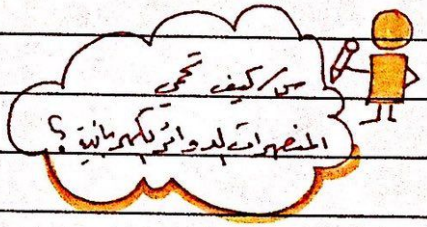
الفصل السادس: دوائر التوالي والتوازي الكهربائية

مقدمة

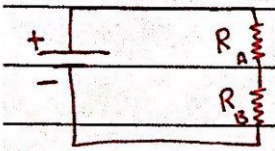
- تعد الأجهزة الكهربائية ووظائفها قائمة على الدوائر الكهربائية فهي أساس عملها.
- لتمييز بعض الدوائر بالتوالية والتوازية والمركبة
- تشكل مراكز تحكم الكهرباء نقاط توصيل بعض الدوائر الرئيسية لوصلة من شركة الكهرباء والدوائر الكهربائية في المنزل.



س/ لماذا توصل أجهزة الكهربائية في المنزل على التوازي؟ لتعمل على الجهد نفسه.

دوائر التوالي الكهربائية

- دائرة التوالي هي دائرة تمر التيار نفسه في كل جزء من أجزائها



التيار المار في A = التيار المار في B

التيار والمقاومة في دائرة التوالي: يجب أن نعرف أن الجهد الكهربائي الذي تولده البطارية في دائرة التوالي يساوي الجهد في المقاومتين A، B.

$$V_{البطارية} = V_A + V_B$$

$$V_{مصدر} = IR_A + IR_B$$

تذكر أن: $V = IR$

التيار في المقاومتين نفسه

$$V_{مصدر} = I(R_A + R_B)$$

مرور التيار في الدائرة على مجموعة من المقاومة يتسبب في هبوط الجهد للبطارية متوزع على هذه المقاومات

المقاومة المكافئة

- المقاومة المكافئة لمجموعة من المقاومات موصولة على التوالي تساوي مجموع المقاومات المفردة:

$$R_{مكافئة} = R_A + R_B + \dots$$

- التيار الكهربائي في دائرة التوالي $I = \frac{V_{مصدر}}{R_{مكافئة}}$

- مجزئ الجهد هي دائرة توالي تستخدم لانتاج مصدر جهد بالقيمة المطلوبة من بطارية ذات جهد كبير.
تستخدم في الحساسات مثل المقاومات الضوئية.

تدريب: وصلت المقاومات 5Ω، 15Ω، 10Ω على التوالي ببطارية جهدها 60 V احسب المقاومة المكافئة ثم احسب التيار.

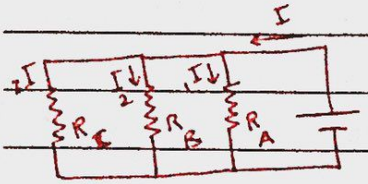
$$R_{مكافئة} = R_A + R_B + R_C$$
$$= 5 + 15 + 10 = 30\ \Omega$$

المقاومة المكافئة في التوالي أكبر من أي مقاومة مفردة.

$$I = \frac{V_{مصدر}}{R_{مكافئة}} = \frac{60}{30} = 2\ A$$

إضافة مقاومة جديدة في دائرة التوالي تقلل من التيار إذا لم يتغير الجهد.

دوائر توازي الكهربائية



هي الدائرة الكهربائية التي تحتوي على مسارات متعددة للتيار الكهربائي.

- قيمة الجهد في كل مسار متساوية.
- قيمة التيار في كل مسار مختلفة.

التيار الكلي في دائرة التوازي هو مجموع تيارات كل المسارات

- عند فصل أي مقاومة في دائرة التوازي لن تتغير قيمة التيار المار في المقاومات الأخرى ولكن قيمة التيار الكلي في الدائرة ستتغير لأنه عدد المسارات قلّ.

- المقاومة في دائرة التوازي: لاتنسى أن التيار الكلي في دائرة التوازي يساوي مجموع التيارات المارة في المسارات A، B، C

$$I = I_A + I_B + I_C$$

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_A} + \frac{V}{R_B} + \frac{V}{R_C}$$

تذكّر أن $I = \frac{V}{R}$

قيمة الجهد متساوية

$$\frac{\cancel{V}}{R} = \cancel{V}\left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}\right)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} \cdots$$

- المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات موصولة على التوازي تساوي مجموع مقلوب المقاومات المفردة

* المقاومة المكافئة في حالة التوصيل على التوازي أقل من أي مقاومة.

- نستخدم التوصيل على التوازي في المنازل وفي دوائر الإضاءة، لماذا؟

تدريب سؤال 12 صفحة 233

ⓐ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}$

$= \frac{1}{120} + \frac{1}{60} + \frac{1}{40} = \frac{1}{20}$

$\therefore R = 20\ \Omega$

ⓑ $I = \frac{V}{R}$

$I = \frac{12}{20} = 0.6\ A$

ⓒ $I_A = \frac{V}{R_A} = \frac{12}{120} = 0.1\ A$

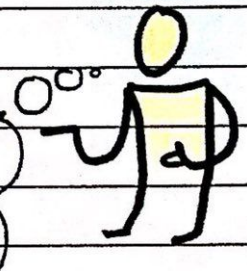
$I_B = \frac{V}{R_B} = \frac{12}{60} = 0.2\ A$

$I_C = \frac{V}{R_C} = \frac{12}{40} = 0.3\ A$

نلاحظ أن مجموع التيارات في المقاومات يساوي التيار الكلي

إضافة مقاومة جديدة في دائرة التوازي يزيد من التيار إذا لم يتغير الجهد.

