

# الدارات الالكترونية المحاضرة الأولى

أ.د. فادي غصنه



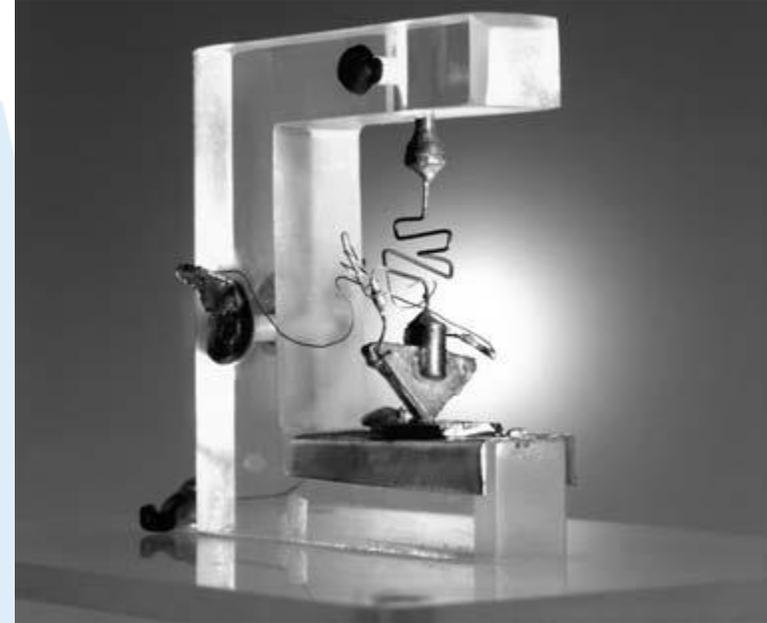
# اكتشاف الترانزستور

في عام ١٩٤٧ تم اكتشاف الترانزستور



John Bardeen, William Shockley, and Walter Brattain in Brattain's laboratory in 1948.

The first germanium bipolar transistor.



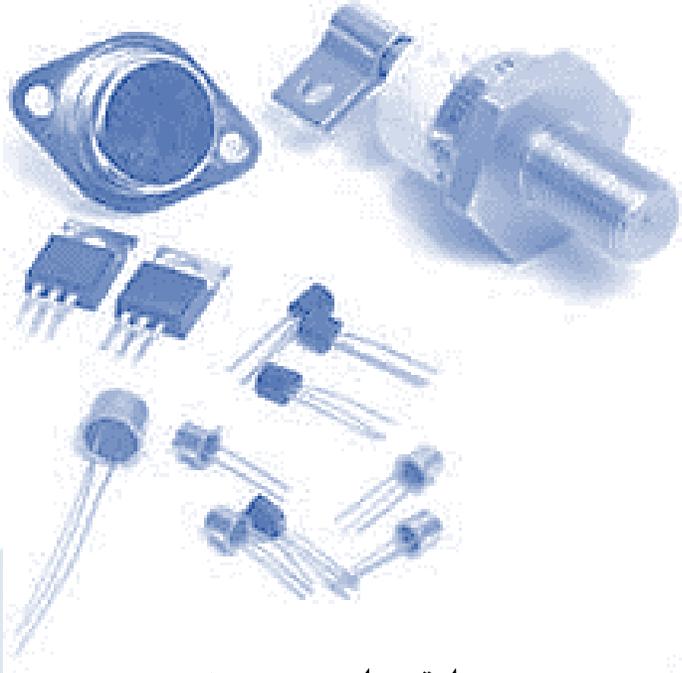
# سوق الالكترونيات في العالم

تريليون دولار، حصيلة سوق الالكترونيات في العالم 5 تقريباً في عام ٢٠٠٤

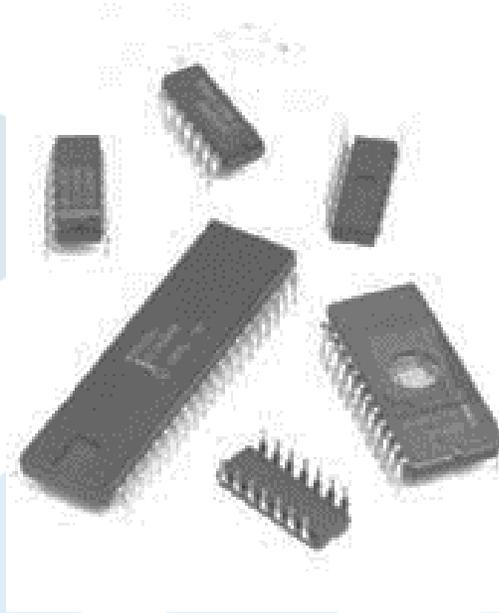
CATEGORY	SHARE (%)
Data processing hardware	23
Data processing software and services	18
Professional electronics	10
Telecommunications	9
Consumer electronics	9
Active components	9
Passive components	7
Computer integrated manufacturing	5
Instrumentation	5
Office electronics	3
Medical electronics	2



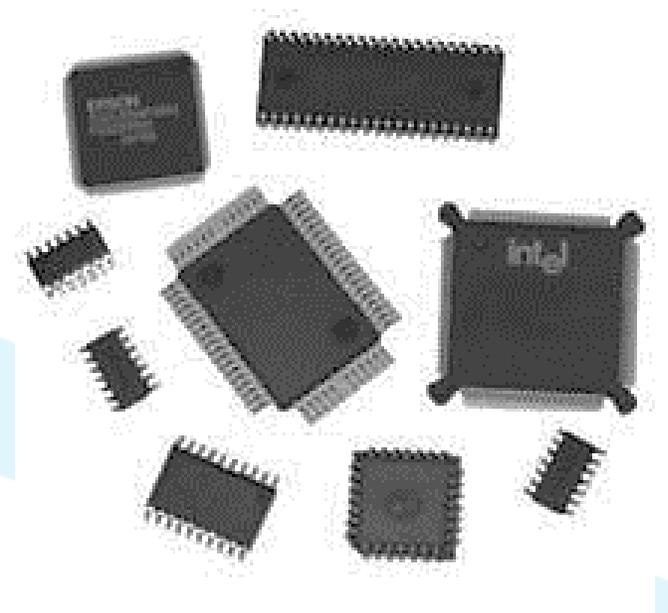
# الدارات المتكاملة IC Integrated Circuits



دارة ترانزستور مفرد



دارة متكاملة المنافذ على وجهين

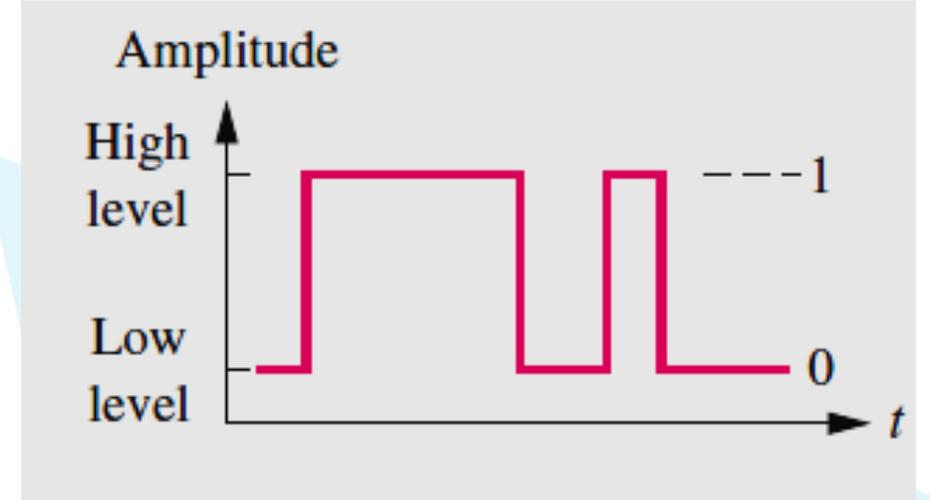


دارة متكاملة المنافذ على كامل وجوه  
الشريحة



## الإشارة الرقمية Digital signal

- تمثل الإشارة الرقمية بمستويين لإشارة الجهد الكهربائية، المستوى المرتفع  $V_H$  (منطقي 1)، والمستوى المنخفض  $V_L$  (0 منطقي).
- قيمة الجهد المرتفع تساوي 5V وقيمة الجهد المنخفض 0V.
- تسعى شركات الالكترونيات لتخفيض مستوى الجهد المرتفع إلى قيم أصغر من أجل تقليل استهلاك الاستطاعة في الدارة الالكترونية، حتى وصلنا إلى قيم 3.3 V, 2.5 V, 1.5 V، وتبقى قيمة مستوى الجهد المنخفض تساوي الصفر فولط.
- يمكن تمثيل الإشارة الرقمية بقيم جهد سالبة أيضاً، على سبيل المثال  $V_L = -2.0V$  و  $V_H = -0.8V$ ، في العائلات المنطقية عالية الداء.



