



جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي الأجهزة الطبية

الاول

تأليف

علي هاشم جبر

حبيب حسن شهاب

شروق محمود محمد

كاظم جواد احمد

علي عبد الحسين علي

عصام حيدر جاسم

٢٠٢٥ / ١٤٤٧ هـ م

الطبعة الثانية عشر

المقدمة

ضم الكتاب خمسة عشر فصل، تناولت أغلب الفصول المبادئ الكهربائية والإلكترونية وتناول الفصل الأول السلامة المهنية وتناولت بقية الفصول بعض الأجهزة الطبية كجهاز التعقيم وأنواع أقطاب تخطيط القلب والدماغ والعضلات وأجهزة قياس ضغط الدم، حُرصنا أن تكون المادة المعروضة وأجراء التجارب بأسلوب مبسط، حيث الارتباط المتسلسل بين النظري والعملي، حيث إن مكونات أغلب الأجهزة الطبية هي نفس مكونات الأجهزة الإلكترونية والكهربائية لذلك من الضروري للطالب في هذه المرحلة أن يكتسب المهارة في كيفية ربط هذه المكونات وطرق كشف أعطالها ومعرفة أنواعها ليكون مهيناً ومتقبلاً للمواد الدراسية في المرحلة المتقدمة، ونأمل أن نكون وفقنا في جهدنا هذا وقد حقق الكتاب الهدف المطلوب منه، ونود تقديم شكرنا الى مسؤولي المديرية العامة للتعليم المهني بإستحداث إختصاص الأجهزة الطبية، وأخيراً نرجو من أخواننا مدرسي المادة أن يزودونا بملاحظاتهم القيمة التي تسهم في تطوير الكتاب ويكون مستواه العلمي ملائم لطلبتنا الأعزاء، كما نرجو تزويدنا بالأخطاء التي قد ترد سهواً، لغرض الإفادة منها في الطباعات اللاحقة، ومن الله التوفيق.

المؤلفون

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
1-2 المواد الموصلة والمواد العازلة	16
2-2 ربط الأسلاك الكهربائية	16
3-2 الأدوات المستعملة في التوصيلات الالكترونية والكهربائية	17
تمرين (1): قشط الأسلاك الكهربائية وربطها	18
4-2 عملية اللحام	19
تمرين (2): أ- لحام طرفي سلكيين ملفوفين	19
ب- لحام أسلاك على شكل شبكة	20
الفصل الثالث: أجهزة القياس	22
1-3 الدائرة الكهربائية	24
2-3 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

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

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

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

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



السلامة المهنية

الفصل الأول



محتويات الفصل الأول:

- 1-1 الأضرار الناجمة عن مرور التيار الكهربائي في جسم الإنسان.
- 2-1 تعريف الإصابة الكهربائية.
- 3-1 أنواع الحروق.
- 4-1 إغاثة المصاب بالصدمة الكهربائية.
- 5-1 التنفس الاصطناعي.
- 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 الاصطناعي.

الفصل الأول السلامة المهنية

1-1 السلامة المهنية

دخلت الكهرباء ولا تزال في كل مرافق الحياة الحيوية، فما من منزل أو مصنع أو منشأة يستطيع الاستغناء عنها، لكن الفائدة العظيمة من الكهرباء لاتلغي وجهها السلبي الآخر وهو تعريض حياة الإنسان إلى الخطر إذا أسيء إستخدامها، حيث يموت العشرات من الناس أما بسبب الجهل بإستخدامها أو بسبب الحوادث العرضية بالإضافة الى تأثيرها السلبي على البيئة.

يكن خطرالكهرباء على الإنسان في أن جسم الإنسان يمكن أن يكون ناقلاً للكهربائية كأي (سلك موصل) فيسري التيار داخل الجسم متسبباً في تلف الخلايا الحية فيؤدي الى الحوادث أو الوفاة أحياناً كثيرة لذلك يجب توخي الحيلة والحذر في التعامل مع الكهرباء 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 الاختناق والسكتة القلبية.

3. تأثيرات على الدم من جراء مرور التيار تؤدي أحياناً الى الوفاة.

وكما أوضحنا سابقاً فإنه عند لمس الإنسان جزء من جهاز كهربائي أو سلكاً لتوصيل الكهرباء، وإذا صادف أن كان واقفاً على أرض غير معزولة فسيسري تيار خلال جسمه لأنه سوف يكمل الدائرة الكهربائية ويتوقف مدى تأثير الشخص المصاب وفداحة إصابته على مقدار التيار المار ومساره في الجسم بالإضافة الى الوقت الذي إستغرقته الصدمة. الشكل (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 بالألم.

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

(100-200) ملي أمبير: تكون فيه الصعقة مميتة نتيجة لحالة مرضية تسمى

(إنقباض بطيني غير منتظم).

(أكثر من 200) ملي أمبير: يؤدي الى توقف القلب والتنفس وحوادث حروق خطيرة، لكن في هذه الحالة يمكن إنقاذ المصاب من الموت على عكس الحالة السابقة.



الشكل 1-1 سريان التيار الكهربائي في جسم الإنسان

3-1 تعريف الإصابة الكهربائية

وهي كل ما يحدثه التيار أو الشحنة الكهربائية من أضرار جسمانية في الإنسان نتيجة الصدمة الكهربائية أو التفريغ الكهربائي من حروق وألم.

الأضرار الجسمانية 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.

4-1 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 الأرض وهو حرق من الدرجة الثالثة.

5-1 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 الانتباه 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 باستخدام مواد عازلة مثل قضيب خشب أو بلاستيك وعدم ملامسة الشخص المصاب ما دام التيار يسري فيه.
3. الإتصال أو استدعاء الطبيب فوراً وفي هذه الفترة لا يترك المصاب وحيداً بل يجري له التنفس الاصطناعي 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.

6-1 التنفس الاصطناعي

توجد طريقتان للتنفس الاصطناعي:

1. **باستخدام 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. **باستخدام 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 الاصطناعي:

1. مَدِّ المصاب على سطح صلب كما موضح في الشكل (2-1).
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 الأنف بالسبابة والأبهام.
5. خُذْ نفساً عميقاً وإنفخ في فم المصاب حتى تلاحظ ارتفاع صدر المصاب.
6. إرفع رأسك عن المصاب وأستمع لخروج الهواء من فتحتي أنف المصاب ولاحظ إنخفاض صدره.

7. كرر العملية بمعدل 16 مرة في الدقيقة 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 فتح الأنف والفم معاً للسماح بمرور هواء زفير المصاب.



الشكل 1-2 التنفس الاصطناعي فم – فم

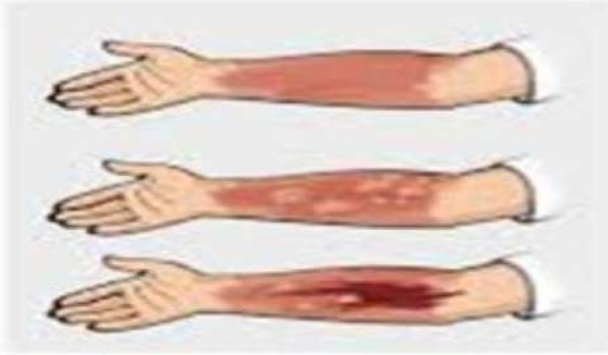
7-1 معالجة الحروق

تعالج الحروق حسب شدتها بثلاث طرق والشكل (1-3) يوضح أنواع الحروق وكالاتي:-

1. **حروق الدرجة الأولى:** وتحدث بدون فقاعات، وتكون مصحوبة باحمرار الجلد وتعالج ببساطة بوضع الجلد بالماء البارد أو تحت صنوبر 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.



حروق الدرجة الاولى

حروق الدرجة الثانية

حروق الدرجة الثالثة

الشكل 1-3 أنواع الحروق

الأسئلة و المناقشة

- س1/ هل يُعدّ جسم الإنسان موصلاً للكهربائية؟ كيف؟
- س2/ ما الأضرار الجسمانية الناتجة عن التهرب؟
- س3/ عدد أنواع الحروق الكهربائية.
- س4/ ما الأضرار الناجمة عن مرور تيار كهربائي في جسم الإنسان؟
- س5/ ما طرق التنفس الاصطناعي؟
- س6/ اشرح كيف يؤثر إتقان الإجراءات اللازمة لإغاثة المريض في إنقاذ حياة المصاب.
- س7/ اشرح خطوات التنفس الاصطناعي، فم – فم.

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 الإلكترونية 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 الحركة التي تتحرك بصورة عشوائية بين الذرات، لذا فأنها ذات مقاومة قليلة القيمة مثل النحاس والفضة والألمنيوم.

المواد العازلة:

هي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها بسبب قلة الإلكترونات الحرة الحركة وقوة ارتباط إلكتروناتها بالنواة لذا فأنها ذات مقاومة عالية القيمة مثل المطاط والزجاج والحديد.

2-2 ربط الأسلاك الكهربائية

تستعمل الأسلاك الكهربائية لنقل التيار الكهربائي من مصدر الطاقة الكهربائية إلى الأجهزة الكهربائية وتصنع من المعادن كالنحاس والألمنيوم، إذ تكون مقاومة المعادن منخفضة مما يجعلها جيدة التوصيل الكهربائي، ويكون قلب السلك محاط بغلاف عازل كالبلستيك، ولكل سلك مساحة مقطع تحدد مقدار تحمل السلك للتيار الكهربائي حيث كلما زادت مساحة مقطع السلك زاد مقدار تحمله للتيار الكهربائي وتستعمل هذه الأسلاك في التأسيسات الكهربائية وتكون ذات قلب مفرد أو متعددة القلوب، وهناك أسلاك تكون مرنة متعددة الشعيرات تستعمل في نقل التيار الكهربائي إلى الأجهزة الكهربائية، ولربط الأسلاك بعضها مع بعض يتطلب قشط أطراف الأسلاك من المادة العازلة. الشكل (1-2) يوضح الأسلاك الكهربائية.



الشكل 1-2 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. وهي المكان الذي توضع فيه العدد الضرورية للقص واللحم والقطع التي تستخدم في المختبر.

لاوية الاسلاك:



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

قاشطة الأسلاك:



تستعمل القاشطات لقصط المادة العازلة لأطراف الأسلاك الكهربائية، وقاشطة الأسلاك تكون على أنواع عديدة حيث منها تحتوي على عدة فتحات مختلفة الإحجام (المقاسات) وتستعمل لقصط 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. ويسمى حينها بالمفك الفاحص.

كاوية اللحام:



تستعمل الكاوية في لحام العناصر الإلكترونية وتكون على أنواع عديدة وقدرة كهربائية مختلفة منها (القدرة 40W، 30W، 15W وقدرة أخرى).

مادة اللحام:

هي المادة المنصهرة للحام الأسلاك وأطراف القطع الإلكترونية وتكون من القصدير والرصاص. (الصولدر)

تمرين (1)

إسم التمرين: قشط الأسلاك الكهربائية وربطها.

الهدف: 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.

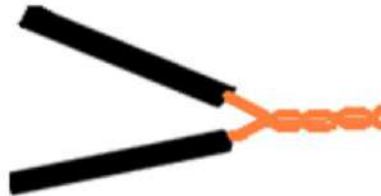
خطوات التنفيذ:

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



الشكل 2-2

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



الشكل 3-2

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

4-2 عملية اللحام

لتوصيل نهايات الدوائر الإلكترونية والكهربائية بصورة قوية وبارتباط متين، تلحم 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 اللحام، حيث يتطلب تنظيف أطراف الأسلاك من الشوائب والمواد المتأكسدة، كما ينبغي أن يكون رأس الكاوية نظيفاً، ويجب استعمال الكمية اللازمة من مادة اللحام واستعمال الكاوية ذات القدرة المناسبة، لأن الحرارة المرتفعة تسبب تلف بعض القطع الإلكترونية كالترانزستورات والثنائيات والدوائر المتكاملة.

تمرين (2)

إسم التمرين: لحام الأسلاك الكهربائية.

الهدف: 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

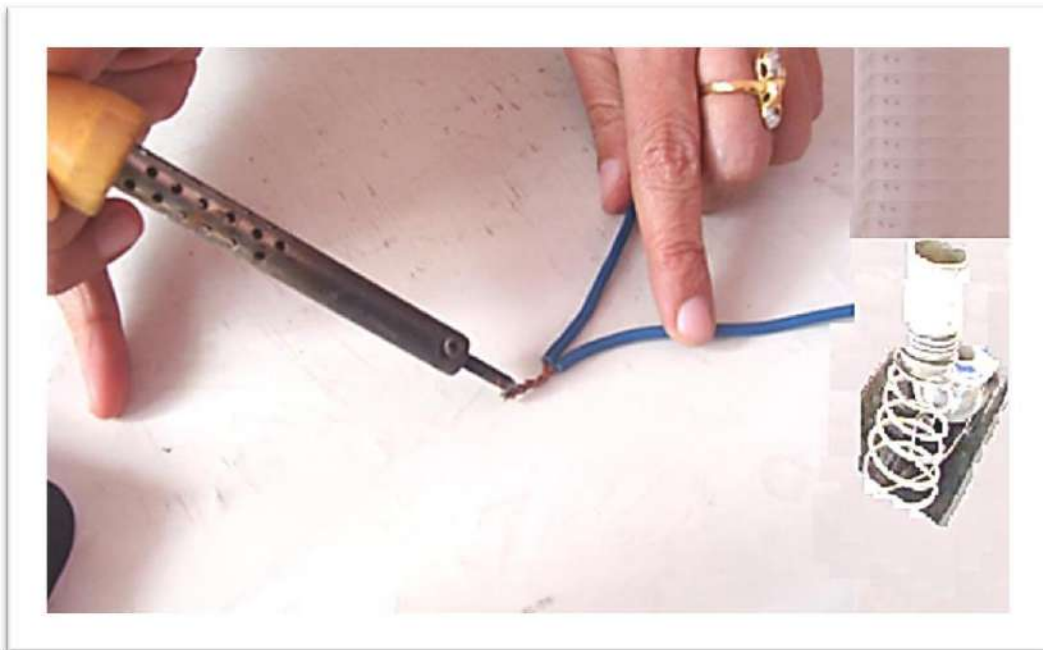
لإنصهار سلك اللحام.

4. ضع سلك اللحام على منطقة الربط لإجراء عملية اللحام بحيث تكون مادة اللحام منتشرة بشكل

متساوي على كل المنطقة المحيطة بربط السلكين كما في الشكل (2-4).

5. ترك عملية اللحام لتبرد مادة اللحام تلقائياً.

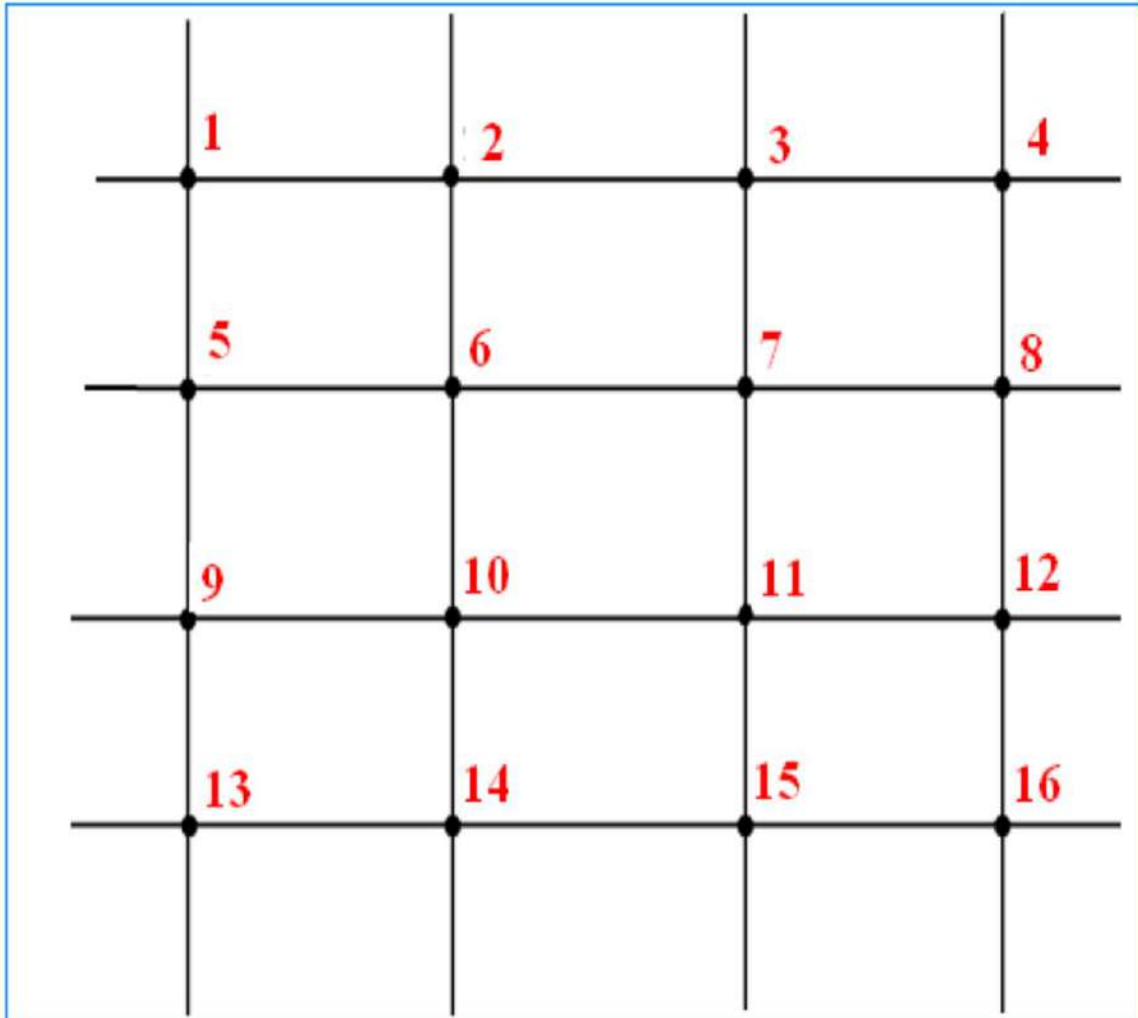
6. من صفات نقطة اللحام المثالية أنها تكون متينة وباقل كمية ممكنة من الصولدر وخالية من التكتل.



الشكل 2- 4 لحام سلكين

ب - خطوات التنفيذ للحام أسلاك على شكل شبكة:

1. إحضار ثمانية أسلاك كهربائية بطول (8) سم.
2. إستخدام 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.



الشكل 2-5 لحام شبكة أسلاك

الفصل الثالث

أجهزة القياس

محتويات الفصل الثالث:

3-1 الدائرة الكهربائية.

3-2 أجهزة 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 جهاز القدرة الكهربائية.

3-6 لوحات التجارب الإلكترونية.

الأهداف:

بعد الإنتهاء من هذا الفصل يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرف أجزاء الدائرة الكهربائية.

2. يعرف بعض أجهزة القياس الإلكترونية والرقمية.

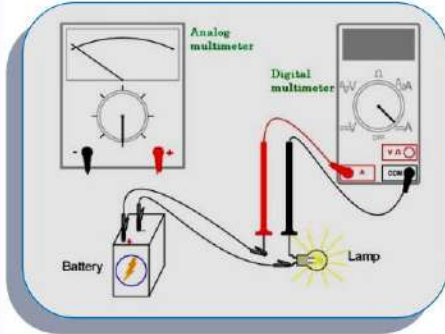
3. يعرف الكميات الكهربائية ووحدات القياس الكهربائية.

4. يقيس الكميات الكهربائية باستخدام أجهزة القياس الإلكترونية والرقمية.

5. يعرف قراءة قيم المقاومات بواسطة الألوان.

6. يعرف جهاز القدرة الكهربائية.

7. يتعرف على لوحات التجارب الإلكترونية.



جدول يوضح الوحدات ومضاعفاتها

اجزاء ومضاعفات الوحدات			
الاسم	الرمز	القيمة الاسية	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 ديكـا	DA	10^1	10
وحدة القياس الاساسية			
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

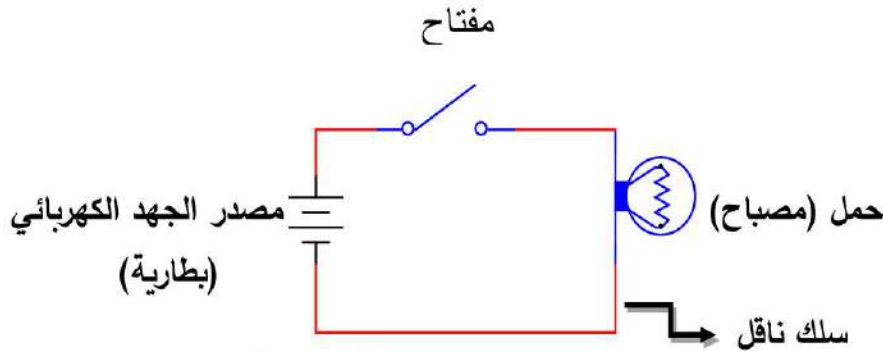
الفصل الثالث

أجهزة القياس

1-3 الدائرة الكهربائية

تتكون الدائرة الكهربائية البسيطة من الأجزاء الآتية:

1. **مصدر الجهد الكهربائي:** يعمل على تزويد الدائرة بالطاقة الكهربائية كإن يكون بطارية. مصدر تيار مستمر DC او جهاز قدرة AC .
2. **الحمل (مقاومة):** هو جزء الدائرة الذي يستهلك الطاقة الكهربائية ويحولها الى شكل آخر للطاقة، كالكاوية الكهربائية أو المصباح.. وغيرها، التي تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة (حرارية أو ضوئية.. وغيرها).
3. **أسلاك:** تستعمل الأسلاك الكهربائية لنقل التيار الكهربائي بين المصدر والحمل.
4. **مفتاح:** يقوم المفتاح بالسيطرة على مرور التيار الكهربائي من خلال غلق وفتح الدائرة الكهربائية، إن الشكل (1-3) يبين أجزاء الدائرة الكهربائية.



الشكل 1-3 الدائرة الكهربائية البسيطة

2-3 أجهزة القياس

هناك عدة أنواع من أجهزة القياس منها أجهزة قياس كهربائية وأجهزة قياس الكترونية وأجهزة قياس رقمية حيث تمتاز الأخيرة بسهولة الاستخدام ودقة القراءة كما في الشكل (2-3) والشكل (3-3) ويستخدم جهاز الفولتميتر لقياس الفولتية وجهاز الأميتر لقياس التيار وجهاز الأوميتر لقياس المقاومة ويمكن أن يستخدم جهاز الأفوميتر (AVO) لقياس التيار والفولتية والمقاومة، وقبل البدء بتنفيذ الدوائر الكهربائية وقياس الكميات المطلوبة لابد 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 الجهاز

بتوصيل طرفي الأوميتير 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 قياسه بصورة صحيحة (الموجب الى الموجب والسالب الى السالب).



الشكل 3-3 جهاز قياس أفوميتر (رقمي)



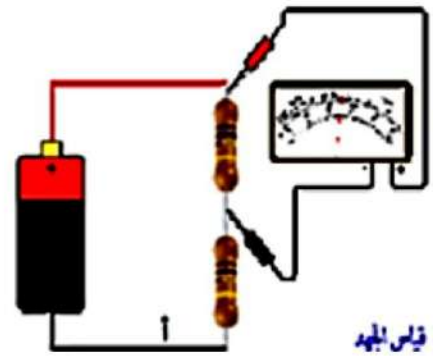
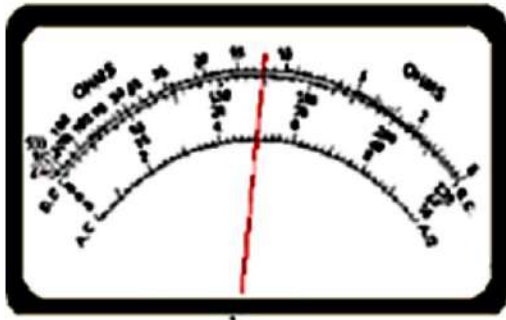
الشكل 3-2 جهاز قياس أفوميتر (تماثلي)

تمرين رقم (1)

جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) Voltmeter:

طريقة قياس الفولتية بواسطة جهاز الأفوميتر:

1. إختيار تدريج قياس الفولتية (V) من جهاز أفوميتر. ويكون هناك تدريجان Acv للفولتية المتناوبة و Dcv للفولتية المستمرة ونختار حسب الدائرة.
2. إختيار المدى المناسب لمفتاح التدريج.
3. وضع مفتاح التدريج على أعلى قيمة ثم النزول الى المدى المناسب.
4. تحديد قراءة المؤشر.
5. تطبيق القانون الآتي: قراءة الفولتية = $\frac{\text{التدريج الكلي للقياس}}{\text{التدريج الكلي للمؤشر}} \times \text{قراءة المؤشر}$



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

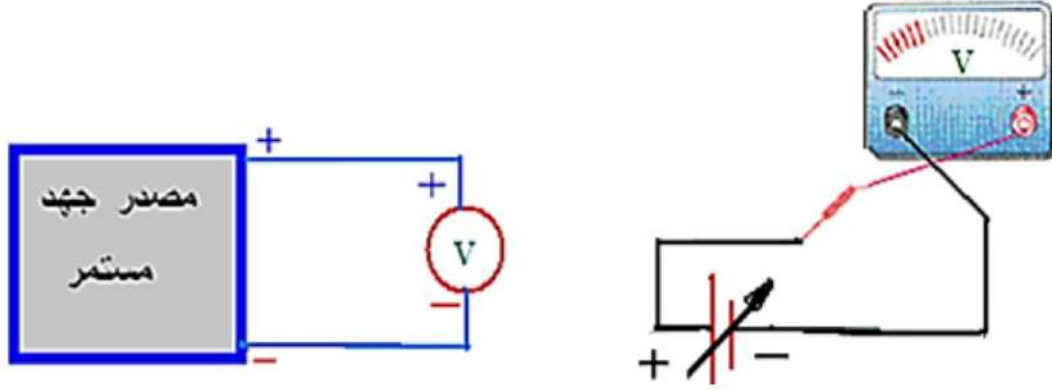
المفتاح	وضع	قيمة الجهد
	بشير المفتاح إلى وضع 250V	قراءة المؤشر في الشكل أعلاه عند اختيار التدرج من 250-0 إلى القيمة 125 وعند تطبيق القانون تكون قيمة التيار المار في الدائرة هو : $V = \frac{250}{250} \times 125 = 125V$
	بشير المفتاح إلى وضع 50V	قراءة المؤشر في الشكل أعلاه عند اختيار التدرج من 50-0 إلى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

الشكل 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:



الشكل 3-4 قياس الفولتية بواسطة جهاز الفولتميتر

خطوات العمل:

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

الجدول 3-1 النتائج المقاسة

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

يُعد 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.

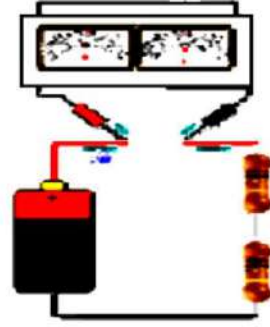
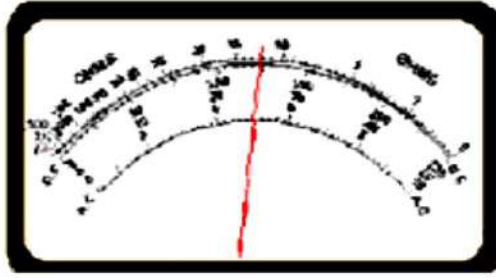
2. المايكرو فولت (μV) حيث أن:

الفولت (1V) = 1000000 مايكرو فولت = 10^6 مايكرو فولت.