تطبيقات لدوائر كهربائية



بعد أن تعرفنا على بعض عناصر لدوائر الكهربائية سوف نتعلم معرفة وفهم متطلبات لهذه لأنظمة وحدودها ولتدابير لسلامة لتي يجب اتباعها لتجنب وقوع لإصابات .

أدوات السلامة

- دائرة لقصر : دائرة كهربائية مقاومتها صغيرة تجاوز بحيث لتيار يلتف حول جسم كبير فتنتج طاقة حرارية كافية لصهر لمادة لعازلة للأسلاك فيحدث تلامس كهربائي وحريق
- مصهر كهربائي : قطعة فلزية صغيرة تنصهر عند مرور تيار كهربائي أكبر من لحد لمسموح فيؤدي إلى انقطاع لتيار لكهربائي .

س/ ما وظيفة مصهر الكهربائي وما لعامل لمؤثر على مقدار لتيار لذي يمر فيه ؟

ج/ وظيفته حماية لدائرة لكهربائية و لعامل لمؤثر حمل قطعة لفلز .

- قاطع لدائرة لكهربائية : مفتاح لذي يقوم بفتح لدائرة لكهربائية عند مرور تيار كهربائي أكبر من لمسموح فيتوقف مرور .
- قاطع لتفريغ لأرضي : يحتوي على دائرة إلكترونية تكتشف لعطل وقوم بسرعة بفتح لتيار لقاتحة من مسار لإضافي للتيار .

← في لعادة يسلك لتيار مسار مفرد فيخرج من لمصدر ثم لجهاز ويعود مرة أخرى للمصدر وعند وجود عيب في طريق يتحول لهذا لتيار مسار آخر يجعل لمستخدم جزء من لدائرة فيتعرض لإصابة خطيرة .

تطبيقات منزلية

تدريب : إذا تم استخدام مصهر يتحمل تيار مقداره 15 A في دائرة تحتوي تلفاز قدرته 240 W ومكواة قدرتها 720 W ومجفف شعر قدرته 1440 W ومصدر جهد 120 V .
ماذا سيحدث ؟

لتلفاز $I = P/V = 240/120 = 2\ A$
للمكواة $I = P/V = 720/120 = 6\ A$
لمجفف لشعر $I = P/V = 1440/120 = 12\ A$
لتيار لكلي للأجهزة $I = 2+6+12 = 20\ A$

لأن أكبر من لتيار لذي يتحمله لمصهر لذلك سيحترق وتفتح لدائرة لكهربائية فلا يمر تيار .

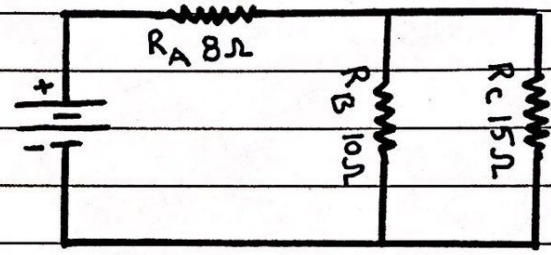
الدوائر الكهربائية المركبة

هي دوائر تحتوي على نوعي التوصيل التوالي والتوازي.

س/ ما الخطوات المتبعة لحل مسائل الدوائر المركبة ؟

1. رسم مخطط توضيحي للدائرة.
2. نحدد المقاومات المتصلة على التوازي ونحسب المقاومة المكافئة لها.
3. نحسب المقاومة المكافئة على التوالي.

* تدريب: صمم الشكل احسب المقاومة المكافئة.

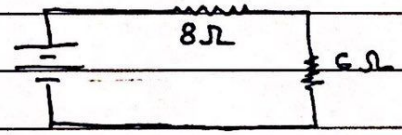


نلاحظ ان R_B ، R_C مقاومتين متصلة على التوازي:

$$\frac{1}{R_{\text{المكافئة}}} \Rightarrow \frac{1}{R_{\text{مكافئة}}} = \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{R_{\text{مكافئة}}} = \frac{1}{6} \Rightarrow R_{\text{مكافئة}} = 6\,\Omega$$

* يصبح شكل الدائرة:



$R_{\text{مكافئة}}$ مع R_A توالي $\Rightarrow R = R_{\text{مكافئة}} + R_A = 6 + 8 = 14\,\Omega$

الأميترات والفولتميترات

- الأميتر: يستخدم لقياس التيار الكهربائي في أي جزء من الدائرة.
  - ويتم توصيله على التوالي.
  - تكون مقاومته أقل ما يمكن لأنه التيار سيقل إذا زادت مقاومته لذلك يتم توصيل مع ملحقه مقاومة صغيرة على التوازي.
- الفولتميتر: يستخدم لقياس فرق الكهربائي لأي جزء من الدائرة.
  - ويتم توصيله على التوازي.
  - تكون مقاومته أكبر ما يمكن لكي يكون التغير في التيار أقل ما يمكن لذلك يتم توصيل مع ملحقه مقاومة كبيرة على التوالي.