تابع للمحاضرة الثالثة

“Everyone is trying to find the right person but nobody is trying to be the right person”

الدارات الكهربائية والالكترونية

طرق تحليل الدارات
Methods of Circuits analysis

Methods of Analysis

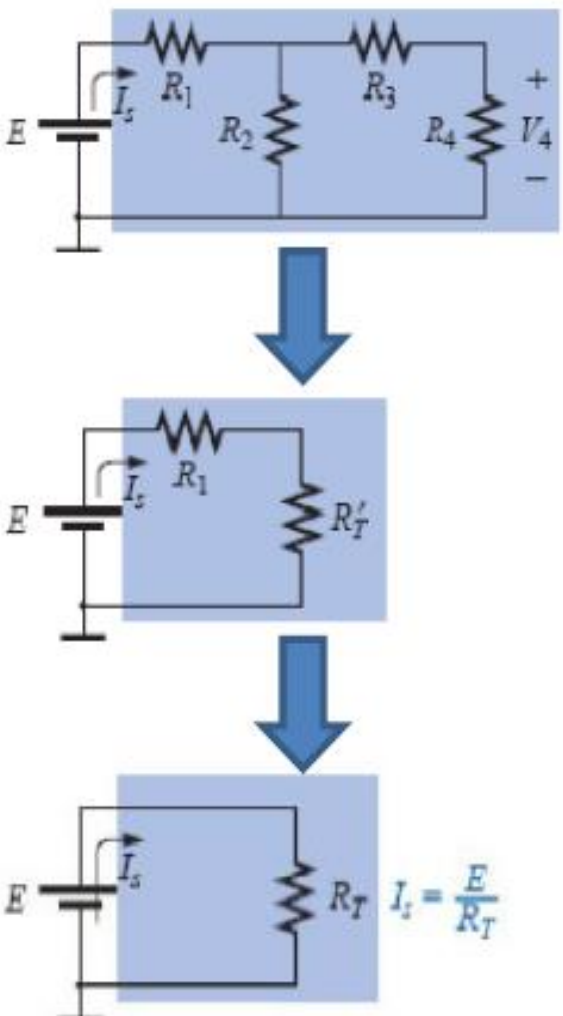
لمعرفة جهد و تيار أي عنصر موجود في دارة ما فيلزمنا مايلي:

- قانون كيرشوف للتيار Kirchhoff's Current Laws (KCL)
- قانون كيرشوف للجهد Kirchhoff's Voltage Laws (KVL)
- قانون أوم Ohm's Law
- و لكن السؤال كيف يمكننا تطبيق هذه القوانين لتحديد ما سبق؟

طريقة التبسيط

Reduce Approach

تتلخص هذه الطريقة على النحو التالي: نحدد المقاومات المرتبطة على التسلسل (أو التوازي) ونقوم بحساب المقاومة المكافئة لها ونقوم بإعادة رسم الدارة، كما هو مبين فى الشكل



$$R_3,\ R_4 - \text{in series} \Rightarrow R' = R_3 + R_4$$

$$R_2,\ R' - \text{in parallel} \Rightarrow R'_T = R_2 \,||\, R' = \frac{R_2 R'}{R_2 + R'}$$

$$R_1,\ R' - \text{in series} \Rightarrow R_T = R_1 + R'_T$$

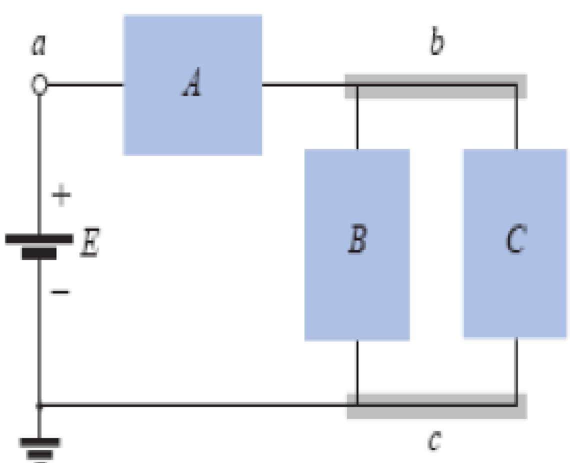
قانون أوم:

$$I_s = \frac{E}{R_T}$$

طريقة مخطط الكتل

(Block Diagram)

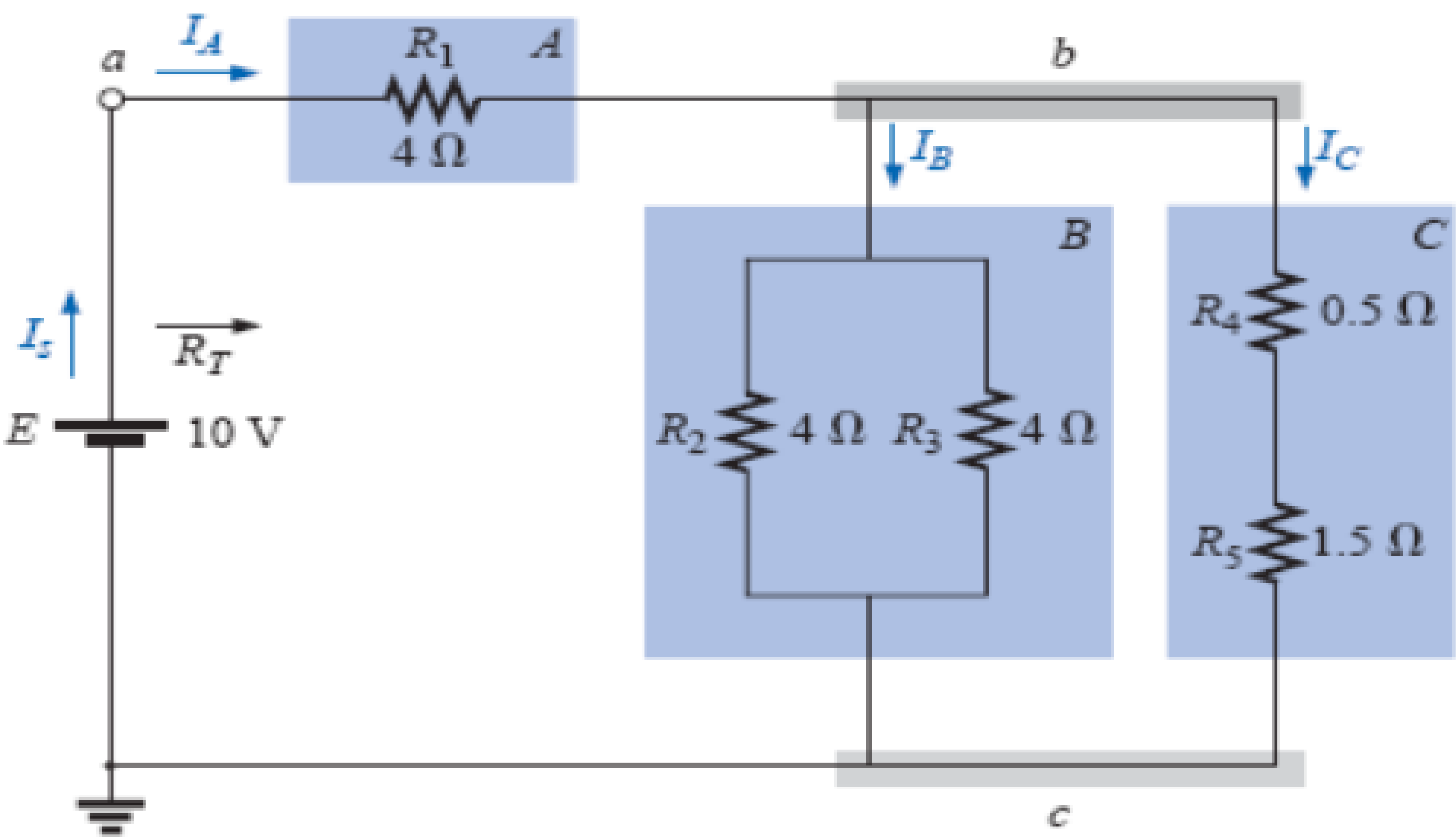
تتلخص هذه الطريقة على النحو التالي: تعتمد هذه الطريقة على تجميع العناصر، بحيث عنصران مرتبطان على التسلسل يشكلان كتلة، و عنصران مرتبطان على التوازي يشكلان كتلة أخرى، والكتل الناتجة فإما أن تكون على التسلسل وأما أن تكون على التوازي ومن ثم يعاد رسم الدارة بدلالة الكتل الجديدة، كما هو مبين في الشكل.



المقاومة الكلية = المجموع الجبري $A + (B \,||\, C)$

أمثلة محلولة

احسب شدة التيارات المشار إليها في الشبكة المبينة في الشكل التالي، وكذلك قيمة الجهد في كل كتلة (V_A, V_B, V_C).



الحل:

نلاحظ من معطيات الشبكة أن:

الكتلة A: $R_A = 4\Omega$

الكتلة B: $R_B = R_2 \parallel R_3 = R_{2\parallel 3} = \dfrac{R}{N} = \dfrac{4\Omega}{2} = 2\Omega$

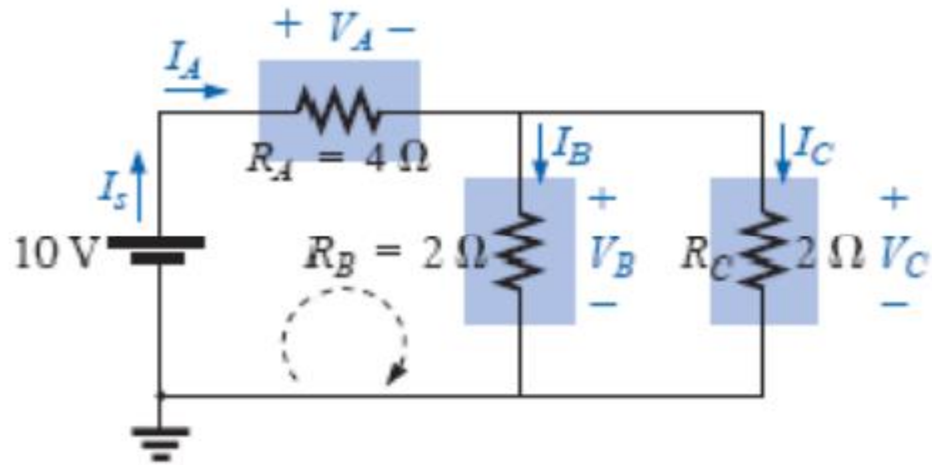
الكتلة C: $R_C = R_4 + R_5 = R_{4,5} = 0.5\Omega + 1.5\Omega = 2\Omega$

الكتلة B و الكتلة C على التوازي، أي: $R_{B\parallel C} = \dfrac{R}{N} = \dfrac{2\Omega}{2} = 1\Omega$

ومن هنا، نجد المقاومة الكلية: $R_T = R_A + R_{B\parallel C} = 4\Omega + 1\Omega = 5\Omega$

وبالتالي: $I_s = \dfrac{E}{R_T} = \dfrac{10\,\text{V}}{5\Omega} = 2\,\text{A}$

من أجل إيجاد التيارات المشار إليها I_A, I_B, I_C ، وكذلك الجهد (V_A, V_B, V_C)، نعيد رسم الدارة، كما هو مبين في الشكل التالي.



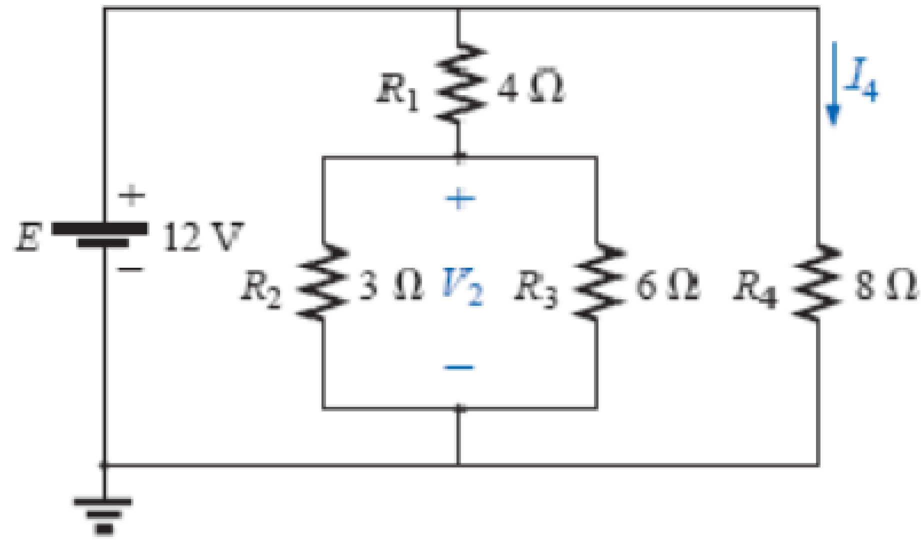
من الدارة نرى أن: $I_A = I_s = 2\,\text{A},\ \ I_B = I_C = \dfrac{I_A}{2} = \dfrac{I_s}{2} = \dfrac{2\,\text{A}}{2} = 1\text{A}$

إذا عدنا إلى الشكل نرى أن: $I_{R_2} = I_{R_3} = \dfrac{I_B}{2} = 0.5\,\text{A}$

والآن نقوم بحساب الجهد ، فنجد:

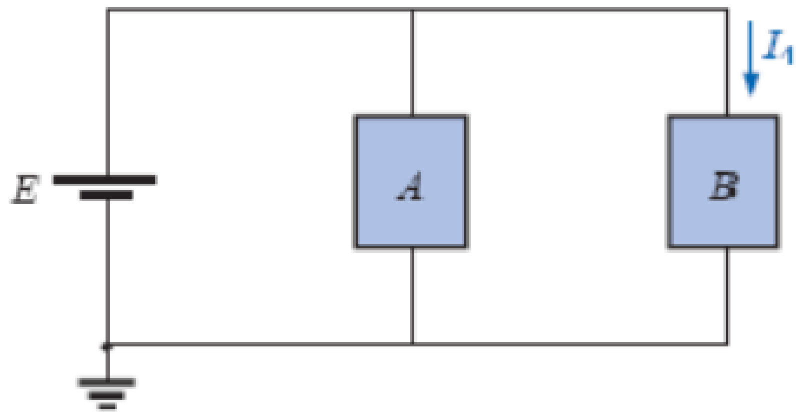
$$V_A = I_A R_A = (2\,\text{A})(4\,\Omega) = 8\,\text{V}$$
$$V_B = I_B R_B = (1\,\text{A})(2\,\Omega) = 2\,\text{V}$$
$$V_C = I_C R_C = V_B = 2\,\text{V}$$

أوجد التيار I_4 و الجهد V_2 المشار إليهما في الدارة المبينة في الشكل التالي.



