| المحتويات | رقم الصفحة |
|---|---|
| المقدمة | 3 |
| الفصل الأول: السلامة المهنية | 9 |
| 1-1 تمهيد | 10 |
| 2-1 الأضرار الناجمة عن مرور التيار الكهربائي في جسم الإنسان | 10 |
| 3-1 تعريف الإصابة الكهربائية | 11 |
| 4-1 أنواع الحروق الكهربائية | 11 |
| 5-1 إغاثة المصاب بالصدمة الكهربائية | 12 |
| 6-1 التنفس الاصطناعي | 12 |
| 7-1 معالجة الحروق | 13 |
| 8-1 الأسئلة والمناقشة | 14 |
| الفصل الثاني:الأسلاك الكهربائية | 15 |
| 2–1 المواد الموصلة والمواد العازلة | 16 |
| 2–2 ربط الأسلاك الكهربائية | 16 |
| 2–3 الأدوات المستعملة في التوصيلات الالكترونية والكهربائية..... | 17 |
| تمرين (1): قشط الأسلاك الكهربائية وربطها..... | 18 |
| 2-4 عملية اللحام..... | 19 |
| تمرين (2):أ- لحام طرفي سلكيين ملفوفين..... | 19 |
| ب- لحام أسلاك على شكل شبكة..... | 20 |
| الفصل الثالث: أجهزة القياس | 22 |
| 3–1 الدائرة الكهربائية | 24 |
| 3-2 أجهزة القياس..... | 24 |
| تمرين (1): جهاز قياس الجهد الكهربائي..... | 25 |
| تمرين (2): جهاز قياس التيار الكهربائي..... | 28 |
| 3-3 قياس المقاومة الكهربائية..... | 29 |
| تمرين (3): جهاز قياس المقاومة الكهربائية..... | 30 |

| | |
|---|---|
| 3–4 معرفة قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام قراءة الألوان | 31 |
| 3–5 مجهز القدرة الكهربائية | 34 |
| 3–6 لوحات التجارب | 35 |
| الفصل الرابع: قانون أوم | 38 |
| 4–1 قانون أوم..... | 39 |
| تمرين (4): تحقيق قانون أوم (العلاقة الطردية بين التيار والجهد)..... | 40 |
| تمرين (5): تحقيق قانون أوم (العلاقة العكسية بين التيار والمقاومة)..... | 42 |
| الفصل الخامس: المقاومات الكهربائية | 44 |
| 5-1 أنواع المقاومات | 45 |
| 5-2 طرق ربط المقاومات الكهربائية..... | 47 |
| 1- ربط المقاومات على التوالي..... | 47 |
| تمرين (6): ربط المقاومات على التوالي..... | 48 |
| 2- ربط المقاومات على التوازي..... | 49 |
| تمرين (7): ربط المقاومات على التوازي..... | 50 |
| 5-3 القدرة الكهربائية..... | 51 |
| تمرين (8):القدرة الكهربائية..... | 52 |
| الفصل السادس: المتسعات | 54 |
| 6-1 المتسعات | 55 |
| 6–2 العوامل المؤثرة في سعة المتسعة | 56 |
| 6–3 أنواع المتسعات | 56 |
| 6–4 ربط المتسعات..... | 57 |
| تمرين (9): فحص المتسعات..... | 59 |
| الفصل السابع: الخلايا والبطاريات | 60 |
| 7-1 الخلايا والبطاريات | 61 |
| 7-2 أنواع البطاريات..... | 61 |

| | |
|---|---|
| تمرين (10): ربط البطاريات على التوازي والتوالي..... | 62 |
| تمرين (11): المقاومة الداخلية للبطارية..... | 64 |
| الفصل الثامن: التيار المتناوب | 67 |
| 8-1 التيار المتناوب | 68 |
| 8-2 قيم التيار المتناوب | 68 |
| 8–3 جهاز مولد الإشارة | 69 |
| 8-4 جهاز راسم الإشارة..... | 70 |
| تمرين (12) قياس القيمة العظمى للفولتية وزمن الموجة..... | 71 |
| الفصل التاسع: ممانعات التيار المتناوب | 73 |
| 9–1 دوائر ممانعات التيار المتناوب..... | 74 |
| دائرة المقاومة (R)..... | 74 |
| دائرة الرادة الحثية..... | 74 |
| دائرة الرادة السعوية..... | 75 |
| 9–2 ربط الممانعات في دوائر التيار المتناوب..... | 76 |
| ربط مقاومة وملف على التوالي..... | 77 |
| تمرين (13)..... | 77 |
| ربط مقاومة ومتسعة على التوالي..... | 79 |
| تمرين (14)..... | 79 |
| ربط مقاومة ومحاثة ومتسعة على التوالي..... | 81 |
| تمرين (15)..... | 81 |
| ربط مقاومة وملف على التوازي..... | 83 |
| تمرين (16)..... | 84 |
| ربط مقاومة ومتسعة على التوازي..... | 85 |
| تمرين (17)..... | 86 |
| ربط مقاومة ومحاثة ومتسعة على التوازي..... | 87 |
| تمرين (18)..... | 88 |

| | |
|---|---|
| الفصل العاشر: المحولات الكهربائية | 90 |
| 1-10 المحولات الكهربائية..... | 91 |
| تمرين (19) قياس الجهد والتيار على خرج المحولة بأستخدام المصابيح..... | 93 |
| الفصل الحادي عشر: تأثيرات التيار الكهربائي | 96 |
| 1-11 تأثيرات التيار الكهربائي..... | 97 |
| أ- الفاصم (المصهر) الكهربائي..... | 97 |
| ب- مفاتيح الحماية الاوتوماتيكية..... | 98 |
| 1- مفتاح الحماية الحرارية..... | 98 |
| 2- مفتاح الحماية الحرارية- المغناطيسية..... | 98 |
| جـ - أجهزة التسخين..... | 99 |
| تمرين (20) التأثير الحراري للتيار الكهربائي..... | 99 |
| د- المرحلات (الرليات)..... | 101 |
| تمرين (21) تشغيل مصباح كهربائي بواسطة مرحل..... | 102 |
| هـ - جهاز التعقيم (Autoclave)..... | 104 |
| تمرين (22) جهاز التعقيم..... | 105 |
| الفصل الثاني عشر: أقطاب جهاز تخطيط القلب | 109 |
| 1-12أقطاب جهاز تخطيط القلب..... | 110 |
| الأقطاب الصفحية..... | 110 |
| الأقطاب الكأسية الماصة..... | 111 |
| الأقطاب العائمة..... | 111 |
| 2-12 أقطاب جهاز تخطيط العضلات وتخطيط الدماغ..... | 112 |
| أقطاب سطح الجسم..... | 112 |
| الأقطاب الابرية..... | 112 |
| أقطاب متنوعة خاصة..... | 113 |
| تمرين (23) اقطاب جهاز تخطيط القلب..... | 114 |
| تمرين (24) اقطاب جهاز تخطيط العضلات وأقطاب جهاز تخطيط الدماغ..... | 115 |

| | |
|---|---|
| الفصل الثالث عشر: أجهزة قياس ضغط الدم والسماعة الطبية | 117 |
| 13–1 تمهيد | 118 |
| 13–2 ضغط الدم | 118 |
| 13–3 أجهزة قياس ضغط الدم | 119 |
| 13–4 سماعة الطبيب..... | 120 |
| تمرين (25) قياس ضغط الدم..... | 122 |
| 13-5 صيانة جهاز ضغط الدم الزئبقي وسماعة الطبيب | 124 |
| الفصل الرابع عشر: أشباه الموصلات | 129 |
| 14-1 أشباه الموصلات | 130 |
| 14-2 شبه الموصل نوع (N) | 131 |
| 14-3 شبه الموصل نوع (P) | 132 |
| 14-4 الثنائي البلوري | 132 |
| 14-5 دائرة خواص الثنائي في الانحياز الأمامي..... | 133 |
| تمرين (26) الانحياز الامامي في الثنائي..... | 134 |
| 14-6 خواص الثنائي في الانحياز العكسي..... | 137 |
| تمرين (27) الانحياز العكسي في الثنائي..... | 138 |
| الفصل الخامس عشر: ثنائي الزينر | 141 |
| 15-1 ثنائي الزينر..... | 142 |
| تمرين (28) خواص ثنائي الزينر..... | 143 |
| 15–2 إستعمالات ثنائي الزينر كمنظم للجهد..... | 146 |
| تمرين (29) ثنائي الزينر كمنظم للجهد..... | 146 |

# الفصل الأول السلامةالمهنية




**محتويات الفصل الأول:**

1-1 الأضرار الناجمة عن مرور التيار الكهربائي في جسم الإنسان.
2-1 تعريف ألإصابة الكهربائية.
3-1 أنواع الحروق.
4-1 إغاثة المصاب بالصدمة الكهربائية.
5-1 التنفس الإصطناعي.
6-1 معالجة الحروق.
7-1 الأسئلة.

**الأهداف:**

بعد الإنتهاء من هذا الفصل يكون الطالب قادراً على ان:

1. يعرف أثار وأخطار التيار الكهربائي وكيفية إغاثة المصاب بالصدمة الكهربائية.
2. يعرف أنواع الحروق بسبب الإصابة بالصدمة الكهربائية وكيفية معالجة الحروق.
3. يقوم بخطوات إجراءات التنفس الإصطناعي.

# الفصل الأول
# السلامة المهنية

## 1-1 تمهيـــد

دخلت الكهربـــاء ولا تزال في كل مرافـق الحياة الحيويـــة، فما مـــن منزل أو مصنع أو منشأة يستطيع ألاستغناء عنها، لكـــن الفائـــدة العظيمة من الكهرباء لاتلغي وجههـا السلبي الآخر وهو تعريض حيـــاة الإنسان إلى الخطر إذا أُسيء إستخدامها، حيث يموت العشرات من الناس أما بسبب الجهل بإستخدامها أو بسبب الحوادث العرضية بالإضافة الى تأثيرها السلبي على البيئة.

يكمن خطرالكهرباء على الإنسان في أن جسم الإنسان يمكن أن يكون ناقلاً للكهربائيـــة كـــأي (سلك موصل) فيسري التيار داخـــل الجسم متسبباً فـــي تلف الخلايـــا الحية فيؤدي الى الحوادث أو الوفاة أحياناً كثيرة لذلك يجب توخي الحيطة والحذر في التعامل مع الكهربـــاء ويتم ذلك من خلال طرق الوقاية المدروسة.

## 2-1 الأضرار الناجمة عن مرور التيار في جسم الإنسان

يمكن تلخيص الأضرار الناجمة عن مرور التيار في جسم الإنسان بالآتي :

1. حروق داخلية أو خارجية.
2. تشنجات عضلية تتسبب في ألاختناق والسكتة القلبية.
3. تأثيرات على الدم من جراء مرور التيار تؤدي أحياناً الى الوفاة.

وكما أوضحنا سابقاً فأنه عند لمس الإنسان جـزء من جهاز كهربائي أو سلكاً لتوصيل الكهرباء، وإذا صادف أن كان واقفاً على أرض غير معزولة فسيسري تيار خلال جسمه لأنه سوف يكمّل الدائرة الكهربائية ويتوقف مـدى تأثـر الشخص المصاب وفداحـة إصابته على مقدار التيـــار المار ومساره في الجسم بالإضافة الى الوقت الذي إستغرقته الصدمة. شكل (1-1) يوضح سريان التيار الكهربائي في جسم الإنسان، وفي ما يلي ملخصاً لمعلومات تبين متى يصبح التيار خطراً على جسم الإنسان:

(1) ملي أمبير:هي أدنى قيمة يحس الإنسان بها بالتيار.

(10) ملي أمبير: في هذه القيمة من التيار يشعر الإنسان بألالم.

(10-20) ملي أمبير: يصاب المريض بشلل في العضلات ولا يستطيع التحكم بعضلاته فمثلاً لايتمكن من ترك شيء كان ممسكاً به، ويتأثر التنفس ويصبح صعباً.

(100–200) ملي أمبير: تكون فيه الصعقـــة مميتـــة نتيجـــــــة لحالـــــة مرضيـــة تسمـــــى (إنقباض بطيني غير منتظم).

(أكثر من 200) ملي أمبير: يـــؤدي الى توقف القلب والتنفس وحدوث حروق خطيـرة، لكن في هـذه الحالة يمكن إنقاذ المصاب من الموت على عكس الحالة السابقة.




**شكل 1-1 سريان التيار الكهربائي في جسم الإنسان**

## 1-3 تعريف ألاصابة الكهربائية

وهــي كل ما يحدثـه التيار أو الشحنة الكهربائية من أضرار جسمانية فـي الإنسان نتيجة الصدمة الكهربائية أو التفريغ الكهربائي من حروق وألم.

**الأضرارالجسمانية الناتجة عن التكهرب:** تتمثل الأضرار الجسمانية الناتجة عن التكهرب بتلف أنسجة الجسم فيتأثر الجلد كما تتسبب بعض الحالات في التواء الأطراف وتكسر العظام نتيجة التقلص السريع والمفاجئ للعضلات التي يسري فيها التيار.

## 1-4 أنواع الحروق الكهربائية

**1-** حرق مكان دخول التيار للجسم وهو حرق من الدرجة الثالثة ويكون خطر جداً.

2- حرق على طول مسار التيار في الجسم وهو حرق من الدرجة الثالثة ويكون أشد خطورة.

3- حرق من موقع خروج التيار الكهربائي من جسم الإنسان إلى ألأرض وهو حرق من الدرجة الثالثة.

## 1-5 إغاثة المصاب بالصدمة الكهربائية

إن معرفة الإجراءات اللازمة لإغاثة الشخص المصاب من إسعافات أولية وإتقانها وتنفيذها لحظة وقوع الحادث قد يتوقف عليها إنقاذ حياة المصاب، لذلك يجب التصرف بالسرعة الممكنة فور وقوع الحادث.

**يجب الإنتباه للنقاط المهمة الآتية:**

1. يجب التدخل لإنقاذ المصاب لكن من دون تهور.
2. يجب عزل المصاب عن المصدر المسؤول عن الحادث أي عزل الدائرة الكهربائية المسببة بالإصابة بفصل الفيوز (الفاصم) أو إبعاد الأسلاك ويتم ذلك بإستخدام مواد عازلة مثل قضيب خشب أو أو بلاستك وعدم ملامسة الشخص المصاب ما دام التيار يسري فيه.
3. الإتصال أو إستدعاء الطبيب فوراً وفي هذه الفترة لا يترك المصاب وحيداً بل يجري له التنفس الإصطناعي الضروري لإنقاذ حياته، في حالة عدم تمكنه من التنفس لوحده.
4. يوضع المصاب على ظهره وتفتح النوافذ والأبواب لتسمح بمرور الهواء النقي كما وينزع عنه الأربطة التي تعيق التنفس، إذا كان قادراً على التنفس.
5. في حالة صعوبة تنفس المصاب يجب إجراء التنفس الاصطناعي له فوراً.

## 1- 6 التنفس الإصطناعي

توجد طريقتان للتنفس الإصطناعي:

1. **بإستخدام اليدين** :وتتم بالضغط بكلتا اليدين على صدر المصاب الذي يكون مرناً بطبيعته، لطرد هواء الزفير ومن ثم ترفع اليدين تدريجياً ليتيح لهواء الشهيق بالدخول الى الرئتين.
2. **بإستخدام الفم**: وفيها يقوم الشخص المسعف بنفخ الهواء من فمه الى فم المصاب أو أنفه ويجب إرجاع رأس المصاب الى الوراء لكي لا يسد اللسان قنوات التنفس.

### خطوات إجراء التنفس ألاصطناعي:

1. مدّ المصاب على سطح صلب كما موضح في شكل (1-2).
2. إرجع رأس المصاب للوراء حتى ترتفع رقبة المصاب ويصبح وجهه للأعلى.
3. إفتح فم المصاب مع جعل الفك الأسفل للمصاب للأعلى.
4. أغلق فتحتي ألأنف بالسبابة وألابهام.
5. خُذْ نفساً عميقاً وإنفخ في فم المصاب حتى تلاحظ إرتفاع صدر المصاب.
6. إرفع رأسك عن المصاب وأستمع لخروج الهواء من فتحتي أنف المصاب ولاحظ إنخفاض صدره.

7. كـرر العملية بمعدل 16 مرة فـي الدقيقـة الى أن يستعيد المصاب تنفسه الطبيعي أو الى أن يصل الطبيب وإذا تعذر القيام بالتنفس من فم – فم لأي سبب من الأسباب يمكن إجراء التنفس من فم – أنف وفي هذه الحالة يجب غلق فمه جيداً برفع الفك الأسفل إلى الأعلى والإبقاء على فتحتي الأنف مفتوحتين. وكذلك يجب فتـح الأنف والفم معاً للسماح بمرور هواء زفير المصاب.



شكل 1-2 التنفس الإصطناعي فم – فم

## 7-1 معالجة الحروق

تعالج الحروق حسب شدتها بثلاث طرق وشكل (1-3) يوضح أنواع الحروق وكالآتي:-

1. **حروق الدرجة الأولى:** وتحدث بـدون فقاعات، وتكون مصحوبة باحمرار الجلد وتعالـج ببساطة بوضع الجلد بالماء البارد أو تحت صنبور الماء لمدة ربع ساعة أو وضع ثلج على المنطقة المصابة لنفس المدة.
2. **حروق الدرجة الثانية:** ينتج عن هذه الحروق فقاعات هوائية وتعالج بنفس الطريقة.
3. **حروق الدرجة الثالثة:** وهي أخطر الحروق يتعرض فيها جلد المصاب الى الإنسلاخ ويجب تجنب وضع الماء عليه ولا يمكن معالجته إلا من قبل الطبيب المختص.




**شكل 1-3 أنواع الحروق**

## الأسئلة و المناقشة

س1/ هل يُعّد جسم الإنسان موصلاً للكهربائية؟ كيف؟

س2/ ما ألاضرار الجسمانية الناتجة عن التكهرب؟

س3/ عدد أنواع الحروق الكهربائية.

س4/ ما ألاضرار الناجمة عن مرور تيار كهربائي في جسم الإنسان؟

س5/ ما طرق التنفس ألاصطناعي؟

س6/ إشرح كيف يؤثر إتقان الإجراءات اللازمة لإغاثة المريض في إنقاذ حياة المصاب.

س7/ إشرح خطوات التنفس الأصطناعي، فـم – فـم.

# الفصل الثاني
## الأسلاك الكهربائية

**محتويات الفصل الثاني:**

(2- 1) المواد الموصلة والمواد العازلة.

(2-2 ) ربط الأسلاك الكهربائية.

(2-3 ) الأدوات المستعملة في التوصيلات الإلكترونية والكهربائية.

**تمرين (1): قشط الأسلاك الكهربائية وربطها.**

(2-4 ) عملية اللحام.

**تمرين (2):**

**أ- لحام طرفي سلكيين ملفوفين.**

**ب- لحام أسلاك على شكل شبكة.**

**الأهداف:**

عندما يكتمل هذا الفصل يكون الطالب قادرا على أن:

1. يعرف الأسلاك الموصلة والأسلاك العازلة.
2. يقشط الأسلاك الكهربائية.
3. يربط الأسلاك الكهربائية.
4. يلحم الأسلاك الكهربائية بواسطة الكاوية الكهربائية.
5. يعرف الأدوات المستعملة في التوصيلات الالكترونية والكهربائية.



# الفصل الثاني

# الأسلاك الكهربائية

## 1-2 المواد الموصلة والمواد العازلة

**المواد الموصلة:**

هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها بسبب إحتوائها على وفرة من الإلكترونات الحرة الحركـــة التي تتحرك بصورة عشوائيــة بين الذرات،لذا فأنها ذات مقاومة قليلة القيمـة مثل النحاس والفضة والألمنيوم.

**المواد العازلة:**

هي المواد التي لا تسمح بمـرور التيار الكهربائـي خلالها بسبب قلة الالكترونات الحرة الحركة وقوة ارتباط الكتروناتها بالنواة لذا فأنها ذات مقاومة عالية القيمة مثل المطاط والزجاج والحرير.

## 2-2 ربط ألاسلاك الكهربائية

تستعمل الأسلاك الكهربائية لنقل التيار الكهربائي من مصدر الطاقة الكهربائيـة إلى الأجهزة الكهربائيــة وتصنع من المعادن كالنحاس والألمنيوم. إذ تكون مقاومــة المعادن منخفضة مما يجعلها جيدة التوصيل الكهربائـــي، ويكـون قلب السلك محـاط بغلاف عازل كالبلاستك. ولكـل سلك مساحــة مقطع تحـدد مقدار تحمل السلك للتيار الكهربائي حيث كلما زادت مساحــة مقطـع السلك زاد مقـدار تحمله للتيار الكهربائي وتستعمل هـذه الأسلاك في التأسيسات الكهربائية وتكون ذات قلب مفرد أو متعددة القلوب. وهنالك أسلاك تكون مرنة متعددة الشعيرات تستعمل في نقل التيار الكهربائي الى الأجهزة الكهربائية. ولربط الأسلاك بعضها مع بعض يتطلب قشط أطراف الأسلاك من المادة العازلة.

شكل (2-1) يوضح الأسلاك الكهربائية.



**شكل 2-1 أسلاك كهربائية**

## 2- 2 الأدوات المستعملة في التوصيلات الالكترونية والكهربائية

### حقيبة عدد:



تستعمل الأدوات في ورشة العمل لقطع الأسلاك الكهربائية وقشطها أو لحامها وغيرها من الأعمال الكهربائية. تتطلب هذه الأعمال الدقة في تنفيذها لذلك يجب إختيار الأدوات والمواد الجيدة والمناسبة لكل عمل،تتوفر هذه الأدوات بأنواع وأحجام عديدة.

### لاوية الاسلاك:



تستعمل اللاويات لمسك وتعديل القطع الالكترونية.وثني وقطع الأسلاكِ الكهربائية كما في اللاوية ذات الرأس المدبب.

### قاشطة الأسلاك:



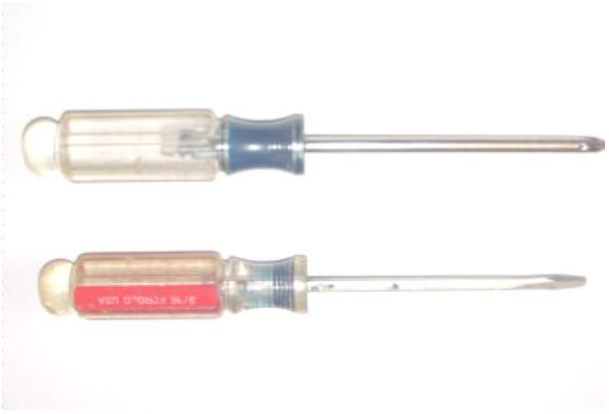
تستعمل القاشطات لقشط المادة العازلة لأطراف الأسلاك الكهربائية، وقاشطة الأسلاك تكون على أنواع عديدة حيث منها تحتوي على عدة فتحات مختلفة الإحجام (المقاسات) وتستعمل لقشط الاسلاك المختلفة المقاسات.

### قاطعة الأسلاك:



تستعمل القاطعة لقطع الأسلاك الكهربائية وتحديد طول السلك.

## المفك:



يكون على أنواع عديدة وأحجام مختلفة يكون رأسه على شكل مسطح أو مربع ويكون مقبض المفك مصنوع من مادة عازلة تستعمل لفتح وتجميع الأجهزة المختلفة ويستعمل بعضها لفحص الدوائر الكهربائية.

## كاوية اللحام:



تستعمل الكاوية في لحـــام العناصر الإلكترونية وتكـــون على أنواع عديدة وقدرات كهربائيـــة مختلفـــة منها.(القدرة 40W،30W،15W وقدرات أخرى).

## مادة اللحام:

هي المادة المنصهـــرة للحام الأسلاك وأطراف القطع الإلكترونية وتكون من القصدير والرصاص.

## تمرين (1)

**إسم التمرين:** قشط الأسلاك الكهربائية وربطها.

**الهـدف:** التدريب على قشط الأسلاك الكهربائية وربطها.

**المواد والعدد المستعملة:**

1- أسلاك كهربائية ذات قطر(1) ملم.

2- قاطعة أسلاك.

3- قاشطة أسلاك.

4- لاوية أسلاك.

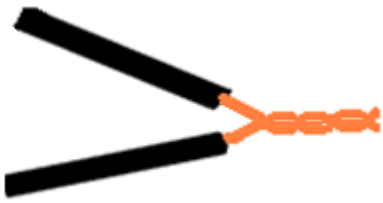
**خطوات التنفيذ:**

1- إقشط المادة العازلة من السلكين بمسافة (20) ملم لكل منهما كما مبين في الشكل (2–2).



**شكل 2–2**

**2-** إربط السلكين بتدوير (لف) أحدهما على ألاخر كما مبين في الشكل (2–3).



**شكل 2–3**

2- كرر عملية قشط سلكين وربطهما ببعضهما وبمسافات قشط (30 ملم، 40 ملم).

## 4-2 عملية اللحام

لتوصيل نهايات الدوائـر الإلكترونية والكهربائية بصورة قويـة وبإرتباط متين، تلحـم هذه النهايات بواسطة الكاوية الكهربائية ومادة اللحام (الصولدر)، وتتكون مادة اللحام بصورة رئيسة من سبيكة القصدير والرصاص، وقبل البدء بعملية اللحام ينبغي إتباع الدقة في اللحـام، حيث يتطلب تنظيف أطراف الأسلاك من الشوائب والمواد المتأكسدة، كما ينبغي أن يكـون رأس الكاوية نظيفاً. ويجب إستعمال الكمية اللازمة من مادة اللحـام وإستعمال الكاويـة ذات القدرة المناسبة، لأن الحرارة المرتفعة تسبب تلف بعض القطع الإلكترونيـة كالترانزستورات والثنائيات والدوائر المتكاملة.

## تمرين (2)

**إسم التمرين:** لحام الأسلاك الكهربائية.

**الهـدف:** إكتساب مهارة في عملية اللحام.

**المواد والعدد المستعملة:**

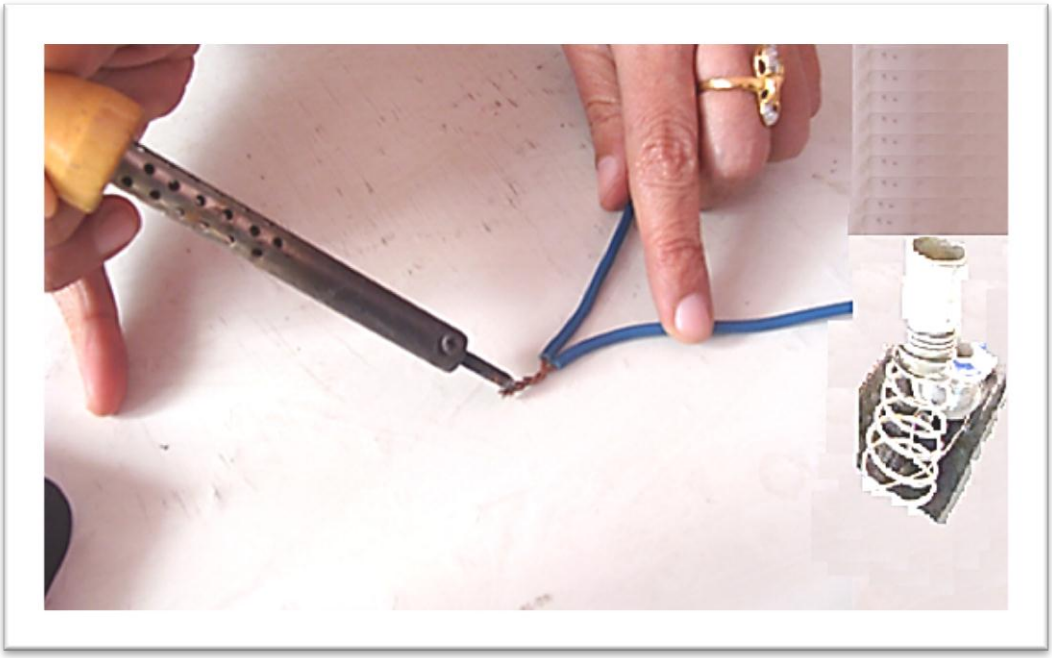
1- كاوية كهربائية (30) واط.

2- صولدر لحام.

3- أسلاك كهربائية.

**أ - خطوات التنفيذ للحام طرفي سلكين ملفوفين:**

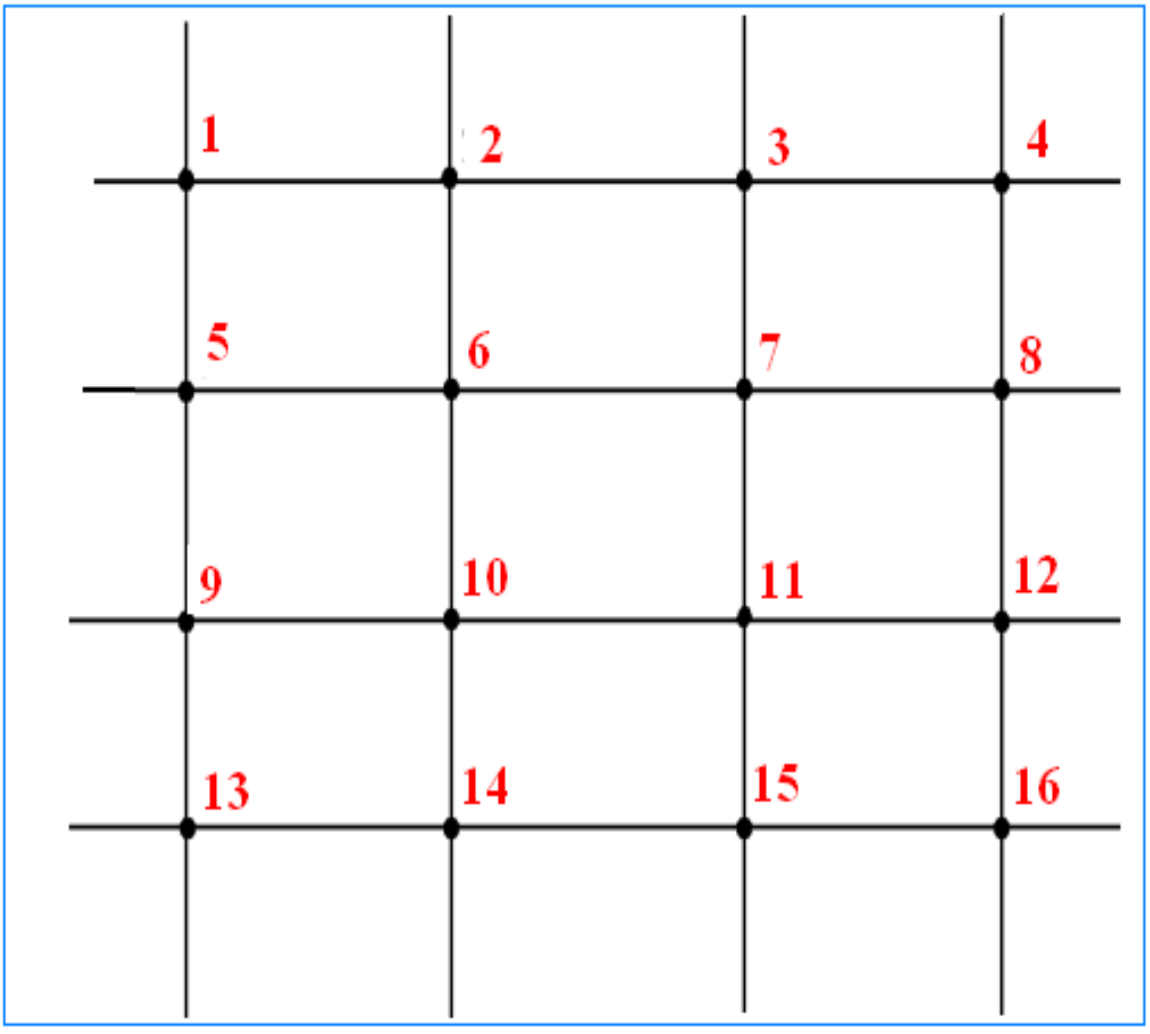
1. إقشط المادة العازلة بمسافة (30) ملم من السلكين وإربط السلكين كما في خطوات التنفيذ للتمرين (1) السابق.
2. وصل الكاوية الى مصدر الطاقة الكهربائية حتى تصبح ساخنة.
3. ضع رأس الكاوية على طرفي السلكين حتى تسخن منطقة الربط بدرجة الحرارة الكافية لإنصهارســـلك اللحام.
4. ضع سلك اللحام على منطقة الربط لإجراء عملية اللحام بحيث تكون مادة اللحام منتشرة بشكل متســـاوي على كل المنطقة المحيطة بربط السلكين كما في الشكل (2–4).
5. ترك عملية اللحام لتبرد مادة اللحام تلقائياً.
6. من صفات نقطة اللحام المثالية أنها تكون متينة وباقل كمية ممكنة من الصولدروخالية من التكتل.



**شكل 2– 4 لحام سلكين**

**ب - خطوات التنفيذ للحام أسلاك على شكل شبكة:**

1. إحضر ثمانية أسلاك كهربائية بطول (8) سم.
2. إستخدم القاشطة لإزالة المادة العازلة بحيث لا يحدث خدش في أي سلك.
3. رتب الأسلاك مع بعضها لتكون كما في الشكل (2–5) بحيث يكون البعد بين كل نقطة لحام وأخرى (2) سم.
4. جهز الكاوية وسلك اللحام.
5. إجري عملية اللحام على نقاط تقاطع الأسلاك بالترتيب.
6. إفحص جميع نقاط اللحام لتكون بنفس الجودة وخالية من العيوب.




**شكل 2–5 لحام شبكة أسلاك**

# الفصل الثالث
# أجهزة القياس

**محتويات الفصل الثالث:**


3-1الدائرة الكهربائية.

3-2أجهزة القياس.

تمرين (1): مقياس الجهد الكهربائي.

تمرين (2): مقياس التيار الكهربائي.

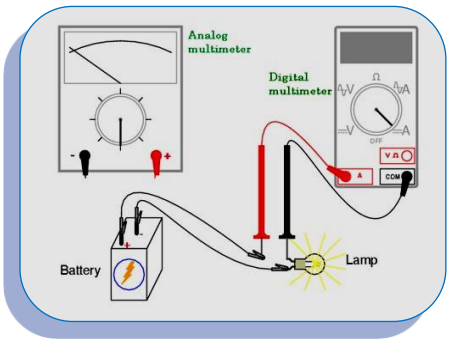
3-3 قياس المقاومة الكهربائية.

تمرين (3): مقياس المقاومة الكهربائية.

3-4 معرفة قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام قراءة الألوان.

3-5 مجهز القدرة الكهربائية.

3-6 لوحات التجارب الالكترونية.


**الأهداف:**

بعد الإنتهاء من هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرف أجزاء الدائرة الكهربائية.
2. يعرف بعض أجهزة القياس الالكترونية والرقمية.
3. يعرف الكميات الكهربائية ووحدات القياس الكهربائية.
4. يقيس الكميات الكهربائية باستخدام أجهزة القياس الالكترونية والرقمية.
5. يعرف قراءة قيم المقاومات بواسطة الألوان.
6. يعرف مجهز القدرة الكهربائية.
7. يتعرف على لوحات التجارب الالكترونية.

## جدول يوضح الوحدات ومضاعفاتها

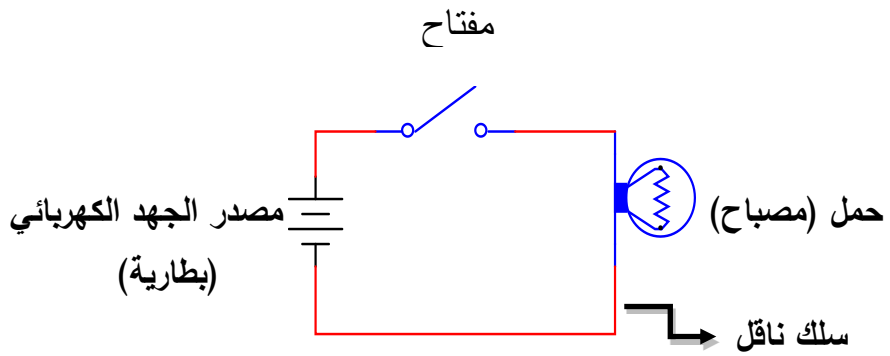
| اجزاء ومضاعفات الوحدات | | | |
|---|---|---|---|
| الاسم | الرمز | القيمة الأسية | القيمة العددية |
| TERA تيرا | T | $10^{12}$ | 1.000.000.000.000 |
| GIGA غيغا | G | $10^{9}$ | 1.000.000.000 |
| MEGA ميغا | M | $10^{6}$ | 1.000.000 |
| KILO كيلو | K | $10^{3}$ | 1.000 |
| HECTO هكتو | H | $10^{2}$ | 100 |
| DEKA ديكا | DA | $10^{1}$ | 10 |
| وحدة القياس الاساسية | | $10^{0}$ | 1 |
| DECI ديسي | D | $10^{-1}$ | 0.1 |
| CENTI سنتي | C | $10^{-2}$ | 0.01 |
| MILLI ملي | m | $10^{-3}$ | 0.001 |
| MICRO مايكرو | μ | $10^{-6}$ | 0.000001 |
| NANO نانو | N | $10^{-9}$ | 0.000000001 |
| PICO بيكو | p | $10^{-12}$ | 0.000000000001 |

# الفصل الثالث
# أجهزة القيـــاس

## 3-1 الدائرة الكهربائية

تتكون الدائـرة الكهربائيـة البسيطة من ألاجـزاء الآتية:

1. **مصدر الجهد الكهربائي:** يعمل على تزويـد الدائــرة بالطاقــة الكهربائيـة كإن يكـون بطارية. مصدر تيار مستمر اومجهز قدرة AC أوDC.
2. **الحمل (مقاومة):** هو جزء الدائرة الذي يستهلك الطاقــة الكهربائيــة ويحولها الى شكل آخر للطاقـة، كالكاوية الكهربائية أو المصباح..وغيرها، التي تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة (حرارية أو ضوئية..وغيرها).
3. **أســـلاك:** تستعمل الأسلاك الكهربائيـة لنقل التيار الكهربائي بين المصدر والحمل.
4. **مفتاح:** يقوم المفتاح بالسيطرة على مرور التيار الكهربائي من خلال غلق وفتح الدائرة الكهربائية، إن الشكل (3–1) يبين أجزاء الدائـرة الكهربائية.




**شكل 3–1 الدائرة الكهربائية البسيطة**

## 3-2 أجهزة القياس

هنالك عـدة أنواع مـن أجهزة القياس منها أجهزة قيـاس كهربائية وأجهزة قياس الكترونية وأجهزة قيـاس رقميـةحيث تمتاز ألاخيرة بسهولة ألاستخدام ودقة القراءة كما في شكل (3–2) وشكل(3–3) ويستخـدم جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية وجهاز الاميترلقياس التيار وجهاز الاوميتر لقياس المقاومـة ويمكن أن يستخـدم جهازالأفوميتر(AVO) لقياس التيار والفولتية والمقاومة. وقبل البدء بتنفيذ الدوائرالكهربائية وقياس الكميات المطلوبةلابد من مراعاة الشروط الآتية:

1. يجب المحافظة على الجهاز من الصدمات والاهتزازات الخارجية.
2. يجب تصفير الجهاز قبل البدء بتوصيل الكهرباء اليه وعند قياس المقاومة يجب تصفير الجهـــــاز

بتوصيل طرفي الأوميتر مع بعض.

3. إستخدام المدى(التدريج) المناسب للجهاز عند قياس الكميات.

4. عند قياس الجهد المستمر والتيار المستمر يجب ربط قطبي الجهاز مع قطبي الجزء المراد قياســـــه بصورةصحيحة (الموجب الى الموجب والسالب الى السالب).




