(المقاومة الكهربائية-قانون اوم-دوائر التوالي دوائر التوازي)

المقاومة الكهربائية

المهندس

احمد عامر محمد

محتويات المقالـ

- الـمـقـدمـــة .
- الاوم (Ohm)
- العلاقة بين الجهد والتيار
- المقاومة النوعية
- الموصلية الكهربائية
- طرق ربط المقاومات-دوائر التوالي
- طرق ربط المقاومات-دوائر التوازي
- ملاحظات حول دوائر التوالي
- المراجـع

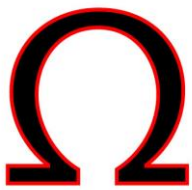
اولاً-مقدمة

لا ينقل أي جسم الكهرباء بصورة مثالية. وتبدي أفضل النواقل شيئا من المقاومة وان كانت بسيطة، وهي معاكسة مرور التيار الكهربائي وتعد الفضة وانحاس والالمنيوم والمعادن الأخرى ذات مقاومة منخفضة جدا. في حين ان مقاومة مواد أخرى مثل الكاربون والسليكون تكون متوسطة القيمة. اما العوازل الكهربائية فلها مقاومة مرتفعة. والمقاومة هي عكس الموصلية تماما، مثل ان الظلام عكس الضوء. (الشكل 1 تجسيد المقاومة الكهربائية والتيار والجهد)

شكل(1) تمثيل المقاومة الكهربائية والتيار والجهد

ثانياً-الاوم (Ohm)

تقاس المقاومة بوحدة الاوم نسبة الى العالم فيزيائي الاماني الذي اكتشفها جورج سيمون اوم ويرمز لها بالحرف اليوناني اوميغا (Ω) (شكل 2 شكل رمز وحدة المقاومة) .وكلما ازدادت قيمة المقاومة المقدرة بوحدة الاوم، كانت المادة اشد مقاومة لتدفق التيار الكهربائي. وفي النظام الكهربائي، نرغب عادة في الحصول على مقاومة صغيرة جدا، أي ذات قيمة أومية منخفضة قدر الإمكان وسبب لان المقاومة تحول الطاقة الكهربائية الى حرارة. وتسمي هذه الحرارة بالضياع بالمقاومة او الضياع الأومي، وهي تمثل غالبا ضياع الطاقة. عند تطبيق قوة كهربائية محركة مقدارها 1 فولت على مقاومة قيمتها 1 اوم يظهر تيار شدته 1 امبير (بفرض ان بإمكان مصدر الجهد تقديم هذه التيار) وذا تضاعفت قيمة المقاومة، تنقص شدة التيار الى النصف وذا نقصت المقاومة الى النصف تضاعف التيار. وذا ازدادت المقاومة بنسبة ٥ اوم تصبح شدة التيار خُمس القيمة السابقة. وذا انخفضت الى خُمس، تزداد شدة التيار بنسبة ٥ امبير إذا كان الجهد ثابتاً يتناسب عكسي مع المقاومة .

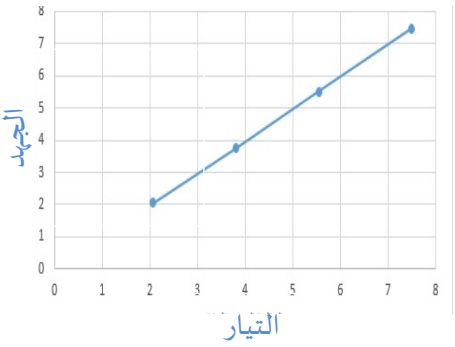


شكل(٢) رمز وحده المقاومه الكهربائيه (الاوم)