تمرين رقم (2)

جهاز قياس التيار الكهربائي (الأميتر) Ammeter:

لنفرض إننا وصلنا جهاز الأميتر (يجب أن نوصل الأميتر بالتوالي مع الدائرة) وحصلنا على انحراف المؤشر كما مبين بالشكل أدناه: مع ملاحظة اختيار DCA للمصدر المستمر و AC للمصدر المتناوب.



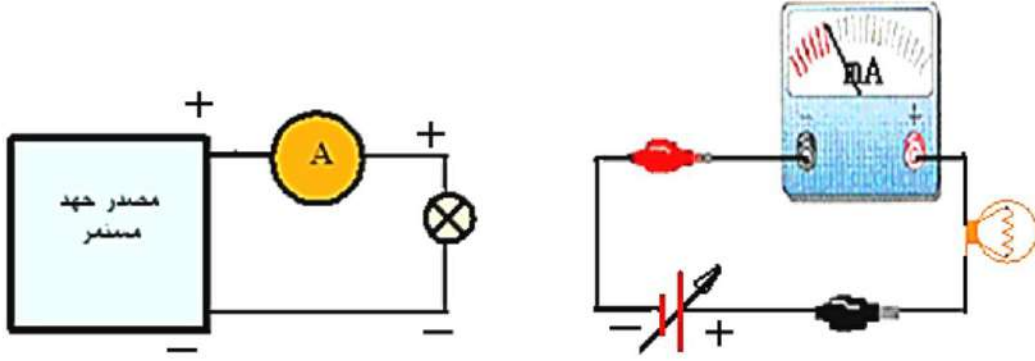
وكان وضع مفتاح التدريج كالآتي:

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

الأجهزة المستخدمة:

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

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 3-5 قياس التيار الكهربائي

خطوات العمل:

1. إربط جهاز الأميتر بالتوالي مع الدائرة الكهربائية كما مبين في الشكل (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 الوحدة القياسية للتيار وله مضاعفات وأجزاء هي:

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

أجزاء الأمبير:

1. الملي أمبير (mA) حيث أن:
الأمبير (1A) = 1000 ملي أمبير = 10^3 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 باستخدام شريط الألوان.

تقاس المقاومة بوحدة الأوم (Ω) وللأوم المضاعفات التالية:

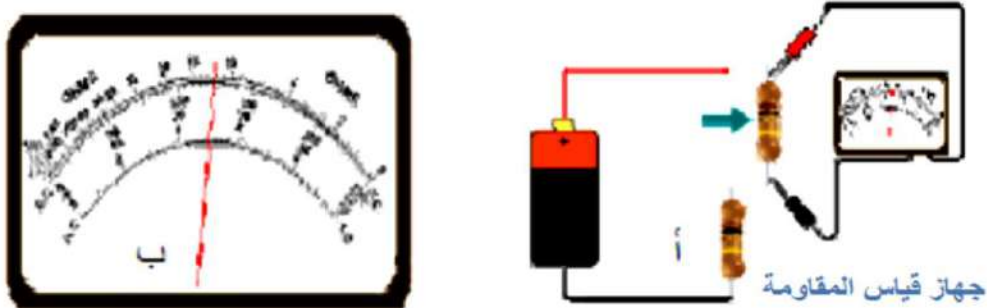
1. الكيلو أوم ($1k\Omega = 1000$ أوم = 10^3 أوم).

2. الميكا أوم ($1M\Omega = 1000000$ 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:



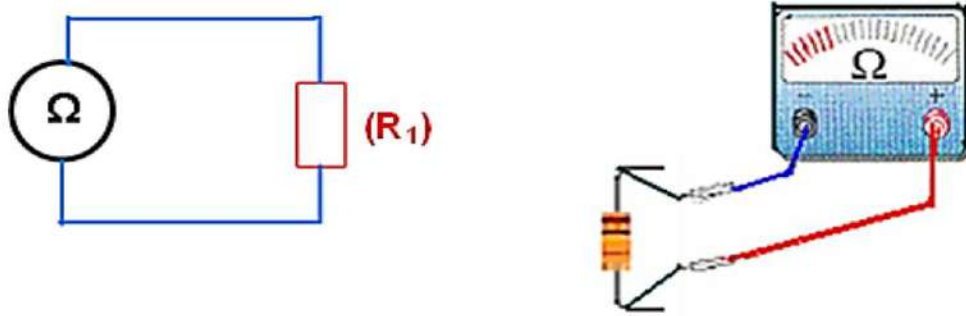
وكان وضع مفتاح التدريج كالآتي:

وضع المفتاح	100 MA 2.5 V 10 V 50 V 250 V Rx1 Rx100 Rx10,000	100 MA 2.5 V 10 V 50 V 250 V Rx1 Rx100 Rx10,000	100 MA 2.5 V 10 V 50 V 250 V Rx1 Rx100 Rx10,000
قيمة المقاومة	يشير المفتاح إلى وضع (Rx10000) أي أن القيمة التي نقرأها تكون مضروبة في 10.000 فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها $R=12 \times 10.000=120K\Omega$	يشير المفتاح إلى وضع (Rx100) أي أن القيمة التي نقرأها تكون مضروبة في 100 فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها $R=12 \times 100=1200\Omega$	يشير المفتاح إلى وضع (Rx1) أي أن القيمة التي نقرأها تكون مضروبة في 1 فتكون قيمة المقاومة التي نقيسها $R=12 \times 1=12\Omega$

الأجهزة المستخدمة:

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

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 3-6 قياس المقاومة الكهربائية

خطوات العمل:

1. إربط جهاز الأوميتير على طرفي المقاومة الأولى (R_1) كما في الشكل (3-6) وسجل قيمتها كما في جدول (2).
2. كرر الخطوة السابقة لقياس قيم بقية المقاومات.

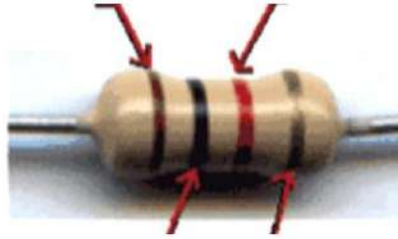
الجدول 3-2 يبين النتائج المستحصلة

المقاومة	R_1	R_2	R_3	R_4
المقاومة المقاسة				

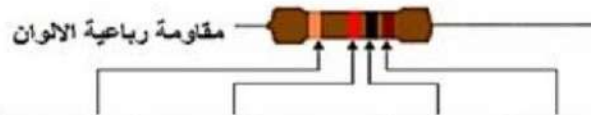
4-3 معرفة قيمة المقاومة الكهربائية باستخدام قراءة الألوان

في هذه الطريقة تكون المقاومة محاطة بأشرطة لونية تشير إلى قيمتها ونسبة السماح (نسبة الخطأ) فيها والتي تمثل النسبة المئوية لمقدار الزيادة أو النقصان في قيمة المقاومة. وتكون قراءة المقاومة من اليسار إلى اليمين وبالنسبة للمقاومة رباعية الألوان، فاللون الأول والثاني يكتب حسب رقمه أما اللون الثالث فيمثل قيمة ضرب الرقم (أو عدد الأصفر) ويبعد اللون الرابع عن بقية الألوان ويمثل نسبة السماح، أما بالنسبة للمقاومة خماسية الألوان فيدل اللون الأول والثاني والثالث على رقم اللون والرابع قيمة الضرب (عدد الأصفر) ويبعد اللون الخامس عن بقية الألوان ويمثل نسبة الخطأ كما مبين في الشكل (3-7).

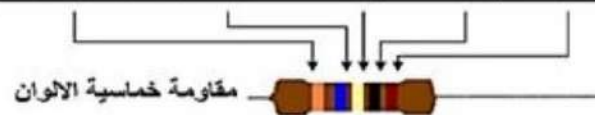
اللون الثالث (الضرب) اللون الاول



اللون الرابع (نسبة السماح) اللون الثاني



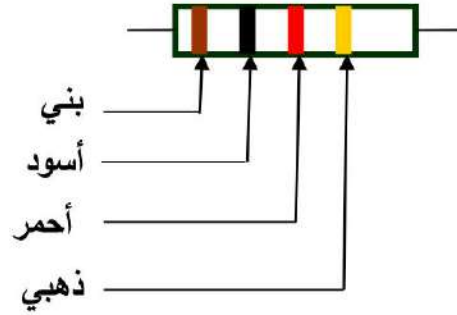
اللون	الحلقة الاولى	الحلقة الثانية	الحلقة الثالثة	معامل الضرب	نسبة التفاوت
اسود	0	0	0	1Ω	
بنّي	1	1	1	10Ω	$\pm 1\%$
أخضر	2	2	2	100Ω	$\pm 2\%$
برتقالي	3	3	3	$1K\Omega$	
أصفر	4	4	4	$10K\Omega$	
أخضر	5	5	5	$100K\Omega$	$\pm 0.5\%$
أزرق	6	6	6	$1M\Omega$	$\pm 0.25\%$
بنفسجي	7	7	7	$10M\Omega$	$\pm 0.10\%$
رمادي	8	8	8		$\pm 0.05\%$
أبيض	9	9	9		
ذهبي				0.1	$\pm 5\%$
فضي				0.01	$\pm 10\%$



الشكل 7-3 قراءة ألوان المقاومة الكهربائية

مثال(1)

أوجد قيمة ونسبة السماح للمقاومة التالية؟



$$\text{نسبة السماح} = \text{ذهبي} \times 100 = \pm 5\% = \text{أحمر} \times 100 = \text{أسود} = \text{بنّي} = 1 = 0 =$$

$$R = 10 \times 100 = 1000 \Omega$$

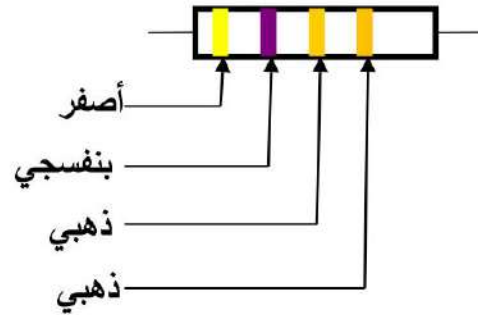
$$R = 1 \text{ K}\Omega \pm 5\%$$

الجدول 3-3 يبين الألوان المستخدمة في هذه الطريقة ومواقعها على المقاومة

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

مثال (2)

ما قيمة المقاومة المرسومة؟

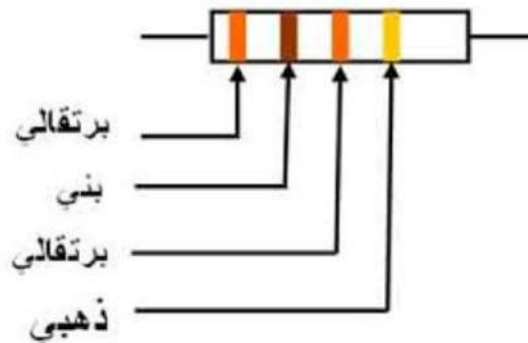
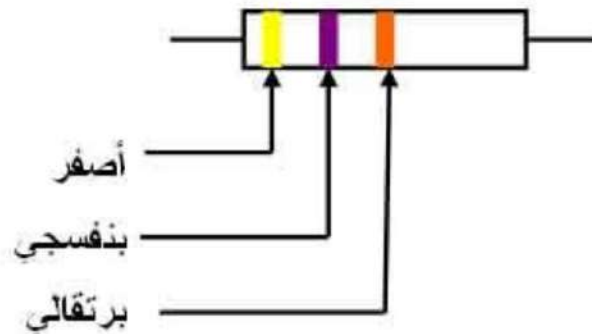


نسبة السماح = $\pm 5\%$ ذهبي $0,1 \times =$ ذهبي $7 =$ بنفسجي $4 =$ أصفر

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

التطبيق العملي:

1- ما قيمة المقاومتين المرسومتين؟



2- بواسطة جهاز الاوميتر أوجد قيمة كل من المقاومتين في تطبيق (1) وقارن بين قيمة كل منها مع

القيمة المستخرجة بواسطة قراءة الألوان مبيناً نسبة السماح؟

3- إعطي ألوان المقاومات التالية؟

9200Ω ، $39 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ ، $100 \Omega \pm 5\%$

5-3 جهاز القدرة الكهربائية المستمرة (DC Power Supply)

جهاز القدرة هو مصدر تغذية للتيار المستمر ومن الأجهزة الأساسية لتشغيل الدوائر الإلكترونية يستخدم للحصول على جهود كهربائية يمكن التحكم بقيمتها 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 مستمر DC).
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 لجهاز القدرة بالرمز:



شكل (8-3) يوضح أحد أنواع معدات القدرة، حيث يعطي جهد مقداره (0-30V) والتيار الكهربائي يصل الى (3A).

لجهاز جهاز 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.



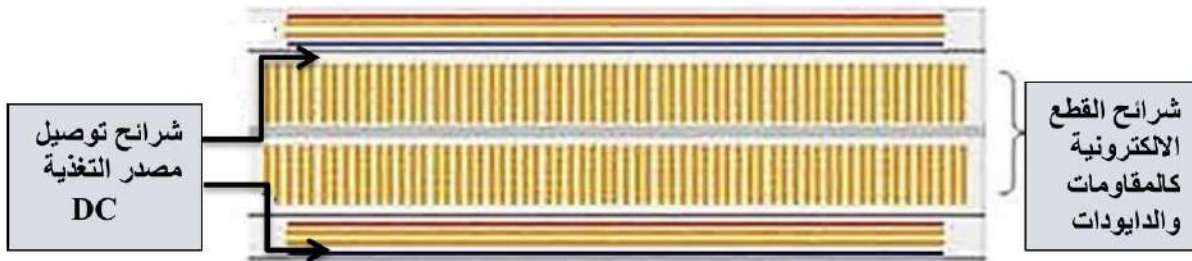
الشكل 8-3 جهاز قدرة

6-3 لوحات التجارب

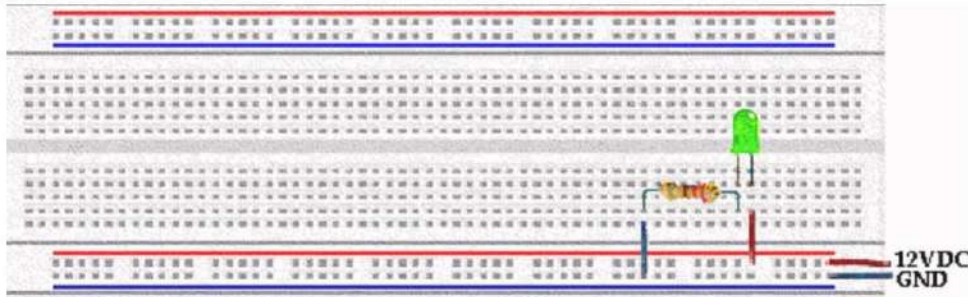
تستعمل هذه اللوحات في الورشة لبناء الدوائر الالكترونية ومن اللوحات ما يلي:-

1 - لوحة التجارب المثقبة (breadboard):

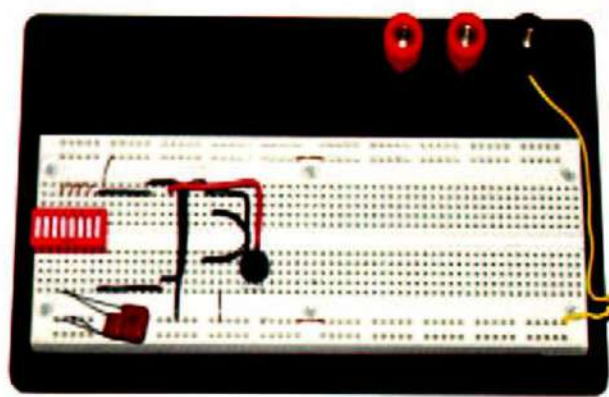
تستعمل هذه اللوحة لتنشيط أطراف القطع الالكترونية وتوصيلها مع بعضها، تصنع من مادة عازلة كالبلاستيك وتحتوي على ثقوب يثبت فيها القطع الالكترونية وفي خلف اللوحة يوجد العديد من الشرائح المعدنية (نحاس غالباً)، وكل صف من الثقوب يكون متصلاً بإحدى الشرائح المعدنية، كما تخصص ثقوب الصفوف العليا والسفلى لتوصيل أطراف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



الشكل a-9-3 توصيل الشرائح



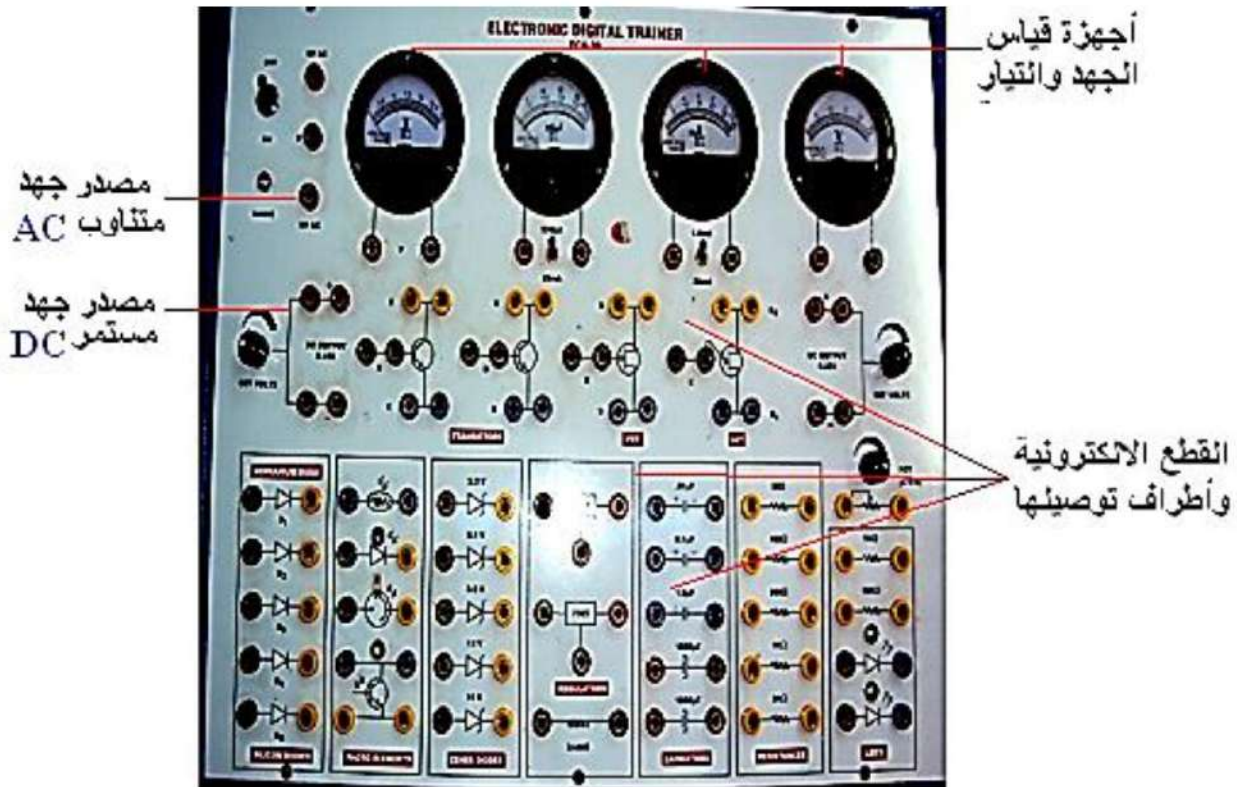
الشكل b-9-3 لوحة مثقبة



الشكل c-9-3 لوحة مثقبة

2 - لوحة التجارب الالكترونية الجاهزة:

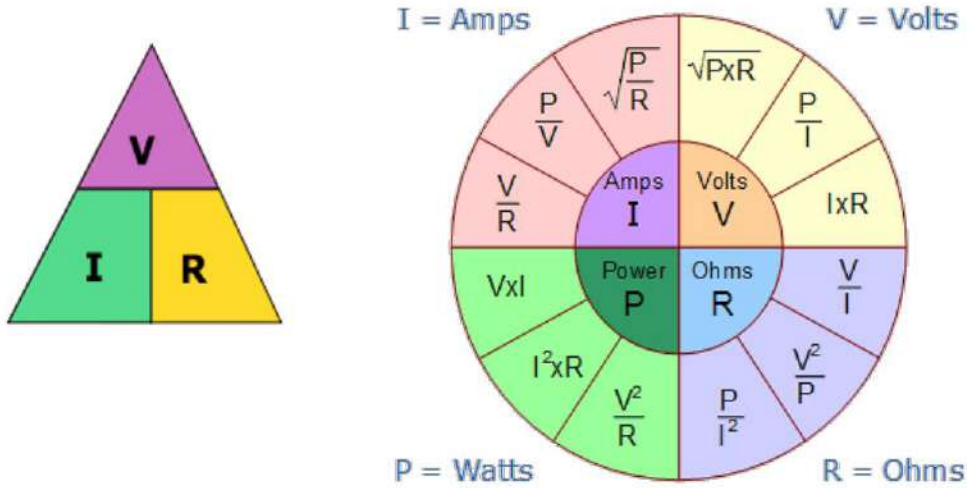
تتميز هذه اللوحات بسهولة العمل عليها وسرعة بناء الدوائر الالكترونية وتختلف هذه اللوحات عن اللوحات السابقة في إحتوائها على القطع الالكترونية التي تحدد التجارب المراد تنفيذها، تثبت القطع الالكترونية كالمقاومات والمتسعات والثنائيات وغيرها من الجهة الخلفية للوحة وتربط أطرافها الى نقاط ربط في الجهة الأمامية حيث تظهر رموز القطع الالكترونية من الجهة الأمامية للوحة ولبناء دائرة الكترونية تربط القطع بواسطة أسلاك توصيل (Terminal)، الشكل (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 والتيار وأنواع مختلفة من المقاومات والمتسعات والثنائيات والترانزستورات وملف وقطعتين من الدوائر المتكاملة لتنظيم الجهد.



الشكل 3-10 لوحة تجارب جاهزة

الفصل الرابع

(قانون أوم)



محتويات الفصل الرابع:

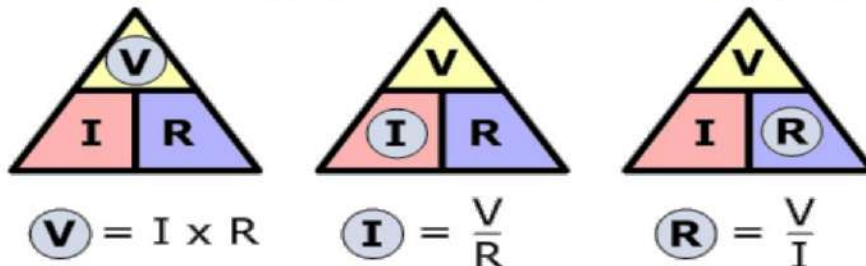
1-4 قانون أوم

- 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.



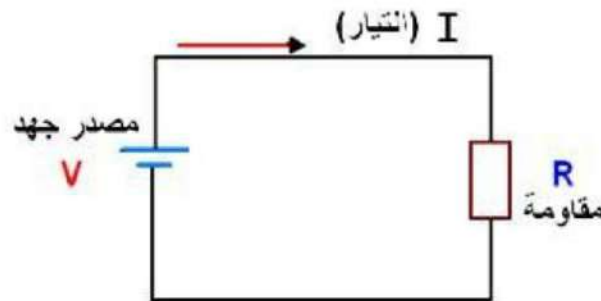
الفصل الرابع

قانون أوم

1-4 قانون أوم

في الدائرة الكهربائية المكونة من مصدر جهد مستمر ومقاومة كما في الشكل (1-4) وجد 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.



الشكل 1-4 دائرة كهربائية بسيطة

لذا فإن قانون أوم ينص على أن التيار يتناسب طردياً مع الجهد بثبوت المقاومة وعكسياً مع المقاومة بثبوت الجهد كما في المعادلة (1).

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (1)$$

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

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

$$V = I \times R \dots\dots\dots (2)$$

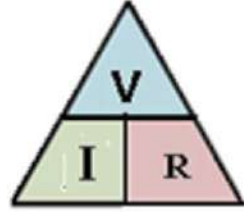
$$\text{الجهد} = \text{التيار} \times \text{المقاومة}$$

وحساب المقاومة الكهربائية كما في المعادلة (3):

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots (3)$$

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

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



الشكل 2-4 قانون أوم

تمرين رقم (4)

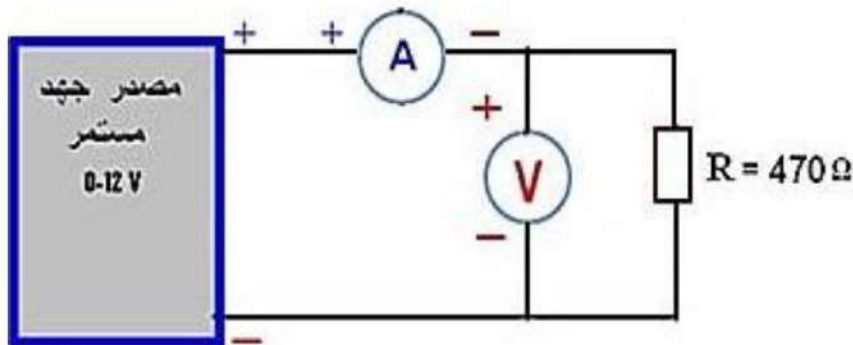
إسم التمرين: تحقيق قانون أوم.

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

الأجهزة والمواد المستعملة:

- 1- جهاز فولتميتر. يربط توازياً مع الدائرة.
- 2- جهاز أميتر. يربط توالياً مع الدائرة.
- 3- مصدر جهد مستمر من (0 - 12V) فولت.
- 4- مقاومة (470Ω) أوم.
- 5- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 3-4 قانون أوم (العلاقة الطردية)

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة الكهربائية كما مبين في الشكل (3-4) مع التأكد من ربط قطبية كل جهاز مع قطبية المصدر بصورة صحيحة واختيار المدى المناسب لكل جهاز قياس.
- 2- اضبط قيمة جهد المصدر على أول قيمة كما في الجدول (1-4) وسجل قيمة التيار المار في المقاومة.

3- كرر الخطوة رقم (2) بتغير جهد المصدر كما مبين في الجدول (1-4) وفي كل خطوة سجل قيمة التيار المار في المقاومة.

