

8. 等效电阻、 戴维宁定理和诺顿定理

邹建龙

主要内容

- 等效电阻
- 戴维宁定理和诺顿定理的作用
- 戴维宁定理和诺顿定理的内容
- 戴维宁定理和诺顿定理的证明
- 戴维宁定理和诺顿定理的关系
- 戴维宁和诺顿等效电路的求解

等效电阻

若一端口内仅含线性电阻和受控源，该一端口可等效为一个电阻，我们称之为等效电阻。

注意：一端口内不能含有独立源！！！！

思考：为什么不含独立源的一端口可以等效为一个电阻？？？

满足端口电压与电流之比为定值、与电阻有相似的性质

等效电阻的求解

两种方法:

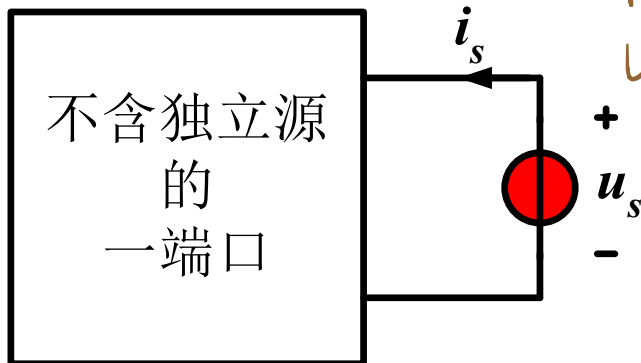
1. 用眼睛看（观察法）
2. 外加电源法（一定要是非关联参考方向，思考为什么？等效电阻可能为负电阻，为什么？）

