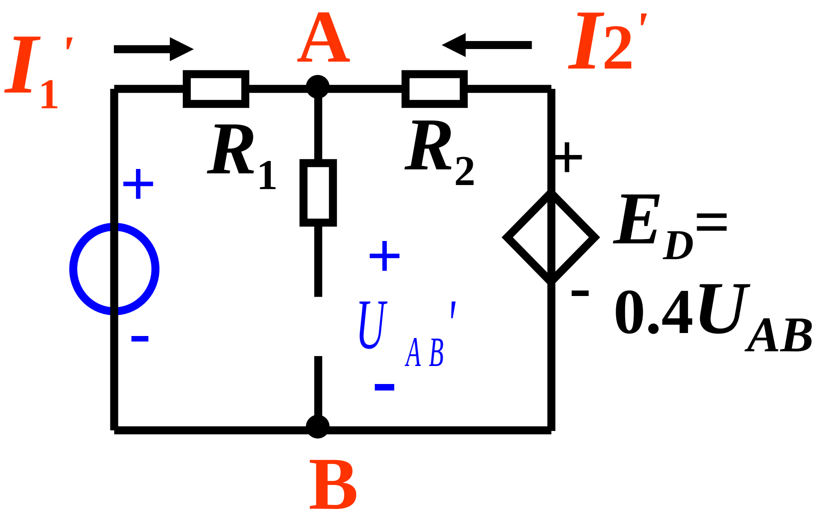
$$I_2 = I_2' + I_2''$$

(1) E_s 单独作用



(2) I_s 单独作用





(1) E_s 单独作用

$$U_{AB}'=E_S-R_1I_1'$$

$$U_{AB}'=0.4U_{AB}'-R_2I_2'$$

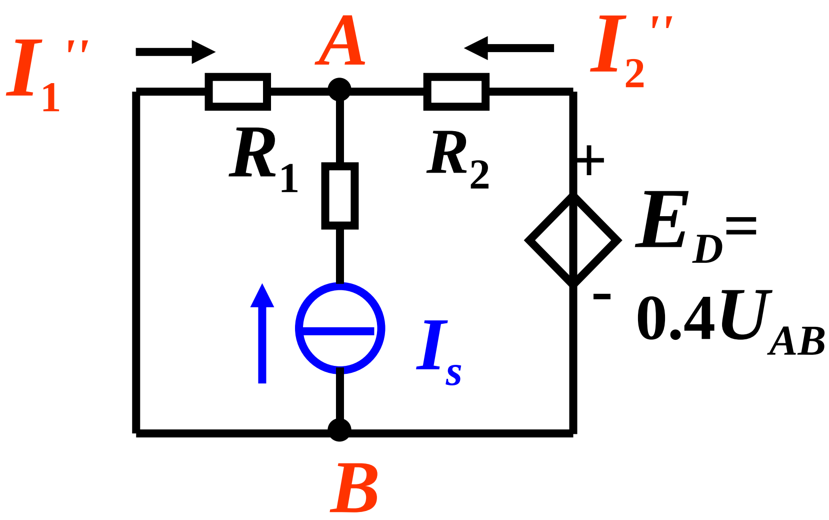
代入数据得:

$$\begin{cases} U_{AB}'=20-2I_1' \\ 0.6U_{AB}'=-2I_2' \\ I_1'=-I_2' \end{cases}$$

解得

$$\boxed{\begin{aligned} &U_{AB}'=12.5\,\text{V} \\ &I_1'=-I_2'=3.75\,\text{A} \end{aligned}}$$

(2) I_s 单独作用



◆ 结点电位法：

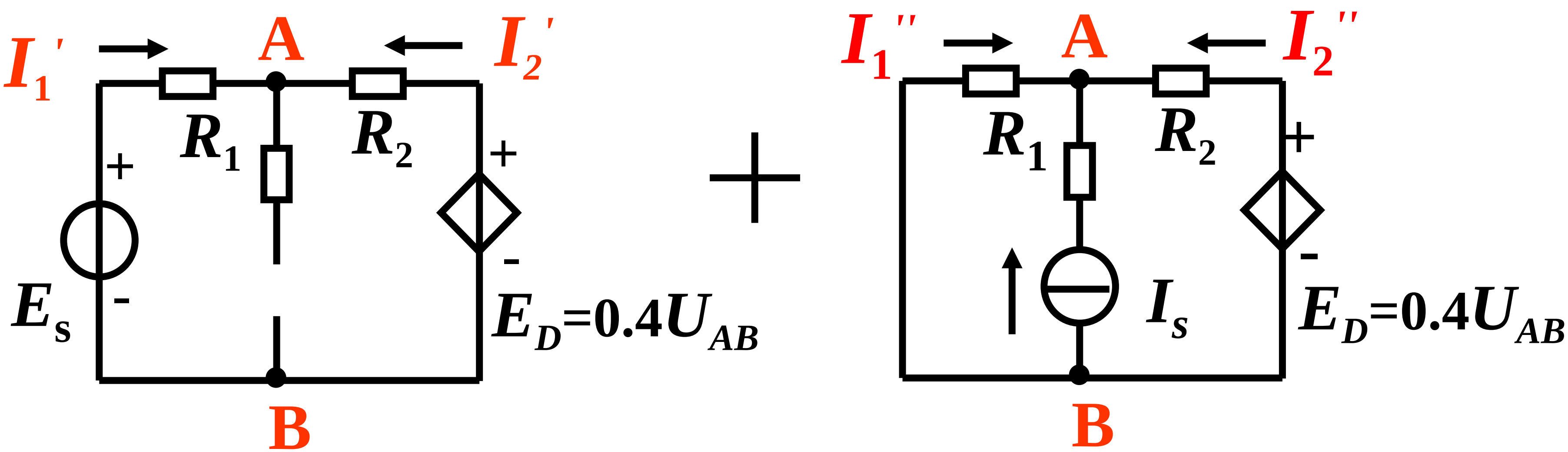
$$V_A''\left[\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right]=\frac{E_D}{R_2}+I_S$$

$$V_A''\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\right)=\frac{0.4\,V_A''}{2}+2$$

$$U_{AB}''=2.5\ \text{V}$$

$$\therefore\ \begin{cases} I_1''=\dfrac{-2.5}{2}=-1.25\text{A} \\ I_2''=\dfrac{0.4\times 2.5-2.5}{2}=-0.75\text{A} \end{cases}$$