شكل 3–2 جهاز قياس أفوميتر (تماثلي)



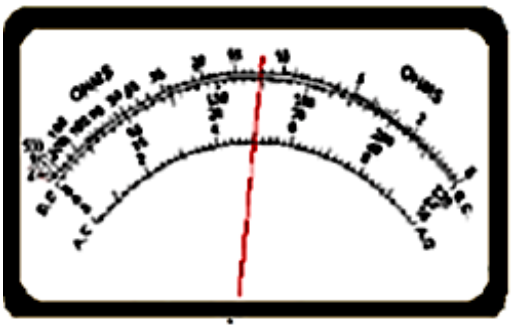

شكل 3–3 جهاز قياس أفوميتر (رقمي)

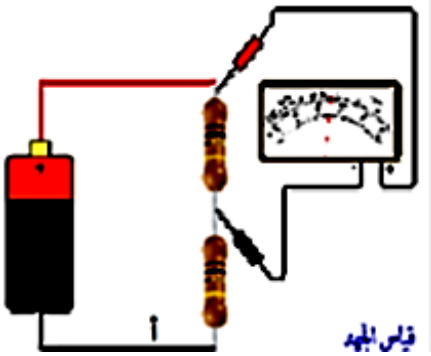
## تمرين رقم (1)

**جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) Voltmeter:**

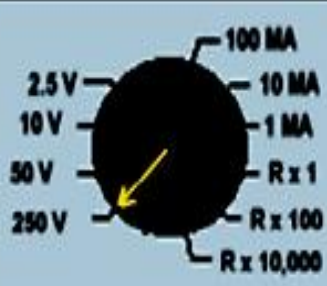
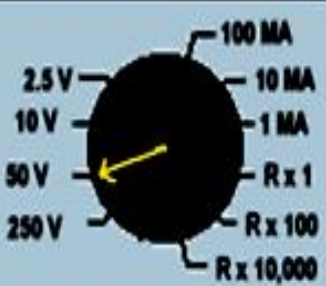
طريقة قياس الفولتية بواسطة جهاز الأفوميتر:

1. إختيار تدريج قياس الفولتية (V) من جهاز أفوميتر.
2. إختيار المدى المناسب لمفتاح التدريج.
3. وضع مفتاح التدريج على اعلى قيمة ثم النزول الى المدى المناسب.
4. تحديد قراءة المؤشر.
5. تطبيق القانون الآتي: قراءة الفولتية= $\frac{\text{التدريج الكلي للقياس}}{\text{للمؤشر الكليالتدريج}}$×قراءة المؤشر






لنفرض إننا وصلنا الأوفوميتربالتوازي مع الدائرة وحصلنا على إنحراف مؤشر كما في الشكل أعلاه، وكان مفتاح التدريج (المدى) كالآتي:

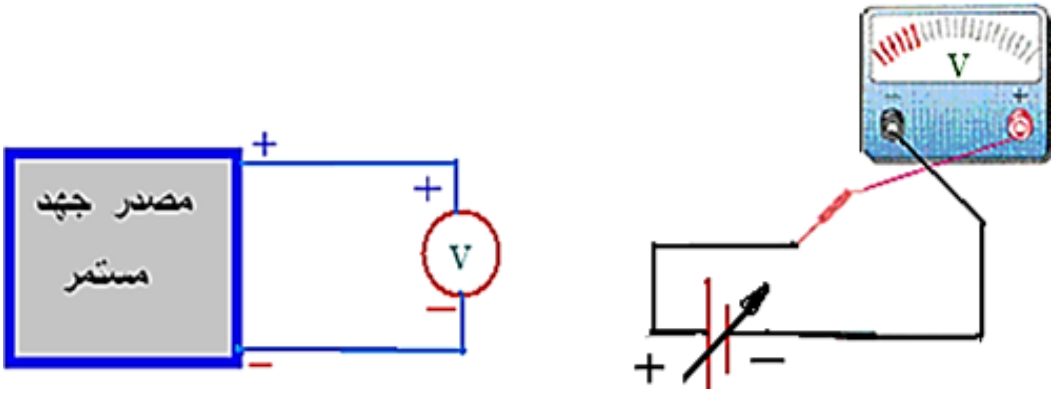
| وضع المفتاح |  |  |  |
|---|---|---|---|
| قيمة الجهد | يشير المفتاح إلى وضع 250V وتشير قراءة المؤشر في الشكل أعلاه عند اختيار التدريج من 0-250 إلى القيمة 125 وعند تطبيق القانون تكون قيمة التيار المار في الدائرة هو : $V=\frac{250}{250}\times 125=125V$ | يشير المفتاح إلى وضع 50V وتشير قراءة المؤشر في الشكل أعلاه عند اختيار التدريج من 0-50 إلى القيمة 25 وعند تطبيق القانون تكون قيمة التيار المار في الدائرة هو: $V=\frac{50}{50}\times 25=25V$ | يشير المفتاح إلى وضع 10V تشير قراءة المؤشر في الشكل أعلاه عند اختيار التدريج من 0-10 إلى القيمة 5 وعند تطبيق القانون تكون قيمة التيار المار في الدائرة هو $V=\frac{10}{10}\times 5=5V$ |

شكل يوضح وضع المفتاح وقيمة الجهد في جهاز القياس

**الأجهزة المستخدمة:**

1. جهاز قياس فولتميتر.
2. مصدر جهد مستمر من (0-30V) فولت.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




شكل 3-4 قياس الفولتية بواسطة جهاز الفولتميتر

**خطوات العمل:**

1. إربط الفولتميترعلى التوازي مع مصدر الجهد المستمر كما مبين في شكل (3–4).
2. قبل توصيل مصدر التغذية الى الدائرة ينبغي أن يوضع مفتاح اختيار التدريج على المدى الأعلى للجهد ثم يخفض تدريجياً للحصول على القيمة المطلوبة.
3. ضع جهد المصدر حسب القيم المبينة في جدول (3-1) وفي كل خطوة سجل نتيجة القراءة، بحيث يزيد جهدالمصدر في كل خطوة بمقدار (2) فولت.

| جهد التغذية بالفولت (V) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جهد القياس بالفولت (V) | | | | | | | | |

**جدول 3-1 النتائج المقاسة**

يُعّد الفولت (V) الوحدة القياسية لقياس الجهد الكهربائي، وللفولت مضاعفات وأجزاء وهي:

أ - مضاعفات الفولت: الكيلو فولت (1kV) = 1000 فولت= $10^3$ فولت.

ب - أجزاء الفولت:

1. الملي فولت (mV) حيث أن:

الفولت (1 V) = 1000 ملي فولت = $10^3$ ملي فولت.

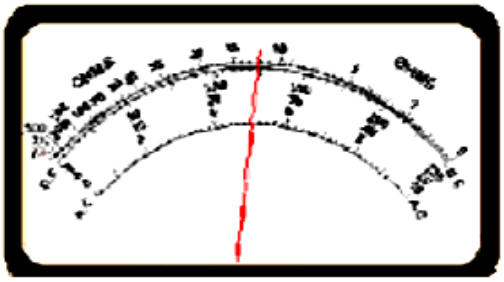
2. المايكروفولت (μV) حيث أن:

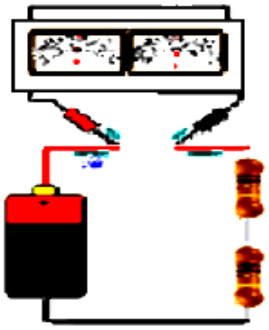
الفولت (1V) = 1000000 مايكروفولت = $10^6$مايكروفولت.

## تمرين رقم (2)

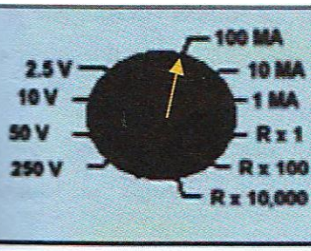
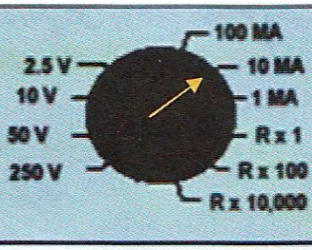
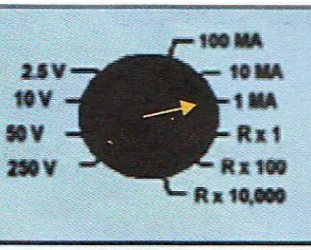
### جهاز قياس التيارالكهربائي (الأميتر)Ammeter:

لنفرض إننا وصلنا جهاز الأميتر(يجب أن نوصل الأميتر بالتوالي مع الدائرة)وحصلنا على إنحراف المؤشر كما مبين بالشكل أدناه:





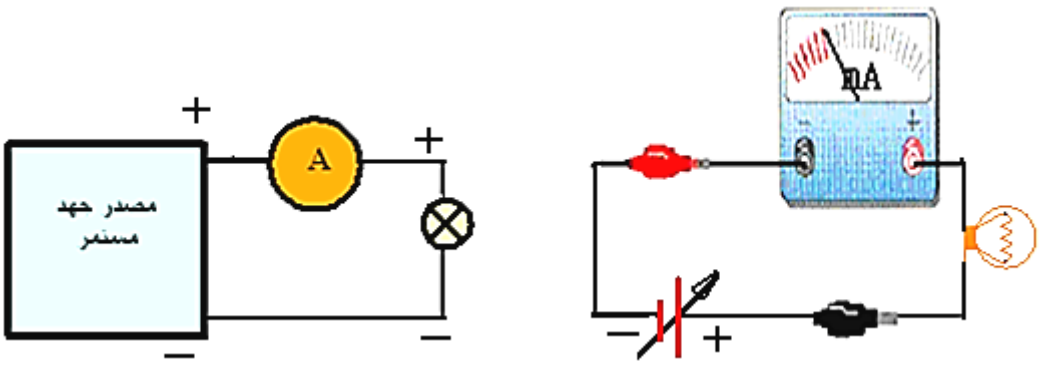
وكان وضع مفتاح التدريج كالآتي:

| وضع المفتاح |  |  |  |
|---|---|---|---|
| قيمة التيار | يشير المفتاح الوضع 100mAوتشير قراءة المؤشر في الشكل اعلاه عند اختيار التدريج من 0-250 الى القيمة 125 وعند تطبيق القانون تكون قيمة التيار المار في الدائرة هو $I = \frac{100m}{250} X\ 125 = 50mA$ | يشير المفتاح الوضع 10mAوتشير قراءة المؤشر في الشكل اعلاه عند اختيار التدريج من 0-50 الى القيمة 25 وعند تطبيق القانون تكون قيمة التيار المار في الدائرة هو $I = \frac{10m}{50} X\ 25 = 5mA$ | يشير المفتاح الوضع 1mAوتشير قراءة المؤشر في الشكل اعلاه عند اختيار التدريج من 0-10 الى القيمة 5 وعند تطبيق القانون تكون قيمة التيار المار في الدائرة هو $I = \frac{1m}{10} X\ 5\ = 0.5mA$ |

### الأجهزة المستخدمة:

1. جهاز قياس أميتر.
2. مصدر جهد مستمر من (0 -12V) فولت، مصباح كهربائي (12) فولت.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 3–5 قياس التيار الكهربائي**

**خطوات العمل:**

1. إربط جهاز الأميتر بالتوالي مع الدائرة الكهربائية كما مبين في شكل (3–5).
2. ضع مفتاح الإختيار على المدى الأعلى للتيار ثم خفض المدى تدريجياً للحصول على القيمة المطلوبة.
3. ثبت جهد المصدر عند (12) فولت ثم قس التيار المار في المصباح.

**والأمبير** هو الوحـدة القياسية للتيار وله مضاعفات وأجـزاء هـي:

مضاعفات الأمبير: الكيلو أمبير (1kA) = 1000 أمبير = $10^3$أمبير.

أجزاء الأمبير:

1. الملي أمبير (mA) حيث أن:

الأمبير (1A) = 1000 ملي أمبير=$^3$ 10 ملي أمبير.

2. المايكرو أمبير (µA) حيث أن:

الأمبير (1A)= 1000000 مايكرو أمبير= $10^6$ مايكرو أمبير.

## 3-3 قياس المقاومة الكهربائية

تعد المقاومات الكهربائية من المكونات الأساسية لعمل أغلب الدوائر الإلكترونية، حيث نحدد من خلالها قيمة التيار والفولتية. ولمعرفة قيمة المقاومة المستخدمة هنالك عدة طرق ومنها:

1. قياس المقاومة بواسطة جهاز الأوميتر.
2. قراءة قيمة المقاومة بواسطة طبع قيمتها على نفس المقاومة.

3. معرفة قيمة المقاومة بإستخدام شريط الألوان.

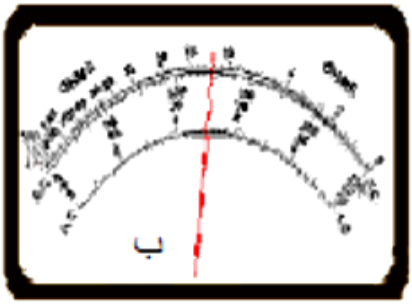
تقاس المقاومة بوحدة الأوم (Ω) وللأوم المضاعفات التالية:

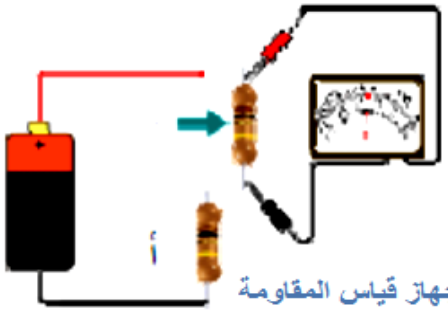
1. الكيلو أوم (1kΩ) = 1000 أوم = $10^3$ أوم.
2. الميكا أوم (1MΩ) = 1000000 أوم = $10^6$ أوم.

## تمرين رقم (3)

## جهاز قياس المقاومة ( جهاز الأوميتر)Ohmmeter:

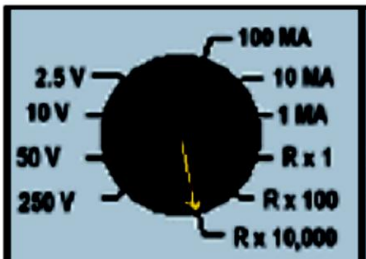
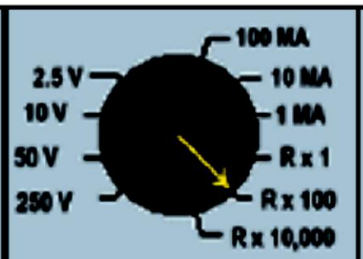
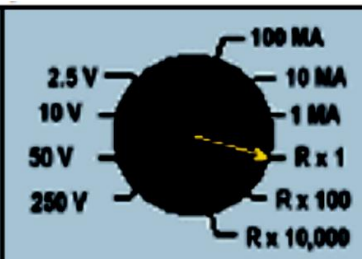
لنفرض إننا وصلنا الأوميتر في الدائرة أدناه وحصلنا على إنحراف الأوميتر كما مبين أدناه:




جهاز قياس المقاومة

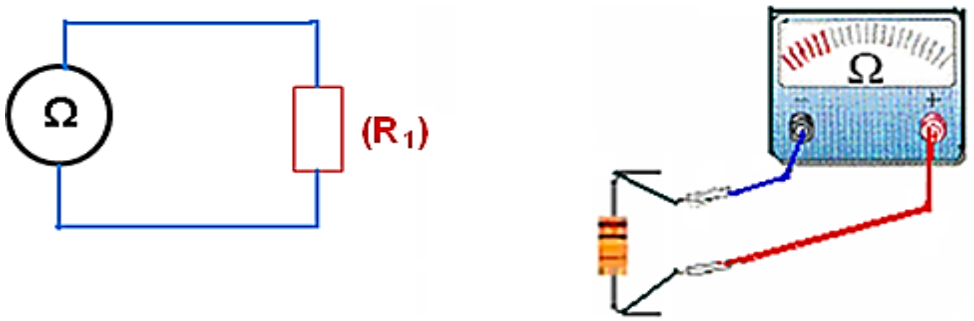
وكان وضع مفتاح التدريج كالآتي:

| وضع المفتاح | | | |
|---|---|---|---|
| |  |  |  |
| قيمة المقاومة | يشير المفتاح إلى وضع (Rx1) أي أن القيمة التي نقرأها تكون مضروبة في 1<br>فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها<br>R=12×1=12Ω | يشير المفتاح إلى وضع (Rx100) أي أن القيمة التي نقرأها تكون مضروبة في 100<br>فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها<br>R=12×100=1200Ω | يشير المفتاح إلى وضع (Rx10000) أي أن القيمة التي نقرأها تكون مضروبة في 10.000<br>فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها<br>R=12×10.000=120KΩ |

**الأجهزة المستخدمة:**

1. جهاز قياس أوميتر أو أفوميتر.
2. أربعة مقاومات مختلفة القيمة.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 3–6 قياس المقاومة الكهربائية**

**خطوات العمل:**

1. إربط جهاز الاوميتر على طرفي المقاومة الأولى ($R_1$) كما في شكل (3– 6) وسجل قيمتها كما في جدول (2).
2. كرر الخطوة السابقة لقياس قيم بقية المقاومات.

| المقاومة | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ |
|---|---|---|---|---|
| المقاومة المقاسة | | | | |

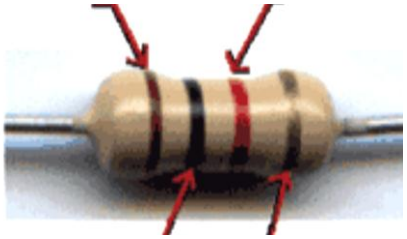
**جدول 3–2 يبين النتائج المستحصلة**

## 3-4 معرفة قيمة المقاومة الكهربائية بإستخدام قراءة الالوان

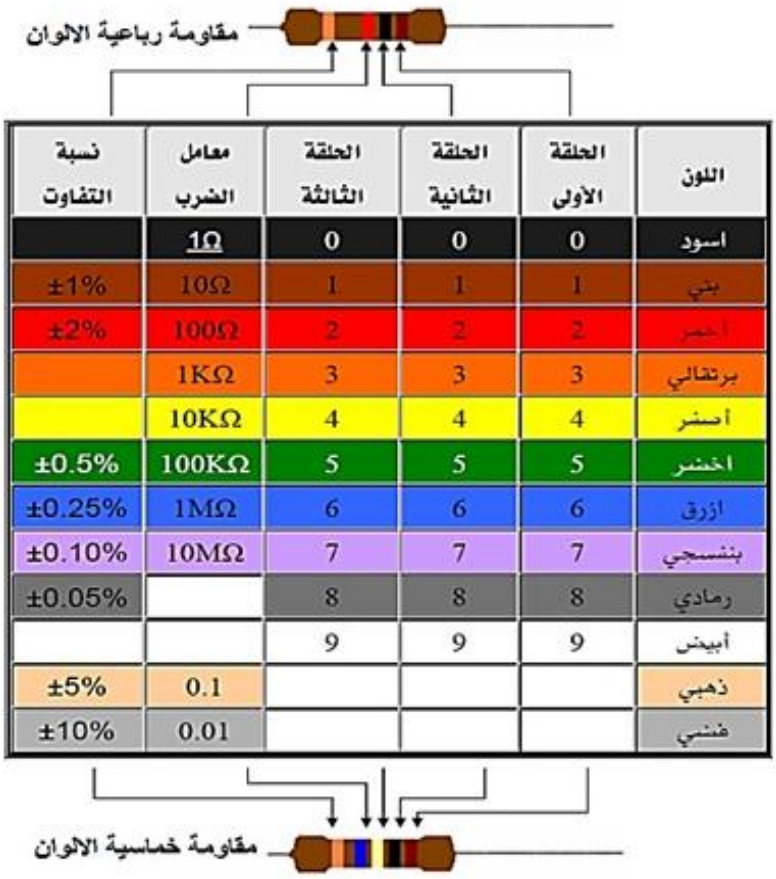
في هـــذه الطريقة تكون المقاومة محاطـة بأشرطـــة لونية تشير إلى قيمتها ونسبـــة السماح (نسبة الخطأ) فيها والتي تمثل النسبة المئوية لمقدار الزيادة أو النقصان في قيمة المقاومـــة.

وتكون قراءة المقاومة من اليسار الى اليمين وبالنسبة للمقاومة رباعية الألوان، فاللون الأول والثاني يكتب حسب رقمه أما اللون الثالث فيمثل قيمة ضرب الرقم (أوعدد الاصفار) ويبعداللون الرابع عن بقية الألوان ويمثل نسبة السماح،أما بالنسبة للمقاومة خماسية الألوان فيدل اللون الاول والثاني والثالث على رقم اللون والرقم الرابع قيمة الضرب (عدد الأصفار) ويبعد اللون الخامس عن بقية الألوان ويمثل نسبة الخطأ كما مبين في شكل (3–7).

اللون الثالث(الضرب) اللون الاول



اللون الرابع (نسبة السماح) اللون الثاني

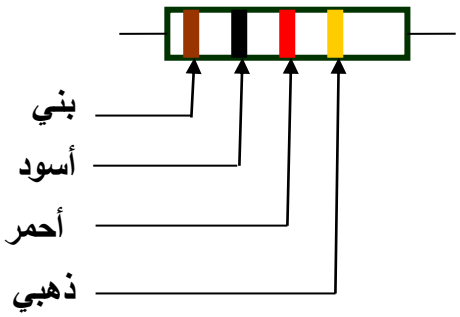



| اللون | الحلقة الأولى | الحلقة الثانية | الحلقة الثالثة | معامل الضرب | نسبة التفاوت |
|---|---|---|---|---|---|
| اسود | 0 | 0 | 0 | 1Ω | |
| بني | 1 | 1 | 1 | 10Ω | ±1% |
| احمر | 2 | 2 | 2 | 100Ω | ±2% |
| برتقالي | 3 | 3 | | 1KΩ | |
| أصفر | 4 | 4 | | 10KΩ | |
| اخضر | 5 | 5 | | 100KΩ | ±0.5% |
| ازرق | 6 | 6 | | 1MΩ | ±0.25% |
| بنفسجي | 7 | 7 | | 10MΩ | ±0.10% |
| رمادي | 8 | 8 | | | ±0.05% |
| أبيض | 9 | 9 | | | |
| ذهبي | | | | 0.1 | ±5% |
| فضي | | | | 0.01 | ±10% |

**شكل 3-7 قراءة الوان المقاومة الكهربائية**

## مثال(1)

أوجد قيمة ونسبة السماح للمقاومة التالية؟




نسبة السماح = ±%5 = 100 × 0 = 1

ذهبي أحمر أسود بني

$R=10\times100=1000\ \Omega$

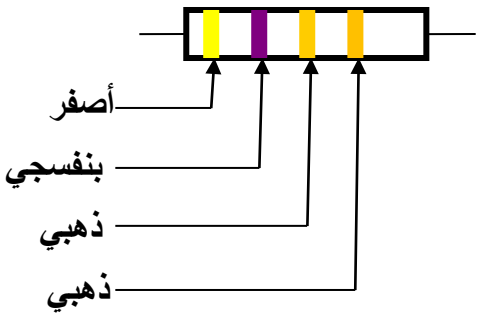
$R = 1\ K\Omega \pm 5\ \%$

| الشريط اللوني الأول والثاني | | الشريط اللوني الثالث | | الشريط اللوني الرابع نسبة السماح (الخطأ) | |
|---|---|---|---|---|---|
| أسود | 0 | فضي | 0,01× | أحمر | ± 2% |
| بني | 1 | ذهبي | 0,1× | ذهبي | ±5% |
| أحمر | 2 | أسود | × 1 | فضي | ±10% |
| برتقالي | 3 | بني | × 10 | بدون لون | ±20% |
| أصفر | 4 | أحمر | × 100 | | |
| أخضر | 5 | برتقالي | ×1000 | | |
| أزرق | 6 | أصفر | × 10000 | | |
| بنفسجي | 7 | أخضر | × 100000 | | |
| رمادي | 8 | أزرق | × 1000000 | | |
| أبيض | 9 | | | | |

جدول 3-3 يبين ألالوان المستخدمة في هذه الطريقة ومواقعها على المقاومة

## مثال (2)

ما قيمة المقاومة المرسومة؟

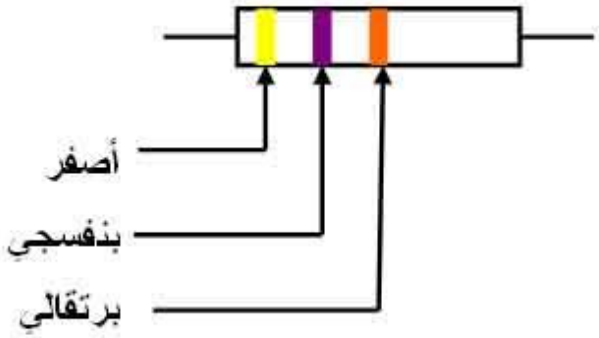


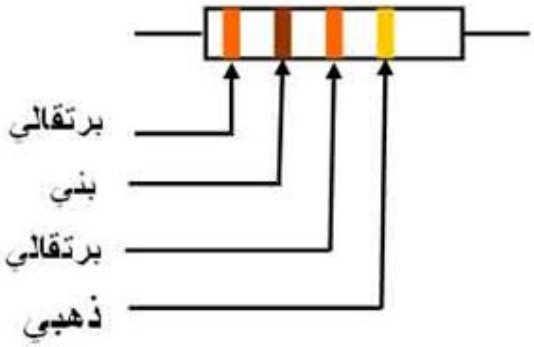

| ذهبي | ذهبي | بنفسجي | أصفر |
|---|---|---|---|
| نسبة السماح = ±%5 | = × 0,1 | = 7 | =4 |

$$R = 47 \times 0.1 = 4.7\Omega \pm 5\%$$

## التطبيق العملي:

1- ما قيمة المقاومتين المرسومتين؟




2- بواسطة جهاز الاوميتر أوجد قيمة كل مـن المقاومتين في تطبيق (1) وقـارن بين قيمة كل منها مع القيمة المستخرجة بواسطة قراءة الألوان مبيناً نسبة السماح؟

3- إعطي الوان المقاومات التالية؟

**100 Ω ± %5 ، 39 kΩ ± % 10 ، 9200 Ω**

## 5-3 مجهز القدرة الكهربائية المستمرة (DC Power Supply)

مجهز القدرة هو مصدر تغذية للتيار المستمر ومن الأجهزة الإساسية لتشغيل الدوائر الالكترونية يستخدم للحصول على جهود كهربائية يمكن التحكم بقيمها بواسطة مقاومات متغيرة. يتكون هذا الجهاز من:

1. محولة خافضة: تقوم بتخفيض جهد المصدر(220 فولت)وذلك حسب الجهد المطلوب مثل (30V،12V).
2. دائرة تقويم: تقوم بتحويل التيار المتناوب الى تيار باتجاه واحد(تيار مستمرDC).
3. دائرة ترشيح: حيث يحتوي التيار الخارج من دائرة التقويم على تموجات لذلك تعمل هذه الدائرة على تنعيم التيار بقدر الإمكان.
4. دائرة تنظيم: تعمل هذه الدائرة على تثبيت الجهد الكهربائي الخارج، يرمز لمجهز القدرة بالرمز:



شكل (3-8) يوضح أحد أنواع مجهزات القدرة، حيث يعطي جهد مقداره (0-30V) وتيار كهربائي يصل الى (3A).

لجهاز مجهز القدرة ثلاثة أطراف خرج تتضمن طرف القطب الموجب (+) وطرف القطب السالب(-) وطرف القطب المتعادل كهربائياً (الأرضي- GND)، يتم ربط هذه الأطراف حسب تصميم الدائرة الإلكترونية. يحتوي الجهاز على مقياسي للجهد والتيار حيث يمكن التحكم بمقدار الجهد والتيار بواسطة مفاتيح خاصة بها.



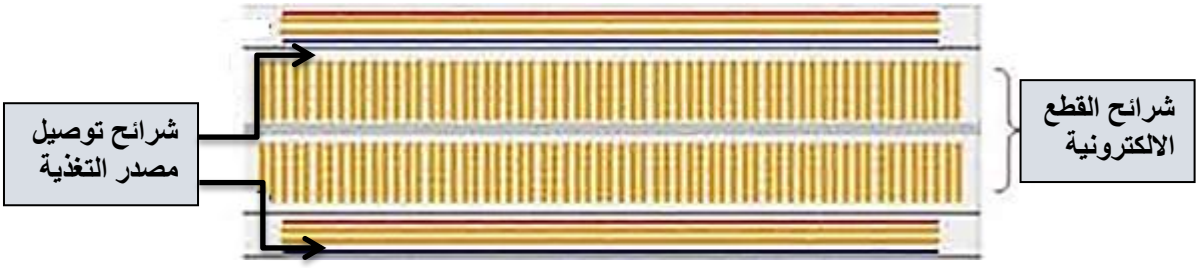

شكل 3-8 مجهز قدرة

## 6-3 لوحات التجارب

تستعمل هذه اللوحات في الورشة لبناء الدوائر الالكترونية ومن اللوحات ما يلي:-

### 1 – لوحة التجارب المثقبة (breadboard):

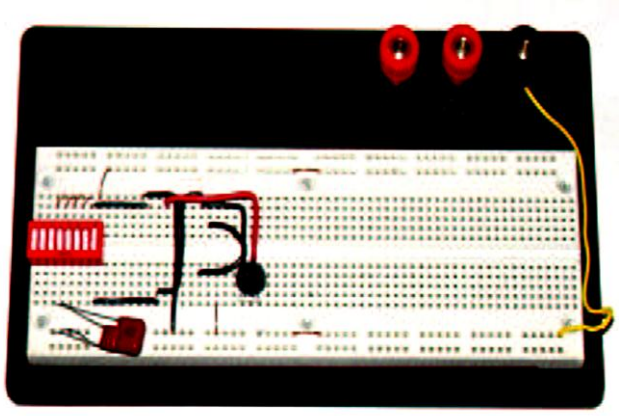
تستعمل هذه اللوحة لتثبيت أطراف القطع الالكترونية وتوصيلها مع بعضها. تصنع من مادة عازلة كالبلاستك وتحتوي على ثقوب يثبت فيها القطع الالكترونية وفي خلف اللوحة يوجد العديد من الشرائح المعدنية (نحاس غالباً)، وكل صف من الثقوب يكون متصلا بإحدى الشرائح المعدنية. كما تخصص ثقوب الصفوف العليا والسفلى لتوصيل أطراف مصدر التغذية. شكل (a-9-3) يوضح توصيل الشرائح في الجهة الخلفية للوحة وشكل (9–3) (c,b) يوضح نماذج من هذه اللوحات.




شكل 3-9-a توصيل الشرائح



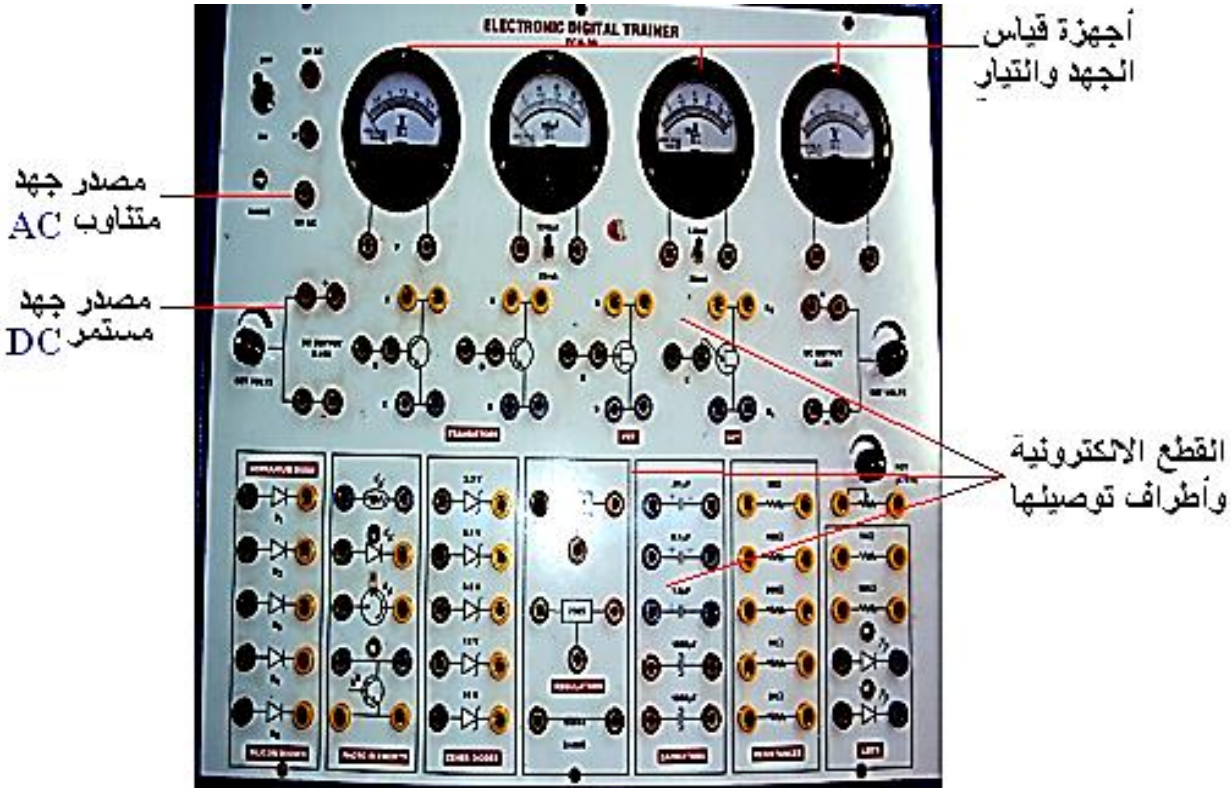

شكل 3-9-b لوحة مثقبة



شكل 3-9-C لوحة مثقبة

## 2 - لوحة التجارب الالكترونية الجاهزة:

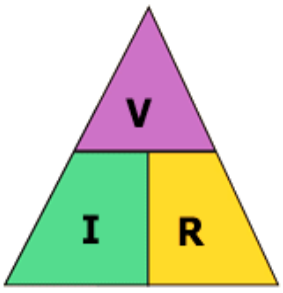
تتميز هذه اللوحات بسهولة العمل عليها وسرعة بناء الدوائر الالكترونية وتختلف هذه اللوحات عن اللوحات السابقة في إحتوائها على القطع الالكترونية التي تحدد التجارب المراد تنفيذها. تثبت القطع الالكترونية كالمقاومات والمتسعات والثنائيات وغيرها من الجهة الخلفية للوحة وتربط أطرافها الى نقاط ربط في الجهة الأمامية حيث تظهر رموز القطع الالكترونية من الجهة الأمامية للوحة ولبناء دائرة الكترونية تربط القطع بواسطة أسلاك توصيل(Terminal). شكل (3–10) يوضح أحد أنواع لوحات التجارب الالكترونية الرقمية (Electronic Digital Trainer). تحتوي هذه اللوحة على مصدري للجهد المتناوب (0-9V) ومصدري للجهد المستمر (0-15 V)، (0-25 V) وأجهزة قياس الجهد والتياروأنواع مختلفة من المقاومات والمتسعات والثنائيات والترانزستورات وملف وقطعتين من الدوائر المتكاملة لتنظيم الجهد.

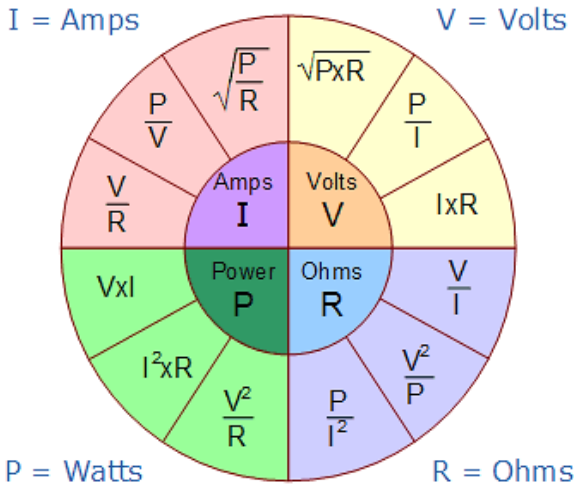



**شكل 3-10 لوحة تجارب جاهزة**

# الفصل الرابع

# (قانون أوم)




**محتويات الفصل الرابع:**

**1-4 قانون أوم**

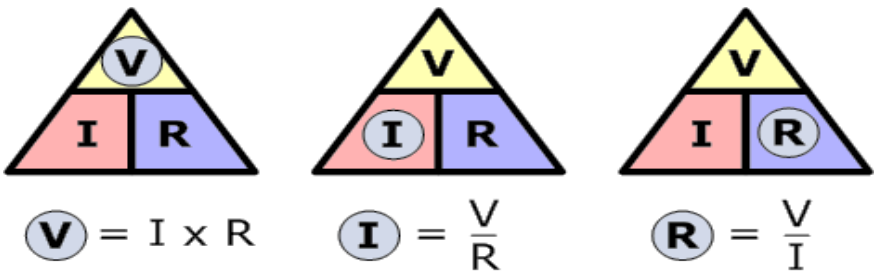
**تمرين (4): تحقيق قانون أوم (العلاقة الطردية بين التيار والجهد).**

**تمرين (5): تحقيق قانون أوم (العلاقة العكسية بين التيار والمقاوم).**

**الأهداف:**

**عندما يكتمل الفصل يكون الطالب قادرا على أن:**

1. **يعرف قانون أوم.**
2. **يطبق قانون أوم لإيجاد الكمية المجهولة.**
3. **يحقق ويرسم العلاقة الطردية والعكسية لقانون أوم.**



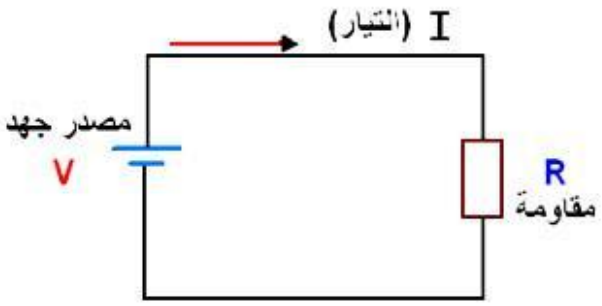
# الفصل الرابع

# قانون أوم

## 1-4 قانون أوم

في الدائرة الكهربائية المكونة من مصدر جهد مستمر ومقاومة كما في شكـــل(4-1)وجـد في التمرين أن قيمة التيار تعتمد على ما يلي:

1. **الجهد الكهربائي**:كلما زاد الجهد زادت قيمة التيار مع ثبوت المقاومة.
2. **المقاومة**: كلما زادت قيمة المقاومة قلت قيمة التيار مع ثبوت الجهد.




**شكل 4-1 دائرة كهربائية بسيطة**

لذا فان قانون أوم ينص على أن التيار يتناسب طردياً مع الجهد بثبوت المقاومة وعكسياً مع المقاومة بثبوت الجهدكمافي المعادلة (1).

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{.....(1)}$$

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

ومن المعادلة أعلاه يكون حساب الجهد الكهربائي كما في المعادلة (2):

**الجهد= التيار× المقاومة**

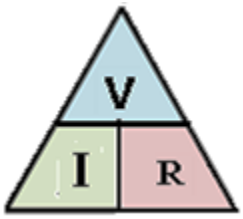
$$V = I \times R \text{.....(2)}$$

وحساب المقاومة الكهربائية كما في المعادلة (3):

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

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{.....(3)}$$

ويمكن تسهيل حفظ هذه المعادلات بالاستعانة بالمثلث كما في الشكل(4-2).




**الشكل 4-2 قانون أوم**

## تمرين رقم (4)

**إسم التمرين: تحقيق قانون أوم.**

**الهدف من التمرين:** تحقيق العلاقة الطردية بين التيار والجهد مع ثبوت المقاومة.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1-جهاز فولتميتر.

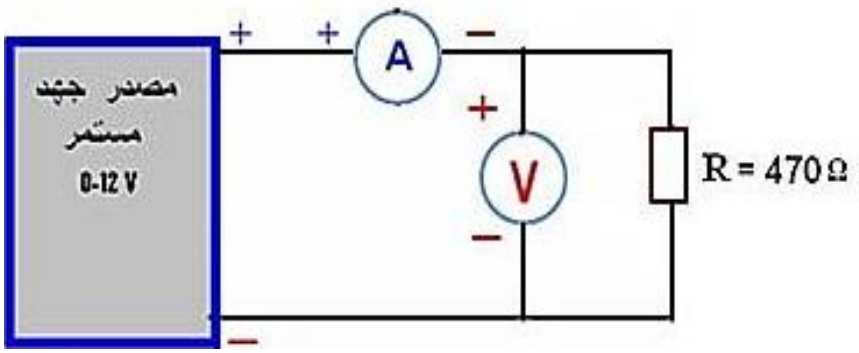
2-جهاز أميتر.

3-مصدر جهد مستمر من(0 -12v) فولت.

4-مقاومة (470 Ω)أوم.

5-لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 4–3 قانون أوم (العلاقة الطردية)**

**خطوات العمل:**

1-إربط الدائرة الكهربائية كما مبين في شكل (4-3) مع التأكد من ربط قطبية كل جهاز مع قطبية المصدر بصورة صحيحة واختيار المدى المناسب لكل جهاز قياس.

2-إضبط قيمة جهد المصدر على أول قيمة كما في جدول(4-1) وسجل قيمة التيار المارفي المقاومة.

3-كرر الخطوة رقم (2) بتغير جهد المصدر كما مبين في جـدول (4-1) وفي كل خطوة سجل قيمة التيـار المارفي المقاومة.

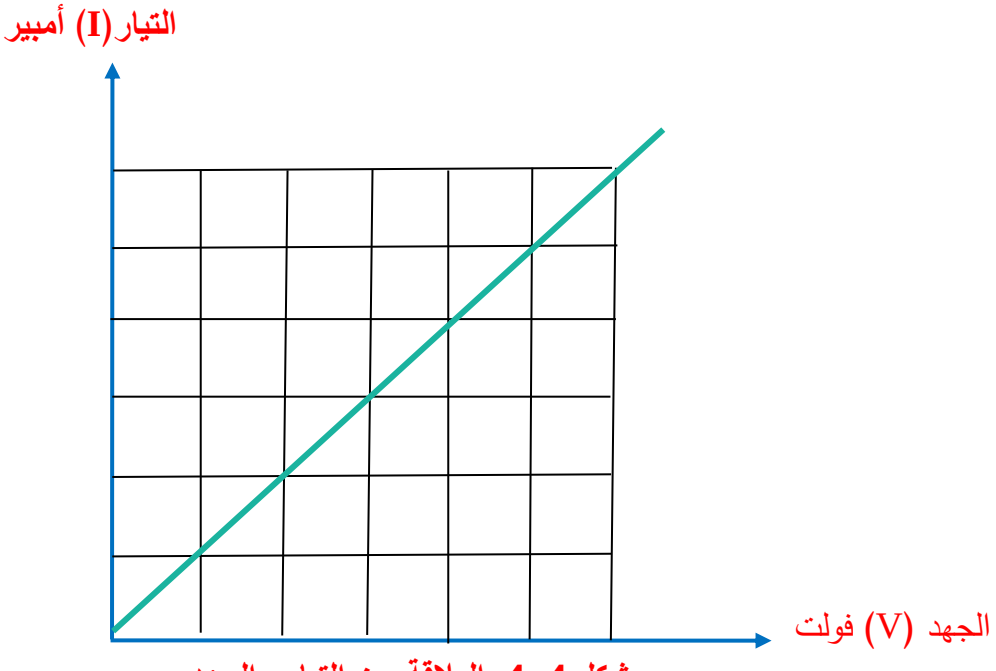
| الخطوات | جهد المصدر بالفولت V | التيار I | |
|---|---|---|---|
| | | المقاس | V المحسوب( I = ——— ) R |
| 1- | 2v | | 4.255mA |
| 2- | 4v | | 8.51mA |
| 3- | 6v | | 12.765mA |
| 4- | 8v | | 17.02 mA |
| 5- | 10v | | 21.276 mA |
| 6- | 12v | | 25.53 mA |

**جدول 4-1 يبين النتائج المستحصلة (R = 470 Ω)**

**المناقشة:**

1-قارن بين النتائج العملية والنظرية.

**2-** إرسم العلاقة بين الجهد والتيار كمافي شكل (4–4) وإستخدم ورق بياني.




**شكل 4–4 العلاقة بين التيار والجهد**

## تمرين (5)

**إسم االتمرين: تحقيق قانون أوم**

الهدف من التمرين: تحقيق العلاقة العكسية بين التيار والمقاومة مع ثبوت الجهد.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1-جهاز فولتميتر.