① 非关联可以直接当作电阻

算，不用考虑符号问题

② 端口内含受控源，受控源本身有

发出功率

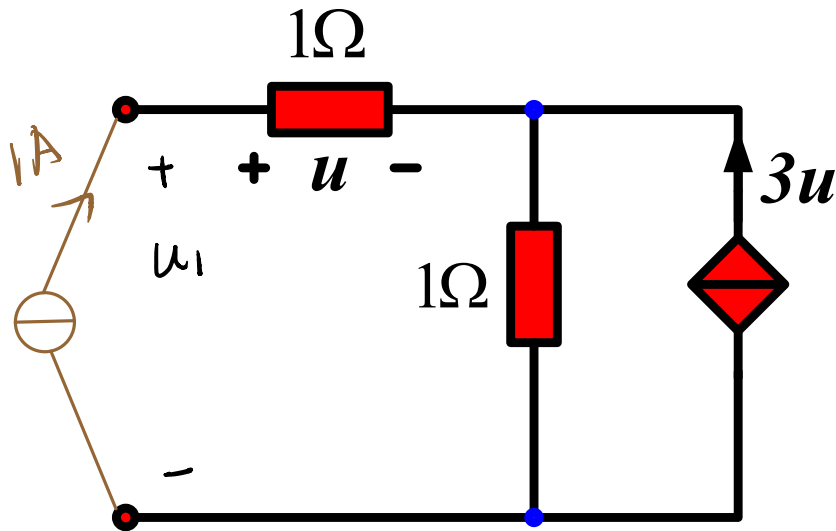


$$R_{eq} = R_{in} = u_s / i_s$$

等效电阻的求解-例题1

技巧: 外加 1A 电流源、 R_{eq}

输出电压与电流源两端电压相等



解: 外加 1A 电流源

$$u_1 = u + 3u + 1$$

$$u = 1V$$

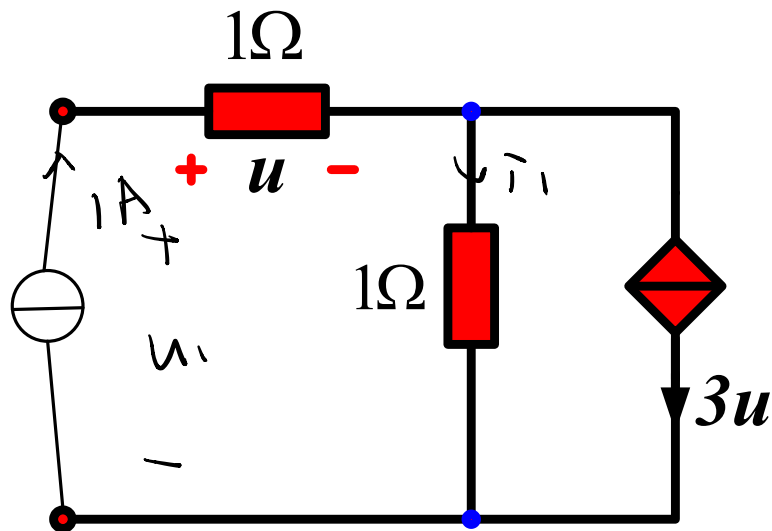
$$R_{eq} = u_1 / i$$

$$\text{得 } R_{eq} = 5\Omega$$

求等效电阻 R_{eq} (输入电阻 R_{in})

答案: 5欧

等效电阻的求解-例题2



解：外加 1 A 电流源

$$u = 1 \text{ V}$$

$$1 = \bar{I}_1 + 3u$$

$$u_1 = u + \bar{I}_1$$

$$R_{eq} = u_1 / \bar{I}_1$$

得 $R_{eq} = -1\Omega$

求等效电阻 R_{eq} (输入电阻 R_{in})

