



جامعة المنارة  
قسم الهندسة المعلوماتية

# الدارات الكهربائية والالكترونية

## Electrical and Electronic Circuits

الدكتور المهندس

علاء الدين أحمد حسام الدين

3

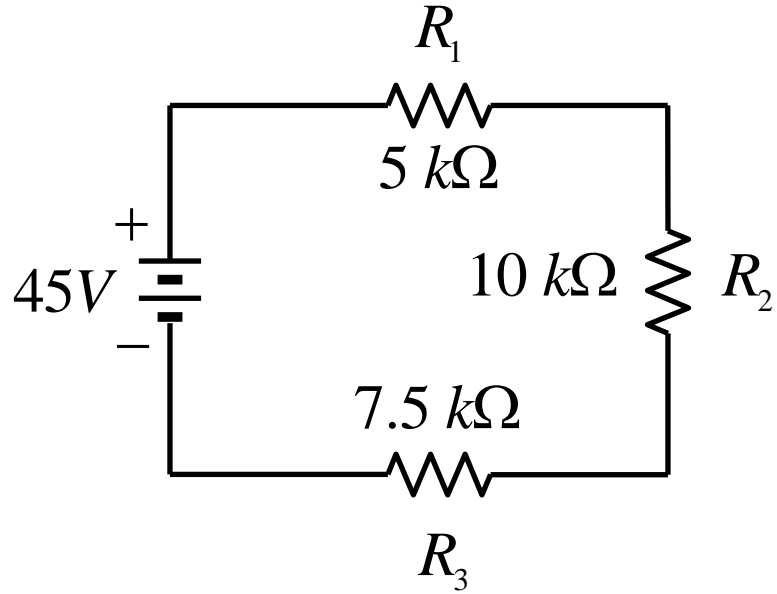
القوانين الأساسية في  
الدارات الكهربائية

**BASIC LAWS**

**ELECTRICAL CIRCUITS**

# دارات مقسّم (مجزئ) الجهد

## :Voltage Divider Circuits



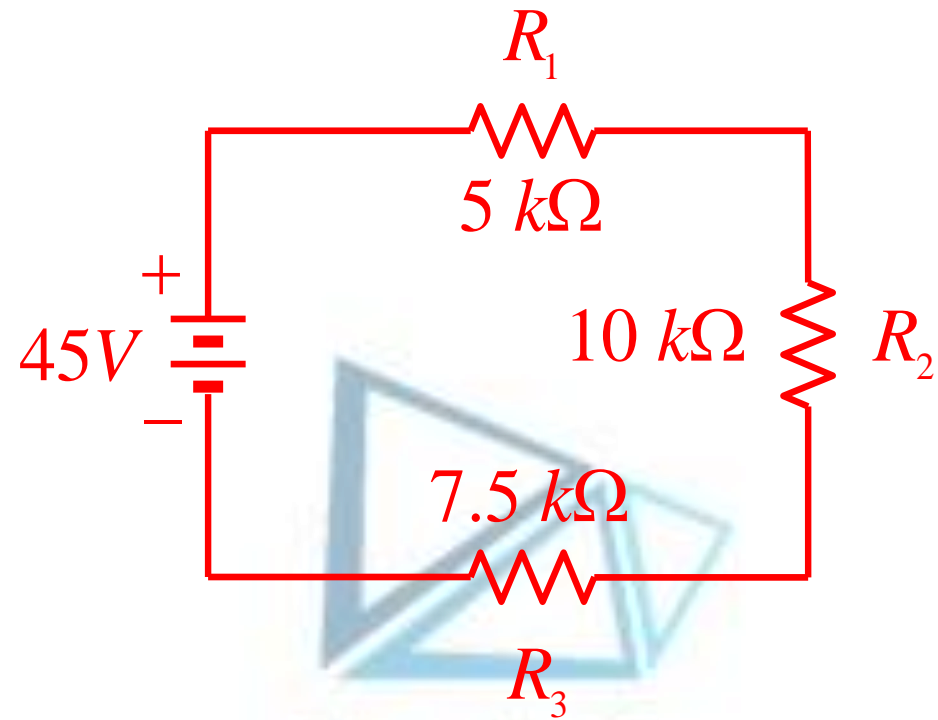
لتكن لدينا الدارة التسلسلية البسيطة  
المبينة في الشكل والمكونة من منبع جهد  
قيمته 45 V وثلاث مقاومات قيمها:

$$R_1 = 5 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

$$R_2 = 10 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

$$R_3 = 7.5 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

وسنقوم بتحليل هذه الدارة من خلال حسابات الجهود المطبقة على كلٍ منها.



	$R_1$	$R_2$	$R_3$	Total
R [k $\Omega$ ]	5	10	7.5	22.5
I [mA]	2	2	2	2
V [Volts]	10	20	15	45

إذا استبدلنا منبع الجهد بمنبع آخر جهده 180 volts، فسنجد أن هذا التناسب في قيمة الجهد المطبق على المقاومات سيبقى ثابتاً، وتصبح النتائج كما يأتي:

	$R_1$	$R_2$	$R_3$	Total
R [k $\Omega$ ]	5	10	7.5	22.5
I [mA]	8	8	8	8
V [Volts]	40 10	80 20	60 15	180 45

نلاحظ من النتائج الأخيرة أن الجهد المطبق على المقاومة  $R_2$  يبقى مساوياً تماماً لضعف الجهد المطبق على المقاومة  $R_1$ .

مما سبق يتّضح لدينا أن الجهد المطبّق على كل مقاومة يتعلّق فقط بقيمة منبع الجهد. فالجهد المطبّق على المقاومة  $R_1$  يبلغ  $10\text{ V}$  عندما تكون قيمة جهد المنبع  $45\text{ V}$ ، وعندما تزداد قيمة جهد المنبع حتى  $180\text{Volts}$  (أكبر بأربع مرات) يصبح الجهد المطبّق على المقاومة المذكورة هو  $40\text{Volts}$  أي سيزداد بمقدار نسبة ازدياد قيمة جهد المنبع نفسها (بأربع مرات) بحيث تبقى النسبة بين الجهد المطبّق على المقاومة  $R_1$  وقيمة جهد المنبع ثابتة. والنتيجة نفسها نجدها بالنسبة لباقي مقاومات الدارة، أي:

$$\frac{V_{R1}}{V_{total}} = \frac{10 V}{45 V} = \frac{40 V}{180 V} = 0.22222$$

$$\frac{V_{R2}}{V_{total}} = \frac{20 V}{45 V} = \frac{80 V}{180 V} = 0.44444$$

$$\frac{V_{R3}}{V_{total}} = \frac{15 V}{45 V} = \frac{60 V}{180 V} = 0.33333$$

لهذا السبب غالباً ما تُسمّى الدارات التسلسلية بدارات مقسّم (مجزّئ) الجهد، وذلك لإمكانية تقسيم أو تجزئة جهد المنبع وفق نسبة ثابتة. ووفقاً لذلك يمكن التعبير عما سبق كما يأتي:

$$V_n = I_n \cdot R_n$$

الجهد المطبّق على كل مقاومة:

$$I_{total} = \frac{V_{total}}{R_{total}} = I_n$$

التيار المار في الدارة التسلسلية:

نعوض قيمة التيار من العلاقة الأخيرة في العلاقة السابقة لها:

$$V_n = \frac{V_{total}}{R_{total}} \cdot R_n \quad \longrightarrow \quad V_n = V_{total} \cdot \frac{R_n}{R_{total}}$$

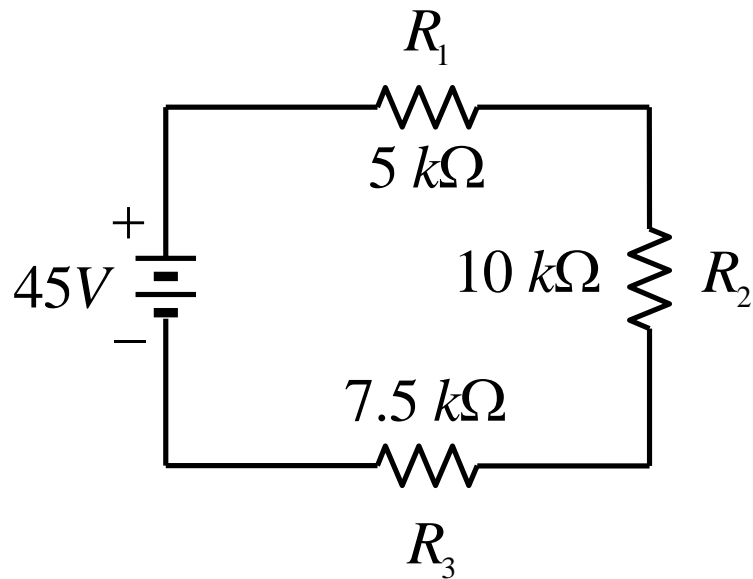


$$V_n = V_{total} \cdot \frac{R_n}{R_{total}}$$

تسمى هذه العلاقة بعلاقة مقسّم أو مجزئ الجهد، وهي تعبر عن أن النسبة بين أي مقاومة إلى المقاومة المكافئة تساوي النسبة بين الجهد المطبق على هذه المقاومة إلى قيمة جهد المنبع. ويمكن باستخدامها تحديد الجهود في الدارة التسلسلية دون الحاجة إلى حساب التيار المار فيها.