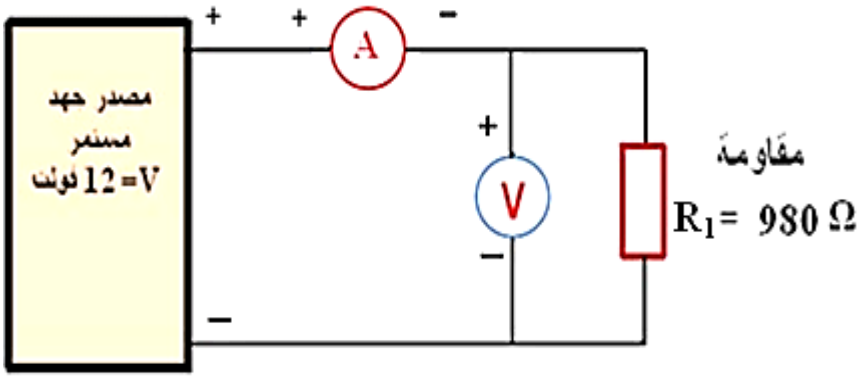
2-جهاز أميتر.

3- مصدر جهد مستمر (0 -12V)فولت.

4-مقاومات(980 Ω،820 Ω،680 Ω،560 Ω،470 Ω،330 Ω)أوم.

5-لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




شكل 4–5

**خطوات العمل:**

1- إربط الدائرة الكهربائية كما مبين في شكل (5-4)مع التأكد من ربط قطبية كل جهاز مع قطبية المصدربصورة صحيحة واختيار المدى المناسب لكل جهاز قياس.

2- ثبت الجهد على (10) فولت وسجل قيمة التيار المار في المقاومة ($R_1$).

3- إستبدل المقاومة$R_1$بالمقاومات ($R_2$, $R_3$, $R_4$, $R_5$, $R_6$) المبينة قيمها في جدول (2-4) وسجل قيمة التيار المار في كل مقاومة.

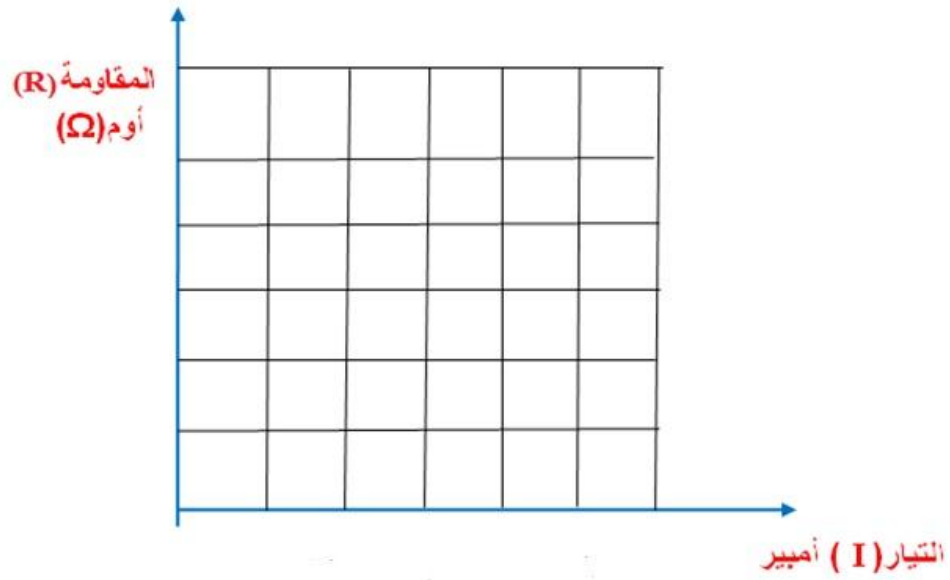
| الخطوات | المقاومـــة R | التيار ( I ) | |
|---|---|---|---|
| | | المقاس | المحسوب ( $I = \frac{V}{R}$ ) |
| -1 | $R_1 = 980\ \Omega$ | | 10. 2 mA |
| -2 | $R_2 = 820\ \Omega$ | | 12.195 mA |
| -3 | $R_3 = 680\ \Omega$ | | 14.7 mA |
| -4 | $R_4 = 560\ \Omega$ | | 17.857 mA |
| -5 | $R_5 = 470\ \Omega$ | | 21.276mA |
| -6 | $R_6 = 330\ \Omega$ | | 30. 3 mA |

**جدول 4-2 نتائج المستحصلة جهد المصدر (V= 10 V)**

**المناقشة:**

1- قارن بين النتائج المحسوبة نظرياً مع النتائج المقاسة عملياً.

2- إرسم العلاقة بين التيار والمقاومة بثبوت الجهد كما في شكل (4-6) مبيناً نوع العلاقة.




**الشكل 4-6 العلاقة بين التيار والمقاومة**

# الفصل الخامس

# المقاومات الكهربائية

**محتويات الفصل الخامس:**


**5-1 أنواع المقاومات.**

**5-2 طرق ربط المقاومات الكهربائية.**

**1-ربط المقاومات على التوالي.**

**تمرين (6): ربط المقاومات على التوالي.**

**2- ربط المقاومات على التوازي.**

**تمرين (7): ربط المقاومات على التوازي.**

**5-3 القدرة الكهربائية**

**تمرين (8): القدرة الكهربائية.**


**الأهداف:**

**عندما يكتمل الفصل يكون الطالب قادراً على أن:**

1. **يعرف أنواع المقاومات.**
2. **يتعلم ربط المقاومات على: التوالي – التوازي – المركب.**
3. **يعرف القدرة الكهربائية.**

# الفصل الخامس

# المقاومات الكهربائية

## 1-5 أنواع المقاومات Types of Resistors

تختلف أنواع المقاومات من حيث تركيب المادة المصنوعـــة منها ومقدار القدرة التي تتحملها ولكل نوع إستخدام معين وحسب قيمة المقاومة المطلوبة في الدائرة الإلكترونية، ويتم تقسيم المقاومات بشكـل عام الى مقاومات ثابتة ومقاومات متغيرة ومن أنواع المقاومات ما يلي:

1- **المقاومات الكاربونية (Carbon Resistors)**:وتصنع من الكربون أو الكرافيت وتستخدم للتيارات الواطئة في الدوائر ألالكترونية، شكل (1-5) يبين المقاومة الكاربونية.



**شكل 5-1 مقاومة كربونية**

2- **المقاومات السلكية (Wire wound-Resistors)** : تصنع من سلك معدني من سبيكة النيكل والكروم ويلف السلك حول مادة عازلة من الخزف أو السيراميك، ثم تغطى المقاومة بغطاء زجاجي مطلي بالمينا لحماية السلك وتقليل حرارة المقاومة وتستعمل هذه المقاومات في تحديد التيارات العالية للأجهزة الكهربائية شكل(2-5) يبين المقاومة السلكية.




**شكل 5-2 المقاومة السلكية**

**3- المقاومات الحرارية Thermal- Resistors:** هـي المقاومات التي تتغير قيمها بتغير درجـة الحـرارة وتستعمل لحماية الدوائر الإلكترونية وتكون على نوعين:

أ- المقاومات ذات معامل حراري موجب (p.t.c): هي المقاومات التي تزداد قيمتها عند إرتفاعدرجة حرارتها.

ب- المقاومات ذات معامل حراري سالب (N.t.c):هي المقاومات التي تقل قيمتها عند إرتفاع درجة حرارتها شكل (3-5) يبين المقاومة الحرارية ورمزها.




**شكل 3-5 المقاومة الحرارية**

**4-المقاومات الضوئية Light Dependent Resistors (LDR):** تصنع هذه المقاومات من سلفيد الكادميـوم وتعتمد قيمة المقاومة على شـدة الضوء فكلما كانت شـدة الضوء عالية تكون قيمـة المقاومة صغيـرة وتزيد مقاومتهاعند تقليل الضوء الساقـط عليها وتصبح قيمتها كبيـرة جداً عند حجب الضوء عنها. تستخـدم فـي الدوائـر ألالكترونيـة للسيطرة على قطـع وتوصيل التيار الكهربائـي المـار فيها. شكل(4-5) يبين المقاومـة الضوئيـة ورمزهـا.



**شكل5- 4 المقاومة الضوئية**

**5- المقاومـات الجهدية Voltage Dependent Resistors (VDR):** تصنع هـذه المقاومـات مـن كربيد السليكون وتسمى بالفاريستور (Varistor)، حيث تقل قيمتها عند إرتفاع فرق الجهد على طرفيها وتستعمل لحماية الدوائر الكهربائية من ألإرتفاع المفاجئ في الفولتية، وتربط على التوازي مع الجهاز المراد حمايته شكل (5-5) يبين المقاومة الجهدية.



**شكل 5-5 المقاومة الجهدية**

**6- المقاومات المتغيرة (Variable Resistors):** هي المقاومات التي يمكن تغير قيمها من صفر الى أعلى قيمة محددة لها، إذ تحتوي المقاومة على ذراع منزلق يغير طول المقاومة مما يغير قيمتها المطلوبة ويصنع بعض أنواعها من الكاربون وتستخدم كمجزئ للجهد (Potentiometer) كما يصنع بعضها من نفس مواد صناعة المقاومات السلكية وتسمى ريوستات (Rheostat) وتستخدم لتحديد قيمة التيار شكل (6-5) يبين رمز المقاومة المتغيرة.



شكل 5-6 المقاومة المتغيرة

## 5-2 طرق ربط المقاومات الكهربائية

**تربط المقاومات في الدوائر الكهربائية بثلاث طرق:**

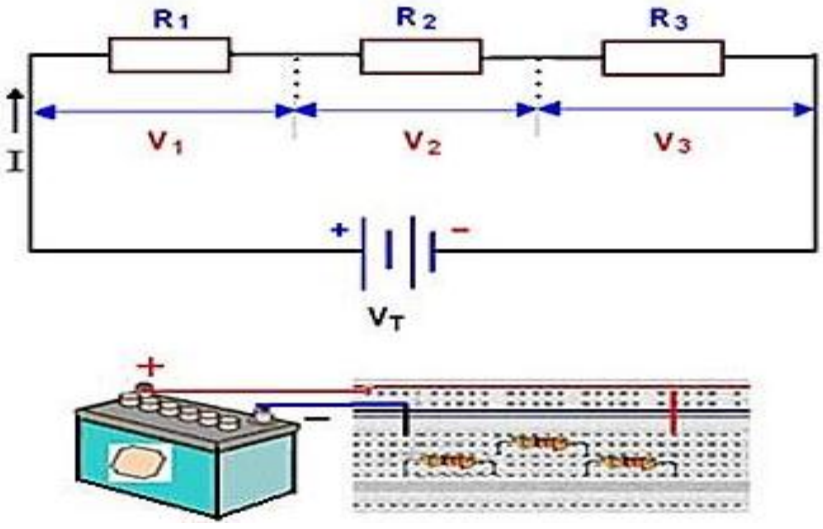
1- **ربط التوالي**(Series Connection).

2- **ربط التوازي** (Parallel Connection).

3- **الربط المركب (المختلط)**(Mixed Connection).

**1- ربط المقاومات على التوالي:**

يوضح الشكل (5–7) ربط المقاومات على التوالي ولهذا الربط الصفات التالية:




شكل 5–7 ربط المقاومات على التوالي

أ- تيار المصدر والتيار المار في جميع المقاومات يكون متساوي القيمة.

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

ب- فرق الجهد الكلي (جهد المصدر) يساوي مجموع الجهود الكهربائية على طرفي كل مقاومة.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

ج- المقاومة الكلية (المكافئة) للدائرة تساوي مجموع المقاومات.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

## تمرين رقم (6)

**إسم التمرين: ربط المقاومات على التوالي**

**الهدف من التمرين:** معرفة مميزات ربط المقاومات على التوالي.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1- جهاز فولتميتر.

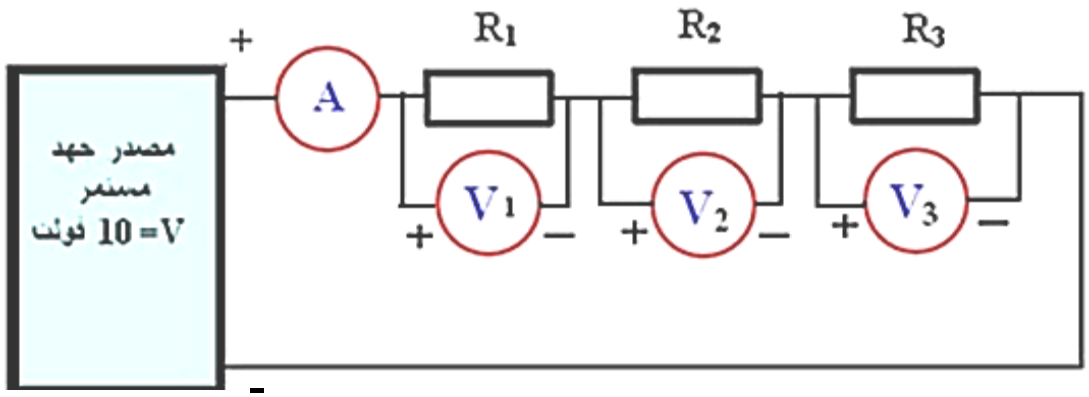
2- جهاز أميتر.

3- مصدر جهد مستمر 10 فولت.

4- مقاومات ($R_1$= 120, $R_2$=220, $R_3$=390) أوم.

5- لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 5–8 دائرة ربط المقاومات على التوالي**

## خطوات العمل:

**1-** إربط الدائرة الكهربائية المبينة في شكل (5–8).

**2-** قم بقياس التيار المار في الدائرة والجهد (الفولتية) على طرفي كل مقاومة.

## المناقشة:

1- إحسب قيمة التيار الكهربائي والجهود الكهربائية نظرياً حيث أن:

$$I_T=\frac{VT}{RT}=\frac{10}{(R1+R2+R3)}=\frac{10}{(120+220+390)}=\frac{10}{730}=0.01369\ A$$

$I_T = 13.69\ mA$

$V_{R1}=I_1\times R_1=13.69\times10^{-3}\times 120 = 1.642\ V$

$V_{R2}=I\times R_2=13.69\times10^{-3}\times 220 = 3.011V$

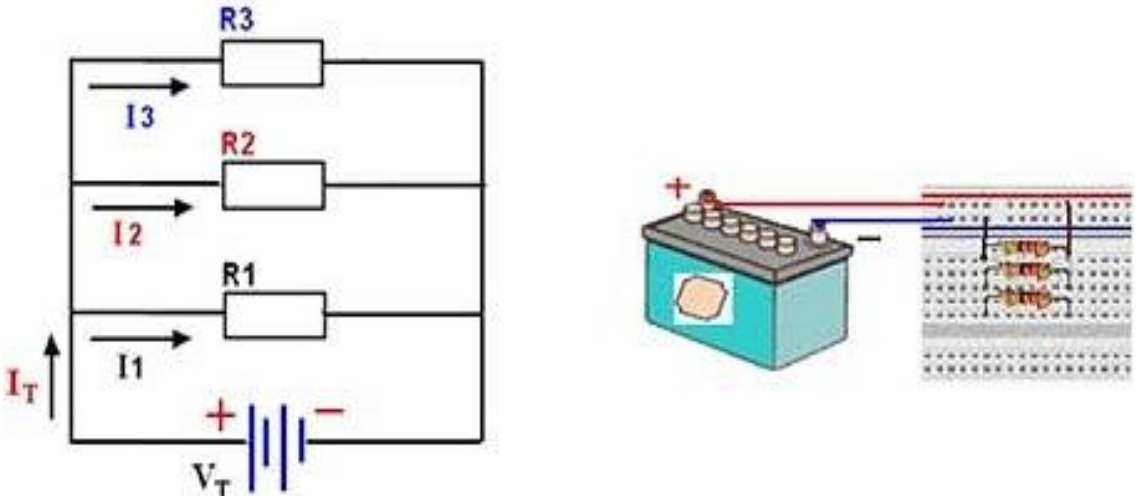
$V_{R3}=I\times R_3= 13.69\times10^{-3}\times390 = 5.339\ V$

$V_T=V_{R1}+V_{R2}+V_{R3}=1.62+3.01+5.339=9.992V \approx 10V$

**2-** قارن بين النتائج (الحسابات) النظرية والنتائج التي حصلت عليها عملياً.

## 2- ربط المقاومات على التوازي:

شكل (5–9) يبين ربط المقاومات على التوازي ويتميز هذا الربط بالصفات التالية:




**شكل 5–9 ربط المقاومات على التوازي**

أ- الجهد على جميع المقاومات متساوي.

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

ب- التيار الكلي ($I_T$) يساوي حاصل جمع التيارات المارة في المقاومات.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

جـ- مقلوب المقاومة الكلية تساوي مجموع مقلوبات المقاومات المربوطة بالتوازي.

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

## تمرين (7)

**إسم التمرين: ربط المقاومات على التوازي.**

**الهدف من التمرين:** معرفة مميزات ربط المقاومات على التوازي.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1- جهاز فولتميتر.

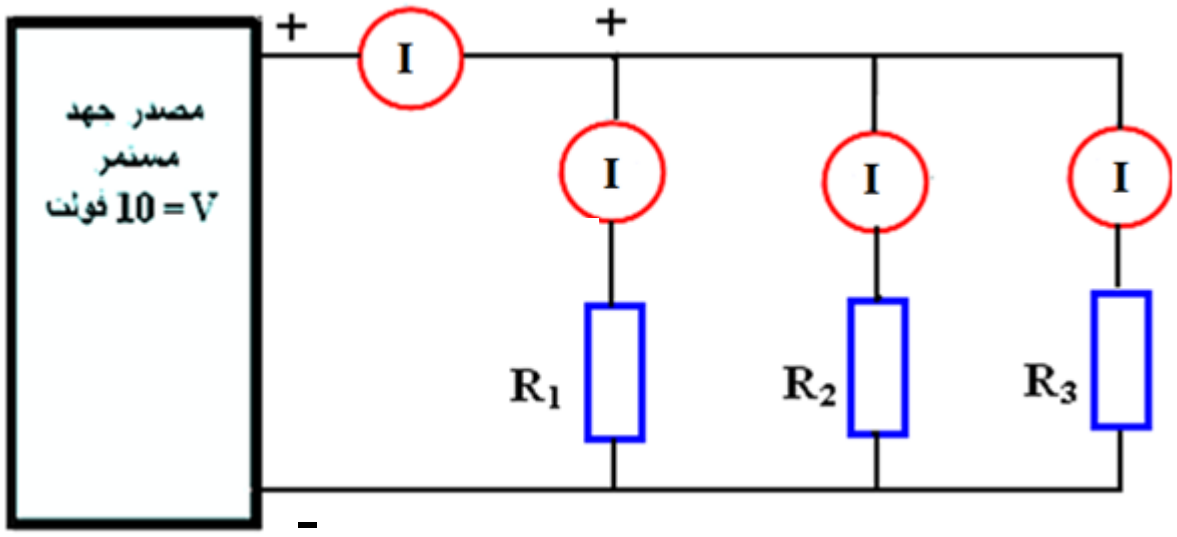
2- أجهزة قياس التيار (أميتر).

3- مصدر جهد مستمر 10 فولت.

4- مقاومات($R_1$=680, $R_2$=470, $R_3$=390)أوم.

5- لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 5-10 دائرة ربط المقاومات على التوازي**

**خطوات العمل:**

1- إربط الدائرة الكهربائية المبينة في شكل (5–10).

2- قم بقياس التيار الكلي المار في الدائرة والتيار المار في كل مقاومة.

**المناقشة:**

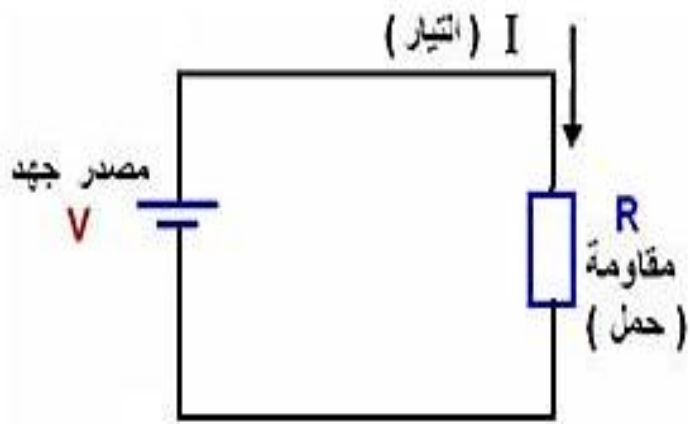
1-إحسب قيمة المقاومة المكافئة (الكلية) حسب قانون ربط المقاومات على التوازي.

2-إحسب قيمة التيار الكلي المار في الدائرة والتيار المار في كل مقاومة نظرياً.

**3-**قارن بين النتائج (الحسابات) النظرية والنتائج التي حصلت عليها عملياً.

## 3-5 القدرة الكهربائية (Electric Power)

تعمل الأجهزة الكهربائية على تحويل الطاقة الكهربائية الى شكل أخر للطاقة فالمحرك الكهربائي مثلاً يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية والمصباح الكهربائي يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية ويمثل الجهاز (الحمل) بمقاومة موصلة على التوازي مع مصدر الجهد. شكل (5–11) يبين دائرة كهربائية.




**شكل 5–11 دائرة كهربائية**

تعرف القدرة الكهربائية بأنها المعدل الزمني للطاقة المصروفة ويرمز للقدرة بالرمز (P) وتقاس بوحدة الواط(W)، وفي دوائر التيار المستمر تحسب كما يلي:

**القدرة = الفولتية × التيار**

V= الفولتية وتقاس بالفولت

I = التيار ويقاس بألامبير

وبتعويض قانون أوم ($V= I \times R$) في المعادلة (1) يكون حساب القدرة كالآتي:

$$P = I^2 \times R \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وبتعويض قانون أوم ($I=\frac{V}{R}$) في المعادلة (1) يكون حساب القدرة كالآتي:

$$P=\frac{V^2}{R} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

## تمرين رقم (8)

**إسم التمرين:** القدرة الكهربائية

**الهدف من التمرين:** معرفة أيجاد القدرة الكهربائية.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1-جهاز فولتميتر.

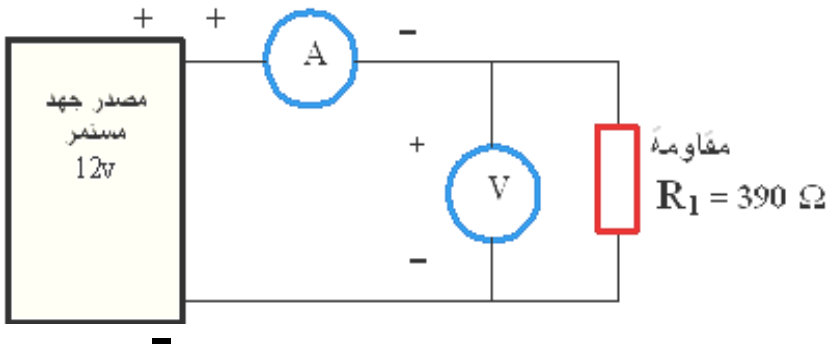
2-جهاز قياس التيار (أميتر).

3-مصدر جهد مستمر12 فولت

4-مقاومات ($R_2= 640\Omega R_1= 390\Omega$).

**5-**لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل5–12 قياس القدرة الكهربائية**

**خطوات العمل:**

1-إربط الدائرة الكهربائية كما مبين في شكل (5–12).

2-قم بقياس التيار (I)والجهد (V).

3-سجل القياسات كما في جدول (5-1).

4-إحسب القدرة المصروفة في المقاومة$R_1$.

5-أستبدل المقاومة ($R_1$) بالمقاومة ($R_2$)وكرر الخطوات من 1 الى 4.

| المقاومة | التيار(I) | الجهد (V) | القدرة المصروفة $P = V \times I$ |
|---|---|---|---|
| $R_1$ 390Ω | | | |
| R640Ω | | | |

**جدول 5-1 نتائج القدرة الكهربائية**

**المناقشة:**

1-إحسب قيمة الجهد والتيار والقدرة الكهربائية نظرياً في كل حالة ربط مقاومة.

2-قارن بين النتائج (الحسابات) النظرية للقدرة الكهربائية والنتائج التي حصلت عليها عملياً.

# الفصل السادس

# المتسعات

**محتويات الفصل السادس:**

**6-1 المتسعات.**

**6-2 العوامل المؤثرة في سعة المتسعة.**

**6-3 أنواع المتسعات.**

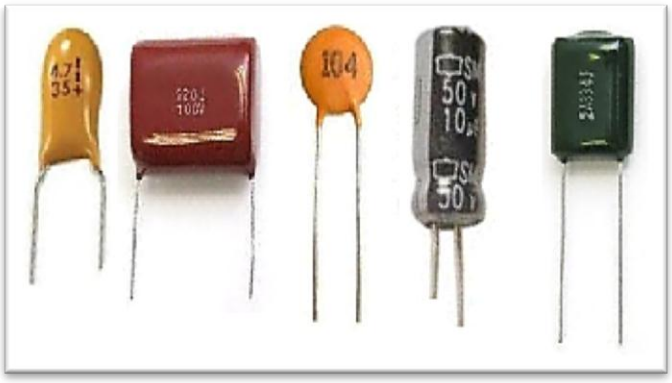
**6-4 ربط المتسعات.**

**تمرين (9): فحص المتسعات.**

**الأهداف:**

**عندما يكتمل الفصل يكون الطالب قادرا على أن:**

1. **يعرف تركيب وأنواع المتسعات والعوامل المؤثرة على سعة المتسعة.**
2. **يعرف وحدات قياس سعة المتسعة.**
3. **يوصل المتسعات على التوالي والتوازي.**
4. **ينفذ التوصيلات الخاصة بكل تمرين.**
5. **يقوم بفحص المتسعات.**

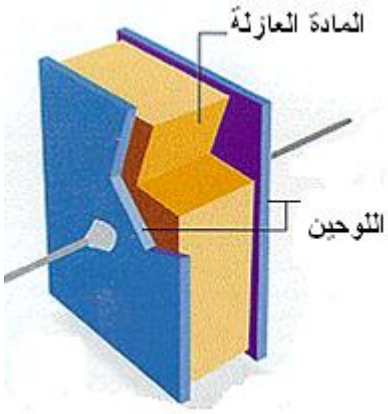


# الفصل السادس

# المتسعات

## 6- 1 المتسعات– المكثفات (Capacitors)

تتكون المتسعة من لوحين موصلين يفصل بينهما مادة عازلة وتقوم المتسعة بخزن الشحنات الكهربائية الموجبة والسالبةشكل (6–1) يوضح تركيب المتسعة.




شكل 6–1 تركيب المتسعة

يتم حساب سعة المتسعة بالقانون الاتي:

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

حيث أن:

C= سعة المتسعة وتقاس بوحدة الفاراد (F).

Q= الشحنة الكهربائية وتقاس بالكولوم.

V= الجهد الكهربائي ويقاس بالفولت.

سعة المتسعة: هي أمكانية المتسعة على تخزين الشحنات، ويرمز للسعة بالرمز(C) وتقاس بوحدة الفاراد (F).

$1\mu F= 10^{-6}$ F

$1nF= 10^{-9}$F

$1PF=10^{-12}$F

**ملاحظة:** عند إستعمال المتسعة في دائرة معينة يجب أن نحدد خاصيتين هامتين وهما:

1- السعة 2- الفولتية

## 2-6 العوامل المؤثرة في سعة المتسعة

**1-مساحة سطح الألواح:** كلما زادت مساحة سطح الألواح زاد استيعاب المتسعة للشحنات الكهربائية (Q) فتزداد السعة والعكس صحيح.

**2-المسافة بين اللوحين:** بزيادة المسافة بين اللوحين تقل سعة المتسعة والعكس صحيح.

**3-طبيعة المادة العازلة:** تتغير السعة بتغير المادة العازلة، حيث يكون هو معامل الوسط ويختلف من مادة لأخرى.

## 3-6أنواع المتسعات

المتسعات على أنواع ومنها الآتي:

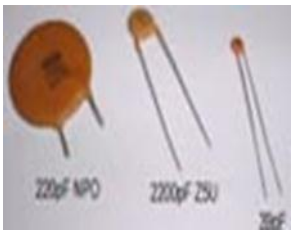
**1-المتسعات الورقية:** في هذه المتسعات تكون المادة العازلة من الورق وتتراوح سعاتها بين (4–0. 0001) µF.

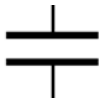
**2-متسعات السيراميك:** في هذه المتسعات تكون المادة العازلة من السيراميك وتتراوح سعاتها بين (1p F,2.2µF).

**3-متسعات المايكا:** في هذه المتسعات تكون المادة العازلة من المايكا وتتراوح سعاتها بين (0.1µF,1pF) .

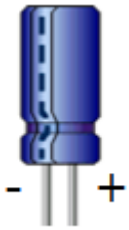
**4-المتسعات الكيمياوية (الإلكتروليتية):** في هذه المتسعات تكون المادة العازلة من مادة كيمياوية وتصل سعاتها الى (200000µF) وينبغي مراعاة ربط المتسعة الكيمياوية حسب قطبيتها.

**5-المتسعات المتغيرة:** تتكون هذه المتسعات من مجموعتين من الألواح ثابتة وأخرى متحركة ويكون الهواء هوالمادة العازلة بينهما. حيث تكون جميع ألواح المجموعتين متداخلة مع بعضها البعض وتصل سعاتها الى (1000pF)، يبين شكل (2–6) أنواع من المتسعات ورموزها.



متسعات السيراميك







متسعة كيمياوية



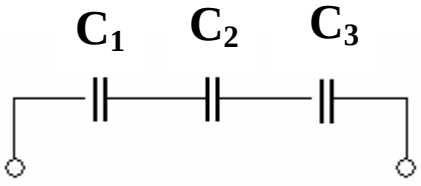


متسعة متغيرة

شكل 6-2 أنواع من المتسعات ورموزها

## 6-4 ربط المتسعات

**1-ربط التوالي:**ونستخدم هذه الطريقة للحصول على سعة كلية صغيرة (بعكس ربط المقاومات) كما في شكل (6–3).

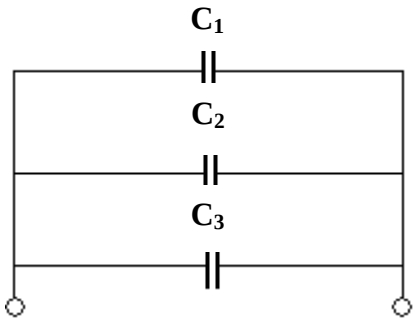



شكل 6-3 ربط المتسعات على التوالي

وتحسب السعة المكافئة (الكلية) بالقانون التالي:

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

**2-ربط التوازي:** وتستخدم للحصول على سعة كلية كبيرة تساوي مجموع المتسعات (بعكس ربط المقاومات) شكل (6-4) يوضح ربط المتسعات على التوازي.

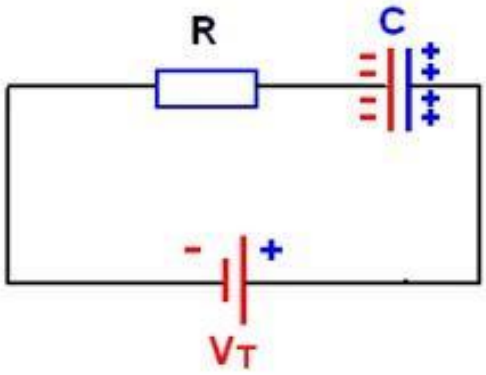



شكل 6-4 ربط المتسعات على التوازي

وتحسب السعة المكافئة (الكلية) بالقانون الآتي:

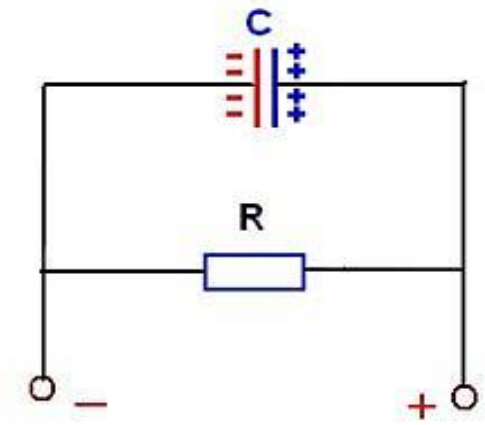
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

شحن وتفريغ المتسعة: يمكن شحن المتسعة بتوصيل طرفيها الى بطارية ويمكن تقليل زمن الشحن بتوصيل مقاومة على التوالي كما في الدائرة المبينة في شكل (6–5).




**شكل6-5 شحن المتسعة**

ويمكن تفريغ شحنة المتسعة بسرعة عن طريق توصيل طرفيها معاً، حيث تظهر شرارة كهربائية ويمكن تقليل زمـن تفريـغ الشحنة بتوصيل متسعة ومقاومة على التوازي كما في شكل (6–6).




**شكل 6–6 تفريغ الشحنة**

## تمرين رقم (9)

**إسم التمرين: فحص المتسعات:**

**الهدف من التمرين:** فحص المتسعات والتعرف على أنواعها.

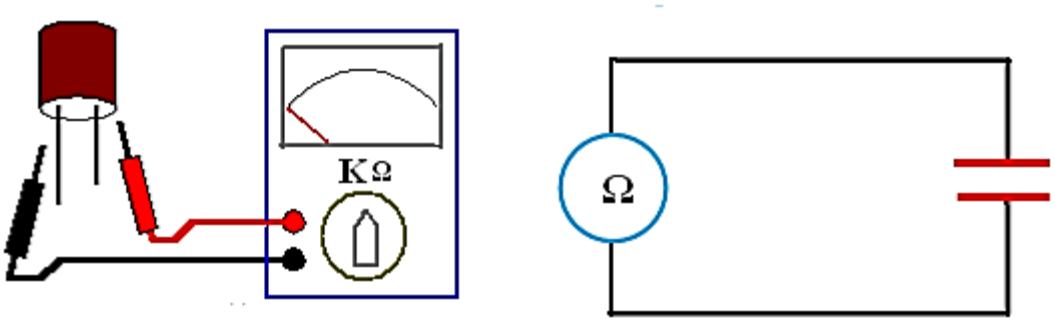
**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1- جهاز أوميتر.

2- متسعات مختلفة ألانواع (صالحة للعمل وتالفة).

3- لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 6-7 فحص المتسعة**

**خطوات العمل:**

1- بواسطة جهاز الاوميتر وعلى تدريج المقاومة، قس مقاومة المتسعات الصالحة للعمل.

2- بواسطة جهاز الاوميتر وعلى مدى المقاومة، قس مقاومة المتسعات التالفة.

**المناقشة:**

1- عند فحص المتسعة الصالحة، لماذا يتحرك جهاز قياس المقاومة بسرعة الى اليمين (إلى الصفر)حيث تكون مقاومته صغيرة ثم يرجع الى القيمة العالية جداً (مالا نهاية)؟

2- عند فحص المتسعة غير السليمة، لماذا لا يتحرك جهاز قياس المقاومة بسرعة إلى اليمين (الى الصفر) لكنه يبدأ من قيمة مقاومة معينة ثم يصل الى أعلى قيمة مقاومة؟

**ملاحظة:** قبل ربط المتسعة ذات السعة العالية في الدائرة الالكترونية تأكد من تفريغ شحنة المتسعة بواسطة ربط سلك معزول على طرفيها.

# الفصل السابع
# الخلايا والبطاريات






**محتويات الفصل السابع:**

**7-1 الخلايا والبطاريات.**

**7-2 أنواع البطاريات**

**تمرين (10): ربط البطاريات على التوازي والتوالي.**

**تمرين (11): المقاومة الداخلية للبطارية.**



**الأهداف:**

**عندما يكتمل الفصل يكون الطالب قادرا على أن:**

1- **يتعرف على بعض أنواع البطاريات الكهربائية.**

2- **يوصل الخلايا الكهربائية على التوالي والتوازي وينفذ التوصيلات الخاصة بالتمرين.**

3- **يحسب المقاومة الداخلية للبطارية**



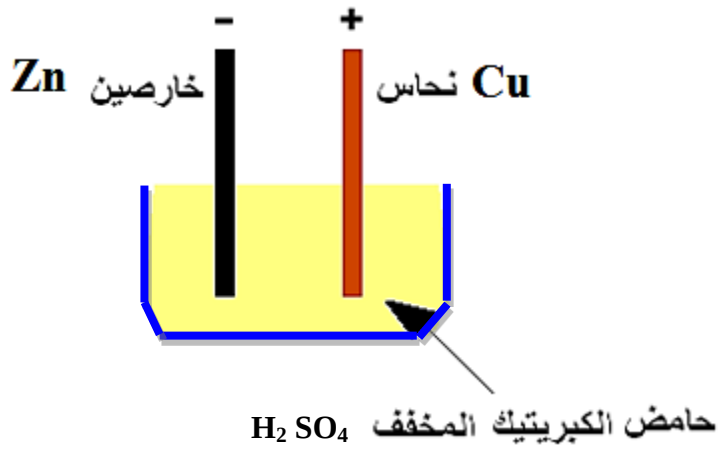
# الفصل السابع

# الخلايا والبطاريات

## 7-1 الخلايا والبطاريات

تعتبر الخلايا الكهربائية والبطاريات من مصادر توليد التيار المستمر (DC)، ويعتمد مبدأ عملها الأساسي على تحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية.

**الخلية البسيطة:**




شكل7–1الخلية البسيطة

تتكون الخلية من إناء يوضع فيه قطبين معدنيين مختلفين أحدهما من النحاس والآخر من الخارصين يغمران في محلول حامض الكبريتيك المخفف بنسبة 1 الى 15 ماء مقطر كما في شكل (1–7) فتظهر على لوح النحاس شحنة موجبة ويسمى بالقطب الموجب وتظهر على الخارصين شحنة سالبة ويسمى بالقطب السالب فأذاوصلا من الخارج بسلك أنتقل خلاله تيار كهربائي.

## 7-2 أنواع البطاريات

هناك نوعان أساسيان للبطاريات.

1- **البطارية الجافة (Primary Cells):**

من مميزات هذه البطاريات أنها تحتوي على طاقة مخزونة وعند إستعمالها تنفذ ولا يمكن إستعمالها بعد ذلك.

2- **البطاريات القابلة للشحن (Rechargable Batteries):**

من مميزاتها إنها لا تحتوي على طاقة ويمكن شحنها فتكون مهيأة للإستعمال وعند إستعمالها سوف تنفذ الطاقة ويعاد شحنها مرة أخرى.

## تمرين رقم (10)

**إسم التمرين: ربط البطاريات على التوازي والتوالي(الربط المختلط).**

**الهدف من التمرين:**التعرف على كيفية ربط البطاريات ربط مختلط على التوازي والتوالي ومعرفة قيـم التيار وفرق الجهد لكل أجزاء الدائرة.

**الأجهزة والمواد المستخدمة:**

1- فولتميتر عدد واحد.

2- أميتر عدد واحد.

3- بطاريات جافة(1.5V)عدد أربعة.

4- مقاومة 1 kΩ.

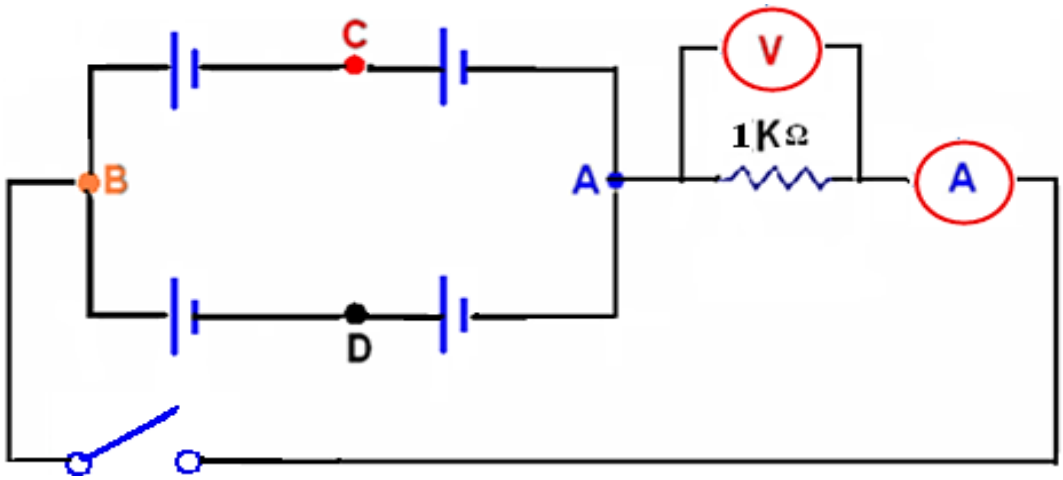
5- لوحة تمرين.

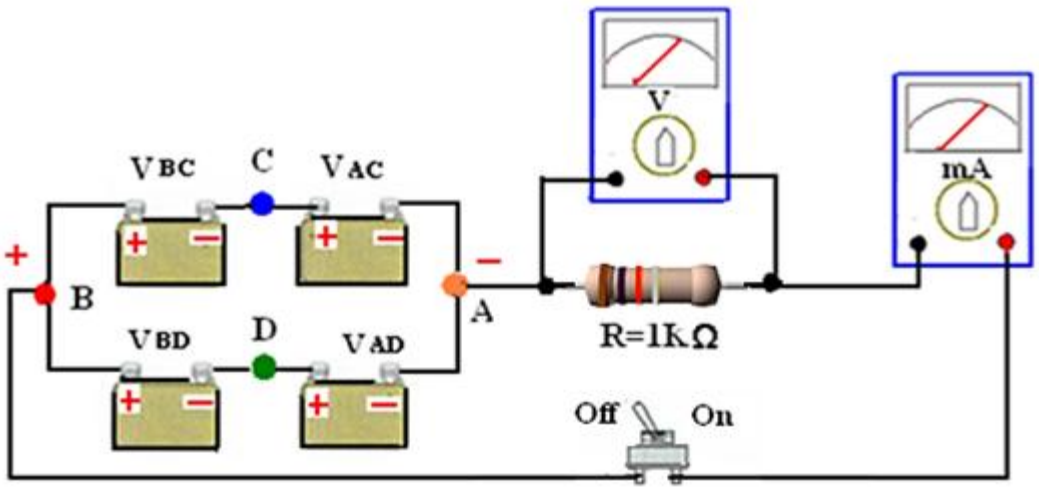
6- مفتاح غلق– فتح (on–off).