答案：-1欧

戴维宁定理和诺顿定理的作用

作用：简化电路

等效为一个电源和一个电阻

可将一个复杂的一端口网络等效为两个元件！！

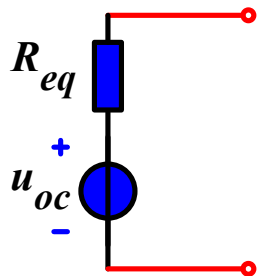
如此

我们就可以腾出手来去关心一下我们需要关心的

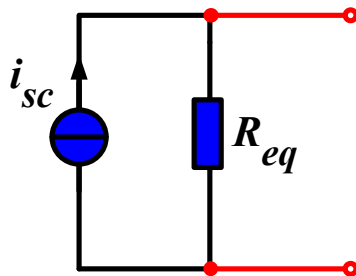
戴维宁定理和诺顿定理的内容

线性
含独立源
一端口

并没有本质的区别



戴维宁等效电路



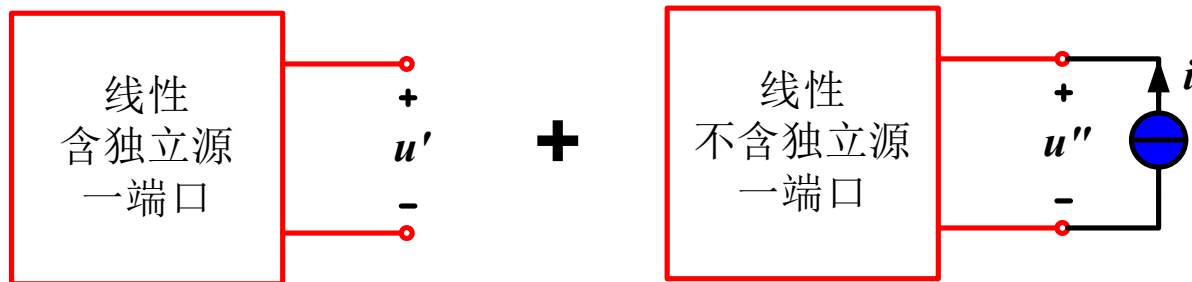
诺顿等效电路

一般而言,电路多串联优先戴维宁,多并联优先诺顿

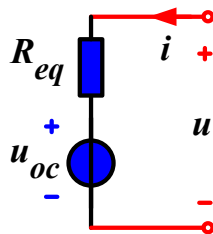
戴维宁定理和诺顿定理的证明



根据叠加定理可分解为两个电路：

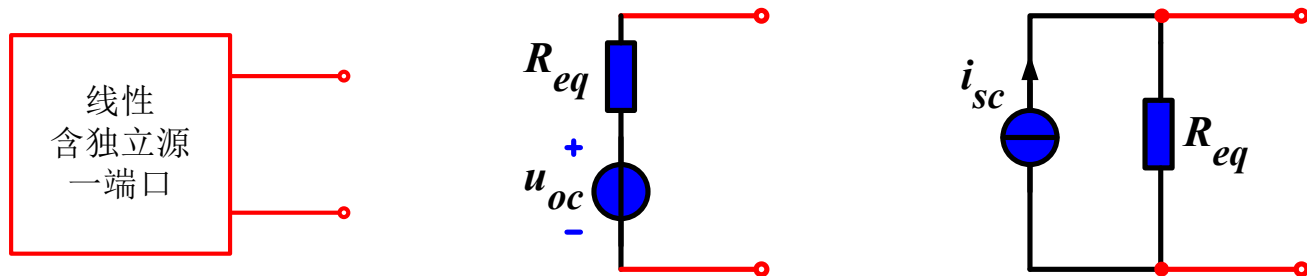


$$u = u' + u'' = u_{oc} + R_{eq}i$$



证毕！

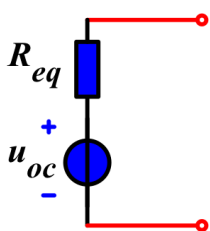
戴维宁定理和诺顿定理的关系



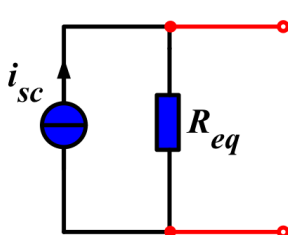
绝大多数情况下二者可以互换

思考：什么情况下不能互换，只存在一种等效电路？

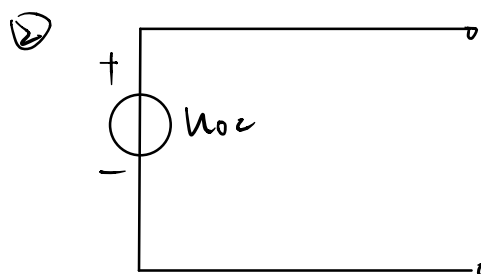
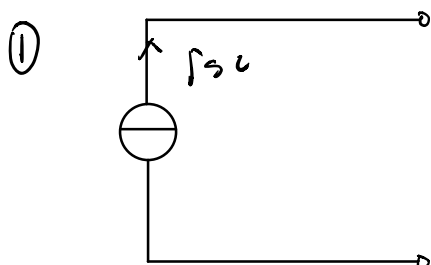
思考：什么情况下不能互换，只存在一种等效电路？



