

الجمهورية العربية السورية  
وزارة التربية

الأول الثانوي المهني الصناعي

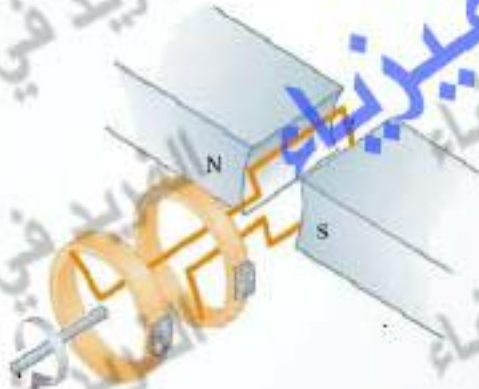
# دارات التيار المستمر والمتناوب

## DC - AC Circuits

مهنة الإلكترونيات  
مهنة الاتصالات

٢٠١٢-٢٠١٣ م

١٤٣٣ هـ



حقوق التأليف والنشر محفوظة  
لوزارة التربية في الجمهورية العربية السورية



حقوق الطبع والتوزيع محفوظة  
للمؤسسة العامة للطباعة

موقع الفريد في الفيزياء

طبع أول مرة للعام الدراسي 2012-2013م



أشرفت على تأليف هذا الكتاب اللجنة التوجيهية المشكلة بالكتاب الوزاري رقم  
12/4/2011م تاريخ (4/7)1900/4/43

المنسق: المهندسة سوزان الجمال

لجنة التأليف:

المهندسة سوزان الجمال      المهندس إبراهيم مقوص  
المهندسة سحر بلة      المهندسة هناء الشيخ

لجنة التقويم:

الدكتور فؤاد الغالول

لجنة المتابعة والتدقيق:

المهندس رياض جياوي      المهندسة سوزان الجمال  
المهندس فهمي الأكحل      نعيم أبو عراج

الإخراج الفني:

المهندس إبراهيم مقوص      المهندسة هناء الشيخ  
المهندسة سحر بلة - رHF جبقي

التدقيق النغوي: حنان منصور

التتضيد: المهندس إبراهيم مقوص

المهندسة سحر بلة

الرسم: المهندس إبراهيم مقوص

المهندسة سحر بلة

تصميم الغلاف: المهندس إبراهيم مقوص

الإشراف الفني: م. عزت تلجة - م. عماد الدين برما

## محتويات الكتاب

الصفحة	المحتوى
	الوحدة الأولى:
5	دارات التيار المستمر
	الوحدة الثانية:
239	دارات التيار المتناوب

موقع الفريد في الفيزياء

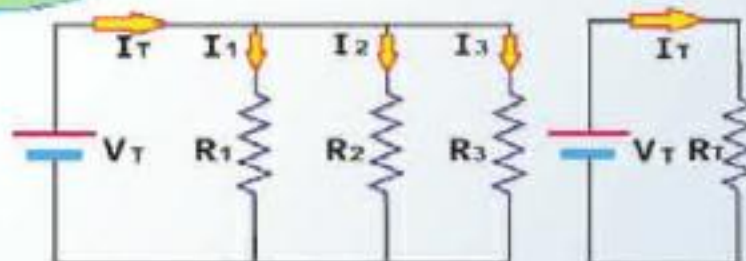


الوحدة الأولى

M - 04

دارات التيار المستمر

DC Circuits





## قائمة محتويات

### الصفحة

### المحتوى

#### النظرية الذرية والكهرباء الساكنة

- الذرة وتركيبها 13
- توزيع الإلكترونات حول النواة 14
- الإلكترونات الحرة 15
- الأيونات 16
- الكهرباء الساكنة والشحنة الكهربائية 17
- الكولون 17
- المجال الكهربائي 18
- أسئلة 20

#### النواقل والعوازل والتيار والجهد الكهربائي

- النواقل والعوازل 21
- التيار الكهربائي واتجاهه 22
- شدة التيار الكهربائي 24
- فرق الجهد الكهربائي 26
- جهد التشغيل 28
- المدخنة الرصاصية 28
- خلايا الوقود 31
- توصيل البطاريات 34
- أسئلة 35

#### الدارة الكهربائية والمقاومة الكهربائية

- الدارة الكهربائية البسيطة 37
- المقاومة الكهربائية 38
- الأوم 39



## الصفحة

## المحتوى

- 40 • الناقلية والفاصلية
- 41 • أسئلة
- قانون أوم**
- 43 • قانون أوم
- 44 • دائرة قانون أوم
- 45 • أسئلة
- قانونا كيرشوف**
- 47 • قانون كيرشوف الأول للتيار
- 48 • قانون كيرشوف الثاني للجهد
- 51 • أسئلة
- الاستطاعة الكهربائية**
- 53 • الاستطاعة الكهربائية
- 56 • الطاقة للكهربائية المستهلكة
- 58 • أسئلة
- المقاومات الكهربائية**
- 59 • مقاومة النواقل
- 63 • أنواع المقاومات
- 73 • نظام ترميز المقاومات
- 77 • توصيل المقاومات
- 85 • أعطال المقاومات
- 86 • أسئلة
- المكثفات الكهربائية**
- 89 • تركيب وآلية عمل المكثف
- 91 • السعة الكهربائية للمكثف

## الصفحة

## المحتوى

- 91 • الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف
- 92 • أنواع المكثفات
- 95 • المواصفات الفنية للمكثفات
- 96 • توصيل المكثفات
- 99 • شحن وتفريغ المكثف
- 102 • ترميز المكثفات
- 104 • أعطال المكثفات
- 105 • أسئلة

### الكهرومغناطيسية

- 107 • المبادئ الأساسية للمغناطيسية
- 113 • كهرومغناطيسية
- 119 • التأثير الكهرومغناطيسي
- 121 • أسئلة

### الملفات

- 123 • الملف
- 124 • معامل التحريض الذاتي
- 126 • أنواع الملفات واستخداماتها
- 127 • القوة المحركة الكهربائية التحريضية
- 128 • توصيل الملفات
- 130 • الملف في دارات التيار المستمر
- 132 • الطاقة المخزنة في الملف
- 132 • مقارنة بين المكثف والملف
- 133 • أسئلة

### تقييم المعلومات النظرية

## التطبيقات العملية

- قياس الجهد الكهربائي 147
- قياس شدة التيار الكهربائي 151
- التحقق من قانون أوم 155
- تحديد قيمة مقاومة مجهولة باستخدام مقياسي الجهد والتيار 160
- التحقق من قانون كيرشوف للتيار 164
- التحقق من قانون كيرشوف للجهد 169
- قياس الاستطاعة الكهربائية 174
- تحديد قيمة المقاومة بالطريقة المباشرة وبمقياس الأفر 179
- التوصيل التسلسلي للمقاومات الكهربائية 183
- التوصيل التفرعي للمقاومات الكهربائية 187
- التوصيل المختلط للمقاومات الكهربائية 191
- رسم منحنى الخواص للمقاومة ( NTC ) 195
- رسم منحنى الخواص للمقاومة ( PTC ) 201
- رسم منحنى الخواص للمقاومة ( VDR ) 207
- رسم منحنى الخواص للمقاومة ( LDR ) 213
- تحديد قيمة السعة الكهربائية بالطريقة المباشرة وبمقياس ( RCL ) 219
- التوصيل التسلسلي للمحاثات الكهربائية 223
- التوصيل التفرعي للمحاثات الكهربائية 227
- التوصيل التسلسلي للملفات الكهربائية 231
- التوصيل التفرعي للملفات الكهربائية 235

## المصطلحات العلمية

## المراجع

359

364



## مقدمة

تتضمن الوحدة التكوينية دارات التيار المستمر المنهاج المقرر للصف الأول الثانوي المهني ( مهنة الكترونيات — مهنة الاتصالات ).

سنتعرف في هذه الوحدة على :

- النظرية للذرية والكهرباء الساكنة.
  - النواقل والعوازل والتيارات والجهود الكهربائية.
  - لدارة الكهربائية.
  - قانون أوم، وقانونا كيرشوف.
  - الاستطاعة الكهربائية.
  - المقاومات الكهربائية ( أنواعها ، قراءة قيمها ، طرائق توصيلها ).
  - المكثفات الكهربائية ( أنواعها ، قراءة قيمها ، طرائق توصيلها ).
  - الكهرومغناطيسية.
  - الملفات الكهربائية ( أنواعها ، قراءة قيمها ، طرائق توصيلها ).
- يجب أن تكون بعد الانتهاء من هذه الوحدة قادراً على أن:

- ◆ تقيس قيم الجهود والتيارات الكهربائية.
- ◆ تتحقق من قانون أوم.
- ◆ تتحقق من قانوني كيرشوف.
- ◆ تقيس الاستطاعة الكهربائية.
- ◆ تحدد ( تقرأ ) قيمة المقاومة الكهربائية.
- ◆ توصل المقاومات الكهربائية تسلسلياً وتفرعياً وبشكل مختلط.
- ◆ ترسم منحنيات الخواص للمقاومات الكهربائية الخاصة.
- ◆ توصل المكثفات الكهربائية تسلسلياً وتفرعياً وبشكل مختلط.
- ◆ توصل الملفات الكهربائية تسلسلياً وتفرعياً وبشكل مختلط.



## النظرية الذرية والكهرباء الساكنة

لقد درس العلماء بنية المواد وتركيبها وسلوكها بالنسبة لبعضها البعض، ونتيجة لهذه الدراسة اعتبرت النظرية الذرية ذات أهمية خاصة في علم الكهرباء، حيث تستخدم في تفسير الخصائص الكهربائية للمواد ومرور التيار الكهربائي وتأثيراته المختلفة، وفهم هذه النظرية فهماً كاملاً فإنه يجب معرفة بعض خصائص المادة.

## المادة

1-1-1

## أ. تعريف المادة

هي أي جسم موجود في الطبيعة يدركه الإنسان بحواسه، وتكون المواد على شكل أجسام صلبة: كالمعادن، أو سائلة كالماء، أو غازية كالهواء. تتكون المادة من أجزاء متناهية في الصغر تسمى الذرات (Atoms)، وقد تبين أن الذرة تتكون من جسيمات أصغر منها وهي دقائق متناهية في الصغر.

## ب. المواد الأساسية

تدعى المادة **عنصراً** أو مادة أساسية عندما تتكون من نوع واحد من الذرات كالنحاس والحديد مثلاً.

## ج. المواد المركبة

وهي المواد الناتجة عن اتحاد عنصرين أساسيين أو أكثر، ولها خواص تختلف عن خواص العناصر المكونة لها، ويسمى أصغر جزء من المادة المركبة (**جزيئاً**) وهو ناتج عن اتحاد ذرتين على الأقل.

## بنية الذرة

2-1-1

**الذرة (Atom):** هي وحدة بناء المادة، ولكل عنصر ذرة خاصة به تختلف في تركيبها عن ذرات العناصر الأخرى. والذرة صغيرة جداً حيث إن مستمراً مكعباً واحداً من النحاس يتكون من  $10^{24}$  ذرة نحاس.

هل تعلم

أنه يوجد في الطبيعة (105) عنصر أساسي مختلف، وأن كتلة الذرة متركزة تقريباً في كتلة النواة.

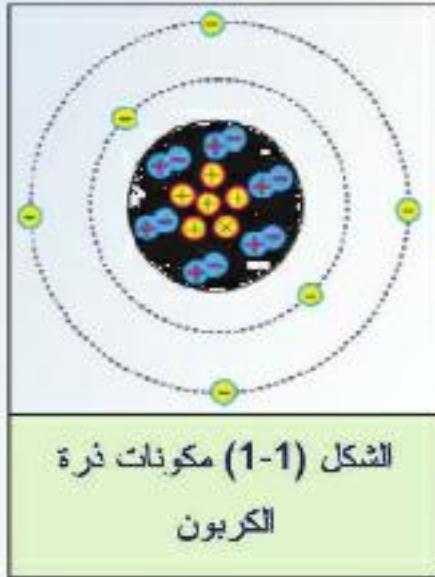


تتكون الذرة من نواة ثقيلة نسبياً تدور حولها الإلكترونات في مدارات، وعلى سبيل المثال يوضح الشكل ( 1-1 ) مكونات ذرة الكربون وهي:

### أ. النواة (Nucleus)

تتكون نواة الذرة من الجسيمات الآتية:

1. البروتونات (Protons): وهي جسيمات تحمل شحنة كهربائية موجبة.
2. النيوترونات (Neutrons): وهي جسيمات تحمل شحنة كهربائية متعادلة.



### ب. الإلكترونات (Electrons)

وهي جسيمات خفيفة جداً تحمل شحنة كهربائية سالبة مساوية لشحنة البروتون من حيث المقدار، وتدور الإلكترونات حول النواة في مدارات على شكل طبقات.

هل تعلم

إن الذرة متعادلة كهربائياً في الحالة الطبيعية، أي إن عدد الإلكترونات مساوٍ لعدد البروتونات ويعرف العدد الذري بأنه عدد البروتونات في النواة.

هل تعلم

إن نظائر عنصر هي ذرات من العنصر نفسه تحوي العدد نفسه من البروتونات وتختلف عن بعضها في عدد النيوترونات.

### 3-1-1 توزيع الإلكترونات حول النواة

تختلف العناصر عن بعضها، من حيث وزنها وصفاتها، باختلاف بنية ذرة كل عنصر منها. وتختلف ذرة أي عنصر عن ذرة عنصر آخر في عدد بروتوناتها ونيوتروناتها وإلكتروناتها. أما عدد المدارات التي تدور فيها الإلكترونات حول النواة، فيعتمد على عدد إلكترونات الذرة، ويحتوي كل مدار من هذه المدارات على عدد معين من الإلكترونات، ويعطى العدد الأعظمي للإلكترونات (N) في أي مدار (n) بالعلاقة الآتية:

$$N = 2n^2$$

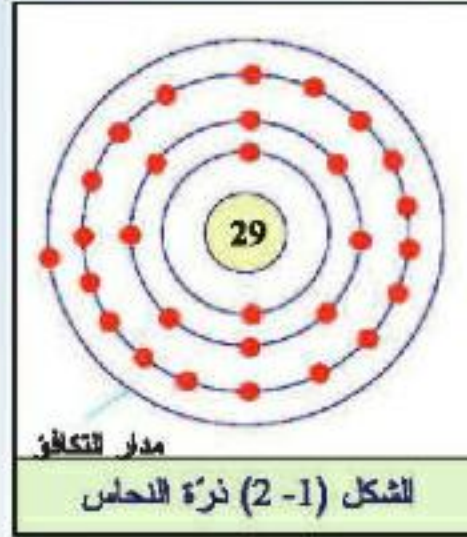
عدد الإلكترونات الأعظمي في المدار -

حيث: (n) رقم المدار.

نأخذ ذرة النحاس كمثال، حيث تحتوي نواتها على تسعة وعشرين بروتوناً، يدور حولها تسعة وعشرون إلكترونات كما هو مبين في الشكل ( 1 - 2 ).



تحتوي ذرة الميكون  
على (14) إلكترونات  
ما عدد المدارات  
التي تتوضع عليها  
هذه الإلكترونات؟



وبالتعمق في الشكل السابق نجد:

- ◆ المدار الأول: يحتوي (2) إلكترونات وهي السعة العظمى لهذا المدار.
- ◆ المدار الثاني: يحتوي (8) إلكترونات وهي السعة العظمى لهذا المدار.
- ◆ المدار الثالث: يحتوي (18) إلكترونات وهي السعة العظمى لهذا المدار.
- ◆ المدار الرابع (الأخير) يحتوي على إلكترون واحد فقط، أي إنه غير ممتلئ كلياً لأن سعته العظمى هي (32) إلكترونات.

يسمى المدار الخارجي في الذرة مدار التكافؤ (*Valence Orbit*) وبالتالي فإن الإلكترونات في هذا المدار تسمى إلكترونات التكافؤ (*Valence Electrons*). وإن لإلكترونات التكافؤ أهمية كبيرة خاصة في علم الكهرباء، لأنها الإلكترونات التي يمكن تحريرها بسهولة.

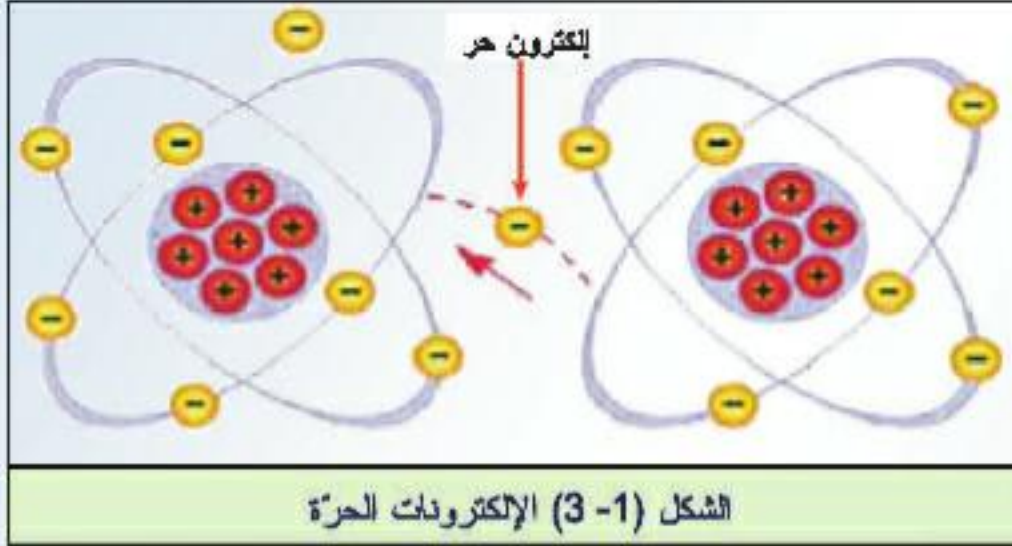
#### 4-1-1 الإلكترونات الحرة (*Free Electrons*)

ترتبط الإلكترونات السالبة القطبية مع النواة الموجبة القطبية بقوة جذب تعتمد على بعد مداراتها عن تلك النواة. فكلما كان المدار قريباً من النواة كانت قوى الجذب بينهما أكبر. وكلما ابتعد المدار عن النواة كانت قوة الجذب أقل.

إلكترونات التكافؤ هي الأبعد عن النواة وبالتالي تتعرض إلى أقل قوة جذب منها. وإذا تمعنا في تركيب ذرة النحاس المبين في الشكل (1-2)، نلاحظ أن مدار التكافؤ يحوي إلكترونات واحداً فقط، وهو أبعد إلكترون عن النواة، وبالتالي فهو يتعرض إلى أقل قوة جذب من النواة. وهذا الإلكترون يمكن أن يتحرر من سيطرة النواة ويصبح حرّاً ليتحرك عشوائياً بين ذرة وأخرى إذا اكتسب طاقة إضافية مثل الحركة داخل مجال



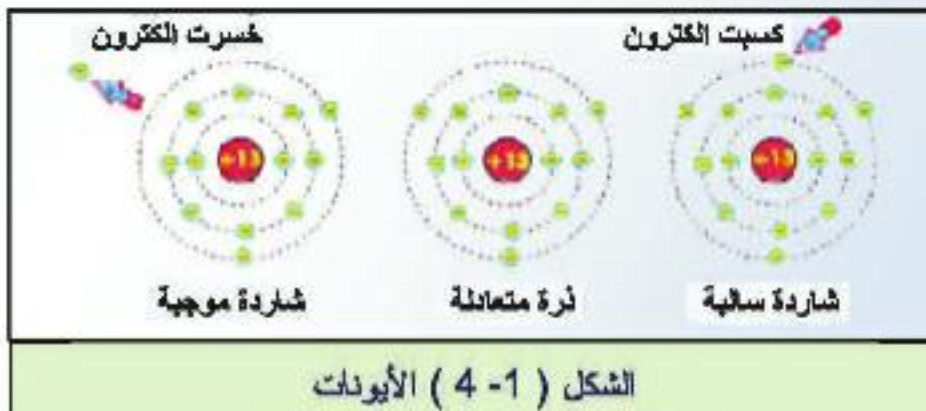
الاحتكاك أو التفاعل الكيميائي أو الضوء أو مجرد قوة التنافر مع إلكترونات الذرات المجاورة، لاحظ الشكل ( 3-1 ).



وهكذا فإن قطعة من سلك النحاس تحوي ملايين الإلكترونات الحرة التي تتحرك ضمنها، مما يجعل من النحاس ناقلاً جيداً للتيار الكهربائي.

### 5-1-1 الشوارد (Ions)

تكون الذرة متعادلة كهربائياً عندما يكون عدد إلكتروناتها مساوياً لعدد بروتوناتها. أما إذا فقدت هذه الذرة إلكترونات واحداً أو أكثر، يصبح عدد بروتوناتها الموجبة أكثر من عدد إلكتروناتها السالبة. وتصبح الذرة مشحونة بشحنة كهربائية موجبة، وتسمى عندئذ "شاردة موجبة". أما إذا اكتسبت الذرة إلكترونات واحداً أو أكثر فإنها تصبح مشحونة بشحنة سالبة، وتسمى عندئذ "شاردة سالبة"، لاحظ الشكل ( 4-1 ).







توجد طرق  
متعددة لشحن  
الأجسام كهربائياً  
وهي:

- ◆ الشحن باللك.
- ◆ الشحن باللمس.
- ◆ الشحن بالتأثير.



يوجد تعريف  
متعددة للـ كولون  
ومنها:

**الكولون** هو كمية  
من الكهرباء تطلق  
(1/96600) غرام  
من الهيدروجين  
بأثرها الكيميائي  
في الثانية.

إن الأيونات السالبة والموجبة هي الأساس في نشوء تيار كهربائي سواء في الغازات أو في المحاليل الإلكتروليتية (المحاليل المتأينة والناقلة للتيار الكهربائي).

### 6-1-1 الكهرباء الساكنة والشحنة الكهربائية

عند ذلك قضيب من المطاط بقطعة من الفرو تتفصل (بفعل ذلك) بعض الإلكترونات عن قطعة الفرو وتلتحق بذرات قضيب المطاط. وبهذا تصبح شحنة قضيب المطاط سالبة (يحوي فائض من الإلكترونات) في حين تصبح شحنة قطعة الفرو موجبة (لديها نقص في الإلكترونات) كما هو موضح بالشكل (1-5).



للشكل (1-5) الشحن باللك

يظهر الشكل السابق قضيب المطاط وقد أصبح سالب الشحنة وقطعة الفرو وقد أصبحت موجبة للشحنة. وبهذا يتبين أن عملية شحن جسم بشحنة كهربائية سالبة، هي في الواقع إضافة إلكترونات سالبة إلى ذرات ذلك الجسم. أما شحن جسم بشحنة كهربائية موجبة هي في الواقع نزع إلكترونات من ذرات ذلك الجسم.

### 7-1-1 الكولون

يُحدد مقدار الشحنة الكهربائية التي يحملها جسم معين بعدد الإلكترونات التي فقدها أو اكتسبها ذرات ذلك الجسم. فإذا فقدت ذراته إلكترونات أو أكثر تكون شحنته موجبة، وإذا اكتسبت إلكترونات أو أكثر تكون شحنته سالبة. تعرف وحدة قياس الشحنة الكهربائية بـ "الكولون" ويرمز لها بالرمز [C].

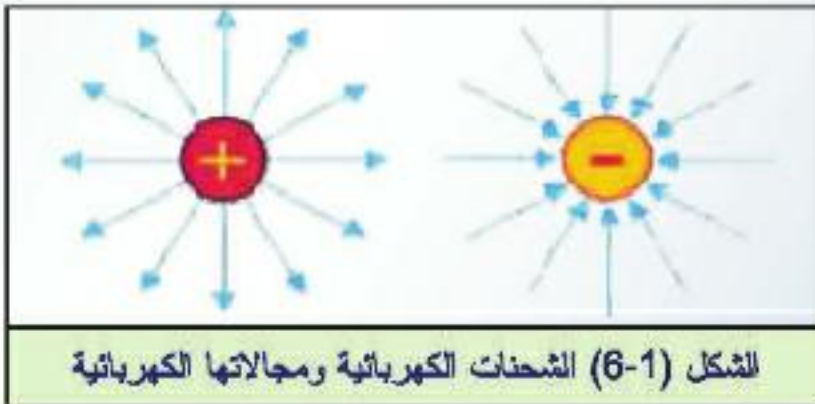
**الكولون:** هي قيمة تساوي مجموع شحنات  $(6.25 \times 10^{18})$  إلكترون. إن الجسم الذي يكتسب هذا العدد من الإلكترونات، يحمل شحنة سالبة تساوي (1) كولوناً. والجسم الذي يفقد هذا العدد من الإلكترونات، يحمل شحنة موجبة تساوي (1) كولوناً.

### 8-1-1 المجال الكهربائي (E)

تعمل الشحنة الكهربائية الموجودة في مكان ما على إحداث أثر في الوسط المحيط بحيث تتأثر أي شحنة كهربائية توضع فيه بقوة كهربائية، عندئذ يقال إن مجالاً كهربائياً يؤثر في هذا الوسط. يتم تمثيل المجال الكهربائي بخطوط وهمية تسمى خطوط المجال الكهربائي ويرمز له بالرمز  $[E]$ ، ويمثل كل خط من خطوط المجال مسار وحدة الشحنات الموجبة، إذ تتحرك هذه الشحنة بتأثير القوة التي يؤثر بها المجال عليها. نرسم خطوط المجال الكهربائي بحيث تدل كثافة هذه الخطوط في منطقة ما على شدة المجال الكهربائي. ومن أهم مميزات خطوط المجال الكهربائي ما يأتي:

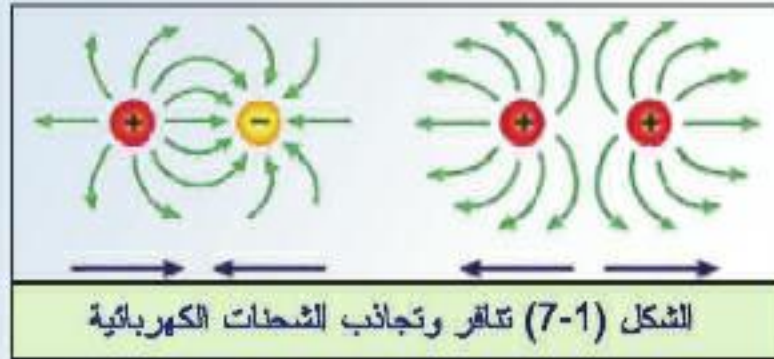
أ. الجسم المشحون بشحنة كهربائية سالبة محاط بمجال كهربائي تتجه خطوطه نحو مركز الشحنة، وتقل كثافتها كلما ابتعدنا عن الشحنة، لاحظ الشكل (1 - 6).

ب. الجسم المشحون بشحنة كهربائية موجبة محاط بمجال كهربائي، تطلق خطوطه من مركز الشحنة إلى الخارج، وتقل كثافتها كلما ابتعدنا عن الشحنة كما في الشكل (1 - 6).



ج. لا تتقاطع خطوط المجال الكهربائي.





كما يبين الشكل ( 7 - 1 ). شحنات مختلفة وفي هذه الحالة يتصل المجالان مع بعضهما داخلياً، وبالنسبة لتجاذب الشحنات وتحرك باتجاه بعضها. بما أن هناك تنافراً وتجاذباً بين الشحنات الكهربائية، فمعنى ذلك أن هناك قوى متبادلة بينها تؤدي إلى ذلك، وحيث إن هذه القوى ناتجة عن الشحنات الكهربائية لذلك تسمى القوى الكهربائية. وبناءً على قانون كولون فإن القوة الكهربائية المتبادلة ( $F_{12}$ ) بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين تتناسب طردياً مع مقدار كل من الشحنتين وعكساً مع مربع المسافة بينهما وتعطى بالعلاقة:

$$F_{12} = \frac{q_1 \cdot q_2}{4 \pi \epsilon r^2}$$

حيث:

$F_{12}$  قوة المتبادلة بين الشحنتين وتقاس بالنيوتن.

$q_1$  الشحنة الكهربائية الأولى وتقاس بالكولون.

$q_2$  الشحنة الكهربائية الثانية وتقاس بالكولون.

$\epsilon_0$  ثابت سماحية الفراغ ويساوي  $8.85 \times 10^{-12} \text{ Farad/m}$

$r$  المسافة بين الشحنتين وتقاس بالمتر.



شارل أوغستان  
دي كولوم  
(1736—1806)  
هو فيزيائي  
فرنسي. اكتشف  
القانون الذي يحمل  
اسمه، والمتعلق  
بالقوى المتبادلة  
بين الجسيمات  
المشحونة. كما  
سميت وحدة قياس  
الشحنة الكهربائية  
باسمه ورمزها  
[C].



## أسئلة

## السؤال الأول:

أجب بكلمة صح أو خطأ لكل من العبارات الآتية وصحح الخطأ إن وجد:

1. تتكون الذرة من نواة تدور حولها ( للبروتونات ) في مدارات.
2. يسمى المدار ( الأخير ) في الذرة مدار التكافؤ.
3. تكون الذرة متعادلة كهربائياً عندما يكون عدد إلكتروناتها ( مساوياً ) لعدد بروتوناتها.
4. تتناسب القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين ( عكساً ) مع مقدار كل من الشحنتين.
5. وحدة قياس الشحنة الكهربائية هي ( الكولون ).

## السؤال الثاني:

املا الفراغ بالكلمة أو العبارة المناسبة:

1. .... هي وحدة بناء العنصر، وتتكون من نواة ثقيلة نسبياً تدور حولها .....
2. تتكون نواة الذرة من ثلاثة جسيمات مختلفة هي: ..... و ..... و .....
3. شحنة الإلكترون .....، شحنة البروتون .....، شحنة النيوترون .....، شحنة الفوتون .....، شحنة الذرة .....
4. يحتوي المدار الأول للذرة على (....) إلكترونات، والثاني (....) إلكترونات، والثالث (....) إلكترونات كحد أقصى.
5. الذرة التي تفقد إلكترونات تسمى .....، والذرة التي تكتسب إلكترونات تسمى .....
6. إن ..... و ..... هي الأساس في نشوء تيار كهربائي سواء في الغازات أو في المحاليل الإلكتروليتية، بينما في المواد الناقلة فإن ..... هي الأساس في نشوء التيار الكهربائي.
7. الشحنات المتشابهة .....، والشحنات المختلفة .....

## السؤال الثالث:

عرق بما لا يزيد عن سطرين كلاً مما يلي:

المادة، للعنصر (المادة الأساسية)، المركبات، الإلكترون الحر، الكولون.

## النواقل والعوازل

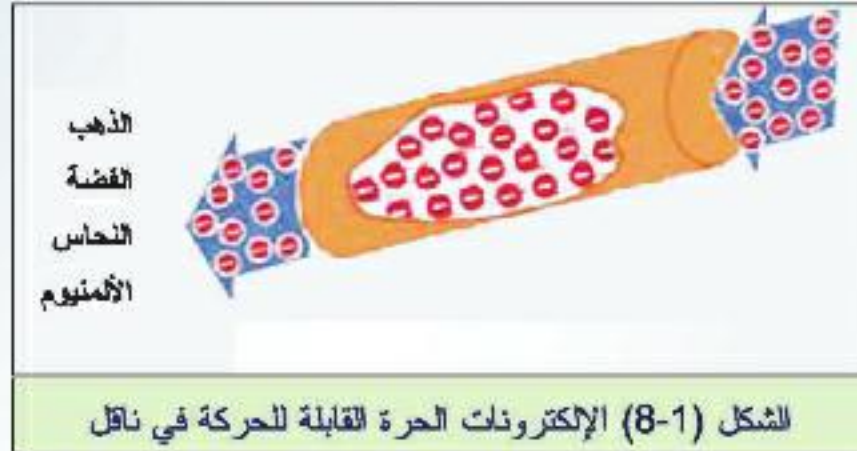
1-2-1



تفسر نظرية المعادن بأن عدداً من الإلكترونات الخارجية انفصل عن الذرات، وترتبط الأيونات الموجبة الناتجة عن فقد هذه الإلكترونات في نسق بلوري، توجد الإلكترونات الحرة في فراغته، وأي مجال كهربائي صغير يؤدي إلى مرور تيار في المعدن.

يتم نقل وتوزيع القدرة الكهربائية بواسطة نواقل من أنواع ومقاسات مختلفة. تتكون هذه النواقل من قلب وغلاف. فالقلب هو مادة ناقلة للكهرباء، والغلاف هو مادة عازلة للكهرباء. وتقسم المواد من حيث ناقليتها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أقسام، هي:

أ. **المواد الناقلة (Conductors):** هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها مثل المعادن بمختلف أنواعها. ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري، حيث تحتوي على عدد كبير من الإلكترونات الحرة القابلة للحركة تحت تأثير قوة خارجية كمصدر جهد كهربائي أو بطارية، كما هو



موضح في الشكل (1 - 8).





المعالة الكهربائية  
للعاقل: هي أقل  
شدة مجال كهربائي  
يبدأ عندها انهيار  
العاقل، وتعتمد  
على سمكة العازل  
ودرجة حرارته  
وبرطوبته، وعلى  
زمن تطبيق الجهد  
على العازل.



للتيار الكهربائي آثار  
عدة وهي:

- الأثر الحراري.
- الأثر المغناطيسي.
- الأثر الضوئي .
- الأثر الكيميائي.
- الأثر الفيزيولوجي



للمواد العازلة أهمية كبيرة في الأنظمة الكهربائية نظراً لاستعمالاتها المتعددة. فمثلاً، يستخدم البلاستيك في تغطية الأسلاك الكهربائية لحماية الإنسان من الصدمة الكهربائية.

### ج. أنصاف النواقل (Semiconductors):

هي مواد وسط بين المواد العازلة والمواد الناقلة، أي إنها في حالتها النقية عند درجة حرارة للصفر المطلق تكون عازلة للكهرباء ويتم التحكم بناقليتها عن طريق إضافة بعض الشوائب إليها. ولأنصاف النواقل أهمية خاصة في مجال الهندسة الإلكترونية الحديثة حيث تستخدم في صناعة جميع العناصر الإلكترونية مثل الثنائيات والترانزستورات والدوائر المتكاملة. ومن أهم المواد نصف الناقلة المستخدمة في هذا المجال: السيليكون والجرمانيوم.

## 2-2-1 التيار الكهربائي (Electrical Current)

التيار الكهربائي هو حركة موجة للإلكترونات الحرة من نقطة إلى أخرى عبر ناقل. ولكي تتحرك هذه الإلكترونات عبر الناقل، لابد أن تؤثر عليها قوة خارجية. ونحصل على هذه القوة من مصدر الاستطاعة الكهربائية. وأحد هذه المصادر هو البطارية العادية.

تستخدم للبطارية " التفاعل الكيميائي " لتوليد زيادة في عدد الإلكترونات عند أحد القطبين، ونقص في عددها عند القطب الآخر. لذلك يطلق على القطب الأول اسم " القطب السالب " ويرمز له بإشارة "-". ويطلق على القطب الثاني اسم " القطب

يبين الشكل (10 - 1) سلك نحاس موصلًا بقطب البطارية.



لا يمكن عملياً وصل سلك بين قطبي البطارية بشكل مباشر، لأن ذلك يؤدي إلى مرور تيار كبير وتفريغ سريع للبطارية، مما يؤدي إلى تلفها، ولقد وضع هذا المثال فقط لتوضيح مفهوم سريان التيار الكهربائي.

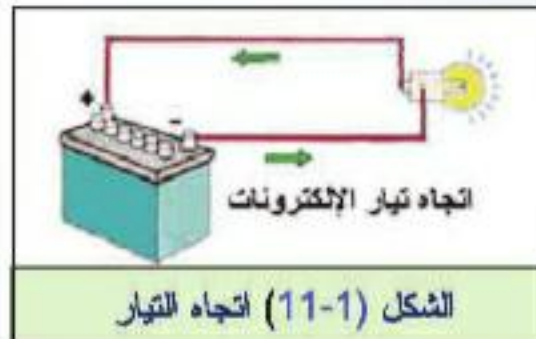


وبالتمعن في هذا الشكل يلاحظ بأن الإلكترونات الحرة تتدفق مع القطب السالب للبطارية، في حين يقوم القطب الموجب بجذبها إليه. وبالنسبة لتحرك الإلكترونات الحرة من القطب السالب إلى القطب الموجب عبر السلك، فإن هذه الحركة الموجهة للإلكترونات الحرة تسمى 'سريان التيار الكهربائي' ويقال في هذه الحالة إن هناك تياراً كهربائياً يمر في السلك.

عندما تدخل الإلكترونات الحرة الطرف الموجب للبطارية، فإن الأيونات الموجبة تجذبها ولاستمرار مرور التيار الكهربائي، يستمر التفاعل الكيميائي داخل البطارية ويطلق باستمرار إلكترونات حرة وأيونات موجبة جديدة.

### 3-2-1 اتجاه التيار الكهربائي

لاحظنا في الشكل (10 - 1) بأن الإلكترونات تتحرك عبر النقل من الطرف السالب للبطارية إلى الطرف الموجب، وبالتالي يكون اتجاه التيار (تيار الإلكترونات) من القطب السالب إلى القطب الموجب للبطارية كما هو مبين في الشكل (11 - 1).





لقد اصطلح على أن يكون اتجاه مرور التيار الكهربائي في الدارة خارج البطارية من القطب الموجب إلى القطب السالب لها كما هو مبين في الشكل (1 - 12) ، أي بعكس اتجاه سريان الإلكترونات. واتجاهه دخل البطارية من القطب السالب إلى القطب الموجب.



### شدة التيار الكهربائي (Current Intensity)

4-2-1



أندري ماري أمبير  
(1775—1836)  
هو عالم فرنسي.  
اكتشف العلاقة بين  
الكهرباء  
والمغناطيسية كما  
سميت وحدة قياس  
شدة التيار باسمه  
ورمزها [A].

تبيّن في الفقرات السابقة بأن التيار الكهربائي هو إلكترونات حرة تتدفق عبر ناقل في اتجاه معين. فإذا تدفق عدد قليل من الإلكترونات تكون شدة التيار منخفضة أما إذا تدفق عدد كبير من الإلكترونات تكون شدة التيار مرتفعة. وتعرف شدة التيار الكهربائي بأنها كمية الشحنة الكهربائية التي تعبر سطحاً (مقطعاً) معيناً في الناقل في وحدة الزمن (الثانية) أي معدل تدفق الشحنة الكهربائية، وبالتالي:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

حيث:

	$I$
شدة التيار الكهربائي.	$\Delta Q$
مقدار تغير الشحنة الكهربائية.	$\Delta t$
مقدار تغير الزمن.	

تقاس شدة التيار الكهربائي ( $I$ ) بوحدة **الأمبير** ويرمز لها بالرمز [A] نسبة إلى العالم أندريه ماري أمبير. والأمبير هو بالتعريف : شدة تيار كهربائي يستطيع في زمن مقداره ثانية واحدة أن يمرر في دائرة كمية من الكهرباء تساوي كولوناً واحداً.

وللأمبير أجزاء نذكر منها:

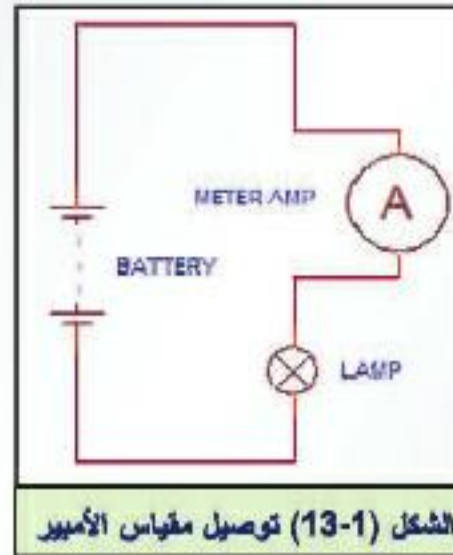
♦ الملي أمبير [mA] ويساوي:  $1 [mA] = 10^{-3} [A]$

♦ الميكرو أمبير [ $\mu A$ ] ويساوي:  $1 [\mu A] = 10^{-6} [A]$

ومضاعفات نذكر منها:

♦ الكيلو أمبير [KA] ويساوي:  $1 [KA] = 10^3 [A]$

تقاس شدة التيار في الدارات الكهربائية بمقياس خاص يدعى مقياس الأمبير ويرمز له بدائرة بداخلها الحرف (A). ويجب أن يوصل جهاز قياس شدة التيار على التسلسل مع للعنصر المراد قياس شدة التيار المار فيه كما في الشكل (1 - 13)



الشكل (13-1) توصيل مقياس الأمبير

تذكر

لأنه يجب توصيل  
مقياس الأمبير  
على التسلسل مع  
العنصر المراد  
قياس شدة التيار  
المر فيه.





تعتبر الخلية  
الغلفانية أبسط منبع  
جهد كهربائي يعمل  
على مبدأ التحليل  
الكهربائي، وتتكون  
الخلية الغلفانية من  
وعاء يحتوي على  
محلول

كهروكيميائي  
ولوحين من معدنين  
مختلفين هما قطبا  
الخلية.

تتعلق القوة  
المحركة الكهربائية  
لهذه الخلية بنوع  
المواد المصنوعة  
منها قطبا  
الخلية. ومن أنواع  
الخلايا الغلفانية:

- خلايا نحاس  
توتياء.

- خلايا توتياء  
كربون (رطبة،  
جافة، تملأ  
بالماء).

## 5-2-1

### فرق الجهد الكهربائي والقوة المحركة الكهربائية

إن أهم شروط سريان التيار الكهربائي هو وجود قوة مؤثرة خارجية تجبر الإلكترونات الحرة (الشحنات) على التحرك في اتجاه معين عبر الناقل. وكما ذكرنا سابقاً، يمكن أن نحصل على هذه القوة من مصادر التغذية الكهربائية كالبطاريات والخلايا الغلفانية والمولدات. وتسمى هذه القوة بأسماء عدة مختلفة: القوة المحركة الكهربائية، وفرق الجهد، والجهد الكهربائي. ومع اختلاف هذه المسميات إلا أنها تقاس بوحدة " الفولت " ويرمز لها بالرمز  $[V]$ . ويمكن تعريفها بأنها القوة التي تجبر الإلكترونات على التحرك في اتجاه معين عبر الناقل. أي تسبب سريان التيار الكهربائي.

#### أ. فرق الجهد الكهربائي

ينشأ فرق الجهد الكهربائي عند وجود فرق في كمية الشحنات الكهربائية بين نقطتين في دائرة كهربائية. حيث تنتقل الإلكترونات من المنطقة الغنية بالإلكترونات إلى المنطقة التي تعاني من نقص فيها. فالبطارية مثلاً، لديها طرف سالب غني بالإلكترونات الحرة، وطرف موجب فقير فيها. ومن أجل أن تتعادل الشحنات، تحاول الإلكترونات الحرة الموجودة عند الطرف السالب الحركة نحو الطرف الموجب. وهذا يعني وجود فرق جهد بين الطرفين الموجب والطرف السالب للبطارية. وإذا وصلنا طرفي البطارية بناقل من النحاس مثلاً، فإنه يتشكل ممر للتيار بين طرفي البطارية. فتتحرك الإلكترونات الحرة من الطرف السالب إلى الطرف الموجب نتيجة لوجود فرق الجهد.

#### ب. القوة المحركة الكهربائية (EMF)

يبين الشكل (1 - 12) بطارية كهربائية متصلة بحمل خارجي (مصباح). حيث يمر التيار الكهربائي داخل البطارية من القطب السالب إلى القطب الموجب، أما في الحمل الخارجي، فيمر التيار الكهربائي من القطب الموجب ذي الجهد الأعلى إلى القطب السالب ذي الجهد الأقل. ولكي تتحرك الشحنة دورة كاملة عليها التغلب على مقاومة الحمل وعلى المقاومة الداخلية للبطارية، ولتحقيق ذلك تبذل البطارية على هذه الشحنة عملاً يمكنها اتمام دورتها في الدارة الكهربائية.

إن مقدار العمل المبذول من المنبع الكهربائي لنقل شحنة موجبة اصطلاحية مقدارها ( $I$ ) كولون خلال الدارة الكلية (داخل المنبع وخارجه) يسمى القوة المحركة الكهربائية للمنبع الكهربائي وتقاس بوحدة الفولت.

إن مصطلح ' **القوة المحركة الكهربائية** ' يستخدم عادةً للتعبير عن فرق الجهد بين طرفي المنبع الكهربائي بدون حمل خارجي (أي في حالة عدم مرور تيار)، وذلك لتجنب حساب هبوط الجهد على المقاومة الداخلية للمنبع الكهربائي، ويرمز للقوة المحركة الكهربائية بالرمز ( $EMF$ ).



### الفولت

6-2-1

الكسندر فولتا

(1827—1745)

فيزيائي إيطالي.

اشتهر باكتشافاته

الكهربائية ومنها

خلية فولتا

"Pile Volta" كما

قام بقياس فرق

الجهد الكهربائي

وسميت وحدة

قياس الجهد

الكهربائي

(الفولت) باسمه

ورمزها [V].

**الفولت:** هو وحدة قياس فرق الجهد، ويرمز له بالحرف ( $V$ ) ، وبالتعريف فإن ( $I$ ) فولت هو فرق الجهد اللازم لتحريك تيار شدته ( $I$ ) أمبير عبر دارة مقاومة  $I$  أوم، وأجزاء الفولت هي: الميلي فولت [ $mV$ ] :

$$1 [mV] = 10^{-3} [V]$$

الميكروفولت [ $\mu V$ ]

$$1 [\mu V] = 10^{-6} [V]$$

أما مضاعفات الفولت فهي :

الكيلو فولت [ $KV$ ] :

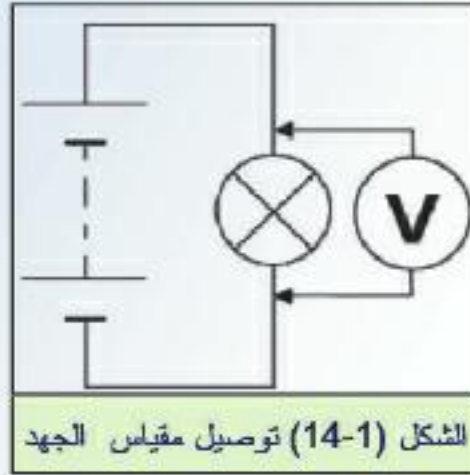
$$1 [KV] = 10^3 [V]$$

يقاس فرق الجهد في الدارات الكهربائية بجهاز خاص يدعى الفولتميتر ويرمز له بدائرة داخلها الحرف ( $V$ ). والجدير بالذكر أن جهاز قياس فرق الجهد (الفولتميتر)، يوصل على التفرع مع الحمل أو المنبع المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه كما في الشكل (14-1).



تفكر

يجب توصيل مقياس الجهد على التفرع مع العنصر المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه.



الشكل (14-1) توصيل مقياس الجهد

### جهد التشغيل

7-2-1

لكل جهاز كهربائي قيمة جهد محددة يجب ألا يتجاوزها. وتسجل عادة هذه القيمة على لوحة مواصفات الجهاز، ويسمى " جهد التشغيل أو الجهد الاسمي". فمثلاً، يعمل المصباح المبين في الشكل (1 - 15) على جهد كهربائي (220) فولت. فعند تعرضه



الشكل (15-1) جهد التشغيل أو الجهد الاسمي

لجهد (400) فولت يزداد تياره إلى أكثر مما يستطيع أن يتحمل المصباح مما يؤدي إلى إتلافه. وعند تعرضه لجهد (50) فولت، لن يكون تياره كافياً لإضاءة المصباح بشكل طبيعي .



تعتبر الخلايا القلوية من منابع التيار المستمر ومنها:

### المدخرة الرصاصية (للاطلاع)

8-2-1



الشكل (16-1) جهد التشغيل أو الجهد

تعتبر المدخرة الرصاصية منبعاً للتيار المستمر، وهي لا تماثل الخلايا الجافة (البطاريات) لأنها تُشحن بالقدرة الكهربائية فتحتفظ بها حتى تُستخدم فتعيد القدرة الكهربائية التي اختزنتها، وعندما تفرغ يعاد شحنها مرة ثانية وهكذا، ويبين الشكل (1 - 16) المدخرة الرصاصية.

- خلايا لوكسجين الهواء.
- الخلايا العيارية.
- الخلايا الورقية.
- الخلايا الزنكية.
- خلايا المنقيز القلوية.



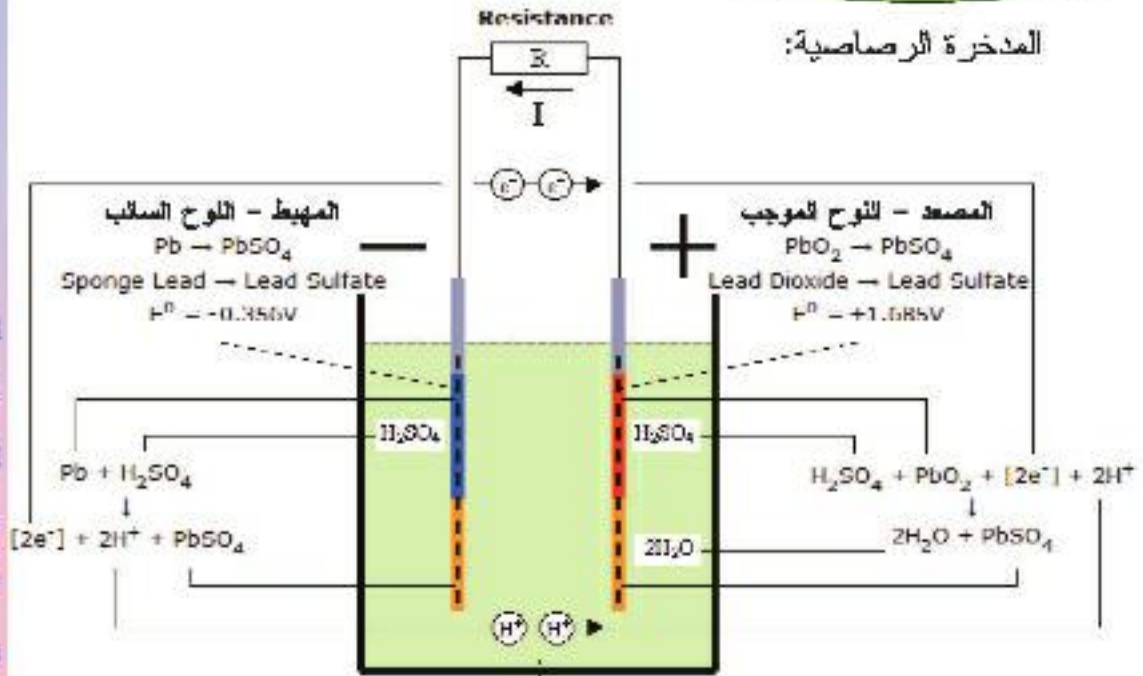
تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية أثناء عملية تفريغ المدخنة الرصاصية، والتفاعل الكيميائي عند التفريغ:



يبيّن الشكل (17-1) للتفاعلات الكيميائية أثناء تفريغ

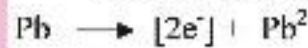
1. تفريغ المدخنة الرصاصية

المدخنة الرصاصية:



التفاعل في الطرف السالب  
(الأكسدة)

1. يتأكسد الرصاص بإزالة إلكترونين  $[2e^-]$  ويتحول إلى شاردة موجبة حسب المعادلة:



2. تتفاعل ذرة الرصاص المشحونة إيجابياً مع حمض الكبريت لتتكون كبريتات الرصاص، وتتحلل شاردتا هيدروجين في المحلول الكهربائي حسب المعادلة:



الشكل (17-1)

المحلول الكهربائي

=

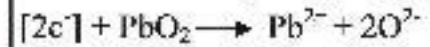
حمض الكبريت



القطب من الرصاص  
لوح الشبكة  
كبريتات الرصاص  
ثاني أكسيد الرصاص  
الرصاص الإسفنجي  
المحلول الكهربائي

التفاعل في الطرف الموجب  
(خفض الأكسدة)

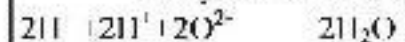
3. تنخفض أكسدة ثاني لوأكسيد الرصاص بإضافة إلكترونين  $[2e^-]$  بأن يفصل إلى شاردة رصاص واحدة (ثلاثية التكافؤ) وشاردتي لوأكسجين حسب المعادلة:



4. تتفاعل شاردة الرصاص من (3) مع حمض الكبريت لتتشكل كبريتات الرصاص، وتتحلل شاردتا هيدروجين أيضاً حسب المعادلة:

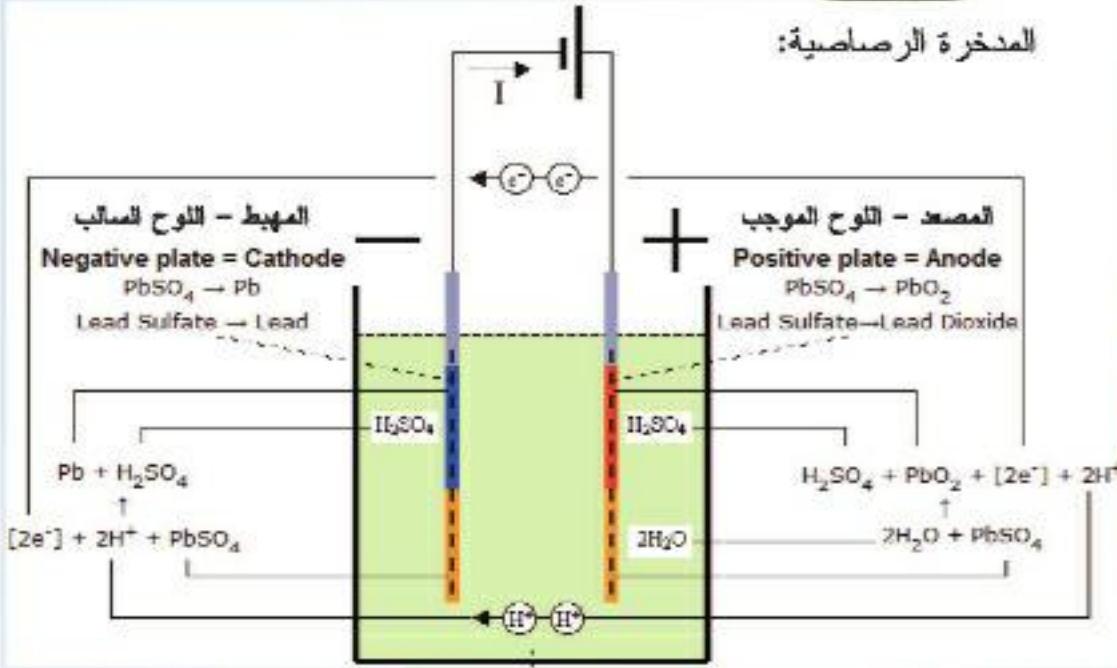


5. تتحد شوارد الهيدروجين من (2) و (4) مع شوارد الأوكسجين من (3) لتشكل جزيئي ماء:





**ثانياً: شحن المدخرة الرصاصية** يبين الشكل (18-1) التفاعلات الكيميائية أثناء شحن



تتحول الطاقة  
الكهربائية إلى طاقة  
كيميائية أثناء عملية  
شحن المدخرة  
الرصاصية،  
والتفاعل الكيميائي  
عند الشحن:



الشكل (18 - 1)

المحلول الكهربائي  
=

حمض الكبريت



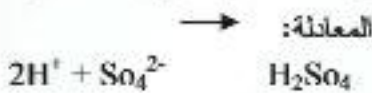
أقطاب من الرصاص  
لوح الشبكة  
كبريتات الرصاص  
ثاني أكسيد الرصاص  
الرصاص الإسفنجي  
المحلول الكهربائي

التفاعل في الطرف السالب  
(خفض الأكسدة)

1. تُخفض لكسدة كبريتات  
الرصاص بإضافة إلكترونين  $[2e^-]$   
وتتفصل إلى ذرة رصاص واحدة  
وشاردة كبريتات حسب المعادلة:  
 $[2e^-] + PbSO_4 \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$

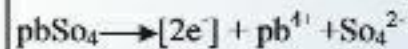
2. تتحد شاردة الكبريت من (1)

مع شوارد الهيدروجين من (5)  
وتشكل حمض الكبريت حسب  
المعادلة:



التفاعل في الطرف الموجب  
(الأكسدة)

3. تتأكسد كبريتات الرصاص بإزالة  
إلكترونين  $[2e^-]$  وتتفصل إلى  
شاردة رصاص (رباعية التكافؤ)  
وشاردة كبريتات واحدة حسب  
المعادلة:

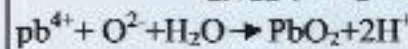


4. لا تتحلل شاردة الكبريت في الماء  
وتشكل حمض الكبريت، وتحرر  
شاردة أوكسجين حسب المعادلة:



5. تتحد شاردة الرصاص من (3)

مع شاردة الأوكسجين من (4)  
وذرة أوكسجين واحدة من الماء  
لتشكل أكسيد الرصاص وتحرر  
شاردتا هيدروجين:





## 9-2-1 خلايا الوقود (Fuel Cells)



وليم روبرت  
غروف علم  
إنكليزي قام  
باختراع تقنية خلايا  
الوقود منذ عام  
1839 ولم يكن  
يعلم بأن هذا  
الاختراع سيحل  
مشكلة تواجه العالم  
في القرن الواحد  
والعشرين، وهي  
الحصول على طاقة  
نظيفة من غير أن  
تلوث البيئة ويأقل  
الأسعار.

أصبح البحث عن بدائل للوقود التقليدي "النفط" أمراً ضرورياً، لذلك عكف العلماء والباحثون على إجراء الدراسات والأبحاث للحصول على مصادر بديلة للطاقة، فقد تم تطوير استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية، واستخدام طاقات المد والجزر وأمواج البحر كطاقات حركية يمكن تحويلها لطاقة كهربائية والاستعاضة بالعديد من مصادر الطاقة البديلة عن الوقود التقليدي، ولكن هذه المصادر البديلة تعتمد على تقنيات معقدة عالية الكلفة، ولا تصلح لجميع التطبيقات كبديل عن النفط، وكذلك فإن معظم هذه المصادر تعتمد على ظروف مناخية وجغرافية، مثل سطوع الشمس والوجود قرب البحر، ولكن بالرغم من كل هذه الصعوبات فإن خلايا الوقود وبعد جهود العلماء المستمرة قد تخطتها لتكون وقود المستقبل وبديلاً عن النفط.

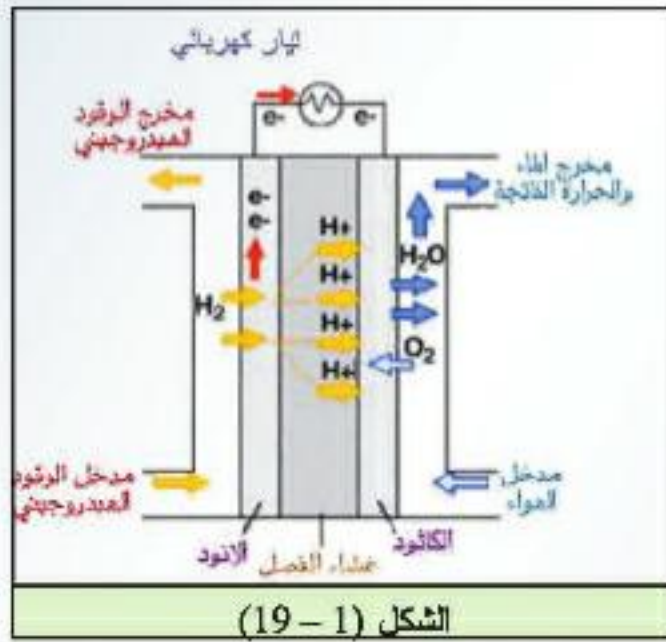
يطلق على خلايا الوقود اسم مصدر طاقة للقرن الحادي والعشرين، وهي شكل من تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة في المركبات الهيدروكربونية أو الغاز الطبيعي أو الميثانول بالاستعانة بالأكسجين أو الهواء الجوي.

تتميز خلايا الوقود عن البطاريات التقليدية في اعتمادها على دمج عنصري الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الكهرباء والتي تحصل الخلية عليهما من مصدر خارجي ولا يعدان من مكونات خلية الوقود نفسها، وهذا ما يعطي لهذه الخلايا الأهمية بالمقارنة مع البطاريات، وتعمل خلايا الوقود بصفة مستمرة لأن وقودها الهيدروجين والأكسجين يأتيان من مصادر خارجية، كما أن خلايا الوقود في حد ذاتها ليست سوى رفائق مسطحة تنتج كل واحدة منها فولتاً كهربائياً واحداً، وهذا يعني أنه كلما زاد عدد الرفائق المستخدمة زاد الجهد الكهربائي الناتج عنها.

## أ. مبدأ عمل خلايا الوقود

تعتبر خلية الوقود أداة لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية أي إنها تقوم من خلال تفاعلات كيميائية بتحويل الهيدروجين والأكسجين إلى ماء وينتج عن هذه العملية طاقة كهربائية. يكمن الاختلاف بين خلايا الوقود والبطارية التقليدية في أن المواد الكيميائية الداخلة في التفاعل لتوليد الكهرباء هي جزء من تركيب البطارية وتوجد في داخلها، وتصبح البطارية التقليدية عديمة الفائدة بانتهاء المواد الكيميائية، ويتم استبدالها أو إعادة شحنها مرة أخرى، في حين أن خلايا الوقود لا يمكن أن تنتهي فهي تعمل

باستمرار لأن مصدر المواد الكيميائية من الهواء. يوجد العديد من خلايا الوقود وتصنف حسب المواد الكيميائية التي تستخدمها، وكذلك حسب نوع صفائح المحلل (Electrolyte) التي تستخدمها. والنوع الأكثر شيوعاً هو خلية الوقود ذات غشاء التبادل البروتوني (PEMFC) Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) ويبين الشكل (19-1) تركيب خلية الوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية:



تم استخدام خلايا الوقود في السيارات الحديثة ، وفكرة هذه السيارة أنها تعمل بمحرك كهربائي يستمد طاقته من خلايا الوقود عديمة الانبعاث حيث تستغل خلايا الوقود التفاعل الكيميائي الحاصل بين الهيدروجين والأكسجين لتوليد الطاقة الكهربائية وإنتاج الماء الصالح للشرب، وتعتبر هذه المحركات صديقة للبيئة.

ويتلخص مبدأ عمل خلية الوقود في المراحل الآتية:

يدخل الهيدروجين إلى صفيحة الأنود، في الوقت الذي يدخل فيه الأكسجين إلى الصفيحة المقابلة وهي الكاثود.

بسبب غشاء الفصل تفكك جزيء الهيدروجين إلى ذرتين، تتفكك كل منهما إلى أيون موجب، ويحرر إلكترون سالب من كل ذرة هيدروجين.

تسمح صفيحة المحلل (Electrolyte) فقط بمرور الأيونات حاملة للشحنات الموجبة عبرها في حين تمنع مرور الإلكترونات، تتحرك الإلكترونات عبر دائرة كهربائية نستفيد منها في تشغيل جهاز أو إضاءة مصباح كهربائي كما هو موضح في أعلى الشكل السابق، وتنتقل الإلكترونات إلى الطرف الثاني من الخلية حيث الكاثود وحركة الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود لتشكل تياراً كهربائياً.



- ♦ تتحد الأيونات للهيدروجينية الموجبة عند الكاثود مع إلكتروناتها السالبة ومع الأوكسجين ليتشكل الماء الذي يتدفق خارج الخلية. تحدث التفاعلات الكيميائية الآتية على طرفي خلية الوقود:

**عند الأنود**



**عند الكاثود**



**التفاعل الكلي**



#### ب. مزايا استخدام خلايا الوقود

- ♦ لا يوجد تلوث أو استهلاك لمصادر الوقود: حيث إن الهيدروجين ينتج من الماء، ويعود بالأكسدة إلى ماء مرة أخرى، ولا توجد أي نواتج جانبية ضارة على صحة الإنسان وسلامة البيئة.
- ♦ كفاءة التشغيل عالية جداً: لأنها تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بشكل مباشر وبالتالي لا يوجد أي فقد في الطاقة بأي شكل من الأشكال.
- ♦ عمرها أطول وصيانتها أقل.
- ♦ أمانة للغاية: حيث إن الهيدروجين لا يحتوي على أية عناصر تسبب أخطاراً ممكنة.
- ♦ يمكن التحكم في حجمها حسب الطاقة الكهربائية التي تحتاجها للتشغيل، ولا يسمع لخلية الوقود أي صوت أثناء عملها.

#### ج. صعوبات استخدام خلايا الوقود

تستخدم خلايا الوقود الهيدروجين والأوكسجين لإنتاج الكهرباء، ولتحصل على الأوكسجين من الهواء، ولكن الصعوبة تكمن في غاز الهيدروجين الذي يصعب الاحتفاظ به، وتم التغلب على هذه المشكلة بتحويل المواد الهيدروكربونية أو الكحول إلى هيدروجين باستخدام وسائط تسمى مولدات هيدروجين ( Reformers )، والبحث جارٍ عن وسائل أخرى.

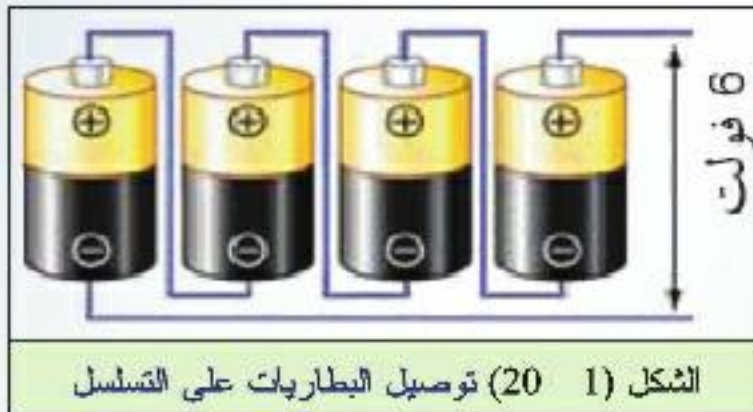


## توصيل البطاريات والمدخرات

10-2-1

## أ. توصيل البطاريات على التسلسل

يمكن الحصول على جهد أعلى من القوة المحركة الكهربائية لبطارية واحدة، بوصل عدة بطاريات على التسلسل. إن الجهد الكلي للبطاريات الموصولة على التسلسل يساوي مجموع جهود البطاريات المفردة. وصلنا في الشكل (1 - 20) أربع بطاريات على التسلسل، كل منها بجهد (1.5) فولت، وبذلك فإن الجهد الكلي يساوي (6) فولت. عند وصل البطاريات على التسلسل يزداد الجهد الكلي، بينما تبقى إمكانية تزويد التيار على حالها، لأن تيار الدارة الكلي يمر في كل بطارية، أي شدة التيار هي نفسها كما في بطارية واحدة.



$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

## ب. توصيل البطاريات على التفرع

عند توصيل البطاريات على التفرع كما في الشكل (1 - 21)، تزداد إمكانية تزويد تيار أعلى في حين يبقى الجهد نفسه.



$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$$

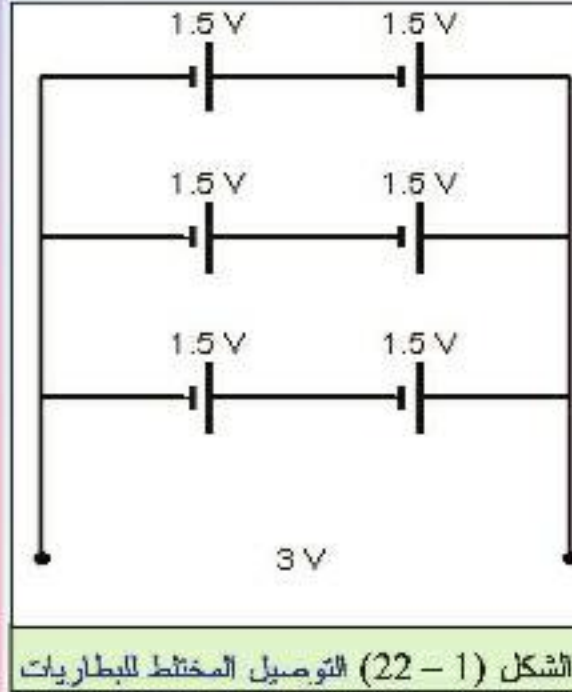


## فكر واستنتج

عند التوصيل التفرعي للبطاريات، لماذا يجب أن تكون قيم جميع هذه البطاريات متماثلة؟

## ج. التوصيل المختلط للبطاريات

توصيل البطاريات على التسلسل والتفرع ( التوصيل المختلط) كما في الشكل ( 22 - 1)  
 1) للحصول على جهد أعلى وتيار أعلى، وصلنا في هذا الشكل بطاريتين على التسلسل لنحصل على جهد (3) فولت، ثم وصلنا ثلاثاً من هذه المجموعات على التوازي بهدف مضاعفة التيار.



## أسئلة

## السؤال الأول:

أجب بكلمة صح لو خطأ لكل من العبارات الآتية وضح الخطأ إن وجد:

1. تحتوي المواد ( العازلة ) على عدد كبير من الإلكترونات الحرة.
2. تكون ( أنصاف النواقل ) عازلة للكهرباء عند درجة حرارة الصفر المطلق.
3. عند توصيل البطاريات على ( التسلسل ) نحصل على تيار عالٍ.
4. عند توصيل البطاريات على ( التفرع ) نحصل على جهد عالٍ.
5. ( لا يوجد ) أي فقد في الطاقة عند استخدام خلايا الوقود.
6. يوصل جهاز قياس شدة التيار على ( التفرع ) مع العنصر المراد قياس شدة التيار المار فيه.

السؤال الثاني:

املأ الفراغ بالكلمة أو العبارة المناسبة:

1. المواد الناقلة للكهرباء هي المواد التي .....
2. من المواد الناقلة ..... و ..... و .....
3. المواد العازلة للكهرباء هي المواد التي .....
4. المواد التي تحتوي على عدد قليل من الإلكترونات تسمى .....
5. من المواد العازلة ..... و ..... و .....
6. عند إثابة المواد نصف الناقلة ببعض الشوائب تصبح .....
7. من أهم المواد نصف الناقلة ..... و .....
8. ترجع قدرة المواد الناقلة على توصيل التيار الكهربائي إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على .....
9. يعمل التفاعل الكيميائي في البطارية على إحداث ..... عند أحد الأطراف و ..... عند الطرف الآخر.
10. يكون اتجاه التيار في الدارة الكهربائية حسب الاتجاه الاصطلاحي من القطب ..... إلى القطب .....

السؤال الثالث:

أجب عن جميع الأسئلة الآتية:

1. اذكر وحدة قياس كل من المقايير الآتية:
  - أ. للقوة المحركة الكهربائية: .....
  - ب. فرق الجهد الكهربائي: .....
  - ج. شدة التيار الكهربائي: .....
  - د. الشحنة الكهربائية: .....
2. اذكر مبدأ عمل خلايا الوقود.
3. اذكر مزايا وصعوبات استخدام خلايا الوقود.

السؤال الرابع:

عرف بما لا يزيد عن سطرين كلاً مما يلي:

للتيار الكهربائي، الأمبير، الفولت، المدخرة الرصاصية.



## الدارة الكهربائية والمقاومة الكهربائية

## 1-3-1 الدارة الكهربائية البسيطة: (Simple Electrical Circuit)

تتكون الدارة الكهربائية في أبسط أشكالها من المكونات الأساسية التالية:

أ. **المنبع الكهربائي (Electrical Source):**

وهو الذي يوفر فرق الجهد اللازم لسريان التيار الكهربائي.

ب. **الحمل الكهربائي: (Electrical Load):**

وهو أحد الأجهزة الكهربائية كالمصباح أو المحرك ... إلخ.

ج. **النواقل (Conductors):**

وهي تشكل مجرى سريان التيار بين المنبع الكهربائي والحمل. وغالباً ما تصنع من أسلاك نحاس أو ألمنيوم. ويمكن جعل التحكم في الدارة الكهربائية أكثر فاعلية، وذلك بإضافة **قاطع أو مفتاح (Switch)**، يوصل التيار إلى الحمل الكهربائي أو يفصله بسهولة، كما يمكن إضافة **قاصمة (Fuse)** لحماية عناصر الدارة من التيار الزائد كما مبين في الشكل (1 - 23).

تكون الدارة الكهربائية مغلقة عندما تكون أجزائها كافة متصلة ببعضها بعضاً بحيث تمثل مساراً للتيار الكهربائي من أحد طرفي المصدر إلى الطرف الآخر عبر الحمل. وتكون الدارة الكهربائية مفتوحة عندما يكون أحد أجزائها مفصولاً (غير متصل) أو تالفاً بحيث يمنع مرور التيار الكهربائي.



يجب على الأشخاص العاملين في مجال الكهرباء معرفة وإتقان رموز العناصر الكهربائية حيث إنها تشكل وسيلة تفاهم دولية لا يمكن الاستغناء عنها لقراءة مخططات الدارات الكهربائية والإلكترونية.

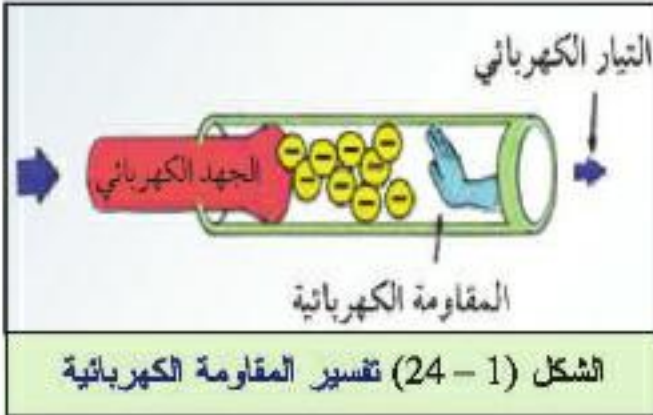


### 2-3-1 الدارة الكهربائية في حالة قصر (Short Circuit)

عندما يتصل طرفا المنبع الكهربائي بشكل مباشر بدون حمل (أي عبر مقاومة منخفضة) يتدفق تيار هائل ينتج حرارة مرتفعة قد تؤدي إلى إتلاف بعض أجزاء الدارة الكهربائية، نقول بأنه حصل قصراً (Short Circuit) في الدارة. ينتج القصر في الدارة الكهربائية عن أسباب عدة، كسوء عزل الوصلات أو توصيل خاطئ في الأسلاك .

### 3-3-1 المقاومة الكهربائية (Electrical Resistance)

إن الإلكترونات التي تشكل التيار الكهربائي تصطدم أثناء سيرها عبر أي ناقل بأجزاء مادة الناقل التي تبدي إعاقة أو مقاومة أمام سير الإلكترونات في هذا الناقل. تعرف المقاومة الكهربائية بأنها مقدار إعاقة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها كما في الشكل (1 - 24) .

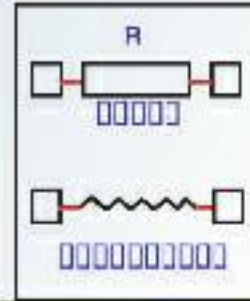


ومن الجدير ذكره أن جميع المواد المعروفة تتمتع ( إلى حد ما ) بهذه الخاصية. للمواد العازلة مثل الزجاج والمطاط، مقدار كبير من المعارضة لحركة الإلكترونات عبرها، وبالتالي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي فيها. لذا يقال بأن

لهذه المواد مقاومة كبيرة جداً وبأنها مواد عازلة.

أما للمواد الناقلة مثل النحاس والألمنيوم، فإنها تبدي ممانعة قليلة جداً لحركة الإلكترونات عبرها، لذا يقال بأن لهذه المواد مقاومة منخفضة جداً وبأنها مواد ناقلة. ومما ذكر أعلاه، يمكن الاستنتاج بأن المقاومة تحد من قيمة التيار المار في الدارة الكهربائية. ومع أن كل المواد الناقلة لها مقاومة تختلف من مادة إلى أخرى، إلا أننا نحتاج في الكثير من الأحيان لوضع مقدار محدد من المقاومة في الدارة الكهربائية. فعلى سبيل المثال، عناصر التسخين الموجودة في الأفران الكهربائية، وأجهزة التدفئة ما هي إلا مقاومات، ويشار للمقاومة الكهربائية بالحرف  $(R)$ ، ويرمز لها في المخططات الكهربائية بالرمزين الموضحين في الشكل (1 - 25).