$$V_n = V_{total} \cdot \frac{R_n}{R_{total}}$$

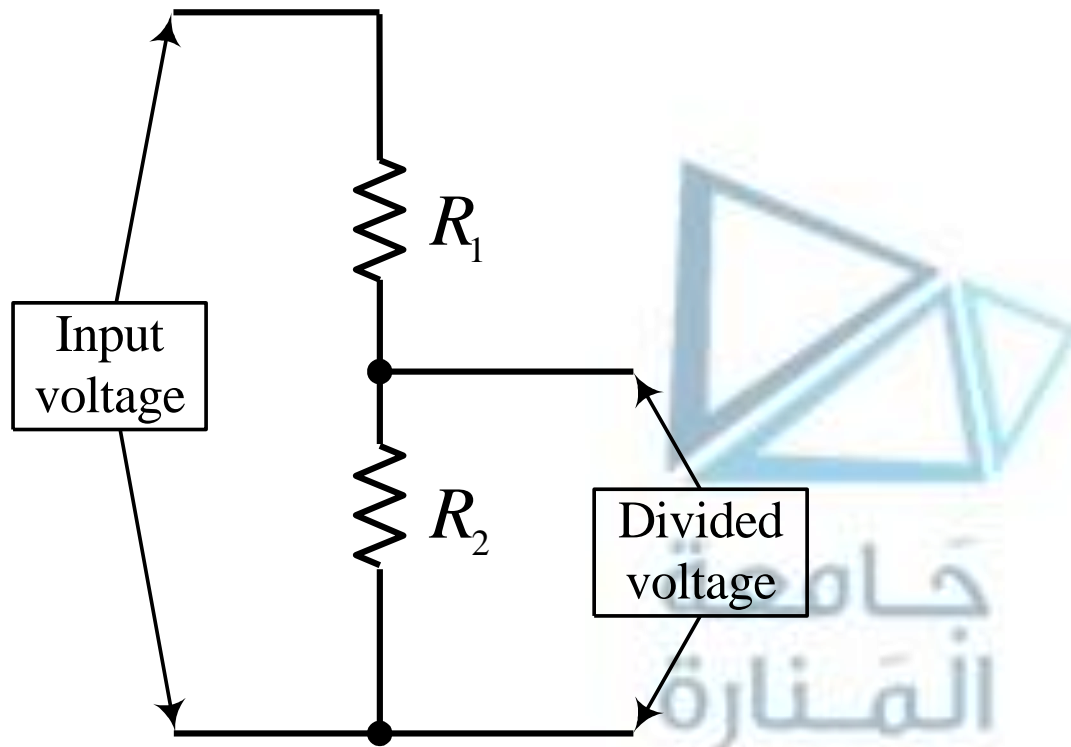
باستخدام العلاقة السابقة يمكننا إعادة تحليل الدارة وحساب جهودها مباشرة كما يأتي:



$$V_{R1} = 45 \times \frac{5}{22.5} = 10 [V]$$

$$V_{R2} = 45 \times \frac{10}{22.5} = 20 [V]$$

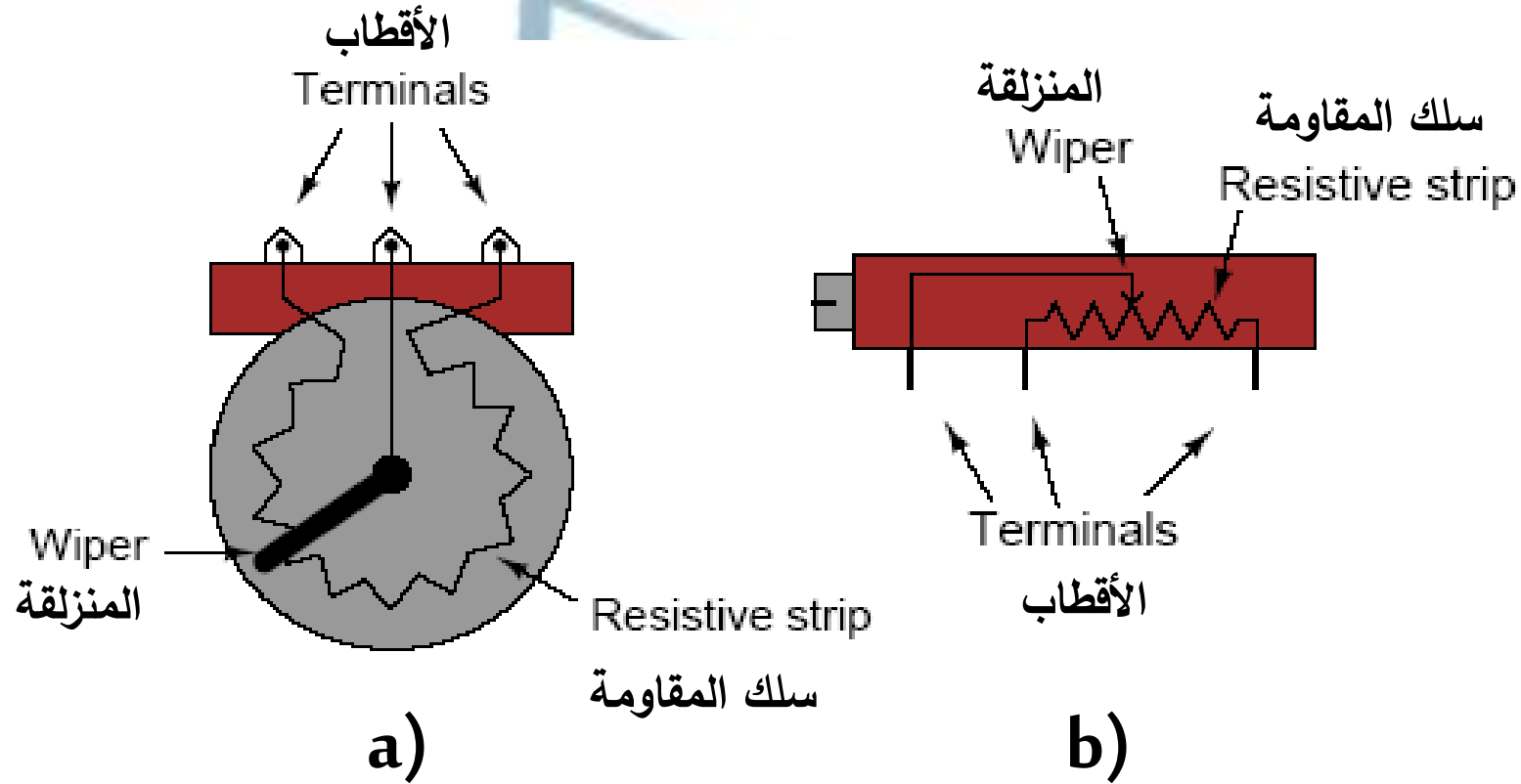
$$V_{R3} = 45 \times \frac{7.5}{22.5} = 15 [V]$$



دائرة مقسم الجهد.

حظيت مقسمات الجهد بتطبيقات واسعة في دارات القياس الكهربائية، وذلك باستخدام مجموعات معينة من المقاومات التسلسلية لاستخدامها في تقسيم الجهد إلى نسب دقيقة بوصفه جزءاً من الجهد المقاس، كما في الشكل.

يبين الشكل التصميم الداخلي لنوعين من البوتنشومتر، الدائري (Rotary)، والخطي (Linear).



نماذج البوتنشومتر: (a) الدائري، (b) الخطي.

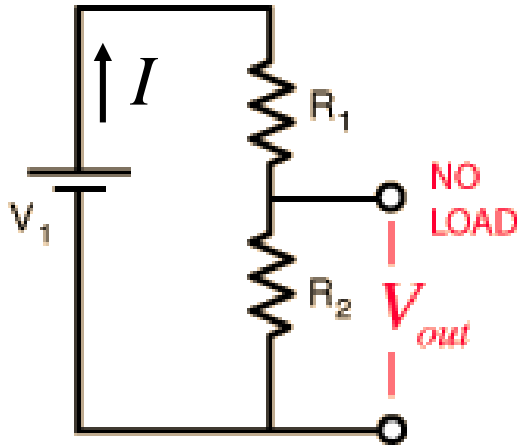
ويبين الشكل نماذج تطبيقية له.



نماذج تطبيقية للبتوشومتر.

نبين فيما يأتي المعادلات الناظمة لسلوك البوتنشومتر عند وصل مقاومة حمولة Load بين المنزلة والقطب الثاني وبدون وجود هذه المقاومة (حالة الدارة المفتوحة):

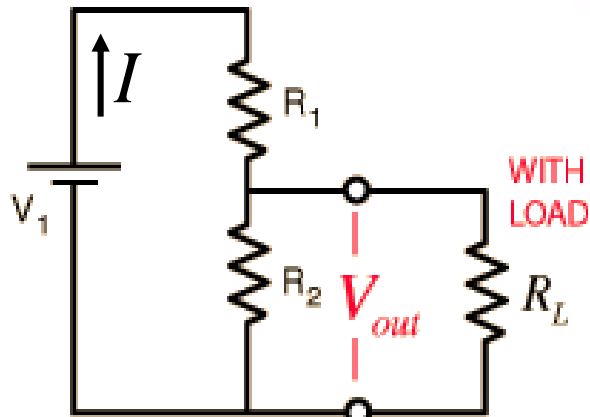
OPEN CIRCUIT BEHAVIOR



OUTPUT VOLTAGE UNDER  
-NO LOAD- CONDITION  
(open circuit)

$$V_{out} = V_1 \cdot \frac{I \cdot R_2}{I \cdot (R_1 + R_2)} = V_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

BEHAVIOR UNDER LOAD

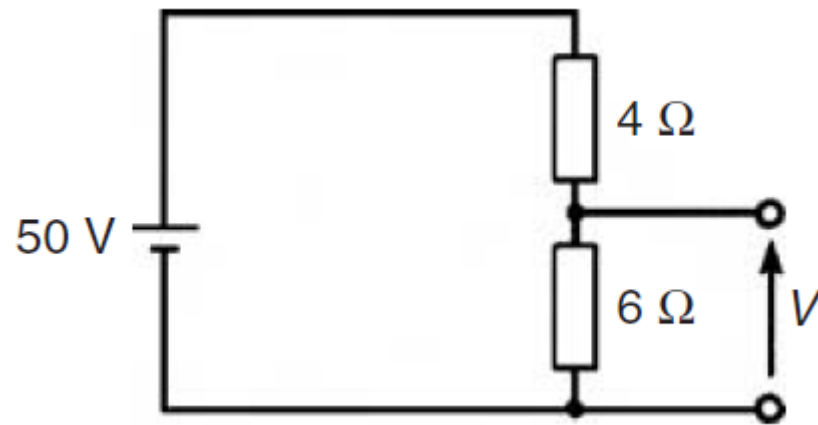
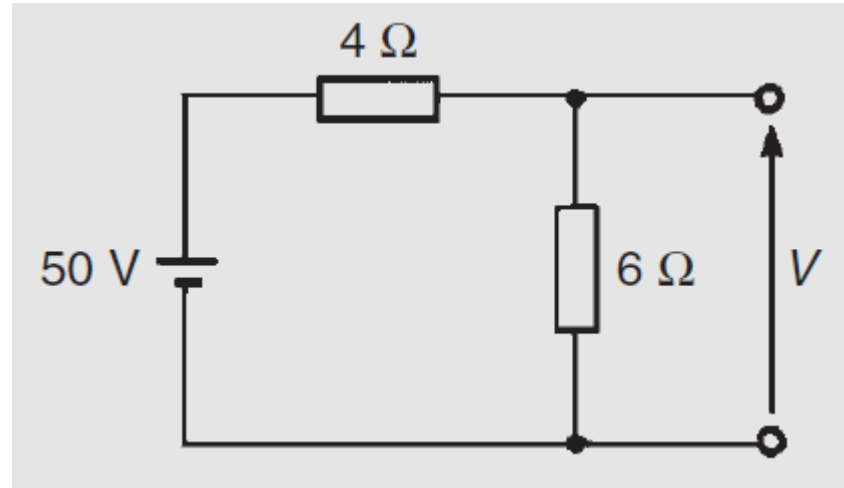


OUTPUT VOLTAGE  
UNDER LOAD

$$V_{out} = V_1 \cdot \frac{I \cdot (R_2 // R_L)}{I \cdot (R_1 + (R_2 // R_L))}$$

$$V_{out} = V_1 \cdot \frac{(R_2 // R_L)}{R_1 + (R_2 // R_L)}$$

Determine the value of voltage  $V$  shown in Fig.