（3）最后结果：

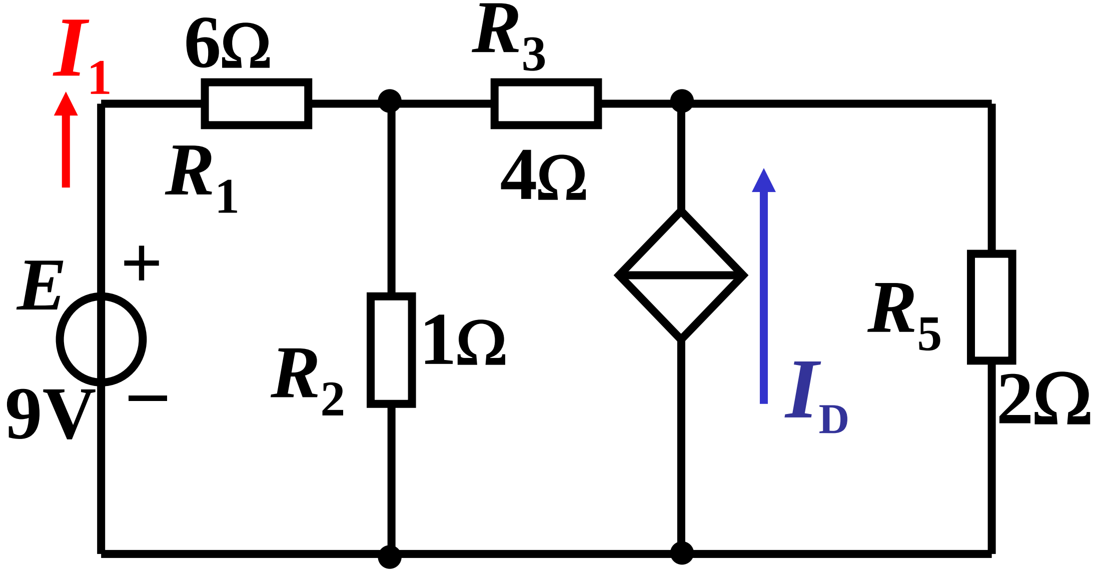


$$I_1 = I_1' + I_1'' = 3.75 - 1.25 = 2.5\text{A}$$

$$I_2 = I_2' + I_2'' = -3.75 - 0.75 = -4.5\text{A}$$

◆ 受控源电路分析计算- 要点（2）

可以用两种电源互换、等效电源定理等方法，简化受控源电路。但简化时注意不能把控制量化简掉。否则会留下一个没有控制量的受控源电路，使电路无法求解。

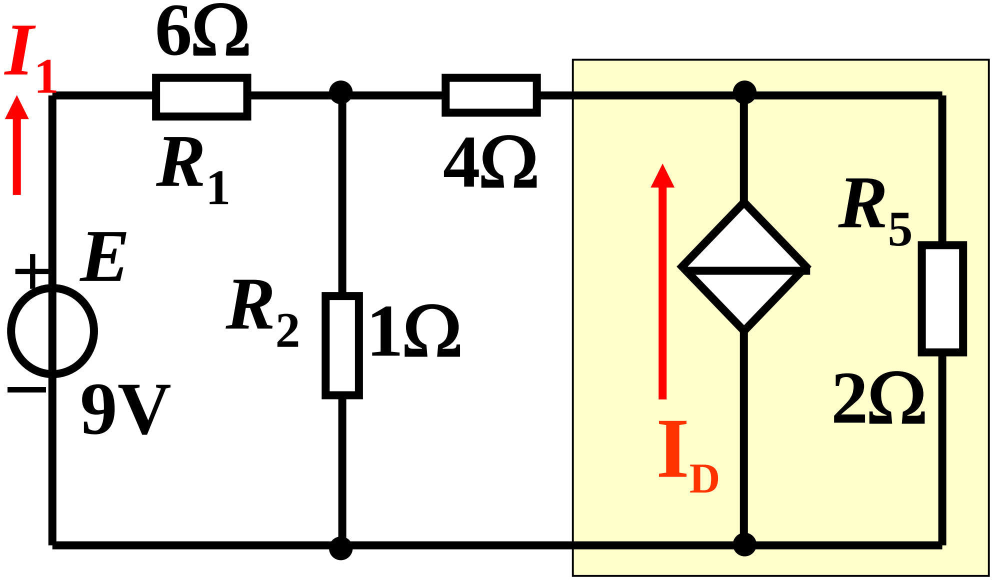


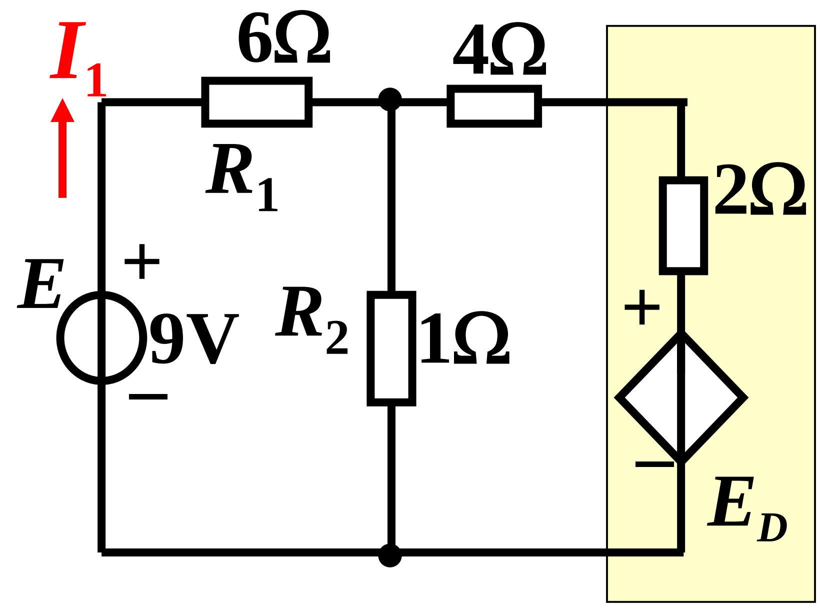
已知:

