أساسيات الإلكترونيات

إشراف/ الإدارة العامة للمناهج

مجدي بن سعدي المطرفي

فعالية التعارف

١٠ دقائق

الهدف العام للحقيبة

تهدِف هذه الحقيبة إلى إكساب المتدرب المعارف والمهارات التأسيسية في عِلم الكهرباء والإلكترونيات ومعرفة المُقاومة الكهربائية وخصائصها ورموزها وكيفية عملها وفحصها والربط بين الكميات الكهربائية (الجُهد والتيَّار والمُقاومة) بواسطة قانون أُوْم.

وَصْف الحقيبة

تُقدم هذه الحقيبة المهارات والمبادئ النظرية والعمليَّة الأساسية في عِلم الكهرباء (الجهد والتيار)، ثم التدرج بالدخول إلى العناصر الغير فعَّالة (المقاومة الكهربائية بأنواعها) والتعرف عليها من حيث التكوين والخصائص والأنواع وطرق الفحص والقياس عن طريق التطبيقات العمليَّة.

محتوى الحقيبة

الوحدة	عنوان الوحدة	زمن الوحدة (ساعة)
الأولى	الجُهد الكهربائي	١٠ ساعات
الثانية	التيَّار الكهربائي	١٠ ساعات
الثالثة	المُقاومة الكهربائية	٢٥ ساعة
الرابعة	قانون أُوْم	٣٥ ساعة

الأهداف التفصيلية للحقيبة

أَنْ يكون المتدرب قادراً وبكفاءة على أَنْ:

- يُعرِّف الجهد والتيار والمقاومة بدِقَّة.
- يُفرِّق بين وِحدات القياس للجهد والتيار والمقاومة بشكل صحيح.
- يرسم رموز الجهد والتيار والمقاومة بيده وبِشكْل سليم.
- يَقيس الجهد والتيار والمقاومة باستخدام جهاز الأفوميتر (Avometer) وبطريقة سليمة.

الأهداف التفصيلية للحقيبة

- يُحوِّل الوِحدة الأساسية للكمية الكهربائية إلى مضاعفاتها أو أجزائها.
- يُطبِّق قانون أوم رياضياً.
- يشْتَقُّ جميع الصِّيَغ الرياضية لقانون أوم رياضياً وبشكل صحيح.
- يَقيس المقاومات الكهربائية المُركَّبة باستخدام جهاز الأفوميتر (Avometer) وبطريقة سليمة.
- يتقيَّد بالسلوك المهني السليم ويحرص على اتباع أصول الأمن والسلامة أثناء تطبيقه لمفردات هذه الوحدة.

الجُهد الكهربائي

الأهداف التفصيلية للوحدة

- أن يُعرِّف المتدرب الجُهد الكهربائي بِدقَّة.
- أن يُميِّز المتدرب الفرق بين مصدر الجهد المستمر ومصدر الجهد المتردد بِدقَّة.
- أن يقيس المتدرب الجهد المستمر والجهد المتردد باستخدام جهاز الفولتميتر وبِدقَّة.
- أن يُميِّز المتدرب أخطار الجهود الكهربائية.
- أن يتقيَّد المتدرب بالسلوك المهني السليم ويحرِص على اتباع أصول الأمن والسلامة أثناء تطبيقِه لمُفردات هذه الوِحدة.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ١٠ ساعات تدريبية.

الوسائل التدريبية المساعدة:

- جهاز قياس متعدد الأغراض (الأفوميتر).
- حقيبة أساسيات الإلكترونيات.
- لوحة تجارب وعناصر إلكترونية.
- جهاز عرض (Data show).

الجُهد (Voltage)

- يُعرَّف الجُهد بأنه الطاقة التي تُعطى للإلكترون ليتمكَّن من الحركة، ويُرمز له بالرمز (V) ويُقاس بوِحدة الفولت (Volt).
- كما يُمكن وصفُه بأنه هو الشُّغل (Work) اللاَّزم لنقل وِحدة الشحنات من نقطة إلى نقطة أخرى، والذي يُكافئ جُول لكُل كولوم.

يُقاس الجهد بوحدة الفولت (Volt) نسبة إلى العالم الإيطالي فولت.

١. إذا كانت كمية الجهد صغيرة فيُعبر عنها بأجزاء الفولت مثل:

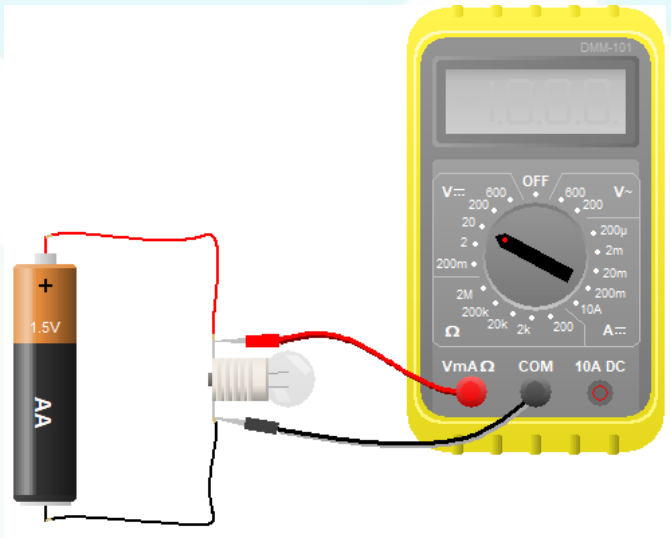
- الملي فولت (mV).
- المايكرو فولت (µV).

٢. أما إذا كانت كمية الجهد كبيرة فيُعبر عنها بمضاعفات الجهد مثل:

- الكيلو فولت (KV).

طريقة قياس الجهد بواسطة جهاز القياس

يُقاس الجهد بجهاز الفولتميتر (Voltmeter)، والذي يتم توصيله على التوازي مع العنصر الذي يُراد قياس الجهد عليه.



أنواع الجهد الكهربائي

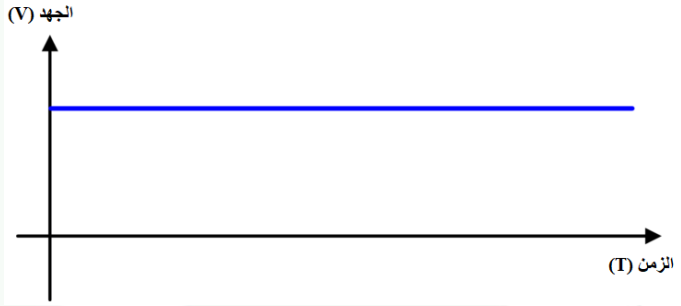
تختلف أنواع الجهود الكهربائية باختلاف مصادرها، وهنالك ثلاثة أنواع رئيسية من الجُهد الكهربائي:

- الجهد المستمر (DC Voltage)
- الجهد المتردد (AC Voltage)
- الجهد المختلط (AC+DC)

الجهد المستمر (DC Voltage)

يُطلق عليه أحياناً الجهد الثابت، وهو كمية ثابتة القيمة والاتجاه مع تغير الزمن، يمكن الحصول عليه من البطاريات الجافة والسائلة والخلايا الشمسية ومولدات التيار المستمر.

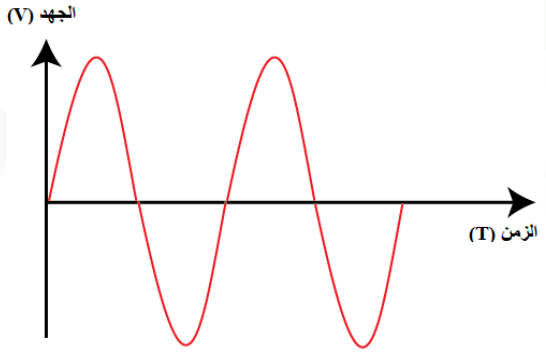
- هذه الجهود غالباً ما تكون صغيرة (5V-12V-24V).
- يُرمز لها بالرمز ⎓ DCV



الجهد المتردد (AC Voltage)

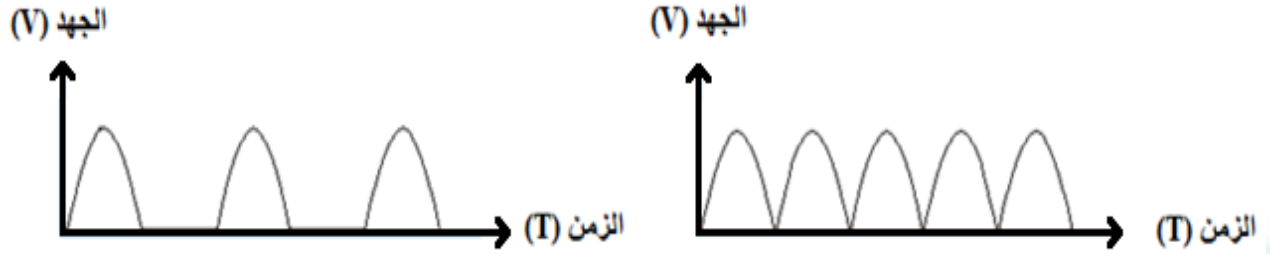
هو كمية متغيرة القيمة والاتجاه مع تغير الزمن، يمكن الحصول عليه من مولدات التيار المتردد (محطات توليد الكهرباء).

- هذه الجهود غالباً ما تكون كبيرة (110V-220V-380V).
- يُرمز لها بالرمز ACV



الجهد المختلط (AC+DC)

هو كمية متغيرة القيمة ثابتة الاتجاه مع تغيُّر الزمن، يمكن الحصول عليه من دوائر تقويم التيار المتردد أو ما يسمى بالموحِّدات (Rectifiers).



أخطار الجهد الكهربائي

يتعرّض الإنسان لمخاطر الجهد الكهربائي نتيجة ملامسته للكهرباء بشكلٍ مباشر، كلمْس أسلاك التوصيل الغير معزولة، أو لمس عناصر الدائرة الكهربائية في داخل الأجهزة أثناء تشغيلها.

- من مخاطر الجهد:

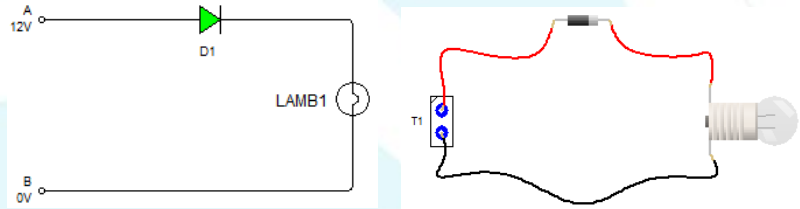
١. الصدمة الكهربائية التي تسبب الحروق أو نزيف الدم أو الوفاة أحيانا.

٢. الحرائق التي تَحدث في المواد أو المنشآت والمصانع.

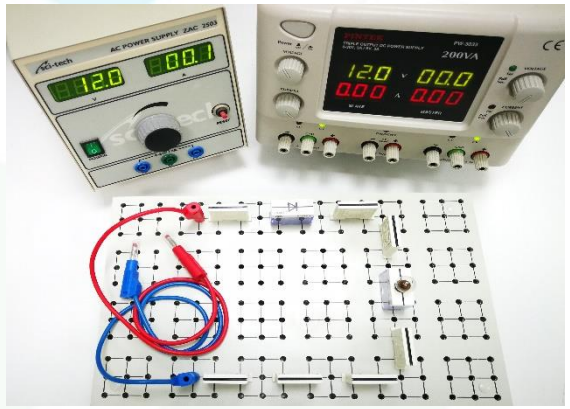
تمرين عملي (١-١)

اسم التمرين	أنواع الجهد الكهربائي
الهدف من التمرين	التعرف على أنواع الجهد الكهربائي

مخطط دائرة التمرين



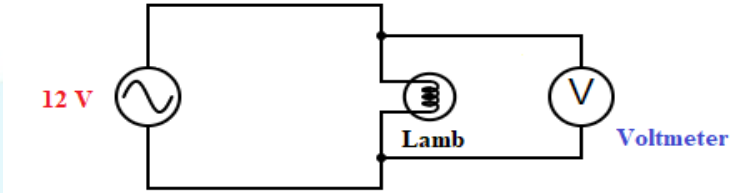
صورة توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين



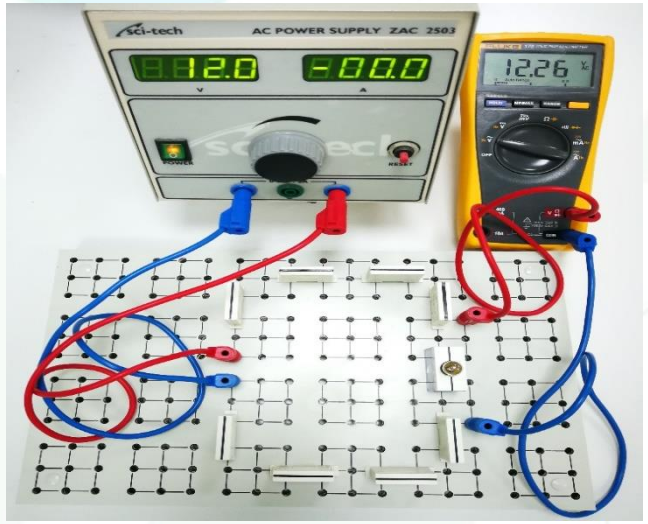
تمرين عملي (١-٢)

اسم التمرين	قياس الجهد الكهربائي المتردد واستنتاج خصائصه
الهدف من التمرين	إتقان قياس الجهد الكهربائي المتردد واستنتاج خصائصه

مخطط دائرة التمرين



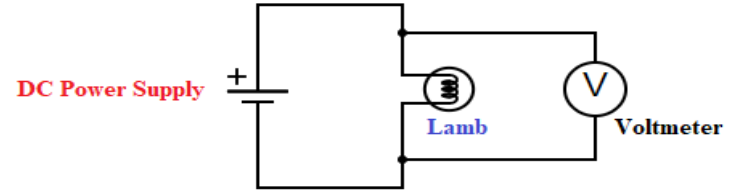
صورة توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين



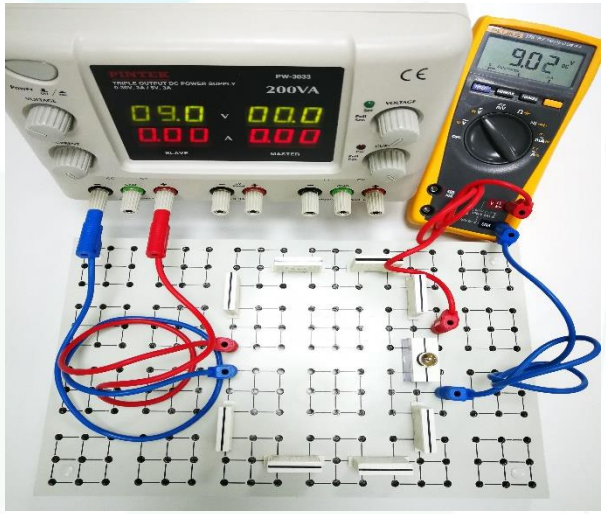
تمرين عملي (١-٣)

اسم التمرين	قياس الجهد الكهربائي المستمر واستنتاج خصائصه
الهدف من التمرين	إتقان قياس الجهد الكهربائي المستمر واستنتاج خصائصه

مخطط دائرة التمرين

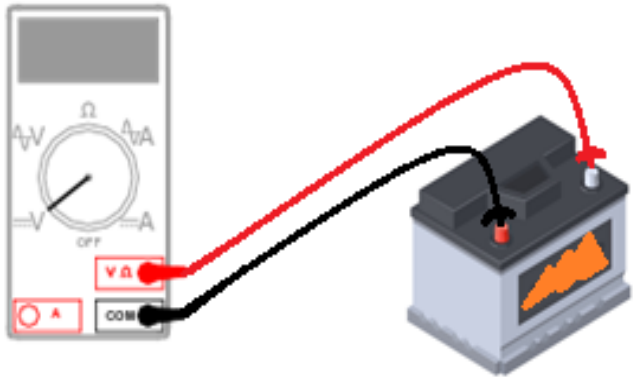


صورة توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين



تمرين (١-١)

ما الذي سيُسجِّله الفولتميتر المُبين بالشكل التالي (عند توصيله بالبطارية كما هو موضح (افترض أنَّ جهد البطارية ٦ فولت)؟



تمرين (١-٢)

- أعِد رسم الدائرة التالية في شكل رسم تخطيطي.