الحل:

استناداً إلى طريقة التجميع السابقة، فإننا نرى أن المقاومة R_4 تشكل كتلة، ولتكن *B*، والمقاومة R_1 مع مجموع المقاومتين $R_{2\|3}$ تشكل كتلة، ولتكن *A*. وبإعادة رسم الدارة، نحصل على الدارة المكافئة المبينة في الشكل التالي.



وبتطبيق قانون أوم، نجد أن: $I_4 = \frac{E}{R_B} = \frac{E}{R_4} = \frac{12\,\text{V}}{8\,\Omega} = 1.5\,\text{A}$

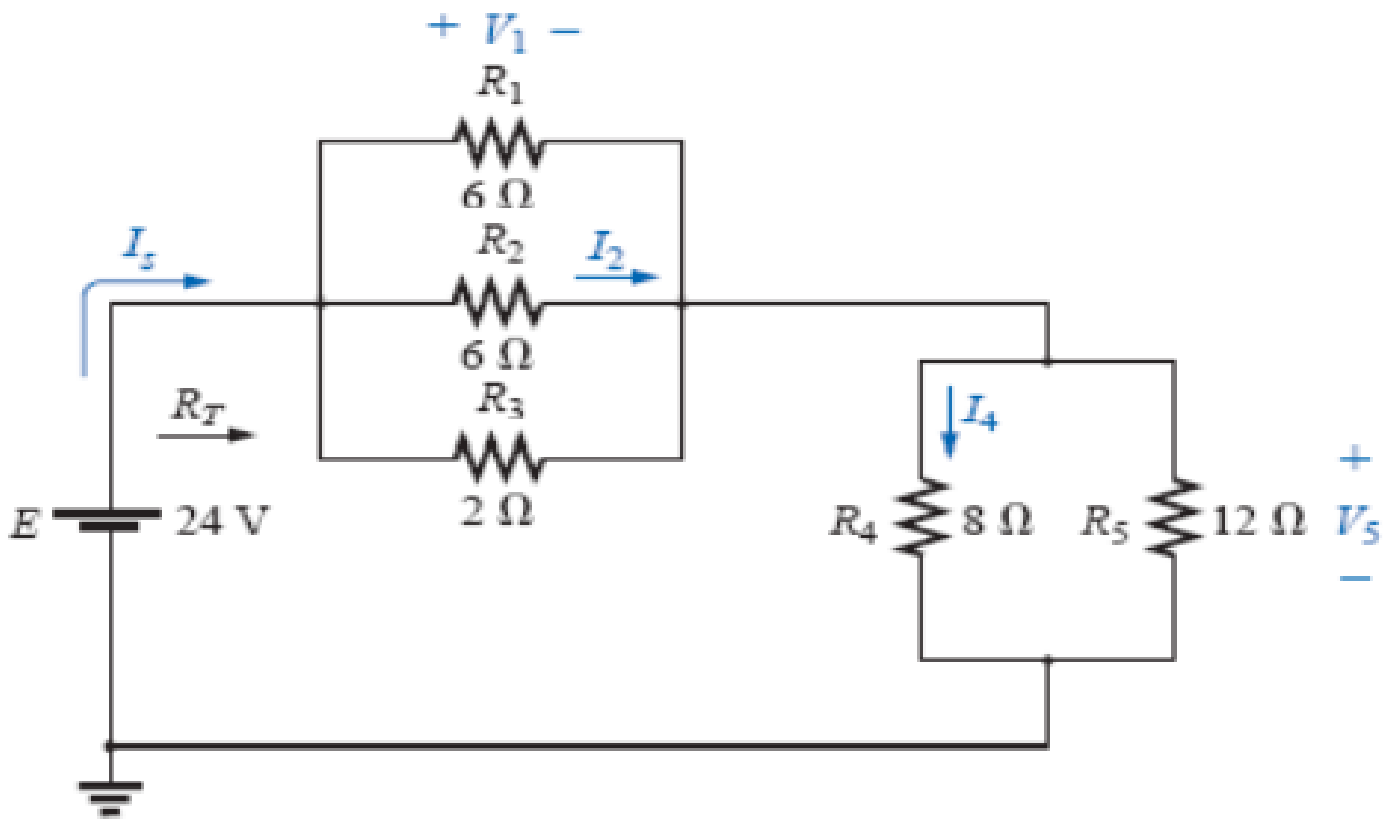
من جهة أخرى، يمكن القول أن الكتلة A تتكون من كتلتين: المقاومة R_1 - كتلة C، و مجموع المقاومتين $R_{2\|3}$ - كتلة D ، و هاتين الكتلتين يمكن تمثيلهما كما هو مبين في الشكل التالي. وبالتالي، نجد أن:

$$R_D = R_2 \| R_3 = \frac{(3\,\Omega)(6\,\Omega)}{3\,\Omega + 6\,\Omega} = 2\,\Omega$$

وبتطبيق قانون قاسم التيار(CDR)، نجد أن:

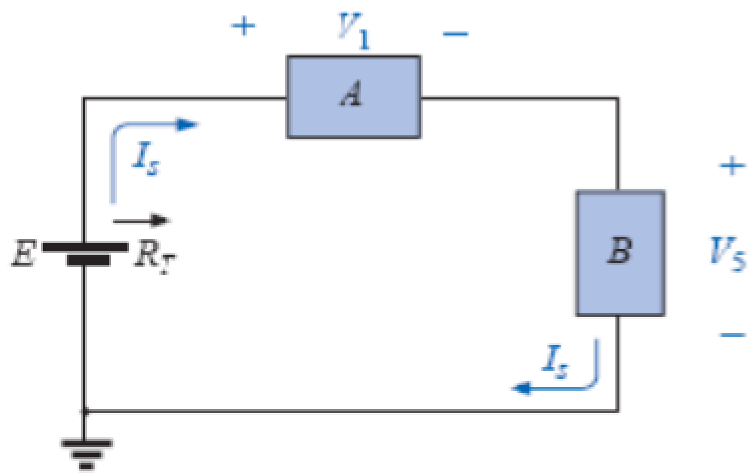
$$V_2 = \frac{R_D E}{R_D + R_C} = \frac{(2\,\Omega)(12\,\text{V})}{2\,\Omega + 4\,\Omega} = 4\,\text{V}$$

أوجد كل التيارات و الجهود المشار إليها في الدارة المبينة في الشكل التالي.



الحل:

نرى من الشكل أن المقاومات المرتبطة على التوازي $R_{1\|2\|3}$ تشكل كتلة ولتكن A، بينما المقاومات $R_{4\|5}$ فتشكل كتلة B. وبناءً عليه، نعيد رسم الدارة كما هو مبين في الشكل التالي.

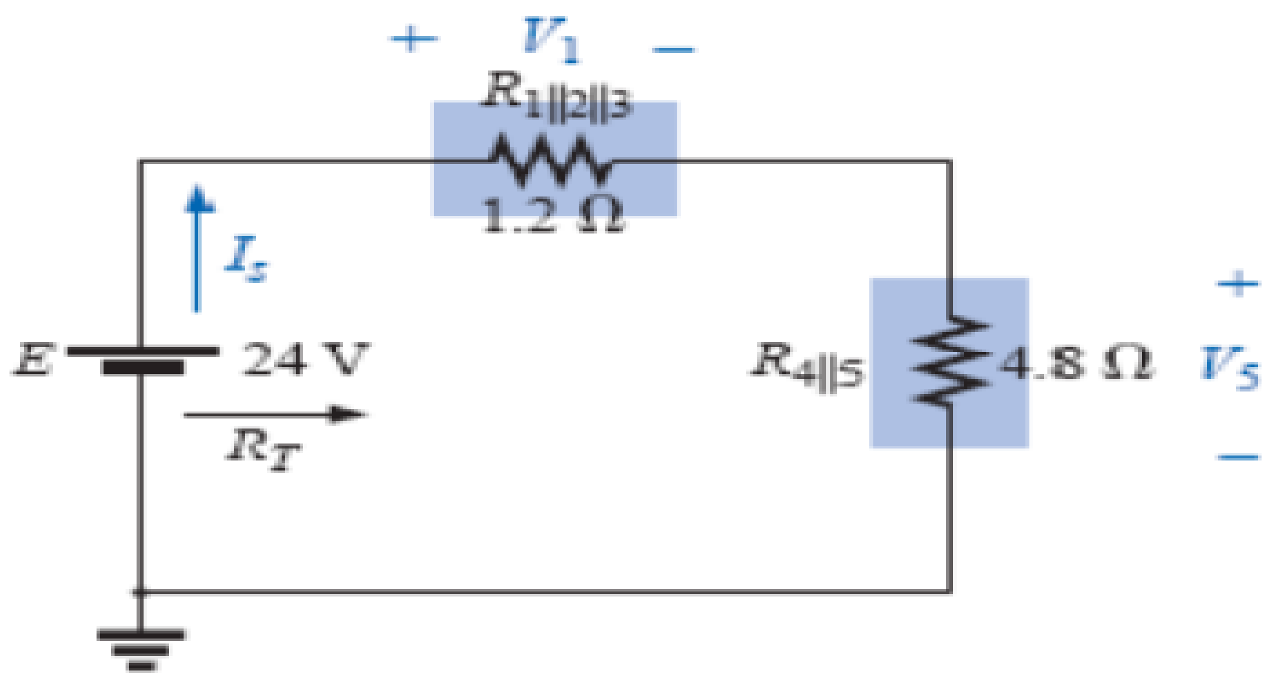


وبالتالي، نجد أن: $R_{1\|2} = \frac{R}{N} = \frac{6\,\Omega}{2} = 3\,\Omega$

$$R_A = R_{1\|2\|3} = \frac{(3\,\Omega)(2\,\Omega)}{3\,\Omega + 2\,\Omega} = 1.2\,\Omega$$

$$R_B = R_{4\|5} = \frac{(8\,\Omega)(12\,\Omega)}{8\,\Omega + 12\,\Omega} = 4.8\,\Omega$$

نعيد رسم المخطط السابق بدلالة القيم الجديدة كما هو مبين في الشكل التالي، بحيث أن:



$$R_T = R_{1\|2\|3} + R_{4\|5} = 1.2\,\Omega + 4.8\,\Omega = 6\,\Omega$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{24\text{ V}}{6\,\Omega} = 4\text{ A}$$

