

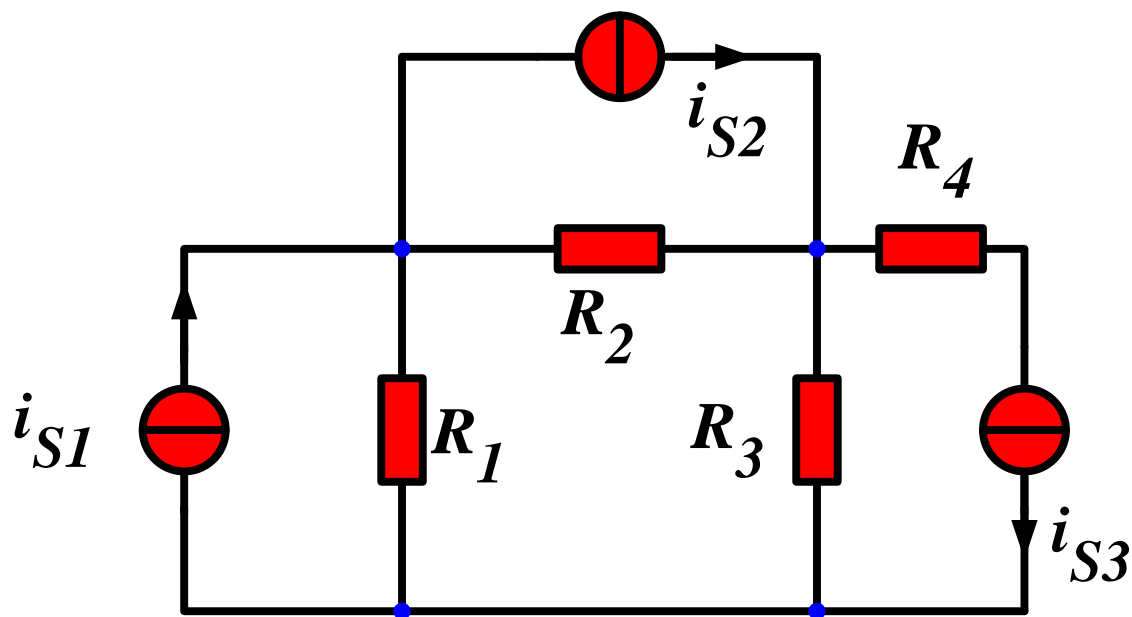
6. 结点电压法

邹建龙

主要内容

- 结点电压法的由来
- 结点电压方程列写——自导、互导、右端电流源电流
- 含独立电压源与电阻串联支路的处理方法
- 含受控源的处理方法
- 含无伴电压源的处理方法
- 什么时候采用结点电压法？
- 结点该如何选取？
- 该列多少个方程？
- 结点电压法与回路电流法比较
- 结点电压法与回路电流法常见错误