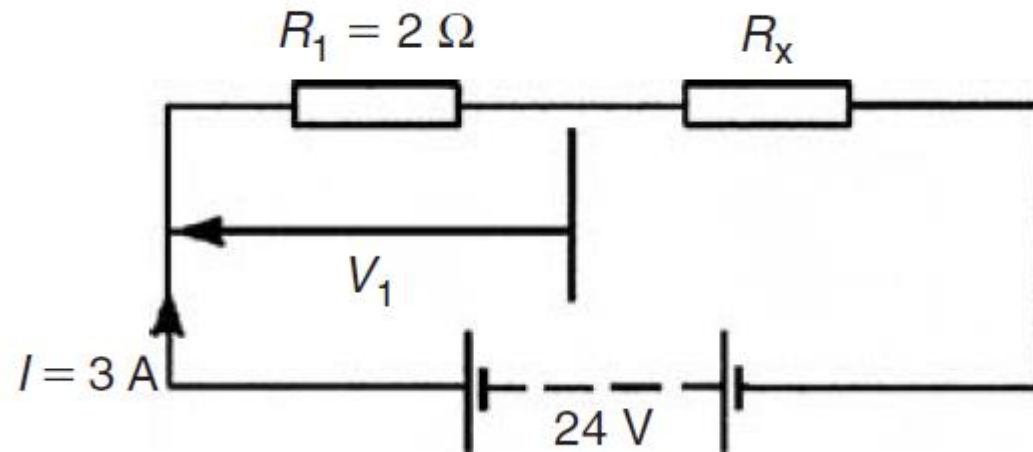


$$V_{\text{OUT}} = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{\text{IN}}$$

$$\text{voltage } V = \left( \frac{6}{6 + 4} \right) (50) = 30 \text{ V}$$

Two resistors are connected in series across a 24 V supply and a current of 3 A flows in the circuit. If one of the resistors has a resistance of  $2\ \Omega$  determine (a) the value of the other resistor, and (b) the p.d. across the  $2\ \Omega$  resistor. If the circuit is connected for 50 hours, how much energy is used?

## potential difference (p.d.)





(a) Total circuit resistance

$$R = \frac{V}{I} = \frac{24}{3} = 8 \Omega$$

Value of unknown resistance,

$$R_x = 8 - 2 = \mathbf{6 \Omega}$$

(b) P.d. across  $2 \Omega$  resistor,

$$V_1 = IR_1 = 3 \times 2 = \mathbf{6 V}$$

Alternatively, from above,

$$\begin{aligned} V_1 &= \left( \frac{R_1}{R_1 + R_x} \right) V \\ &= \left( \frac{2}{2 + 6} \right) (24) = 6 \text{ V} \end{aligned}$$

Energy used = power  $\times$  time

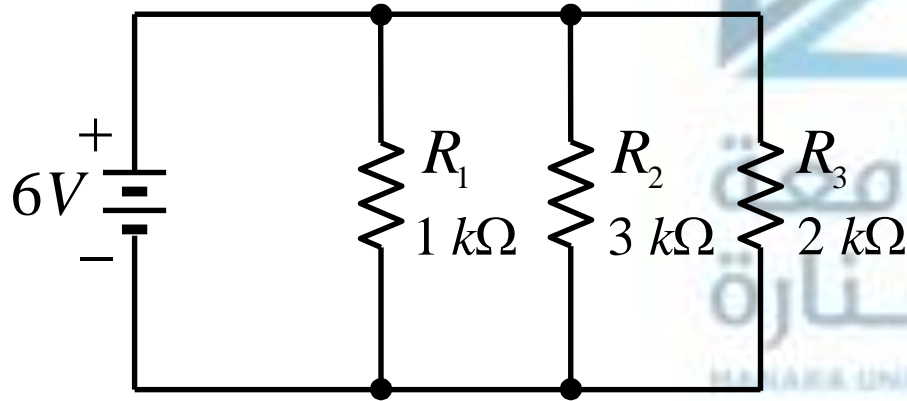
$$= (V \times I) \times t$$

$$= (24 \times 3 \text{ W})(50 \text{ h})$$

$$= 3600 \text{ Wh} = \mathbf{3.6 \text{ kWh}}$$

## دارات مقسّم (مجزئ) التيار :Current Divider Circuits

لتكن لدينا الدارة التفرعية البسيطة المبينة في الشكل والمكونة من منبع جهد قيمته  $6\text{ V}$  وثلاث مقاومات تفرعية قيمها:



$$R_1 = 1\text{ [k}\Omega\text{]}$$

$$R_2 = 3\text{ [k}\Omega\text{]}$$

$$R_3 = 2\text{ [k}\Omega\text{]}$$

وسنقوم بتحليل هذه الدارة من خلال حسابات تيارات الفروع المارة في كل مقاومة.

من المعلوم أن الجهد المطبَّق على كل عنصر من عناصر الدارة  
التفرعية هو نفسه ويساوي جهد المنبع 6 volts. وبالتالي يمكننا  
اعتماداً على قانون أوم حساب تيارات كل فرع من فروع الدارة.  
وحسب قانون كيرشوف الأول في العقد يكون مجموع تيارات  
الفروع مساوٍ للتيار الكلي. يتم أخيراً حساب القيمة المكافئة  
للمقاومة من خلال الجمع التفرعي لها. ننظم النتائج في الجدول  
الآتي:

	$R_1$	$R_2$	$R_3$	Total
V [Volts]	6	6	6	6
R [ $k\Omega$ ]	1	3	2	0.545
I [mA]	6	2	3	11

يتضح من جدول النتائج أن التيار المار عبر كل مقاومة من المقاومات التفرعية يتعلّق بقيمة هذه المقاومة، لأن الجهد المطبق عليها هو نفسه. وبدلاً من أن يكون التناسب طردياً فإن العلاقة هنا تدل على التناسب العكسي بين قيمة المقاومة وقيمة التيار المار عبرها. فمثلاً، نلاحظ أن التيار المار عبر المقاومة  $R_1$  أكبر بمرتين من التيار المار عبر المقاومة  $R_3$  ذات القيمة الأكبر بمرتين من قيمة  $R_1$ .

إذا قمنا بتغيير قيمة منبع الجهد للدارة فإننا سنتفاجأ أن علاقات النسب بين المقاومات وتياراتها لن تتغير. يبين الجدول الآتي النتائج التي نحصل عليها عند استبدال منبع الجهد السابق بمنبع جهده 24 volts:

	$R_1$	$R_2$	$R_3$	Total
V [Volts]	24	24	24	24
R [k $\Omega$ ]	1	3	2	0.545
I [mA]	24	8	12	44

نلاحظ من النتائج الأخيرة أن التيار المار عبر المقاومة  $R_1$  يبقى مساوياً تماماً لضعف قيمة التيار المار عبر المقاومة  $R_3$ ، على الرغم من تغيير قيمة منبع الجهد. أي أن قيم تيارات الفروع المختلفة تتعلق بشكل رئيس بقيمة مقاومات تلك الفروع.

بشكل مشابه لمقسّم الجهد نجد أن النسبة بين كل تيار من تيارات الفروع وبين التيار الكلي تبقى ثابتة أيضاً وذلك على الرغم من زيادة قيمة جهد المنبع بأربع مرات، أي:

$$\frac{I_{R1}}{I_{total}} = \frac{6mA}{11mA} = \frac{24mA}{44mA} = 0.54545$$

$$\frac{I_{R2}}{I_{total}} = \frac{2mA}{11mA} = \frac{8mA}{44mA} = 0.18182$$

$$\frac{I_{R3}}{I_{total}} = \frac{3mA}{11mA} = \frac{12mA}{44mA} = 0.27273$$

لهذا السبب غالباً ما تُسمّى الدارات التفرعية بدارات مقسّم (مجزّئ) التيار، وذلك لإمكانية تقسيم أو تجزئة التيار الكلي وفق نسبة ثابتة. ووفقاً لذلك يمكن التعبير عما سبق من خلال المعادلات الآتية:



$$I_n = \frac{V_n}{R_n}$$

التيار المار عبر كل مقاومة:

$$V_{total} = V_n = I_{total} \cdot R_{total}$$

جهد الدارة التفرعية:

نعوض قيمة الجهد من العلاقة الأخيرة في العلاقة السابقة لها:

$$I_n = \frac{I_{total} \cdot R_{total}}{R_n} \longrightarrow I_n = I_{total} \cdot \frac{R_{total}}{R_n}$$

تسمى هذه العلاقة بعلاقة مقسّم أو مجزئ التيار، وهي تعبر عن أن النسبة بين المقاومة المكافئة وأي مقاومة من مقاومات الدارة التفرعية تساوي النسبة بين تيار هذه المقاومة والتيار الكلي للدارة. ويمكن باستخدامها تحديد تيارات فروع الدارة التفرعية وذلك عندما تكون قيمة التيار الكلي معلومة.