# قانون أوم Ohm's Law

يحدد قانون أوم العلاقة بين الجهد والتيار والمقاومة ضمن الدارة الكهربائية ، ويُعطى على النحو الآتي:

$$I = \frac{E}{R} \quad [\text{amps, A}]$$

$E$  is the applied voltage in volts,  
 $R$  is the resistance in ohms,  
 $I$  is the current in amperes.

ينص قانون أن التيار يتناسب طردياً مع الجهد وعكساً مع المقاومة.



FIG. 1

George Simon Ohm.  
Courtesy of the Smithsonian  
Institution. Photo No. 51,145.

German (Erlangen, Cologne)  
(1789–1854)

Physicist and Mathematician  
Professor of Physics, University of Cologne

In 1827, developed one of the most important laws of electric circuits: *Ohm's law*. When the law was first introduced, the supporting documentation was considered lacking and foolish, causing him to lose his teaching position and search for a living doing odd jobs and some tutoring. It took some 22 years for his work to be recognized as a major contribution to the field. He was then awarded a chair at the University of Munich and received the Copley Medal of the Royal Society in 1841. His research also extended into the areas of molecular physics, acoustics, and telegraphic communication.



## Examples

$$I = \frac{V_R}{R} = \frac{E}{R} = \frac{9 \text{ V}}{2.2 \Omega} = 4.09 \text{ A}$$

$$R = \frac{V_R}{I} = \frac{E}{I} = \frac{120 \text{ V}}{500 \times 10^{-3} \text{ A}} = 240 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{16 \text{ V}}{2 \times 10^3 \Omega} = 8 \text{ mA}$$

$$E = V_R = IR = (1.5 \text{ A})(80 \Omega) = 120 \text{ V}$$

أحسب قيمة التيار المار عبر مقاومة قيمتها  $2.2\Omega$ ، إذا كان الجهد المطبق على طرفيها  $9 \text{ V}$ .

أحسب قيمة المقاومة إذا كان التيار المار عبرها  $500\text{mA}$ ، إذا كان الجهد المطبق على طرفيها  $120 \text{ V}$ .

أحسب قيمة التيار المار عبر مقاومة قيمتها  $2\text{k}\Omega$ ، إذا كان الجهد المطبق على طرفيها  $16 \text{ V}$ .

أحسب قيمة الجهد المطبق على طرفي مقاومة قيمتها  $80 \Omega$ ، إذا كان التيار المار عبرها  $1.5\text{A}$ .



# قانون كيرشوف للجهد

تعريف مصطلحات:

الدارة الكهربائية: عبارة عن وصل بيني بين عناصر كهربائية.

العقدة: عبارة عن نقطة وصل بين عنصرين كهربائيين أو أكثر.

الحلقة المغلقة: نقول عن حلقة مغلقة  $closed\ loop$  أو مسار مغلقة  $closed\ path$ ,

ضمن دائرة كهربائية، إذا شكلنا تتابع بين العقد، بحيث ننتقل من عقدة ونعود إليها،

من دون أن نمر على العقدة إلا مرة واحدة.

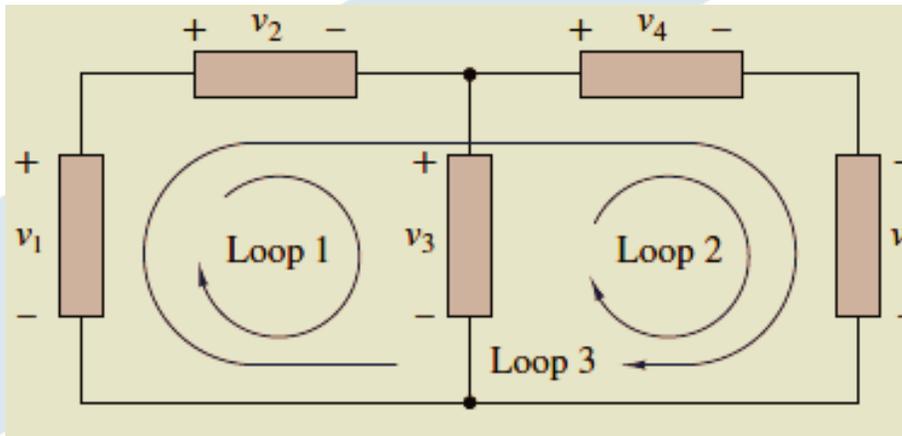


FIG. 25

Gustav Robert Kirchhoff.  
Courtesy of the Smithsonian  
Institution, Photo No. 58,283.

German (Königsberg, Berlin)  
(1824–87),

Physicist

Professor of Physics, University of Heidelberg

Although a contributor to a number of areas in the physics domain, he is best known for his work in the electrical area with his definition of the relationships between the currents and voltages of a network in 1847. Did extensive research with German chemist Robert Bunsen (developed the *Bunsen burner*), resulting in the discovery of the important elements of *cesium and rubidium*.



# قانون كيرشوف للجهد (KVL) Kirchhoff's voltage law

ينص قانون كيرشوف للجهد KVL على أن:

المجموع الجبري للجهد الكهربائي (جهود منابع تغذية – هبوط الجهود على أطراف العناصر الكهربائية) ضمن حلقة مغلقة أو مسار مغلق يساوي الصفر.

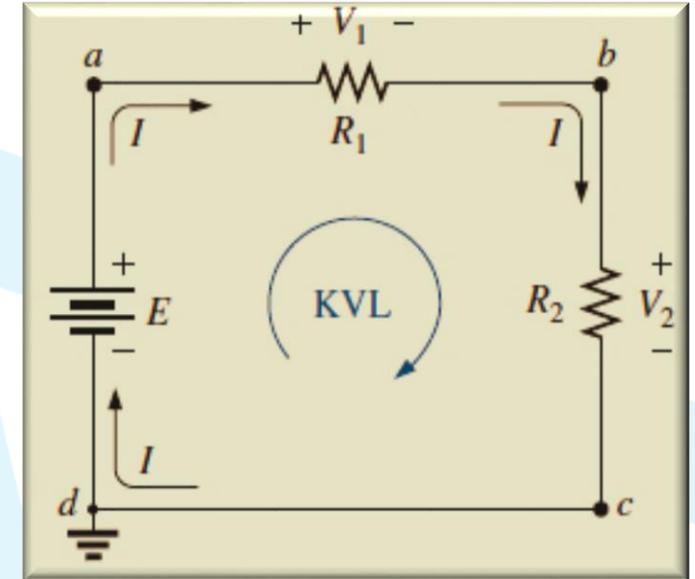
$$\sum_{\text{C}} V = 0 \quad (\text{Kirchhoff's voltage law in symbolic form})$$

$$\begin{aligned}
 +E - V_1 - V_2 &= 0 \\
 E &= V_1 + V_2
 \end{aligned}$$

مجموع جهود منابع تغذية = مجموع هبوط الجهود على أطراف العناصر الكهربائية ضمن حلقة مغلقة أو مسار مغلق يساوي الصفر.

