١١

الجزء الأول

بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين

وزارة التربية والتعليم

تكنولوجيا المصاعد

(نظري وعملي)

المسار المهني - الفرع الصناعي

فريق التأليف:

م.صلاح الدين جعبة

م. مجدي البري

م. يحيى حسونة

م.ماهر يعقوب (منسقاً)

قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٨/ ٢٠١٩ م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج — د. صبري صيدم
نائب رئيس لجنة المناهج — د. بصري صالح
رئيس مركز المناهج — أ. ثروت زيد

الدائرة الفنية

إشراف فني — كمال فحماوي
التصميم الفني — شروق صعيدي

التحرير اللغوي — أ. رائد شريدة
المتابعة للمحافظات الجنوبية — د. سمية النخالة

الطبعة التجريبية
٢٠٢٠ م/ ١٤٤١ هـ

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم
مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد
ص. ب 719 - رام الله - فلسطين
pcdc.edu.ps | pcdc.mohe@gmail.com

moehe.gov.ps | mohe.pna.ps | mohe.ps
.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym
فاكس +970-2-2983250 هاتف +970-2-2983280

تـقـديـم

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع من ضرورات الحالة، المستند إلى واقعية النشأة، الأمر الذي انعكس على الرؤية الوطنية المطورة للنظام التعليمي الفلسطيني في محاكاة الخصوصية الفلسطينية والاحتياجات الاجتماعية، والعمل على إرساء قيم تعزز مفهوم المواطنة والمشاركة في بناء دولة القانون، من خلال عقد اجتماعي قائم على الحقوق والواجبات، يتفاعل المواطن معها، ويعي تراكيبها وأدواتها، ويسهم في صياغة برنامج إصلاح يحقق الآمال، ويلامس الأماني، ويرنو لتحقيق الغايات والأهداف.

ولما كانت المناهج أداة التربية في تطوير المشهد التربوي، بوصفها علماً له قواعده ومفاهيمه، فقد جاءت ضمن خطة متكاملة عالجت أركان العملية التعليمية التعلمية بجميع جوانبها، بما يسهم في تجاوز تحديات النوعية بكل اقتدار، والإعداد لجيل قادر على مواجهة متطلبات عصر المعرفة، دون التورط بإشكالية التشتت بين العولمة والبحث عن الأصالة والانتماء، والانتقال إلى المشاركة الفاعلة في عالم يكون العيش فيه أكثر إنسانية وعدالة، وينعم بالرفاهية في وطن نحمله ونعظمه.

ومن منطلق الحرص على تجاوز نمطية تلقّي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعديد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطالب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكريّة المتوخّاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكومة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تآلفت وتكاملت؛ ليكون النتاج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمّة مرجعيات تؤطّر لهذا التطوير، بما يعزّز أخذ جزئية الكتب المقررّة من المنهاج دورها المأمول في التأسيس؛ لتوازن إبداعي خلّاق بين المطلوب معرفياً، وفكرياً، ووطنياً، وفي هذا الإطار جاءت المرجعيات التي تم الاستناد إليها، وفي طليعتها وثيقة الاستقلال والقانون الأساسي الفلسطيني، بالإضافة إلى وثيقة المنهاج الوطني الأول؛ لتوجّه الجهد، وتعكس ذاتها على مجمل المخرجات.

ومع إنجاز هذه المرحلة من الجهد، يغدو إزجاء الشكر للطواقم العاملة جميعها؛ من فرق التأليف والمراجعة، والتدقيق، والإشراف، والتصميم، وللجنة العليا أقل ما يمكن تقديمه، فقد تجاوزنا مرحلة الحديث عن التطوير، ونحن واثقون من تواصل هذه الحالة من العمل.

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج الفلسطينية

آب / ٢٠١٨

مقدمة

يأتي هذا المقرّر ضمن خطة وزارة التربية والتعليم لتحديث المناهج الفلسطينية وتطويرها لفروع التعليم المهني، بحيث يتضمّن مجموعة كفايات يمتلكها خرّيج التعليم المهني التي يتطلبها سوق العمل، ومواكبة آخر التطورات الحديثة في علم الصناعة، والتدريب العملي بما يتوائم مع متطلبات عصر المعارفة.

لقد تم تأليف هذا الكتاب ضمن منهجية الوحدات النمطية المبنية على المواقف والأنشطة التعلمية، بحيث يكون الطالب منتجاً للمعرفة لا مُتلقياً لها، بحيث يعطى للطالب الفرصة للانخراط في التدريبات التي تُنفَّذ بروح الفريق، والعمل الجماعي، لذا تضمّنت وحدات هذا المقررّ الحالات الدراسية التي تعمل على تقريب الطالب المتدرب من بيئة سوق العمل، والأنشطة التعلمية ذات الطابع التطبيقي المتضمنة خطّة العمل الكاملة للتمرين؛ لما تحتويه من وصف تنفيذ التمرين، ومنهجيته، وموارده، ومتطلباته، إضافة إلى صناديق المعرفة، وقضايا التفكير التي تُذكي ذاكرة الطالب.

لقد تمّ ربط أنشطة هذا الكتاب وتدريباته بقضايا عملية مُرتبطة بالسياق الحياتيّ للطالب، وبما يُراعي قُدرته على التنفيذ، كما تمّ التركيز على البيئة والسوق الفلسطيني وخصوصياتها عند طرح الموضوعات، وربطها بواقع الحياة المعاصر، وتجلّى ذلك من خلال الأمثلة العملية، والمشاريع الطلابية، حيث تمّ توزيع مادة الكتاب الذي بين أيدينا على ما يأتي:

احتوى (الفصل الأول) على أربع وحدات نمطية، الوحدة الأولى تتعلق بمستلزمات الأعمال الميكانيكية، أما الوحدة الثانية تتعلق بالمباديء الكهربائية والإلكترونية، والوحدة الثالثة تتضمن الدائرة الكهربائية وعناصرها، والوحدة الرابعة تتضمن المحركات الكهربائية.

ولمّا كانت الحاجة لصقل المعلومة النظرية بالخبرة العملية، فقد تمّ وضع مشروع في نهاية كلّ وحدة نمطية؛ لتطبيق ما تعلّمه الطلبة، ونأمل تنفيذه بإشراف المعلم.

واللهَ نسأل أن نكون قد وفّقنا في عرض موضوعات هذا الكتاب بما يراعي قدرات الطلبة، ومستواهم الفكري، وحاجاتهم، وميولهم النفسية والوجدانية والاجتماعية، وكلّنا أمل بتزويدنا بملاحظاتهم البنّاءة؛ ليتمّ إدخال التعديلات والإضافات الضرورية في الطبعات اللاحقة؛ ليصبح هذا الجهد تامّاً متكاملاً خالياً من أيّ عيب أو نقص قدر الإمكان.

فريق التأليف

المحتويات

الوحدة الأولى النمطية

مستلزمات الأعمال الميكانيكية

1-1 الموقف التعليمي التعلمي الأول: مراعاة السلامة المهنية ومستلزماتها 5

1-2 الموقف التعليمي التعلمي الثاني: توظيف أدوات القياس 11

1-3 الموقف التعليمي التعلمي الثالث: استخدام العدد اليدوية 16

1-4 الموقف التعليمي التعلمي الرابع: استخدام العدد الكهربائية 21

1-5 الموقف التعليمي التعلمي الخامس: أنواع الرافعات المستخدمة في تركيب المصاعد 26

1-6 الموقف التعليمي التعلمي السادس: البراغي، أنواعها واستخداماتها 30

الوحدة الثانية النمطية

المباديء الكهربائية والإلكترونية

2-1 الموقف التعليمي التعلمي الأول: التفريق بين الموصلات والعوازل الكهربائية 41

2-2 الموقف التعليمي التعلمي الثاني: التعرف إلى التيار الكهربائي والجهد الكهربائي 48

الوحدة الثالثة النمطية

الدائرة الكهربائية وعناصرها

3-1 الموقف التعليمي التعلمي الأول: التعرف إلى عناصر الدائرة الكهربائية 58

3-2 الموقف التعليمي التعلمي الثاني: التعرف إلى المقاومات الكهربائية 62

3-3 الموقف التعليمي التعلمي الثالث: توظيف الملفات والموسعات في الدوائر الكهربائية 69

3-4 الموقف التعليمي التعلمي الرابع: الطاقة الكهربائية والقدرة الكهربائية 77

3-5 الموقف التعليمي التعلمي الخامس: المحولات الكهربائية 84

الوحدة الرابعة النمطية

المحركات الكهربائية

4-1 الموقف التعليمي التعلمي الأول: التّعرف إلى محركات التيار المستمر 97

4-2 الموقف التعليمي التعلمي الثاني: التعامل مع محركات التيار المتردد أحادية الطور 106

4-3 الموقف التعليمي التعلمي الثالث: محركات التيار المتناوب ثلاثي الطور 113

أناقش: العمل في مهنة المصاعد يتطلّب مهارات متعددة

الـوَحدة النمطيـة الأولـى

١

مستلزمات الأعمال الميكانيكية

الوَحدة النمطية الأولى: تأسيس أعمال ميكانيكية:

يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع انشطتها أنْ يكونوا قادرين على تأسيس الأعمال الميكانيكية المختلفة من خلال الآتي:

1. مراعاة السلامة المهنية ومستلزماتها.
2. توظيف أدوات القياس.
3. استخدام العِدَد اليدوية.
4. استخدام العِدَد الكهربائية.
5. أنواع الرافعات المستخدمة في تركيب المصاعد.
6. التّعرّف إلى البراغي: أنواعها، واستخداماتها.

الكفايات المهنية:

الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة هي:

أولاً- الكفايات الاحترافية:

- القدرة على توظيف البيانات، وتحليلها.
- القدرة على التعامل مع أدوات القياس.
- القدرة على تنظيم العمل وترتيبه، وإعادة ترتيب الأدوات بعد الانتهاء من العمل.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- المصداقية في التعامل.
- الاستعداد لتلبية رغبات الزبائن.
- إقناع الزبون بطريقة جيدة.
- استيعاب الزبون، واحترام رأيه.
- القدرة على الاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص.

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

- العمل التعاوني.
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني(استمطار الأفكار).
- البحث العلمي.

قواعد الأمن والسلامة المهنية:

- حسن اختيار ملابس السلامة المهنية اللازمة.
- الامتثال لقواعد السلامة المهنية، وإرشاداتها.
- التهيئة المناسبة لمكان العمل قبل البدء بالتنفيذ.
- ترتيب العِدَد والأدوات في أماكنها.

1-1 الموقف التعليمي التعلمي الأول: مراعاة السلامة المهنية ومستلزماتها:

وصف الموقف التعليمي:

التحق موظف جديد في ورشة لتركيب المصاعد، وقام مسؤول السلامة المهنية في الشركة بتقديم مستلزمات السلامة المهنية.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	- أجمع المعلومات من الموظف الجديد عن طوله، ومقاسه؛ لجلب مستلزمات السلامة المناسبة. - أعرف اختصاص عمل الموظف الجديد؛ لتحديد الأدوات اللازمة. - أجمع بيانات عن أدوات السلامة اللازمة (ميكانيكاً، وكهربائياً، وشخصياً).	- أعمل ضمن مجموعة. - العصف الذهني. - البحث العلمي. - الحوار والمناقشة.	- مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالسلامة المهنية. - منشورات المؤسسات ذات العلاقة.
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف البيانات، وأبوّبها. - أحدّد الأدوات اللازمة منها. - آلية تسليم الأدوات وَفق الأصول. - أكتب جدولاً زمنياً.	- الحوار والمناقشة. - العمل الجماعي.	- نموذج خطة. - قرطاسية. - كتالوجات، ووثائق. - الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	- أصنّف البيانات. - أسلّم الأدوات اللازمة. - أسلّم نشرة إرشادية.	-العمل الفردي والجماعي.	- وثائق، وكتالوجات.
أتحقّق من	- التسليم والاستلام. - وجود النشرات. - العِدّة الموجودة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	- وثائق. - جداول زمنية.

أوثّق، وأقدّم	- أدوّن البيانات الشخصية للموظف الجديد. - أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتسليم المستلزمات. - أتأكّد من أنّ هذه الأدوات هي الأدوات الضرورية لإنجاز العمل.	- الحوار والمناقشة.	- حاسوب. - LCD .
أقوّم	- أميّز بين أدوات السلامة والأمن المختلفة. - استطاعة الموظف استخدام هذه الأدوات.	- الحوار والمناقشة.	- نموذج تقويم. - معايير الجودة للأيزو.

- 1- ما وسائل السلامة المهنية التي تعتقد أنها تلزم لفني الصيانة العامل في المصاعد؟
- 2- أناقش المخاطر المترتبة على عدم ارتداء حبال التعليق، في حال التركيب في المصاعد.
- 3- أشرح كيف يتم لبس خوذة الحماية.
- 4- أبحث عن أرقام الطوارئ اللازم تعليقها في المنشأة.

نشاط:

أزور الدفاع المدني في منطقتي، وأجمع معلومات عن معدّات السلامة الموجودة.

مستلزمات السلامة المهنية:

1 **الخوذة:** تُستخدم الخوذة الصُّلبة المصنوعة من البلاستيك المعالَج؛ لحماية الرأس، ومقاومة الصدمات الثقيلة دون أن تنكسر، وتقاوم الاختراق الناجم عن سقوط أجسام على الرأس.

قبل استخدام الخوذة، يجب التأكد من سلامتها، وعدم وجود تشققات، أو صدمات، وأن الأربطة والبطانة غير ممزقة.

2 **النظارات:** تُستخدم لوقاية العين والوجه من المخاطر الكيميائية والميكانيكية (شرر مُتطاير، وأشعة ضارّة، وضوء مبهر... إلخ).

3 **القفازات الواقية:** تُستخدم لحماية اليد من الأخطار المختلفة خلال العمل.

- أ- القفازات المصنوعة من القُماش، والجلد المدبوغ، وتُستخدم لحماية اليد من الشظايا والأجسام الحادّة عند مناولة المواد التي فيها تلك المواد.

- ب- القفازات الواقية المصنوعة من المطاط والبلاستيك، وتُستعمل لحماية اليد أثناء التعامل مع المواد الكيميائية، كالأحماض، والقلويات.

- جـ- القفازات المقاوِمة للحرارة، وتُستخدم عند التعامل مع المعدّات الساخنة، مثل أنابيب البخار، أو الإمساك بالأواني الزجاجية الساخنة في المعامل، وكذلك أثناء عمليات اللحام.

4 **حذاء العمل:** أكثر الإصابات التي يتعرض لها العاملون هي إصابات القدم، و لذلك يجب على العامل ارتداء حذاء واقٍ للقدم.

أنواع أحذية السلامة:

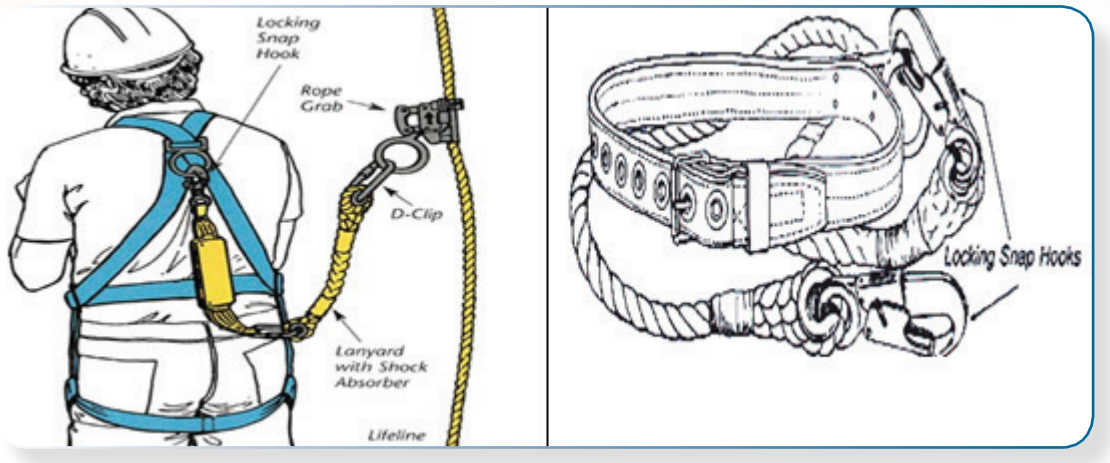
1 **أحذية سلامة جلدية:** تكون مقدمتها مغطاة بالصُّلب؛ لحماية الأصابع من خطر الأشياء الساقطة، كذلك توجد قطعة من الفولاذ بين النعل؛ للحماية من مخاطر الاختراق بوساطة المواد الحادّة، كالمسامير مثلاً، وهذه الأنواع تمنع الانزلاق في أماكن العمل.

2 **أحذية سلامة مهنية مطاطية طويلة:** تُستخدم في الأماكن المبتلّة بالمياه، وغالباً ما يستعملها رجال الإنقاذ.

3 **أحذية سلامة مطاطية مخصصة للعاملين في مجال الكهرباء:** توفّر لهم حماية كبيرة ضد الصعقات الكهربائية.

4 **حماية الجسم:** الأفرهولات والمرايل الواقية التي تُستعمل عند العمل بالقرب من الماكنات في الورش، حيث تعمل على حماية الجسم من الزيوت والأوساخ والمواد الحارقة في المختبرات، وغيرها.

5 **حبال التعليق:** تُستخدم أحزمة السلامة، وحبل الإنقاذ عند العمل في أماكن مرتفعة؛ لتأمين الأشخاص من خطر السقوط، ويتم حالياً استخدام حبل البراشوت بدلاً من الحبل العادي.



2-1 الموقف التعليمي التعلمي الثاني: توظيف أدوات القياس:

وصف الموقف التعليمي:

أحضر زبون عدداً من القطع الميكانيكية، وطلب أخذ أبعادها، وإعدادها في تقرير خاصّ؛ ليتمكن مستقبلاً من شراء بدل التالف منها.

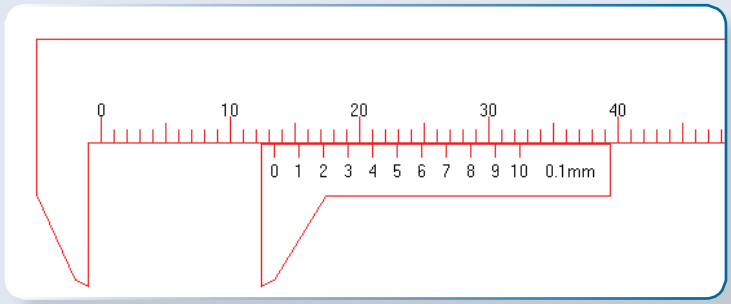
العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن القطع الميكانيكية، وأشكالها. • أجمع البيانات عن أدوات القياس اللازمة. • أجمع المعلومات عن طريقة تسجيل، التقارير الخاصة بأطوال القطع، وإعدادها، وكيفية عرضها.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بأدوات القياس. • كتيّبات الرسم الهندسي.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • آلية القياس، وأخذ الأبعاد وَفق الأصول. • أكتب جدولاً زمنياً.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أصنّف القطع وَفق الأداه المناسبة لقياسها. • إجراء عمليات القياس اللازمة؛ لتحديد الأبعاد المطلوبة.	• العمل الجماعي والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • أدوات قياس (متر، وكليبر، وميكروميتر).
أتحقّق من	• دقة أدوات القياس. • الأبعاد المُقاسة مرة أخرى. • البيانات المعبأة في الجداول لكل قطعة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• جداول زمنية. • وثائق.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالقطع الميكانيكية. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتسليم أدوات القياس. • أتأكّد من أنّ هذه الأدوات هي الأدوات الضرورية لإنجاز العمل.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• أميّز بين أدوات القياس المختلفة.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

■ 1- أقرأ قياس الميكرومتر في الشكل الآتي:

■ 2- أقرأ قياس الكليبر في الشكل الآتي:



■ 3- أفرّق بين الكليبر والميكرومتر.

■ 4- كيف أحافظ على أدوات القياس داخل الورشة؟

■ 5- أسأل صاحب ورشة خراطة عن الأدوات المستخدمة في عمليات القياس في المخارط.

توظيف أدوات القياس

1 **المتر:** هو وَحدة من وَحَدات القياس الدولية، به يتم قياس المسافات على اختلاف أبعادها، ويعرّفه العلماء بأنّه المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ التام في 1/ 299,792,458 ثانية، وهو من أكثر وَحَدات القياس استخداماً للأغراض العلمية والعادية.

2 **الكليبر (الورنية):** وهي أداة قياس تُستعمل لقياس البعد (السُّمك) بين سطحين متوازيين، وقُطر الأسطوانات التي يصل قُطرها إلى ٤٠ سم تقريباً، كما تقيس أيضاً القُطر الداخلي للأسطوانات، وعمق الثقوب، وهي دقيقة جداً، ويوجد منها البسيط، والإلكتروني. يسمح الكليبر بدقة قياس ٠،٠١ مم، ويُستعمل كثيراً في الصناعات المعدنية، والخشبية.

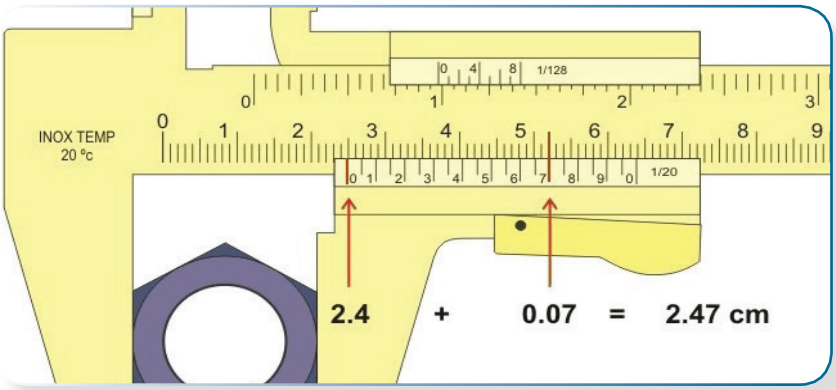
طريقة القياس اليدوية:

يثبّت الجسم المراد قياس سُمكه بين فكّي القدمة، وتتم قراءة قياس القدمة ذات الورنية على مرحلتين أساسيتين، هما:

1 أنظر إلى ورنية القياس عند موقع الصفر، وأقرأ الرقم على يساره، والمسجَّل على مسطرة القياس الرئيس بالمليمترات.

2 أنظر ابتداءً من صفر الورنية، وأحدّد أول تطابق تام بين تدريج المسطرة والورنية، ثمّ أقرأ عدد تدريجات الورنية عند تطابق تدريج المسطرة، وتدريج الورنية (دائماً هناك خط واحد فقط).

مثال ١:



3 **الميكروميتر:** هو أحد أدقّ أجهزة قياس الأبعاد المتوفرة في ورشات التشغيل والمختبرات، إذ إنّ دقّته عادة ما تكون 0.01 مم، وقد تصل في بعض الأجهزة فيما دون ذلك، مثل ٠,٠٠١ مم، وزيادة على دقّته يتميز جهاز الميكروميتر باستعمالاته المتعددة في قياس الأبعاد، وسهولة استخدامه.

طريقة القياس:

عند اختياري لأحد الأسلاك المراد قياسها، ووضعها بعد تقشيرها بين فكّي جهاز الميكروميتر، أنظر إلى التدريج على الأسطوانة الثابتة، وأقوم بعدّ الشُّرَط التي أعلى خط التدريج، والتي تمثل المليمترت الصحيحة، فإذا ظهر أسفل خط التدريج شَرطة من بعد آخر شرطة ظهرت من أعلى، فهي تساوي نصف ملم؛ أي ٠,٥ ملم ، ثم أنظر إلى التدريج على الأسطوانة المتحركة، وأسجّل الرقم المتطابق مع الخط الأفقي على الأسطوانة الثابتة، ثم أضرب الرقم بدقة أداة القياس.

مثال ٢:

أجد قياس الميكروميتر في الشكلين أدناه:

الحل:

$C = 38 \times 0.01 = 0.38$ mm $A = 7.00$ mm $B = 0$ mm

$$\mathbf{A + B + C} = 7.0 + 0 + 0.38 = \mathbf{7.38\ mm}$$

الحل:

$C = 22 \times 0.01 = 0.22$ mm $A = 7.00$ mm $B = 0.5$ mm

$A + B + C = 7.00 + O.50 + 0.22 = 7.72$ mm

3-1 الموقف التعليمي التعلمي الثالث: استخدام العِدَد اليدوية:

حضر أحد الزبائن إلى مقرّ إحدى الشركات التي تعمل في مجال بيع العِدَد اليدوية، وطلب الزبون شراء ما يلزم من عِدَد؛ ليعيد تركيب أحد أبواب المنزل الخشبية.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن أبواب المنزل التي بحاجة لإعادة تركيب (حالته الأبواب، وشكلها). • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن أسعار العِدَد، وتكاليف عمل الباب.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالعِدَد اليدوية. • كتالوجات عدد يدوية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أقدّم عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين الأبواب. • أسلّم العِدَد اليدوية اللازمة.	• العمل الجماعي والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية (مطرقة، وزراديات، ومفكات، ومنشار... إلخ).
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • تقييم أنواع الفك والتركيب المناسبة، ووسائلهما.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالأبواب الخشبية. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتسليم العِدَد اليدوية اللازمة. • أتأكّد من أنّ هذه العِدَد هي التي ستلزم في العمل؛ لإعادة تركيب الأبواب.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب • LCD
أقوّم	• أميّز بين العِدَد اليدوية المختلفة. • استطاعة الزبون استخدام العِدَد اليدوية.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- أحدّد أهم العِدَد المستخدمة بكثرة في حياتنا العملية.
- 2- أوضّح ما زرديات زنق قبضة الملزمة.
- 3- أعدّد أهم رؤوس المفكات المستخدمة.
- 4- أعدّد أهم أنواع القطّاعات المستخدمة في قطع الكوابل.
- 5- أفرّق بين مفاتيح الربط (البُكسات، ومفاتيح الشقّ).
- 6- أقوم بإحضار تقرير عن العِدَد اليدوية اللازمة لتركيب مجمع كهرباء.

