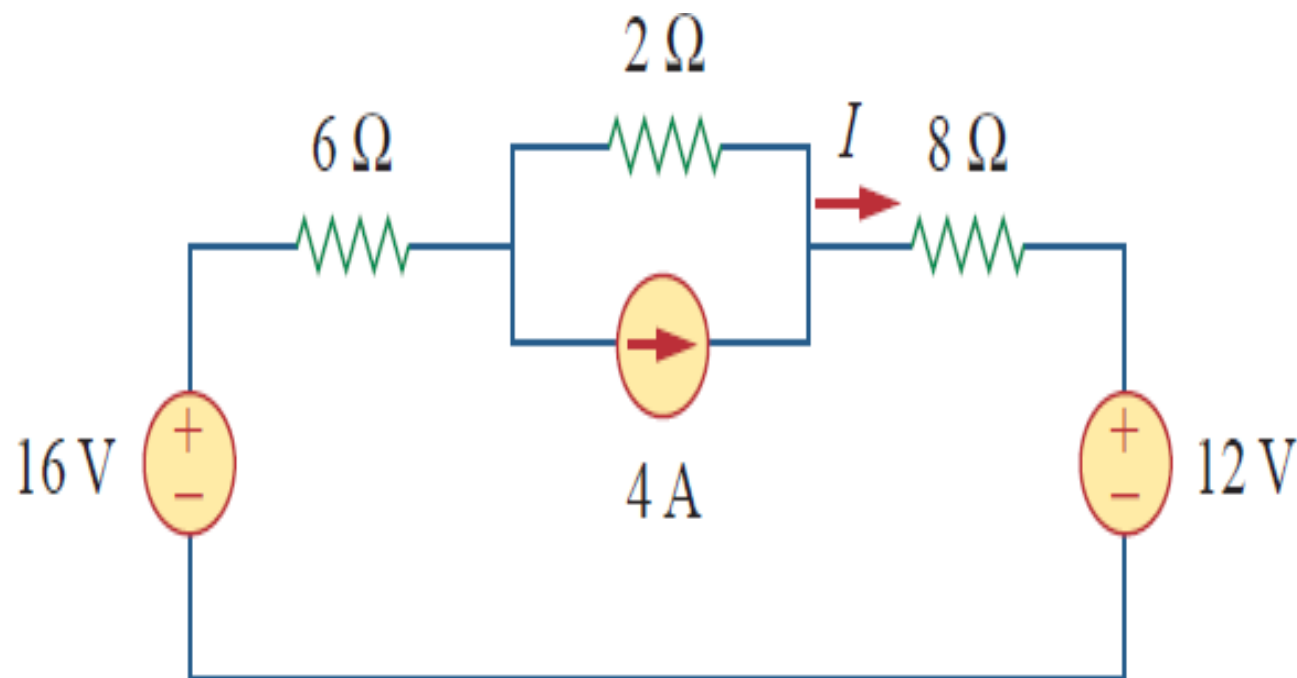


تابع للمحاضرة الثانية

نظريات هامة في الدارات  
الكهربائية

**THERE IS NOTHING IN THIS  
WORLD THAT CAN TROUBLE YOU  
AS MUCH AS YOUR OWN  
NEGATIVE THOUGHTS**

Find  $I$  in the circuit using the superposition principle.

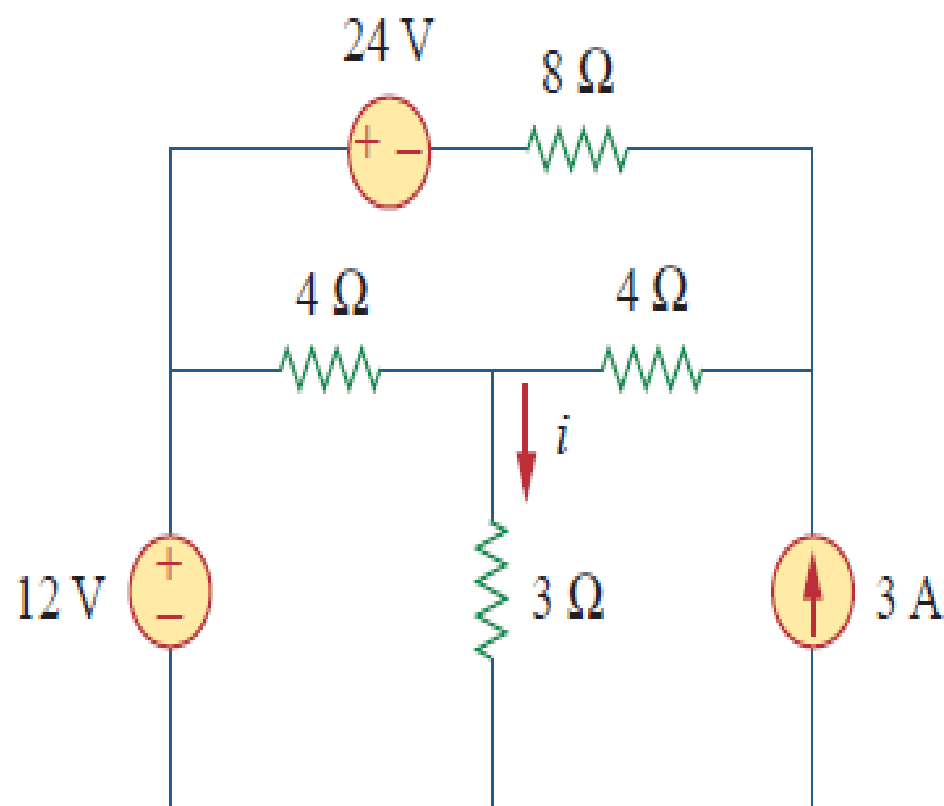


**Answer:** 0.75 A.

مثال

For the circuit use the superposition theorem to find  $i$ .

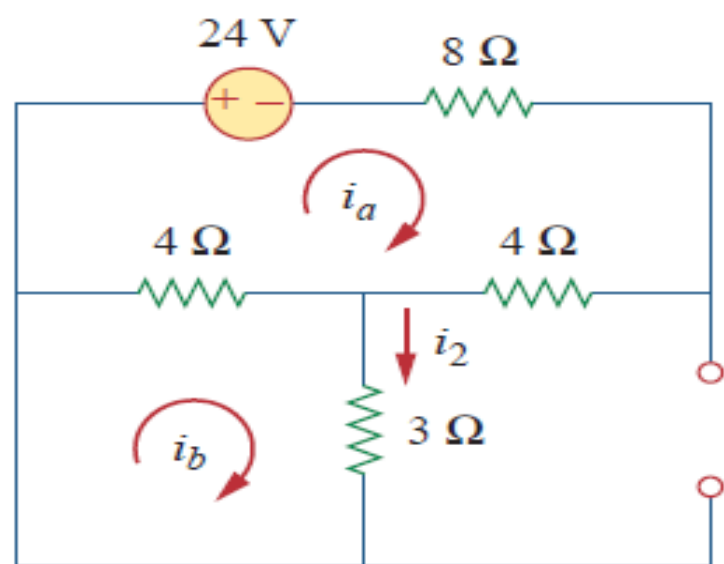
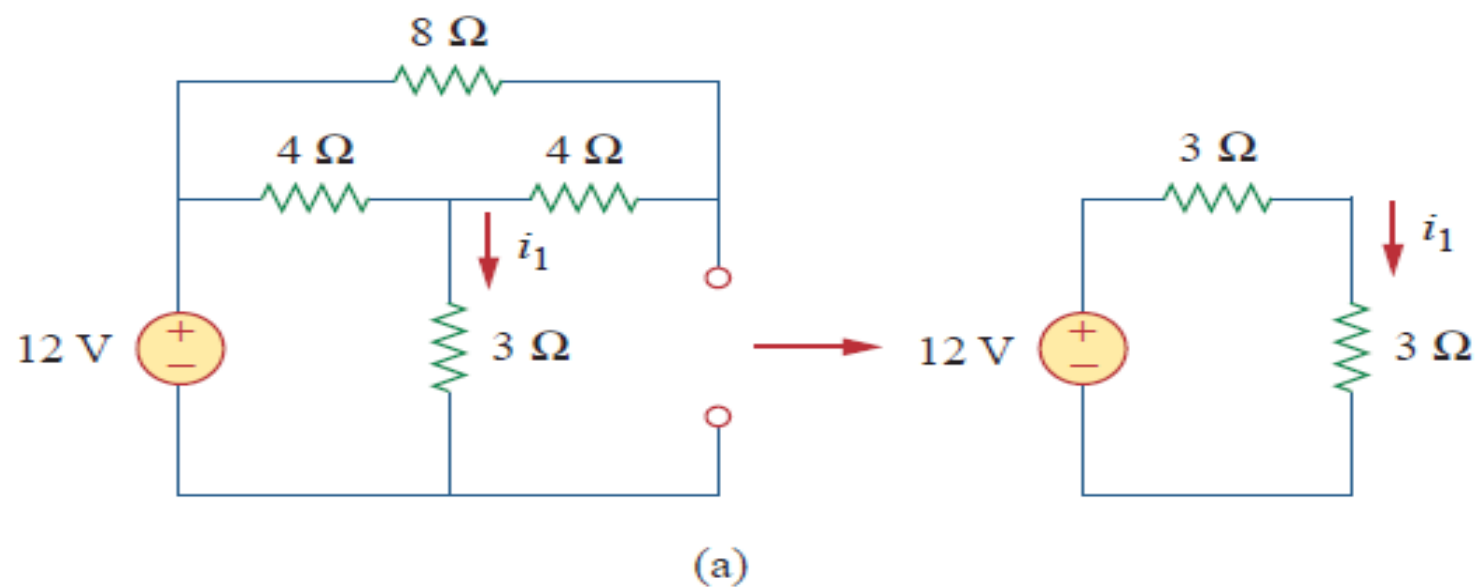
استخدام نظرية التراكب



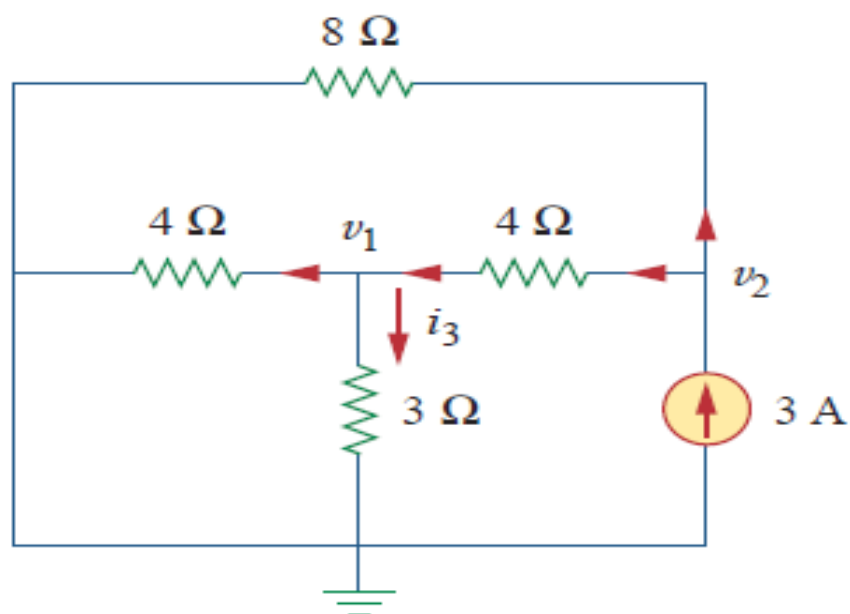
**Solution:**

In this case, we have three sources. Let

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$



(b)



(c)

where  $i_1$ ,  $i_2$ , and  $i_3$  are due to the 12-V, 24-V, and 3-A sources respectively. To get  $i_1$ , consider the circuit in Fig. 4.13(a). Combining  $4\ \Omega$  (on the right-hand side) in series with  $8\ \Omega$  gives  $12\ \Omega$ . The  $12\ \Omega$  in parallel with  $4\ \Omega$  gives  $12 \times 4/16 = 3\ \Omega$ . Thus,

$$i_1 = \frac{12}{6} = 2\text{ A}$$

To get  $i_2$ , consider the circuit in Fig. 4.13(b). Applying mesh analysis gives

$$16i_a - 4i_b + 24 = 0 \quad \Rightarrow \quad 4i_a - i_b = -6 \quad (4.5.1)$$

$$7i_b - 4i_a = 0 \quad \Rightarrow \quad i_a = \frac{7}{4}i_b \quad (4.5.2)$$

Substituting Eq. (4.5.2) into Eq. (4.5.1) gives

$$i_2 = i_b = -1$$

To get  $i_3$ , consider the circuit in Fig. 4.13(c). Using nodal analysis gives

$$3 = \frac{v_2}{8} + \frac{v_2 - v_1}{4} \quad \Rightarrow \quad 24 = 3v_2 - 2v_1 \quad (4.5.3)$$

$$\frac{v_2 - v_1}{4} = \frac{v_1}{4} + \frac{v_1}{3} \quad \Rightarrow \quad v_2 = \frac{10}{3}v_1 \quad (4.5.4)$$

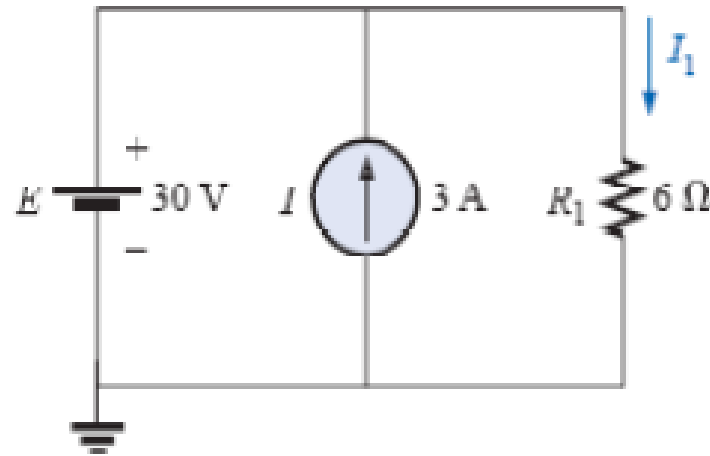
Substituting Eq. (4.5.4) into Eq. (4.5.3) leads to  $v_1 = 3$  and

$$i_3 = \frac{v_1}{3} = 1 \text{ A}$$

Thus,

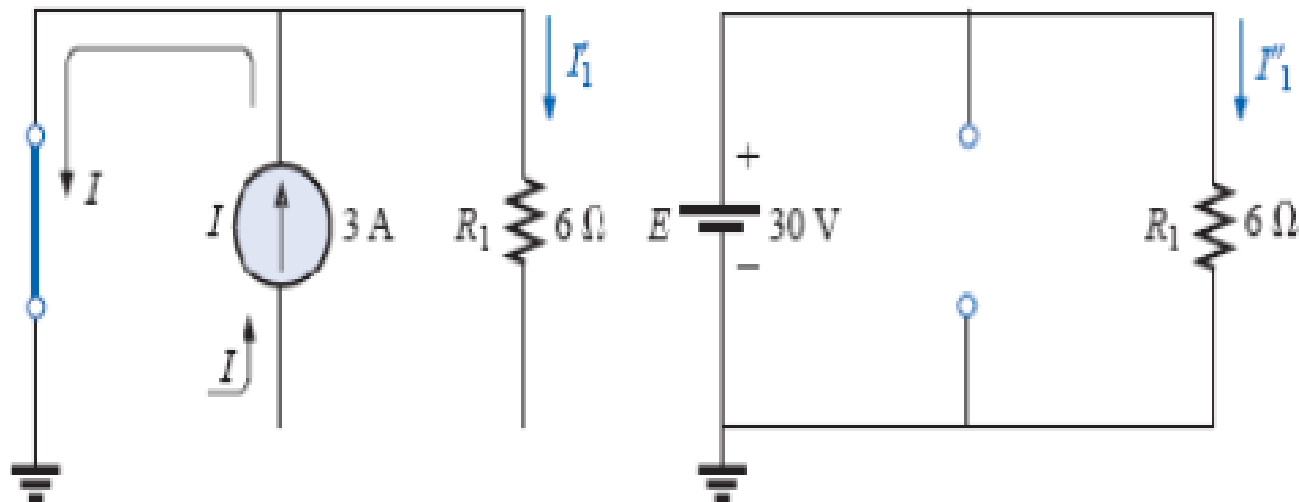
$$i = i_1 + i_2 + i_3 = 2 - 1 + 1 = 2 \text{ A}$$

أمثلة محلولة أوجد التيار  $I_1$  في الدارة المبينة في الشكل مستخدماً نظرية التراكب.