التيار الكهربائي

الأهداف التفصيلية للوحدة

- أن يُعرِّف المتدرب التيار الكهربائي بِدقَّة.
- أن يُميِّز المتدرب الفرق بين مصدر التيار المستمر ومصدر التيار المتردد بِدقَّة.
- أن يَقيس المتدرب كُلٍّ من التيار المستمر والتيار المتردد باستخدام جهاز الأميتر (Ammeter) وبطريقة سليمة.
- أن يُحول المتدرب الوِحدة الأساسية إلى مضاعفاتها أو أجزائها رياضياً وبِدقَّة.

الأهداف التفصيلية للوحدة

- أن يَصِف المتدرب أخطار التيار الكهربائي.
- أن يتقيَّد المتدرب بالسلوك المهني السليم ويحرص على اتباع أصول الأمن والسلامة أثناء تطبيقه لمفردات هذه الوحدة.

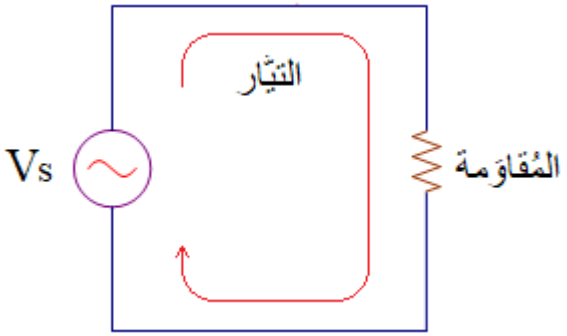
الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ١٠ ساعات تدريبية.

الوسائل التدريبية المساعدة:

- جهاز قياس مُتعدد الأغراض.
- حقيبة أساسيات الإلكترونيات.
- لوحة تجارب وعناصر إلكترونية.
- جهاز عرض (Data show).

التيَّار الكهربائي

يُعرَّف التيار الكهربائي بأنه سيل من الشحنات الكهربائية يتحرك مُتجها من القُطب الأعلى جهداً للمصدر إلى القطب الأقل جهداً ويقاس بالأمبير (Ampere, A)، بينما يُقاس جهد المصدر بالفولت (Volt, V). ويُعرَف هذا التيار بالتيار الاصطلاحي للدائرة الكهربائية.

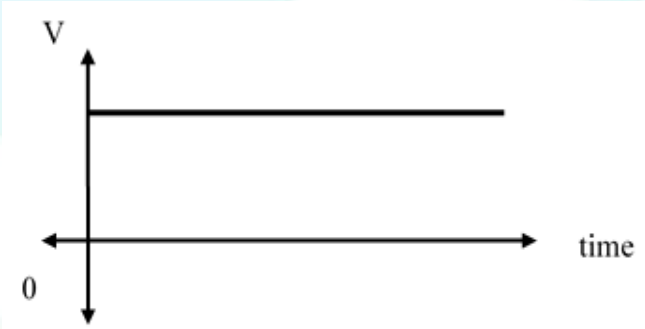


أنواع التيَّار الكهربائي

يعتمد نوع التيار على نوع مصدره في الدائرة الكهربائية، فهناك التيار **المستمر** والذي يُولَّد من مصادر التيار المستمر، وهناك التيار **المتردد** والذي يُولَّد من مصادر التيار المتردد.

التيَّار المستمر (Direct Current, DC)

- هو تيار ذو قيمة ثابتة لا تتغير مع تغيُّر الزمن ويسير في اتجاه واحد. يُرمز له بالرمز (DCA)، وإما أن يكون موجباً أو سالبا.



- يُستخدم التيار الثابت في أغلب الأجهزة الإلكترونية كالساعات والهواتف النقَّالة والآلات الحاسبة وشواحن الأجهزة الذكية.

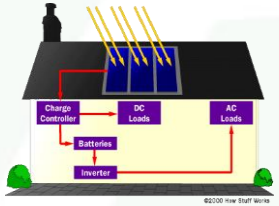
مصادر التيَّار المستمر

- البطاريات (Battery):

- مصادر القدرة المستمرة (D.C power supply):

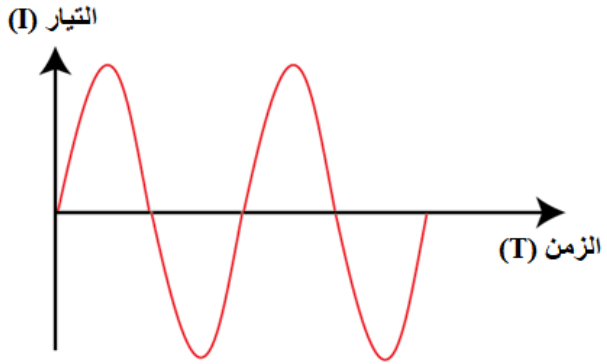
- المولد الكهربائي للتيار المستمر(Electrical DC Generator) :

- الخلايا الشمسية (Solar cells):



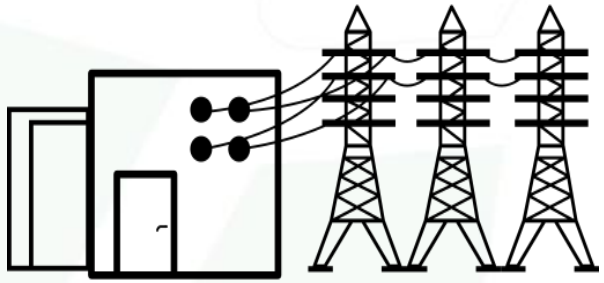
التيَّار المتردد (Alternating Current, AC)

هو تيار ذو قُطبية متغيرة، ولذلك فهو لا يسير في اتجاه واحد. ويتغير جهد التيار المتردد بالنسبة لمرجِع ثابت في شكل دالة جيبية (Sine wave)، ويُمكن الحصول عليه من مُولدات التيار المتردد.



يتبع : التيَّار المتردد (AC)

هذا النوع من التيارات هو الأكثر استخداماً لأسباب منها سهولة نقله وأيضاً سهولة رفع قيمته وخفْضِها باستخدام المُحوِّلات (Transformers)، ويجب أن نكون حذرين جداً عند التعامل معه حيث ارتفاع قيمته غالبا، انظر الشكل التالي الذي يُبين إحدى وسائل نقله.



يتبع : التيَّار المتردد (AC)

- يُعتبر التيار الكهربائي من الكمِّيات الكهربائية الأساسية ويُرمز له بالرمز (I).
- يُقاس بوحدة الأمبير (Ampere)، نسبة إلى العالِم أمبير، والذي يُكافئ كولوم لكل ثانية.
- إذا كانت كمية التيار صغيرة فيُعبَّر عنها بأجزاء الأمبير مِثل:

١. الملي أمبير (mA)

٢. المايكرو أمبير (μA)

يتبع : التيَّار المتردد (AC)

- سُمِّي التيار المتردد بهذا الاسم لأنه يتردد بشكل دوري، ويُطلق على هذا العدد من الدورات في الثانية الواحدة **(التردُّد)** (Frequency, f)، وعادةً ما يتراوح تردُّد التيار المستخدم في تشغيل الأجهزة الكهربائية بين (٥٠-٧٠)، ووِحدة التردد هي الذبذبة لكل ثانية (Cycle/second) أو الهيرتز (Hertz, Hz).

آثار التيَّار الكهربائي

يَصحَب التيار عِدَّة تأثيرات ملحوظة (ظواهِر) يُمكن تصنيفها كما يلي:

- تأثير حراري
- تأثير ضوئي
- تأثير مغناطيسي
- تأثير كيميائي
- تأثير حيوي

التأثير الحراري للتيَّار الكهربائي

إنَّ سريان تيار كهربائي ذو شدِة مرتفعة في موصِّل معين ينشأ عنه حدوث وهَج حراري يُشِع في الوسط المحيط بالموصِّل.

التأثير الضوئي للتيَّار الكهربائي

إنَّ إضاءة فتيل المصباح الكهربائي داخل الزجاجة المحيطة به؛ هو أحد أنواع التأثيرات الضوئية للتيار الكهربائي، حيث يقوم التيار بتسخين الفتيل (سلك التنجستين) داخل المصباح إلى درجة التوهُّج.

التأثير المغناطيسي للتيَّار الكهربائي

يُحدِث مرور التيار الكهربائي في مُوصِّل معين تولُّد مجالٍ مغناطيسيٍ حول المُوصِّل، يعمل هذا المجال على جذب المعادن أو إبعادها.

التأثير الكيميائي للتيَّار الكهربائي

إنَّ مرور التيار الكهربائي في سائلٍ مُوصِل وخصوصاً إذا كان هذا السائل حِمضي؛ فإن ذلك يعمل على تحليل السائل كيميائياً إلى مُركِّباته الأساسية أو ظهور مُكوِّنات جديدة.

- على سبيل المثال يُمكن تحليل الماء إلى مُكوِّناته الأساسية (هيدروجين وأكسجين) وذلك بإمرار التيار الكهربائي فيه.

التأثير الحيوي للتيَّار الكهربائي

يستخدِم الفيزيائيون والأطباء التأثير الحيوي (الفسيولوجي) للتيار الكهربائي لأغراض التشخيص والعلاج كالتصوير الطبي والعلاج الإشعاعي، وعند مرور التيار الكهربائي في دارات كهربائية مُعينة وبشدَّة محددة فإنه يُمكن أن يكون هناك أثراً حيوياً على بعض خلايا وأعضاء الجسم، ولكن يجب أخذ الحيطة والحذر عند التعامل مع هذه الأجهزة حتى لا يتعرض جسم الإنسان لأضرار صحية.

أخطار التيَّار الكهربائي

يتعرّض الإنسان لمخاطر التيار الكهربائي نتيجة ملامسته للموصِّلات بشكلٍ مباشر، كلمْس أسلاك التوصيل الغير معزولة، أو لمس عناصر الدائرة الكهربائية في داخل الأجهزة أثناء تشغيلها.

- من مخاطر التيار:

١. الصدمة الكهربائية التي تسبب الحروق أو نزيف الدم أو الوفاة أحيانا.

٢. الحرائق بسبب ارتفاع درجة حرارة المُوصِّلات.

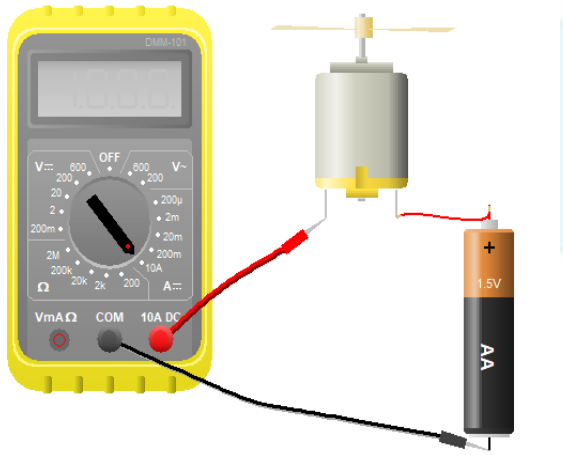
ارتفاع درجة حرارة المُوصِّلات أو حدوث الحرائق

أهم أسباب ارتفاع درجة حرارة الموصِّلات أو حدوث الحرائق:

- حدوث قصر (التماسٍ) بين الأسلاك.
- صِغَر مساحة مقطع السلك.
- زيادة الأحمال الكهربائية فوق طاقتها.

طريقة قياس التيَّار بواسطة جهاز القياس

يُقاس التيار بجهاز الأميتر (Ammeter)، ويتم توصيله على التوالي مع العنصر الذي يُراد قياس التيار المار به.

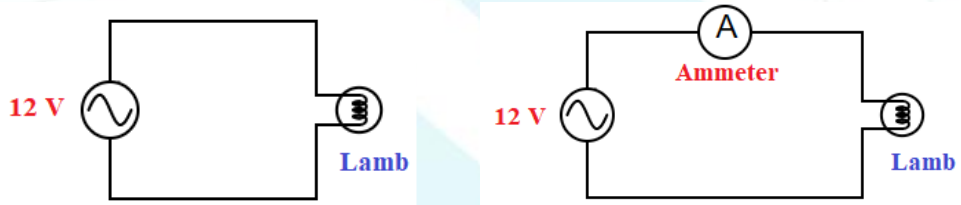


- لكي نقيس شدة التيار الكهربائي في المحرِّك يجب أولا أن نفصل الدائرة الكهربائية ثم نقوم بعد ذلك بتوصيل جهاز الأفوميتر (Avometer).

