

第二章习题

2-1 图 2-1 所示的电路中, $U_S=1V$, $R_1=1\Omega$, $I_S=2A$, 电阻 R 消耗的功率为 $2W$ 。试求 R 的阻值。

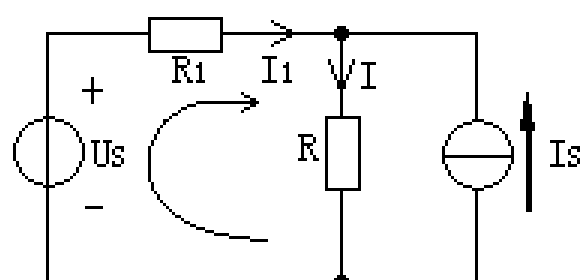


图 2-1

$$\text{解: } \begin{cases} I_1 + I_S = I \\ U_S - I_1 R_1 - IR = 0 \\ \begin{cases} I_1 + 2 = I \\ 1 - I_1 - IR = 0 \end{cases} \end{cases}$$

解之, 得:

$$I = \frac{3}{1+R}$$

$$P = I^2 R = 2$$

$$\left(\frac{3}{1+R}\right)^2 R = 2$$

解之, 得: $R=2\Omega$ 或 $R=0.5\Omega$

2-2 试用支路电流法求图 2-2 所示网络中通过电阻 R_3 支路的电流 I_3 及理想电流源两端的电压 U 。图中 $I_S=2A$, $U_S=2V$, $R_1=3\Omega$, $R_2=R_3=2\Omega$ 。

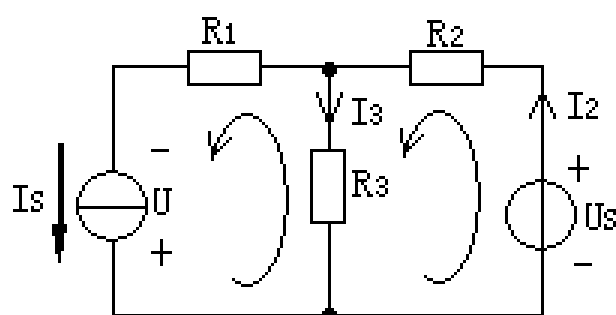


图 2-2

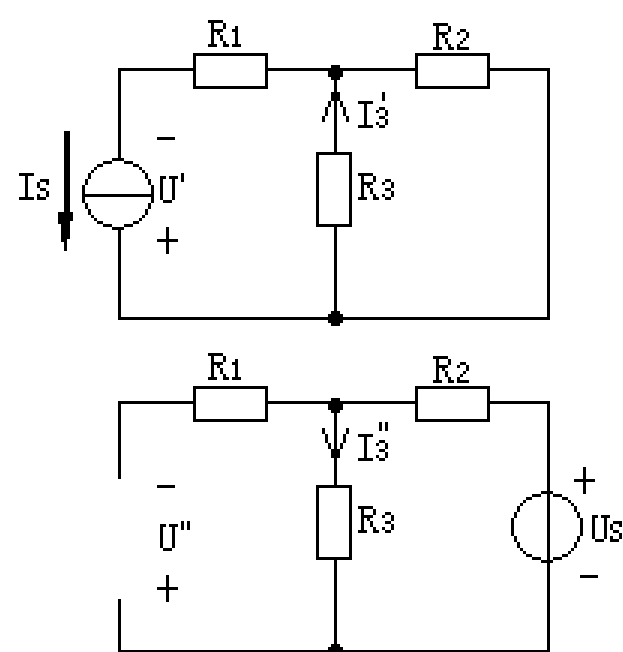
$$\text{解: } \begin{cases} I_S + I_3 = I_2 \\ U_S - I_2 R_2 - I_3 R_3 = 0 \\ I_3 R_3 - I_S R_1 + U = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2 + I_3 = I_2 \\ 2 - 2I_2 - 2I_3 = 0 \\ 2I_3 - 2 \times 3 + U = 0 \end{cases}$$

解之, 得:

$$I_3 = -0.5A, U = 7V$$

2-3 试用叠加原理重解题 2-2.



$$\text{解: } I_3' = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_s = \frac{2}{2 + 2} \times 2 = 1\text{A}$$

$$U' = I_s R_1 + I_3' R_3 = 2 \times 3 + 1 \times 2 = 8\text{V}$$

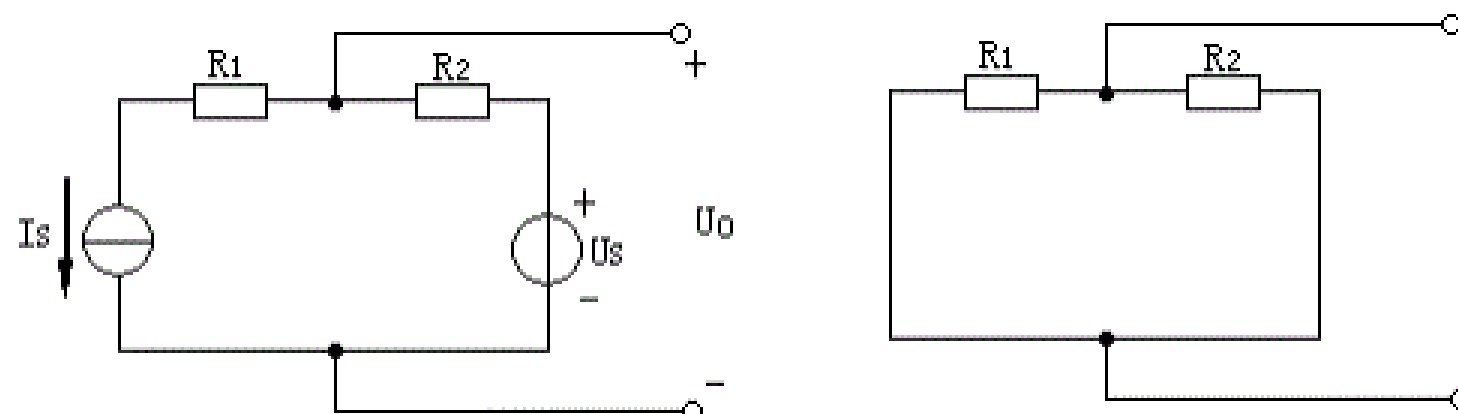
$$I_3'' = \frac{U_s}{R_2 + R_3} = 0.5\text{A}$$

$$U'' = -I_3'' R_3 = -0.5 \times 2 = -1\text{V}$$

$$I_3 = -I_3' + I_3'' = -1 + 0.5 = -0.5\text{A}$$

$$U = U' + U'' = 7\text{V}$$

2-4 再用戴维宁定理求题 2-2 中 I_3 。



解: (1) 求开路电压 U_0

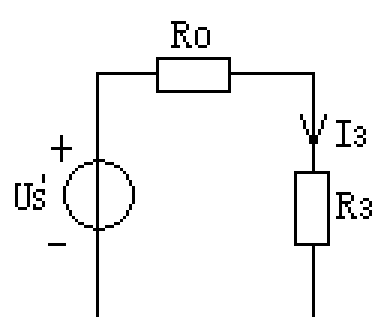
$$U_0 = U_s' = U_s - I_s R_2 = 2 - 2 \times 2 = -2\text{V}$$