$$\sum_{\text{C}} V_{\text{rises}} = \sum_{\text{C}} V_{\text{drops}}$$

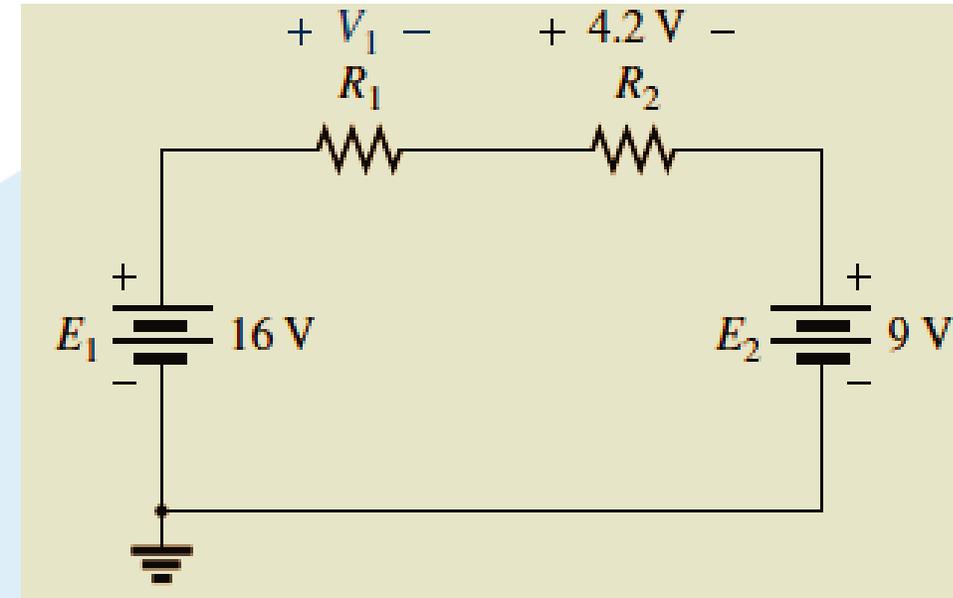
$$\begin{aligned}
 -E + V_2 + V_1 &= 0 \\
 E &= V_1 + V_2
 \end{aligned}$$



## مثال (١)

باستخدام قانون كيرشوف للجهد KVL، احسب جهود المجهولة في الدارة المبينة بالشكل. عند تطبيق قانون كيرشوف للجهد، يجب الانتباه إلى قطبية جهود منابع التغذية الكهربائية، والجهود على أطراف المقاومات

$$\begin{aligned} + E_1 - V_1 - V_2 - E_2 &= 0 \\ V_1 &= E_1 - V_2 - E_2 \\ &= 16 \text{ V} - 4.2 \text{ V} - 9 \text{ V} \\ V_1 &= 2.8 \text{ V} \end{aligned}$$



## مثال (٢)

باستخدام قانون كيرشوف للجهد KVL، احسب جهود المجهولة في الدارة المبينة بالشكل. عند تطبيق قانون كيرشوف للجهد، يجب الانتباه إلى قطبية جهود منابع التغذية الكهربائية، و الجهود على أطراف المقاومات، أو فرق الجهد بين أي نقطتين في الدارة الكهربائية.

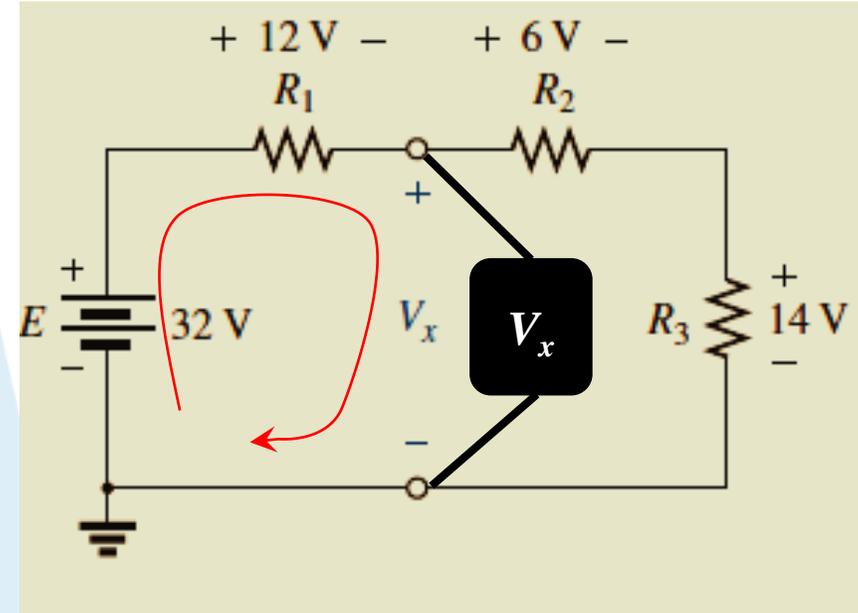
$$+E - V_1 - V_x = 0$$

$$V_x = E - V_1 = 32 \text{ V} - 12 \text{ V} = 20 \text{ V}$$

$$+V_x - V_2 - V_3 = 0$$

$$\begin{aligned} V_x &= V_2 + V_3 \\ &= 6 \text{ V} + 14 \text{ V} \end{aligned}$$

$$V_x = 20 \text{ V}$$



## مثال (٣)

باستخدام قانون كيرشوف للجهد KVL، احسب جهود  $V_1$ ,  $V_2$ .

من أجل الحلقة الأولى:

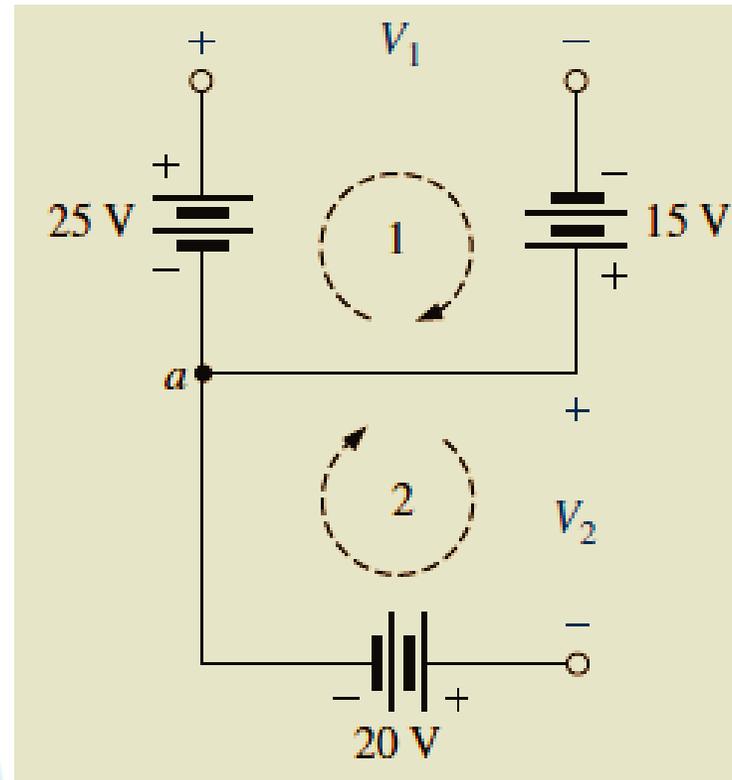
$$+25 \text{ V} - V_1 + 15 \text{ V} = 0$$

$$V_1 = 40 \text{ V}$$

من أجل الحلقة الثانية:

$$-V_2 - 20 \text{ V} = 0$$

$$V_2 = -20 \text{ V}$$



## قطبية الجهد

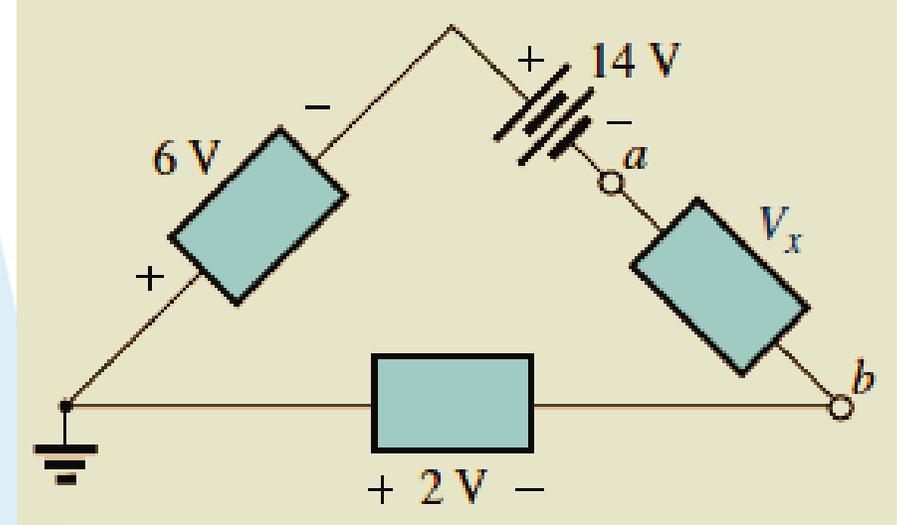
باستخدام قانون كيرشوف للجهد KVL، احسب الجهد  $V_x$ .  
في حال كانت القطبية لعنصر كهربائي غير معلومة، يمكننا فرض القطبية بشكل كافي، وحل الدارة باستخدام كيرشوف، وفي حال كانت النتيجة سالبة، فعلينا عكس القطبية المفروضة في بداية الحل.

$$-6 \text{ V} - 14 \text{ V} - V_x + 2 \text{ V} = 0$$

$$V_x = -20 \text{ V} + 2 \text{ V}$$

$$V_x = -18 \text{ V}$$

كما هو ملاحظ فإن الناتج سالب، لذلك يجب عكس القطبية المفروضة، أي أن جهد النقطة a هو الكمون السالب، والنقطة b لها الكمون الموجب.



