مؤسسة التدريب المهني

مديرية البرامج والاختبارات ومصادر التعلم

سلسلة الوحدات التدريبية القائمة على أساس الكفايات المهنية

اسم العمل

كهربائي تمديدات كهربائية منزلية

اسم الوحدة

بناء الدارات الكهربائية الأساسية واختبارها (أساسيات الكهرباء)

الرقم الرمزي: Elc-1

التعاون الألماني
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

بتنفيذ من
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

مؤسسة التدريب المهني

قررت مؤسسة التدريب المهني تطبيق هذه الوحدة التدريبية المبنية على أساس الكفايات المهنية في برامجها التدريبية ابتداء من 2019 - 2020 بموجب قرار لجنة الاعتماد الفنية رقم (2018/10) تاريخ 2018/10/7

الإشراف العام : مديرية البرامج والإختبارات ومصادر التعلّم

التدقيق الفني : م. عبدالله الهور
م. إبراهيم حمّاد

لجنة الاعتماد : م. عمر قطيشات - رئيساً
م. أحمد مصطفى
م. علي البدارين
م. رمزي الحروب

التحرير اللغوي : جمال ذيب طه

تدقيق الطباعة ومراجعتها: جمال ذيب طه - م. عصام الشامي

إعداد

م. ناصر درويش

بالتعاون مع:

فريق عمل مشروع التدريب على تطوير كفاءة استخدام المياه والطاقة (TWEED) / GIZ

- الاستاذه ايمـــان قـراعين
- الدكـتور خالـد القضـــاه

يتحمل المؤلف كافة المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه، ولا يعبر هذا المصنف عن رأي الوكالة الألمانية، دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة أخرى

قائمة المحتويات

	الموضوع	رقم الصفحة
	دليل الوحدة	
1	المقدمة	5
2	نتاجات التعلم	5
3	أهداف التعلم	5
4	المتطلبات المسبقة	6
5	الزمن المقترح	6
6	أدلة التقييم الذاتي	6
الهدف الأول:توصل الأسلاك والكبلات الكهربائية		7
1	الأسلاك والكبلات الكهربائية.	7
1-1	المواد الموصلة والمواد العازلة.	7
2-1	التيار الكهربائي.	8
3-1	الفولطية.	11
4-1	المقاومة الكهربائية.	12
5-1	مقاومة الأسلاك والكبلات الكهربائية.	13
6-1	تركيب الأسلاك والكبلات الكهربائية في المباني.	14
7-1	الترميز اللوني للأسلاك الكهربائية	15
8-1	مقاسات الأسلاك الكهربائية.	15
9-1	توصيل الأسلاك والكبلات الكهربائية	16
10-1	التقييم الذاتي.	23
11-1	التمارين العملية.	25
الهدف الثاني: تقيس الكميات الكهربائية الأساسية		35
2	قياس الكميات الكهربائية الأساسية	35
1-2	الدارة الكهربائية البسيطة	35
2-2	مفهوم الدارة المفتوحة والمغلقة ودارة القصر.	36
3-2	رموز العناصر الكهربائية.	36
4-2	قانون أوم	38
5-2	أنواع الدارات الكهربائية.	39
6-2	القدرة الكهربائية.	40
7-2	القدرة في دارات التيار المتغير	41
8-2	الطاقة الكهربائية المستهلكة	42
9-2	أجهزة القياس الكهربائية	43
10-2	التقييم الذاتي	48
11-2	التمارين العملية	50
الهدف الثالث: توصل المقاومات الكهربائية		58
3	أنواع المقاومات	58
1-3	المقاومات ثابتة القيمة	58
2-3	المقاومات متغيرة القيمة	60
3-3	نظم ألوان المقاومات	61
4-3	نظم ترميز المقاومات السطحية	63

5-3	المواصفات الفنية للمقاومات	64
6-3	طرائق توصيل المقاومات	64
7-3	المقاومات الخاصة	69
8-3	التقييم الذاتي	71
9-3	التمارين العملية	74
الهدف الرابع: توصل المواسعات الكهربائية		79
4	المواسعات (المكثفات)الكهربائية	79
1-4	تركيب المواسع الكهربائي	79
2-4	شحن وتفريغ المواسع	79
3-4	سعة المواسعات ووحداتها	80
4-4	الطاقة المخزنة في المواسع	81
5-4	العوامل المؤثرة على سعة المواسع	81
6-4	أنواع المواسعات	82
7-4	المواصفات الفنية للمواسعات	84
8-4	توصيل المواسعات	84
9-4	فحص المواسعات	86
10-4	التقييم الذاتي	87
11-4	التمارين العملية	88
الهدف الخامس توصل الملفات الكهربائية		91
5	الملفات الكهربائية	91
1-5	الحث الذاتي	91
2-5	أنواع الملفات	92
3-5	توصيل الملفات	93
4-5	فحص الملفات	94
6-5	التقييم الذاتي	95
7-5	التمارين العملية	96
الهدف السادس: توصل المحولات الكهربائية		99
6	المحولات الكهربائية	99
1-6	أجزاء المحول الكهربائي	99
2-6	معادلة المحول الكهربائي	100
3-6	كفاءة المحول	102
4-6	أنواع المحولات الكهربائية	103
5-6	أعطال المحولات	105
6-6	رموز المحولات	108
7-6	التقييم الذاتي	109
8-6	التمارين العملية	111
7	اختبار المعرفة	114
8	اختبار الأداء	117
9	قائمة المصطلحات الفنية	123
10	قائمة المراجع	124

دليل الوحدة

المقدمة

حرصا 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 بحسب قدراته. وقامت مؤسسة التدريب المهني حتى الآن 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 ببناء الدارات الكهربائية الأساسية واختبارها وفق كودة التمديدات الكهربائية الأردنية وحسب معايير الأداء الواردة في معايير الكفايات المهنية الأردنية لعمل كهربائي تمديدات كهربائية منزلية. حيث تتضمن هذه الوحدة المادة التعلمية النظرية الأنشطة التدريبية المطلوبة، بالإضافة إلى أدلة التقييم الذاتي.

نتاجات التعلم

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

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 كهربائي تمديدات الكهربائية المنزلية:

1- توصل الأسلاك والكبلات الكهربائية.
2- تقيس الكميات الكهربائية الأساسية.
3- توصل المقاومات الكهربائية .
4- توصل المواسعات الكهربائية .
5- توصل الملفات الكهربائية .
6- توصل المحولات الكهربائية.

المتطلبات المسبقة

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

تحديد وتطبيق إجراءات السلامة والصحة المهنية.

الزمن المقترح

الفترة الزمنية المقترحة لتنفيذ أنشطة وتمارين هذه الوحدة هي **(162)** ساعة تدريبية موزعة كما يلي:

- دروس نظرية: 15 ساعة تدريبية.
- تنفيذ التمارين العملية:45 ساعة تدريبية.
- الاختبارالنظري:2 ساعة تدريبية.
- الاختبار العملي: 4 ساعة تدريبية.
- التدريب الميداني: أسبوعين (12×8=96 ساعة)

أدلة التقييم الذاتي

أجب عن أسئلة التقييم الذاتي المتوفرة في نهاية المادة النظرية المطلوبة لهذه الوحدة التدريبية القائمة على أساس الكفايات ثم اعرض إجاباتك على مدربك لتدقيقها ؛ مما سيسأعدك على مراجعة موضوعات الوحدة واستيعابها.

هدف التعلم الأول

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادراً على: أن تصبح قادراً على أن توصل الأسلاك والكبلات الكهربائية.

أنشطة التعلم	المصادر
المادة التعلمية	الوحدة التدريبية
تنفيذ التمارين العملية	المشغل/ بإشراف المدرب
3-زيارة المواقع الإلكترونية	Basic Electricity - What is an amp? https://www.youtube.com/watch?v=8gvJzrjwjds Soldering Basics - Popular Solder Connections https://www.youtube.com/watch?v=aoD2aUvnQXg
التدريب الميداني	

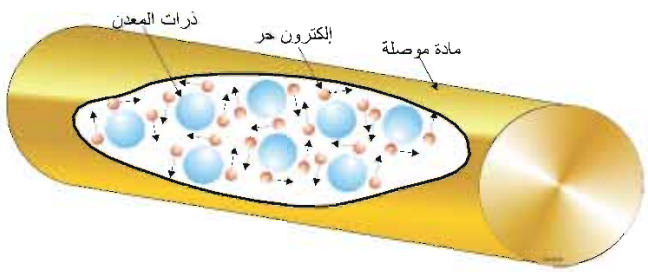
1 –الأسلاك والكبلات الكهربائية.

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، حيث التوصيلات الكهربائية الخاطئة وغير المطابقة للمواصفات في المنازل أو المنشآت التجارية والصناعية وغيرها من أهم مسببات الحوادث الكهربائية، ويؤدي ذلك إلى خسائر مادية أو بشرية لشاغلي تلك المُنْشَآتُ أثناء عمليات الاستخدام والتشغيل. وقبل الخوض في أنواع الأسلاك والكبلات الكهربائية ومقاساتها وطرق وصلها وغيرها من موضوعات هذه الوحدة التعلمية التدريبية، يجب تعرف المفاهيم الأساسية في علم الكهرباء مثل التيار والمقاومة والفولطية.

1-1 المواد الموصلة والمواد العازلة

تصنف المواد عموما، من حيث قدرة توصيلها للتيار الكهربائي، في ثلاثة أقسام، هي:

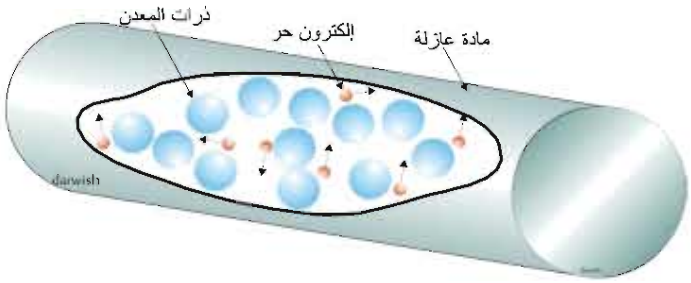
أ- **المواد الموصلة:** هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة، ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على عدد هائل من الإلكترونات الحرة المبينة في الشكل (1)، والقابلة للحركة تحت تأثير قوة خارجية كمصدر فولطية كهربائية (مولد كهربائي أو بطارية). وتعرف الإلكترونات الحرة بأنها إلكترونات أفلتت من سيطرة قوة جذب النواة، وأصبحت تتجول عشوائيا ضمن البنية الذرية للمادة.



الشكل (1): المواد الموصلة للتيار الكهربائي تحتوي على عدد هائل من الإلكترونات الحرة.

الفضة والنحاس والذهب والألومنيوم موصلات ممتازة للكهرباء، وغالبا ما يستخدم "النحاس" في شبكات التمديدات الداخلية والأجهزة الكهربائية والإلكترونية، و"الألومنيوم" في شبكات نقل وتوزيع الكهرباء الخارجية، بسبب رخص ثمنهما مقارنة مع المواد الموصلة الأخرى. أما "الهواء" فيعد موصلاً للكهرباء تحت ظروف رطوبة معينة، وكذلك "الماء" عند احتوائه على أملاح معدنية ضئيلة.

ب- **المواد العازلة:** هي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة، ويرجع السبب في ذلك إلى تركيبها الذري حيث تحتوي على عدد قليل جدا من الإلكترونات الحرة القابلة للحركة تحت تأثير فولطية كهربائية، كما في الشكل (2). ومن الأمثلة على المواد العازلة المطاط والخشب والبورسلان والمواد البلاستيكية بمختلف أنواعها.



الشكل (2): المواد العازلة للكهرباء تحتوي على عدد قليل من الإلكترونات الحرة.

وللمواد العازلة أهمية كبيرة في الأنظمة الكهربائية نظرا لاستعمالاتها المتعددة. فمثلا : تستخدم المواد البلاستيكية في تغطية (عزل)الأسلاك الكهربائية لحماية الإنسان من الصدمة الكهربائية.

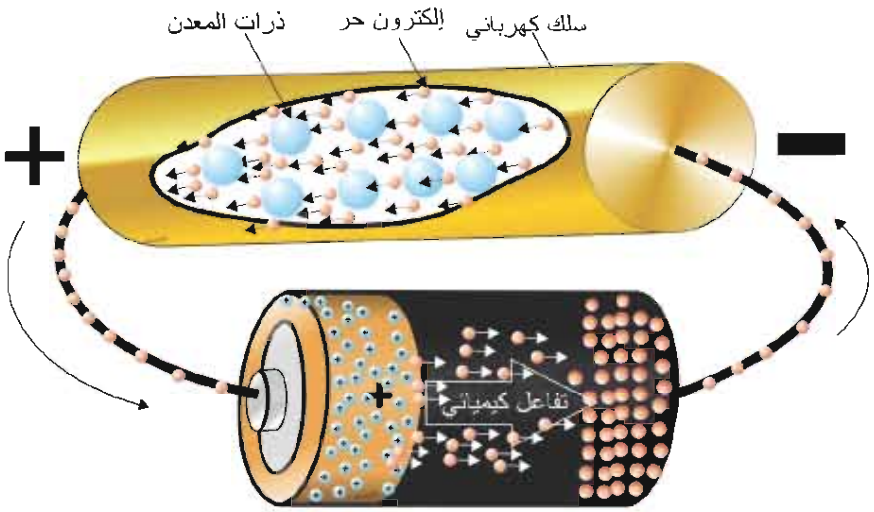
ج- **أشباه الموصلات:** تمتاز هذه المواد بكونها مواد عازلة للكهرباء في حالتها النقية عند درجة حرارة الصفر المطلق، وتصبح موصلة جيدة للكهرباء بإضافة بعض الشوائب لها بنسب محددة من الفسفور أو الزرنيخ أو الأنديوم أو الغاليوم لتدخل بعدئذ في تصنيع الترانزستورات والثنائيات وغيرها من العناصر الإلكترونية، ومن أهم المواد شبه الموصلة المستخدمة في هذا المجال "السيليكون" و"الجرمانيوم".

2-1 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 عند 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 (3): توضيح مفهوم سريان التيار الكهربائي.

يبين الشكل (3) سلك 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.

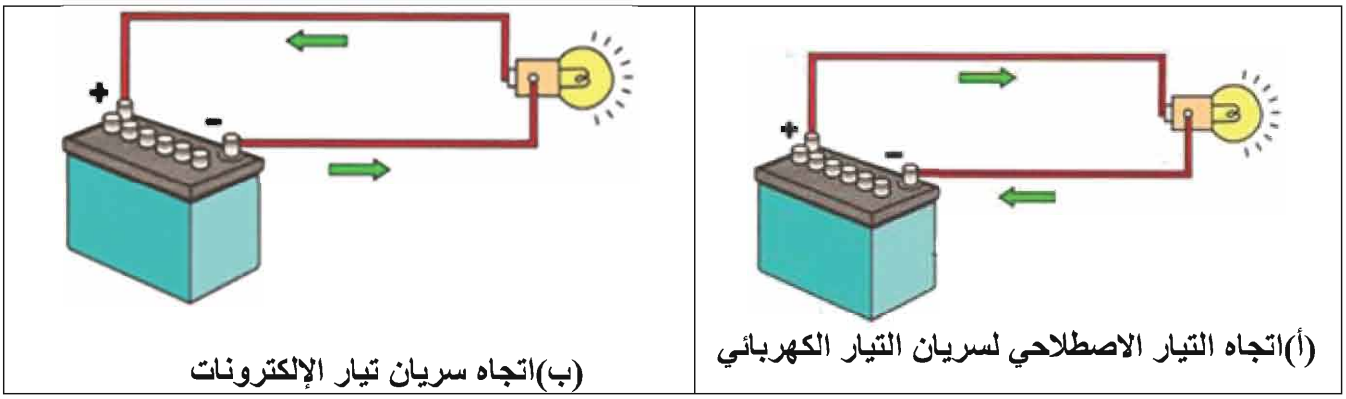
ملاحظة

لقد وضع هذا المثال فقط لتوضيح مفهوم سريان التيار الكهربائي، بينما في الواقع لا يمكن وصل سلك بين طرفي البطارية بشكل مباشر بدون حمل كهربائي (مقاومة كهربائية)، لأن هذا يؤدي إلى مرور تيار كبير وتفريغ البطارية بسرعة، مما يؤدي إلى تلفها.

يتوفر على اليوتيوب العديد من مقاطع الفيديو وأفلام المحاكاة 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 سريان التيار الكهربائي

اصطلح العلماء قديما على أن يكون اتجاه سريان التيار الكهربائي في الدارة الكهربائية من القطب الموجب إلى القطب السالب كما في الشكل (4-أ)0 أي بعكس اتجاه سريان تيار الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب للبطارية، كما في الشكل(4-ب).



(أ)اتجاه التيار الاصطلاحي لسريان التيار الكهربائي

(ب)اتجاه سريان تيار الإلكترونات

الشكل (4): اتجاه التيار الكهربائي.

ج- شدة التيار الكهربائي

ذكرنا في الفقرات السابقة ، بأن التيار الكهربائي هو 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. ووحدة قياس شدة التيار هي الأمبير، ويرمز لها بالحرف (A).

د- قيم التيار الدارجة في الحياة العملية

يبين الجدول (1) أدناه قيم التيار الذي تعمل عليه بعض الأجهزة الكهربائية الشائعة الاستخدام في الحياة العملية.

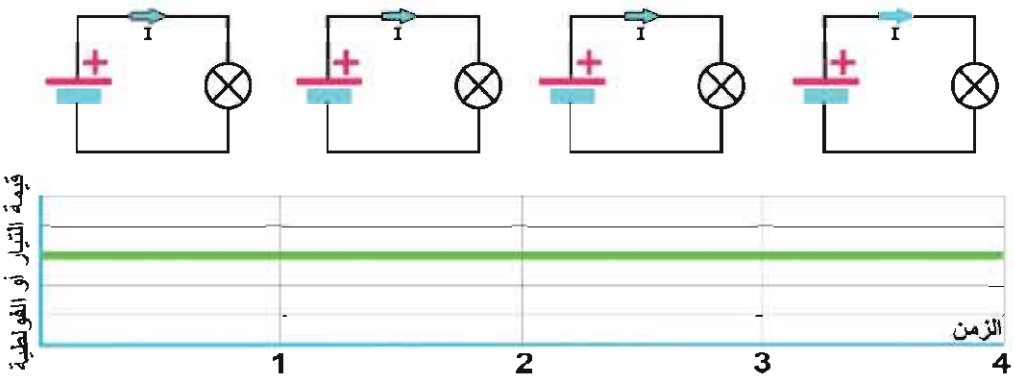
الجدول (1): قيم التيار الذي تعمل عليه بعض الأجهزة الكهربائية الشائعة الاستخدام في الحياة العملية.

الجهاز	الشكل	التيار
مصابيح الإنارة التوهجية.		(0.6-0.1) أمبير حسب قدرة المصباح.
الثلاجة المنزلية		(5-2) أمبير، حسب قدرة ضاغط الثلاجة.
المكوي الكهربائي.		(5-2) أمبير، حسب قدرة المكوى.
المدفئة الكهربائية		(20-5) أمبير، بواقع (5) أمبير لكل شمعة.
سخان المياه التخزيني		(12-8) أمبير، حسب قدرة السخان.
سخان المياه الفوري		(50-20) أمبير حسب قدرة السخان.

هـ أنواع التيار الكهربائي

هناك نوعان رئيسان من أنواع التيّار الكهربائيّ، التيار المستمر (Direct Current)، ويرمز له اختصاراً بالحرفين (DC)، والتيار المتناوب (Alternating Current)، ويرمز له بالحرفين (AC).

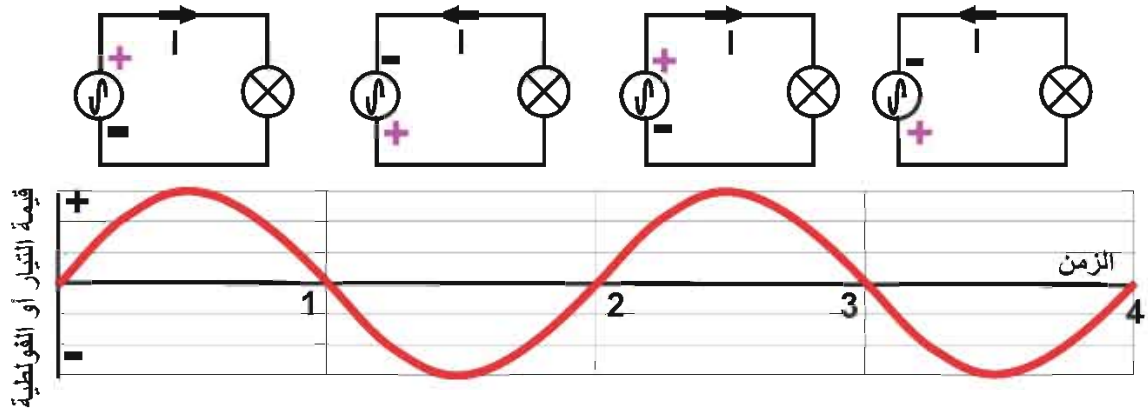
- **التيار المستمر (المباشر):** هو تيار ثابت الشدة والاتجاه بمرور الزمن بسبب ثبات قطبية مصدر الفولطية، كما يوضح لرسم البياني في الشكل (5)، حيث أن المحور السيني (الأفقي) يبين الزمن والمحور الرأسي يبين قيمة الفولطية أو التيار. ويتم الحصول عليه من البطاريات نتيجة تفاعلات كيميائية، أو من مولدات التيار المستمر، أو من دارات التقويم الإلكترونية التي تحول التيار المتناوب إلى تيار مستمر.
-



الشكل (5): التيار المستمر.

❖ **التيار المتناوب:** هو تيار متغير الشدة والاتجاه مع الزمن، كما هو موضح في الشكل (6)،حيث أن المحور السيني (الأفقي) بين الزمن والمحور الرأسي يبين قيمة الفولطية أو التيار، يسمى هذا الشكل لتغير التيار او الفولطية بأنة يتبع دالة جيبية. ويتم الحصول عليه من مولدات التيار المتناوب الخاصة بمحطات توليد الكهرباء.

التيار المتناوب الذي تزودنا به شركة الكهرباء يعكس اتجاه جريانه (50) مرة في الثانية الوأحدة، أي تردده يساوي (50) هيرتز. أما تردد التيار المتناوب المستعمل في الولايات المتحدة الأمريكية فيساوي (60) هيرتز.



الشكل (6): التيار المتناوب.

3-1 الفولطية

إن من 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 الفولطية الكهربائي، والفولطية الكهربائية، والضغط الكهربائي، والفولطية. ومع اختلاف هذه المسميات إلا انها تقريبا متشابهة.

أ. الفولط

الفولط (Volt) هو وحدة قياس الفولطية، ويرمز له بالحرف (V)، ويعرف بأن (1) فولط هو الفولطية اللازمة لتحريك تيار شدته (1) أمبير عبر موصل مقاومته (1) أوم، وستتعرف المقاومة بالتفصيل لاحقا. وأجزاء الفولط المستخدمة عادة في مجال الإلكترونيات هي:

1- <u>الميلي فولط</u>: ويرمز له بالحرفين (mV) ، ويساوي جزء في الألف من الفولط.
2- <u>الميكرو فولط</u>: ويرمز له بالحرفين (μV) ، ويساوي جزء في المليون من الفولط.

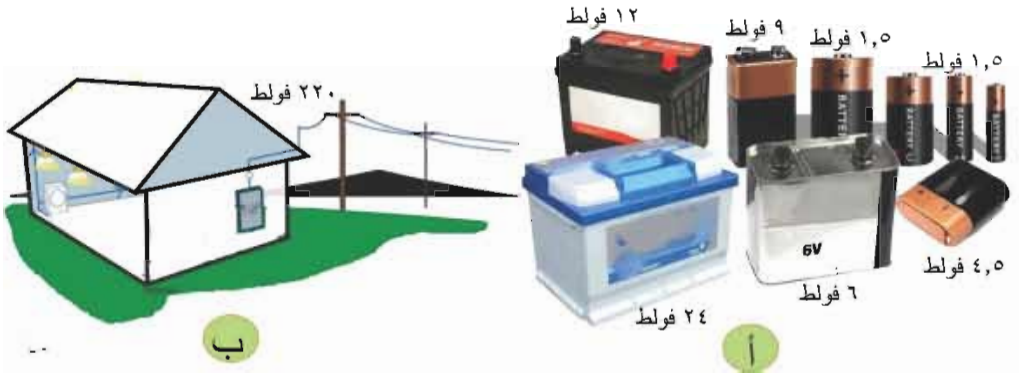
أما مضاعفات الفولط المستخدمة عادة في مجال القوى الكهربائية فهو "الكيلو فولط" ويرمز له بالحرفين (KV) ويساوي (1,000) فولط.

ب. الفولطيات المستخدمة في الحياة العملية

القيم الشائعة لفولطيات البطاريات الجافة هي: (1.5) فولط، و(6) فولط، و(9) فولط.أما القيم الشائعة لفولطيات بطاريات المركبات فهي :(12) فولط، و(24) فولط، كما في الشكل (7-أ).

تختلف فولطيات شبكات التيار العام من بلد إلى آخر، فالفولطية المستخدمة في الأردن ومعظم دول العالم (230) فولط، كما في الشكل (7-ب). في حين أن الفولطيات المستعملة في أمريكا هي (110) فولط، وفي بريطانيا

(240) فولط. أما شبكات نقل الطاقة الكهربائية (الضغط العالي)، فتتراوح فولطياتها (11، 33، 132، 400) كيلو فولط.



الشكل (7): الفولطيات المستخدمة في الحياة العملية.

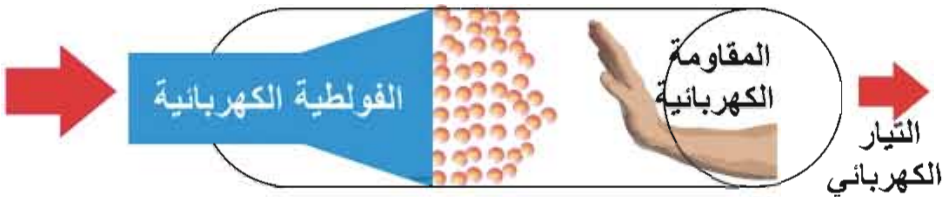
ج. فولطية التشغيل

لكل دارة أو جهاز كهربائي قيمة فولطية تشغيل محددة يجب ألا يتعداها، كما في الشكل (8-إ)، وتسجل هذه القيمة على لوحة مواصفات الجهاز، وتسمى "فولطية التشغيل ". فعند تعرض المصباح لفولطية أعلى من فولطية تشغيله، كما في الشكل (8-ب)، يزداد تياره، وتزداد بالتالي إضاءته، وقد لا يستطيع المصباح أن يتحمل زيادة هذا التيار، فيتلف. وعند تعرضه لفولطية أقل من فولطية تشغيله، كما في الشكل (8-ج)، يقل تياره، وتقل بالتالي إضاءته.

الشكل (8): فولطية التشغيل.

4-1 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 تَحدُ من تدفقه فيه، كذلك الحال بالنسبة للتيار الكهربائي لأن حركة إلكتروناته تواجه ممانعة أثناء مرورها في الموصل، كما في الشكل (9)، وهذه الممانعة تسمى "المقاومة الكهربائية".



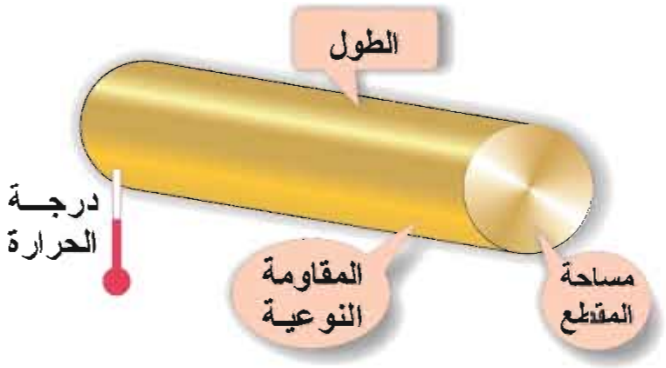
الشكل (9): توضيح مفهوم المقاومة الكهربائية.

تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة الأوم، ويرمز له بالحرف اليوناني "أوميجا" (Ω). ويعرف الأوم بدلالة الفولطية والتيار، حيث إن (1) أوم هو مقدار المقاومة التي تسمح بمرور تيار شدته (1) أمبير عند فولطية (1) فولط.
وللمواد العازلة للكهرباء كالزجاج والمطاط، مقدار كبير من الممانعة لتدفق الإلكترونات عبرها، وبالتالي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي فيها، لذا يقال أن لهذه المواد مقاومة كبيرة جدا (20 مليون أوم وأكثر)، وأنها مواد عازلة.
أما المواد الموصلة للكهرباء كالنحاس والألومنيوم، فإنها تبدي ممانعة قليلة جدا لحركة الإلكترونات عبرها، لذا يقال أن لهذه المواد مقاومة منخفضة جدا، وإنها مواد موصلة.

5-1 مقاومة الأسلاك والكبلات الكهربائية

الأسلاك الكهربائية لها مقاومة تعتمد في قيمتها على طول السلك ومساحة مقطعه ونوع مادته ودرجة حرارته:

- **طول الموصل:** تزداد مقاومة الموصل بازدياد طوله، أي أن مقاومة الموصل تتناسب طرديا مع طوله.
- **مساحة مقطع الموصل:** تتناسب مقاومة الموصل تناسبا عكسيا مع مساحة مقطعه، أي أنه كلما زادت مساحة مقطع الموصل قلت مقاومته.



الشكل (10): العوامل المؤثرة على مقاومة الموصل.

- **نوع مادة الموصل:** تختلف مقاومة المواد بحسب تركيبها الذري، وتعدّ الفضة من أفضل الموصلات للتيار الكهربائي، يليها في ذلك حسب الترتيب النحاس والذهب والألومنيوم.ولكن نادرا ما تستخدم الفضة أو الذهب في صنع الأسلاك الكهربائية بسبب ارتفاع ثمنها.أما النحاس فيستخدم في صناعة الأسلاك والكبلات الكهربائية المستخدمة في التمديدات الكهربائية في المباني والأجهزة الكهربائية، في حين يستخدم الألومنيوم في صناعة الأسلاك والكبلات الكهربائية المستخدمة في شبكات نقل وتوزيع الكهرباء الخارجية.
- **درجة حرارة الموصل:** تتغير مقاومة المادة بتغير درجة الحرارة، وعموما تزداد مقاومة المعادن بازدياد درجة حرارتها، أما أشباه الموصلات، فتقل مقاومتها بارتفاع درجة حرارتها.

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

- هبوطا في الفولطية على امتداد السلك الناقل، وتكون الفولطية في نهاية الخط أقل منها 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 الفولطية في تركيبات الإنارة أكثر من (1.5-2.5%) من فولطية الشبكة، وفي أجهزة التدفئة بحدود (3%)، وفي المحركات الكهربائية بحدود (5%).
- انخفاضا 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.

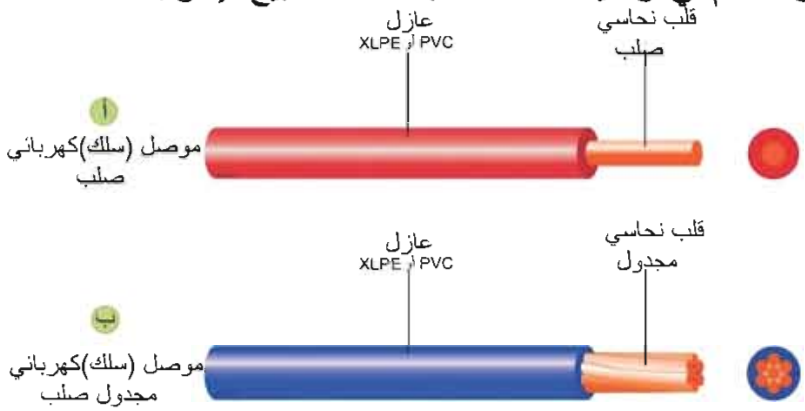
6-1 تركيب الأسلاك والكبلات الكهربائية في المباني

تستخدم الأسلاك والكبلات الكهربائية في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية وفي التمديدات الكهربائية، كما تدخل في صناعة الأجهزة الكهربائية مثل المحولات والمحركات وغيرها.

أ- الأسلاك الكهربائية

يتكون السلك الكهربائي من موصل ذي مقاومة كهربائية منخفضة جدا مثل النحاس يسمى القلب(core) ، تحيط به طبقة من مادة عازلة للكهرباء تسمى العازل الكهربائي. وهناك نوعان رئيسان من الموصلات (القلوب)، هما:

- **القلب(الموصل) المصمت:** يتكون القلب من موصل وأحد صلب مغلف بطبقة عازلة كهربائيا، كما في الشكل (11-أ). والموصل المصمت سهل التصنيع وأرخص ثمنا 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 (11): الموصلات المصمتة والمجدولة.

- **القلب(الموصل) المجدول:** يتكون القلب من عدد من الشعيرات النحاسية مجدولة للمرونة وسهولة الثني، كما في الشكل (11-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 الشعيرات النحاسية المستخدمة في تصنيع الموصل.

✓ تقسيم الموصل إلى شعيرات يرفع قيمة التيار الكهربائي الذي يمكن أن يمرره الموصل بأمان (التيار المقرر للموصل).

ومن أهم المواد المستخدمة في عزل مختلف أنواع الأسلاك والكبلات الكهربائية حاليا:

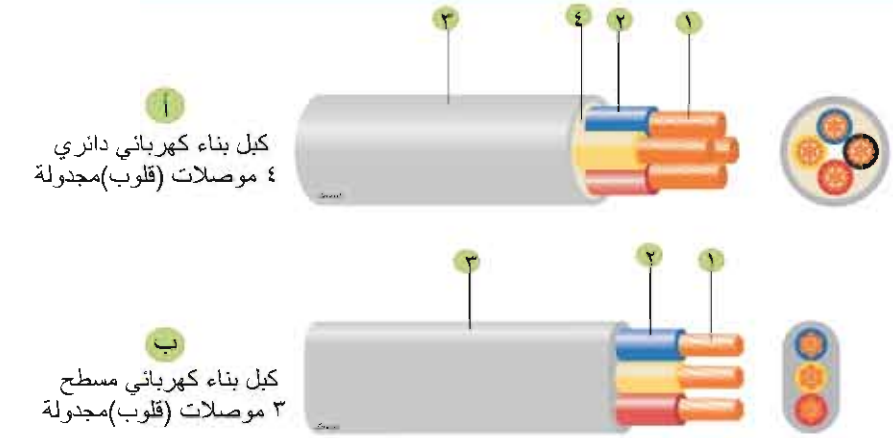
✓ مادة متعدد كلوريد الفينيل(Polyvinyl Chloride) ، أو باختصار البي في سي (PVC). وهي من المواد البلاستيكية التي تلين بالحرارة، وتتحمل مادة البي في سي (PVC) درجات حرارة حتى 70 درجة سلسيوس في التشغيل العادي ،وحتى 160 درجة سلسيوس في حال دارة القصر (الشورت).

✓ مادة متعدد الإيثيلين المترابط شبكيا (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 90 سلسيوس في حال التشغيل العادي، وحتى درجة 250 سلسيوس في حال دارة القصر (الشورت).

ب- الكبلات الكهربائية

يتكون الكبل الكهربائي عادة من عدد من الموصلات المعزولة (عادة 2 أو 3 أو 4)، كما في الشكل (12). وتغلف مكونات الكبل كلها بغلاف واقٍ خارجي مصنوع من مواد مقاومة للتأكل، مثل: البي في سي (PVC)

أو إكس أل بي أي(XLPE). كما في الشكل (3/12). ووظيفة الغلاف الواقي الخارجي حماية مكونات الكبل الداخلية من الرطوبة والمواد الكيميائية وغيرها. ويطبع على الغلاف الخارجي المواصفات الفنية للكبل.
تحاط الموصلات داخل الكبل عادة بحشوة، كما في الشكل (4/12)، وتتمثل وظيفتها في المحافظة على تناسق شكل الكبل الدائري، ومنع احتكاك الموصلات ببعضها ، ومنع الرطوبة والمياه من التغلغل إلى داخل الكبل.



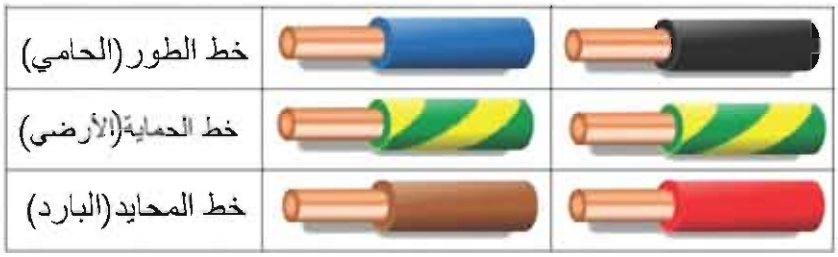
1-قلب مجدول مكون من عدد من الشعرات النحاسية.	3-غلاف خارجي واقي مصنوع من (PVC) أو (XLPE).
2-عازل من (PVC) أو (XLPE).	4-حشوة

الشكل (12): تركيب الكبلات متعددة الموصلات (القلوب).

