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

5.1 Introduction مقدمة

بعد أن تم فهم القوانين الأساسية لنظرية الدارة (قانون أوم وقانونا كيرشوف) ، سنطبق الآن هذه القوانين لتطوير اثنتين من تقنيات تحليل الدارات:

- **تحليل العقد nodal analysis**، والتي تقوم على التطبيق المنهجي لقانون كيرشوف بالتيار (KCL)،
- **تحليل الحلقة mesh analysis**، والتي تقوم على التطبيق المنهجي لقانون كيرشوف بالتوتر (KVL).

5.2 Nodal Analysis تحليل العقد

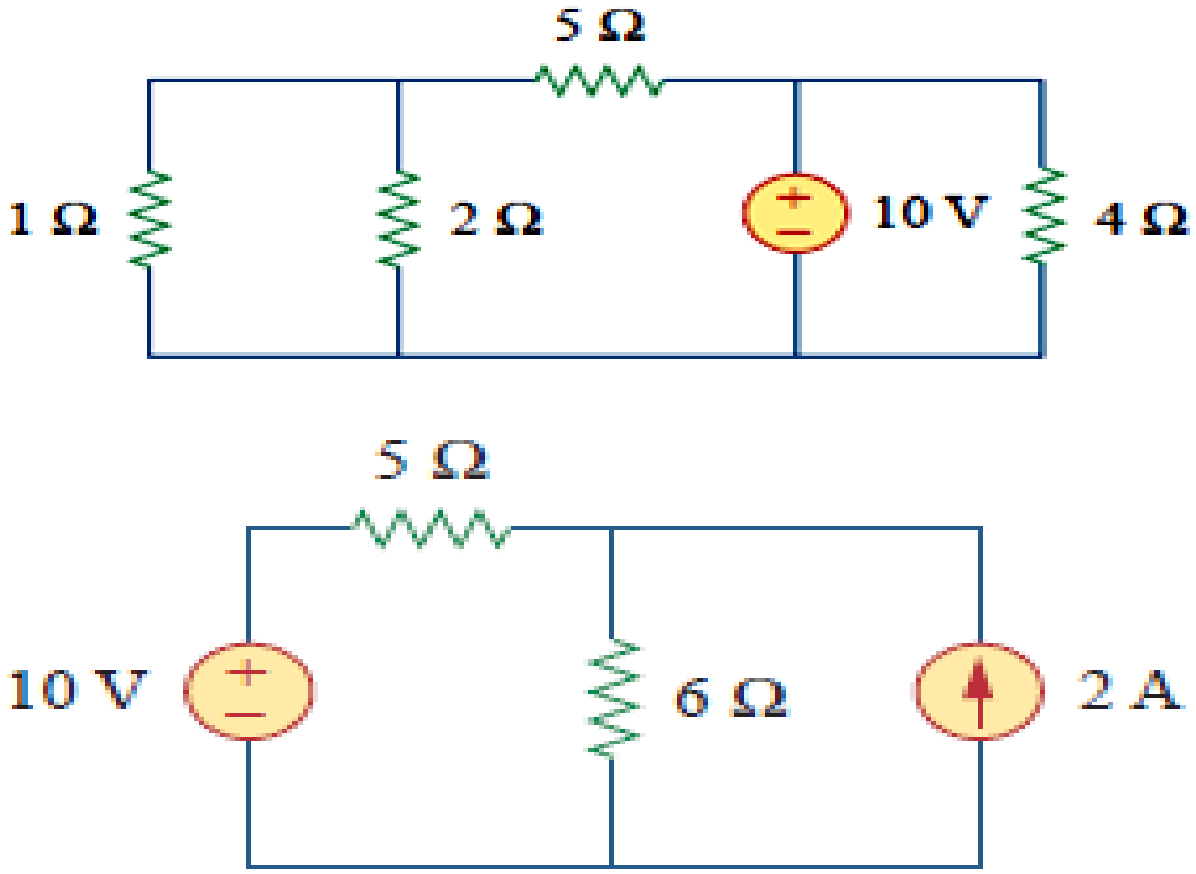
-أساس تحليل العقد Nodal Analysis هو قانون كيرشوف بالتيار KCL.