باستخدام العلاقة الأخيرة يمكننا إعادة تحليل الدارة وحساب تيارات الفروع مباشرة وذلك بمعرفة التيار الكلي والمقاومة المكافئة، كما يأتي:

$$I_n = I_{total} \cdot \frac{R_{total}}{R_n}$$

$$I_{R1} = 11 \times \frac{0.545}{1} = 6 \text{ [mA]}$$

$$I_{R2} = 11 \times \frac{0.545}{3} = 2 \text{ [mA]}$$

$$I_{R3} = 11 \times \frac{0.545}{2} = 3 \text{ [mA]}$$

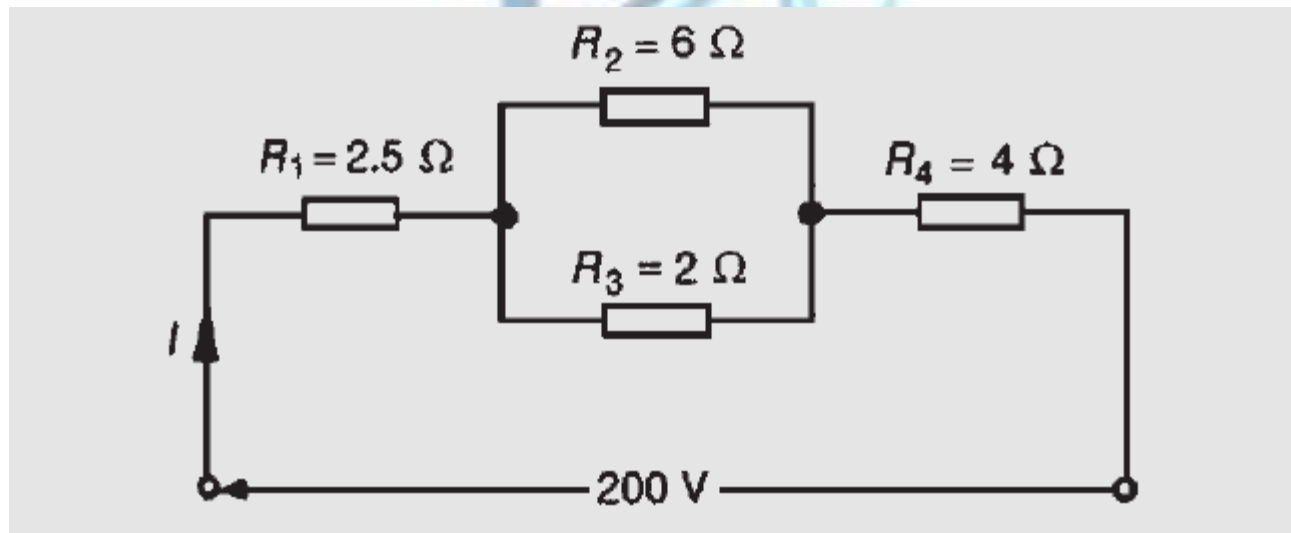
بمقارنة علاقتي مجزّي الجهد ومجزّي التيار نجد أنهما متماثلتان، مع ملاحظة أن علاقة مقسّم الجهد تتضمّن نسبة المقاومة الفرعية إلى المقاومة المكافئة، بينما علاقة مقسّم التيار تتضمّن نسبة المقاومة المكافئة إلى المقاومة الفرعية.

Current divider formula  $I_n = I_{total} \cdot \frac{R_{total}}{R_n}$  ,  $\frac{R_{total}}{R_n} < 1$

Voltage divider formula  $V_n = V_{total} \cdot \frac{R_n}{R_{total}}$  ,  $\frac{R_n}{R_{total}} < 1$

من الجدير بالذكر أن نسب المقاومات في كلتي العلاقتين أصغر من الواحد، وذلك بسبب خصائص الوصل التفرعي والتسلسلي؛ إذ إن المقاومة المكافئة في حالة الوصل التسلسلي للمقاومات (مجزّي الجهد) تكون أكبر من أي منها، بينما في الوصل التفرعي للمقاومات (مجزّي التيار) تكون المقاومة المكافئة أصغر من أي منها. الأمر الذي يعطي مؤشراً لعدم ارتكاب خطأ في أثناء الحساب، فإذا وقع الخطأ، وكُتبت النسبة مقلوبة فإنها ستكون أكبر من الواحد، وعندها يجب تدارك ذلك.

For the series-parallel arrangement shown in Fig. find  
(a) the supply current,  
(b) the current flowing through each resistor and  
(c) the p.d. across each resistor.



- (a) The equivalent resistance  $R_x$  of  $R_2$  and  $R_3$  in parallel is:

$$R_x = \frac{6 \times 2}{6 + 2} = 1.5 \Omega$$

The equivalent resistance  $R_T$  of  $R_1$ ,  $R_x$  and  $R_4$  in series is:

$$R_T = 2.5 + 1.5 + 4 = 8 \Omega$$

Supply current

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{200}{8} = \mathbf{25 \text{ A}}$$

- (b) The current flowing through  $R_1$  and  $R_4$  is 25 A. The current flowing through  $R_2$

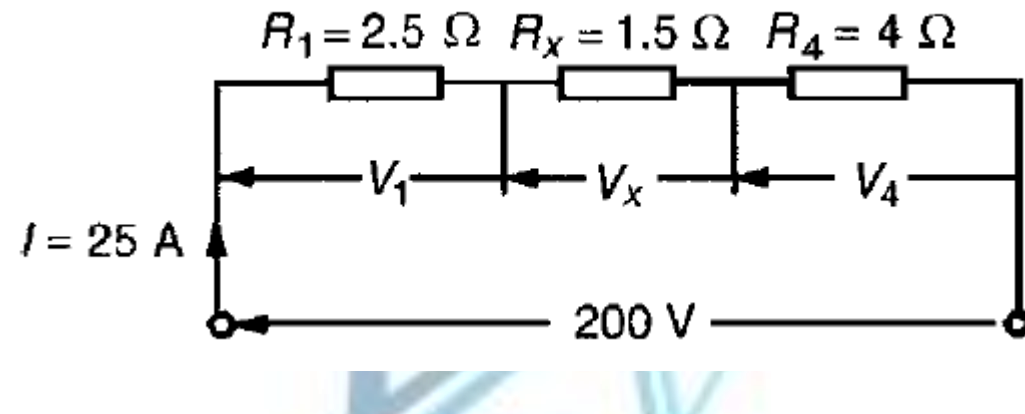
$$\begin{aligned} &= \left( \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right) I = \left( \frac{2}{6 + 2} \right) 25 \\ &= \mathbf{6.25 \text{ A}} \end{aligned}$$

The current flowing through  $R_3$

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{R_2}{R_2 + R_3} \right) I \\ &= \left( \frac{6}{6 + 2} \right) 25 = \mathbf{18.75 \text{ A}} \end{aligned}$$

(Note that the currents flowing through  $R_2$  and  $R_3$  must add up to the total current flowing into the parallel arrangement, i.e. 25 A)

(c) The equivalent circuit is shown in Fig. :



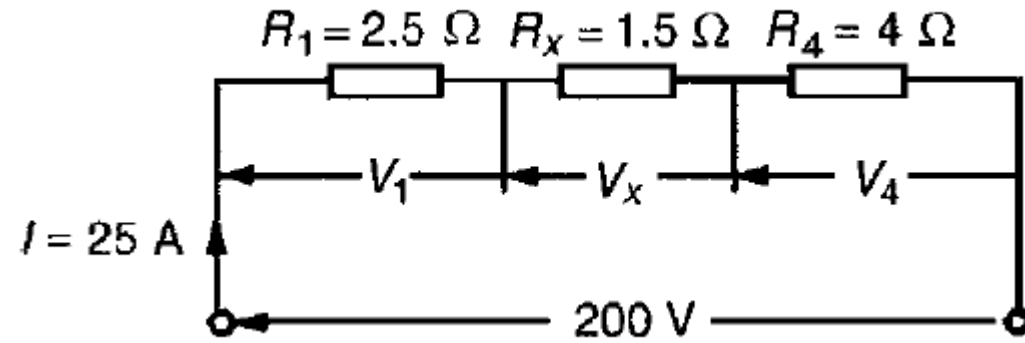
p.d. across  $R_1$ , i.e.

$$V_1 = IR_1 = (25)(2.5) = \mathbf{62.5 \text{ V}}$$

p.d. across  $R_x$ , i.e.

$$V_x = IR_x = (25)(1.5) = \mathbf{37.5 \text{ V}}$$

(c) The equivalent circuit is shown in Fig. :



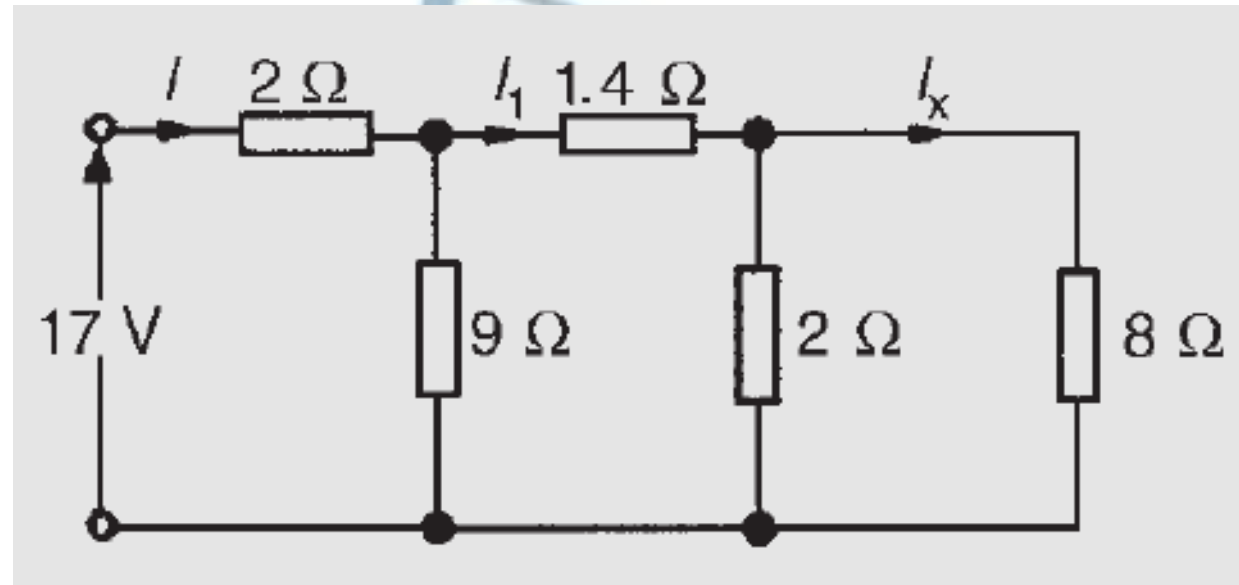
$$V_4 = IR_4 = (25)(4) = \mathbf{100 \text{ V}}$$

