توصيل المقاومات الكهربائية

Combination of Electric Resistors

تستخدم المقاومات الكهربائية في الأجهزة على نطاق واسع موصولة بطرائق مختلفة, منها التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي , أو الجمع بينهما .فما سبب الاختلاف في طريقة التوصيل؟

١- للحصول على المقاومة المطلوبة ٢- إختلاف الغاية من الإستخدام .

التوصيل على التوالي (Series Combination)

مميزات توصيل المقاومات على التوالي:

١- توصل المقاومات في الدارات الكهربائية دون تفرع بحيث يمر التيار الكهربائي (ت) نفسه في المقاومات جميعها الواحدة تلو الأخرى كما في الشكل (أ).

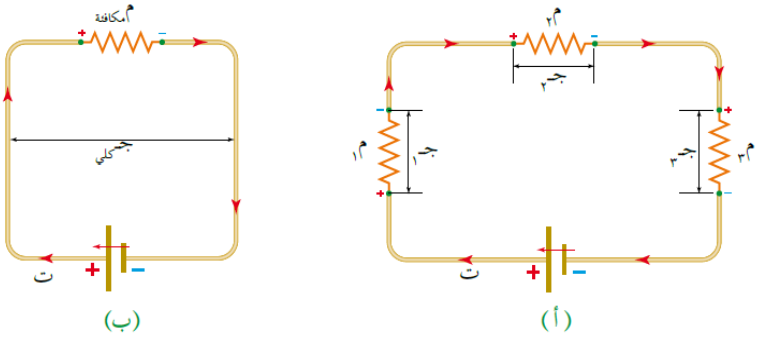
٢- مقدار التيار الكهربائي هو نفسه في المقاومات كلها (لا يتفرع التيار) :

$$ت = ت_{١} = ت_{٢} = ت_{٣}$$

٣- الجهد الكهربائي الكلي يتوزع على جميع المقاومات ، أي أن :

$$جـ_{كلي} = جـ_{١} + جـ_{٢} + جـ_{٣}$$

٤- يمكن استبدال مقاومة واحدة بهذه المقاومات تسمى **المقاومة المكافئة (م المكافئة)** يكون لها الجهد الكلي نفسه، ويمر فيها التيار نفسه كما يبين الشكل(ب)، **ولحساب المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات الموصولة على التوالي، نستخدم العلاقة الآتية:** $جـ_{الكلي} = جـ_{١} + جـ_{٢} + جـ_{٣}$



أن (جـ = ت م)، فإن: $ت\ م_{المكافئة} = ت\ م_{١} + ت\ م_{٢} + ت\ م_{٣}$

وباختصار(ت) تصبح العلاقة: $م_{المكافئة} = م_{١} + م_{٢} + م_{٣}$

٥- **عند وصل مجموعة من المقاومات على التوالي تكون المقاومة المكافئة لها هي المجموع الجبري لتلك المقاومات** ؛ أي أن : $م_{المكافئة} = م_{١} + م_{٢} + م_{٣}$

٦- أن المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات الموصولة معاً على التوالي تكون أكبر من أكبر مقاومة في المجموعة.

٧- أهم خصائص التوصيل على التوالي أنه إذا قطع سلك إحدى المقاومات، فإن مرور التيار الكهربائي يتوقف فيها جميعاً، ويعمل التوصيل على التوالي على تقليل التيار الكهربائي المار في الدارة وتجزئة الجهد.

٨- ومن أهم الأمثلة على الأجهزة على التوالي،توصيل جهاز الأميتر ذي المقاومة الصغيرة جداً على التوالي في دارة التيار الكهربائي من غير أن يؤثر فيه بصورة ملموسة.