7-1 الترميز اللوني للأسلاك الكهربائية

عند بناء الدارات الكهربائية يجب التقيد بنظام الترميز اللوني للأسلاك الكهربائية (wire color code) المعتمد، وذلك لتسهيل عمليات التمديد والصيانة وضمان سلامة العاملين في التمديدات الكهربائية. ويتم استخدام الألوان على النحو الآتي، كما في الشكل (13):

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



الشكل (13): نظام الترميز اللوني للأسلاك الكهربائية في الدارات أحادية الطور المنزلية.

8-1 مقاسات الأسلاك الكهربائية

تتوافر الأسلاك والكبلات الكهربائية بمقاسات معيارية مختلفة، وتعدّ مساحة مقطع السلك من أهم العوامل التي تقرر مقدار التيار الكهربائي الذي يمكن للسلك نقله بأمان. والعوامل الأخرى التي تلعب دورا مهما 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).

نظام مقاسات الأسلاك المستخدم في الأردن هو نظام مقاسات الأسلاك الأوربي المتري.كما يستخدم في الأردن ايضا -ولكن بشكل أقل- نظام المقاس الأمريكي للسلك ((American wire gauge (AWG). في نظام مقاسات الأسلاك الأوربي المتري، يمثل مقاس السلك مساحة مقطع السلك بالملمتر المربع (مم2). ويبين الجدول (3) بعض المقاسات المعيارية الشائعة الاستخدام للأسلاك النحاسية وقيمة التيار الكهربائي الذي يمكن أن تمرره هذه الأسلاك بأمان، حسب النظام الأوروبي. ويجب التنويه إلى أنه يفضل استخدام جداول المواصفات والمقاسات الصادرة عن الشركة المصنعة للأسلاك والكبلات الكهربائية المراد استخدامها في المشروع.

الجدول (3): مقاسات معيارية شائعة الاستخدام للأسلاك النحاسية وما تمرره من تيار بأمان.

مساحة المقطع مم2	**التيار المقنن (أمبير)**
1.5	14
2.5	20
4.0	26
6.0	34
10.0	48

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 كلاً من قدرة الجهاز بالواط وفولطية التشغيل.
- حدد قيمة تيار الجهاز الكهربائي المراد تركيبه، وذلك بتقسيم قدرة الجهاز بالواط على فولطية التشغيل بالفولط (عادة 230 فولط للأجهزة المنزلية).
- حدد قيمة التيار المقنن للسك المطلوب بإضافة (10) أمبير كهامش (كعامل) 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 (3) أعلاه، ويفضل استخدام جداول المواصفات والمقاسات الصادرة عن الشركة المصنعة للأسلاك والكبلات الكهربائية المراد استخدامها.

مثال: سخان مياه كهربائي يسحب تياراً مقداره (15) أمبير، أوجد مقاس السلك المناسب لتغذية هذا السخان بالتيار الكهربائي حسب نظام مقاسات الأسلاك الأوروبي المتري.

الجواب: التيار المقنن للسلك المطلوب= 15 أمبير + 10 أمبير=25 أمبير

وحَسب الجدول (3) مقاس السلك المناسب حسب النظام الأوروبي هو (4 مم2).

1-9 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. وفيما يأتي **العدد والأدوات المستخدمة ،وكيفية تعرية الأسلاك وأنواع الوصلات**

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.	
زرادية عادية معزولة.	تستخدم في عمليات الفك والربط، وكذلك قص وثني وتعرية الأسلاك والكبلات الكهربائية.	
زرادية طويلة الفكين (بوز رفيع) معزولة.	تستخدم في عمليات الفك والربط، خصوصا 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 عادة على فتحات تناسب كافة مقاسات الأسلاك الكهربائية شائعة الاستخدام.	
طقم مفكات معزولة.	مفكات البراغي من العدد اليدوية المستخدمة في معظم المهن، ولكن المفكات المستخدمة في أعمال الكهرباء يجب أن تكون ذات مقابض عازلة للكهرباء، كما يفضل أن تكون ساق المفك مغطاة بطبقة عازلة أيضا.	

مفك اختبار سريان التيار الكهربائي(الفولطية).	يحتوي المفك (الفاحص) بداخله على مصباح بيان ومقاومة كهربائية، ويستخدم مفك الاختبار في التحقق من وجود تيار كهربائي من عدمه 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 15 إلى 30 واط للحام العناصر الإلكترونية الدقيقة والأسلاك الكهربائية ذات الأقطار الصغيرة، وقدرات عالية 100 واط إلى 300 واط للحام الأسلاك الكهربائية السميكة.	
مضخة شفط لحام القصدير	تستخدم مضخة شفط لحام القصدير في سحب وإزالة لحام القصدير بعد إذابته باستخدام كاوي اللحام، أثناء عملية فك لحام الوصلات الكهربائية والعناصر الإلكترونية.	
شريط امتصاص لحام القصدير.	عبارة عن شبكة نحاسية، تستخدم في امتصاص لحام القصدير بعد انصهار، باستخدام كاوي اللحام، أثناء عملية فك لحام العناصر الكهربائية أو الإلكترونية.	
سلك لحام القصدير	يتكون سلك لحام القصدير عادة من مادة الرصاص بنسبة 40%، ومادة القصدير بنسبة 60%، وتبلغ درجة حرارة ذوبان لحام القصدير ما بين 183 و190 درجة سلسيوس.	
معجون اللحام (Solder Flux)	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

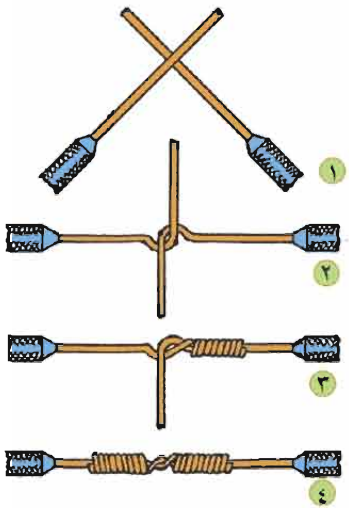
تعد تعرية أطراف الأسلاك والكبلات من أهم العمليات اللازمة لتحضير الأسلاك والكبلات لإجراء التوصيلات المطلوبة. وتعرف التعرية أو التقشير بأنها عملية إزالة العوازل والأغلفة الواقية بالأطوال المناسبة من على أطراف الأسلاك والكبلات الكهربائية. وتستخدم سكين التعرية عادة في إزالة الغلاف الواقي الخارجي للكبل الكهربائي، ثم تستخدم زرادية التعرية بعد ذلك في تعرية أطراف موصلات الكبل.

ج. أنواع الوصلات

يتم توصيل الأسلاك والكبلات الكهربائية ببعضها او بالمقايس والأجهزة بطرائق مختلفة منها:

- **الوصلة المستقيمة**

يوجد طرق مختلفة لتوصيل الأسلاك ببعضها، ومن أكثرها شيوعا الوصلة المستقيمة.ويبين الشكل (14) خطوات عمل الوصلة المستقيمة.ويفضل لحامها بالقصدير قبل عزلها بالشريط اللاصق (التيب)أو الأنابيب المنكمشة بالحرارة لضمان عدم تأكسدها مع الزمن بفعل الرطوبة.



الشكل (14): خطوات عمل الوصلة المستقيمة.

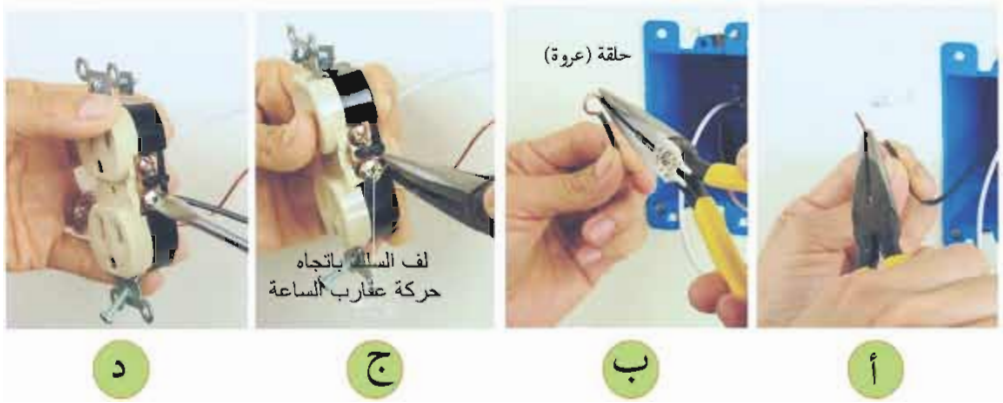
- **وصلات الأسلاك الكهربائية بالبراغي**

تستخدم وصلات البراغي (الكليمنت) 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 (15). ويجب اختيار مقاس وصلة البراغي المناسب لمقاس الأسلاك المراد وصلها.

الشكل (15): وصلات الأسلاك الكهربائية بالبراغي.

- **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 الشكلين (16- أ و ب). وذلك لضمان جودة الوصلة من الناحية الكهربائية والميكانيكية. مع العلم أن الوصلات الرخوة تؤدي إلى حدوث الشرار، واحتراق أجزاء طرف التوصيل على المدى البعيد، وربما تلف الأجهزة الكهربائية وإشعال الحرائق. ويجب التنويه إلى أنه يجب لف طرف السلك الكهربائي حول برغي التوصيل باتجاه حركة عقارب الساعة، كما في الشكل (16-ج)، وذلك كي يتم إغلاق الحلقة (العروة) عند شد برغي التوصيل، كما في الشكل (16-د).



الشكل (16): حلقة (عروة) عند تشكيل طرف السلك الكهربائي على شكل وصله ببرغي التوصيل.

- **وصلات الأسلاك والكبلات الكهربائية الطرفية**

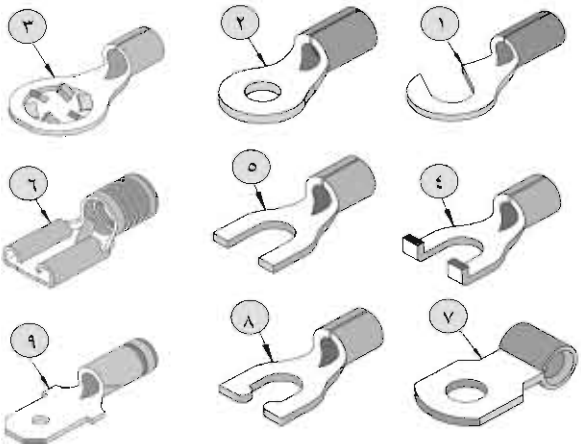
تجهز أطراف الأسلاك والكبلات الكهربائية بوصلات طرفية معدنية من النحاس أو الألومنيوم مختلفة الأشكال، كما في الشكل (17-أ)، تسهل عملية وصل الأسلاك والكبلات الكهربائية بأطراف التوصيل في الآلات والأجهزة واللوحات الكهربائية، كما في الشكل (17-ب). وتركب الوصلات الطرفية على أطراف الأسلاك والكبلات الكهربائية باللحام أو بالكبس، حسب نوعها، ولكن النوع الذي يركب بالكبس هو الأكثر شيوعا.

الشكل (17): وصلات الأسلاك والكبلات الكهربائية الطرفية.

تتكون الوصلة الطرفية، كما يبين الشكل (18-أ)، من: لسان، وأسطوانة، 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 (18-ب). والمقصود بالكبس هنا، هو إعادة تشكيل برميل الوصلة بشكل معين، ليحيط بطرف السلك ويمسك به بقوة، كما في الشكل (18-ج).

الشكل (18): أجزاء وصلة الكبس الطرفية، وطريقة تركيبها على طرف السلك الكهربائي.

تتوافر ألسنة الوصلات الطرفية بعدة أشكال، لتناسب مختلف الاستعمالات، كما في الشكل (19).



1-خطاف.	3-نجمة.	5-مجرفة عادية.	7-حلقية علم (جانبية)	9-وصلة انزلاقية سريعة الفصل أنثى.
2-حلقية.	4-مجرفة معكوفة.	6-وصلة انزلاقية سريعة الفصل ذكر	8-مجرفة كبس.	

الشكل (19):أشكال ألسنة الوصلات الطرفية.

ويتم عادة ترمير ألسنة الوصلات الطرفية لونياً حسب مقاسات الأسلاك التي تستوعبها الوصلات على النحو الآتي:

لون العازل	مقاسات الأسلاك/مم2	
الأحمر	1.5-0.5	
الأزرق	2.5-1.5	
الأصفر	6.0-4.0	

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 الإنترنت عن المخاطر الكهربائية على الإنسان والمنشآت وطرق الوقاية منها،ثم تعاون مع زملائك في تجهيز عرض تقديمي (Power Point) حول الموضوع واعرضه على بقية زملائك تحت إشراف مدربك ،وذلك بهدف توعيتهم الإجراءات الوقائية الواجب اتخذها عند العمل في مجال الكهرباء أو استعمالها.

10-1 التقييم الذاتي

التعليمات

أ- أجب عن الأسئلة الآتية.

ب- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريا.

أسئلة التقييم الذاتي

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة

1. **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.
2. **تسمى ممانعة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها:**
   - أ- المقاومة الكهربائية.
   - ب- الفولطية.
   - ج- التيار الكهربائي.
   - د- الشحنة الكهربائية.
3. **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.
4. **تسمى المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة:**
   - أ- المواد العازلة.
   - ب- المواد شبه الموصلة.
   - ج- المواد الموصلة.
   - د- مواد ذات مقاومة عالية.
5. **تسمى المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي عبرها بسهولة:**
   - أ- المواد العازلة.
   - ب- المواد شبه الموصلة.
   - ج- المواد الموصلة.
   - د- مواد ذات مقاومة منخفضة.
6. **من المواد الموصلة للتيار الكهربائي:**
   - أ- الخشب.
   - ب- الماء النقي.
   - ج- النحاس.
   - د- المواد البلاستيكية.

7. **يسمى التيار الكهربائي المتغير الشدة والاتجاه مع الزمن :**
   أ- التيار المستمر.
   ب- التيار المتناوب.
   ج- تيار شبكة التيار العام.
   د- تيار خط الطور.
8. **يسمى التيار الكهربائي الثابت القيمة والاتجاه مع الزمن :**
   أ- التيار المستمر.
   ب- التيار المتناوب.
   ج- تيار المولدات الكهربائية.
   د- تيار خط الطور.

السؤال الثاني: أكمل الجدول التالي مع إضافة كل من وحدة القياس ورمز وحدة القياس

الكمية الكهربائية	وحدة القياس	رمز وحدة القياس
التيار الكهربائي		
المقاومة الكهربائية		
الفولطية الكهربائية		

السؤال الثالث: علل ما يأتي:
أ- مقاومة الأسلاك الكهربائية غير مرغوب بها، لأنها تسبب:
- ----------.
- ----------.

السؤال الرابع: أذكر العوامل التي تعتمد عليها مقاومة الموصل (السلك) الكهربائي
1) ----------.
2) ----------.
3) ----------.
4) ----------.

السؤال الخامس: سخان مياه كهربائي يسحب تياراً مقداره (20) أمبير، أوجد مقاس السلك المناسب لتغذية هذا السخان حَسب نظام مقاسات الأسلاك الأوربي المتري استخدام الجدول.

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

أسم الخط	لون السلك الواجب استخدامه
خط الطور (الحامي)	
الخط المحايد (البارد)	
خط الحماية (الأرضي)	

11-1 التمارين العملية

● **إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة**

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك وتفوقك، واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- دائما افصل 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 إصابتك 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.

رقم التمرين: (1)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: تعرية أطراف الأسلاك الكهربائية ووصلها.	10ساعات

● **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن:

1. تعري الأسلاك الكهربائية المصمتة والمجدولة باستخدام سكين التعرية أو زرادية التعرية.
2. تعرية الكبلات الكهربائية المتعددة الموصلات باستخدام سكين التعرية أو زرادية التعرية.
3. توصل سلكين بطريقة الوصلة المستقيمة.
4. تصلح كبل ثنائي الموصلات معطوب.
5. تركب أسلاك القابس (الفيش) الكهربائي، حسب المعايير المنصوص عليها في الكودة الأردنية للتمديدات الكهربائية.
6. تجهز أطراف الأسلاك الكهربائية بوصلات الكبس.

● **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

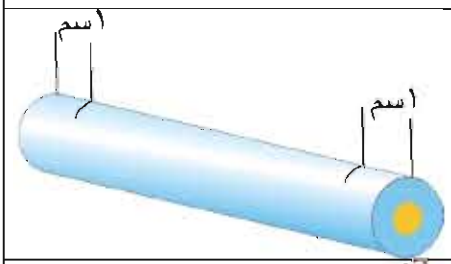
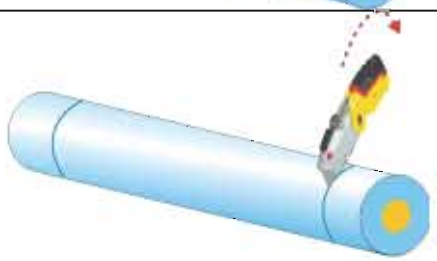
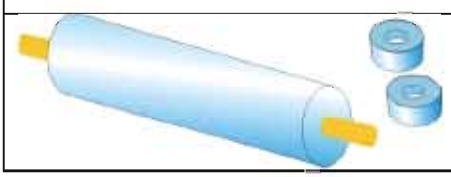
الرقم	الأدوات والتجهيزات والمواد	الكمية	المواصفات
1	قطاعة أسلاك معزولة	1	
2	سكين تعرية أسلاك كهربائية	1	
3	زرادية تعرية أسلاك كهربائية	1	تستوعب مقاسات الأسلاك الكهربائية الدارجة
4	زرادية عادية معزولة	1	
5	زرادية بوز رفيع معزولة	1	
6	مفك اختبار الفولطية	1	

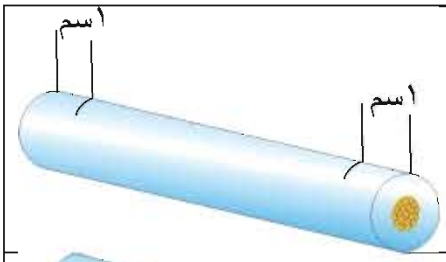
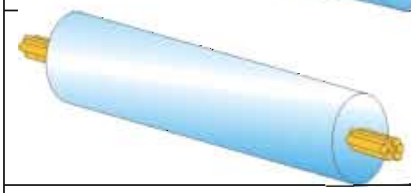
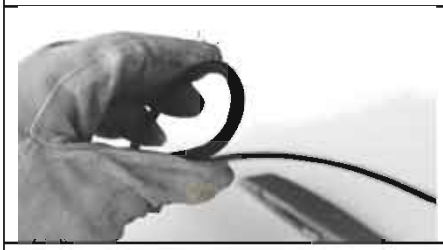
7	طقم مَفكات معزولة	1	عادية ومصلبة
9	سلك نحاسي مصمت	1	مساحة المقطع 1.5 مم2 ،طول 1 متر
10	سلك نحاسي مجدول (شعيرات)	1	مساحة المقطع 1.5 مم2 ،طول1 متر
11	كبل ثنائي الموصلات مجدول	1	مساحة المقطع 1.5 مم2 ،طول1 متر
12	كبل ثلاثي الموصلات مجدول	1	(AWG 18)،1 متر
13	قابس كهربائي	1	13 أمبير
14	كاوي لحام قصدير ولفة لحام قصدير	1	مسدس لحام ثنائي القدرة 30 واط و100 واط.
15	وصلات أسلاك وكبلات طرفية.		مقاسات مختلفة: حمراء، وصفراء، وزرقاء.

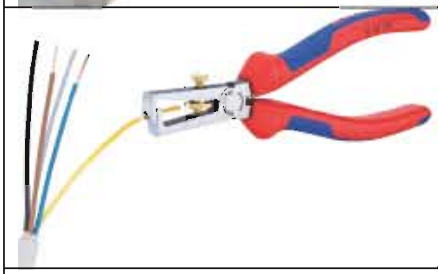
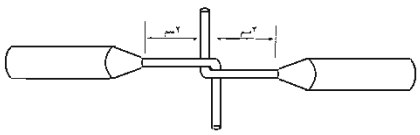
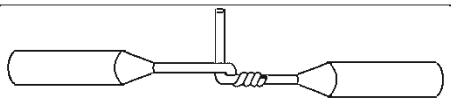
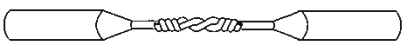
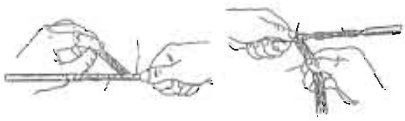
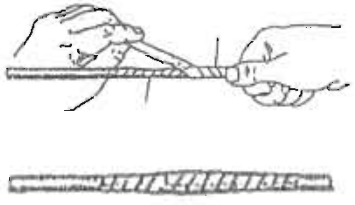
الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

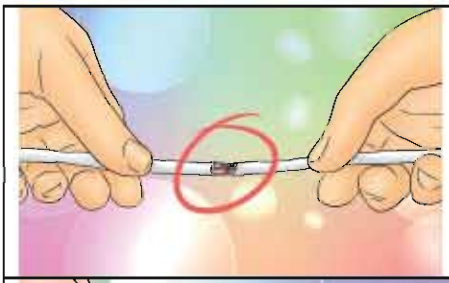
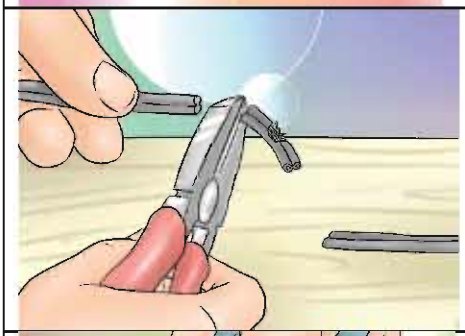
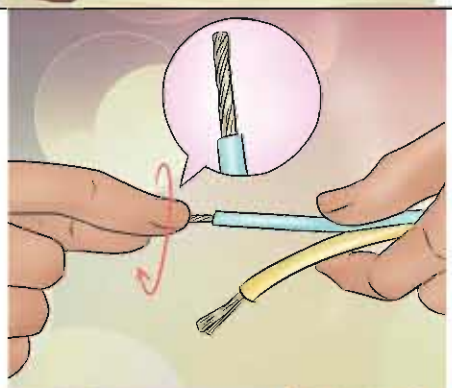
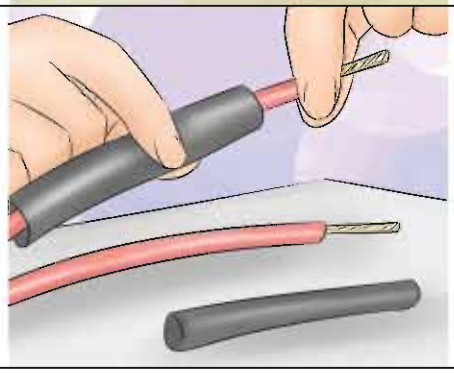
1. نسخة من هذه الوحدة التدريبية (بناء الدارات الكهربائية الأساسية).
2. جداول مواصفات ومقاسات الأسلاك والكبلات الكهربائية المستخدمة في التمرين.

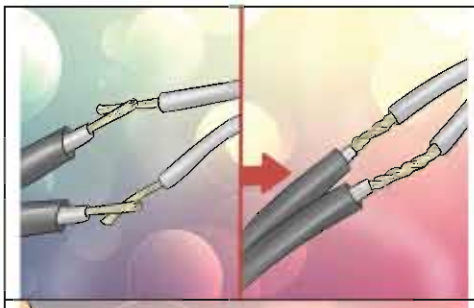
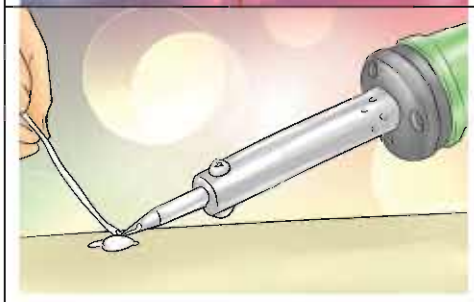
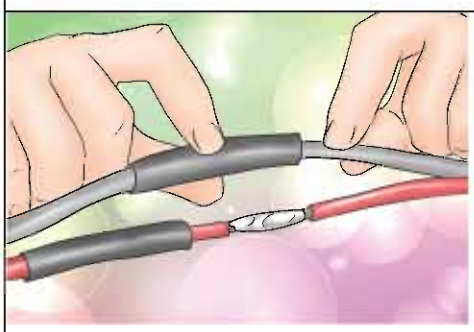
خطوات العمل

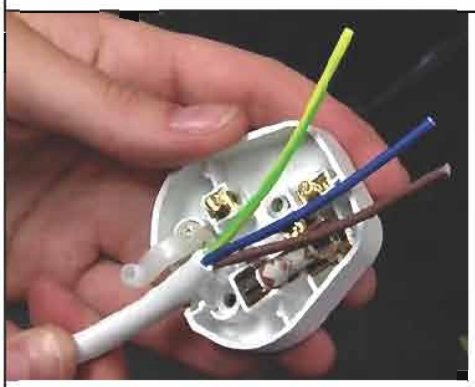
الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	قص قطعة بطول (20) سم من سلك كهربائي مصمت مقاس (1.5) مم2. وعلم الطول المراد تعريته (1 سم) على كلا جانبي السلك، كما في الشكل المقابل.	
2	ارتد القفازات الواقية، واقطع حزاً في محيط عازل السلك عند نقطة العلامة الأولى باستخدام سكين التعرية، كما في الشكل المقابل، مع مراعاة عدم خدش الموصل النحاسي.	
3	انزع بيديك أو بوساطة زرادية طويلة الفكين (بوز رفيع) عن طرف السلك قطعة العازل التي تم قطعها في الخطوة السابقة لتعرية الطرف الأول للسلك الكهربائي.	
4	كرر الخطوات السابقة(2-3) لتعرية الطرف الثاني للسلك.	

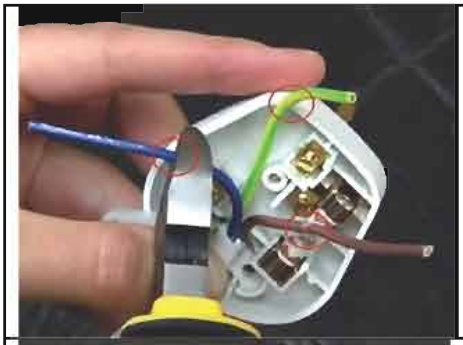
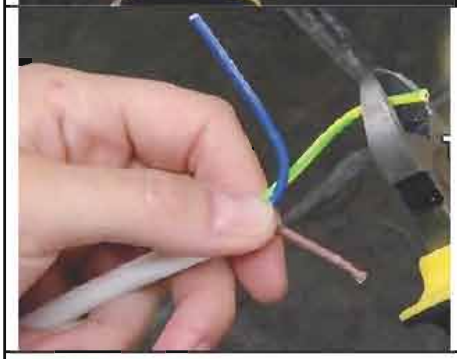
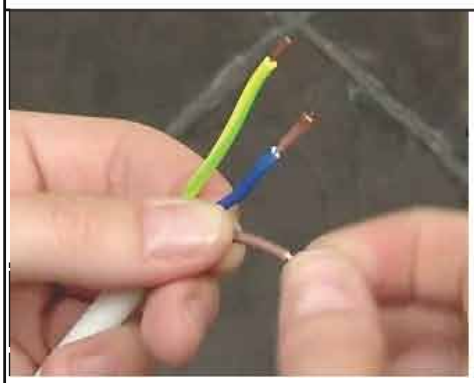
5	قص قطعة بطول (20) سم من سلك كهربائي مجدول (شعيرات) مقاس (1.5) مم2. وعلّم الطول المراد تعريته (1 سم) على كلا جانبي السلك، كما في الشكل المقابل.	
6	كرر الخطوات السابقة (2-4) لتعرية طرفي السلك المجدول بالطوال المطلوب (1سم)، مع مراعاة عدم خدش أو قطع أي من شعيرات الموصل النحاسية.	
1	قص قطعة بطول (20) سم من كبل كهربائي مجدول (شعيرات) مقاس (1.5) مم2.	
2	ارتد القفازات الواقية، وأمسك طرف الكبل المراد تعريته بين أصابعك، كما في الشكل المقابل.	
3	اعمل حزا في محيط الغلاف الواقي للكبل باستخدام سكين التعرية، كما في الشكلين المقابلين. ويجب مراعاة عدم إلحاق الضرر بأسلاك الكبل الداخلية.	
4	انزع بيديك قطعة الغلاف الواقي التي تم قطعها في الخطوة السابقة عن بقية الكبل، كما في الشكلين المقابلين.	

5	ضع أحد أسلاك الكبل في الفتحة المناسبة لمقاسة (1.5) مم2 عند فكي زرادية تعرية الأسلاك الكهربائية، كما في الشكل المقابل. ثم عري طرف السلك، وذلك بالضغط على مقبضي زرادية التعرية، ثم سحبها إلى الخارج باتجاه طرف السلك. ويمكن أثناء ذلك تدوير فكي الزرادية بزاوية 90 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 (1.5) مم2. ثم ضع السلك في الفتحة المخصصة عند مقدمة فكي الزرادية، ثم قمْ بتعرية طرف السلك، وذلك بالضغط على مقبضي زرادية التعرية، ثم سحبها إلى الخارج باتجاه طرف السلك. ويمكن أثناء ذلك تدوير فكي الزرادية بزاوية 90 درجة لتسهيل عملية سحب العازل عن الموصل النحاسي إذا لزم. قُم بتعرية بقية أسلاك الكبل بالطريقة نفسها .	 
1	قص قطعتين بطول (20) سم من سلك كهربائي مقاس (1.5) مم2.	
2	قم بتعرية طرفي السلكين بطول 6 سم باستخدام سكين التعرية.	
3	اثنِ طرفي السلكين المعريين على بعضهما على بعد 2 سم من طرف العازل باستخدام زرادية فك طويل، كما في الشكل المقابل.	
4	لف طرف السلك الأيسر على طرف السلك الأيمن، كما في الشكل المقابل.	
5	لف طرف السلك الأيمن على طرف السلك الأيسر لإتمام الوصلة المستقيمة، كما في الشكل المقابل.	
6	لف شريط عازل حول الوصلة من طرفها الأيسر إلى طرفها الأيمن، كما في الشكل المقابل.	
7	ثم لف الشريط العازل حول الطبقة الأولى من الشريط العازل بالاتجاه المعاكس، من طرفها الأيمن إلى طرفها الأيسر، كما في الشكل المقابل.	

1	قص الجزء التالف من الكبل الثنائي الأسلاك باستخدام قطاعة الأسلاك، كما في الشكلين المقابلين.	 
2	قم بتعرية أطراف الأسلاك بطول 2.5 سم باستخدام زرادية تعرية الأسلاك الكهربائية.	
3	اجدل أطراف الأسلاك التي تم تعريتها باتجاه الجدل الطبيعي لشعيرات السلك، كما في الشكل المقابل.	
4	أدخل في كل طرف من طرفي السلكين المراد وصلهما أنبوب عزل حراري طوله 6 سم تقريبا، كما في الشكل المقابل.	

5	صل طرف كل سلك بالطرف المقابل له بطريقة الوصلة المستقيمة.	
6	صل كاوي اللحام بالمصدر الكهربائي، وانتظر حتى يسخن. ثم نظف رأس كاوي اللحام بوساطة إسفنجة التنظيف، وبيضه بقليل من القصدير، كما في الشكل المقابل.	
7	ضع رأس كاوي اللحام بزاوية 45 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 أسلاك الوصلة. ثم حرك رأس كاوي اللحام وطرف سلك القصدير معا على امتداد الوصل، بحيث يغطي لحام القصدير كافة أجزاء الوصلة.	
6	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.	

1	اعمل حزا 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.	
2	انزع بيديك قطعة الغلاف الواقي التي تم قطعها(فصلها) في الخطوة السابقة عن بقية الكبل، كما في الشكل المقابل.	
3	فك غطاء القابس، واقرأ الرموز المسجلة على القاعدة البلاستكية بجانب مسامير القابس، لتحديد مكان وصل أسلاك الكبل الثلاثة (الحامي، والبارد ، والحماية). ويجب أنه يتم استخدام الألوان على النحو الآتي: ✓ اللون الأحمر أو البني يستخدمان للخط الحامي(Phase). ✓ اللون الأزرق والأسود يستخدمان للخط البارد (Neutral). ✓ اللون الأخضر المخطط بالأصفر يستخدم لخط الحماية (Ground).	
4	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).	

5	قص أطراف أسلاك الكبل الثلاثة بالأطوال المطلوبة، حسب العلامات التي تم وضعها في الخطوة السابقة.	 
6	قم بتعرية أطراف أسلاك الكبل الثلاثة بطول 1 سم باستخدام زرادية تعرية الأسلاك الكهربائية.	
7	اجدل شعيرات كل طرف باتجاه الجدل الطبيعي للسلك، لتشكيل أطراف صلبة.	

8	أدخل أطراف الأسلاك داخل فتحات التثبيت على مسامير القابس مع مراعاة ألوان الأسلاك، ثم شد براغي تثبيت الأسلاك باستخدام مفك مناسب، كما في الشكل المقابل.	
9	ثبت مربط الكبل البلاستيكي على عنق الكبل، وشد برغي تثبيته، كما في الشكل المقابل.	
10	ضع غلاف القابس في مكانه فوق قاعد القابس، وثبته في مكانه باستخدام برغي تثبيت غلاف القابس، كما في الشكل المقابل.	
1	قص قطعة بطول (20) سم من سلك كهربائي مجدول مقاس (2.5) مم2.	
2	اختر وصلة الكبس الحلقية المناسبة لمقاس السلك. مع العلم أنه يستخدم الترميز اللوني للدلالة على مقاس وصلات الكبس.	
3	قس طول برميل وصلة الكبس الحلقية باستخدام المسطرة الفولاذية.	
4	قم بتعرية طرف السلك بطول مساوٍ لطول برميل وصلة الكبس المراد تثبيتها على طرف السلك.	

5	اجدل شعيرات طرف السلك باتجاه الجدل الطبيعي للسلك، لتشكيل طرف صلب.	
6	أدخل طرف السلك في أسطوانة وصلة الكبس الحلقية.	
7	ضع أسطوانة وصلة الكبس الحلقية بين فكي زرادية الكبس، في فتحة الكبس ذات المقاس المناظر لمقاسها، كما في الشكل المقابل.	
8	اضغط بقوة على ذراعي الزرادية لتشكيل أسطوانة الوصلة لتمسك بقوة بطرف السلك الكهربائي.	
9	بعد الانتهاء من كبس الوصلة، حاول سحب وصلة الكبس الحلقية عن طرف الموصل بيديك، كما في الشكل المقابل، لتأكد من متانتها الميكانيكية.	
10	اجمع العدة ونظفها وخزنها حسب تعليمات الشركة الصانعة ومكان العمل.	

هدف التعلم الثاني

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك ان تصبح قادراً على أن: تقيس الكميات الكهربائية الأساسية.

أنشطة التعلم	المصادر
المادة التعلمية	الوحدة التدريبية
تنفيذ التمارين العملية	المشغل/ بإشراف المدرب
3-زيارة المواقع الإلكترونية	العلوم | التيار الكهربائي و الدارة الكهربائية https://www.youtube.com/watch?v=kepCl9HFBoU شرح استخدامات الملتميتر في المنزل https://www.youtube.com/watch?v=3dd3dHRhGko&t=380s
التدريب الميداني	

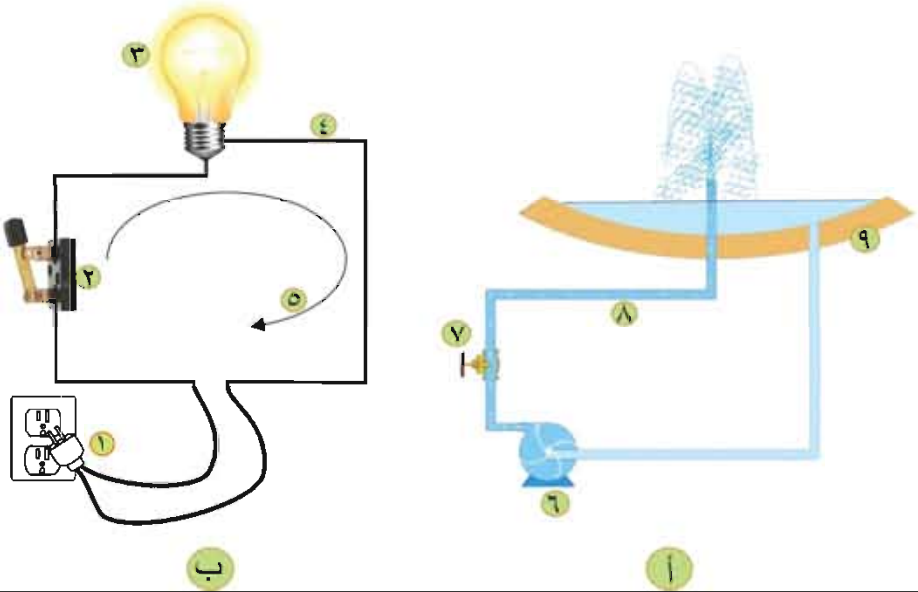
2 ـ قياس الكميات الكهربائية الأساسية

تعد أجهزة القياس الكهربائية من المستلزمات الضرورية للعاملين في مهن الكهرباء، فبوساطتها تتمكن من قياس قيم المقاومة والفولطية والتيار الكهربائي وغيرها من الكميات الكهربائية، كما تبرز الحاجة إليها في أعمال الفحص والصيانة والمراقبة والمتابعة للأعمال الكهربائية. وقبل القيام بقياس هذه الكميات، لا بد من التعرف على المكونات الأساسية للدارة الكهربائية.