① $R_{eq} = +\infty$ 时，相当于断路，此时戴维宁等效失效，只有诺顿等效，且诺顿 $R_{eq} = 0$



② $R_{eq} = 0$ 时，电流源被短接，此时诺顿等效失效，只有戴维宁等效，且其 $R_{eq} = 0$



失效在计算中可能体现为

① 一个量算得两个不同的值

② 出现类似“ $0=2$ ”的矛盾式子

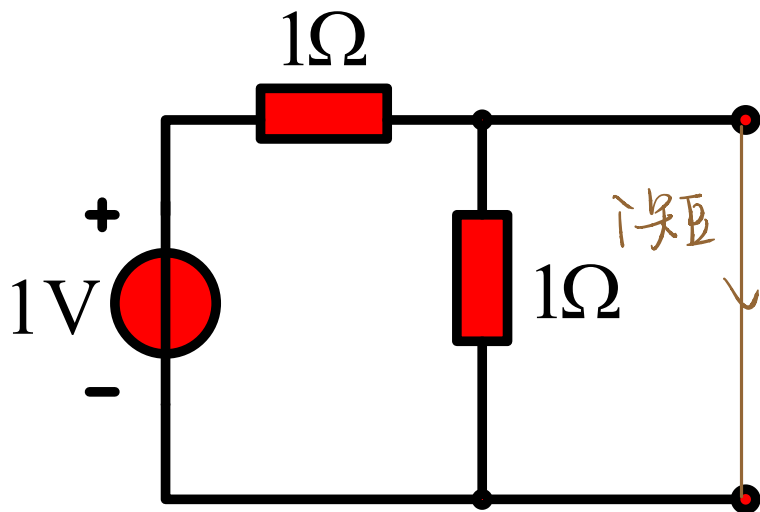
及时换一种等效即可

戴维宁等效电路的求解方法

第一步：求开路电压

第二步：求等效电阻

戴维宁等效电路的求解-例1



求戴维宁等效电路

答案：开路电压**0.5V**，等效电阻**0.5欧姆**。

解：

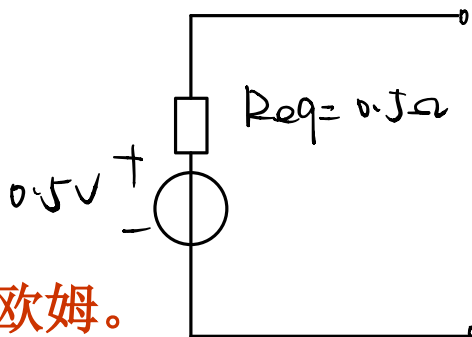
$$I_1 = 0.5 \text{ A}$$

$$U_{oc} = 1 - 0.5 = 0.5 \text{ V}$$

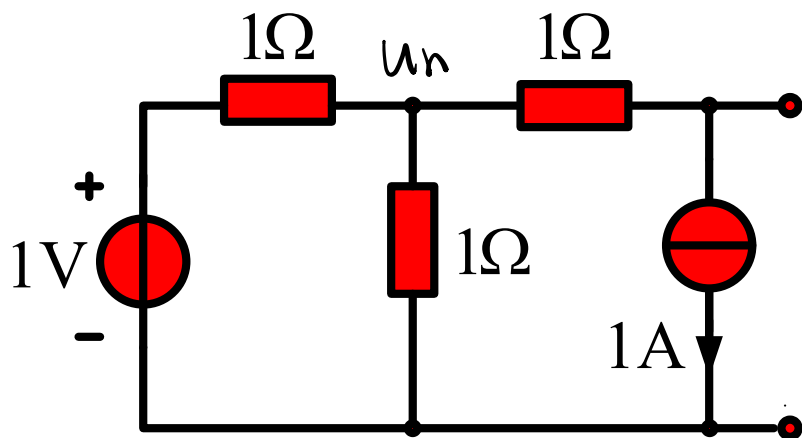
$$I_{\text{短路}} = 1 \text{ A}$$

$$R_{eq} = \frac{U_{oc}}{I_{\text{短路}}} = 0.5 \Omega$$

故戴维宁等效电路为



戴维宁等效电路的求解-例2



求戴维宁等效电路

答案：开路电压-1V，等效电阻1.5欧姆。

解：由节点电压法

$$1 - u_n = u_{n+1}$$

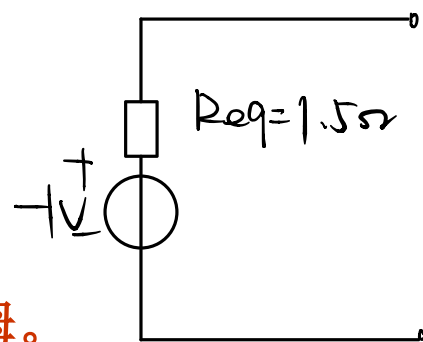
$$u_{oc} = u_n - 1 \quad \therefore u_{oc} = -1V$$