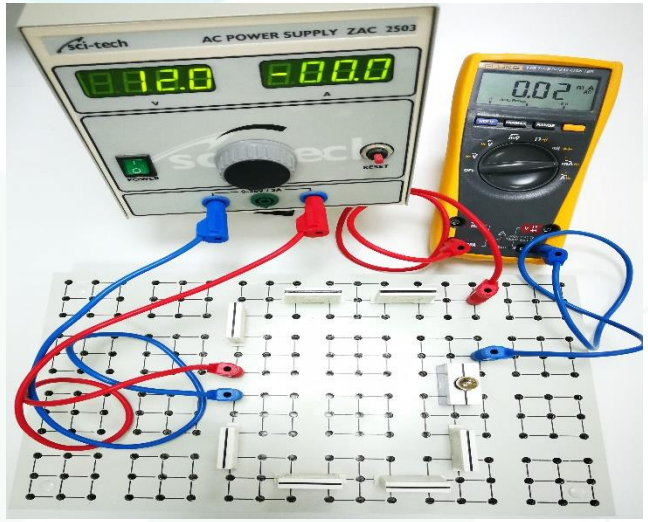
تمرين عملي (٢-١)

اسم التمرين	قياس التيار الكهربائي المتردد واستنتاج خصائصه
الهدف من التمرين	إتقان قياس التيار الكهربائي المتردد واستنتاج خصائصه

مخطط دائرة التمرين



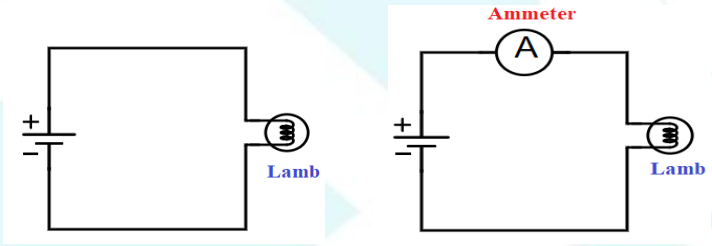
صورة توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين



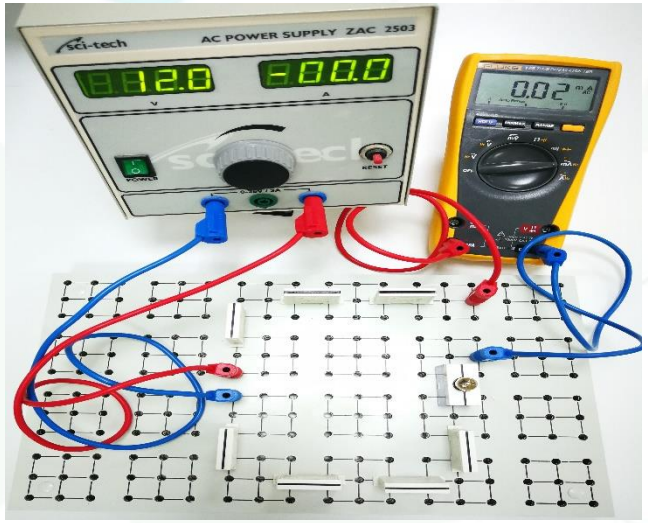
تمرين عملي (٢-٢)

اسم التمرين	قياس التيار الكهربائي المستمر واستنتاج خصائصه
الهدف من التمرين	إتقان قياس التيار الكهربائي المستمر واستنتاج خصائصه

مخطط دائرة التمرين



صورة توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين



المُقاومة الكهربائية

الأهداف التفصيلية للوحدة

- أن يُصنِّف المتدرب أنواع المقاومات الكهربائية بِدقَّة.
- أن يقرأ المتدرب قيمة المقاومة عن طريق شفرة الألوان بشكل سليم.
- أن يقيس المتدرب المقاومة باستخدام جهاز الأوم ميتر (Ohmmeter) وبِدقَّة.
- أن يختار المتدرب المقاومة المناسبة للدائرة الكهربائية عملياً وبشكل صحيح.

الأهداف التفصيلية للوحدة

- أن يتقيد المتدرب بالسلوك المهني السليم ويحرص على اتباع أصول الأمن والسلامة أثناء تطبيقه لمفردات هذه الوحدة.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٢٥ ساعة تدريبية.

الوسائل التدريبية المساعدة:

- جهاز قياس متعدد الأغراض (الأفوميتر).
- لوحة تجارب وعناصر إلكترونية
- جهاز عرض (Data show).

المُقاومة الكهربائية في المُوصِّلات

- عندما تنتقل الشُّحنات الكهربائية (التيار الكهربائي) في مُوصِّل فإنها تواجه بعض الإعاقات والصعوبات التي تعمل على منع حركتها وتقليل طاقتها، وهذه الإعاقة تختلف باختلاف المُوصِّل المستخدَم، وتتحول هذه الإعاقة إلى انبعاث حراري يُمثِّل فقداً من طاقة التيار الكهربائي، وهذه الإعاقة هي ما يعرف بالمقاومة الكهربائية في المُوصِّلات .
- على الرغم من أن المُوصِّل يسمح بمرور التيار الكهربائي إلا أن له مقاومة صغيرة تتغير مع نوع هذا المُوصِّل وطوله ومساحة مقطعه.

يتبع: المُقاومة الكهربائية في المُوصِّلات

- إنَّ المُوصِّل الجيِّد تكون مقاومته صغيرة والعكس بالعكس، فالزجاج والبلاستيك والهواء مثلاً هي مواد ذات مقاومة مرتفعة ولذا لا يسري التيار فيها، بينما المعادن الأخرى كالذهب والفضة والنحاس فإنَّ مقاومتها منخفضة ولذا تسمح بسريان التيار عبرها بسهولة، وهذا ما يُفسر تغطية الأسلاك المعدنية بمادة كالبلاستيك لتمنع مرور التيار من خلالها.

يتبع: المُقاومة الكهربائية في المُوصِّلات

- إذن فإنَّ هنالك أكثرُ من مقاومة لمرور التيار الكهربائي، أحدها هي مقاومة الموصِّل نفسه وأمَّا المقاومات الأخرى فهي ما يكون من أجهزة وعناصر ومكوِّنات في الدائرة الكهربائية.
- كُلما كانت المقاومة في الدائرة الكهربائية كبيرة؛ فإنها تسمح بسريان القليل من التيار وينتج عن ذلك تولُّد جُهد كبير في هذه المقاومة نتيجة اصطدام التيار بها، انظر الشرح...

عُنصر المُقاومة الكهربائية (Electric Resister)

- عُنصر المقاومة هو مِن أهم وأكثر القِطع الإلكترونية شيوعاً واستخداماً في الدوائر الكهربائية، والمقاومة هي قطعة إلكترونية ذات خاصية فيزيائية تُعيق مرور التيار الكهربائي، وتُستخدم المقاومة للتحكُّم في فرق الجهد (الفولت) وشدة التيار (الأمبير).

(أ) (ب)

- تُقاس المقاومة بوِحدة الأوم (Ohm) نِسبةً إلى العالم الألماني أُوم، ويُمكن اختصار هذه الوِحدة بالرمز أوميجا(Ω)، ويُرمز للمقاومة بالرمز (R).

العوامل التي تتوقف عليها مُقاومة مُوصِّل

١. نوع مادة المُوصِّل (ρ):

تختلف مقاومة المُوصِّل باختلاف نوعية المادة المستخدمة في صناعة هذا الموصِّل حيث إنَّ لكلِّ مادة من المواد الموصِّلة مقاومة نوعية خاصة بها، وتتناسب قيمة هذه المقاومة النوعية طردياً مع قيمة المقاومة الكهربائية للمُوصِّل، فالمواد الموصِّلة تكون مقاومتها قليلة وأما المواد العازلة فمقاومتها مرتفعة.

العوامل التي تتوقف عليها مُقاومة مُوصِّل

٢. مساحة مقطَع المُوصِّل (A):

تزداد مقاومة المُوصِّل كلَّما قلَّت مساحة مقطعه، أي أنَّ قيمة المقاومة الكهربائية تتناسب عكسياً مع مقاومة المُوصِّل.

العوامل التي تتوقف عليها مُقاومة مُوصِّل

٣. طول المُوصِّل (L):

تزداد مقاومة المُوصِّل بزيادة طوله، أي أنَّ قيمة المقاومة الكهربائية تتناسب طردياً مع طول المُوصِّل.

$$R = \frac{\rho * l}{A}$$

العوامل التي تتوقف عليها مُقاومة مُوصِّل

٤. درجة حرارة المُوصِّل:

يختلف تأثير الحرارة على المُوصِّلات حسب اختلاف معادنها، فنجد أن الحرارة تزيد من قيمة بعض أنواع المُوصِّلات، بينما تتسبَّب الحرارة في تقليل مقاومة بعضها الآخر، بالإضافة إلى أن هنالك معادِناً لا تتأثر مقاومتها النوعيَّة بالحرارة.

وظائِف المُقاومة

توجد المقاومة الكهربائية في غالبية الأجهزة الكهربائية والدوائر الإلكترونية، وتُستخدم أساساً للحدِّ من قيمة التيار، ولكن هنالك أغراض أخرى ووظائف مختلفة للمقاومة حسب نوع الدائرة الإلكترونية أو الجهاز الكهربائي.

ومن وظائف المقاومة ما يلي:

- تنظيم مرور التيار في مسارات الدائرة وحماية العناصر الكهربائية من التلف الناتج عن مرور التيار في نقاط معينة في الدائرة، وينتج عن ذلك ما يعرف بمُجزِّئ الجهد والذي يُستخدم لتقسيم الجهد في الدائرة الكهربائية.

يتبع: وظائِف المُقاومة

- التحكم في تشغيل الأجهزة عن طريق استخدام مقاومات متغيرة القيمة.
- تحديد نسبة التضخيم في دوائر تكبير الإشارة (Op Amps).
- التحكم في مقدار التردد وضبط التوقيت في دوائر المؤقتات (Timing Circuits).
- دوائر تصفية الإشارة وتنقيتها (Filtering Circuits).
- ترشيح الترددات والسماح بمرور مجموعة معينة من الترددات خلال الدائرة، ومنع نطاقات الترددات الأخرى الغير مطلوبة.

يتبع: وظائِف المُقاومة

- إنشاء حرارة عالية تُستخدم في السخانات الكهربائية والمدفآت وغيرها من الأجهزة الحرارية.
- استخدام المقاومة كحساس أو مُستشعِر للكميات الفيزيائية كالحرارة أو الضوء أو الضغط أو الاهتزاز أو المسافة وغيرها.

أنواع المُقاومات

- تتنوع المقاومات وِفق مادة تركيبها أو كيفية صُنْعها، فهناك المقاومات الكربونية، والمقاومات الغِشائية، والمقاومات السِّلكية، والمقاومات السَّطحية، والمقاومات الشَّبكية، والمقاومات الحرارية وغيرها.
- جميع هذه الأنواع يُمكن إرجاعه إلى صِنفين رئيسين هما مقاومات ثابتة ومقاومات متغيرة.

أولاً: المُقاومة الثابتة (Resistor R)

هي المقاومة التي تم تصنيعها لتكون قيمتها محدَّدة وثابتة، وتُعتبر أكثر الأنواع شيوعاً، وتتميَّز بثبات قيمتها في الدوائر الكهربائية، ومن أنواعها:

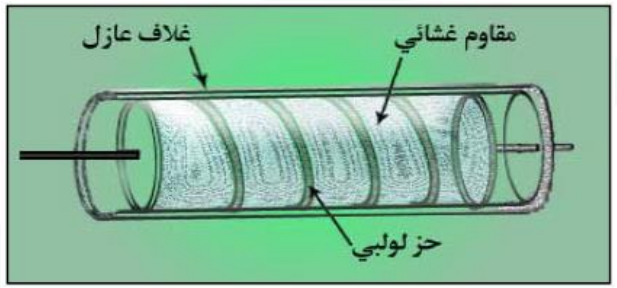
- **المقاومة كربونية التركيب** (Carbon composition Resistor)
- **المقاومات الغِشائية** (Film Resistor)
- **مقاومة السلك الملفوف** (Power Wireweed Resistor)
- **المقاومة السيراميكية** (Ceramic Resistor)
- **المقاومة الشبكية** (Network Resistors)

المُقاومة كربونية التركيب

يُصنَّع هذا النوع من المقاومات من مزيج من الكربون المسحوق ومادة غير موصِّلة مثل مسحوق سيراميك (الفخار)، وتُصب المادة بالشكل المطلوب والذي عادةً يكون أسطوانياً الشكل، ثم تُجمَّد بالحرارة ويُثبَّت طرفا المقاومة بمعدن حتى يمكن عملُ التوصيلات بالأسلاك الخارجية، وتتحدد فيها قيمة المقاومة بنسبة المواد العازلة التي تحتويها.

المُقاومات الغِشائية (Film Resistor)

- هذا النوع من المقاومات يتشابه مع المقاومات الكربونية من حيث الشكل الخارجي ولكنه أكثر دقة في ثبات قيمة المقاومة وأعلى كُلفة.
- يتطلَّب تصميم المقاومات الغِشائية نشرَ غشاء فيلمي (Film) مُتجانس من مادة ذات مقاومة حول سطح قضيب أسطواني، ويُمكن زيادة قيمة المقاومة بعمل قَطْع لولبي في هذا الغشاء.



يتبع: المُقاومات الغِشائية (Film Resistor)

هنالك ثلاثة أنواع شائعة للمقاومة الغِشائية هي:

- الغشاء الكربوني
- غشاء الأكسيد المعدني
- الغشاء المعدني

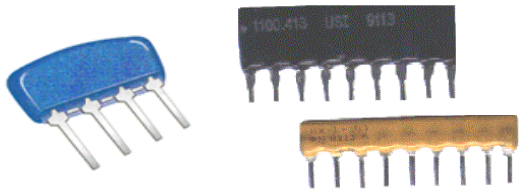
مُقاومة السلك الملفوف

- يتم تصنيع هذا النوع من المقاومات بواسطة لف سلك حول قضبان مصنوعة من الخزف، أو مكسوة بالألمنيوم، أو أعمدة من الألياف الزجاجية.
- تُصنَّع مواد السلك من سبائك النيكل والكروم التي تُستخدم بكثرة بسبب مقاومتها النوعية المرتفعة، وهذا النوع من المقاومات يُستخدم في دارات القدرة العالية (٥٠ وات) والأحمال الكهربائية المرتفعة التي يمُر بها تيارات مرتفعة.