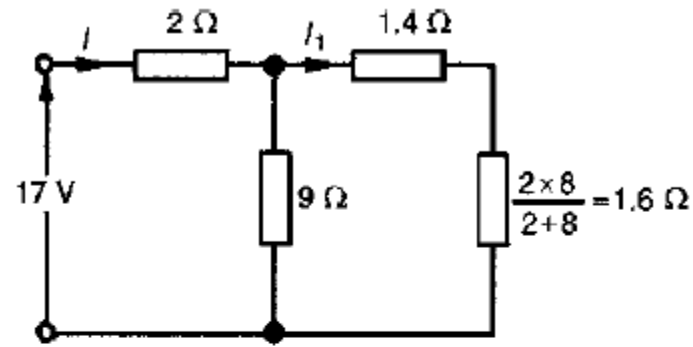
Hence the p.d. across  $R_2$

$$= \text{p.d. across } R_3 = \mathbf{37.5 \text{ V}}$$

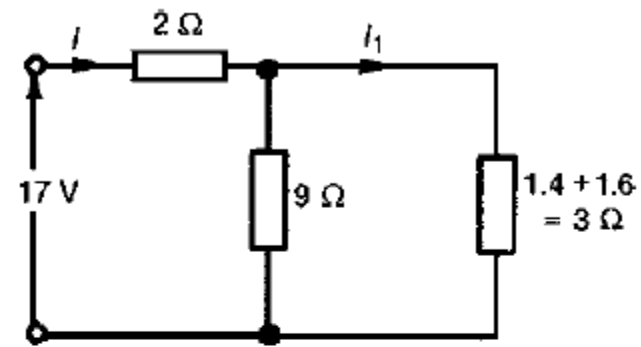


For the arrangement shown in Fig., find the current  $I_x$ .

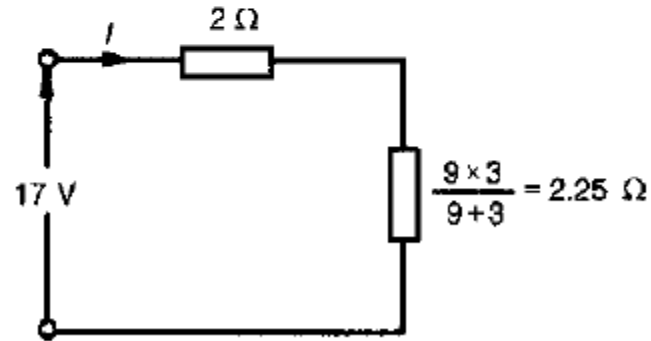




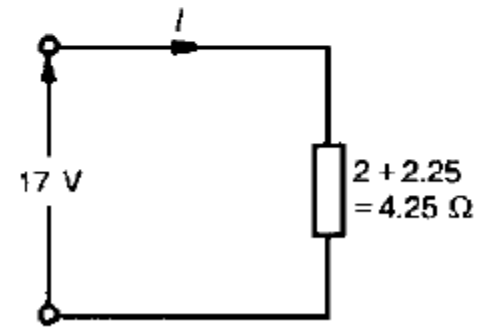
(a)



(b)



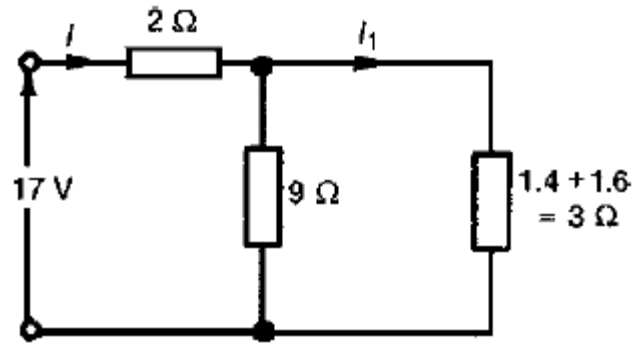
(c)



(d)

$$R_{eq} = \{[(2 // 8) + 1.4] // 9\} + 2 = 4.25 \text{ } [\Omega]$$

$$I = \frac{17}{4.25} = 4 \text{ A}$$



$$I_1 = \left( \frac{9}{9 + 3} \right) (I) = \left( \frac{9}{12} \right) (4) = 3 \text{ A}$$

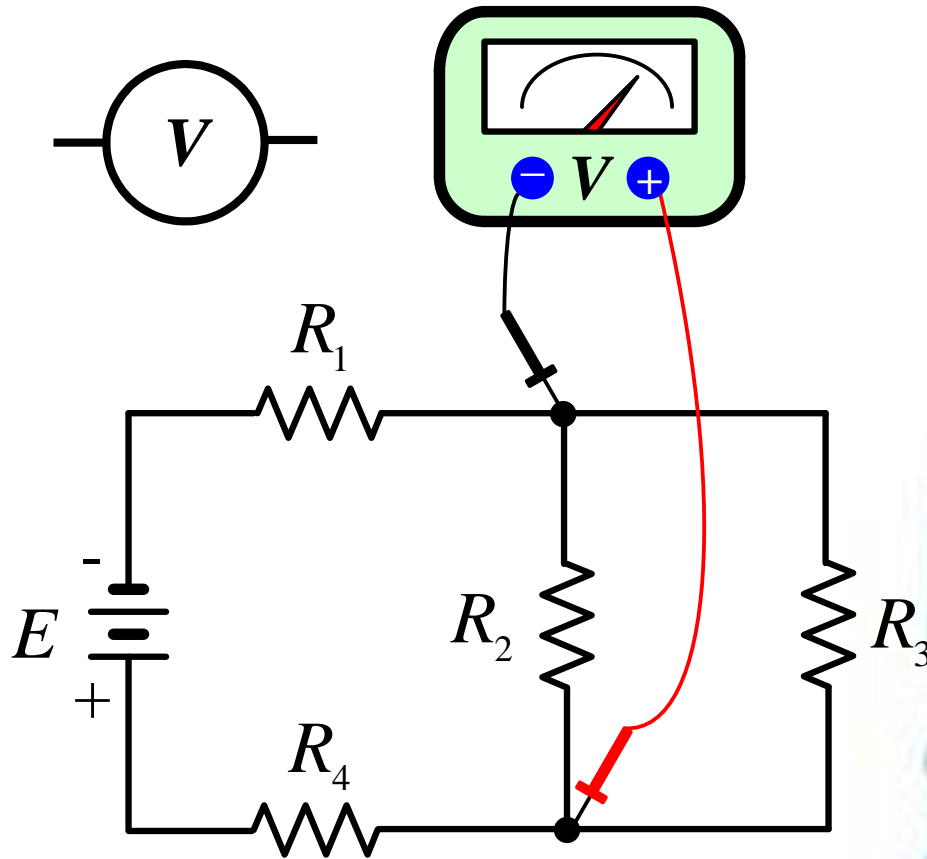
$$I_x = \left( \frac{2}{2 + 8} \right) (I_1) = \left( \frac{2}{10} \right) (3) = \mathbf{0.6 \text{ A}}$$

# أجهزة القياس وطرق وصلها في الدارة الكهربائية:

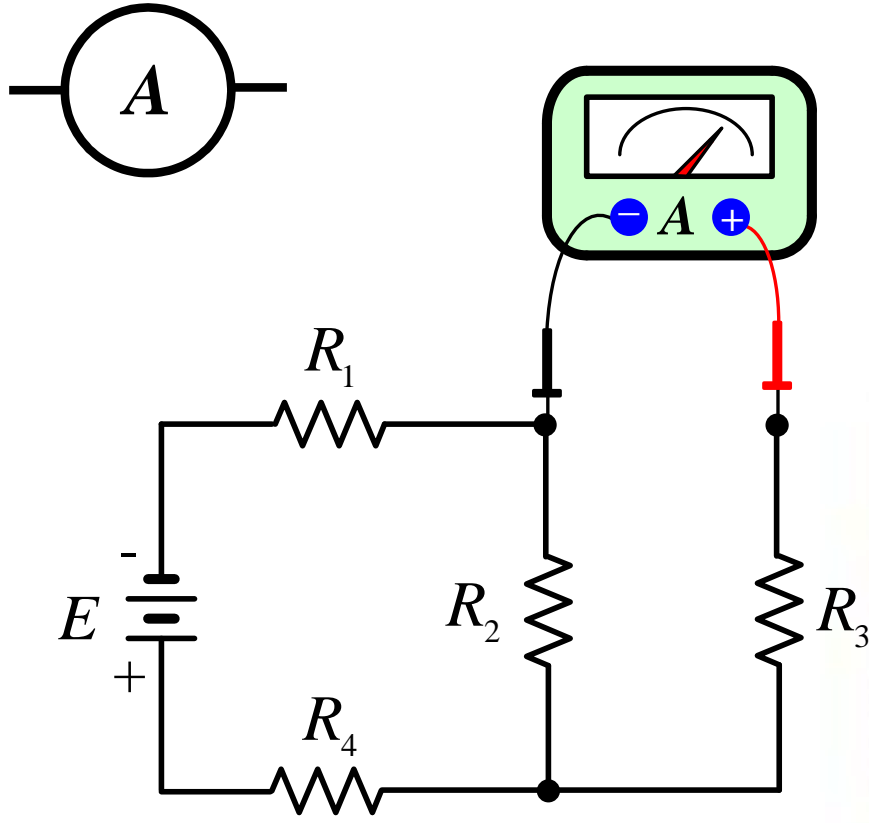
## مقياس الجهد (Voltmeter):

يُستخدم هذا المقياس لقياس فرق الجهد بين نقطتين من دارة، حيث يوصل على التفرع مع العنصر المراد معرفة فرق الجهد بين طرفيه، ويُمثل في الدارات الكهربائية بشكل دائرة يُكتب بداخلها حرف (V)، كما هو مبين بالشكل.

- يقيس مقياس الجهد في دارة الشكل فرق الجهد على طرفي المقاومة  $R_2$  أو  $R_3$  لأن المقاومتان المذكورتان موصولتان تفرعياً.



طريقة قياس الجهد  
المطبق على طرفي مقاومة.