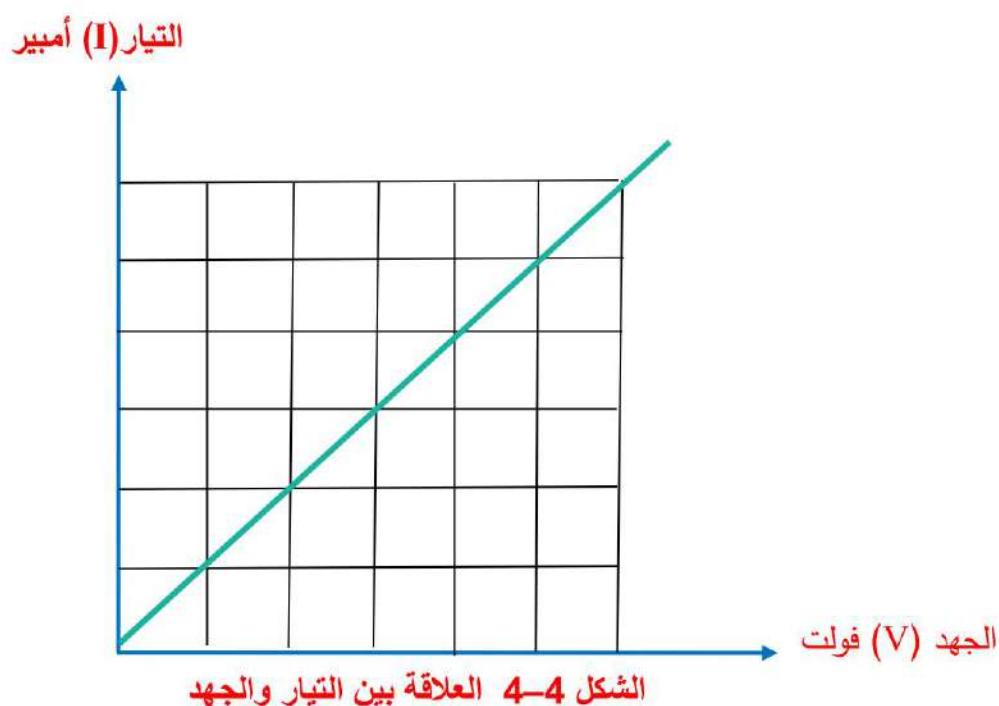
الجدول 1-4 يبين النتائج المستحصلة ($R = 470 \Omega$)

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

المناقشة:

1- قارن بين النتائج العملية والنظرية.

2- إرسم العلاقة بين الجهد والتيار كما في الشكل (4-4) وإستخدم ورق بياني.



تمرين (5)

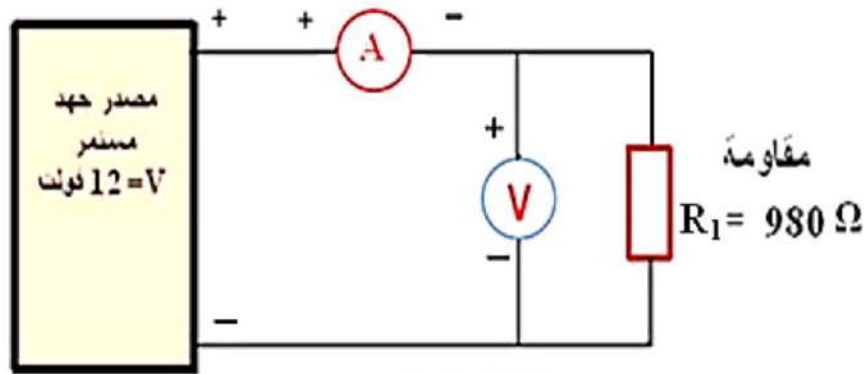
إسم التمرين: تحقيق قانون أوم

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

الأجهزة والمواد المستعملة:

- 1- جهاز فولتميتر. يربط توازياً مع الدائرة.
- 2- جهاز أميتر. يربط توالياً مع الدائرة.
- 3- مصدر جهد مستمر (0 - 12V) فولت.
- 4- مقاومات (330Ω , 470Ω , 560Ω , 680Ω , 820Ω , 980Ω) أوم.
- 5- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 4-5

خطوات العمل:

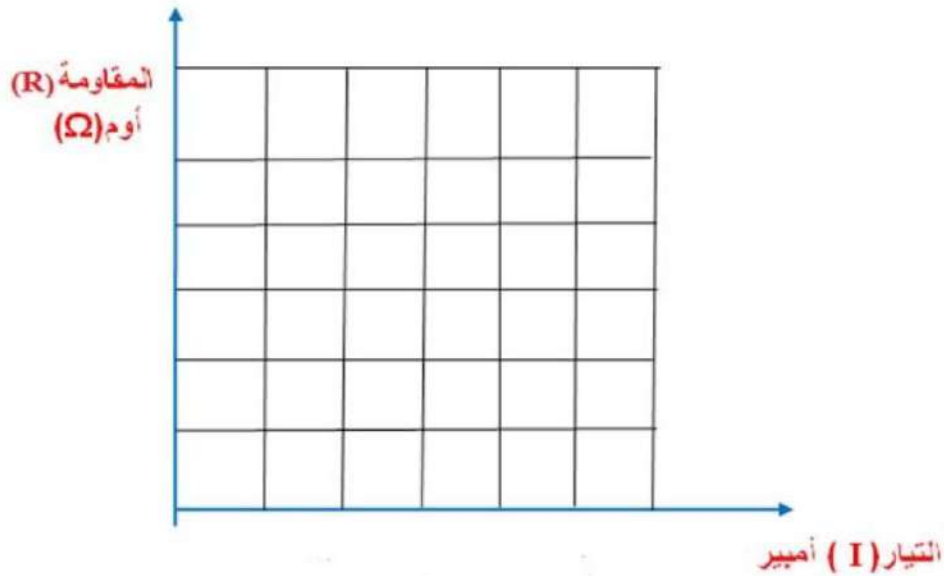
- 1- إربط الدائرة الكهربائية كما مبين في شكل (4-5) مع التأكد من ربط قطبية كل جهاز مع قطبية المصدر بصورة صحيحة واختيار المدى المناسب لكل جهاز قياس.
- 2- ثبت الجهد على (10) فولت وسجل قيمة التيار المار في المقاومة (R_1).
- 3- استبدل المقاومة R_1 بالمقاومات (R_2, R_3, R_4, R_5, R_6) المبينة قيمها في الجدول (2-4) وسجل قيمة التيار المار في كل مقاومة.

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

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

المناقشة:

- 1- قارن بين النتائج المحسوبة نظرياً مع النتائج المقاسة عملياً.
- 2- إرسم العلاقة بين التيار والمقاومة بثبوت الجهد كما في الشكل (4-6) مبيناً نوع العلاقة.



الشكل 4-6 العلاقة بين التيار والمقاومة

الفصل الخامس

المقاومات الكهربائية

محتويات الفصل الخامس:

1-5 أنواع المقاومات.

2-5 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.

3-5 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

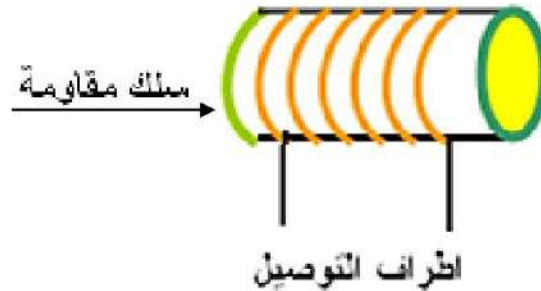
تختلف أنواع المقاومات من حيث تركيب المادة المصنوعة منها ومقدار القدرة التي تتحملها ولكل نوع استخدام معين وحسب قيمة المقاومة المطلوبة في الدائرة الإلكترونية، ويتم تقسيم المقاومات بشكل عام إلى مقاومات ثابتة ومقاومات متغيرة ومن أنواع المقاومات ما يلي:

1- المقاومات الكربونية (Carbon Resistors): وتصنع من الكربون أو الكرافيت ملفوف حول حامل معدني مغلف بالسيراميك يحتوي حلقات تمثل اللون قراءة المقاومة وتستخدم للتيارات الواطنة في الدوائر الإلكترونية، شكل (1-5) يبين المقاومة الكربونية.



الشكل 1-5 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 تغطي المقاومة بغطاء زجاجي مطلي بالمينا لحماية السلك وتقليل حرارة المقاومة وتستخدم هذه المقاومات في تحديد التيارات العالية للأجهزة الكهربائية الشكل (2-5) يبين المقاومة السلكية. وتكون قيمة هذه المقاومة مكتوبة عليها عكس المقاومات الكربونية.



الشكل 2-5 المقاومة السلكية

3- المقاومات الحرارية Thermal- Resistors: هي المقاومات التي تتغير قيمها بتغير درجة الحرارة حيث أنها تتغير قيمتها بالحرارة التي تستشعرها وتستعمل لحماية الدوائر الإلكترونية وتكون على نوعين:

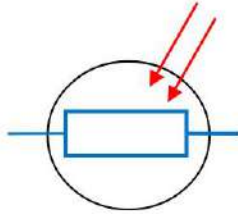
أ- المقاومات ذات معامل حراري موجب (p.t.c): هي المقاومات التي تزداد قيمتها عند ارتفاع درجة حرارتها.

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



الشكل 3-5 المقاومة الحرارية

4-المقاومات الضوئية Light Dependent Resistors (LDR): تصنع هذه المقاومات من سلفيد الكاديوم وتعتمد قيمة المقاومة على شدة الضوء فكلما كانت شدة الضوء عالية تكون قيمة المقاومة صغيرة وتزيد مقاومتها عند تقليل الضوء الساقط عليها وتصبح قيمتها كبيرة جداً عند حجب الضوء عنها. تستخدم في الدوائر الإلكترونية للسيطرة على قطع وتوصيل التيار الكهربائي المار فيها. شكل (4-5) يبين المقاومة الضوئية ورمزها.



الشكل 4-5 المقاومة الضوئية

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



الشكل 5-5 المقاومة الجهدية

6- المقاومات المتغيرة (Variable Resistors): هي المقاومات التي يمكن تغيير 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 الكربون وتستخدم كمجزي 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.



الشكل 6-5 المقاومة المتغيرة

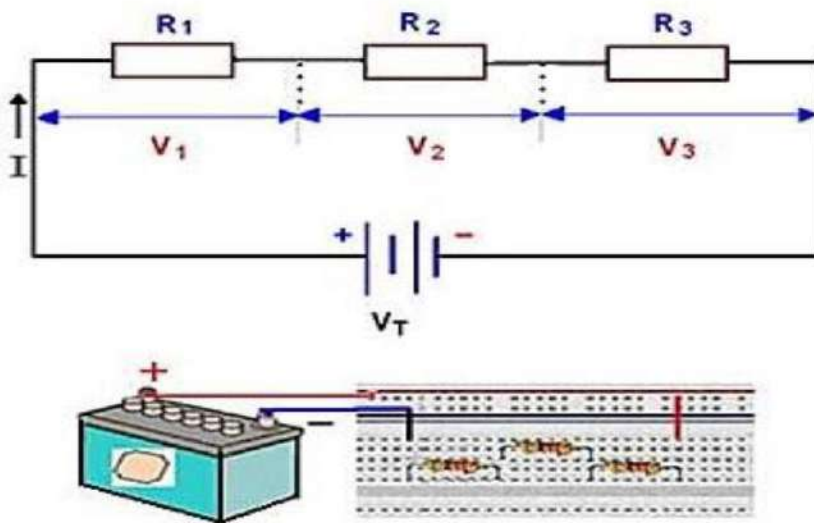
2-5 طرق ربط المقاومات الكهربائية

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 (7-5) ربط المقاومات على التوالي ولهذا الربط الصفات التالية:



الشكل 7-5 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)

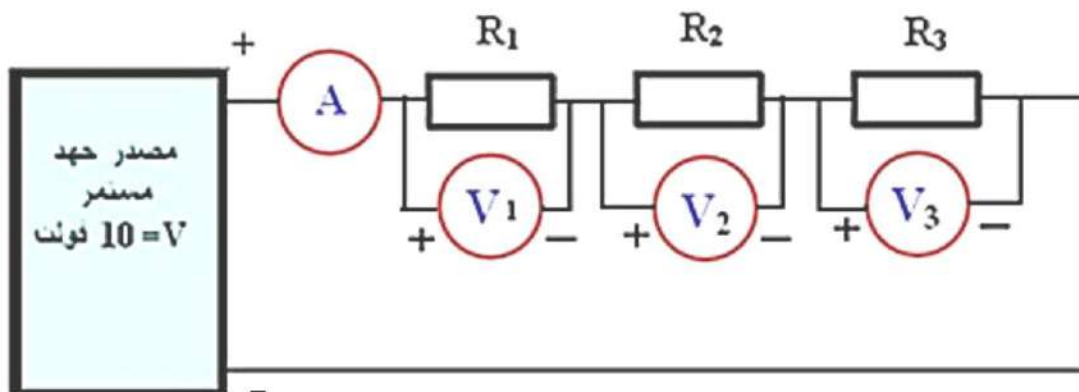
إسم التمرين: ربط المقاومات على التوالي

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 ($R_3=390, R_2=220, R_1=120$) أوم.
- 5- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 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:

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

$$I_T = 13.69 \text{ mA}$$

$$V_{R1} = I_1 \times R_1 = 13.69 \times 10^{-3} \times 120 = 1.642 \text{ V}$$

$$V_{R2} = I \times R_2 = 13.69 \times 10^{-3} \times 220 = 3.011 \text{ V}$$

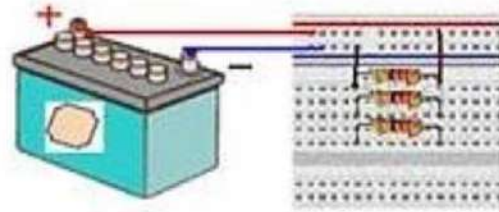
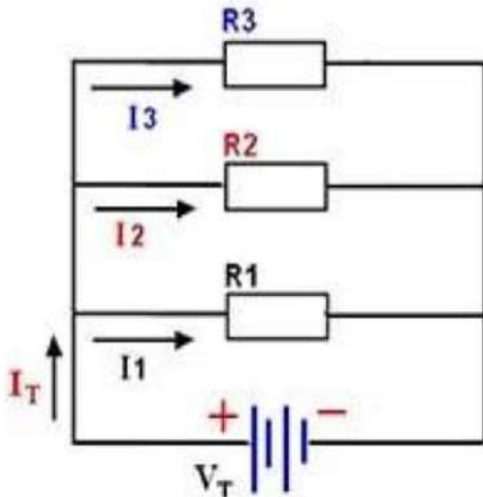
$$V_{R3} = I \times R_3 = 13.69 \times 10^{-3} \times 390 = 5.339 \text{ V}$$

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

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:



الشكل 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.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

ج- 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)

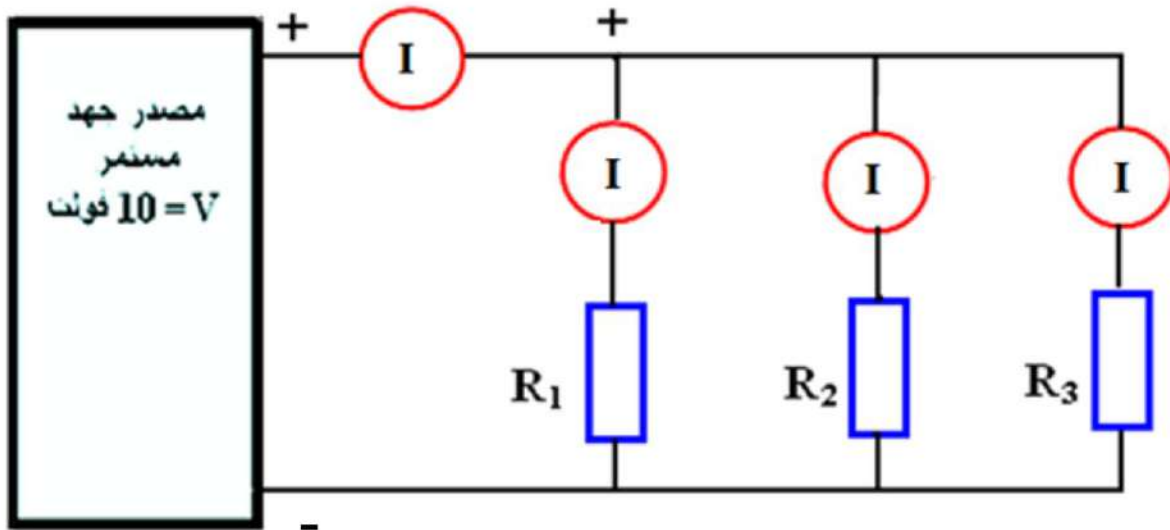
إسم التمرين: ربط المقاومات على التوازي.

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:



الشكل 5-10 دائرة ربط المقاومات على التوازي

خطوات العمل:

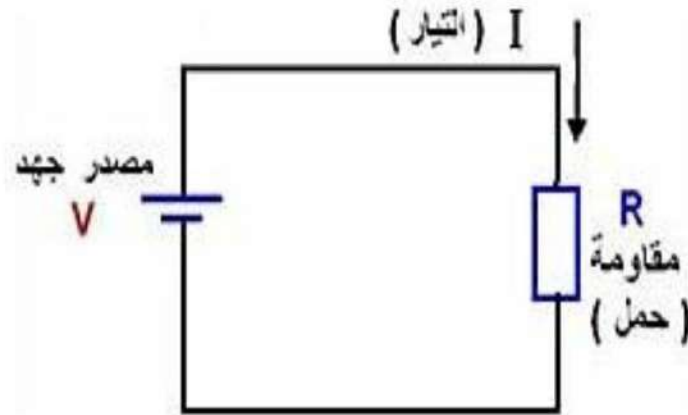
- 1- إربط الدائرة الكهربائية المبينة في شكل (5-10).
- 2- قم بقياس التيار الكلي المار في الدائرة والتيار المار في كل مقاومة.

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 آخر 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.



الشكل 11-5 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:

$$\text{القدرة} = \text{الفولتية} \times \text{التيار}$$

$$V = \text{الفولتية وتقاس بالفولت}$$

$$I = \text{التيار ويقاس بالأمبير}$$

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

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

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

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

تمرين رقم (8)

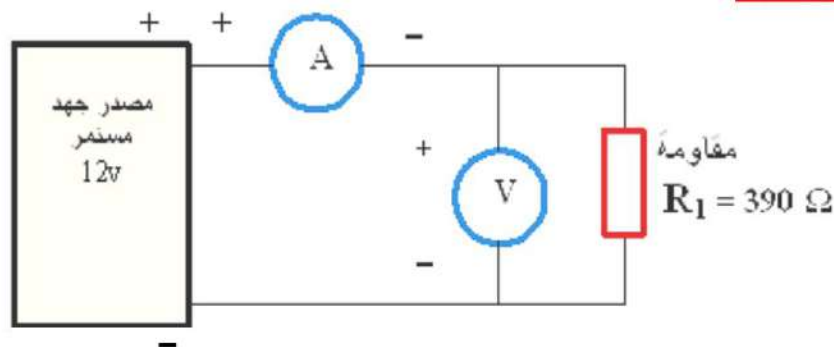
إسم التمرين: القدرة الكهربائية

الهدف من التمرين: معرفة أيجاد القدرة الكهربائية.

الأجهزة والمواد المستعملة:

- 1- جهاز فولتميتر.
- 2- جهاز قياس التيار (أميتر).
- 3- مصدر جهد مستمر 12 فولت
- 4- مقاومات ($R_1 = 390 \Omega$, $R_2 = 640 \Omega$).
- 5- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 5-12 قياس القدرة الكهربائية

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة الكهربائية كما مبين في الشكل (5-12).
- 2- قم بقياس التيار (I) والجهد (V).
- 3- سجل القياسات كما في جدول (5-1).
- 4- احسب القدرة المصروفة في المقاومة R_1 .
- 5- استبدل المقاومة (R_1) بالمقاومة (R_2) وكرر الخطوات من 1 إلى 4.

الجدول 5-1 نتائج القدرة الكهربائية

المقاومة	التيار (I)	الجهد (V)	القدرة المصروفة $P = V \times I$
$R_1 \ 390\Omega$			
$R_2 \ 640\Omega$			

المناقشة:

- 1- احسب 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:

1-6 المتسعات.

2-6 العوامل المؤثرة في سعة المتسعة.

3-6 أنواع المتسعات.

4-6 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.

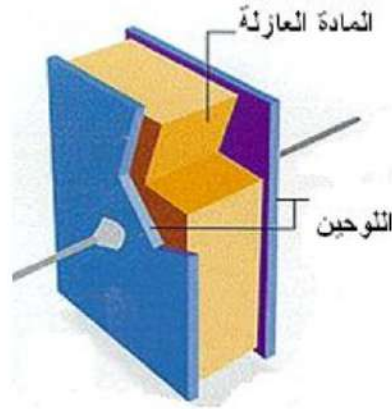


الفصل السادس

المتسعات

6-1 المتسعات- المكثفات (Capacitors)

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



الشكل 6-1 تركيب المتسعة

يتم حساب سعة المتسعة بالقانون الآتي:

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

حيث أن:

C = سعة المتسعة وتقاس بوحدة الفاراد (F).

Q = الشحنة الكهربائية وتقاس بالكولوم.

V = الجهد الكهربائي ويقاس بالفولت.

سعة المتسعة: هي إمكانية 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 استعمال 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.

3-6 أنواع المتسعات

المتسعات على أنواع ومنها الآتي:

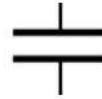
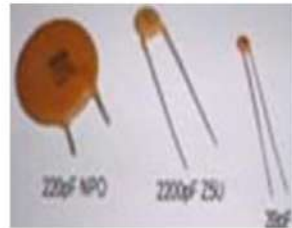
1- المتسعات الورقية: في هذه المتسعات تكون المادة العازلة من الورق وتتراوح سعاتها بين $(4-0.0001)\mu F$.

2- متسعات السيراميك: في هذه المتسعات تكون المادة العازلة من السيراميك وتتراوح سعاتها بين $(1pF, 2.2\mu F)$.

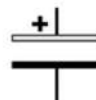
3- متسعات المايكا: في هذه المتسعات تكون المادة العازلة من المايكا وتتراوح سعاتها بين $(0.1\mu F, 1pF)$.

4- المتسعات الكيمياوية (الإلكتروليتية): في هذه المتسعات تكون المادة العازلة من مادة كيمياوية وتصل سعاتها إلى $(200000\mu F)$ وينبغي مراعاة ربط المتسعة الكيمياوية حسب قطبيتها.

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



متسعات السيراميك



متسعة كيمياوية

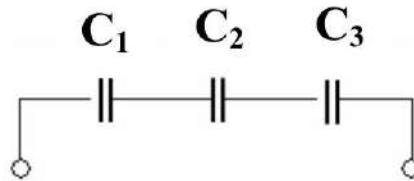


متسعة متغيرة

الشكل 2-6 أنواع من المتسعات ورموزها

4-6 ربط المتسعات

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

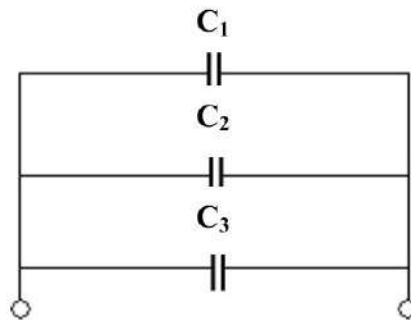


الشكل 3-6 ربط المتسعات على التوالي

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) الشكل (4-6) يوضح ربط المتسعات على التوازي.

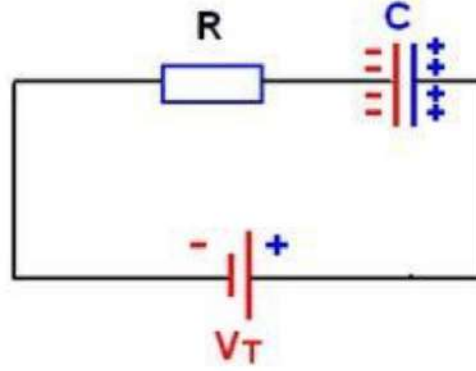


الشكل 4-6 ربط المتسعات على التوازي

وتحسب السعة المكافئة (الكلية) بالقانون الآتي:

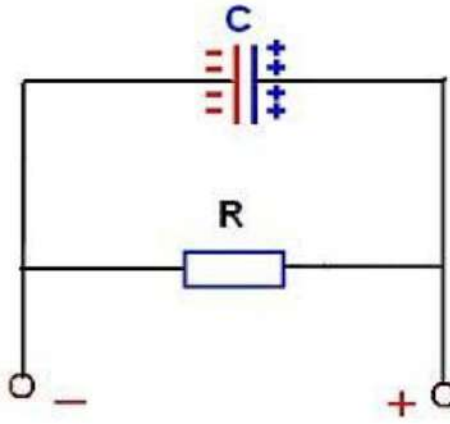
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

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



الشكل 5-6 شحن المتسعة

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



الشكل 6-6 تفريغ الشحنة

تمرين رقم (9)

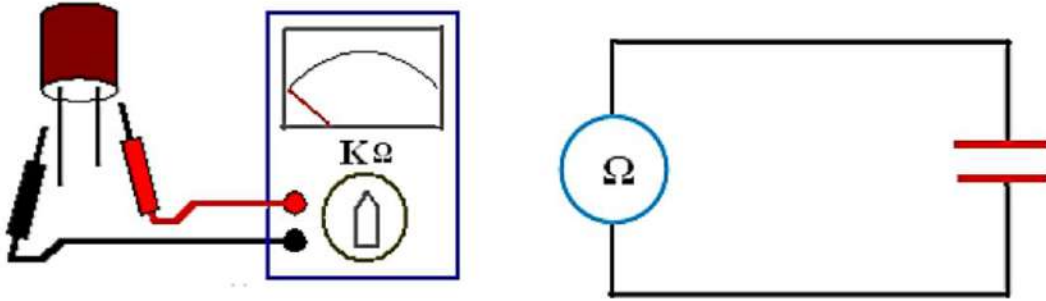
إسم التمرين: فحص المتسعات:

الهدف من التمرين: فحص المتسعات والتعرف على أنواعها.

الأجهزة والمواد المستعملة:

- 1- جهاز أوميتر.
- 2- متسعات مختلفة الأنواع (صالحة للعمل وتالفة).
- 3- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 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 نهائية)؟
- 2- عند فحص المتسعة غير السليمة، لماذا لا يتحرك جهاز قياس المقاومة بسرعة إلى اليمين (إلى 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:

1-7 الخلايا والبطاريات.

2-7 أنواع البطاريات

تمرين (10): ربط البطاريات على التوالي والتوازي.

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



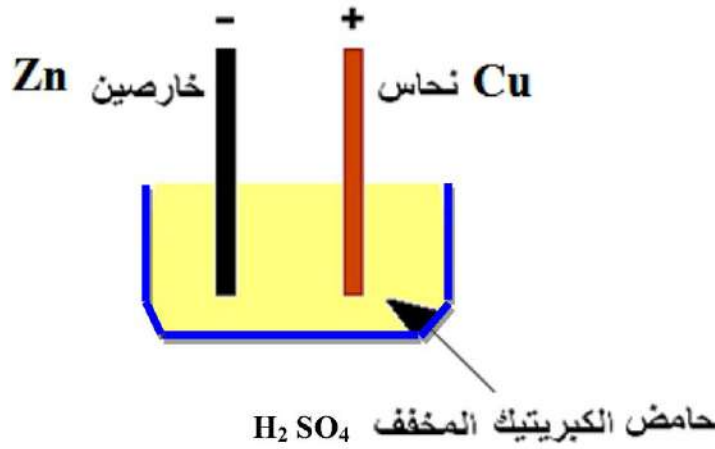
الفصل السابع

الخلايا والبطاريات

1-7 الخلايا والبطاريات

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

الخلية البسيطة:



الشكل 1-7-1 الخلية البسيطة

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

2-7 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 (Rechargeable Batteries):

من مميزاتا أنها 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 قيم التيار وفرق الجهد لكل أجزاء الدائرة.