شكل من اشكال المقاومات الكهربائية

ثالثاً-العلاقة بين الجهد والتيار

إذا كان الجهد ثابت على نحو معقول، دون تغير قطبيته، فان التيار عبر العنصر الكهربائي يتغير بنسبة مباشرة على الجهد المطبق على ذلك العنصر (الشكل 3) ما دامت مميزات العنصر ثابتة، ويعني ذلك ان التيار يتضاعف عند مضاعفة الجهد. واذا انخفض الجهد الى 100/1 من قيمته الاصلية فان التيار سنخفض كذلك. تصح هذه العلاقة الواضحة والمباشرة بين الجهد والتيار مادام العنصر يمرر دوما بالدرجة ذاتها. في العديد من المكونات، تتغير القبولية (الموصلية) Conductance الكهربائية مع تغير التيار. وهذه هي الحالة مثلا في المصباح الكهربائي فالموصلية تختلف عندما تنقل وشيعة المصباح تياراً كبير اً وتتألق باللون الأبيض الساطع، مقارنة بحالتها عند مرور تيار صغير وعدم توهجها. تصمم بعض العناصر والتجهيزات ليكون لها موصلية ثابتة ولو تغير الجهد المطبق عليها تغيرا واسعاً (من ثم تغير التيار ايضا)

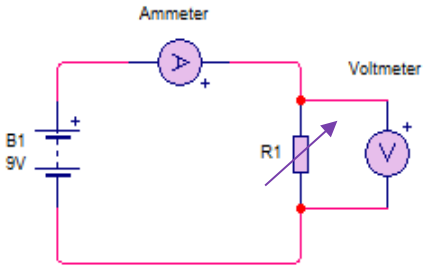


شكل(3) العلاقة بين التيار والجهد

التجربة:

في الدائرة الكهربائية والمبينة بالشكل (4) نقيس التيار المار في الدائرة بواسطة جهاز الاميتر (A) وفرق الجهد بين طرفي المقاومة بالفولتميتر (V) إذا غيرنا شدة التيار بواسطة المقاومة المتغيرة R1 وسجلنا في كل مرة قراءة الاميتر والفولتميتر نجد ان العلاقة خطية عند رسم العلاقة بين التيار (I) على محور السينات وفرق الجهد (V) على محور الصادات بيانيا فان ميل الخط المستقيم يعطى مقدارا ثابتاً وهو المقاومة (R) (الشكل 3)

$$V \propto R$$



شكل(4) تجربة قانون اوم

∴ I يتناسب طرديا مع (V) عند درجة الحرارة فان:

$$I = G.V$$

حيث ان (G) ثابت التناسب ويعرف بالموصلية الكهربائية (Conductance) ومقلوبها هي المقاومة الكهربائية.(R)

$$R = \frac{1}{G} \quad , \quad G = \frac{1}{R} = \frac{I}{V}$$

أي ان التيار والمقاومة

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

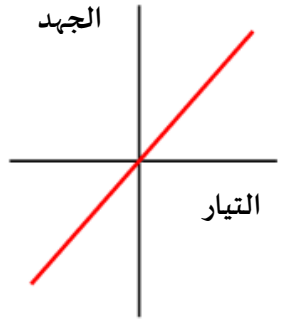
انتبه

وحدة قياس المقاومة الاوم (Ω)ووحدة قياس الموصلية السيمنس(S)

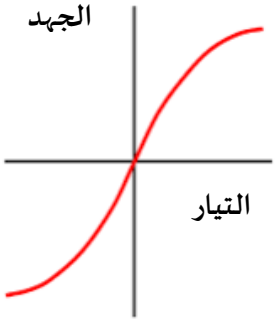
مما سبق نستنتج انه:

أ- عندما تكون العلاقة بين الفولتية (V) والتيار (I) علاقة خطية (Linear) وفيها يكون مقدار المقاومة (R) ثابتاً لا يعتمد على مقدار فرق الجهد المؤثر وذألك عند ثبوت درجة الحرارة. جميع الموصلات المعدنية تخضع لقانون اوم وتعرف هذه المواد بالمواد الأمومية (الشكل 5-a).

