

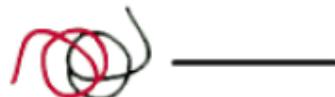
تركيب الدائرة الكهربائية البسيطة : -

يتكون أي نظام كهربائي من:

- 1 - مصدر للجهد لتوليد الطاقة الكهربائية



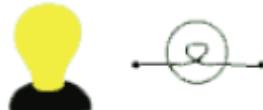
- 2 - أسلال توصيل تستخدم حكمـرات لـتـيار الكـهـربـائـي



- 3 - مفتاح للتحكم في وصل أو قطع مرور التيار الكهربائي

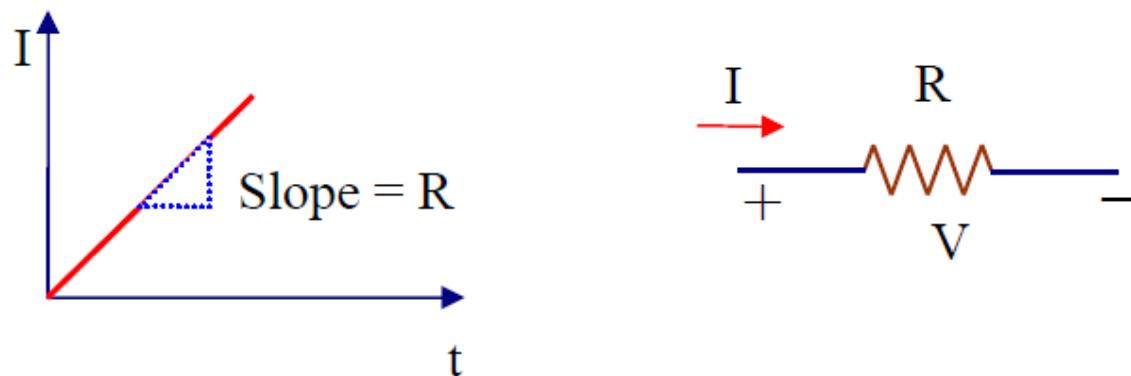


- 4 - حـمل كـهـربـائـي (لمـبة أو أي جـهاـز يـعـمـل بـالـكـهـربـاءـ)



جميع النظم الطبيعية تخضع لقانون الطبيعة Fundamental Law واستجابة النظام للقوة التي يتعرض لها تتناسب مباشرة، كما أن القوة التي تؤثر على النظام تلقى مقاومة معاكسة لها. فعلى سبيل المثال فإن معدل تدفق الماء في نظام ما يعتمد على الضغط ويتناوب عكسيًا مع مقاومة الأنابيب نتيجة سريان الماء فيها، أما إذا تغير تدفق الماء وتحول إلى أنابيب ذات قطر صغير فإنه يلقى مقاومة أكبر. لذلك فإنه في مجال الدوائر الكهربائية تكون جميع العناصر الإلكترونية المكونة لها خاضعة للعلاقات الأساسية أي تدفق سريان الماء وكذلك الضغط والإعاقه له.

وقد تم دراسة هذه العلاقات في القرن الثامن عشر بواسطة العالم الألماني أوم George Simon Ohm وقد عرفت بقانون أوم Ohm's Law سنة ١٨٢٦. وقد أثبتت أوم من خلال دراسته أن التيار الكهربائي يتتناسب طرديًا مع الجهد المطبق على الدائرة، وأن العلاقة بين التيار والجهد في دائرة كهربائية هي علاقة خطية، كذلك فإن التيار يتتناسب تناوبًا عكسيًا مع قيمة المقاومة الكلية للدائرة، كما بالشكل التالي:



و ينص قانون أوم على أن التيار المار في المقاومة يتاسب مباشرة مع الجهد المطبق على المقاومة، ويتناسب عكسيًا مع قيمة المقاومة.

١ - ٤ - ١ صورة قانون أوم للتيار Current Formula

تمثل علاقة التيار ببساطة كما استنتجها أوم بالصورة الرياضية التالية

$$I = \frac{E}{R_T}, \quad I = \frac{V}{R} \quad (٨ - ١)$$

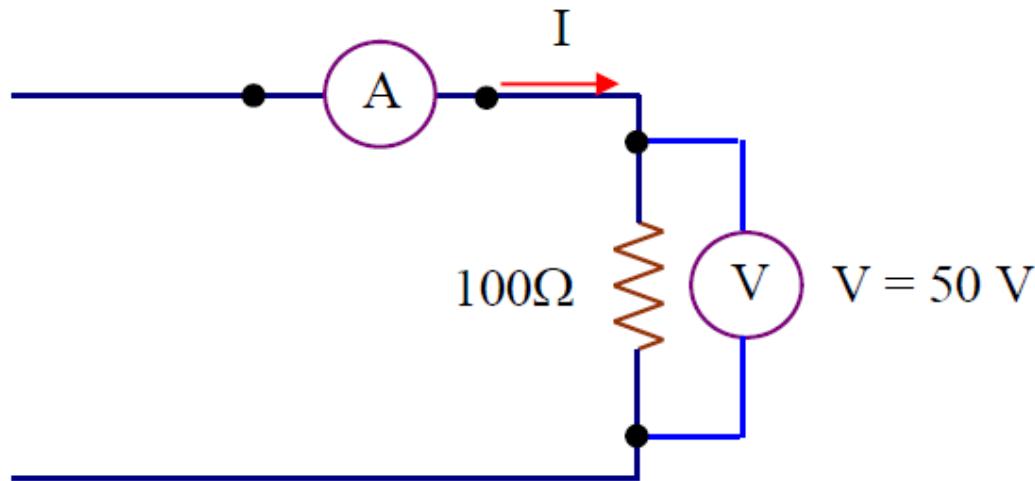
حيث إن: I يمثل التيار و يقاس بالأمبير A.

E يشير إلى مصدر الجهد Voltage Source و يقاس بالفولت V.

V يشير إلى هبوط الجهد على المقاومة Voltage Drop ، و يقاس بالفولت V.

مثال (١ - ٢)

عند قياس قيمة هبوط الجهد على مقاومة قيمتها 100Ω ، وجد أن قيمة الجهد تساوي $50V$ ، ما هي قيمة التيار المار في المقاومة؟



الحل

بتطبيق صورة التيار السابقة نجد أن:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{50}{100} = 0.5A$$

Resistance Formula صورة قانون أوم للمقاومة

يستخدم قانون أوم لإيجاد قيمة المقاومة وذلك باستخدام كل من الجهد والتيار. والصورة العامة لإيجاد المقاومة هي:

$$R = \frac{V}{I}, \quad R \quad \text{حيث:}$$

R_T : تمثل قيمة المقاومة الكلية للدائرة، وتقاس بالأوم Ω .

I : يمثل التيار ويقاس بالأمبير A.