الحل:

1. نحذف مصدر الجهد بوضع  $E = 0V$  ونستبدله بدارة مقصورة، بالتالي، تيار المصدر  $I$  سوف يختار مسلك الدارة المقصورة، ويكون التيار  $I'_1 = 0A$ .



(a)

(b)



بتطبيق قانون قاسم التيار، نجد:

$$I_1' = \frac{R_{sc} I}{R_{sc} + R_1} = \frac{(0 \Omega) I}{0 \Omega + 6 \Omega} = 0 \text{ A}$$

حيث أن  $R_{sc}$  - مقاومة الدارة المغلقة.

2. نحذف مصدر التيار بوضع  $I = 0 \text{ A}$  ونستبدله بدارة مفتوحة،

$$\text{بتطبيق قانون أوم، نجد: } I_1'' = \frac{E}{R_1} = \frac{30 \text{ V}}{6 \Omega} = 5 \text{ A}$$

نلاحظ أن التيارين  $I_1'$ ,  $I_1''$  لهما نفس الاتجاه. وبالتالي، يكون التيار الكلي:

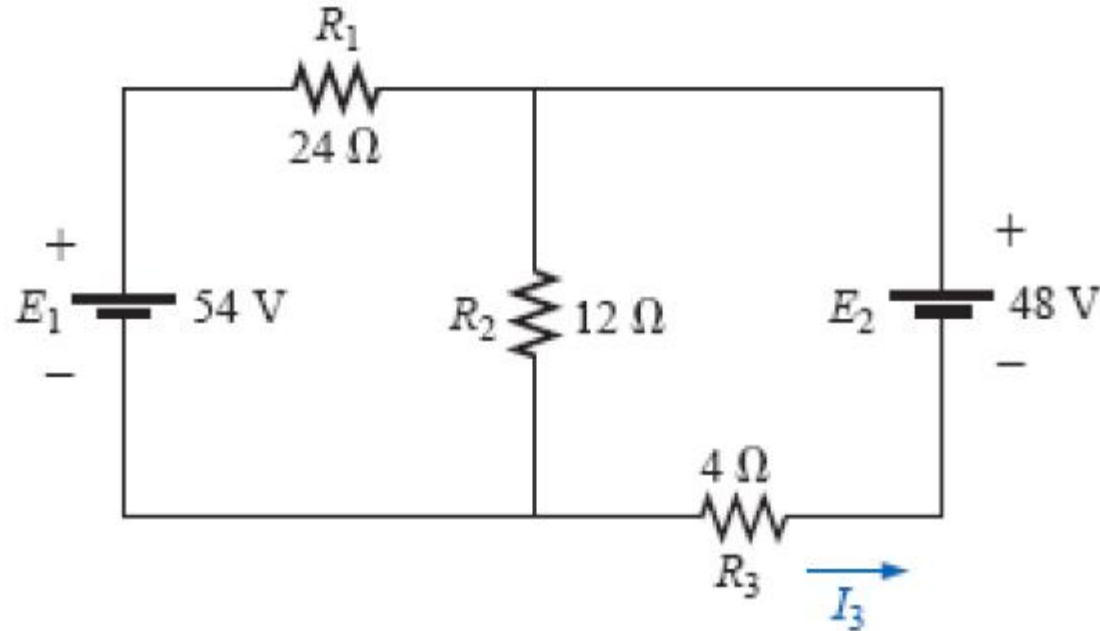
$$I_1 = I_1' + I_1'' = 0 \text{ A} + 5 \text{ A} = 5 \text{ A}$$

**النتيجة:** لا يوجد تأثير لمصدر التيار على التيار المار من المقاومة  $6 \Omega$ . بينما

الجهد المطبق على المقاومة يكون ثابتاً  $30 \text{ V}$  لأنهما على التوازي.

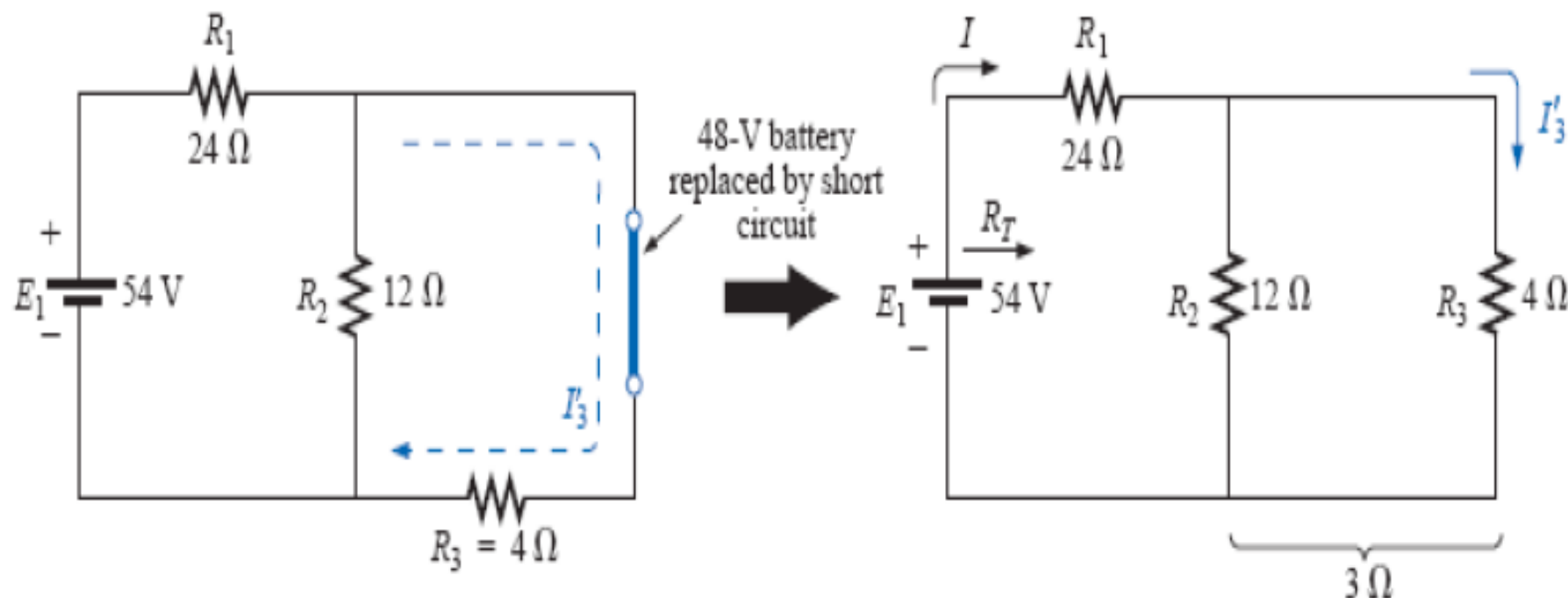
## مثال

لتكن الدارة ثنائية المصدر، المبينة في الشكل أوجد التيار  $I_3$  المار في المقاومة  $R_3 = 4\Omega$  مستخدماً نظرية التراكب.



1. دراسة تأثيرات المصدر  $E_1 = 54\text{ V}$  فنقوم بحذف المصدر  $E_2 = 48\text{ V}$  واستبداله بدارة مغلقة،

ومن ثم نعيد رسم الدارة



وبحساب المقاومة الكلية

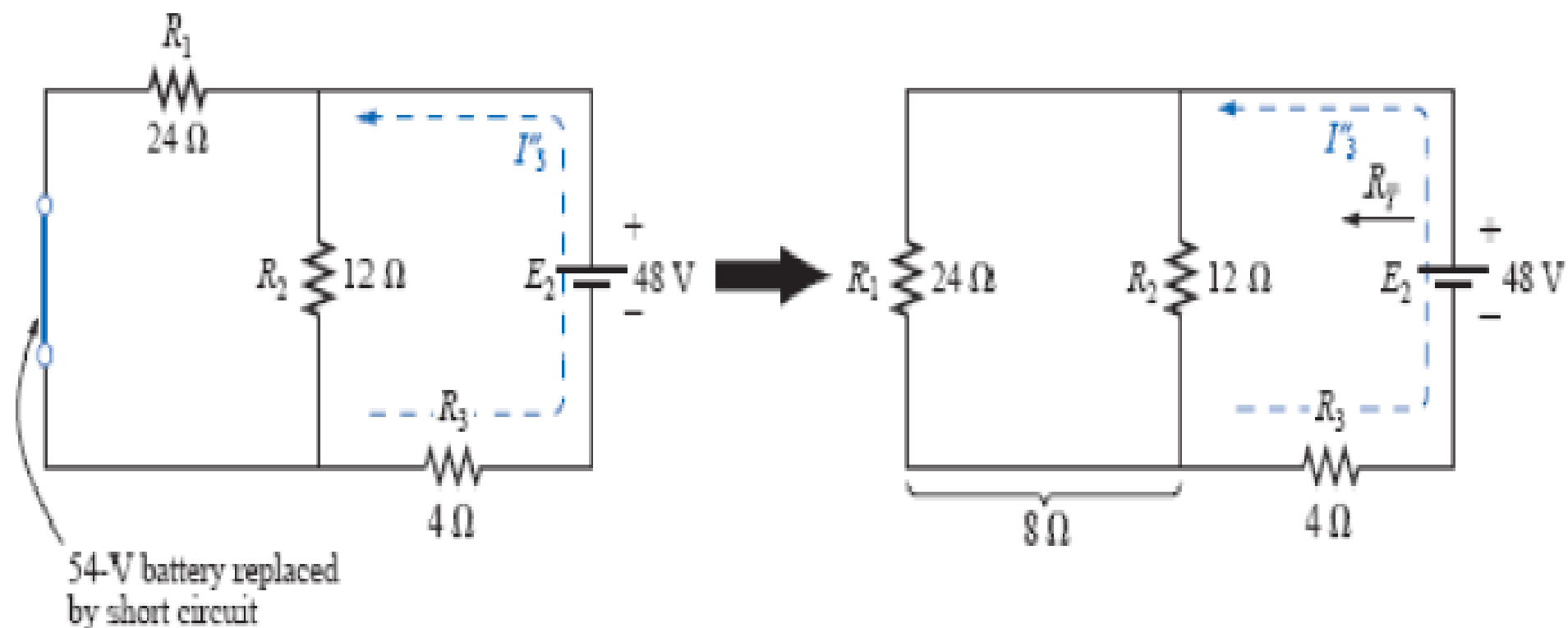
نجد أن:  $R_T = R_1 + R_2 \parallel R_3 = 24\Omega + 12\Omega \parallel 4\Omega = 24\Omega + 3\Omega = 27\Omega$

$$I = \frac{E_1}{R_T} = \frac{54\text{ V}}{27\Omega} = 2\text{ A}$$

بتطبيق قانون قاسم التيار، نجد:

$$I'_3 = \frac{R_2 I}{R_2 + R_3} = \frac{(12\Omega)(2\text{ A})}{12\Omega + 4\Omega} = 1.5\text{ A}$$

2. دراسة تأثيرات المصدر  $E_2 = 48\text{ V}$  فنقوم بحذف المصدر  $E_1 = 54\text{ V}$  واستبداله بدارة مغلقة، ومن ثم نعيد رسم الدارة، الشكل

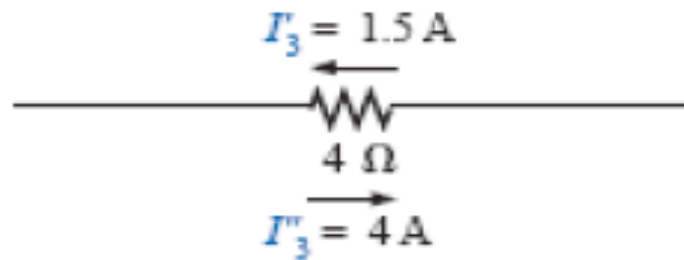


وبحساب المقاومة الكلية

$$I_3'' = \frac{E_2}{R_T} = \frac{48\text{ V}}{12\ \Omega} = 4\text{ A} \quad \text{نجد أن: } R_T = R_3 + R_1 \parallel R_2 = 4\ \Omega + 24\ \Omega \parallel 12\ \Omega = 4\ \Omega + 8\ \Omega = 12\ \Omega$$

وبالتالي، يكون التيار الكلي المار عبر المقاومة  $R_3 = 4\Omega$  ، مساوياً:

$$I_3 = I_3'' - I_3' = 4\text{ A} - 2\text{ A} = 2.5\text{ A}$$



ونلاحظ أن اتجاه التيار الكلي  $I_3$  متطابق مع اتجاه التيار  $I_3''$ .