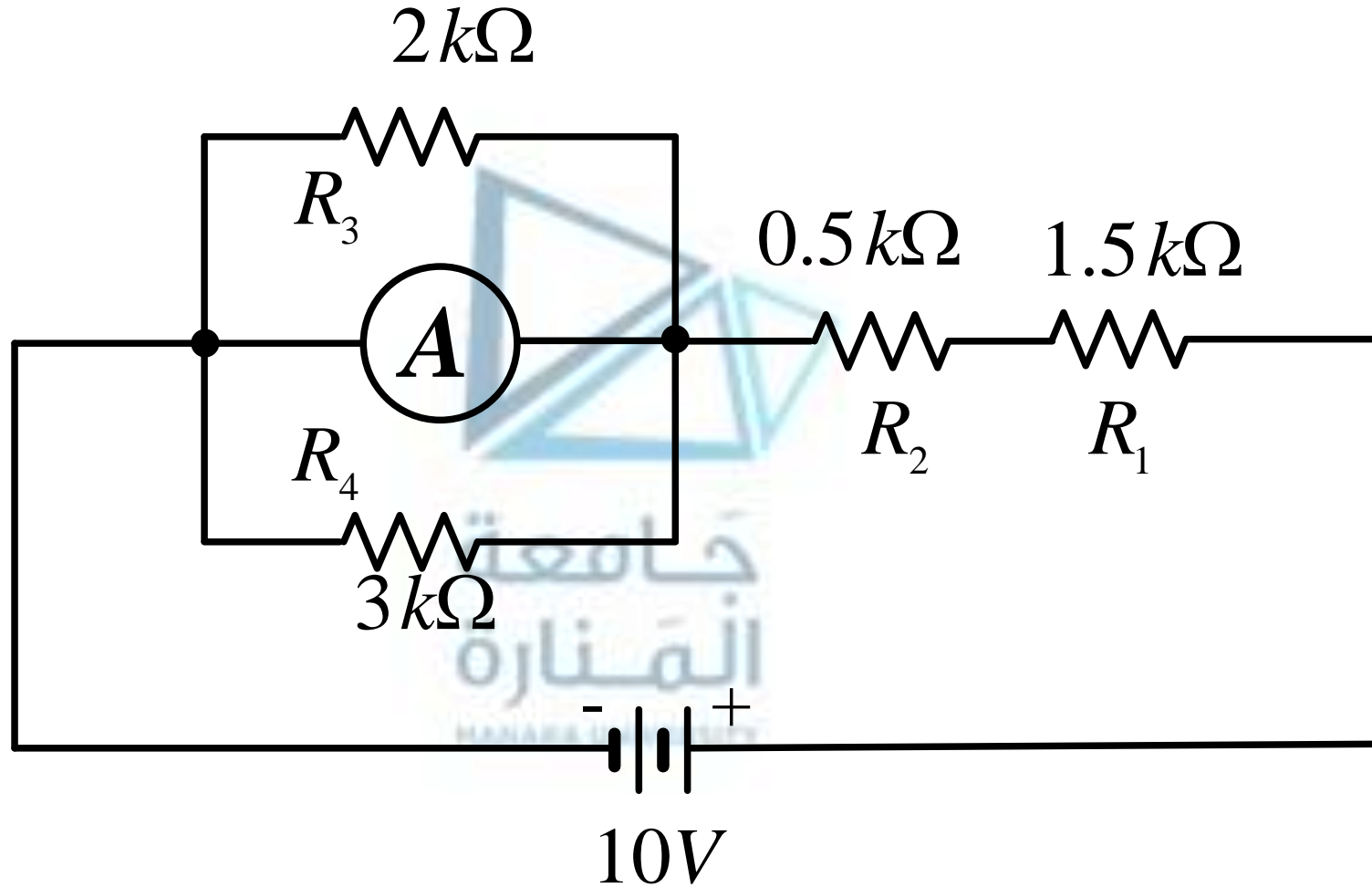


طريقة قياس  
التيار المار عبر مقاومة.

## مقياس التيار (Ammeter):

يُستخدم هذا المقياس لقياس التيار المار في أحد عناصر الدارة، حيث يوصل على التسلسل مع العنصر المراد قياس التيار الساري فيه، ويُمثّل في الدارات الكهربائية بشكل دائرة يُكتب بداخلها حرف (A)، كما هو مبين في الشكل.

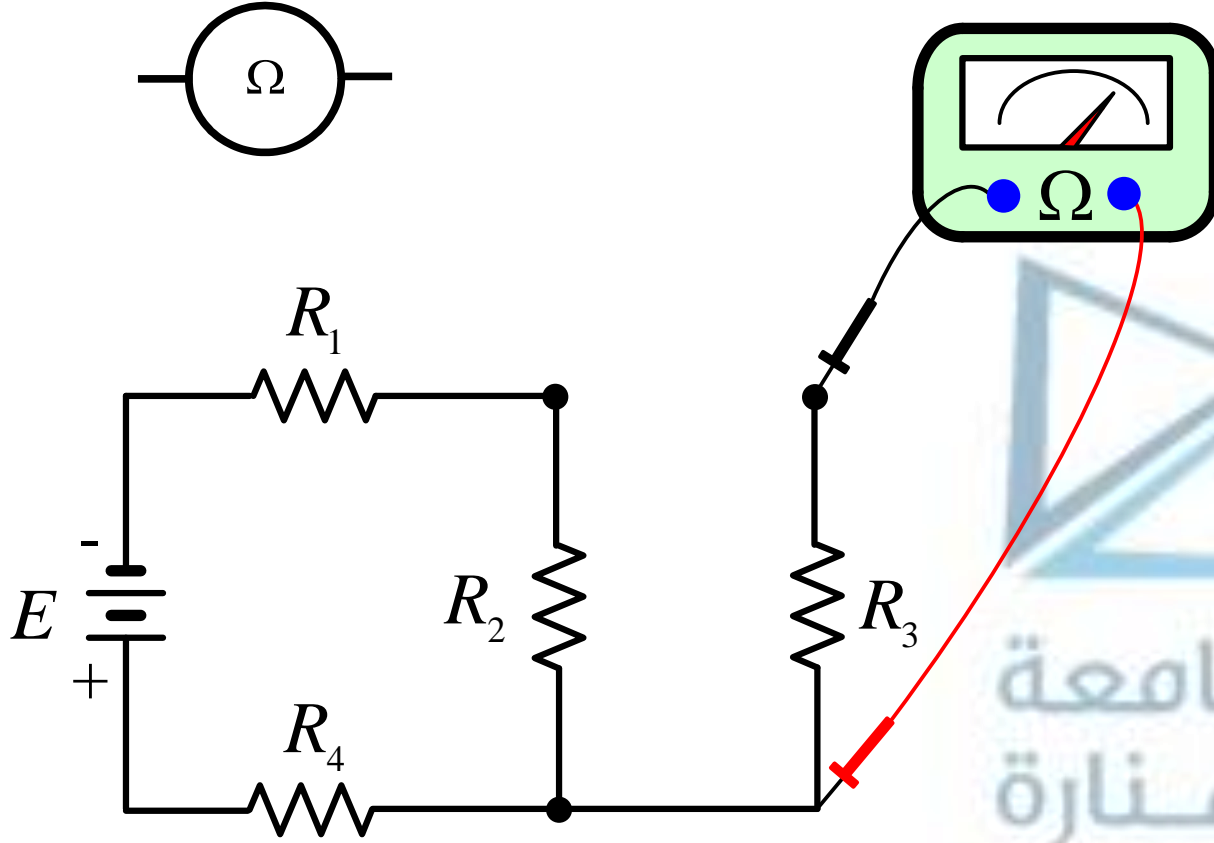
هل يجوز وصل مقياس التيار كما في الدارة؟ هل ستظهر قراءة للتيار؟



ما هي قراءة مقياس التيار؟ وما هي قيمة الجهد على طرفي المقاومة  $R_1$ .

## مقياس المقاومة (Ohmmeter):

يعتمد هذا المقياس في عمله على وجود منبع تغذية داخلي (بطارية)، يسبب سريان تيار في المقاومة المقاسة. لذلك وحتى تكون القراءة صحيحة لا بد من فصل هذه المقاومة عن منبع التغذية الرئيس في الدارة، ونصلها فقط إلى المقياس. يتم تمثيل مقياس المقاومة (Ohmmeter) في الدارات الكهربائية بشكل دائرة، يُكتب بداخلها الرمز ( $\Omega$ )، كما هو موضح في الشكل، الذي يبين كيفية قياس قيمة المقاومة  $R_3$ .



طريقة قياس قيمة المقاومة.