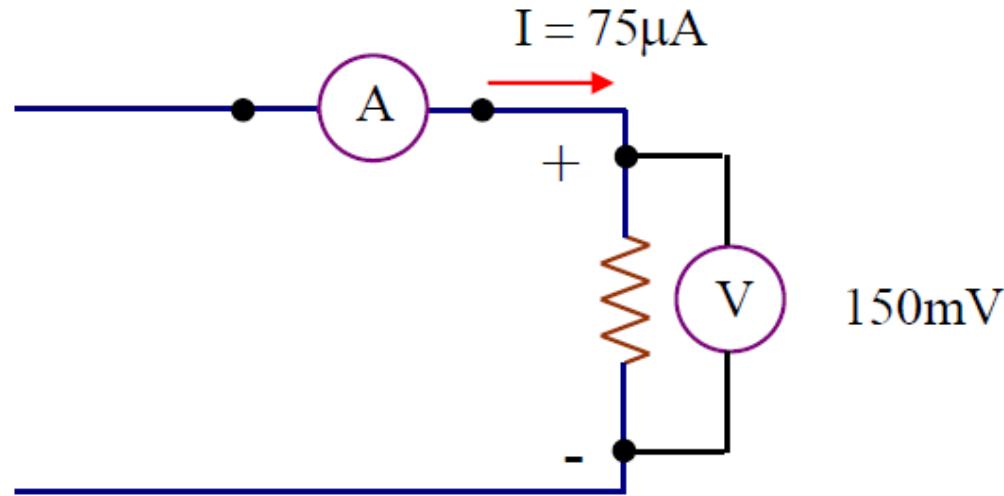
I_T : تمثل التيار الكلي الناتج من مصدر التغذية.

E : يشير إلى مصدر الجهد ويقاس بالفولت V.

V : يشير إلى هبوط الجهد على المقاومة ويقاس بالفولت V.

مثال رقم (١ - ٣)

قيمة هبوط الجهد على مقاومة = 150mV ، عند قياس التيار وجد أن قيمته = 75μA ، ما هي قيمة المقاومة؟



الحل

بتطبيق صورة المقاومة نجد أن:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{150 * 10^{-3}}{75 * 10^{-6}} = 2 * 10^3 \Omega = 2K\Omega$$

مثال (٤ - ١)

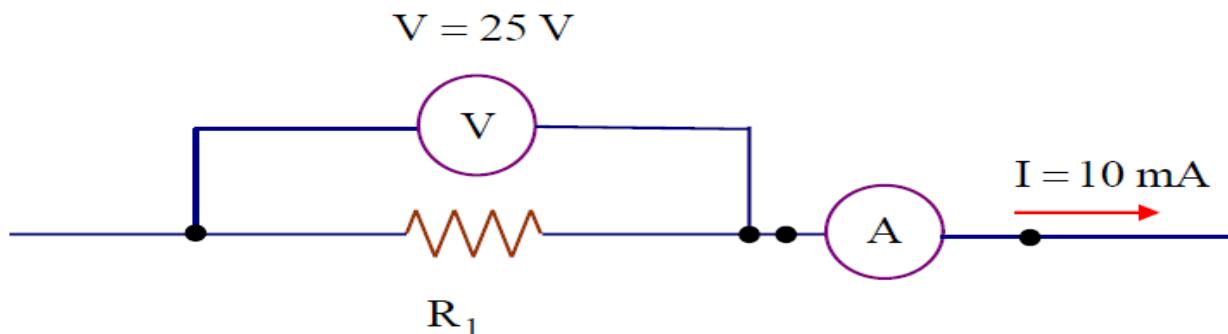
قيمة التيار الناتج من مصدر جهد في دائرة تساوي 0.5 mA وقيمة الجهد من المصدر تساوي $30V$.
احسب المقاومة الكلية للدائرة.

الحل

بتطبيق صورة المقاومة نجد أن:

$$R_T = \frac{E}{I_T} = \frac{30}{0.5 * 10^{-3}} = 60 * 10^3 \Omega = 60 \text{ k}\Omega$$

في الشكل التالي حيث إن التيار ثابت القيمة في المقاومة R_1 وقيمتها 10mA ، وعند قياس الجهد عبر المقاومة وجد أن قيمته 25V ، احسب قيمة المقاومة؟



الحل

$$R_1 = \frac{V}{I} = \frac{25}{10 * 10^{-3}} = 2.5 * 10^3 \Omega = 2.5 \text{ k}\Omega$$

١ - ٤ - ٣ صورة قانون أوم للجهد Voltage Formula

يمكن استخدام قانون أوم لإيجاد الجهد عندما تكون قيمة كل من التيار والمقاومة معلومة. وكل صورة من صور أوم يمكن تطبيقها في جزء من الدائرة وأيضاً لدائرة كاملة.

١ - ٤ - ٣ - ١ هبوط الجهد Voltage Drop

يمثل هبوط الجهد نتيجة وجود المقاومات في الدائرة الكهربائية، وعند مرور التيار في هذه المقاومات يحدث هبوط الجهد (حاصل ضرب قيمة التيار في قيمة المقاومة) أما في حالة وجود عدد من المقاومات يكون هبوط الجهد الكلي عبارة عن مجموع هبوط الجهد على جميع المقاومات الموجودة، وسوف نوضح في الوحدات القادمة أن مجموع هبوط الجهد في الدائرة الكهربائية يساوي قيمة جهد المصدر.

$$V = I \cdot R$$

١ - ٤ - ٣ - ٢ مصدر الجهد Voltage Source

يمكن حساب قيمة مصدر الجهد وذلك عن طريق حاصل ضرب قيمة التيار الكلي في الدائرة والمقاومة الكلية R_T ، أي أن

$$E = I_T \cdot R_T$$

مثال رقم (١ - ٦)

ما هي قيمة جهد المصدر في دائرة كهربائية، إذا كانت مقاومة الحمل تساوي 500Ω والتيار الناتج من المصدر $0.1A$

الحل

$$E = I_T \cdot R_T = 0.1 * 500 = 50 V$$

مثال رقم (١ - ٧)

ما هي قيمة جهد المصدر في دائرة كهربائية، قيمة المقاومة $27K\Omega$ والتيار المار فيها $3mA$

الحل

$$E = I_T \cdot R_T = 3 * 10^{-3} * 27 * 10^3 = 81 V$$

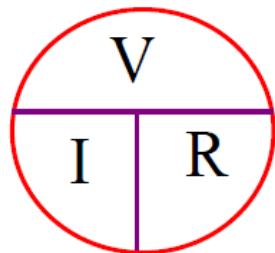
احسب قيمة هبوط الجهد على مقاومة قيمتها $28\text{ k}\Omega$ ، إذا كان التيار المار قيمته 0.8 mA

الحل

$$V = I \cdot R = 0.8 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^3 = 22.4 \text{ V}$$

ملاحظة : Note

تذكر أن جميع صور قانون أوم كما لاحظنا تعتبر رئيسة والتي سيبنى عليها معرفة بقية الكميات الكهربائية، كما أنها تساعد على تحليل الدوائر الكهربائية، وأنه من المفيد أن توضع الصور الثلاث في شكل هندسي دائري كما في الشكل التالي:



١-٥ القدرة والطاقة في الدوائر الكهربائية Power and Energy in Electrical Circuits

درسنا فيما سبق العلاقة بين التيار والجهد وكذلك المقاومة، وأن قانون أوم أوجد العلاقة بين هذه العناصر الثلاثة في الدائرة الكهربائية. من هنا نجد أن وجود هذه الكميات الكهربائية أو العناصر الثلاثة في دائرة كهربائية ينتج عنها كمية رابعة أخرى أساسية تعرف بالقدرة Power. وسوف ندرس في هذا الفصل أيضاً العلاقة بين القدرة وكل من الجهد والتيار والمقاومة.