2-1 الدارة الكهربائية البسيطة

تتكون الدارة الكهربائية في أبسط أشكالها من المكونات الأساسية التالية، كما في الشكل(21-ب):

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



1-مصدر كهربائي	3-حمل كهربائي	5-اتجاه تيار الإلكترونات.	7-صمام.	9-حوض نافورة الماء.
2-مفتاح	4-موصلات	6-مضخة الماء.	8-أنابيب الماء.	

الشكل(21): وجهه الشبه بين الدارة الكهربائية ودارة المياه.

2- **الحمل الكهربائي:** وهو عبارة عن جهاز كهربائي يؤدي عملا نافعا، كالمصباح أو السخان أو المحرك.

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

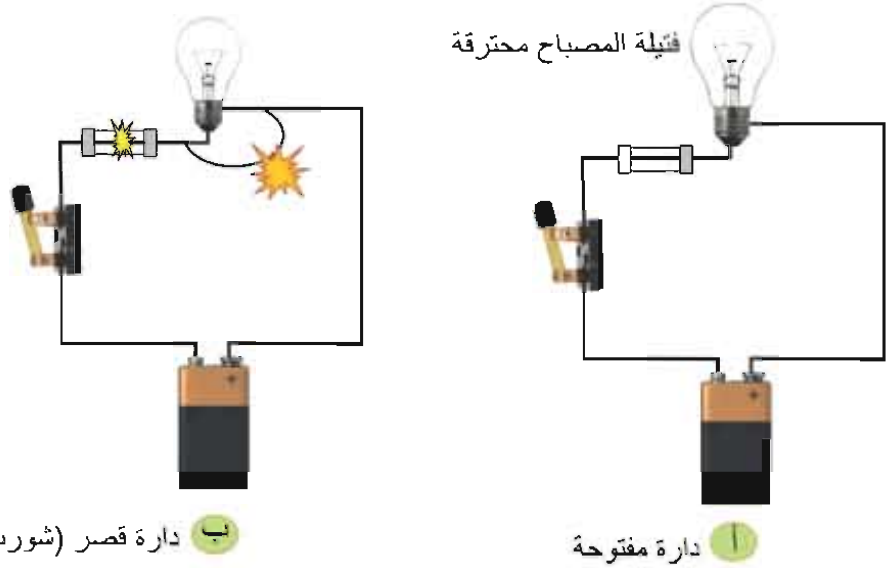
4- **مفتاح الكهربائي:** يمكن إضافة مفتاح إلى الدارة يوصل التيار بالحمل الكهربائي أو يفصله عنه.

إن سريان التيار في الدارة الكهربائية يشبه جريان الماء في أنابيب شبكة أنابيب المياه، فالشكل (21-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 ضغطا كافيا لدفعه في الأنبوب، أما في الدارات الكهربائية كتلك المبينة في الشكل (21-ب)، يقوم مصدر التيار الكهربائي العام في المنزل بتوفير الضغط الكهربائي (الفولطية) اللازم لسريان التيار، ويظهر المفتاح وكأنه صمام يسمح بمرور التيار الكهربائي أو يمنعه.

2-2 مفهوم الدارة المفتوحة والمغلقة ودارة القصر

تكون الدارة الكهربائية مغلقة عندما تكون عناصر الدارة متصلة ببعضها بحيث تمثل ممرا للتيار الكهربائي من أحد طرفي المصدر إلى طرفه الآخر عبر الحمل، كما في الشكل (21- ب). وتكون الدارة الكهربائية مفتوحة عندما يكون أحد مكوناتها معطوبا أو مفصولا بحيث يمنع مرور التيار الكهربائي في الدارة الكهربائية، كما في الشكل (22- 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. تقول بأنه حصل قصرا (شورت) في الدارة (short circuit). ويحدث القصر في الدارة الكهربائية عن أسباب عدة، كسوء عزل الوصلات أو توصيل خاطئ في الأسلاك، كما في الشكل (22- ب). لذلك يتم إضافة مصهر (Fuse) لحماية عناصر الدارة من التيار المفرط. ويحتوي المصهر عادة على سلك أو شريط معدني مصمم لينصهر إذا ما تجاوز التيار الكهربائي المار فيه قيمة محددة.

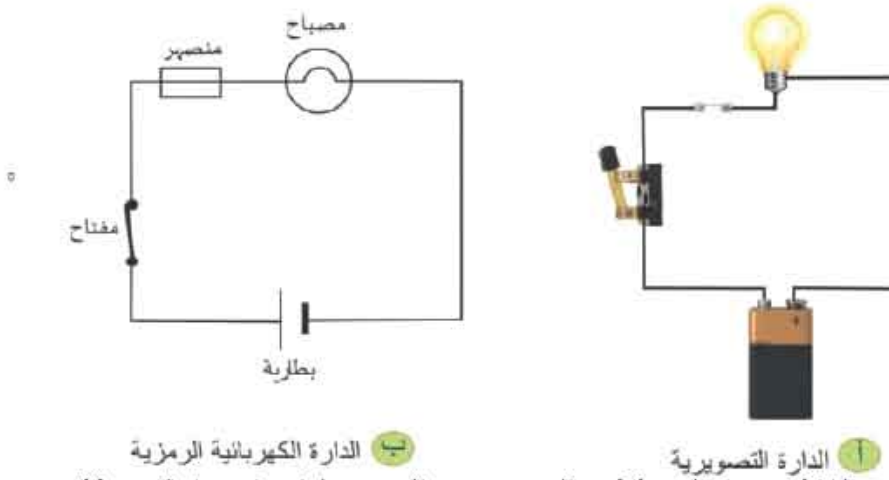


الشكل(22): مفهوم الدارة المفتوحة ودارة القصر.

2-3 رموز العناصر الكهربائية

يبين الشكل (23) المخططين التصويري والرمزي لدارة كهربائية بسيطة تحتوي على مصباح وبطارية جافة. وبالرغم من إمكانية رسم مثل هذه الدارات البسيطة بالطريقة المبينة في الشكل (23-أ)، غير أنه من الصعب

استخدام هذه الطريقة في رسم الدارات المعقدة. ولهذا السبب يتم استعمال مخططات رمزية كالمبينة في الشكل (23-ب) والتي تستخدم رموزا تمثل مكونات الدارات الكهربائية.

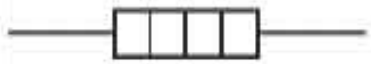


الشكل(23): المخططين التصويري والرمزي لدارة كهربائية بسيطة.

وقبل قراءة هذه المخططات يجب التعرف إلى الرموز الكهربائية التي تحتويها. فمثلا، يرمز للبطارية بخط طويل يشير إلى القطب الموجب، وبآخر قصير يشير إلى القطب السالب، ويبين الجدول (5) التالي رموز بعض العناصر الكهربائية.

الجدول(5): 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	
عنصر تسخين كهربائي	
مصهر	

4-2 قانون أوم

يوضح قانون أوم العلاقة التي تربط الكميات 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 تناسبا طرديا مع فولطية المصدر وعكسيا مع مقاومة الدارة"، ويعبر عنه رياضيا بالمعادلة التالية:

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

حيث أن: (I) = شدة التيار ، معبرا عنه بالأمبير.
(V) = الفولطية، معبرا عنها بالفولط.
(R) = المقاومة، معبرا عنها بالأوم.

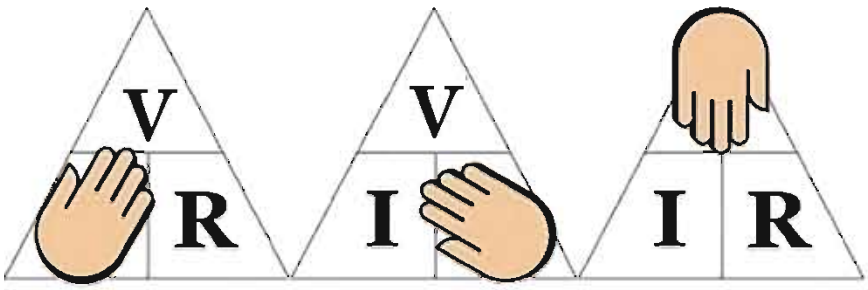
ومن هذا القانون نستنتج أن:

- الفولطية $(V) = R \times I$
- المقاومة $(R) = \frac{V}{I}$

إن البطارية أو المولد هو مصدر الفولطية في الدارة الكهربائية، والفولطية هي 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 الفولطية والتيار والمقاومة هي استخدام مثلث قانون أوم المبين في الشكل (24)، ولتستخدم هذا المثلث، غطِ بأصبعك قيمة الكمية الكهربائية المجهولة، فتظهر العلاقة التي تعطي الكمية المجهولة المطلوب حسابها، كما في الشكل (24-ب).



الشكل(24): مثلث قانون أوم.

مثال: مصباح سيارة يعمل ببطارية فولطيتها (12) فولط، فإذا كانت مقاومته (6) أوم، فما شدة تياره؟

الحل: التيار $= \frac{V}{R} = \frac{12}{6} = 2$ أمبير

مثال: سخان إذابة جليد يعمل بفولطية (230) فولط ويسحب تيارا مقداره (3) أمبير، فما قيمة مقاومته؟

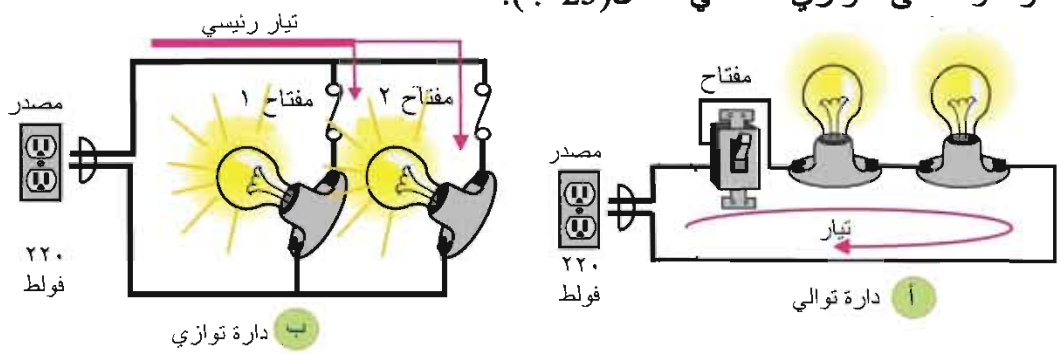
الحل: المقاومة $= \frac{V}{I} = 230/3 = 76.66$ أوم

5-2 أنواع الدارات الكهربائية

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

- دارات التوالي.
- دارات التوازي.

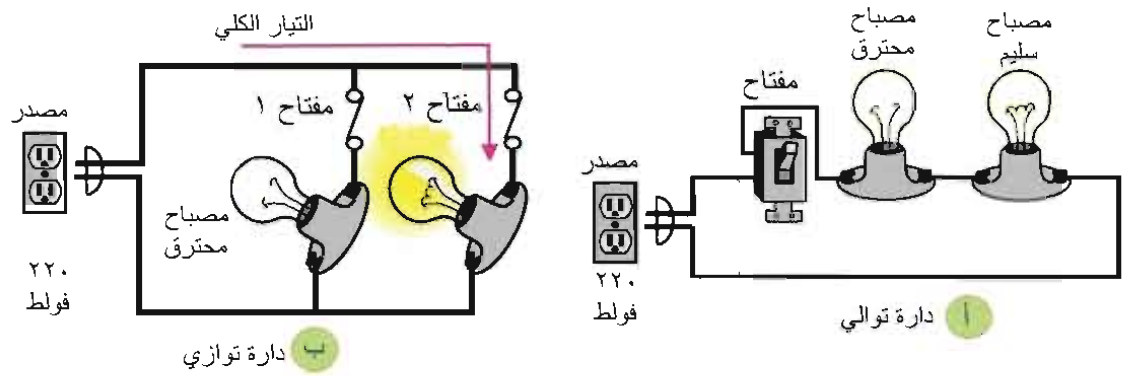
في الدارة الكهربائية الموصولة عناصرها على التوالي يسلك التيار الكهربائي طريقاً وأحدة فقط، كما في الشكل(25-أ). وعند وجود أكثر من مسلك أو طريق للتيار الكهربائي في دارة ما، فإن هذه الدارة تسمى الدارة الكهربائية الموصولة على التوازي، كما في الشكل(25-ب).



الشكل(25): دارات التوالي والتوازي.

إذا قارنت بين دارة كهربائية فيها مصباحان موصولان على التوالي، كما في الشكل(25-أ)، ودارة أخرى فيها مصباحان موصولان على التوازي، كما في الشكل(25-ب). 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.



الشكل(26): دارات التوالي والتوازي.

كما يمكن أيضاً ملاحظة ، أن كل المصابيح في دارة التوازي تعمل بشكل مستقل عن بعضها. فإذا احترق أحدها أو قطع السلك فيه، كما في الشكل (26-ب)، فإن كل المصابيح الأخرى تستمر في العمل بشكل طبيعي والمصباح المحترق يسهل معرفته وتبديله. أما احتراق أحد المصابيح أو أي عنصر أخر في دارة التوالي، فسيؤدي إلى انقطاع التيار الكهربائي عن بقية المصابيح، وكافة أجزاء دارة التوالي، كما في الشكل (26-أ).
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 (230) فولط. ويوصل كل حمل كهربائي بالمصدر بوساطة خطين هما خط الحامي (الطور) والخط البارد (المحايد)، وبهذا يحصل كل حمل على فولطية المصدر (230) فولط. ويزود كل حمل كهربائي بمفتاح تحكم خاص به، بحيث يمكن التحكم به بشكل مستقل عن بقية الأحمال الكهربائية.

6-2 القدرة 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 أو الكيميائية أو الضوئية أو الحرارية إلى طاقة كهربائية، ويمكن أن تستخدم الأجهزة الكهربائية للحصول على أشكال مختلفة للطاقة، فمثلا 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 الوأحدة، أي أنها تعبر عن معدل استهلاك الطاقة الكهربائية، وبالتالي فإن:

القدرة = الطاقة بالجول ÷ الزمن بالثواني.

تعرف وحدة قياس القدرة بـ "الجول في الثانية"، وتسمى أيضا بـ "الواط" تكريما 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 تناسبا طرديا مع التيار والفولطية، ويعبر عنه رياضيا بالمعادلة التالية:

القدرة= الفولطية × التيار

$$P = V \times I$$

وتقاس القدرة بوحدة الواط، وبما أن الواط وحدة صغيرة فإنها لا تلائم كافة التطبيقات العملية، لذا يستخدم الكيلوواط كوحدة عملية لقياس القدرة، ويساوي (1000) واط، ويرمز له بالحرفين (KW).

حيث أن: القدرة بالواط = (P) شدة التيار بالأمبير = (I) الفولطية بالفولط = (V)

ومن هذا القانون تستنج أن التيار الكهربائي (I) يساوي:

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

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

وهذا يعني أن التيار يتناسب تناسباً طردياً مع القدرة وتناسباً عكسيا مع الفولطية.

مثال: سخان كهربائي فولطيته (230) فولط، يسحب تيارا مقداره (5) أمبير، احسب:

أ-قدرة السخان بالواط. ب-قدرة لسخان بالكيلوواط.

الحـل: أ-القدرة بالواط (P) = I × V = 230 × 5= 1150 واط

ب-القدرة بالكيلوواط = 1150 ÷ 1000 = 1.15 كيلوواط

مثال: فرن كهربائي قدرته (5) كيلوواط، يعمل بفولطية (230) فولط، فما شدة التيار الذي يسحبه الفرن.

الحـل: التيار =القدرة÷ الفولطية= 5000÷230=21.74 أمبير.

ب- القدرة الحصانية

تعطى قدرة المحركات والمضخات الكهربائية في بعض الأحيان بوحدة الحصان الميكانيكي أو القدرة الحصانية (Horse Power)، والحصان الميكانيكي العادل تعادل (746) واط، ويرمز للقدرة الحصانية بالحرفين (HP)، ويجب أن تتذكر أن الحصان الوأحد يساوي (0.75) كيلوواط تقريبا.

7-2 القدرة في دارات التيار المتناوب

في دارات التيار المستمر التي تحتوي على مقاومات فقط، يعبر عن الناتج الحقيقي للقدرة بحاصل ضرب الفولطية في التيار، فإذا تدفق تيار قيمته (6) أمبير في دارة كهربائية تحتوي مقاومة كهربائية فولطيتها (100) فولط، فإن قدرتها الحقيقية تساوي (600) واط، حسب قانون القدرة التالي:

القدرة الحقيقية (P) = I × V = 100 × 6 = 600 واط.

أما في دارات التيار المتناوب التي تحتوي على ملفات أو مكثفات كهربائية، فإن حاصل ضرب الفولطية في التيار لا يمثل القدرة الحقيقية بالواط، وإنما يسمى القدرة المقيسة أو الظاهرية وتقاس بالفولط أمبير، ويرمز لها بالحرفين (VA). وللتعبير عن قدرتها الحقيقية تضرب هذه القيمة في معامل يعرف باسم معامل القدرة (Power Factor)، ويرمز له بالحرفين (P.F)، وبهذا فإن:

القدرة الحقيقية (P) = P.F × I × V.

أ. معامل القدرة (Power Factor)

في دارات التيار المستمر، إذا كانت القدرة المقيسة (Measured Power) مساوية للقدرة المستهلكة (Consumed Power)، يقال عندها أن معامل القدرة (Power Factor) يساوي (1) أو (100%). أما في دارات التيار المتناوب، فلا يوجد معامل قدرة بقيمة (1) إلا عندما يكون التيار والفولطية يسيران معاً في وقت وأحد كما في الدارات التي تحتوي على مقاومات فقط، ولكنها إذا احتوت على ملفات ومكثفات كما في دارات المحركات التأثيرية ذات المكثف، فيكون معامل قدرتها أقل من (1) أي أقل من (100%)، وتكون قدرتها المستهلكة أقل من القدرة المقيسة (الفولطية × التيار) بسبب تأخر أو تقدم التيار عن الفولطية نتيجة المقاومة الحثية أو السعوية، فمثلاً إذا كانت القدرة المقيسة (2000) واط وكانت القدرة المستهلكة (1,700) واط، يكون معامل القدرة (85%) حسب المعادلة الرياضية التالية:

معامل القدرة (PF) =القدرة المستهلكة/القدرة المقيسة × 100 =

1700/200× 100 = 85%

ومما يجدر ذكره أن للمحركات التأثيرية الصغيرة معامل قدرة منخفض قد يبلغ (60%) تقريباً، وهذا يعني أنه يمكن الاستفادة من (60%) من التيار المسحوب من المصدر لإعطاء عمل مفيد، وهذا يفسر وجود مكثفات في

بعض أنواع هذه المحركات بهدف تحسين معامل قدرتها، ومن هنا جاءت أهمية تحسين هذا المعامل (معامل القدرة).

ب. تحسين معامل القدرة (Power Factor Improvement)

يمكن تحسين معامل القدرة بإضافة مكثفٍ ذي سعةٍ مناسبة بالتوازي مع الحمل الكهربائي، فيؤدي إلى انخفاض قيمة التيار الذي يسحبه الحمل الكهربائي، ويصبح بالإمكان استخدام أسلاك وموصلاتٍ ذات أقطارٍ أصغر لتغذية الحمل.

مثال: محرك كهربائي تأثيري يعمل بفولطية (230) فولط، ويسحب تياراً مقداره (10) أمبير، فإذا كان معامل قدرته (0.6)، فما قدرة المحرك الحقيقية.

الحل: القدرة الحقيقية $(P) = V \times I \times P.F = 230 \times 10 \times 0.6 = 1380$ واط.

مثال: محرك كهربائي تأثيري قدرته (2000) واط، يعمل بفولطية (230) فولط، فإذا كان معامل قدرته (0.7)، فما شدة التيار الذي يسحبه المحرك.

الحل: شدة التيار $(I) = \frac{P}{V \times P.F} = 2000/230 \times 0.7 = 12.4$ أمبير.

مثال: محرك كهربائي تأثيري قدرته (2.5) كيلواط، وفولطيته (230) فولط:

أ- جد شدة التيار الذي يسحبه المحرك إذا كان معامل قدرته (0.6).

ب- إذا تم تحسين معامل قدرة المحرك بإضافة مكثف ذي قيمة مناسبة على التوازي مع المحرك بحيث أصبحت قيمة هذا المعامل (0.95)، جد شدة التيار الذي يسحبه المحرك في هذه الحال.

الحل: أ- شدة التيار $(I) = \frac{P}{V \times P.F} = 2500/230 \times 0.6 = 18$ أمبير.

ب- شدة التيار (I) عند تحسين المعامل $= \frac{P}{V \times P.F} = 2500/230 \times 0.95 = 11.4$ أمبير.

لاحظ انخفاض قيمة التيار الذي يسحبه المحرك بعد تحسين معامل قدرته.

8-2 الطاقة الكهربائية المستهلكة

تحسب الطاقة الكهربائية المستهلكة(Consumed Electrical Energy) 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(27)، والتي بموجب قراءتها يحاسب عليها المستهلك.

الشكل(27): عداد قياس الطاقة الكهربائية.

مثـــال: مدفأة كهربائية قدرتها (2) كيلوواط، تعمل لمدة (8) ساعات، احسب:

أ- الطاقة الكهربائية المستهلكة في هذه الفترة.

ب- تكاليف هذه الطاقة إذا كان سعر الكيلوواط. ساعة (30) فلسا.

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

الطاقة الكهربائية المستهلكة (كيلوواط. ساعة) = 2× 8= 16 كيلوواط. ساعة

ب-تكاليف الطاقة الكهربائية المستهلكة = الطاقة المستهلكة × الزمن

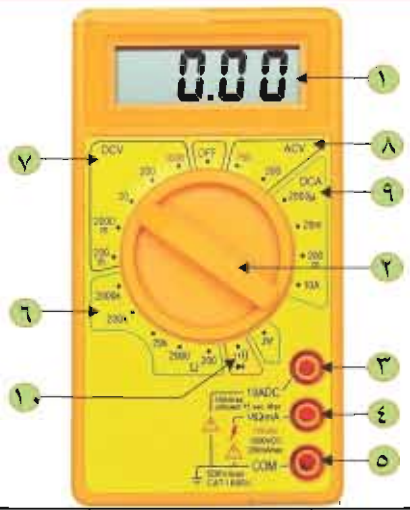
تكاليف الطاقة الكهربائية المستهلكة = 16 × 30 = 480 فلسا.

9-2 أجهزة القياس الكهربائية

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

أ- الجهاز متعدد القياسات الرقمي

يقيس هذا الجهاز التيار الكهربائي بنوعيه المستمر والمتناوب، والفولطية بنوعيها المستمر والمتناوب، إضافة إلى المقاومة الكهربائية.



1-شاشـــة العرض.	3-مقبس قياس التيار المستمر 10 أمبير(10A).	5-المقـــــبس المشترك (COM).	7-مجال قياس الفولطية المستمرة(DCV).	9-مجال قياس التيار المستمر (DCA).
2-مفتـــاح الاختيار.	4-مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيـــار المســـتمر بـــالملي أمبير (VΩmA).	6-مجـال قيـاس المقاومة(Ω).	8-مجال قياس الفولطية المتناوبة (ACV).	10-فحـــــص الاستمرارية.

الشكل(28): واجهة الجهاز الرقمي متعدد القياسات (DM).

تصنف أجهزة الأفوميتر إلى نوعين: التماثلي (Analog)، والرقمي (Digital)، و ستتعرف في هذه الوحدة على النوع الرقمي، وذلك لدقته وسهولة استخدامه وشيوعه، هذا بالإضافة إلى اشتمال الأجهزة الرقمية الحديثة على إمكانيات إضافية مفيدة في مجال صيانة الدارات الكهربائية والإلكترونية مثل: فحص الاستمرارية (Continuity test)، وفحص المواسعات (المكثفات) الكهربائية، وفحص العناصر الإلكترونية مثل الثنائيات والترانزستورات. ونظرا للمهام المتعددة التي يقوم بها جهاز القياس الرقمي الحديث، فقد اصطلح على تسميته "الجهاز الرقمي متعدد القياسات" " Digital Multimeter (DM)". ويبين الشكل (28) واجهة الجهاز الرقمي متعدد القياسات (DM).

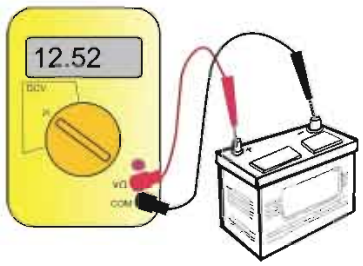
ب- طريقة استخدام الجهاز متعدد القياسات الرقمي

يتم استخدام الجهاز متعدد القياسات الرقمي كما يلي:

أولا: قياس الفولطية للتيار 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 (29).
- 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 1.5، ضع مفتاح الاختيار على 2000 ملي فولط أي 2 فولط (2000 mV). أما إذا كنت بصدد قياس فولطية بطارية 6 أو 9 أو12 فولط فضع مفتاح الاختيار على 20 فولط (20 V)، كما في الشكل (29). أما إذا كنت تجهل قيمة الفولطية المراد قياسها، فضع مفتاح الاختيار على أعلى قيمة فولطية مستمرة يمكن قياسها بواسطة الجهاز، وهي 1000 فولط (1000V)، وبناء 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 (29). 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).

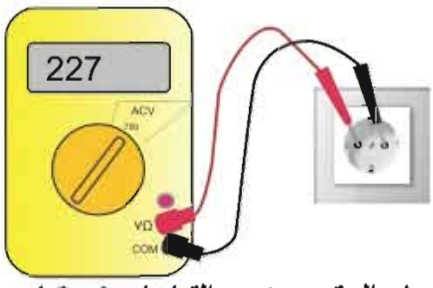


الشكل(29): استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات في قياس الفولطية المستمرة (DCV).

ثانيا: قياس الفولطية للتيار المتناوب (ACV)

لقياس الفولطية للتيار المتناوب اتبع الخطوات التالية:

- ضع المجس السالب (الأسود) في المقبس المشترك (COM)، وضع المجس الموجب (الأحمر) في مقبس قياس الفولطية والمقاومة والتيار بالملي أمبير(VΩmA). كما في الشكل (30).
- 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 (230) فولط، ضع مفتاح الاختيار على 750 فولط (750 V) كما في الشكل (30).
- ضع مجسي الجهاز على طرفي المصدر أو الحمل الكهربائي المراد قياس فولطيته، كما في الشكل (30).
- سجل قراءة الجهاز.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).

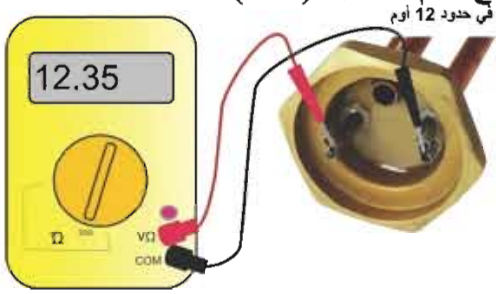


الشكل(30): استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات في قياس الفولطية المتناوبة (ACV).

ثالثا: 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 (31).
- 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 مقاومة عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي حوالي (12) أوم، ضع مفتاح الاختيار على 200 أوم، كما في الشكل (31). مع العلم أن مدى القياس 200 أوم مناسب لقياس مقاومة الكثير من العناصر الكهربائية ذات المقاومة الكهربائية المنخفضة (أقل من وأحد أوم) مثل: المصهرات، والأسلاك الكهربائية، والمفاتيح والقواطع الآلية الكهربائية وهي في وضع التوصيل.
- افصل التغذية الكهربائية عن العنصر الكهربائي المراد قياس مقاومته.
- افصل أحد طرفي العنصر الكهربائي المراد قياس مقاومته.
- ضع مجسي الجهاز على طرفي العنصر الكهربائي المراد قياس مقاومته الكهربائية، كما في الشكل (31).
- سجل قراءة الجهاز.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).



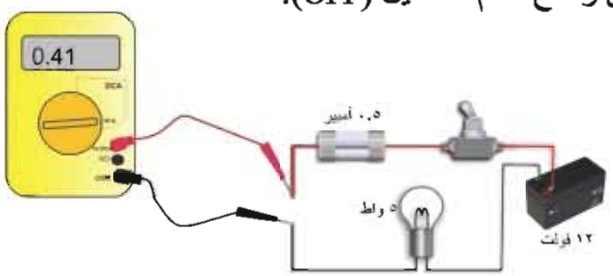
الشكل(31): استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات في قياس المقاومة الكهربائية.

رابعا: 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 10 أمبير(10A). كما في الشكل (32).
- ضع مفتاح الاختيار على مدى القياس 10 أمبير (10A) 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 (32).

- أعد وصل المصدر الكهربائي بالحمل، ثم سجل قراءة التيار التي تظهر على شاشة الجهاز. إذا تبين لديك أن قيمة التيار صغيرة جدا (أقل من 0.2 أمبير(200mA)، فبإمكانك 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 200 ملي أمبير (200mA) في قسم قياس التيار الكهربائي المستمر (DCA) على واجهة الجهاز.
- أعد وصل المصدر الكهربائي بالحمل، ثم سجل قراءة التيار التي تظهر على شاشة الجهاز.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).



الشكل(32): استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات في قياس التيار المستمر.

تنويه: معظم الأجهزة الرقمية لمتعدد 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 (33)، أي بدون الحاجة لقطع الموصل ووصل الجهاز بالتوالي مع الحمل الكهربائي، كما هو الحال مع أجهزة قياس التيار الكهربائي التقليدية.

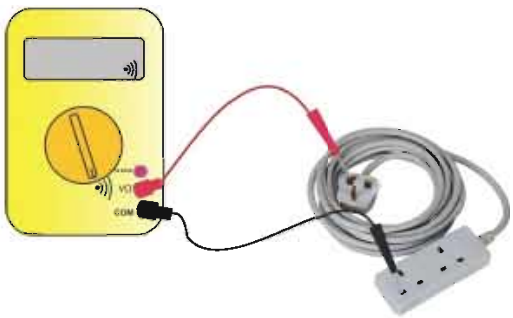
الشكل (33): الجهاز الرقمي متعدد القياسات ذي الفك.

خامسا: فحص الاستمرارية

فحص الاستمرارية (Continuity Test) هو من أهم الفحوصات التي يتم إجراءها أثناء عمليات اكتشاف الأعطال في الدارات الكهربائية والإلكترونية، حيث يجرى فحص الاستمرارية للتحقق من سلامة التوصيلات الكهربائية من أسلاك وكبلات ومقابس وقوابس، وكذلك للتحقق من سلامة كافة العناصر

الكهربائية ذات المقاومة الكهربائية المنخفضة (من أقل من 1 أوم إلى 100) مثل: المصهرات، والمفاتيح والقواطع الآلية الكهربائية، والمصابيح المتوهجة، وملفات المحولات والمحركات الكهربائية. ولإجراء فحص الاستمرارية لأي عنصر كهربائي ذي مقاومة منخفضة باستخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات، اتبع الخطوات التالية:

- افصل المصدر الكهربائي عن الدارة الكهربائية.
- 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 (34).
- ضع مفتاح الاختيار على فحص الاستمرارية، كما في الشكل (34).
- ضع مجسي الجهاز على طرفي العنصر الكهربائي المراد فحص على استمراريته، كما في الشكل (34). 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 على أن مفتاح العنصر الكهربائي معطوب (مقاومته عالية أو غير موصول) وليس بإمكانه تمرير التيار الكهربائي.
- ضع مفتاح الاختيار على وضع عدم التشغيل (OFF).



الشكل (34): فحص الاستمرارية باستخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات.

10-2 التقييم الذاتي

التعليمات

أ- أجب عن الأسئلة الآتية.

ب- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريا.

أسئلة التقييم

السؤال الأول

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1- المكونات الأساسية للدارة 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.

2- 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.

3- يستخدم المصهر لحماية الدارة من التيار في حالات مثل:

أ- حدوث دارة قصر.
ب- طول فترة تشغيل الدارة.
ج- انقطاع أحد أسلاك الدارة.
د- انخفاض فولطية المصدر.

4- وحدة قياس التيار الكهربائي هي:

أ- الفولط.
ب- الأمبير.
ج- الأوم.
د- الواط.

5- وحدة قياس المقاومة الكهربائية هي:

أ- الفولط.
ب- الأمبير.
ج- الأوم.
د- الواط.

6- وحدة قياس القدرة الكهربائية هي:

أ- الفولط.

ب- الأمبير.
ج- الأوم.
د- الواط.

7- (1.5) كيلوواط تعادل:

أ- 15 واط
ب- 150 واط.
ج- 1500 واط.
د- 15000 واط.

8- مضخة مياه قدرتها (2) حصان، وهذا يعادل:

أ- 200 واط
ب- 750 واط.
ج- 1500 واط.
د- 15000 واط.

9- 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 الكهربائية الموصولة على التوازي تضيء بشكل أقوى (طبيعي) من مصابيح الدارة الكهربائية الموصولة على التوالي. لماذا؟

---.

السؤال الثالث

حل المسائل الرياضية التالية :

أ- مصباح كهربائي مقاومته (4) أوم يتغذى من مصدر بطارية (12) فولط، احسب شدة التيار المار في هذا المصباح.

ب- عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي مقاومته (12) أوم، يتغذى من مصدر فولطية متناوب (230) فولط، احسب شدة التيار المار في هذا السخان.

ج- مقاومة قيمتها (6) أوم، يسري عبرها تيار شدته (2) أمبير، احسب الفولطية بين طرفي هذه المقاومة.

د- مسخن إذابة جليد لثلاجة منزلية، يسحب تيارا مقداره (3) أمبير، فإذا كانت فولطيته (230) فولط، فما قدرته بالواط.

ه- سخان مياه كهربائي قدرته 2500 واط، احسب شدة التيار الذي يسحبه هذا السخان، إذا كانت فولطية المصدر(230) فولط.

11-2 التمارين العملية

إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك وتفوقك، واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- دائما افصل 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 إصابتك 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.

رقم التمرين: (2)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين قياس الكميات الكهربائية الأساسية	10ساعات

- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن:
  1. تقيس الكميات الكهربائية الأساسية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي (*Digital Multimeter*).
  2. تفحص عناصر الدارات الكهربائية باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي (*Digital Multimeter*).