## نقطة تأريض الدارة

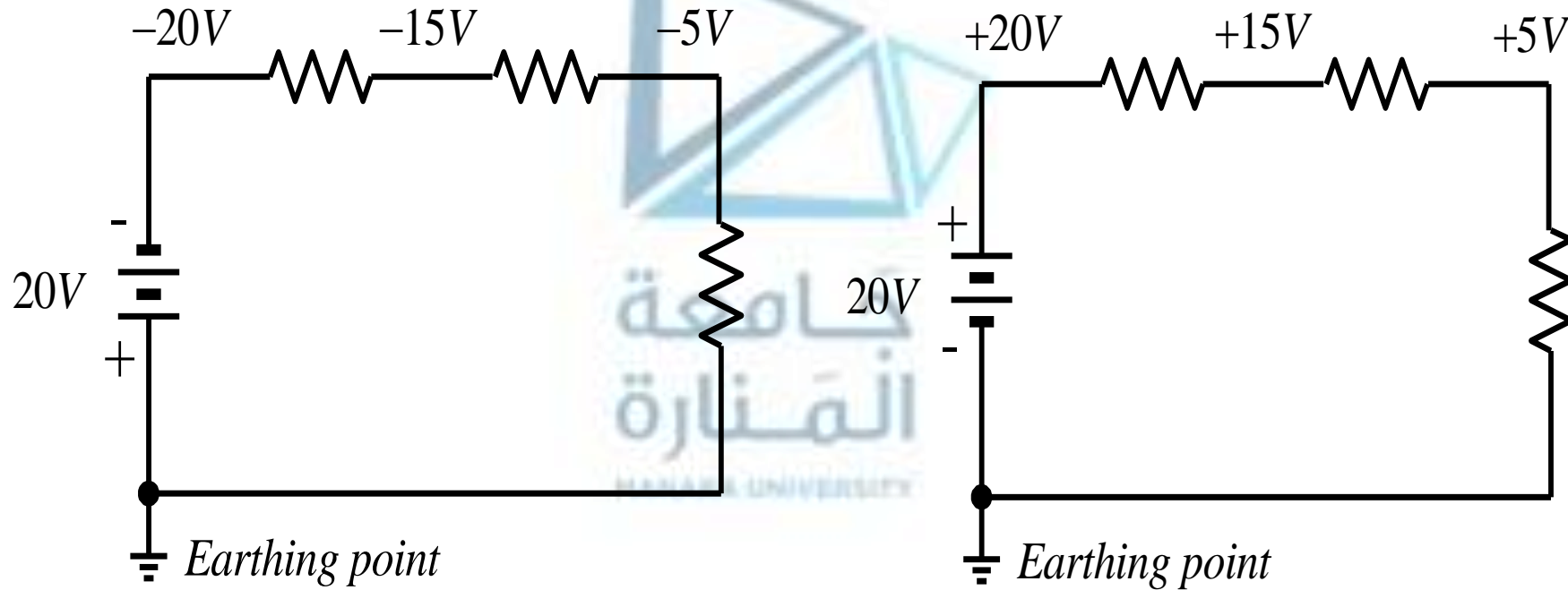
### :Earthing point Circuit

يُستخدم مفهوم التأريض للدلالة على عملية الوصل مع الأرض. فكما وجدنا سابقاً أن الجهد هو كمية نسبية نعبر عنه بمفهوم فرق الجهد. فعندما نتحدث عن الجهد في نقطة ما فإن ذلك يعني قياس أو حساب الجهد في هذه النقطة بالنسبة لنقطة مرجعية ما في الدارة.

عندما تُعطى قيمة الجهد لنقطة من الدارة، وليكن  $5V$ ، فإن هذا يعني أن جهد النقطة هو أكبر من جهد النقطة المرجعية للدارة بمقدار  $5V$ .



تُعد النقطة المرجعية في الدارة، النقطة من الدارة الموصولة مع الأرض (المؤرضة) حيث يكون جهد هذه النقطة مساوٍ للصفر. نلاحظ من الشكل التالي (a) دارة كهربائية وصل فيها القطب السالب لمنبع التغذية إلى نقطة التأريض، عندها تكون الجهود في الدارة موجبة بالنسبة للأرض. أما إذا وصل القطب الموجب لمنبع التغذية إلى الأرض، (الشكل التالي b)، فستكون الجهود في الدارة سالبة القيمة.

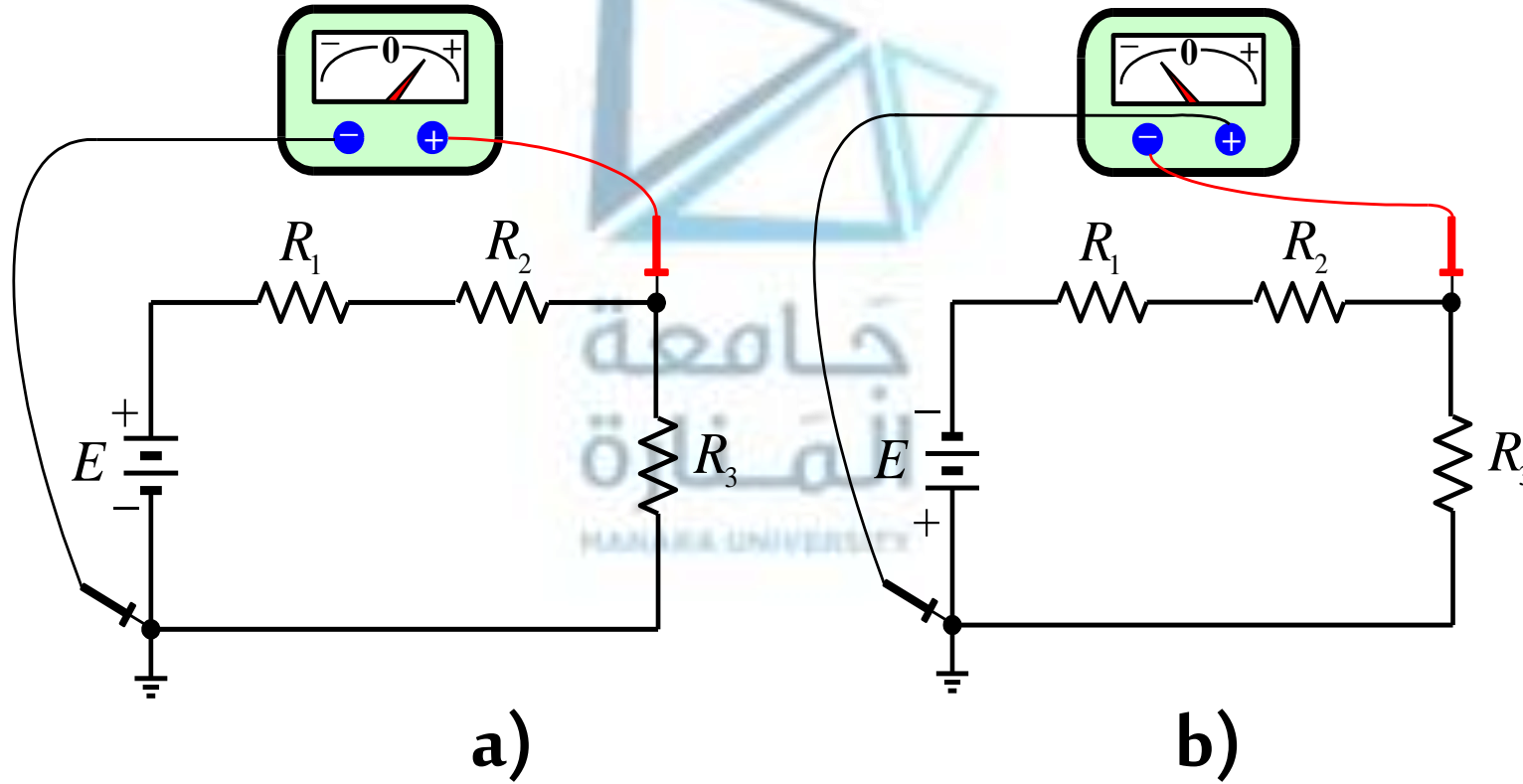


b)

a)

دور النقطة المرجعية في تحديد قطبية الجهد.

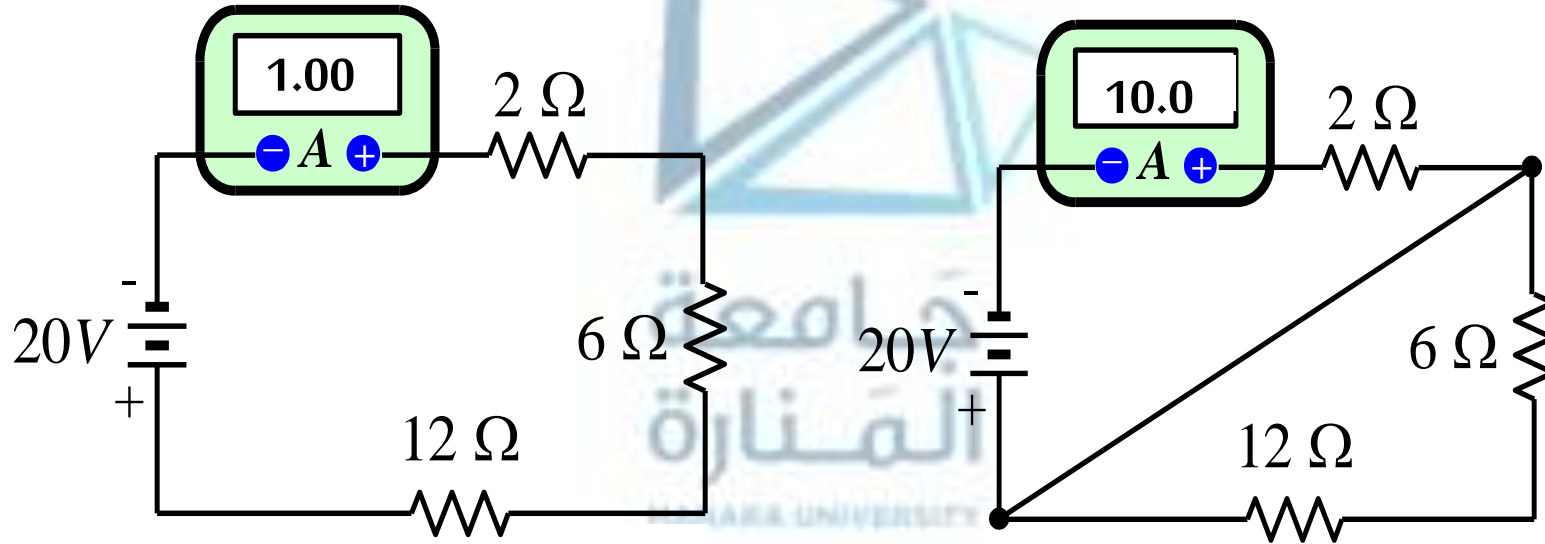
وفقاً لما سبق فإن عملية قياس الجهد في الدارة تتم عادةً بوصل مقياس الجهد (Voltmeter) بحيث يكون قطبه السالب موصولاً إلى نقطة التأريض، بينما يوصل القطب الموجب بالنقطة المراد معرفة جهدها، (الشكل a). أما إذا تم وصل القطب الموجب لمصدر التغذية ولمقياس الجهد إلى نقطة التأريض، ووصل القطب السالب إلى النقطة المراد قياس جهدها، (الشكل b) فسيقرأ المقياس الجهد السالب للنقطة بالنسبة للأرض.



تأثير طريقة وصل مقياس الجهد في قراءة قطبية هذا الجهد.