١-٥-١ القدرة Power

تعرف القدرة بأنها معدل الشغل المبذول بالنسبة للزمن. ووحدتها الوات Watt، ويرمز لها بالرمز P. ويمكن تعريفها بصورة أخرى بأنها معدل الطاقة المستخدمة بالنسبة للزمن t كما في العلاقة التالية:

$$\text{Power} = \frac{\text{Energy}}{\text{time}}$$

$$P = \frac{E}{t}$$

أي أن:

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الطاقة}}{\text{الزمن}}$$

حيث:

P: هي القدرة Power وتقاس بالوات Watt.

E: هي الطاقة Energy وتقاس بالجول J أو الوات · ثانية Watt · second.

t: تشير إلى الزمن time وتقاس بالثانية second.

Note ملاحظة

يعرف الوات بأنه كمية الشغل المبذول مقداره واحد جول لفترة زمنية ثانية واحدة، أي أن:

يمثل واحد جول Joule لفترة ثانية واحدة، وبالتالي يمكن التعبير عن الوات بالعلاقة التالية:

$$\text{Watt} = \frac{\text{Joule}}{\text{second}}$$

مثال رقم (١ - ٩)

إذا كانت قيمة الطاقة = 100 J وقد استخدمت لفترة = 5 sec ، ما هي قيمة القدرة مقاسة بالوات؟

الحل

بتطبيق قانون القدرة نجد أن:

$$\text{Power} = \frac{\text{Energy}}{\text{time}} = \frac{E}{t} = \frac{100 \text{ J}}{5 \text{ sec}} = 20 \text{ Watt}$$

مثال رقم (١ - ١٠)

إذا كانت كمية القدرة W = 100 W ، والזמן اللازم لتلك القدرة t = 30 sec . ما هي الطاقة بالجول؟

الحل

$$\text{Power} = \frac{\text{Energy}}{\text{time}} \Rightarrow \text{Energy} = \text{Power} * \text{time}$$

$$E = P * t = 100 * 30 = 3000 \text{ J} = 3 \text{ kJ}$$

القدرة في الدائرة الكهربائية

عرفنا سابقاً أن القدرة Power تمثل إحدى عناصر الكميات الكهربائية، وأن هناك ارتباطاً بين القدرة وبقية عناصر الدائرة الكهربائية مثل التيار والجهد، والمقاومة، لذلك نجد أن هناك صوراً مختلفة للقدرة في الدائرة الكهربائية وذلك بسبب الصور المختلفة لقانون أوم Ohm's Law ويمكن تمثيل الصورة الأساسية للقدرة بالعلاقة التالية:

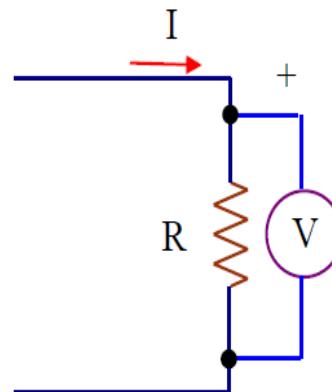
$$P = V \cdot I$$

حيث:

P : تمثل القدرة Power ، وتقاس بالوات Watt.

I : يمثل التيار ويقاس بالأمبير A.

V : يشير إلى قيمة الجهد ، ويقاس بالفولت V.



الشكل رقم (١٢) الدائرة الكهربائية البسيطة

إحدى صور القدرة المختلفة يمكن الحصول عليها بتعويض قانون أوم للجهد $V = I.R$ في الصورة الأساسية للقدرة كما يلي:

$$P = V.I = I.R.I = I^2.R$$

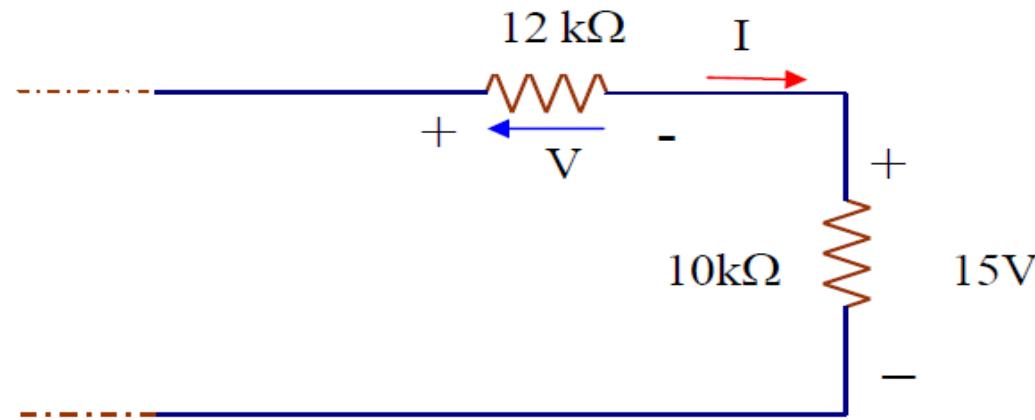
أيضا هناك صورة أخرى للقدرة، ويمكن الحصول عليها بتعويض قانون أوم للتيار $I = \frac{V}{R}$ في الصورة الأساسية للقدرة كما يلي:

$$P = V.I = V.\frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}, R_T = \frac{E}{I_T}$$

مثال رقم (١٤ - ١)

في الشكل رقم (١٤ - ١)، قيمة هبوط الجهد على المقاومة $10\text{ k}\Omega$ يساوي 15 V ، ما هي قيمة هبوط الجهد على المقاومة $12\text{ k}\Omega$ ؟



نوجد أولاً قيمة التيار المار في الدائرة كالتالي:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15}{10 * 10^3} = \frac{15}{10^4} = 1.5 \text{ mA}$$

ثم نحسب الهبوط في الجهد على المقاومة $12 \text{ k}\Omega$ كما يلي:

$$V = I * R$$

$$= 1.5 * 10^{-3} * 12 * 10^3 = 12 \text{ V}$$

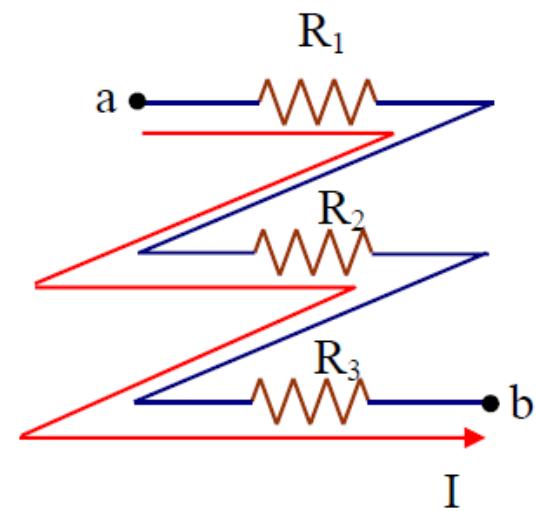
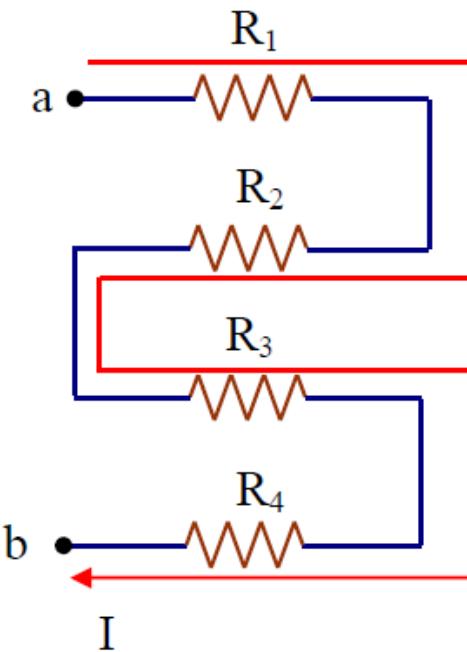
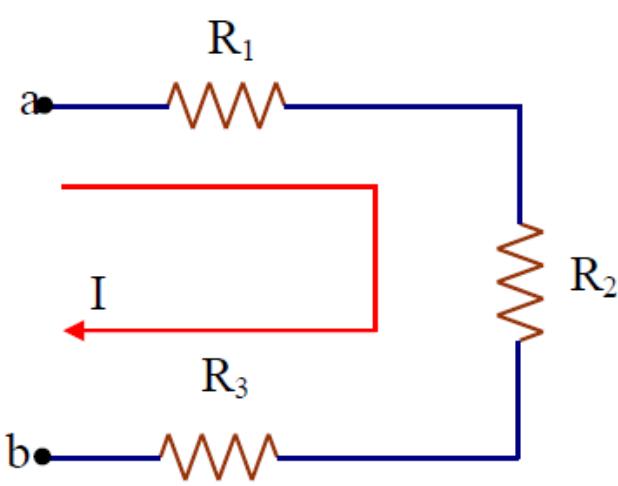
إذن هبوط الجهد على المقاومة $12 \text{ k}\Omega$ يساوي $V=12 \text{ V}$.

٦ - توصيل المقاومات في الدوائر الكهربائية

درسنا فيما سبق علاقة الجهد والتيار من خلال قانون أوم، وكذلك القدرة وصورها المختلفة بدلالة عناصر الدائرة أي بدلالة الجهد والتيار وكذلك المقاومة، كذلك تم دراسة علاقة القدرة بالمقاومة. في هذه الوحدة سوف نطبق المفاهيم السابقة في دوائر التوالى. وقبل الدخول في دوائر التوالى نعلم بأن هناك نوعين من التوصيل هما التوصيل على التوالى والتوصيل على التوازي، والتوالى هو ما يعني أن المقاومات تأخذ شكلاً متالياً بحيث تكون مساراً واحداً للتيار في هذه الحالة يُقال بأن المقاومات تكون متصلة على التوالى. أما النوع الثاني وهو التوصيل على التوازي فسوف نتعرض له بالتفصيل في الوحدة القادمة.

١ -٦ توصيل المقاومات على التوالى Series Connection

عندما يكون عدد من المقاومات متصلة بحيث تكون المقاومات مساراً واحداً بمرور التيار، والتيار ثابت القيمة في جميع المقاومات، في هذه الحالة تكون المقاومات متصلة على التوالى، والشكل التالي يوضح حالات مختلفة من التوصيل على التوالى. تذكر بأنه إذا كان هناك تيار واحد بين أي نقطتين، تصبح جميع المقاومات بين النقطتين موصولة على التوالى.



الشكل (١٠ - ١) توصيلات التوالي المختلفة

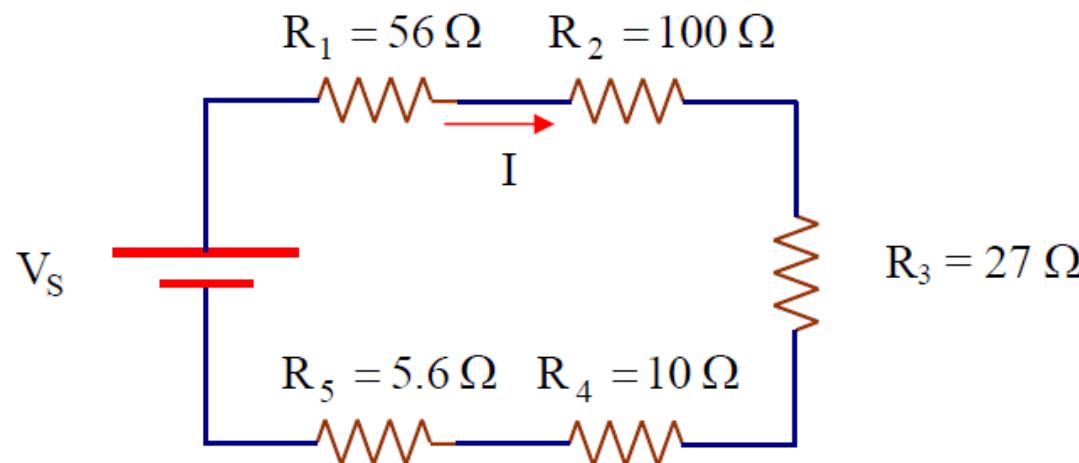
المقاومة الكلية (R_T)

المقاومة الكلية لعدد من المقاومات متصلة على التوالي هي عبارة عن مجموع المقاومات أي أن:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

مثال رقم (١٥ - ١)

أوجد قيمة المقاومة الكلية في دائرة مكونة من خمس مقاومات على التوالي كما في الشكل التالي:



الحل

من الدائرة نجد أن خمس مقاومات فيها متصلة على التوالى ولإيجاد المقاومة الكلية لهذه المقاومات

$$\begin{aligned} R_T &= 56\Omega + 100\Omega + 27\Omega + 10\Omega + 5.6\Omega \\ &= 198.6\Omega \\ \therefore R_T &= 198.6\Omega \end{aligned}$$

مثال رقم (١٦ - ١)

أوجد المقاومة المكافئة لثمانية مقاومات متساوية متصلة على التوالى. قيمة المقاومة الواحدة تساوى 22Ω .

الحل

في حالة تساوي المقاومات المتصلة على التوالى في أي دائرة تصبح المقاومة الكلية

$$\therefore R_T = nR$$

$$\therefore R_T = 8 * 22 = 176\Omega$$

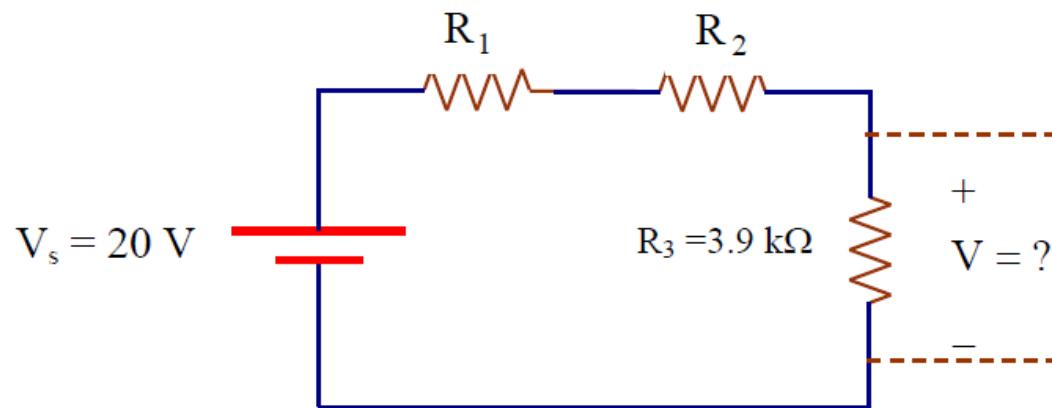
حيث إن: n تمثل عدد المقاومات.

