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

5.3 Nodal Analysis by Inspection

تحليل العقد بطريقة مبسطة

بشكل عام، إذا كانت الدارة ذات **منابع التيار المستقلة** لها N عقدة غير مرجعية، يمكن كتابة **معادلات توترات العقد** بدلالة الناقلية G كما يلي:

$$\begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & \cdots & G_{1N} \\ G_{21} & G_{22} & \cdots & G_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ G_{N1} & G_{N2} & \cdots & G_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ \vdots \\ i_N \end{bmatrix} \qquad (3.22)$$

$$\mathbf{Gv} = \mathbf{i} \qquad (3.23)$$

$$\begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & \cdots & G_{1N} \\ G_{21} & G_{22} & \cdots & G_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ G_{N1} & G_{N2} & \cdots & G_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ \vdots \\ i_N \end{bmatrix} \qquad (3.22)$$

G_{kk} = مجموع الناقليات المربوطة إلى العقدة K.

$G_{jk} = G_{kj}$ = مجموع الناقليات المربوطة مباشرة بين العقدتين k و j حيث k لا تساوي j مأخوذ بإشارة سالبة.

v_k = التوتر المجهول للعقدة k .

i_k = المجموع الجبري لمنابع التيار المستقلة والمربوطة مباشرة إلى العقدة K. حيث اعتبرت التيارات الداخلة إلى العقدة K موجبة.

تسمى G مصفوفة الناقلية. v هو شعاع الخرج؛ و i هو شعاع الدخل. وبحل المعادلة (٣,٢٢) للحصول على توترات العقدة المجهولة.

Example 5.8

اكتب معادلات مصفوفة توترات العقد في الدارة المبينة في الشكل ٣,٢٧ بالطريقة المبسطة **.inspection**

