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 4 Basic Laws

الفصل الرابع

قوانين أساسية

References

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

4. Basic Laws

4.1 Ohm's Law قانون أوم

4.2 Nodes, Branches, and Loops العقد والفروع والحلقات

4.3 Kirchhoff's Laws قانونا كيرشوف

4.4 Series Resistors and Voltage Division
المقاومات التسلسلية ومجزئ التوتر

4.5 Parallel Resistors and Current Division
المقاومات التفرعية ومجزئ التيار

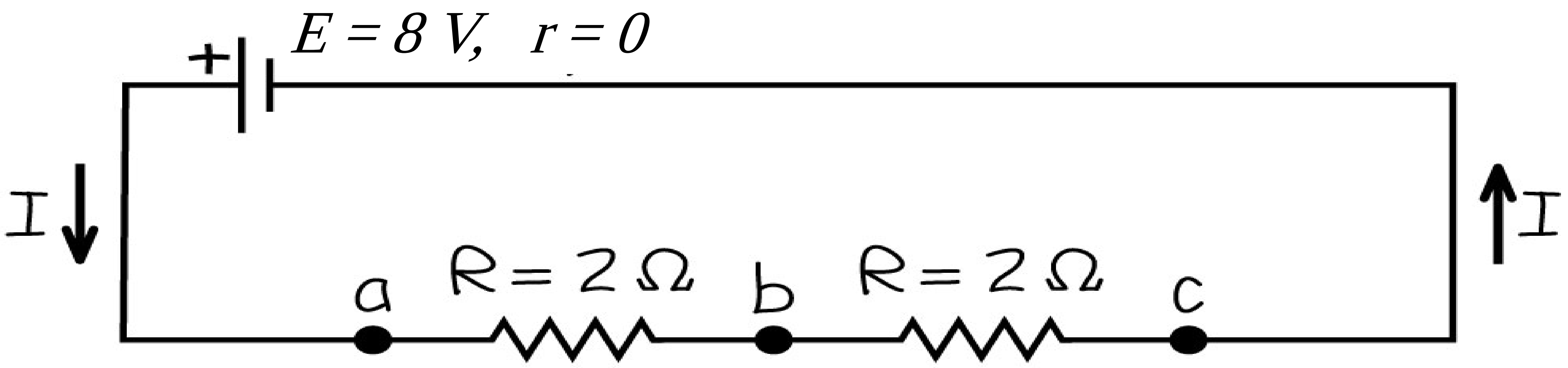
4.6 Wye-Delta Transformations تحويلات نجمي - مثلثي

Series versus parallel combinations
مقارنة بين التوصيل التسلسلي والتفرعي

Example:

Current through each R & Power dissipated?

(a) Light bulbs in series



الحل:

$$R_{equivalent} = 2 + 2 = 4 \text{ [Ohms]}$$

$$I = 8V / 4\,\Omega = 2 \text{ [A]}$$

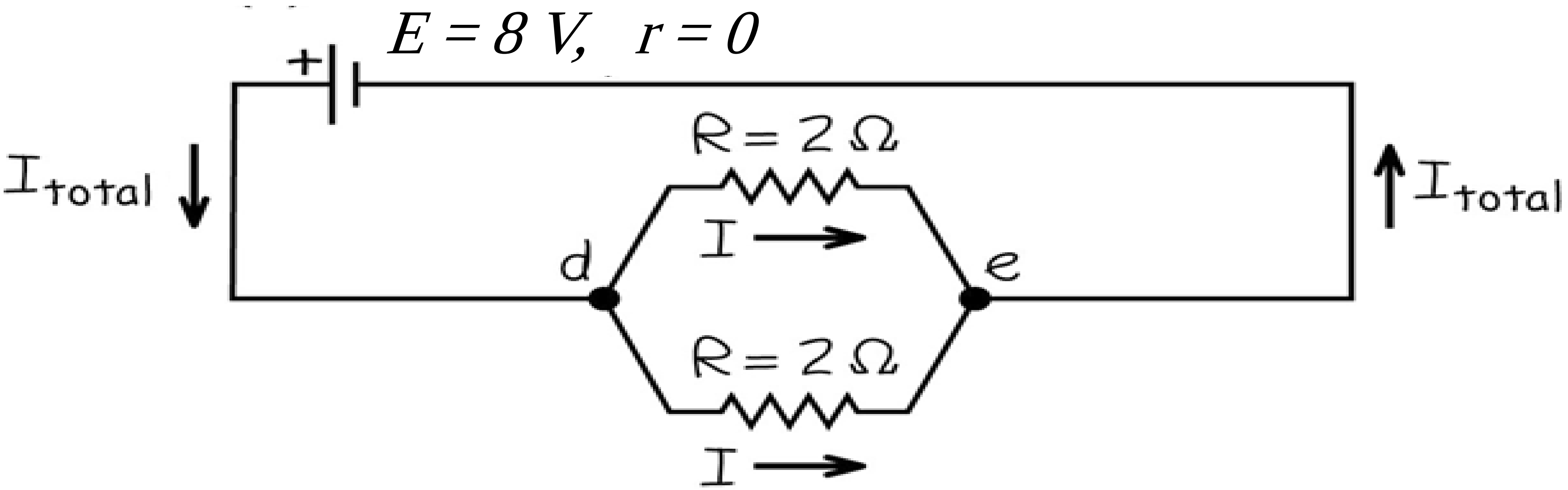
Power = i^2R = 16 Watts total

8 (Watts for each bulb)

Example- 2:

Current through each R & Power dissipated?

(b) Light bulbs in parallel

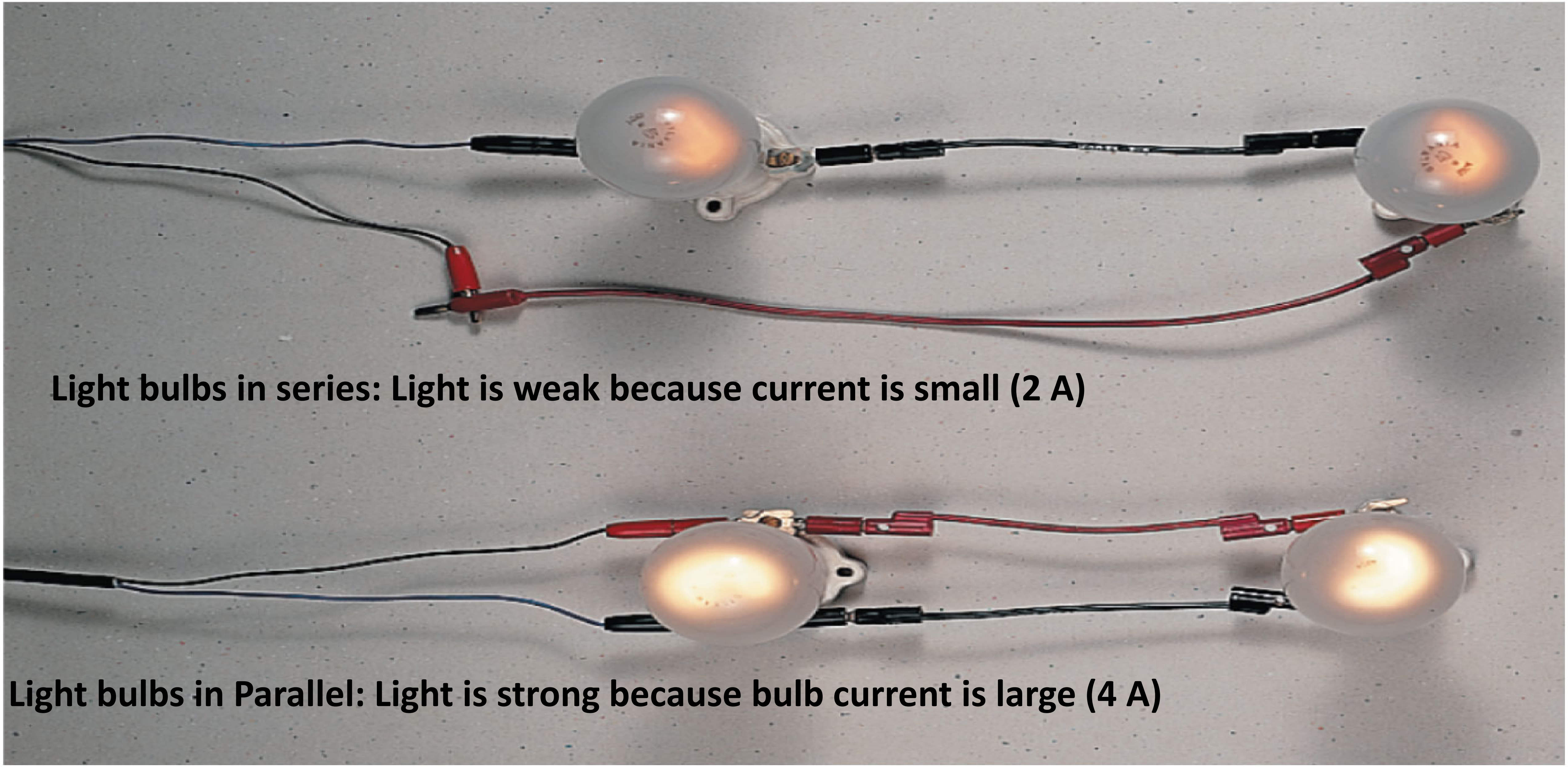


الحل:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

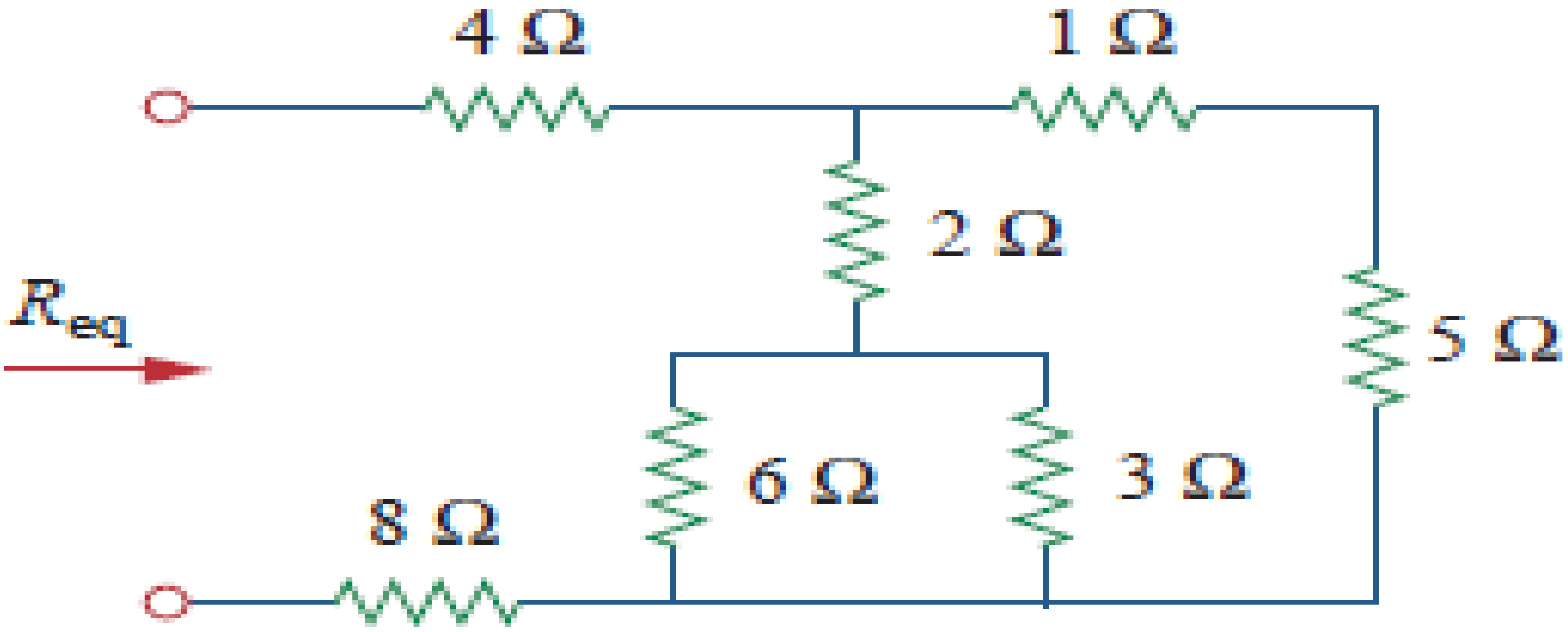
$$R_{eq} = \frac{2 \times 2}{2 + 2} = 1\,\Omega$$

- I_{total} = 8V / 1 Ohm = 8 A
- Power = $I_{total}^{\,2} R_{eq}$ = 64 Watts total
- (32 Watts for each bulb)

