



湖南三一工业职业技术学院
HUNAN SANY POLYTECHNIC COLLEGE

第一章 电路的基本概念与定律





湖南三一工业职业技术学院
HUNAN SANY POLYTECHNIC COLLEGE

品质改变世界

目录

1、戴维南定理



重点内容:

戴维南定理的概念

戴维南定理的求解方法

难点内容:

戴维南定理的求解方法



湖南三一工业职业技术学院
HUNAN SANY POLYTECHNIC COLLEGE

品质改变世界

新课导入:

想一想:

哪种情况下用戴维南定理求解比较方便?



新课讲解

1. 节点电压法

在电路中，当选取任一节点作为参考节点时，其余节点与此参考节点之间的电压称为对应节点的节点电压。

以节点电压作为未知量，对 $n-1$ 个独立节点列写KCL方程，从而求出各节点电压，继而进一步求解其他电量的电路分析方法，称为节点电压法。



节点电压法解题步骤:

(假设一个具有 b 条支路, n 个节点的复杂电路)

(1) 选定参考节点, 标定 $n-1$ 个独立节点;

(2) 对 $n-1$ 个独立节点, 以节点电压为未知量, 列写其

KCL方程;

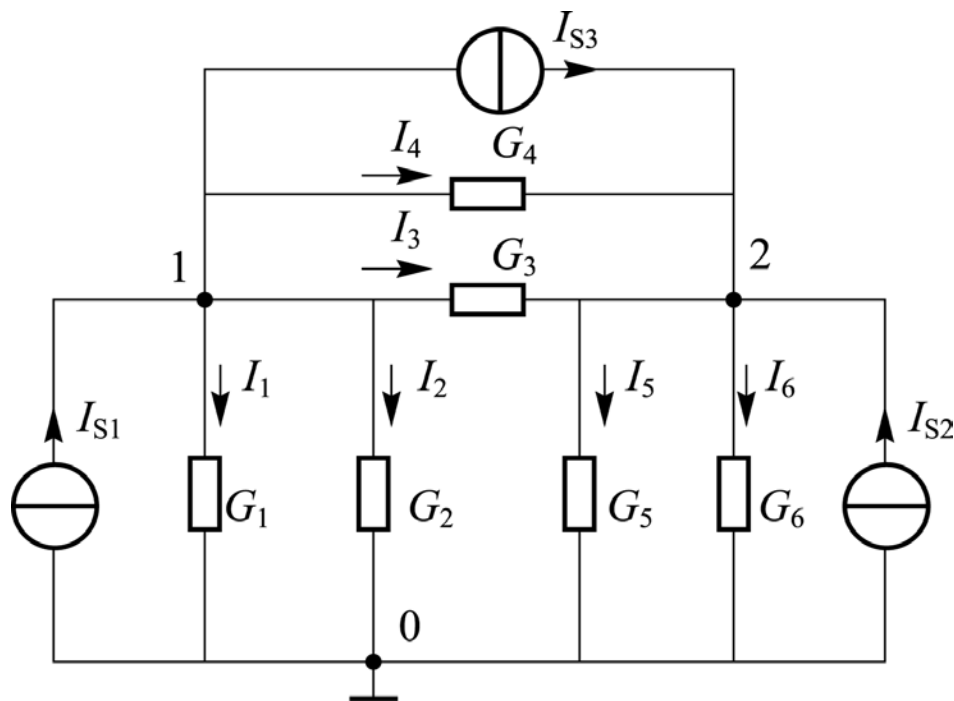
(3) 求解上述方程, 得到 $n-1$ 个节点电压;

(4) 求各支路电流(用节点电压表示);

(5) 其它分析。



以右图所示电路为例来说明节点电流法的应用。在此电路中，设以节点0为参考点，即 $V_0=0$ ，节点1和节点2的电位用 V_1 ， V_2 表示。





设各支路电流的参考方向如上图所示。对节点1和节点2应用KCL列出方程为

$$\begin{aligned} \text{节点 1: } & I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I_{s1} - I_{s3} \\ \text{节点 2: } & -I_3 - I_4 + I_5 + I_6 = I_{s3} - I_{s2} \end{aligned} \quad (1)$$

为了将方程用节点变量 V_1 , V_2 表示, 根据欧姆定律可得

$$\begin{aligned} I_1 &= G_1 V_1 & , & \quad I_2 = G_2 V_1 \\ I_3 &= G_3 (V_1 - V_2) & , & \quad I_4 = G_4 (V_1 - V_2) \\ I_5 &= G_5 V_2 & , & \quad I_6 = G_6 V_2 \end{aligned} \quad (2)$$



