

# 第6讲 戴维南定理与 诺顿定理

- 一、替代定理
- 二、戴维南定理 (重点)
- 三、诺顿定理

**替代定理** 戴维南是用电压源和电阻串联  
诺顿是用电流源和电阻并联

● 内容 认清短路电流

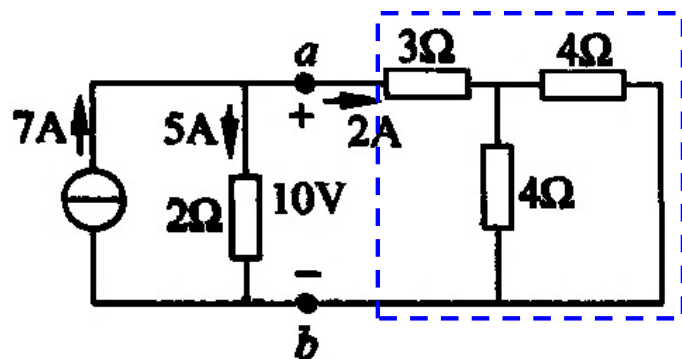
替代定理

● 目标

用独立源替代一端口网络。

# 替代定理 (1/1)

- 替代定理：基于电路工作点不变的“等效”替换
  - 任何一支路可以用一个独立电压源或独立电流源代替，只要电压源的电压等于该支路电压，或者电流源的电流等于该支路电流即可。为什么？



原电路

- 当电路中的某一支路被电压源或电流源取代后，其它任何支路的电压和电流均不会发生变化。
- 多次取代会怎样？

# 戴维南定理

- 内容

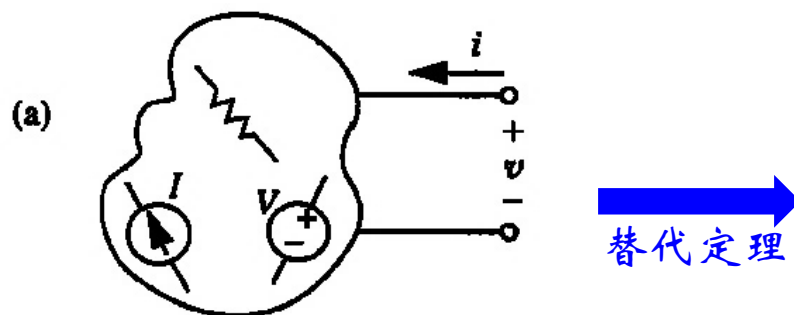
戴维南定理及其应用

- 目标

用戴维南定理对电路进行简化。

# 戴维南定理 (1/3)

- 只对电路中某两个节点之间的特性感兴趣, 例如?



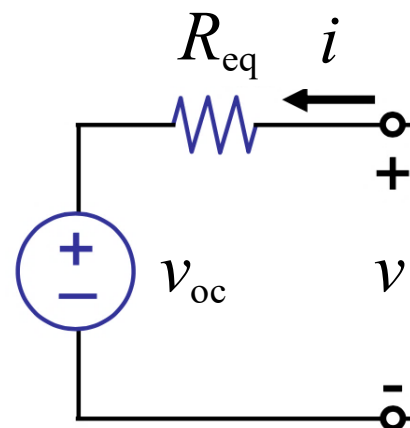
叠加定理

+

$$\begin{aligned} v_a &= iR_{eq} \\ v_b &= v_{oc} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} v &= v_a + v_b \\ &= v_{oc} + iR_{eq} \end{aligned}$$



