مؤسسة التدريب المهني
مديرية البرامج والإختبارات ومصادر التعلم

سلسلة الوحدات التدريبية المبنية على أساس الكفايات المهنية

المهنة: ميكانيكي تمديدات صحية

اسم الوحدة: بناء الدارات وقياس الكميات الكهربائية الأساسية

الرقم الرمزي: LU 27

إعداد وتأليف:
م. ناصر درويش

الناشر:
مؤسسة التدريب المهني بدعم من مشروع تطوير كفاءة استخدام المياه والبيئة (TWEED)

قررت مؤسسة التدريب المهني تطبيق هذه الوحدة التدريبية بموجب قرار لجنة الاعتماد الفنية رقم (٢٠١٦/٣٤) تاريخ ٢٠١٦/٨/١٨ بدءً من العام الدراسي ٢٠١٦-٢٠١٧

الإشراف والتدقيق الفني:	**د. محمود الديسي، م. عبدالله الهور.**
لجنة الاعتماد الفنية:	**عطوفة المهندس هاني خليفات (رئيساً).** **م. ابراهيم الطراونة.** **م. محمد خير ارشيد.** **م. احمد مصطفى.** **م. عبد الله الهور.** **م. داود شقبوعة.** **د. محمود الديسي (مقرراً).**
التحرير اللغوي:	**جمال ذيب طه.**
الطباعة والتنسيق:	**قسم البرامج والمناهج** **(جمال ذيب، م. عصام الشامي).**

الطبعة الأولى التجريبية

التاريخ ٢٠١٧

ص.ب (٩٢٥٨٣٥) الرمز البريدي (١١١٠١) عمان - الأردن تلفون: ٤٨٧٣٠٣١ - ٤٨٨٤١٤٤ فاكس: ٤٨٩٥٦١٩
P.O.Box: (925835) Code: (11101) Amman-Jordan / Tel:4873031-4884144 Fax:4895619

فهرس المحتويات

الرقم	الموضوع	رقم الصفحة
	دليل الوحدة	
١	المقدمة.	
٢	نتاجات التعلم.	
٣	أهداف التعلم.	
٤	المتطلبات المسبقة.	
٥	الزمن المقترح.	
٦	أدلة التقييم الذاتي.	
١	**اختيار وتوصيل أسلاك وكبلات التمديدات الكهربائية.**	
	١-١ الموصلات والعوازل وأنصاف الموصلات.	
	١-٢ التيار الكهربائي.	
	١-٣ الفولطية.	
	١-٤ المقاومة الكهربائية.	
	١-٥ مقاومة الأسلاك والكبلات الكهربائية .	
	١-٦ أسلاك وكبلات البناء الكهربائية تركيبها ومقاساتها وترميزها.	
	١-٧ توصيل الأسلاك الكهربائية.	
	١-٨ التقييم الذاتي.	
	التمرين (١): تعرية أطراف الأسلاك الكهربائية ووصلها.	
٢	**قياس الكميات الكهربائية الأساسية فحص العناصر الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي.**	
	٢-١ الدارة الكهربائية البسيطة.	
	٢-٢ مفهوم الدارة المفتوحة والمغلقة ودارة القصر.	
	٢-٣ رموز العناصر الكهربائية.	
	٢-٤ قانون أوم.	
	٢-٥ أنواع الدارات الكهربائية.	
	٢-٦ الطاقة والقدرة الكهربائية.	
	٢-٧ أجهزة القياس الكهربائية.	
	٢-٨ التقييم الذاتي.	
	التمرين (٢): استخدام أجهزة القياس في قياس الكميات الكهربائية الأساسية، وفحص العناصر الكهربائية.	
	التمرين (٣): التحقق من قانون أوم.	
٣	**تركيب وتوصيل المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية.**	
	٣-١ أصناف عناصر التمديدات الكهربائية حسب مكان التركيب.	
	٣-٢ مفاتيح التمديدات الكهربائية.	
	٣-٣ مقابس وقوابس القدرة.	
	٣-٤ التأريض وأجهزة الحماية.	
	٣-٥ الرموز والمخططات المستخدمة في تنفيذ التمديدات الكهربائية.	

	٦-٣ التقييم الذاتي.	
	التمرين(٤): تركيب المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية وتوصيلها.	
	اختباري المعرفة والأداء.	
	قائمة المصطلحات الفنية.	
	قائمة المراجع.	

دليل الوحدة

المقدمة

حرصاً على ربط العلم بالعمل والنظرية بالتطبيق، اتجهت مؤسسة التدريب المهني نحو استخدام الكفايات في التدريب، وذلك لإكساب المتدربين المهارات العلمية والمعلومات النظرية، إذ يتيح استخدامها مرونة التكيف مع المتغيرات المهنية التي تطرأ في ميدان العمل المهني، ويوفر للمتدرب مجال التعلم والتدريب الذاتي والتقدم فيه حسب قدراته. وقامت مؤسسة التدريب المهني حتى الأن بإعداد وحدات تدريبية على أساس الكفايات المهنية في مجال الصناعة والخدمات.
تقدم هذه الوحدة التدريبية / التعلمية القائمة على أساس الكفايات المهنية المادة التعلمية التدريبية اللازمة لاكتساب الكفاية بجوانبها الأدائية والمعرفية والاتجاهية المتعلقة على بناء الدارات الكهربائية الأساسية وفق كودة التمديدات الكهربائية الأردنية وحسب معايير الأداء الواردة في معايير الكفايات المهنية الأردنية لعمل ميكانيكي التمديدات الصحية. حيث تتضمن هذه الوحدة المادة التعلمية النظرية الأنشطة التدريبية المطلوبة، بالإضافة إلى أدلة التقييم الذاتي.

المتطلبات المسبقة

قبل الشروع بدراسة هذه الوحدة يتطلب منك اجتياز الوحدات التدريبية التالية بنجاح:

- تحديد وتطبيق إجراءات السلامة والصحة المهنية.

نتاجات التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها وخبراتها يتوقع منك أن تصبح قادراً على بناء الدارات الكهربائية الأساسية وفق كودة التمديدات الكهربائية الأردنية وحسب معايير الأداء الواردة في معايير الكفايات المهنية الأردنية لعمل ميكانيكي التمديدات الصحية.

أهداف التعلم

بعد إتمام هذه الوحدة يتوقع منك أن تصبح قادراً على القيام بعناصر الكفاية التالية حسب معايير الأداء الواردة في معايير الكفايات المهنية الأردني لمهنة ميكانيكي التمديدات الصحية:

١- تختار الأسلاك وكبلات التمديدات الكهربائية وتوصلها.
٢- تقيس الكميات الكهربائية الأساسية، وتفحص العناصر الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي (Digital Multimeter).
٣- تركب المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية وتوصلها.

الزمن المقترح

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي١٣٠ ساعة تدريب وعمل ميداني موزعة كما يلي:

- دروس نظرية: ٨ ساعات تدريبية.
- تنفيذ التمارين العملية: ٢٢٠ساعة تدريبية.
- الاختبارالنظري: ٢ ساعة تدريبية.
- الاختبار العملي: ٢ ساعة تدريبية.
- التدريب الميداني: ٩٦ ساعة عمل ميداني.

أدلة التقييم الذاتي

أ- أسئلة التقييم الذاتي للمعلومات النظرية:

أجب عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية كل هدف من أهداف الوحدة التدريبية القائمة على أساس الكفايات، ثم اعرض إجاباتك على مدربك لتدقيقها، مما سيساعدك على مراجعة موضوعات الوحدة واستيعابها.

ب- دليل تقييم الأداء:

ستجد بعد نهاية كل تمرين عملي قائمة فحص تسمى «دليل تقييم الأداء» معدة بشكل مستقل لكل تمرين عملي، وسيساعدك دليل التقييم في توجيهك وإنجازك لكل واجب، كما يستخدم دليل تقييم الأداء في مساعدتك للتقييم المستمر خلال تعلمك للمهنة.

● **هدف التعلم الأول:**

عند الانتهاء من تنفيذ كافة الأنشطة التعلمية المبينة في الجدول أدناه يتوقع أن تصبح قادراً على أن تختار وتوصل أسلاك وكبلات التمديدات الكهربائية بمختلف الطرق المعتمدة في الكودة الأردنية للتمديدات الكهربائية وتركيباتها، وحسب معايير الأداء الواردة في معايير الكفايات المهنية الأردنية لعمل ميكانيكي التمديدات الصحية.

أنشطة التعلم	المصادر
١- قراءة المادة النظرية/ اختيار وتوصيل أسلاك وكبلات التمديدات الكهربائية.	المدرب (الميسر) لشرح المادة النظرية وإثرائها.
٢- الإجابة عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية (اختيار وتوصيل أسلاك وكبلات التمديدات الكهربائية).	المدرب (الميسر) لمناقشة إجابتك عن الأسئلة.
٣- تنفيذ التمارين العملية المتعلقة (اختيار وتوصيل أسلاك وكبلات التمديدات الكهربائية) واستكمال دليل تقييم الأداء الخاص بكل تمرين.	تحت إشراف المدرب (الميسر).
٤- تنفيذ الأنشطة التعلمية المقترحة والواردة من خلال نص المادة النظرية.	الكتب والأنترنت وكتالوجات الشركات الصانعة.
٥- التدريب الميداني في مجال تركيب وصيانة مضخات وسخانات المياه الكهربائية.	تحت إشراف فني تمديدات صحية مؤهل.

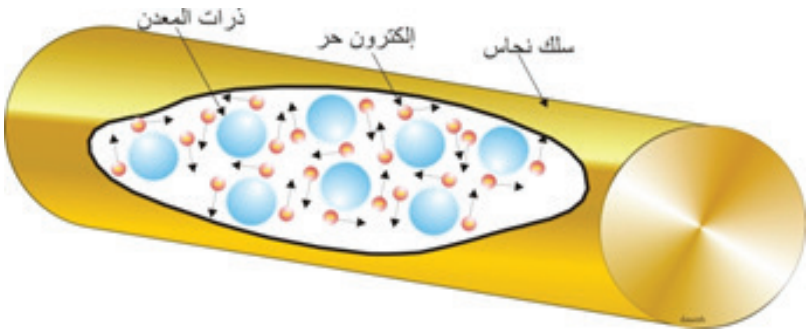
١- اختيار وتوصيل أسلاك وكبلات التمديدات الكهربائية.

تستخدم الأسلاك والكبلات الكهربائية في نقل وتوزيع التيار الكهربائي في الدارات الكهربائية في المنازل والمنشآت التجارية والصناعية وغيرها .وعند القيام باختيار وتوصيل الأسلاك والكبلات الكهربائية يجب التقيد بالمتطلبات الفنية للتوصيلات الكهربائية الواردة في الكودة الأردنية للتمديدات الكهربائية وتركيباتها ،حيث تعتبر التوصيلات الكهربائية الخاطئة وغير المطابقة للمواصفات في المنازل أو المنشآت التجارية والصناعية وغيرها من أهم مسببات الحوادث الكهربائية ، حيث يؤدي ذلك إلى خسائر مادية أو بشرية لشاغلي تلك المنشآت أثناء عمليات الاستخدام والتشغيل . وقبل الخوض في أنواع الأسلاك والكبلات الكهربائية ومقاساتها وطرق وصلها وغيرها من موضوعات هذه الوحدة التعلمية التدريبية، يجب التعرف على المفاهيم الأساسية في علم الكهرباء مثل التيار والمقاومة والفولطية.

١-١ الموصلات والعوازل وأنصاف الموصلات

تنقل الطاقة الكهربائية وتوزع بوساطة نواقل ذات أنواع ومقاسات مختلفة، وتتكون هذه النواقل من قلب وغلاف، ويصنع القلب من مادة موصلة للكهرباء، في حين يصنع الغلاف من مادة عازلة للكهرباء. وتصنف المواد عموماً، من حيث قدرة توصيلها للتيار الكهربائي، إلى ثلاثة أقسام، هي:

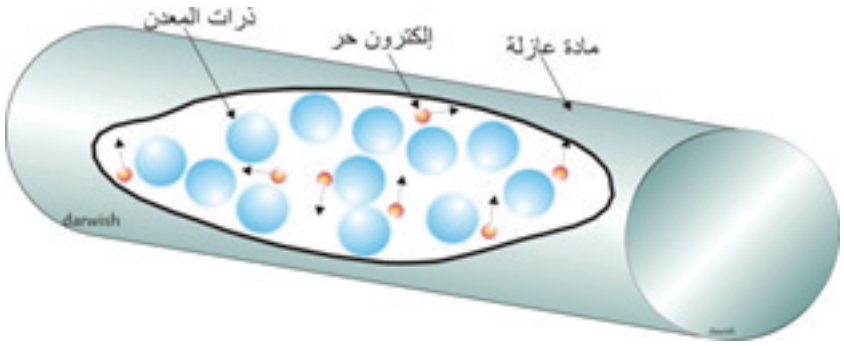
● **المواد الموصلة:** هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة، ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على عدد هائل من الإلكترونات الحرة المبينة في الشكل (١)، والقابلة للحركة تحت تأثير قوة خارجية كمصدر فولطية كهربائية (مولد كهربائي أو بطارية). وتعرف الإلكترونات الحرة بأنها إلكترونات أفلتت من سيطرة قوة جذب النواة، واصبحت تتجول عشوائيا ضمن البنية الذرية للمادة.



الشكل (١): المواد الموصلة للتيار الكهربائي تحتوي على عدد هائل من الإلكترونات الحرة.

تعتبر الفضة والنحاس والذهب والألومنيوم موصلات ممتازة للكهرباء، وغالباً ما يستخدم «النحاس» في شبكات التمديدات الداخلية والأجهزة الكهربائية والإلكترونية، و»الألمنيوم» في شبكات نقل وتوزيع الكهرباء الخارجية، بسبب رخص ثمنهما مقارنة مع المواد الموصلة الأخرى. أما «الهواء» فيعتبر موصل للكهرباء تحت ظروف رطوبة معينة، وكذلك «الماء» عند احتوائه على مقادير معدنية ضئيلة.

● **المواد العازلة:** هي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة، ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على عدد قليل جداً من الإلكترونات الحرة القابلة للحركة تحت تأثير فولطية كهربائية، كما في الشكل (٢).



الشكل (٢): المواد العازلة للكهرباء تحتوي على عدد قليل من الإلكترونات الحرة.

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

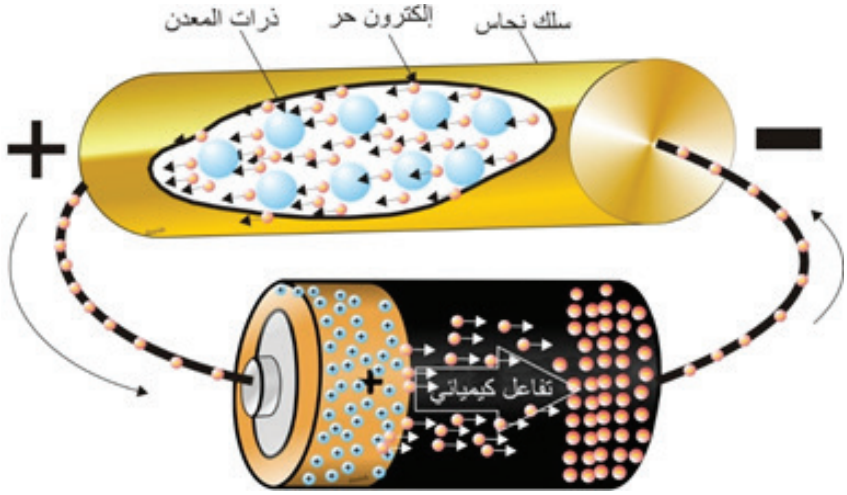
● **أنصاف الموصلات:** تمتاز هذه المواد بكونها مواد عازلة للكهرباء في حالتها النقية، وتصبح موصلة جيدة للكهرباء بإضافة بعض الشوائب لها بنسب محددة من الفسفور والزرنيخ والأنديوم أو الغاليوم لتدخل بعدئذ في مكونات الأجهزة الإلكترونية كالترانزستورات والثنائيات وغيرها، ومن أهم المواد نصف الموصلة المستخدمة في هذا المجال «السيليكون» و«الجرمانيوم»، وستدرس هذا الموضوع تفصيلياً في درس «الدارات الإلكترونية البسيطة».

١-٢ التيار الكهربائي

التيار الكهربائي هو الحركة الموجهة للإلكترونات الحرة من نقطة إلى نقطة أخرى عبر موصل (سلك كهربائي) تحت تأثير فولطية المصدر الكهربائي (مولد أو بطارية)، وفيما يلي توضيح مفهوم سريان التيار الكهربائي.

أ- توضيح مفهوم سريان التيار الكهربائي

لكي تتحرك الإلكترونات الحرة عبر الموصل لا بد من التأثير عليها بقوة خارجية. ونحصل على هذه القوة من مصدر الطاقة الكهربائية. وأحد هذه المصادر البطارية العادية. تستخدم البطارية «التفاعل الكيميائي» لتوليد زيادة في عدد الإلكترونات عن أحد القطبين، ونقص في الإلكترونات عند القطب الآخر. لذلك يطلق على القطب الأول «القطب السالب»، ويرمز له بإشارة (-) ، ويطلق على القطب الثاني «القطب الموجب»، ويرمز له بإشارة (+).



الشكل (٣): توضيح مفهوم سريان التيار الكهربائي.

يبين الشكل (٣) نحاس موصول بقطبي بطارية. وبالتمعن في الشكل، يلاحظ أن القطب السالب للبطارية يقوم بإبعاد الإلكترونات الحرة عنه، في حين يقوم القطب الموجب للبطارية بجذبها إليه. وبالنتيجة تتحرك الإلكترونات الحرة من القطب السالب إلى القطب الموجب عبر السلك. إن هذه الحركة الموجهة للإلكترونات الحرة تسمى "سريان تيار كهربائي». ويقال في هذه الحال إن هناك تيار كهربائي يسري في السلك.

عندما تدخل الإلكترونات الحرة الطرف الموجب للبطارية، تلتقطها الأيونات الموجبة، وباستمرار التفاعل الكيميائي داخل البطارية تنطلق باستمرار إلكترونات حرة وأيونات موجبة جديدة، ويستمر سريان التيار الكهربائي.

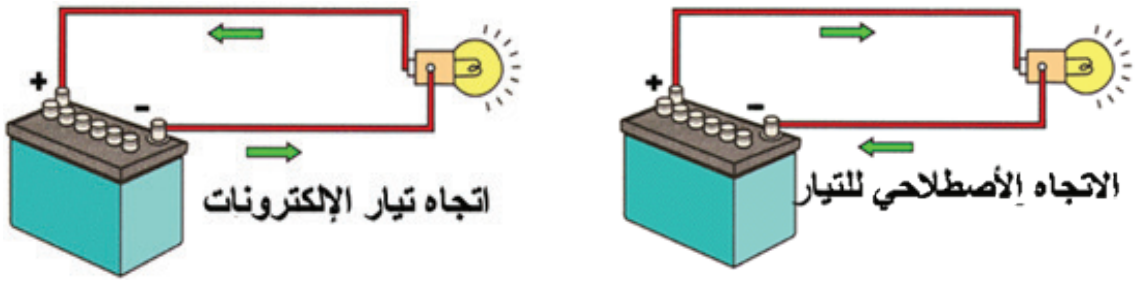
ملاحظة: لقد وضع هذا المثال فقط لتوضيح مفهوم سريان التيار الكهربائي، بينما في الواقع لا يمكن وصل سلك بين طرفي البطارية بشكل مباشر، لأن هذا يؤدي إلى مرور تيار كبير وتفريغ البطارية بسرعة، مما يؤدي إلى تلفها.

يتوفر على اليوتيوب العديد من مقاطع الفيديو وأفلام المحكاة التي توضح مفهوم التيار الكهربائي ،يمكنك البحث عن هذه المقاطع في محرك بحث اليوتيوب باستخدام الكلمات المفتاحية التالية باللغة الأنجليزية (Electrical current concept).لا تنسى مشاركة تجربتك مع زملائك ومدربك.

ب- اتجاه التيار الكهربائي

لاحظت في الشكل السابق (٣) بأن اتجاه سريان تيار الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب للبطارية، كما في الشكل(٤-ب).

وقد اصطلح العلماء قديماً أن يكون اتجاه التيار الكهربائي في الدارة الكهربائية من القطب الموجب إلى القطب السالب كما مبين في الشكل (٤-أ) أي بعكس اتجاه سريان الإلكترونات، وقد تبنى العلماء الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي قبل وضع النظرية الذرية للكهرباء. ومع ذلك، فإن العديد من المراجع والكتب لازالت تستعمل الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي.



(أ) (ب)

الشكل (٤): اتجاه التيار الكهربائي.

ج- شدة التيار الكهربائي

ذكرنا في الفقرات السابقة بأن التيار الكهربائي هو عبارة عن سيل من الإلكترونات الحرة يتدفق عبر موصل في اتجاه معين. فإذا تدفق عبر الموصل عدد قليل من الإلكترونات الحرة تكون شدة التيار منخفضة أما إذا تدفق عبر الموصل عدد كبير من الإلكترونات الحرة تكون شدة التيار مرتفعة. وتعرف شدة التيار الكهربائي بأنها كمية الشحنة الكهربائية التي تعبر مقطعاً معيناً في الموصل في وحدة الزمن(الثانية)، أي معدل تدفق الشحنة الكهربائية وتعطى بوحدة الكولوم/الثانية، وتعرف هذه الوحدة باسم «الأمبير "، نسبة إلى العالم أندرية ماري أمبير. والكولوم هو وحدة قياس الشحنة الكهربائية، والكولوم الواحد يساوي مجموع شحنات (٦,٢٥ × ١٠١٨) إلكترون أي (٦,٢٥٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) إلكترون.

د- قيم التيار الدارجة في الحياة العملية

يبين الجدول (١) أدناه قيم التيار الذي تعمل عليه بعض الأجهزة الكهربائية الشائعة الاستخدام في الحياة العملية.

الجدول (١): قيم التيار الذي تعمل عليه بعض الأجهزة الكهربائية الشائعة الاستخدام في الحياة العملية.

الجهاز	الشكل	التيار
مصابيح الإنارة التوهجية.		(٠,١-٠,٦) أمبير حسب قدرة المصباح.
الثلاجة المنزلية.		(٢-٥) أمبير، حسب قدرة ضاغط الثلاجة.

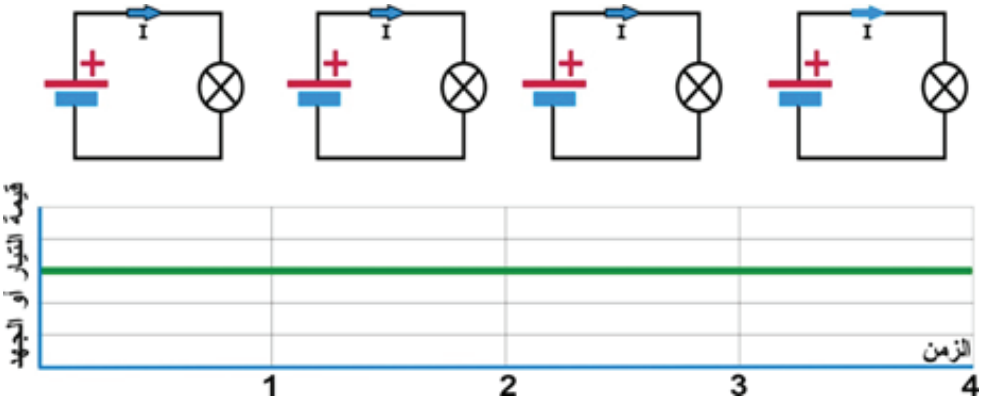
المكوي الكهربائي.		(٢-٥) أمبير، حسب قدرة المكوي.
المدفئة الكهربائية.		(٥-٢٠) أمبير، بواقع (٥) أمبير لكل شمعة.
سخان المياه التخزيني.		(٨-١٢) أمبير، حسب قدرة السخان.
سخان المياه الفوري.		(٢٠-٥٠) أمبير حسب قدرة السخان.

هـ - أنواع التيار الكهربائي

التيار الكهربائي نوعان، هما:

- التيار المستمر (Direct Current)، ويرمز له بالحرفين (DC).
- التيار المتناوب أو المتردد أو المتغير (Alternating Current)، ويرمز له بالحرفين (AC).

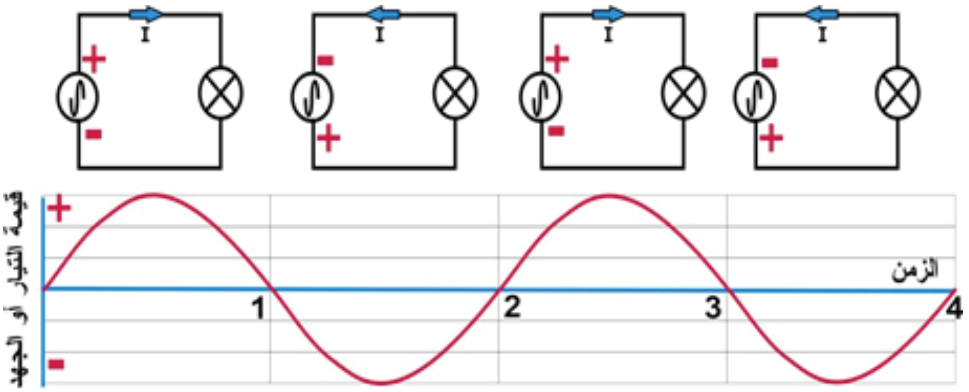
● **التيار المستمر (Direct Current):** هو تيار ثابت الشدة والاتجاه بمرور الزمن بسبب ثبات قطبية مصدر جهده، كما موضح في الشكل (٥)، ويتم الحصول عليه من البطاريات نتيجة تفاعلات كيميائية، أو من مولدات التيار المستمر، أو من دارات التوحيد الإلكترونية التي تحول المتناوب إلى تيار مستمر.



الشكل (٥): التيار المستمر.

● **التيار المتناوب (Alternating Current):** هو تيار متغير الشدة والاتجاه مع الزمن، كما موضح في الشكل (٦)، ويتم الحصول عليه من مولدات التيار المتناوب الخاصة بمحطات توليد الكهرباء.

التيار المتناوب الذي تزودنا به شركة الكهرباء بعكس اتجاه جريانه (٥٠) مرة في الثانية الواحدة، أي تردده يساوي (٥٠) هيرتز. أما تردد التيار المتناوب المستعمل في الولايات المتحدة الأمريكية فيساوي (٦٠) هيرتز.



الشكل (٦): التيار المتناوب.

١-٣ الفولطية

إن أهم مستلزمات سريان التيار الكهربائي هو وجود قوة مؤثرة خارجية تجبر الإلكترونات الحرة (الشحنات) على التحرك في اتجاه معين عبر الموصل. ويمكن الحصول على هذه القوة من مصادر الطاقة الكهربائية مثل البطاريات والمولدات الكهربائية. وتسمى هذه القوة بأسماء عدة مختلفة، هي: القوة الدافعة الكهربائية، وفرق الجهد الكهربائي، والجهد الكهربائي، والضغط الكهربائي، والفولطية. ومع اختلاف هذه المسميات إلا انها تقريباً متشابهة.

أ. الفولط

الفولط (Volt) هو وحدة قياس الفولطية، ويرمز له بالحرف (V)، ويعرف بأن (١) فولت هو الفولطية اللازمة لتحريك تيار شدته (١) أمبير عبر موصل مقاومته (١) أوم، وسنشرح المقاومة بالتفصيل لاحقاً. وأجزاء الفولت المستخدمة في مجال الإلكترونيات هي:

١- الميلي فولط: ويرمز له بالحرفين (mV) ، ويساوي (٠,٠٠١) فولت.

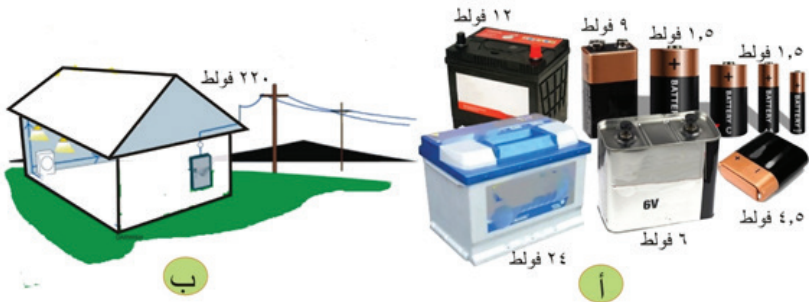
٢- المايكرو فولط: ويرمز له بالحرفين (UV) ، ويساوي (٠,٠٠٠, ٠٠١) فولت.

أما مضاعفات الفولت في مجال القوى الكهربائية فهو «الكيلو فولط» ويرمز له بالحرفين (KV) ويساوي (١,٠٠٠) فولت.

ب. الفولطيات المستخدمة في الحياة العملية

لقد اتفق عل توحيد الفولطيات المستخدمة في البطاريات، ونذكر منها فولطيات البطاريات الجافة (١,٥) فولط، و(٦) فولط، و(٩) فولط. وفولطيات البطاريات السائلة (١٢) فولط، و(٢٤) فولط، كما في الشكل (٧-أ).

تختلف فولطيات شبكات التيار العام من بلد إلى آخر، فالجهود المستخدمة في معظم دول العالم بما فيها الدول العربية (٢٢٠) فولط، كما في الشكل (٧-ب). في حين أن الفولطيات المستعملة في أمريكا هي (١١٠) فولت، وفي بريطانيا (٢٤٠) فولط. أما شبكات نقل الطاقة الكهربائية (الضغط العالي)، فيتراوح فولطياتها بين (١١، و٣٣، و١٣٢، و٤٠٠) كيلو فولط.



الشكل (٧): الفولطيات المستخدمة في الحياة العملية.

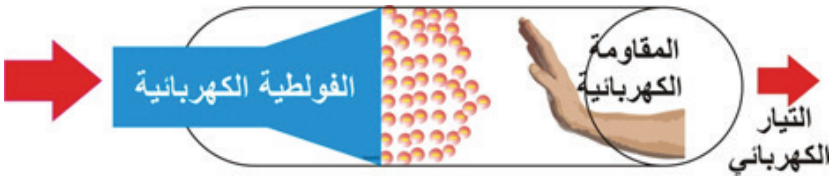
ج. فولطية التشغيل

لكل جهاز كهربائي قيمة فولطية تشغيل محددة يجب ألا يتعداها، وتسجل هذه القيمة على لوحة مواصفات الجهاز، وتسمى «فولطية التشغيل أو الفولطية المقررة أو المقننة». فعند تعرض المصباح لفولطية أعلى من فولطية تشغيله، كما مبين في وسط الشكل (٨-ب)، يزداد تياره، وتزداد بالتالي إضاءته، وقد لا يستطيع المصباح أن يتحمل زيادة هذا التيار، فيتلف. وعند تعرضه لفولطية أقل من فولطية تشغيله، كما مبين في أسفل الشكل (٨-ج)، يقل تياره، وتقل بالتالي إضاءته.