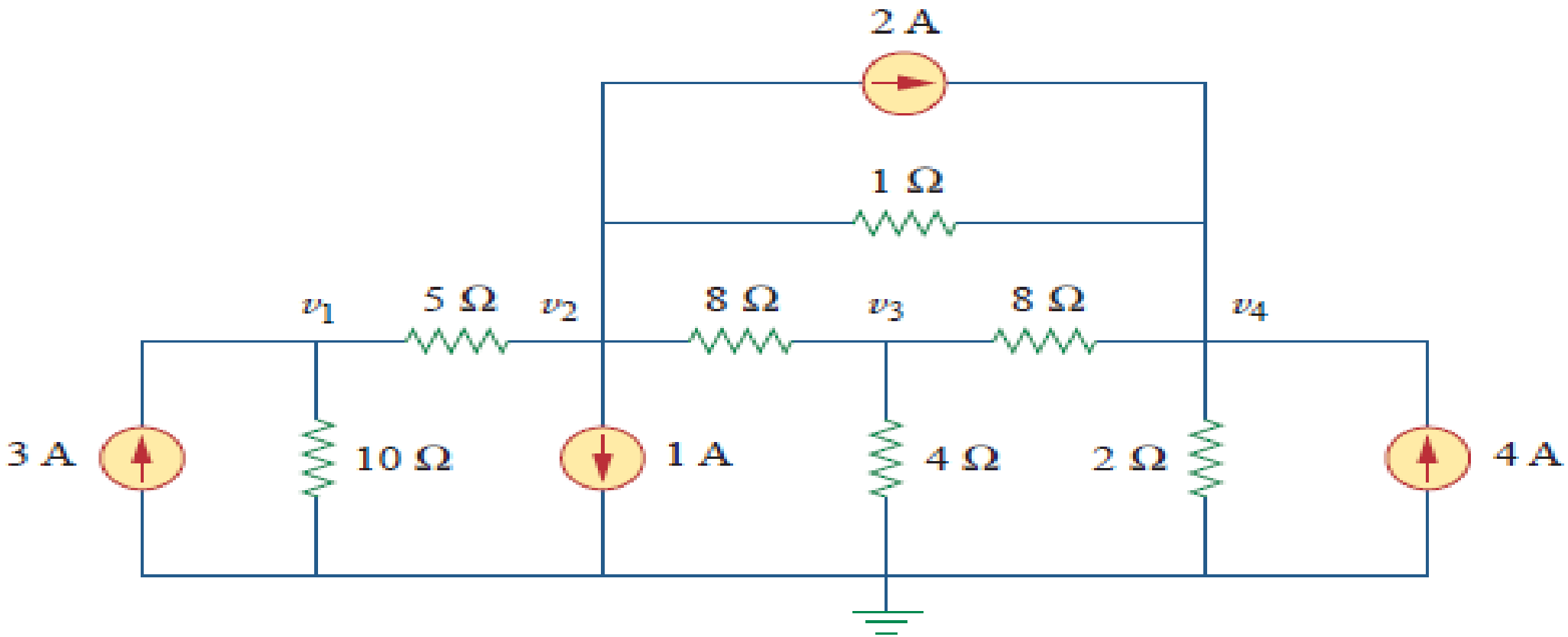
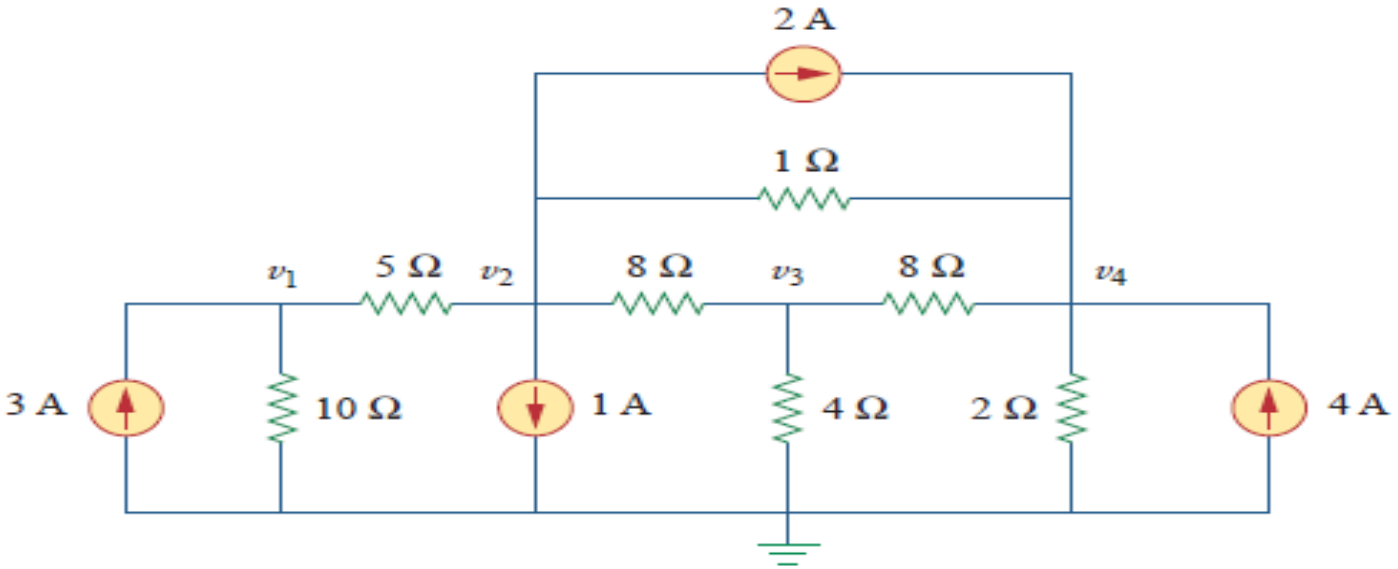


Figure 3.27

Solution:

The circuit in Fig. 3.27 has four nonreference nodes, so we need four node equations. This implies that the size of the conductance matrix **G,** is 4 by 4.



$$G_{11} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} = 0.3, \qquad G_{22} = \frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{1} = 1.325$$