التوصيل على التوازي (Parallel Combination)

مميزات توصيل المقاومات على التوازي:

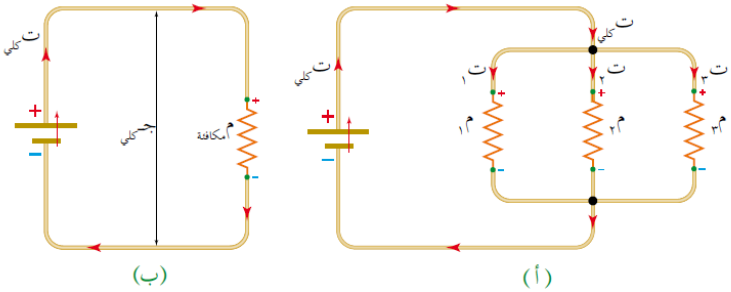
١- توصل المقاومات بطريقة التوازي بحيث تشترك المقاومات في نقطتي البداية والنهاية، وتكون كل مقاومة في فرع كما في الشكل (أ).

٢- التيار الكهربائي يتجزأ في المقاومات بنسبة عكسية لمقاديرها :

$$ت_{الكلي} = ت_{١} + ت_{٢} + ت_{٣}$$

٣- الجهد الكهربائي الكلي يبقى ثابتاً ولا يتوزع ، أي أن : $جـ_{الكلي} = جـ_{١} = جـ_{٢} = جـ_{٣}$

٤- - يمكن استبدال مقاومة واحدة بهذه المقاومات تسمى المقاومة المكافئة ($م_{المكافئة}$) يكون لها الجهد ا نفسه، ويمر فيها التيار الكلي نفسه كما يبين الشكل(ب)، ولحساب المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات الموصولة على التوازي، نستخدم العلاقة الآتية: $ت_{الكلي} = ت_{١} + ت_{٢} + ت_{٣}$



$$\frac{جـ_{٣}}{م_{٣}} + \frac{جـ_{٢}}{م_{٢}} + \frac{جـ_{١}}{م_{١}} = \frac{جـ_{الكلي}}{م_{المكافئة}}$$

وبما أن فرق الجهد بين طرفي الفروع متساوٍ ($جـ_{الكلي} = جـ_{١} = جـ_{٢} = جـ_{٣}$) فإن العلاقة تصبح:

$$\frac{١}{م_{٣}} + \frac{١}{م_{٢}} + \frac{١}{م_{١}} = \frac{١}{م_{المكافئة}}$$

o- عند وصل مجموعة من المقاومات على التوازي تكون المقاومة المكافئة :

$$\frac{١}{م_{المكافئة}} = \frac{١}{م_{١}} + \frac{١}{م_{٢}} + \frac{١}{م_{٣}} + \cdots$$

٦- أن المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات الموصولة معاً على التوازي تكون أصغر من أصغر مقاومة في المجموعة.

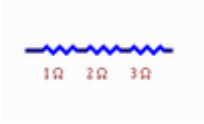
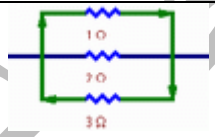
٧- ومن خصائص توصيل المقاومات على التوازي أنه إذا قطع سلك إحدى المقاومات، يتوقف مرور التيار الكهربائي في تلك المقاومة فقط، أما باقي الدارة فإنها تبقى تعمل.

٨- **ومن أهم تطبيقات توصيل المقاومات على التوازي:**

توصيل جهاز الفولتميتر الذي يمتاز بمقاومته الكبيرة جداً في الدارة ليقيس فرق الجهد بين طرفي أي عنصر من غير أن يؤثر في التيار المار فيه.

وتستخدم طريقة التوصيل على التوازي أيضاً في توصيل الأجهزة الكهربائية التي تعمل على فرق الجهد نفسه وفي توصيل مصابيح الإنارة.