الشكل (٨): فولطية التشغيل.

١-٤ المقاومة الكهربائية

إن سريان الماء في أنبوب جدرانه خشنة، أصعب من سريانه في أنبوب جدرانه ملساء، كذلك سريان الماء في أنبوب مساحة مقطعه صغير أصعب من سريانه في أنبوب مساحة مقطعه كبير، وبهذا يتبين لك أن الماء الذي يمر في أنبوب يواجه مقاومة تحد من تدفقه فيه، كذلك الحال بالنسبة للتيار الكهربائي لأن حركة إلكتروناته تواجه معارضة أثناء مرورها في الموصل، كما مبين في الشكل (٩)، وهذه المعارضة تسمى «المقاومة الكهربائية».



الشكل (٩): توضيح مفهوم المقاومة الكهربائية.

تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة الأوم، ويرمز له بحرف أوميجا (Ω). ويعرف الأوم بدلالة الجهد والتيار، حيث إن (١) أوم هو مقدار المقاومة التي تسمح بمرور تيار شدته (١) أمبير عند جهد (١) فولط.

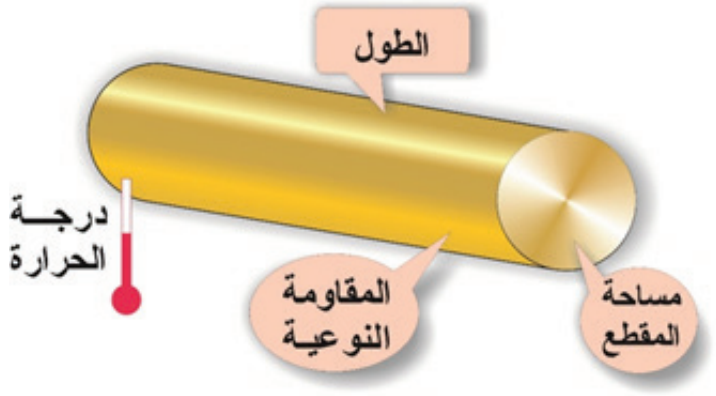
وللمواد العازلة للكهرباء كالزجاج والمطاط، مقدار كبير من المعارضة لتدفق الإلكترونات عبرها، وبالتالي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي فيها، لذا يقال بأن لهذه المواد مقاومة كبيرة جداً (٢٠ مليون أوم وأكثر)، وبأنها مواد عازلة.

أما المواد الموصلة للكهرباء كالنحاس والألومنيوم، فإنها تبدي معارضة قليلة جداً لحركة الإلكترونات عبرها، لذا يقال بأن لهذه المواد مقاومة منخفضة جداً (أقل من واحد أوم)، وبأنها مواد موصلة.

١-٥ مقاومة الأسلاك والكبلات الكهربائية

تستخدم الأسلاك والكبلات الكهربائية في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية، كما تدخل في صناعة الأجهزة الكهربائية مثل المحولات والمحركات وغيرها. كما يوضح الشكل (١٠)، الأسلاك الكهربائية لها مقاومة تعتمد في قيمتها على طول السلك ومساحة مقطعه ونوع مادته.

- **طول الموصل:** تزداد مقاومة الموصل بازدياد طوله، أي أن مقاومة الموصل تتناسب طردياً مع طوله.
- **مساحة مقطع الموصل:** تتناسب مقاومة الموصل تناسباً عكسياً مع مساحة مقطعه، أي أنه كلما زادت مساحة مقطع الموصل قلت مقاومته.



الشكل (١٠): العوامل المؤثرة على مقاومة الموصل.

تماثل أسلاك الكهرباء مواسير الماء من حيث تدفق التيار الكهربائي مقارنة بتدفق تيار المياه، فالماسورة التي مساحة مقطعها كبير تكون مقاومتها لتدفق تيار الماء منخفضة، أما الماسورة التي مساحة مقطعها صغير تكون مقاومتها لتدفق تيار الماء مرتفعة.

- **نوع مادة الموصل**: يمكن مقارنة مقاومة المواد المختلفة بالرجوع إلى المقاومة النوعية للمادة، وهي مقاومة عينة من المادة على هيئة موصل طوله (١) متر ومساحة مقطعه (١) مم٢ عند درجة حرارة (٢٠) س، ووحدة قياسها (أوم. مم٢/متر)، ويرمز لها بالحرف رو (p)، ويبين الجدول رقم (٢) المقاومة النوعية لستة مواد شائعة الاستعمال.

الجدول رقم (٢): المقاومة النوعية لستة مواد شائعة الاستعمال

المادة	المقاومة النوعية (أوم.مم٢/متر)	المادة	المقاومة النوعية (أوم.مم٢/متر)
الفضة	٠,٠١٤٩	الألومنيوم	٠,٠٢٤١
النحاس	٠,٠١٧٨	الحديد	٠,١٤
الذهب	٠,٠٢١	سبيكة النكروم (نيكل وكروم وحديد) وتستخدم في صناعة المقاومات	١,٩

ويمكن حساب مقاومة الموصل (بالأوم)، باستخدام المعادلة الرياضية التالية: $R = \frac{L}{A} \times p$

حيث أن: R = مقاومة الموصل (بالأوم). L = طول الموصل (بالمتر).

A = مساحة مقطع الموصل (مم٢). p = المقاومة النوعية للموصل (بالأوم. متر).

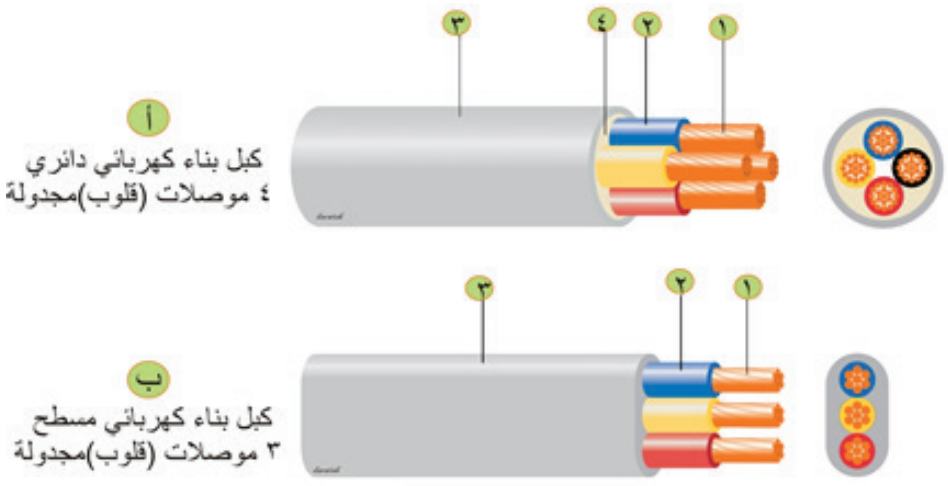
- **درجة حرارة الموصل:** تتغير مقاومة المادة بتغير درجة الحرارة، ويعبر عن هذا التغير بالمعامل الحراري للمادة، ويعرف بأنه الزيادة أو النقصان في مقاومة عينة من تلك المادة مقاومتها (١) أوم نتيجة تغير درجة حرارتها (١) درجة سيلسيوس. وعموماً، تزداد مقاومة المعادن بازدياد درجة حرارتها، أما أنصاف الموصلات، فتقل مقاومتها بارتفاع درجة حرارتها.

مقاومة الموصلات (الأسلاك) الكهربائية غير مرغوب فيها لأنها تسبب:

- هبوطاً في الفولطية على امتداد السلك الناقل، وتكون الفولطية في نهاية الخط أقل منه في بدايته عند المصدر، وتعتمد قيمة هبوط الفولطية على قيمة مقاومة السلك وقيمة التيار المار عبره، ومن المتعارف عليه أنه لا يجوز أن يتجاوز هبوط الجهد في تركيبات الإنارة أكثر من (١,٥-٢,٥٪) من فولطية الشبكة، وفي أجهزة التدفئة أكثر من (٣٪)، وفي المحركات الكهربائية أكثر من (٥٪).
- انخفاضاً في الطاقة الكهربائية المنقولة، حيث تعمل مقاومة الأسلاك على تحويل جزء من هذه الطاقة إلى طاقة حرارية قد تؤدي إلى تسخين الأسلاك وبالتالي إلى انصهار العازل الذي يغلفه وحدوث تماس كهربائي ونشوب حرائق.

١-٦ أسلاك وكبلات البناء الكهربائية تركيبها ومقاساتها وترميزها

يتكون السلك الكهربائي من موصل مصمت أو مجدول ذي مقاومة كهربائية منخفضة جداً مثل النحاس يسمى القلب (core)، تحيط به طبقة من مادة عازلة للكهرباء تسمى العازل الكهربائي، كما في الشكل (١٢).



١-قلب مجدول مكون من عدد من الشعرات النحاسية.	٣-غلاف خارجي واقي مصنوع من (PVC) أو (XLPE).
٢-عازل من (PVC) أو (XLPE).	٤-حشوة.

الشكل (١١): تركيب الكبلات متعددة الموصلات (القلوب).

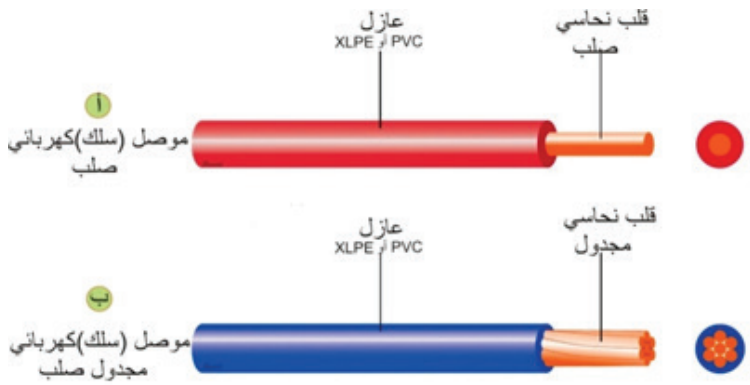
أما الكبل الكهربائي فيتكون بالعادة من عدد من الموصلات المعزولة (بالعادة ٢ أو ٣ أو ٤)، يحيط بهما غلاف واقي خارجي لحمايتها من الإجهادات الميكانيكية والظروف الجوية المحيطة بها، كما في الشكل (١١). وتسمى الكبلات متعددة القلوب (الموصلات) (Multicore cables).

وفيما ما يلي توضيح لمكونات كبلات البناء الكهربائية المقننة على فولطية تشغيل أقل من (١٠٠٠) فولط، والمستخدمة في توزيع الطاقة الكهربائية داخل المباني السكنية والتجارية والصناعية.

أ. الموصلات المصمتة والمجدولة

هناك نوعين رئيسيين من الموصلات (القلوب)، وهما:

- **القلب (الموصل) المصمت:** يتكون من موصل (شعرة) واحد صلب مغلف بطبقة عازلة كهربائياً، كما في الشكل (١١-أ). الموصل المصمت سهل التصنيع وأرخص ثمناً من الموصل المجدول. ولكن الأسلاك الكهربائية المصمتة غير مرنة، ويصعب تمريرها في المسارات المتعرجة، كما أنها غير مقاومة للاهتزازات الناشئة عن الآلات الكهربائية مثل المحركات. لهذه الأسباب تصنع الأسلاك المصمتة بأقطار صغيرة فقط، وتستخدم في توصيل الأحمال الثابتة مثل مصابيح الإنارة.



الشكل (١٢): الموصلات المصمتة والمجدولة.

- **القلب(الموصل) المجدول:** يتكون من عدد من الشعرات النحاسية مجدولة للمرونة وسهولة الثني، كما في الشكل (١١-ب). من مزايا الموصلات المجدولة:

✓ الكبلات الكهربائية ذات الموصلات (القلوب) المجدولة أكثر مرونة من الكبلات الكهربائية ذات الموصلات (القلوب) المصمتة.

✓ يمكن عمل موصلات ذات مقاطع مختلفة بتغيير عدد الشعرات النحاسية المستخدمة في تصنيع الموصل.

✓ تقسيم الموصل إلى شعرات يرفع قيمة التيار الكهربائي الذي يمكن أن يمرره الموصل بأمان (التيار المقرر للموصل). ويعود ذلك إلى ميول التيار الكهربائي المتناوب إلى الجريان بالقرب من سطح الموصلات وليس في قلبها، وتعرف هذه الظاهرة باسم «الظاهرة القشرية» (skin effect)، وتقسيم الموصل إلى شعرات يزيد مساحة سطح الموصل الكلية، أي يزيد الجزء من مقطع الموصل المستفاد منه في تمرير التيار.

- **العازل الكهربائي:** من أهم المواد المستخدمة في عزل مختلف أنواع أسلاك وكبلات البناء الكهربائية حالياً:

✓ مادة متعدد كلوريد الفينيل (Polyvinyl Chloride)، أو باختصار البي في سي (PVC). وهي من المواد البلاستيكية التي تلين بالحرارة، وتتحمل مادة البي في سي (PVC) درجات حرارة حتى ٧٠ درجة سلسيوس في التشغيل العادي وتتحمل حتى ١٦٠ درجة سلسيوس في حال دارة القصر (الشورت).

✓ مادة متعدد الإيثيلين المترابط شبكياً (Cross Link Poly Ethylene)، أو باختصار إكس أل بي أي(XLPE).

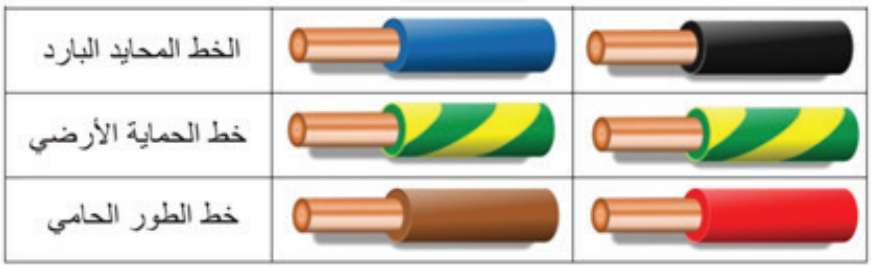
وهي من المواد البلاستيكية التي لا تلين بالحرارة حتى درجة حرارة احتراقها، وتتحمل درجات حرارة حتى ٩٠ سلسيوس في حال التشغيل العادي، وحتى درجة ٢٥٠ سلسيوس في حال دارة القصر (الشورت).

- **الحشوة:** تحيط الحشوة بالموصلات، كما في الشكل (١٢-أ)، ووظيفتها المحافظة على تناسق شكل الكبل الدائري، ومنع احتكاك الموصلات بعضها البعض، ومنع الرطوبة والمياه من التغلغل إلى داخل الكبل.
- **الغلاف الواقي الخارجي:** يحيط الغلاف الواقي الخارجي بمكونات الكبل كلها، كما في الشكل (١٢). ووظيفة الغلاف الواقي الخارجي حماية مكونات الكبل الداخلية من الرطوبة والمواد الكيميائية وغيرها. ويصنع الغلاف الخارجي من مواد مقاومة للتأكل مثل البي في سي (PVC) أو إكس أل بي أي(XLPE). ويطبع على الغلاف الخارجي المواصفات الفنية للكبل.

ب. الترميز اللوني للأسلاك الكهربائية

عند بناء الدارات الكهربائية يجب التقيد بنظام الترميز اللوني للأسلاك الكهربائية (wire color code) المحلي المعتمد، وذلك لتسهيل عمليات التمديد والصيانة وضمان سلامة العاملين في التمديدات الكهربائية. ويتم استخدام الألوان على النحو الآتي، كما في الشكل (١٣).

- ✓ اللون الأحمر أو البني يستخدمان لخط الطور الحامي(Phase).
- ✓ اللون الأزرق والأسود يستخدمان للخط المحايد البارد (Neutral).
- ✓ اللون الأخضر المخطط بالأصفر يستخدم لخط الأرضي (Ground).



الشكل (١٣): نظام الترميز اللوني للأسلاك الكهربائية في الدارات أحادية الطور المنزلية.

ج. مقاسات الأسلاك الكهربائية

تتوافر الأسلاك والكبلات الكهربائية بمقاسات معيارية مختلفة. وتعتبر مساحة مقطع السلك من أهم العوامل التي تقرر مقدار التيار الكهربائي الذي يمكن للسلك نقله بأمان. والعوامل الأخرى التي تلعب دوراً مهماً في هذا المجال، هي العوامل المؤثرة في قدرة السلك أو الكبل الكهربائي على التخلص من الحرارة المتولدة فيه، مثل: درجة الحرارة المحيطة بالسلك، وطريقة تمديد السلك (في الهواء الطلق أو داخل ماسورة تمديدات كهربائية).

نظم مقاسات الأسلاك المستخدم في بلادنا، هي: نظام مقاسات الأسلاك الأوربي المتري، ونظام المقاس الأمريكي للسلك (American wire gauge (AWG)). في نظام مقاسات الأسلاك الأوربي المتري، يمثل مقاس السلك مساحة مقطع السلك بالملي متر المربع (مم٢). أما في نظام المقاس الأمريكي للسلك، فيوجد أربعين مقاس من (صفر) إلى (٤٠) تمثل أقطار الأسلاك، وفي هذا النظام، كلما كان رقم مقاس السلك أصغر، كلما كان قطر السلك أكبر. والجدير بالذكر في هذا السياق، أن رقم مقاس السلك في النظام الأمريكي، يشير في الأصل إلى عدد عمليات السحب المطلوبة في أثناء عملية التصنيع لإنتاج مقاس معين من الأسلاك، وهذا يعني أن السلك الرفيع (مقاس ٣٠ على سبيل المثال) مطلوب تمريره في قوالب السحب عدد مرات أكثر من السلك السميك ذي المقاس (١) مثلا.

يبين الجدول (٣) بعض المقاسات المعيارية الشائعة الاستخدام للأسلاك النحاسية وقيمة التيار الكهربائي الذي يمكن أن تمرره هذه الأسلاك بأمان، حسب النظام الأوروبي ونظام المقاس الأمريكي للسلك (AWG). ويجب التنويه ان يفضل

استخدام جداول المواصفات المقاسات الصادرة عن الشركة المصنعة للسلاك والكبلات الكهربائية المراد استخدامها في المشروع.

الجدول (٣): مقاسات معيارية شائعة الاستخدام للأسلاك النحاسية وما تمرره من تيار بأمان.

النظام الأمريكي			النظام الأوروبي	
القياس الأمريكي للسلك (AWG)	مم٢ mm^2	التيار المقرر (أمبير)	التيار المقرر (أمبير)	مم٢ mm^2
١٦	١,٣	١٠	١٤	١,٥
١٤	٢,٠	١٥	٢٠	٢,٥
١٢	٣,٣	٢٠	٢٦	٤,٠
١٠	٥,٢٦	٣٠	٣٤	٦,٠
٨	٨,٣٠	٤٠	٤٨	١٠,٠
٦	١٣,٣٠	٥٥	٦٥	١٦,٠
٤	٢١,١٥	٧٠	٨٧	٢٥,٠
٣	٢٦,٦٥	٨٠	١٠٨	٣٥,٠
٢	٣٣,٦٢	٩٥	١٣٣	٥٠,٠
١	٤٢,٤١	١١٠	١٧٠	٧٠,٠

يمكن اتباع الخطوات التالية في تحديد مقاس السلك أو الكبل المطلوب تمديده لتغذية حمل كهربائي معين بالطاقة الكهربائية:

- اقرأ لوحة مواصفات الجهاز الكهربائي المراد تركيبه، وحدد قدرة الجهاز بالواط وفولطية التشغيل.
- حدد قيمة تيار الجهاز الكهربائي المراد تركيبه، وذلك بتقسيم قدرة الجهاز بالواط على فولطية التشغيل (بالعادة ٢٢٠ فولت للأجهزة المنزلية).
- حدد قيمة التيار المقنن للسك المطلوب بإضافة (١٠) أمبير كهامش أمان إلى قيمة تيار الجهاز الكهربائي التي حصلت عليها في الخطوة السابقة.
- حدد طريقة تمديد الكبل (في الهواء الطلق أو داخل ماسورة تمديدات كهربائية).
- حدد مقاس السلك أو الكبل المطلوب باستخدام الجدول (٣) أعلاه، ويفضل استخدام جداول المواصفات والمقاسات الصادرة عن الشركة المصنعة للسلاك والكبلات الكهربائية المراد استخدامها.

مثال: سخان مياه كهربائي يسحب تيار مقداره (١٥) أمبير، أوجد مقاس السلك المناسب لتغذية هذا السخان حسب نظام المقاس الأمريكي للسلك، ونظام مقاسات الأسلاك الأوربي المتري.

الجواب: التيار المقنن للسلك المطلوب= ١٥ أمبير + ١٠ أمبير=٢٥ أمبير

وحسب الجدول (٣) مقاس السلك المناسب هو (١٠) AWG، أو (٤ مم٢) حسب النظام الأوروبي.

١-٧ توصيل الأسلاك والكبلات الكهربائية

أثناء بناء الدارات الكهربائية لا بد من القيام بتوصيل الأسلاك الكهربائية ببعضها، وبأطراف التوصيل في المقابس والقوابس والمفاتيح والأجهزة الكهربائية. ويجب أن تتم هذه التوصيلات بالطريقة الصحيحة لضمان جودة التوصيلات من الناحية الكهربائية والميكانيكية.

أ. العدد والأدوات المستخدمة في تعرية وتوصيل الأسلاك الكهربائية

من أهم العدد والأدوات المستخدمة في تعرية وتوصيل الأسلاك الكهربائية، ما يلي:

اسم الأداة	الاستخدامات	الشكل
قطاعة معزولة.	تستخدم في قص الأسلاك والكبلات الكهربائية بالأطوال المطلوبة.	
الزرادية العادية المعزولة.	تستخدم في عمليات الفك والربط، وكذلك قص وثني وتعرية الأسلاك والكبلات الكهربائية.	
الزرادية طويلة الفكين (بوز رفيع) معزولة.	تستخدم في عمليات الفك والربط، خصوصاً في المناطق الضيقة التي يصعب فيها استخدام الزرادية العادية. كما تستخدم في جدل وعمل العراوي لأطراف الأسلاك الكهربائية.	
سكين تعرية الأسلاك الكهربائية.	تستخدم في إزالة الغلاف الواقي الخارجي من على أطراف الكبلات الكهربائية، كما يمكن استخدامها في تعرية أطراف الأسلاك الكهربائية المفردة بالأطوال المطلوبة.	
زرادية تعرية الأسلاك الكهربائية.	تستخدم في تعرية أطراف الأسلاك الكهربائية بالأطوال المطلوبة بدقة وسهولة، حيث تحتوي هذه الزراديات بالعادة على فتحات تناسب كافة مقاسات الأسلاك الكهربائية الشائعة الاستخدام.	

طقم مفكات معزولة.	مفكات البراغي من العدد اليدوية المستخدمة في معظم المهن، ولكن المفكات المستخدمة في أعمال الكهرباء يجب ان تكون ذات مقابض عازلة للكهرباء، كما يفضل أن تكون ساق المفك مغطاة بطبقة عازلة أيضاً.	
مفك اختبار الفولطية	يحتوي بداخلة على مصباح بيان ومقاومة كهربائية، ويستخدم مفك الاختبار في التحقق من وجود فولطية كهربائية من عدمها عند أطراف الأسلاك ونقاط التوصيل ومخارج القدرة الكهربائية.	
كاوي اللحام الكهربائي	يستخدم كاوي اللحام في لحام الأسلاك الكهربائية، وكذلك في لحام العناصر الإلكترونية في الدارات الإلكترونية المطبوعة. تتوافر كاويات اللحام بقدرات منخفضة حوالي ١٥ إلى ٣٠ واط للحام العناصر الإلكترونية الدقيقة والأسلاك الكهربائية ذات الأقطار الصغيرة، وقدرات عالية ١٠٠ واط إلى ٣٠٠ واط للحام العناصر الإلكترونية المبددات الحرارية المعدنية في الدارات الإلكترونية والأسلاك الكهربائية السميكة.	
مضخة شفط لحام القصدير.	تستخدم مضخة شفط لحام القصدير في سحب وإزالة لحام القصدير بعد إذابته باستخدام كاوي اللحام، في أثناء عملية فك لحام الوصلات الكهربائية والعناصر الإلكترونية.	
شريط امتصاص لحام القصدير.	عبارة عن شبكة نحاسية، تستخدم في امتصاص لحام القصدير بعد إذابته باستخدام كاوي اللحام، في أثناء عملية فك لحام العناصر الكهربائية أو الإلكترونية.	
سلك لحام القصدير	يتكون سلك لحام القصدير بالعادة من مادة الرصاص بنسبة ٤٠٪، ومادة القصدير بنسبة ٦٠٪، وتبلغ درجة حرارة ذوبان لحام القصدير ما بين ١٨٣ و١٩٠ درجة سلسيوس. يضاف إلى مكونات سلك لحام القصدير ايضاً مادة منظفة تساعده على عملية اللحام، تسمى معجون اللحام (Solder Flux).	

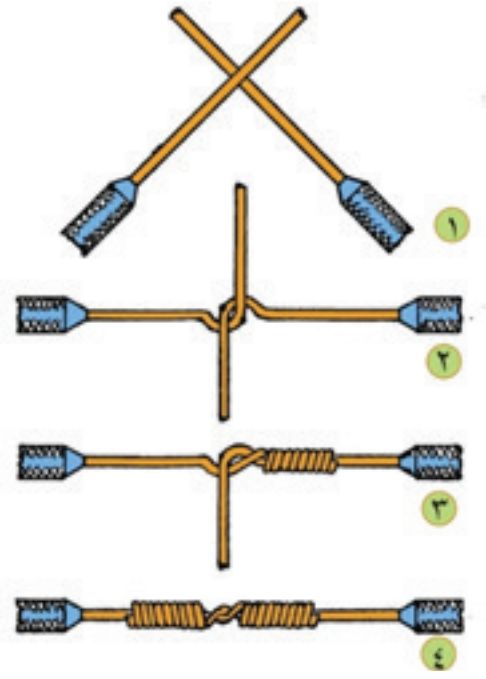
معجون اللحام.	هي مادة كيميائية منظفة، تستخدم في تنظيف الأطراف والوصلات من الشوائب والزيوت، لتسهيل عملية لحامها بالقصدير.	
زرادية كبس الوصلات.	يستخدم هذا النوع من الزراديات في كبس الوصلات الطرفية على أطراف الأسلاك والكبلات الكهربائية.	

ب. تعرية الأسلاك والكبلات

تعتبر تعرية أطراف الأسلاك والكبلات من أهم العمليات اللازمة لتحضير الأسلاك والكبلات لإجراء التوصيلات المطلوبة. وتعرف التعرية أو التقشير بأنها عملية إزالة العوازل والأغلفة الواقية بالأطوال المناسبة من على أطراف الأسلاك والكبلات، كما ذكرنا في الفقرة السابقة عن طريق سكين التعرية وزرادية التعرية. وتستخدم سكين التعرية بالعادة في إزالة الغلاف الواقي الخارجي للكبل الكهربائي، ثم تستخدم زرادية التعرية بعد ذلك في تعرية موصلات الكبل.

ج. الوصلة المستقيمة

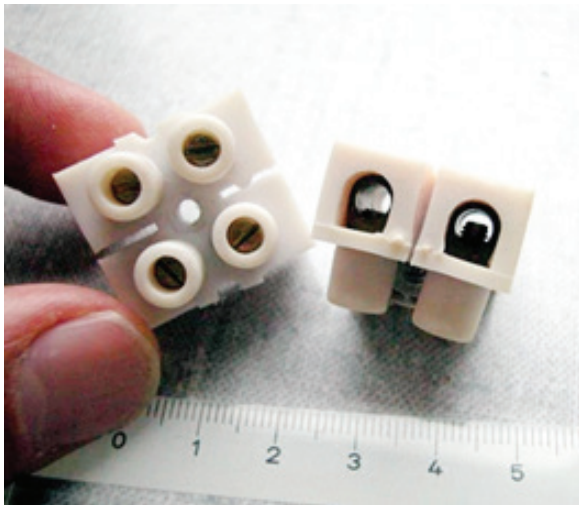
يوجد طرق مختلفة لتوصيل الأسلاك ببعضها، ومن أكثرها شيوعاً الوصلة المستقيمة. ويبين الشكل (١٤) خطوات عمل الوصلة المستقيمة. ويفضل لحام بالقصدير قبل عزلها بالشريط اللاصق أو الأنابيب المنكمشة بالحرارة لضمان عدم تأكسدها مع الزمن بفعل الرطوبة.



الشكل (١٤): خطوات عمل الوصلة المستقيمة.

د. وصلات الأسلاك الكهربائية بالبراغي

تستخدم وصلات البراغي في وصل الأسلاك الكهربائية ببعضها في التمديدات الكهربائية المنزلية والتجارية. وتتكون من غلاف خارجي مصنوع من البلاستيك، يحتوي بداخله على أسطوانة نحاسية، مزودة عند طرفيها ببرغيين، يستخدمان في تثبيت طرفي السلكين المراد وصلهما، كما في الشكل (١٥). ويجب اختيار مقاس وصلة البراغي المناسب لمقاس الأسلاك المراد وصلها.



الشكل (١٥): وصلات الأسلاك الكهربائية بالبراغي.

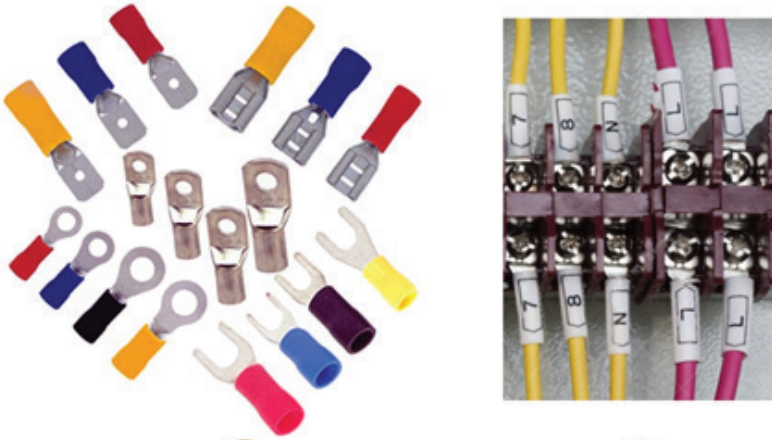
هـ. عراوي الأسلاك الكهربائية

عند وصل أطراف الأسلاك الكهربائية ببراغي التوصيل في التركيبات واللوحات والأجهزة الكهربائية، يجب تشكيل طرف السلك الكهربائي على شكل حلقة (عروة)، كما في الشكل (١/١٦ و٢). وذلك لضمان جودة الوصلة من الناحية الكهربائية والميكانيكية. مع العلم أن الوصلات الرخوة تؤدي إلى حدوث الشرار، واحتراق أجزاء طرف التوصيل غلى المدى البعيد، وربما تلف الأجهزة الكهربائية إشعال الحرائق. ويجب التنويه أنه يجب لف طرف السلك الكهربائي حول برغي التوصيل باتجاه حركة اتجاه عقارب الساعة، كما في الشكل (٣/١٦)، وذلك كي يتم أغلاق الحلقة (العروة) عند شد برغي التوصيل، كما في الشكل (٤/١٦).