(2) 求等效内阻 R_0

$$R_0 = R_2 = 2\Omega$$

(3) 画出戴维宁等效电路, 求 I_3

$$I_3 = \frac{U_s}{R_2 + R_3} = \frac{-2}{2 + 2} = -0.5\text{A}$$



2-5

图 2-3 所示电路中,已知

$U_{S1}=6V$, $R_1=2\Omega$, $I_S=5A$, $U_{S2}=5V$, $R_2=1\Omega$, 求电流 I 。

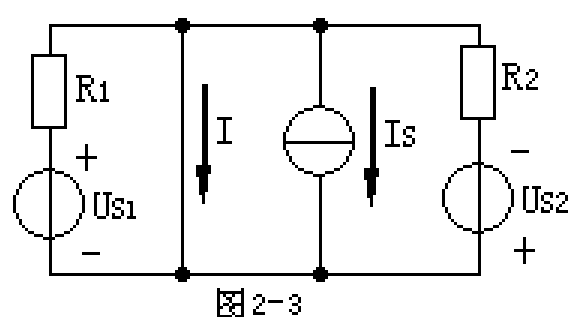


图 2-3

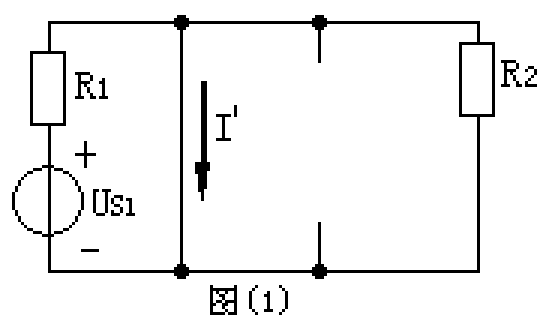


图 (1)

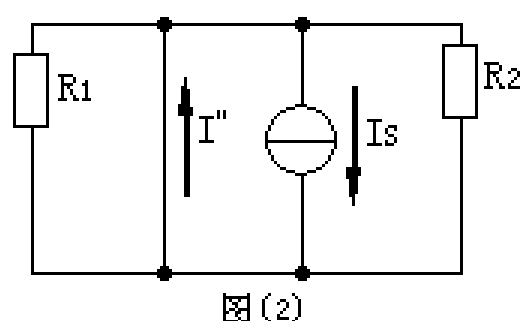


图 (2)

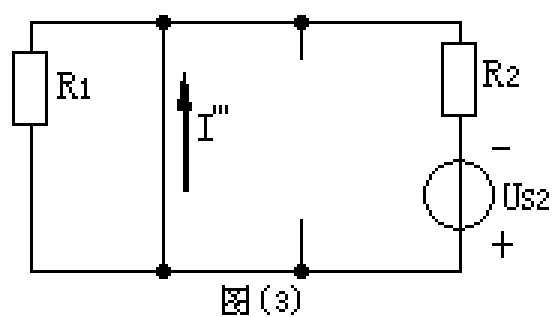


图 (3)

解:用叠加原理

图 (1) 中: R_2 支路被短路

$$I' = \frac{U_{S1}}{R_1} = \frac{6}{2} = 3A$$

图 (2) 中: R_1 及 R_2 支路被短路

$$I'' = I_S = 5A$$

图 (3) 中: R_1 支路被短路

$$I''' = \frac{U_{S2}}{R_2} = \frac{1}{1} = 1A$$

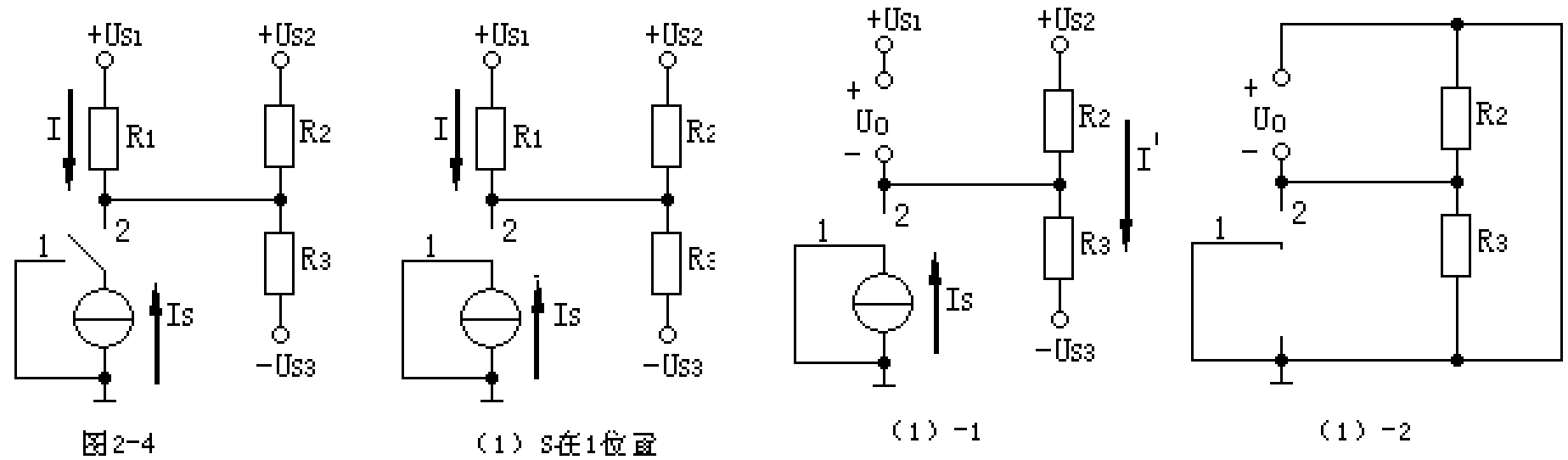
$$\text{叠加: } I = I' - I'' - I''' = 3 - 5 - 1 = -3A$$

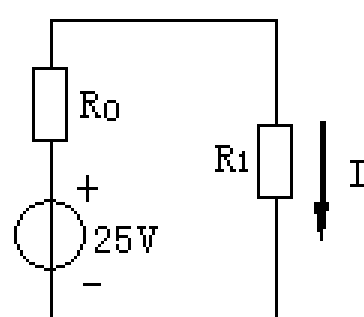
2-6

图 2-4 所示电路中，

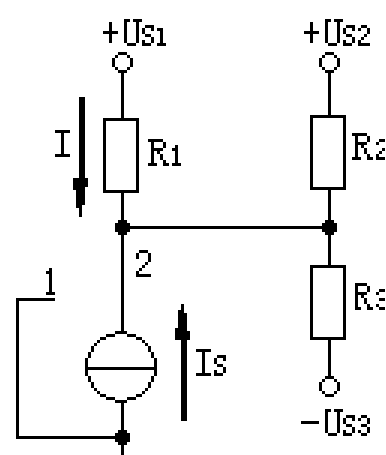
$U_{S1}=30\text{V}$ ， $U_{S2}=10\text{V}$ ， $U_{S3}=20\text{V}$ ， $R_1=5\text{k}\Omega$ ， $R_2=2\text{k}\Omega$ ， $R_3=10\text{k}\Omega$ ， $I_S=5\text{mA}$

