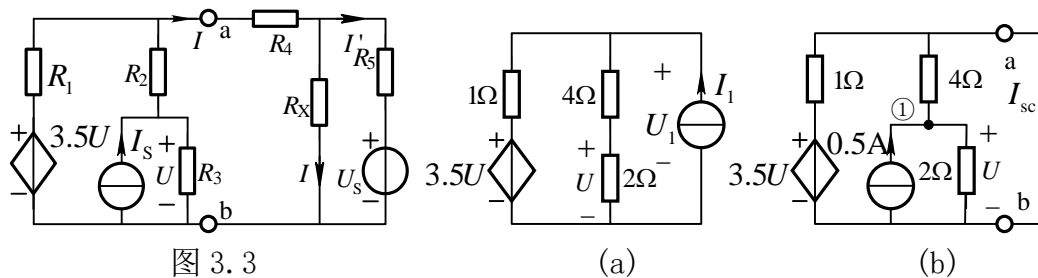


答案 3.3

3.3 图示电路中, 已知 $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$, $R_3 = R_4 = 2 \Omega$, $R_5 = 5 \Omega$, $I_s = 0.5 \text{ A}$, $U_s = 5 \text{ V}$ 。欲使 U_s 中的电流为零, 求 R_x 的值。



解:

求 ab 端左侧的等效电路。去掉电流源, 外加电流源 I_1 , 如图(a)所示。

$$U = \frac{2}{2+4} U_1 = \frac{1}{3} U_1$$

$$\text{列写节点方程: } \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2+4}\right) U_1 = I_1 + \frac{3.5U}{1} = I_1 + 3.5 \times \frac{1}{3} U_1$$

$$\text{得: } \left(\frac{7}{6} - \frac{7}{6}\right) U_1 = I_1, \text{ 所以等效电阻 } R_i = U_1 / I_1 \rightarrow \infty$$

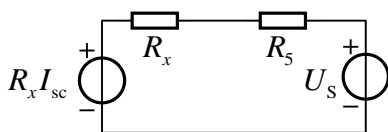
由于等效电阻为无穷大, 即不存在戴维宁电路。将 ab 端短接, 如图(b)所示。

在图(b)中, 对节点 1 列写节点方程有

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) U = 0.5, \text{ 解得 } U = 2/3 \text{ V}$$

$$\text{所以短路电流为 } I_{sc} = \frac{U}{4} + \frac{3.5U}{1} = \frac{1}{4} \times \frac{2}{3} + 3.5 \times \frac{2}{3} = 2.5 \text{ A}$$

ab 端左侧的等效电路为一个理想电流源支路, 再将 ab 端右侧的电路进行等效, 等效电路如图(c)所示。

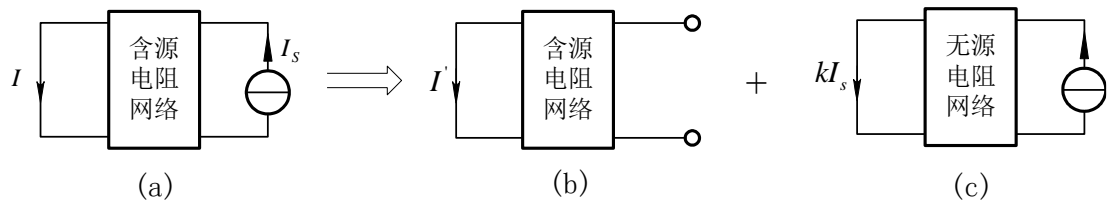


图(c)

当 U_s 中电流为零时有, $R_x I_{sc} = U_s$, 即 $R_x = 2 \Omega$

答案 3.5

3.5 图示电路, 当 $I_s = 2 \text{ A}$ 时, $I = -1 \text{ A}$; 当 $I_s = 4 \text{ A}$ 时, $I = 0$ 。若要使 $I = 1 \text{ A}$, I_s 应为多少?