الشكل (١٦): تشكيل طرف السلك الكهربائي على شكل حلقة (عروة) عند وصله ببرغي التوصيل.

و. وصلات الأسلاك والكبلات الكهربائية الطرفية

تجهز أطراف الأسلاك والكبلات الكهربائية بوصلات طرفية معدنية من النحاس أو الألمنيوم مختلفة الأشكال، كما في الشكل (١٧-ب)، تسهل عملية وصل الأسلاك والكبلات الكهربائية بأطراف التوصيل في الآلات والأجهزة واللوحات الكهربائية، كما في الشكل (١٧-أ). وتركب الوصلات الطرفية على أطراف الأسلاك والكبلات الكهربائية باللحام أو بالكبس، حسب نوعها، ولكن النوع الذي يركب بالكبس هو الأكثر شيوعاً.



أ ب

الشكل (١٧): وصلات الأسلاك والكبلات الكهربائية الطرفية.

تتكون الوصلة الطرفية، كما يبين الشكل (١٨-أ)، من: لسان، وبرميل، وكم معدني، وكم نايلون يغطي الكم المعدني والبرميل. ولتركيب الوصلة على طرف السلك الكهربائي، تختار الوصلة ذات المقاس المناسب للسلك الكهربائي، ثم يوضع طرف السلك المعرى داخل برميل الوصلة الطرفية، وبعد ذلك يكبس برميل الوصلة على طرف السلك بوساطة أداة كبس خاصة، كما في الشكل (١٨-ب). والمقصود بالكبس هنا، هو إعادة تشكيل برميل الوصلة بشكل معين، ليحيط بطرف السلك ويمسك به بقوة، كما في الشكل (١٨-ج).

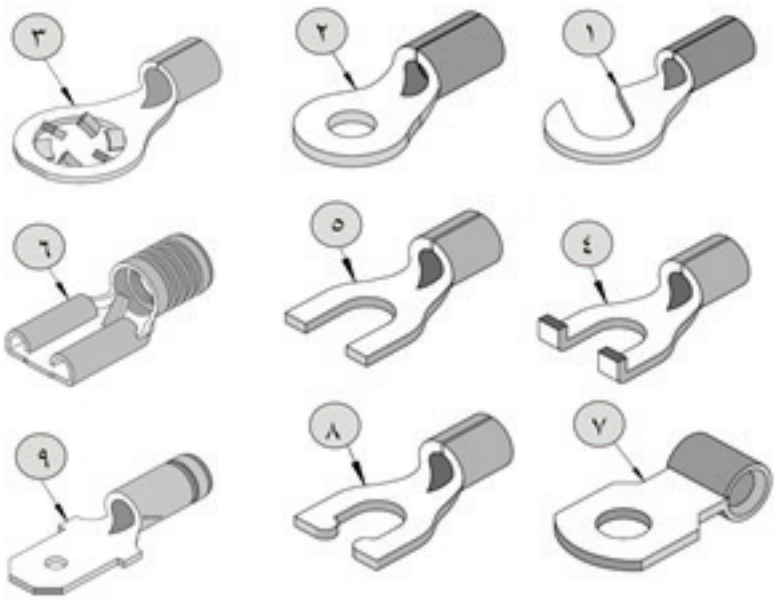
أ أجزاء وصلة الكبس الطرفية

ب أداة كبس الوصلات الطرفية

ج تشكيل برميل الوصلة الطرفية ليمسك بطرف السلك

الشكل (١٨): أجزاء وصلة الكبس الطرفية، وطريقة تركيبها على طرف السلك الكهربائي.

تتوافر ألسنة الوصلات الطرفية بعدة أشكال، لتناسب مختلف الاستعمالات، كما في الشكل (١٩).



١- خطاف.	٣- نجمة.	٥- مجرفة عادية.	٧- حلقية علم (جانبية).	٩-وصلة انزلاقية سريعة الفصل أنثى.
٢- حلقية.	٤- مجرفة معكوفة.	٦- وصلة انزلاقية سريعة الفصل ذكر.	٨- مجرفة كبس.	

الشكل (١٩): أجزاء وصلة الكبس الطرفية، وطريقة تركيبها على طرف السلك الكهربائي.

يستخدم الترميز اللوني لعوازل الوصلات الطرفية، لدلالة على مقاسات الأسلاك الكهربائية الممكن لبراميل الوصلات الطرفية استيعابها. ويبين الجدول (٤) الألوان الدارجة لعوازل الوصلات الطرفية ومقاسات الأسلاك الكهربائية الممكن استيعابها، حسب النظام الأوروبي والنظام الأمريكي.

الجدول (٤): الترميز اللوني لعوازل الوصلات الطرفية.

لون العازل	مقاسات الأسلاك/ مم٢	مقاسات الأسلاك/AWG	
الأحمر	١,٥-٠,٥	٢٢-١٦	
الأزرق	٢,٥-١,٥	١٦-١٤	
الأصفر	٦,٠-٤,٠	١٢-١٠	

يتوفر على اليوتيوب العديد من مقاطع الفيديو التي توضح بالتفصيل خطوات توصيل الأسلاك والكبلات الكهربائية بمختلف الطرق. يمكنك البحث عن هذه المقاطع في محرك بحث اليوتيوب باستخدام الكلمات المفتاحية التالية باللغة الأنجليزية (Splicing electrical wires).لا تنسى مشاركة تجربتك مع زملائك ومدربك.

ابحث في الأنترنت عن المخاطر الكهربائية على الانسان والمنشأت وطرق الوقاية منها، ثم تعاون مع زملائك في تجهيز عرض تقديمي (Power Point) حول الموضوع وأعرضه على بقية زملائك تحت اشراف مدربك ،وذلك بهدف توعيتهم بالأجراءات الوقائية الواجب اتخذها عند العمل في مجال الكهرباء أو استعمالها.

١-٨ التقييم الذاتي

الفحص الذاتي

أ- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
ب- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضرورياً.

الأسئلة

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة والأكثر دقة

١. تسمى الحركة الموجهة للإلكترونات الحرة من نقطة إلى نقطة أخرى عبر موصل (سلك كهربائي) تحت تأثير فولطية مصدر كهربائي (مولد أو بطارية):
أ- المقاومة الكهربائية.
ب- الفولطية.
ج- التيار الكهربائي.
د- الشحنة الكهربائية.

٢. تسمى معارضة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها:
أ- المقاومة الكهربائية.
ب- الفولطية.
ج- التيار الكهربائي.
د- الشحنة الكهربائية.

٣. تسمى القوة المؤثرة الخارجية التي تجبر الإلكترونات الحرة (الشحنات) على التحرك في اتجاه معين عبر الموصل:
أ- المقاومة الكهربائية.
ب- الفولطية.
ج- التيار الكهربائي.
د- الشحنة الكهربائية.

٤. تسمى المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة:
أ- المواد العازلة.
ب- المواد شبه (نصف الموصلة) الموصلة.
ج- المواد الموصلة.
د- مواد ذات مقاومة عالية.

٥. تسمى المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة:
أ- المواد العازلة.
ب- المواد شبه (نصف الموصلة) الموصلة.
ج- المواد الموصلة.
د- مواد ذات مقاومة منخفضة.

٦. يسمى التيار الكهربائي المتغير الشدة والاتجاه مع الزمن:
أ- التيار المستمر (المباشر).
ب- التيار المتناوب.
ج- تيار شبكة التيار العام.
د- ٣ فاز.

٧. يسمى التيار الكهربائي الثابت القيمة والاتجاه مع الزمن:

أ- التيار المستمر (المباشر).

ب- التيار المتناوب.

ج- الطور.

د- ٣ فاز.

٨. وحدة قياس شدة التيار الكهربائي هي:

أ- الأوم.

ب- الفولط.

ج- الأمبير.

د- الكولوم.

٩. وحدة قياس الفولطية الكهربائية هي:

أ- الأوم.

ب- الفولط.

ج- الأمبير.

د- الكولوم.

١٠. وحدة قياس المقاومة الكهربائية هي:

أ- الأوم.

ب- الفولط.

ج- الأمبير.

د- الكولوم.

السؤال الثاني: علل ما الآتي:

أ- مقاومة الأسلاك الكهربائية غير مرغوب بها، لأنها تسبب:

- .....
- .....

السؤال الثالث: أذكر العوامل التي تعتمد عليها مقاومة الموصل (السلك) الكهربائي.

١. .....

٢. .....

٣. .....

٤. .....

السؤال الرابع: سخان مياه كهربائي يسحب تيار مقداره (٢٠) أمبير، أوجد مقاس السلك المناسب لتغذية هذا السخان حسب نظام المقاس الأمريكي للسلك، ونظام مقاسات الأسلاك الأوربي المتري.

السؤال الخامس: أكمل جدول نظام الترميز اللوني للأسلاك الكهربائية في الدارات أحادية الطور المنزلية التالي:

اسم الخط	لون السلك المسموح استخدامه
الخط الطور (الحامي)	
الخط المحايد (البارد)	
خط الحماية (الأرضي)	

بطاقة التمرين العملي (١)

رقم التمرين: (١)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: تعرية أطراف الأسلاك الكهربائية ووصلها.	٤ ساعات تدريبية

● إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه الوحدة

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- دائماً أفصل التيار الكهربائي من المصدر قبل القيام بأي عمل حتى لو كنت تجري تعديلات بسيطة.
- احرص على عدم لمس أي جزء معدني مكشوف في الدارات الكهربائية التي تعمل عليها، فقد يسبب ذلك اصابتك بالصعقة الكهربائية.
- استخدم المفكات والزراديات والقطاعات المعزولة المخصصة لأعمال الكهرباء.
- تأكد من صلاحية العدد والأدوات قبل استخدامها.
- ارجع نصل سكين التعرية إلى غمده، فور الانتهاء من استعمالها.
- اطلب من مدربك تفقد الدارة الكهربائية التي قمت ببنائها قبل وصلها بمصدر القدرة الكهربائية.

● الأهداف:

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن يكون لديك القدرة على:

١. تعري الأسلاك والكبلات الكهربائية المصمتة والمجدولة باستخدام سكين التعرية أو زرادية التعرية.
٢. توصل سلكين بطريقة الوصلة المستقيمة.
٣. تصلح كبل ثنائي الموصلات معطوب.
٤. تركب أسلاك القابس (الفيش) الكهربائي، حسب المعايير المنصوص عليها في الكودة الأردنية للتمديدات الكهربائية.
٥. تجهز أطراف الأسلاك الكهربائية بوصلات الكبس.

● شروط الأداء:- حسب تعليمات المدرب

● الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

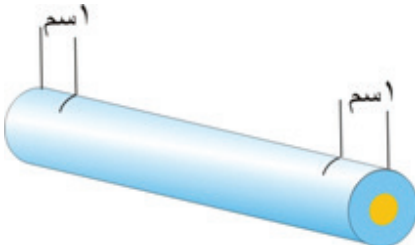
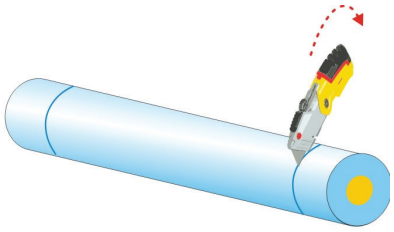
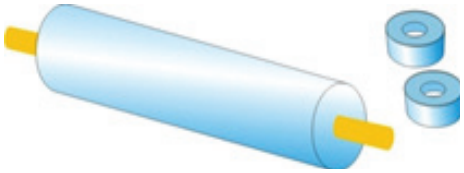
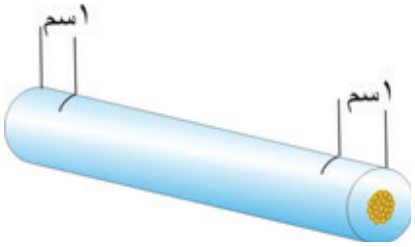
الرقم	الأدوات والتجهيزات والمواد	الكمية	المواصفات
١.	قطاعة أسلاك معزولة.	١	
٢.	سكين تعرية أسلاك كهربائية.	١	
٣.	زرادية تعرية أسلاك كهربائية.	١	تستوعب مقاسات الأسلاك الكهربائية الدارجة AWG ٢٢-١٠.
٤.	زرادية عادية معزولة.	١	

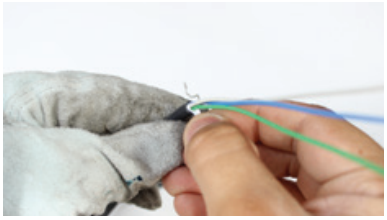
٥.	زرادية فك طويل معزولة.	١	
٦	مفك اختبار الفولطية.	١	
٧	طقم مفكات معزولة.	١	عادية ومصلبة.
٨	سلك نحاسي مصمت.	١	١,٥ مم٢ ، ١ متر.
٩	سلك نحاسي مجدول (شعرات).	١	١,٥ مم٢ ، ١ متر.
١٠	كبل ثنائي الموصلات مجدول.	١	١,٥ مم٢ ، ١ متر.
١١	كبل ثلاثي الموصلات مجدول.	١	(AWG ١٨)، ١ متر.
١٢	قابس كهربائي .	١	١٣ أمبير.
١٣	كاوي لحام قصدير ولفة لحام قصدير.	١	مسدس لحام ثنائي القدرة ٣٠ واط و١٠٠ واط.
١٤	وصلات أسلاك وكبلات طرفية.	١	مقاسات مختلفة: حمراء، وصفراء، وزرقاء.

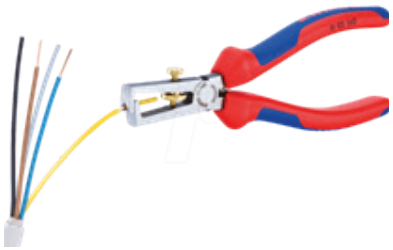
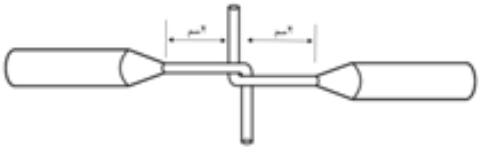
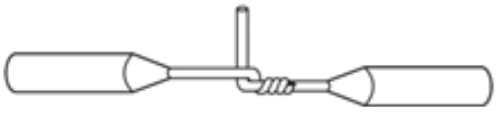
- **الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:**

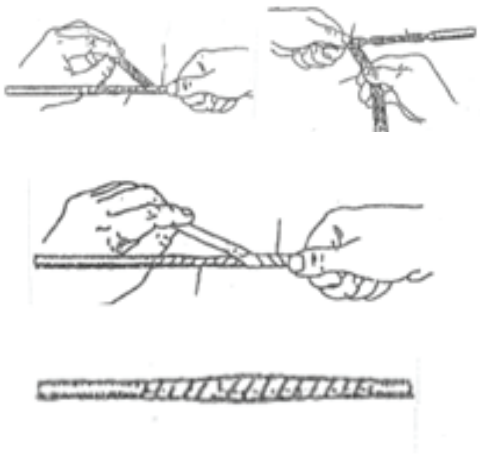
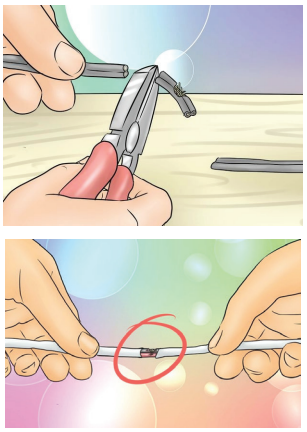
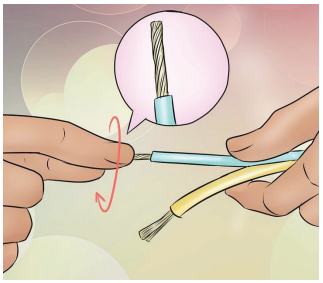
١. نسخة من هذه الوحدة التدريبية (بناء الدارات الكهربائية الأساسية).
٢. أدلة المستخدم للعدد والأدوات المستخدمة في التمرين.
٣. جداول مواصفات ومقاسات الأسلاك والكبلات الكهربائية المستخدمة في التمرين.

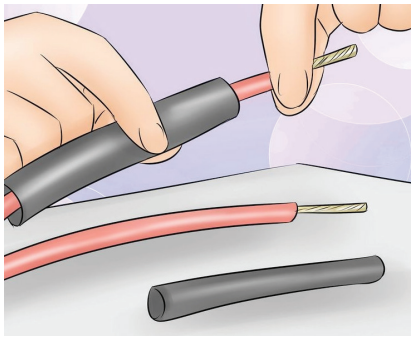
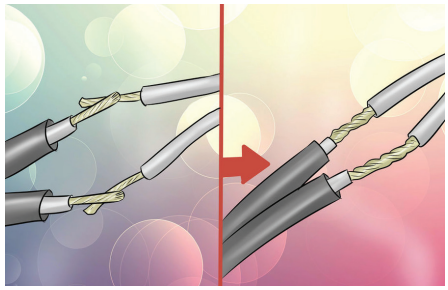
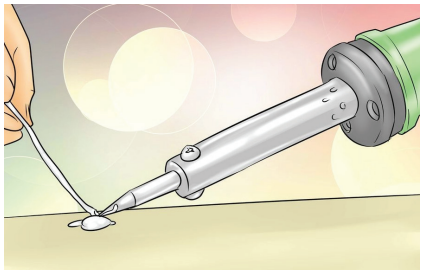
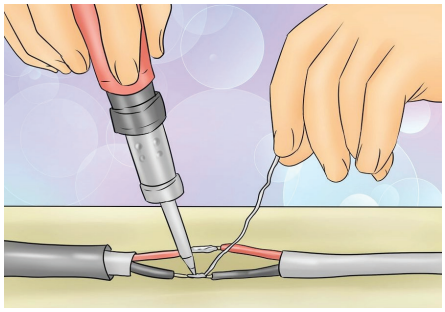
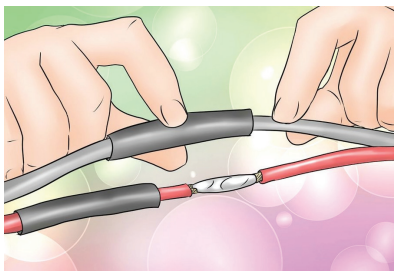
● خطوات العمل:

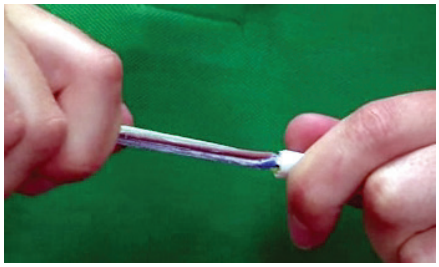
الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
	أولاً: تعرية الأسلاك الكهربائية المصمتة والمجدولة باستخدام سكين التعرية أو زرادية التعرية	
١	قص قطعة بطول (٢٠) سم من سلك كهربائي مصمت مقاس (١,٥) مم٢. وعلم الطول المراد تعريته (١ سم) على كلا جانبي السلك، كما في الشكل المقابل.	
٢	ارتد القفزات الواقية، وقطع حزاً في محيط عازل السلك عند نقطة العلام الأولى باستخدام سكين التعرية، كما في الشكل المقابل، مع مراعاة عدم خدش الموصل النحاسي.	
٣	انزع بيديك أو بوساطة زرادية طويلة الفكين عن طرف السلك، قطعة العازل التي تم قطعها في الخطوة السابقة، لتعرية الطرف الأول للسلك الكهربائي.	
٤	كرر الخطوات السابقة(٢-٣) لتعرية الطرف الثاني للسك.	
٥	قص قطعة بطول (٢٠) سم من سلك كهربائي مجدول (شعرات) مقاس (١,٥) مم٢. وعلم الطول المراد تعريته (١ سم) على كلا جانبي السلك، كما في الشكل المقابل.	
٦	كرر الخطوات السابقة (٢-٥) لتعرية طرفي السلك المجدول بالطوال المطلوب (١سم)، مع مراعاة عدم خدش أو قطع أي من شعرات الموصل النحاسية.	

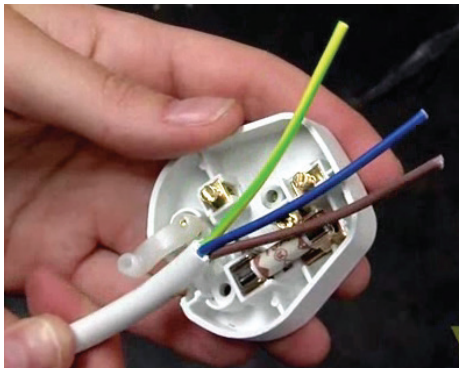
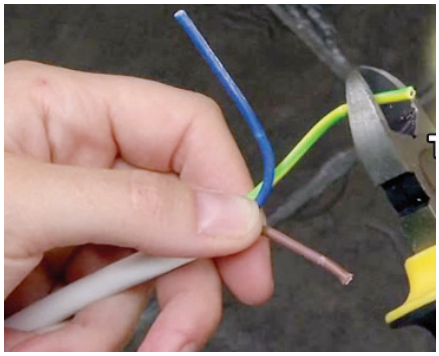
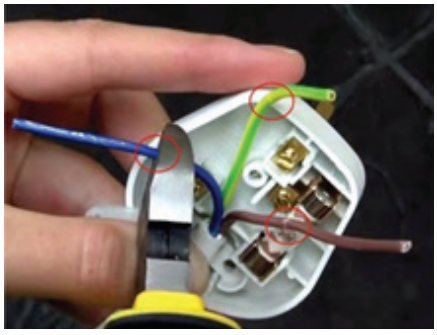
ثانياً: تعرية الكبلات الكهربائية المتعددة الموصلات باستخدام سكين التعرية أو زرادية التعرية.		
١	قص قطعة بطول (٢٠) سم من كبل كهربائي مجدول (شعرات) مقاس (١٨) AWG.	
٢	ارتد القفزات الواقية، وأثني طرف الكبل المراد تعريته بين أصابعك، كما في الشكل المقابل.	
٣	أقطع حزاً في محيط الغلاف الواقي للكبل باستخدام سكين التعرية، كما في الشكلين المقابلين. ويجب مراعاة عدم إلحاق الضرر بأسلاك الكبل الداخلية.	
٤	انزع بيديك قطعة الغلاف الواقي التي تم قطعها في الخطوة السابقة عن بقية الكبل، كما في الشكل المقابل.	 

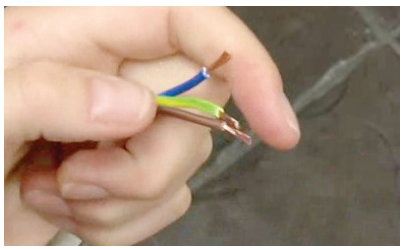
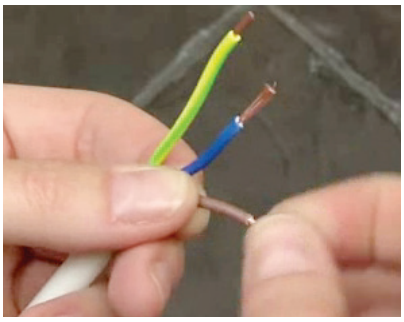
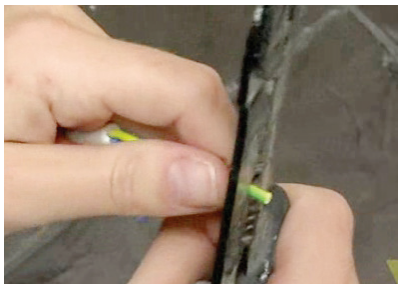
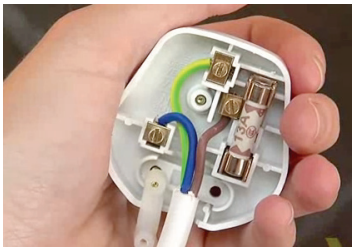
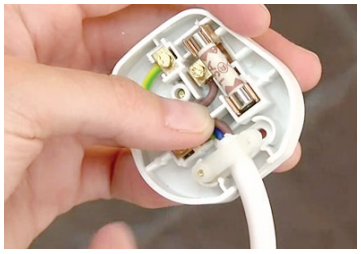
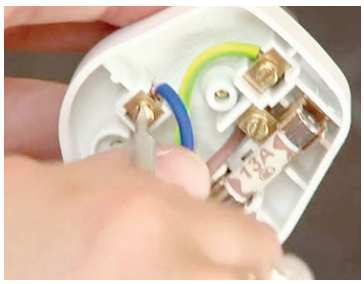
٥	ضع أحد أسلاك الكبل في الفتحة المناسبة لمقاسة (AWG 18) عند فكي زرادية تعرية الأسلاك الكهربائية، كما في الشكل المقابل. ثم عري طرف السلك، وذلك بالضغط على مقبضي زراية التعرية، ثم اسحبها إلى الخارج باتجاه طرف السلك. ويمكن في أثناء ذلك تدوير فكي الزرادية بزاوية ٩٠ درجة لتسهيل عملية سحب العازل عن الموصل النحاسي إذا لزم. في حال استعمال زرادية التعرية القابلة للضبط، اضبط فتحة فكي الزرادية على مقاس السلك المراد تعريته (AWG 18). ثم ضع السلك في الفتحة المخصصة عند مقدمة فكي الزرادية، ثم عري طرف السلك، وذلك بالضغط على مقبضي زراية التعرية، ثم اسحبها إلى الخارج باتجاه طرف السلك. ويمكن في أثناء ذلك تدوير فكي الزرادية بزاوية ٩٠ درجة لتسهيل عملية سحب العازل عن الموصل النحاسي إذا لزم. عري بقية أسلاك الكبل بنفس الطريقة.	 
ثالثاً: عمل وصلة مستقيمة لكبل مفرد		
١	قص قطعتين بطول (٢٠) سم من سلك كهربائي مقاس (١,٥) مم٢.	
٢	عري طرفي السلكين بطول ٦ سم باستخدام سكين التعرية.	
٣	اثني طرفي السلكين المعريين على بعضهما على بعد ٢ سم من طرف العازل باستخدام زرادية فك طويل، كما في الشكل المقابل.	
٤	لف طرف السلك الأيسر على طرف السلك الأيمن، كما في الشكل المقابل.	
٥	لف طرف السلك الأيمن على طرف السلك الأيسر لإتمام الوصلة المستقيمة، كما في الشكل المقابل.	

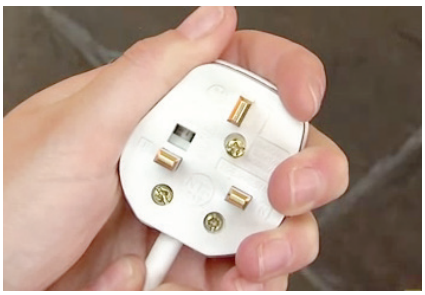
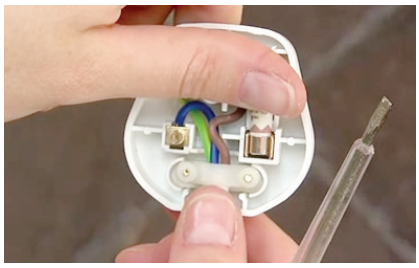
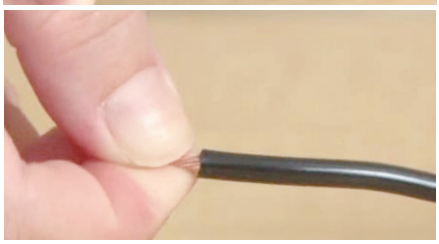
٦	لف شريط عازل حول الوصلة من طرفها الأيسر إلى طرفها الأيمن، كما في الشكل المقابل. ثم لف الشريط العازل حول الطبقة الأولى من الشريط العازل بالاتجاه المعاكس، من طرفها الأيمن إلى طرفها الأيسر، كما في الشكل المقابل.	
	رابعاً: تصليح كبل ثنائي الموصلات معطوب	
١	قص الجزء التالف من الكبل الثنائي الأسلاك باستخدام قطاعة الأسلاك، كما في الشكلين المقابلين.	
٢	عري أطراف الأسلاك بطول ٢,٥ سم باستخدام زرادية تعرية الأسلاك الكهربائية.	
٣	أجدل أطراف الأسلاك التي تم تعريتها باتجاه الجدل الطبيعي لشعرات السلك، كما في الشكل المقابل.	

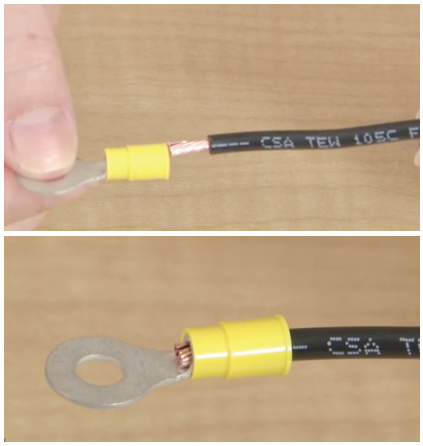
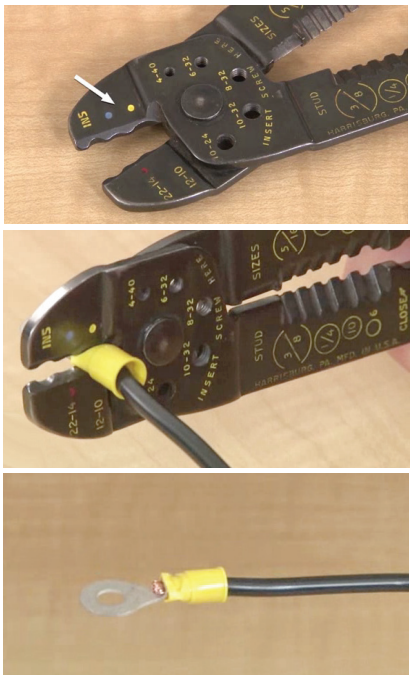
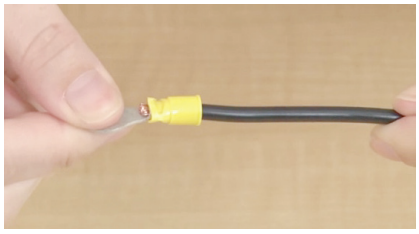
٤	ادخل في كل طرف من طرفي السلكين المراد وصلهما أنبوب عزل حراري طوله ٦ سم تقريباً، كما في الشكل المقابل.	
٥	وصل طرف كل سلك بالطرف المقابل له بطريقة الوصلة المستقيمة.	
٦	صل كاوي اللحام بالمصدر الكهربائي، وانتظر حتى يسخن. ثم نظف رأس كاوي اللحام بوساطة اسفنجة التنظيف، وبيضه بقليل من القصدير، كما في الشكل المقابل.	
٧	ضع رأس كاوي اللحام بزاوية ٤٥ درجة على الوصلة المستقيمة المراد لحامها، وانتظر حتى تسخن الوصلة. ثم قرب طرف سلك اللحام بحيث يلامس رأس كاوي اللحام والوصلة الساخنة، ويبدأ بالانصهار والتغلغل في اسلاك الوصلة. ثم حرك رأس كاوي اللحام وطرف سلك القصدير معاً على امتداد الوصل، بحيث يغطي لحام القصدير كافة إجزاء الوصلة.	
٨	اسحب أنبوب العزل الحراري فوق منطقة الوصلة، كما في الشكل المقابل. ثم سخن الأنبوب الحراري بوساطة كاوي اللحام أو أي مصدر حراري آخر مناسب، بحيث ينكمش الأنبوب الحراري حول الوصلة ويغطيها.	