将式（2）代入式（1）得

$$\begin{aligned} G_1 V_1 + G_2 V_1 + G_3 (V_1 - V_2) + G_4 (V_1 - V_2) &= I_{S1} - I_{S3} \\ -G_3 (V_1 - V_2) - G_4 (V_1 - V_2) + G_5 V_2 + G_6 V_2 &= I_{S3} + I_{S2} \end{aligned}$$

将这两个式子整理后得

$$\left. \begin{aligned} (G_1 + G_2 + G_3 + G_4)V_1 - (G_3 + G_4)V_2 &= I_{S1} - I_{S3} \\ (-G_3 + G_4)V_1 + (G_3 + G_4 + G_5 + G_6)V_2 &= I_{S3} + I_{S2} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$



这就是以节点变量，为未知量的节点电位方程。

方程组（3）可以进一步改写成

$$\left. \begin{aligned} G_{11}V_1 + G_{12}V_2 &= I_{S11} \\ G_{21}V_1 + G_{22}V_2 &= I_{S22} \end{aligned} \right\}$$

式中， G_{11} ——节点1的自电导，是与节点1相连接
的各支路电导之和，即 $G_{11} = G_1 + G_2 + G_3 + G_4$ ；

G_{22} ——节点2的自电导，是与节点2相连接的
各支路电导之和，即 $G_{22} = G_3 + G_4 + G_5 + G_6$ ；



G_{12} , G_{21} —— $G_{12}=G_{21}$, 节点1和节点2之间的互电导, 是连接节点1和节点2之间的各支路电导之和的负值,

即 $G_{12}=G_{21}=- (G_3+G_4)$,

由于假设节点电位的参考方向总是由独立节点指向参考节点, 所以各节点电位在自电导中所引起的电流总是流出该节点的, 在节点方程左边流出节点的电流取“+”号, 因而自电导总是正的, 但在另一节点电位通过互电导引起的电流总是流入本节点的, 在节点方程左边流入节点的电流取“-”号, 因而互电导总是负的;



I_{s11} , I_{s12} ——分别表示流入节点1和节点2的电流代数和(流入为正, 流出为负)。

节点电位方程是KCL的体现, 因为方程左边是各节点而引起的流出节点的电流, 而右边是电流源送入节点的电流。

考虑一般情况, 若一个电路有 n 个节点, 就有 n 个独立节点电位, 其独立节点电位分别为 $V_1, V_2, \dots, V_n$, 根据上述原则可列出 n 个独立节点电位方程, 即

$$\left. \begin{aligned} G_{11}V_1 + G_{12}V_2 + \dots + G_{1n}V_n &= I_{s11} \\ G_{21}V_1 + G_{22}V_2 + \dots + G_{2n}V_n &= I_{s22} \\ &\vdots \\ G_{n1}V_1 + G_{n2}V_2 + \dots + G_{nn}V_n &= I_{snn} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

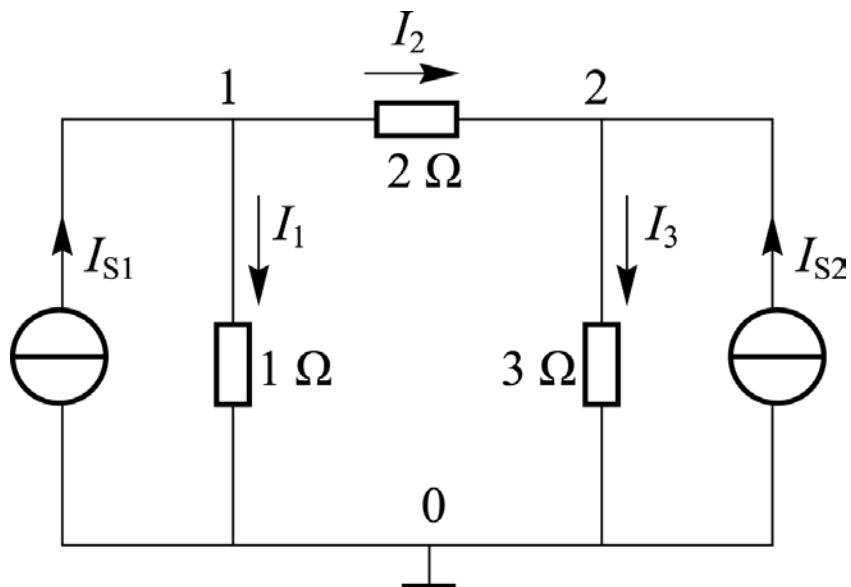


$$\left. \begin{aligned} G_{11}V_1 + G_{12}V_2 + \cdots G_{1n}V_n &= I_{S11} \\ G_{21}V_1 + G_{22}V_2 + \cdots G_{2n}V_n &= I_{S22} \\ &\vdots \\ G_{n1}V_1 + G_{n2}V_2 + \cdots G_{nn}V_n &= I_{Snn} \end{aligned} \right\}$$

