然后应用欧姆定律，可以得到：

$$v_s = R_1 i + R_2 i + \cdots + R_N i = (R_1 + R_2 + \cdots + R_N) i$$

根据图 3.22(b)所示等效电路，可以得出一个简单的结果，与上式进行比较，可以得到：

$$v_s = R_{eq} i$$

因此，N 个串联电阻的等效电阻为：

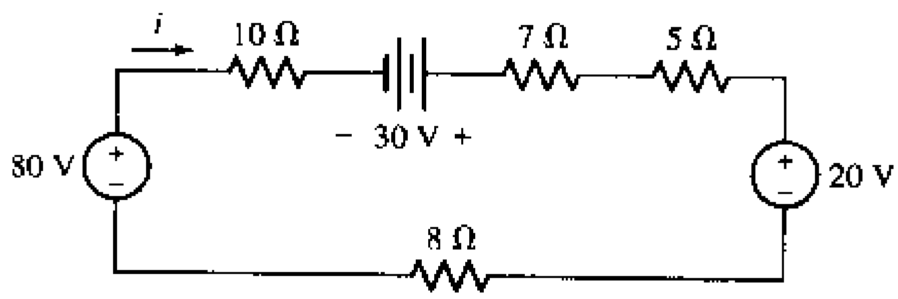
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \cdots + R_N$$

由此，可以用单个二端元件 R_{eq} 来替代由 N 个串联电阻组成的二端网络，并且 v-i 关系保持不变。

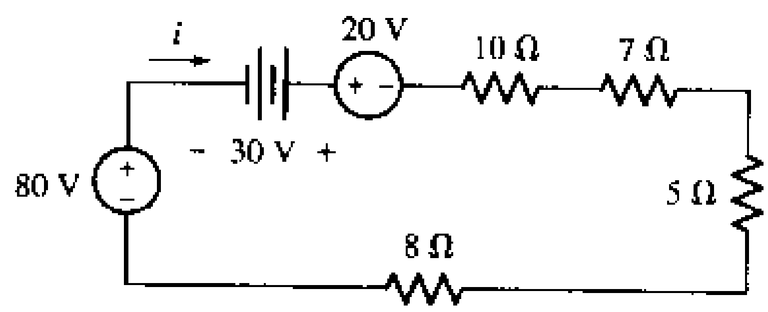
值得再次强调的是，人们有时会对合并前某个元件的电流、电压或者功率关系感兴趣。例如，受控电压源的电压可能依赖于电阻 R_3 两端的电压，一旦 R_3 和其他几个电阻一起合并成了一个等效电阻，它就不再存在，因此不能确定其两端的电压，除非把 R_3 从组合中移出来。这种情况下，最好先考察一下电路，不把 R_3 包括在组合中。

另一个提示：考察串联电路的 KVL 方程的形式可知，电路中元件的放置次序对方程没有影响。

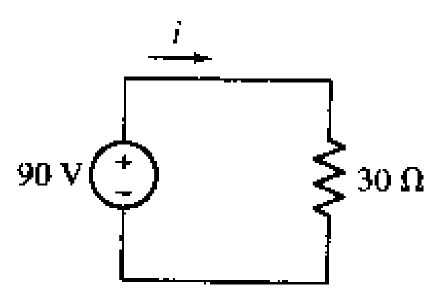
例题 3.10 如图 3.23(a)，利用电阻和电源合并的方法，计算电流 i 以及 80 V 电压源输出的功率



(a)



(b)



(c)

图 3.23 (a) 含有几个电阻和电源的串联电路；(b) 为清晰起见，重新安排了元件的位置；(c)简化后的等效电路

首先，交换一下电路中元件的位置，并注意保持电源的方向不变，如图 3.23(b)所示。下一步，把三个电压源合并成为一个 90 V 的等效电压源，把四个电阻合并成一个等效的 30 Ω电阻，如图 3.23(c)所示。这样，不用写成：

$$-80+10i-30+7i+5i+20+8i=0$$

而简单写成：

$$-90+30i=0$$

因而可以得到：

$$i=3\ \text{A}$$

为了计算所给出电路中的 80 V 的电源向电路输出的功率，需要回到图 3.23(a)，已经求出电流的大小是 3 A，于是所求的功率为 80 V × 3 A = 240 W。

有趣的是，在等效电路中不包含任何初始的元件。

练习

3.9　如图 3.24 所示电路，求 i。

答案：-333 mA

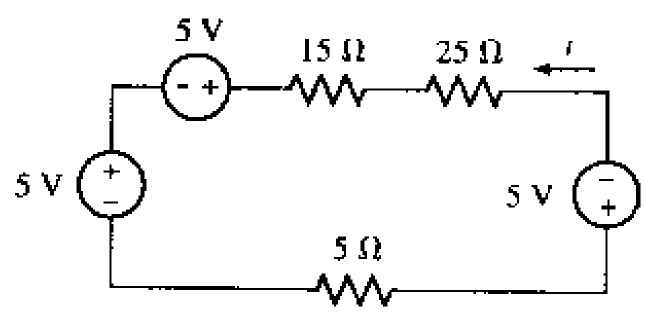


图 3.24

对于并联电路，可以采用类似的方法进行简化。对于图 3.25(a)所示电路，其中有 N 个并联的电阻，可以写出 KCL 方程为：

$$i_s=i_1+i_2+\cdots+i_N$$

或

$$i_s=\frac{v}{R_1}+\frac{v}{R_2}+\cdots+\frac{v}{R_N}=\frac{v}{R_{eq}}$$

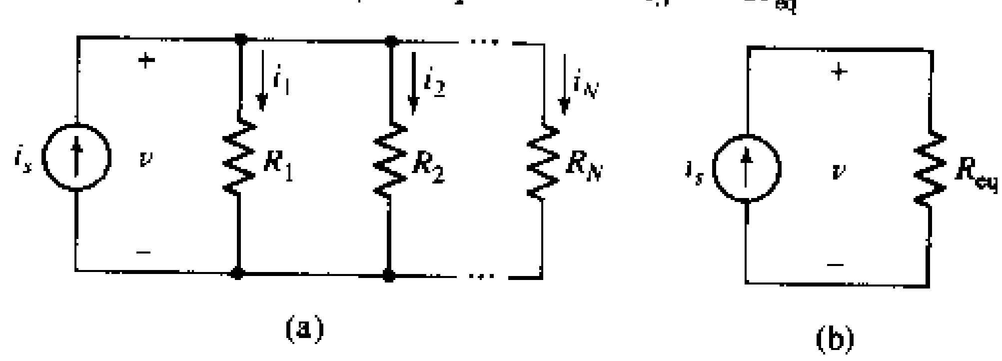


图 3.25　(a) N 个电阻并联的电路；(b) 等效电路

因此：

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\cdots+\frac{1}{R_N}$$

可以写成：

$$R_{eq}^{-1} = R_1^{-1} + R_2^{-1} + \cdots + R_N^{-1}$$

或者写成电导的形式：

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + \cdots + G_N$$

简化后的等效电路如图 3.25(b)所示。

通常用下面的简写符号来表示并联连接：

$$R_{eq} = R_1 \| R_2 \| R_3$$

通常遇到的是两个电阻并联的情况，可表示为：

$$R_{eq} = R_1 \| R_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

或者，更简洁地表示为：

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \tag{3.8}$$

应该记住最后的形式，不过要注意的是，不要错误地把它推广到两个电阻以上的情形，比如：

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

检查公式的单位，可以立即看出以上表达式不可能是正确的。

练习

3.10 如图 3.26 所示电路，通过合并三个电流源和两个 10 Ω 电阻来求 v。

答案：50 V

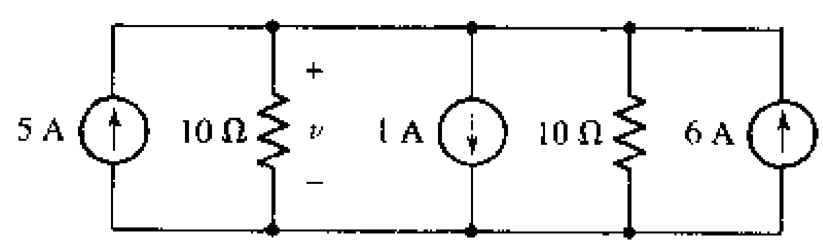


图 3.26

例题 3.11 如图 3.27(a)所示电路，求受控源的功率和电压

先不考虑受控源，把剩下的两个电源合并成一个 2 A 的电流源。可以看到，两个 6 Ω 电阻是并联的，可以简化为一个 3 Ω 的等效电阻。既然两个并联的 6 Ω 电阻又和 15 Ω 电阻串联，因此，3 Ω 的等效电阻也和 15 Ω 电阻串联。因此，可用一个 18 Ω 电阻替代 15 Ω 电阻和两个 6 Ω 电阻的组合，得到如图 3.27(b)所示电路。

这时，如果继续合并 3 Ω，9 Ω 和 18 Ω 的电阻，将会失去 i_3 的信息，而 i_3 决定了受控源的大小。因此只合并 9 Ω 和 18 Ω 的电阻以进一步简化电路，如图 3.27(c)所示。

对图 3.27(c)中上端的节点应用 KCL，可以得到：

$$-0.9 i_3 - 2 + i_3 + \frac{v}{6} = 0$$

为求出受控源两端的电压 v，必须首先求出控制电流 i_3 的值。根据欧姆定律，有：

$$v = 3 i_3$$

由此可计算出：

$$i_3 = \frac{10}{3}\ \mathrm{A}$$

因此受控源两端的电压(同时也是 3 Ω 电阻两端的电压)为:

$$v = 3i_3 = 10\ \mathrm{V}$$

因此受控源向电路中提供了 $v \times 0.9i_3 = 10 \times (0.9) \times (10/3)$ W 的功率。

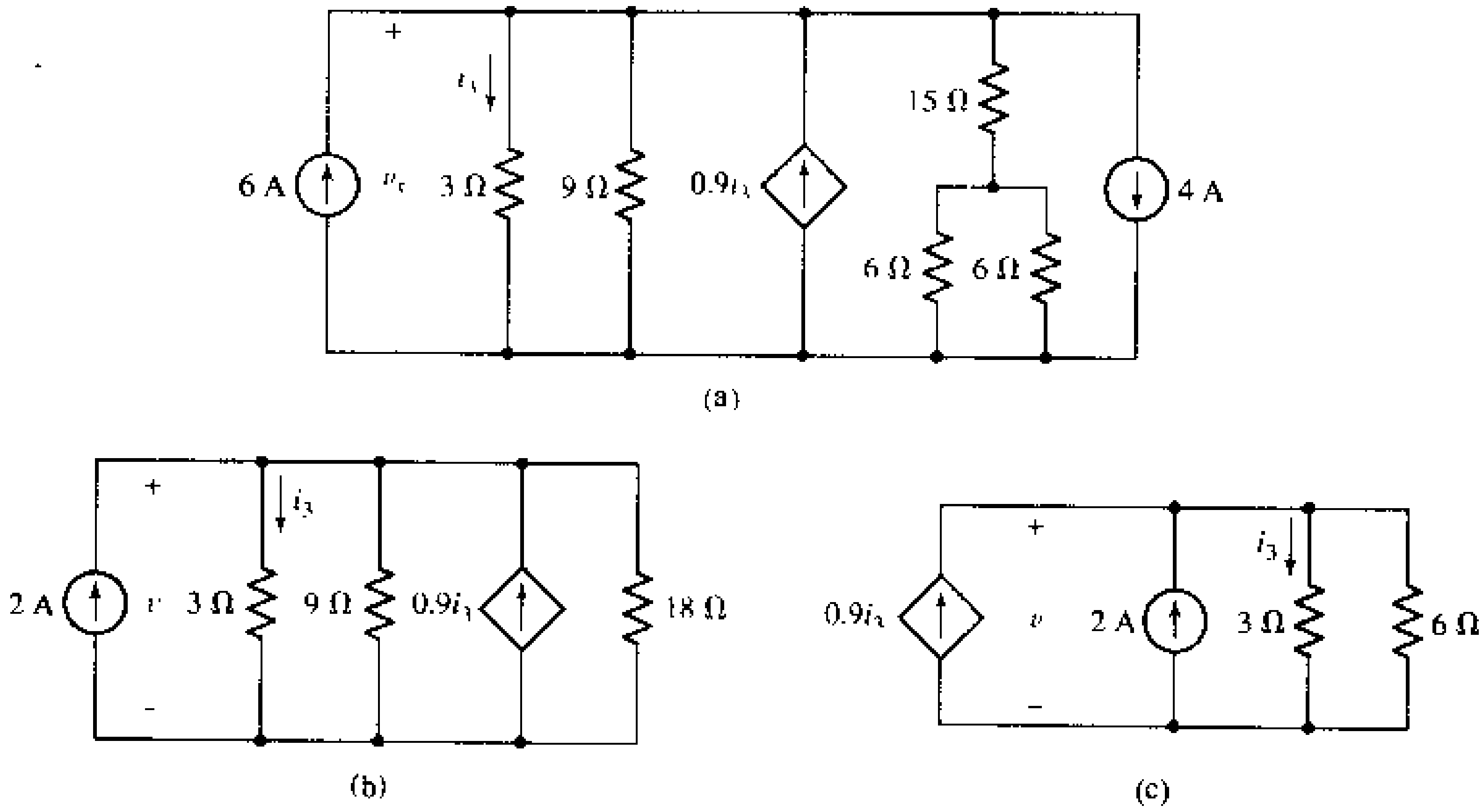


图 3.27　(a) 一个多节点电路;(b) 已将两个独立电流源合并成一个 2 A 的电流源,并将 15 Ω 电阻和两个 6 Ω 电阻的组合合并成一个 18 Ω 电阻;(c) 简化后的等效电路