$$V_1 = I_s R_{1\|2\|3} = (4\text{ A})(1.2\,\Omega) = 4.8\text{ V}$$

$$V_5 = I_s R_{4\|5} = (4\text{ A})(4.8\,\Omega) = 19.2\text{ V}$$

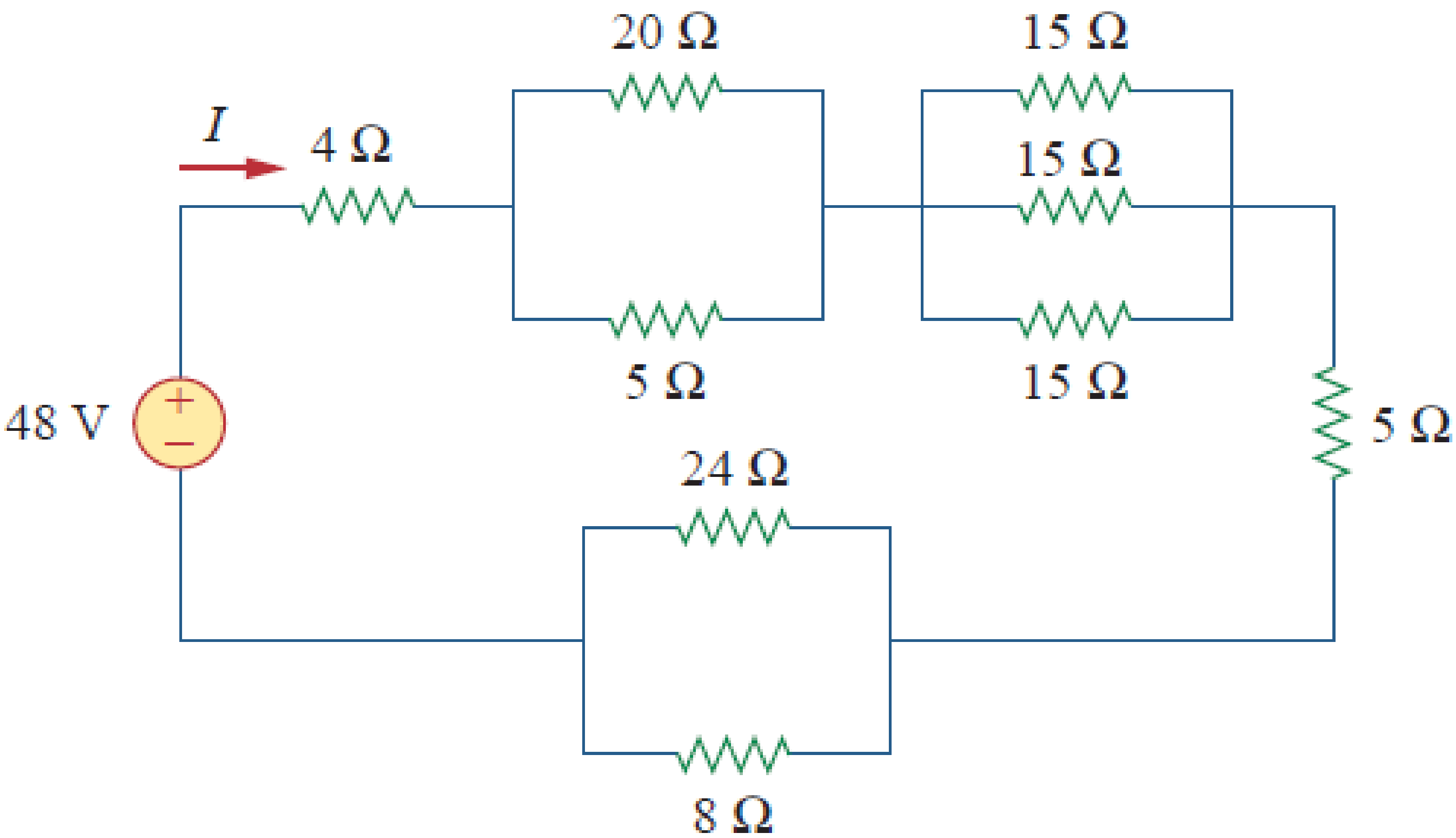
وبتطبيق قانون أوم:

$$I_4 = \frac{V_5}{R_4} = \frac{19.2\text{ V}}{8\,\Omega} = 2.4\text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_1}{R_2} = \frac{4.8\text{ V}}{6\,\Omega} = 0.8\text{ A}$$

مثال

Find I in the circuit



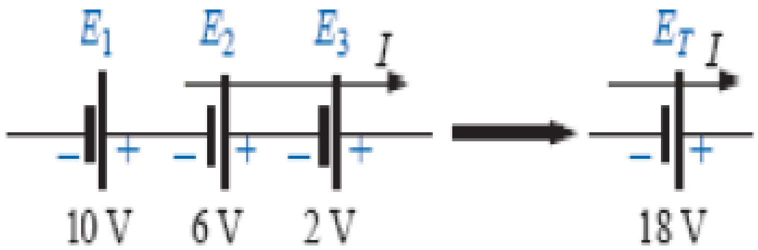
$R_{eq} = 24\,\Omega$

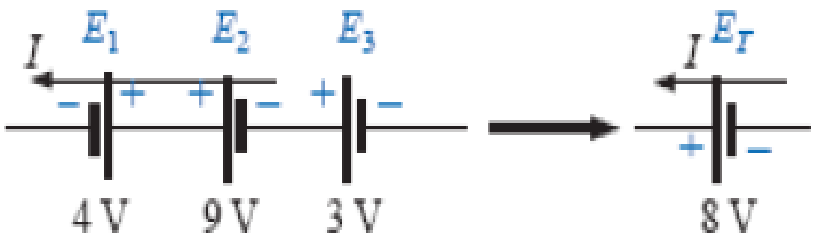
$I = 2A$

مصادر الجهد على التسلسل

Voltage sources in Series

يتم توصيل مصادر الجهد على التسلسل بحيث يكون القطب الموجب للمصدر الأول متصل مع القطب السالب للمصدر الثاني الذي يليه ثم القطب الموجب للمصدر الثاني يكون متصلاً مع القطب السالب للمصدر الثالث الذي يليه وهكذا، كما هو مبين في الشكل.





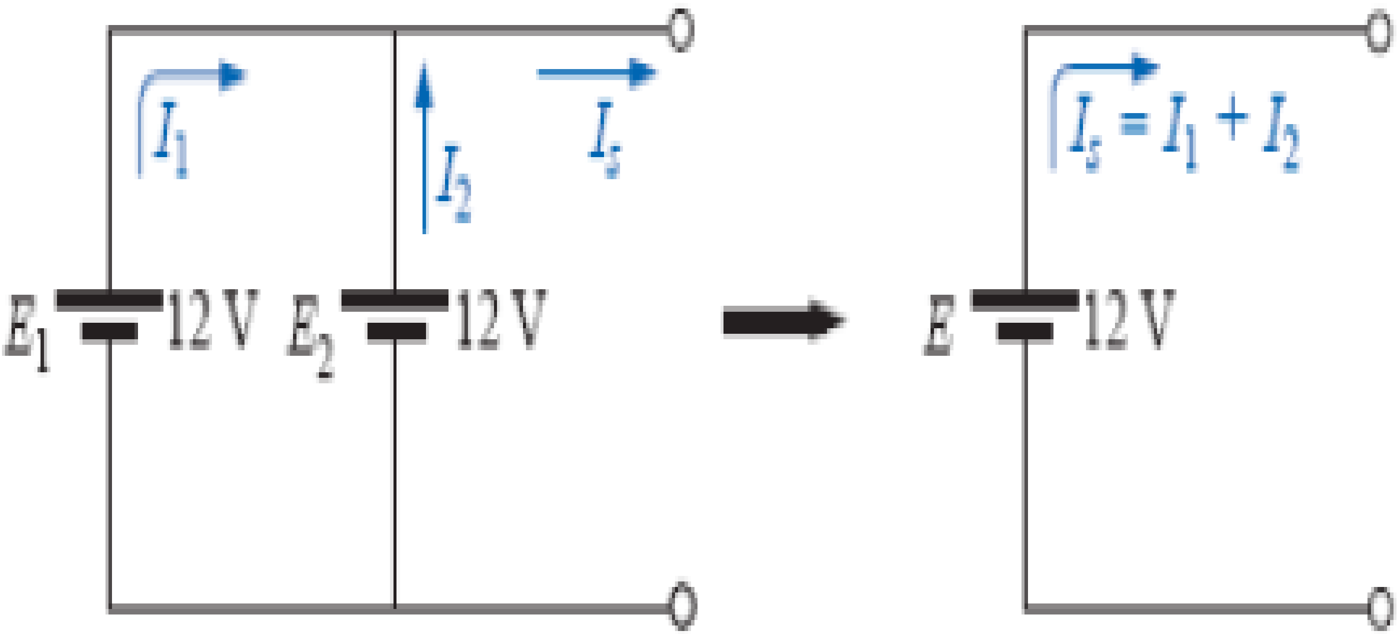
$$E_T = E_1 + E_2 + E_3 = (10+6+2)\text{V} = 18\text{V}$$

$$E_T = E_2 + E_3 - E_1 = (9+3-4)\text{V} = 8\text{V}$$

مصادر الجهد على التوازي

Voltage Sources in Parallel

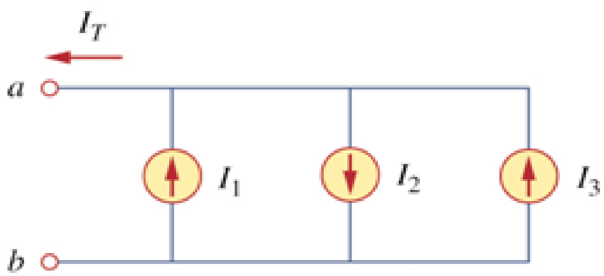
توضع مصادر الجهد على التوازي، كما هو مبين في الشكل، فقط في حالة تساوي قيمها. السبب الرئيسي لوضع اثنين أو أكثر من مصادر الجهد على التوازي في محطة جهد واحدة هو لزيادة شدة التيار من المصدر.

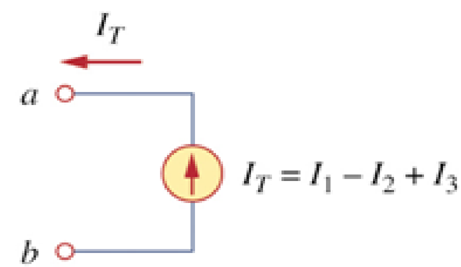


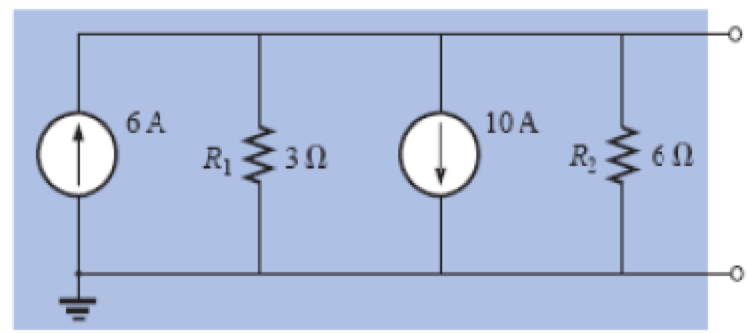
مصادر التيار على التفرع

(Current Sources in Parallel

التوصيل على التفرع: تستبدل مصادر التيارات الموصولة على التوازي بمصدر واحد، بحيث أن المصادر ذات الاتجاه الواحد تُجمع والمصادر مختلفة الاتجاه تُطرح وتأخذ إشارة الأكبر منها.

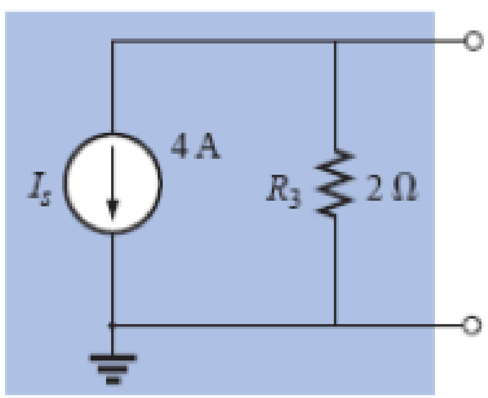






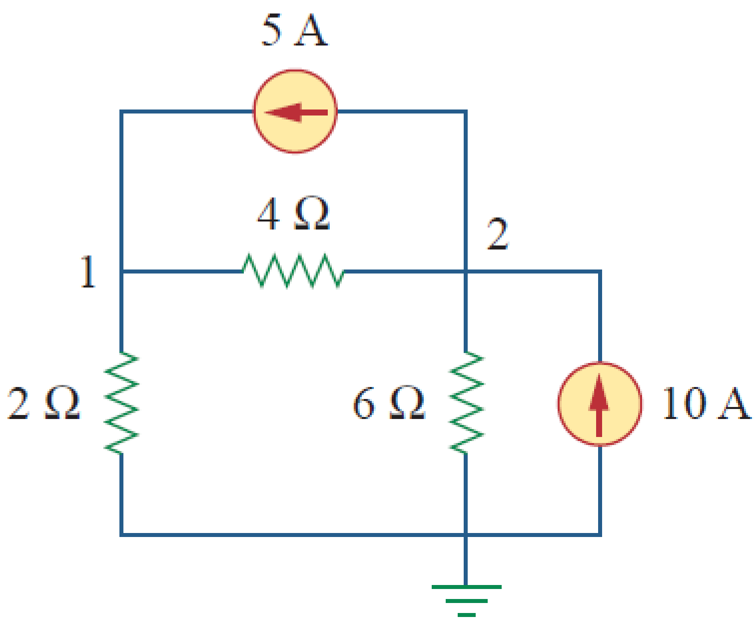
$$I = 10\text{A} - 6\text{A} = 4\text{A}$$

$$R_3 = R_1 \,||\, R_2 = 3\,\Omega \,||\, 6\,\Omega = 2\,\Omega$$

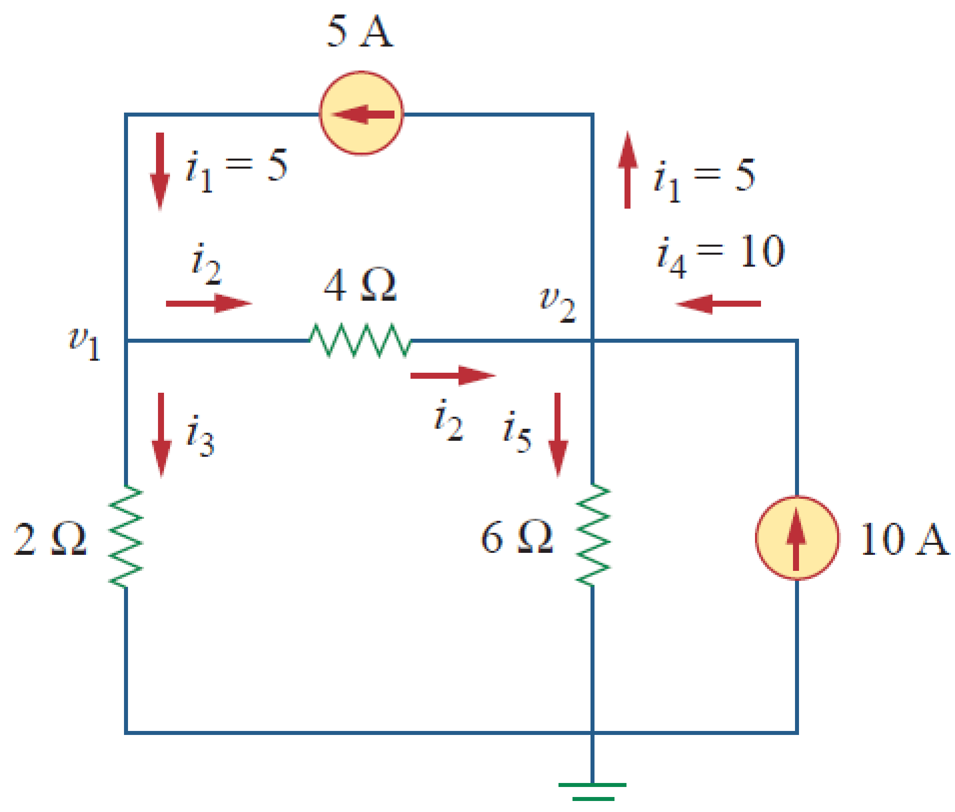


Calculate the node voltages in the circuit

مثال



(a)