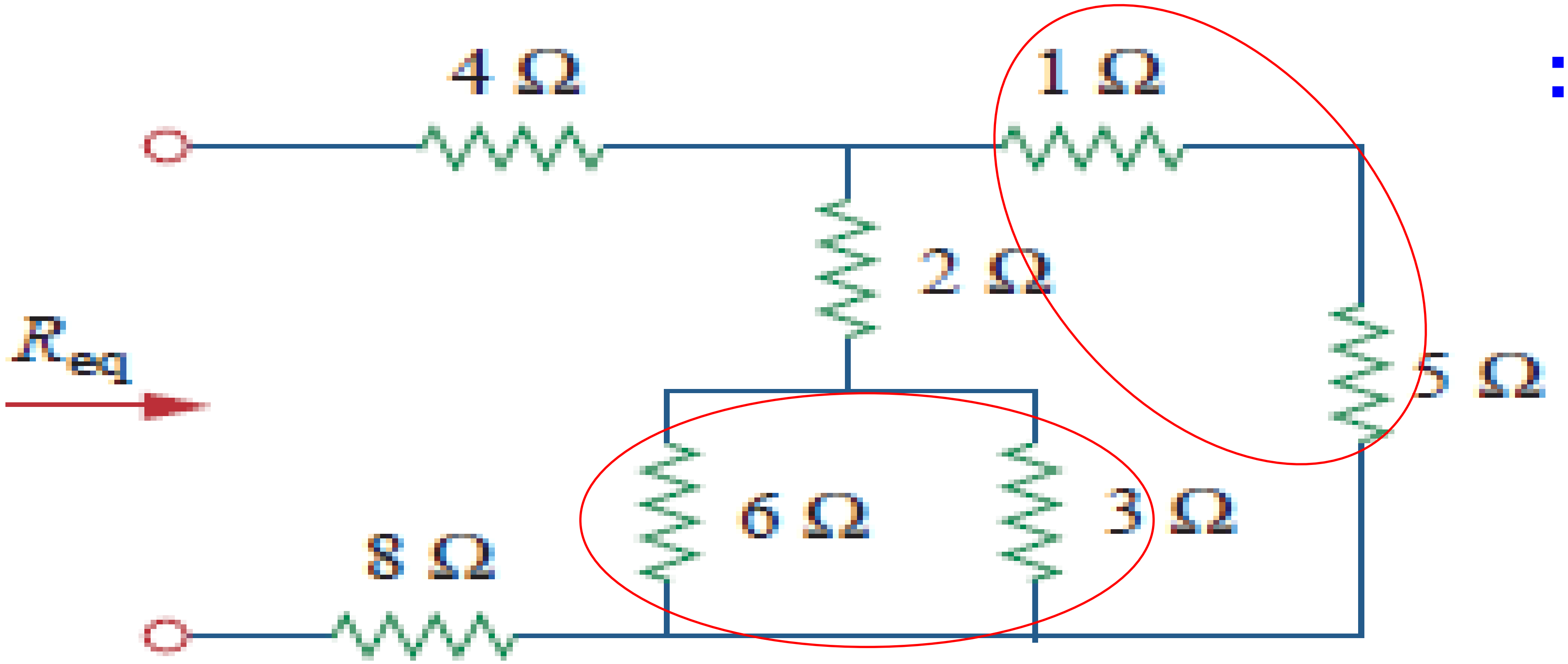

Light bulbs in series: Light is weak because current is small (2 A)
Light bulbs in Parallel: Light is strong because bulb current is large (4 A)

Example 4.9

أوجد R_{eq} في الدارة المبينة في الشكل أدناه.

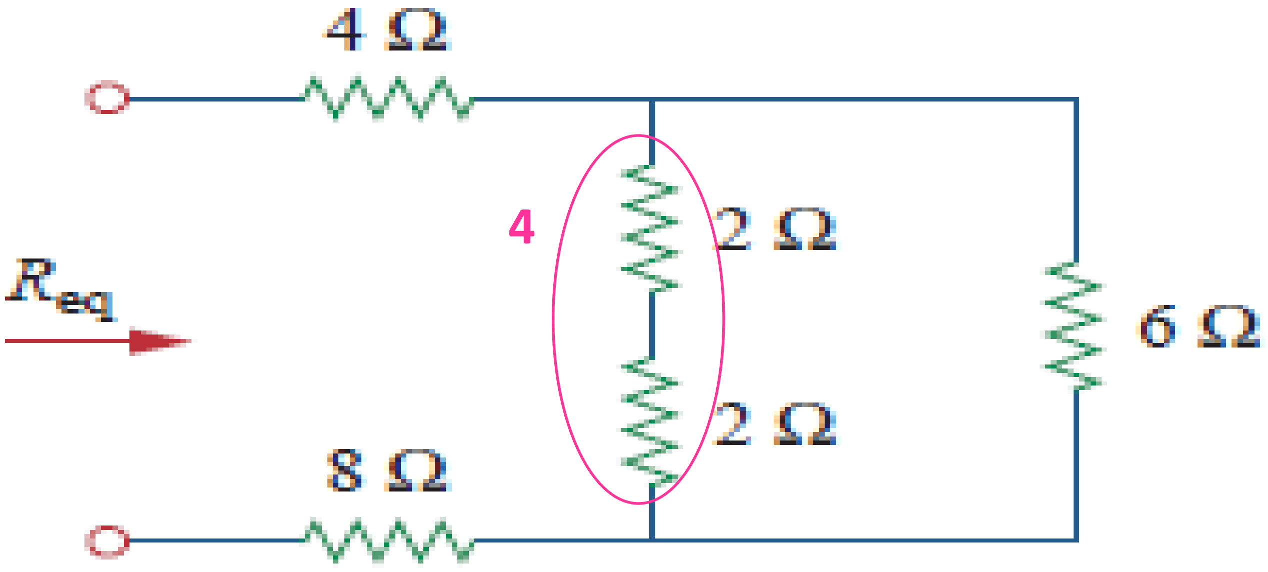


الحل:



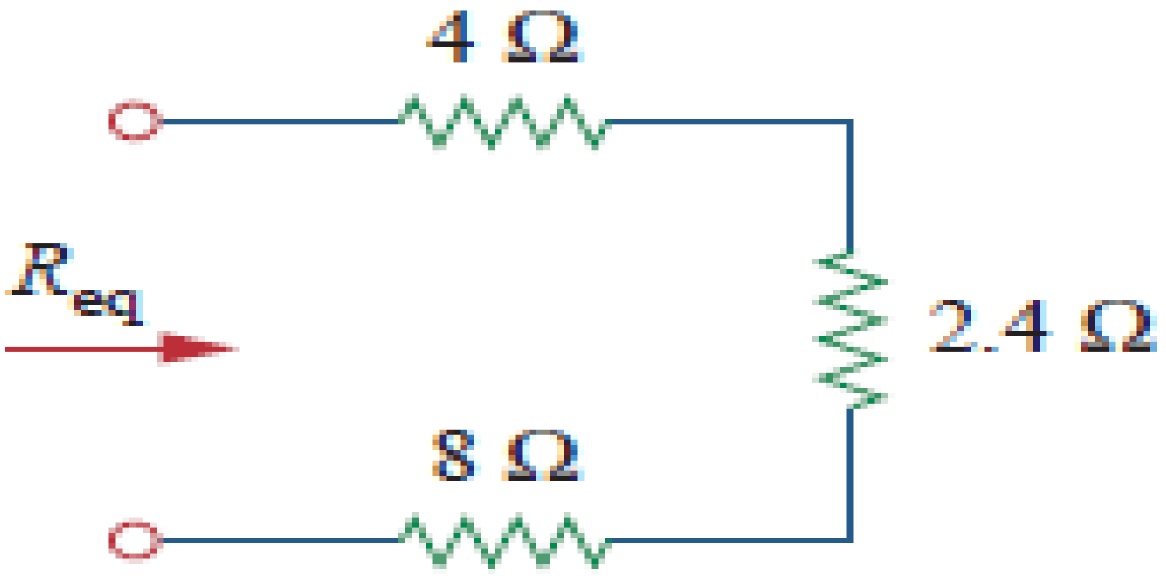
$$6 \,//\, 3 = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\ [\Omega]$$

$$1 + 5 = 6\ [\Omega]$$



(a)

$$4\,//\,6 = \frac{4 \times 6}{4 + 6} = 2.4\ [\Omega]$$



(b)

$$R_{eq} = 4\ \Omega + 2.4\ \Omega + 8\ \Omega = 14.4\ \Omega$$

Practice Problem 4.9

By combining the resistors in Fig. 2.36, find R_{eq}.

Answer: 6 Ω.

