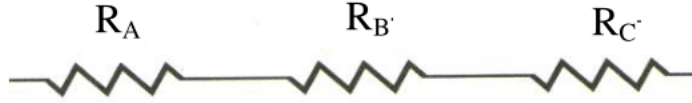


الوحدة 4 : دوائر التوالي والتوازي

1:-الدوائر الكهربائية البسيطة

وجه المقارنة	التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
المفهوم	دائرة كهربائية يكون مقدار التيار الكهربائي المار في أجزائها متساويا، ويكون مجموع الجهود فيها مساويا لجهد المصدر.	دائرة كهربائية تحتوي مسارات متعددة للتيار الكهربائي ، ويكون مجموع التيارات فيها مساويا لتيار المصدر (الرئيسي)
الرسم		
التيار الكهربائي	$I_{total}=I_A=I_B=I_C= \dots$ التيار المار بالمقاومات لا يتوزع ، ويكون متساويا ومساويا للتيار الخارج من المصدر.	$I_{total}=I_A+I_B+I_C+ \dots$ التيار يتوزع ، ويكون التيار الخارج من المصدر مساويا لمجموع التيارات في المقاومات.
الجهد الكهربائي	$\Delta V_{tot} = \Delta V_A + \Delta V_B + \Delta V_C + \dots$ يتوزع الجهد على المقاومات ، ويكون جهد المصدر مساويا لمجموع الجهود على المقاومات.	$\Delta V_{tot} = \Delta V_A = \Delta V_B = \Delta V_C = \dots$ الجهد على المقاومات يكون متساويا ومساويا لجهد المصدر.
المقاومة المكافئة	$R_{total}=R_A+R_B+R_C+ \dots$ المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المفردة. وتكون المقاومة المكافئة أكبر من أي من المقاومات.	$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} + \dots$ مقلوب المقاومة المكافئة يساوي مجموع مقلوب المقاومات المفردة ويكون مقدار المقاومة المكافئة أصغر من أقل مقاومة.
قانون الجزيء	$\Delta V_B = \left(\frac{R_B}{R_B + R_A} \right) \Delta V_{tot}$ 	$I_B = \left(\frac{R_A}{R_B + R_A} \right) I_{tot}$

دوائر التوالي الكهربائية



المقاومة المكافئة في حالة التوصيل على التوالي تساوي

$$R_{tot} = R_A + R_B + R_C + \dots$$

المقاومة المكافئة: مقاومة مفردة تحل محل مجموعة مقاومات بحيث يمر فيها نفس التيار ونفس الجهد لمجموعة المقاومات.

المقاومة المكافئة: لعدد (N) من المقاومات المتساوية موصلة معا على **التوالي** تساوي مقدار المقاومة الواحدة مضروباً في عدد المقاومات أي أن:

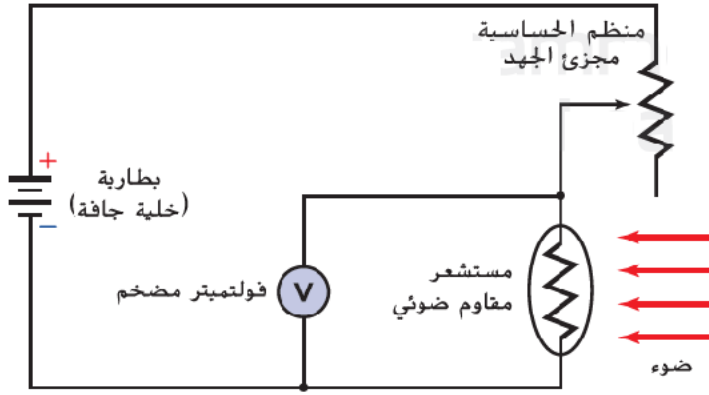
$$R_{tot} = NR$$

مجزئات الجهد:

يعتبر مجزئ الجهد احدى التطبيقات على دوائر التوالي.

مجزئ الجهد: دائرة توالي تستخدم لانتاج مصدر جهد بالقيمة المطلوبة من بطارية ذات جهد كبير.