٦ - ١ - ٢ تطبيق قانون أوم في دوائر التوالى Ohm's Law in Series Circuits

سوف نوضح كيفية تطبيق قانون أوم سواء في أي جزء في الدائرة أو التعامل مع الدائرة، وذلك من خلال تطبيق بعض الأمثلة.

مثال رقم (١٧)

المقاومة الكلية لثلاث مقاومات متصلة على التوالى في دائرة كهربائية تساوى $12.6 \text{ k}\Omega$ ، ما هي قيمة هبوط الجهد على المقاومة $R_3 = 3.9 \text{ k}\Omega$ في الدائرة التالية:



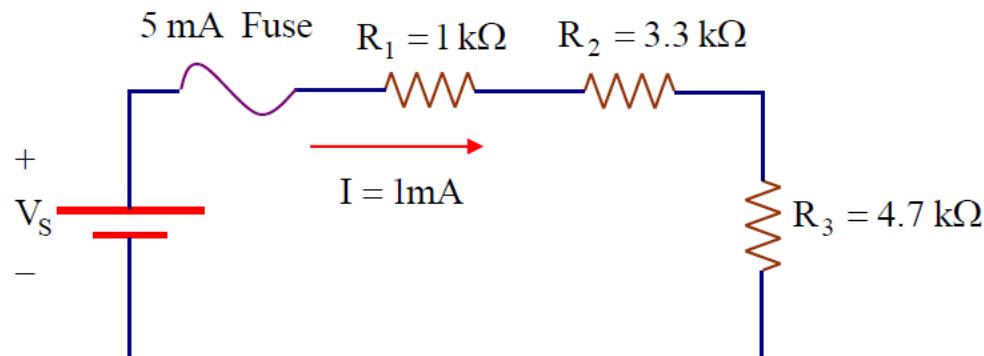
في الدائرة السابقة نجد أن كلاً من المقاومات R_1 ، R_2 مجهولة القيمة، نوجد أولاً قيمة التيار I بدلالة كل من قيمة جهد المصدر وكذلك المقاومة الكلية كما يلي:

$$I = \frac{V_s}{R_T} = \frac{20}{12.6 \times 10^3} = 1.59 \text{ mA}$$

$$V = I \cdot R_3 = 1.59 \times 10^{-3} \times 3.9 \times 10^3 = 6.19 \text{ V}$$

∴ قيمة هبوط الجهد على المقاومة R_3 يساوي 6.19 V
مثال رقم (١٨ - ١)

احسب هبوط الجهد على كل مقاومة في الشكل التالي، ثم أوجد قيمة V_s . ما هي أقصى قيمة ل المصدر الجهد V_s يمكن أن يصل إليها إذا كان أقصى تيار يتحمله منصهر Fuse يساوي 5mA.



باستخدام قانون أوم لحساب هبوط الجهد نجد أن:

$$V_1 = IR_1 = (1\text{mA}) \cdot (1\text{K}\Omega) = 1 * 10^{-3} * 10^3 = 1\text{V}$$

$$\therefore V_1 = 1\text{V}$$

$$V_2 = IR_2 = (1\text{mA}) \cdot (3.3 * 10^3) = 3.3\text{V}$$

$$\therefore V^2 = 3.3\text{V}$$

$$V_3 = IR_3 = (1\text{mA}) \cdot (4.7 * 10^3 \Omega) = 1 * 10^{-3} * 4.7 * 10^3 = 4.7\text{V}$$

$$\therefore V_3 = 4.7\text{V}$$

لإيجاد قيمة مصدر التغذية V_S نوجد أولاً قيمة R_T .

$$\therefore R_T = 1 + 3.3 + 4.7 = 9\text{K}\Omega$$

$$V_S = 1 * 10^{-3} * 9 * 10^3 = 9\text{V}$$

نجد أن قيمة مجموع V_1, V_2, V_3 يساوي قيمة V_S أي أن:

$$V_S = V_1 + V_2 + V_3 = 9\text{V}$$

وهذا يحقق أيضاً قانون كيرشوف للجهد (Kirchhoff's Voltage Law) وهو ينص على أن في أي دائرة كهربائية (أو مسار مغلق) يكون قيمة مصدر الجهد V_S يساوي مجموع هبوط الجهد على جميع المقاومات الموجودة بالدائرة.

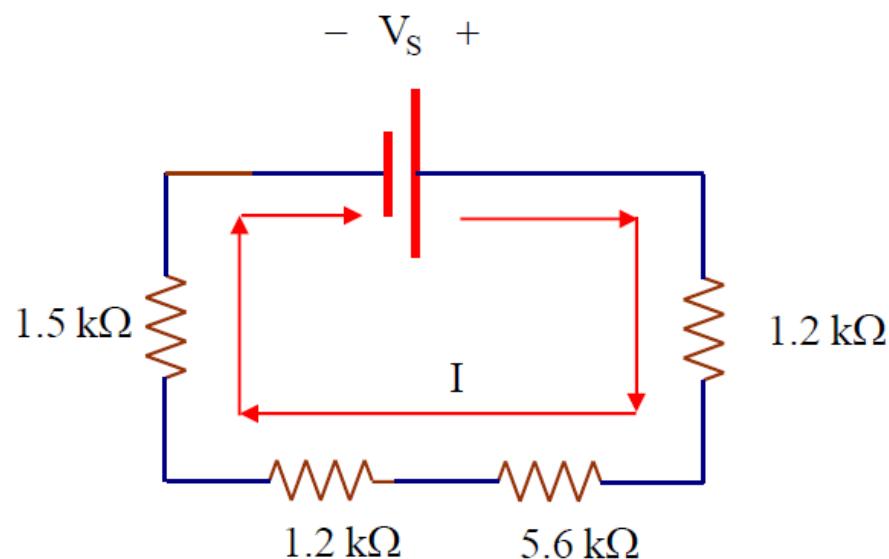
وحيث إن قيمة أقصى تيار يتحمله منصهر في مدخل الدائرة هو 5mA لذلك يمكن حساب أقصى قيمة جهد مصدر التغذية كالتالي:

$$V_S = 5\text{mA} * 9\text{k}\Omega$$

$$V_S = 5 * 10^{-3} * 9 * 10^3 = 45\text{V}$$

مثال رقم (١٩ - ١)

قيمة التيار المار في الدائرة التالية يساوي 1mA ، ما هي قيمة مصدر تغذية الجهد V_S ؟