$$I_D = 0.5 I_1$$

求: I_1

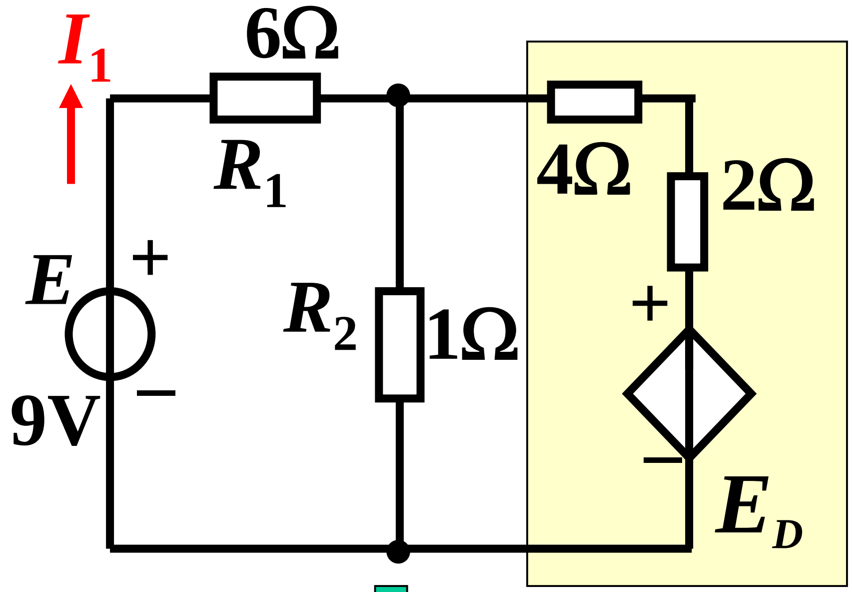
例 两种电源互换



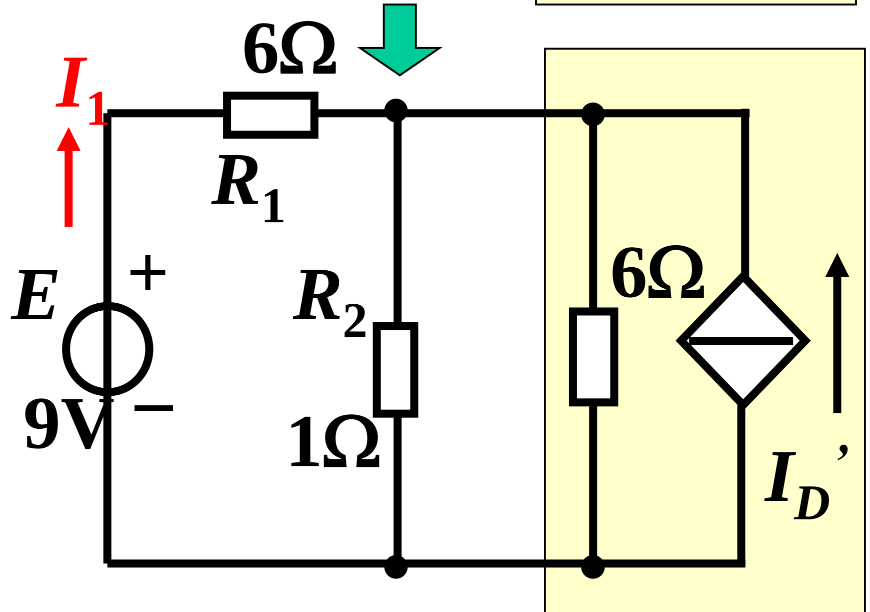


$$I_D = 0.5 I_1$$

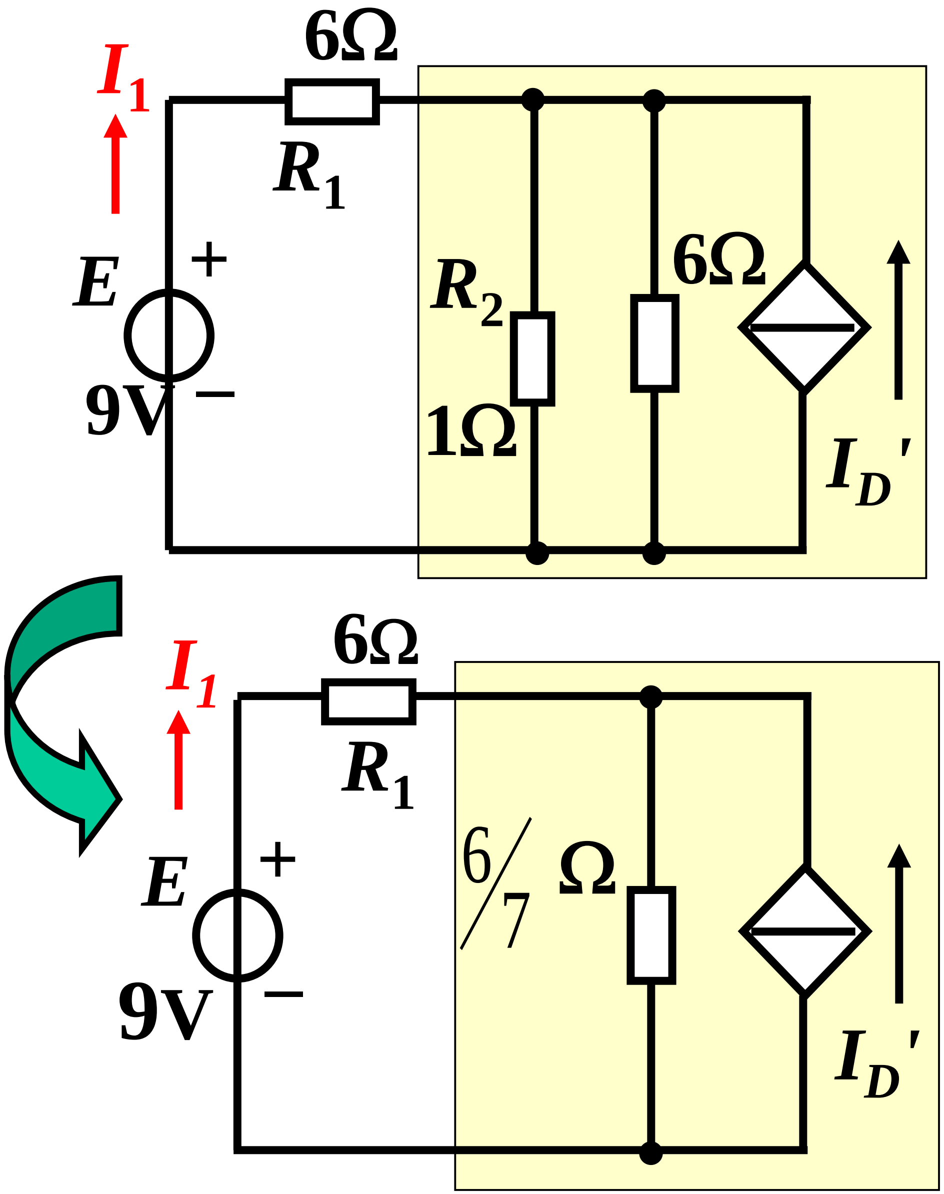
$$E_D = 2 I_D = I_1 \text{ V}$$



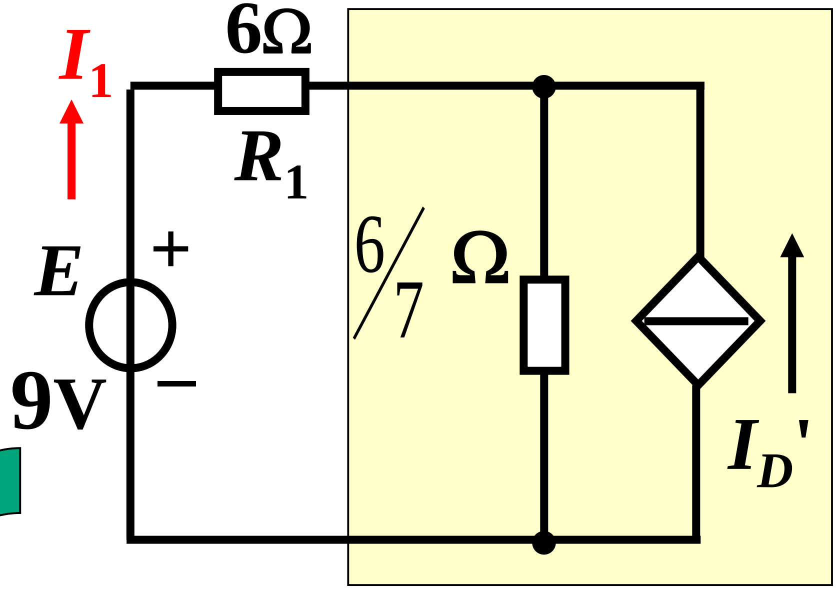
$$E_D = 2I_D = I_1 \text{ V}$$



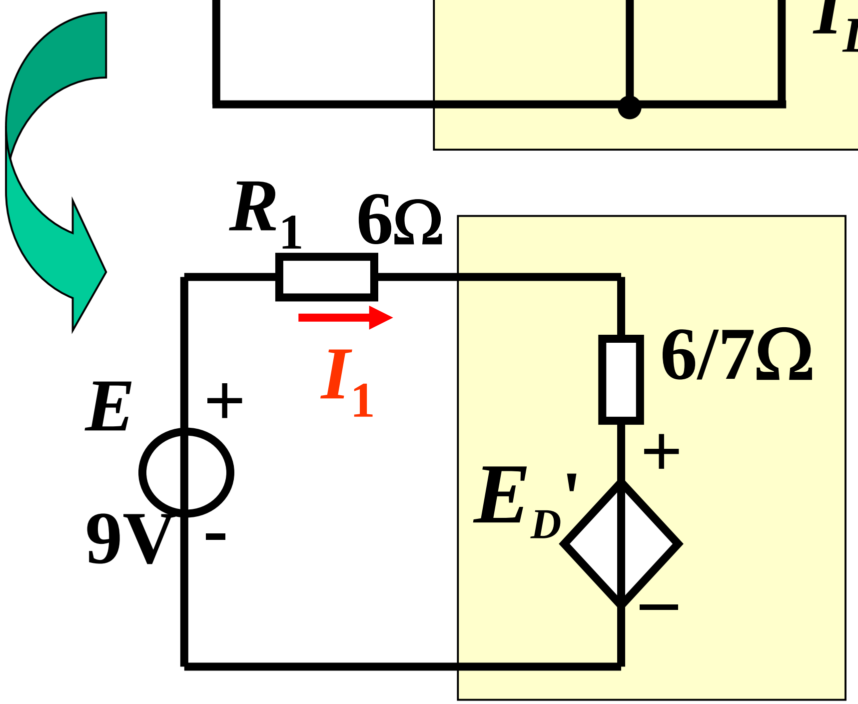
$$I_D' = \frac{E_D}{6}$$
$$= \frac{I_1}{6} \quad \text{A}$$



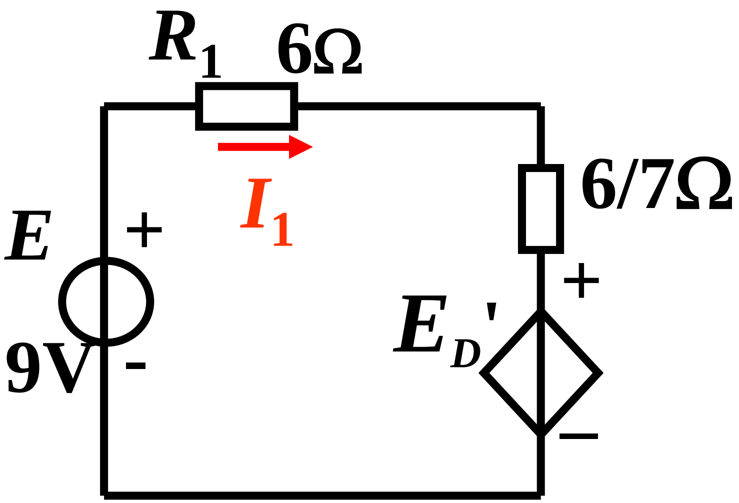
$$\boxed{I_D' = \frac{I_1}{6} \quad \text{A}}$$