解:

利用叠加定理, 含源电阻网络中的电源分为一组, 其作用为 I' , 如图(b)所示。 I_s 为一组, 其单独作用的结果 I'' , 与 I_s 成比例, 即: $I'' = kI_s$, 如图(c)所示。

$$I = I' + I'' = I' + kI_s \quad (1)$$

将已知条件代入(1)式得

$$\begin{cases} 0 = I' + k \times 4A \\ -1A = I' + k \times 2A \end{cases}$$

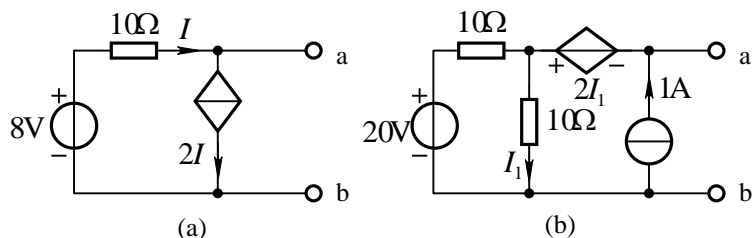
联立解得: $I' = -2A$, $k = 0.5$

即: $I = -2A + 0.5 * I_s$

将 $I = 1A$ 代入 解得 $I_s = 6A$

答案 3.8

3.8 求图示含受控源电路的戴维宁等效电路与诺顿等效电路。



解:

(a)

(1) 求开路电压和短路电流

当 ab 端开路时, 对节点 a, 由 KCL, $-I + 2I = 0$, $I = 0$

所以开路电压 $U_{oc} = 8V - 10\Omega I = 8V$

当 ab 端短路时, $8V - 10\Omega \times I = 0$, 解得 $I = 0.8A$ 。

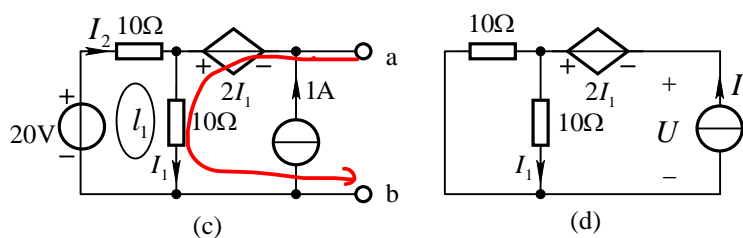
短路电流 $I_{ab} = I - 2I = -0.8A$

(2) 求等效电阻

等效电阻 $R_i = \frac{U_{oc}}{I_{ab}} = \frac{8}{-0.8} = -10\Omega$

书本第 71 页 (3.18) 的结论

(b)



(1) 求开路电压和短路电流

当 ab 端开路时，在图(c)中

$$I_2 = I_1 - 1$$

对回路 I_1 列 KVL 方程得 $10(I_1 - 1) + 10I_1 = 20$ 解得 $I_1 = 1.5\text{A}$

开路电压 $U_{oc} = -2I_1 + 10I_1 = 8I_1 = 12\text{V}$

当 ab 端短路时， $10 \cdot I_1 = 2I_1$ ，得到 $I_1 = 0\text{A}$ ， $10 \cdot (I_{sc} - 1) = 20$ ，得到 $I_{sc} = 3\text{A}$

(2) 求等效电阻

求 R_i 时将独立源置零，外加激励电流 I 求 ab 端口响应电压 U ，如图(d)所示。

由图(d)可知，

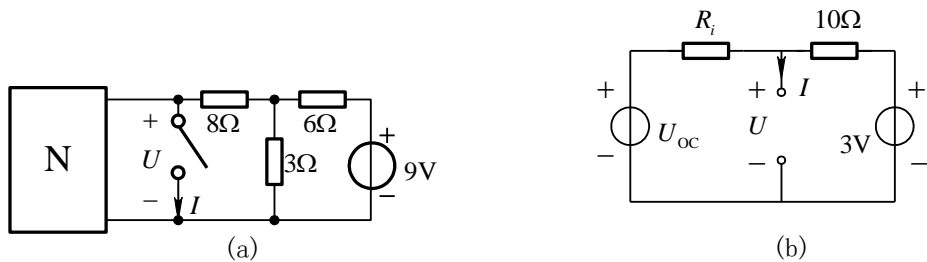
$$I_1 = 0.5I$$

对回路 I 列 KVL 方程 $U = -2I_1 + 10I_1 = 8I_1 = 4I$

等效电阻 $R_i = \frac{U}{I} = 4\Omega$ ，与 U_{oc} / I_{sc} 结果一致

答案 3.10

3.10 图中 N 为含独立源电阻网络，开关断开时量得电压 $U = 13\text{V}$ ，接通时量得电流 $I = 3.9\text{A}$ 。求网络 N 的最简等效电路。