خامساً: تركيب أسلاك القابس (الفيش) الكهربائي		
١	أقطع حزاً في محيط الغلاف الواقي للكبل باستخدام سكين التعرية أو رأس فكي قطاعة الأسلاك، كما في الشكلين المقابلين. ويجب مراعاة عدم إلحاق الضرر بأسلاك الكبل الداخلية.	
٢	انزع بيديك قطعة الغلاف الواقي التي تم قطعها(فصلها) في الخطوة السابقة عن بقية الكبل، كما في الشكل المقابل.	
٣	فك غطاء القابس، وأقرأ الرموز المسجلة على القاعدة البلاستكية بجانب مسامير القابس، لتحديد مكان وصل أسلاك الكبل الثلاثة (الحامي، والبارد (المحايد)، والأرضي). ويجب أنه يتم استخدام الألوان على النحو الآتي: ✓ اللون الأحمر أو البني يستخدمان لخط الطور الحامي(Phase). ✓ اللون الأزرق والأسود يستخدمان للخط المحايد البارد (Neutral). ✓ اللون الأخضر المخطط بالأصفر يستخدم لخط الأرضي (Ground).	

٤	حاذي أسلاك الكبل مع قاعدة القابس، كما في الشكل المقابل. ثم علم باستخدام رأس قطاعة الأسلاك، الطول المطلوب لكل سلك من أسلاك الكبل الثلاثة البني، والأزرق، والأصفر المرقط بالأخضر.	
٥	قص أطراف أسلاك الكبل الثلاثة بالأطوال المطلوبة، حسب العلامات التي تم وضعها في الخطوة السابقة.	 

٦	عري أطراف أسلاك الكبل الثلاثة بطول ١ سم باستخدام زرادية تعرية الأسلاك الكهربائية. ثم أجدل شعرات كل طرف باتجاه الجدل الطبيعي للسلك، لتشكيل أطراف صلبة.	  
٧	أدخل أطراف الأسلاك داخل فتحات التثبيت على مسامير القابس مع مراعاة ألوان الأسلاك، ثم شد براغي تثبيت الأسلاك باستخدام مفك مناسب، كما في الأشكال المقابلة.	  

٨	ثبت مربط الكبل البلاستيكي على عنق الكبل، وشد برغي تثبيته، كما في الشكلين المقابلين. ثم ضع غلاف القابس في مكانه فوق قاعد القابس، وثبته في مكانه باستخدام برغي تثبيت غلاف القابس.	 
سادساً: تجهيز أطراف الأسلاك الكهربائية بوصلات الكبس.		
١	قص قطعة بطول (٢٠) سم من سلك كهربائي مجدول مقاس (٢,٥) مم٢.	
٢	اختر وصلة الكبس الحلقية المناسبة لمقاس السلك. مع العلم انه يستخدم الترميز اللوني لدلالة على مقاس وصلات الكبس.	
٣	قس طول برميل وصلة الكبس الحلقية باستخدام المسطرة الفولاذية.	
٤	عري طرف السلك بطول مساوي لطول برميل وصلة الكبس المراد تثبيتها على طرف السلك. ثم أجدل شعرات طرف السلك باتجاه الجدل الطبيعي للسلك، لتشكيل طرف صلب.	 

٥	ادخل طرف السلك في برميل وصلة الكبس الحلقية.	
٦	ضع برميل وصلة الكبس الحلقية بين فكي زرادية الكبس، في فتحة الكبس ذات المقاس المناظر لمقاسها، كما في الشكل المقابل. ثم اضغط بقوة على ذراعي الزرادية لتشكيل برميل الوصلة ليمسك بقوة بطرف السلك الكهربائي.	
٧	بعد الانتهاء من كبس الوصلة، حاول سحب وصلة الكبس الحلقية عن طرف الموصل بيديك، كما في الشكل المقابل، لتأكد من متانتها الميكانيكية.	
٨	اجمع العدة ونظفها وخزنها حسب تعليمات الشركة الصانعة ومكان العمل.	

دليل تقييم الأداء الذاتي

تعليمات للمتدرب
• استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. • ضع إشارة (√) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. • ضع إشارة (√) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. • ضع إشارة (x) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. • يجب أن تصل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرّب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

الخطوة	خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
أولاً: تعرية الأسلاك الكهربائية المصمتة والمجدولة باستخدام سكين التعرية أو زرادية التعرية.				
١	تمكنت من تعرية الأسلاك الكهربائية المصمتة والمجدولة باستخدام سكين التعرية وزرادية التعرية.			
ثانياً: تعرية الكبلات الكهربائية المتعددة الموصلات باستخدام سكين التعرية أو زرادية التعرية.				
٢	تمكنت من تعرية الكبلات الكهربائية المتعددة الموصلات باستخدام سكين التعرية أو زرادية التعرية.			
ثالثاً: تمكنت من توصيل سلكين بطريقة الوصلة المستقيمة .				
٣	تمكنت من توصيل سلكين بطريقة الوصلة المستقيمة.			
رابعاً: تصليح كبل ثنائي الموصلات معطوب.				
٤	تمكنت من تصليح كبل ثنائي الموصلات معطوب.			
خامساً: تركيب أسلاك القابس (الفيش) الكهربائي				
٥	تمكنت من تركيب أسلاك القابس (الفيش) الكهربائي.			
سادساً: تجهيز أطراف الأسلاك الكهربائية بوصلات الكبس.				
٦	تمكنت من تجهيز أطراف الأسلاك الكهربائية بوصلات الكبس.			

● **هدف التعلم الثاني:**

عند الانتهاء من تنفيذ كافة الأنشطة التعلمية المبينة في الجدول أدناه يتوقع منك أن تصبح قادراً على أن تقيس الكميات الكهربائية الأساسية وتفحص العناصر الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي (Digital Multimeter)، وفق تعليمات الشركة الصانعة وحسب معايير الأداء الواردة في معايير الكفايات المهنية الأردنية لعمل ميكانيكي التمديدات الصحية.

أنشطة التعلم	المصادر
١. قراءة المادة النظرية/ قياس الكميات الكهربائية الأساسية فحص العناصر الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي.	المدرب (الميسر) لشرح المادة النظرية وإثرائها.
٢. الإجابة عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية،"قياس الكميات الكهربائية الأساسية فحص العناصر الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي".	المدرب (الميسر) لمناقشة إجابتك عن الأسئلة
٣. تنفيذ التمارين العملية المتعلقة "قياس الكميات الكهربائية الأساسية فحص العناصر الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي " واستكمال دليل تقييم الأداء الخاص بكل تمرين.	تحت إشراف المدرب (الميسر).
٤. تنفيذ الأنشطة التعلمية المقترحة والواردة من خلال نص المادة النظرية.	الكتب والأنترنت وكتالوجات الشركات الصانعة.
٥. التدريب الميداني في مجال تركيب المضخات وسخانات المياه الكهربائية.	تحت إشراف فني تمديدات صحية مؤهل.

٢- قياس الكميات الكهربائية الأساسية فحص العناصر الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي.

تعد أجهزة القياس الكهربائية من المستلزمات الضرورية للعاملين في مهن الكهرباء، فبوساطتها نتمكن من قياس المقاومة والجهد والتيار الكهربائي وغيرها من الكميات الكهربائية، كما تبرز الحاجة إليها في أعمال الفحص والصيانة والمراقبة والمتابعة للأعمال الكهربائية. من أهم أجهزة الفحص الكهربائية المستخدمة حالياً: جهاز الأفوميتر الرقمي (A. V. O. METER)، حيث يشير الحرف (A) بالإنكليزية إلى قدرته على قياس التيار (Ampere)، والحرف (V) إلى قدرته على قياس الجهد (Volt)، والحرف (O) على قدرته على قياس المقاومة (Ohm). وبهذا تلاحظ بأن هذا الجهاز هو عبارة عن ثلاثة أجهزة قياس بجهاز واحد. أجهزة الأفوميتر الرقمية الحديثة تشتمل على خيرات وإمكانيات إضافية مفيدة في مجال صيانة الدارات الكهربائية والإلكترونية مثل: فحص الاستمرارية (Continuity test)، وفحص العناصر الإلكترونية. ونظراً للمهام المتعددة التي يقوم بها جهاز القياس الرقمي الحديث، فقد اصطلح على تسميته «الجهاز متعدد القياسات الرقمي» Digital Multimeter (DM)". وقبل القيام بقياس هذه الكميات، لا بد من التعرف على المكونات الأساسية للدارة الكهربائية.

٢-١ الدارة الكهربائية البسيطة

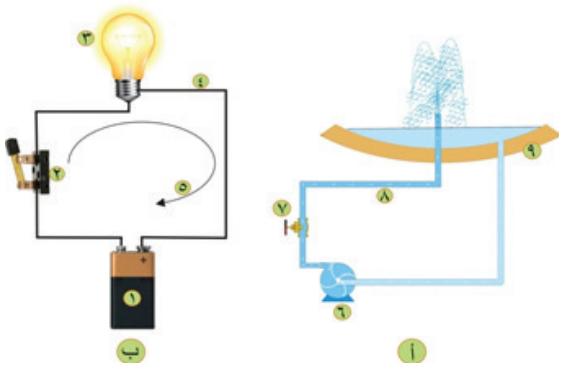
تتكون الدارة الكهربائية في أبسط أشكالها من المكونات الأساسية التالية، كما في الشكل(٢١-ب):

١- **المصدر الكهربائي:** وهو الذي يوفر فرق الفولطية أو الضغط الكهربائي أو الفولطية اللازمة لسريان التيار الكهربائي، كالبطارية.

٢- **الحمل الكهربائي:** وهو عبارة عن جهاز كهربائي يؤدي عملاً نافعاً، كالمصباح أو السخان أو المحرك.

٣- الموصلات: وهي تشكل مجرى سريان التيار بين مصدر الكهرباء والحمل، وتصنع عادة من أسلاك نحاس أو ألومنيوم.

يمكن إضافة مفتاح إلى الدارة يوصل التيار بالحمل الكهربائي أو يفصله عنه. كما يمكن إضافة مصهر (Fuse) لحماية عناصر الدارة من التيار المفرط. ويحتوي المنصهر بالعادة على سلك او شريط معدني مصمم لينصهر إذا ما تجاوز التيار الكهربائي المار فيه قيمة محددة.



١- بطارية.	٣- حمل كهربائي.	٥- اتجاه تيار الإلكترونات.	٧- صمام.	٩- حوض نافورة الماء.
٢- مفتاح	٤- موصلات.	٦- مضخة الماء.	٨- أنابيب الماء.	

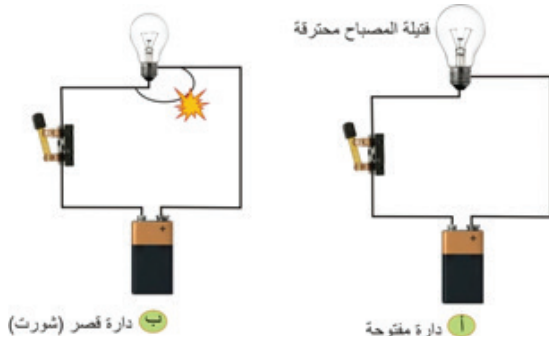
الشكل(٢١): وجهه الشبه بين الدارة الكهربائية ودارة المياه.

إن سريان التيار في الدارة الكهربائية يشبه جريان الماء في أنابيب شبكة أنابيب المياه، فالشكل (٢١-أ) يبين دارة نافورة ماء تحتوي على مضخة تضخ الماء إلى نافورة عبر صمام وأنبوب، ليعود من بعدها إلى المضخة، ويلاحظ هنا أن الماء لا يتدفق من النافورة ما لم تولد المضخة ضغطاً كافياً لدفعه في الأنبوب، أما في الدارات الكهربائية كتلك المبينة في الشكل (٢١-ب)، تقوم البطارية بإنتاج الضغط الكهربائي (الفولطية) اللازم لسريان التيار، ويظهر المفتاح وكأنه صمام يسمح بمرور التيار الكهربائي أو تمنعه.

٢-٢ مفهوم الدارة المفتوحة والمغلقة ودارة القصر

تكون الدارة الكهربائية مغلقة عندما تكون عناصر الدارة متصلة ببعضها بحيث تمثل ممراً للتيار الكهربائي من أحد طرفي المصدر إلى طرفه الآخر عبر الحمل، كما في الشكل (٢٢-ب). وتكون الدارة الكهربائية مفتوحة عندما يكون أحد مكوناتها معطوباً أو مفصولاً بحيث يمنع مرور التيار الكهربائي في الدارة الكهربائية، كما في الشكل (٢٢-أ).

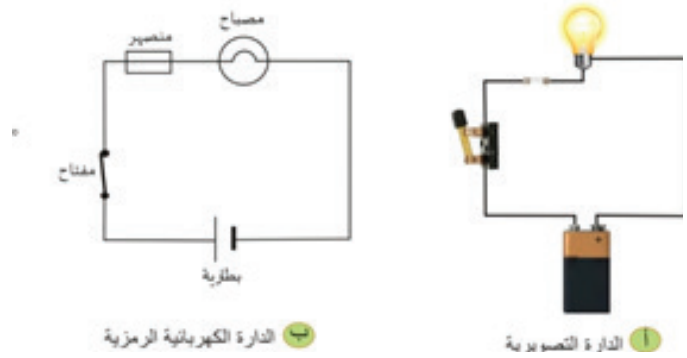
عندما يتصل طرفي المصدر الكهربائي بشكل مباشر بدون حمل كهربائي (أي مقاومة منخفضة)، يتدفق تيار كهربائي هائل في الدارة، ينتج حرارة مرتفعة قد تؤدي إلى إتلاف بعض عناصر الدارة الكهربائية، حينها تقول بأنه حصل قصراً (شورتاً) في الدارة (short circuit). ويحدث القصر في الدارة الكهربائية عن أسباب عدة، كسوء عزل الوصلات أو توصيل خاطئ في الأسلاك، كما في الشكل (٢٢-ب).



الشكل(٢٢): مفهوم الدارة المفتوحة ودارة القصر.

٢-٣ رموز العناصر الكهربائية

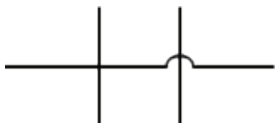
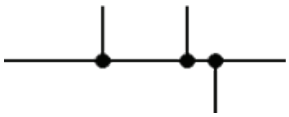
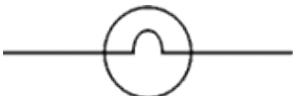
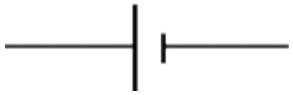
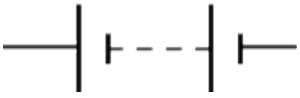
يبين الشكل (٢٣) المخططين التصويري والرمزي لدارة كهربائية بسيطة تحتوي على مصباح وبطارية جافة. وبالرغم من إمكانية رسم مثل هذه الدارات البسيطة بالطريقة المبينة في الشكل (٢٣-أ)، غير أنه من الصعب استخدام هذه الطريقة في رسم الدارات المعقدة. ولهذا السبب يتم استعمال مخططات رمزية كالمبينة في الشكل (٢٣-ب) والتي تستخدم رموزاً تمثل مكونات الدارات الكهربائية.



الشكل(٢٣): المخططين التصويري والرمزي لدارة كهربائية بسيطة.

وقبل قراءة هذه المخططات يجب التعرف إلى الرموز الكهربائية التي تحتويها. فمثلاً، يرمز للبطارية بخط طويل يشير إلى القطب الموجب، وبآخر قصير يشير إلى القطب السالب، ويبين الجدول (٥) التالي رموز بعض العناصر الكهربائية.

الجدول(٥): رموز بعض العناصر الكهربائية.

العنصر الكهربائي	الرمز الكهربائي
تقاطع موصلين على مخطط كهربائي (دون حصول توصيل كهربائي بينهما)	
ملتقى موصلات أو عقدة بين موصلين	
مصباح فتيلي	
مصباح تأشير	
خلية أولية أو ثانوية	
بطارية من الخلايا الأولية والثانوية	

مصدر تيار مستمر (DC)	
مصدر تيار متناوب (AC)	
محرك كهربائي	
سخان كهربائي	
منصهر	

٢-٤ قانون أوم

يوضح قانون أوم العلاقة التي تربط الوحدات الكهربائية الثلاثة (الفولطية والتيار والمقاومة) في الدارة الكهربائية، وينطبق هذا القانون على دارات التيار المستمر (Direct Current)، كما ينطبق على دارات التيار المتناوب (Alternative Current) التي تحتوي على مصابيح إنارة متوهجة (عادية) و/أو عناصر تسخين كالأفران والمدافئ الكهربائية. ولكن قانون أوم لا ينطبق على دارات التيار المتناوب التي تحتوي على ملفات ومكثفات.

أ- نص قانون أوم

ينص قانون أوم (Ohm's Law) على ما يلي: «يتناسب التيار المار في موصل تناسباً طردياً مع فولطية المصدر وعكسياً مع مقاومة الدارة»، ويعبر عنه رياضياً بالمعادلة التالية:

التيار (I) بدلالة الفولطية والمقاومة = $\frac{V}{R}$

حيث أن:

(I) = شدة التيار، معبراً عنه بالأمبير.

(V) = الفولطية، معبراً عنها بالفولت.

(R) = المقاومة، معبراً عنها بالاوم.

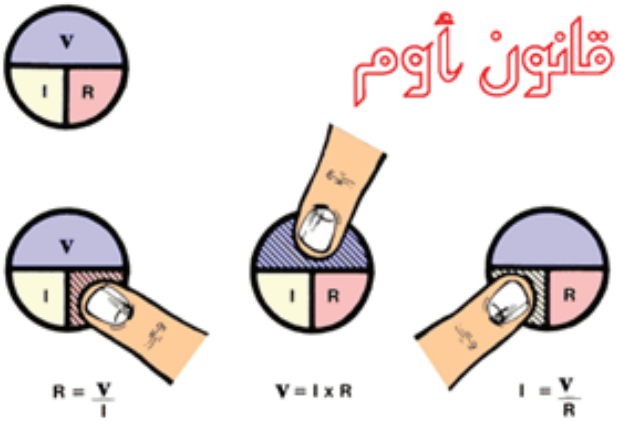
ومن هذا القانون تستنتج أن:

- الفولطية (V) بدلالة التيار والمقاومة = $I \times R$
- المقاومة (R) بدلالة الجهد والتيار = $\frac{V}{I}$

إن البطارية أو المولد هو مصدر الفولطية في الدارة الكهربائية، والفولطية هو القوة التي تسبب سريان التيار الكهربائي. وبناء عليه، كلما زادت الفولطية زاد التيار، وكلما قلت الفولطية قل التيار، بفرض أن قيمة المقاومة ثابتة.

ب- مثلث قانون أوم

إن أسهل طريقة لتذكر العلاقة بين الجهد والتيار والمقاومة هي استخدام مثلث قانون أوم المبين في الشكل (٢٤)، ولتستخدم هذا المثلث، غطي بأصبعك قيمة الكمية الكهربائية المجهولة، فتظهر العلاقة التي تعطي الكمية المجهولة المطلوب حسابها، كما في الشكل (٢٠-ب).



الشكل(٢٤): مثلث قانون أوم.

مثال (١): مصباح سيارة يعمل ببطارية جهدها (١٢) فولت، فإذا كانت مقاومته (٦) أوم، فما شدة تياره؟

الحـل: التيار = $\frac{V}{R}$ = $\frac{12}{6}$ = ٢ أمبير

مثال (٢): سخان إذابة جليد يعمل بجهد (٢٢٠) فولت ويسحب تياراً مقداره (٣) أمبير، فما قيمة مقاومته؟

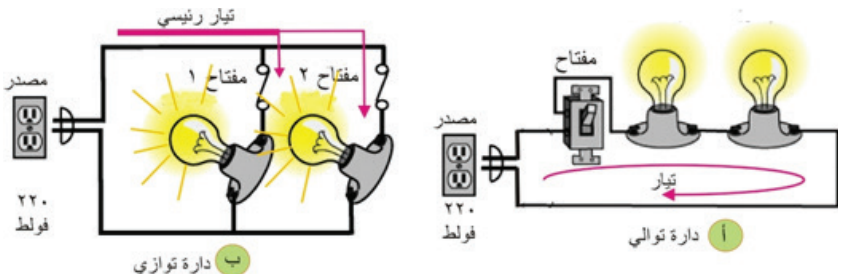
الحـل: المقاومة = $\frac{220}{3}$ = $\frac{V}{I}$ = ٧٣,٣ أمبير

٢-٥ أنواع الدارات الكهربائية

تقسم الدارات الكهربائية حسب طريقة وصل عناصرها مع بعضها إلى نوعين، هما:

- دارات التوالي.
- دارات التوازي.

في الدارة الكهربائية الموصولة عناصرها على التوالي يسلك التيار الكهربائي طريق واحدة فقط، كما في الشكل(٢٥-أ). وعند وجود أكثر من مسلك أو طريق للتيار الكهربائي في دارة ما، فإن هذه الدارة تسمى الدارة الكهربائية الموصولة على التوازي، كما في الشكل(٢٥-ب).

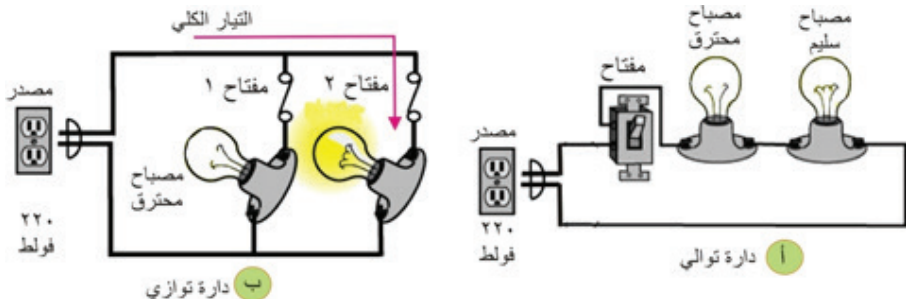


الشكل(٢٥): دارات التوالي والتوازي.

إذا قارنت بين دارة كهربائية فيها مصباحين موصولان على التوازي، كما في الشكل(٢٥-أ)، ودارة أخرى فيها مصباحين موصلين على التوالي كما في الشكل(٢٥-أ). ماذا ستلاحظ؟

ستلاحظ أن المصابيح في الدارة الموصولة على التوازي تضيء بشكل أقوى (طبيعي) من مصابيح الدارة الموصولة على التوالي. لماذا؟ لأن كل مصباح في الدارة الموصولة على التوازي يحصل على كامل فولطية التشغيل اللازمة لتشغيله بشكل طبيعي. أما في دارة التوالي، فتتوزع فولطية المصدر على المصابيح حسب مقاومة كل منها، وبالتالي لا يحصل كل مصباح في الدارة الموصولة على التوالي على كامل فولطية التشغيل اللازمة لتشغيله بشكل طبيعي.

كما يمكن ملاحظة أيضاً، أن كل المصابيح في دارة التوازي تعمل بشكل مستقل عن بعضها. فإذا احترق أحدها أو قطع السلك فيه، كما في الشكل (٢٦-ب)، فإن كل المصابيح الأخرى تستمر في العمل بشكل طبيعي والمصباح المحترق يسهل معرفته وتبديله. أما احتراق أحد المصابيح أو أي عنصر آخر في دارة التوالي، فسيؤدي إلى انقطاع التيار الكهربائي عن بقية المصابيح، وكافة أجزاء دارة التوالي، كما في الشكل (٢٦-أ).



الشكل(٢٦): دارات التوالي والتوازي.

دارات تغذية الأحمال الكهربائية في المنازل والمصانع بالتيار الكهربائي، هي مثال لدارات التوازي، حيث توصل الأحمال الكهربائية على التوازي بين طرفي المصدر الرئيس للتيار الكهربائي (٢٢٠) فولط. ويوصل كل حمل كهربائي بالمصدر بوساطة خطين هما خط الطور (الحامي) والخط المحايد (البارد)، وبهذا يحصل كل حمل على فولطية المصدر (٢٢٠) فولط. ويزود كل حمل كهربائي بمفتاح تحكم خاص به، بحيث يمكن التحكم به بشكل مستقل عن بقية الأحمال الكهربائية.

٢-٥ أنواع الدارات الكهربائية

الكهرباء هي أحد أشكال الطاقة. وكما هو معروف، فإن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، وإنما تتحول من شكل إلى آخر. ويمكن إنتاج الطاقة الكهربائية بتحويل الطاقة الميكانيكية والكيميائية والضوئية والحرارية إلى طاقة كهربائية، ويمكن أن تستخدم الأجهزة الكهربائية للحصول على أشكال مختلفة للطاقة، فمثلاً تستخدم المحركات الكهربائية لإنتاج طاقة ميكانيكية، والمسخنات الكهربائية لإنتاج طاقة حرارية، وهكذا.

أ- القدرة الكهربائية (Electrical Power)

القدرة هي مقدار الشغل (الطاقة) الكهربائي المبذول في الثانية الواحدة، أي أنها تعبر عن معدل استهلاك الطاقة الكهربائية، وبالتالي فإن:

القدرة = الطاقة بالجول ÷ الزمن بالثواني.

تعرف وحدة قياس القدرة بـ «الجول في الثانية»، وتسمى أيضاً بـ «الواط» تكريماً للعالم «جيمس واط» مخترع الآلة البخارية، ويرمز للواط بالحرف (W).

- **قانون واط (Watt's Law)**

ينص هذا القانون على ما يلي: «تتناسب القدرة مقدرة بالواط تناسباً طردياً مع التيار والجهد، ويعبر عنه رياضياً بالمعادلة التالية:

القدرة بدلالة التيار والجهد $P = I \times V$.

وتقاس وحدة القدرة بالواط، وبما أن الواط وحدة صغيرة فإنها لا تلائم كافة التطبيقات العملية، لذا يستخدم الكيلوواط

كوحدة عملية لقياس القدرة، ويساوي (١,٠٠٠) واط، ويرمز له بالحرفين (KW).

حيث أن: القدرة بالواط = (P) شدة التيار بالأمبير= (I) الضغط بالفولت = (V)

ومن هذا القانون تستنتج أن:

التيار الكهربائي بدلالة القدرة والجهد $I = \frac{P}{V}$، وتقول: يتناسب التيار تناسباً طردياً مع القدرة وعكسياً مع الجهد.

مثال (١): مسخن كهربائي جهده (٢٢٠) فولت، يسحب تياراً مقداره (٥) أمبير، احسب:

أ- قدرة المسخن بالواط. ب- قدرة المسخن بالكيلوواط.

الحـل:

أ- القدرة بالواط $P = V \times I$ = ٢٢٠ × ٥ = ١,١٠٠ واط

ب- القدرة بالكيلوواط = ١,١٠٠ ÷ ١,٠٠٠ = ١,١ كيلوواط

مثال (٢): فرن كهربائي قدرته (٥) كيلوواط، يعمل بجهد (٢٢٠) فولت، فما شدة التيار الذي يسحبه الفرن.

الحـل: التيار = $\frac{P}{V} = \frac{5,000}{220}$ = ٢٢,٧ أمبير.

• القدرة الحصانية (Horsepower)

تعطى قدرة المحركات والمضخات الكهربائية في بعض الأحيان بوحدة الحصان الميكانيكي أو القدرة الحصانية (Horse Power)، وهي تعادل (٧٤٦) واط، ويرمز لها بالحرفين (HP)، ويجب أن تتذكر أن الحصان الواحد يساوي (٠,٧٥) كيلوواط تقريباً.

ب- الطاقة الكهربائية المستهلكة (Consumed Electrical Energy)

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

الطاقة بالكيلوواط. ساعة (KW.h) = القدرة بالكيلوواط × الزمن بالساعة

وتحتوي لوحة توزيع الكهرباء الرئيسة في المنازل والمصانع على عداد لقياس الطاقة الكهربائية المستهلكة، كما في الشكل(٢٧)، والتي بموجب قراءتها يحاسب عليها المستهلك.

الشكل(٢٧): عداد قياس الطاقة الكهربائية.

مثـال: مدفأة كهربائية قدرتها (٢) كيلوواط، تعمل لمدة (٨) ساعات، احسب:

أ- الطاقة الكهربائية المستهلكة في هذه الفترة.

ب- تكاليف هذه الطاقة إذا كان سعر الكيلوواط. ساعة (٣٠) فلساً.

الحـل:

أ- الطاقة الكهربائية المستهلكة (كيلوواط. ساعة) = القدرة × الزمن

الطاقة الكهربائية المستهلكة (كيلوواط. ساعة) = ٢ × ٨ = ١٦ كيلوواط. ساعة

ب- تكاليف الطاقة الكهربائية المستهلكة = الطاقة المستهلكة × الزمن

تكاليف الطاقة الكهربائية المستهلكة = ١٦ × ٣٠ = ٤٨٠ فلساً

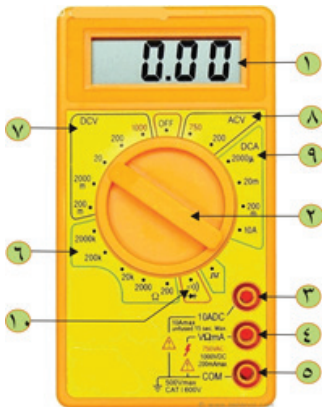
٢-٧ أجهزة القياس الكهربائية

تعد أجهزة القياس الكهربائية من المستلزمات الضرورية للعاملين في مهن الكهرباء، فبوساطتها نتمكن من قياس المقاومة والجهد والتيار الكهربائي وغيرها من الكميات الكهربائية، كما تبرز الحاجة إليها في أعمال الفحص والصيانة والمراقبة والمتابعة للأعمال الكهربائية.

أ-الجهاز الرقمي متعدد القياسات

من أهم أجهزة الفحص الكهربائية: جهاز الأفوميتر (A. V. O. METER). حيث يشير الحرف (A) بالإنكليزية إلى قدرته على قياس التيار (Ampere)، والحرف (V) إلى قدرته على قياس الجهد (Volt)، والحرف (O) على قدرته على قياس المقاومة (Ohm). وبهذا تلاحظ بأن هذا الجهاز هو عبارة عن ثلاثة أجهزة قياس بجهاز واحد، حيث يقيس التيار الكهربائي بنوعيه المستمر والمتناوب، والفولطية بنوعيها المستمر والمتناوب، إضافة إلى المقاومة الكهربائية.