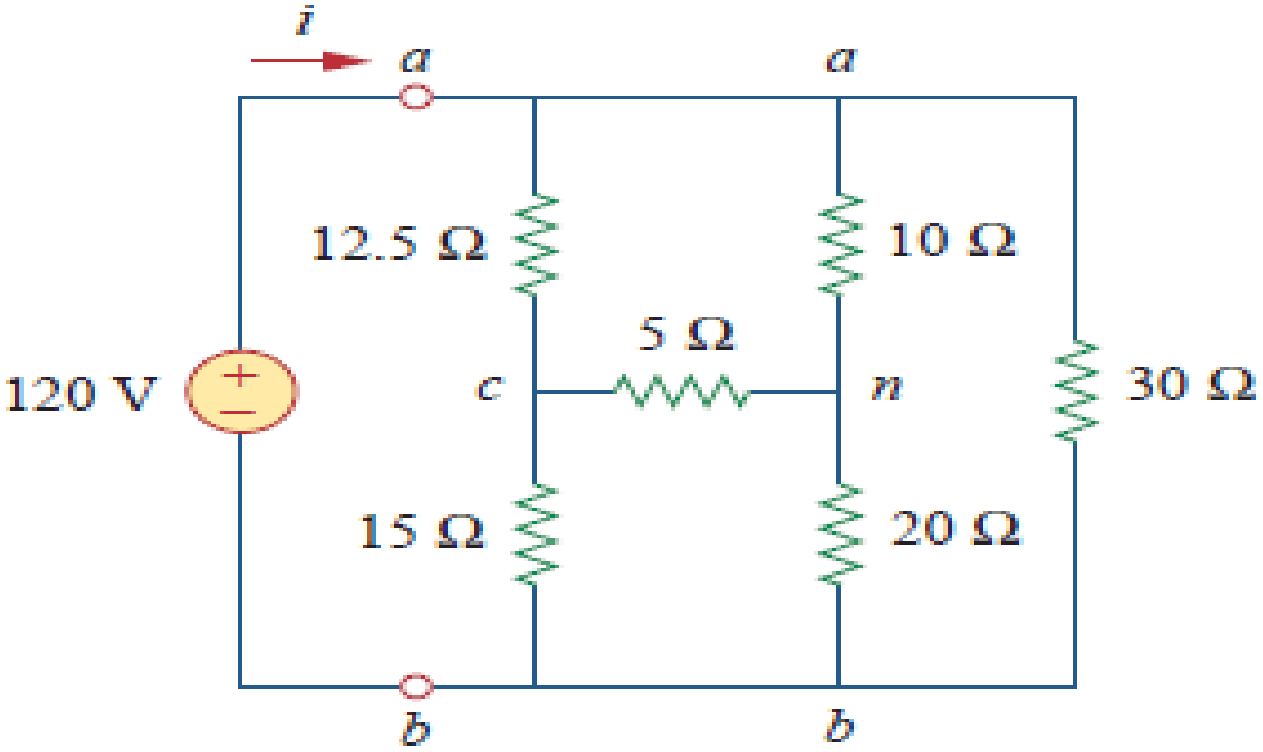
-في تحليل العقد، سنهتم بإيجاد **توترات العقد**.

- يوفر تحليل العقد إجراء عام لتحليل الدارات باستخدام **توترات العقد** كمتغيرات في الدارة.

خطوات تحديد توترات العقد:

١. نختار عقدة ونعتبرها عقدة مرجعية. ونحدد توترات العقد المتبقية. تنسب التوترات إلى العقدة المرجعية.

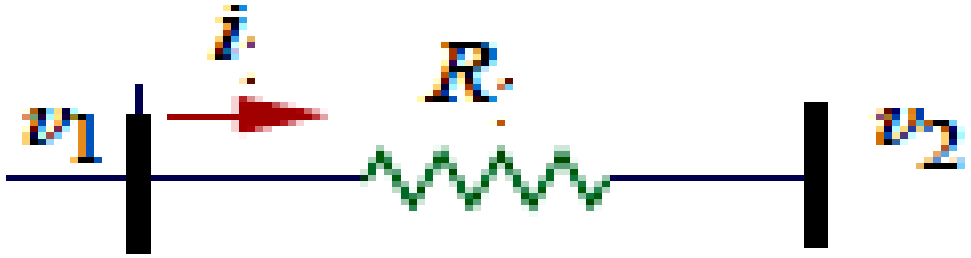




٢- تطبيق **KCL** على كل عقدة من العقد غير المرجعية.