الشكل (1 - 25) رموز المقاومة

4-3-1 الأوم  $[\Omega]$ 

وحدة قياس المقاومة للكهربائية، ويرمز له بالحرف اليوناني  $[\Omega]$  ويعرف الأوم بدلالة الجهد والتيار كما يلي: إن  $(I)$  أوم هو مقدار المقاومة التي تسمح بمرور تيار شدته  $(I)$  أمبير عند جهد  $(I)$  فولت.

ومن مضاعفات الأوم

الكيلوأوم  $[K\Omega]$  ، ويساوي  $(10^3)$  أوم.

الميغا أوم  $[M\Omega]$  ، ويساوي  $(10^6)$  أوم.

والجدول التالي يوضح قيم مقاومة بعض الأجهزة الحرارية المستخدمة في الحياة العملية.

قيمة المقاومة	الجهاز
أقل من $(I)$ أوم	سلك توصيل
أكثر من $(20)$ مليون أوم	قطعة مطاط
$(0 - 50)$ أوم	مكواة كهربائية
$(15 - 50)$ أوم	عناصر التسخين في الأفران
$(0 - 600)$ أوم عندما تكون ساخنة $(0 - 60)$ أوم عندما تكون باردة (ترتفع قيمة المقاومة بارتفاع حرارتها)	مصباح الإضاءة



الأوم هو المقاومة بين نقطتين من ناقل متجانس وبدرجة حرارة ثابتة عندما يطبق عليهما فرق جهد مقداره فولت واحد يمر تيار كهربائي ثابت الشدة قيمته أمبير واحد.



### 5-3-1 الناقلية (Conductance)

يكون من المناسب أحياناً أن نحسب مدى ناقلية المادة للتيار الكهربائي أكثر من حساب مدى معارضتها لمرور التيار الكهربائي. لهذا تستخدم خاصية تسمى الناقلية (Conductance).

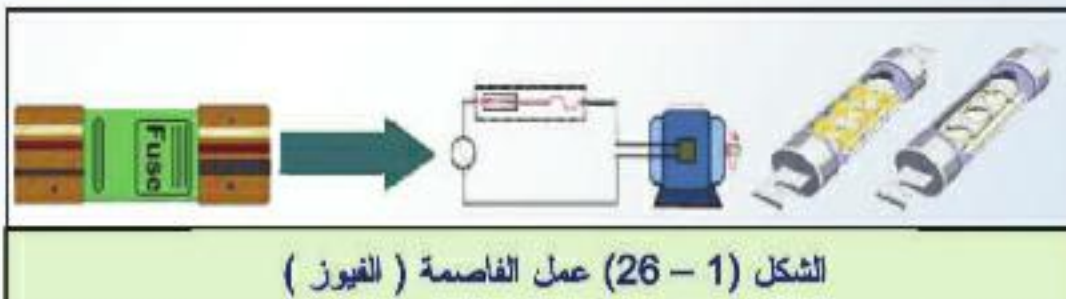
إن الناقلية هي عكس المقاومة، وتعبّر عن قدرة المادة على تمرير التيار الكهربائي، ويرمز لها بالحرف (G) وتقاس بوحدة (mho) وهي معكوس كلمة أوم (ohm)، وفي الآونة الأخيرة تم اعتماد وحدة السيمينز (Siemens) لقياس الناقلية ويرمز لها بالحرف (S).

والناقلية هي مقلوب المقاومة وتعطى بالعلاقة:

$$G = \frac{1}{R}$$

### 6-3-1 الفاصمة (Fuse)

الفاصمة (الفيوز) هو عنصر حماية للمعدات والأجهزة الكهربائية وعناصر الدارة الكهربائية من التيارات الزائدة عن اللازم أو من تيار قصر الدارة الذي يؤدي إلى تلف هذه الأجهزة. ويتلخص عمل الفاصمة في أن عنصره ينصهر ويفتح الدارة عند زيادة التيار عن حد معين، كما يوضح الشكل (1 - 26).



الشكل (1 - 26) عمل الفاصمة (الفيوز)

## أسئلة

### السؤال الأول:

املأ الفراغ بالكلمة أو العبارة المناسبة:

1. تكون الدارة الكهربائية مغلقة عندما تكون ..... وتكون الدارة الكهربائية مفتوحة عندما يكون .....
2. تحدث دارة القصر عندما .....
3. للمقاومة الكهربائية هي .....
4. يرمز للمقاومة الكهربائية بالحرف ( .... )، ووحدة قياسها ..... ويرمز لها بالحرف اليوناني ( .... ) .
5. تعمل المقاومة في الدارة الكهربائية على الحد من .....
6. عناصر التسخين في الأجهزة الكهربائية عبارة عن .....

### السؤال الثاني:

أجب عن جميع الأسئلة الآتية:

1. عدد العناصر التي تتكون منها الدارة الكهربائية.
2. اذكر واحدة قياس المقاومة الكهربائية ومضاعفاتها،

### السؤال الثالث:

عرف بما لا يزيد عن سطرين كلًا مما يلي:

المقاومة الكهربائية، الأوم، النقلية، الفاصمة ( الفيوز ).





## قانون أوم

تعتمد قيم الجهد والتيار والمقاومة في الدارة الكهربائية على بعضها بعضاً، وقانون أوم هو القانون الذي يوضح العلاقة التي تربط المقادير الكهربائية الثلاثة المذكورة أعلاه. ولقد سمي بهذا الاسم نسبة إلى العالم الألماني جورج أوم الذي اكتشف هذه العلاقة. وينص على مايلي: "تتناسب شدة التيار المار في ناقل تناسباً طردياً مع فرق الجهد بين طرفي الناقل وعكسياً مع مقاومته".

إن البطارية أو المولد هو منبع للجهد في الدارة الكهربائية. والجهد هو القوة التي تسبب مرور التيار الكهربائي. وبناءً عليه، كلما زاد الجهد زاد التيار، وكلما قلّ الجهد قلّ التيار، بفرض أن قيمة المقاومة ثابتة. وبافتراض أن قيمة الجهد الكهربائي ثابتة، فإن وجود مقاومة عالية القيمة يؤدي إلى مرور تيار منخفض، وبالعكس فإن وجود مقاومة منخفضة القيمة يؤدي إلى مرور تيار مرتفع.



جورج سيمون أوم  
(1789—1854) هو  
فيزيائي ألماني.  
اكتشف القانون الذي  
يحمل اسمه، والذي  
يحدد العلاقات  
الأساسية بين فرق  
الجهد، شدة التيار،  
والمقاومة الكهربائية.  
كما سميت وحدة قياس  
المقاومة الكهربائية  
باسمه ورمزها  $[\Omega]$ .

## 1-4-1 قانون أوم (Ohm's Law)

هناك ثلاث صيغ رياضية لقانون أوم هي:

♦ **الجهد = المقاومة × التيار**

$$V = I \times R$$

تستخدم هذه العلاقة لإيجاد قيمة الجهد بدلالة التيار والمقاومة. وتنص هذه الصيغة على أن قيمة الجهد بين طرفي مقاومة تساوي حاصل ضرب قيمة التيار المار عبرها في قيمة المقاومة.

♦ **التيار = الجهد ÷ المقاومة**

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

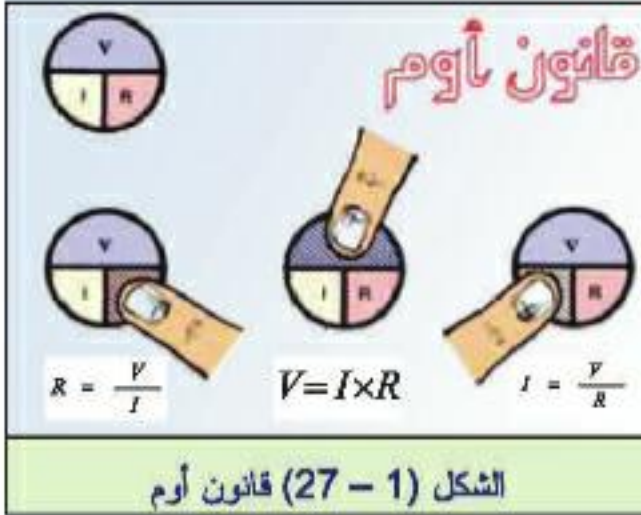
تستخدم هذه العلاقة لإيجاد قيمة التيار بدلالة الجهد والمقاومة. وتنص هذه الصيغة على أن قيمة التيار تساوي قيمة الجهد مقسومة على قيمة المقاومة.

♦ **المقاومة = الجهد ÷ التيار**

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

تستخدم هذه العلاقة لإيجاد قيمة المقاومة بدلالة الجهد والتيار. وتنص هذه الصيغة على أن قيمة المقاومة تساوي قيمة الجهد مقسومة على قيمة التيار.

## 2-4-1 دائرة قانون أوم

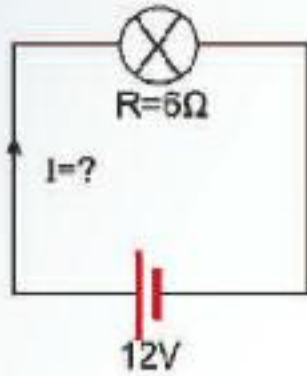


إن أسهل طريقة لتذكر العلاقة بين الجهد والتيار والمقاومة هي استخدام دائرة قانون أوم المبينة في الشكل (1 - 27) .

لاستخدام دائرة قانون أوم، غطّ مستخدماً إصبعك قيمة الوحدة المجهولة، فتظهر العلاقة المطلوبة لحساب القيمة المجهولة كما هو موضح في الشكل (1 - 27)

## مثال 1:

مصباح يعمل ببطارية قوتها المحركة الكهربائية (12) فولت، فإذا كانت مقاومة المصباح (6) أوم، احسب شدة التيار المار في هذا المصباح.



## الحل:

حساب شدة التيار:

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

$$I = \frac{12}{6} = 2 \text{ [A]}$$



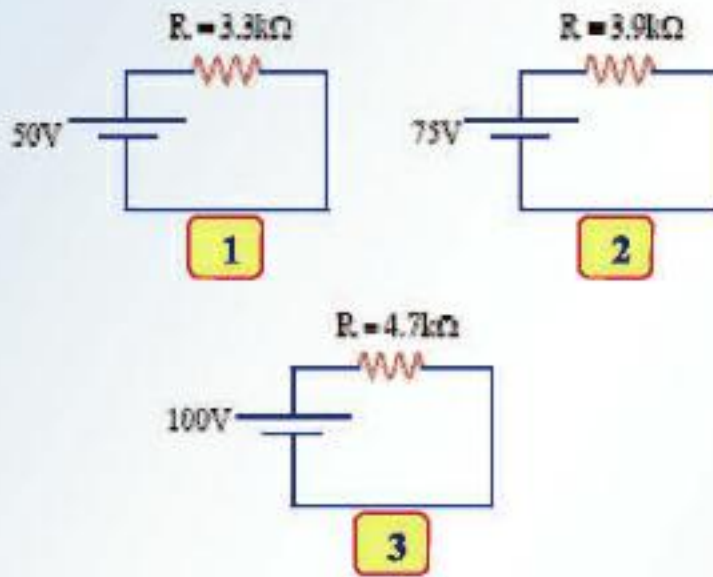
## أسئلة

1. لذكر نص قانون أوم؟
2. ماذا يحدث عند تعرض مصباح كهربائي لجهد أعلى من جهده المقرر؟ ولماذا؟
3. ماذا يحدث عند تعرض مصباح كهربائي لجهد أقل من جهده المقرر؟ ولماذا؟
4. مصباح سيارة مقاومته (4) أوم يعمل من بطارية (12) فولت. ارسم الدارة للكهربائية، واحسب شدة التيار المار في المصباح.
5. مقاومة قيمتها (6) أوم ، يمر عبرها تيار شدته (1) أمبير. ارسم الدارة للكهربائية، واحسب فرق الجهد بين طرفي المقاومة.
6. دائرة كهربائية تحوي مقاومة قيمتها  $27\text{ K}\Omega$  وشدة التيار المار فيها تساوي  $3\text{ mA}$  ، والمطلوب حساب جهد منبع التغذية.
7. ناقش ما الذي يحدث للدائرة الكهربائية التي تحتوي على منبع جهد كهربائي وكذلك مقاومة كهربائية وذلك من حيث قيمة شدة التيار الكهربائي (I) عندما:
  - أ. تصبح قيمة الجهد ثلاثة أضعاف قيمته.
  - ب. تصبح قيمة المقاومة ضعف قيمتها.
  - ج. تصبح قيمة الجهد للضعف والمقاومة النصف.
  - د. تصبح قيمة الجهد للضعف والمقاومة للضعف.
8. إذا كان فرق الجهد بين طرفي مقاومة كهربائية يساوي  $25\text{ V}$  وشدة التيار الكهربائي  $10\text{ mA}$ . لحسب قيمة هذه المقاومة (R).
9. لحسب قيمة المقاومة الكهربائية (R)، وذلك في الحالتين الآتيتين:
  - أ.  $V = 10\text{ V}, I = 2\text{ A}$
  - ب.  $V = 90\text{ V}, I = 45\text{ A}$

حيث (V) فرق الجهد بين طرفي المقاومة.  
(I) شدة التيار المار في المقاومة.



10. حدد من الشكل التالي أي من الدارات الكهربائية يكون التيار فيها أكبر ما يمكن، وكذلك أصغر ما يمكن.



## قانونا كيرشوف

يمكن استخدام قانون أوم في تحليل (حساب التيار والجهد) الدارات الكهربائية البسيطة التي تحتوي على مقاومة واحدة أو عدة مقاومات موصولة على التوالي والتفرع. ولكن هناك الكثير من الدارات الكهربائية المعقدة التي لا يمكن تحليلها باستخدام قانون أوم بمفرده.

هناك العديد من القوانين والطرق التي تمكن من عملية تحليل الدارات الكهربائية المعقدة، ولعل أكثرها شيوعاً قانونا كيرشوف لتحليل الدارات الكهربائية المعقدة. وضع العالم كيرشوف قانونين مهمين لتحليل الدارات الكهربائية المعقدة، ويعرف القانون الأول باسم قانون كيرشوف للتيار، بينما يسمى القانون الثاني قانون كيرشوف للجهد. والآن لنشرح هذين القانونين بشيء من التفصيل.

## قانون كيرشوف الأول للتيار

1-5-1

ينص هذا القانون على أن:

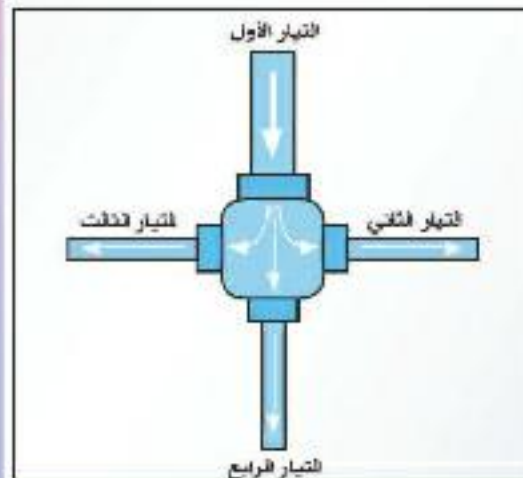
المجموع الجبري للتيارات الكهربائية في أي عقدة كهربائية يساوي صفراً. ويمكن صياغة القانون بصورة أبسط، حيث يمكن القول إن مجموع التيارات الداخلة إلى عقدة معينة يساوي مجموع التيارات الخارجة من العقدة نفسها. يعبر عن قانون كيرشوف الأول بالعلاقة التالية:

$$\sum I = 0$$

يشير المصطلح **المجموع الجبري** الوارد في قانوني كيرشوف إلى ضرورة

الانتباه لنوع القطبية التي يتمتع بها كل تيار أو جهد كهربائي، وذلك بإعطائها الإشارة المناسبة لها: إما إن تكون موجبة (+) أو تكون سالبة (-).

لفهم قانون كيرشوف الأول انظر الشكل (1 - 28). لاحظ هنا أن التيار **الأول** هو الوحيد الداخل إلى العقدة، بينما هنالك ثلاثة تيارات ( **الثاني**، **الثالث**، **والرابع** ) خارجة من العقدة نفسها. أي إنه



الشكل (1 - 28) قانون كيرشوف



الرمز (Σ) هو أحد الحروف اليونانية ويدل على المجموع ويقرأ "ميفما".

يوجد له طريق آخر سوى التفرع والخروج من العقدة، ويمكن كتابة ذلك بمعادلة كما يلي:

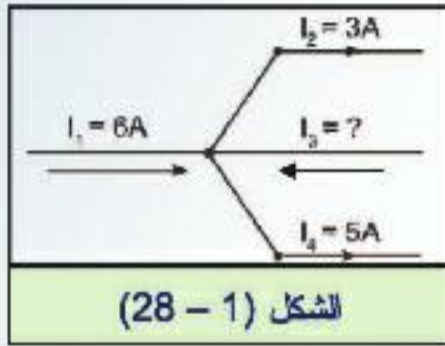
$$\text{التيار } I = \text{التيار } 2 + \text{التيار } 3 + \text{التيار } 4$$

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4$$

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

لاحظ هنا أننا اعتبرنا التيار الداخل إلى العقدة موجباً والتيار الخارج من العقدة سالباً.

### مثال 1:



أوجد قيمة واتجاه التيار ( $I_3$ ) في الشكل (1 - 29). وذلك باستخدام قانون كيرشوف الأول للتيار.

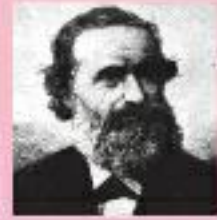
### الحل:

نفرض أن التيارين ( $I_1$ ) و ( $I_3$ ) داخِلان إلى العقدة، بينما التياران ( $I_2$ ) و ( $I_4$ ) خارجان من العقدة. الآن إذا طبقنا قانون كيرشوف للتيار أي مجموع التيارات القادمة إلى نقطة معينة (عقدة) يساوي مجموع التيارات الخارجة من العقدة نفسها:

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

وبتعويض قيم شدة التيارات الكهربائية بالمعادلة السابقة نجد:

$$I_3 = 8 - 6 = 2A$$



روبرت كيرشوف

(1824—1887) هو

فيزيائي ألماني.

اكتشف عنصر

"الميزيوم"

والراديوم وقام

بوضع للقوانين

الأساسية لحل

الدوائر الكهربائية

والمعروفة باسمه.

### قانون كيرشوف الثاني للجهد

2-5-1

ينص هذا القانون على أن :

' المجموع الجبري للقوى المحركة الكهربائية المطبقة على حلقة مغلقة من دائرة كهربائية يدور فيها التيار بجهة دوران واحدة، يساوي المجموع الجبري لحاصل جداء مقاومة كل جزء من هذه الحلقة في شدة التيار الذي يمر فيه '.



ويعبر عن قانون كيرشوف الثاني للجهد بالعلاقة التالية:

$$\sum E = \sum (R \times I)$$

ويمكن صياغة هذا القانون بصورة أبسط:

**المجموع الجبري للقوى المحركة الكهربائية وفروق الجهود الكهربائي في أي حلقة مغلقة من دارة كهربائية ما يساوي صفراً .**

ويعبر عن ذلك بالعلاقة الرياضية:

$$\sum E - \sum (R \times I) = 0$$

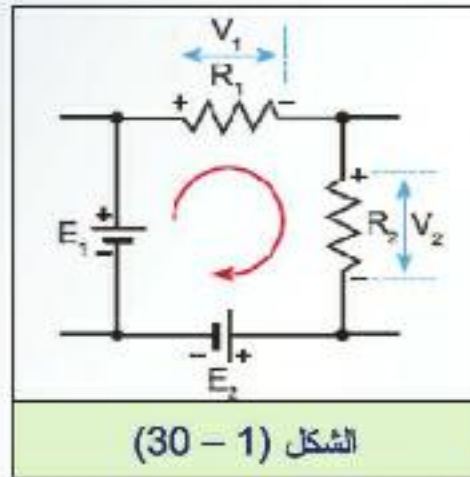
### ملاحظة

يجب الانتباه إلى الإشارات الجبرية أثناء تطبيق هذا القانون. ويُعد اتجاه القوة المحركة الكهربائية للبطارية من القطب السالب إلى القطب الموجب لها بغض النظر عن اتجاه التيار في البطارية . أما اتجاه فرق الجهد بين طرفي المقاومة فهو اتجاه التيار نفسه فيها. فإذا افترضنا أن اتجاه دوران عقارب الساعة، هو الاتجاه الدوراني الموجب، فإن كل قوة محركة كهربائية والتيار الكهربائي في اتجاه عقارب الساعة يكون موجباً وكل ما خالف ذلك يكون سالباً.

### مثال 2:

طبق قانون كيرشوف الثاني للجهد على الحلقة المبينة في الشكل (1 - 30) .

### الحل:

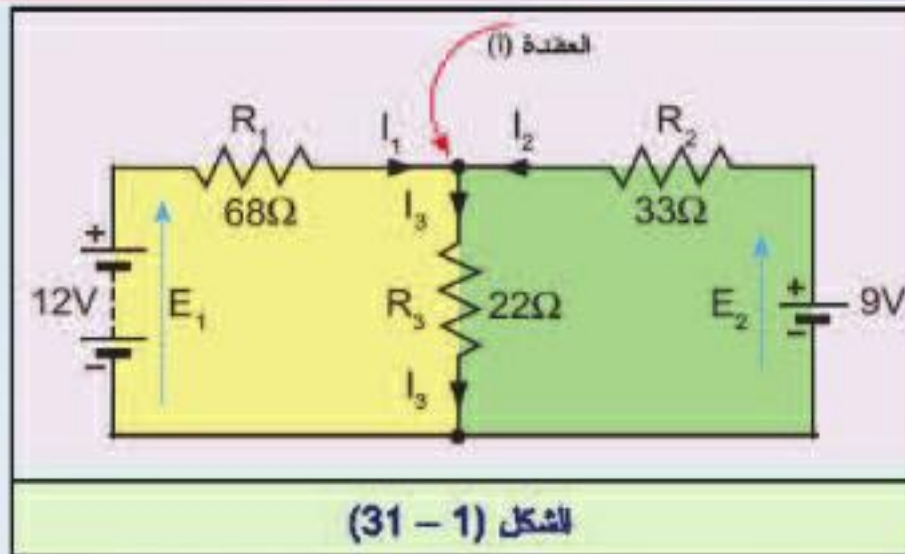


$$E_1 - E_2 = V_1 + V_2$$

$$E_1 - E_2 = I (R_1 + R_2)$$

### مثال 3:

احسب قيمة التيار المار في كل مقاومة في الدارة المبينة في الشكل (1 - 31) ، وذلك باستخدام قانوني كيرشوف الأول والثاني.

**الحل:**

بتطبيق قانون كيرشوف الأول للتيار على العقدة (أ) نجد:

$$I_1 + I_2 = I_3$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني للجهد على الحلقة اليسرى (الصفراء) نجد:

$$E_1 = I_1 \times R_1 + I_3 \times R_3$$

$$E_1 = I_1 \times R_1 + (I_1 + I_2) \times R_3$$

$$12 = 68 I_1 + (I_1 + I_2) \times 22$$

$$12 = 90 I_1 + 22 I_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني للجهد على الحلقة الكبرى الخارجية (الصفراء +

للخضراء) نجد:

$$E_1 - E_2 = I_1 \times R_1 - I_2 \times R_2$$

$$12 - 9 = 68 I_1 - 33 I_2$$

$$3 = 68 I_1 - 33 I_2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

والآن يجب علينا حل للمعادلتين (1) و (2) . فنقوم بضرب المعادلة الأولى بـ (3)،

وضرب للمعادلة الثانية بـ (2) فنحصل على:

$$36 = 270 I_1 + 66 I_2$$

$$6 = 136 I_1 - 66 I_2$$



إذا كانت قيمة شدة التيار سالبة عند تحليل الدارات الكهربائية، فهذا يعني أن اتجاه التيار الحقيقي معاكس لاتجاه التيار المفروض.

ثم نجمع هاتين المعادلتين فنحصل على:

$$42 = 406 I_1$$

$$I_1 = 0.103 A$$

ثم نعوض عن قيمة ( $I_1$ ) في المعادلة الأولى:

$$12 = 90 \times 0.103 + 22 I_2$$

$$I_2 = 0.124 A$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = 0.103 + 0.124 = 0.227 A$$

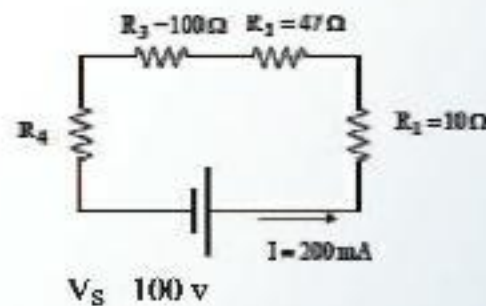


حل جميع المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

إذا كانت شدة التيار ( $I = 200 \text{ mA}$ ) للمار في الدارة للكهربائية المبينة في الشكل الآتي، والتي تحوي أربع مقاومات  $R_1, R_2, R_3, R_4$  موصولة على التوالي وقيمها  $R_3 = 100 \Omega, R_2 = 47 \Omega, R_1 = 10 \Omega$  وقيمة جهد المصدر  $V_S = 100 \text{ V}$  والمطلوب:

إيجاد قيمة المقاومة  $R_4$  باستخدام قانون أوم وقانون كيرشوف الثاني للجهد.

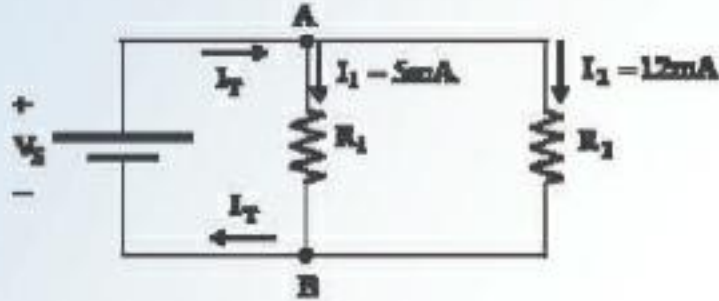


المسألة الثانية:

لحساب قيمة التيار الكلي  $I_1$  للدخل إلى العقدة A وذلك باستخدام قانون كيرشوف للتيار. مع العلم أن قيم التيارات الفرعية  $I_1, I_2$  المارة في كل فرع من فروع

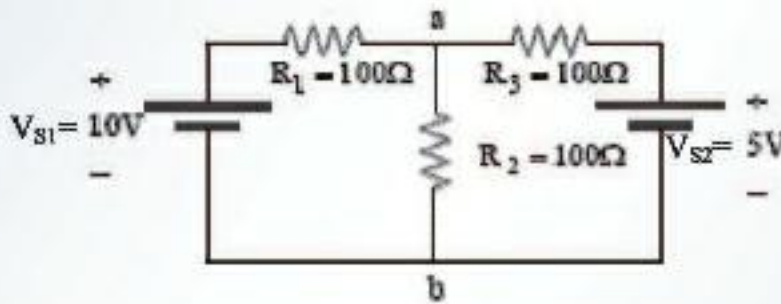


الدارة الكهربائية معطاة كما في الشكل الآتي:



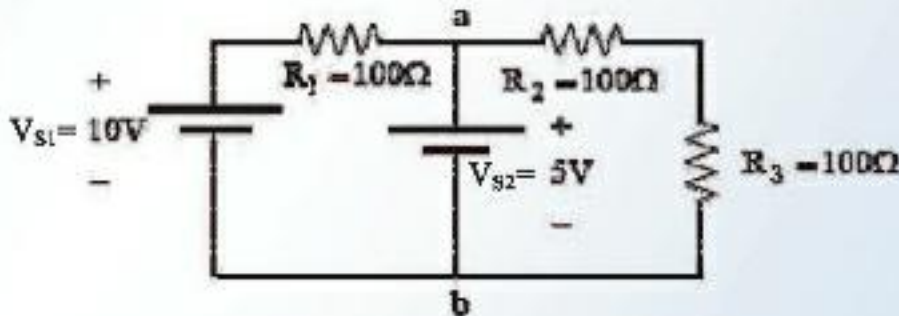
### المسألة الثالثة:

احسب قيمة التيار المار في المقاومة  $R_2$  علماً أن قيمتي الجهد لمنبعي التغذية الكهربائية  $V_{S1} = 10\text{ V}$  و  $V_{S2} = 5\text{ V}$  وقيم المقاومات معطاة كما في الدارة الآتية:



### المسألة الرابعة:

احسب قيمة التيار المار في الفرع الذي يحوي المقاومتين  $R_2$  و  $R_3$  علماً أن قيمتي الجهد لمنبعي التغذية الكهربائية  $V_{S1} = 10\text{ V}$  و  $V_{S2} = 5\text{ V}$  وقيم المقاومات معطاة كما في الدارة الآتية:

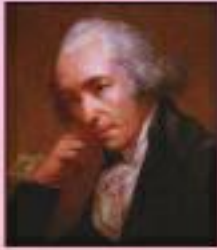


## الاستطاعة الكهربائية

الكهرباء هي أحد أشكال الطاقة، وكما هو معروف، فإن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، وإنما تتحول من شكل إلى آخر. ويمكن إنتاج الطاقة الكهربائية بتحويل مختلف أشكال الطاقة الميكانيكية والكيميائية والضوئية والحرارية إلى طاقة كهربائية. كما تستخدم الأجهزة الكهربائية لتحويل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة المفيدة مثل الطاقة الميكانيكية، والكيميائية، والضوئية، والحرارية.

## الاستطاعة الكهربائية

1-6-1



جيمس وات  
( 1736 — 1819 )  
فيزيائي سكوتلندي.  
أدخل عدة تحسينات  
على المحرك البخاري  
وحصل على عدد من  
براءات الاختراع في  
مجال عمل المحرك  
البخاري وسميت وحدة  
قياس الاستطاعة  
الكهربائية (الواط)  
باسمه ورمزها [W].

الاستطاعة هي مقدار العمل المبذول في وحدة الزمن ( ثانية واحدة )، ويرمز لها بالحرف (P) وتقاس بوحدة تسمى ' **الواط** ' تكريماً للعالم ' جيمس وات ' مخترع الآلة البخارية، ويرمز للواط بالحرف [W] .  
يبدل منبع الجهد في الدارة الكهربائية قدرة لتحريك الإلكترونات التي تشكل التيار الكهربائي عبر أجزاء الدارة.

تعطى الاستطاعة الكهربائية بالعلاقة الآتية:

$$\text{الاستطاعة} = \text{الجهد} \times \text{التيار}$$

$$P = V \times I$$

حيث:

**P** : الاستطاعة وتقاس بالواط.

**V** : الجهد ويقاس بالفولت.

**I** : شدة التيار ويقاس بالأمبير.

وبما أن الواط وحدة صغيرة فإنها لا تلائم التطبيقات العملية كافة . لذلك يستخدم لقياس الاستطاعة مضاعفات الواط ويساوي:

◆ الكيلو واط [KW]

$$1 [KW] = 1000 [W] = 10^3 [W]$$

◆ الميغا واط [MW]

$$1 [MW] = 1000000 [W] = 10^6 [W]$$

**مثال 1:**

سخان كهربائي يستجر تياراً مقداره (5) أمبير عند جهد تشغيل (220) فولت.  
احسب استطاعة السخان بالواط، والكيلوواط.

**الحل:**

حساب استطاعة السخان:

$$P = V \times I$$

$$P = 220 \times 5 = 1100 [W]$$

$$P = 1100 + 1000 = 1.1 [KW]$$

يسجل عادة على لوحة مواصفات الأجهزة الكهربائية، الاستطاعة وجهد التشغيل المقرر لها. وقد تكون من المرغوب فيه معرفة قيمة التيار الذي يستجره الجهاز لنتمكن من تقدير مقاطع أسلاك التوصيل، والقاطع التلقائي اللازم لحماية هذا الجهاز. ويمكن حساب قيمة التيار بدلالة الاستطاعة والجهد للأحمال الأومية بالعلاقة الآتية:

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

**مثال 2:**

فرن كهربائي استطاعته (5) كيلوواط، يعمل بجهد (220) فولت. احسب شدة التيار الذي يستجره الفرن.

**الحل:**

حساب شدة التيار:

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

$$I = \frac{5 \times 10^3}{220} = 22.7 [A]$$



تبدد الاستطاعة الكهربائية بشكل حرارة في النواقل والمقاومات والعناصر الإلكترونية الأخرى. وفي بعض الأحيان تكون هذه الحرارة مفيدة كما في السخانات والأفران الكهربائية. ولكنها قد تكون ضارة في بعض الأجهزة الكهربائية كما في النواقل والمحركات والمحولات والعناصر الإلكترونية.

يمكن دمج قانون أوم ( $V = I \times R$ ) وقانون الاستطاعة الأساسي ( $P = V \times I$ ) لإيجاد علاقة تعبر عن الاستطاعة المبذولة في المقاومة بشكل مباشر. وهناك شكلان لهذه العلاقة، هما:

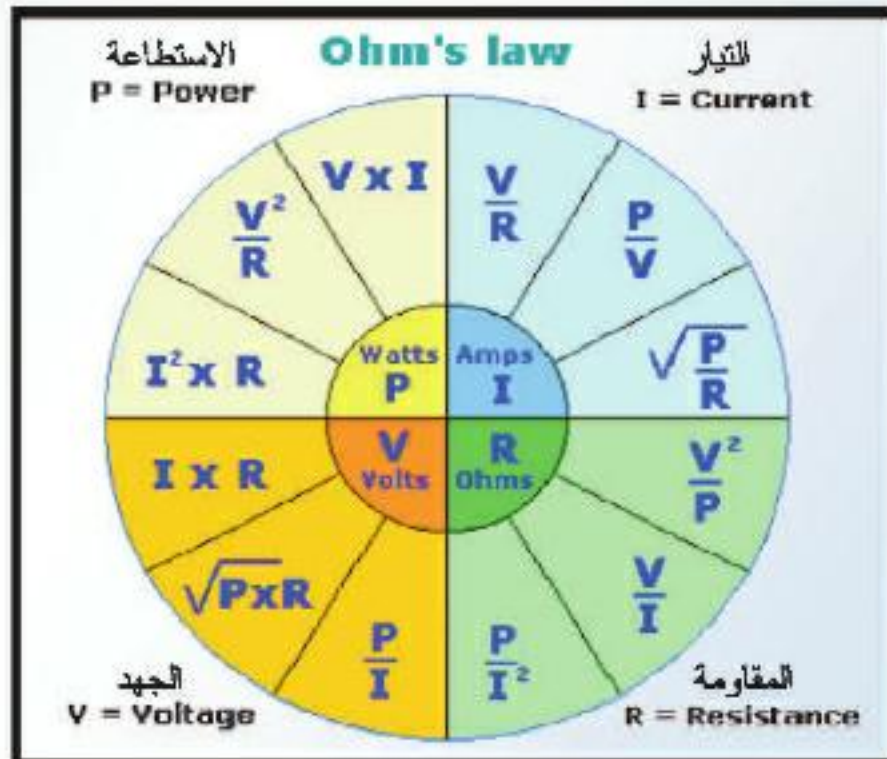
◆ الاستطاعة بدلالة التيار والمقاومة:

$$P = I^2 \cdot R$$

◆ الاستطاعة بدلالة الجهد والمقاومة:

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

وتبين الدائرة الآتية العلاقات ما بين الجهد والتيار والمقاومة والاستطاعة للكهربائية، وكيفية حساب إحدى هذه القيم بدلالة القيم الأخرى:



**مثال 3:**

مصباح كهربائي مقاومته (484) أوم، وجهده (220) فولت. احسب استطاعة هذا المصباح.

**الحل:**

حساب استطاعة المصباح:

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

$$P = \frac{(220)^2}{484} = 100 [W]$$

**ملاحظة:**

تعطى قدرة المحركات والمضخات الكهربائية في بعض الأحيان بوحدة الحصان الميكانيكي، وهي تعادل (746) واط، ويرمز لها بالحرفين (HP).

$$1 [HP] = 746 [W]$$

ومن المناسب أن نتذكر بأن الحصان الواحد يساوي  $0.75 [KW]$  تقريباً.

**2-6-1 الطاقة الكهربائية المستهلكة (Electrical Energy)**

تُحسب الطاقة الكهربائية المستهلكة ( $W$ ) بمعرفة الاستطاعة الكهربائية وزمن استخدامها وفقاً للعلاقة:

$$W = P \times t$$

حيث:

$W$  الطاقة وتقاس بوحدة الكيلوواط في الساعة ويرمز لها بالرمز  $[KWh]$ .

$P$  الاستطاعة وتقاس بالكيلوواط  $[KW]$ .

$t$  الزمن ويقاس بالساعة  $[h]$ .

وتحتوي لوحة التوزيع الرئيسية في المنازل والمصانع على عداد لقياس الطاقة الكهربائية المستهلكة. والأجهزة الكهربائية الأكثر استهلاكاً للطاقة الكهربائية هي الأجهزة ذات القدرة العالية مثل أجهزة التسخين والتدفئة وتكييف الهواء.

الاستطاعة الكهربائية	الجهاز
(10 — 100) واط	مصابيح الإضاءة
(1000 — 2000) واط	المكاي الكهربائية
(300) واط	الثلاجة المنزلية
(2200) واط	المدفأة الكهربائية
(3000) واط	الأفران الكهربائية
(80) واط	جهاز للتلفزيون

#### مثال 4:

مدفأة كهربائية استطاعتها (2) كيلوواط، تعمل لمدة (8) ساعات. احسب الطاقة الكهربائية المستهلكة في هذه الفترة.

#### الحل:

$$W = P \times t$$

$$W = 2 \times 8 = 16 \text{ [KWh]}$$

#### مثال 5:

مكواة كهربائية استطاعتها (600 W) تعمل على توتر (220 V)، احسب مقاومة هذه المكواة وشدة التيار المار بها والطاقة الكهربائية المستهلكة إذا استعملت هذه المكواة لمدة نصف ساعة.

#### الحل:

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220)^2}{600} = 80.66 \text{ } [\Omega]$$

♦ حساب مقاومة المكواة:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{80.66} = 2.72 \text{ [A]}$$

♦ حساب شدة التيار المار في المكواة:

♦ حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة:

$$W = P \times t$$

$$W = 600 \times 0.5 = 300 \text{ [Wh]}$$

$$W = 0.3 \text{ [KWh]}$$



## أسئلة

### السؤال الأول:

املا الفراغ بالكلمة أو العبارة المناسبة:

1. الاستطاعة الكهربائية هي .....
2. وحدة قياس الاستطاعة الكهربائية هي .....
3. لتحويل الاستطاعة بالواط إلى كيلو واط، نقسم القدرة مقدرة بالواط على .....
4. اكتب الصيغ الثلاث لقانون الاستطاعة الأساسي:
  - I. ....
  - II. ....
  - III. ....

### السؤال الثاني:

لجب عن جميع الأسئلة الآتية:

1. اكتب العلاقة التي تعطي الاستطاعة بدلالة التيار والمقاومة.
2. اكتب العلاقة التي تعطي الاستطاعة بدلالة الجهد والمقاومة.

### السؤال الثالث:

حل جميع المسائل الآتية:

1. سخان كهربائي يعمل على جهد مقداره ( 120 V ) ويستجر من المنبع تياراً شدته ( 3 A ). ما استطاعة السخان؟
2. احسب كمية الاستطاعة الكهربائية التي تستهلكها مقاومة قيمتها ( 10 K $\Omega$  ) ويمر عبرها تيار شدته ( 3 A ).
3. تحتوي دائرة كهربائية على منبع جهد قيمته ( 75 V ) وحمل يستجر تياراً شدته ( 3 A ). ما قيمة مقاومة الحمل  $R_L$  ؟

## المقاومات الكهربائية

ذكرنا سابقاً أن المقاومة الكهربائية هي خاصية المادة التي تعيق مرور التيار الكهربائي فيها عند وصلها بمنبع كهربائي، وتقاس بوحدة الأوم. كما درسنا أن الأحمال الكهربائية قد تكون مقاومة. سوف ندرس العوامل التي تحدد مقاومة ناقل ماء، أنواع المقاومات، تحديد قيم المقاومات باستخدام نظامي الألوان الرباعي والخماسي، وطرق توصيلها.

## 1-7-1 مقاومة النواقل

## أولاً: مقاومة الناقل

تعتمد مقاومة للناقل كما هو مبين في الشكل (1 - 32) على أربعة عوامل، هي:

أ. **طول الناقل (L):**

تزداد مقاومة الناقل بزيادة طوله، أي إن مقاومة الناقل تتناسب طردياً مع طوله.



ب. **مساحة مقطع الناقل (A):**

تتناسب مقاومة الناقل تناسباً عكسياً مع مساحة مقطع الناقل، أي إنه كلما زادت مساحة مقطع الناقل قلت مقاومته. ثنائيل أسلاك الكهرباء أنابيب الماء من حيث تدفق التيار، فالأنبوب الذي مساحة مقطعه كبيرة تكون مقاومته لتدفق تيار الماء منخفضة، أما الأنبوب الذي مساحة مقطعه صغيرة تكون مقاومته لتدفق تيار الماء مرتفعة.

**ج. المقاومة النوعية للناقل ( $\rho$ ):**

يمكن مقارنة مقاومة المواد المختلفة بالرجوع إلى ما يعرف بالمقاومة النوعية للمادة، وهي مقاومة عينة من المادة على شكل ناقل طوله ( $l$ ) متر ومساحة مقطعه ( $A$ ) مم<sup>2</sup> عند درجة حرارة ( $20$ ) درجة مئوية، ووحدة قياسها ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )، ويرمز بها بالرمز ( $\rho$ ) (وتقرأ رو) .



المقاومة النوعية للناقل هي النسبة بين شدة المجال الكهربائي وكثافة التيار، وهي قيمة ثابتة بالنسبة إلى كل مادة معينة. وتعتمد المقاومة النوعية على درجة الحرارة والضغط.

المقاومة النوعية ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	المادة
0.0149	الفضة
0.0178	النحاس
0.021	الذهب
0.0241	الألمنيوم
0.14	الحديد
1.9	سبيكة النيكرام (نيكل، كروم، حديد)

يمكن حساب مقاومة الناقل (بالأوم)، باستخدام العلاقة الآتية:

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

حيث إن:

$R$  مقاومة الناقل [ $\Omega$ ]

$L$  طول الناقل [m]

$A$  مساحة مقطع الناقل [ $\text{mm}^2$ ]

$\rho$  المقاومة النوعية لمادة الناقل [ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ]

**مثال 1:**

احسب مقاومة سلك من النحاس طوله ( $100$ ) متر ومساحة مقطعه ( $1.5$ ) مم<sup>2</sup>، علماً بأن للمقاومة النوعية للنحاس ( $0.0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ).



**الحل:**

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0.0178 \frac{100}{1.5} = 1.81 [\Omega]$$

**د. درجة الحرارة:**

تتغير قيمة مقاومة المادة بتغيير درجة الحرارة، ويعبر عن هذا التغيير بالمعامل الحراري لمقاومة المادة الذي يعرف بأنه الزيادة أو النقصان في قيمة مقاومة عينة من تلك المادة مقاومتها ( $I$ ) لوم نتيجة تغيير درجة حرارتها ( $I$ ) درجة مئوية. يرمز للمعامل الحراري بالحرف اليوناني ( $\alpha$ )، ويتم التعبير عن قيمته بوحدة (أوم/درجة مئوية).

يكون المعامل الحراري للمقاومة موجباً (*Positive Temperature coefficient*) للمواد التي تزداد قيمة مقاومتها بازدياد درجة حرارتها، مثل المعادن النقية التي تؤدي لزيادة درجة حرارتها إلى زيادة حركة الإلكترونات العشوائية مما يصعب عملية دفعها بشكل منظم في اتجاه محدد لتشكيل التيار الكهربائي.

ويكون المعامل الحراري للمقاومة سالباً (*Negative Temperature coefficient*) للمواد التي تقل قيمة مقاومتها بازدياد درجة حرارتها، مثل أشباه النواقل والعوازل والمحاليل الإلكترونية التي تقل مقاومتها نتيجة تولد المزيد من حاملات الشحنة الكهربائية بفعل الحرارة. ويبين الجدول الآتي قيمة المعامل الحراري لبعض المواد المستخدمة في مجال الكهرباء.

المقاومة النوعية	المادة
+ 0.0038	النحاس
+ 0.004	الألمنيوم
+ 0.0045	الفولاذ
- 0.0004	الجرافيت
- 0.0041	التنغستين
+ 0.000005	الكونستانثان (سبيكة)

**هل تعلم**

إن نفاذية المعادن تنخفض مع ارتفاع درجة الحرارة.



ويمكن حساب قيمة المقاومة ( $R_{HOT}$ ) عند درجة حرارة معينة ( $T_{HOT}$ ) باستخدام العلاقة الآتية:

$$R_{HOT} = R_{20} \{1 + \alpha(T_{HOT} - 20)\}$$

حيث إن:

$R_{20}$  قيمة المقاومة عند درجة 20 مئوية.

$\alpha$  المعامل الحراري للمادة.

$T_{HOT}$  درجة الحرارة النهائية للمقاومة.

يعرف المعامل  
الحراري بأنه  
مقدار نقصان أو  
زيادة قيمة  
مقاومة مقاديرها  
( $1\Omega$ ) من  
المادة عند ارتفاع  
درجة حرارتها  
درجة مئوية  
واحدة.

### مثال 2:

احسب المقاومة الكهربائية لفئيل مصباح كهربائي مصنوع من التنغستين عند وصول درجة حرارتها إلى 2020 مئوية أثناء تشغيله. إذا علمت أن مقاومة الفئيل عند درجة حرارة الغرفة 20 مئوية تساوي 50 أوم وأن المعامل الحراري للتنغستين يساوي 0.005 لكل درجة مئوية.

### الحل:

$$R_{HOT} = R_{20} \{1 + \alpha(T_{HOT} - 20)\}$$

$$R_{2020} = 50 \{1 + 0.005(2020 - 20)\} = 60 \Omega$$

### ثانياً: الأسلاك الكهربائية

تستخدم الأسلاك الكهربائية في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، وتدخل في صناعة الأجهزة الكهربائية مثل المحولات والمحركات الكهربائية وغيرها. ولهذه الأسلاك مقاومة تعتمد في قيمتها على طول السلك ومساحة مقطعه ونوع مادته. وغالباً تكون هذه المقاومة غير مرغوب فيها لأنها تسبب:

#### أ. هبوط الجهد على امتداد السلك الناقل:

ويكون الجهد في نهاية الخط عند الحمل أقل منه في بداية الخط عند المنبع. وتعتمد قيمة هبوط الجهد على مقاومة السلك وقيمة التيار المار عبره. ومن المتعارف عليه أنه لا يجوز أن يتجاوز هبوط الجهد، في تركيبات الإضاءة، ما نسبته (1.5—2.5) % من جهد الشبكة، وفي أجهزة التكلفة (3%)، وفي المحركات (5%).



**ب. انخفاض الطاقة الكهربائية المنقولة:**

حيث تعمل مقاومة الأسلاك على تحويل جزء من هذه الطاقة إلى طاقة حرارية تؤدي إلى تسخين الأسلاك. ويبين الجدول الآتي بعض مساحات المقاطع النظامية للأسلاك النحاسية وقيمة التيار الذي تمرره هذه الأسلاك بأمان.

مساحة المقطع (مم <sup>2</sup> )	1	1.5	2	2.5	4	6
التيار المقرر (أمبير)	11	13	16	18	24	36

**نتيجة لاختلاف**

شدة التيار الكهربائي المار في الأجهزة الكهربائية، يجب اختيار مقاطع الأسلاك الكهربائية المناسبة، ويتم ذلك وفقاً للجدول والنشرات الفنية.

إذا تجاوزت قيمة التيار المار عبر السلك القيمة المسموح بمرورها، ترتفع درجة حرارة السلك، وقد تؤدي إلى انصهار العازل الذي يغلفه، وبالتالي إلى حدوث تماس كهربائي ونشوب حرائق. يستخدم بشكل عام في التمديدات المنزلية أسلاك كهربائية بمساحة مقاطع مختلفة تتناسب مع التجهيزات الكهربائية.

**2-7-1 أنواع المقاومات**

يلزم استخدام مقاومات كهربائية بقيم وخصائص محددة تتناسب مع عمل الدارات، الكهربائية والإلكترونية، لذا تصنع المقاومات بأشكال مختلفة لها قيم لومية معروفة وتحمل تيارات كهربائية معلومة. وتنقسم المقاومات إلى نوعين رئيسيين هما:

1. المقاومات ثابتة القيمة.
2. متغيرة القيمة.
3. المقاومات الخاصة.

**أولاً: المقاومات ثابتة القيمة Fixed Resistors**

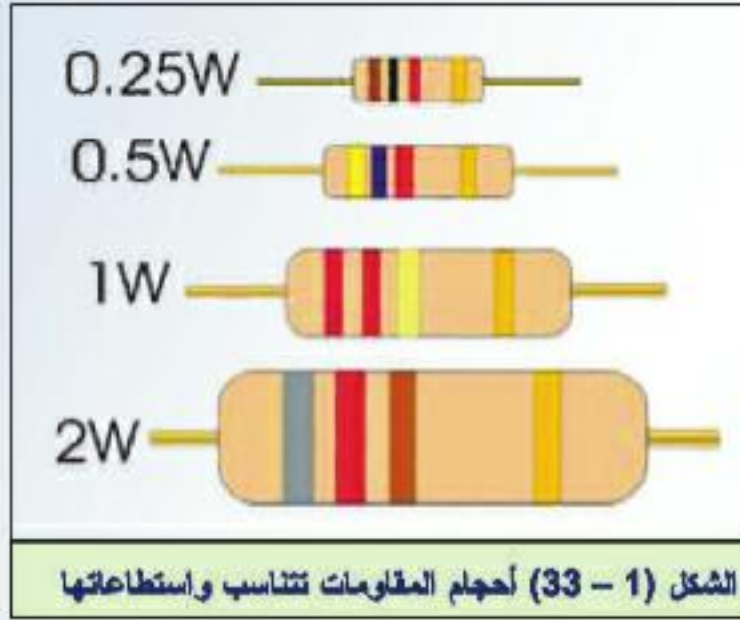
هي المقاومات التي لها قيمة ثابتة لا تتغير تكتب على جسم المقاومة بشكل مباشر (أرقام) أو بشكل غير مباشر (ألوان). وتنقسم هذه المقاومات طبقاً لمادة صنعها إلى مقاومات كربونية وسلكية وغشائية.

**أ. المقاومات الكربونية (Carbon resistors)**

توجد المقاومات الكربونية بأحجام مختلفة بحيث تتناسب مع استطاعتها الكهربائية



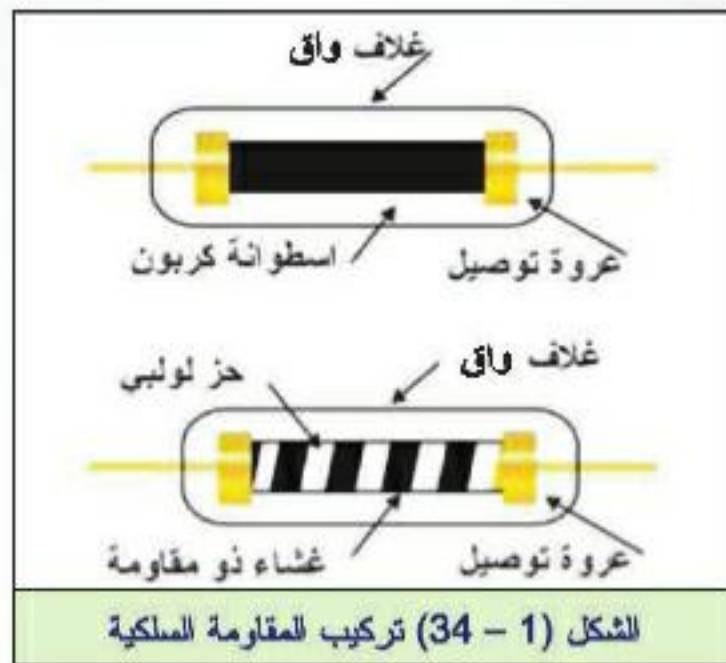
كما هو موضح في الشكل (1 - 33) .



أنه عند تصميم الدارات الكهربائية والإلكترونية يجب اختيار المقاومات ذات الاستطاعة وفقاً للمناسبة وفقاً للعلاقة الآتية:

$$P = I^2 \times R$$

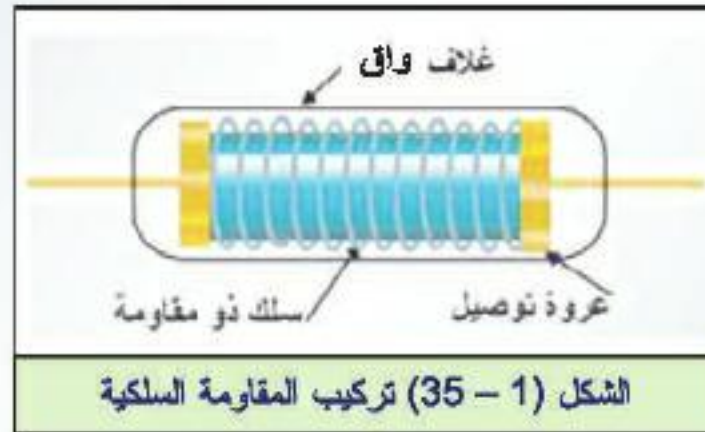
وتصنع المقاومات من مزيج من الكربون المسحوق ومادة غير موصلة مثل مسحوق السيراميك (الفخار)، وتصب المادة بالشكل المطلوب (عادة يكون أسطوانياً) ثم تعرض لحرارة عالية لتتماسك المادة، ويوصل طرفا المقاومة إلى عروة معدنية حتى يمكن توصيلها بالأسلاك الخارجية، لاحظ الشكل (1 - 34) .



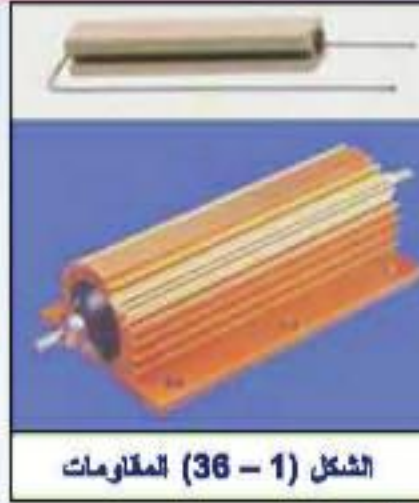
يوجد نوع خاص من المقاومات الكربونية تسمى المقاومات السطحية / الغشائية (*Film resistors*) ، حيث يتطلب تصميم المقاومات الغشائية نثر غشاء متجانس من مادة ذات مقاومة حول سطح دليل تشكيل أسطواني خزفي، ويتم الحصول على القيمة المطلوبة للمقاومة بقطع حزّ لولبي في هذا الغشاء، وبذلك يتغير طول المسار بين طرفي المقاومة وبالتالي قيمتها كما هو موضح في الشكل (1 - 34) . ويوجد أنواع أخرى للغشاء مثل غشاء الأكسيد المعدني (أكسيد القصدير)، والغشاء المعدني (النيكل والكروم). وتنبه المقاومات الغشائية من حيث الشكل الخارجي المقاومات الكربونية ولكنها أكثر دقة وأعلى تكلفة منها.

#### ب. المقاومات السلكية (*Wirewound resistors*)

تصنع من عدة لفات من سلك على قالب معزول كما هو موضح في الشكل (35 - 1) وتصنع مواد السلك من سبائك النيكل والكروم التي تستخدم بكثرة بسبب مقاومتها النوعية المرتفعة، ومعامل مقاومتها الحراري منخفض القيمة.



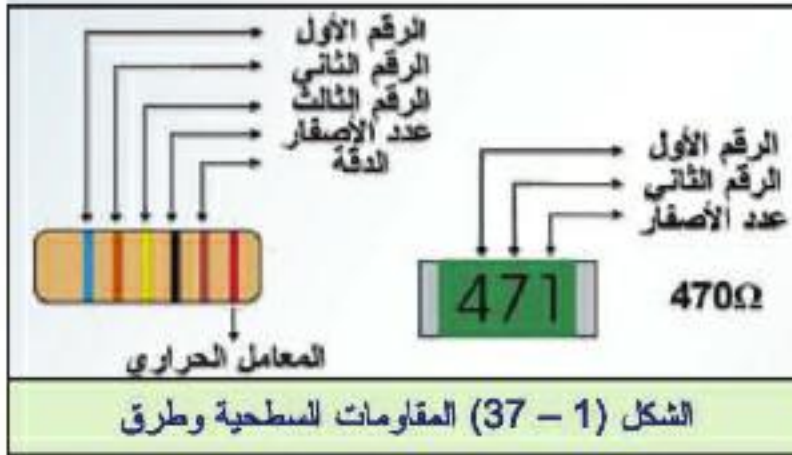
ولوقاية مكونات المقاومة من تأثيرات الوسط المحيط، تغطي بطبقة واقية من الطلاء الزجاجي أو بخلطة من الرمل والأسمنت. وبعضها يغلف بمبرد حراري من الألمنيوم لتحسين قدرتها على تبديد الحرارة. لاحظ الشكل (1 - 36) ، في هذا النوع من المقاومات تكتب قيمة المقاومة بالأوم وقدرتها بالواط مباشرة على جسم المقاومة الحرارية.



الشكل (1 - 36) المقاومات

### ج. المقاومات السطحية (Surface Mount Resistors-SM Resistors)

تمتاز بصغر حجمها مما يجعلها ملائمة للوحات المطبوعة عالية الكثافة. وتتوفر بشكلين هما المسطح والأسطواني. يستخدم في ترميز المقاومة المسطحة نظام ترميز



الشكل (1 - 37) المقاومات السطحية وطرق

مكون من ثلاث خانوات، الخانتان الأولى والثانية تمثلان قيمة المقاومة، أما الخانة الثالثة والأخيرة فتُمثل المضاعف (عدد الأصفار) كما يظهر الشكل (1 - 37).

### د. المقاومات الشبكية (Network Resistors)



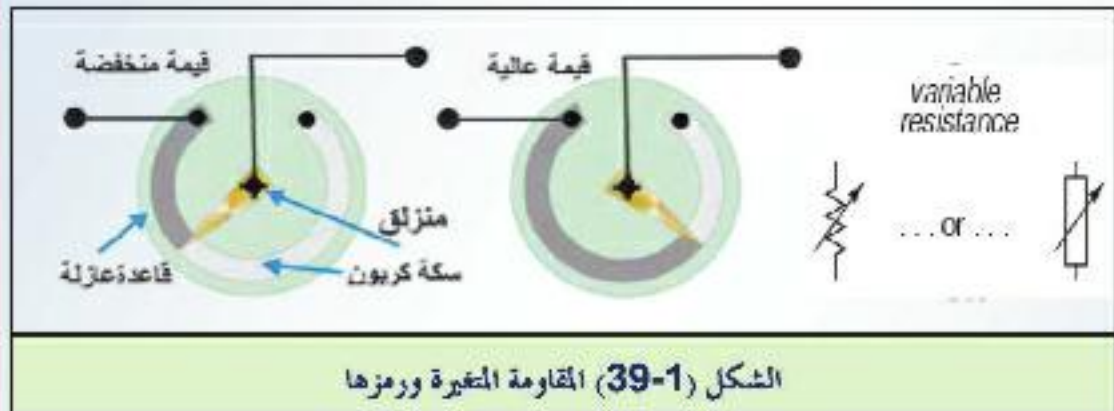
الشكل (1 - 38) المقاومات الشبكية

وهي مجموعة من المقاومات المتشابهة يتم تغليفها بغلاف خارجي يشبه أغلفة الدارات المتكاملة، كما هو مبين في الشكل (1 - 38) وتستخدم المقاومات الشبكية في الدارات الإلكترونية التي تحوي عدداً كبيراً من المقاومات المتشابهة.



### ثانياً: المقاومات متغيرة القيمة Variable Resistors

تعتبر مفاتيح التحكم بالصوت في أجهزة الراديو والتلفاز مثلاً على المقاومات المتغيرة، التي يمكن تغيير قيمتها بسهولة بتدوير مفاتيحها. وعندما نقول إن مقاومة متغيرة قيمتها (1000) أوم، فهذا يعني أن بإمكاننا الحصول منها على قيم للمقاومة تتراوح بين الصفر و(1000) أوم.



الشكل (1-39) المقاومة المتغيرة ورمزها

للمقاومة المتغيرة ثلاثة أطراف، طرفان يمثلان نهايتي المقاومة نحصل بواسطتهما على قيمة المقاومة الكلية. والطرف الثالث يتصل بجزء منزلق يتحرك فوق عنصر مقاوم نحصل بواسطته مع إحدى النهايتين على قيم مختلفة من المقاومة الكلية، كما موضح في الشكل (1-39).

يصنع العنصر المقاوم على شكل سكة (مسار) من الكربون دائرية أو خطية، أو يصنع من سلك ملفوف على قلب عازل. تناسب الأنواع الكربونية الاستطاعات الصغيرة (أقل من 1 واط) وهي قليلة الكلفة وتتوافر بقيم تتراوح ما بين (1) كيلو أوم و (1) ميجا أوم. أما الأنواع الملفوفة الأسلاك فهي تلائم الاستطاعات المتوسطة (3) واط فأكثر وتتوافر بقيم تتراوح ما بين (10) أوم و (100) كيلو أوم.

تتوافر المقاومات المتغيرة بأحجام صغيرة تستخدم لعمل تعديلات عرضية مثل التدرج أو الضبط. وهي على ثلاثة أشكال: النوع المفتوح والنوع المغلق ونوع الضبط الدقيق الذي يستخدم عند الحاجة إلى ضبط دقيق جداً، حيث يؤدي تدوير مفتاح المقاومة عدة دورات إلى تغيير في قيمة المقاومة. لاحظ الشكل (1-40).



يطلق على المقاومة المتغيرة أيضاً اسم مجزئ الجهد (Potentiometer). ومجزئ الجهد هو مقسم جهد حيث تتعلق قيمة جهد الخرج ( $V_{out}$ ) بكل جهد المنخل ( $V_{in}$ ) وكذلك حركة المنزلق على مسار الكربون، لاحظ الشكل (41 - 1) .



تحدد قيمة جهد الخرج في حالة اللاحمل بالقانون التالي:

$$V_{OUT} = V_{IN} \times \frac{R_2}{R}$$

تتوفر مجزئات الجهد الكربونية بمسارات خطية ( $Lin$ ) أو نصف لوغاريتمية ( $Log$ )، وتستخدم الأخيرة كأدوات للتحكم بشدة الصوت في الأجهزة السمعية.

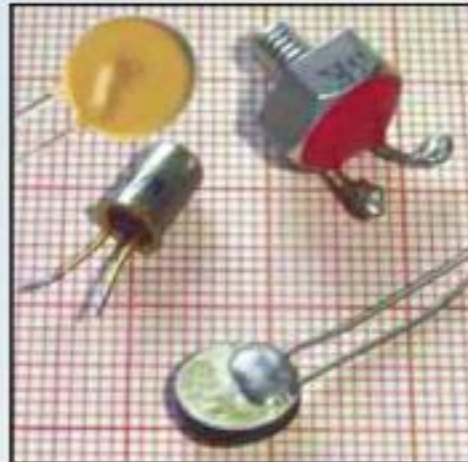


### ثالثاً: المقاومات الخاصة

تصنع من مواد خاصة وبطرائق صنع خاصة لتلائم تطبيقات عملية معينة في الدارات الإلكترونية، ويختلف عملها عن عمل المقاومات العادية. ومن هذه المقاومات:

#### أ. المقاومة الحرارية:

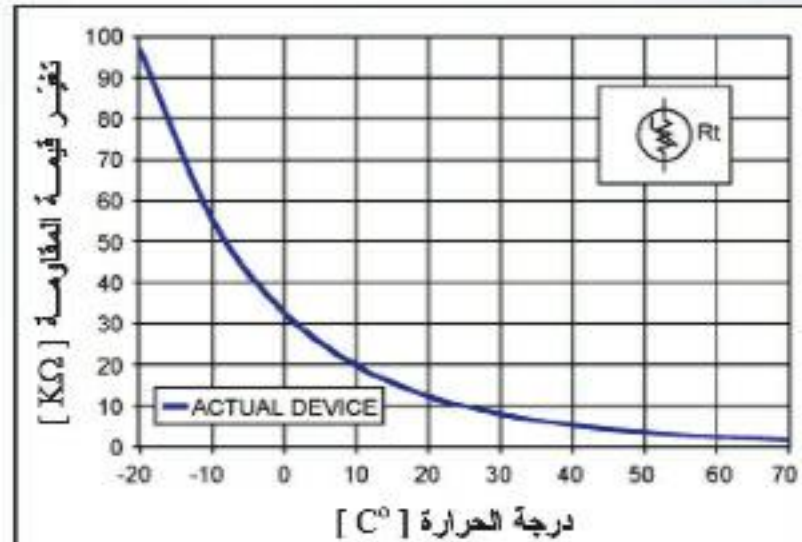
وهي المقاومة التي تتغير قيمتها بشكل ملموس بارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها. لاحظ الشكل (1-42)، وتستخدم في دارات الحماية من ارتفاع درجة الحرارة، كما يمكن استخدامها كمجس لدرجة الحرارة في دارات التحكم في أجهزة التدفئة أو التبريد وفي أجهزة قياس درجة الحرارة. ويوجد منها نوعان:



الشكل (1-42) مقاومات حرارية



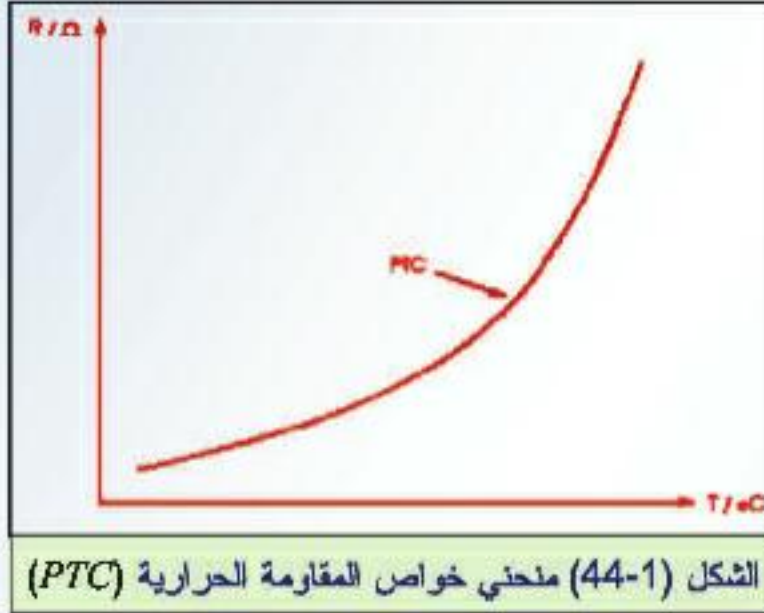
تستخدم  
المقاومات  
الحرارية الخاصة  
في دارات الحماية  
من ارتفاع درجة  
الحرارة وتبديدها،  
كما يمكن  
استخدامها في  
حساسات أجهزة  
التبريد والتدفئة.



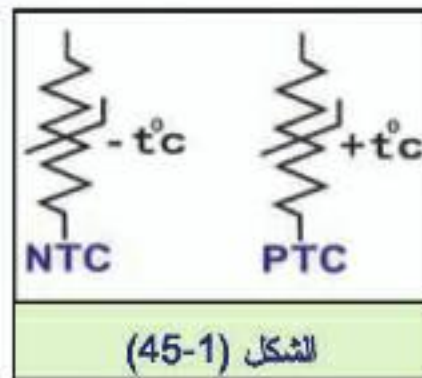
الشكل (1-43) منحنى خواص المقاومة الحرارية (NTC)



◆ مقاومة ذات معامل حراري موجب (PTC): تزداد قيمتها بارتفاع درجة الحرارة. ويبين الشكل (1- 44) منحنى الخواص لهذه



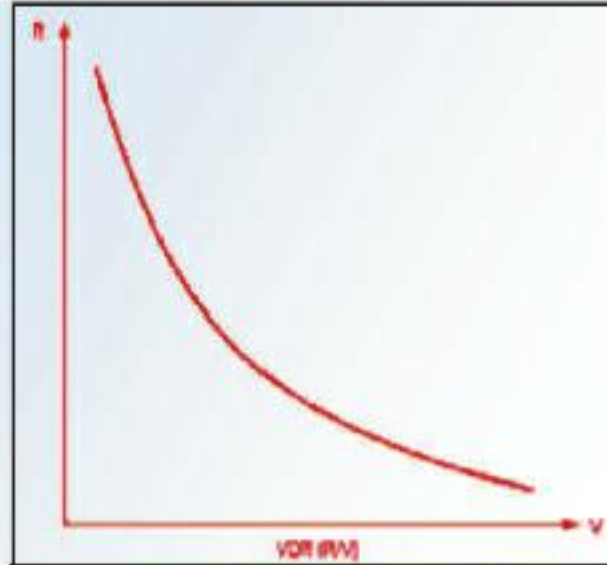
المقاومة.



ويظهر الشكل (1- 45) رموز هذه المقاومات .



تتوضع المقاومة VDR في الدارات والأجهزة الكهربائية بعد فيوز الحماية مباشرة، وعند ارتفاع الجهد عن قيمة محددة، تنخفض مقاومتها مما يؤدي لمرور تيار كبير يسبب الصهار فيوز الحماية، وبالتالي حماية الدارة من ارتفاع الجهد.



الشكل (46-1) منحنى خواص المقاومة (VDR)



تستخدم المقاومة  
LDR في مجال  
الإلكترونيات  
كأجهزة الإنذار،  
والتحكم بالأبواب  
الآلية، والمراجل،  
حيث يتطلب عمل  
هذه الأجهزة  
الإحساس بوجود  
ضوء أو غياب.

### ج. المقاومة المعتمدة على الضوء (Light Dependent Resistor LDR)

المقاومة المعتمدة على الضوء واحدة من أقدم العناصر الكهروضوئية ، وهذه المقاومة تتناقص قيمتها بازدياد شدة الضوء المسلط عليها. وتكون قيمة المقاومة المعتمدة على الضوء في الظلام عالية جداً قد تصل إلى أكثر من (2) ميجا أوم ولكن عندما تتعرض للضوء تنخفض مقاومتها إلى بضع مئات من الأوم.

تصنع المقاومات المعتمدة على الضوء من مواد شبه ناقلة حساسة للضوء مثل كبريتيد الكاديوم ورمزه (CdS) وسيلينيد الكاديوم ورمزه (CdSe). يبين الشكل (1 - 47) تركيب المقاومة المعتمدة على الضوء، حيث تشكل طبقة رقيقة من مادة حساسة للضوء على طبقة عازلة من الزجاج أو السيراميك وتزود بطرفي توصيل ثم توضع في غلاف معدني أو بلاستيكي له نافذة زجاجية تسمح بسقوط الضوء على المادة الحساسة للضوء.



الشكل (47-1) تركيب المقاومة الضوئية ورمزها

وبين الشكل (1 48) منحنى الخواص لهذه المقاومة:



#### رابعاً: المواصفات الفنية للمقاومات

يجب مراعاة المواصفات الفنية الآتية عند اختيار أو استبدال مقاومة تالفة في دائرة كهربائية ما، وهي:

- قيمة المقاومة:** تعبر عن القيمة المطلوبة بالأوم أو الكيلوأوم أو الميغا أوم.
- استطاعة المقاومة:** هي الاستطاعة العظمى التي تبدها للمقاومة بشكل حراري، وتحدد من المعادلة الآتية:

$$P = \frac{V^2}{R} = I^2 \times R$$

- معامل درجة الحرارة:** هو مقدار التغير في قيمة المقاومة عند تغير درجة الحرارة درجة مئوية واحدة.
- الاستقرار:** هو مقدار التغير في قيمة المقاومة الذي يحصل تحت ظروف معينة وفي مدة معينة من الزمن (يعبر عنه كنسبة مئوية %).



### 3-7-1 نظام ترميز المقاومات

#### أ. نظام ألوان المقاومات:

يوجد على سطح المقاومات الكربونية والسطحية ( الغشائية ) رموز لونية تشير إلى قيمتها ونسبة الخطأ. وهناك نظامان معتمدان في الترميز اللوني هما: الترميز اللوني الرباعي والترميز اللوني الخماسي.

#### أولاً: الترميز اللوني الرباعي

وهو أربع حلقات لونية مرسومة على سطح المقاومة، حيث تحدد الحلقة الأولى من جهة اليسار الرقم الأول للمقاومة، وتحدد الحلقة الثانية الرقم الثاني للمقاومة، وتحدد الحلقة الثالثة المضاعف العشري (عدد الأصفار) ، أما الحلقة الرابعة فتحدد نسبة الخطأ المحتملة (التفاوت) في قيمة المقاومة النظرية. يبين الشكل (1 - 49) كيف يتم تحديد قيمة مقاومة ما باستخدام نظام الترميز اللوني الرباعي.

#### ثانياً: الترميز اللوني الخماسي

وهو خمس حلقات لونية مرسومة على سطح المقاومة، وكما هو الحال في النظام الرباعي تحدد الحلقة الأولى من جهة اليسار الرقم الأول للمقاومة، وتحدد الحلقة الثانية للرقم الثاني للمقاومة، أما الحلقة الثالثة فتحدد الرقم الثالث للمقاومة، وتحدد الحلقة الرابعة المضاعف العشري (عدد الأصفار)، والحلقة الخامسة والأخيرة فتحدد نسبة الخطأ في قيمة المقاومة النظرية (التفاوت) . يبين الشكل (1 - 49) كيف يتم تحديد قيمة مقاومة ما باستخدام نظام الترميز اللوني الخماسي.

### نظام الترميز اللوني الرباعي



اللون Color	اللون الأول 1st Band	اللون الثاني 2nd Band	اللون الثالث 3rd Band	عامل الجداء Multiplier	نسبة الخطأ (التفاوت) Tolerance
Black	0	0	0	1Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1%
Red	2	2	2	100Ω	± 2%
Orange	3	3	3	1KΩ	
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100KΩ	± 0.5%
Blue	6	6	6	1MΩ	± 0.25%
Violet	7	7	7	10MΩ	± 0.10%
Grey	8	8	8		± 0.05%
White	9	9	9		
Gold				0.1	± 5%
Silver				0.01	± 10%

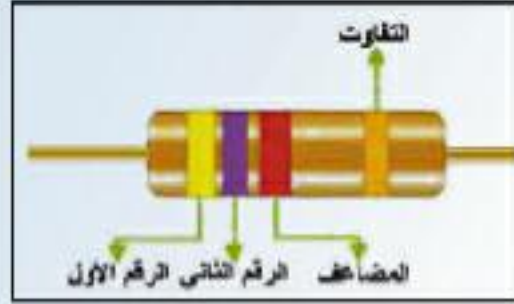


### نظام الترميز اللوني الخماسي

الشكل (49-1) نظاما للترميز اللوني للمقاومات

**مثال:**

ما قيمة المقاومة المبيّنة في الشكل الآتي ، واحسب الحدين الأعلى والأدنى لهذه القيمة.

**الحل:**

بالنظر إلى حلقات الألوان المبيّنة على جسم للمقاومة، يتبين أن:

لون الحلقة الأولى أصفر، ويقابل العدد (4).

لون الحلقة الثانية بنفسجي، ويقابل العدد (7).

لون الحلقة الثالثة أحمر، ويقابل المضاعف (100).