العِدَد اليدوية

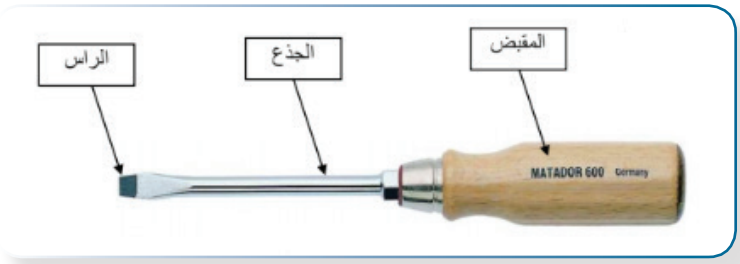
تُعَدّ العِدَد اليدوية جزءاً أساسياً من حياتنا العملية، حيث من الصعب أن يخلو أي مكان عمل من هذه المعدّات التى تساعدنا فى تسهيل كثير من العمليات.

1 زراديات زنق قبضة الملزمة:

تعرّف زريدات زنق قبضة الملزمة في بعض الأحيان بمفتاح ربط الزرادية، وهي ذات فكوك متوازية مع أسنان أيضاً، ويوجد أنواع كثيرة منها:

- زراديات لينزمان.
- زراديات طويلة الأنف.
- الزراديات الدائرية.
- زراديات التلفون.

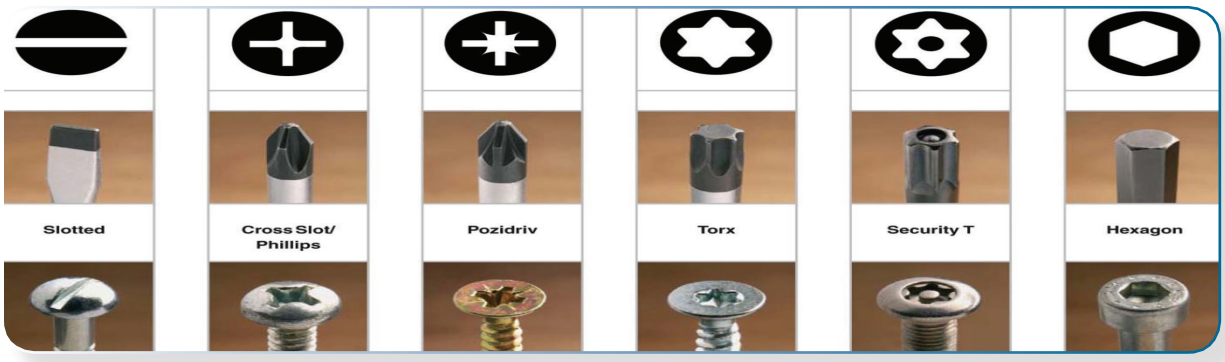
2 المفكات:



المفكّ: هو أداة متعددة الأغراض، تُستخدم في ربط البراغي، وفكّها، والأجزاء الرئيسية للمفك هي:

- الرأس.
- الجذع.
- المقبض.

عادة ما تُعرف المفكات بنوع رؤوسها، وتُستخدم أنواع كثيرة من المفكات، كما في الشكل الآتي:



3 القطّاعة:

تُستخدم القطّاعة في عمليات قطع الأسلاك بالأطوال المرغوب فيها، كما أنها تُستخدم أيضاً في تقشير الأسلاك الكهربائية، حيث أنها تحتوي على فكّين ذوَي حدّيَ قطع تُستخدمان في ذلك.

4 الشاكوش:

يُستخدم الشاكوش للطَّرق على المعادن لأغراض كثيرة، لذلك يوجد منه أنواع كثيرة تقسم وَفق الحجم (صغير، ومتوسط، وكبير)، وتقسّم وَفق الخامة المُصنَّع منها الشاكوش، فمنها المُصنَّع من خامات لينة (كاوتش، وبلاستيك)، ومنها ما هو مُصنَّع من خامات صُلبة (خشب، وحديد صُلب مقسّى).

5 المبارد:

هي أحد آلات القطع ذات أسنان حادّة، ومرتبة بشكل يساعدها على تسوية السطوح، تُصنع من الصُّلب المقسّى بأشكال، وأحجام، وأنواع كثيرة.

6 المناشير:

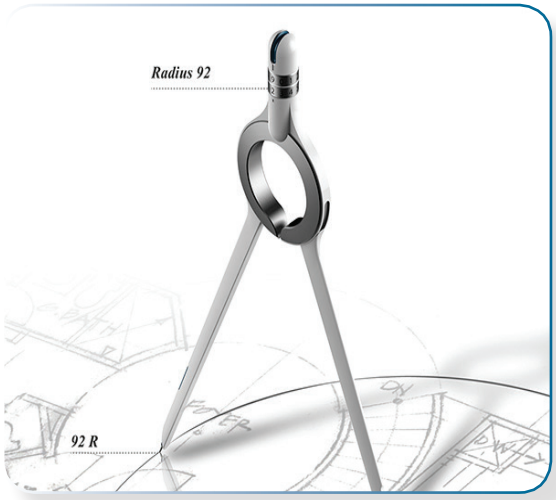
المناشير مهمّة جداً في أعمال الورش؛ لأنها تقوم بقطع الأجزاء المطلوبة من المواد الخام بالمقاسات المطلوبة، وتتم عملية النشر يدوياً، أو آلياً.

7 مفاتيح الربط (مفتاح صواميل):

هي أدوات يدوية، تُستخدم لتعطي ميزة حركية بتقديم عزم دوران لإدارة شيء ما، وتُستخدم عادة لفك الصواميل والمحتويات ذات الرؤوس السداسية أو المربعة، أو ربطها، ويوجد منها أنواع مختلفة، كما في الشكل الآتي:

8 شوكة العلام (البراجل):

تُصنع من صُلب العِدّة الكربوني، ويكون طرفها دائماً مسنوناً ومدبباً وصُلباً، ويوجد منها أنواع مختلفة، وتُستخدم في شنكرة السطوح (وضع العلامات) في خطوط مستقيمة للمعادن الحديدية.



9 مكابس الكوابل:

هي مكابس تُستخدم لكبس رؤوس الأسلاك الكهربائية، ويوجد منها أشكال مختلفة، وأحجام مختلفة، وَفق أقطار الأسلاك.

4-1 الموقف التعليمي التعلمي الرابع: استخدام العِدَد الكهربائية:

طلب زبون من فني لحام إنشاء دُرج حديدي للدراسة

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن الدرج. • أجمع البيانات عن العِدَد الكهربائية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن أسعار العِدَد، وتكاليف تركيب السكك.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالعِدَد الكهربائية. • كتالوجات العِدَد الكهربائية.
أخطّط وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أقدّم عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين الدرج. • أشتري العِدَد الكهربائية اللازمة.	• العمل الجماعي والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد الكهربائية (صاروخ، ودريلّ، وماكنة لحام... إلخ).
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • تقييم أنواع الرافعات، وطرق ترتيبها، وطرق فحصها.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالعِدَد الكهربائية المختلفة. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتركيب السكك، واستخدام العِدَد اللازمة. • أتأكّد من أنّ هذه العِدَد هي التي ستلزم في العمل لتركيب السكك.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوِّم	• أميّز بين أنواع العِدَد الكهربائية المختلفة. • استطاعة المقاول استخدام العِدَد الكهربائية.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- أذكر أهم أنواع العِدَد الكهربائية التي يمكن استخدامها في تركيب المصاعد.
- 2- أحدّد أهم شروط السلامه في التعامل معها.
- 3- أعدّد أنواع الديسكات المستخدمة في الصاروخ، ووظيفة كل منها.
- 4- أحدّد أنواع اللحام المستخدمة في لحام المعادن.
- 5- باستخدام الشبكة العنكبوتية، أبحث عن أنواع اللحام، وأشكاله.

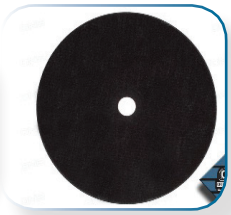
نشاط:

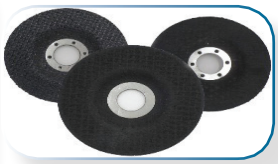
أزور ورشة حدادة في منطقتي، وأجمع معلومات عن العِدَد الكهربائية المستخدمة هناك.

العِدَد الكهربائية

1 الصاروخ (ديسك التقطيع):

وهو أداة كهربائية، تشبه إلى حد كبير ماكينة الجلخ، وهو يُستخدم في قطع أسياخ الحديد، وتجليخ المعادن، وقطعها، وحفّها.





2 الدريل (المثقاب):

هو آلة يمكن بوساطته عمل ثقوب دائرية في المعادن المختلفة، وبأقطار وَفق المطلوب، بوساطة بُنَط تركّب في المثقاب بالقُطر المناسب، وتختلف أنواع المثاقيب، فمنها الصغير، والمتوسط، والكبير الحجم وَفق نوع الشغلة، وحجمها.

أنواع المثاقيب:

وَفق طريقة التشغيل، تُقسم المثاقيب إلى مثاقيب يدوية، ومثاقيب ثابتة.

1 المثاقيب اليدوية:

منها ما يدار باليد، ومنها ما يعمل بالكهرباء، وهي الأكثر شيوعاً، ومنها ما يعمل بالبطارية، وتتميز بسهولة الحركة، وإمكانية الوصول إلى الأماكن الضيقة، والبعيدة عن مصدر الكهرباء.

2 المثاقيب الثابتة:

هي من أكثر الأنواع انتشاراً في الورش؛ لسهولة تشغيلها، بالإضافة إلى أنّها لا تشغل حيزاً، وهذه الأنواع يمكنها عمل ثقوب حتى قُطر ١٣ملم.

3 اللحام:

هو ذوبان المعادن بعضها مع بعض، وتدفقها، ثمّ تجمّدها تحت ظروف يتم التحكم بها.

من أهم طرق اللحام:

1 **اللحام بالقصدير**: وفيه يُستخدم القصدير مع الحرارة للحام الأسلاك الكهربائية الخام التي يتم لحامها، وتكون ذات درجة انصهار أعلى من درجة انصهار القصدير.

2 لحام القوس الكهربائي:

هو نوع من أنواع اللحام، وفيه يتم وصل المعادن عن طريق الحرارة الناتجة عن القوس الكهربائي بين سلك اللحام والجزء الملحوم.

5-1 الموقف التعليمي التعلمي الخامس: أنواع الرافعات المستخدمة في تركيب المصاعد:

وصف الموقف التعليمي:

طلب مهندس تركيب مصعد في أحد الورش من الفنّي ترتيب الرافعات في الورشة، بحيث يضع كلاً منها في صناديقها الخاصة، ويتأكّد من عدم وجود مشاكل فيها.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن الرافعات الموجودة. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن مواصفات الرافعات، وطريقة عمل كُلٍّ منها.	• العمل ضمن مجموعات • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالرافعات. • كتالوجات رافعات. • كتيّبات التشغيل، وصيانة الرافعات.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين الرافعات. • أشغّل الرافعات. • أرتّب الرافعات التي تعمل، وأُعِدّ جدولاً بالرافعات المعطوبة. • أسلّم الصناديق الخاصة بالرافعات المعطوبة.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية والكهربائية اللازمة للفحص. •الرافعات. • الصناديق الخاصة بالرافعات.

أتحقّق من	• إعادة كل العمليات السابقة. • تقييم أنواع الفك والتركيب المناسبة، ووسائلها.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.
أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالرافعات الكهربائية. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتسليم الرافعات الكهربائية، وتشغيلها. • أتأكّد من أنّ هذه العِدَد هي التي ستلزم في العمل لإعادة ترتيب الرافعات.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب • LCD
أقوِّم	• أميّز بين الرافعات المختلفة. • استطاعة المقاول ترتيب الرافعات، وتشغيلها.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- أذكر أهم أنواع الرافعات (الونشات) التي يمكن استخدامها في المصاعد.
- 2- أحدّد أهم المبادئ الأساسية في استخدام الرافعات.
- 3- أفرّق بين رافعة الجنزير اليدوية، ورافعة الونش الكهربائي.
- 4- أوضّح كيف يتم تثبيت الأحمال على رافعة الجنزير.

الرافعات (الونشات)

هي نوع من الآلات، يُستخدم أساساً لرفع المواد أو الأشياء الثقيلة، أو خفضها، ونقلها أفقياً إلى أماكن أخرى.

المبادئ الميكانيكية الأساسية للرافعات:

1. قدرة الونش على رفع الحمولة.
2. عدم سقوط الونش أو انقلابه.
3. عدم تلف أجزاء من الونش، وانهياره.

أنواع الرافعات:

١- رافعة الجنزير (البالنكو):

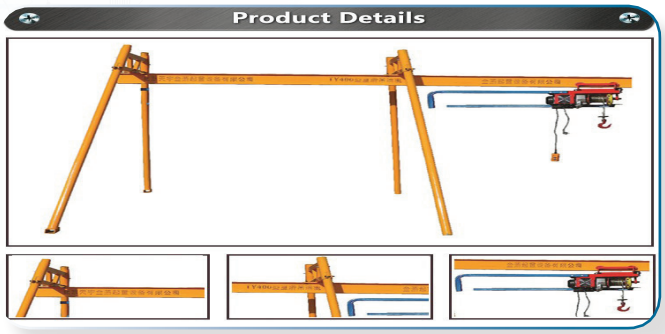
هو ونش يتحرك على جنزير، ويتميز بأنّه يحقق الاستقرار الكافي للعمل بإضافة إلى سهولة الحركة، وقد يكون يدوياً، أو أوتوماتيكياً، يعمل من خلال محرّك كهربائي، ويكون لمسافات متعدده وَفق طول الجنزير، حيث يصل (من ١ متر إلى ١٠ متر، أو أكثر)، وسرعتة بطيئة.

أجزاء رافعة الجنزير (البالنكو):

1. حلقة التثبيت (تثبيت البالنكو في السقف).
2. الجنزير الذي يُستخدم في الرفع أو الخفض.
3. حلقة تثبيت الشيء المراد رفعه.

٢- الونش الكهربائي:

يُستخدم الونش الكهربائي لرفع أجزاء كثيرة من المصعد أثناء التركيب كسكك المصعد، حيث يصل مسافات عالية، وسرعته مناسبة، ويُستخدم بشكل كبير في رفع مواد البناء في الورش.



٣- روافع الكوريك:

في بعض الأحيان تُستخدم رافعة الكوريك، حيث ترفع أوزاناً ثقيلة لمسافات قليلة، عند رفع محرّك المصعد، وتثبيته في مكانه المخصص.

6-1 الموقف التعليمي التعلمي السادس: التّعرّف إلى البراغي:أنواعها، واستخداماتها:

وصف الموقف التعليمي:

طلب منك المهندس المشرف ترتيب خزانة البراغي في مخزن الشركة وَفق خصائصها، بحيث تُصنَّف البراغي وَفق القُطر، والسن، والأطوال.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن البراغي من حيث أبعادها، وخصائص أسنانها. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية اللازمة لإنجاز العمل.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالبراغي. • كتالوجات براغي.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أقدّم عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين البراغي. • أرتّب البراغي.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • البراغي (بجميع أشكالها، وأنواعها المتوفرة).
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • تقييم أنواع ووسائل الرتيب المناسبة	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالبراغي المتوفرة. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتسليم الخزانة بشكلها النهائي. • أتأكّد من أنّ البرغي قد تم ترتيبها في أماكنها الصحيحة.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• أميّز بين أنواع البراغي المختلفة. • استطاعة المهندس ترتيب الخزانة وَفق الأنواع المختلفة للبراغي.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- أعطي مثالاً، يبين استخدام البراغي في تركيب أجزاء المصعد.
- 2-كيف يمكن التعبير عن برغي قُطره ٦ ملم، وطوله ٣ سم؟
- 3-كيف تُصنَّف البراغي من حيث الخطوة، واستخدام كلّ منها؟
- 4- أحضر مجموعة مختلفة من البراغي، وأقوم بقياس أطوالها، وأقطارها، وأفرّق بينها.
- 5- أقوم بعمل جدول، يبين أقطار البراغي، ومفتاح الرنش المناسب، من قُطر ٦ ملم إلى قُطر ١٦ ملم.

البراغي (اللوالب)

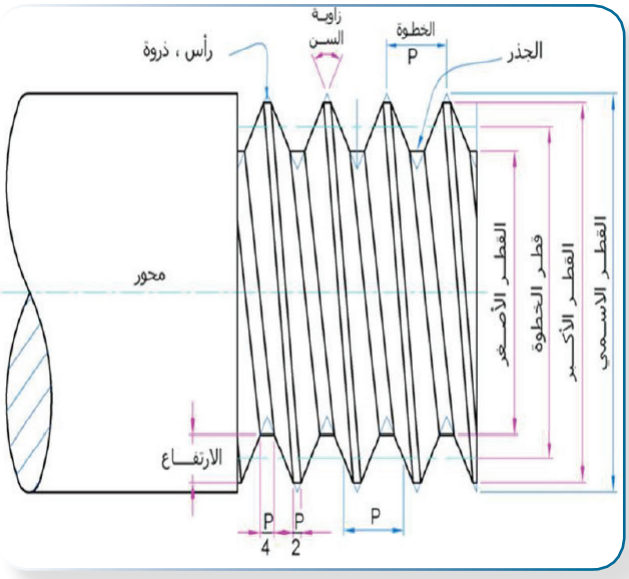
تُعَدّ البراغي (اللوالب) العصب الرئيس المستخدَم في عمليات تثبيت المشغولات المختلفة، وتوصيلها بعضها مع بعض، ومن ضمنها تركيب الهيكل الميكانيكي للمصعد في الحيز المخصص، وتُعَدّ ميزة الفك، وإعادة تركيب المشغولات من أهم ميزات البراغي، أنظر إلى الشكل المجاور:

كما يجدر بالذكر أنّ البراغي لها استخدامات أخرى غير التثبيت؛ فهي تُستخدم أيضا في:

1. نقل الحركة والقدرة.
2. نقل المواد في الماكنات.
3. المعايرة، والضبط، مثل الميكروميتر.

أنواع البراغي:

مهما اختلفت أنواع البراغي، في النهاية جميعها أسطوانه عليها بروز حلزونية (الأسنان)، ويمكن أن تصنَّف وَفق المعايير الموضّحة في الرسم الآتي:



1. **القُطر الاسمي:** أكبر قُطر للأسطوانة التي يتم قطع السن منها في مراحله الأولية.

2 **القُطر الخارجي (القُطر الأكبر):** وهو قُطر الأسطوانة المشكَّلة من رؤوس أسنان البرغي.

3 القُطر الداخلي (القُطر الأصغر): وهو قُطر الأسطوانة المشكّلة من قاع سن البرغي.

4 الخطوة (P): وهي المسافة بين نقطتين متناظرتين على سنّين متتاليين (قاعين، أو قمتين متتاليتين).

5 قُطر الخطوة: المتوسط الحسابي للقُطر الأصغر، والقُطر الأكبر.

أبحث في المصادر عن باقي خصائص البرغي الموضّحة في الرسم السابق.

كما يمكن تصنيف البراغي وَفق سن البرغي (الخطوة) إلى:

1 **السن الخشن:** ويُستعمل بشكل عام عندما تكون هناك حاجة مستمرة للفكّ، وإعادة التركيب، ولا يُنصح باستعماله عندما يكون هناك اهتزازات، ويُستخدم للمعادن غير الحديدية.

2 **السن العادي:** ويُستخدم بشكل خاص للمعادن الحديدية، وغير الحديدية.

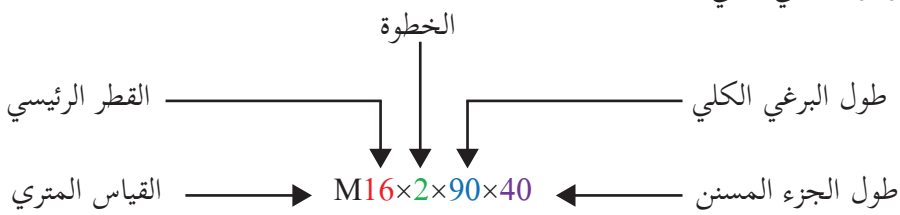
3 **السن الناعم:** حيث تكون مسافة الخطوة قصيرة، ويُستخدم بشكل خاص في الأماكن التي تعاني من اهتزازات، ويُستخدم للمعادن الحديدية، كما يستخدم في عمليات الضبط، والمعايرة.

كما تجدر الإشارة إلى أنه توجد أنواع أخرى من البراغي، تُصنع وَفق الحاجة، مثل براغي سن الصاج، والبراغي ذات النعومة الخاصة.

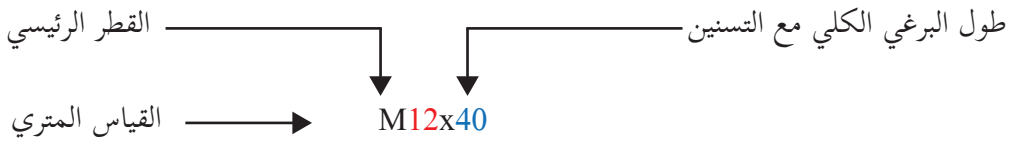
تعريف البرغي المتري بدلالة قُطره الرئيس:

بما أنّ البرغي مصنوع من قطعة حلزونية الشكل، بهذا يمكن التعبير عن مواصفات البرغي برموز معينة تشير إلى خصائصه، ويتحدد البرغي بقُطره، وطوله الكلي، ومسافة تسنينه.

فيما يأتي مثال يعبّر عن برغي قُطره الرئيس ١٦ ملم، وخطوة سنّه ٢ ملم، وطوله الكلي 9 سم، وطول الجزيء المسنّن ٤ سم، وَفق الترميز العالمي الآتي:



وفي معظم الحالات، عندما يكون طول البرغي لا يتعدى ٦ سم، فإنّ التسنين يكون على طول البرغي، كما أنّ هناك نظاماً معيناً يُتّبع في خطوة السن في النظام المتري، ويمكن التعبير عن البرغي بدلالة قُطره، وطوله فقط، كما في المثال الآتي:

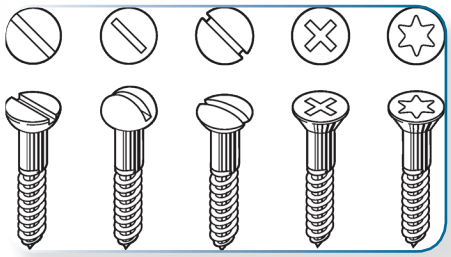


يعبر المثال السابق عن برغي بالقياس المتري، قُطره ١٢ ملم، وطوله ٤ سم، ولم يتم ذكر خطوته، و طول تسنينه، وهذا يدل على أنّ التسنين على طول البرغي، والخطوة هي الخطوة المترية المعيارية.

طرق شدّ البراغي وفكّها:

هناك طرق متنوعة لفكّ البراغي، وتركيبها، تبعاً لرأس البرغي المخصص، وهناك ثلاث طرق رئيسة لفكّ البراغي، وتركيبها، وهي المفكّ، ومفتاح الرنش، والمفتاح المسدَّس.

1 **البرغي ذو رأس المفك:** يُستخدم مفكّ ذو حجم مناسب للبرغي.



2 **البرغي ذو رأس سداسي خارجي:** يستخدم مفتاح رنش مناسب، أو بُكس.

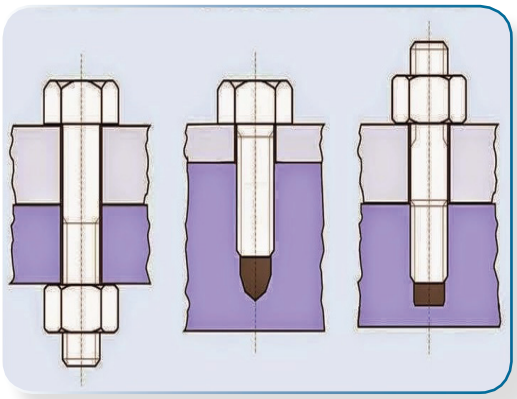
3 **البرغي ذو رأس سداسي داخلي:** تُستخدم المفاتيح المسدَّسة للفكّ، والشّدّ.

الربط باستخدام البراغي:

كما تمّ ذكره سابقاً، فـإنّ البراغي تُستخدم في ربط المشغولات بعضها مع بعض، وتثبيتها، فكيف يتم ربط القطع المعدنية باستخدام البراغي؟

1. الربط باستخدام البرغي والصامولة: يستخدم لوصل جزأين من المعدن، من خلال ثقب نافذ في كلا الجزأين، ويُقفل بصامولة.

2. الربط باستخدام البرغي فقط: يكون له رأس عادة ما يكون مسدّساً، ويُستخدم لوصل جزلأين بثقب نافذ لأحدها، وثقب غير نافذ للثاني، مع تسنين الثقب الثاني، ويجب أن يكون عمق الثقب المسنن أقلّ من طول الجزء المسنَّن من البرغي.



أسئلة الوَحدة:

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. **لماذا تُستخدم القفازات البلاستيكية؟**

أ- لحماية الجسم من الشظايا الحادّة. ب- لحماية الجسم من مخاطر المواد الكيميائية على اليد.

جـ- لحماية الجسم من الحرارة الناتجة عن اللحام. د- لحماية الجسم من الرطوبة.

2. **علامَ يدل الرقم الأخير في التعبير عن البراغي؟**

أ- طول البرغي. ب- طول الجزء المسنّن.

جـ- الخطوة. د- قُطر البرغي.

3. **كيف يمكن التمييز بين طارة القص وطارة الحف (الجلخ)؟**

أ- قُطر الطارة. ب - سُمك الطارة. جـ- حجم الطارة. د- لون الطارة.