تصنف أجهزة الأفوميتر على نوعين: التماثلي (Analog)، والرقمي (Digital)، وسنقتصر في هذه الوحدة دراستنا على النوع الرقمي، وذلك لدقته وسهولة استخدامه وشيوعه، هذا بالإضافة إلى اشتمال الأجهزة الرقمية الحديثة على خيرات وإمكانيات إضافية مفيدة في مجال صيانة الدارات الكهربائية والإلكترونية مثل: فحص الاستمرارية (Continuity test)، وفحص الواسعات (المكثفات) الكهربائية، وفحص العناصر الإلكترونية مثل الثنائيات والترانزستورات. ونظراً للمهام المتعددة التي يقوم بها جهاز القياس الرقمي الحديث، فقد اصطلح على تسميته «الجهاز الرقمي متعدد القياسات» Digital Multimeter (DM). ويبين الشكل (٢٨) واجهة الجهاز الرقمي متعدد القياسات (DM).



١- شاشة العرض.	٣- مقبس قياس التيار المستمر ١٠ أمبير(١٠A).	٥- المقبس المشترك (COM).	٧- قياس الفولطية المستمرة(DCV).	٩- قياس التيار المستمر (DCA).
٢- مفتاح الاختيار.	٤- مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA).	٦- قياس المقاومة(Ω).	٨- قياس الفولطية المتناوبة (ACV).	١٠- فحص الاستمرارية.

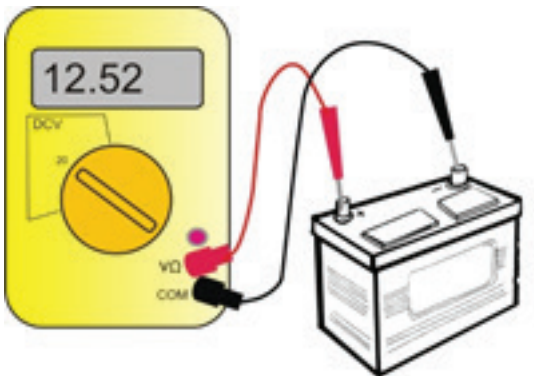
الشكل(٢٨): واجهة الجهاز الرقمي متعدد القياسات (DM).

ب- طريقة استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات

أولاً: قياس الفولطية المستمر (DCV)

لقياس الفولطية المستمرة اتبع الخطوات التالية:

- ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA). كما في الشكل (٣١).
- ضع مفتاح الاختيار على المدى المناسب للقياس في قسم قياس الفولطية المستمرة على واجهة الجهاز، حسب قيمة الفولطية المستمرة المراد قياسها. على سبيل المثال إذا كنت بصدد قياس فولطية بطارية ١,٥، ضع مفتاح الاختيار على ٢٠٠٠ ملي فولط أي ٢ فولط (٢٠٠٠ mV). أما إذا كنت بصدد قياس فولطية بطارية ٦ أو ٩ أو١٢ فولط، فضع مفتاح الاختيار على ٢٠ فولط (٢٠ V)، كما في الشكل (٢٩). أما إذا كنت تجهل قيمة الفولطية المراد قياسها، فضع مفتاح الاختيار على أعلى قيمة فولطية مستمرة يمكن قياسها بوساطة الجهاز، وهي ١٠٠٠ فولط (١٠٠٠V)، وبناءً على القراءة التي تحصل عليها، حرك مفتاح الاختيار إلى مدى قياس أقل للحصول على قراءة أكثر دقة.
- ضع مجسي الجهاز على طرفي المصدر أو الحمل الكهربائي المراد قياس فولطيته، كما في الشكل (٢٩). وفي حال الحصول على قراءة سالبة على لوحة العرض، اقلب وضع المجسين بين طرفي المصدر أو الحمل الكهربائي.
- سجل قراءة الجهاز.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).

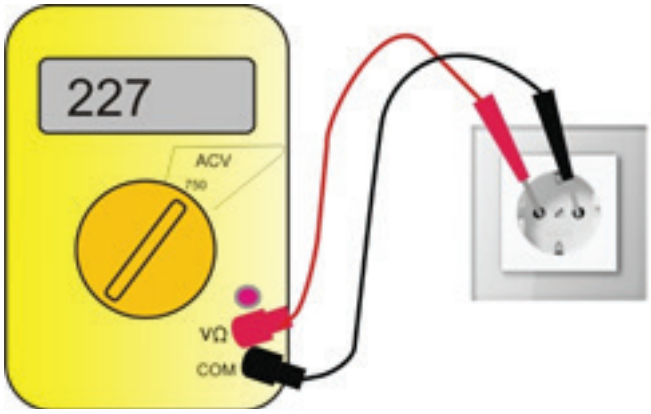


الشكل(٢٩): استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات في قياس الفولطية المستمرة (DCV).

ثانياً: قياس الفولطية المتناوبة (ACV)

لقياس الفولطية المتناوبة اتبع الخطوات التالية:

- ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA) كما في الشكل (٣٠).
- ضع مفتاح الاختيار على مدى القياس المناسب في قسم قياس الفولطية المتناوبة على واجهة الجهاز، حسب قيمة الفولطية المتناوبة المراد قياسها. على سبيل المثال إذا كنت بصدد قياس فولطية شبكة التيار العام (٢٢٠) فولط، ضع مفتاح الاختيار على ٧٥٠ فولط (٧٥٠ V) كما في الشكل (٣٠).
- ضع مجسي الجهاز على طرفي المصدر أو الحمل الكهربائي المراد قياس فولطيته، كما في الشكل (٣٠). وفي حال الحصول على قراءة سالبة على لوحة العرض، اقلب وضع المجسين بين طرفي المصدر أو الحمل الكهربائي.
- سجل قراءة الجهاز.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).

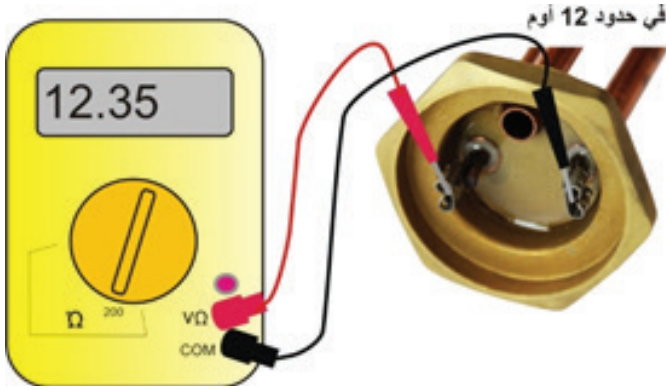


الشكل(٣٠): استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات في قياس الفولطية المتناوبة (ACV).

ثالثاً: قياس المقاومة الكهربائية (ACV)

لقياس مقاومة عنصر كهربائي اتبع الخطوات التالية:

- ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA) كما في الشكل (٣١).
- ضع مفتاح الاختيار على المدى المناسب للقياس في قسم قياس المقاومة الكهربائية على واجهة الجهاز، حسب قيمة المقاومة الكهربائية المراد قياسها. على سبيل المثال إذا كنت بصدد قياس فولطية عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي حوالي (١٢) أوم، ضع مفتاح الاختيار على ٢٠٠ أوم، كما في الشكل (٣١). مع العلم أن مدى القياس ٢٠٠ أوم مناسب لقياس مقاومة الكثير من العناصر الكهربائية ذات المقاومة الكهربائية المنخفضة (أقل من واحد أوم) مثل: المنصهرات، والأسلاك الكهربائية، والمفاتيح والقواطع الآلية الكهربائية وهي في وضع التوصيل.
- ضع مجسي الجهاز على طرفي العنصر الكهربائي المراد قياس مقاومته الكهربائية، كما في الشكل (٣١).
- سجل قراءة الجهاز.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).



الشكل(٣١): استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات في قياس المقاومة الكهربائية.

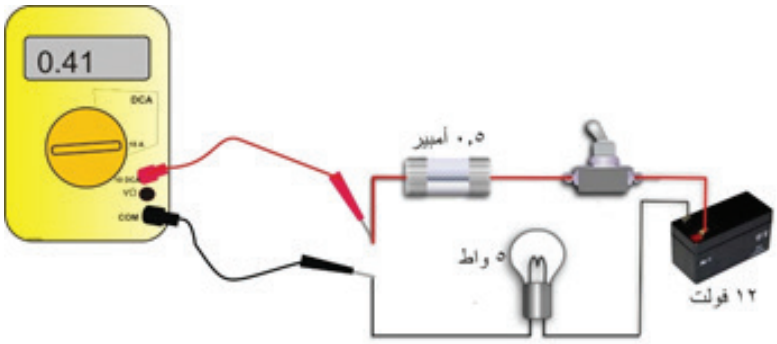
رابعاً: قياس التيار الكهربائي المستمر (DCA).

لقياس التيار الكهربائي المستمر اتبع الخطوات التالية:

- ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس التيار المستمر ١٠ أمبير(١٠A)). كما في الشكل (٣٢).
- ضع مفتاح الاختيار على مدى القياس ١٠ أمبير (١٠A) في قسم قياس التيار الكهربائي المستمر (DCA) على

واجهة الجهاز.

- افصل المصدر الكهربائي عن الحمل الكهربائي، ثم وصل الجهاز بالتوالي مع الحمل، كما في الشكل (٣٢).
- اعد وصل المصدر الكهربائي بالحمل، ثم سجل قراءة التيار التي تظهر على شاشة الجهاز. إذا تبين لديك أن قيمة التيار صغيرة جدا (أقل من ٠,٢ أمبير(٢٠٠mA)(، بأماكنك اتباع الخطوات التالية للحصول على قراءة أدق لقيمة التيار.
- افصل المصدر الكهربائي عن الحمل الكهربائي.
- وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA).
- ضع مفتاح الاختيار على مدى القياس ٢٠٠ ملي أمبير (٢٠٠mA) في قسم قياس التيار الكهربائي المستمر (DCA) على واجهة الجهاز.
- اعد وصل المصدر الكهربائي بالحمل، ثم سجل قراءة التيار التي تظهر على شاشة الجهاز.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).



الشكل(٣٢): استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات في قياس التيار المستمر.

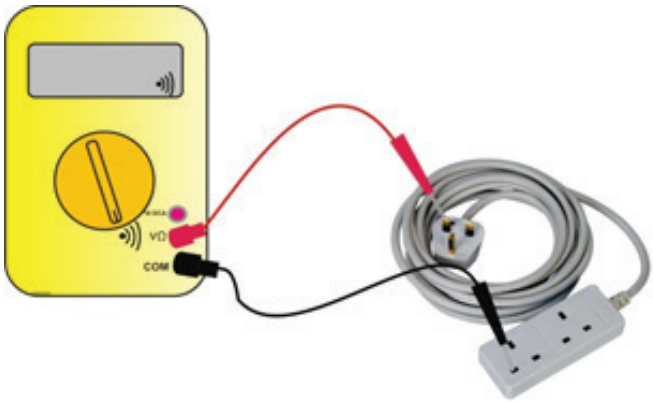
تنويه: معظم الأجهزة الرقمية متعدد القياسات العادية المتوافرة في الأسواق غير مخصصة لقياس التيار المتناوب (AC)، وبالتالي عند الحاجة لقياس التيار المتناوب يجب التحقق أن الجهاز المراد استخدامه مخصص لهذه المهمة. ومن أفضل الأجهزة المناسبة لقياس التيار المتناوب (AC)، هو الجهاز الرقمي متعدد القياسات ذي الفك (clamp meter)، حيث يمكن وصل الجهاز بالموصل المراد قياس شدة التيار المار فيه، بفتح فكي الجهاز وشبكه مع الموصل، كما في الشكل (٣٣)، أي بدون الحاجة لقطع الموصل ووصل الجهاز بالتوالي مع الحمل الكهربائي، كما هو الحال مع أجهزة قياس التيار الكهربائي التقليدية.

الشكل (٣٣): الجهاز الرقمي متعدد القياسات ذي الفك.

خامساً: فحص الاستمرارية

فحص الاستمرارية (Continuity Test) هو من أهم الفحوصات التي يتم إجراءها في أثناء عمليات اكتشاف الأعطال في الدارات الكهربائية والإلكترونية، حيث يجرى فحص الاستمرارية (Continuity Test) للتحقق من سلامة التوصيلات الكهربائية من أسلاك وكبلات ومقابس وقوابس، وكذلك للتحقق من سلامة كافة العناصر الكهربائية ذات المقاومة الكهربائية المنخفضة (من أقل من ١ أوم إلى ١٠٠) مثل: المنصهرات، والمفاتيح والقواطع الآلية الكهربائية، والمصابيح المتوهجة، وملفات المحولات والمحركات الكهربائية. ولأجراء فحص الاستمرارية لأي عنصر كهربائي ذي مقاومة منخفضة باستخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات، اتبع الخطوات التالية:

- ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA) ، كما في الشكل (٣٤).
- ضع مفتاح الاختيار على فحص الاستمرارية، كما في الشكل (٣٤).
- افصل المصدر الكهربائي عن الدارة الكهربائية.
- ضع مجسي الجهاز على طرفي العنصر الكهربائي المراد فحص استمراريته، كما في الشكل (٣٤). فإذا أصدر الجهاز متعدد القياسات صوت صافرة دل ذلك أن العنصر الكهربائي سليم (مقاومته منخفضة وغير مفصول) وبإمكانه تمرير التيار الكهربائي. وفي حال لم يصدر الجهاز متعدد القياسات صوت صافرة دل ذلك أن المفتاح العنصر الكهربائي معطوب (مقاومته عالية أو غير موصول) وليس بإمكانه تمرير التيار الكهربائي.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).



الشكل (٣٤): فحص الاستمرارية باستخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات.

١-٨ التقييم الذاتي

الفحص الذاتي

أ- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
ب- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضرورياً.

الأسئلة

السؤال الأول: ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة

١- المكونات الأساسية للدائرة الكهربائية، هي:
أ- مصدر كهربائي، وجهاز فولطميتر، وحمل كهربائي.
ب- مصدر كهربائي، وموصلات، وحمل كهربائي.
ج- مصدر كهربائي، ومفتاح، وموصلات.
د- مصدر كهربائي، وجهاز لقياس التيار، وحمل كهربائي.

٢- تصبح الدارة الكهربائية مغلقة عندما يتم:
أ- توصيل أحد طرفي المصدر الكهربائي بالحمل الكهربائي.
ب- توصيل أحد طرفي المصدر الكهربائي بالمفتاح.
ج- توصيل المفتاح بالحمل الكهربائي.
د- توصيل طرفي المصدر بالحمل الكهربائي.

٣- يستخدم المنصهر لحماية الدارة من التيار في حالات:
أ- حدوث دارة قصر.
ب- طول فترة تشغيل الدارة.
ج- انقطاع أحد أسلاك الدارة.
د- انخفاض فولطية المصدر.

٤- وحدة قياس التيار الكهربائي هي:
أ- الفولط.
ب- الأمبير.
ج- الأوم.
د- الواط.

٥- وحدة قياس المقاومة الكهربائية هي:
أ- الفولط.
ب- الأمبير.
ج- الأوم.
د- الواط.

٦- وحدة قياس القدرة الكهربائية هي:
أ- الفولط.
ب- الأمبير.
ج- الأوم.
د- الواط.

٧- (١,٥) كيلوواط تعادل:
أ- ١٥ واط
ب- ١٥٠ واط.
ج- ١٥٠٠ واط.
د- ١٥٠٠٠ واط.

٨- مضخة مياه قدرتها (٢) حصان، وهذا يعادل:
أ- ٢٠٠ واط
ب- ٧٥٠ واط.
ج- ١٥٠٠ واط.
د- ١٥٠٠٠ واط.

٩- عداد قياس الطاقة الكهربائية المستهلكة المركب على لوحة التوزيع الرئيسة في المنزل، يقيس الطاقة الكهربائية المستهلكة بوحدة:
أ- الكيلوواط.
ب- الفولط.
ج- الكيلو فولط.
د- الكيلوواط. ساعة.

السؤال الثاني
علل: المصابيح في الدارة الموصولة على التوازي تضيء بشكل أقوى (طبيعي) من مصابيح الدارة الموصولة على التوالي. لماذا؟

- .....
- .....

السؤال الثالث
حل المسائل الرياضية التالية :

أ- مصباح كهربائي مقاومته (٤) أوم يتغذى من مصدر بطارية (١٢) فولط، احسب شدة التيار المار في هذا المصباح.

ب- عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي مقاومته (١٢) أوم، يتغذى من مصدر فولطية متناوب (٢٢٠) فولط، احسب شدة التيار المار في هذا السخان.

ج- مقاومة قيمتها (٦) أوم، يسري عبرها تيار شدته (٢) أمبير، احسب الفولطية بين طرفي هذه المقاومة.

د- مسخن إذابة جليد لثلاجة منزلية، يسحب تياراً مقداره (٣) أمبير، فإذا كان جهده (٢٢٠) فولت، فما قدرته بالواط.

هـ-سخان مياه كهربائي قدرته ٢٥٠٠ واط، احسب شدة التيار الذي يسحبه هذا السخان، إذا كانت فولطية المصدر(٢٢٠) فولط.

بطاقة التمرين العملي (٢)

رقم التمرين: (٢)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: استخدام أجهزة القياس في قياس الكميات الكهربائية الأساسية،وفحص العناصر الكهربائية.	٥ ساعات تدريبية

● إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه الوحدة

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- دائماً أفصل التيار الكهربائي من المصدر قبل القيام بأي عمل حتى لو كنت تجري تعديلات بسيطة.
- احرص على عدم لمس أي جزء معدني مكشوف في الدارات الكهربائية التي تعمل عليها، فقد يسبب ذلك اصابتك بالصعقة الكهربائية.
- استخدم المفكات والزراديات والقطاعات المعزولة المخصصة لأعمال الكهرباء.
- تأكد من صلاحية العدد والأدوات قبل استخدامها.
- ارجع نصل سكين التعرية إلى غمده، فور الانتهاء من استعمالها.
- اطلب من مدربك تفقد الدارة الكهربائية التي قمت ببنائها قبل وصلها بمصدر القدرة الكهربائية.

● الأهداف:

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن يكون لديك القدرة على:

١. تقيس الكميات الكهربائية الأساسية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي (Digital Multimeter).

٢. تفحص عناصر الدارات الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي (Digital Multimeter).

● شروط الأداء:- حسب تعليمات المدرب

● الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

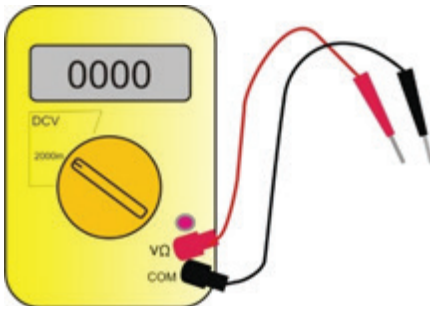
الرقم	الأدوات والتجهيزات والمواد	الكمية	المواصفات
١.	جهاز متعدد القياسات رقمي (Digital Multimeter).	١	اختيار المدى يدوي،١٠٠٠ فولط فولطية مستمرة (DCV)،٧٥٠ فولط فولطية متناوبة (ACV)،٢ ميغا أوم، مع فحص استمرارية.
٢.	جهاز متعدد القياسات رقمي ذو فك (Clamp Digital Multimeter).	١	اختيار المدى يدوي،١٠٠٠ فولط فولطية مستمرة (DCV)،٧٥٠ فولط فولطية متناوبة (ACV)،٢ ميغا أوم، مع فحص استمرارية.

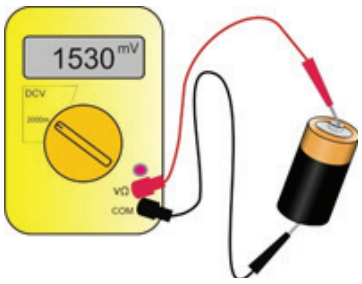
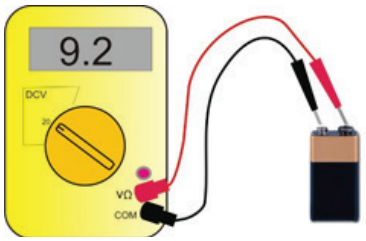
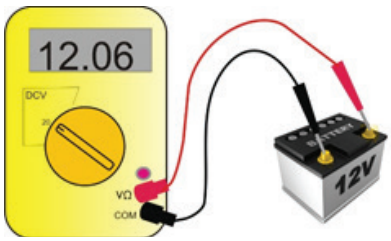
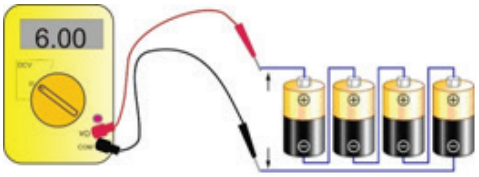
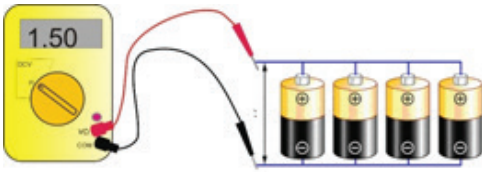
٣.	بطاريات مختلفة الفولطيات.		١,٥،٩،١٢ فولط.
٤.	وحدة تغذية المضخة الكهربائية في وحدة تنقية مياه الشرب المنزلية.	١	٢٤ فولط.
٥.	عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي.	١	٢٢٠ فولط
٦	مصابيح متوهجة مختلفة القدرات.		٢٢٠ فولط وبقدرات ٤٠ واط، و٦٠ واط، و١٠٠ واط.
٧	وصلة تغذية كهربائية ٢٢٠ فولط.	١	تتكون من قابس ومقبس.
٨	قاعدة مصباح ٢٢٠ فولط.		تثبت بالبراغي
٩	قاعدة مصباح ٢٢٠ فولط مع قابس.		تثبت في مقابس القدرة المنزلي ٢٢٠ فولط.
١٠	أسلاك كهربائية.		

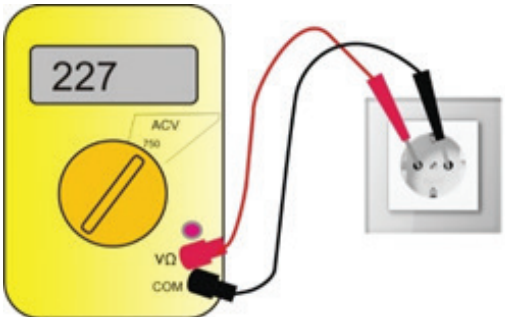
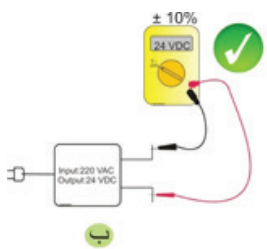
● الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

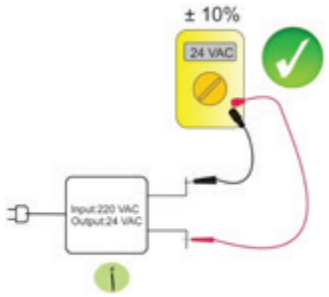
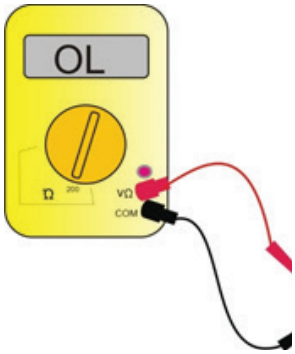
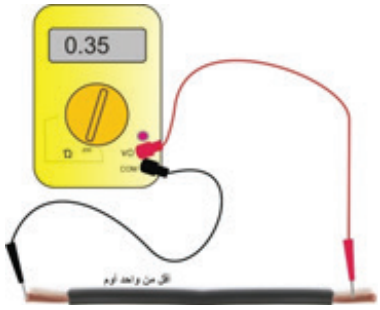
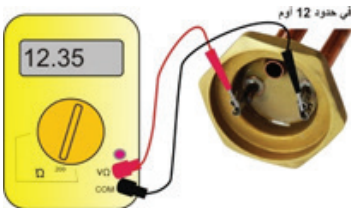
١. نسخة من هذه الوحدة التدريبية (بناء الدارات الكهربائية الأساسية).
٢. أدلة المستخدم لأجهزة القياس الكهربائية المستخدمة في التمرين.

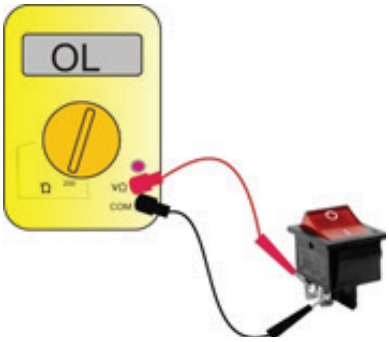
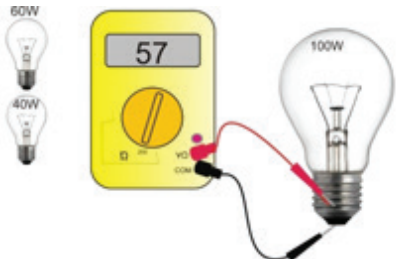
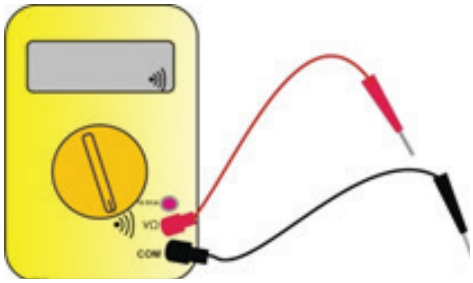
● خطوات العمل:

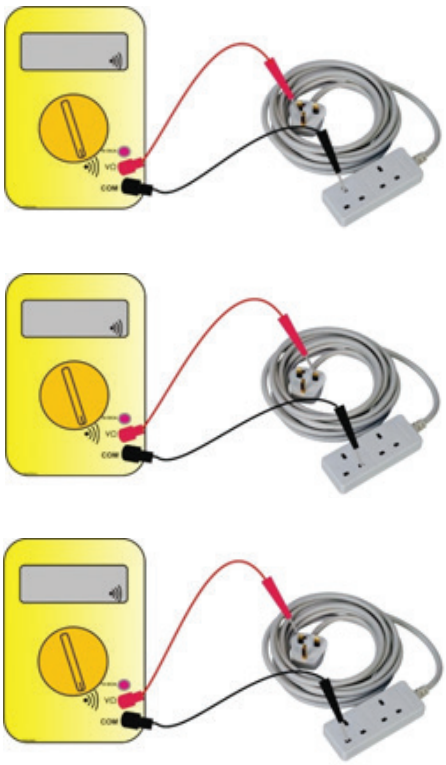
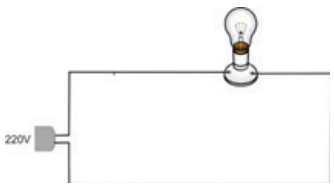
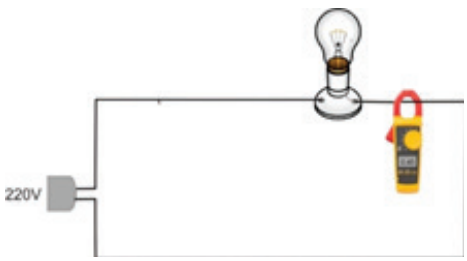
الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
	قياس الفولطية المستمرة (DCV)	
١	جهز الجهاز المتعدد القياسات الرقمي لقياس الفولطية المستمرة وذلك باتباع الخطوات التالية: • ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA)، كما في الشكل المقابل. • ضع مفتاح الاختيار على ٢٠٠٠ ملي فولط أي ٢ فولط (٢٠٠٠ mV) في قسم قياس الفولطية المستمرة على واجهة الجهاز، كما في الشكل المقابل.	

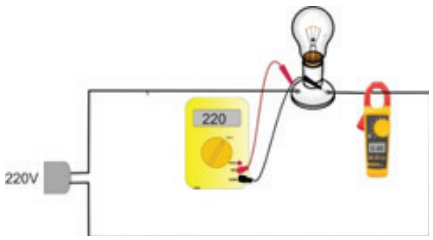
٢	ضع مجسي الجهاز على طرفي البطارية المراد قياس فولطياتها (بطارية ١,٥ فولط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز.	
٣	ضع مفتاح الاختيار على ٢٠ فولط في قسم قياس الفولطية المستمرة على واجهة الجهاز، كما في الشكل المقابل.	
٤	ضع مجسي الجهاز على طرفي البطارية المراد قياس فولطياتها (بطارية ٩ فولط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز.	
٥	ضع مجسي الجهاز على طرفي البطارية المراد قياس فولطياتها (بطارية ١٢ فولط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز.	
وصل البطاريات على التوالي والتوازي وقياس الفولطية الكلية		
٦	وصل أربعة بطاريات كل منها ١,٥ فولت على التوالي، وقس الفولطية الكلية باستخدام جهاز الرقمي متعدد القياسات، كما في الشكل المقابل.	
٧	وصل أربعة بطاريات كل منها ١,٥ فولت على التوازي، وقس الفولطية الكلية باستخدام جهاز الرقمي متعدد القياسات، كما في الشكل المقابل.	
قياس الفولطية المتناوبة (ACV)		

٨	جهز الجهاز المتعدد القياسات الرقمي لقياس الفولطية المتناوبة (ACV)، وذلك باتباع الخطوات التالية: • ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA)، كما في الشكل المقابل. • ضع مفتاح الاختيار على ٧٥٠ فولط (٧٥٠ V) في قسم قياس التيار المتناوب على واجهة الجهاز، كما في الشكل المقابل.	
٩	ضع مجسي الجهاز على طرفي مقبس القدرة (٢٢٠ فولط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز. تنويه: لتجنب الإصابة بالصعقة الكهربائية، يجب عدم لمس أطراف المجسات المعدنية المكشوفة في أثناء قياس فولطية مصادر التيار المتناوب (٢٢٠ فولط) .	
فحص وحدة تغذية المضخة الكهربائية في وحدة تنقية مياه الشرب المنزلية.		
١٠	حدد الفولطية التي تنتجها وحدة التغذية (المحول) بقراءة البيانات المسجلة على جسمها (٢٢٠ / ٢٤ فولط DC)، أو (٢٢٠ / ٢٤ فولط AC).	
١١	ضع مفتاح الاختيار (مفتاح اختيار الكمية المراد قياسها ومدى القياس) على مقدمة الجهاز الرقمي متعدد القياسات على مدى القياس (٢٢٠ فولط AC) إذا كانت وحدة التغذية من النوع (٢٢٠ / ٢٤ فولط AC)، أو ضع مفتاح الاختيار على مدى القياس (١٠٠ فولط DC) إذا كانت وحدة التغذية من النوع (٢٢٠ / ٢٤ فولط DC).	
١٢	صل وحدة التغذية (المحول) بمصدر الكهرباء المنزلي (٢٢٠) فولط AC.	