## دائرة القصر Short Circuit:

تعرف دائرة القصر في الدارة الكهربائية بأنها الحالة التي تحدث عند وصل نقطتين من هذه الدارة لهما جهدين مختلفين بوساطة سلك ناقل مهمل المقاومة (مقاومة صغيرة جداً). ويؤدي القصر في الدارة إلى زيادة التيار نتيجة انخفاض قيمة المقاومة. ويبيّن الشكل التالي دائرة كهربائية في حالة العمل الطبيعي (a)، وفي حالة القصر (b) حيث تتضح زيادة التيار في حالة القصر عنه في حالة العمل الطبيعي بمقدار عشرة أضعاف نتيجة انخفاض مقاومة الدارة بمقدار  $18 \Omega$  نتيجة دائرة القصر.



$$R_{total} = 20 \Omega \Rightarrow I = \frac{20V}{20\Omega} = 1A$$

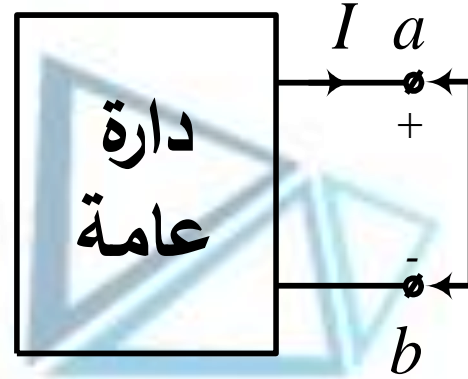
a)

$$R_{total} = 2 \Omega \Rightarrow I = \frac{20V}{2\Omega} = 10A$$

b)

التغيرات التي تطرأ على الدارة عند حدوث قصر.

فإذا كانت لدينا دائرة عامة كما في الشكل التالي وقمنا بإحداثا قصرين قطبيها a و b .

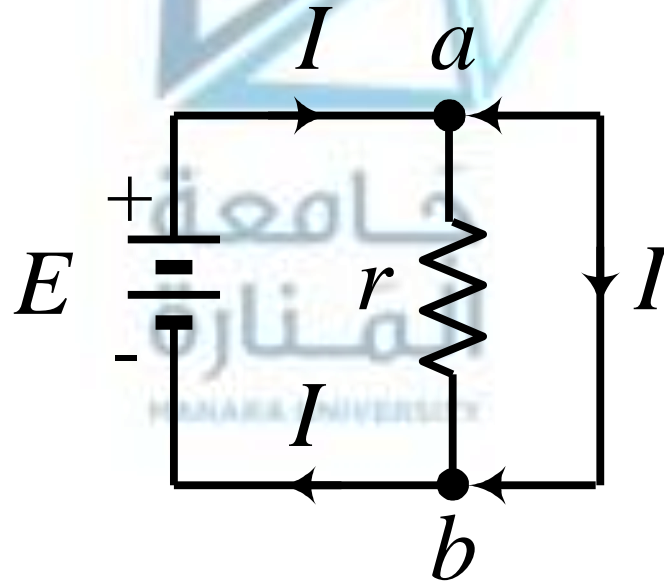


تمثيل القصر.

في هذه الحالة يكون كمون النقطة a مساوٍ لكمون b، وبالتالي:

$$V_{ab} = I \cdot R \approx 0 \quad \Rightarrow \quad V_a = V_b$$

فإذا كانت لدينا الدارة المبينة بالشكل التالي، فإن التيار لن يمر عبر المقاومة  $r$ ، بل عبر السلك المسبب للقصر بين النقطتين  $a$  و  $b$ ، لأن مقاومته أصغر (تساوي الصفر تقريباً). وبالتالي فإن التيار الصادر من المنبع سيعود إليه بالقيمة نفسها.

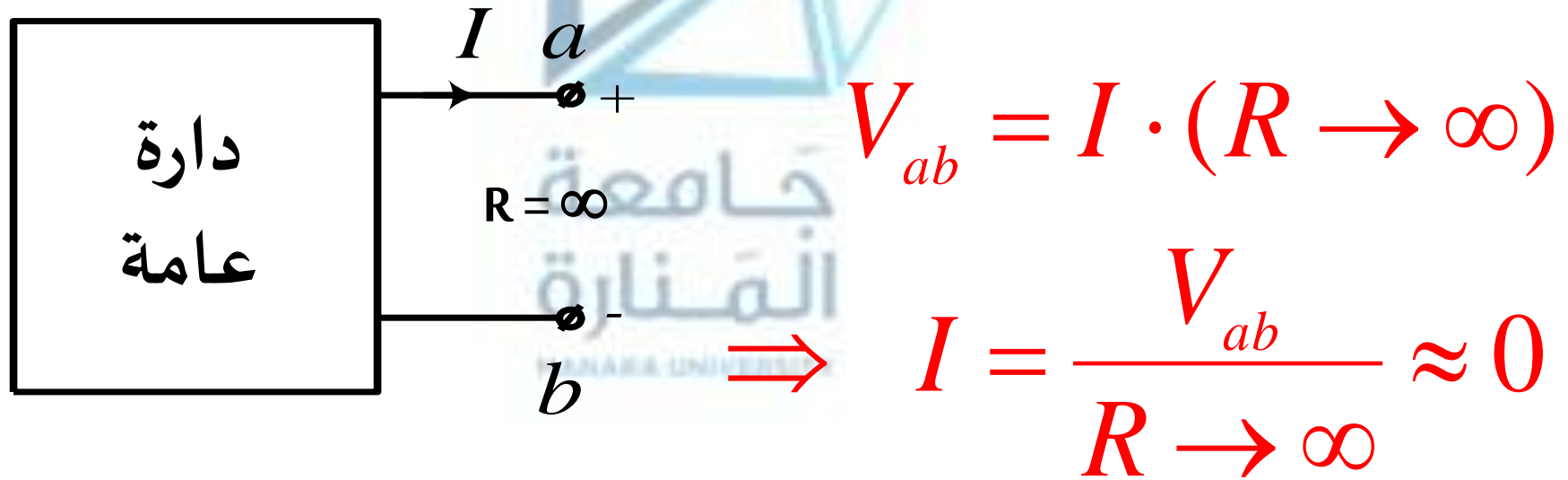


دارة توضيح القصر.

## قطع الدارة (الدارة المفتوحة) :Open Circuit:

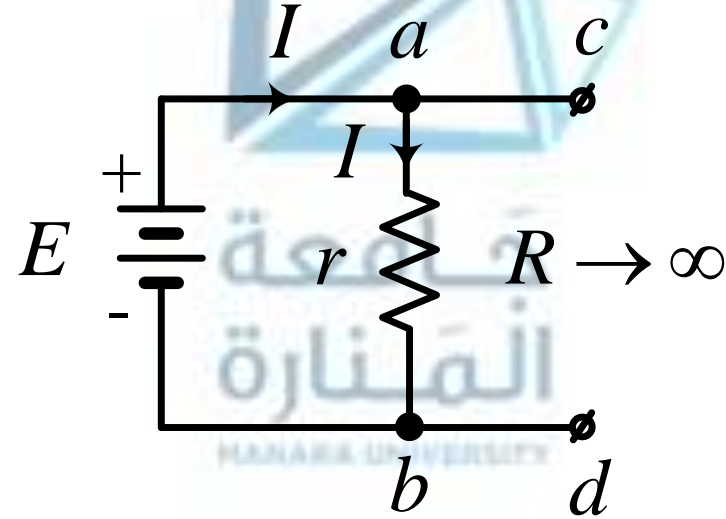
يُقصد بقطع الدارة خروج أحد عناصرها من العمل نتيجة عطل ما، فإذا كانت الدارة تسلسلية فسيؤدي ذلك حتماً إلى وقف سريان التيار فيها. وغالباً ما نلجأ في هذه الحالة إلى قياس فرق الجهد على طرفي كل عنصر من عناصر الدارة لمعرفة العنصر المسبب للعطل. ومن الأفضل أن يتم اختبار العناصر بقياس جهدها من أحد طرفي الدارة.

تُمثّل حالة عطل أحد عناصر الدارة بالقول بأنها دارة مفتوحة، كما هو مبين بالشكل التالي لدارة عامة. في هذه الحالة تكون قيمة المقاومة بين النقطتين a و b كبيرة جداً (لا نهائية) مما يمنع سريان التيار من a إلى b، أي:



تمثيل قطع الدارة.

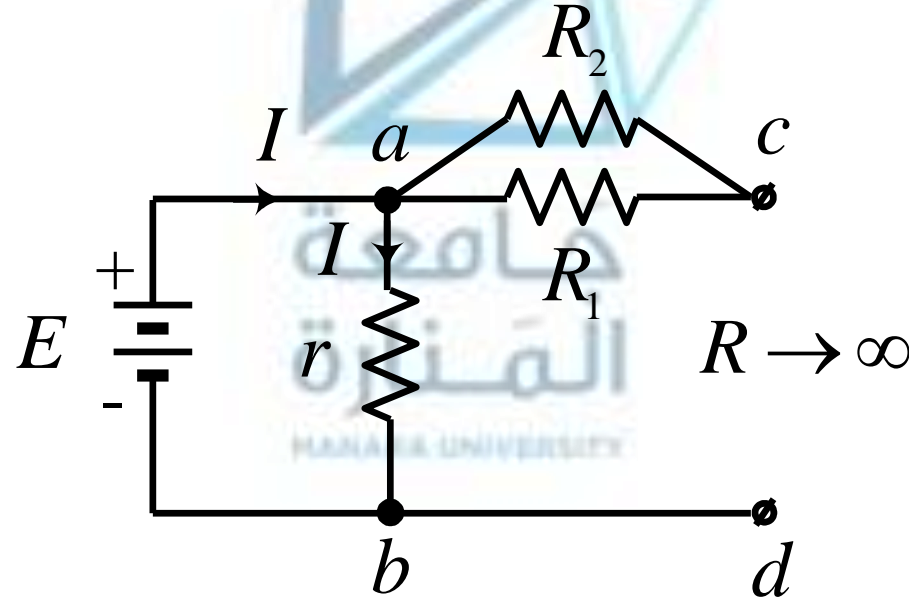
فإذا كانت لدينا الدارة المبينة بالشكل التالي، فإن التيار لن يمر من النقطة  $c$  إلى  $d$  لكون المقاومة بينهما لا نهائية (الدارة مفتوحة). ولكن يمكن أن يكون هناك فرق جهد بينهما على أقطاب  $a$  و  $b$  أو  $c$  و  $d$ .



دارة توضّح قطع الدارة (الدارة المفتوحة).



ملاحظة: بما أن المقاومة تمثل عنصراً خاملاً (غير فعال)، فإن وجود أية مقاومة بين النقطتين  $a$  و  $c$  (أو عدة مقاومات موصولة تفرعياً)، كما هو مبين بالشكل التالي لا يؤثر في النتيجة السابقة، ولن يسري أي تيار من  $a$  إلى  $c$ .



دائرة توضّح عدم سريان التيار بوجود عناصر بين  $a$  و  $c$ .