السؤال الثاني:

- لماذا يتم استخدام الميكروميتر بدلاً من المتر في القياسات الدقيقة؟

السؤال الثالث:

ما الطريقة المُثلى لرفع محرّك مصعد، وتثبيته؟

أصـــمّـــم:

أبحث عن الأبعاد المناسبة لمطرقة حدّاد، ثمّ أجهز تقريراً بما يلزم، وأصنع مطرقة.

أناقش: علم الإلكترونيات هو علم مستقبل بذاته

الـوَحدة النمطيـة الثانية

٢

المبادىء الكهربائية والإلكترونية

الوَحدة النمطية الثانية: المبادئ الكهربائية والإلكترونية:

يُتوقَّع من الطلبة بعد الانتهاء هذه الوَحدة، والتفاعل مع انشطتها أن يكونوا قادرين على التعامل مع المفاهيم الأساسية للكهرباء والإلكترونيات من خلال الآتي:

1. التفريق بين الموصلات والعوازل الكهربائية.
2. التّعرُّف إلى التيار الكهربائي والجهد الكهربائي.

الكـفايـات المـهنـية:

الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة هي:

أولاً: الكفايات الاحترافية:

- القدرة على توظيف البيانات وتحليلها.
- القدرة على تنظيم العمل وترتيبه، وإعادة ترتيب الأدوات بعد الانتهاء من العمل.

ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- المصداقية في التعامل.
- الاستعداد لتلبية رغبات الزبائن.
- إقناع الزبون بطريقة جيدة.
- استيعاب الزبون، واحترام رأيه.
- القدرة على الاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص.

ثالثاً: الكفايات المنهجية:

- العمل التعاوني.
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني(استمطار الأفكار).
- البحث العلمي.

قواعد الأمن والسلامة المهنية:

- أرتدي ملابس السلامة المهنية اللازمة، ثمّ ألتزم بما يطلبه منّي المعلم.

2-1 الموقف التعليمي التعلمي الأول: التفريق بين الموصلات والعوازل الكهربائية:

وصف الموقف التعليمي:

طلب أحد الزبائن من المهندس الكهربائي إجراء التمديدات الكهربائية للمنزل، مع وضع الحمايات الخارجية العازلة للكهرباء على جمع النقاط.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن كيفية عمل التمديدات الكهربائية الصحيحة. • أجمع البيانات عن العِدَد اللازمة للعمل. • أجمع البيانات عن المواد الموصله (الأسلاك) والمواد العازلة اللازمة (الأغطية البلاستيكية).	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالمواد الموصلة والعازلة. • كتالوجات المواد الموصلة والعازلة.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أأعمل عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين المنزل (الورشة). • أبدأ بالتمديدات الكهربائية. • أعمل الحمايات، وأركّب الإطارات اللازمة.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية والكهربائية والمواد الموصلة (الأسلاك) والعازلة (الأغطية البلاستيكية).
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • أعمل التمديدات الكهربائية، وأوزّع المواد.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالمنزل، وأدوّن البيانات الخاصة بالمواد الموصلة والعازلة. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لإجراء التمديدات، وتركيب الحمايات اللازمة.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• أميّز بين المواد الموصلة والعازلة. • استطاعة المهندس استخدام العِدَد اللازمة، وإجراء التمديدات الكهربائية الصحيحة.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- أفرّق بين المواد الموصلة والمواد العازلة.
- 2- أوضّح معنى المقاومة النوعية للمواد.
- 3- أحدّد موصلية النحاس، والحديد، والذهب، والفضة، والقصدير، والرصاص.
- 4- أحدّد أنواع اللحام المستخدمة في لحام المعادن.
- 5- هل يُعَدّ الموصل ذو مِساحة المقطع الأكبر ذا مقاومة كبيرة أم لا؟
- 6- أحدّد أشهر المواد المستخدمة في تصنيع عوازل الكوابل.

المواد الموصلة للتيار

1 **المواد الموصلة:** هي مادة تسمح للكهرباء بالمرور من خلالها، مثل النحاس الذي يُستخدم في توصيل الأجهزة الكهربائية في الدارات الكهربائية، نقول: إنّ النحاس مادة موصلة.

وتختلف المواد في موصليتها وَفق المقاومة النوعية لكلّ منها، ويبين الشكل (٢) الآتي طبيعة التركيب البنائي لهذه المواد:

حيث إنّ الأجسام التي تتوفر عليها إلكترونات حرة، تسمح بنقل تيار كهربائي عن طريق ما يُسمّي توصيل كهربائي مثل المعادن، والكربون، والمحاليل، والأحماض والقواعد، ويحتوى مدارها الأخير على إلكتروناتٍ حرة، وقوى الترابط بينها وبين النواة صغيرة، وتكفي بطاقة صغيرة للتغلب على قوة الربط بينها، وإنّ الإلكترون الحر يترك الذرّة التي تُسمّى أيوناً موجباً، وتُسمّى تلك العملية بالتأيّن، كما تُسمّى عملية انتقال الإلكترونات من ذرّة إلى أخرى التيار الكهربي.

2 **المواد العازلة:** هي المواد الرديئة في توصيلها للكهرباء، وتقريباً لا توصل الكهرباء، مثل الغازات في الحالة العادية، وأغلب السوائل، وكل المواد الصُّلبة ما عدا الكربون، والمعادن؛ بسبب تركيبها الداخلي، والترابط القوي بين ذرّاتها، والشكل (٣) الآتي يبيّن تركيب المواد العازلة:

ويُعرّف بأنه المادة التي تتكون من ذرّات فيها قوى الربط بين الإلكترون الحر والنواة كبيرة جداً، حيث يكون من الصعب التغلب على طاقة الربط فيها، وعادة ما تكون العوازل الكهربائية مواد رديئة التوصيل للحراراة.

3 **أشباه الموصلات الكهربائية:** هي المواد التي تقع بين المواد الموصلة والمواد العازلة في توصيلها للكهرباء. ومن الأمثلة على أشباه الموصلات: السيليكون، والجرمانيوم.

وأشباه الموصلات لها تطبيقات واسعة في العلم الحديث، مثل الإلكترونيات، والترانزستور؛ فهي الماده الأساسية المكوِّنة للديود (الصمام الثنائي)، والترانزستور.

المواد الموصلة وقيم مقاومتها النوعية:

ممّا سبق، يتضح أنّ المقاومة النوعية للمواد الموصلة (وهي عكس الموصلية) أقل من المقاومة النوعية للمواد العازلة، وهناك عدة عوامل يجب أخذها بالاعتبار عند اختيار المادة التي يُصنع منها الموصل، أهمها: المتانة، ومقاومة التأثيرات الخارجية، وإمكانية التصنيع.

المقاومة النوعية للمادة:

هي ممانعة مرور التيار الكهربائي لعيّنة من المادة على هيئة موصل، يبلغ طوله ١ متر، ومِساحة مقطعه (١ ملم^2) عند درجة حرارة (٢٠) درجة مئوية، ووَحدة قياسها (أوم. ملم^2/ متر).

والجدول (1) الآتي يوضّح المقاومة النوعية للمواد الموصلة الأكثر شيوعاً عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية:

جدول (1):المقاومة النوعية للمواد الموصلة عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية

مادة الموصل	المقاومة النوعية اوم. ملم٢/ متر
فضة	0.0165
نحاس	0.0178
ألمنيوم	0.0287
برونز	0.018
سبيكة	0.033
حديد	0.1
رصاص	0.21

وتعتمد مقاومة المواد (R) على:

- نوع المادة، ويُعبَّر عنها بالمقاومة النوعية للمادة، ويُرمز لها بالرمز (ρ)، ووَحدتها (Ω.ملم^2/م)، والتناسب طردي مع (R).
- طول الموصل، ويُرمز له بالرمز(L)، ويتناسب طردياً مع المقاومة (R).

- مِساحة مقطع الموصل، ويُرمز له بالرمز (A)، ووحدته (ملم^2)، وتتناسب عكسياً مع (R).
- درجة الحرارة.

ويمكن تمثيل تلك العوامل بالمعادلة الآتية، التي من خلالها يمكن إيجاد قيمة المقاومة إذا علمت معطيات المعادلة:

$R = \frac{\rho * L}{A}$، ووحدتها الأوم(Ω).

وبالتالي يمكن كتابة المعادلة السابقة بالصورة الآتية:

$$\text{مقاومة الموصل (بالأوم)} = \frac{\text{طول الموصل}}{\text{مساحة مقطع الموصل}} \times \text{المقاومة النوعية لمادة الموصل}$$

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

حيث أن:

R =	مقاومة الموصل (بالأوم).
L =	طول الموصل (بالمتر).
A =	مساحة مقطع الموصل (ملم^2).
ρ =	المقاومة النوعية لمادة الموصل (أوم. ملم^2 / متر).

مثال:

احسب مقاومة سلك من النحاس، طوله ٣٠٠ متر، ومِساحة مقطعه ١٠ ملم^2، إذا علمت أنّ المقاومة النوعية للنحاس (1.78×10^{-2}) أوم. ملم^2/ متر.

الحل:

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

$$R = 300 * \frac{1.78 \times 10^{-2}}{10}$$

$$R = 0.534\ \Omega$$

الأسلاك والكوابل الكهربائية:

تُصنع الأسلاك والكوابل الكهربائية من موادّ موصلة تشكّل الممر للتيار الكهربائي، وتكون مغطاة بمواد عازلة للتيار الكهربائي؛ لحماية المستخدم والأجهزة على حدّ سواء من الصدمة أو التلف، وتكون بمواصفات تحددها الشركات الصانعة لها، كما هو مبين في الشكل (4) الآتي:

وتلعب الأسلاك والكوابل الكهربائية دوراً مهماً في نقل الطاقة الكهربائية، وفي صناعة المحولات والمحرّكات والمولدات الكهربائية، وغيرها من الأجهزة الكهربائية، ويجب أن يتم اختيارها بدقة وعناية فائقة، بحيث لا تكون مِساحة مقطعها أكبر من، أو أصغر من المطلوب؛ لأنّ اختيارها بمِساحة مقطع أقل من المطلوب يسبب هبوطاً كبيراً في الجهد؛ نتيجة زيادة مقاومتها، الأمر الذي يسبّب انخفاضاً في قيمة القدرة الكهربائية المنقولة من مكان إلى آخر، أو قد يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الموصلات، وبالتالي إلى نشوب حرائق؛ نتيجة انصهار العازل المغلّف لها، أما في حال اختيارها بمِساحة مقطع أكبر من المناسب، فإنّ ذلك يؤدي إلى ارتفاع كلفة نقل الطاقة.

وتحتوي الكوابل الكهربائية عادة على عدد من الموصلات، تلاءم متطلبات الاستخدامات المتنوعة لكلّ من الأحمال ومصادر التغذية، فمنها ما هو ذو قلب أحادي القلوب، أو متعدد القلوب، ومنها ما هو دائري الشكل، أو بيضويّ، أو مثلثيّ، ويبين الشكل (5) الآتي مقطعاً لبعض أنواع هذه الكوابل، وأشكالها:

وتصنع الموصلات الكوابل من مواد موصلة مختلفة، ويبيّن الجدول (2) الآتي بعض المعادن التي قد يُصنع منها الموصل

الذي يدخل في صناعة الكوابل الكهربائية وموصليتها بالنسبة للنحاس:

جدول (2): موصلية المعادن مقارنة بموصلية النحاس

نوع المعدن	الموصلية الكهربائية (النحاس = ١٠٠)
فضة	١٠٦,٣
نحاس	١٠٠
ذهب	٧٣,٨
الومنيوم	٦١,٧
صوديوم	٣٥,٤
زنك	٢٩,٠
حديد	١٧,٢
قصدير	١٥,٠
رصاص	٧,٩

المواد المستخدمة في صناعة عوازل الكوابل (cable insulation):

قد تنحصر مهمة العوازل في الكوابل؛ لعزل الموصل الذي يحمل الطاقة الكهربائية عن المحيط الخارجي الذي حوله؛ ليمنع خطر التوصيل مع موصل آخر، أو مع المحيط، إلّا أنّ نوع العازل المستخدم يَحُدّ من السَّعة الأمبيرية للموصل، وبالتالي على قدرته على فقد الحرارة للوسط المحيط فيه.

ومن أشهر العوازل المستخدمة في الكوابل التي قد يتم تصنيف الكوابل بناء عليها ما يأتي:

1. كوابل العوازل الورقية (paper insulation).
2. كوابل العوازل البلمرية (polymeric insulation).
3. كوابل العوازل الغازية (gaseous insulation).

2-2 الموقف التعليمي التعلمي الثاني: التّعرُّف إلى التيار الكهربائي والجهد الكهربائي:

وصف الموقف التعليمي:

خلال عمل الصيانة في ورشة المصاعد، لوحظ أنّ بريك محرّك المصعد لا يعمل بالشكل المناسب، لذا طلب منّي المشرف فحص الجهد على البريك، والتيار المسحوب منه.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن البريك المصاعد وآلية عمله. • أجمع البيانات عن الجهد الخاص بالبريك. • أجمع البيانات عن التيار الخاص بالبريك. • أجمع المعلومات الخاصة باللوحة الاسمية للمحرّك. • أجمع البيانات عن العِدَد اللازمة لقياس الجهد والتيار.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالعِدَد اليدوية. • كتالوجات عدد يدوية.
أخطط وأقرر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. • الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين االبريك • أحضر العِدَد اللازمة • آخذ القياسات الخاصة بالجهد والتيار عند عمل البريك.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد الكهربائية (ساعة ملتيميتر). • العِدَد اليدوية (مفكّات، قطّاعة).

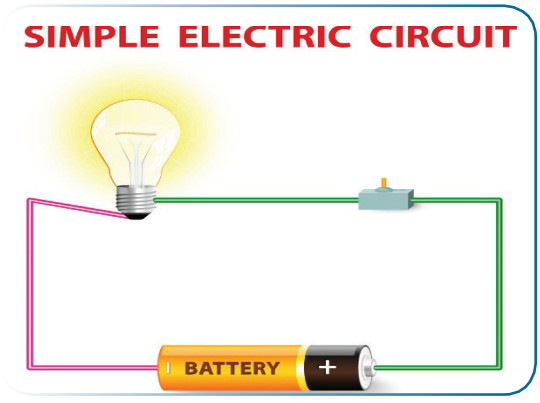
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • مقارنة قيمة الجهد والتيار المُقاس بالموجود على اللوحة الاسمية.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.
أوثق وأقدم	• أدوّن البيانات الخاصة بالبريك الخاص بالمحرّك. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لإجراء القياسات اللازمة من جهد وتيار. • أتأكّد من أنّ هذه العِدَد هي التي ستلزم في العمل لقياس الجهد والتيار. • مطابقة النتائج لما هو مسجل على اللوحة الاسمية للمحرّك.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• أميّز بين الجهد والتيار. • استطاعة الفني استخدام ساعة الملتيميتر. • استطاعة الفني أخذ المعلومات من اللوحة الاسمية للمحرّك، ومقارنة البيانات بالبيانات المقاسة.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- كيف تتحرك الإلكترونات في الموصل؟
- 2- هل هناك اتجاه لحركة التيار الكهربائي؟
- 3- ما الفرق بين التيارين المستمر والمتناوب؟

يُعَدّ فهم كلّ من التيار الكهربائي والجهد الكهربائي حجر الأساس في عالم الكهرباء والإلكترونيات، وسنوضّح في هذا الدرس الفرق بين التيار والجهد، والعلاقة التي تربطهما معاً.

التيار الكهربائي:

التيار الكهربائي:



هو سيل من الشحنات (الإلكترونات)، يسري من نقطة إلى أخرى عبر موصل في اتجاه معين، وحتى تستطيع هذه الشحنات الحركة، فإنّه لا بد من قوّة تدفعها، ولأنّ إلكترونات الذرّة تحمل شحنة سالبه، فالتيار الكهربائي يسري بشحنة سالبة ككلّ.

تُعَدّ البطارية من أهم مصادر الكهرباء من نوع التيار المستمر، وفي البطارية يحدث تفاعل كيميائي، يؤدي إلى زيادة العَدَد الأكبر من الإلكترونات في أحد القطبين، وتركزه، ونقص في الإكترونات على القطب الآخر، ولهذا نجد في البطارية القطبين السالب (-)، والموجب (+).

وبما أنّ الأقطاب المتشابهة تتنافر، والأقطاب الموجبة تتجاذب، فإنّ الإلكترونات تتنافر من الجهة السالبة، ويجذبها القطب الموجب للبطارية، وبهذا تسير الإلكترونات في حلقة كاملة من القطب السالب إلى المصباح، ثمّ إلى القطب الموجب، وهذا يُسمّى سريان التيار الكهربائي، كما في المثال السابق.

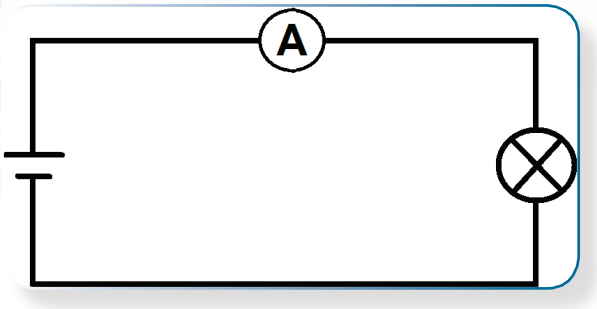
اتجاه التيار الكهربائي:

الاتجاه الاصطلاحي: اصطُلِحَ رسم اتجاه حركة التيار الكهربائي من القطب الموجب إلى السالب؛ أي بعكس اتجاه حركة الإلكترونات؛ لتسهيل الدراسة للمتعلم.

الاتجاه الحقيقي: كما تمّ شرحه سابقاً، فإنّ التيار يسري من القطب السالب إلى القطب الموجب وَفق حركة الإلكترونات في الدارة الكهربائية.

شدة التيار الكهربائي:

التيار الكهربائي: هو سيل من الشحنات الكهربائية في موصل باتجاه معين، وكلما زادت كمية هذه الشحنات زاد التيار الكهربائي المتدفق، ويقاس بوَحدة الأمبير (A)، وأحياناً تكون وَحدة الأمبير كبيرة؛ لذا تُستخدم وَحَدات أصغر مثل ميلي أمبير (mA)، وميكرو أمبير (Aμ)، ويُستخدم جهاز الأميتر لهذا الغرض، ويقاس التيار على التوالي، كما في الشكل المجاور.



الجهد الكهربائي:

لا بدّ من وجود قوة تدفع الإلكترونات كي تتحرك في موصل في اتجاه معين، وهذه القوة تُسمّى القوة الدافعة الكهربائية، أو الجهد الكهربائي، ويقاس بوَحدة الفولت (V)، ويقاس الجهد الكهربائي بوساطة جاهز الفولتميتر، ويقاس على التوازيK كما في الشكل المجاور.

نشاط:

أنظر إلى جميع الأجهزة الكهربائية في البيت، وعلى بطاقة التعريف الخاصة بها، وألاحظ عليها القيم المتعلقة بكلّ من التيار الكهربائي، والجهد الكهربائي.

أصناف الجهد الكهربائي:

1. **الجهد الطرفي:** هو الجهد الذي يتمّ قياسه عند طرفَي مصدر الجهد.
2. **الجهد المسلّط:** هو الجهد الذي يتم قياسه بين طرفَي الحمل الكهربائي.
3. **جهد التشغيل:** هو الجهد المقرَّر المدوَّن على بطاقة تعريف الجهاز الكهربائي.

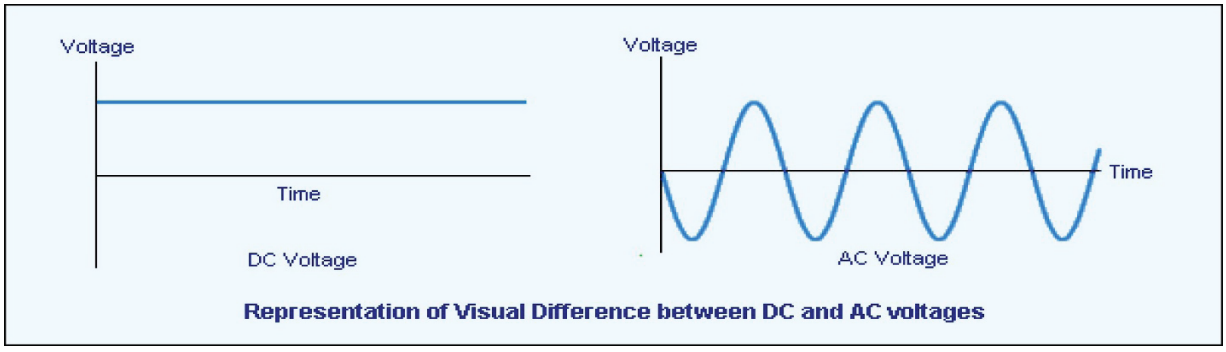
أنواع الجهد ومصادره:

- أنواع الجهد
  - مستمر (DC)
  - متناوب(AC)

مصادره

- البطاريات
- مزود التيار المستمر (Power supply)
- المحول
- المولد

ملاحظة: تُصنّف الكهرباء المنزلية من المقبس الكهربائي على أنّها ضمن الجهد المتناوب 220V AC. والشكل الآتي يفرّق بين الجهد المستمر، والجهد المتناوب:



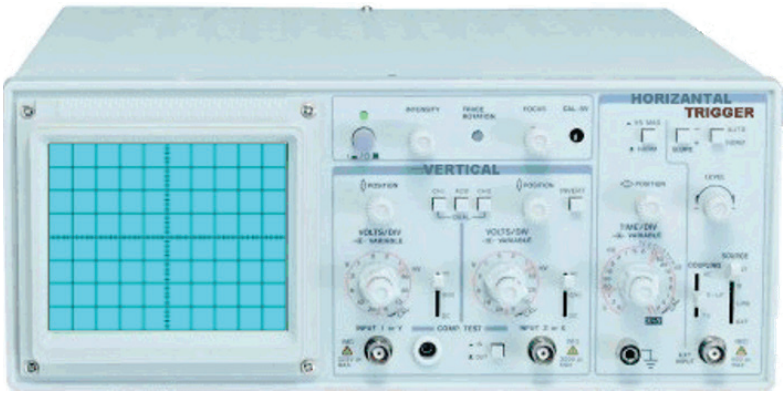
Representation of Visual Difference between DC and AC voltages

الاوسيليسكوب

الجهاز الذي يقيس القيمة العظمى والقيمة المتوسطة هو جهاز راسم الإشارة ويدعى أيضا بجهاز الاوسيلوسكوب، ويمكن توليد إشارات كهربائية مختلفة بواسطة جهاز يدعى جهاز مولد الإشارة .

يعتبر الاوسيليسكوب « راسم الاشارة » من أهم أجهزة قياس واختبار الدوائر الإليكترونية حيث أنه يمكننا من رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدائرة وبالتالي نستطيع اكتشاف إذا كان أي جزء يعمل بطريقة صحيحة أم لا. فا الأوسيليسكوب يمكننا من رؤية صورة الإشارة ومعرفة شكلها فيما إذا كانت جيبيه أو مربعة مثلا.

الشكل التالي يوضح صورة الاوسيليسكوب وقد تختلف الأشكال من جهاز إلى آخر ولكنها جميعاً تحتوي على أزره تحكم متشابهة.



عتبر من أهم أجهزة القياس والاختبار للدوائر الالكترونية وأكثر الأجهزة دقه حيث يمكنه رسم إشارة الدخل والخرج بمنتهى الدقة ويمكن به اختبار مرحلة بالكامل فى ثوانى ويعتبرالقياس الأساسى له والذى يستنتج منه قياسات أخرى هو رسم علاقة بيانية بين الجهد والزمن ومنهما نستطيع استنتاج قيمة الجهد والتردد واهم ما يحدد سعر الأوسليسكوب عرض النطاق الترددى اى (10MHZ - 20MHZ - 40MHZ).

واهم ما يميزه ان به قناتان للقياس اي انه من الممكن ان أراقب إشارتين فى نفس الوقت مثل الدخل والخرج الشاشة البيانية تتكون الشاشة من أقسام (DIVISIONS) وكل قسم منها يكون طوله ١ سم.

ويكون مقسم الى خمس أجزاء وهناك محورين

1. المحور العمودى أو الراسى: وهو يمثل الجهد وينقسم الى ٨ أقسام.
2. المحور الافقى: وهو يمثل الزمن وينقسم الى ١٠ أقسام.

وطبعا فى السيرفس مانيوال لمعظم الأجهزة أصبح هناك رسم يبين خرج كل مرحلة

نشاط:

قم بمساعدة معلم المشغل بتوصيل الاوسليسكوب على مصدر الجهد ٢٢٠ فولت ورسم اشارة الجهد.

أسئلة الوَحدة:

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1 علامَ تحتوي المواد العازلة؟

أ- عدد كبير من الإلكترونات الحرة.
ب- عدد متوسط من الإلكترونات الحرة.
جـ- عدد قليل من الإلكترونات الحرة.
د- عدد عالٍ من النيوترونات الحرة.

2 مِنْ أي المواد يُصنَّف السيلكون؟

أ- المواد العازلة.
ب- المواد الموصلة.
جـ- المواد شبه الموصلة.
د- المواد الموصلة بشكل عالٍ جدّاً.

3 متى تزداد مقاومة الموصل؟

أ- كلما زادت مِساحة مقطعه.
ب – كلما زاد طوله.
جـ- كلما زاد حجم الطبقة العازلة.
د- كلما زاد قُطره.

4 ماذا تعطي البطاريات؟

أ- جهد المتردّد.
ب- جهد المستمر.
جـ- مقاومة.
د- حرارة.