$$I_D' = \frac{I_1}{6} \quad A$$



$$E_D' = \frac{I_1}{7} \quad V$$



$$\boxed{E_D' = \frac{I_1}{7} \ \mathrm{V}}$$

$$\left[\frac{6}{7}+6\right]I_1+\frac{I_1}{7}=9$$

$$\therefore \quad \boxed{I_1 = 1.3\,\mathrm{A}}$$

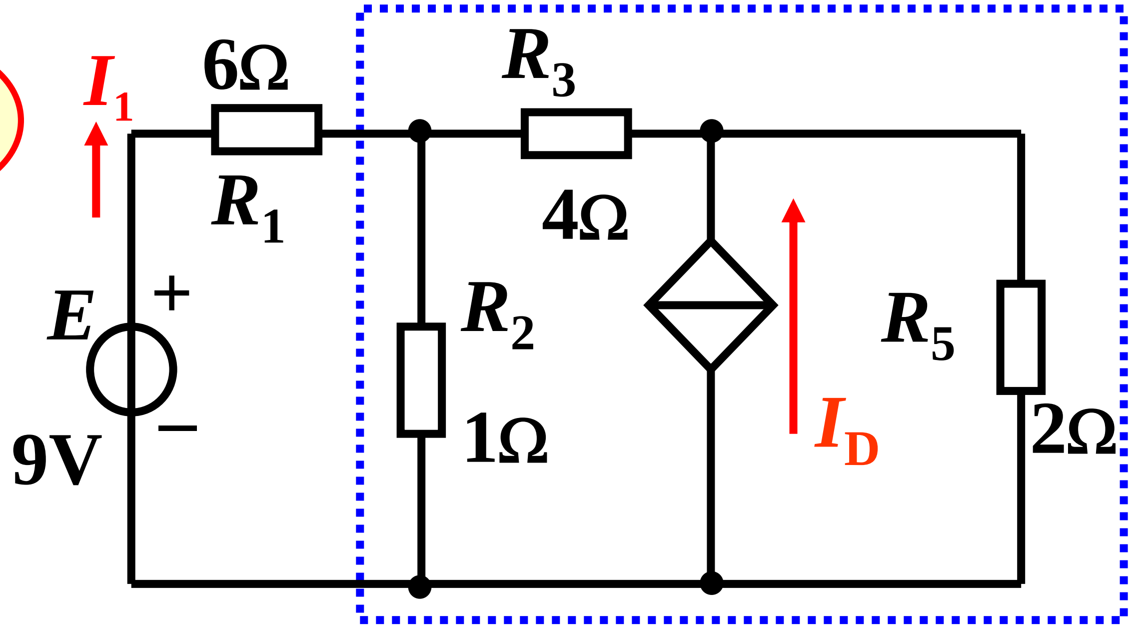
◆ **受控源电路分析计算- 要点 (3)**

（1）如果一端口网络内除了受控源外没有其他独立源，则此一端口网络的开端电压必为0。因为，只有独立源产生控制作用后，受控源才能表现出电源性质。

（2）求端口等效电阻时，只将网络中的独立源去除，受控源应保留。

（3）含受控源电路的端口等效电阻可以用“加压求流法”或“开路、短路法”求解。

例



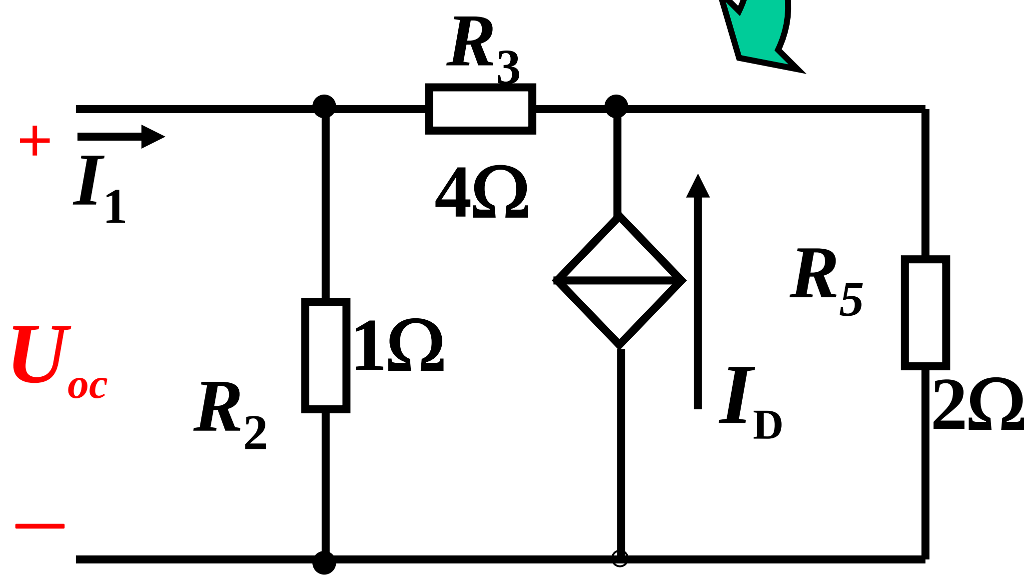
$$I_D = 0.5 I_1$$

用戴维南定理求I_1

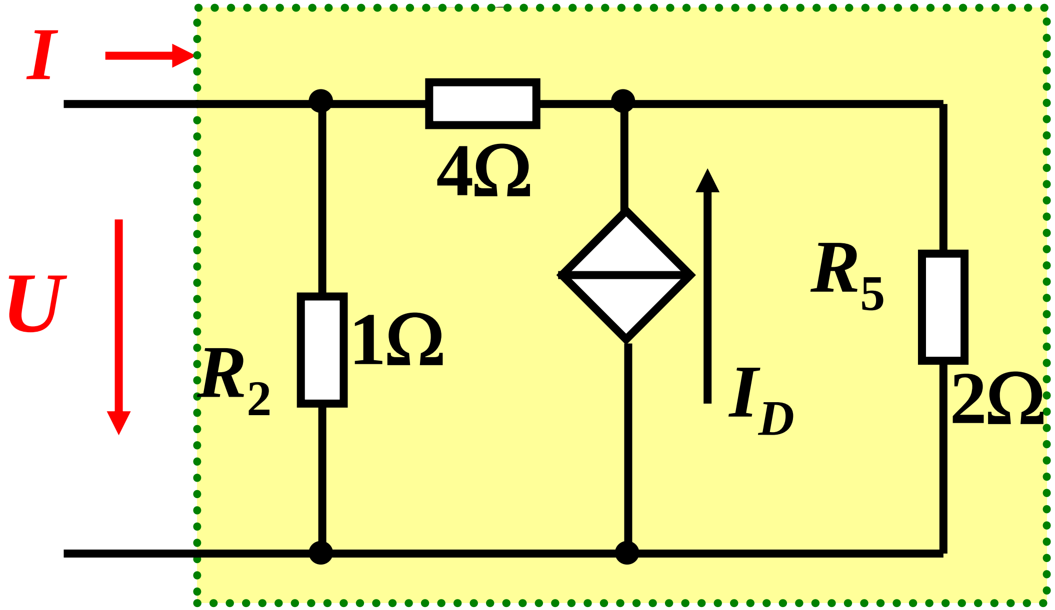
(1) 求开路电压：

$I_1=0 \longrightarrow I_D=0$

$\boxed{U_{oc}=0}$



(2) 求端口等效电阻：加压求流法



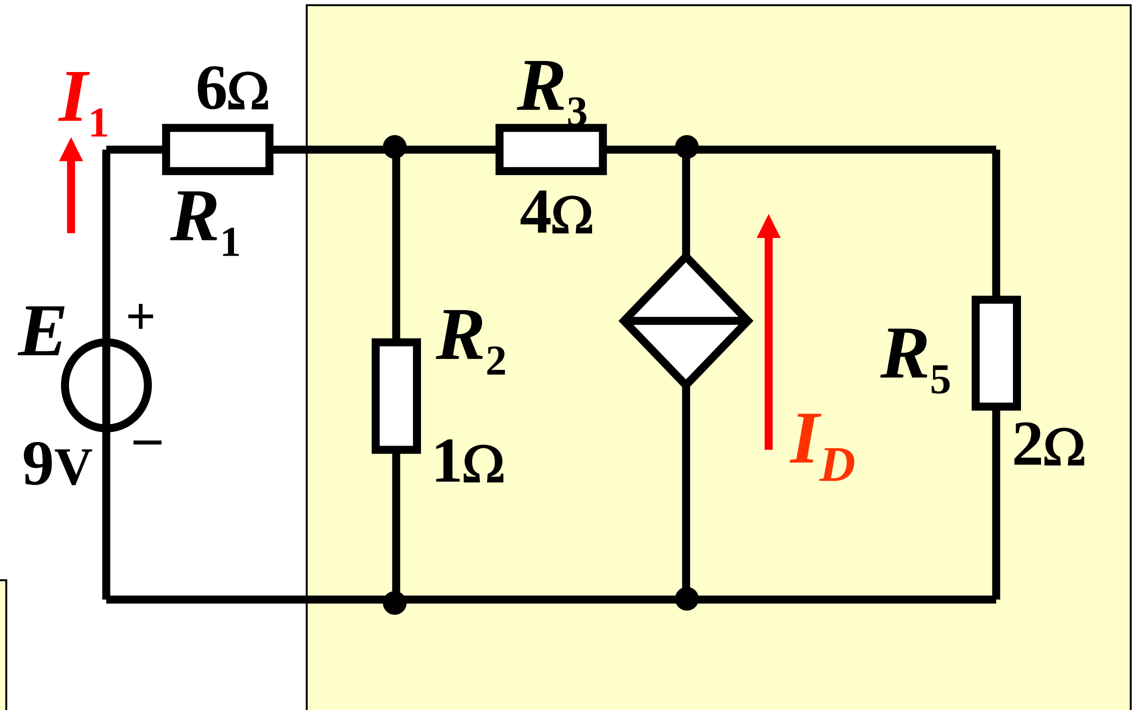
$$I_D = 0 \cdot 5I$$

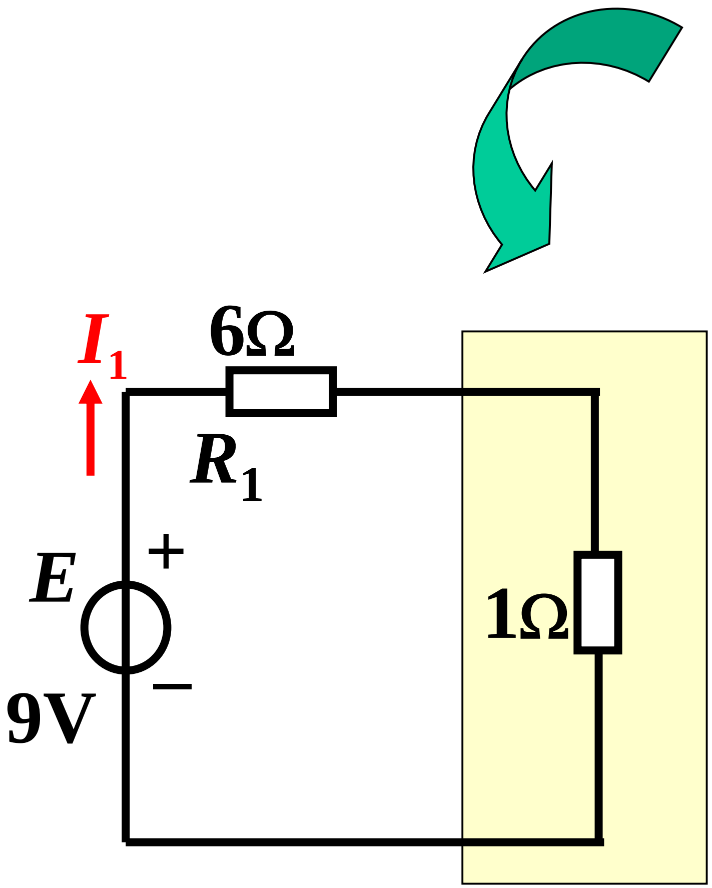
$$U = \left(I - \frac{U}{1}\right) \cdot 4 + \left[\left(I - \frac{U}{1}\right) + \frac{I}{2}\right] \cdot 2$$

