Al sham University
Faculty of Informatic

جامعة الشام الخاصة
كلية الهندسة المعلوماتية

أسس الهندسة الكهربائية
لطلاب السنة الثانية
2020-2021

Dr. Ghada Aldahim
ghadadhem@gmail.com

Chapter 5
Methods of circuit analysis
الفصل الخامس
طرق تحليل الدارات

References

1. Charles K. Alexander, Matthew N. O. Sadiku, “Fundamentals of Electric Circuits”, 2nd Ed, McGraw Hill, 2009.
   ISBN 978–0–07–352955–4

5. Methods of circuit Analysis

5.1 Introduction مقدمة

5.2 Nodal Analysis تحليل العقد

5.3 Nodal Analyses by Inspection تحليل العقد بطريقة مبسطة

5.4 Mesh Analysis تحليل الحلقة

5.5 Mesh Analysis by Inspection تحليل الحلقة بطريقة مبسطة

5.6 Mesh Analysis with Current Sources تحليل الحلقة بوجود منابع التيار

Review Questions

5.5 Mesh Analysis by Inspection

تحليل الحلقة بطريقة مبسطة

- يمكننا الحصول على **معادلات تيارات الحلقة** بطريقة مبسطة عندما تحتوي دارة المقاومات الخطية على **منابع توتر مستقلة** فقط.

- بشكل عام، إذا كان للدارة عدد N من الحلقات فإنه يمكن التعبير عن معادلات تيارات الحلقات بدلالة المقاومات كما يلي:

$$\begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \cdots & R_{1N} \\ R_{21} & R_{22} & \cdots & R_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ R_{N1} & R_{N2} & \cdots & R_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ \vdots \\ i_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_N \end{bmatrix} \qquad (3.25)$$

$$\mathbf{Ri} = \mathbf{v} \qquad (3.26)$$

R_{kk} = مجموع المقاومات في الحلقة k.

$R_{jk} = R_{kj}$ = مجموع المقاومات المشتركة بين الحلقتين j و k مأخوذاً بإشارة سالبة حيث j لا تساوي k.

i_k = تيار الحلقة المجهول من أجل الحلقة k مأخوذاً باتجاه عقارب الساعة.

V_k = مجموع كل منابع التوتر المستقلة في الحلقة k باتجاه عقارب الساعة.

R is called the **resistance matrix**; i is the output vector; and v is the input vector. We can solve Eq. (3.25) to obtain the unknown mesh currents.

تسمى R مصفوفة المقاومة. i هو شعاع الخرج؛ و v هو شعاع الدخل. يمكننا حل المعادلة (3.25) للحصول على التيارات المجهولة للحلقة.

Example 5.9

By inspection, write the mesh-current equations for the circuit in Fig. 3.29.