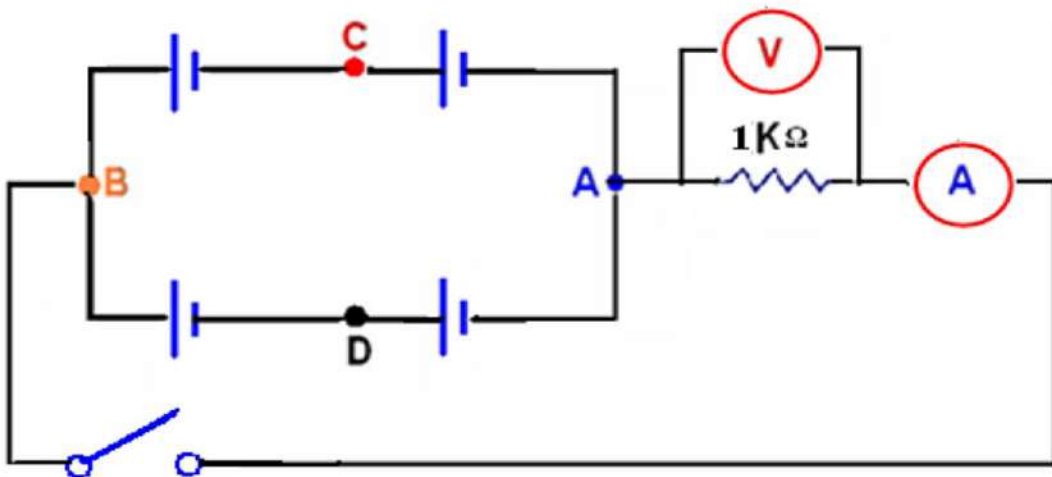
الأجهزة والمواد المستخدمة:

- 1- فولتميتر عدد واحد.
- 2- أميتر عدد واحد.
- 3- بطاريات جافة (1.5V) عدد أربعة.
- 4- مقاومة $1\text{ k}\Omega$.
- 5- لوحة تمرين.
- 6- مفتاح غلق-فتح (on-off).

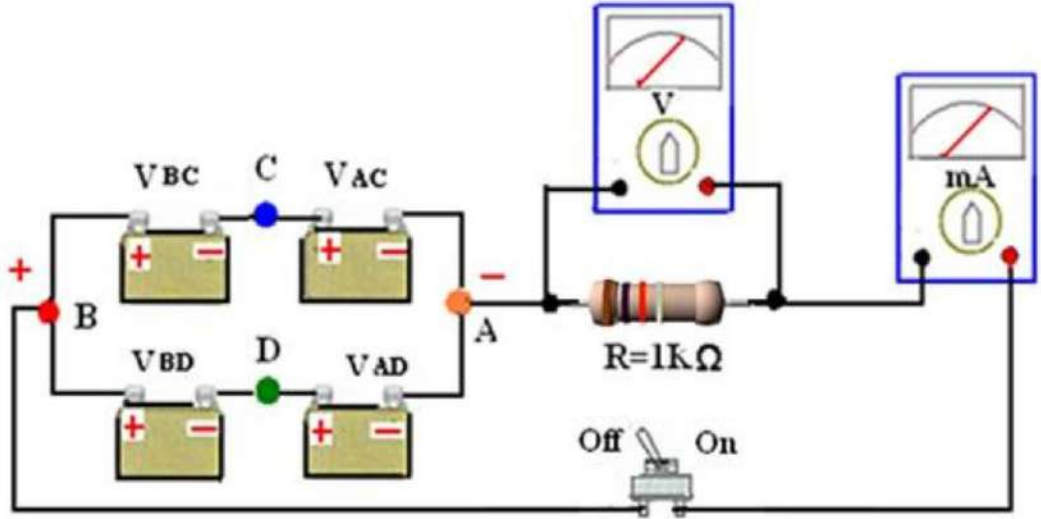
نظرية التمرين:

نحن نعلم أن فولتية البطارية الجافة هي (1.5V) فإذا أردنا أن نشغل جهاز على أكثر من (1.5V) فيجب ربط مجموعة من البطاريات على التوالي لكي نصل الى فرق الجهد اللازم وإذا أردنا أن نحصل على تيار عالي يجب ربط البطاريات على التوازي لأن بهذه الطريقة سوف يزداد التيار.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 2-7 ربط البطاريات بشكل مختلط



خطوات العمل:

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

الجدول 1-7 يوضح النتائج المقاسة للتيار والفولتية

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

المناقشة:

- 1- إحسب قيم التيار والفولتية لكل فرع
- 2- قارن النتائج النظرية بالعملية.
- 3- ما الفروقات الأساسية بين ربط التوازي والتوالي؟
- 4- ما نوع الربط إذا أردنا أن نرفع الفولتية للحمل؟
- 5- ما نوع الربط إذا 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- فولتمتر عدد واحد.
- 3- مقاومة متغيرة (100Ω).
- 4- لوحة تمرين.

نظرية التمرين:

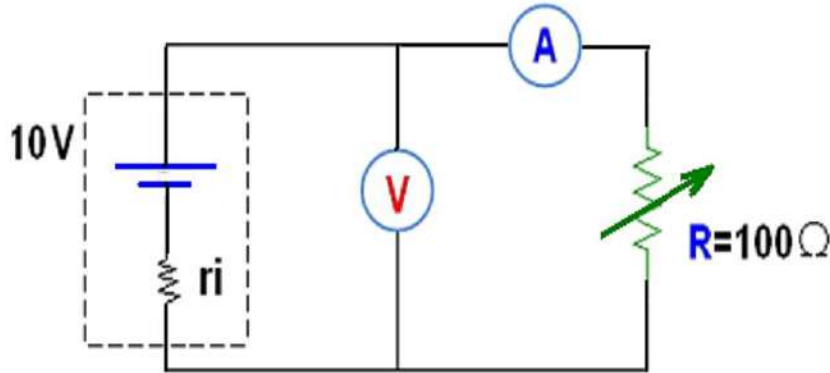
كل مصدر للجهد له مقاومة داخلية تمثل الأسلاك الداخلية للمصدر أما بالنسبة للبطاريات فأنها تمثل مقاومة المادة الكيمائية وهذه المقاومة تكون على التوالي مع المصدر والحمل للدائرة المربوطة في المصدر هذا يعني أن التيار المار في المقاومة الداخلية هو نفسه في الحمل مما يؤدي الى هبوط قسم من فرق الجهد للمصدر على هذه المقاومة وهذه تعتبر من الخسائر في فرق الجهد وأيضاً تعتبر من الخسائر في القدرة المستهلكة لذلك فأن المقاومة الداخلية مهمة جداً في مصادر فرق الجهد فكلما كانت قيمة المقاومة الداخلية للمصدر صغيرة كان المصدر جيد والعكس بالعكس.

خطوات العمل:

هناك طريقتان لحساب المقاومة الداخلية.

أ- طريقة الحمل الثابت:

1. إربط الدائرة كما في الشكل (3-7).



الشكل 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. احسب قيمة المقاومة الداخلية بالمعادلة التالية لكل قيمة مقاومة.

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

المقاومة الداخلية للبطارية

فرق جهد اللاحمل = $V_{N.L}$

فرق جهد الحمل = $V_{F.L}$

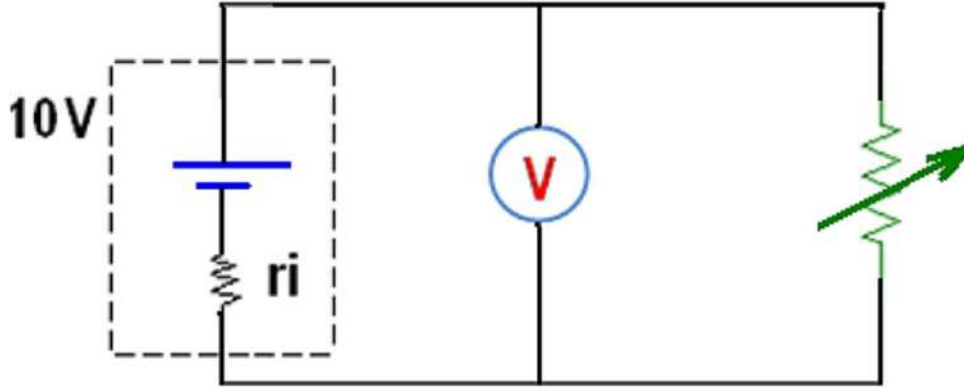
6. احسب المعدل لجميع القيم بالمعادلة التالية.

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

مقاومة الحمل

ب - طريقة الحمل المتغير:

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



الشكل 4-7 الدائرة الكهربائية لقياس المقاومة الداخلية للبطارية بطريقة الحمل المتغير

1. قس قيمة فرق الجهد بدون حمل.
2. 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.

الجدول 2-7 يوضح قيم الفولتيات المقاسة

$R = r_i$	$\frac{V_{N.L}}{2}$	$V_{N.L}$

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

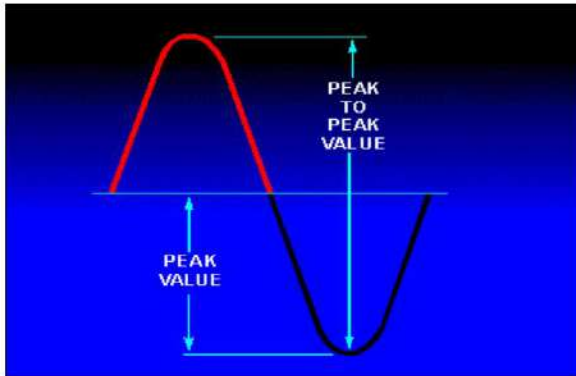
محتويات الفصل الثامن:

- 1-8 التيار المتناوب.
- 2-8 قيم التيار المتناوب.
- 3-8 جهاز مولد الإشارة (Function Generator).
- 4-8 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

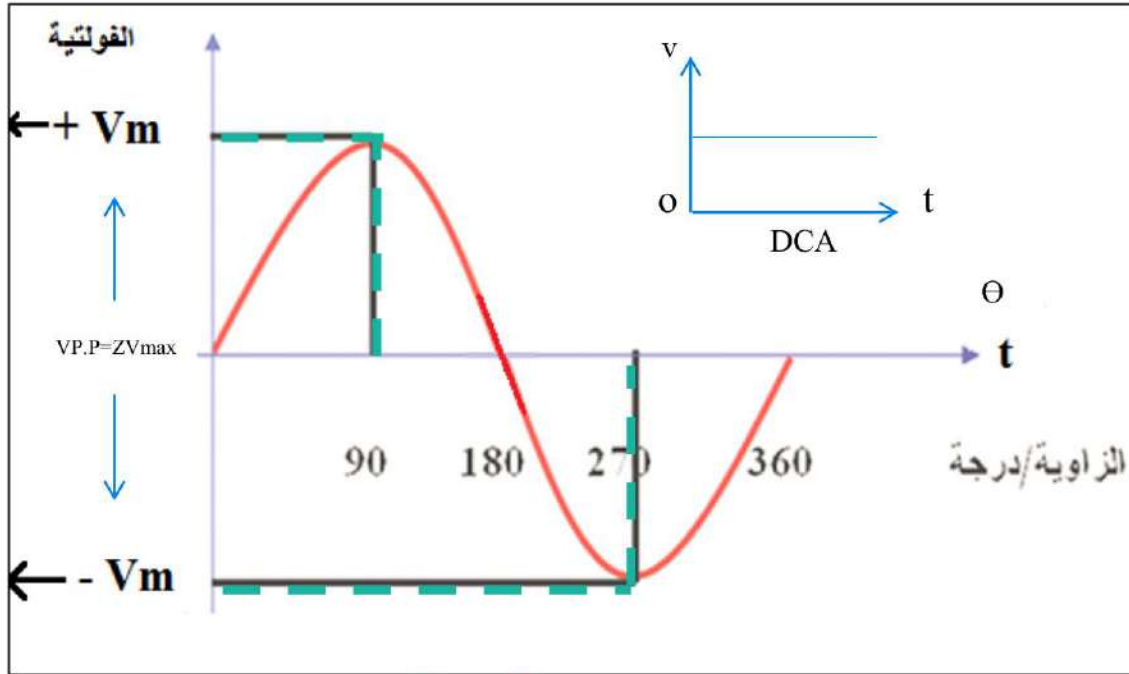
التيار المتناوب

الفرق بين التيار المستمر والمتناوب:

1-8 التيار المتناوب (Alternating Current)

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

* **التيار المستمر (Direct Current) :-** هو تيار ثابت الشدة والاتجاه مع الزمن لا يتغير.



الشكل 1-8 الموجة الجيبية

والموجة الجيبية نصفين النصف الاول يسمى بالنصف الموجب حيث تتغير قيمته من $(0^\circ-180^\circ)$ درجة والنصف الثاني يسمى بالنصف السالب حيث تتغير قيمته من $(180^\circ-360^\circ)$ درجة من قيمة التيار المتناوب.

8-2 قيم التيار المتناوب

1. القيمة العظمى:

هي أعلى قيمة يصل إليها 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 ($V_{p,p}$) وللتيار بالرمز ($I_{p,p}$).
حيث أن:

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

$$I_{p,p} = 2I_m$$

3. القيمة اللحظية:

هي قيمة التيار أو الفولتية عند لحظة معينة من الزمن، يرمز للقيمة اللحظية للفولتية بالرمز (V) وللتيار بالرمز (I)، ويمكن حساب القيمة اللحظية للفولتية وللتيار كالآتي:

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

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

حيث أن:

$\sin 2\pi ft$: 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: هو الزمن اللازم لاتمام دورة كاملة من (0 الى 360) ويقاس بالثانية.

4. القيمة الفعالة (الفعلية):

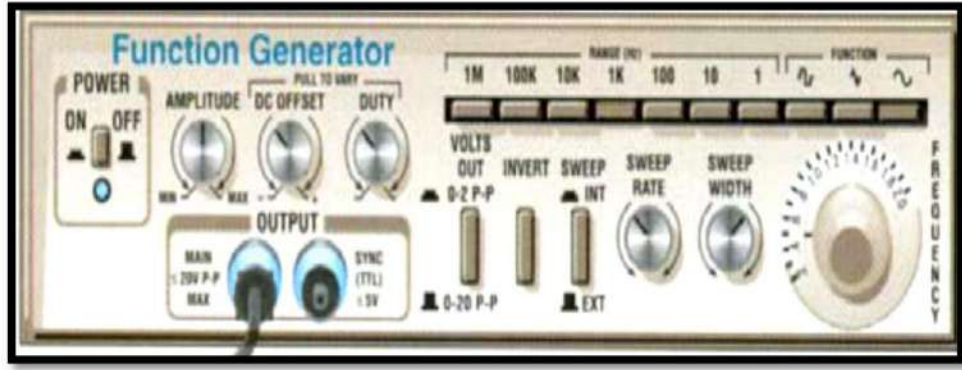
هي القيمة التي تعادل التيار المستمر لأنجاز نفس الشغل، أن هذه القيمة هي القيمة التي يمكن قياسها مباشرة بواسطة جهاز القياس. يرمز للقيمة الفعالة للفولتية بالرمز $V_{r.m.s}$ وللتيار بالرمز $I_{r.m.s}$ تسمى قيمة (جذر متوسط التربيع) وتساوي كالآتي:

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

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

3-8 جهاز مولد الإشارة (Function Generator)

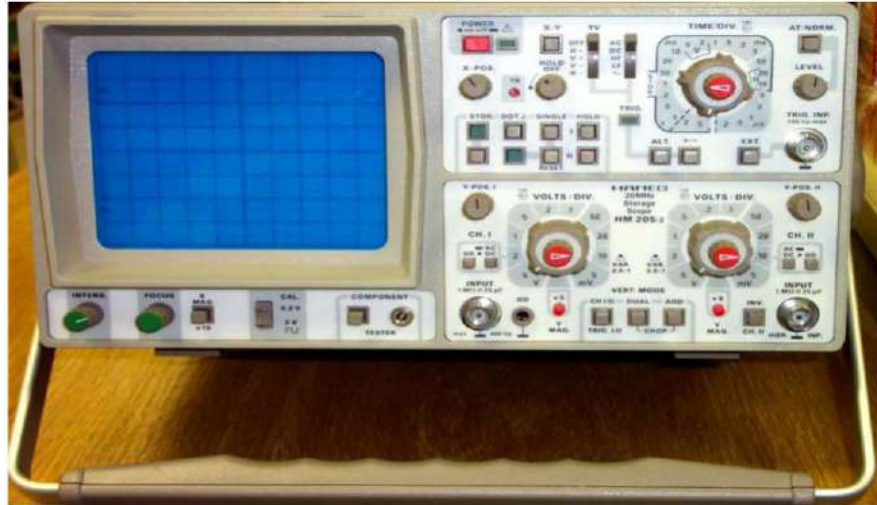
يستعمل هذا الجهاز لتوليد موجات (إشارات) ذات أشكال مختلفة (كالموجة الجيبية، والموجة المربعة، والموجة المثلثة..). وتستخدم هذه الموجات لتزويد مداخل الدوائر الالكترونية المراد تطبيق الإشارة عليها، ويحتوي هذا الجهاز على عدة مفاتيح للتحكم بمقدار الفولتية، ومقدار التردد وشكل الإشارة. الشكل (2-8) يوضح جهاز مولد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



الشكل 2-8 جهاز 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 الشكل (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.



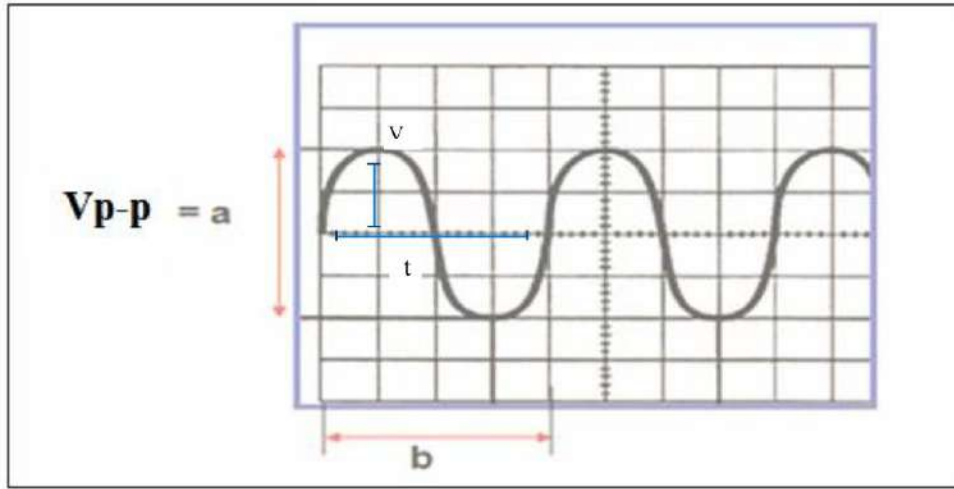
الشكل 3-8 جهاز راسم الإشارة (الأوسيلوسكوب)

الشكل (4-8) يوضح شكل موجة جيبية 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:

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

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

- لحساب قيمة فولتية على جهاز الاوسيلوسكوب نضرب عدد المربعات العمودية $\times$ مدى تقسيم V_{piv} الفولتية.
- لحساب قيمة الزمن على جهاز الاوسيلوسكوب نضرب عدد المربعات الافقية التي تعاد فيها الموجة $\times$ مدى تقسيم الزمن T_{piv} .
- لحساب التردد $F = \frac{1}{T_{الزمن}}$



الشكل 4-8 شكل الموجة الجيبية

تمرين (12)

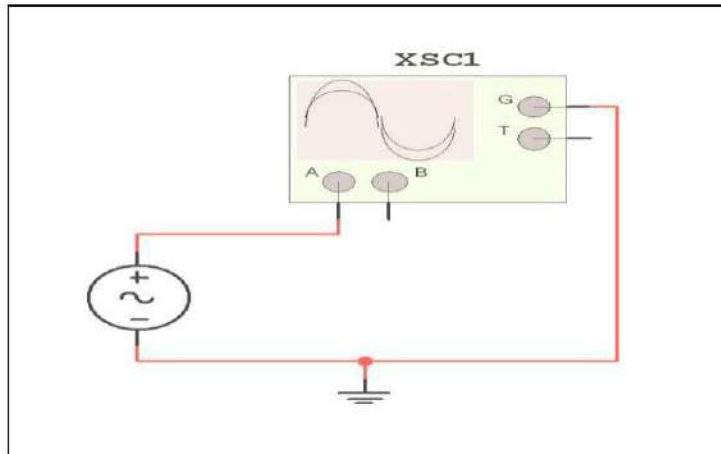
إسم التمرين: قياس القيمة العظمى للفولتية وزمن الموجة.

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:



الشكل 5-8 استخدام جهاز الأوسيلوسكوب

خطوات العمل:

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

الجدول 1-8 يبين النتائج المستحصلة لفولتية وزمن الإشارات

زمن الإشارة المقاس بالجهاز	فولتية (V _m) بالفولت	التردد (F) بالهيرتز	فولتية (V _{p.p}) بالفولت
		300	10
		500	8

المناقشة:

1. إحسب زمن الموجة نظريا من قيم تردد الإشارة المبينة في الجدول (1-8) 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 ومحاثّة ومتسعة على التوالي.

5. يربط دائرة مقاومة وملف على التوازي.

6. يربط دائرة مقاومة ومتسعة على التوازي.

7. يربط دائرة مقاومة ومحاثّة ومتسعة على التوازي.

8. يقيس ويحسب الكميات الكهربائية المطلوبة ويرسم المخطط الطوري لكل ربط.

الفصل التاسع

ممانعات التيار المتناوب

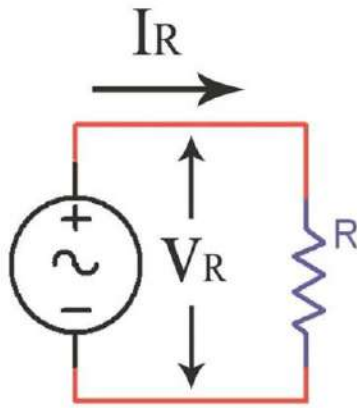
1-9 دوائر ممانعات التيار المتناوب (AC circuits)

تنقسم دوائر ممانعات التيار المتناوب الى الآتي:

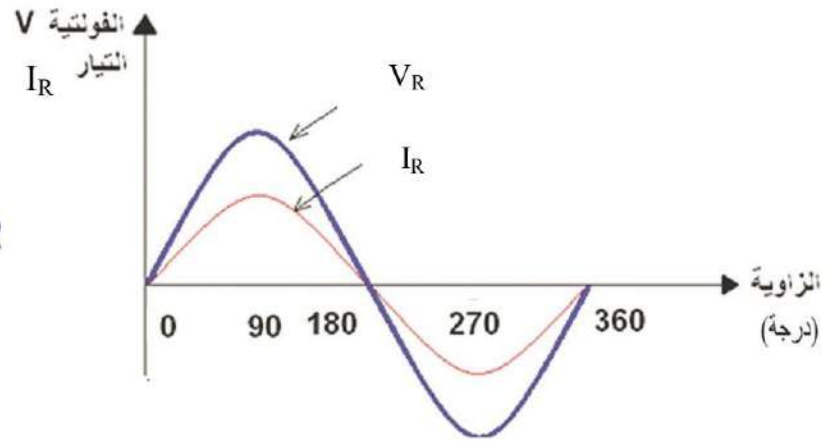
1- دائرة المقاومة (R):

عند توصيل المقاومة (R) الى مصدر تيار متناوب تكون موجة الفولتية وموجة التيار بنفس الطور

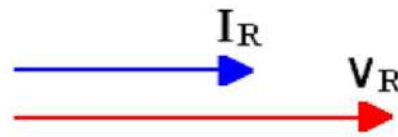
(الزاوية) كما موضح في شكل (1-9) (a,b, c).



a- الدائرة الكهربائية



b- العلاقة بين موجة الفولتية وموجة التيار



c المخطط الطوري

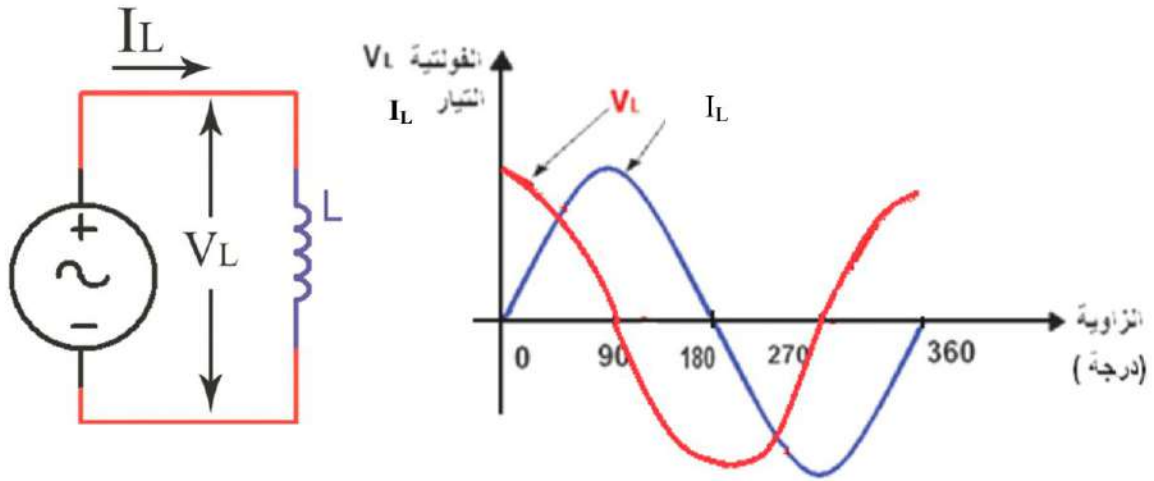
الشكل 1-9 المقاومة (R)

2- دائرة الرادة الحثية (المحثة) (X_L):

عند توصيل الرادة الحثية (ملف) الى مصدر تيار متناوب تكون موجة الفولتية متقدمة على

موجة التيار بزاوية فرق طور مقدارها (90) درجة كما مبين في الشكل (2-9) (a,b,c).

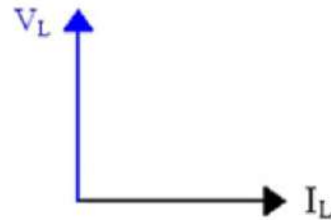
*الممانعة الحثية تتناسب طردياً مع التردد $XL = 2\pi FL$



a- العلاقة بين موجة الفولتية وموجة التيار

a- الدائرة الكهربائية

نلاحظ ان موجة الفولتية تسبق التيار بزاوية فرق طور مقدارها 90 درجة



c المخطط الطوري

الشكل 2-9 الرادة الحثية

حيث إن:-

$$X_L = 2\pi FL$$

X_L = الرادة الحثية وتقاس بالأوم.

F = التردد ويقاس بالهيرتز.

L = معامل الحث الذاتي للملف ويقاس بالهنري.