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

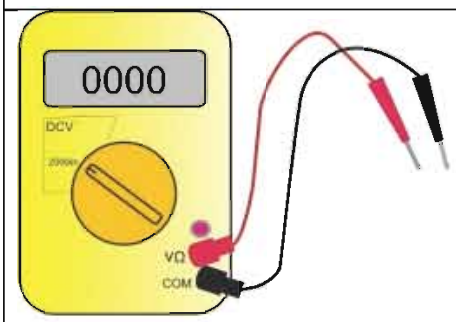
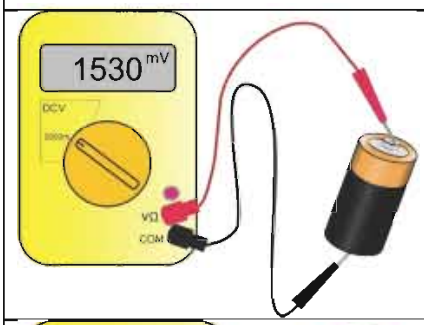
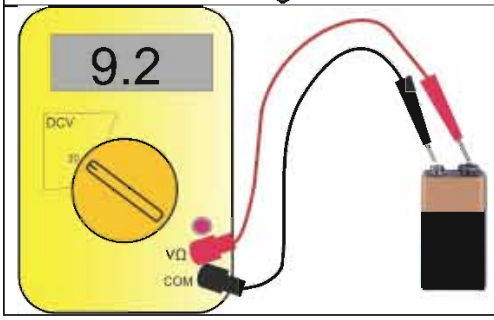
الرقم	الأدوات والتجهيزات والمواد	الكمية	المواصفات
1	جهاز متعدد القياسات رقمي (*Digital Multimeter*).	1	تيار مستمر ومتناوب،فولطية مستمرة ومتناوبة،مقاومة،استمرارية
2	جهاز متعدد القياسات رقمي ذو فك (Clamp *Digital Multimeter*).	1	تيار مستمر ومتناوب،فولطية مستمرة ومتناوبة،مقاومة،استمرارية
3	بطاريات مختلفة الفولطيات		1.5،9،12 فولط
4	عنصر التسخين في سخان المياه الكهربائي	1	230فولط
5	مصابيح متوهجة مختلفة القدرات.		230 فولط وبقدرات 40 واط، و60 واط، و100 واط.
6	وصلة تغذية كهربائية 230 فولط.	1	تتكون من قابس ومقبس.
7	قأعدة مصباح 230 فولط		تثبت بالبراغي

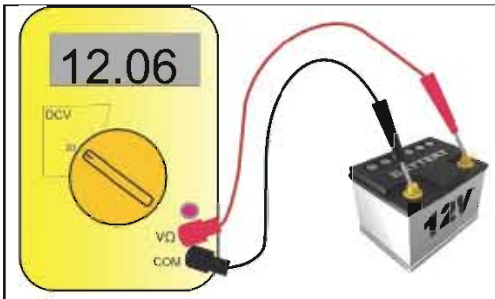
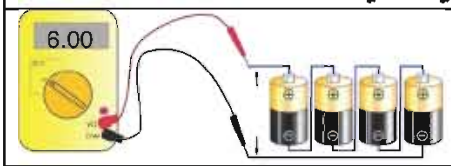
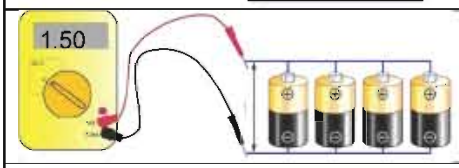
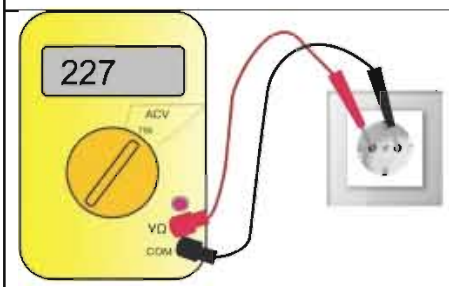
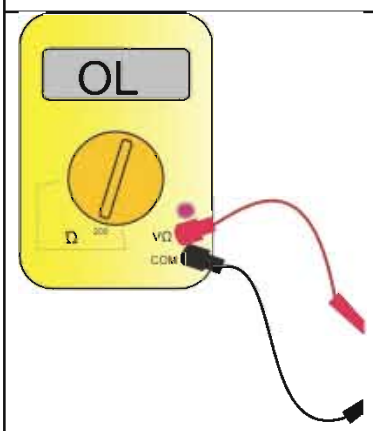
8	قأعدة مصباح 230 فولط مع قابس.		تثبت في مقابس القدرة المنزلي 230 فولط.
9	أسلاك كهربائية		

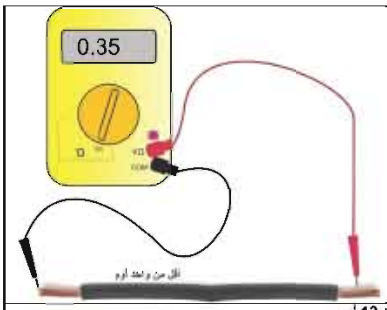
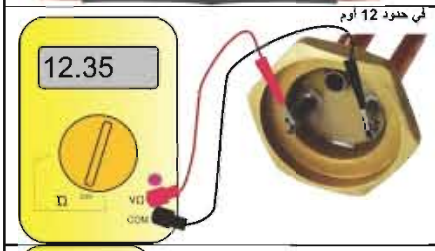
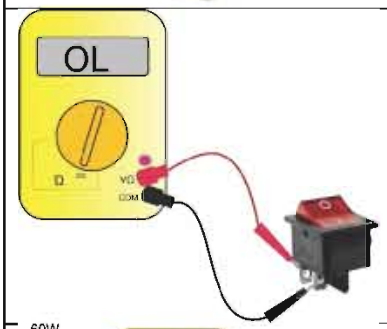
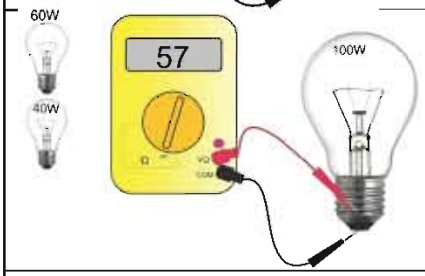
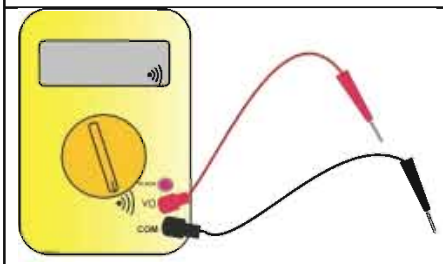
الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

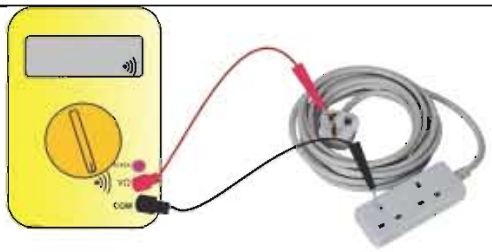
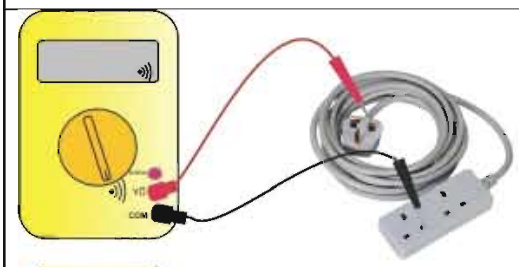
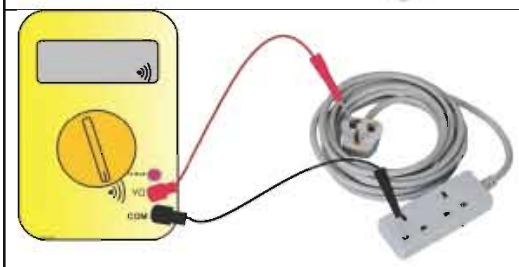
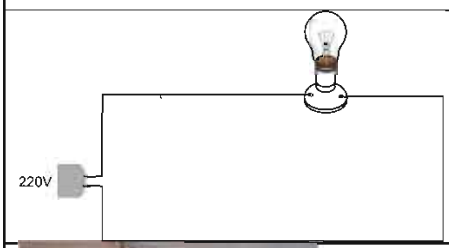
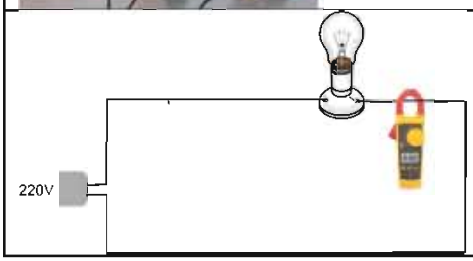
- نسخة من هذه الوحدة التدريبية (بناء الدارات الكهربائية الأساسية).
- أدلة المستخدم لأجهزة القياس الكهربائية المستخدمة في التمرين.

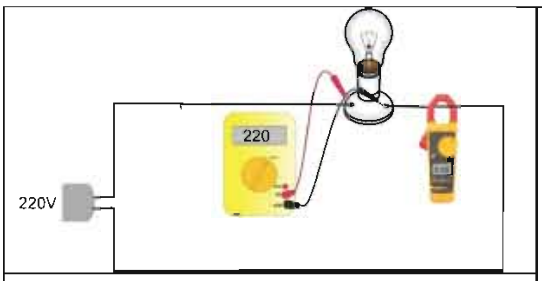
خطوات العمل

الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
	قياس الفولطية للقياس المستمر (DCV)	
1	جهز الجهاز المتعدد القياسات الرقمي لقياس فولطية القياس المستمر 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 2000 ملي فولط أي 2 فولط (2000 mV) في قسم قياس فولطية القياس المستمر على واجهة الجهاز، كما في الشكل المقابل.	
2	ضع مجسي الجهاز على طرفي البطارية المراد قياس فولطياتها (بطارية 1.5 فولط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز.	
3	ضع مفتاح الاختيار على 20 فولط في قسم قياس فولطية القياس المستمر على واجهة الجهاز، كما في الشكل المقابل.	
4	ضع مجسي الجهاز على طرفي البطارية المراد قياس فولطياتها (بطارية 9 فولط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز.	

5	ضع مجسي الجهاز على طرفي البطارية المراد قياس فولطياتها (بطارية 12 فولط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز.	
	وصل البطاريات على التوالي والتوازي وقياس الفولطية الكلية	
6	صل أربع بطاريات كل منها 1.5 فولط على التوالي، وقس الفولطية الكلية باستخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات، كما في الشكل المقابل.	
7	صل أربع بطاريات كل منها 1.5 فولط على التوازي، وقس الفولطية الكلية باستخدام الجهاز الرقمي متعدد القياسات، كما في الشكل المقابل.	
	قياس الفولطية المتناوبة (ACV)	
8	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 750 فولط (750 V) في قسم قياس التيار المتناوب على واجهة الجهاز، كما في الشكل المقابل.	
9	ضع مجسي الجهاز على طرفي مقبس القدرة (230 فولط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز. **تنويه:** لتجنب الإصابة بالصعقة الكهربائية، يجب عدم لمس أطراف المجسات المعدنية المكشوفة أثناء قياس فولطية مصادر التيار المتناوب (230 فولط)	
	قياس المقاومة الكهربائية	
10	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 (32). ▪ ضع مفتاح الاختيار على مدى القياس200 أوم في قسم قياس المقاومة الكهربائية على واجهة الجهاز.	

11	قس مقاومة سلك كهربائي، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز. من المعلوم أن مقاومة السلك الكهربائي السليم تكون منخفضة جدا (أقل من واحد أوم).	
16	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 12 أوم تقريبا.	
12	قس مقاومة مصهر حماية، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز. من المعلوم أن مقاومة المصهر السليم تكون منخفضة جدا (أقل من وأحد أوم). أما مقاومة المصهر المحترق تكون عالية جدا (ما لانهاية).	
13	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 جدا (ما لانهاية). أما في وضع التشغيل (ON) فتكون مقاومة المفتاح منخفضة جدا (أقل من وأحد أوم).	
14	قس مقاومة عدد من المصابيح المتوهجة مختلفة القدرات (40 واط، و60 واط، و100 واط)، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءات الجهاز. تنويه: مقاومة المصباح المتوهج وهو بارد تكون أقل بكثير من مقاومته وهو ساخن.	
	فحص الاستمرارية	
15	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.	
16	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 على أن العنصر الكهربائي سليم (مقاومته منخفضة وغير مفصول) وبإمكانه تمرير التيار الكهربائي. وفي حال لم يصدر الجهاز متعدد المتعدد القياسات صوت صافرة دل ذلك على أن المفتاح العنصر الكهربائي معطوب (مقاومته عالية أو غير موصول) وليس بإمكانه تمرير التيار الكهربائي.كما يحتمل أن يكون هناك خطأ في تحديد الطرفين المطلوب قياس الاستمرارية بينهما.	
17	افحص استمرارية الخط الحامي (الطور) في وصلة التغذية، كما في الشكل المقابل.	
18	افحص استمرارية الخط البارد (المحايد) في وصلة التغذية، كما في الشكل المقابل	
	قياس التيار المتناوب	
*19	صل 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.	
20	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،ثم قس وسجل القراءة.	

21	جهز الجهاز الرقمي متعدد القياسات لقياس الفولطية المتناوبة 230 فولط، ثم صل الجهاز بالتوازي مع مصباح الإنارة، كما في الشكل المقابل. وسجل قراءة التيار والفولطية في دارة مصباح الإنارة.	
22	اجمع العدة، ونظفها، وخزنها حسب تعليمات الشركة الصانعة ومكان العمل.	

رقم التمرين: (3)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: التحقق من قانون أوم	5 ساعات

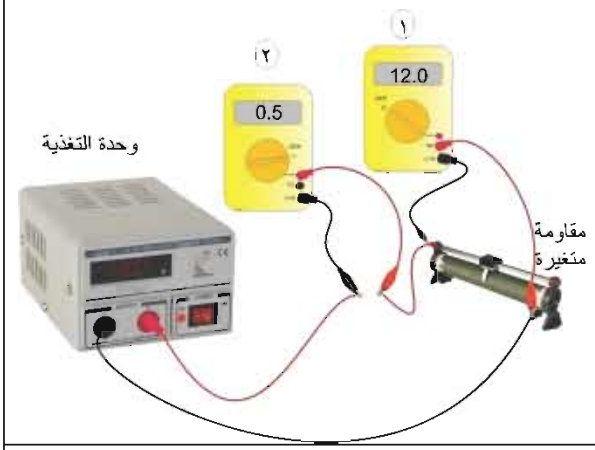
- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن:
  1. التحقق من قانون أوم عملياً
- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

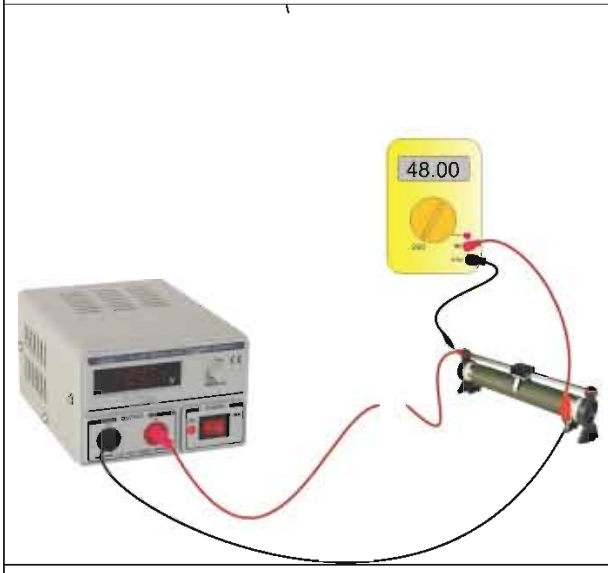
الرقم	الأدوات والتجهيزات والمواد	الكمية	المواصفات
1	جهاز متعدد القياسات رقمي (*Digital Multimeter*).	3	
2	وحدة تغذية تيار مستمر	1	من صفر إلى 20 فولط،2 أمبير.
3	مقاومة متغيرة	1	
10	أسلاك كهربائية		

الأنظمة والتعليمات والمراجع اللازمة لتنفيذ الأداء

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

خطوات العمل

الخطوة	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	صل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المقابل باتباع الخطوات التالية: ▪جهز جهاز متعدد القياسات الرقمي الأول لقياس الفولطية المستمرة بين طرفي المقاومة المتغيرة (اختر مدى القياس 20 فولط). ▪جهز جهاز متعدد القياسات الرقمي الثاني لقياس التيار المستمر المار في المقاومة المتغيرة (اختر مدى القياس 10 أمبير). ▪اضبط فولطية وحدة تغذية التيار المستمر على 12 فولط قبل وصلها بالدارة، ثم ضع مفتاح تشغيلها على وضع الإطفاء (off). ▪صل الدارة كما في الشكل المقابل.	
2	شغل وحدة التغذية، وتأكد أن الفولطية بين طرفي المقاومة المتغيرة تساوي 12 فولط.	
3	اضبط المقاومة المتغيرة بحيث تصبح قيمة التيار المار بها تساوي 0.25 أمبير.	
	اقسم الفولطية على التيار لإيجاد قيمة المقاومة في الدارة.	

	(فولط12 تقسيم 0.25أمبير= 48 أوم)	
4	ضع مفتاح تشغيل وحدة التغذية على وضع الإطفاء (off).	
5	قس قيمة المقاومة المتغيرة باستخدام جهاز متعدد القياسات الرقمي وستجد أنها تساوي 48 أوم تقريبا أيضا.	
6	كرر الخطوات السابقة (2-5) لقيم تيار أخرى مثل: 0.4 أمبير، 0.5 أمبير، 0.6 أمبير، 0.75 أمبير.	
7	اجمع العدة، ونظفها، وخزنها حسب تعليمات الشركة الصانعة ومكان العمل.	

هدف التعلم الثالث

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك ان تصبح قادراً على أن: توصل المقاومات الكهربائية

أنشطة التعلم	المصادر
المادة التعلمية	الوحدة التدريبية
تنفيذ التمارين العملية	المشغل/ بإشراف المدرب
3-زيارة المواقع الإلكترونية	How to Read a Resistor https://www.youtube.com/watch?v=GLD7AgAYqwA
التدريب الميداني	

3 – أنواع المقاومات

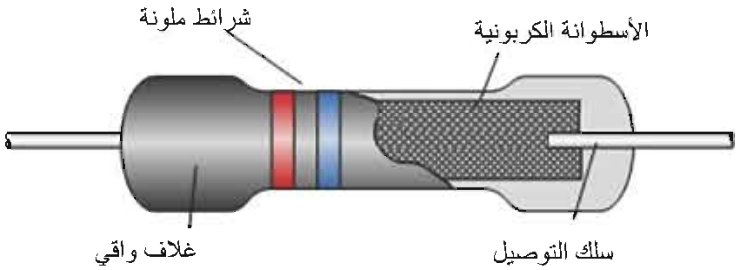
تتضمن الدارات الكهربائية والإلكترونية مقاومات كهربائية بأشكال مختلفة وقيم محددة تتحمل تيارات كهربائية معلومة لتلائم التطبيقات العملية التي صممت هذه الدارات من أجلها. وتتواجد هذه المقاومات من نوعين رئيسين هما: المقاومات ثابتة القيمة، والمقاومات متغيرة القيمة،بالإضافة إلى المقاومات الخاصة مثل مقاومة الثيرمستور ومقاومة الفايرستور والمقاومة السلكية أو الكربونية التي تعمل كمصهر.

3-1 المقاومات ثابتة القيمة (Fixed Resistors)

هي مقاومات لها قيم ثابتة لا تتغير، وتدمغ قيمها على أجسامها بشكل أرقام أو ألوان، وتتواجد بالأنواع الثلاث التالية تبعا لمادة صنعها:

أ. المقاومات الكربونية (Carbon Resistors):

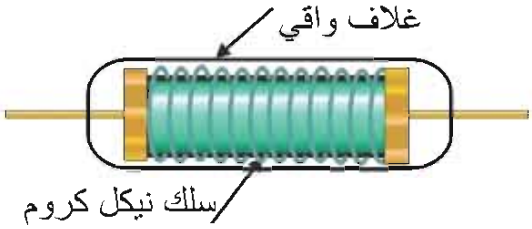
يصنع العنصر المقاوم في هذه المقاومات من مادة موصلة هي عبارة عن مزيج من الكربون المسحوق، ومن مادة عازلة لاصقة هي مسحوق السيراميك (الفخار)، وتصب هذه المادة بأحجام وأشكال مختلفة (عادة تكون أسطوانية)، كما موضح في الشكل (35)، ثم تجمد بالحرارة، ويرش طرفا المقاومة بمعدن حتى يمكن توصيلها بالأسلاك الخارجية.

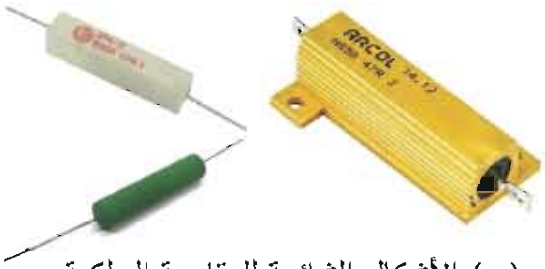


الشكل (35): تركيب المقاومة الكربونية.

ب.المقاومات السلكية (Wirewound Resistors):

تصنع من قالب معزول يلف عليه عدة لفات من سلك مصنوع من سبيكة النيكل والكروم ذات المقاومة النوعية المرتفعة ومعامل المقاومة الحراري المنخفض كمافي الشكل (36/أ)، ثم تغلف بغلاف واقٍ خارجي مكون من خلطة من الرمل والإسمنت لوقاية مكوناتها من الوسط المحيط، ويمكن أن تزود بعض أنواع المقاومات السلكية عالية القدرة بمبدد حراري من الألومنيوم كما في الشكل (36/ب).



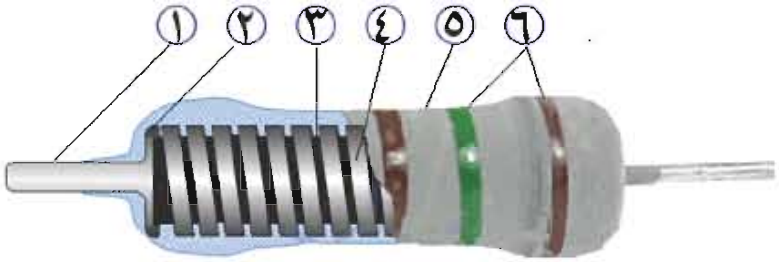


(أ) تركيب المقاومة السلكية (ب) الأشكال الشائعة للمقاومة السلكية

الشكل (36): المقاومة السلكية: تركيبها واشكالها الشائعة.

ج. المقاومات الغشائية (Film Resistors):

وتشبه المقاومات الكربونية من حيث الشكل، ولكنها أكثر دقة منها، وتصنع من قالب أسطواني خزفي ينثر حول سطحه غشاء متجانس من مادة ذات مقاومة مرتفعة القيمة، ويتم الحصول على القيمة المطلوبة للمقاومة بقص حز لولبي من هذا الغشاء مما يغير طول المسار بين طرفي المقاومة كما في الشكل (37). وتتواجد هذه المقاومات في ثلاثة أنواع، هي: الغشاء الكربوني، وغشاء الأكسيد المعدني (أكسيد القصدير)، والغشاء المعدني (النيكل والكروميوم).

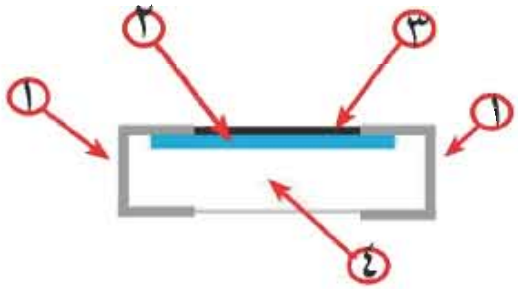


1- طرف التوصيل	3-قلب خزفي	5-غلاف واقي
2-طربوش النهاية	4-الغشاء المقاوم	6-الآشرطة الملونة

الشكل (37): تركيب المقاومة الغشائية.

د. المقاومات السطحية:

تمتاز المقاومات السطحية (Surface Mount Resistors) بصغر حجمها مما يجعلها ملائمة للوحات المطبوعة عالية الكثافة، وتتوفر في شكلين هما المنبسط والأسطواني. ويبين الشكل (38/أ) تركيب المقاومة السطحية المنبسطة، ويبين الشكل (38/ب) الشكل الشائع للمقاومة السطحية المنبسطة.



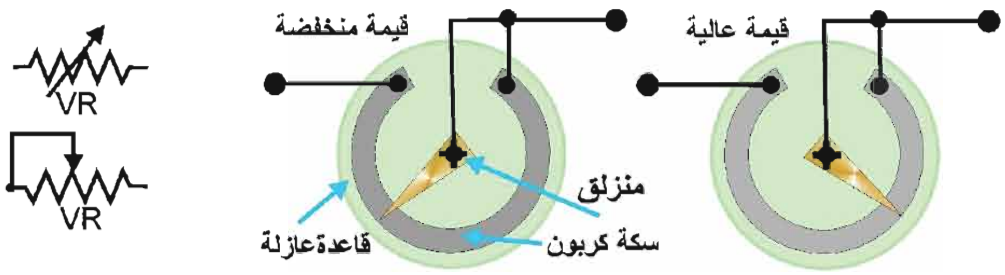
(أ) تركيب المقاومة السطحية المسطحة (ب)الشكل الشائع للمقاومة السطحية المسطحة (ج)الشكل الشائع للمقاومة السطحية الأسطوانية

1-طرفي التوصيل	3-غشاء واقي	5- قيمة المقاومة حسب نظام الترميز
2-غشاء مقاوم	4-جسم من السيراميك	

الشكل (38): المقاومات السطحية: تركيبها واشكالها الشائعة.

2-3 المقاومات متغيرة القيمة

تمثل مفاتيح التحكم بالصوت في أجهزة تكبير الصوت وأجهزة الراديو والتلفاز القديمة مثال للمقاومات المتغيرة (Variable Resistors)، ويمكن تغيير قيمها بسهولة بتدوير مفاتيحها.وعندما نقول إن لدينا مقاومة متغيرة قيمتها (1000) اوم، فهذا يعني أنه بإمكاننا الحصول منها على قيم تتراوح بين الصفر و (1000) أوم.
للمقاومة المتغيرة ثلاثة أطراف، طرفان يمثلان نهايتي المقاومة تحصل بوساطتهما على قيمة المقاومة الكلية، والطرف الثالث يتصل بجزء منزلق يتحرك فوق جزء مقاوم تحصل بوساطته مع أحدى النهايتين على قيم مختلفة من قيمة المقاومة الكلية، كما مبين في الشكل (39/أ).



(أ) تركيب وعمل المقاومة المتغيرة (ب) رموز المقاومة المتغيرة

الشكل (39): تركيب وعمل المقاومة المتغيرة.

يصنع العنصر المقاوم على شكل سكة (مسار) من الكربون دائرية أو خطية، أو يصنع من سلك ملفوف على قلب عازل.الأنواع الكربونية تلائم القدرات المتدنية (أقل من وأحد واط) وهي قليلة الكلفة وتتوفر في قيم تتراوح ما بين (1) كليو أوم و (1) ميجا أوم.أما الأنواع للملفوفة الأسلاك فهي تلائم القدرات المتوسطة (3 واط فأكثر) وتتوفر بقيم تتراوح ما بين 10 أوم و100 كيلو أوم.

(أ) المقاومة المتغيرة الكربونية (ب) المقاومة المتغيرة السلكية

الشكل (40): تركيب المقاومات المتغيرة الكربونية والسلكية.

تتوفر المقاومات المتغيرة بأحجام وأشكال مختلفة وتطلق عليها أسماء مشتقة من شكلها ووظيفتها، مثل:

أ. مقاومة الضبط الأولي (Preset)، كما في الشكل (41/أ)، وتستخدم لعمل تعديلات عرضية مثل التدريج أو الضبط.
ب. مقاومة الضبط الدقيق (Trimmer)، كما في الشكل (41/ب)، وتستخدم عند الضبط الدقيق جداً، حيث ينتج عند تدوير مفتاح المقاومة عدة دورات تغير طفيف في قيمة المقاومة.
ج. الريوستات (Rheostat)، كما في الشكل (41/ج)، وتستخدم كمقاومة متغيرة القيمة في التطبيقات عالية القدرة.

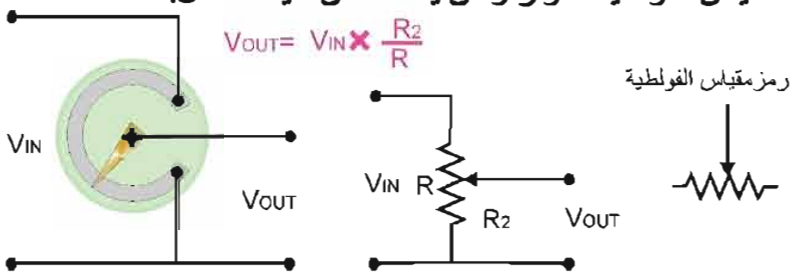
أ- مقاومة الضبط الأولي ب- مقاومة الضبط الدقيق ج-ريوستات د-مقياس الفولطية الدوار هـ-مقياس الفولطية المنزلق

الشكل (41):أنواع المقاومات المتغيرة .

د. **مقياس الفولطية الدوار (Rotary Potentiometer)، يبين الشكل (41/د) مقياس الفولطية الدوار. ويطلق عليه أيضاً مقسم أو مجزء الفولطية حيث يمكن بوساطته الحصول على جزء (نسبة) من فولطية أو إشارة كهربائية كبيرة.ويبين الشكل (42) دارة مجزئ فولطية، وتتحدد قيمة فولطية الخرج (Vout) في هذه الدارة بكل من فولطية الدخل (Vin) وكذلك حركة المنزلق على مسار الكربون، حيث تعطى فولطية الخرج (Vout) بالمعادلة التالية:**

$$Vout=VIN \times \frac{R2}{R}$$

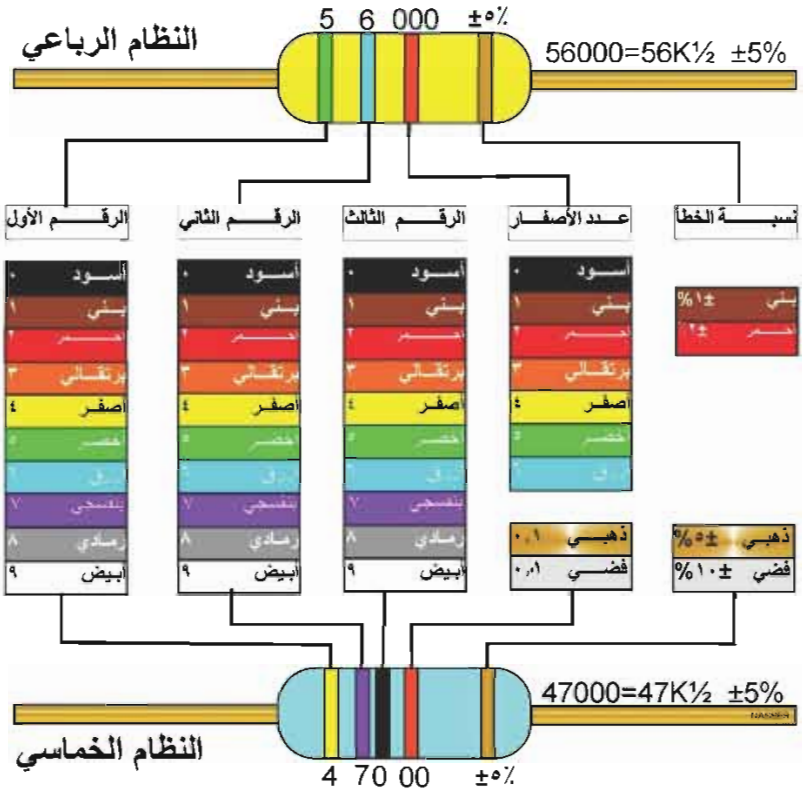
هـ -**مقياس الفولطية المنزلق أو الخطي (Sliding Potentiometer)، يبين الشكل (41/هـ) مقياس الفولطية الدوار ، ويشبه تماما مقياس الفولطية الدوار ولكن يختلف من حيث الشكل.**



الشكل (42): مجزء الفولطية.

3-3 نظم ألوان المقاومات

يعبر عن قيم المقاومات الكربونية والغشائية برموز ألوان اصطلاحية (Resistors Colors Coding) تشير إلى قيمتها وتفاوتها(دقتها)، حيث تطبع شرائط (حلقات) الألوان على أجسام هذه المقاومات ليتم قراءتها بحسب نظامي الترميز رباعي الألوان وخماسي الألوان المبينين في الشكل (43).



الشكل (43): نظامي الترميز رباعي الألوان وخماسي الألوان للمقاومات.

أ. نظام الترميز اللوني الرباعي:

يمكن توضيح طريقة إيجاد قيم المقاومات التي تستخدم نظام الترميز اللوني الرباعي من خلال المثال التالي:

مثال: أوجد قيمة المقاومة المبينة في الشكل (44).

الحل: تقرأ شرائط ألوان (حلقات) المقاومات من اليسار إلى اليمين، فتجد أن:

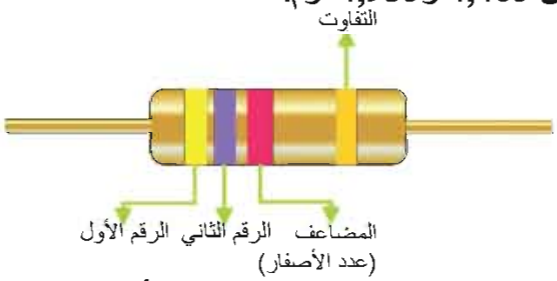
- لون الشريط الأول إلى اليسار هو أصفر، ومن الشكل (43) تجد أنه يقابل العدد (4).
- لون الشريط الثاني إلى اليسار هو بنفسجي، ومن الشكل (43) تجد أنه يقابل العدد (7).
- لون الشريط الثالث هو أحمر، ومن الشكل (4) تجد أنه يقابل عدد الأصفار (2).
- لون الشريط الرابع إلى اليسار هو ذهبي، ومن الشكل (43) تجد أنه يقابل نسبة تفاوت (±5%).

وبترتيب الأرقام ووضعها بجانب بعضها، يتبين لك أن قيمة هذه المقاومة = 4700 أوم = 4.7 كيلو أوم.

وإن الحد الأعلى لقيمتها = 4700+4700× 0.05 = 4935 أوم.

وإن الحد الأدنى لقيمتها = 4700-4700× 0.05 = 4465 أوم.

أي أن مقدار المقاومة بين 4,465 و4,935 أوم.



الشكل (44): مقاومة تستخدم نظام الألوان الرباعي

ب. الترميز اللوني الخماسي:

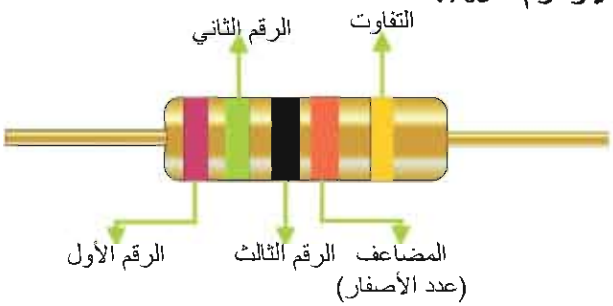
نظام الألوان الخماسي تشبه إلى حد كبير نظام الألوان الرباعي، ويمكن توضيح طريقة إيجاد قيم المقاومات التي تستخدم نظام الترميز اللوني الرباعي من خلال المثال التالي:

مثال (): أوجد قيمة المقاومة المبينة في الشكل ().

الحل: تقرأ شرائط ألوان (حلقات) المقاومات من اليسار إلى اليمين، فتجد أن:

- لون الشريط الأول إلى اليسار هو بني، ومن الشكل (43) تجد أنه يقابل العدد (1).
- لون الشريط الثاني إلى اليسار هو أخضر، ومن الشكل (43) تجد أنه يقابل العدد (5).
- لون الشريط الثالث هو أسود، ومن الشكل (43) تجد أنه يقابل العدد (صفر).
- لون الشريط الرابع إلى هو البرتقالي، ومن الشكل (43) تجد أن عدد الأصفار (ثلاثة اصفار).
- لون الشريط الخامس هو ذهبي، ومن الشكل (43) تجد أنه يقابل نسبة تفاوت (±5%).

وبترتيب الأرقام ووضعها بجانب بعضها، يتبين لك أن قيمة هذه المقاومة = 150000 أوم = 150 كيلو أوم ±5%.



الشكل (45): مقاومة تستخدم نظام الألوان الخماسي.

4-3 نظم ترميز المقاومات السطحية المنبسطة:

يستخدم في ترميز المقاومات السطحية المنبسطة نظام ترميز مكون من ثلاث أو أربع خانات، الخانتان الأولى والثانية والثالثة تمثل القيمة العددية للمقاومة، أما الخانة الأخيرة فتمثل المضاعف (عدد الأصفار)، كما في الشكل (46). ويستخدم الحرف "R" للإشارة إلى موضع الفاصلة العشرية لقيمة المقاومة الأقل من 10 أوم. وبالتالي، سيكون

(0R5) =0.5 أوم، و (0R01) =0.01 أوم

ويظهر الشكل (46) أيضاً بعض الأمثلة التي توضح طريقة قراءة قيم في المقاومات السطحية المنبسطة.

الشكل (46): مقاومة تستخدم نظام الألوان الخماسي.