# 戴维南定理 (2/3)

## ● 戴维南定理

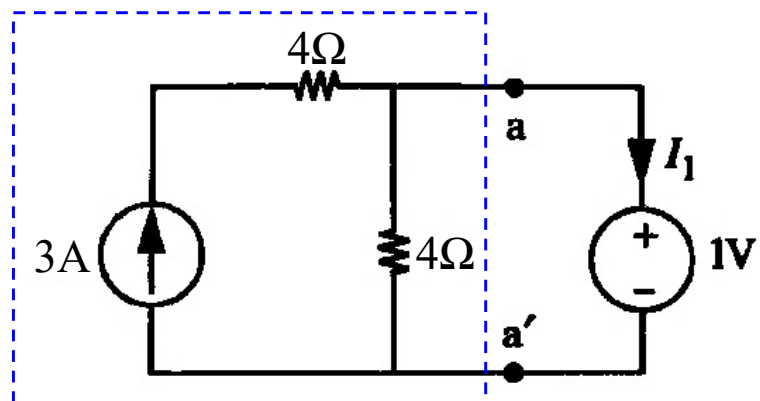
- 任意一个一端口（二端）线性网络均可以用一个理想电压源和一个电阻的串联来对外电路等效，电压源的电压等于该端口开路（不接其它电路）时的电压（开路电压），电阻为从端口看进去的电路的等效电阻。

## ● 确定戴维南等效电路的方法

- $V_{oc}$  可通过原网络在给定端口上计算或测量开路电压得到
- $R_{eq}$  可通过将原网络内部所有独立源置为零后计算或测量从端口看进去的电阻得到

# 戴维南定理 (3/3)

例6.1 利用戴维南定理求下图所示电路中的电流  $I_1$ 。

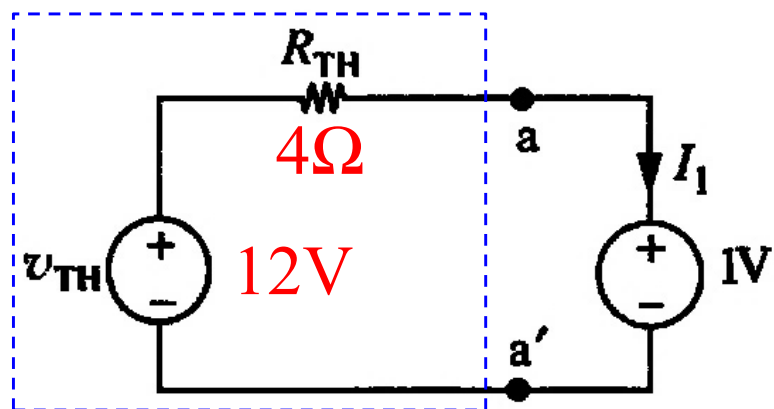


?



$v_{TH} = ?$

?