π = النسبة الثابتة: 3.14

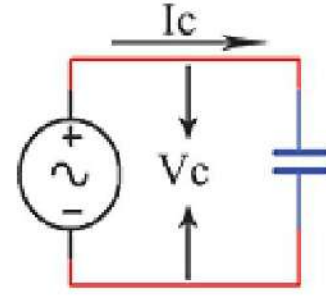
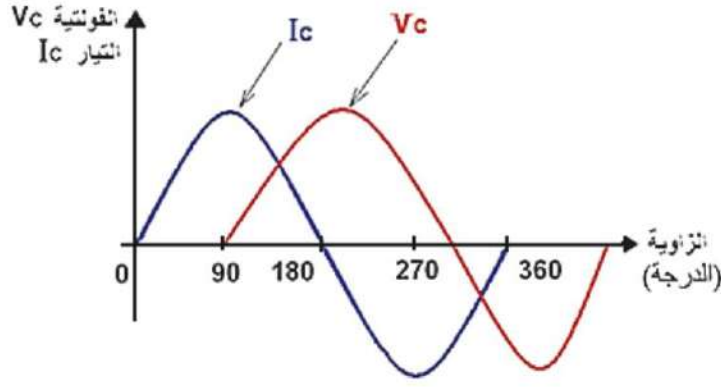
3- دائرة الرادة السعوية (X_C):

عند توصيل متسعة الى مصدر تيار متناوب تتأخر موجة الفولتية عن موجة التيار بزاوية فرق

طور مقدارها (90) درجة كما مبين في شكل (3-9) (a,b, c).

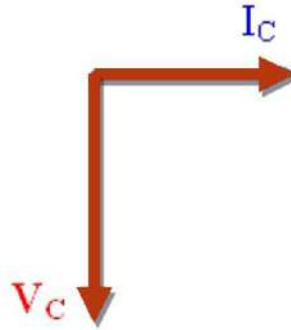
$$X_C = \frac{1}{2\pi FC}$$

*الممانعة السعوية تتناسب عكسياً مع التردد



a- الدائرة الكهربائية

b- العلاقة بين موجة الفولتية وموجة التيار
نلاحظ ان موجة الفولتية تختلف عن التيار بزاوية فرق طور 90 درجة



الشكل 9-3 (c) المخطط الطوري

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

حيث أن:-

X_C = الرادة السعوية وتقاس بالأوم.

F = التردد ويقاس بالهيرتز.

C = سعة المتسعة وتقاس بالفاراد.

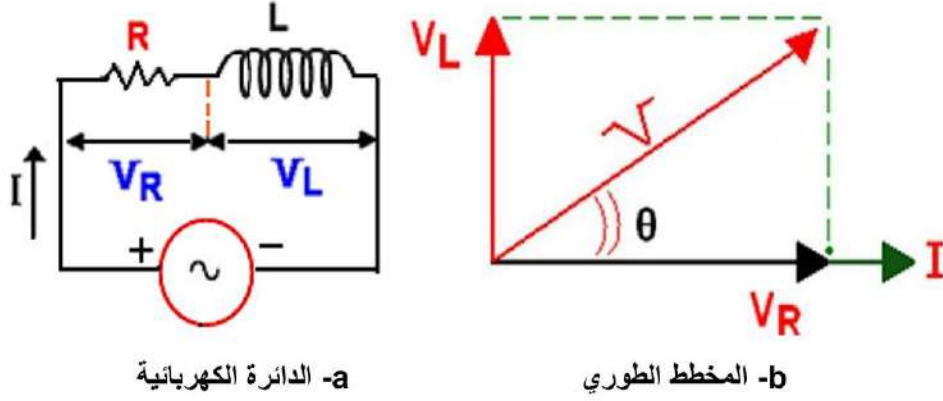
π = النسبة الثابتة. $\pi = 3.14$

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 كجهاز الراديو والتلفزيون ومن هذه الطرق:-

1- ربط مقاومة وملف على التوالي R-L:

يتصف هذا النوع من الربط بأن التيار الكلي المار في الدائرة هو نفس التيار المار في المقاومة (I_R) والمحاثة (I_L) لربطهم على التوالي، علماً أن فولتية المقاومة (V_R) والتيار المار فيها في نفس الطور لكن فولتية المحاثة تتقدم على تيارها بزاوية فرق طور مقدارها (90°) درجة. شكل (9-4) يبين (a) الدائرة الكهربائية (b) - المخطط الطوري.



الشكل 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)

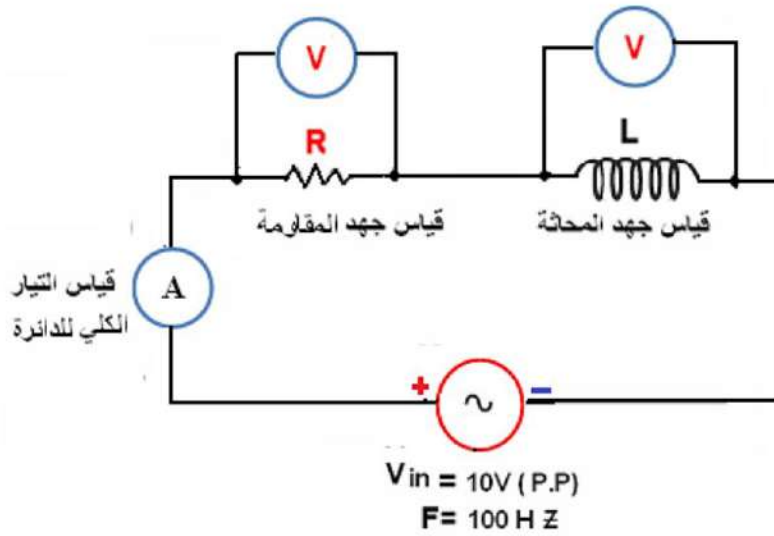
إسم التمرين: ربط مقاومة وملف (محاثة) على التوالي (R- L)

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 إشارة (Function Generator).
- 3- أفوميتر عدد (3).
- 4- مقاومات ذات قيم مختلفة (220Ω , 560Ω , $1k \Omega$).
- 5- ملف (محاثة) ذو معامل حث ذاتي ($50mH$).
- 6- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 5-9 دائرة R-L توالي

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة كما في شكل (5-9).
- 2- ثبت قيمة فولتية الإدخال على $10V$ (قمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.
- 3- ثبت تردد الدائرة على 100Hz .
- 4- سجل قيمة تيار الدائرة وثبت النتيجة في الجدول (1-9).
- 5- سجل قيمة الفولتية على طرفي كل من المقاومة والمحث وثبت النتائج في الجدول (1-9).
- 6- أعد الخطوات (4) و (5) بعد تغيير المقاومات الثلاثة وثبت النتائج في الجدول (1-9).
- 7- إحسب قيمة الممانعة الكلية للدائرة نظرياً وثبت القيم في الجدول (1-9).

الجدول 1-9 يبين النتائج المقاسة

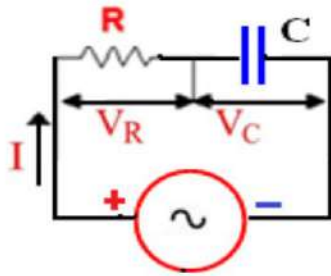
R	220 Ω	560 Ω	1k Ω
V_R			
V_L			
I			
Z			

المناقشة:

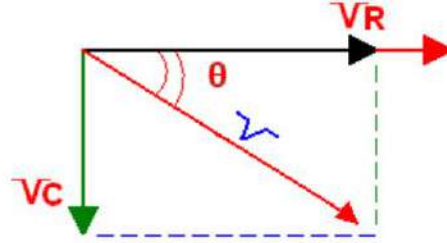
1. قارن بين القيم العملية والقيم النظرية لفولتية المقاومة والمحثة؟
2. أرسم المخطط الطوري للدائرة الكهربائية من النتائج العملية فقط للمقاومة ($1k\Omega$).

2- ربط مقاومة ومتسعة على التوالي R - C:

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



a- الدائرة الكهربائية



b- المخطط الطوري

الشكل 6-9 ربط مقاومة ومتسعة على التوالي

ومقدار الممانعة الكلية يساوي:

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

حيث ان Z الممانعة الكلية

ω زاوية فرق الطور

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).

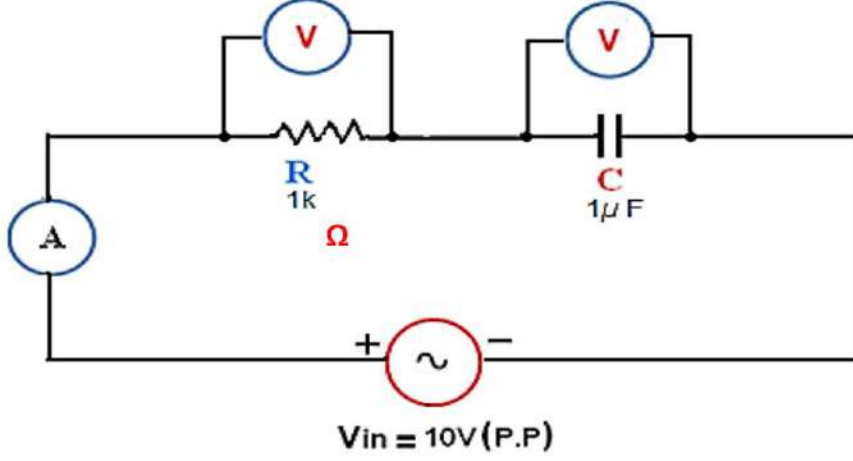
الأجهزة والمواد المستعملة:

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 الدائرة الكهربائية:



الشكل 7-9 دائرة (R-C) توالي

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة كما في الشكل (7-9).
- 2- ثبت قيمة فولتية الإدخال 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 (2-9).
- 5- سجل قيمة الفولتية على طرفي كل من المقاومة والمتسعة وثبت النتائج في الجدول (2-9).
- 6- أعد الخطوات (4) و (5) بعد تغير التردد الى (500 Hz) وأيضا التردد (1 kHz) وثبت النتائج في

الجدول (2-9)

الجدول 2-9 يبين النتائج المقاسة

F	100 Hz	500Hz	1 kHz
V_R			
V_C			
I			

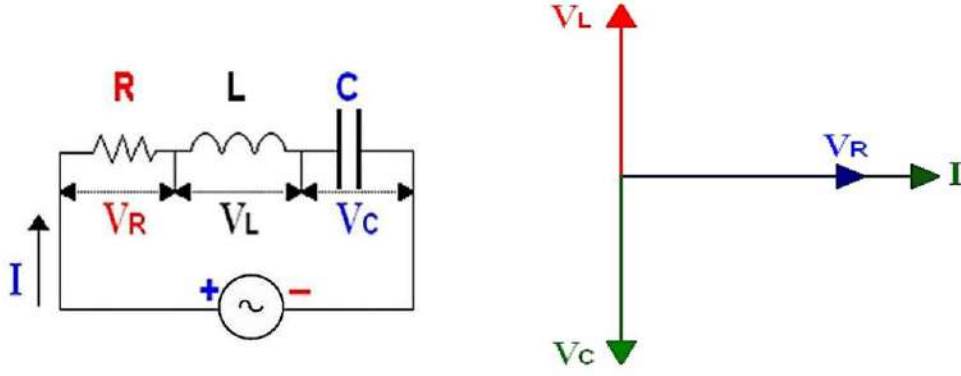
المناقشة:

- 1- ناقش تأثير تغير التردد على فولتية المقاومة V_R وفولتية المتسعة V_C .
- 2- أرسم منحنى العلاقة بين التردد وفولتية المقاومة V_R وفولتية المتسعة V_C .

3- قارن بين النتائج العملية والنتائج النظرية.

3- ربط مقاومة ومحاثة ومتسعة على التوالي R-L-C:

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



a- الدائرة الكهربائية

b- المخطط الطوري

الشكل 8-9 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:

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

تمرين رقم (15)

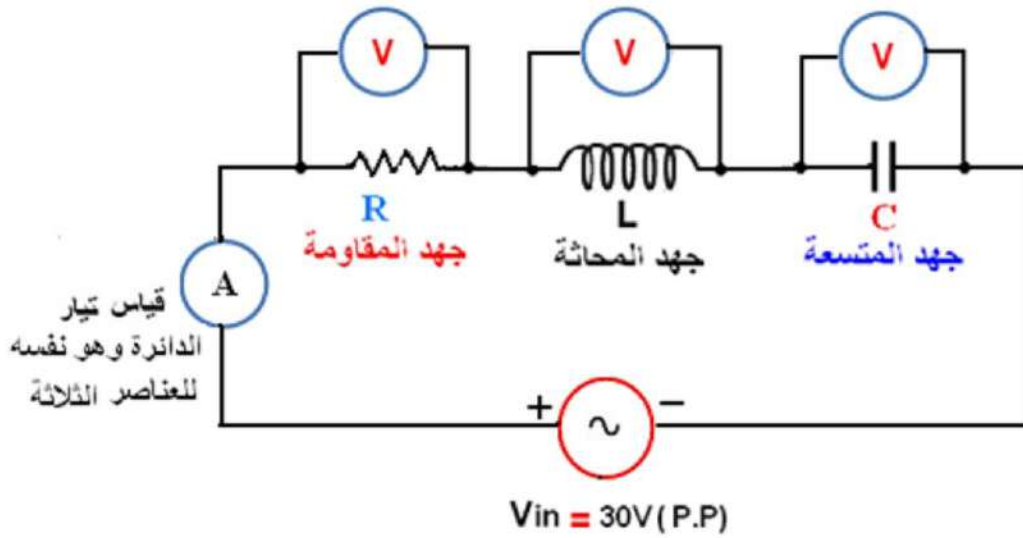
إسم التمرين: ربط مقاومة وملف ومنتسعة على التوالي

الهدف من التمرين: قياس فولتية المقاومة (V_R) وفولتية المحاثية (V_L) وفولتية المنتسعة (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 (560Ω).
- 5- ملف (محاثة) ذو معامل حث ذاتي 72mH .
- 6- منتسعة ($C=9.1\text{nF}$).
- 7- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 9-9 دائرة (R.L.C) توالي

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة كما في شكل (9-9).
- 2- ثبت قيمة فولتية الإدخال 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 والتمتعة وثبت النتائج في الجدول (3-9).
- 6- احسب قيمة الممانعة الكلية للدائرة في كل تردد كما مبين في الجدول (3-9).

الجدول 3-9 يبين النتائج المقاسة

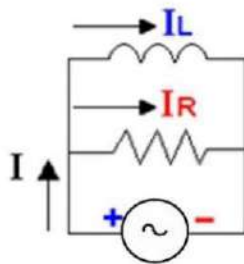
F	500 Hz	1 kHz	1.5 kHz	2 kHz	2.5 kHz	3 kHz	3.5 kHz	4 kHz	4.5 kHz	5 kHz	5.5 kHz
V_R											
V_L											
V_C											
I											
Z											

المناقشة:

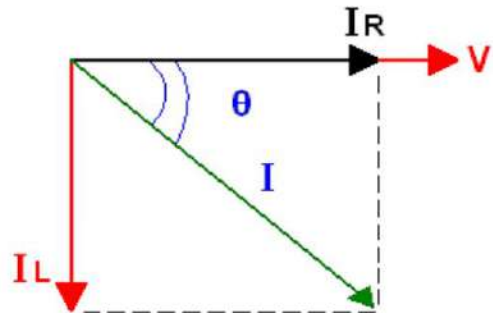
- 1- ارسم منحنى العلاقة بين التيار والتردد على ورق نصف لوغارتمي.
- 2- أوجد تردد الرنين نظرياً.
- 3- قارن بين النتائج العملية والنتائج النظرية.
- 4- ربط مقاومة وملف على التوازي (R – L)
يتصف هذا النوع من الربط بأن الفولتية الكلية للدائرة هي نفس الفولتية على طرفي المقاومة والمحاثة والتيار الكلي يساوي:

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

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



a- الدائرة الكهربائية



b- المخطط الطوري

الشكل 10-9 يوضح ربط مقاومة وملف على التوازي

تمرين رقم (16)

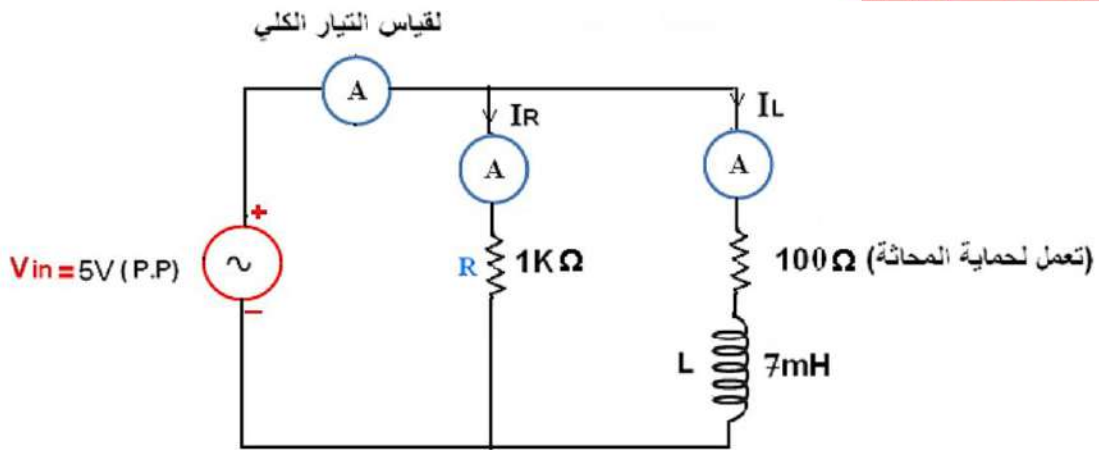
اسم التمرين: ربط مقاومة وملف (محاثية) على التوازي (R-L).

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

الأجهزة والمواد المستعملة:

- 1- راسم الإشارة (Oscilloscope).
- 2- مولد إشارة (Function Generator).
- 3- أفوميتر عدد (3).
- 4- مقاومة ($1\text{ k}\Omega$).
- 5- ملف (محاثية) ذو معامل حث ذاتي (7mH).
- 6- مقاومة ($R=100\Omega$) تربط على التوالي مع المحاثية حماية لها.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 11-9 دائرة (R-L) توازي

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة كما في الشكل (11-9).
- 2- ثبت قيمة فولتية الإدخال 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 (4-9).
- 5- سجل قيمة التيار المار في كل من المقاومة والمحاثية وثبت النتائج في الجدول (4-9).
- 6- كرر الخطوات (4) و (5) للترددات 2 kHz، 3 kHz، 4 kHz وثبت النتائج في الجدول

(4-9).

الجدول 4-9 النتائج المقاسة

F	1 kHz	2 kHz	3 kHz	4 kHz
I				
I _R				
I _L				

المناقشة:

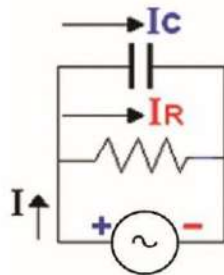
1. قارن بين النتائج العملية والنتائج النظرية.
2. إرسم العلاقة بين تيار المحاثة والتردد على ورق بياني نصف لوغاريتمي.
3. ناقش زيادة التردد على التيار الكلي للدائرة.

5- ربط مقاومة ومنتسعة على التوازي R - C

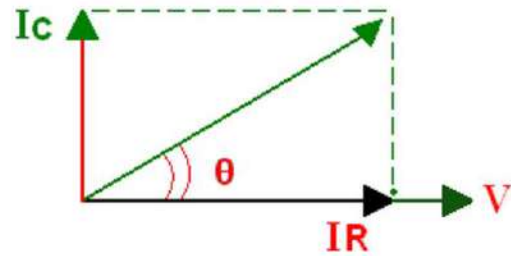
يتصف هذا النوع من الربط بأن الفولتية الكلية للدائرة هي نفس الفولتية على طرفي المقاومة والمتسعة والتيار الكلي يساوي:

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

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



a- الدائرة الكهربائية



b- المخطط الطوري

الشكل 9-12 ربط مقاومة ومنتسعة على التوازي

تمرين رقم (17)

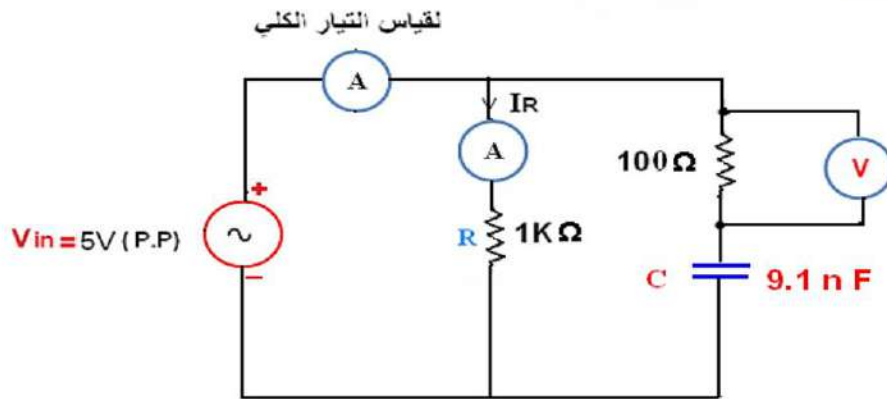
إسم التمرين: ربط مقاومة و متسعة على التوازي (R-C).

الهدف من التمرين: قياس تيار المقاومة و تيار المتسعة و 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 ($C=9.1nF$).
- 6- مقاومة ($R=100\Omega$) تربط على التوالي مع المتسعة لحساب التيار المار في المتسعة.
- 7- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 9-13 دائرة (R - C) توازي

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة كما في الشكل (9-13).
- 2- ثبت قيمة فولتية الإدخال على 5V (قيمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.
- 3- ثبت تردد الدائرة على 1kHz.
- 4- سجل قيمة تيار الدائرة و ثبت النتيجة في الجدول (9-5).
- 5- سجل قيمة التيار المار في المقاومة و ثبت النتيجة في الجدول (9-5).
- 6- سجل قيمة الفولتية على طرفي المقاومة ($R=100\Omega$) ومن ثم إحسب تيار المتسعة و ثبت النتيجة في الجدول (9-5).
- 7- كرر الخطوات بتغير التردد الى (2 kHz، 5 kHz، 10 kHz) و ثبت النتائج في الجدول (9-5).

الجدول 5-9 النتائج المقاسة

F	1 kHz	2 kHz	5 kHz	10 kHz
V100 Ω				
I _C				
I _R				
I				

المناقشة:

- 1- إرسم العلاقة بين تيار المتسعة والتردد على ورق بياني نصف لو غار تمي.
- 2- قارن نتائج التمرين مع النتائج التي حصلت عليها في تمرين مقاومة ومحاثة على التوازي.
- 3- قارن بين نتيجة التيار الكلي للدائرة عملياً ونظرياً.

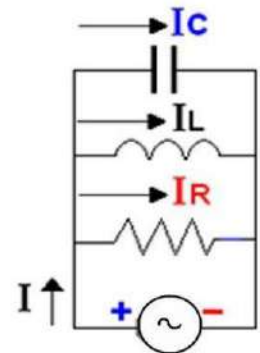
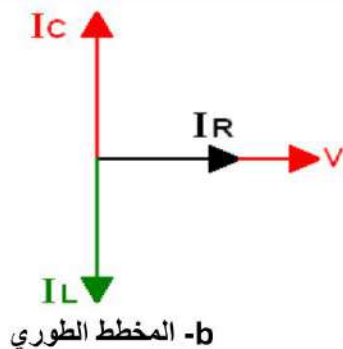
6- ربط مقاومة ومحاثة ومتسعة على التوازي R - L - C

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

حيث تكون: $X_L = X_C$

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

وتردد الرنين f_r يكون:



a- الدائرة الكهربائية

شكل 9-14 شكل يوضح ربط المقاومة ومحاثة ومتسعة على التوازي R-L-C

تمرين (18)

اسم التمرين: دائرة رنين التوازي (R - L - C).

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

الأجهزة والمواد المستعملة:

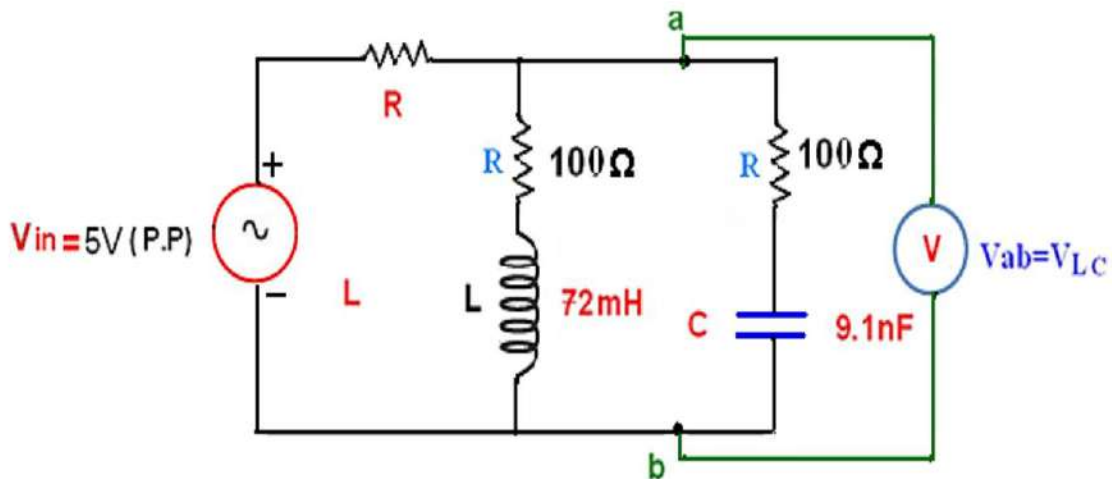
- 1- راسم الإشارة (Oscilloscope).
- 2- مولد إشارة (Function Generator).
- 3- أفوميتر عدد (3).
- 4- مقاومات ($2.2\text{ k}\Omega$, $1\text{ k}\Omega$, 560Ω) ومقاومة (100Ω) تربط على التوالي مع المحاثية عند تردد الرنين لقياس قيمة التيار (I_L)، وأيضاً تربط على التوالي مع المتسعة عند تردد الرنين لقياس قيمة التيار (I_C).

5- ملف (محاثية) ذو معامل حث ذاتي 72mH .

6- متسعة ($C=9.1\text{nf}$).

7- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 15-9 دائرة رنين التوازي

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة كما في الشكل (15-9).
- 2- ثبت قيمة فولتية الإدخال V_{in} على 5V (قمة الى قمة) بالإستعانة بجهاز راسم الإشارة.
- 3- ثبت التردد المطلوب وحسب الجدول (6-9)، فإن هذه القيمة تمثل تردد الرنين F_r .

4- ثبت جهاز لقياس الفولتية على طرفي المحاثية 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 المحاثية 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).

الجدول 6-9 النتائج المقاسة

R	F	2kHz	3kHz		19kHz	20kHz
560Ω	V_{LC}					
1kΩ	V_{LC}					
2.2kΩ	V_{LC}					

الجدول 7-9 النتائج المقاسة

R	F_r	I_L	I_C
560Ω			
1kΩ			
2.2kΩ			

المناقشة:

- 1- إحسب تردد الرنين نظرياً وقارنه مع النتائج العملية.
- 2- ارسم منحنى العلاقة بين التردد والفولتية (V_{LC}) على ورق نصف لو غارتمي.
- 3- إحسب الممانعة (Z) عند تردد الرنين.

الفصل العاشر

المحولات الكهربائية

محتويات الفصل العاشر:

1-10 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.