5-3 المواصفات الفنية للمقاومات

فيما يلي المواصفات الفنية للمقاومات التي يجب مراعاتها عند اختيار أو استبدال مقاومة تالفة بأخرى سليمة:

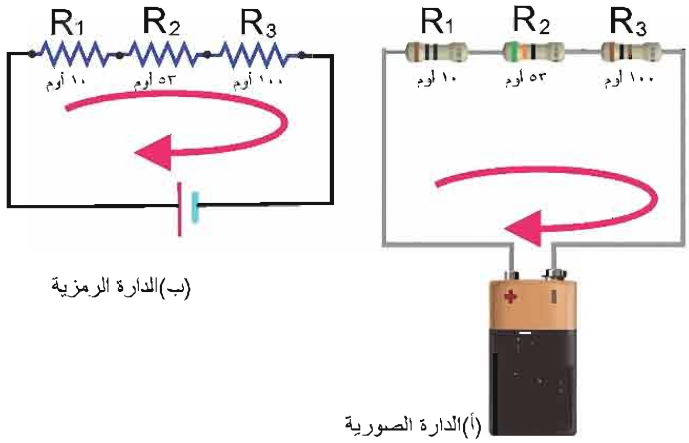
1- قيمة المقاومة: ويعبر عنها بالأوم أو الكيلو أوم أو الميجا أوم.
2- قدرة المقاومة: وهي القدرة القصوى التي تبددها المقاومة.
3- معامل درجة حرارة المقاومة: وهو التغير في قيمة المقاومة لكل تغير في درجة الحرارة بالوحدة المعتمدة (ويعبر عنه عادة بالأجزاء بالمليون).

6-3 طرائق توصيل المقاومات

توصل المقاومات بطرائق ثلاثة، هي:

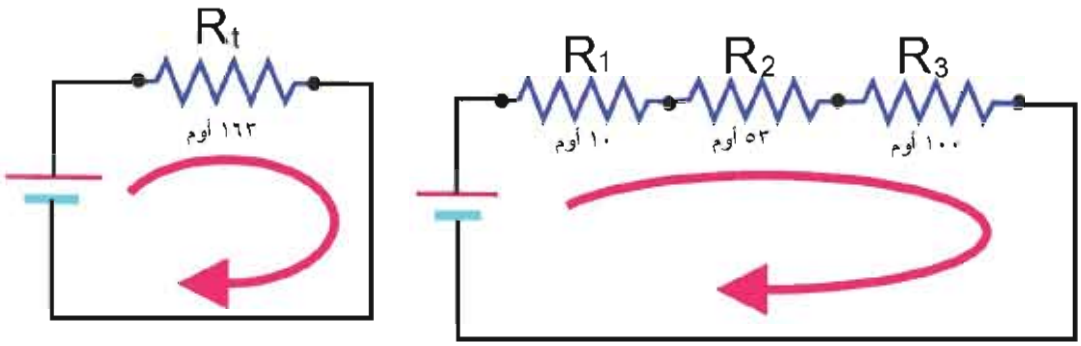
أ. توصيل المقاومات على التوالي

توصل المقاومات على التوالي في الدارات الكهربائية أو الإلكترونية للحصول على قيمة مقاومة كلية أعلى من قيم المقاومات الفردية المتوفرة.ويبين الشكل الدارة الصورية (47/أ) لثلاث مقاومات موصولة على التوالي حيث أحد طرفي المقاومة الأولى (R1) موصول بالطرف الأول من المقاومة الثانية (R2)، والطرف الثاني من المقاومة الثانية متصل مع الطرف الأول للمقاومة الثالثة،ويبين الشكل (47/ب) الدارة الرمزية لهذه الدارة.



الشكل (47):توصيل المقاومات على التوالي.

ويمكن تبسيط هذه الدارة باستبدال المقاومات الثلاثة المبينة في الشكل (48/أ) بمقاومة وأحدة هي المقاومة المكافئة أو الكلية، كما يوضح الشكل (48/ب). ويرمز للمقاومة المكافئة بالحرفين (Rt)، حيث يشير الحرف (R) في اللغة اللاتينية إلى الحرف الأول من كلمة "مقاومة" (Resistance)، ويشير الحرف (t) إلى الحرف الأول من كلمة "كلي" (Total).

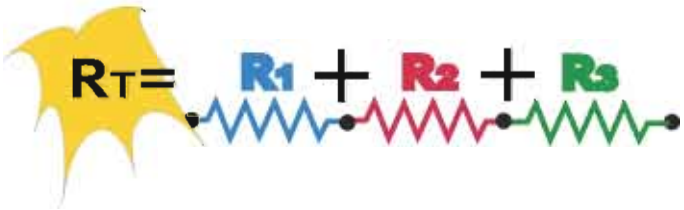


(ب)الدارة المكافئة

(أ)دارة التوالي

الشكل (48):التوصيل على التوالي:الدارة الكهربائية والدارة المكافئة.

وتساوي قيمة المقاومة (الكلية (المكافئة) للمقاومات الموصولة على التوالي المجموع الجبري للمقاومات الداخلة في تركيب الدارة، وتعطى بالمعادلة التالية:



مثال: وصلت ثلاثة مقاومات (R1=2 أوم)، (R2=4 أوم)، (R3=6 أوم) على التوالي بين قطبي بطارية فولطيتها (6) فولط:

أ- ارسم الدارة الكهربائية ب- احسب المقاومة الكلية

ج- ارسم الدارة المكافئة د- احسب التيار الكلي

الحـل: أ-يبين الشكل (49/ب) رسم الدارة الكهربائية للمثال.

ب-المقاومة الكلية للدارة:

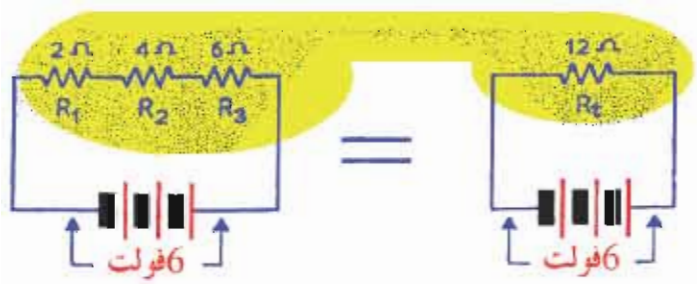
$$Rt = R1 + R2 + R3$$

$$Rt=2+4+6=12 \text{ أوم}$$

ج-الدارة المكافئة: تبسط الدارة الكهربائية باستبدال المقاومات الثلاثة بمقاومة وأحدة فقط وهي المقاومة المكافئة، كما موضح في الشكل (49/أ).

د- التيار الكلي = الفولطية الكلية/ المقاومة الكلية

= 6 فولط/12 أوم=0.5 أمبير

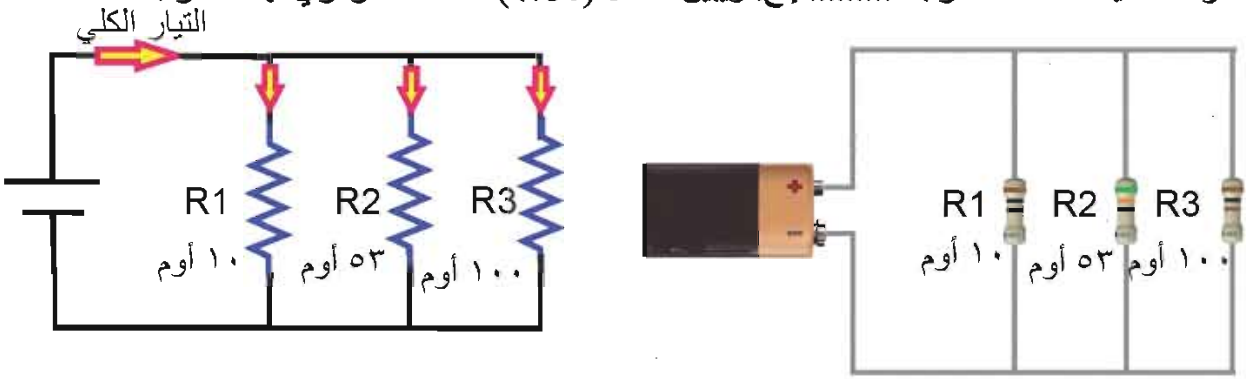


(ب) (أ)

الشكل (49): الدارة الكهربائية والدارة المكافئة للمثال.

ب. توصيل المقاومات على التوازي

يوضح الشكل (50/أ) طريقة توصيل المقاومات على التوازي، حيث يوصل الطرف الأول للمقاومة الأولى بالطرف الأول للمقاومة الثانية، فالثالثة، فالرابعة، إلخ، ويوصل الطرف الثاني للمقاومة الأولى بالطرف الثاني للمقاومة الثانية، فالثالثة، فالرابعة..... إلخ. ويبين الشكل (50/ب) المخطط الرمزي لهذه الدارة.



(أ) المخطط الصوري (ب) المخطط الرمزي

الشكل (50):توصيل المقاومات على التوازي.

وتحسب قيمة المقاومة المكافئة لدارة التوازي بالمعادلة الرياضية التالية:

$$\frac{1}{Rt} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} +$$

وهذا يعني أن قيمة مقلوب المقاومة المكافئة لدارة التوازي يساوي حاصل جمع مقلوب المقاومات كل على حدة، وينتج عن ذلك أن تقل قيمة المقاومة المكافئة لدارة التوازي عن أصغر قيمة لأي من قيم هذه المقاومات.

مثال: وصلت ثلاث مقاومات (R1=6 أوم)، (R2=4 أوم)، (R3=8 أوم) على التوازي بين قطبي بطارية فولطيتها (6) فولط:

أ- ارسم الدارة الكهربائية ب- احسب المقاومة الكلية (المكافئة)

ج- ارسم الدارة المكافئة د- احسب التيار الكلي

الحـل: أ-يبين يسار الشكل (51) رسم الدارة الكهربائية للمثال.

ب-المقاومة الكلية للدارة: تحسب قيمة المقاومة المكافئة لدارة التوازي بالمعادلة الرياضية التالية:

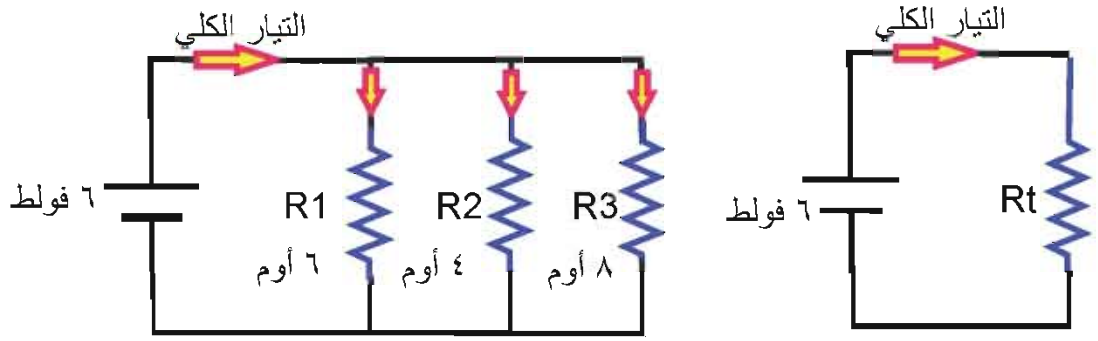
$$\frac{1}{Rt} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} +$$

$$\frac{1}{Rt} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

$$\frac{1}{Rt} = \frac{4+6+3}{24} = \frac{13}{24}$$

$$Rt = \frac{24}{13} = 1.84\Omega$$

ج-الدارة المكافئة: تبسط الدارة الكهربائية باستبدال المقاومات الثلاثة بمقاومة وأحدة فقط وهي المقاومة المكافئة، كما موضح في يمين الشكل (51/أ).



(ب)الدارة الكهربائية (ب)الدارة المكافئة

الشكل (51):

د- التيار الكلي = الفولطية الكلية/ المقاومة الكلية
= 6 فولط/ 1.84 أوم =2.26 أوم

حالات خاصة:

- عند توصيل مجموعة من المقاومات عددها (N) على التوازي، وكانت قيمها متشابهة، فإن قيمة المقاومة المكافئة (Rt) = قيمة المقاومة الوأحدة (R) مقسومة على عددها، أي أن:

$$Rt = \frac{R}{N}$$

كما يتوزع تيار المصدر الكلي عليها بالتساوي.

مثـال: أربع مقاومات متساوية مقدار كل منها (200) أوم موصولة على التوازي، فما قيمة المقاومة الكلية؟

الحـل: بما أن المقاومات متساوية يمكن استخدام المعادلة:

$$Rt = \frac{R}{N} = \frac{200}{4} = 50 \text{ اوم}$$

ب-عند توصيل مقاومتين على التوازي فإن المقاومة المكافئة = حاصل ضرب قيمة المقاومتين مقسوما على حاصل جمع قيمة المقاومتين، أي أن:

$$Rt = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

مثـال: وصلت المقاومتين (R1=60 أوم)، و(R2=40 أوم)، على التوازي، فما قيمة المقاومة الكلية؟

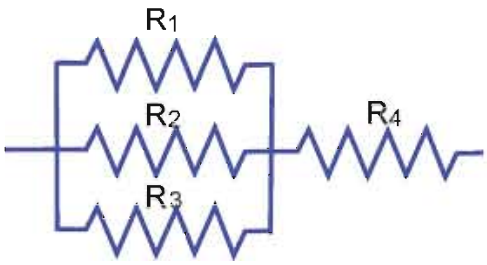
الحـل:

$$Rt = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

$$Rt = \frac{60 \times 40}{60 + 40} = \frac{2400}{100} = 24\Omega$$

ج. التوصيل المركب

يمكن الجمع بين التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي كما في الشكل (52)، وفيه المقاومات (R1) و(R2) و(R3) موصولة على التوازي، وهذه المجموعة موصولة على التوالي مع المقاومة (R4)، وفي حال المزج بين توصيلتي التوالي والتوازي في دارة كهربائية، يعرف ذلك بالتوصيل المركب.



الشكل (52): التوصيل المركب

مثـال: وصلت المقاومات (R1=10Ω)، و(R2=2Ω)، و(R3=5Ω)، و(R4=4Ω)، كما في الشكل (52)، احسب المقاومة الكلية للمجموعة.

الحـل: يتم إيجاد المقاومة الكلية لهذه الدارة على مرحلتين، هما:

المرحلة الأولى: يتم إيجاد المقاومة المكافئة لدارة التوازي المكونة من المقاومات الثلاثة (R1,R2,R3):

$$\frac{1}{Rt1} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

$$\frac{1}{Rt1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{Rt1} = \frac{8}{10}$$

$$Rt1 = \frac{10}{8} = 1.25\ \Omega$$

المرحلة الثانية: بعد استبدال المقاومات الثلاثة بالمقاومة المكافئة (Rt1)، يصبح واضحاً ان عندك مقاومتان موصولتين على التوالي وهما (Rt1) و (R4)، كما في الشكل (53)، وبالتالي:

الشكل (53)

$$Rt = Rt1 + R4$$

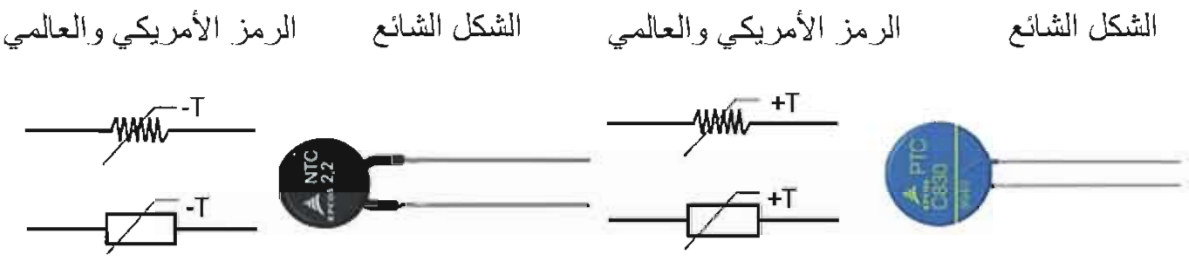
$$Rt = 1.25 + 4 = 5.25\Omega$$

7-3 المقاومات الخاصة

بالإضافة للمقاومات العادية التي تعرفت عليها فيما سبق، يوجد أيضاً مجموعة من المقاومات الخاصة تصنع من مواد خاصة لتلائم تطبيقات عملية معينة في الدارات الإلكترونية، ومن أهمها:

أ. **مقاومة الثيرمستور:** وهي المقاومة التي تتغير مقاومتها بشكل ملموس بارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها. وتستخدم في دارات الحماية من ارتفاع درجة الحرارة، كما يمكن استخدامها كمجس لدرجة الحرارة في دارات التحكم في أجهزة التدفئة أو التبريد وفي أجهزة قياس درجة الحرارة. ويوجد منها نوعان:

- مقاومة ذات معامل حراري سالب (NTC) التي تقل قيمتها بارتفاع درجة الحرارة. ويبين الشكل (54/أ) الشكل الشائع لمقاومة الثيرمستر وشكلها الشائع.
- مقاومة ذات معامل حراري موجب (PTC) التي تزداد قيمتها بارتفاع درجة الحرارة . ويبين الشكل (54/ب) الشكل الشائع لمقاومة الثيرموستر وشكلها الشائع.



(أ) ثيرمستر ذات معامل حراري موجب (ب) ثيرمستر ذات معامل حراري سالب

الشكل (54): الثيرمستر: أشكالها ورموزها.

ب. **مقاومة الفايرستور التابعة للفولطية (VDR):** تقل قيمة هذه المقاومة مع ازدياد الفولطية بين طرفيها. وتستخدم أساسا في مجال وقاية المعدات الكهربائية من الارتفاع المفاجئ في الفولطية الكهربائية. وتوصل هذه المقاومة على التوازي مع الجهاز المراد وقايته، وعندما يحدث أي ارتفاع مفاجئ للفولطية بين طرفي الجهاز، تقل مقاومة الفايرستور لحظيا وتمتص جزء من الفولطية المفاجئ فتنكسر حدته. ويبين الشكل (55/أ) الشكل الشائع لمقاومة الفايرستور ،ويبين الشكل (55/ب) رمزها العالمي،والشكل (ج) رمزها الأمريكي.

(أ) الشكل الشائع (ب) الرمز العالمي (ج) الرمز الأمريكي

الشكل (55): الفايرستور: شكلها ورموزها.

ج. **المقاومة الضوئية** (Light Dependent Resistor) :ويرمز لها اختصاراً (LDR) **هي مقاومة كهربائية حساسة للضوء، تقل مقاومتها عند تسليط الضوء عليها، حيث يكون لها في الظلام مقاومة مرتفعة جدا قد تبلغ وأحد ميجا أوم أو أكثر ، ولكن عند تعرضها للضوء تقل هذ المقاومة لتبلغ بضع مئات من الأوم.تتكون المقاومات الضوئية من طبقة على شكل مسار من كبريتيد الكادميوم (CdS) أو سيلينيد الكادميوم (CdSe)، وتتميز تلك المادتين بحساسيتهما للضوء المرئي .ويبين الشكل (56/ب) الشكل الشائع للمقاومة الضوئية ،ويبين الشكل (56/أ) رموزها العالمي.**

(أ) الرمز العالمي والأمريكي (ب)الشكل الشائع

الشكل (56): المقاومة الضوئية: شكلها ورموزها.

8-3 التقييم الذاتي

التعليمات

أ- أجب عن الأسئلة الآتية.

ب- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك - إن كان ذلك ضروريا - .

أسئلة التقييم الذاتي

السؤال الأول: احسب قيم المقاومات المبينة أدناه حسب نظامي الترميز اللوني الرباعي والخماسي، وسجل قيمة كل مقاومة على الخط المرسوم تحتها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

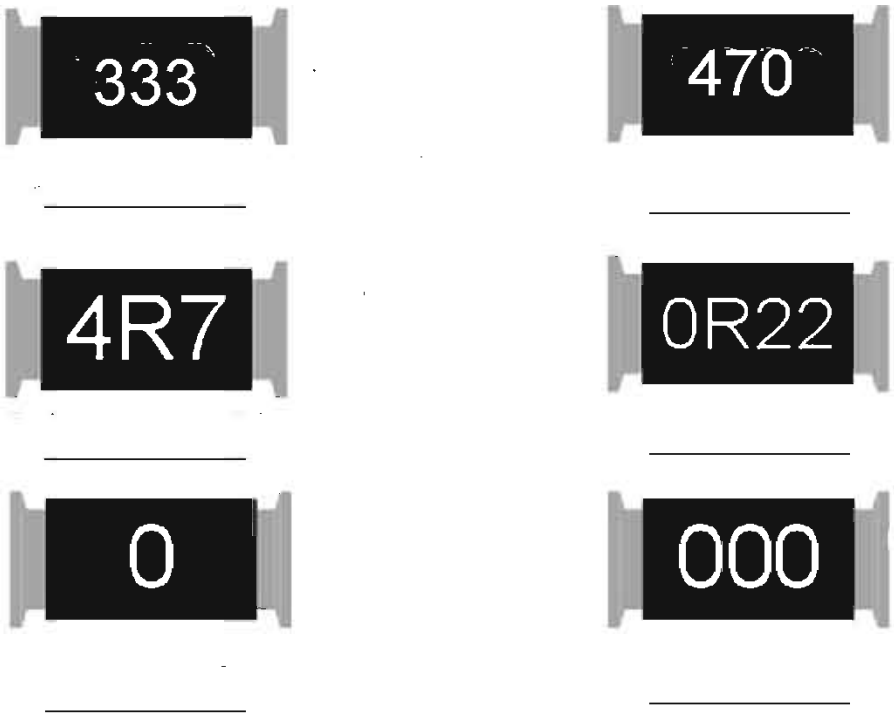
.....

.....

.....

.....

السؤال الثاني: احسب قيم المقاومات المسطحة المبينة أدناه حسب نظامي الترميز الثلاثي والرباعي الخانات، وسجل قيمة كل مقاومة على الخط المرسوم تحتها.



السؤال الثالث: اذكر خصائص المقاومات التالية :

- مقاومة ذات معامل حراري سالب (NTC):----------
- مقاومة ذات معامل حراري موجب (PTC):----------
- مقاومة الفايرستور: ----------
- المقاومة الضوئية: ----------

السؤال الرابع: دارة كهربائية تحتوي على مسخنين كهربائيين متصلين ببعضهما على التوازي، مقاومة الأول (15) أوم، ومقاومة الثاني (30) أوم، فإذا كان فولطية المصدر (20) فولط، جد:

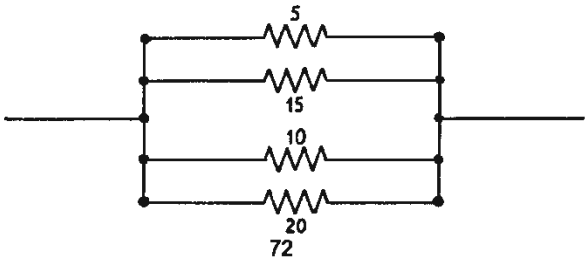
أ- المقاومة الكلية للدارة. ب- تيار الدارة الكلي.

السؤال الخامس: دارة كهربائية تحتوي على (3) مسخنات كهربائية، اثنين منهما متصلين ببعضهما على التوازي، مقاومة الأول (15) أوم، والثاني (30) أوم، وكليهما متصلين بمسخن ثالث على التوالي مقاومته (20) أوم، فإذا كان فولطية المصدر (20) فولط، جد:

أ- المقاومة الكلية للدارة. ب- تيار الدارة الكلي.

السؤال السادس: وصلت المقاومات (Ω20==R1) ، و (Ω25=R2) ، (Ω 35=R3) على التوالي، احسب مقاومتها الكلية المكافئة.

السؤال السابع: في الدارة المبينة في الشكل أدناه، احسب المقاومة المكافئة.



السؤال الثامن: وصلت المقاومتين (R1=60Ω)، و(R2=30Ω)، على التوازي، احسب مقاومتهما المكافئة.

السؤال التاسع: وصلت المقاومات (R1=30Ω) ، و (R2=60Ω) ، (R3=10Ω) على التوازي،ارسم الدارة الكهربائية والدارة المكافئة،ثم احسب مقاومتها الكلية المكافئة.

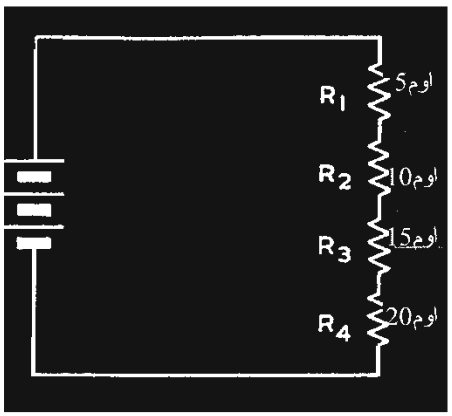
السؤال العاشر: حبل زينة يحتوي على (20) مصباح متشابه متصلين ببعضهم على التوازي، مقاومة كل مصباح (1000) Ω، فإذا كانت فولطية المصدر (230) فولط، احسب:

أ- المقاومة المكافئة. ب- قيمة التيار الكلي.

السؤال الحادي عشر: كيف تجهز مقاومة قيمتها (55) Ω، إذا توفرت مجموعة مقاومات قيمة كل منها (120) Ω، ومقاومة أخرى قيمتها (15) Ω.

السؤال الثاني عشر: وصلت المقاومات (R1=10Ω)، (R2=20Ω)، (R3=30Ω) على التوالي، فما قيمة المقاومة الكلية.

السؤال الثالث عشر: وصلت المقاومات (R1=5Ω)، (R2=10Ω)، (R3=15Ω)، و(R4=20Ω) على التوالي، كما هو مبين في الشكل أدناه، فما قيمة المقاومة الكلية.



9-3 التمارين العملية

● إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك وتفوقك، واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- التقيد بلباس التدريب داخل المشغل وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة وترتيب المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- التأكد من تهوية مكان العمل.
- احترام قوأعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.

رقم التمرين: (4)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: فحص المقاومات وتوصيلها	5 ساعات

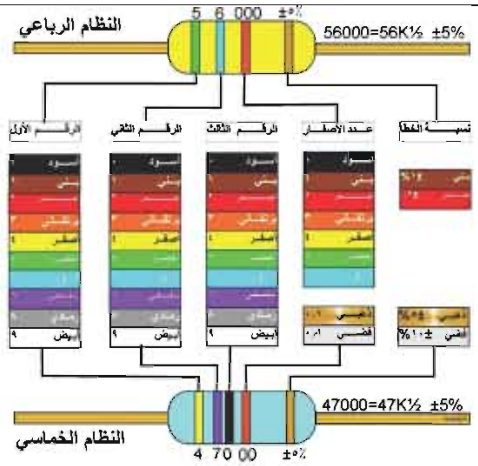
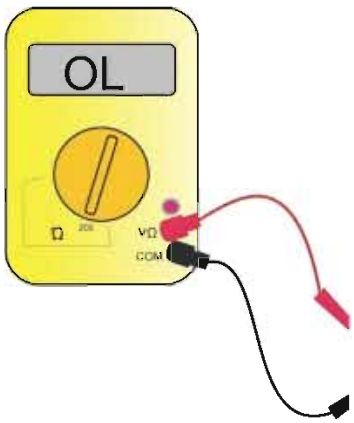
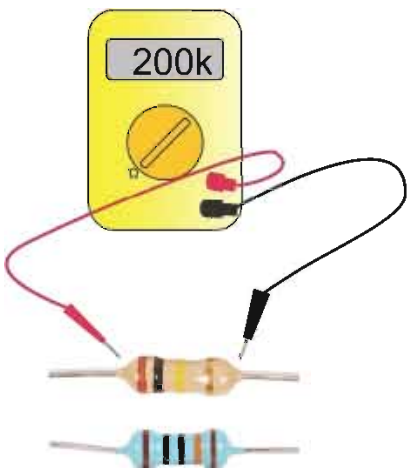
● **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن:

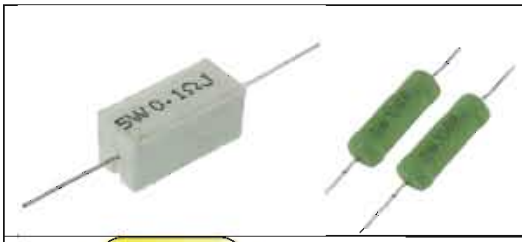
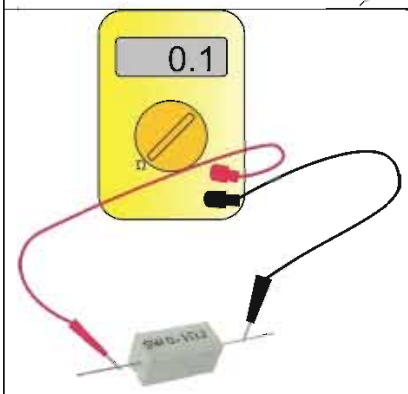
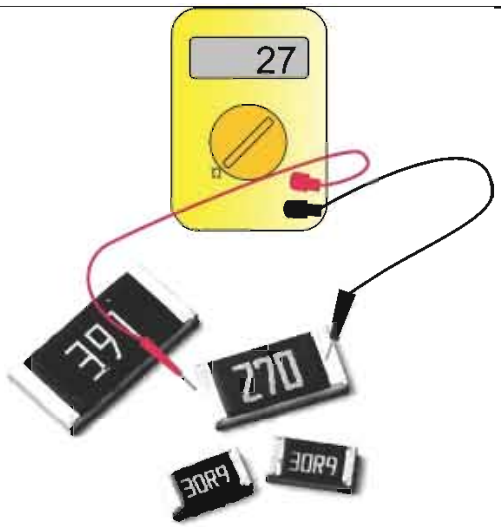
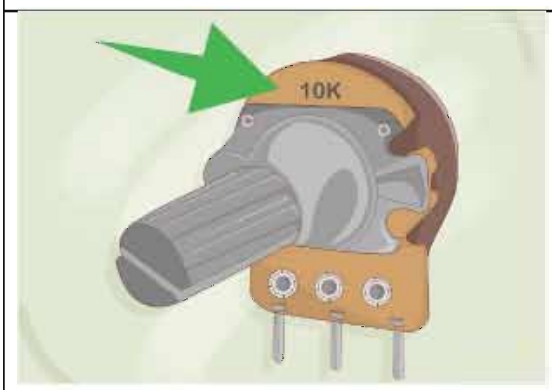
- تقرأ قيمة مختلف أنواع المقاومات حسب نظام الترميز المتبع في ترميزها.
- تقيس قيمة مختلف أنواع المقاومات باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي.
- تتحقق من قوانين توصيل المقاومات على التوالي وعلى التوازي.

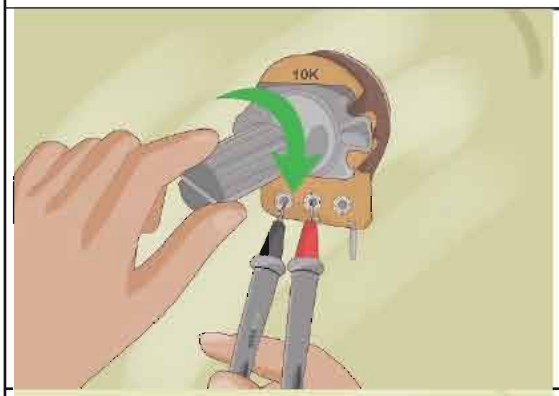
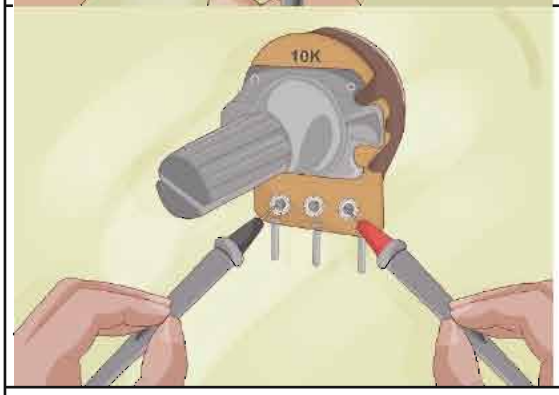
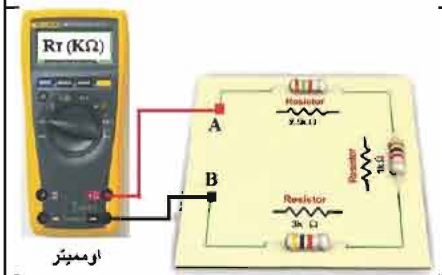
● **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

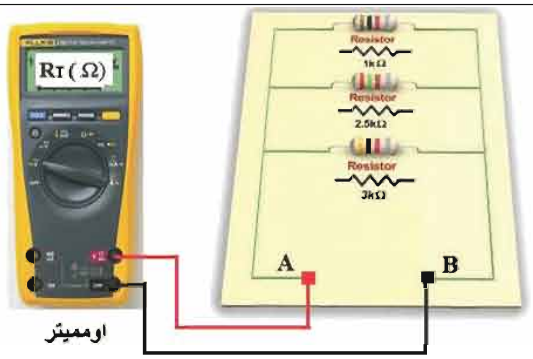
الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	جهاز متعدد القياسات رقمي (DMM)	1	تيار مستمر ومتناوب،فولطية مستمرة ومتناوبة،مقاومة،استمرارية
2	لوحة توصيل	1	
3	كاوي لحام قصدير وملحقاته	1	
4	مقاومات كربونية وغشائية ملونة	10	مختلفة القيم
5	مقاومات سلكية حرارية	5	مختلفة القيم
6	مقاومات سطحية	10	مختلفة القيم
7	مقاومات متغيرة	5	مختلفة القيم

● خطوات العمل

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
	قراءة قيمة المقاومات الثابتة وقياسها.	
1	افرز مجموعة المقاومات الثابتة التي لديك حسب النوع كربونية، غشائية، سكلية حرارية، سطحية.	
2	حدد قيمة كل مقاومة في مجموعة المقاومات الملونة التي لديك حسب نظام الترميز اللوني الرباعي والخماسي للمقاومات وسجل النتائج في دفترك كما في الجدول (1) اللاحق.	
3	بعد حساب قيمة كل مقاومة في مجموعة المقاومات الملونة التي لديك، قس قيمة كل منها باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي وذلك للتحقق من صلاحيتها كما في الشكل المجاور، وذلك على النحو الآتي: 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 المجاور. ▪ ضع مفتاح الاختيار على مدى القياس المناسب حسب القيمة المتوقعة للمقاومة في تدريج قياس المقاومة الكهربائية على واجهة الجهاز. ▪ قس قيمة المقاومة، كما في الشكل المقابل، وسجل قراءة الجهاز.	 

4	حدد قيمة كل مقاومة في مجموعة المقاومات الحرارية التي لديك حسب نظام الترميز المتبع وسجل النتائج في دفترك كما في الجدول (1) أدناه.	
5	بعد حساب قيمة كل مقاومة في مجموعة المقاومات الحرارية التي لديك، قس قيمة كل منها باستخدام جهاز متعدد القياسات الرقمي وذلك للتحقق من صلاحيتها كما في الشكل المجاور.	
6	حدد قيمة كل مقاومة في مجموعة المقاومات المسطحة التي لديك حسب نظام الترميز الثلاثي والرباعي الخانات وسجل النتائج في دفترك كما في الجدول (1) اللاحق.	
7	بعد حساب قيمة كل مقاومة في مجموعة المقاومات السطحية المنبسطة التي لديك، قس قيمة كل منها باستخدام الجهاز متعدد القياسات الرقمي وذلك للتحقق من صلاحيتها كما في الشكل المجاور.	
قراءة قيمة المقاومات المتغيرة وقياسها		
8	اقرأ قيمة المقاومة المتغيرة المسجلة على جسمها، كما في الشكل المجاور.	
9	جهز الجهاز المتعدد القياسات الرقمي لقياس المقاومة	

	الكهربائية، وضع مفتاح الاختيار على مدى القياس المناسب في تدريج قياس المقاومة الكهربائية على واجهة الجهاز حسب قيمة المقاومة المتغيرة.	
10	قس قيمة المقاومة المتغيرة بين أحد نهايتي المقاومة المتغير وطرف المنزلق.واعمل أثناء عملية القياس على تدوير مفتاح المقاومة لتغير قيمتها، كما في الشكل المجاور.مع العلم، أنه مع تدوير المفتاح يجب أن تتزايد تدريجيا قيمة المقاومة المقيسة من صفر إلى القيمة الكلية للمقاومة.	
11	قس قيمة المقاومة المتغيرة الكلية، وذلك بقياس قيمتها بين نهايتيها، كما في الشكل المجاور.مع العلم أن النتيجة يجب أن تكون تقريباً مطابقة للقيمة المسجلة على جسم المقاومة المتغيرة.	
	التحقق من قوانين توصيل المقاومات على التوازي والتوالي	
12	اختر ثلاثة مقاومات كربونية ملونة مختلفة القيمة	
13	احسب قيمة كل منها حسب نظام الترميز اللوني الرباعي والخماسي للمقاومات وسجل النتائج في دفترك.	
14	تحقق من صلاحية كل مقاومة من المقاومات الثلاثة باستخدام الجهاز متعدد القياسات الرقمي.	
15	وصل المقاومات الثلاثة على التوالي على لوحة توصيل باستخدام لحام القصدير.	
16	قس قيمة المقاومة الكلية لدارة التوالي باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي .	