**نظرية التمرين:**

نحن نعلم أن فولتية البطاريـة الجافة هـي (1.5V)فإذا أردنـا أن نشغل جهاز على أكثر مـن (1.5V) فيجب ربط مجموعة من البطاريات على التوالي لكي نصل الى فرق الجهد اللازم وإذا أردنا أن نحصل على تيارعالي يجب ربط البطاريات على التوازي لان بهذه الطريقة سوف يزداد التيار.

**رسم الدائرة الكهربائية:**






شكل 7–2 ربط البطاريات بشكل مختلط

**خطوات العمل:**

1- إربط الدائرة كما في الشكل (7–2) وسجل القيم المقاسة في جدول(7-1).

2- قس التيار الكلي والفولتية الكلية.

3-قس التيار بين النقطتين(A–C).

4-قس التيار بين النقطتين(A–D).

5-قس التيار بين النقطتين(B–C).

6-قس التيار بين النقطتين(B–D).

7-قس الفولتية بين النقطتين(A–C).

8-قس الفولتية بين النقطتين(A–D).

9-قس الفولتية بين النقطتين(B–C).

10-قس الفولتية بين النقطتين(B–D).

| النقاط | (A-C) | (A–D) | (B–C) | (B–D) |
|---|---|---|---|---|
| التيار(A) | | | | |
| الفولتية (V) | | | | |

جدول 7-1 يوضح النتائج المقاسة للتيار والفولتية

**المناقشة:**

1- إحسب قيم التياروالفولتية لكل فرع

2- قارن النتائج النظرية بالعملية.

3- ما الفروقات ألاساسية بين ربط التوازي والتوالي؟

4- ما نوع الربط إذا أردنا أن نرفع الفولتية للحمل؟

5- ما نوع الربط أذا أردنا أن نزيد التيار للحمل؟

## تمرين رقم (11)

**إسم التمرين: قياس المقاومة الداخلية للبطارية.**

**الهدف من التمرين:** التعرف على كيفية حساب المقاومة الداخلية للبطاريات ولمصادر الجهد المستمر.

**الأجهزة والمواد المستخدمة:**

1- مصدر جهد DC.

2- فولتميتر عدد واحد.

3- مقاومة متغيرة (100 Ω).

4- لوحة تمرين.

**نظرية التمرين:**

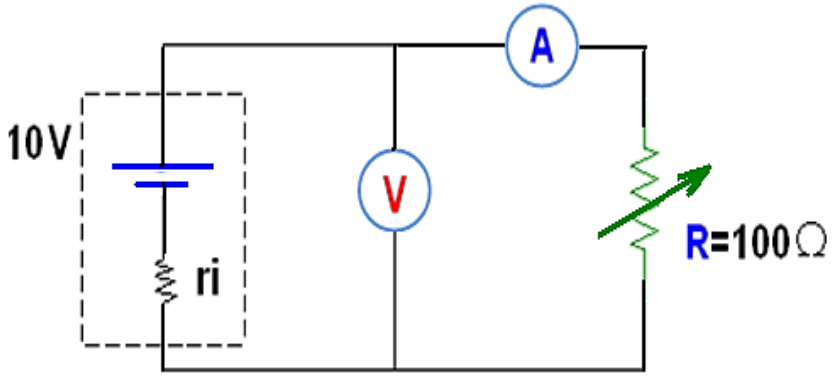
كل مصدر للجهد له مقاومة داخلية تمثل الأسلاك الداخلية للمصدر أما بالنسبة للبطاريات فأنها تمثل مقاومة المادة الكيمياوية وهذه المقاومة تكون على التوالي مع المصدر والحمل للدائرة المربوطة في المصدر هـذا يعني أن التيارالمار فـي المقاومـة الداخلية هـو نفسه فـي الحمل مما يـؤدي الى هبـوط قسم من فــرق الجهد للمصدر على هذه المقاومـة وهـذه تعتبر من الخسائر فـي فرق الجهد وأيضاً تعتبر من الخسائر في القدرة المستهلكة لذلك فأن المقاومـة الداخلية مهمة جـداً فـي مصادر فـرق الجهد فكلما كانت قيمة المقاومــة الداخلية للمصدر صغيرة كـان المصدر جيد والعكس بالعكس.

**خطوات العمل:**

هناك طريقتان لحساب المقاومة الداخلية.

**أ- طريقة الحمل الثابت:**

**1.** إربط الدائرة كما في الشكل**(3–7)**.




**شكل 3–7 الدائرة الكهربائية لقياس المقاومة الداخلية للبطارية بطريقة المقاومة الثابتة**

2. قس قيمة فرق الجهد بدون ربط الحمل.
3. قس قيمة فرق الجهد والتيار بربط الحمل.
4. قس قيمة فرق الجهد والتيار بتغير قيمة المقاومة (R) الى (50 Ω)، (25 Ω)،(10 Ω).
5. إحسب قيمة المقاومة الداخلية بالمعادلة التالية لكل قيمة مقاومة.

$$\mathbf{ri} = \frac{\mathbf{V_{N.L} - V_{F.L}}}{\mathbf{I_L}}$$

فرق جهد اللاحمل = $V_{N.L}$

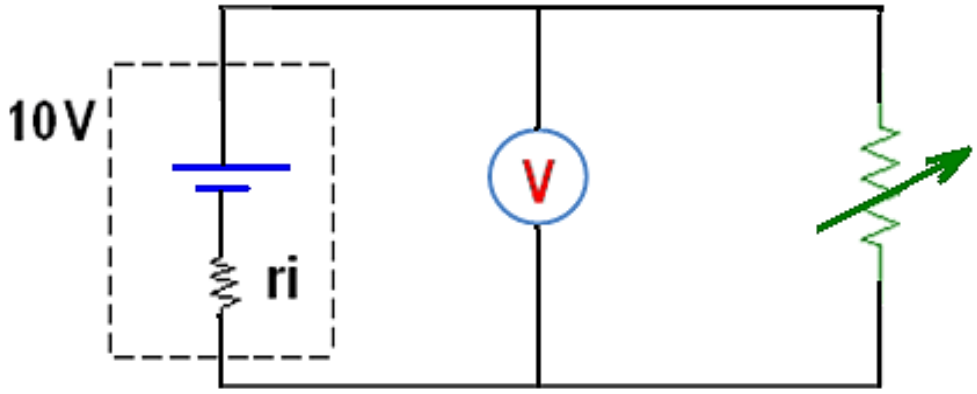
فرق جهد الحمل = $V_{F.L}$

6. إحسب المعدل لجميع القيم بالمعادلة التالية.

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{R_1+R_2+R_3+R_4}}{\mathbf{4}}$$

**ب - طريقة الحمل المتغير:**

**1.** إربط الدائرة كما في الشكل (7–4) وسجل القيم المقاسة في جدول(7-2)




**شكل7–4 الدائرة الكهربائية لقياس المقاومة الداخلية للبطارية بطريقة الحمل المتغير**

2. قس قيمة فرق الجهد بدون حمل.

3. إربط مقاومة متغيرة وغير من قيمتها حتى تصبح قيمة فرق الجهد في الفولتميتر نصف القيمة بدون حمل وبذلك تكون قيمة المقاومة هي نفس قيمة المقاومة الداخلية.

| $R = ri$ | $\frac{V_{N.L}}{2}$ | $V_{N.L}$ |
|---|---|---|
| | | |
| | | |

**جدول 7-2 يوضح قيم الفولتيات المقاسة**

**المناقشة:**

1. ماهو الفرق بين الطريقتين في حساب المقاومة الداخلية للمصدر؟
2. ناقش النتائج.
3. ما فائدة معرفة المقاومة الداخلية للبطارية؟
4. أيهما أفضل المقاومة الداخلية العالية أم الواطئة؟ ولماذا؟

# الفصل الثامن

# التيار المتناوب

**محتويات الفصل الثامن:**


**8-1 التيار المتناوب.**

**8- 2 قيم التيار المتناوب.**

**8-3 جهاز مولد الإشارة (Function Generator).**

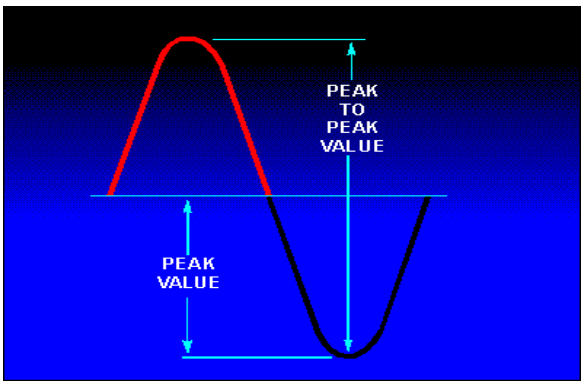
**8-4 جهاز راسم الإشارة الأوسيلوسكوب (Oscilloscope).**

**تمرين (12).**


**الأهداف:**

**عندما يكتمل الفصل يكون الطالب قادرا على أن:**

1. **يعرف قيم التيار المتناوب.**
2. **يستخدم جهاز مولد إشارة.**
3. **يستخدم جهاز راسم الإشارة.**
4. **يقارن بين النتائج النظرية والنتائج المقاسة.**

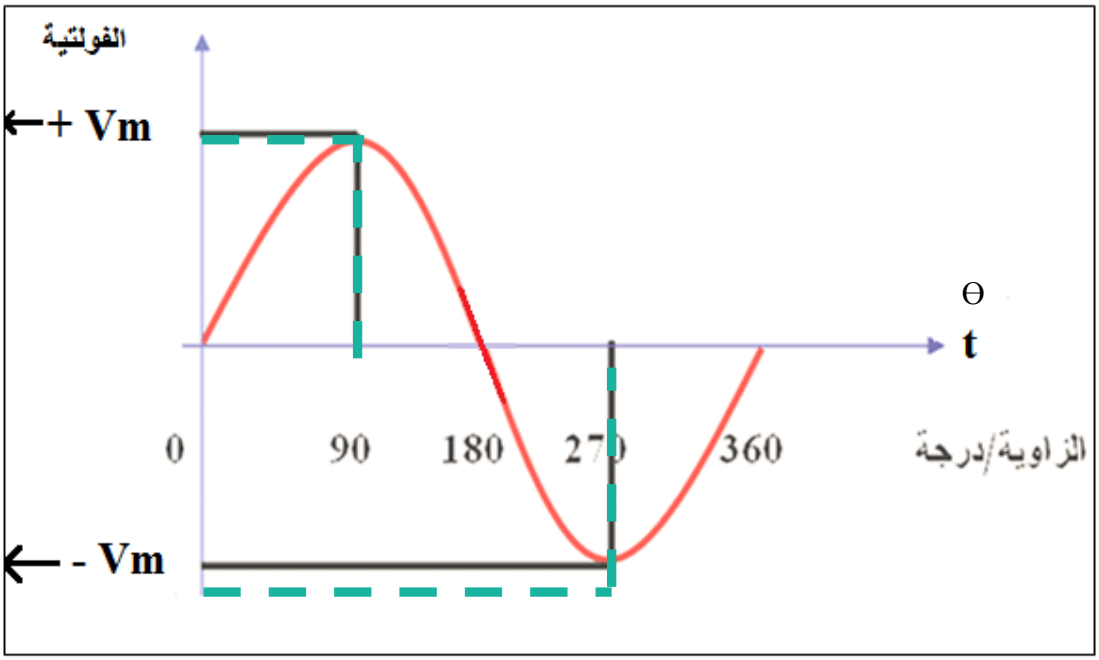


# الفصل الثامن

# التيار المتنـــــاوب

## 8-1 التيار المتناوب (Alternating Current)

هو التيار المتغير الشدة والإتجاه مع الزمن ويستعمل بشكل واسع مقارنة مع التيار المستمر من حيث سهولة توليده وقلة تكاليف نقله الى مسافات بعيدة. شكل(8-1) يوضح شكل الموجة الجيبية للتيار المتناوب.




شكل 8-1 الموجة الجيبية

وللموجة الجيبية نصفين النصف الاول يسمى بالنصف الموجب حيث تتغير قيمتة من(0°-180°) درجة والنصف الثاني يسمى بالنصف السالب حيث تتغير قيمتة من (180°-360°) درجـــة من قيمـــة التيار المتناوب.

## 8- 2 قيم التيار المتناوب

### 1. القيمة العظمى:

هي أعلى قيمة يصل أليها التيار او الفولتية في الموجة الجيبية. يرمز للقيمة العظمى للفولتية بالرمز $V_m$ وللتيار بالرمز $I_m$.

### 2. قيمة قمة الى قمة:

وهي ضعف القيمة العظمى. يرمز لقيمة قمة الى قمة للفولتية بالرمز $(V_{p.p})$ وللتيـار بالرمز $(I_{p.p})$.

حيث أن:

$$V_{p.p} = 2V_m$$

$$I_{P.P} = 2I_m$$

### 3. القيمة اللحظية:

هي قيمـة التيار أوالفولتية عند لحظة معينـة من الزمـن، يرمز للقيمة اللحظية للفولتيـــة بالرمز(V) وللتيار بالرمز (I)، ويمكن حساب القيمة اللحظية للفولتية وللتياركالآتي:

$$I = I_m \sin 2\pi ft$$

$$V = V_m \sin 2\pi ft$$

**حيث أن:**

**Sin 2πft**: جيب الزاوية/ درجة.

f: تردد الموجة وهو عدد مرات تناوب موجة الفولتية أو التيار ويقاس بوحدة ذبذبة / ثانية أو بوحدة الهرتز Hz.

t: زمن الموجة: هوالزمن اللازم لاتمام دورة كاملة من (0 الى360) ويقاس بالثانية.

### 4. القيمة الفعالة (الفعلية):

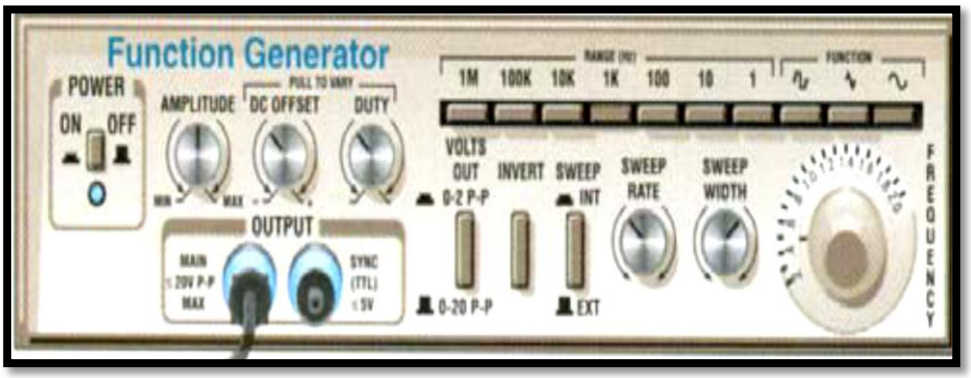
هي القيمة التي تعادل التيار المستمر لآنجاز نفس الشغل. أن هذه القيمة هي القيمة التي يمكن قياسها مباشرة بواسطة جهاز القياس. يرمز للقيمة الفعالة للفولتية بالرمز $V_{r.m.s}$ وللتيار بالرمز $I_{r.m.s}$ تسمى قيمة (جذر متوسط التربيع) وتساوي كالآتي:

$$V_{r.m.s} = 0.707V_m$$

$$I_{r.m.s} = 0.707I_m$$

## 3-8 جهاز مولد الإشارة (Function Generator)

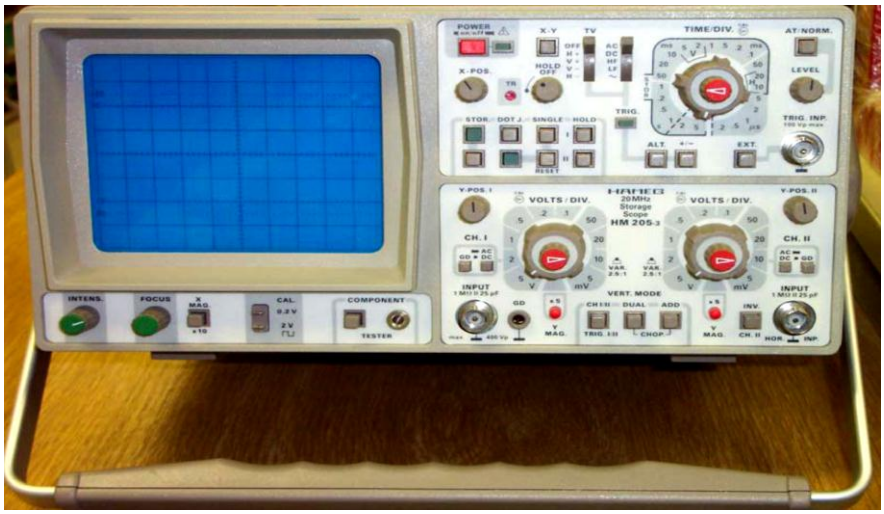
يستعمل هذا الجهاز لتوليد موجات (إشارات) ذات أشكال مختلفة (كالموجة الجيبية، والموجة المربعة،والموجة المثلثة..) وتستخدم هذه الموجات لتزويد مداخل الدوائر الالكترونية المراد تطبيق الإشارة عليها.ويحتوي هذا الجهازعلى عدة مفاتيح للتحكم بمقدار الفولتية، ومقدار التردد وشكل الإشارة.شكل (2-8) يوضح جهاز مولد الإشارة.




شكل 8-2جهاز مولد الإشارة

## 4-8 جهاز راسم الإشارة (الأوسيلوسكوب) Oscilloscope

إن جهاز راسم الإشارة له عدة إستخدامات، منها يستخدم لقياس فولتية الإشارة وقياس زمن الإشارة عن طريق رؤية الإشارة على شاشة الجهاز شكل (3-8) يوضح جهاز راسم الإشارة. تنقسم شاشة الجهاز إلى مربعات وكل مربع طوله (1) سم وأغلب أجهزة (الأوسيلوسكوب) تحتوي على قناتين يمكن من خلالها عرض شكل الموجة.



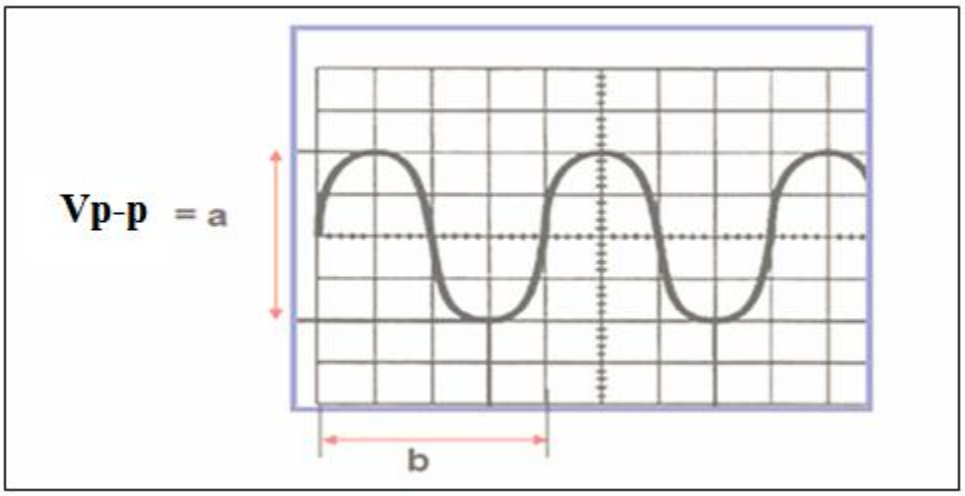
شكل8-3 جهاز راسم الإشارة (الأوسيلوسكوب)

شكل (4-8) يوضح شكل موجة جيبيه على شاشة الجهاز، إن الإرتفاع a- على المحور العمودي (عدد المربعات) هو فولتية الموجة من قمة إلى قمة أما الطول b- على المحور الأفقي هو زمن الموجة.

يكون حساب تردد الموجة بالقانون التالي:

التردد(هيرتز Hz) =F / الزمن ثانية (sec)=T

$$T = \frac{1}{F}$$




شكل8-4 شكل الموجة الجيبية

## تمرين (12)

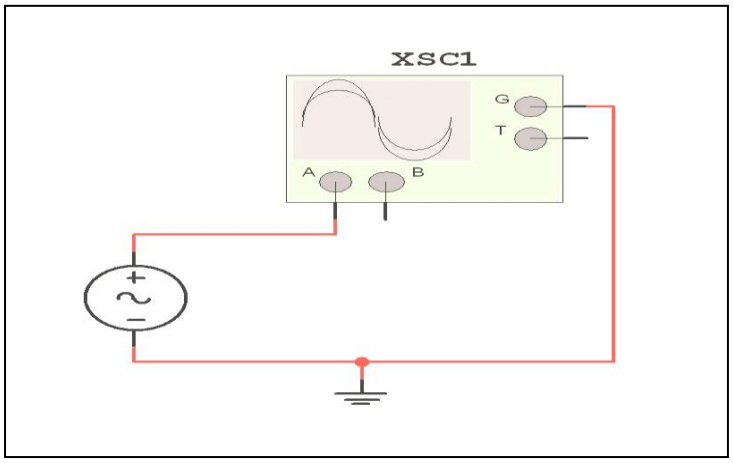
**إسم التمرين:** قياس القيمة العظمى للفولتية وزمن الموجة.

**الهدف من التمرين:** استخدام الاوسيلوسكوب لقياس قيم الموجة الجيبية وزمن الموجة.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1. جهاز الأوسيلوسكوب (Oscilloscope).
2. جهاز مولد إشارة (فولتية متناوبة) (Function Generator).

**رسم الدائرة الكهربائية:**




شكل 8-5 إستخدام جهاز الاوسيلوسكوب

**خطوات العمل:**

1. صل مدخل القناة الأولى لجهاز الأوسيلوسكوب الى طرف خرج جهاز مولد فولتية الإشارة كما في شكل (8-5).
2. ضع مفتاح الفولتية على( 2 V cm) ومفتاح الزمن على(0.5/ cm) لجهاز الأوسيلوسكوب.
3. إعرض إشارات مولد فولتية الإشارة على جهاز الاوسيلوسكوب الموضحة قيمها في الجدول أدناه:
4. قس القيمة العظمى وزمن الإشارة المعروضة على جهاز الإوسيلوسكوب وسجلها في جـــدول (8-1).

| فولتية ($V_{p-p}$) بالفولت | التردد (F) بالهيرتز | فولتية ($V_m$) بالفولت | زمن الإشارة المقاس بالجهاز |
|---|---|---|---|
| 10 | 300 | | |
| 8 | 500 | | |

**جدول 8-1 يبين النتائج المستحصلة لفولتية وزمن الإشارات**

**المناقشة:**

1. إحسب زمن الموجة نظريا من قيم تردد الإشارة المبينة في جدول (8-1) حيث أن:

$$T = \frac{1}{F}$$

2. قارن بين النتائج النظرية والنتائج المقاسة بواسطة جهاز الأوسيلوسكوب.

# الفصل التاسع

## ممانعات التيار المتناوب

**محتويات الفصل التاسع:**

**9-1 دوائر ممانعات التيار المتناوب.**

**- دائرة المقاومة (R).**

**- دائرة الرادة الحثية.**

**- دائرة الرادة السعوية.**

**9-2 ربط الممانعات في دوائر التيار المتناوب.**

**- ربط مقاومة وملف على التوالي (تمرين 13).**

**- ربط مقاومة ومتسعة على التوالي (تمرين 14).**

**- ربط مقاومة وملف ومتسعة على التوالي (تمرين 15).**

**- ربط مقاومة وملف على التوازي (تمرين 16).**

**- ربط مقاومة ومتسعة على التوازي (تمرين 17).**

**- ربط مقاومة وملف ومتسعة على التوازي (تمرين 18).**

**الأهداف:**

**بعد الإنتهاء من هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن:-**

1. **يعرف ممانعات التيار المتناوب والعلاقة بين الفولتية والتيار لكل ممانعة.**
2. **يربط دائرة مقاومة وملف على التوالي.**
3. **يربط دائرة مقاومة ومتسعة على التوالي.**
4. **يربط دائرة مقاومة ومحاثة ومتسعة على التوالي.**
5. **يربط دائرة مقاومة وملف على التوازي.**
6. **يربط دائرة مقاومة ومتسعة على التوازي.**
7. **يربط دائرة مقاومة ومحاثة ومتسعة على التوازي.**
8. **يقيس ويحسب الكميات الكهربائية المطلوبة ويرسم المخطط الطوري لكل ربط.**

# الفصل التاسع

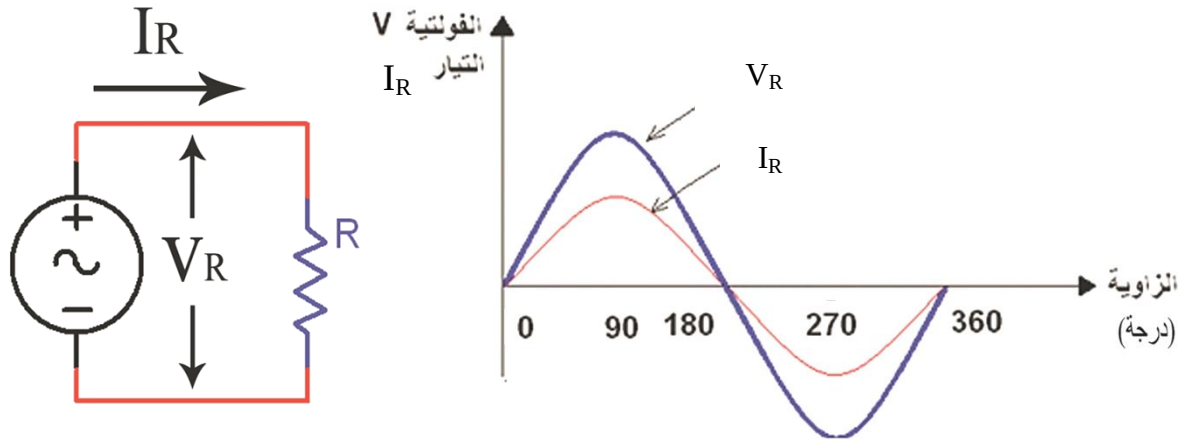
# ممانعات التيار المتناوب

## 1-9 دوائر ممانعات التيار المتناوب (AC circuits)

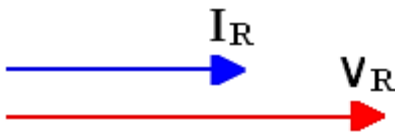
تنقسم دوائر ممانعات التيار المتناوب الى الآتي:

**1-دائـرة المقاومـــة (R):**

عند توصيل المقاومة (R) الى مصدر تيار متناوب تكون موجة الفولتية وموجة التيار بنفس الطور **(الزاوية)** كما موضح في شكل **(9–1) (a,b, c).**




**a-الدائرة الكهربائية** **b- العلاقة بين موجة الفولتية وموجة التيار**

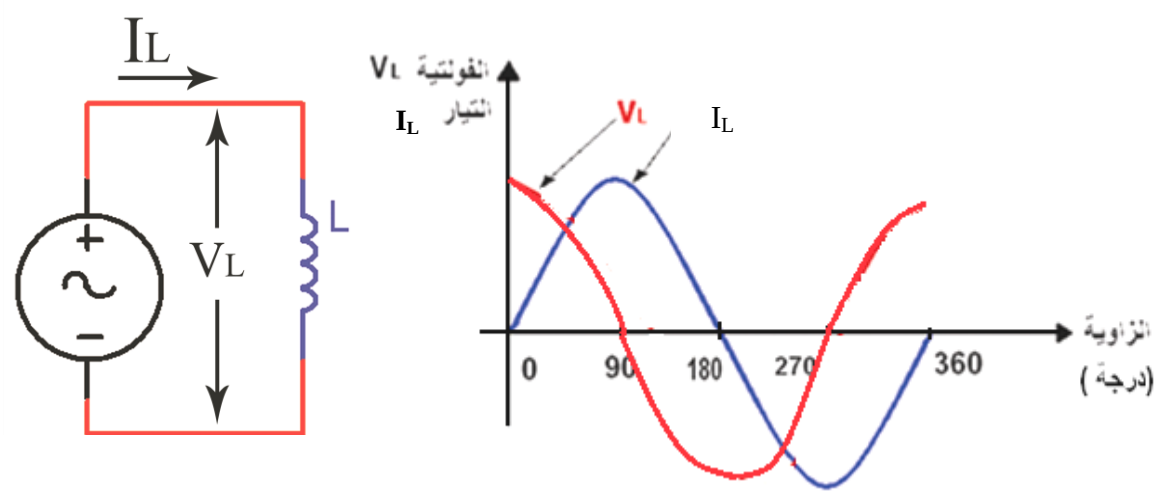



**c المخطط الطوري**

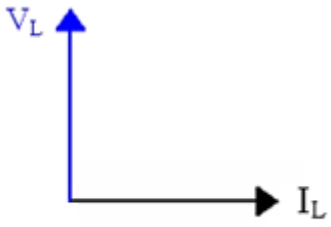
**شكل 9–1 المقاومة (R)**

**2- دائـرة الرادة الحثية (المحاثة) ($X_L$):**

عند توصيل المفاعلة الحثية (ملف) الى مصدر تيار متناوب تكون موجة الفولتية متقدمة علـى موجة التياربزاوية فرق طور مقدارها (90) درجة كما مبين في شكل (9–2) (a,b,c).




a- الدائرة الكهربائية  b- العلاقة بين موجة الفولتية وموجة التيار




c المخطط الطوري

شكل 9-2 الرادة الحثية

**حيث إن:-**

$$X_L = 2\pi FL$$

$X_L$=الرادة الحثية وتقاس بألاوم.

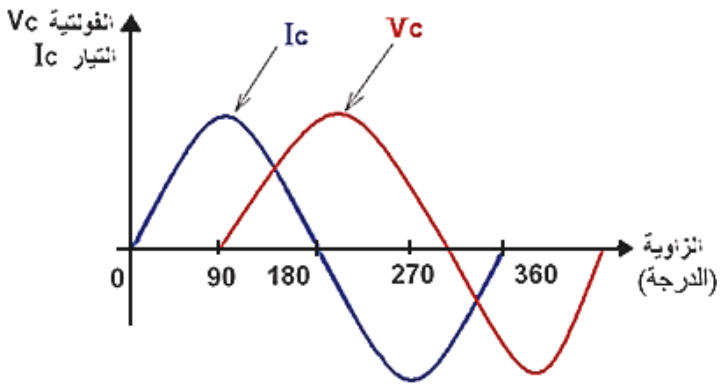
F= التردد ويقاس بالهيرتز.

L= معامل الحث الذاتي للملف ويقاس بالهنري.

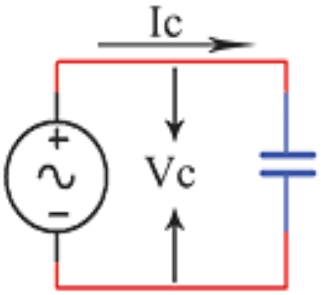
$\pi$= النسبة الثابتة.

### 3- دائرة الرادة السعوية ($X_C$):

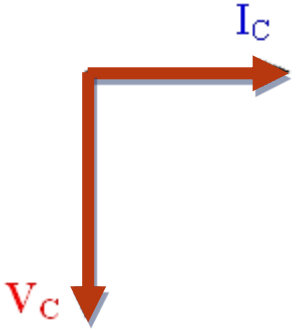
عند توصيل متسعة الى مصدر تيار متناوب تتأخر موجة الفولتية عن موجة التيار بزاوية فرق طور مقدارها (90) درجة كما مبين في شكل (9–3) (a,b, c).




b- العلاقة بين موجة الفولتية وموجة التيار




a- الدائرة الكهربائية




شكل 9–3(c) المخطط الطوري

**حيث أن:-**

$$Xc = \frac{1}{2\pi FC}$$

XC= الرادة السعوية وتقاس بالأوم.

F=التردد ويقاس بالهيرتز.

C= سعة المتسعة وتقاس بالفاراد.

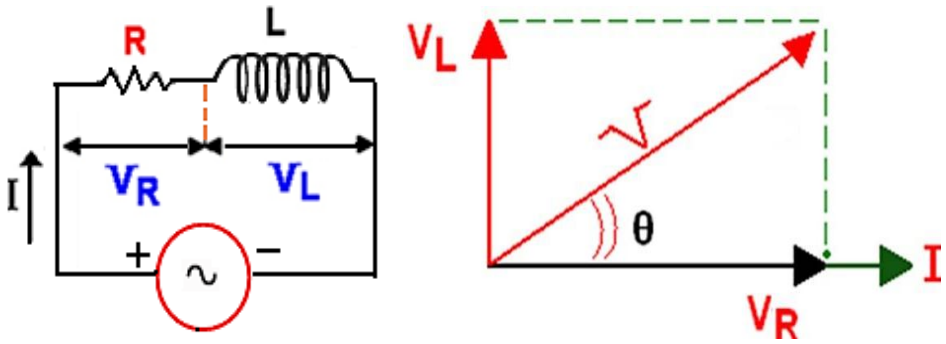
π= النسبة الثابتة.

## 2-9 ربط الممانعات في دائرة التيار المتناوب

في دوائر التيار المتناوب تربط العناصر الكهربائية (المقاومة، الملف، المتسعة) بطرق مختلفة ومتعددة ولربطها أهمية في تصميم الدوائر الكهربائية والالكترونية، حيث تستخدم دوائرها الرنينية في الكثير من الأجهزة ومنها الأجهزة الطبية كما في جهاز الموجات القصيرة الذي يستخدم للعلاج الطبيعي. وفي أجهزة الإرسال والإستقبال كجهازي الراديو والتلفزيون ومن هذه الطرق:-

## 1-ربط مقاومـــة وملف على التوالي R-L:

يتصف هذا النوع مـن الربط بأن التيار الكلي المار في الدائرة هو نفس التيار المار فـي المقاومـة ($I_R$) والمحاثة ($I_L$) لربطهم على التوالي، علما أن فولتية المقاومـة ($V_R$) والتيار المار فيها فـي نفس الطورلكن فولتية المحاثـة تتقدم على تيارها بزاويـة فرق طور مقدارها (90) درجـة.شكل (9- 4) يبين (a) الدائرة الكهربائية(b)- المخطط الطوري.




**a- الدائرة الكهربائية** **b- المخطط الطوري**

**شكل 9–4 ربط مقاومة وملف على التوالي R-L**

حيث تحسب الممانعة الكلية بالمعادلة الآتية:

$$Z = \sqrt{R^2 + {X_L}^2}$$

حيث ان: Z = الممانعة الكلية

θ = زاوية فرق الطور

## تمرين رقم (13)

**إسم التمرين: ربط مقاومة وملف ( محاثة ) على التوالي (R- L)**

**الهدف من التمرين:**قياس فولتية المقاومة ($V_R$) وفولتية المحاثة ($V_L$) وقياس تيار الدائرة الكلي (I).

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1-راسم الإشارة (Oscilloscope ).

2-مولد أشارة (Function Generator).

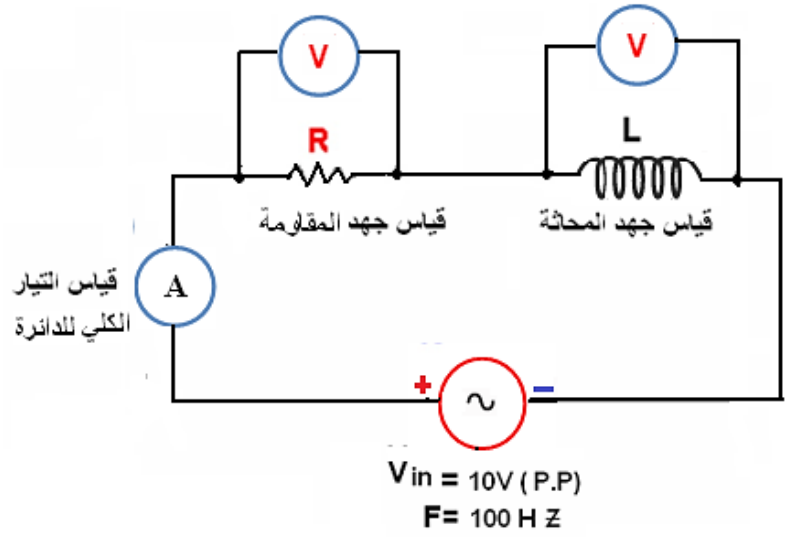
3-أفوميتر عدد (3).

4-مقاومات ذات قيم مختلفة (220 Ω،560 Ω،1k Ω).

5- ملف (محاثة) ذو معامل حث ذاتي (50mH).

6- لوحة تمرين.

## رسم الدائــرة الكهربائية:




**شكل 9-5 دائرة R-L توالي**

## خطوات العمل:

1- إربط الدائرة كما في شكل (9–5).

2- ثبت قيمة فولتية ألإدخال على 10V (قمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.

3- ثبت تردد الدائرة على 100Hz.

4- سجل قيمة تيار الدائرة وثبت النتيجة في الجدول (9-1).

5- سجل قيمة الفولتية على طرفي كل من المقاومة والمحاثة وثبت النتائج في الجدول (9-1).

6- أعد الخطوات (4) و (5) بعد تغير المقاومات الثلاثة وثبت النتائج في الجدول (9-1).

7- إحسب قيمة الممانعة الكلية للدائرة نظرياً وثبت القيم في الجدول (9-1).

| R | 220 Ω | 560 Ω | 1kΩ |
|---|---|---|---|
| $V_R$ | | | |
| $V_L$ | | | |
| I | | | |
| Z | | | |

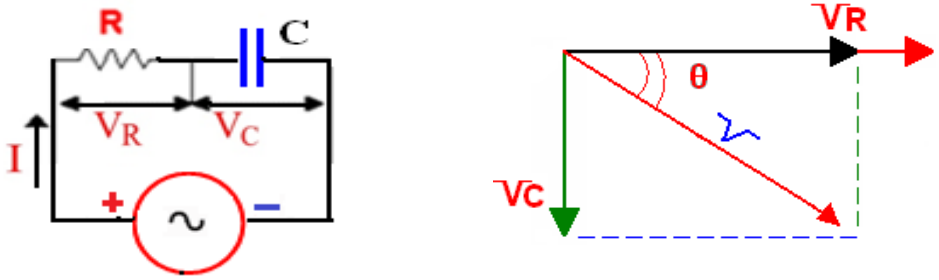
**جدول 9-1 يبين النتائج المقاسة**

**المناقشة:**

1. قارن بين القيم العملية والقيم النظرية لفولتية المقاومة والمحاثة؟
2. أرسم المخطط الطوري للدائرة الكهربائية من النتائج العملية فقط للمقاومة ($1k\Omega$).

**2-ربط مقاومـــة ومتسعة على التوالي R – C:**

يتصف هذا النوع من الربط بأن التيار الكلي المار في الدائرة هو نفس التيار المار في المقاومـــــة ($I_R$)والمتسعة ($I_C$) لربطهم على التوالي. علماً أن تيار المقاومة وفولتيته ($V_R$) فـي نفس الطور بينما فولتية المتسعة ($V_C$) تتأخرعن التيار بزاوية فرق طور مقدارها (90)درجة، شكل (9–6) يبين(a) الدائرة الكهربائية،(b) المخطط الطوري.




a-الدائرة الكهربائية b– المخطط الطوري

**شكل 9–6 ربط مقاومة ومتسعة على التوالي**

**ومقدار الممانعة الكلية يساوي:**

$$Z = \sqrt{R^2 + {X_C}^2}$$

## تمرين رقم (14)

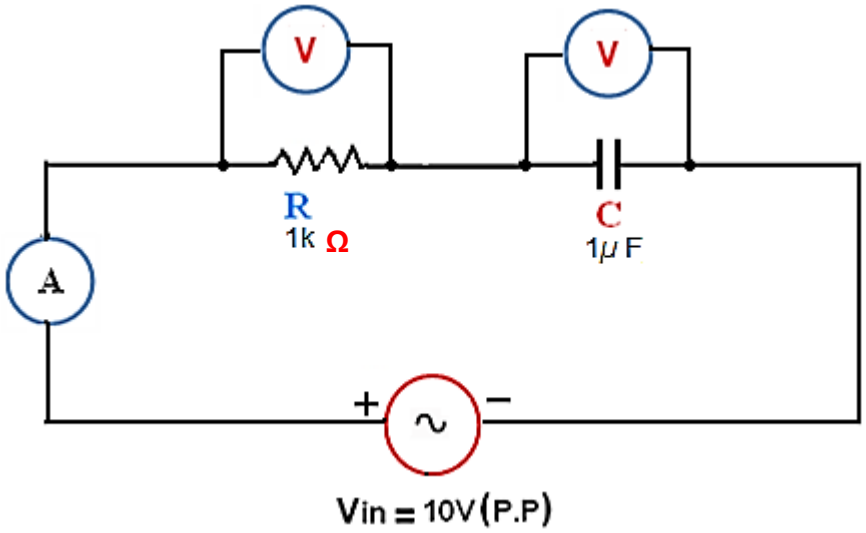
**إسم التمرين: ربط مقاومة ومتسعة على التوالي**

**الهدف من التمرين:** قياس فولتية المقاومة ($V_R$) وفولتية المتسعة ($V_C$) وقياس تيار الدائرة الكلي (I).

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1. راسم الإشارة (Oscilloscope).
2. مولد إشارة (Function Generator).
3. أفوميتر عدد (3).
4. مقاومة ($1k\Omega$).
5. متسعة ($1\mu F$).
6. لوحة تمرين.

## رسم الدائــرة الكهربائيــة:




**شكل 9-7 دائرة (R-C) توالي**

## خطوات العمل:

1-إربط الدائرة كما في شكل (9–7).

2-ثبت قيمة فولتية ألإدخال على 10V(قمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.

3-ثبت تردد الدائرة على 100 Hz.