现在,如果要计算 15 Ω 电阻消耗的功率,必须回到初始的电路。15 Ω 电阻和 3 Ω 的等效电阻串联,与之等效的 18 Ω 电阻两端的电压是 10 V,因此流过 15 Ω 电阻的电流为 5/9 A,消耗的功率为 $(5/9)^2 \times (15)$,即 4.63 W。

练习

3.11　如图 3.28 所示电路,求电压 v。

答案:12.73 V

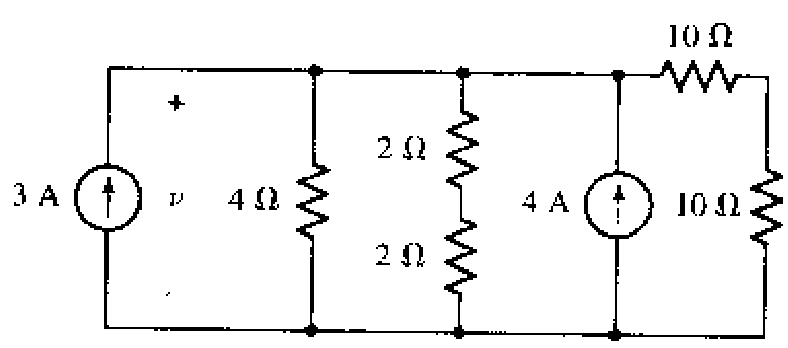
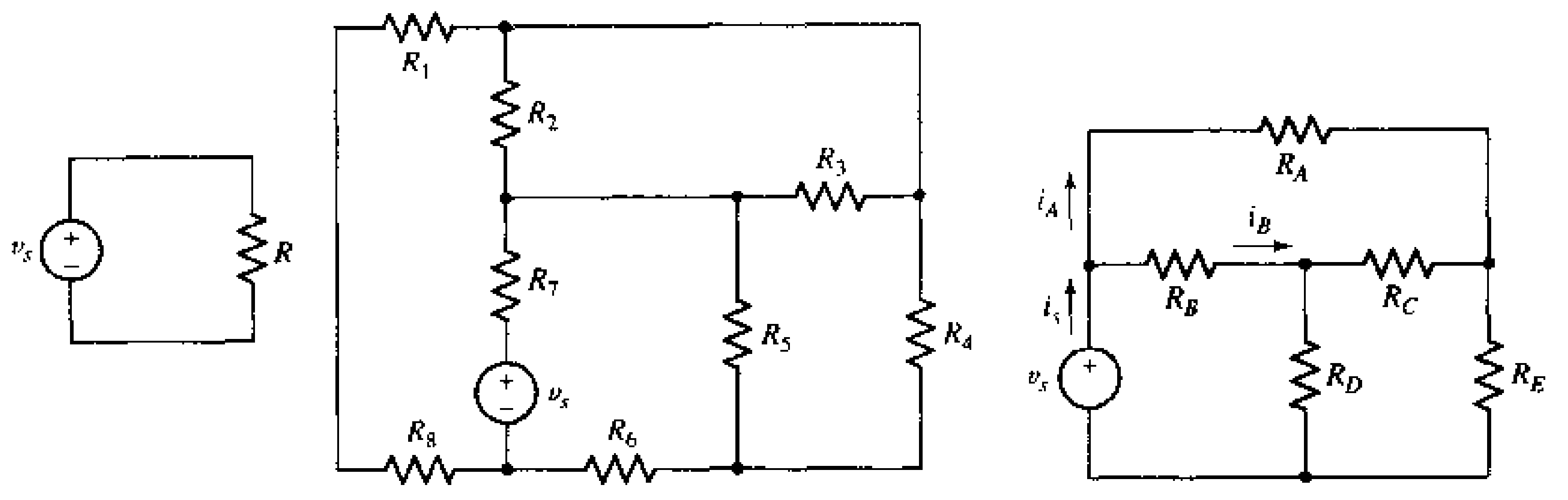


图 3.28

最后,对串并联合并做三点说明。第一点,参看图 3.29(a)所示电路,问:v_s 和 R 是串联的还是并联的? 答案为:都是。两个元件流过同一个电流,因而是串联的;同时,它们两端具有同一个电压,因而又是并联的。

第二点要说明的是,电路可能会画成难以识别串并联关系的形式,对于不熟练的学生尤其要特别注意。例如在图 3.29(b)中,并联的电阻只有 R_2 和 R_3,而串联的电阻只有 R_1 和 R_8。



(a) (b) (c)

图 3.29 （a）这两个电路元件既是并联连接，又是串联连接；(b) R_2 和 R_3 是并联连接，R_1 和 R_8 是串联连接；(c) 不存在任何的电路元件相互间是串联或者并联连接

最后要说明的是，一个电路元件并不一定非得和其他元件相串联或并联。例如，对于图 3.29(b)所示的 R_4 和 R_5，它们不和电路中的任何的其他元件相串联或并联；又如图3.29(c)中，不存在任何元件和其他的元件相串联或并联。换句话说，不能用本章所讨论的方法来进一步简化这些电路。

3.9 分压和分流

通过对电阻和电源的合并，已经找到了一个简化电路分析的方法。另一个有用的方法是采用分压和分流的思想。分压指的是以总电压来表示多个串联连接电阻中的一个电阻上的电压。在图 3.30 中，R_2 两端的电压可以通过 KVL 和欧姆定律求出：

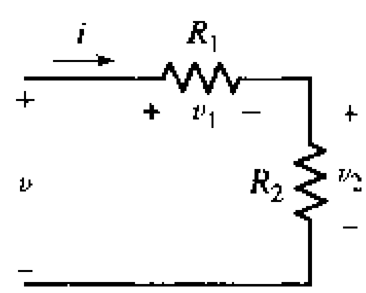


图 3.30 分压的例子

$$v = v_1 + v_2 = iR_1 + iR_2 = i(R_1 + R_2)$$

所以：

$$i = \frac{v}{R_1 + R_2}$$

从而：

$$v_2 = iR_2 = \left(\frac{v}{R_1 + R_2}\right) R_2$$

或者：

$$v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v$$

与此类似，R_1 两端的电压为：

$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v$$

如果将图 3.30 所示网络中的 R_2 替换成 $R_2, R_3, \cdots, R_N$ 的串联组合，那么就可以得到 N 个串联电阻的分压关系：

$$v_k = \frac{R_k}{R_1 + R_2 + \cdots + R_N} v \tag{3.9}$$

于是可以计算出串联电阻中任何一个电阻 R_k 两端的电压 v_k。

例题 3.12　如图 3.31(a)所示电路，求 v_x

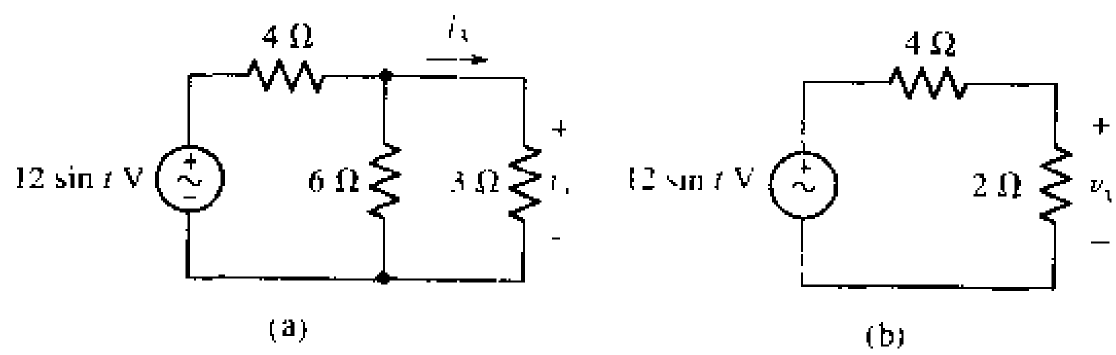


图 3.31　电阻组合和分压的数值例子：(a) 初始电路；(b) 简化后的电路

首先合并 6 Ω 和 3 Ω 电阻，将其替换为(6)×(3)/(6+3)=2 Ω 的电阻。由于 v_x 并接在并联组合的两端，所以简化后不会失去 v_x。但是，如果为了进一步简化电路，再把 4 Ω 电阻和刚才求得的 2 Ω 电阻进行合并将会丢失 v_x。

这时，把分压关系应用到图 3.31(b)中的电路得到：

$$v_x = (12 \sin t)\frac{2}{4+2} = 4 \sin t \text{ V}$$

练习

3.12　如图 3.32 所示电路，利用分压关系求 v_x。

答案：2 V

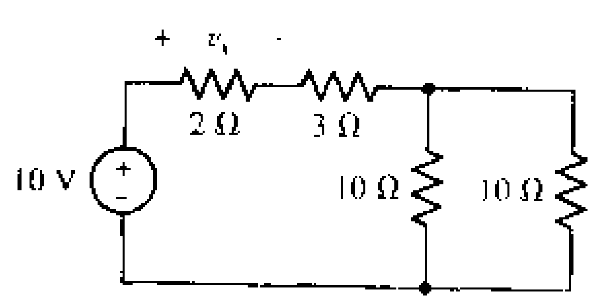


图 3.32

分压的对偶[①] 是分流。现在让一个总电流流过几个并联连接的电阻，如图 3.33 所示。

① 在工程中经常可以碰到对偶这个概念，将在第 7 章比较电感和电容的时候做一个简要的讨论。

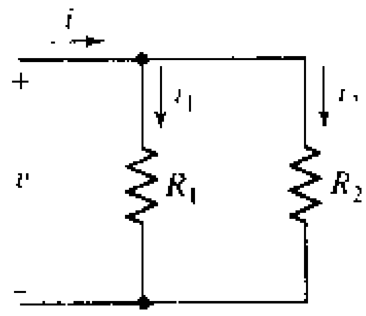


图 3.33　分流的例子

流过 R_2 的电流是：

$$i_2 = \frac{v}{R_2} = \frac{i(R_1 \parallel R_2)}{R_2} = \frac{i}{R_2}\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

或者：

$$i_2 = i\frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

类似地：

$$i_1 = i\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

遗憾的是，最后这两个公式都有一个因子和分压中相应的因子稍有不同，因此需要小心对待以免犯错误。很多同学把分压表达式视为“显然”的，而把分流关系视为“异常”的。根据分流关系可知，并联连接中电阻越大其上流过的电流越小。

对于 N 个电阻的并联连接，流过电阻 R_k 上的电流是：

$$i_k = i\frac{\dfrac{1}{R_k}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \cdots + \dfrac{1}{R_N}} \tag{3.10}$$

或者写成电导的形式：

$$i_k = i\frac{G_k}{G_1 + G_2 + \cdots + G_N}$$

这和分压的公式(3.9)非常相似。

例题 3.13　如图 3.34 所示电路，写出 3 Ω 电阻上的电流表达式

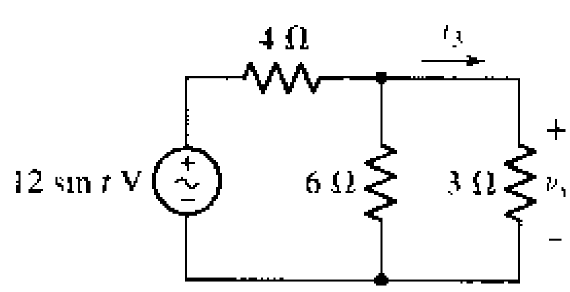


图 3.34　一个分流的例子。电压源符号中的波浪线表示一个随时间变化的正弦量

流入 3 Ω 和 6 Ω 电阻的并联组合的总电流是：

$$i(t) = \frac{12\sin t}{4 + 3 \parallel 6} = \frac{12\sin t}{4 + 2} = 2\sin t\ \text{A}$$