## مثال (٤)

باستخدام قانون كيرشوف للجهد KVL، احسب الجهد  $V_2$ ، والتيار  $I_2$ .  
احسب قيمة  $R_1$  و  $R_3$ .

$$-E + V_3 + V_2 + V_1 = 0$$

$$E = V_1 + V_2 + V_3 \text{ (as expected)}$$

$$V_2 = E - V_1 - V_3 = 54 \text{ V} - 18 \text{ V} - 15 \text{ V}$$

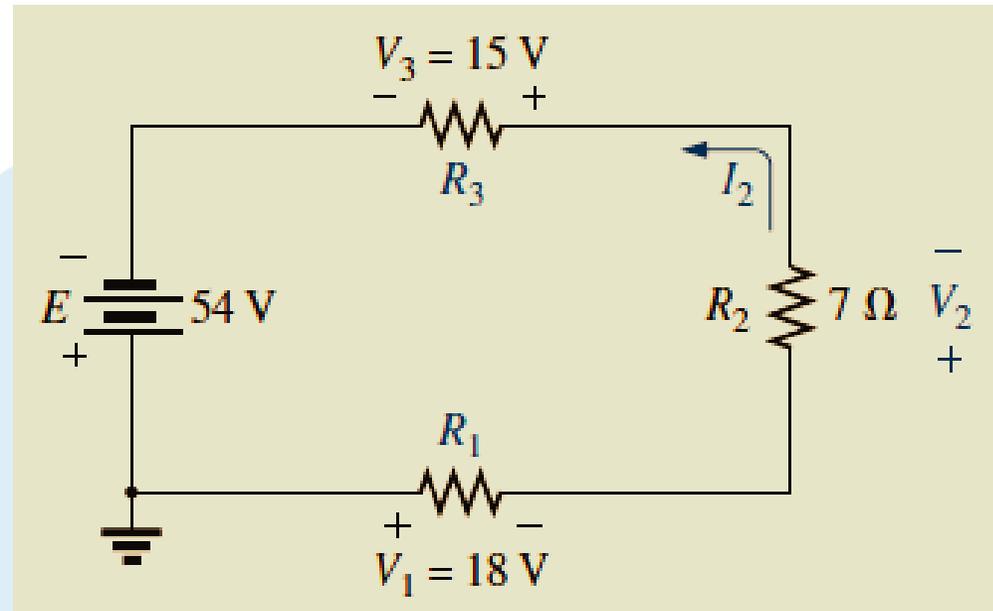
$$V_2 = 21 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{21 \text{ V}}{7 \Omega}$$

$$I_2 = 3 \text{ A}$$

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{18 \text{ V}}{3 \text{ A}} = 6 \Omega$$

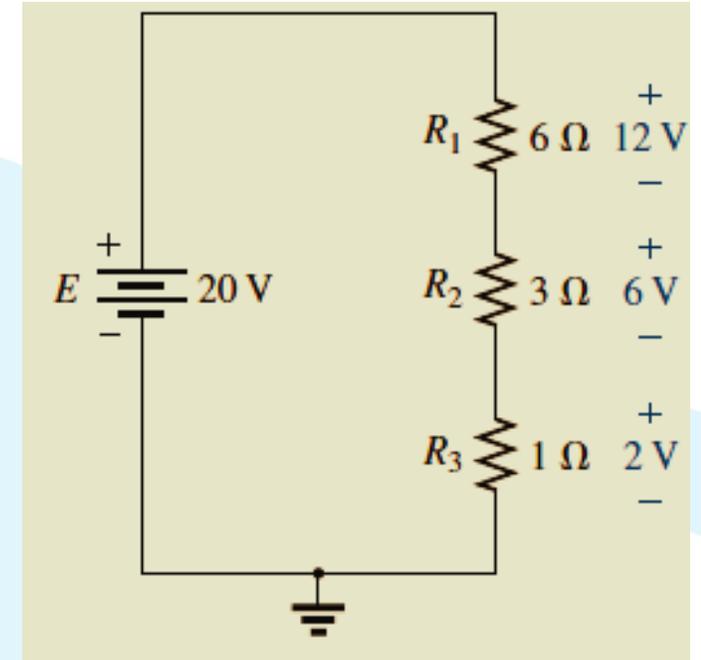
$$\text{with } R_3 = \frac{V_3}{I_3} = \frac{15 \text{ V}}{3 \text{ A}} = 5 \Omega$$



## تقسيم الجهد Voltage Division

- كما ذكرنا سابقاً أن جهد منبع التغذية يساوي مجموع هبوط الجهد على أطراف المقاومات.
- بالتالي يمكننا تقسيم جهد منبع التغذية إلى عدة جهود حسب قيم المقاومات المختارة وعددها.

يبين الشكل دارة كهربائية لتقسيم جهد التغذية  $20\text{ V}$  إلى عدة جهود وفقاً لقيم المقاومات المربوطة على التسلسل، توزعت الجهود إلى  $12\text{ V}$  و  $6\text{ V}$  و  $2\text{ V}$ . كما هو الملاحظ أن النسب بين الجهود المقسمة تتطابق مع نسب قيم المقاومات.. على سبيل المثال فإن قيمة المقاومة  $R_1$  تساوي ضعف المقاومة  $R_2$ ، لذلك فإن الجهد الهابط على طرفي المقاومة  $R_1$  يساوي ضعف الجهد الهابط على طرفي المقاومة  $R_2$ . بالنتيجة كلما كانت قيمة المقاومة أكبر، كلما كان الجهد على طرفيها أكبر (كانت حصتها أكبر من قيمة جهد التغذية)



## مثال (٥)

يطلب تقسيم جهد التغذية  $E = 20 \text{ V}$ ، إلى ثلاث جهود حسب قيم المقاومات المربوطة على التسلسل.  
احسب قيم الجهود على أطراف المقاومات.

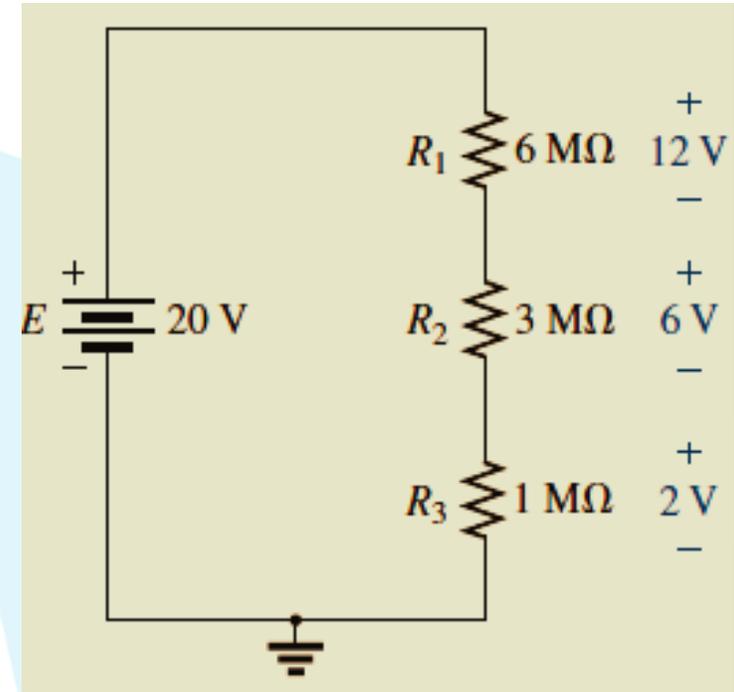
$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 1 \text{ M}\Omega + 1 \text{ k}\Omega + 100 \Omega \\ R_T &= 1,001,100 \Omega \end{aligned}$$