$$I_1 = \frac{v_{TH} - 1}{R_{TH}} = \frac{11}{4} = 2\frac{3}{4} \text{ (A)}$$

$R_{TH} = ?$

# 诺顿定理

- 内容

诺顿定理及其应用

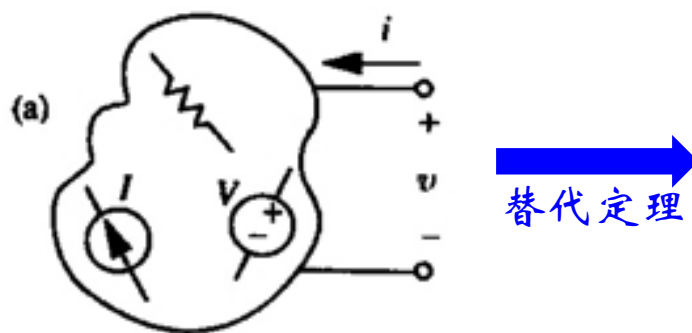
- 目标

用诺顿定理对电路进行简化。



# 诺顿定理 (1/2)

- 只对电路中两个节点之间的特性感兴趣



$i_1$

叠加定理

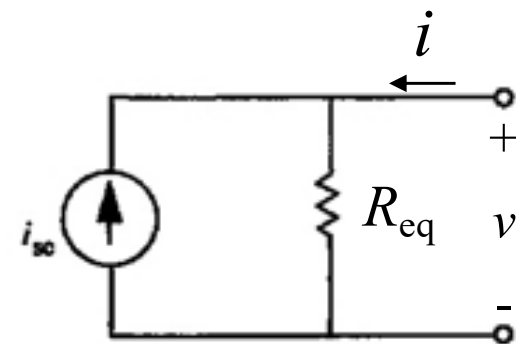
+

$$i_a = -i_{SC}$$

$$i_b = v/R_{eq}$$

$$i = i_a + i_b$$

$$= -i_{SC} + v/R_{eq}$$



# 诺顿定理 (2/2)

## ● 诺顿定理

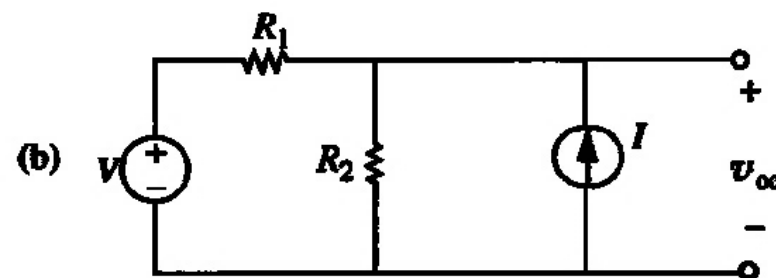
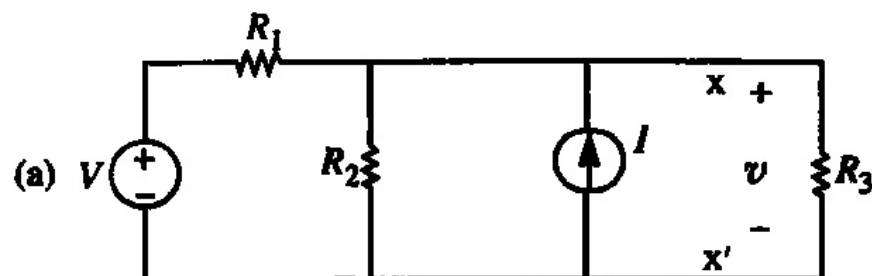
- 任意一个一端口（二端）线性网络均可以用一个理想电流源和一个电阻的并联来对外电路等效，电流源的电流等于该端口短路时的电流，电阻为从端口看进去的电路的等效电阻

## ● 确定诺顿等效电路的方法

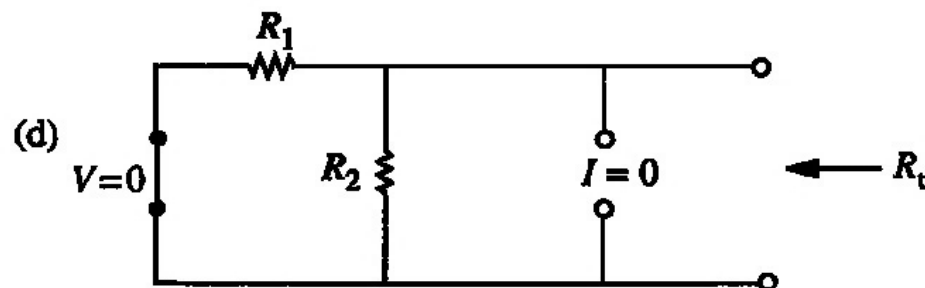
- $i_{sc}$  可通过原网络在给定端口上计算或测量短路电流得到（短路时可能会出现安全问题！）
  - $R_{eq}$  可通过将原网络内部所有独立源置为零后计算或测量从端口看进去的电阻得到
- 戴维南定理与诺顿定理本质上相同，可相互转换