于是根据分流关系，得到所求电流为：

$$i_3(t)=(2\sin t)\times\left(\frac{6}{6+3}\right)=\frac{4}{3}\sin t\ \mathrm{A}$$

遗憾的是，在一些不适用的场合，分流常常被误用。比如，对于如图 3.29(c)所示的电路，已经知道该电路不存在任何串联或并联元件。既然没有并联的元件，那么就不可以应用分流关系。虽然如此，有很多学生会简单地看到电阻 R_A 和 R_B 后，就试图利用分流关系，从而写出了不正确的方程，比如：

$$i_A=i_s\frac{R_B}{R_1+R_B}$$

需要记住的是，并联的各电阻必须位于同一对节点之间的不同支路上。

练习

3.13 如图 3.35 所示电路，利用电阻合并方法和分流关系求 i_1、i_2 和 v_3。

答案：100 mA；50 mA；0.8 V

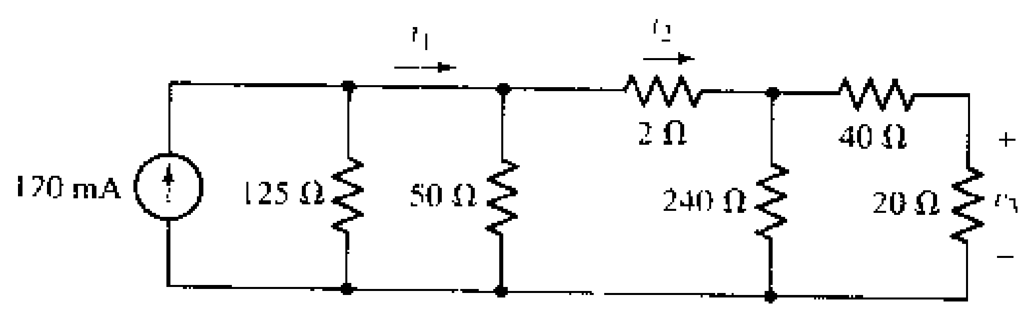


图 3.35

实际应用

非地理学的“地”

到目前为止，电路原理图都是以类似于图 3.36 所示电路的方式画出的，其中的电压均定义在明确标出的两端之间。特别需要强调的是，电压不能定义在单个点上——它定义为两点之间的电位差。但是，许多电路原理图都使用了将大地电压定义为零的约定，其他电压都是相对于该电压而言的。这个概念通常称为“接地”(earth ground)，它与防止火灾、致命的电击或者其他的伤害而制定的安全规定有关。接地符号如图 3.37(a)所示。

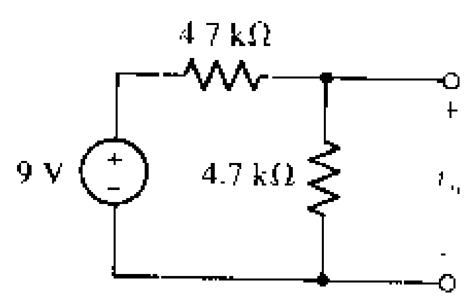


图 3.36 一个简单电路，两端的电压定义为 v_a

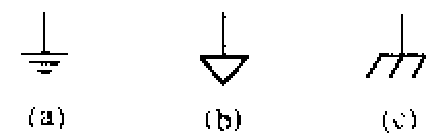


图 3.37 三个用于表示地或公共端的符号:(a)大地的地;(b)信号地;(c)外壳地

既然将"地"定义为零电压,那么在原理图中把它当做公共端通常比较方便。以这种方式重画图 3.36,得到的电路如图 3.38 所示,其中的接地符号代表公共节点。需要指出的是,对于 v_o 的数值而言,这两个电路是等效的(这里均为 4.5 V),但它们却不完全一样。图 3.36 所示的电路称为"浮动的",因为它可以根据实际应用需要安装到地球同步卫星(或者比如是飞往冥王星的卫星)的一块电路板上,而图 3.38 所示的电路总是需要以某种方式通过导线在物理上与大地相连接。因为这个原因,有时候也用另外两个符号来表示公共端。图 3.37(b)所示的符号通常称为信号地,任何与信号地相连的端子可能(而且通常)与大地间存在一个大的电压。

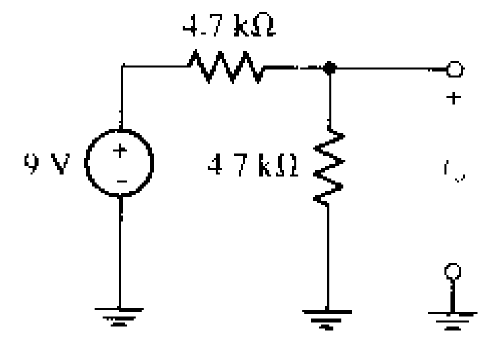


图 3.38 用接地符号重画图 3.36 后的电路。最右边的接地符号是多余的,只需要标出 v_o 的正端即可,负端隐含为地或者具有零电压

如果电路的公共端没有通过某些低阻抗的路径与大地相接,就可能导致潜在的危险。来看图 3.39(a),一个人正准备去触摸一个由交流电源供电的设备,电源插座只使用了两端,地线端是悬空的。该设备的所有电路的公共端都接在一起,并在电气上与设备的外壳相连。通常用图 3.37(c)中的外壳地(chassis ground)符号来表示这种公共端。但是,到大地的电气连接往往具有非零的阻抗。无论如何,没有理由去期望外壳地等同于大地"地"。这种情形如图 3.39(b)所示(图中将人用其等效电阻表示)。如果那个人的等效电阻要远小于与大地相连的其他所有路径的电阻,那么……只能说,不是所有的故事都有一个好的结局。

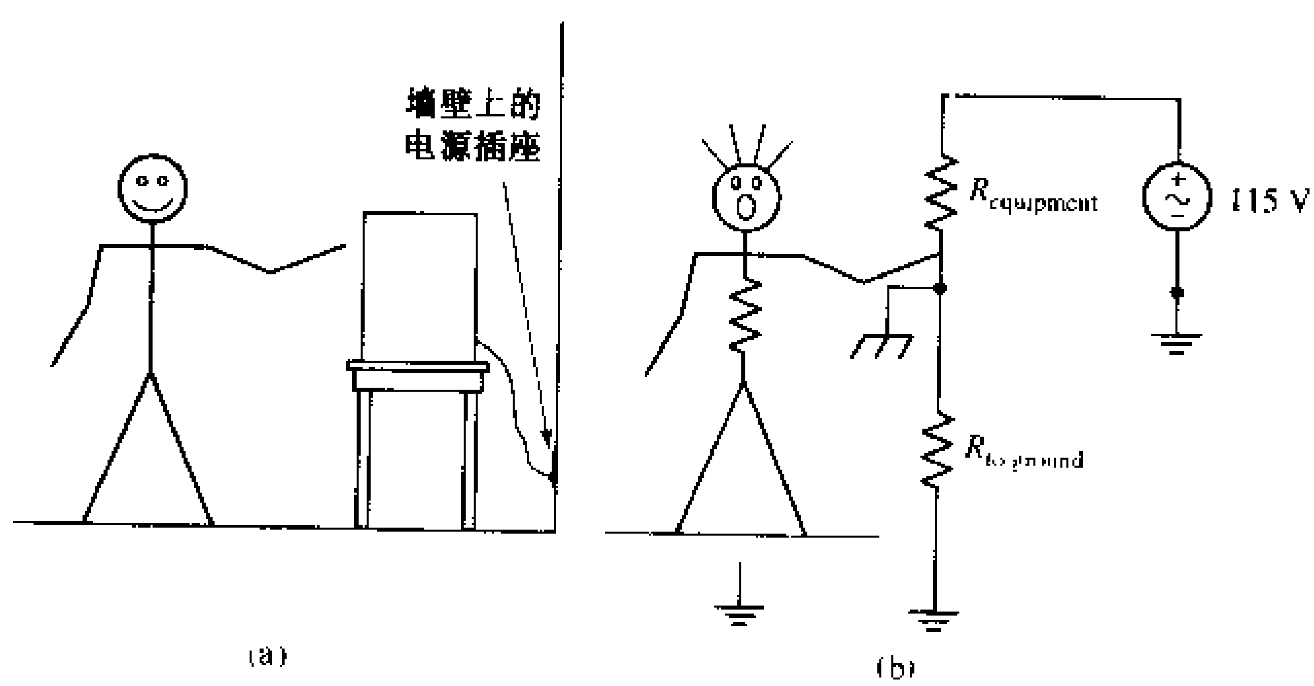


图 3.39 (a)一个人准备去触摸未正确接地的设备;(b)等效电路图,这里将人用其等效电阻表示,设备也用其等效电阻表示,除了人以外的接地路径也用其等效电阻表示

并不是所有的"地"均为"大地"这样一个事实会引起很多的安全和电噪声问题。例如，在老建筑物中有时会遇到这样的情况，其中的管道最初是由导电的铜管组成，在这些建筑物中，这样的水管通常构成一条到大地的低阻抗路径，因此用在许多电气连接中。但是，随着这些具有腐蚀性的管道被更现代和更低成本的非导电 PVC 管道系统所取代，这些到大地的低阻抗路径将不复存在。这样将产生一个相应的问题，即在某个特定的地区，地的成分差异很大，这样，两幢独立建筑物的"地"事实上可能并不相等，于是它们之间可能存在电流流动。

本书只使用一个接地符号，但需要指出的是，实际中的地并不都是相同的。

3.10　小结与复习

- 基尔霍夫电流定律(KCL)表述为：流入任何节点电流的代数和为零。
- 基尔霍夫电压定律(KVL)表述为：沿电路的任何闭合路径的电压代数和为零。
- 电路中的所有元件都流过同一个电流，称为串联连接
- 电路中的所有元件具有共同的端电压，称为并联连接。
- N 个电阻的串联连接可以用单个电阻表示，其阻值为 $R_{eq}=R_1+R_2+\cdots+R_N$。
- 串联连接的电压源可以用单个电压源来表示，但是要注意各独立源的极性。
- N 个电阻的并联连接可以用单个电阻表示，其阻值为：

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\cdots+\frac{1}{R_N}$$

- 并联连接的电流源可以用单个电流源来替换，但是要注意各电流源的箭头方向。
- 利用分压关系，可以计算出串联连接电阻中的一个或者一组电阻从总电压中分配的电压。
- 利用分流关系，可以计算当一个总电流流过并联连接的一排电阻后，其中的任何一个电阻从总电流中分配的电流。

习题

1. 重画图 3.40 所示的电路，合并节点使得节点数尽可能少。

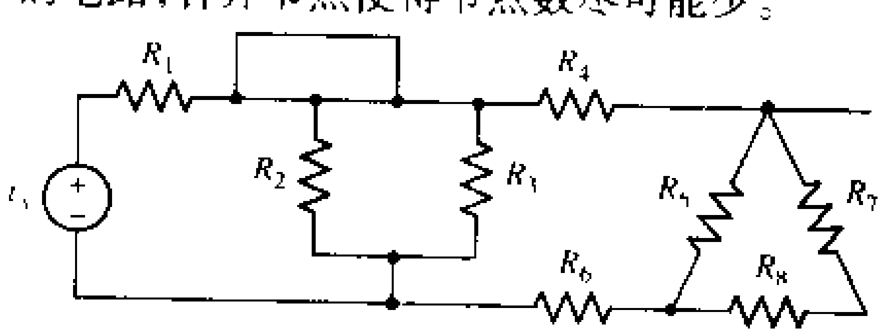


图 3.40

2. 如图 3.40 所示电路，计算(a)节点数；(b)支路数。
3. 在图 3.41 中：(a)有几个节点？(b)有几条支路？(c)从 A 到 B，经过 E，D，C，再到 B，形成一条路径或回路吗？
4. 在图 3.42 中：(a)有几个节点？(b)有几条支路？(c)如果从 B 到 F，经过 E，再到 C，形

成一条路径或回路吗?