# مثال

لتكن الدارة المبينة في الشكل:

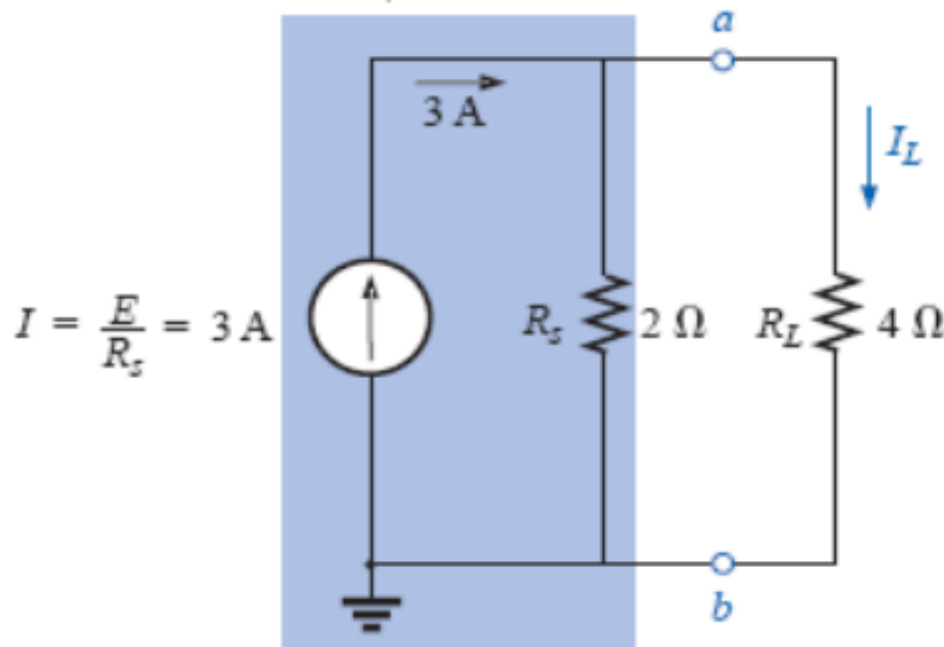
a. احسب شدة التيار  $I_L$  المشار إليه.

b. حوّل مصدر الجهد إلى مصدر للتيار.

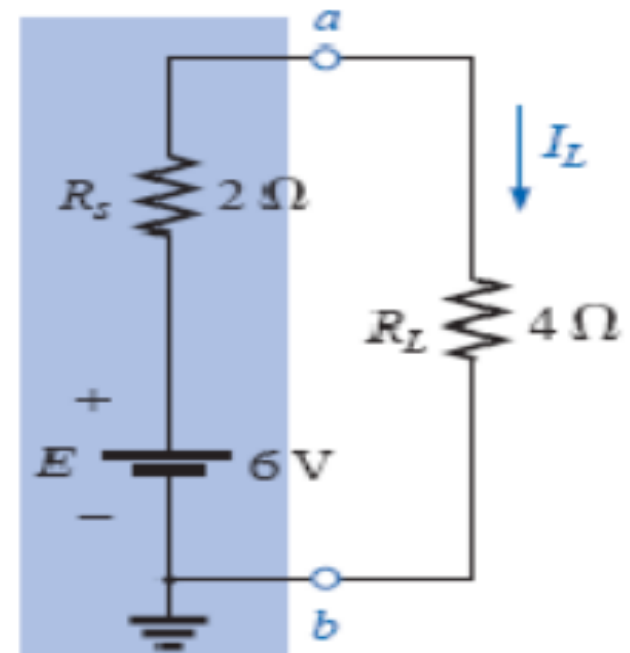
c. احسب التيار المار عبر مقاومة الحمل ( $R_L$ ) مستخدماً

مصدر التيار الجديد الناتج عن عملية التحويل

في الطلب (b)، وقارن الناتج مع نتيجة الطلب (a).



(b) — دائرة مصدر التيار المكافئ



(a) — دائرة مصدر الجهد العملي

الحل:

a. بتطبيق قانون أوم (شكل a)، نجد: 
$$I_L = \frac{E}{R_s + R_L} = \frac{6V}{2\Omega + 4\Omega} = 1A$$

b. باستخدام قانون أوم (شكل a)، نجد: 
$$I = \frac{E}{R_s} = \frac{6V}{2\Omega} = 3A$$

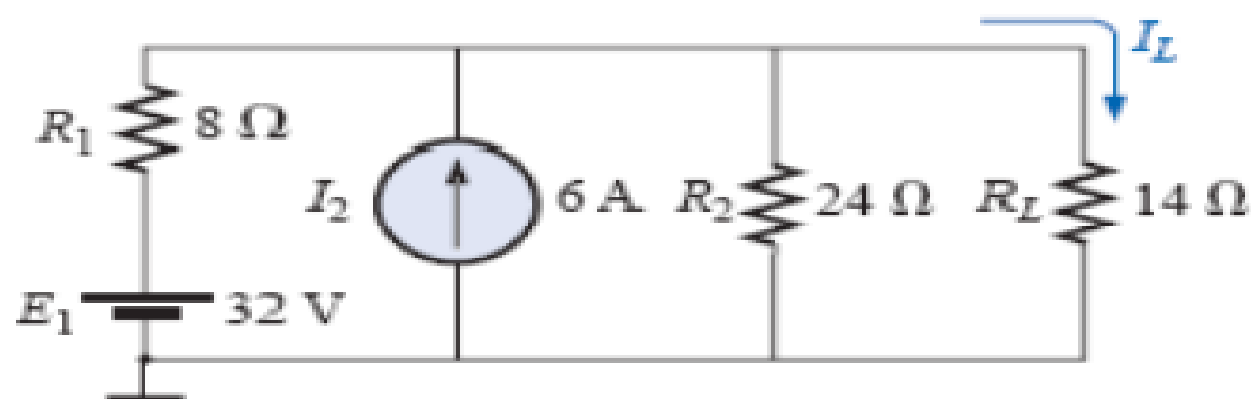
نقوم باستبدال مصدر الجهد بمصدر التيار  $I = 3A$  و المقاومة  $R_s$  على التوازي معه، شكل (b).

c. باستخدام قانون قاسم التيار (CDR)، نجد: 
$$I_L = \frac{R_s I}{R_s + R_L} = \frac{(2\Omega)(4\Omega)}{2\Omega + 4\Omega} = 1A$$

بالنتيجة، نجد أن التيار  $I_L$  هو ذاته من أجل مصدر الجهد و مصدر التيار المكافئ.

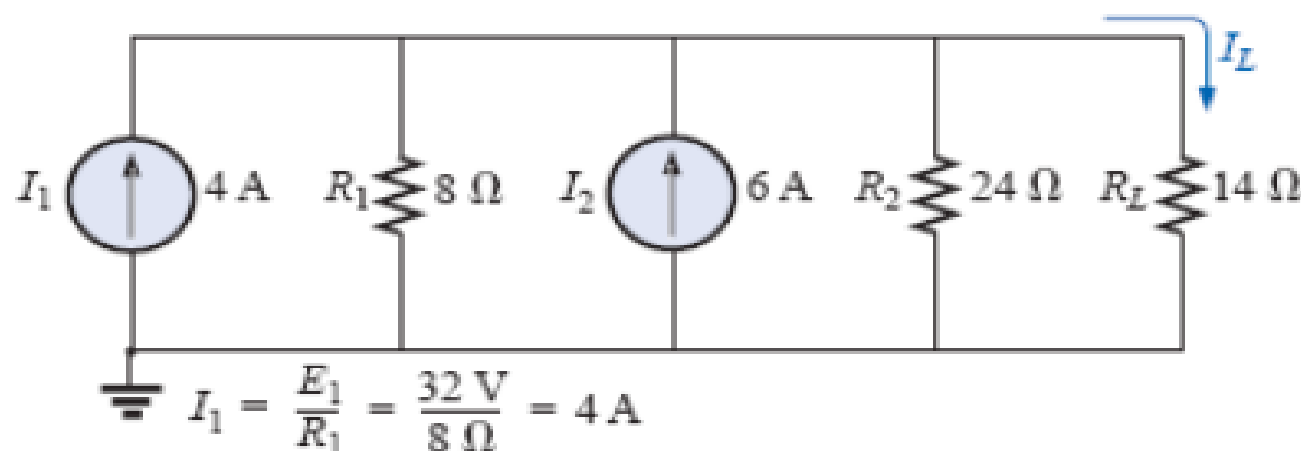
## أمثلة محلولة

حوّل الدارة المبيّنة في الشكل إلى دارة بمصدر واحد للتيار واحسب التيار المار عبر المقاومة  $R_L$ .



**الحل:**

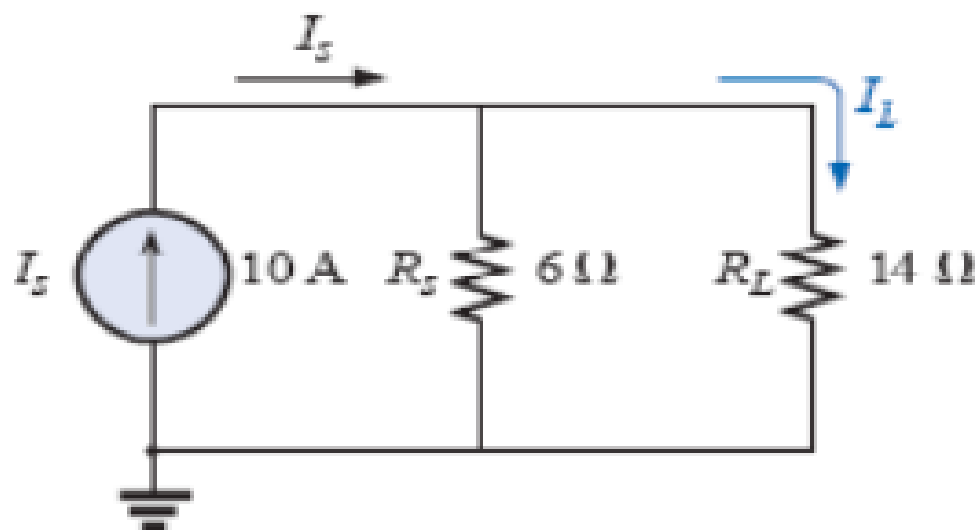
نقوم بتحويل مصدر الجهد إلى مصدر تيار كما هو مبين في الشكل





نقوم بتجميع مصادر التيارات، فنجد أن:  $I_s = I_1 + I_2 = 4\text{ A} + 6\text{ A} = 10\text{ A}$   
وتكون المقاومة الكلية:

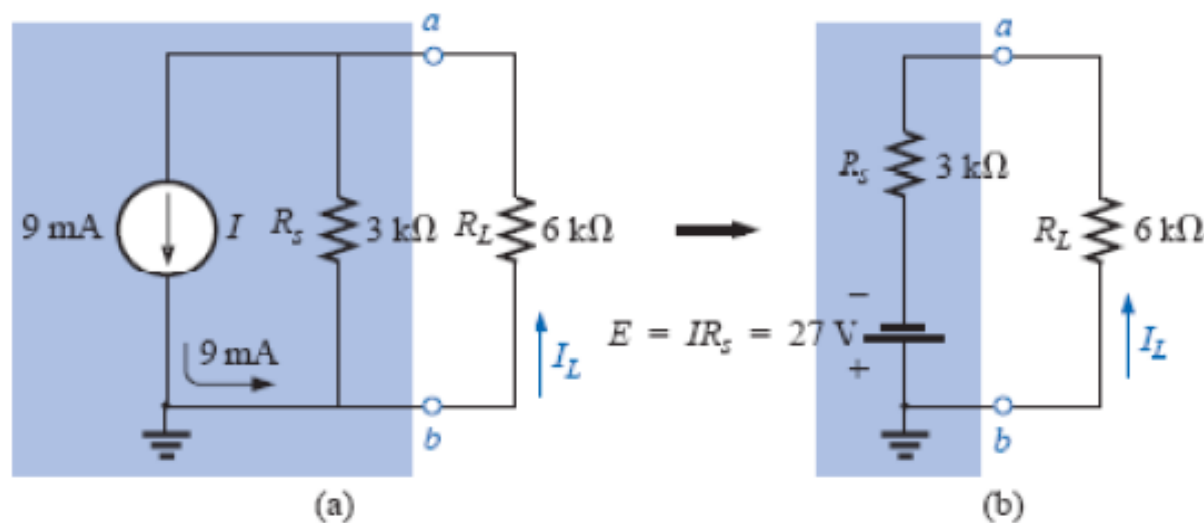
$R_s = R_1 \parallel R_2 = 8\Omega \parallel 24\Omega = 6\Omega$  . و الآن، نقوم برسم الدارة المكافئة، كما هو مبين



بتطبيق قانون قاسم التيار (CDR)، نجد:

$$I_L = \frac{R_s I_s}{R_s + R_L} = \frac{(6\Omega)(10\text{ A})}{6\Omega + 14\Omega} = 3\text{ A}$$

**مثال.** لتكن الدارة المبينة في الشكل (a). حول مصدر التيار إلى مصدر للجهد واحسب تيار الحمل  $I_L$  لكل مصدر.



**الحل:**

من الشكل، نجد أن:

$$E = IR_s = (9 \text{ mA})(3 \text{ k}\Omega) = 27 \text{ V}$$

من الشكل (a):

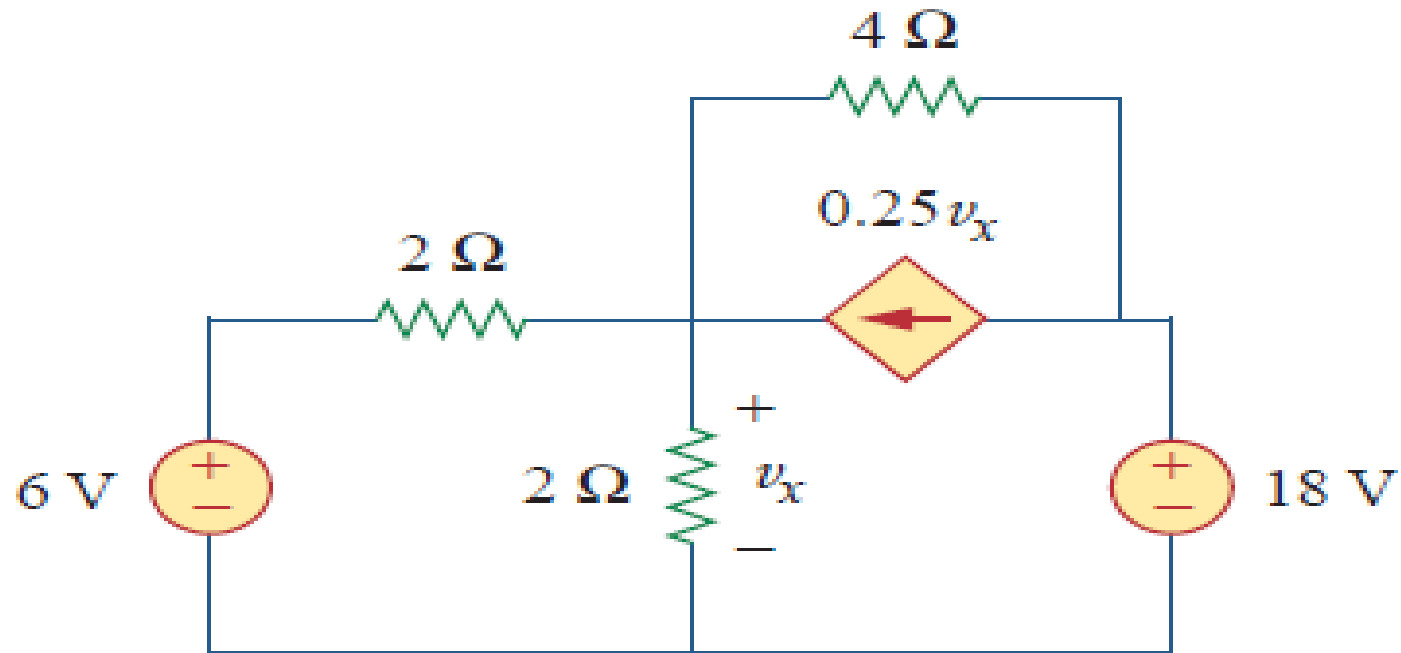
$$I_L = \frac{R_s I}{R_s + R_L} = \frac{(3 \text{ k}\Omega)(9 \text{ mA})}{3 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = \frac{27 \text{ V}}{9 \text{ k}\Omega} = 3 \text{ mA}$$

الشكل (b):

$$I_L = \frac{E}{R_s + R_L} = \frac{27 \text{ V}}{3 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = \frac{27 \text{ V}}{9 \text{ k}\Omega} = 3 \text{ mA}$$

Find  $v_x$  using source transformation.