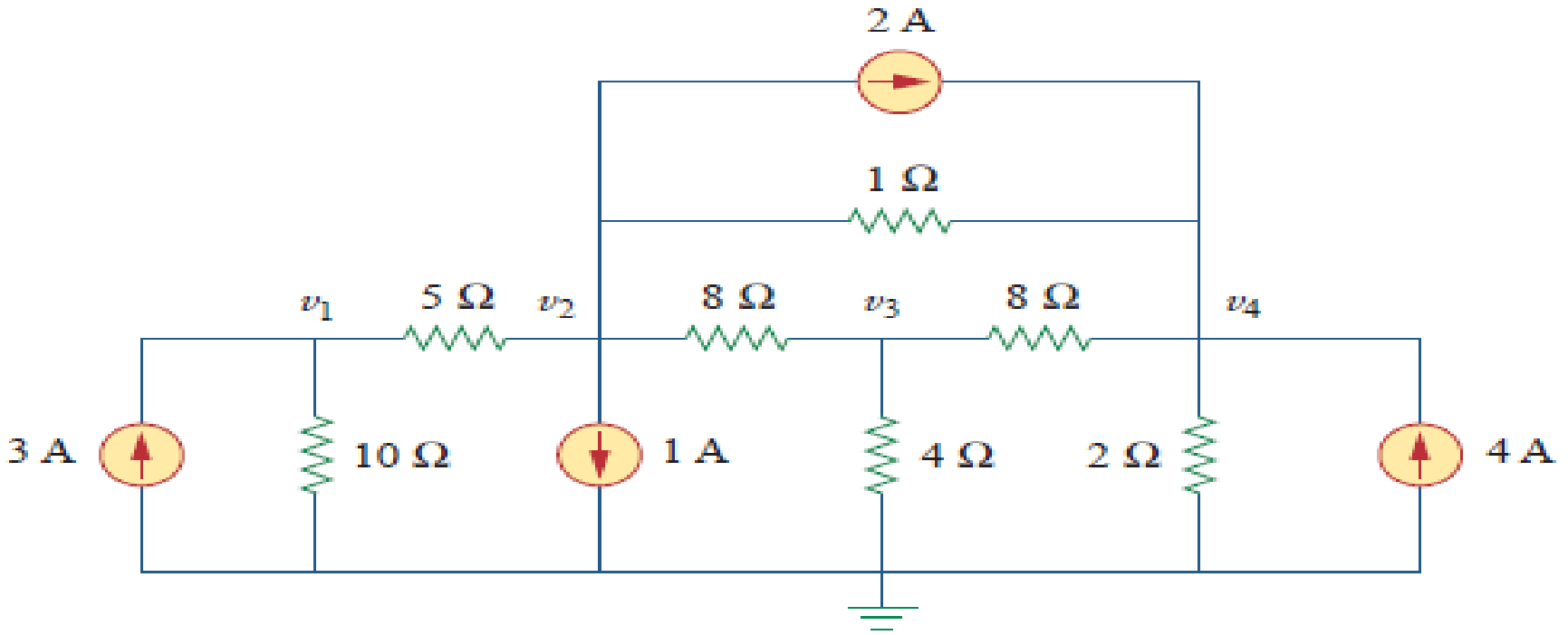
$$G_{33} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = 0.5, \qquad G_{44} = \frac{1}{8} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} = 1.625$$