17	احسب قيمة المقاومة الكلية لدارة التوالي باستخدام المعادلة: $$Rt = R1 + R2 + R3$$ وسجل النتيجة في دفترك.	
18	قارن بين قيمة المقاومة الكلية (Rt) التي حصلت عليها بالقياس مع قيمة المقاومة الكلية (Rt) التي حصلت عليها بالحساب، وذلك للتحقق من صحة قانون توصيل المقاومات على التوالي.	
19	وصل المقاومات الثلاث على التوازي على لوحة توصيل باستخدام لحام القصدير.	
20	قس قيمة المقاومة الكلية لدارة التوازي باستخدام الجهاز المتعدد القياسات الرقمي.	
21	احسب قيمة المقاومة الكلية لدارة التوازي باستخدام المعادلة: $$\frac{1}{Rt} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$ وسجل النتيجة في دفترك.	
22	قارن بين قيمة المقاومة الكلية (Rt) التي حصلت عليها بالقياس مع قيمة المقاومة الكلية (Rt) التي حصلت عليها بالحساب، وذلك للتحقق من صحة قانون توصيل المقاومات على التوازي.	

الجدول (1)

	نوع المقاومة	رسم المقاومة	قيمة المقاومة بالحساب	قيمة المقاومة بالقياس

هدف التعلم الرابع

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادراً على أن: توصل المواسعات.

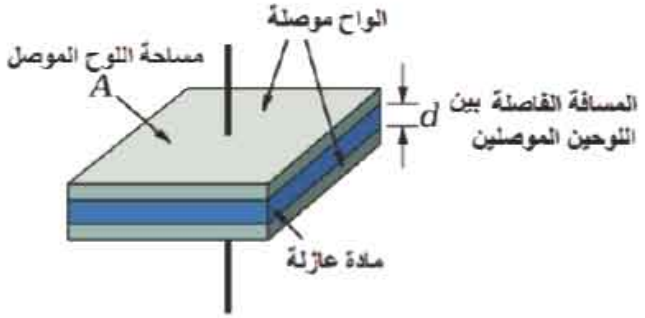
أنشطة التعلم	المصادر
المادة التعلمية	الوحدة التدريبية
تنفيذ التمارين العملية	المشغل/ بإشراف المدرب
3-زيارة المواقع الإلكترونية	How Capacitors Work https://www.youtube.com/watch?v=5hFC9ugTGLs
التدريب الميداني	

4 – المواسعات الكهربائية

تعرفت فيما سبق على المقاومة الكهربائية ، وستتعرف فيما يلي على عنصر آخر هام من عناصر الدارة الكهربائية، وهو المواسع (المكثف) الكهربائي (Capacitor)، كما ستتعرف على أنواعه وخصائصه المختلفة.

4-1 تركيب المواسع الكهربائي

المواسع هو أحد عناصر الدارة الكهربائية، يختزن الشحنات الكهربائية عند شحنه، ويطلقها عند تفريغه، ويتكون في أبسط أشكاله من لوحين معدنيين متوازيين يفصل بينهما مادة عازلة كالهواء أو الورق المشبع بالزيت أو البلاستيك أو الميكا أو السيراميك، ويوصل بكل لوح من لوحيه طرف توصيل كما في الشكل (57).



الشكل (57): تركيب المواسع الكهربائي.

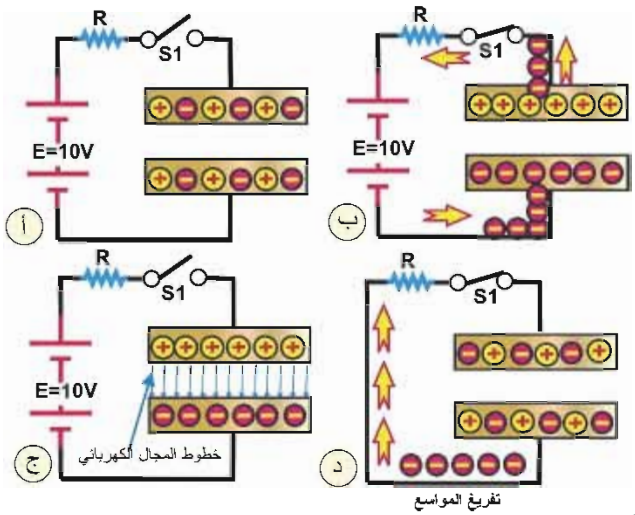
ويبين الشكل (58) رموز الأنواع المختلفة من المواسعات.

الشكل (58) رموز الأنواع المختلفة من المواسعات.

4-2 شحن وتفريغ المواسع

يبين الشكل (59) أربعة رسوم توضيحية لآلية شحن وتفريغ المواسع الكهربائي، ففي الشكل (59- أ) تلاحظ أن الدارة الكهربائية للمواسع مفتوحة؛ لذا يوجد عدد متماثل من الإلكترونات الحرة على كل لوح، وبالتالي لا يوجد فرق فولطية بين لوحيه. أما الشكل (59- ب)، فيبين لك أنه في حال إغلاق المفتاح (S1)، تقوم البطارية بسحب

الإلكترونات الحرة من لوح المواسع العلوي باتجاه قطبها الموجب، كما تقوم بدفع كمية مساوية من الإلكترونات من قطبها السالب نحو اللوح السفلي للمواسعات، فيمر تيار في الدارة تتحدد قيمته بحسب قيمة المقاومة الخارجية (R). إن فقد الإلكترونات الحرة عن اللوح العلوي يعطيه شحنة كهربائية موجبة، وزيادة الإلكترونات الحرة على اللوح السفلي يعطيه شحنة سالبة، مما يؤدي إلى توليد فرق فولطية بين اللوحين.



الشكل (59): أربعة رسوم توضيحية لآلية شحن وتفريغ المواسع الكهربائي.

يستمر شحن المواسع وبالتالي يستمر مرور التيار الكهربائي في الدارة إلى أن تتساوى فولطية طرفي المواسع مع فولطية قطبي البطارية (10) فولط، فيتوقف مرور التيار لأنه لم يعد يوجد فرق بين فولطية المواسع وفولطية البطارية.

يبين الشكل (59/ج) أنه في الوقت الذي يصبح فيه المواسع مشحوناً، يمكن فتح المفتاح (S)، وعندها يحافظ المواسع على شحنته الموجودة بين لوحيه بشكل مجالٍ كهربائي، تتجه خطوطه من اللوح الموجب إلى السالب.

وعند فصل المواسع من الدارة، يمكن استخدامه لفترة قصيرة كمصدر فولطية، كما يمكن تفريغ شحنته إذا تم توصيله بحمل كهربائي لتعود ألواحه إلى التعادل ثانية،كما في الشكل (59/د)، ويلاحظ كذلك بأن تياري الشحن والتفريغ يمران في الدارة الخارجية وليس عبر المواسع نفسه بسبب وجود العازل بين لوحيه.

3-4 سعة المواسعات ووحداتها

السعة (Capacitance) هي قياس مقدار الشحنة الكهربائية التي يستطيع المواسع أن يختزنها عند تطبيق فولطية معينة عليه، ويرمز لها بالحرف (C)، وتقاس بوحدة "الفاراد"، ويرمز له بالحرف (F)، وتقدر سعة المواسع بالعلاقة التالية:

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

حيث أن:

C = السعة بالفاراد Q = الشحنة الكهربائية المخزنة بالكولوم

V = فرق الفولطية بين الألواح بالفولط

إن المواسع سعته (1) فاراد يكون ضخماً للغاية، مما يفسر استعمال سعات أصغر في الكثير من التطبيقات العملية، مثل:

- الميكروفاراد (μF) = $\frac{1}{1000,000}$ فاراد = (1×10^{-6}) فاراد
- النانوفاراد (nF) = $\frac{1}{1000.000.000,}$ فاراد = (1×10^{-9}) فاراد

- البيكوفاراد (pF) $= \frac{1}{1000,000,000,000,}$ فاراد $= (1 \times 10^{-12})$ فاراد

4-4 الطاقة المخزنة في المواسع

يخزن المواسع الطاقة الكهربائية على شكل مجال كهربائي، تتجه خطوطه من اللوح الموجب إلى اللوح السالب، وتتناسب الطاقة المخزونة في المواسع طردياً مع حاصل ضرب قيمة السعة ومربع قيمة فرق الفولطية بين طرفي المواسع، وتعطى بالمعادلة الرياضية التالية:

$$E = \frac{1}{2} \times C \times V^2$$

E=

حيث أن: E = قيمة الطاقة مقاسة بالجول.

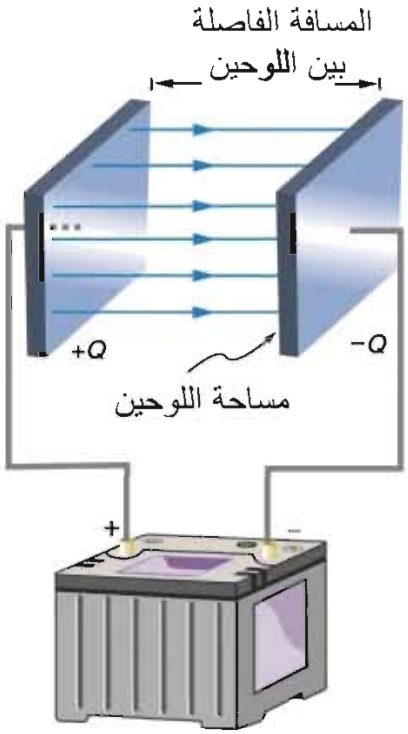
C = السعة مقاسة بالفاراد.

V = الفولطية بين طرفي المواسع.

5-4 العوامل المؤثرة على سعة المواسع

تتحدد سعة المواسع بعوامل ثلاث، كما في الشكل (60)، وهي:

أ. **مساحة اللوحين المتقابلين:** تتناسب سعة المواسع طردياً مع هذه المساحة، حيث أن مضاعفة مساحتيهما يؤدي إلى مضاعفة عدد الإلكترونات التي يمكن تخزينها عليهما.



الشكل (60):العوامل المؤثرة على سعة المواسع.

ب. **المسافة الفاصلة بين اللوحين (سمك العازل):** تتناسب سعة المواسع عكسياً مع سمك العازل، حيث يمكن مضاعفة سعته بتقليل هذا السمك إلى النصف، فيزيد التأثير المتبادل بين الشحنات المتقابلة لأن

مسار خطوط الحقل الكهربائي ينخفض إلى النصف، مما يضاعف شدة المجال الكهربائي وبالتالي يضاعف سعة المواسع.

ج. **نوع المادة العازلة:** معظم العوازل لها قدرة على تركيز وتقوية خطوط المجال الكهربائي بسهولة أكبر من الهواء، ويستدل على مقدار هذه السهولة برقم يعرف بالسماحية النسبية للعازل (وهي تناظر ما يعرف بموصلية الموصل الكهربائي)، فعند تسليط فرق فولطية بين طرفي المواسع يتكون مجال كهربائي في عازله، فإذا استبدل هذا العازل بآخر سماحيته نسبية أكبر، يزداد المجال الكهربائي المتولد فيه لفرق الفولطية نفسه. ويبين 6 رقم (6) السماحية النسبية لبعض العوازل شائعة الاستعمال. فمثلاً، إذا كانت سماحية السيراميك (100)، فإن سعة المواسع الذي يستخدم السيراميك كعازل تبلغ مئة ضعف سعة المكثف المكافئ الذي يستعمل الفراغ كعازل له.

الجدول رقم (6): السماحية النسبية لبعض العوازل شائعة الاستعمال

المادة	السماحية النسبية	المادة	السماحية النسبية
الفراغ	1.000	الميكا	6-3
الهواء	1.006	البوليسترين	2.5-2
ورق مشبع بالزيت	3.500	السيراميك	100-6

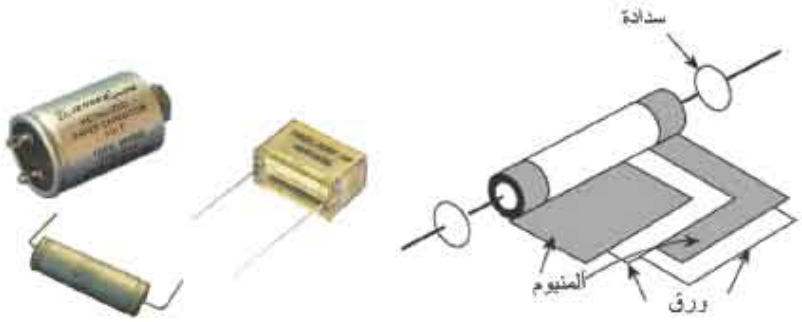
6-4 أنواع المواسعات

تقسم المواسعات إلى قسمين رئيسين، هما:

أ. المواسعات ثابتة القيمة

يتكون المواسع الكهربائي من لوحين من مادة موصلة بينهما مادة عازلة كما تعلمت فيما سبق، ويتحدد نوع المواسع على حسب المادة العازلة المستخدمة في صناعته، فإذا كانت المادة العازلة الموجودة بين لوحي المواسع هي الهواء فيطلق على المواسع في هذه الحال اسم المواسع الهوائي، وإذا كانت مصنوعة من مادة البلاستيك سمي المواسع البلاستيكي، وإذا كانت المادة العازلة من الميكا أطلق على المواسع اسم مواسع ميكا . وإذا كانت المادة العازلة من السيراميك أطلق على المواسع اسم المواسع السيراميكي .أما إذا استخدم محلول كيمياوي كمادة عازلة بين لوحي المواسع أطلق على المواسع اسم المواسع الكيمائي أو الإلكتروليتي.

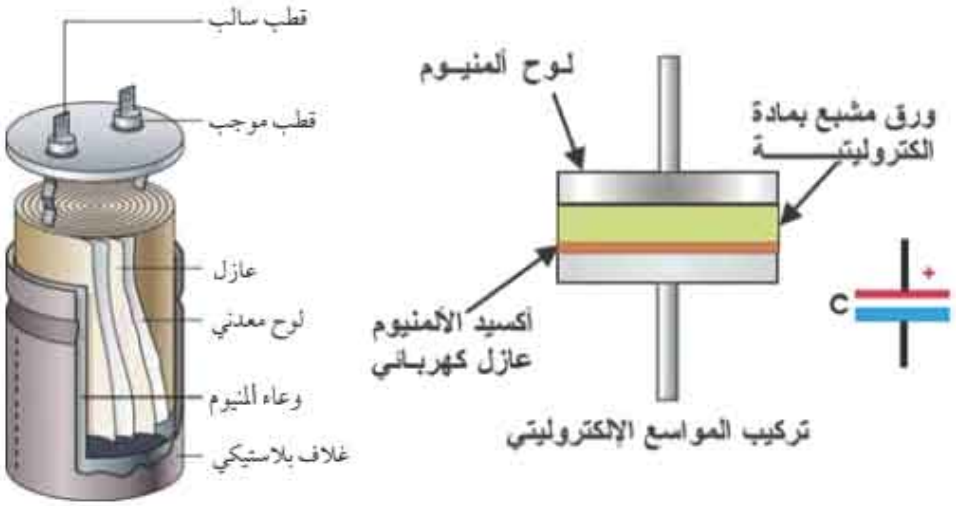
- **المواسع الورقي:** ويتكون من طبقتين من الألومنيوم يفصل بينهما طبقة رقيقة من الورق العازل المشبع بالشمع أو بالزيت، كما مبين في الشكل (61)، ثم تلف هذه المجموعة وتغلف بمادة كيميائية، وغالباً ما تحفظ في وعاء معدني صغير محكم الغلق أو في إناء معدني مملوء بالزيت بهدف زيادة خاصية عزل الورق، والمساعدة على حفظ المواسع من السخونة الزائدة. ويستخدم هذا المواسع في الكثير من أنواع المحركات الكهربائية ذات المواسعات، ويصمم للتشغيل الدائم ليبقى متصلاً بالتيار مع ملفات البدء طوال فترة دوران المحرك ليساعد في تحسين معامل قدرة هذا المحرك، ويخفض من قيمة التيار الذي يسحبه.



(أ) تركيب المواسع الورقي (ب الأشكال الشائعة للمواسع الورقي

الشكل (61):المواسع الورقي.

- **المواسع الكيميائي (الإلكتروليتي):** ويتكون من لوح ألومنيوم (علوي) ، وطبقة عازلة من أكسيد الألومنيوم، وطبقة ورق مشبعة بمادة كيميائية مناسبة مثل بورات الأمونيوم، ولوح ألومنيوم (سفلي) ، كما مبين في الشكل (62). فعند توصيل هذا المواسع بفولطية تغذية مستمر، يشكل اللوح العلوي قطبه الموجب، ويصبح أكسيد الألومنيوم هو العازل، بينما تشكل طبقة الورق واللوح السفلي قطبه السالب. ويبين الشكل (63) طريقة الاستدلال على القطب الموجب لهذا المواسع، فعند توصيله في الدارات الإلكترونية، يوصل الطرف الموجب مع نقطة الفولطية الأكثر إيجابية، ويحظر عكس قطبيته لأنها قد تؤدي إلى انفجاره وتلفه. أما النوع الذي يعمل بفولطية متغير، فيصنع بترسيب طبقات الأكسيد فوق سطحي لوحي المواسع، ويستعمل في العديد من المحركات ذات الوجه الواحد المشطورة (المجزأة)، ويعمل على أحداث زاوية وجه كهربائية في ملفات التقويم (البدء) لإنتاج عزم التقويم اللازم لمساعدة ملفات البدء على الإقلاع بسرعة، ومن مميزات هذا المواسع سعته الكبيرة وحجمه الصغير.



الشكل (62):تركيب المواسع الكيميائي (الإلكتروليتي).

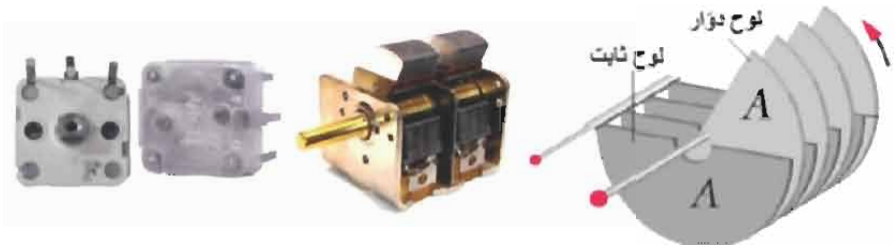
الشكل (63): طريقة الاستدلال على القطب الموجب في المواسع الكيميائي.

- **مواسع السيراميك:** يصنع على شكل أقراص أو أنابيب،ويستخدم في تطبيقات الترددات العالية،وفي الحالات التي تتطلب مواسع صغير الحجم،ويبين الشكل(64) الأشكال الشائعة لمواسعات السيراميك.

الشكل(64) الأشكال الشائعة لمواسعات السيراميك.

ب. المواسعات متغيرة القيمة

يتكون هذا المواسع من صفائح متوازية من الألومنيوم أو النحاس على شكل دائري أو بيضاوي، مثبتة على محور قابل للدوران بطريقة تسمح لها بالتداخل مع مجموعة أخرى من الصفائح المساوية لها في المساحة، ويكون الهواء هو مادتها العازلة كما مبين في الشكل (65). ويستخدم هذا المواسع غالباً في أجهزة الراديو، حيث يمكن الحصول على سعات مختلفة منه حسب وضع ألواحه وتداخلها مع بعضها، فعندما تتداخل الصفائح الدوارة كلياً مع الصفائح الثابتة، تصبح سعته بقيمتها العظمى، أما عند إدارة صفائحه إلى الوضع المفتوح كلياً، تصبح سعته بقيمتها الصغرى.



(أ) تركيب المواسع الهوائي المتغير القيمة (ب) الأشكال الشائعة للمواسع المتغير

الشكل (65):المواسع متغير القيمة.

4-7 المواصفات الفنية للمواسعات

يتم اختيار المواسعات بما يلائم الاستعمال المطلوب، بموجب خصائص فنية معينة، أهمها:

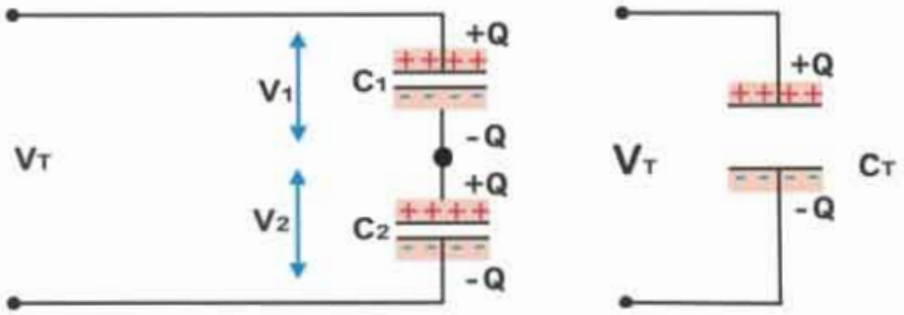
- **السعة:** وهي القيمة المطلوبة المعبر عنها بالميكروفاراد أو الناتوفاراد أو البيكوفاراد.
- **فولطية الانهيار:** وهو الفولطية الذي تنهار عنده الطبقة العازلة الموجودة بين لوحي المواسع، والتي تتسبب بتلفه. وتتناسب هذه القيمة طردياً مع سمك طبقة العازل، ويعبر عنها (بالنسبة للفولطية المستمرة والمتناوبة) بتسجيل قيمته على جسم المواسع بهدف تشغيل هذا المواسع بهامش كبير من الأمان. وكقاعدة عامة، يحدد فولطية التشغيل المستمر بقيمة (50%) من فولطية الانهيار.
- **نوع المواسع وقطبيته:** نوع المواسع يحدد الكثير من مواصفاته، كالمواد التي صنع منها، ونوع العازل المستخدم فيه، وكذلك وجود قطبيه له أو عدم وجودها.

4-8 توصيل المواسعات

يمكن توصيل المواسعات سواء أكانت من النوع الورقي أم من النوع الكيميائي، بالتوالي أم بالتوازي لإعطاء الخصائص المطلوبة، على أن يتم اختيار الفولطية والسعة بطريقة صحيحة:

أ. **توصيل المواسعات على التوالي:** يبين الشكل (66) بأن توصيل مواسعين على التوالي يكافئ مضاعفة سمك العازل، وهذا يعني أن المواسعين المتصلين معاً بالتوالي يعملان كمواسع وأحد سمك عازله يكافئ

مجموع سمكي عازلي المواسعين. وبما أن سعة المواسع تتناسب عكسياً مع المسافة الفاصلة بين اللوحين، فإن زيادة سمك عازله تخفض من قيمة سعته الكلية.



الشكل(66):توصيل المواسعات على التوالي

تحسب السعة الكلية (C_t) للمواسعات المتصلة ببعضها على التوالي بطريقة مشابهة لتوصيل المقاومات المتصلة ببعضها على التوازي، كما يلي:

$$\frac{1}{Ct}=\frac{1}{C1}+\frac{1}{C2}+\frac{1}{C3}+$$

مثال: ثلاثة مواسعات: (C_1=4 µF)، و(C_2=3 µF)، و(C_3=2 µF)، متصلة ببعضها على التوالي، فما سعتها الكلية؟

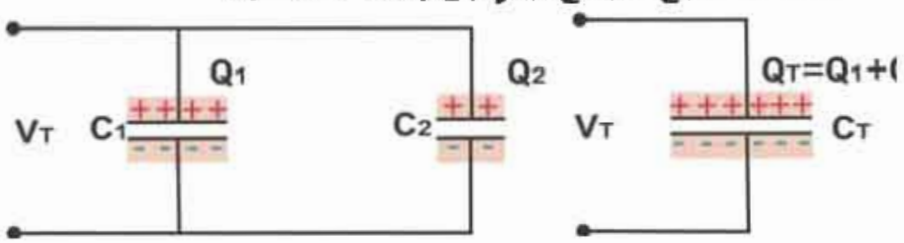
الحـل:

$$\frac{1}{Ct}=\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{Ct}=\frac{6+4+3}{12}=\frac{13}{12}$$

$$Ct=\frac{12}{13}=0.95\mu F$$

ب. **توصيل المواسعات على التوازي**: يبين الشكل (67) بأن توصيل مواسعين على التوازي يكافئ مضاعفة مساحة كل لوح من لوحي المواسع. وهذا يعني أن المواسعين المتصلين بالتوازي يعملان كمواسع وأحد مساحة لوحيه تكافئ مجموع مساحتي لوحي المواسعين. وبما أن سعة المواسع تتناسب طردياً مع مساحة لوحيه، فإن زيادة مساحة لوح المواسع يؤدي إلى زيادة سعته الكلية.



الشكل(67):توصيل المواسعات على التوازي

تحسب السعة الكلية (C_t) للمواسعات المتصلة ببعضها على التوازي بطريقة مشابهة لتوصيل المقاومات المتصلة ببعضها على التوالي، كما يلي:

$$Ct = C1 + C2 + C3 + \text{إلخ.}$$

مثال: ثلاثة مواسعات سعة كل منها (5) ميكروفاراد متصلة ببعضها على التوازي، فما سعتها الكلية؟

الحـل: $Ct = C1 + C2 + C3 = 5 + 5 + 5 = 15$ ميكروفاراد

4-9 فحص المواسعات

يتم فحص صلاحية المواسع باستخدام جهاز قياس السعة الرقمي (Digital Capicitance Meter:DCM)،كما في الشكل (68).والجدير بالذكر أن جهاز قياس السعة ممكن أن يكون مدمجاً مع الجهاز متعدد القياسات الرقمي (DMM)،أو جهاز قياس المقاومة والحثية والسعة (LCR Meter) .

الشكل (68):جهاز قياس السعة الرقمي.

ويمكن أن يتعرض المواسع للأعطال الآتية:

- **دارة قصر (شورت):** ويحدث هذا عند انهيار العازل بين اللوحين في المواسع، وعندها تكون قيمة مقاومة المواسع صغيرة جداً.
- **دارة مفتوحة:** قد يتسبب انقطاع أحد طرفي توصيل المواسع في هذا العطل، وعندها تكون قيمة مقاومة عالية جداً (ما لانهاية).
- **يتصرف المواسع كمقاومة:** ويحدث هذا عندما يفقد العازل بين اللوحين في المواسع خصائصه الكهربائية، وعندها يعطي قيمة مقاومة ثابتة.
- **تغير قيمة سعة المواسع:** ويحدث هذا عندما يبدء العازل بين اللوحين في المواسع بفقدان خصائصه الكهربائية.

10-4 التقييم الذاتي

التعليمات

أ- أجب عن الأسئلة الآتية.

ب- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريا.

أسئلة التقييم الذاتي

السؤال الأول: أجب من الأسئلة الآتية بإيجاز ووضوح

أ. مما يتكون المواسع في أبسط أشكاله؟

ب. ماذا يقصد بسعة المواسع؟

ج. ما العوامل التي تؤثر على سعة المواسع؟

د. اذكر أجزاء الفاراد.

ه. اذكر ثلاث مواصفات للمواسع؟

و. اذكر ثلاثة أنواع من المواد العازلة المستخدمة كعازل كهربائي في المواسعات.

السؤال الثاني

ثلاثة مواسعات: (C_1=3 µF)، و(C_2=6 µF)، و(C_3=12 µF)، متصلة ببعضها على التوالي، احسب سعتها الكلية.

السؤال الثالث

ثلاثة مواسعات: (C_1=3 µF)، و(C_2=6 µF)، و(C_3=12 µF)، متصلة ببعضها على التوازي، احسب سعتها الكلية.

● **إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة**

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك وتفوقك، واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- دائما افصل 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 إصابتك 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.

رقم التمرين: (5)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: فحص المواسعات وتوصيلها	5 ساعات

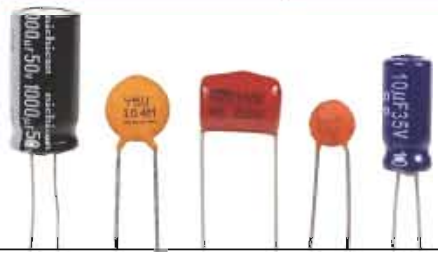
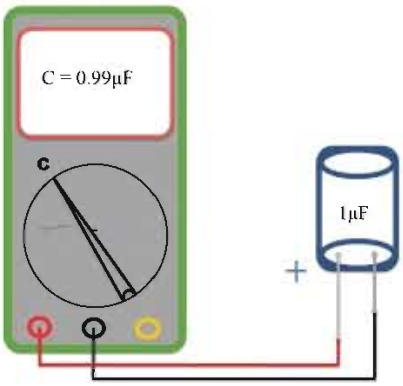
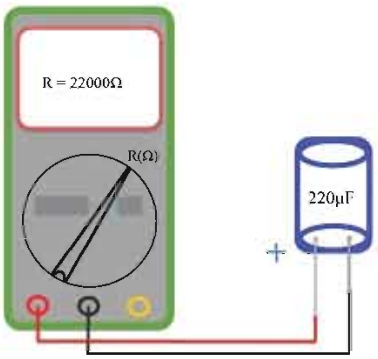
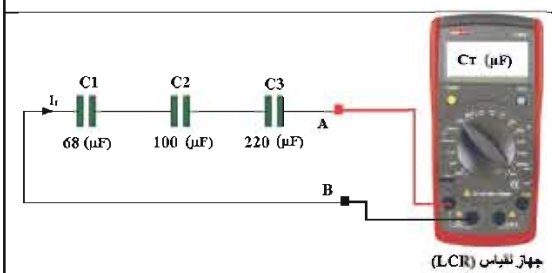
● **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن:

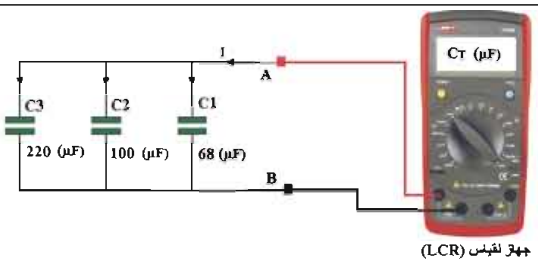
- تقرأ قيمة مختلف أنواع المواسعات حسب نظام الترميز المتبع في ترميزها.
- تقيس قيمة مختلف أنواع المواسعات باستخدام جهاز قياس السعة الرقمي.
- تتحقق من قوانين توصيل المواسعات على التوالي وعلى التوازي.

● **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	جهاز متعدد القياسات رقمي (DMM)	**1**	
2	جهاز قياس سعة رقمي	**1**	
3	لوحة توصيل	**1**	
4	كاوي لحام قصدير وملحقاته	**1**	
5	مجموعة من المواسعات المتنوعة	**10**	مختلفة الأنواع والقيم

● خطوات العمل

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	حضر مجموعة من المواسعات مختلفة الأنواع	
2	جهز جهاز قياس السعة الرقمي (DCM) أو جهاز قياس المقاومة والحثية والسعة (LCR Meter) الذي لديك لقياس سعة المواسعات التي لديك حسب دليل المستخدم للجهاز.	
3	اضبط جهاز القياس على مدى القياس المناسب لقيمة المواسع المراد قياس سعته، ثم قس سعة المواسعات التي لديك واحداً تلو الآخر(C1,C2,C3----) ،وسجل في دفترك قيمة سعة المواسع المسجلة على جسمه وقيمة سعته التي حصلت عليها بالقياس،كما في الجدول(1).	
4	قس مقاومة المواسعات التي لديك باستخدام جهاز قياس المقاومة،وسجل النتائج في دفترك،كما في الجدول(1).	
5	وصل الدارة المجاورة على لوحة توصيل،وسجل قيمة السعة الكلية (Ct) في دفترك.	
6	احسب قيمة السعة الكلية لدارة التوالي باستخدام المعادلة: $$\frac{1}{Ct}=\frac{1}{C1}+\frac{1}{C2}+\frac{1}{C3}+$$	

	وسجل النتيجة في دفترك. قارن بين قيمة السعة الكلية (Ct) التي حصلت عليها بالقياس مع قيمة السعة الكلية (Ct) التي حصلت عليها بالحساب، وذلك للتحقق من صحة قانون توصيل المواسعات على التوالي.	
7	وصل الدارة المجاورة على لوحة توصيل،وسجل قيمة السعة الكلية (Ct) في دفترك.	 جهاز لقياس (LCR)
8	احسب قيمة السعة الكلية لدارة التوازي باستخدام المعادلة: Ct = C1 + C2 + C3 + إلخ. وسجل النتيجة في دفترك. قارن بين قيمة السعة الكلية (Ct) التي حصلت عليها بالقياس مع قيمة السعة الكلية (Ct) التي حصلت عليها بالحساب، وذلك للتحقق من صحة قانون توصيل المواسعات على التوازي.	

الجدول (1)

	نوع المواسع	قيمة السعة بالحساب	قيمة السعة بالقياس	مقاومة المواسع المقيسة
C1				
C2				
C3				
C4				
C5				

هدف التعلم الخامس

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادراً على أن: توصل الملفات.

أنشطة التعلم	المصادر
المادة التعلمية	الوحدة التدريبية
تنفيذ التمارين العملية	المشغل/ بإشراف المدرب
زيارة المواقع الإلكترونية	Electronic Basics #12: Coils / Inductors (Part 1) https://www.youtube.com/watch?v=kdrP9WbJIb8
التدريب الميداني	

5 – الملفات الكهربائية

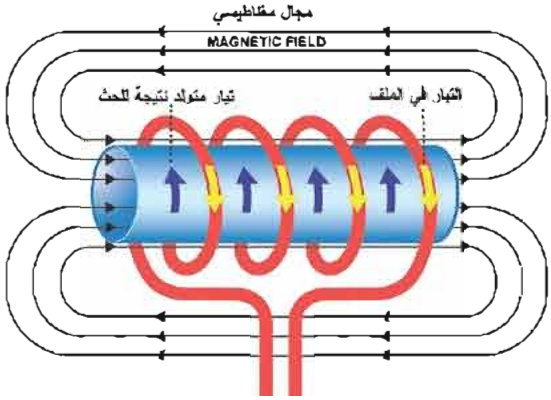
يتكون الملف من سلك معزول ملفوف حول إطار(قلب)،وتختلف الملفات عن بعضها من حيث عدد اللفات ، ومساحة مقطع السلك، ونوع مادة قلب الملف وأبعاده.ويبين الشكل (69) الأشكال الشائعة للملفات المستخدمة في الدارات الإلكترونية. علماً أن الملفات تتواجد بأشكال وأنواع عدة منها الملف الهوائي والملف ذي القلب الحديدي، والملف الحلقي، والملف ذي القلب الفحمي.

الشكل (69): الأشكال الشائعة للملفات المستخدمة في الدارات الإلكترونية.

5-1 الحث الذاتي

للملف خاصية تسمى الحث الذاتي (أو التحريض أو التأثير الذاتي) (Self Inductance)، ويعرف الحث الذاتي بإنه قدرة الملف على إنتاج قوة دافعة كهربائية عكسية تقاوم أي تغير في قيمة التيار المار في الملف.ويمكن توضيح ذلك على النحو الآتي:

يؤدي تغير شدة التيار المار في ملف إلى تغير في شدة خطوط مجال الحقل المغناطيسي المنتشر حول هذا الملف، كما في الشكل (70)، فعندما تزداد شدة التيار المار في الملف، تنمو خطوط المجال المغناطيسي وتمتد. وعندما تنخفض قيمة التيار المار في الملف، تقل خطوط المجال المغناطيسي وتتلاشى. وبهذا يتولد حركة نسبية بين خطوط مجال الحقل المغناطيسي ولفات الملف نفسه، وبالتالي يتولد قوة دافعة كهربائية عكسية يكون اتجاهها مقاوماً للتغير في شدة التيار المار في الملف.فإذا تناقصت شدة التيار الأصلي، تكون قطبية القوه الدافعة الكهربائية العكسية بحيث تمنع تناقص التيار الأصلي، وإذا تزايدت شدة التيار الأصلي، تكون قطبية القوه الدافعة الكهربائية العكسية بحيث تمنع تزايد التيار الأصلي.



الشكل(70):الحث الذاتي.

يرمز لحث الملف بالحرف (L)،ويقاس بوحدة الهنري ويرمز لها بالحرف (H). وبما أن قيمة هذه الوحدة كبيرة، نستخدم أجزاء الهنري، وهي: الميلي هنري (mH)، ويساوي (1) من ألف من الهنري، والميكرو هنري (µH)، ويساوي (1) من مليون من الهنري. ويعرف الهنري بأنه مقدار الحثية التي تولد قوة دافعة كهربائية عكسية في الملف مقدارها (1) فولط عندما يتغير التيار المار في الملف بمعدل (1) أمبير في الثانية، علماً أن الملفات تتواجد بأشكال وأنواع عدة منها الملف الهوائي والملف ذي القلب الحديدي، والملف الحلقي، والملف ذي القلب الفحمي.
تعتمد حثية الملف على عدة عوامل: نوع مادة القلب،وعدد لفات الملف،وقطر سلك الملف،والمسافة بين اللفات،وعدد طبقات الملف،وشكل الملف،وطريقة لف الملف،وقطر الملف. وبما أن جميع هذه العوامل متغيرة، فإنه لا يوجد قاعدة وأحدة يمكن استخدامها بشكل مطلق في حساب قيمة حثية أي ملف.