$$\boxed{R_i = \frac{U}{I} = 1\Omega}$$

$$U = 4I - 4U + 3I - 2U$$

(3)最后结果

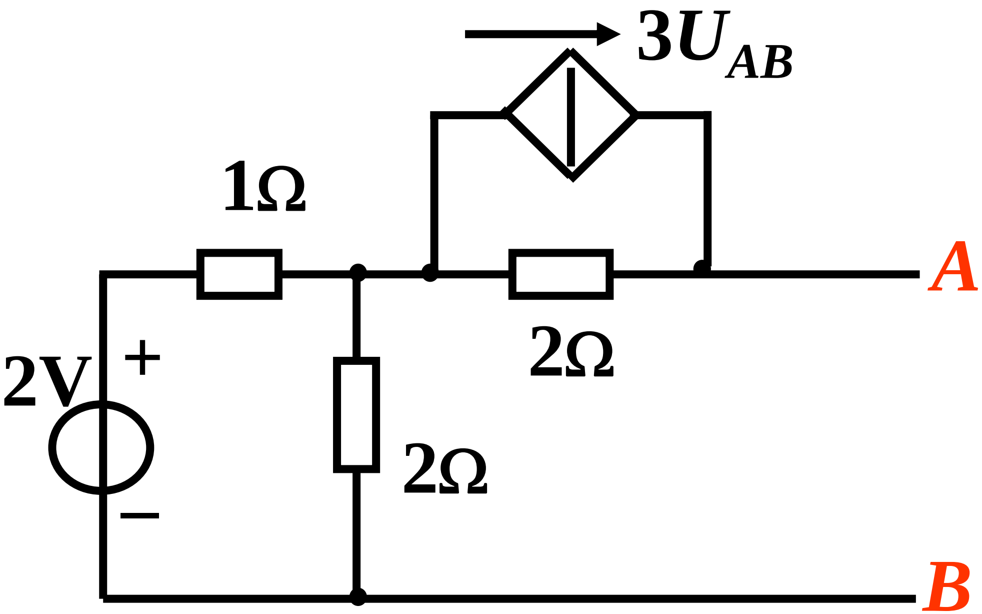


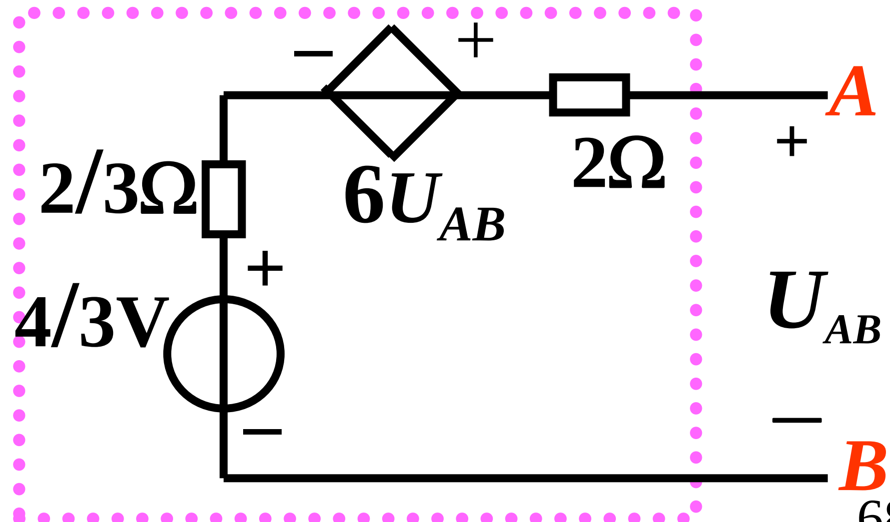


$$\boxed{I_1 = \frac{9}{6+1} = 1.3A}$$

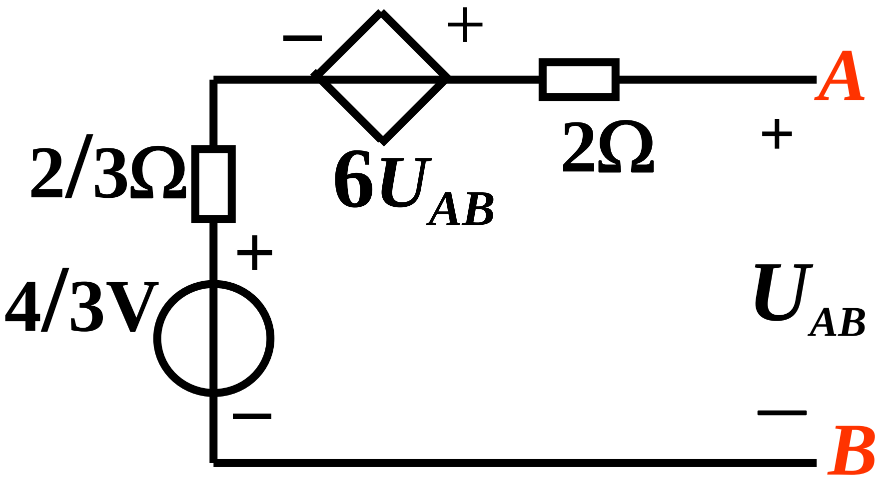
例

求戴维南等效电路





(1) 求开路电压U_{AB}：

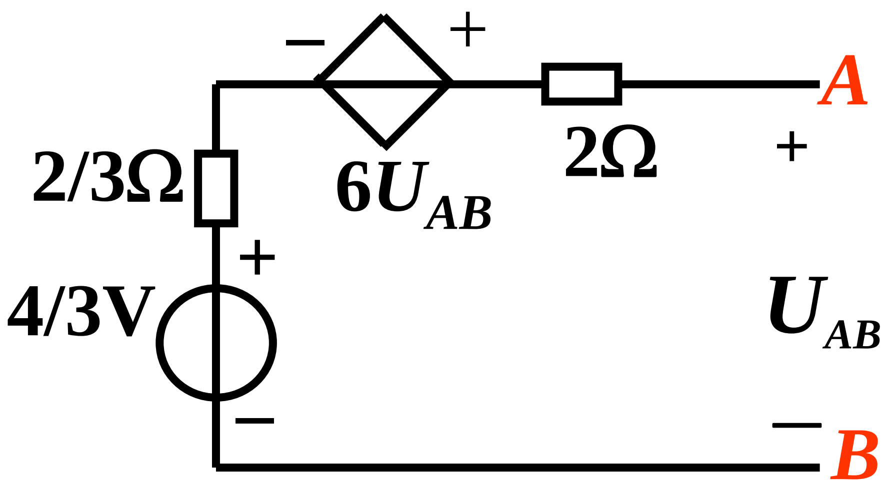


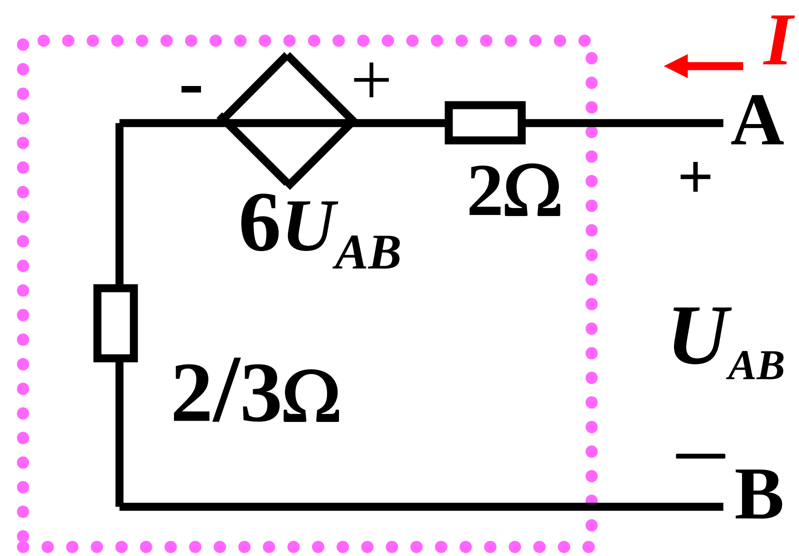
$$U_{AB} = \frac{4}{3} + 6U_{AB}$$

$$\boxed{U_{AB} = -\frac{4}{15} \quad \mathrm{V}}$$