٣- ثم يستخدم **قانون أوم لكتابة تيارات الفروع بدلالة توترات العقد**. يجب أن يمر تيار الفرع دائما من التوتر الأعلى إلى التوتر الأخفض.

$$i = \frac{v_1 - v_2}{R}$$



٤- بحل المعادلات يتم الحصول على توترات العقد المجهولة، ويفضل عن طريق قاعدة كريمر **Cramer's rule**.

Example 3.1

Calculate the node voltages in the circuit shown in Fig. 3.3(a).

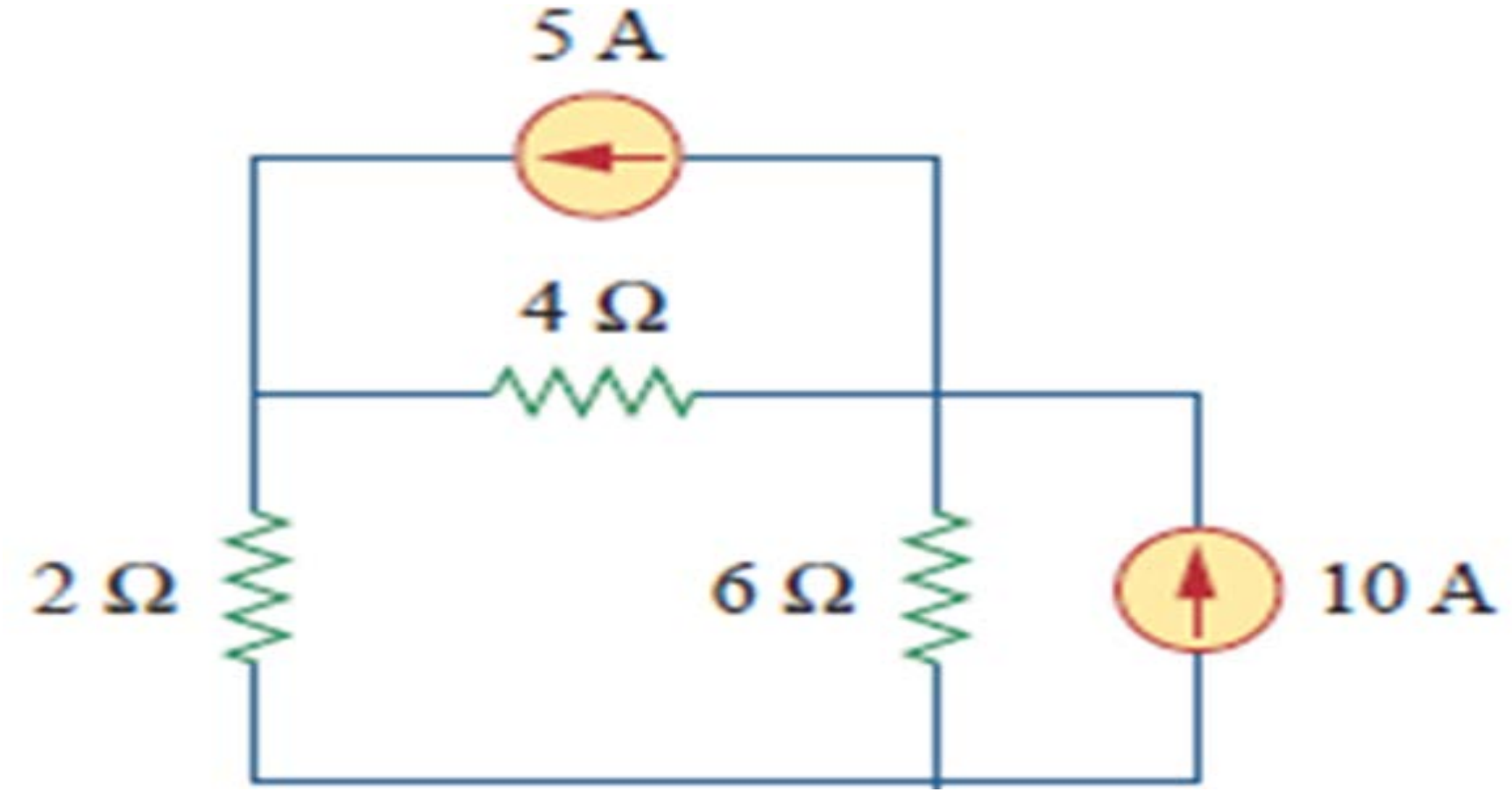
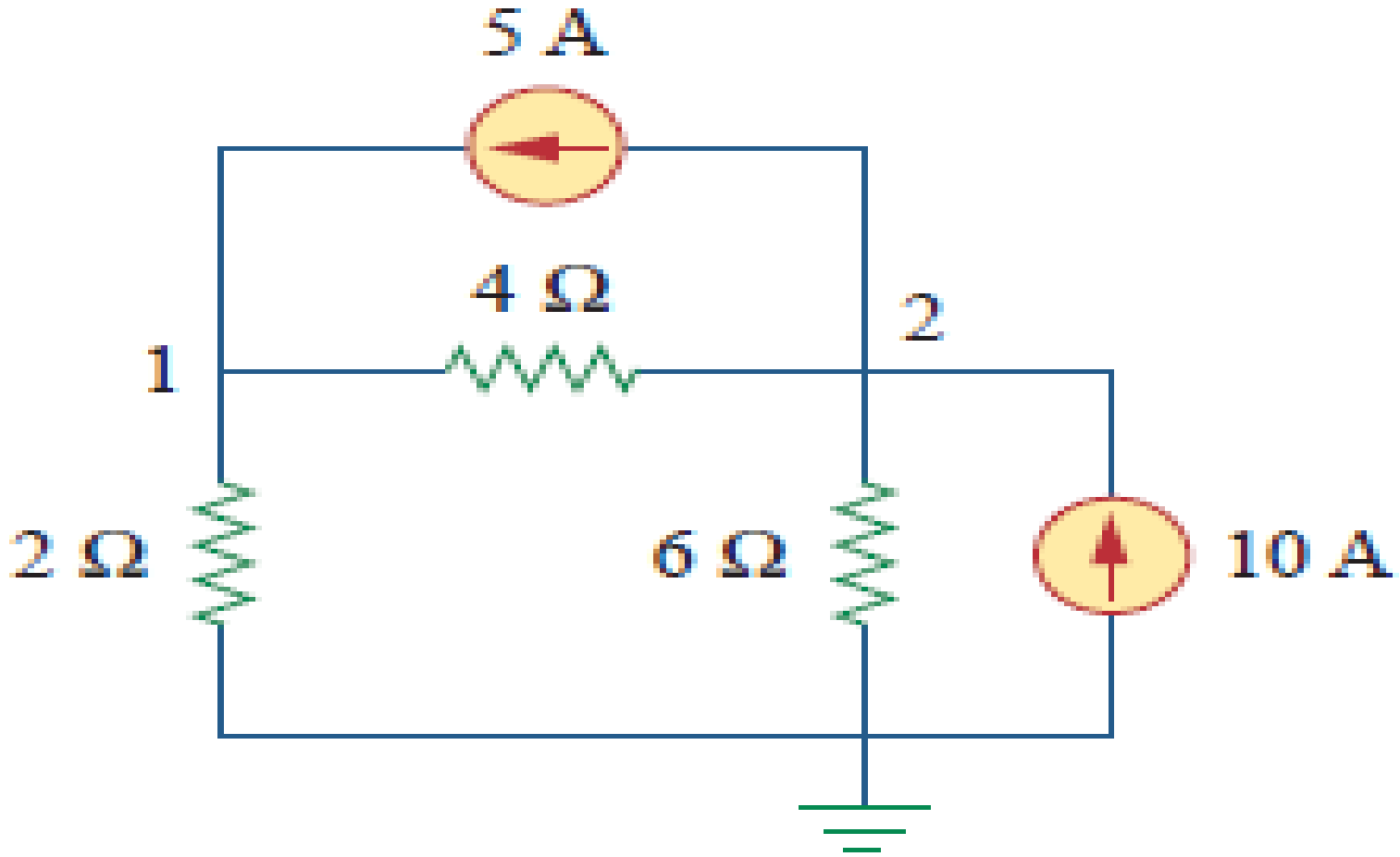


Fig. 3.3(a).