解：

首先将开关右侧电路化简为戴维南等效电路，如图(b)所示，其开路电压为 3V，等效电阻为 10Ω

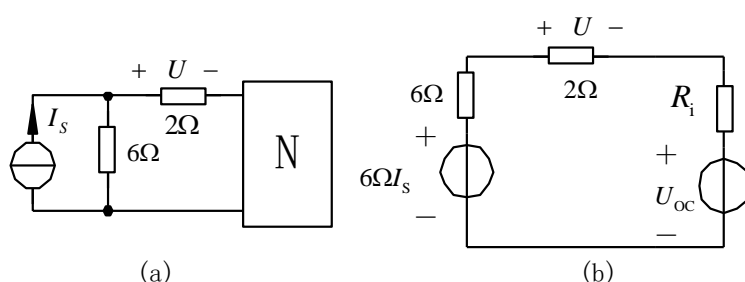
开关断开时 $U=13\text{V}$ 得: $\frac{U_{\text{oc}}-13\text{V}}{R_i} = \frac{13\text{V}-3\text{V}}{10\Omega} = 1\text{A}$

开关短接时 $I=3.9\text{A}$ 得: $I = \frac{U_{\text{oc}}}{R_i} + \frac{3\text{V}}{10\Omega} = 3.9\text{A}$

联立求解得: $U_{\text{oc}} = 18\text{V}$, $R_i = 5\Omega$

答案 3.12

3.12 图示电路 N 为线性含源电阻网络, 已知当 $I_s=0$ 时, $U=-2\text{V}$; $I_s=2\text{A}$ 时, $U=0$ 。求网络 N 的戴维宁等效电路。



解:

将图 (a) 电路化简如图 (b) 所示。

$$U = \frac{6\Omega I_s - U_{\text{oc}}}{(6+2)\Omega + R_i} \times 2\Omega$$

代入两个已知条件:

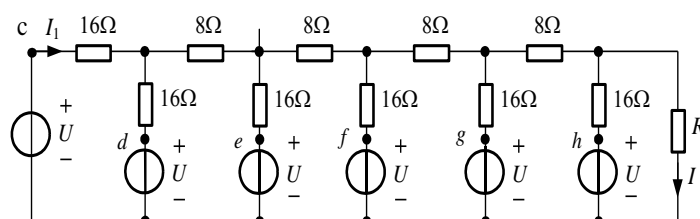
$I_s = 2\text{A}$ 时, $U = 0$: $U_{\text{oc}} = 6\Omega \times 2\text{A} = 12\text{V}$

$I_s = 0$ 时, $U = -2\text{V}$: $U_{\text{oc}} = -(8\Omega + R_i) \times \frac{-2\text{V}}{2\Omega} = 8\text{V} + R_i \times 1\text{A}$