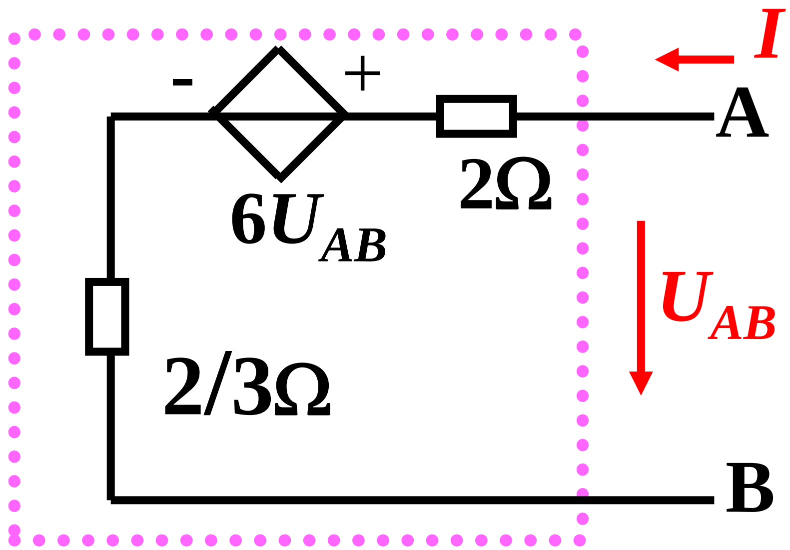
(2) 求端口等效电阻R_i

去掉独立源
加压求流





关键是找到U_{AB}和I的关系



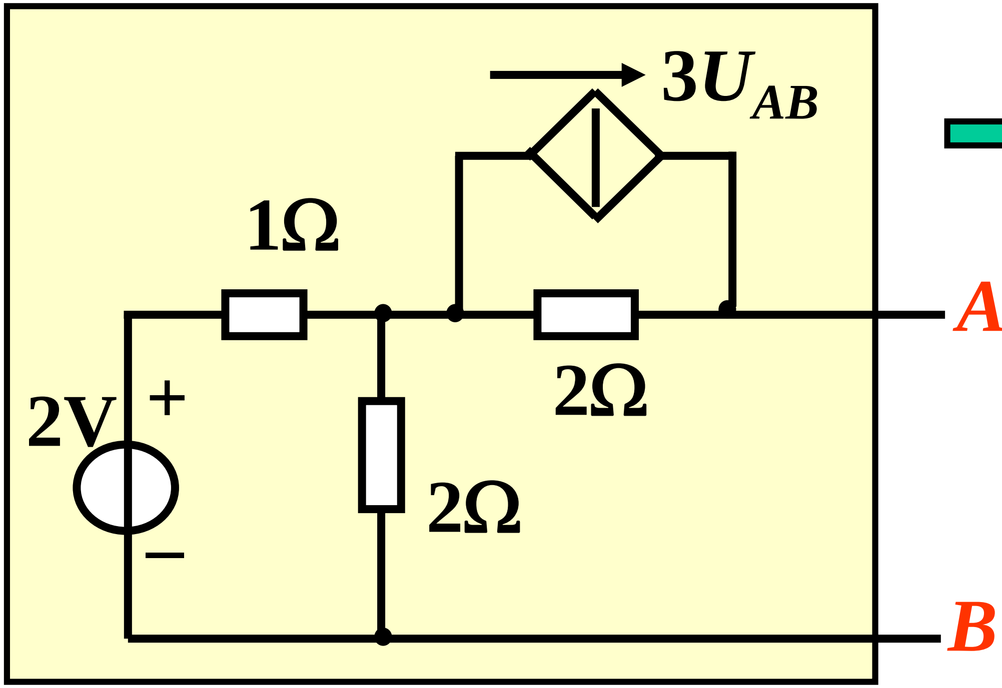
$$U_{AB}=6U_{AB}+\left(2+\frac{2}{3}\right)I$$

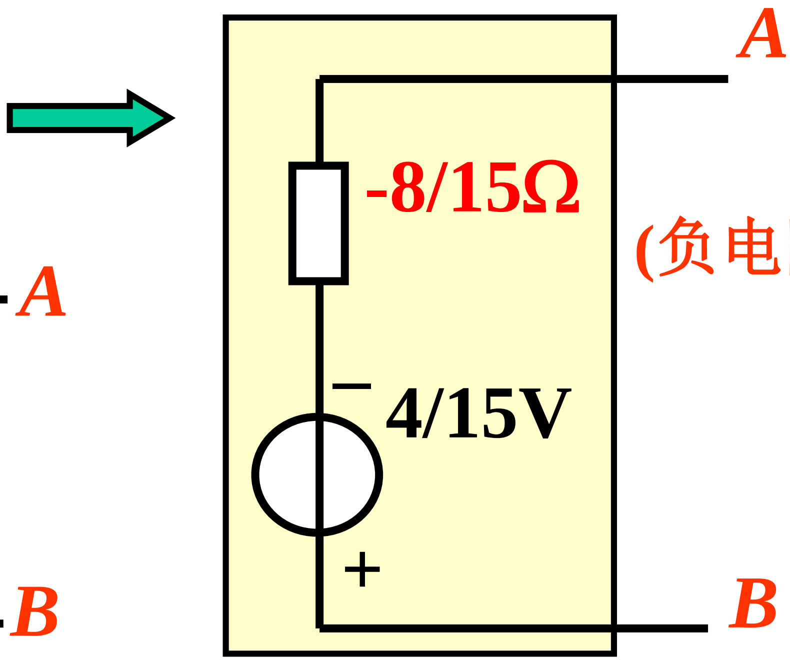
$$5U_{AB}=-\frac{8}{3}I$$

$$\boxed{R_i=\frac{U_{AB}}{I}=-\frac{8}{15}\Omega}$$

(3) 求等效电路

$$\begin{cases} U_{AB} = -\dfrac{4}{15}\,\text{V} \\ R_i = \dfrac{U_{AB}}{I} = -\dfrac{8}{15}\,\Omega \end{cases}$$