المُقاومة السيراميكية (Ceramic Resistor)

يُطلق عليها أحياناً المقاومة الإسمنتية (Cement Resistor)، وهي مقاومة مصنوعة من مادة مُقاوِمة للحرارة كالإسمنت، ويُعتبر هذا النوع من المقاومات ذا قدرة عالية على تحمُّل درجات الحرارة المرتفعة وكذلك اللَّهب.

المُقاومة الشبكية (Network Resistors)



وهي عبارة عن مجموعة من المقاومات المتشابهة يتم تغليفها بغلاف خارجي يشبه أغلفة الدارات المتكاملة (Integrated Circuits)، يأخذ هذا الغلاف ألواناً عِدَّة، وتكون أطراف توصيل المقاومات على شكل مسامير أو أرجل عمودية متصلة داخليا، ويتم تصميم المقاومة الشبكية بأربع أو سبع أو ثمان مقاومات، والميزة العمليَّة لهذا النوع من المقاومات هو استخدام أكبر عَدَد من المقاومات في مساحة صغيرة من الجهاز أو الدائرة الكهربائية.

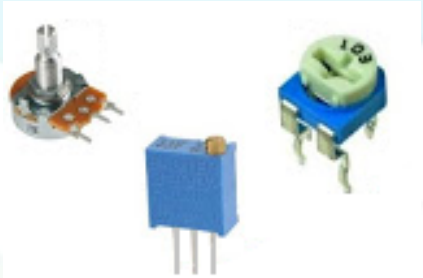
المُقاومات سطحية التركيب (SMD Resistors)

- هي مقاومات ثابتة وصغيرة الحجم، تُستخدم في اللوحات المطبوعة عالية الكثافة لدوائر الأجهزة الإلكترونية الدقيقة كالأجهزة اللوحية والساعات الإلكترونية والمُعالجات وأجهزة التحكم في الشاشات.

- يتم عادةً كتابة ثلاثة أرقام على سطح المقاومة تُمثل قيمتها، بحيث يُمثل الرقمان على جهة اليسار عددان أوليَّان، ويمثل الرقم الثالث الذي على جهة اليمين عدد الأصفار لهذين العددين.

ثانياً: المُقاومة المتغيرة (Variable Resistor)

هي المقاومة التي يتم تصنيعها باعتبار تغيير قيمتها يدوياً أو ذاتياً، ولها عِدَّة استخدامات، من تلك الاستخدامات:



- دوائر التحكم.
- دوائر تقسيم الجهد.
- حماية الدوائر الكهربائية.

أنواع المُقاومة المتغيرة (Variable Resistor)

من أنواع المقاومات المتغيرة ما يلي:

- المقاومة الكربونية المتغيرة (Potentiometer)

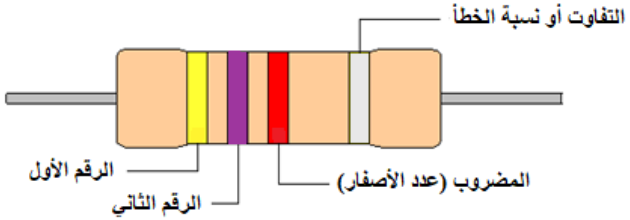
- المقاومة الضوئية (LDR)

- المقاومات الحرارية (Thermistors)

- مقاومة تابعة الجهد (الفاريستور) (Varistor)

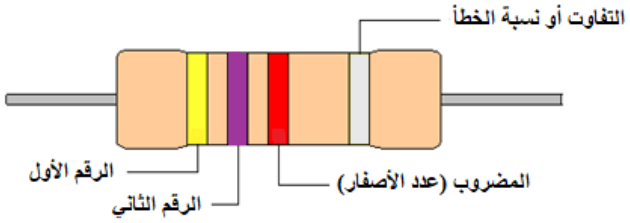
إيجاد قيمة المُقاومة عن طريق شِفرة الألوان

- تُطلى المقاومات الكهربائية بحَلقات ملوَّنة لغرض تعيين قيمتها بالأوم، ويتم إيجاد قيمة المقاومة عن طريق ترميز هذه الألوان، وتُستخدم هذه الطريقة نظراً لصعوبة كتابة قيمة المقاومة على هيكلها بسبب صِغَر حجمها.
- يتم طلاء المقاومة بِعدة ألوان مختلفة ويُشير كل لون من هذه الألوان إلى قَدر معين من قيم المقاومة، ومجموع ترميز هذه الألوان يعطي مقدار المقاومة كاملا.



يتبع: قيمة المُقاومة عن طريق شِفرة الألوان

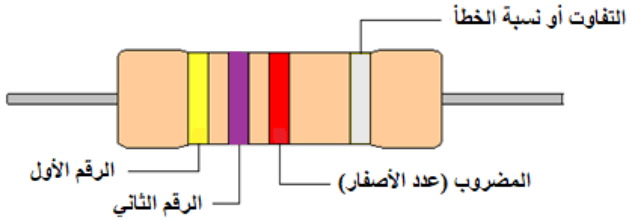
- تُقرأ ألوان حلقات المقاومة من اليسار إلى اليمين ناحية الحلقات المتقاربة من بعضها البعض، ولا تتم قراءة لون الحلقة البعيدة والتي تدل على نسبة التفاوت أو الخطأ في قيمة المقاومة.



يتبع: قيمة المُقاومة عن طريق شِفرة الألوان

- هذه الألوان لها ترتيب مُعين بحيث يُمثل اللون الأول ابتداء من اليسار أولُ وأكبر خانة في الرقم الذي يُمثل قيمة المقاومة، بينما يُمثل اللون الثاني قيمة الخانة التي تليها، كما يُمثل اللون الثالث قيمة الأس للأساس ١٠ والذي سوف تُضرب به الخانتان السابقتان. أو بمعنى آخر، هو عدد الأصفار التي تلي الخانة الثانية. وأخيراً يُمثل اللون في أقصى اليمين نسبة التفاوُت أو الخطأ في التصنيع، ولكي نستطيع معرفة قيمة المقاومة ينبغي أولاً أن نتعرَّف على شفرة كُل لون، انظر إلى الجدول التالي:

يتبع: قيمة المُقاومة عن طريق شِفرة الألوان



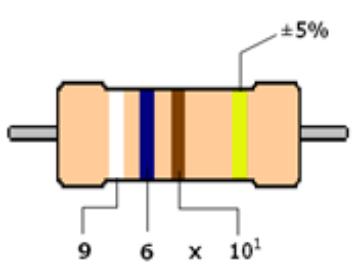
لون التفاوت Forth band	معامل الضرب Multiplier	الحلقة الثانية Second digit	الحلقة الأولى First digit	اللون Color
	10^0 x	0	0	أسود - Black
	10^1 x	1	1	بني - Brown
	10^2 x	2	2	أحمر - Red
	10^3 x	3	3	برتقالي - Orange
	10^4 x	4	4	أصفر - Yellow
	10^5 x	5	5	أخضر - Green
	10^6 x	6	6	أزرق - Blue
	10^7 x	7	7	بنفسجي - Violet
	10^8 x	8	8	رصاصي - Gray
	-	9	9	أبيض - White
±5%	0.1 x			ذهبي - Gold
±10%	0.01 x			فضي - Silver
±20%				بدون لون - No band

مثال (٣-١)

باستخدام شِفرة الألوان (Color Codes) أوجد قيمة المقاومة التالية:

حل مثال (٣-١)

باستخدام الجدول السابق نستخرج ما يلي:



قيمة المقاومة تساوي 960Ω دون إضافة نسبة الخطأ.

وقيمة المقاومة مع إضافة نسبة التفاوت تقع في المدى ما بين القيمة

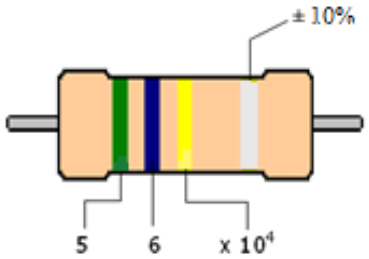
0.912KΩ والقيمة 1.008KΩ

مثال (٣-٢)

باستخدام شِفرة الألوان (Color Codes) أوجد قيمة المقاومة التالية:

حل مثال (٣-٢)

باستخدام الجدول السابق نستخرج ما يلي:



قيمة المقاومة تساوي 560,000Ω دون إضافة نسبة الخطأ.

وقيمة المقاومة مع إضافة نسبة التفاوت تقع في المدى ما بين القيمة 616kΩ

والقيمة 504kΩ

الشِّفرات في مُقاومات عالية القُدرة

- تُعتبر كمية القدرة للمقاومة من القيم المهمة عند اختيار المقاومة أو استخدامها.
- تُعرَّف قدرة المقاومة (Power) بأنها معدل الطاقة الناتج من تحويل التيار الكهربائي المار بها إلى حرارة.
- لكل مقاومة مُعدَّل قدرة أقصى (Maximum Power Rating)، وللحفاظ على المقاومة من الحرارة الزائدة لابد من جعل مُعدَّل القدرة خلال الموصِّل أقل من أقصى قيمة له.

يتبع: الشِّفرات في مُقاومات عالية القُدرة

- يُقاس مُعدَّل القدرة للمقاومات بوِحدة الوات (W) (Watt)، وعادة ما تكون قيمته بين ١/٨ وات (٠,١٢٥ وات) و١وات. أما المقاومات التي لها معدل قدرة أكبر من ١w فتُسمَّى غالباً مقاومات قدرة (Power Resistors).
- المقاومات المختلفة عادة والتي منها المقاومات الكربونية تكون بمُعدَّل قدرة ٠,٢٥W أو ٠,٥W. وهذه المقاومات في الغالب ليست مصنوعة لتتحمل تيارات عالية.

يتبع: الشِّفرات في مُقاومات عالية القُدرة

- مقاومات القدرة التي تتحمل التيارات العالية فإنه يتم تدوين مُعدَّل القدرة عليها بواسطة المُصنِّع، وتكون بقدرة W٢٥، W٥، وW٣ على سبيل المثال.
- من أمثلة مقاومات القدرة:

١. المقاومات السلكية والحرارية.
٢. مقاومة السيراميك.
٣. مقاومة الألمونيوم.
٤. بعض المقاومات سطحية التركيب.

مُقاومة السيراميك عالية القُدرة

يَرمُز الحرف (R) في الشكل التالي إلى الرقم العشري -إن وُجد – من قيمة المقاومة بالأوم، وقد تُكتب بعض الأحرف مع الأرقام في بعض أنواع المقاومات مثل الحرف (K) دلالة على وِحدة الكيلو، ويساوى ١٠٠٠ أوم، أو قد يُكتب الحرف (M) اختصاراً للميجا، ويساوى مليون أوم.

يتبع: مُقاومة السيراميك عالية القُدرة

- قيمة المقاومة في الشكل التالي تساوي 10Ω
- قيمة القدرة في المقاومة تساوي 10 Watt

مُقاومة الألمونيوم عالية القُدرة

يَرمُز الحرف (J) في الشكل التالي إلى نِسبة التفاوت في قيمة المقاومة، ويُبين الجدول التالي نِسب التفاوت في قِيم المقاومات ذات القدرة العالية:

الحرف (الشِّفرة)	نسبة التفاوت
B	±0.1%
C	±0.25%
D	±0.5%
F	±1%
G	±2%
J	±5%
K	±10%
M	±20%

يتبع: مُقاومة الألمونيوم عالية القُدرة

- قيمة المقاومة في الشكل التالي تساوي 3Ω
- قيمة المقاومة مع إضافة نسبة التفاوت في الشكل التالي تقع في المدى ما بين القيمة 3.15Ω والقيمة 2.85Ω

- قيمة القدرة في المقاومة تساوي 25 Watt

العوامل التي يتوقف عليها اختيار مُقاومة

- يعتمد اختيار المقاومة على قُدرتها الكهربائية، أي أنه يعتمد على درجة تحمُّلها للتيار والجهد الكهربائي، وعادة ما يتم كتابة قيمة القُدرة على سطح المقاومة بوِحدة الوات (Watt)، أو أنه يُمكن التأكد من قيمة القُدرة في دليل الإرشادات والاستخدام في حال عدم إيضاحها.
- يُشير حجم المقاومة غالباً إلى قيمة القُدرة، فعلى سبيل المثال عندما تكون هنالك مقاومتين لهما نفس المعاوقة بوِحدة الأوم ويختلفان في الحجم، فإنَّ المقاومة الأكبر حجماً هي الأعلى قدرةً وطاقة.

طريقة قياس المُقاومة

تُقاس المقاومة بجهاز الأوم ميتر (Ohmmeter)، ويتم توصيله على التوازي معها.

أعطال المُقاومات

- تتعرَّض المقاومات إلى التَّلف أو الاحتراق لأسباب عِدَّة، من أهمها ارتفاع درجة حرارتها بسبب زيادة سريان التيار الكهربائي فيها.
- في بعض الأحيان تتلف المقاومة لأسباب تتعلق بجودة تصنيعها، الأمر الذي يؤثر على مدى قدرتها لتحمُّل التيار الكهربائي.
- ينتج عن تعطُّل المقاومة الكهربائية دارة مفتوحة (Open Circuit)، ويمكن التحقُّق من ذلك عملياً باستخدام جهاز الأوم ميتر الذي سيُظهر قراءة مرتفعةً جداً لقيمة المقاومة عند تلفها.

تمرين عملي (٣-١)

اسم التمرين	إيجاد قيمة المقاومات عن طريق شِفرة الألوان - وقياس قِيم المقاومات باستخدام جهاز الأوم ميتر
الهدف من التمرين	إتقان استخدام الأوم ميتر ومقارنة القياس بقراءة قيمة المقاومة باستخدام الألوان

الأجهزة المستخدمة

جهاز قياس متعدد الأغراض (Avometer)

جدول التمرين

المقاومات	اللون الأول	اللون الثاني	اللون الثالث	اللون الرابع	قيمة المقاومة بالألوان	نسبة التفاوت	القيمة المقاسة
R_1							
R_2							
R_3							

تمرين عملي (٣-٢)

اسم التمرين	إيجاد قيمة المقاومات عن طريق الشِّفرات (الأحرف والأرقام)
الهدف من التمرين	إتقان حساب قِيم المقاومات عن طريق الشِّفرات (الأحرف والأرقام)

الأجهزة المستخدمة

جهاز قياس متعدد الأغراض (Avometer)

جدول التمرين

المقاومات	قراءة المقاومة بالأوم	قُدرة المقاومة بالوات	نسبة التفاوت	قياس المقاومة بالأوم ميتر
R_1				
R_2				
R_3				

تمرين عملي (٣-٣)

اسم التمرين	قياس المقاومة المتغيرة باستخدام جهاز الأوم ميتر
الهدف من التمرين	إتقان فحص وقياس قيمة المقاومة المتغيرة باستخدام جهاز الأوم ميتر

صور توضيحية للتمرين

جدول التمرين

هل تتغير قيمة المقاومة بتحريك الذراع؟	قيمة المقاومة	أطراف القياس
		الأيمن والأيسر
		الأيمن والأوسط
		الأوسط و الأيسر
		مجموع قِيم القياس

تمرين عملي (٣-٤)

اسم التمرين	قياس وفحص الفار يستور
الهدف من التمرين	إتقان قياس وفحص الفار يستور باستخدام الأوم ميتر

صور توضيحية للتمرين

الأجهزة المستخدمة

جِهاز قياس متعدد الأغراض (Avometer)

تمرين (٣-١)

ما هي قِيَمة المقاومات التالية سطحيَّة التركيب التي يُعبِّر عنها العدد ٢٢٢ ؟ :

- الحل:

$$22000\Omega = 22K\Omega$$

تمرين (٣-٢)

كم سيكون مقدار أكبر خطأ في مقاومة قيمتها 330Ω وتحوي لوناً ذهبيا؟

الحل:

أكبر مقدار لخطأ المقاومة سيكون ٥ بالمئة من قيمتها لأن لون التفاوت ذهبيا.