الحل:

- سنحل المسألة بطريقة تحليل العقد **Nodal Analysis**



- بالنظر إلى الشكل 3.3(b) نلاحظ أن التيارات اختيرت وفق قانون كيرشوف بالتيار.

- تؤخذ اتجاهات التيارات بشكل اعتباطي ولكن متلائم، باستثناء الفروع التي تحوي منابع تيار.

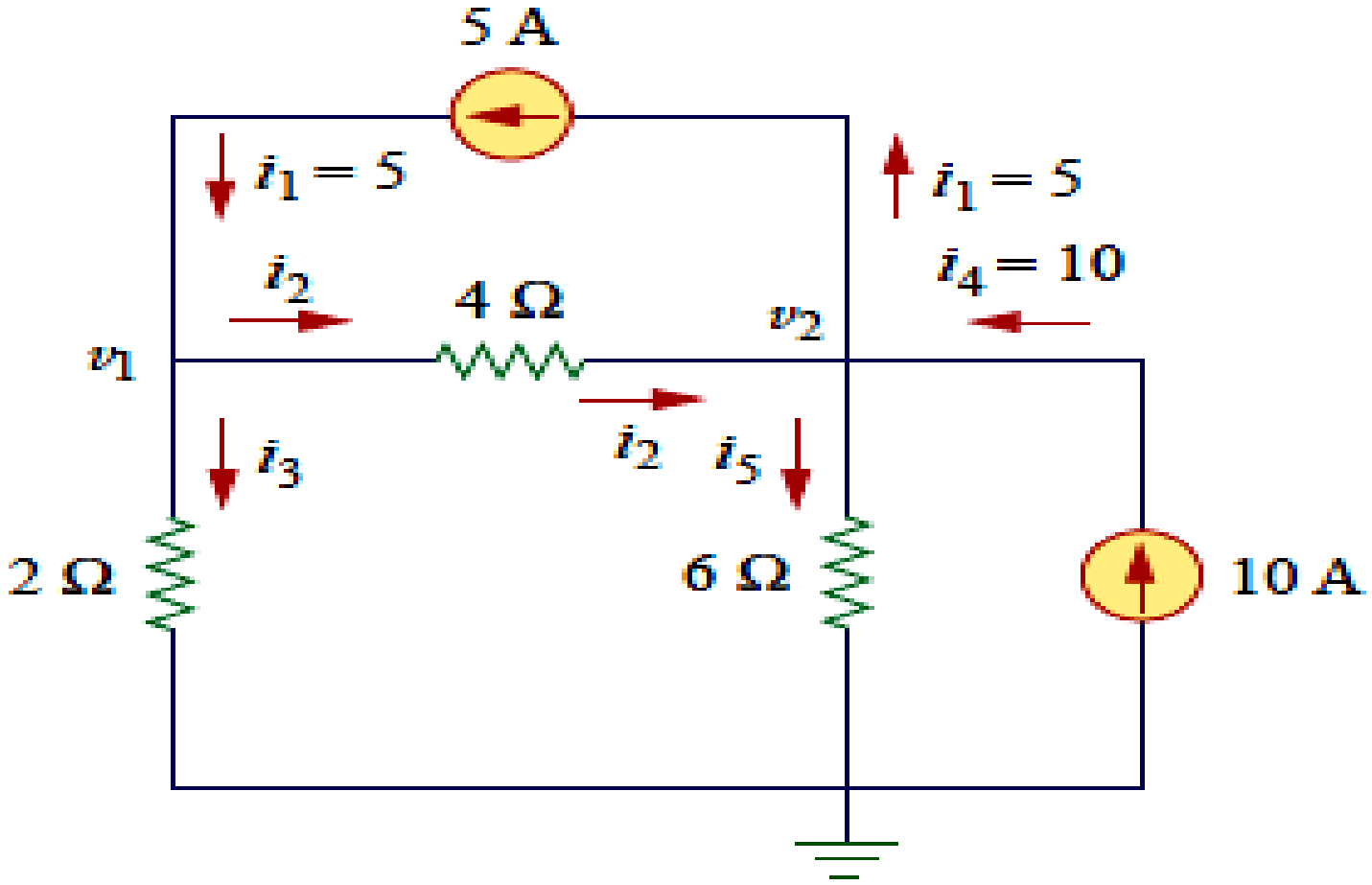


Figure 3.3 (b)

At node 1, applying KCL and Ohm's law gives

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

$$3v_1 - v_2 = 20 \qquad \textbf{(3.1.1)}$$

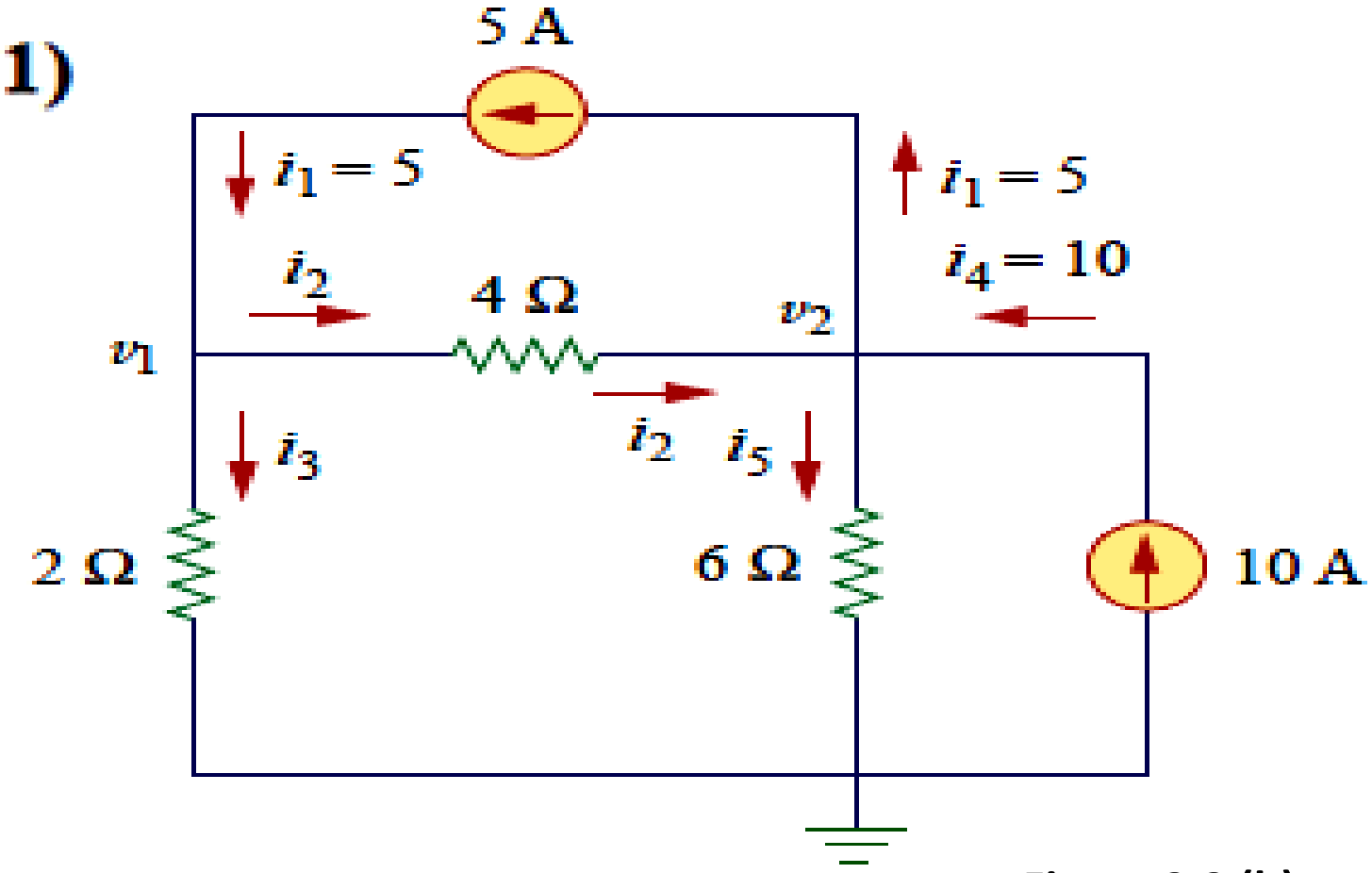


Figure 3.3 (b)