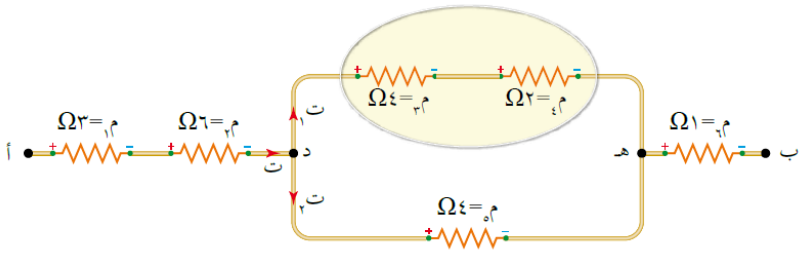
ما الفرق بين توصيل المقاومات على التوالي و التوصيل على التوازي ؟

	التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
ت	ت = ثابت	ت= ت١ + ت٢ + ت٣ + ...
جـ	جـ = جـ ١ + جـ٢ + جـ٣ + ...	جـ = ثابت
م المكافئة	م المكافئة = م١ + م٢ + م٣ + ...	$\frac{١}{\text{م المكافئة}} = \frac{١}{\text{م ١}} + \frac{١}{\text{م ٢}} + \frac{١}{\text{م ٣}}$
قيمة المقاومة المكافئة	م المكافئة > أي مقاومة	م المكافئة < أي مقاومة
طريقة التوصيل	توصيل المقاومات بشكلٍ متتالٍ، بحيث توصل نهاية كل مقاومة مع بداية المقاومة التي تليها؛ أي أن التيار يمر باتجاهٍ واحدٍ.	توصيل المقاومات بشكلٍ متوازٍ، بحيث تكون المقاومة الأولى موازية للمقاومة الثانية، فالمقاومة الثالثة، وتوصل طرفا مجموعة المقاومات بمصدر الجهد.
		
القدرة	يثبت التيار (القدرة = ت٢م)	يثبت الجهد (القدرة = جـ٢/م)
	تكون العلاقة بين القدرة والمقاومة علاقة طردية(أكبر مقاومة تستهلك أكبر قدرة).	تكون العلاقة بين القدرة والمقاومة علاقة عكسية(أصغر مقاومة تستهلك أكبر قدرة).
الطاقة	ط = ت٢م ز	ط = جـ٢ ز /م

مثال :وصلت مجموعة من المقاومات كما في الشكل اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل أجب عن الأسئلة الآتية:

١- هل يمكننا القول إن المقاومة (م ٣) موصولة على التوازي مع (م ٥)؟ لماذا؟

٢- جد المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات بين النقطتين (أ، ب).



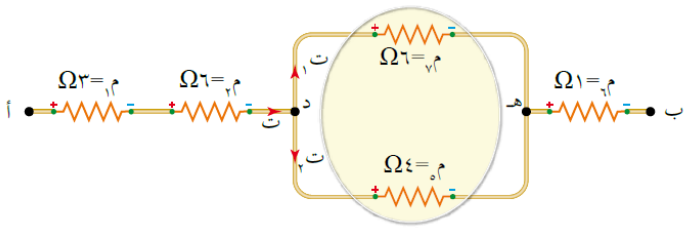
الحل:

١- لا؛ لأن المقاومتين(م٣،م٥) ليس لهما فرق الجهد نفسه، فهما اشتركتا في نقطة البداية، ولم تشتركا في نقطة النهاية، فالمقاومة (م ٣) متصلة مع (م ٤) على التوالي من نقطة التفرع (د) إلى نقطة التفرع (هـ).

٢- لإيجاد المقاومة المكافئة يبسط الشكل، فنبدأ بالفروع، ومن الشكل المحاط يتبين أن المقاومتين (م ٣، م ٤)موصولتان على التوالي، وسنرمز لمكافئتهما بالرمز (م٧) أي أن:

$$م_{٧} = م_{٣} + م_{٤} = ٤ + ٢ = ٦\ \Omega$$

أما (م ٧، م ٥) موصولتان على التوازي ومكافئتهما (م ٨) كما يبين الشكل:

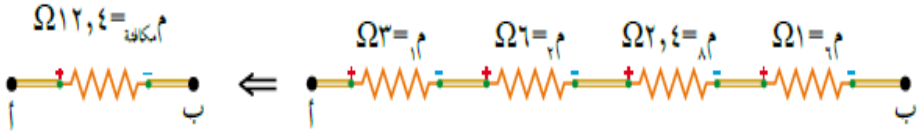


لاحظ أنه يمر فيهما تيار مختلف، حيث يتجز التيار الكهربائي عند نقطة التفرع (د)، ويعود ليجتمع عند النقطة (هـ).