وهذا يعني 0.05x330 = 16.5Ω

تمرين (٣-٣)

باستخدام شفرة الألوان أوجد قيمة المقاومة التالية:

تمرين (٣-٤)

أجب بنعم أو لا فيما يلي:

١	المقاومة هي عُنصر يُقاوم تدفُّق التيار للدائرة الكهربائية	
٢	تضعُفُ شدة التيار كُلما زاد طول المُوصِّل	
٣	لتقليل حرارة موصِّل نقوم باستبداله بآخر أكثر سماكة	
٤	قياس المقاومة التالفة يعطي قيمة لا نهائية (∞) في الأوم ميتر	

قانون أُوْم

الأهداف التفصيلية للوحدة

- أن يُعرِّف المتدرب قانون أُوم نصِّياً وبوضوح.
- أن يحسِب المتدرب قيمة التيار والجهد والمقاومة بتطبيق قانون أُوم.
- أن يَصِل المتدرب المقاومات على التوالي عملياً وبشكل صحيح.
- أن يحسب المتدرب المقاومة المكافئة للتوصيل على التوالي نظرياً.
- أن يَصِل المتدرب المقاومات على التوازي عملياً وبشكل صحيح.
- أن يحسب المتدرب المقاومة المكافئة للتوصيل على التوازي نظرياً.

الأهداف التفصيلية للوحدة

- أن يُحقِّق المتدرب قانون كيرشوف للجهد في الدائرة الكهربائية حسابياً.
- أن يُحقِّق المتدرب قانون كيرشوف للتيار في أي نقطة في الدائرة حسابياً.
- أن يختصِر المتدرب التوصيل المُركَّب حِسابياً وبِدقَّة.
- أن يُحدِّد المتدرب أعطال المقاومة الكهربائية عملياً.
- أن يتقيَّد المتدرب بالسلوك المهني السليم ويحرِص على اتباع أصول الأمن والسلامة أثناء تطبيقِه لمُفردات هذه الوِحدة.

الوقت المتوقع للتدريب على هذه الوحدة: ٣٥ ساعة تدريبية.

الوسائل التدريبية المساعدة:

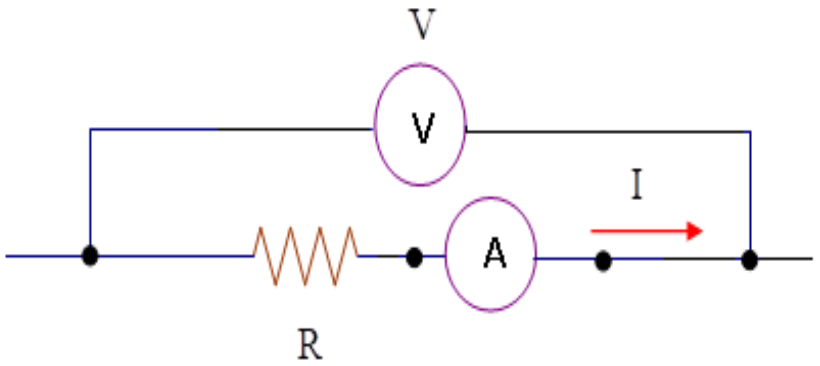
- جهاز قياس متعدد الأغراض (الأفوميتر).
- حقيبة أساسيات الإلكترونيات.
- لوحة تجارب وعناصر إلكترونية.
- جهاز عرض (Data show).

نَص قانون أُوْم

التيار المارّ في المقاومة يتناسب طردياً مع الجهد المُطبَّق على المقاومة،

ويتناسب عكسيًا مع قيمة المقاومة.

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



تحقيق قانون أوم نظرياً

يتم إيجاد قيمة التيار بقسمة قيمة الجهد رياضياً على قيمة المقاومة.

- مثال (٤-١):

احسب قيمة التيار المار في مقاومة قيمتها 10Ω ومُتصلة بمصدر جهد قيمته 10V

- الحل: R=10 Ω V=10V I=?

$$I = \frac{V}{R} \qquad I = \frac{V}{R} = \frac{10\text{V}}{10\Omega} = 1\text{A}$$

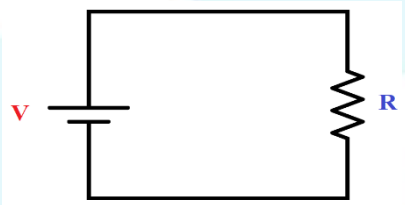
تمرين (٤-١)

في المثال السابق، احسب قيمة التيار المارّ في المقاومة إذا أصبح الجهد 20V

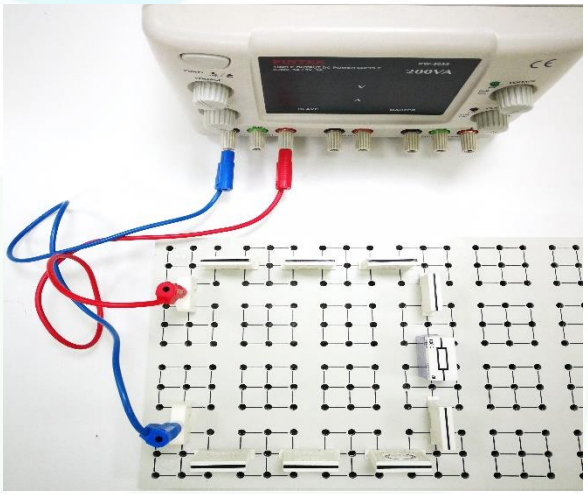
تمرين عملي (٤-١)

اسم التمرين	تحقيق قانون أوم للتيار
الهدف من التمرين	التحقق من قيمة التيار بتطبيق قانون أوم

مخطط دائرة التمرين



صورة توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين



يتبع: تحقيق قانون أوم نظرياً

مثال (٤-٢):

احسب قيمة الجهد المُطبَّق على مقاومة قيمتها 100Ω، إذا يمُرُّ بها تيار قدره 2A

- الحل:

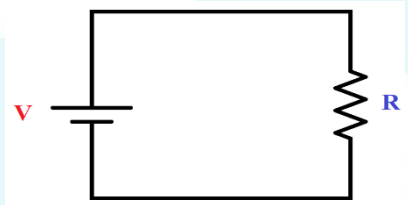
يتم إيجاد قيمة الجهد بضرب قيمة التيار رياضياً في قيمة المقاومة.

$$V = I \times R, \qquad V = I \times R = 2 \times 100 = 200V$$

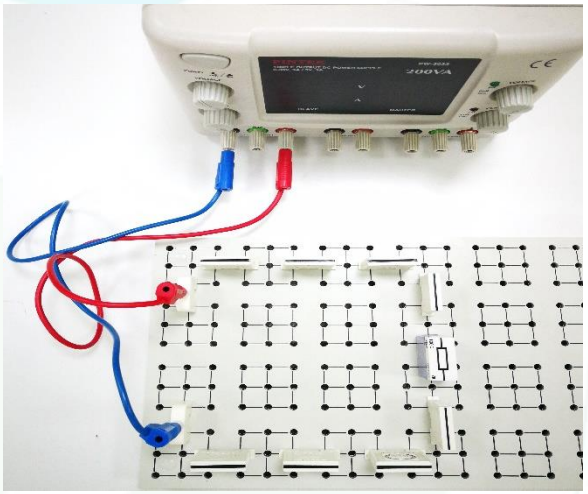
تمرين عملي (٤-٢)

اسم التمرين	تحقيق قانون أوم للجهد
الهدف من التمرين	التحقق من قيمة الجهد بتطبيق قانون أوم

مخطط دائرة التمرين



صورة توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين



يتبع: تحقيق قانون أوم نظرياً

- مثال (٤-٣):

احسب قيمة المقاومة إذا كان الجهد المُطبَّق عليها هو 12V ويمُرُّ بها تيار قدره 0.5A

- الحل:

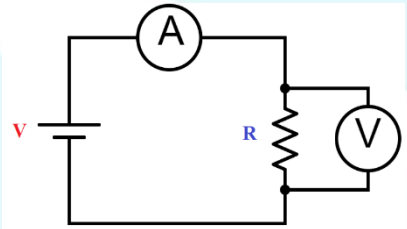
يتم إيجاد قيمة المقاومة بقسمة قيمة الجهد رياضياً على قيمة التيار.

$$R = \frac{V}{I}, \qquad R = \frac{V}{I} = \frac{12\text{V}}{0.5\text{A}} = 24\Omega$$

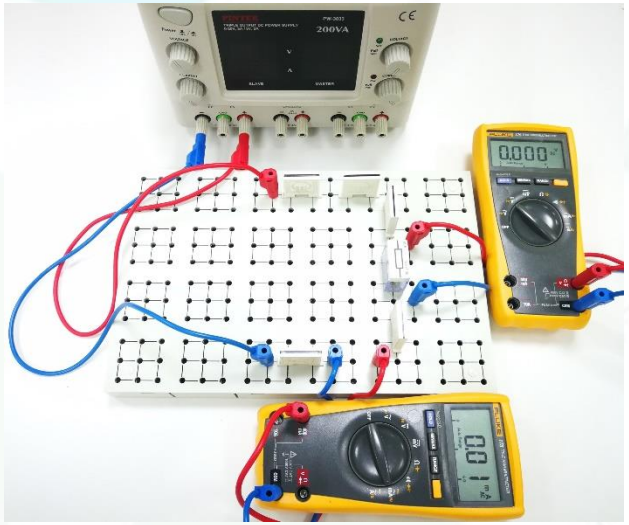
تمرين عملي (٤-٣)

اسم التمرين	إيجاد قيمة المقاومة بمعلومية الجهد والتيار
الهدف من التمرين	إيجاد قيمة المقاومة بمعلومية الجهد والتيار

مخطط دائرة التمرين



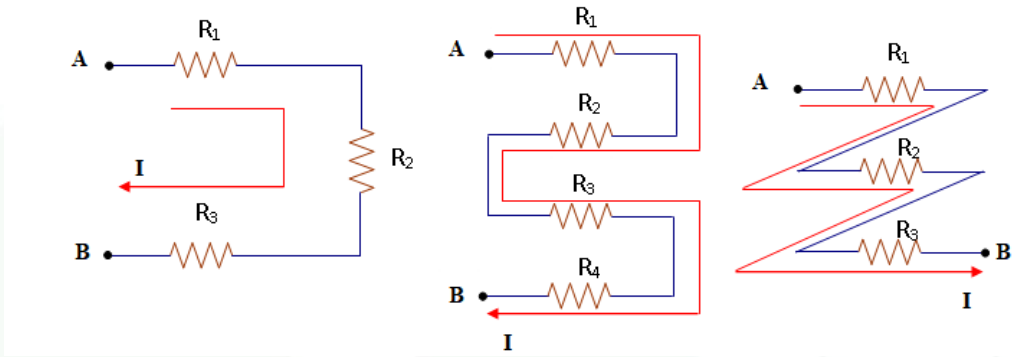
صورة توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين



توصيل المقاومات

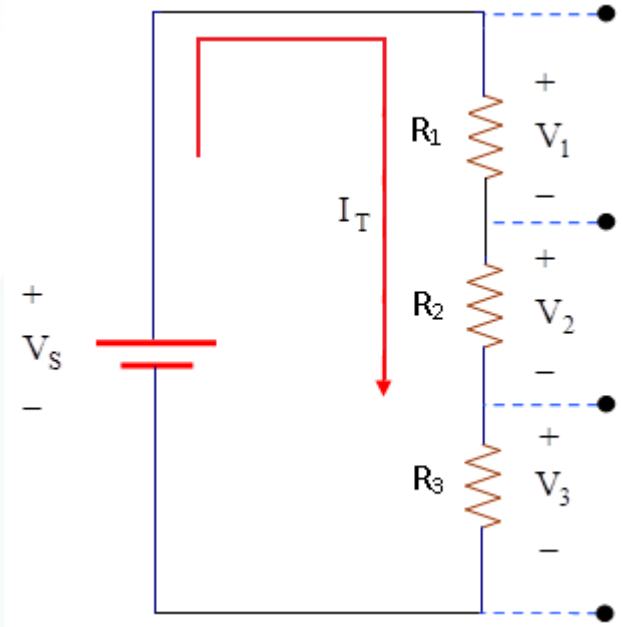
أولاً: توصيل المقاومات على التوالي (Series Connection):

يتم توصيل المقاومات على التوالي عن طريق ربط نهاية كُلِّ مقاومة مع بداية المقاومة التي تليها على شكْل سِلسِلة.



يتبع: توصيل المقاومات على التوالي

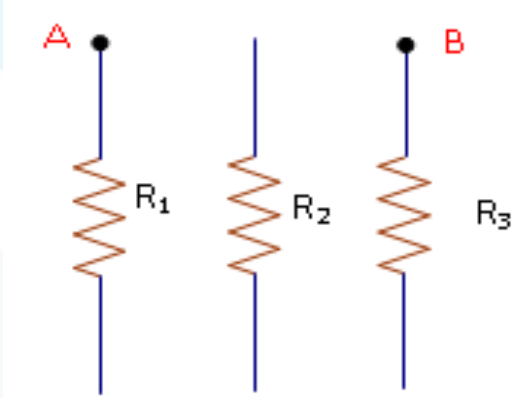
يسري التيار في مسارِه الوحيد بكمية متساوية في جميع المقاومات المتصلة على التوالي، أي أنَّ قيمته لا تتغير لِكُل المتسلسلة بينما يتجزأ الجهد على المقاومات حسْب قيمتها.