ب- أما عندما تكون العلاقة بين الفولتية(V) والتيار(I) علاقة غير خطية (Non linear) وفيها مقاومة متغيرة (R) ويحدث ذلك في الموصلات غير المعدنية مثل أشباه الموصلات. (الشكل 5-b)



شكل(5-a) العلاقة الخطية بين التيار والجهد



شكل(5-b) العلاقة الغير خطية بين التيار والجهد

قانون اوم: يصف العلاقة بين الجهد الذي يعبر عن قوة تدفق الشحنات الكهربائية وبين المقاومة التي تقاوم هذا التدفق ... وبين نتيجة الحقيقة لهذا التدفق وهي التيار أي ان كلما زاد الجهد او قلت المقاومة كلما زاد التيار المتدفق .... وزيادة المقاومة تقلل من مرور التيار كما هو واضح في قانون اوم

الجهد = التيار $\boldsymbol{x}$ المقاومة $\quad v = I \times R$

اذان

المقاومة الكهربائية: هي من اهم وأكثر القطع الكترونية شيوعا واستخداماً، وتستخدم للتحكم في فرق الجهد (الفولت) كمقسم جهد وشدة التيار (الامبير) كمقسم تيار.

رابعاً-المقاومة النوعية

المقاومة النوعية للمواد هي مقاومة المادة لتدفق الشحنات الكهربائية وتختلف المواد بعضها عن بعض من حيث تمريرها للشحنات وهي خاصية للمادة، قانون أوم ينص على أنه عندما يتم تطبيق مصدر الجهد (*V*) بين نقطتين في الدائرة، تيار كهربائي (*I*) سوف تتدفق بينهما نتيجة وجود فرق الجهد بين هاتين النقطتين. يتم قليل كمية التيار الكهربائي الذي يتدفق بمقدار المقاومة (*R*) الموجودة. وبعبارة أخرى، فإن الجهد هو الذي يساعد التيار على التدفق (حركة الشحنات)، ولكن وجود المقاومة يقلل هذه الحركة. وتعتمد المقاومة الكهربائية للسلك الموصل على التالي

١- نوع مادة السك

٢- طول السلك (*L*)

٣- مساحة مقطع السلك (*A*)

على سبيل المثال، دعونا نفترض أن لدينا قطعة من الأسلاك (موصل) التي لديها طول *L*، ومساحة مقطع *A* ومقاومة *R* كما هو مبين في الشكل (6) وتوضيح ذلك رياضيا

$$R \propto L \quad ، \quad R \propto \frac{1}{A}$$

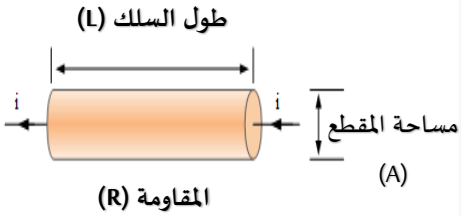
ومنها نحصل

$$R \propto \frac{L}{A}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad ، \quad \rho = R\frac{A}{L}$$

حيث تتناسب المقاومة (*R*) طرديا مع طول السلك (*L*) وعكسيا مع مساحة المقطع (*A*).

حدة قياس المقاومة النوعية هي (اوم.متر) (**Ω.m**) وفي بعض المراجع تعطي وحدة قياس المقاومة النوعية (**Ω.mm/m**).



شكل(6) موصل كهربائي (سلك) مثال لمعرفة العلاقة بين طول السلك ومساحة المقطع والمقاومة النوعية

حيث (ρ)

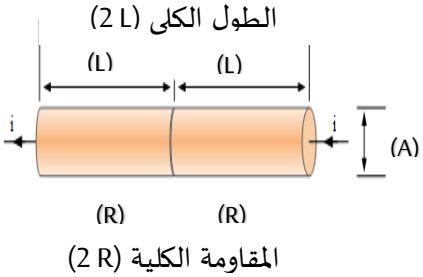
المقاومة النوعية

ولأثبات ان المقاومة تتناسب طرديا مع طول السلك سوف نقوم بالتجربة التالية وهي مضاعفة طول السلك ونلاحظ النتائج:

هنا من خلال ربط الموصلين معا على التوالي، لقد تضاعف الطول فأصبح الطول الكلي للموصل (2 L)، في حين أن منطقة مستعرضة، A لا تزال نفسها كما كانت من قبل دون تغير. ولكن فضلا عن مضاعفة طول، ونحن أيضا نرى مضاعفة المقاومة الإجمالية للموصل، وإعطاء 2R كما:

1R+ 1R = 2R . (الشكل 7-a) لذلك يمكننا أن نستنتج أن مقاومة الموصل تتناسب مع طوله، وهذا هو: **R α L**. وبعبارة أخرى، فإننا نتوقع المقاومة الكهربائية للموصل (أو الأسلاك) لتكون أكبر نسبيا كلما الطول الكبر. لاحظ أيضا أنه من خلال مضاعفة الطول مقاومة الموصل اصبحت (2R)، وان نفس التيار يتدفق من خلال الموصل دون تغير، وفي هذه الحالة ونحن بحاجة لمضاعفة (زيادة) الجهد المطبق كما هو الآن

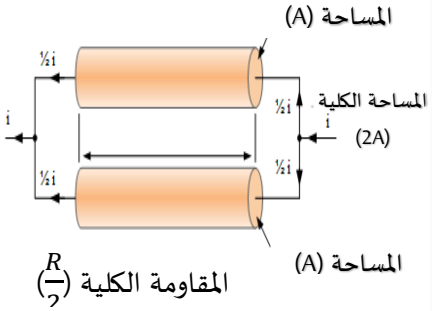
$$I = \frac{2V}{2R}$$



شكل(7-a) تجربة لأثبات ان المقاومة تتناسب طرديا مع طول السلك

ولأثبات ان المقاومة تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع للموصل سوف نقوم بالتجربة التالية وهي مضاعفة مساحة المقطع ونلاحظ النتائج:

هنا من خلال ربط موصلين بشكل موازي، نلاحظ ان مساحة الموصل أصبحت ضعف ما كانت علية (2A)، في حين أن طول الموصل (L) لا يزال هو نفسه لم يتغير. بالإضافة الى مضاعفة مساحة المقطع نلاحظ ان المقاومة الكلية قد انخفضت الى النصف $(\frac{R}{2})$، والتيار أيضا انخفض بمقدار النصف $(\frac{i}{2})$ (الشكل 7-b) . لذلك يمكن ان نستنتج ان مقاومة الموصل تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع، أي: **R α 1 / A**. وبعبارة أخرى، فإننا نتوقع المقاومة الكهربائية للموصل (أو الأسلاك) لتكون أقل نسبيا كلما تضاعفت مساحة المقطع. من خلال مضاعفة مساحة المقطع الذي ينتج عن ذلك خفض للمقاومة والتيار الى النصف خلال الموصل، فنحن نحتاج الى تقليل(انخفاض) الجهد المطبق **I = (1 / 2V) / (1 / 2R)** ومن ذلك كله نستنتج أن مقاومة الموصل تتناسب طرديا مع طول (L) للموصل، وهو: **R α L**، ويتناسب عكسيا مع مساحة المقطع للموصل، **R α 1/A**.



شكل(7-b) تجربة لأثبات ان المقاومة تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع للموصل

الجدول (١) يوضح الفرق في المقاومة النوعية في الموصلات، واشباه الموصلات والعوازل.

المادة		المقاومة النوعية (ρ) (Ω.m) @ 20 C^o	المعامل الحراري للمقاومة النوعية $\alpha[\frac{1}{C^o}]$
موصل	الفضة	$1.47x10^{-8}$	0.0038
موصل	النحاس	$1.72x10^{-8}$	0.00393
موصل	الذهب	$2.44x10^{-8}$	0.0034
شبة موصل	الكاربون	$3.5x10^{-5}$	-0.0005
شبة موصل	الجرمانيوم	0.6	-0.048
عازل	الزجاج	$10^{10} - 10^{14}$	
عازل	مايكا	$10^{11} - 10^{15}$	

خامساً-الموصلية الكهربائية

هي مقلوب المقاومة النوعية وتعتبر ايضاً خاصية للمادة

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

وحدة قياس الموصلية هي

$$\frac{1}{\text{اوم . متر}} \quad \text{اي} \quad \frac{1}{\Omega . m} \quad \text{او} \quad \frac{S}{m}$$

حيث ان السيمنس (S) هي مقلوب الاوم (Ω)

الموصلية تعتمد على درجة الحرارة ارتفاعا وانخفاضا فان العلاقة بين شدة التيار الكهربائي (I) وفرق الجهد (V) تكون غير خطية، والحقيقة ان التغير في درجة الحرارة يسبب تغيراً في المقاومة النوعية وفق العلاقة التالية:

$$R = R(1 + \alpha\Delta T)$$

$$\rho = \rho(1 + \alpha\Delta T)$$

حيث:

(R) تمثل المقاومة و (ρ) المقاومة النوعية عند درجة الحرارة الجديدة.