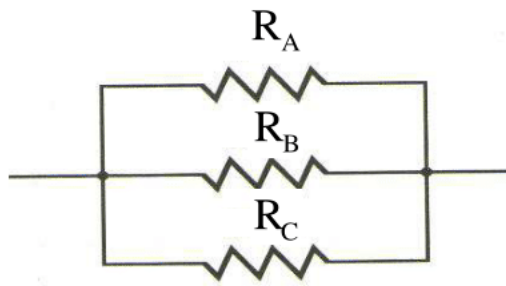
استخدامات مجزئات الجهد: تستخدم في المقاومات الضوئية (المجسات الضوئية) وهي مقياس لكمية الضوء.



س: كيف تعمل المقاومات الضوئية؟

- 1- عند سقوط الضوء على المقاومة الضوئية ، تقل المقاومة وبالتالي يقل الجهد بين طرفيها تبعا للعلاقة $(\Delta V = RI)$ ، ولذا تقل قراءة الفولتميتر .
- 2- عندما يقل الضوء الساقط على المقاومة الضوئية ، تزيد المقاومة وبالتالي يزيد الجهد بين طرفيها، فتزيد قراءة الفولتميتر.
- 3- يتم تحويل الجهد الناتج عن المقاوم الضوئي كمقياس للاستضاءة.

دوائر التوازي الكهربائية



المقاومة المكافئة في حالة التوصيل على التوازي تساوي

$$R_{tot} = \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} + \dots \right)^{-1} \quad \text{أو} \quad \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} + \dots$$

ملاحظات مهمة:

1- فروع دائرة التوازي لا يعتمد بعضها على بعض . فعند فصل احد المقاومات على التوازي ، فان التيار المار في بقية المقاومات يبقى ثابتا ولا يتغير.

2- المقاومة المكافئة لمقاومتين R_A, R_B موصلتين على التوازي تساوي حاصل ضربهما على حاصل جمعهما أي أن $R_{tot} = \frac{R_A \times R_B}{R_A + R_B}$

3- المقاومة المكافئة لعدد (N) من المقاومات المتساوية موصلة معا على التوازي تساوي مقدار المقاومة الواحدة مقسوما على عدد المقاومات أي أن:

$$R_{tot} = \frac{R}{N}$$

س: علل لما يأتي:

- 1- لا يتغير التيار بالمقاومات المتصلة على التوازي عند فصل احداها.
ج: لأن قيمة مقدار التيار يعتمد على فرق الجهد بين طرفي المقاوم ومقدار مقاومته ، وهما ما لم يتغيرا.
- 2- تصمم دوائر مصابيح الزينة على التوازي.
ج: حتى لا تتوقف المصابيح عن العمل ، عندما يتعطل أحد هذه المصابيح.
- 3- على الرغم من قلة تكلفة صناعة أسلاك مصابيح الزينة عند توصيلها على التوالي ، إلا أنها غير مرغوبة عند معظم المستهلكين.
ج: لأنه عندما يتعطل أحد المصابيح ، تتوقف سائر المصابيح عن العمل.

سطوع المصابيح في دوائر التوالي والتوازي

- يتناسب سطوع اضاءة المصباح الكهربائي طرديا مع القدرة المستنفذة فيه ، فكلما كانت القدرة المستنفذة أكبر كان سطوع المصباح الكهربائي أكثر.