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{100 \text{ V}}{1,001,100 \Omega} \cong 99.89 \mu\text{A} \quad (\text{about } 100 \mu\text{A})$$

$$V_1 = I_1 R_1 = I_s R_1 = (99.89 \mu\text{A})(1 \text{ M}\Omega) = 99.89 \text{ V} \quad (\text{almost the full } 100 \text{ V})$$

$$V_2 = I_2 R_2 = I_s R_2 = (99.89 \mu\text{A})(1 \text{ k}\Omega) = 99.89 \text{ mV} \quad (\text{about } 100 \text{ mV})$$

$$V_3 = I_3 R_3 = I_s R_3 = (99.89 \mu\text{A})(100 \Omega) = 9.989 \text{ mV} \quad (\text{about } 10 \text{ mV})$$



# قاعدة مقسم الجهد (VDR) Voltage Divider Rule

تسمح قاعدة تقسيم الجهد بحساب الجهد على أطراف المقاومات من دون الحاجة لحساب قيمة التيار. لاستنتاج هذه القاعدة نأخذ الدارة الآتية:

$$R_T = R_1 + R_2$$

$$I_s = I_1 = I_2 = \frac{E}{R_T}$$

$$V_1 = I_1 R_1 = \left( \frac{E}{R_T} \right) R_1 = R_1 \frac{E}{R_T}$$

$$V_2 = I_2 R_2 = \left( \frac{E}{R_T} \right) R_2 = R_2 \frac{E}{R_T}$$

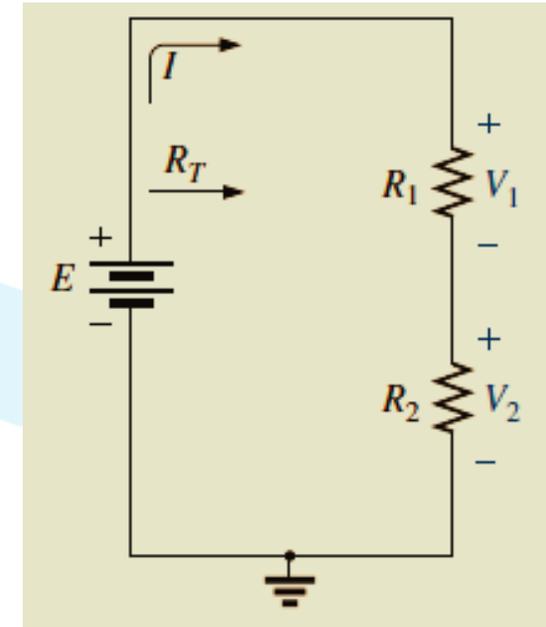
$$V_x = R_x \frac{E}{R_T}$$

(voltage divider rule)

بحساب المقاومة الكلية والتيار

نطبق قانون أوم على كل مقاومة:

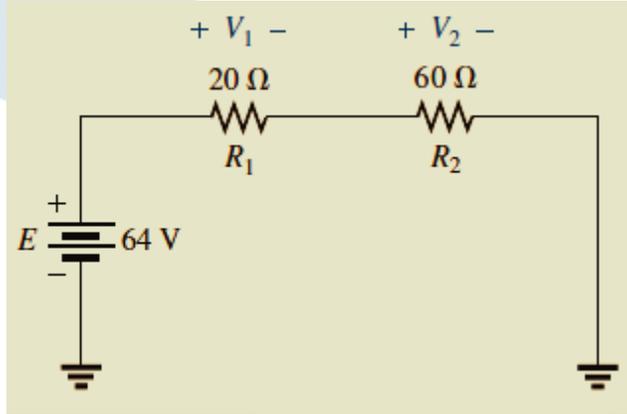
بالتعميم نجد:



تنص القاعدة: الجهد الهابط على طرفي مقاومة يساوي إلى جداء قيمة جهد التغذية مع المقاومة على المقاومات الكلية



## مثال (٦)

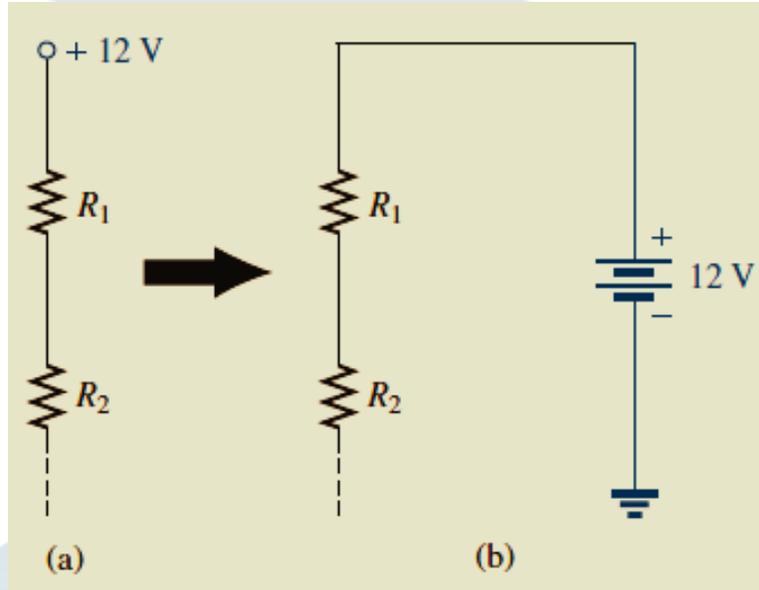


- Since resistor  $R_2$  is three times  $R_1$ , it is expected that  $V_2 = 3V_1$ .
- $$V_1 = R_1 \frac{E}{R_T} = 20 \Omega \left( \frac{64 \text{ V}}{20 \Omega + 60 \Omega} \right) = 20 \Omega \left( \frac{64 \text{ V}}{80 \Omega} \right) = 16 \text{ V}$$
- $$V_2 = 3V_1 = 3(16 \text{ V}) = 48 \text{ V}$$
- $$V_2 = R_2 \frac{E}{R_T} = (60 \Omega) \left( \frac{64 \text{ V}}{80 \Omega} \right) = 48 \text{ V}$$
  
The results are an exact match.
- $$E = V_1 + V_2$$
  
$$64 \text{ V} = 16 \text{ V} + 48 \text{ V} = 64 \text{ V} \quad (\text{checks})$$

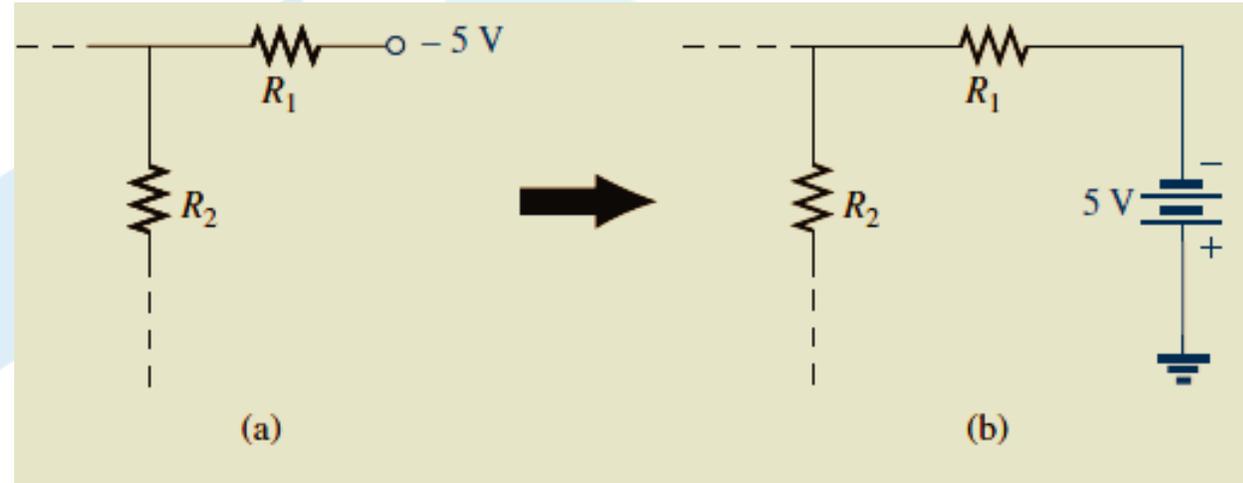
- من إجراء أي حسابات، ما هي نسبة بين جهد المقاومة  $R_1$  وجهد المقاومة  $R_2$ .
- احسب قيمة الجهد  $V_1$  على طرفي المقاومة  $R_1$ ، وفقاً لقاعدة تقسيم الجهد.
- ما قيمة الجهد  $V_2$  على طرفي المقاومة  $R_2$ .
- احسب قيمة الجهد  $V_2$  على طرفي المقاومة  $R_2$ ، وفقاً لقاعدة تقسيم الجهد. قارن بين النتيجةين للجهد  $V_2$ .