。求开关 S 在位置 1 和位置 2 两种情况下，电流 I 分别为多少？

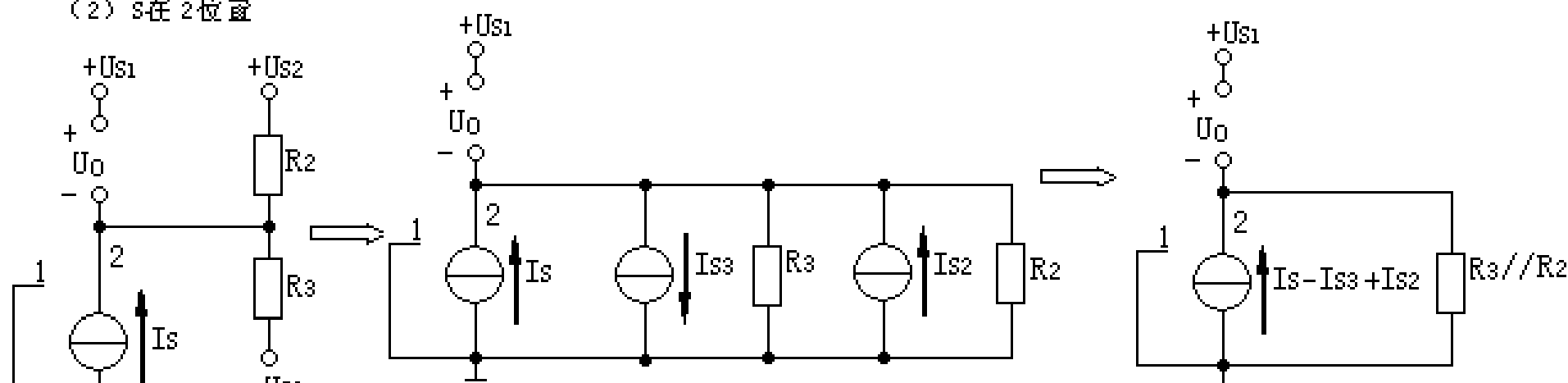




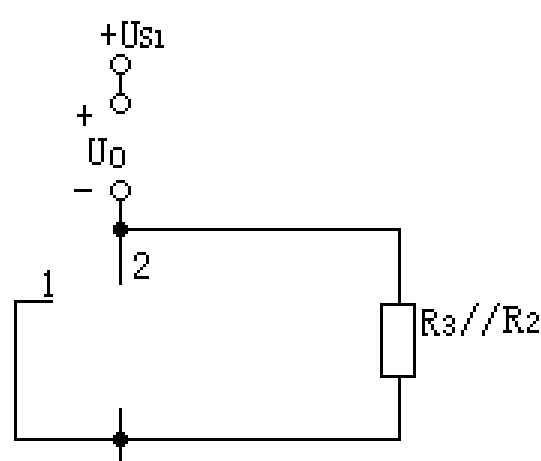
(1) -3



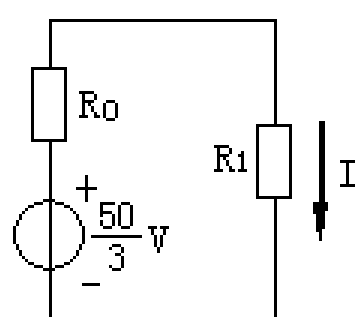
(2) S在2位置



(2) -1



(2) -2



(2) -3

解：用戴维宁定理

(一) S在1位置时，如图(1)

由(1) -1，求 U_0

$$I' = \frac{U_{S2} + U_{S3}}{R_2 + R_3} = \frac{10 + 20}{2 + 10} = 2.5 \text{ A}$$

$$U_0 = U_{S1} - V_2 = 30 - (-U_{S3} + I' R_3) = 30 - (-20 + 2.5 \times 10) = 25 \text{ V}$$

由(1) -2，求 R_0

$$R_0 = R_3 // R_2 = 2 // 10 = \frac{5}{3} \Omega$$

由(1) -3戴维宁等效电路，得

$$I = \frac{25}{\frac{5}{3} + 5} = 3.75 \text{ mA}$$

(二) S在2位置时，如图(2)

由(2) -1，得：(利用电源等效变换法)

$$\begin{aligned} U_0 &= U_{S1} - V_2 \\ &= 30 - (I_S - I_{S3} + I_{S2}) R_3 // R_2 \\ &= 30 - \left(I_S - \frac{U_{S3}}{R_3} + \frac{U_{S2}}{R_2} \right) R_3 // R_2 \\ &= 30 - \left(5 - \frac{20}{10} + \frac{10}{2} \right) 10 // 2 \\ &= \frac{50}{3} \text{ V} \end{aligned}$$

由(2) -2，得：

$$R_0 = R_3 // R_2 = 2 // 10 = \frac{5}{3} \Omega$$

由(2) -3戴维宁等效电路，得

$$I = \frac{50/3}{\frac{5}{3} + 5} = 2.5 \text{ mA}$$

2-7 图 2-5 所示电路中，已知 $U_{AB}=0$ ，试用叠加原理求 U_S 的值。

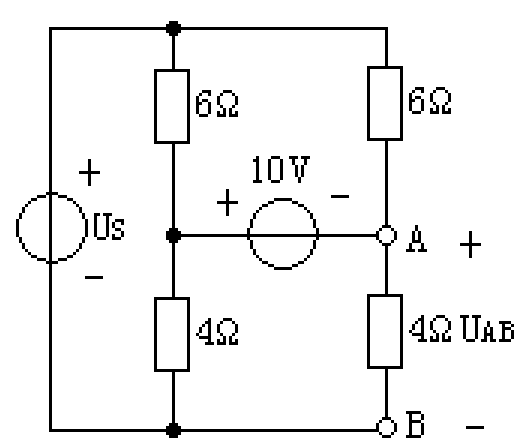


图 2-5

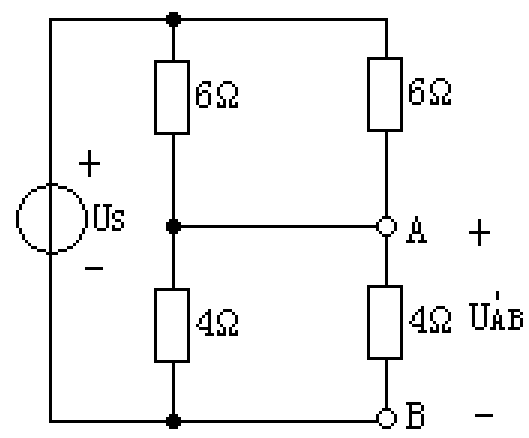


图 (1)