2-5 أنواع الملفات

تصنف الملفات حسب نوع مادة القلب إلى:

أ. الملف الهوائي:

ويتكون من سلك معزول ملفوف حول اسطوانة من مادة غير مغناطيسية،ويبين الشكل(71) نماذج من الملفات الهوائية ورمز الملف الهوائي.

الشكل(71) نماذج من الملفات الهوائية ورمز الملف الهوائي.

ب. الملف ذي القلب الحديدي

ويتكون من سلك معزول ملفوف حول قلب مكون من شرائح الحديد المعزولة ،ويبين الشكل(72) نماذج من الملفات ذات القلب الحديدي ورمز الملف ذو القلب الحديدي.ويستخدم الملف ذو القلب الحديدي كملف خانق في مصابيح الفلورسنت ،والمحولات الكهربائية.

الشكل(72): نماذج من الملفات ذات القلب الحديدي ورمز الملف ذو القلب الحديدي.

ج. الملف ذو قلب الفيريت

ويتكون من سلك معزول ملفوف حول قلب مكون الفيريت، وهي مادة لها خواص مغناطيسية مشابهة للحديد، ويبين الشكل(73) نماذج من الملفات ذات قلب الفيريت ورمز الملف ذي قلب الفريت.وأشهر استخدامات الملف ذي قلب الفريت هي صنع الهوائي الداخلي في أجهزة الراديو.

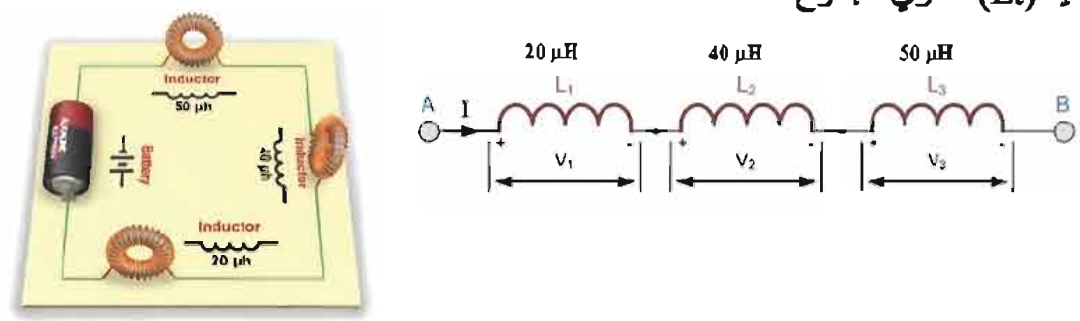
رمز الملف ذو قلب فرايت | نماذج لملفات ذو قلب فرايت | هوائي داخلي من الفرايت لجهاز استقبال اذاعي

الشكل(73) نماذج من الملفات ذات قلب الفيريت ورمز الملف ذو قلب الفريت.

3-5 توصيل الملفات

أ. التوصيل على التوالي

يبين الشكل (74) ثلاثة ملفات موصولة على التوالي،وهذه الحال تماثل توصيل ثلاثة مقاومات على التوالي،أي أن المحاثة الكلية (Lt) تساوي مجموع محاثات الملفات الثلاث



الشكل (74) ثلاثة ملفات موصولة على التوالي.

وبتعبير رياضي،فإن المحاثة الكلية (Lt) تساوي:

$$Lt=L1 + L2 + L3$$

مثال

في الشكل (74)أعلاه،ما هي قيمة المحاثة الكلية(Lt)للدارة؟

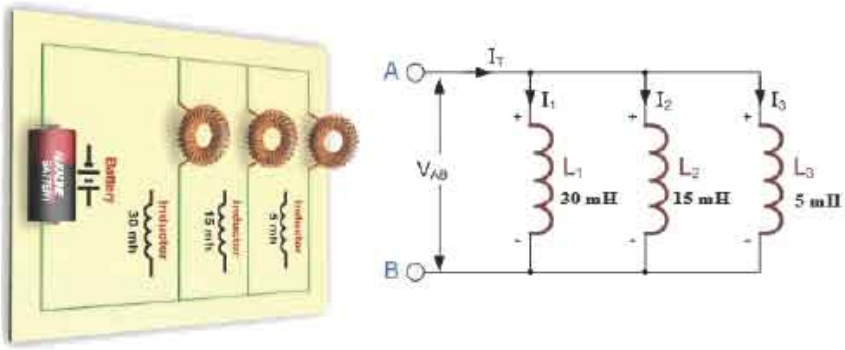
الحل

$$Lt=L1 + L2 + L3$$
$$Lt=20\mu H + 40\mu H + 50\mu H$$

$$Lt=110\mu H$$

ب. التوصيل على التوازي

يبين الشكل (75) ثلاثة ملفات موصولة على التوازي،وهذه الحال تماثل توصيل ثلاث مقاومات على التوازي،أي أن مقلوب المحاثة الكلية (Lt) يساوي مجموع مقلوب محاثات الملفات الثلاث.



الشكل (75) ثلاثة ملفات موصولة على التوازي.

وبتعبير رياضي،فإن المحاثة الكلية (Lt) تساوي:

$$\frac{1}{Lt}=\frac{1}{L1}+\frac{1}{L2}+\frac{1}{L3}$$

مثال

في الشكل (75)أعلاه ما هي قيمة المحاثة الكلية(Lt)للدارة؟

الحل

$$\frac{1}{Lt}=\frac{1}{20}+\frac{1}{40}+\frac{1}{50}$$

$$Lt=3.3\ \mu H$$

4-5 فحص الملفات

يتم قياس قيمة محاثة الملفات باستخدام جهاز قياس المحاثة،وغالبا ما يكون هذا الجهاز مدمج في أجهزة قياس أخرى،مثل جهاز قياس المقاومة والسعة والمحاثة (LCR Meter)،أو جهاز قياس السعة والمحاثة (LC Meter)،كما في الشكل(76).

ويمكن أن يتعرض الملف للأعطال الآتية،التي يمكن كشفها باستخدام جهاز قياس المقاومة:

- دارة قصر (شورت):ويحدث هذا عند انهيار عازل أسلاك الملف، وعندها تكون قيمة مقاومة الملف صغيرة جداً.
- دارة مفتوحة:ينتج عن وجود قطع في سلك الملف نتيجة مرور تيار أعلى من المقرر في الملف، وعندها تكون قيمة مقاومة عالية جداً (ما لانهاية).

(أ)جهاز قياس السعة والمحاثة (ب) جهاز قياس المقاومة والسعة والمحاثة

الشكل(76):أجهزة رقمية لقياس الحثية.

5-5 التقييم الذاتي

التعليمات

ج- أجب عن الأسئلة الآتية.

د- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك - إن كان ذلك ضروريا - .

أسئلة التقييم الذاتي

السؤال الاول

ثلاثة ملفات: (L_1=3 µH)، و(L_2=6 µH)، و(L_3=12 µH)، متصلة ببعضها على التوالي، فما محاثتها الكلية؟

السؤال الثاني

ثلاثة ملفات: (L_1=3 µH)، و(L_2=6 µH)، و(L_3=12 µH)، متصلة ببعضها على التوازي، فما محاثتها الكلية؟

6-5 التمارين العملية

- **إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة**

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك وتفوقك، واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- التقيد بلباس التدريب داخل المشغل وارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة لطبيعة العمل.
- المحافظة على نظافة وترتيب المشغل ومكان العمل.
- المحافظة على الأجهزة والأدوات واستخدامها وصيانتها بحسب تعليمات الشركة الصانعة.
- التأكد من تهوية مكان العمل.
- احترام قوأعد العلاقات البينية والعمل كعضو ضمن فريق في بيئة العمل.
- التقيد بتعليمات السلامة الخاصة بالمركبة المعنية بالإصلاح.

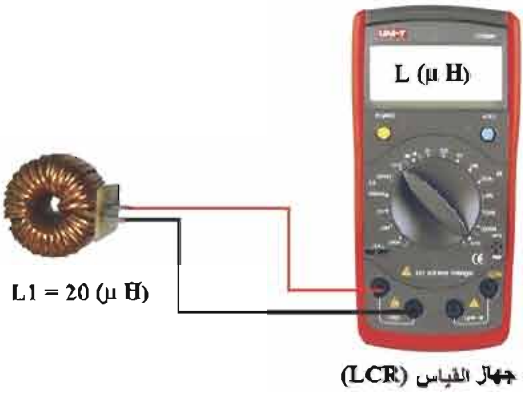
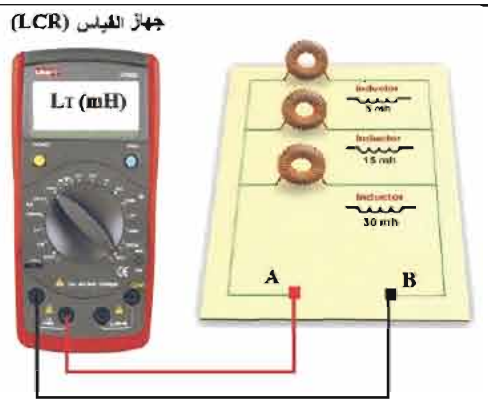
رقم التمرين: (6)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: فحص الملفات وتوصيلها	5 ساعات

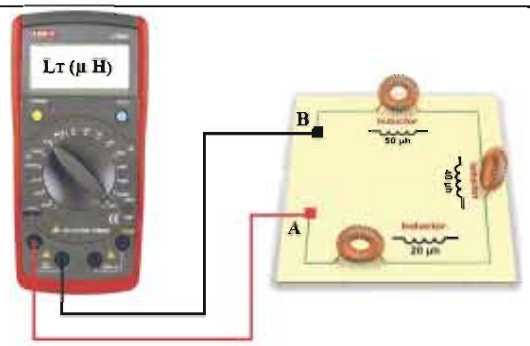
- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن:
  - تقيس قيمة محاثة مختلف أنواع الملفات باستخدام جهاز قياس الحثية الرقمي.
  - تتحقق من قوانين توصيل الملفات على التوالي وعلى التوازي.

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	جهاز متعدد القياسات رقمي (DMM)	**1**	
2	جهاز قياس المقاومة والحثية والسعة (LCR Meter)	**1**	
3	لوحة توصيل	**1**	
4	كاوي لحام قصدير وملحقاته	**1**	
4	مجموعة ملفات متنوعة	**10**	مختلفة الأنواع والقيم

● خطوات العمل

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
1	حضر مجموعة من الملفات مختلفة الأنواع.	
2	جهز جهاز قياس المقاومة والحثية والسعة (LCR Meter) لقياس محاثة الملفات التي لديك حسب دليل المستخدم للجهاز.	
3	اضبط جهاز القياس على مدى القياس المناسب لقيمة محاثة الملف المراد قياس حثيته، ثم قس محاثة الملفات التي لديك واحداً تلو الأخر(----L1,L2,L3) ،وسجل في دفترك قيمة محاثة الملف المسجلة على جسمه وقيمة محاثة الملف التي حصلت عليها بالقياس،كما في الجدول(1).	
4	قس مقاومة الملفات التي لديك باستخدام جهاز قياس المقاومة،وسجل النتائج في دفترك،كما في الجدول(1).	
5	وصل الدارة المجاورة على لوحة توصيل،وسجل قيمة السعة الكلية (Lt) في دفترك.	
6	احسب قيمة المحاثة الكلية لدارة التوا.زي باستخدام المعادلة: $\frac{1}{Lt}=\frac{1}{L1}+\frac{1}{L2}+\frac{1}{L3}+$ وسجل النتيجة في دفترك. قارن بين قيمة السعة الكلية (Lt) التي حصلت عليها بالقياس مع قيمة السعة الكلية (Lt) التي حصلت عليها	

	بالحساب، وذلك للتحقق من صحة قانون توصيل الملفات على التوازي.	
7	وصل الدارة المجاورة على لوحة توصيل،وسجل قيمة المحاثة الكلية (Lt) في دفترك.	 جهاز القياس (LCR)
8	احسب قيمة المحاثة الكلية لدارة التوالي باستخدام المعادلة: Lt = L1 + L2 + L3 + إلخ. وسجل النتيجة في دفترك. قارن بين قيمة المحاثة الكلية (Lt) التي حصلت عليها بالقياس مع قيمة المحاثة الكلية (Lt) التي حصلت عليها بالحساب، وذلك للتحقق من صحة قانون توصيل الملفات على التوالي.	

الجدول (1)

	نوع الملف	قيمة المحاثة المسجلة	قيمة المحاثة بالقياس	مقاومة الملف المقيسة
L1				
L2				
L3				
L4				
L5				

هدف التعلم السادس

عند الانتهاء من تنفيذك أنشطة التعلم أدناه عليك أن تصبح قادراً على أن: توصل المحولات.

أنشطة التعلم	المصادر
المادة التعلمية	الوحدة التدريبية
تنفيذ التمارين العملية	المشغل/ بإشراف المدرب
زيارة المواقع الإلكترونية	How does a Transformer work ? https://www.youtube.com/watch?v=vh_aCAHThTQ Working of Transformer https://www.youtube.com/watch?v=Cx4_7lIjoBA
التدريب الميداني	

6 – المحولات الكهربائية

المحول الكهربائي هو:جهاز ينقل الطاقة الكهربائية المتغيرة (AC) من دارة إلى أخرى عن طريق التأثير الكهرومغناطيسي المتبادل بين ملفين، مع إمكانية رفع أو خفض فولطية الدارة الثانية. وبما أن المحول الكهربائي لا يقدم أي زيادة في القدرة، فبالتالي رفع الفولطية في الدارة الثانية يرافقه انخفاض في قيمة التيار في الدارة ، والعكس صحيح. ومما يجدر ذكره أن المحول الكهربائي لا يعمل بتيار مستمر، لأن التيار المستمر ثابت القيمة وبالتالي ينتج مجالاً مغناطيسياً ثابتاً أيضاً، ولكنه يفقد شرطاً أساسياً لتوليد التيار الكهربائي بالتأثير ألا وهو "الحركة النسبية".

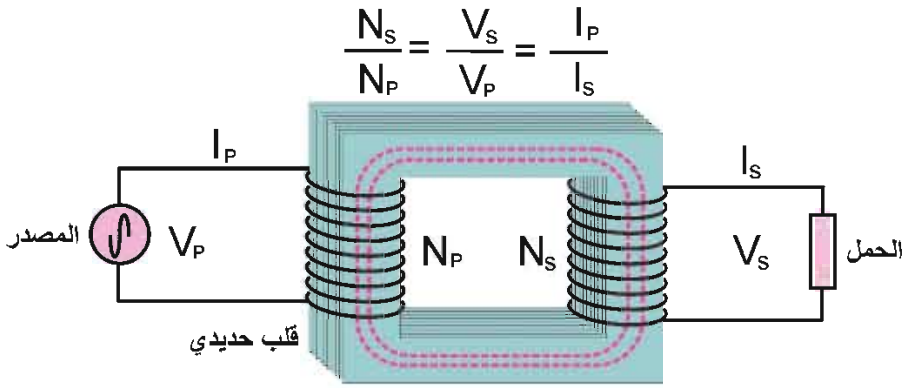
وتختلف هذه المحولات من حيث قدرتها الكهربائية، فمنها المحولات الضخمة المستخدمة في شبكات نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية التي تنقل قدرة تقاس بالميغاواط (MW)، والمحولات الصغيرة جداً المستخدمة في أجهزة التحكم و/أو الاتصالات التي تنقل قدرة صغيرة تقاس بالميلي واط (mW).

6-1 أجزاء المحول الكهربائي

يتكون المحول الكهربائي من المكونات الآتية المبينة في الشكل (77):

أ. **الملف الابتدائي** (Primary Winding): يوصل هذا الملف بمصدر التيار المتغير (AC).

ب.**الملف الثانوي** (Secondary Winding): يوصل هذا الملف بالحمل الكهربائي.

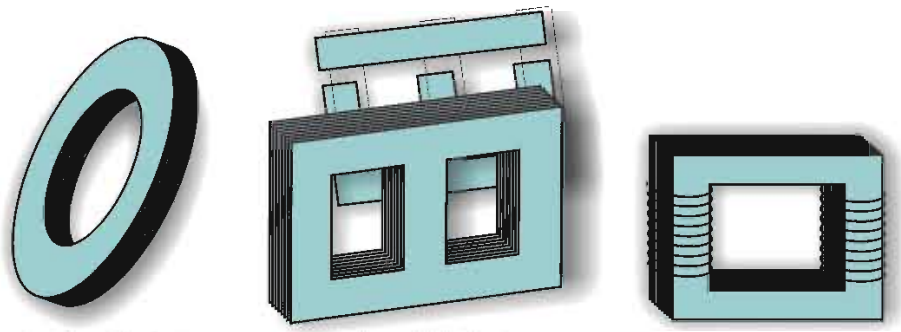


الشكل (77):مكونات المحول الأساسية.

ج. **القلب الحديدي** (Iron Core): يلف عليه الملفين (الابتدائي والثانوي) ليزيد من التأثير المتبادل بينهما، ويتكون هذا القلب من رقائق الحديد المطلي بعازلٍ كالورنيش، ويبلغ سمك كل رقيقةٍ منها حوالي (0.35) مم، ثم تجمع

هذه الرقائق معاً بشكلٍ قوي لتحد من الفجوات الهوائية بينها، ولتشكل مساراً متصلاً للمجال المغناطيسي المتولد عن سريان التيار الكهربائي في الملف الابتدائي للمحول، ويتواجد القلب الحديدي بثلاثة أنواعٍ، هي:

- **القلب الحديدي المغلق** (Closed Core): وهو عبارة عن حلقةٍ مستطيلة الشكل مصنوعة من صفائح الحديد السيليكوني، وتشكل مساراً مغلقاً للمجال المغناطيسي. ويلف الملف الابتدائي على ذراعه الجانبي الأول، بينما يلف الملف الثانوي على ذراعه الجانبي الآخر، كما هو موضح في الشكل (78-أ).
- **القلب الحديدي القشري** (Shell Core): وهو موضح في الشكل (78-ب)، ويعمل على زيادة الربط المغناطيسي بين الملفين الابتدائي والثانوي، فيحسن من كفاءة المحول. ويلف الملفين الابتدائي والثانوي بشكل طبقات متعاقبة معزولة جيداً عن بعضها على ذراعه الأوسط، بحيث يحيط القلب الحديدي بها.
- **القلب الحديدي الحلقي** (Toroidal Core): يكون على شكل حلقة، كما مبين في الشكل (78-ج)، يلف حولها ملفات المحول، بحيث يكون طرفي الملف الابتدائي إلى الداخل، وطرفي الملف الثانوي إلى الخارج.



(أ) القلب المغلق (ب) القلب القشري (ج) القلب الحلقي

الشكل (78):أنواع القلب الحديدي للمحول.

2-6 معادلة المحول الكهربائي

يعتمد عمل المحول على ظاهرة التأثير المتبادل بين ملفين متجاورين، فإذا وصل طرفي الملف الابتدائي بمصدر فولطيةٍ متغيرٍ (V_P)، كما في الشكل (77)، فإن المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار المتغير في الملف الابتدائي يقطع كلياً أو جزئياً الملف الثانوي، فيتولد بين طرفي الملف الثانوي فولطيةً متغيراً مقداره (V_S)، يؤدي إلى تدفق تيار كهربائي في الحمل المتصل بين طرفي الملف الثانوي.

وبتغيير نسبة عدد لفات الملف الثانوي (N_S) إلى عدد لفات الملف الابتدائي (N_P) التي تساوي (N_S/N_P).، يمكن تغيير مقدار الفولطية المتولد بالتأثير في الملف الثانوي.

ويمكن إثبات إن نسبة عدد اللفات تساوي النسبة بين الفولطية الخارج والفولطية الداخل، مما يعني أن:

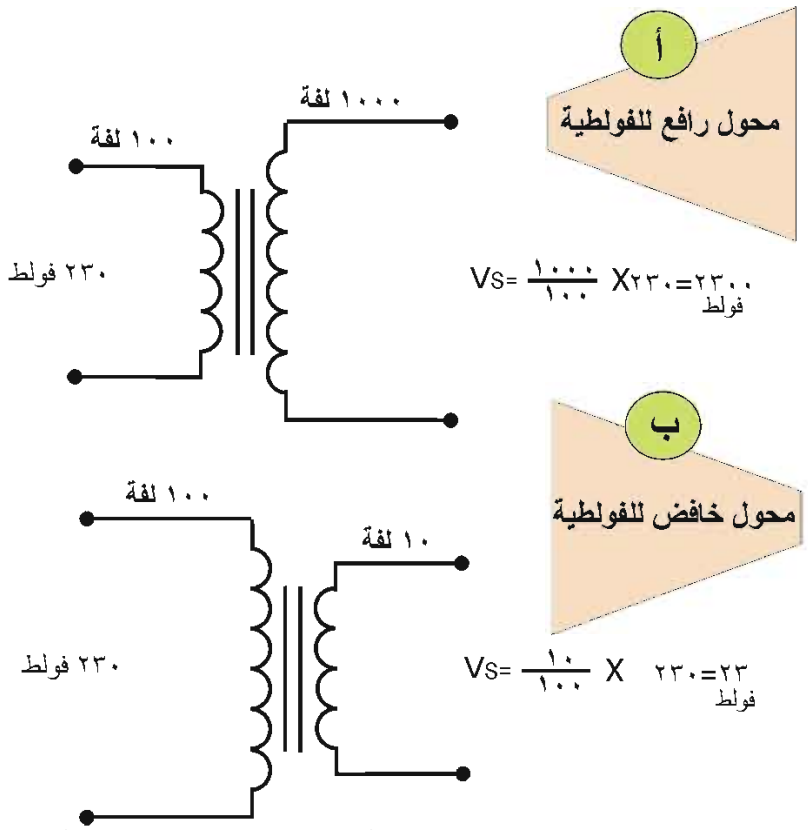
$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P}$$

حيث:

- (V_P) = فولطية الملف الابتدائي
- (V_S) = فولطية الملف الثانوي
- (N_P) = عدد لفات الملف الابتدائي
- (N_S) = عدد لفات الملف الثانوي

عندما يكون عدد لفات الملف الثانوي أكبر من عدد لفات الملف الابتدائي، تكون نسبة عدد اللفات أكبر من (1)،كما يوضح الشكل(79/أ)، ويعمل المحول على رفع قيمة الفولطية بشكلٍ يتناسب ونسبة عدد اللفات، ويعرف هذا المحول بالمحول الرافع للفولطية. ويبين يسار الشكل (79/أ) أن عدد لفات الملف الابتدائي للمحول هو (100)

لفة، في حين أن عدد لفات ملفه الثانوي هو (1000) لفة، وبالتالي فإن قيمة فولطية الملف الثانوي تبلغ (10) أضعاف قيمة فولطية الملف الابتدائي.



الشكل(79): المحول الخافض للفولطية والمحمول الرافع للفولطية.

أما عندما يكون عدد لفات الملف الثانوي أقل من عدد لفات الملف الابتدائي، تكون نسبة عدد اللفات أقل من (1)، كما في الشكل (79/ب) ، ويعمل المحول على خفض قيمة الفولطية بشكلٍ يتناسب ونسبة عدد اللفات، ويعرف هذا المحول بالمحول الخافض للفولطية. ويبين يسار الشكل (79/ب) أن عدد لفات الملف الابتدائي للمحول هو (100) لفة، في حين أن عدد لفات ملفه الثانوي (10) لفات، وبالتالي فإن قيمة فولطية الملف الثانوي يبلغ عشر فولطية قيمة الملف الابتدائي.

في المحول المثالي، تكون قيمة القدرة في دارة الملف الابتدائي مساوية لقيمة القدرة في دارة الملف الثانوي ($P_P = P_S$)، وبما أن قيمة القدرة تكون مساوية لحاصل ضرب الفولطية بالتيار، ينتج أن:

$$V_P \times I_P = V_S \times I_S$$

ومن هذه العلاقة، تجد أن:

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{I_P}{I_S}$$

حيث أن: (I_P) = تيار الملف الابتدائي، و(I_S) = تيار الملف الثانوي.

وبربط المعادلات السابقة تحصل على المعادلة العامة للمحول:

$$\frac{N_S}{N_P} = \frac{V_S}{V_P} = \frac{I_P}{I_S}$$

وبالتمعن في هذه المعادلة تجد أن نسبة التيار تتناسب عكسياً مع كلٍ من نسبة الفولطية ونسبة عدد اللفات. ومما يجدر ذكره أنه من أجل أن تبقى قدرة الخرج مساوية لقدرة الدخل فإن المحول الذي يرفع الفولطية يجب عليه أن يخفض التيار، والعكس صحيح.

مثال: محول خفض، عدد لفات ملفه الابتدائي (N_P) = (400) لفة، وعدد لفات ملفه الثانوي (N_S) = (40) لفة، وفولطية ملفه الابتدائي (V_P) = (230) فولط، فما قيمة فولطية ملفه الثانوي (V_S)؟

الحـل:

$$\frac{N_S}{N_P} = \frac{V_S}{V_P}$$

أي أن:

$$\frac{40}{400} = \frac{V_S}{230}$$

ضرب تبادلي:

$$V_S \times 400 = 230 \times 40$$

$$V_S = \frac{230 \times 40}{400}$$

$$V_S = 23\text{V}$$

مثال: محول خفض فولطية الابتدائي (V_P) = (230) فولط، وفولطية الثانوي (V_S) = (12) فولط، وتيار ملفه الثانوي (I_S) = (2) أمبير، فما قيمة تيار ملفه الابتدائي (I_P)؟

الحـل:

$$\frac{Ip}{Is} = \frac{V_S}{V_P}$$

$$\frac{I_P}{2} = \frac{12}{230}$$

ضرب تبادلي:

$$I_P \times 230 = 12 \times 2$$

$$I_P = \frac{24}{230} = 0.1A$$

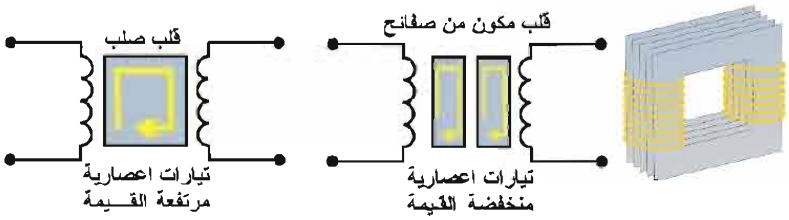
3-6 كفاءة المحول

ذكرنا في الفقرة السابقة أن القدرة في الملف الثانوي للمحول المثالي تساوي القدرة في ملفه الابتدائي، إذا أهمل الفقد فيه والذي بسببه يتحول جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. وعموماً، تكون القدرة عند مخرج المحول أقل منها عند مدخله، وبهذا فإن النسبة بين قدرته الخارجة (Output Power) وقدرته الداخلة (Input Power) تعرف بالكفاءة، وتعطى بالعلاقة الرياضية التالية:

$$\text{الكفاءة} = \frac{\text{القدرة الخارجة}}{\text{القدرة الداخلة}} \times 100\%$$

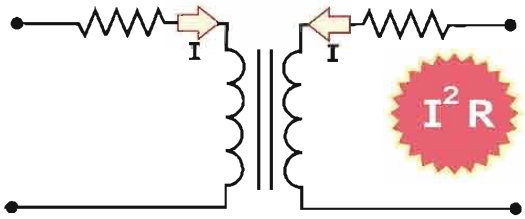
وتعتبر المحولات من الآلات الكهربائية ذات الكفاءة العالية، حيث تتراوح كفاءتها من (95%) إلى (98%)، ويمكن تحديد الفقد في المحولات بالعوامل التالية:

أ. **الفقد الحديدي:** وهو الفقد الذي ينشأ في القلب الحديدي، ويشتمل على مفاقيد التيارات الإعصارية، وهي تياراتٍ كهربائية تتولد بالتأثير في القلب الحديدي وترفع درجة حرارة قلب المحول، ويمكن تخفيض التيارات الإعصارية بتشكيل قلب المحول من صفائح فولاذية رقيقة معزولة عن بعضها، بهدف رفع مقاومة دارة الحديد لسريان التيار الإعصاري، كما موضح في الشكل (80).
وقد تصنع أيضاً قلوبٍ مغناطيسية في الكثيرِ من محولات الفولطية عالية التردد من موادٍ تعرف بالفريتات (Ferrites). والفريتات هي مواد خزفية هشة وقابلة للكسر لها خصائص مغناطيسية مشابهة لخصائص الحديد، ولكنها تعتبر كعوازل تعمل على تقليل الفقد في قلب هذا المحول من خلال انخفاض قيمة التيار الإعصاري.



الشكل (80):التيارات الإعصارية.

ب. **الفقد النحاسي:** وهو الفقد الذي ينشأ في ملفات المحول النحاسية من جراء المقاومة المادية لأسلاك ملفي المحول (الابتدائي والثانوي)، ويتناسب هذا الفقد تناسباً طردياً مع مربع شدة التيار، كما مبين في الشكل (81).



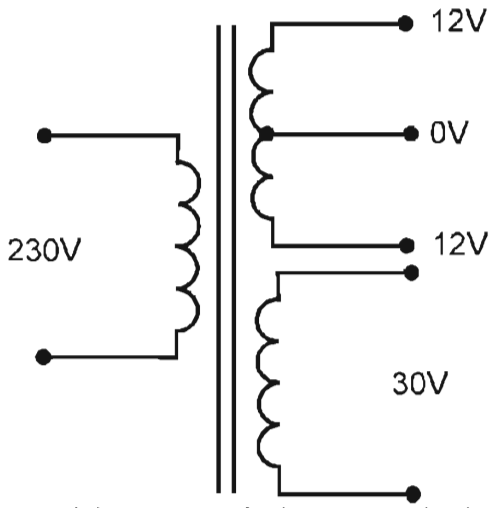
الشكل (81):الفقد النحاسي

4-6 أنواع المحولات الكهربائية

تتوفر المحولات الكهربائية ذات الطور الوأحد بخمسة أنواع رئيسة، هي:

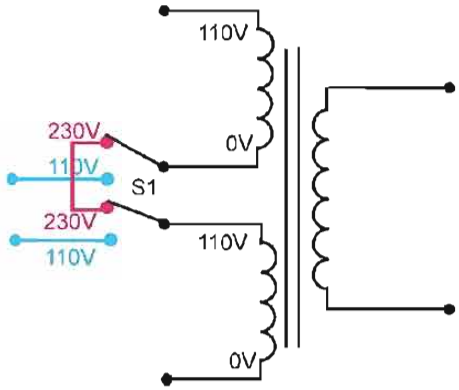
أ. **المحولات التقليدية الرافعة أو الخافضة للفولطية:** وقد تعرفت عليها في الفقرات السابقة.

ب. **محول القدرة متعدد الملفات:** يكون من النوع ذي القلب الحديدي، ويمكن أن يخرج منه أكثر من ملف ثانوي بفولطيات مختلفة، كما هو مبين في الشكل (82)، ويستخدم لخفض الفولطية الرئيسة من (230) فولط إلى قيمة مناسبة بحسب حاجة الجهاز الذي يشغله، وغالباً ما يركب في مدخل وحدات تغذية الأجهزة الإلكترونية.



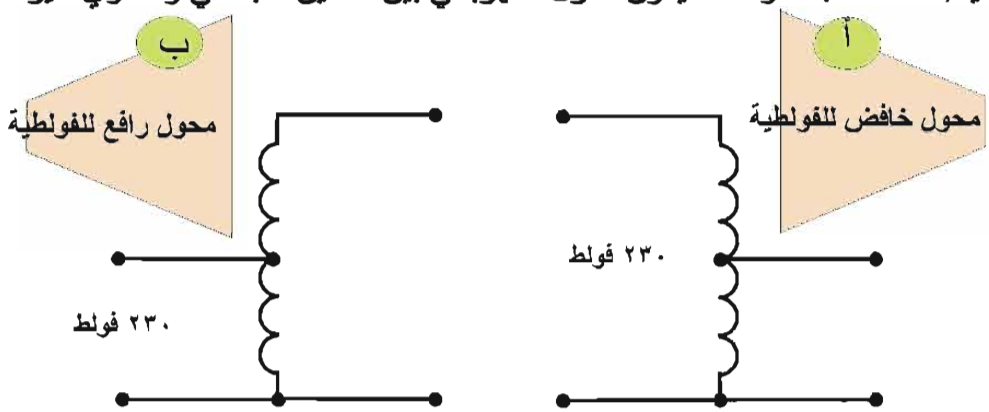
الشكل(82):محول القدرة متعدد الملفات.

بعض هذه المحولات تزود بملفين ابتدائيين يسمحان له بالعمل بفولطية (110) أو (230) فولط، ويبين الشكل (83) محول دارة تغذية جهاز كهربائي نموذجية تعمل على هذا الأساس بوساطة مفتاح ثنائي القطبية ثنائي الرمية (S1). ويجب التنويه إلى أن الاستخدام الخاطئ لهذا المفتاح يتسبب في حرق الملف الابتدائي لهذا المحول.



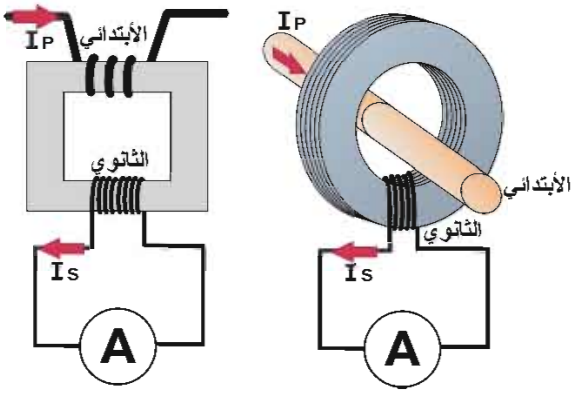
الشكل(83):بعض هذه المحولات تزود بملفين ابتدائيين.

ج. **المحول الذاتي** (Auto-Transformer): يتكون من ملفٍ وأحد مشترك ابتدائي وثانوي، مما يوفر كمية من أسلاك النحاس المستعملة، ويخفض من حجمه ووزنه وكلفته. ويوضح الشكل (84) طريقة تركيب هذا المحول بنوعيه الرافع والخافض للفولطية، ويجب التذكير أن معادلة المحول العامة التي سبق شرحها تنطبق عليه أيضاً. ويستخدم هذا المحول في رفع أو خفض الفولطية عندما تكون نسبة رفع/خفض الفولطية غير عالية/منخفضة جداً، وعندما يكون العزل الكهربائي بين الملفين الابتدائي والثانوي غير ضروري.



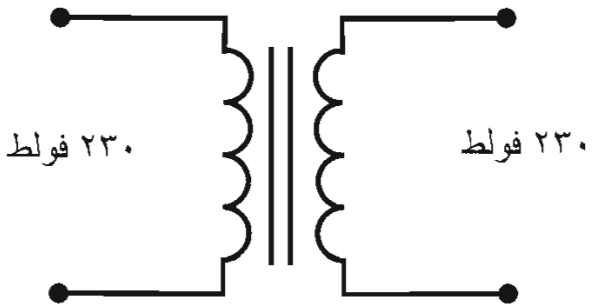
الشكل (84):المحول الذاتي بنوعيه الرافع والخافض للفولطية.

د.**محول التيار** (Current Transformer): يستخدم محول التيار مع أجهزة قياس التيار المتغير (الأميتر) بهدف خفض قيمة التيار المتغير المراد قياسه إلى قيمةٍ مناسبة يسهل قياسها، كما يستخدم لعزل جهاز القياس عن أسلاك الفولطية العالية.يتكون محول التيار المبين في الشكل (85) من ملفٍ ابتدائي، يكون عدد لفاته قليلاً، ومساحة مقطع سلكه كبيرة، ويوصل هذا الملف على التوالي بخط الحمل المراد قياس تياره. أما الملف الثانوي، فيكون عدد لفاته كبيراً، ومساحة مقطع سلكه صغيرة، ويوصل بجهاز قياس التيار.



الشكل(85):محول التيار.

هـ - **محول العزل** (Isolation Transformer): يستخدم هذا المحول في مشاغل الصيانة لعزل بعض الأجهزة والمعدات عن الشبكة الكهربائية العمومية، لتفادي الصدمات الكهربائية أثناء العمل، ويكون فولطية الملف الثانوي مساوٍ لفولطية الملف الابتدائي، أي نسبة تحويل الفولطية متساوٍ.



الشكل(86):محول العزل.