结点电压法的由来



采用回路电流法可以不列**KCL**，只列**KVL**

能不能**只列KCL，不列KVL**？

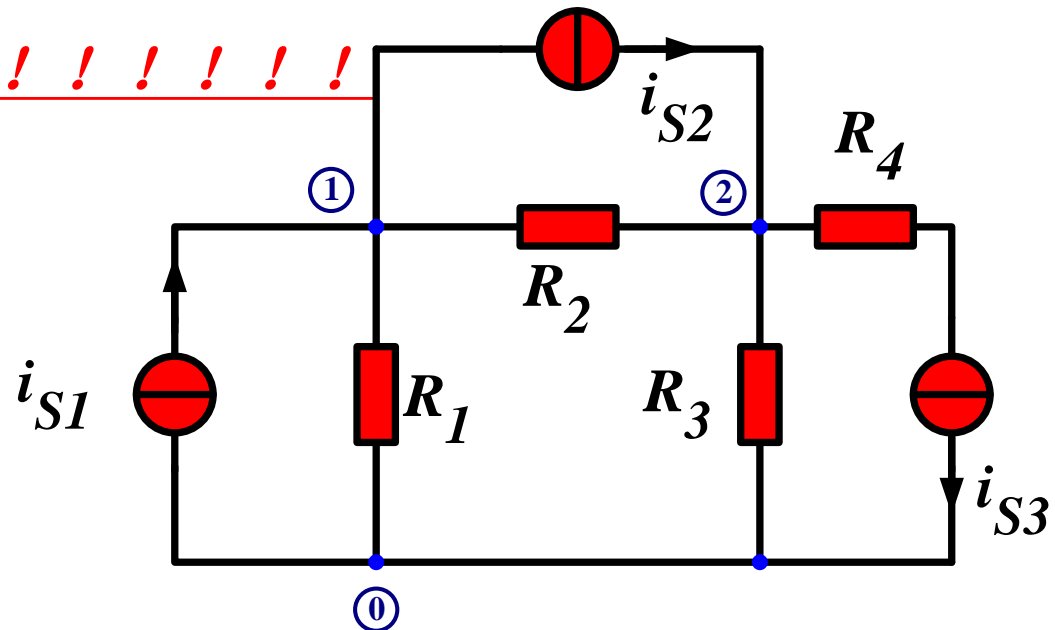
结点电压法的由来

有一种方法——结点电压法

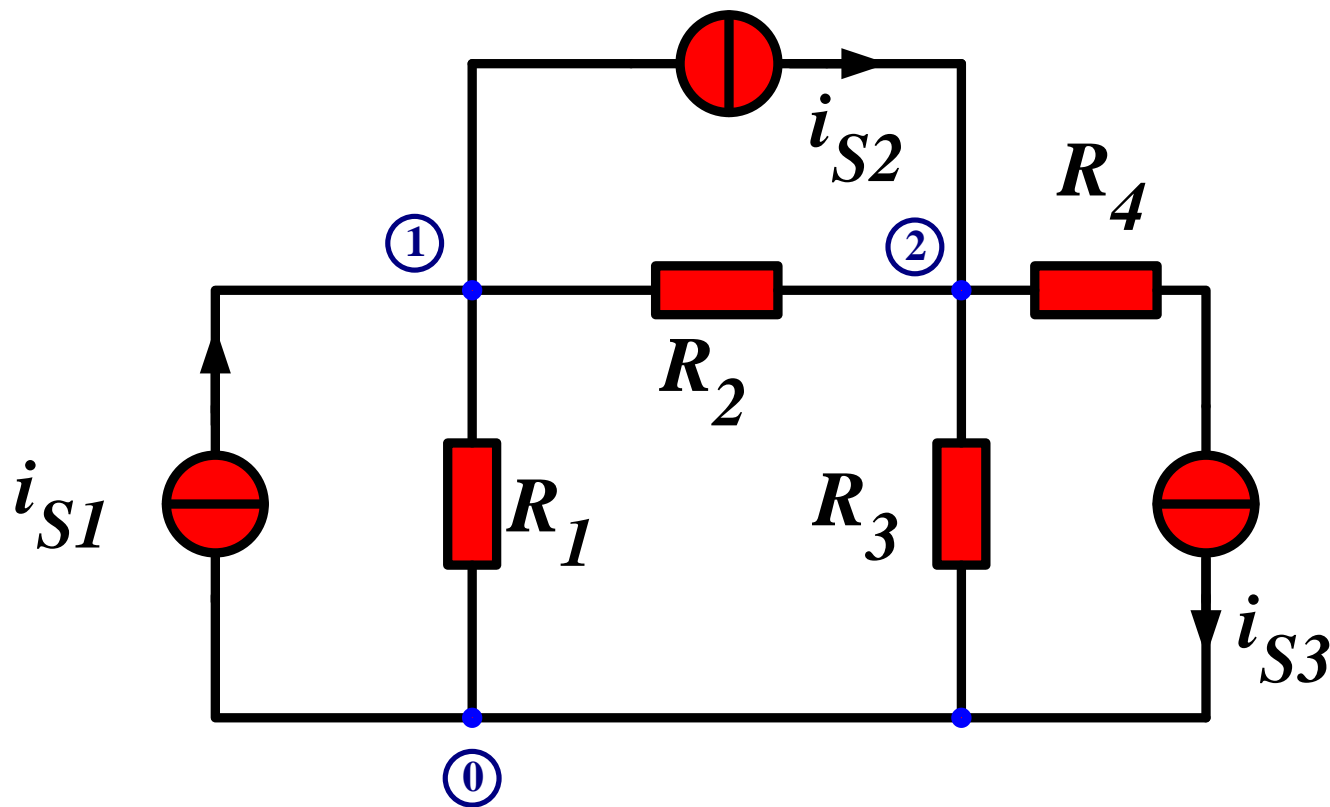
可以只列**KCL**，不列**KVL**，

其思想源泉为：设参考结点电压为**0**，其它结点相对于参考结点的电压称为结点电压，那么结点电压自动满足**KVL**

结点电压法的本质是列**KCL**!!!!!!