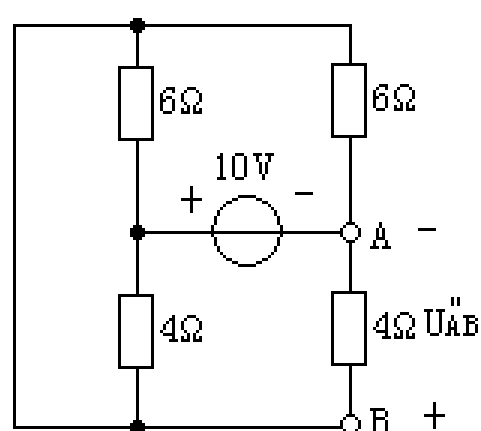


图 (2)

解：由图 (1)，得：

$$U'_{AB} = \frac{4}{6+4} U_s = \frac{2}{5} U_s$$

由图 (2)，得：

$$U''_{AB} = \frac{1}{2} \times 10 = 5V$$

叠加：

$$U_{AB} = U'_{AB} - U''_{AB} = \frac{2}{5} U_s - 5 = 0$$

所以 $U_s = 12.5V$

2-8 电路如图 2-6 所示，试用叠加原理求电流 I。

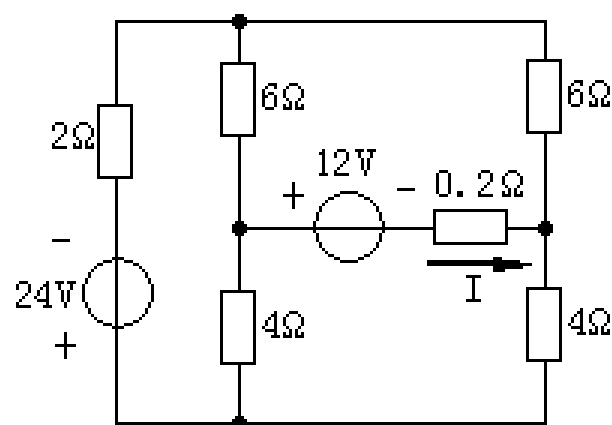


图 2-6

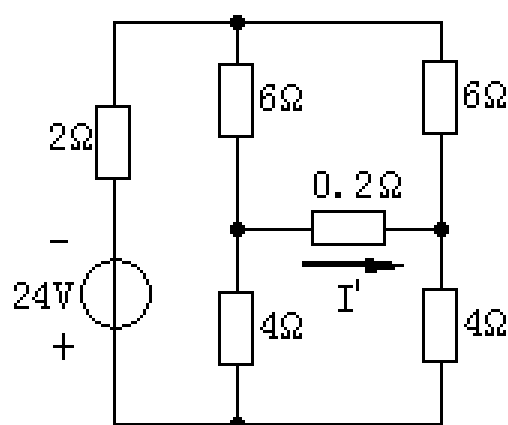


图 (1)

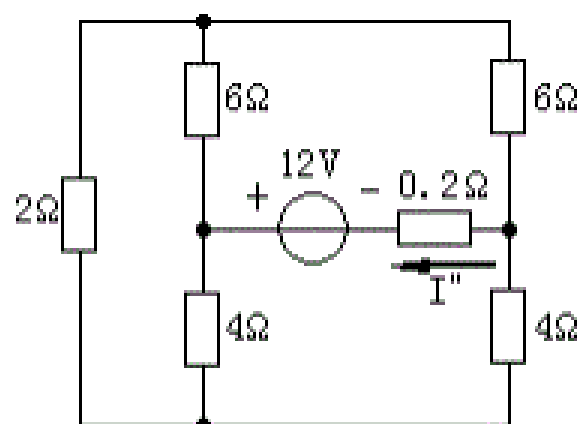


图 (2)

解：由图 (1) 可知，电桥平衡，

所以 0.2Ω 电阻中电流为 $0A$

即： $I' = 0A$

由图 (2) 可知，电桥平衡，

所以 0.2Ω 电阻中电流为 $0A$

$$\text{所以： } I'' = \frac{12}{0.2+6//4+6//4} = 2.4A$$

叠加： $I = I' - I'' = -2.4A$

2-9 电路如图 2-7 所示，试用叠加原理求电阻 R_4 上电压 U 的表达式。

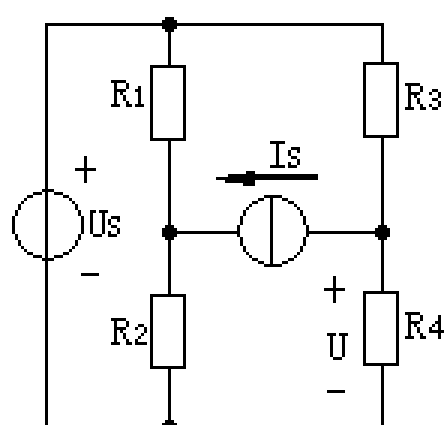


图 2-7

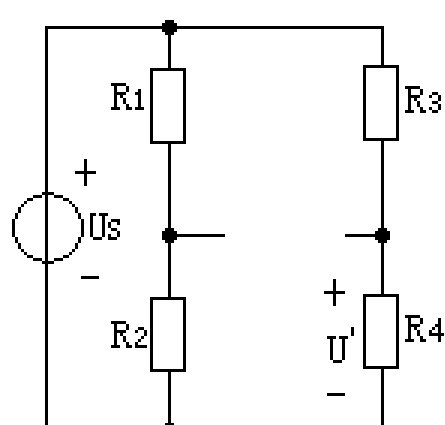


图 (1)

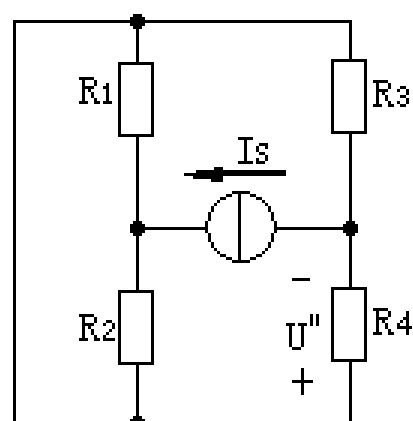


图 (2)

解：由图 (1)，得：

$$U' = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_s$$

由图 (2)，得：

$$U'' = (R_3 // R_4) I_s = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} I_s$$

叠加：

$$\begin{aligned} U &= U' - U'' = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_s - \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} I_s \\ &= (R_4 U_s - R_3 R_4 I_s) / (R_3 + R_4) \end{aligned}$$

2-10 电路如图 2-8 所示,已知 $R_1=1\Omega$, $R_2=R_3=2\Omega$, $U_S=1V$, 欲使 $I=0$, 试用叠加原理确定电流源 I_S 的值。