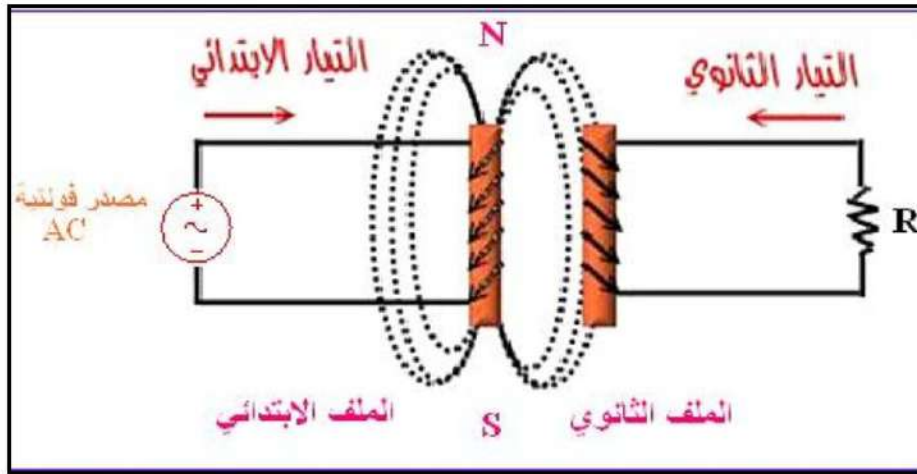


الفصل العاشر

المحولات الكهربائية

1-10 المحولات الكهربائية

إن للمحولات الكهربائية إستخدامات كثيرة، ولا يمكن الإستغناء عنها، وفكرة عمل المحولة الكهربائية يعتمد على خاصية الحث المتبادل بين ملفين مرتبطين سوياً بمجال مغناطيسي مشترك وتتكون المحولة من عناصر أساسية هي الملف الابتدائي (N_1) والملف الثانوي (N_2) والقلب الحديدي الشكل (1-10) يوضح ذلك.



الشكل 1-10 المحولة الكهربائية

وتوجد محولات رافعة يكون عدد لفات الملف الثانوي أكبر من عدد لفات الملف الابتدائي، ومحولات خافضة يكون عدد لفات الملف الابتدائي أكبر من عدد لفات الملف الثانوي. لاحظ الشكل (2-10).



الشكل 2-10 المحولة الرافعة والخافضة

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



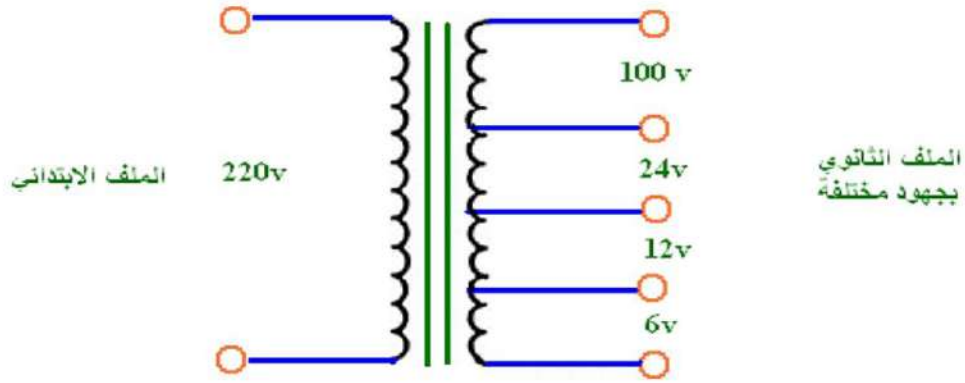
الشكل 3-10 نماذج مختلفة من المحولات

ومن إستخدامات المحولة في الأجهزة الطبية، إنها تستخدم في جهاز الأشعة السينية (X-Ray Device) فالحهاز يحتاج الى جهد عالي جداً لغرض توليد الأشعة السينية، لذلك يوجد في الجهاز مولد ضغط عالي وهو عبارة عن محولة كبيرة توضع داخل خزان مملوء بالزيت، وكذلك توجد أجزاء أخرى تحتاج الى جهود قليلة ولذلك توجد محولات كهربائية خافضة.

ومن الأجهزة الطبية الأخرى جهاز الأسنان (Dental Device) أيضاً يحتوي على محولات فمثلاً المصباح الذي يوجهه الطبيب لغرض رؤية أسنان المريض في جهاز نوع، (Belmont) يحتاج الى جهد مقداره (15 V) والفلورسنت الذي يستخدم لرؤية صورة الأشعة لأسنان المريض تحتاج الى جهد مقداره (V100) وآلة الحفر البطني للأسنان تحتاج الى جهد مقداره (22V-24V) هذه المحولات خافضة وهناك إستخدامات كثيرة للمحولات الكهربائية، شكل (4-10) يوضح محولة كهربائية مختلفة الجهود الكهربائية.

وبسبب أخطاء تشغيل المحولات فإنها 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 الأوميتر.



الشكل 10-4 محولة قدرة مختلفة الجهود الكهربائية

ويمكن حساب كفاءة المحولة العلمية من العلاقة الآتية:

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

حيث η : 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 باستخدام 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:

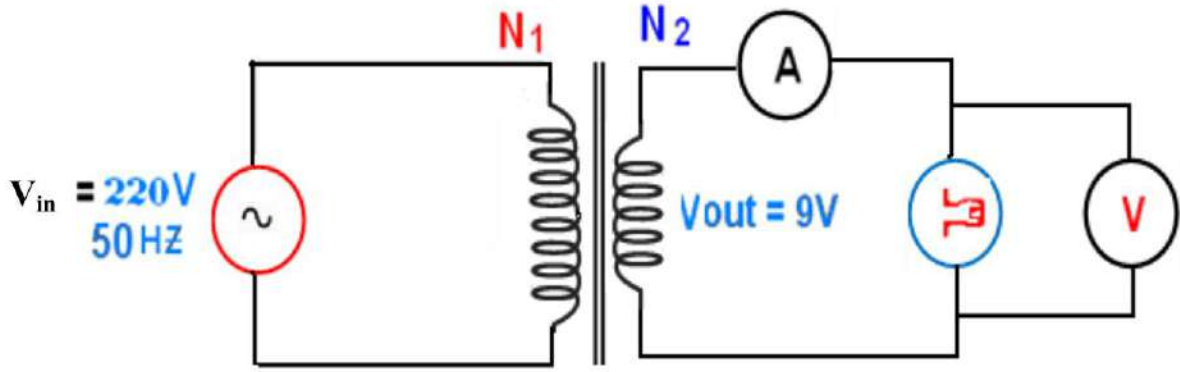
أن المحولات الخافضة يكون عدد لفات الملف الابتدائي (N_1) أكبر من عدد لفات الملف الثانوي (N_2)

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 الشكل (5-10).
- 2- إربط جهاز لقياس التيار المار بالمصباح وثبت النتيجة بالجدول (1-10).
- 3- إربط جهاز لقياس الجهد على طرفي المصباح وأيضاً ثبت النتيجة في الجدول (1-10).
- 4- أعد الخطوات أعلاه بعد تغيير المصباح من (9V) الى المصباح ذات (12V) وكذلك غير المحولة ذات خرج (9V) بالمحولة ذات خرج (12V) وأيضاً إحسب قيمة التيار المار في المصباح والجهد على طرفي المصباح وثبت النتائج في الجدول (1-10).
- 5- افحص ملفات محولة قدرة – خافضة بواسطة جهاز الاوميتر وسجل مقدار مقاومة الملف الابتدائي والملف الثانوي كما في الشكل (6-10).

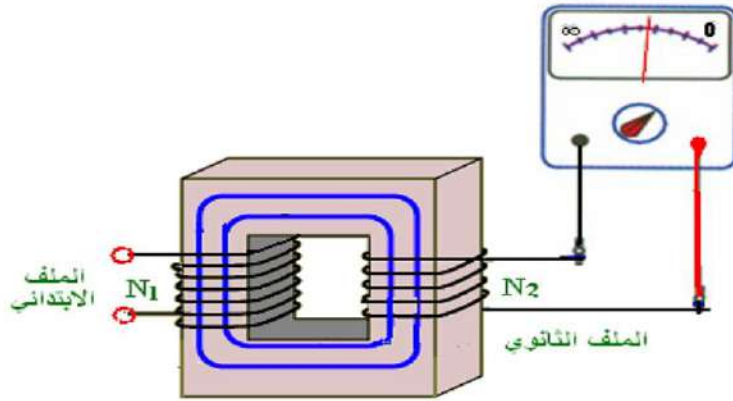


الشكل 5-10 دائرة كهربائية لقياس الجهد الكهربائي

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

الجدول 1-10 النتائج المقاسة

مصباح	I	V
9V		
12V		



الشكل 10-6 فحص ملفات محولة كهربائية

المناقشة:

- 1- قارن بين الفولتيين والتيارين للمصباحين.
- 2- احسب قيمة التيار الداخل الى المحولة بالاعتماد على النتائج العملية.
- 3- احسب كفاءة المحولة.
- 4- ارسم العلاقة بين الفولتية والتيار باستخدام ورق نصف لوغاريتمي وناقش ذلك.
- 5- قارن بين مقدار مقاومة الملف الابتدائي ومقدار مقاومة الملف الثانوي، وهل يمكن الاعتماد على هذه الطريقة للتمييز بين الملف الابتدائي والملف الثانوي للمحولات الكهربائية؟

الفصل الحادي عشر

تأثيرات التيار الكهربائي

محتويات الفصل الحادي عشر:

11- 1 تأثيرات التيار الكهربائي

أ- الفاصم (المصهر) الكهربائي

ب- مفاتيح الحماية الاوتوماتيكية

1. مفتاح الحماية الحراري

2. مفتاح الحماية الحرارية - المغناطيسية

ج - 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) وقيس 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

1-11 تأثيرات التيار الكهربائي

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

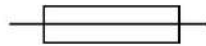
1. التأثير الحراري.
2. التأثير المغناطيسي.
3. التأثير الكيميائي.
4. التأثير الفلج.

1. التأثير الحراري:

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

أ- الفاصم (المصهر) Fuse

يتكون الفاصم بشكل رئيسي من غلاف من الزجاج أو الخزف داخله 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. الشكل (1-11) يبين فاصم الأجهزة الكهربائية ورمزه.



رمز الفاصم



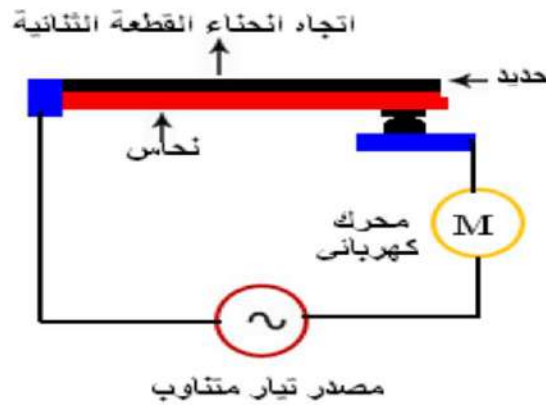
فاصم أجهزة كهربائية

الشكل 1-11 الفاصم (المصهر)

ب- مفاتيح الحماية الأوتوماتيكية

1 - مفاتيح الحماية الحرارية ضد زيادة التيار (الحمل) (Over Load)

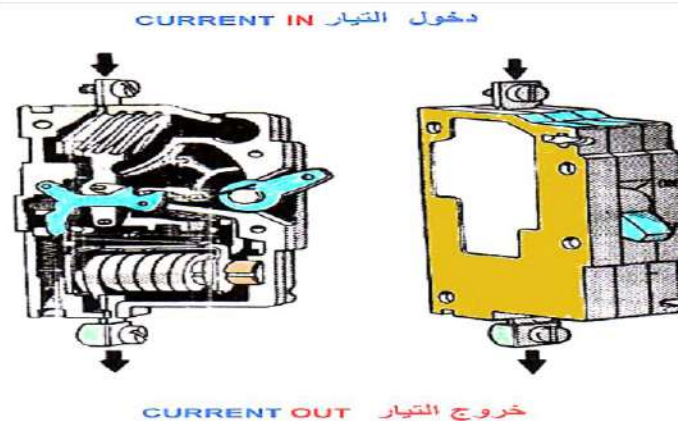
تتكون مفاتيح الحماية الحرارية من شريط ثنائي المعدن (Bimetal) (كالحديد والنحاس) وعندما يمر تيار كهربائي أكبر من التيار المقرر لتحمل الدائرة ترتفع درجة حرارته وينحني ويفصل التيار الكهربائي عن الدائرة الكهربائية. الشكل (2-11) يبين المفتاح الحراري في دائرة محرك كهربائي حيث يكثر استعمال هذه المفاتيح في أجهزة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



الشكل 2-11 مفتاح حماية أوتوماتيكي

2 - مفاتيح الحماية الحرارية-المغناطيسية (قاطع دورة) (Circuit Breaker)

لحماية الدوائر الكهربائية من حالة القصر (short) تستعمل أجهزة حماية تعمل بواسطة مبدأ المجال الكهرومغناطيسي، وتتكون هذه الحماية من ملف يولد قوة كهرومغناطيسية تعمل على جذب عتلة تؤدي إلى 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 الشكل (3-11) يبين شكل والمكونات الداخلية لمفتاح قاطع دورة (C.B).



الشكل 3-11 مفتاح قاطع دورة (C.B)

ج - أجهزة التسخين

عند مرور تيار كهربائي في سلك مقاوم (Heater) فإن الطاقة الكهربائية تتحول الى حرارة في سلك التتكستن 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.

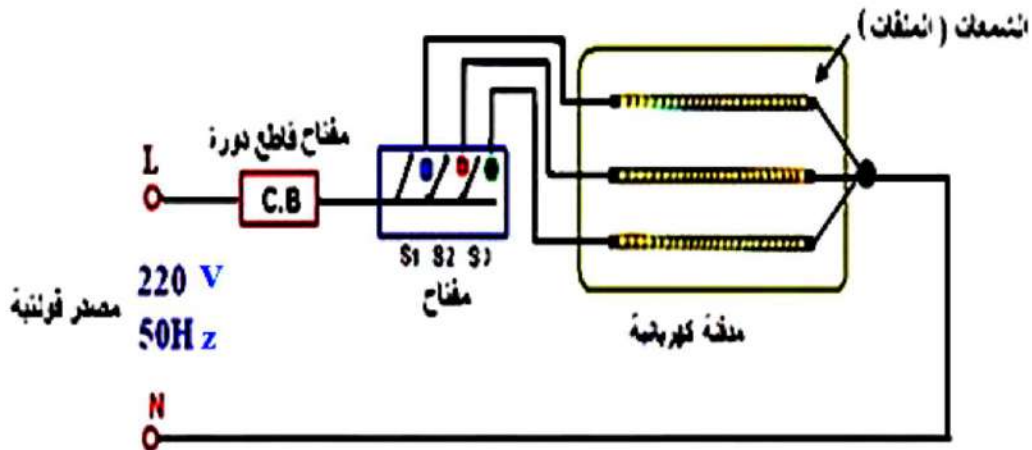
الهدف من التمرين: التأثير الحراري للتيار الكهربائي بأستخدام مدفئة كهربائية ومعرفة العلاقة بين شدة

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 (C.B) Circuit breaker بقيمة 10A.
- 4 - مفتاح توصيل (Switch) ذو ثلاثة أقطاب (S_1, S_2, S_3).
- 5 - جهاز قياس تيار متناوب نوع (كلاّب ميتر - clamp meter).
- 6 - أسلاك توصيل.
- 7 - لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 4-11 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 (4-11).
- 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:

الجدول 1-11 النتائج المقاسة

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				

المناقشة:

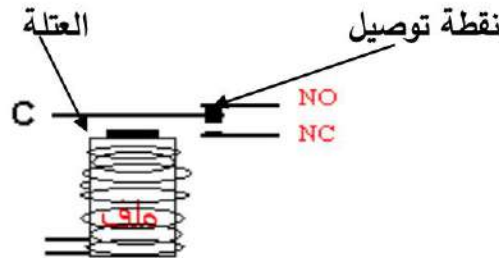
- 1 - ما علاقة شدة الحرارة بالتيار والقدرة؟
- 2 - إحسب قيم القدرة من خلال قيم الفولتية والتيار المقاسة كما في الجدول (1-11) مع إهمال معامل القدرة حيث أن: $P=I.V$ وضع النتائج في الجدول أعلاه.
- 3 - ناقش النتائج التي حصلت عليها من قيم القدرة المقاسة بالقانون وقيم القدرة المثبتة على لوحة الجهاز.
- 4 - ما فائدة قاطع الدورة (C.B) في الدائرة وهل يمكن استخدام الفاصم بدلا عنه.

د - المرحلات (الريليات) Relays



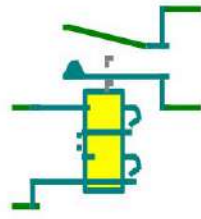
الشكل 5-11 نماذج مختلفة من المرحلات

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. الشكل (5-11) يوضح نماذج مختلفة من المرحلات، الشكل (6-11) يوضح المكونات الرئيسية للمرحل. تعمل ملفات المرحلات على فولتيات مستمرة ومنها (24V، 12V، 9V، 6V، 5V) 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.

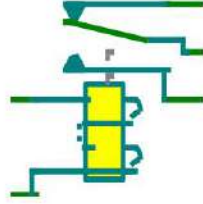


الشكل 6-11 مكونات المرحل

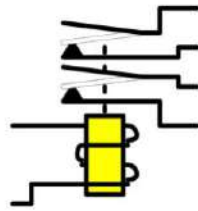
وتختلف المرحلات في عدد نقاط السيطرة التي تستخدم لغلق وفتح الدوائر الكهربائية الشكل (7-11) يبين بعض أنواع المرحلات:-



مرحل قطب واحد ذو نقطة توصيل
واحدة (فاتحة)



مرحل قطب واحد ذو نقطتي توصيل
(فاتحة وغالقة)



مرحل ثنائي القطب ذو أربع نقاط
توصيل

الشكل 11-7 بعض أنواع المرحلات

تمرين (21)

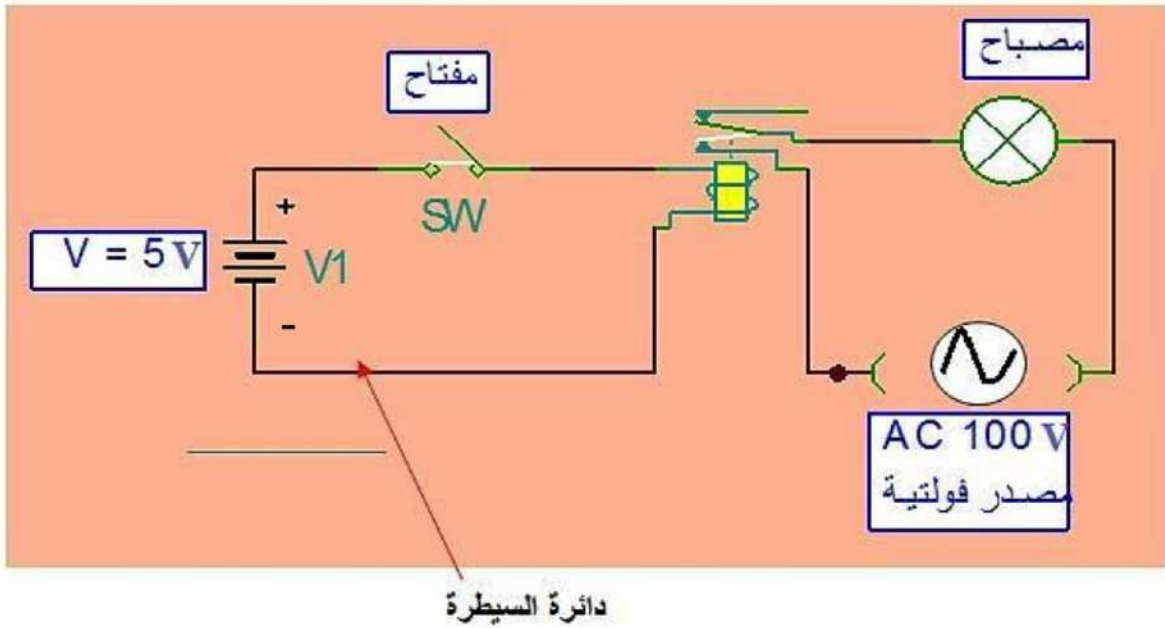
إسم التمرين: تشغيل مصباح كهربائي بواسطة المرحل.

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:



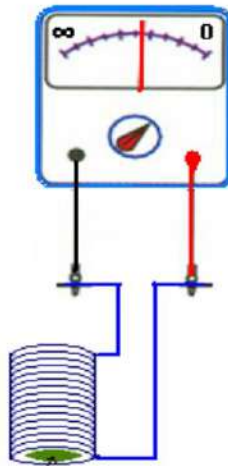
الشكل 8-11 دائرة ربط المرحل

خطوات العمل:

1. إفحص نقاط المرحل (الفاثحة، الغالقة) وطرفي ملفه بواسطة جهاز الاوميتر.
2. إربط الدائرة الكهربائية المرسومة في الشكل (8-11).
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 الإحتياجات الواجب اتباعها عند استخدام المرحلات في تشغيل الدوائر الكهربائية؟
2. تتكون الأجهزة الإلكترونية من نفس المكونات الى حد ما كالمقاومات والمتسعات والملفات لذلك تكون أعطالها متشابهة، أفحص ملف المرحل وقس مقاومته بواسطة جهاز الاوميتر كما في شكل (9-11)، ثم إذكر نوع عطل الملف إذا كان مقدار مقاومته:
1- صفراً 2 - عالية جداً (∞)



الشكل 11-9 فحص ملف حراري

هـ - جهاز التعقيم (Autoclave)

تم إختراع جهاز التعقيم (المعقم Autoclave) من قبل تشارلز تشامبرلاند في عام 1879 ويمكن تعريفه بأنه: (خزان معدني محكم الغلق ومعزول عزلاً تاماً عن المحيط الخارجي حيث يستخدم التيار الكهربائي لتشغيل سخان في داخله ملف حراري (Heater) مع منظم حراري

(Thermostat-ثرموستات).

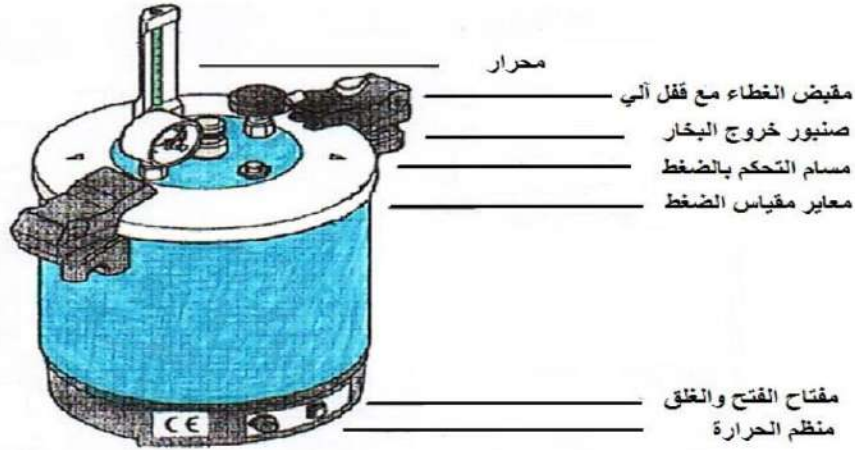
للتحكم بدرجة الحرارة المطلوبة ويعمل الجهاز على تحويل الماء المقطر الى بخار حار بدرجة حرارة أعلى من (120°C) لمدة لا تقل عن 15-20 دقيقة تحت ضغط أكبر من الضغط الجوي، لتعقيم الأجهزة والمعدات التي تتحمل درجات الحرارة والرطوبة العالية لاحظ الشكل (11-10).



الشكل 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 الثابتة 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 سميك معزول مع غطاء محكم الغلق ليتحمل الضغط المرتفع للبخار الناتج من التسخين.
- 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)

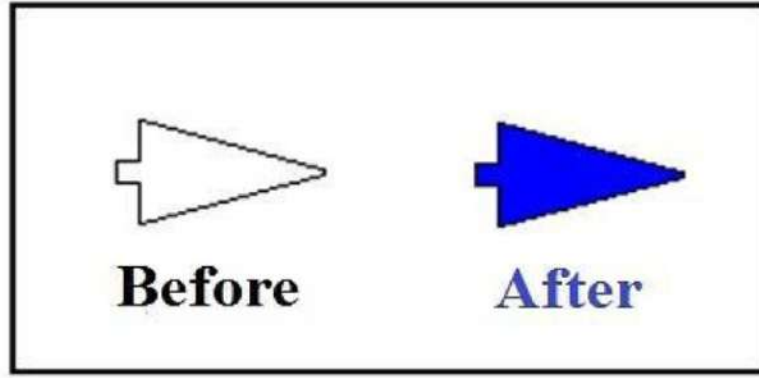
إسم التمرين: جهاز التعقيم (Autoclave).

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 أكمل التعقيم لاحظ الشكل (12-11).
- 4- معدات طبية لوضعها داخل الأكياس لتعقيمها.
- 5- مفك وعدة فتح وغلق براغي وصامولات الجهاز.
- 6- جهاز فحص اوميتر.



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

خطوات العمل:

- 1- عند الإستخدام الأول يفتح الجهاز ويملى 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 الشكل (11-11).
- 4- عند أول خروج للبخر 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 البخر وانتظر خروج البخر 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 ووضعتها في الكيس المعقم الخاص لذلك بعد أن تقوم بتبريد الحشوة المطاطية للغطاء الخارجي (Jacket).

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

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

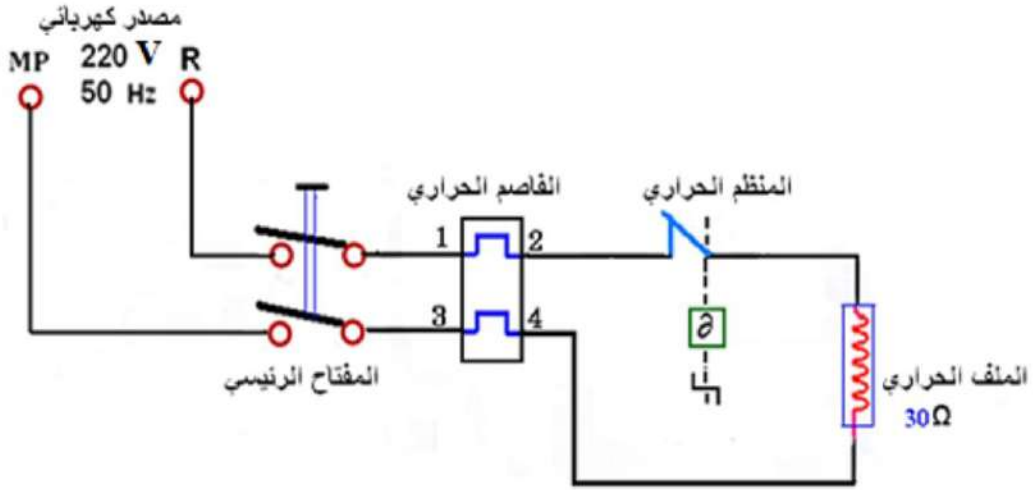
11- ابدأ بتفكيك الجهاز كاملاً باستخدام العدة المناسبة والتعرف على جميع الأجزاء ثم قم بتركيبه مرة أخرى.

12 - بواسطة جهاز الاوميتير افحص الاجزاء الرئيسة للدائرة الكهربائية لجهاز التعقيم كما في الشكل (11- 13) وكالاتي:

أ- نقاط توصيل المفتاح الرئيسي (Main switch) ونقاط الفاصم الحراري

ب- نقاط توصيل المنظم الحراري (Thermostat).