1- في حالة التوصيل على التوازي:

$$P = \frac{\Delta V^2}{R}$$

يزداد سطوع المصباح كلما كانت مقاومته أصغر ، لأن القدرة المستنفذة تزيد تبعا للعلاقة

2- في حالة التوصيل على التوالي:

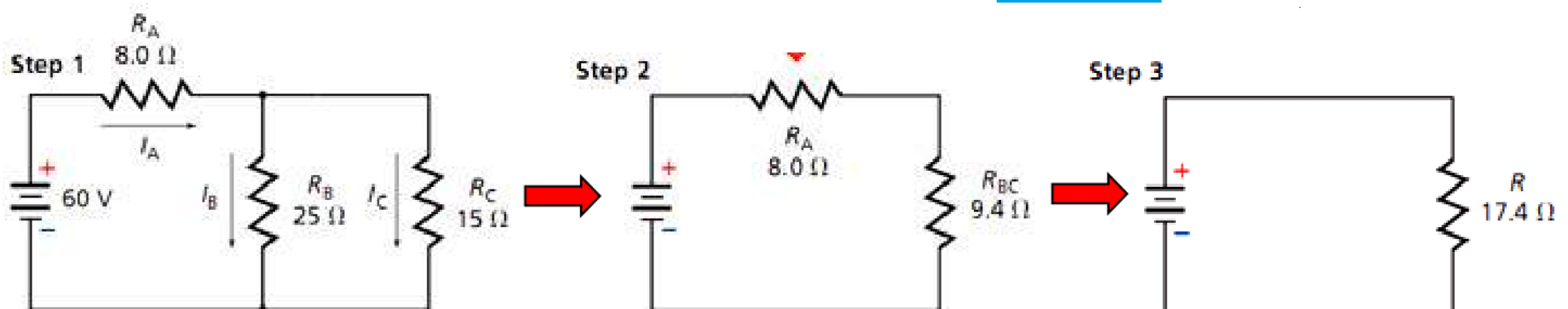
$$P = I^2 R$$

يزداد سطوع المصباح كلما كانت مقاومته أكبر ، لأن القدرة المستنفذة تزيد تبعا للعلاقة

- تزداد سخونة المقاوم الكهربائي بزيادة القدرة الكهربائية المستنفذة فيه تماما كما هو الحال في اضاءة المصابيح الكهربائية.

خطوات حل المسائل

- 1- نرسم رسم تخطيطي للدائرة الكهربائية.
- 2- نحدد المقاومات المتصلة على التوازي ونوجد المقاومة المكافئة لها.
- 3- نرسم رسم تخطيطي جديد يحتوي على المقاومة المكافئة الجديدة.
- 4- نحدد المقاومات المتصلة على التوالي ونوجد المقاومة المكافئة لها.
- 5- نرسم رسم تخطيطي يحتوي على المقاومة المكافئة الجديدة.
- 6- نكرر الخطوات السابقة حتى تختصر مقاومات الدائرة كلها في مقاوم واحد.
- 7- نوجد التيار الكلي من العلاقة $I_{\text{tot}} = \frac{\Delta V}{R_{\text{tot}}}$ ، ثم نرجع في المسألة عكسيا ليجاد التيار وفرق الجهد لجميع المقاومات.



سؤال 2 : صفحة 82

تدريب 1: وصلت المقاومات $5\ \Omega$ و $12\ \Omega$ و $15\ \Omega$ في دائرة توال كهربائية ببطارية جهدها 75V .
a- ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة ؟
b- ما مقدار التيار المار فيها ؟

سؤال 3: صفحة 82

تدريب 2: وصل طرفا سلك بعشرة مصابيح ذات مقاومات متساوية ومتصلة على التوالي بمصدر جهد مقداره 117 V فإذا كان التيار المار في المصابيح 0.06A فاحسب مقدار:
a- المقاومة المكافئة للدائرة.
b- مقاومة كل مصباح .

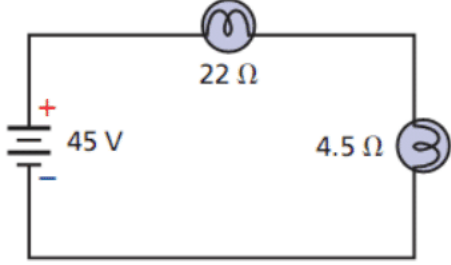
سؤال 65 : صفحة 100

تدريب 3: قام طالب بعمل مجزئ جهد يتكون من بطارية جهدها 45V ومقاومين $475\text{ K}\ \Omega$ و $235\text{ K}\ \Omega$ فإذا قيس الجهد الناتج عبر المقاوم الأصغر فما مقدار هذا الجهد ؟