## طرق رسم الدارة الكهربائية

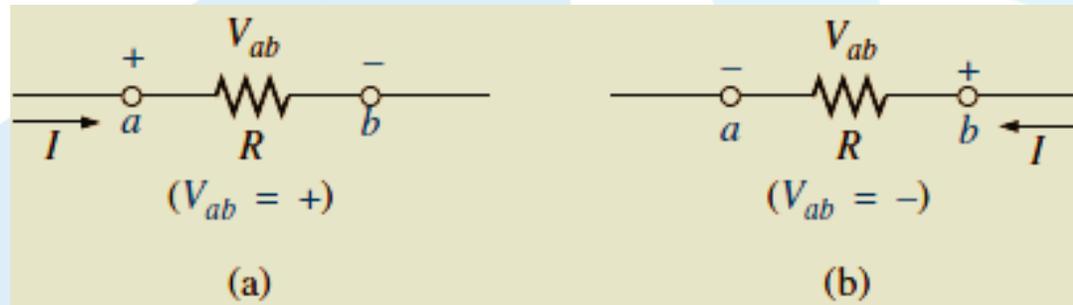
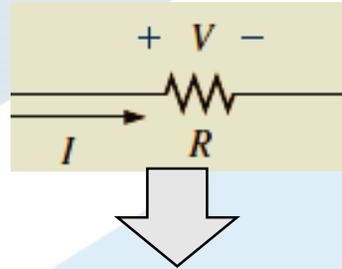
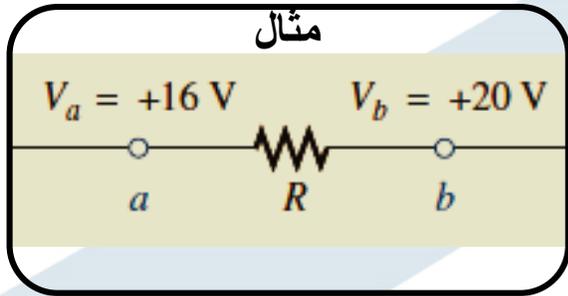


يمكن رسم منبع جهد التغذية الكهربائية برمزه الكهربائي أو من خلال نقطة يوضع عليها قيمة جهد المنبع مع إشارة موجب أو سالب حسب قطبية المنبع.



## التعبير عن الجهد بفرق الكمون بين نقطتين

يمكن استبدال رمز الجهد الهابط على المقاومة  $V$  بفرق الجهد بين النقطتين اللتين تُربط المقاومة بينهما، فيصبح رمز الجهد  $V_{ab} = V_a - V_b$  ، باعتبار المحرف  $a$  هو المحرف الأول، لذلك يجب أن يكون قيمة جهد النقطة  $a$  أكبر من قيمة جهد النقطة  $b$ . أما إذا كان العكس، أي جهد النقطة  $b$  أكبر من جهد النقطة  $a$ ، بالتالي ستكون قيمة الجهد  $V_{ab}$  سالبة. بالنتيجة الجهد  $V_{ab}$  هو جهد النقطة  $a$  بالنسبة للنقطة المرجعية  $b$ .



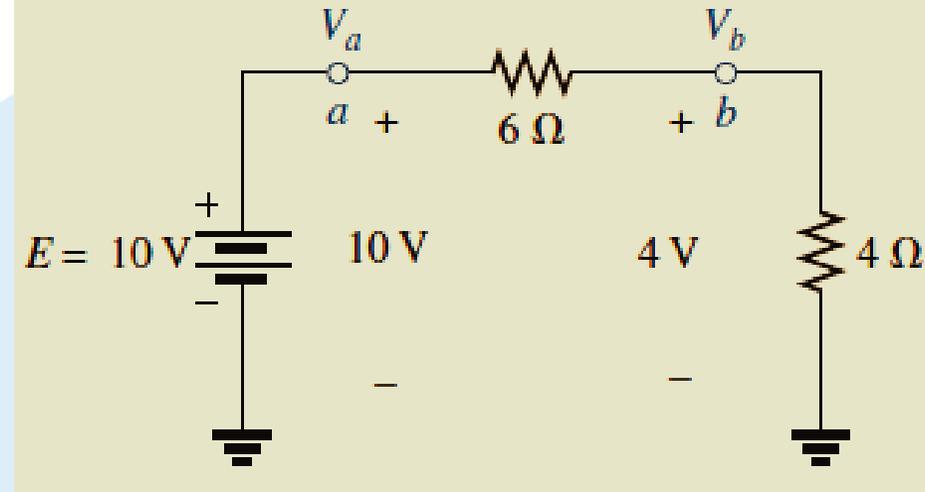
$$V_{ab} = V_a - V_b$$



## التعبير عن الجهد بفرق الكمون بين نقطتين

إذا كان جهد النقطة  $b$  هو جهد نقطة الأرضي (جهدا يساوي الصفر) فيمكن التعبير عن الجهد بجهد النقطة الأولى دون الحاجة لذكر النقطة الأخرى، ونفهم من ذلك أن جهد النقطة الأولى يؤخذ بالنسبة للنقطة المرجعية الأرضي بشكل افتراض.

- .  $V_{ab} = V_a - V_b$  جهد النقطة  $a$  بالنسبة للنقطة  $b$ .
- $V_a$  جهد النقطة  $a$  بالنسبة للنقطة للأرضي.
- $V_b$  جهد النقطة  $b$  بالنسبة للنقطة للأرضي.