5 ما قيمة البطاريات التي تعمل من خلالها ساعة الحائط؟

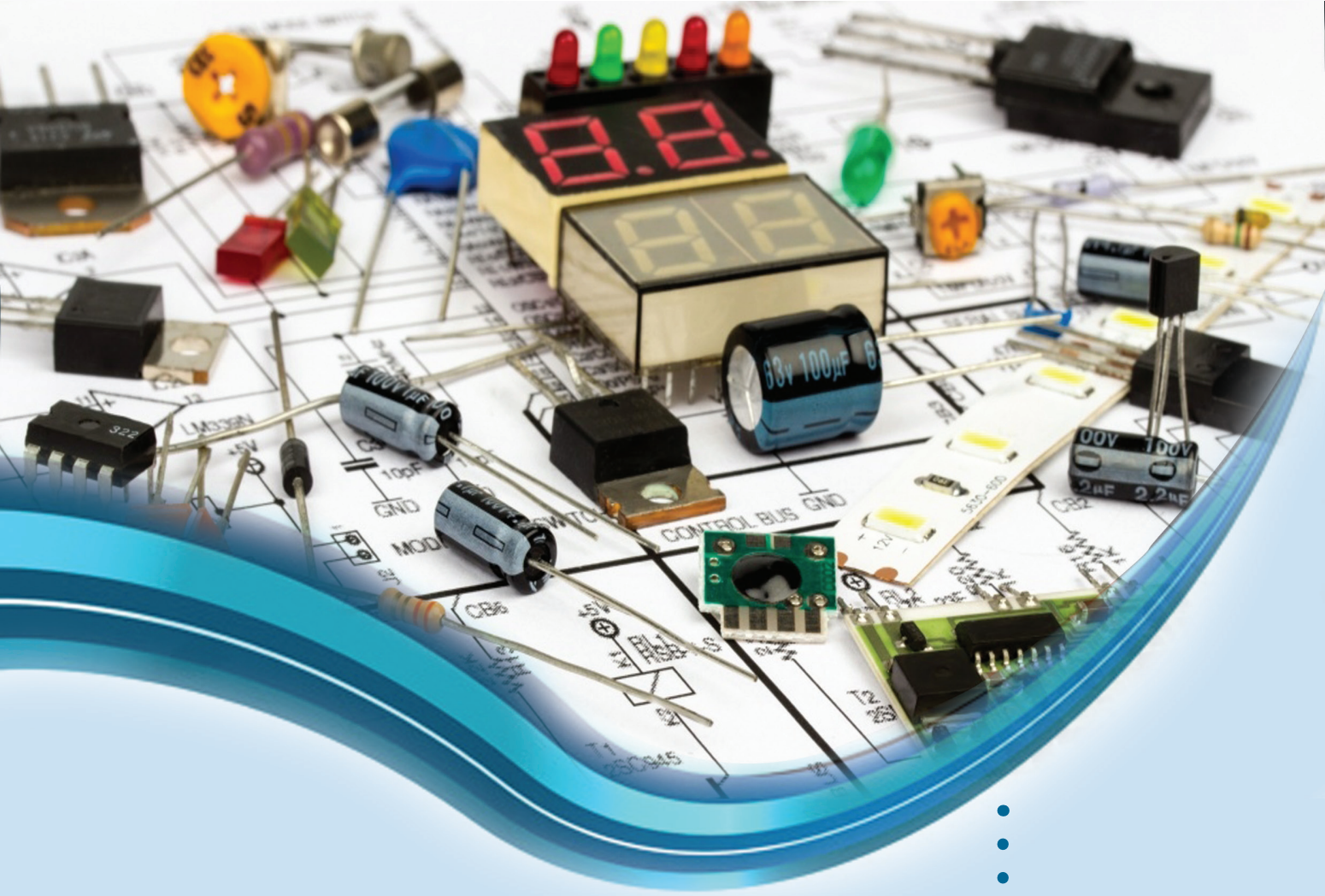
أ- 1,5 فولت.
ب – 2 فولت.
جـ- 5 فولت.
د- 6 فولت.

السؤال الثاني:

- لماذا يتم استخدام الكهرباء المترددة في المنازل بدلاً من استخدام الكهرباء المستمره؟

السؤال الثالث:

- أرسم الشكل الذي يمثل الجهد المتردّد في المنزل 220 فولت، 50 هيرتز خلال 0.05 ثانية.



أناقش: هل قمت ببناء دائرة كهربائية بسيطة سابقاً

الـوَحدة النمطيـة الثالثة

٣

الدائرة الكهربائية وعناصرها

الوَحدة النمطية الثالثة: الدائرة الكهربائية وعناصرها:

يُتوقَّع من الطلبة بعد الانتهاء هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على تصميم دائرة كهربائية، والتعامل مع عناصرها العامة من خلال الآتي:

1. التّعرُّف إلى عناصر الدائرة الكهربائية.
2. التّعرُّف إلى المقاومات الكهربائية.
3. توظيف الملفات والمواسعات في الدوائر الكهربائية.
4. الطاقة الكهربائية والقدرة الكهربائية.
5. المحولات الكهربائية.

الكـفـايـات المـهنـية:

الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة هي:

أولاً- الكفايات الاحترافية:

- القدرة على توظيف البيانات وتحليلها.
- القدرة على تنظيم العمل وترتيبه، وإعادة ترتيب الأدوات بعد الانتهاء من العمل.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- المصداقية في التعامل.
- الاستعداد لتلبية رغبات الزبائن.
- إقناع الزبون بطريقة جيدة.
- استيعاب الزبون، واحترام رأيه.
- القدرة على الاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص.

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

- العمل التعاوني.
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني(استمطار الأفكار).
- البحث العلمي.

قواعد الأمن والسلامة المهنية:

- أرتدي ملابس السلامة المهنية اللازمة، ثمّ ألتزم بما يطلبه منّي المعلّم.

3-1 الموقف التعليمي التعلمي الأول: التّعرُّف إلى عناصر الدائرة الكهربائية:

وصف الموقف التعليمي:

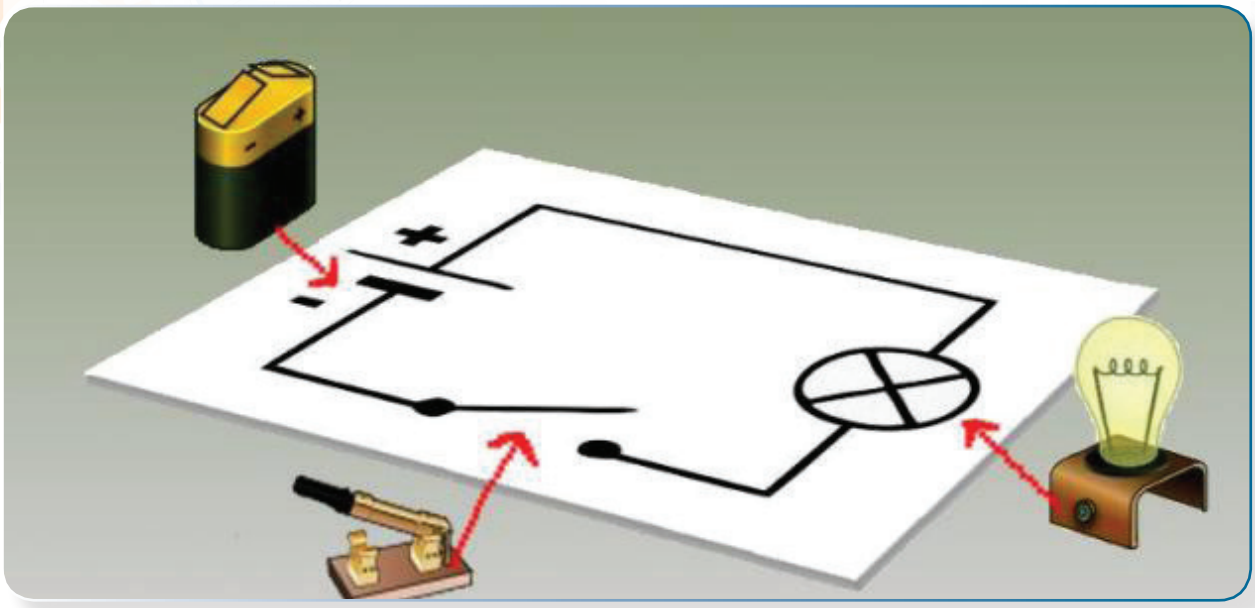
طلب أحد الزبائن من موظف في محل لبيع القطع الكهربائية تحضير المواد اللازمة لبناء دائرة كهربائية لابنه في الصف العاشر الأساسيّ.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن الدائرة الكهربائية البسيطة. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن القطع اللازمة لبناء دائرة كهربائية بسيطة. • أجمع البيانات عن أسعار العِدَد، وتكاليف الدائرة.	•العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالقطع الكهربائية. • كتالوجات ومخططات لدوائر كهربائية
أخطط وأقرر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أعمل عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. • الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين القطع الكهربائية • أركّب الدائرة الكهربائية، وأجمّعها.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية (زراديات، ومفكات، ومنشار لقص قطع خشبية، . إلخ).

أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • أنواع القطع ومواصفاتها. • أعمل الدائرة الكهربائية بالشكل الصحيح.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.
أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالدائرة الكهربائية. • أدوّن البيانات الخاصة بالقطع الكهربائية المستخدمة. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتنفيذ بناء الدائرة، وتسليمها.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• تمييز القطع الكهربائية البسيطة. • التّعرّف إلى أنواع القطع، وكيفية بناء دائرة كهربائية.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- ما التوصيل على التوالي؟
- 2- ما الفرق بين التوالي والتوزاي في التوصيل؟
- 3- ما أقطار الأسلاك التي أعرفها؟



الدائرة الكهربائية:

تُعرّف الدارة الكهربائية البسيطة بأنّها طريق مغلق من الأسلاك الموصلة، يمرّ عبره تيار كهربائي، وتتكون بشكل عام من مصباح، وأسلاك موصلة، وبطارية (مولد للكهرباء)، ومفتاح، ومن الممكن أن تحتوي الدارة على أكثر من مصدر للكهرباء، وعلى أكثر من مصباح، وتدفع فيها البطارية الإلكترونات عبر الأسلاك؛ لإضاءة المصباح.

عناصر الدائرة الكهربائية:

البطارية (مولد الكهرباء): لها قطبان موجب، وسالب، ووظيفتها دفع التيار الكهربائي عبر الأسلاك، ويُرمز لها عند تمثيل الدارة الكهربائية: بخطين أحدهما طويل، ويحمل إشارة (+)، ويمثل القطب الموجب للبطارية، والآخر قصير، ويحمل الإشارة (-)، ويمثل القطب السالب للبطارية.

المصباح: يمثّل الجزء المستقبِل للتيار الكهربائي في الدارة الكهربائية، وهو الذي يتوهج عند إغلاق الدارة، ومرور التيار الكهربائي، ويُرمز له برمز دائرة بداخلها إشارة (×) عند تمثيل الدارة الكهربائية بالرموز.

الأسلاك: هي أسلاك موصلة للكهرباء، تُصنع عادة من مواد موصلة كالنحاس أو الألمنيوم من الداخل، وتُغطَّى من الخارج بمادة عازلة من البلاستيك، والمواد الموصلة للكهرباء هي مواد ذات مقاومة ضعيفة؛ لذلك فهي تسمح للتيار الكهربائي بالمرور عبرها بسهولة، وهي تُستخدم لربط أجزاء الدارة بعضها مع بعض، وهي الوسيلة التي يمر من خلالها التيار من البطارية إلى المصباح ليضيء، ويُرمز لها بخط مستقيم عند تمثيل الدارة الكهربائية بالرموز.

المفتاح: يُستخدم للتحكم بالدارة الكهربائية عن طريق إغلاقها، والسماح للتيار الكهربائي بالمرور عبرها، أو لفتحها، ومنع التيار الكهربائي من المرور عبرها، ويُرمز له بخط مرفوع للأعلى بشكل مائل عند تمثيل الدارة الكهربائية بالرموز.

التوصيل على التوالي والتوازي:

إذا احتوت الدارة الكهربائية البسيطة على أكثر من مصباح واحد، فيمكن توصيل المصابيح فيها بطريقتين، هما:

طريقة التوصيل على التوالي: تصطفّ فيها المصابيح بجانب بعضها بعضاً، ويسري فيها التيار الكهربائي ذاته.

طريقة التوصيل على التوازي: تصطفّ فيها المصابيح فوق بعضها بعضاً، وينقسم التيار الكهربائي فيها إلى جزأين أو أكثر وَفق عدد المصابيح، ويمر الجزء الأول منه في المصباح الأول، والجزء الآخر في المصباح الثاني، وهكذا حسب عدد المصابيح الموصولة على التوازي.

نشاط:

قم بتوصيل مجموعة مكونة من أربعة مصابيح على التوازي، ثم قم بتوصيل مجموعه مكونة من اربعة مصابيح على التوالي وألاحظ الفرق بين بينهما من حيث قوة الإضائة لكل مصباح، ثم قم بقياس كل من التيار والجهد لكل حمل.

3-2 الموقف التعليمي الثاني: التّعرُّف إلى المقاومات الكهربائية:

وصف الموقف التعليمي:

أحضر أحد الزبائن قطعة إلكترونية تحتوي على أحد المقاومات التالفة، وأراد من مهندس الصيانة إصلاحها.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع البيانات عن المقاومات. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية والكهربائية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن أسعار العِدَد، وتكاليف استبدال المقاومة.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالمقاومات الكهربائية. • كتالوجات مقاومات كهربائية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أعمل عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين القطعة الإلكترونية. • أحضر العِدَد اللازمة. • أستبدل المقاومة التالفة.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية. • العِدَد الكهربائية (لحام قصدير). • مقاومات.
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • عمل اللوحة بعد استبدال المقاومة التالفة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالقطعة الإلكترونية. • أدوّن البيانات الخاصة بالمقاومة التالفة. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتسليم العِدَد اليدوية اللازمة. • أتأكّد من أنّ هذه المقاومة هي التي تلزم لإصلاح الخلل.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• التمييز بين أنواع المقاومات الكهربائية المختلفة، وقيمها. • استطاعة الفني استخدام العِدَد اليدوية والكهربائية.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

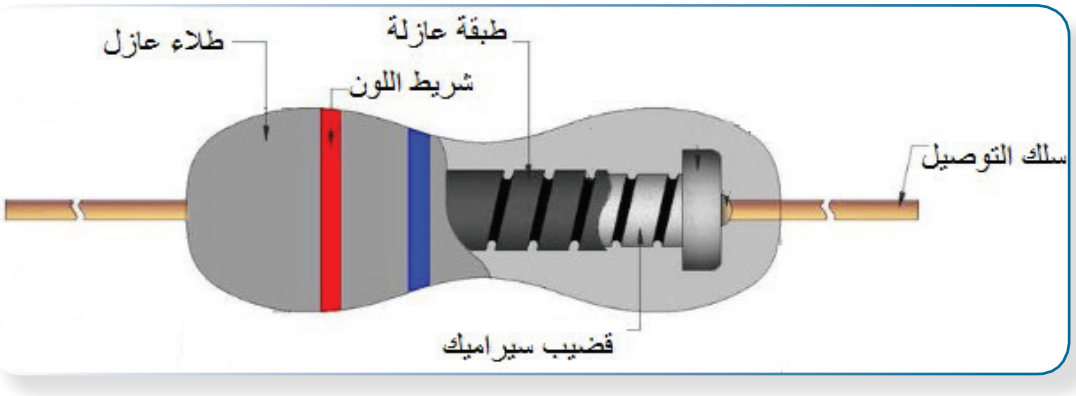
- 1- ما العناصر التي يتم من خلالها الحدّ من قيمة التيار الكهربائي؟
- 2- أناقش كيفية توصيل المقاومات الكهربائية.
- 3- أشرح كيف تُصنَع المقاومات الكهربائية.

المقاومات الكهربائية (Electrical Resistance)

مكونات المقاومة الكهربائية:

تتكون المقاومة الكهربائية من مواد شبة موصلة، تعمل على إعاقة مرور التيار الكهربائي في الدائرة، فتفقد الإلكترونات طاقتها الدافعة (الجهد)، وتتحول معظمها إلى حرارة، وتقاس المقاومة الكهربائية بالأوم (Ω)؛ نسبة إلى العالم الألماني أوم، وهي وَحدة صغيره، تستخدم الوَحَدات الأكبر مثل kΩ،MΩ.

العوامل التي تعتمد عليها مقاومة الموصل:



1. **نوع المادة الموصلة ρ (رو):** تختلف مقاومة الموصل باختلاف نوع المادة المستخدمة في صناعة الموصل، حيث إنّ لكل مادة مقاومة نوعية (رو) خاصة بها، وتتناسب طردياً مع مقاومة الموصل.
2. **مِساحة مقطع الموصل A:** تزيد مقاومة الموصل كلّما قلّت مِساحة مقطعه؛ أي أنّها تتناسب عكسياً مع مقاومة الموصل.
3. **طول الموصل (Ω):** تزيد المقاومة بزيادة طول الموصل؛ أي أنّها تتناسب طردياً مع مقاومة الموصل.
4. **درجة حرارة الموصل:** نلاحظ أنّ زيادة درجة حرارة الموصل للمعادن تعمل على زيادة المقاومة لهذا الموصل، وتقلّ المقاومة عند ارتفاع درجة حرارة السوائل.

طرق توصيل المقاومات:

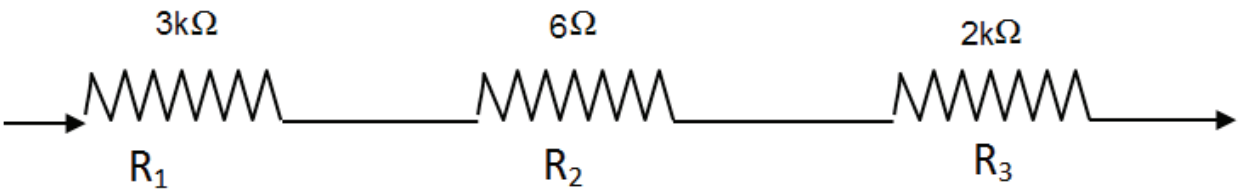
1- توصيل المقاومات على التوالي:

إذا وصل عدد n من المقاومات على التسلسل، فإنّ المقاومة المكافئة تُعطى بالعلاقة:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots . R_n$$

مثال ١:

أجدُ قيمة المقاومة المكافئة في الدائرة أدناه:



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 3\times1000 + 6 + 2\times1000$$

$$R_T = 5006\ \Omega$$

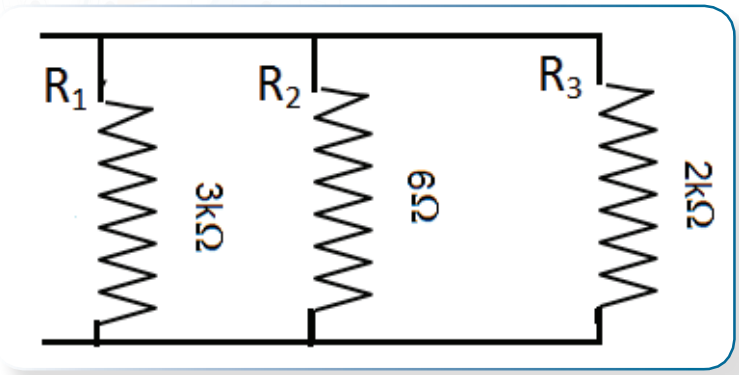
2- توصيل المقاومات على التوازي:

إذا وصل عدد n من المقاومات على التوازي؛ فإنّ المقاومة المكافئة تُعطى بالعلاقة:

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

مثال ٢:

أجدُ قيمة المقاومة المكافئة في الدائرة أدناه:



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

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{3000} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2000}$$

$$\frac{1}{R_T} = 0.1675$$

$$R_T = 5.97\ \Omega$$

مثال ٣:

إذا كان لديك مقاومتين متصلتين على التوازي وكانت قيمة المقاومة الأولى يساوي 200 اوم وقيمة المقاومة الثانية يساوي 1 كيلو أوم ,فما هو قيمة المقاومة الكلية للمقاومتين.

الحل:

أول مرحلة في الحل هي توحيد الوحدات للمقاومات اي تحويل مقياس المقاومتين

المقاومة الاول = 200 اوم

المقاومة الثانية = 1 كيلو اوم = 1000 اوم

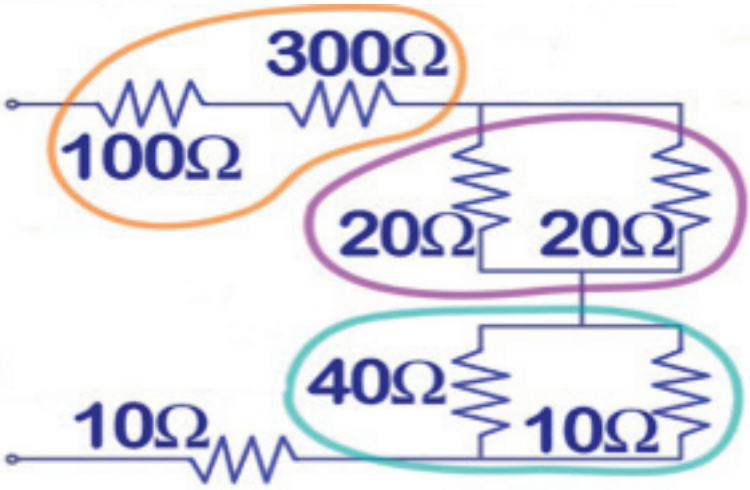
مجموع مقلوب المقاومات = 1/200 + 1/1000 = 0.006

مجموع القيمة الكلية للمقاومتين المتصلة على التوالي يساوي مقلوب مجموع مقلوبات المقاومات

المقاومة الكلية = 1/(مجموع مقلوبات المقاومات) = 1/0.006 = 166.67 أوم

مثال ٤ :

اجد قيمة المقاومة المكافأة في الدائرة ادناه؟



الحل:

R_{T1}(300 Ω,100 Ω) توالي

$R_{T1} = R1 + R2$

$R_{T1} = 300\ \Omega + 100\ \Omega = 400\ \Omega$

R_{T2}(20 Ω,20 Ω) توازي

$$\frac{1}{R_{T2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{T2}} = \frac{1}{20\ \Omega} + \frac{1}{20\ \Omega} = R_{T2} = 10\ \Omega$$

R_{T3}(40 Ω,10 Ω) توازي

$$\frac{1}{R_{T3}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

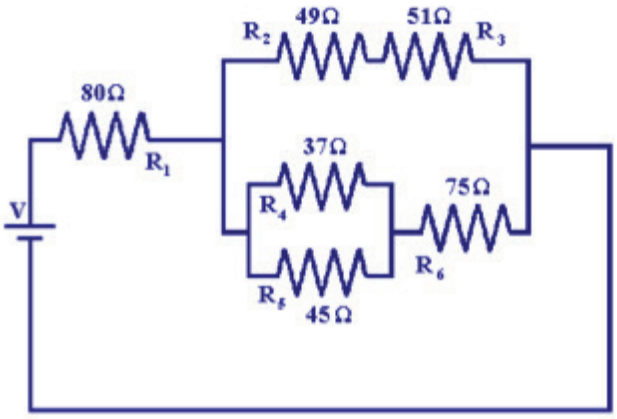
$$\frac{1}{R_{T3}} = \frac{1}{40\ \Omega} + \frac{1}{10\ \Omega} = R_{T3} = 8\ \Omega$$

$R_{T4}(10) = 10\ \Omega$

$Req = R1+R2+R3+R4 = 400\ \Omega + 10\ \Omega + 8\ \Omega + 10\ \Omega = 428\ \Omega$

مثال ٥:

اجد قيمة المقاومة المكافأة في الدائرة ادناه؟



الحل:

R_{T1}(49 Ω,51 Ω) توالي

$R_{T1} = R1 + R2$

$R_{T1} = 49\ \Omega + 51\ \Omega = 100\ \Omega$

R_{T2}(37 Ω,45 Ω) توازي

$$\frac{1}{R_{T2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{T2}} = \frac{1}{37\ \Omega} + \frac{1}{45\ \Omega} = R_{T2} = 20.3\ \Omega$$

R_{T3}(R_{T2},75 Ω) توالي

$R_{T3} = R1 + R2$

$R_{T3} = 20.3\ \Omega + 75\ \Omega = 95.3\ \Omega$

R_{T4}(R_{T1} ، R_{T3}) توازي

$$\frac{1}{R_{T4}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{T4}} = \frac{1}{100\ \Omega} + \frac{1}{95.3\ \Omega} = R_{T4} = 48.79\ \Omega$$

R_{eq}(R_{T4}، 80 Ω) توالي

$R_{T3} = R1 + R2$

$R_{T4} = 48.79\ \Omega + 80\ \Omega = 128.79\ \Omega$

3-3 الموقف التعليمي الأول: توظيف الملفات والمواسعات في الدوائر الكهربائية:

وصف الموقف التعليمي:

طلب مدير الصيانة في شركة تصليح أجهزة إلكترونية من موظف لديه، أن يقوم بحساب قيمة المواسعات والملفات الموجودة في لوحة إلكترونية لمصعد، واستبدال التالف منها.

العمل الكامل:

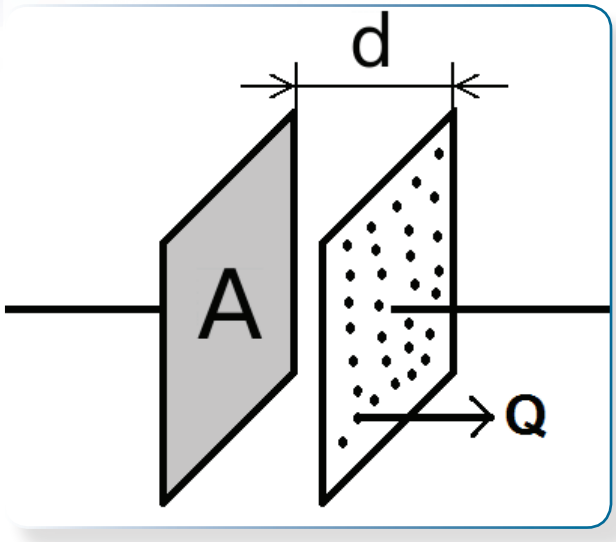
خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن الدائرة الكهربائية. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن القطع المواسعات والملفات. • أجمع البيانات عن أسعار العِدَد، وتكاليف القطع.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالقطع الكهربائية. • كتالوجات ومخططات لدوائر كهربائية. • مواقع تعليمية عن المواسعات والملفات، وطرق حسابهما.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. • الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين القطع الكهربائية • أستبدل الملفات والمواسعات التالفة.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية (زراديات، ومفكات، ... إلخ). • المواسعات، والملفات.

أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • أنواع القطع ومواصفاتها. • عمل اللوحة الكهربائية بالشكل الصحيح.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.
أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالدائرة الكهربائية. • أدوّن البيانات الخاصة بالقطع الكهربائية المستخدمة. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لإصلاح الدائرة، وتسليمها.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوِّم	• تمييز القطع الكهربائية البسيطة. • التّعرّف إلى أنواع القطع، وكيفية إصلاح دائرة كهربائية.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- ما العناصر التي يتم من خلالها تخزين الطاقة على شكل شحنات كهربائية؟
- 2- أناقش كيفية توصيل الملفات الكهربائية.
- 3- أشرح كيفية صناعة الملف الكهربائي.

المكثّفات الكهربائية (Electrical Capacitor)

مكونات المكثّف:



يتكون المكثّف من لوحين معدنيين، مساحة كلّ منهما =A، وتفصل بينهما مادة عازلة، فالمِساحة بين اللوحين تساوي (d)، وتكون هذه المادة إمّا من الهواء، أو الورق المشبع بالزيت، أو من مواد بلاستيكية.

ويوصل كل طرف من أطراف المكثّف مع مصدر كهربائي، يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية.

السَّعة الكهربائية للمكثّف:

هي خاصية تحدّد مقدار الشحنة الكهربائية التي يستطيع أن يخزنها المكثّف عند وصله مع مصدر جهد.

$$C = \frac{Q}{V} \qquad (1)$$

(F) سعة المكثّف بالفاراد: **C**

(Q) شحنة المكثّف (كولون).

: فرق الجهد لمصدر الكهرباء (فولت) **V**

إن قيمة الفاراد هي قيمة كبيرة جداً، وغير موجودة عملياً؛ لذلك تستعمل في التطبيقات أجزاء من الفاراد:

ميكروفاراد= 10^{-6}

نانو فاراد= 10^{-6}

شحنة المكثّف: القيمة المطلقة لشحنة أحد لوحَي المكثّف.

الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثّف: W_C

يُخزِّن المكثّف الطاقة الكهربائية، وتتناسب الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثّف طرداً مع حاصل جذر قيمة السَّعة، ومربع قيمة فرق الجهد بين طرفَي المكثّف، وتُعطى بالمعادلة الآتية:

$$W_C = \frac{1}{2} CV^2 \quad \cdots\cdots (1)$$

W_C = قيمة الطاقة المختزنة، وتقاس بالجول.

C = السَّعة، وتقاس بالفاراد.

V = الجهد على طرفَي المكثّف، وتقاس بالفولت.

طرق توصيل المكثّفات:

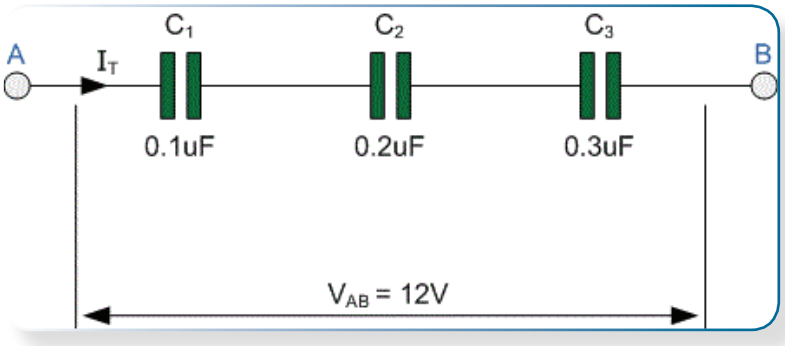
1- توصيل المكثّفات على التوالي:

إذا وصل عدد n من المكثّفات على التسلسل، فإنّ السَّعة المكافئة تُعطى بالعلاقة:

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

مثال ١:

أجدُ قيمة السَّعة المكافئة في الدائرة أدناه:



الحل:

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

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{1\times10^{-6}} + \frac{1}{2\times10^{-6}} + \frac{1}{3\times10^{-6}}$$

$$C_T = 1.667\times10^{-7}\ F$$

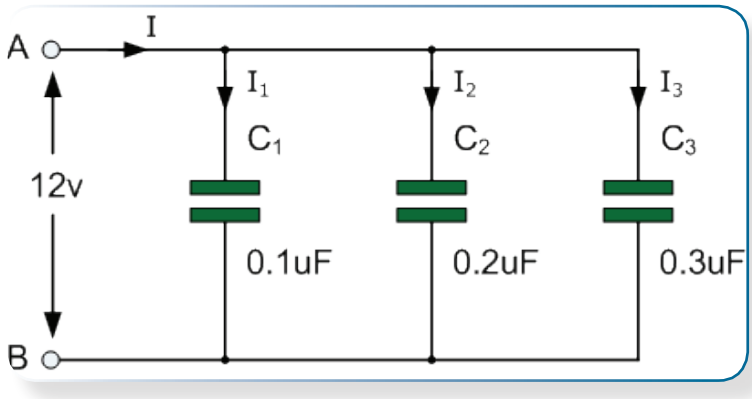
2- توصيل المكثّفات على التوازي:

إذا وصل عدد n من المكثّفات على التوازي، فإنّ السَّعة المكافئة تُعطى بالعلاقة:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots C_n$$

مثال ٢:

أجدُ قيمة السَّعة المكافئة في الدائرة المجاورة:



الحل:

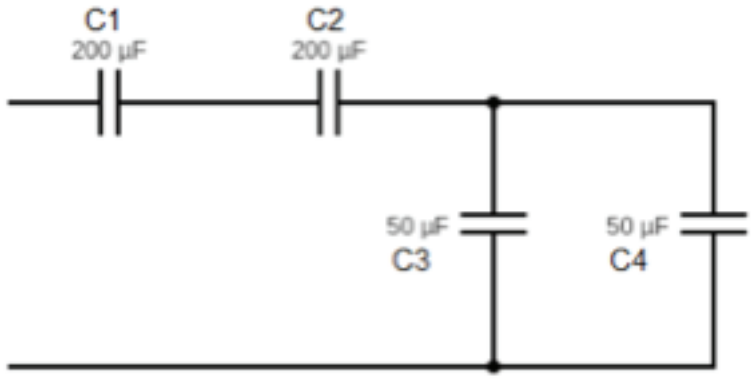
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_T = 1\times10^{-6} + 2\times10^{-6} + 3\times10^{-6}$$

$$C_T = 6\times10^{-7}\ F$$

مثال ٣:

إحسب المواسعة المكافئة في الدائرة التالية؟



الحل:

$$C_{T1} = C3 + C4$$

$$C_{T1} = 50 + 50 = 100\ \mu F$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{T1}} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3}{100}$$

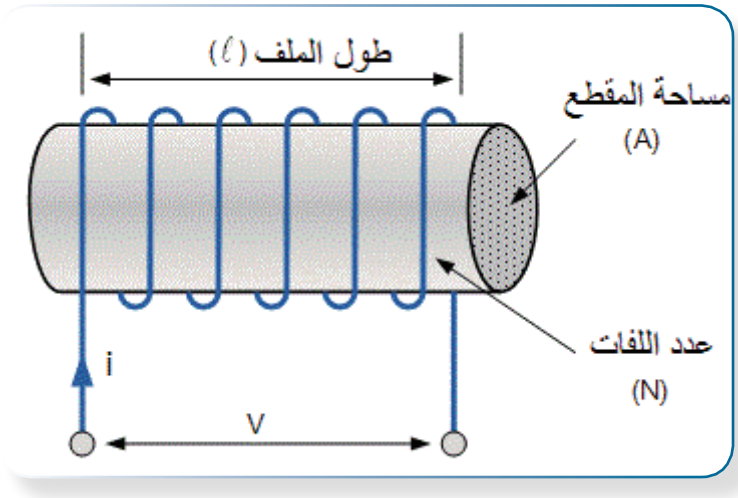
$$C_{eq} = \frac{100}{3}$$

$$C_{eq} = 33.33\ \mu F$$

الملفات الكهربائية (Electrical Capacitor)

مكونات الملف:

هو سلك كهربائي معزول، ملفوف على قَلب هوائي، أو حديدي، أو فيريت (برادة الحديد)، وعندما يمر تيار كهربائي في السلك يتولد مجال مغناطيسي حول الملف، وتتناسب شدته مع شدة التيار الكهربائي المارّ في الملف، وهكذا، فإنّ الملف يعمل على تحويل القدرة الكهربائية إلى قدرة مغناطيسية يختزنها داخل المجال المغناطيسي المحيط بالملف.



طرق توصيل الملفات:

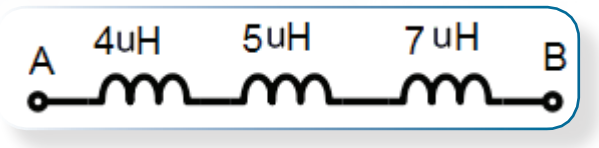
1 توصيل الملفات على التوالي:

إذا وصل عدد n من الملفات على التسلسل، فإنّ السَّعة المكافئة تُعطى بالعلاقة:

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \dots L_n$$

مثال ١:

أجد قيمة المحاثة المكافئة في الدائرة أدناه:



الحل:

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3$$

$$L_T = 4\times10^{-6} + 5\times10^{-6} + 7\times10^{-6}$$

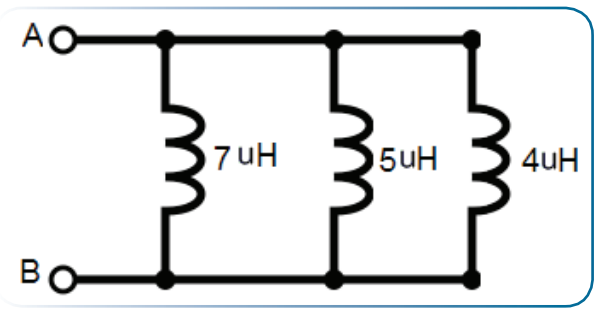
$$L_T = 16\times10^{-6}\ H$$

2 توصيل الملفات على التوازي:

إذا وصل عدد n من الملفات على التوازي، فإنّ المحاثة المكافئة تُعطى بالعلاقة:

مثال ٢:

أجد قيمة المحاثة المكافئة في الدائرة أدناه:



الحل:

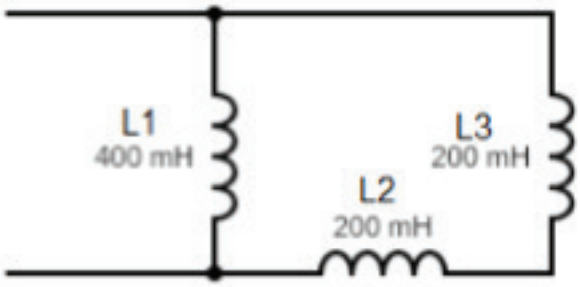
$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{7\times10^{-6}} + \frac{1}{5\times10^{-6}} + \frac{1}{4\times10^{-6}}$$

$$L_T = 6.25\times10^{-8}\ H$$

مثال ٣:

أجد قيمة المحاثة المكافئة في الدائرة أدناه:



الحل:

$L_{T1} = L2 + L3$

$L_{T1} = 200 + 200 = 400mH$

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_{T1}} + \frac{1}{L_1}$$

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{400} + \frac{1}{400}$$

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{2}{400}$$

$$L_{eq} = \frac{400}{2}$$

$L_{eq} = 200mH$

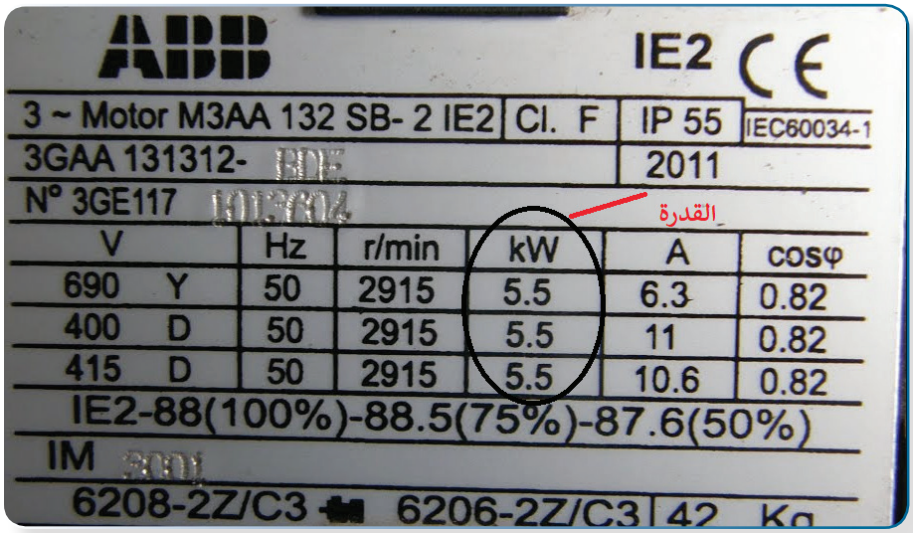
3-4 الموقف التعليمي التعلمي الرابع: الطاقة الكهربائية والقدرة الكهربائية:

طلب مدير إحدى شركات المصاعد من المهندس تحديد قدرة محرّك المصعد، واللوحات، والأجهزة الكهربائية اللازم تركيبها في إحدى الورش، بعد أن عاين كلَّ الشروط الموجودة من حيث الأحمال، والارتفاع.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن الطاقة الكهربائية والقدرة الكهربائية. • أجمع البيانات عن محرّكات المصاعد واللوحات الكهربائية. • أجمع البيانات عن الأحمال الكهربائية الخاصة بالعمارة.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالطاقة الكهربائية والقدرة الكهربائية. • كتالوجات محرّكات مصاعد.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أعمل عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين المحرّك • إجراء الحسابات الخاصة بالأحمال الكهربائية.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • آلة حاسبة. • جهاز ملتيميتر.
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • قيمة الأحمال الكهربائية.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالمحرّكات الخاصة بالمصاعد. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتسليم جدول يبيّن كمية الأحمال. • أتأكّد من أنّ الأحمال في الجدول هي التي ستكون موجودة.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوِّم	• التمييز بين الطاقة الكهربائية والقدرة الكهربائية • استطاعة الزبون معرفة الأحمال الموجودة في المبنى.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.



- 1- أكتب تعريفاً مناسباً للكهرباء.
- 2- أوضّح آلية انتقال الطاقة من المصدر إلى المستهلك.
- 3- في أحد المنازل، يوجد عدّة أجهزة كهربائية: (ثلاجة 2000 واط، وغسالة 1500 واط، ومصباح، عدد 5، بقدرة 50 واط لكلّ واحد)، أحسب القدرة الكلية للمنزل؟
- 4- كم تكافيء قدرة محرّك 3 كيلو واط من حيث عدد الأحصنة؟

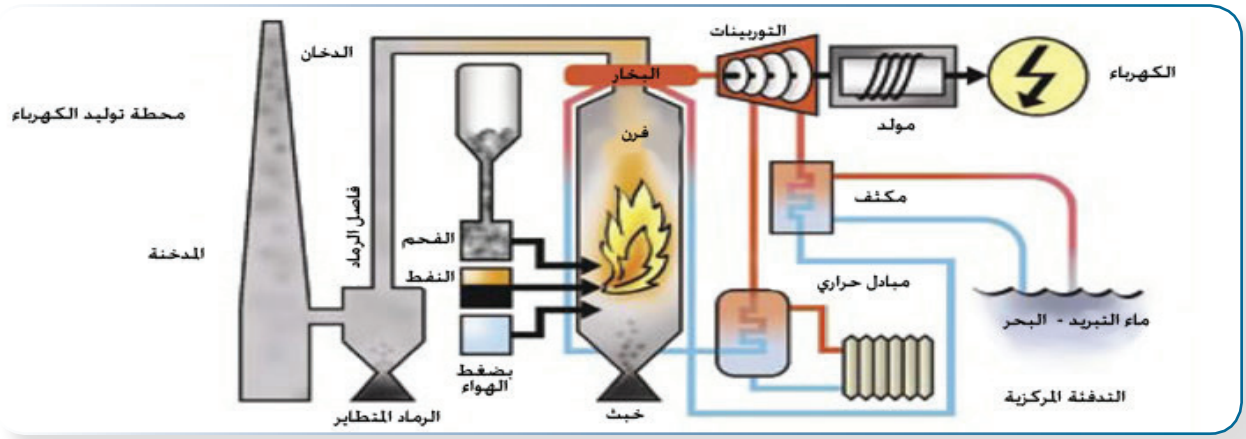
نشاط:

أكتب تقريراً يفرّق بين وَحدة القدرة بالواط، وبالحصان.

الكهرباء هي أحد أشكال الطاقة، وكما هو معروف فإنّ الطاقة لا تُفنى ولا تُستحدث، وإنّما تتحول من شكل إلى آخر. ويمكن إنتاج الطاقة الكهربائية بتحويل مختلِف أشكال الطاقة الميكانيكية، والكيميائية، والضوئية، والحرارية إلى طاقة كهربائية، كما تُستخدم الأجهزة الكهربائية لتحويل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة المفيدة، مثل الطاقة الحرارية، والضوئية، والميكانيكية، والكيميائية.

توليد الكهرباء:

في عام ١٨٣١م، اكتشف العالم مايكل فاراداي أنه عندما يتم تحريك مغناطيس داخل ملف من الأسلاك، يتدفق تيار كهربائي في السلك؛ ما أدى إلى اكتشاف المولد الكهربائي، وهو جهاز يحوّل أشكال الطاقة المختلفة إلى طاقة كهربائية، وتعمل المولدات بسبب العلاقة بين المغناطيس والكهرباء، وتُنتج المولدات التي تحوّل الطاقة الحركية (الميكانيكية) إلى طاقة كهربائية معظم الطاقة الكهربيائية التي نستخدمها في حياتنا، ومن أهم طرق إنتاج الطاقة الكهربائية الغاز الطبيعي، والانشطار النووي، والكهرومائي، والرياح، والإشعاع الشمسي..إلخ، وفي الشكل الآتي أحد أهم طرق توليد الطاقة الكهربائية:



القدرة الكهربائية:

القدرة الكهربائية أو ما يعرف بالاستطاعة الكهربائية: هي معدل الطاقة التي يستهلكها العنصر في الدائرة الكهربائية خلال الثانية الواحدة، وتقاس بالواط، وهي تساوي ١ جول لكل ١ ثانية. ويمكن الحصول على مقدار القدرة الكهربائية بضرب

مقدار التيار المقاس بوحدة الأمبير في مقدار فرق الجهد الكهربائي حول العنصر (المقاومة) المقاس بوَحدة الفولت، أو بضرب مربع قيمة التيار في قيمة المقاومة، أو بقسمة مربع فرق الجهد الكهربائي على قيمة المقاومة، فكلّ هذه المعادلات مشتقة من المعادلة الأولى: فرق الجهد الكهربائي مضروباً في مقدار التيار الكهربائي.

وفيما يأتي توضيح رمزي لهذه المعادلات:

القدرة الكهربائية = الجهد الكهربائي × التيار الكهربائي.

$P=V*I$

ويشار إليها بالرموز الآتية:

القدرة (واط) =P

الجهد (فولت) =V

التيار (أمبير) =I

أمثلة على حساب القدرة الكهربائية:

مثال ١:

سخّان كهربائيٌ يعمل على فرق جهد مقداره ٢٤٠ فولت، ويسحب تياراً مقداره ١٠ أمبيرات، أحسب قدرة السخّان.

القدرة الكهربائية = الجهد الكهربائي × التيار الكهربائي.

القدرة =١٠×٢٤٠=٢٤٠٠ واط.

مثال ٢:

مصباح كهربائي يعمل على جهد مقداره ١٢٠ فولت، ومقاومته ١٩٢ أوم، أحسب قدرة المصباح عند تشغيله.

القدرة الكهربائية = مربع الجهد ÷ المقاومة.

القدرة= (١٢٠)٢ ÷ ١٩٢ =١٤٤٠٠ ÷ ١٩٢ =٧٥ واط.

مثال ٣:

جهاز كهربائي يعمل على تيار كهربائي مقداره ٥ أمبير، ومقاومته ١٢٠ أوم، أحسب قدرة الجهاز عند تشغيله.

القدرة الكهربائية = مربع التيار الكهربائي × المقاومة = ٢٥×١٢٠ =٣٠٠٠ واط.

مثال ٤ :

فرن كهربائي قدرته 5 كيلو واط , ويعمل على جهد مقداره 220 فولت , إحسب شدة التيار الذي يسحبه الفرن؟

الحل:

القدرة = 5 كيلو واط = 5000 واط

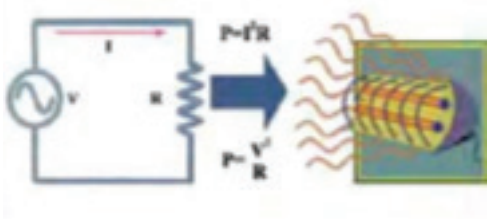
الجهد = 220 فولت

$$\text{التيار} = \frac{\text{القدرة}}{\text{الجهد}}$$

$$\text{التيار} = \frac{5000}{220} = 22.7 \text{ أمبير}$$

تبدد القدرة الكهربائية بشكل حرارة في المقاومات والمواصلات والعناصر الالكترونية الأخرى ، وفي بعض الأحيان تكون هذه الحراره مفيدة كما في المدفأة والفرن الكهربائي ، وتكون غير مفيدة وهدر للطاقة الكهربائية كما في العناصر الالكترونية والمحولات والمحركات.

ويمكن دمج قانون اوم $V=I\times R$ وقانون القدرة الأساسي $P=I\times V$ لايجاد علاقة تعبر عن القدرة المبددة في المقاومة بشكل مباشر , وهناك شكلين لهذه العلاقة :



1. القدرة بدلالة التيار والمقاومة:

القدرة = مربع التيار × المقاومة

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

2. القدرة بدلالة الجهد والمقاومة:

القدرة = مربع الجهد ÷ المقاومة

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

مثال ٥:

مصباح كهربائي مقاومته 484 اوم وجهده 220 فولت، أحسب قدرته؟

الحل:

المقاومة = 484 اوم

الجهد = 220 فولت

القدرة = مربع الجهد ÷ المقاومة

القدرة = (220 × 220) ÷ 484 =100 واط

القدرة بالحصان (Horse Power)

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

الطاقة الكهربائية المستهلكة

تحسب الطاقة الكهربائية المستهلكة بمعرفة قدرة الأجهزة الكهربائية، وزمن استخدامها، حيث أن:

الطاقة = القدرة × الزمن

حيث تقاس الطاقة بالكيلو واط . ساعة (KWH) والقدرة بالكيلو واط والزمن بالساعة

وتحتوي لوحة التوزيع الرئيسية على عداد يعمل على حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة والتي يحاسب بناءً عليها المستهلك، الاحظ الشكل المجاور

وتعد أجهزة التسخين والتدفئة وتكييف الهواء من أكثر الأجهزة استهلاكاً للطاقة الكهربائية.

مثال ٦:

مدفأة قدرتها 2 كيلو واط، وتعمل لمدة 8 ساعات إحسب تكاليف الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال هذه الفتره علماً ان سعر الكيلو واط .ساعة (30) فلساً.

الحل:

قدرة المدفأة = 2 كيلو واط

زمن العمل = 8 ساعات

سعر الكيلو واط. ساعة = 30 فلس

الطاقة المستهلكة = ؟

تكاليف الإستهلاك = ؟

الطاقة المستهلكة = القدرة × الزمن

الطاقة المستهلكة = 2 × 8 = 16 كيلو واط . ساعة

تكاليف الإستهلاك = الطاقة المستهلكة × سعر الكيلو واط . ساعة

= 16 × 30 = 480 فلساً

3-5 الموقف التعليمي التعلمي الخامس: المحولات الكهربائية:

حدث خلل في إحدى لوحات المصعد، حيث فصل مصدر التغذية عن بعض القطع الإلكترونية داخل اللوحة، وبناء على ذلك، طلب المهندس من الفنّي فحص محول خفض الجهد الموجود داخل اللوحة.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن المحولات الكهربائية (أنواعها، وطريقة فحصها، وتشغيلها). • أجمع البيانات عن اللوحات الخاصة بالمصاعد. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية والكهربائية اللازمة لإنجاز العمل.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالمحولات الكهربائية. • كتالوجات عدد يدوية وكهربائية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • تحديد المحولات اللازمة منها • أكتب جدولاً زمنياً.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين اللوحة • أفحص المحولات. • أستبدل المحولات التالفة.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • المحولات • ساعة الفحص (ملتيميتر).
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • عمل اللوحة من خلال تشغيلها.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة باللوحة الإلكترونية. •أدوّن البيانات الخاصة بالمحول. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لتسليم اللوحة الإلكترونية.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• أميّز بين أنواع المحولات المختلفة. • أعمل ملفاً للّوحة بالخلل السابق. • أقارن بين عمل اللوحة سابقاً وحالياً.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

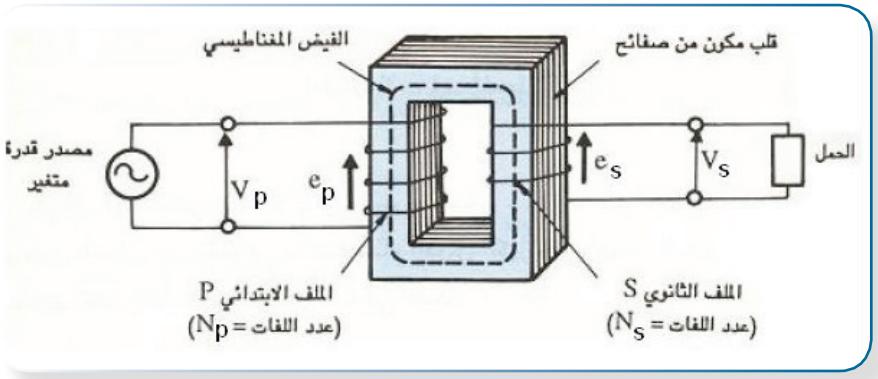
- 1- ما الفائدة من تركيب المحولات الكهربائية في معظم اللوحات؟
- 2- أوضّح مبدأ عمل المحولات الكهربائية.
- 3- أفرّق بين المحول الخافض للجهد، والمحول الرافع له.
- 4- ما المقصود بنسبة تحويل الجهد؟ وما أهميتها؟
- 5- ما الموصفات المهمّة لمحول أحادي الطور عند الشراء؟

تحتل المحولات الكهربائية مكانة كبيرة في عالم الكهرباء والصناعة؛ إذ لا يكاد يخلو جهاز يحتوي على مصدر طاقة كهربائية منها، بُدئ من جهاز التلفاز المنزلي، وأجهزة الحاسوب، وانتهاءً بالمحولات التي تغذي المصانع، هذا بالإضافة إلى دورها الكبير في نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها من محطات التوليد إلى المستهلك.