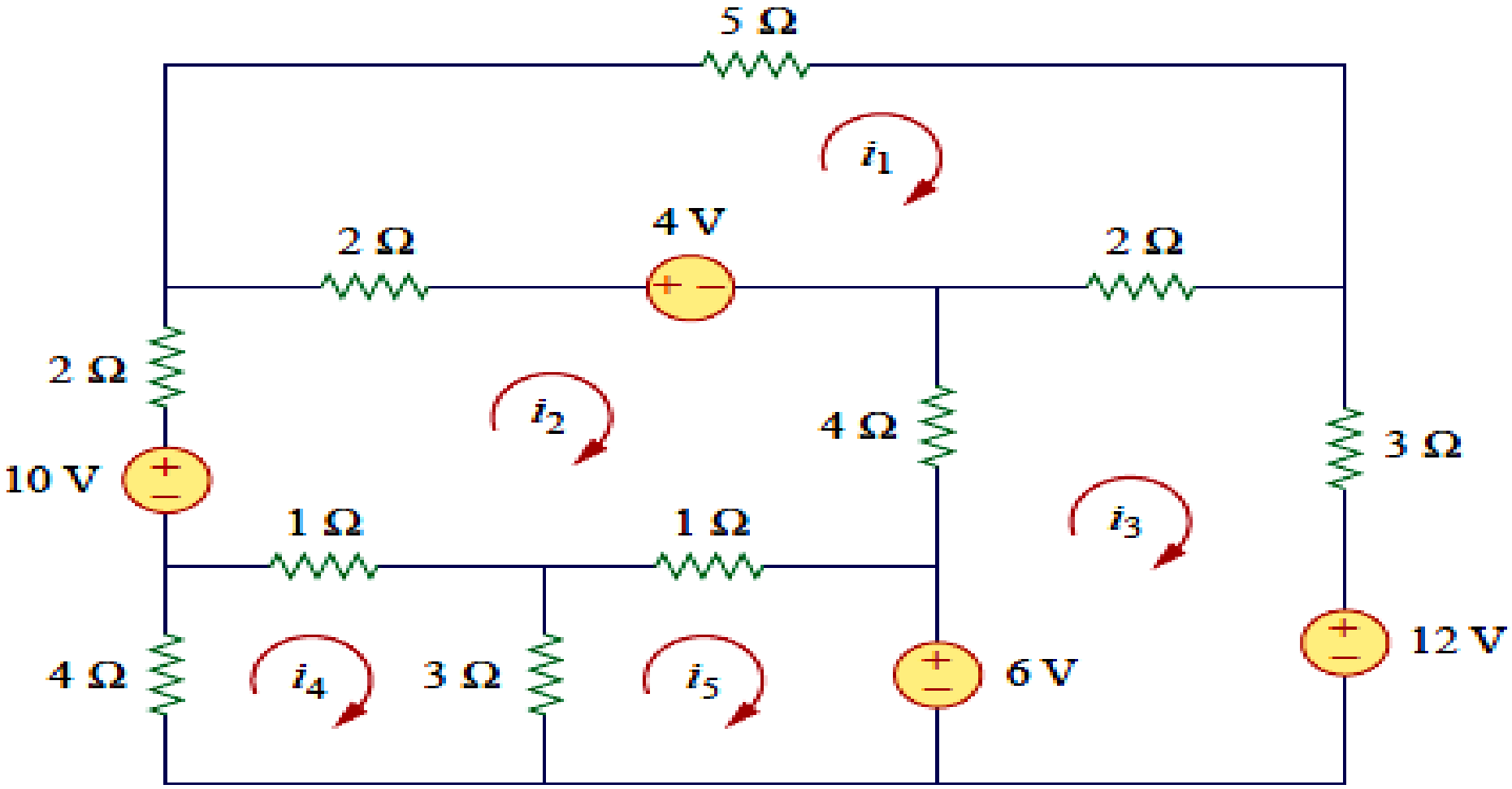


Figure 3.29

Solution:

We have five meshes, so the resistance matrix is 5 by 5. The diagonal terms, in ohms, are:

$$R_{11} = 5 + 2 + 2 = 9,$$

$$R_{22} = 2 + 4 + 1 + 1 + 2 = 10,$$

$$R_{33} = 2 + 3 + 4 = 9,$$

$$R_{44} = 1 + 3 + 4 = 8,$$

$$R_{55} = 1 + 3 = 4$$

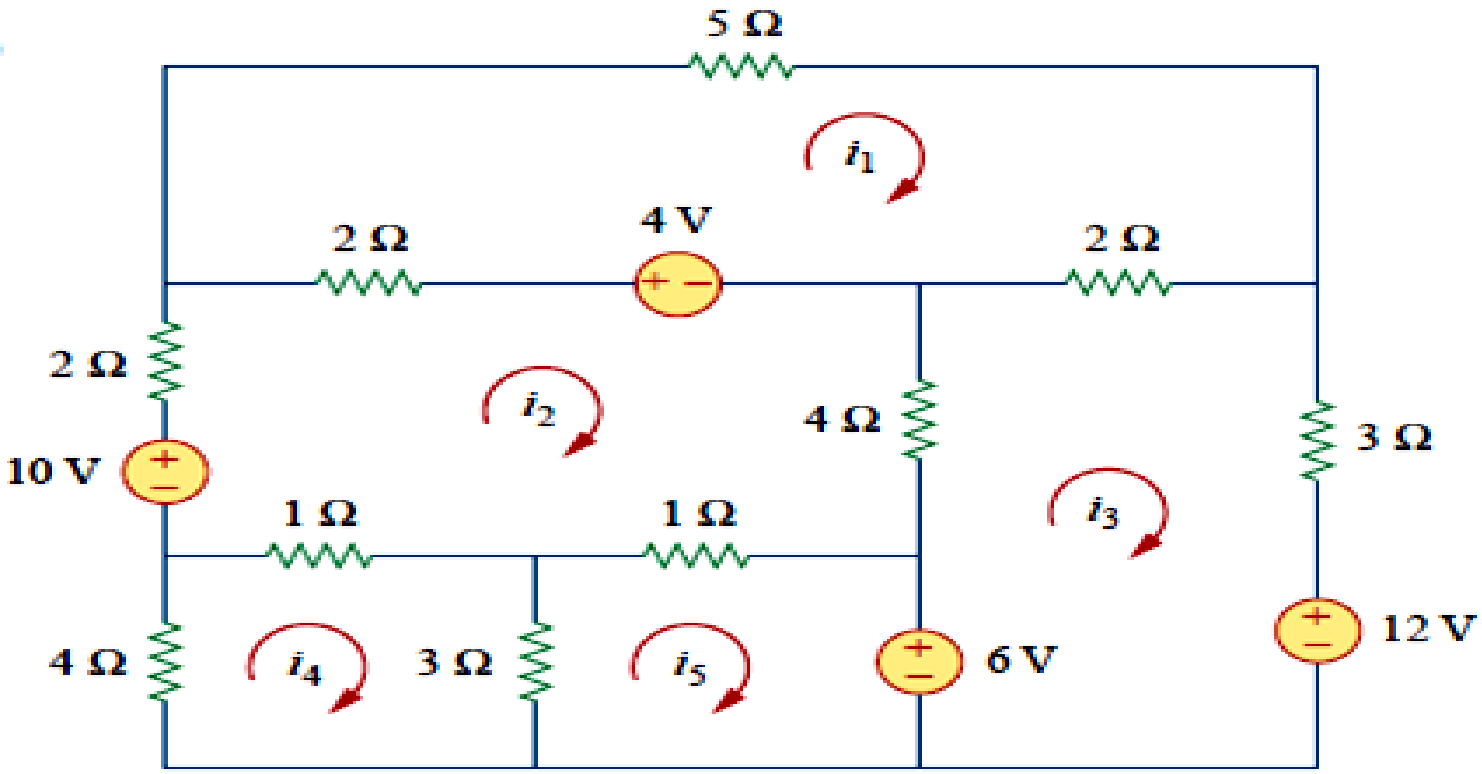


Figure 3.29

The off-diagonal terms are:

$$R_{12} = -2, \quad R_{13} = -2, \quad R_{14} = 0 = R_{15},$$

$$R_{21} = -2, \quad R_{23} = -4, \quad R_{24} = -1, \quad R_{25} = -1,$$

$$R_{31} = -2, \quad R_{32} = -4, \quad R_{34} = 0 = R_{35},$$

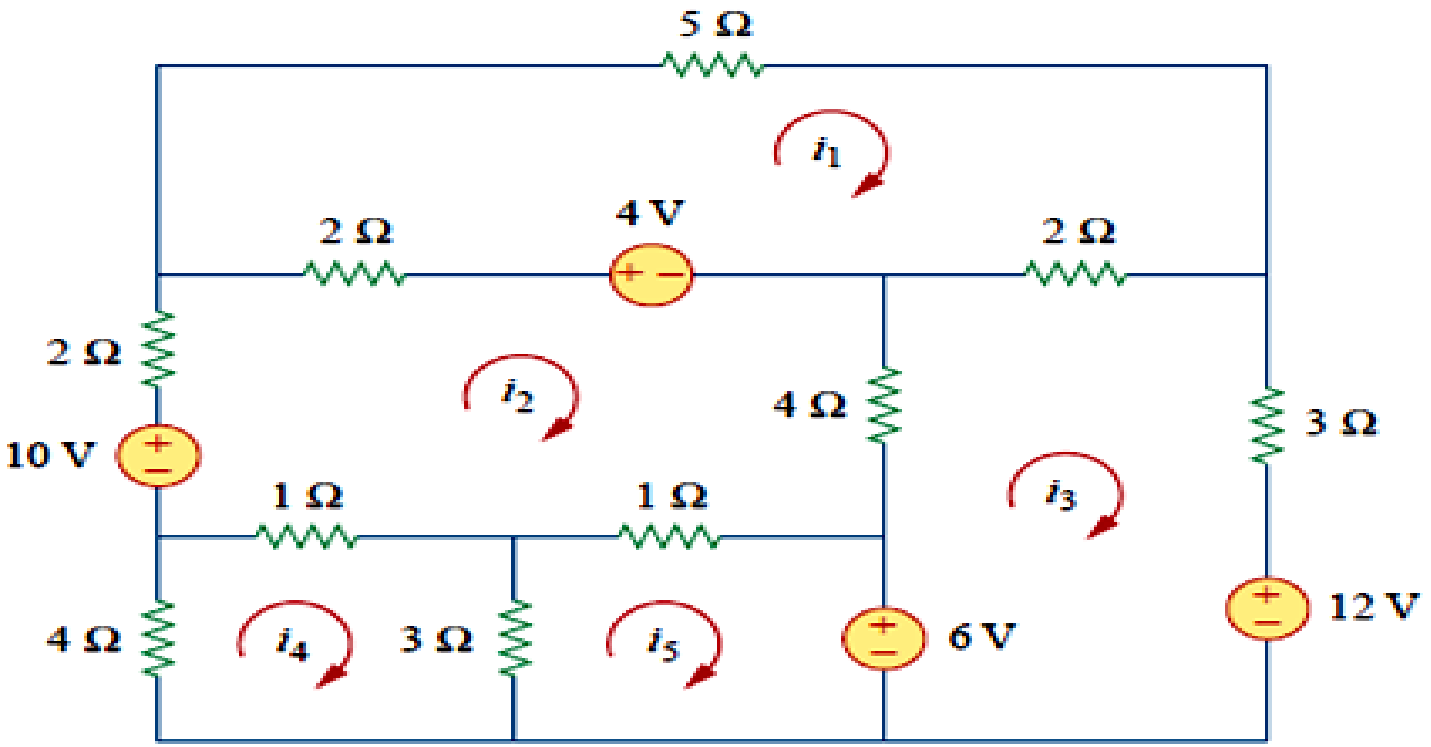


Figure 3.29

$$R_{41} = 0, \quad R_{42} = -1, \quad R_{43} = 0, \quad R_{45} = -3,$$

$$R_{51} = 0, \quad R_{52} = -1, \quad R_{53} = 0, \quad R_{54} = -3$$

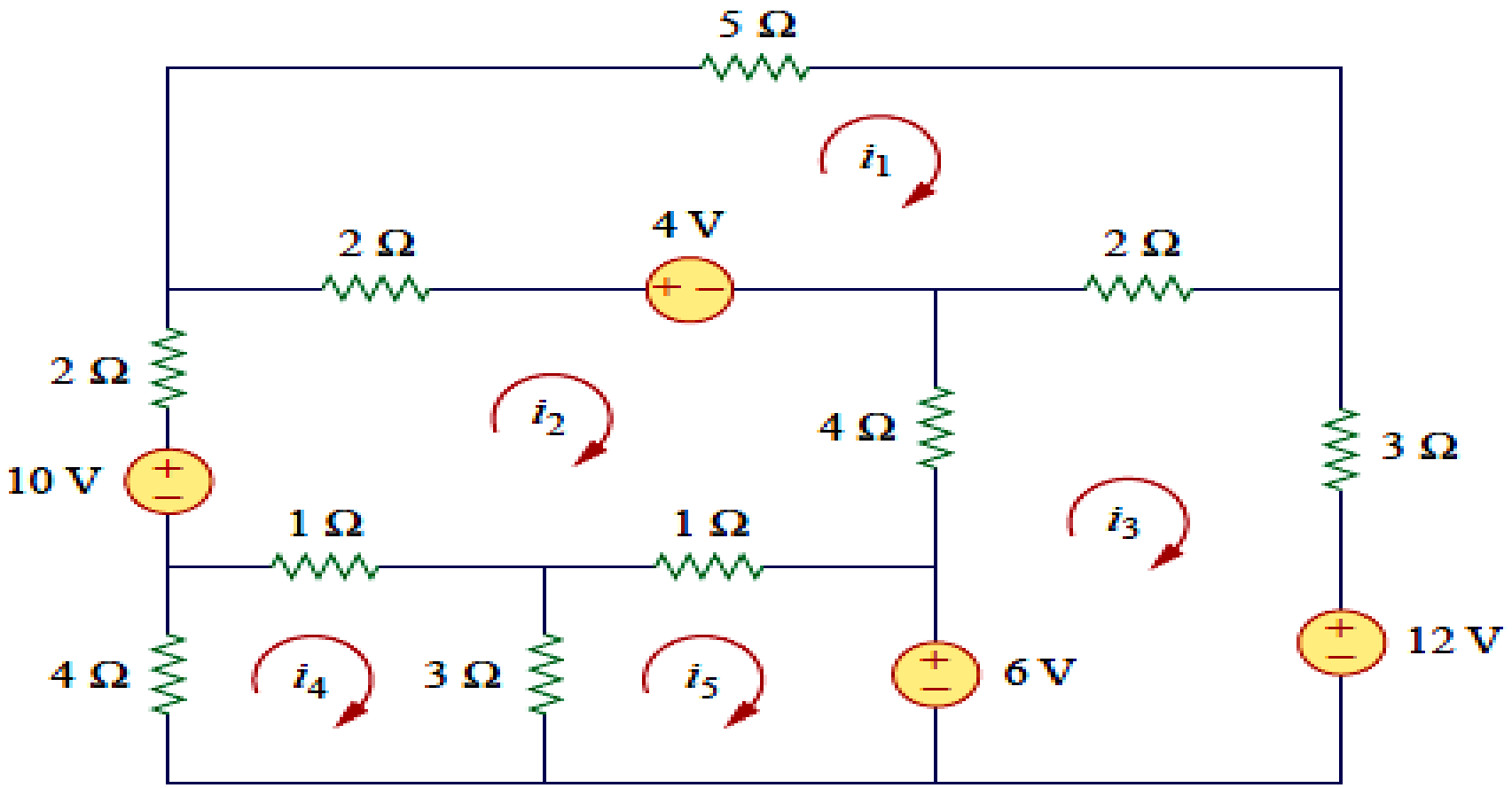


Figure 3.29

The input voltage vector **v** has the following terms in volts:

$$v_1 = 4,$$
$$v_2 = 10 - 4 = 6,$$
$$v_3 = -12 + 6 = -6,$$
$$v_4 = 0,$$
$$v_5 = -6$$

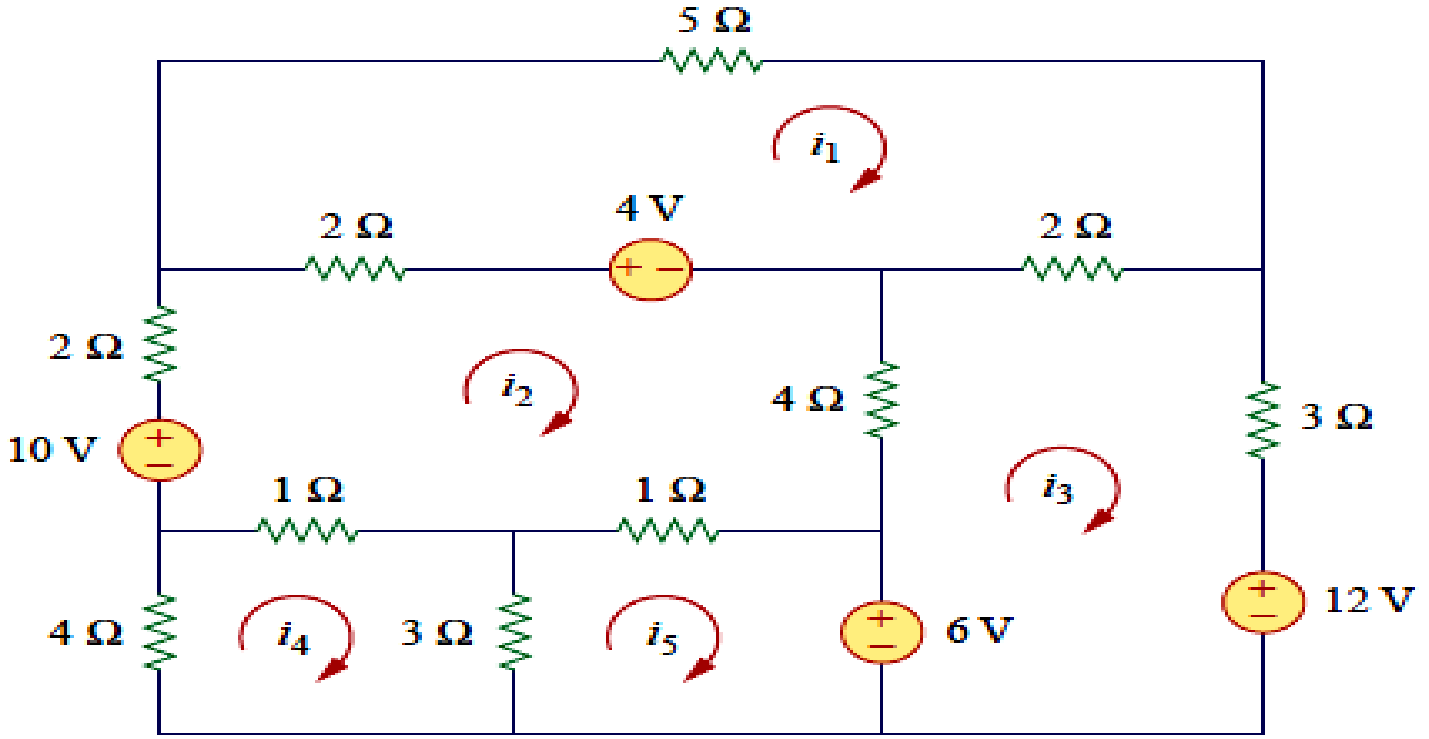


Figure 3.29

Thus, the mesh-current equations are:

$$\begin{bmatrix} 9 & -2 & -2 & 0 & 0 \\ -2 & 10 & -4 & -1 & -1 \\ -2 & -4 & 9 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 8 & -3 \\ 0 & -1 & 0 & -3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \\ -6 \\ 0 \\ -6 \end{bmatrix}$$

From this, we can use *MATLAB* to obtain mesh currents i_1, i_2, i_3, i_4, and i_5.