结点电压方程的列写： 自导项、互导项、右端电流源电流项

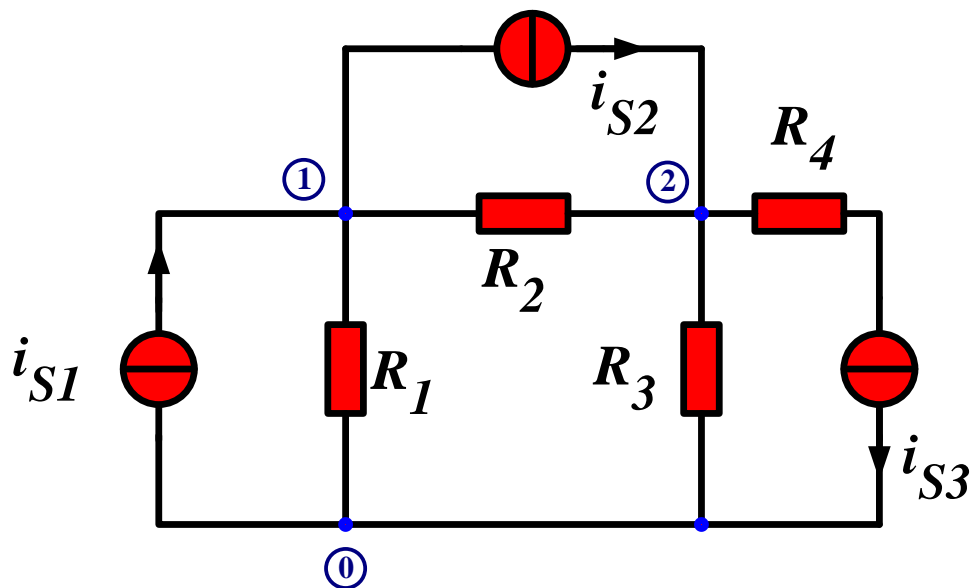


结点电压方程的列写： 自导项、互导项、右端电流源电流项

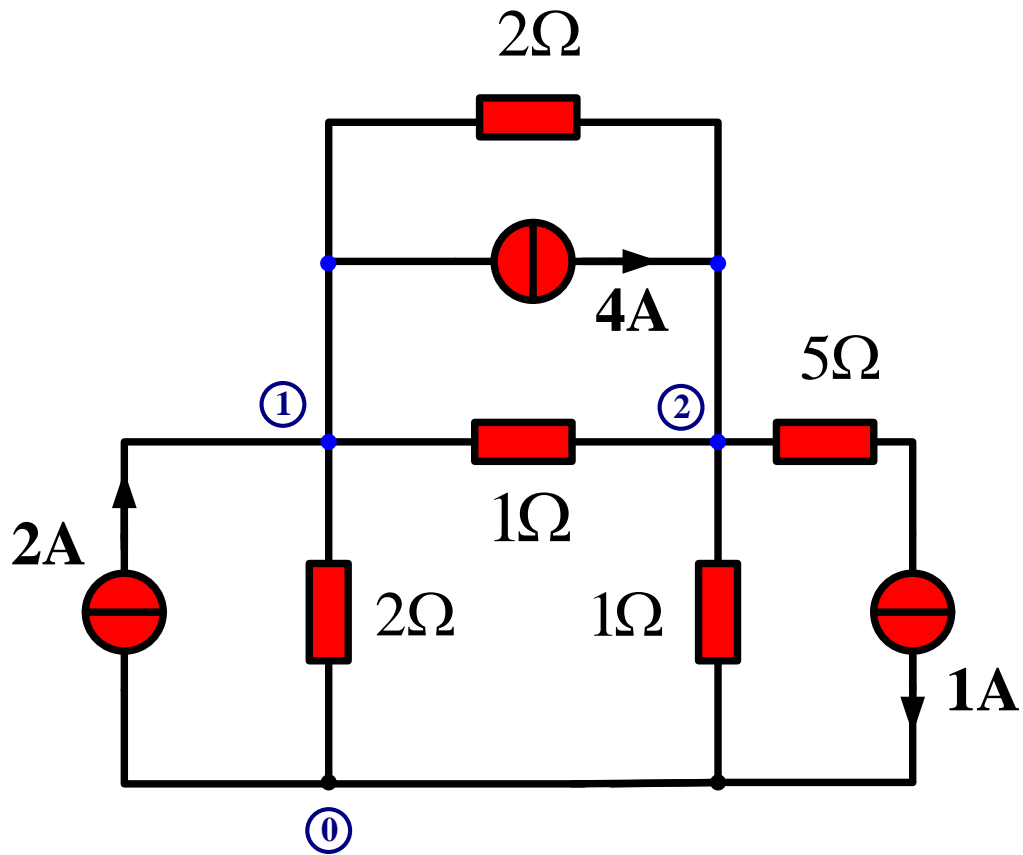
自导永取 “+”