$$G_{12} = -\frac{1}{5} = -0.2$$

$$G_{21} = -0.2,$$

$$G_{23} = -\frac{1}{8} = -0.125,$$

$$G_{32} = -0.125,$$



$$G_{34} = -\frac{1}{8} = -0.125$$

$$G_{43} = -0.125$$

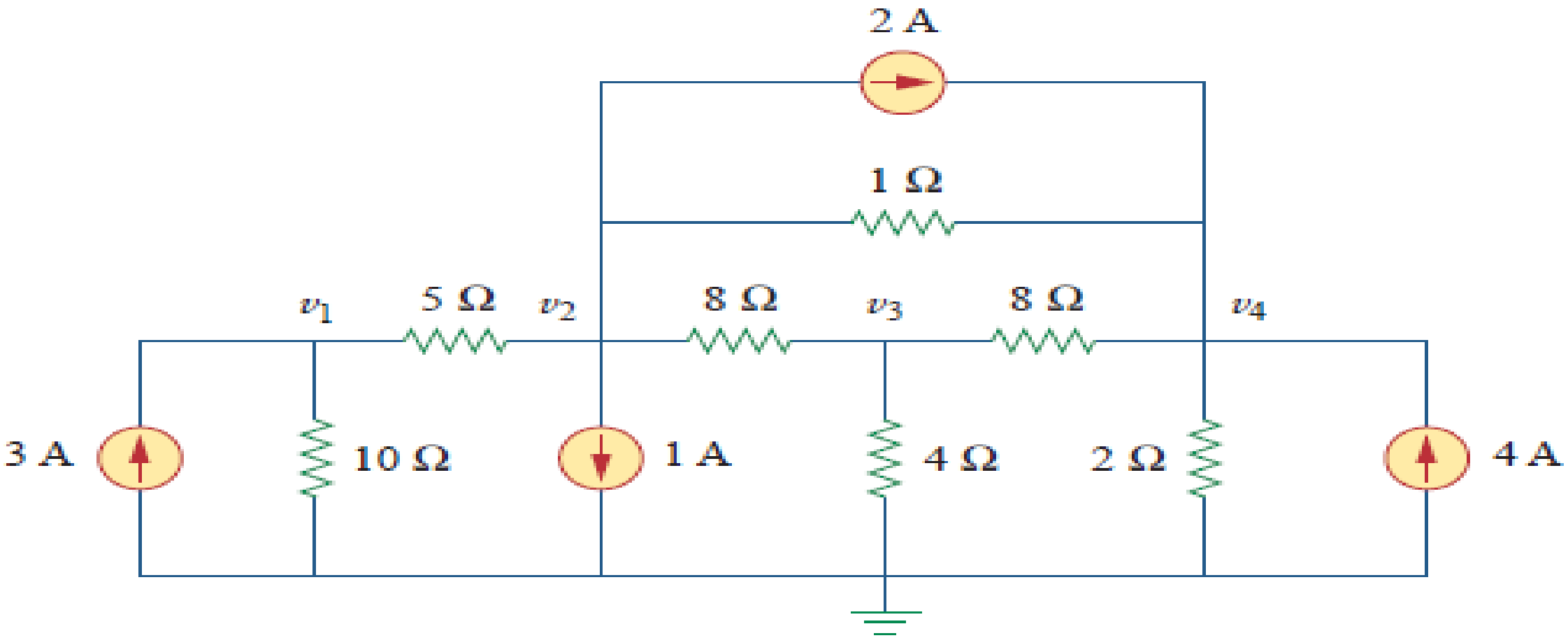
$$G_{13} = G_{14} = 0$$

$$G_{31} = 0,$$

$$G_{41} = 0,$$

$$G_{24} = -\frac{1}{1} = -1$$

$$G_{42} = -1,$$



$$i_1 = 3,$$

$$i_2 = -1 - 2 = -3,$$

$$i_3 = 0,$$

$$i_4 = 2 + 4 = 6$$

Thus the node-voltage equations are

$$\begin{bmatrix} 0.3 & -0.2 & 0 & 0 \\ -0.2 & 1.325 & -0.125 & -1 \\ 0 & -0.125 & 0.5 & -0.125 \\ 0 & -1 & -0.125 & 1.625 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ -3 \\ 0 \\ 6 \end{bmatrix}$$

which can be solved using *MATLAB* to obtain the node voltages v_1, v_2, v_3, and v_4.

Practice Problem 5.8

By inspection, obtain the node-voltage equations for the circuit in Fig. 3.28.

Answer:

$$\begin{bmatrix} 1.3 & -0.2 & -1 & 0 \\ -0.2 & 0.2 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1.25 & -0.25 \\ 0 & 0 & -0.25 & 0.75 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \\ -1 \\ 3 \end{bmatrix}$$