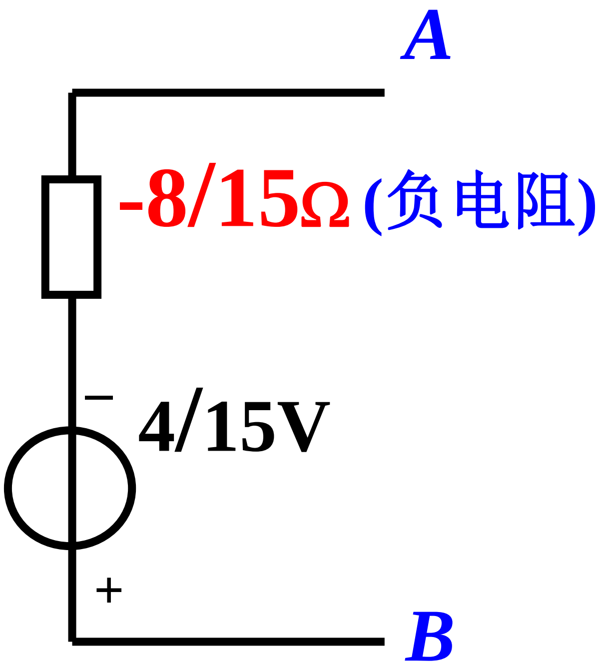




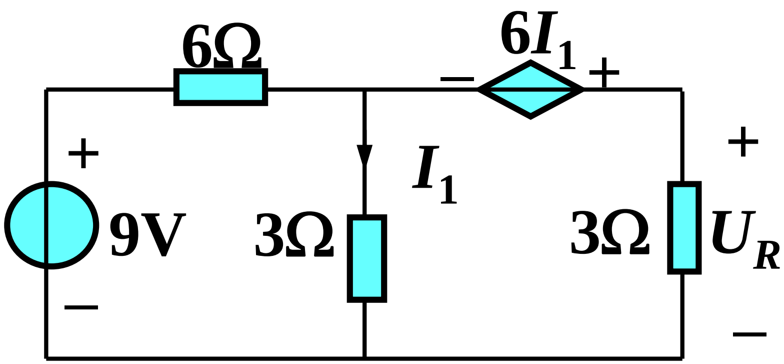
◆ **受控源电路分析计算– 要点（4）**

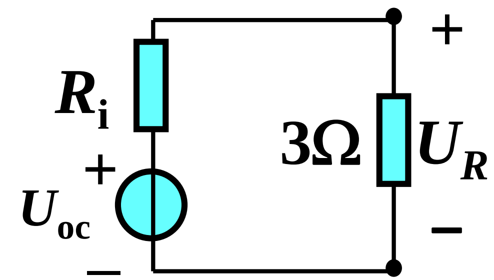
含受控源的一端口网络的端口等效电阻可能为负值，甚至为0或者无穷大。当等效电阻为零时，意味着网络的等效电路为**电压源**；当等效电阻为无穷大时，意味着网络的等效电路为**电流源**。

如上例

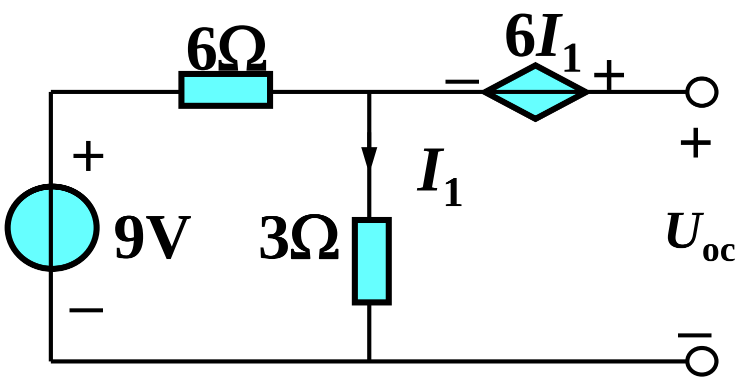


例 已知如图，求U_R。





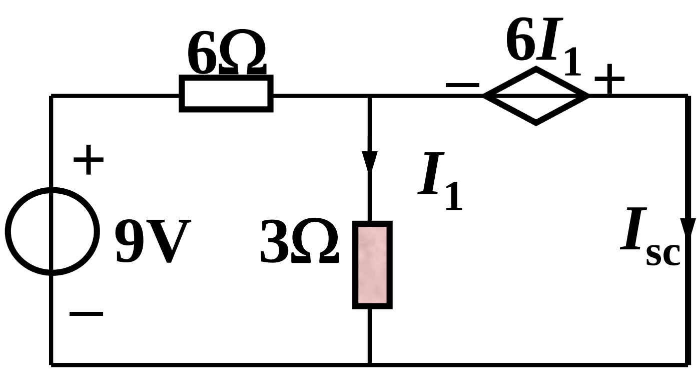
解： (1) 求开路电压U_{oc}



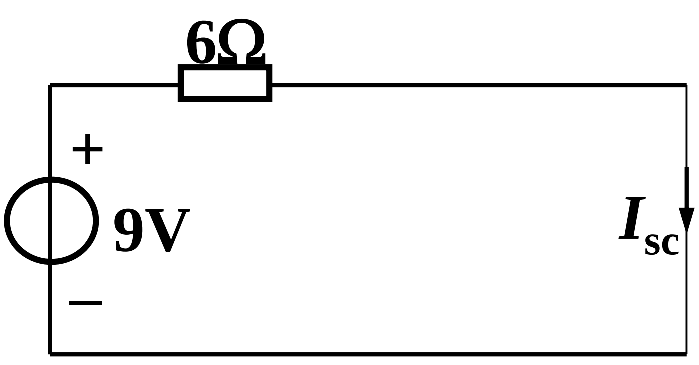
$$\begin{cases} U_{oc}=6I_1+3I_1 \\ I_1=9/9=1\text{A} \end{cases} \Rightarrow U_{oc}=9\text{V}$$