(R_O) المقاومة و(ρ_o) والمقاومة النوعية عند درجة الحرارة المعلومة.

α : معامل المقاومة النوعية ووحداته $\frac{1}{C^\circ}$ او $\frac{1}{k^\circ}$

ΔT: التغير في درجة الحرارة $(T_2 - T_1)$ ووحدته C° او K°

قانون اوم والطاقة

$$R = \frac{V}{I}$$

وقانون القدرة $P = V.I$

إذا من العلاقتين وبمعلومية (V, I) او (R, I) او $(R.V)$ يمكن حساب القدرة الكهربائية.

$$\because \quad P = V.I \quad , \quad V = R.I$$

ومنها $P = R.I.I \qquad = R.I^2$

او

$$P = V.I \quad , \quad I = \frac{V}{R}$$

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

تمارين

مثال 1 : سلك موصل طوله (5m)وقطره (1mm)تمر به شحنة كهربائية مقدارها 90كولوم (90C)خلال زمن قدره (2 min) نتيجة لوجود فرق جهد بين طرفية مقداره (1.5 V)احسب ما يلي

١- مقاومة السلك ٢- المواصلة الكهربائية للسلك ٣- مقاوميته

الحل:

المعطيات في السؤال

$L = 5m\,, r = 1mm\,, q = 90C\,, t = 2\,min\,, V = 1.5V\,,$

$q = I.t \qquad I = \frac{q}{t} = \frac{90}{120} = 0.75A$

1- $R = \frac{V}{1} = \frac{1.5}{0.75} = 2\ \Omega$

2- $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{2} = 0.5\ S$

3- $\rho = R\,\frac{A}{L} = 2\,\frac{\pi(1x10^{-3})^2}{5} = 3.14x10^{-7}\ \Omega$

مثال *2* : موصل دائري من النحاس مقاومته (*5* Ω) وطوله (*150m*) احسب قطر هذا الموصل اذا علمت ان المقاومة النوعية للنحاس ($1.7X10^{-8}$ Ω.m)

الحل:

المعطيات في السؤال

$R = 5\Omega\,,\ L = 150m\,,\ \rho = 1.7X10^{-8}\ m.\Omega$

$A = \pi r^2 \qquad A = \rho\frac{L}{R} \qquad R = \rho\frac{L}{A}$

$$A = (1.7x10^{-8})x\frac{150}{5} = 5.1x10^{-7}m^2$$

ومنها فان نصف القطر

$$r^2 = \frac{A}{\pi} = \frac{5.1x10^{-8}}{3.14} = 1.62x10^{-7}m^2$$

$$r = 4.03x10^{-4}m$$

$$d = 2r = (2)(4.03x10^{-4}) = 8.06x10^{-4}m$$

سادساً-طرق ربط المقاومات-دوائر التوالي

في الشكل (8) دائرة كهربائية بسيطة متكونة من مصدر جهد (بطارية) موصولة على التوالي بمقاومة بواسطة سلك موصل. من خلال الدائرة نلاحظ وجود تيارين، الأول تيار الالكترونات والذي يسرى من القطب السالب للبطارية الي القطب الموجب، اما التيار الثاني فهو التيار الافتراضي والذي يمر منطلقا من القطب الموجب للبطارية الي القطب السالب وهو عكس اتجاه تيار الالكترونات. *اذن* القطب الموجب للبطارية يجذب الالكترونات التي تمر من خلال السلك والتي مصدرها القطب السالب. وطالما ان البطارية موصولة بالدائرة فان قيمة التيار (*DC*) تظل ثابتة ولا تتغير مع الزمن.