4-سجل قيمة تيار الدائرة وثبت النتيجة في الجدول (9-2).

5-سجل قيمة الفولتية على طرفي كل من المقاومة والمتسعة وثبت النتائج في الجدول(9-2).

6-أعد الخطوات (4) و (5) بعد تغير التردد الى (500 Hz) وأيضا التردد (1 kHz) وثبت النتائج في الجدول**(9-2)**

| F | 100 Hz | 500Hz | 1 kHz |
|---|---|---|---|
| $V_R$ | | | |
| $V_C$ | | | |
| I | | | |

**جدول 9-2 يبين النتائج المقاسة**

## المناقشة:

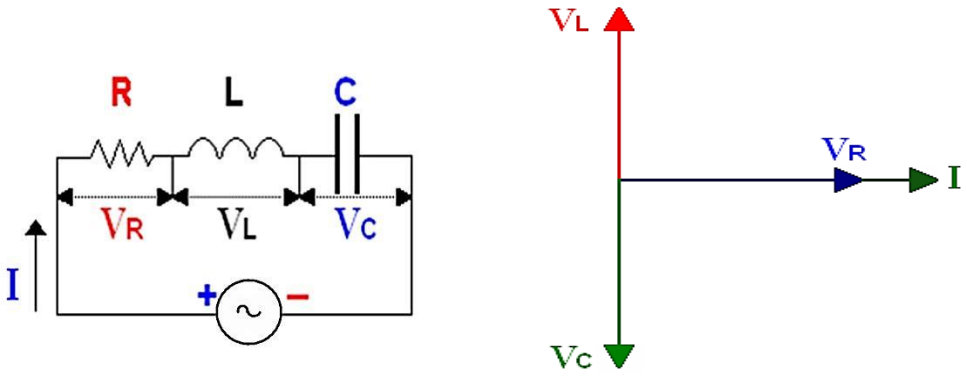
1- ناقش تأثير تغير التردد على فولتية المقاومة $V_R$وفولتية المتسعة $V_C$.

2- أرسم منحني العلاقة بين التردد وفولتية المقاومة $V_R$ وفولتية المتسعة $V_C$.

3- قارن بين النتائج العملية والنتائج النظرية.

### 3- ربط مقاومــة ومحاثــة ومتسعة على التوالي R- L- C:

يتصف هذا النوع من الربط بأن التيار الكلي المار في الدائرة هو نفس التيار المار في المقاومـــــــة والمحاثة والمتسعة لربطهم على التوالي، ولكن فولتية المحاثة تكون متعاكسة مع فولتية المتسعة، أي أن الدائــرة يمكن أن تكون ذات خواص حثية أو خواص سعوية معتمدة على أي مــن الفولتيتين أكبر، شكل (8-9)يبين(a) الدائـرة الكهربائيــة، (b) المخطط الطوري.




a- الدائرة الكهربائية　　b-المخطط الطوري

شكل 9–8 ربط مقاومة ومحاثة ومتسعة على التوالي R-L-C

**ومقدار الممانعة الكلية يساوي:**

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

وعند تردد الرنين حيث تكون: $X_L=X_C$ وتكون الدائرة ذات خواص المقاومة R أي أن: Z=R

وتردد الرنين $F_r$ يكون:

$$Fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

## تمرين رقم (15)

**إسم االتمرين: ربط مقاومة وملف ومتسعة على التوالي**

**الهدف من التمرين:** قياس فولتية المقاومة ($V_R$) وفولتية المحاثة ($V_L$) وفولتية المتسعة ($V_C$) وقياس تيار الدائرة الكلي (I) والتعرف على دائرة رنين التوالي.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1-راسم الإشارة (Oscilloscope).

2-مولد إشارة (Function Generator)

3-أفوميتر عدد (4).

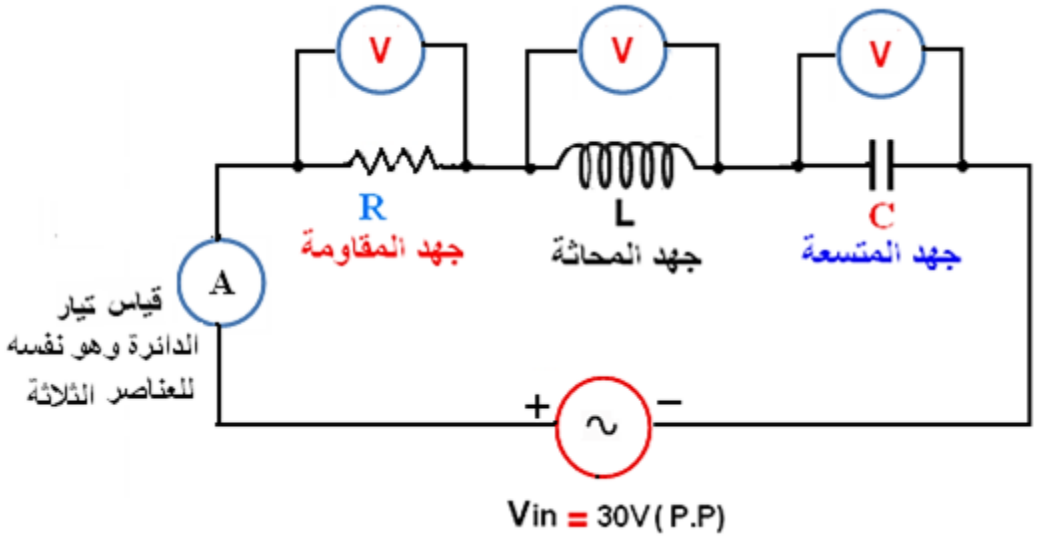
4-مقاومة (560 Ω).

5-ملف (محاثة) ذو معامل حث ذاتي 72mH.

6-متسعة (C=9.1nF).

7- لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 9–9 دائرة (R.L.C) توالي**

**خطوات العمل:**

1-إربط الدائرة كما في شكل (9–9).

2-ثبت قيمة فولتية ألإدخال $V_{in}$على 5V (قمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.

3-ثبت التردد المطلوب وحسب الجدول (3-9) مع ملاحظة بقاء $V_{in}=5V_{p.p}$.

4-سجل قيمة تيار الدائرة في كل خطوة وثبت النتائج في الجدول (3-9).

5-سجل قيمة الفولتية على طرفي كل من المقاومة والمحاثة والمتسعة وثبت النتائج في الجدول (3-9).

6-إحسب قيمة الممانعة الكلية للدائرة في كل تردد كما مبين في الجدول (3-9).

| F | 500 Hz | 1 kHz | 1.5 kHz | 2 kHz | 2.5 kHz | 3 kHz | 3.5 kHz | 4 kHz | 4.5 kHz | 5 kHz | 5.5 kHz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $V_R$ | | | | | | | | | | | |
| $V_L$ | | | | | | | | | | | |
| $V_C$ | | | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | | | |
| Z | | | | | | | | | | | |

**جدول9-3 يبين النتائج المقاسة**

**المناقشة:**

1-إرسم منحني العلاقة بين التيار والتردد على ورق نصف لوغارتمي.

2-أوجد تردد الرنين نظرياً.

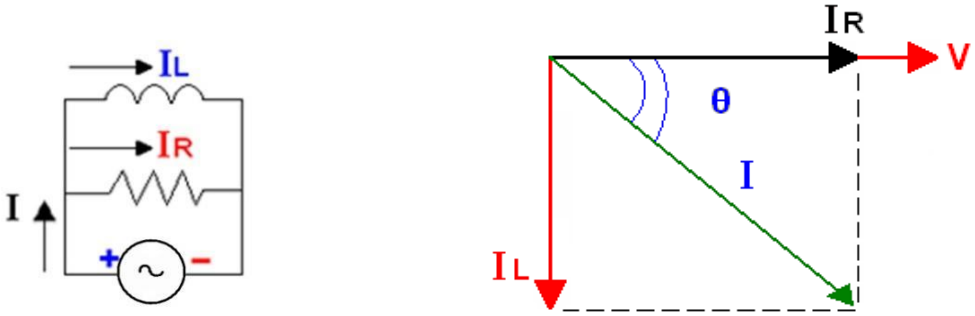
3-قارن بين النتائج العملية والنتائج النظرية.

4-**ربط مقاومة وملف على التوازي (R – L)**

يتصف هذا النوع من الربط بأن الفولتية الكلية للدائرة هي نفس الفولتية على طرفي المقاومة والمحاثة والتيارالكلي يساوي:

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

والشكل (9-10) يوضح :a الدائرة الكهربائية. b المخطط الطوري.




a- الدائرة الكهربائية

b- المخطط الطوري

**شكل 9–10 يوضح ربط مقاومة وملف على التوازي**

## تمرين رقم (16)

**إسم التمرين:** ربط مقاومة وملف (محاثة) على التوازي (R–L).

**الهدف من التمرين:**قياس تيار المقاومة وتيار المحاثة والتيار الكلي (I).

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1- راسم الإشارة (Oscilloscope).

2- مولد أشارة (Function Generator).

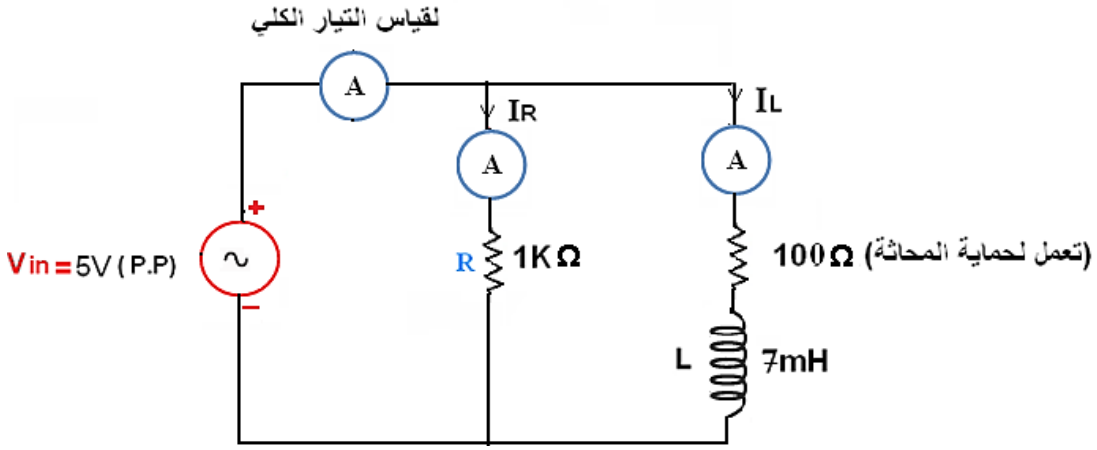
3- أفوميتر عدد (3).

4- مقاومة (1 kΩ).

5- ملف (محاثة) ذو معامل حث ذاتي (7mH).

6- مقاومة (R=100Ω) تربط على التوالي مع المحاثة حماية لها.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 9-11 دائرة (R–L) توازي**

**خطوات العمل:**

1- إربط الدائرة كما في شكل (9–11).

2- ثبت قيمة فولتية ألإدخال على 5V (قمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.

3- ثبت تردد الدائرة على 1 kHz.

4- سجل قيمة تيار الدائرة وثبت النتيجة في الجدول (9-4).

5- سجل قيمة التيار المار في كل من المقاومة والمحاثة وثبت النتائج في الجدول (9-4).

6- كرر الخطوات (4) و (5) للترددات 2 kHz، 3 kHz، 4 kHz وثبت النتائج في الجدول (9-4).

| F | 1 kHz | 2 kHz | 3 kHz | 4 kHz |
|---|---|---|---|---|
| I | | | | |
| $I_R$ | | | | |
| $I_L$ | | | | |

**جدول 9-4 النتائج المقاسة**

**المناقشة:**

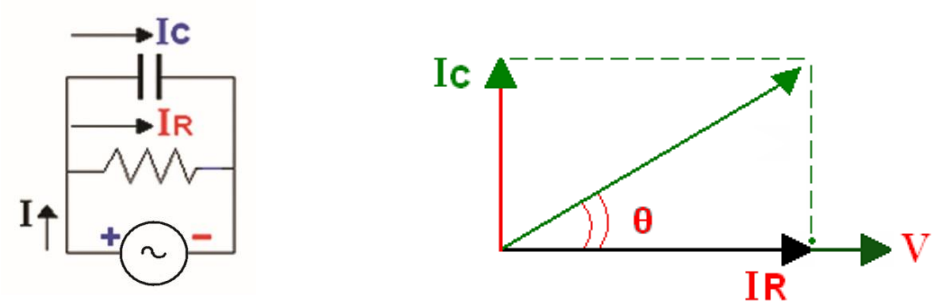
1. قارن بين النتائج العملية والنتائج النظرية.
2. إرسم العلاقة بين تيار المحاثة والتردد على ورق بياني نصف لوغارتمي.
3. ناقش زيادة التردد على التيار الكلي للدائرة.

## 5- ربط مقاومة ومتسعة على التوازي R - C

يتصف هذا النوع من الربط بأن الفولتية الكلية للدائرة هي نفس الفولتية على طرفي المقاومة والمتسعة والتيار الكلي يساوي:

$$I = \sqrt{I_R{}^2 + I_C{}^2}$$

**ويوضح الشكل (9-12) a: الدائرة الكهربائية. b : المخطط الطوري**




a-الدائرةالكهربائية b-المخطط الطوري

**شكل 9-12 ربط مقاومة ومتسعة على التوازي**

## تمرين رقم (17)

**إسم التمرين:** ربط مقاومة ومتسعة على التوازي (R–C).

**الهدف من التمرين:** قياس تيار المقاومة وتيار المتسعة وتيار الدائرة الكلي (I).

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1- راسم الإشارة (Oscilloscope).

2- مولد أشارة (Function Generator).

3- أفوميتر عدد (3).

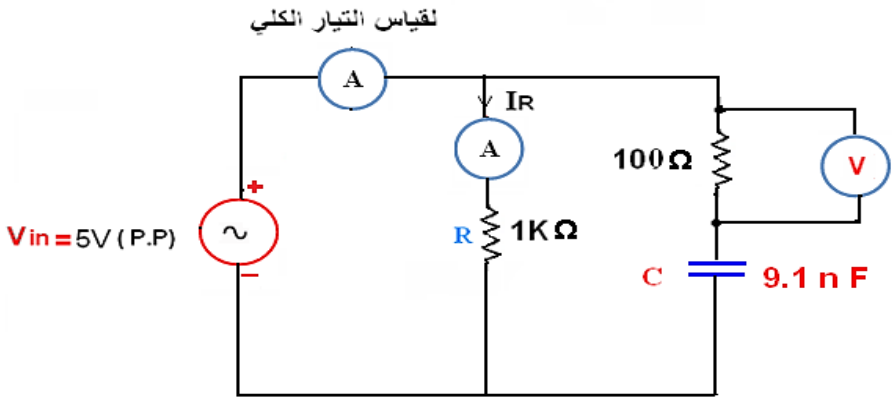
4- مقاومة (1kΩ).

5- متسعة (C=9.1nF).

6- مقاومة ( R=100Ω) تربط على التوالي مع المتسعة لحساب التيار المار في المتسعة.

7- لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




شكل 9–13 دائرة (R – C) توازي

**خطوات العمل:**

1- إربط الدائرة كما في شكل (9–13).

2- ثبت قيمة فولتية ألإدخال على 5V(قمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.

3- ثبت تردد الدائرة على 1kHz.

4- سجل قيمة تيار الدائرة وثبت النتيجة في الجدول (9-5).

5- سجل قيمة التيار المار في المقاومة وثبت النتيجة في الجدول (9-5).

6- سجل قيمة الفولتية على طرفي المقاومة (R=100Ω) ومن ثم إحسب تيار المتسعة وثبت النتيجة في الجدول (9-5).

7- كرر الخطوات بتغير التردد الى (2 kHz، 5 kHz، 10 kHz) وثبت النتائج في الجدول (9-5).

| F | 1 kHz | 2 kHz | 5 kHz | 10 kHz |
|---|---|---|---|---|
| V100 Ω | | | | |
| $I_C$ | | | | |
| $I_R$ | | | | |
| I | | | | |

جدول 9-5 النتائج المقاسة

**المناقشة:**

1- إرسم العلاقة بين تيار المتسعة والتردد على ورق بياني نصف لوغارتمي.

2- قارن نتائج التمرين مع النتائج التي حصلت عليها في تمرين مقاومة ومحاثة على التوازي.

3- قارن بين نتيجة التيار الكلي للدائرة عملياً ونظرياً.

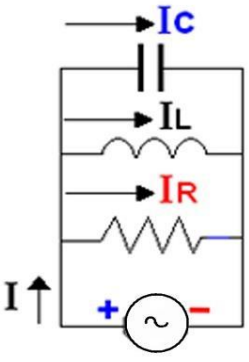
## 6- ربط مقاومة ومحاثة ومتسعة على التوازي R - L - C

يتصف هذا النوع من الربط بأن الفولتية الكلية للدائرة هي نفس الفولتية على طرفي المقاومة والمحاثة والمتسعة، شكل (9–14) يبين (a) الدائرة الكهربائية (b) المخطط الطوري حيث تكون الدائرة ذات خواص حثية أذا كان تيار المحاثة أكبر من تيار المتسعة وتكون ذات خواص سعوية أذا كان تيار المتسعة أكبرمن تيار المحاثة وعند تردد الرنين يتساوى تيار المحاثة مع تيار المتسعة وبزاوية فرق الطور (180) درجة.

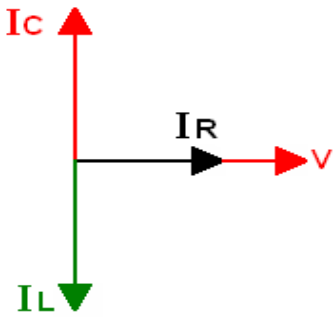
حيث تكون: $X_L=X_C$

**وتردد الرنين Fr يكون:**

$$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{Lc}}$$




a-الدائرة الكهربائية




b- المخطط الطوري

شكل9–14 شكل يوضح ربط المقاومة ومحاثة ومتسعة على التوازي R-L-C

## تمرين(18)

**إسم التمرين:** دائرة رنين التوازي (R – L – C).

**الهدف من التمرين:** قياس تيار المحاثة ($I_L$) وتيار المتسعة ($I_C$) وقياس الفولتية على طرفي المحاثة أو المتسعة والتعرف على دائرة رنين التوازي.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1- راسم الإشارة (Oscilloscope).

2- مولد أشارة (Function Generator).

3- أفوميتر عدد (3).

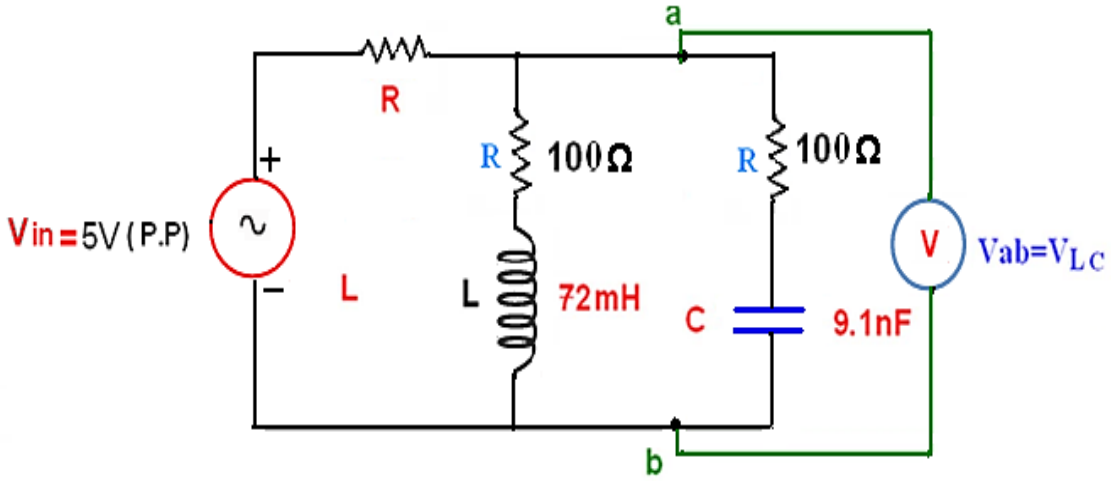
4- مقاومات (560 Ω،1k Ω،2.2 k Ω) ومقاومة (100Ω) تربط على التوالي مع المحاثـــة عنـــد تردد الرنين لقياس قيمة التيار ($I_L$)، وأيضاً تربط على التوالي مع المتسعة عند تردد الرنين لقياس قيمة التيار($I_C$).

5- ملف (محاثة) ذو معامل حث ذاتي 72mH.

6-متسعة ( C=9.1nf).

7-لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 9-15 دائرة رنين التوازي**

**خطوات العمل:**

1- إربط الدائرة كما في شكل (9–15).

2- ثبت قيمة فولتية الإدخال Vinعلى 5V (قمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.

3- ثبت التردد المطلوب وحسب الجدول (9-6)، فأن هذه القيمة تمثل تردد الرنين Fr.

4- ثبت جهاز لقياس الفولتية على طرفي المحاثة أو المتسعة ($V_{ab}$) كما موضح بالرسم وغير قيمة التردد، ومتى ما تحصل على ($V_{ab}$) أعظم ما يمكن والتي تمثل ($V_{ab}=V_{LC}$) سجل القيمة في الجدول (6-9)، فإن هذه القيمة تمثل تردد الرنين $F_r$.

5- عند تردد الرنين، إربط المقاومة ($R=100\ \Omega$) على التوالي مع المتسعة لقياس تيارها ($I_C$) ومن ثم إربط المقاومة على التوالي مع المحاثة لقياس تيارها ($I_L$) وباستخدام أجهزة قياس التيار وثبت النتائج في الجدول (7-9).

6- أعد الخطوات أعلاه لقيم المقاومات الثلاثة المثبتة بالجدول وثبت النتائج في الجدولين (6-9) و(7-9).

| R | F | 2kHz | 3kHz | …….. | 19kHz | 20kHz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 560Ω | $V_{LC}$ | | | | | |
| 1kΩ | $V_{LC}$ | | | | | |
| 2.2kΩ | $V_{LC}$ | | | | | |

**جدول 9-6 النتائج المقاسة**

| R | $F_r$ | $I_L$ | $I_C$ |
|---|---|---|---|
| 560Ω | | | |
| 1kΩ | | | |
| 2.2kΩ | | | |

**جدول 9-7 النتائج المقاسة**

**المناقشة:**

1- إحسب تردد الرنين نظرياً وقارنه مع النتائج العملية.

2- ارسم منحني العلاقة بين التردد والفولتية ($V_{LC}$) على ورق نصف لوغارتمي.

3- إحسب الممانعة (Z) عند تردد الرنين.

# الفصل العاشر
# المحولات الكهربائية

**محتويات الفصل العاشر:**

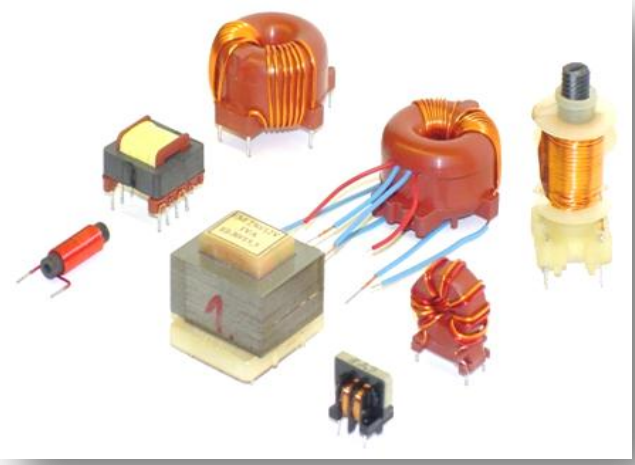
## 10-1 المحولات الكهربائية

**تمرين (19)**
**قياس الجهد والتيار على خرج المحولة باستخدام المصابيح**

**الأهداف:**

**عندما يكتمل الفصل يكون الطالب قادراً على أن:**

1. **يعرف تركيب المحولة واستخدام بعض أنواع المحولات الكهربائية.**
2. **يختبر المحولة ويعرف أهم أعطالها.**
3. **يقيس الجهود والتيارات الكهربائية لعدة محولات مختلفة الخرج.**

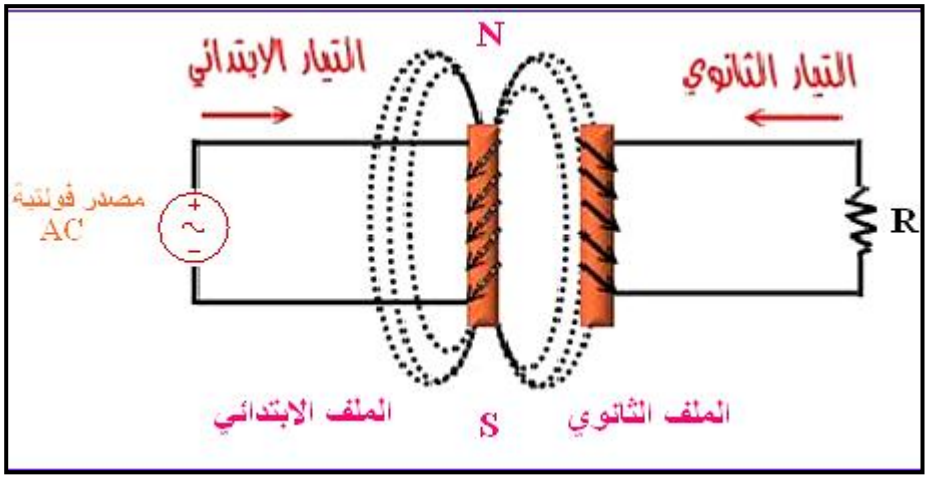


# الفصل العاشر

# المحولات الكهربائية

## 1-10 المحولات الكهربائية

إن للمحولات الكهربائيــة إستخدامات كثيرة، ولايمكن الإستغناء عنها، وفكرة عمل المحولة الكهربائيــة يعتمد على خاصية الحث المتبادل بيــن ملفيــن مرتبطيــن سوياً بمجــال مغناطيسي مشترك وتتكون المحولة مـن عناصر أساسية هي الملف الابتدائي $(N_1)$ والملف الثانوي $(N_2)$ والقلب الحديدي شكل (1-10) يوضح ذلك.



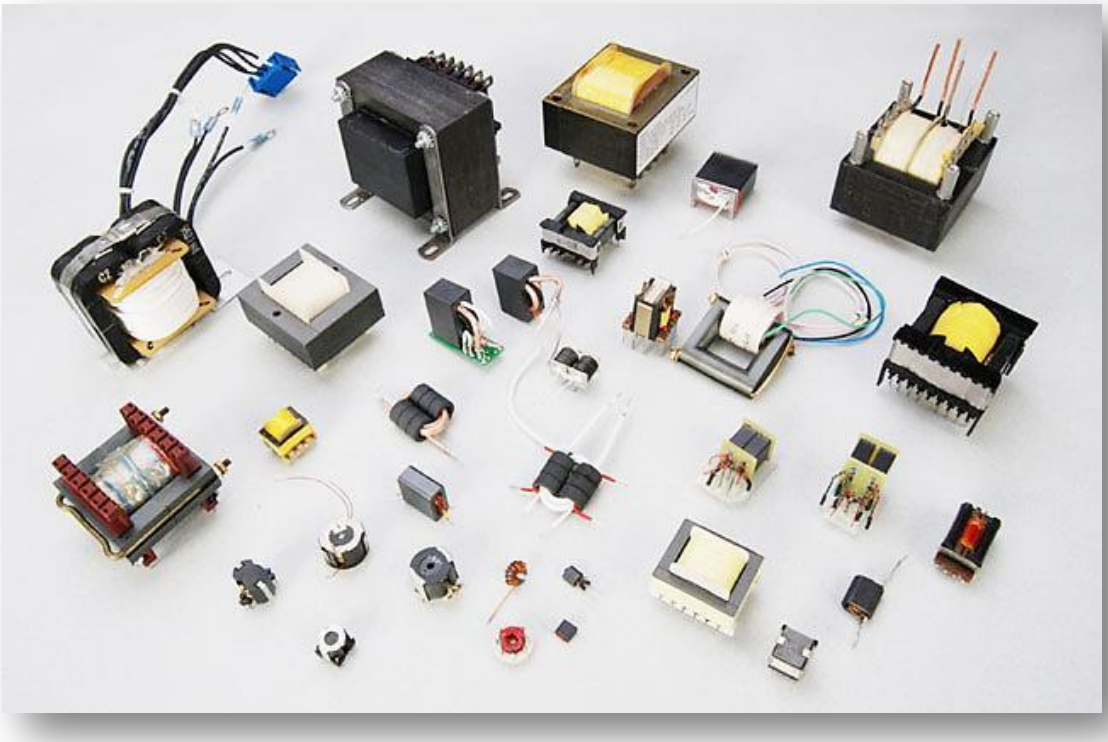

شكل 10-1 المحولة الكهربائية

وتوجد محولات رافعة يكون عـدد لفات الملف الثانوي أكبر من عـدد لفـات الملف الابتدائي، ومحـولات خافضة يكون عدد لفات الملف الابتدائي أكبر مــن عدد لفات الملف الثانوي. لاحظ شكل (2-10).




شكل 10-2 المحولة الرافعة والخافضة

ومن إستخدامات المحولة الكهربائية، تستخدم في الراديـو والتلفزيون ومحطات وشبكات الطاقة الكهربائية وأجهزة أخرى.شكل (3-10) يوضح نماذج محولات مختلفة الأنواع.



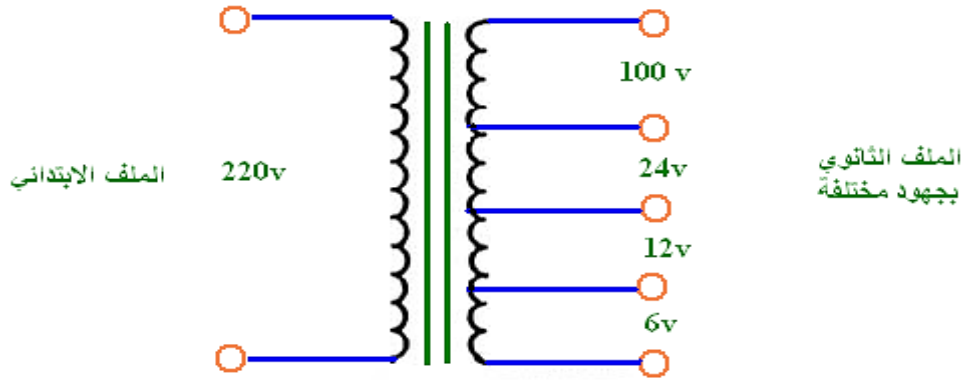
**شكل 3-10 نماذج مختلفة من المحولات**

ومن إستخدامات المحولة في الأجهزة الطبية، إنهـــا تستـــــخدم في جهـــاز الأشعـــة السينيـة (X – RayDevice) فالجهاز يحتاج الى جهد عالي جداً لغرض توليد الأشعة السينية، لذلك يوجـد في الجهاز مولد ضغط عالي وهو عبارة عـن محولة كبيرة توضع داخل خزان مملوء بالزيت، وكذلك توجد أجزاء أخرى تحتاج الى جهود قليلة ولذلك توجد محولات كهربائية خافضة.

ومـن الأجهزة الطبية الأخـرى جهاز الأسنان (Dental Device) أيضاً يحتوي على محـولات فمثلاً المصباح الذي يوجهه الطبيب لغرض رؤية أسنان المريض فـي جهاز نوع، (Belmont) يحتاج الى جهد مقداره (15 V) والفلورسنت الذي يستخدم لرؤيـة صورة الأشعة لأسنان المريض تحتاج الى جهد مقداره (V100) وآلة الحفر البطيء للأسنان تحتاج الى جهد مقداره (22V-24V) هذه المحولات خافضة وهنالك إستخدامات كثيرة للمحولات الكهربائيـــة، شكل (4-10) يوضح محولة كهربائية مختلفة الجهود الكهربائية.

وبسبب أخطاء تشغيل المحولات فأنها تتعرض للأعطال ومن أهم أعطالها هو حدوث دائرة قصر في ملفاتها (short circuit) بسبب إرتفاع الضغط الكهربائي وسريان تيار كهربائي عالي في ملفاتها مما يؤدي الى تلف المادة العازلة للملفات، حيث إن رائحة ملفاتها المعطوبة تبين هذا العطل وكذلك من

أعطالها حدوث قطع في ملفاتها (open circuit). يتم الكشف عن هذه الأعطال بفحص ملفاتها بواسطة جهاز الاوميتر.




**شكل 10-4 محولة قدرة مختلفة الجهود الكهربائية**

ويمكن حساب كفاءة المحولة العلمية من العلاقة الاتية:

$$\eta\% = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

حيث $\eta$: كفاءة المحولة، $P_2$: القدرة الخارجة من ملفها الثانوي، $P_1$: القدرة الداخلة في ملفها الابتدائي.

## تمرين رقم (19)

**إسم التمرين:** قياس الجهد والتيار على خرج المحولة بإستخدام المصابيح.

**الهدف من التمرين:** لمعرفة كيفية قياس جهد المصباح والتيار المار فيه لخرج المحولة.

**الأجهزة والمواد المستخدمة:**

1- محولة ذات خرج ($V_{out}$ = (9V)، محولة ذات خرج ($V_{out}$ = (12V.

2- مصباحين (9V)، (12V).

3- جهاز أفوميتر.

4 – لوحة تمرين.

**نظرية التمرين:**

أن المحولات الخافضة يكون عدد لفات الملف الابتدائي ($N_1$) أكبر من عدد لفات الملف الثانوي ($N_2$) وكذلك نلاحظ أن المحولة ذات الخرج (9V) عدد لفات ملفها الثانوي ($N_2$) أقل من عدد لفات الملف الثانوي ($N_2$) للمحولة ذات الخرج (12V).

**خطوات العمل:**

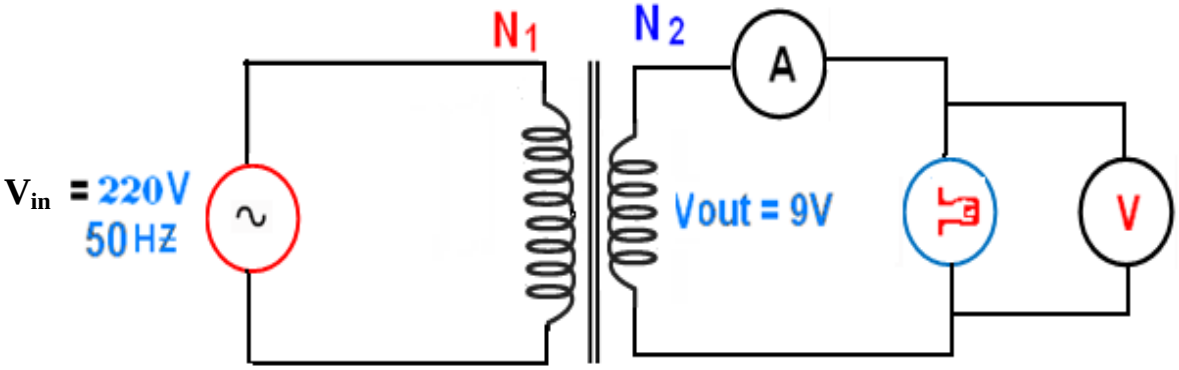
1-إربط الدائرة كما في شكل (10–5).

2-إربط جهاز لقياس التيار المار بالمصباح وثبت النتيجة بالجدول (10-1).

3-إربط جهاز لقياس الجهد على طرفي المصباح وأيضا ثبت النتيجة في جدول (10- 1).

4-أعد الخطوات أعلاه بعد تغيير المصباح من (9V) الى المصباح ذات (12V) وكذلك غير المحولة ذات خرج (9V) بالمحولة ذات خرج (12V) وأيضا إحسب قيمة التيار المار في المصباح والجهد على طرفي المصباح وثبت النتائج في الجدول (10-1).

5-افحص ملفات محولة قدرة – خافضة بواسطة جهاز الاوميتر وسجل مقدار مقاومة الملف الابتدائي والملف الثانوي كما في شكل (10-6).

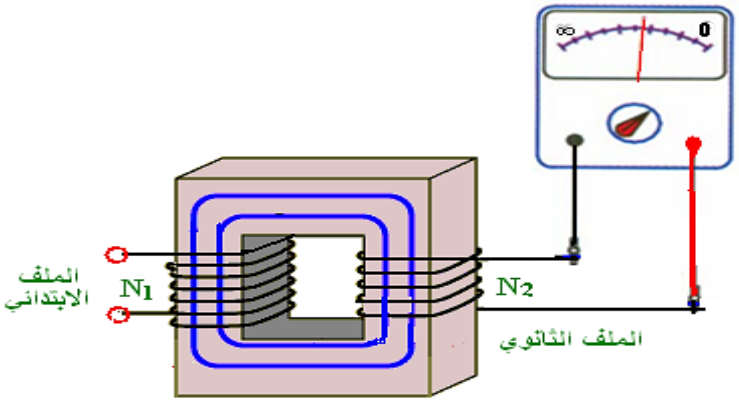



**شكل10–5 دائرة كهربائية لقياس الجهد الكهربائي**

ملاحظة: يعاد التمرين لنفس الرسم أعلاه ولكن بتغير المحولة ذات خرج (12V) والمصباح (12V).

| مصباح | I | V |
|---|---|---|
| 9V | | |
| 12V | | |

**جدول 10-1 النتائج المقاسة**




**شكل 10-6 فحص ملفات محولة كهربائية**

**المناقشة:**

1- قارن بين الفولتيين والتيارين للمصباحين.

2- إحسب قيمة التيار الداخل الى المحولة بالاعتماد على النتائج العملية.

3- إحسب كفاءة المحولة.

4- أرسم العلاقة بين الفولتية والتيار بإستخدام ورق نصف لوغارتمي وناقش ذلك.

5- قارن بين مقدار مقاومة الملف الإبتدائي ومقدار مقاومة الملف الثانوي، وهل يمكن الإعتماد على هذه الطريقة للتميز بين الملف الإبتدائي والملف الثانوي للمحولات الكهربائية؟

# الفصل الحادي عشر

## تأثيرات التيار الكهربائي

**محتويات الفصل الحادي عشر:**


**11– 1 تاثيرات التيار الكهربائي**

**أ- الفاصم (المصهر) الكهربائي**

**ب- مفاتيح الحماية الاوتوماتيكية**

**1. مفتاح الحماية الحراري**

**2. مفتاح الحماية الحرارية – المغناطيسية**

**جـ - أجهزة التسخين**

**تمرين (20) التأثير الحراري للتيار الكهربائي**

**د- المرحلات**

**تمرين (21) تشغيل مصباح كهربائي بواسطة المرحل**

**هـ - جهاز التعقيم**

**تمرين ( 22 ) جهاز التعقيم (Autoclave)**


**الأهداف:**

**عندما يكتمل الفصل يكون الطالب قادرا على أن:**

1. **يعرف تأثيرات التيار الكهربائي وتطبيقات التأثير الحراري والمغناطيسي.**
2. **يربط دائرة مدفئة كهربائية (ثلاث شمعات) ويقيس الجهد والتيار ويحسب القدرة الكهربائية لعدد معين من الشمعات.**
3. **يعرف أجزاء ونظرية عمل المرحل يوصل المرحلات في الدوائر الكهربائية والإلكترونية.**
4. **يعرف مكونات جهاز التعقيم المختبري وكيفية استخدامه مع الإلتزام بتعليمات السلامة المهنية والصيانة الدورية.**

# الفصل الحادي عشر

# تأثيرات التيار الكهربائي

## 11-1 تأثيرات التيار الكهربائي

للتيار الكهربائي تأثيرات عديدة على المواد التي ينتقل خلالها، حيث أدى الى ظهور التطبيقات الكثيرة قي صناعة الأجهزة الكهربائية كالمصابيح الكهربائية، المدافئ الكهربائية، المحركات الكهربائية وغيرها. هذه التأثيرات هي:-

1. **التاثير الحراري.**
2. **التأثير المغناطيسي.**
3. **التأثير الكيمياوي.**
4. **التاثير الفسلجي.**

### 1. التاثير الحراري:

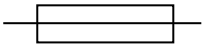
من الأجهزة الكهربائية التي يعتمد عملها على تأثيرات التيار الكهربائي المختلفة مايلي:-

أ- **الفاصم (المصهر) Fuse**

يتكون الفاصم بشكل رئيسي من سلك معدني مصمم ليتحمل تيار كهربائي بقدر تحمل الجهاز أو الدائرة المراد حمايتها من زيادة التيار. وعند مرور تيار أكبر من المقرر يسخن ثم ينصهر ليفصل الدائرة الكهربائية. تستعمل الفواصم في دوائر التأسيسات الكهربائية والأجهزة الكهربائية ويربط بالتوالي مع الدائرة الكهربائية. شكل (11–1) يبين فاصم الأجهزة الكهربائية ورمزه.



فاصم أجهزة الكهربائية



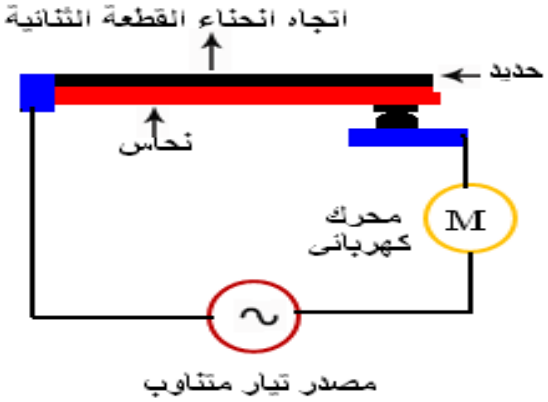
رمز الفاصم

**شكل11–1 الفاصم (المصهر)**

## ب- مفاتيح الحماية الأوتوماتيكية

### 1 –مفتاح الحماية الحرارية ضد زيادة التيار(الحمل) (Over Load)

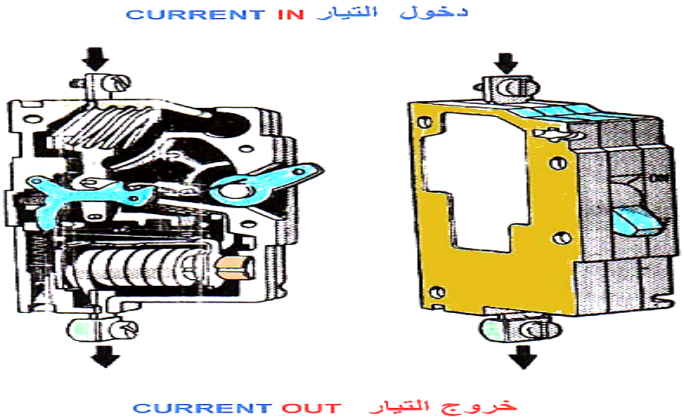
تتكون مفاتيح الحماية الحرارية من شريط ثنائي المعدن (Bimetal) (كالحديد والنحاس) وعندما يمرتيار كهربائي أكبر من التيار المقرر لتحمل الدائرة ترتفع درجة حرارته وينحني ويفصل التيارالكهربائي عن الدائرة الكهربائية. شكل (2-11) يبين المفتاح الحراري في دائرة محرك كهربائي حيث يكثر إستعمال هذه المفاتيح في أجهزة التبريد الكهربائية.