# 用戴维南定理还是用诺顿定理 (1/4)

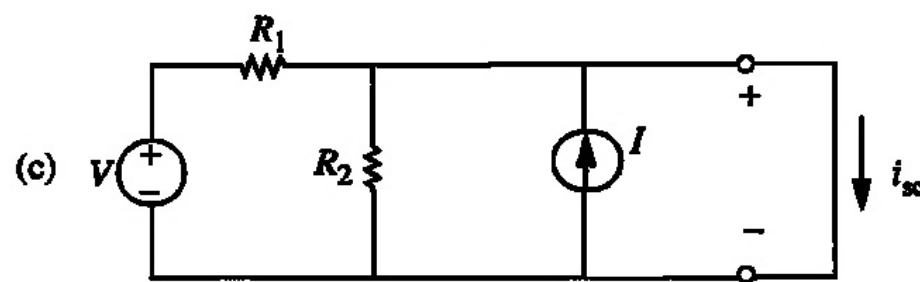
例6.2 求下图所示电路XX'左侧的等效电路。



$$v_{OC} = V \frac{R_2}{R_1 + R_2} + I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

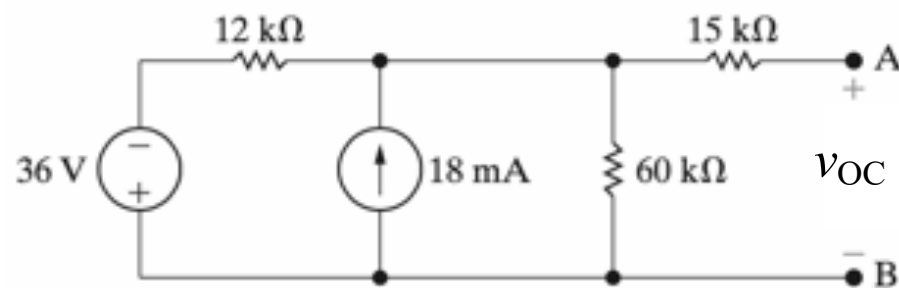
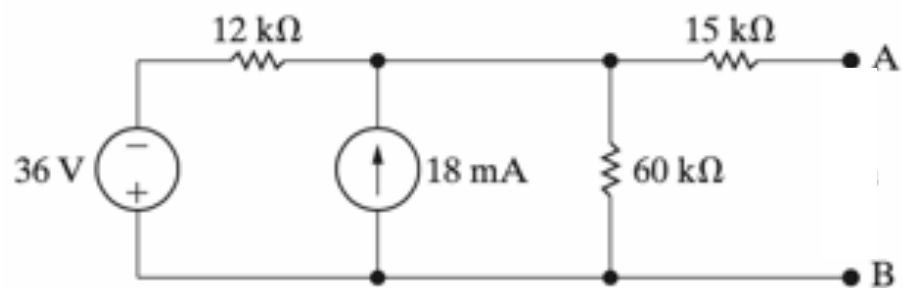


$$i_{SC} = I + \frac{V}{R_1}$$

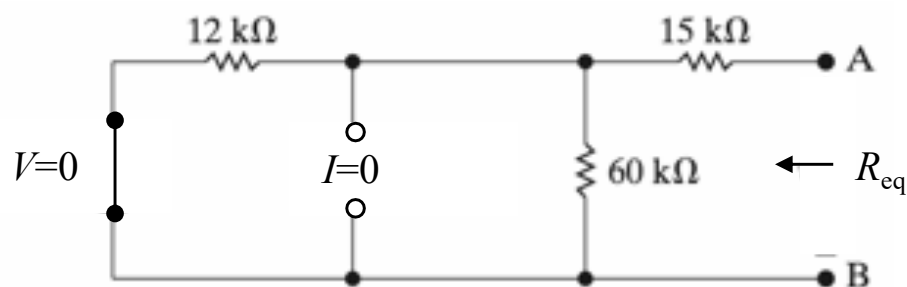
哪种等效比较简单?