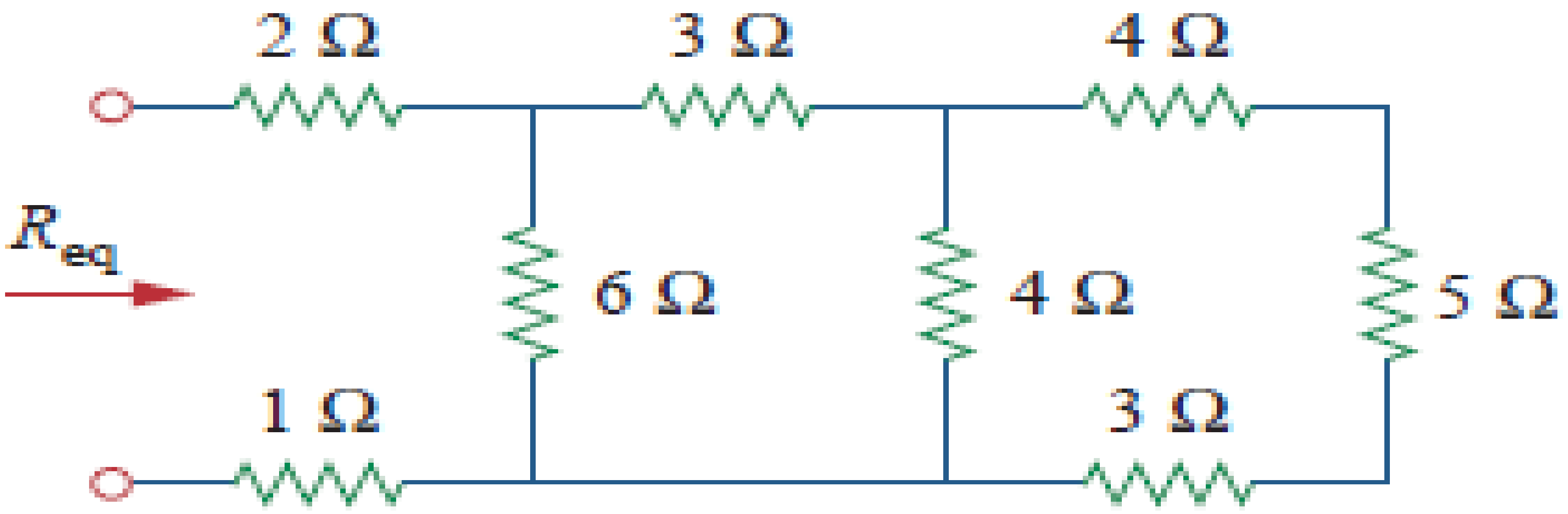


Figure 2.36

Example 4.10

احسب المقاومة المكافئة R_{ab} في الدارة المبينة في الشكل 4.10

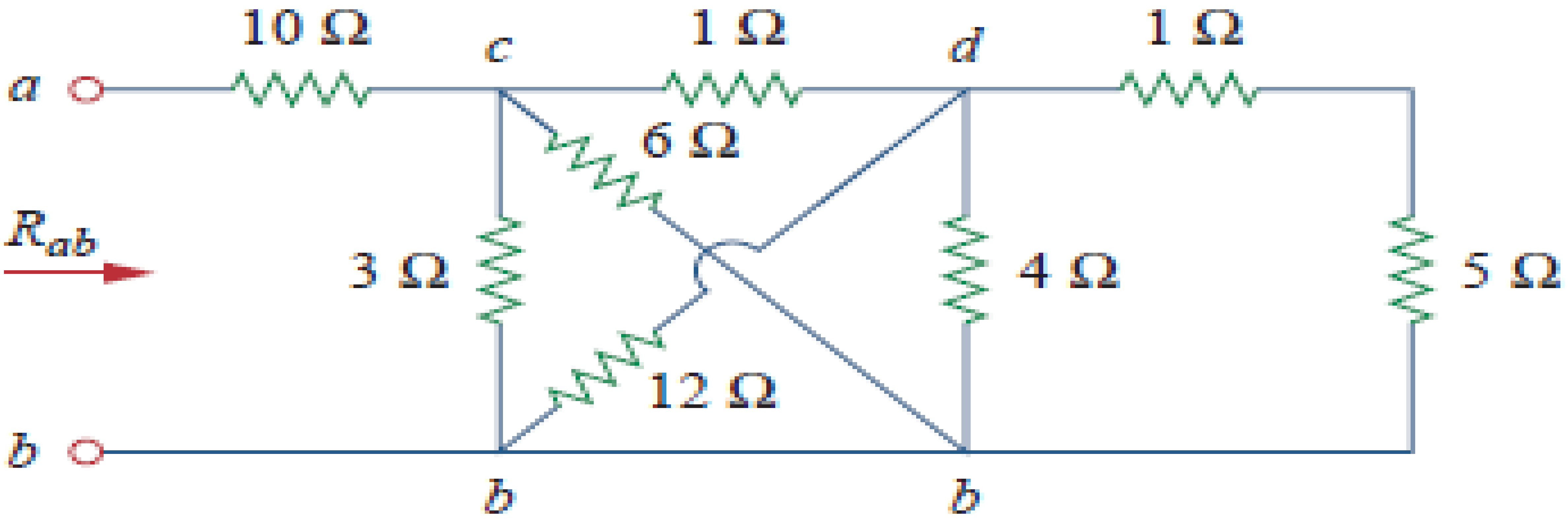
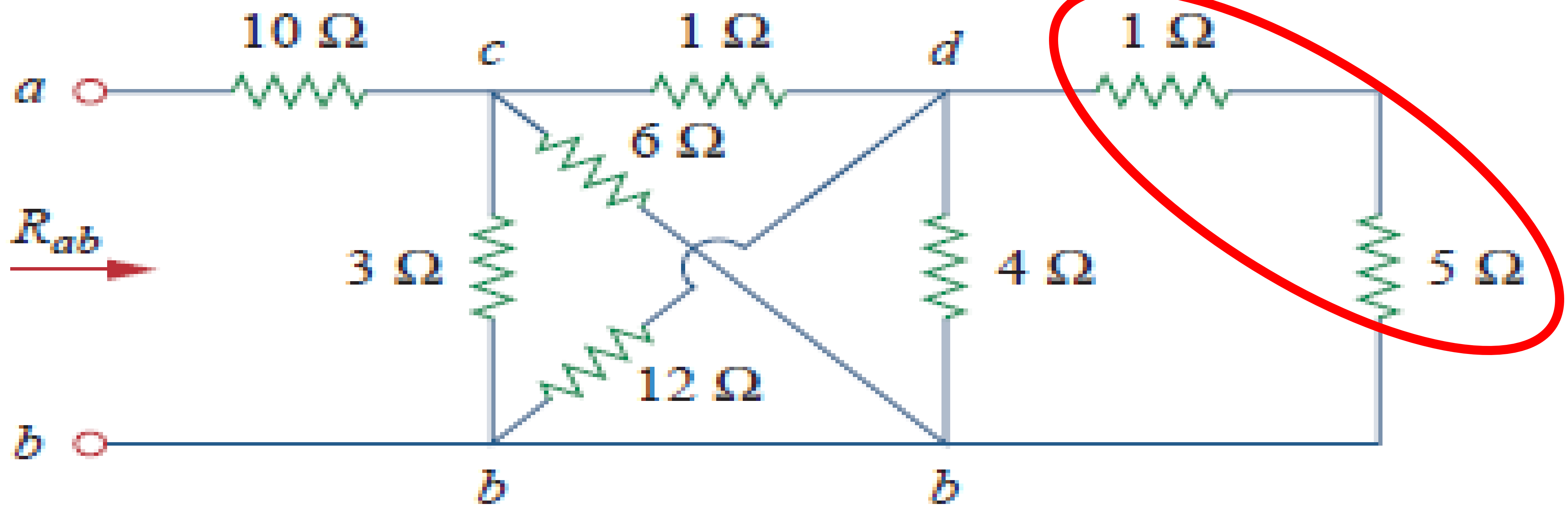
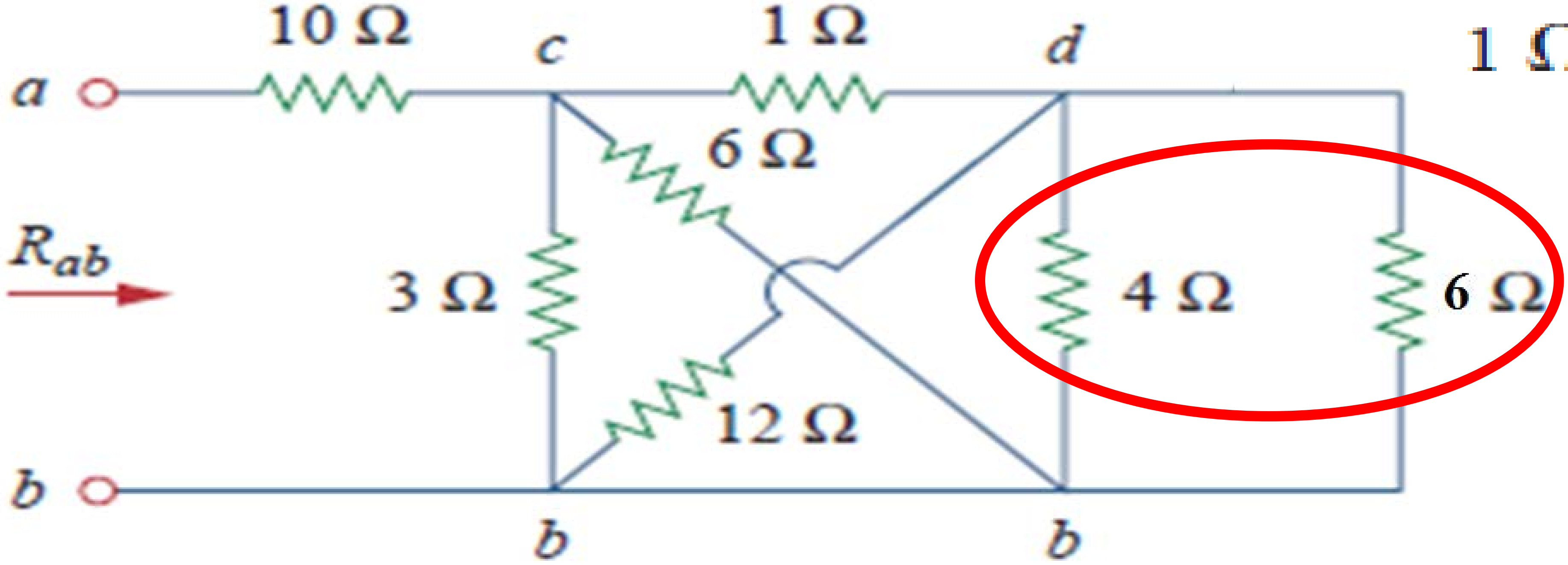


Figure 4.10

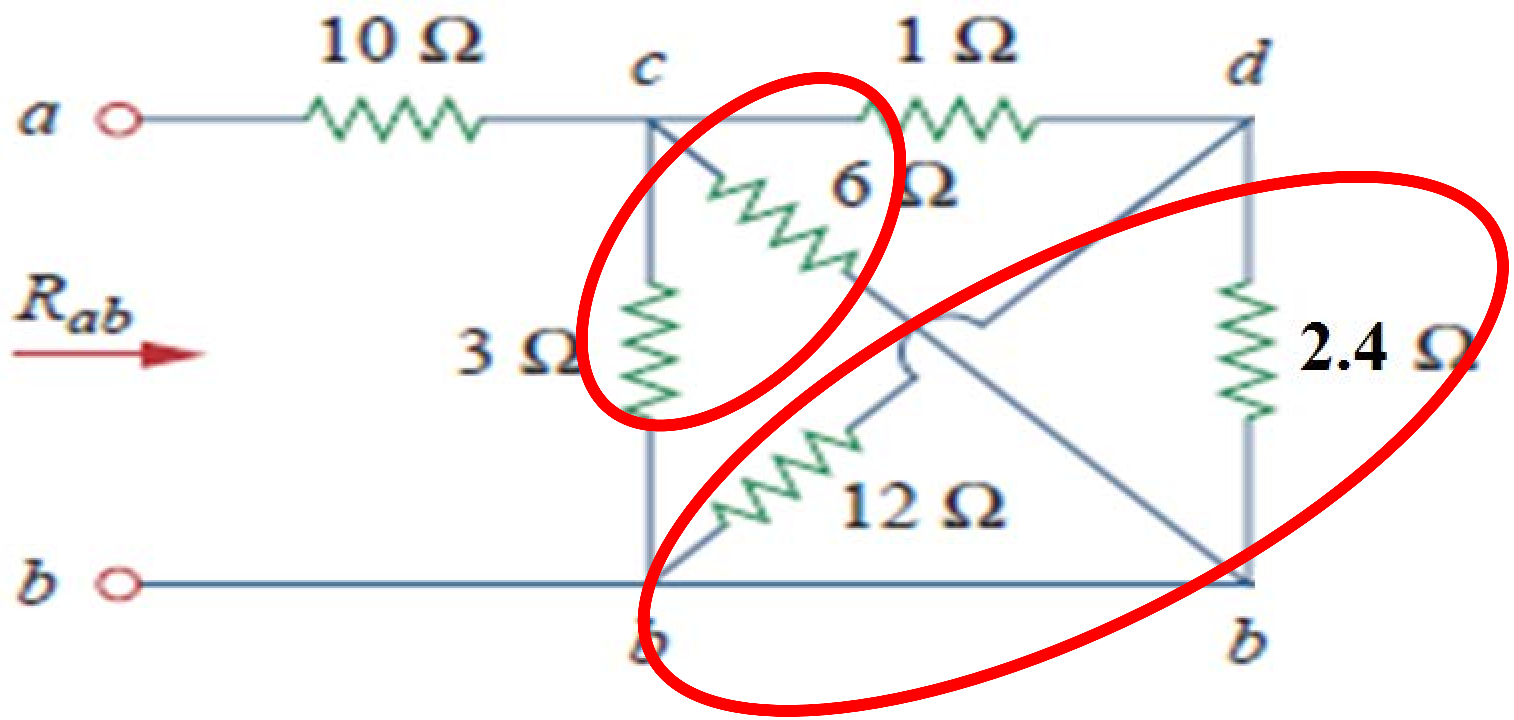
الحل:





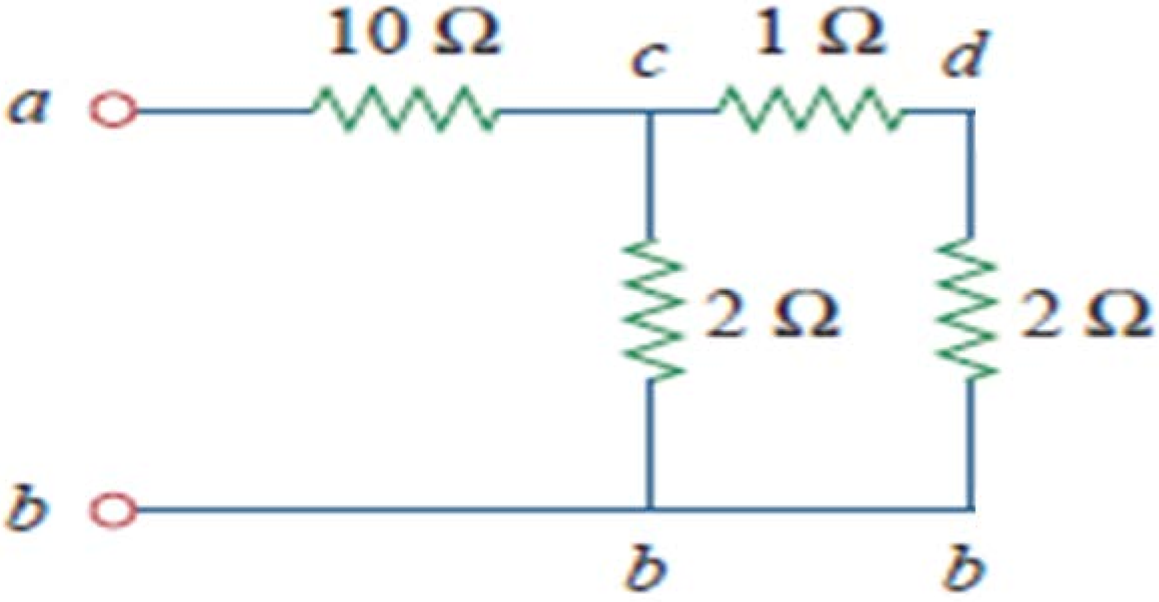
$$1\ \Omega + 5\ \Omega = 6\ \Omega$$

$$\frac{4 \times 6}{4+6} = 2.4\ \Omega$$

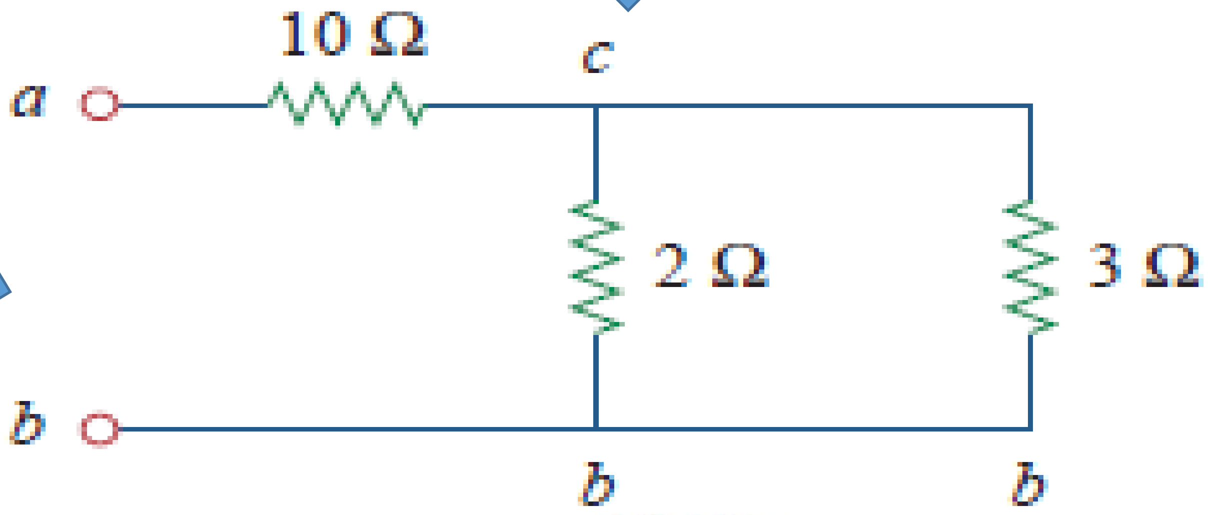


$$\frac{12\times 2.4}{12+2.4}=2\ \Omega$$

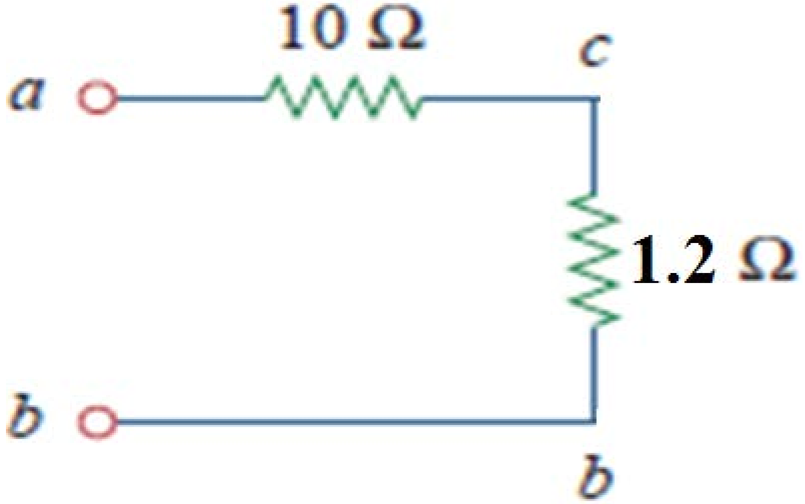
$$3\ \Omega \parallel 6\ \Omega = \frac{3\times 6}{3+6} = 2\ \Omega$$