**شكل11-2 مفتاح حماية أوتوماتيكي**

### 2 – مفتاح الحماية الحرارية–المغناطيسية (قاطع دورة) ( Circuit Breaker )

لحماية الدوائر الكهربائية من حالة القصر (short) تستعمل اجهزة حماية تعمل بواسطة مبدأ المجال الكهرومغناطيسي، وتتكون هذه الحماية من ملف يولد قوة كهرومغناطيسية تعمل على جذب عتلة تؤدي الى فصل التيار الكهربائي بصورة سريعة كما في مفتاح قاطع دورة (السركت) (C.B) ذو الحماية الحرارية ضد زيادة التيار والمغناطيسية. تستعمل هذه المفاتيح في التأسيسات الكهربائية والمحركات الكهربائية شكل (11–3) يبين شكل والمكونات الداخلية لمفتاح قاطع دورة (C.B).




**شكل11–3 مفتاح قاطع دورة (C.B)**

## جـ – أجهزة التسخين

عند مرور تيار كهربائي في سلك مقاوم (Heater) فأن الطاقة الكهربائية تتحول الى حرارة في سلك التنكستن فيسخن ويتوهج ويعطي حرارة حسب قدرة الجهاز المستخدم (P=I.V) وكلما زادت قدرة الجهاز زادت كمية الحرارة التي يعطيها الجهاز المستخدم كما في المدفئة والسخان والمكواة.

## تمرين رقم (20)

**إسم التمرين:** التأثير الحراري للتيار الكهربائي.

**الهدف من التمرين:** التأثير الحراري للتيار الكهربائي بأستخدام مدفئة كهربائية ومعرفة العلاقة بين شدة التيار وكمية الحرارة.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1 – مصدر تيار متناوب وفولتية متناوبة 220 فولت 50 هيرتز.

2 – مدفئة تسخين كهربائية (ثلاث شمعات) وكل شمعة قدرتها 500 واط.

3 – قاطع دورة Circuit breaker (C.B) بقيمة 10A.

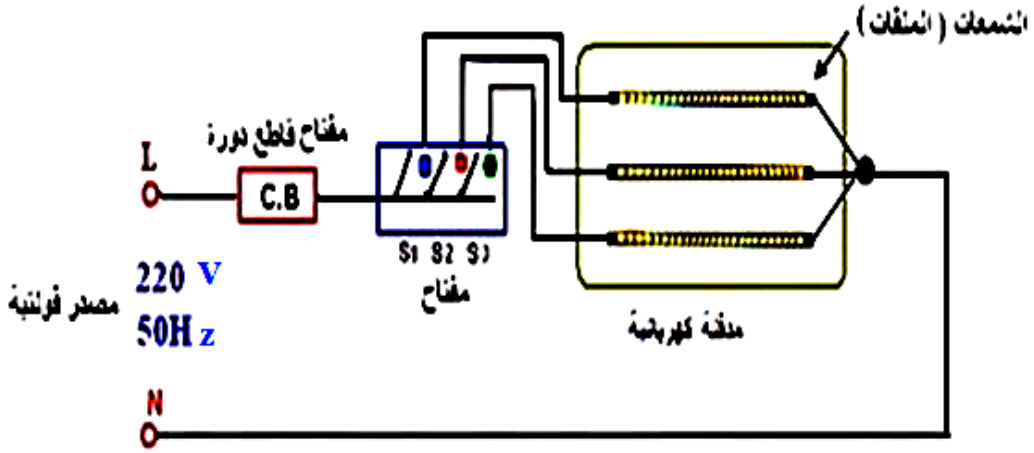
4 – مفتاح توصيل (Switch) ذو ثلاثة أقطاب ($S_1$, $S_2$, $S_3$).

5 – جهاز قياس تيارمتناوب نوع (كلاب ميتر- clamp meter).

6 – أسلاك توصيل.

7 – لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 11-4 الدائرة الكهربائية لربط المدفئة**

**L:** يعني الخط الحي (الحار) كما يستعمل الرمز R ليعني نفس المعنى في الدوائر الكهربائية.

**N:** يعني الخط المحايد (البارد) أو المتعادل كهربائياً كما يستعمل الرمز MP ليعني نفس المعنى في الدوائر الكهربائية.

**خطوات العمل:**

1–إربط الدائرة كما في الشكل (11-4).

2 – إجعل مصدر فولتية (التغذية)على وضع تشغيل (ON) من خلال قاطع الدورة(C.B).

3 – إجعل المفتاح رقم (1) على وضع تشغيل (ON).

4 – سجل قيمة التيار مع ملاحظة كمية الحرارة المتولدة.

5 – أعد قراءة التيار مع المفتاحين (1، 2) في حالة تشغيل.

6– أعد قراءة التيار مع المفاتيح الثلاثة في حالة تشغيل مع ملاحظة شدة الحرارة المتولدة.

7– ضع القيم التي حصلت عليها في الجدول أدناه:-

**النتائج:**

| المفاتيح ON | التيار (I) أمبير | الفولتية (V) فولت | القدرة (P=I*V) واط | القدرة على لوحة الجهاز |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | 500 W |
| 2+1 | | | | 1000 W |
| 3+2+1 | | | | 1500 W |
| المجموع | | | | |

**جدول 11-1 النتائج المقاسة**

**المناقشة:**

1 – ما علاقة شدة الحرارة بالتيار والقدرة؟

2 – إحسب قيم القدرة من خلال قيم الفولتية والتيار المقاسة كما في جدول (11-1) مع إهمال معامل القدرة حيث أن: (P=I.V) وضع النتائج في الجدول أعلاه.

3 – ناقش النتائج التي حصلت عليها من قيم القدرة المقاسة بالقانون وقيم القدرة المثبتة على لوحة الجهاز.

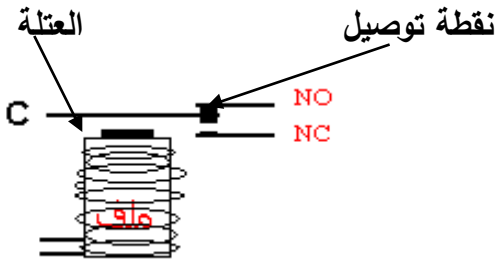
4 – ما فائدة قاطع الدورة (C.B) في الدائرة وهل يمكن أستخدام الفاصم بدلا عنه.

## د – المرحلات (الرليات)Relays



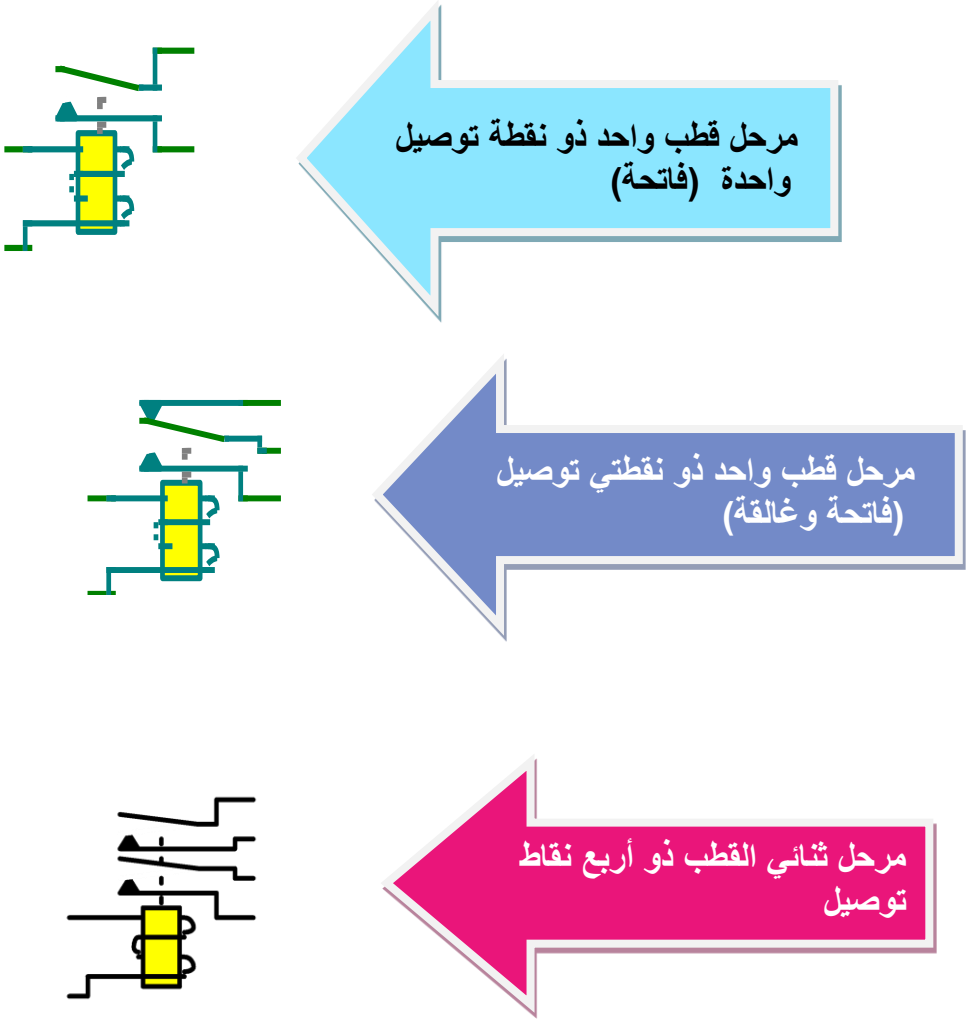
شكل 11-5 نماذج مختلفة من المرحلات

المرحل هو مفتاح يستعمل للتحكم في تشغيل دوائر كهربائية، يتكون من ملف ملفوف حول قلب حديدي وعند مرور تيار كهربائي في الملف تتولد فيه قوة دافعة كهرومغناطيسية تعمل على جذب عتلة متحركة، حيث تحمل هذه العتلة نقاط توصيل (غالقة، فاتحة)، مما يجعل النقاط الفاتحة في حالة غلق والنقاط الغالقة في حالة فتح. شكل (11-5) يوضح نماذج مختلفة من المرحلات، شكل (11-6) يوضح المكونات الرئيسة للمرحل. تعمل ملفات المرحلات على فولتيات مستمرة ومنها (5V،6V،9V،12V،24V) حيث تستعمل في دوائر السيطرة الالكترونية والكهربائية، وهناك أنواع كبيرة تسمى بالموصلات الهوائية (الكونتكترات) تعمل على التيار المتناوب وبفولتيات مختلفة منها (220V,380V) وتستعمل في دوائر السيطرة على المحركات الكهربائية.




شكل 11-6 مكونات المرحل

وتختلف المرحلات في عدد نقاط السيطرة التي تستخدم لغلق وفتح الدوائر الكهربائية شكل (11-7) يبين بعض أنواع المرحلات:-




**شكل 11–7 بعض أنواع المرحلات**

## تمرين (21)

**إسم التمرين:** تشغيل مصباح كهربائي بواسطة المرحل.

**الهدف من التمرين:** فحص نقاط توصيل المرحل وتشغيل دائرة مصباح كهربائي.

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1 – مرحل (جهد مستمر 5V)

2 – مصباح (100V).

3 –جهاز أوميتر.

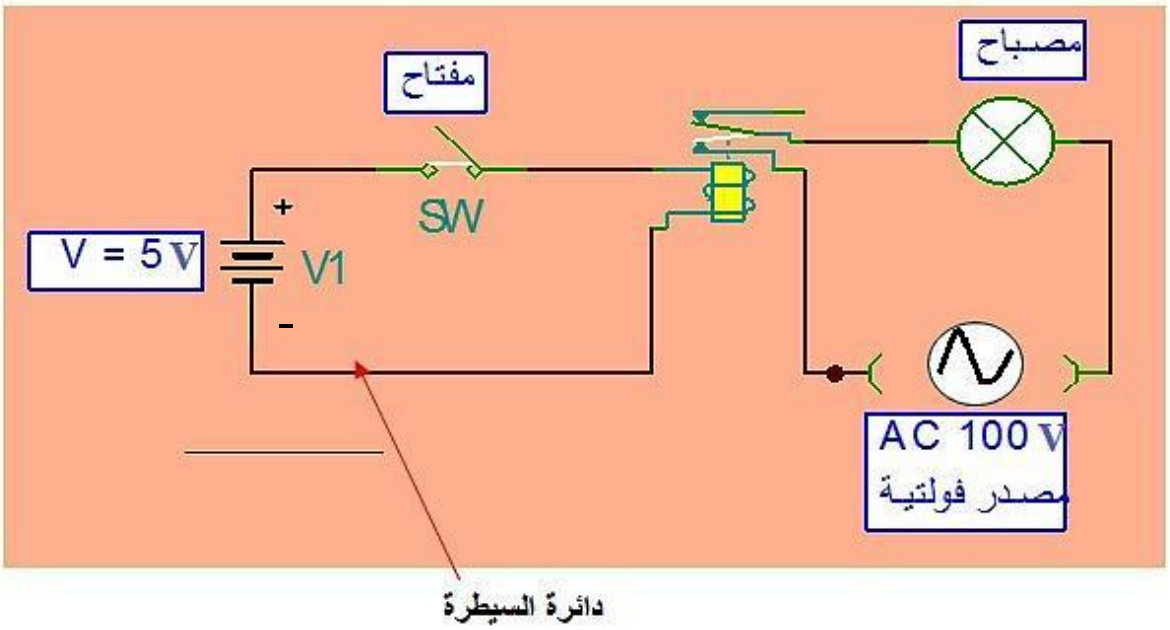
4 – مفتاح فتح/ غلق وأسلاك توصيل.

5 – مصدر جهد مستمر (5V).

6 - مصدر جهد متغير (100V).

7– لوحة تمرين.

## رسم الدائرة الكهربائية:




**شكل11-8 دائرة ربط المرحل**

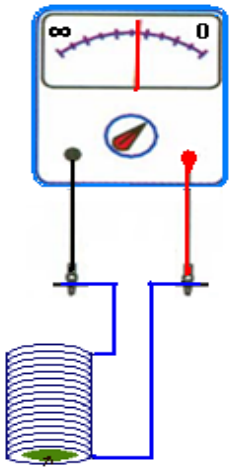
## خطوات العمل:

1. إفحص نقاط المرحل (الفاتحة، الغالقة) وطرفي ملفه بواسطة جهاز الاوميتر.
2. إربط الدائرة الكهربائية المرسومة في شكل (11–8).
3. ضع جهد دائرة المصباح على (100 V) متناوب.
4. ضع جهد دائرة السيطرة للمرحل على (5V) مستمر.
5. لاحظ توهج المصباح.

## المناقشة:

1. ما الإحتياطات الواجب اتباعها عند استخدام المرحلات في تشغيل الدوائر الكهربائية؟
2. تتكون الأجهزة الالكترونية من نفس المكونات الى حد ما كالمقاومات والمتسعات والملفات لذلك تكون أعطالها متشابهة، أفحص ملف المرحل وقس مقاومته بواسطة جهاز الاوميتر كما في شكل (11-9)، ثم إذكر نوع عطل الملف أذا كان مقدار مقاومته:

1- صفراً 2 – عالية جداً (∞)




**شكل 11–9 فحص ملف المرحل**

## هـ - جهاز التعقيم (Autoclave)

تـم إختراع جهاز التعقيم (المعقم Autoclave) مـن قبل تشارلز تشامبرلاند في عـام 1879 ويمكن تعريفه بأنه:(خزان معدني محكم الغلق ومعزول عزلاً تـاماً عـن المحيط الخارجـي حيث يستخدم التيار الكهربائي لتشغيل سخان فـي داخلـه ملف حـراري (Heater) مـع منظم حـراري (ثرموستات–Thermostat).

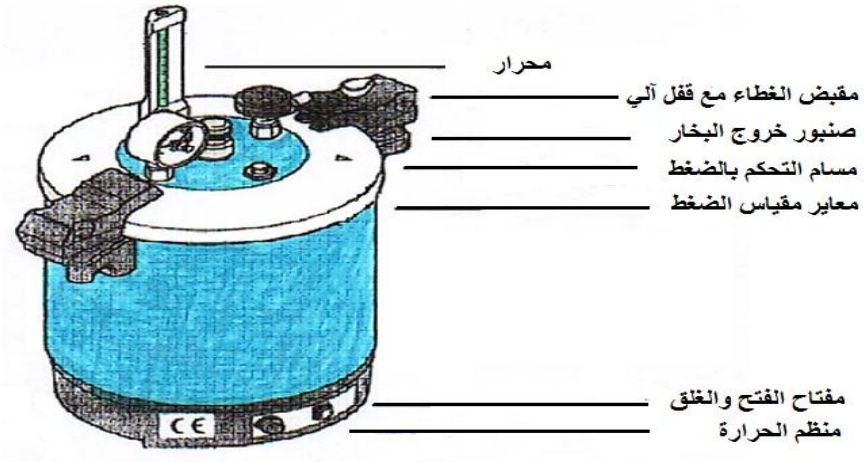
للتحكم بدرجة الحرارة المطلوبة ويعمل الجهاز على تحويل الماء المقطر الى بخار حار بدرجـة حـرارة أعلى مـن ( 120˚C) تحت ضغط أكبر من الضغط الجوي، لتعقيـم الأجهزة والمعدات التي تتحمل درجات الحرارة والرطوبة العالية لاحظ الشكل (11-10).




**شكل 11-10 الأجزاء الداخلية والخارجية لجهاز التعقيم**

**الإستخدام:**

يستخدم الجهاز وحسب نوعه وحجمه لاحظ الشكل (11-11) في الطب وعلم الأحياء الدقيقة وفي الصناعة لتعقيم وإزالة الجراثيم من الأجهزة الثاقبة للجسم مثل الشفرات الجراحية والإبر بالإضافة الى قطع الشاش والشراشف والأدوات المعدنية.




**الشكل 11-11 جهاز التعقيم المختبري– ضغط عالي**

**(High Pressure- Laboratory Autoclave)**

**الأجزاء التي يتكون منها جهاز التعقيم:**

1- خزان من الفولاذ معزول مع غطاء محكم الغلق.
2- صمام التحكم بالضغط.
3- مقاييس لدرجة الحرارة والضغط الداخلي.
4- مصيدة للبخار لخروج البخار المحصور عند التشغيل.
5- سخان كهربائي مع منظم حراري.
6- أنابيب الماء المقطر والبخار مع صواميل الفتح والغلق.

**تمرين (22)**

**إسم التمرين:** جهاز التعقيم (Autoclave).

**الهدف من التمرين:**

1- معرفة الأنواع المختلفة من المعقمات الآلية.
2- تفكيك وتركيب أحد أنواع المعقمات لمعرفة الأجزاء التي يتكون منها وفائدة كل جزء.
3- إستخدامات الجهاز المختلفة وطريقة تشغيله.
4- فحص الدائرة الكهربائية لجهاز التعقيم.

**الأجهزة والمعدات المستخدمة:**

1- جهاز تعقيم مختبري متوسط الحجم شكل (11-11).

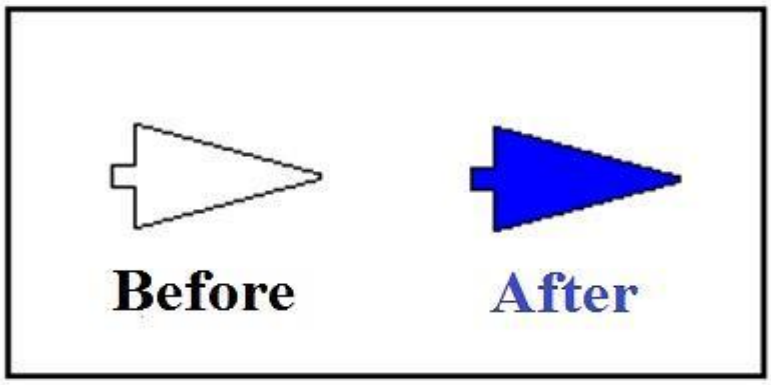
2- ماء مقطر.

3- أكياس طبية ذات علامات أكمال التعقيم لاحظ الشكل (11-12).

4- معدات طبية لوضعها داخل ألأكياس لتعقيمها.

5- مفك وعدة فتح وغلق براغي وصامولات الجهاز.

6- جهاز فحص اوميتر.




**شكل 11-12 العلامة على أكياس التعقيم الطبية حيث تصبح العلامة غامقة عند انتهاء فترة التعقيم**

**خطوات العمل:**

1-عند الإستخدام الأول يفتح الجهاز ويملئ بواسطة الماء المقطر لمستوى العلامة الموجودة ثم يغلق بدون وضع الأدوات.

2-يشغل لمدة ثلاث دقائق لإزالة الهواء ثم تغلق سدادة التهوية.

3-تحدد درجة الحرارة المطلوبة ( 115˚C) من صمام الضغط وكذلك منظم الحرارة، لاحظ شكل (11-11).

4-عند أول خروج للبخار من صمام الضغط يدل على وصول الجهاز للدرجة المحددة وبدء وقت التعقيم.

5-يغلق الجهاز من المفتاح الرئيسي بعد انتهاء وقت التعقيم.

6-إفتح عتلة أخراج البخار وأنتظر خروج البخار بأكمله.

7-تأكد من أن مقياس الضغط على درجة الصفر ثم أفتح الجهاز.

8-أعد الخطوات السابقة جميعها وحسب التسلسل ولكن هذه المرة بوجود المعدات الطبية التي تريد تعقيمها ووضعها في الكيس المعقم الخاص لذلك بعد أن تقوم بتبريد الحشوة المطاطية للغطاء الخارجي (Jacket).

9- عند تحول لون الإشارة على الكيس مـن الفاتح الى الغامق فهو الدلالة على انتهاء دورة التعقيم والتي لاتتجاوز النصف ساعة لاحظ الشكل (11-12).

10- قم بإطفاء الجهاز من المفتاح الرئيس ثم تفريغه من الماء وامسحه بواسطة قطعة قماش.

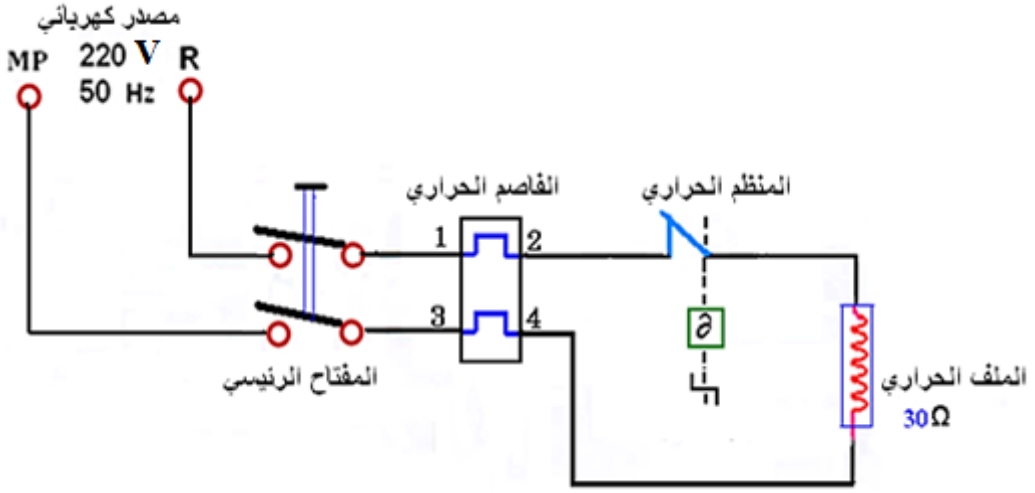
11- ابدأ بتفكيك الجهاز كاملا باستخدام العدة المناسبة والتعرف على جميع ألاجزاء ثم قم بتركيبه مرة أخرى.

12 – بواسطة جهاز الاوميتر افحص الاجزاء الرئيسة للدائرة الكهربائية لجهاز التعقيـــم كما في شكـــل (11- 13) وكالآتي:

أ- نقاط توصيل المفتاح الرئيسي (Main switch) ونقاط الفاصم الحراري (ثنائي المعدن – Bimetal Fuse).

ب- نقاط توصيل المنظم الحراري (Thermostat).

جـ - ملف السخان (Heating Coil) مع معرفة قيمة المقاومة الحرارية للملف.




**شكل 11-13 الدائرة الكهربائية لجهاز التعقيم**

## تعليمات السلامة والصيانة الدورية:

1- لا تقوم بتعقيم ألأقداح والقناني المغلقة.

2- لاحظ درجة حرارة المحرار وكذلك مقياس الضغط معا قبل فتح الجهاز للتأكد من عدم حدوث إنفجار بخاري عند الفتح.

3-تجنب البخار الخارج من الصمام عند فتحه بعد انتهاء فترة التعقيم.

4-لا تشغل الجهاز أبدا بدون الماء المقطر.

5-لا تشغل الجهاز أبدا بوجود ماء الحنفية غير المقطر لأنه يسبب إنسدادات في الجهاز.

6-تأكد من أن مؤشر الضغط عند درجة الصفر قبل فتحه.

**7-**يتم تزييت الحشوة المطاطية (Jacket) بزيت الطبخ عند إستبدالها ولا تقم بمط الحشوة.

**الأعطال العامة لجهاز التعقيم:**

1-من أهم الاعطال هـو عملية التوصيل الكهربائي فعند عـدم أشتغال الضوء الأحمر تتبع الآتي:

أ- هل يوجد مصدر طاقة في مأخذ التغذية؟

ب- هل هنالك قطع في كيبل التوصيل؟ ويفحص بواسطة النظر ثم بواسطة الأفوميتر.

2- عدم اشتغال الجهاز بالرغـم مـن وجـود التغذية الرئيسة ويفحص بواسطة الاوفوميتربعد فحص الجهاز وقياس الاومية وكذلك يفحص عند توصيل التغذية وهل هنالك فولتية مصدر 220 V.

3- عند اشتغال الجهاز بصورة صحيحة وبعد التأكد من الغلق المحكم نلاحظ الآتي :

**أ-** عدم اشتغال المحرار بالرغم من سخونة الجهاز يجب إعادة إطفاء الجهاز وإستبدال المحرار.

ب- عدم إشتغال إبرة مقياس الضغط بالرغم من وجود ضغط داخل الجهاز عند اطفاءه وفتحـــه و يجب إستبدال مقياس جهاز الضغط بآخر.

جـ- عند ملاحظة عدم تمام غلق الجهاز يجب التأكد من صلاحية الحشوة البلاستيكيـــة وعـــــدم وجـود أي فطر أو شقوق بها، حيث نلاحظ فـي هذه الحالة خروج البخار مـن خلال الغطاء لذا يجب إستبدال الحشوة البلاستيكية .

د- من خلال الفحص النظري يجب ملاحظة أي تشقق أو فطور في سطح الجهاز الخارجي وأجزاءه الداخلية قبل البدء بالتشغيل مع فحص دوري للدائرة الكهربائية.

# الفصل الثاني عشر

# الأقطاب

**محتويات الفصل الثاني عشر:**


**12-1 أقطاب جهاز تخطيط القلب**

**1- الأقطاب الصفيحية**

**2- الأقطاب الكأسية الماصة**

**3- الأقطاب العائمة**

**12-2 أقطاب جهازي تخطيط العضلات وتخطيط الدماغ**

**1- أقطاب سطح الجسم**

**2- الأقطاب الابرية**

**3- أقطاب متنوعة خاصة**

**تمرين (23) اقطاب جهاز تخطيط القلب**

**تمرين (24)اقطاب جهاز تخطيط العضلات واقطاب جهاز تحطيط الدماغ.**


**الأهداف:**

**عندما يكتمل الفصل يكون الطالب قادرا على أن:**

**1- يعرف ويرسم أقطاب أجهزة تخطيط القلب:**

**الأقطاب الصفيحية - الأقطاب الكأسية الماصة - الأقطاب العائمة.**

**2- يعرف ويرسم أقطاب تخطيط الدماغ والعضلات:**

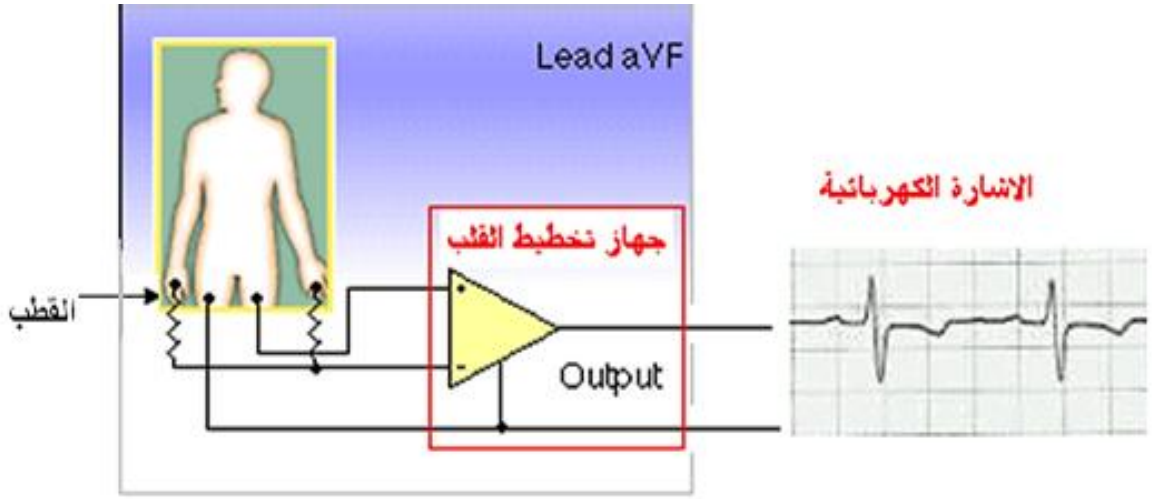
**أقطاب سطح الجسم -الأقطاب الابرية – أقطاب متنوعة خاصة.**

# الفصل الثاني عشر

# الأقطاب

## 1-12 أقطاب جهاز تخطيط القلب ECG

إن الأقطاب هي نقطة اتصال المريض بجهاز تخطيط القلب وعملها هــو تحويل طاقة التيارات الآيونية Ionic Currents الناتجة من الجهد الكهروحياتي للقــلب الى تيـــــارات كهربائيـــــة Electric Current والتي يمكن تكبيرهــا بواسطة الجهاز والحصول على إشارة القلب الكهربائيــة والتي تمكننا بعد دراستها بالمساعدة في تشخيص المرض، شكل (1-12) يوضح مخطط ربط لبعض أقطاب جهاز تخطيط القلب الى جسم مريض وشكل الإشارة الكهربائيــة الخارجة من جهاز التخطيط.

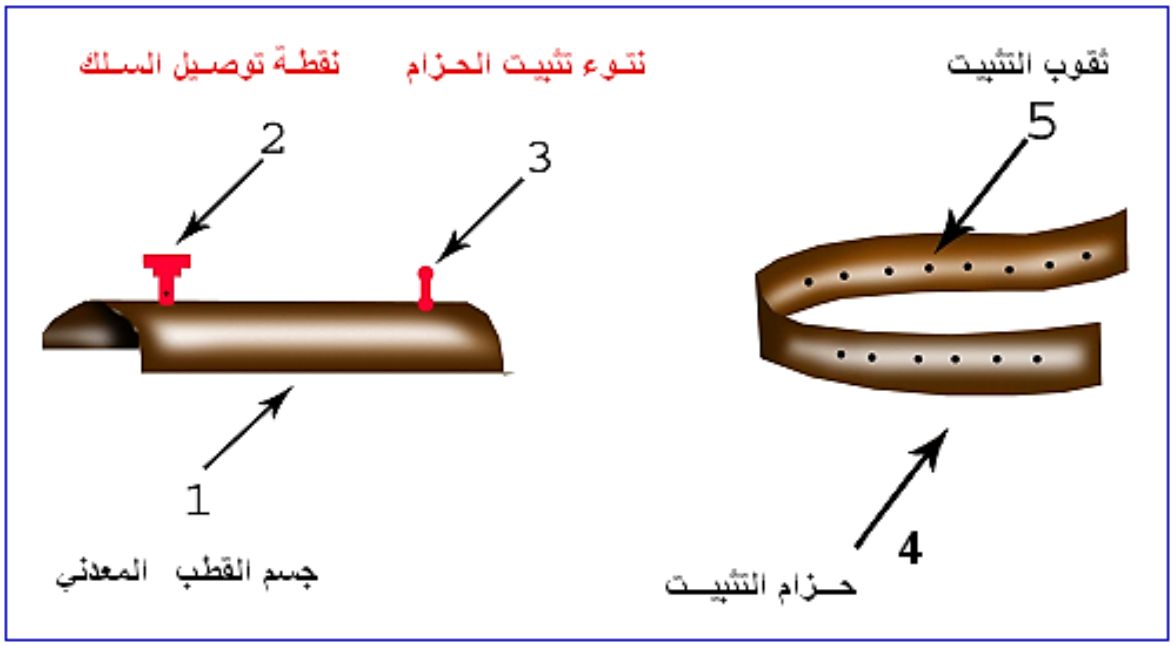



شكل 1-12 مخطط ربط أقطاب جهاز تخطيط القلب

وهنالك أنواع مختلفــة مــن الأقطاب (Leads) من أهمها:

**1-** الأقطاب الصفيحية (Plate Electrods):

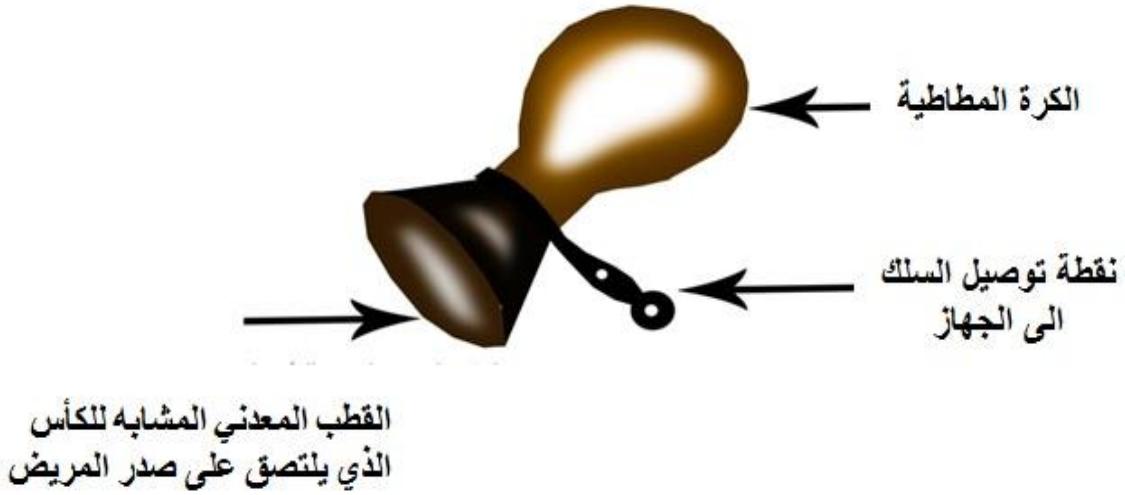
وهي عبارة عن أقطاب على شكل صفيحة مصنوعــة مــن المعدن وتطلى بالفضة أو النيكل وتثبت عادة على المعصمين والرسغين بواسطة حزام مطاطي أو جلدي ومتصل بها قطب توصيـــل السلك الــى الجهاز والشكل (2-12) يمثل مخطط أجزاء القطب.




شكل12-2 مخطط اجزاء القطب

## 2- الأقطاب الكاسية الماصة (Suction Cap Electrodes):

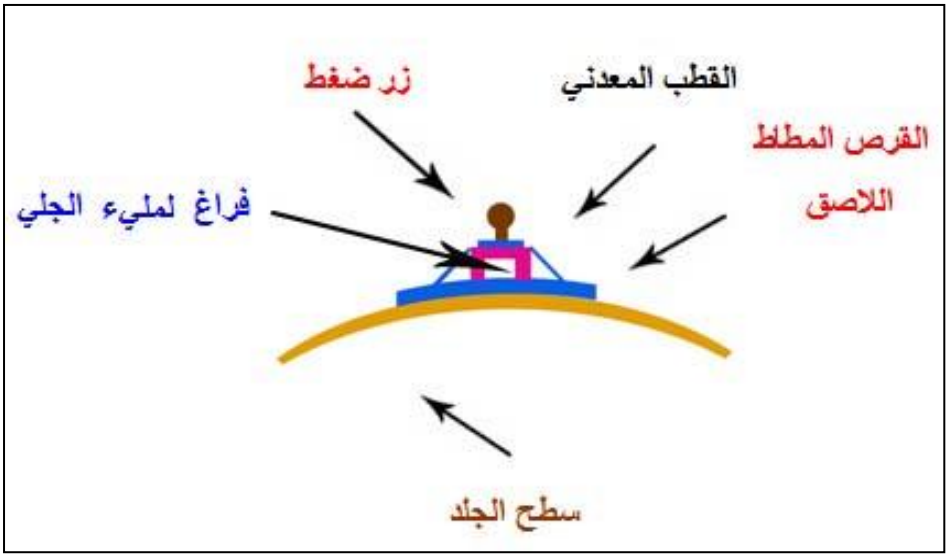
وتستخدم عادة على صدر المريض حيث تلتصق به نتيجة لتخلخل ضغط الهواء داخل الكأس المعدني عند الضغط على الكرة المطاطية كما نلاحظ في الشكل (3-12).



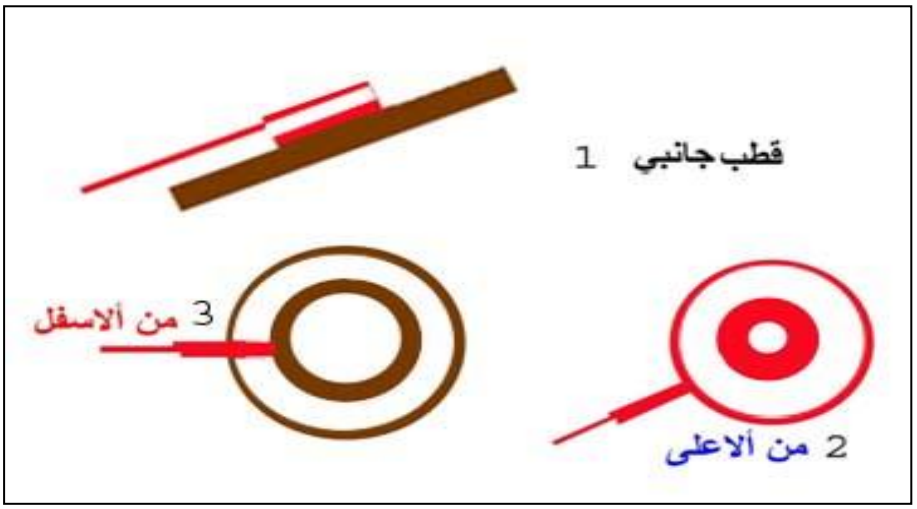

شكل 12-3 الأقطاب الكأسية الماصة

## 3- الأقطاب العائمة (Floating Electrodes):

وهي النوع الحديث من ألأقطاب وتستخدم كذلك في جهاز تخطيط الدماغ أو العضلات ومنها ما يستخدم لمرة واحدة (Disposable) وتتوفر بأحجام مختلفة ومن أهم مميزاتها إنها لا تتأثر كثيراً بحركة الجسم. والشكل (12-4) يبين مخطط لأجزائه المختلفة وشكله الخارجي.




**مخطط قطب عائم**




**أقطاب سطح الجسم العائمة**

**شكل 12-4 مخطط لقطب عائم وأشكال مختلفة للقطب**

## 12-2 أقطاب جهازي تخطيط العضلات وتخطيط الدماغ

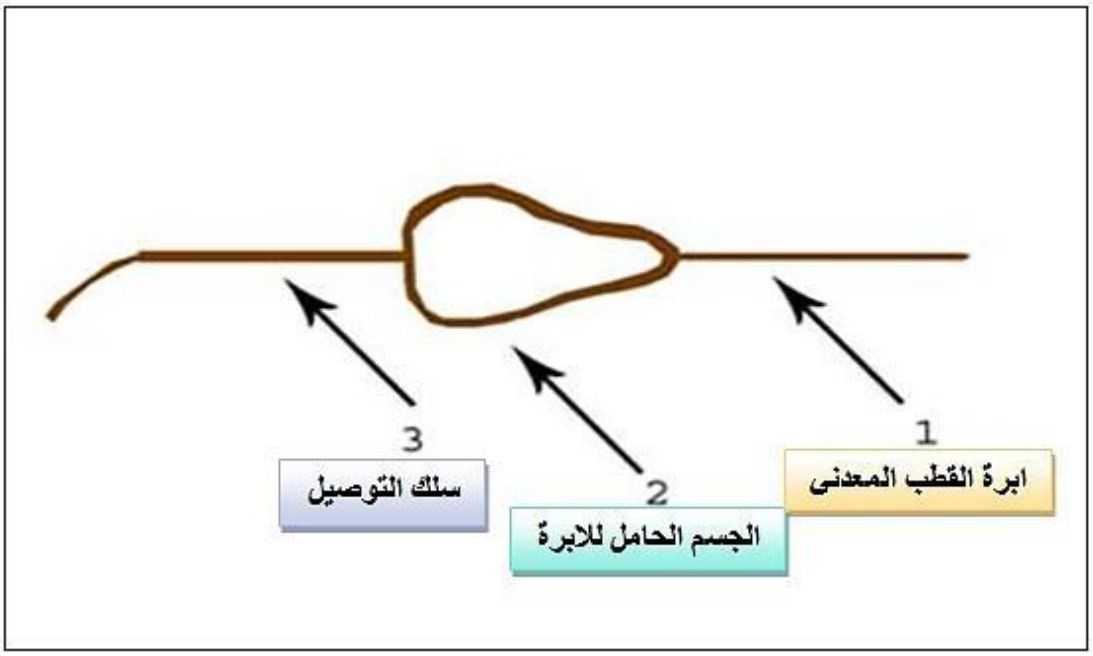
هناك أنواع وأشكال مختلفة من ألأقطاب المستخدمة لقياس الفعاليات الكهروحياتية للعضلات أو الدماغ ومن أهم هذه الأقطاب:

**1- أقطاب سطح الجسم (Body Surface Electrodes):**

وهي مشابهة تماماً لأقطاب سطح الجسم المستخدمة في جهاز تخطيط القلب ولكن بأحجام صغيرة ليتسنى وضعها على العضلة أو على الرأس للقياس لاحظ الشكل (12-4).