يتبع: توصيل المقاومات على التوالي

- تمرين (٤-٢):

صِل مجموعة المقاومات التالية في الشكل التالي على التوالي مبتدِئا بالنقطة (A) ومنتهياً بالنقطة (B).



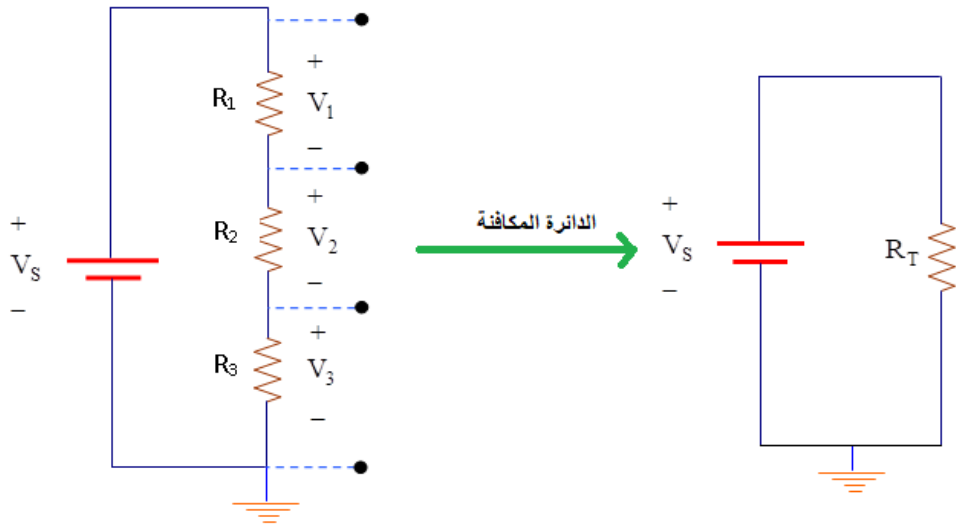
خصائص توصيل المقاومات على التوالي

عندما يتم توصيل المقاومات على التوالي فإنَّ مُحصِّلة ذلك هو المجموع الجبري لهذه المقاومات، لانَّ كل مقاومة تُضاف إلى المُتسلسلة تزيد من مقدار المقاومة الكُلِّية والتي بدورها ستزيد في إعاقة التيار الكهربائي.

المقاومة المُكافِئة لمقاومات التوالي

هي مقاومة وحيدة تَنشأ بعد توصيل المقاومات على التوالي (R_T) وتُمثِّل المُحصِّلة النهائية لجَمع المقاومات رياضيا.

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



يتبع: المقاومة المُكافِئة لمقاومات التوالي

- مثال (٤-٤):

احسِب المقاومة الكلية للمقاومات التالية والمتصلة على التوالي:

$$R_1 = 30\Omega \quad R_2 = 70\Omega \quad R_3 = 100\Omega \quad R_4 = 120\Omega$$

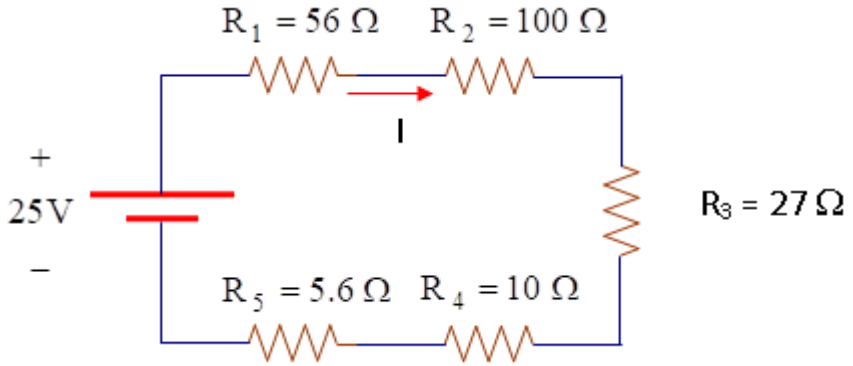
- الحل:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 30 + 70 + 100 + 120 = 330\Omega$$

يتبع: المقاومة المُكافِئة لمقاومات التوالي

- تمرين (٤-٣):

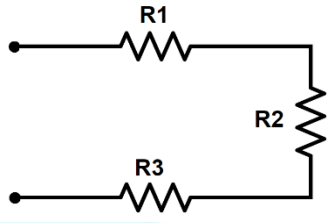
احسب التيار الكُلّي للدائرة التالية المبينة بالشكل التالي:



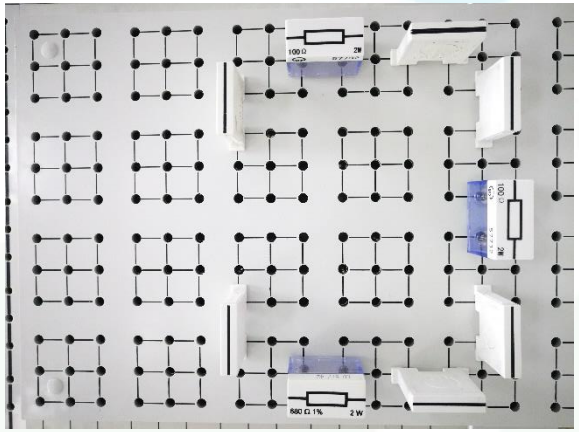
تمرين عملي (٤-٤)

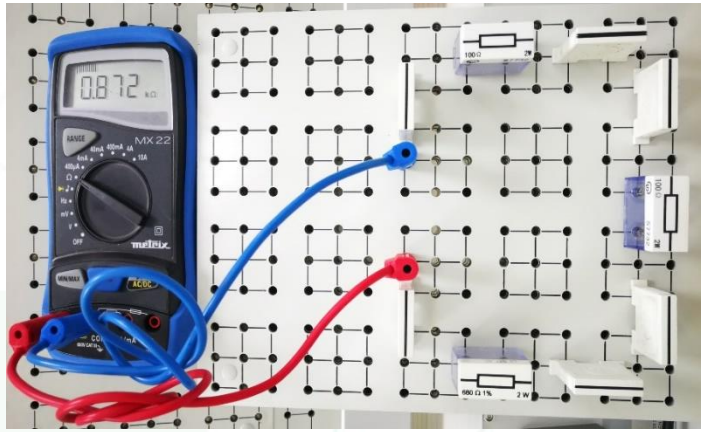
اسم التمرين	قياس قيمة المقاومات على التوالي
الهدف من التمرين	إيجاد قيمة المقاومة المُكافِئة للتوصيل على التوالي

مخطط دائرة التمرين

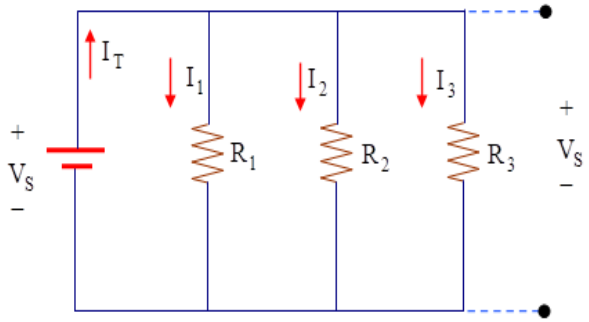


صور توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين





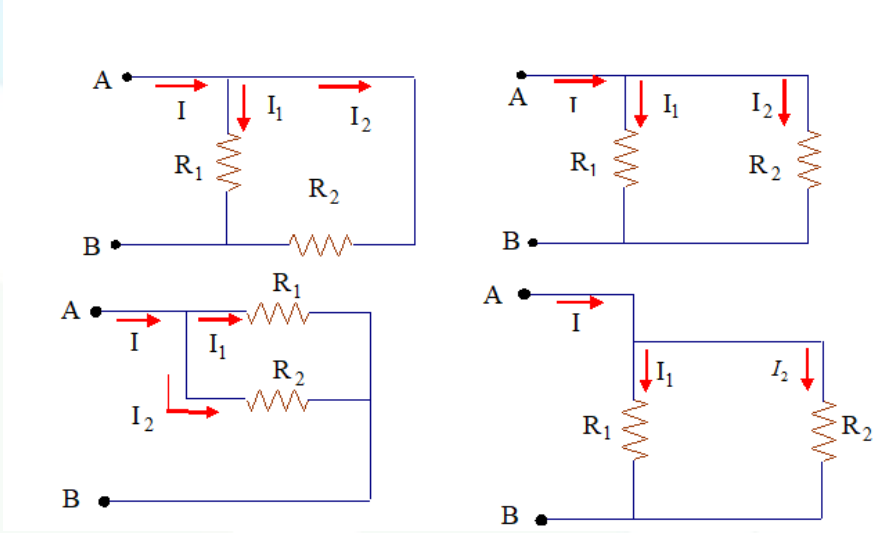
ثانياً: توصيل المقاومات على التوازي (Parallel Connection):



- يتم توصيل المقاومات على التوازي بِربْط بداية كُل مقاومة مع بداية المقاومة التي تليها، وربْط نهاية كل مقاومة بنهاية المقاومة التي تليها على نحْوٍ متواز.
- يكون الجهد ثابتاً على كُل مقاومة (فَرع) مِن مقاومات التوازي بينما يتجزأ التيار على المقاومات حسْب قيمتها، أي على العكس من توصيل المقاومات على التوالي.

يتبع: توصيل المقاومات على التوازي

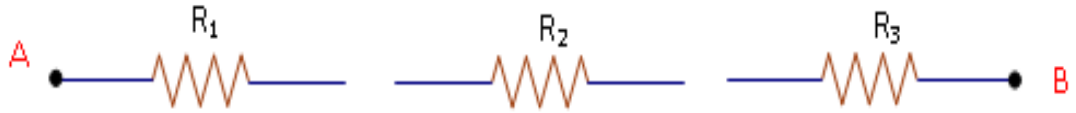
تكون قيمة التيار الكُلِّي في التوصيل على التوازي مجموع قِيم التيارات الفرعية في المقاومات المتوازية.



يتبع: توصيل المقاومات على التوازي

- تمرين (٤-٤):

صِل مجموعة المقاومات التالية في الشكل التالي على التوازي مبتدئا بالنقطة (A) ومنتهياً بالنقطة (B).



خصائص توصيل المقاومات على التوازي

عندما يتم توصيل المقاومات على التوازي فإنَّ مُحصِّلتها (R_T) تَقِل حسْب العلاقة الرياضية التالية:

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

وبالتالي يُمكن أن نضع الصورة العامة للمقاومة الكلية R_T لأي عدد من المقاومات المتصلة على التوازي كالآتي:

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

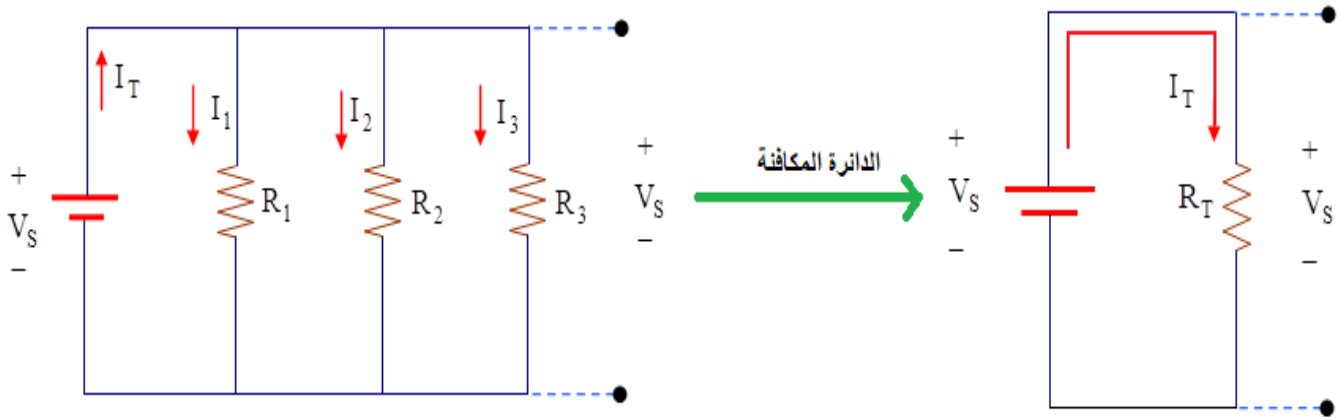
يتبع: خصائص توصيل المقاومات على التوازي

ويُمكن اختصار العلاقة الرياضية السابقة في حال توصيل مقاومتين فقط على التوازي كما في العلاقة التالية:

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

المقاومة المُكافِئة لمقاومات التوازي

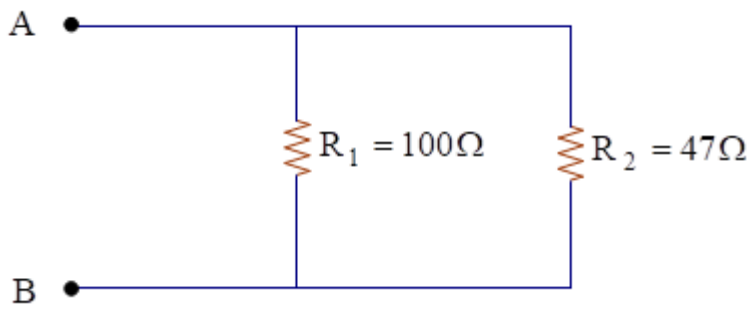
هي مقاومة وحيدة تنشأ بعد توصيل المقاومات على التوازي (R_T) وتُمثِّل المُحصِّلة النهائية للتوصيل.