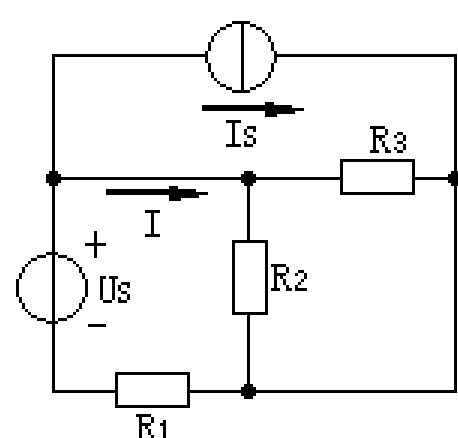


图 2-8

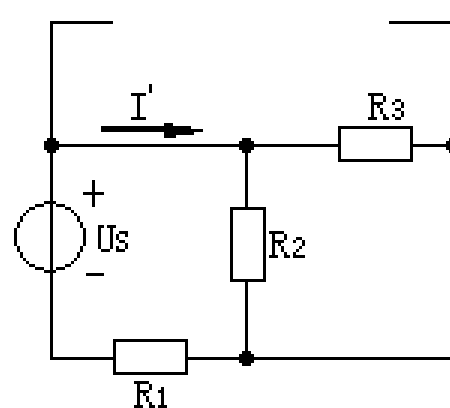


图 (1)

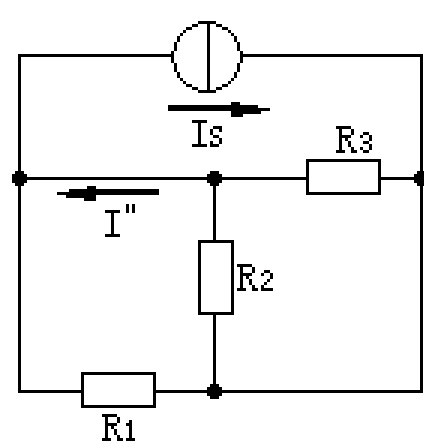


图 (2)

解: 由图 (1) , 得:

$$I' = \frac{U_S}{R_1 + (R_2 // R_3)} = \frac{1}{1 + (2 // 2)} = 0.5A$$

由图 (2) , 得: (R_1 R_2 R_3 并联)

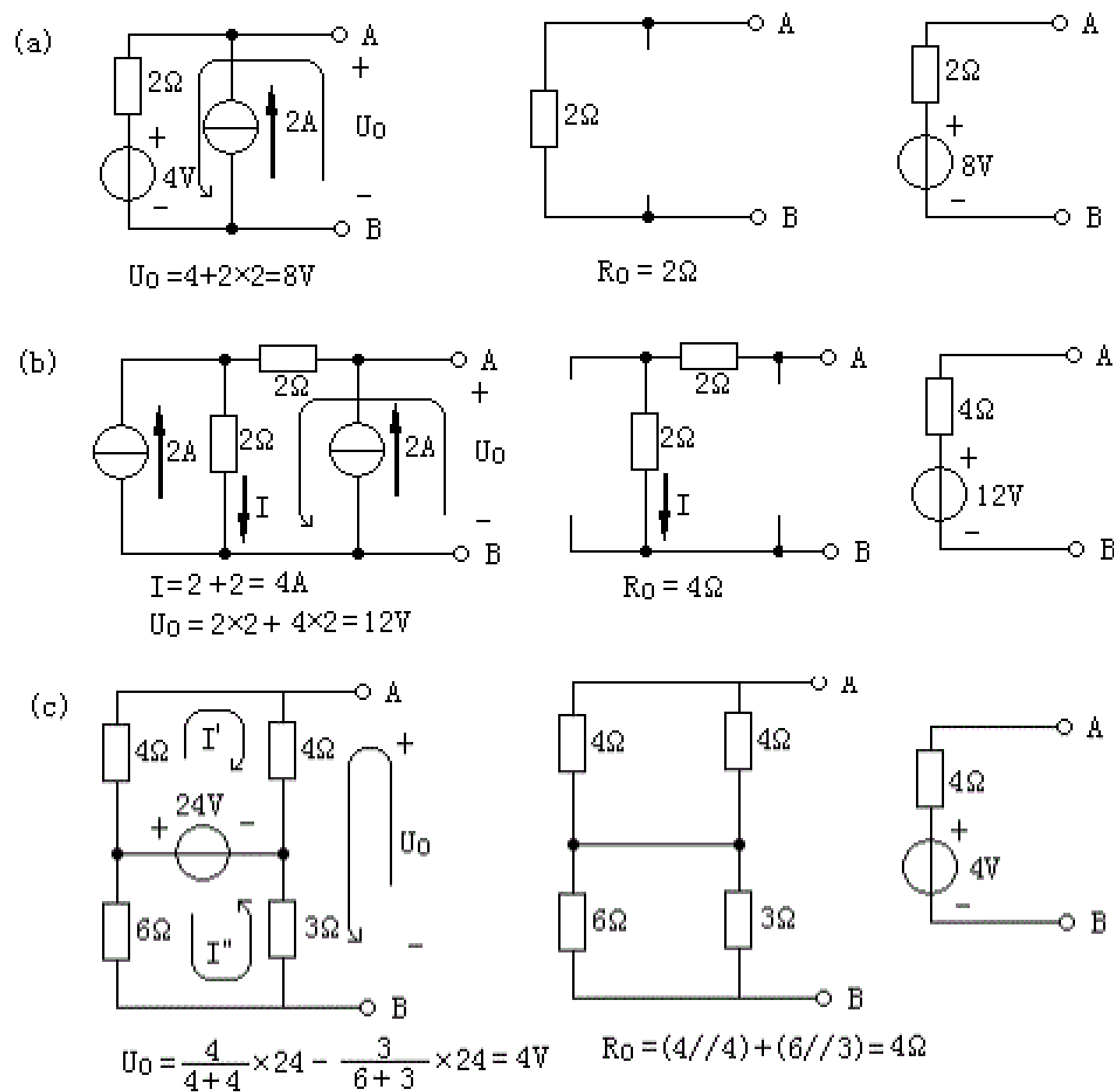
$$I'' = \frac{R_1}{R_1 + (R_2 // R_3)} I_S = 0.5 I_S$$

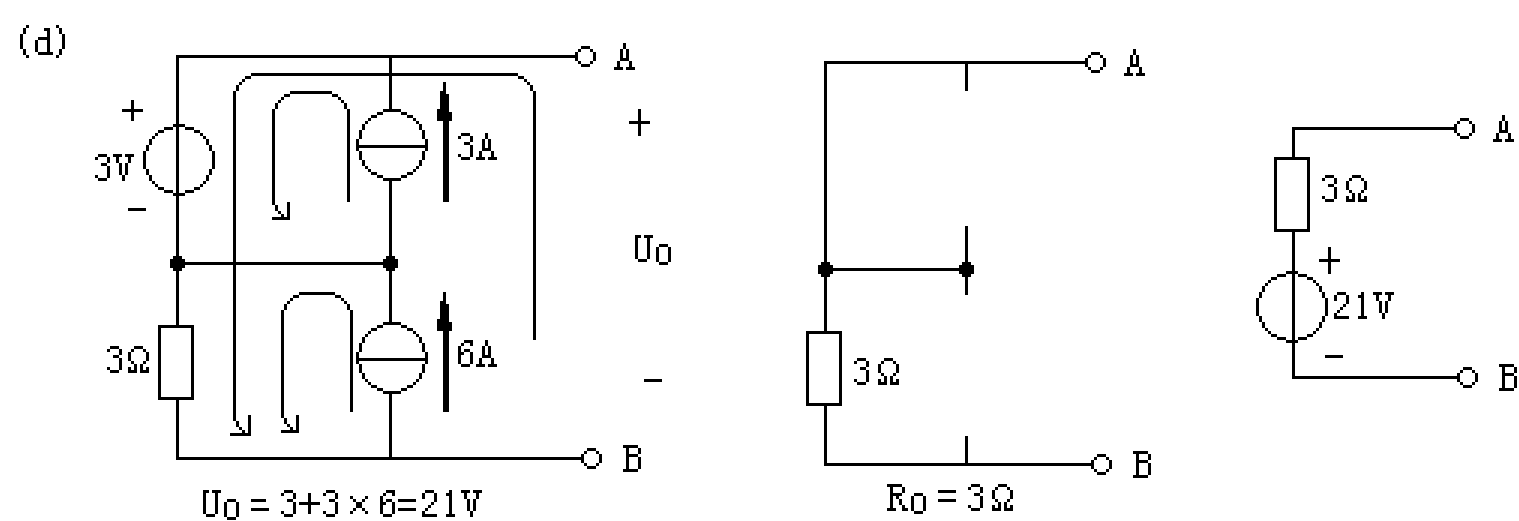
叠加:

$$I = I' - I'' = 0.5 - 0.5 I_S = 0$$

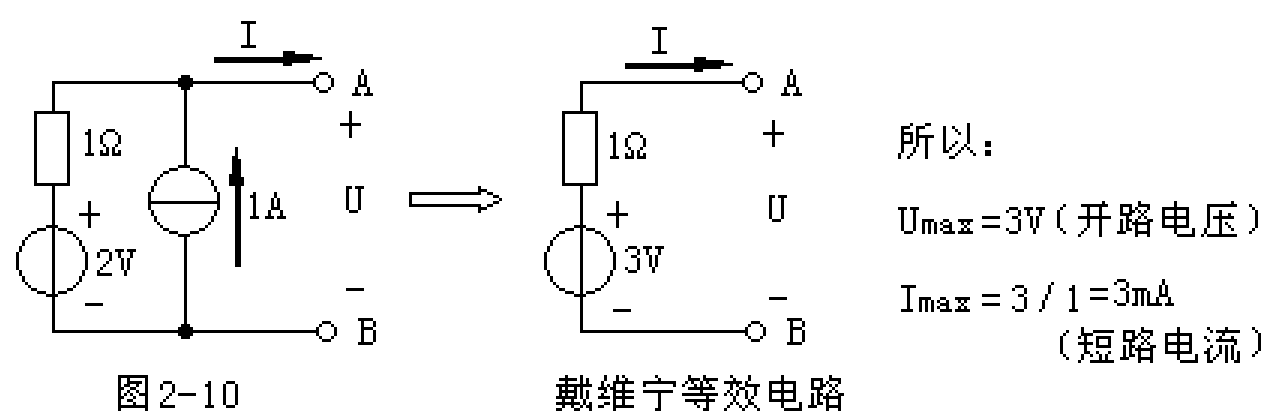
所以: $I_S = 1A$

2-11 画出图 2-9 所示电路的戴维宁等效电路。





2-12 图 2-10 所示的电路接线性负载时， U 的最大值和 I 的最大值分别是多少？



2-13 电路如图 2-11 所示，假定电压表的内阻无穷大，电流表的内阻为零。

当开关 S 处于位置 1 时，电压表的读数为 10V，当 S 处于位置 2 时，电流表的读数为 5mA。试问当 S 处于位置 3 时，电压表和电流表的读数各为多少？

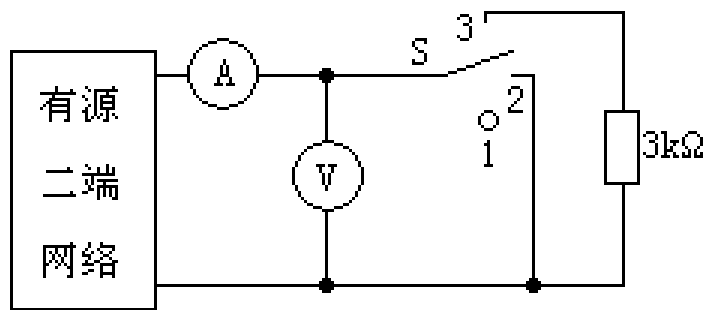
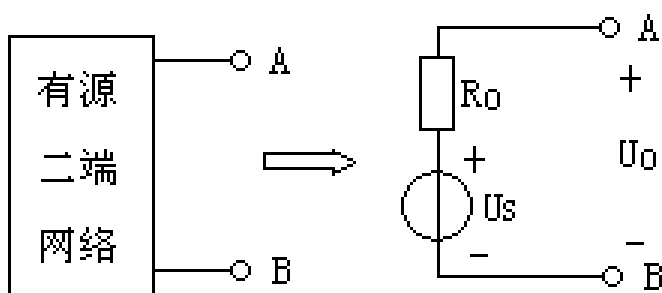
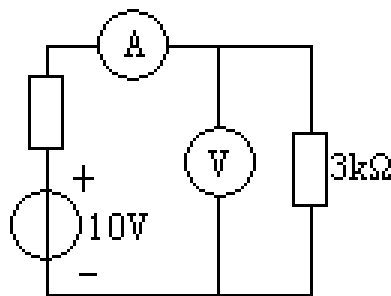


图2-11



图（1）



图（2）

解：如图（1）所示，有源二端网络的戴维宁等效电路。

所以，当S在位置1时， $U_0= U_s=10V$
 当S在位置2时， $I=I_{sc}=5mA$ ，则 $R_0=U_s/ I_{sc}=2k\Omega$
 由图（2）所示戴维宁等效电路可知，当S处于位置3时
 $I_L=10/（2+3）=2mA$ $U_L=2\times 3=6V$

2-14 图 2-12 所示电路中，各电源的大小和方向均未知，只知每个电阻均为 6Ω ，又知当 $R=6\Omega$ 时，电流 $I=5A$ 。今欲使 R 支路电流 $I=3A$ ，则 R 应该多大？