外接1A电流源

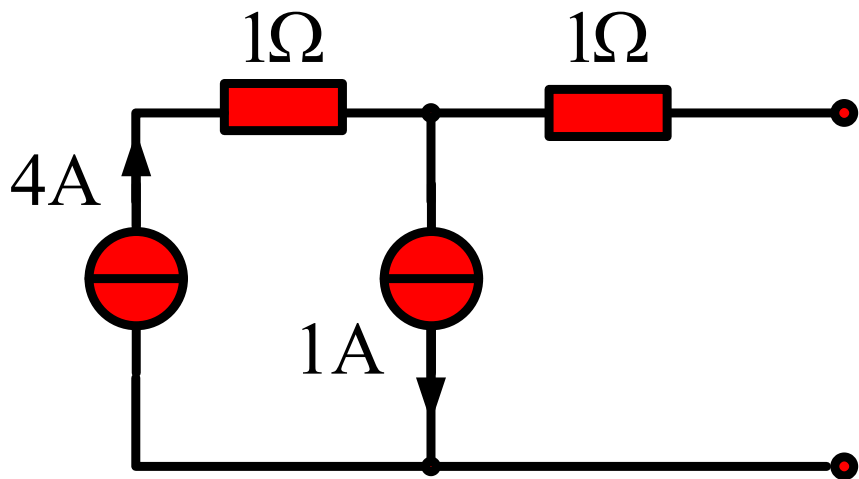
$$u_1 = 1 + 0.5 = 1.5V$$

$$R_{eq} = u_1 / 1A = 1.5\Omega$$

∴



诺顿等效电路的求解



求诺顿等效电路

该电路是否有戴维宁等效电路，为什么？

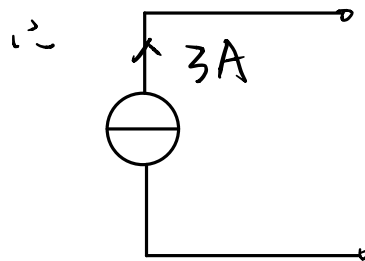
答案：短路电流**3A**；无戴维宁等效电路，因开路电压无穷大。

解：

$$I = 4 - 1 = 3A$$

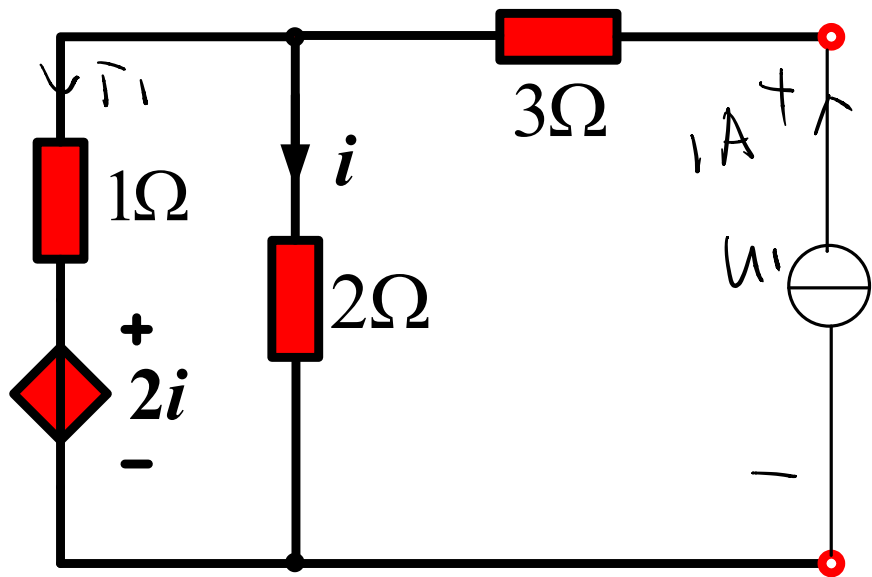
外加1A电流源

$$R_{eq} = +\infty$$



没有戴维宁等效，其 $R_{eq} = +\infty$

作业-1



解：
外接1A电流源

$$\dot{i} + \dot{i}_1 = 1$$

$$2\dot{i} = \dot{i}_1 + 2\dot{i}$$

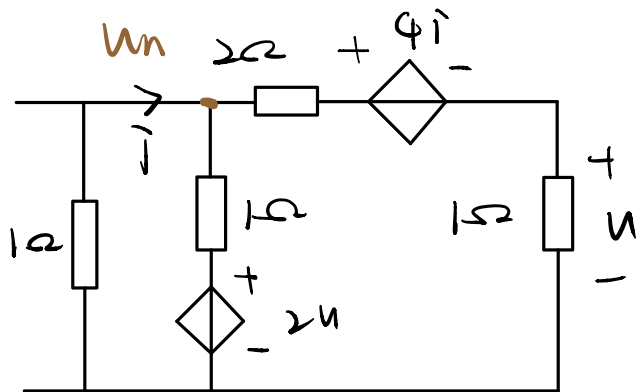
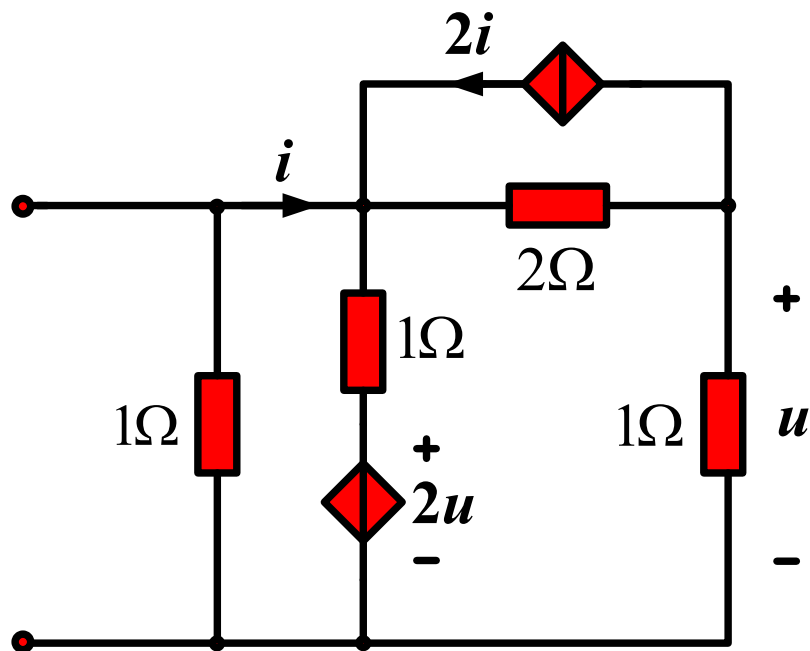
$$u_1 = 3 + 2\dot{i}$$