# 用戴维南定理还是用诺顿定理 (2/4)

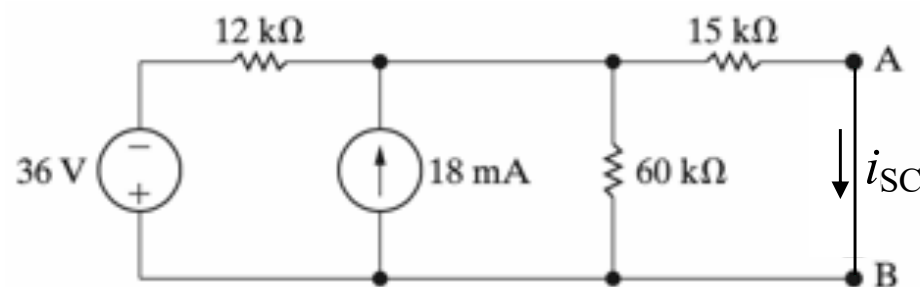
例6.3 求下图所示电路AB左侧的等效电路。



$$v_{OC} = -36 \frac{60}{12 + 60} + 18 \frac{12 \times 60}{12 + 60}$$



$$R_{eq} = 15 + \frac{12 \times 60}{12 + 60} (\text{K}\Omega)$$

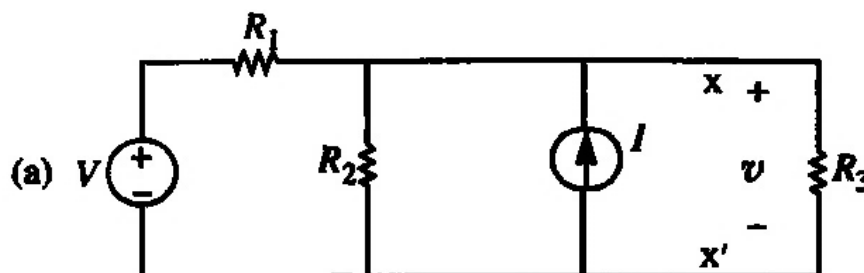


$$i_{SC} = 18 \times (12 // 60 // 15) / 15 + (-36 / (12 + (60 // 15))) \times (60 // 15) / 15$$

哪种等效比较简单?

# 用戴维南定理还是用诺顿定理 (3/4)

**例6.4** 用电源等效变换分别求以下电路xx'左侧的戴维南等效电路和诺顿等效电路，并与例6.2的方法比较。



1、将 $V$ 和 $R_1$ 变为电流源

$$I_{eq} = V/R_1$$

1) 戴维南等效

$$v_{oc} = (I_{eq} + I) * R_1 * R_2 / (R_1 + R_2)$$

2) 诺顿等效

$$i_{sc} = I_{eq} + I$$

2、将 $I$ 和 $R_2$ 变为电压源

$$V_{eq} = I * R_2$$

1) 戴维南等效

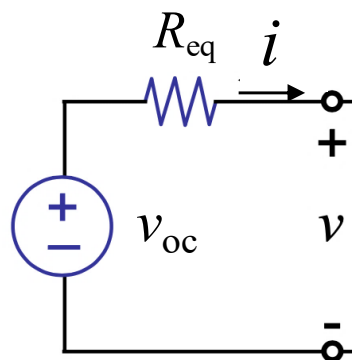
$$v_{oc} = V * R_2 / (R_1 + R_2) + V_{eq} * R_1 / (R_1 + R_2)$$