لون الحلقة الرابعة ذهبي، ويقابل نسبة الخطأ (± 5 %)  
توضع الأرقام بجانب بعضها وبالتالي تصبح قيمة المقاومة :

$$47 \times 100 = 4700 \quad [\Omega] = 4.7 [K\Omega]$$

الحد الأعلى لقيمة المقاومة:

$$4700 + 4700 \times \frac{5}{100} = 4700 + 235 = 4935 \Omega$$

الحد الأدنى لقيمة المقاومة:

$$4700 - 4700 \times \frac{5}{100} = 4700 - 235 = 4365 \Omega$$

**ب. نظام الرموز BS1852:**

وفي هذا النظام يتم تحديد مكان لفافسة العشرية، وكذلك قيمة المضاعف العشري بوساطة الحروف الأبجدية الآتية:

وتوضح الأمثلة الآتية طريقة استعمال هذه القائمة:

R18 تعني 0.18 أوم.

560R تعني 560 أوم.

الحرف	نسبة الخطأ
F	±1%
G	±2%
J	±5%
K	±10%
M	±20%



عد تحديد قيمة مقاومة باستخدام نظام الترميز اللوني. يجب أن تكون الحلقة اللونية الأقرب إلى طرف المقاومة على يسار القارئ.



2K7 تعني 2.7 كيلو أوم حيث يستخدم الحرف (K) كمضاعف وفاصلة عشرية.

K39 تعني 39 كيلو أوم.

1M0 تعني 1.0 ميغا أوم. حيث يستخدم الحرف (M) كمضاعف وفاصلة عشرية.

R18J تعني 0.18 أوم والتفاوت  $\pm 5\%$ .

560RK تعني 560 أوم والتفاوت  $\pm 10\%$ .

### ج. القيم القياسية للمقاومات:

تتوفر المقاومات بعدة تسلسلات من القيم العشرية (أي رقم عشرة ومضاعفاته)، ويكون عدد القيم الموجودة في كل سلسلة محكوماً بنسبة الخطأ المحدد. ويشمل المجال قيم المقاومة في المقاومات التي تبلغ نسبة الخطأ  $10\%$  مثلاً، يلزمنا سلسلة القيم العشرية الآتية التالية وتعرف أيضاً بالسلسلة (E6):

1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8
-----	-----	-----	-----	-----	-----

تتوفر في التطبيقات العملية المضاعفات العشرية لهذه القيم. فعلى سبيل المثال يحتوي المجال الخاص على مضاعفات المقاومة ذات القيمة  $2.2 \Omega$  للقيم الآتية:

$2.2 \Omega$	$22 \Omega$	$220 \Omega$	$2.2 K\Omega$	$22 K\Omega$	$220 K\Omega$	$2.2 M\Omega$
--------------	-------------	--------------	---------------	--------------	---------------	---------------

القيم الأساسية لسلسلة E12 للمقاومات التي يبلغ تفاوتها  $10\%$  هي:

1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

القيم الأساسية لسلسلة E24 للمقاومات التي يبلغ تفاوتها  $5\%$  هي:

1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1

## 4-7-1 توصيل المقاومات

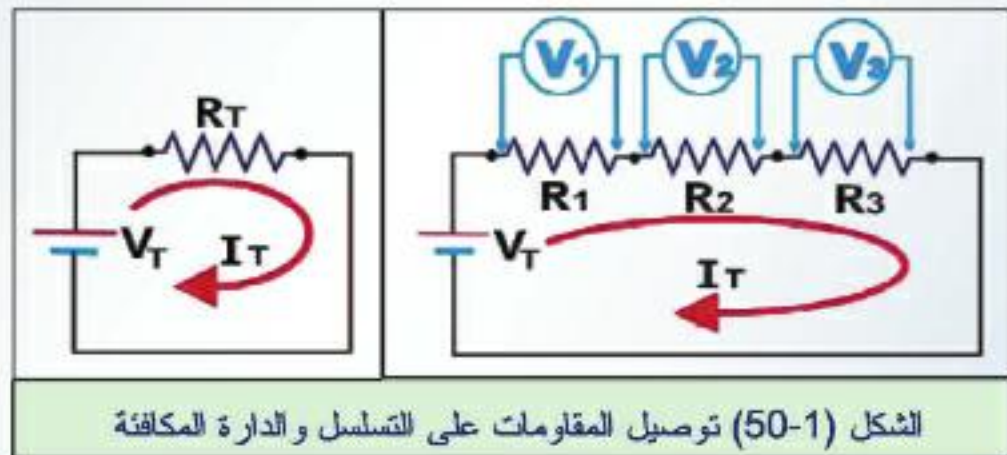
يمكن توصيل المقاومات بثلاث طرائق هي:

**أولاً: توصيل المقاومات على التسلسل**

يتم في الوصل التسلسلي وصل أحد طرفي المقاومة الأولى بالطرف الأول من المقاومة الثانية، والطرف الثاني من المقاومة الثانية متصل مع الطرف الأول من المقاومة الثالثة كما هو مبين الشكل (1 - 50) .

نلاحظ أنه يوجد في الدارات التسلسلية مسار واحد فقط للتيار، حيث يمر **التيار نفسه** في جميع المقاومات، وإذا احترقت إحدى المقاومات انقطع التيار.

يمكن تبسيط هذه الدارة باستبدال المقاومات الثلاث بمقاومة واحدة فقط وهي المقاومة المكافئة (الكلية) كما هو موضح في الشكل (1 - 50) ، ويرمز لها بالرمز  $R_T$  حيث إن الحرف (r) يأتي اختصاراً لكلمة (Total) .



ويقصد بالمقاومة المكافئة، المقاومة التي يمكن وضعها في الدارة بدلاً من مجموعة المقاومات الموصولة على التسلسل دون أن تتغير شدة التيار .

واستناداً إلى قانون أوم يمكن كتابة:

$$\text{هبوط الجهد على المقاومة الأولى: } (V_1 = I_T \times R_1) .$$

$$\text{هبوط الجهد على المقاومة الثانية: } (V_2 = I_T \times R_2) .$$

يمر التيار نفسه في الدارات التسلسلية، ويتوزع جهد المئع ( $V_T$ ) على المقاومات بتناسب طردي، كل حسب قيمتها.



هبوط الجهد على المقاومة الثالثة:  $(V_3 = I_T \times R_3)$  .  
ويكون جهد المنبع  $(V_T)$  مساوياً لمجموع فروق الجهد على المقاومات الثلاث،  
ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

وبالتعويض وبما أن التيار المار في الدارة التسلسلية هو نفسه نجد:

$$I_T R_T = I_T R_1 + I_T R_2 + I_T R_3$$

$$I_T R_T = I_T (R_1 + R_2 + R_3)$$

وباختصار التيار  $I_T$  من طرفي العلاقة السابقة تصبح على الشكل الآتي:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

وهكذا يتبين أن قيمة المقاومة المكافئة لدارة التسلسل تساوي مجموع المقاومات  
الداخلية في تركيب هذه الدارة ، لاحظ الشكل (1 - 51) .



عندما تحتوي الدارة الكهربائية على عدة مقاومات  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$  موصولة تسلسلياً فإن قيمة المقاومة المكافئة لهذه الدارة تعطى بالعلاقة:

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

ملاحظة:

عندما تحتوي الدارة الكهربائية على  $(n)$  مقاومة متساوية القيمة وموصولة تسلسلياً  $R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n$  فإن قيمة المقاومة المكافئة لهذه الدارة تعطى بالعلاقة:

$$R_T = n \times R$$



تعتمد قيمة التيار الكهربائي في دارات التسلسل على جهد المصدر ( $V_T$ )، والمقاومة المكافئة ( $R_T$ ) للدارة ويحسب تيار الدارة ( $I_T$ )، بناء على قانون أوم على النحو الآتي:

التيار = (جهد المنبع ÷ المقاومة المكافئة)

$$I_T = \frac{V_T}{R_T}$$

### مثال 1 :

وصلت المقاومات  $R_1 = 10 \Omega$ ،  $R_2 = 20 \Omega$ ،  $R_3 = 30 \Omega$  على التسلسل كما مبين في الشكل (42)، احسب المقاومة المكافئة.

### الحل:

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 10 + 20 + 30 \\ &= 60 \Omega \end{aligned}$$

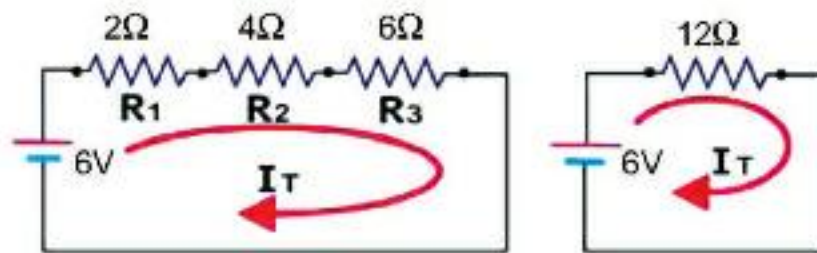
### مثال 2 :

وصلت ثلاث مقاومات الأولى قيمتها (2) أوم، والثانية قيمتها (4) أوم، والثالثة قيمتها (6) أوم على التوالي بين قطبي بطارية جهدها (6) فولت والمطلوب:

أ- ارسم الدارة الكهربائية.  
ب- احسب المقاومة المكافئة.  
ج- ارسم الدارة المكافئة.  
د- احسب التيار الكلي.

### الحل:

أ. رسم الدارة:



ب. حساب المقاومة المكافئة ( $R_T$ ):

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ R_T &= 2 + 4 + 6 = 12 [\Omega] \end{aligned}$$

ج. الدارة المكافئة:

الدارة المكافئة: تبسط الدارة الكهربائية باستبدال المقاومات بمقاومة واحدة فقط وهي المقاومة المكافئة (الكلية) كما موضح في الشكل السابق وتسمى هذه الدارة بالدارة المبسطة.

د. حساب التيار الكلي ( $I_T$ ):

$$I_T = \frac{V_T}{R_T}$$

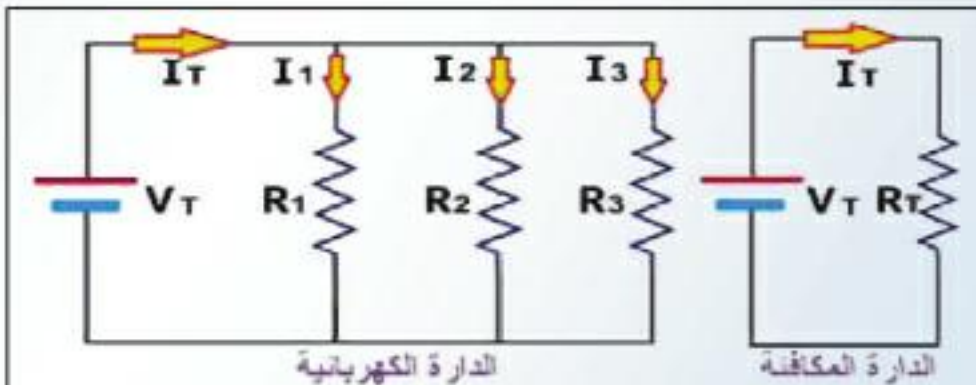
$$I_T = \frac{6}{12} = 0.5 [A]$$

### ثانياً: توصيل المقاومات على التفرع

يتم في التوصيل التفرعي وصل الأطراف الأولى للمقاومات مع بعضها بعضاً، بينما يتم وصل الطرف الثاني للمقاومات مع بعضها بعضاً كما في الشكل (1 - 52). يمكن تبسيط هذه الدارة وذلك باستبدال المقاومات الثلاث بمقاومة واحدة فقط تسمى المقاومة المكافئة (الكلية) كما هو موضح في الشكل نفسه، ويرمز لها بالرمز ( $R_T$ ). يقصد بالمقاومة المكافئة، المقاومة التي يمكن وضعها في الدارة بدلاً من مجموعة المقاومات الموصولة على التفرع.



يتوزع التيار في الدارات التفرعية على المقاومات بتناسب عكسي كل حسب قيمتها.



الشكل (1-52) توصيل المقاومات على التفرع والمقاومة المكافئة

يكون الجهد المطبق على المقاومات الموصولة على التفرع هو نفسه ويساوي جهد المبدع، وبالتالي يمكن كتابة المعادلة التالية:

$$V_T = V_{R1} = V_{R2} = V_{R3}$$

وبتطبيق قانون كيرشوف الأول للتيار نجد:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 \dots\dots\dots (1)$$

إن التيار  $I_1$  المار في المقاومة الأولى يعطى بالعلاقة:  $I_1 = \frac{V_T}{R_1}$

إن التيار  $I_2$  المار في المقاومة الثانية يعطى بالعلاقة:  $I_2 = \frac{V_T}{R_2}$

إن التيار  $I_3$  المار في المقاومة الثالثة يعطى بالعلاقة:  $I_3 = \frac{V_T}{R_3}$   
وبالتعويض في المعادلة (1) نجد:

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

وبإخراج  $V_T$  خارج قوسين:

$$V_T \left( \frac{1}{R_T} \right) = V_T \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

وباختصار  $V_T$  من طرفي المعادلة نجد:

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

عندما تحتوي الدارة الكهربائية على عدة مقاومات  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$

موصولة تفرعياً فإن قيمة المقاومة المكافئة لهذه الدارة تعطى بالعلاقة:

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

ملاحظة:

عندما تحتوي الدارة الكهربائية على (n) مقاومة متساوية للقيمة وموصولة

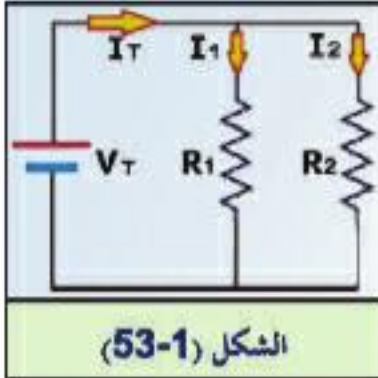
تفرعياً  $R_1 = R_2 = R_3 = \dots\dots\dots = R_n$  فإن قيمة المقاومة المكافئة لهذه الدارة تعطى

بالعلاقة:

$$R_T = \frac{R}{n}$$



عند توصيل مقاومتين  $(R_1, R_2)$  على التفرع، كما في الشكل (1-53). فإن قيمة المقاومة المكافئة  $(R_T)$  لهما تعطى بالعلاقة الآتية:



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

### مثال 3:

وصلت المقاومتان  $R_1 = 60 \Omega$ ،  $R_2 = 40 \Omega$  على التفرع، احسب المقاومة الكهربائية المكافئة لهما.

### الحل:

بما أن الدارة تحتوي على مقاومتين فقط، يمكن استخدام المعادلة:

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{60 \times 40}{60 + 40} = 24 \Omega$$

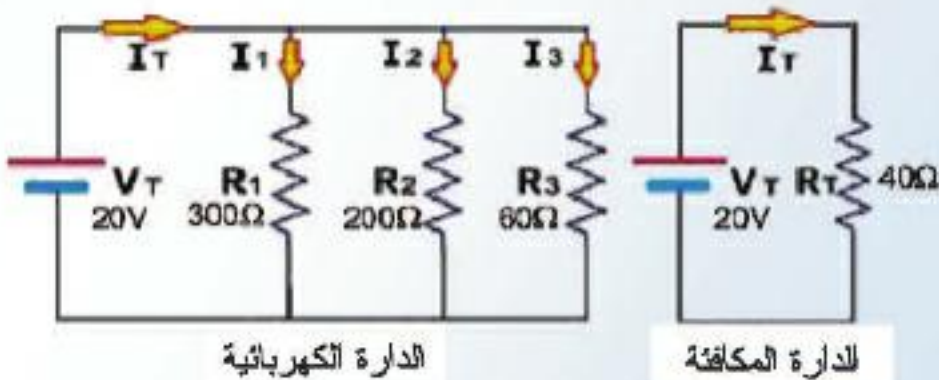
### مثال 4:

وصلت المقاومات  $R_1 = 300 \Omega$ ،  $R_2 = 200 \Omega$ ،  $R_3 = 60 \Omega$  على التفرع إلى مصدر جهد مستمر (بطارية) جهده  $V_T = 20 \text{ V}$  والمطلوب:

- رسم الدارة الكهربائية.
- حساب المقاومة المكافئة.
- رسم الدارة المكافئة.
- حساب التيار الكلي، وحساب التيار المار عبر كل مقاومة.

### الحل:

أ. رسم الدارة:



ب. حساب المقاومة المكافئة (  $R_T$  ) :

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{300} + \frac{1}{200} + \frac{1}{60}$$

تتطلب عملية جمع هذه الكسور توحيد مقاماتها، والمضاعف المشترك الأصغر في هذه الحالة يساوي (600)، وبالتالي:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{2}{600} + \frac{3}{600} + \frac{10}{600} = \frac{15}{600}$$

ويقلب طرفي هذه المعادلة نحصل على:

$$R_T = \frac{600}{15} = 40 \Omega$$

ج. الدارة المكافئة:

الدارة المكافئة: وتعني تبسيط الدارة الكهربائية باستبدال المقاومات بمقاومة واحدة فقط وهي المقاومة المكافئة (الكلية) كما موضح في الشكل السابق وتسمى هذه الدارة بالدارة المبسطة.

د. حساب التيار الكلي (  $I_T$  ) :

$$I_T = \frac{V_T}{R_T}$$

$$I_T = \frac{20}{40} = 0.5 [A]$$

التيار المار عبر المقاومة  $R_1$ :

$$I_1 = \frac{V_T}{R_1} = \frac{20}{300} = 0.0066 [A]$$

التيار المار عبر المقاومة  $R_2$ :

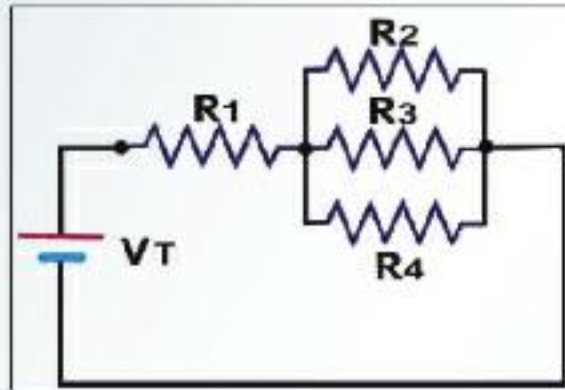
$$I_2 = \frac{V_T}{R_2} = \frac{20}{200} = 0.01 [A]$$

التيار المار عبر المقاومة  $R_3$ :

$$I_3 = \frac{V_T}{R_3} = \frac{20}{60} = 0.66 [A]$$

### ثالثاً: التوصيل المختلط للمقاومات

نحصل على التوصيل المختلط بالجمع بين التوصيل التسلسلي والتوصيل التفرعي للمقاومات كما موضح في الشكل (1-54)، وفيه المقاومات  $(R_1)$ ،  $(R_2)$ ،  $(R_3)$ ،  $(R_4)$  موصولة تفرعياً، وهذه المجموعة موصولة على التسلسل مع المقاومة  $(R_5)$ .



الشكل (1-54) للتوصيل المختلط للمقاومات



### فكر واستنتج

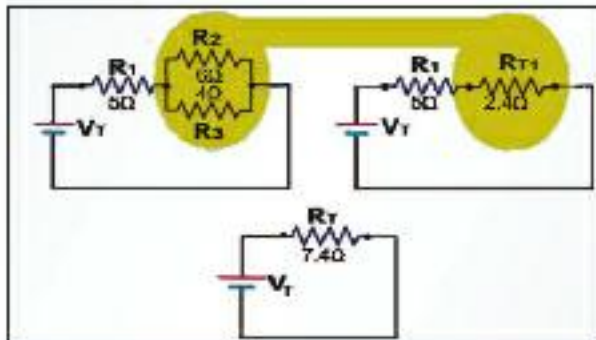
لماذا تلجأ إلى الربط التسلسلي أو التفرعي أو المختلط للمقاومات؟

### مثال 5:

احسب المقاومة الكلية للدارة الكهربائية المبينة في الشكل (1-55).

### الحل:

يتطلب إيجاد المقاومة الكلية لهذه الدارة العمل على مراحل:



الشكل (1-55)

**الخطوة الأولى:** بما أن المقاومتين  $(R_2)$  و  $(R_3)$  موصولتان على التفرع، فيمكن أن يُجمعا في مقاومة مكافئة  $(R_{T1})$ :

$$R_{T1} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{6 \times 4}{6 + 4} = \frac{24}{10} = 2.4 [\Omega]$$



## الخطوة الثانية:

بما أن المقاومين ( $R_I$  و  $R_{T1}$ ) موصولتان على التسلسل، فيمكن أن يجمعاً في مقاومة مكافئة ( $R_T$ ):

$$\begin{aligned} R_T &= R_I + R_{T1} \\ &= 5 + 2.4 \\ &= 7.4 \Omega \end{aligned}$$

## 5-7-1 أعطال المقاومات

تتعطل المقاومة عادة نتيجة زيادة التيار المار عبرها عن الحد المسموح به، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها إلى الحد الذي ينقطع معه السلك المكوّن للمقاومة السلكية أو تلف الطبقة الكربونية. وعندها تشكل المقاومة دائرة مفتوحة، ويتم في هذه الحالة اكتشاف عطل المقاومة بقياس قيمتها باستخدام الأوميمتر، بعد فصل مصدر التغذية عن الدارة وفصل أحد أطراف المقاومة.

هناك عطل آخر يسمى تغير القيمة نتيجة للاستعمال المتكرر، حيث ترتفع قيمة المقاومة دون أن تحترق. يجب استبدال المقاومة التالفة بأخرى لها المواصفات نفسها من حيث القيمة بالأوم والامتطاعة العظمى بالواط، وعند قياس قيمة المقاومة باستخدام الألفو، يجب أن تكون القيمة المقاسة بوساطته مساوية للقيمة المحسوبة نظرياً تقريباً كما هو موضح في الشكل (1 - 56) .



الشكل (1-56) استخدام الألفو لقياس المقاومة

## أسئلة

### السؤال الأول:

املأ الفراغ بالكلمة أو العبارة المناسبة:

1. المقاومة الكهربائية هي: ..... وتقاس بوحدة: .....
2. تعتمد مقاومة موصل ما على أربعة عوامل هي: .....
3. المقاومة النوعية للمادة هي: .....
4. تقاس المقاومة النوعية بوحدة: .....
5. العلاقة التي تستخدم في حساب مقاومة الموصل بدلالة أبعاده ونوع مادته هي: .....
7. يعرف المعامل الحراري لمقاومة المادة بأنه ..... .
8. مقاومة الأسلاك الكهربائية غير مرغوب فيها لأنها تسبب: ..... و .....

### السؤال الثاني:

أجب عن جميع الأسئلة الآتية:

1. ماذا نعني بالاختصارات الآتية:
  - أ. ( PTC ) : .....
  - ب. ( NTC ) : .....
  - ج. ( VDR ) : .....
  - د. ( LDR ) : .....
2. ما القيمة العظمى والصغرى لكل من المقاومتين للمبينتين في الشكل المبين أدناه وذلك باستخدام نظام الترميز اللوني للمقاومات؟

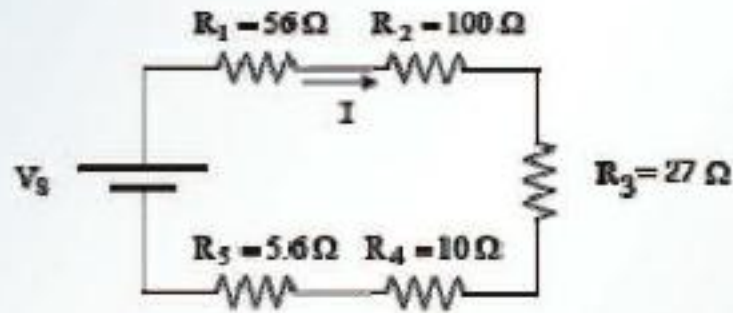


المسائل الثاني:

حل جميع المسائل الآتية:

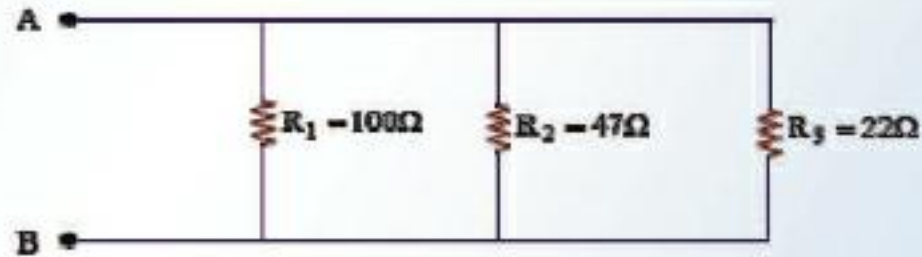
1. سلك من النحاس طوله (80) متراً، للمقاومة النوعية للنحاس (0.0178) أوم متر. احسب مقاومة السلك إذا كانت:  
 أ- مساحة مقطعه (1.5) مم<sup>2</sup>.  
 ب- مساحة مقطعه (2.5) مم<sup>2</sup>.  
 قارن بين الإجابتين واكتب ملاحظتك .

2. احسب قيمة المقاومة المكافئة  $R_T$  في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل الآتي:



3. أوجد قيمة المقاومة المكافئة  $R_T$  لثماني مقاومات متساوية القيمة متصلة على التسلسل. مع العلم أن قيمة المقاومة الواحدة تساوي  $22 \Omega$ .

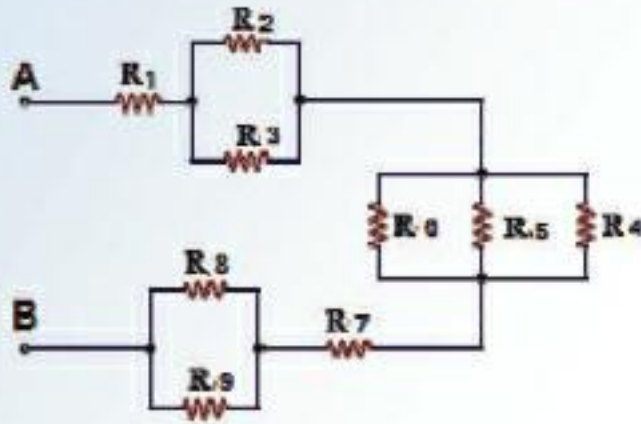
4. احسب قيمة المقاومة المكافئة  $R_T$  بين النقطتين A، B في الشكل الآتي:



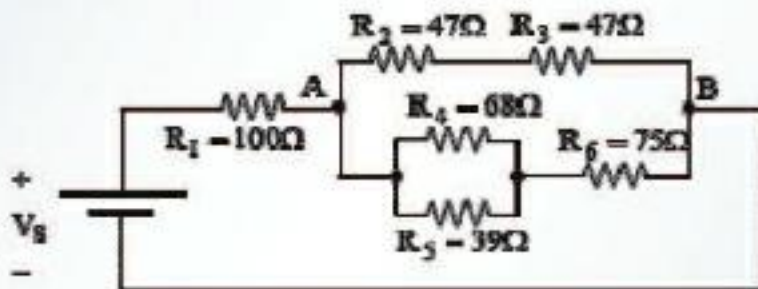
5. احسب قيمة المقاومة المكافئة  $R_T$  لأربع مقاومات متساوية القيمة كل منها تساوي  $100 \Omega$  موصولة على التوازي.



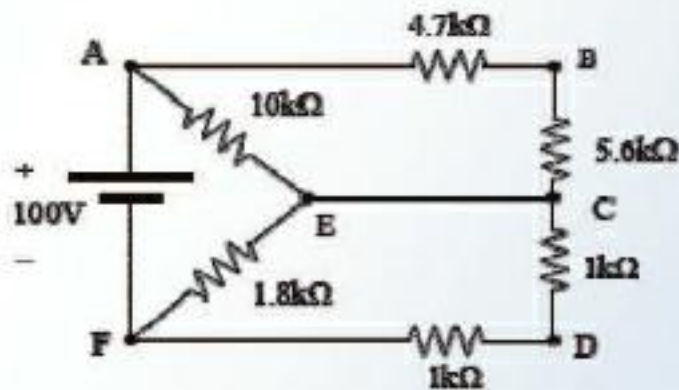
6. اكتب علاقة المقاومة المكافئة  $R_T$  بين النقطتين A, B في الشكل الآتي:



7. احسب قيمة المقاومة المكافئة  $R_T$  بين طرفي منبع التغذية  $V_S$  في الدارة المبينة في الشكل الآتي:



8. احسب قيمة المقاومة المكافئة  $R_T$  للدارة الكهربائية المبينة في الشكل الآتي:



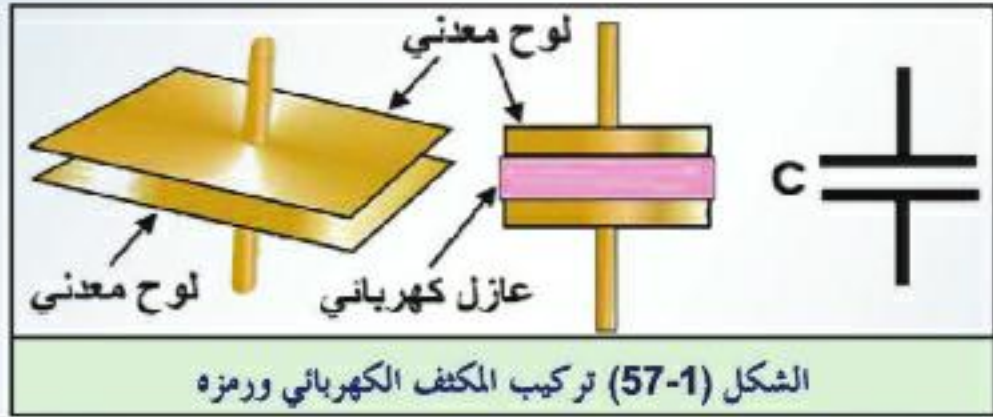
## المكثفات الكهربائية

المكثف هو عنصر كهربائي يقوم باحتزان الطاقة الكهربائية أثناء عملية الشحن على شكل طاقة كهربائية وتفريغها (إعادتها) أثناء عملية التفريغ.

## تركيب المكثف

1-8-1

يتكون المكثف في أبسط أشكاله من لبوسين (لوحين) معدنيين متوازيين، تفصل بينهما مادة عازلة، مثل الهواء أو الورق المشبع بالزيت أو مواد من البلاستيك أو الميكا أو مواد من السيراميك. ويوصل بكل لبوس من لبوسي المكثف طرف توصيل. ويبين الشكل (1-57) طريقة تركيب المكثف بأبسط أشكاله ورمزه في الدارات الكهربائية.



## آلية عمل المكثف

2-8-1

سنناقش في هذه الفقرة آلية عمل المكثف.

عندما يكون المفتاح (S1) غير موصول يكون جهد المنبع غير مطبق على المكثف، لذا يوجد عدد متماثل من الإلكترونات الحرة على كل لوح، وبالتالي لا يوجد فرق جهد بين لبوسي المكثف كما في الشكل (1-58-A).

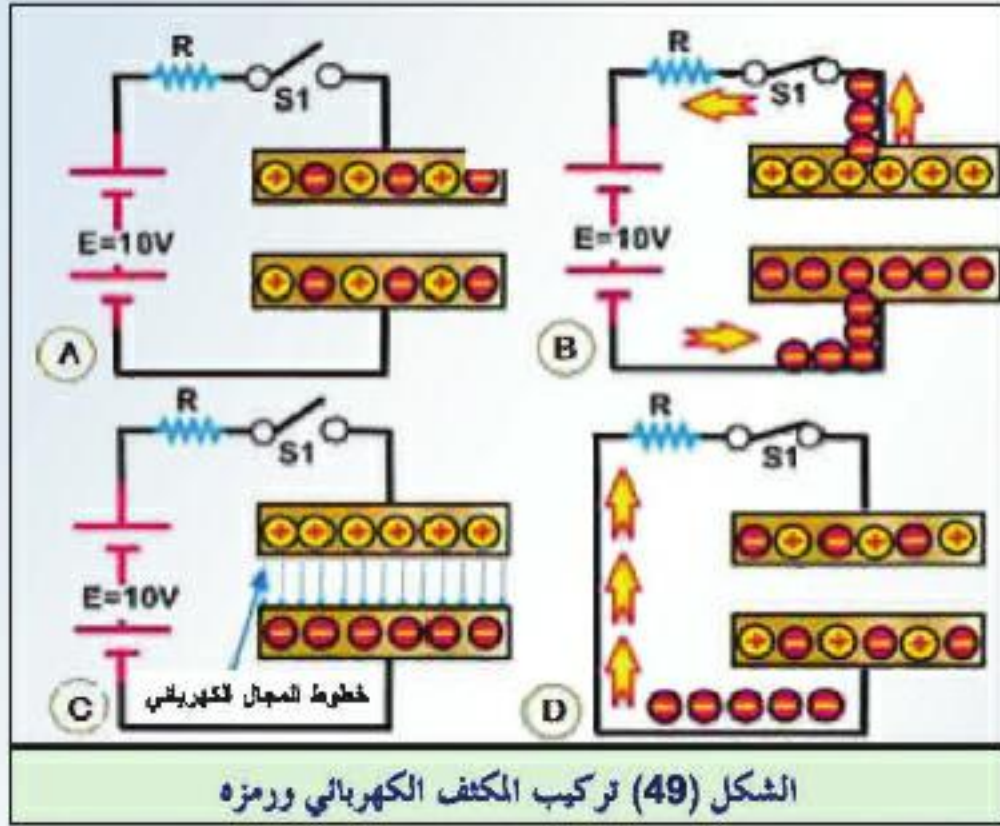
عند إغلاق المفتاح (S1) تقوم البطارية بجذب الإلكترونات الحرة الموجودة على اللبوس العلوي للمكثف باتجاه قطبها الموجب، كما تقوم بدفع كمية متساوية من الإلكترونات من قطبها السالب نحو اللبوس السفلي للمكثف ونتيجة لذلك يمر تيار في الدارة نحدد قيمته بوساطة المقاومة الخارجية (R).

هل تعلم

أن هناك سعة بين أسلاك خطوط نقل الكهرباء، وما بين هذه الأسلاك والأرض، وذلك لوجود مجال كهربائي بين أي نقطتين لهما جهد معين، وغالباً ما تكون هذه السعة صغيرة جداً.



إن فقد اللبوس العلوي للإلكترونات الحرة يعطيه شحنة موجبة، كما أن زيادة الإلكترونات الحرة على اللبوس السفلي يعطيه شحنة سالبة، ويؤدي هذا إلى توليد فرق جهد بين لبوسي ( طرفي ) المكثف كما في الشكل (B-58-1).



الشكل (49) تركيب المكثف الكهربائي ورمزه

يستمر شحن المكثف حتى يصبح فرق الجهد بين لبوسيه مساوياً لجهد منبع التغذية (البطارية)، ويستمر مرور التيار في الدارة حتى يصبح الجهد على طرفي المكثف (10) فولت، وعندما يصبح جهد المكثف مساوياً لجهد البطارية، يتوقف مرور التيار لعدم وجود فرق بين جهد المكثف وجهد البطارية.

يبين الشكل (C-58-1) أنه في الوقت الذي يصبح فيه المكثف مشحوناً، يمكن فتح المفتاح (S1)، وسيحافظ المكثف بعد ذلك على شحنته الموجودة على لبوسيه والتي تكون بشكل مجال كهربائي، تتجه خطوطه من اللبوس الموجب إلى اللبوس السالب. وعند فصل المكثف عن الدارة يمكن استخدامه لفترة قصيرة كمصدر للجهد، ويتم تفريغ شحنته عند وصله بحمل كهربائي، حيث يعود لبوساه للتعاادل مرة أخرى كما هو موضح في الشكل (D-58-1) ونلاحظ أن تيار الشحن أو التفريغ يمر في الدارة الخارجية وليس عبر المكثف نفسه، نظراً لوجود المادة العازلة بين لبوسي المكثف.



### 3-8-1 السعة الكهربائية للمكثف (C)

هي خاصية للمكثف وتحدد مقدار الشحنة الكهربائية التي يستطيع أن يخزنها مكثف عند تطبيق جهد محدد بين طرفيه وتعطى بالعلاقة:

$$C = \frac{Q}{V}$$

حيث:

**C** سعة المكثف وتقاس بالفاراد [F]

**Q** شحنة المكثف وتقاس بالكولون [C] .

**V** فرق الجهد بين طرفي المكثف ويقاس بالفولت [V] .

**الفاراد [F]:** هو سعة مكثف إذا شحن بشحنة مقدارها (1) كولون كان فرق الجهد بين طرفيه (1) فولت.

#### ملاحظة (1)

يقصد بشحنة المكثف قيمة شحنة أحد لبوسيه الموجبة أو السالبة (كقيمة مطلقة) لأنهما متساويتان.

#### ملاحظة (2)

إن قيمة الفاراد قيمة كبيرة وغير موجودة عملياً ولذلك تستعمل في التطبيقات العملية أجزاء الفاراد، وهي:

$$1[\mu F] = 1 \times 10^{-6} [F] \quad \text{الميكروفاراد } [\mu F]$$

$$1[nF] = 1 \times 10^{-9} [F] \quad \text{النانو فاراد } [nF]$$

$$1[PF] = 1 \times 10^{-12} [F] \quad \text{البيكوفاراد } [PF]$$

### 4-8-1 الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثف (W<sub>C</sub>)

يخزن المكثف الطاقة الكهربائية . وتتناسب الطاقة المخزنة في المكثف طردياً مع حاصل جداء قيمة السعة ومربع قيمة فرق الجهد بين طرفي المكثف، وتعطى بالمعادلة الآتية:

$$W_c = \frac{1}{2} C V^2$$

- حيث :  $W_c$  قيمة الطاقة المختزنة وتقاس بالجول  $[J]$  .  
 $C$  السعة وتقاس بالفاراد  $[F]$  .  
 $V$  الجهد بين طرفي المكثف ويقاس بالفولت  $[V]$  .

### 5-8-1 أنواع المكثفات

يمكن تقسيم المكثفات إلى قسمين أساسيين:

- ◆ مكثفات ثابتة القيمة.
- ◆ مكثفات متغيرة القيمة.

#### أولاً: المكثفات ثابتة القيمة

المكثف ثابت القيمة هو المكثف محدد السعة من قبل الشركة الصانعة، حيث يسجل على جسمه مقدار سعته، ومقدار فرق الجهد المسموح تطبيقه على طرفيه. ومن أنواع المكثفات ثابتة القيمة تبعاً لنوع المادة العازلة:

#### أ. المكثفات الورقية:

يتكون المكثف الورقي من لبوسين ( طبقتين ) من الألمنيوم بينهما طبقة رقيقة من الورق المشبع بالشمع أو بالزيت، وتلف المجموعة معاً، ثم تغلف بمادة كيميائية كما هو موضح في الشكل (59-1)، أو تحفظ في وعاء معدني صغير محكم الإغلاق (1)، أو في إناء معدني مملوء بالزيت، وذلك من أجل زيادة خاصية العزل للورق، والمساعدة على حماية المكثف من ارتفاع درجة حرارته. توجد المكثفات الورقية بسعات وجهود مختلفة، وتستخدم كمكثفات تشغيل في المحركات .



الشكل (59-1) مكثفات ورقية



**ب. المكثفات البلاستيكية:**

الشكل (60-1) مكثفات ورقية

تستخدم هذه الأنواع أغشية من مادة بلاستيكية عوضاً عن صفائح للورق. كما هو موضح في الشكل (1 - 60) ومن بعض أنواع المواد البلاستيكية العازلة شائعة الاستعمال مثل: البوليسترين، البوليستر، البولي كربونات، البولي بروبيلين.

**ج. مكثفات الميكا:**

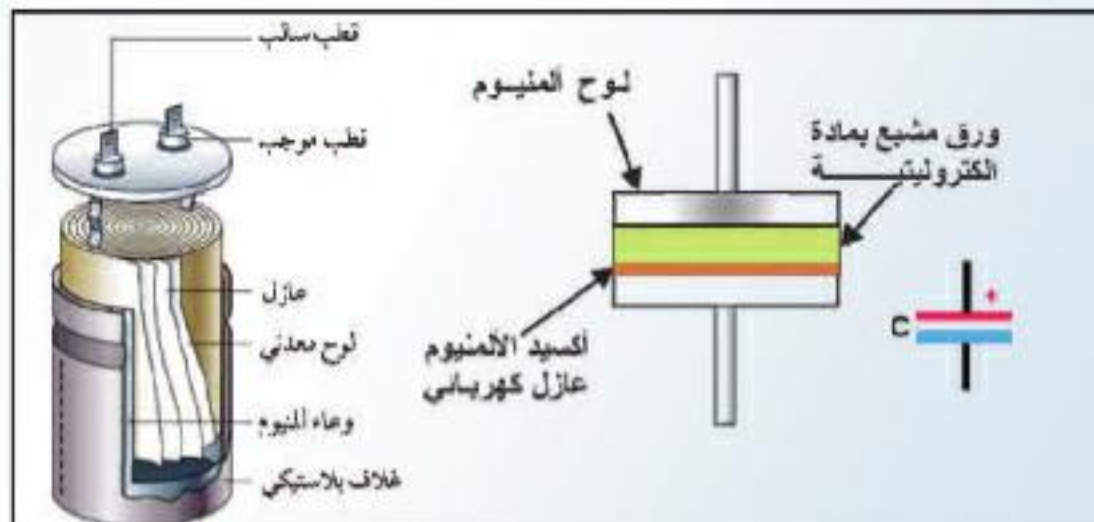
تتكون من شرائح من الميكا كوسط عازل بين لبوسين معدنيين، وقد تغطي شرائح الميكا ذاتها بطبقة رقيقة من الفضة لتحل محل الألواح المعدنية. ويسمى المكثف في هذه الحالة مكثف الميكا الفضي، ويخلف بطبقة عازلة يبرز منها طرفا التوصيل.

**د. مكثفات السيراميك:**

يتكون مكثف السيراميك من لوح من السيراميك تغطي وجهيه طبقتان معدنيتان هما لبوسا المكثف.

**هـ. المكثفات الكيميائية (الإلكترونية):**

تتميز هذه المكثفات بسعتها الكبيرة وحجمها الصغير ويبين الشكل (1 - 61) هذا النوع من المكثفات، حيث يتركب من لوح من الألمنيوم يشكل الطبقة السفلية وطبقة عازلة من أكسيد الألمنيوم، وطبقة من الورق مشبعة بمادة كيميائية مناسبة مثل بلورات الألمنيوم، ولوح من الألمنيوم يشكل الطبقة العلوية.



الشكل (61-1) تركيب المكثف الكيميائي ورمزه



فعند توصيل المكثف مع جهد تغذية مستمر، يشكل اللبوس السفلي القطب الموجب للمكثف، ويصبح أكسيد الألمنيوم المترسب عليه هو الوسط العازل، بينما تشكل طبقة الورق واللوح العلوي اللبوس السالب للمكثف.

يبين الشكل (1 - 61) كيفية الاستدلال على القطب الموجب للمكثف الكيميائي. فعند وصل هذا النوع من المكثفات في الدارات الإلكترونية، يوصل الطرف الموجب مع نقطة الجهد الأكثر إيجابية لمنع التغذية، لأن عكس قطبية المكثف الكيميائي يؤدي إلى انفجاره وتلفه.

تصنع المكثفات الكيميائية غير المستقطبة بترسيب طبقات أكسيد الألمنيوم فوق سطحي لوحي المكثف. ويمكن استخدام هذه المكثفات مع مصادر الجهد المستمر أو الجهد المتناوب. من مساوئ المكثفات الكيميائية وجود تسرب عالٍ بين قطبيها، وتلفها عند تخزينها لفترات طويلة نتيجة لجفاف العازل وتلفه.

#### 6. مكثفات التنتاليوم الإلكترونية:

يمكن استخدام التنتاليوم بدلاً من الألمنيوم، ويسمى المكثف في هذه الحالة مكثف التنتاليوم، وهو أكثر كلفة من مكثفات الألمنيوم الإلكترونية، إلا أنها تمتاز على مكثفات الألمنيوم بصغر حجمها، وثبات سعتها مع تغيرات درجة الحرارة، وطول فترة صلاحيتها عند التخزين.

#### ثانياً: المكثفات متغيرة القيمة ( Variable )

يتكون هذا النوع من المكثفات من صفائح متوازية من الألمنيوم أو النحاس، على شكل دائري أو بيضوي، مثبتة على محور قابل للدوران، بطريقة تسمح لهذه الصفائح بالتداخل مع مجموعة من صفائح أخرى، مساوية لها في المساحة، وتكون المادة العازلة في هذا النوع من المكثفات هي الهواء كما هو مبين في الشكل (1 - 62).



علل

لماذا لا تستخدم  
المكثفات الكيميائية  
المستقطبة في  
دارات التيار  
المتناوب؟



الشكل (1-62) بعض أشكال المكثفات الكيميائية ورموزها



## فكر واستنتج

متى تكون سعة  
مكثف الضبط  
أصغر ما يمكن؟

تستخدم هذه المكثفات في أجهزة الراديو، ويمكن الحصول على سعات مختلفة منها حسب وضع الألواح وتداخلها مع بعضها بعضاً، فعندما تتداخل الصفائح الدوارة كلياً مع الصفائح الثابتة، تكون سعة المكثف عند قيمتها العظمى.

هناك نوع من المكثفات المتغيرة يعرف باسم مكثف الضبط الدقيق ( *Trimmer Capacitor* ) ويستخدم عندما تكون الغاية إحداث تغييرات صغيرة في قيمة السعة بفرض ضبط القيمة المطلوبة. ويتم ذلك عادة عن طريق تغيير المساحة المشتركة بين اللبوسين بواسطة برغي الضبط.

## المواصفات الفنية للمكثفات

6-8-1

يتم اختيار المكثف الملائم للاستخدام المطلوب وفقاً لخصائص فنية محددة للمكثفات، وأهمها :

## أ. السعة:

وهي القيمة الاسمية للمكثف المعبر عنها بالميكروفاراد، أو النانوفاراد، أو البيكوفاراد مكتوبة على جسم المكثف.

## ب. جهد التشغيل الأعظمي:

هو الجهد الأعظمي المسموح تطبيقه باستمرار على المكثف، ويؤدي تجاوز هذه القيمة إلى انهيار الطبقة العازلة الموجودة بين لوحى المكثف، مما يؤدي إلى تلفه. وتتناسب هذه القيمة طردياً مع سمك طبقة العازل. ويتم التعبير عن جهد التشغيل المقرر بالنسبة للجهد المستمر والمتناوب من خلال تسجيل قيمتها على جسم المكثف.

## ج. الخطأ أو (الدقة):

هو الانحراف الأقصى المسموح به عن القيمة الاسمية (ويعبر عنه بالنسبة المئوية).

## د. معامل درجة الحرارة:

وهو تغير مقدار سعة المكثف مع تغير درجة الحرارة درجة مئوية واحدة.

## هـ. تيار التسريب:

وهو التيار المستمر المار في العازل الكهربائي عند تطبيق جهد التشغيل المقرر ويقاس عند درجة حرارة معينة.



### و. مقاومة العزل:

هي مقاومة العازل الكهربائي عند تسليط جهد التشغيل المقرر وذلك عند درجة حرارة معينة.

### ز. الاستقرار:

هو التغير في قيمة سعة المكثف (كنسبة مئوية) الذي يحصل في ظروف محددة، وخلال مدة زمنية محددة.

### توصيل المكثفات

7-8-1

توصل المكثفات كالمقاومات على التسلسل أو على التفرع، كما يلي:

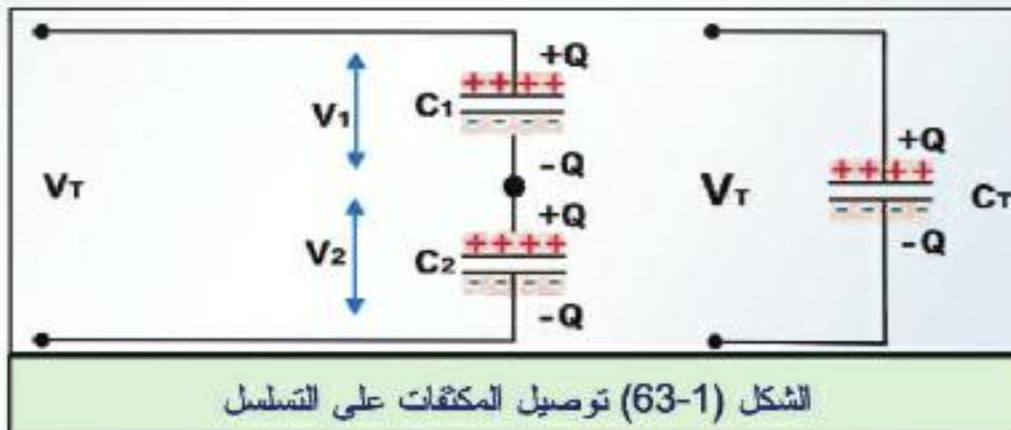
### أولاً: توصيل المكثفات على التسلسل

وصل مكثفين على التسلسل يكافئ مضاعفة سماكة العازل. وهذا يعني أن المكثفين الموصولين على التسلسل يعملان كمكثف واحد، سماكة العازل فيه تكافئ مجموع سماكتي العازلين في المكثفين. وبما أن السعة تتناسب عكسياً مع المسافة الفاصلة بين اللبوسين، فإن زيادة سماكة العازل تؤدي إلى تخفيض قيمة السعة الكلية. ويبين الشكل (1 - 63) توصيل مكثفين على التسلسل.



### فكر وقارن

بين التوصيل التسلسلي للمكثفات والتوصيل التسلسلي للمقاومات.



إذا وصل مكثفان على التسلسل كما هو مبين في الشكل (1 - 63) ، تكون الشحنة الكهربائية على المكثفين متساوية. أما فرق الجهد الكلي ( $V_T$ ) فيساوي مجموع فروق الجهد بين لبوسين المكثفين، ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة



الآتية:

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$\frac{Q}{C_T} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

وبما أن الشحنة الكهربائية للمكثفات متساوية فيمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

وبمعنى آخر، في حالة التوصيل التسلسلي لعدة مكثفات، فإن مقلوب السعة المكافئة الناتجة يساوي مقلوب كل من السعات المختلفة للمكثفات المنفردة. وتكون السعة المكافئة أقل من سعة أصغر المكثفات في المجموعة.

إذا وصل عدد  $n$  من المكثفات على التسلسل، فإن مقلوب قيمة السعة المكافئة تعطى بالعلاقة التالية:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

ونلاحظ أن لهذه المعادلة الشكل ذاته الذي كان لمعادلة حساب المقاومات على التفرع.

### مثال 1 :

ثلاث مكثفات:  $C_1 = 4 \mu F$   $C_2 = 3 \mu F$   $C_3 = 2 \mu F$   
موصولة على التسلسل. والمطلوب: حساب السعة المكافئة لهذه المجموعة.

### الحل:

حساب السعة المكافئة:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{13}{12} \Rightarrow$$

$$C_T = \frac{12}{13} = 0.92 [\mu F]$$

### ثانياً: توصيل المكثفات على التفرع

توصيل مكثفين على التفرع يكافئ مضاعفة مساحة لوح المكثف وهذا يعني أن المكثفين الموصولين على التفرع يعملان كمكثف واحد، فيه مساحة لبوس تكافئ مجموع مساحتي لبوس المكثفين. وبما أن السعة تتناسب تناسباً طردياً مع مساحة لبوس المكثف. فإن زيادة مساحة لبوس المكثف يؤدي إلى زيادة السعة الكلية.

إذا وصل مكثفان على التفرع كما هو مبين في الشكل (1-64)، يكون فرق الجهد بين طرفي كل منهما مساوياً لجهد المنبع، أما الشحنة الكهربائية الكلية فتكون مساوية لمجموع شحنتي المكثفين، أي:

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$C_T V_T = C_1 V_T + C_2 V_T$$

وبما أن الجهد المطبق في دائرة التفرع يساوي جهد المنبع، فيمكن كتابة العلاقة السابقة كما يلي:

$$C_T = C_1 + C_2$$



ويعني آخر، في حالة التوصيل التفرعي لعدة مكثفات، فإن السعة المكافئة تساوي مجموع سعات كل منها.

إذا وصل عدد ( $n$ ) من المكثفات على التفرع، فإن قيمة السعة المكافئة تعطى بالعلاقة:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + ..... + C_n$$



### فكر وقارن

بين التوصيل  
التفرعي للمكثفات  
والتوصيل التفرعي  
للمقاومات.



ونلاحظ أن قيم سعات المكثفات الموصولة على التفرع، تجمع مثل جمع قيم المقاومات الموصولة على التسلسل.

### مثال 2 :

ثلاث مكثفات سعة كل منها (5) ميكرو فاراد موصولة على التفرع. احسب السعة المكافئة للمجموعة.

### الحل:

حساب السعة المكافئة للمجموعة:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_T = 5 + 5 + 5 = 15 \mu F$$



### شحن وتفريغ المكثف

8-8-1

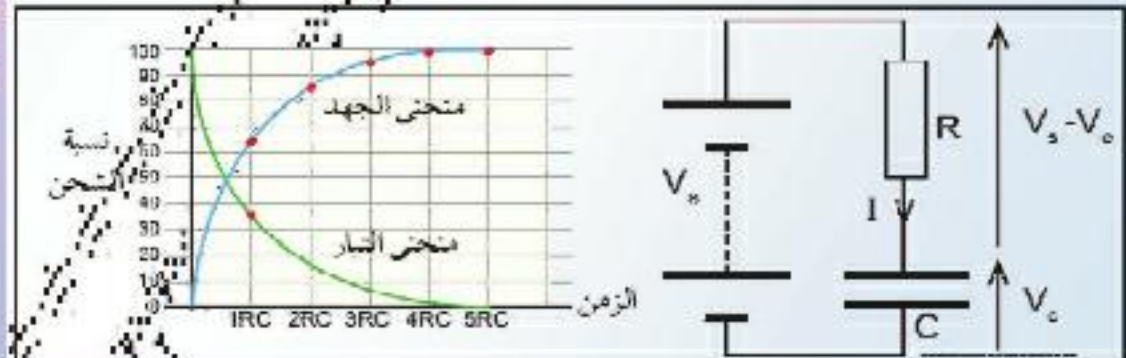
سنناقش في هذه الفقرة عمليتي شحن وتفريغ المكثف:

### أولاً: شحن المكثف

يشحن المكثف عادة بواسطة مصدر كهربائي، عبر مقاومة، كما في الشكل (1-65)، فعند إغلاق المفتاح يبدأ المكثف بالشحن من المنبع الكهربائي، ويمر في الدارة تيار كبير نسبياً لا يلبث أن يتناقص حتى يصبح مساوياً للصفر تقريباً عند انتهاء الشحن. ويكون فرق الجهد بين طرفي المكثف عند بدء الشحن مساوياً للصفر، ثم يتزايد تدريجياً حتى يصبح مساوياً تقريباً لجهد منبع التغذية الكهربائي ( $V_S$ ) عند انتهاء عملية الشحن.

عند شحن المكثف تتناقص شدة التيار، وتزداد الشحنة على طرفي المكثف، وينطبق قانون كيرشوف الثاني للجهد على دائرة الشحن تنتج المعادلة الآتية:

$$V_S = IR + \frac{Q}{C}$$



الشكل (1-65) دائرة شحن المكثف ومنحنى خواص الجهد والتيار لها



**الثابت الزمني للشحن:**

يعرف الزمن اللازم لشحن المكثف إلى أن يصل فرق الجهد بين طرفيه إلى 63% من قيمة جهد المصدر بالثابت الزمني لشحن المكثف، وتعطى قيمته بالمعادلة التالية:

$$\tau = RC$$

حيث إن:

$\tau$  الثابت الزمني بالثانية.

$R$  المقاومة بالأوم.

$C$  سعة المكثف بالفاراد.

يبين الشكل (1 - 65) منحنى شحن المكثف، حيث يصل الجهد بين طرفي المكثف إلى 63% من قيمة جهد منبع التغذية في فترة زمنية مساوية لقيمة الثابت الزمني (RC)، وفي الفترة الزمنية التالية لقيمة الثابت الزمني، أي وبعد مرور زمن يساوي (2RC) ستزيد قيمة الجهد بين طرفي المكثف بنسبة تصل إلى 86% من قيمة جهد منبع التغذية وهكذا.... من الناحية النظرية، لن يتم شحن المكثف كاملاً أبداً. ولكن بعد مرور فترة زمنية تساوي (5) أضعاف الثابت الزمني للشحن أي (5RC) يصل الجهد بين طرفي المكثف إلى 99% من قيمة جهد المصدر، مما يمكننا من اعتبار المكثف مشحوناً بأكمله.

أما بالنسبة لتيار شحن المكثف فيكون كبيراً نسبياً عند بدء عملية الشحن، ثم يأخذ بالتناقص تدريجياً، حتى يصبح صفراً تقريباً عند انتهاء الشحن. سوف يقل التيار بنسبة تصل إلى 37% من التيار الأولي في فترة زمنية مساوية لقيمة الثابت الزمني (RC). وفي نهاية الفترة الزمنية التالية لقيمة الثابت الزمني أي بعد مرور زمن يساوي (2RC) سوف يقل التيار بنسبة تصل إلى 14%، وتصبح قيمة شدة تيار الشحن بعد مرور فترة زمنية تساوي (5RC) مساوية للصفر.

**مثال 3 :**

في الشكل (1 - 65). افترض أن سعة المكثف (2) ميكروفاراد، وأن قيمة المقاومة (200) كيلو أوم. احسب الثابت الزمني لشحن المكثف والزمن اللازم لشحن المكثف بصورة كاملة.

**الحل:**

يبين الجدول الآتي تغير الجهد بين لبؤوس المكثف بالنسبة للزمن وكذلك النسبة المئوية للشحنة على طرفي المكثف بالنسبة لجهد منبع التغذية وبفرض (  $V_s = 9V$  ) وذلك أثناء شحن المكثف.

Time	Voltage	Charge
0RC	0.0V	0%
1RC	5.7V	63%
2RC	7.8V	86%
3RC	8.6V	95%
4RC	8.8V	98%
5RC	8.9V	99%

حساب الثابت الزمني لشحن المكثف:

$$\tau = RC$$

$$\tau = 200 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-6}$$

$$\tau = 0.4 \text{ S}$$

حساب زمن شحن المكثف بشكل كامل:

$$T = 5 \times \tau = 5 \times RC$$

$$T = 5 \times 200 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-6}$$

$$T = 5 \times 0.4 = 2 \text{ [mSec]}$$



يبين الجدول الآتي  
تغير الجهد بين لبوسى  
المكثف بالنسبة للزمن  
وكذلك النسبة للملوية  
للشحنة بين لبوسى  
المكثف بالنسبة لجهد  
منبع التغذية ويفرض  
( $V_s = 9 \text{ V}$ ) وذلك  
أثناء تفريغ المكثف.

Time	Voltage	Charge
0RC	9.0V	100%
1RC	3.3V	37 %
2RC	1.2V	14 %
3RC	0.4V	5 %
4RC	0.2V	2 %
5RC	0.1V	1 %

### ثانياً: تفريغ للمكثف

بعد أن تعرفنا على كيفية شحن المكثفات، لنتعرف الآن على ما يحدث عند تفريغ الشحنة من مكثف مشحون. عندما يتم توصيل مكثف تام الشحن بين طرفي مقاومة يبدأ المكثف بتفريغ شحنته خلال المقاومة. ويأخذ فرق الجهد بين طرفي المكثف بالتناقص تدريجياً وفق منحنى أسّي كما هو مبين في الشكل (1 - 66) حيث يصل الجهد بين طرفي المكثف إلى 37 % من قيمة الجهد الأولي في فترة زمنية مساوية لقيمة الثابت الزمني، وبعد مرور زمن يساوي ( $2RC$ ) سوف تنخفض قيمة الجهد بين طرفي المكثف لتصل إلى 14 % من جهد المكثف المشحون وهكذا. لن يتم تفريغ المكثف بشكل تام أبداً من الناحية النظرية. ولكن بعد مرور فترة زمنية تساوي (5) أضعاف الثابت الزمني للشحن ( $5RC$ ) يصل الجهد بين طرفي المكثف إلى 1 % من قيمة جهد المكثف المشحون، ويمكن





## 9-8-1 ترميز المكثفات

تطبع على جسم المكثف الموصفات الفنية له مثل: السعة، جهد التشغيل، نسبة الخطأ في سعته (التفاوت)، ودرجة حرارة التشغيل القصوى. ويتم إتباع عدة طرق لكتابة هذه المواصفات على جسم المكثف منها ما هو رقمي، يستخدم فيه الأرقام والحروف، ومنها ما هو لوني.

**السعة:** تكون السعة دائماً بالبيكوفارد، إلا إذا وجد الرمز (n)، فهذا يعني أن السعة بالنانوفارد.



**الجهد:** يعطى كرقم يتبعه الحرف (V)، ولا يكتب في كثير من الأحيان.

**نسبة الخطأ (التفاوت) :** يتم تحديد نسبة الخطأ في سعة المكثف بوساطة الحروف الميمنة في الجدول الآتي:

نسبة الخطأ	الحرف
1%	F
2%	G
5%	J
10%	K
20%	M
30%	N

تكتب قيمة سعة المكثف ونسبة الخطأ (التفاوت) وجهد تشغيله كرمز مكون من ثلاثة أرقام، ثم حرف، وبعد ذلك رقمين أو ثلاثة، وتفسير ذلك كما يلي:



- ◆ تحدد قيمة سعة المكثف بجداء أول رقمين من اليسار بمعامل الضرب ( للرقم الثالث ) فإذا كان مثلاً (2) فذلك يعني أن السعة مضروبة في (100) وإذا كان (3) فيعني أن السعة مضروبة في (1000) ، وهكذا.
- ◆ الحرف الذي يتبع الأرقام يحدد الدقة. فالحرف K يعني 10 % أما للحرف M فيعني 20 % .
- ◆ الرقمان أو الثلاثة أرقام التي تتبع الحرف تحدد الجهد الذي يعمل عنده المكثف.

**مثال 4 :**

مكثف كتب على جسمه الرمز الآتي: 474K63 كما هو موضح في الشكل الآتي فماذا يعني ذلك؟

**الحل:**

هذا الرقم الثالث هو (4) فيكون معامل الضرب (10000) أي إن سعة المكثف هي:

$$C = 47 \times 10000 = 470000 \text{ [PF]} = 0.47 \text{ [\mu F]}$$

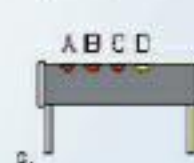
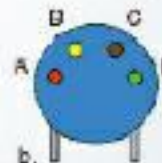
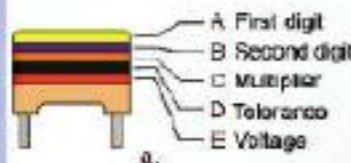
الحرف الذي بعد الأرقام الثلاثة هو K أي إن نسبة الخطأ هي 10 % .  
الرقمان (63) بعد الحرف K يحددان الجهد وفي هذا المثال:

جهد تشغيل المكثف - 63 فولت

**ملاحظة**

نصادف أحياناً مكثفات مرمزة لونياً وبأشكال مختلفة على شكل أشرطة ملونة أو دوائر ملونة كما هو مبين في الشكل المبين أعلاه، حيث يرمز لكل شريط ملون أو دائرة ملونة بحرف كما يلي:

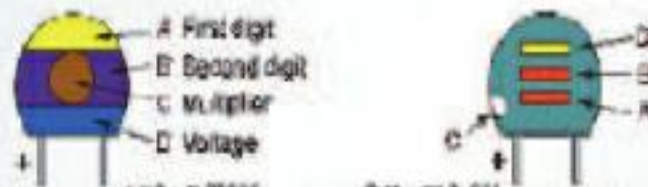
- |   |                              |   |                      |
|---|------------------------------|---|----------------------|
| A | الرقم الأول (First digit).   | D | التفاوت (Tolerance). |
| B | الرقم الثاني (Second digit). | E | الجهد (Voltage).     |
| C | عامل الجداء (Multiplier).    |   |                      |



وبين الجدول الآتي الألوان المستخدمة في ترميز المكثفات:

COLOR	DIGIT	MULTIPLIER	TOLERANCE	VOLTAGE
Black	0	$\times 1 \text{ pF}$	$\pm 20\%$	
Brown	1	$\times 10 \text{ pF}$	$\pm 1\%$	
Red	2	$\times 100 \text{ pF}$	$\pm 2\%$	250V
Orange	3	$\times 1 \text{ nF}$	$\pm 2.5\%$	
Yellow	4	$\times 10 \text{ nF}$		400V
Green	5	$\times 100 \text{ nF}$	$\pm 5\%$	
Blue	6	$\times 1 \text{ }\mu\text{F}$		
Violet	7	$\times 10 \text{ }\mu\text{F}$		
Grey	8	$\times 100 \text{ }\mu\text{F}$		
White	9	$\times 1000 \text{ }\mu\text{F}$	$\pm 10\%$	

وبين الجدول الآتي كيفية قراءة مكثفات التنتالوم الإلكترونية:



COLOR	DIGIT	MULTIPLIER	VOLTAGE
Black	0	$\times 1 \text{ nF}$	10V
Brown	1	$\times 10 \text{ nF}$	
Red	2	$\times 100 \text{ nF}$	
Orange	3		
Yellow	4		6.3V
Green	5		16V
Blue	6		20V
Violet	7		
Grey	8	$\times 0.01 \text{ }\mu\text{F}$	25V
White	9	$\times 1 \text{ nF}$	3V
Pink			35V

### أعطال المكثفات

10-8-1

قد تتعرض المكثفات المستخدمة في الدارات الكهربائية والإلكترونية إلى أحد أشكال الأعطال الآتية:

#### أ. دائرة القصير (Short Circuit):

ينتج هذا العطل من اتصال لبؤسى المكثف معاً نتيجة انهيار العازل الذي قد ينتج بدوره من تعرض المكثف لجهد أعلى من جهد الانهيار له، أو تشغيله في ظروف ترتفع فيها درجة حرارته عن الحد المسموح به. ويعتبر هذا العطل من



المكثفات شيوياً، حيث يعطي المكثف عند قياس مقاومته قيمة منخفضة جداً (قد تصل إلى صفر).

### ب. المكثف يتصرف كآلة مقاومة:

ينتج هذا العطل عادة عندما يفقد الوسط العازل للمكثف خصائصه، وعند قياس مقاومته يعطي قيمة مقاومة ثابتة.

### ج. دائرة مفتوحة:

ينتج هذا العطل عادة من انفصال أحد أطرافه أو انفجاره، كما يحدث للمكثف الكيميائي.



### لجب عن جميع الأسئلة الآتية:

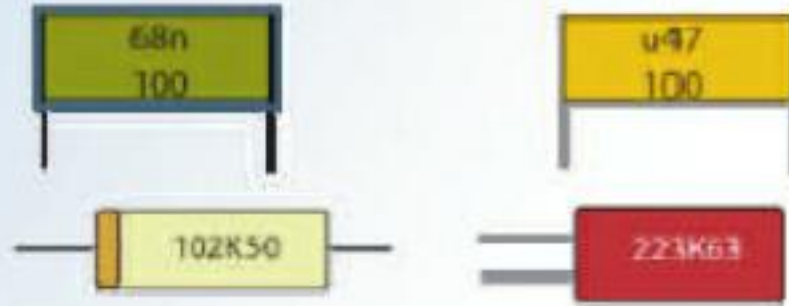
1. أكمل الجمل الآتية بالعبارات المناسبة:
  - أ. تتميز المكثفات الكهربائية بخاصية .....
  - ب. يتكون المكثف في أبسط أشكاله من: .....
  - ت. المواد العازلة المستخدمة كعازل كهربائي في المكثفات هي: .....
  - و ..... و ..... و .....
  - ث. السعة الكهربائية هي: .....
  - ج. وحدة قياس السعة الكهربائية هي: ..... ولكنها وحدة كبيرة جداً، لذلك تستخدم وحدات قياس السعة الآتية:
    - ♦ ..... ورمزها .....
    - ♦ ..... ورمزها .....
    - ♦ ..... ورمزها .....
  - ح. تتحدد سعة أي مكثف بثلاثة عوامل هي: ..... ، ..... ، .....
  - خ. تتناسب سعة المكثف عكساً مع: ..... ، وطرداً مع: .....
  - و .....
  - د. يتكون المكثف الورقي من: .....
  - ذ. الثابت الزمني لشحن المكثف هو الزمن اللازم لـ: .....



2. عرف كلاً مما يلي:

المكثف الكهربائي، جهد التشغيل الأعظمي، تيار التسريب.

3. استنتج قيمة السعة الكهربائية ونسبة التفاوت للمكثفات المبينة أدناه:



4. انكر قراءة مقياس الأوم المتوقع الحصول عليها عند قياس مقاومة المكثفات الآتية:

أ. مكثف خال من الأصطل سعة  $4 \mu F$ .

ب. مكثف تعرض لجهد تشغيل أعلى من جهد الانهيار المحدد له.

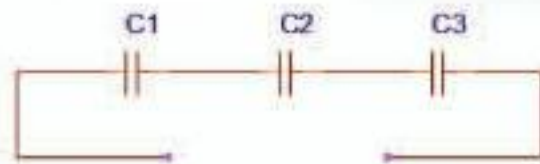
ت. مكثف ورقي سعة  $4 \mu F$ ، وأحد أطرافه مفصول عن لبوس المكثف داخل جسم المكثف.

5. لوجد قيمة السعة الكهربائية  $C_T$  إذا علمت أن:

$$C_1 = 470 \text{ [nF]}$$

$$C_2 = 1 \text{ [\mu F]}$$

$$C_3 = 100 \text{ [nF]}$$



السعة

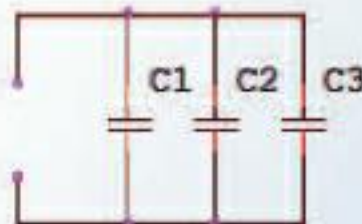
6. لوجد قيمة

الكهربائية  $C_T$  إذا علمت أن:

$$C_1 = 4700 \text{ [nF]}$$

$$C_2 = 10 \text{ [\mu F]}$$

$$C_3 = 1000 \text{ [nF]}$$



## الكهرومغناطيسية

يبحث موضوع الكهرومغناطيسية في المجالات والقوى المغناطيسية الناتجة عن التيار الكهربائي وخواصها واستعمالاتها. وحيث إن الكثير من الأجهزة والأدوات التي تستخدم يومياً تعمل بنظرية الكهرومغناطيسية، كالمحركات والمولدات والمحولات، فلا بد من تذكر المبادئ الأساسية للمغناطيسية.



## المبادئ الأساسية للمغناطيسية

1-9-1

## أ. المواد المغناطيسية:

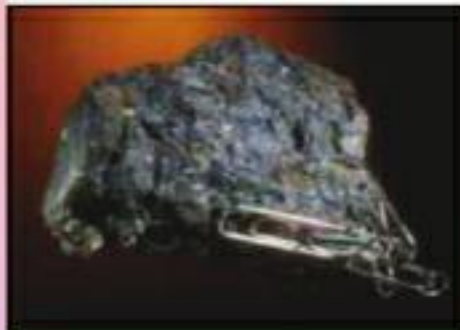
هي المواد التي تتأثر بقوة جذب المغناطيس، مثل الحديد، والفولاذ والنيكل، والكوبالت، والسبائك المكونة منها.

## ب. المواد غير المغناطيسية:

هي المواد التي لا تتأثر بقوة جذب المغناطيس، مثل النحاس، والألمنيوم، والخشب، والزجاج.

ج. المغناطيس الطبيعي ( $Fe_3O_4$ ):

هو أحد خامات الحديد الموجودة في الطبيعة، وهو المبين في الشكل (1-67). وقد اكتشف الإغريق القدماء المغناطيس، بالقرب من مدينة مغنيسيا في آسيا الصغرى.



الشكل (1-67) المغناطيس الطبيعي

## د. المغناطيس الصناعي:

يصنع من إحدى المواد المغناطيسية المعروفة أو من سبائكها، وتجري عليها عملية المغنطة بإحدى الطرائق الآتية:

## 1. المغنطة بالدلك:

وتتم بذلك قضيب من مادة مغناطيسية بمغناطيس آخر.

## 2. المغنطة بالتأثير:

وتتم بوضع المادة المغناطيسية بالقرب من مغناطيس آخر.

تقسم المواد

لمغناطيسية إلى:

♦ مواد تحتفظ

بمغناطيسيتها بعد

عملية المغنطة

وتسمى مغناط دائمة.

♦ مواد تفقد

مغناطيسيتها بعد

عملية المغنطة وتسمى

مغناط مؤقتة.



### 3. المغنطة بالكهرباء:

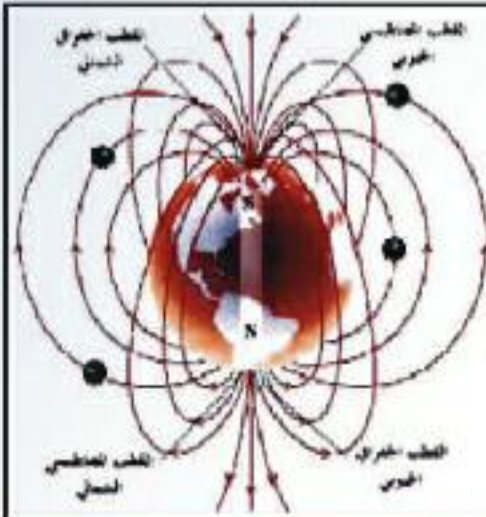
وتتم بتمرير تيار كهربائي في ناقل ملفوف حول قلب من مادة مغناطيسية. وهذه الطريقة هي الأكثر شيوعاً في الحياة العملية.

### هـ. أقطاب المغناطيس:

يوجد لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان: قطب شمالي يرمز له بالحرف (N)، وقطب جنوبي يرمز له بالحرف (S). وتتركز قوة المغناطيس عند قطبيه، وتضعف كلما اتجهت نحو منتصفه. وقد دلت التجارب العملية أن الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر والأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب.

### و. المغناطيسية الأرضية:

الكرة الأرضية هي مغناطيس ضخم يميل محوره على محور دوران الأرض



بزاوية مقدارها  $(11^\circ)$  ويقع قطبه الشمالي (N) بالقرب من القطب الجنوبي الجغرافي للكرة الأرضية كما هو موضح في الشكل (1 - 68)، ويقول العلماء إن المجال المغناطيسي للأرض يعود إلى دوران الأرض حول نفسها وسريان تيارات كهربائية في قلب الأرض المعدني (الماغما المنصهر).

الشكل (1-68) المغناطيسية الأرضية



يمكن اعتبار خطوط القوى المغناطيسية الأرضية منتظمة في بقعة محددة من الأرض، نظراً للمساحة الكبيرة جداً للأرض.

### ز. البوصلة :

إذا علق قضيب مغناطيسي وترك ليتحرك أفقياً، فإنه يتجه شمالاً وجنوباً باتجاه محور الأرض تقريباً. واعتماداً على هذه الحقيقة استعملت البوصلة في تعيين الاتجاهات. يبين الشكل (1 - 69) البوصلة الحديثة وهي قطعة رفيعة من الفولاذ الممغنط، متمركزة على محور صغير بحيث تكون حرة الحركة أفقياً، وهي تشير دوماً إلى الأقطاب الأرضية المغناطيسية، وذلك بعيداً عن تأثير أي مجالات مغناطيسية قريبة منها.





الشكل (1-69) المغناطيسية الأرضية

**ح. المجال المغناطيسي:**

المجال أو الحقل المغناطيسي هو المنطقة المحيطة بالمغناطيس التي تظهر فيها الآثار المغناطيسية.

**ط. خطوط القوة المغناطيسية:**

الشكل (1-70) المجال المغناطيسي

يُمثل المجال المغناطيسي بخطوط القوى المغناطيسية، وهي خطوط وهمية تبين المسار الذي يتخذه قطب شمالي صغير فيما لو ترك

حرًا للحركة في منطقة الحقل المغناطيسي للمغناطيس.