مبدأ عمل المحوّل الكهربائي ومكوناته واستخداماته:

يعتمد المحوّل الكهربائي على الحث الكهرومغناطيسي المتبادل بين الملفات (اعتماداً على قانون فارادى)، ويُعَدّ المحوّل الكهربائي محرّكاً ساكناً، ويُستخدم في رفع الجهد، أو خفضه، مع ثبات التردد في أجهزة التحكم، والاتصال، والقياس، ونقل الطاقة الكهربائية.

يتكون المحوّل الكهربائي أحادي الطور من ملفين رئيسين، هما: الملف الابتدائي (**primary**)، والملف الثانوي (**secondary**)، كما هو مبين في الشكل (1)، ويتم لفّ الملفين الابتدائي، والثانوي على قلب حديدي واحد؛ ليشكلا الممر الجيد لخطوط المجال المغناطيسي اللازم لربط الملف الابتدائي بالملف الثانوي ربطاً مغناطيسياً، وليس ربطاً كهربائياً، حيث إنّه لا يوجد هناك اتصال فيزيائي بين الملفين، وإنّما تنتقل الطاقة الكهربائية من مصدر الجهد عبر الملف الابتدائي إلى الملف الثانوي، من خلال خطوط المجال المغناطيسي الذي يلعب القلب الحديدي دوراً مهماً في تجميعها، والمكوّن من شرائح من الحديد، معزولة عن بعضها بعضاً، ومضغوطة جيداً، ومثبتة بشكل محكم.



فإذا ما وصل طرفا الملف الابتدائي للمحوّل الكهربائي أحادي الطور مع مصدر جهد متردد ()، فإنّ المجال المغناطيسي المتغير الناتج من مرور التيار المتغير في الملف الابتدائي سيقطع الملف الثانوي كلياً، أو جزئياً؛ ما يسبّب توليد جهد متناوب (قوة دافعة كهربائية) بين طرفَي الملف الثانوي، مقداره ()، حيث تتناسب قيمة القوة الدافعة الكهربائية (e) المتولدة في أيّ من الملفين طردياً مع التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة للزمن (وَفق قانون فارادى)، وهذا يؤدي إلى سريان تيار كهربائي في الحمل الكهربائي المتصل بين طرفَي الملف الثانوي، وتزداد شدته مع ازدياد قيمة التيار وَفق قانون أمبير، وازدياد عدد اللفات.

ويُعطى قانون فارادى بالعلاقة الآتية:

$$e = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

حيث إنّ:

e: القوة الدافعة الكهربائية (العكسية) المتولدة على أطراف الملفات، وتُعطى بوَحدة الفولت.

N: عدد لفات الملف، ويُعطى بوَحدة لفة.

$\Delta \Phi$: التغير في مقدار التدفق المغناطيسي، ووحدته وبر.

Δt: التغير في الزمن، ووحدته ثانية.

وحيث إنّ القوة الدافعة الكهربائية الحثية (e) المتولدة في ملفات الثانوي تعكس اتجاهها عندما يتحول التغير الحادث في الفيض المغناطيسي من الازدياد إلى النقصان (وَفق **قانون لنز**) الذي ينص على أنّ القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة تكون في اتجاه يمنع التغير في التدفق المغناطيسي الأصلي المسبِّب لها، لذلك يجب إضافة الإشارة السالبة في المعادلة السابقة، التي يمكن إعادة كتابتها، بالأخذ بعين الاعتبار قانون لنز كما يأتي:

$$e = - N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

من المعادلة السابقة، يتبين أنّ المحوّل الكهربائي لا يعمل على الجهد المستمر؛ لأنّ التيار المستمر يُنتِج جهداً ثابت القيمة، وبالتالي لا ينتج مجالاً مغناطيسياً متغيراً، الذي يمثّل الشرط الأساسي لتوليد التيار الكهربائي التاثيري، ويُعبَّر عنه بالمصطلح **(الحركة النسبية)**.

ويُعطى المحوّل أحادي الطور، وثلاثي الطور الرمز الكهربائي المبين في الشكل (2) الآتي:

1-2 سعة المحوّل الكهربائي والتيارات والجهود التشغيلية:

تُصمَّم المحوّلات، وتصنع وَفق الحاجة، بحيث تكون قدراتها التحويلية متناسبة مع الأحمال المتصلة بها، وتُعطى سَعة المحوّل الرمز **(S)**، وتساوي حاصل ضرب التيار في الجهد.

ويمكن إيجاد التيار الكهربائي الذي يمرّ في دارة الابتدائي أو الثانوي من المعادلة الآتية:

في حالة محوّلات الطور الواحد يُعطى تيار الطور بالعلاقة:

$$I\ ph = \frac{S}{V\ ph}$$

وفي حالة محوّلات ثلاثية الطور، فإنّ تيار الخط يُعطى بالعلاقة:

$$I_{L} = \frac{S}{(\sqrt{3}\ VL)}$$

وتقاس السَّعة بوَحدة الفولت أمبير (VA)، إذا كانت سَعة المحوّلات صغيرة، أو وَحدة الكيلو فولت أمبير (kVA) للمحوّلات المتوسطة السَّعة، بينما تُعطى سَعة المحوّلات كبيرة الحجم، والمستعملة في محطات التوليد، ومحطات التحويل الرئيسة، أو تلك المستخدمة في التوزيع، بوَحدة الميجا فولت أمبير (MVA)، وغالباً ما تكون هذه المحوّلات ثلاثية الطور.

ويمكن ذكر اسم المحوّل بدلالة سَعته؛ فنقول محوّل (**45 MVA**)، أو محوّل(**1000 kVA**). وتُحدَّد سَعة المحوّلات بقيم قياسية عالمية متعارف عليها، وموثّقة في القياسات العالمية، مثل: IEC العالمية، و BS البريطانية، و ANSI الأمريكية، وتُكتب سَعة المحوّل على اللوحة الاسمية له (Name plate)، كما يتم في العادة ذكر الجهد المقرر للملفات، وجهد الدارة المفتوحة (Open Circuit Voltage)، وهي جهد المحوّل عندما تكون الأحمال على ملفه الثانوي تساوي صفراً؛ أي جهد اللاحمل، وتكتب على اللوحة الاسمية قيمة الجهد بين الطور والحيادي () في حالة المحوّلات أحادية الطور، ويُسمّى جهد الطور (Phase Voltage)، بينما يُكتب الجهد بين أيّ طورين في حالة المحوّلات ثلاثية الطور، ويُسمّى جهد الخط ((Line Voltage)، ويتم توضيح نوع توصيلة الملفين الابتدائي والثانوي في حالة المحوّلات ثلاثية الطور، مثل (Y–Y)، و(نجمة – نجمة)، و (Δ – Y)، و(نجمة – مثلث)، وهكذا.

المفاقيد في المحوّلات الكهربائية:

يُعَدّ المحوّل الكهربائي ذا كفاءة عالية مقارنة بالمحرّك الكهربائي، حيث تصل كفاءة بعضها إلى حوالي **(99%)**، بينما قد تصل كفاءة المحرّك إلى حوالي **(80%)**. ففي حالة المحوّل المثالي، تكون العلاقة الآتية صحيحة:

القدرة الكهربائية الداخلة للمحوّل = القدرة الكهربائية الخارجة منها.

في حالة المحوّل المثالي = $P_{out} = P_{in}$

حيث إنّ:

Pin: القدرة الكهربائية الداخلة للمحوّل بالواط.

Pout: القدرة الكهربائية الخارجة بالواط.

$$P_{out} = n * S * \cos\theta$$

حيث إنّ:

$\cos\theta$: معامل قدرة الحمل. **n**: نسبة تحميل المحوّل.

إلا أنّ الواقع يدل بشكل قاطع على أنّ هناك خسائر تلحق بالقدرة التي تُعطى للمحوّل، تتمثل في نوعين من الخسائر، هما:

١- الخسائر الثابتة (الخسائر الحديدية):

هي الخسائر التي تنشأ في القلب الحديدي للمحوّل؛ نتيجة مقاومة دارة الحديد؛ بسبب سريان التيارات الإعصارية فيها.

٢- الخسائر المتغيرة (الخسائر النحاسية):

وهي الخسائر التي تنشأ في ملفات المحوّل الابتدائية والنحاسية؛ نتيجة المقاومة المادية للأسلاك، وتتناسب طردياً مع مربع التيار المارّ في كلّ منها.

ويمكن كتابة العلاقة السابقة للمحوّل الواقعي كما يأتي:

القدرة الكهربائية الداخلة للمحوّل = القدرة الكهربائية الخارجة منها + مجموع الخسائر

$$P_{in} = P_{out} + Plosess$$

حيث إنّ: Plosess **مجموع الخسائر.**

مجموع الخسائر = الخسائر الحديدية + الخسائر النحاسية.

كفاءة المحوّل: هي النسبة بين القدرة الخارجية للمحوّل، والقدرة الداخلة له.

القدرة الكهربائية الداخلة للمحوّل = القدرة الكهربائية الخارجة منها.

$P_{in} = P_{out}$ **في حالة المحوّل المثالي.**

حيث إنّ:

Pin القدرة الكهربائية الداخلة للمحوّل بالواط.

Pout: القدرة الكهربائية الخارجة بالواط.

$$P_{out} = n * S * \cos\theta$$

حيث إنّ:

$\cos\theta$: معامل قدرة الحمل. **n**: نسبة تحميل المحوّل.

وتُعطى كفاءة المحوّل الكهربائي بالعلاقة الآتية:

$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} * 100\%$$

تصنيفات المحوّلات الكهربائية:

تُصنَّف المحوّلات الكهربائية إلى نوعين، هما:

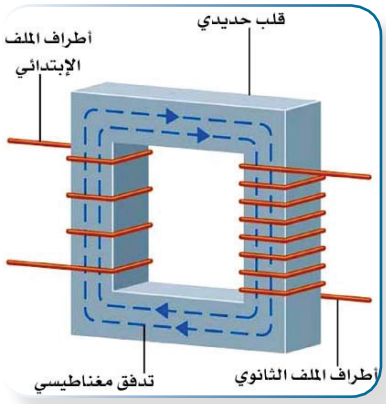
1. محوّلات أحادية الطور.
2. محوّلات ثلاثية الطور.

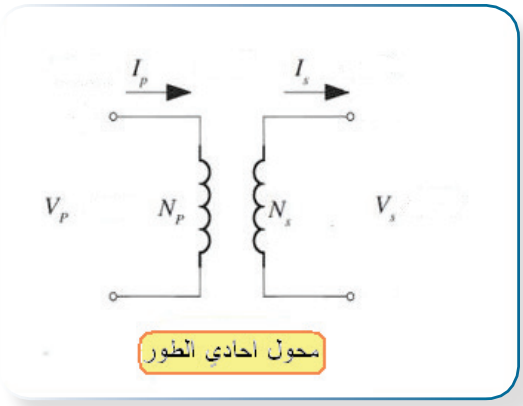
ويمكن تقسيم المحوّلات الكهربائية إلى ما يأتي:

1. محوّلات عادية.
2. محوّلات ذاتية.
3. محوّلات ذات استخدامات خاصة.

1-5-1 المحوّل العادي:

يبيّن الشكل (4) أطراف محوّل كهربائي أحادي الطور، وطريقة تمثيله، ويتم ربط المصدر الكهربائي بطرفَي الملف الابتدائي للمحوّل، وبالمقابل يُربَط الحمل الكهربائي بطرفَي الملف الثانوي له، والمراد رفع جهده، أو خفضه، ليناسب الجهد الذي سيعمل عليه الحمل.





ويُسمّى المحوّل الكهربائي لذلك بناء على الغرض من استخدامه؛ فهو إما **محوّل خافض للجهد**، أو **محوّل رافع له**، وحيث إنّ أي خفض للجهد على طرفَي الملف الثانوي يجب أن يقابله ارتفاع للتيار على الجهة نفسها بالنسبة نفسها، والعكس صحيح للجهة الأخرى من المحوّل، والعكس صحيح كذلك بالنسبة لمحوّلات الرفع.

أ- نسبة التحويل:

يرتبط جهد ملفَي المحوّل الكهربائي وتياره بعلاقة تعتمد على عدد لفات ملفّيه: الابتدائي، والثانوي التي تُسمّى نسبة التحويل، ويُرمز لها بالرمز (a)، ويمكن كتابة هذه النسبة بصور مختلفة كما يأتي:

$$a = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

حيث إنّ:

- I_p : التيار في الملف الابتدائي.
- I_s : التيار في الملف الثانوي.
- N_p: عدد لفات الملف الابتدائي.
- N_s: عدد لفات الملف الثانوي.
- V_p: الجهد على طرفَي الملف الابتدائي.
- V_s: الجهد على طرفَي الملف الثانوي.
- a: نسبة التحويل للجهد.

أي أنّ:

عدد لفات الملف الابتدائي × جهد الملف الثانوي = عدد لفات الملف الثانوي × جهد الملف الابتدائي

أو بصورة ثانية:

عدد لفات الملف الابتدائي × تيار الملف الابتدائي = عدد لفات الملف الثانوي × جهد الملف الثانوي

أو ثالثة:

جهد الملف الابتدائي × تيار الملف الثانوي = جهد الملف الثانوي × تيار الملف الابتدائي

ويمكن تمثيل المحوّل الكهربائي أحادي الطور، كما هو مبين في الشكل (4) السابق.

ب- فحص المحوّل الكهربائي العادي:

يمكن فحص طرفَي الملفين الابتدائي، والثانوي باستخدام جهاز الأوميتر، بقياس مقاومة كل ملف، بحيث يعطي جهاز الأوميتر قراءة ما لا تساوي الصفر لكلّ ملف على حدة؛ ما يدل على **عدم وجود دارة قصر**، وأيضاً لا يعطي قيمة ما لا نهاية؛ ما يدل على **عدم وجود قطع في الملف**، وهذه القيم تعطي انطباعاً سريعاً، ولكن ليس بشكل أكيد بأنّ المحوّل يعمل بشكل جيد. ولكن للتحقق بشكل دقيق، يجب تزويد طرفَي الملف الابتدائي بالجهد المقرر له، ثمّ قياس الجهد على طرفَي ملفه الثانوي، ومقارنة ذلك بما هو مكتوب على لوحته الاسمية؛ ليتم التأكد من أنّ المحوّل يعمل بصورة جيدة.

ملاحظة: ليس من المفضل توصيل المحوّل الكهربائي دون أن يتم ربط حمل كهربائي على مخرجه؛ لأن ذلك يؤدي إلى التقليل في عمر المحوّل إذا تم ذلك بصور متكررة، ولفترة طويلة.

جـ- اللوحة الاسمية لمحوّل أحادي الطور:

BLACK : pri 220 volt

RED : Sec 2x6 volt

0.5 A

يُثبّت على جسم المحوّلات عادة صفيحة من المعدن، تُعرف باللوحة الاسمية للمحوّل، وتبيّن ما يأتي:

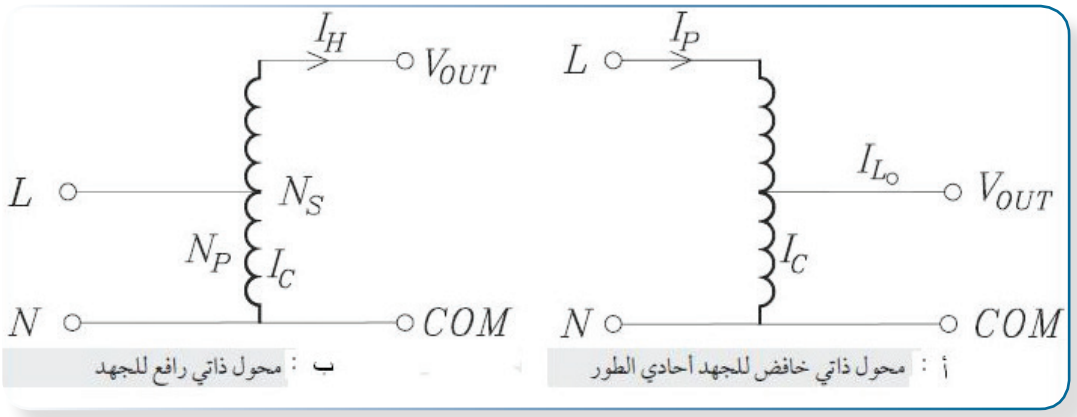
فمثلاً: يُكتب على اللوحة الاسمية لمحوّل أحادي الطور ما يأتي:

حيث إنّ القيم تدل على:

- **KVA – VA**: سَعة المحوّل، وتُعطى بالكيلو فولت. أمبير، أو (فولت. أمبير).
- **pri 220 volt**، BLACK: جهد الملف الابتدائي، وتُعطى بالفولت، (وتُعطى أطرافه باللون الأسود).
- **Sec 2x6 volt**، RED: جهد الملف الثانوي بالفولت، (وتُعطى أطرافه باللون الأحمر).
- (**0.5A**): أقصى تيار للحمل.
- نوع المحوّل ورقمه (عادي، أو ذو نقطة وسط، أو محوّل ذاتي).
- **3-5- المحوّل الذاتي:**

المحوّل الذاتي: محوّل يحتوي على ملفات متصلة كهربائياً ومغناطيسياً، ومنه ما هو خافض للجهد، ورافع له، وله استخدامات خاصة.

- يختلف المحوّل الذاتي أحادي الطور عن المحوّل العادي أحادي الطور، بأنّ ملفيه الابتدائي والثانوي يتصلان كهربائياً، ومغناطيسياً، وبالتالي يصبح مدخل المحوّل ومخرجه متصلين بعضهما مع بعض في نقطة مشتركة، كما هو مبيّن في الشكل (5) الآتي:



- ويمكن أن يُصنع المحوّل الذاتي كمحوّل رافع للجهد، أو خافض له، كما هو مبين في الشكل (5) أعلاه، كما هو الحال للمحوّل العادي، وَفق طريقة توصيل ملفاته من جهة المصدر، أو من جهة الحمل.

- ويُستخدم المحوّل الذاتي في كثير من التطبيقات الكهربائية، ومن أهمها: التحكم بجهد التغذية لبعض الأحمال الكهربائية، مثل السخانات الكهربائية، وفي إقلاع المحرّكات الكهربائية الحثية ، وكذلك في شبكات الضغط العالي. إلّا أنّ المحوّل الذاتي يعاني من سيّئة، تتمثل في انعدام العزل الكهربائي بين ملفيه الابتدائي والثانوي؛ ما يشكّل خطورة على دارة الملف الثانوي، وعلى المستخدم، في حالة حدوث خلل في أطراف ملفه الابتدائي، حيث ينتقل جهد الابتدائي إلى أطراف ملفه الثانوي.

أسئلة الوَحدة:

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1 **كم قيمة المقاومة المكافئة لمقاومتين على التوازي قيمة كل واحدة ٦ أوم؟**

أ- ٥ أوم. ب- ١٠ أوم. جـ- ١٢ أوم. د- ٣ أوم.

2 **كم قيمة المواسعة المكافئة لمواسعين على التوالي، قيمة كلّ واحد منهما ٣ مايكروفاراد؟**

أ- ٦ ميكرو فاراد. ب- ١,٥ مايكروفاراد. جـ- ٤ مايكرو فاراد. د- ٣ مايكروفاراد.

3 **كيف تعمل المحوّلات؟**

أ- من خلال جهد متناوب. ب- من خلال جهد مستمر.

جـ- من خلال جهد متناوب ومستمر معاً. د- من خلال جهد متناوب مرة، أو مستمر أخرى.

4 **ما وَحدة القدرة الكهربائية؟**

أ- الواط. ب- الأوم. جـ- الفولت. د- الأمبير.

السؤال الثاني:

مصباح كهربائي يعمل على جهد مقداره ٢٢٠ فولت، ومقاومته ١٩ أوم، احسب قدرة المصباح عند تشغيله.

السؤال الثالث:

أشرح مبدأ عمل المحوّل الكهربائي.

أناقش: تستهلك المحرّكات الكهربائية أكثر من ثُلث الاستهلاك العالمي للكهربـاء

الـوَحدة النمطيـة الرابعة

المحرّكات الكهربائية

٤

الوَحدة النمطية الرابعة: المحرّكات الكهربائية:

يُتوقَّع من الطلبة بعد الانتهاء هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على التعامل مع المحرّكات الكهربائية، وتشغيلها، وفهم آلية عملها من خلال الآتي:

1. التّعرُّف إلى محرّكات التيار المستمر.
2. التعامل مع محرّكات التيار المتردد أحادية الطور.
3. التعامل مع محرّكات التيار المتردد ثلاثية الطور.

الكـفـايـات المـهنـية:

الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة هي:

أولاً- الكفايات الاحترافية:

- القدرة على توظيف البيانات وتحليلها.
- القدرة على تنظيم العمل وترتيبه، وإعادة ترتيب الأدوات بعد الانتهاء من العمل.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- المصداقية في التعامل.
- الاستعداد لتلبية رغبات الزبائن.
- إقناع الزبون بطريقة جيدة.
- استيعاب الزبون، واحترام رأيه.
- القدرة على الاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص.

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

- العمل التعاوني.
- الحوار والمناقشة.
- العصف الذهني(استمطار الأفكار).
- البحث العلمي.

قواعد السلامة والأمان:

- **أرتدي ملابس السلامة المهنية اللازمة، ثمّ ألتزم بما يطلبه منّي المعلّم.**

4-1 الموقف التعليمي التعلمي الأول: التّعرُّف إلى محرّكات التيار المستمر:

حدث خلل في باب المصعد داخل الكابينة في أحد المباني، فطلب صاحب المبنى من مهندس الصيانة إصلاح هذا الخلل.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن محرّكات أبواب المصاعد. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية والكهربائية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن أسعار العِدَد، وتكاليف إصلاح المحرّك.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالمحرّكات الكهربائية. • كتالوجات عدد يدوية وكهربائية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد نوع المحرّكات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أعمل عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين المحرّك. • أفحص المحرّك باستخدام الملتيميتر. • أستبدل المحرّك التالف.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية (مطرقة، وزراديات، ومفكات، ... إلخ). • العِدَد الكهربائية (ملتيميتر).
أتحقّق من	• إعادة كل العمليات السابقة. • عمل المحرّك، والباب بشكل جيد.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

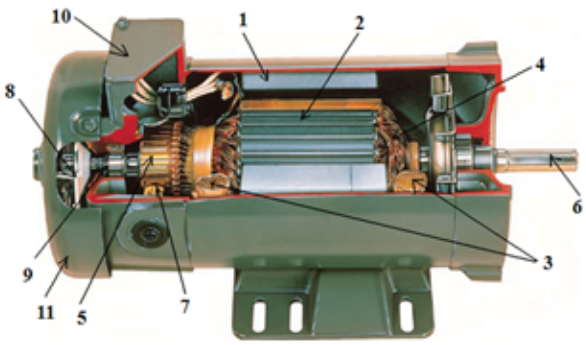
أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالمحرّك الكهربائي. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لإصلاح الخلل الموجود. • أتأكّد من أنّ هذه العِدَد هي التي ستلزم في العمل لإعادة إصلاح المحرّك.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• أميّز بين أنواع المحرّكات الكهربائية المختلفة. • استطاعة الفني تحديد الخلل، وإصلاحه.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.

- 1- ما وظيفة ملفات الأقطاب بالنسبة لمحرّك تيار مستمر؟
- 2- ما وظيفة الفرش الكربونية (الفحمات) في محرّك تيار مستمر؟
- 3- أكتب دلالة كل من الأحرف والأرقام المبينة في اللوحة الاسمية على محرّك التيار المستمر.
- 4- تُقسّم محرّكات التيار المستمر ذات الإثارة الذاتية إلى عدة أنواع، أذكرها.
- 5- أشرح مبدأ عمل محرّك التيار المستمر.

تُستخدم آلات التيار المستمر بشكل واسع في كثير من المجالات، وتحتوي كل آلة تيار مستمر على لوحة تُثبّت بشكل واضح على جسم الآلة، ويُكتب عليها بيانات من الشركة الصانعة، تحدّد مواصفات تلك الآلة. وتكمن أهمية اللوحة الاسمية لآلة التيار المستمر في أنّها تساعد الفنّي على التّعرُّف إلى موصفات الآلة؛ ليقوم بتوصيلها وتشغيلها ضمن الشروط التي حددتها الشركة الصانعة لها، وضمن ظروف التشغيل الملائمة، كما تساعده في اختيار وسائل الحماية المناسبة لها، وكذلك ليقوم بأعمال الصيانة اللازمة في حال تعطّلها.