(b)

Solution:

At node 1,

$$i_1 = i_2 + i_3 \quad \Rightarrow \quad 5 = \frac{v_1 - v_2}{4} + \frac{v_1 - 0}{2}$$

or

$$20 = v_1 - v_2 + 2v_1$$

$$3v_1 - v_2 = 20$$

At node 2

$$i_2 + i_4 = i_1 + i_5 \quad \Rightarrow \quad \frac{v_1 - v_2}{4} + 10 = 5 + \frac{v_2 - 0}{6}$$

or

$$3v_1 - 3v_2 + 120 = 60 + 2v_2$$

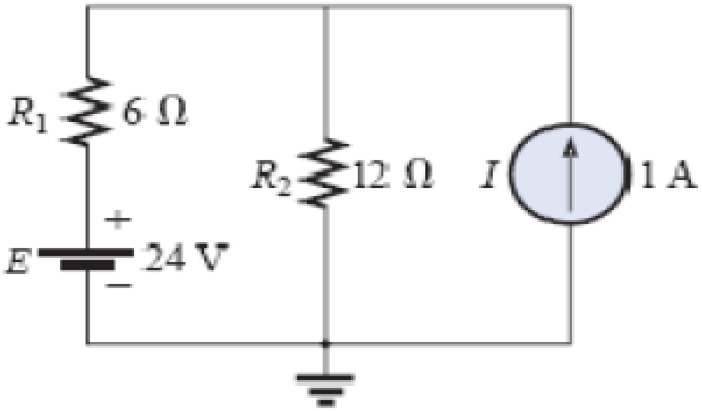
$$-3v_1 + 5v_2 = 60$$

بحل المعادلتين السابقتين نجد:

$$4v_2 = 80 \quad \Rightarrow \quad v_2 = 20 \text{ V}$$

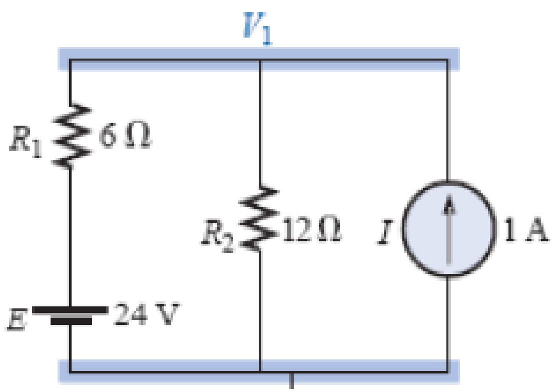
$$3v_1 - 20 = 20 \quad \Rightarrow \quad v_1 = \frac{40}{3} = 13.333 \text{ V}$$

مثال طبق طريقة التحليل العقدي على الدارة المبينة في الشكل لإيجاد التيارات المارة في كل فرع منها.



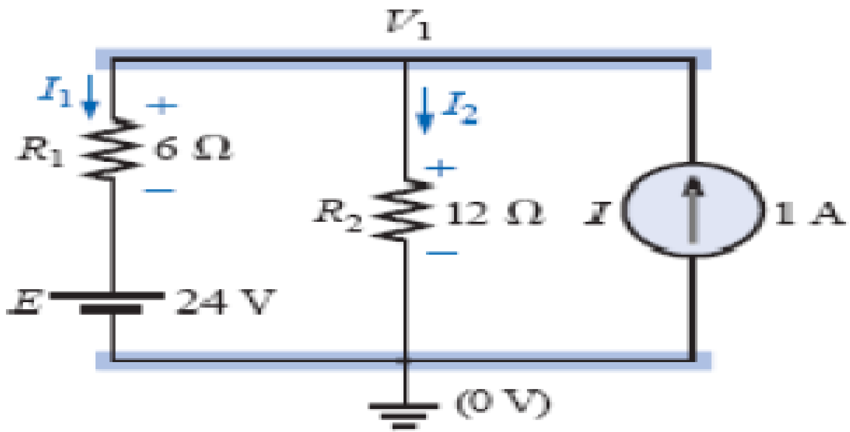
الحل:

خطوة 1 و2: الدارة تحتوي على عقدتين كما هو مبين في الشكل حيث أن الجهد في العقدة السفلى يساوي الصفر وتعتبر عقدة المرجع $(0\,\text{V})$ والعقدة العليا (V_1)



خطوة 3 : نحدد اتجاه التيارات كما هو مبين في الشكل

من الشكل، نلاحظ أن التيارات I_1 و I_2 تعرّف بأنها مغادرة من العقدة العليا (V_1)



خطوة 4 : نطبق قانون كرشوف للتيار على العقدة العليا، فنجد: $I = I_1 + I_2$

من الشكل، نجد أن التيار I_2 يرتبط بالعقدة V_1 وفقاً لقانون أوم على النحو التالي:

$$I_2 = \frac{V_{R_2}}{R_2} = \frac{V_1}{R_2}, \quad I_1 = \frac{V_{R_1}}{R_1}, \quad \therefore \; V_{R_1} = V_1 - E$$

بالتعويض في علاقة قانون كرشوف للتيار، نجد:

$$I = I_1 + I_2 = \frac{V_1 - E}{R_1} + \frac{V_1}{R_2} \Leftrightarrow V_1\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = \frac{E}{R_1} + I$$

بتعويض القيم المعطاة، نجد:

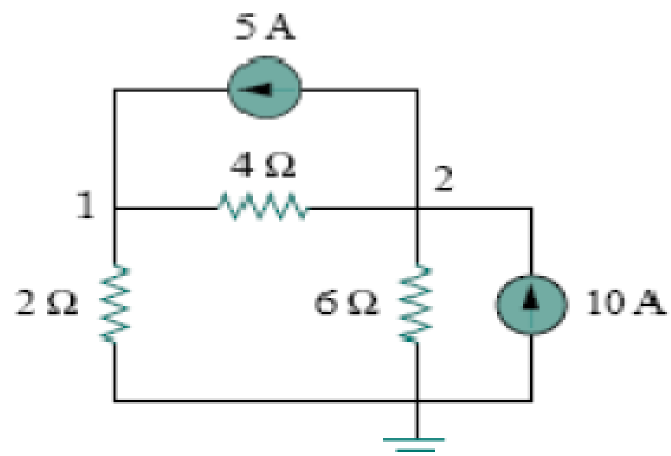
$$V_1\left(\frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{12\Omega}\right) = \frac{24\,\text{V}}{6\Omega} + 1\,\text{A} \Rightarrow V_1 = 20\,\text{V}$$

وبالتالي،

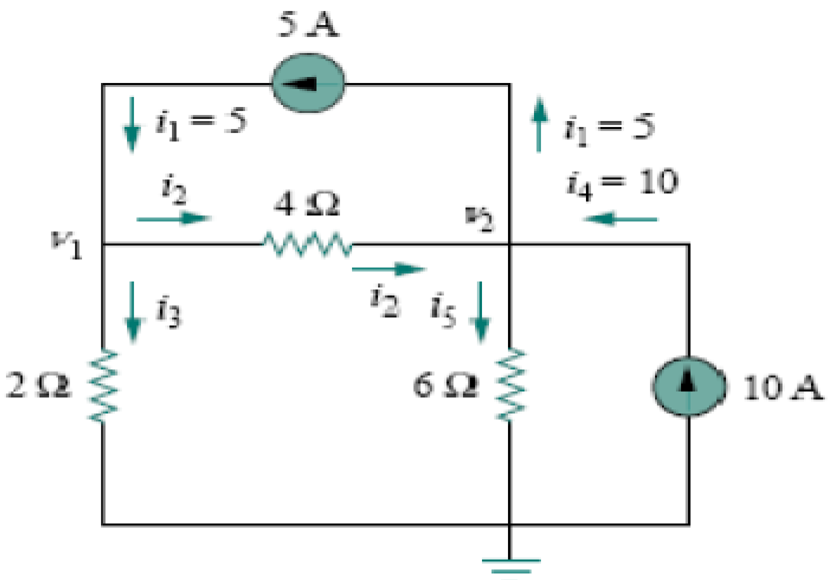
$$I_1 = \frac{V_1 - E}{R_1} = \frac{20\,\text{V} - 24\,\text{V}}{6\Omega} = -0.667\,\text{A}; \; I_2 = \frac{V_1}{R_2} = \frac{20\,\text{V}}{12\Omega} 1.667\,\text{A}$$

تشير إشارة السالب إلى أن الاتجاه الحقيقي للتيار I_1 هو عكس الاتجاه المفروض.

مسألة : احسب الجهد في كل عقدة من الدارة المبينة في الشكل (a). (باستخدام التحليل العقدي)



(a)



(b)

الحل:

نحدد اتجاهات ةالتيارات في الدارة كما هو مبين في الشكل (b.

نطبق قانون KCL عند العقدة 1:

$$i_1 = i_2 + i_3 \;\Rightarrow\; 5\text{ A} = \left(\frac{v_1 - v_2}{4} + \frac{v_1 - 0}{2}\right)\text{A}$$

$$3v_1 - v_2 = 20 \qquad (1)$$

أو نطبق قانون KCL عند العقدة 2:

$$i_2 + i_4 = i_1 + i_5 \Rightarrow \frac{v_1 - v_2}{4} + 10 = 5 + \frac{v_2 - 0}{6}$$

(2) $$-3v_1 + 5v_2 = 60$$

بحل المعادلتين (1) و (2) نجد:

$$\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -3 & 5 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ 60 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -3 & 5 \end{bmatrix} = 15 - 3 = 12$$

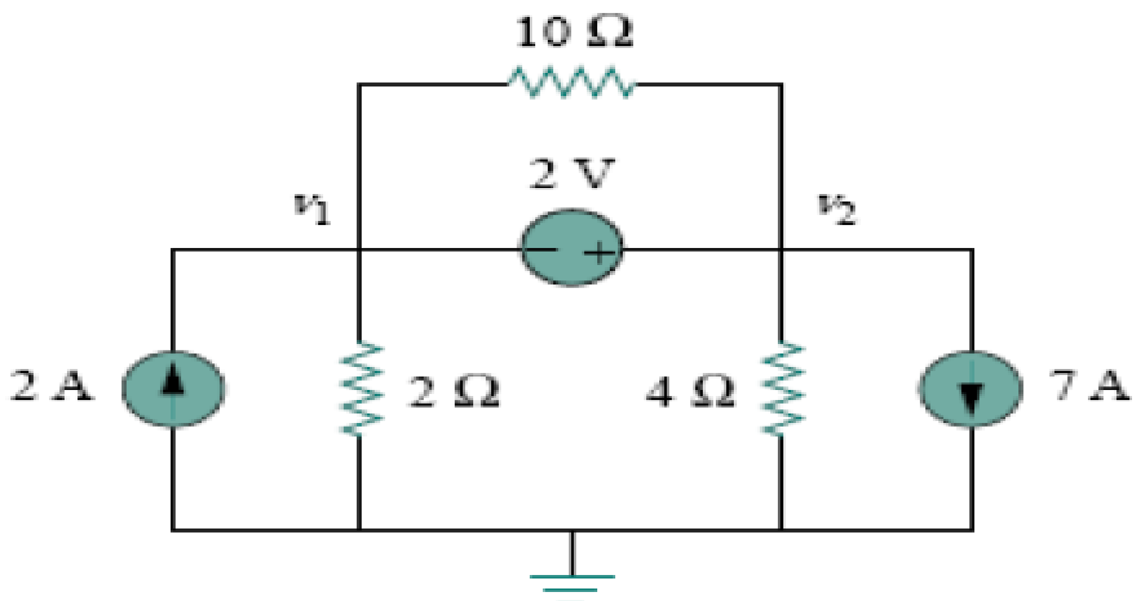
$$v_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 20 & -1 \\ 60 & 5 \end{vmatrix}}{12} = \frac{100 + 60}{12} = 13.33 \text{ V}$$

$$v_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 20 \\ -3 & 60 \end{vmatrix}}{12} = \frac{180+60}{12} = 20 \text{ V}$$

إذا كانت هناك حاجة لحساب التيارات، بالتعويض نجد التالي:

$$i_1 = 5 \text{ A},\ \ i_2 = \frac{v_1 - v_2}{4} = -1.6667 \text{ A},\ \ i_3 = \frac{v_1}{2} = 6.666 \text{ A},\ \ i_4 = 10 \text{ A},\ \ i_5 = \frac{v_2}{6} \text{ A}$$