从以上方程可以凭观察直接列出，其中自电导 G_{kk} 为第 k 个节点各个电导之和， $k=1, 2, 3, \cdots, n$ ，符号全为正； G_{ij} 是节点 i 与节点 j 的互电导， $i, j=1, 2, 3, \cdots, n$ ，所有的互电导的符号全取负，且有 $G_{ij}=G_{ji}$ ； I_{Skk} 为第 k 个节点各独立节点的电流源代数和， $k=1, 2, 3, \cdots, n$ ，当独立电流源指向节点时，这个电流源的电流取正号，否则取负号。节点电压法不仅适用于平面电路，也适用于非平面电路，因此，节点电压法应用比较普遍。



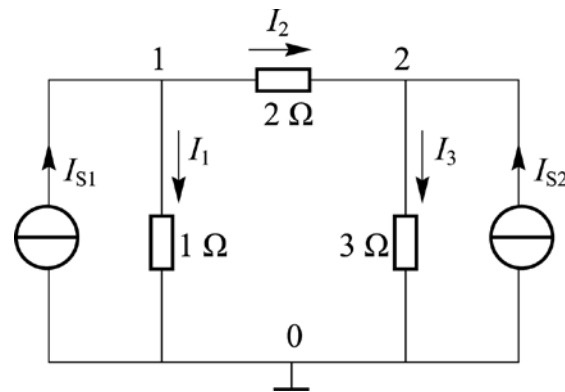
【例1】如下图所示，已知电流源 $I_{s11}=3\text{A}$, $I_{s12}=7\text{A}$ 。试用节点电压法求电路中各支路电流。





【解】① 选定参考节点。

参考节点可任意选定。注意，在分析电路时，一经选定，就不得随意变动。本例取节点0为参考点，即 $V_0=0$ ，节点电位 V_1 ， V_2 为变量。



② 列出节点电位方程。

注意自电导总是正的，互电导总是负的。连接本节点的电流源，当其电流指向该节点时，前面取正号，反之取负号。



节点电位方程为

$$\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2}\right)V_1 - \frac{1}{2}V_2 = 3$$
$$-\frac{1}{2}V_1 + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)V_2 = 7$$

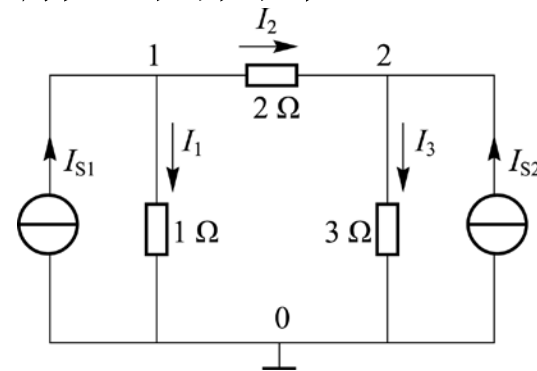
③ 求解联立方程得到各节点电位。联立求解上面两个方程，得 $V_1=6V$, $V_2=12V$

④ 求各支路电流。

$$I_1 = \frac{V_1}{1} = \frac{6}{1} = 6(A)$$

$$I_2 = \frac{V_1 - V_2}{2} = \frac{6 - 12}{2} = -3(A)$$

$$I_3 = \frac{V_2}{3} = \frac{12}{3} = 4(A)$$





⑤ 验算。

为了检验计算结果的正确性，需要进行验算。其方法是列写一个KVL方程，如果方程成立，说明计算正确。否则要重新计算。例如，本例对3个电阻回路列写KVL方程：

$$2I_2 + 3I_3 - 1I_1 = 2 \times (-3) + 3 \times 4 - 1 \times 6 = 0$$

说明上述结果是正确的。



小结

1. 以节点电压作为未知量，对 $n-1$ 个独立节点列写KCL方程，从而求出各节点电压继而进一步求解其他电量的电路分析方法，称为节点电压法。
2. 在节点电压法中，选节点电压为未知量，则KVL自动满足，就无需列写KVL 方程。各支路电流、电压可视为节点电压的线性组合，求出节点电压后，便可方便地得到各支路电压、电流。



湖南三一工业职业技术学院
HUNAN SANY POLYTECHNIC COLLEGE

品质改变世界

谢谢大家