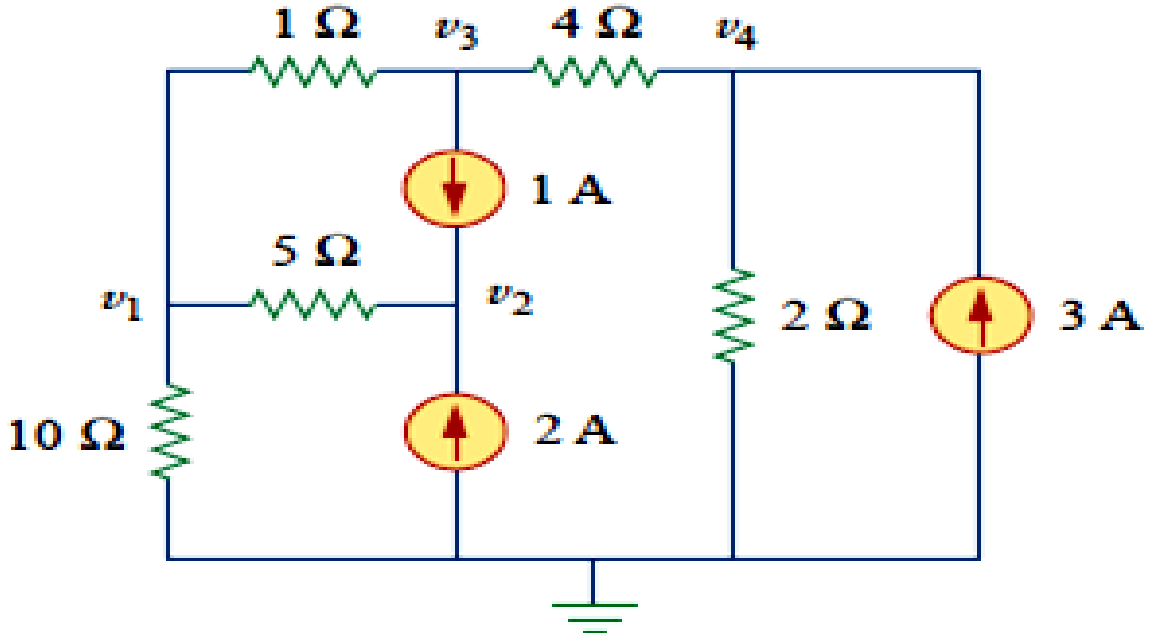


Figure 3.28

5.4 Mesh Analysis تحليل الحلقة

في طريقة تحليل الحلقة، نطبق قانون كيرشوف بالتوتر KVL من أجل إيجاد التيارات المجهولة.

خطوات تحديد تيارات الحلقة:

١- تحديد تيارات الحلقة $i_1, i_2, \ldots, i_n$ إلى n حلقة .

٢- نطبق قانون كيرشوف بالتوتر KVL على كل حلقة من الحلقات، ونستخدم قانون أوم للتعبير عن التوترات بدلالة تيارات الحلقة.

٣- نحل المعادلات للحصول على تيارات الحلقة.

للتمييز بين نوعين من التيارات، سنستخدم الرمز ***i*** لتيار الحلقة و ***I*** لتيار الفرع.

Example 5.5

من أجل الدارة في الشكل ٣,١٨ ، أوجد تيارات الفروع I_1 و I_2 و I_3 مستخدماً طريقة تحليل الحلقة.