يتبع: المقاومة المُكافِئة لمقاومات التوازي

- مثال (٤-٥):

أوجد المقاومة المُكافِئة للشكل التالي:



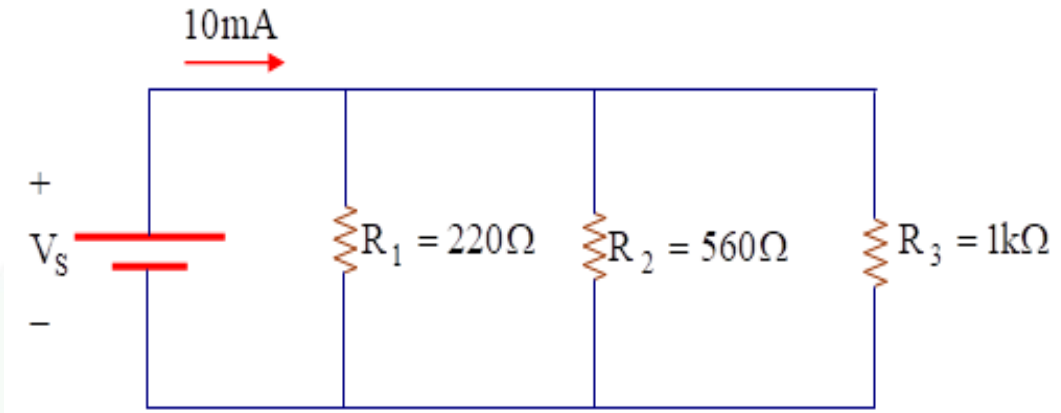
- الحل:

$$R_T = \frac{R_1 x R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100x47}{100 + 47} = \frac{4700}{147} = 31.97\Omega$$

يتبع: المقاومة المُكافِئة لمقاومات التوازي

- تمرين (٤-٥):

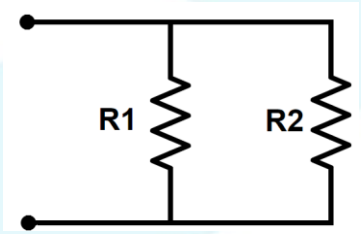
أوجد قيمة جهد المصدر في الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل التالي:



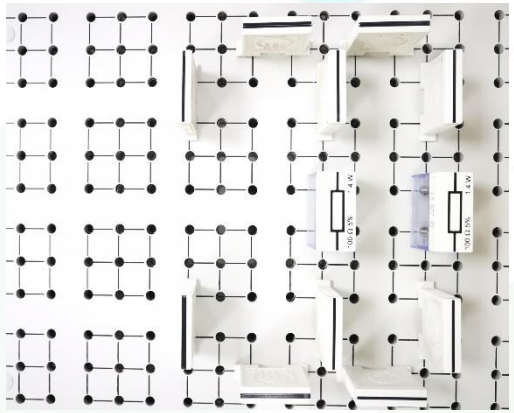
تمرين عملي (٤-٥)

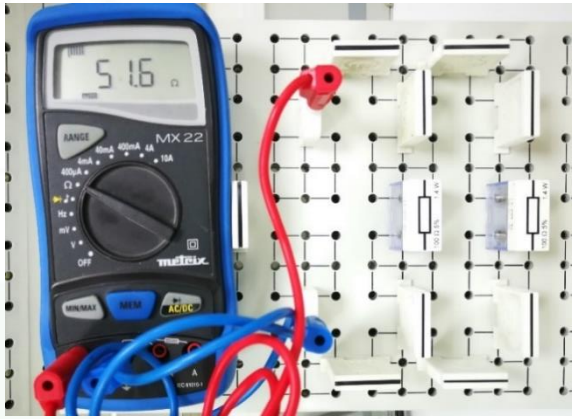
اسم التمرين	قياس قيمة المقاومات على التوازي
الهدف من التمرين	إيجاد قيمة المقاومة المُكافِئة للتوصيل على التوازي

مخطط دائرة التمرين



صور توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين

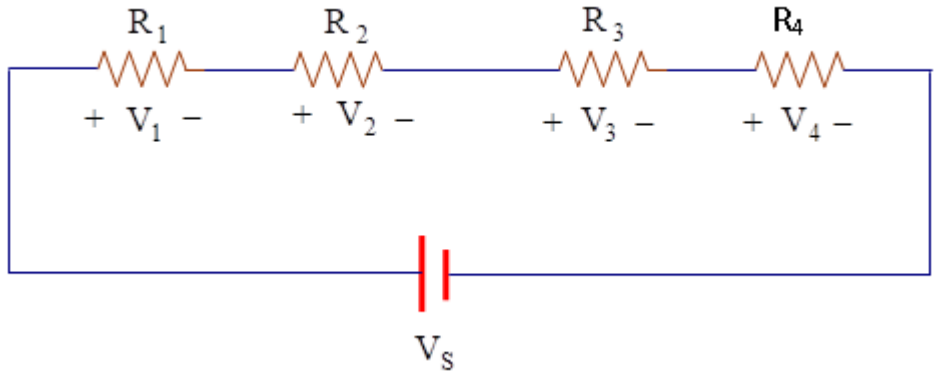




نص قانون كيرشوف للجُهد (KVL)

يَنُص القانون على أنَّ المجموع الجبري للجهود حول أي مسارٍ مُغلق يُساوي صفرا.

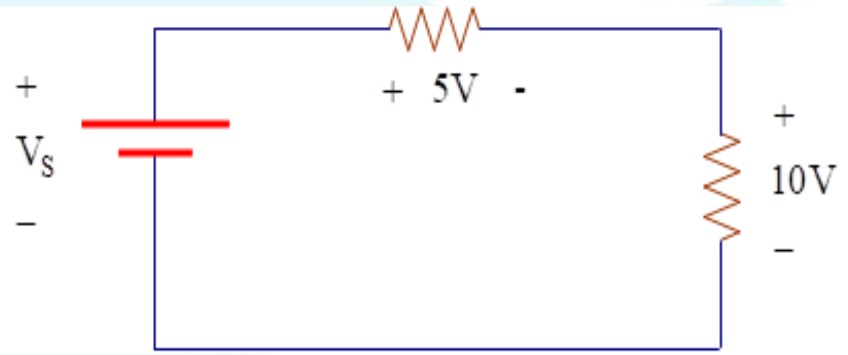
وبِعبارة أخرى يعني أنَّ جُهد المصدَر في الدائرة الكهربائية يُساوي مجموع الجهود المُستنفذة في مُكونات الدائرة الكهربائية، انظر الشكل التالي:



يتبع: نص قانون كيرشوف للجُهد (KVL)

- تمرين (٤-٦):

أوجد قيمة جهد المصدر في الدائرة المُبينة بالشكل التالي:



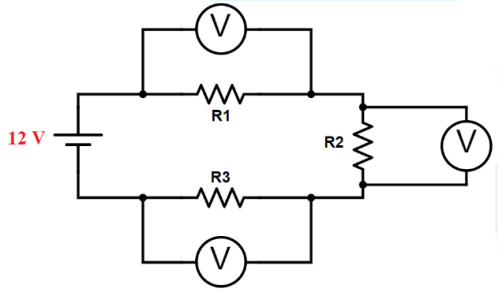
- الحل:

$$V_S = V_1 + V_2 = 5\text{V} + 10\text{V} = 15\text{V}$$

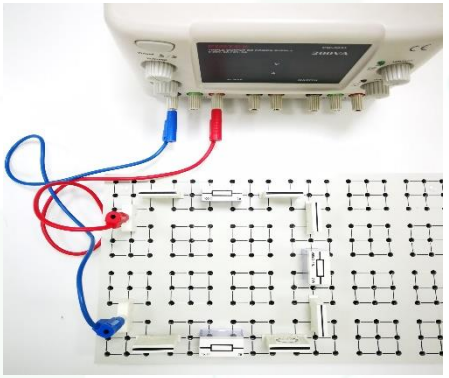
تمرين عملي (٤-٦)

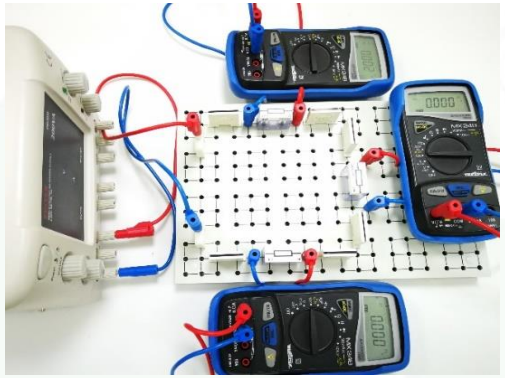
اسم التمرين	التحقق من قانون كيرشوف الأول للجهود
الهدف من التمرين	التحقق من قانون كيرشوف الأول للجُهد

مخطط دائرة التمرين



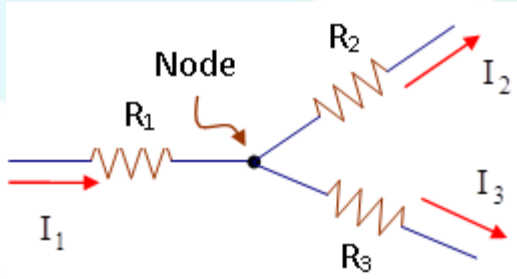
صور توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين





نص قانون كيرشوف للتيار (KCL)

يَنُص القانون على أنَّ مجموع التيارات الداخلة إلى عُقدة أو نقطة (Node) يُساوي مجموع التيارات الخارجة منها.



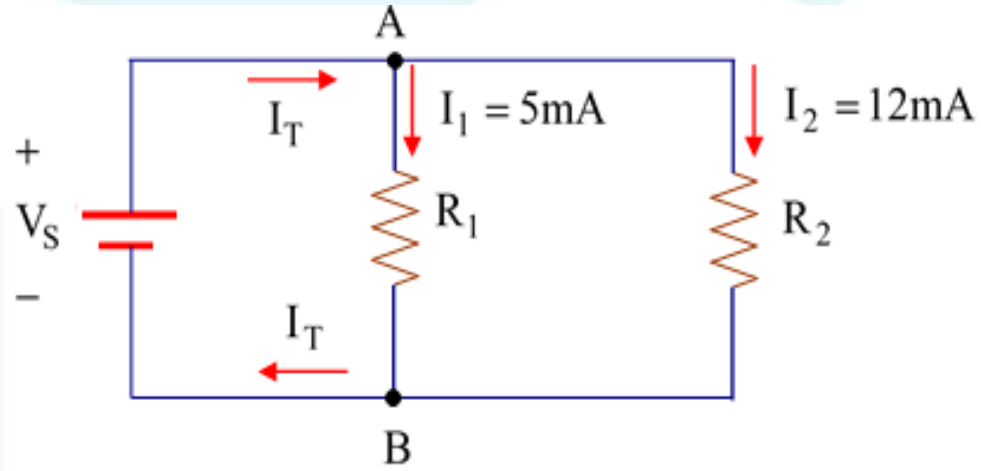
ويتم حِساب التيار في أي نقطة التقاء للتيارات بالعلاقة الرياضية التالية:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

يتبع: نص قانون كيرشوف للتيار (KCL)

- مثال (٤-٦):

أوجد قيمة التيار الكُلي الداخل عند النقطة (A) في الدائرة المُبينة بالشكل التالي:



يتبع: نص قانون كيرشوف للتيار (KCL)

- الحل:

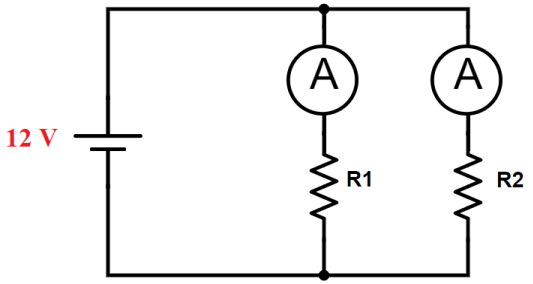
التيار الخارج من النقطة (A) عبارة عن مجموع التيارين (5mA) المارّ في المقاومة (R_1) والتيار (12mA) المارّ في المقاومة (R_2)، وبذلك يُصبح التيار الداخل للنقطة (A) كما يلي:

$$I_T = I_1 + I_2 = 5mA + 12mA = 17mA$$

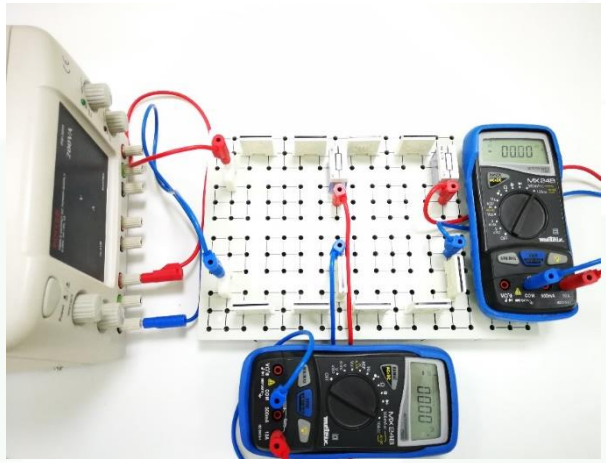
تمرين عملي (٤-٧)

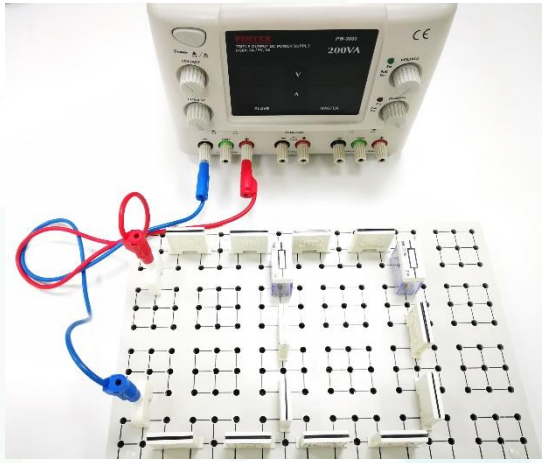
اسم التمرين	التحقق من قانون كيرشوف الثاني للتيار
الهدف من التمرين	التحقق من قانون كيرشوف الثاني للتيار

مخطط دائرة التمرين



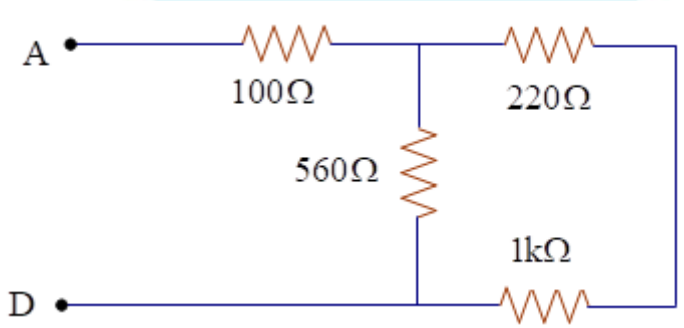
صور توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين





التوصيل المُركَّب للمقاومات

- غالباً ما تتركَّب الدوائر الكهربائية في التطبيقات التي نتعامل معها في حياتنا من دوائر توالي ودوائر توازي، وتُعرف هذه الدوائر بالدوائر الكهربائية المُركَّبة أو المختلطة.