互导永取 “-”

右端电流源电流项：流入取 “+”，流出取 “-”

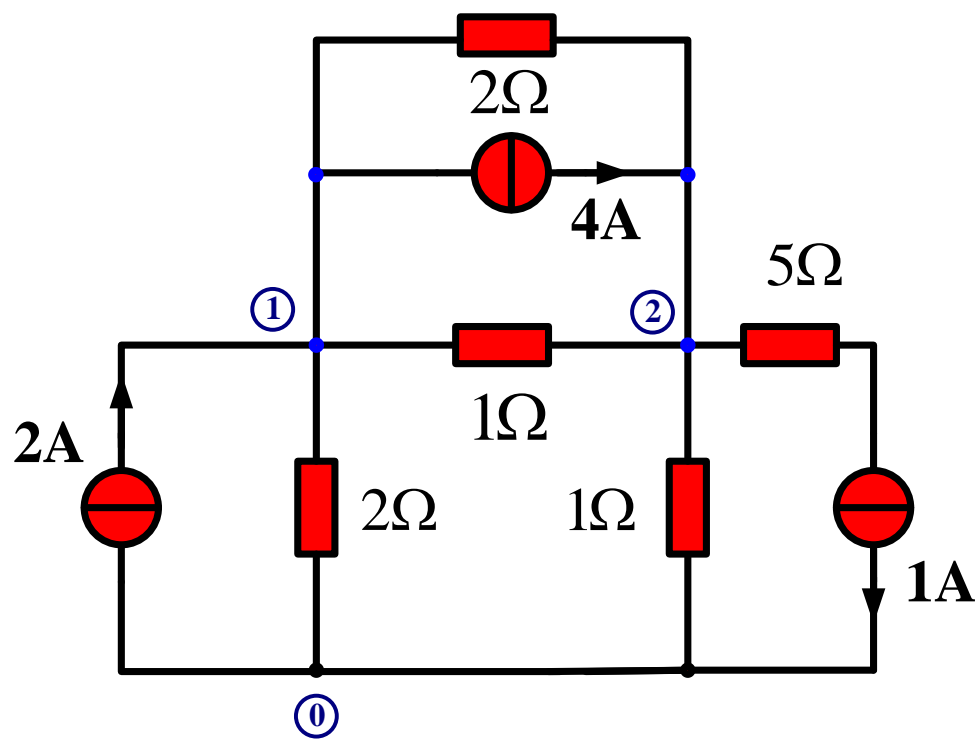


结点方程的列写-例题



列写结点电压方程，
并求各结点电压值。

结点方程的列写-例题



自导永取 “+”

互导永取 “-”

右端电流源电流项：

流入取 “+”，流出取 “-”

与电流源串联的电导不应出现在方程中

因为结点电压法本质是列写**KCL**方程

与电流源串联的任何元件，

都不影响电流源支路的电流，

所以不应出现在方程中

列写结点电压方程，并求各结点电压值

$$\text{结点1: } \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}\right)u_{n1} - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{1}\right)u_{n2} = 2 - 4$$