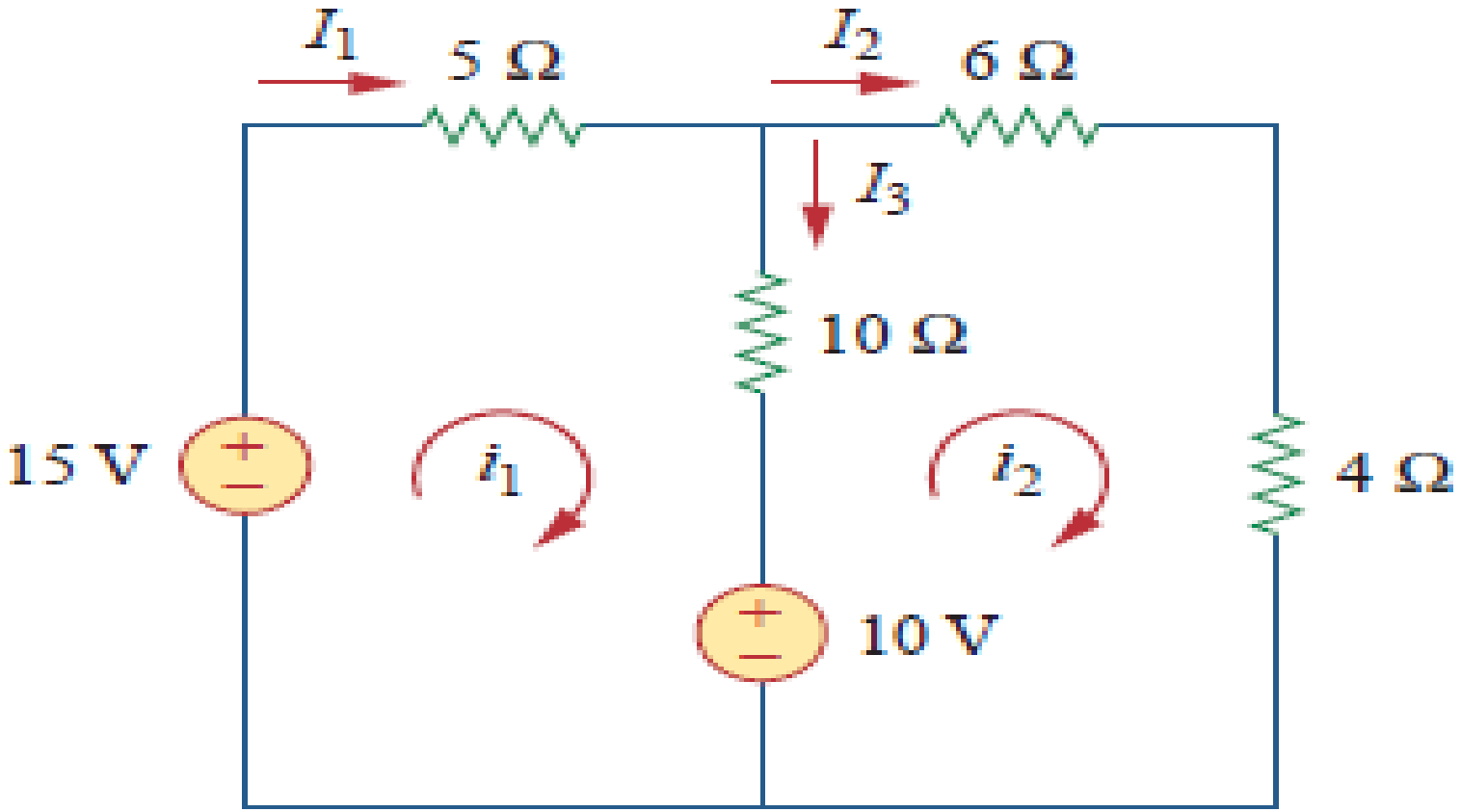
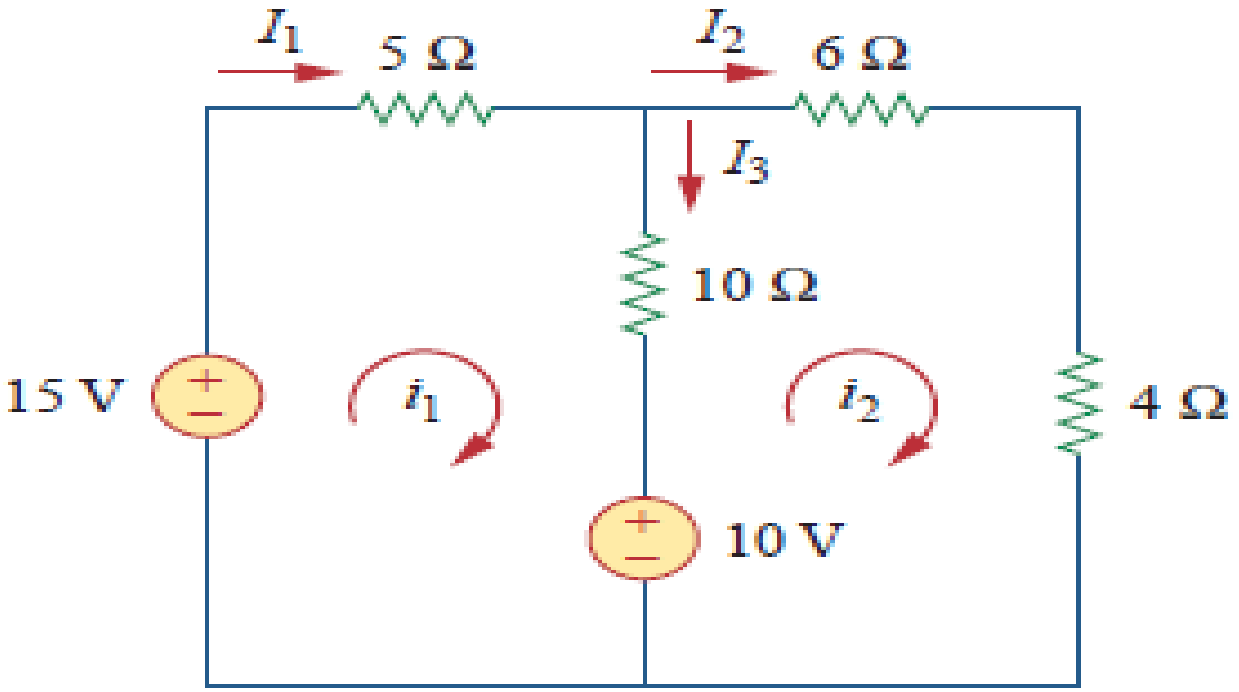