مسألة احسب الجهد في كل عقدة من الدارة المبينة في الشكل . (باستخدام التحليل العقدي ومفهوم العقدة الفائقة)

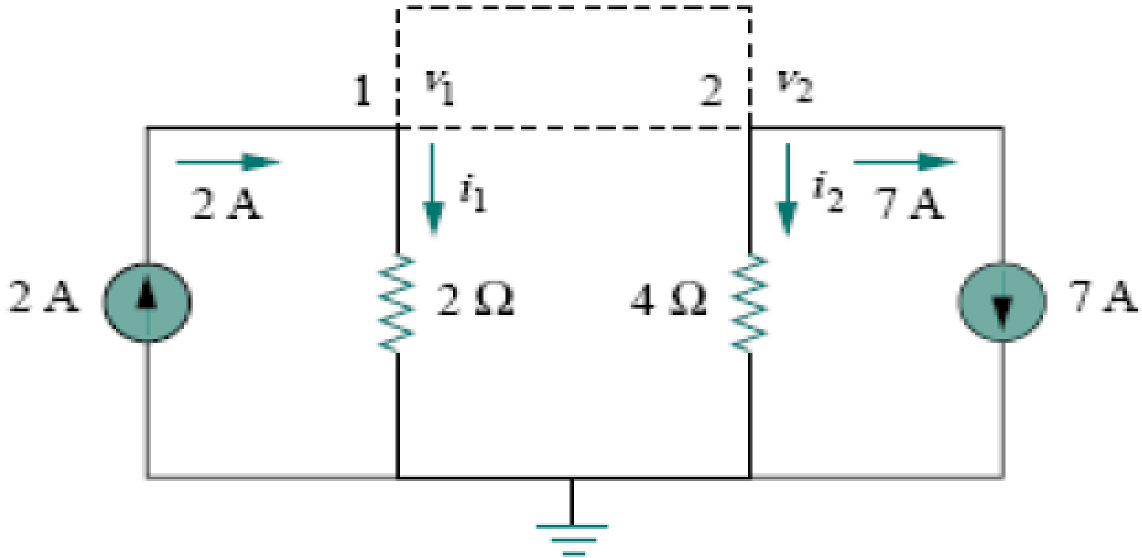


محلولة سابقاً ولكن هنا مشروحة بالتفصيل

الحل:

وجود منبع الجهد بين العقدتين v_1 و v_2 وحيداً، والمقاومة 10Ω على التفرع فانه يشكل مايسمى بالعقدة الفائقة (supernode).

لتحليل الدارة نستبدل مصدر الجهد في العقدة الفائقة بدارة مقصورة، كما في الشكل



تطبيق قانون KCL على العقدة الفائقة يعطينا التالي:

$$2 = i_1 + i_2 + 7$$

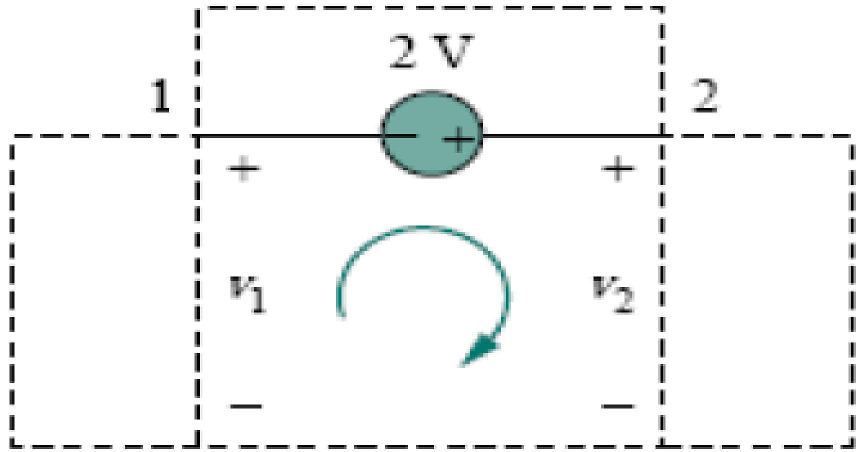
وبالتعبير عن التيار بدلالة الجهد:

$$2 = \frac{v_1 - 0}{2} + \frac{v_2 - 0}{4} + 7 \quad \Longrightarrow \quad 8 = 2v_1 + v_2 + 28$$

أو

$$v_2 = -20 - 2v_1 \qquad (1)$$

لإيجاد العلاقة بين الجهدين v_1 و v_2 نطبق قانون KVL على الحلقة المشار إليها في دارة الشكل انطلاقاً من عقدة المرجع (Ground) حيث الجهد عندها يساوي الصفر.



وبالتالي:

$$v_1 + 2\ \text{V} - v_2 = 0 \ \Rightarrow v_2 = v_1 + 2\ \text{V} \qquad (2)$$

من المعادلتين (1) و (2) نجد أن:

$$v_2 = v_1 + 2 = -20 - 2v_1$$

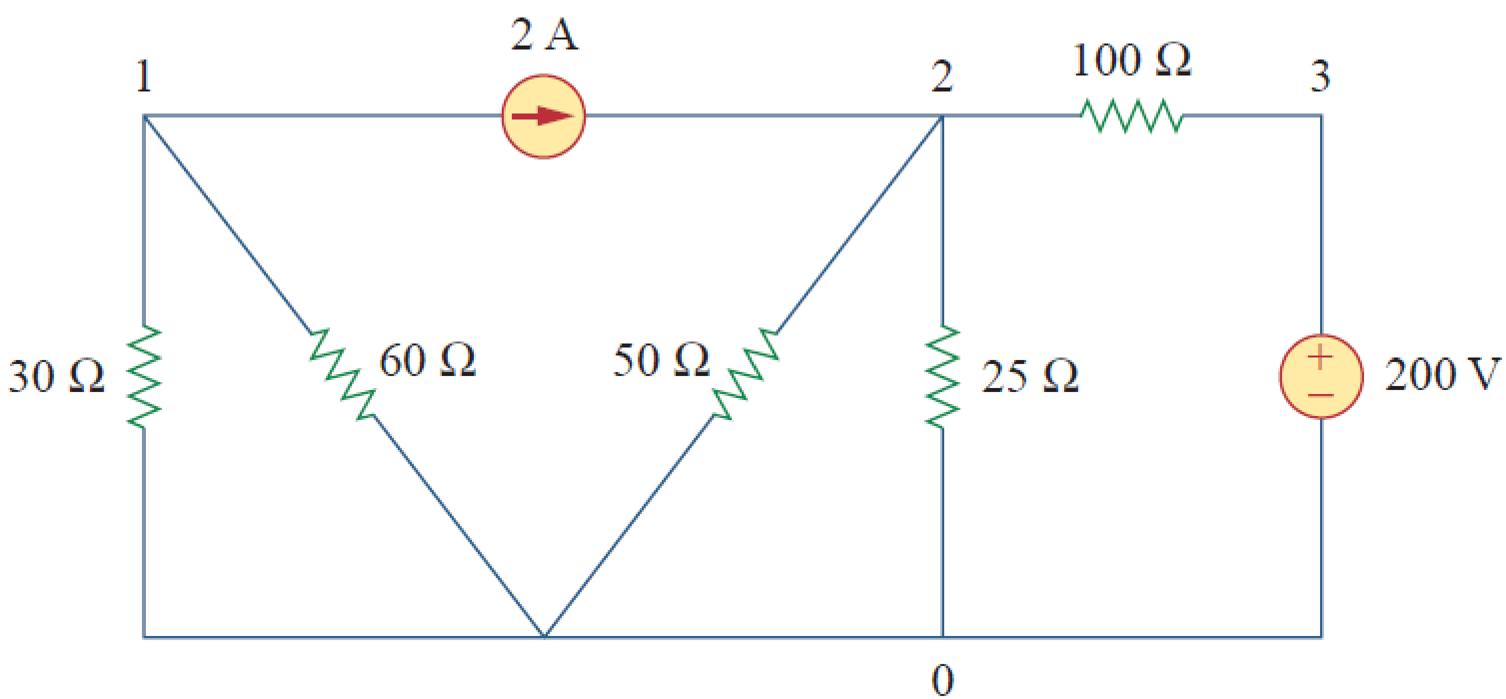
$$3v_1 = -22 \qquad \Longrightarrow \qquad v_1 = -7.333\ \text{V}$$

$$v_2 = v_1 + 2 = -5.333\ \text{V}$$

نلاحظ أن المقاومة $10\,\Omega$ لم تلعب أي دوراً في تحليل الدارة لأنها موصولة عبر العقدة الفائقة.

مثال

For the circuit find the node voltages.



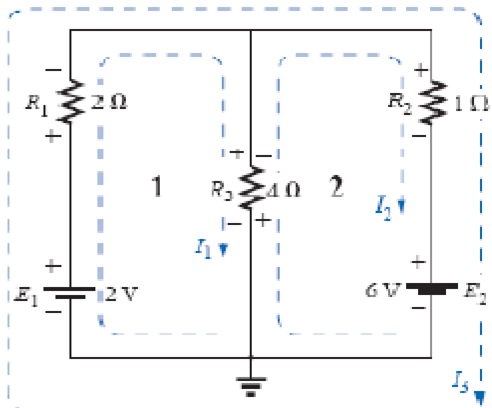
Answer: $V_1 = -40$ V, $V_2 = 57.14$ V, $V_3 = 200$ V.

التحليل الشبكي (الحلقي)

Mesh Analysis

يعتبر قانون كرشوف للجهد (KVL) القاعدة الأساسية للتحليل الشبكي.

تتلخص آلية طريقة التحليل الحلقي بالخطوات التالية، المطبقة على الدارة المبينة في الشكل.



١. نحدد لكل حلقة مغلقة من حلقات الشبكة تيار افتراضي ونعتمد اتجاه عقارب الساعة.

٢. نحدد أقطاب كل مقاومة من مقاومات الشبكة وفق اتجاه التيار الافتراضي المار بها، أما مصادر التغذية فتبقى أقطابها كما هي محددة دون أي تغيير.

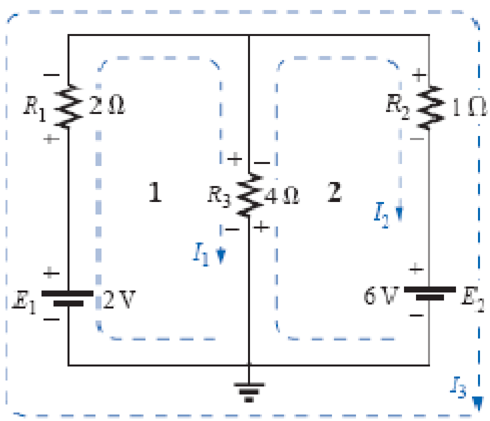
٣. نطبق قانون كرشوف للجهد لكل حلقة من حلقات الشبكة وذلك باتجاه عقارب الساعة.

٤. نقوم بحل المعادلات الخطية الناتجة آنياً بإحدى الطرق الرياضية ونجد قيم التيارات المفترضة. ويلاحظ هنا أن عدد المعادلات يساوي عدد الحلقات.

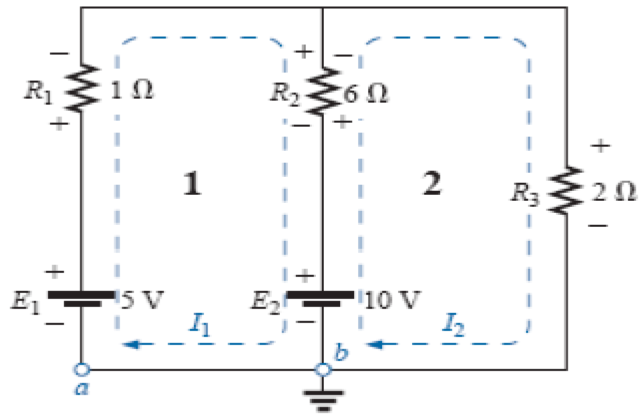
ملاحظة: في حالة وقوع مقاومة بين حلقتين في الدارة، فهذا يعني أنه يمر فيها تياران، تيار الحلقة الأولى و تيار الحلقة الثانية، ويكون التيار الكلي المار في هذه المقاومة مساوياً لمجموع التيارين المارين بها إذا كانا متطابقان بالاتجاه ويساوي الفرق بينهما إذا كانا مختلفان بالاتجاه وفق التالي:

١. الفرق بين تيار الحلقة الأولى (I_1) وتيار الحلقة الثانية (I_2) عندما نطبق على الحلقة الأولى، أي $I_1 - I_2$

٢. الفرق بين تيار الحلقة الثانية (I_2) وتيار الحلقة الأولى (I_1) عندما نطبق على الحلقة الثانية، أي $I_2 - I_1$



مثال : احسب التيار المار في كل فرع من فروع الدارة المبينة في الشكل مستخدماً التحليل الحلقي



الحل:

الخطوة الأولى والثانية تم تنفيذهما كما هو مشار إليه في الدارة. ومن خلاله، نلاحظ أن قطبية المقاومة $R_3 = 6\Omega$ تختلف من حلقة إلى أخرى.

خطوة3: نطبق قانون كرشوف للجهد لكل حلقة من حلقات الشبكة وذلك باتجاه عقارب الساعة، فنجد:

(من النقطة a مع عقارب الساعة) $\text{Loop 1}: \ +E_1 - V_1 - V_2 - E_2 = 0$

(من النقطة b مع عقارب الساعة) $\text{Loop 2}: \ E_2 - V_2 - V_3 = 0$

حيث أن V_2 هو الجهد المطبق على طرفي المقاومة R_3 . فبالنسبة للحلقة الأولى يكون التيار المار في هذه المقاومة مساوياً $I_1 - I_2$ لأن I_2 يجري عكس I_1. أما بالنسبة للحلقة الثانية فيكون مساوياً $I_2 - I_1$.