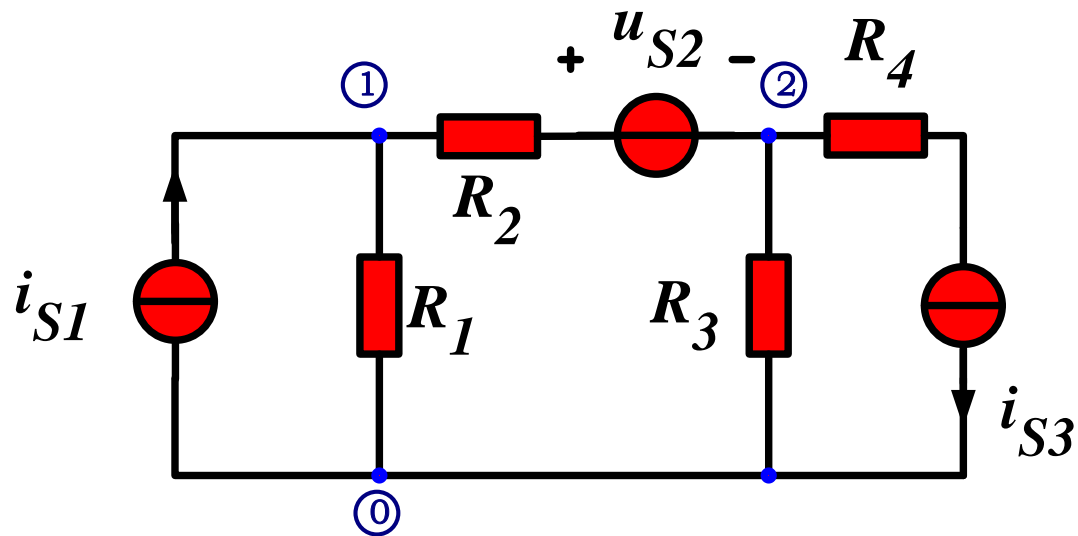
$$\text{结点2: } -\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{1}\right)u_{n1} + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1}\right)u_{n2} = 4 - 1$$