مثال



**Solution:**

## Solution:

The circuit in Fig. 4.20 involves a voltage-controlled dependent current source. We transform this dependent current source as well as the 6-V independent voltage source as shown in Fig. 4.21(a). The 18-V voltage source is not transformed because it is not connected in series with any resistor. The two  $2\text{-}\Omega$  resistors in parallel combine to give a  $1\text{-}\Omega$  resistor, which is in parallel with the 3-A current source. The current source is transformed to a voltage source as shown in Fig. 4.21(b). Notice that the terminals for  $v_x$  are intact. Applying KVL around the loop in Fig. 4.21(b) gives

$$-3 + 5i + v_x + 18 = 0 \quad (4.7.1)$$

Applying KVL to the loop containing only the 3-V voltage source, the 1- $\Omega$  resistor, and  $v_x$  yields

$$-3 + 1i + v_x = 0 \quad \Rightarrow \quad v_x = 3 - i \quad (4.7.2)$$

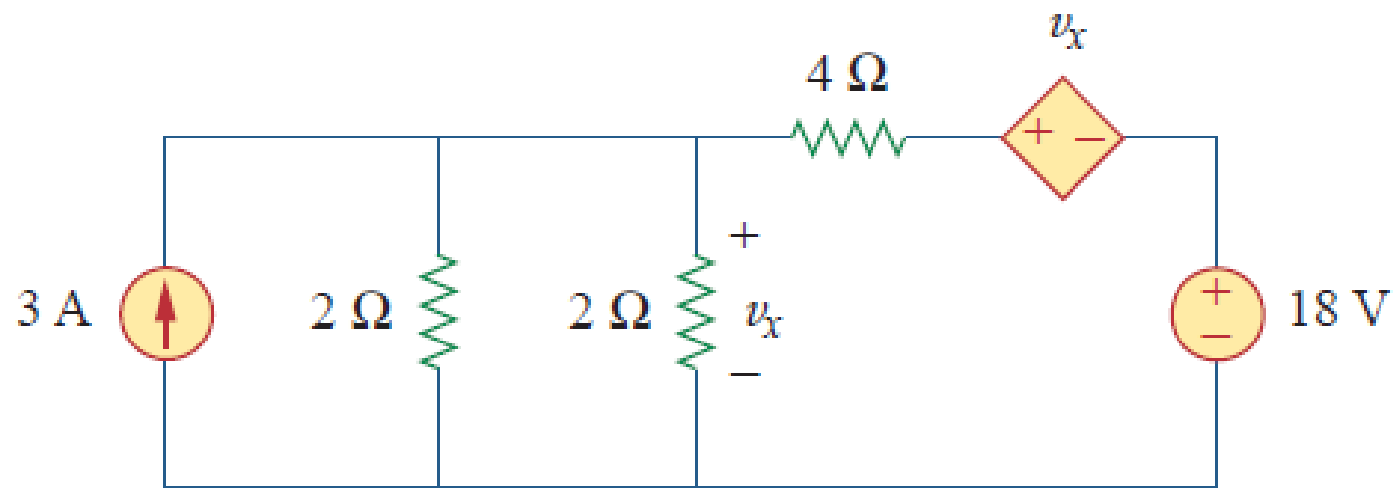
Substituting this into Eq. (4.7.1), we obtain

$$15 + 5i + 3 - i = 0 \quad \Rightarrow \quad i = -4.5 \text{ A}$$

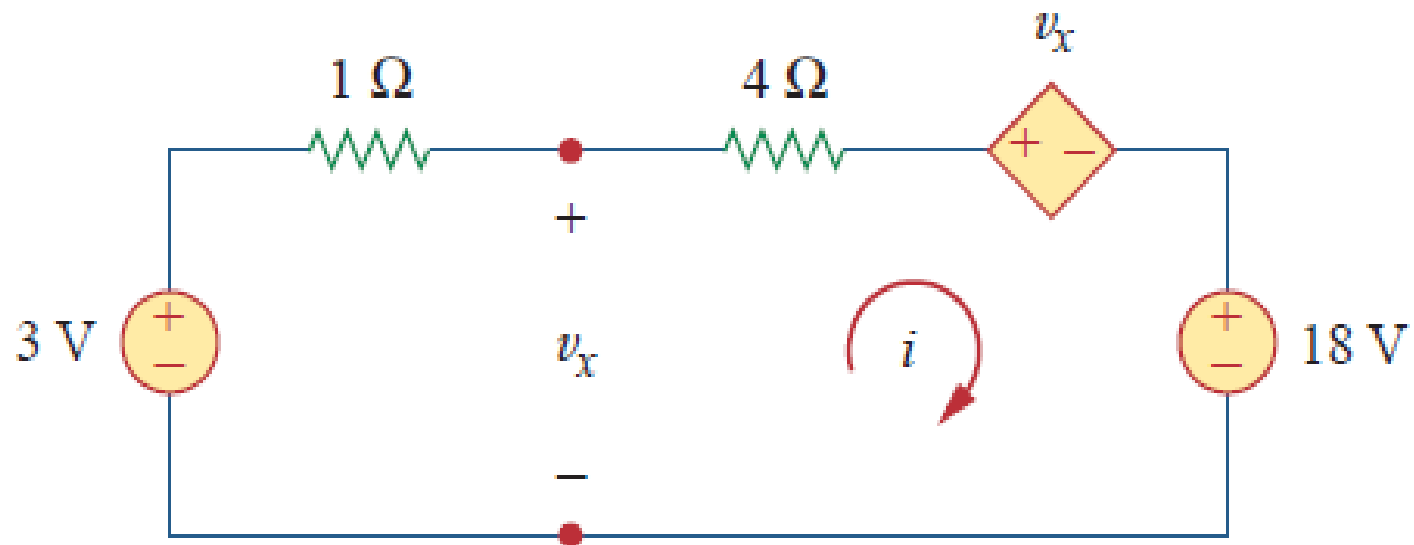
Alternatively, we may apply KVL to the loop containing  $v_x$ , the 4- $\Omega$  resistor, the voltage-controlled dependent voltage source, and the 18-V voltage source in Fig. 4.21(b). We obtain

$$-v_x + 4i + v_x + 18 = 0 \quad \Rightarrow \quad i = -4.5 \text{ A}$$

Thus,  $v_x = 3 - i = 7.5 \text{ V}$ .



(a)



(b)

Applying KVL around the loop in Fig. (b) gives

$$-3 + 5i + v_x + 18 = 0$$

Applying KVL to the loop containing only the 3-V voltage source, the 1- $\Omega$  resistor, and  $v_x$  yields

$$-3 + 1i + v_x = 0 \quad \Rightarrow \quad v_x = 3 - i$$

بالتعويض

$$15 + 5i + 3 - i = 0 \quad \Rightarrow \quad i = -4.5 \text{ A}$$

Alternatively, we may apply KVL to the loop containing  $v_x$ , the  $4\text{-}\Omega$  resistor, the voltage-controlled dependent voltage source, and the  $18\text{-V}$  voltage source in Fig. (b). We obtain

$$-v_x + 4i + v_x + 18 = 0 \quad \Rightarrow \quad i = -4.5 \text{ A}$$

$$\text{Thus, } v_x = 3 - i = 7.5 \text{ V.}$$

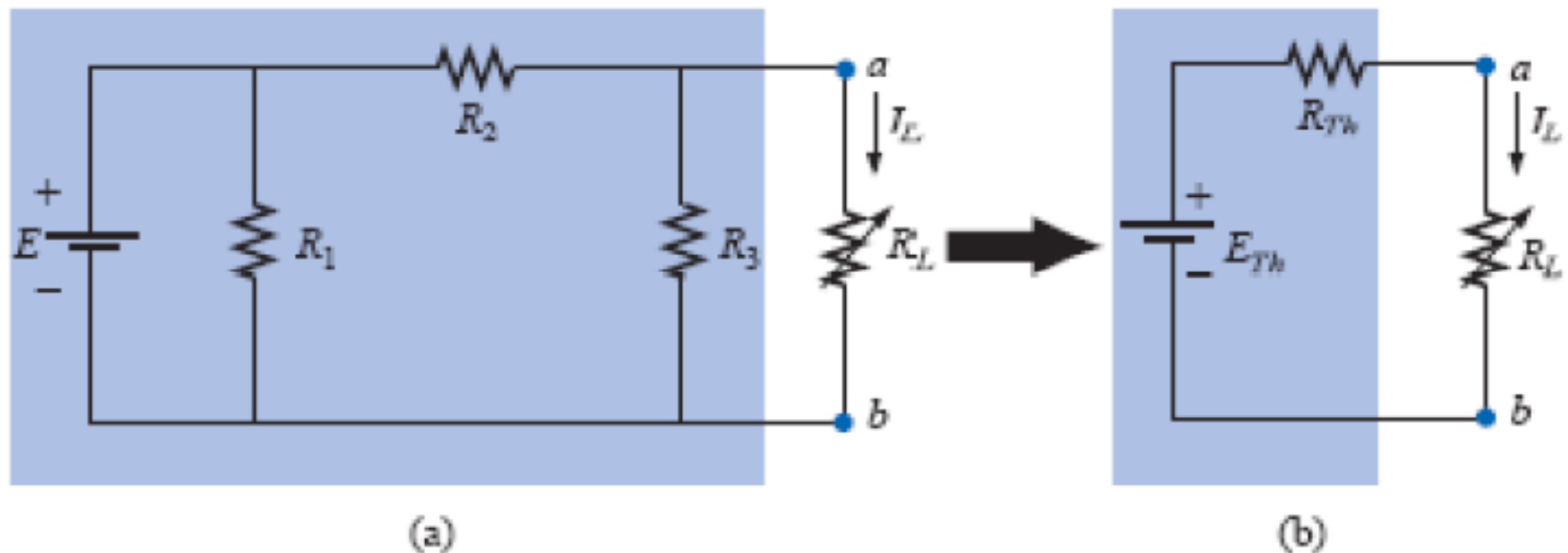


## تتلخص آلية عمل نظرية ثفنن وفق التالي:

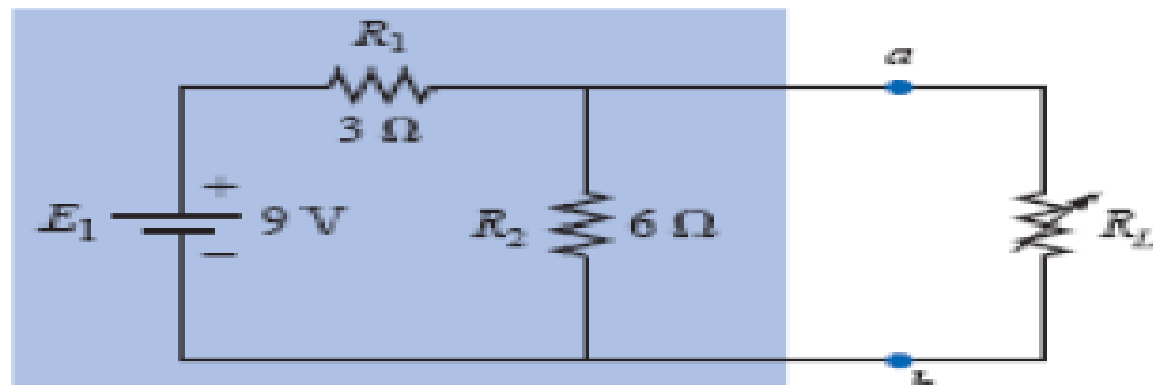
1. حذف ذلك الجزء من الدارة والذي من خلاله يتم إيجاد دارة ثفنن المكافئة. ففي الشكل يكون مطلوب حذف المقاومة المتغيرة  $R_L$  بشكل مؤقت.
2. ترميز أطراف الدارة، كما هو مبين في الشكل، فتكون الدارة ذات مخرجان  $a$  و  $b$ .  
حساب المقاومة المكافئة  $R_{Th}$ :
3. جعل جميع مصادر التغذية في الدارة مساوية للصفر، أي استبدال جميع مصادر الجهد بدارة مغلقة ومصادر التيار بدارة مفتوحة. وبالتالي حساب المقاومة الكلية الناتجة بين مخرجي الدارة  $a$  و  $b$ .