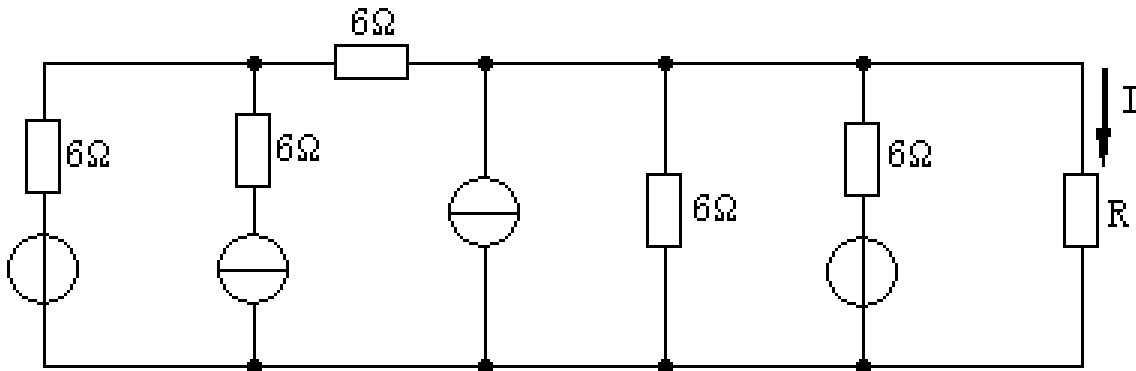


图2-12

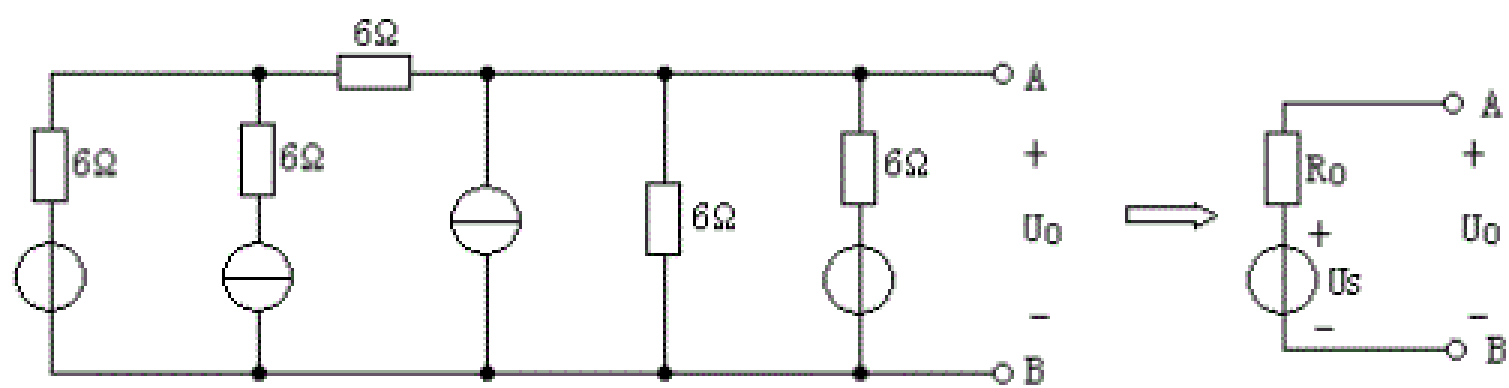


图 (1)

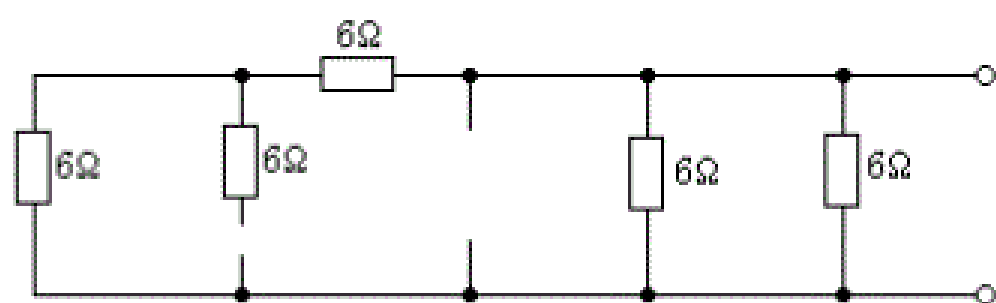


图 (2)

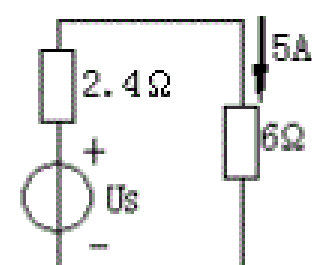


图 (3)

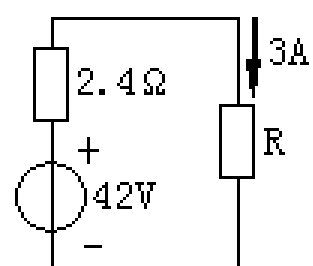


图 (4)

解：用戴维宁定理，如图 (1)。

由图 (2)，可得：

$$R_0 = (6+6) // (6//6) = 12//3 = 2.4\Omega$$

由图 (3)，可知：

$$U_s = (2.4+6) 5 = 42V$$

由图 (4)，得：

当 $I=3A$ 时，

$$I = 42 / (2.4+R) = 3$$

所以： $R=11.6\Omega$

2-15 图 2-13 所示电路中，N 为线性有源二端网络，测得 AB 之间电压为 9V，见图 (a)；若连接如图 (b) 所示，可测得电流 $I=1\text{A}$ 。现连接如图 (c) 所示形式，问电流 I 为多少？

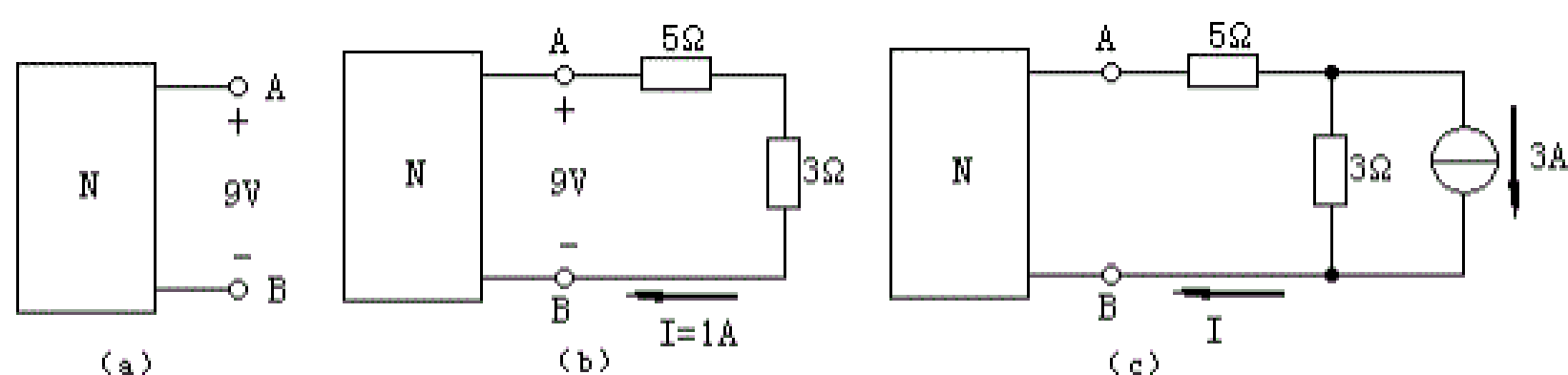
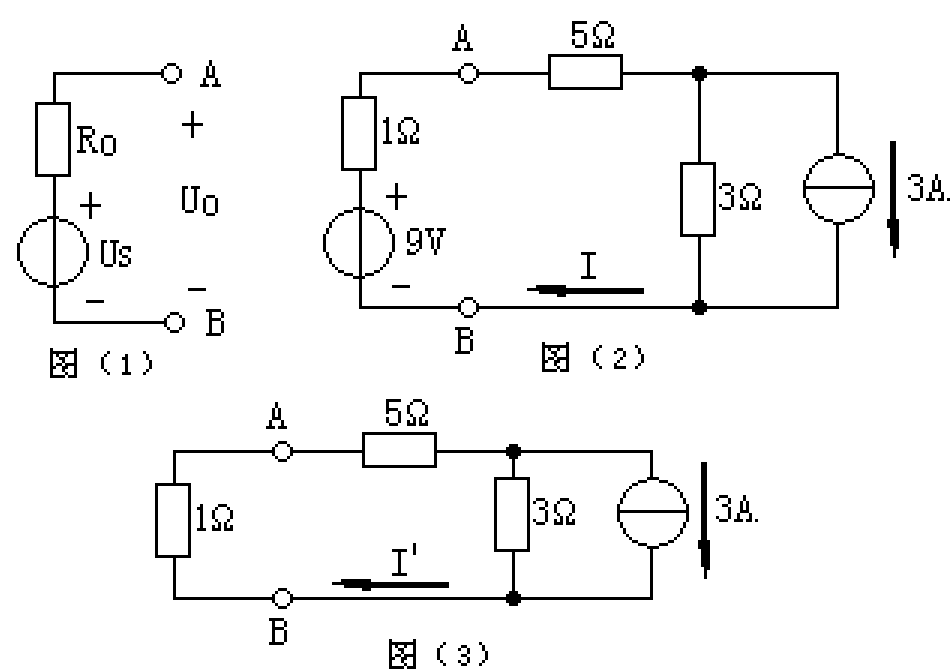