١٣	ضع مجسي الجهاز الرقمي متعدد القياسات الرقمي على طرفي خرج المحول، وتأكد أنه ينتج الفولطية المطلوبة (٢٤ فولط).	
	قياس المقاومة الكهربائية	
١٤	جهز الجهاز المتعدد القياسات الرقمي لقياس المقاومة الكهربائية، وذلك باتباع الخطوات التالية: • ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA). كما في الشكل (٣٢). • ضع مفتاح الاختيار على مدى ال قياس٢٠٠ أوم في قسم قياس المقاومة الكهربائية على واجهة الجهاز.	
١٥	قس مقاومة سلك كهربائي، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز، وسجل قراءة الجهاز. من المعلوم أن مقاومة السلك الكهربائي السليم تكون منخفضة جداً (أقل من واحد أوم).	
١٦	قس مقاومة عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز. من المعلوم أن مقاومة عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي تساوي ١٢ أوم تقريباً.	
١٧	قس مقاومة منصهر حماية، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز. من المعلوم أن مقاومة المنصهر السليم تكون منخفضة جداً (أقل من واحد أوم). أما مقاومة المنصهر المحترق تكون عالية جداً (ما لانهاية).	

١٨	قس مقاومة مفتاح كهربائي في وضع عدم التشغيل (OFF)، وكذلك في وضع التشغيل (ON)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز. من المعلوم أن مقاومة المفتاح الكهربائي في وضع عدم التشغيل (OFF) تكون عالية جداً (ما لانهاية). أما في وضع التشغيل (ON) فتكون مقاومة المفتاح منخفضة جداً (أقل من واحد أوم).	
١٩	قس مقاومة عدد من المصابيح المتوهجة مختلفة القدرات (٤٠ واط، و٦٠ واط، و١٠٠ واط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءات الجهاز. تنويه: مقاومة المصباح المتوهج وهو بارد تكون أقل بكثير من مقاومته وهو سخان.	
فحص الاستمرارية		
٢٠	جهز الجهاز المتعدد القياسات الرقمي لإجراء فحص الاستمرارية، وذلك باتباع الخطوات التالية: • ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار المستمر بالملي أمبير(VΩmA)، كما في الشكل المقابل. • ضع مفتاح الاختيار على فحص الاستمرارية، كما في الشكل المقابل.	

٢١	نفذ فحص الاستمرارية للتحقق من صلاحية وصلة تغذية كهربائية مكونة من قابس وعدة مقابس قدرة، وذلك باتباع الخطوات التالية: • افحص استمرارية خط الحماية (الأرضي) في وصلة التغذية، كما في الشكل المقابل. مع العلم أنه إذا أصدر الجهاز متعدد المتعدد القياسات صوت صافرة دل ذلك أن العنصر الكهربائي سليم (مقاومته منخفضة وغير مفصول) وبإمكانه تمرير التيار الكهربائي. وفي حال لم يصدر الجهاز متعدد المتعدد القياسات صوت صافرة دل ذلك أن المفتاح العنصر الكهربائي معطوب (مقاومته عالية أو غير موصول) وليس بإمكانه تمرير التيار الكهربائي. • افحص استمرارية الخط الحامي (الطور) في وصلة التغذية، كما في الشكل المقابل. • افحص استمرارية الخط الحامي (الطور) في وصلة التغذية، كما في الشكل المقابل.	
قياس التيار المتناوب		
٢٢	وصل دارة مصباح الإنارة المبينة في الشكل المقابل. **ملاحظة:** يمكنك بناء الدارة المطلوبة بسهولة باستخدام حامل مصباح مع قابس، وصلة تغذية (قابس ومقبس)، كما في الشكل المقابل.	
٢٣	ضع مفتاح الاختيار على قياس التيار المتناوب (A) على واجهة الجهاز الرقمي متعدد القياسات ذي الفك. ثم اشبك فك جهاز القياس مع الخط الحامي أو البارد في دارة مصباح الإنارة، كما في الشكل المقابل.	

٢٤	جهز الجهاز الرقمي متعدد القياسات لقياس الفولطية المتناوبة ٢٢٠ فولت، ثم وصل الجهاز بالتوازي مع مصباح الإنارة، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة التيار والفولطية في دارة مصباح الإنارة.	
٢٥	اجمع العدة، ونظفها، وخزنها حسب تعليمات الشركة الصانعة ومكان العمل.	

دليل تقييم الأداء الذاتي

تعليمات للمتدرب
• استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. • ضع إشارة (√) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. • ضع إشارة (√) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. • ضع إشارة (x) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. • يجب أن تصل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرّب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

الخطوة	خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
قياس الفولطية المستمر (DCV)				
١	تمكنت من تهيئة الجهاز متعدد القياسات الرقمي لقياس الفولطية المستمر (DCV).			
٢	تمكنت من استخدام الجهاز متعدد القياسات الرقمي لقياس الفولطية المستمر (DCV) لعدد من البطاريات المختلفة الفولطية.			
وصل البطاريات على التوالي والتوازي وقياس الفولطية الكلية				
٣	وصلت أربعة بطاريات كل منها ١,٥ فولت على التوالي، وقست الفولطية الكلية باستخدام جهاز الرقمي متعدد القياسات.			
٤	وصلت أربعة بطاريات كل منها ١,٥ فولت على التوازي، وقست الفولطية الكلية باستخدام جهاز الرقمي متعدد القياسات.			
قياس الفولطية المتناوبة (ACV)				
٥	تمكنت من تهيئة الجهاز متعدد القياسات الرقمي لقياس الفولطية المتناوبة (ACV).			
٦	تمكنت من قياس الفولطية المتناوبة بين طرفي مقبس قدرة كهربائي ٢٢٠ فولط.			
فحص وحدة تغذية المضخة الكهربائية في وحدة تنقية مياه الشرب المنزلية.				
٧	حددت الفولطية التي تنتجها وحدة التغذية (المحول) بقراءة البيانات المسجلة على جسمها (٢٢٠ / ٢٤ فولط DC)، أو (٢٢٠ / ٢٤ فولط AC).			
٨	تمكنت من قياس الفولطية التي تنتجها وحدة التغذية (المحول) باستخدام الجهاز متعدد القياسات الرقمي وذلك للتحقق من صلاحيتها.			

قياس المقاومة الكهربائية				
٩	تمكنت من تهيئة الجهاز متعدد القياسات الرقمي لقياس المقاومة الكهربائية.			
١٠	تمكنت من قياس مقاومة العناصر الكهربائية التالية: عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي، وسلك كهربائي، ومنصهر، ومصباح تنجستن، مفتاح كهربائي في حال التشغيل (ON) وحال الإطفاء (OFF).			
فحص الاستمرارية				
١١	تمكنت من تهيئة الجهاز متعدد القياسات الرقمي لإجراء فحص الاستمرارية.			
١٢	نفذت فحص الاستمرارية للتحقق من صلاحية وصلة تغذية كهربائية مكونة من قابس وعدة مقابس قدرة			
فحص الاستمرارية				
١٣	تمكنت من تهيئة الجهاز متعدد القياسات الرقمي ذو الفك لقياس قيمة التيار المتناوب.			
١٤	قست قيمة التيار المتناوب في دارة مصباح الإنارة.			
١٥	جمعت العدة ونظفت مكان العمل.			

بطاقة التمرين العملي (٣)

رقم التمرين: (٣)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: التحقق من قانون أوم	٣ ساعات تدريبية

● إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه الوحدة

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- دائماً أفصل التيار الكهربائي من المصدر قبل القيام بأي عمل حتى لو كنت تجري تعديلات بسيطة.
- احرص على عدم لمس أي جزء معدني مكشوف في الدارات الكهربائية التي تعمل عليها، فقد يسبب ذلك اصابتك بالصعقة الكهربائية.
- استخدم المفكات والزراديات والقطاعات المعزولة المخصصة لأعمال الكهرباء.
- تأكد من صلاحية العدد والأدوات قبل استخدامها.
- ارجع نصل سكين التعرية إلى غمده، فور الانتهاء من استعمالها.
- اطلب من مدربك تفقد الدارة الكهربائية التي قمت ببنائها قبل وصلها بمصدر القدرة الكهربائية.

● الأهداف:

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن يكون لديك القدرة على:

٣. تقيس الكميات الكهربائية الأساسية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي (Digital Multimeter).

٤. تفحص عناصر الدارات الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي (Digital Multimeter).

● شروط الأداء:- حسب تعليمات المدرب

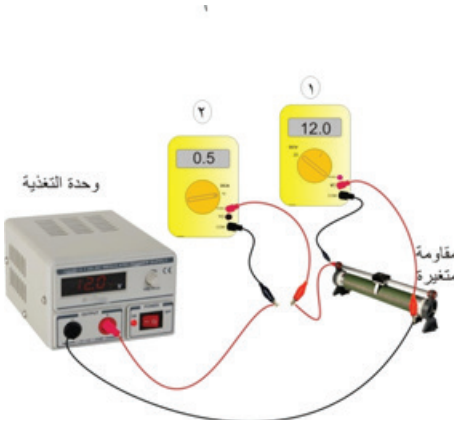
● الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

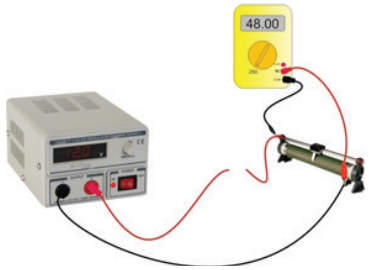
الرقم	الأدوات والتجهيزات والمواد	الكمية	المواصفات
١.	جهاز متعدد القياسات رقمي (Digital Multimeter).	٣	
٢.	وحدة تغذية تيار مستمر.	١	من صفر إلى ٢٠ فولط،٢ أمبير.
٣.	مقاومة متغيرة.	١	
٤.	أسلاك كهربائية.		

● الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

١. نسخة من هذه الوحدة التدريبية (بناء الدارات الكهربائية الأساسية).
٢. أدلة المستخدم لأجهزة القياس الكهربائية المستخدمة في التمرين.

● خطوات العمل:

الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
	قياس الفولطية المستمرة (DCV)	
١	وصل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المقابل باتباع الخطوات التالية: • جهز الجهاز المتعدد القياسات الرقمي الأول لقياس الفولطية المستمرة بين طرفي المقاومة المتغيرة (اختر مدى القياس ٢٠ فولط). • جهز الجهاز المتعدد القياسات الرقمي الثاني لقياس التيار المستمر المار في المقاومة المتغيرة (اختر مدى القياس ١٠ أمبير). • أضبط فولطية وحدة تغذية التيار المستمر على ١٢ فولط قبل وصلها بالدارة، ثم ضع مفتاح تشغيلها على وضع الإطفاء (off). • وصل الدارة كما في الشكل المقابل.	
٢	شغل وحدة التغذية، وتأكد أن الفولطية بين طرفي المقاومة المتغير تساوي ١٢ فولط.	
٣	اضبط المقاومة المتغير بحيث تصبح قيمة التيار المار بها تساوي ٠,٢٥ أمبير.	
٤	اقسم الفولطية على التيار لإيجاد قيمة المقاومة في الدارة. (فولط١٢ تقسيم ٠,٢٥أمبير=٤٨ أوم)	
٥	ضع مفتاح تشغيل وحدة التغذية على وضع الإطفاء (off).	

٦	قس قيمة المقاومة المتغيرة باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي وستجد أنها تساوي ٤٨ أوم تقريباً أيضاً.	
٧	كرر الخطوات السابقة (٢-٥) لقيم تيار أخرى مثل: ٠,٤ أمبير، ٠,٥ أمبير، ٠,٦ أمبير، ٠,٧٥ أمبير.	
٨	اجمع العدة، ونظفها، وخزنها حسب تعليمات الشركة الصانعة ومكان العمل.	

دليل تقييم الأداء الذاتي

تعليمات للمتدرب
• استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. • ضع إشارة (√) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. • ضع إشارة (√) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. • ضع إشارة (x) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. • يجب أن تصل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرّب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

الخطوة	خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
١	وصلت الدارة الكهربائية المطلوبة للتحقق من قانون أوم.			
٢	شغلت وحدة التغذية، وتأكدت أن الفولطية بين طرفي المقاومة المتغير تساوي ١٢ فولط.			
٣	ضبطت المقاومة المتغير بحيث اصبحت قيمة التيار المار بها تساوي ٠,٢٥ أمبير.			
٤	قسمت الفولطية على التيار لإيجاد قيمة المقاومة في الدارة. (فولط١٢ تقسيم ٠,٢٥أمبير=٤٨ أوم)			
٥	وضعت مفتاح تشغيل وحدة التغذية على وضع الإطفاء (off).			
٦	قست قيمة المقاومة المتغيرة باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي، ووجدت أنها تساوي ٤٨ أوم تقريباً أيضاً.			
٧	كررت الخطوات السابقة (٢-٥) لقيم تيار أخرى مثل: ٠,٤ أمبير، ٠,٥ أمبير، ٠,٦ أمبير، ٠,٧٥ أمبير.			
٨	جمعت العدة ونظفت مكان العمل.			

● **هدف التعلم الثالث:**

عند الانتهاء من تنفيذ كافة الأنشطة التعلمية المبينة في الجدول أدناه يتوقع منك أن تصبح قادراً على أن تركب المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية وتوصلها وفق التعليمات الواردة في الكودة الأردنية للتمديدات الكهربائية، ومعايير الأداء الواردة في معايير الكفايات المهنية الأردنية لعمل ميكانيكي التمديدات الصحية.

أنشطة التعلم	المصادر
١. قراءة المادة النظرية/ تركيب وتوصيل المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية.	المدرب (الميسر) لشرح المادة النظرية وإثرائها.
٢. الإجابة عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية (المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية).	المدرب (الميسر) لمناقشة إجابتك عن الأسئلة.
٣. تنفيذ التمارين العملية المتعلقة (المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية) واستكمال دليل تقييم الأداء الخاص بكل تمرين.	تحت إشراف المدرب (الميسر).
٤. تنفيذ الأنشطة التعلمية المقترحة والواردة من خلال نص المادة النظرية.	الكتب والأنترنت وكتالوجات الشركات الصانعة.
٥. التدريب الميداني في تركيب وصيانة المضخات وسخانات المياه الكهربائية.	تحت إشراف فني تمديدات صحية مؤهل.

٣- تركيب وتوصيل المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية.

في أثناء عملك في تركيب وصيانة الأجهزة الصحية مثل مضخات المياه ووحدات تنقية مياه الشرب وسخانات المياه الكهربائية وأحواض الاستحمام الدوامية (الجاكوزي)، فلا بد لك من إجراء عمليات تركيب أو استبدال عناصر التمديدات الكهربائية الأساسية مثل المفاتيح ومقابس القدرة وغيرها. وستتعرف في هذه المادة التدريبية على أنواع المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية والطريقة الصحيحة لتركيبها وتوصيلها.

٣-١ أصناف عناصر التمديدات الكهربائية حسب مكان التركيب

تصنف عناصر التمديدات الكهربائية من مفاتيح ومقابس وغيرها حسب مكان التركيب إلى:

أ- عناصر التمديدات الكهربائية الظاهرة

تستخدم في التمديدات الكهربائية الظاهرة على أسطح جدران المباني وتركب داخل علب بلاستيكية أو معدنية، كما في الشكل (٣٥-أ). وتوصل عناصر التمديدات الكهربائية الظاهرة باستخدام كبلات كهربائية معزولة تثبت على الجدران بوساطة مرابط بلاستيكية أو معدنية (كلبسات)، أو تمدد داخل مجاري بلاستيكية أو مواسير بلاستيكية أو معدنية.

ب- عناصر التمديدات الكهربائية المخفية

تستخدم في التمديدات الكهربائية المخفية في جدران المباني، وتركب على علب بلاستيكية أو معدنية مخفية في الجدران، كما في الشكل (٣٥-ب).

الشكل (٣٥): عناصر التمديدات الكهربائية الظاهرة والمخفية.

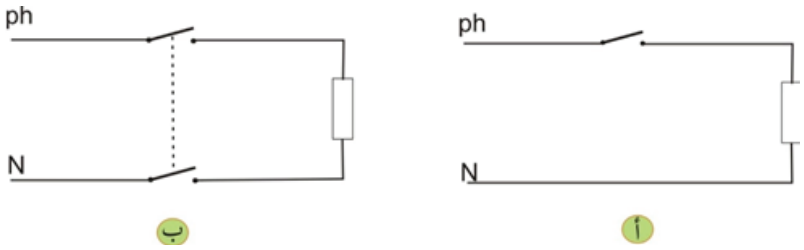
٣-٢ مفاتيح التمديدات الكهربائية

المفتاح الكهربائي هو عنصر الكتروميكانيكي يستعمل في أغلاق وفتح الدارات الكهربائية. ويتكون المفتاح في ابسط أشكاله من طرفين وآلية ميكانيكية لوصل الطرفين كهربائياً ببعضها في وضع التشغيل (ON)، وفصل الطرفين كهربائياً عن بعضهما في وضع الإيقاف (OFF).

أ- خواص المفاتيح الكهربائية

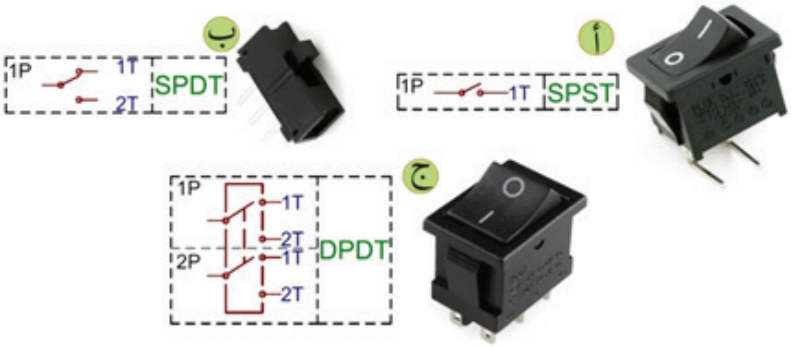
هناك العديد من أنواع المفاتيح المستخدمة في الدارات الكهربائية والإلكترونية وتشتق أسماء المفاتيح بالعادة من خواص هذه المفاتيح:

- طريقة التفعيل: هي الطريقة المستخدمة في تبديل حال المفتاح (التشغيل والايقاف) مثل اللمس، والدفع، والسحب، والانزلاق، والتدوير، والحرارة، والمغناطيسية.
- عدد الأقطاب والرميات (Poles and Throws): عدد اقطاب (poles) المفتاح يحدد عدد الخطوط الكهربائية المستقلة التي يمكن التحكم بها، فالمفتاح احادي القطب يمكن استخدامه لتحكم في خط كهربائي واحد، كما في الشكل (٣٦-أ). أما المفتاح ثنائي القطب فيمكنه استخدامه لتحكم في خطين كهربائيين مستقلين، كما في الشكل (٣٦-ب).



الشكل (٣٦): عدد اقطاب المفتاح.

عدد رميات (Throws) المفتاح يحدد عدد أطراف الخرج المتوافرة في المفتاح لوصل كل قطب (خط دخل) من أقطاب المفتاح معها. يبين الشكل (٣٧-أ)، مفتاح احادي القطب والرمية (single-pole, single-throw -SPST)، وهذا المفتاح له طرف دخل واحد وطرف خرج واحد. ويبين الشكل (٣٧-ب) مفتاح احادي القطب ثنائي الرمية (single-pole, double-throw-SPDT)، وهذا المفتاح له طرف دخل واحد وطرفي خرج. كما يبن الشكل (٣٧-ج) ، مفتاح ثنائي القطب والرمية (double-pole, double-throw -DPDT) وهذا المفتاح له طرفي دخل وطرفي خرج.

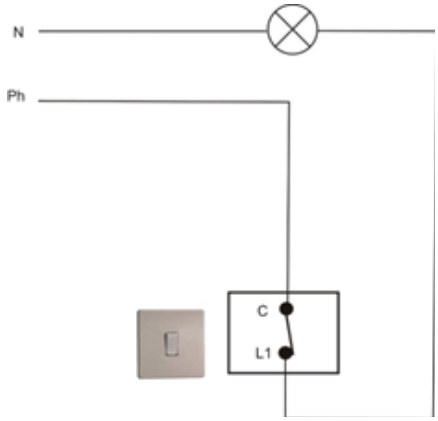


الشكل (٣٧): أنواع المفاتيح الكهربائية.

ب- أنواع مفاتيح التمديدات الكهربائية

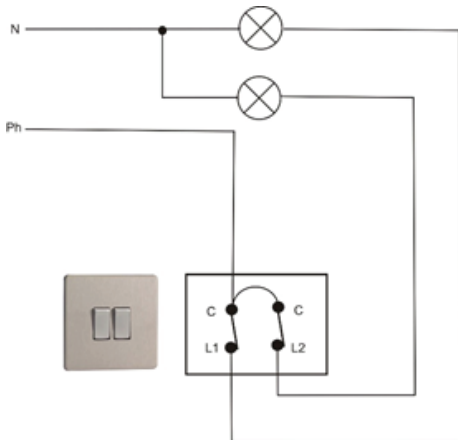
تصنف مفاتيح التمديدات الكهربائية حسب الاستعمال إلى:

- المفتاح المفرد: هو مفتاح احادي القطب والرمية (SPST)، له طرف دخل واحد وطرف خرج واحد، ويستخدم للتحكم في تشغيل مصابيح الإنارة، كما في الشكل (٣٨).



الشكل (٣٨): التحكم في تشغيل نقطة إنارة عن طريق مفتاح مفرد.

- المفتاح المزدوج: يتكون من مفتاحين مفردين ضمن غلاف واحد. ويمكن استخدام كل منهما للتحكم في تشغيل نقطة إنارة منفصلة، كما في الشكل (٣٩). ومثال لذلك يمكن استخدام المفتاح المزدوج للتحكم في تشغيل المصابيح في ثريا تحتوي على عدة مصابيح، حيث يمكن تقسيم مصابيح الثريا على المفتاحين بالتساوي.

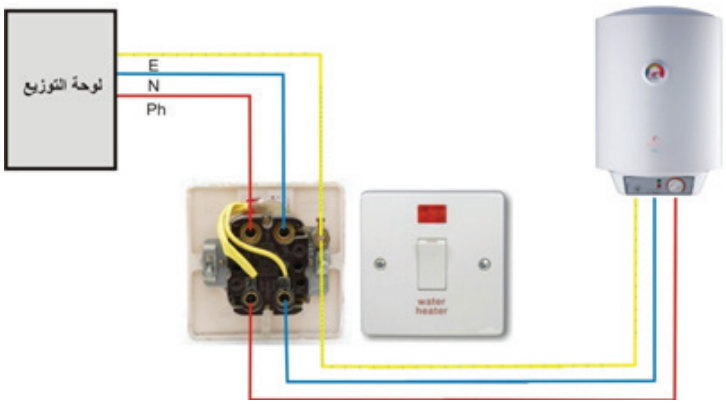


الشكل (٣٩): دارة التحكم في نقطتي إنارة مستقلتين عن طريق مفتاح مزدوج.

- مفتاح ذي حبل السحب (pull cord switch): يركب على سطح سقف الغرفة أو يكون مركب على الجهاز الكهربائي نفسه، ويفعل بوساطة الحبل المتدلي منه، كما في الشكل (٤٠). بعض كودات التمديدات الكهربائية العالمية مثل الكودة البريطانية، تسمح باستخدام المفاتيح ذات حبل السحب للتحكم في تشغيل مراوح الشفط ونقط الإنارة وسخان المياه الفوري في غرف الحمامات، كونها أكثر اماناً من المفاتيح التقليدية في الأماكن الرطبة.

الشكل (٤٠): المفتاح ذي حبل السحب.

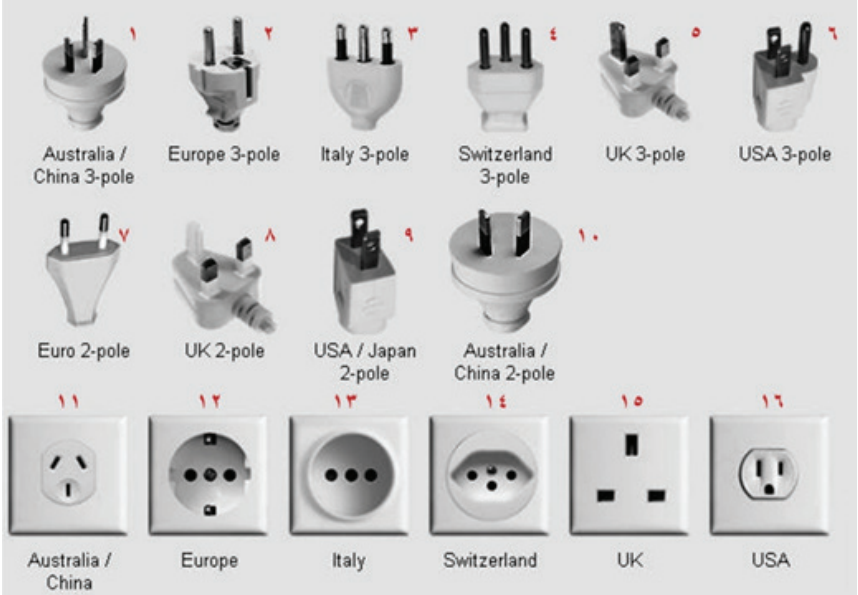
- ضاغط الجرس: هو مفتاح لحظي بالعادة مفتوح (Normally Open -NO)، تغلق ملامساته في أثناء الضغط على زر المفتاح، وتعود لوضعها الطبيعي المفتوح عند زوال الضغط المؤثر على زر المفتاح.
- مفتاح سخان المياه الكهربائي: وهو مفتاح ثنائي القطب عالي القدرة (٢٠-٣٠ أمبير)، يتيح وصل وفصل كل من الخط الحامي (الطور) والخط البارد (المحايد) عن السخان معاً في نفس الوقت. يحتوي مفتاح سخان المياه الكهربائي بالعادة على مصباح بيان موصول بين الخط الحامي والخط البارد على طرفي خرج المفتاح وذلك لبيان حال المفتاح (ON/OFF). والجدير بالذكر انه يوجد على سخان المياه نفسه مصباح بيان أخر يوصل على التوازي مع عنصر التسخين لبيان اتصال التيار الكهربائي بعنصر التسخين أو انقطاعه عنه. ويبين الشكل (٤١) طريقة توصيل مفتاح سخان المياه الكهربائي.



الشكل (٤١): طريقة توصيل مفتاح سخان المياه الكهربائي.

٣-٣ مقابس وقوابس القدرة

تعتبر مقابس وقوابس القدرة حلقة الوصل بين مصادرة الطاقة الكهربائية والأحمال الكهربائية، لذلك لا بد من الاهتمام بصحة اختيارها وتركيبها وتوصيلها. وتصنف مقابس وقوابس القدرة حسب عدد أقطابها على صنفين هما ثنائي الأقطاب (طور ومحايد)، وثلاثي الأقطاب (طور ومحايد وأرضي حماية). ولا يوجد نظام عالمي موحد للأشكال مقابس وقوابس القدرة، حيث تعتمد كل دولة من الدول الصناعية الكبرى نظاماً خاص بها، كما في الشكل(٤٢). وهذا أدى بدوره الى نمو سوق موائمات مقابس القدرة.

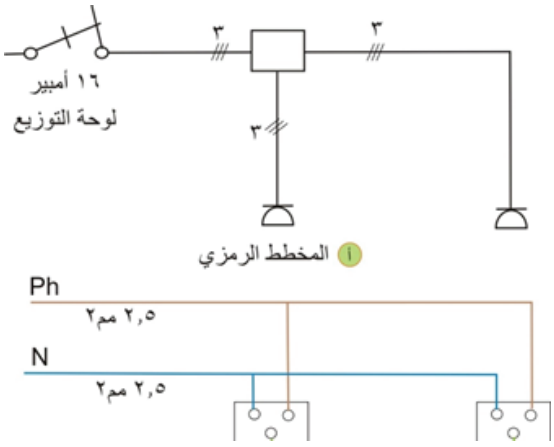


١- قابس ثلاثي استراليا والصين	٥- بريطانيا قابس ثلاثي	٩- الولايات المتحدة واليابان قابس ثنائي	١٣- مقبس إيطاليا
٢- قابس ثلاثي أوروبا	٦- الولايات المتحدة قابس ثلاثي.	١٠- استراليا والصين قابس ثنائي	١٤ -مقبس سويسرا
٣- قابس ثلاثي ايطاليا	٧- أوروبا قابس ثنائي	١١- مقبس استراليا والصين.	١٥- مقبس بريطانيا
٤- اسويسرا قابس ثلاثي	٨- بريطانيا قابس ثنائي	١٢- مقبس اروبا.	١٦- مقبس الولايات المتحدة.

الشكل (٤٢): أشكال مقابس وقوابس القدرة.

- توصيل مقابس القدرة أحادية الطور

يبين الشكل (٤٣) المخطط الرمزي والتفصيلي لتوصيل مقبسي قدرة أحاديي الطور على التوازي. ويجب مراعاة قطبية التوصيل لأي مقبس قدرة، حسب تعليمات كودة التمديدات الكهربائية المحلية والدولية، حيث يجب وصل خط الطور (الحامي) ذو اللون البني مع الطرف الأيمن للمقبس (عند النظر للمقبس من الأمام مباشرة)، ووصل الخط المحايد(البارد) ذو اللون الأزرق مع الطرف الأيسر للمقبس، ووصل خط الحماية (الأرضي) ذو اللون الأخضر المرقط بالأصفر مع بالطرف الأوسط السفلي للمقبس.



الشكل (٤٣) المخطط الرمزي والتفصيلي لتوصيل مقبسي قدرة أحاديي الطور على التوازي.

يجب التنويه انه يجب ان يكون التيار التشغيلي للمقبس ومساحة مقطع الأسلاك المستخدمة في توصيله مناسبة للحمل المراد تغذيته عن طريق المقبس، مع العلم أنه أدني قيمة مسموح بها لمساحة مقطع الأسلاك المستخدمة في توصيل مقابس القدرة المنزلية هي ٢,٥مم٢.

كما يجب التنويه انه لا بد من حماية مقابس القدرة أحادية الطور والتي ترتبط عادة بدارة واحد فقط بقاطع آلي مغناطيسي حراري واحد، مناسب لقيمة الحمل المقرر لها. مع العلم أنه أدني قيمة مسموح بها للتيار المقنن للقاطع الآلي المستخدم في حماية مقابس القدرة هي ١٦ امبير.

يجب استخدام المقابس المطرية المقاومة لرطوبة في الأماكن الرطبة مثل الحمامات وبالقرب من المغاسل والمجلى.