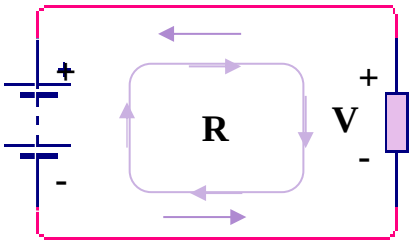
أي توصيل المقاومات على التوالي: عندما يكون هناك عدد من المقاومات متصلة بحيث تسمح مساراً واحداً بمرور التيار وأن التيار ثابت القيمة في جميع المقاومات، في هذه الحالة تكون المقاومات متصلة على التوالي، وعليها المقاومة الكلية (المكافئة) لمجموع مقاومات متصلة على التوالي (انظر الشكل)

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_N$$

وبمعلومية قيمة المقاومة والجهد يمكن إيجاد قيمة التيار المار في الدائرة التالية حيث

$$R_T = R_1 + R_2$$

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



شكل(8) دائرة متكونة من مصدر جهد على التوالي مع مقاومة لتوضيح ربط الدوائر على التوالي

انتبه

المقاومة الكلية لعدد من المقاومات المتساوية القيمة والمتصلة على التوالي تساوي عدد المقاومات (*N*) مضروبة في قيمة أحدهما:

$$R_T = N.R$$

وكذألك يمكن حساب جهود المقاومة كل على حدة

$$V_2 = I.R_2 \quad ، \quad V_1 = \mathrm{I}.R_1$$

وبالتالي فان القدرة المولدة من المصدر.

$$P_S = P_{del} = E.I$$

والقدرة المستهلكة في المقاومات.

$$P_2 = V_2.I_2 = I_2^2.R_2 = \frac{V_2^2}{R_2} \quad ، \quad P_1 = V_1.I_1 = I_1^2.R = \frac{V_1^2}{R_1}$$

ملاحظة: التيار المار في دوائر التوالي ثابت أي ان $\boldsymbol{I = I_1 = I_2}$ اما الجهد فهو متغير $\boldsymbol{E \neq V_1 \neq V_2}$

قانون بقاء القدرة:

القدرة المولدة في مصدر تساوي المجموع الجبري لقدرات (المستهلك) المقاومات المتصلة على التولي مع مصدر.

$$P_S = P_1 + P_2 + \cdots .. + P_N$$

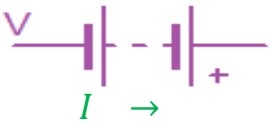
ملاحظات مهمة:

١- تيار الدائرة هو التيار الافتراضي.

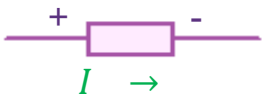
٢- التيار يمر من مصدر الجهد من الجهد الأقل (السالب) الي الجهد الكثر الجهد الموجب (شكل *9-a*) . . . . . .

٣- التيار يمر خلال المقاومة من الجهد الأكثر (الموجب) الى الجهد الأقل (السالب) (شكل *9-b*)

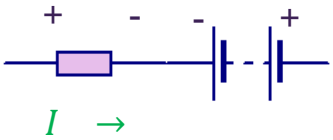
٤- اتزان الدائرة: أي ارتفاع للجهد خلال مصدر الجهد من (السالب) الى (الموجب) يقابله انخفاض للجهد خلال المقاومة من (الموجب) الى (السالب). ان هذه الحالات يوضحها قانون كيرشوف لاحقا يقدم توضيح أكثر. (شكل *9-c*)



شكل(9-a)

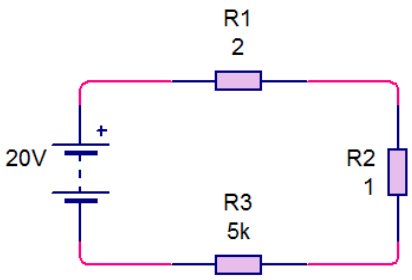


شكل(9-b)



شكل(9-c)

تمارين



مثال: من الدائرة بالشكل المجاور اوجد:

١- المقاومة الكلية R_T

٢- التيار الكلي (I)

٣- القدرة المستهلكة في كل مقاومة.