$$\frac{١}{م_{٨}} = \frac{١}{م_{٧}} + \frac{١}{م_{٥}}$$

$$\frac{١}{م_{٨}} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٤} \Leftarrow م_{٨} = \frac{٢٤}{١٠} = ٢,٤\ \Omega$$

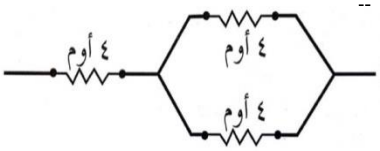
ومن الشكل التالي نلاحظ أن المقاومات (م ١، م ٢، م ٨، م ٦)موصولة معاً على التوالي، ويمكن حساب المقاومة المكافئة بين النقطتين (أ، ب):



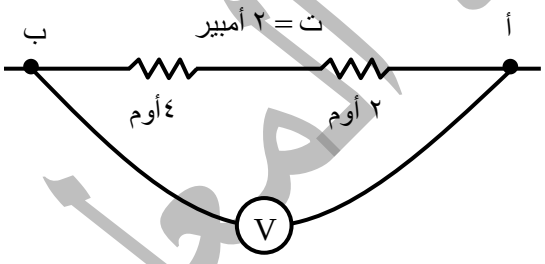
$$م_{المكافئة} = م_{١} + م_{٢} + م_{٨} + م_{٦} = ٣ + ٦ + ٢,٤ + ١ = ١٢,٤\ \Omega$$

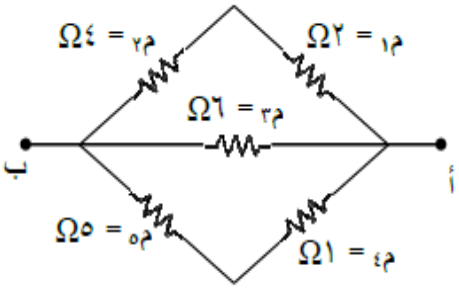
تمارين:

١- في الشكل المجاور، أوجد المقاومة المكافئة .

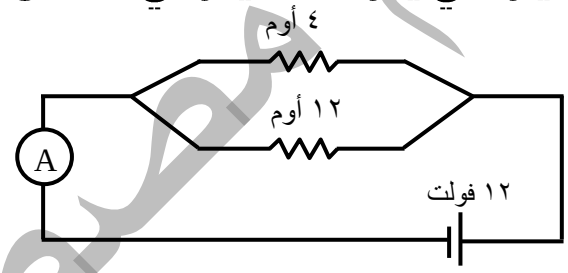


٢- احسب المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات المحصورة بين النقطتين (أ ، ب) المثبتة في الشكل :

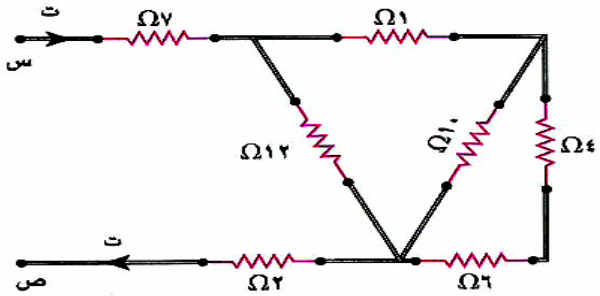




٣- جد مقدار شدة التيار التي يقرأها الأميتر في الشكل الموضح ؟



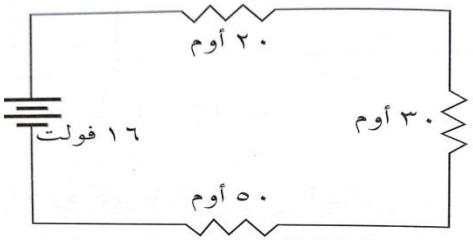
٤- احسب المقاومة المكافئة بين النقطتين (س ، ص) لمجموعة المقاومات التالية :