لحساب قيمة مصدر الجهد V_S ، أولاً نوجد قيمة المقاومة الكلية R_T

$$R_T = 1.2 + 5.6 + 1.2 + 1.5 = 9.5\text{k}\Omega$$

$$\therefore R_T = 9.5\text{k}\Omega$$

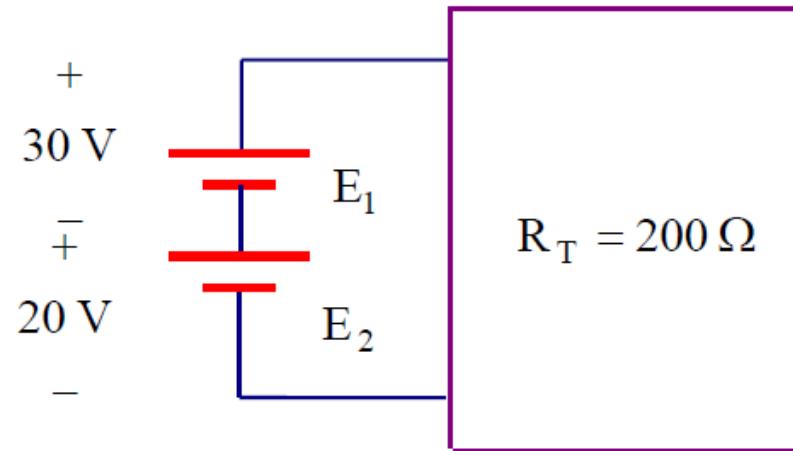
وباستخدام قانون أوم لإيجاد V_S

$$V_S = IR_T = (1\text{mA}) \cdot (9.5\text{k}\Omega) = 1 * 10^{-3} * 9.5 * 10^3$$

$$\therefore V_S = 9.5\text{V}$$

مثال رقم (٢٠ - ١)

في الدائرة التالية: إذا كان E_1 ، E_2 مصدرين للجهد موصلين على التوالي، احسب التيار المار في المقاومة R_T .



حيث إن توصيل مصادر الجهد E_1, E_2 على التوالي، وبالتالي تصبح قيمة المصدر الكلي عبارة عن مجموع المصادرين:

$$E_T = E_1 + E_2$$

$$E_T = 30 + 20 = 50V$$

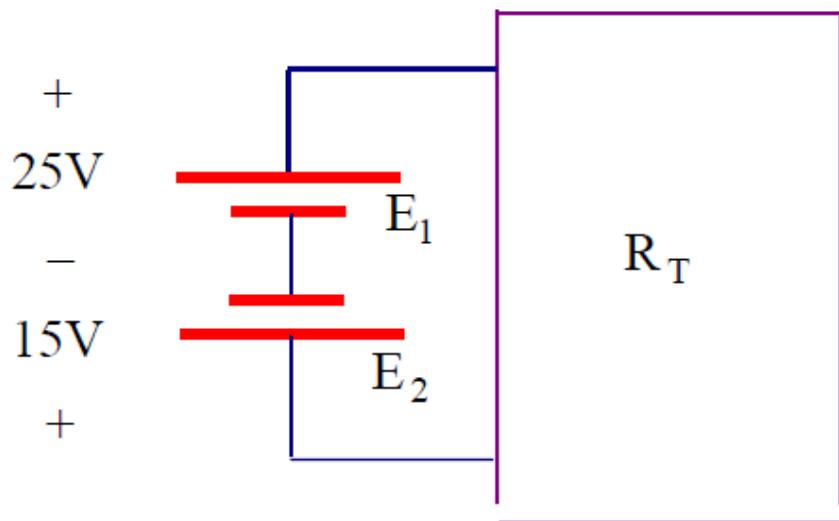
بتطبيق قانون أوم ينتج أن:

$$\therefore I = \frac{E_T}{R_T} = \frac{50}{200} = 0.25A$$

$$\therefore I = 0.25A$$

في بعض الأحيان تكون المصادر متصلة بطريقة عكسية (Series-Opposing)، مثل هذا الترتيب يكون القطب الموجب للمصدر الأول متصلًا مع القطب الموجب للمصدر الثاني أو القطب السالب للأول يكون متصلًا بالقطب السالب للمصدر الثاني وهكذا ويتضح هذا النوع من التوصيل العكسي في المثال الآتي:

ما هي قيمة مصدر الجهد الكلي في الشكل التالي؟



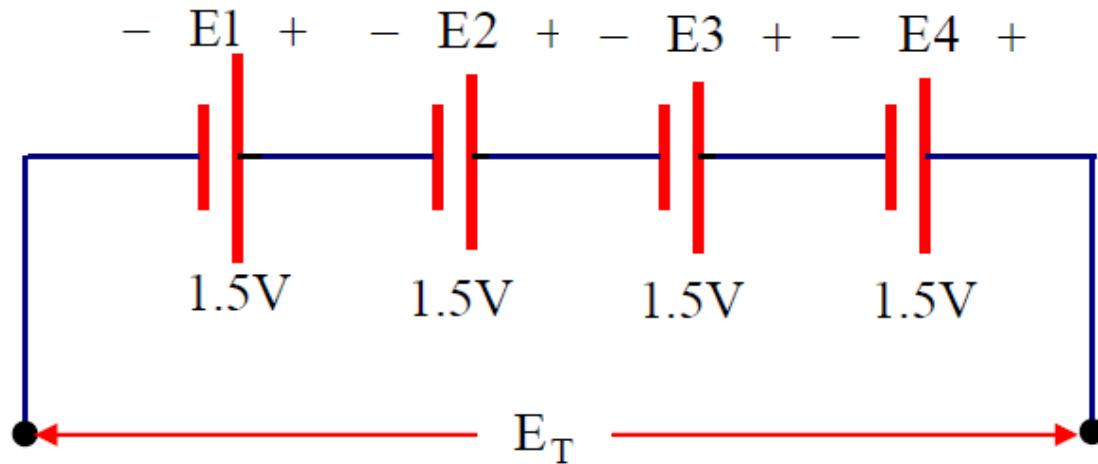
الحل

نجد أن المصدرين E_1, E_2 متصلين بطريقة عكسية أي أن القطب السالب للمصدر الأول متصل بالقطب السالب للمصدر الثاني، وإذا فرضنا أن اتجاه التيار الناتج من المصدر الأول من + إلى - في اتجاه عقارب الساعة. على العكس نجد أن التيار الناتج من المصدر الثاني يمر بعكس اتجاه حركة التيار الخارج من المصدر الأول. يكون الجهد الناتج عن المصدرين:

$$E = E_1 - E_2$$

$$E = 25 - 15 = 10 \text{ V}$$

أربع بطاريات متساوية في قيمة الجهد متصلة على التوالي من الموجب إلى السالب، ما هي قيمة الجهد الكلي لجميع البطاريات؟

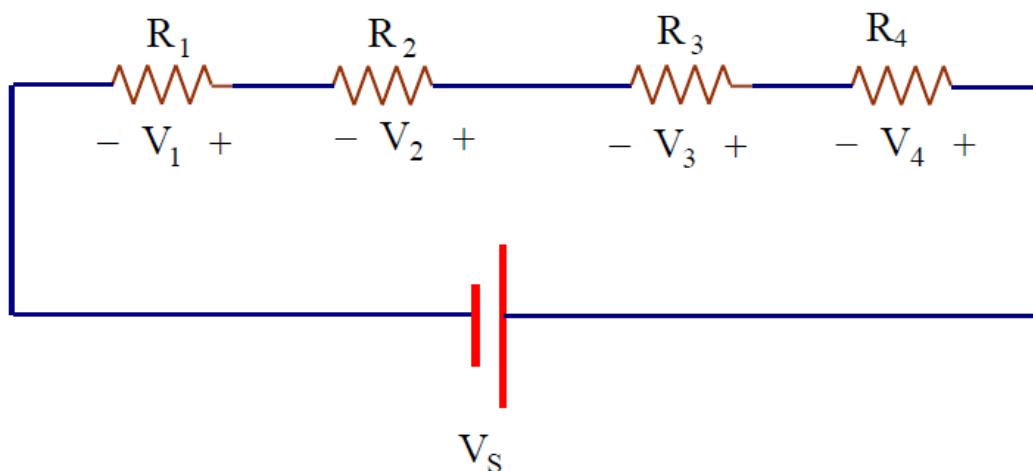


١ - ٦ - ٤ قانون كيرشوف للجهد (KVL)