حساب المصدر المكافئ  $E_{Th}$ :

4. إعادة جميع المصادر الى حالتها الأصلية، ومن ثم إيجاد جهد الدارة المفتوحة ( open-circuit voltage) بين مخرجي الدارة  $a$  و  $b$ ، وهو ما يسمى مصدر ثفنن للتغذية  $E_{Th}$ .
5. رسم دارة ثفنن المكافئة، والتي تحتوي على المقاومة المكافئة  $R_{Th}$  مربوطة على التسلسل مع المصدر  $E_{Th}$  وكذلك الجزء الذي تم حذفه مؤقتاً في الخطوة الأولى، كما هو مبين في الشكل (b).

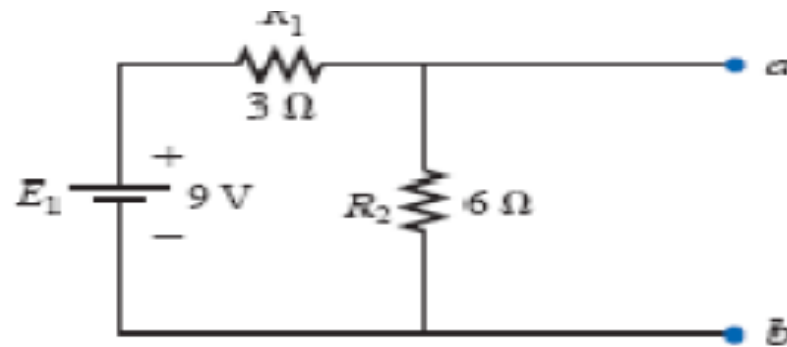


**مثال** أوجد دارة ثفنن المكافئة للدارة في القسم المظلل من الشكل ومن ثم أوجد التيار المار في المقاومة  $R_L$  عندما تكون قيمتها 2 أوم، 10 أوم و 100 أوم.



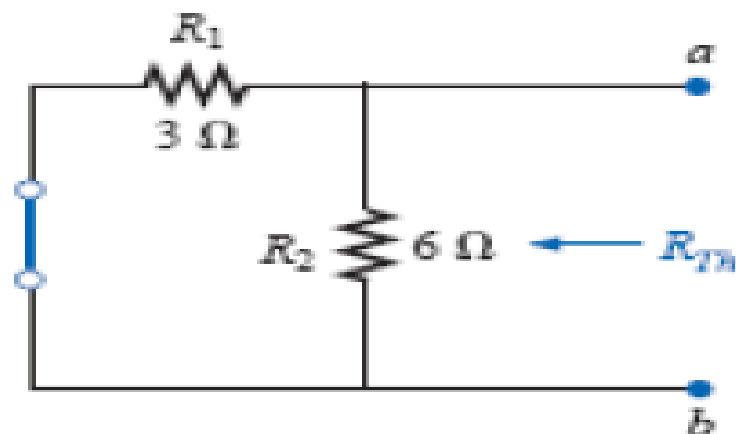
**الحل:**

خطوة 1 و 2 : حذف مؤقت للمقاومة المتغيرة  $R_L$  وتحديد مخارج الدارة  $a$  و  $b$ ،



خطوة 3: لحساب المقاومة المكافئة  $R_{Th}$ ، نستبدل مصدر التغذية  $E_1$  بدارة مكافئة

مغلقة، فتكون مقاومة ثفنن المكافئة:  $R_{Th} = R_1 \parallel R_2 = \frac{(3\Omega)(6\Omega)}{3\Omega + 6\Omega} = 2\Omega$

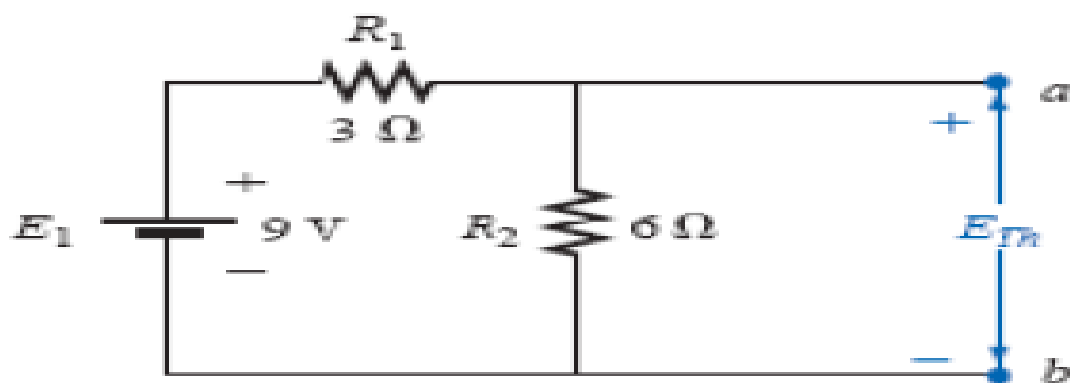


خطوة 4: من أجل حساب  $E_{Th}$  نعيد المصدر  $E_1$  إلى وضعه الأصلي،

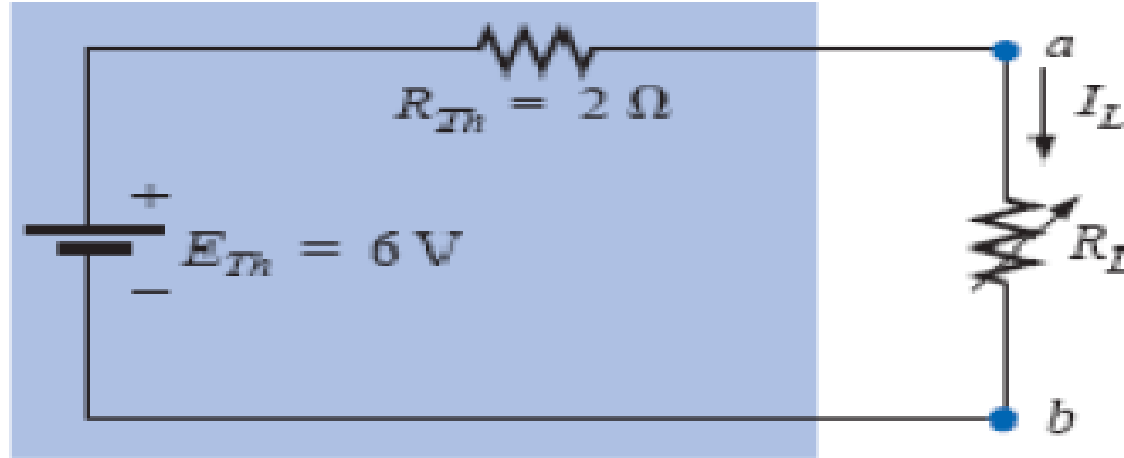
في هذه الحالة، تكون قيمة جهد الدارة المفتوحة  $E_{Th}$  بين الطرفين (المخرجين)  $a$

و  $b$  هي نفس قيمة هبوط الجهد على المقاومة  $R_2 = 6\Omega$ . و بتطبيق قانون قاسم الجهد،

$$E_{Th} = \frac{R_2 E_1}{R_2 + R_1} = \frac{(6\Omega)(9V)}{6\Omega + 3\Omega} = \frac{54V}{9\Omega} = 6V \quad \text{نجد:}$$



خطوة 5: نرسم دائرة ثفنن المكافئة، مع إعادة المقاومة المحذوفة  $R_L$ ، كما هو مبين في الشكل



عندئذ، يكون:

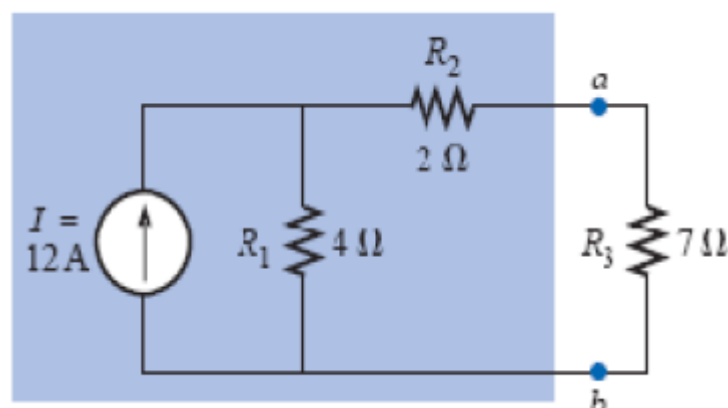
$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

$$R_L = 2\Omega: I_L = \frac{6V}{2\Omega + 2\Omega} = 1.5A$$

$$R_L = 10\Omega: I_L = \frac{6V}{2\Omega + 10\Omega} = 0.5A$$

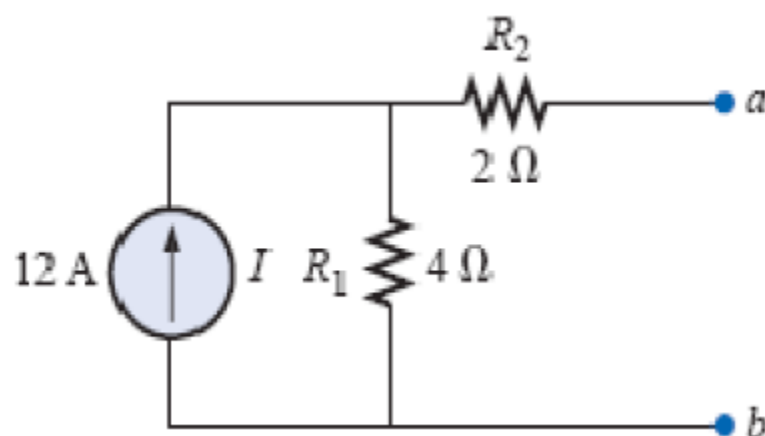
$$R_L = 100\Omega: I_L = \frac{6V}{2\Omega + 100\Omega} = 0.06A$$

**مثال** أوجد دارة ثفنن المكافئة للدارة في القسم المظلل من الشكل

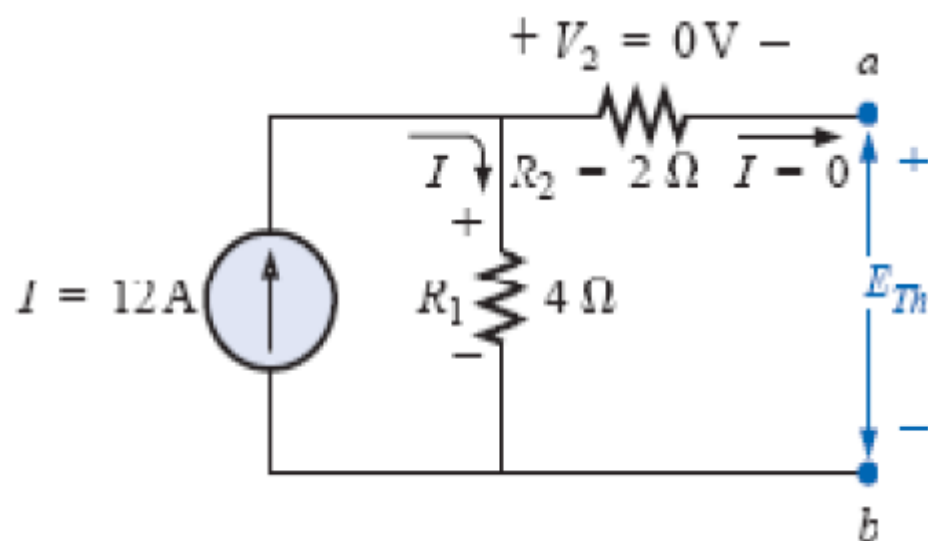


**الحل:**

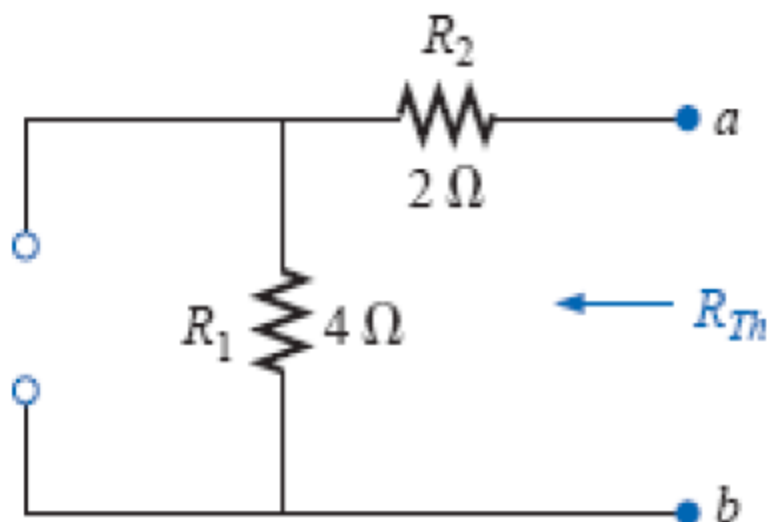
خطوة 1 و 2 : حذف مؤقت للمقاومة المتغيرة  $R_3$  وتحديد مخارج الدارة  $a$  و  $b$



خطوة 3: لحساب المقاومة المكافئة  $R_{Th}$ ، نستبدل مصدر التغذية  $I$  بدارة مكافئة مفتوحة، الشكل



بالنتيجة، تصبح المقاومتين  $R_1$  و  $R_2$  على التسلسل، وبالتالي تكون مقاومة ثفنن المكافئة بين المخرجين  $a$  و  $b$ :

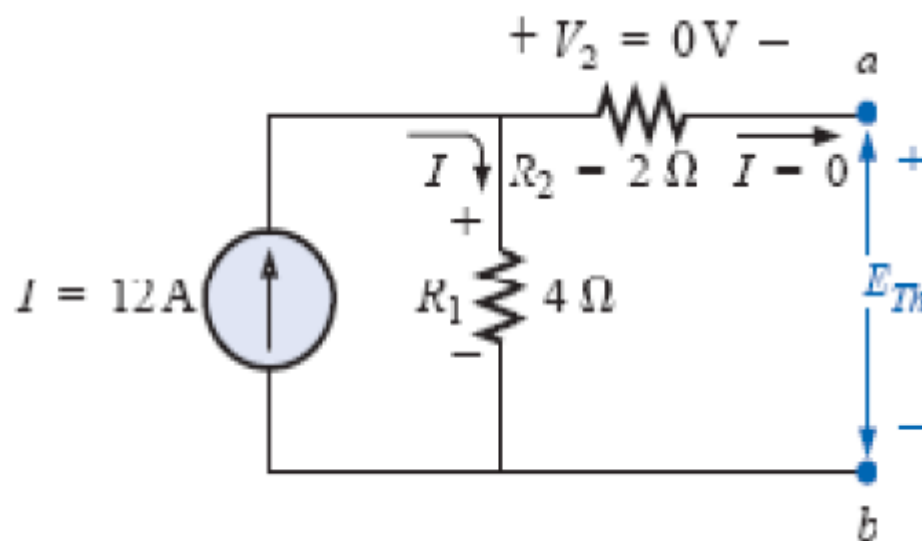


$$R_{Th} = R_1 + R_2 = 4\ \Omega + 2\ \Omega = 6\ \Omega$$

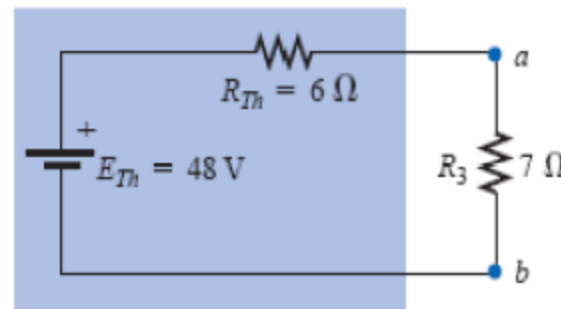
خطوة 4: من أجل حساب  $E_{Th}$  نعيد المصدر  $I$  إلى وضعه الأصلي، الشكل في هذه الحالة، يكون