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



الشكل 11-13 الدائرة الكهربائية لجهاز التعقيم

تعليمات السلامة والصيانة الدورية:

- 1- لا تقوم بتعقيم الأقداح والقناني المغلقة.
- 2- لاحظ درجة حرارة المحرار وكذلك مقياس الضغط معا قبل فتح الجهاز للتأكد من عدم حدوث انفجار بخاري عند الفتح.
- 3- تجنب البخار الخارج من الصمام عند فتحه بعد انتهاء فترة التعقيم.
- 4- لا تشغل الجهاز أبداً بدون الماء المقطر.
- 5- لا تشغل الجهاز أبداً بوجود ماء الحنفية غير المقطر لأنه يسبب انسدادات 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 هو عملية التوصيل الكهربائي فعند عدم اشتغال الضوء الأحمر تتبع الآتي:

أ- هل يوجد مصدر طاقة في مأخذ التغذية؟

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

2- عدم اشتغال الجهاز بالرغم من وجود التغذية الرئيسة ويفحص بواسطة الافوميتر بعد 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 وفتحه
و يجب إستبدال مقياس جهاز الضغط بآخر.

ج- عند ملاحظة عدم تمام غلق الجهاز يجب التأكد من صلاحية الحشوة البلاستيكية وعدم

وجود أي فطر أو شقوق بها، حيث نلاحظ في هذه الحالة خروج البخار من 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:

1-12 أقطاب جهاز تخطيط القلب

1- الأقطاب الصفيحية

2- الأقطاب الكأسية الماصة

3- الأقطاب العائمة

2-12 أقطاب جهاز 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 تخطيط 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:

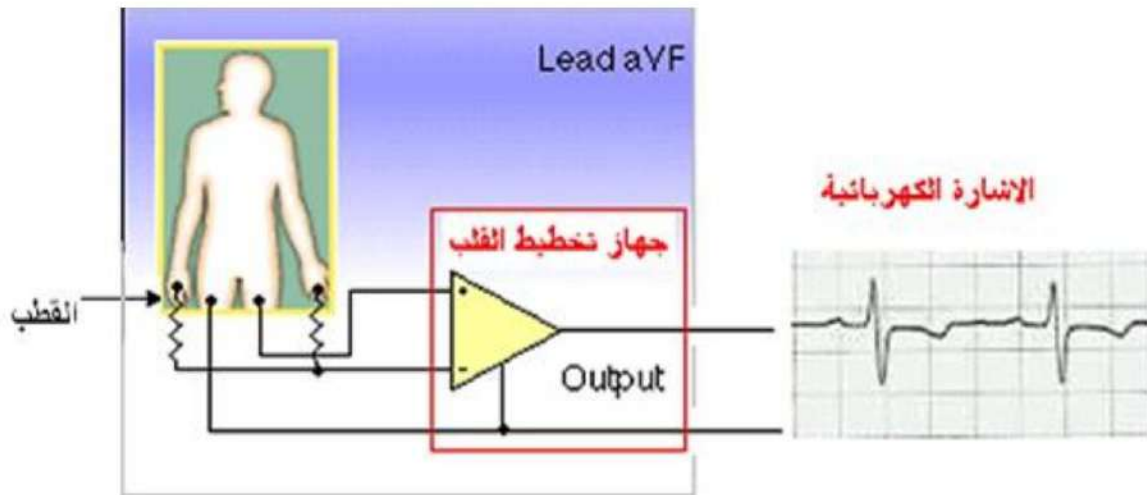
أقطاب سطح الجسم - الأقطاب الابرية - أقطاب متنوعة خاصة.

الفصل الثاني عشر

الأقطاب

1-12 أقطاب جهاز تخطيط القلب ECG

إن الأقطاب هي نقطة اتصال المريض بجهاز تخطيط القلب وعملها هو تحويل طاقة التيارات الأيونية Ionic Currents الناتجة من الجهد الكهروحياتي للقلب الى تيارات كهربائية Electric Current والتي يمكن تكبيرها بواسطة الجهاز والحصول على إشارة القلب الكهربائية والتي تمكننا بعد دراستها بالمساعدة في تشخيص المرض، الشكل (1-12) يوضح مخطط ربط لبعض أقطاب جهاز تخطيط القلب الى جسم مريض وشكل الإشارة الكهربائية الخارجة من جهاز التخطيط.

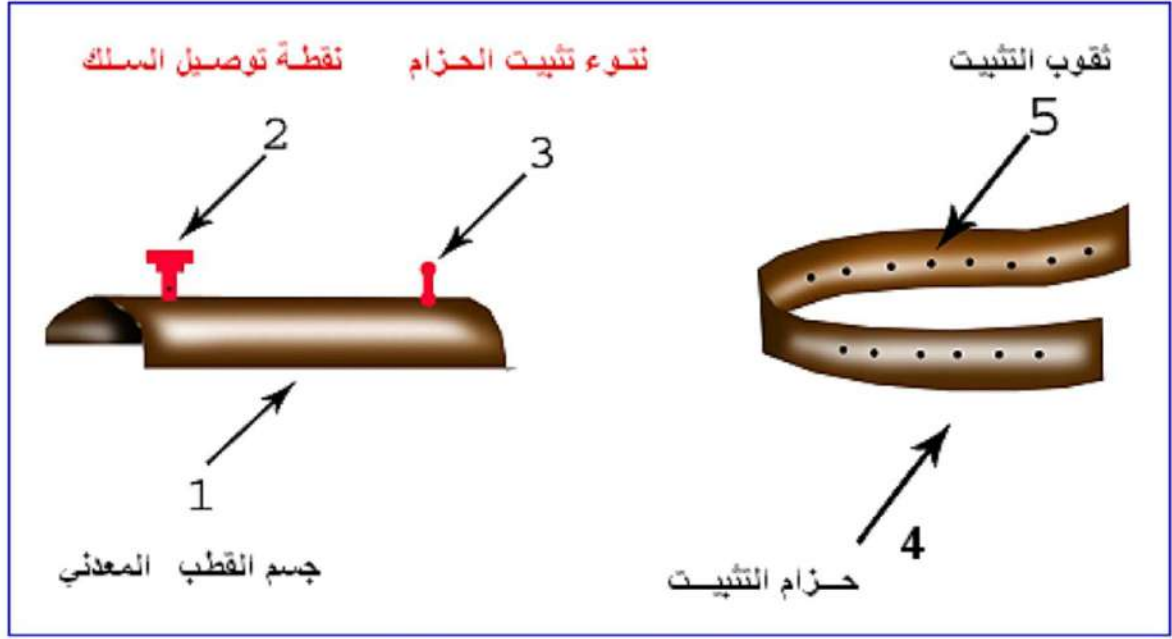


الشكل 1-12 مخطط ربط أقطاب جهاز تخطيط القلب

وهناك أنواع مختلفة من الأقطاب (Leads) من أهمها:

1- الأقطاب الصفيحية (Plate Electrodes):

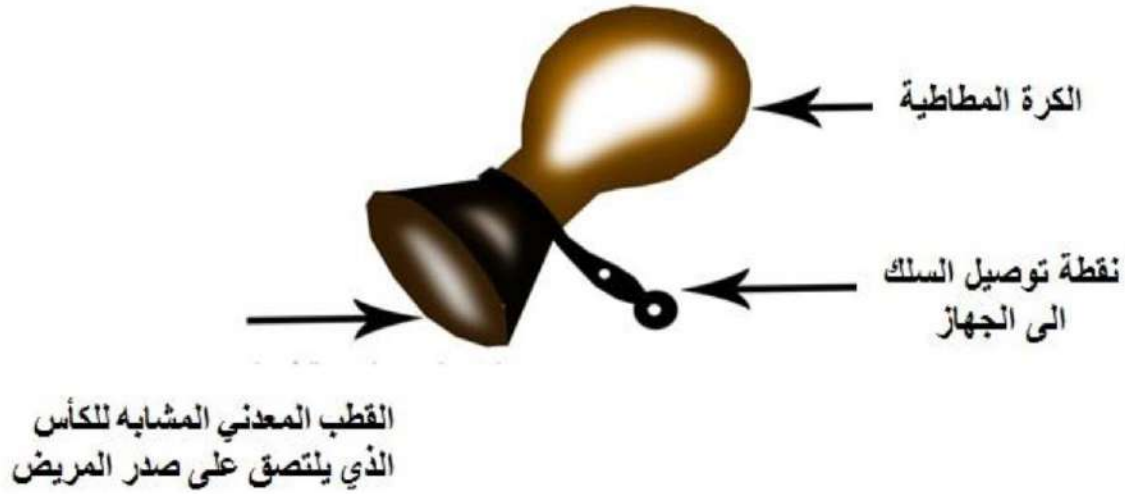
وهي عبارة عن أقطاب على شكل صفيحة مصنوعة من المعدن وتطلى بالفضة أو النيكل وتثبت عادة على المعصمين والرسغين بواسطة حزام مطاطي أو جلدي ومتصل بها قطب توصيل السلك الى الجهاز والشكل (2-12) يمثل مخطط أجزاء القطب.



الشكل 12-2 مخطط اجزاء القطب

2- الأقطاب الكاسية الماصة (Suction Cap Electrodes):

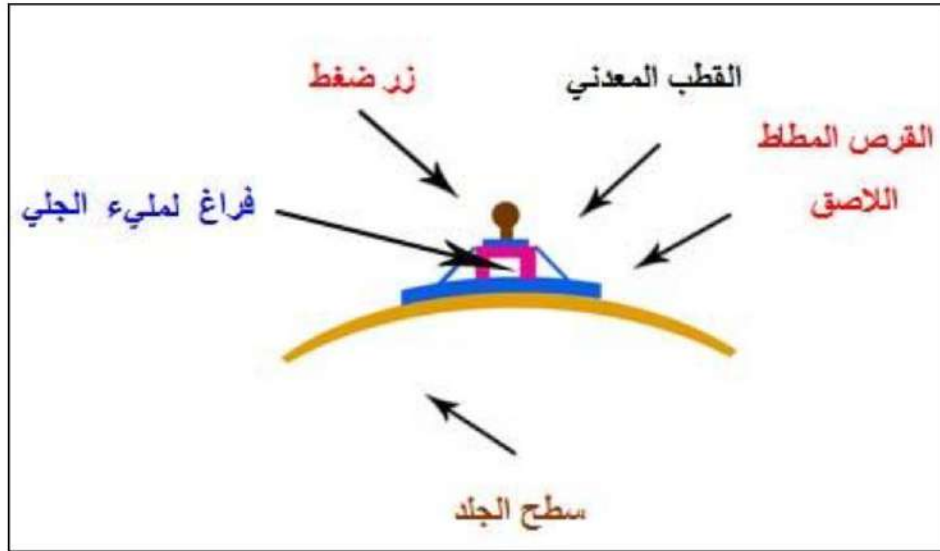
وتستخدم عادة على صدر المريض حيث تلتصق به نتيجة لتخلخل ضغط الهواء داخل الكأس المعدني عند الضغط على الكرة المطاطية كما نلاحظ في الشكل (12-3).



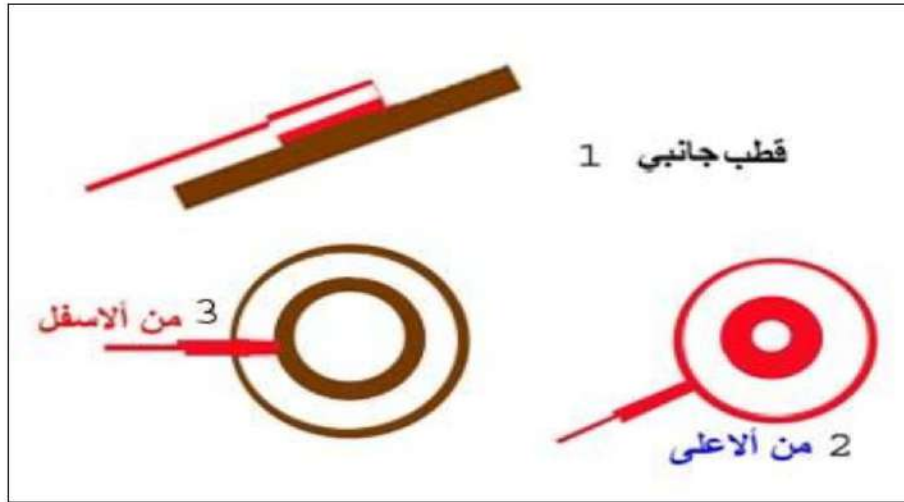
الشكل 12-3 الأقطاب الكاسية الماصة

3- الأقطاب العائمة (Floating Electrodes):

وهي النوع الحديث من الأقطاب 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

الشكل 4-12 مخطط لقطب عائم وأشكال مختلفة للقطب

2-12 أقطاب جهازي تخطيط العضلات وتخطيط الدماغ

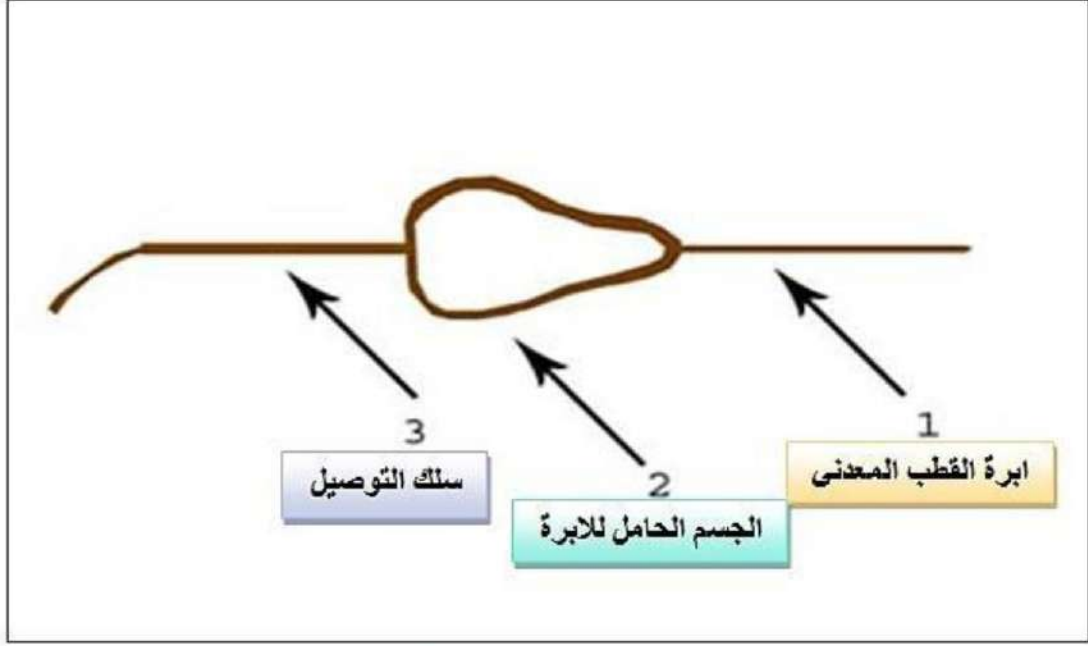
هناك أنواع وأشكال مختلفة من الأقطاب المستخدمة لقياس الفعاليات الكهروحياتية للعضلات أو الدماغ ومن أهم هذه الأقطاب:

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 (4-12).

2- الأقطاب الأبرية (Needle Electrodes):

وتصنع بأحجام وأنواع وقياسات مختلفة، ويمكن استخدامها للعضلات في جهاز تخطيط العضلات أو في جهاز تخطيط الدماغ وهناك أيضاً أنواع تستخدم لمرة 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 عدم تأثرها كثيراً بحركة المريض والشكل (5-12) يمثل مخطط لهذا النوع من الأقطاب.

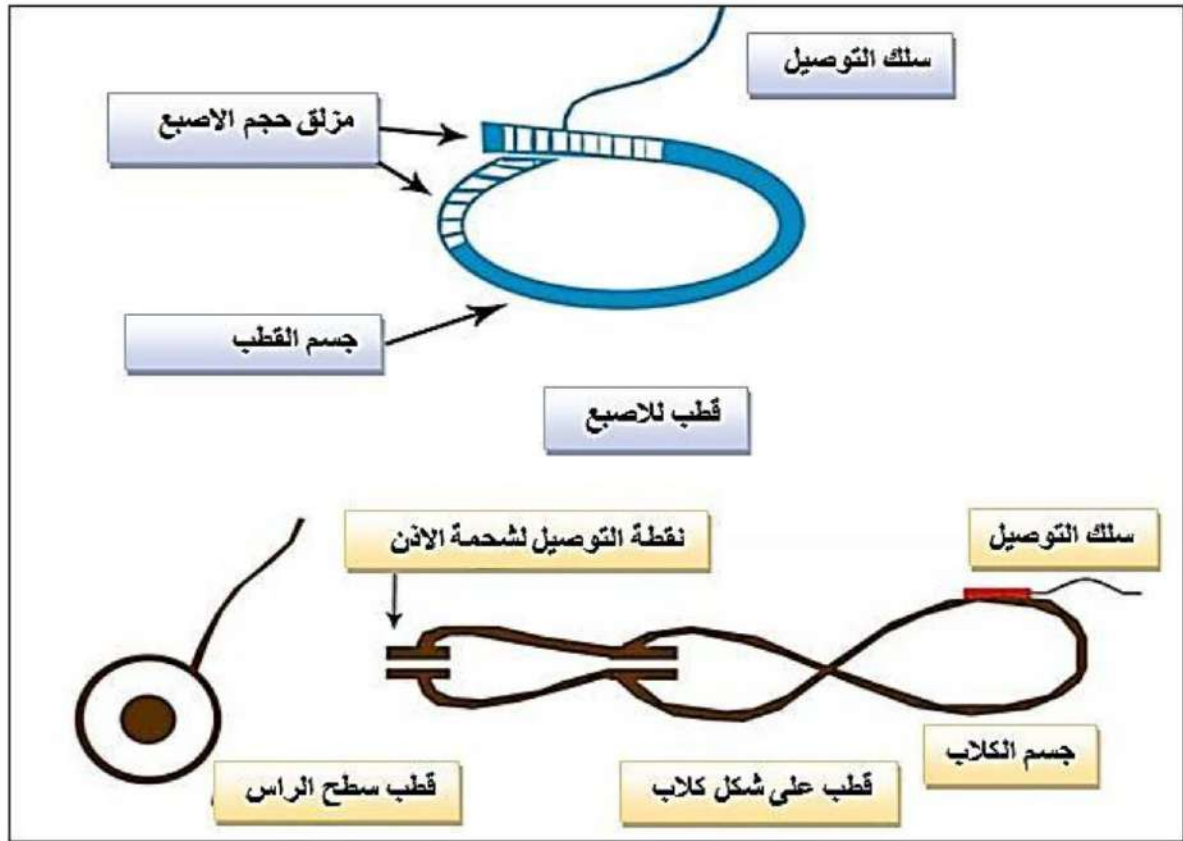


الشكل 5-12 قطب أبري

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

لقد تطورت كثيراً صناعة الأقطاب وخاصة أقطاب سطح الجسم وصممت أنواع لقياس الفعالية 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 لا يتجاوز قطرها 7 ملم.
 - 3- أقطاب على شكل خاتم للإصبع (Finger Electrodes) وتستخدم مع جهاز تخطيط العضلات.
- لمعرفة حالة عضلات الأصابع والشكل (6-12) يمثل مخطط لهذه الأقطاب الخاصة.



الشكل 12-6 أنواع خاصة من الأقطاب

تمرين رقم (23)

اسم 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 ألقاطاب كأقطاب تخطيط العضلات أو الدماغ.

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

3- يفحص ألقاطاب بواسطة النظر وبواسطة مقياس ألوومية (AVO) لمعرفة ألقاطاب الصالحة للاستخدام عن غيرها.

الأجهزة والمواد المستخدمة:

1- جهاز قياس ألوومية (AVO).

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

خطوات العمل:

- 1- إستخرج أقطاب تخطيط القلب من بقية الأنواع الأخرى.
- 2- ميز بين أنواع أقطاب تخطيط القلب:
 - أ- أقطاب تخطيط القلب الصفيحية (Plate Electrodes).
 - ب- أقطاب تخطيط القلب الكاسية الماصة (Cup Electrodes Suction).
 - ج- أقطاب تخطيط القلب العائمة (Floating Electrodes).
- 3- إرسم كل نوع من هذه الأنواع أعلاه مع التأشير على الأجزاء.
- 4- إفحص بواسطة النظر واللمس الأقطاب الصالحة عن غيرها وقم بعزلها عن بعضها.
- 5- فحص بواسطة مقياس الأومية الأقطاب الصالحة في الخطوة (4).

أسئلة المناقشة:

- 1- ما الفرق في الإستخدام بين الأنواع الثلاثة لأقطاب تخطيط القلب (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 الأقطاب 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 الأقطاب بواسطة النظر واللمس (التفتيش) ثم بواسطة جهاز قياس الأومية لفصل الأقطاب الصالحة عن غيرها.

الأجهزة والمواد المستخدمة:

- 1- جهاز مقياس الأومية (AVO).
- 2- أنواع مختلفة من أقطاب تخطيط العضلات وأنواع 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 وكالاتي:-
 - أ- الأقطاب الأبرية (Electrodes Needel).
 - ب- أقطاب سطح الجسم (Body Surface Electrods).
 - ج- الأقطاب الإصبعية (Finger Electrods).
- 3- إرسم كل نوع من هذه الأنواع 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 الأقطاب لمنع حركتها؟
5. ماهي المادة المصنوع منها هذه الأقطاب؟
6. كيف يتم صيانة الأقطاب بمختلف أنواعها ؟ وكيف يتم حفظها منعاً للعطب والقطع؟
7. كيف يتم تعقيم الأقطاب 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:

1-13 تمهيد

2-13 ضغط الدم

3-13 أجهزة قياس ضغط الدم

4-13 سماعة الطبيب

تمرين رقم (25) قياس ضغط الدم

5-12 صيانة جهاز الضغط الزنبقي 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. يستخدم الأجهزة المختلفة لقياس ضغط الدم الانقباضي والانقباضي.
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 القلب

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 انقباض وانبساط 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 ابتكار 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 الأوعية الدموية من قبل الدم خلال مروره بها أو هو (قوة دفع القلب للدم في الشرايين)، ويقاس ضغط الدم بوحدات الملمتر- زئبق (mm -Hg) وهناك قيمتان مهمتان لضغط الدم هما:

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

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

ارتفاع ضغط الدم

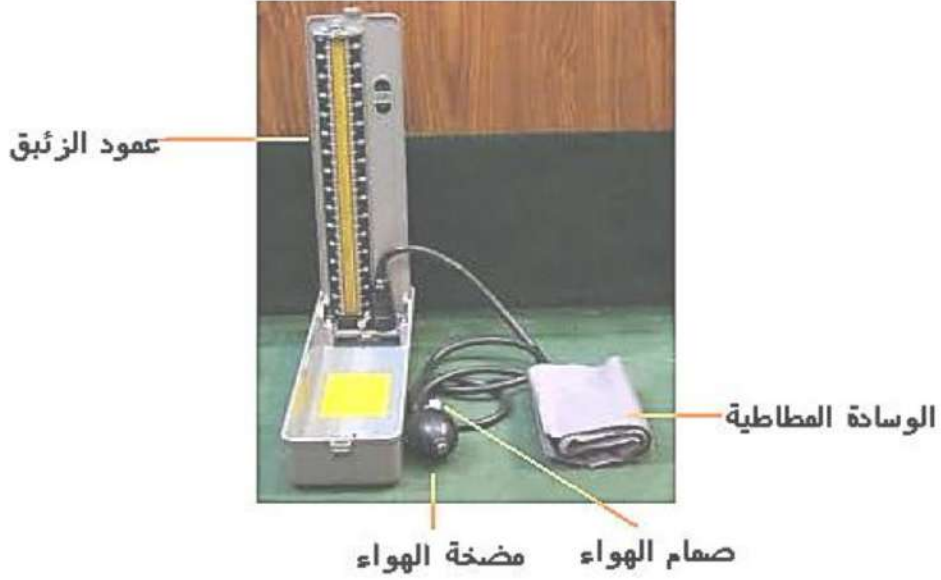
هو الحالة التي يزيد فيها ضغط الدم عن مُعدله الطبيعي، ويوصف ضغط الدم في أغلب الأحيان بأنه مُرتفع إذا تجاوز ضغط الدم الانقباضي وضغط الدم الانبساطي.

13-3 أجهزة قياس ضغط الدم

هناك ثلاثة أنواع مختلفة من اجهزه قياس ضغط الدم وهي:

أ- جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي

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



الشكل 1-13 أجزاء جهاز ضغط الدم الزئبقي

ب- جهاز قياس ضغط الدم الهوائي

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



الشكل 2-13 جهاز قياس ضغط الدم الهوائي

ج - أجهزة قياس ضغط الدم الألكترونية الرقمية

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



الشكل 3-13 نماذج متنوعة من أجهزة قياس الضغط الألكترونية 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 لحزن القراءات مرفقة بالوقت والتاريخ وتعرض البيانات على شاشة رقمية (LCD). حيث سيتم دراسة العناصر الإلكترونية ونظام الحاسب الدقيق في المرحلة المقبلة.

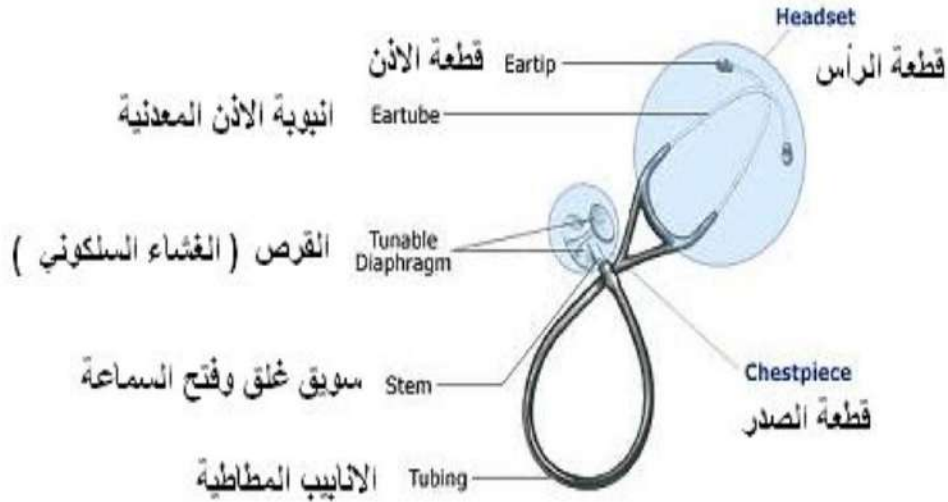
4-13 سماعة الطبيب (Stethoscope)

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 بحث ليس فيه أي تكبير للصوت ما عدا قد يحدث أثناء انتقال الموجات الصوتية من صدر المريض وإلى أذن الطبيب خلال عمود الهواء من الخصائص الصوتية.

أجزاء سماعة الطبيب:

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



الشكل 13-4 رسم تخطيطي لأجزاء لسماعة الطبيب

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

أ- قطعة الأذن (Ear tip).

ب- أنبوبة الاذن المعدنية (Ear tube).

2- قسم أو قطعة الصدر (Chest piece) والموضحة بالدائره الزرقاء الصغيرة وتكون من:-

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

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

3 - الانابيب المطاطية (Tubing).