بالتعويض، نجد:

$$\text{Loop 1}: \ +5\,\text{V} - (1\Omega)I_1 - (6\Omega)(I_1 - I_2) - 10\,\text{V} = 0$$

$$\text{Loop 2}: \ +10\,\text{V} - (6\Omega)(I_2 - I_1) - (2\Omega)I_2 = 0$$

وبإعادة كتابة المعادلات، نحصل على:

$$5 - 1I_1 - 6I_1 + 6I_2 - 10 = 0 \Leftrightarrow -7I_1 + 6I_2 = 5$$

$$10 - 6I_2 + 6I_1 - 2I_2 = 0 \Leftrightarrow +6I_1 - 8I_2 = -10$$

$$-7I_1 + 6I_2 = 5$$
$$+6I_1 - 8I_2 = -10$$

<u>خطوة4:</u> بحل هاتين المعادلتين بطريق المحددات، نجد:

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 6 \\ -10 & -8 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -7 & 6 \\ 6 & -8 \end{vmatrix}} = \frac{-40 + 60}{56 - 36} = \frac{20}{20} = 1\,\text{A}$$

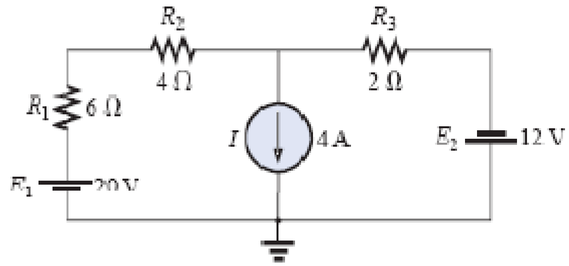
$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} -7 & 5 \\ 6 & -10 \end{vmatrix}}{20} = \frac{70 - 30}{20} = \frac{40}{20} = 2\,\text{A}$$

التيارات الحلقية الفائقة (Supermesh Currents)

تشير هذه التسمية إلى تركيبة من حلقتين في دارة تشتركان بمصدر للتيار عند حدودهما.

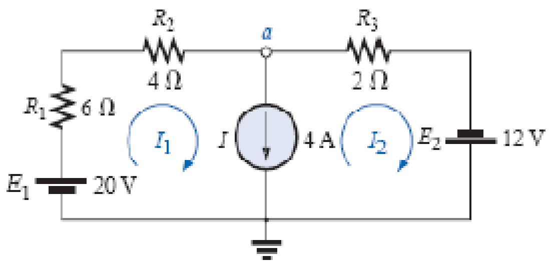
في هذه الحالة نقوم باستبدال مصدر التيار بدارة مفتوحة ومن ثم يتم تطبيق التحليل الحلقي لإيجاد ما يسمى بالتيارات الحلقية الفائقة.

مثال : أوجد التيارات في الشبكة المبينة في الشكل مستخدما التحليل الحلقي.

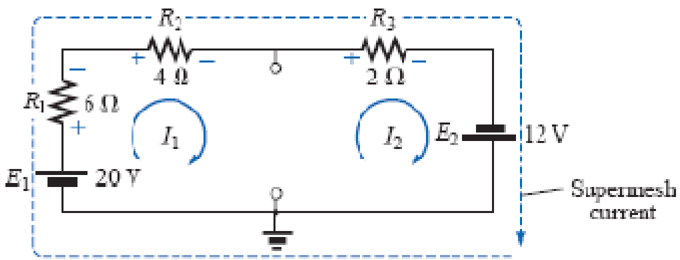


الحل:

أولاً: التيارات الحلقية محددة كما هو مبين في الشكل



عندئذٍ، نقوم ذهنياً بحذف مصدر التيار، فتصبح الدارة كما هو مبين في الشكل



ومن ثم نطبق قانون كرشوف للجهد على الدارة الناتجة.

بتطبيق قانون كرشوف للجهود نجد:

$$20\,\text{V} - I_1(6\,\Omega) - I_1(4\,\Omega) - I_2(2\,\Omega) + 12\,\text{V} = 0$$

$$10\,I_1 + 2\,I_2 = 32$$

وعندئذٍ، تستخدم العقدة *a* لربط التيارات الحلقية بمصدر التيار باستخدام قانون كرشوف للتيار وفق التالي: $I_1 = I + I_2$.

بالنتيجة نحصل على المعادلتين الخطيتين:

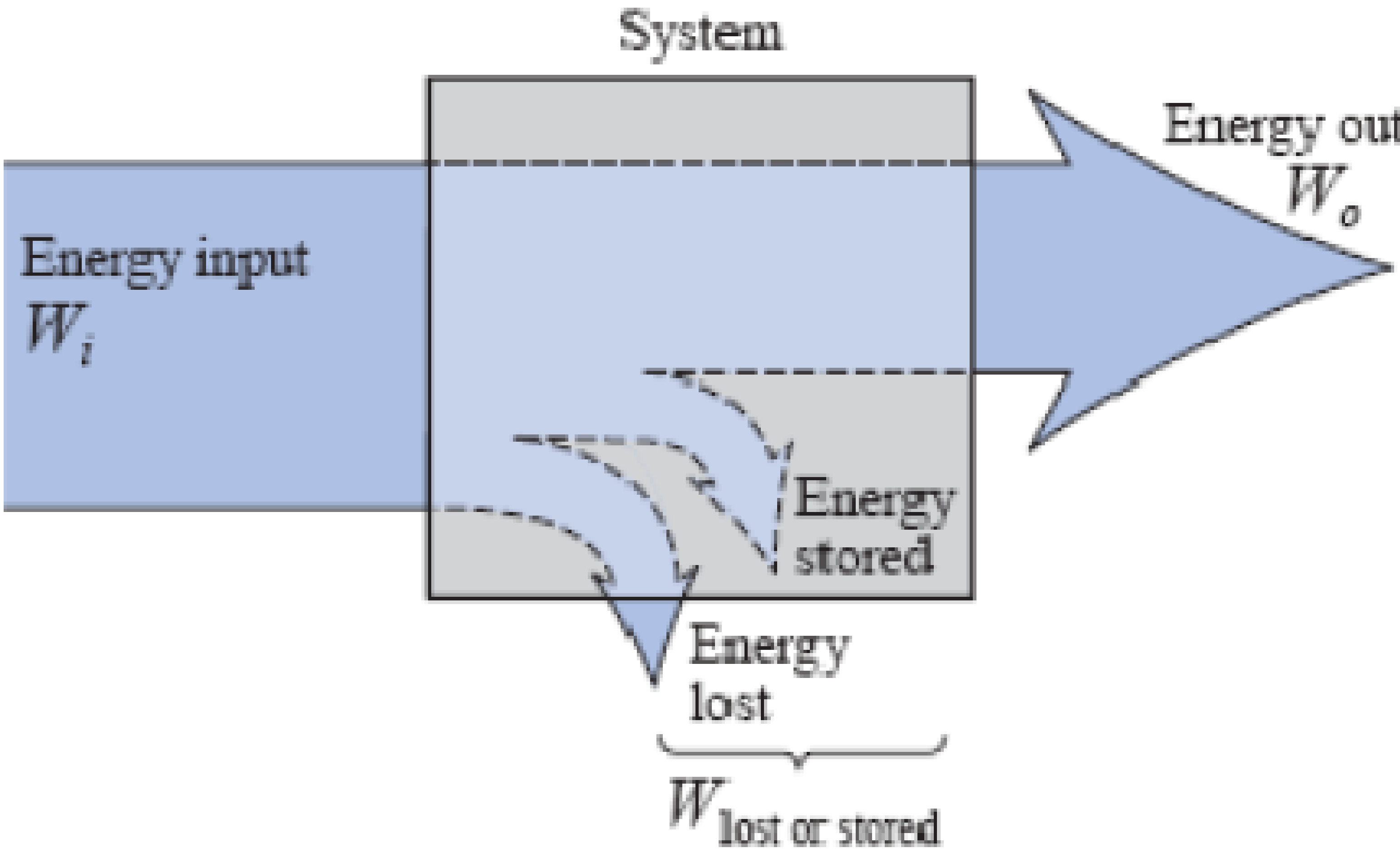
$$10\,I_1 + 2\,I_2 = 32$$

$$I_1 - I_2 = 4$$

وبحلهما نجد: $I_1 = \dfrac{\begin{vmatrix} 32 & 2 \\ 4 & -1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 10 & 2 \\ 1 & -1 \end{vmatrix}} = \dfrac{(32)(-1)-(2)(4)}{(10)(-1)-(2)(1)} = \dfrac{40}{12} = 3.33\,\mathrm{A}$

$$I_2 = I_1 - 4\,\mathrm{A} = 3.33\,\mathrm{A} - 4\,\mathrm{A} = -0.67\,\mathrm{A}$$

كفاءة النظام الكهربائي (Efficiency)



الحفاظ على الطاقة يتطلب أن تتحقق المعادلة التالية:

Energy input = Energy output + Energy Stored + Energy lost

طاقة الدخل = طاقة الخرج + الطاقة الضائعة والمخزنة في النظام

أي:

$$\frac{W_{\text{in}}}{t} = \frac{W_{\text{out}}}{t} + \frac{W_{\text{lost or stored by sys}}}{t}$$

وباعتبار أن الاستطاعة $P = W/t$، عندئذ:

$$P_i = P_o + P_{\text{lost or stored}}$$

كفائة (جودة) النظام الكهربائي η (تقرأ "ايتا =eta") تعرف بالعلاقة التالية:

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} \quad \text{[decimal number]}$$

وباعتبار أن η رقم عشري، فانه يعبر عنها كنسبة مئوية وفق التالي.

$$\eta\% = \frac{P_o}{P_i} \times 100\% \quad \text{[percent]}$$

أو باستخدام طاقة الدخل والخرج وفق التالي:

$$\eta\% = \frac{W_o}{W_i} \times 100\% \quad \text{[percent]}$$

ملاحظة: $P_i = P_o \text{ or } P_{\text{lost or stored}} = 0 \Rightarrow \eta = 100\%$

لدينا محرك استطاعته 2 حصان ($2\,hp$) يعمل بكفاءة (فعالية) 75 %. احسب استطاعة الدخل مقدرة بالوات. إذا كان الجهد المطبق 220 فولت احسب تيار الدخل.

الحل:

$$\eta\% = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$

$$0.75 = \frac{(2\text{ hp})(746\text{ W/hp})}{P_i}$$

and

$$P_i = \frac{1492\text{ W}}{0.75} = \mathbf{1989.33\ W}$$

$$P_i = EI \quad \text{or} \quad I = \frac{P_i}{E} = \frac{1989.33\text{ W}}{220\text{ V}} = \mathbf{9.04\ A}$$

احسب استطاعة الخرج لمحرك مقدرة بالحصان إذا كانت فعالية المحرك 80 % و تيار الدخل 8 أمبير والجهد المطبق 220 فولت.

الحل:

$$\eta\% = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%$$

$$0.80 = \frac{P_o}{(120\ \text{V})(8\ \text{A})}$$

$$P_o = (0.80)(120\ \text{V})(8\ \text{A}) = 768\ \text{W}$$

$$768\ \cancel{\text{W}}\left(\frac{1\ \text{hp}}{746\ \cancel{\text{W}}}\right) = \mathbf{1.029\ hp}$$

إذا كانت $\eta = 0.85$، احسب طاقة الخرج إذا كانت الطاقة المطبقة على الدخل تساوي $50\,J$

الحل:

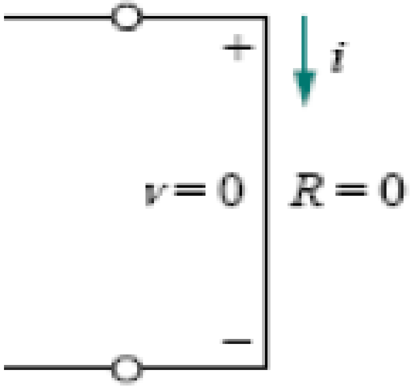
$$\eta = \frac{W_o}{W_i} \Rightarrow W_o = \eta W_i$$

$$= (0.85)(50\ J)$$

$$= \mathbf{42.5\ J}$$

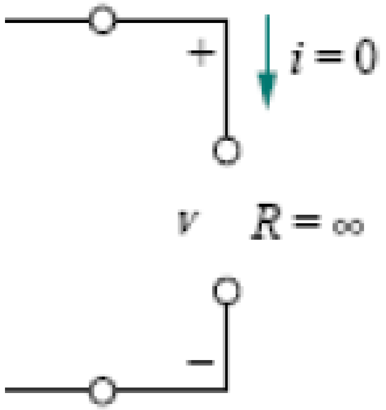
الدارة المفتوحة و الدارة المغلقة

Open and Short Circuits



الدارة المقصورة (short circuit):