$$2\ \Omega + 1\ \Omega = 3\ \Omega$$



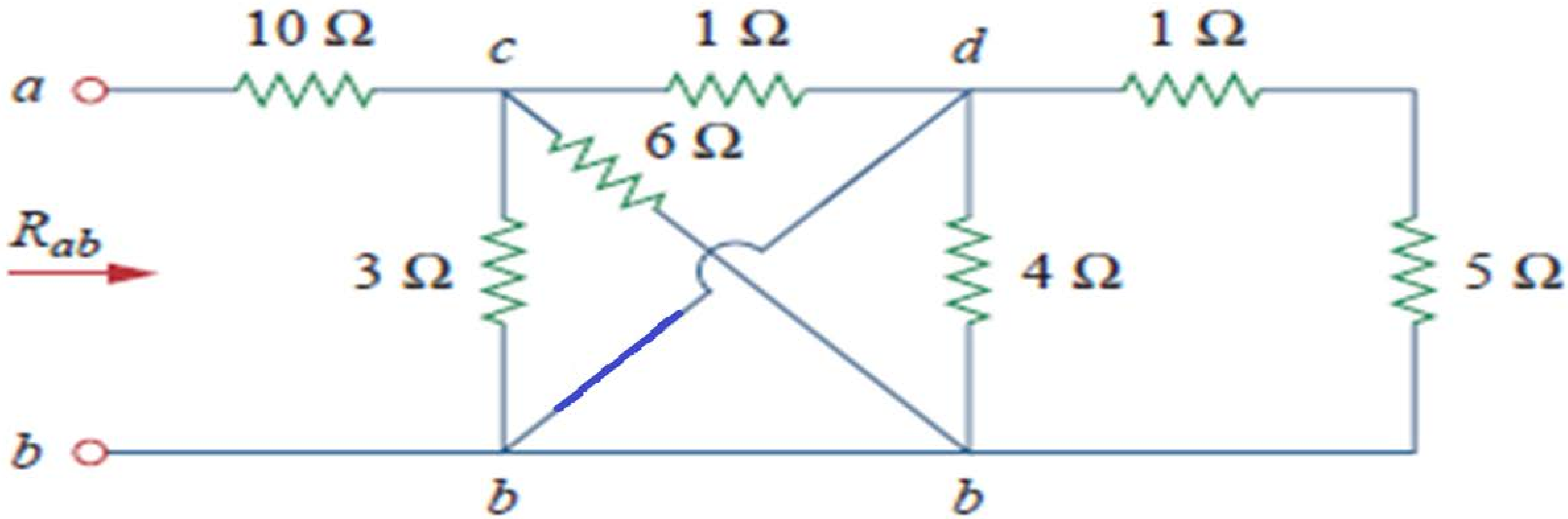
$$2\ \Omega \parallel 3\ \Omega = \frac{2 \times 3}{2 + 3} = 1.2\ \Omega$$



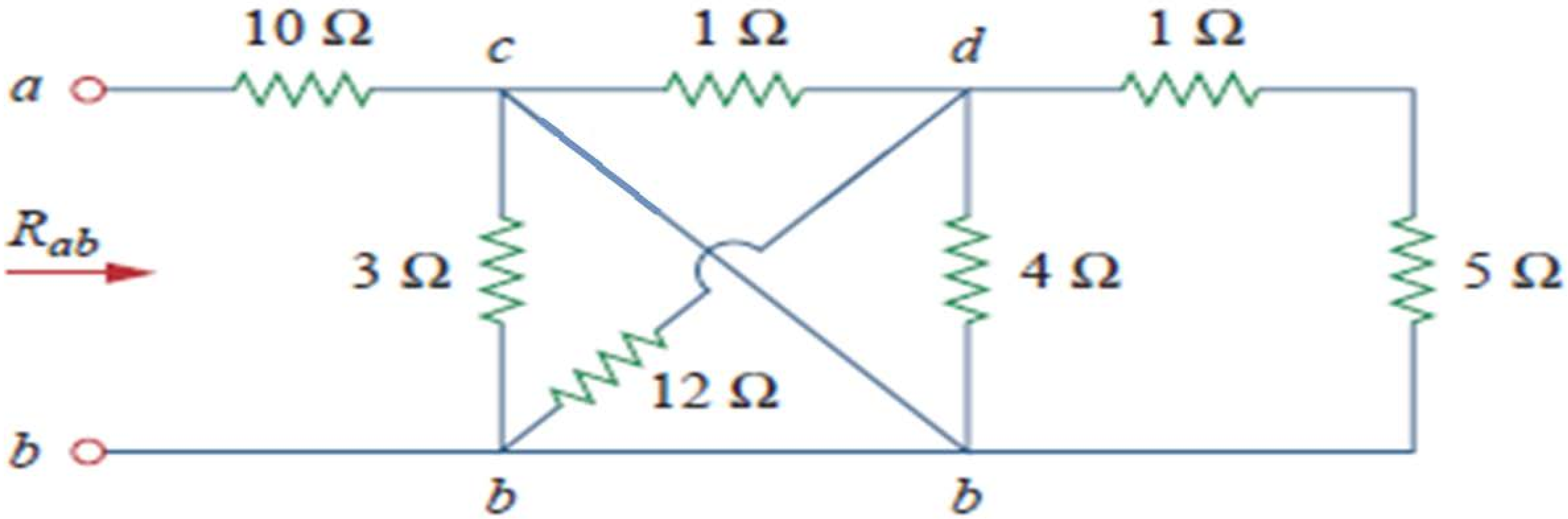
$$R_{ab} = 10 + 1.2 = 11.2\ \Omega$$

Practice Problem 4.10

لو قصرنا النقطتين d و b ماذا يحصل ؟؟؟



لو قصرنا النقطتين c و b ماذا يحصل ؟؟؟



Practice Problem 4.11

Find R_{ab} for the circuit in Fig. 2.39.

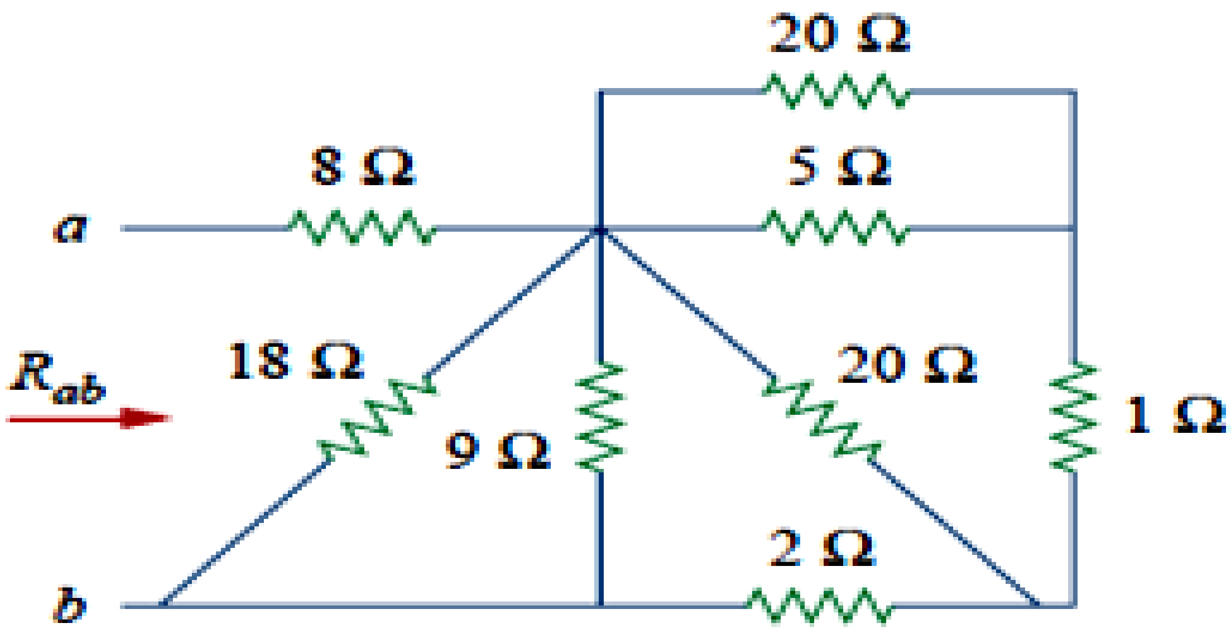
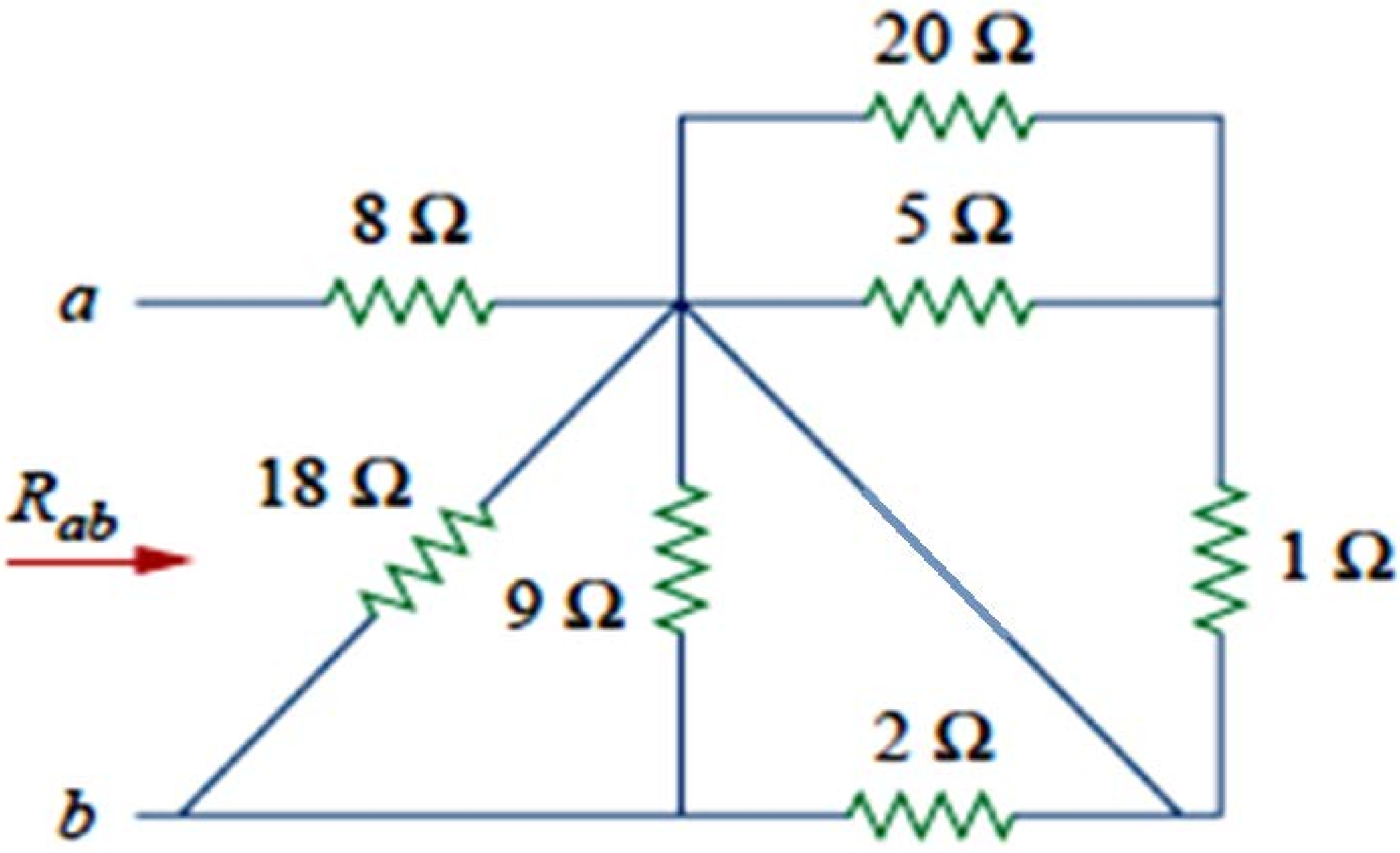