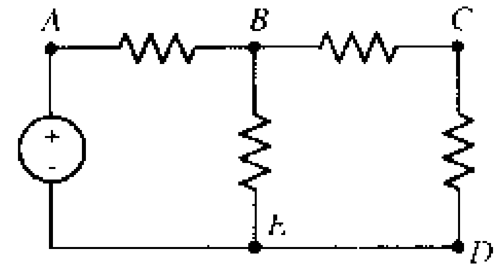


图 3.41

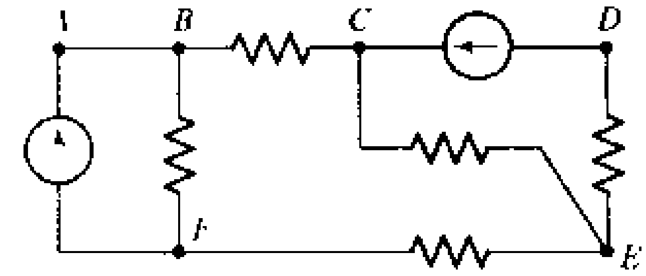
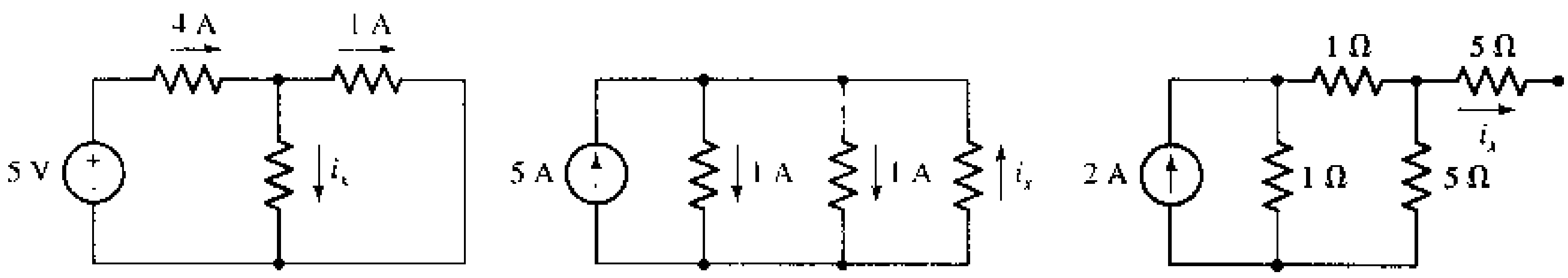


图 3.42

5.求图 3.43 中各电路的 i_x



(a) (b) (c)

图 3.43

6.参看图 3.44 所示电路:(a)如果 $i_x=2$ A, $i_z=0$ A,求 i_y;(b)如果 $i_x=2$ A, $i_z=2i_y$,求 i_y;(c) 如果 $i_x=i_y=i_z$,求 i_z。

7.如图 3.45 所示电路,求 i_x 和 i_y。

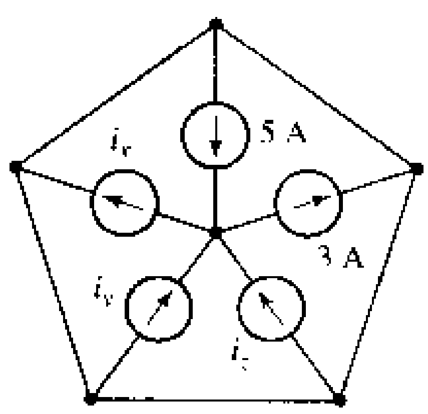


图 3.44

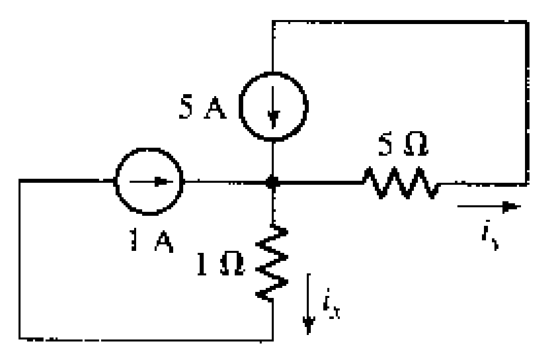


图 3.45

8.如图 3.46 所示电路:

(a) 如果 $i_z=-3$ A,求 v_x。

(b) 如果 $i_z=0.5$ A,需要用多大电压的电压源来替换 5 V 电压源,可以使得 $v_y=-6$ V?

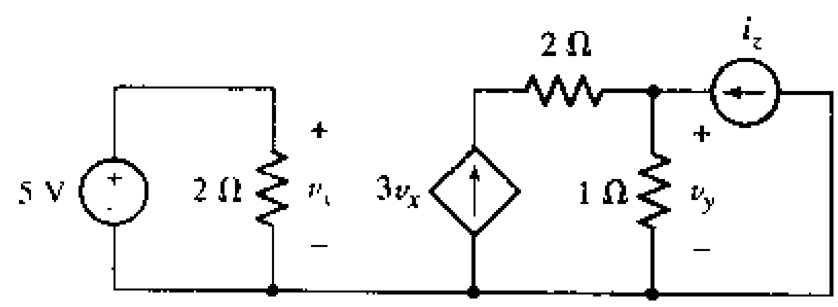


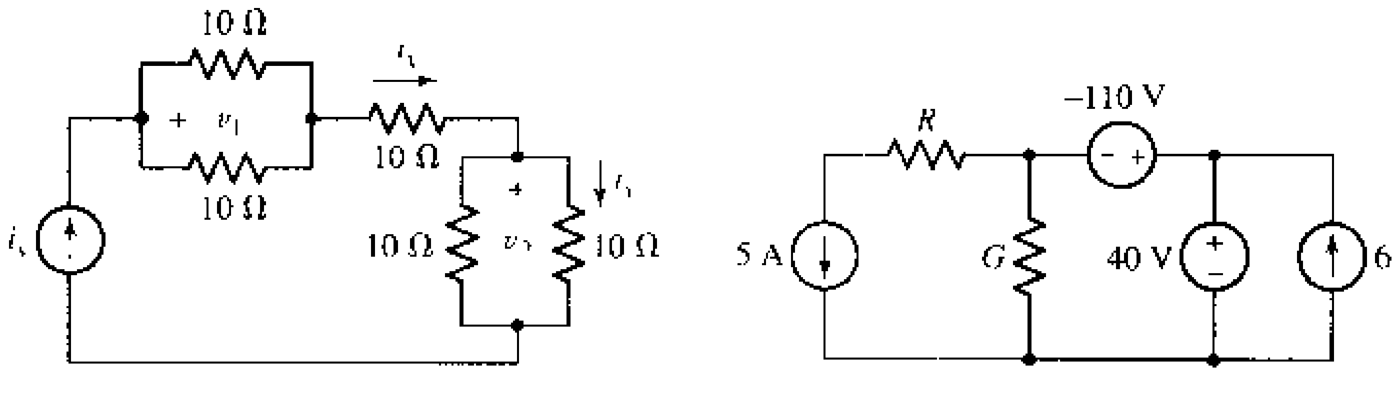
图 3.46

9.参看图 3.47(a)中的电路:

(a)如果 $i_x=5$ A,求 v_1 和 i_y;(b)如果 $v_1=3$ V,求 i_x 和 i_y;(c)怎样的 i_x 使得 $v_1\neq v_2$?

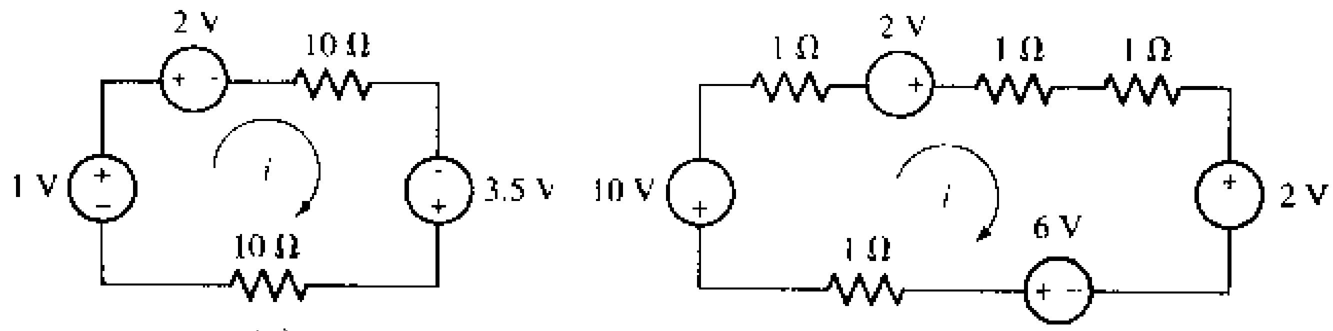
10.如图 3.47(b)所示电路,如果 5 V 电源提供的功率为 100 W,40 V 电源提供的功率为 500 W,求 R 和 G。

11.求图 3.48(a)和图 3.48(b)所示电路的电流 i。



(a)　　　　(b)

图 3.47



(a)　　　　(b)

图 3.48

12. 应用欧姆定律和基尔霍夫定律，求图 3.49 所示电路的(a) v_x；(b) i_m；(c) I_s；(d)受控源提供功率。
13. (a)应用基尔霍夫和欧姆定律，求图 3.50 所示电路中的所有电流和电压并写出每一步的过程；(b) 求 5 个元件每个吸收的功率，并证明它们的和为零。

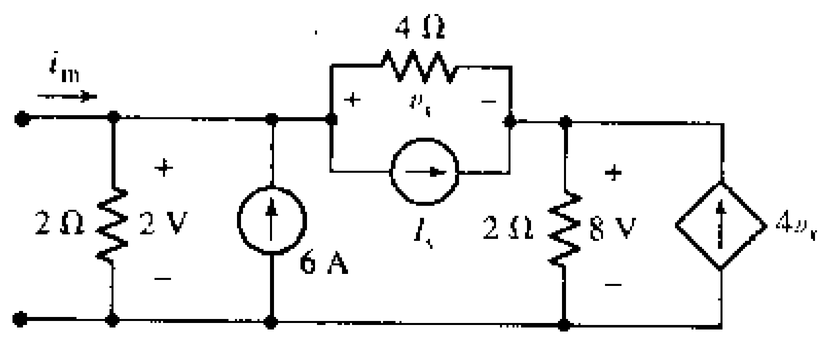


图 3.49

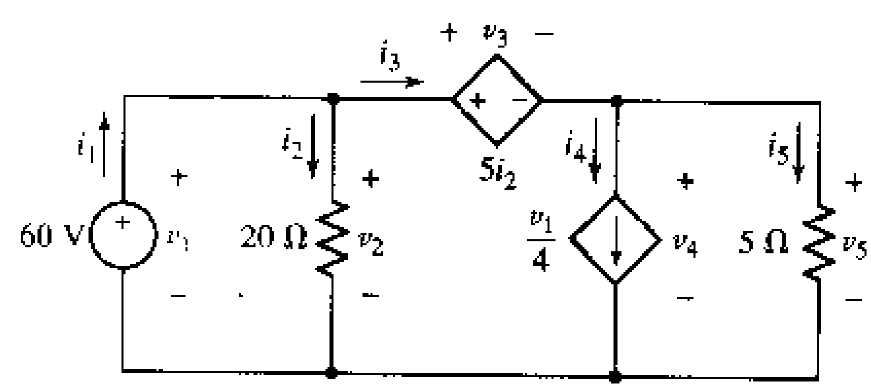


图 3.50

14. 参看图 3.51 所示的电路，分别求出 7 个元件所吸收的功率。
15. 某电路含有 6 个元件和 4 个节点，依次标记为 1、2、3 和 4。每个电路元件连接到不同的节点对上。已知电压 v_{12} 为 12 V(参考极性"+"为第一个脚标所对应的节点)，且 $v_{34} = -8$ V。当 v_{14} 为(a)0；(b)6 V；(c) −6 V 时，求 v_{13}，v_{23} 和 v_{24}。
16. 参看图 3.52 中的晶体三极管电路。记住，尽管还不知道该器件的电压 – 电流关系，但它同样遵守 KCL 和 KVL。(a) 如果 $I_D = 1.5$ mA，求 V_{DS}；(b) 如果 $I_D = 2$ mA，$V_G = 3$ V，求 V_{GS}。
17. 如图 3.53，求当 X 为下列元件时，它所吸收的功率：(a) 100 Ω 电阻；(b) 40 V 独立电压源，参考极性"+"在上端；(c) 受控电压源 $25i_x$，参考方向"+"在上端；(d) 受控电压源 $0.8v_1$，参考极性"+"在上端；(e) 2 A 独立电流源，箭头方向向上。
18. 如图 3.54 所示的电路，求 i_1，如果受控电压源为：(a)$2v_2$；(b)$1.5v_3$；(c) $-15i_1$。