إذا كانت $R=0$ وبالتالي $V=IR=0$



الدارة المفتوحة (open circuit): إذا كانت $R=\infty$ وبالتالي

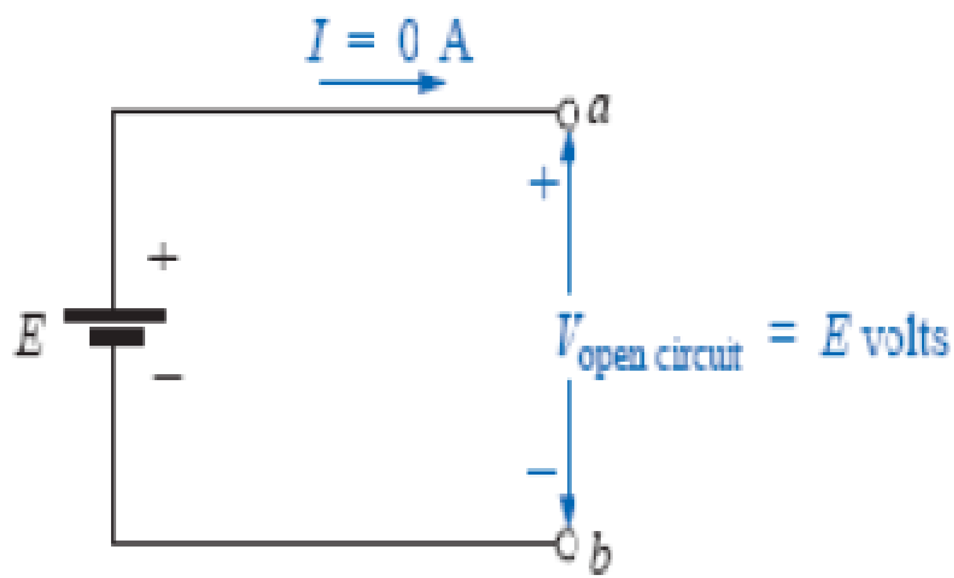
$$I=\lim_{R\to\infty}\frac{V}{R}=0$$

الدارة المفتوحة و الدارة المغلقة

Open and Short Circuits

نقول عن دارة كهربائية بأنها **دارة مفتوحة** إذا وجد فيها طرفان معزولان (a و b) لا يتصلان مع بعضهما البعض بأي عنصر من أي نوع، كما هو مبين في الشكل. ويكون التيار المار في الدارة المفتوحة مساوياً الصفر، أي $I = 0$ ، أما الجهد بين الطرفين المعزولين فيكون مساوية لمصدر الجهد، أي

$$V_{\text{open circuit}} = E \quad \text{volts}$$

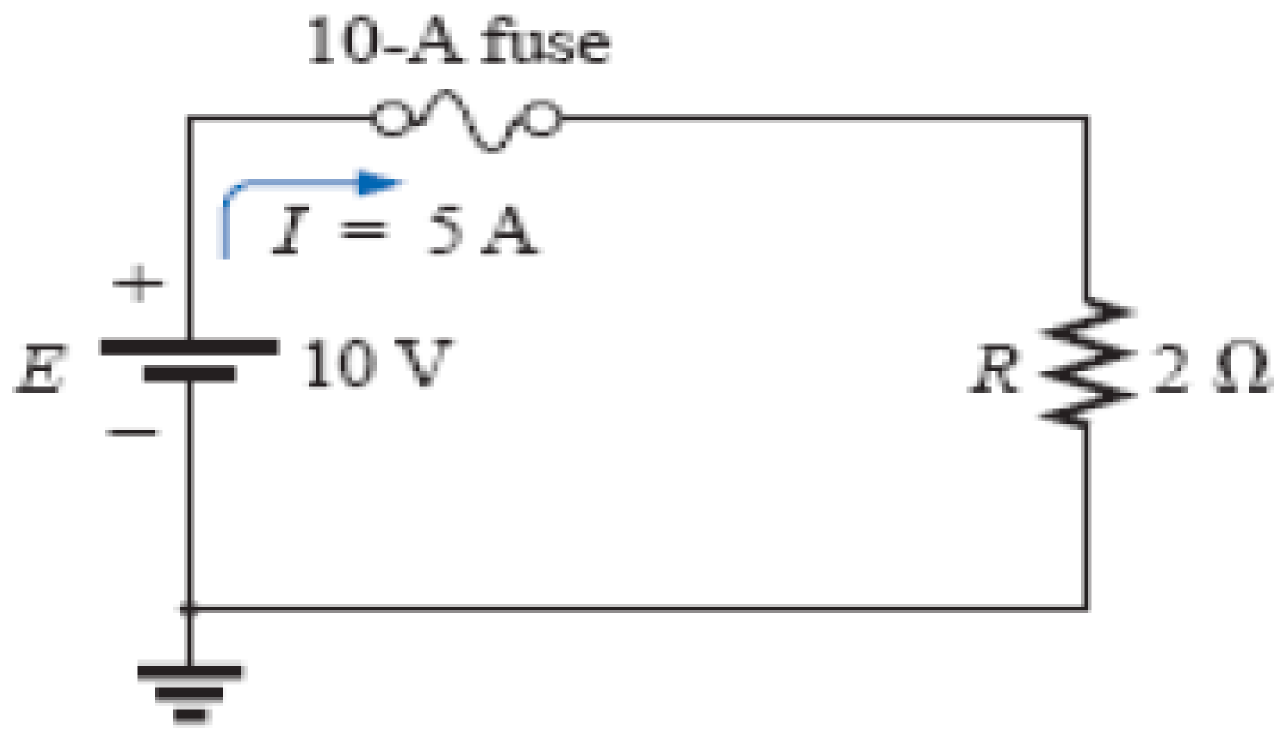


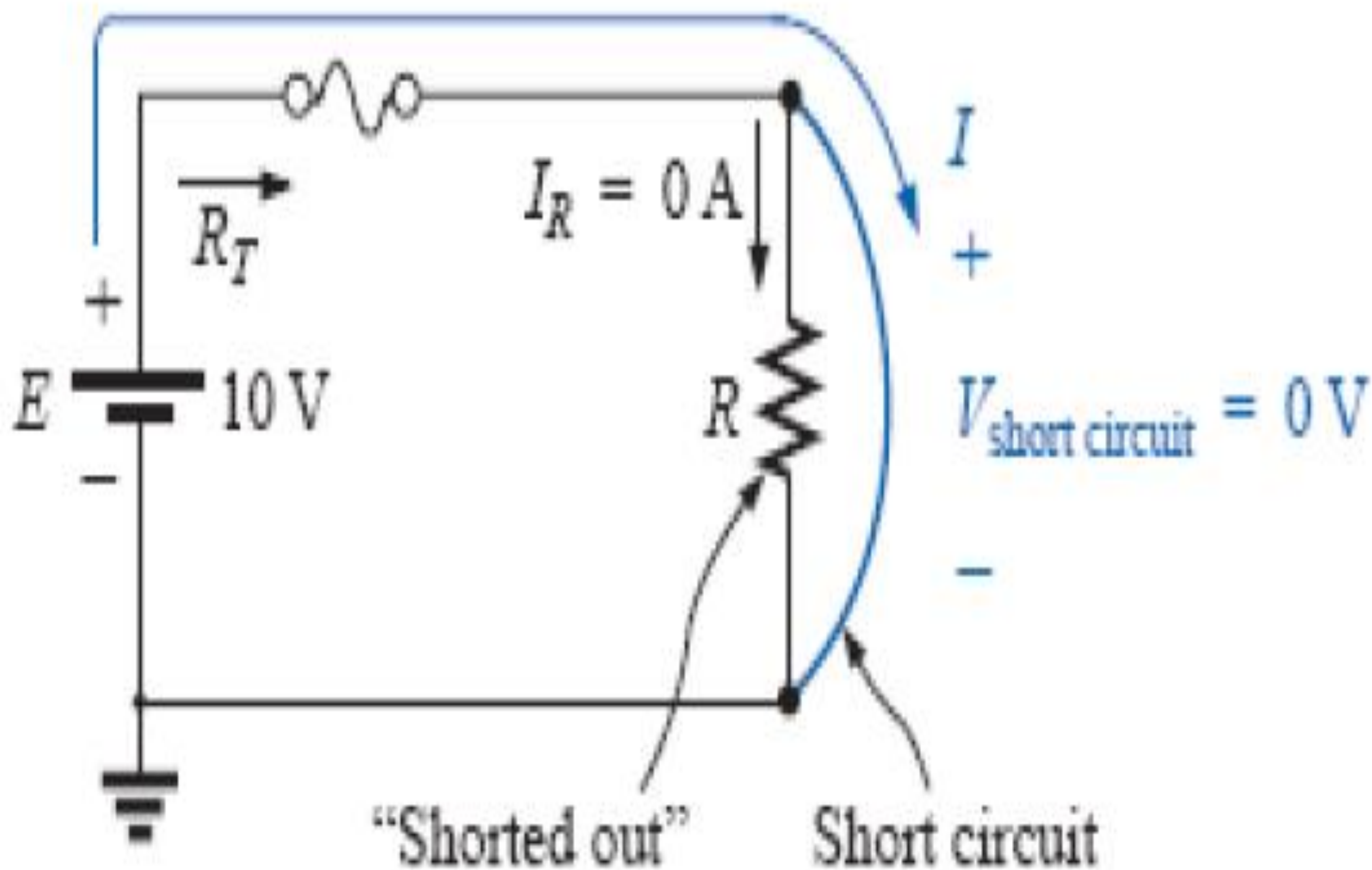
الدارة المغلقة أو دارة القُصر، هي الدارة التي يتواجد فيها توصيل مباشر بين طرفين، وبالتالي تكون ذات مقاومة ضعيفة جداً،

كما هو مبين في الشكل

التيار المار في الدارة المغلقة يمكن أن يأخذ أية قيمة،

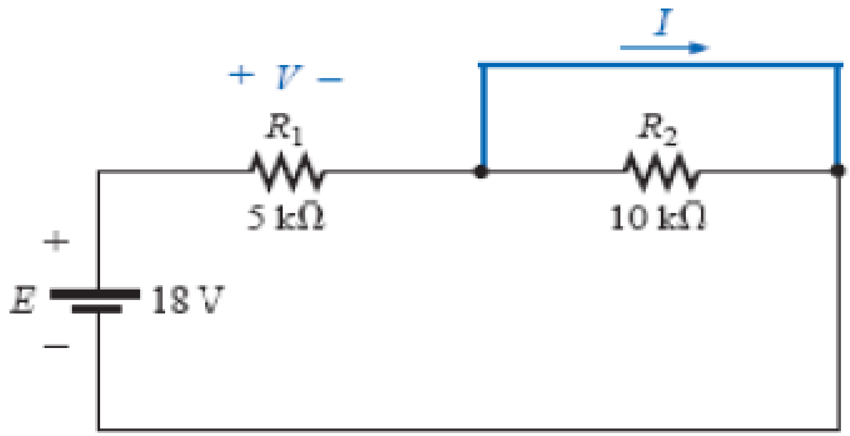
أما الجهد فيكون مساوية للصفر، أي $V_{\text{short circuit}} = 0\ \text{V}$





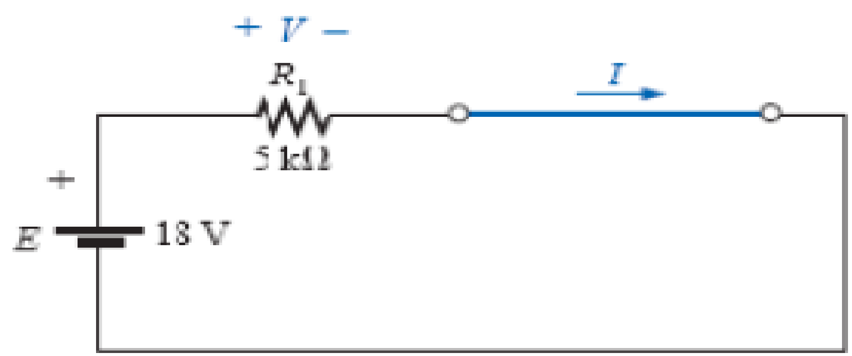
I
$I_R = 0\,A$
R_T
+
E
10 V
–
R
+
$V_{\text{short circuit}} = 0\,V$
–
"Shorted out"
Short circuit

احسب التيار I والجهد V المشار إليهما في الدارة المبينة في الشكل



الحل:

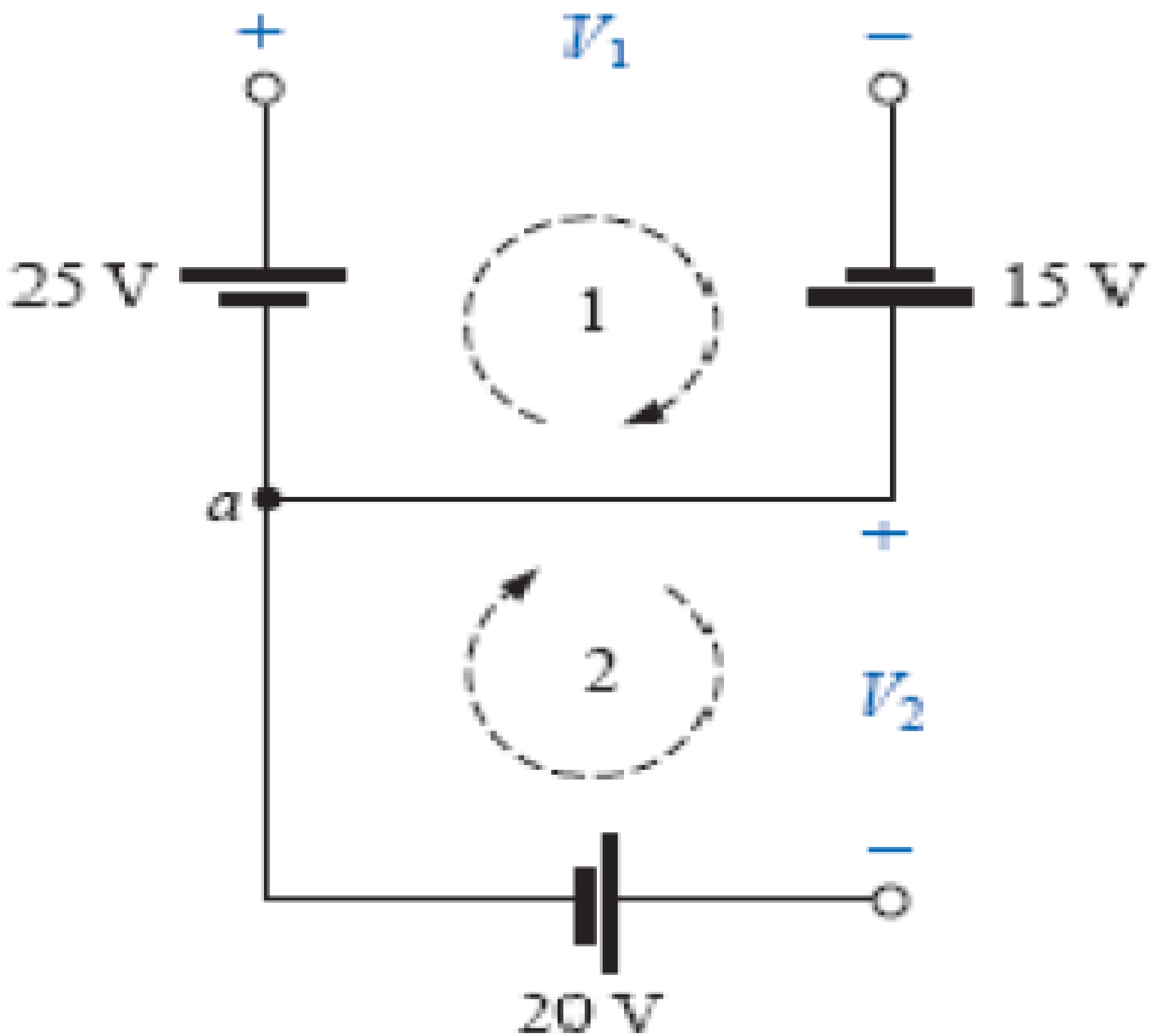
من الشكل يتضح لنا أن المقاومة مقصورة، وبالتالي يمكن إعادة رسم الدارة كما هو مبين في الشكل



وباستخدام قانون أوم، نجد أن:

$$I=\frac{E}{R_1}=\frac{18\text{V}}{5\text{k}\Omega}=3.6\text{mA},\quad V=E=18V$$

احسب V_1 و V_2 في الدارة المبينة في الشكل



تشكيلة من عدة مصادر للجهد

الحل: لأجل المسار 1 و انطلاقاً من النقطة a و مع اتجاه عقارب الساعة (Clockwise)، نجد:

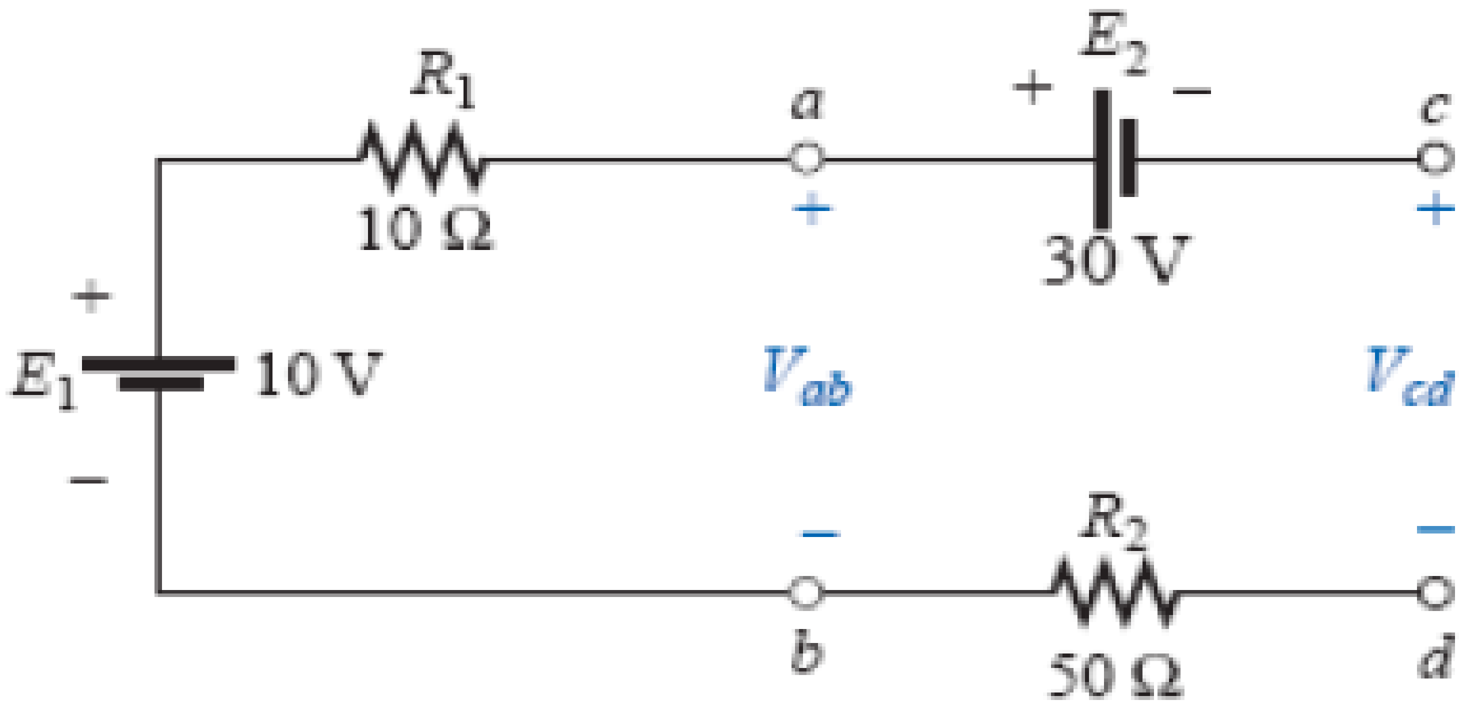
$$+25\,\mathrm{V} - V_1 + 15\,\mathrm{V} = 0 \;\Rightarrow V_1 = 40\,\mathrm{V}$$

وللمسار 2 و انطلاقاً من النقطة a و مع اتجاه عقارب الساعة، نجد:

$$-V_2 - 20\,\mathrm{V} = 0 \;\Rightarrow V_2 = -20\,\mathrm{V}$$

الإشارة السالبة في هذا الجواب تعني أن القطبية الطبيعية للجهد V_2 هي عكس ما هو محدد في الدارة.

احسب قيمة الجهد V_{ab} و V_{cd} في الدارة المبينة في الشكل



الحل:

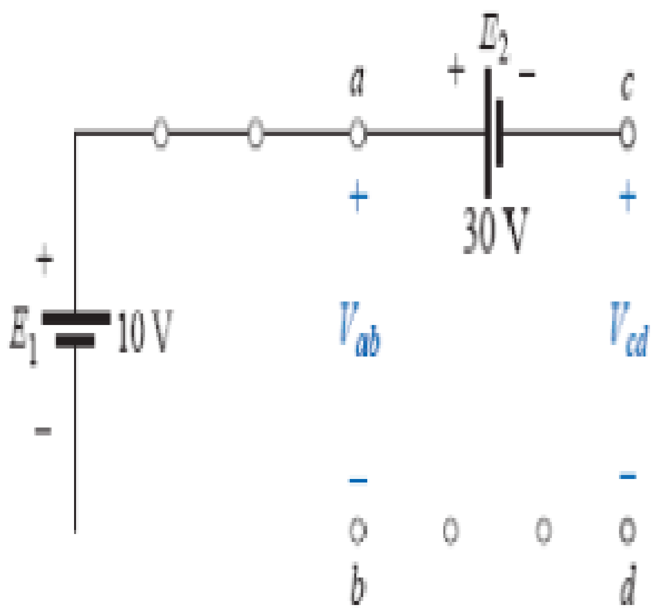
باعتبار أن الدارة مفتوحة، فالتيار المار في هذا النظام يكون مساويا صفر أمبير $(I=0)$ ، وبالنتيجة فان الجهد المساوي للصفر $(V=0\text{V})$ سوف يتوزع عبر كل مقاومة. والآن، فانه من الممكن استبدال كلاً من

المقاومات بدارة مغلقة، كما هو مبين في الشكل وبالتالي، يكون الجهد V_{ab} مباشر عبر المصدر 10 فولط، أي: $V_{ab} = E_1 = 10\,\text{V}$.

لحساب V_{cd} نطبق قانون كرشوف للجهد، فيكون:

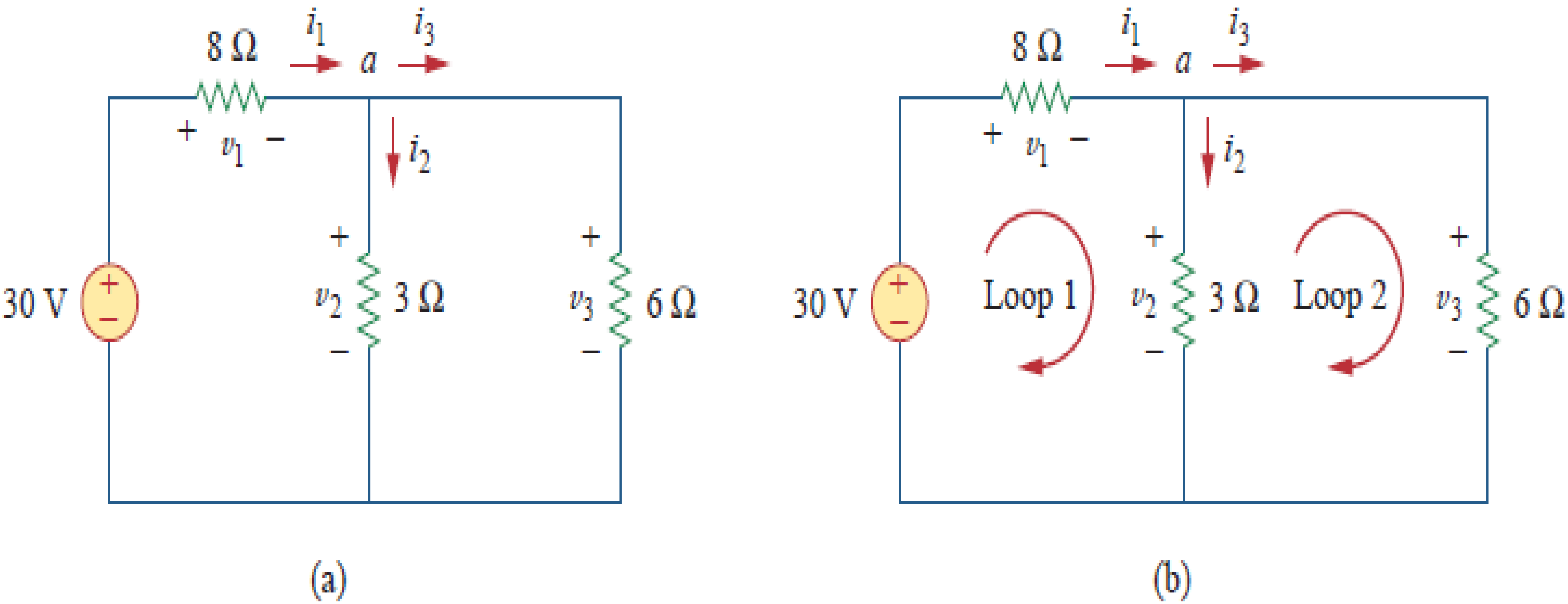
$$+E_1 - E_2 - V_{cd} = 0 \Rightarrow V_{cd} = 10\,\text{V} - 30\,\text{V} = -20\,\text{V}$$

الإشارة السالبة في هذا الجواب تشير إلى أن قطبية V_{cd} هي في الحقيقة عكس ما هو مشار إليه في الدارة.



Find currents and voltages in the circuit

مثال



Solution:

We apply Ohm's law and Kirchhoff's laws. By Ohm's law,

$$v_1 = 8i_1, \qquad v_2 = 3i_2, \qquad v_3 = 6i_3$$

Since the voltage and current of each resistor are related by Ohm's law as shown, we are really looking for three things: (v_1, v_2, v_3) or (i_1, i_2, i_3). At node a, KCL gives

$$i_1 - i_2 - i_3 = 0$$

Applying KVL to loop 1 as in (b),

$$-30 + v_1 + v_2 = 0$$

We express this in terms of i_1 and i_2 to obtain

$$-30 + 8i_1 + 3i_2 = 0$$

or

$$i_1 = \frac{(30 - 3i_2)}{8}$$

Applying KVL to loop 2,

$$-v_2 + v_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad v_3 = v_2$$

as expected since the two resistors are in parallel. We express v_1 and v_2 in terms of i_1 and i_2 Equation becomes

$$6i_3 = 3i_2 \quad \Rightarrow \quad i_3 = \frac{i_2}{2}$$

بالتعويض نجد

$$\frac{30 - 3i_2}{8} - i_2 - \frac{i_2}{2} = 0$$

or $i_2 = 2$ A. From the value of i_2, to obtain

$$i_1 = 3\text{ A}, \quad i_3 = 1\text{ A}, \quad v_1 = 24\text{ V}, \quad v_2 = 6\text{ V}, \quad v_3 = 6\text{ V}$$