سؤال 45 : صفحة 98

تدريب 4 : إذا احتوت دائرة توالي على مقاومتين فرق الجهد على كل منهما 5.50V و 6.90V فما مقدار جهد المصدر ؟

سؤال 51 : صفحة 98

تدريب 5: وصل مصباحان مقاومة الأول 22Ω ومقاومة الثاني 4.5Ω على التوالي بمصدر جهد مقداره 45V كما بالشكل فاحسب مقدار :-

a - المقاومة المكافئة للدائرة b - التيار المار في الدائرة c - فرق الجهد على كل مصباح .

d - القدرة المستهلكة في كل مصباح

تدريب 1: احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية :- 680Ω و $1.1 K \Omega$ و $10.2 K \Omega$ اذا وصلت على التوازي.

تدريب 2: يمر تياران في دائرة توازي فإذا كان تيار الفرع الأول $3.45 A$ وتيار الفرع الثاني $1.00 A$ فما مقدار التيار في مصدر الجهد ؟

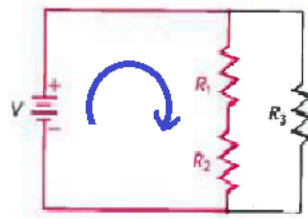
تدريب 3: وصلت ثلاثة مقاومات مقدار كل منها 120.0Ω و 60.0Ω و 40Ω على التوازي مع بطارية جهدها $12.0v$ احسب مقدار :

- a- المقاومة المكافئة لدائرة التوازي b- التيار الكهربائي الكلي المار في الدائرة c- التيار المار في كل مقاوم

قاعدة كيرشوف :-

1- قاعدة الحلقة: المجموع الجبري لفروق الجهد عبر أي دائرة مغلقة يساوي صفر (قانون حفظ الطاقة)

تتحرك الشحنات الكهربائية في الدائرة الكهربائية من خلال زيادة وانخفاض الجهد الكهربائي ، بحيث يكون مجموع الزيادة في الجهد الكهربائي في الدائرة يساوي مجموع الانخفاض في الجهد لنفس الدائرة

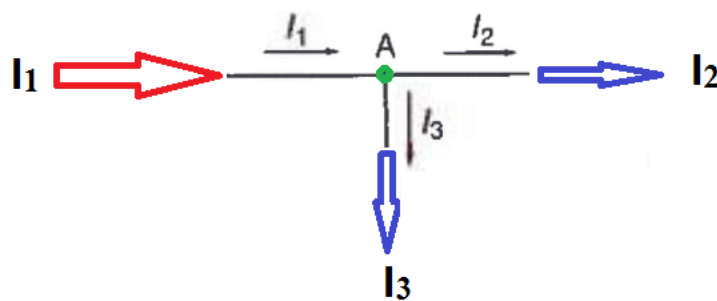


$$\Delta V - I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0$$

علل: يكون مجموع التغيرات في الجهد عبر كل عناصر الدائرة الكهربائية صفراً.

ج: لأن مصدر الجهد يعمل على رفع الجهد بمقدار يساوي مجموع الهبوط في الجهد الناتج عن مرور التيار في جميع المقاومات الكهربائية.

2 - قاعدة الوصلة: مجموع التيارات الكهربائية الداخلة عند وصلة (نقطة) في دائرة كهربائية يساوي مجموع التيارات الكهربائية الخارجة منها (قانون حفظ الشحنة)



الوصلة (نقطة) : هي موضع ترتبط فيه ثلاثة أسلاك أو أكثر مع بعضها البعض.

$$I_1 = I_2 + I_3$$

2:- تطبيقات الدوائر الكهربائية**أجهزة الأمان****ما المقصود بدائرة القصر؟**

هي دائرة كهربائية تكون فيها مقاومة الدائرة صغيرة جداً (كتلك الناتجة عن توصيل مجموعة من الأجهزة على التوازي)، مما يجعل التيار المار فيها كبير جداً فيؤدي ذلك لانتاج طاقة حرارية كافية لصهر الأسلاك ، مما يؤدي ذلك لتلامس الأسلاك.