Figure 3.18

الحل:

بداية سنحصل على تيارات الحلقة باستخدام قانون كيرشوف بالتوتر KVL.



من الحلقة ١:

$$-15 + 5i_1 + 10i_1 - 10i_2 + 10 = 0$$

$$-15 + 5i_1 + 10(i_1 - i_2) + 10 = 0$$

$$3i_1 - 2i_2 = 1 \qquad (3.5.1)$$

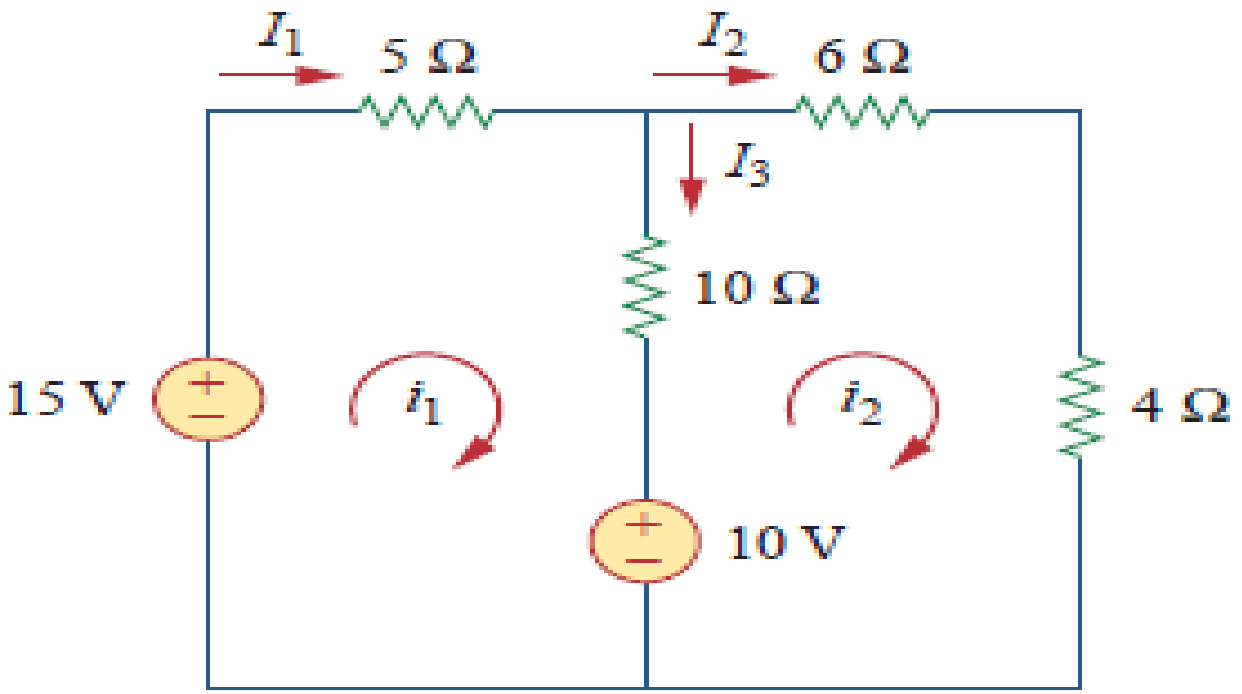


Figure 3.18

من الحلقة ٢:

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

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

$$i_1 = 2i_2 - 1 \qquad (3.5.2)$$

$$3i_1 - 2i_2 = 1 \qquad (3.5.1)$$

$$i_1 = 2i_2 - 1 \qquad (3.5.2)$$

$$\begin{bmatrix} 3 & -2 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 3 & -2 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} = 6 - 2 = 4$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 1 & -2 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} = 2 + 2 = 4,$$

$$3i_1 - 2i_2 = 1$$

$$i_1 = 2i_2 - 1$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 1 \end{vmatrix} = 3 + 1 = 4$$

$$i_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = 1 \text{ A}, \qquad i_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = 1 \text{ A}$$

$$I_1 = i_1 = 1 \text{ A}, \qquad I_2 = i_2 = 1 \text{ A},$$

$$I_3 = i_1 - i_2 = 0$$

Practice Problem 5.5

Calculate the mesh currents i_1 and i_2 of the circuit of Fig. 3.19.

Answer: $i_1 = 2$ A, $i_2 = 0$ A.

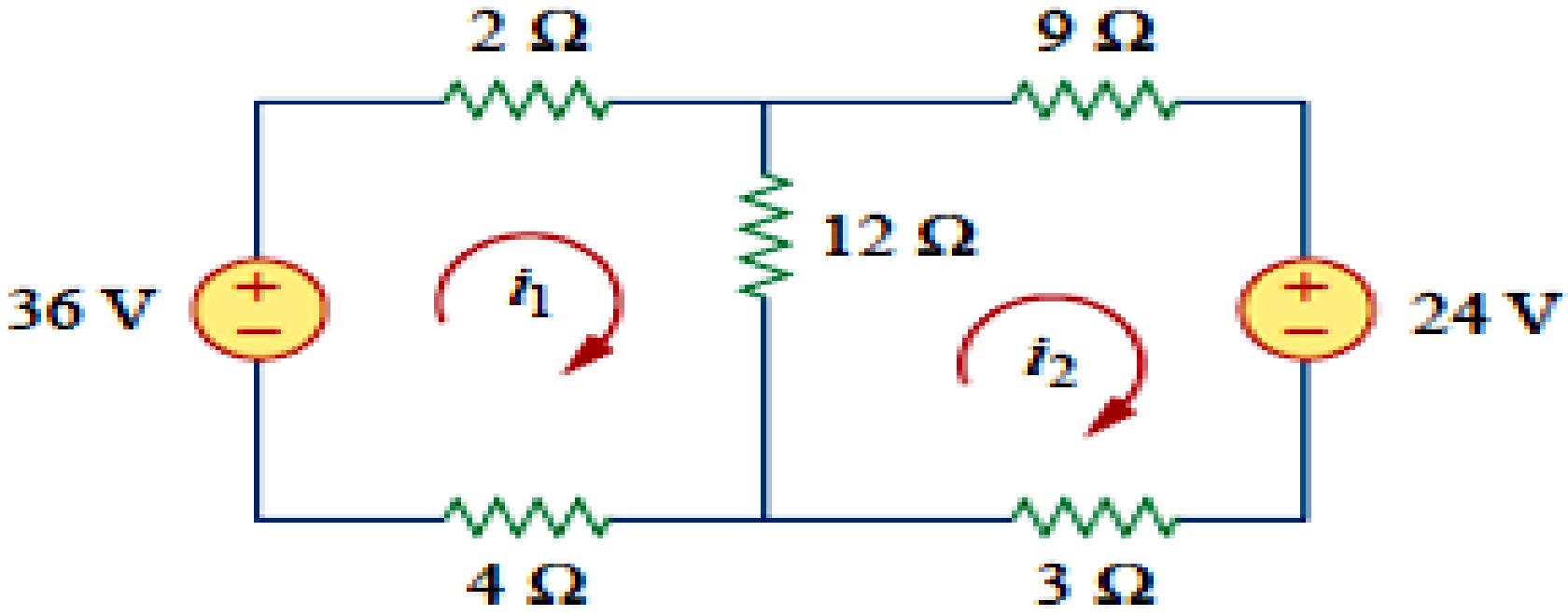


Figure 3.19

END OF LECTURE