## 2- الأقطاب الأبرية (Needle Electrodes):

وتصنع بأحجـــام وأنـواع وقياسات مختلفـة، ويمكـن استخدامها للعضلات فـــي جهاز تخطيط العضلات أو في جهاز تخطيط الدمـاغ وهناك أيضا أنـواع تستخدم لمـرة واحدة Disposable أو لعدد من الإستخدامات وفي هذه الحالة تحتاج الى التنظيف والتعقيم ومن أهم مميزاتها إلغاء أوتقليل ممانعة الجلد حيث تغرس أسفل الجلد وكذلك عـدم تأثرها كثيرا بحركـة المريض والشكل (12-5) يمثل مخطط لهذا النوع مـــن الأقطاب.



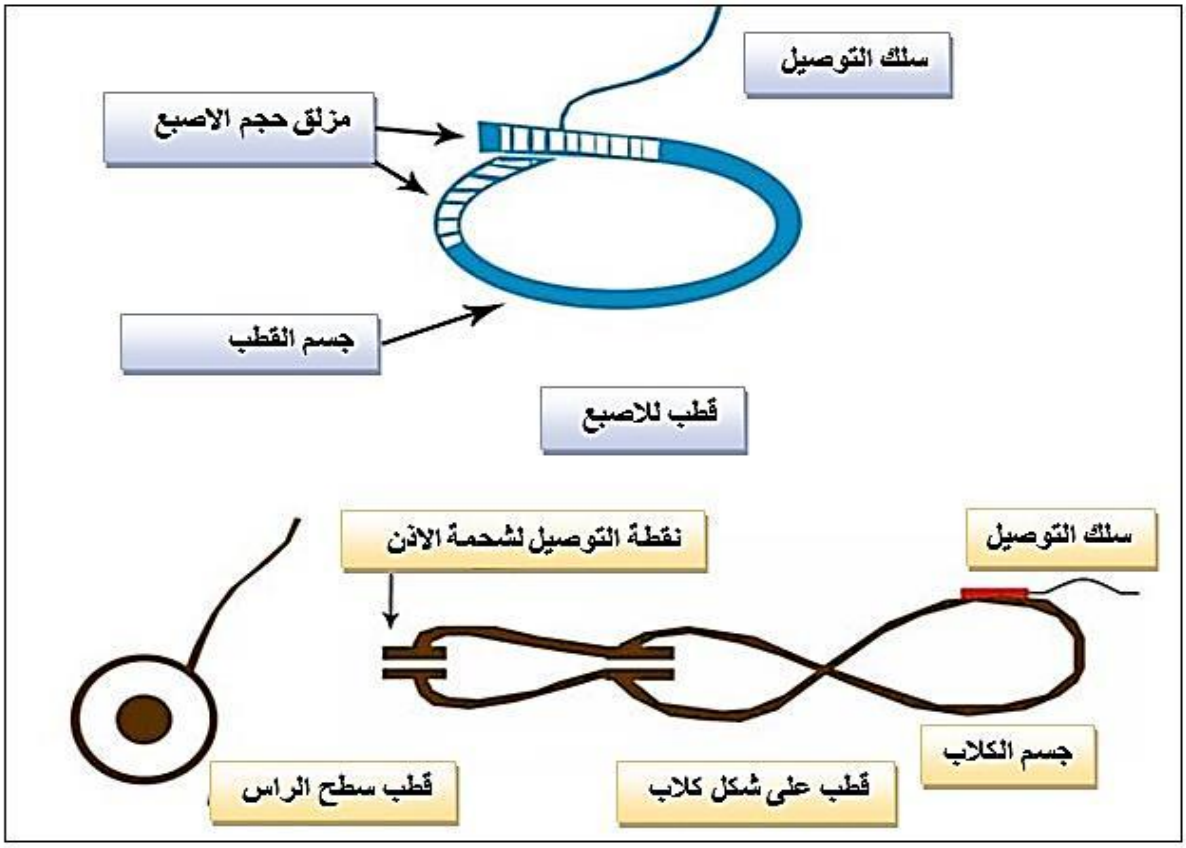

**شكل 12-5 قطب أبري**

## 3- أقطاب متنوعة خاصة (Special Types Of Electrodes):

لقد تطورت كثيراً صناعة الأقطاب وخاصة أقطاب سطح الجسم وصممت أنـــواع لقياس الفعاليـة الكهربائية لمعظم أعضاء وأقسام الجسم ومنها:

1- أقطاب على شكل كلاب للأذن (Ear-Clip Electrodes) وتستخدم مع جهاز تخطيط الدماغ.
2- أقطاب سطح الرأس (Scalp Electrodes) وتكون صغيرة الحجم لايتجاوز قطـرها 7 ملم.
3- أقطاب على شكل خاتم للإصبع (Finger Electrodes) وتستخدم مع جهاز تخطيط العضلات.

لمعرفة حالة عضلات ألاصابع والشكل (12-6) يمثل مخطط لهذه الأقطاب الخاصة.




**شكل12-6 أنواع خاصة من الأقطاب**

## تمرين رقم (23)

**إسم التمرين:** أقطاب جهاز تخطيط القلب (ECG Electrodes).

**الهدف من التمرين:** يستطيع الطالب بعد أتمام التمرين أن:

1- يميز الطالب أنواع أقطاب جهاز تخطيط القلب من غيرها من ألاقطاب كأقطاب تخطيط العضلات أو الدماغ.

2- يرسم أنواع أقطاب تخطيط القلب ويؤشر على الأجزاء، ويحدد نوع المواد المصنوعة منها.

3- يفحص ألاقطاب بواسطة النظر وبواسطة مقياس ألاومية (AVO) لمعرفة ألاقطاب الصالحة للأستخدام عن غيرها.

**الأجهزة والمواد المستخدمة:**

1- جهاز قياس ألاومية (AVO).

2- أنواع مختلفة من ألاقطاب المستخدمة لأجهزة تخطيط القلب والعضلات والدماغ قسم منها صالح للإستخدام وأخرى غير صالحة.

**خطوات العمل:**

1- إستخرج أقطاب تخطيط القلب من بقية الأنواع ألاخرى.

2- ميز بين أنواع أقطاب تخطيط القلب:

أ- أقطاب تخطيط القلب الصفيحية (Plate Electrods).

ب- أقطاب تخطيط القلب الكاسية الماصة (Cup ElectrodesSuction).

جـ- أقطاب تخطيط القلب العائمة (Floating Electrodes).

3- إرسم كل نوع من هذه ألانواع أعلاه مع التأشير على الأجزاء.

4- إفحص بواسطة النظر واللمس ألاقطاب الصالحة عن غيرها وقم بعزلها عن بعضها.

5- فحص بواسطة مقياس ألاومية ألاقطاب الصالحة في الخطوة (4).

**أسئلة المناقشة:**

1- مـــا الفرق فـــي الإستخدام بين الأنـــواع الثلاثـــة لأقطـــاب تخطيـــط القلـــــــب (صفيحة- أبرية – سطح الجسم)؟

2- هل هناك فرق بالحجم للنوع الواحد من أقطاب تخطيط القلب ولماذا؟

3- هل يمكن استخدام أقطاب تخطيط القلب للعضلات أو الدماغ؟

4- كيف يمكن صيانة ألاقطاب ومنع القطع والتآكل للمادة العازلة ؟

5- كيف يتم تعقيم الأقطاب بعد الإستخدام؟

## تمرين رقم (24)

**إسم التمرين:** أقطاب جهاز تخطيط العضلات وأقطاب جهاز تخطيط الدماغ (EEG – EMG).

**الهدف من التمرين:** يستطيع الطالب بعد إتمام التمرين أن:

1- يميز بين أقطاب تخطيط العضلات وأقطاب تخطيط الدماغ.

2- يرسم أنواع أقطاب تخطيط العضلات وكذلك أنواع أقطاب تخطيط الدماغ ويؤشر على الأجزاء.

3- يفحص ألأقطاب بواسطة النظر واللمس (التفتيش) ثم بواسطة جهاز قياس الأومية لفصل الأقطاب الصالحة عن غيرها.

**الأجهزة والمواد المستخدمة:**

1- جهاز مقياس ألاومية (AVO).

2- أنواع مختلفة من أقطاب تخطيط العضلات وأنـــــواع مختلفة من أقطاب تخطيط الدماغ قسم منها صالحة للاستخدام وأخرى غير صالحة.

**خطوات العمل:**

1- أفصل أقطاب تخطيط العضلات عن أقطاب تخطيط الدماغ كلا على جهة.

2- ميز بين أنواع أقطاب تخطيط العضلات وكالآتي:-

أ- الأقطاب الأبرية ( ElectrodsNeedel).

ب- أقطاب سطح الجسم (Body Surface Electrods).

جـ - الأقطاب ألإصبعية (Finger Electrods).

3- إرسم كل نوع من هذه ألانواع المذكورة أعلاه مع التأشير على الأجزاء.

4- بواسطة النظر واللمس فتش عن أي خلل أو عطل في هذه الأقطاب.

5- بواسطة مقياس الأومية أفحص عن وجود أي قطع في أسلاك التوصيل لكل نوع من أنواع أقطاب تخطيط العضلات.

6- أعد الخطوات 2، 3، 4، 5 بالنسبة لأقطاب تخطيط الدماغ:

أ- أقطاب أبرية.

ب- أقطاب سطح الجسم.

## الأسئلة والمناقشة

1. ما الفرق في الإستخدام بين الأنواع الثلاثة لأقطاب تخطيط العضلات؟ وما الفرق بين نوع أقطاب تخطيط الدماغ؟
2. هل يمكن إستخدام أقطاب العضلات للدماغ وبالعكس؟ ولماذا؟
3. هل هناك فرق بالحجم بين أقطاب سطح الجسم للعضلات وأقطاب سطح الجسم للدماغ؟ ولماذا؟
4. كيف يتم تثبيت ألاقطاب لمنع حركتها؟
5. ماهي المادة المصنوع منها هذه الأقطاب؟
6. كيف يتم صيانة الأقطاب بمختلف أنواعها ؟ وكيف يتم حفظها منعا للعطب والقطع؟
7. كيف يتم تعقيم الاقطاب بعد الإستخدام؟ وما هي الأنواع أو أجزاء الأقطاب التي يمكن ان تعقم بواسطة جهاز التعقيم Autoclave؟ وأيهم لايمكن؟ ولماذا؟

# الفصل الثالث عشر
# أجهزة قياس ضغط الدم
# وسماعة الطبيب

محتويات الفصل الثالث عشر:


**13–1 تمهيد**

**13–2 ضغط الدم**

**13–3 أجهزة قياس ضغط الدم**

**13–4 سماعة الطبيب**

**تمرين رقم (25) قياس ضغط الدم**

**12–5 صيانة جهازالضغط الزئبقي وسماعة الطبيب**

**الأسئلة والمناقشة.**


**الأهداف:**

**بعد الإنتهاء من هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن:-**

1. **يرسم ويؤشر انواع اجهزة ضغط الدم وسماعة الطبيب**
2. **يميز بين الأنواع المختلفة لأجهزة قياس ضغط الدم.**
3. **يعرف أجزاء أجهزة قياس ضغط الدم.**
4. **يستخدام الأجهزة المختلفة لقياس ضغط الدم الأنقباضي والأنبساطي.**
5. **يقرأ تعليمات اجهزه الضغط الألكترونية الرقمية ثم إستخدامها لقياس الضغوط المختلفة للدم.**
6. **يعرف كيفية صيانة الأجهزة المختلفة لقياس ضغط الدم.**
7. **يعرف أجزاء سماعة الطبيب وكيفية صيانتها.**

# الفصل الثالث عشر

# أجهزة قياس ضغط الدم وسماعة الطبيب

## 13–1 تمهيد

إن قلب الإنسان عبارة عن مضخة تقوم بدفع الدم القادم من الرئتين الى كامل أنحاء الجسم عبر الشرايين ومن ثم تسحب الدم من الجسم وتدفعه للرئتين عبر الأوردة وبشكل منتظم على شكل دورة متتابعة ما بين إنقباض وإنبساط ولتشكل هذه الدورات المتابعة حيث ينبض قلب الإنسان الطبيعي ما معدله (76) في الدقيقة الواحدة، حيث يعد هذا الضغط من أهم المؤشرات الحيوية الضرورية لتقييم جسم الإنسان ومجمل وظائفه الحيوية، وقد دأب العلماء على إبتكار طرق مختلفة لاقتباس هذه الإشارة والحصول عليها بالشكل الأدق الذي يمكن الطبيب من قراءتها وتشخيص الحالة السريرية للمريض بالشكل الأمثل، كما أن إختلال ذلك الضغط (بالزيادة أو بالنقصان) سيؤثر بشكل كبير على حيوية الجسم، خصوصاً ضغط الدم المرتفع الذي قد يمثل إشارة تحذيرية بالإصابة بأمراض خطيرة كثيرة، قد تلحق أضراراً بالغة بأعضاء مختلفة مما يجعل أداءها الوظيفي يتدهور بشكل حرج، إن معدل ضغط الدم يتغير تبعاً لمجموعة من العوامل المهمة كالعمر والجنس والحالة البدنية والنفسية والوقت، بالإضافة إلى ظروف فردية أخرى مختلفة من شخص لآخر.

## 13–2 ضغط الدم

هو القوة المسلطة على جدران الأوعيـــة الدمويـــة من قبل الـــدم خلال مروره بهـــا أو هـــو (قوة دفع القلب للدم في الشرايين)، ويقاس ضغط الدم بوحدات الملمتر– زئبق (mm –Hg) وهناك قيمتان مهمتان لضغط الدم هما:

1 - الضغط الإنقباضي (Systolic pressure): وهو أعلى ضغط مسلط على جدران الأوعيه الدموية وقيمته عند الذكر البالغ (120 mm – Hg).

2- الضغط الإنبساطي(Diastolic pressure):وهوأدنى قوه مسلطة على جدران الأوعية الدموية عند مرور الدم فيها عند إسترخاء عضلات القلب وقيمته للذكر البالغ بحدود (80 mm-Hg).

### إرتفاع ضغط الدم

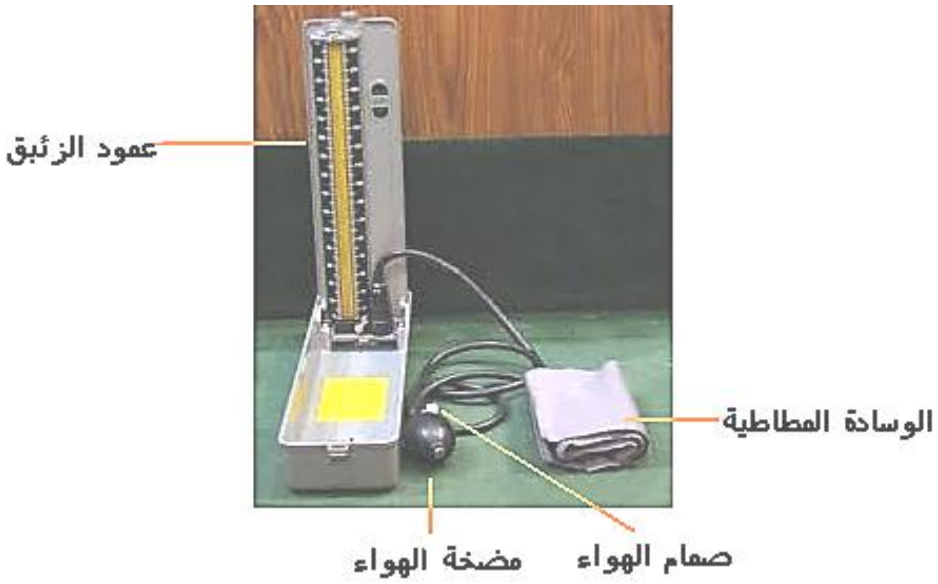
هو الحالة التي يزيد فيها ضغط الدم عن مُعدله الطبيعي، ويوصف ضغط الدم في أغلب الأحيان بأنه مُرتفع إذا تجاوز ضغط الدم الانقباضي وضغط الدم الانبساطي.

## 13–3 أجهزة قياس ضغط الدم

هناك ثلاثه أنواع مختلفة من اجهزه قياس ضغط الدم وهي:

### أ- جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي

شكل (13-1) يوضح أجزاء جهاز ضغط الدم الزئبقي.




**شكل 13-1 أجزاء جهاز ضغط الدم الزئبقي**

### ب- جهاز قياس ضغط الدم الهوائي

شكل (13-2) يوضح أجزاء جهاز ضغط الدم الهوائي.




**شكل 13-2 جهاز قياس ضغط الدم الهوائي**

### جـ - أجهزة قياس ضغط الدم الألكترونية الرقمية

شكل (13-3) يوضح نماذج متنوعة من هذه الأجهزة.




**شكل 13-3 نماذج متنوعة من اجهزة قياس الضغط الالكترونية الرقمية**

تتكون هذه الأجهزة بصورة رئيسة من متحكم دقيق ومتحسس ضغط مع مجموعة من العناصر الإلكترونية. تصنع أغلب هذه المكونات ضمن دوائر متكاملة وتعمل بنظام مشابه لنظام الحاسب الدقيق حيث الدقة والسرعة في قياس الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي ومعدل ضربات القلب. يتميز الجهاز بوجود ذاكرة لخزن القراءات مرفقة بالوقت والتاريخ وتعرض البيانـــات على شاشـــة رقميـة (LCD). حيث سيتم دراسة العناصر الالكترونية ونظام الحاسب الدقيق في المرحلة المقبلة.

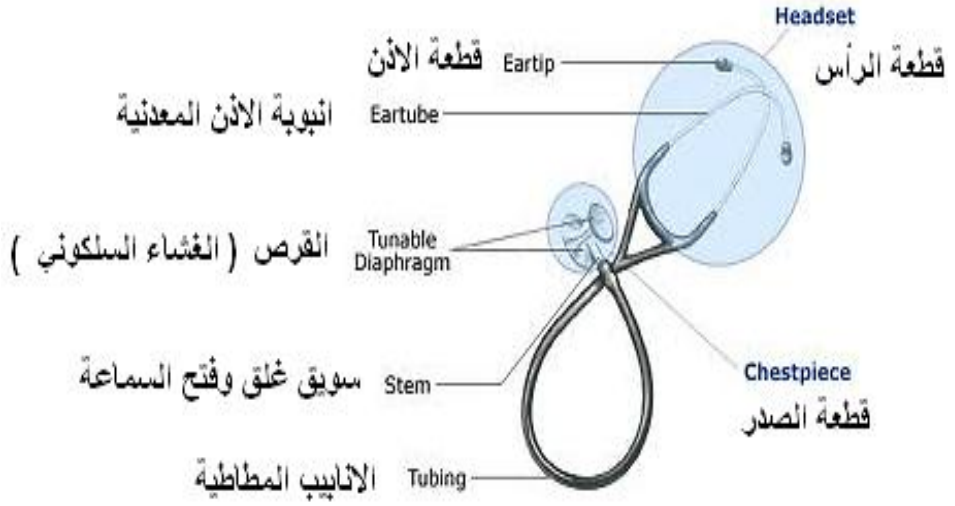
## 13-4 سماعة الطبيب (Stethoscope)

قديماً كان الطبيب يفحص المريض حيث يضع أذانه على صدر المريض لسماع أصوات القلب (الموجات الصوتية) لتشخيص المرض، ثم أستخدم قمع كارتوني توضع قاعدته العريضة على صدر المريض ورأس المخروط في أذن الطبيب، لسماع أصوات القلب وهذه كانت الفكرة الرائدة لصناعة وتطور السماعة الطبية الحديثة والتي تسمى باللاتيني (Stethoscope) وتعني فحص الصدر وأصبحت رمزاً لمهنة الطب.

إن طريقة سماع نبض المريض بواسطة السماعة هو نظام صوتي بحت ليس فيه اي تكبير للصوت ما عدا قد يحدث أثناء انتقال الموجات الصوتية من صدر المريض والى أذن الطبيب خلال عمود الهواء من الخصائص الصوتية.

## أجزاء سماعة الطبيب:

شكل (13–4) يوضح رسم تخطيطي لأجزاء سماعة الطبيب التي تتكون من:




**شكل 13–4 رسم تخطيطي لاجزاء لسماعة الطبيب**

1- قسم أو قطعه الرأس (Head set) والموضح بالدائره الزرقاء الكبيره في الشكل (13-4) ويتكون من:

أ- قطعة الأذن (Ear tip).

ب- إنبوبة الاذن المعدنية(Ear tube).

2-قسم أو قطعة الصدر (Chest piece) والموضحه بالدائره الزرقاء الصغيرة وتتكون من:-

أ- الغشاء او القرص السلكوني المضخم للصوت (Tunable Diaphragm).

ب- سويق غلق السماعه وفتحها (Stem) المتصلة بالانابيب المطاطية.

3 - الانابيب المطاطية (Tubing).

## طريقة عمل سماعة الطبيب:

ومن خلال الرسم الموضح في شكل (13–4) يمكن شرح عمل السماعة كالآتي:

عندما يضع الطبيب قطعتي الأذن بأحكام بأذنيه والمتمثلة بالدائرة الزرقاء الكبيرة ويضع قطعة الصدر المتمثلة بالدائرة الزرقاء الصغيرة على صدر المريض وفوق منطقة القلب مباشرة تنتقل طاقة الموجات الصوتية من القلب الى القرص (الغشاء) السلكوني المثبت بأحكام داخل الحافظة المعدنية فيبدأ بالإهتزاز بتنغم مع أصوات القلب وتنتقل من خلال الانابيب المطاطية والمعدنية المعزولة عن التأثيرات الخارجية الى أذن الطبيب مباشرة، وقد تعاني الموجات خلال انتقالها الى الرنين الصوتي (Resonance) مما يؤدي الى سماعها من قبل الطبيب وكأنها قد تضخمت بالرغم من عدم وجود أي جهاز تكبير ما عدا طاقة الموجات الصوتية الصادرة من القلب.

**ملاحظة:** إن قياس ضغط الدم في الجهازين الزئبقي والهوائي هي نفسها وبنفس تسلسل الخطوات ماعدا أن تحديد قيم الضغط الأنقباضي والأنبساطي في الجهاز الزئبقي حيث تكون الطريقة تسجيل إرتفاع الزئبق أما في مقياس الضغط الهوائي فيتم بواسطة تسجيل قيم المؤشر.

## تمرين رقم (25)

**إسم التمرين:** قياس ضغط الدم (Blood pressure Measurement)

**الهدف من التمرين:** إستخدام الأجهزة المختلفة لقياس ضغط الدم الانقباضي والانبساطي.

**الأجهزة والمواد المستخدمة:** جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي ويتضمن جميع أجزاءه التالية كما موضح في شكل (13-1) وهي:

أ- سماعه الطبيب (Stethoscope).

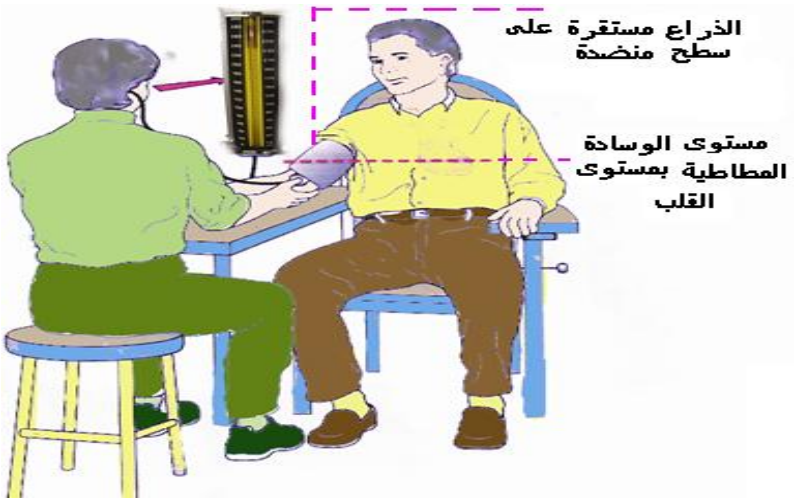
ب- الوسادة الهوائية ( inflatable cuff).

ت- الكرة المطاطية (Squeezable bulb).

ث- مقياس الضغط الزئبقي (Manometer) بالإضافة الى توصيلاتها المختلفة.

**خطوات العمل:**

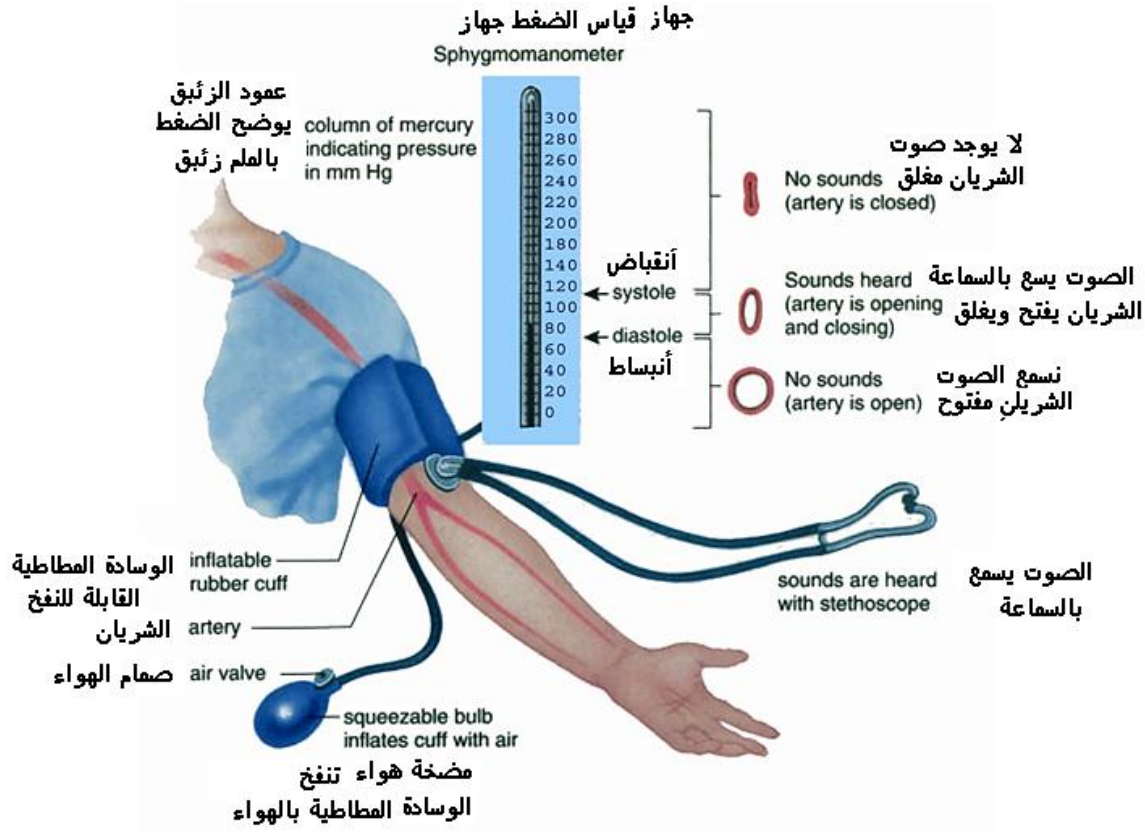
1- يطلب المدرس من احد الطلبة الجلوس أمام كرسي ووضع يده اليسرى على طاولة بحيث تكون بإرتفاع مستوى القلب كما في شكل (13-5).




**شكل 13-5 طريقة الجلوس وأخذ قياس ضغط الدم**

2- يفتح جهاز قياس الضغط الزئبقي وتوصل جميع اجزاءه معآ آذا كانت غير موصلة.

3- يضع السماعة على الأذنين، بعد تثبيت الوسادة الهوائية على اليد فوق المرفق. شكل (13-6) يوضح طريقة القياس بواسطة جهاز قياس الضغط الزئبقي.




**شكل 13-6 طريقة القياس بواسطة جهاز قياس الضغط الزئبقي**

4- تثبت لاقطة السماعة اسفل حافة الوسادة الهوائية على موقع الشريان.

5- يغلق الصمام الأبري في الكره المطاطية ويفتح قفل الزئبق المثبت في نهاية مقياس الزئبق.

6- يضخ الهواء من خلال الكره المطاطية الى الوسادة حتى ينقطع الصوت في سماعه الاذن اي يتوقف جريان الدم في الشريان.

7- نفتح الصمام الأبري ببطء لتفريغ الهواء تدريجياً حتى نسمع صوت جريان الدم في الشريان ونسجل بنفس الوقت إرتفاع عمود الزئبق الذي يمثل الضغط الأنقباضي.

8- نستمر في تفريغ الهواء ببطء من خلال الصمام الأبري حتى يتغير نبرة الصوت او ينقطع نهائياً بحيث لانسمع اي صوت وبنفس الوقت نسجل قراءة المقياس لتسجيل قيمة الضغط الأنبساطي.

9- تعاد الخطوات اعلاة باستخدام جهاز قياس ضغط الدم الهوائي شكل (13-7) يوضح طريقة استخدام جهاز قياس ضغط الدم الهوائي.



**شكل13-7 طريقة استخدام جهاز قياس ضغط الدم الهوائي**

10- تشكل مجاميع من الطلاب لاتتجاوز ثلاثه طلبة لأعادة التمرين ورسم الجهاز وأجزاءه لنوعي جهاز قياس الضغط الزئبقي والهوائي.

11- توزع عدد من اجهزة قياس الضغط الألكترونية على نفس المجاميع لقراءتها ثم شرحها للمشـــرف وبعدها تستخدم بالتتابع لقياس الضغط الأنقباضي و الأنبساطي و نبضات القلب. ثم ترسم مع التأشيـــــر.

**ملاحظة:-** بعد الإطلاع على تعليمات جهاز قياس ضغط الدم الإلكتروني الرقمي، وفهمها قم باستخدام هذا الجهاز لقياس ضغط الدم الأنقباضي والأنبساطي ومعدل ضربات القلب.

## 13-5 صيانة جهاز الضغط الزئبقي وسماعة الطبيب

جهاز الضغط الزئبقي:-

لصيانة او ادامة اي جهاز طبي وخاصة جهاز الضغط (لإحتوائه على اجزاء معدنية وزجاجية ومطاطية) ولإطالة عمر عمل الجهاز يجب إتباع الآتي:

1- الإستعمال الصحيح ومداولة الجهاز بعناية لانه قابل للعطب والكسر بسهولة.

2- الخزن الصحيح في المكان الذي لاتصله أشعة الشمس المباشرة أو الغبار.

3- وضع الجهاز في حافظته الخاصة وبالترتيب الصحيح بدون ثني اجزائه المطاطية.

4- الإدامه الدورية والتنظيف المستمر مع فتح سجل خاص يذكر فيه نوع الجهاز وتاريخ الإدامه الدورية.

**خطوات الصيانة الدورية للجهاز:-**

1- بواسطة النظر نفحص جميع الأنابيب المطاطية وملاحظة أي فطور أو ثقوب بسبب سوء الإستخدام أو تقدم الزمن ونستبدل العاطل منها بنفس النوع ونفس الطول.

2- وبنفس الطريقة نفحص الاجزاء المعدنية والزجاجية (مقياس الضغط) والبحث عن إنبعاج أو فطور ونستبدل العاطل باخر من نفس النوع.الشكل (13–8) يوضح نماذج من أجهزة ضغط الدم الزئبقية.



**شكل 13–8 نماذج من اجهزةضغط الدم الزئبقية**

3 - التأكد من عمل الكرة المطاطية واشتغال الصمام الهوائي المعدني المثبت في نهاية الكره المطاطية وإستبداله بآخر إذا كان عاطلاً ثم التأكد من مفتاح غلق وفتح ضغط الهواء الموجود في النهاية الأخرى وذلك بالضغط عليها مع سد الصمام بالإبهام وإذا كان لايشتغل يستبدل بآخر من نفس النوع والحجم.

4 - التأكد من عدم وجود ثقوب أو تمزق في الوساده الهوائية وإستبدالها بأخرى إن وجدت.

5 - ملاحظة سلامة وإشتغال مفتاح غلق وفتح وعاء الزئبق الموجود في نهاية انبوبة قياس الزئبق.

6 - وأخيراً التاكد من عمل الجهاز وذلك باستعماله في أيجاد الضغط الإنقباضي والإنبساطي لأحد الطلبة ثم حفظه في الغلاف المدني الخاص به بطريقه سليمه وغلق العلبه وحفظها في المكان المخصص لذلك.

**إستبدال الزئبق:**

عند ملاحظة كرات صغيرة من الزئبق في حافظة الجهاز (أو ملاحظة إسوداد الإنبوبة الزجاجية) نستبدل الزئبق بآخر لأن نقصان كمية الزئبق تعطي قراءة خاطئة وكذلك اسوداد انبوبة القياس وحسب الخطوات التالية:

1-إستخدام عدة الإستبدال الخاصة بجهاز الضغط أو البدائل المناسبة ونبدأ بغلق مفتاح وعاء الزئبق لإبقاءه في داخل الوعاء. ثم إزالة كرات الزئبق بواسطة الجهاز الخاص (كرة مطاطية متصلة بإنبوبة زجاجيه صغيرة ).

2-تفكيك الأنابيب المطاطية وانبوبة القياس الزجاجية بعد فك صامولة الربط الموجود في أعلى الإنبوبة.

3-سكب الزئبق في الوعاء الخاص بتأني والحرص على عدم تناثرة لأن بخار الزئبق مضر عند إستنشاقه وتسليم الوعاء الحافض للزئبق لمشرف المختبر.

4-تنظيف الإنبوبة بواسطة قطعة قماش صغيرة مناسبة مربوطة بسلك من وسطها وإدخال السلك أولاً داخل الإنبوبة ثم سحبه لتقوم قطعة القماش بتنظيف الإنبوب وإزالة الإسوداد وإعادة العملية عدة مرات للتأكد من نظافة الانبوبة.

5-تضاف الكمية القياسية الجديدة من الزئبق الى داخل الوعاء بحذر ودقة بإستخدام العدة المناسبـــة لذلك.

6-إعادة الأنابيب المطاطية والإنبوبة الزجاجية بعد إستبدال الحشوات البلاستيكية (الواشرات) ثم ربط صامولة التثبيت، يفضل إستخدام الكفوف المطاطية عند إستبدال الزئبق أو تنظيف الإنبوبة الزجاجية.

نقوم بقياس الضغط الانقباضي والانبساطي للتأكد من صحة ودقة الجهاز قبل اعادته الى الحافظة.

أما صيانة جهاز الضغط الهوائي الموضح في الشكل (13–9) فهو مشابه لجهاز الضغط الزئبق عدا إستبدال المقياس الهوائي الدائري (pressure Gage) إذا وجد عاطلاً (عدم تحرك مؤشر المقياس بوجود الضغط ).




**شكل 13– 9 جهازالضغط الهوائي**

**صيانة سماعة الطبيب:**

الشكل (13–4) وضح سابقا أجزاء سماعة الطبيب والشكل (13–10) يوضح نماذج من السماعة الطبية ويكون تسلسل صيانتها كما يلي:-




**شكل 13–10 يوضح نماذج من سماعه الطبيب**

1- ملاحظة الأنابيب البلاستيكية وإستبدالها بأخرى بنفس المواصفات عند وجود إنبعاج أو تشقق.

2- ملاحظة الأجزاء المعدنية وإستبدالها عند وجود إنبعاج أو التواء.

3- التاكد من سلامة قطعة الإذن البلاستيكية وعدم وجود أي شرخ وإنها مثبته جيداً لتحسين تضخيم صوت نبضات القلب وإستبدالها أو تنظيفها عند وجود دهون أو أوساخ.

4- فحص القرص السلكوني المسؤول عن تضخيم الصوت بسبب تذبذبه مع نبضات القلب وإستبداله عند وجود إعوجاج أو تكسرات أو خدوش عميقه وتثبيته باحكام في موقعه بواسطه غطائه الخارجي.

5- بعد الإنتهاء من معاينه السماعة وصيانتها توضع داخل غلافها الكارتوني بصورة صحيحة بدون إنبعاج أو ثنيها بشده وتحفظ في مكان مناسب لا تصله أشعة الشمس المباشره أو الغبار.

## الأسئلة والمناقشة

1. عرف ما يلي: الضغط الأنقباضي، الضغط الإنبساطي، إرتفاع ضغط الدم.
2. ما فائدة قياس ضغط الدم؟
3. عدد أنواع أجهزة قياس ضغط الدم؟
4. ما فائدة مفتاح غلق الزئبق وما فائدة الصمام الأبري؟
5. قم بتفكيك جهاز قياس الضغط الهوائي ثم إعد تركيبه.
6. ماذا يحدث اذا ما تسرب قسم من الزئبق؟ وماذا تفعل؟
7. إشرح طريقة عمل سماعة الطبيب مع رسم أجزاءها
8. كيف يتم ادامة كل من: أ- جهاز الضغط الزئبقي؟ ب – السماعه الطبية؟
9. ما هي اهم اعطال جهازي الضغط والسماعه الطبية؟
10. ماذا تفعل عند مشاهدة اسوداد في انبوبة قياس الضغط الزجاجية؟
11. ماذا تفعل اذا وجدت ثقوب أو انبعاج في السماعه الطبية؟
12. عدد تسلسل اجراء عملية صيانة وادامة كل من جهازي:
    أ- سماعة الطبيب مع الرسم.
    ب- جهاز قياس الضغط الزئبقي مع الرسم.
13. ما هو الفرق الاساسي بين جهازي الضغط الزئبقي والهوائي؟

# الفصل الرابع عشر

# أشباه الموصلات

**محتويات الفصل الرابع عشر:**


**14-1 أشباه الموصلات.**

**14 -2 شبه الموصل نوع (N) N-type Semi Conductor .**

**14-3 شبه الموصل نوع (P) P-type Semi Conductor .**

**14 -4 الثنائي البلوري.**

**14-5 دائرة خواص الثنائي في الإنحياز الأمامي.**

**تمرين (26). الأنحياز الامامي في الثنائي**

**الاسئلة والمناقشة**

**14-6 دائرة خواص الثنائي في الإنحياز العكسي.**

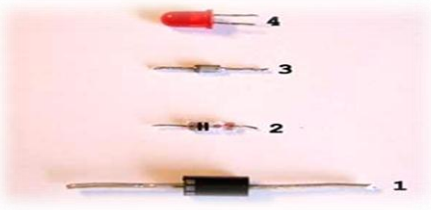
**تمرين (27). الأنحياز العكسي للثنائي**

**الاسئلة والمناقشة**


**الأهداف:**

**بعد الإنتهاء من هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن:**

1. **يتعرف على التركيب الداخلي للثنائي البلوري.**
2. **ينفذ دائرة خواص ثنائي السليكون بالاتجاه الأمامي والعكسي.**
3. **يرسم منحني الخواص لثنائي السليكون بالاتجاه الأمامي والعكسي.**
4. **يتعلم كيفية فحص الثنائي ويحدد طرف الأنود وطرف الكاثود.**

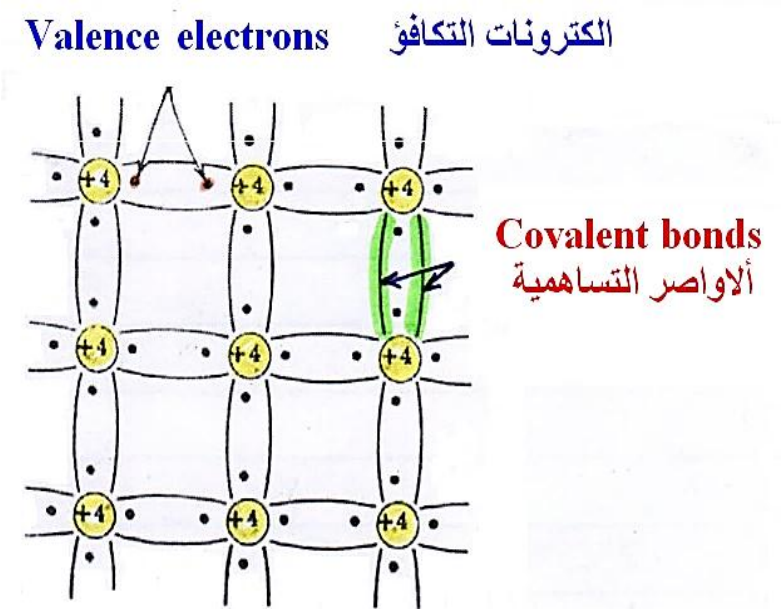


# الفصل الرابع عشر

# أشباه الموصلات

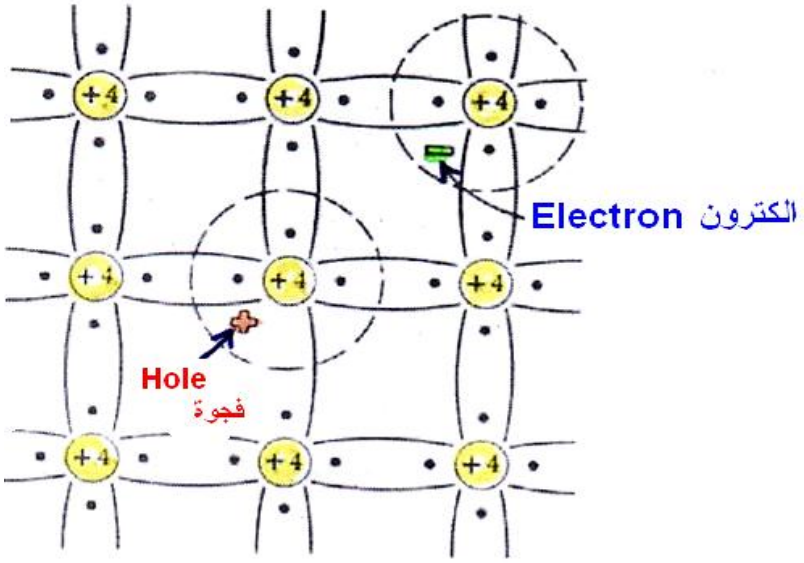
## 1-14 أشباه الموصلات (Semi Conductors)

وهي تلك المواد التي تستطيع توصيل التيار الكهربائي تحت ظروف معينة. ولا يمكن إعتبارها مواد عازلة أوموصلة لأنها تمتلك صفات تقع بين هذين الصنفين لذلك سميت بالمواد شبه الموصلة. ومن أكثر العناصر شبه الموصلة شيوعاً وإستخدامها في التطبيقات الإلكترونية هي الجرمانيوم (Ge)، والسيليكون (Si) ففي ذرة السيليكون مثلا 14 إلكترونا تتوزع على ثلاث مدارات يحتوي المدار الخارجي على 4 الكتروناتسمى الكترونات التكافؤ (Valence Electrons) والتي تميز خصائص العنصر الكيميائية والفيزيائية.وترتبط الكترونات التكافؤ للذرات المتجاورة بروابط تساهمية ( Covalent bonds) والشكل (14– 1) يوضح كيفية ارتباط الكترونات الذرات المتجاورة بأواصر تساهمية.