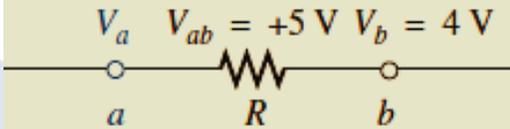


## مثال (٧)

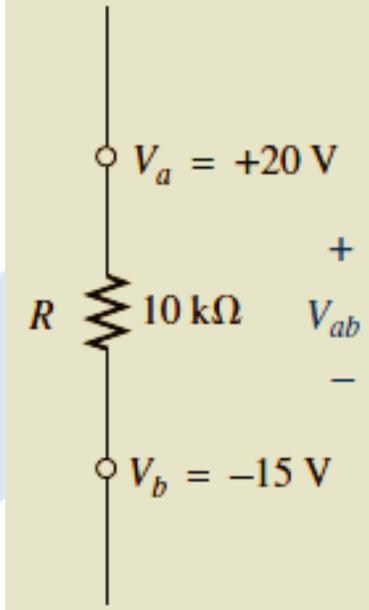
$$V_{ab} = V_a - V_b$$

$$V_a = V_{ab} + V_b = 5 \text{ V} + 4 \text{ V}$$

$$= 9 \text{ V}$$



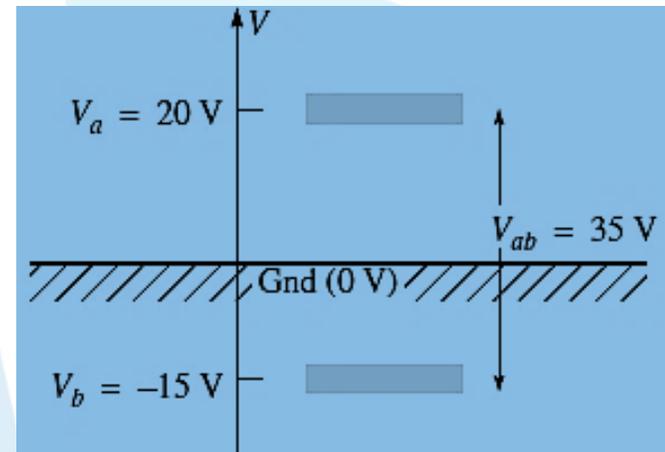
**Va ?**



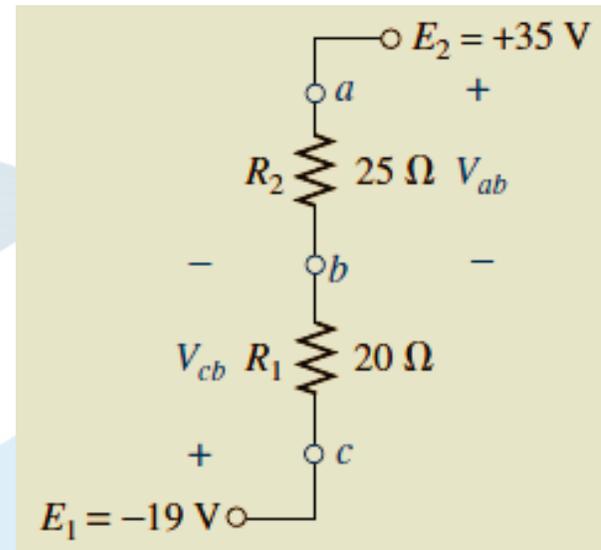
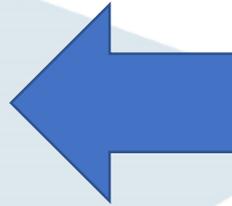
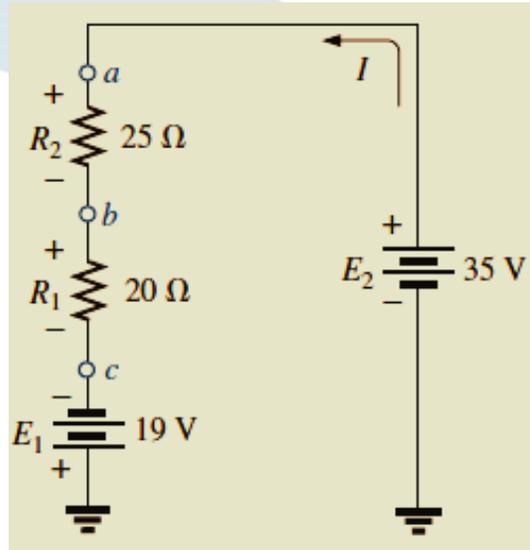
$$V_{ab} = V_a - V_b = 20 \text{ V} - (-15 \text{ V}) = 20 \text{ V} + 15 \text{ V}$$

$$= 35 \text{ V}$$

**Vab ?**



## مثال (٨)



احسب الجهود  $V_{ab}$ ,  $V_{cb}$ ,  $V_c$

$$I = \frac{54 \text{ V}}{45 \Omega} = 1.2 \text{ A}$$

$$V_{ab} = IR_2 = (1.2 \text{ A})(25 \Omega) = 30 \text{ V}$$

$$V_{cb} = -IR_1 = -(1.2 \text{ A})(20 \Omega) = -24 \text{ V}$$

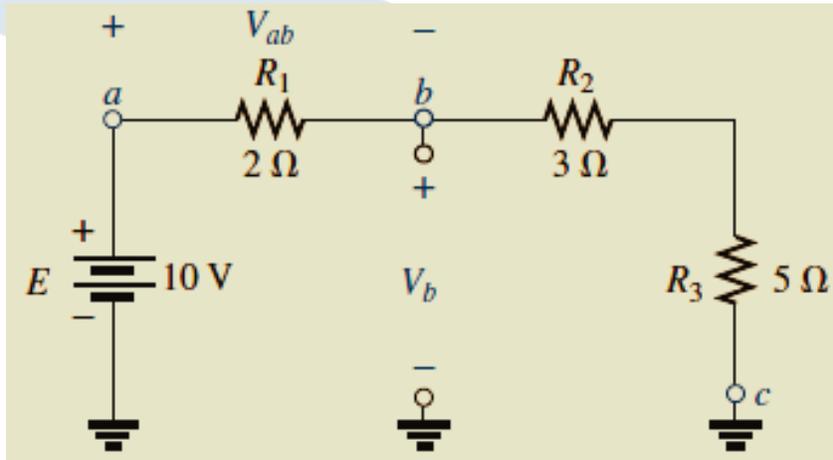
$$V_c = E_1 = -19 \text{ V}$$

$$I = \frac{E_1 + E_2}{R_T} = \frac{19 \text{ V} + 35 \text{ V}}{45 \Omega} = \frac{54 \text{ V}}{45 \Omega} = 1.2 \text{ A}$$

$$V_{ab} = 30 \text{ V} \quad V_{cb} = -24 \text{ V} \quad V_c = -19 \text{ V}$$



## مثال (٩)



احسب  $V_{ab}$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  ؟

a. Voltage divider rule:

$$V_{ab} = \frac{R_1 E}{R_T} = \frac{(2 \Omega)(10 \text{ V})}{2 \Omega + 3 \Omega + 5 \Omega} = +2 \text{ V}$$

b. Voltage divider rule:

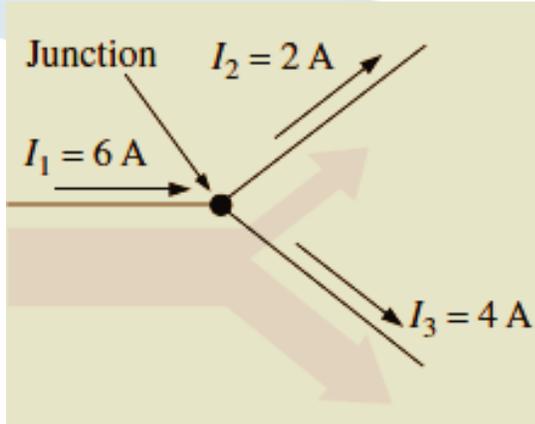
$$V_b = V_{R_2} + V_{R_3} = \frac{(R_2 + R_3)E}{R_T} = \frac{(3 \Omega + 5 \Omega)(10 \text{ V})}{10 \Omega} = 8 \text{ V}$$

or  $V_b = V_a - V_{ab} = E - V_{ab} = 10 \text{ V} - 2 \text{ V} = 8 \text{ V}$

c.  $V_c = \text{ground potential} = 0 \text{ V}$



## Kirchhoff's Current Law

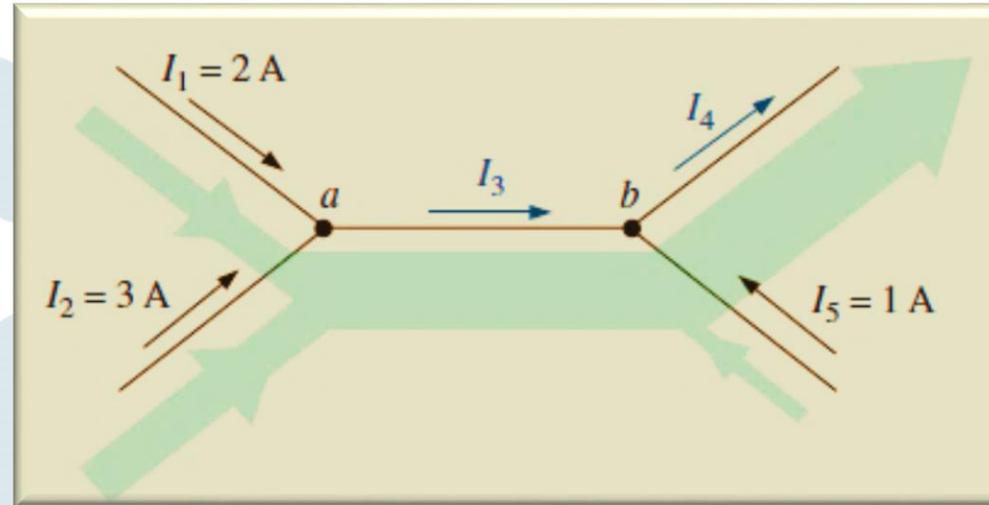


ينص قانون كيرشوف أن مجموع التيارات الداخلة إلى عقدة في دارة كهربائية يساوي مجموع التيارات الخارجة.  
أو: مجموع التيارات في عقدة يساوي الصفر مع مراعاة التيارات الداخلة بإشارة والتيارات الخارجة بإشارة معاكسة لها.