解得: $U_{\text{oc}} = 12\text{V}$ $R_i = 4\Omega$

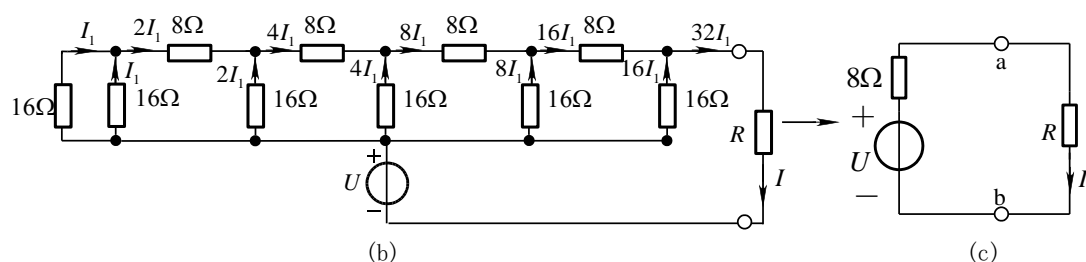
答案 3.16

3.16 图示电路, 已知 $U=8\text{V}$, $R=12\Omega$ 。求电流 I 和 I_1 的值。



解：

由图可以看出， $c \sim h$ 点均为等电位点，可将其联为一点，得简化电路如图(b)所示。



图(b)可知 ab 端左侧最简等效电路为

$$U_{oc} = U = 8V, \quad R_i = 8\Omega$$

如图(c)所示。由图(c)得， $I = \frac{U}{8\Omega + R}$

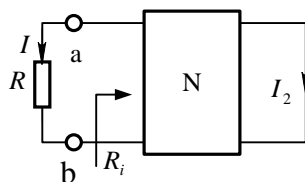
已知当 $R = 12\Omega$ ， $U = 8V$ 时， $I = \frac{8V}{8\Omega + 12\Omega} = 0.4A$

当设图(a)电路最左侧 16Ω 支路流过电流为 I_1 ，如图(b)递推所示，流过 R 的电流为 $32I_1$ ，即 $I = 32I_1$

$$I_1 = \frac{I}{32} = \frac{0.4A}{32} = 0.0125A$$

答案 3.17

3.17 图示电路中， N 为线性含源电阻网络。已知 $R=0$ 时， $I_2=6A$ ； $R \rightarrow \infty$ 时， $I_2=9A$ 。ab 端戴维宁等效电阻为 $R_i=9\Omega$ 。求电流 I_2 与电阻 R 的一般关系。



解：

设 ab 端戴维南等效电路开路电压为 U_{oc} 。则电阻 R 流过的电流为

$$I = \frac{U_{oc}}{R + R_i} \quad (1)$$

将电阻 R 用 $I_s = I$ 的电流源置换，由齐性定理得

$$I_2 = I_2'' + kI \quad (2)$$

其中 I_2'' 为 N 内等效电源单独作用产生的分量。

将 $R=0$ 时， $I_2=6\text{A}$ ； $R\rightarrow\infty$ 时， $I_2=9\text{A}$ 代入式 (1)，

得
$$I_2'' = 9\text{A}, \quad k = \frac{-27}{U_{oc}} \quad (3)$$

将式 (1)、(3) 代入式 (2)，得

$$I_2 = 9 - \frac{27}{U_{oc}} \times \frac{U_{oc}}{9+R} = \frac{9(6+R)}{9+R}$$

答案 3.19

3.19 图中 N 为互易性(满足互易定理)网络。试根据图中已知条件计算电阻 R 。

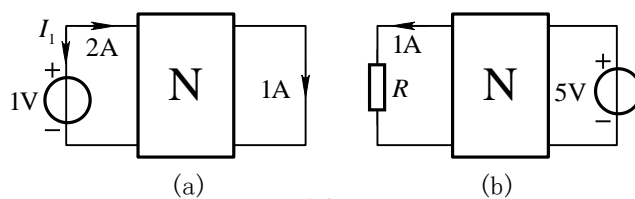


图 3-20

解：

当 N 为互易性网络时，图 (a)、(b) 的端口电压、电流满足

$$U_1 \hat{I}_1 + U_2 \hat{I}_2 = \hat{U}_1 I_1 + \hat{U}_2 I_2 \quad (1)$$

已知 $U_1 = 1\text{V}$ ， $U_2 = 0$ ， $I_1 = -2\text{A}$ ， $I_2 = 1\text{A}$ ， $\hat{U}_1 = 1\text{A} \times R$ ， $\hat{U}_2 = 5\text{V}$ ， $\hat{I}_1 = 1\text{A}$ 代入 (1) 式，得

$$1\text{V} \cdot 1\text{A} + 0\text{V} \cdot \hat{I}_2 = 1\text{A} \times R \cdot (-2)\text{A} + 5\text{V} \cdot 1\text{A}$$

解得

$$R = 2\Omega$$