解得：

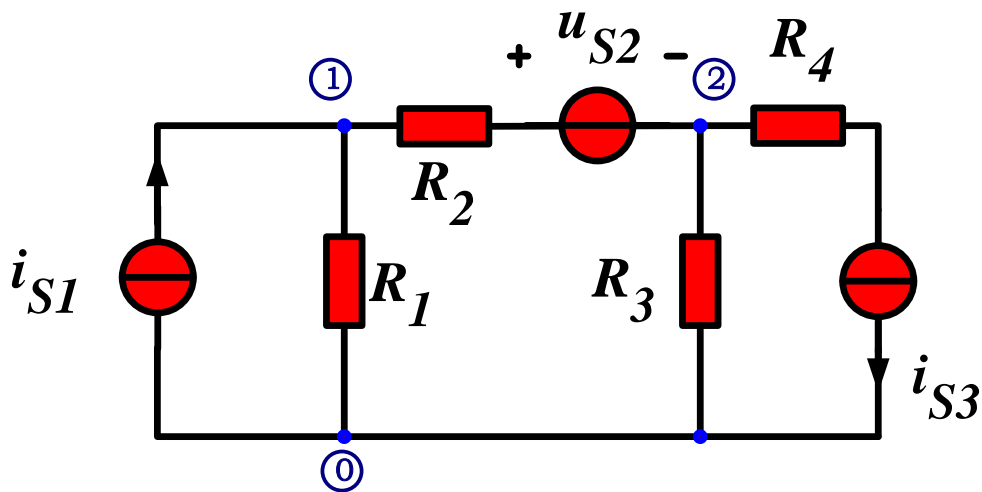
结点1电压 **-2/11V**

结点2电压 **12/11V**

含独立电压源与电阻串联支路



含独立电压源与电阻串联支路的处理方法



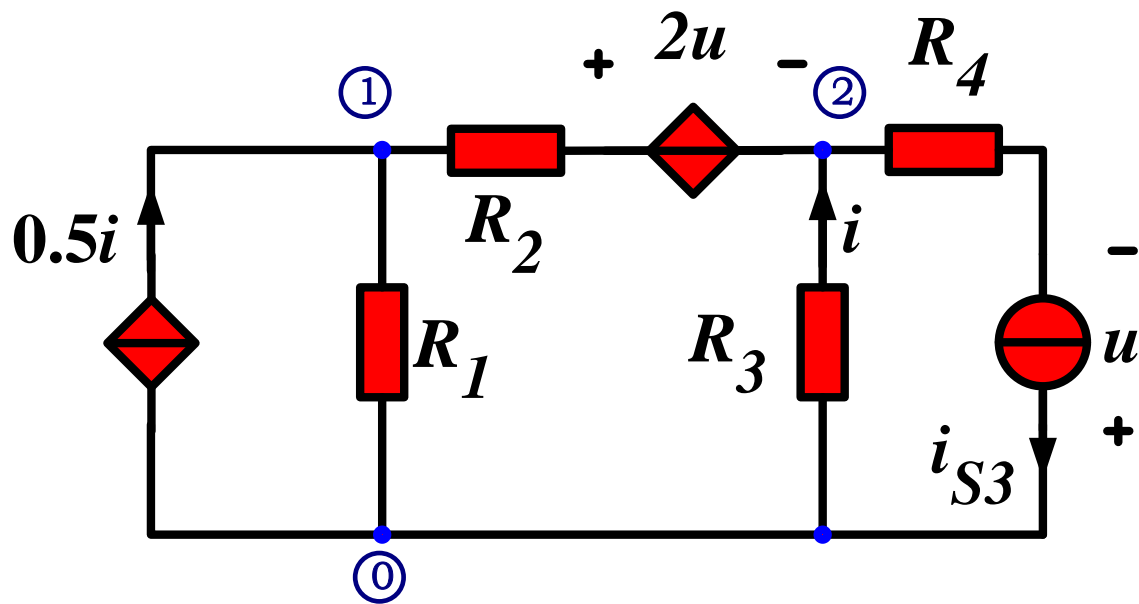
电压源与电阻串联，
可以等效为电流源与电阻并联，
这样电路中就不存在电压源了

注：
等效电流源与电压源非关联，
你可以在脑海中想象一下。

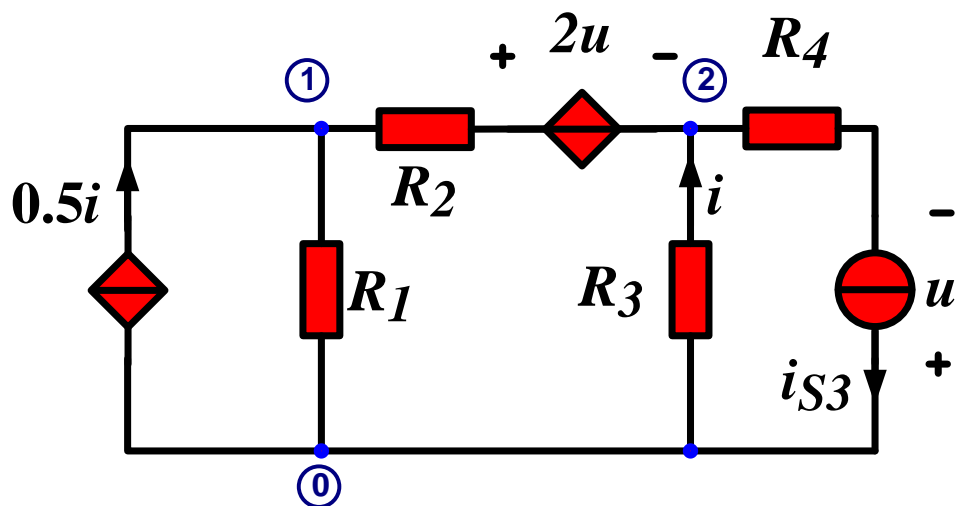
$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)u_{n1} - \frac{1}{R_2}u_{n2} = i_{s1} + \frac{u_{s2}}{R_2}$$