٥- في الشكل دارة كهربائية، إذا كان جهد البطارية (١٦) فولت فاحسب:

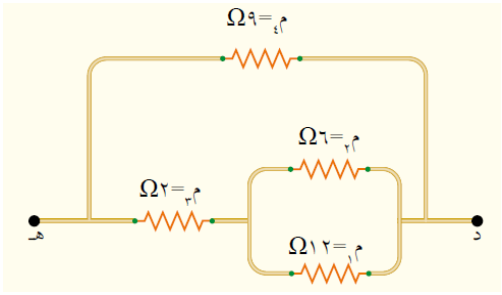
أ- المقاومة الكلية في الدارة.

ب- التيار الكلي في الدارة.

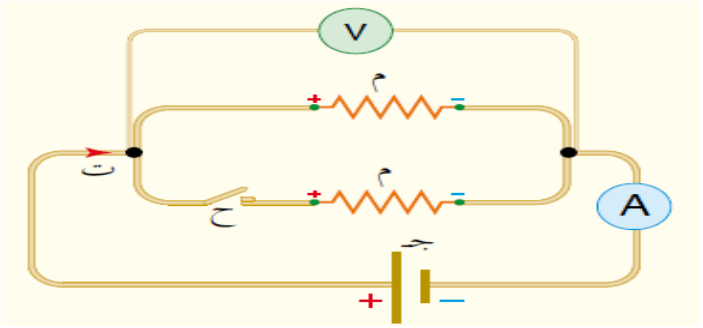


مراجعة (٤-٣)

١- احسب المقاومة المكافئة بين النقطتين (د، هـ) لمجموعة المقاومات في الشكل المجاور. (م المكافئة = ٣.٦ Ω)



٢- يبين الشكل التالي دارة كهربائية. ماذا يحدث لقراءة كل من الأميتر والفولتميتر بعد إغلاق المفتاح؟



بعد إغلاق المفتاح سيقل مقدار المقاومة المكافئة إلى النصف بسبب وجود مقاومة موصولة مع المقاومة (م) على التوازي لذا سيزداد تيار الدارة أي تزداد قراءة الأميتر،بينما تبقى قراءة الفولتميتر كما هي؛ لأنه كان يقيس فرق الجهد بين طرفي المقاومة (م) وهو فرق جهد المصدر وبعد الغلق أصبح يقيس فرق جهد مكافئة المقاومتين وهوفرق جهد المصدر أيضا.

فسر العبارات الآتية:

أ- توصل المصابيح في المنازل على التوازي.

لأن المصابيح تعمل على فرق الجهد نفسه ولكي نحافظ على فرق الجهد الذي تحتاجه وهو فرق جهد المصدر توصل على التوازي، وللمحافظة على استمرار إضاءة المصابيح حتى بعد تعرض أحدها للتلف. لأنه عند توصيل المصابيح بطريقة التوازي يتجزأ تيار الدارة ليسري كل جزء في مصباح.

ب- يكون التيار الكهربائي الكلي لدارة فيها ثلاث مقاومات موصولة معاً على التوالي أقل من التيار الكلي في الدارة نفسها عند وصل المقاومات على التوازي.

عند توصيل المقاومات على التوالي تكون المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات أكبر من من أكبر مقاومة في المجموعة.(م المكافئة= م ١+ م ٢+ م ٣)،بينما تكون المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات الموصولة على التوازي أصغر من أصغر مقاومة في المجموعة ($\frac{١}{م_{المكافئة}} = \frac{١}{م_{١}} + \frac{١}{م_{٢}} + \frac{١}{م_{٣}}$)

ووفق العلاقة م = $\frac{\Delta جـ}{\Delta ت}$ فإن المقاومة تتناسب عكسياً مع التيار، لذا يكون التيار الكهربائي المار في دارة مقاوماتها موصولة معاً على التوالي أصغر من تيارها عند وصل المقاومات نفسها على التوازي .

مفتاح الابداع في الفيزياء
إعداد الأستاذ مصطفى دعمس
ت ٠٧٩٧٠١٨٩٤٣