**شكل14–1 بلورة أشباه الموصلات توضح الأواصر التساهمية**

وعند زيادة درجة حرارة السيليكون مثلاً تستطيع بعض الإلكترونات الإنفلات من الرابطة التساهمية وتتحررمن الذرة الأم، وبإزدياد عدد الإلكترونات الحرة يتكون تيار وفي هذا الظرف يصبح العنصر موصلاً، نستنتج مما سبق إن السيليكون في درجة الصفر المطلق عازل جيد ولكن بإرتفاع درجة الحرارة يصبح موصلاً. كما مبين بالشكل (14–2) والذي يبين كيفية تحرر الإلكترون وتكوين فجوة (Hole).




**شكل 14- 2 كيفية تحرر إلكترون وتكون فجوة**

**وتقسم أشباه الموصلات بالنسبة للتركيب الداخلي الى نوعين:**

**1- أشباه موصلات نقية (Intrinsic Semi Conductors):**

وهذا النوع لا يستخدم في الصناعة وذلك لأن زيادة حاملات الشحنة يعتمد على إرتفاع درجة الحرارة.

**2- أشباه موصلات غير نقية (Extrinsic Semi Conductors):**

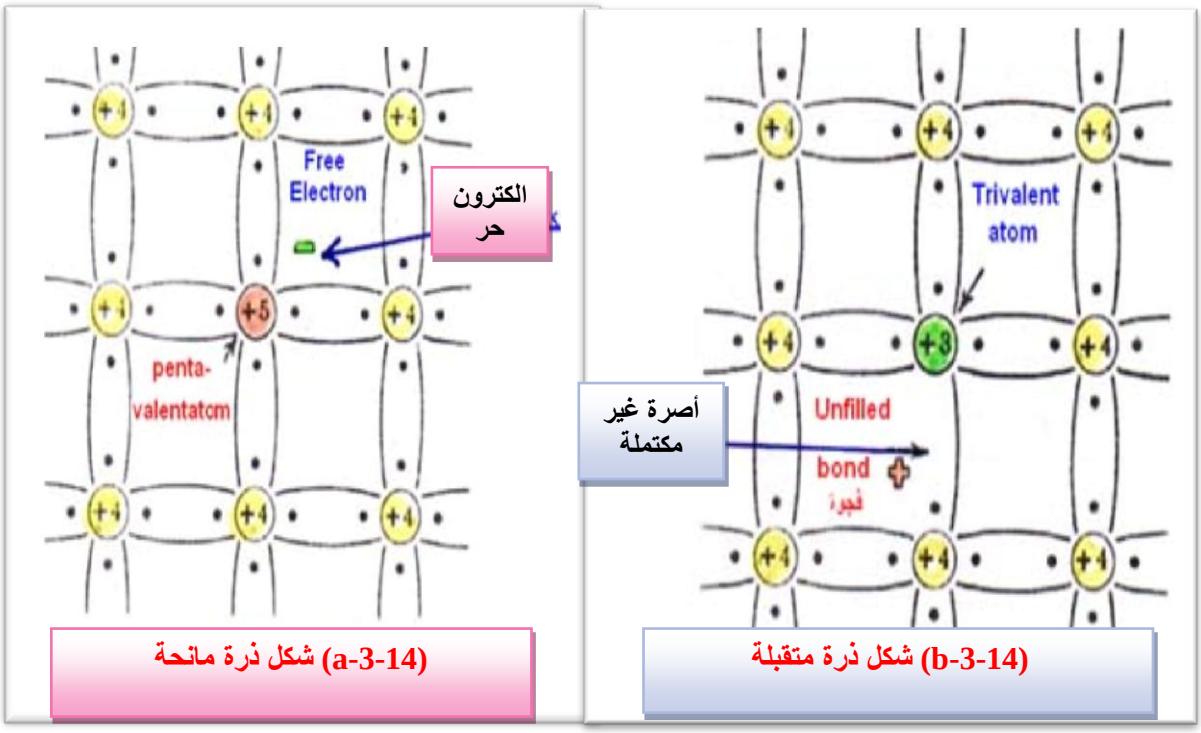
ونحصل عليها من عملية تدعى التطعيم أو الحقن وهي إضافة كمية من الشوائب الى الشبه موصل وبناءً على نوع الشوائب المضافة لشبه الموصل يمكن تصنيف توصيف شبه الموصل غير النقي الى نوعين سالب (N) وموجب (P).

## 2-14 شبه الموصل نوع N - type Semi Conductor (N)

ويصنع من إضافة شوائب خماسية التكافؤ (لها خمسة الكترونات تكافؤ) إلى الجرمانيوم أو السيليكون مثل (الزرنيخ، الأنيتمون، الفسفور). إن الذرات خماسية التكافؤ تضيف إلكتروناً حراً إلى البلورة وتسمى ذرات مانحة (donor) (ترتبط 4 إلكترونات مع الذرة بأواصر تساهمية ويبقى الإلكترون الخامس من العنصر الشائب حراً).

## 3-14 شبه الموصل نوع P- Type Semi Conductor (P)

نحصل على هذا النوع من إضافة مـــادة ثلاثية التكافـــؤ (أي لها 3 الكترونات تكافؤ) مثـــل عنصـــر(الانديوم، البورون، الألمنيوم، إلى السيليكون أو الجرمانيـــوم) وبما أن الذرات الثلاثية التكافـــؤ تضيف فجـــوة الى البلورة فإنها تسمى ذرات قابلة (Acceptor) ترتبط 3 الكترونات مـــن كلتا الذرتين بأواصر تساهمية وتبقى فجوة (Hole) والشكل (14- 3–a) يوضح ذرة مانحة خماسية التكافؤ والشكـــل (14- 3–b) يوضح ذرة متقبلة ثلاثية التكافؤ.

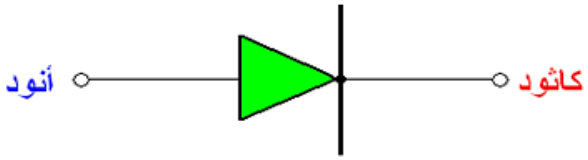



شكل ذرة مانحة (a-3-14)

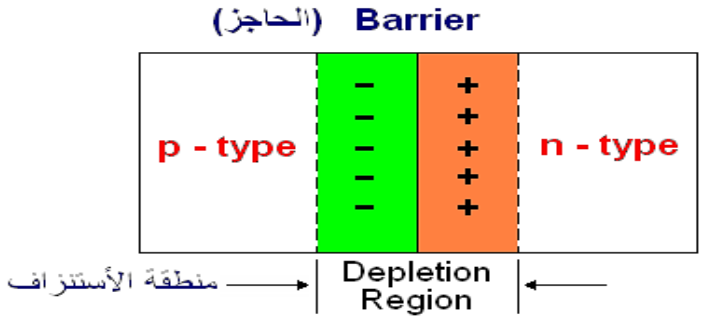
شكل ذرة متقبلة (b-3-14)

## 4-14 الثنائـــي البلوري (Diode)

عند توصيل شبه الموصل مـــن نـــوع (N) مع أخر مـــن نـــوع (P) تنجذب الإلكترونـــات الحـــرة في الجزء (N) نحو الفجوات القريبة من الحاجز الفاصل في الجزء (P) وتتحد معها. وتسمى منطقة الحاجز بمنطقة الإستنزاف. إن عملية انتقال مزيد من الإلكترونات والإتحاد مع مزيد من الفجوات لن تستمر بسبب تكون جهد الحاجز وهو يساوي حوالي (0.7V) فـي عنصر السيليكون و (0.3V) في عنصر الجرمانيـــوم يرمـــز للثنائي بالرمز التالي وهو يتكون من أنـــود موجب وكاثـــود سالب.



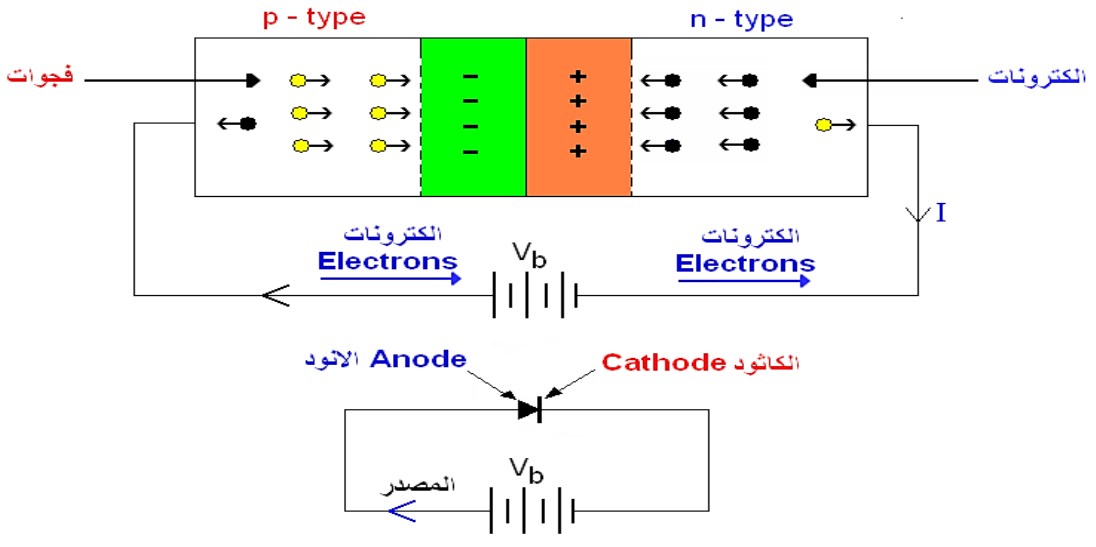
والخلاصة يمكن تعريف الثنائي بأنه مكون من طرفين هما الكاثـود والأنـود، يسمح بمرور التيار فـي إتجاه واحد ويمنعه بالإتجاه الآخر. ويمر التيار خلال الثنائي عندما يكـون الأنـود موجباً نسبة إلى الكاثـود وهو ما يسمى بالإنحياز الأمامي ولا يمر تيار عندما يكون الكاثود موجباًنسبة للأنـود وهو ما يسمى بالانحياز العكسي (Reverse bais) والشكل (14 –4) يوضح جهد الحاجز ومنطقة الإستنزاف في الثنائي.




**شكل 14–4 منطقة ألاستنزاف في ثنائي الوصلة P – N**

## 5-14 دائـرة خواص الثنائي في الإنحياز الأمامي (Forward Bias)

يكون الثنائي منحازاً أمامياً أذا كان القطب الموجب للمصدر موصلاً بالطرف الموجب من الثنائي (P) و القطب السالب للمصدر موصلا بالطرف السالب للثنائي (N). وبمـا أن الشحنات المتشابهة تتنافر لذلك فـإن الفجوات تتنافـر مـن القطب الموجب للبطاريـة وتنجذب نحو منطقة الإستنزاف، وكذلك الحال بالنسبة للالكترونـات بالجانب الآخر. وإذا زاد جهد المصدر على (0.7V) فـي السيليكـون و (0.3V) فـي الجرمانيـوم فإن الجهد الخارجي سوف يتغلب على جهد الحاجز ويتولد تيار عال وتكون مقاومة الثنائي صغيرة جداً. الشكل (5–14) يوضح كيفية ربط الثنائي بجهد المصدر في الإنحياز الأمامي.




**شكل (13- 5 ) ألانحياز ألامامي للثنائي (Forward Bias )**

## تمرين رقم (26)

**إسم التمرين:** ألانحياز ألامامي في الثنائي (Forward Bais).

**الهدف من التمرين:** دراسة وقياس ورسم خواص الثنائي في الإنحياز الأمامي.

**الأجهزة والمواد المستخدمة:**

1- مجهز قدرة، جهد مستمر.

2- جهاز قياس الفولتية (V) فولتميتر.

3- جهاز قياس التيار أميتر.

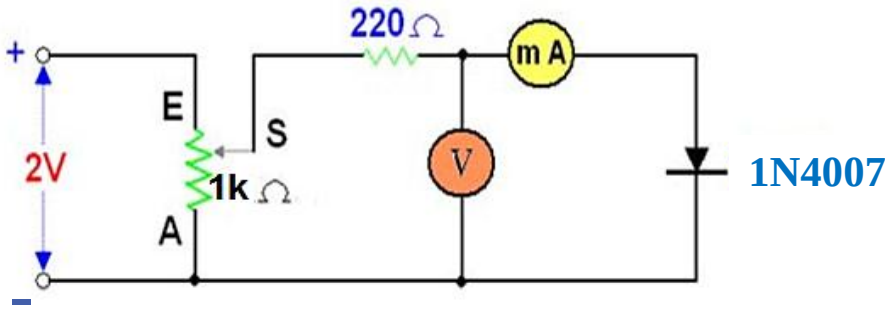
4- مقاومة 220Ω .

5- ثنائي سيليكون (1N 4007).

6- مقاومة متغيرة (1 kΩ).

7- لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل a–6–14**

**خطوات التمرين:**

1- أبن الدائرة كما موضح بالشكل (a–6-14).

2- أضبط مجهز القدرة المستمر على جهد مقداره (2V) ثم صله بالدائرة.

3- غير بقيم الجهد ($V_f$) طبقا لما موضح بالجدول أدناه.

3- سجل قيم التيار لكل قيمة من الجهد ($V_f$) في الجدول، وذلك بواسطة جهاز قياس التيار الأمبيرميتر.

**النتائج:**

| $V_f$ | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_f$ | | | | | | | | | mA |

**جدول 14-1 النتائج المستحصلة في الانحياز الأمامي**

**أسئلة ومناقشة:**

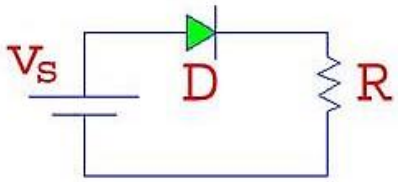
1- بالإعتماد على القيم والنتائج التي حصلت عليها في الجدول أعلاه إرسم منحني الخواص بالإتجاه الأمامي لثنائي السيليكون؟

2- لماذا يزداد جهد الدايود $V_D$، قليلاً فوق (0.7 V) مع زيادة جهد المصدر؟

الجواب/ وذلك بسبب مقاومة الدايود الداخلية والتي تستهلك جزءاً صغيراً من الجهد ويمكن حسابها كالآتي:

$$\mathbf{rd} = \frac{\Delta \mathbf{V_D}}{\Delta \mathbf{I_D}}$$

3- في الدائرة التالية:




إحسب كمية التيار المار في الدائرة؟

الجواب/ بإستخدام قانون كيرشوف للجهود:

$$\mathbf{V_D + V_R - V_S = 0}$$

$$\therefore \ \mathbf{V_R = V_S - V_D}$$

إن التيار المار في المقاومة هو نفسه التيار المار بالدايود لأنهما متصلان على التوالي لذلك:

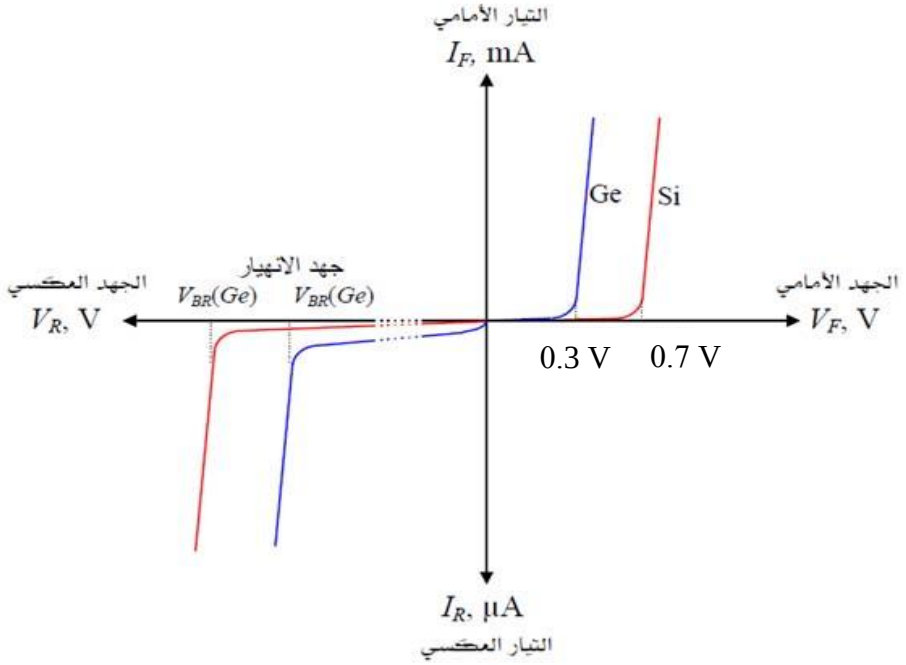
$$\mathbf{I_D = \frac{V_R}{R}}$$

$$\mathbf{I_D = \frac{V_S - V_D}{R}}$$

وحيث أن $V_D = 0.7$ V فيصبح القانون كآلاتي:

$$\mathbf{I_D = \frac{V_R - 0.7}{R}}$$

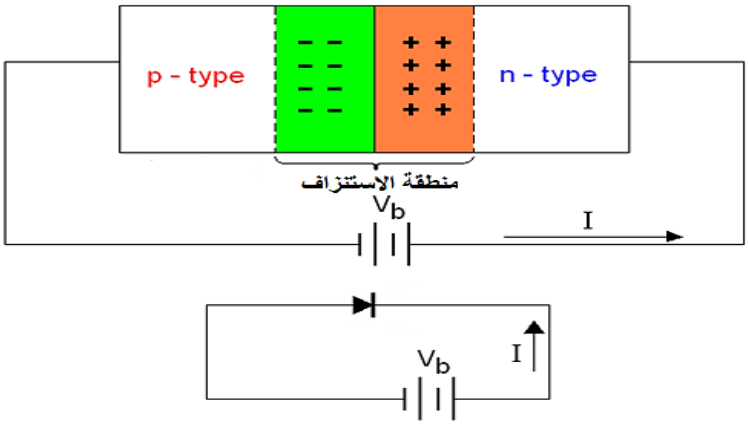
شكل (14-6-b ) يوضح الخواص الامامية والعكسية للدايود




**شكل 14-6–b الخواص ألامامية والعكسية للدايود**

## 14-6 خواص الثنائي في ألانحياز العكسي (Reverse Bias)

يكـون الدايــود منحازاً عكسياً أذا كــان القطب الموجب للمصــدر موصلاً بالقطب السالب للثنائي والقطب السالب للمصدر موصلاً بالقطب الموجب للثنائي. وبما إن الشحنات المختلفة تتجاذب فإن الإلكترونات الحرة تنجذب نحو الطرف الموجب للمصدر وتنجذب الفجوات نحو الطرف السالب للمصدر. وبالنتيجة تزداد منطقة الإستنزاف إتساعاً، ولا يمر سوى تيار ضئيل جداً يقـــاس بالمايكـــرو أمبيـــر (يسمى تيار التسرب) والشكل (14–7) يوضح كيفية ربط الدايود في الإنحياز العكسي ونلاحظ إتساع سمك منطقة الإستنزاف.




**شكل 14–7 الإنحياز العكسي الثنائي**

## تمرين رقم (27)

**إسم التمرين:** الإنحياز العكسي للثنائي (Reverse Bias).

**الهدف من التمرين**: دراسة وقياس ورسم خواص الثنائي في الإنحياز العكسي.

**الأجهزة والمواد المستعملة**:

1- مجهز قدرة مستمر.

2- جهاز قياس الفولتية (فولتميتر).

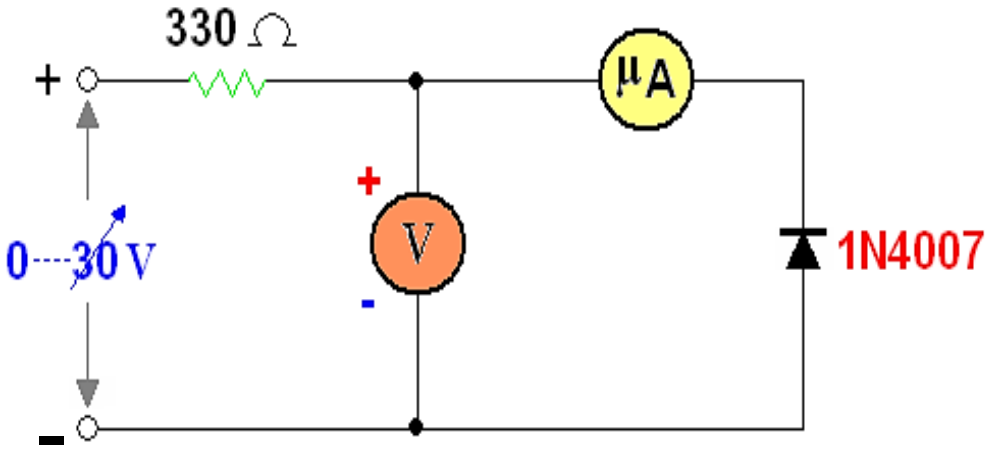
3- جهاز قياس التيار(أميتر).

4- مقاومة (330 Ω).

5- ثنائي سيليكون (1N4007).

6- لوحة تمرين.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 8-14 يوضح دائرة الانحياز العكسي**

**خطوات العمل:**

1- أبن الدائرة كما موضح بالشكل (8-14).

2- صل مجهز القدرة بالدائرة.

3- قم بتغيير الجهد ($V_r$) طبقا للجدول أدناه وسجل قراءة التيار ($I_r$) لكل قيمة جهد ($V_r$) بالجدول بإستخدام جهاز الأمبيرميتر.

.

**النتائج:**

| $V_r$ | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_r$ | | | | | | | | | | | µA |

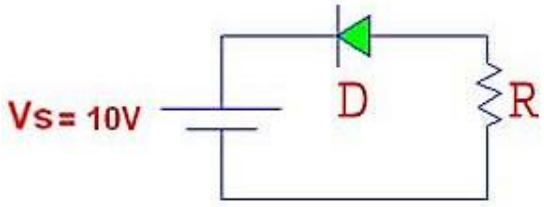
جدول 14-2 النتائج المستحصلة في الانحياز العكسي

**أسئلة ومناقشة:**

1- إرسم منحني الخواص بالإعتماد على النتائج التي حصلت عليها من الجدول أعلاه.

2- ماهو سبب عدم مرور تيار عندما يكون الثنائي في حالة إنحياز عكسي.

3- في الشكل أدناه. إحسب قيمة التيار المار بالدائرة.



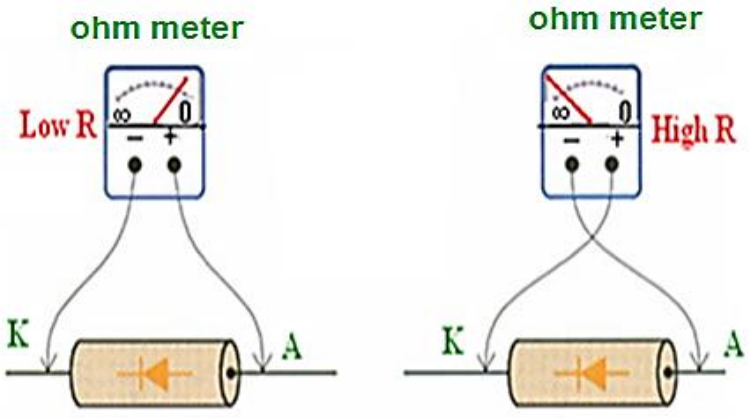

**الجواب/ بما أن الثنائي في حالة انحياز عكسي لذلك:**

$I_D = I_R = O$

$V_D = O$

$V_R = V_S = 10V$

**4 –** إفحص عدة ثنائيات مختلفة الانواع بواسطة جهاز الأوميتر وحدد طرف الانود وطرف الكاثود، حيث تكون قراءة قياس المقاومة (Ω) صغيرة جدا في الإتجاه الأمامي، وبالإتجاه العكسي تكون عالية جداً كما موضح في الشكل أدناه، وهل توجد طريقة أخرى لمعرفة الأنود والكاثود في حالة عدم إستعمال جهاز الفحص؟




شكل 14-4 يوضح كيفية فحص الثنائي

# الفصل الخامس عشر
# ثنائي الزينر

**محتويات الفصل الخامس عشر:**


**15–1 ثنائي الزينر.**

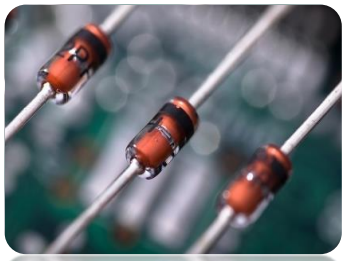
**تمرين رقم (28) خواص ثنائي الزينر.**

**أ- الإنحياز الأمامي (Forward bias).**

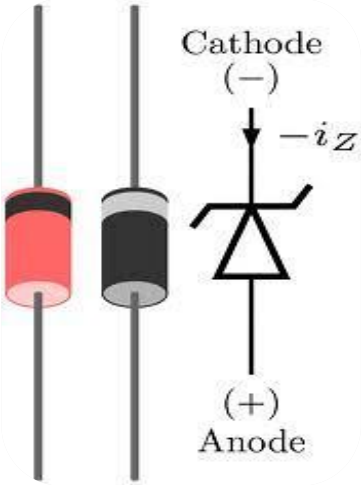
**ب- الإنحياز العكسي (Reverse bias).**

**15–2 إستعمالات ثنائي الزينر.**

**تمرين رقم (29) ثنائي الزينر كمنظم للجهد.**

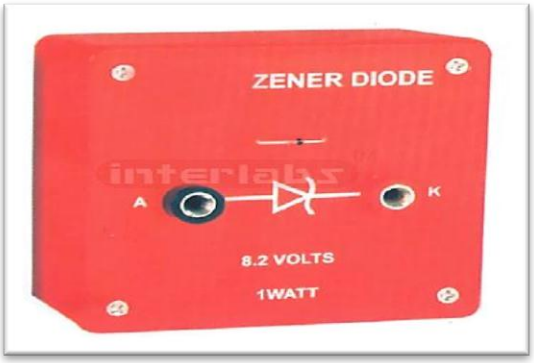



**الأهداف:**




**بعد الإنتهاء من هذا الفصل يكون الطالب قادرا على أن:**

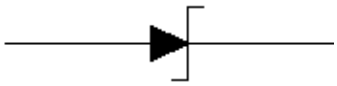
1. **يفهم التركيب الداخلي لثنائي الزينر.**
2. **ينفذ دائرة خواص ثنائي الزينر.**
3. **يرسم منحني خواص ثنائي الزينرفي الانحياز الأمامي وفي الانحياز العكسي.**
4. **يتعرف على كيفية عمل دائـرة ثنائي الزينر كمنظم جهد وينفذ الدائرة ويقوم بالقياسات والحسابات المطلوبة للتمرين ويرسم العلاقة بين الجهد والمقاومة.**



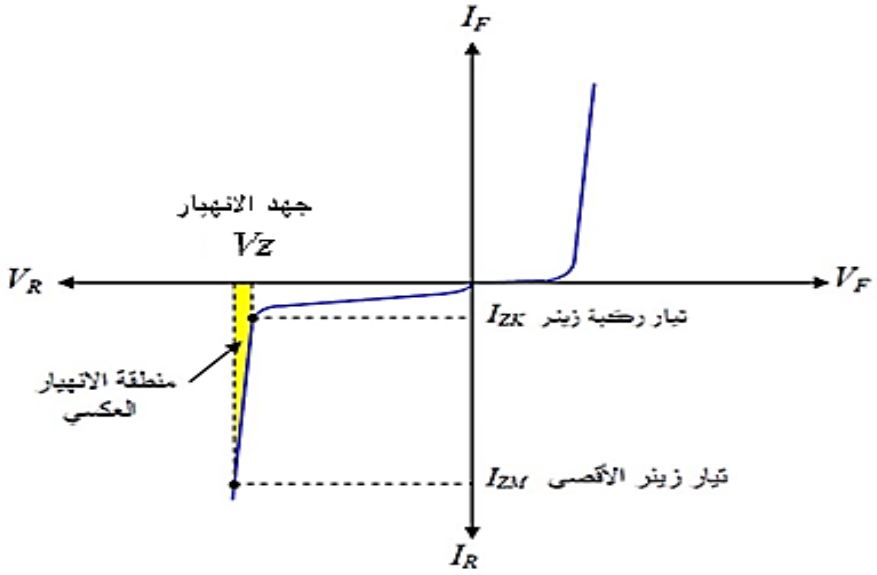
# الفصل الخامس عشر
# ثنائي الزينر

## 1-15 ثنائي الزينر (Zener Diode)

تظهر خواص الزينر في حالة الإنحياز العكسي، أما في الإنحياز الأمامي هو يعمل كثنائي إعتيادي ويستخدم في الدوائر الالكترونية وبالذات دوائر تنظيم الجهد. عند تسليط جهد الإنحيازعلى الزينر سوف يمر تيار ضئيل يسمى (تيار التسرب العكسي) ($I_{CO}$) ولكن عند زيادة الجهد العكسي المسلط بالدرجة الكافية لإنهيار الوصلة سوف يمر تيار عال بينما يبقى الجهد على طرفي الزينر ثابتا مهما إزدادت الفولتية المسلطة عليه. يسمى جهد انهيار الزينر ($V_z$) وتختلف فولتية انهيار الزينر بحسب كمية الشوائب المضافة اليه، ويتوجب وضع مقاومة بالتوالي مع الزينر لتحد من قيمة التيار المار خلاله وحتى لايؤدي الى إرتفاع درجة حرارته ومن ثم تلفه. ويرمز ثنائي الزينر بالرمز:



وإذا تمكنا من أن نتحكم في قيمة جهد الإنهيار فإننا نكون قد توصلنا الى قطعة الكترونية مهمة جداً في تثبيت وتنظيم الجهد. فثنائي الزينر ماهو إلا ثنائي يتم تحديد قيمة جهد الإنهيار عند قيمة معينة حسب الحاجة إثناء عملية التصنيع والشكل (1–15) يوضح خصائص الزينر بشكل منحنى خواص حيث ($V_z$) تمثل جهد الانهيار.




شكل 15–1 منحنى خواص (تيار- جهد) ثنائي الزينر

## تمرين رقم (28)

**إسم التمرين:** خواص ثنائي الزينر.

**الهدف من التمرين:**

1- دراسة خواص ثنائي الزينر.

2- رسم منحنى خواص الزينر.

**الأجهزة والمواد المستعملة**

1- مجهز قدرة، جهد مستمر.

2- جهاز قياس الفولتية (فولتميتر).

3- جهاز قياس التيار (أميتر).

4- ثنائي زينر (6.2 V).

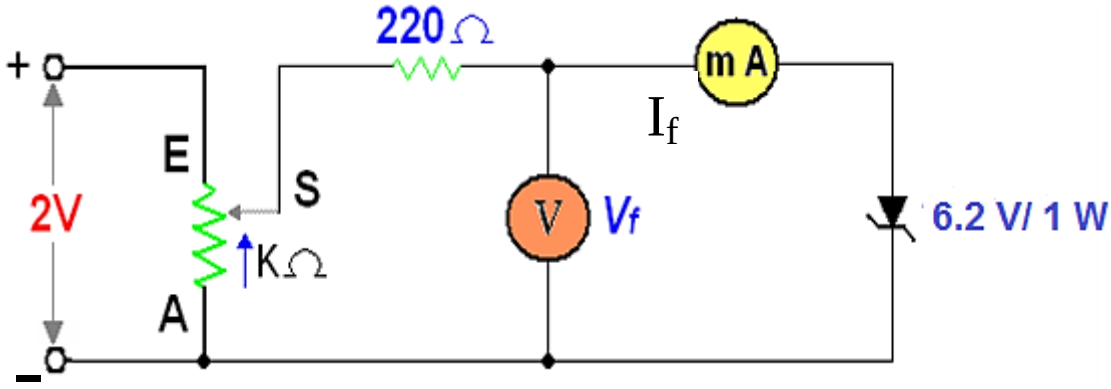
5- مقاومة 220Ω.

6- مقاومة متغيرة (1 kΩ).

7- لوحة تمرين.

**أ- الإنحياز الأمامي (Forward bias):**

رسم الدائرة الكهربائية:




**شكل 2-15 الإنحياز الأمامي لثنائي الزينر**

**خطوات العمل:**

1- إربط الدائرة كما موضح بالشكل أعلاه (2-15).

2- إضبط مجهز القدرة على (2V) ثم صله الى الدائرة وأحصل منه على قيم الفولتية ($V_f$) المسجلة في الجدول (15–1)، ثم سجل قراءة التيار (If) لكل قيمة جهد ($V_f$) في الجدول.

**النتائج:**

| $V_f$ | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | V |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_f$ | | | | | | | | | mA |

**جدول 15–1 النتائج المستحصلة في الانحياز الأمامي**

**ب- الإنحياز العكسي (Reverse bias):**

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1- مجهز قدرة مستمر.

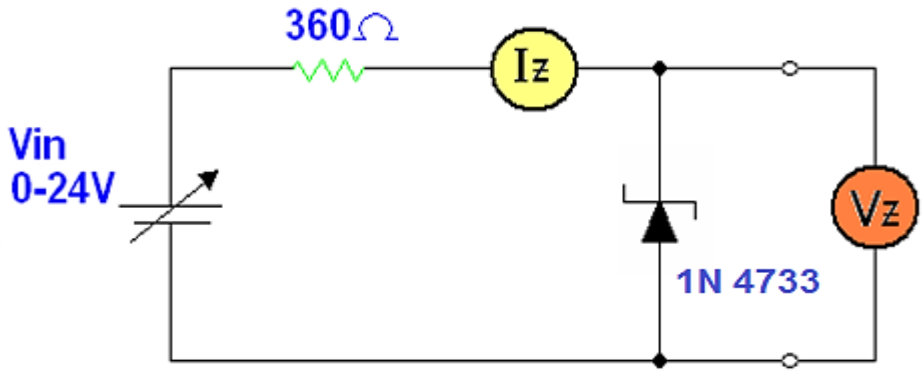
2- جهاز قياس الفولتية (فولتميتر).

3- جهاز قياس التيار (أميتر).

4- زينر دايود (1N4733).

5- مقاومة 360 Ω.

**رسم الدائرة الكهربائية:**




**شكل 15-3 الإنحياز العكسي لثنائي الزينر**

**خطوات العمل:**

1- إربط الدائرة كما موضح بالشكل (15-3).

2- صل مجهز القدرة ثم أحصل منه على القيم المثبتة بالجدول أدناه وذلك بإستخدام جهاز الفولتميتر.

3- قس التيار المار في الزينر ($I_z$) بإستخدام جهاز الأميتر.

4- قس الجهد على طرفي الزينر ($V_z$) لكل القيم المسجلة بالجدول **(15–2)**وأكمل قراءات الجدول.

5- بالإعتماد على النتائج التي حصلت عليها أرسم علاقة بيانية توضح العلاقة بين ($I_z$ و $V_z$).

| $V_{in}$ (V) | $V_z$ | $I_z$ |
|---|---|---|
| 0 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 4.5 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 8 | | |
| 10 | | |
| 12 | | |
| 16 | | |
| 20 | | |
| 24 | | |

**جدول 15–2 النتائج المستحصلة في الانحياز العكسي**

6- إرسم العلاقة بين تيار الزينر وجهد الزينر لكل من الإنحياز الأمامي والعكسي بإستخدام الورق البياني.

## الأسئلة والمناقشة

1. ما أهمية الزينر دايود في الدوائر الإلكترونية؟
2. هل يمكن تشبيه عمل ثنائي الزينر ببطارية؟ كيف؟
3. لماذا تخشى من زيادة تيار الزينر عن حد معين؟ وماهو تأثير ذلك على عمله؟
4. ماذا تستنتج من المنحني البياني الذي حصلت عليه من النتائج السابقة؟

## 2-15 إستعمالات ثنائي الزينر كمنظم للجهد (Voltage Regulator)

إن من أهم تطبيقات الزينر دايود وإستخداماته في الدوائر الالكترونية هو إستخدامه كمنظم للجهد وخصوصا في دوائر مجهز القدرة، حيث يعمل على إستقرارية الجهد الخارج مهما تغير جهد الدخل، بشرط أن تكون ($V_{in}$) أكبر من قيمة ($V_z$) (أي قيمة جهد الدخل أعلى من قيمة جهد الإنهيار للزينر)، كذلك يجب أن لا يزيد تيار الزينر عن الحد المسموح به لأن الزيادة في جهد الدخل تتمثل بشكل تيار يمر في الزينر وكلما زاد جهد الدخل زادت قيمة التيار المار فيه لذلك من الضروري وضع مقاومة بالتوالي مع الزينر لتحد من قيمة التيار.

## تمرين رقم (29)

**إسم التمرين:** ثنائي الزينر كمنظم للجهد.

**الهدف من التمرين:**

أ- بناء دائرة تنظيم الجهد باستخدام ثنائي الزينر.

ب- ملاحظة كيفية تثبيت قيمة فرق الجهد على طرفي الحمل تبعاً للتغيرات التي يمكن أن تحدث في قيمة مقاومة الحمل (Load Regulation).

**الأجهزة والمواد المستعملة:**

1-مصدر أو مجهز قدرة مستمر.

2-جهاز قياس الفولتية (فولتميتر).

3-جهاز قياس التيار (أميتر).

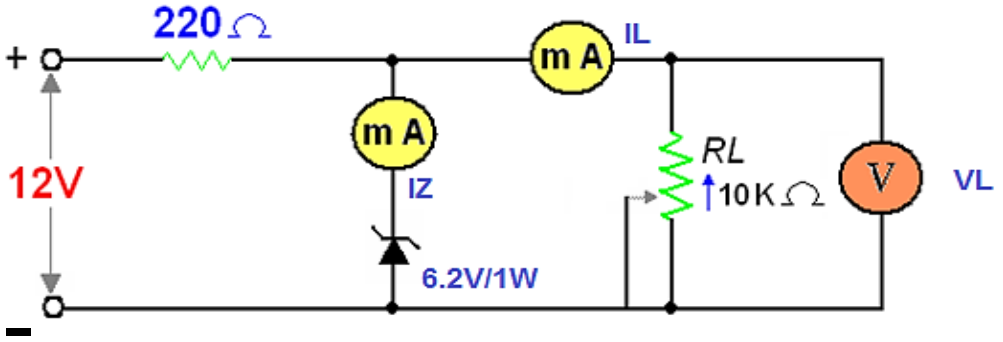
4-مقاومة (220 Ω).

5-مقاومة (10 kΩ).

6-ثنائي زينر (6.2 V).

7- لوحة تمرين.

## رسم الدائرة الكهربائية:




شكل15–4 دائرة الثنائي الزينر كمنظم للجهد

## خطوات العمل:

1- إبن الدائرة كما مبين في الشكل (15–4).

2- إضبط مجهز القدرة على (12V)، ثم صله بالدائرة.

3- غير قيمة المقاومة ($R_L$) تبعاً للقيم المسجلة في الجدول أدناه. ثم سجل قراءات التيار ($I_z$) وقراءات التيار ($I_L$) وقراءة الجهد $V_L$ لكل قيمة مقاومة ($R_L$) مسجلة في جدول (15–3).

4- إرسم العلاقة بين الجهد $V_L$ والمقاومة $R_L$ في الورقة البيانية اللاحقة.

| $R_L$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | kΩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_L$ | | | | | | | | | | | mA |
| $I_Z$ | | | | | | | | | | | mA |
| $V_L$ | | | | | | | | | | | V |

جدول 15–3 النتائج المستحصلة لثنائي الزينر كمنظم

**الاسئلة والمناقشة**

1. كيف يعمل ثنائي الزينر على تنظيم الجهد؟
2. في أية دوائر يستخدم ثنائي الزينر كمثبت للجهد؟
3. صمم دائرة الكترونية يستخدم فيها الزينر كدائرة إستقرارية.
4. ما أهمية مقاومة الحمل المربوطة بالتوازي مع ثنائي الزينر؟
5. وضح مع الرسم كيفية فحص الثنائي الزينر لغرض التأكد في صلاحيته.

وكيف يمكن تحديد طرف الانود وطرف الكاثود لثنائي الزينر؟

تم بحمد الله