图 2-13



解：N 的戴维宁等效电路如图 (1)
 由 (a) 知： $U_s = 9\text{V}$
 由 (b) 知： $I = U_s / (5 + 3 + R_o) = 1\text{A}$
 所以， $R_o = 1\Omega$

由图 (2)，可知，再增加一
 电流源，由叠加原理得，

此电流源单独作用时，在所
 求支路产生的电流为：如图 (3)

$$I' = \frac{3}{5+1+3} \times 3 = 2\text{A}$$

叠加： $I = 1 + 2 = 3\text{A}$

2-16 电路如图 2-14 所示，已知 $R_1=5\Omega$ 时获得的功率最大，试问电阻 R 是多大？

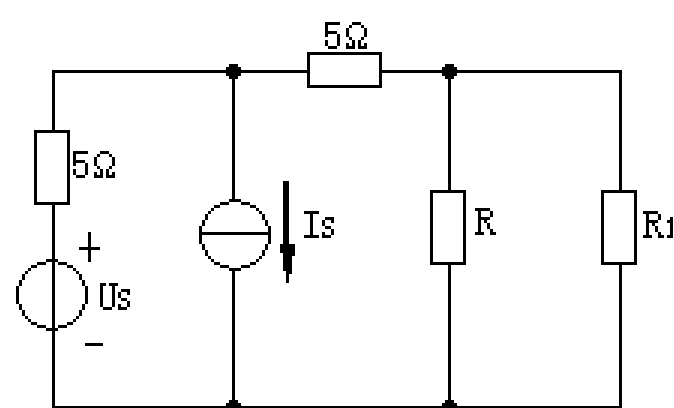


图 2-14

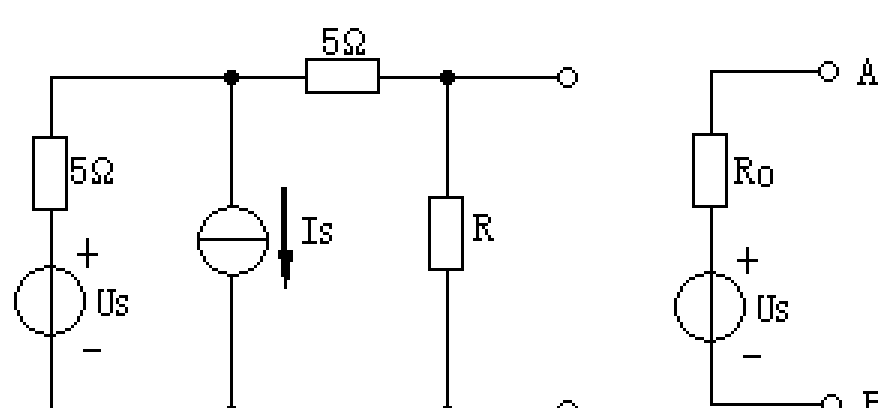


图 (1)

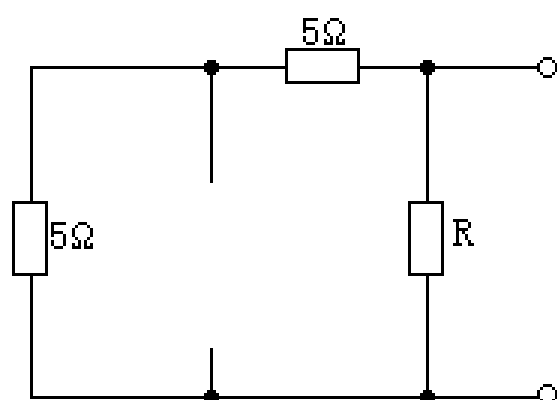


图 (2)

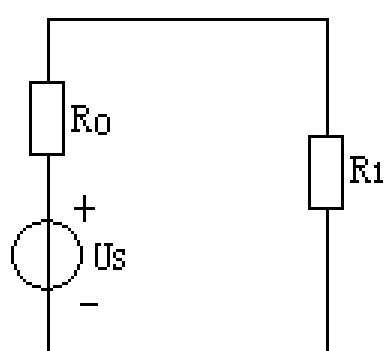


图 (3)

解：用戴维宁定理，如图 (1)
 由图 (2)，可得： $R_0 = (5+5) // R$
 加上 R_1 后的戴维宁等效电路如图 (3)
 当 $R_1=R_0$ 时，电源的输出功率最大
 即： $10 // R = 5$
 所以： $R=10\Omega$

本章小结

- 1、 **支路电流法**是分析和计算电路的基本方法，适用于任何电路。它是
以电路中的支路电流为未知量，应用基尔霍夫定律列出电路方程，通过
解方程得到各支路电流。一般地，对于具有 n 个节点、 b 条支路的电路
可列出 $(n-1)$ 个独立的节点电流方程和 $[b - (n-1)]$ 个独立的回路电压
方程。
- 2、 **叠加原理**是反映线性电路基本性质的一条重要定理，它可将多个电
源共同作用下产生的电压和电流，分解为各个电源单独作用时产生的电
压和电流的代数和。某电源单独作用时，将其它理想电压源短路，理想
电流源开路，但电源内阻必须保留。
- 3、 **戴维宁定理**适合于求解电路中某一条支路电压或电流的情况。把待
求支路（或元件）单独划出来，剩下的线性有源二端网络可用一个电压
源来等效替代。此电压源中理想电压源的电压 U_S 等于有源二端网络的
开路电压，内阻 R_0 等于有源二端网络中所有电源均除去后所得无源二
端网络的等效内阻。对于待求元件不要求一定是线性的。