إن خطوط القوى للمغناطيسية التي تشكل المجال أو الحقل المغناطيسي لا يمكن رؤيتها، ولكن إذا تم وضع مغناطيس تحت قطعة من الكرتون أو الزجاج، ونشرت برادة حديد فوقها، كما هو موضح في الشكل (1-70)، تتوجه برادة الحديد حسب خطوط القوى المغناطيسية، وعند ذلك يمكنك أن ترى خطوط القوى للمغناطيسية.

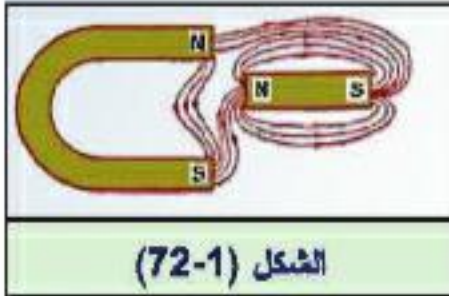
**ي. مميزات خطوط القوى المغناطيسية:**

1. تتجه خطوط القوى المغناطيسية الخارجة من جسم مغناطيسي من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي، أما داخل الجسم المغناطيسي فتكمل مساراتها من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي، كما هو مبين في الشكل (1-71)، وهذا يعني بأن خطوط القوى

متصلة، كل خط فيها له مسار مغلق.



الشكل (71-1) خطوط القوى



الشكل (72-1)

2. خطوط القوى المغناطيسية لا تتقاطع مطلقاً، كما هو مبين في الشكل (1 - 72)، حتى لو تم تقطيع جسم المغناطيس وتشويه شكله.

### ك. الكثافة المغناطيسية:

الكثافة المغناطيسية تعبر عن شدة أو قوة المجال المغناطيسي عند نقطة ما من المجال المغناطيسي. وتعرف بأنها عدد خطوط القوى المغناطيسية المتدفقة عبر وحدة المساحة (المتر المربع)، ويرمز لها بالحرف  $(B)$  وتقاس بوحدة تسمى تسلا  $(Tesla)$ .

أما المجموع الكلي لخطوط المجال المغناطيسي في قطعة حديد ممغنطة مثلاً، يسمى الفيض المغناطيسي  $(FLUX)$  ويرمز له بالحرف  $(\Phi)$  ويقاس بوحدة الوبير  $(Weber)$ . وهو حاصل ضرب الكثافة المغناطيسية  $(B)$  بمساحة السطح  $(A)$  الذي يجتازها الفيض المغناطيسي بشكل عمودي عليها، ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$\Phi = B \times A$$

أما الكثافة المغناطيسية، فتساوي حاصل قسمة الفيض المغناطيسي الكلي على مساحة المجال:

$$B = \frac{\Phi}{A}$$



هنريخ إدوارد هيرتز  
(1891-1804)  
هو عالم فيزيائي  
ألماني. قام باختراع  
أجهزة حساسة  
لقياس التيار،  
وقياس المجال  
المغناطيسي،  
وتكريماً له سميت  
الوحدة الدولية  
لقياس التدفق  
المغناطيسي باسمه  
ورمزها  $[Web]$ .





يعرف التدفق  
المغناطيسي ( $\Phi$ )  
بأنه مجموع  
خطوط القوى  
لمغناطيس ما.

وحدة الكثافة المغناطيسية هي  $[Web / m^2]$  مربع وتعرف بالتسلا [Tesla].

### مثال 1 :

مجال مغناطيسي في الفراغ كثافته 2.5 ميلي تسلا، ويغطي مساحة 20 سم<sup>2</sup>.  
أوجد قيمة الفيض المغناطيسي الكلي .

### الحل :

$$\Phi = B \times A$$

$$\Phi = 2.5 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^{-4}$$

$$\Phi = 50 \times 10^{-7} = 5 \times 10^{-6}$$

$$\Phi = 5 [\mu Wb]$$

### ل. النفاذية المغناطيسية (Permeability):

وهي تعبر عن قدرة المادة على تمرير وتركيز خطوط القوى المغناطيسية. وللمواد المغناطيسية كالحديد والفولاذ عامل نفاذية مرتفع، أي إن معارضتها لخطوط القوى المغناطيسية منخفضة. أما المواد غير المغناطيسية كالهواء والبلاستيك، فلها عامل نفاذية مغناطيسية منخفض، أي إن معارضتها لخطوط القوى المغناطيسية مرتفع. فلهواء مثلاً عامل نفاذية يساوي  $12.57 \times 10^{-7}$  (هنري/متر)، بينما عامل نفاذية حديد المحولات 2400 (هنري/متر) أو أكثر.

من خصائص خطوط القوى للمغناطيسية، أنها تمر في المسار الأسهل لها، فإذا وضعت قطعة حديد في الحقل المغناطيسي لمغناطيس، فإن خطوط القوى المغناطيسية تتجمع وتتجه عبر قطع الحديد، لأن الحديد يشكل لها ممراً أسهل من الهواء. يعطى معامل النفاذية المطلقة للمادة الممغنطة ( $\mu$ ) بالعلاقة الآتية:

$$\mu = \mu_0 \times \mu_r$$

حيث:

$\mu_0$  معامل نفاذية الفراغ الرمز وقيمته  $4\pi \times 10^{-7}$  أو  $12.57 \times 10^{-7}$  (هنري/متر).

$\mu_r$  معامل النفاذية النسبية للوسط المغناطيسي.



المواد غير المغناطيسية لها عامل نفاذية يعادل تقريباً عامل نفاذية الفراغ، أما المواد المغناطيسية لها عامل نفاذية مرتفع كما هو مبين في الجدول الآتي:

المادة المغناطيسية	عامل النفاذية النسبية للمادة المغناطيسية (عدد كثافة مجال يساوي $0.002 \text{ Web/m}^2$ )
الحديد المغناطيسي	200
للنيكل	100
سبيكة مكونة من: 78.5 % نيكل + 71.5 % حديد	8000
سبيكة مكونة من: 75 % نيكل + 2 % كروم + 5 % نحاس + 18 % حديد	20000

#### م. النظرية الذرية للمغناطيسية:

وتتضمن هذه النظرية على أن

'كل ذرة من ذرات المادة المغناطيسية هي مغناطيس صغير بحد ذاته'.



وفي المادة المغناطيسية غير الممغنطة، كما موضح في الشكل (A-73-1)، تكون الذرات متجهة بشكل عشوائي ومتجاذبة فيما بينها بحيث تتعادل مغناطيسياً ولا يظهر لها أثر مغناطيسي خارجي. وعند مغنطة أي قضيب من مادة مغناطيسية بإحدى الطرائق التي سبق ذكرها، تترتب ذراته وتظهر محصلتها المغناطيسية في طرفيه، كما في الشكل (B-73-1).

## الكهرومغناطيسية

2-9-1

توجد علاقة وطيدة بين الكهرباء والمغناطيسية، إذ اكتشف العالم الألماني أورستيد في عام (1820) أنه عندما يمر تيار كهربائي في ناقل، يتولد حول هذا الناقل مجال مغناطيسي مهما كان شكل ذلك الناقل. وفيما يلي توضيح للمجال الناتج عن مرور التيار الكهربائي في النواقل:

## أولاً: مرور التيار الكهربائي في ناقل مستقيم

عندما يمر تيار كهربائي في ناقل مستقيم، يتولد حول هذا الناقل مجال مغناطيسي على شكل دوائر مركزها الناقل نفسه. وتكون موجودة في مستوى عمودي على الناقل وتتقارب هذه الدوائر كلما اقتربنا من الناقل، وتتباعد كلما ابتعدنا عنه، كما هو مبين في الشكل (1 - 74). علماً بأن اتجاه خطوط المجال حول الناقل يعتمد على اتجاه التيار المار في الناقل، ومن أجل تسهيل عملية الرسم، اصطلح على أن يرمز للتيار الداخل في ناقل باتجاه بعيد عن الناظر بدائرة

صغيرة بداخلها إشارة (X). كما يرمز للتيار الخارج من الناقل باتجاه الناظر بدائرة صغيرة بداخلها إشارة (•).

يمكن تخطيط المجال المغناطيسي للتيار المار في ناقل بذنر برادة الحديد على قطعة من الكرتون يخترقها هذا الناقل بشكل عمودي.

إن كثافة المجال المغناطيسي (B) عند نقطة ما بالقرب من الناقل تتناسب طردياً مع شدة التيار (I) المار في هذا الناقل وعكساً مع المسافة العمودية بينها وبين الناقل (r)، وإذا افترضنا أن الوسط هو الفراغ، تعطى لكثافة المغناطيسية عند نقطة ما بالقرب



الشكل (1-74)



من الناقل بالعلاقة :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2 \pi r}$$

**مثال 2 :**

أوجد كثافة المجال المغناطيسي الناتج على مسافة قدرها 50 مم من سلك مستقيم يمر به تيار شدته 20 أمبير، مع العلم أن  $\mu_0 = 12.5 \times 10^{-7}$

**الحل:**

كثافة المجال المغناطيسي

$$B = \frac{\mu_0 \times I}{2 \pi r}$$

$$B = \frac{12.5 \times 10^{-7} \times 20}{2 \times 3.14 \times 50 \times 10^{-3}}$$

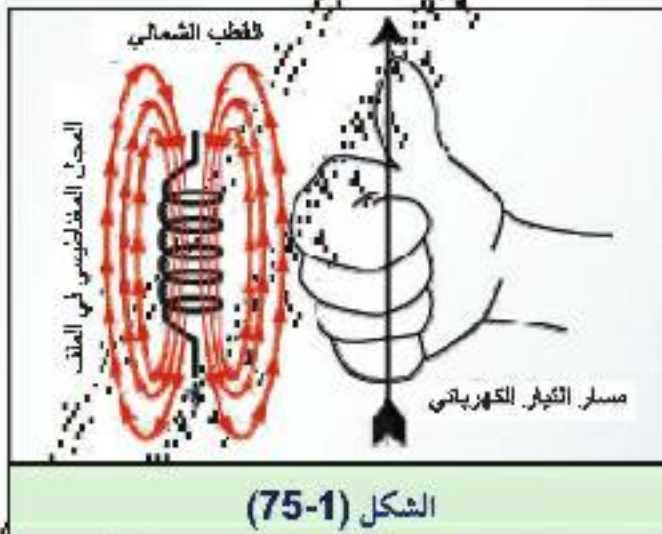
$$B = 800 \times 10^{-6} = 800 \mu T$$

**ثانياً: قاعدة اليد اليمنى**

تستخدم هذه القاعدة لتحديد اتجاه خطوط القوى المغناطيسية المتولدة حول ناقل

مستقيم. ويوضح الشكل (75 -

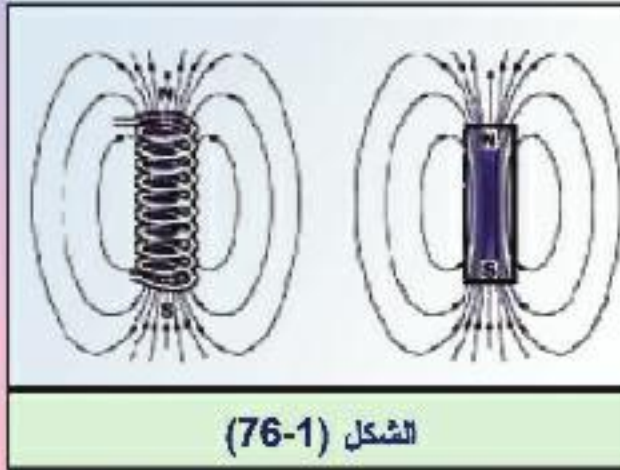
1) هذه القاعدة، حيث تتخيل بأنك تقبض بيدك اليمنى على الناقل، وتمد إصبع إبهامك باتجاه مرور التيار المار في الناقل، فيكون اتجاه بقية الأصابع دالاً على اتجاه المجال المغناطيسي حول الناقل.





### ثالثاً: المجال المغناطيسي الناتج عن ملف حلزوني

عندما يسري تيار كهربائي في ناقل على شكل ملف حلزوني كما هو مبين في



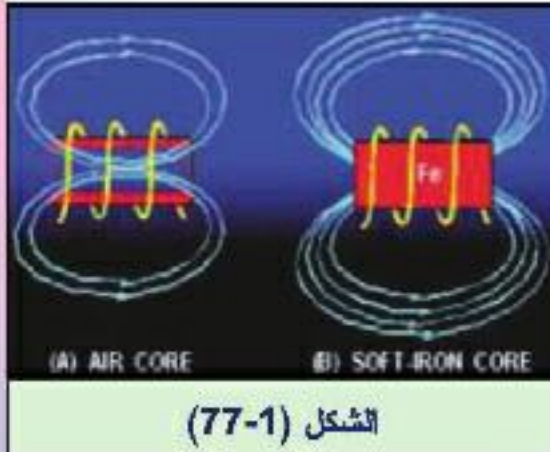
الشكل (1 - 76) ، يتولد حول هذا الناقل مجال مغناطيسي يشبه المجال المغناطيسي الذي ينتجه المغناطيس الدائم، حيث تتحد خطوط المجال التي تنتجها اللفات المتجاورة وتكون مجالاً موحداً يشبه في خواصه للمجال المغناطيسي الناتج عن المغناطيس الدائم.

#### هناك ثلاث طرائق لزيادة شدة المجال المغناطيسي حول ملف:

الطريقة الأولى: تتم بزيادة شدة التيار الكهربائي المار في الملف.

الطريقة الثانية: تتم بزيادة عدد لفات الملف.

الطريقة الثالثة: تتم بإدخال قضيب حديد باتجاه مركز الملف كما هو مبين في



للشكل (1 - 77) ، مما يؤدي إلى زيادة قوة المجال المغناطيسي بشكل كبير. بسبب النفاذية المغناطيسية المرتفعة للحديد المطاوع، وبالتالي تركيز خطوط المجال . وتعطى كثافة المغناطيس (B) عند مركز ملف حلزوني طويل بالعلاقة الآتية:

$$B = \frac{\mu \times N \times I}{L}$$

حيث أن :

$\mu$  معامل النفاذية المطلقة لمادة قلب الملف.

$N$  عدد اللفات الكلي للملف.

$L$  طول الملف بالمتر .

$I$  تيار الملف بالأمبير .

### مثال 3 :

ملف حلزوني طوله (0.1) متر، عدد لفاته (100) لفة، قيمة التيار المار في الملف (I) أمبير، أوجد كثافة المجال المغناطيسي عند مركز الملف إذا علم أن معامل النفاذية النسبي لمادة قلب الملف يسوي 79.577 .

### الحل:

$$B = \frac{\mu \times N \times I}{L}$$

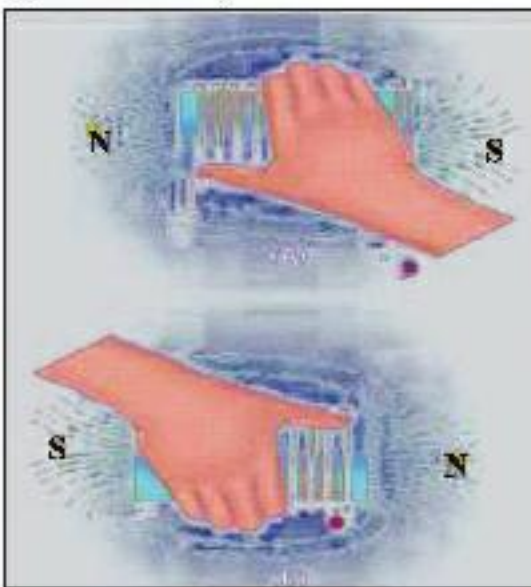
$$B = \frac{\mu_r \mu_0 \times N \times I}{L}$$

$$B = \frac{79.577 \times 12.57 \times 10^{-6} \times 100 \times I}{0.1}$$

$$B = 0.1 [T]$$

### رابعاً: قاعدة اليد اليمنى لتحديد قطبية الملف

تستخدم هذه القاعدة لتحديد قطبية أي ملف يمر فيه تيار كهربائي، ويوضح



الشكل (78-1)

الشكل (1 - 78) هذه القاعدة، حيث تتخيل بأنك تقبض بيدك اليمنى على محور الملف، بحيث تتجه أصابع يدك باتجاه سريان التيار المار في الملف، عندئذ يكون امتداد إصبع الإبهام دالاً على القطب الشمالي، ويكون الطرف الآخر هو القطب الجنوبي.



### خامساً: القوة المؤثرة على ناقل في مجال مغناطيسي

مرّ معك أنه إذا مرّ تيار كهربائي في ناقل ينشأ حول هذا الناقل مجال مغناطيسي.



ولكن إذا وضع هذا الناقل في مجال مغناطيسي آخر يحصل تفاعل بين المجالين يؤدي إلى تحريك الناقل. افترض أن ناقلًا وضع بين قطبين مغناطيسيين كما هو موضح في الشكل (1-79)، وسرى في الناقل تيار كهربائي باتجاه بعيد عن الناظر (إلى الداخل)، فإن الناقل يتحرك إلى الأعلى نتيجة لزيادة وتكاثف خطوط القوة المغناطيسية تحته. أما إذا

عكس اتجاه التيار في الناقل باتجاه الناظر إلى الخارج، يتحرك هذا الناقل إلى الأسفل نتيجة لزيادة وتكاثف خطوط القوى المغناطيسية فوقه.

### سادساً: قاعدة اليد اليسرى

هناك قاعدة معروفة لتحديد اتجاه القوة المؤثرة على ناقل في مجال مغناطيسي، تعرف



بقاعدة اليد اليسرى. ويوضح الشكل (1-80) هذه القاعدة، حيث يشير إصبع الوسطى إلى اتجاه التيار في الناقل، ويشير إصبع السبابة متعامداً على الوسطى إلى اتجاه خطوط المجال، وإصبع الإبهام متعامداً على الوسطى والسبابة إلى اتجاه القوة المؤثرة على الناقل.



**سابعاً: قيمة القوة المؤثرة على الناقل**

تعطى قيمة القوة المؤثرة (  $F$  ) على ناقل يمر فيه تيار يتحرك ضمن مجال مغناطيسي بالعلاقة الآتية:

$$F = I \times B \times L \times \sin \alpha$$

حيث:

$I$  شدة التيار المار في الناقل.

$B$  كثافة المجال المغناطيسي الموجود فيه الناقل.

$L$  طول الناقل.

$\alpha$  الزاوية بين الناقل والمجال المغناطيسي.

يلاحظ أن القوة تبلغ أكبر قيمة لها إذا كان الناقل عمودياً على المجال المغناطيسي (  $\alpha = 90^\circ$  )، وقيمتها تساوي الصفر عندما يكون الناقل موازياً لخطوط المجال المغناطيسي (  $\alpha = 0^\circ$  ).

**مثال 4 :**

ناقل طوله 0.2 متر يحمل تياراً مقداره 15 أمبير، وضع الناقل في مجال مغناطيسي كثافته 0.8 تسلا. احسب القوة المؤثرة على الناقل إذا كانت الزاوية بين الناقل وخطوط المجال المغناطيسي  $30^\circ$ .

**الحل:**

حساب القوة المؤثرة (  $F$  ) على الناقل:

$$F = I \times B \times L \times \sin \alpha$$

$$F = 15 \times 0.8 \times 0.2 \times \sin 30$$

$$F = 15 \times 0.8 \times 0.2 \times 0.5$$

$$F = 1.2 \text{ نيوتن}$$

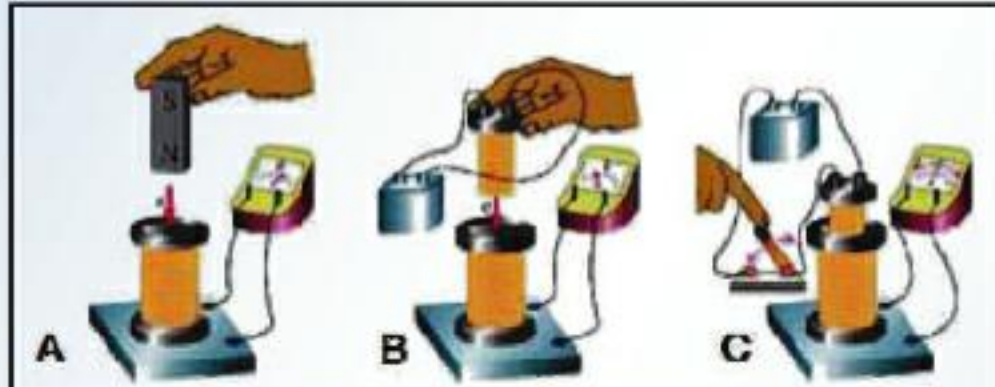
## التأثير الكهرومغناطيسي

3-9-1



مايكل جيمس فاراداي  
(1791—1867)  
هو عالم كيميائي  
وفيزيائي إنكليزي.  
وضع أسس  
الكهرومغناطيسية،  
واكتشف نظرية  
التحريض  
الكهرومغناطيسي  
والنقلية  
المغناطيسية،  
وقانون كمية  
المادة التي  
تترافق على  
الإلكترونات عند  
مرور التيار  
الكهربائي في  
محلول معين،  
وعرف القانون  
باسمه "قانون  
فاراداي".

لكتشف العالم فاراداي عام (1831) مبدأ توليد القوة المحركة الكهربائية (*Electro Motive Force*) التي يرمز إليها بالأحرف (*EMF*)، ولقد استعان هذا العالم بنقل على شكل ملف يتصل بجهاز غلفانوميتر لقياس التيار الكهربائي، ويتحرك هذا الملف في مجال مغناطيسي ناتج عن مغناطيس دائم كما موضح في الشكل (1-81).



الشكل (1-81) مبدأ توليد القوة المحركة الكهربائية

لاحظ العالم فاراداي أنه عندما يتحرك الناقل ويقطع خطوط الحقل المغناطيسي، يتحرك مؤشر الغلفانوميتر دالاً على توليد قوة محركة كهربائية لحظية في هذا الناقل ناتجة بالتأثير، وعندما تتوقف حركة الملف يعود مؤشر الغلفانوميتر إلى نقطة الصفر دالاً على زوال هذه القوة. ويمكن الحصول على النتيجة نفسها، إذا استخدم مغناطيس كهربائي بدلاً من المغناطيس الدائم، كما هو مبين في الشكل (1-81-B) كما يمكن تثبيت الناقل وتحريك المغناطيس أو تقطيع التيار المار في ملف المغناطيس الكهربائي بواسطة مفتاح للحصول على مغناطيسي متغير كما هو مبين في الشكل (1-81-C).

وتعرف هذه الظاهرة بالتحريض الكهرومغناطيسي، أي توليد جهد كهربائي في الناقل ناتج عن وجود حركة نسبية بينه وبين مجال مغناطيسي معين.



### أولاً: القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض (EMF)

تعتمد قيمة القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض في الناقل، على العوامل الآتية:

- ◆ كثافة المجال المغناطيسي الذي يتحرك فيه الناقل ( $B$ ).
- ◆ السرعة التي يقطع بها الناقل خطوط المجال المغناطيسي ( $V$ ).
- ◆ طول الناقل ( $L$ ).
- ◆ الزاوية التي يقطع بها الناقل خطوط المجال المغناطيسي ( $\theta$ ).

وتعطى قيمة القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض في الناقل بالعلاقة الآتية:

$$E = V \times L \times B \times \sin \theta$$

### ثانياً: اتجاه القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض (EMF)

إن قطبية القوة المحركة الكهربائية المتولدة في الناقل بالتحريض وبالتالي اتجاه التيار الناتج عنها، تعتمد على اتجاه الحركة النسبية بين الناقل وخطوط المجال المغناطيسي، أي الاتجاه الذي يقطع به الناقل خطوط المجال المغناطيسي. ولتعيين اتجاه القوة المحركة الكهربائية، تطبق قاعدة اليد اليمنى، التي تنص على الآتي: إذا كان

إصبع الإبهام يشير إلى اتجاه حركة الناقل، وإصبع السبابة يشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي، فإن الإصبع الأوسط المتعامد على الإبهام والسبابة يشير إلى اتجاه القوة المحركة الكهربائية المتولدة في الناقل، كما هو موضح في الشكل (1- 82).



الشكل (1-82) قاعدة اليد اليمنى





السؤال الأول: أكمل الجمل الآتية بالعبارات المناسبة:

1. المواد المغناطيسية هي المواد: .....
2. من أشهر المواد المغناطيسية ..... و ..... و .....
3. المواد غير المغناطيسية هي المواد: .....
4. من الأمثلة على المواد غير المغناطيسية: .....
5. المغناطيس الطبيعي هو أحد .....
6. تتم مغنطة المواد للمغناطيسية بثلاث طرائق:
  - أ. ....
  - ب. ....
  - ج. ....
7. يصنع المغناطيس الدائم من .....
8. لكل مغناطيس قطبان مغناطيسيان، هما:
  - أ. القطب ..... ويرمز له بالحرف .....
  - ب. القطب ..... ويرمز له بالحرف .....
9. الأقطاب للمغناطيسية المتماثلة ..... والأقطاب المغناطيسية المختلفة .....
10. الكثافة المغناطيسية هي: ..... وتقاس بوحدة .....
11. تعبر للنفاذية المغناطيسية عن قدرة المواد على: .....
12. المواد المغناطيسية لها معامل نفاذية .....
13. المواد غير المغناطيسية لها معامل نفاذية .....
14. عندما يمر تيار كهربائي في ناقل يتولد .....
15. يكون شكل المجال المغناطيسي المتولد حول ناقل مستقيم على شكل .....

16. المجال المغناطيسي الذي ينتجه الملف الحلزوني يشبه .....
17. التأثير الكهرومغناطيسي هو: .....
18. تعطى قيمة القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض في الناقل بالعلاقة: .....

#### السؤال الثاني:

1. عدد طرائق زيادة شدة المجال المغناطيسي حول ملف.
2. عدد أهم مميزات خطوط المجال المغناطيسي.
3. عدد العوامل المؤثرة على قيمة القوة المحركة للكهربائية المتولدة بالتحريض.
4. اذكر قاعدة اليد اليمنى لتحديد قطبية الملف.
5. اذكر للقاعدة التي تحدد اتجاه القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض.

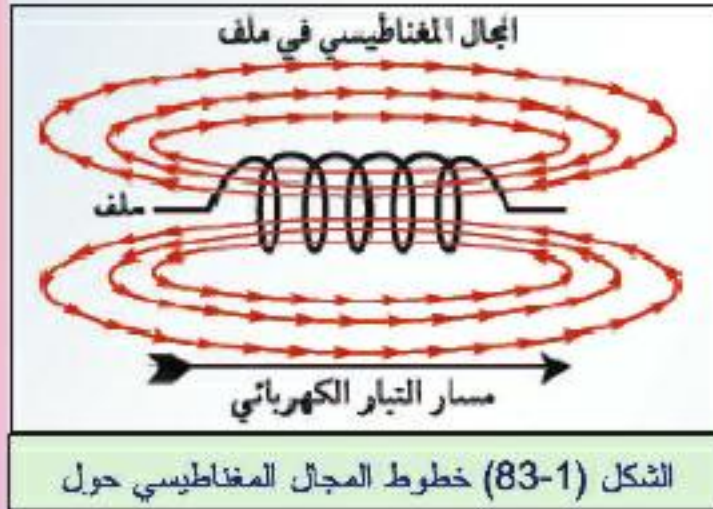
## الملفات

الملفات هي أحد عناصر الدارات الإلكترونية والكهربائية كثيرة الاستخدام، فلا يكاد يخلو منها جهاز إلكتروني كالحاسوب، الراديو، التلفزيون، جهاز الهاتف الثابت والمحمول، ولا جهاز كهربائي كالثلاجة، المروحة والغسالات. ما الملف؟ وما مبدأ عمله؟

## الملف ( Coil )

1-10-1

عند لف سلك كهربائي معزول على قلب هوائي أو قلب حديدي أو قلب فيرايت (برادة الحديد) أو أي مادة أخرى نحصل على ما يسمى بالملف. عندما يمر تيار كهربائي في سلك، يتولد مجال مغناطيسي حول الملف تتناسب شدته مع شدة التيار الكهربائي المار في الملف كما في الشكل (1 - 83) .



وهكذا فإن الملف يعمل على تحويل القدرة الكهربائية إلى قدرة مغناطيسية يخزنها داخل المجال المغناطيسي المحيط به والذي يمكن تركيزه في القلب. عند حدوث تغيير (زيادة أو نقصان) في شدة التيار الكهربائي المار في

الملف، تتأثر شدة المجال المغناطيسي المحيط بهذا الملف. فعندما تزداد شدة التيار المار في الملف، تزداد شدة المجال المغناطيسي. وعندما تنخفض شدة التيار تقل شدة المجال المغناطيسي. إن التغير في شدة المجال المغناطيسي يمكن تخيله على شكل وجود خطوط مجال مغناطيسي متحركة تقطع لقات الملف نفسه، وحسب قانون فاراداي فإن هذا يؤدي إلى توليد قوة محركة كهربائية تؤدي بالتالي إلى توليد تيار كهربائي ذي اتجاه يعاكس أي تغير في شدة التيار الأصلي المار في الملف. اتجاه هذا التيار يعطى حسب قانون لينز الذي ينص على أن: " **القوة المحركة الكهربائية التحريضية تولد تياراً يعمل على توليد مجال مغناطيسي يعاكس تأثير المجال المغناطيسي الذي أدى إلى توليد هذا التيار** ".



فمثلاً، إذا تناقصت شدة التيار الأصلي، تعمل قطبية القوة المحركة الكهربائية التحريضية على توليد تيار باتجاه التيار الأصلي نفسه وبالتالي منع تناقص التيار الأصلي. وإذا تزايدت شدة التيار الأصلي، تعمل قطبية القوة المحركة الكهربائية التحريضية على توليد تيار يعكس التيار الأصلي وبالتالي منع تزايد التيار الأصلي.

### معامل التحريض الذاتي

2-10-1

إن الظاهرة التي تعمل على منع التغيير في شدة التيار الكهربائي المار في الملف تسمى بالتحريض الذاتي للملف ويرمز لمعامل التحريض الذاتي بالرمز  $(L)$ . يمكن تعريف التحريض الذاتي بطريقة أخرى بأنه عندما تتغير شدة المجال المغناطيسي خلال دائرة كهربائية فإنه تتولد فيها قوة محركة كهربائية تحريضية يتناسب مقدارها مع معدل تغير التدفق بالنسبة للزمن.

يقلس التحريض الذاتي للملف بوحدة قياس تسمى هنري  $[H]$  نسبة إلى العالم الأمريكي (Joseph Henry) ويعرف هنري بأنه التحريض الذاتي لملف تتولد فيه قوة محركة كهربائية تحريضية مقدارها  $1$  فولت عندما تتغير شدة التيار المار فيه بمعدل  $1$  أمبير في ثانية. والهنري وحدة كبيرة بالنسبة للدوائر الإلكترونية ولهذا نستخدم أجزاء الهنري وهي:

$$1 [mH] = 10^{-3} [H] \quad : \text{الميلي هنري } [mH]$$

$$1 [\mu H] = 10^{-6} [H] \quad : \text{الميكرو هنري } [\mu H]$$

### أولاً: العوامل المؤثرة في قيمة معامل التحريض الذاتي

#### أ. عدد لفات الملف $(N)$ :

كلما زادت عدد لفات الملف، زادت شدة المجال المغناطيسي المتولد حوله وبالتالي زاد معامل التحريض الذاتي لهذا الملف.



معامل تحريض ذاتي أقل



معامل تحريض ذاتي أكبر



جوزيف هنري

(1878—1797)

هو عالم فيزيائي

أمريكي. قلم

بلاختراع أجهزة

حساسة لقياس

التيار، وقياس

المجال

المغناطيسي،

وتكرّمه سميت

الوحدة الدولية

لقليل معامل

التحريض الذاتي

باسمه ورمزها

$[H]$ .

### ب. مساحة مقطع الملف:

كلما زادت مساحة مقطع الملف، زادت شدة المجال المغناطيسي المتولد حوله وبالتالي زاد معامل التحريض الذاتي لهذا الملف.



عامل تحريض ذاتي أقل



عامل تحريض ذاتي أكبر

### ج. طول الملف:

كلما زاد طول الملف، تناقصت شدة المجال المغناطيسي المتولد حوله، وبالتالي يتناقص معامل التحريض الذاتي لهذا الملف.



قلب هواء  
عامل تحريض ذاتي أقل



قلب حديد  
عامل تحريض ذاتي أكبر

### د. مادة القلب:

كلما كانت النفاذية المغناطيسية للمادة التي لف عليها الملف أعلى كان معامل التحريض الذاتي أكبر وذلك لكون التنفق المغناطيسي أكبر للقلب ذي النفاذية الأعلى.

ويمكن حساب قيمة معامل التحريض الذاتي لملف بشكل تقريبي من العلاقة التالية:

$$L = \frac{N^2 \mu A}{\ell}$$

حيث أن:

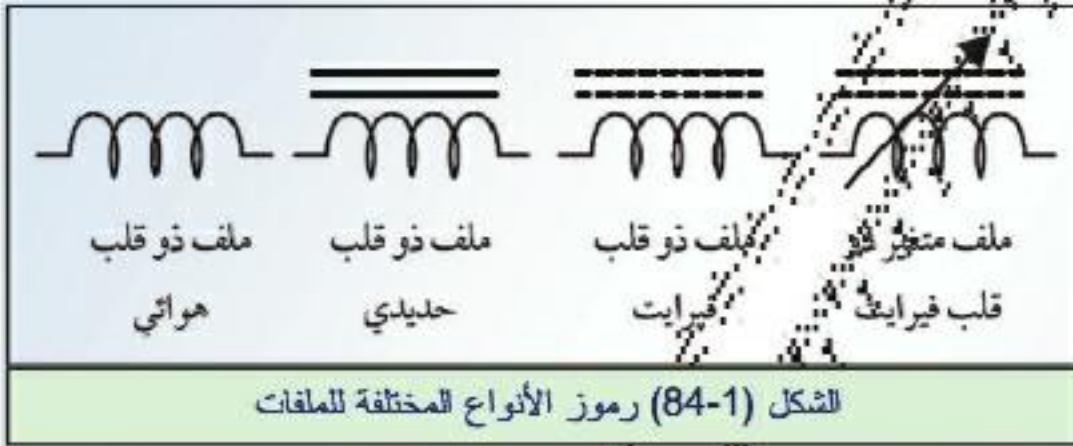
- $L$  عامل التحريض الذاتي مقاساً بالهنري  $[H]$ .
- $N$  عدد لفات الملف (للمسلك المستقيم  $N = 1$ ).
- $\mu$  معامل النفاذية لمادة القلب.
- $A$  مساحة مقطع الملف بالمتر المربع.
- $\ell$  متوسط طول الملف مقاساً بالمتر.



## أنواع الملفات واستخداماتها

3-10-1

يُبين الشكل (1 - 84) بعض أنواع الملفات ورموزها، وتصنف الملفات من حيث القلب (المادة التي تشغل الحيز داخل الإطار الداخلي للملف) وهي:



معامل التحريض الذاتي للملف ذي القلب الهوائي صغير جداً.

## أولاً: ملف ذو قلب هوائي

هو عبارة عن سلك من النحاس المعزول بالورنيش وهو ذو مقاومة صغيرة وملفوف على أسطوانة من البيكاليت في مفرغ ويستعمل في الدارات الإلكترونية ذات الترددات الراديوية  $R.F$ .

من سيئات الملف ذي القلب الحديدي وجود تيارات إعصارية داخل القلب مما يسبب ارتفاع درجة حرارة القلب المغناطيسي.

## ثانياً: ملف ذو قلب حديدي

يكون سلك الملف ملفوفاً حول قلب من صفائح الحديد المعزول، ويستخدم كخائق للترددات، ويستعمل في دائرة المرشح بعد عملية التقويم (في دارات تحويل الجهد المتناوب إلى جهد مستمر) أو في دائرة مضخم الفلورسنت.

المقاومة الكهربائية لمادة الفيرايت عالية جداً.

## ثالثاً: ملف ذو قلب فيرايت

الفيرايت مادة خزفية هشة ذات خواص مغناطيسية مشابهة للحديد، ويستخدم الملف الملفوف على قلب الفيرايت في صنع الهوائيات.





أو في مرحلة للترددات المتوسطة، حيث يمكن تغيير عامل تحريضه الذاتي بتحرك القلب الفيراييت داخل الملف (بوساطة مفك مصنوع من مادة غير مغناطيسية مثل البلاستيك).

**ملاحظة:** يمكن تصنيف الملفات أعلاه بطريقة أخرى اعتماداً على التردد.

يمكن تصنيف  
الملفات من حيث  
التردد إلى:

### القوة المحركة الكهربائية التحريضية

4-10-1

- ملفات التردد المنخفض.
- ملفات التردد المتوسط.
- ملفات التردد العالي.

إن التغيير في شدة التيار المار في الملف بالنسبة للزمن، يؤدي إلى تغير في شدة المجال المغناطيسي الناتج عن هذا التيار. مما يؤدي إلى توليد قوة محركة كهربائية تحريضية تؤدي إلى توليد تيار كهربائي ذي اتجاه يعاكس أي تغير في شدة التيار الأصلي المار في الملف.

تعلم قيمة القوة المحركة الكهربائية التحريضية المتولدة بالتحريض في ملف بالعلاقة الآتية:

$$emf = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

حيث :

$N$  عدد لفات الملف.

$\Delta \phi$  تمثل مقدار التغير في التدفق (الفيض) المغناطيسي.

$\Delta t$  تمثل مقدار التغير في الزمن.

وحيث أن التغيير في شدة المجال المغناطيسي ناتج عن التغيير في شدة التيار  $\Delta i$  فيمكن اعتبار أن لتغير في شدة التيار الكهربائي خلال الزمن يتناسب طردياً مع القوة المحركة الكهربائية التحريضية المتولدة ويعبر عن ذلك بالعلاقة الآتية:

$$emf = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

حيث :

$L$  معامل التحريض الذاتي للملف ويقاس بالهنري [ H ].

**مثال 1 :**

دائرة كهربائية ذات عامل تحريض ذاتي مقدارها  $L = 4[H]$  . يتناقص التيار المار في الدائرة من (2) إلى (0) أمبير ، في زمن مقداره 5 ميلي ثانية . احسب مقدار القوة المحركة الكهربائية العكسية المتولدة في الدائرة.

**الحل:**

حساب مقدار القوة المحركة الكهربائية العكسية المتولدة في الدائرة:

$$emf = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$emf = -4 \frac{2-0}{5 \times 10^{-3}}$$

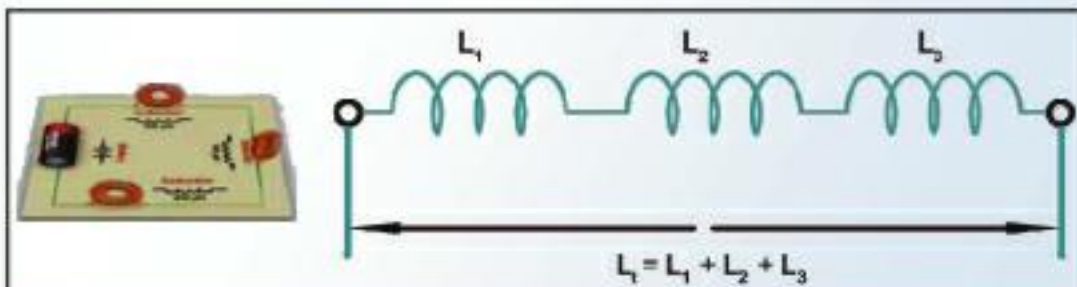
$$= -1600 [V]$$

يُظهر المثال السابق بان تناقص التيار بشكل مفاجئ في دوائر الملفات ينتج جهداً تحريضياً مرتفعاً جداً، يؤدي إلى توليد قوس كهربائي بين نقاط التوصيل في المفاتيح والقواطع المغناطيسية مما يعرضها على المدى الطويل إلى الاحتراق والتلف. وتستخدم هذه الظاهرة في العديد من الأجهزة الكهربائية لإنتاج جهد كهربائي مرتفع القيمة.

**توصيل الملفات****5-10-1****أولاً: توصيل الملفات على التسلسل****فكر ووازن**

بين التوصيل التسلسلي للملفات والتوصيل التتبعي للمقاومات.

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3$$



الشكل (85-1) توصيل الملفات على التسلسل

**ثانياً: توصيل الملفات على التفرع**

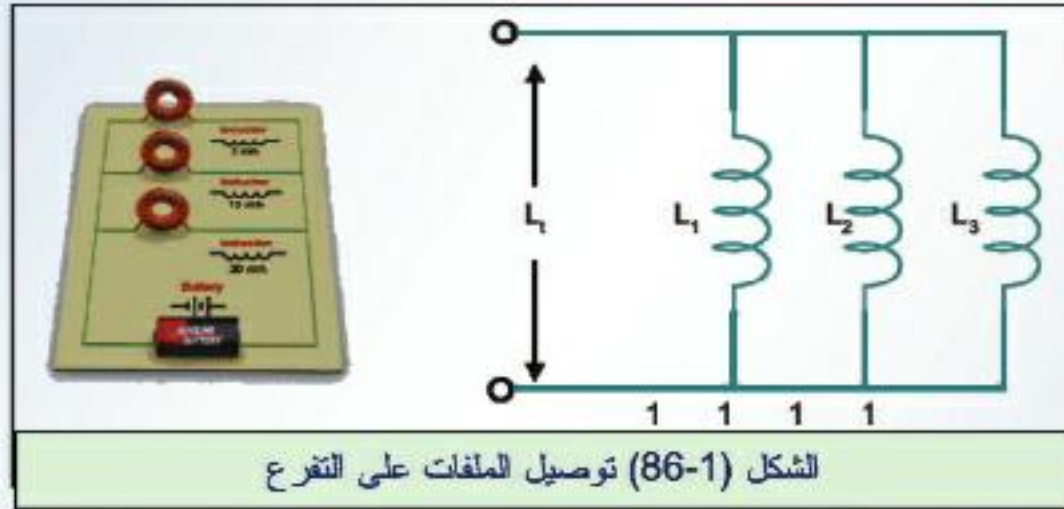
عند توصيل الملفات على التفرع كما هو مبين في الشكل (1-86) فإن عامل التحريض الذاتي الكلي ( $L_t$ ) .

يحسب من القانون:

$$\frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

**فكر ووازن**

بين التوصيل  
التفرعي للملفات  
والتوصيل التفرعي  
للمقاومات.

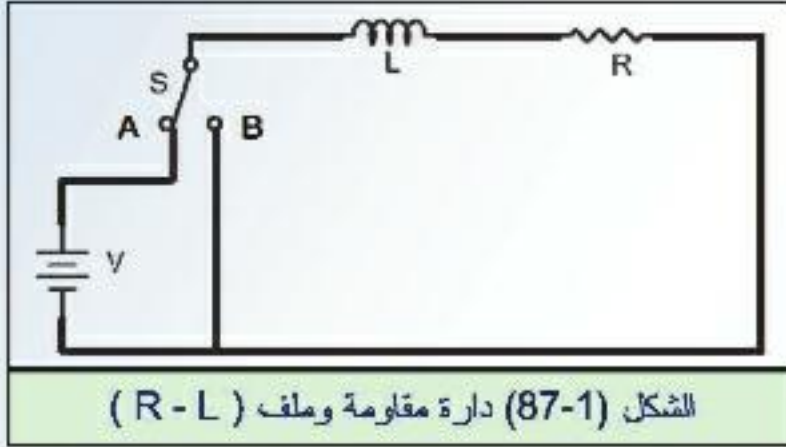
**ثالثاً: التوصيل المختلط للملفات**

ويتم فيه المزج بين توصيل التسلسل والتفرع للملفات في دائرة ما، ويتم في هذه الحالة حساب معامل التحريض الذاتي الكلي ( $L_t$ ) باستخدام قوانين الربط التسلسلي والتفرعي للملفات.



**الملف في دارات التيار المستمر****6-10-1**

للتعرف على سلوك الملف في دارات التيار المستمر سوف ندرس الدارة الآتية حسب الشكل (1 - 87) والتي تسمى دائرة  $RL$ .



يوجد ثلاث حالات نقوم بدراستها وتحليلها وهي:

**الحالة الأولى****المفتاح (S) في الوضع (A):**

1. عند إغلاق المفتاح في الوضع (A) فإننا نعمل على تطبيق جهد منبع للتغذية المستمر على الدارة.
2. تبدأ شدة التيار الكهربائي المار بالدائرة بالتغير، وتزداد من قيمة الصفر إلى أعلى قيمة له (القيمة العظمى لشدة التيار تحسب من خلال قانون أوم) خلال فترة زمنية محددة (تعتمد شدة التيار على قيمة كل من المقاومة وعامل التحريض الذاتي للملف).
3. يعمل الملف على توليد مجال مغناطيسي، خلال هذه المدة تزداد شدته من قيمة الصفر.
4. يؤدي التغير في شدة المجال المغناطيسي إلى توليد قوة محرك كهربائية تحريضية عكسية تقارب في قيمتها الابتدائية مقدار جهد المصدر (كون التيار الابتدائي يساوي الصفر فإن الجهد المطبق على المقاومة حسب قانون أوم يساوي صفراً).

5. تؤدي هذه القوة المحركة الكهربائية التحريضية إلى توليد تيار كهربائي ذي اتجاه يعاكس أي تغير في شدة التيار الأصلي المار في الملف.
6. يبدأ الجهد المطبق على الملف بالتناقص مع لزيادة شدة التيار الكهربائي الأصلي المار في الدارة (الجهد المطبق على الملف يساوي جهد المنبع مطروحاً منه الجهد الهابط على المقاومة).
7. عندما تصل شدة التيار الكهربائي الأصلي المار في الدارة إلى أعلى قيمة يصبح للجهد المطبق على طرفي الملف مساوياً للصفر .

إن الزمن اللازم لوصول التيار المار في الدارة إلى 63.2 % من قيمته النهائية يسمى الثابت الزمني للملف ويعطى بالعلاقة:

$$\tau = \frac{L}{R}$$

حيث:

- $\tau$  الثابت الزمني مقاساً بالثانية.
- $L$  عامل التحريض الذاتي للملف مقاساً بالهنري.
- $R$  المقاومة الأومية للدارة مقاسة بالأوم.

### الحالة الثانية

#### عند استقرار قيمة التيار:

تبقى شدة المجال المغناطيسي المتولدة حول الملف ثابتة في المقدار والاتجاه ونتيجة لذلك فإن الملف لا يبدي أي ممانعة لمرور التيار .

### الحالة الثالثة

#### المفتاح (S) في الوضع (B):

1. تبدأ شدة التيار الكهربائي المار بالدارة بالتغير وتتناقص من القيمة العظمى إلى الصفر.
2. تتغير شدة المجال المغناطيسي، وتتناقص خلال هذه الوضعية.
3. يؤدي للتغير في شدة المجال المغناطيسي إلى توليد قوة محركة كهربائية تحريضية عكسية.

4. تؤدي هذه القوة المحركة الكهربائية للتحريضية إلى توليد تيار كهربائي ذي اتجاه يعاكس أي تغيير في شدة التيار الأصلي في الملف.
5. هذا سيؤدي إلى تأخير تناقص شدة التيار الأصلي وصولاً إلى قيمة الصفر.

### الطاقة المخزنة في الملف

7-10-1

تعطى الطاقة المغناطيسية المخزنة في الملف بالعلاقة الآتية:

$$E = \frac{1}{2} L \cdot I^2$$

### موازنة بين المكثف والملف

8-10-1

المكثف (C)	الملف (L)
تيار المكثف $I_C = 0$	جهد الملف $V_L = 0$
وذلك إذا كان فرق الجهد عليه ثابت القيمة لا يتغير ويعتبر المكثف كدارة مفتوحة بالنسبة للتيار المستمر	وذلك إذا كان للتيار المار فيه ثابت القيمة لا يتغير ويعتبر الملف كدارة قصر بالنسبة للتيار المستمر.
لا يمكن تغيير الجهد المطبق على المكثف في زمن مقداره صفر.	لا يمكن تغيير التيار المار في الملف في زمن مقداره صفر.
يخزن المكثف طاقة كهربائية محدودة ولا يبديها بفرض أن المكثف مثالي ومقاومته عالية جداً.	يخزن الملف طاقة مغناطيسية محدودة ولا يبديها بفرض أن الملف مثالي ومقاومته تساوي الصفر.

يبين الجدول التالي مقارنة بين المكثف والملف من حيث الجهد والتيار والطاقة:



## أسئلة

### السؤال الأول:

املا الفراغ بالكلمة أو العبارة المناسبة:

1. تتناسب شدة المجال المغناطيسي المتولد نتيجة مرور تيار كهربائي في سلك الملف ..... مع شدة التيار الكهربائي المار في السلك .
2. يقاس معامل التحريض الذاتي للملف بوحدة تسمى ..... ورمزها ..... .
3. ينص قانون لينز على أن ..... .
4. تعطى قيمة القوة المحركة الكهربائية التحريضية المتولدة بالتأثير في ملف بالعلاقة ..... .
5. عند توصيل الملفات على التسلسل فإن معامل التحريض الذاتي الكلي  $L_T$  يعطى بالعلاقة ..... .
6. عند توصيل الملفات على التفرع فإن معامل التحريض الذاتي الكلي  $L_T$  يعطى بالعلاقة ..... .

### السؤال الثاني:

عرف بما لا يزيد عن سطرين كلاً مما يلي:

الملف الكهربائي، معامل التحريض الذاتي لملف، الهنري  $[H]$ .

### السؤال الثالث:

عدد العوامل التي تؤثر على معامل التحريض الذاتي لملف.

### السؤال الرابع:

حل المسألة الآتية:

دائرة كهربائية ذات معامل تحريض ذاتي مقدارها  $L = 2[H]$  . يتناقص التيار المار في الدارة من (1) إلى (0) أمبير ، في زمن مقداره 10 ميلي ثانية . احسب مقدار القوة المحركة الكهربائية العكسية المتولدة في الدارة.



## تقييم المعلومات النظرية

## السؤال الأول:

اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

1. شحنة الإلكترون:
  - أ. موجبة.
  - ب. عديمة الشحنة.
  - ج. سالبة.
2. يحتوي المدار الثاني للذرة على:
  - أ. (8) إلكترونات.
  - ب. (2) إلكترون .
  - ج. (18) إلكترونًا.
3. تصبح الذرة التي فقدت إلكترونًا:
  - أ. أيوناً سالباً.
  - ب. أيوناً موجباً.
  - ج. متعادلة كهربائياً.
4. الشحنات الكهربائية المختلفة:
  - أ. لا تتأثر ببعضها .
  - ب. تتنافر.
  - ج. تتجاذب.
5. واحدة قياس الشحنة الكهربائية هي:
  - أ. الفاراد [F] .
  - ب. الكولون [C] .
  - ج. الأمبير [A] .
6. المواد الناقلة تسمح بمرور التيار عبرها مثل:
  - أ. النحاس .
  - ب. للجرمانيوم .
  - ج. البلاستيك .
7. المواد العازلة لا تسمح بمرور التيار عبرها مثل:
  - أ. البلاستيك .
  - ب. للجرمانيوم .
  - ج. القصدير .
8. من أهم المواد نصف الناقلة:
  - أ. الثوتياء .
  - ب. للجرمانيوم .
  - ج. السيليكون .
9. واحدة قياس شدة التيار الكهربائي هي:
  - أ. الأوم [Ω] .
  - ب. الكولون [C] .
  - ج. الأمبير [A] .
10. واحدة قياس الجهد الكهربائي هي:
  - أ. الفولت [V] .
  - ب. الكولون [C] .
  - ج. الأمبير [A] .
11. توصل البطاريات على التسلسل للحصول على:
  - أ. جهد أعلى .
  - ب. تيار أعلى .
  - ج. (أ) و (ب) معاً.
12. توصل البطاريات على التفرع للحصول على:
  - أ. تيار أعلى .
  - ب. جهد أعلى .
  - ج. (أ) و (ب) معاً.



13. توصل البطاريات توصيلاً مختلطاً للحصول على:  
 أ. تيار أعلى . ب. جهد أعلى . ج. (أ) و (ب) معاً.
14. واحدة قياس المقاومة الكهربائية هي:  
 أ. الفاراد [F] . ب. الأوم  $[\Omega]$  . ج. الأمبير [A] .
15. عندما يزداد طول الناقل فإن مقاومته:  
 أ. لا تتأثر . ب. تنقص . ج. تزداد .
16. عندما تزداد مساحة مقطع الناقل فإن مقاومته:  
 أ. تزداد . ب. تنقص . ج. لا تتأثر .
17. عندما تزداد الناقلية النوعية للناقل فإن مقاومته:  
 أ. تزداد . ب. تنقص . ج. لا تتأثر .
18. واحدة قياس السعة الكهربائية هي:  
 أ. الهنري [H] . ب. الكولون [C] . ج. الفاراد [F] .
19. واحدة قياس الكثافة المغناطيسية هي:  
 أ. تسلا (Tesla) . ب. الكولون [C] . ج. الويبر (Weber) .
20. واحدة قياس الفيض المغناطيسي هي:  
 أ. تسلا (Tesla) . ب. الهنري [H] . ج. الويبر (Weber) .
21. كلما زاد طول الملف فإن معامل التحريض الذاتي لهذا الملف:  
 أ. لا يتأثر . ب. ينقص . ج. يزداد .
22. كلما زاد عدد لفات الملف فإن معامل التحريض الذاتي لهذا الملف:  
 أ. يزداد . ب. ينقص . ج. لا يتأثر .
23. واحدة قياس الاستطاعة الكهربائية هي:  
 أ. الجول (J) . ب. الواط [W] . ج. الأمبير (A) .
24. المقاومة المكافئة لمقاومتين  $R_1=1\text{ [K}\Omega\text{]}$ ،  $R_2=3\text{ [K}\Omega\text{]}$  موصولتين على التفرع  
 تساوي:  
 أ.  $3\text{ [K}\Omega\text{]}$  . ب.  $4\text{ [K}\Omega\text{]}$  . ج.  $0.75\text{ [K}\Omega\text{]}$  .
25. السعة المكافئة لسعتين  $C_1=100\text{ [nF]}$ ،  $C_2=470\text{ [nF]}$  موصولتين على التفرع  
 تساوي:  
 أ.  $570\text{ [nF]}$  . ب.  $470\text{ [nF]}$  . ج.  $84.2\text{ [nF]}$  .

السؤال الثاني:

أجب بكلمة صح أو خطأ لكل من العبارات الآتية وضح الخطأ إن وجد:

1. تتكون الذرة من نواة تدور حولها ( البروتونات ) في مدارات.
2. يسمى المدار ( الأخير ) في الذرة مدار التكافؤ.
3. ( لا تتقاطع ) خطوط المجال الكهربائي.
4. تحتوي المواد ( الناقلة ) على عدد قليل من الإلكترونات الحرة.
5. اتجاه التيار الكهربائي ( موافق ) لاتجاه سريان الإلكترونات.
6. تضلف ( الفاصلة ) إلى الدارة الكهربائية لحماية عناصرها من التيار الزائد.
7. تعبّر ( الناقلة ) عن قدرة المادة على تمرير التيار الكهربائي.
8. تزداد قيمة المقاومة ذات المعامل الحراري ( السالب ) مع ارتفاع درجة حرارتها.
9. تزداد قيمة المقاومة ذات المعامل الحراري ( الموجب ) مع ارتفاع درجة حرارتها.
10. تقل قيمة المقاومة المتعلقة بالجهد VDR مع ( ازدياد ) الجهد المطبق عليها.
11. تزداد قيمة المقاومة الضوئية LDR بازدياد شدة الضوء المسلط عليها.
12. لا يمكن استخدام المكثفات الكيميائية المستقطبة في دارات التيار ( المتناوب ).
13. السعة المكافئة لعدة مكثفات موصولة على التسلسل ( أصغر ) من أصغر سعة بينهم.
14. تتجه خطوط القوى المغناطيسية الخارجة من جسم مغناطيسي ( من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي ).
15. واحدة قياس الفيض المغناطيسي هي ( تسلا Tesla ).
16. تتم زيادة شدة المجال المغناطيسي لملف ( بإنقاص ) عدد لفاته.
17. تتناسب قيمة القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض ( عكساً ) مع كثافة المجال المغناطيسي الذي يتحرك فيه الناقل.
18. يتناسب معامل التحريض الذاتي لملف كلما ( زاد ) طول الملف.
19. تتناسب الطاقة المغناطيسية المخزنة في الملف ( طردياً ) مع مربع شدة التيار المار فيه.
20. تكون قيمة القوة المؤثرة على ناقل يمر فيه تيار، ويتحرك ضمن مجال مغناطيسي مساوية للصفر إذا كان الناقل ( موازياً ) لخطوط المجال المغناطيسي.



السؤال الثالث:

عرف كلاً مما يلي، وبما لا يزيد عن سطرين:

- |                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| أ. الذرة.               | ب. إلكترونات التكافؤ.              |
| ج. الأيون المسالب.      | د. الكولون.                        |
| هـ. المجال الكهربائي.   | و. النواقل.                        |
| ز. العوازل.             | ح. أنصاف النواقل.                  |
| ط. التيار الكهربائي.    | ي. الأمبير.                        |
| ك. الفولت.              | م. المقاومة الكهربائية.            |
| ن. الأوم.               | س. المعامل الحراري لمقاومة المادة. |
| ع. المكثف الكهربائي.    | ف. السعة الكهربائية للمكثف.        |
| ص. الكثافة المغناطيسية. | ق. معامل التحريض الذاتي لملف.      |
| ر. الهجري (H).          | ش. المقاومة النوعية للمادة.        |

السؤال الرابع:

اذكر نص كل مما يلي:

- قانون أوم.
- قانون كيرشوف الأول.
- قانون كيرشوف الثاني.
- قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض.
- قانون لينز.

السؤال الخامس: أجب عن جميع الأسئلة الآتية:

1. عدد المكونات الأساسية للدائرة الكهربائية.
2. عدد مساوي وجود مقاومة للأسلاك الكهربائية.
3. عدد المواصفات الفنية للمقاومات.
4. عدد أسباب أعطال للمقاومات.
5. عدد أشكال أعطال للمكثفات.
6. عدد طرائق المغنطة للحصول على المغناطيس الصناعي.
7. عدد مميزات خطوط القوى المغناطيسية. عدد طرق زيادة شدة المجال المغناطيسي.
8. عدد العوامل التي تؤثر على قيمة القوة المحركة الكهربائية المتولدة بالتحريض.

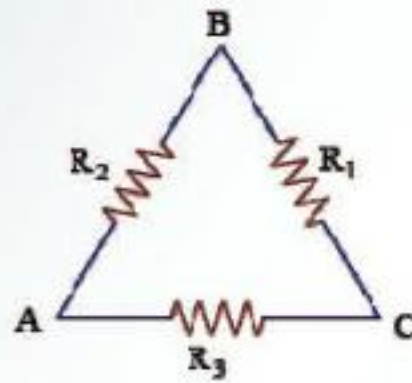


السؤال الخامس:

حل جميع المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

لوجد قيمة المقاومة المكافئة  $R_{AB}$  و  $R_{BC}$  و  $R_{CA}$  للدارة المبينة في الشكل الآتي علماً أن:



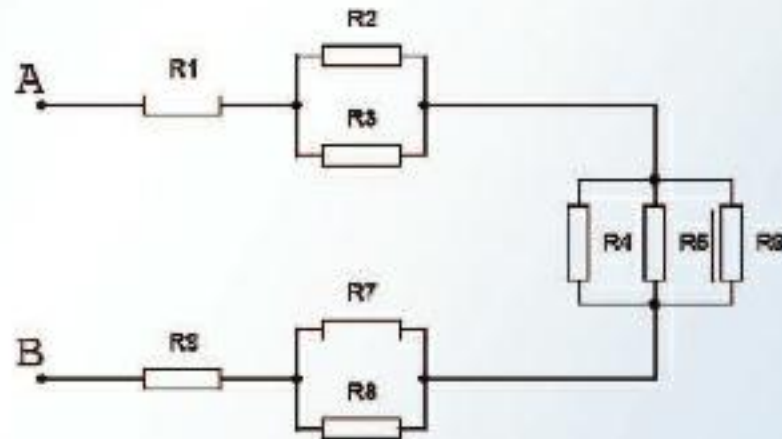
المسألة الثانية:

لوجد قيمة المقاومة المكافئة  $R_{AB}$  للدارة المبينة في الشكل الآتي علماً أن:

$$R_1 = 1 \text{ [ K}\Omega \text{ ]}$$

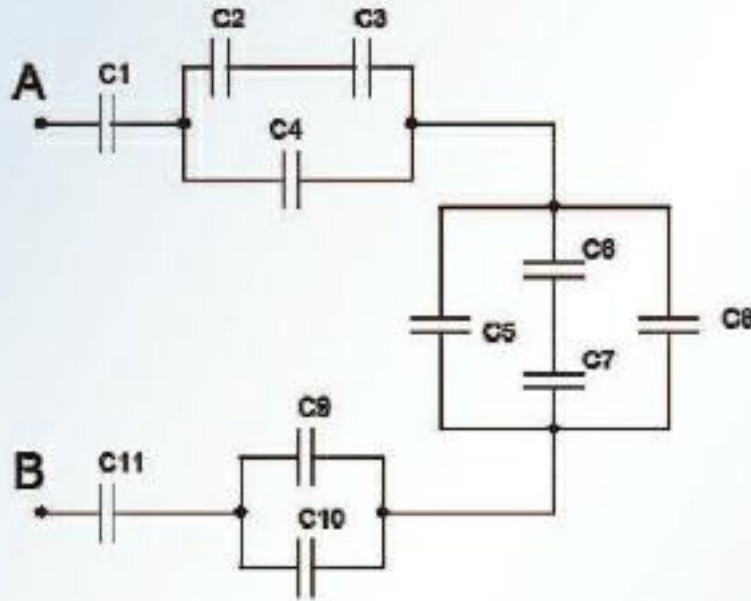
$$R_2 = R_3 = R_7 = R_8 = 2 \text{ [ K}\Omega \text{ ]}$$

$$R_4 = R_5 = R_6 = R_9 = 3 \text{ [ K}\Omega \text{ ]}$$



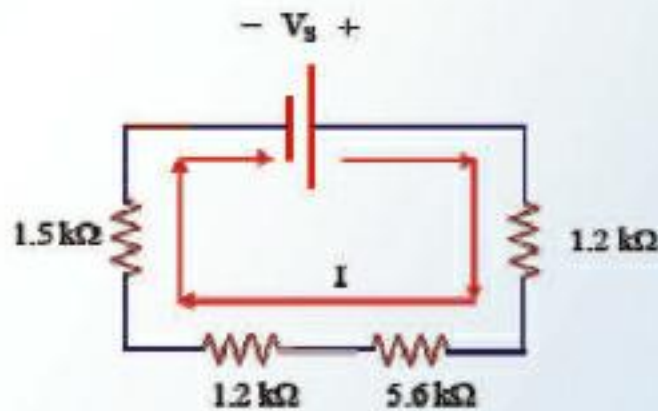
المسألة الثالثة:

أوجد قيمة السعة المكافئة  $C_{AB}$  للدارة المبينة في الشكل الآتي:

المسألة الرابعة:

لنكن لدينا الدارة المبينة بالشكل الآتي، وإذا كانت شدة التيار الكهربائي المار فيها تساوي  $(I = 1 \text{ mA})$ ، وقيم المقاومات الكهربائية كما هي مبينة على الدارة والمطلوب:

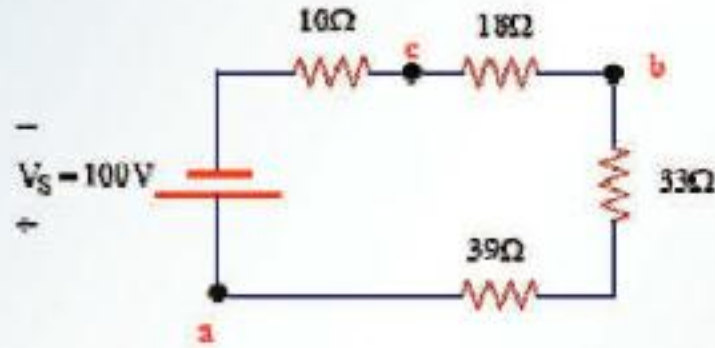
احسب قيمة جهد منبع التغذية  $(V_S)$  ؟



للمسألة الخامسة:

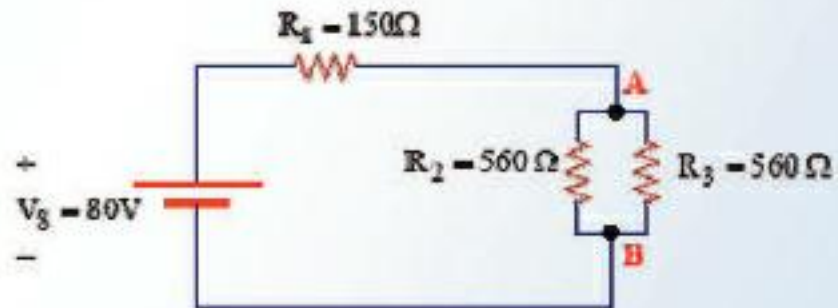
الدائرة المبينة في الشكل الآتي تحوي أربع مقاومات موصولة على التسلسل، وقيمها مشار إليها في الدائرة، فإذا كانت قيمة جهد منبع التغذية ( $V_s = 100\text{ V}$ ) والمطلوب:

1. احسب شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة.
2. إذا تم قصر (Short) النقطتين a, b في الدائرة، احسب شدة التيار المار في هذه الحالة. وازن بين شدة التيار في الحالتين، علّل السبب.

للمسألة السادسة:

إذا كانت قيم كل من  $V_s$ ،  $R_1$ ،  $R_2$ ،  $R_3$  مبينة على الشكل في الدائرة الآتية، والمطلوب:

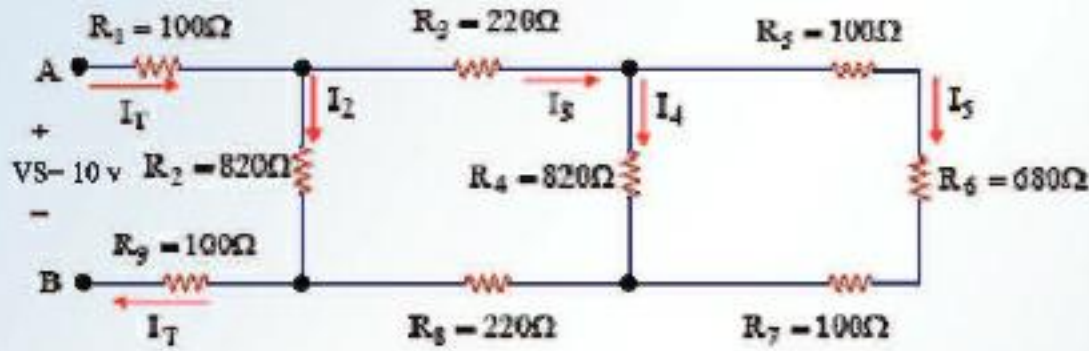
1. احسب هبوط الجهد عند النقطة A.
2. احسب فرق الجهد على المقاومة  $R_1$ .





المسألة السابعة:

- إذا كانت قيم كل من  $V_S$  ،  $R_1$  ،  $R_2$  ،  $R_3$  ،  $R_4$  ،  $R_5$  ،  $R_6$  ،  $R_7$  ،  $R_8$  ،  $R_9$  كما هي مبيّنة على الشكل في الدارة الآتية، والمطلوب:
1. احسب قيمة المقاومة الكلية  $R_{AB}$  للدارة.
  2. احسب شدة التيارات المارة في كل مقاومة.

المسألة الثامنة:

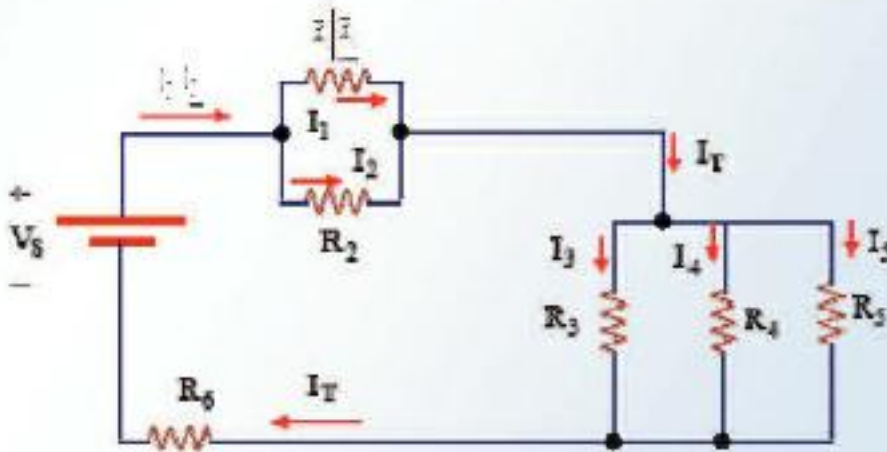
إذا كانت قيمة الجهد الهابط على المقاومة  $R_4$  يساوي  $V_{R4} = 28.2 [V]$ ، وقيم المقاومات كما يلي:

$$R_3 = 5.6 [K\Omega], R_2 = 2.2 [K\Omega], R_1 = 2.7 [K\Omega]$$

$$R_6 = 820 [\Omega], R_5 = 15 [K\Omega], R_4 = 10 [K\Omega]$$

والمطلوب:

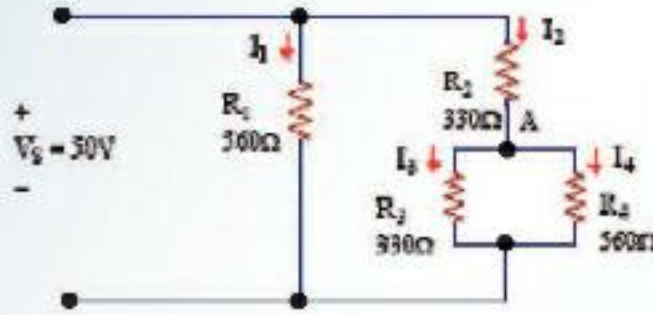
احسب قيمة جهد منبع التغذية الكهربائية.



المسألة التاسعة:

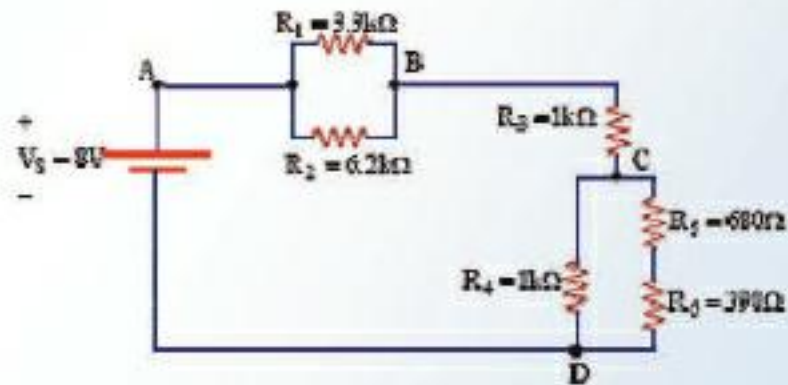
إذا كانت قيم كل من  $V_S$ ،  $R_1$ ،  $R_2$ ،  $R_3$ ،  $R_4$  مبيّنة على الشكل في الدارة الآتية، والمطلوب:

1. أوجد قيمة المقاومة للمكافئة للدارة  $R_T$ .
2. احسب قيمة التيار المار في المقاومة  $R_4$ .

المسألة العاشرة:

إذا كانت قيم كل من  $V_S$ ،  $R_1$ ،  $R_2$ ،  $R_3$ ،  $R_4$ ،  $R_5$ ،  $R_6$  مبيّنة على الشكل في الدارة الآتية، والمطلوب:

1. أوجد قيمة المقاومة للمكافئة للدارة  $R_T$ .
2. احسب هبوط الجهد على كل مقاومة في الدارة.







# التمارين العملية



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 30 دقيقة

التمرين الأول: قياس الجهد الكهربائي

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
1. يصل مقياس للجهد المستمر في الدارة الكهربائية.
  2. يقيس الجهد الكهربائي المستمر.

### المواد والأدوات والتجهيزات

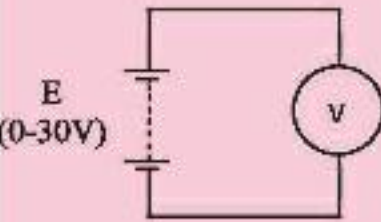
وحدة تغذية جهد مستمر متغيرة ( 0 - 30 V ) عدد (1)، مقياس جهد مستمر أو ( A.V.O ) عدد (1)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- ♦ توصيل الدارة للكهربائية حسب مخطط التوصيل.
- ♦ تنفيذ القياسات حسب الجدول .



خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم للتوضيحي																
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وبحالة عمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V )</li> <li>♦ مقياس الجهد المستمر أو ( A.V.O )</li> <li>♦ لوحة مخبرية</li> <li>♦ أسلاك توصيل</li> </ul>																	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (88-1) مع مراعاة القطبية المحددة:</p>	 <p>الشكل (88-1)</p>																
3	<p>اضبط قيمة جهد منبع للتغذية المستمر على القيمة 0 V</p>																	
4	<p>اضبط مؤشر مقياس الجهد المستمر على صفر التكرير ، ونلك بعد اختيار مجال الجهد الذي يتناسب مع قيمة الجهد المقاس باستخدام مفتاح ناخب للمجال</p>																	
5	<p>غير جهد منبع التغذية المستمر بخطوات محددة كما هو مبين في الجدول الآتي، ثم سجل القيمة المقروءة في كل مرة:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V [v] جهد المنبع</th> <th>0</th> <th>3</th> <th>6</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>قراءة المقياس</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	V [v] جهد المنبع	0	3	6	10	15	20	25	قراءة المقياس								
V [v] جهد المنبع	0	3	6	10	15	20	25											
قراءة المقياس																		

148

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
ضبط قيمة جهد منبع التغذية المستمر على القيمة $0V$ .			
ضبط مؤشر مقياس الجهد المستمر على صفر التدريج ، وذلك بعد اختيار مجال الجهد الذي يتناسب مع قيمة الجهد المقاس باستخدام مفتاح ناخب المجال.			
تغيير جهد منبع التغذية المستمر بخطوات محددة، وتسجيل النتائج.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

## الاختبار العملي

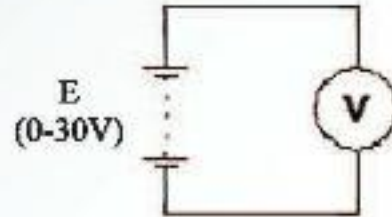
اسم الاختبار: قياس الجهد الكهربائي

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- اضبط مقياس للجهد الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- قس الجهود الكهربائية كما في الجدول الآتي:

V [v] جهد الم منبع	0	6	15	25
قراءة المقياس				

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية جهد مستمر متغيرة (0 - 30 V) عدد (1)، مقياس جهد مستمر أو (A.V.O) عدد (1)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

(15) دقيقة.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطالب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس الجهد الكهربائي.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- إجراء القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 30 دقيقة

للتمرين الثاني: قياس شدة التيار الكهربائي

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
1. يصل مقياس التيار الكهربائي المستمر في الدارة الكهربائية.
  2. يقيس شدة التيار الكهربائي المستمر عند قيم مختلفة للجهد الكهربائي.

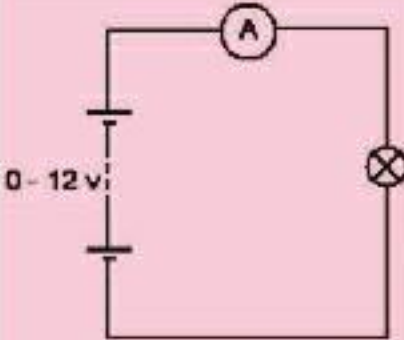
### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية جهد مستمر متغيرة (0 - 12 V) عدد (1)، مقياس تيار مستمر أو (A.V.O) عدد (1)، مصباح كهربائي 12 V ، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء .

### معايير الأداء

- ◆ ضبط مقياس الأمبير المستمر عند استخدامه لقياس شدة التيار الكهربائي المستمر وفقاً لدليل التشغيل.
- ◆ توصيل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- ◆ تنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب.

## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم للتوضيحي																
1	تأكد أن جميع للتجهيزات والعناصر الآتية صالحة وبحالة عمل: ♦ وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 12 V ) ♦ مقياس الأمبير المستمر أو ( A.V.O ) ♦ مصباح كهربائي 12 V ♦ لوحة مخبرية ♦ أسلاك توصيل																	
2	صل الدارة كما في الشكل (89-1) مع مراعاة القطبية المحددة:	 <p>الشكل (89-1)</p>																
3	اضبط قيمة جهد منبع التغذية المستمر على القيمة 0 V																	
4	اضبط مؤشر مقياس التيار المستمر على صفر التكرير																	
5	قس شدة التيار الكهربائي لمار في المصباح عند قيم مختلفة لجهد المنبع، ثم سجل هذه للقيم في الجدول الآتي:	<table><tr><td>V [ v ] جهد المنبع</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr><tr><td>قراءة المقياس [ mA ]</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	V [ v ] جهد المنبع	0	2	4	6	8	10	12	قراءة المقياس [ mA ]							
V [ v ] جهد المنبع	0	2	4	6	8	10	12											
قراءة المقياس [ mA ]																		

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائي.			
ضبط قيمة جهد منبع التغذية المستمر على القيمة $0\text{ V}$ .			
ضبط مؤشر مقياس التيار المستمر على صفر التدريج ، وذلك بعد اختيار مجال التيار الذي يناسب قيمة التيار المقاس باستخدام مفتاح ناخب المجال.			
تغيير جهد منبع التغذية المستمر بخطوات كما في الجدول، وتسجيل نتائج قياس شدة التيار المار في الدارة.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



## الاختبار العملي

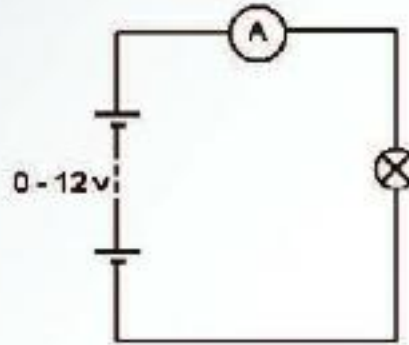
اسم الاختبار: قياس شدة التيار الكهربائي

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

V [v] جهد المنبع	0	4	8	12
قراءة المقياس [ mA ]				

- لضبط مقياس التيار الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- قس شدة التيارات الكهربائية كما في الجدول الآتي:

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية للجهد المستمر متغيرة (0 - 12 V) عدد (1)، مقياس التيار المستمر أو (A.V.O) عدد (1)، مصباح كهربائي 12 V ، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

( 15 ) دقيقة.

### الزمن اللازم لإجاز الاختبار

### إرشادات للطالب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس التيار الكهربائي.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- إجراء القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

التمرين الثالث: قانون أوم

الزمن: 1 ساعة

### الأهداف الأدائية للتمرين:

1. أن يصبح المتدرب قادراً على أن:  
1. يصل مقياس التيار والجهد في الدارة الكهربائية.
2. يقيس شدة التيار الكهربائي المستمر عند قيم مختلفة لكل من الجهد الكهربائي والمقاومة الكهربائية.
3. يتأكد من أن شدة التيار الكهربائي المار في الدارة تتناسب عكساً مع مقاومتها.
4. يتأكد من أن شدة التيار الكهربائي المار في مقاومة تتناسب طردياً مع جهدها .

### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد (1)، مقياس الجهد المستمر أو ( A.V.O ) عدد (1)، مقياس التيار المستمر أو ( A.V.O ) عدد (1)، مقاومات كهربائية ذات استطاعة  $1\text{ W}$  ، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ ضبط مقياس الأمبير المستمر عند استخدامه لقياس شدة التيار الكهربائي المستمر وفقاً لدليل التشغيل.
- ♦ ضبط مقياس الجهد المستمر عند استخدامه لقياس الجهد الكهربائي المستمر وفقاً لدليل التشغيل.
- ♦ وصل الدارة الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ قياس شدة التيار الكهربائي المستمر المار في الدارة.
- ♦ قياس الجهد الكهربائي المستمر الهابط على المقاومة.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وبحالة عمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ).</li> <li>♦ مقياس الجهد المستمر أو ( A.V.O ).</li> <li>♦ مقياس الأمبير المستمر أو ( A.V.O ).</li> <li>♦ مقاومات كهربائية ذات استطاعة 1 W بالقيم الآتية:  <math>R_1 = 1 \text{ [K}\Omega\text{]}</math>  <math>R_2 = 1.5 \text{ [K}\Omega\text{]}</math>  <math>R_3 = 3.3 \text{ [K}\Omega\text{]}</math></li> <li>♦ لوحة مخبرية.</li> <li>♦ أسلاك توصيل.</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (90-1) مع مراعاة القطبية المحددة:</p>	 <p>الشكل (90-1)</p>
3	اضبط منبع الجهد المستمر على القيمة 15 V .	
4	قس شدة التيار المار وسجلها في الجدول المبين في الصفحة التالية ( الخطوة 16 ) .	
5	احصب شدة التيار الكهربائي نظرياً باستخدام قانون أوم.	
6	وازن بين قيمة التيار المقاسة عملياً، وبين قيمته المحسوبة نظرياً. ماذا تلاحظ؟	
7	استبدل المقاومة $R_2 = 1.5 \text{ [K}\Omega\text{]}$ بالمقاومة $R_1 = 1 \text{ [K}\Omega\text{]}$ ، ثم أعد الخطوات ( 3 ) و ( 4 ) و ( 5 ) و ( 6 ) .	
8	استبدل المقاومة $R_1 = 1 \text{ [K}\Omega\text{]}$ بالمقاومة $R_3 = 3.3 \text{ [K}\Omega\text{]}$ ، ثم أعد الخطوات ( 3 ) و ( 4 ) و ( 5 ) و ( 6 ) .	



خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي																										
9	وازن بين قيم التيار في الخطوة ( 4 ) والخطوة ( 7 ) والخطوة ( 8 ) .ماذا تستنتج؟																											
10	اضبط منبع الجهد المستمر على القيمة $24\text{ V}$ .																											
11	صل المقاومة $R_2 = 1.5\text{ [K}\Omega\text{]}$ .																											
12	قس قيمة شدة التيار ثم سجلها في الجدول المبين أدناه ( الخطوة 16 ) .																											
13	اضبط منبع الجهد المستمر على للقيمة $10\text{ V}$ .																											
14	قس شدة التيار المار وسجلها في الجدول المبين أدناه ( الخطوة 16 ) .																											
15	وازن بين قيم التيار في الخطوة ( 4 ) والخطوة ( 12 ) والخطوة ( 14 ) ماذا تستنتج؟																											
16	سجل النتائج السابقة في الجدول الآتي:																											
	<table><tr><th rowspan="2">جهد المنبع [ V ]</th><th rowspan="2">المقاومة [ K<math>\Omega</math> ]</th><th colspan="2">شدة التيار [ mA ]</th></tr><tr><th>عملياً</th><th>نظرياً</th></tr><tr><td>15</td><td>1.5</td><td></td><td></td></tr><tr><td>15</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>15</td><td>3.3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>24</td><td>1.5</td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td>1.5</td><td></td><td></td></tr></table>		جهد المنبع [ V ]	المقاومة [ K $\Omega$ ]	شدة التيار [ mA ]		عملياً	نظرياً	15	1.5			15	1			15	3.3			24	1.5			10	1.5		
	جهد المنبع [ V ]	المقاومة [ K $\Omega$ ]			شدة التيار [ mA ]																							
			عملياً	نظرياً																								
	15	1.5																										
	15	1																										
	15	3.3																										
24	1.5																											
10	1.5																											

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الولوج يجب تأثير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائي.			
ضبط مؤشر مقياس التيار المستمر على صفر التدريج ، وذلك بعد اختيار مجال التيار المناسب باستخدام مفتاح ناخب المجال.			
ضبط قيمة جهد منبع التغذية المستمر على القيمة $15\text{ V}$ .			
قياس قيم شدة التيارات للكهربائية المارة في الدارة عند القيم المختلفة للمقاومات الكهربائية.			
قياس قيم شدة التيارات للكهربائية المارة في الدارة عند القيم المختلفة للجهود الكهربائية وثبات قيمة المقاومة.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

## الاختبار العملي

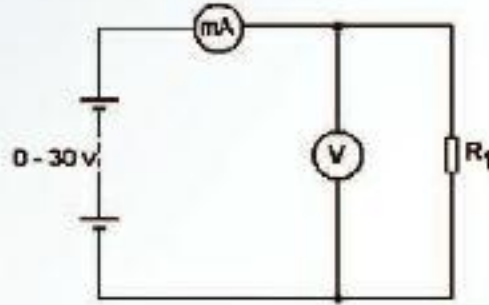
اسم الاختبار: **قانون أوم**

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

V [v] جهد المنبع	5	10	15	20
قراءة المقياس [ mA ]				

- اضبط مقياس التيار الكهربائي.
- اضبط مقياس الجهد الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية بحسب المخطط.
- قس شدة التيارات الكهربائية كما في الجدول الآتي:

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة (0 - 30 V) عدد (1)، مقياس الجهد المستمر أو (A.V.O) عدد (1)، مقياس التيار المستمر أو (A.V.O) عدد (1)، مقاومة كهربائية  $R_1 = 1.5 \text{ [K}\Omega\text{]}$  ذات استطاعة  $1 \text{ W}$ ، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

الزمن اللازم لإجازة الاختبار (15) دقيقة.

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس التيار ومقياس الجهد الكهربائيين.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- إجراء القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.



## بطاقة تمرين عملي

التمرين الرابع: حساب قيمة مقاومة مجهولة

الزمن: 45 دقيقة

### الأهداف الأدائية للتمرين:

1. أن يصبح المتكرب قادراً على أن:  
1. يصل مقياس التيار والجهد في الدارة للكهربائية.
2. يقيس شدة التيار الكهربائي المستمر عند قيم مختلفة للجهد الكهربائي.
3. يحسب قيمة مقاومة مجهولة باستخدام قانون أوم وذلك بمعرفة فرق الجهد بين طرفيها وشدة التيار المار فيها.

### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة (0 - 30 V) عدد (1)، مقياس الجهد المستمر أو (A.V.O) عدد (1)، مقياس الأمبير المستمر أو (A.V.O) عدد (1)، مقاومة كهربائية  $R_X$  مجهولة القيمة (500Ω - 5 KΩ)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

### معايير الأداء

- ◆ ضبط مقياس الأمبير المستمر وفقاً لدليل التشغيل.
- ◆ ضبط مقياس الجهد المستمر وفقاً لدليل التشغيل.
- ◆ وصل الدارة الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ◆ قياس شدة التيار الكهربائي المستمر المار في الدارة.
- ◆ قياس الجهد الكهربائي المستمر للهابط على المقاومة.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم																				
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم للتوضيحي																		
1	تأكد أن جميع للتجهيزات والعناصر الاتية صالحة وتعمل: ♦ وحدة تغذية الجهد المستمر للمتغيرة ( 0 - 30 V ). ♦ مقياس الجهد المستمر أو ( A.V.O ). ♦ مقياس الميلي الأمبير المستمر أو ( A.V.O ). ♦ مقاومة كهربائية $R_X$ مجهولة للقيمة ( 500Ω - 5 KΩ ). ♦ لوحة مخبرية. ♦ أسلاك توصيل.																			
2	صل الدارة كما في الشكل (91-1) مع مراعاة القطبية المحددة:																			
3	اضبط مقياسي الجهد والأمبير وذلك بوضعهما على المجال الأكبر لهما ، ثم تغييره للحصول على التكرير الذي يناسب قيمة الجهد والتيار المقاسين.	الشكل (91-1)																		
4	غير قيمة جهد منبع التغذية حسب الجدول المبين في الخطوة (6)																			
5	قس شدة التيار الكهربائي للموافق لقيم الجهد في كل مرة ثم سجل النتائج في الجدول المبين في الخطوة (6).																			
6	احسب قيمة المقاومة المجهولة $R_X$ من العلاقة: $R_X = V/I$ ، وسجلهما في الجدول الآتي:	<table><tr><td>V [ v ]</td><td>5</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td></tr><tr><td>I [mA]</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><math>R_X</math> [ Ω ]</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	V [ v ]	5	10	15	20	25	I [mA]						$R_X$ [ Ω ]					
V [ v ]	5	10	15	20	25															
I [mA]																				
$R_X$ [ Ω ]																				
7	أوجد قيمة المقاومة المتوسطة لقيم $R_X$ المحسوبة، وتعتبر هذه القيمة هي قيمة المقاومة المجهولة $R_X$ .																			

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) لكي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائي.			
تحديد مجال القياس الذي يناسب قيمة التيار المقاس.			
تحديد مجال القياس الذي يناسب قيمة الجهد المقاس .			
قياس وتمجيل قيم شدة كل من للتيارات الكهربائية للمقاسة.			
حساب قيمة المقاومة المجهولة $R_x$ .			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



## الاختبار العملي

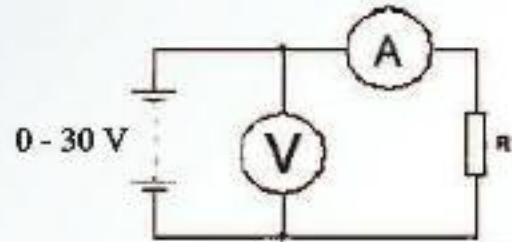
اسم الاختبار: حساب قيمة مقاومة مجهولة

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- اضبط مقياس التيار الكهربائي.
- اضبط مقياس الجهد الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية بحسب المخطط.
- قس شدة التيارات الكهربائية كما في الجدول الآتي:
- احسب قيمة مقاومة مجهولة باستخدام قانون أوم.

V [v]	5	10	15	20
I [mA]				
R <sub>x</sub> [Ω]				

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة (0 - 30 V) عند ( $I$ )، مقياس الجهد المستمر أو (A.V.O) عند ( $I$ )، مقياس الأمبير المستمر عند ( $I$ )، مقاومة كهربائية  $R_x$  مجهولة القيمة (500Ω - 5 KΩ)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

(15 دقيقة).

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس التيار ومقياس الجهد الكهربائيين.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- إجراء القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

التمرين الخامس: قانون كيرشوف للتيار

الزمن: 45 دقيقة

### الأهداف الأدائية للتمرين:

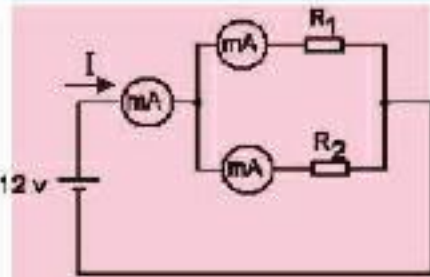
1. أن يصبح المتدرب قادراً على أن:  
1. يصل أجهزة قياس التيار في الدارة للكهربائية.
2. يقيس شدة التيارات في عقدة كهربائية.
3. يتحقق من أن شدة التيار الداخل إلى عقدة كهربائية ما يساوي مجموع شدات التيارات الخارجة من هذه العقدة.

### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد (1)، مقياس العملي الأمبير المستمر عدد (3) ،  
مقاومات كهربائية ذات استطاعة 2 W ، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس كهرباء.

### معايير الأداء

- ♦ ضبط مقاييس التيار المستمر حسب دليل التشغيل.
- ♦ وصل الدارة للكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ قياس شدة التيارات الكهربائية الداخلة إلى عقدة كهربائية.
- ♦ قياس شدة التيارات الكهربائية الخارجة من عقدة كهربائية.
- ♦ التحقق من قانون كيرشوف للتيار.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم															
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي													
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ وحدة تغذية للجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ).</li> <li>♦ مقاييس الملي الأمبير المستمر عدد ( 3 ) .</li> <li>♦ مقاومات كهربائية ذات استطاعة 2 W وهي:</li> </ul> $R_1 = 1.2 [K\Omega]$ $R_2 = 2.2 [K\Omega]$ $R_3 = 3.3 [K\Omega]$ <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ لوحة مخبرية.</li> <li>♦ أسلاك توصيل.</li> </ul>														
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (92-1) مع مراعاة القطبية المحددة:</p>														
3	<p>لضبط جهد منبع التغذية المستمر على القيمة 12 V .</p>	الشكل (92-1)													
4	<p>قس شدة التيارات ( <math>I_1</math> المار في المقاومة <math>R_1</math> و <math>I_2</math> المار في المقاومة <math>R_2</math> و <math>I</math> التيار الكلي )، وسجل القياسات في الجدول المبين في الخطوة ( 5 ) .</p>														
5	<p>احسب قيمة شدة التيارات <math>I_1, I_2, I</math> نظرياً باستخدام قانوني أوم وكيرشوف الأول، وسجل للنتائج في الجدول الآتي:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>شدة التيار</th> <th><math>I_1 [mA]</math></th> <th><math>I_2 [mA]</math></th> <th><math>I = I_1 + I_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>المقاسة عملياً</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>المحسوبة نظرياً</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	شدة التيار	$I_1 [mA]$	$I_2 [mA]$	$I = I_1 + I_2$	المقاسة عملياً				المحسوبة نظرياً					
شدة التيار	$I_1 [mA]$	$I_2 [mA]$	$I = I_1 + I_2$												
المقاسة عملياً															
المحسوبة نظرياً															
6	<p>افصل منبع التغذية.</p>														
7	<p>استبدل المقاومة <math>R_2 = 2.2 [K\Omega]</math> بالمقاومة <math>R_3 = 3.3 [K\Omega]</math></p>														



خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم			
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم للتوضيحي	
8	أعد الخطوات (3) و (4) و (5)، وسجل النتائج في الجدول الآتي:		
		شدة التيار	$I_1 \text{ [mA]}$
		$I_2 \text{ [mA]}$	$I = I_1 + I_2$
		المقاسة عملياً	
9	اكتب نص قانون كيرشوف للتيار استناداً إلى القيم التي حصلت عملياً ونظرياً.	المحسوبة نظرياً	

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) لكي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ) . ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائي.			
تحديد مجال القياس الذي يناسب قيمة التيار المقاس .			
قياس وتسجيل قيم شدة كل من التيارات الكهربائية للمقاسة.			
التحقق من قانون كيرشوف للتيار .			
فصل منبع التغذية للكهربائي.			
استبدال المقاومات في الدارة للكهربائية.			
قياس وتسجيل قيم شدة كل من التيارات الكهربائية للمقاسة.			
التحقق من قانون كيرشوف للتيار .			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

## الاختبار العملي

الزمن: 30 دقيقة

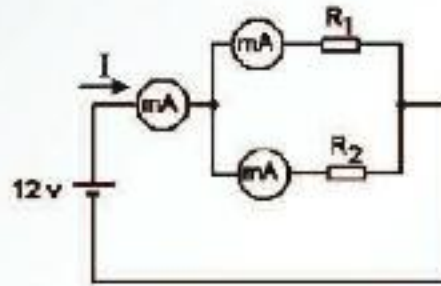
اسم الاختبار: قانون كيرشوف للتيار

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- اضبط مقاييس التيار الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- قس شدة التيارات الكهربائية كما في الجدول الآتي:
- للتحقق من قانون كيرشوف للتيار عملياً.

شدة التيار	$I_1$ [mA]	$I_2$ [mA]	$I = I_1 + I_2$
المقاسة عملياً			

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة (0 - 30 V) عدد (1)، مقياس الميللي الأمبير المستمر عدد (3)، مقاومات كهربائية ذات استطاعة 2 W، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

(15) دقيقة.

### الزمن اللازم لإجاز الاختبار

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقاييس التيار الكهربائي.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- إجراء القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين السادس: قانون كيرشوف للجهد

### الأهداف الأدائية للتمرين:

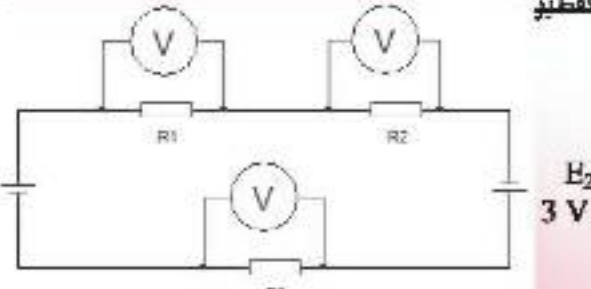
1. أن يصبح المتدرب قادراً على أن:  
يصل: أجهزة قياس الجهد في الدارة الكهربائية في الدارة.
2. يقيس فرق الجهد على المقاومات في الدارة.
3. يتحقق من أن المجموع الجبري للقوى المحركة الكهربائية في دائرة ما يساوي المجموع الجبري لفرق الجهد في هذه الدارة.

### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدتا تغذية الجهد المستمر ( $6V$ ) و ( $3V$ ) عدد (1) من كل نوع، مقياس الجهد المستمر عدد (3) ،  
مقاومات كهربائية ذات استطاعة  $2W$  عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ◆ ضبط مقاييس الجهد المستمر وفقاً لدليل التشغيل.
- ◆ وصل الدارة الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ◆ قياس الجهود الهابطة على مقاومات الدارة.
- ◆ التحقق من قانون كيرشوف للجهد.

خطوات الأداء، والنقاط للحكمة، والرسم																										
الرقم	الخطوة والنقطة الحكمة	الرسم التوضيحي																								
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ وحدنا تغذية الجهد المستمر ( 6 V ) و ( 3 V ) .</li> <li>♦ مقياس الجهد المستمر عدد ( 3 ) .</li> <li>♦ مقاومات كهربائية ذات استطاعة 2 W وهي:</li> </ul> $R_1 = 27 [\Omega]$ $R_2 = 33 [\Omega]$ $R_3 = 47 [\Omega]$ <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ لوحة مخبرية.</li> <li>♦ أسلاك توصيل.</li> </ul>																									
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (92-1) مع مراعاة القطبية المحددة:</p>																									
3	اضبط جهد منبع التغذية المستمر ( $E_1$ ) على القيمة 6 V .	الشكل (92-1)																								
4	اضبط جهد منبع التغذية المستمر ( $E_2$ ) على القيمة 3 V .																									
5	<p>قس الجهود <math>V_1, V_2, V_3</math> الهابطة على المقاومات <math>R_1, R_2, R_3</math> على الترتيب، ثم سجل القياسات في الجدول المبين في الخطوة ( 4 ) .</p>																									
6	<p>احسب هبوط الجهد <math>V_1, V_2, V_3</math> على المقاومات <math>R_1, R_2, R_3</math> بالترتيب نظرياً، باستخدام قانوني أوم وكيرشوف الثاني، وسجل النتائج في الجدول الآتي:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>الجهود</th> <th><math>E_1</math></th> <th><math>E_2</math></th> <th><math>V_1</math></th> <th><math>V_2</math></th> <th><math>V_3</math></th> <th><math>\Sigma R</math></th> <th><math>\Sigma V</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>المقاسة عملياً</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>المحسوبة نظرياً</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	الجهود	$E_1$	$E_2$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$\Sigma R$	$\Sigma V$	المقاسة عملياً								المحسوبة نظرياً								
الجهود	$E_1$	$E_2$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$\Sigma R$	$\Sigma V$																			
المقاسة عملياً																										
المحسوبة نظرياً																										

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم																															
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة						الرسم التوضيحي																								
7	افصل التغذية الكهربائية عن الدارة																														
8	<p>اعكس قطبية منبع التغذية ( 3 V ) ، ثم أعد الخطوتين ( 3 ) و ( 4 ) ، وسجل النتائج في الجدول الآتي:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>الجهود</th><th>E1</th><th>E2</th><th>V1</th><th>V2</th><th>V3</th><th><math>\Sigma E</math></th><th><math>\Sigma V</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>المقاسة عملياً</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>المحسوبة نظرياً</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						الجهود	E1	E2	V1	V2	V3	$\Sigma E$	$\Sigma V$	المقاسة عملياً								المحسوبة نظرياً								
الجهود	E1	E2	V1	V2	V3	$\Sigma E$	$\Sigma V$																								
المقاسة عملياً																															
المحسوبة نظرياً																															
9	<p>اكتب نص قانون كيرشوف للجهد استناداً إلى القيم التي حصلت عليها عملياً ونظرياً.</p>																														



## التقييم الذاتي

دليل تقييم الأداء

تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الولوج يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
وصل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائي.			
تحديد مجال القياس الذي يناسب قيم الجهود الكهربائية المقاسة.			
ضبط جهد خرج منبعي التغذية على القيم المطلوبة.			
تسجيل قيم الجهود الكهربائية المقاسة.			
التحقق من قانون كيرشوف للجهد.			
فصل منبع التغذية الكهربائي.			
عكس قطبية منبع التغذية ( 3 V )			
تسجيل قيم الجهود الكهربائية المقاسة.			
التحقق من قانون كيرشوف للجهد.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

## الاختبار العملي

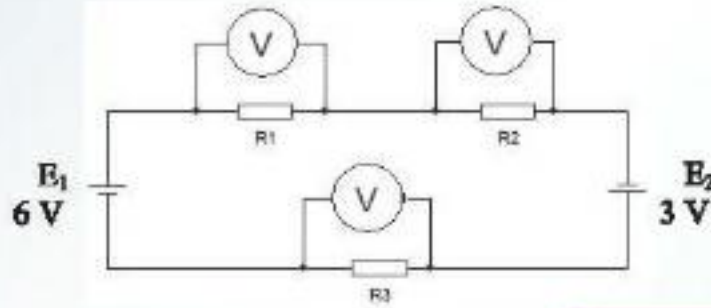
اسم الاختبار: قانون كيرشوف للجهد

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- اضبط مقاييس الجهد الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- قس للجهود الجهود  $V_1, V_2, V_3$  للهابطة على المقاومات  $R_1, R_2, R_3$  على الترتيب، كما في الجدول الآتي:
- تحقق من قانون كيرشوف للتيار عملياً.

الجهود	$E_1$	$E_2$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$\Sigma E$	$\Sigma V$
المقاسة عملياً							

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

- وحدتا تغذية للجهد المستمر (6 V) و (3 V) عدد (1) من كل نوع، مقياس الجهد المستمر عدد (3) ، مقاومات كهربائية ذات استطاعة 2 W عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.
- ( 15 ) دقيقة.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطلاب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
  - ضبط مقاييس الجهد الكهربائي.
  - توصيل الدارة حسب المخطط للكهربائي.
  - إجراء قياسات الجهود  $V_1, V_2, V_3$  للهابطة على المقاومات  $R_1, R_2, R_3$  على الترتيب.
  - التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
  - الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 1/2 ساعة

التمرين السابع: قياس الاستطاعة الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
1. يوصل مقاييس التيار في الدارة للكهربائية.
  2. يوصل مقاييس الجهد في الدارة الكهربائية.
  3. يقيس شدة التيارات المارة في كل دارة.
  4. يقيس هبوط الجهد على المقاومات في كل دارة.
  5. حساب الاستطاعة الكهربائية في دارات التسلسل اعتماداً على قيم الجهود والتيارات المقاسة.
  6. حساب الاستطاعة الكهربائية في دارات التفرع اعتماداً على قيم الجهود والتيارات المقاسة.

### المواد والأدوات والتجهيزات

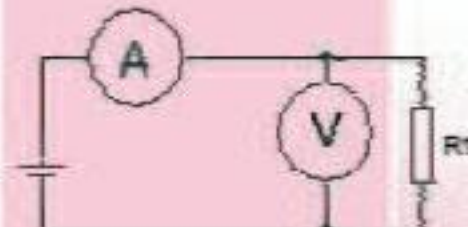
وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة (0 - 30 V) عدد (1) ، مقياس الجهد المستمر عدد (1) ، مقياس التيار المستمر عدد (1) ، مقاومات كهربائية ذات استطاعة 2 W عدد (3) ، لوحة مخبرية ، أسلاك توصيل ، مخبر أسس الكهرباء.

### معايير الأداء

- ◆ ضبط مقاييس الجهد المستمر وفقاً لدليل التشغيل.
- ◆ ضبط مقاييس التيار المستمر وفقاً لدليل التشغيل.
- ◆ وصل الدارة للكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ◆ قياس الجهود الهابطة على مقاومات الدارة للكهربائية.
- ◆ قياس التيارات المارة في الدارة الكهربائية.
- ◆ حساب الاستطاعة الكهربائية في دارات التسلسل.
- ◆ حساب الاستطاعة الكهربائية في دارات التفرع .

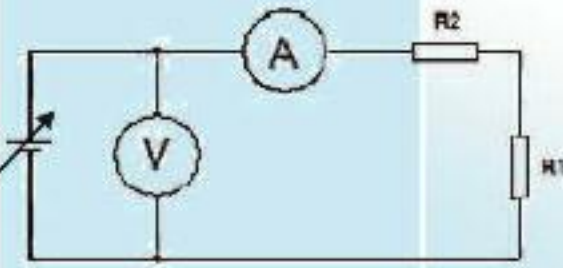
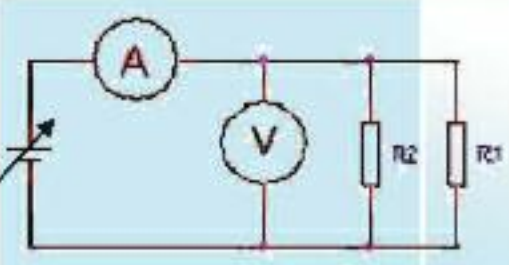


## خطوات الأداء، والتقاط للحكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة للحكمة	الرسم التوضيحي												
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والمكونات الآتية صالحة وبالحالة:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة (0 - 30 V).</li> <li>مقياس الجهد المستمر عدد (1).</li> <li>مقياس التيار المستمر عدد (1).</li> <li>مقاومات كهربائية ذات استطاعة 2 W وهي: <math display="block">R_1 = 640 [\Omega]</math> <math display="block">R_2 = 1 [K\Omega]</math> </li> <li>لوحة مخبرية.</li> <li>أسلاك توصيل.</li> </ul>													
2	<p>صل دائرة كما في الشكل (93-1) مع مراعاة القطبية المخصصة:</p>													
3	اضبط جهد منبع التغذية المستمر على قيمة 15 V.	الشكل (93-1)												
4	<p>قس شدة التيار (I) والجهد (V) ثم سجل القياسات في الجدول المبين في الخطوة (5).</p>													
5	<p>لصحب الاستطاعة الكهربائية المستهلكة في المقاومة <math>R_1</math> باستخدام القانون <math>P_L = V \times I</math> ثم سجل القياسات في الجدول الآتي:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>مقاومة الحمل</th><th>I [mA]</th><th>V [V]</th><th><math>P_L</math> [W]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>R_1</math></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td><math>R_2</math></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	مقاومة الحمل	I [mA]	V [V]	$P_L$ [W]	$R_1$				$R_2$				
مقاومة الحمل	I [mA]	V [V]	$P_L$ [W]											
$R_1$														
$R_2$														
6	<p>استبدل المقاومة <math>R_1</math> بالمقاومة <math>R_2</math> ثم أعد الخطوات من (3) إلى (5) وسجل النتائج في الجدول السابق.</p>													

175

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم للتوضيحي												
7	صل الدارة كما في الشكل (94-1) مع مراعاة القطبية المحددة:													
8	اضبط جهد منبع التغذية المستمر على القيمة 15 V .	الشكل (94-1)												
9	قس شدة التيار ( I ) والجهد ( V )، ثم سجل القياسات في الجدول المبين في الخطوة ( 14 ) .													
10	احسب الاستطاعة الكهربائية المستهلكة في المقاومتين R1 و R2، ثم سجل القياسات في الجدول المبين في الخطوة ( 14 ) .													
11	صل الدارة كما في الشكل (95-1) مع مراعاة القطبية المحددة:													
12	اضبط جهد منبع التغذية المستمر على القيمة 15 V .	الشكل (95-1)												
13	قس شدة التيار ( I ) والجهد ( V ) ثم سجل القياسات في الجدول المبين في الخطوة ( 14 ) .													
14	احسب الاستطاعة الكهربائية المستهلكة في المقاومتين R1 و R2 باستخدام القانون $P_L = V \times I$ ثم سجل القياسات في الجدول المبين في الخطوة ( 14 ) .	<table><tr><th>الحمل</th><th>I [mA]</th><th>V [V]</th><th><math>P_L</math> [W]</th></tr><tr><td>تسلسلي <math>R_1+R_2</math></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>تفرعي <math>R_1//R_2</math></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	الحمل	I [mA]	V [V]	$P_L$ [W]	تسلسلي $R_1+R_2$				تفرعي $R_1//R_2$			
الحمل	I [mA]	V [V]	$P_L$ [W]											
تسلسلي $R_1+R_2$														
تفرعي $R_1//R_2$														

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
وصل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائي.			
تحديد مجال القياس الذي يناسب قيم الجهود الكهربائية المقاسة.			
تحديد مجال القياس الذي يناسب قيم شدة التيارات الكهربائية المقاسة.			
قياس وتسجيل قيم الجهود الكهربائية المقاسة.			
قياس وتسجيل قيم شدة التيارات الكهربائية المقاسة.			
حساب الاستطاعة الكهربائية.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



## الاختبار العملي

اسم الاختبار: قياس الاستطاعة الكهربائية

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

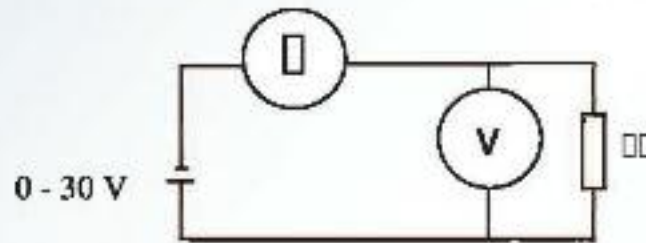
- اضبط مقياس الجهد الكهربائي.
- اضبط مقياس التيار الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.

مقاومة الحمل	$I$ [mA]	$V$ [V]	$P_L$ [W]
$R_1$			

قس شدة التيارات الكهربائية كما في الجدول  
الآتي:

- احسب الاستطاعة الكهربائية

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة (0 - 30 V) عدد (1)، مقياس الجهد المستمر عدد (1)، مقياس التيار المستمر عدد (1)، مقاومات كهربائية ذات استطاعة 2 W عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

(15) دقيقة.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطالب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياسي التيار والجهد الكهربائيين.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- إجراء القياسات المطلوبة وحساب الاستطاعة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 30 دقيقة

للتمرين الثامن: تحديد قيمة المقاومة الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- ♦ أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
- ♦ يحدد قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الرباعي للمقاومات.
- ♦ يحدد قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الخماسي للمقاومات.
- ♦ يقيس قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام مقياس الآفو.

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس آفو (A.V.O) عدد (1) ، مقاومات كهربائية بقيم مختلفة ( خمس مقاومات على الأقل مرمزة بنظامي الترميز اللوني )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر لمس الكهرباء.

### معايير الأداء

- ♦ تحديد قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الرباعي للمقاومات.
- ♦ تحديد قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الخماسي للمقاومات.
- ♦ ضبط مقياس الآفو لقياس قيمة المقاومة الكهربائية وفقاً لدليل التشغيل.
- ♦ قراءة قيم المقاومات الكهربائية المرمزة بدقة باستخدام مقياس الآفو .
- ♦ تحديد قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام مقياس الآفو.

## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي										
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وبحالة عمل:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ مقياس الألفو ( A.V.O ).</li><li>◆ المقاومات الكهربائية بقيم مختلفة ( خمس مقومات على الأقل ورمزة بنظامي الترميز اللوني ).</li><li>◆ لوحة مخبرية.</li><li>◆ أسلاك توصيل.</li></ul>											
2	<p>استخدم نظام الترميز الرباعي أو الخماسي للألوان لقراءة المقاومات السابقة ( قيمة المقاومة ونسبة التفاوت )، ثم سجل النتائج في الجدول الآتي:</p> <table><tr><th><math>R_1 [ \Omega ]</math></th><th><math>R_2 [ \Omega ]</math></th><th><math>R_3 [ \Omega ]</math></th><th><math>R_4 [ \Omega ]</math></th><th><math>R_5 [ \Omega ]</math></th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$R_1 [ \Omega ]$	$R_2 [ \Omega ]$	$R_3 [ \Omega ]$	$R_4 [ \Omega ]$	$R_5 [ \Omega ]$						
$R_1 [ \Omega ]$	$R_2 [ \Omega ]$	$R_3 [ \Omega ]$	$R_4 [ \Omega ]$	$R_5 [ \Omega ]$								
3	<p>تأكد من جاهزية مقياس الألفوميتر للعمل، واضبط مؤشره على صفر التدريج عند كل قياس ( يجب عدم ملامسة مجسي الألفو عند قياس قيمة المقاومة ).</p>											
4	<p>قس قيمة كل من المقاومات باستخدام الألفو، ثم سجل قيم المقاومات المقاسة عملياً بوساطة الألفو وبالترتيب وفقاً للجدول التالي:</p> <table><tr><th><math>R_1 [ \Omega ]</math></th><th><math>R_2 [ \Omega ]</math></th><th><math>R_3 [ \Omega ]</math></th><th><math>R_4 [ \Omega ]</math></th><th><math>R_5 [ \Omega ]</math></th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$R_1 [ \Omega ]$	$R_2 [ \Omega ]$	$R_3 [ \Omega ]$	$R_4 [ \Omega ]$	$R_5 [ \Omega ]$						
$R_1 [ \Omega ]$	$R_2 [ \Omega ]$	$R_3 [ \Omega ]$	$R_4 [ \Omega ]$	$R_5 [ \Omega ]$								
5	<p>وازن النتائج المسجلة في الخطوة ( 2 ) مع النتائج المسجلة في الخطوة ( 4 ). ماذا تستنتج؟</p>											



## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
تحديد قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الرباعي للمقاومات.			
تحديد قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الخماسي للمقاومات.			
تحديد قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام الأقور			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: تحديد قيمة المقاومة الكهربائية

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- حدد قيمة مقاومة كهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الرباعي للمقاومات.
- حدد قيمة مقاومة كهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الخماسي للمقاومات.
- قس قيمة مقاومة كهربائية باستخدام مقياس الآفو.

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس آفو (A.V.O) عدد (1) ، مقاومات كهربائية بقيم مختلفة ( خمس مقاومات على الأقل مرمزة بنظامي الترميز اللوني )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار ( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطلاب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس الآفو.
- تحديد قيمة مقاومة كهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الرباعي للمقاومات.
- تحديد قيمة مقاومة كهربائية باستخدام نظام الترميز اللوني الخماسي للمقاومات.
- استخدام الآفو لتحديد قيمة مقاومة كهربائية.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 30 دقيقة

التمرين التاسع: الوصل التسلسلي للمقاومات الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
1. يوصل للمقاومات الكهربائية على التسلسل.
  2. يقيس قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة  $R_T$ .

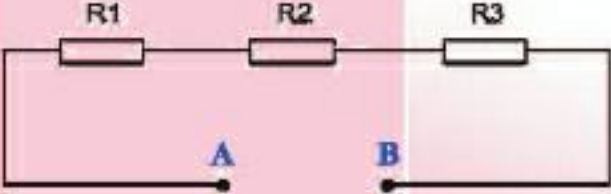
### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس آفو (A.V.O) عدد (1) ، مقاومات كهربائية بقيم مختلفة عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

### معايير الأداء

- ◆ ضبط مقاييس الآفو لقياس قيمة المقاومة الكهربائية وفقاً لدليل التشغيل.
- ◆ وصل للمقاومات الكهربائية على التسلسل وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.
- ◆ تحديد قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة نظرياً.
- ◆ تحديد قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة عملياً.



	خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم	
الرسم التوضيحي	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرقم
	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ مقياس الآفو ( A.V.O ).</li> <li>◆ جهّز للمقاومات الكهربائية الآتية:</li> </ul> $R_1 = 1 \text{ [K}\Omega\text{]}$ $R_2 = 1.5 \text{ [K}\Omega\text{]}$ $R_3 = 3.3 \text{ [K}\Omega\text{]}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ لوحة مخبرية.</li> <li>◆ أسلاك توصيل.</li> </ul>	1
	<p>صل الدارة كما في الشكل (96-1) :</p>	2
<p>الشكل (96-1)</p>	<p>احسب قيمة المقاومة المكافئة نظرياً وفقاً للعلاقة الآتية:</p> $R_T = R_1 + R_2 + R_3$ $R_T = \dots\dots\dots \text{ [K}\Omega\text{]}$	3
	<p>تأكد من جاهزية مقياس الآفو للعمل، واضبط مؤشره على صفر للتدريج</p>	4
	<p>قس قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين ( A ) و ( B ) باستخدام الآفو، ثم سجل قيم المقاومة المكافئة المقاسة عملياً بواسطة الآفو:</p> $R_T = \dots\dots\dots \text{ [K}\Omega\text{]}$	5
	<p>وازن النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة ( 3 ) مع النتيجة المسجلة في الخطوة ( 5 )، ماذا تستنتج؟</p>	6
	<p>وازن قيمة المقاومة المكافئة <math>R_T</math> مع قيمة كل من المقاومات <math>R_1, R_2, R_3</math>، ماذا تستنتج؟</p>	7

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل المقومات على التسلسل وفقاً لمخطط الدارة			
حساب قيمة المقاومة للمكافئة نظرياً $R_T$			
قياس قيمة المقاومة للمكافئة عملياً $R_T$			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

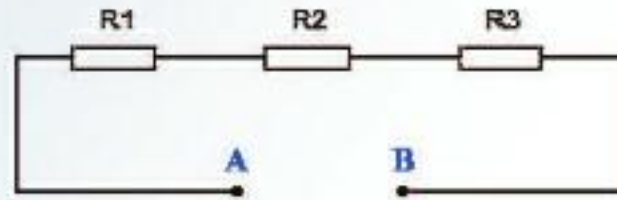
## الاختبار العملي

اسم الاختبار: الوصل التسلسلي للمقاومات الكهربائية

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- صل المقاومات الكهربائية على التسلسل.
- لحسب قيمة المقاومة الكهربائية للمكافئة (  $R_T$  ) .

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس أفو ( A.V.O ) عدد (1) ، مقومات كهربائية بقيم مختلفة عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل ، مخبر أفس الكهرباء.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار ( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس الأفو.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- استخدام الأفو لتحديد قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 30 دقيقة

التمرين العاشر: الوصل التفرعي للمقاومات الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

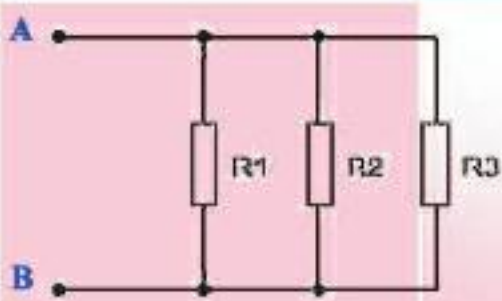
- أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
1. يوصل المقاومات الكهربائية على التفرع.
  2. يقيس قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة  $(R_T)$ .

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس أفو (A.V.O) عدد (1)، مقاومات كهربائية بقيم مختلفة عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

### معايير الأداء

- ♦ ضبط مقاييس الأفو لقياس قيمة مقاومة كهربائية وفقاً لدليل التشغيل.
- ♦ وصل المقاومات الكهربائية على التفرع وفقاً لمخطط الدارة للكهربائية.
- ♦ تحديد قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة نظرياً.
- ♦ تحديد قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة عملياً.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم		
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد من أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ مقياس الآفو ( A.V.O ).</li> <li>◆ جهز للمقاومات الكهربائية الآتية:</li> </ul> <p> <math>R_1 = 1 \text{ [K}\Omega\text{]}</math>  <math>R_2 = 1.5 \text{ [K}\Omega\text{]}</math>  <math>R_3 = 3.3 \text{ [K}\Omega\text{]}</math> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ لوحة مخبرية.</li> <li>◆ أسلاك توصيل.</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (97-1) :</p>	
3	<p>لحسب قيمة المقاومة المكافئة نظرياً وفقاً للعلاقة الآتية:</p> $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$ <p><math>R_T = \dots \text{ [K}\Omega\text{]}</math></p>	الشكل (97-1)
4	<p>تأكد من جاهزية مقياس الآفو للعمل، واضبط مؤشره على صفر للتدريج .</p>	
5	<p>قس قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين ( A ) و ( B ) باستخدام الآفو، ثم سجل قيم المقاومة المكافئة المقاسة عملياً بواسطة الآفو:</p> <p><math>R_T = \dots \text{ [K}\Omega\text{]}</math></p>	
6	<p>وازن النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة ( 3 ) مع النتيجة المسجلة في الخطوة ( 5 ). ماذا تستنتج؟</p>	
7	<p>وازن قيمة المقاومة المكافئة <math>R_T</math> مع قيمة كل من المقاومات <math>R_3, R_2, R_1</math> ماذا تستنتج؟</p>	

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل المعلومات على التفرع وفقاً لمخطط الدارة			
حساب قيمة المقاومة للمكافئة نظرياً $R_T$			
قياس قيمة المقاومة للمكافئة عملياً $R_T$			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



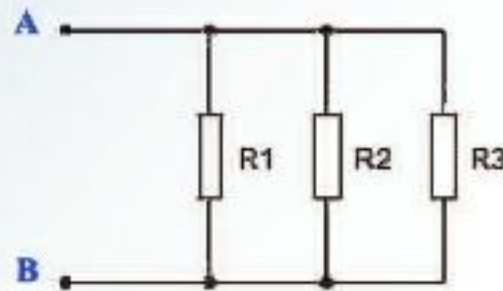
## الاختبار العملي

اسم الاختبار: الوصل التفرعي للمقاومات الكهربائية

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- صل المقاومات الكهربائية على التفرع.
- احسب قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة ( $R_T$ ).

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس الآفو (A.V.O) عدد (1) ، مقاومات كهربائية بقيم مختلفة عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس للكهرباء.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار ( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطالب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس الآفو.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- استخدام الآفو لتحديد قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 45 دقيقة

التمرين الحادي عشر: الوصل المختلط للمقاومات الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

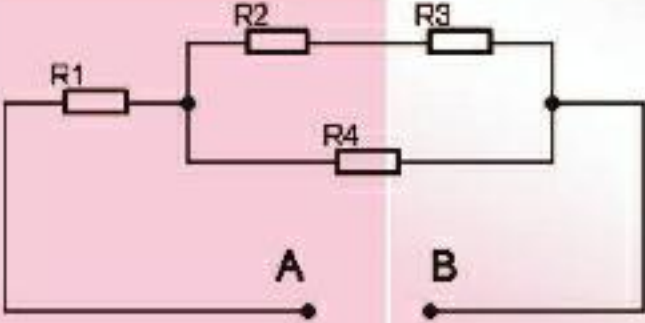
- ♦ أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل للمقاومات الكهربائية بشكل مختلط.
- ♦ يقيس قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة  $R_T$ .

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس الآفو (A.V.O) عدد (1) ، مقاومات كهربائية بقيم مختلفة عدد (4)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

### معايير الأداء

- ♦ ضبط مقياس الآفو لقياس قيمة المقاومة الكهربائية وفقاً لدليل التشغيل.
- ♦ يجب وصل المقاومات الكهربائية بشكل مختلط وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.
- ♦ تحديد قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة بدقة.

	خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم	
الرسم التوضيحي	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرقم
	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ مقياس أفو ( A.V.O )</li> <li>◆ جهّز للمقاومات الكهربائية الآتية:</li> </ul> <p> <math>R_1 = 1 \text{ [K}\Omega\text{]}</math>  <math>R_2 = 1.5 \text{ [K}\Omega\text{]}</math>  <math>R_3 = 3.3 \text{ [K}\Omega\text{]}</math>  <math>R_4 = 1.5 \text{ [K}\Omega\text{]}</math> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ لوحة مخبرية</li> <li>◆ أسلاك توصيل</li> </ul>	1
	<p>صل الدارة كما في الشكل (98-1) :</p>	2
<p>للشكل (98-1)</p>	<p>احسب قيمة المقاومة المكافئة نظرياً وفقاً لقانوني للربط التسلسلي والتفرعي للمقاومات:</p> <p><math>R_T = \dots\dots\dots \text{ [K}\Omega\text{]}</math></p>	3
	<p>تأكد من جاهزية مقياس الأفو للعمل، واضبط مؤشره على صفر للتدريج.</p>	4
	<p>قس قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين ( A ) و ( B ) باستخدام الأفو، ثم سجل قيم المقاومة المكافئة المقاسة عملياً بواسطة الأفو:</p> <p><math>R_T = \dots\dots\dots \text{ [K}\Omega\text{]}</math></p>	5
	<p>وازن النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة ( 3 ) مع النتيجة المسجلة في الخطوة ( 5 ). ماذا تستنتج؟</p>	6
	<p>وازن قيمة المقاومة المكافئة <math>R_T</math> مع قيمة كل من المقاومات <math>R_1, R_2, R_3, R_4</math> ماذا تستنتج؟</p>	7



## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ) . ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة 'X' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
ضبط مؤشر مقياس الأوم على القيمة ( $0 \Omega$ ) .			
توصيل المقاومات بشكل مختلط وفقاً لمخطط الدارة.			
حساب قيمة المقاومة المكافئة نظرياً $R_T$ .			
قياس قيمة المقاومة للمكافئة عملياً $R_T$ .			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

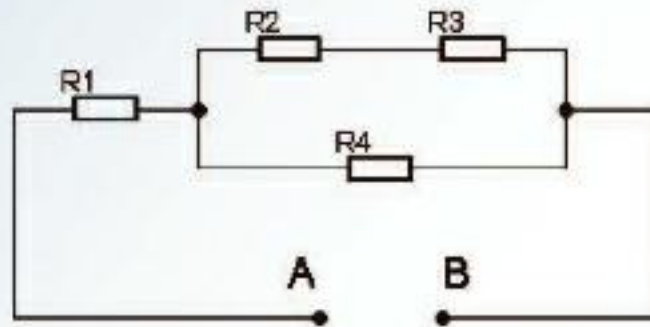
## الاختبار العملي

اسم الاختبار: **الوصل المخطط للمقاومات الكهربائية**

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- صل المقاومات الكهربائية على التفرع.
- احسب قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة (  $R_T$  ) .

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس الأفو ( A.V.O ) عدد (1) ، مقاومات كهربائية بقيم مختلفة عدد (4)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل، مخبر أسس الكهرباء.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار ( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس الأفو.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- استخدام الأفو لتحديد قيمة المقاومة الكهربائية المكافئة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين الثاني عشر: المقاومة ذات المعامل الحراري السالب (NTC)

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- ♦ أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل أجهزة للقياس الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ يوصل المقاومات الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ يقيس قيم الجهد والتيار الكهربائي.
- ♦ يرسم منحنى الخواص للمقاومة ذات المعامل الحراري السالب ( NTC ) .

### المواد والأدوات والتجهيزات

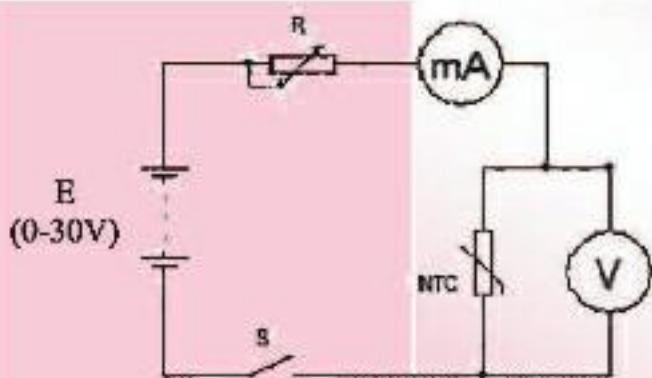
وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد ( 1 ) ، مقياس الأكو ( A.V.O ) عدد ( 1 ) ، مقياس الميلي الأمبير المستمر عدد ( 1 ) ، مقاومة ذات معامل حراري سالب  $1300 \Omega$  ، مقاومة متغيرة خطية  $25 K\Omega$  ، مفتاح كهربائي ، لوحة مخبرية ، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ ضبط أجهزة القياس الكهربائية المستخدمة حسب دليل التشغيل لكل منها.
- ♦ وصل المقاومات وأجهزة القياس الكهربائية ، حسب مخطط الدارة.
- ♦ التحكم بشدة التيار المار في المقاومة ذات المعامل الحراري السالب NTC.
- ♦ قياس الجهد الهابط على المقاومة ذات المعامل الحراري السالب NTC عند كل قيمة للتيار المار في هذه المقاومة.
- ♦ رسم منحنى الخواص للمقاومة ذات المعامل الحراري السالب ( NTC ) حسب النتائج المقاسة عملياً.



## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ وحدة تغذية الجهد المستمر للمتغيرة (0 - 30 V).</li> <li>♦ مقياس الجهد أو الأفر (A.V.O).</li> <li>♦ مقياس الميلي الأمبير المستمر أو (A.V.O).</li> <li>♦ مقاومة ذات معامل حراري سالب <math>1300 \Omega</math>.</li> <li>♦ مقاومة متغيرة خطية <math>25 K\Omega</math>.</li> <li>♦ مفتاح كهربائي.</li> <li>♦ لوحة مخبرية.</li> <li>♦ أسلاك توصيل.</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (99-1):</p>	
3	أغلق المفتاح (S).	الشكل (99-1)
4	غير قيمة المقاومة المتغيرة، لتحصل على أقل تيار ممكن حوالي 1 mA.	
5	قس الجهد الهابط على المقاومة الحرارية (V)، وسجل نتيجة القياس في الجدول (الخطوة 7). واحسب قيمتها من العلاقة في الجدول نفسه. وكذلك استطاعتها.	
6	أعد الخطوات (3) و(4) و(5) من أجل قيم مختلفة لشدة التيار الكهربائي كما في الجدول (الخطوة 7)، وسجل النتائج في الجدول المذكور.	

## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	لرسم التوضيحي																																				
7	املأ الجدول الآتي اعتماداً على قيم النتائج العملية:																																					
	<table><tr><th>I [ mA ]</th><th>V [ V ]</th><th>R = V / I [ Ω ]</th><th>P = V × I [ W ]</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	I [ mA ]	V [ V ]	R = V / I [ Ω ]	P = V × I [ W ]	1				2				3				5				7				10				15				20				
	I [ mA ]	V [ V ]	R = V / I [ Ω ]	P = V × I [ W ]																																		
	1																																					
	2																																					
	3																																					
	5																																					
	7																																					
	10																																					
	15																																					
20																																						
8	ارسم منحنى الخواص المميز للمقاومة الحرارية ذات المعامل الحراري السالب ( NTC ) على ورقة ميليمترية ( يمثل منحنى الخواص دراسة تغير قيمة المقاومة NTC بدلالة تغير التيار ).																																					

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الولوج يجب تأثير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ) . ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
إغلاق المفتاح ( S ) .			
إمرار تيار قيمته 1 mA في المقاومة الحرارية ذات المعامل الحراري السالب NTC بواسطة التحكم بالمقاومة المتغيرة.			
تحديد مجال قياس الجهد الذي يناسب القيم المقاسة.			
تحديد مجال قياس التيار الذي يناسب القيم المقاسة.			
حساب قيمة المقاومة الحرارية NTC.			
رسم منحنى الخواص للمقاومة الحرارية NTC.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



## الاختبار العملي

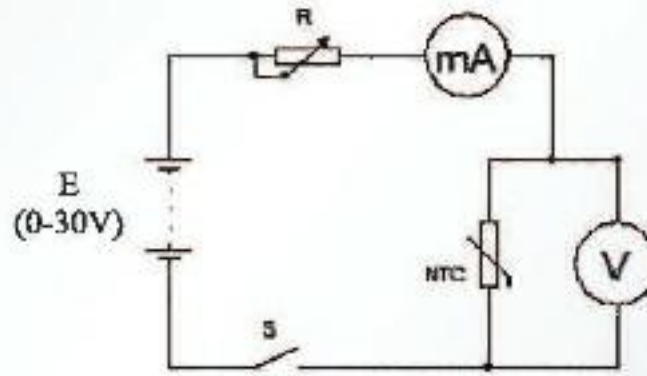
اسم الاختبار: المقاومة ذات المعامل الحراري السالب

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

I [mA]	V [V]	$R = V / I$ [Ω]
1		
3		
5		
10		
20		

- اضبط مقياس التيار الكهربائي.
- اضبط مقياس الجهد الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- تحكم بالتيار المار بالمقاومة الحرارية NTC للحصول على شدة تيار شدته 1 mA ، عن طريق المقاومة المتغيرة.
- قس الجهد الهابط على المقاومة الحرارية NTC .
- أعد عملية قياس الجهد الهابط على المقاومة الحرارية NTC عدد قيم للتيار المبينة في الجدول .
- ارسم منحنى الخواص للمقاومة ذات المعامل الحراري السالب ( NTC ) .

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد ( 1 ) ، مقياس الألف ( A.V.O ) عدد ( 1 ) ، مقياس الميلي الأمبير المستمر عدد ( 1 ) ، مقاومة ذات معامل حراري سالب 1300 Ω ، مقاومة متغيرة خطية 25 KΩ ، مفتاح كهربائي، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### الزمن اللازم لإجازة الاختبار

( 30 ) دقيقة.

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: المقاومة ذات المعامل الحراري السالب

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس التيار.
- ضبط مقياس التيار.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- استخدام المقاومة المتغيرة للتحكم بشدة التيار المار في الدارة الكهربائية.
- قياس وتسجيل الجهد الهابط على المقاومة ذات المعامل الحراري السالب NTC .
- تحديد قيمة المقاومة الحرارية ( NTC ) حسب الجدول.
- رسم منحنى خواص المقاومة الحرارية ( NTC ) .
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين الثالث عشر: المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب (PTC)

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- ♦ أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل أجهزة للقياس الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ يوصل المقاومات الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ يقيس قيم الجهد والتيار الكهربائي.
- ♦ يرسم منحني الخواص للمقاومة ذات المعامل الحراري السالب ( PTC ) .

### المواد والأدوات والتجهيزات

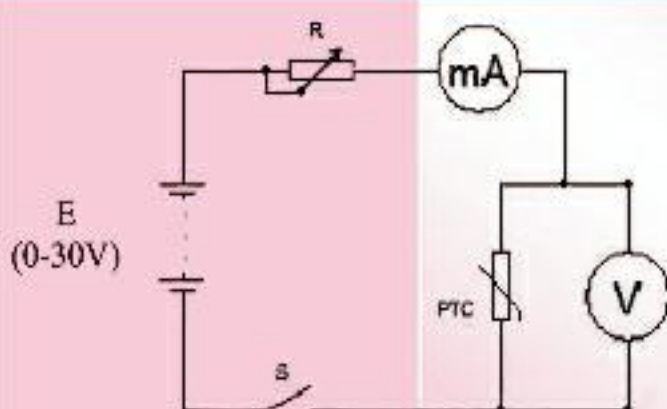
وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد ( 1 )، مقياس الجهد أو الآفو ( A.V.O ) عدد ( 1 ) ، مقياس الأمبير مستمر عدد ( 1 )، مقاومة ذات معامل حراري موجب  $50 \Omega$ ، مقاومة متغيرة خطية  $25 K\Omega$  ، مفتاح كهربائي، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ يجب ضبط أجهزة القياس الكهربائية المستخدمة حسب دليل التشغيل لكل منها.
- ♦ يجب وصل المقاومات وأجهزة القياس الكهربائية ، حسب مخطط الدارة.
- ♦ يجب التحكم بقيمة الجهد الهابط على المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب PTC.
- ♦ يجب قياس شدة التيار المار في المقاومة ذات المعامل الحراري للموجب PTC عند كل قيمة للجهد الهابط على هذه المقاومة.
- ♦ يجب رسم منحني الخواص للمقاومة ذات المعامل الحراري الموجب ( PTC ) حسب النتائج المقاسة عملياً.



خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	لرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الأتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ).</li> <li>♦ مقياس الجهد المستمر أو ( A.V.O ).</li> <li>♦ مقياس الميلي أمبير المستمر أو ( A.V.O ).</li> <li>♦ مقاومة ذات معامل حراري موجب <math>50 \Omega</math>.</li> <li>♦ مقاومة متغيرة خطية <math>25 K\Omega</math>.</li> <li>♦ مفتاح كهربائي.</li> <li>♦ لوحة مخبرية.</li> <li>♦ أسلاك توصيل.</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (1-100):</p> 	
3	اضبط وحدة التغذية على الجهد 0.5 V.	الشكل (1-100)
4	أغلق المفتاح ( S ).	
5	قس قيمة التيار المار في المقاومة الحرارية ذات المعامل الحراري الموجب ( PTC )، وسجل نتيجة للقياس في الجدول (الخطوة 8).	
6	احسب قيمة المقاومة الحرارية ذات المعامل الحراري الموجب ( PTC )، واستطاعتها، وسجل نتيجة القياس في الجدول (الخطوة 8).	

## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي																																												
7	أعد الخطوات (3) و(4) و(5) و(6) من أجل قيم مختلفة للجهد الكهربائي كما في الجدول ( الخطوة 8 )، وسجل النتائج في الجدول المذكور.																																													
8	املأ الجدول الآتي اعتماداً على قيم النتائج العملية: <table><tr><th>V [ V ]</th><th>I [ mA ]</th><th>R = V / I [ Ω ]</th><th>P = V × I [ W ]</th></tr><tr><td>0.5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	V [ V ]	I [ mA ]	R = V / I [ Ω ]	P = V × I [ W ]	0.5				1				2				3				4				5				7				10				15				20				
V [ V ]	I [ mA ]	R = V / I [ Ω ]	P = V × I [ W ]																																											
0.5																																														
1																																														
2																																														
3																																														
4																																														
5																																														
7																																														
10																																														
15																																														
20																																														
9	ارسم منحنى الخواص المميز للمقاومة الحرارية ذات المعامل الموجب ( PTC ) على ورقة ميليمترية ( يمثل منحنى الخواص دراسة تغير قيمة المقاومة PTC بدلالة تغير التيار ).																																													

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الولوج يجب تأثير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ) . ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
إغلاق المفتاح ( S ) .			
تطبيق جهد التغذية $0.5\text{ V}$ ، وقياس شدة التيار المار في المقاومة الحرارية ذات المعامل الحراري الموجب PTC .			
تحديد المجال لمقياس الجهد الذي يناسب القيم المقاسة.			
تحديد المجال لمقياس التيار الذي يناسب القيم المقاسة.			
حساب قيمة المقاومة الحرارية PTC.			
حساب قيمة للمقاومة الحرارية PTC من أجل قيم مختلفة لجهد التغذية، وقياس قيمة شدة التيار الكهربائي المار في الدارة			
رسم منحني الخواص للمقاومة الحرارية PTC.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



## الاختبار العملي

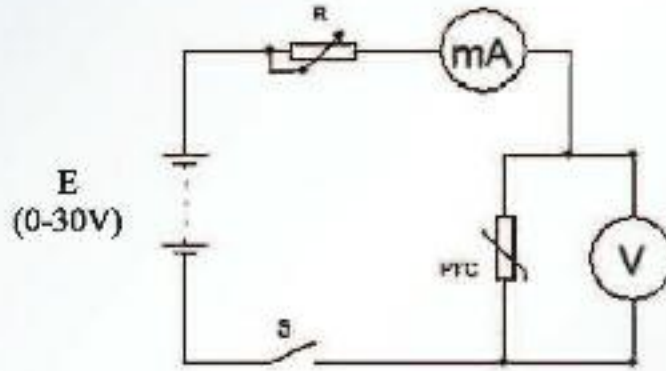
اسم الاختبار: المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

V [ V ]	I [ mA ]	R = V / I [ Ω ]
0.5		
3		
5		
10		
20		

- اضبط مقياس التيار الكهربائي.
- اضبط مقياس الجهد الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- طبق جهد التغذية 0.5 V على الدارة.
- قس شدة التيار المار في المقاومة الحرارية PTC .
- قس شدة التيار المار في المقاومة الحرارية PTC عند قيم الجهود المبينة في الجدول .
- ارسم منحنى للخواص للمقاومة ذات المعامل الحراري الموجب ( PTC ) .

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد ( 1 ) ، مقياس الجهد أو الآفو ( A.V.O ) عدد ( 1 ) ، مقياس ميلي أمبير مستمر عدد ( 1 ) ، مقاومة ذات معامل حراري موجب  $50 \Omega$  ، مقاومة متغيرة خطية  $25 K\Omega$  ، مفتاح كهربائي ، لوحة مخبرية ، أسلاك توصيل .

( 30 ) دقيقة.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: المقاومة ذات المعامل الحراري الموجب

### إرشادات للطلاب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس التيار.
- ضبط مقياس التيار.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- قياس وتسجيل الجهد الهابط على المقاومة ذات المعامل الحراري السالب PTC .
- تحديد قيمة المقاومة الحرارية ( PTC ) حسب الجدول.
- رسم منحنى خواص المقاومة الحرارية ( PTC ) .
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين الرابع عشر: المقاومة المتعلقة بفرق الجهد (VDR)

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- ♦ أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل أجهزة للقياس الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ يوصل المقاومات الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ يقيس قيم شدة التيار الكهربائي المار في الدارة.
- ♦ يرسم منحني الخواص للمقاومة المتعلقة بفرق الكمون ( VDR ) .

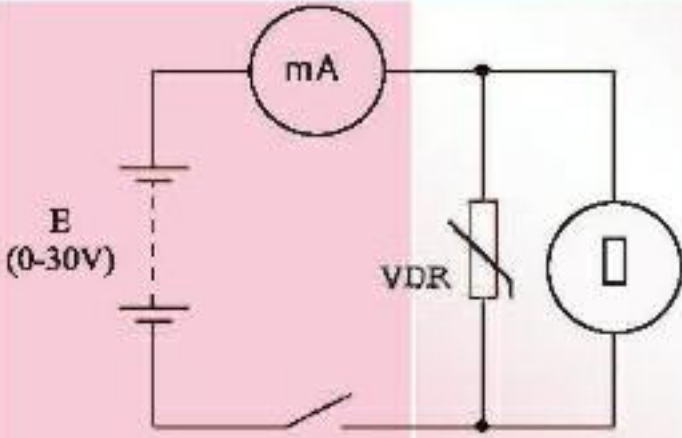
### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد ( 1 )، مقياس الجهد أو الآفو ( A.V.O ) عدد ( 1 ) ، مقياس الأمبيير المستمر عدد ( 1 )، مقاومة متعلقة بفرق الجهد، مفتاح كهربائي، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ ضبط أجهزة القياس الكهربائية المستخدمة حسب دليل التشغيل.
- ♦ وصل المقاومات وأجهزة القياس الكهربائية ، حسب مخطط الدارة.
- ♦ التحكم بقيمة الجهد المطبق على المقاومة المتعلقة بفرق الكمون ( VDR ) .
- ♦ قياس شدة التيار المار في المقاومة المتعلقة بفرق الكمون ( VDR ) عند كل قيمة للجهد الهابط على هذه المقاومة.
- ♦ رسم منحني الخواص للمقاومة المتعلقة بفرق الكمون ( VDR ) بحسب النتائج المقاسة صلياً.



خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم		
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وبحالة عمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ وحدة تغذية الجهد المستمر للمتغيرة ( 0 - 30 V )</li> <li>♦ مقياس الجهد المستمر أو ( A.V.O )</li> <li>♦ مقياس الميلي أمبير المستمر أو ( A.V.O )</li> <li>♦ مقاومة الجهد المتغير VDR .</li> <li>♦ مفتاح كهربائي .</li> <li>♦ لوحة مخبرية .</li> <li>♦ أسلاك توصيل .</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (101-1) :</p>	
3	اضبط وحدة التغذية على الجهد 0.5 V .	الشكل (101-1)
4	أغلق المفتاح ( S ) .	
5	قس قيمة التيار المار في المقاومة المتعلقة بفرق الجهد (VDR)، وسجل نتيجة القياس في الجدول (الخطوة 8).	
6	احسب قيمة المقاومة الحرارية المتعلقة بفرق الجهد (VDR)، واستطاعتها، وسجل نتيجة القياس في الجدول (الخطوة 8).	

## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي																																												
7	أعد الخطوات (3) و(4) و(5) و(6) من أجل قيم مختلفة للجهد الكهربائي كما في الجدول ( الخطوة 8 )، وسجل النتائج في الجدول المذكور.																																													
8	ملأ الجدول الآتي اعتماداً على قيم النتائج العملية: <table><tr><th>V [ V ]</th><th>I [ mA ]</th><th>R = V / I [ Ω ]</th><th>P = V × I [ W ]</th></tr><tr><td>0.5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	V [ V ]	I [ mA ]	R = V / I [ Ω ]	P = V × I [ W ]	0.5				1				2				3				4				5				7				10				15				20				
V [ V ]	I [ mA ]	R = V / I [ Ω ]	P = V × I [ W ]																																											
0.5																																														
1																																														
2																																														
3																																														
4																																														
5																																														
7																																														
10																																														
15																																														
20																																														
9	ارسم منحنى الخواص المميز للمقاومة المتعلقة بفرق الجهد ( VDR ) على ورقة ميليمترية ( يمثل منحنى الخواص دراسة تغير قيمة المقاومة VDR بدلالة تغير التيار ).																																													

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الولوج يجب تأثير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ) . ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
إغلاق المفتاح ( S ) .			
تطبيق جهد التغذية 0.5 V ، وقياس شدة التيار المار في المقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR .			
تحديد المجال لمقياس الجهد الذي يناسب القيم المقاسة.			
تحديد المجال لمقياس التيار الذي يناسب القيم المقاسة.			
حساب قيمة المقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR .			
حساب قيمة المقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR من أجل قيم مختلفة لجهد التغذية، وقياس قيمة شدة التيار الكهربائي المار في الدارة			
رسم منحنى الخواص للمقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR .			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



## الاختبار العملي

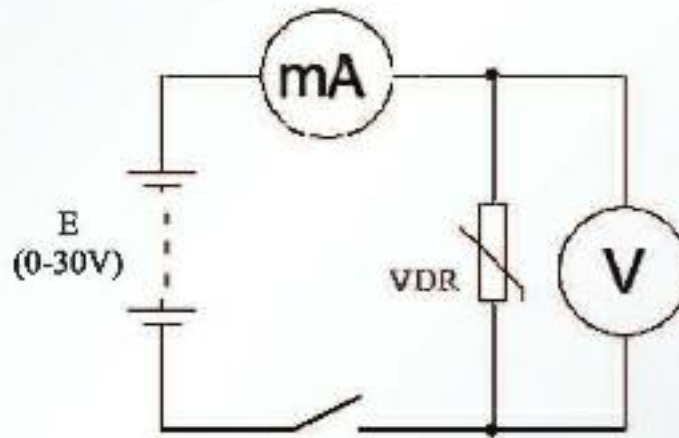
اسم الاختبار: المقاومة المتعلقة بفرق الجهد (VDR)

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

V [ V ]	I [ mA ]	R = V / I [ Ω ]
0.5		
3		
5		
10		
20		

- اضبط مقياس التيار الكهربائي.
- اضبط مقياس الجهد الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- طبق جهد التغذية 0.5 V على الدارة.
- قس شدة التيار المار في المقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR
- قس شدة التيار المار في المقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR
- عند قيم الجهود المبينة في الجدول .
- ارسم منحنى الخواص للمقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR .

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة (0 - 30 V) عدد (1)، مقياس الجهد أو الأفو (A.V.O) عدد (1)، مقياس الأمبير المستمر عدد (1)، مقاومة متعلقة بفرق الجهد، مفتاح كهربائي، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

( 30 ) دقيقة.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: المقاومة المتعلقة بفرق الجهد (VDR)

### إرشادات للطلاب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس التيار.
- ضبط مقياس التيار.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- قياس وتسجيل الجهد الهابط على المقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR .
- تحديد قيمة المقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR حسب الجدول.
- رسم منحنى خواص المقاومة المتعلقة بفرق الجهد VDR .
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين الخامس عشر: المقاومة الضوئية (LDR)

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- ♦ أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل أجهزة للقياس الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ يوصل العناصر الكهربائية حسب مخطط الدارة.
- ♦ يقيس قيم شدة التيار الكهربائي المار في الدارة.
- ♦ يرسم منحنى الخواص للمقاومة الضوئية LDR .

### المواد والأدوات والتجهيزات

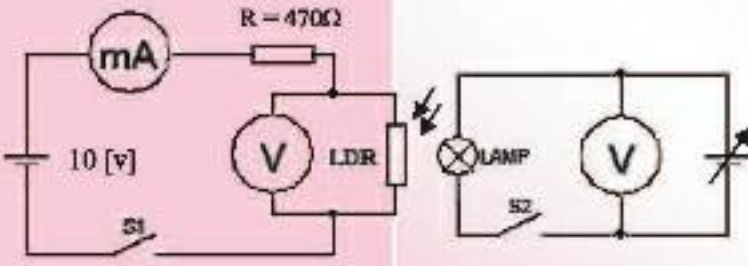
وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد ( 1 )، مقياس الجهد أو الآفو ( A.V.O ) عدد ( 1 ) ، مقياس الأمبير المستمر عدد ( 1 )، مقاومة ضوئية LDR، مقاومة كهربائية  $470\Omega$  ، مصباح 6 V مع قاعدته، مفتاح كهربائي عدد ( 2 )، لوحة مخبريه، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ ضبط أجهزة القياس الكهربائية المستخدمة حسب دلائل التشغيل.
- ♦ وصل العناصر وأجهزة القياس الكهربائية ، حسب مخطط الدارة.
- ♦ التحكم بقيمة الجهد المطبق على المقاومة الضوئية LDR .
- ♦ قياس شدة التيار المار في المقاومة الضوئية LDR عند كل قيمة للجهد الهابط على هذه المقاومة.
- ♦ رسم منحنى الخواص للمقاومة الضوئية LDR حسب النتائج المقاسة عملياً.



خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V )</li> <li>♦ وحدة تغذية الجهد المستمر لتغذية المصباح، أو أربع بطاريات مع قاعدة خاصة للبطاريات</li> <li>♦ مقياس الجهد المستمر أو ( A.V.O ) عدد ( 2 )</li> <li>♦ مقياس الميلي أمبير المستمر أو ( A.V.O )</li> <li>♦ مقاومة ضوئية LDR</li> <li>♦ مقاومة كهربائية <math>470\Omega</math></li> <li>♦ مصباح 6 V مع قاعدته</li> <li>♦ مفتاح كهربائي عدد ( 2 )</li> <li>♦ لوحة مخبرية، وأسلاك توصيل</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (1-102)، حيث وضعت المقاومة الضوئية ( LDR ) على بعد ثابت من المصباح، وذلك ضمن صندوق مغلق.</p>	 <p>الشكل (1-102)</p>
3	أغلق المفتاح ( S <sub>1</sub> ) ، واترك المفتاح ( S <sub>2</sub> ) مفتوحاً.	
4	<p>قس شدة التيار العار في المقاومة الضوئية ( I<sub>LDR</sub> )، وكذلك فرق الجهد بين طرفيها ( V<sub>LDR</sub> ) وسجل نتائج القياس في الجدول (الخطوة 10).</p>	
5	<p>احسب قيمة المقاومة الضوئية ( LDR )، من العلاقة:</p> $R_{LDR} = V_{LDR} / I_{LDR}$	

## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي																																										
6	أغلق المفتاح ( $S_2$ )، ودع المفتاح ( $S_1$ ) مفتوحاً.																																											
7	قس شدة التيار المار في المصباح ( $I_L$ )، وقس شدة التيار المار في المقاومة الضوئية ( $I_{LDR}$ )، وكذلك فرق الجهد بين طرفيها ( $V_{LDR}$ )، وسجل نتائج القياس في الجدول (الخطوة 10).																																											
8	احسب قيمة المقاومة الضوئية ( $LDR$ ) من العلاقة السابقة، وسجل للنتائج في الجدول (الخطوة 10).																																											
9	احسب استطاعة المصباح ( $P_L$ ) من العلاقة الموجودة في الجدول، وسجل النتائج في الجدول (الخطوة 10).																																											
10	<p>أعد الخطوات السابقة من أجل قيم جهد مختلفة لتغذية المصباح ( <math>V_L</math> )، حسب الجدول الآتي، وأكمل الجدول اعتماداً على القيم المقاسة عملياً:</p> <table><tr><th><math>V_L</math> [ v ]</th><th><math>I_L</math> [ mA ]</th><th><math>P_L = V_L \times I_L</math> [ v ]</th><th><math>V_{LDR}</math> [ v ]</th><th><math>I_{LDR}</math> [ mA ]</th><th><math>R</math> [ <math>\Omega</math> ]</th></tr><tr><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$V_L$ [ v ]	$I_L$ [ mA ]	$P_L = V_L \times I_L$ [ v ]	$V_{LDR}$ [ v ]	$I_{LDR}$ [ mA ]	$R$ [ $\Omega$ ]	0						0.5						1						2						3						5						
$V_L$ [ v ]	$I_L$ [ mA ]	$P_L = V_L \times I_L$ [ v ]	$V_{LDR}$ [ v ]	$I_{LDR}$ [ mA ]	$R$ [ $\Omega$ ]																																							
0																																												
0.5																																												
1																																												
2																																												
3																																												
5																																												
11	ارسم منحنى الخواص المميز للمقاومة الضوئية ( $LDR$ ) على ورقة ميليمترية ( يمثل منحنى الخواص دراسة تغيير قيمة المقاومة الضوئية $LDR$ بدلالة تغير التيار ).																																											

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الولوج يجب تأثير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ) . ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
إغلاق المفتاح ( $S_1$ ) ، وترك المفتاح ( $S_2$ ) مفتوحاً.			
قياس شدة التيار المار في المقاومة الضوئية ( $I_{LDR}$ ) .			
قياس شدة التيار المار في المقاومة الضوئية ( $I_{LDR}$ ) .			
حساب قيمة المقاومة الضوئية LDR .			
إغلاق المفتاح ( $S_2$ ) ، وجعل المفتاح ( $S_1$ ) مفتوحاً.			
قياس شدة التيار المار في المصباح ( $I_L$ ) .			
قياس شدة التيار المار في المقاومة الضوئية ( $I_{LDR}$ ) .			
حساب قيمة المقاومة الضوئية LDR .			
أعد الخطوات السابقة من أجل قيم جهد مختلفة لتغذية المصباح ( $V_L$ ) .			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



## الاختبار العملي

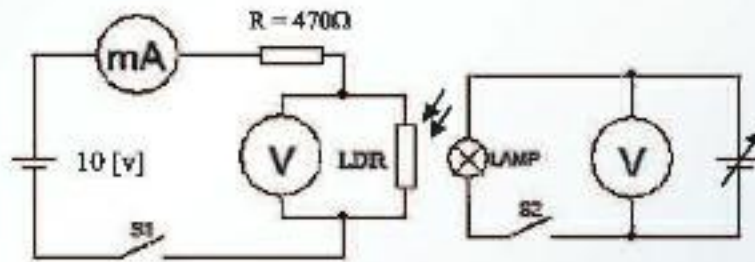
### اسم الاختبار: المقاومة الضوئية (LDR)

#### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

V [ V ]	I [ mA ]	R = V / I [ Ω ]
1		
3		
5		
10		
20		

- اضبط مقياس التيار الكهربائي.
- اضبط مقياس الجهد الكهربائي.
- صل الدارة الكهربائية حسب المخطط.
- أغلق المفتاح (  $S_1$  ) ، ولترك المفتاح (  $S_2$  ) مفتوحاً.
- قس شدة التيار المار في المقاومة الضوئية LDR .
- قس فرق الجهد بين طرفي المقاومة الضوئية LDR .
- احسب قيمة المقاومة الضوئية ( LDR ) .
- أغلق المفتاح (  $S_2$  ) ، ودع المفتاح (  $S_1$  ) مفتوحاً.
- قس شدة التيار المار في المصباح (  $I_L$  ) ، و قس شدة التيار المار في المقاومة الضوئية (  $I_{LDR}$  ) ، وكذلك فرق الجهد بين طرفيها (  $V_{LDR}$  ) .
- قس شدة التيار المار في المقاومة الضوئية LDR عند قيم الجهود المبينة في الجدول .
- ارسم منحنى الخواص للمقاومة الضوئية LDR .

#### مخطط الدارة



#### المواد والأدوات والتجهيزات

- وحدة تغذية الجهد المستمر المتغيرة ( 0 - 30 V ) عدد ( 1 ) ،
- مقياس الجهد أو الأفو ( A.V.O ) عدد ( 1 ) ، مقياس ميلي أمبير مستمر عدد ( 1 ) ، مقاومة ضوئية LDR ، مقاومة كهربائية  $470\Omega$  ، مصباح 6 V مع قاعدته ، مفتاح كهربائي عدد ( 2 ) ، لوحة مخبرية ، أسلاك توصيل .

( 30 ) دقيقة.

الزمن اللازم لإجازة الاختبار

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: المقاومة الضوئية (LDR)

### إرشادات للطلاب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس التيار.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- قياس وتسجيل الجهد الهابط على المقاومة الضوئية ( $I_{LDR}$ ).
- قياس وتسجيل الجهد الهابط على المقاومة الضوئية ( $V_{LDR}$ ).
- تحديد قيمة المقاومة الضوئية LDR بحسب الجدول.
- رسم منحنى خواص المقاومة للضوئية LDR.
- للتقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.
- الحفاظ على سلامة ونظافة الأجهزة ومكان العمل.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 45 دقيقة

التمرين السادس عشر: تحديد قيمة السعة الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
- ♦ يحدد قيمة السعة الكهربائية باستخدام الطريقة المباشرة.
- ♦ يحدد قيمة السعة الكهربائية باستخدام مقياس ( RCL ) .

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، مكثفات بسعات كهربائية مختلفة القيم ( خمس مكثفات على الأقل )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ استخدام مقياس RCL حسب دليل التشغيل.
- ♦ ضبط مقاييس ( RCL ) لقياس قيمة السعة الكهربائية حسب دليل التشغيل.
- ♦ استخدام الطريقة المباشرة لتحديد قيمة السعة الكهربائية.



## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي										
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وبحالة عمل:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ مقياس RCL.</li><li>◆ مكثفات بسعات كهربائية مختلفة القيم ( خمس مكثفات على الأقل ومرمزة ).</li><li>◆ لوحة مخبرية.</li><li>◆ أسلاك توصيل.</li></ul>											
2	<p>استخدم الطريقة المباشرة لقراءة السعات ( قيمة السعة ونسبة التفاوت )، ثم سجل النتائج في الجدول الآتي:</p> <table><tr><td>C1 [F]</td><td>C2 [F]</td><td>C3 [F]</td><td>C4 [F]</td><td>C5 [F]</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	C1 [F]	C2 [F]	C3 [F]	C4 [F]	C5 [F]						
C1 [F]	C2 [F]	C3 [F]	C4 [F]	C5 [F]								
3	<p>تأكد من جاهزية مقياس RCL عند قياس كل من السعات الكهربائية، ومن اختيار المجال المناسب عند إجراء كل قياس من القياسات.</p>											
4	<p>قس قيمة كل من السعات الكهربائية باستخدام مقياس RCL ، ثم سجل قيم السعات المقاسة عملياً بوساطة مقياس RCL وبالترتيب وفقاً للجدول التالي:</p> <table><tr><td>C1 [F]</td><td>C2 [F]</td><td>C3 [F]</td><td>C4 [F]</td><td>C5 [F]</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	C1 [F]	C2 [F]	C3 [F]	C4 [F]	C5 [F]						
C1 [F]	C2 [F]	C3 [F]	C4 [F]	C5 [F]								
5	<p>وازن للنتائج المسجلة في الخطوة ( 2 ) مع النتائج المسجلة في الخطوة ( 4 )، ماذا تستنتج؟</p>											

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة للكهربائية.			
استخدام الطريقة المباشرة لقراءة الساعات			
استخدام مقياس ( RCL ) لقراءة الساعات			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: تحديد قيمة السعة الكهربائية

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- يحدد قيمة السعة الكهربائية باستخدام الطريقة المباشرة.
- يقيس قيمة السعة الكهربائية باستخدام مقياس ( RCL ) .

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، مكثفات بسعات كهربائية مختلفة القيم ( خمس مكثفات على الأقل )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### الزمن اللازم لإجاز الاختبار

( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطالب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- تأكد أن جميع للتجهيزات والعناصر صالحة للعمل.
- سرعة ودقة تحديد قيمة السعة الكهربائية .
- استخدام مقياس ( RCL ) لتحديد قيمة سعة كهربائية .



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 45 دقيقة

التمرين السابع عشر: التوصيل التسلسلي للسعات الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

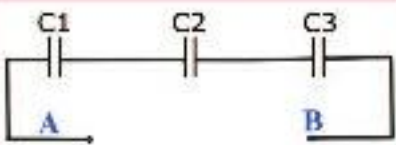
- ♦ أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل السعات الكهربائية على التسلسل.
- ♦ يستخدم قانون الربط التسلسلي للسعات الكهربائية لتحديد قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  نظرياً.
- ♦ يقيس قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  باستخدام مقياس ( RCL ) .

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، مكثفات بسعات كهربائية مختلفة القيم عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ وصل السعات الكهربائية على التسلسل حسب مخطط الدارة.
- ♦ استخدام مقياس RCL بحسب دليل التشغيل.
- ♦ تحديد قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  نظرياً.
- ♦ تحديد قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  عملياً باستخدام مقياس ( RCL ) .

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم		
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ مقياس RCL.</li> <li>◆ جهاز المكثفات الكهربائية الآتية:</li> </ul> <p> <math>C_1 = 0.47 \quad [\mu F]</math>  <math>C_2 = 1 \quad [\mu F]</math>  <math>C_3 = 0.1 \quad [\mu F]</math> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ لوحة مخبرية.</li> <li>◆ أسلاك توصيل.</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (103-1) :</p>	
3	<p>احسب قيمة السعة المكافئة نظرياً وفقاً للعلاقة الآتية:</p> $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ <p><math>C_T = \dots\dots\dots [\mu F]</math></p>	الشكل (103-1)
4	<p>تأكد من جاهزية مقياس RCL حسب دليل التشغيل، ثم قس قيمة السعة الكهربائية المكافئة بين النقطتين (A) و (B) ، ثم سجل قيمة السعة الكهربائية المكافئة المقاسة عملياً بوساطة مقياس RCL:</p> <p><math>C_T = \dots\dots\dots [\mu F]</math></p>	
5	<p>وازن النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة (3) مع النتيجة المسجلة في الخطوة (4) . ماذا تستنتج؟</p>	
6	<p>قارن قيمة السعة الكهربائية المكافئة <math>C_T</math> مع قيمة كل من السعات الكهربائية <math>C_1, C_2, C_3</math> ، ماذا تستنتج؟</p>	

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
استخدام قانون الربط التسلسلي للسعات الكهربائية لتحديد قيمة السعة المكافئة.			
استخدام مقياس ( RCL ) لتحديد قيمة السعة المكافئة.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



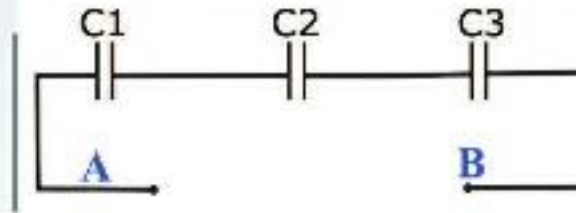
## الاختبار العملي

اسم الاختبار: التوصيل التسلسلي للسعات الكهربائية

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- ♦ اضبط مقياس ( RCL ) حسب دليل التشغيل.
- ♦ صل للسعات الكهربائية على التسلسل حسب مخطط الدارة.
- ♦ احسب السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  نظرياً.
- ♦ قس قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  عملياً.

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، مكثفات بسعات كهربائية مختلفة القيم عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### الزمن اللازم لإجاز الاختبار

( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس ( RCL ) .
- حساب السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  نظرياً.
- قياس قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  عملياً.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 45 دقيقة

التمرين الثامن عشر: التوصيل التفرعي للسعات الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- ♦ أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل السعات الكهربائية على التسلسل.
- ♦ يستخدم قانون للربط التفرعي للسعات الكهربائية لتحديد قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  نظرياً.
- ♦ يقيس قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  باستخدام مقياس ( RCL ) .

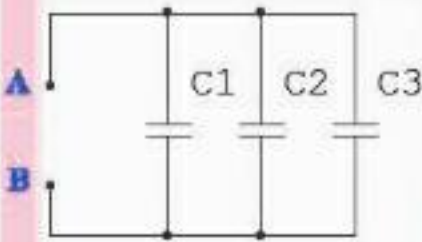
### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، مكثفات بسعات كهربائية بقيم مختلفة عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ وصل السعات الكهربائية على التسلسل حسب مخطط الدارة.
- ♦ استخدام مقياس RCL حسب دليل التشغيل.
- ♦ تحديد قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  نظرياً.
- ♦ تحديد قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  عملياً باستخدام مقياس ( RCL ) .

## خطوات الأداء، والنقاط للحكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ مقياس RCL.</li> <li>◆ المكثفات الكهربائية الآتية:</li> </ul> <p> <math>C_1 = 0.47 \text{ } [\mu F]</math>  <math>C_2 = 1 \text{ } [\mu F]</math>  <math>C_3 = 0.1 \text{ } [\mu F]</math> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ لوحة مخبرية.</li> <li>◆ أسلاك توصيل.</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (104-1) :</p>	
3	<p>لحساب قيمة السعة المكافئة نظرياً وفقاً للعلاقة الآتية:</p> $C_T = C_1 + C_2 + C_3$ $C_T = \dots\dots\dots [\mu F]$	<p>الشكل (104-1)</p>
4	<p>تأكد من جاهزية مقياس RCL حسب دليل التشغيل، ثم قس قيمة السعة الكهربائية المكافئة بين النقطتين (A) و (B) ، سجل قيمة السعة الكهربائية المكافئة المقاسة عملياً بوساطة مقياس RCL:</p> $C_T = \dots\dots\dots [\mu F]$	
5	<p>وازن النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة ( 3 ) مع النتيجة المسجلة في الخطوة ( 4 ) . ماذا تستنتج؟</p>	
6	<p>وازن قيمة السعة الكهربائية المكافئة <math>C_T</math> مع قيمة كل من السعات الكهربائية <math>C_1, C_2, C_3</math> . ماذا تستنتج؟</p>	



## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
استخدام قانون الربط التسلسلي للسعات الكهربائية لتحديد قيمة السعة المكافئة.			
استخدام مقياس ( RCL ) لتحديد قيمة السعة المكافئة.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

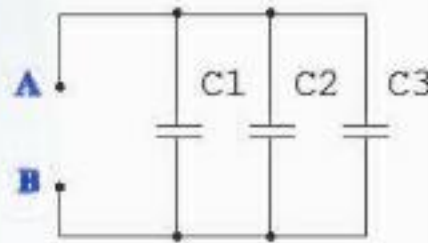
## الاختبار العملي

اسم الاختبار: **التوصيل التفرعي للسعات الكهربائية**

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- ♦ اضبط مقياس ( RCL ) حسب دليل التشغيل.
- ♦ صل السعات الكهربائية على التوالي حسب مخطط الدارة.
- ♦ احسب السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  نظرياً.
- ♦ قس قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  عملياً.

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، مكثفات بسعات كهربائية مختلفة القيم عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطلاب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس ( RCL ) .
- حساب السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  نظرياً.
- قياس قيمة السعة الكهربائية المكافئة  $C_T$  عملياً.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 45 دقيقة

التمرين التاسع عشر: التوصيل التسلسلي للملفات الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- ♦ أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل الملفات الكهربائية على التسلسل.
- ♦ يستخدم قانون الربط التسلسلي للملفات الكهربائية لتحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  نظرياً.
- ♦ يقيس قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  باستخدام مقياس ( RCL ) .

### المواد والأدوات والتجهيزات

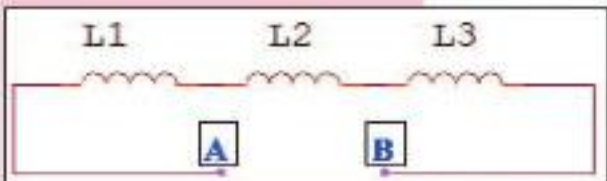
مقياس ( RCL ) عدد (1)، ملفات كهربائية مختلفة القيم عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ وصل الملفات الكهربائية على التسلسل حسب مخطط الدارة.
- ♦ استخدام مقياس RCL حسب دليل التشغيل.
- ♦ تحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  نظرياً.
- ♦ تحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  عملياً باستخدام مقياس ( RCL ) .



## خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ مقياس RCL</li> <li>♦ الملفات الكهربائية الآتية:</li> </ul> <p style="margin-left: 40px;"> <math>L_1 = 1 \quad [mH]</math>  <math>L_2 = 10 \quad [mH]</math>  <math>L_3 = 200 \quad [mH]</math> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ لوحة مخبرية.</li> <li>♦ أسلاك توصيل</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (1-105) :</p>	
	الشكل (1-105)	
3	<p>احسب قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ نظرياً وفقاً للعلاقة الآتية:</p> $L_T = L_1 + L_2 + L_3$ $L_T = \dots\dots\dots [mH]$	
4	تأكد من جاهزية مقياس RCL حسب دليل التشغيل	
5	<p>قس قيمة معامل التحريض الذاتي المكافئ بين النقطتين (A) و (B) ، ثم سجل للقيمة المقاسة عملياً بوساطة مقياس RCL:</p> $L_T = \dots\dots\dots [mH]$	
6	وازن النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة (3) مع النتيجة المسجلة في الخطوة (5) ، ماذا تستنتج؟	
7	<p>قارن قيمة معامل التحريض الذاتي المكافئ <math>L_T</math> مع قيمة كل من <math>L_1</math>، <math>L_2</math>، <math>L_3</math> ، ماذا تستنتج؟</p>	

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
استخدام قانون الربط التسلسلي للملفات الكهربائية لتحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ $L_T$ نظرياً.			
استخدام مقياس ( RCL ) لتحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ $L_T$ عملياً.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: **التوصيل التسلسلي للملفات الكهربية**

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- ♦ اضبط مقياس ( RCL ) حسب دليل التشغيل.
- ♦ صل الملفات للكهربائية على التسلسل بحسب مخطط الدارة.
- ♦ لحسب قيمة عامل التحريض الذاتي للمكافئ  $L_T$  نظرياً.
- ♦ قس قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  عملياً.

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، ملفات لها قيم مختلفة لعامل تحريضها الذاتي عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
- ضبط مقياس ( RCL ) .
- حساب قيمة عامل التحريض الذاتي للمكافئ  $L_T$  نظرياً.
- قياس قيمة عامل التحريض الذاتي للمكافئ  $L_T$  عملياً.



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 45 دقيقة

التمرين العشرين: التوصيل التفرعي للملفات الكهربائية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- ♦ أن يصبح المتكرب قادراً على أن:
- ♦ يوصل الملفات الكهربائية على التفرع.
- ♦ يستخدم قانون الربط التفرعي للملفات الكهربائية لتحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  نظرياً.
- ♦ يقيس قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  باستخدام مقياس ( RCL ) .

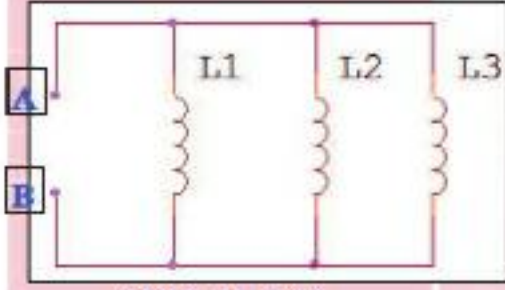
### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، ملفات كهربائية مختلفة القيم عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- ♦ وصل الملفات الكهربائية على التفرع حسب مخطط الدارة.
- ♦ استخدام مقياس RCL حسب دليل التشغيل.
- ♦ تحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  نظرياً.
- ♦ تحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  عملياً باستخدام مقياس ( RCL ) .

## خطوات الأداء، والنقاط للحكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحكمة	الرسم التوضيحي
1	<p>تأكد أن جميع التجهيزات والعناصر الآتية صالحة وتعمل:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ مقياس RCL.</li> <li>◆ الملفات الكهربائية الآتية:</li> </ul> <p> <math>L_1 = 1</math> [mH]  <math>L_2 = 10</math> [mH]  <math>L_3 = 200</math> [mH] </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ لوحة مخبرية.</li> <li>◆ أسلاك توصيل.</li> </ul>	
2	<p>صل الدارة كما في الشكل (1-106):</p>	 <p>الشكل (1-106)</p>
3	<p>احسب قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ نظرياً وفقاً للعلاقة الآتية:</p> $\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$ <p><math>L_T = \dots\dots\dots</math> [mH]</p>	
4	<p>تأكد من جاهزية مقياس RCL حسب دليل التشغيل.</p>	
5	<p>قس قيمة معامل التحريض الذاتي المكافئ بين النقطتين (A) و (B)، ثم سجل للقيمة المقاسة عملياً بوساطة مقياس RCL:</p> <p><math>L_T = \dots\dots\dots</math> [mH]</p>	
6	<p>وازن النتيجة التي حصلت عليها في الخطوة (3) مع النتيجة المسجلة في الخطوة (5). ماذا تستنتج؟</p>	
7	<p>وازن قيمة معامل التحريض الذاتي المكافئ <math>L_T</math> مع قيمة كل من <math>L_1</math>، <math>L_2</math>، <math>L_3</math>. ماذا تستنتج؟</p>	

## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ). ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X ' .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الأجهزة والعناصر وفقاً لمخطط الدارة الكهربائية.			
استخدام قانون الربط التفرعي للملفات الكهربائية لتحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ $L_T$ نظرياً.			
استخدام مقياس ( RCL ) لتحديد قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



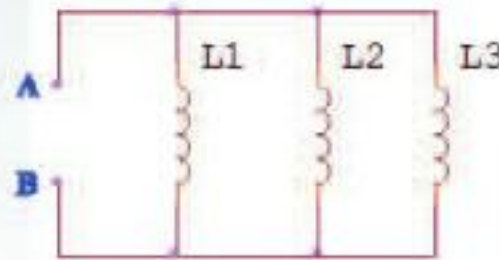
## الاختبار العملي

اسم الاختبار: **التوصيل التفرعي للملفات الكهربائية**

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- ♦ اضبط مقياس ( RCL ) حسب دليل التشغيل.
- ♦ صل الملفات الكهربائية على التفرع حسب مخطط الدارة.
- ♦ لحسب قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  نظرياً.
- ♦ قس قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  عملياً.

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

مقياس ( RCL ) عدد (1)، ملفات لها قيم مختلفة لعامل تحريضها الذاتي عدد (3)، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

( 15 ) دقيقة.

### إرشادات للطالب

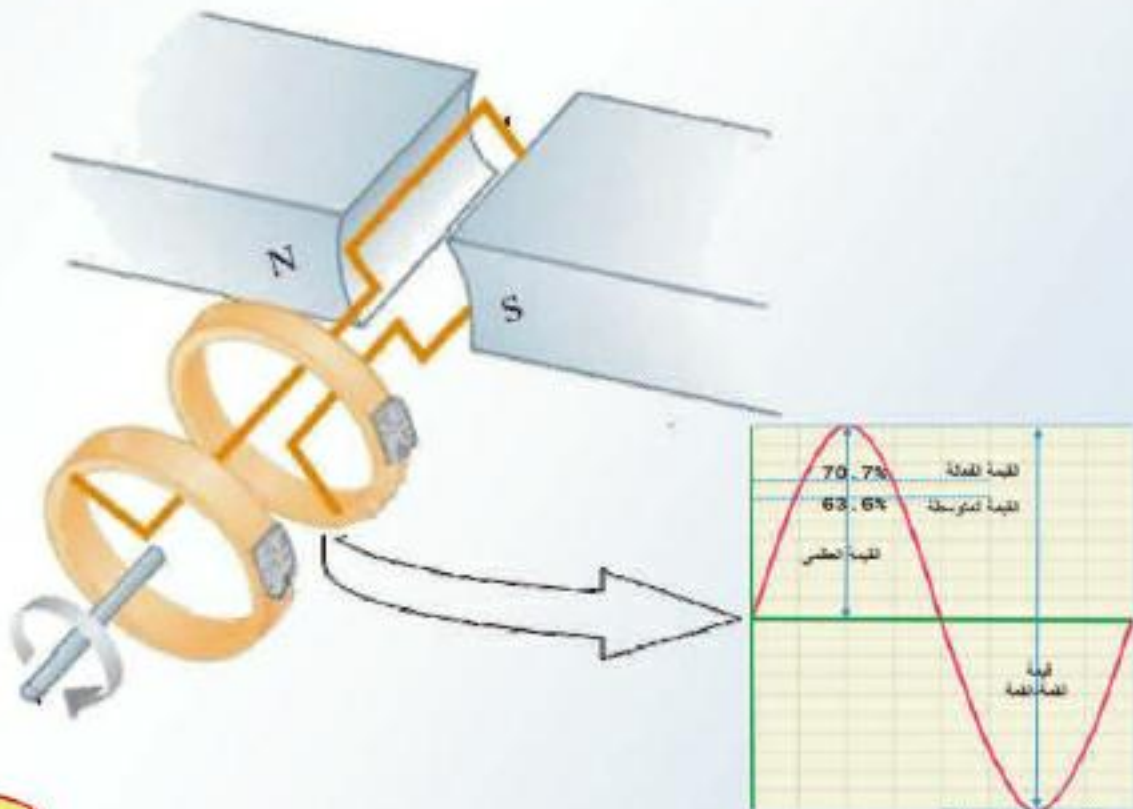
- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر الكهربائية.
  - ضبط مقياس ( RCL ) .
  - حساب قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  نظرياً.
  - قياس قيمة عامل التحريض الذاتي المكافئ  $L_T$  عملياً.

الوحدة الثانية

M - 05

دارات التيار المتناوب

AC Circuits







## قائمة المحتويات وحدة دارات التيار المتناوب

### الصفحة

### المحتوى

#### القيم الأساسية للتيار المتناوب

- القيم الأساسية للتيار المتناوب 245
- آلات توليد للتيار المتناوب 249
- آلية توليد التيار المتناوب 250
- زاوية الطور 254
- أسئلة 256

#### دارات التيار المتناوب

- دارات التيار المتناوب 257
- الاستطاعة في دارات التيار المتناوب 270
- أسئلة 276

#### المحركات الكهربائية

- المحرك الكهربائي 279
- محرك التيار المستمر 279
- محرك التيار المتناوب 281

#### المحولات الكهربائية

- بنية المحولات أحادية الطور 284
- التحريض المتبادل 286
- معامل الربط 287
- معادلة القوة المحركة الكهربائية المتولدة ونسبة التحويل 287
- استطاعة المحولة 290
- مردود المحول 291
- أنواع المحولات 292

## الصفحة

## المحتوى

295 • الرموز الفنية للمحولات

296 • أسئلة

### الجهد ثلاثي الطور

299 • التوصيل النجمي

300 • التوصيل المثلثي

### تقديم المعلومات النظرية

### التمارين العملية

307 • قياس القيم الأساسية للجهد المتناوب

313 • بناء دائرة التيار المتناوب باستخدام مقاومة

317 • بناء دائرة التيار المتناوب باستخدام مكثف

322 • بناء دائرة التيار المتناوب باستخدام ملف

328 • بناء دائرة التيار المتناوب التسلسلية باستخدام مقاومة ومكثف

334 • بناء دائرة التيار المتناوب التسلسلية باستخدام مقاومة وملف

338 • بناء دائرة الرنين التسلسلية

344 • بناء دائرة الرنين التفرعية

350 • فحص للمحولات

354 • تحديد نسبة التحويل للمحول غير المحمل

### المصطلحات العلمية

359

### المراجع العلمية

364

## مقدمة

تتضمن الوحدة التكوينية دارات التيار المتناوب، المنهاج المقرر للصف الأول الثانوي المهني ( مهنة الإلكترونيات ومهنة الاتصالات ).  
التيار المتناوب هو التيار المستخدم في المنازل والمصانع والذي نحصل عليه بصورة رئيسية من مولدات التيار المتناوب .

سنتعرف في هذه الوحدة على :

- للتيار المتناوب والقيم المميزة له وآلية توليده
- دارات التيار المتناوب ( دارات للتيار المتناوب التسلسلية ، التفرعية ) .
- دارات الرنين التسلسلية، التفرعية ، الامتطاعة في دارات التيار المتناوب.
- المحركات الكهربائية.
- المحولات ( بنيتها ، أنواعها، العلاقات الرياضية المتعلقة بها ) .
- الجهد متعدد الأطوار وأنظمة الوصل المستخدمة لإنتاج الجهد ثلاثي الطور.

يجب بعد الانتهاء من هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1. تقيس القيم الأساسية للجهد المتناوب.
2. تبني دائرة للتيار المتناوب باستخدام مقاومة.
3. تبني دائرة للتيار المتناوب باستخدام مكثف.
4. تبني دائرة للتيار المتناوب باستخدام ملف.
5. تبني دائرة التيار المتناوب باستخدام مقاومة ومكثف.
6. تبني دائرة التيار المتناوب باستخدام مقاومة وملف.
7. تبني دائرة الرنين التسلسلية.
8. تبني دائرة الرنين التفرعية.
9. تفحص المحولات.
10. تحدد نسبة التحويل للمحول غير المحمل.



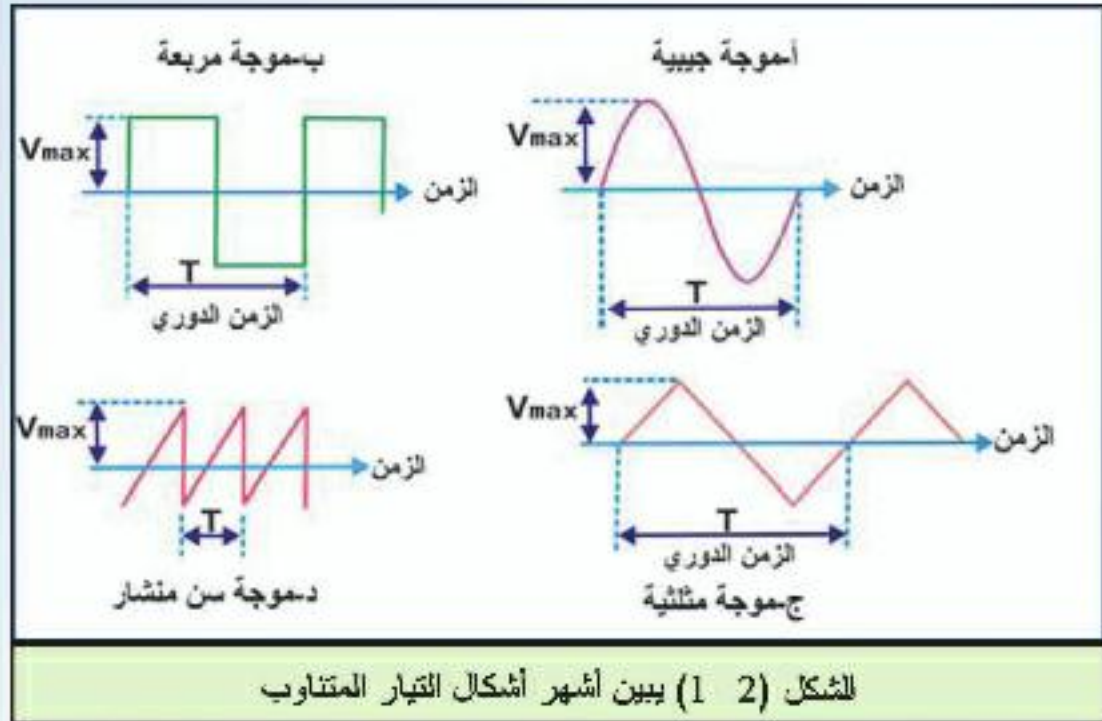


## القيم الأساسية للتيار المتردد

2-1 نعلم أن التيار المستمر هو تيار ذو جهة ومدة ثابتتين مع مرور الزمن، بينما نجد أن التيار المتردد *Alternating Current* يغير اتجاهه ومشدته باستمرار مع مرور الزمن، وللتيار المتردد أشكال مختلفة أشهرها التيار المتردد الجيبي والتيار النبضي (المربع) والتيار سن المنشار كما في الشكل (2-1).

هل تعلم

إن التيار الكهربائي لعلم  
لواصل إلى المنزل، هو  
تيار متغير تقوم بتوليد  
مولدات كهربائية كبيرة  
تولد 50 موجة جيبيية  
في ثانية



## 1-1-2 القيم الأساسية للتيار المتردد

- الجهد اللحظي

هو قيمة الجهد في لحظة ما ويعطى بالعلاقة:

$$v(t) = V_m \cdot \sin \omega t$$

$\omega$  هي السرعة الزاوية.

$V_m$  القيمة العظمى لموجة الجهد .

### - دور الإشارة الجيبية:

هو الزمن اللازم كي يتم الجهد أو التيار دورة واحدة كاملة ويرمز له بـ  $T$  ويقاس بالثانية [ Sec ].

### - تردد الموجة الجيبية: Frequency

نلاحظ من الشكل ( 1-2 ) أن القيمة اللحظية لموجة الجهد الكاملة تأخذ قيماً مختلفة، حيث تبدأ بالتزايد من الصفر إلى قيمة عظمى موجبة ثم تتناقص إلى الصفر، بعدها تتزايد في الاتجاه المعاكس إلى قيمة عظمى سالبة ثم تتناقص لتعود إلى الصفر، ويتكرر هذا النمط بصورة منتظمة مع مرور الزمن. يسمى عدد الموجات في الثانية الواحدة بالتردد ويرمز له بـ  $f$  ويعطى بالعلاقة:

$$f = \frac{1}{T}$$

ويقاس بالهرتز و للهرتز مضاعفات هي:

$$KHz = 10^3 Hz \quad \text{كيلو هرتز}$$

$$MHz = 10^6 Hz \quad \text{ميغا هرتز}$$

$$GHz = 10^9 Hz \quad \text{جيجا هرتز}$$

إن تردد التيار المتناوب المستعمل في بلادنا ومعظم دول العالم (50) هرتز، أما في الولايات المتحدة فيستعمل تردد (60) هرتز.

هل تعلم

إن اختيار قيمة تردد التيار المتناوب العلم 50 هرتز لم يكن عشوائياً بل له أسبابه إذ إن انخفاض التردد عن القيمة المطلوبة يجعل العين تلاحظ ضوءاً متقطعاً نتجاً عن المصباح ذي تلك التفتتين عندما ينخفض التردد إلى القيمة 40 هرتز. كما أن ارتفاع التردد يؤدي إلى ارتفاع معاناة الأملاك المستخدمة في نقل التيار المتناوب.



**مثال:**

إذا كان تردد التيار المتناوب الذي تزودنا به شركة الكهرباء يساوي 50 هرتز. احسب دور موجة هذا التيار؟

**الحل:**

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02 \text{ Sec}$$

هل تعلم

معظم أجهزة قياس الجهد والتيار تقسم للقيمة الفعالة، وكذلك عندما يذكر الجهد أو التيار في المسألة فإله يقصد بذلك القيم الفعالة إذا لم يذكر خلاف ذلك .

**- القيمة الفعالة (المنتجة) : (Effective Value)**

هي شدة تيار مستمر يعطي كمية الحرارة نفسها التي يعطيها التيار المتناوب وذلك خلال مرورهما في مقاومة معينة خلال الزمن نفسه، وتعطى بالعلاقة الآتية:

$$I_{\text{rms}} = I_{\text{eff}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

وتعطى بالنسبة للجهد بالعلاقة:

$$V_{\text{rms}} = V_{\text{eff}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

حيث  $V_m$  و  $I_m$  القيم العظمى للجهد والتيار.

**- الجهد الأعظمي : (Maximum Value)**

هو قيمة أعلى جهد تصله القيمة اللحظية للموجة الجيبية في النصف الموجب أو السالب لهذه الموجة.

يرمز للجهد الأعظمي بالرمز  $V_m$

**مثال:**

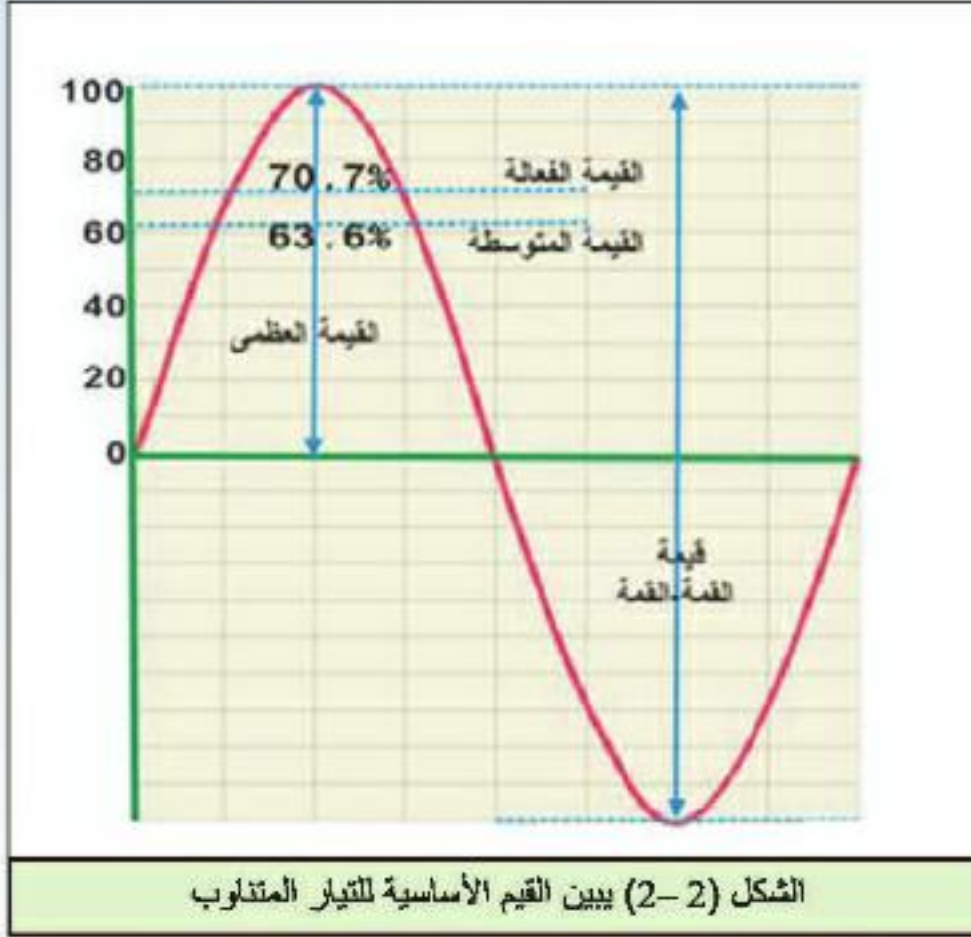
إذا كانت القيمة الفعالة للجهد المتناوب التي نحصل عليها من مأخذ للتيار العام 220 فولت احسب القيمة العظمى لهذا الجهد.

**الحل:**

$$V_m = \sqrt{2} \cdot V_{\text{eff}}$$

$$V_m = \sqrt{2} \times 220 = 311 \text{ [V]}$$

يوضح الشكل (2-2) القيم الأساسية للتيار المتناوب.



هل تعلم

القيمة العظمى للجهد المتناوب الذي نحصل عليه من مأخذ التيار العام في المنزل هي (311V).

### - السرعة الزاوية:

هي الزاوية التي تقطعها الموجة في ثانية واحدة وتعطى بالعلاقة:

$$W = 2 \pi f$$

حيث إن الموجة الواحدة تقطع زلوية  $2\pi$  راديان أو  $360^\circ$  وتقاس بالراديان في الثانية.

### - جهد الموجة من القمة إلى القمة $V_{pp}$ (Peak to Peak Value):

وهو القيمة المحصورة بين القيمة العظمى الموجبة والقيمة العظمى السالبة، وتساوي ضعف للقيمة العظمى أي:

$$V_{pp} = 2 \cdot V_m$$

$$I_{pp} = 2 \cdot I_m$$

### - القيمة المتوسطة للجهد $V_{dc} - V_{av}$ (Average Value):

هي متوسط قيمة الجهد خلال زمن موجة واحدة، وتحسب بالنسبة لنصف الموجة الجيبية فقط، لأن النبضة الموجبة تساوي النبضة السالبة، فالقيمة المتوسطة للموجة الكاملة تساوي الصفر.

$$V_{av} = \frac{2}{\pi} V_m = 0.637 \cdot V_m$$

ويمكن أن نكتب أيضاً معادلة القيمة المتوسطة للتيار  $I_{av}$ :

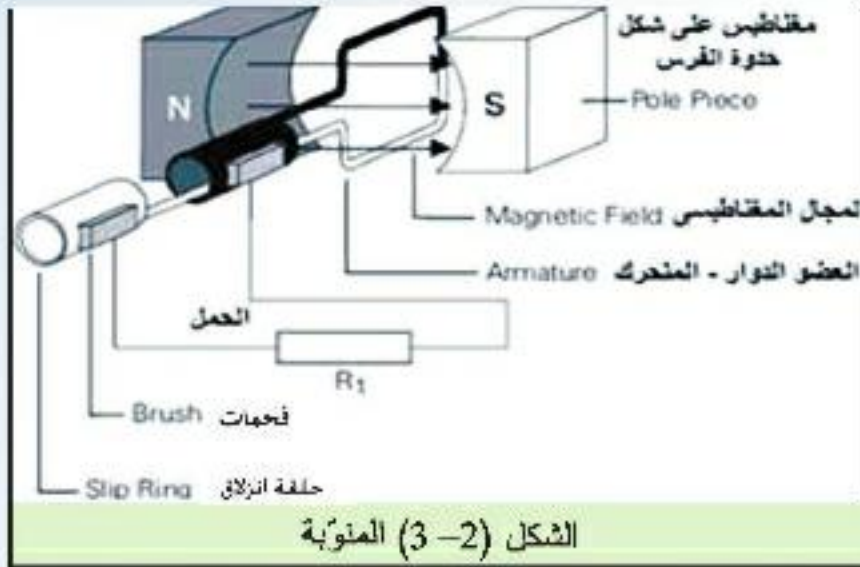
$$I_{av} = 0.637 \cdot I_m$$

## آلات توليد التيار المتناوب

2-1-2

يطلق اسم المُنوبة على جميع الآلات التي تولد للتيار المتناوب الجيبي، وتتألف من ملف يدعى المتحرض، يدور بين قطبي مغناطيس ثابت يسمى المحرض، تقطع السبيالة المغناطيسية الناتجة عن المحرض ملفات المتحرض فتتولد فيه قوة محرك كهربائية تسبب مرور تيار كهربائي متناوب في دائرة الحمل. يتم وصل الحمل إلى المُنوبة عن طريق حلقتين نحاسيتين معزولتين عن بعضهما بعضاً وعن محور المُنوبة، تتلامس معهما مسفرتان فحمتان. كما في الشكل (2-3).





الشكل (2-3) المُنَوِّبة

يرمز لمصدر التيار المتناوب بالرمز:



### 3-1-2 آلية توليد التيار المتناوب

تُعطي القوة المحركة الكهربائية المتولدة في المتحريض (الملف) عند دورانه بين قطبي المغناطيس الثابت بالعلاقة:

$$e = v \cdot B \cdot L \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

$e$ : لقوة المحركة للكهربائية المتولدة وتساوي فرق الجهد اللحظي المتولد مقدراً بالفولت.

$B$ : كثافة التدفق المغناطيسي مقدرة بالويبر/م<sup>2</sup>.

$L$ : طول الناقل للمتحرك مقدراً بالمتر.

$v$ : سرعة دوران الناقل مقدرة بالمتر/ثا.

$\alpha$ : الزاوية بين السرعة الخطية  $v$  وخطوط الحقل أو زاوية دوران الناقل.

لنفس  
سبب  
استخدامنا  
للتيار  
المتناوب

تم اعتماد التيار المتناوب في أنظمة القدرة بدلاً من التيار المستمر لأنه يمكننا رفع وخفض قيمة الجهد المتناوب باستخدام المحولات، مما يسمح بنقله وإصاله إلى مسافات بعيدة بسهولة ودون خسارة بالقدرة في أسلاك النقل.

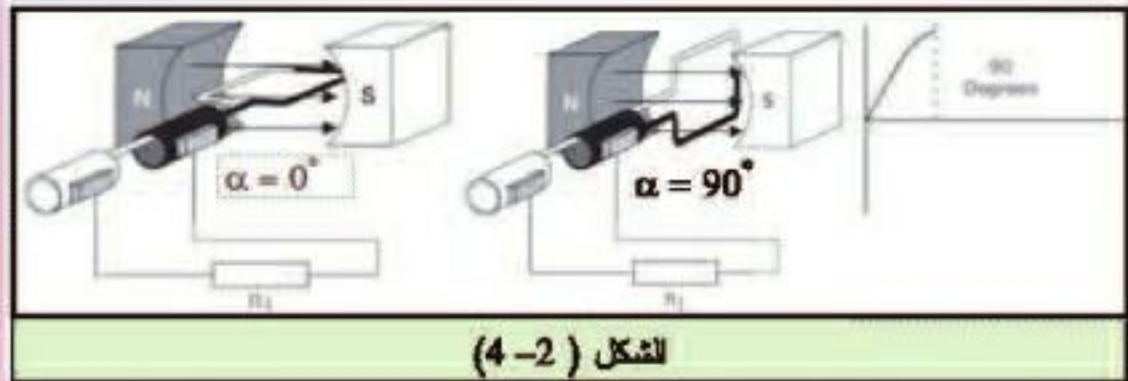
للبين كيفية الحصول على الجهد المتناوب وذلك بمتابعة حركة الملف (الإطار) وهو ينجز دورة كاملة وفي أوضاعه المختلفة.

### 1 - الوضع (0-90):

لا يتولد أي جهد عندما تكون الزاوية ( $\alpha = 0^\circ$ ) بين مستوي الملف وخطوط المجال لأن للملف لا يقطع خطوط المجال للمغناطيسي، كما في الشكل ( 4-2 ) ، وبالتعويض في العلاقة (1) نجد:

$$\alpha = 0^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 0$$

$$e = B.L.v \sin \alpha = 0$$



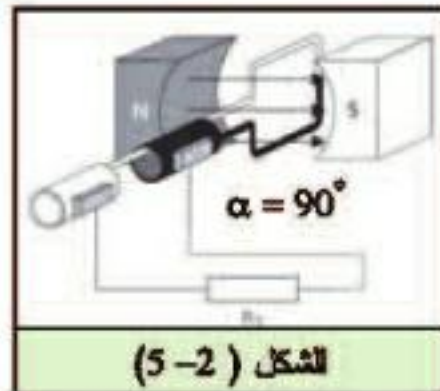
الشكل ( 4 - 2 )

وما إن يدور الملف حتى يبدأ بقطع خطوط المجال للمغناطيسي، فيتولد بين طرفيه جهداً، ويبدأ هذا الجهد بالارتفاع حتى يصل إلى قيمته العظمى ( $V_m$ ) عند الزاوية ( $\alpha=90^\circ$ )، حيث يكون عدد خطوط المجال للمغناطيسي التي يقطعها الملف أعظمياً، كما هو موضح في الشكل (5-2). وبالتعويض في العلاقة (1) نجد:

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$$

$$e = B.L.v \sin \alpha$$

$$e = V_m = B.L.V \quad (2)$$



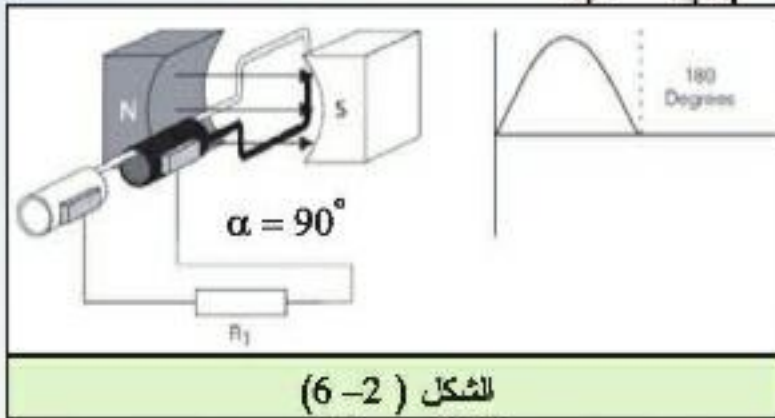
الشكل ( 5 - 2 )

## 2 - الوضع (90-180):

عندما تزيد زاوية دوران الملف عن  $(90^\circ)$  درجة، يبدأ الجهد المتولد بالانخفاض لأن الملف يقطع عدداً أقل من خطوط المجال المغناطيسي. وعندما تصل الزاوية  $(\alpha = 180^\circ)$  درجة، يصبح الجهد المتولد صفر مرة ثانية لأن الملف أصبح موازياً لخطوط المجال المغناطيسي، ويبين الشكل (2-6) ذلك. وبالتعويض في العلاقة (1):

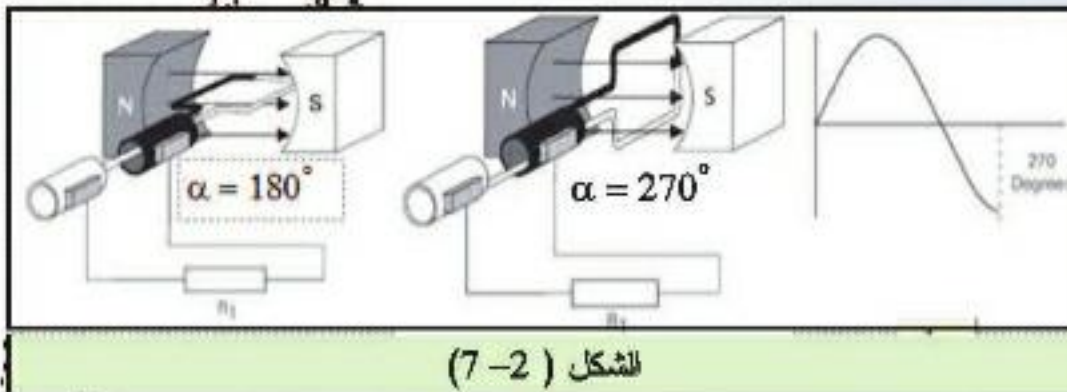
$$\alpha = 180^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 0$$

$$e = B.L. v. \sin \alpha = 0$$



## 3 - الوضع (180-270):

عندما تزيد زاوية دوران الملف عن  $(180^\circ)$  درجة، يبدأ الجهد المتولد بالازدياد لأنه يقطع خطوط المجال مرة ثانية. وتكون قيمته سالبة لأن قطبية الملف تتعكس بسبب انعكاس اتجاه طرفيه بالنسبة لخطوط المجال المغناطيسي، وعندما يصبح مستوي الملف متعامداً مع خطوط المجال المغناطيسي  $(\alpha = 270^\circ)$  تصبح قيمة الجهد السالب المتولد أعظمية، ويبين الشكل (2-7) ذلك.



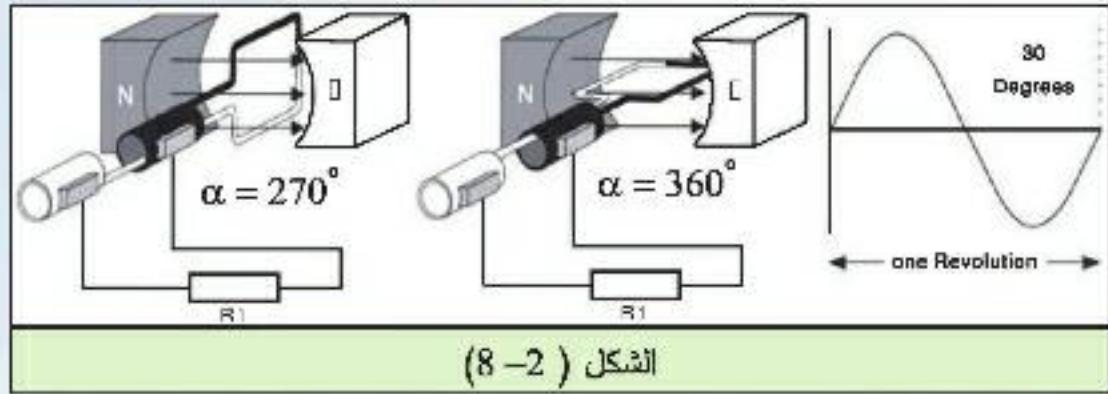


$$\alpha = 270^\circ \Rightarrow \sin \alpha = -1$$

$$e = V_m = B.L. v. \sin \alpha = - B.L. v$$

#### 4 - الوضع (270-360):

عندما يتجه الملف نحو النقطة التي بدأ فيها بالدوران ، يبدأ الجهد المتولد بالتناقص حتى يصبح مساوياً للصفر ، كما هو مبين بالشكل (8-2).

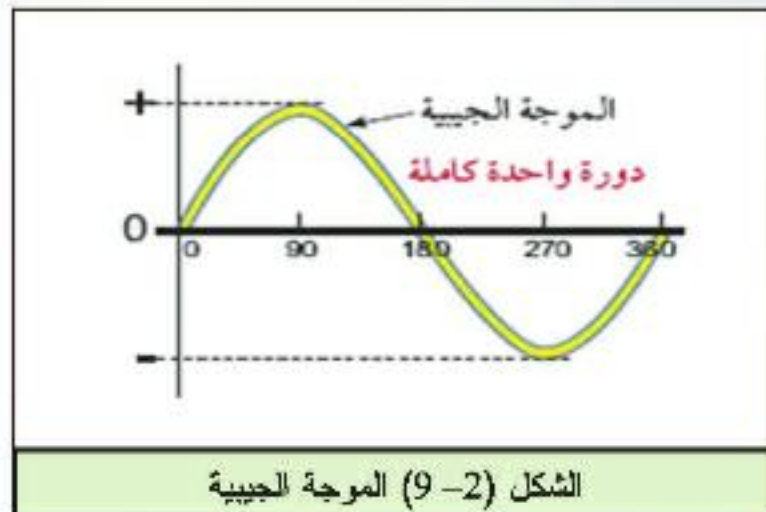


**نتيجة**

مما سبق نستنتج أنه تتشكل موجة جيبية واحدة عند كل دورة كاملة للملف. ويتعويض العلاقة (2) بالعلاقة (1) نجد:

$$e = v = V_m . \sin \alpha$$

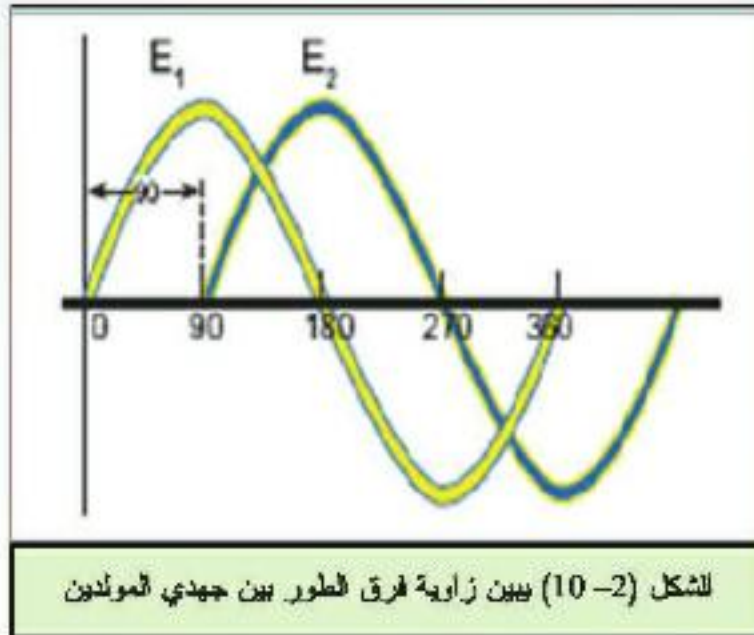
تعبير هذه العلاقة عن القيمة اللحظية للجهد عند زاوية دوران محددة ( $\alpha$ ) كما في الشكل (9-2).



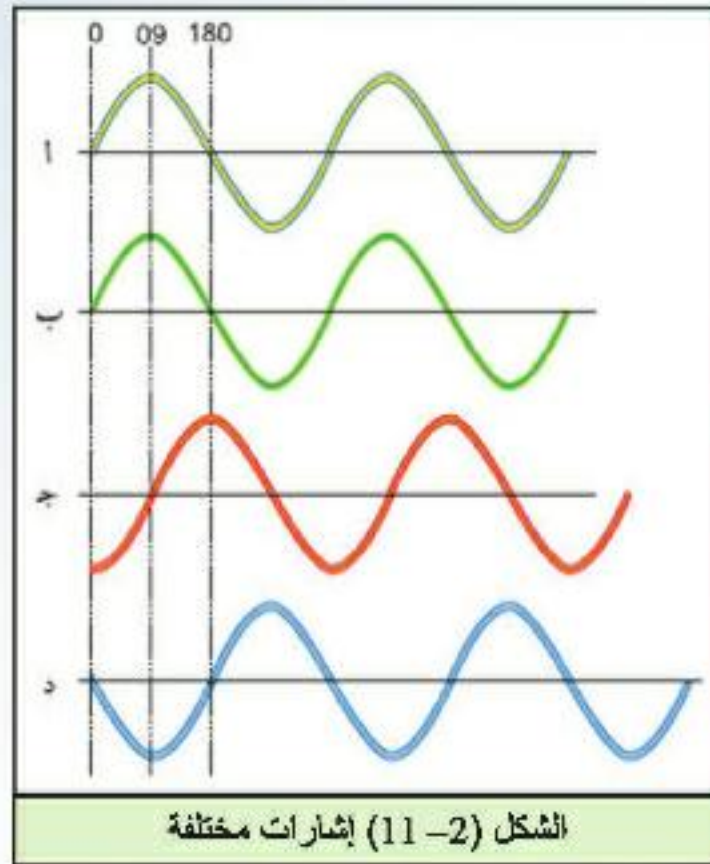
### 4-1-2 زاوية الطور (PHASE ANGLE)

إن القيم الثلاث في للموجات الجيبية للجهد أو التيار المتناوب التي يمكن تغييرها هي: الاتساع والتردد والطور. فالطور هو عدد الدرجات الكهربائية التي نتقدم أو نتأخر بها موجة على موجة أخرى.

ولتوضيح مفهوم الطور، لنفرض أن لدينا مولدين متماثلين تماماً لتوليد الجهد المتناوب، كالمولد المبين في الشكل (2-3)، وأتأنا بدأنا بإدارة المولد (الأول) أولاً، وبعد مرور فترة من الزمن بدأنا بإدارة المولد (الثاني) وبالسّعة نفسها التي أدّناها بها المولد (الأول). ولنفرض أن المولد (الأول) تحرك عبر زاوية مقدارها  $(90^\circ)$  درجة عندما أدّناها المولد (الثاني)، فسيكون هناك فرق في زاوية الدوران بين المولدين مقدارها  $(90^\circ)$  درجة في أي لحظة زمنية. وبذلك يمكن أن نقول أن الموجة الجيبية التي ينتجها المولد (الأول) تتقدم على الموجة الجيبية التي ينتجها المولد (الثاني) بزاوية مقدارها  $(90^\circ)$  درجة، أو أن موجة المولد (الثاني) تتأخر عن موجة المولد (الأول) بزاوية مقدارها  $(90^\circ)$  درجة ونبيّن في الشكل (2-10) موجتي الجهد للمولدين وزاوية فرق الطور بينهما.



ولتوضيح مفهوم زاوية فرق الطور أكثر، نبين في الشكل (2-11) أربع موجات جيبية ذات اتساع وتردد واحد لكنها متفقة أو مختلفة بالطور فيما بينهما.



إذا استخدمنا الموجة ( أ ) كمرجع لنوازن معها للموجات الأخرى، فإن الموجة ( ب ) تكون متفقة معها تماماً بالطور.

أما الموجة ( ج ) فإنها تقطع خط الصفر متأخرة عن الموجة بمقدار  $(90^\circ)$  درجة، وهكذا يقال إن الموجة ( ج ) تتأخر عن الموجة ( أ ) بزاوية مقدارها  $(90^\circ)$  درجة.

وأخيراً فإن الموجة ( د ) تقطع خط الصفر بعد الموجة ( أ ) بزاوية مقدارها  $(180^\circ)$  درجة، ولذا يقال إن الموجة ( د ) تتأخر عن الموجة ( أ ) بزاوية مقدارها  $(180^\circ)$  درجة، كما يمكن القول إن الموجة ( د ) تتعكس تماماً في الطور مع الموجة ( أ ).





- 1- احسب السرعة الزاوية عند تردد مقداره  $f = 50 \text{ Hz}$ .
- 2- احسب القيمة العظمى ( $V_m$ ) لفرق الجهد الذي قيمته للفعالة ( $V_{eff}$ ) تساوي  $380V$ .
- 3- عازل يتحمل كحد أقصى فرق جهد أعظمياً ( $V_m$ ) قيمته  $2000$  فولت احسب للقيمة الفعالة لفرق الجهد ( $V_{eff}$ ) الذي يمكن أن يتحملة العازل.
- 4- بالرجوع للموجة الجيبية المبينة في الشكل (2-2) احسب القيم التالية:
  - ♦ القيمة العظمى للجهد ( $V_m$ ).
  - ♦ القيمة المتوسطة للجهد ( $V_{av}$ ).
  - ♦ القيمة الفعالة للجهد ( $V_{eff}$ ).
  - ♦ القيمة من القمة إلى القمة ( $V_{pp}$ ).

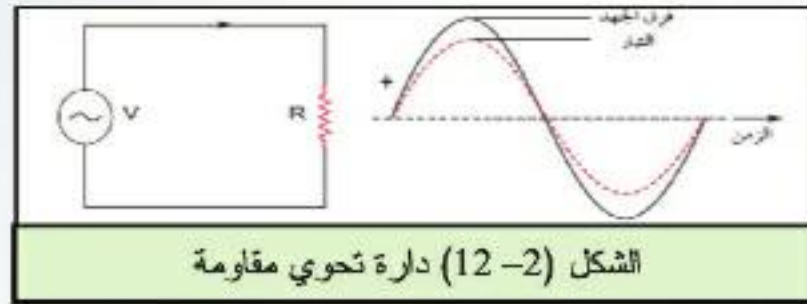
## 1-2-2

## دارات التيار المتناوب البسيطة

إن معارضة مرور التيار الكهربائي في دائرة تحوي ملفاً أو مكثفاً أو الاثنين معاً تسمى بالإعاقة ووحدتها الأوم.

## أ- دائرة تحوي مقاومة

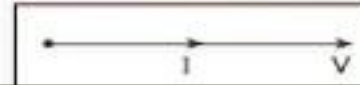
عند مرور تيار متناوب في مقاومة فإنه يتحول إلى قدرة حرارية. ويتغير هذا التيار باللمحة نفسها التي يتغير فيها الجهد، إذ يصل التيار إلى قيمته العظمى لحظة وصول جهد المذبذب إلى قيمته العظمى. وعليه لا يوجد فرق طور بين الجهد المطبق على المقاومة والتيار المار بها كما يبين الشكل (2-12).



يتم تمثيل الجهود والتيارات بأشعة بحيث:

- تمثل طولية الشعاع مقدار فرق الجهد أو شدة التيار بمقياس رسم معين.
- تمثل الزاوية التي يصنعها هذا الشعاع مع المحور الأفقي مقدار فرق الصفحة
- يمكن اعتبار أحد شعاعي الجهد أو التيار كمحور أفقي بحسب وصل العناصر المكونة للدائرة الكهربائية.

وبالنسبة للدائرة السابقة التي تحوي مقاومة فقط ينطبق شعاع التيار على شعاع الجهد، ويبين الشكل (2-13) المخطط الشعاعي لهذه الدائرة:



الشكل (2-13) يبين المخطط الشعاعي للتيار والجهد في المقاومة

نطبق على هذه الدائرة قانون أوم:  $V = I.R$

وتعطى الاستطاعة المفقودة بالعلاقة:

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

## ب- دائرة تحوي مكثفاً

تناسب للشحنة على أطراف المكثف مع قيمة جهد المنبع بحسب العلاقة:  
 $(Q=C.V)$

حيث  $Q$  هي شحنة المكثف، و  $V$  هو الجهد على طرفي المكثف. إذ تتغير قيمة شحنة المكثف مع التغير الدائم في جهد المنبع حيث يمر تيار شحن في دائرة المكثف أثناء تزايد جهد المنبع، ويمر تيار تفريغ في دائرة المكثف أثناء تناقص جهد المنبع وبالنسبة يمر تيار متغير في الدارة بسبب توالي عمليات الشحن والتفريغ، وهكذا فإن المكثف يشحن باتجاه معين خلال نصف الموجة الموجب، ويشحن باتجاه معاكس خلال نصف الموجة السالب.

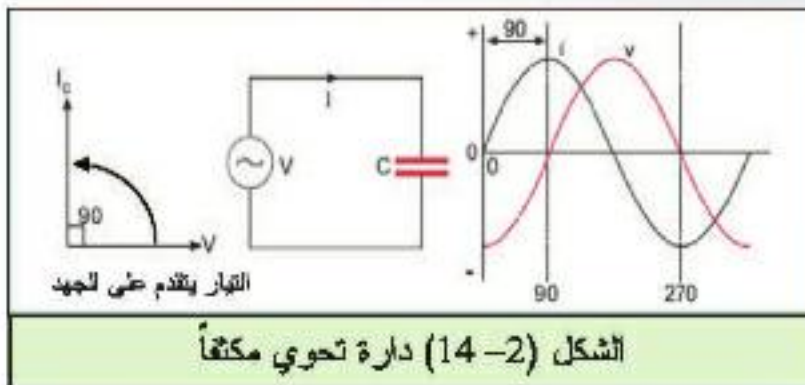
يكون الجهد بين طرفي المكثف أعظمياً عندما يكون تيار الشحن صفراً، ويصبح الجهد صفراً عندما يكون تيار الشحن أعظمياً، أي إن شعاع التيار يتقدم بزاوية  $90^\circ$  درجة على شعاع الجهد، وبالتالي فإن زلوية فرق الطور تساوي  $\theta=90^\circ$ .

تسمى معارضة المكثف لمرور التيار بالإعاقة السعوية ويرمز لها بالرمز  $X_C$  وتقاس بالأوم  $\Omega$  وتعطى بالعلاقة الآتية:

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad \Omega$$

وتقاس بالأوم  $X_C$

من العلاقة السابقة نجد أن إعاقة المكثف تتناسب عكساً مع سعة المكثف  $[C]$ ، وتتناسب عكساً مع التردد  $[f]$ ، أي تزداد إعاقة المكثف بانخفاض قيمة السعة وانخفاض قيمة التردد.



هل تعلم

أن الإعاقة السعوية تتناسب عكساً مع التردد. وأن القدرة الكهربائية التي تطبق على المكثف لا تتحول إلى حرارة ولكنها تخزن حتى تعاد أثناء التفريغ.



يعطى الجهد بين طرفي المكثف بالعلاقة:  $V = X_C \cdot I$

### ج- دائرة تحوي ملف

يؤثر الملف على مرور التيار الكهربائي فقط عندما يتغير هذا التيار، فيتولد بين طرفي الملف قوة محرّكة كهربائية تحريضية ذاتية تؤدي إلى توليد تيار كهربائي ذي اتجاه يعاكس اتجاه تغير شدة التيار الأصلي المار في الملف، وتعطى هذه القوة بالعلاقة:

$$e = -N \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

فعند زيادة شدة التيار /  $\Delta I > 0$  (للتيار موجب) تكون القوة المحركة الكهربائية التحريضية سالبة. وعند تناقص شدة التيار /  $\Delta I < 0$  (للتيار سالب) تكون القوة المحركة الكهربائية التحريضية موجبة. مما سبق نستنتج أن جهة التيار المتحرض تعاكس جهة التيار المحرض وبالتالي فإن التيار يتأخر  $90^\circ$  عن شعاع الجهد كما في الشكل (2-15).

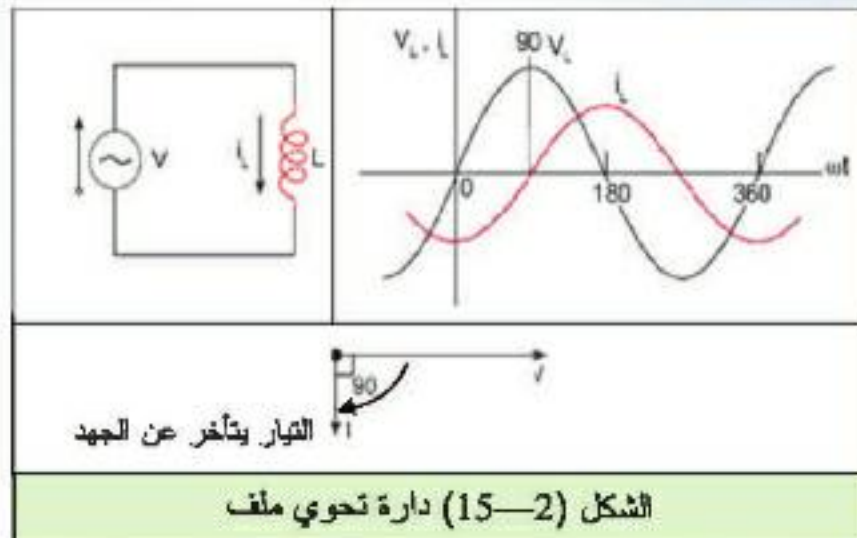
تسمى معارضة الملف لمرور التيار بالإعاقة التحريضية ويرمز لها بالرمز  $X_L$  وتقاس بالأوم  $[\Omega]$  وتعطى بالعلاقة الآتية:

$$X_L = 2 \pi f L$$

ومن هذه العلاقة نجد بأن إعاقة الملف تتناسب طردياً مع عامل التحريض الذاتي للملف، وطردياً مع التردد، أي تزداد إعاقة الملف بزيادة عامل التحريض الذاتي، وبزيادة التردد.

هل تعلم

أن إعاقة الملف تتناسب طردياً مع التردد.  
وأن الملف يخزن القدرة الكهربائية على شكل قدرة مغناطيسية.



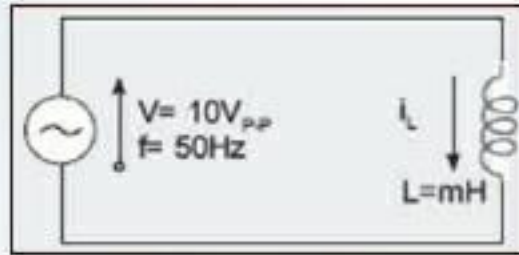
ويعطى الجهد بين طرفي الملف بالعلاقة:

$$V = X_L \cdot I$$

مثال

ملف عامل تحريضه الذاتي 10mH وصل مع منبع جهد مقداره  $V_{pp} = 10V$  وتردده 50Hz احسب قيمة شدة التيار الفعال المار فيه؟

الحل



$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 3,14 \quad \Omega$$

$$V_{rms} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{10}{2\sqrt{2}} = 3,536 \quad V$$

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_L} = \frac{3,536}{3,14} = 1,13 \quad A$$

د- دائرة تحوي مقاومة ومكثفاً

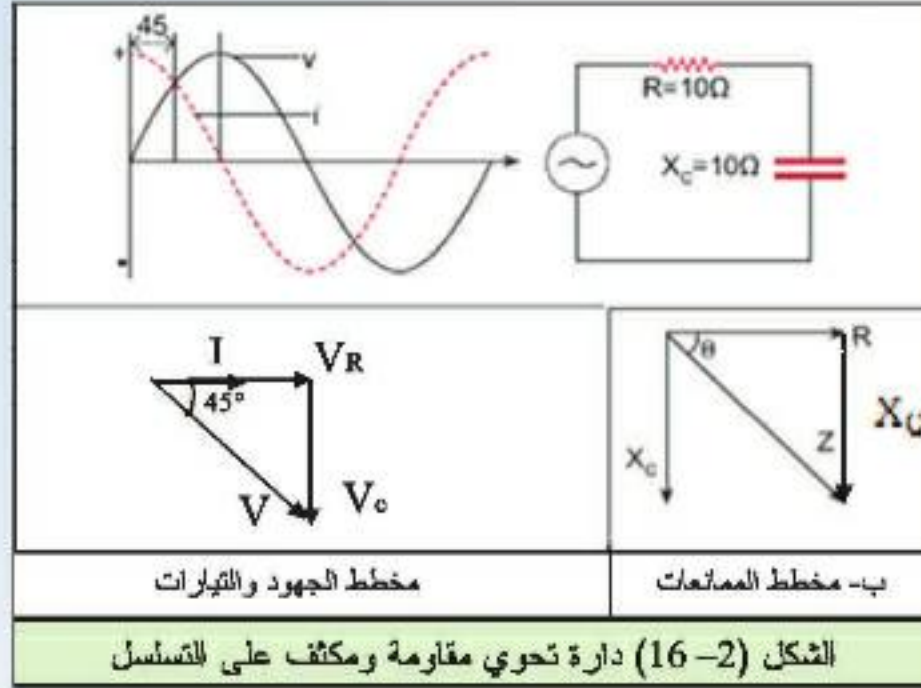
في الدارة المبينة بالشكل (2-16) يتقدم التيار الكلي على الجهد المطبق بزاوية طور تتراوح بين الصفر و  $90^\circ$  حيث ينطبق الجهد بين طرفي المقاومة على التيار، ويتأخر الجهد بين طرفي المكثف عن التيار بزاوية  $90^\circ$  كما هو مبين في الشكل (2-16).

وعندما يكون  $X_C = R$  فإن الزاوية بين الجهد المطبق والتيار الكلي تساوي  $\theta = 45^\circ$

ونحصل على مخطط الممانعات المبين بالشكل (2-16) حيث:

$$V_R = I \cdot R \quad , \quad V_C = X_C \cdot I \quad , \quad V = I \cdot Z$$

ومن ثم نختصر قيمة I من القيم التي سدرسمها على المخطط لأن قيمة I متساوية فيها.



للتعرف  
على  
عامل  
التوعية  
Q

إن عامل النوعية يساوي النسبة بين القدرة الأعظمية المخزنة في الملف أو المكثف خلال نبضة إلى القدرة الأعظمية المستهلكة في مقاومة الدارة خلال تلك النبضة.

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} \quad \text{يعطى الجهد الكلي بالعلاقة:}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \text{وتعطى للممانعة الكلية بالعلاقة:}$$

$$Q = \frac{X_C}{R} = \frac{1}{W.R.C} \quad \text{ومنه فإن عامل النوعية يعطى بالعلاقة:}$$

مثال

في الدارة المبينة في الشكل (2-16) إذا علمت أن جهد المذبذب يساوي 10V أوجد قيمة التيار الكلي المار في الدارة، والزاوية بين الجهد والتيار.