Practice Problem 5.9

By inspection, obtain the mesh-current equations for the circuit i
Fig. 3.30.

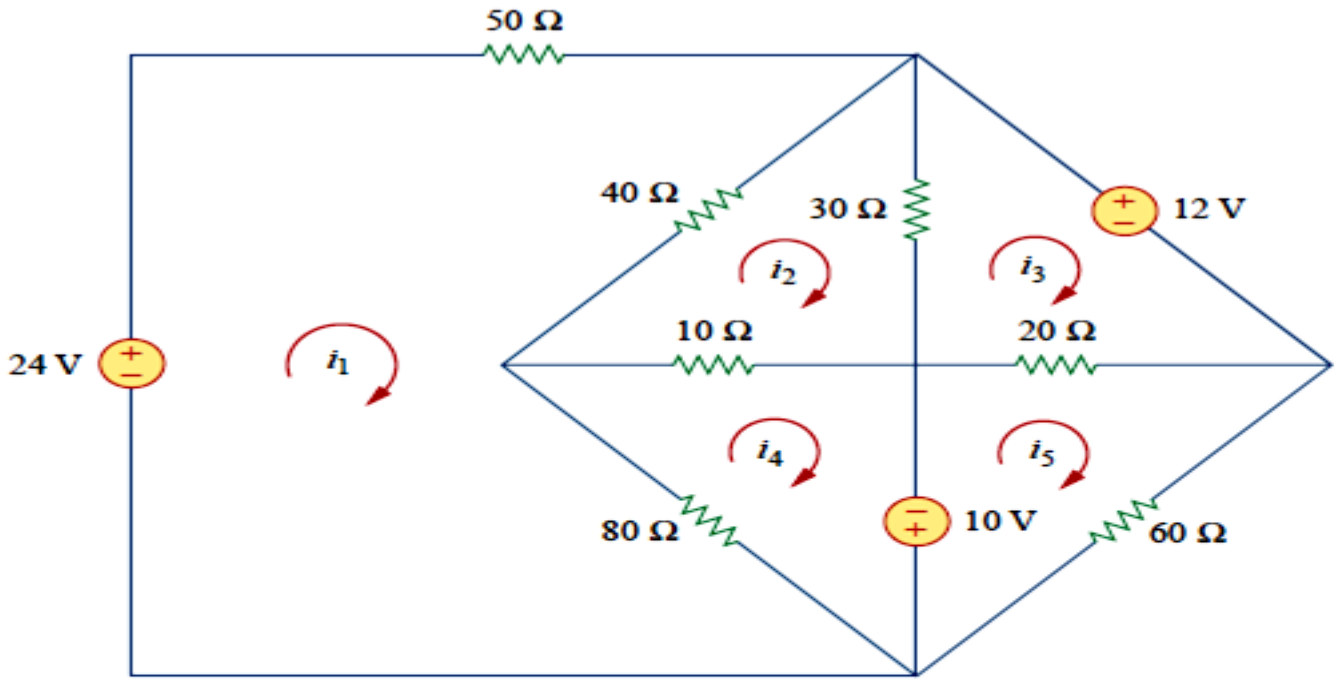


Figure 3.30
For Practice Prob. 3.9.

Answer:

$$\begin{bmatrix} 170 & -40 & 0 & -80 & 0 \\ -40 & 80 & -30 & -10 & 0 \\ 0 & -30 & 50 & 0 & -20 \\ -80 & -10 & 0 & 90 & 0 \\ 0 & 0 & -20 & 0 & 80 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 24 \\ 0 \\ -12 \\ 10 \\ -10 \end{bmatrix}$$

5.6 Mesh Analysis with Current Sources

الحالة الأولى:

عندما ينوجد **منبع تيار** في **حلقة واحدة فقط**. كما في الشكل 3.22 على سبيل المثال.

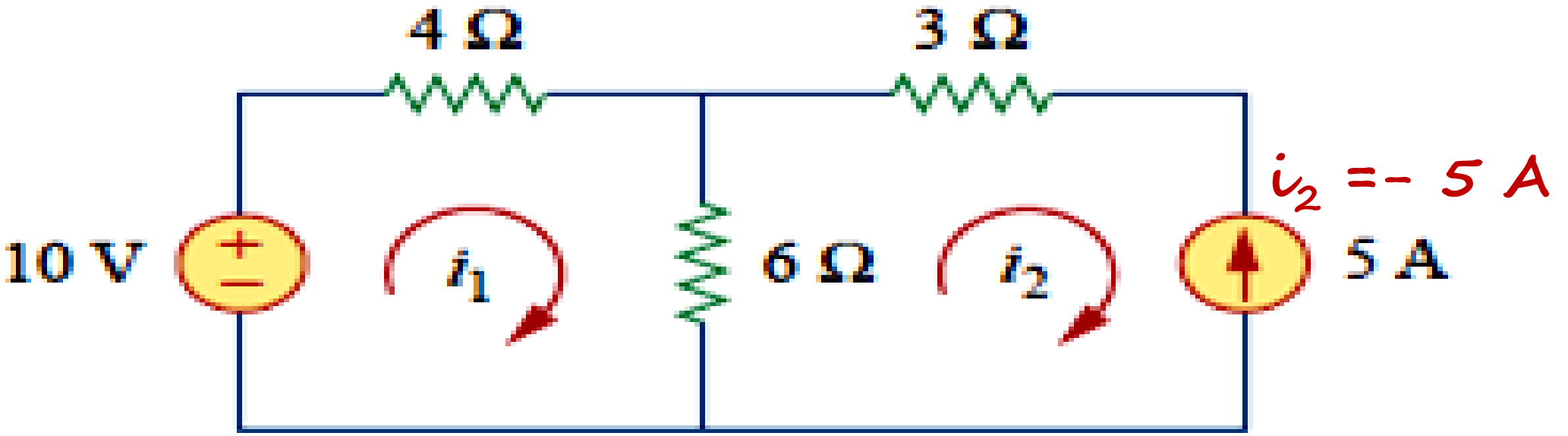


Figure 3.22
A circuit with a current source.