التيار المار في الدارة المفتوحة بين الطرفين (المخرجين)  $a$  و  $b$ ، وأيضاً عبر المقاومة  $R_2 = 2\Omega$ ، مساوياً للصفر. وعندئذٍ يكون الجهد الموزع على طرفي المقاومة  $R_2$  مساوياً:  $V_2 = I_2 R_2 = (0) R_2 = 0\text{ V}$ ، وبالتالي:

$$E_{Th} = V_1 = I_1 R_1 = IR_1 = (12\text{ A})(4\Omega) = 48\text{ V}$$



خطوة 5: نرسم دارة ثفنن المكافئة، مع إعادة المقاومة المحذوفة  $R_3$ ، كما هو مبين في الشكل

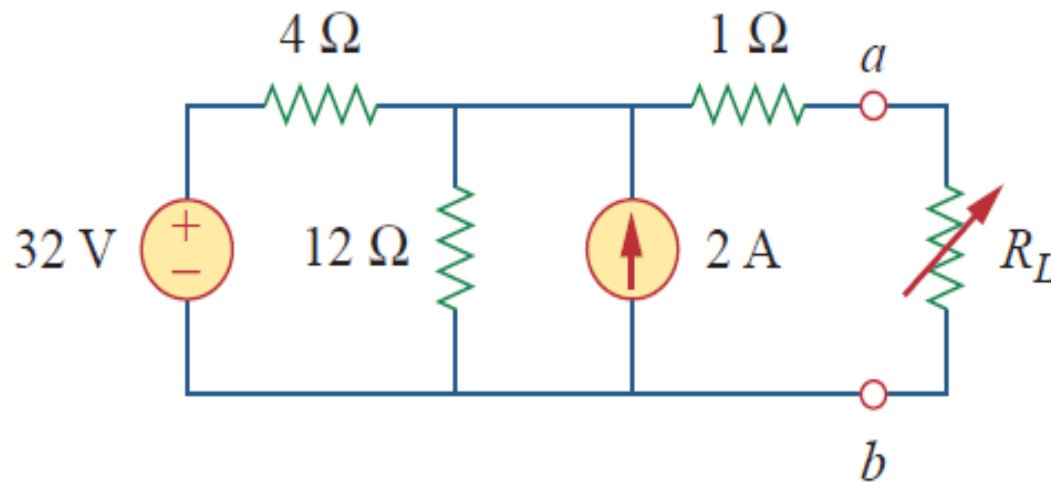




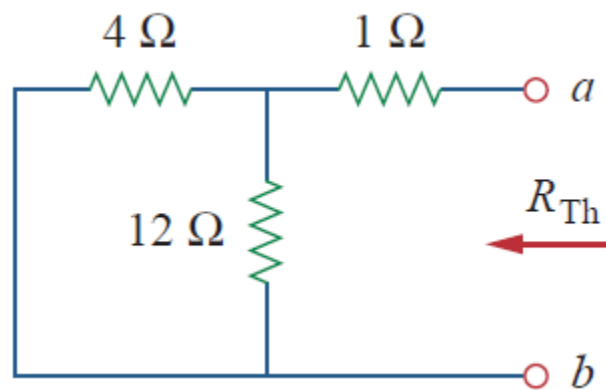
Find the Thevenin equivalent circuit of the circuit shown in Fig. to the left of the terminals  $a-b$ . Then find the current through  $R_L = 6, 16$ , and  $36 \Omega$ .

مسألة شاملة:

أوجد دارة ثفنن المكافئة للدارة الموجودة على يسار القطبين أ و ب ثم اوجد التيار المار في المقاومة المتغيرة من أجل القيم المطلوبة في الاعلى؟

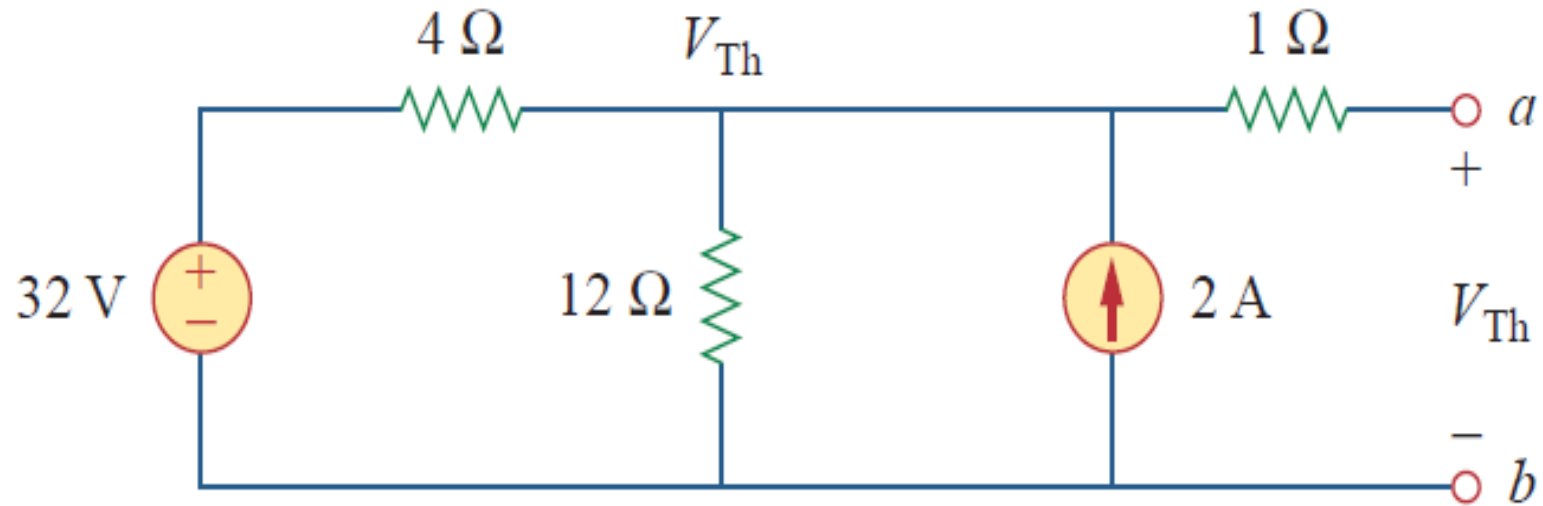


أولاً: نوجد مقاومة ثفنن:



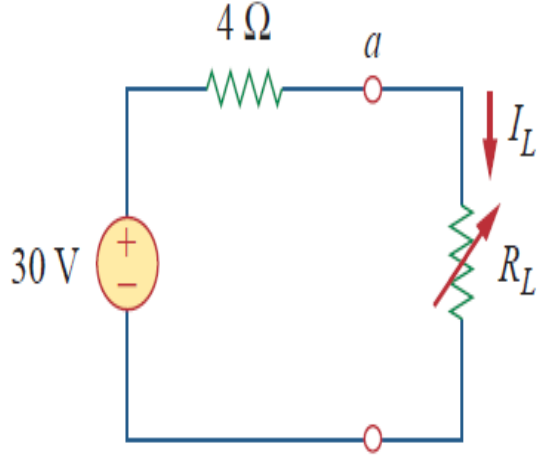
$$R_{Th} = 4 \Omega$$

ثانياً: نوجد جهد ثفنن:



$$V_{Th} = 30\text{ V}$$

ثالثاً: نوجد التيار على طرفي المقاومة المتغيرة بعد أن تصبح الدارة كما يلي :



$$I_L = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} = \frac{30}{4 + R_L}$$

When  $R_L = 6$ ,

$$I_L = \frac{30}{10} = 3 \text{ A}$$

When  $R_L = 16$ ,

$$I_L = \frac{30}{20} = 1.5 \text{ A}$$

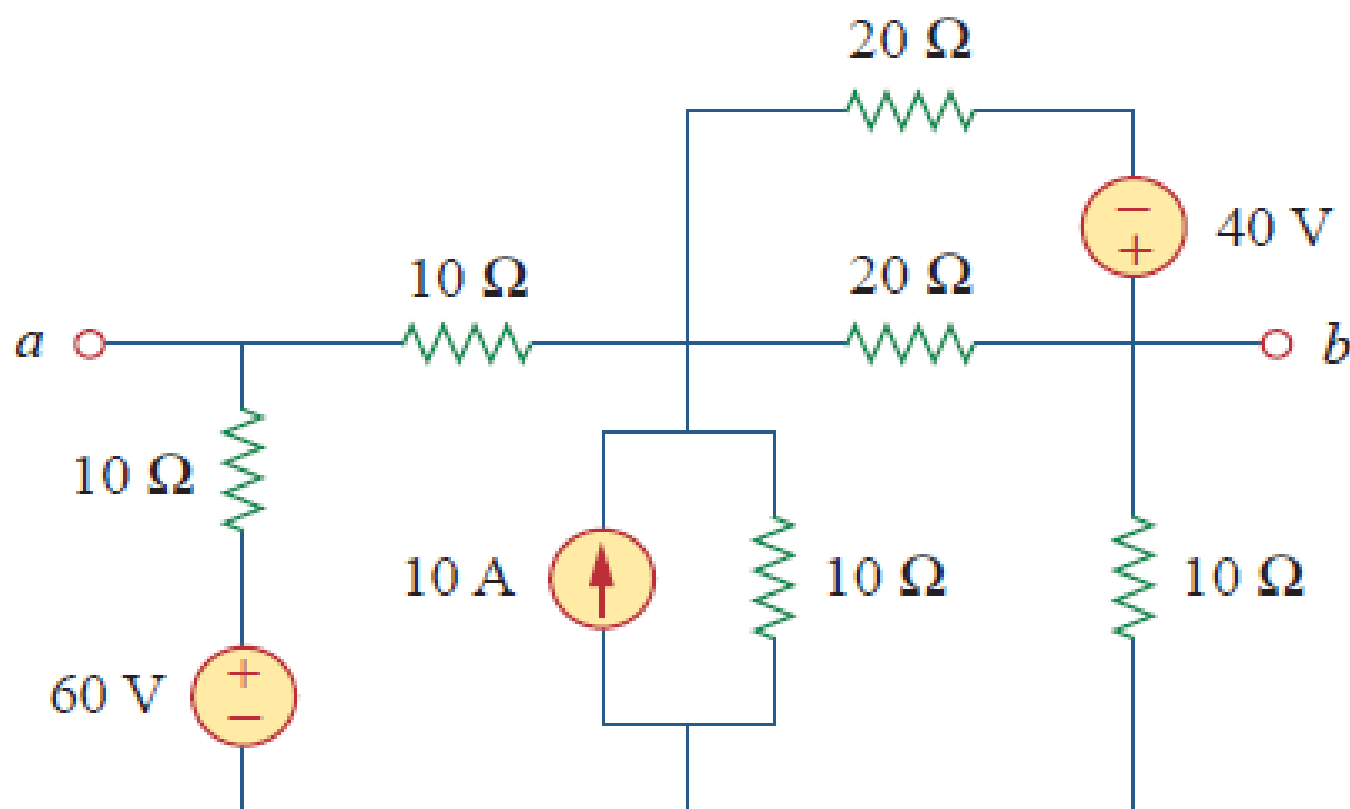
When  $R_L = 36$ ,

$$I_L = \frac{30}{40} = 0.75 \text{ A}$$

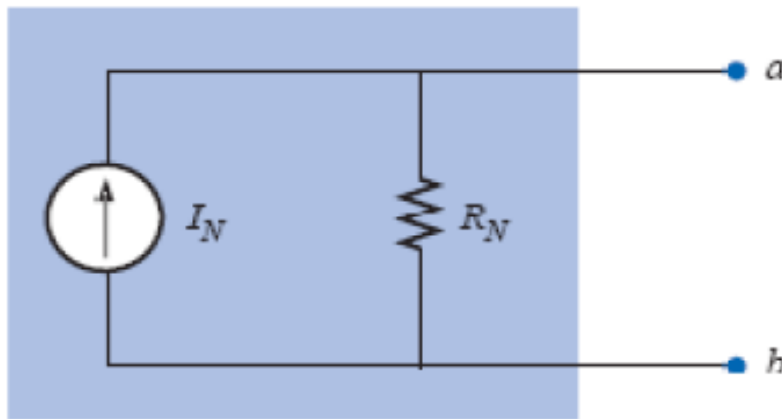
مثال

نظرية ثفنن

For the circuit find the Thevenin equivalent between terminals  $a$  and  $b$ .



تتلخص آلية عمل نظرية نورتن وفق التالي:



1. حذف ذلك الجزء من الدارة (بشكل مؤقت) والذي من خلاله يتم إيجاد دارة نورتن المكافئة.

2. ترميز أطراف الدارة فتكون الدارة ذات مخرجان  $a$  و  $b$ .

حساب المقاومة المكافئة  $R_N$ :

3. جعل جميع مصادر التغذية في الدارة مساوية للصفر، أي استبدال جميع مصادر الجهد بدارة مغلقة ومصادر التيار بدارة مفتوحة. وبالتالي حساب المقاومة الكلية الناتجة بين مخرجي الدارة  $a$  و  $b$ . وهنا نلاحظ أن  $R_N = R_{Th}$ .