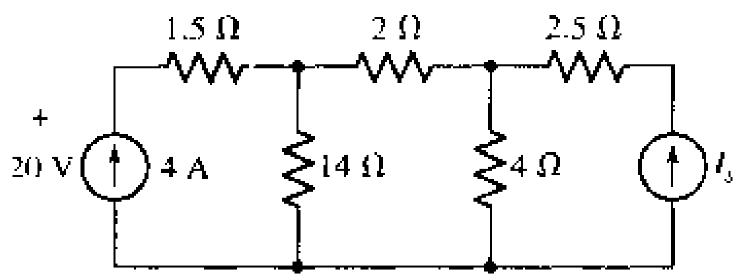


图 3.51

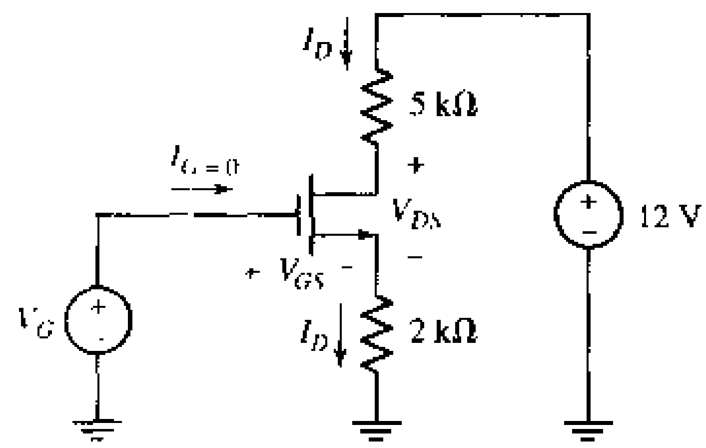


图 3.52

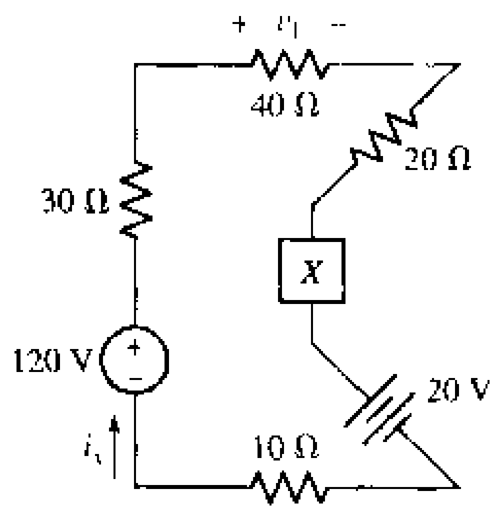


图 3.53

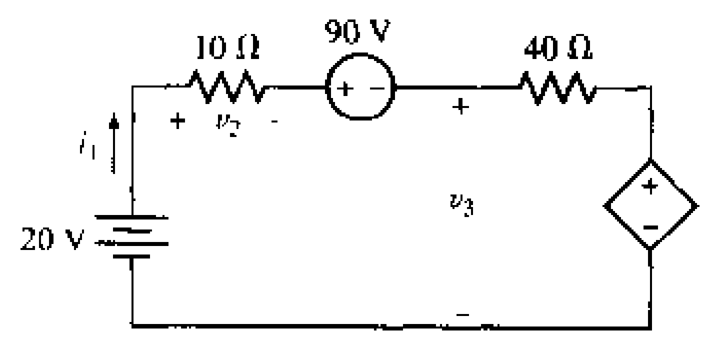


图 3.54

19.参看图 3.54 所示的电路,受控源为 $1.8v_3$。求下列情况下 v_3 的值:(a) 90 V 电源输出功率为 180 W;(b) 90 V 电源吸收功率为 180 W;(c) 受控源输出功率为 100 W;(d) 受控源吸收功率为 100 W。

20.电池充电器的模型如图 3.55 所示,求可变电阻 R 的值,使得:(a)充电电流为 4 A;(b)向该电池(0.035 Ω 和 10.5 V)输送的功率为 25 W;(c)电池(0.035 Ω 和 10.5 V)两端的电压为 11 V。

21.修改图 3.55 所示电路,把一个受控电压源并接到电池的两端。参考极性"+"位于底端,控制量为 $0.05i$,这里 i 为顺时针方向的回路电流。如果 $R = 0.5\ \Omega$,求包括受控源在内的电池的电流和端电压。

22. 分别出求图 3.56 所示电路中的 6 个元件所吸收的功率。

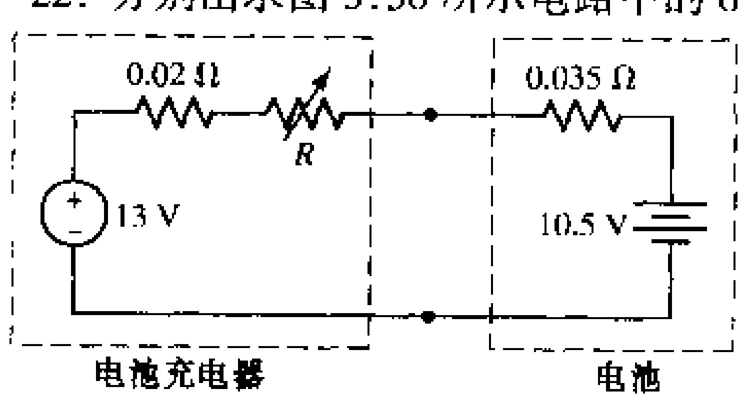


图 3.55

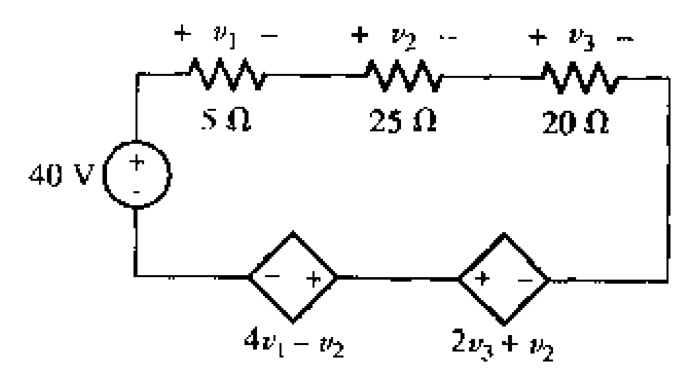


图 3.56

23.如图 3.57 所示电路:(a) 求电阻 R 的值使得 25 kΩ 电阻吸收的功率为 2 mA;(b) 求电阻 R 的值使得 12 V 电源向电路输出的功率为 3.6 mA;(c) 用一个电压源替换电阻 R,使得剩下的两个电阻均不吸收功率,画出替换后的电路,并标出新电源的极性。

24. 参看表 2.3，如果图 3.58 所示电路中下端的导线为 22 AWG 的实心铜导线，长 3 000 英尺，计算电流 i。

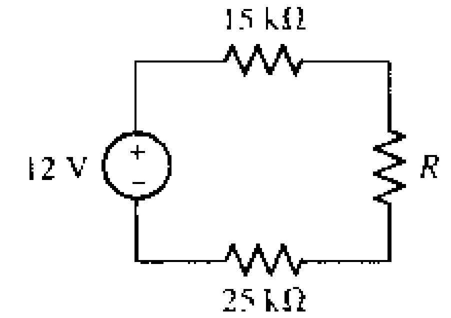


图 3.57

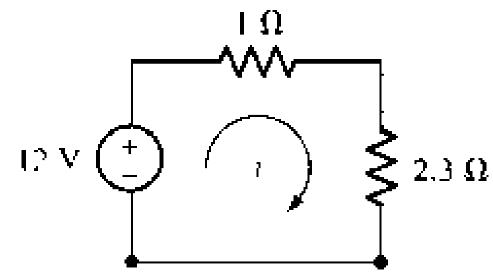


图 3.58

25. 图 3.59 中，如果 $g_m = 25 \times 10^{-3}$S，$v_s = 10\cos 5t$ mV，求 $v_o(t)$。

26. 不管欧姆定律是否适用，基尔霍夫定律总是适用的。例如，二极管的 I-V 特性为：

$$I_D = I_S(e^{V_D/V_T} - 1)$$

其中，室温下 $V_T = 27$ mV，I_S 可以在 10^{-12}A 到 10^{-3}A 范围内变化。对于图 3.60 所示电路，如果 $I_S = 3\ \mu$A，应用 KVL/KCL 求解 V_D（注：求解该问题将得到一个超越方程，需要用迭代的方法得到数值解，大多数科学计算器都提供这样的功能）。

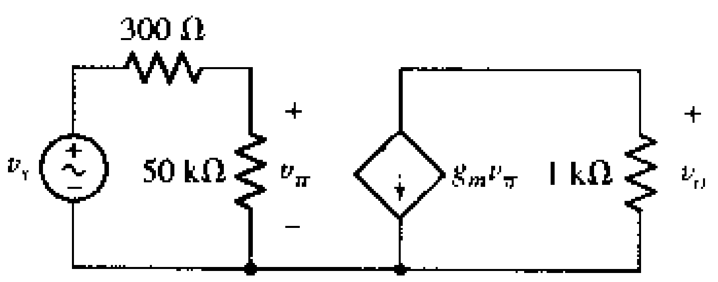


图 3.59

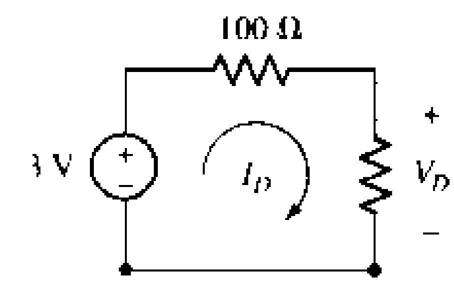


图 3.60

27. 求图 3.61 中的每个元件吸收的功率，如果受控源为(a) $0.8i_x$；(b) $0.8i_y$。

28. 如图 3.62 所示电路，求 i_1。

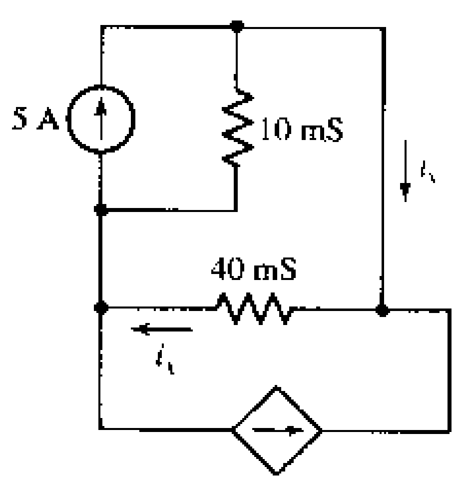


图 3.61

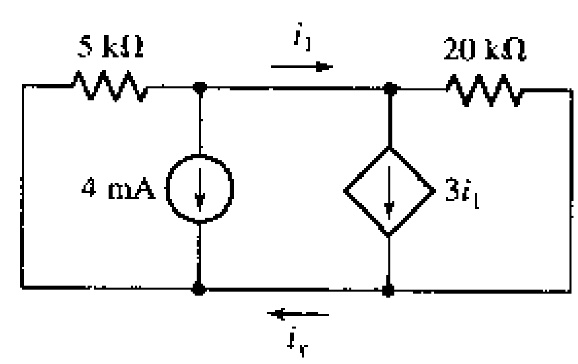


图 3.62

29. 如图 3.63 所示单节点对电路，求各个元件所吸收的功率。

30. 如图 3.64 所示电路，求元件 X 吸收的功率，如果它是一个(a) 4 kΩ 电阻；(b) 20 mA 独立电流源，参考箭头方向向下；(c) 受控源 $2i_x$，参考箭头方向向下；(d) 60 V 独立电压源，参考极性“+”在上端。

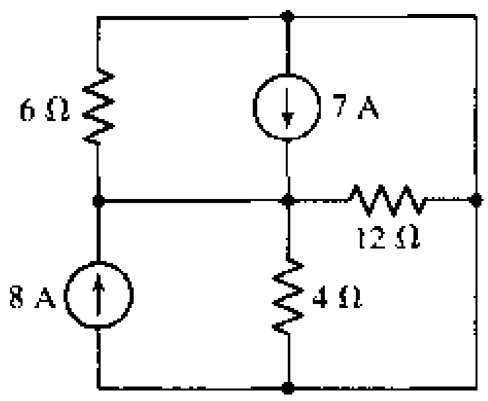


图 3.63

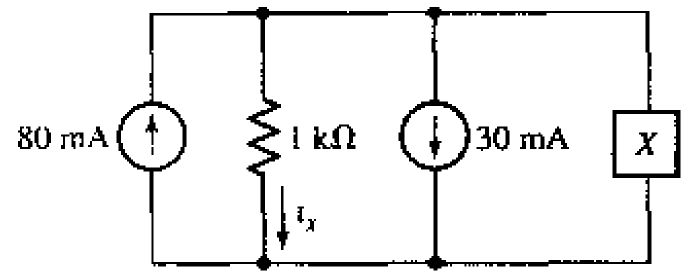


图 3.64

31.如图 3.65 所示电路,设元件 X 为一个独立电流源 i_s,箭头方向向上。(a) 如果四个电路元件均不吸收任何功率,则 i_s 的值为多少?(b)设元件 X 为一个独立电压源 v_s,参考极性"+"在上端。如果该电压源不吸收任何功率,则 v_s 的值为多少?