الحل

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{200} = 14,142 \quad \Omega$$

نوجد قيمة الممانعة Z

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{10}{14,142} = 0,71 \quad A$$

نعوض في معادلة التيار

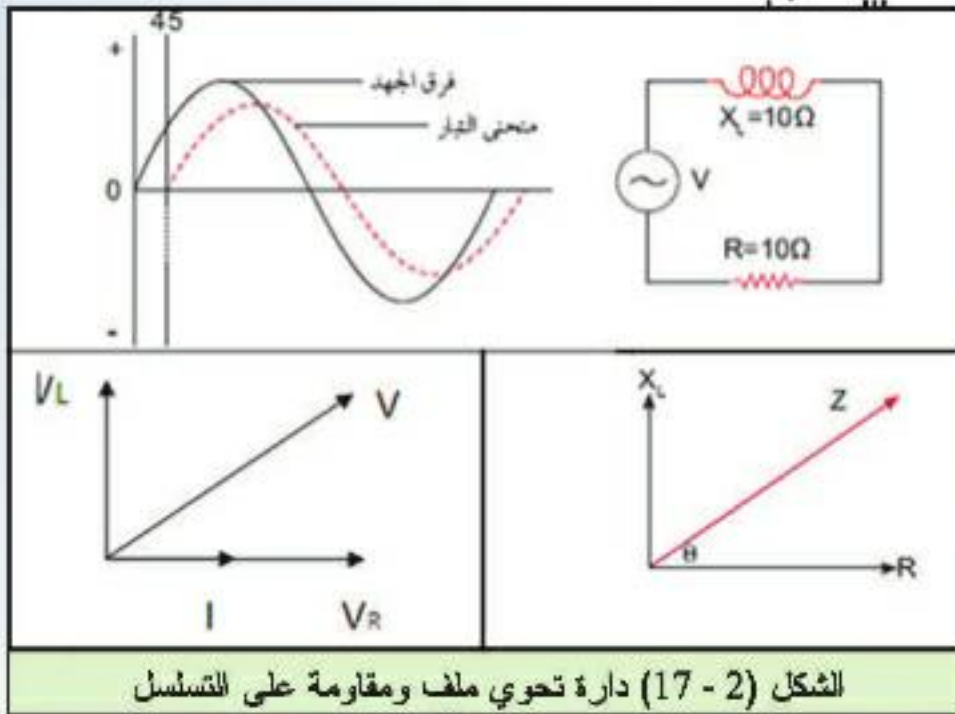
وبما أن الدارة سعوية فإن التيار يسبق الجهد بزاوية  $\theta$  تحسب بالعلاقة:

$$\tan \theta = \frac{X_C}{R} = \frac{10}{10} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ$$



### هـ- دائرة تحوي مقاومة ومنفأ على

في هذه الدائرة يتأخر التيار عن الجهد بزاوية تتراوح بين الصفر و  $90^\circ$  درجة وبالطريقة السابقة، نرسم ما يلي:



من المخططات المبينة في الشكل (2-17) نجد أن:

الجهد الكلي يعطى بالعلاقة:

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

وأن الممانعة الكلية تعطى بالعلاقة:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

وأن عامل النوعية هو:

$$\cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{W}{V \cdot I}$$

## مثال

بالاعتماد على القيم المعطاة في الدارة المبينة في الشكل (2-17) يطلب حساب قيمة التيار الفعال المار في الدارة والزاوية بين جهد المنبع والتيار.

## الحل

أولاً: نحسب قيمة الممانعة الكلية للدارة:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{200} = 14,1421 \, \Omega$$

ونحسب التيار باستخدام قانون أوم:

$$V = I \cdot Z$$

$$\Rightarrow I = \frac{V}{Z} = \frac{10}{14,1421} = 0,71 \, A$$

وكما نعلم فإنه في هذه الدارة يتأخر التيار عن الجهد بالزاوية:

$$\tan \theta = \frac{X_L}{R} = \frac{10}{10} = 1 \Rightarrow \theta = 45^\circ$$

## هل تعلم

لتصريف دارة التيار المتناوب التي تحوي مقاومة وملفًا ومكثفًا على التسلسل كمقاومة عندما يكون:

$$X_L = X_C$$

وكمكثف عندما يكون:

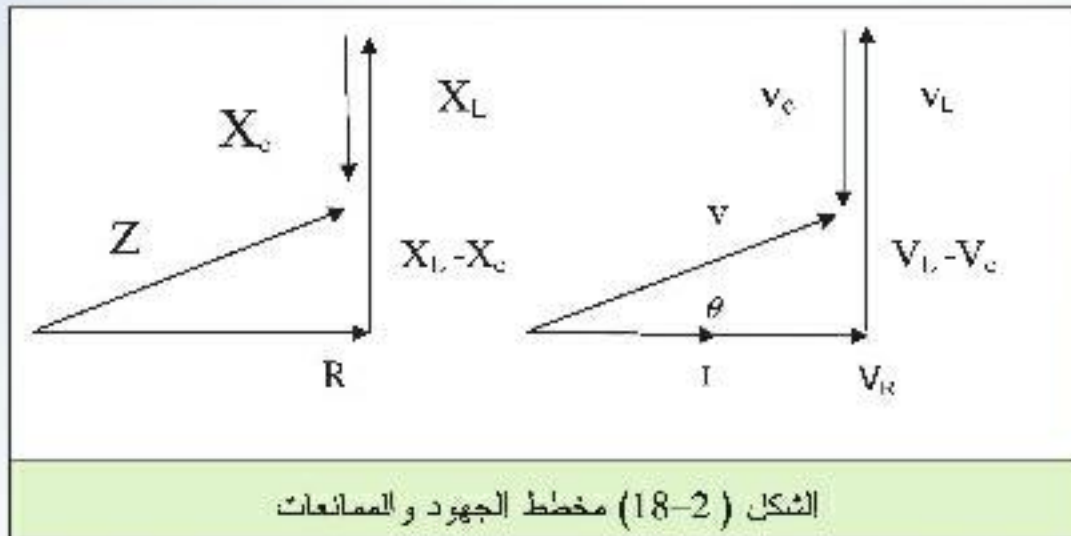
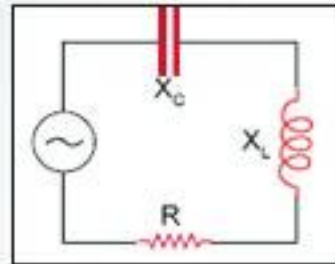
$$X_L > X_C$$

وكمكثف عندما يكون:

$$X_C > X_L$$

### و- دائرة تحوي مقاومة وملفًا ومكثفًا على

بفرض  $x_c < x_L$  يكون  $V_c < V_L$  وبما أن جهد المقاومة ينطبق على التيار، وجهد الملف يتقدم  $90^\circ$  على التيار، وجهد المكثف يتأخر  $90^\circ$  عن التيار، تنتج لدينا المخططات الآتية المبينة في الشكل ( 2-18 ):



نلاحظ من الشكل أعلاه أن الجهد الكلي يسبق التيار الكلي بزاوية  $\theta$ . وباستخدام قانون فيثاغورث في المخططات السابقة نجد أن:  
الجهد الكلي يعطى بالعلاقة:

$$V = I \cdot Z = \sqrt{V_R^2 - (V_L - V_C)^2}$$

وأن الممانعة الكلية تعطى بالعلاقة:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

ونقول إن الدائرة في حالة رنين (Resonance) عندما تكون:

$$X_C = X_L$$



ونرمز لتردد الرنين بالرمز  $f_r$  وتعويض قيم كل من  $X_L$  و  $X_C$  في المعادلة السابقة نجد:

$$\Rightarrow \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$\Rightarrow (2\pi)^2 \cdot f^2 \cdot L \cdot C = 1$$

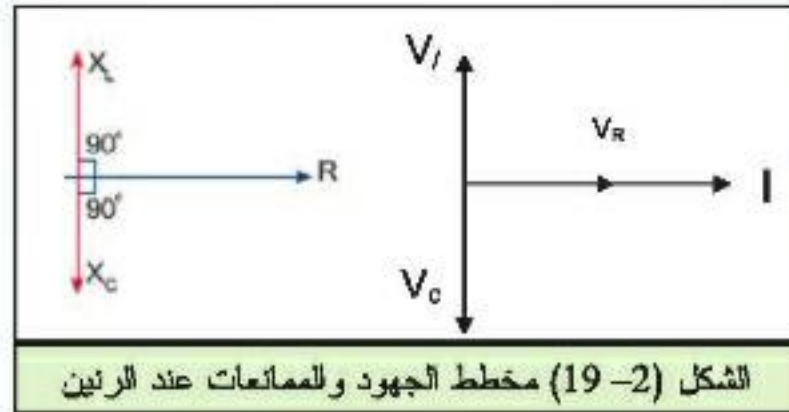
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

حيث  $f_r$  تردد الرنين ويقاس بالهرتز [ HZ ].

وعند  $f_r$  الرنين تكون ممانعة الدارة أصغر ما يمكن أي  $Z = R$  ويكون :

$$V = I \cdot Z$$

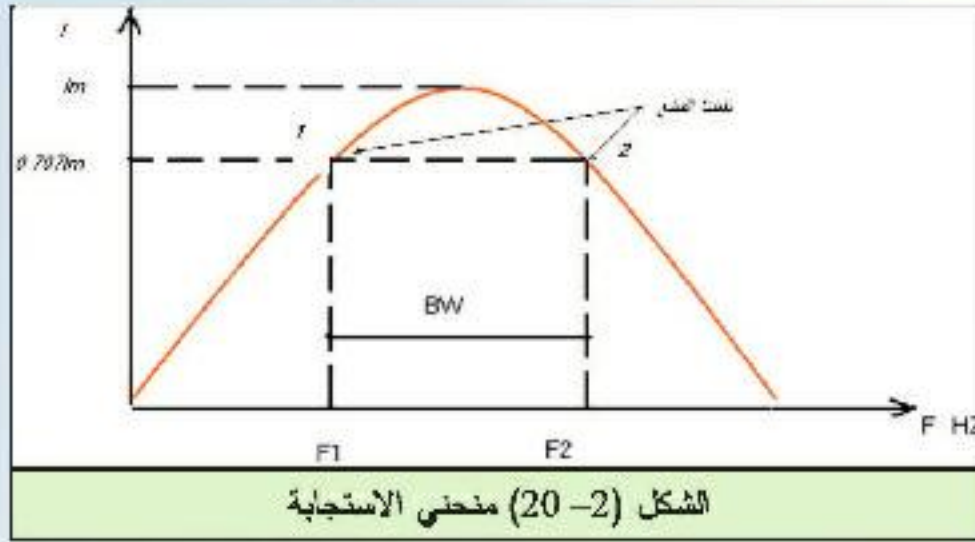
كما أنه عند تردد الرنين فإن زاوية الطور بين الجهد والتيار في الدارة تساوي الصفر  $\theta = 0^\circ$  ونبين ذلك في الشكل (2-19).



**منحنى الاستجابة:** هو المنحنى الذي يمثل العلاقة بين قيمة التيار أو الجهد بين طرفي الدارة وبين التردد المطبق على هذه الدارة. ويبين الشكل (2-20) منحنى الاستجابة لدارة رنين تسلسلية.

تردد  
الرنين

يعرف تردد الرنين  $f_r$  بأنه التردد الذي تكون عنده قيمة التيار المار في الدارة عظمى.



ما عرض الحزمة  
BW

هو حزمة الترددات  
المحصورة بين تردد  
القطع العلوي F<sub>2</sub>  
وتردد القطع السفلي  
F<sub>1</sub>.

تعرّف نقطتي القطع (أو نقطتي منتصف الاستطاعة): بأنهما النقطتان اللتان تنخفض عندهما الاستطاعة إلى النصف.

أي عندما ينخفض كل من التيار أو الجهد بالمقدار  $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$  من القيمة العظمى.

وكما هو مبين في الشكل (20-2) تكون نقطتا القطع هما (النقطتان 1 و 2).  
ويحسب عرض الحزمة من العلاقة:

$$BW = F_2 - F_1$$

### مثال

أوجد الممانعة الكلية والتيار المار في الدارة المبينة في الشكل التالي وذلك عندما تطبق على الدارة جهداً مقداره 220 V

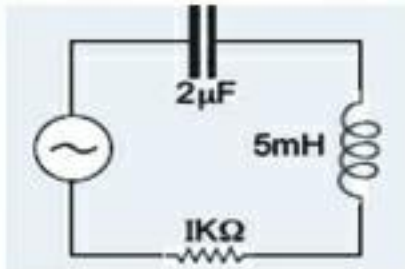
### الحل

أولاً نحسب  $X_L$  من العلاقة :

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

نعوض فنجد :

$$\begin{aligned} X_L &= 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \\ &= 1.571 \Omega \end{aligned}$$



ثانياً نحسب قيمة  $X_c$  من العلاقة:

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 2 \times 10^{-6}}$$

$$X_c = 1591,55 \quad \Omega$$

نحسب قيمة الممانعة الكلية من العلاقة:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

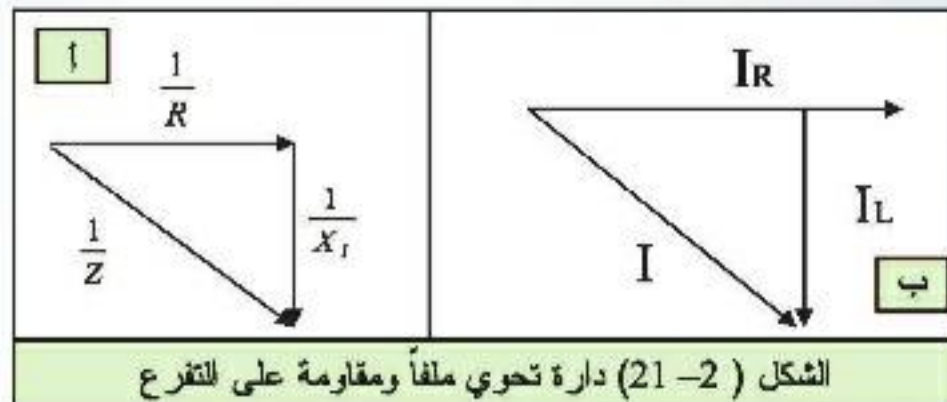
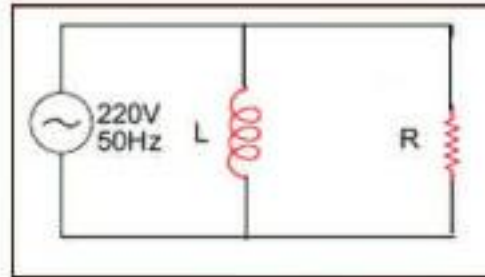
$$Z = \sqrt{(1000)^2 + (1,571 - 1591,55)^2}$$

$$Z = 1878,31 \quad \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{1878,31} = 0,117 \quad A \quad \text{ونحسب التيار وفق الآتي:}$$

ز- دائرة تحوي مقاومة وملفاً على التفرع

يتسلى في هذه الدارة الجهد على المقاومة مع الجهد على طرفي الملف، ويكون التيار الكلي هو حاصل جمع تيارتي المقاومة والملف.



نحصل على المخطط ( 21 - أ ) بتعويض قيمة كل من:

$$I_L = \frac{V}{X_L} \quad I_R = \frac{V}{R}$$



$I = \frac{V}{Z}$  ومن ثم نختصر قيمة  $V$  من القيم التي مندرسمها على المخطط لأن قيمة  $V$  متساوية فيها فنحصل على:

$$B_L = \frac{1}{X_L} \text{ ، سماحية الملف ، } G = \frac{1}{R} \text{ الناقلية}$$

باستخدام فيثاغورث في المخطط نجد أن:

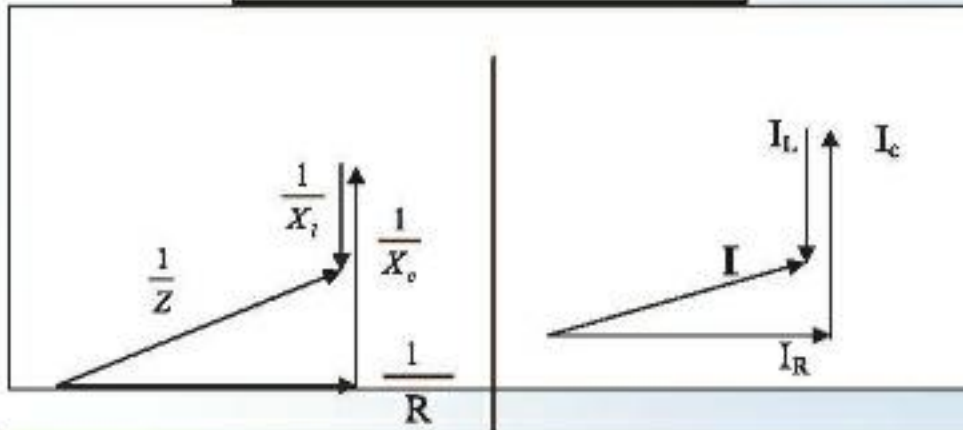
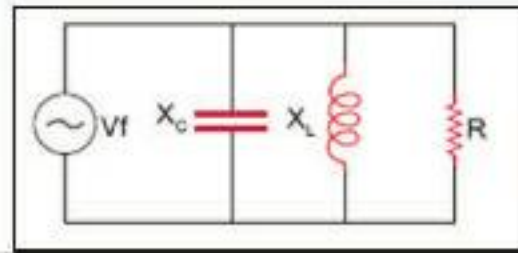
$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} \text{ : العلاقة}$$

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}} \Rightarrow Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}} \text{ : والممانعة الكلية تعطى العلاقة}$$

$$\cos \theta = \frac{Z}{R} \text{ : وأن عامل الاستطاعة}$$

### ج- دائرة تحوي دائرة مقاومة وملفًا ومكثفًا على

تعمل هذه الدائرة للتصرف كمكثف إذا كان تيار المكثف أكبر من تيار الملف، وتميل للتصرف كمف إذا كان تيار الملف أكبر من تيار المكثف ويبين ذلك الشكل (2-22).



الشكل (2-22) دائرة تحوي مقاومة وملف ومكثف على التفرع

ونجد أن التيار ينطبق على الجهد في المقاومة، ويتقدم تيار المكثف بزاوية  $90^\circ$  على الجهد، ويتأخر تيار الملف بزاوية  $90^\circ$  عن الجهد.

وبفرض  $X_L < X_C$  نطبق نظرية فيثاغورث على المخطط فنجد:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} \quad \text{التيار الكلي يعطى بالعلاقة:}$$

وأن الممانعة الكلية تعطى بالعلاقة:

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2} \Rightarrow Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}}$$

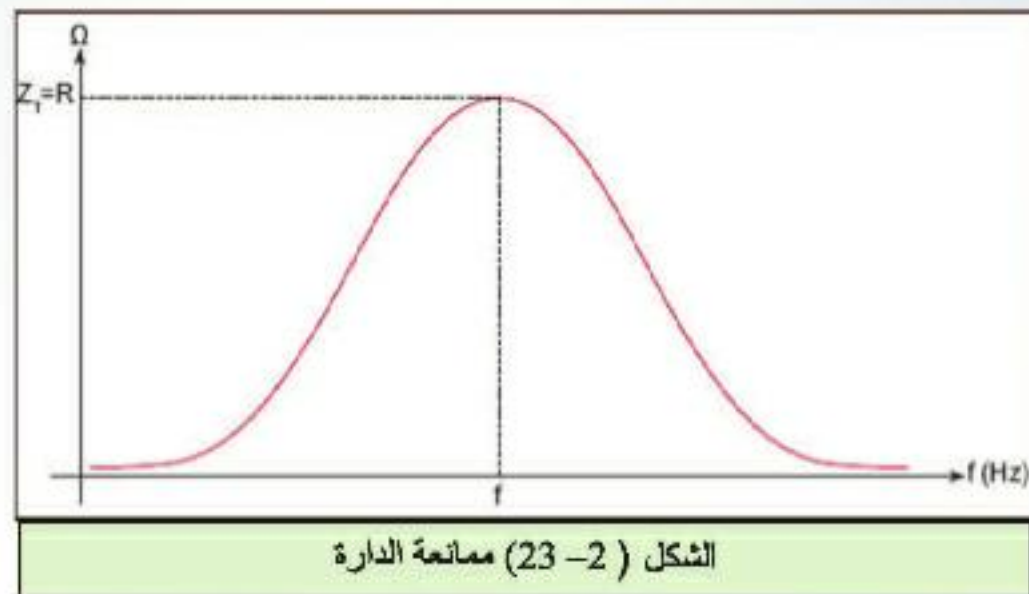
وفي حالة الرنين يكون  $X_C = X_L \Rightarrow I_L = I_C \Rightarrow I = I_R$

بالتعويض في العلاقة السابقة نجد أن الممانعة الكلية في حالة الرنين هي:  $Z = R$

ويكون تردد الرنين حسب العلاقة:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

يبين الشكل (2-23) التالي تغير ممانعة الدارة حسب تغير تردد المنبع.



## الاستطاعة في دارات التيار المتناوب

2-2-2

## مقدمة:

تأخذ الاستطاعة المستهلكة في مقاومة مادية شكل الاستطاعة الحرارية ولا ترجع للمنبع وتسمى بالاستطاعة الفعلية (true / Active power) ويرمز لها بالرمز (P) وهي معدل انتقال الاستطاعة من منبع الجهد المتناوب إلى الحمل. أما القدرة المخزنة في مجال مغناطيسي لملف أو في مجال كهربائي متواجد على ألواح المكثف تعود للمنبع عندما يغير للتيار اتجاهه وتسمى عندها هذه الاستطاعة بالاستطاعة غير الفعلية أو الخيالية (Reactive / Imaginary power) ويرمز لها بالرمز Q، أما الاستطاعة الكلية في دائرة فهي عبارة عن المجموع الشعاعي للاستطاعة الفعلية P وغير الفعلية Q وتسمى بالاستطاعة الظاهرية (Apparent power).

## الاستطاعة الفعلية

هي معدل انتقال الاستطاعة الكهربائية من منبع الجهد المتناوب إلى الحمل (المقاومة) وتحول هذه الاستطاعة الكهربائية إلى شكل آخر من أشكال الاستطاعة مثل الاستطاعة الحرارية، الضوئية، الميكانيكية وكمثال على ذلك:

تتحول في السخان الكهربائي الاستطاعة الكهربائية تماماً إلى حرارة وهي تساوي:

$$P = V_{eff} \cdot I_{eff}$$

حيث:

$V_{eff}$  الجهد الفعال للمنبع.

$I_{eff}$  القيمة الفعالة للتيار المار في الحمل (المقاومة).

وتقاس هذه الاستطاعة بوحدة الواط (watt).



مثال

أوجد الاستطاعة الفعلية المستهلكة في سخان يعمل على جهد  $220\text{ V}$  ويمر فيه تيار مقداره  $10\text{ A}$ ؟

الحل

$$P = V \cdot I = 220 \times 10 = 2200 \text{ Watt}$$

الاستطاعة غير الفعلية أو الرد فعلية (الخيالية)

الاستطاعة غير الفعلية في الملف تعاكس الاستطاعة غير الفعلية في المكثف، ونستفيد من هذه الخاصية في التخلص من القدرة غير الفعلية للملف في الدارة بإضافة مكثف لها، وهذا ما يسمى بتحصين عامل الاستطاعة والاقتراب به من قيمة الواحد.

بعض العناصر الكهربائية لها خاصية تخزين الطاقة كالمكثف والملف، فعند توصيلها مع منبع جهد متناوب تنتقل الاستطاعة الكهربائية بين المصدر والحمل في حركة ذهاب وإياب دون تحويلها لشكل آخر من أشكال الاستطاعة، ويمر عندها تيار بين المصدر والحمل ويكون هناك جهد كهربائي، وعندها لا تستهلك الاستطاعة فعلياً في الدارة، ويعتبر العنصر حملاً وهمياً.

ويعد حاصل ضرب القيمة الفعالة للجهد بالقيمة الفعالة للتيار في هذه الحالة استطاعة خيالية (أي ليست حقيقية)، ويرمز لها بالرمز  $Q$ ، ووحدة قياسها الفار (VAR).

$$Q = V \cdot I$$

حيث:

$V$  الجهد الفعال للمنبع.

$I$  القيمة الفعالة للتيار المار في الملف أو المكثف.

## الاستطاعة الظاهرية

إذا كان لدينا حمل مركب في دائرة (مقاومة ومكثف) فإن الاستطاعة الفعلية المنقولة من المصدر إلى الحمل تساوي:

$$P = I_R \cdot V$$

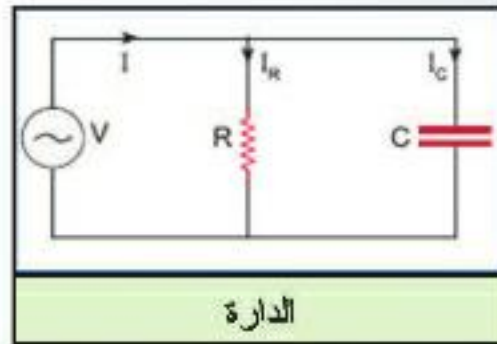
وتكون المقاومة هي العنصر الأساسي المستهلك للاستطاعة في الدائرة. بينما يقوم المكثف بأخذ كمية الاستطاعة من المصدر وإرجاعها بشكل متكرر أي:

$$Q = V \cdot I_C$$

وبالتالي فإن الاستطاعة الظاهرية تساوي:

$$S = V \cdot I$$

وواحدة قياسها هو الفولت أمبيرر ولتوضيح ذلك نأخذ الدائرة المبينة في الشكل (2-24) الآتية :



الشكل ( 2-24 )

نطبق علاقات المثلث القائم على المخطط الشعاعي المبين في الشكل (2-24):

$$I_R = I \cdot \cos \theta$$

$$I_C = I \cdot \sin \theta$$

وبالتعويض نجد:

1- الاستطاعة الفعلية:

$$P = V \cdot I_R \\ = V \cdot I \cdot \cos \theta$$

2- الاستطاعة الردية ( غير الفعالة):

$$Q = V \cdot I_C \\ = V \cdot I \cdot \sin \theta$$

3- الاستطاعة الظاهرية:

$$S = V \cdot I$$

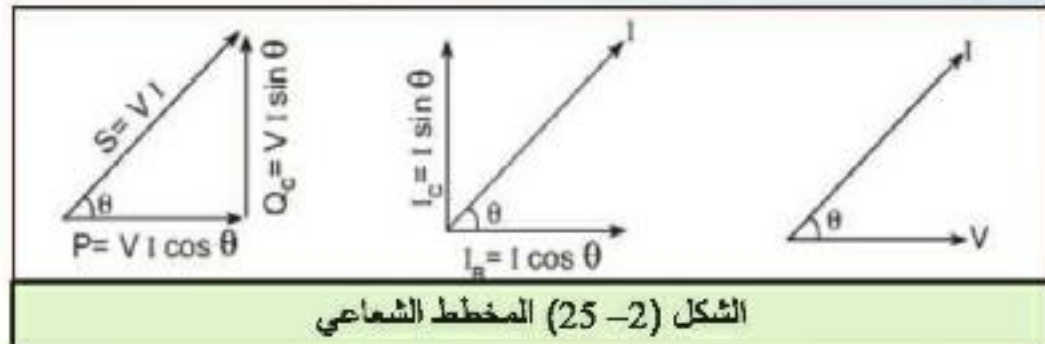
حيث الزاوية  $\theta$  هي الزاوية بين التيار الكلي وجهد المربع، ويعطى عامل الاستطاعة بالمعادلة:

$$\cos \theta = P / S$$

تعتمد قيمة عامل الاستطاعة  $\cos \theta$  على عناصر الدارة للكهربائية. وتتراوح قيمته بين الصفر والواحد.

يمكننا رسم المخطط الشعاعي للدائرة المبينة بالشكل (2-24) كما هو مبين في الشكل

(2-25)



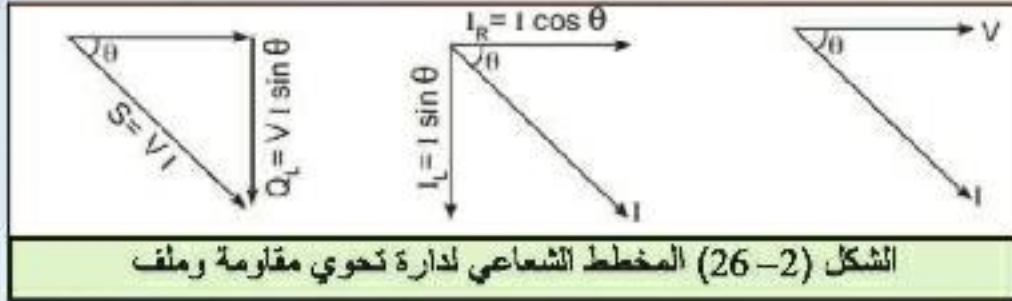
الشكل (2-25) المخطط الشعاعي

هل تعلم

كلما تخرت قيمة عامل الاستطاعة من الواحد كلما قلت القدرة المفقودة.



كما يمكننا رسم المخطط الشعاعي لدائرة تحوي مقاومة وملف وفقاً وفق ما هو مبين في الشكل (2-26):



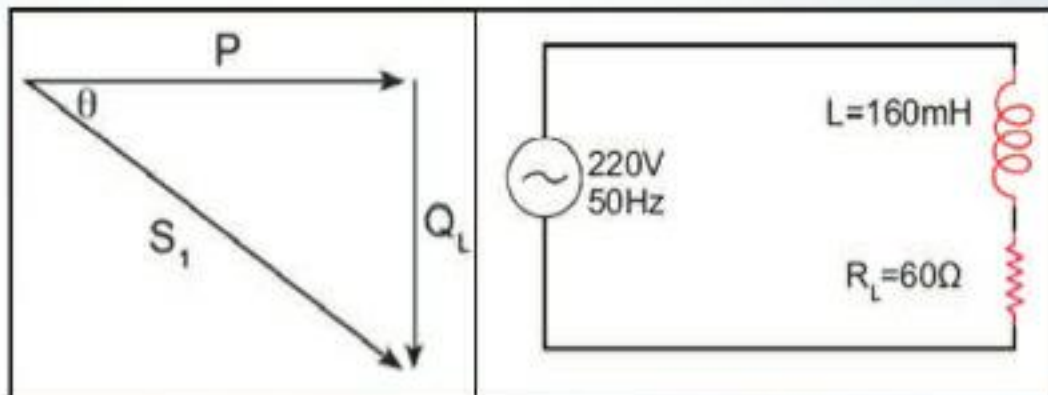
وعندما يكون عامل الاستطاعة يساوي 60% فإنه يعطي قدرة مفقودة بمقدار 40% من القدرة الكلية.

وعندما يكون عامل الاستطاعة مساوياً 85% فإنه يعطي قدرة مفقودة مقدار 15% من القدرة الكلية.

والسؤال الآن الذي يطرح نفسه أيهما أفضل؟  
وهذا تبرز الحاجة لتحسين عامل الاستطاعة وذلك لتوفير الطاقة الكهربائية المفقودة في المصانع والورش وفي الأحمال التحريضية المستخدمة في حياتنا اليومية.

### مثال

المطلوب حساب عامل الاستطاعة للدائرة الآتية:



### الحل

لحساب الممانعة نطبق العلاقة الآتية:  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

ولحسابها يجب علينا حساب قيمة  $X_L$  من العلاقة:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L = 2\pi \times 50 \times 160 \times 10^{-3} = 50.27 \Omega$$

نعوض الناتج:  $Z = \sqrt{60^2 + (50.27)^2} = 78.28 \Omega$

نحسب التيار من العلاقة:  $I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{78.28} = 2.81 \text{ A}$

وتحسب الاستطاعة الفعلية كالآتي:

$$P = I^2 \cdot R = (2.81)^2 \times 60 = 473.77 \text{ Watt}$$

وتحسب الاستطاعة الظاهرية من العلاقة:

$$S = V \cdot I = 220 \times 2.81 = 618.2 \text{ VA}$$

وتكون قيمة عامل الاستطاعة كالآتي:

$$\cos \theta = \frac{P}{S} = \frac{473.77}{618.2} = 0.77$$

### أسئلة

- 1- مقاومة مادية لها المواصفات الآتية /  $500\Omega, 2 W$  / احسب فرق الجهد المطلوب الممكن تطبيقه على طرفيها ومدة التيار المسموح مروره عبرها. وزاوية فرق الطور بين للتيار والجهد.
- 2- ملف مقاومته المباشرة مهملة وعامل تحريضه الذاتي /  $0.25 H$  / وصل إلى منبع جهده /  $220V$  / فمر فيه تيار شدته /  $2.5 A$  / احسب تردد هذا المنبع.
- 3- عند أي قيمة للتردد تكون المحاثة مكثف سعته  $C = 70 Pf$  تساوي  $5 K\Omega$ .
- 4- احسب سعة مكثف (محاثة السعوية)  $X_C = 159 \Omega$  إذا كان التردد  $f = 50 HZ$
- 5- ملف مقاومته المادية  $R = 50 \Omega$  وإغلاقه التحريضية  $X_L = 60 \Omega$  وصلا على التسلسل إلى منبع تيار متناوب جهده /  $220V$  / وتردده  $f = 50 HZ$  والمطلوب:
  - أ. رسم مثلث المماعات.
  - ب. حساب المماعة الكلية  $Z$ .
  - ج. حساب شدة التيار المار في الدارة.
  - د. فرق الجهد  $V_L$  و  $V_R$ .
  - هـ. عامل الاستطاعة  $\cos \theta$ .
  - و. عامل التحريض الذاتي للملف  $L$ .



6- مكثف سعته  $1\mu F$  وصل على التسلسل مع مقاومة مادية قيمتها  $2k\Omega$  فإذا كان جهد المصدر يساوي  $10V$  وتردده يساوي  $100Hz$  احسب ما يلي:

♦ الإعاقة المعوية  $X_C$

♦ شدة تيار الدارة  $I$

♦ فرق الجهد على طرفي  $R$  و  $C$

♦ الاستطاعة الفعلية في الدارة

7- دائرة تفرعية تحوي مقاومة مادية  $R=333\Omega$  وإعاقة تحريضية  $X_L=256\Omega$

تتغذى من منبع تيار متناوب جهده  $V=1000V$  والمطلوب:

♦ رسم الدارة

♦ حساب شدة التيار في كل فرع

♦ التمثيل الشعاعي للدائرة

♦ التيار الكلي

♦ الاستطاعة الفعلية للدائرة

8- دائرة تفرعية تحوي مكثفاً سعته  $0.6\mu F$  ومقاومة مادية  $3K\Omega$  فرق التوتر

على طرفي الدارة  $12V$  والمطلوب:

♦ رسم الدارة

♦ حساب التيار في كل فرع

♦ حساب عامل الاستطاعة

♦ حساب الاستطاعة الكلية

♦ رسم المخطط الشعاعي للدائرة

♦ حساب التيار الكلي المار في الدارة

9- مقاومة مادية  $3\Omega$  وإعاقة تحريضية عامل تحريضها الذاتي  $0.313H$  وصلا

على التسلسل مع مكثف إعاقة  $8\Omega$  ثم وصلت المجموعة إلى منبع تيار متناوب

تردده  $50Hz$  فمر في الدارة تيار شدته  $5A$  والمطلوب:

- ◆ حساب قيمة جهد المنيع الكلي.
- ◆ حساب الممانعة الكلية.
- ◆ حساب قيمة عامل الاستطاعة بالاستعانة بالمخطط الشعاعي.
- ◆ حساب تردد الرنين  $f_r$  .
- ◆ حساب ممانعة الدارة عند تردد الرنين.
- ◆ رسم المخطط الشعاعي للممانعات الموجودة في الدارة.

## المحركات الكهربائية



## المحرك الكهربائي

1-3-2

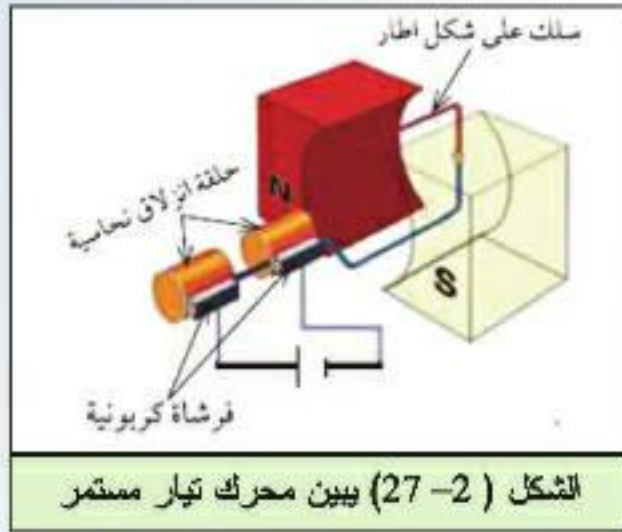
هو آلة تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية، ويمكن تقسيم المحركات الكهربائية إلى نوعين هما:

- ♦ محركات التيار المستمر
- ♦ محركات التيار المتناوب

## أ- محرك التيار المستمر

يتكون هذا المحرك من مغناطيس دائم يقع في مجاله المغناطيسي ملف حلقي تتم تغذيته من منبع تيار مستمر عن طريق حلقتين نحاسيتين بشكل نصف اسطوانة موجودتين على محور دوران الحلقة تسميان الموحد أو المجمع، ويكون الموحد على تماس مع قطعتي فحم تسميان المسفرتين حتى لا يتآكل، الشكل (2-27) يبين بنية المحرك:





فعند مرور التيار الكهربائي في الملف يتولد حوله مجال مغناطيسي يحدد اتجاهه حسب قاعدة اليد اليمنى، وبما أن التيار يمر في ضلعي الحلقة باتجاهين متعاكسين فإن المجال للمغناطيسي الناتج عنه يكون باتجاه المجال المغناطيسي نفسه للمغناطيس الدائم في الجهة السفلى ومعاكساً له في الجهة العليا مما يؤدي إلى ازدياد خطوط المجال في الجهة السفلى ونقصانها في الجهة العليا، فينتج عزم دوران مسبباً دوران الملف كما يوضح الشكل (2-28).



هل تعلم

أن الملف يعكس اتجاه حركته في الحالتين الآتيتين:

1. عند عكس

لقطب

المغناطيس

الدائم.

2. عند عكس

قطبية

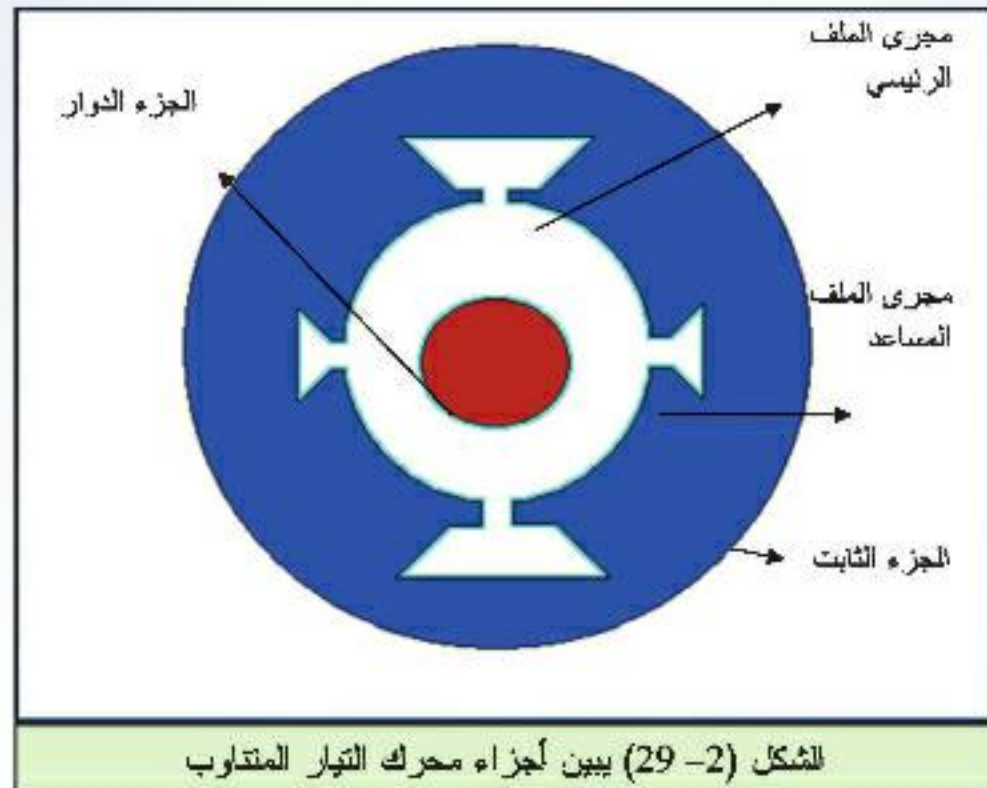
البطارية.

## ب- محرك التيار المتناوب

يتكون هذا المحرك من:

1- جزء ثابت: وهو جسم أسطواني مجوف من الداخل مصنوع من عدة صفائح حديدية رقيقة، للتحليل من تأثير التيارات الإعصارية وتخفيف ارتفاع درجة الحرارة، توضع داخل المجاري المفتوحة في السطح الداخلي لصفائح الجزء الثابت ملفات المحرك الكهربائي.

2- الجزء الدوار: وهو جسم أسطواني مصنوع من صفائح حديدية رقيقة معزولة عن بعضها، ومثبتة على محور الدوران، تفتح في المحيط الخارجي للجزء الدوار مجاري توضع فيها قضبان معزولة من النحاس أو الألمنيوم، تقصر مع بعضها بعضاً.



الشكل (2-29) يبين أجزاء محرك التيار المتناوب

يبين الشكل (2-29) أجزاء محرك التيار المتناوب.

ويشغل ثلث عدد المجاري للجزء الثابت وتكون الزاوية بين هذين الملفين  $90^\circ$ . وتعتمد طريقة بدء الحركة للمحرك على وجود مجالين مغناطيسيين متناوبين، أحدهما

ينشأ عن الملف الرئيسي والآخر ينشأ عن الملف المساعد، فعند مرور تيار كهربائي في كل من الملف الرئيسي والملف المساعد يتولد في الملف الرئيسي تدفق مغناطيسي متناوب، وكذلك يتولد في الملف المساعد تدفق مغناطيسي متناوب محصلتهما تؤدي إلى عزم دوران.

يكون مقطع سلك الملف المساعد أصغر من مقطع سلك الملف الرئيسي، ومقاومة الملف المساعد كبيرة، وإعاقته التحريضية قليلة.

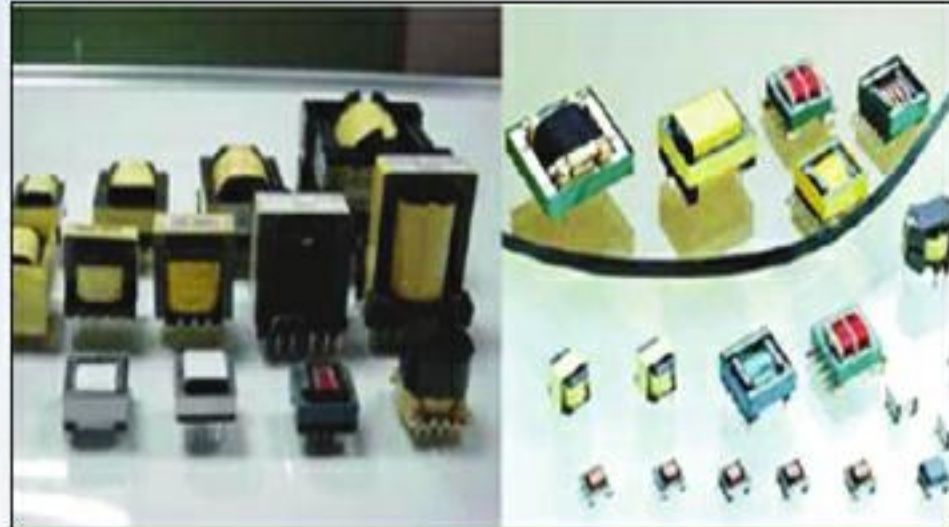
يوصل الملف المساعد على التفرع مع الملف الرئيسي، ويزود الملف المساعد بمفتاح طرد مركزي، يكون مغلقاً في بدء الدوران ويبقى كذلك حتى يصل المحرك لسرعة معينة، فيفتح القاطع المركزي، وينفصل ملف الإقلاع كهربائياً عن الدارة، ويستمر المحرك بالدوران.



## المحولات الكهربائية

## مقدمة

يعد المحول من الأجهزة الكهربائية التي بواسطتها تنتقل القدرة الكهربائية المتغيرة من دائرة إلى أخرى عن طريق التحريض الكهرومغناطيسي المتبادل بين ملفين مع إمكانية رفع أو خفض الجهد أو التيار في الدارة الكهربائية. يعتمد عمل المحول على مبدأ التحريض المتبادل للملفات، وتختلف المحولات من حيث كمية القدرة التي يمكن نقلها بواسطتها من دائرة إلى أخرى.



الشكل (2-30) يبين أشكالاً مختلفة للمحولات

فالمحولات الضخمة المستخدمة في شبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية تنقل قدرة تقاس بالميغا واط MW. والمحولات الصغيرة جداً المستخدمة في مجال الاتصالات تنقل قدرة صغيرة تقاس بالميلي واط mW.

## 1-4-2 تعريف المحول

هو جهاز كهربائي يقوم بتحويل القدرة الكهربائية للتيار المتناوب إلى قدرة كهربائية مختلفة الصفات والمميزات أي مختلفة في التيار أو التوتر.

## بنية المحولات أحادية الطور

2-4-2

تتألف المحولات أحادية الطور من ثلاث دارات:

### أ- دائرة مغناطيسية

وهذه الدائرة عادة مغلقة وتتكون من مجموعة صفائح رقيقة من الحديد السيليكوني معزولة عن بعضها يتراوح سمك كل منها بين (0.4—0.5) ميليمتر. وهذه الصفائح تشكل بمجموعها للقلب الحديدي للمحول.

### ب - دارتان كهربائيتان

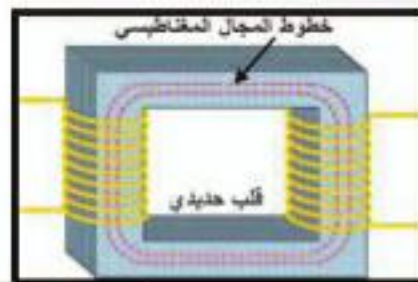
وتكونان معزولتين عن بعضها بعضاً وتلفان حول القلب الحديدي وهما ملفين:

#### - الملف الابتدائي:

وهو يشكل الدائرة الابتدائية للمحول، ويتصل بمنبع التيار المراد تحويل جهده ويكون سلكه ذو مقطع كبير، وعدد لفاته قليلاً في محولات الرفع كما يكون ذا مقطع صغير وعدد لفات كبيراً في محولات الخفض ويصنع هذا الملف من أسلاك النحاس الأحمر المعزولة بالورنيش.

#### - الملف الثانوي:

وهو يشكل الدائرة الثانوية للمحول والذي يتصل بالحمل ويكون ذا مقطع صغير وعدد لفاته كثيرة في محولات الرفع، بينما يكون ذا مقطع كبير وعدد لفاته قليلة في محولات الخفض.



الشكل (2-31) محول أحادي الطور



### أشكال القلوب الحديدية المستخدمة في المحولات

#### أ- القلب الحديدي المغلق (Closed Core):

وهو حلقة مستطيلة الشكل تصنع من صفائح الحديد السيليكوني، وتشكل مساراً مغلقاً للمجال المغناطيسي، ولزيادة الربط المغناطيسي بين ملفي المحول، يقسم الملف الابتدائي إلى نصفين متساويين، يلف النصف الأول على الذراع الجانبي الأول، ويلف النصف الثاني على الذراع الجانبي الآخر، وكذلك الحال بالنسبة للملف الثانوي.

#### ب- القلب الحديدي القشري (Shell Core):

يستخدم هذا النوع دائرة مغناطيسية مزدوجة كما يتضح من الشكل (2-32)، حيث تلف الملفات على الذراع الوسطية، ويكون القلب الحديدي محاطاً بهذه الملفات، ويتم ترتيب كل من الملفين الابتدائي والثانوي على شكل طبقات متعاقبة معزولة عن بعضها بشكل جيد، القلب القشري يزيد الربط المغناطيسي بين الملف الابتدائي والملف الثانوي مما يؤدي إلى زيادة كفاءة المحول.



#### ج- القلب الحلقي:

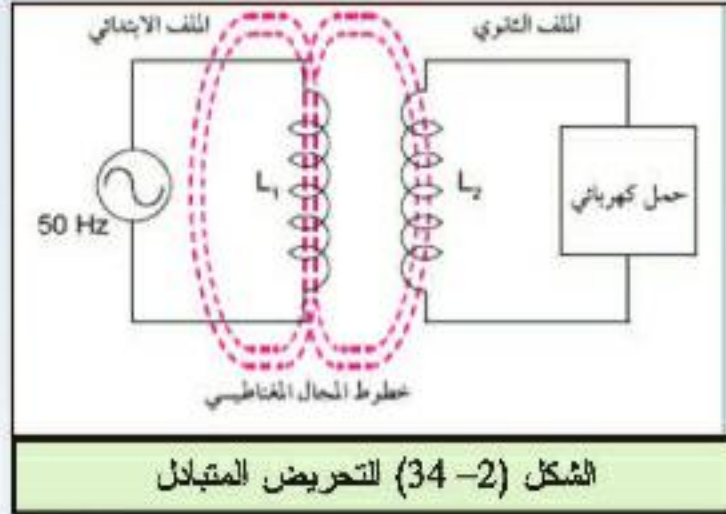
يكون على شكل حلقة مستديرة تلف حولها ملفات المحول، بحيث تكون لفات الملف الابتدائي إلى الداخل، ولفات الملف الثانوي إلى الخارج ومحيطه بها، ويوضح الشكل (2-33) صورة لمحول حلقي.



الشكل (2-33) محول حلقي



### 3-4-2 التحريض المتبادل (Mutual Inductance)



الشكل (2-34) التحريض المتبادل

عندما يتغير المجال المغناطيسي في ملف، يتولد في ملف مجاور جهد ناتج عن التحريض المتبادل بين الملفين كما هو مبين في الشكل (2-34)، وهذه الظاهرة تعرف باسم التحريض المتبادل. فإذا وصل الملف الابتدائي ( $L_1$ ) بمصدر تيار متغير، يتولد حول هذا الملف مجال مغناطيسي متغير أيضاً حيث يزداد ويتناقص حسب تغيرات شدة التيار المار في الملف. ويقوم هذا المجال المتغير باختراق الملف الثانوي ( $L_2$ ) ويولد فيه جهداً بالتحريض يستفاد منه في تشغيل حمل كهربائي وبذلك يمكن القول إن الطاقة الكهربائية انتقلت من دائرة الملف الابتدائي ( $L_1$ ) إلى دائرة الملف الثانوي ( $L_2$ ) دون اتصال كهربائي مباشر بينهما، حيث استعويض عن ذلك باتصال مغناطيسي. ويقاس مقدار التحريض المتبادل بين ملفين بالوحدات نفسها للخاصة بالتحريض الذاتي أي هنري.

يكون التحريض المتبادل بين الملفين ( $L_1$ ) و ( $L_2$ ) هنري واحداً إذا تولد جهد قدره فولت واحد بين طرفي الملف الثانوي ( $L_2$ ) نتيجة لتغير قيمة التيار بمقدار أمبير واحد في الثانية في الملف الابتدائي ( $L_1$ ) -

لتبين كيف يمكن زيادة التحريض المتبادل بين ملفين

- تقليل المسافة الفاصلة بينهما.
- وضع الملفين بحيث يكون محورهما متوازيين، ويستفاد من هذه الخاصية في حماية ملف من تأثير المجال للمقاطبي لملف آخر وذلك بجعل محوري الملفين متعامدين.

- زيادة عدد اللفات لكل منهما.
- استخدام وسط فاصل بينهما ذي نفاذية مغناطيسية عالية كالحديد.

**معامل الربط (Coupling Co efficient)****4-4-2**

يشير معامل الربط إلى مدى تأثير لفات أحد الملفين بالمجال المغناطيسي للملف الآخر، فإذا كانت كل خطوط المجال المغناطيسي لأحد الملفين تتقاطع مع كل لفات الملف الآخر يكون معامل الربط مساوياً للواحد. أما في الحالة التي لا تتقاطع فيها مع كل الخطوط وهي الحالة العامة يكون معامل الربط أقل من الواحد، ويعطى للتحريض المتبادل في هذه الحالة بالعلاقة:

$$M = K \sqrt{L_1 L_2}$$

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

$M$  التحريض المتبادل بين الملفين بالهنري.

$L_1$  التحريض الذاتي للملف الابتدائي بالهنري.

$L_2$  التحريض الذاتي للملف الثانوي بالهنري.

$K$  معامل الربط المغناطيسي وهو أقل من الواحد.

**معادلة القوة المحركة الكهربائية المتولدة ونسبة التحويل****5-4-2**

يعتمد عمل المحول على ظاهرة التحريض المتبادل بين ملفين متجاورين، فإذا وصل طرفا الملف الابتدائي بمنبع جهد متناوب ( $V_1$ )، فإن المجال المغناطيسي المتغير الناتج من مرور التيار المتغير بالملف الابتدائي سيقطع كلياً أو جزئياً الملف الثانوي، مما يتسبب في توليد جهد متناوب بين طرفي الملف الثانوي ( $V_2$ )، يؤدي إلى مرور تيار كهربائي بالحمل الموصول بين طرفي الملف الثانوي كما هو مبين بالشكل (2-35). يعطى  $V_1$  و  $V_2$  بالعلاقين التاليتين :

$$V_1 = e_1 = \omega \times \phi \times N_1 \quad (1)$$

$$V_2 = e_2 = \omega \times \phi \times N_2 \quad (2)$$



$\omega$  : السرعة الزاوية وتقدر بالراديان في الثانية.

$N_1$  و  $N_2$ : عدد لفات الملف الابتدائي والملف الثانوي.

$\Phi$ : التدفق المغناطيسي الأعظمي المار في الملف ويقدر بالويبر.

بقسمة المعادلة (2) على (1):

$$n = \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

حيث  $n$  نسبة التحويل للمحول، وبفرض أن المحول مثالي وليس فيه مفاتيح فإن الاستطاعة المقدمة إلى الملف الابتدائي تنتقل إلى الملف الثانوي أي:

$$S_1 = S_2$$

$$\Rightarrow V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$$

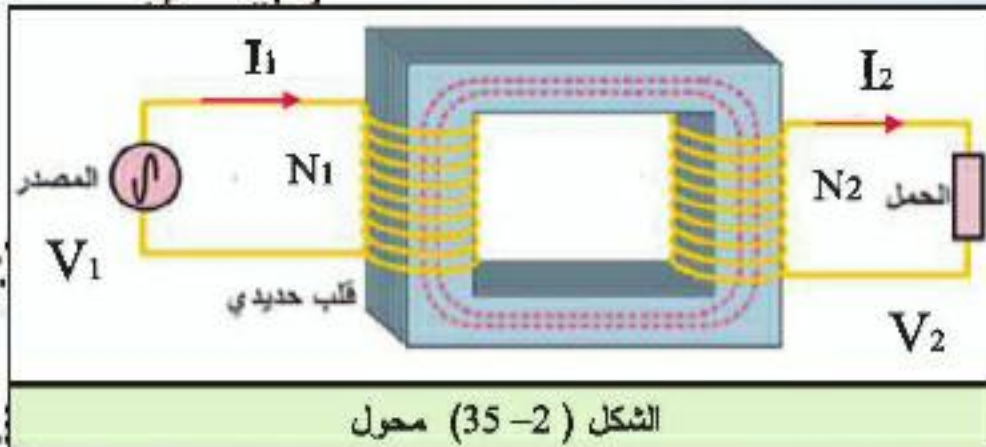
وبكتابة المعادلة بشكل تناسب ينتج:

$$n = \frac{I_1}{I_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

حيث  $I_1$  و  $I_2$  تيارا الملفين الابتدائي والثانوي.

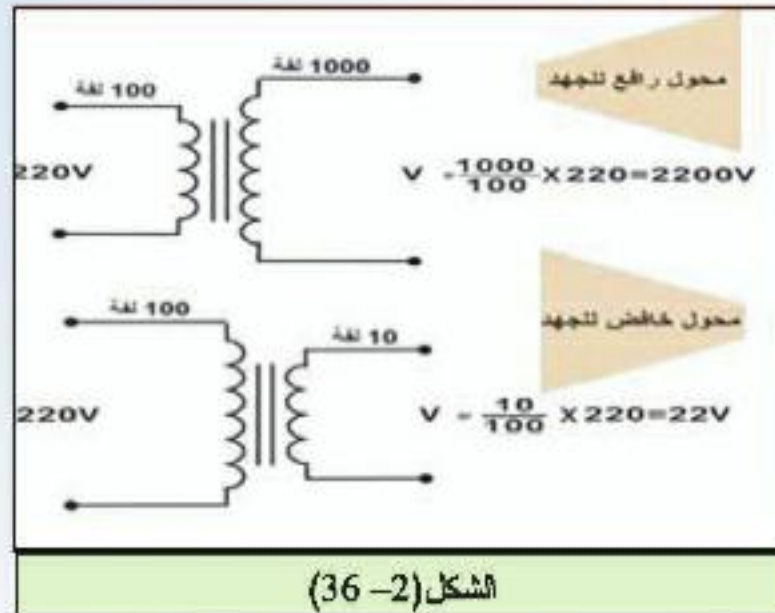
نستنتج مما سبق المعادلة التالية التي تربط بين التيارات والتيارات وعدد اللفات مع نسبة التحويل:

$$n = \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$





- نسمي المحول محولاً رافعاً للجهد إذا كانت  $n > 1$  .  
 نسمي المحول محولاً خافضاً للجهد إذا كانت  $n < 1$  .



## مثال

محول خافض للجهد عدد لفات الملف الابتدائي (400) لفة، وعدد لفات الملف الثانوي (40) لفة، جهد الملف الابتدائي (220) فولت، احسب جهد الملف الثانوي.

## الحل

بما أن نسبة التحويل تساوي:

$$n = \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$V_2 = V_1 \frac{N_2}{N_1}$$

$$\Rightarrow V_2 = 220 \frac{40}{400} = 22 \quad V$$

## مثال

محول خافض للجهد  $220/12\text{ V}$  ، تيار ملفه الثانوي  $2\text{ A}$ ، احسب تيار الملف الابتدائي .

## الحل

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow$$

$$I_1 = I_2 \frac{V_2}{V_1}$$

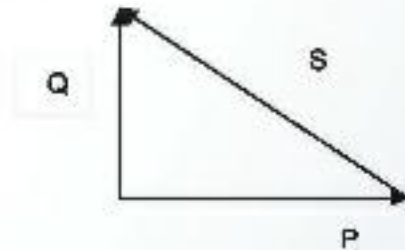
$$I_1 = 2 \frac{12}{220} = 0.11\text{ A}$$

## 6-4-2 استطاعة المحول

تعطى الاستطاعة الظاهرية للمحول عند إهمال المفاقيد بالعلاقة:

$$S = V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2 \quad VA$$

وتقسم هذه الاستطاعة إلى استطاعة فعلية  $P$  واستطاعة رد فعلية  $Q$  حسب المخطط الآتي :



وبتطبيق فيثاغورث على المخطط نكتب الاستطاعة الظاهرية بدلالة هاتين الاستطاعتين على الشكل الآتي:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## مردود المحول

7-4-2



يمكن تخفيض قيمة  
التيارات الإعصارية  
بتشكيل قلب المحول  
من صفائح فولانية  
معزولة عن بعضها  
مما يؤدي إلى رفع  
مقاومة دائرة قلب  
المحول لمرور التيار  
الإعصاري.

إذا اعتبرنا المحول مثاليًا أي أهملنا المفاقد فإن قدرة الملف الابتدائي تساوي قدرة الملف الثانوي، ولكن بما أن جزءاً من الطاقة الكهربائية المقدمة تستهلك على شكل حرارة لهذا السبب تكون القدرة الكهربائية على مخرج المحول أقل من القدرة الكهربائية الداخلة إليه. يعرف مردود المحول: بأنه النسبة بين الاستطاعة الكهربائية الناتجة عن المحول إلى الاستطاعة الكهربائية المقدمة له:

$$\mu \% = \frac{P_2}{P_1} \times 100 \quad \text{وتعطي كنسبة مئوية}$$

حيث إن الاستطاعة الكهربائية المقدمة  $P_1$  للمحول تساوي الاستطاعة الناتجة مضافاً إليها للمفاقد .

والمفاقد في المحول نوعان هما:

أ- **مفاقد حديدية:**  $P_{ir}$  في القلب الحديدي نتيجة تولد تيارات إعصارية فيه، وهي تيارات كهربائية تتولد بالتأثير في القلب الحديدي وتؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة قلب المحول.

تستخدم في محولات الجهد عالية التردد قلوب مغناطيسية من للفرايت، وهي مواد خزفية ذات خواص مغناطيسية كالحديد وتعتبر كعوازل، وبالتالي فقد فيها قليل والتيارات الإعصارية منخفضة.

ب- **مفاقد نحاسية:**  $P_{cu}$  وهي مفاقد تحصل بفعل جول، وهي الطاقة الكهربائية المستهلكة على شكل حرارة في المقاومة المادية للملفين الابتدائي والثانوي وتتناسب طرذاً مع مربع شدة التيار.

وبالتالي يعطى مردود المحول بعد التعويض بأنواع المفاقد بالعلاقة:

$$\mu \% = \frac{P_2}{P_2 + P_{ir} + P_{cu}} \times 100$$



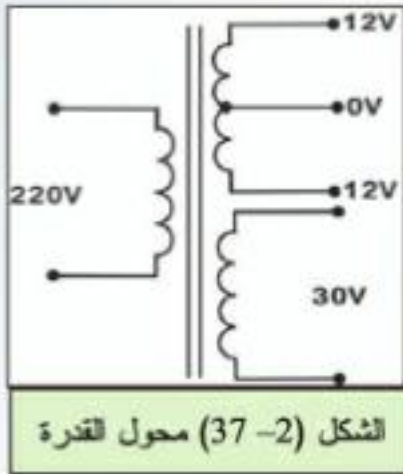
## أنواع المحولات

8-4-2

## أ- محول القدرة

يستخدم في مدخل وحدات التغذية في الأجهزة الإلكترونية، ويكون من النوع ذي القلب الحديدي، والهدف منه خفض الجهد العام (220V) إلى قيمة مناسبة وذلك حسب حاجة الجهاز الإلكتروني.

ويمكن استخدام أكثر من ملف ثانوي بحيث تخرج من الطرف الثانوي للمحول جهود مختلفة، لاحظ الشكل (2-37).

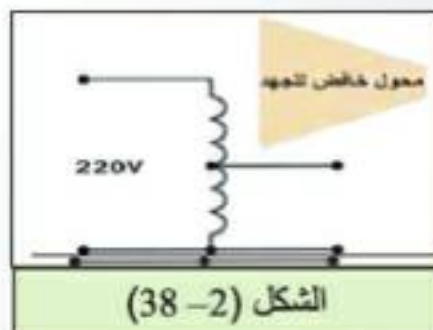


الشكل (2-37) محول القدرة

## ب- المحول الذاتي (Auto-transformer)

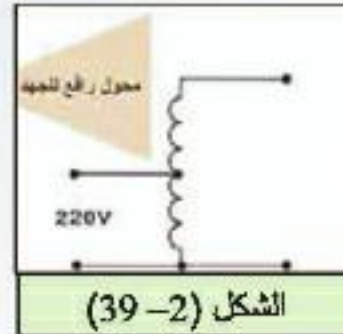
يتكون المحول الذاتي من ملف واحد مشترك بين الطرفين الابتدائي والثانوي، مما يوفر المفايد النحاسية ويخفض حجمه ووزنه وكلفته وهو على نوعين:

– المحول الذاتي الخافض للجهد: يوضح الشكل (2-38) تركيب المحول الذاتي الخافض.



الشكل (2-38)

— المحول الذاتي للرافع للجهد: يوضح الشكل (2-39) تركيب المحول الذاتي الرافع، ويجب التذكير أن معادلة المحول العامة التي سبق شرحها تنطبق أيضاً على المحول الذاتي، يستخدم المحول الذاتي لرفع أو خفض الجهد عندما تكون نسبة التحويل المطلوبة غير مرتفعة، وعندما يكون العزل الكهربائي بين الملفين الابتدائي والثانوي غير ضروري.

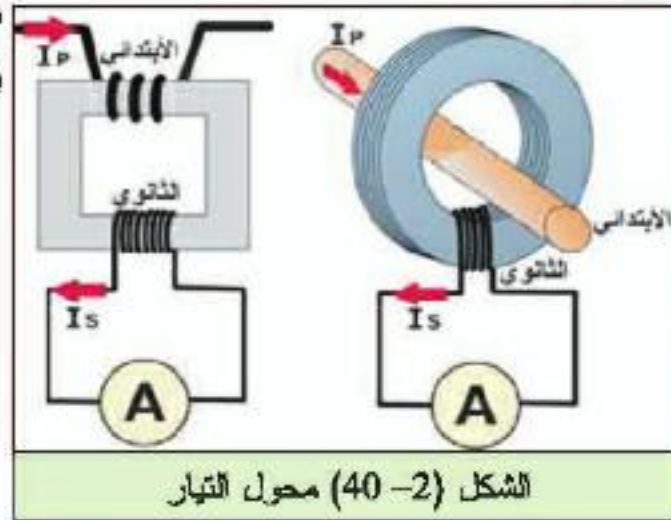


### ج- محول التيار

يستخدم محول التيار مع أجهزة قياس التيار المتكاثف (أمبير متر) بهدف خفض قيمة التيار المتكاثف المراد قياسه إلى قيمة مناسبة يسهل قياسها، كما يستخدم لعزل جهاز القياس عن أسلاك الجهد العالي، يتكون محول التيار كما في الشكل (2-40) من ملف ابتدائي تكون عدد لفاته قليلة، ومساحة مقطع سلكه كبيرة، ويوصل هذا الملف على التوالي بخط الحمل المراد قياس تياره، وأما الملف الثانوي فتكون عدد لفاته كبيرة

سلكه صغيرة  
بجهاز قياس

ومساحة مقطع  
ويوصل  
التيار.



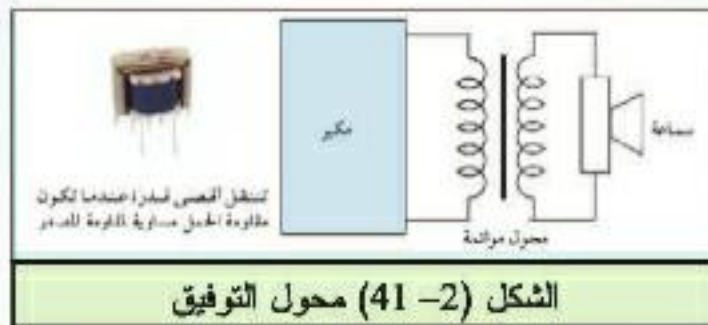
### د- محول العزل (Isolation transformer)

يستخدم هذا المحول في ورشات الصيانة لعزل بعض الأجهزة والمعدات عن الشبكة الكهربائية العامة، لتفادي الصدمات الكهربائية أثناء العمل، ويكون جهد الملف الثانوي مساوياً لجهد الملف الابتدائي، أي نسبة تحويل الجهد مساوية للواحد.

### هـ محول التوفيق (Matching transformer)

يستعمل لربط دارتين كهربائيتين معاً بحيث يعمل على التوفيق بين ممانعة (مقاومة) الخرج للدارة الأولى وممانعة (مقاومة) الدخل للدارة الثانية لضمان نقل أقصى قدر من الطاقة.

لنفرض مثلاً أنه يوجد لدينا مضخم صوت ممانعة خرجه تساوي 4300 أوم، ونريد وصله مع سماعة ممانعتها 8 أوم. عند ذلك يجب استخدام محول ذي نسبة لفات مناسبة للتوفيق بين هاتين الممانعتين.



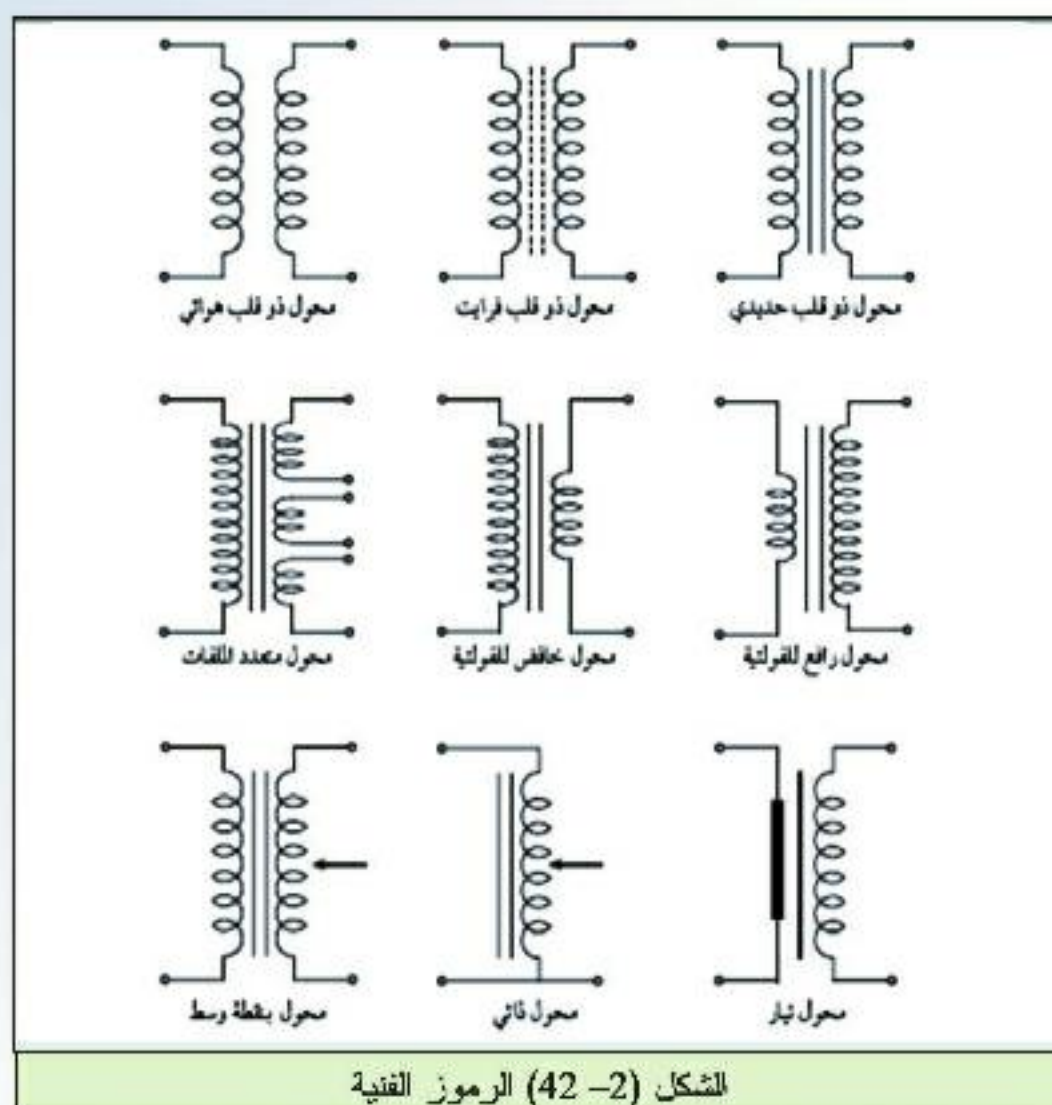
### و- المحولات النبضية

وهي محولات مصممة لتعمل على النبضات وعلى نطاق عريض من الترددات وتكون من النوع ذي قلب الفرايت.



## الرموز الفنية لمحوولات

9-4-2



### أسئلة

1- اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

(1) يعتمد مبدأ عمل المحول على خاصية:

أ- التأثير الذاتي.      ب- التأثير المتبادل بين ملفين.

ج- التأثير المغناطيسي.

(2) وظيفة قلب المحول الأساسية هي:

أ- حمل ملفات المحول.      ب- يشكل الهيكل الخارجي للمحول.

ج- يركز خطوط المجال المغناطيسي التي ينتجها الملف الابتدائي وينقلها إلى الثانوي.

د- يركز خطوط المجال المغناطيسي التي ينتجها الملف الثانوي وينقلها إلى الابتدائي.

(3) يعتمد نوع مادة قلب المحول على:

أ- قيمة جهد المنبع.      ب- التيار الابتدائي.

ج- تيار الحمل.      د- تردد المنبع.

(4) نسبة التحويل في محول مطبق عليه جهد ابتدائي قدره (400) فولت، وجهد الثانوي

قدره (100) فولت:

أ-  $\frac{1}{4}$       ب-  $\frac{1}{5}$

ج-  $\frac{1}{3}$       د-  $\frac{2}{4}$

(5) يستخدم المحول ذو قلب الفرايت عند:

أ- الترددات المنخفضة.

ب- الترددات المتوسطة.

ج- الترددات الراديوية العالية.

د - جميع ما ذكر

(6) القدرة الخارجة من المحول لا تساوي القدرة الداخلة بسبب:

أ- الفقد الحديدي.

ب- الفقد النحاسي.

ج- استخدام نسبة تحويل مخفضة للجهد.

د - جميع ما ذكر.

7) إن تشكيل قلب المحول من رقائق الفولاذ السيليكوني المعزولة فيما بينها بطبقة من الورنيش يؤدي إلى:

- أ- تخفيض التيارات الإعصارية.
- ب- تخفيض حجم ووزن وكلفة المحول.
- ج- تخفيض المفاقيد النحاسية.
- د- زيادة متانة بنية المحول.

8) محول خافض للجهد تيار ملفه الابتدائي (2) أمبير، القيمة المتوقعة لتيار ملفه الثانوي

- أ- أقل من (2) أمبير.
- ب- أعلى من (2) أمبير.
- ج- تساوي (2) أمبير.

9) محول خافض للجهد (220/110) فولت، عدد لفات الملف الابتدائي (400) لفة، عدد لفات الملف الثانوي:

- أ - 800 لفة.
- ب - 200 لفة.
- ج - 110 لفة.
- د - 220 لفة.

2- عرف كلاً من: المحول - معامل الربط - مردود المحول.

3- وضح بالرسم تركيب المحول الكهربائي.

4- اشرح باختصار مبدأ عمل المحول الكهربائي.

5- محول نسبة تحويله 5 والتوتر الابتدائي له 220V والتيار الثانوي  $I_2 = 3.4$

المطلوب

لحساب التوتر الثانوي والتيار الابتدائي.

6- احسب التحريض المتبادل لمفئتين عامل التحريض الذاتي لكل منهما:

$L_1 = 10\text{mH}$ ,  $L_2 = 20\text{mh}$  / إذا كانت قيمة معامل الربط  $K = 0.8$  /.

7- محول أحادي الطور  $\cos \theta = 0.8$  استطاعته  $S = 60\text{KVA}$

وتردده  $f = 50\text{ Hz}$  والمفاقيد الحديدية فيه  $P_{ir} = 1\text{KW}$

والمفاقيد النحاسية  $P_{cu} = 2\text{KW}$  والمطلوب:

حساب المردود عند عامل استطاعة والحمل الكامل.

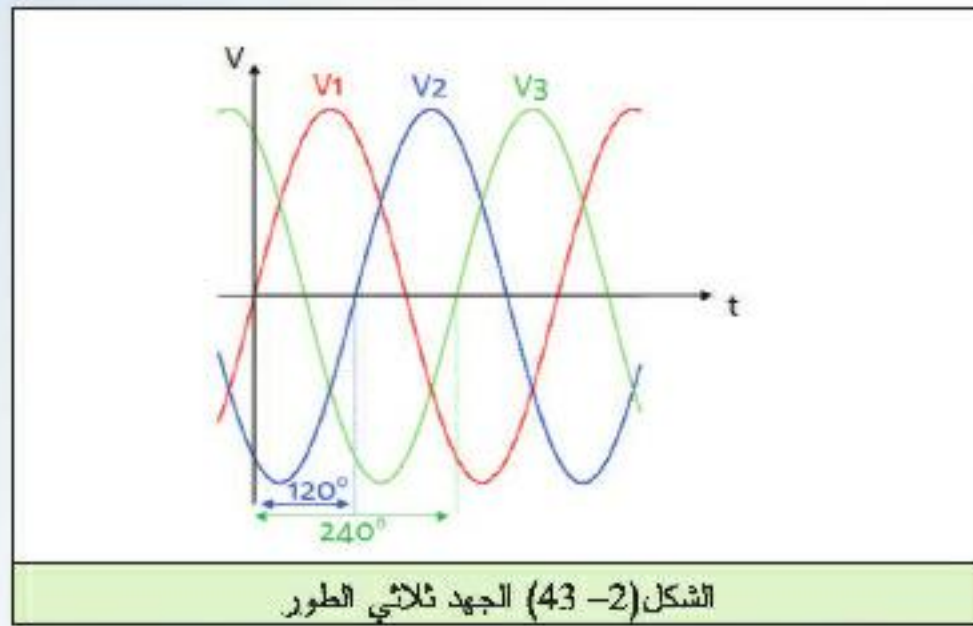
8- عدد أنواع المحولات ومجال استخدام كل منها.