方法1 开路电压、短路电流

(2) 求等效电阻R_i



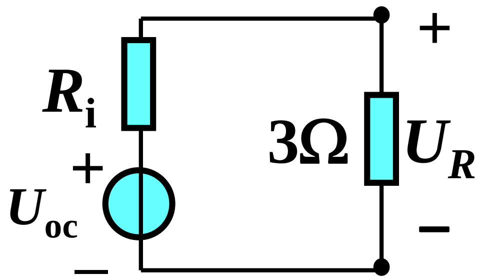
$3I_1=-6I_1 \Rightarrow I_1=0$



I_{sc}=1.5A

$R_i = U_{oc} / I_{sc}$ =9/1.5=6 Ω

(3) 等效电路



$$U_R = \frac{3}{6+3} \times 9 = 3\text{V}$$

第4章 电路定理

4.1 概述

4.2 线性特性与线性电路

4.3 叠加定理

4.4 替代定理

4.5 戴维南定理与诺顿定理

4.6 最大功率传输定理

4.7 特勒根定理与互易定理

4.8 电路定理综合运用

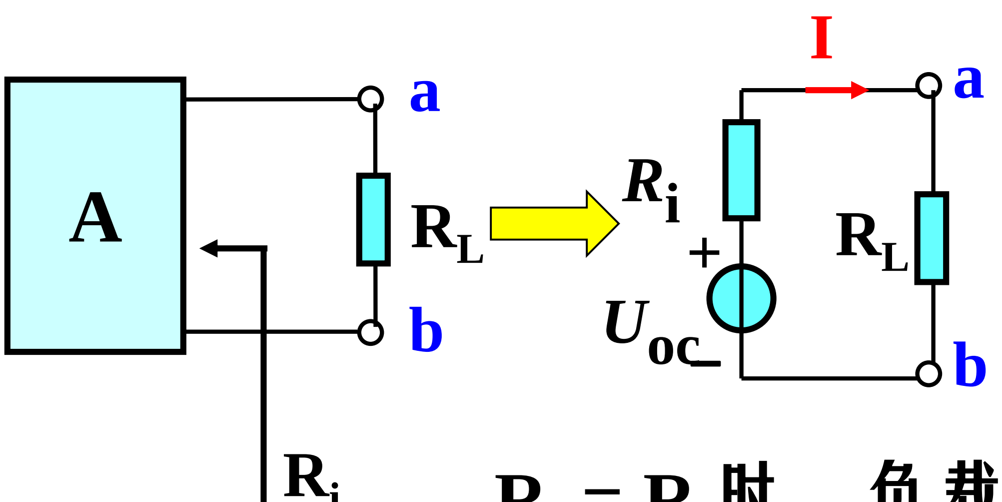
4.9 拓展与应用

4.6 最大功率传输定理

负载电阻R_L从一个戴维南等效电路为U_{oc}和R_i的线性电阻网络的端口获得最大功率的条件为：

(1)如果含源一端口网络入端电阻$R_i>0$，则当$R_L=R_i$时，负载从含源一端口网络中获得最大功率；

(2)如果含源一端口网络入端电阻$R_i\leq 0$，负载R_L不存在取得最大功率的条件。

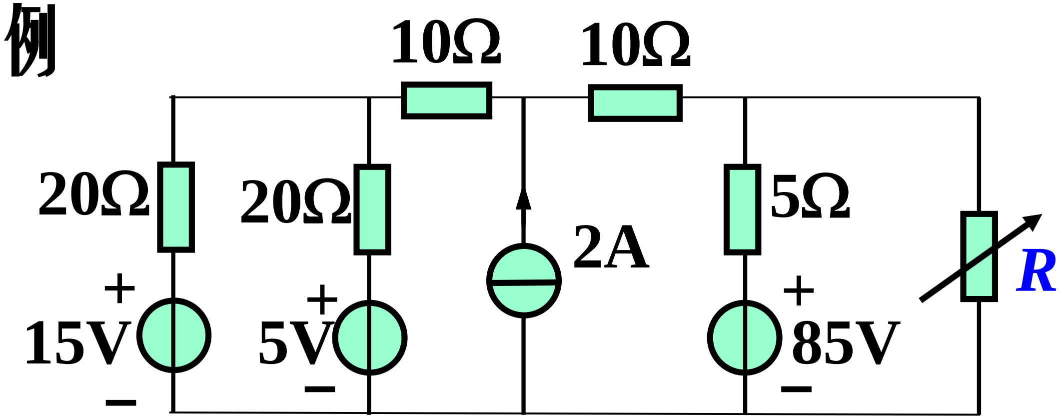


$$P=R_L I^2=R_L\times\left(\frac{U_{oc}}{R_L+R_i}\right)^2$$

$$\frac{dP}{dR_L}=U_{oc}^{\ 2}\left[\frac{(R_L+R_i)^2-2R_L(R_L+R_i)}{(R_L+R_i)^4}\right]$$

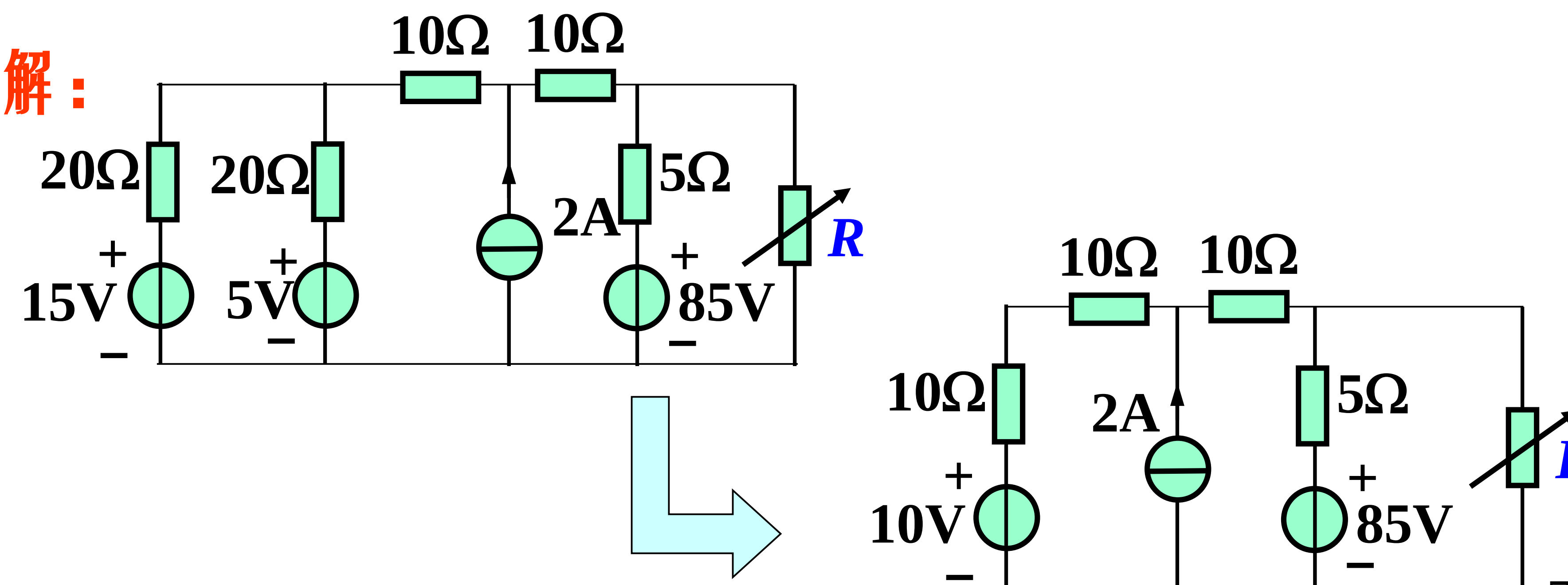
$R_L=R_i$时，负载获得**最大功率**

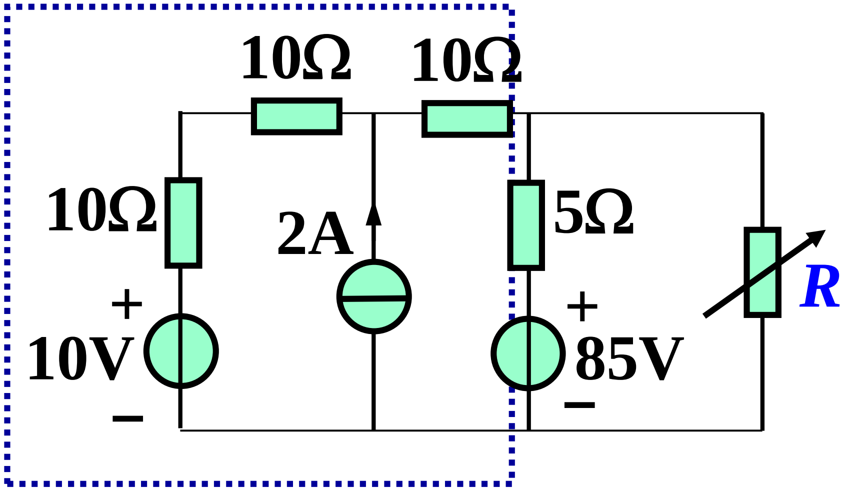
例

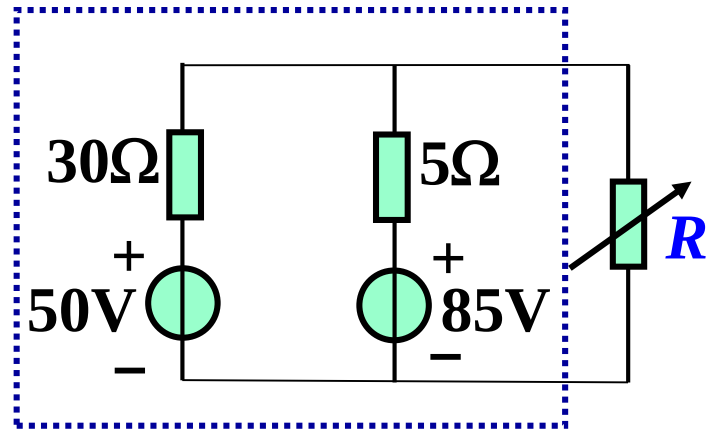


R多大时能从电路中获得最大功率，并求此最大功率。

解：





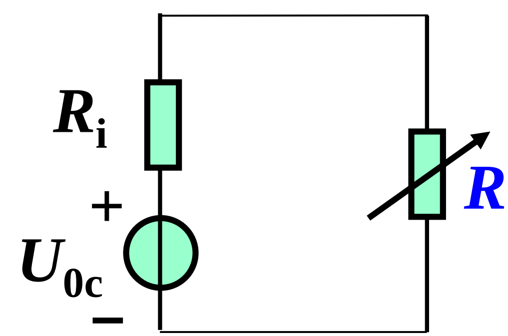


$$U_{oc}=\frac{5}{35}\times 50+\frac{30}{35}\times 85=80V$$

$$R_i=\frac{30\times 5}{35}=4.29\,\Omega$$

R =4.29Ω获最大功率。

$$P_{\max}=\frac{80^2}{4\times 4.29}=373W$$



小结

◆ **重点：**

1. 熟练掌握叠加定理，替代定理，戴维南和诺顿定理。

2.熟练分析最大功率传输问题；

3.电路定理综合应用问题分析。

谢谢！