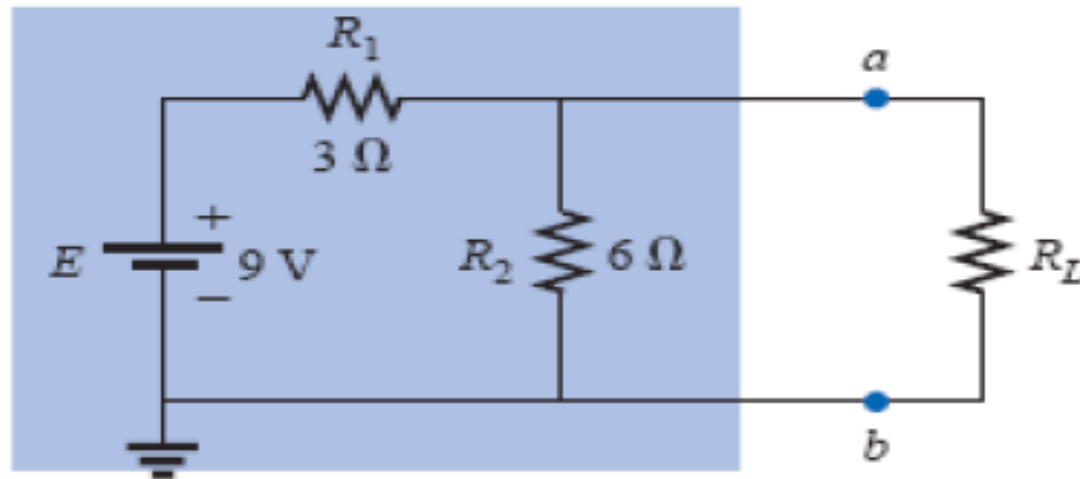
حساب مصدر التيار المكافئ  $I_N$ :

4. إعادة جميع المصادر الى حالتها الأصلية، ومن ثم إيجاد تيار الدارة المغلقة (short-circuit current) بين المخرجين  $a$  و  $b$ ، وهو ما يسمى بمصدر تيار نورتن للتغذية  $I_N$ .

5. رسم دارة نورتن المكافئة، والتي تحتوي على المقاومة المكافئة  $R_N$  مربوطة على التوازي مع المصدر  $I_N$  وكذلك الجزء الذي تم حذفه مؤقتاً في الخطوة الأولى.

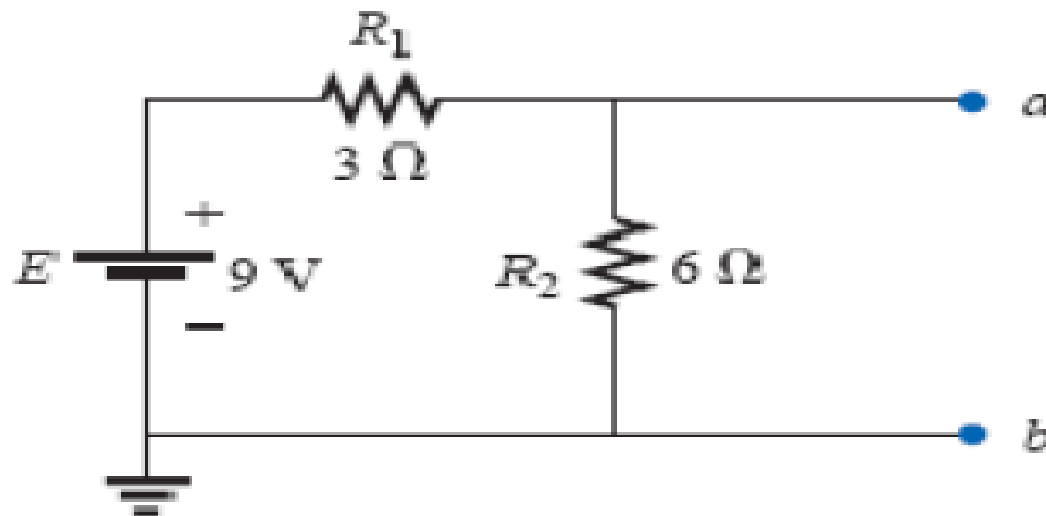
مثال

أوجد دارة نورتن المكافئة للدارة في القسم المظلل من الشكل

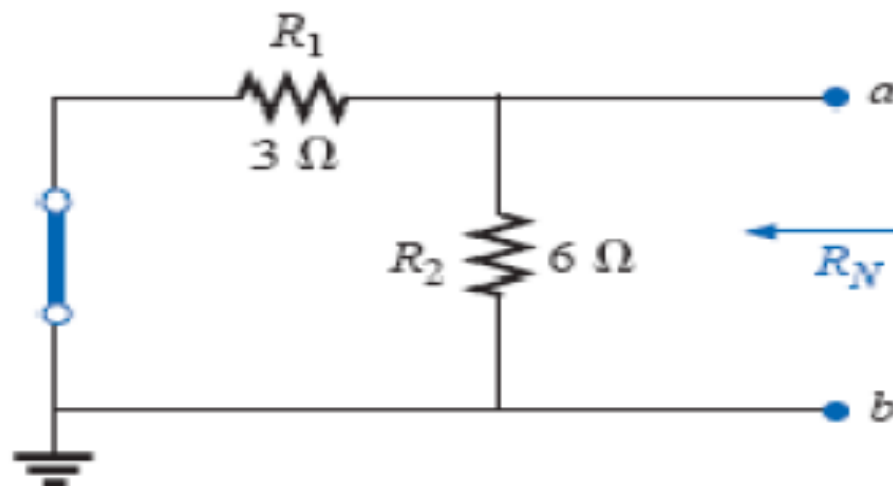


الحل:

خطوة 1 و 2: حذف مؤقت للمقاومة المتغيرة  $R_L$  وتحديد مخارج الدارة  $a$  و  $b$ ، الشكل



خطوة 3: حساب المقاومة المكافئة  $R_N$ : نستبدل مصدر التغذية  $E$  بدارة مكافئة مغلقة، الشكل

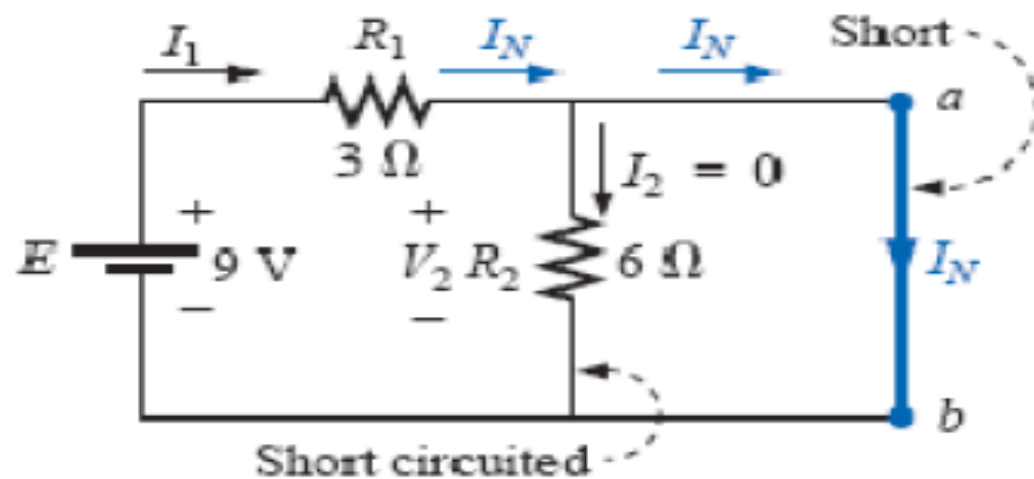


وبالتالي، تحسب المقاومة المكافئة على النحو التالي:

$$R_N = R_1 \parallel R_2 = 3\ \Omega \parallel 6\ \Omega = \frac{(3\ \Omega)(6\ \Omega)}{3\ \Omega + 6\ \Omega} = 2\ \Omega$$



خطوة 4: حساب مصدر التيار المكافئ  $I_N$ : نعيد جميع المصادر الى حالتها الأصلية، أي المصدر  $E$ ، الشكل

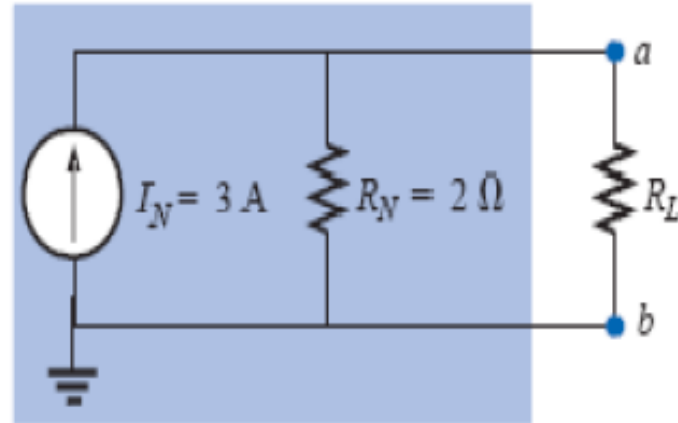


ثم نحسب قيمة تيار الدارة المغلقة  $I_N$  بين المخرجين  $a$  و  $b$ . فمن الشكل نرى بوضوح أن

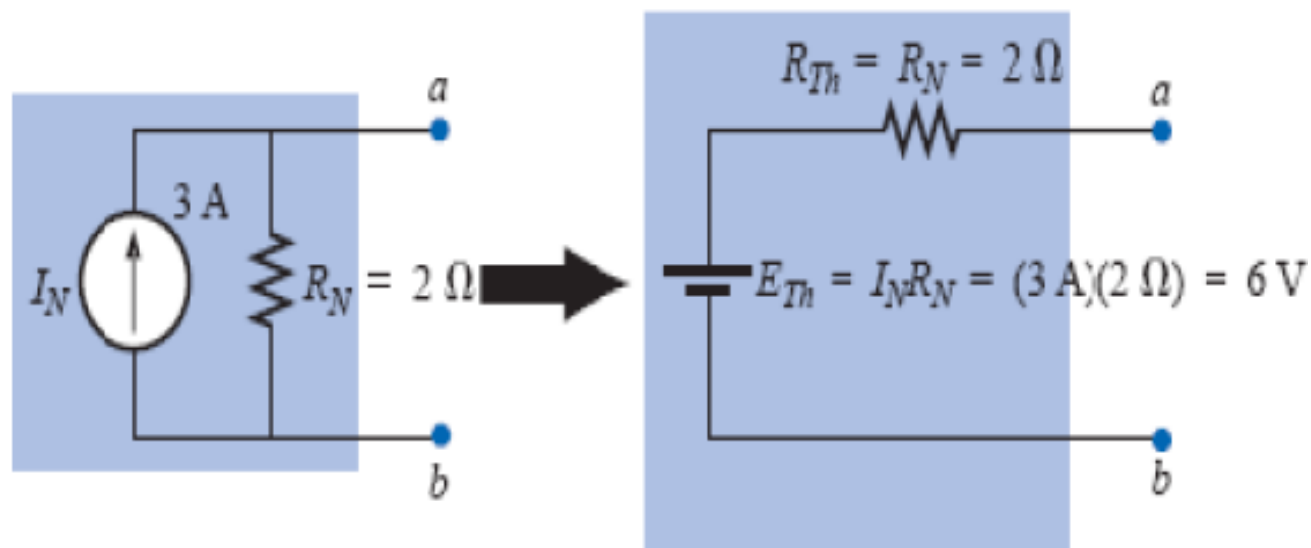
اتصال الدارة المغلقة بين الطرفين  $a$  و  $b$  على التوازي مع المقاومة  $R_2$  ويزيل تأثيرها، مما يجعل التيار  $I_2$  مساوياً للصفر. وعندئذ، يكون التيار  $I_N$  نفس التيار المار عبر المقاومة  $R_1$ ، ويظهر الجهد الكامل عبر هذه المقاومة مساوياً  $V_2 = I_2 R_2 = (0)6\Omega = 0V$ . وبالتالي،

$$I_N = \frac{E}{R_1} = \frac{9V}{3\Omega} = 3A$$

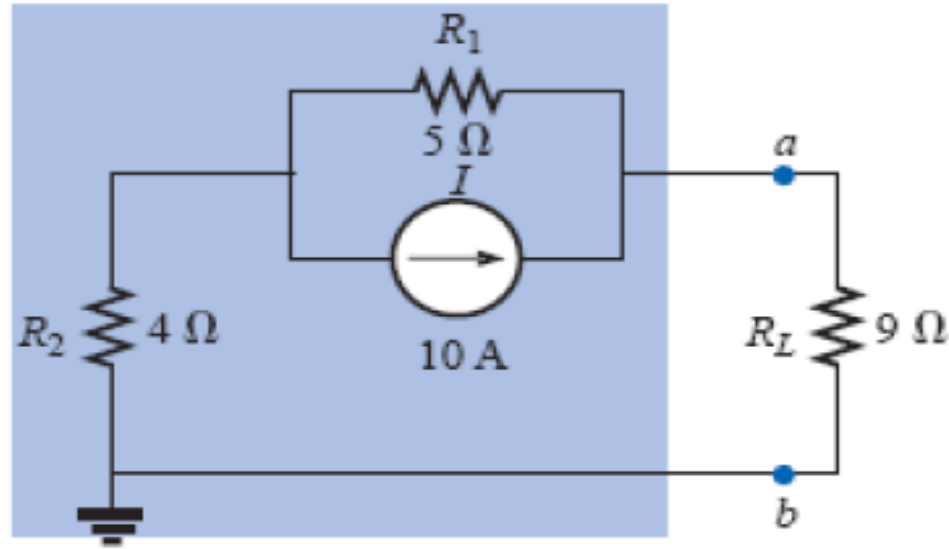
خطوة 5: نرسم دائرة نورتن المكافئة، والتي تحتوي على المقاومة المكافئة  $R_N$  مربوطة على التوازي مع المصدر  $I_N$  وكذلك الجزء الذي تم حذفه مؤقتاً في الخطوة الأولى، كما هو مبين في الشكل