2) 诺顿等效

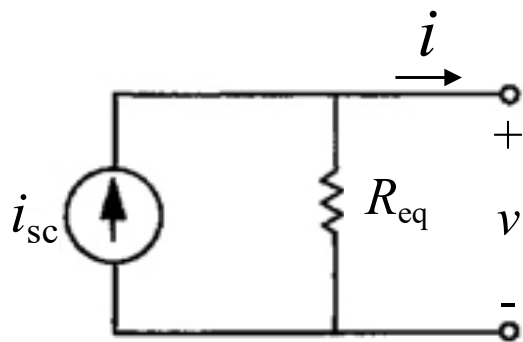
$$i_{sc} = V/R_1 + V_{eq}/R_2$$

# 用戴维南定理还是用诺顿定理 (4/4)

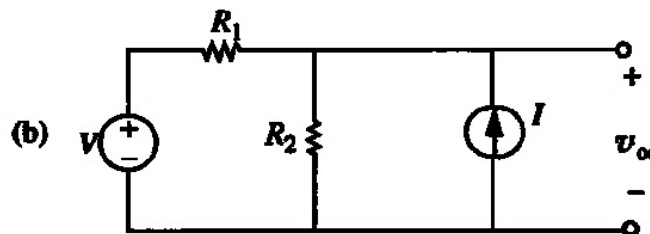
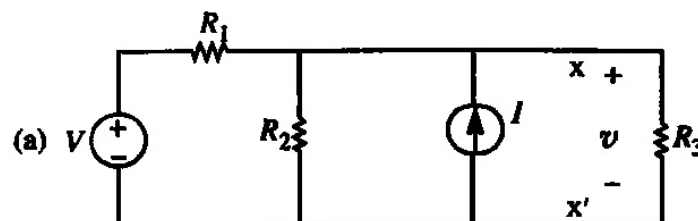
**例6.5** 按定义求戴维南等效电路或诺顿等效电路。



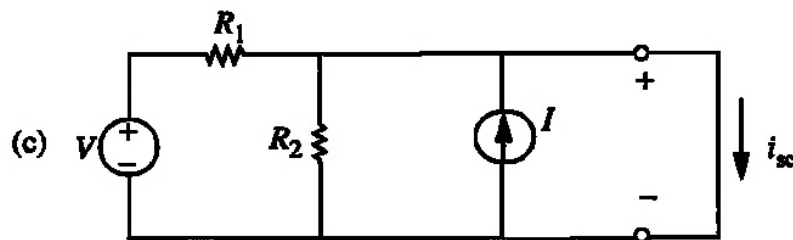
测量  $v_{oc}$



测量  $i_{sc}$   $\rightarrow R_{eq} = v_{oc} / i_{sc}$



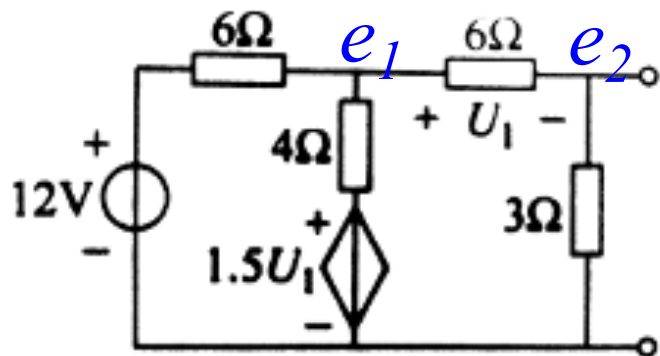
$$v_{oc} = V \frac{R_2}{R_1 + R_2} + I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



$$i_{sc} = I + \frac{V}{R_1} \rightarrow R_{eq} = \frac{v_{oc}}{i_{sc}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