32.对图 3.66 电路中的右上节点应用单节点对的分析方法,(a)求 i_x;(b)然后处理右下的节点,求 v_8;(c)5 A 电源提供了多大的功率?

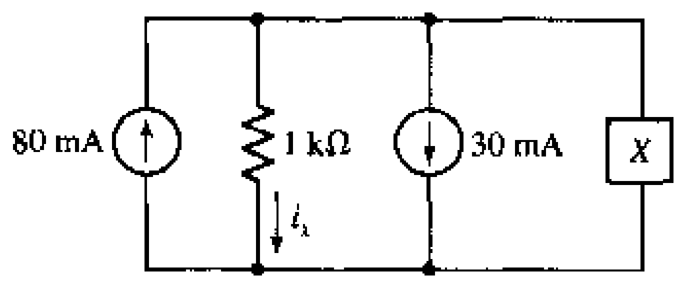


图 3.65

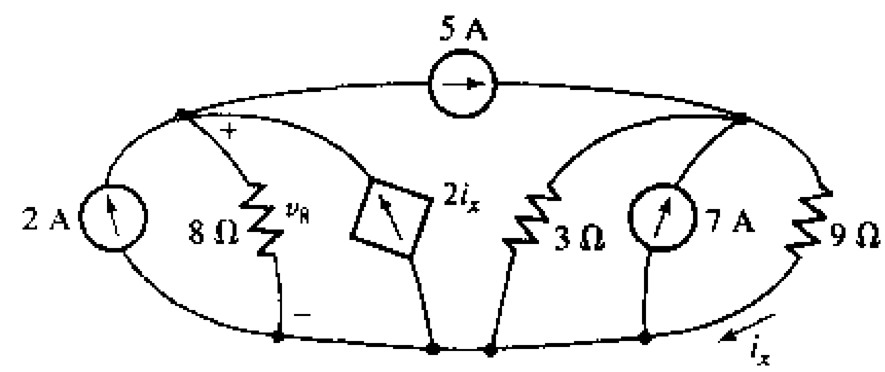


图 3.66

33.在图 3.67 中,求 5 Ω 电阻吸收的功率。

34.在图 3.68 中,计算各元件提供的功率。

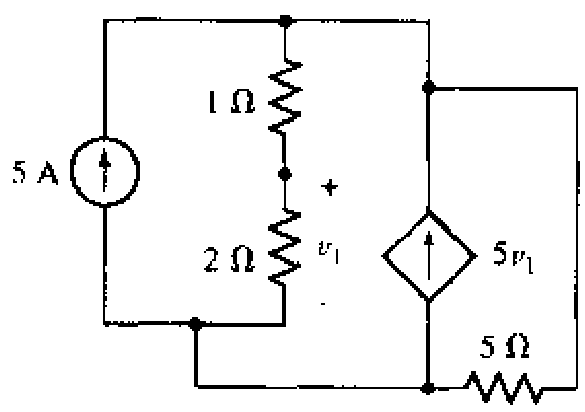


图 3.67

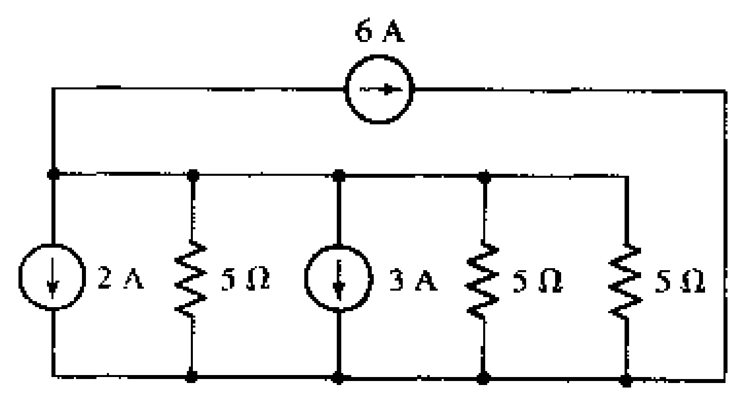


图 3.68

35.参看表 2.3,为了使图 3.69 所示的 ab 部分的电流为 $i_1 = 5$ A,需要多少英里长的 28 AWG 导线?

36.如图 3.70 所示电路,如果 $v = 6$ V,求 i_s。

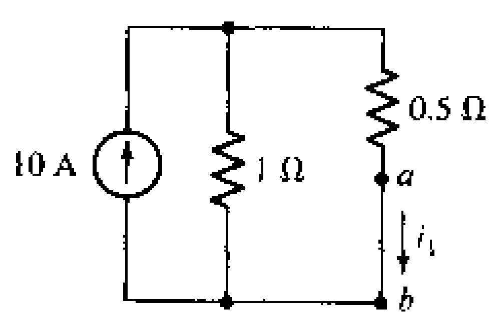


图 3.69

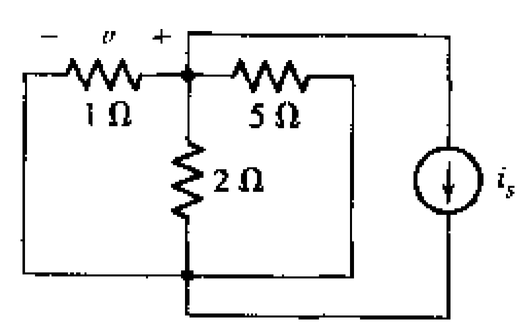


图 3.70

37. 应用电源的串联合并方法，计算图 3.71 所示两个电路中的 i。

38. 通过首先合并电源，计算图 3.71 所示两个电路中的 v。

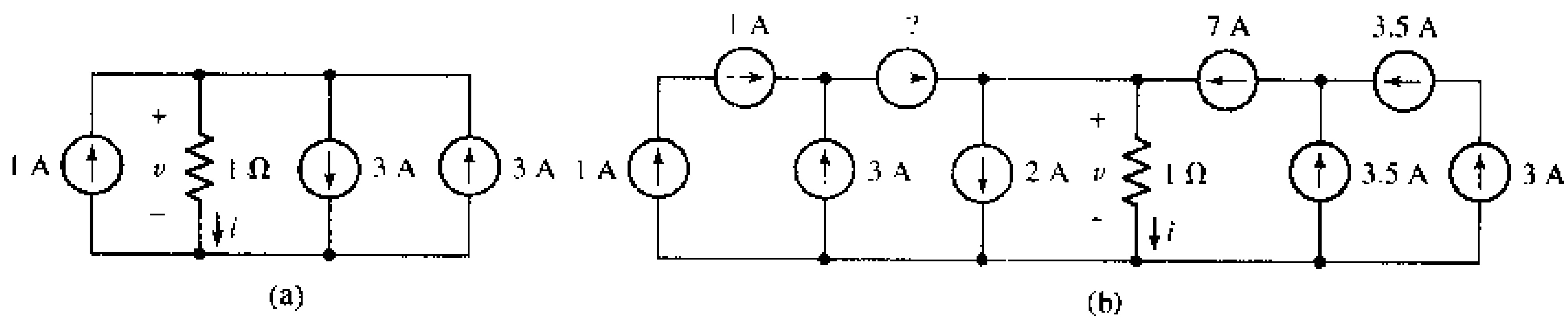


图 3.71

39. 如图 3.72 所示两个电路，计算电流 i。

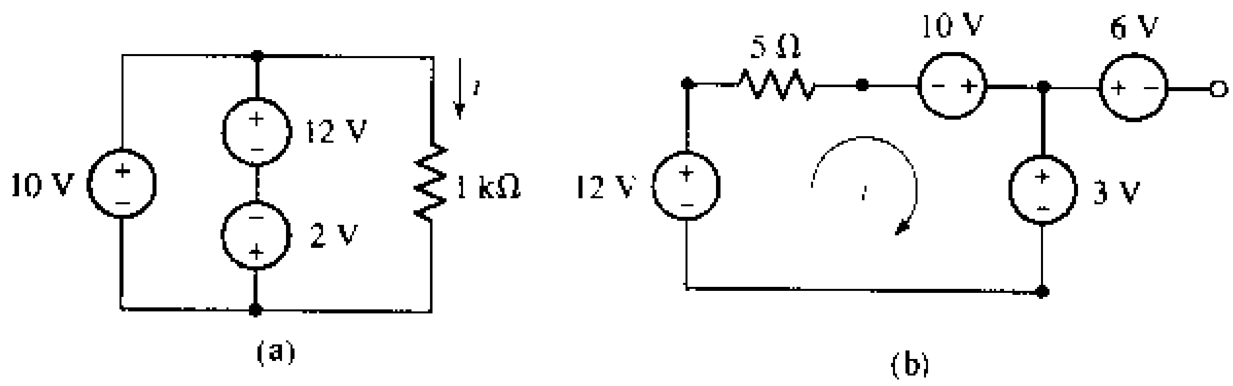


图 3.72

40. 如图 3.73 所示电路，分别求出两个 16 Ω 电阻所吸收的功率。

41. 如图 3.74 所示电路，计算 i，如果：(a) $v_1 = v_2 = 10$ V 和 $v_3 = v_4 = 6$ V；(b) $v_1 = v_3 = 3$ V 和 $v_2 = v_4 = 2.5$ V；(c) $v_1 = -3$ V，$v_2 = 1.5$ V，$v_3 = -0.5$ V 和 $v_4 = 0$ V。

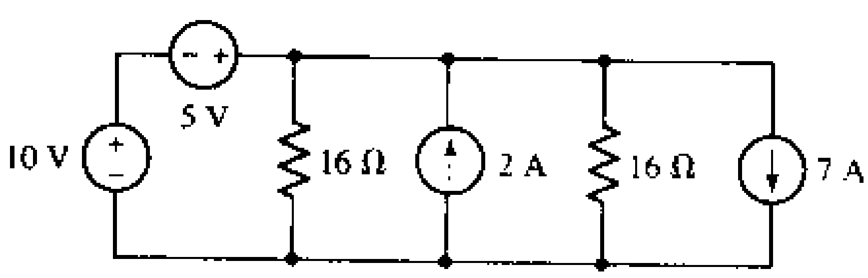


图 3.73

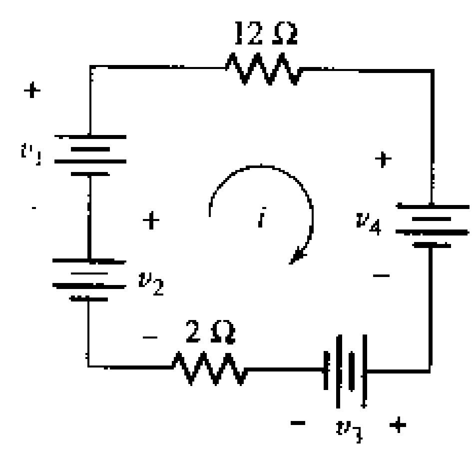


图 3.74

42. 如图 3.75 所示电路，选择 v_1 使得电流 i_x 为 2 A。

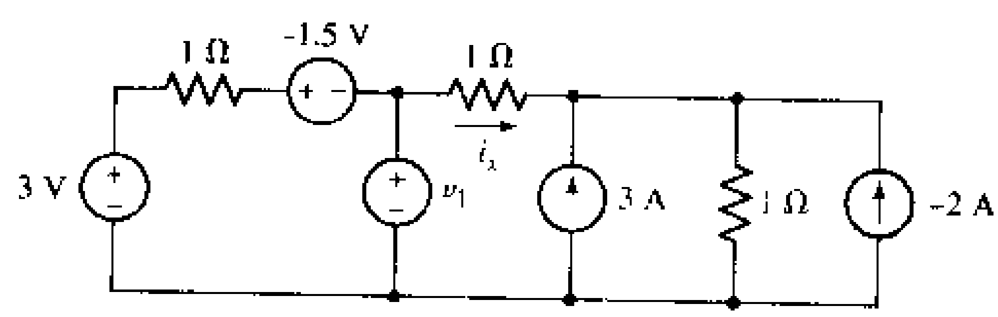


图 3.75

43. 如图 3.76 所示电路，求电压 v。

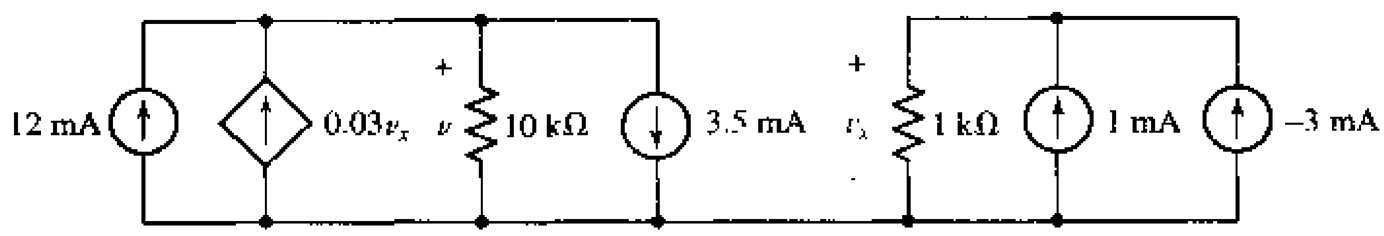


图 3.76

44. 图 3.77 所示电路中包含有几个串联或并联的电压源或电流源。(a) 求各个电源所吸收的功率;(b) 把 4 V 电源的值改为多少,将使得 −5 A 电源提供的功率减小到零?