نضع $i_2 = -5\ A$ ونكتب معادلة الحلقة الأخرى بنفس الطريقة الاعتيادية وبذلك يكون:

$$-10 + 4i_1 + 6(i_1 - i_2) = 0$$

$$\Rightarrow \quad i_1 = -2\ \text{A} \qquad (3.17)$$

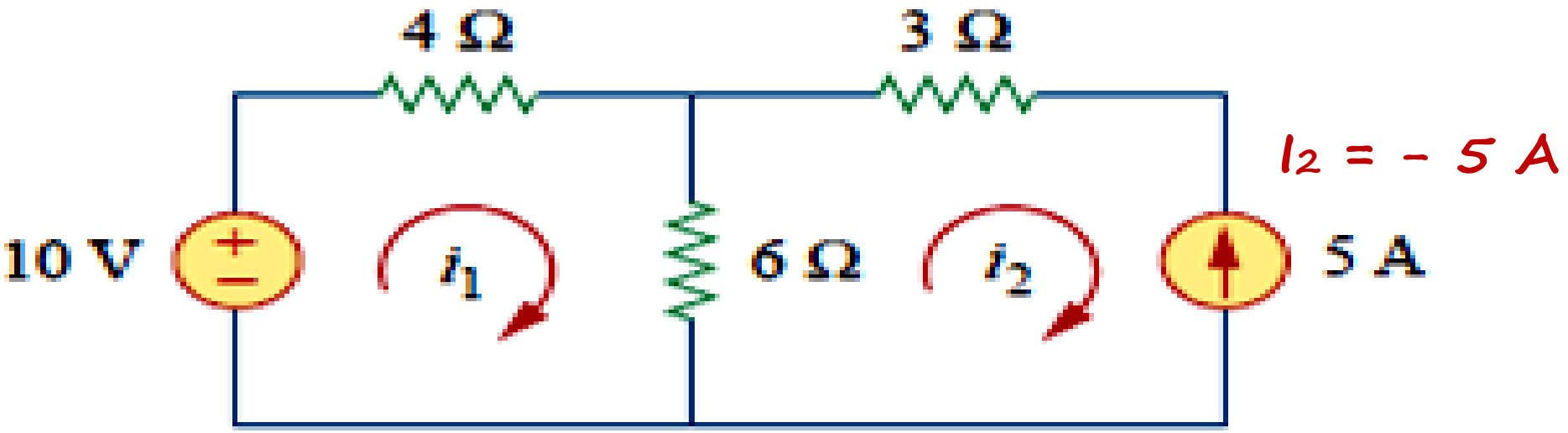


Figure 3.22
A circuit with a current source.

الحالة الثانية:

تنتج **الحلقة العامة supermesh** عندما يكون لحلقتين فرع مشترك يحوي منبع تيار (**مستقل أو غير مستقل**) .

عندما ينوجد منبع تيار بين حلقتين كما في الشكل 3.23(a) على سبيل المثال فإنه يمكن تشكيل **الحلقة العامة supermesh** وذلك باستبعاد منبع التيار وأي من العناصر الموصولة معه على التسلسل كما في الشكل 3.23(b).