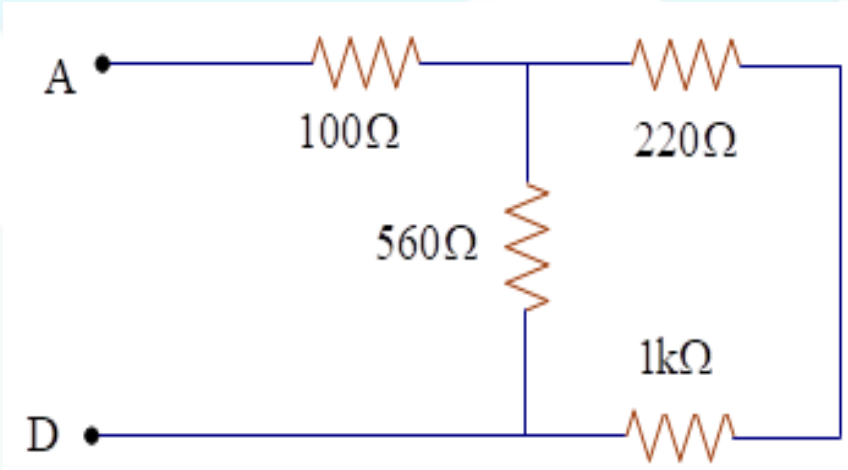


- يُمكن حساب المقاومة المُكافِئة لهذا التركيب باستخدام العلاقات الرياضية للتوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي.

يتبع: التوصيل المُركَّب للمقاومات

- مثال (٤-٧):

أوجد المقاومة المُكافِئة للشكل المُركَّب التالي:



يتبع: التوصيل المُركَّب للمقاومات

- الحل:

أولاً: نجمع المقاومتين (220Ω) وَ(1KΩ) على التوالي ونُسمِّي المقاومة الناشِئة (R_A) كما يلي:

$$R_A = 220\Omega + 1000\Omega = 1220\Omega$$

ثانياً: نجمع المقاومتين (R_A) وَ (560Ω) على التوازي ونُسمِّي المقاومة الناشِئة (R_B) كما يلي:

$$R_B = \frac{R_A x 560\Omega}{R_A + 560\Omega} = \frac{1220x560}{1220 + 560} = \frac{683200}{1780} = 383.8\Omega$$

يتبع: التوصيل المُركَّب للمقاومات

ثالثاً: تكون المقاومة المُكافِئة (R_T) حاصل جمع المقاومتين (R_B) وَ (100Ω) على التوالي كما يلي:

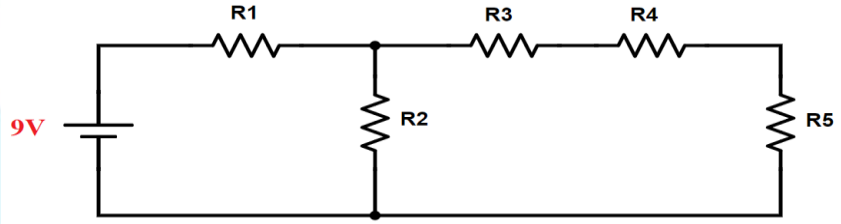
$$R_T = R_B + 100\Omega = 383.8 + 100\Omega = 483.8\Omega$$

إذن فالمقاومة المُكافِئة للدائرة تساوي 483.8Ω

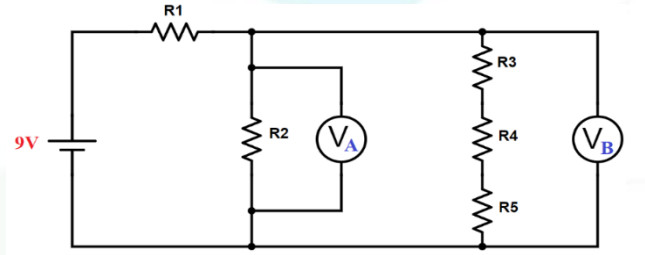
تمرين عملي (٤-٨)

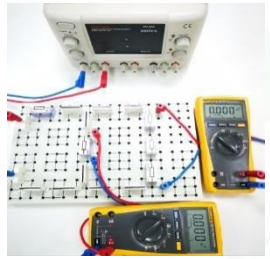
اسم التمرين	قياس الجهد والتيار والمقاومة عند التوصيل المُركّب للمقاومات
الهدف من التمرين	إتقان قياس الجهد والتيار والمقاومة عند التوصيل المُركّب للمقاومات

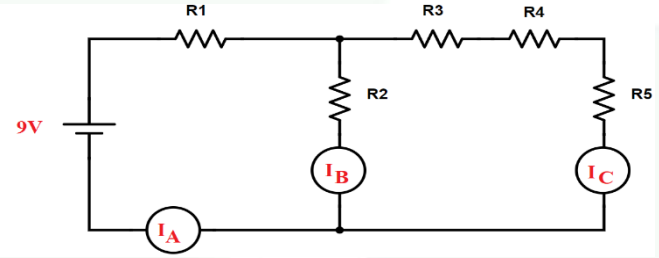
مخطط دائرة التمرين

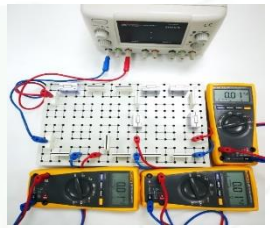


صور توضيحية للدائرة الكهربائية للتمرين





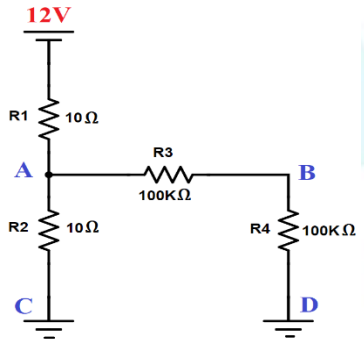




تمرين عملي (٤-٩)

اسم التمرين	مُجزِّئ الجهد
الهدف من التمرين	فحص وقياس الأعطال في مقاومات مُجزِّئ الجهد

مخطط دائرة التمرين

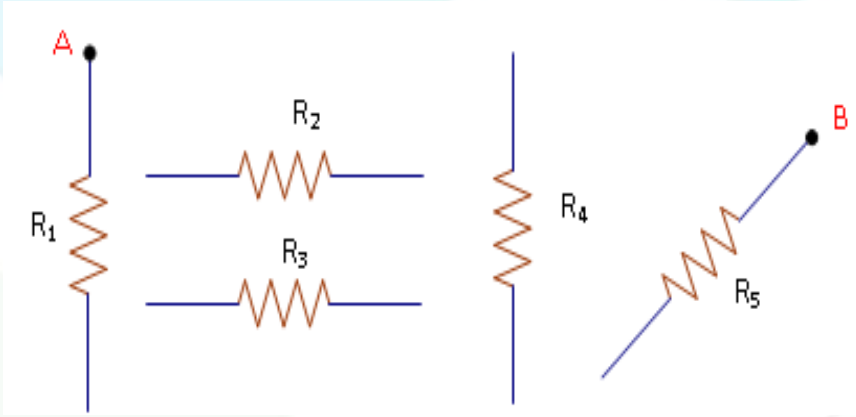


جدول التمرين

#	نوع العطل	الجهد على النقطة A	الجهد على النقطة B
1	دائرة سليمة (Circuit Ok)	6V	3V
2	R1 (Open)	0V	0V
3	R2 (Open)	12V	6V
4	R3 (Open)	6V	0V
5	R4 (Open)	6V	6V
6	C (Open)	12V	6V
7	D (Open)	6V	6V
8	R1 (Short)	12V	6V
9	R2 (Short)	0V	0V
10	R3 (Short)	6V	6V
11	R4 (Short)	6V	0V

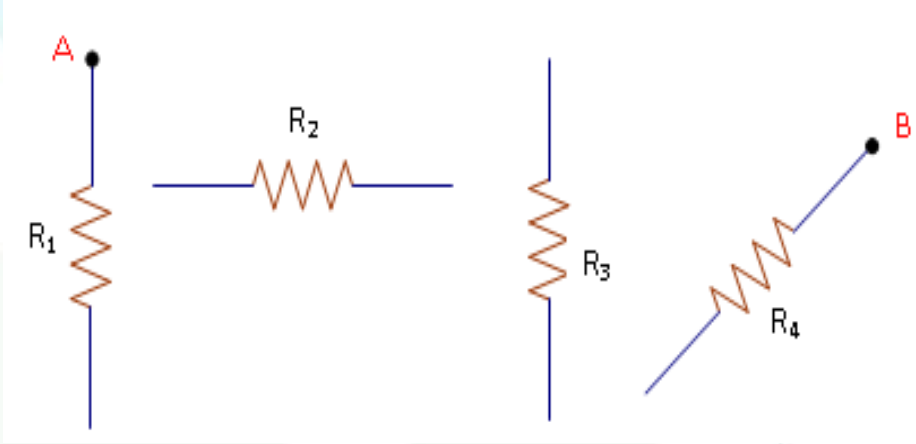
تمرين (٤-٧)

صِل مجموعة المقاومات التالية على التوالي مبتدئا بالنقطة (A) ومنتهياً بالنقطة (B).



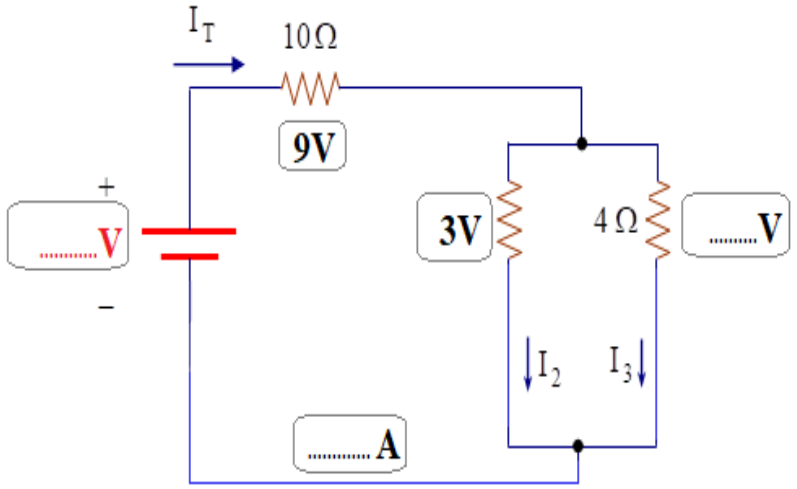
تمرين (٤-٨)

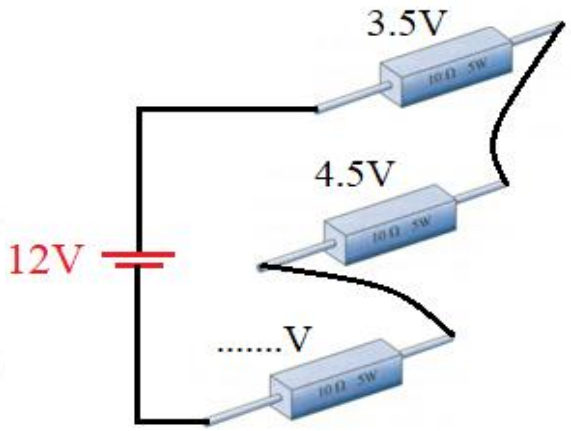
صِل مجموعة المقاومات التالية على التوازي مبتدئا بالنقطة (A) ومنتهياً بالنقطة (B).



تمرين (٤-٩)

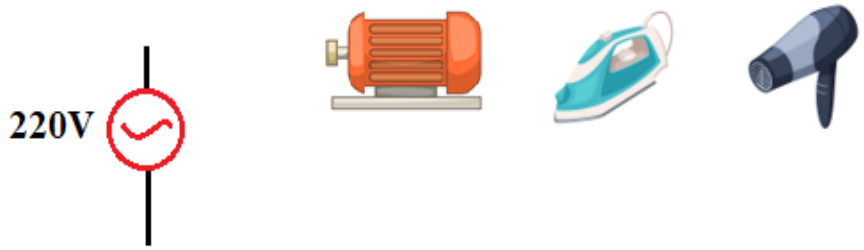
املأ الفراغ بالكِمّية الصحيحة في الدائرتين التاليَتين:





تمرين(٤-١٠)

صِل دائرة كهربائية مُناسِبة تجمَع الأحمال التالية، مع الأخذ في الاعتبار أنَّ تيار المُحرِّك هو أعلى تيار في الدائرة.



تمرين(٤-١١)

لديك أربع مصابيح كما هو مُبين في الشكل، صِل دائرة كهربائية مُناسِبة

تجمع المصابيح الأربعة، مع الأخذ في الاعتبار أنَّ تيار المصباح (A) هو الأصغر.

فكِّر واستنتِج

هل يتم توصيل أجهزة المنازل بالكهرباء بطريقة التوالي أَم التوازي؟ لماذا؟

المراجع

م	المرجع
١	حقيبة أساسيات الكهرباء والإلكترونيات، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني.
٢	حقيبة ورشة تأهيلية، التقنية الإلكترونية بالكليات التقنية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني.
٣	حقيبة هندسة كهربائية (١)، التقنية الإلكترونية بالكليات التقنية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني.
٤	حقيبة ورشة صيانة، التقنية الإلكترونية بالكليات التقنية، المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني.
٥	أخطار الكهرباء وكيفية التعامل معها، https://cutt.ly/dyKRwc9 م، ٢٠١٩
٦	موقع الإلكترونيات للجميع، https://www.electronics212.com/
٧	مدونة لوشي للخدمات المعلوماتية الحديثة، https://cutt.ly/PyKRmTq
٨	موقع رايز للعلوم والمعرفة، https://cutt.ly/QyKROer
٩	Electrical Academia، https://cutt.ly/hyKRofI
١٠	برنامج محاكاة الدوائر الإلكترونية Circuit Wiazard https://www.new-wave-concepts.com/ed/circuit.html
١١	https://pngtree.com/ ، https://cutt.ly/RyKOVbF
١٢	https://www.freepik.com/
١٣	https://www.cleanpng.com/ ، https://cutt.ly/FyKVF5h
١٤	https://webstockreview.net/pict/getfirst
١٥	https://gordonpowers.com.au/، https://cutt.ly/GyKRpCe
١٦	https://www.siyavula.com/ ، https://cutt.ly/XyKRdIu
١٧	http://electro-soufian.blogspot.com/2018/06/35.html
١٨	https://www.flaticon.com/ ، https://cutt.ly/2yKRlCr
١٩	https://www.vectorstock.com/ ، https://cutt.ly/5yKRx2W

تم بحمد الله