## الجهد ثلاثي الطور

يتم توليد الجهد ثلاثي الطور وذلك باستخدام ثلاثة ملفات متساوية في المقدار، بحيث تكون الزاوية (الطور) بين الملف الأول والثاني  $120^\circ$ ، وبين الثاني والثالث  $120^\circ$ ، توضع الملفات الثلاثة بين قطبي مغناطيس ثابت. ويتم تكوير هذه الملفات ضمن خطوط المجال المغناطيسي فتتسأ ثلاث موجات متلوقة تتأخر كل واحدة عن الأخرى



بمقدار  $120^\circ$ .

### أنظمة الوصل للملفات لإنتاج جهد ثلاثي الطور

**1-5-2**

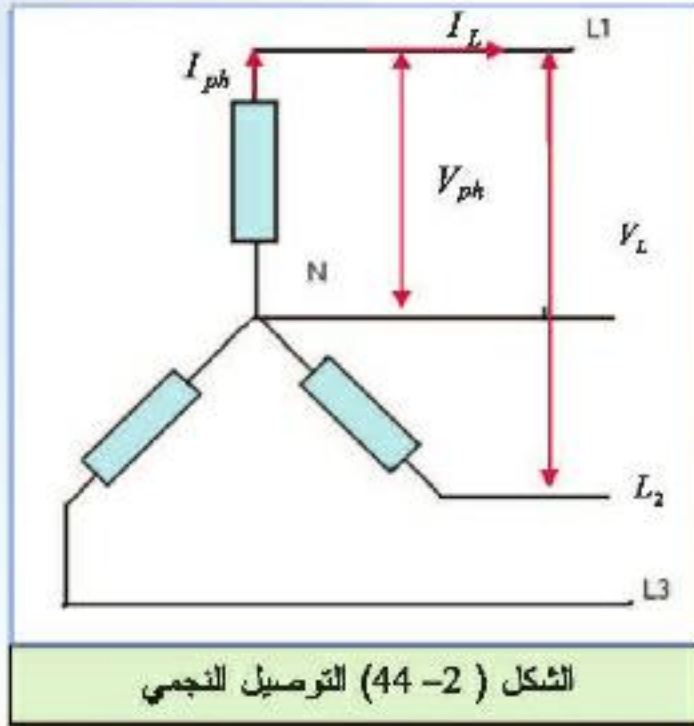
أ- التوصيل النجمي (Y) وهكذا نجد أنه في دائرة توليد جهد أحادي

الطور شكل (2-43)، نستخدم ملفاً واحداً بين قطبي مغناطيس لنحصل على موجة جهد واحدة، أما الجهد ثلاثي الطور فنستخدم ثلاثة ملفات لنحصل على ثلاثة جهود.

$$V_L = \sqrt{3} \cdot V_{ph}$$

والعلاقة بين تيار الخط  $I_L$  وتيار الطور  $I_{ph}$  تكون:

$$I_L = I_{ph}$$



#### أ- التوصيل المثلثي ( $\Delta$ )

وفيه توصل نهاية الملف الأول مع بداية الملف الثاني ونهاية الملف الثاني مع بداية الملف الثالث ونهاية الملف الثالث مع بداية الملف الأول. بحيث توصل الملفات الثلاث بشكل مثلث ويخرج من كل نقطة اتصال خط ولا يوجد بهذه التوصيلة خط حيادي كما في الشكل (2- 45).

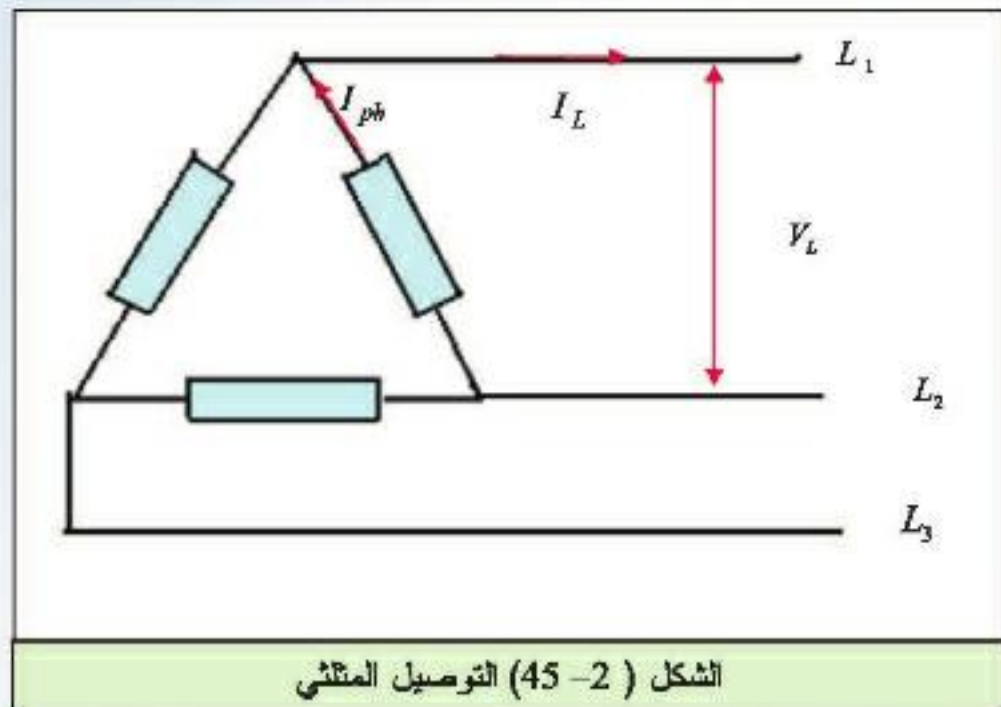


والعلاقة بين جهد الخط وجهد الطور في هذه التوصيلة هي:

$$V_L = V_{ph}$$

أما العلاقة بين تيار الخط وتيار الطور فتكون:

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_{ph}$$



الشكل ( 2-45 ) التوصيل المثلثي

## تقييم المعلومات النظرية

1. اختر الإجابة الصحيحة لكل فقرة من الفقرات الآتية:

(1) الميغا هرتز تساوي:

- أ- 100 هرتز  
ب-  $10^3$  هرتز  
ج- 10 كيلو هرتز  
د-  $10^6$  هرتز

(2) للمرعة الزاوية  $\omega$  عند التردد  $f = 50 \text{ Hz}$  :

- أ-  $3.14 \text{ rad/s}$   
ب-  $314 \text{ rad/s}$   
ج-  $314 \text{ Hz}$   
د-  $3.14 \text{ Hz}$

(3) تردد التيار المستمر :

- أ- صفر  
ب- منخفض  
ج- عالٍ  
د- لا نهاية

(4) تبلغ قيمة الإعاقة السعوية للا نهائية في حالة:

- أ- للتيار المستمر  
ب- للتيار المتناوب  
ج- للتيار ذو التردد العالي  
د- للتيار ذو التردد العالي جداً

(5) القيمة العظمى لفرق التوتر الذي قيمته الفعالة  $380 \text{ V}$  :

- أ-  $537 \text{ V}$   
ب-  $V_m = \sqrt{3}V$   
ج-  $200 \text{ V}$   
د-  $200 \text{ V}$

(6) الجهد في المكثف:

- أ- يتأخر بالصفحة عن التيار  $\theta = 90^\circ$   
ب- يتقدم بالصفحة على التيار  $\theta = 90^\circ$   
ج- يتأخر بالصفحة عن التيار  $\theta = 45^\circ$   
د- يتقدم بالصفحة على التيار  $\theta = 45^\circ$

(7) في دائرة تحوي مقاومة وملف على التسلسل:

- أ- الجهد يتقدم على التيار بزاوية  $90^\circ$   
ب- الجهد يتأخر عن التيار بزاوية  $90^\circ$   
ج- الجهد يتقدم على التيار بزاوية  $\theta = 90^\circ$   
د- الجهد يتأخر عن التيار بزاوية  $\theta = 90^\circ$

(8) يكون المحول رافعاً للجهد إذا كان:

- أ-  $V_1 = V_2$   
ب-  $V_1 < V_2$   
ج-  $V_1 > V_2$   
د-  $n < 1$

(9) - يحدث الرنين في دائرة الرنين عندما تكون:

$$\begin{array}{ll} \text{أ-} & X_C < X_L \\ \text{ب-} & X_C > X_L \\ \text{ج-} & X_L = X_C \\ \text{د-} & R = X_L + X_C \end{array}$$

2. لُجِبْ بصح أو خطأ لكل من العبارات الآتية :

- التيار المتناوب ثابت القيمة.
- التيار المتناوب متغير القطبية.
- القيمة المتوسطة للموجة المتناوبة الكاملة تساوي الصفر.
- عامل الاستطاعة لدائرة تحوي مقاومة ومكثفاً على التسلسل أكبر من الواحد.
- تكون معانعة دائرة الرنين التفرعية أعظمية عند تردد الرنين بينما يكون التيار أصغرياً.
- يتولد التيار المتناوب ثلاثي لطور من ثلاثة ملفات متماثلة وتختلف فيما بينها بالطور بمقدار (100) درجة.
- الملف والمكثف في دارات التيار المتناوب لا يستهلكان استطاعة.
- الملف الابتدائي في محولات الرفع ذو مقطع صغير وعدد لفات قليلة.
- إذا كان المحول خالقضاً للجهد يكون التيار الثانوي  $I_2$  أكبر من التيار الابتدائي  $I_1$ .
- 3. ارسم أشكال الموجات الجيبية والمربعة والمثلثية.
- 4. ما القراءة التي يظهرها جهاز الأمبير إذا مر به تيار ذو موجه جيبية قيمته العظمى (100) ميلي أمبير؟
- 5. ما الاستطاعة المستهلكة في مقاومة قيمتها 10 أوم إذا مر بها تيار ذو موجة جيبية قيمته للعظمى 10 أمبير؟
- 6. مقاومة مادية  $10 \Omega$  متصلة على التسلسل مع ملف عامل تحريضه الذاتي  $0.02 \text{ H}$  وموصولان معاً إلى منبع تيار متناوب توتره  $200 \text{ V}$  وتردده  $50 \text{ Hz}$  احسب:

- معانعة الدارة.
- التيار المار في الدارة.
- زاوية فرق الطور ونوعها.
- الاستطاعة الفعلية في الدارة.
- 7. عندما تريد تبديل محول تالف بآخر جديد، ما الذي تشترطه في المحول الجديد؟
- 8. في محول كهربائي لدينا  $\left(\frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{11}\right)$  ولدينا جهد ملفه الابتدائي  $220 \text{ V}$  والتيار المار في ملفه الابتدائي  $0.5 \text{ A}$  والمطلوب حساب جهد ملفه الثانوي وتياره.



9. يبلغ جهد المنبع الكهربائي في المنازل  $220V$ ، أي من قيم الجهد الأساسية المختلفة للجهد تمثل هذه القيمة ؟ احسب القيم الأخرى للجهد.
10. ابحث في كيفية الاستفادة من ظاهرة الرنين في عمل أجهزة الراديو والتلفاز.
11. هل تتعلق المقاومة بالتردد؟
12. هل يمرر المكثف التيار المتناوب ؟ وكيف يتم ذلك؟
13. هل يمرر الملف التيار المتناوب ؟ وكيف يتم ذلك؟
14. هل يوجد مكثف مثالي أو ملف مثالي؟ وما الفرق بين الملف والمكثف المثاليين والعمليين؟
15. اذكر سبب عزل الصفائح الحديدية للنواة عن بعضها في المحول.
16. بما أن الملف الابتدائي للمحول معزول كهربائياً عن الملف الثانوي، بين كيف يتم انتقال القدرة الكهربائية من الملف الابتدائي إلى الملف الثانوي.
17. لماذا لا يساوي مردود المحول  $100\%$ ؟
18. علل سبب ارتفاع درجة حرارة المحول بعد تشغيله فترة من الزمن.
19. إذا كان لدينا محولة (  $220/110V$  ) موصولة لمنبع مطلوب (  $220V$  )، فهل يجوز عكس وضعية المحول؟ ولماذا؟
20. إذا وصل للمحول السابق إلى منبع جهد مستمر بدلاً من منبع الجهد المتناوب فكيف يكون توتر الخرج؟ ولماذا؟

# التأملين العملية





## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين الأول: قياس القيم الأساسية للجهد المتناوب

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتكرب قادراً على أن :
1. يرسم الموجة الجيبية للتيار.
  2. يقيس القيمة العظمى ودور الإشارة باستخدام راسم الإشارة.
  3. يحسب كلاً من:  
( التردد  $f$  - السرعة الزاوية  $W$  - القيمة الوسطى  $V_{av}$  - القيمة الفعالة  $V_{eff}$  - الجهد من القمة إلى القمة  $V_{pp}$  )

### المواد والأدوات والتجهيزات

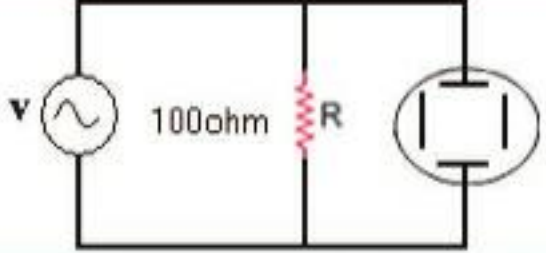
راسم إشارة، مولد الترددات المنخفضة، مقاومة ( $100\Omega$ )، أسلاك توصيل، لوحة مخبرية.

### معايير الأداء

- توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل
- توصيل أجهزة القياس حسب دليل التشغيل .
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- تنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب.

## اسم التمرين: قياس القيم الأساسية للجهد المتناوب

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	صل الدارة كما في الشكل ( 2-46 ) :	
2	اضبط مولد الترددات على القيم ( 1V ، 1Hz ).	الشكل ( 2-46 )
3	غير بمفتاح معامل قياس الزمن لرسم الإشارة حتى تحصل على موجة واحدة كاملة.	
4	غير بمفتاح معامل قياس الجهد على الراسم حتى تصبح الإشارة ضمن الشاشة.	
5	ارسم شكل الإشارة.	
6	احسب دور الإشارة بضرب عدد المربعات الأفقية بثابت مفتاح تعيير الزمن على الراسم $T$ (s).	
7	احسب تردد الإشارة حسب العلاقة $f = \frac{1}{T} (Hz)$ وتأكد أنه يساوي تردد المولد.	
8	احسب السرعة الزاوية حسب العلاقة $W = 2\pi f (rad/s)$	
9	احسب جهد الإشارة الأعظمي $V_m$ وذلك بضرب عدد المربعات العمودية للجهد الأعظمي بثابت مفتاح معامل قياس الجهد على الراسم.	
10	احسب جهد الإشارة من القمة إلى القمة حسب العلاقة $V_{pp} = 2V_m$ .	

11 احسب القيمة المتوسطة للجهد  $V_{av}$  للإشارة المتناوبة.

12 احسب قيمة الجهد الفعال  $V_{eff}$  للإشارة المتناوبة.

13 احسب للتيار الفعال العار في المقاومة حسب العلاقة  $I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R}$

نظم الجدول الآتي:

$f(Hz)$	$T(s)$	$f=1/T(Hz)$	$W(r/s)$	$V_m(V)$	$V_{pp}(V)$	$V_{av}(V)$	$V_{eff}(V)$	$I_{eff}(mA)$
1 Hz								



## التقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " في حقل "غير قابل للتطبيق".

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
توصيل الدارة كما في الشكل ( 2-46 )			
ضبط مولد الترددات على القيم ( 1V ، 100Hz ) .			
تغيير وضعية مفتاح معامل قياس الزمن لرسم الإشارة حتى تحصل على موجة كاملة واحدة على اتساع الشاشة.			
تغيير وضعية مفتاح معامل قياس الجهد على للرسم حتى تصبح الإشارة ضمن الشاشة.			
رسم شكل الإشارة الجيبية للتيار.			
حساب دور الإشارة $T(s)$ .			
حساب تردد الإشارة حسب العلاقة $f = \frac{1}{T} (Hz)$ .			
حساب السرعة للزاوية حسب العلاقة $W = 2\pi f (rad / s)$			
حساب جهد الإشارة الأعظمي $V_m$ .			

			حساب جهد الإشارة من القمة إلى القمة $V_{pp}$ للإشارة المتناوبة .
			حساب القيمة المتوسطة للجهد $V_{av}$ للإشارة المتناوبة.
			حساب قيمة الجهد الفعال $V_{eff}$ للإشارة المتناوبة.
			حساب التيار الفعال المار $I_{eff}$ في المقاومة حسب العلاقة $I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R}$
			تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.

## الاختبار العملي

الزمن: 20 دقيقة

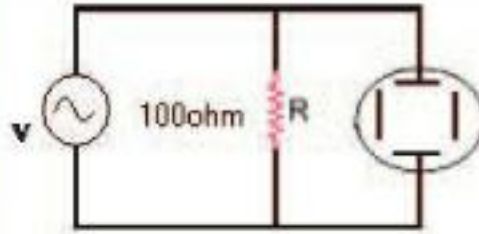
اسم الاختبار: قياس القيم الأساسية للجهد المطلوب

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

$f$	$V_m$ (v)	$T$ (sec)	$V_{eff}$ (v)
1(KHz)			

- اضبط مولد الترددات على القيم (1V, 1kHz).
- احسب توتر الإشارة  $V_m$ .
- احسب دور الإشارة  $T$ .
- حساب القيمة الفعالة للجهد  $V_{eff}$ .

### مخطط الدارة



### للمواد والأدوات وللتجهيزات

مولد ترددات منخفضة، راسم إشارة ثنائي الأثر، مقاومة  $100\Omega$ ، أسلاك توصيل.

( 30 ) دقيقة.

### للزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطالب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- ضبط مولد الترددات (على التوتر والتردد المطلوب) ورسم الإشارة حسب دليل التشغيل.
- إظهار الإشارة على راسم الإشارة.
- إجراء القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين الثاني: بناء دائرة التيار المتناوب باستخدام

المقاومة

الأهداف الأكاديمية للتمرين:

1. أن يصبح المتدرب قادراً على أن :
  1. يبني دوائر التيار المتناوب باستخدام المقاومات الأومية.
  2. يقيس فرق الجهد على طرفي المقاومة.
  3. يقيس التيار المار في المقاومة.
  4. يحدد نوع العلاقة بين الجهد على طرفي المقاومة والتيار المار فيها و فرق الصفحة بينهما.

### المواد والأدوات والتجهيزات

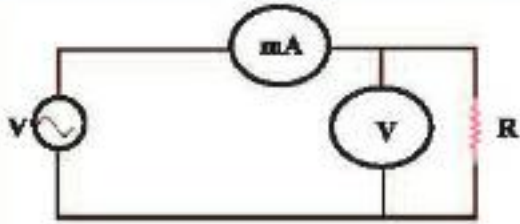
مولد ترددات، مقياس فولت، مقياس أمبير، مقاومة ( $220\Omega$ )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- توصيل الدارة حسب المخطط .
- توصيل أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وضبطها بحسب دليل التشغيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- إجراء القياسات باستخدام مقياس الفولت ومقياس الأمبير حسب دليل التشغيل .
- حساب قيمة المقاومة حسب العلاقة المحددة لها.

### اسم التمرين: بناء دائرة للتيار المتناوب باستخدام المقاومة

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

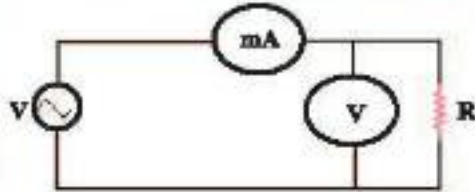
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي																		
1	صل الدارة كما في الشكل:																			
2	اضبط مولد الترددات على القيمتين ( 1V ، 50Hz ).																			
3	قس التيار المار في المقاومة.																			
4	احسب قيمة المقاومة حسب العلاقة $R = \frac{V}{I}$																			
5	غير التردد وفق الجدول، وأعد قياس التيار وحساب قيمة المقاومة في كل مرة.	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>F</math></th><th>50 (Hz)</th><th>500 (Hz)</th><th>1 (KHz)</th><th>5 (KHz)</th><th>10 (KHz)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>I (A)</math></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td><math>R (\Omega)</math></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	$F$	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)	$I (A)$						$R (\Omega)$					
$F$	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)															
$I (A)$																				
$R (\Omega)$																				
6	ارسم للعلاقة بين $R$ و $f$ على ورقة ميليمتري.																			
7	هل تتعلق قيمة المقاومة المادية $R$ بالتردد $f$ ؟																			
8	- ما قيمة فرق الصفحة بين الجهد على طرفي المقاومة $V_R$ والتيار المار فيها $I$ ؟																			

## للتقييم الذاتي

### دليل تقييم الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- 1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- 2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ماعدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- 3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق																		
 <p>توصيل الدارة كما في الشكل</p>																					
ضبط مولد الترددات على القيم ( 50Hz ، 2V ).																					
قياس التيار المار في المقاومة.																					
حساب قيمة المقاومة.																					
تغيير التردد وفق الجدول، وإعادة قياس التيار، وحساب قيمة للمقاومة في كل مرة.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>F</math></th> <th>50 (Hz)</th> <th>500 (Hz)</th> <th>1 (KHz)</th> <th>5 (KHz)</th> <th>10 (KHz)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>I (A)</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>R (\Omega)</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	$F$	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)	$I (A)$						$R (\Omega)$								
$F$	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)																
$I (A)$																					
$R (\Omega)$																					
رسم للعلاقة بين التردد $F$ وقيمة المقاومة $R$ على ورقة ميليمترية.																					
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.																					



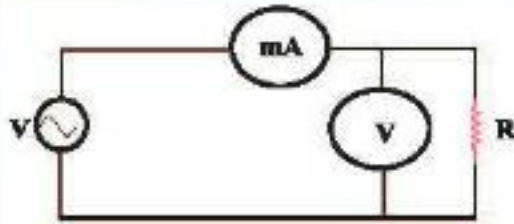
## الاختبار العملي

اسم الاختبار: بناء دائرة التيار المتردد باستخدام المقاومة

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- ضبط جهد مولد الترددات على  $(5V)$ ،  $(50Hz)$ .
- قياس للتيار المار في المقاومة.
- حساب قيمة المقاومة  $R$ .
- قياس وحساب قيمة المقاومة لكل من الترددات الواردة في الجدول.

f	50Hz	1KHz	10KHz
I (A)			
R ( $\Omega$ )			



### مخطط الدارة

### المواد والأدوات والتجهيزات

مولد ترددات، مقاييس فولت، مقاييس أمبير، مقاومة  $500\Omega$ ، أسلاك توصيل.

( 30 ) دقيقة.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطالب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- إجراء للقياسات المطلوبة وحساب قيمة المقاومة.
- التقيد بتعليمات السلامة الشخصية والصحة المهنية.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين الثالث: بناء دائرة التيار المتناوب باستخدام المكثف

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
1. يبني دوائر التيار المتناوب باستخدام المكثفات.
  2. حساب قيمة الإعاقة السعوية لمكثف.
  3. يحدد نوع العلاقة بين قيمة الإعاقة السعوية لمكثف  $X_C$  والتردد  $F$ .
  4. يحدد نوع العلاقة بين الإعاقة السعوية لمكثف وسعة المكثف.
  5. يحدد فرق الصفحة بين التيار والتوتر على طرفي المكثف  $V_C$ .

### المواد والأدوات والتجهيزات

مولد ترددات منخفضة، مقياس أمبير، مقياس فولت، مكثفات ( $C=100\mu F$ )، مقاوم ( $R=100\Omega$ )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- اختيار عناصر الدارة حسب المخطط.
- قياس قيمة المكثفات باستخدام جهاز  $LCR$ .
- توصيل الدارة حسب مخطط للتوصيل.
- توصيل أجهزة القياس حسب مخطط الدارة.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- تحديد وتنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- حساب قيمة إعاقة المكثف حسب العلاقة المحددة لها.

### اسم التمرين: بناء دائرة التيار المتردد باستخدام المكثف

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي																								
1	صل الدارة كما في الشكل:																									
2	اضبط مولد للترددات على ( 3V ، 50 Hz ) .																									
3	قس للتيار ثم الجهد على طرفي المكثف وسجلها في الجدول.																									
4	غير التردد كما في الجدول وأعد عمليات القياس السابقة في كل مرة وسجلها في الجدول.																									
5	احسب قيمة $X_c$ من أجل مختلف الترددات في الجدول باستخدام العلاقة : $X_c = \frac{V_c}{I_c} (\Omega)$	<table><tr><th>F (Hz)</th><th>50 (Hz)</th><th>500 (Hz)</th><th>1 (KHz)</th><th>5 (KHz)</th><th>10 (KHz)</th></tr><tr><td><math>V_c (V)</math></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><math>I_c (mA)</math></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><math>X_c (\Omega)</math></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	F (Hz)	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)	$V_c (V)$						$I_c (mA)$						$X_c (\Omega)$					
F (Hz)	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)																					
$V_c (V)$																										
$I_c (mA)$																										
$X_c (\Omega)$																										
6	هل تتعلق قيمة إعاقة للمكثف بالتردد؟ وما طبيعة هذه العلاقة ؟																									



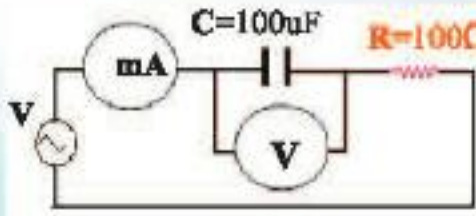
6	هل تتعلق إعاقة المكثف بمسعة المكثف؟ وما طبيعة هذه العلاقة؟
7	حدد قيمة الإعاقة السعوية عند الترددات العالية.
8	ارسم العلاقة $X_c$ كنابع للتردد على ورقة منمترية .

## التقييم الذاتي

### تقييم دليل الأداء

#### تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز اللواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X ".

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
 <p>توصيل الدارة كما بالشكل:</p>			
ضبط مولد الترددات على القيم ( 3V، 500Hz ).			
قياس التيار ثم الجهد على طرفي المكثف.			
حساب قيمة $X_C$ حسب العلاقة $X_C = \frac{V_C}{I_C} (\Omega)$			
هل تتعلق قيمة إعاقة المكثف بالتردد؟ وما طبيعة هذه العلاقة؟			
هل تتعلق إعاقة المكثف بسعة المكثف؟ وما طبيعة هذه العلاقة؟			
رسم العلاقة $X_C$ كتابع للتردد على ورقة مليمتريّة.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

## الاختبار العملي

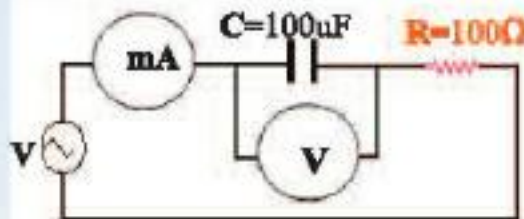
اسم الاختبار: بناء دائرة التيار المتردد باستخدام المكثف

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

f	Uc	Ic	Xc
500HZ			
5KHZ			

- ضبط توتر مولد الترددات على 3V ، ( 500Hz ) .
- قياس التيار ثم الجهد على طرفي المكثف وتسجيلها في الجدول.
- تغيير التردد إلى 5KHz وإعادة القياسات وتسجيلها في الجدول.

- حساب قيمة الإعاقة السعوية  $X_c$  عند الترددين.
- تحديد طبيعة علاقة قيمة إعاقة المكثف بالتردد.
- تحديد طبيعة علاقة قيمة إعاقة المكثف بسعة المكثف.



### مخطط الدارة

### للمواد والأدوات والتجهيزات

مولد ترددات منخفضة، مقياس أمبير، مقياس فولت ، مكثف  $C1 = 100\mu F$  ،  $R = 100\Omega$  ، لوحة مخبرية ، أسلاك توصيل.  
( 30 ) دقيقة

### الزمن اللازم لإحجاز الاختبار

### إرشادات للطلاب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر.
- توصيل الدارة حسب المخطط الكهربائي
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- أخذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- تحديد العلاقة التي تربط قيمة إعاقة المكثف والتردد.



## بطاقة تمرين عملي

للزمن: 1 ساعة

للتمرين الرابع: بناء دائرة التيار المتناوب باستخدام الملف

### الأهداف الأدائية للتمرين:

1. أن يصبح المتدرب قادراً على أن:  
1. يبنى دوائر للتيار المتناوب باستخدام الملفات.
2. حساب قيمة الإعاقة للتحريضية لملف.
3. يحدد نوع العلاقة بين قيمة الإعاقة التحريضية لملف  $X_L$  والتردد  $F$ .
4. يحدد نوع العلاقة بين قيمة الإعاقة التحريضية لملف  $X_L$  وقيمة التحريض الذاتي للملف.
5. يحدد فرق الصفحة بين التيار والتوتر على طرفي الملف.

### المواد والأدوات والتجهيزات

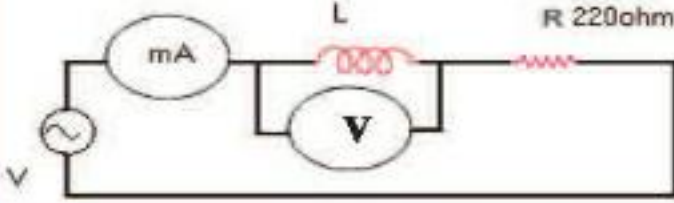
مولد ترددات منخفضة، مقياس فولت، مقياس أمبير، ملف كهربائي ( $L=200\text{ mH}$ )، مقاومة ( $220\ \Omega$ )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- اختيار عناصر الدارة حسب المخطط.
- فحص عناصر الدارة باستخدام جهاز  $LCR$ .
- يجب توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل.
- يجب توصيل أجهزة القياس حسب مخطط الدارة.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- تحديد وتنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- حساب قيمة إعاقة الملف حسب العلاقة المحددة لها.

### اسم التمرين: بناء دائرة التيار المتردد باستخدام الملف

خطوات الأداء ، والنقاط الحاكمة ، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم للتوضيحي
1	صل الدارة كما في الشكل:	
2	اضبط مولد الترددات على ( 3V ، 50Hz ) وغير قيمة التردد المطبق على الدارة كما في الجدول.	
3	قس التيار ثم الجهد على طرفي الملف كل مرة.	
4	سجل نتائجك بالجدول.	

احسب قيمة  $X_L$  لمختلف الترددات الواردة في الجدول باستخدام العلاقة:

$$X_L = \frac{V_L}{I_L} (\Omega)$$

F (Hz)	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)
$V_L (V)$					
$I_L (mA)$					
$X_L (\Omega)$					

6	ما طبيعة العلاقة التي تربط قيمة إعاقة الملف بالتردد (طردية أم عكسية) ؟
7	حدد قيمة الإعاقة التحريضية عند الترددات العالية.
8	هل تتعلق إعاقة الملف بقيمة التحريض الذاتي للملف؟ وما طبيعة هذه العلاقة؟
9	ارسم العلاقة $X_L$ كتابع للتردد.



## التقييم الذاتي

### تقييم دليل الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- 1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك للعمل.
- 2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- 3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X ".

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق																								
 <p>توصيل الدارة كما في الشكل:</p>																											
ضبط مولد الترددات على ( 50Hz ، 3V ).																											
قياس التيار ثم الجهد على طرفي الملف وتسجيل النتائج بالجدول.																											
تغيير للتردد كما في الجدول وإعادة عمليات القياس في كل مرة وتسجيلها في الجدول:																											
<table border="1"> <tr> <th>F (Hz)</th> <th>50 (Hz)</th> <th>500 (Hz)</th> <th>1 (KHz)</th> <th>5 (KHz)</th> <th>10 (KHz)</th> </tr> <tr> <td><math>V_L (V)</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>I_L (mA)</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>X_L (\Omega)</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	F (Hz)	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)	$V_L (V)$						$I_L (mA)$						$X_L (\Omega)$								
F (Hz)	50 (Hz)	500 (Hz)	1 (KHz)	5 (KHz)	10 (KHz)																						
$V_L (V)$																											
$I_L (mA)$																											
$X_L (\Omega)$																											

حساب قيمة  $X_L$  عند مختلف الترددات الواردة في الجدول باستخدام العلاقة:

$$X_L = \frac{V_L}{I_L} (\Omega)$$

رسم العلاقة بين  $X_L$  و التردد  $F$  على ورقة ميليمترية.

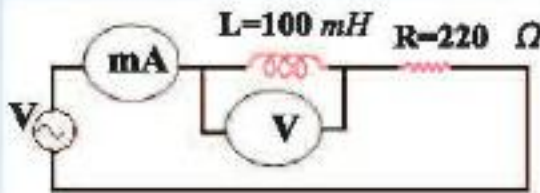
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: بناء دائرة التيار المتردد باستخدام الملف

f	50HZ	1KHZ
VL		
IL		
XL		

- ضبط توتر مولد الترددات على  $3V$ ، ( $50Hz$ ).
- قياس كل من التيار والجهد على طرفي الملف وتسجيلها في الجدول.
- تغيير التردد إلى  $1KHz$  وأعد للقياسات وسجلها في الجدول.
- حساب قيمة الإعاقة للتحريضية  $X_L$  عند الترددين.
- تحديد علاقة إعاقة الملف بالتردد  $F$ .
- تحديد علاقة إعاقة الملف بالتحريض الذاتي لهذا الملف.



مخطط الدارة

## المواد والأدوات والتجهيزات

مولد الترددات المنخفضة، مقياس الجهد، مقياس التيار، ملف ( $L=100 mH$ )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

( 30 ) دقيقة.

## الزمن اللازم لاجتاز الاختبار

## إرشادات للطلاب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر.
- توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- أخذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- تحديد العلاقة التي تربط قيمة إعاقة الملف والتردد.
- حساب قيمة إعاقة الملف حسب العلاقة المحددة لها.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.



## بطاقة تمرين عملي

للتمرين الخامس: بناء دائرة التيار المتناوب تسلسلية باستخدام المقاومة والمكثف الزمن:  $1\frac{1}{2}$  ساعة

### الأهداف الأدائية للتمرين:

1. أن يصبح المتدرب قادراً على أن :
  1. يبني دوائر التيار المتناوب باستخدام المقاومات والمكثفات على التسلسل.
  2. حساب قيمة الممانعة لدائرة RC تسلسلية.
  3. يتحقق من علاقة الدائرة التسلسلية RC.
  4. يحدد نوع العلاقة بين الممانعة لدائرة RC للتسلسلية والتردد F.
  5. يحدد فرق الصفحة بين التيار والتوتر على طرفي المكثف.
  6. يحدد فرق الصفحة بين التيار I والتوتر V.

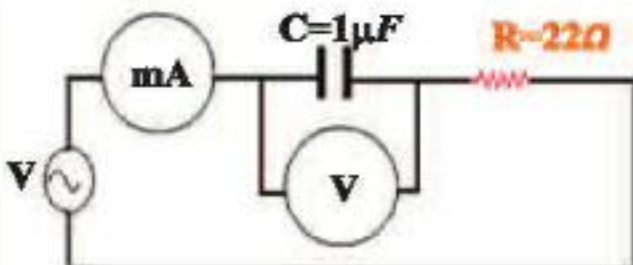
### المواد والأدوات والتجهيزات

مكثف (  $C = 1 \mu F$  ) ، مقاومة (  $R = 22 \Omega$  ) ، مولد الترددات المنخفضة، مقياس الجهد، مقياس التيار.

### معايير الأداء

- اختيار عناصر الدائرة حسب المخطط وفحصها باستخدام جهاز LCR.
- توصيل الدائرة حسب مخطط التوصيل.
- توصيل أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- تحديد وتنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب .
- حساب قيمة إعاقة للمكثف  $X_C$  والممانعة الكلية Z حسب العلاقات المحددة لهما.

**اسم التمرين:** بناء دائرة التيار المتناوب التسلسلية باستخدام المقاومة والمكثف  
خطوات الأداء ، والنقاط الحاكمة ، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحكمة	الرسم للتوضيحي																				
1	صل الدارة كما في الشكل:																					
2	اضبط مولد الترددات على ( 50 Hz ، 10 V ).																					
3	قس فرق الكمون على طرفي المكثف V <sub>C</sub> وللمقاومة V <sub>R</sub> والتيار العار في الدارة I وسجلها في الجدول.																					
4	غير قيمة تردد مولد الترددات كما في الجدول وأعد عمليات القياس وسجل النتائج في الجدول:	<table><tr><th>F ( Hz )</th><th>V<sub>R</sub> (V)</th><th>V<sub>C</sub> (V)</th><th>I (A)</th></tr><tr><td>50</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>200</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>500</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1000</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	F ( Hz )	V <sub>R</sub> (V)	V <sub>C</sub> (V)	I (A)	50				200				500				1000			
F ( Hz )	V <sub>R</sub> (V)	V <sub>C</sub> (V)	I (A)																			
50																						
200																						
500																						
1000																						
5	احسب قيم كل من X <sub>c</sub> و Z وضعها في الجدول باستخدام العلاقات التالية : $Z = \frac{V}{I} \quad , \quad X_c = \frac{V_c}{I}$	<table><tr><th>F (Hz)</th><th>X<sub>c</sub> (Ω)</th><th>Z (Ω)</th></tr><tr><td>50</td><td></td><td></td></tr><tr><td>200</td><td></td><td></td></tr><tr><td>500</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1000</td><td></td><td></td></tr></table>	F (Hz)	X <sub>c</sub> (Ω)	Z (Ω)	50			200			500			1000							
F (Hz)	X <sub>c</sub> (Ω)	Z (Ω)																				
50																						
200																						
500																						
1000																						

وازن القيمتين  $(V_R + V_C)$  و  $V$  . وعلل سبب اختلافهما ؟

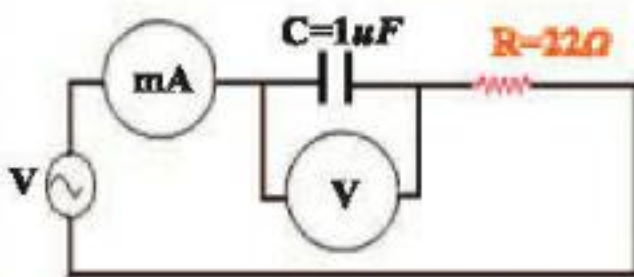


## التقييم الذاتي

### تقييم دليل الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- 1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي حدد تفتوتك لعمل.
- 2) كي تجتاز الواجب يجب تجميع جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- 3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X ".

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق																		
 <p>توصيل الدارة :</p>																					
ضبط مولد الترددات على القيم ( 10V ، 200Hz ) .																					
قياس قيم $V_R$ و $V_C$ و $I$ وتسجيل النتائج في الجدول:																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>F (Hz)</math></th> <th><math>V_R (V)</math></th> <th><math>V_C (V)</math></th> <th><math>I (A)</math></th> <th><math>Z (\Omega)</math></th> <th><math>X_C (\Omega)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	$F (Hz)$	$V_R (V)$	$V_C (V)$	$I (A)$	$Z (\Omega)$	$X_C (\Omega)$	200						1000								
$F (Hz)$	$V_R (V)$	$V_C (V)$	$I (A)$	$Z (\Omega)$	$X_C (\Omega)$																
200																					
1000																					
حساب قيم كل من $Z$ و $X_C$ باستخدام العلاقات المناسبة وتسجيل النتائج في الجدول السابق.																					
تغيير تردد مولد الترددات إلى 1000Hz وإعادة القياسات والحسابات وتسجيل النتائج في الجدول السابق.																					
موازنة للقيمتين $(V_R + V_C)$ و $V$ وتعليل سبب الفرق بينها.																					
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.																					

تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.

331

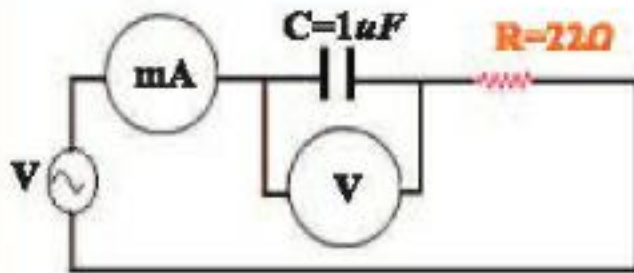
## الاختبار العملي

اسم الاختبار: بناء دائرة التيار المتردد التسلسلية باستخدام المقاومة والمكثف

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

F (Hz)	V <sub>R</sub> (V)	V <sub>C</sub> (V)	V (V)	I (A)	X <sub>C</sub> (Ω)	Z (Ω)
50						
500						

- ضبط مولد الترددات على  $10V$ ،  $50Hz$ .
- قياس القيم  $V_R$ ،  $V_C$ ،  $I$  وتسجيل النتائج في الجدول.
- حساب قيمتي  $Z$  و  $X_C$  وتسجيلهما في الجدول.
- تكرار القياسات والحسابات عند التردد  $500Hz$ .
- تحديد طبيعة علاقة قيمة للممانعة  $Z$  بالتردد.
- تحليل عدم تسوي القيمة  $(V_R + V_C)$  وجهد مولد الترددات  $V$ .



### مخطط الدارة

### للمواد والأدوات والتجهيزات

مولد الترددات المنخفضة، مقياس للجهد، مقياس للتيار، مقاومة مادية ( $R=22\Omega$ )، مكثف ( $C=1\mu F$ )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

( 30 ) دقيقة.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطلاب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر.
- توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل.
- ضبط أجهزة للقياس حسب دليل التشغيل.
- أخذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- تحديد العلاقة التي تربط قيمة ممانعة الدارة  $Z$  والتردد.
- حساب قيمة ممانعة الدارة  $Z$  حسب العلاقة المحددة لها.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

## بطاقة تمرين عملي

التمرين السادس: بناء دائرة للتيار المتناوب التمسيلية باستخدام المقاومة والملف الزمن: 1 1/2 ساعة

### الأهداف الأدائية للتمرين:

1. أن يصبح المتدرب قادراً على :
  1. يبني دارات التيار المتناوب باستخدام المقاومات والملفات على التمسيل.
  2. حساب قيمة الممانعة لدائرة RL تسلسلية.
  3. يتحقق من علاقة الدائرة التسلسلية RL.
  4. يحدد نوع العلاقة بين الممانعة لدائرة RL التسلسلية والتردد  $F$ .
  5. يحدد فرق الصفحة بين التيار والتوتر على طرفي الملف.
  6. يحدد فرق الصفحة بين التيار  $I$  والتوتر  $V$ .

### المواد والأدوات والتجهيزات

ملف عامل تحريضه الذاتي ( $L = 200 \text{ mH}$ ) ، مقاومة ( $R = 100 \Omega$ ) ، مولد الترددات المنخفضة، مقياس الجهد، مقياس التيار.

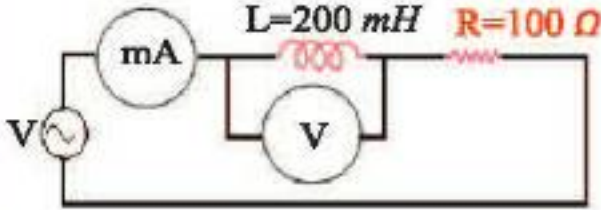
### معايير الأداء

- اختيار عناصر الدائرة حسب المخطط وفحصها باستخدام جهاز  $LCR$ .
- توصيل الدائرة حسب مخطط التوصيل.
- توصيل أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- تحديد وتنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب .
- حساب قيمة إعاقة الملف  $X_L$  والممانعة الكلية  $Z$  حسب العلاقات المحددة لهما.



## اسم التمرين: بناء دائرة التيار المتناوب التسلسلية باستخدام المقاومة والملف

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

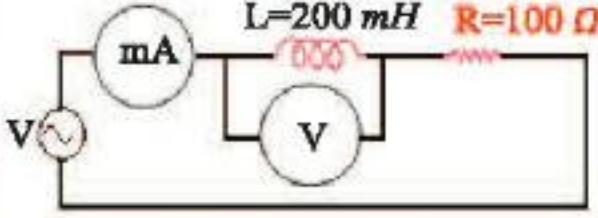
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي																				
1	صل الدارة كما في الشكل:																					
2	اضبط مولد الترددات على القيم ( 50Hz ، 5V ).																					
3	قس فرق الكمون على طرفي الملف $V_L$ والمقاومة $V_R$ والتيار المار في الدارة I وسجلها في الجدول.																					
4	غير قيمة تردد مولد الترددات كما في الجدول وأعد عمليات القياس وسجل النتائج في الجدول:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>F ( Hz )</th> <th><math>V_R</math> ( V )</th> <th><math>V_L</math> ( V )</th> <th>I ( A )</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>500</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	F ( Hz )	$V_R$ ( V )	$V_L$ ( V )	I ( A )	50				200				500				1000			
F ( Hz )	$V_R$ ( V )	$V_L$ ( V )	I ( A )																			
50																						
200																						
500																						
1000																						
5	احسب قيم كل من $X_L$ و Z وضعها في الجدول باستخدام العلاقات الآتية : $X_L = \frac{V_L}{I} \quad , \quad Z = \frac{V}{I}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>F ( Hz )</th> <th><math>X_L</math> ( <math>\Omega</math> )</th> <th>Z ( <math>\Omega</math> )</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	F ( Hz )	$X_L$ ( $\Omega$ )	Z ( $\Omega$ )	50			200			500			1000							
F ( Hz )	$X_L$ ( $\Omega$ )	Z ( $\Omega$ )																				
50																						
200																						
500																						
1000																						
6	وازن القيمتين ( $V_R+V_L$ ) و V . وعلل سبب اختلافهما.																					

## التقييم الذاتي

### تقييم دليل الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- 1) استخدم دليل تقييم الأداء كنيل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- 2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- 3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X '.

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق																		
 <p>توصيل الدارة:</p>																					
ضبط مولد الترددات على القيم ( 3 V 1kHz ) .																					
قياس كل من $I$ ، $V_L$ ، $V_R$ وتسجيل النتائج في الجدول الآتي:																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>F ( Hz )</th> <th><math>V_R</math></th> <th><math>V_L</math></th> <th>I</th> <th><math>X_L</math></th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	F ( Hz )	$V_R$	$V_L$	I	$X_L$	Z	1000						2000								
F ( Hz )	$V_R$	$V_L$	I	$X_L$	Z																
1000																					
2000																					
حساب قيمة كل من $Z$ ، $X_L$ وتسجيل النتائج في جدول باستخدام العلاقات:																					
$X_L = \frac{V_L}{I} \quad \text{و} \quad Z = \frac{V}{I}$																					
تغيير التردد إلى 2kHz وإعادة عمليات القياس والحساب وتسجيل النتائج في الجدول.																					
تعليل اختلاف قيمتي $(V_L + V_R)$ و V .																					
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.																					

## الاختبار العملي

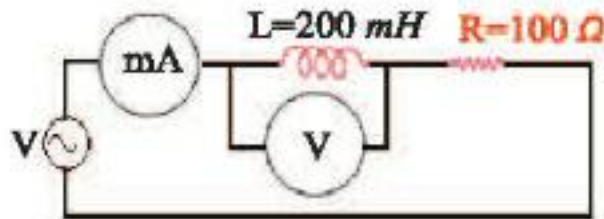
اسم الاختبار: بناء دائرة التيار المتردد التسلسلية باستخدام المقاومة والملف

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

F (Hz)	V <sub>R</sub> (V)	V <sub>L</sub> (V)	I (A)	X <sub>L</sub> (Ω)	Z (Ω)
50					
500					

- ضبط مولد الترددات على (10V)، (50Hz).
- قياس قيم  $V_R$ ،  $V_L$ ،  $I$  وتسجيل النتائج في الجدول.
- حساب قيمتي  $Z$  و  $X_L$  وتسجيلهما في الجدول.
- تكرار للقياسات والحسابات عند التردد 500Hz.
- تحديد علاقة قيمة الممانعة  $Z$  بالتردد.
- تحليل عدم تساوي قيمة ( $V_R + V_L$ ) وجهد مولد الترددات  $V$ .

### مخطط الدارة



### المواد والأدوات والتجهيزات

مولد للترددات المنخفضة، مقياس الجهد، مقياس التيار، مقاومة مادية ( $R=100\Omega$ )، ملف ( $L=200mH$ )، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

(30) دقيقة.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطلاب

- سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:
- التأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر.
- توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- أخذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- تحديد العلاقة التي تربط قيمة ممانعة الدارة  $Z$  والتردد.
- حساب قيمة ممانعة الدارة  $Z$  و الممانعة التحريضية  $X_L$  حسب العلاقات المحددة لهما.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 1/2 ساعة

التمرين السابع: بناء دائرة الرنين التسلسلية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتكرب قادراً على أن :
1. يتحقق بالقياس من علاقات دائرة الرنين التسلسلية
  2. يبني دوائر الرنين التسلسلية باستخدام الملفات والمكثفات.
  3. حساب قيمة الممانعة لدائرة الرنين التسلسلية.
  4. يتحقق من علاقة دائرة الرنين التسلسلية.
  5. يحدد نوع العلاقة بين الممانعة لدائرة الرنين التسلسلية والتردد  $F$ .

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقاومة ( $R=330\Omega$ )، ملف ( $L=200mH$ )، مكثف ( $C=1\mu F$ )، مولد الترددات المنخفضة، مقياس الجهد، مقياس التيار، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

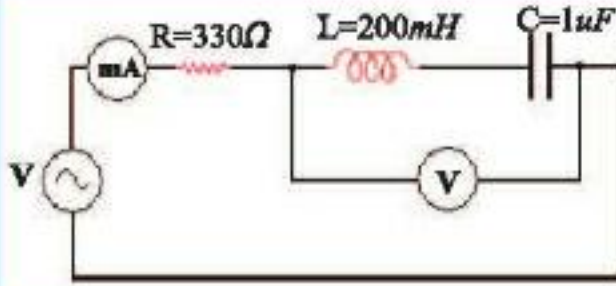
### معايير الأداء

- اختيار عناصر الدارة حسب المخطط وفحصها باستخدام جهاز  $LCR$ .
- توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل.
- توصيل أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- تحديد وتنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب .
- تحديد تردد الرنين وشدة التيار عند تردد الرنين تجريبياً.
- حساب قيمة كل من تردد الرنين وعامل النوعية والممانعة الكلية  $Z$  حسب العلاقات المحددة لهما.

### اسم التمرين: بناء دائرة الرنين التسلسلية

خطوات الأداء ، والنقاط الحاكمة ، والرسم

الرسم التوضيحي



الخطوة والنقطة الحاكمة

الرقم

صل الدارة كما في الشكل:

1

اضبط جهد مولد الترددات على القيمة (10V، 100Hz)، وقم بقياس كل من التيار I، وفرق الكمون الهابط على الملف والمكثف معاً ( $V_L + V_C$ )، وسجل النتائج في الجدول

2

غير قيمة التردد كما هو وارد في الجدول، وأعد عمليات القياس وسجل النتائج في الجدول الآتي :

F (Hz)	$V_{LC}$ (V)	I (mA)
10		
75		
125		
165		
195		
320		
335		
345		
350		
355		
360		
365		
375		
390		
415		
445		
485		
535		
600		

3

4	حدد من النتائج السابقة تردد الرنين (مع ملاحظة أن التيار يكون أعظمياً عند تردد الرنين).
5	احسب تردد الرنين انطلاقاً من العلاقة $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$
6	احسب الفرق بين قيمة تردد الرنين المحسوب نظرياً وقيمته تجريبياً.
7	ما العلاقة بين $V_C$ و $V_L$ عند الرنين؟
8	احسب ممانعة الدارة $Z$ عند تردد الرنين.
9	احسب قيمة شدة التيار $I$ المار في الدارة عند تردد الرنين.
10	ارسم منحنى الاستجابة لدارة الرنين (منحنى تغيرات التيار المار بالدارة بدلالة التردد $f$ ) على ورقة ميليمترية، ولحسب عرض الحزمة.



## التقييم الذاتي

### تقييم دليل الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- 1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك العمل.
- 2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- 3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة ' X '.

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
<p>توصيل الدارة :</p> 			
<p>تحديد نظرياً تردد الرنين من العلاقة : <math>f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}</math></p>			
<p>تحديد تجريبياً تردد الرنين بزيادة للتردد لبتداءً من 100Hz حتى يصبح <math>V_L = V_C</math> والتيار I أعظمياً.</p>			
<p>قياس القيم المطلوبة ووضع النتائج بالجدول.</p>			
<p>موازنة بين قيمة تردد الرنين المحسوب نظرياً وقيمه تجريبياً.</p>			
<p>رسم منحنى الاستجابة لإدارة الرنين (منحنى تغيرات التيار المار بالدائرة بدلالة التردد f) على ورقة ميليمترية وحساب عرض الحزمة.</p>			
<p>حساب قيمة كل من مائعة الدارة وشدة التيار عند تردد الرنين.</p>			
<p>تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.</p>			

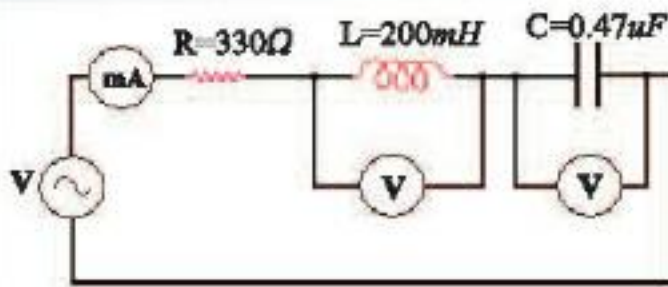
## الاختبار العملي

### اسم الاختبار: بناء دائرة الرنين التمسيلية

#### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

F (Hz)	V <sub>C</sub> (V)	V <sub>L</sub> (V)	I (mA)
400			
465			
490			
505			
510			
515			
520			
525			
540			
565			
630			

- ضبط مولد الترددات على (10V)، (400Hz).
- قياس القيم  $V_C$ ،  $V_L$ ،  $I$  وتسجيل النتائج في الجدول.
- تغيير التردد كما في الجدول وإعادة عمليات القياس وتسجيل النتائج في الجدول.
- تحديد التردد الأقرب لتردد الرنين وقيمة شدة التيار المار في الدارة.
- حساب كل من تردد الرنين ومملعة الدارة وشدة التيار المار فيها عنده نظرياً.
- حساب الفرق بين تردد الرنين التجريبي وتردد الرنين المحسوب نظرياً.
- رسم على ورقة مليمتريّة منحنى الاستجابة للدائرة (علاقة التيار مع التردد).



مخطط الدارة

#### المواد والأدوات والتجهيزات

مولد الترددات المنخفضة، مقياس الجهد، مقياس التيار، مقاومة (330Ω)، مكثف (C=0.47μF)، ملف (L = 200mH)، لوحة مخبرية أسلاك توصيل.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار (30 دقيقة).

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: بناء دائرة الرنين التسلسلية

### إرشادات للطلاب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- للتأكد من صلاحية جميع للتجهيزات والعناصر.
- توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- أخذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- تحديد تردد الرنين  $f_r$  تجريبياً.
- حساب قيمة شدة التيار عند تردد الرنين.
- حساب قيمة ممانعة الدارة  $Z$  عند تردد الرنين.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.



## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 1/2 ساعة

التمرين الثامن: بناء دائرة الرنين التفرعية

### الأهداف الأدائية للتمرين:

1. أن يصبح المتكرب قادراً على أن :  
1. يتحقق بالقياس من علاقات دائرة الرنين التفرعية.
2. يبني دوائر الرنين التفرعية باستخدام الملفات والمكثفات.
3. حساب قيمة الممانعة لدائرة الرنين التفرعية.
4. يتحقق من علاقة دائرة الرنين التفرعية.
5. يحدد نوع العلاقة بين الممانعة لدائرة الرنين التفرعية والتردد  $F$ .

### المواد والأدوات والتجهيزات

مقاومة  $(R=1k\Omega)$ ، ملف  $(L=200mH)$ ، مكثف  $(C=0.47\mu F)$ ، مولد الترددات المنخفضة، مقياس الجهد، مقياس التيار، لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

### معايير الأداء

- اختيار عناصر الدارة حسب المخطط وفحصها باستخدام جهاز  $LCR$ .
- توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل.
- توصيل أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- تحديد وتنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- تحديد تردد الرنين وشدة التيار عند تردد الرنين تجريبياً.
- حساب قيمة كل من تردد الرنين وعامل النوعية والممانعة الكلية  $Z$  حسب العلاقات المحددة لهما.

### اسم التمرين: بناء دائرة الرنين التفرعية

خطوات الأداء ، والنقاط للحكمة ، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحكمة	الرسم التوضيحي
1	صل الدارة كما في الشكل:	

اضبط جهد مولد الترددات على القيمة (3V, 100Hz)، وقم بقياس كل من التيار I وفرق الكمون الهابط على الملف أو المكثف ( $V_L = V_C$ ) وسجل النتائج في الجدول.

غير للتردد كما هو وارد في الجدول، وأعد عمليات القياس وسجل النتائج في الجدول الآتي :

F ( Hz)	$V_L$ OR $V_C$ (V)	I (mA)
10		
75		
125		
165		
195		
320		
335		
345		
350		
355		
360		
365		
375		
390		
415		
445		
485		
535		
600		

4	حدد من النتائج السابقة تردد الرنين (مع ملاحظة أن قيمة شدة التيار أصغرية عند تردد الرنين).
5	احسب تردد الرنين انطلاقاً من العلاقة $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$
6	احسب الفرق بين قيمة تردد الرنين المحسوب نظرياً وقيمه تجريبياً.
7	ما العلاقة بين $I_C$ و $I_L$ عند الرنين؟
8	احسب ممانعة الدارة Z عند تردد الرنين.
9	احسب قيمة شدة التيار I المار في الدارة عند تردد الرنين.
10	ارسم منحنى الاستجابة لدارة الرنين (منحنى تغيرات التيار المار بالدارة بدلالة التردد f) على ورقة ميليمترية، ولحسب عرض الحزمة .

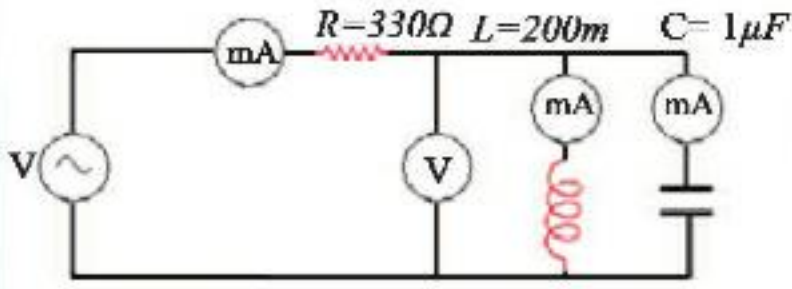


## التقييم الذاتي

### تقييم دليل الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- 1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك للعمل.
- 2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- 3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X ".

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
<p>توصيل الدارة</p> 			
تحديد نظرياً تردد الرنين من العلاقة : $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$			
تحديد تجريبياً تردد الرنين بزيادة التردد ابتداءً من 10Hz حتى يصبح $I_L - I_C$ والتيار I أصغرياً.			
قياس للقيم المطلوبة ووضع النتائج بالجدول.			
الموازنة بين قيمة تردد الرنين المحسوب نظرياً وقيمه تجريبياً.			
رسم منحنى الاستجابة لدارة الرنين (منحنى تغيرات التيار المار بالدارة بدلالة التردد f) على ورق ميليمتري وحساب عرض الحزمة.			
حساب قيمة كل من ممانعة الدارة وشدة التيار عند تردد الرنين.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

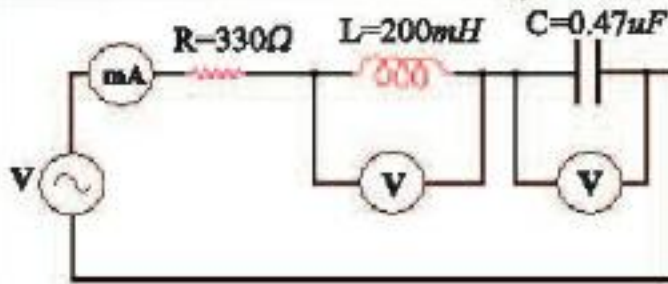
## الاختبار العملي

### اسم الاختبار: بناء دائرة الرنين التفرعية

#### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

F (Hz)	I <sub>C</sub> (mA)	I <sub>L</sub> (mA)	I (mA)
400			
465			
490			
505			
510			
515			
520			
525			
540			
565			
630			

- تبسيط مولد الترددات على (3V)، (400Hz)
- قياس القيم I، I<sub>L</sub>، I<sub>C</sub> وتسجيل النتائج في الجدول
- تغيير التردد كما في الجدول، وإعادة عمليات القياس وسجل النتائج في الجدول .
- تحديد التردد الأقرب لتردد الرنين وقيمة شدة التيار للمار في الدارة .
- حساب كل من تردد الرنين لممانعة الدارة وشدة التيار للمار فيها عنده نظرياً .
- حساب الفرق بين تردد الرنين التجريبي وقيمة تردد الرنين المحسوب نظرياً .
- رسم على ورقة ميليمترية منحنى الاستجابة للدائرة (علاقة التيار مع التردد).



مخطط الدارة

#### المواد والأدوات والتجهيزات

مولد للترددات منخفضة، مقياس الجهد، مقياس التيار، مقاومة (330Ω)، مكثف (C=0.47μF)، ملف (L = 200mH) لوحة مخبرية، أسلاك توصيل.

(30 دقيقة)

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

## الاختبار العملي

اسم الاختبار: بناء دائرة الرنين التفرعية

### إرشادات للطلاب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- للتأكد من صلاحية جميع التجهيزات والعناصر.
- توصيل الدارة حسب مخطط التوصيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- أخذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- تحديد تردد الرنين  $f_r$  تجريبياً.
- حساب قيمة شدة التيار عند تردد الرنين.
- حساب قيمة ممانعة الدارة  $Z$  عند تردد الرنين.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.



الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
1. تحديد أجزاء ومكونات المحول.
2. يتعرف أنواع محولات الطور الواحد.
3. يتحقق بالقياس من نسبة التحويل للمحول.

المواد والأدوات والتجهيزات

مجموعة محولات عادية، مقياس أموميتر.

معايير الأداء

- تحديد الملفين الابتدائي والثانوي للمحول حسب دليل التشغيل (أو حسب الموصفات المسجلة على المحول).
- فحص المحولات باستخدام أجهزة القياس (الأموميتر).
- توصيل دائرة المحول حسب مخطط التوصيل.
- توصيل أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- تحديد وتنفيذ القياسات حسب الجدول المطلوب.
- حساب قيمة نسبة التحويل للمحول.

<p>اسم التمرين: فحص المحولات</p> <p>خطوات الأداء ، والنقاط الحاكمة ، والرسم</p>	
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة
1	تأكد أن جميع التجهيزات صالحة وتعمل.
2	حدّد مواصفات المحول الموجودة أمامك حسب المواصفات المسجلة على جسم المحول.
3	قم بقيم مقاومات كل من الملفين الابتدائي $R_1$ والثانوي $R_2$ لكل محول بوساطة الأفوميتر وسجل النتائج.
4	حدد من القيم المقاسة إذا كان المحول صالحاً أم لا، وإذا كان خالفصاً أو رافعاً للجهد.
5	ارسم شكلاً توضيحياً للمحول مبيّناً عليه الدارة المغناطيسية ( القسم الحديدي ) والملفين الابتدائي والثانوي مبيّناً اتجاه التدفق للمغناطيسي .

## التقييم الذاتي

### تقييم دليل الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كدليل إرشادي عند تنفيذك للعمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم )، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X ".

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
حدّد مواصفات المحول الموجود أمامك حسب المواصفات المسجلة على جسم المحول (أو بحسب دليل التشغيل).			
قياس قيم مقاومات كل من الملفين الابتدائي $R_1$ والثانوي $R_2$ لكل محول بواسطة الأفوميتر وتسجيل النتائج .			
تحديد إذا كان المحول صالحاً أم لا بالاعتماد على القيم المقاسة السابقة ، وإذا كان خافضاً أو رافعاً للجهد .			
رسم شكلاً توضيحياً للمحول مبيناً عليه الدارة المغناطيسية ( القسم الحديدي ) والملفين الابتدائي والثانوي مبيناً اتجاه التدفق المغناطيسي.			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			



## الاختبار العملي

اسم الاختبار: **فحص المحولات**

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

فحص المحولات وتحديد أطرافها باستخدام الأقوميتر.

### مخطط الدارة

### المواد والأدوات والتجهيزات

مجموعة محولات عادية، مقياس الأقوميتر.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار ( 30 ) دقيقة

### إرشادات للطالب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- فحص المحولات وتحديد أطرافها باستخدام الأقوميتر.
- ضبط الأقوميتر حسب دليل التشغيل.
- تحديد وإجراء القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.

## بطاقة تمرين عملي

الزمن: 1 ساعة

التمرين العاشر: تحديد نسبة التحويل للمحول غير المحمل

### الأهداف الأدائية للتمرين:

- أن يصبح المتدرب قادراً على أن:
1. يحدد وقيس نسبة التحويل في المحول غير المحمل ( حالة اللاحمل ) .

### المواد والأدوات والتجهيزات

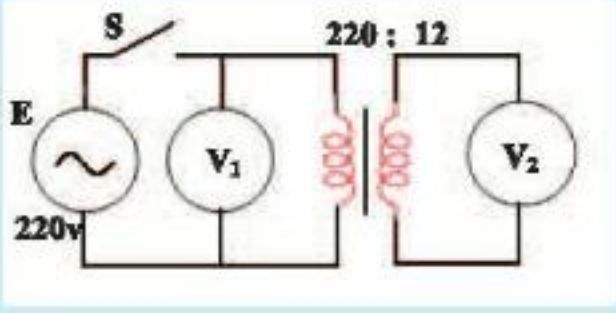
محول صغير بجهد (  $220V / 6V$  ) أو أي نسبة تحويل أخرى متوفرة، مقياس الجهد، مقياس الأوميمتر، أسلاك توصيل معزولة، قاطعة، منبع تيار متناوب  $220V$  ، مخبر الأسس الكهربائي.

### معايير الأداء

- اختيار نوع المحول واستطاعته ونسبة التحويل فيه حسب مخطط الدارة.
- فحص المحولات قبل استخدامها في الدارات الكهربائية باستخدام الأوميمتر .
- توصيل أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- ضبط جهاز القياس لقياس قيم الجهود والتيارات حسب دليل التشغيل.
- قياس قيم الجهود على دخل وخرج المحولات باستخدام مقياس الفولت (الأوميمتر).
- حساب نسبة التحويل حسب العلاقة المحددة.

**اسم التمرين: تحديد نسبة التحويل للمحول غير المحمل**

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة للحاكمة	الرسم التوضيحي
1	صل الدارة كما في الشكل الآتي:	
2	صل طرفي الملف الابتدائي إلى منبع التيار المتناوب جهده ( 220 V ) عن طريق القاطعة (S).	
3	صل مقياس الفولت $V_1$ على التفرع مع طرفي الملف الابتدائي للمحول.	
4	صل مقياس الفولت $V_2$ على التفرع مع طرفي الملف الثانوي للمحول.	
5	أغلق القاطعة (S).	
6	مسجل قراءات الأجهزة ( $V_1$ و $V_2$ ).	
7	لحساب نسبة التحويل باستخدام العلاقة الآتية: $\pi = \frac{V_2}{V_1}$	

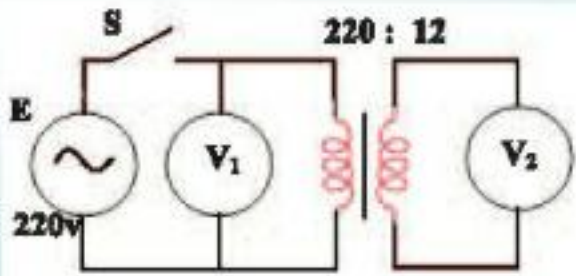


## التقييم الذاتي

### تقييم دليل الأداء

#### تعليمات للمتدرب

- (1) استخدم دليل تقييم الأداء كنموذج إرشادي عند تنفيذك العمل.
- (2) كي تجتاز الواجب يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة ( نعم ) . ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
- (3) إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، ضع مقابلها إشارة " X " .

خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
 <p>توصيل الدارة كما في الشكل:</p>			
توصيل طرفي الملف الابتدائي إلى منبع التيار المتناوب جهده ( 220 V ) عن طريق القاطعة ( S ) .			
توصيل مقاييس الفولت $V_1$ على التفرع مع طرفي الملف الابتدائي للمحول .			
توصيل مقاييس الفولت $V_2$ على التفرع مع طرفي الملف الثانوي للمحول .			
إغلاق القاطعة (S).			
تسجيل قراءات الأجهزة ( $V_1$ و $V_2$ ) .			
حساب نسبة التحويل باستخدام العلاقة الآتية			
$n = \frac{V_2}{V_1}$			
تطبيق تعليمات السلامة المهنية وحماية البيئة.			

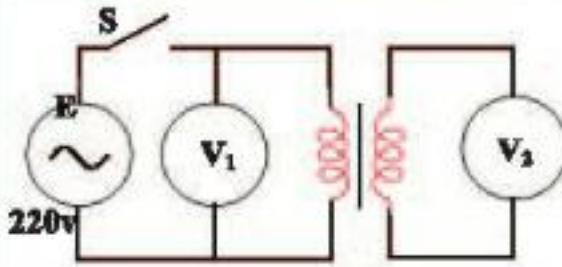


## الاختبار العملي

اسم الاختبار: تحديد نسبة التحويل للمحول غير المحمل

### الأداء المطلوب في الاختبار العملي

- تحديد نسبة التحويل  $n$  في المحول غير المحمل ( حالة اللا حمل ).



### مخطط الدارة

### المواد والأدوات والتجهيزات

محول بجهد (  $220V / 12V$  ) ، مقياس جهـــــــــد عدد 2 / ، مقياس الأومميتر ، أسلاك توصيل معزولة ، قاطعة S ، منبع تيار متناوب  $220V$  ، مخبر الأسس الكهربائي.

( 30 ) دقيقة.

### الزمن اللازم لإنجاز الاختبار

### إرشادات للطالب

سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- اختيار نوع المحول حسب مخطط الدارة.
- فحص المحولات قبل استخدامها في الدارات الكهربائية باستخدام الأومميتر.
- توصيل أجهزة القياس حسب مخطط التوصيل.
- ضبط أجهزة القياس حسب دليل التشغيل.
- قياس قيم الجهود على دخل وخرج المحول باستخدام أجهزة القياس.
- حساب نسبة التحويل حسب العلاقة المحددة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية





## المصطلحات العلمية

Atom	الذرة
Active Power	استطاعة فعالة
Alternating Current	تيار متناوب
Ampere - turn	أمبير - لفة
Apparent Power	استطاعة ظاهرية
Auto Transformer	محول ذاتي
Average Value	قيمة متوسطة
Band	خط ملون ( نطاق )
Battery	بطارية
Cable	كبل
Capacitor	مكثف
Carbon Resistance	مقاومة كربونية
Cell	خلية
Characteristic	خاصية
Charging	شحن
Closed Core	قلب مغلق
Color	لون
Conductance	ناقلية
Conductor	ناقل
Contact	ملامس
Core - type	ذو قلب
Coupling Coefficient	معامل الربط
Current Intensity	شدة التيار الكهربائي

## المصطلحات العلمية

Dielectric	عازل
Digit	رقم
Discharging	التفريغ
Effective Value	قيمة فعالة
Electrical Current	التيار الكهربائي
Electrical Energy	طاقة كهربائية
Electrical Field	المجال الكهربائي
Electrical Power	الاستطاعة الكهربائية
Electrical Resistance	المقاومة الكهربائية
Electrical Source	المنبع الكهربائي
Electrolyte	المحلول الكهربائي
Electromotive Force	قوة محركة كهربائية
Electron	الإلكترون
Energy	الطاقة
First Digit	الرقم الأول
Fixed Capacitor	مكثف ثابت
Fixed Resistance	مقاومة ثابتة القيمة
Free Electrons	إلكترونات حرة
Frequency	تردد
Fuel Cells	خلايا الوقود
Fuse	فاصمة
Gride Plate	لوح الشبكة
Induction Current	تيار تحريض



## المصطلحات العلمية

Inductive	تحريضي
Inductive Load	حمل تحريضي
Input	دخل
Insulator	عازل
Ion	شاردة
Isolation Transformer	محول عزل
Lead	رصاص
Lead Dioxide	ثاني أكسيد الرصاص
Lead Sulfate	كبريتات الرصاص
Magnetic	مغناطيس
Magnetic Field	المجال المغناطيسي
Magnetic Field Strength	شدة المجال المغناطيسي
Magnetic Induction	تحريض مغناطيسي
Magnetic North	شمال مغناطيسي
Matching Transformer	محول توافق
Maximum Value	قيمة عظمى
Multiplier	عامل الجداء
Negative Plate	لوح سالب
Negative Temperature Coefficient	معامل حراري سالب
Network Resistance	مقاومة شبكية
Neutral	متعادل
Neutron	النيوترون
Nucleus	النواة

## المصطلحات العلمية

Ohm	أوم ( وحدة قياس المقاومة الكهربائية )
Output	خرج
Parallel	التفرع ( للتوازي )
Peak	ذروة ( قمة )
Peak to Peak Value	قيمة الجهد من القمة إلى القمة
Phase Angle	زاوية الطور
Plate	لوح
Positive Plate	لوح موجب
Positive Temperature Coefficient	المعامل الحراري الموجب
Potential	الجهد الكهربائي
Power	الاستطاعة ( القدرة )
Proton	البروتون
Reactive Power	استطاعة رد فعلية
Resistance	مقاومة
Second Digit	الرقم الثاني
Semi Conductor	أنصاف ناقل
Separator	فاصل
Serial	تسلسلي
Shell Core	قلب قشري
Short Circuit	دائرة قصر
Shunt	مفرع تيار
Simple Electrical Circuit	دائرة كهربائية بسيطة
Sponge Lead	للرصاص الأسفنجي

## المصطلحات العلمية

Standard	قياسي
Switch	قاطع ( مفتاح كهربائي )
Time Constant	ثابت زمني
Total	كلي، حاصل للجمع
Valence Electrons	إلكترونات التكافؤ
Valence Orbit	مدار التكافؤ
Variable Capacitor	مكثف متغير القيمة
Variable Resistance	مقاومة متغيرة القيمة
Volt	فولت ( وحدة قياس الجهد الكهربائي )
Voltage	الجهد الكهربائي
Voltage Drop	هبوط الجهد
Wire Wound Resistance	مقاومة سلكية



## المراجع

البند	المراجع	المؤلف
1	مبادئ الهندسة الكهربائية	كاساتكين ترجمة: د. رأفت القوصي
2	نظرية الدارات الكهربائية	د. عبد الوهاب ترجمان
3	أسس الهندسة الكهربائية	د. محمد علي عثمان د. سميح الجابي
4	مواقع انترنت:  <a href="http://www.pcdc.edu.ps">http://www.pcdc.edu.ps</a> <a href="http://www.cdd.tvtc.gov.sa">http://www.cdd.tvtc.gov.sa</a> <a href="http://www.technologystudent.com">http://www.technologystudent.com</a> <a href="http://www.kpsec.freeuk.com">http://www.kpsec.freeuk.com</a> <a href="http://www.hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/electric">http://www.hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/Hbase/electric</a> <a href="http://www.maxim-ic.com">http://www.maxim-ic.com</a> <a href="http://www.micro.magnet.fsu.edu">http://www.micro.magnet.fsu.edu</a> <a href="http://www.howstuffworks.com">http://www.howstuffworks.com</a> <a href="http://www.ar.wikipedia.org">http://www.ar.wikipedia.org</a> <a href="http://www.encyclopedia2.thefreedictionary.com">http://www.encyclopedia2.thefreedictionary.com</a>	