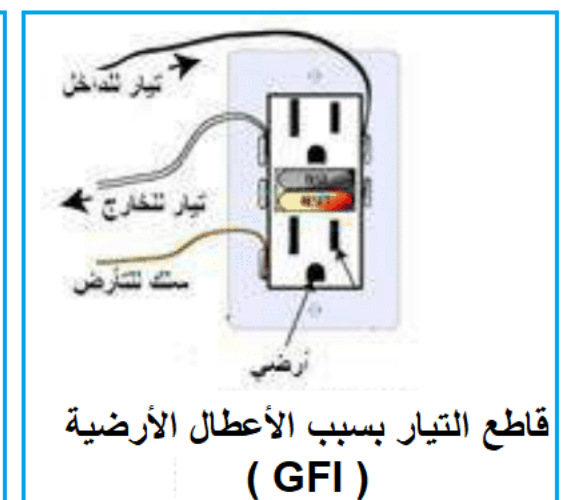
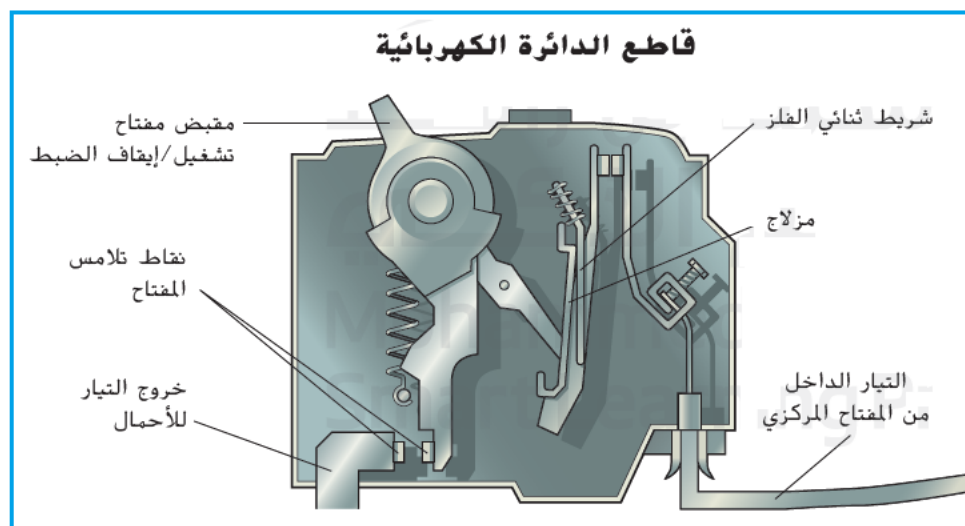
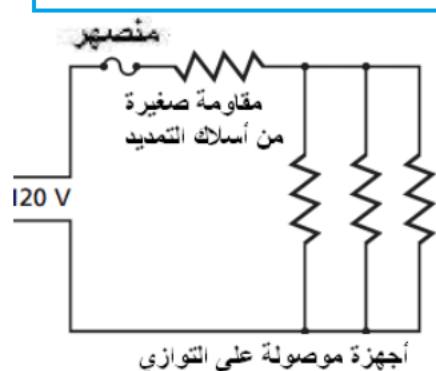
1- **المنصهر الكهربائي:** قطعة قصيرة من الفلز ذات سمك معين ، تنصهر عندما يمر تيار كبير ، مما يؤدي لقطع التيار الكهربائي عن الدائرة ، وبالتالي يحمي الدائرة من التلف، ويكون سمك القطعة ملائماً للتيار اللازم لعمل الدائرة.

2- **قاطع الدائرة الكهربائية:** مفتاح كهربائي آلي يعمل على فتح الدائرة الكهربائية عندما يتجاوز مقدار التيار المار فيها القيمة المسموح بها، مما يؤدي لقطع التيار وبالتالي حماية الدائرة من التلف.