٤- القدرة المولدة بواسطة مصدر الجهد

الحل:

١- المقاومة الكلية.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 1 + 5 = 8\ \Omega$$

٢- التيار الكلي

$$I = \frac{E}{R_T} = \frac{20}{8} = 2.5\ A$$

٣- القدرة المستهلكة في كل مقاومة.

$$V_1 = \mathrm{I}.R_1 = 2.5x2 = 5V$$

$$P_1 = I.V_1 = 5x2.5 = 12.5W$$

$$V_2 = \mathrm{I}.R_2 = 2.5\mathrm{x}1 = 2.5\mathrm{V}$$

$$P_2 = \mathrm{I}.V_2 = 2.5x2.5 = 6.25W$$

$$V_3 = \mathrm{I}.R_3 = 2.5x5 = 12.5V$$

$$P_3 = \mathrm{I}.V_3 = 12.5x2.5 = 31.25W$$

٤- القدرة المولدة بواسطة المصدر

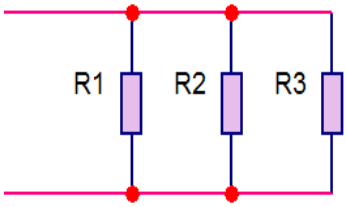
$$P_S = E.I = 20x2.5 = 50W$$

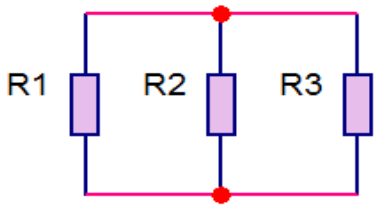
والتحقيق النتائج القدرة المولدة من المصدر تساوي القدرة المستهلكة في المقاومات.

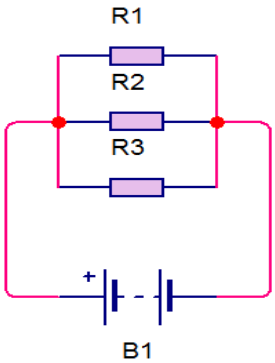
$$P_S = P_1 + P_2 + P_3 \gg 50 = 12.5 + 6.25 + 31.25 = 50$$

سابعاً-طرق ربط المقاومات-دوائر التوازي

تحدثنا سابقا عن كيفية ربط المقاومات على التوالي اما الان سوف ندرس ربط المقاومات على التوازي في الدوائر الكهربائية، ويعرف ربط التوازي بانة أي عدد من المقاومات تكون متصلة بين نفس النقطتين، نقطة البداية، ونقطة النهاية ويكون لجميع المقاومات نفس الجهد بين طرفيها أي بين النقطتين. كما سوف ندرس هنا حساب المقاومة الكلية لعدد من المقاومات المربوطة على التوازي، يعرف التوازي بانة إذا كان هناك أكثر من فرع (مقاومة) بين نقطتين وكذألك ان الجهد بين النقطتين يكون مطبق على جميع الافرع (المقاومات) في هذه الحالة يكون جميع الافرع (المقاومات) مربوطة على التوازي. او بمعنى اخر تكون جميع المقاومات مربوطة مع بعضها في نقطة واحدة وجميع نهايات هذه المقاومات تتصل في تقطه أخرى. وتوضح الدوائر المبينة في الاشكال المجاورة الربط على التوازي.







في هذه الدائرة المبينة في الشكل:

R_1 مربوطة على التوازي مع R_2

$R_2 \parallel R_1$

مجموع توازي $(R_2 \parallel R_1)$ مربوطة على التوالي مع R_3

ويضاً لو لاحظت الدائرة في الشكل نجد:

R_1 على التوالي مع R_2.