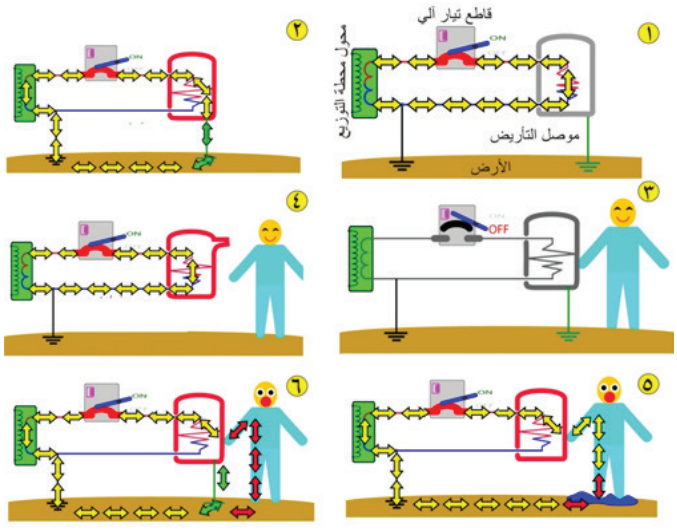
٤-٣ التأريض وأجهزة الحماية

حظيت سلامة الإنسان وممتلكاته بنصيب الأسد من التعليمات الملزمة في كودات التمديدات الكهربائية العالمية والمحلية. ومن أهم هذه التعليمات وجوب تزويد الشبكات والأجهزة الكهربائية بنظام تأريض جيد يجنب المستخدم خطر الإصابة الصعقة الكهربائية. كما يجب توفر منظومة من أجهزة الحماية لوقاية الدارات والأحمال الكهربائية من خطر قصر الدارة (شورت) أو ارتفاع تيار الحمل عن الحد المقرر، وذلك بفصلها عن المصدر لتفادي تلفها أو نشوب الحرائق.

أ- التأريض

التأريض الوقائي هو الربط الكهربائي المتعمد مع الأرض للهياكل والأجزاء المعدنية من التجهيزات والإنشاءات والأجهزة الكهربائية غير الحاملة للتيار الكهربائي في ظروف العمل الطبيعية. والهدف من التأريض الوقائي في المنازل والمصانع وغيرها هو ضمان سريان تيار كافي لتفعيل أجهزة الوقاية (المنصهرات أو القواطع الآلية أو قواطع التسرب الأرضي)، في حال حدوث تماس بين الأجزاء الحاملة للتيار والأجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار في هذه الأحمال والدارات والأجهزة الكهربائية.

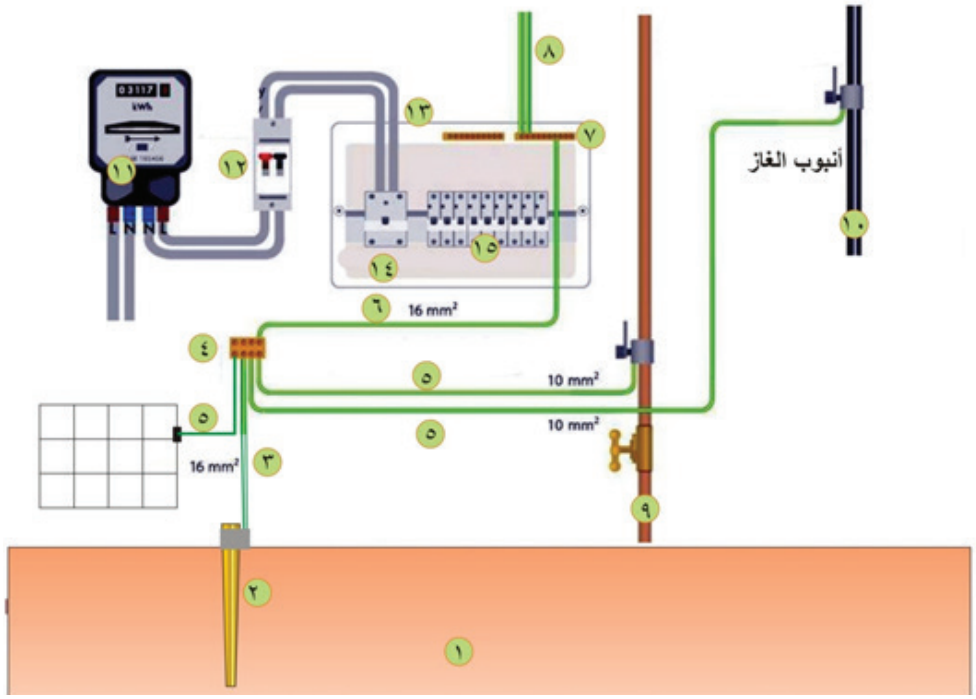
لكي نفهم فكرة التأريض الوقائي، على سبيل الفرض أن تماساً كهربائي حدث في جهاز كهربائي بين الخط الحامي والجسم المعدني، ولن يكن هناك خط أرضي متصل بجسم الجهاز، كما في الشكل (٤/٤٤).في هذه الحال يصبح الجسم المعدني للجهاز مكهرب وفولطيته مساوية لفولطية الخط الحامي (٢٢٠) فولط، وهذا لن يؤدي سريان تيار كبير يعمل على تفعيل أجهزة الحماية (القواطع الآلية أو المنصهرات) لقصل الجهاز عن المصدر الكهربائي، وهكذا يصبح هذا الجهاز المعطوب بمثابة مصيدة مميتة لأي شخص يلمس الجسم المعدني للجهاز، مما يعرضه لصدمة كهربائية قد تودي بحياته، كما في الشكل (٥/٤٤).أما في حال وجود خط أرضي متصل بجسم الجهاز فأن تيار قصر (شورت) سوف يسري في الدارة لحظة حدوث التماس الكهربائي، ويؤدي إلى تفعيل قاطع التيار الآلي وفصل المصدر عن الدارة المعطوبة، كما في الأشكال (١/٤٤ و٢ و٣).ومن المعلوم أيضاً أن خط الأرضي يوفر ممر أسهل للتيار (أقل مقاومة) من جسم الانسان، كما في الشكل (٦/٤٤).



الشكل (٤٤): توضيح أهمية التأريض الوقائي.

لذلك يجب تأريض جميع مقابس القدرة وهياكل وحدات الإنارة المعدنية وهياكل الأجهزة الكهربائية مثل الثلاجات والأفران والغسالات والثلاجات وسخانات المياه. وبالإضافة إلى ذلك يجب تأريض هياكل لوحات التوزيع الكهربائية، وجميع مواسير المياه والغاز المعدنية وخزانات الوقود الخاصة بالتدفئة المركزية. ويبين الشكل (٤٥) الأجزاء الرئيسية لنظام التأريض المستخدم في المنازل، وهي:

- الأرض: ونعني بها المكان الذي يغرس فيه إلكترود التأريض.
- إلكترود التأريض: هو وسيلة التأريض التي تؤمن وصل نظام التأريض في المبنى بكتلة الأرض. ويسمح باستخدام القضبان أو الشرائط أو الصفائح النحاسية كوسيلة للتوصيل مع الأرض.



١- الأرض.	٤- جسر تساوي الفولطية النحاسي.	٧- جسر موصلات الحماية.	١٠- أنابيب شبكة الغاز.	١٣- لوحة التوزيع كهربائية الرئيسة.
٢- الكترود التأريض.	٥- موصلات تساوي الفولطية.	٨- موصلات الحماية.	١١- عداد الطاقة الكهربائية.	١٤- القاطع الرئيس داخل لوحة التوزيع.
٣- موصل التأريض الرئيس.	٦- موصل التأريض.	٩- مواسير المياه المعدنية الرئيسة.	١٢- القاطع الرئيس على لوحة عداد الطاقة الكهربائية.	١٥- قواطع التيار الآلية المصغرة.

الشكل (٤٥): أجزاء نظام التأريض في المنازل السكنية.

- موصل التأريض الرئيس: هو موصل نحاسي يربط بين إلكترود التأريض وجسر تساوي الفولطية النحاسي. ويستخدم بالعادة موصل دائري أو شريط نحاسي معزول أو غير معزول، لا تقل مساحة مقطعه عن ١٦ مم٢، يمدد داخل ماسورة لحمايته.
- موصلات تساوي الفولطية: موصلات نحاسية لا تقل مساحة مقطعه عن ١٠ مم٢، تربط كل من شبكة حديد الأساسات، ومواسير المياه والغاز المعدنية مع جسر تساوي الفولطية النحاسي.
- جسر موصلات الحماية: هو عبارة عن جسر نحاسي عليه عدة فتحات توصيل يثبت داخل لوحة التوزيع الرئيسة، ويوصل بجسر تساوي الفولطية غن طريق موصل تأريض لا تقل مساحته عن١٦مم٢.

• موصلات الحماية: هي موصلات نحاسية لون عوازلها أخضر مرقط بالأصفر، تصل بين جسر موصلات الحماية في لوحة التوزيع والأجزاء المعدنية الغير حاملة للتيار في الأجهزة والدارات الكهربائية في المنزل المراد حمايتها. ومساحة مقاطع موصلات الوقاية المستخدمة في المنازل، هي بالعادة: ١,٥ مم٢ لدارات الإنارة، و٢,٥ مم٢ لدارات مقابس القدرة العادية،٤ مم٢ للأحمال التي يتم تغذيتها بموصلات مساحة مقاطعها ٤ مم٢.

ب- قواطع التيار الآلية المصغرة

تركب قواطع التيار الآلية المصغرة (miniature circuit breakers -MCB) في لوحات التوزيع الرئيسية والفرعية، وتوصل بالتوالي مع الأحمال الكهربائية المراد حمايتها من فرط التيار. ويمكن تلخيص وظيفتها في نقطتين رئيسيتين وهما:

• عزل الحمل عن مصدر الفولطية بطريقة يدوية للقيام بأعمال الصيانة والتركيبات اللازمة.

• عزل الحمل عن مصدر الفولطية بشكل آلي عند تجاوز قيمة تيار الحمل القيمة المقررة نتيجة حدوث قصر (شورت) أو زيادة في الحمل أو غيرها.

ومن أهم المواصفات الفنية لقواطع التيار الآلية المصغرة، ما يلي:

فولطية التشغيل: تتوافر قواطع التيار الآلية المصغرة بفولطيات تشغيل تساوي مختلف فولطيات التشغيل المستخدمة في الحياة العملية مثل ٢٢٠ فولط، ٣٨٠ فولط، ٤٥٠ فولط.

تيار الفصل: هي قيمة التيار الذي يفصل عندها القاطع بشكل آلي، وتكون مسجلة على جسم القاطع مثل:١٠، ١٥، ٢٠، ٣٠أمبير.

سرعة الاستجابة: يمكن تقسيم القواطع الآلية تبعا لسرعة استجابتها لحدوث زيادة في الأحمال إلى عدة أنواع، هي:

النوع (B): يستجيب هذا النوع بسرعة لزيادة الأحمال ويستعمل عادة لحماية الدارات الفرعية للإنارة ومقابس القدرة (الأباريز) العادية.

النوع (C): هذا النوع بطيء نسبياً في الاستجابة لزيادة الأحمال، ويستعمل عادة لحماية المحركات الكهربائية ذات تيار البدء العالي، وذلك لتفادي تفعيل القاطع الآلي في مرحلة بدء المحرك.

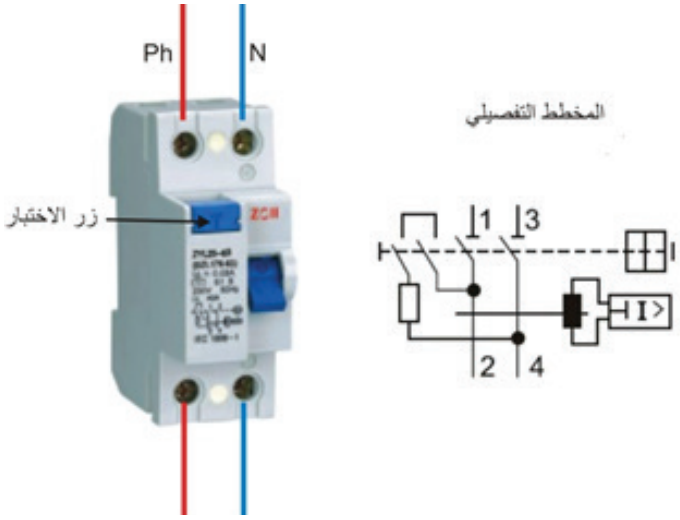
وهناك أنواع أخرى ذات سرعات استجابة مختلفة (L,K,G,D) تستخدم حسب طبيعة الحمل الكهربائي ودرجة الحماية المطلوبة.

الشكل (٤٦): القاطع الآلي.

ج- قاطع التسرب الأرضي

يستخدم هذا الجهاز لفصل الدارة في حال تسرب تيار صغير للأرض حيث إن المنصهرات والقواطع لا تعمل عند هذه القيم الصغيرة، والسبب الرئيسي لاستخدامه حماية الأشخاص من الصدمة الكهربائية. ويعمل جهاز قاطع التسرب الأرضي التفاضلي المستخدم حاليا عن طريق الإحساس بفرق التيار بين الخط الحار والبارد المارين خلاله، فهو لا يوصل مباشرة

مع الأرض. في الوضع الطبيعي تكون قيمة التيار المار في خط الطور الحار مساوية لقيمة التيار الراجع في الخط البارد المحايد، أما في حال حصول تسرب للتيار نتيجة لخطأ في العازلية فإن التيار الراجع في الخط البارد المحايد يصبح أقل، وعندها يفعل قاطع التسرب الأرضي بسرعة فائقة ويقطع التيار الكهربائي.



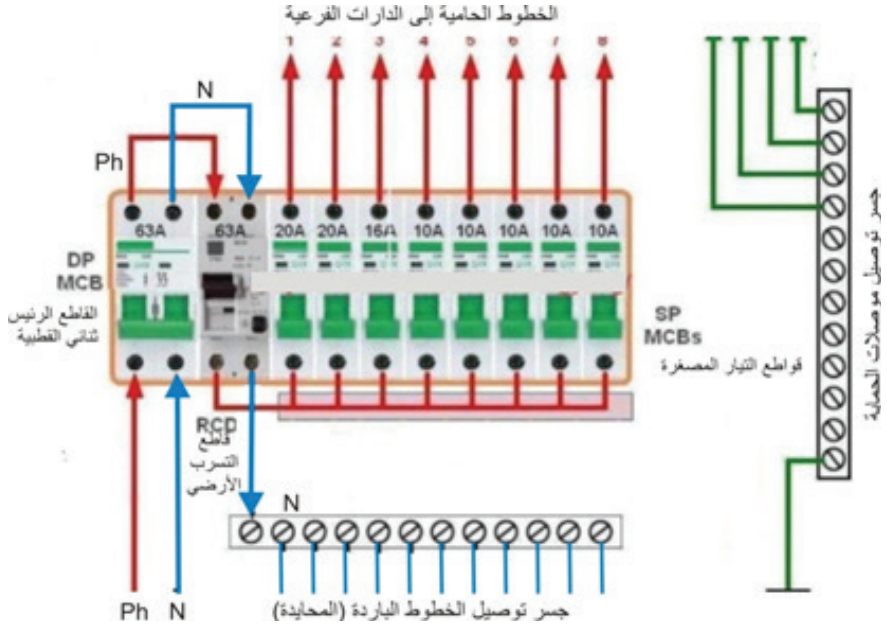
الشكل (٤٧): قاطع التسرب الأرضي.

- المواصفات الفنية للقواطع التسرب الأرضي

من أهم المواصفات الفنية للقواطع التسرب الأرضي، ما يلي:

- التيار الاسمي: هو أعلى تيار يسمح بسريانه عبر القاطع، وتتوافر القواطع بقيم تيارات أسمية ١٦ ،١٠٠،٨٠،٦٣،٤٠،٣٢،٢٥ أمبير.
- تيار الفصل: تيار الفصل (Trip Current) هو التيار الذي يفصل عنده القاطع وذلك بفعل مرور تيار تسريب أرضي قيمته مساوية أو أعلى من قيمة تيار فصله المقرر. ويوصى في التمديدات الكهربائية المنزلية باستخدام قاطع تسرب أرضي قيمة تيار فصله ٣٠ ملي أمبير أو أقل، خصوصاً للأجهزة الكهربائية التي تتطلب حماية عالية مثل سخانات المياه الفورية، وبقية والأجهزة والدرات الكهربائية المستخدمة في المناطق الرطبة كالحمامات.
- فولطية التشغيل: تتوافر قواطع التسرب الأرضي بفولطيات تشغيل تساوي مختلف فولطيات التشغيل المستخدمة في الحياة العملية مثل ٢٢٠ فولط ،٣٨٠ فولط،٤٥٠ فولط.وتطبع إشارة التيار المتناوب على أجسام القواطع التي تعمل على التيار المتناوب فقط، واشارة التيار المتناوب والمستمر على أجسام القواطع التي تعمل على تيار متناوب ومستمر.
- طريقة توصيل قاطع التسرب الارضي:

يوصل قاطع التسرب الارضي في لوحة التوزيع الرئيسة، بعد القاطع الرئيسي من جهة الحمل، ويحمي فقط التجهيزات الموصلة على نهايته من هذه الجهة، ويوصل عليه الخط الحامي والخط البارد، كما في الشكل (٤٩).



الشكل (٤٨): يوصل قاطع التسرب الارضي في لوحة التوزيع الرئيسة، بعد القاطع الرئيسي من جهة الحمل.

ملاحظة: إذا تم وصل قاطع التسرب الارضي بالشكل الصحيح وتبين أنه يفصل باستمرار بعد وصل القاطع عليه فإن هذا يعني وجود تماس أرضي على الخط الحامي أو الخط البارد، ومن ثم يجب فحص العازلية بين كافة النواقل والتجهيزات المؤرضة. ولضمان حماية القاطع ضد تيار القصر يجب وضع قاطع حماية مغناطيسية قبله.

- فحص صحة التوصيل لقاطع التسريب الارضي:

تزود كافة انواع قواطع التسرب الارضي بزر فحص Test Button يتيح اختبار صلاحية عملها، كما في الشكل (٤٨). وتوصي معظم كودات التمديدات الكهربائية العالمية باختبار صلاحية قاطع التسرب الارضي كل ثلاثة أشهر. ويتم اختبار صلاحية قاطع التسرب الارضي بالضغط على زر الاختبار، فينشأ في القاطع حال عطل يؤدي الى تفعيل القاطع وفصل تيار الحمل، ويستدل بذلك على أن القاطع ما يزال في حال عمل جيدة.

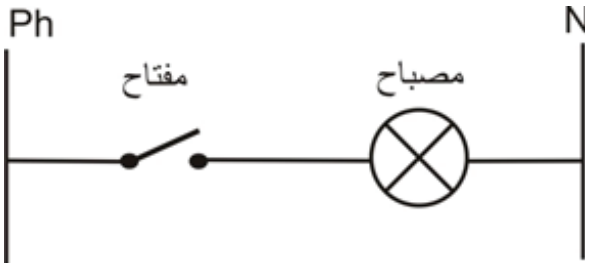
٣-٥ الرموز والمخططات المستخدمة في تنفيذ دارات التمديدات الكهربائية

يمكن تمثيل العناصر الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية والصناعية الظاهرة والمخفية باستخدام المخططات الرمزية والتفصيلية (التنفيذية)، ويبين الجدول (٦) المخططات الرمزية والتفصيلية للعناصر الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية.

الجدول (٦) المخططات الرمزية والتفصيلية للعناصر الأساسية المستخدمة في التمديدات الكهربائية المنزلية.

اسم العنصر	الرمز	المخطط التنفيذي	اسم العنصر	الرمز	المخطط التنفيذي
مفتاح مفرد			مصباح		
مفتاح مزدوج			مقبس (مخرج)قدرة		
مفتاح الدرج (دريكسيون)			جرس		
ضاغط			علبة توزيع		
قاطع حراري احادي الطور					

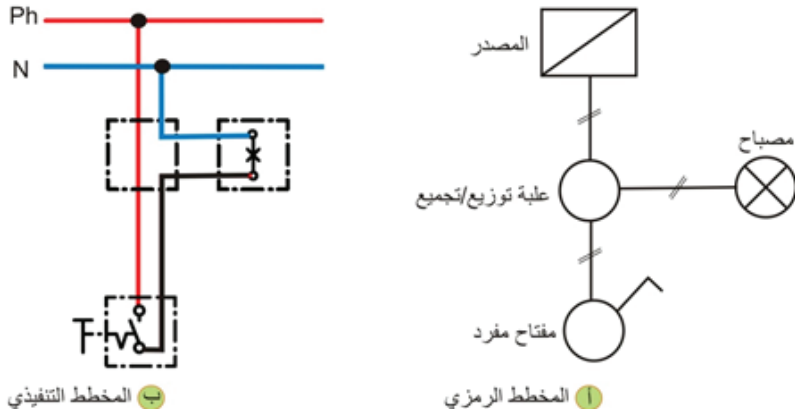
مخطط مسار التيار: يرسم هذا المخطط بخطوط مستقيمة غير متقطعة، ويهدف الى توضيح مسار التيار في الدارات الكهربائية بطريقة سهلة وواضحة. ويبين الشكل (٤٩) مخطط مسار التيار لإنارة مصباح عن طريق مفتاح مفرد.



الشكل (٤٩): مخطط مسار التيار لإنارة مصباح عن طريق مفتاح مفرد.

المخطط الرمزي: ويعرف بمخطط الخط الواحد، ويوضح طريقة ربط الوحدات الكهربائية ببعضها، وعدد الأسلاك في كل دارة وعلاقتها بالمصدر. ويبين الشكل (٥٠-أ) المخطط الرمزي لدارة إنارة مصباح عن طريق مفتاح مفرد.

المخطط التنفيذي (التفصيلي): يوضح هذا المخطط الدارة الكهربائية بجميع تفاصيلها وطريقة التوصيل بين عناصرها. ويبين الشكل (٥٠-ب) المخطط التنفيذي لدارة إنارة مصباح عن طريق مفتاح مفرد. الشرطات المرسومة على خطوط التوصيل تمثل عدد الأسلاك، حيث أن الشرطتين تمثل سلكين، والثلاث شرطات تمثل ثلاثة أسلاك. وإذا كان عدد الأسلاك كثير، توضع شرطة واحدة وبجانبها رقم يمثل عدد الأسلاك.



الشكل (٥٠): المخططين الرمزي والتنفيذي لدارة إنارة مصباح عن طريق مفتاح مفرد.

شرح المخطط التنفيذي لدارة إنارة مصباح عن طريق مفتاح مفرد المبين في الشكل (٥٠-ب)، كما يلي:

- يوصل الخط الحامي (L1) من المصدر (القاطع الآلي) الى الطرف المشترك في المفتاح المفرد عبر علبة التجميع (التوزيع).
- يوصل الخط البارد (N) من المصدر إلى طرف قاعدة المصباح السالب (الطرف الموصول بقلووظ تركيب المصباح).
- يوصل الطرف الثاني للمفتاح المفرد (طرف الخرج في المفتاح) بالطرف الموجب على قاعدة المصباح، عبر علبة التجميع (التوزيع).

- ابحث في الأنترنت عن المفتاح العائم (Float switch) المستخدم في التحكم في مستوى منسوب المياه في الخزانات،وطريقة تركيبه وتوصيله للتحكم في عملية تعبئة الخزانات العلوية في المنزل بشكل آلي.

- ابحث في الأنترنت عن مفتاح الضغط الأوتوماتيكي الخاص بمضخة المياه (Automatic pressure switch for water pump)، وطريقة تركيبه وتوصيله للتحكم في عملية تعبئة الخزانات العلوية في المنزل بشكل آلي.

١-٨ التقييم الذاتي

الفحص الذاتي

أ- أجب عن الأسئلة المدرجة أدناه.
ب- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضرورياً.

الأسئلة

السؤال الأول:
ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة والأكثر دقة فيما يأتي:

١. المفتاح الممكن استخدامه لتحكم في تشغيل حملين كهربائيين مستقلين، هو:
أ- المفتاح المفرد.
ب- المفتاح ثنائي القطبية.
ج- مفتاح الدرج (الدريكسيون).
د- المفتاح المزدوج.

٢. نوع المفتاح المستخدم لتحكم في تشغيل سخان المياه التخزيني الكهربائي، هو:
أ- مفتاح مفرد.
ب- مفتاح ثنائي القطبية.
ج- مفتاح درج (الدريكسيون).
د- مفتاح مزدوج.

٣. نوع المفتاح المستخدم في دارة التحكم لتشغيل نقطة إنارة من مكانين مختلفين، هو:
ه- مفتاح المفرد.
و- مفتاح ثنائي القطبية.
ز- مفتاح درج (الدريكسيون).
ح- مفتاح مزدوج.

٤. الهدف من التأريض الوقائي في المنازل والمصانع وغيرها هو:
أ- تفريغ الشحنات الكهربائية المتراكمة على الهياكل المعدنية للأجهزة الكهربائية.
ب- تقليل خطر البرق والصواعق على شبكة الكهرباء.
ج- ضمان سريان تيار كافي لتفعيل أجهزة الوقاية، في حال حدوث تماس كهربائي بين الأجزاء الحاملة للتيار والأجزاء المعدنية في الأحمال الكهربائية.
د- تحسين أداء الأجهزة الكهربائية والإلكترونية.

٥. يوصى في التمديدات الكهربائية المنزلية باستخدام قاطع تسرب أرضي قيمة تيار فصله :
أ- ٣٠٠ ملي أمبير أو أقل.
ب- ٢٠٠ ملي أمبير أو أقل.
ج- ١٠٠ ملي أمبير أو أقل.
د- ٣٠ ملي أمبير أو أقل.

بطاقة التمرين العملي (٤)

رقم التمرين: (٤)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: تركيب المفاتيح ومقابس القدرة الكهربائية وتوصيلها.	٦ ساعات تدريبية

● إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه الوحدة

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- دائماً أفصل التيار الكهربائي من المصدر قبل القيام بأي عمل حتى لو كنت تجري تعديلات بسيطة.
- استخدم المفكات والزراديات والقطاعات المعزولة المخصصة لأعمال الكهرباء.
- تأكد من صلاحية العدد والأدوات قبل استخدامها.
- اطلب من مدربك تفقد الدارة الكهربائية التي قمت ببنائها قبل وصلها بمصدر القدرة الكهربائية.
- احرص على عدم لمس أي جزء معدني مكشوف في الدارات الكهربائية التي تعمل عليها، فقد يسبب ذلك اصابتك بالصعقة الكهربائية.

● الأهداف:

يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين، أن يكون لديك القدرة على:

١. تمدد دارة التحكم في تشغيل مصباح إنارة ٢٢٠ فولط عن طريق مفتاح مفرد.

٢. تمدد دارة التحكم في تشغيل مصباحي إنارة ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح مزدوج.

٣. تركب مفتاح التحكم في تشغيل سخان المياه الكهربائي وتوصيله.

٤. تركب مقبس قدرة ٢٢٠ فولط ثلاثي وتوصيله.

● شروط الأداء:- حسب تعليمات المدرب

● الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء:

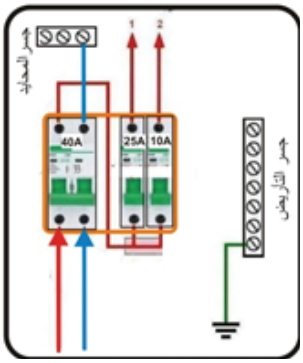
الرقم	الأدوات والتجهيزات والمواد	الكمية	المواصفات
١	قطاعة أسلاك معزولة.	١	
٢	سكين تعرية أسلاك كهربائية.	١	
٣	زرادية تعرية أسلاك كهربائية.	١	تستوعب مقاسات الأسلاك الكهربائية الدارجة AWG ٢٢-١٠
٤	زرادية عادية معزولة.	١	
٥	زرادية فك طويل معزولة.	١	
٦	علبة وصل ظاهرة.	٣	(٧٠×٧٠) مم.

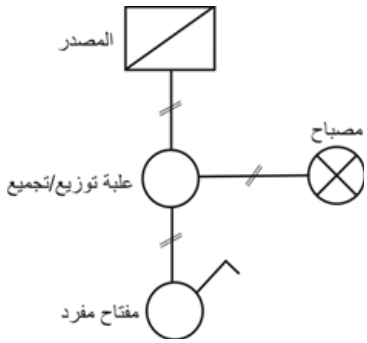
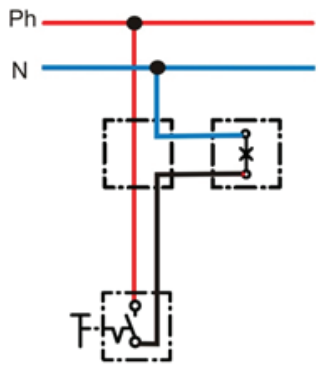
٧	مصابيح مختلفة القدرة (٢٢٠) فولت.	٣	٤٠ واط، ٦٠ واط، ١٠٠ واط.
٨	مفتاح مفرد ظاهر.	١	١٠ أمبير.
٩	مفتاح مزدوج ظاهر.	١	١٠ أمبير
١٠	مفتاح سخان مياه كهربائي ظاهر.	١	٢٠ أمبير مع مصباح إشارة.
١١	قاعدة مصباح قلاووظ.	٢	ظاهرة يمكن تركيبها عن طريق البراغي.
١٢	قاطع آلي مفرد.		٦ أمبير.
١٣	اسلاك تمديدات كهربائية مصمتة (مفردة).	١	١,٥ مم٢ ، ٥ متر من كل لون (بني، أزرق، أسود، أخضر مرقط بالأصفر)
١٤	لوحة عمل خشبية مجهزة بمصدر قدرة كهربائية ٢٢٠ فولط (لوحة توزيع فرعية ٢ قاطع مفرد).		لوحة خشبية ١٠٠سم×١٠٠ سم مجهزة بلوحة توزيع فرعية، تحتوي على قاطع رئيس ٣٠ أمبير، وقاطعين آليين ١٠ أمبير، و٢٠ أمبير، وجسر الخطوط الباردة، وجسر خطوط الحماية (الأرضي).
١٥	مجاري تمديدات كهربائية ظاهرة	١	٢,٥ سم×٢,٥ سم، ١٠ متر.
١٦	مسطرة وقلم رصاص	١	

● الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء:

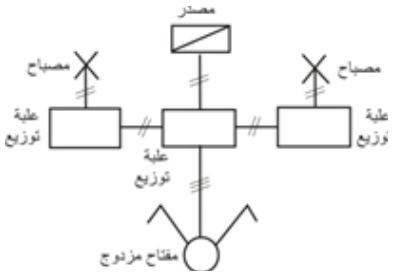
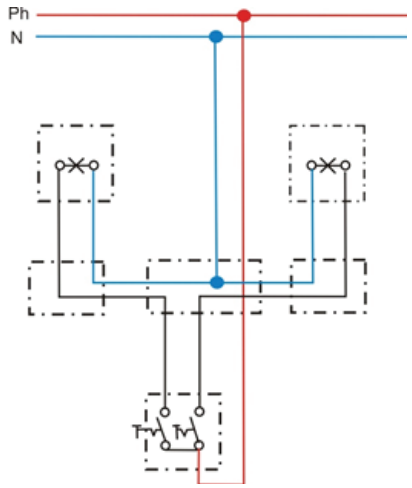
١. نسخة من هذه الوحدة التدريبية (بناء الدارات الكهربائية الأساسية).
٢. المخططات الرمزية والتنفيذية لدارات الكهربائية المراد بنائها.