At node 2, applying KCL and Ohm's law gives

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

$$-3v_1 + 5v_2 = 60 \qquad (3.1.2)$$

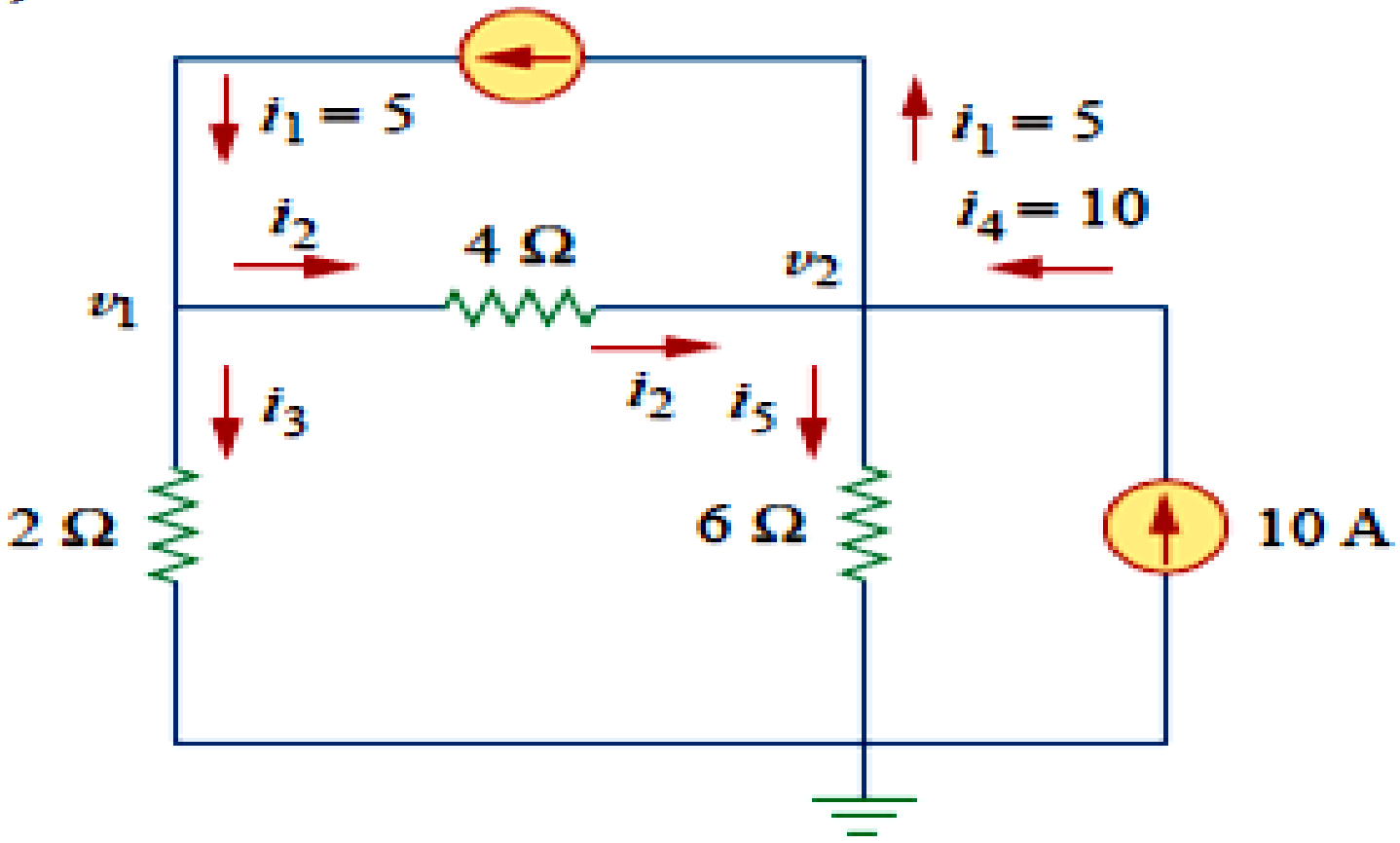


Figure 3.3 (b)