مكونات آلات التيار المستمر:

يبين الشكل **(1)** الأجزاء الرئيسية لآلة تيار مستمر:



1 - العضو الثابت
2 - العضو الدوار
3 - ملفات المجال
4 - ملفات المنتج
5 - عضو التوحيد
6 - عمود المحرك
7 - حامل الفرش الكربونية (الفحمات)
8 - مروحة التبريد
9 - كرسي تحميل (بيل)
10 - لوحة توصيل المحرك
11 - غطاء جانبي.

1 **الجزء الساكن (العضو الثابت) (stator):** ويضم الهيكل الخارجي (**Yoke**) للآلة، ويُثبّت في هذا الجزء ما يأتي:

أ- غطاءا الآلة الجانبيان.

ب- اللوحة الاسمية المثبتة على جسم الهيكل.

جـ- قاعدة الآلة الخاصة بتثبيت الآلة، وتحتوي على ثقوب خاصة لبراغي التثبيت.

د- الأقطاب البارزة التي تحمل ملفات الأقطاب (المجال) بداخلها.

هـ- حلقة تعليق دائرية الشكل؛ لتسهيل نقل الآلة.

و- حامل الفرش الكربونية (الفحمات)، وزنبرك التثبيت، والفرش الكربونية (Brushes).

ز- لوحة توصيل الآلة الخارجية (Connection – Box).

2 **العضو الدوار (rotor):**

أ- ويضم العضو الدوار ما يأتي:

ب- عمود الدوران (Shaft).

جـ- ملفات المنتج (Field Windings).

د- كراسي التحميل (Bearings).

هـ- الموحد (Commutator).

و- بكرات نقل الحركة (عند الحاجة).

ز- مروحة التبريد (Fan).

3 **الفجوة الهوائية:** وهي الفراغ بين العضو الدوار والجزء الساكن (Air- gap) في الآلة.

ميزات آلة التيار المستمر واستخداماتها:

تتميز الآلات التيار المستمر بأنّها تُشغَّل كمحرّك كهربائي يوصل به حمل ميكانيكي، أو كمولد كهربائي عند توصيل حمل كهربائي على أطرافه، وعلى الرغم من ذلك قلّ شيوعها إلى الحد الذي تُستعمل فيه محرّكات التيار المتردد حالياً؛ (نظراً لكبر حجمها، وارتفاع ثمنها، وتكاليف صيانتها، وحاجتها إلى مصدر تيار مستمر)، إلا أنّها ما زالت تُستعمل في كثير من التطبيقات الصناعية كبادئات الحركة في السيارات، وفي الطائرات، والسفن، وآلات القطع والنسيج، والقطارات الكهربائية، والمولدات الكهربائية، والرافعات، وآلات الجرّ، ومعدّات الخدمة الثقيلة ذات الأحمال العالية، بالإضافة إلى تلك التطبيقات التي تحتاج إلى عزم بدء عالٍ، وبالإضافة لذلك، فإنّ أهم ما يميز آلات التيار المستمر هو قلة تكاليف السيطرة على مدى واسع من سرعتها مقارنة بآلات التيار المتردد، كما سيتضح معنا لاحقاً.

وبناء على طريقة توصيل ملفات الأقطاب، وملفات المنتج، فإنّه يمكن تقسيم محرّكات التيار المستمر ذات الإثارة الذاتية إلى الأنواع الآتية:

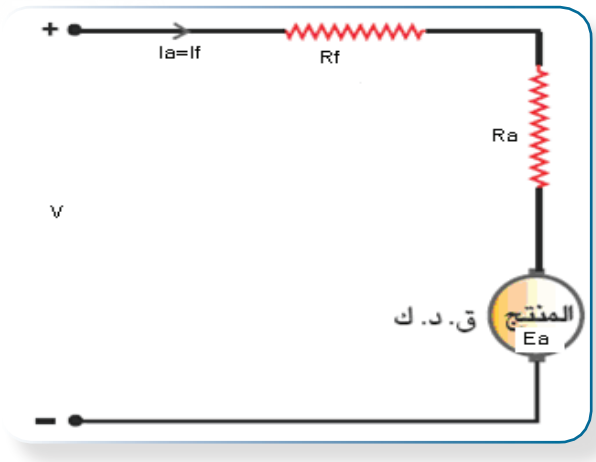
محرّك تيار مستمر نوع (توالي):

حيث يتم توصيل ملفات الأقطاب، وملفات المنتج على التوالي بعضهما مع بعض، ونتيجة لذلك يسري التيار نفسه في كل منهما، ويتم اختيار ملفات الأقطاب لتكون ذات عدد قليل لكلّ قطب،

وبمِساحة مقطع كبيرة؛ لكي يمرّ معظم التيار في كلّ من ملفات الأقطاب (ذات المقاومة الصغيرة)، وملفات المنتج.
ويبين الشكل (2) محرّك تيار مستمر نوع توالي، مصنوع من شركة ELWE الألمانية.

ويُعَدّ هذا المحرّك مناسباً للأحمال التي تحتاج إلى عزوم عالية، كما هو الحال في محرّكات الجرّ الكهربائية (القاطرات، والعربات، والروافع، والمصاعد الكهربائية)، ويكثر استخدامه كمحرّك تيار مستمر ذي سرعة متغيرة.

ويمكن تبسيط التمثيل الكهربائي للمحرّك كما يأتي في الشكل (3) الآتي:



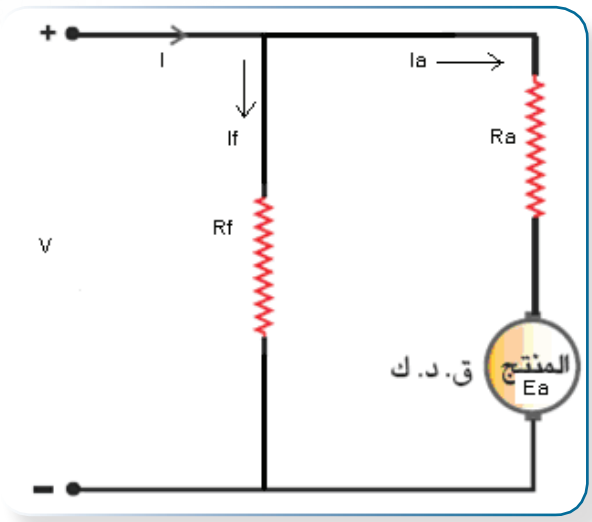
محرّك تيار مستمر نوع (توازي):

ويبين الشكل **(4)** الآتي محرّك تيار مستمر نوع توازي، مصنوع من شركة ELWE، حيث توصل ملفات الأقطاب على التوازي مع ملفات المنتج، ويتم اختيار أسلاك كبيرة العَدَد، وذات مِساحة مقطع صغيرة لملفات الأقطاب؛ حتى يمرّ معظم التيار في ملفات المنتج:

وفي هذا النوع من المحرّكات، تتصل ملفات الأقطاب (المجال) على التوازي مع ملفات المنتج، ثمّ تتصل معاً بجهد المصدر ()، كما هو مبين في الشكل (5) الآتي، حيث يوضّح الشكل الدائرة المكافئة لمحرّك التوازي، وبما أنّ ملفات

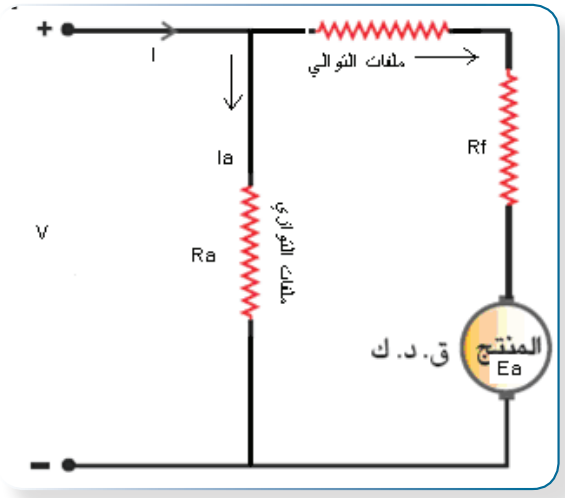
المجال ذات مقطع سلك صغير، وعدد لفات كثيرة، فهي عادة تكون ذات **مقاومة أومية كبيرة جداً** مقارنة بمقاومة ملفات المنتج، وهذا بالتالي يزود المنتج بتيار كبير مقارنة بتيار المجال (معظم تيار المصدر يمرّ في المنتج)؛ ما يجعل المحرّك يتمتع **بسرعة ثابتة تقريباً، مع تغير الحمل**، وهي من أهم ميزات هذا المحرّك؛ ما تجعله مرغوباً للأحمال التي تتطلب تغيّراً طفيفاً في السرعة، مع تغيّر الحمل.

ويمكن تبسيط الدائرة المكافئة لمحرّك تيار مستمر من نوع توازي، كما هو مبين في الشكل (5) الآتي:



محرّك تيار مستمر نوع مركّب:

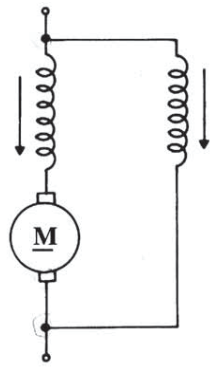
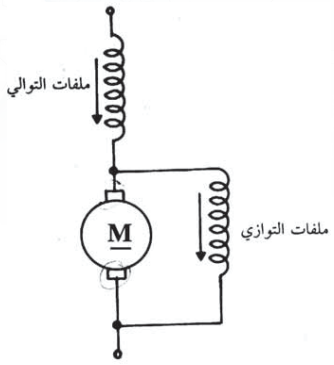
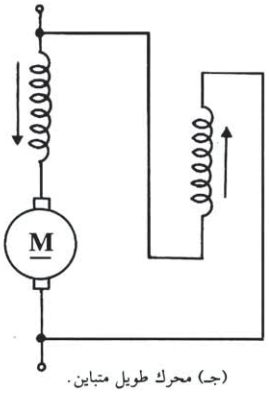
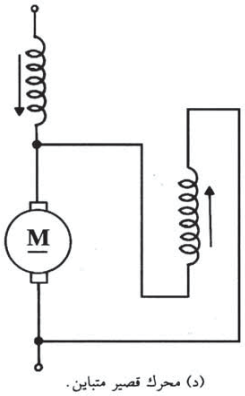
تُقسم ملفات الأقطاب إلى قسمين، ويتم توصيل أحدهما على التوالي، (وتُسمّى ملفات التوالي)، والآخر على التوازي، (وتُسمّى ملفات التوازي) مع أطراف ملفات المنتج، كما هو مبين في الشكل (6) الآتي، الذي يبين الدائرة المكافئة المبسطة، وتؤثر ملفات التوالي وملفات التوازي بمجال مغناطيسي، تكون محصلته المجال المغناطيسي الكلي لملفات الأقطاب، ويمكن التنويع في نسبة لفات أحدهما للآخر؛ للحصول على ميزات محرّك التوالي، أو ميزات محرّك التوازي التي سيتم ذكرها لاحقاً.



ويمكن تقسيم المحرّك المركّب إلى قسمين، هما:

1. **المحرّك المركب المتشابهة:** وهو محرّك مركّب، تتكون فيه ملفات الأقطاب من ملف توالي، وملف توازي، يؤثر كلّ منهما بمجال مغناطيسي **يدعم** الآخر، ويقويه، ويمكن توصيل هذا المحرّك بطريقتين، كما هو مبين في الشكل (أ، ب).

2 **المحرّك المركّب المتباين:** وهو محرّك مركّب، تتكون فيه ملفات الأقطاب من ملف توالي، وملف توازي، يؤثر كلّ منهما بمجال مغناطيسي **يعاكس** الآخر، ويُضعفه، ويمكن توصيل هذا المحرّك بطريقتين، كما هو مبين في الشكل (ج، د).

 (أ) محرك طويل متشابه.	 (ب) محرك قصير متشابه.
يوصل ملف التوالي مباشرة مع المنتج	توصل ملفات التوازي مع الفرش الكربونية مباشرة
 (جـ) محرك طويل متباين.	 (د) محرك قصير متباين.
يوصل ملف التوالي مباشرة مع المنتج	توصل ملفات التوازي مع الفرش الكربونية مباشرة

اللوحة الاسمية للمحرّك:

عادة ما تحتوي تلك اللوحة الاسمية المبينة في الشكل (8) على ما يأتي:

1. نوع الجهد الذي يعمل عليه المحرّك، ومقداره بالفولت **V**.
2. شدة التيار المارّ بالمحرّك عند الحمل الكامل **A**.
3. سرعة المحرّك (**RPM**) (دورة/ دقيقة).
4. قدرة المحرّك (بالكيلوواط) (**KW**)، أو/ و بالحصان الميكانيكي (**HP**).

5 نوع المحرّك، وطرازه (توالي، توازي، مركّب).

6 درجة الحرارة التي يتحملها المحرّك.

7 الرقم المتسلسل (الموديل- **TYPE**) للشركة الصانعة.

8 الرقم المتسلسل للمحرّك، (وتاريخ الصنع).

9 نوع الحماية ودرجتها (**IP**): (تتكون عادة من رقمين: الأول: يدل على الحماية ضد تغلغل الأجسام الصُّلبة، والثاني يدل على الحماية ضد تغلغل السوائل).

10 درجة العزل (**CLASS- A-H**). (إن وُجدت)

11 نوع الخدمة (مستمرة، أم متقطعة). (مثلاً (**S1**).

12 وزن المحرّك (**WEIGHT**).

13 معامل القدرة (إن وُجِدَ) ().

14 التردد الذي يعمل عليه المحرّك (**Hz**). (إن وُجِدَ).

15 أعلى درجة حرارة مسموح بها (**TEMP**).

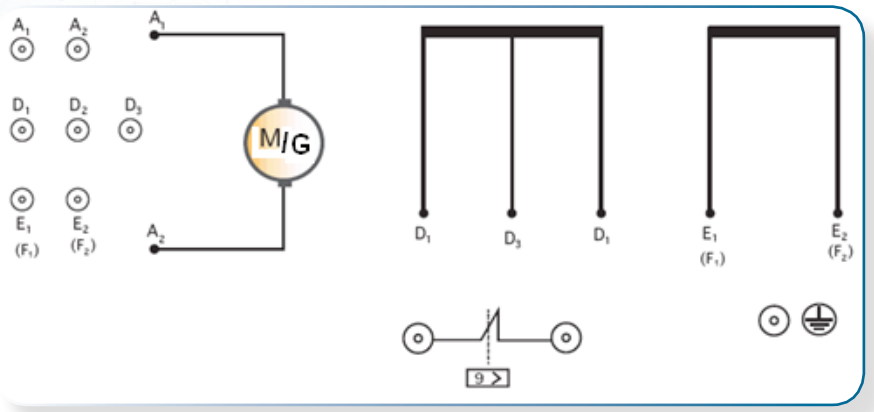
MSA 1 DC Shunt-wound Machine : الة تيار مستمر نوع توازي

Nominal Rating motor operation: القيم الاسمية لمحرك تيار مستمر نوع توازي

- Voltage: 220 V : الجهد الاسمي لملفات المنتج
- Current: 2.15 A : التيار الاسمي لملفات المنتج
- Power: 370 W : القدرة الاسمية للمحرك
- Excitation voltage: 220 V : الجهد الاسمي لملفات المجال(الاثارة)
- Excitation current: 0.5 A : التيار الاسمي لملفات المجال
- Rotational speed: 2390 rpm : السرعة الاسمية للمحرك (دورة \ دقيقة)

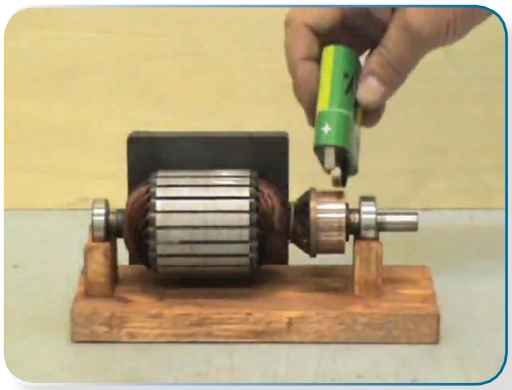
LEYBOLD DIDACTIC GMBH		
TYP 73121		
Motor	Nr. 200 26 957	
220 V	0.63A	
0.1 kW	S1	cos Ø .....
2000 min^{-1}	..... Hz	
Exc. Field 220V	0.08 A	
I.KL. B	IP 23	
VDE 0530		

وهناك رموز يتم إعطاؤها لآلة التيار المستمر؛ لتدل على ملفات الأقطاب، وملفات المنتج، سواء لمحرّك تيار مستمر، أو لمولد، ويُظهر الشكل (9) لوحة توصيل آلة تيار مستمر، مبيناً عليها هذه الرموز؛ لتساعد في طريقة توصيل الآلة، وتعطي ملفات المنتج الرموز **A1، A2**، أما ملفات الأقطاب (ملفات التوازي) فتُعطى الرموز: **E1 (F1)، E2(F2)**، بينما تُعطى لملفات التوالي الرموز: **D1(S1)، D2(S2)، D3(S3)**.



نشاط (١):

أقسّم الطلبة إلى مجموعات، وكل مجموعة تعمل نموذجاً لمحرّك تيار مستمر، كما في الشكل الآتي:



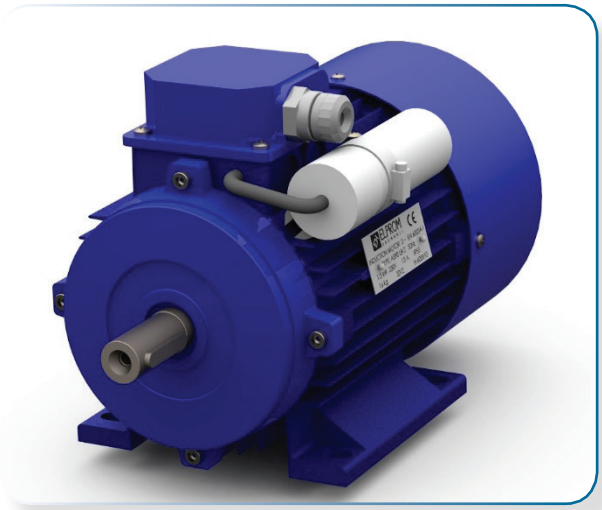
4-2 الموقف التعليمي التعلمي الثاني: التعامل مع محرّكات التيار المتردد أحادية الطور:

طلب مهندس الصيانة في شركة المصاعد الونش الكهربائي أحادي الطور؛ لرفع قِطَع المصعد على ظهر العمارة.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن الونش الكهربائي أحادي الطور. • أجمع البيانات عن المحرّكات أحادية الطور. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن أسعار العِدَد، وتكاليف إنجاز العمل.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالمحرّكات أحادية الطور. • كتالوجات عدد يدوية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أعمل عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين الونش. • أسلّم العِدَد اليدوية اللازمة. • أوصل الونش بالشكل الصحيح.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية (قطاعة، وزراديات، ومفكات، ... إلخ). •الونش والمحرّك أحادي الطور.
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • توصيل الونش. • عمل الونش بالشكل الصحيح.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالمحرّك أحادي الطور. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لإنجاز العمل. • أتأكّد من أنّ هذه العِدَد هي التي ستلزم في العمل.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• أميّز بين أنواع المحرّكات المختلفة. • استطاعة الزبون استخدام الونش.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.



- 1- أين تُستخدم محرّكات التيار المتناوب أحادية الطور؟
- 2- ما أنواع محرّكات التيار المتناوب أحادية الطور؟
- 3- أين تكمن إشكالية بدء الحركة في محرّكات أحادية الطور؟ وكيف يتمّ علاجها؟
- 4- ما المقصود بالمحرّك العامّ؟
- 5- أيّ المحرّكات تعطي عزم بدء عالٍ؟

تتميز المحرّكات الحثية بأنها مناسبة للاستخدام في كثير من التطبيقات في المنازل، والورش الصناعية؛ بسبب خاصيتها الأساسية التي تتمتع بها، وهي انخفاض سرعة عمود دورنها، وثباته، حيث تُستخدم مرحلة أو مرحلتان من التروس (ناقل السرعة) لخفض سرعتها إلى القيمة المطلوبة، وتصبح السرعة مناسبة لمعظم الماكينات.

تكمن الصعوبة في بدء حركة المحرّكات الكهربائية الحثية أحادية الطور في أنّها تحتوي على مجموعة واحدة من الملفات؛ لذا لا تستطيع توليد ما يُسمّى المجال المغناطيسي الدوار الذي يجعل العضو الدوار فيها يدور، لذلك فقد صُمّمت هذه المحرّكات بطرق مختلفة؛ للتغلب على مشكلة بدء الحركة.

ومن أجل التغلب على مشكلة بدء حركة هذه المحرّكات، فإنّه يتم توليد موجة تيار أخرى في مجموعه ثانية من الملفات في الجزء الساكن، مُزاحة عن موجة التيار في المجموعة الأولى بزاوية إزاحة معينة (تُسمّى زاوية العزم)، تكفي لتوليد المجال المغناطيسي الدوار اللازم لحركة المحرّك.

كيف تعمل المحرّكات الحثية أحادية الطور؟

عند بدء تشغيل المحرّك، يتولد مجال مغناطيسي داخل المحرّك؛ نتيجة لمرور التيار الكهربي في ملفات التشغيل، وملفات البدء، وهذا المجال المغناطيسي يدور، فيولد تياراً بالتأثير في ملفات العضو الدائر، التي تُنتج بدورها تبعاً لذلك مجالاً مغناطيسياً آخر، فيتفاعل هذان المجالان المغناطيسيان بطريقة تؤدي إلى دوران المحرّك.

تُصنَّف المحرّكات الحثية أحادية الطور وَفق طريقة بدء تشغيلها إلى:

- محرّك الطور المشطور.
- محرّك ذي مواسع بدء التشغيل.
- محرّك ذي المواسع الدائم.
- محرّك ذي مواسع بدء التشغيل، ومواسع التشغيل.
- محرّك ذي القطب المظلل.
- المحرّك العامّ.

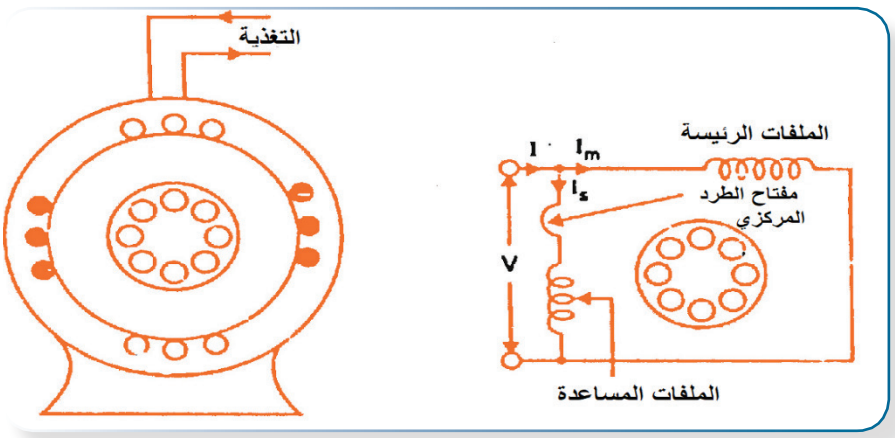
1-1 محرّك الطور المشطور:

يحتوي العضو الساكن في هذا المحرّك، كما هو مبين في الشكل (١) على نوعين من الملفات، هما: ملفات التشغيل، وملفات البدء، وتكون إحداهما مُزاحة عن الأخرى بزاوية مقدارها (٩٠) درجة أثناء توزيع الملفات في عملية لف المحرّك.

ويُستخدم المحرّك غالباً لتشغيل بعض الأجهزة المنزلية، مثل الغسالات، والمضخات الصغيرة، والمراوح، وغيرها، وقد سُمّي بهذا الاسم؛ لأنه لا يستطيع بدء دورانه عند تغذية ملفه من مصدر الجهد الأحادي، لذا فقد تم شطر (فصل) طور آخر بوساطة ملف، أو ملف ومواسع؛ لتكون مقاومة ملفات الطور المشطور ذات مقاومة أومية كبيرة بالنسبة للملفات الرئيسة (التشغيل)، وهذا يؤدي إلى وجود زاوية طور بين التيار في الملفات الرئيسة وملفات الوجه المشطور، ونحصل على أفضل حالة عند وصول الزاوية إلى ٩٠ درجة، وتُسمّى هذه الملفات الملفات المساعدة، أو ملفات التقويم، أو ملفات البدء، أو بدء التشغيل، والملفات الرئيسة بملفات التشغيل، أو ملفات الحركة.

تشغيل محرّك الطور المشطور وفحصه:

كما تم ذكره سابقاً، فإنّ محرّك المتناوب أحادي الطور يتكون من ملفين، هما: ملفات التشغيل، وملفات المساعدة (ملفات البدء)، ويتم فصل ملفات التشغيل بعد دوران المحرّك بوساطة مفتاح الطرد المركزي من الدائرة الكهربائية وَفق الشكل (2) الآتي:



ويمكن فحص المحرّك بضبط ساعة الفحص على قياس المقاومة، وفحص مقاومة أطراف ملفَي التشغيل، ومقاومة ملفات البدء، وتكون أقطار أسلاك ملفات التشغيل أكبر، ومقاومتها أقل، وأقطار ملفات البدء أصغر، ومقاومتها أعلى.

1-2 محرّك ذو مواسع بدء التشغيل:

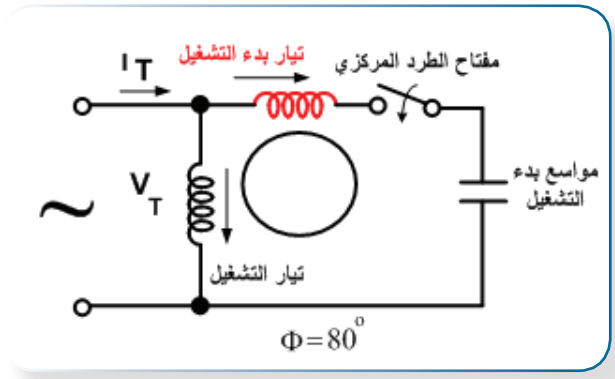
يشبه المحرّك تركيب النوع الأول من المحرّكات، مع إضافة مواسع البدء على التوالي مع ملفات بدء التشغيل، بحيث يعمل مفتاح الطرد المركزي على فصل ملفات البدء والمواسع عند وصول السرعة إلى ٧٥٪ من السرعة الاسمية للمحرّك.