$$-\frac{1}{R_2}u_{n1} + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)u_{n2} = -i_{s3} - \frac{u_{s2}}{R_2}$$

含受控源的处理方法



含受控源的处理方法



其实我不说，你也能猜得出来：
受控源先当作独立源列方程，
然后附加方程，即
用结点电压表示控制量的方程

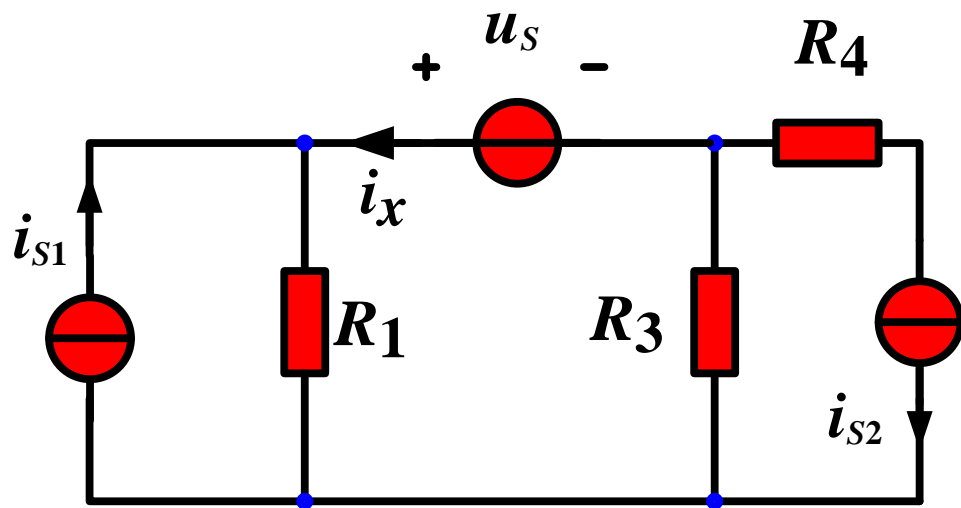
$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)u_{n1} - \frac{1}{R_2}u_{n2} = i_{s1} + \frac{2u}{R_2}$$