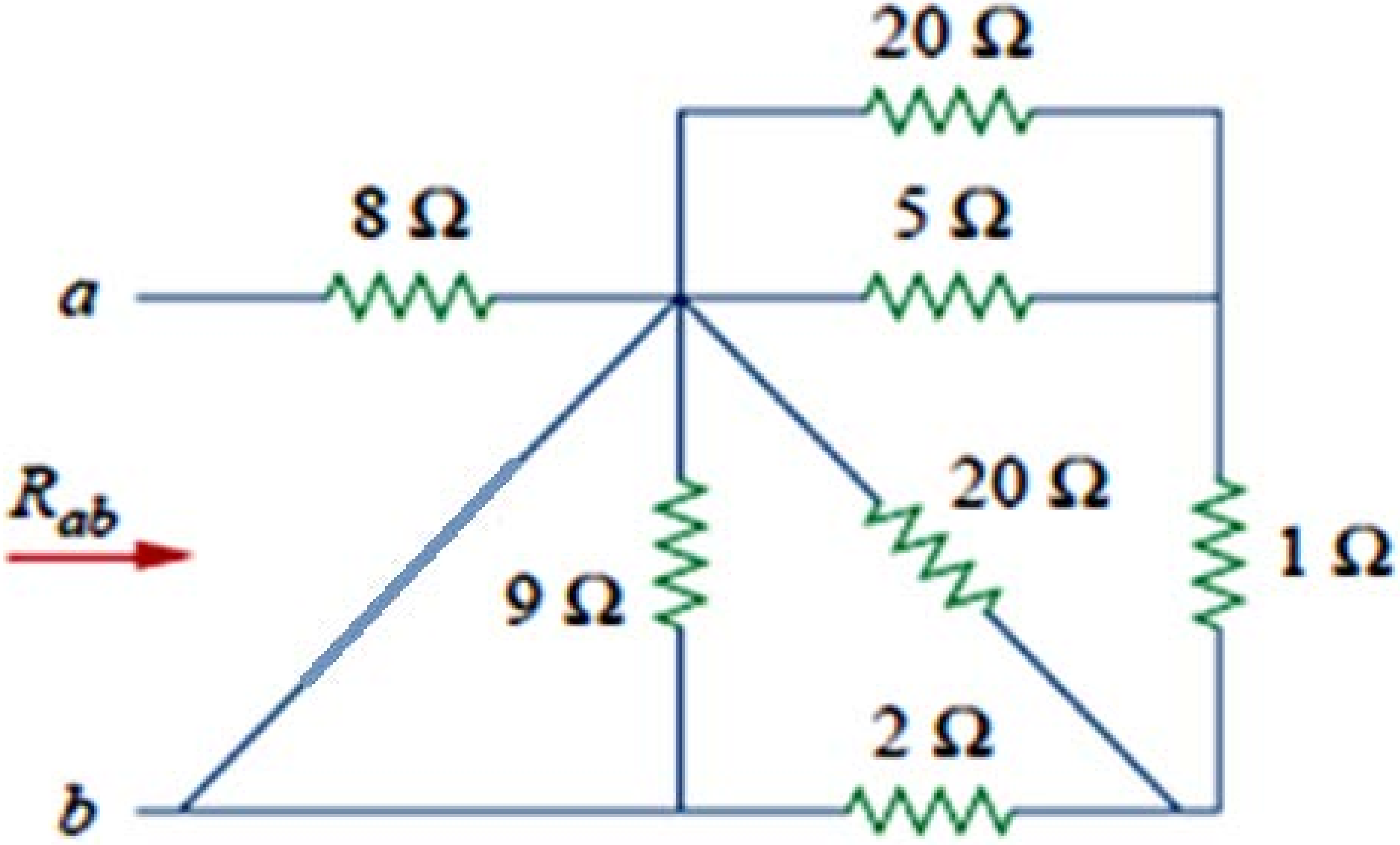
Figure 2.39

Answer: 11 Ω.

أوجد R_{eq} في الدارة المبينة في الشكل أدناه.



أوجد R_{eq} في الدارة المبينة في الشكل أدناه.



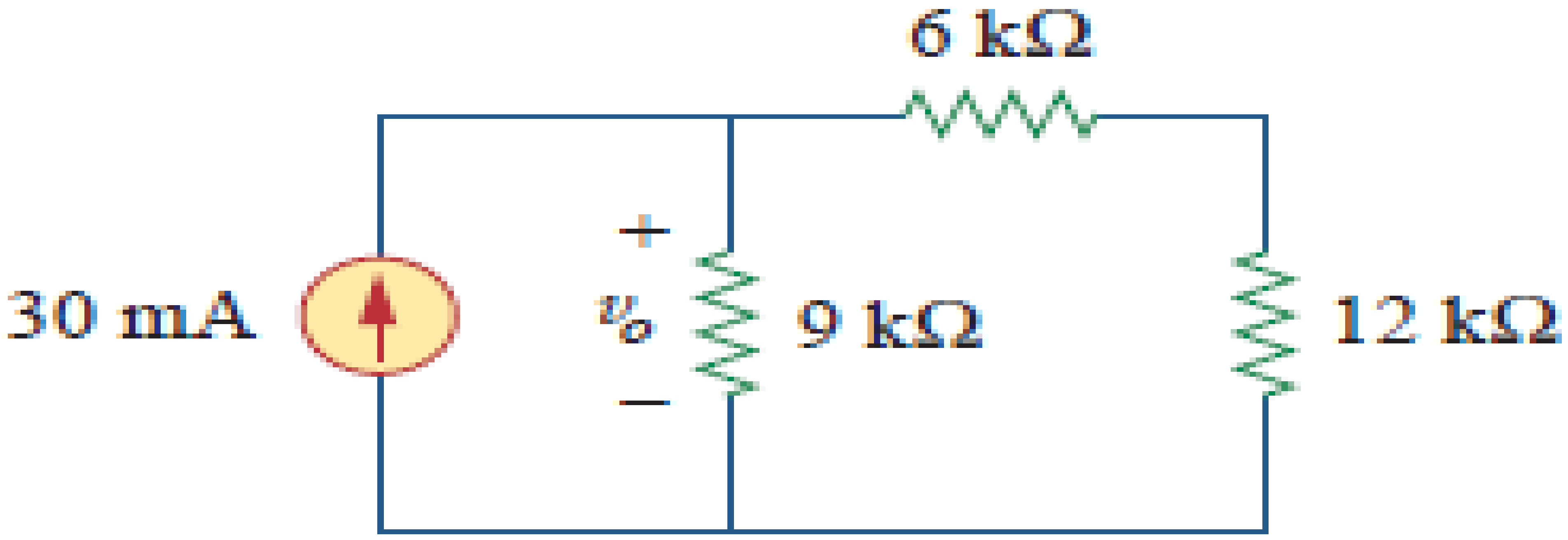
Example 4.13

من أجل الدارة المبينة في الشكل 2.44(a) حدد:

١- التوتر v_o

٢- الإستطاعة المقدمة من منبع التيار.

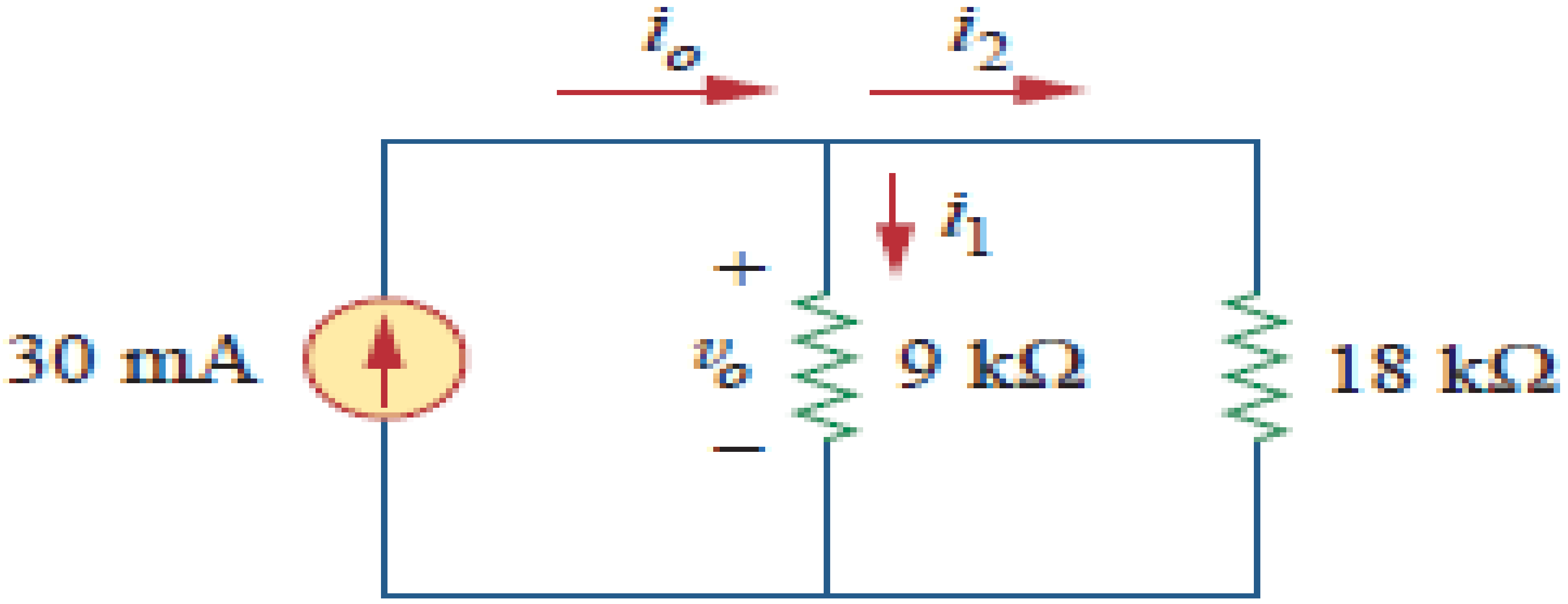
٣- الإستطاعة المستهلكة بكل مقاومة.



2.44 (a)

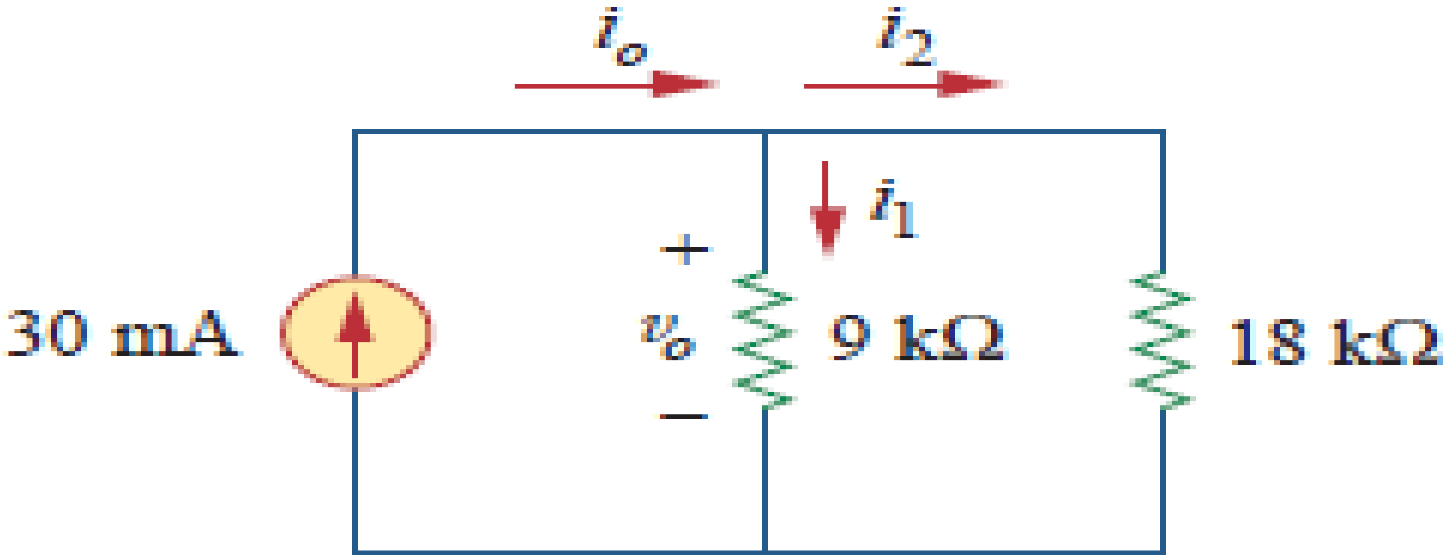
الحل: 1-

المقاومتان $6\ K\Omega$ و $12\ K\Omega$ موصلتان على التسلسل لذلك فإن محصلتهما $6 + 12 = 18\ K\Omega$ وهكذا يمكن اختصار الدارة في الشكل 2.44(a) إلى تلك المبينة في الشكل 4.44(b)



4.44 (b)

سنطبق قانون مجزئ التيار لحساب كل من i_1 و i_2 .



$$i_1 = \frac{18{,}000}{9{,}000 + 18{,}000}(30 \text{ mA}) = 20 \text{ mA}$$

$$i_2 = \frac{9{,}000}{9{,}000 + 18{,}000}(30 \text{ mA}) = 10 \text{ mA}$$

نلاحظ أن التوتر على طرفي المقاومتين $9\ K\Omega$ و $18\ K\Omega$ هو نفسه لأنهما مربوطتان على التفرع.

$$v_o = 9{,}000 i_1 = 18{,}000 i_2 = 180\ \text{V},$$

٢- الإستطاعة المقدمة من المنبع

$$P_o = v_0 \cdot i_o = 180 \times 30 \times 10^{-3} = 5.4\,W$$

٣- الإستطاعة المستهلكة في المقاومة $12\ K\Omega$

$$p = iv = i_2(i_2 R) = i_2^2 R = (10 \times 10^{-3})^2 (12{,}000) = 1.2\ \text{W}$$

الإستطاعة المستهلكة في المقاومة 6 KΩ

$$p = i_2^2 R = (10 \times 10^{-3})^2 (6{,}000) = 0.6 \text{ W}$$

الإستطاعة المستهلكة في المقاومة 9 KΩ

$$p = \frac{v_o^2}{R} = \frac{(180)^2}{9{,}000} = 3.6 \text{ W}$$

or $$p = v_o i_1 = 180(20) \text{ mW} = 3.6 \text{ W}$$

Notice

: that the power supplied (5.4 W) equals the power absorbed (1.2 + 0.6 + 3.6 = 5.4 W). This is one way of checking results.

Practice Problem 4.13

For the circuit shown in Fig. 2.45, find: (a) v_1 and v_2, (b) the power dissipated in the 3-kΩ and 20-kΩ resistors, and (c) the power supplied by the current source.