يعتبر قانون كيرشوف للجهد من القوانين الرئيسية للدائرة الكهربائية مثل قانون أوم وينص على أن المجموع الجبri للجهود في أي دائرة (أو مسار مغلق) يساوي صفرًا . أو بصورة أخرى:

في أي مسار مغلق يكون جهد المصدر يساوي مجموع الانخفاض في الجهد على مقاومات المدار المتوازية " "

يُعرَّف الانخفاض في الجهد Voltage Drops بأنه الجهد المطبق على المقاومات ونتيجة مرور التيار في المقاومات فإنه ينشأ جهد معاكس في القطبية بالنسبة لاتجاه المصدر الرئيس للدائرة، وبالتالي فإنه يعمل على هبوط جهد المصدر إلى الصفر وهذا ما حققه قانون كيرشوف. والشكل التالي يوضح قطبية كل من المصدر وكذلك الجهد الناشئ على المقاومات.



الشكل رقم (١ - ٢٢) انخفاض الجهد في دائرة التوالى

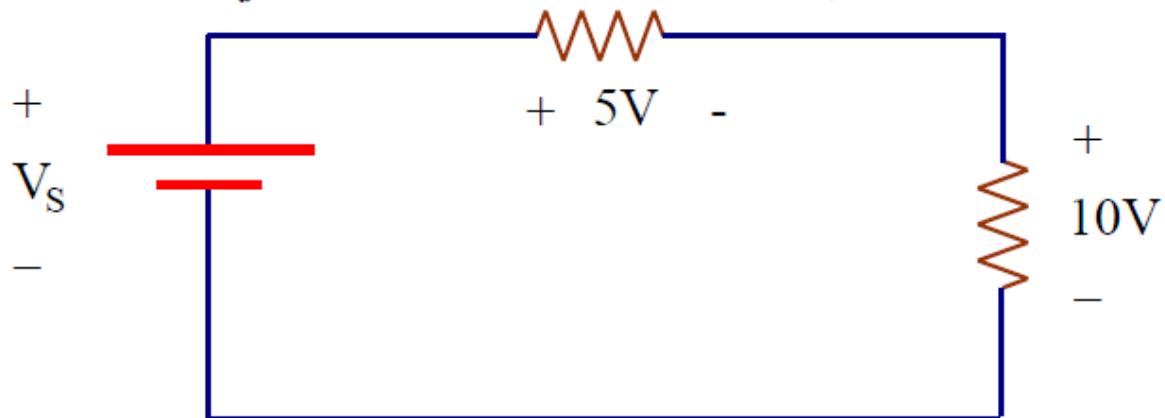
$$V_S = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

إذن نجد من تطبيق قانون كيرشوف للجهد أن مجموع الجهد Voltage Drops في دائرة مغلقة يساوي قيمة مصدر الجهد.

$$V_S = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots$$

مثال رقم (١ - ٢٣)

أوجد قيمة مصدر الجهد V_S إذا علم هبوط الجهد في الشكل التالي:



بتطبيق قانون كيرشوف للجهد.

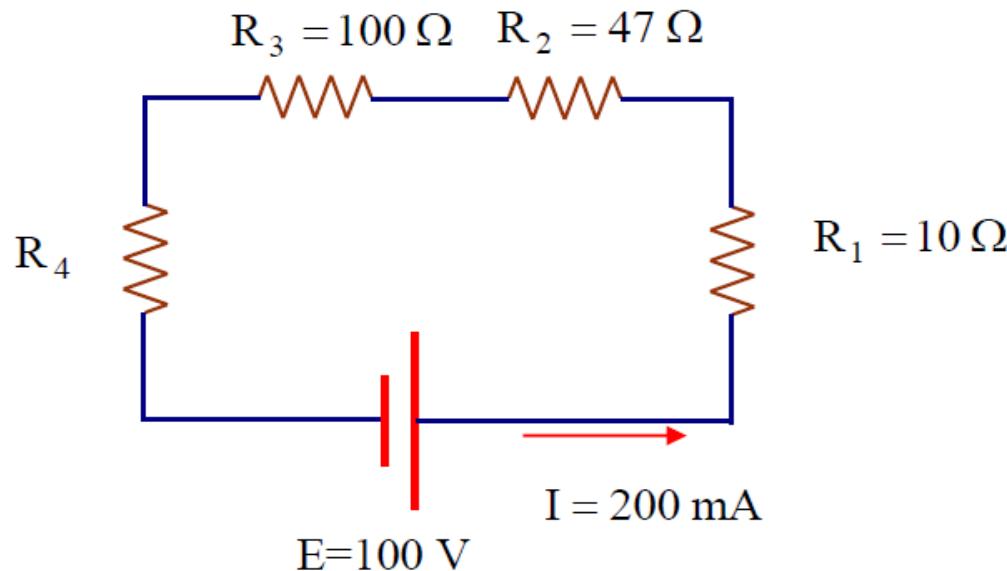
$$V_s = V_1 + V_2$$

$$V_s = 5 + 10 = 15V$$

$$\therefore V_s = 15V$$

مثال رقم (١ - ٢٤)

في الشكل التالي، قيمة التيار المار في المقاومات الأربع المتصلة على التوالي $I = 200mA$ ، وإذا علمت قيم كل المقاومات R_1 ، R_2 ، R_3 فأوجد قيمة R_4 ؟



الحل

في هذه الدائرة سوف نستخدم كلاً من قانون أوم وكذلك قانون كيرشوف للجهد.

أولاً قانون أوم لإيجاد قيمة هبوط الجهد على كل مقاومة Voltage Drops

$$V_1 = IR_1 = 200 * 10^{-3} * 10 = 2V$$

$$V_2 = IR_2 = 200 * 10^{-3} * 47 = 9.4V$$

$$V_3 = IR_3 = 200 * 10^{-3} * 100 = 20V$$

لإيجاد قيمة v_4 (الجهد على المقاومة R_4) نطبق قانون كيرشوف للجهد أي أن:

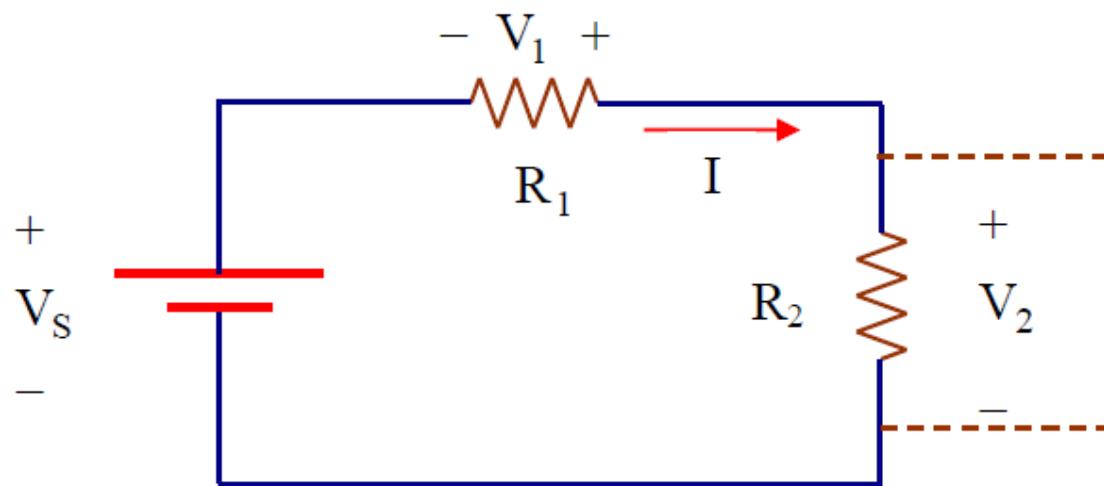
$$v_s - (v_1 + v_2 + v_3 + v_4) = 0$$

$$100 - 2 - 9.4 - 20 - v_4 = 0$$

$$68.6 - v_4 = 0$$

١-٦-٥ مجزئ الجهد Voltage Divider

في دوائر التوالى نجد أن جهد المصدر يتجزأ بين جميع المقاومات المتصلة على التوالى، وبالتالي فيمكن القول بأن عمل دوائر التوالى يشبه عمل مجزئات الجهد الداخل للدائرة Voltage Dividers ومن خلال المثال الآتى البسيط سوف نوضح كيف تعمل دوائر التوالى كمجزئات للجهد.



في الدائرة توجد مقاومتان R_1 ، R_2 لذلك يوجد على كل مقاومة قيمة من الجهد نتيجة مرور التيار في المقاومتين وبالتالي يصبح

$$V_1 = IR_1$$

$$V_2 = IR_2$$

وحيث أن التيار ثابت في المقاومتين لذلك نجد أن كلاً من V_1 ، V_2 يتناسب مع قيمة R_1, R_2 . لكي تتحقق من ذلك، إذا كانت قيمة $V_S = 10V$ لذلك نجد أن:

$$R_T = 50 + 100 = 150\Omega$$

$$I = \frac{10 V}{150 \Omega} = \frac{1}{15} A$$

$$V_1 = IR_1 = \frac{1}{15} * 50 = \frac{1}{3} * 10 V$$

$$\therefore V_1 = \frac{1}{3}(10) V$$

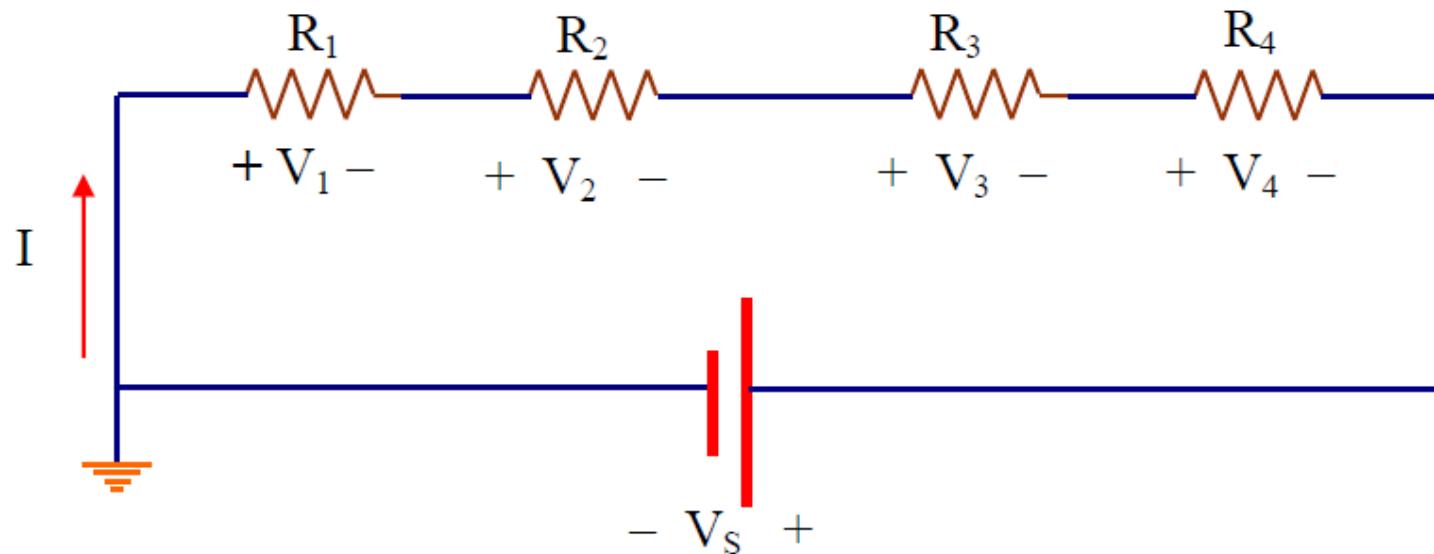
$$V_2 = IR_2 = \frac{1}{15} * 100 = \frac{1}{3}(20) V$$

$$\therefore V_2 = \frac{2}{3}(10) V$$

نجد أن الجهد V_1 يمثل ثلث قيمة المصدر وكذلك V_2 يمثل ثلثي قيمة المصدر.

Voltage Divider Formula الصيغة العامة للتوزيع الجهد

يمكننا استخدام المثال التالي لتوضيح كيف ينقسم الجهد على المقاومات المتصلة على التوالي في دوائر التوالي. حيث إنه إذا كان لدينا عدة مقاومات متصلة على التوالي كما يلي:



شكل رقم (١ - ٢٧) تجزئ الجهد على أربع خطوات

بفرض أن الجهد المطبق على أي مقاومة هو V_X حيث X تمثل رقم المقاومة، بتطبيق قانون أوم

$$V_X = IR_X$$

حيث إن: x تأخذ الأرقام 1 ، 2 ، 3 ، 4

ويمكن إيجاد قيمة التيار في الدائرة كما يلي:

$$I = \frac{V_S}{R_T}$$

بالتعويض عن التيار I في المعادلة V_X نحصل على الآتي:

لحساب كل من V_1 ، V_2 نطبق العلاقة السابقة

$$V_X = \left(\frac{R_X}{R_T} \right) V_S$$

أولاً نوجد قيمة المقاومة الكلية R_T كالتالي:

$$R_T = 100 + 56 = 156\Omega$$

$$V_1 = \left(\frac{R_1}{R_T} \right) V_S = \frac{100}{156} * 10 = 6.41V$$

$$\therefore V_1 = 6.41V$$

وبالمثل يمكن إيجاد V_2 كالتالي:

$$V_2 = \left(\frac{R_2}{R_T} \right) V_S = \frac{56}{156} * 10 = 3.59V$$

أو باستخدام قانون كيرشوف للجهد أي

$$V_2 = V_S - V_1 = 10 - 6.41 = 3.59V$$