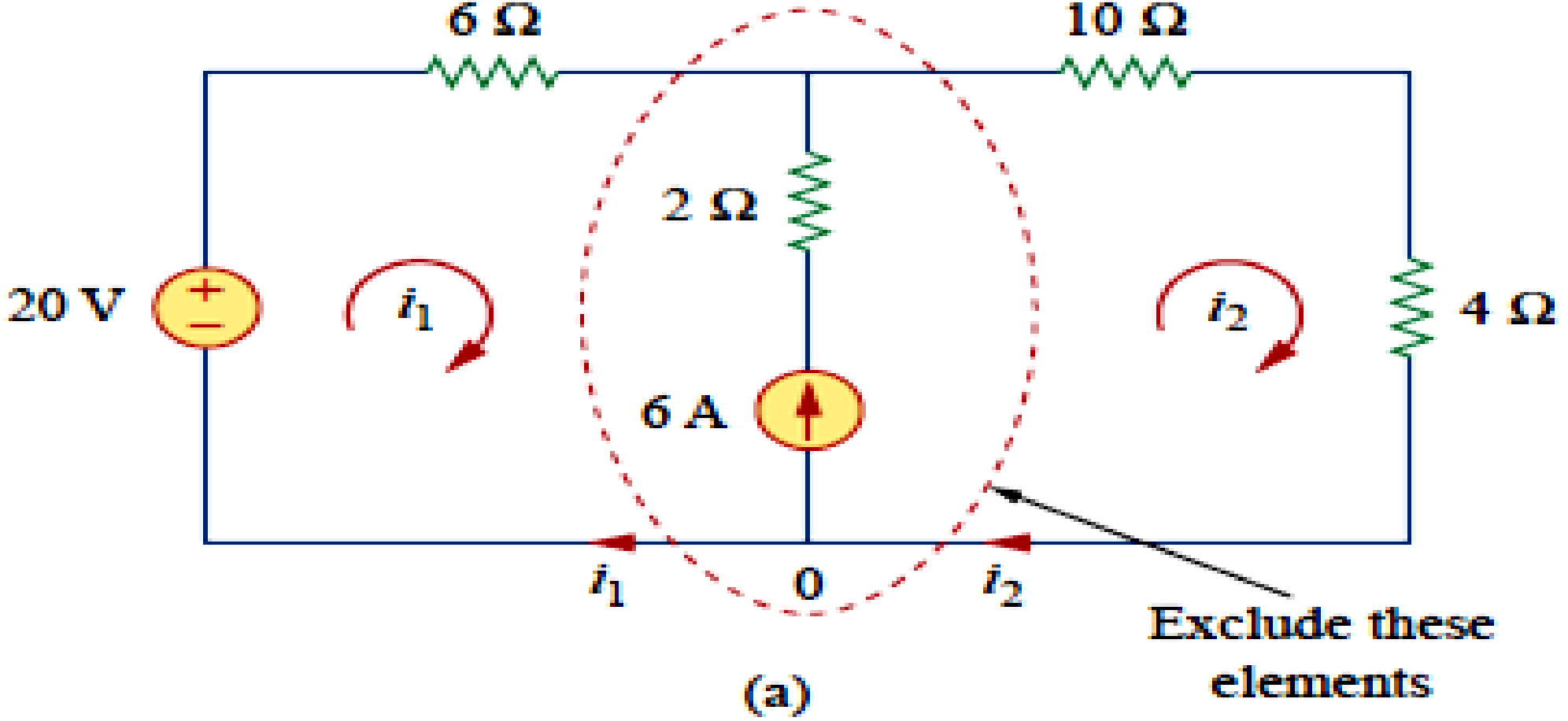
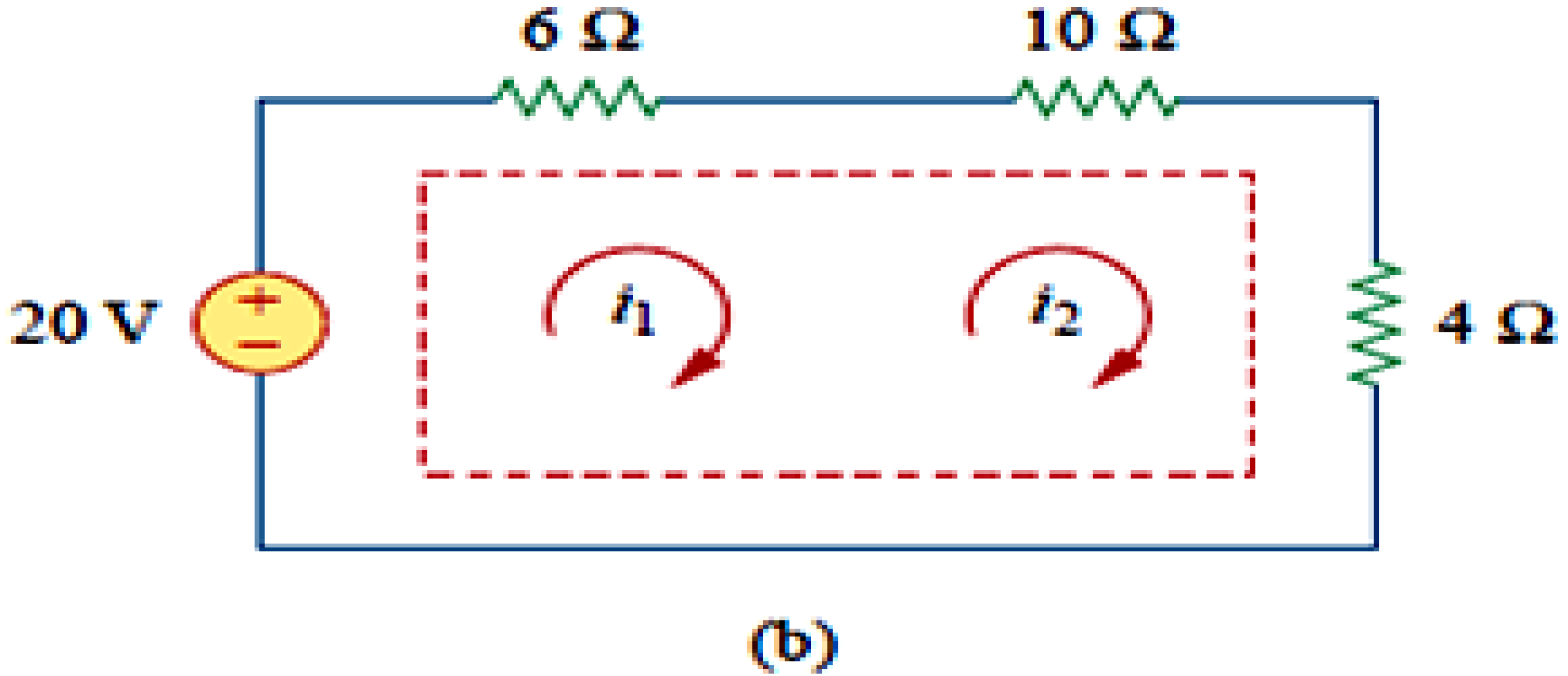