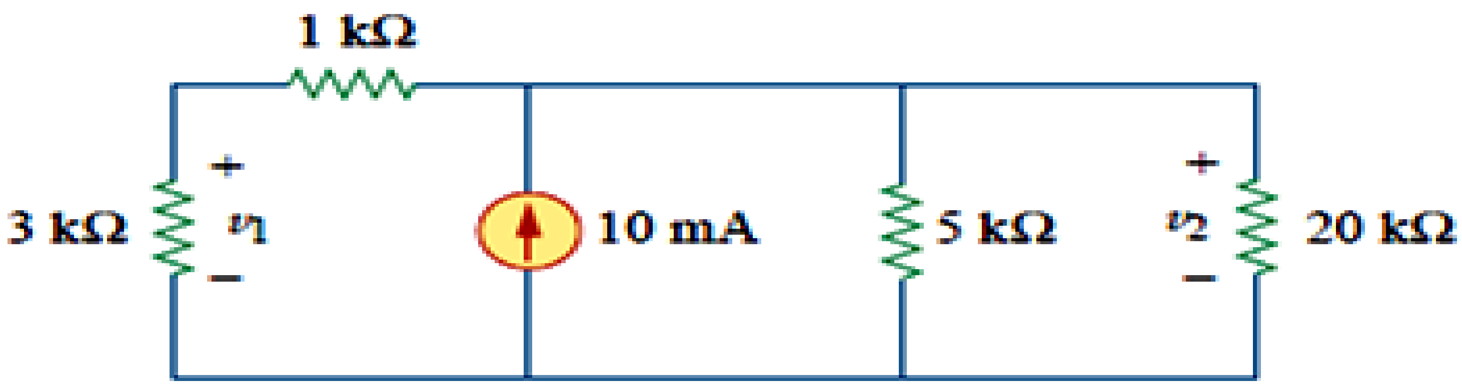


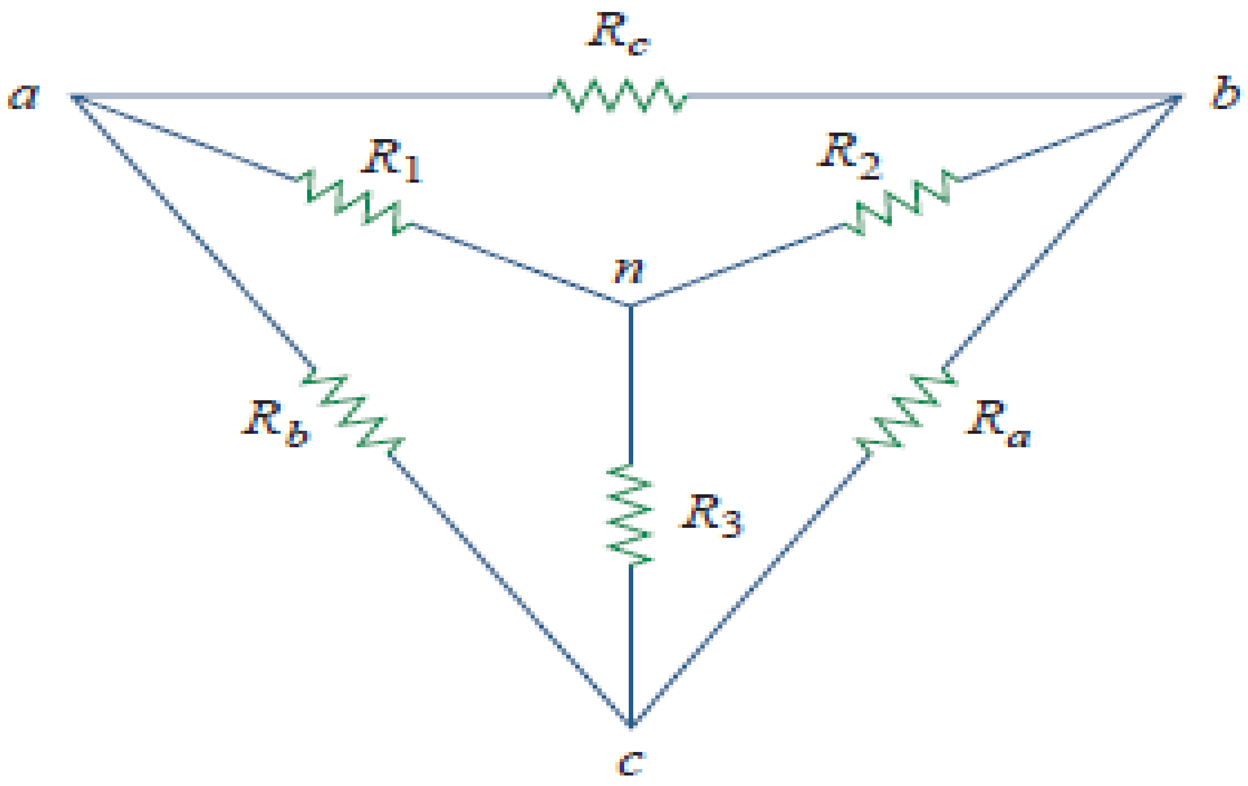
Figure 2.45
For Practice Prob. 2.13.

Answer: (a) 15 V, 20 V, (b) 75 mW, 20 mW, (c) 200 mW.

4.6 Wye-Delta Transformations

التحويلات المثلثية - النجمية

Delta to Wye Conversion



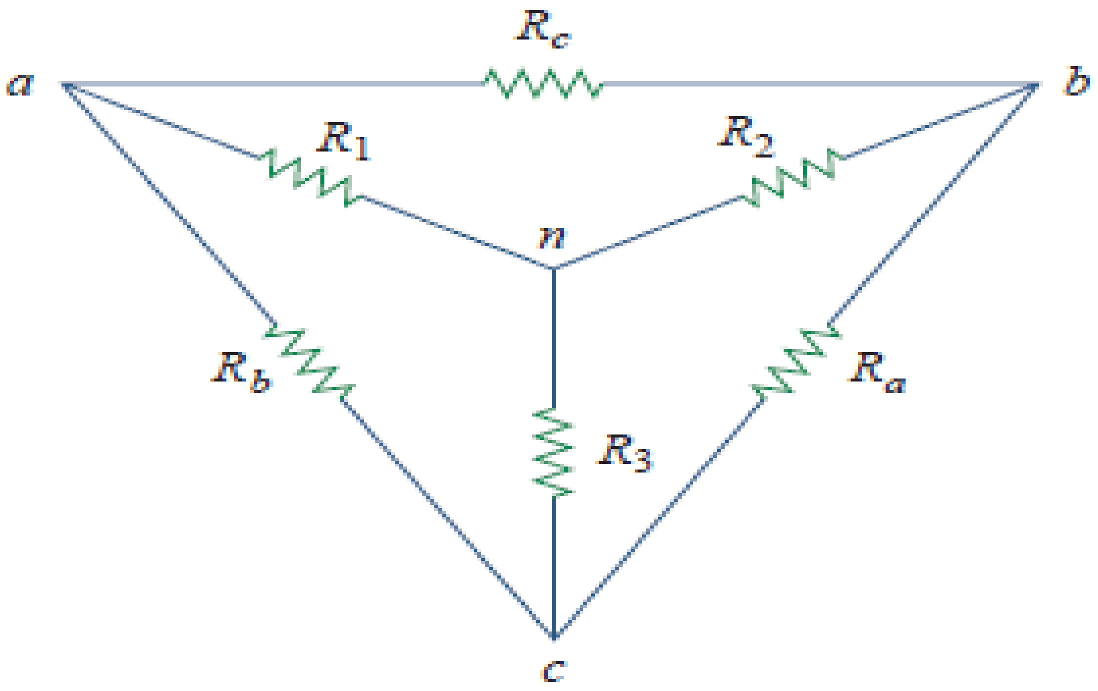
$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c}$$

كل مقاومة في شبكة النجمة Y تساوي جداء المقاومتين في الضلعين المجاورين في شبكة الدلتا △ مقسوماً على مجموع المقاومات في أضلع الدلتا الثلاث.

Wye to Delta Conversion



$$R_a = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_1}$$

$$R_b = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_2}$$

$$R_c = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_3}$$

كل مقاومة في شبكة الدلتا △ تساوي مجموع كل الجداءات الممكنة لمقاومات شبكة النجمة Y مأخوذة مثنى مثنى، مقسومة على المقاومة المقابلة في شبكة النجمة.

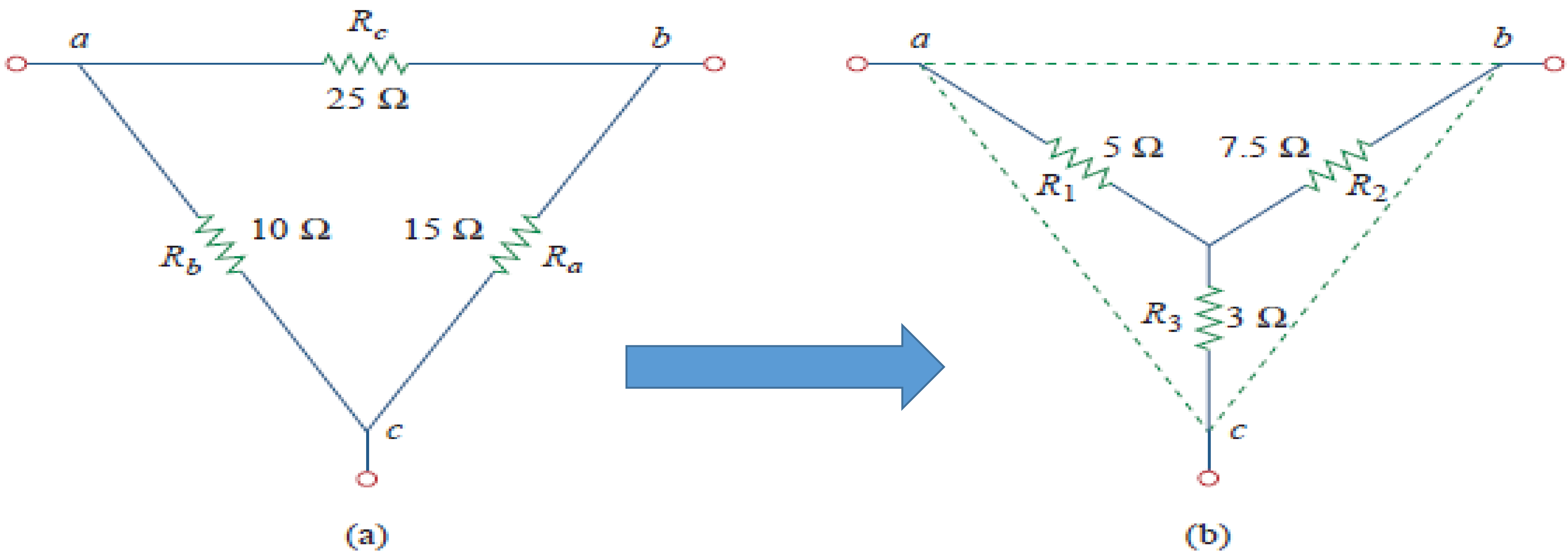
يقال عن شبكات Y و Δ أنها متوازنة عندما يكون :

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_Y, \qquad R_a = R_b = R_c = R_\Delta$$

وفي هذه الحالة تصبح قوانين التحويل كما يلي:

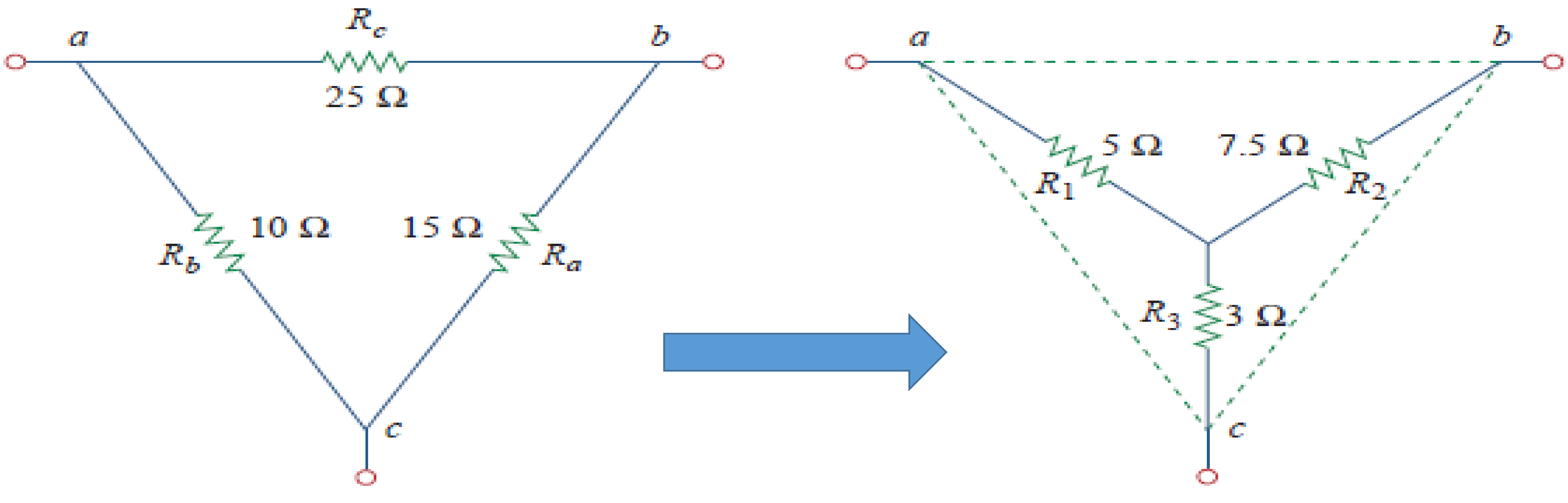
$$\boxed{R_Y = \frac{R_\Delta}{3} \qquad \text{or} \qquad R_\Delta = 3R_Y}$$

Example 4.14



$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c} = \frac{10 \times 25}{15 + 10 + 25} = \frac{250}{50} = 5\ \Omega$$