● خطوات العمل:

الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
	أولاً: تمدد دارة التحكم في تشغيل مصباح إنارة ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح مفرد.	
١	اطلب من مدربك تعريفك على مكونات لوحة التوزيع الفرعية (مصدر التيار المتناوب ٢٢٠ فولط) على لوحة العمل، وطريقة استخدامها بشكل آمن.	

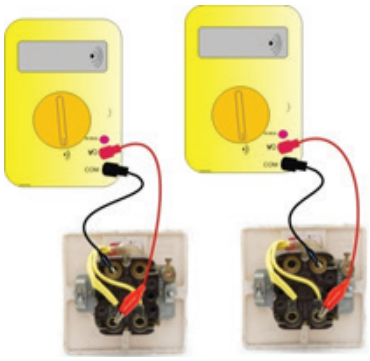
٢	ارسم المخطط الرمزي لدارة التحكم في تشغيل مصباح إنارة ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح مفرد.	
٣	ارسم المخطط التفصيلي لدارة التحكم في تشغيل مصباح إنارة ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح مفرد.	
٤	خطط على لوحة العمل مواقع تثبيت علبة التوزيع والمفتاح المفرد وقاعدة المصباح كما هو موضح في الدارة التنفيذية، مستخدماً قلم رصاص ومسطرة.	
٥	تحقق من صلاحية المفتاح المفرد باستخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات كما تعلمت سابقاً (فحص الاستمرارية).	
٦	ثبت علبة التوزيع والمفتاح المفرد وقاعدة المصباح على لوحة العمل.	
٧	وصل الخط الحامي (L١) من المصدر (القاطع الآلي) إلى الطرف المشترك في المفتاح المفرد عبر علبة التجميع (التوزيع)، باستخدام سلك مفرد أحمر أو بني اللون مقاس (١,٥) مم٢.	
٨	وصل الخط البارد (N) من المصدر إلى طرف قاعدة المصباح السالب (الطرف الموصول بقلووظ تركيب المصباح)، باستخدام سلك مفرد أزرق اللون مقاس (١,٥) مم٢.	

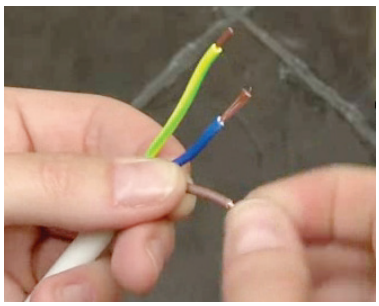
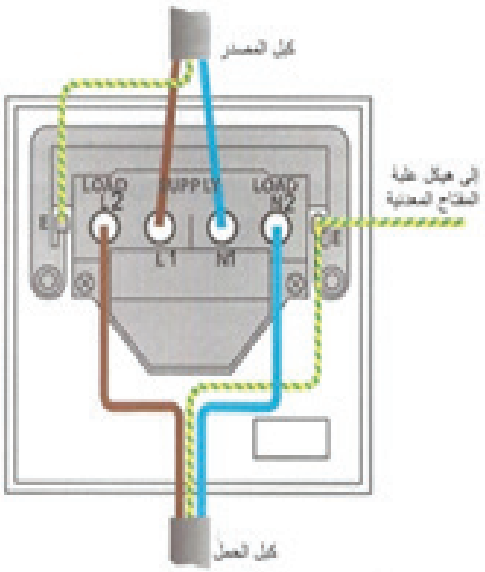
٩	وصل الخط البارد (N) من المصدر إلى طرف قاعدة المصباح السالب (الطرف الموصول بقلووظ تركيب المصباح)، باستخدام سلك مفرد أزرق اللون مقاس (١,٥) مم٢.	
١٠	وصل الطرف الثاني للمفتاح المفرد (طرف الخرج في المفتاح) بالطرف الموجب على قاعدة المصباح، عبر علبة التجميع (التوزيع)، باستخدام سلك مفرد أسود اللون مقاس (١,٥) مم٢.	
١١	اطلب من مدربك تفقد الدارة الكهربائية التي قمت ببنائها قبل وصلها بمصدر القدرة الكهربائية.	
١٢	صل الدارة بمصدر كهرباء (٢٢٠) فولت، وتحقق من عملها بشكل سليم.	

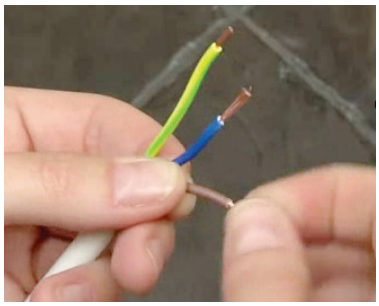
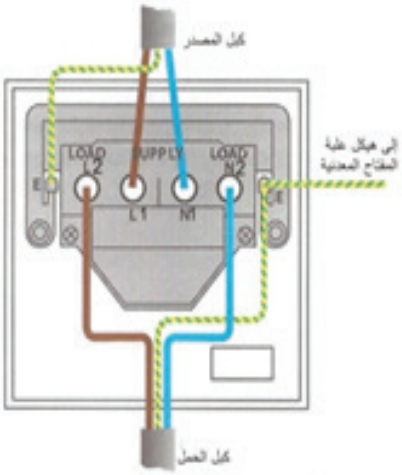
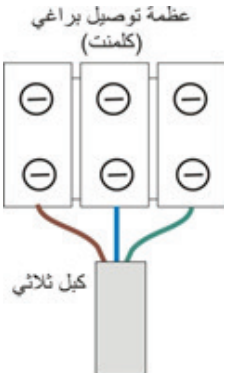
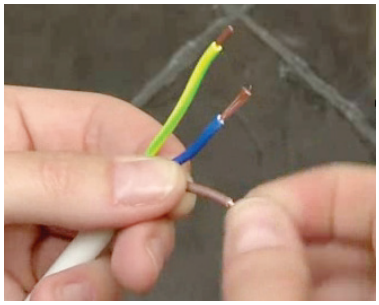
الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
ثانياً: تمدد دارة التحكم في تشغيل مصباحي إنارة ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح مزدوج.		
١	ارسم المخطط الرمزي لدارة التحكم في تشغيل مصباحي إنارة ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح مزدوج.	
٢	ارسم المخطط التفصيلي لدارة التحكم في تشغيل مصباحي إنارة ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح مزدوج.	

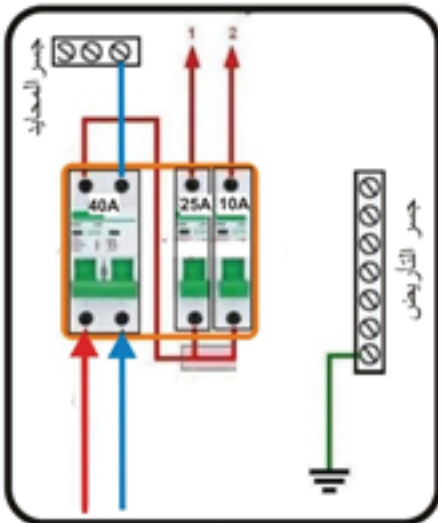
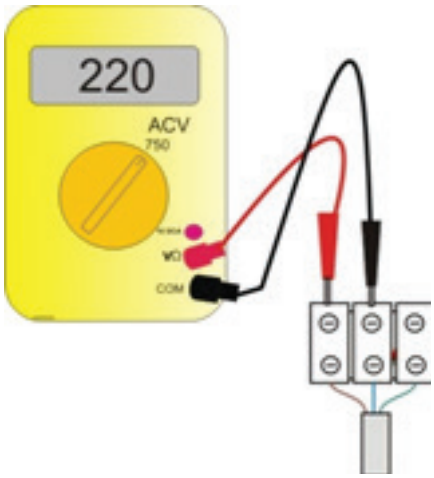
٣	خطط على لوحة العمل مواقع تثبيت علب التوزيع والمفتاح المزدوج وقاعدتي المصباحين كما هو موضح في الدارة التنفيذية، مستخدماً قلم رصاص ومسطرة.	
٤	تحقق من صلاحية المفتاح المزدوج باستخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات كما تعلمت سابقاً (فحص الاستمرارية).	
٥	ثبت علب التوزيع والمفتاح المزدوج وقاعدتي المصباحين على لوحة العمل.	
٦	وصل الخط الحامي (L1) من المصدر (القاطع الآلي) إلى الطرف المشترك في المفتاح المزدوج عبر علبة التجميع (التوزيع)، باستخدام سلك مفرد احمر أو بني اللون مقاس (١,٥) مم٢.	
٧	وصل الخط البارد(N) من المصدر عبر علبة التجميع إلى الطرفين السالبين في قاعدتي المصباحين، باستخدام سلك مفرد أزرق اللون مقاس (١,٥) مم٢.مع العلم أن الطرف السالب في قاعدة المصباح هو الطرف الموصول بقلووظ تركيب المصباح.	
٨	وصل طرف الخرج الأول في المفتاح المزدوج بالطرف الموجب على قاعدة المصباح الأول، عبر علبة التجميع (التوزيع)، باستخدام سلك مفرد أسود اللون مقاس (١,٥) مم٢.	

٩	وصل طرف الخرج الثاني في المفتاح المزدوج بالطرف الموجب على قاعدة المصباح الثاني، عبر علبة التجميع (التوزيع)، باستخدام سلك مفرد أسود اللون مقاس (١,٥) مم٢.	
١٠	اطلب من مدربك تفقد الدارة الكهربائية التي قمت ببنائها قبل وصلها بمصدر القدرة الكهربائية.	
١١	صل الدارة بمصدر كهرباء (٢٢٠) فولت، وتحقق من عملها بشكل سليم.	

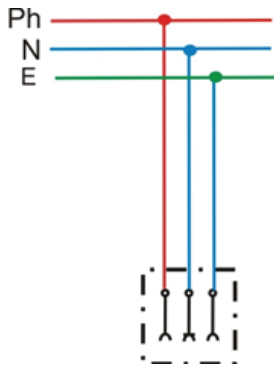
الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
ثالثاً: تمدد دارة التحكم في تشغيل سخان مياه تخزيني ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح سخان مياه ثنائي القطبية مع مصباح بيان.		
١	أفصل المصدر الكهربائي الرئيس في المشغل عن لوحة التوزيع الفرعية على لوحة العمل.	
٢	ثبت علبتي التوزيع، ومفتاح سخان المياه الظاهر، ومجاري التمديدات البلاستيكية الظاهرة على لوحة العمل، كما في الشكل المقابل.	
٣	تحقق من صلاحية مفتاح السخان بقياس الاستمرارية بين الطرفين (L1 و L2)، و الطرفين (N1 و N2) في وضع التشغيل (ON) ووضع الإطفاء (OFF).	
٤	مدد كبل ثلاثي ٤ مم٢ من لوحة التوزيع إلى المفتاح داخل المجاري البلاستكية عبر علبة التوزيع الأولى.	

٥	عري أطراف الكبل عند مفتاح السخان بالأطوال المناسبة، باستخدام زرادية تعرية الأسلاك.	
٦	وصل طرف السلك الأحمر أو البني بالطرف الحامي للمصدر (L1) في مفتاح سخان المياه.	
٧	وصل طرف السلك الأزرق بالطرف البارد للمصدر (N1) في مفتاح سخان المياه.	
٨	وصل طرف السلك الأخضر المرقط بالأصفر بطرف التأريض (E) في مفتاح سخان المياه.	

٩	مدد كبل ثلاثي ٤ مم٢ داخل المجاري البلاستيكية من المفتاح إلى علبة التوزيع الثانية.	
١٠	عري أطراف الكبل عند مفتاح السخان من جهة الحمل بالأطوال المناسبة، باستخدام زرادية تعرية الأسلاك.	
١١	وصل طرف السلك الأحمر أو البني بالطرف الحامي للحمل (L2) في مفتاح سخان المياه.	
١٢	وصل طرف السلك الأزرق بالطرف البارد للحمل (N2) في مفتاح سخان المياه.	
١٣	وصل طرف السلك الأخضر المرقط بالأصفر بطرف التأريض (E) في مفتاح سخان المياه.ثم وصل موصل تأريض بطرف التأريض في المفتاح والهيكل المعدني لعلبة المفتاح (في حال توافر طرف تأريض لعلبة المفتاح).	
١٤	عري أطراف الكبل في علبة التوزيع الثانية بالأطوال المناسبة، باستخدام زرادية تعرية الأسلاك. ثم وصلها بعظمة توصيل براغي ثلاثية (كلمنت).	
١٥	عري أطراف الكبل عند لوحة التوزيع بالأطوال المناسبة، باستخدام زرادية تعرية الأسلاك.	

١٦	وصل طرف السلك الأخضر المرقط بالأصفر بطرف التأريض (E) في لوحة التوزيع.	
١٧	وصل طرف السلك الأزرق بالطرف البارد (N) في لوحة التوزيع.	
١٨	وصل طرف السلك الأحمر أو البني بطرف خرج القاطع الآلي ٢٥ أمبير (Ph).	
١٩	اطلب من مدربك تفقد الدارة الكهربائية التي قمت ببنائها قبل وصلها بمصدر القدرة الكهربائية.	
٢٠	صل الدارة بمصدر كهرباء (٢٢٠) فولت، وتحقق من عملها بشكل سليم، وذلك بقياس الفولطية المتناوبة على خرج الدارة.	

الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
	رابعاً: تمدد دارة مقبس قدرة ٢٢٠ فولت ثلاثي.	
١	ارسم المخطط الرمزي لدارة مقبس القدرة، كما في الشكل المقابل.	

٢	ارسم المخطط التنفيذي لدارة مقبس القدرة الثلاثي كما في الشكل المقابل.	
٣	خطط على لوحة العمل مواقع تثبيت الخامات على لوحة العمل، كما هو موضح في الدارة التنفيذية، مستخدماً قلم رصاص ومسطرة.	
٤	ثبت الخامات على لوحة العمل.	
٥	وصل خط الطور (الحامي) ذو اللون البني مع الطرف الأيمن للمقبس (عند النظر للمقبس من الأمام مباشرة)، ووصل الخط المحايد(البارد) ذو اللون الأزرق مع الطرف الأيسر للمقبس، ووصل خط الحماية (الأرضي) ذو اللون الأخضر المرقط بالأصفر مع بالطرف الأوسط السفلي للمقبس. استخدم اسلاك مقاس ٢,٥ مم٢.	
٦	وصل طرف السلك الأزرق بالطرف البارد (N) في لوحة التوزيع.	
٧	وصل طرف السلك الأحمر أو البني بطرف خرج القاطع الآلي ٢٥ أمبير (Ph).	
٨	اطلب من مدربك تفقد الدارة الكهربائية التي قمت ببنائها قبل وصلها بمصدر القدرة الكهربائية.	
٩	صل الدارة بمصدر كهرباء (٢٢٠) فولت، وتحقق من عملها بشكل سليم، وذلك بقياس الفولطية المتناوبة على خرج الدارة.	

دليل تقييم الأداء الذاتي

تعليمات للمتدرب
• استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي عند تنفيذ العمل. • ضع إشارة (√) في خانة (نعم) مقابل الخطوات التي تم تنفيذها بإتقان. • ضع إشارة (√) في خانة (لا) مقابل الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان. • ضع إشارة (x) بجانب الخطوات غير القابلة للتطبيق (غ.ق.ل) لأسباب خارجة عن السيطرة. • يجب أن تصل النتيجة لجميع العناصر إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق، وفي حال وجود مفردة في القائمة (لا) فيجب إعادة التدرّب على الخطوات التي لم يتم تنفيذها بإتقان بمساعدة المدرب.

الخطوة	خطوات الأداء	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
١	تمكنت من تمديد دارة التحكم في تشغيل مصباح إنارة ٢٢٠ فولط عن طريق مفتاح مفرد، وتشغيلها والتحقق من عملها بشكل سليم.			
٢	تمكنت من تمديد دارة التحكم في تشغيل مصباحي إنارة ٢٢٠ فولت عن طريق مفتاح مزدوج، وتشغيلها والتحقق من عملها بشكل سليم.			
٣	تمكنت من تركيب مفتاح التحكم في تشغيل سخان المياه الكهربائي وتوصيله، وتشغيله والتحقق من عمله بشكل سليم.			
٤	تمكنت من تركيب مقبس ثلاثي وتوصيله، وتشغيله والتحقق من عمله بشكل سليم.			

اختبار المعرفة

اسم الوحدة التدريبية: عزل أنابيب التمديدات الصحية.	المهنة: ميكانيك تمديدات صحية.	
اسم المتدرب / ة:	اسم المدرب / ة:	علامة المتدرب / ة:

تعليمات الاختبار:

١. أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (٤ أسئلة).
٢. عدد صفحات كراسة الاختبار (٦ صفحات).
٣. الإجابة على نفس الورقة.
٤. مدة الاختبار: (ساعة ونصف)

السؤال الأول: **٤٥ علامة بواقع ٣ علامات لكل بند**

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة والأكثر دقة فيما يأتي:

١.تسمى الحركة الموجهة للإلكترونات الحرة من نقطة إلى نقطة أخرى عبر موصل (سلك كهربائي) تحت تأثير فولطية مصدر كهربائي (مولد أو بطارية)

أ- المقاومة الكهربائية.
ب الفولطية.
ج- التيار الكهربائي.
د- الشحنة الكهربائية.

٢. تسمى معارضة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها

أ- المقاومة الكهربائية.
ب- الفولطية.
ج- التيار الكهربائي.
د- الشحنة الكهربائية.

٣. تسمى القوة المؤثرة الخارجية التي تجبر الإلكترونات الحرة (الشحنات) على التحرك في اتجاه معين عبر الموصل:

هـ- المقاومة الكهربائية.
و- الفولطية.
ز- التيار الكهربائي.
ح- الشحنة الكهربائية.

٤. تسمى المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة:

هـ- المواد العازلة.
و- المواد شبه (نصف الموصلة) الموصلة.
ز- المواد الموصلة.
ح- مواد ذات مقاومة عالية.

٥. تتناسب مقاومة الموصل تناسباً عكسياً مع:

أ- طول الموصل.
ب- المقاومة النوعية للمادة المصنوع منها الموصل.

ج- مساحة مقطع الموصل.
د- درجة حرارة الموصل.

٦. يسمى التيار الكهربائي المتغير الشدة والاتجاه مع الزمن:
أ- التيار المستمر (المباشر).
ب- التيار المتناوب.
ج- تيار شبكة التيار العام.
د- ٣ فاز.

٧. يسمى التيار الكهربائي الثابت القيمة والاتجاه مع الزمن:
أ- التيار المستمر (المباشر).
ب- التيار المتناوب.
ج- الطور.
د- ٣ فاز.

٨. وحدة قياس شدة التيار الكهربائي، هي:
أ- الأوم.
ب- الفولط.
ج- الأمبير.
د- الكولوم.

٩. وحدة قياس الفولطية الكهربائية، هي:
أ- الأوم.
ب- الفولط.
ج- الأمبير.
د- الكولوم.

١٠. وحدة قياس المقاومة الكهربائية، هي:
أ- الأوم.
ب- الفولط.
ج- الأمبير.
د- الكولوم.

١٠- مضخة مياه قدرتها (٢) حصان، وهذا يعادل:
أ- ٢٠٠ واط.
ب- ٧٥٠ واط.
ج- ١٥٠٠ واط.
د- ١٥٠٠٠ واط.

١١- عداد قياس الطاقة الكهربائية المستهلكة المركب على لوحة التوزيع الرئيسة في المنزل، يقيس الطاقة الكهربائية المستهلكة بوحدة:
أ- الكيلوواط.
ب- الفولط.
ج- الكيلو فولط.

د- الكيلوواط. ساعة.

١٢- المفتاح الممكن استخدامه لتحكم في تشغيل حملين كهربائيين مستقلين، هو:

أ- المفتاح المفرد.

ب- المفتاح ثنائي القطبية.

ج- مفتاح الدرج (الدريكسيون).

د- المفتاح المزدوج.

١٣- نوع المفتاح المستخدم لتحكم في تشغيل سخان المياه التخزيني الكهربائي، هو:

أ- مفتاح مفرد.

ب- مفتاح ثنائي القطبية.

ج- مفتاح درج (الدريكسيون).

د- مفتاح مزدوج.

١٤- الهدف من التأريض الوقائي في المنازل والمصانع وغيرها هو:

أ- تفريغ الشحنات الكهربائية المتراكمة على الهياكل المعدنية للأجهزة الكهربائية.

ب- تقليل خطر البرق والصواعق على شبكة الكهرباء.

ج- ضمان سريان تيار كافي لتفعيل أجهزة الوقاية، في حال حدوث تماس كهربائي بين الأجزاء الحاملة للتيار والأجزاء المعدنية في الأحمال الكهربائية.

د- تحسين أداء الأجهزة الكهربائية والإلكترونية.

١٥- يوصى في التمديدات الكهربائية المنزلية باستخدام قاطع تسرب أرضي قيمة تيار فصله:

أ- ٣٠٠ ملي أمبير أو أقل.

ب- ٢٠٠ ملي أمبير أو أقل.

ج- ١٠٠ ملي أمبير أو أقل.

د- ٣٠ ملي أمبير أو أقل.

السؤال الثاني: **٢٠ علامة**

سخان مياه كهربائي يعمل من مصدر فولطية متناوب (٢٢٠) فولط، وقدرته (٢) كيلو واط ، أوجد شدة تيار سخان المياه، ومقاس السلك المناسب لتغذية هذا السخان حسب نظام المقاس الأمريكي للسلك، ونظام مقاسات الأسلاك الأوربي المتري، وذلك باستخدام جدول مقاسات الاسلاك المرفق في نهاية كراسة الاختبار.

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

السؤال الثالث: **٢٠ علامة**

علل:

أ. المصابيح في الدارة الموصولة على التوازي تضيء بشكل أقوى (طبيعي) من مصابيح الدارة الموصولة على التوالي. لماذا؟

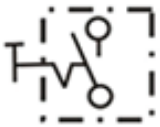
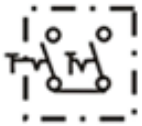
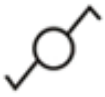
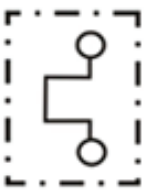
- .....
- .....
- .....

ب. مقاومة الأسلاك الكهربائية غير مرغوب بها، لأنها تسبب:

- .....
- .....
- .....

السؤال الرابع: **١٥ علامة**

أكمل الجدول أدناه، وذلك بكتابة اسم العنصر الكهربائي الذي يمثله الرمز المبين في العمود الثاني من الجدول.

اسم العنصر	الرمز	المخطط التنفيذي
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

الجدول: مقاسات معيارية شائعة الاستخدام للأسلاك النحاسية وما تمرره من تيار بأمان.

النظام الأمريكي			النظام الأوروبي	
القياس الأمريكي للسلك (AWG)	مم٢ mm^2	التيار المقرر (أمبير)	التيار المقرر (أمبير)	مم٢ mm^2
١٦	١,٣	١٠	١٤	١,٥
١٤	٢,٠	١٥	٢٠	٢,٥
١٢	٣,٣	٢٠	٢٦	٤,٠
١٠	٥,٢٦	٣٠	٣٤	٦,٠
٨	٨,٣٠	٤٠	٤٨	١٠,٠
٦	١٣,٣٠	٥٥	٦٥	١٦,٠
٤	٢١,١٥	٧٠	٨٧	٢٥,٠
٣	٢٦,٦٥	٨٠	١٠٨	٣٥,٠
٢	٣٣,٦٢	٩٥	١٣٣	٥٠,٠
١	٤٢,٤١	١١٠	١٧٠	٧٠,٠

الاختبار الأدائي للوحدة التدريبية

الاختبار: بناء دارة التحكم في تشغيل سخان مياه تخزيني ٢٢٠ فولت من عن طريق مفتاح سخان مياه ثنائي القطبية مع مصباح بيان.

اسم المتدرب / ة:

المعطيات:

١. مفتاح سخان مياه كهربائي ظاهر مع مصباح إشارة، ثنائي القطبية،٢٠ أمبير،٢٢٠ فولط.
٢. كبل مرن ثلاثي ٤ مم٢.
٣. علبة توصيل (٧٠×٧٠) مم، عدد ٢.
٤. مجاري تمديدات بلاستيكية ظاهرة (٢٥×٢٥) مم،٣ متر.
٥. لوحة عمل خشبية (١٠٠سم×١٠٠سم)، مجهزة بمصدر بلوحة توزيع فرعية (٢٢٠ فولط)، تحتوي على قاطع رئيسي ٣٠ أمبير، وقاطع تيار آلي ٢٥ أمبير.
٦. قطاعة أسلاك معزولة.
٧. زرادية تعرية أسلاك معزولة.
٨. مفك اختبار الفولطية.
٩. طقم مفكات معزولة عادية ومصلبة.
١٠. جهاز متعدد القياسات رقمي، اختيار المدى يدوي،١٠٠٠ فولط فولطية مستمرة (DCV)،٧٥٠ فولط فولطية متناوبة (ACV)،٢ ميغا أوم، مع فحص استمرارية.

التعليمات:

يهدف هذا الاختبار الى تقييم مدى إتقانك لعناصر الكفاية المتعلقة ببناء الدارات الكهربائية الأساسية، وذلك بتركيب وتوصيل مفتاح التحكم في تشغيل سخان مياه تخزيني ٢٢٠٠ واط،٢٢٠ فولط.

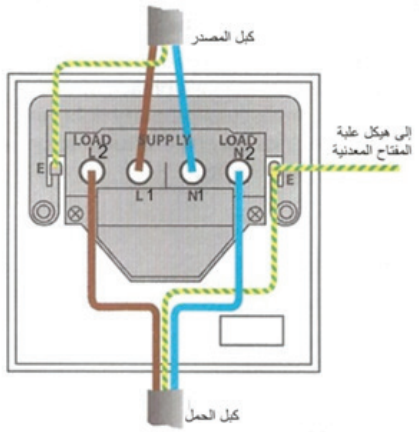
ويجب التنويه أن معايير التقييم تشمل البنود الثلاثة التالية:

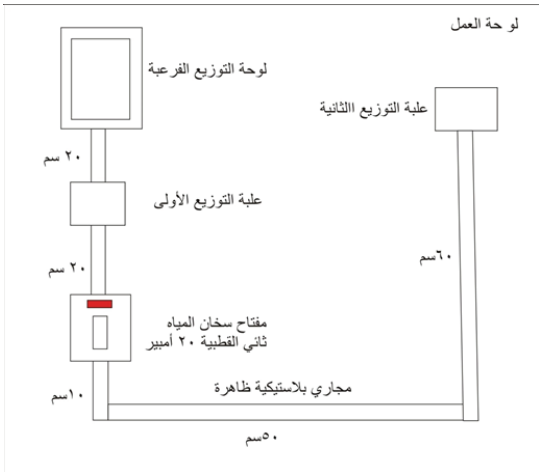
١. تنفيذ التمرين.
٢. جودة التنفيذ والمنتج النهائي.
٣. تحديد وتطبيق قواعد السلامة والصحة المهنية.

الأداء المطلوب من المتدرب / ة:

١. تجهيز العدد والادوات والمواد المطلوبة.
٢. تثبيت الخامات على لوحة العمل، حسب مخططات الاختبار.
٣. اختبار صلاحية مفتاح السخان قبل تركيبه وتوصيله، باستخدام الجهاز متعدد القياسات الرقمي.
٤. تمديد الكبل الكهربائي وتعرية أطرافه بالأطوال المناسبة.
٥. توصيل دارة مفتاح السخان.
٦. تشغيل الدارة والتحقق من عملها بقياس الفولطية على خرج الدارة، باستخدام الجهاز متعدد القياسات الرقمي.

الشكل: مخططات الاختبار





● قائمة المصطلحات

الرقم	المصطلح العربي	المصطلح الإنجليزي
١	جهاز قياس التيار الكهربائي	Ammeter
٢	مفتاح ثنائي القطبية	Double Pole Switch
٣	كهرباء	Electricity
٤	كهربائي	Electrical
٥	كبل كهربائي	Electrical Cable
٦	دارة كهربائية	Electrical Circuit
٧	تيار كهربائي	Electrical Current
٨	حمل كهربائي	Electrical Load
٩	قدرة كهربائية	Electrical Power
١٠	طاقة كهربائية	Electrical Energy
١١	مقاومة كهربائية	Resistance
١٢	أسلاك كهربائية	Electrical Wires
١٣	مفتوح في الوضع الطبيعي	Normally Closed
١٤	مغلق في الوضع الطبيعي	Normally open
١٥	قانون أوم	Ohm law
١٦	مفتاح مسار واحد (مفتاح مفرد)	One way switch
١٧	جهاز قياس مقاومة كهربائية	Ohmmeter
١٨	قابس	Plug
١٩	وحدة تغذية	Power supply
٢٠	مقبس	Socket
٢١	مفتاح	Switch
٢٢	مفتاح احادي القطبية	Single Pole Switch
٢٣	مفتاح ثنائي المسار (مفتاح درج)	Two way Switch
٢٤	فولطية	Voltage
٢٥	جهاز قياس الفولطية	Voltmeter
٢٦	جهاز قياس الطاقة الكهربائية المستهلكة	Watthour Meter/Energy Meter
٢٧	جهاز قياس القدرة الكهربائية	Wattmeter

- **قائمة المراجع:**

١. تركيب عناصر التمديدات الكهربائية، المهندس سماح أديب، وزارة التربية والتعليم الفلسطينية،٢٠١٢.

٢. بناء الدارات الكهربائية الأساسية، المهندس صلاح الدين الحاج أحمد، وزارة التربية والتعليم الفلسطينية،٢٠١٢.

٣. كهرباء استعمال، المهندس ناصر درويش، وزارة التربية والتعليم الفلسطينية،٢٠٠٣.

٤. أسس الكهرباء، المهندس ناصر درويش، وكالة الغوث الدولية-الأنروا،٢٠٠٨.

٥. حقيبة التدريب الأساسي للتبريد والتكيف، المؤسسة العامة لتدريب التقني والمهني السعودية،٢٠١١.

المراجع الأجنبية:

1- Lessons In Electric Circuits, Volume I – DC.
2- Lessons In Electric Circuits, Volume II – AC.
3- Lessons In Electric Circuits, Volume VI – Experiments.
4- Navy Electricity and Electronics Training Series, Module 4—Introduction to Electrical Conductors, Wiring Techniques, and Schematic Reading.
5- Experiments in Electronics Devices and Circuits- David E. LaLond/John A. Ross

مواقع إلكترونية:

1- http://www.electronics-tutorials.ws/index.html
2- http://www.allaboutcircuits.com/
3- http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
4- http://www.allelectronics.com/make store/category/390/Microphones/1.html
5- http://tkne.net/vb/
6- http://www.qariya.com/