$$R_{eq} = u_1$$

得 $R_{eq} = 5\Omega$

求等效电阻 R_{eq} (输入电阻 R_{in})

作业-2



解：外接1A电流源

$$1 = u_n + i$$

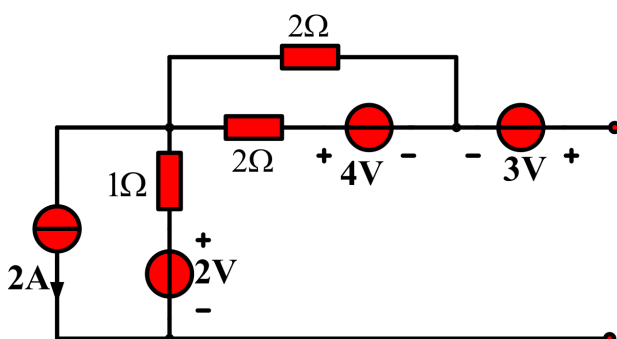
$$u_n - 2u + u = i$$

$$u_n = 2u + 4i + u$$

$$R_{eq} = u_n$$

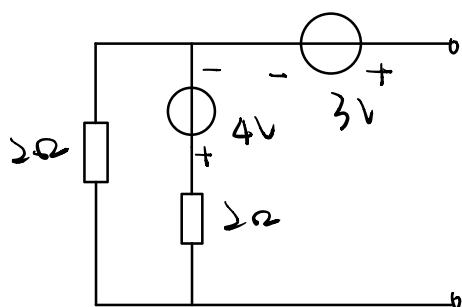
求等效电阻 R_{eq} (输入电阻 R_{in}) 得 $R_{eq} = -1\Omega$

作业-3



求戴维宁等效电路和
诺顿等效电路

解:



$$I = 4 / (2 + 2) = 1 \text{ A}$$

$$U_{oc} = 3 - 2 = 1 \text{ V}$$

外接1A电流源

外接1A电流源

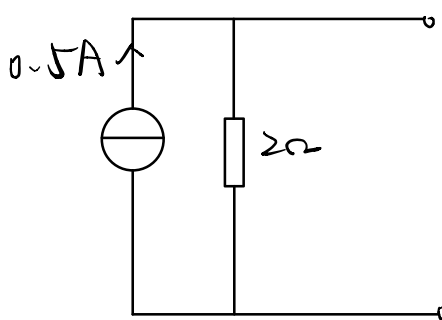
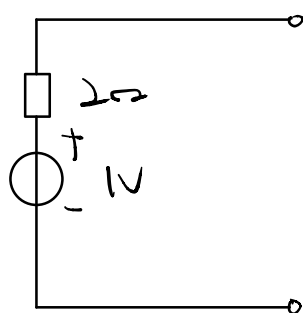
时要回到原电路

$$U_1 = 2 \times 0.5 + 1 = 2$$

$$R_{eq} = U_1 = 2\Omega$$

∴ 戴维宁等效电路为

诺顿等效电路为



作业-4

解:

$$u_{oc} = 2 - 4 + 3 = 1V$$

外接1A电流源

$$R = 0$$

戴维宁等效电路为

没有诺顿等效

求戴维宁等效电路和
诺顿等效电路

蔡易駸整理