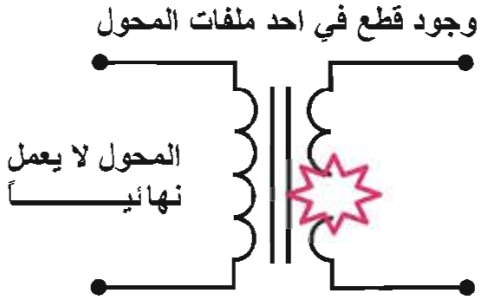
5-6 أعطال المحولات

المحولات هي من المكونات الأساسية للشبكات والأجهزة الكهربائية،ويجب أن يكون الفني قادراً على فحصها وتحديد أعطالها. ويمكن أن يتعرض المحول للأعطال الآتية:

أ. وجود قطع في ملفات المحول

في هذه الحال فإن المحول لا يعمل نهائياً،رغم تزويد ملفه الابتدائي بفولطية التغذية المقررة،والأسباب المحتملة:

- حرق الملف الابتدائي نتيجة ارتفاع فولطية المصدر عن الحد المقرر.
- حرق الملف الثانوي نتيجة سحب الحمل تياراً أعلى من المقرر،كما في الشكل (87ف)،بسبب وجود دارة قصر(شورت) في الحمل،أو وصل حمل أكبر من الحمل المقرر للمحول .

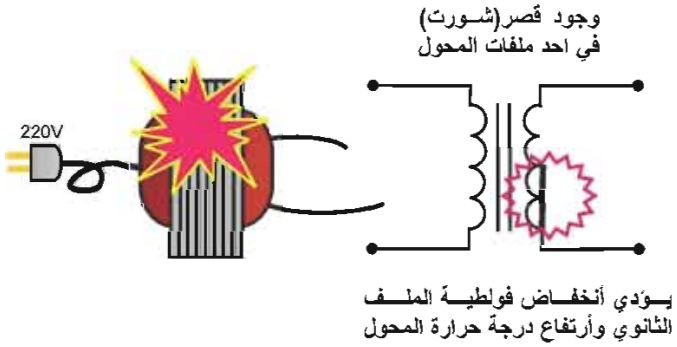


الشكل(87):حرق الملف الثانوي.

ب. **وجود دارة قصر(شورت)في ملفات المحول**

وهذا يؤدي عادة إلى تدني فولطية الملف الثانوي،أو يسحب الطرف الابتدائي تيار أعلى من المقرر،أو ترتفع درجة حرارة المحول بشكل ملحوظ، والأسباب المتوقعة:

- حدوث قصر(شورت) في آحد ملفات المحول أو كلاهما،وهذا يؤدي إلى انخفاض فولطية الملف الثانوي وارتفاع درجة حرارة المحول.

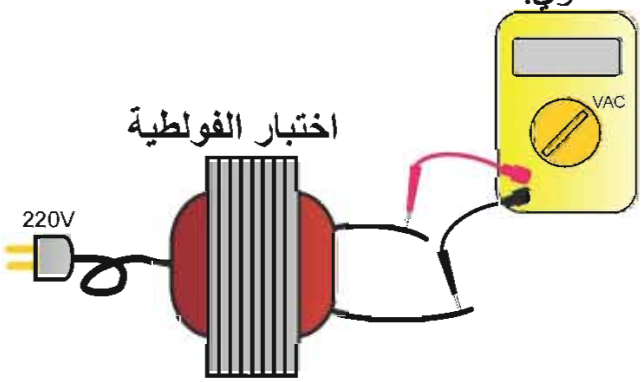


الشكل(88):وجود دارة قصر(شورت)في ملفات المحول.

- حدوث قصر(شورت) بين بعض لفات آحد ملفي المحول وقلبه،وهذا يؤدي إلى تأريض الملف وانخفاض ملموس فولطية الطرف الثانوي وارتفاع ملموس في درجة حرارة المحول.

ويمكن فحص المحول باتباع الخطوات الآتية:

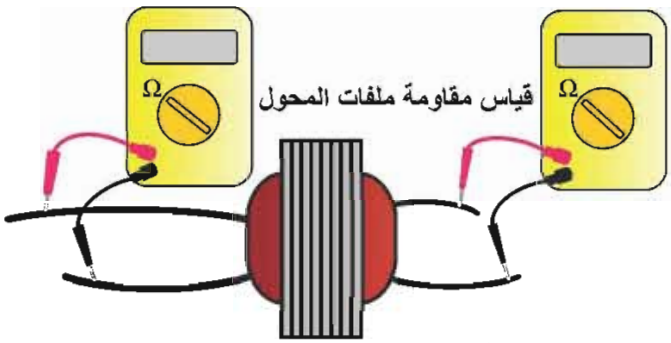
- ✓ هيئ جهاز القياس لقياس الفولطية المتناوبة (AC).
- ✓ صل المحول بمصدر التغذية.
- ✓ قس فولطية الطرف الابتدائي (المصدر).
- ✓ قس فولطية الطرف الثانوي.



الشكل(89):اختبار الفولطية.

فأذا كانت فولطية الملف الثانوي مساوية للصفر فهذا يدل على وجود قطع في آحد ملفي المحول،ويمكن إيجاد الملف التالف بقياس مقاومة ملفات المحول باتباع الخطوات التالية :

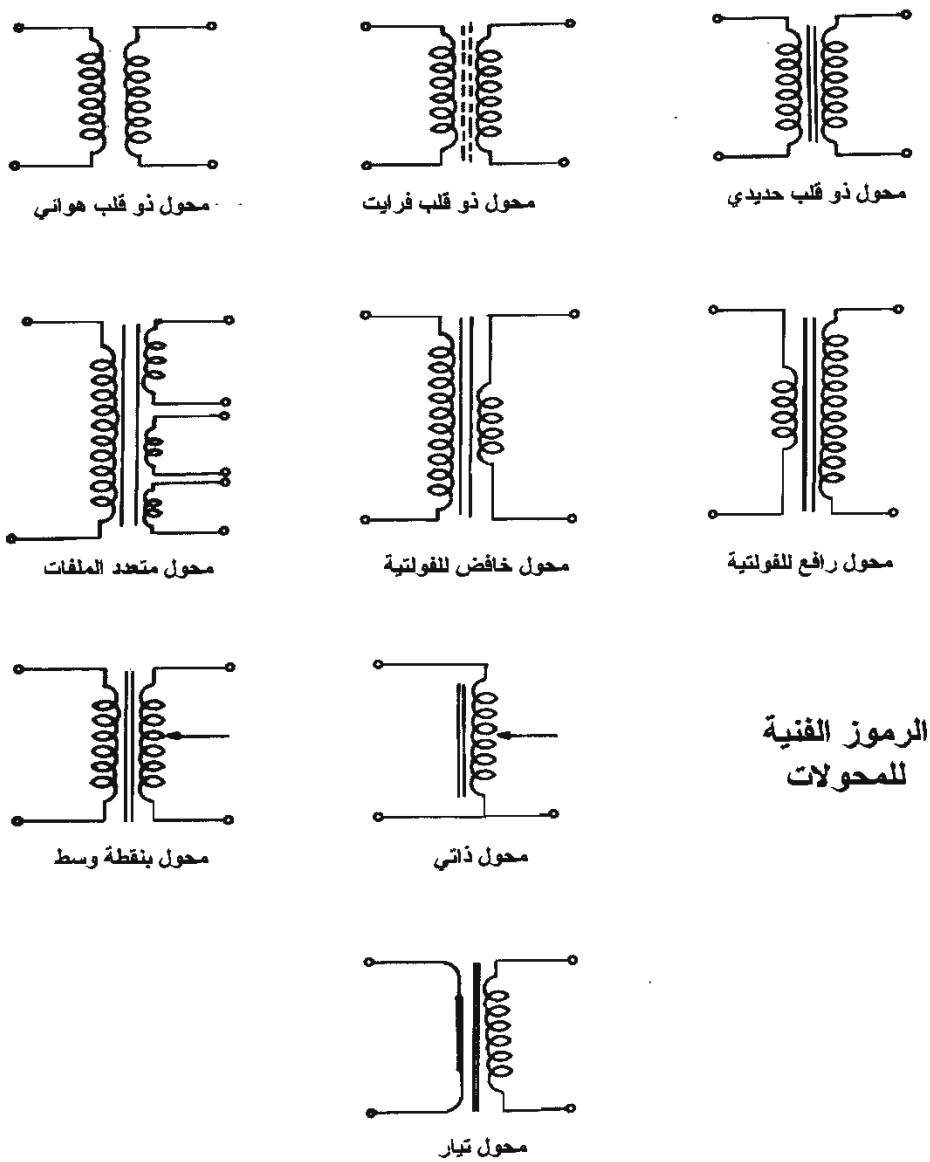
- ✓ هيئ جهاز القياس لقياس المقومة على المدى (1000)أوم.
- ✓ افصل المحول عن مصدر التغذية.
- ✓ افحص مقاومة الملف الابتدائي،ومقاومة الملف الثانوي،مع العلم أن الملف الذي يعطي مقاومة عالية جداً يكون تالفاً.
- ✓ فحص المقاومة بين أطراف ملفات المحول وقلب المحول باستخدام جهاز قياس المقاومة العادي أو جهاز قياس مقاومة العزل (Megger) .



الشكل(90):فحص المقاومة.

6-6 رموز المحولات

يختلف الرمز الفني للمحول بحسب نوعه، ويبين الشكل (15) الرموز الفنية لمختلف أنواع المحولات.



الشكل(91):الرموز الفنية لمختلف أنواع المحولات.

7-6 التقييم الذاتي

التعليمات

أ- أجب عن الأسئلة الآتية.

ب- إذا كنت غير قادر على إجابة أي من أسئلة التقييم، ارجع إلى المعلومات النظرية أو استشر مدربك إن كان ذلك ضروريا.

أسئلة التقييم الذاتي

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة مما يلي :

1- **يعتمد مبدأ عمل المحول الكهربائي على مبدأ التأثير:**

أ- الذاتي ب- المتبادل بين ملفين

ج- الكهرومغناطيسي د- التحريضي

2- **وظيفة قلب المحول الكهربائي الأساسية هي:**

أ- حمل ملفات المحول.

ب- تشكيل هيكل خارجي للمحول.

ج- تركيز خطوط المجال المغناطيسي التي ينتجها الملف الابتدائي ونقلها إلى الملف الثانوي.

د- تركيز خطوط المجال المغناطيسي التي ينتجها الملف الثانوي ونقلها إلى الملف الابتدائي.

3- **يتواجد القلب الحديدي للمحول بثلاثة أنواعٍ، هي القلب:**

أ- الحديدي المفتوح والقشري والحلقي. ب-الحديدي المفتوح والقشري والأسطواني.

ج- الحديدي المغلق والأسطواني والحلقي. د-الحديدي المغلق والقشري والحلقي.

4- **تكون فولطية الملف الثانوي في محول العزل الكهربائي:**

أ- أقل من فولطية الملف الابتدائي. ب- مساوٍ لفولطية الملف الابتدائي.

ج- أعلى من فولطية الملف الابتدائي. د- تعتمد على نسبة عدد اللفات.

5- **يتشكل قلب محول الكهرباء من رقائق الفولاذ السيليكوني المعزولة بطبقه من الورنيش تسهم في:**

أ- تخفيض التيارات الإعصارية. ب- تخفيض الخسائر النحاسية.

ج- تخفيض حجم ووزن وتكلفة المحول. د- زيادة متانة بنية المحول.

6- **يستخدم المحول الكهربائي ذو قلب الفرايت عند:**

أ- الترددات المنخفضة كتردد (50) هيرتز. ب- الترددات المتوسطة.

ج- الترددات الراديوية العالية. د- الترددات من (500-1000) هيرتز .

7- **يسمى المحول الكهربائي الذي تكون فولطية ملفه الثانوي أقل من فولطية ملفه الابتدائي:**

أ- المحول الرافع. ب- المحول الخافض.

ج- محول التيار. د- محول ذاتي.

8- **العلاقة الرياضية بين نسب اللفات ونسب الفولطيات في المحول الكهربائي هي:**

أ- $\frac{N_S}{N_P}=\frac{I_P}{I_S}$. ب- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{P_P}{P_S}$.

ج- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{I_P}{I_S}$. د- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{N_S}{N_P}$

9- **العلاقة الرياضية بين نسب اللفات ونسب التيارات في المحول الكهربائي هي :**

أ- $\frac{N_S}{N_P}=\frac{I_P}{I_S}$. ب- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{P_P}{P_S}$.

ج- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{I_P}{I_S}$. د- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{N_S}{N_P}$

10- **نسبة تحويل التيار في المحول الكهربائي هي عكس نسبة تحويل الفولطية وهي:**

أ- $\frac{N_S}{N_P}=\frac{I_P}{I_S}$. ب- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{P_P}{P_S}$.

ج- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{I_P}{I_S}$. د- $\frac{V_S}{V_P}=\frac{N_S}{N_P}$

11- **القدرة الخارجة من المحول الكهربائي لا تساوي القدرة الداخلة إليه بسبب:**

أ- الفقد الحديدي والنحاسي ب- استخدام نسبة لفات ترفع الفولطية

ج- استخدام نسبة لفات مخفضة للفولطية د- الإجابتين ب + ج

12- **ما نسبة عدد لفات محول كهربائي فولطية الابتدائي (400) فولط، وفولطية الثانوي (100) فولط؟:**

أ- **1/4** ب- **4/1**

ج- **1/3** د- **2/4**

13- **محول كهربائي خافض للفولطية، تيار ملفه الابتدائي (2) أمبير، فما قيمة تيار ملفه الثانوي؟:**

أ- أقل من (2) أمبير ب- أعلى من (2) أمبير

ج- تساوي (2) أمبير د- يصعب التنبؤ

14- **محول كهربائي خافض للفولطية (110/230) فولط، عدد لفات ملفه الابتدائي (400) لفة، فما عدد لفات ملفه الثانوي؟:**

أ- (800) لفة ب- (230) لفة

ج- (200) لفة د- (110) لفة

- **إجراءات السلامة والصحة المهنية عند تطبيق تمارين هذه البطاقة**

إن تطبيقك لإجراءات السلامة والصحة المهنية والسلوك المهني السليم عند تطبيق تمارين هذه الوحدة هو الطريقة الأمثل لنجاحك وتفوقك، واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء العمل. ومن أهم هذه السلوكيات ما يأتي:

- تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين، والقفازات الواقية لحماية اليدين، والنظارات الواقية لحماية العينين.
- دائما افصل 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 إصابتك 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.

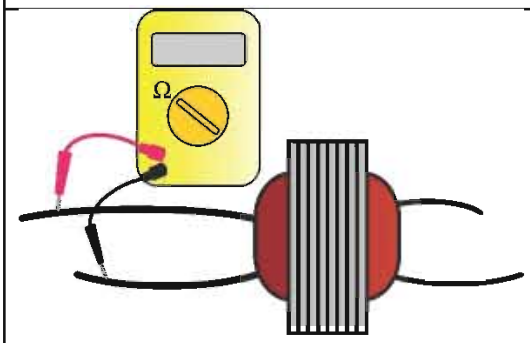
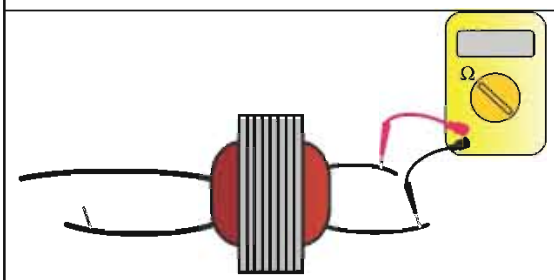
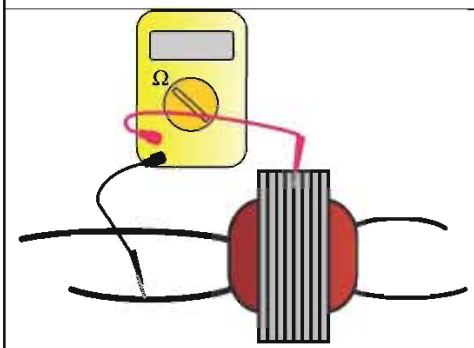
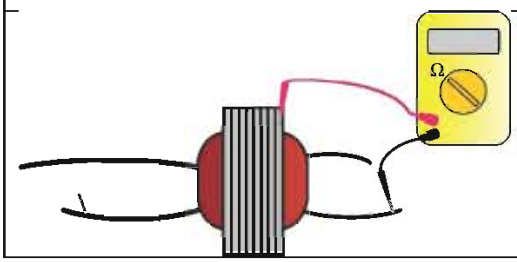
رقم التمرين: (7)	الزمن المخصص للتمرين
اسم التمرين: فحص المحولات وتوصيلها	5 ساعات

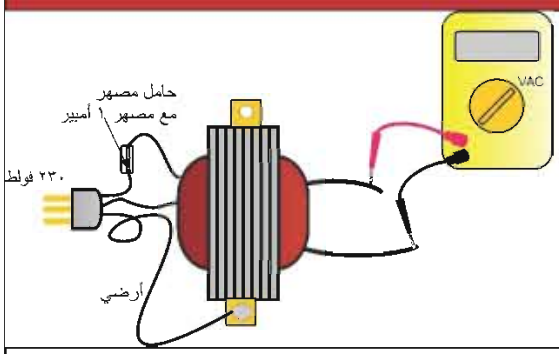
- **الأهداف:** يتوقع منك بعد تنفيذ هذا التمرين أن تصبح قادراً على أن:
  - تختبر المحولات وذلك بفحص مقاومات ملفاتها.
  - تختبر المحولات وذلك بفحص فولطيات الدخل والخرج لها.

- **الأدوات والتجهيزات والمواد اللازمة لتنفيذ الأداء**

الأدوات والتجهيزات والمواد			
1	جهاز متعدد القياسات رقمي (DMM)	1	
2	لوحة توصيل	1	
3	كاوي لحام قصدير وملحقاته	1	
4	مجموعة محولات متنوعة	وأحد من كل نوع	6/230 فولط، 9/230 فولط، 12/230 فولط

● خطوات العمل

	خطوات العمل والنقاط الحاكمة	الرسوم التوضيحية
	1- فحص مقاومات ملفات المحول	
1	حضر المحولات المراد قياس مقاومات ملفاتها،واقرأ المواصفات الفنية المسجلة على جسم كل محول،وسجلها في دفترك ،كما في الجدول (1).	
2	جهز الجهاز متعدد القياسات الرقمي لقياس المقاومة الكهربائية،على المدى (1000)أوم.	
3	قس مقاومة الملف الابتدائي وسجلها في دفترك،كما في الجدول (1).	
4	قس مقاومة الملف الثانوي وسجلها في دفترك،كما في الجدول (1).	
5	قس المقاومة بين الملف الابتدائي وقلب المحول وسجلها في دفترك،كما في الجدول (1).	
6	قس المقاومة بين الملف الثانوي وقلب المحول وسجلها في دفترك،كما في الجدول (1).	

7	كرر الخطوات السابقة لفحص مقاومات ملفات بقية المحولات التي لديك.	
	2- قياس فولطيات دخل وخرج المحول	
1	جهز المحول المراد قياس فولطية خرجه،وذلك بتجهيز ملفة الابتدائي بكبل تغذية ثلاثي مع مقبس ثلاثي ومنصهر 1 أمبير (داخل حامل)،كما في الشكل المجاور.	
2	صل المحول بمصدر التغذية، ثم قس فولطية الطرف الابتدائي (المصدر)،وفولطية الطرف الثانوي،وسجل النتائج في دفترك،كما في الجدول (1)	
3	كرر الخطوات السابقة لفحص بقية المحولات التي لديك	

الجدول (1)

	نوع المحول	مواصفاته الفنية	مقاومة الملف الابتدائي	مقاومة الملف الثانوي	قيمة فولطية الملف الثانوي
TR1					
TR2					
TR3					
TR4					
TR5					

اختبار المعرفة

اسم الوحدة التدريبية: تركيب الدارات الكهربائية الأساسية.		العمل: كهربائي تمديدات كهربائية منزلية.
اسم المتدرب/ة:	اسم المدرب/ة	علامة المتدرب/ة:

تعليمات الاختبار:

1. أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (5 أسئلة).
2. الإجابة على الورقة نفسها.
3. مدة الاختبار: (2 ساعة)

السؤال الأول: 20 علامة

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. تسمى ممانعة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها:

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

2 –زيادة مساحة مقطع الموصل يؤدي إلى:

أ- زيادة مقاومته الكهربائية.
ب- تخفيض مقاومته الكهربائية.
ج- ليس له أي تأثير على مقاومة الموصل.
د- زيادة قيمة القدرة الكهربائية المفقودة في الموصل.

3- مصباح سيارة مقاومته (4) أوم موصول مع بطارية (12) فولط، شدة التيار المار في المصباح،تساوي:

أ- 0.33 أمبير
ب- 2 أمبير
ج- 3 أمبير
د- 48 أمبير

4- يسمى التيار الكهربائي المتغير الشدة والاتجاه مع الزمن :

أ- التيار المستمر (المباشر).
ب- التيار المتناوب.
ج- تيار شبكة التيار العام.
د- تيار نبضي.

1- وظيفة قلب المحول الكهربائي الأساسية هي:

أ- حمل ملفات المحول.
ب- تشكيل هيكل خارجي للمحول.
ج- تركيز خطوط المجال المغناطيسي التي ينتجها الملف الابتدائي ونقلها إلى الملف الثانوي.

د- تركيز خطوط المجال المغناطيسي التي ينتجها الملف الثانوي ونقلها إلى الملف الابتدائي.

2- تردد التيار العام في بلادنا يساوي:

أ- 230 هيرتز.
ب- 110 هيرتز.
ج- 60 هيرتز.
د- 50 هيرتز.

7-وحدة قياس السعة الكهربائية هي :

أ- الأوم.
ب- الهنري.
ج- الفاراد.
د- الكولوم.

8-وحدة قياس الحثية الكهربائية هي :

أ- الأوم.
ب- الهنري.
ج- الفاراد.
د- الكولوم.

9-مضخة مياه قدرتها (2) حصان وهذا يعادل:

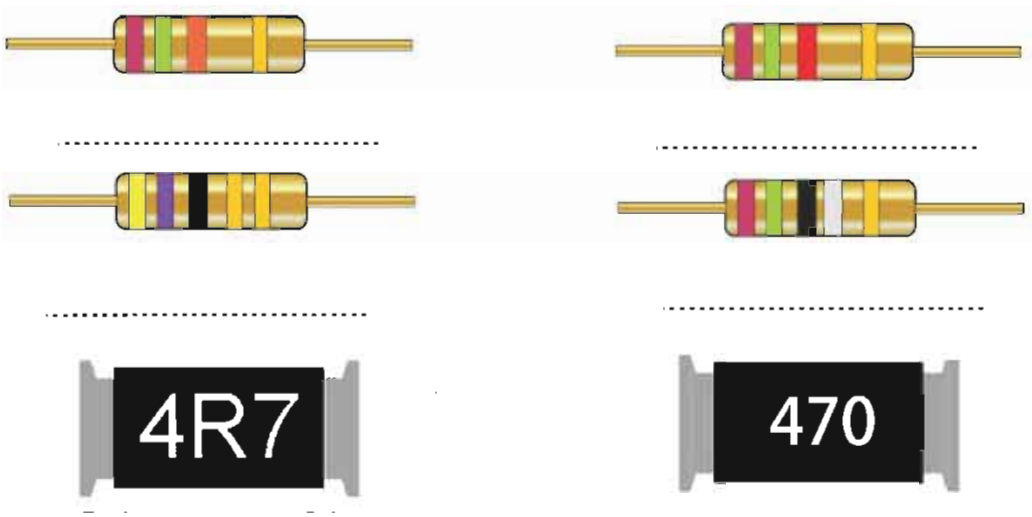
أ- 200 واط
ب- 750 واط.
ج- 1500 واط.
د- 15000 واط.

10- 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 20 علامة

احسب قيم المقاومات الكربونية والسطحية المبينة أدناه ، وسجل قيمة كل مقاومة على الخط المرسوم تحتها.



السؤال الثالث 20 علامة

علل ما يلي:

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

ب- مقاومة الأسلاك الكهربائية غير مرغوب فيها، لأنها تسبب:

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

السؤال الرابع 20 علامة

وصلت ثلاثة مقاومات (R1=6 أوم)، (R2=4 أوم)، (R3=8 أوم) على التوازي بين قطبي بطارية فولطيتها (6) فولط:

أ- ارسم الدارة الكهربائية ب- ارسم الدارة المكافئة

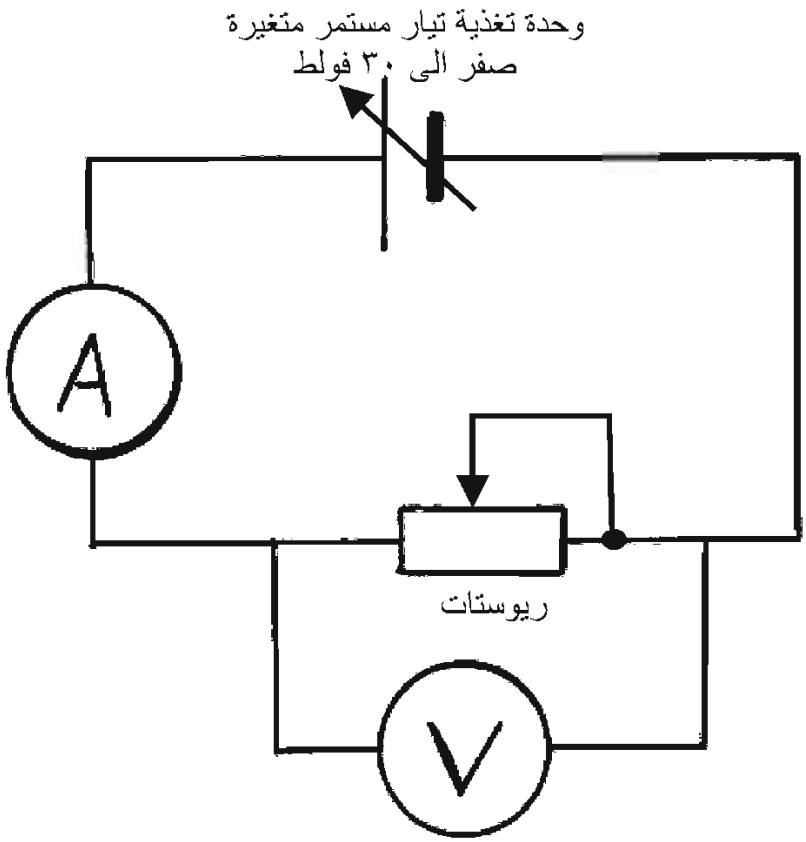
ج- احسب المقاومة المكافئة د- احسب التيار الكلي

السؤال الخامس 20 علامة

محول خفض، عدد لفات ملفه الابتدائي (N_P) = (500) لفة، وعدد لفات ملفه الثانوي (N_S) = (50) لفة، وفولطية ملفه الابتدائي (V_P) = (230) فولط، فما قيمة فولطية ملفه الثانوي (V_S)؟

الاختبار العملي (الأدائي)

الرقم	الأسئلة العملية	الوقت	العلامة
س1	بناء الدارات الكهربائية البسيطة وفحص عناصرها الإجراءات المطلوبة من المتدرب /ة 1. بناء دارة كهربائية بسيطة للتحقق من قانون أوم ▪ توصيل الدارة المبينة في الشكل (1). ▪ ضبط جهاز قياس التيار وجهاز قياس المقاومة على تدريج القياس المناسب (10)أمبير. ▪ ضبط جهاز قياس الفولطية على تدريج القياس المناسب (20 فولط). ▪ ضبط وحدة تغذية التيار المستمر على 12 فولط. ▪ ضبط المقاومة المتغير بحيث تصبح قيمة التيار المار فيها 0.25 أمبير. ▪ تقسيم الفولطية على التيار لإيجاد قيمة المقاومة في الدارة. ▪ قياس قيمة المقاومة المتغيرة ومقارنتها مع قيمة المقاومة التي تم حسابها في الخطوة السابقة. ▪ تكرار الخطوات السابقة لقيم تيار أخرى مثل: 0.4 أمبير، 0.5 أمبير، 0.6 أمبير، 0.75 أمبير. 2. قراءة قيمة المقاومات الكربونية الملونة حسب نظامي الترميز اللوني الرباعي والخماسي 3. فحص المقاومات الكربونية الملونة باستخدام جهاز قياس المقاومة الرقمي 4. قراءة قيمة المقاومات السطحية حسب نظامي الترميز العددي ثلاثي الخانات ورباعي الخانات. 5. فحص المقاومات السطحية باستخدام جهاز قياس المقاومة الرقمي. 6. فحص المقاومات المتغيرة باستخدام جهاز قياس المقاومة الرقمي. 7. قراءة مواصفات المواسعات المسجلة على أجسامها. 8. فحص المواسعات باستخدام جهاز قياس السعة الرقمي. 9. قراءة مواصفات الملفات المسجلة على أجسامها. 10. فحص الملفات باستخدام جهاز قياس المحاثة الرقمي. 11. قراءة مواصفات المحولات الصغيرة المسجلة على أجسامها. 12. فحص المحولات الصغيرة.	4 ساعات	100



الشكل(1) دارة بسيطة للتحقق من قانون أوم

اختبار الأداء

اسم المتدرب: ---------- **الزمن:3 ساعات**

اسم الاختبار : بناء الدارات الكهربائية البسيطة وفحص عناصرها

استمارة مراقبة وتدرج الاختبار العملي

محتوى الاختبار		خطوات العمل والنقاط الحاكمة	معيار الأداء	العلامة		التسهيلات اللازمة
عناصر الأداء	عناصر المناقشة			المخصصة	الممنوحة	
بناء دارة كهربائية بسيطة للتحقق من قانون أوم		توصيل الدارة المبينة في الشكل (1).		2		
		ضبط جهاز قياس التيار وجهاز قياس المقاومة على تدريج القياس المناسب (10)أمبير.		1		
		ضبط جهاز قياس الفولطية على تدريج القياس المناسب (20 فولط).		1		
		ضبط وحدة تغذية التيار المستمر على 12 فولط قبل وصلها مع الدارة وتشغيلها.		1		
		ضبط المقاومة المتغير بحيث تصبح قيمة التيار المار فيها 0.25 أمبير.		1		
		تقسيم الفولطية على التيار لإيجاد قيمة المقاومة في الدارة.		1		
		قياس قيمة المقاومة المتغيرة ومقارنتها مع قيمة المقاومة التي تم حسابها في الخطوة السابقة.		1		
		تكرار الخطوات السابقة لقيم تيار أخرى مثل: 0.4 أمبير، 0.5 أمبير، 0.6 أمبير، 0.75		2		

		أمبير.				
فحص المقاومات الثابتة الملونة		تحديد قيمة المقاومة الكربونية الملونة المراد فحصها حسب كود الألوان المتبع في ترميزها (الرباعي أو الخماسي)	±5%	2		معدات السلامة الشخصية والسلامة العامة
		تجهيز جهاز القياس لقياس المقاومة وذلك باختيار المدى المناسب على تدريج قياس المقاومة على واجهة الجهاز.		1		
		قياس المقاومة الكربونية باستخدام جهاز قياس المقاومة	±5%	2		
		مقارنة القيمة المقيسة مع القيمة التي تم حسابها للمقاومة ،ثم اتخاذ قرار بشأن صلاحيتها (تالفة ام سليمة)		2		
فحص المقاومات الثابتة السطحية		تحديد قيمة المقاومة السطحية المراد فحصها حسب كود الترميز العددي المتبع في ترميزها (ثلاثة او أربع خانات)	±5%	2		جهاز متعدد القياسات رقمي (DMM)
		تجهيز جهاز القياس لقياس المقاومة وذلك باختيار المدى المناسب على تدريج قياس المقاومة على واجهة الجهاز.		2		لوحة توصيل
		قياس المقاومة السطحية باستخدام جهاز قياس المقاومة .	±5%	2		كاوي لحام قصدير وملحقاته
		مقارنة القيمة المقيسة مع القيمة التي تم حسابها للمقاومة ،ثم اتخاذ قرار بشأن صلاحيتها (تالفة أم سليمة) .		2		مجموعة محولات متنوعة
فحص المقاومات المتغيرة		قراءة قيمة المقاومة المتغيرة المسجلة على جسمها.		2		جهاز قياس المقاومة والحثية والسعة (LCR Meter)
		تجهيز جهاز القياس لقياس المقاومة وذلك باختيار المدى المناسب على تدريج قياس المقاومة على واجهة الجهاز حسب قيمة المقاومة المتغيرة .		2		مجموعة ملفات متنوعة

		قياس قيمة المقاومة المتغيرة بين أحد نهايتي المقاومة المتغير وطرف المنزلق.والعمل أثناء عملية القياس على تدوير مفتاح المقاومة لتغير قيمتها.		2		مقاومات كربونية وغشائية ملونة
		قياس قيمة المقاومة المتغيرة الكلية، وذلك بقياس قيمتها بين نهايتيها.	±5%	2		مقاومات كربونية ملونة-رباعية وخماسية الألوان
		مقارنة القيمة المقيسة مع القيمة المسجلة على جسم المقاومة المتغيرة .		2		مقاومات سطحية مرمزة بنظام ثلاثة خانات وأربعة خانات
		توظيف نتائج الفحص في تحديد حال المقاومة المتغيرة		2		مقاومات متغيرة
فحص المواسعات الثابتة		قراءة مواصفات المواسع المسجلة على جسمه وتسجيلها (السعة والفولطية).		2		حامل منصهر
		تجهز جهاز قياس السعة الرقمي (DCM) لقياس سعة المواسعات.		2		منصهر 1 أمبير
		ضبط جهاز القياس على مدى القياس المناسب لقيمة المواسع المراد قياس سعته.		2		
		قياس سعة المواسع وتسجيل النتيجة مع مراعاة القطبية إذا كان المواسع من النوع الكيماوي.	±5%	3		
		مقارنة القيمة المقيسة مع القيمة المسجلة على جسم المواسع،ثم اتخاذ قرار بشأن صلاحية المواسع (تالف أم سليم)		2		
فحص الملفات الثابتة		تجهيز جهاز قياس المقاومة والحثية والسعة (LCR Meter) لقياس محاثة الملفات .		2		
		قراءة مواصفات الملف المسجلة على جسمه وتسجيلها (الحثية).		2		

		ضبط جهاز القياس على مدى القياس المناسب لقيمة محاثة الملف المراد قياس حثيته.		2		
		قياس قيمة حثية الملف وتسجيلها.	±5%	2		
		قياس مقاومة الملف وتسجيلها.	±5%	2		
		توظيف نتائج الفحص في تحديد حال المقاومة المتغيرة.		2		
فحص المحول (اختباري المقاومة والفولطية)		قراءة مواصفات المحول وتسجيلها (الأمبير والفولطية)		3		
		تجهيز جهاز قياس المقاومة على المدى (1000) أوم.		2		
		قياس مقاومة الملف الابتدائي وتسجيلها.	±5%	3		
		قياس قيمة مقاومة الملف الثانوي وتسجيلها .	±5%	3		
		قياس المقاومة بين الملف الابتدائي وقلب المحول وتسجيلها.	±5%	3		
		قياس المقاومة بين الملف الثانوي وقلب المحول وتسجيلها .	±5%	3		
		تجهيز المحول لقياس فولطية خرجه،وذلك بتجهيز ملفة الابتدائي بكبل تغذية ثلاثي مع مقبس ثلاثي ومنصهر 1 أمبير (داخل حامل).		4		
		وصل المحول بمصدر التغذية		1		
		قياس فولطية الطرف الابتدائي (المصدر)، وفولطية الطرف الثانوي،وتسجيل النتائج.	±5%	6		
		توظيف نتائج الفحص في تحديد حال المحول.		2		
		أقل من 3 ساعات		10		
		(من 3 إلى 3.30)		5		
		(من 3.30 إلى 4.0)		صفر		

		العلامة الكلية		100		

اسم المدرب/الفاحص:-------- التوقيع: --------- التاريخ : ----------

قائمة المصطلحات

المصطلح الإنجليزي	المصطلح العربي
Ammeter	جهاز قياس التيار الكهربائي
Double Pole Switch	مفتاح ثنائي القطبية
Electricity	كهرباء
Electrical	كهربائي
Electrical Cable	كبل كهربائي
Electrical Circuit	دارة كهربائية
Electrical Current	تيار كهربائي
Electrical Load	حمل كهربائي
Electrical Power	قدرة كهربائية
Electrical Energy	طاقة كهربائية
Resistance	مقاومة كهربائية
Electrical Wires	أسلاك كهربائية
Normally Closed	مغلق في الوضع الطبيعي
Normally open	مفتوح في الوضع الطبيعي
Ohm law	قانون أوم
One way switch	مفتاح مسار وأحد (مفتاح مفرد)
Ohmmeter	جهاز قياس مقاومة كهربائية
Plug	قابس
Power supply	وحدة تغذية
Socket	مقبس
Switch	مفتاح
Single Pole Switch	مفتاح آحادي القطبية
Two way Switch	مفتاح ثنائي المسار (مفتاح درج)
Voltage	فولطية
Voltmeter	جهاز قياس الفولطية
Watthour Meter/Energy Meter	جهاز قياس الطاقة الكهربائية المستهلكة
Wattmeter	جهاز قياس القدرة الكهربائية

المراجع

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

إلكترونية مواقع

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/