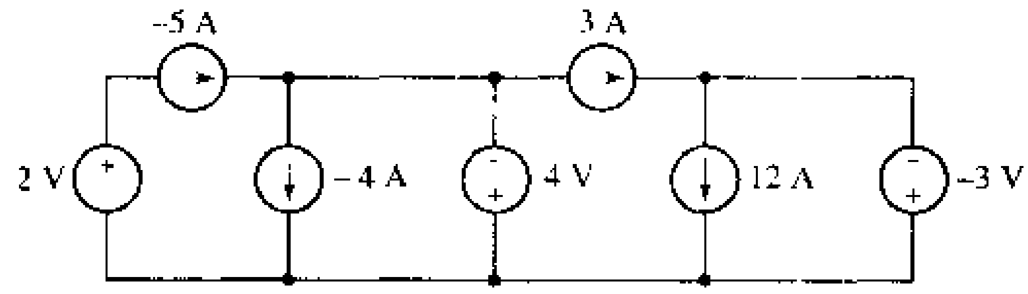


图 3.77

45. 如图 3.78 所示电路,如果各个电阻均为 1 kΩ,计算它的等效电阻。

46. 对于图 3.79 中的电路:(a) 计算其等效电阻;(b) 如果将电路扩展到 N 条支路,每条支路比它左边的支路多一个电阻,给出等效电阻的表达式。

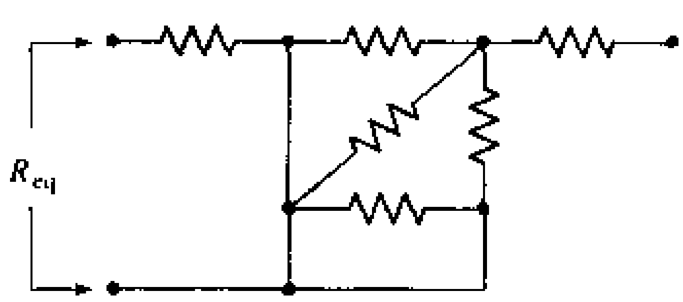


图 3.78

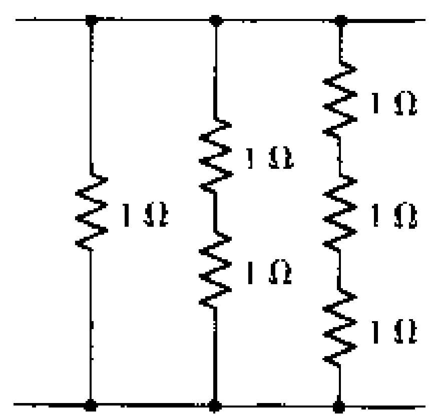
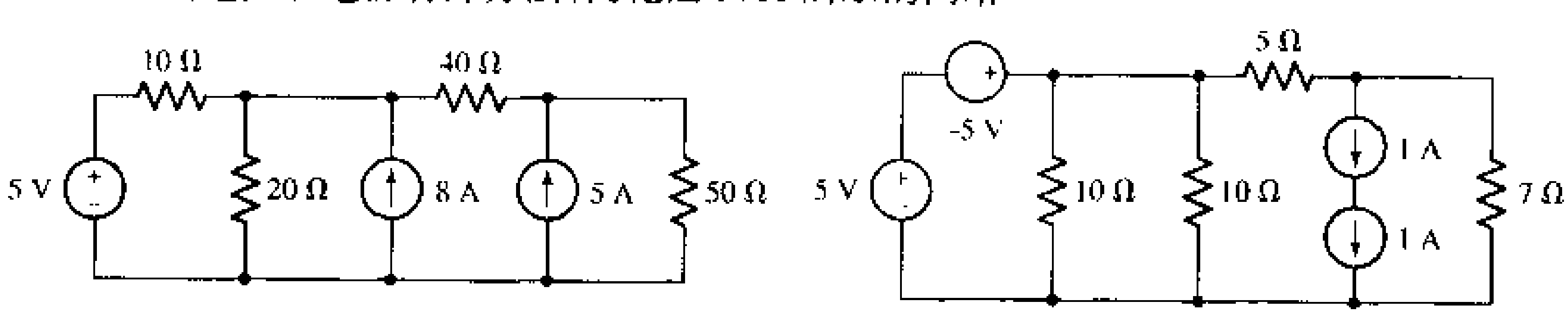


图 3.79

47. 已有三个 10 kΩ 电阻,三个 47 kΩ 电阻和三个 1 kΩ 电阻,求出一种组合(无需用尽所有电阻)得到:(a) 5 kΩ;(b) 57 333 Ω;(a) 29.5 kΩ

48. 应用电阻和电源合并方法,简化图 3.80 所示的网络



(a) (b)

图 3.80

49. 计算图 3.81 所示电路的等效电阻。

50. 求出图 3.82 所示各个电阻电路的 R_{eq}。

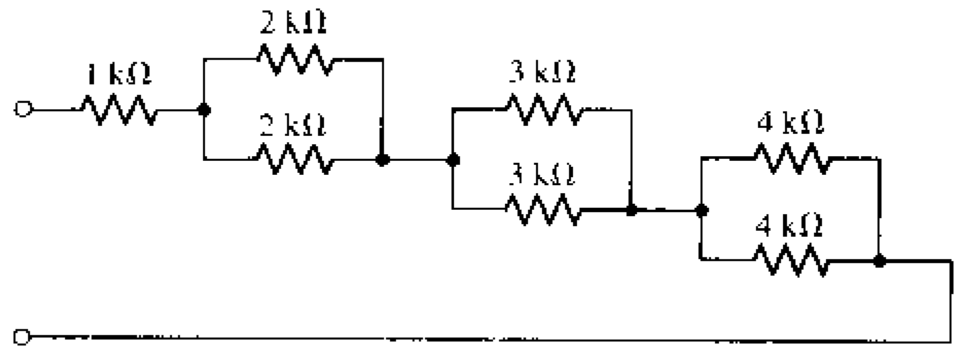
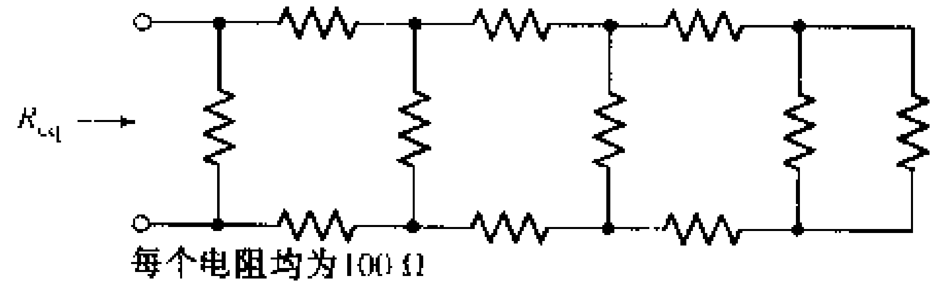
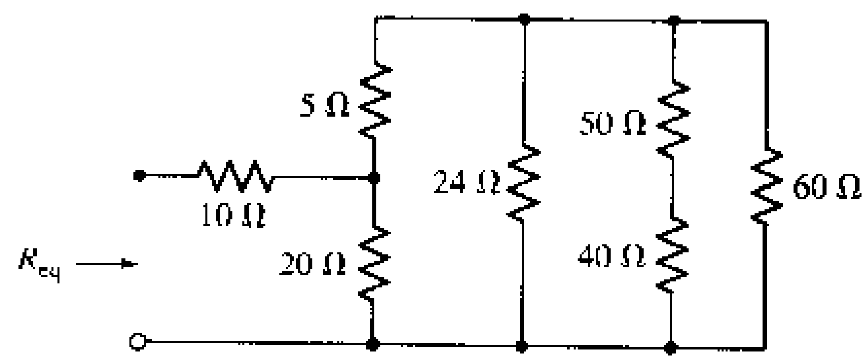


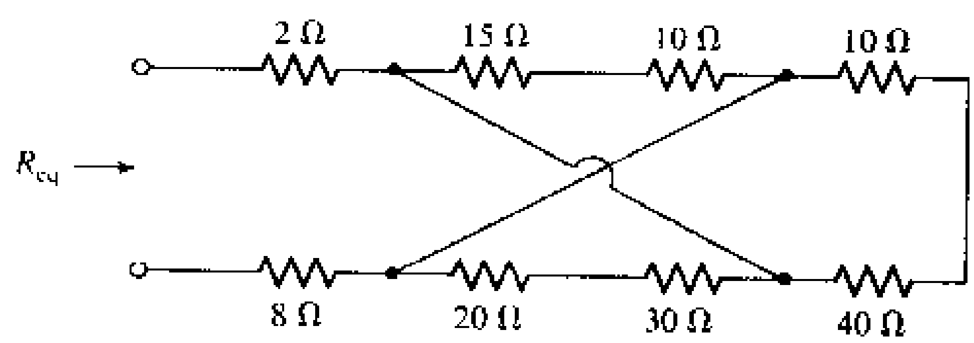
图 3.81



(a)



(b)



(c)

图 3.82

51. 如图 3.83 所示的网络：(a) 如果 $R = 80\ \Omega$，求 R_{eq}；(b) 如果 $R_{eq} = 80\ \Omega$，求 R；(c) 如果 $R = R_{eq}$，求 R。