$$3v_1 - v_2 = 20 \qquad (3.1.1)$$

$$-3v_1 + 5v_2 = 60 \qquad (3.1.2)$$

To use Cramer's rule, we need to put Eqs. (3.1.1) and (3.1.2) in matrix form as

$$\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ -3 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ 60 \end{bmatrix} \qquad (3.1.3)$$

The determinant of the matrix is

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

We now obtain v_1 and v_2 as

$$v_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} 20 & -1 \\ 60 & 5 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{100 + 60}{12} = \boxed{13.333\,\text{V}}$$

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

إذا أردنا معرفة التيارات، فيمكن حسابها بسهولة من توترات العقد.

$$i_1 = 5\ \text{A}, \qquad i_2 = \frac{v_1 - v_2}{4} = -1.6668\ \text{A}, \qquad i_3 = \frac{v_1}{2} = 6.666\ \text{A}$$

$$i_4 = 10\ \text{A}, \qquad i_5 = \frac{v_2}{6} = 3.333\ \text{A}$$

إن الإشارة السالبة التي ظهرت في قيمة i_2 تعني أن التيار يمر في الاتجاه المعاكس للاتجاه الذي فرضناه.

Practice Problem 5.1

Obtain the node voltages in the circuit of Fig. 3.4.

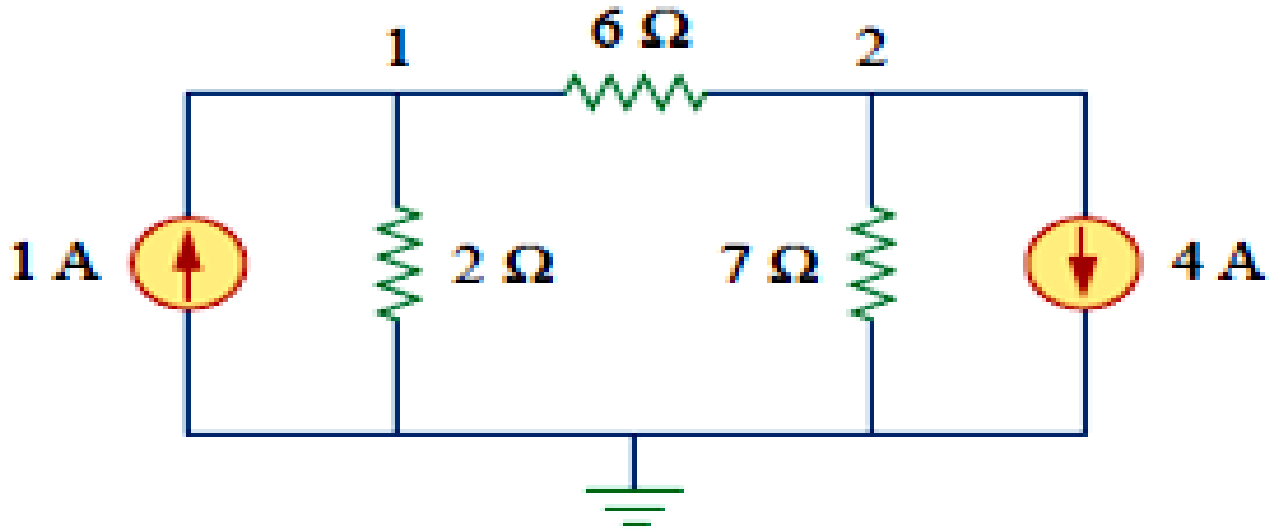


Figure 3.4
For Practice Prob. 3.1.

Answer: $v_1 = -2\ \text{V}, v_2 = -14\ \text{V}.$

END OF LECTURE