ومن هذه الدارة يمكن الحصول على دارة ثفنن المكافئة لدائرة الشكل

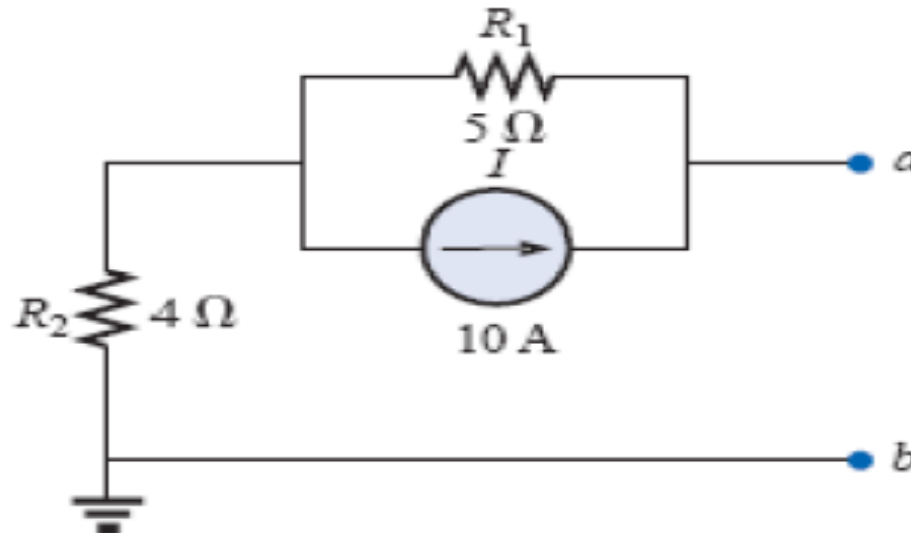


مثال أوجد دارة نورتن المكافئة للدارة في القسم المظلل من الشكل

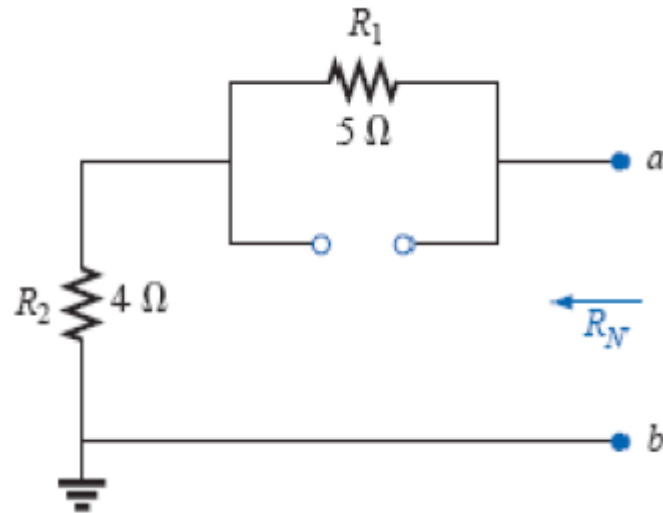


الحل:

خطوة 1 و 2: حذف مؤقت للمقاومة المتغيرة  $R_L$  وتحديد مخارج الدارة  $a$  و  $b$ ، الشكل



خطوة 3: حساب المقاومة المكافئة  $R_N$ : نستبدل مصدر التغذية  $I$  بدارة مكافئة مفتوحة

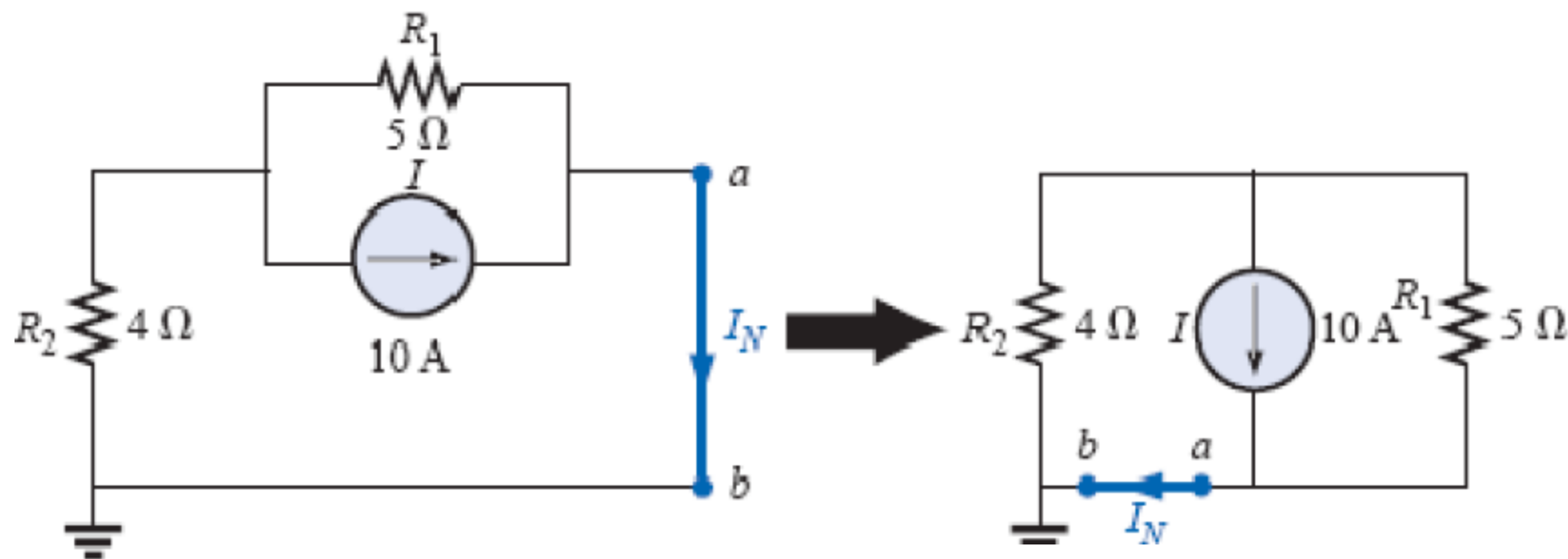


ف نحصل على المقاومة المكافئة:

$$R_N = R_1 + R_2 = 5\Omega + 4\Omega = 9\Omega$$

خطوة 4: حساب مصدر التيار المكافئ  $I_N$ : نعيد جميع المصادر الى حالتها الأصلية، أي المصدر  $I$

ثم نحسب قيمة تيار الدارة المغلقة  $I_N$  بين المخرجين  $a$  و  $b$ .



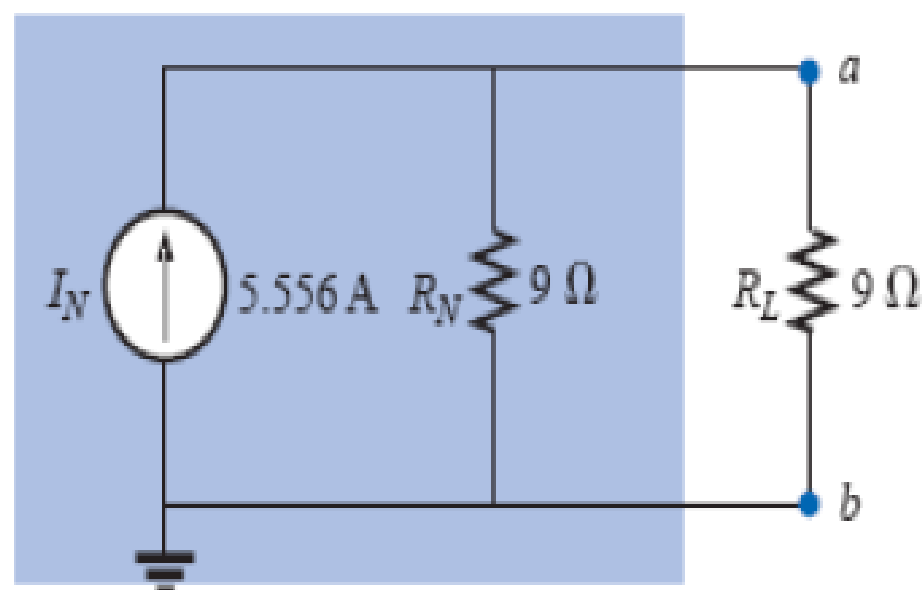
من الشكل نرى أن التيار  $I_N$  هو نفس التيار المار من المقاومة  $R_2 = 4\Omega$ .  
 باستخدام قانون قاسم التيار، نجد:

$$I_N = \frac{R_1 I}{R_1 + R_2} = \frac{(5\Omega)(10\text{ A})}{5\Omega + 4\Omega} = 5.556\text{ A}$$

خطوة 5: نرسم دائرة نورتن المكافئة، والتي تحتوي على المقاومة المكافئة  $R_N$

مربوطة على التوازي مع المصدر  $I_N$

وكذلك الجزء الذي تم حذفه مؤقتاً في الخطوة الأولى، كما هو مبين في الشكل



Find the Norton equivalent circuit of the circuit in at terminals  $a-b$ .

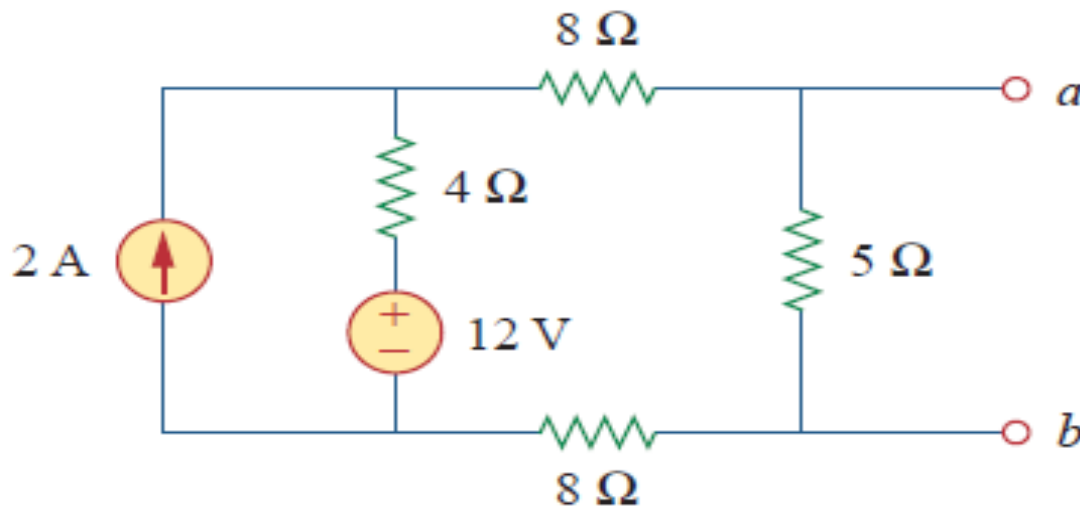
مسألة شاملة:

أوجد دائرة نورتن

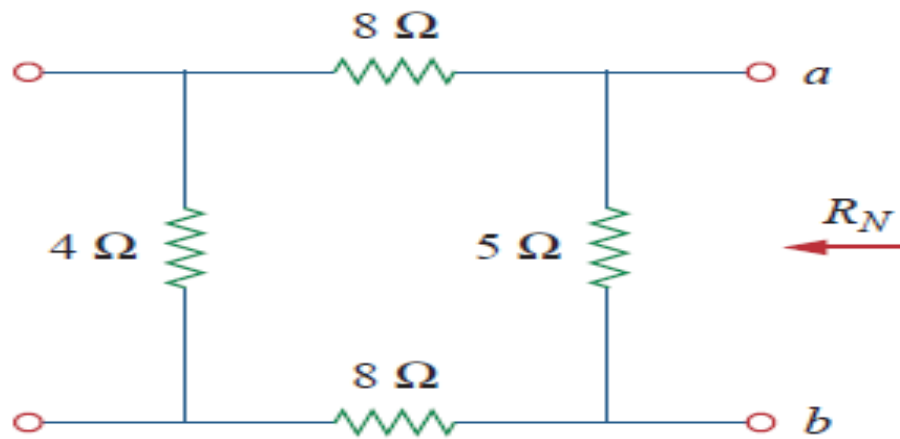
المكافئة للدائرة

الموجودة على يسار

القطبين أ و ب

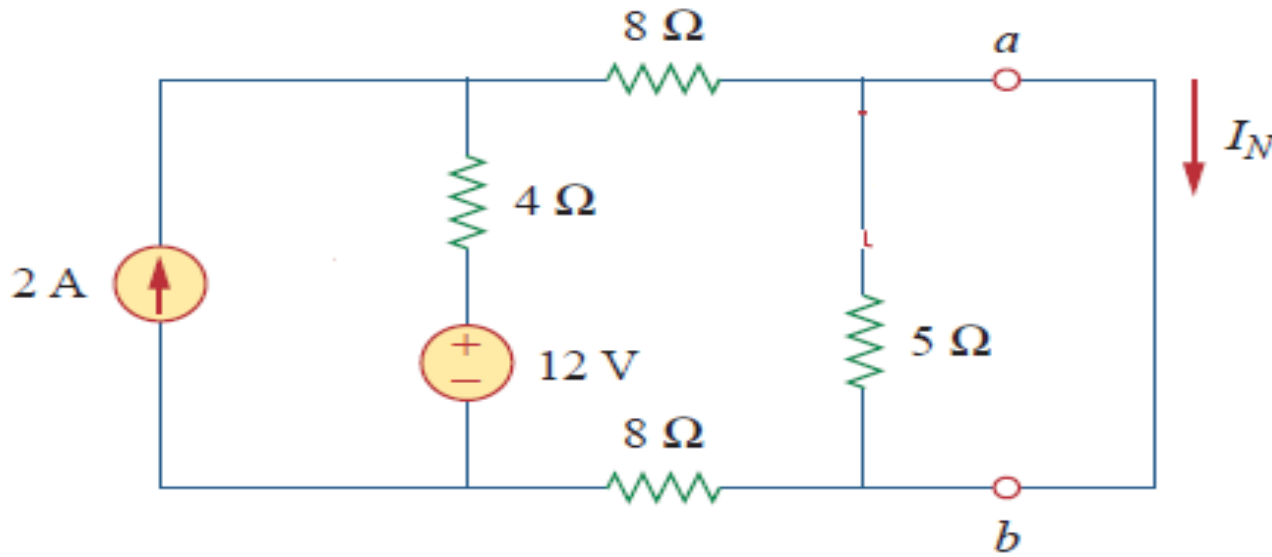


أولاً: نوجد مقاومة نورتن:



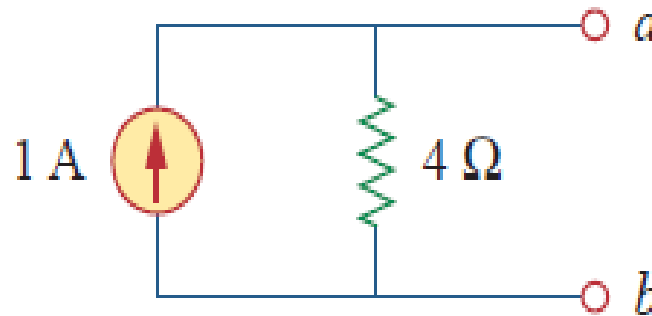
$$R_N = 5 \parallel (8 + 4 + 8) = 5 \parallel 20 = \frac{20 \times 5}{25} = 4 \Omega$$

ثانياً: نوجد تيار نورتن باستخدام نظرية التراكب :



$$I_N = 1\text{ A}$$

ثالثاً: تصبح الدارة كما يلي:





Obtain the Thevenin and Norton equivalent circuits at terminals  $a$ - $b$  of the circuit in