52. 说明如何组合四个 100 Ω 电阻以得到等效电阻为(a) 25 Ω；(b) 60 Ω；(c) 40 Ω。

53. 计算图 3.84 所示电路中各个元件吸收的功率。

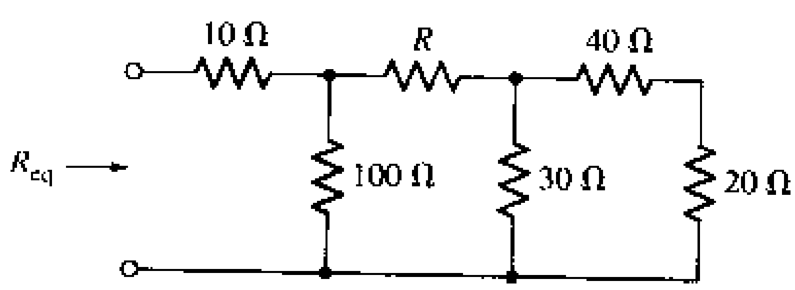


图 3.83

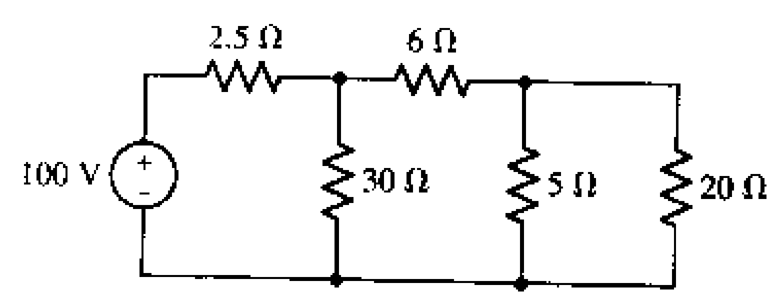


图 3.84

54. 应用电阻和电源合并方法，求出图 3.85 所示电路中的 v_x 和 i_x。

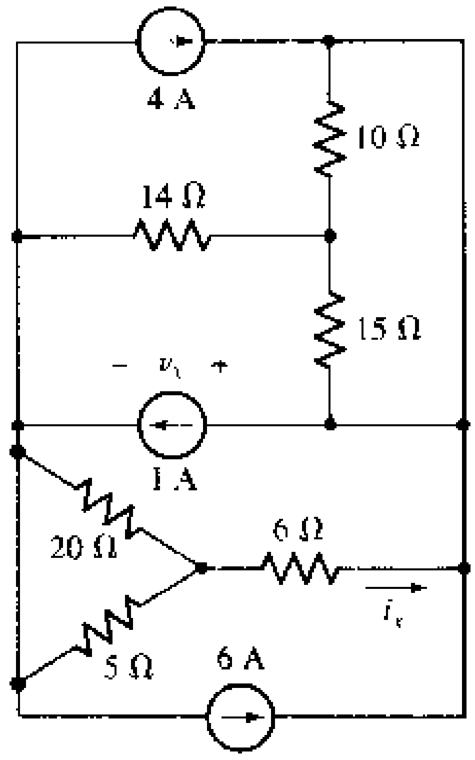


图 3.85

55.确定图 3.86 所示的各个网络的 G_{in},图中所给值的单位均为 mS。

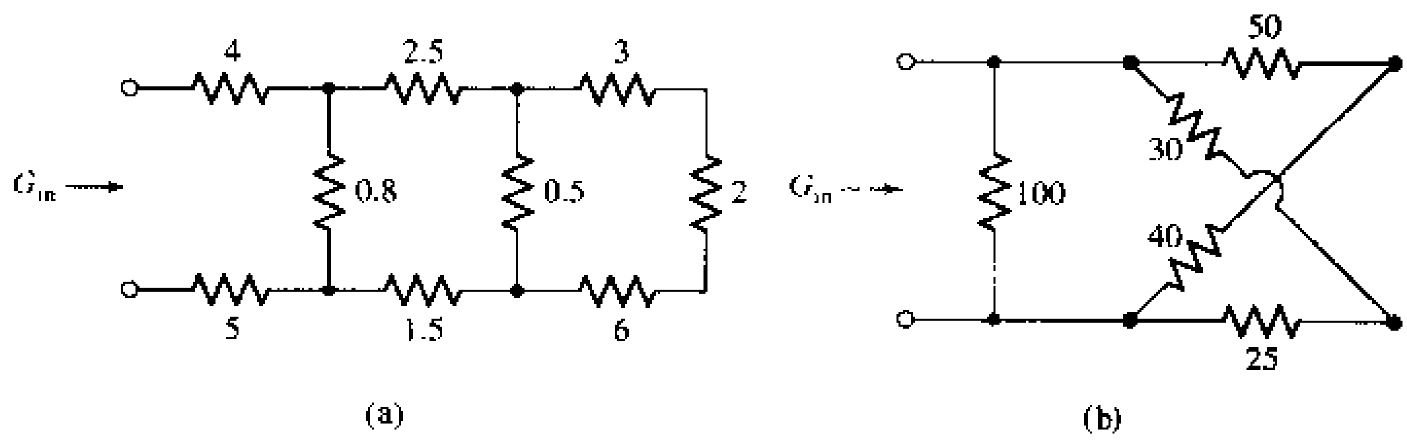


图 3.86

56.对于图 3.87 所示的电路,在应用分流关系的同时应用电阻合并和电源合并方法,分别求出 1 Ω, 10 Ω 和 13 Ω 电阻吸收的功率。

57.电位器是一种可以通过调节旋钮来改变电阻的装置;它通常应用于音量控制器和电灯调光器中。设计一个电位器,阻值可从 1 Ω 变化到 10 Ω,其中 1 Ω 对应于旋钮 0°,10 Ω 对应于 180°的旋转,并解释如何实现该装置的电路(提示:参考例题2.3,并且假定在室温下进行操作)。

58.从以下给定的电阻值中选取电阻(可以使用多次),确定图 3.88 中 v_s, R_1 和 R_2 的值,使得 $v_x = 5.5$ V[1 kΩ,3.3 kΩ,4.7 kΩ,10 kΩ]。

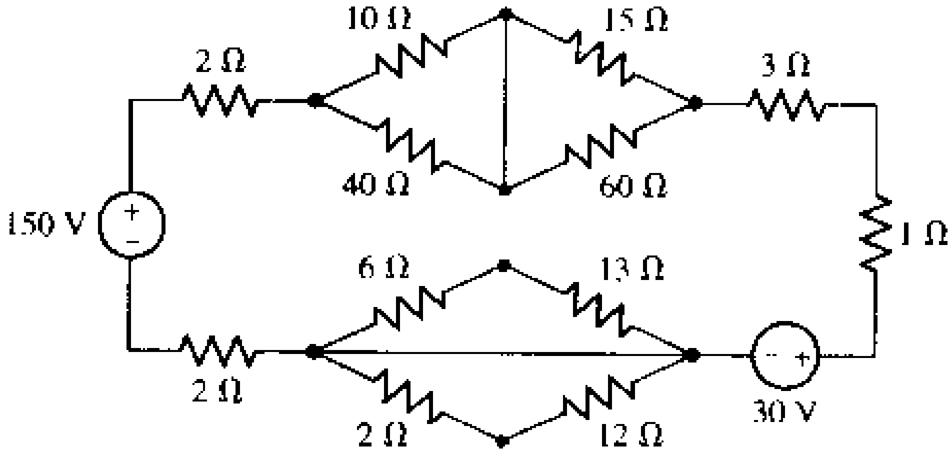


图 3.87

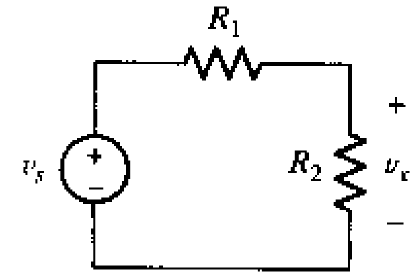


图 3.88

59.从以下给定的电阻值中选取电阻(可以使用多次),确定图 3.89 中 i_s,R_1 和 R_2 的值,使得 $v = 5.5$ V [1 kΩ,3.3 kΩ,4.7 kΩ,10 kΩ]。

60.计算图 3.90 中的 15 kΩ 电阻消耗的功率。

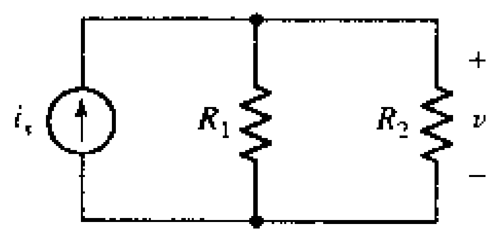


图 3.89

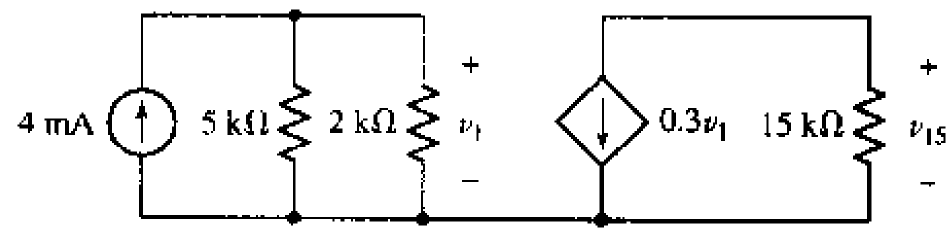


图 3.90

61.对于图 3.91 所示电路,求 i_x,并计算 15 kΩ 电阻消耗的功率。

62.对于图 3.92 所示电路,求 i_x,i_y 和 3 Ω 电阻消耗的功率。

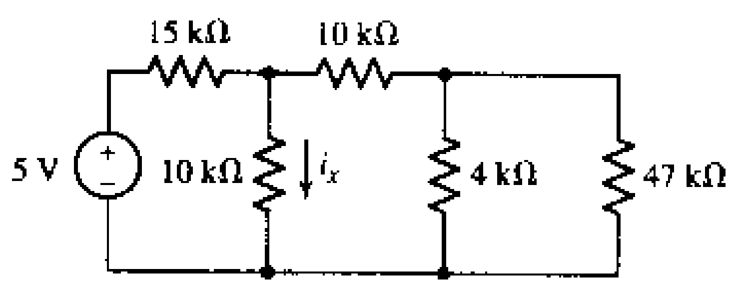


图 3.91

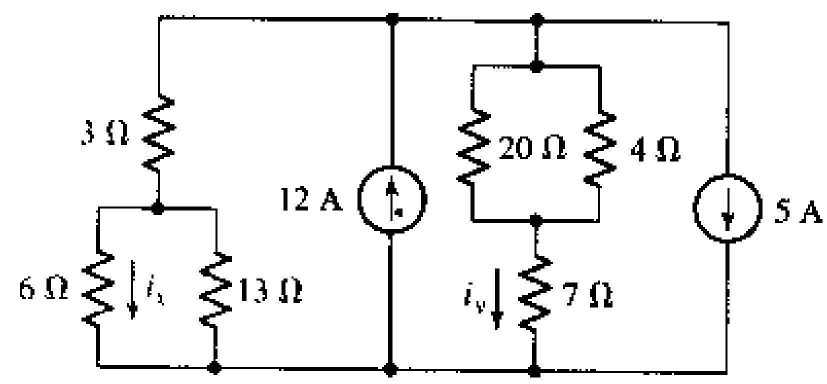


图 3.92

63.图 3.93 中,47 kΩ 电阻消耗的功率是多少?

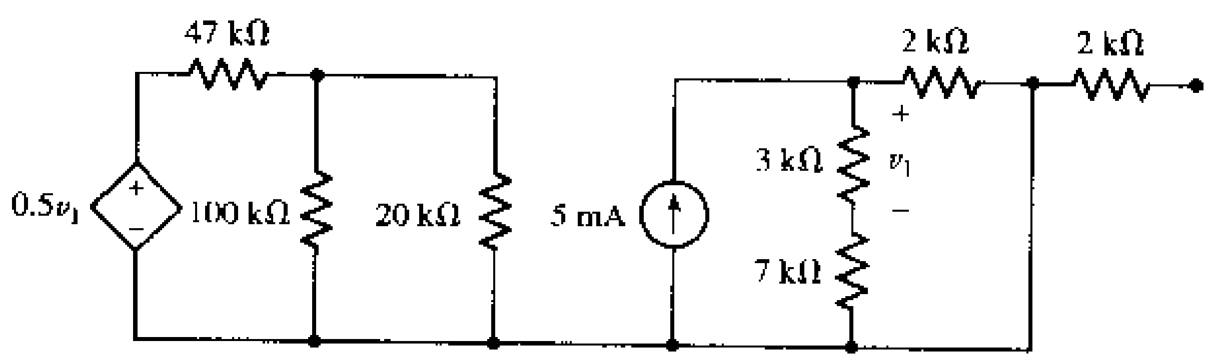


图 3.93

64.解释为什么不能利用分压关系来求图 3.94 中的 v_1?

65.对图 3.95 所示电路应用分流和分压关系,求(a)v_2;(b)v_1;(c)i_4 的表达式。

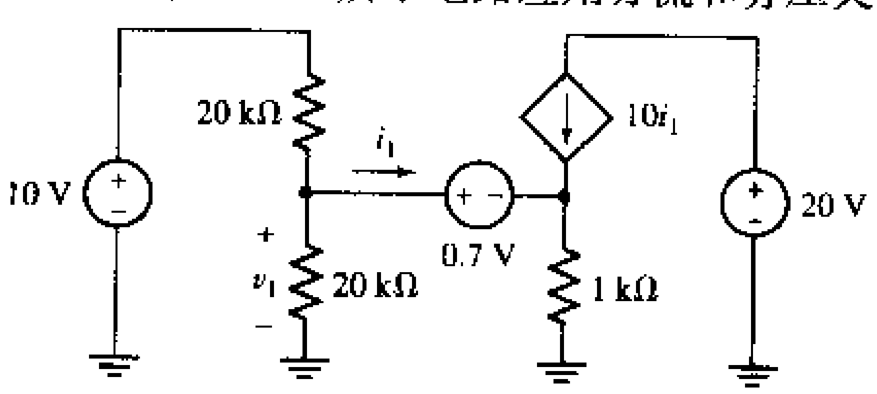


图 3.94

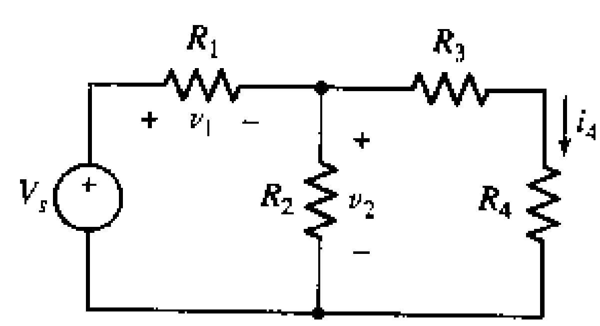


图 3.95

66.参看图 3.96 所示电路:(a)假设 $v_s = 40$ V,$i_s = 0$,求 v_1;(b)假设 $v_s = 0$,$i_s = 3$ mA,求 i_2 和 i_3。