Example 4.14

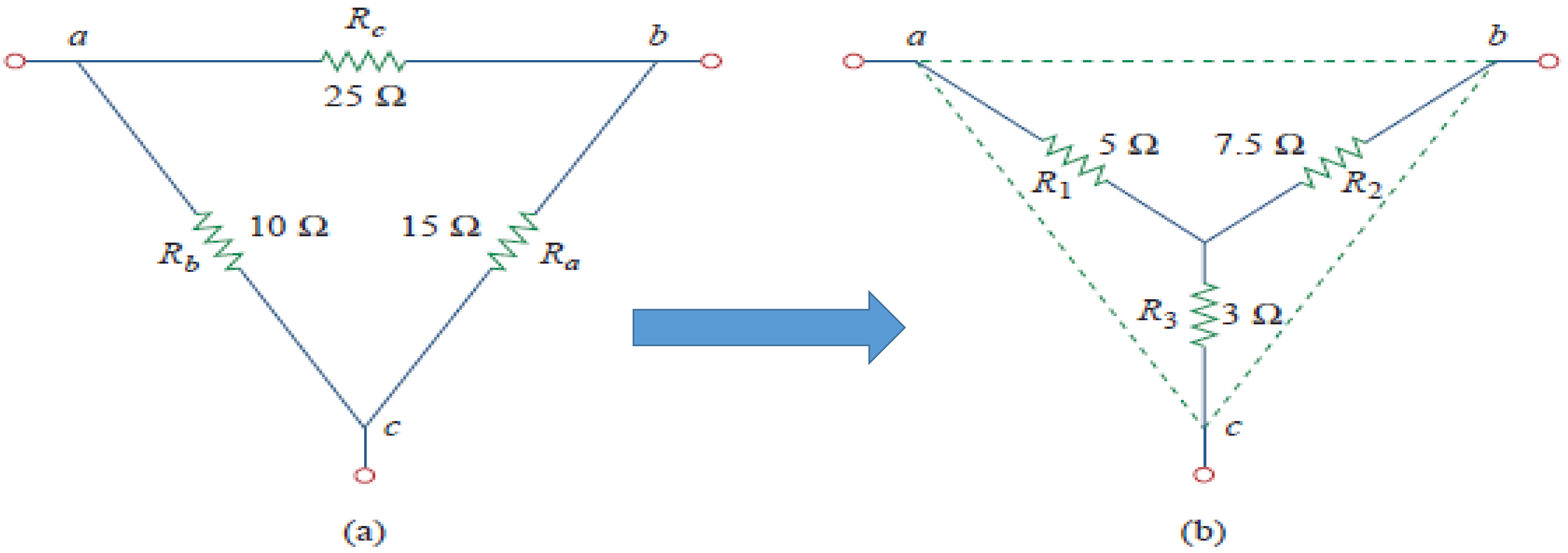


(a)

(b)

$$R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c} = \frac{25 \times 15}{50} = 7.5\ \Omega$$

Example 2.14



$$R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c} = \frac{15 \times 10}{50} = 3\ \Omega$$

Practice Problem 4.14

Transform the wye network in Fig. 2.51 to a delta network.

Answer: $R_a = 140\ \Omega$, $R_b = 70\ \Omega$, $R_c = 35\ \Omega$.

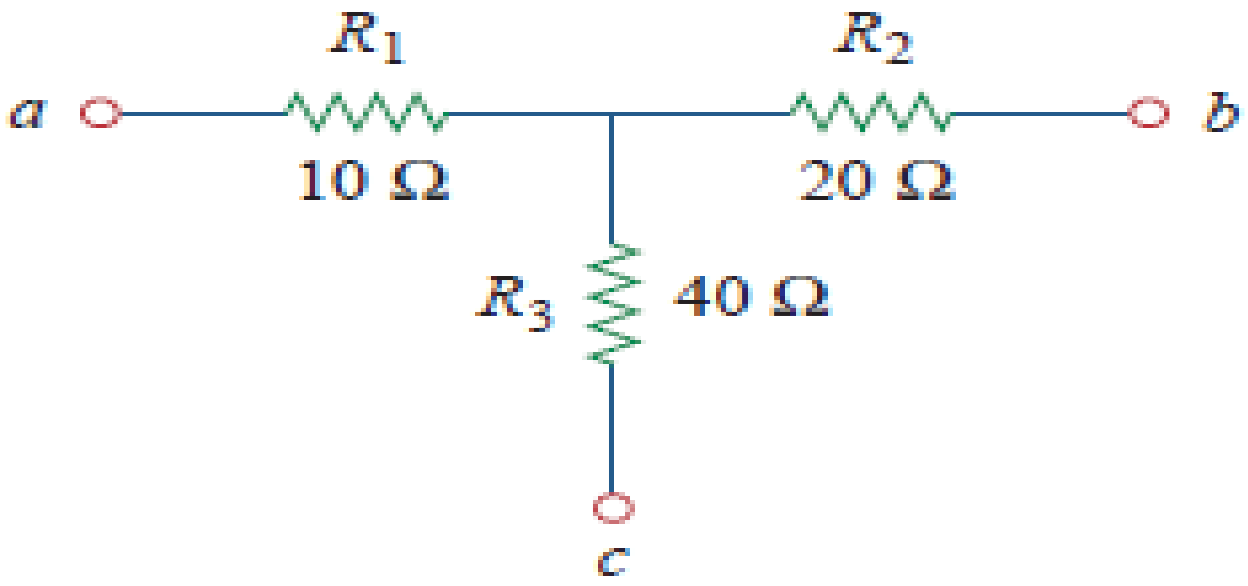


Figure 2.51

Example 4.15

من أجل الشكل 2.52 ، أوجد المقاومة المكافئة R_{ab} واستخدمها لحساب التيار i .

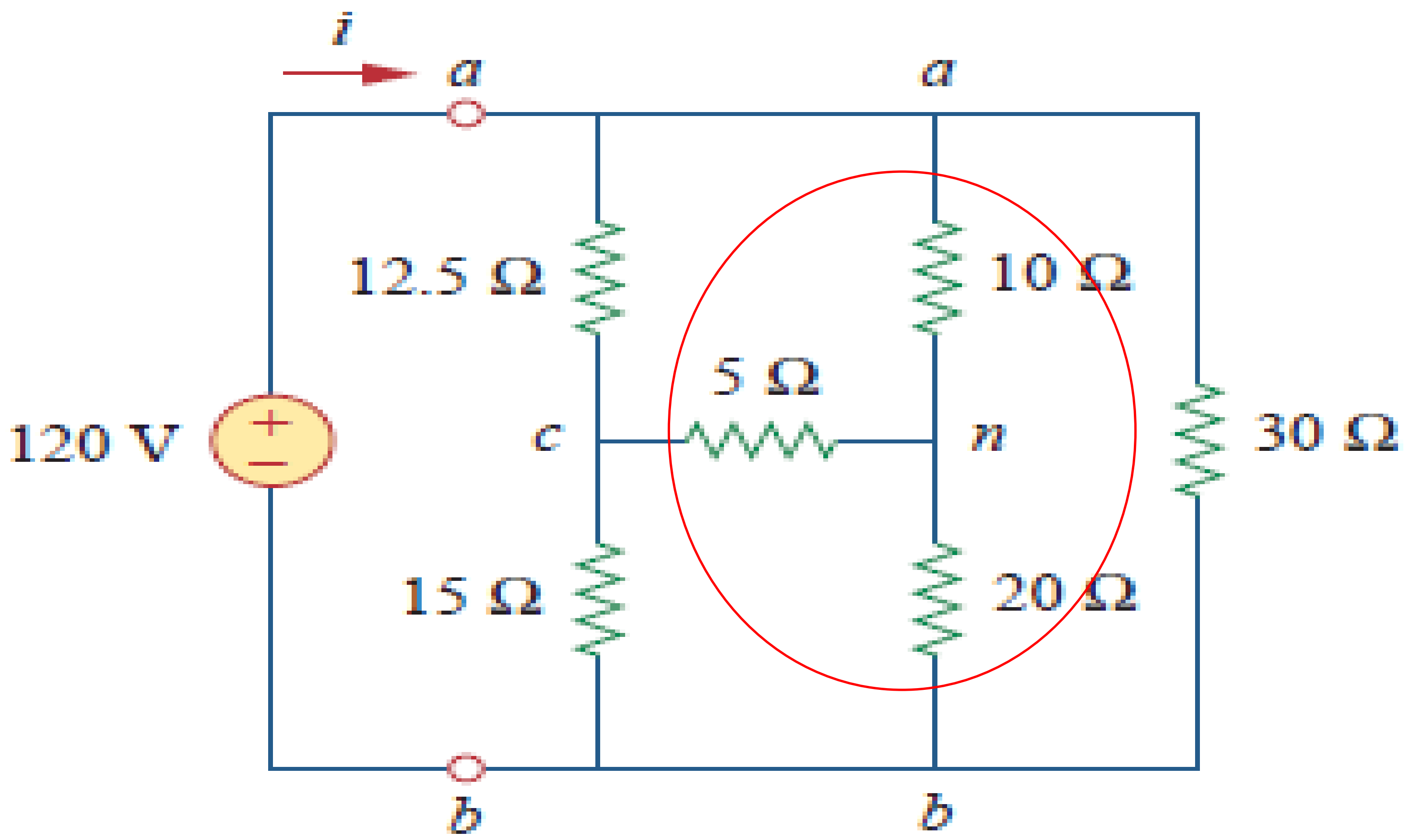
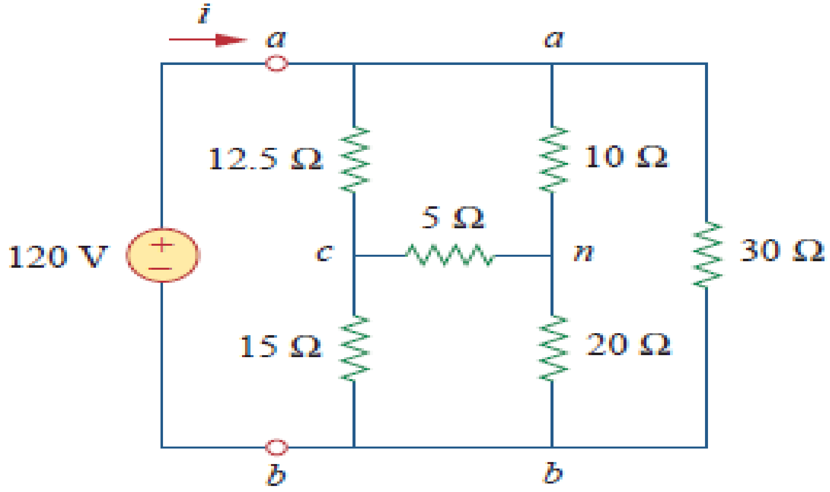


Figure 2.52

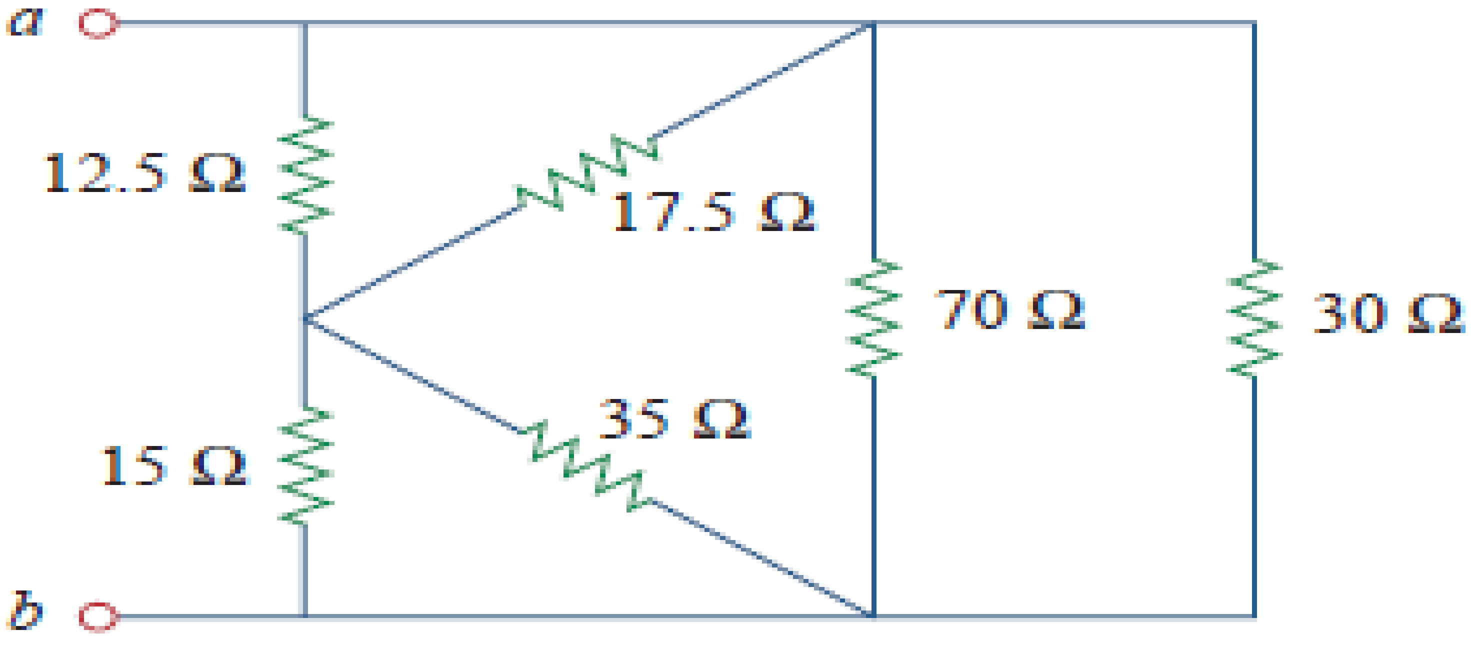


الحل:

في هذه الدارة شبكتين Y وثلاث شبكات △ . إن تحويل واحدة

طريقة ١

إذا حولنا شبكة Y التي تضم المقاومات 5 – 10 – 20 سنحصل على:

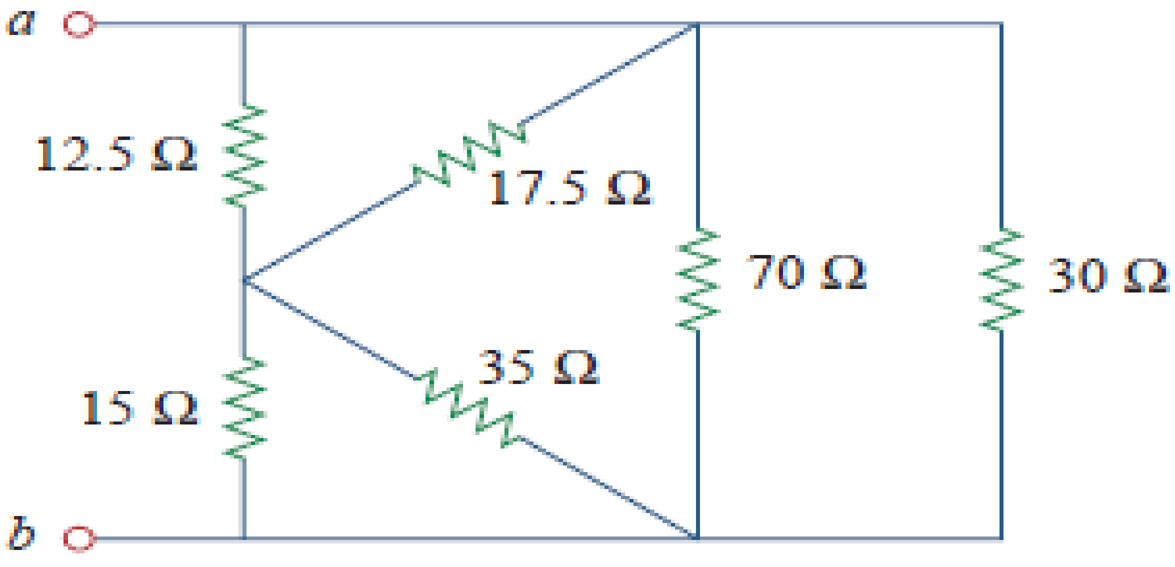


(a)

$$R_a = 35\ \Omega$$

$$R_b = 17.5\ \Omega$$

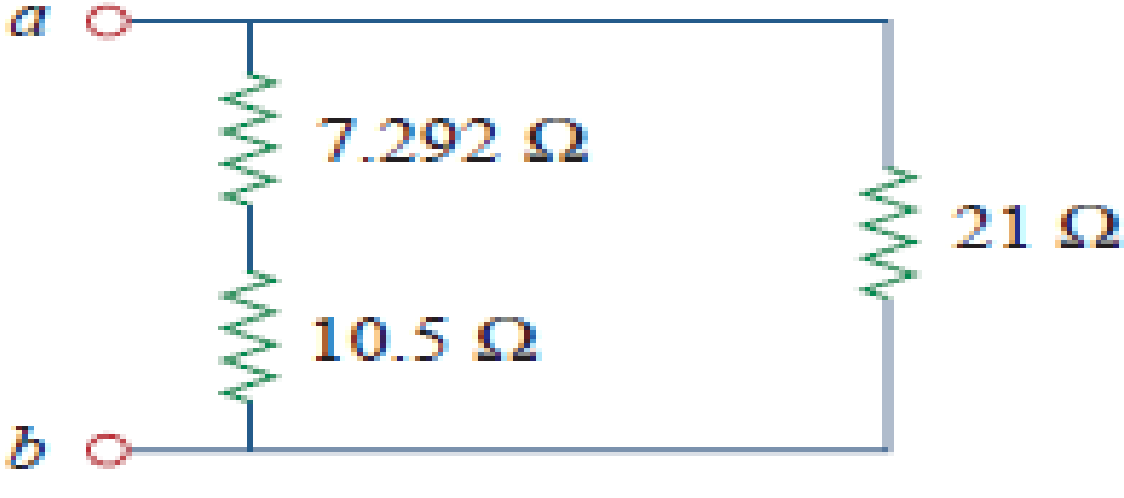
$$R_c = 70\ \Omega$$



(a)

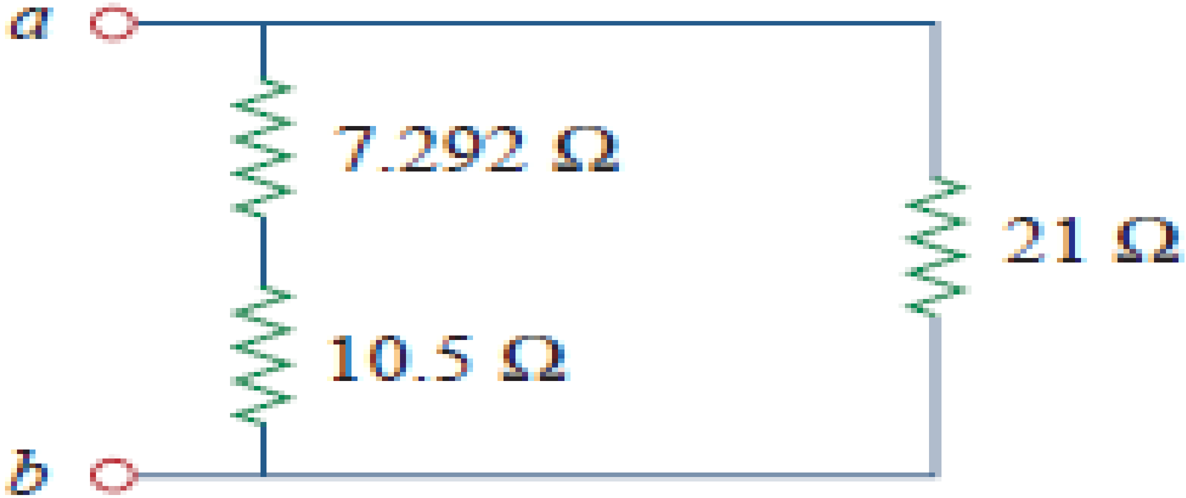
$$70 \parallel 30 = \frac{70 \times 30}{70 + 30} = 21\ \Omega$$

$$12.5 \parallel 17.5 = \frac{12.5 \times 17.5}{12.5 + 17.5} = 7.292\ \Omega$$



(b)

$$15 \parallel 35 = \frac{15 \times 35}{15 + 35} = 10.5\ \Omega$$



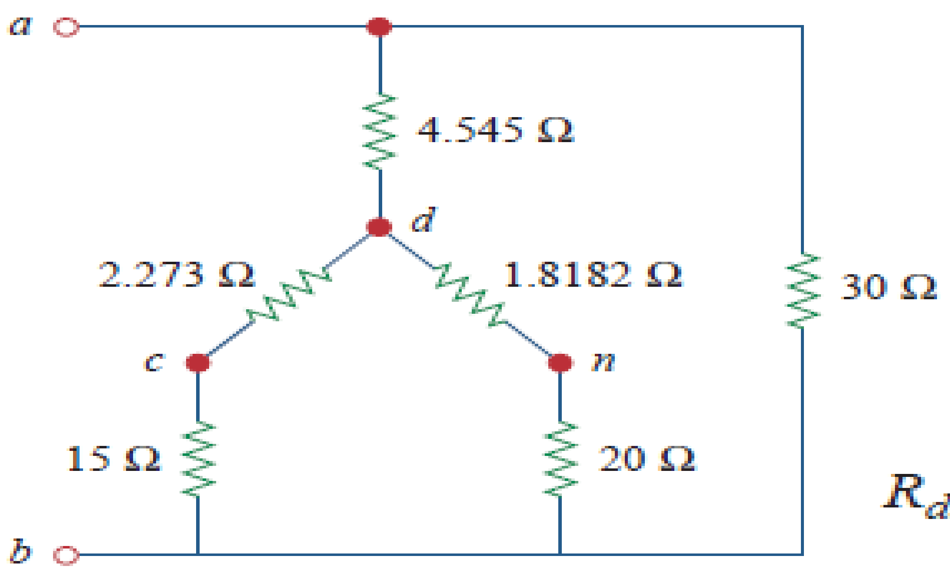
(b)

$$R_{ab} = (7.292 + 10.5) \parallel 21 = \frac{17.792 \times 21}{17.792 + 21} = \mathbf{9.632\ \Omega}$$

$$i = \frac{v_s}{R_{ab}} = \frac{120}{9.632} = \mathbf{12.458\ A}$$

طريقة ٢

سنحول الدلتا إلى نجمة :



(c)

$$R_{ad} = \frac{R_c R_n}{R_a + R_c + R_n} = \frac{10 \times 12.5}{5 + 10 + 12.5} = 4.545\ \Omega$$

$$R_{cd} = \frac{R_a R_n}{27.5} = \frac{5 \times 12.5}{27.5} = 2.273\ \Omega$$

$$R_{nd} = \frac{R_a R_c}{27.5} = \frac{5 \times 10}{27.5} = 1.8182\ \Omega$$

$$R_{db} = \frac{(2.273 + 15)(1.8182 + 20)}{2.273 + 15 + 1.8182 + 20} = \frac{376.9}{39.09} = 9.642\ \Omega$$

$$R_{ab} = \frac{(9.642 + 4.545)30}{9.642 + 4.545 + 30} = \frac{425.6}{44.19} = \mathbf{9.631\ \Omega}$$

$$i = \frac{v_s}{R_{ab}} = \frac{120}{9.631} = \mathbf{12.46\ A}$$

same results

Practice Problem 4.15

For the bridge network in Fig. 2.54, find R_{ab} and i.

Answer: 40 Ω, 2.5 A.

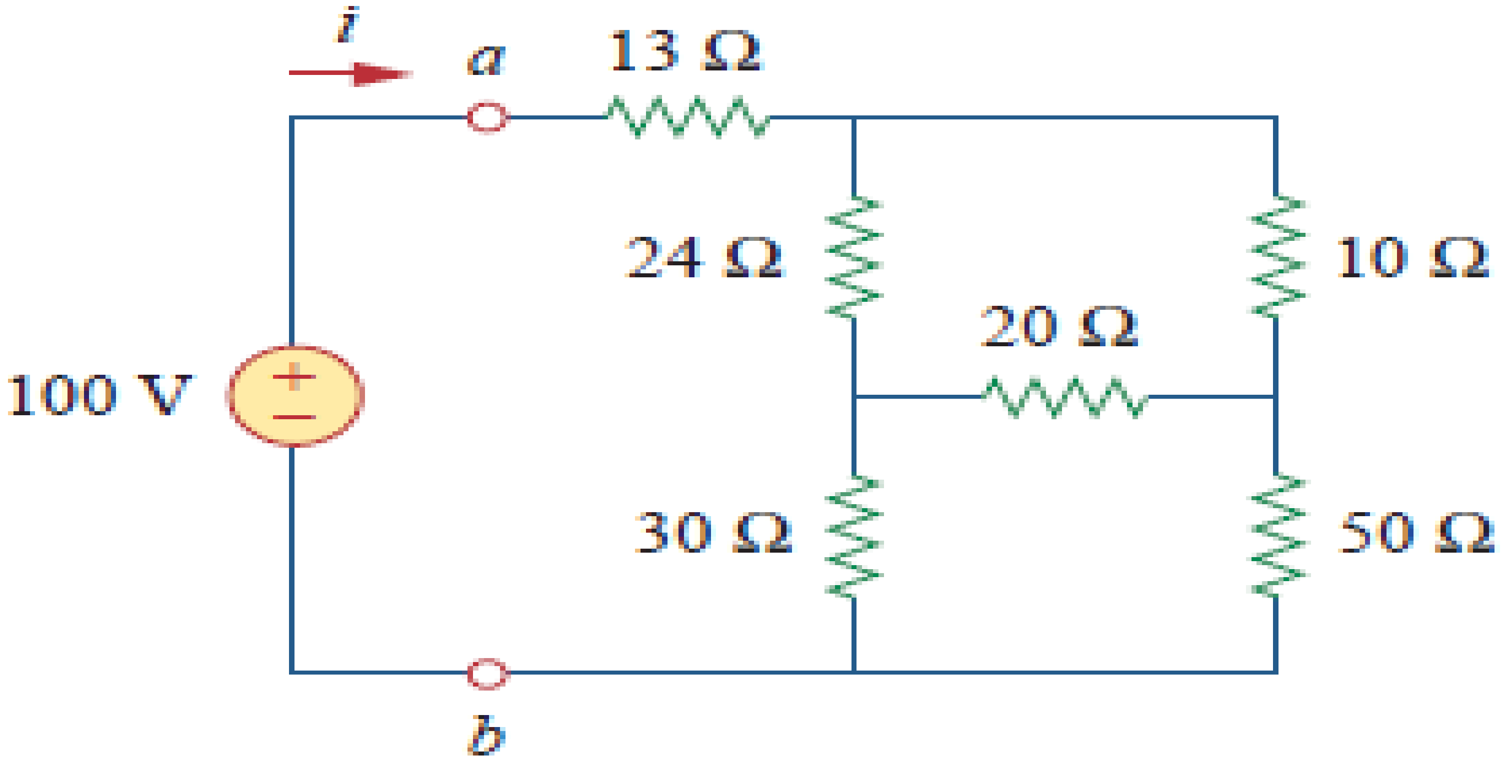


Figure 2.54

END OF LECTURE