$$-\frac{1}{R_2}u_{n1} + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)u_{n2} = -i_{s3} - \frac{2u}{R_2}$$

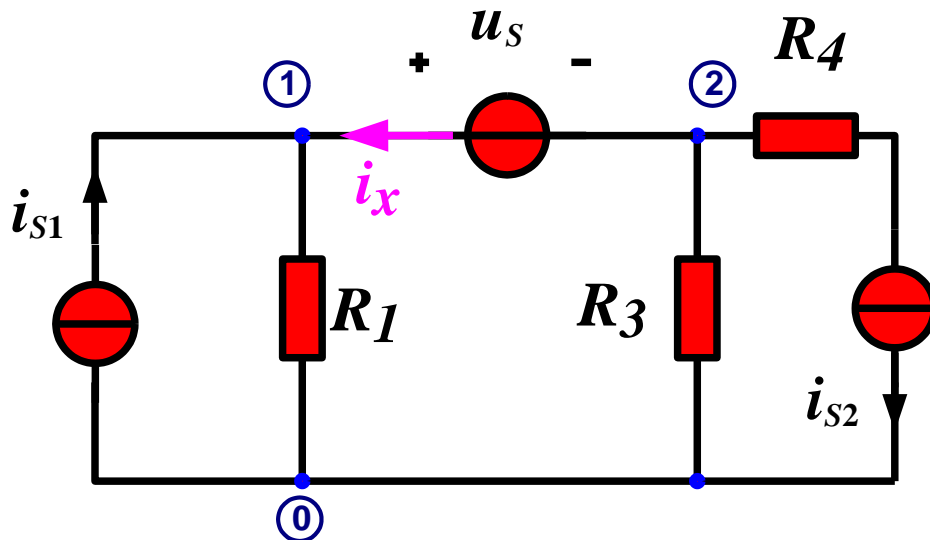
$$u_{n2} = R_4 i_{s3} - u$$

$$i = -\frac{u_{n2}}{R_3}$$

含无伴独立电压源



含无伴独立电压源的处理-方法1



无伴独立电压源先当作独立电流源列方程，给其设一个电流
然后附加一个方程：用结点电压表示无伴独立电压源电压

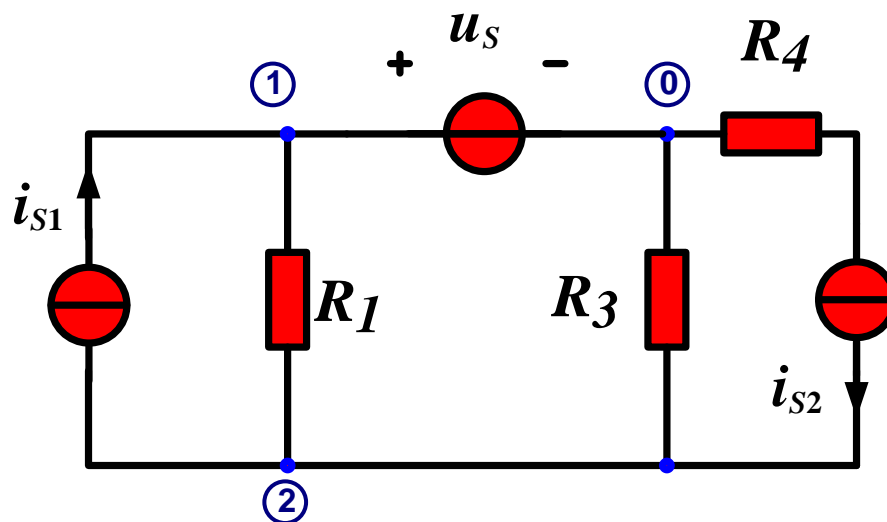
$$\frac{1}{R_1} u_{n1} = i_{s1} + i_x$$

附加的方程：

$$\frac{1}{R_3} u_{n2} = -i_x - i_{s2}$$

$$u_{n1} - u_{n2} = u_s$$

含无伴独立电压源的处理-方法2



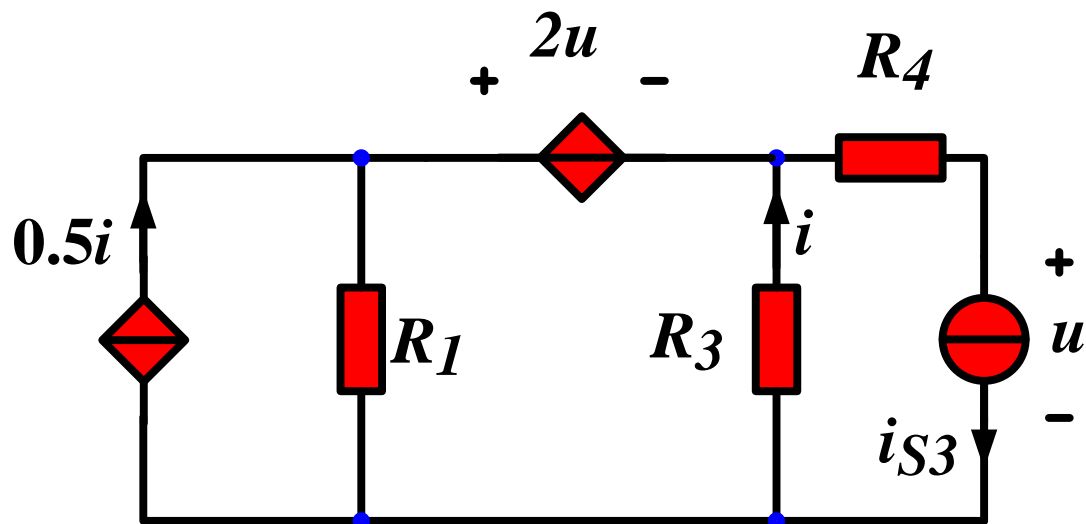
如果题目中未给定参考结点

以无伴独立电压源负极作为参考结点电压，

则电压源正极所在结点的结点电压即为电压源电压

$$u_{n1} = u_s \quad -\frac{1}{R_1} u_{n1} + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right) u_{n2} = -i_{s1} + i_{s2}$$

思考：如果含无伴受控电压源怎么办？



什么时候采用结点电压法？

1. 人家要求用！
2. 自己觉得用**KCL**、**KVL**不容易解决
3. 结点看起来不多（一般不多于**4**个）

参考结点该怎样选取？

1. 人家要求咋选就咋选！
2. 人家不要求就自己选！
3. 自己选觉得怎样方便顺手就怎样选

到底该列多少个方程？

1. 如果既没有受控源，也没有无伴电压源，那么有多少个独立结点就列多少个结点电压方程。
2. 如果有受控源或无伴电压源要视具体的电路和所用的方法而定。

一般说来，

每多一个受控源就增加一个方程

遇无伴电压源要根据方法确定方程数

采用方法1：含独立无伴电压源需附加一个方程；含受控无伴电压源需附加2个方程

采用方法2：含独立无伴电压源不需要附加方程；含受控无伴电压源需附加1个方程

3. 如果你已经晕菜，那么只需要记住一点：方程个数=未知数个数。

结点电压法与回路电流法比较（对偶？）

1. 结点电压法本质是**KCL**；回路电流法本质是**KVL**
2. 结点电压法**自导永“+”互导永“-”**；回路电流法**自阻永“+”互阻有正负之分**
3. 两种方法各有优缺点，一般说来，
 - （1）回路电流法宜用于回路少的电路，结点电压法宜用于结点少的电路；
 - （2）列写同样多的方程时，宜采用回路电流
 - （3）电路简单直接用**KCL**、**KVL**求解即可

结点电压法和回路电流法常见错误

- 回路法未指定回路电流及绕向, 结点法未指定结点编号;
- 回路法计算互阻有遗漏, 或正负有误;
- 回路法和结点法方程右端正负有误;
- 忘写或少写附加方程;
- 结点电压法中将与电流源串联的电阻也计入自导或互导;
- 结点电压法中右端电源电流项有遗漏或多写。