Figure 3.23

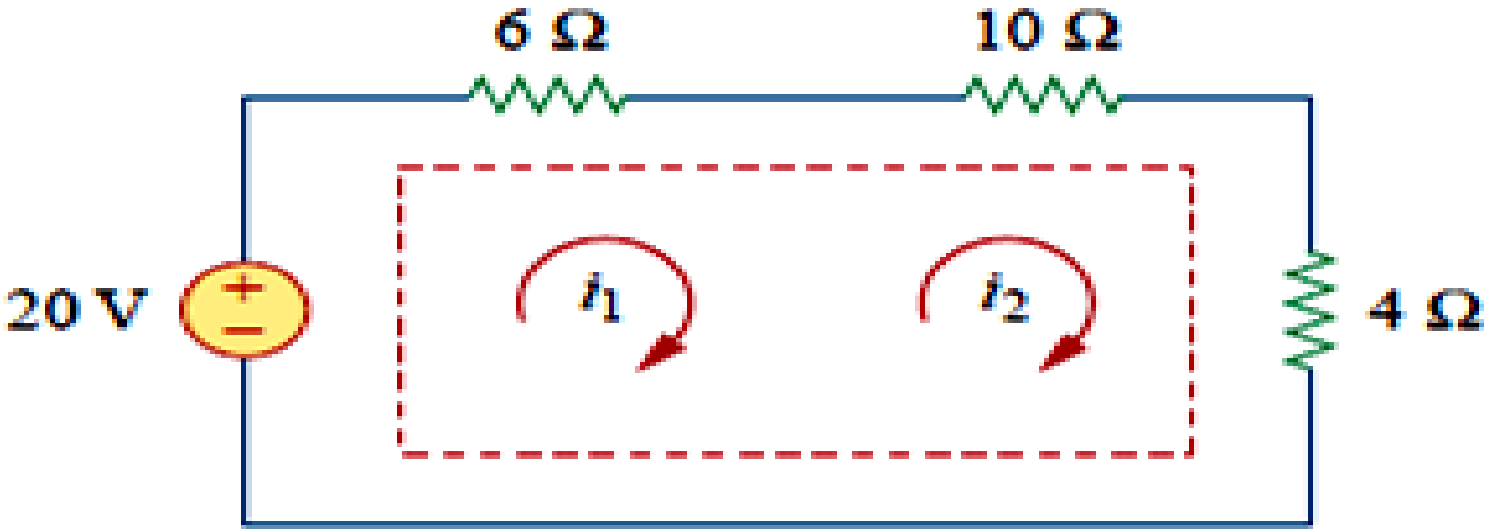
(a) Two meshes having a current source in common.

بحذف الفرع الذي يحوي منبع التيار:



(b) a supermesh, created by excluding the current source.

١- نطبق قانون كيرشوف بالتوتر على الحلقة العامة supermesh في الشكل 3.23(b) كما هو الحال في أي حلقة أخرى فنجد :

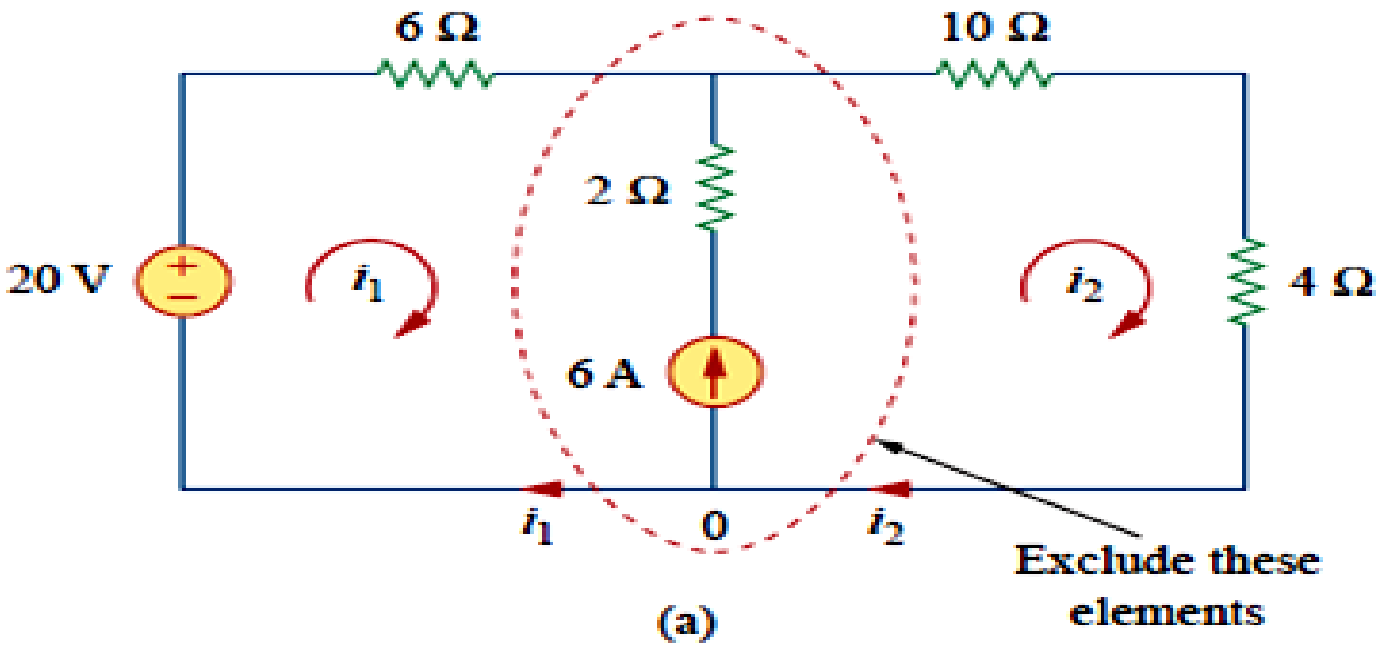


(b)

$$-20 + 6i_1 + 10i_2 + 4i_2 = 0$$

$$6i_1 + 14i_2 = 20 \qquad \textbf{(3.18)}$$

٢- نطبق **قانون كيرشوف بالتيار** على عقدة في الفرع حيث تتقاطع الحلقتان.
فبتطبيق KCL على العقدة ٠ في الدارة 3.23(a) نجد:



$$i_2 = i_1 + 6 \qquad (3.19)$$

Solving Eqs. (3.18) and (3.19), we get

$$i_1 = -3.2\ \text{A}, \qquad i_2 = 2.8\ \text{A} \qquad (3.20)$$

END OF LECTURE