3- **قاطع التيار بسبب الأعطال الأرضية (GFI):** دائرة إلكترونية تستشعر الفروقات البسيطة في التيار الكهربائي الناجمة عن مسار إضافي للتيار فتعمل على فتح الدائرة الكهربائية ، وبالتالي تمنع الإصابات الناتجة عن مرور التيار في مسارات أخرى كالأشخاص أو الماء وغيرها.



منصهر



قاطع التيار بسبب الأعطال الأرضية (GFI)

س: ما وظيفة كل من المنصهرات وقواطع الدوائر الكهربائية ؟

- أ- منع حدوث حمل زائد في الدائرة ، والناتج عن تشغيل عدة أجهزة في الوقت نفسه.
- ب- منع حدوث حمل زائد في الدائرة والناتج عن حدوث دائرة القصر.

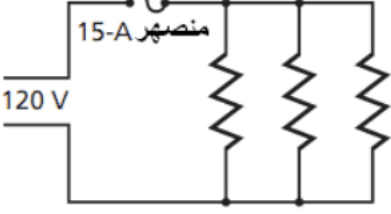
2:- تطبيقات الدوائر الكهربائية

أجهزة الأمان

مثال

وصلت 3 أجهزة تلفاز ، مكواة كهربائية ومجفف شعر قدرتها 1440W , 720W , 240W على التوازي بمصدر جهد مقداره 120 V أجب عما يلي:

a - احسب شدة التيار المار في كل جهاز.



b - احسب مقاومة كل جهاز.

c - احسب المقاومة المكافئة للأجهزة.

d - وضح على الرسم كيف يمكنك تثبيت منصهر كهربائي لحماية الأجهزة الكهربائية من التلف. ثم احسب التيار الكلي المار فيه.

e - اذا تلفت الطبقة العازلة بين السلكين وتلامس السلكين (دائرة قصر) وانخفضت مقاومة الدائرة الى 0.01Ω . فأجب عما يلي:

1 - احسب شدة التيار المار في الدائرة في هذه الحالة.

2 - هل تلف الأجهزة الكهربائية في هذه الحالة . فسر اجابتك.

ج: لا تتلف. لأن التيار الكبير الناتج يؤدي لصهر المنصهر الكهربائي أو فتح القاطع الكهربائي مما يؤدي لفتح الدائرة الكهربائية وحمايتها من التلف.

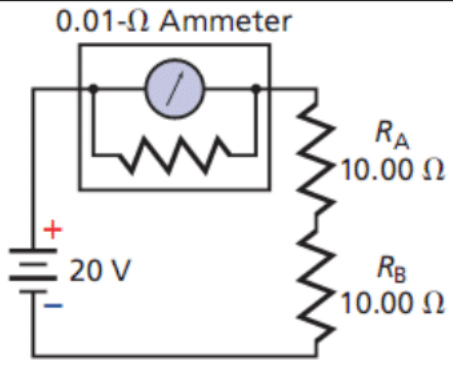
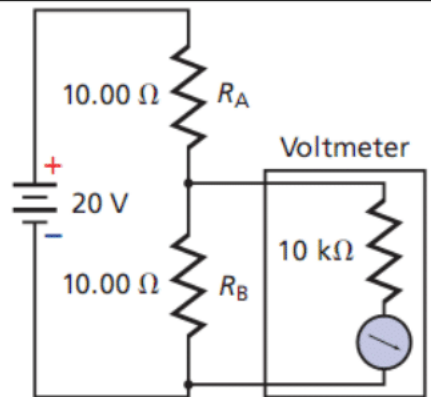
الدوائر الكهربائية المركبة

الدائرة الكهربائية المركبة: الدائرة التي تحتوي على نوعي التوصيل التوالي والتوازي معا في دائرة واحدة.

علل لما يلي: ضعف اضاءة المصباح عند تشغيل مجفف الشعر في المنزل على الرغم من توصيلهما على التوازي.