يعمل هذا النوع من المحرّكات بالتيار المتردد، ويُصنع بأحجام تتراوح من (١/٢) حصان إلى حوالي (٧) حصان، ويُستعمل على نطاق واسع؛ لإدارة أجهزة التكييف، والغسالات الكهربائية، والمضخات، وغيرها.

ولكي يتولد عزم دوران ابتدائي في المحرّك ذي مكثّف البدء، ينبغي تكوين مجال مغناطيسي دوار بداخل المحرّك، حيث يُستعمل المكثّف؛ لكي يساعد التيار في ملفات البدء على أن تسبق التيار في ملفات الحركة، ويمكن بذلك جعل زاوية الإزاحة تساوي تقريباً (٩٠ درجة).

يتميز هذا النوع بعزم بدء تشغيل عالٍ، ويتراوح عزم بدء المحرّك من (٣٠٠ -٤٠٠٪) من عزم المحرّك عندما يكون الحمل كاملاً.

ويتم تشغيل هذا النوع من المحرّكات بتوصيله بمصدر جهد متردد، وَفق مخطط الشكل (٣) الآتي:

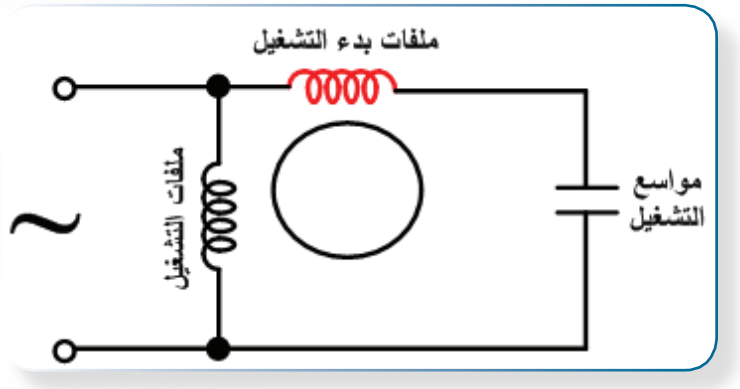


1-3 محرّك ذو المواسع الدائم:

يشبه تركيبه تركيب محرّك الطور المشطور، ولكن دون وجود مفتاح طرد مركزي، حيث يوصَل مواسع البدء على التوالي مع ملف البدء، ويستمر بالعمل في الدارة مع ملفات البدء وملفات التشغيل طيلة فترة عمل المحرّك، ولا يُفصَل عن ملفات بدء التشغيل.

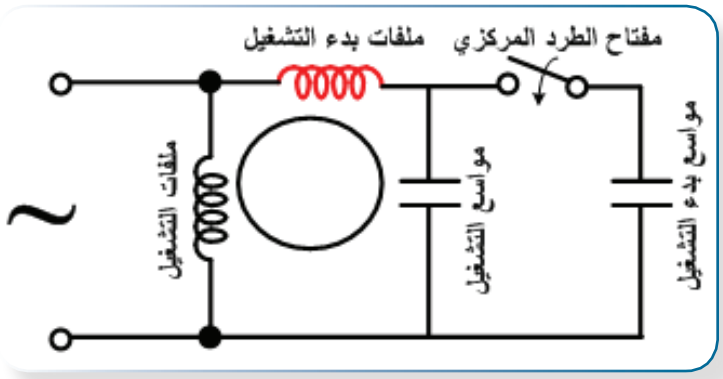
للمحرّك عزم بدء منخفض، يصل لغاية ٩٥٪ من عزم المحرّك عندما يكون الحمل كاملاً، ويمتاز هذا النوع من المحرّكات بهدوء الدوران ويُسره؛ نتيجة انخفاض عزمها.

ويتم تشغيل هذا النوع من المحرّكات بتوصيله بمصدر جهد متردد، وَفق مخطط الشكل (٤) الآتي:



1-4 محرّك ذو مواسع بدء التشغيل ومواسع التشغيل (ذو مواسعين):

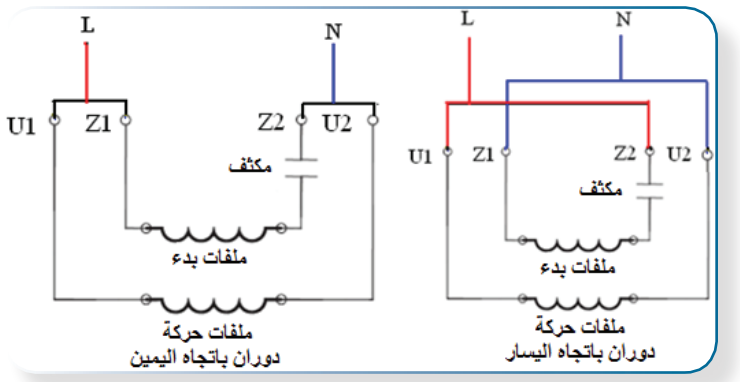
يوضّح الشكل (٥) الآتي مكونات المحرّك، ويُلاحَظ وجود مواسعين: أحدهما مواسع بدء دائم، بينما المواسع الثاني موصول على التوالي مع مفتاح طرد مركزي، ويعمل على فصله عند وصول السرعة إلى ٧٥٪ من السرعة الاسمية. ويُلاحَظ عند بدء تشغيل المحرّك أنّ المواسعين على التوازي، وبالتالي تكون السَّعة المكافئة مساوية لحاصل جمعهما؛ ما يؤدي إلى زيادة تيار البدء، وينتج عزم بدء عالٍ.



ويمتاز هذا النوع من المحرّكات بأنّ عزم البدء له عالٍ، وبهدوء دورانه، ويُسره.

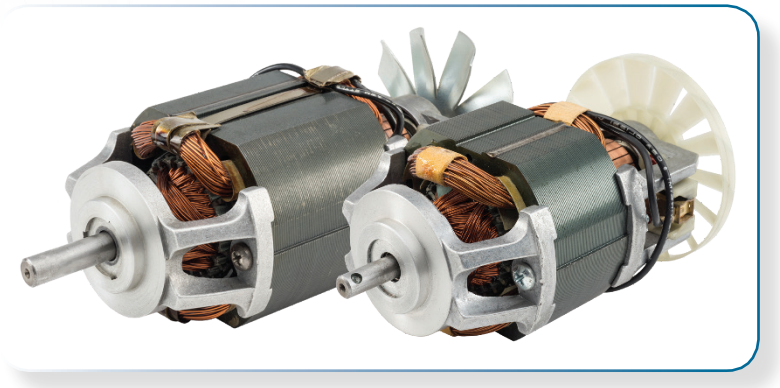
وكما تم ذكره، فإن كلّ المحرّكات أحادية الطورتحتوي على مجموعتين من الملفات، ويتم فحص المحرّك بضبط ساعة الفحص على قياس المقاومة، وفحص مقاومة أطراف ملفَي التشغيل، ومقاومة ملفات البدء، وتكون أقطار أسلاك ملفات التشغيل أكبر ومقاومتها أقل، وأقطار ملفات البدء أصغر ومقاومتها أعلى.

ولعكس دوران محرّك أحادي الطور بتبديل أطراف أسلاك ملفات البدء بالنسبة لمدخل الكهرباء مع بقاء أطراف ملفات التشغيل، أنظر إلى الشكل (6) الآتي:



المحرّك العامّ:

تعود سبب تسمية المحرّك بهذا الاسم؛ لكونه يعمل بالتيار المباشر (المستمر)، أو بالتيار المتناوب (المتردد)، وبالسرعة نفسها تقريباً (وإن كانت سرعته أعلى في حال تشغيله على التيار المباشر). يُستخدم المحرّك العامّ في التطبيقات المنزلية، مثل خلّاطات الطعام، وماكينات الخياطة، والمكانس الكهربائية، والغسّالات الآلية، والمقادح اليدوية، أنظر إلى الشكل (٧) الآتي:



المحرّكات العامة هي محرّكات توالي، ولها عزم دوران ابتدائي عالٍ، وهي تدور بسرعة عالية، تبلغ في ارتفاعها درجة الخطورة عندما لا تكون محمّلة، ولذلك فهي تعمل وهي محملة بالحمل الذي تعمل على إدارته، ومن سلبياتها أنها متغيرة السرعة مع الحمل.

تركيب المحرّك العامّ:

يشبه تركيب المحرّك العامّ محرّكات التيار المستمر؛ حيث يحتوي على ملفات العضو الثابت، وعلى عضو دوار ملفوف مربوط مع الموحد في النهاية، وتقوم الفرش الكربونية بتوصيل التيار الكهربائي إلى العضو الدوار.

ويمتاز المحرّك العامّ بعزم بدء كبير؛ لذلك يُستخدم في الأجهزة المنزلية، مثل الخلّاطات، والمقادح، وآلات الخياطة، والمكانس الكهربائية حتى قدرة (١٠٠٠) واط. وتقل سرعته عندما يتم تشغيله على التيار المتردد عنها في حال مصدر تيار مستمر. وله سرعات تتراوح من (٥٥٠٠ -١٥٠٠٠) دورة في الدقيقة.

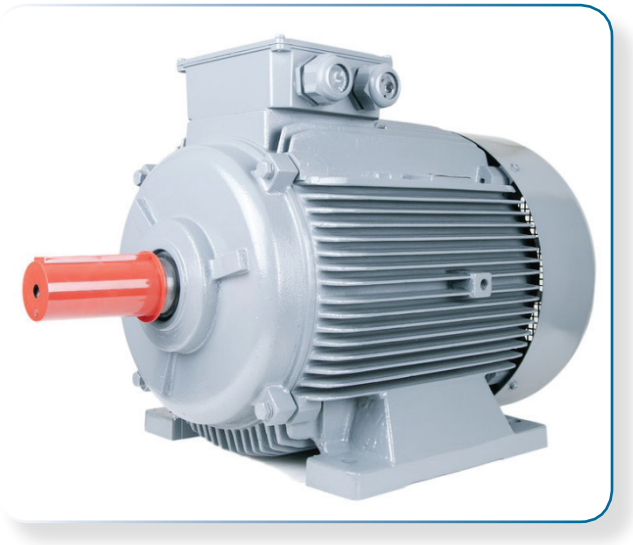
4-3 الموقف التعليمي التعلمي الثالث: محرّكات التيار المتناوب ثلاثي الطور:

طلب مني مهندس الصيانة في شركة المصاعد تجهيز محرّك المصعد الكهربائي وتوصيله؛ ليعمل كونش حتى تنتهي عملية التركيب.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات عن الونش الكهربائي ثلاثي الطور. •. أجمع البيانات عن المحرّكات ثلاثية الطور. • أجمع البيانات عن العِدَد اليدوية اللازمة لإنجاز العمل. • أجمع البيانات عن أسعار العِدَد، وتكاليف انجاز العمل.	• العمل ضمن مجموعات. • الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• مواقع إلكترونية تعليمية، وفيديوهات تتعلق بالمحرّكات ثلاثية الطور. • كتالوجات عدد يدوية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات، وأبوّبها. • أحدّد الأدوات اللازمة منها. • أكتب جدولاً زمنياً. • أعمل عرض السعر اللازم.	• الحوار والمناقشة. • العمل الجماعي.	• نموذج خطة. • قرطاسية. • كتالوجات، ووثائق. •الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أصنّف البيانات. • أعاين الونش. • أسلذم العِدَد اليدوية اللازمة. • أوصل الونش بالشكل الصحيح.	• العمل الجماعي، والفردي.	• كتالوجات، ووثائق. • العِدَد اليدوية (قطاعة، وزراديات، ومفكات،... إلخ). •الونش، والمحرّك ثلاثي الطور.
أتحقّق من	• إعادة كل عمليات السابقة. • توصيل الونش. • عمل الونش بالشكل الصحيح.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• قائمة التدقيق الخاصة بالتحكم بالعمل.

أوثّق، وأقدّم	• أدوّن البيانات الخاصة بالمحرّك ثلاثي الطور. • أُعِدّ خطة، وجدولاً زمنياً لإنجاز العمل. • أتأكّد من أنّ هذه العِدَد هي التي ستلزم في العمل.	• الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • LCD.
أقوّم	• أميّز بين أنواع المحرّكات المختلفة. • استطاعة الزبون استخدام الونش.	• الحوار والمناقشة.	• نموذج تقويم. • معايير الجودة.



- 1- أين تُستخدم محرّكات التيار المتناوب ثلاثي الطور؟
- 2- ما أنواع محرّكات التيار المتناوب ثلاثي الطور؟
- 3- أوضّح تركيب المحرّك الحثي ثلاثي الطور.
- 4- أشرح ميزات المحرّكات الحثية ثلاثية الطور.

نشاط :

أقوم بتوصيل المحرّك الحثي ثلاثي الطور في الاتجاهين.

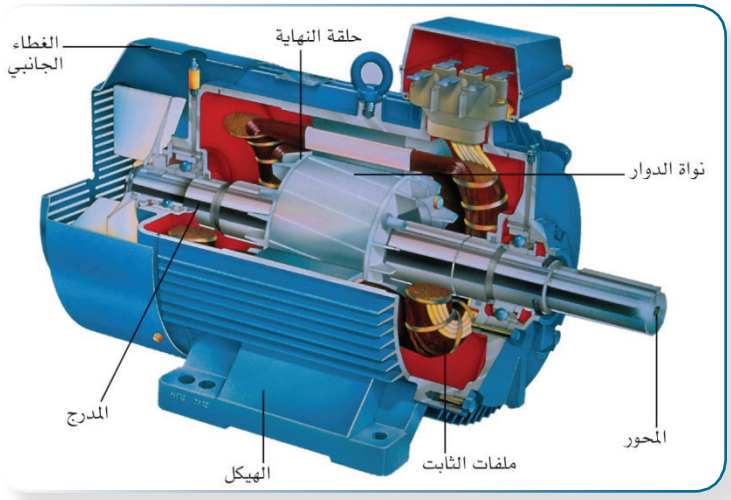
تتميز المحرّكات الحثية بأنها مناسبة للاستخدام في كثير من التطبيقات في المنازل، والورش الصناعية؛ بسبب خاصيتها الأساسية التي تتمتع بها، وهي انخفاض سرعة عمود دورنها، وثباته، وتُستخدم مرحلة أو مرحلتان من التروس (ناقل السرعة) لخفض سرعتها إلى القيمة المطلوبة، وتصبح السرعة مناسبة لمعظم الماكينات.

يقوم عمل المحرّك الكهربائي على أساس المبدأين الآتيين:

1. المعروف أنّ التيار الكهربائي المارّ في ملف من الأسلاك يولّد مجالاً مغناطيسياً متناوباً بتناوب التيار، وإذا قطع هذا المجال حلقة من سلك موصل، فإنّ قوة دافعة كهربائية ستُحَثّ في الحلقة الموصلة، ويسري فيها تيار كهربائي.
2. إذا وُضعت حلقة موصلة يسري فيها تيار كهربائي في مجال مغناطيسي، فإنّها تحاول التحرك بعيداً عن هذا المجال؛ بسبب تنافر الأقطاب المتشابهة، أو تنجذب بالمجال المغناطيسي بسبب تجاذب الأقطاب المختلفة.

تحتوي جميع المحرّكات على جزأين رئيسين: أحدهما ثابت (stator) عبارة عن ملفات محيطية، وجزء متحرك أو دوار (rotor) متكوّن من حلقات موصلة، أو ملفات.

ويمكن تصنيف محرّكات التيار المتناوب إلى قسمين وَفق طريقة توليد المجال المغناطيسي، ومكانه فيه، **هما المحرّك الحثي (Induction Motor) والمحرّك التوافقي (Synchronous Motor)**. وفي المحرّك الحثي يقوم التيار المارّ في ملفات الجزء الثابت بتوليد مجال مغناطيسي في الجزء الدوار بوساطة الحث، أمّا التوافقي فيتولد المجال المغناطيسي في الجزء الدوار بوساطة التيار القادم من مصدر خارجي.



وسنتناول في هذا الدرس المحرّك الحثي ذا القفص السنجابي (squirrel cage induction motor)، أمّا المحرّك التوافقي فسوف يتم عرضه فيما بعد.

والشكل (١) الآتي في الصورة المقابلة يبيّن أجزاء المحرّك الرئيسة:

ومن الجدير بالذكر أنّ المحرّكات الحثية تُستخدم في المصاعد بكثرة، ويُستخدم بعد المحرّك صندوق تروس يقوم بتقليل السرعة، وزيادة عزم المحرّك، أنظرإلى الشكل (٢) الآتي:

يتكون المحرّك الحثي ثلاثي الأوجه من جزأين رئيسين، هما:

1. **الجزء الثابت (rotor):** هوعبارة عن ثلاث ملفات محيطية ثابتة، بواقع ملف لكلّ طور، وهي تمثل ملفات الحقل المغناطيسي، وتكون موضوعة حول السطح الداخلي لغلاف المحرّك بشكل معزول عنه، وتكون ثابتة، ولذا يُطلق عليها الملفات الثابتة.

2. **العضو الدوار الذي يتحرك داخل الملفات الثابتة في الفراغ (stator):** يتكون دوار المحرّك من نوع قفص السنجاب من عدد من الشرائح الحديدية المثقّبة في مواضع منتظمة حول محيط الدوار، لتمر خلالها موصلات من النحاس تربط نهاياتها معاً بدوائر قصيرة، وهذا يعطيها شكل قفص السنجاب الذي اشتُقّ منه اسم المحرّك.

حسابات سرعة المحرّك:

تقاس سرعة دوران المحرّكات الكهربائية بوَحدة دورة لكل دقيقة (RPM)، وتعتمد سرعة المحرّك الحثي على التردد، وعدد الأقطاب، وعدد الأقطاب ينتج من الطريقة التي تمّ بها لف المحرّك، وبهذا فإنّ سرعة المحرّك تُعطى بالعلاقة الآتية:

$$n = \frac{120 * F}{P}$$

- n: سرعة المحرّك (RPM).
- F: التردد الذي يعمل عليه المحرّك، ويقاس بـ (Hz).
- P: عدد أقطاب المحرّك (قطب).

مثال ١:

أحسب سرعة محرّك حثي، يعمل على تردد ٥٠ هيرتز، وعدد أقطابه ٤.

الحل:

$$n = \frac{120 * F}{P}$$

$$n = \frac{120 * 50}{4}$$

$$\mathbf{n = 1500\ (RPM)}$$

هذه السرعة سرعة المجال المغناطيسي الدوار، وتكون أعلى من السرعة الحقيقية للمحرّك؛ لأنّ السرعة الحقيقة تكون أقل؛ بسبب الخسائر في المحرّك، من احتكاك، وغيره من المسببات، لذا فإنّه يوجد فرق بينها، وبين السرعة الحقيقية للمحرّك. الفرق بين سرعة المجال المغناطيسي الدوار، وسرعة المحرّك الحقيقية تُسمّى سرعة الانزلاق، وتُعطى بالعلاقة الآتية:

$$S = N - N_S$$

حيث:
- S: سرعة الانزلاق.
- N: سرعة المحرّك.
- Ns: السرعة الاسمية للمحرّك.

ويمكن حساب الانزلاق بالفرق بين تردّد سرعة المحرّك، وتردّد السرعة الاسمية، من خلال ملاحظة المثال الآتي:

مثال ٢:

أحسب سرعة محرّك، يعمل بتردد ٦٠ هيرتز، وعدد أقطابه ٦، وأحسب سرعة الانزلاق بوَحدة دورة لكلّ دقيقة، وبوَحدة الهيرتز إذا علمت أن سرعة المحرّك الاسمية هي 1150 دورة لكلّ دقيقة.

لحساب السرعة:

$$n = \frac{120 * F}{P}$$

$$n = \frac{120 * 50}{4}$$

$$\mathbf{n = 1200\ (RPM)}$$

ولحساب سرعة الانزلاق بوَحدة (RPM):

$$S = N - Ns$$
$$S = 1200 - 1150$$
$$S = 50\ (RPM)$$

ولحساب سرعة الانزلاق بوَحدة (Hz):

$$n = \frac{120 * F}{P}$$

$$50 = \frac{120 * 50}{4}$$

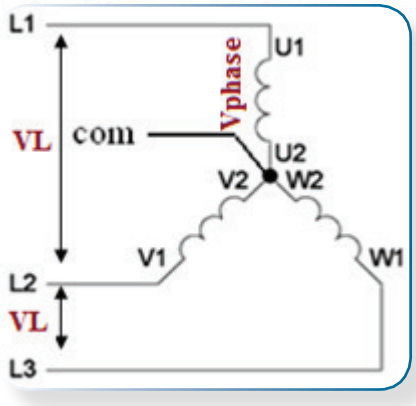
$$F = \frac{50 * 6}{120}$$

$$F = 2.5\ Hz$$

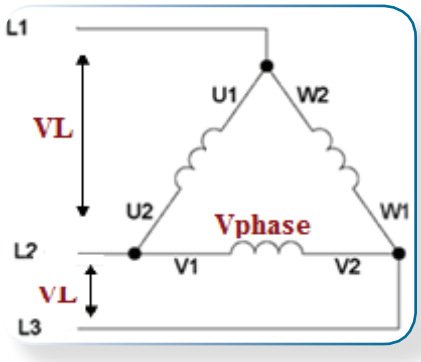
تشغيل المحرّك ثلاثي الطور:

يتكوّن المحرّك الحثي ثلاثي الطور من ثلاثة ملفات منفصلة تُسمّى (U، V، W)، والملف هو عبارة عن سلك نحاسي معزول، ملفوف داخل مجاري العضو السكان، ويمكن توصيل هذه الملفات بطريقتين:

1. **توصيلة ستار (توصيلة النجمة):** بهذه الطريقة توصل جميع نهايات الملفات (U2،V2،W2) بعضها مع بعض، وتُسمّى النقطة المشتركة، وتوصل البدايات (U1،V1،W1) مع المصدر الكهربائي (VL = 400) فولت، ويكون جهد الطور (Vphase) في هذه الحالة يساوي (VL/)، أنظر إلى الشكل المجاور:



2. **توصيلة دلتا (توصيلة المثلث):** في هذه الطريقة توصل نهاية الملف الأول مع بداية الملف الثاني، ونهاية الملف الثاني مع بداية الملف الثالث، ونهاية الملف الثالث مع بداية الملف الأول، كما توصل بدايات أطراف الملفات مع المصدر الكهربائي (٤٠٠ فولت)، وفي هذه الحالة يكون (Vphase) مساوياً لـ (VL).



وتعتمد طريقة توصيل المحرّك ستار أو دلتا بناء على جهد المصدر، والمعلومات على اللوحة الاسمية للمحرّك.

ولعكس اتجاه دوران المحرّك ثلاثي الطور، فإنّه يتم تبديل فاز على المدخل مكان فاز آخر؛ ما يؤدي إلى انعكاس اتجاه المجال المغناطيسي الدوار، وبالتالي عكس اتجاه دوران المحرّك.

فحص المحرّك ثلاثي الطور:

كما تم ذكره، فإنّ المحرّك الحثي ثلاثي الطور يتكون من ثلاثة ملفات منفصلة من أسلاك نحاسية معزولة؛ لذا يتم فحص أي محرّك كهربائي بخطوتين، هما:

1. **فحص مقاومة الملفات:** يتم فحص مقاومة كلّ ملف على حدة، بحيث يتم ضبط ساعة الفحص على أقل تدريج في قياس المقاومة، وقياس مقاومة الملفات، ويجب أن تكون مقاومة الملفات قليلة، ومتساوية.
2. **فحص العازلية:** يتم هذا الفحص عن طريق ضبط ساعة الفحص على المقاومة، ولا يجب أن يكون هناك توصيل بين الملف وهيكل المحرّك (الشّصي)، أو بضبط ساعة الفحص على الزمور، ولا يجب أن يكون هناك توصيل أيضاً.

أسئلة الوَحدة

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1 **ما العضو الثابت في المحرّك؟**

أ- STATOR. ب- ROTOR. جـ- SHAFT. د- BRUSHES.

2 **ما المحرّك الذي يتمتع بسرعة ثابتة تقريباً مع تغيّر الحمل؟**

أ- محرّك التوالي. ب- محرّك التوازي.

جـ- محرّكات التيار المتردد. د- المحرّك المركّب المتباين.

3 إلامَ يحتاج محرّك أحادي الطور لتشغيله؟

أ- بطارية. ب- فاز، ونيوترل. جـ- فازين معاً. د- مجموعة من البطاريات.

4 بِمَ يقاس التردد؟

أ- بالفولت. ب- بالواط. جـ- بالهيرتز. د- دورة في الدقيقة.

5 إلامَ يحتاج المحرّك الثلاثي الطور لتشغيله؟

أ- فاز، ونيوترل. ب – فازين، ونيوترل. جـ- ٣ فاز، ونيوترل. د- ٣ فاز فقط.

السؤال الثاني:

- أحسب سرعة محرّك حثي، يعمل على تردد ٦٠ هيرتز، وعدد أقطابه ٨ أقطاب.

السؤال الثالث:

- أرسم محرّك التيار المستمر من نوع مركّب.

لجنة المناهج الوزارية:

د. صبري صيدم	د. بصري صالح	أ. ثروت زيد
د. سمية النّخالة	م. وسام نخلة	

أسماء المشاركون في ورشة العمل لكتاب تكنولوجيا المصاعد للف الحدي عشر:

م. ماهر يعقوب (منسقاً)	م. صلاح الدين جعبة	م. مجدي البري	م. يحيى حسونة
م. محمود سقا	أ. محمد سالم		