# 含受控源电路的戴维南等效电路。

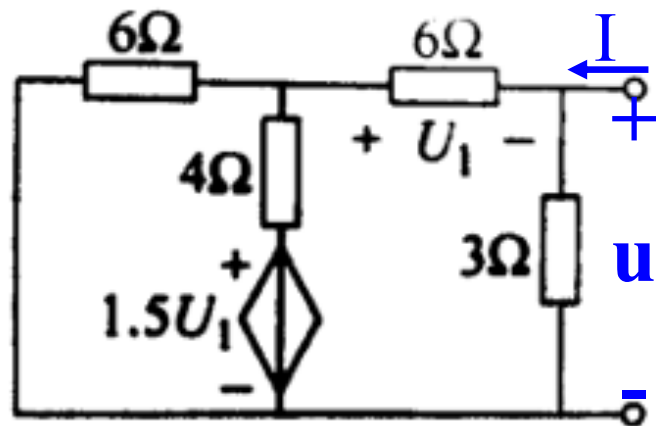
## 例6.6



求开路电压  $U_{OC}$

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}\right)e_1 - \frac{1}{6}e_2 = 2 + \frac{1.5U_1}{4} \\ -\frac{1}{6}e_1 + \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)e_2 = 0 \\ e_1 - e_2 = U_1 \end{cases}$$

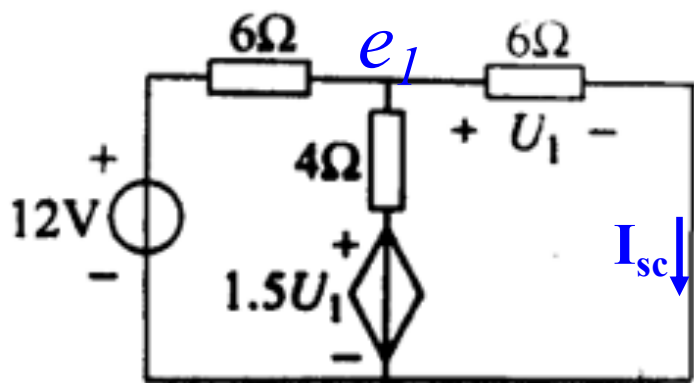
解得:  $U_{OC} = e_2 = 2.4V$



求R

法1 
$$\begin{cases} I = \frac{U}{3} + \frac{U_1 + U}{6} + \frac{U_1 + U - 1.5U_1}{4} \\ U_1 = 6\left(\frac{U}{3} - I\right) \end{cases}$$

解得:  $R = \frac{U}{I} = 1.5\Omega$



法2 
$$\begin{cases} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}\right)e_1 - \frac{1.5U_1}{4} = 2 \\ e_1 = U_1 \\ I_{SC} = \frac{U_1}{6} \end{cases}$$

解得:  $I_{SC} = 1.6A$       $R = \frac{U_{OC}}{I_{SC}} = 1.5\Omega$

# 小结

- 替代定理

- 任一支路可以用一个独立电压源或独立电流源代替

- 戴维南定理

- 任意一个一端口线性网络均可以用一个理想电压源和一个电阻的串联来对外电路等效，电压源的电压等于该端口开路时的电压，电阻为从端口看进去的电路的等效电阻

- 诺顿定理

- 任意一个一端口线性网络均可以用一个理想电流源和一个电阻的并联来对外电路等效，电流源的电流等于该端口短路时的电流，电阻为从端口看进去的电路的等效电阻

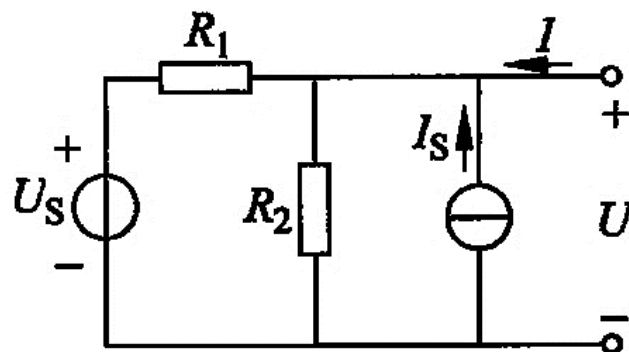
- 工程上常用测量

- 测验



# 课堂测试

1、求下图所示电路的戴维南等效电路。



2、求下图所示电路的戴维南等效电路。提示：可以通过求短路电流 $i_{SC}$ ，再计算 $v_{TH}/i_{SC}$ 得到 $R_{TH}$ 。