ومجموع $(R_1 + R_2)$ على التوازي مع R_3

$R_3 \parallel (R_1 + R_2)$

المقاومة والمواصلة الكلية:

كما ذكرنا سابقا فان محصلة المقاومات على التولي هو مجموعهما الجبري. اما في حالة ربط المقاومات على التوازي وبما ان المواصلة الكلية هي المجموع الجبري لكل مواصلة في دائرة التوازي أي ان:

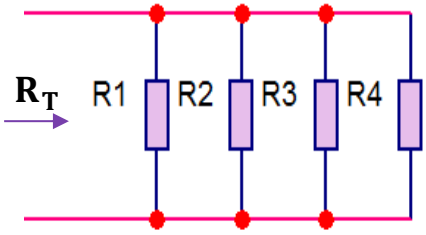
$$G_T = G_1 + G_2 + G_3 + \cdots + G_N$$

وحيث ان الموصلية هي مقلوب المقاومة $(G = \frac{1}{R})$.

فان محصلة المقاومات في دائرة التوازي تكون كالتالي كما في الشكل المجاور.

لحساب المقاومة الكلية.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots \ldots \ldots + \frac{1}{R_N}$$

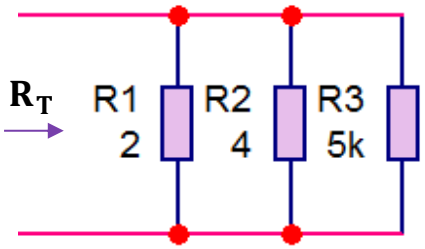


مثال: اوجد قيمة المقاومة الكلية للدائرة في الشكل التالي.

الحل:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} = \frac{19}{20} = 1.05\Omega$$



الشكل المطلوب في السؤال

ثامناً-ملاحظات حول دوائر التوالي

١- المقاومة الكلية لمقاومتين مربوطتين على التوازي تساوي:

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

٢- المقاومة الكلية لثلاث مقاومات مربوطة على التوازي تساوي:

$$R_T = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

ولتوضيح دوائر التوازي أكثر تأمل الشكل (10) الذي يمثل دائرة تواز في ابسط صورها وتتكون من مقاومتين ومصدر جهد جمعيهما مربوطة على التوازي. التيار يتجزأ عند العقدتين (a,b) والمقاومة الكلية (R_T) للدائرة تحسب كالتالي

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

او

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

تيار المصدر

$$I_S = \frac{E}{R_T}$$

بما ان المقاومتين ومصدر الجهد جمعيهما متصلة على التوازي فان جهودهما متساوية

$$E = V_1 = V_2$$

وباستخدام قانون أوم يمكن إيجاد تيار المقاومتين (I_1 وI_2) على النحو التالي

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{E}{R_1} \quad , \quad I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{E}{R_2}$$

وحيث ان المقاومة الكلية للدائرة تساوي:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

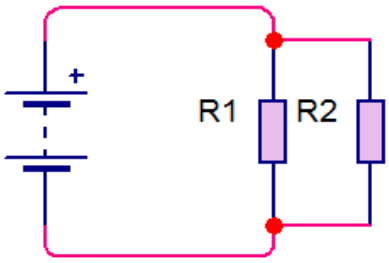
انتبه

عند تساوي قيم المقاومات الموصلة على التوازي فان المقاومة الكلية تساوي قيمة أحدهما على عددها

$$\frac{1}{R_T} = \frac{R}{N}$$

$$G_T = \frac{N}{R}$$

N: عدد المقاومات



شكل(10)

وبضرب المعادلة السابقة في قيمة مصدر الجهد E نحصل على:

$$\frac{E}{R_T} = \mathrm{E}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \quad \ldots\ldots \quad \frac{E}{R_T} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2}$$

ومن علاقة التيار السابقة نحصل على:

$$I_S = \frac{E}{R_T} \quad , I_1 = \frac{E}{R_1} \quad , I_2 = \frac{E}{R_2}$$

حيث ان $I_S = I_1 + I_2$

أيضا يمكن حساب القدرة المولدة في مصدر الجهد (P_S) والقدرة المستهلكة في كل مقاومة (P_2, P_1)

المراجع

- Forbes T. Brown (2006). Engineering System Dynamics. Page 43
- Rajendra Prasad (2006). Fundamentals of Electrical Engineering
- Kenneth L. Kaiser (2004). Electromagnetic Compatibility Handbook
- Ronalds, B. F. (2016). Father of the Electric Telegraph. London
- Williams, Tim(2005), The Circuit Designer's Companion