ج: لأن مقاومة أسلاك التمديدات المنزلية لها مقاومة صغيرة موصولة على التوالي مع دائرة التوازي ويؤدي ذلك الى تغير التيار المار وبالتالي ضعف الاضاءة.

الأميترات والفولتметры

الأداة / وجه المقارنة	الأميتر	الفولتметр
الاستخدام	جهاز يستخدم لقياس التيار الكهربائي المار في أي جزء من الدائرة الكهربائية.	جهاز يستخدم لقياس الهبوط في الجهد في أي جزء من الدائرة الكهربائية.
مقاومة الجهاز	صغيرة	كبيرة
تركيبه	ملف يتصل مع مقاومة صغيرة على التوازي	ملف يتصل مع مقاومة كبيرة على التوالي
طريقة توصيله في الدائرة	يوصل على التوالي في الدائرة	يوصل على التوازي في الدائرة
الرسم		

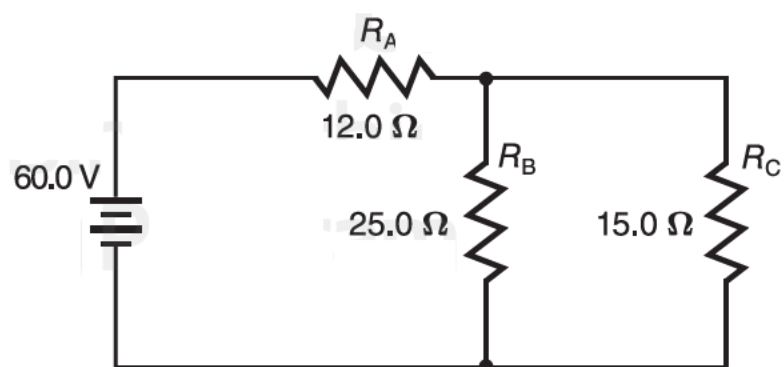
س: علل لكل مما يلي:

- 1- **يصمم الأميتر بحيث تكون مقاومته صغيرة جدا.**
ج: حتى لا يؤثر استخدام الأميتر في قيمة التيار المار في الدائرة والمقاوم.
- 2- **يتم توصيل مقاومة صغيرة على التوازي مع ملف الأميتر.**
ج: حتى تجعل مقاومة الأميتر صغيرة جدا ، وبالتالي لا تؤثر في شدة تيار الدائرة.
- 3- **يصمم الفولتметр بحيث تكون مقاومته كبيرة جدا.**
ج: حتى يكون التغير في التيارات وفروق الجهد في الدائرة أقل ما يمكن .
- 4- **يتم توصيل مقاومة كبيرة جدا على التوالي مع ملف الفولتметр.**
ج: حتى تكون المقاومة الكلية لجهاز الفولتметр كبيرة جدا، وبالتالي يكون التغير في التيارات وفروق الجهد في الدائرة صغير جدا يمكن اهماله.

تدريبات متنوعة

تدريب 1: حدد نوع الدائرة المستخدمة فيما يلي:

النوع	الوصف	النوع	الوصف
التوالي	اضافة مقاوم الى الدائرة يزيد المقاومة المكافئة.	التوالي	التيار متساو في جميع أجزاء الدائرة
التوازي	الهبوط في الجهد عبر كل مقاوم في الدائرة متساو.	التوالي	المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المفردة
التوازي	اذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفرا ، لن يتغير مقادير التيارات الكهربائية المارة في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.	التوالي	اذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفرا ، لن يمر تيار في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.
التوازي	نوع من التوصيل مناسب لتمديدات الأسلاك في المنازل.	التوالي	الهبوط في الجهد في الدائرة يتناسب طرديا مع المقاومة.
		التوازي	اضافة مقاوم الى الدائرة يقلل المقاومة المكافئة.



تدريب 2: من خلال الشكل الموضح :- اجب عما يلي:

- a - ما مقدار المقاومة المكافئة ؟
- b - احسب التيار المار في المقاوم 12Ω
- c - احسب التيار المار في المقاوم 25Ω