$$\sum I_i = \sum I_o$$



## مثال (١٠)



بتطبيق قانون كيرشوف للتيار على العقدة a

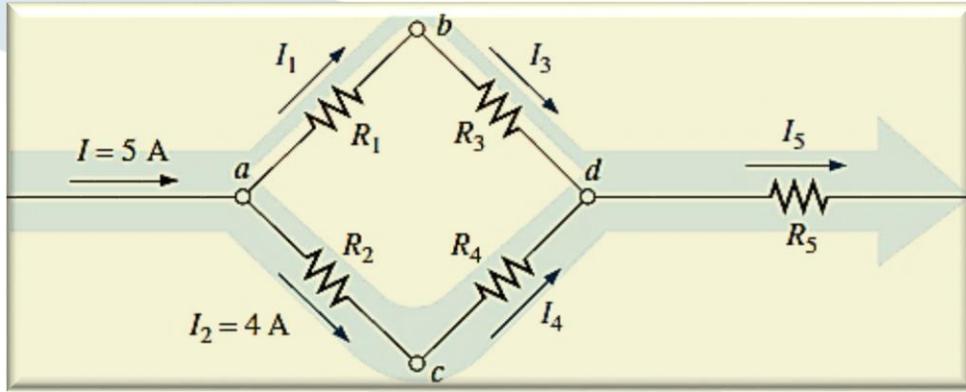
$$\begin{aligned}\sum I_i &= \sum I_o \\ I_1 + I_2 &= I_3 \\ 2 \text{ A} + 3 \text{ A} &= I_3 = 5 \text{ A}\end{aligned}$$

بتطبيق قانون كيرشوف للتيار على العقدة b

$$\begin{aligned}\sum I_i &= \sum I_o \\ I_3 + I_5 &= I_4 \\ 5 \text{ A} + 1 \text{ A} &= I_4 = 6 \text{ A}\end{aligned}$$



## مثال (١١)



حساب التيارات المجهولة بتطبيق كيرشوف للتيار KCL

$$\begin{aligned}\sum I_i &= \sum I_o \\ I &= I_1 + I_2 \\ 5 \text{ A} &= I_1 + 4 \text{ A} \\ I_1 &= 5 \text{ A} - 4 \text{ A} = 1 \text{ A}\end{aligned}$$

بتطبيق قانون كيرشوف  
للتيار على العقدة a

$$\begin{aligned}\sum I_i &= \sum I_o \\ I_1 &= I_3 \\ I_3 &= I_1 = 1 \text{ A}\end{aligned}$$

بتطبيق قانون كيرشوف  
للتيار على العقدة b

$$\begin{aligned}\sum I_i &= \sum I_o \\ I_2 &= I_4 \\ I_4 &= I_2 = 4 \text{ A}\end{aligned}$$

بتطبيق قانون كيرشوف  
للتيار على العقدة c

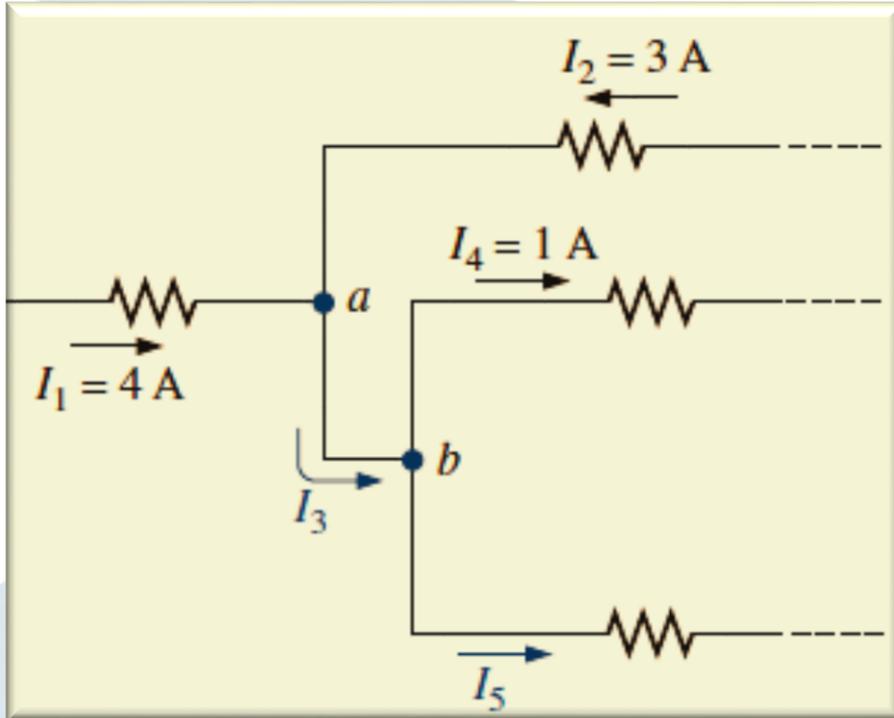
$$\begin{aligned}\sum I_i &= \sum I_o \\ I_3 + I_4 &= I_5 \\ 1 \text{ A} + 4 \text{ A} &= I_5 = 5 \text{ A}\end{aligned}$$

بتطبيق قانون كيرشوف  
للتيار على العقدة d



## مثال (١٢)

حساب التيارات المجهولة بتطبيق كيرشوف للتيار KCL



$$\begin{aligned}\sum I_i &= \sum I_o \\ I_1 + I_2 &= I_3 \\ 4 \text{ A} + 3 \text{ A} &= I_3 = 7 \text{ A}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum I_i &= \sum I_o \\ I_3 &= I_4 + I_5 \\ 7 \text{ A} &= 1 \text{ A} + I_5 \\ I_5 &= 7 \text{ A} - 1 \text{ A} = 6 \text{ A}\end{aligned}$$

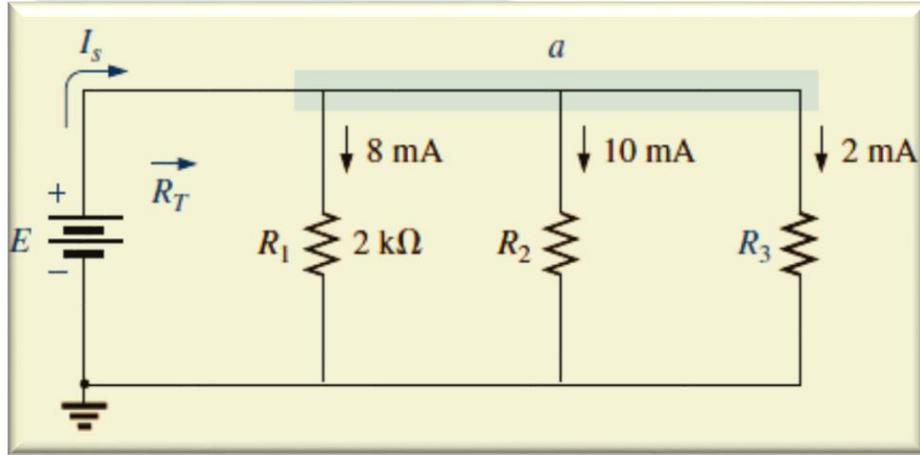
بتطبيق قانون كيرشوف  
للتيار على العقدة a

بتطبيق قانون كيرشوف  
للتيار على العقدة b



## مثال (١٣)

حساب التيار  $I_s$ ، وقيمة منبع التغذية  $E$ ، والمقاومة  $R_3$ ، والمقاومة المكافئة  $R_T$

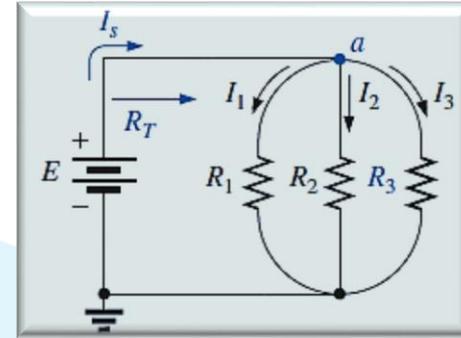


بتطبيق قانون كيرشوف للتيار على العقدة  $a$

$$\sum I_i = \sum I_o$$

$$I_s = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_s = 8 \text{ mA} + 10 \text{ mA} + 2 \text{ mA} = 20 \text{ mA}$$



Applying Ohm's law gives

$$E = V_1 = I_1 R_1 = (8 \text{ mA})(2 \text{ k}\Omega) = 16 \text{ V}$$

Applying Ohm's law in a different form gives

$$R_3 = \frac{V_3}{I_3} = \frac{E}{I_3} = \frac{16 \text{ V}}{2 \text{ mA}} = 8 \text{ k}\Omega$$

Applying Ohm's law again gives

$$R_T = \frac{E}{I_s} = \frac{16 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 0.8 \text{ k}\Omega$$