طريقة عمل سماعة الطبيب:

ومن خلال الرسم الموضح في الشكل (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 بالاهتزاز 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 الانقباضي والانبساطي 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)

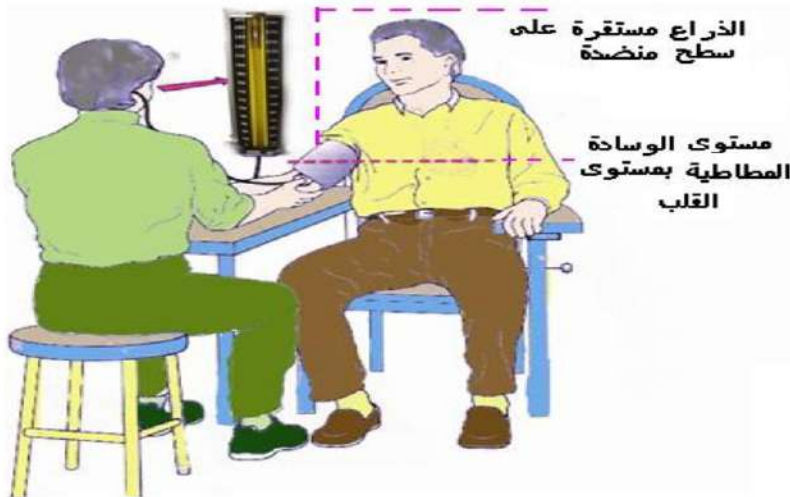
الهدف من التمرين: إستخدام الأجهزة المختلفة لقياس ضغط الدم الانقباضي والانبساطي.

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

- أ- سماعة الطبيب (Stethoscope).
- ب- الوسادة الهوائية (inflatable cuff).
- ت- الكرة المطاطية (Squeezable bulb).
- ث- مقياس الضغط الزئبقي (Manometer) بالإضافة الى توصيلاتها المختلفة.

خطوات العمل:

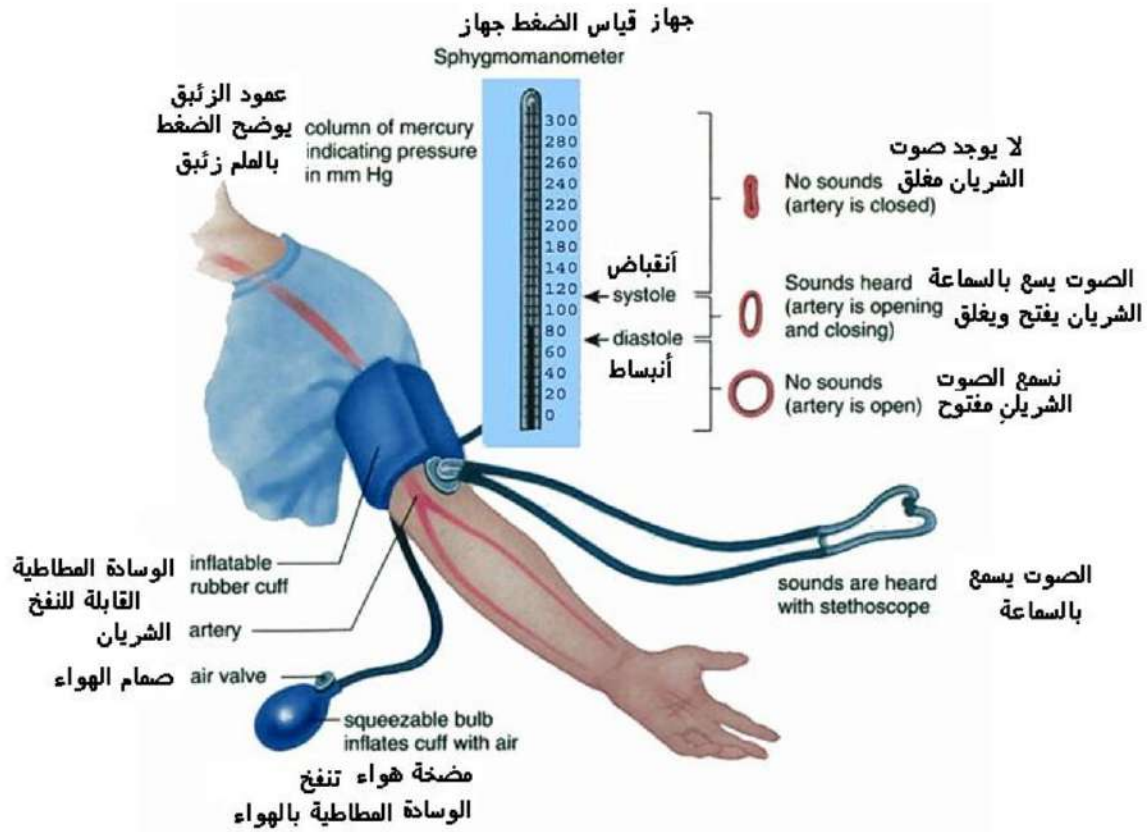
1- يطلب المدرس من احد الطلبة الجلوس أمام كرسي ووضع يده اليسرى على طاولة بحيث تكون بإرتفاع مستوى القلب كما في الشكل (5-13).



الشكل 5-13 طريقة الجلوس وأخذ قياس ضغط الدم

2- يفتح جهاز قياس الضغط الزئبقي وتوصل جميع اجزائه معاً اذا كانت غير موصلة.

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



الشكل 13-6 طريقة القياس بواسطة جهاز قياس الضغط الزئبقي

- 4- تثبت لاقطة السماعة أسفل 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 الشكل (13-7) يوضح طريقة استخدام جهاز قياس ضغط الدم الهوائي.



الشكل 13-7 طريقة استخدام جهاز قياس ضغط الدم الهوائي

10- تشكل مجاميع من الطلاب لانتجاوز ثلاثه طلبه لأعادة التمرين ورسم الجهاز وأجزائه لنوعي جهاز قياس الضغط الزئبقي والهوائي.

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

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 الاستخدام أو تقدم الزمن ونستبدل العاقل منها بنفس النوع ونفس الطول.
- 2- وبنفس الطريقة نفحص الاجزاء المعدنية والزجاجية (مقياس الضغط) والبحث عن إنبعاج أو فطور ونستبدل العاقل باخر من نفس النوع. الشكل (8-13) يوضح نماذج من أجهزة ضغط الدم الزئبقية.



الشكل 8-13 نماذج من اجهزة ضغط الدم الزئبقية

- 3 - التأكد من عمل الكرة المطاطية واشتغال الصمام الهوائي المعدني المثبت في نهاية الكرة المطاطية وإستبداله بأخر إذا كان عاطلاً ثم التأكد من مفتاح غلق وفتح ضغط الهواء الموجود في النهاية الأخرى وذلك بالضغط عليها مع سد الصمام بالإبهام وإذا كان لا يشتغل يستبدل بأخر 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 التأكد من عمل الجهاز وذلك باستعماله في أيجاد الضغط الإنقباضي والإنبساطي لأحد الطلبة ثم حفظه في الغلاف المدني الخاص به بطريقة سليمة وغلق العلبة وحفظها في المكان المخصص لذلك.

إستبدال الزئبق:

عند ملاحظة كرات صغيرة من الزئبق في حافظة الجهاز (أو ملاحظة إسوداد الأنبوبة 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 لإبقائه في داخل الوعاء. ثم إزالة كرات الزئبق بواسطة الجهاز الخاص (كرة مطاطية متصلة بأنبوبة زجاجية صغيرة).

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

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 الأنبوبة بواسطة قطعة قماش صغيرة مناسبة مربوطة بسلك من وسطها وإدخال السلك أولاً داخل الأنبوبة ثم سحبه لتقوم قطعة القماش بتنظيف الأنبوب وإزالة الإسوداد وإعادة العملية عدة مرات للتأكد من نظافة الأنبوبة.

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

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

نقوم بقياس الضغط الانقباضي والانبساطي للتأكد من صحة ودقة الجهاز قبل اعادته الى الحافظة. أما صيانة جهاز الضغط الهوائي الموضح في الشكل (9-13) فهو مشابه لجهاز الضغط الزئبق عدا إستبدال المقياس الهوائي الدائري (pressure Gage) إذا وجد عاطلاً (عدم تحرك مؤشر المقياس بوجود الضغط).



الشكل 13- 9 جهاز الضغط الهوائي

صيانة سماعة الطبيب:

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



الشكل 10-13 يوضح نماذج من سماعة 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- التأكد من سلامة قطعة الإذن البلاستيكية وعدم وجود أي شرخ وإنها مثبتة 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 عميقة وتثبيته بإحكام في موقعه بواسطة 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، ارتفاع 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 أعد تركيبه.
6. ماذا يحدث اذا ما تسرب قسم من الزئبق؟ وماذا تفعل؟
7. اشرح طريقة عمل سماعة الطبيب مع رسم أجزائها
8. كيف يتم ادامة كل من: أ- جهاز الضغط الزئبقي؟ ب - السماعة الطبية؟
9. ما هي اهم اعطال جهازي الضغط والسماعة الطبية؟
10. ماذا تفعل عند مشاهدة اسوداد في انبوبة قياس الضغط الزجاجية؟
11. ماذا تفعل اذا وجدت ثقب أو انبعاج في السماعة 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:

- 1-14 أشباه الموصلات.
- 2-14 شبه الموصل نوع (N) N-type Semi Conductor .
- 3-14 شبه الموصل نوع (P) P-type Semi Conductor .
- 4-14 الثنائي البلوري.
- 5-14 دائرة خواص الثنائي في الإنحياز الأمامي.
تمرين (26). الإنحياز الامامي في الثنائي
الاسئلة والمناقشة
- 6-14 دائرة خواص الثنائي في الإنحياز العكسي.
تمرين (27). الإنحياز 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 منحنى الخواص لثنائي السليكون بالاتجاه الأمامي والعكسي.
 4. يتعلم كيفية فحص الثنائي ويحدد طرف الأنود وطرف الكاثود.

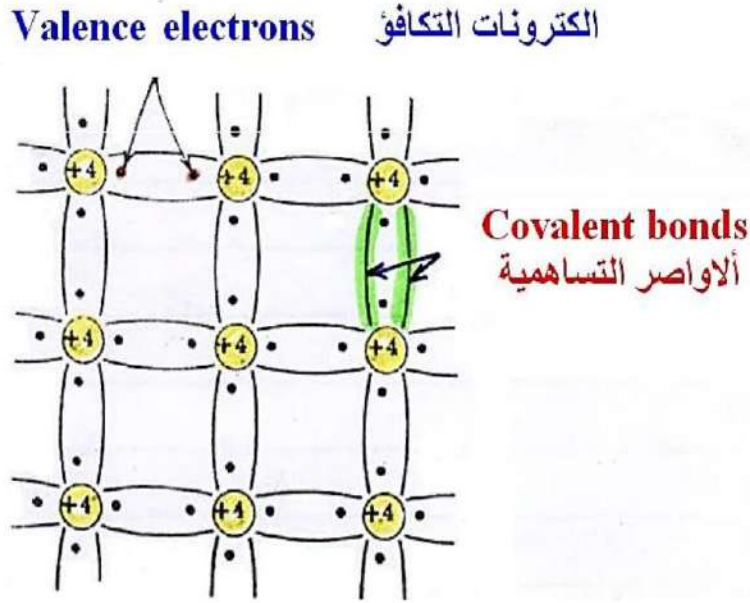


الفصل الرابع عشر

أشباه الموصلات

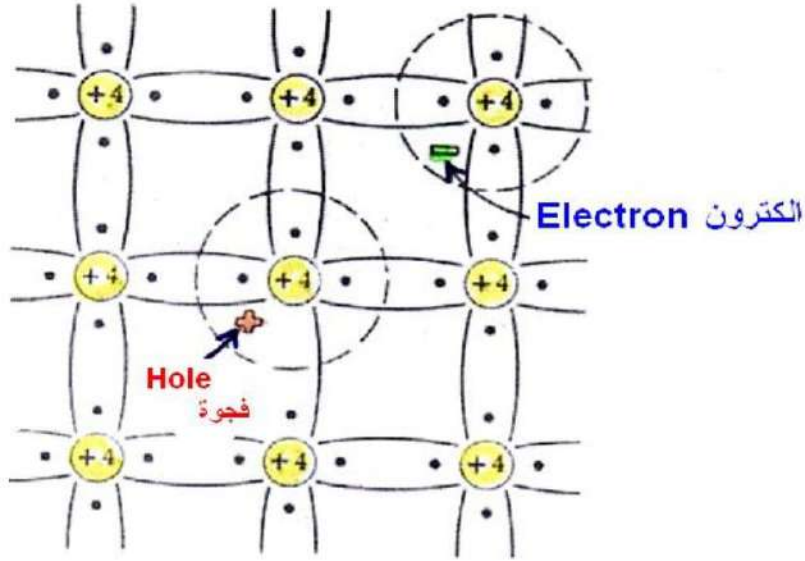
1-14 أشباه الموصلات (Semi Conductors)

وهي تلك المواد التي تستطيع توصيل التيار الكهربائي تحت ظروف معينة. ولا يمكن إعتبارها مواد عازلة أو موصلة 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 مثلاً 14 إلكترونات تتوزع على ثلاث مدارات يحتوي المدار الخارجي على 4 الكترونات تسمى الكترونات التكافؤ (Valence Electrons) والتي تميز خصائص العنصر الكيميائية والفيزيائية. وترتبط الكترونات التكافؤ للذرات المتجاورة بروابط تساهمية (Covalent bonds) والشكل (1-14) يوضح كيفية ارتباط الكترونات الذرات المتجاورة بأواصر تساهمية.



الشكل 1-14 بلورة أشباه الموصلات توضح الأواصر التساهمية

وعند زيادة درجة حرارة السيليكون مثلاً تستطيع بعض الإلكترونات الانفلات من الرابطة التساهمية وتحرر من 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 بارتفاع درجة الحرارة يصبح موصلاً. كما مبين بالشكل (1-14-2) والذي يبين كيفية تحرر الإلكترون وتكوين فجوة (Hole).



الشكل 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):

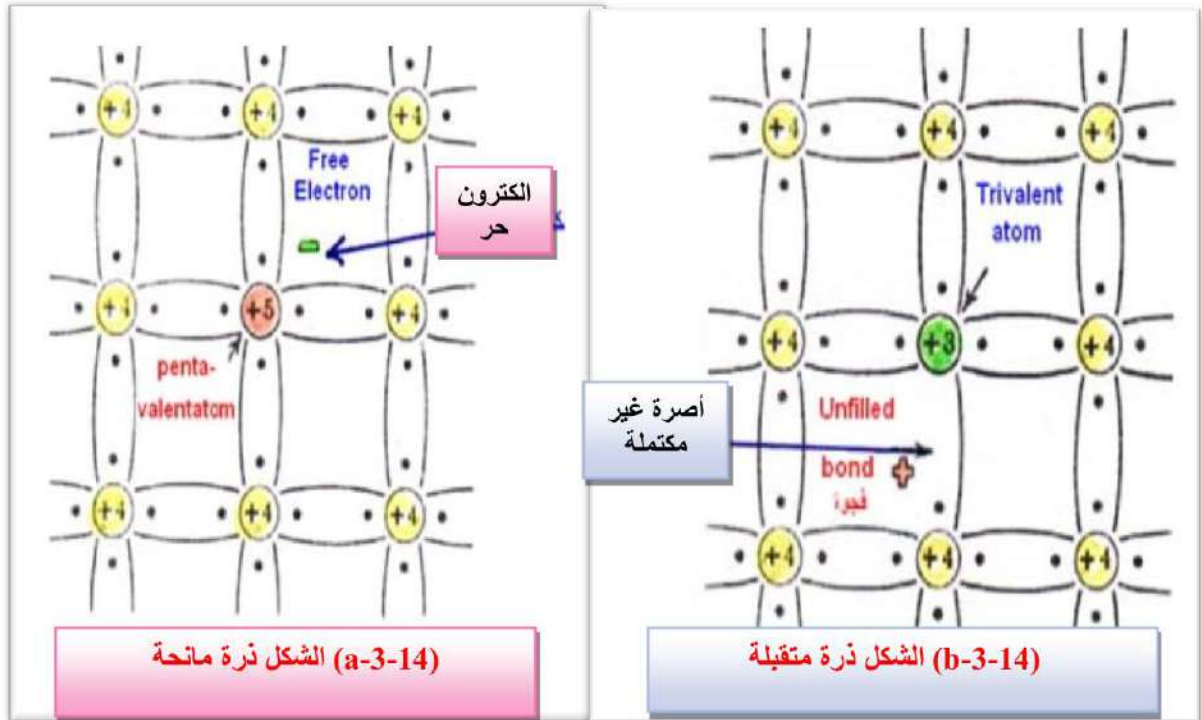
ونحصل عليها من عملية تدعى التطعيم أو الحقن وهي إضافة كمية من الشوائب الى شبه موصل وبناءً على نوع الشوائب المضافة لشبه الموصل يمكن تصنيف توصيف شبه الموصل غير النقي الى نوعين سالب (N) وموجب (P).

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

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

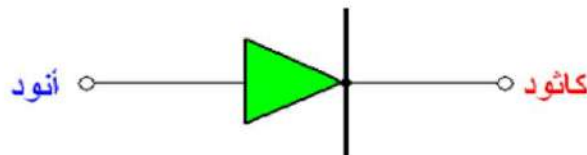
3-14 شبه الموصل نوع (P) P- Type Semi Conductor

نحصل على هذا النوع من إضافة مادة ثلاثية التكافؤ (أي لها 3 إلكترونات تكافؤ) مثل عنصر (الانديوم، البورون، الألمنيوم، إلى السيليكون أو الجرمانيوم) وبما أن الذرات الثلاثية التكافؤ تضيف فجوة إلى البلورة فإنها تسمى ذرات قابلة (Acceptor) ترتبط 3 إلكترونات من كلتا الذرتين بأواصر تساهمية وتبقى فجوة (Hole) والشكل (a-3-14) يوضح ذرة مانحة خماسية التكافؤ والشكل (b-3-14) يوضح ذرة متقبلة ثلاثية التكافؤ.

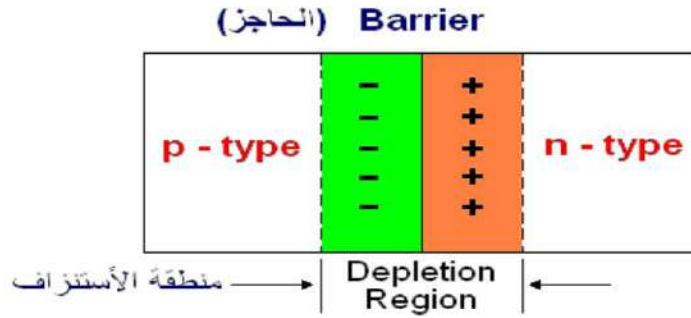


4-14 الثنائي البلوري (Diode)

عند توصيل شبه الموصل من نوع (N) مع آخر من نوع (P) تنجذب الإلكترونات الحرة 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 والى الاتحاد مع مزيد من الفجوات لن تستمر بسبب تكون جهد الحاجز وهو يساوي حوالي (0.7V) في عنصر السيليكون و (0.3V) في عنصر الجرمانيوم يرمز للثنائي بالرمز التالي وهو يتكون من أنود موجب وكاثود سالب.



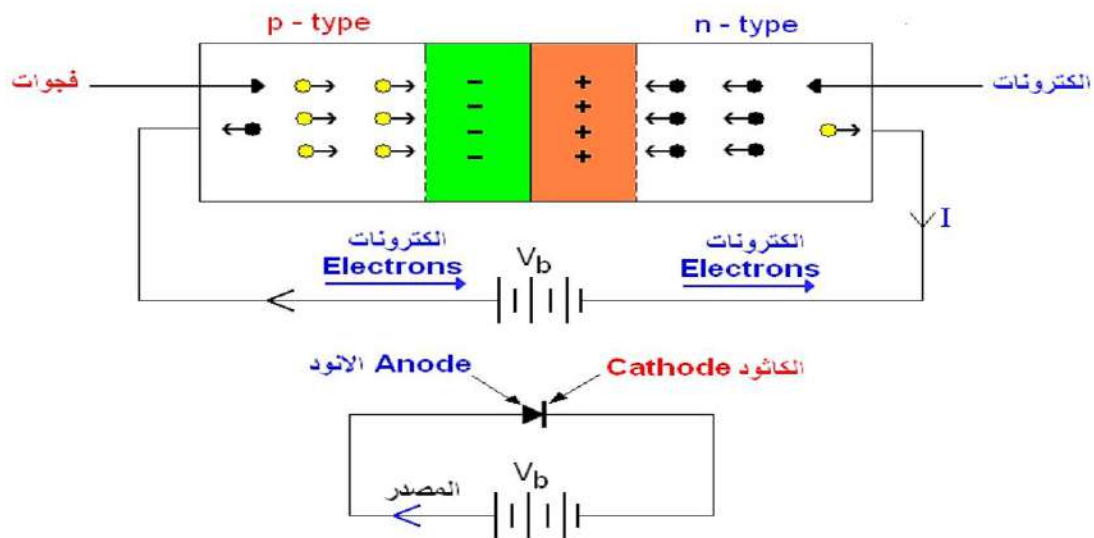
والخلاصة يمكن تعريف **التثاني** بأنه مكون من طرفين هما الكاثود والأنود، يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد ويمنعه بالاتجاه الآخر. ويمر التيار خلال التثاني عندما يكون الأنود موجباً نسبة إلى الكاثود وهو ما يسمى بالإنحياز الأمامي ولا يمر تيار عندما يكون الكاثود موجباً نسبة للأنود وهو ما يسمى بالإنحياز العكسي (Reverse bias) والشكل (14-4) يوضح جهد الحاجز ومنطقة الإستنزاف في التثاني.



الشكل 14-4 منطقة الاستنزاف في ثنائي الوصلة P - N

5-14 دائرة خواص التثاني في الإنحياز الأمامي (Forward Bias)

يكون التثاني منحازاً أمامياً إذا كان القطب الموجب للمصدر موصلاً بالطرف الموجب من التثاني (P) و القطب السالب للمصدر موصلاً بالطرف السالب للتثاني (N). وبما أن الشحنات المتشابهة تتنافر لذلك فإن الفجوات تتنافر من القطب الموجب للبطارية وتنجذب نحو منطقة الإستنزاف، وكذلك الحال بالنسبة للإلكترونات بالجانب الآخر. وإذا زاد جهد المصدر على (0.7V) في السيليكون و (0.3V) في الجرمانيوم فإن الجهد الخارجي سوف يتغلب على جهد الحاجز ويتولد تيار عال وتكون مقاومة التثاني صغيرة جداً. الشكل (14-5) يوضح كيفية ربط التثاني بجهد المصدر في الإنحياز الأمامي.



الشكل (14-5) الإنحياز الأمامي للتثاني (Forward Bias)

تمرين رقم (26)

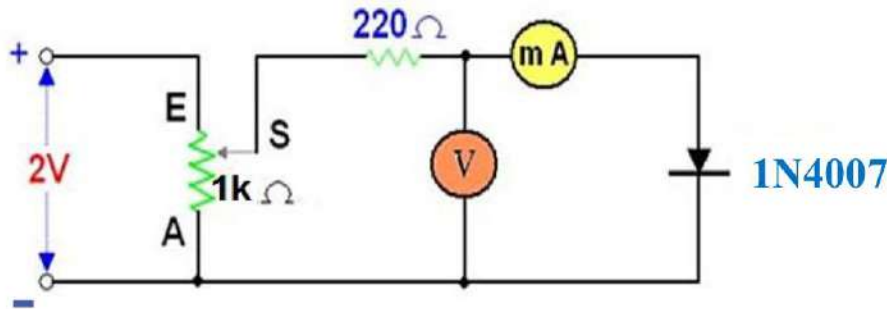
اسم التمرين: الانحياز الأمامي في الثنائي (Forward Bias).

الهدف من التمرين: دراسة وقياس ورسم خواص الثنائي في الانحياز 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 ($1\text{ k}\Omega$).
- 7- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 14-6-أ

خطوات التمرين:

- 1- أبين الدائرة كما موضح بالشكل (14-6-أ).
- 2- أضبط مجهز القدرة المستمر على جهد مقداره (2V) ثم صله بالدائرة.
- 3- غير بقيم الجهد (V_f) طبقاً لما موضح بالجدول أدناه.
- 3- سجل قيم التيار لكل قيمة من الجهد (V_f) في الجدول، وذلك بواسطة جهاز قياس التيار الأمبيرميتر.

النتائج:

الجدول 14-1 النتائج المستحصلة في الانحياز الأمامي

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

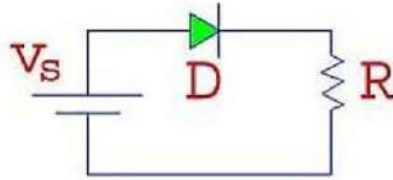
أسئلة ومناقشة:

- 1- بالاعتماد على القيم والنتائج التي حصلت عليها في الجدول أعلاه إرسم منحنى الخواص بالإتجاه الأمامي لثنائي السيليكون؟
- 2- لماذا يزداد جهد الدايمود V_D ، قليلاً فوق (0.7 V) مع زيادة جهد المصدر؟

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

$$r_d = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D}$$

3- في الدائرة التالية:



إحسب كمية التيار المار في الدائرة؟

الجواب/ باستخدام قانون كيرشوف للجهود:

$$V_D + V_R - V_S = 0$$

قانون كيرشوف: هو المجموع الجبري للفولتية مول دائرة مغلقة

$$\therefore V_R = V_S - V_D$$

يساوي صفر أي ان الفولتية الداخلة = الفولتية الخارج

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

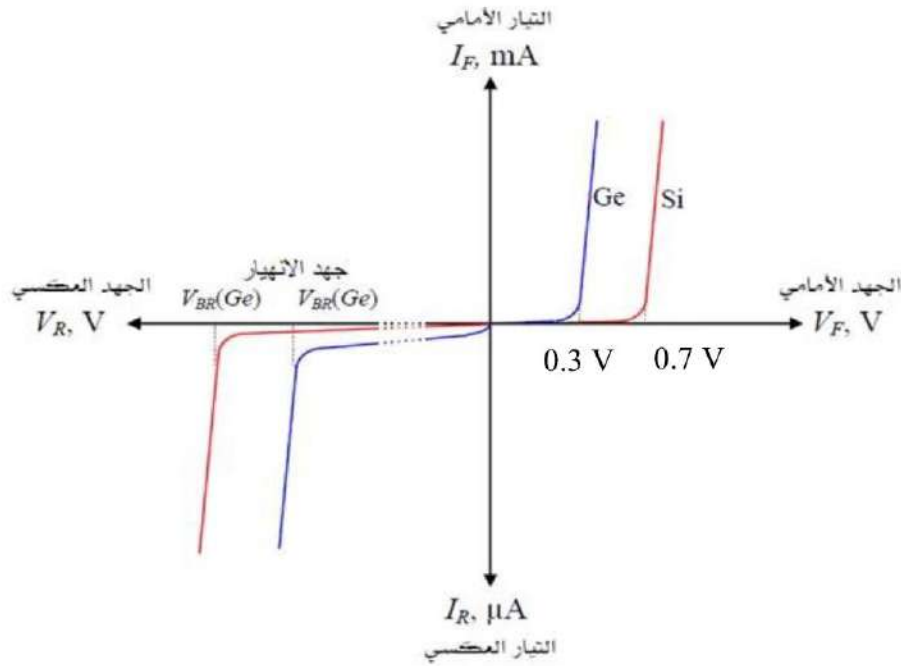
$$I_D = \frac{V_R}{R}$$

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

وحيث أن $V_D = 0.7 \text{ V}$ فيصبح القانون كالآتي:

$$I_D = \frac{V_S - 0.7}{R}$$

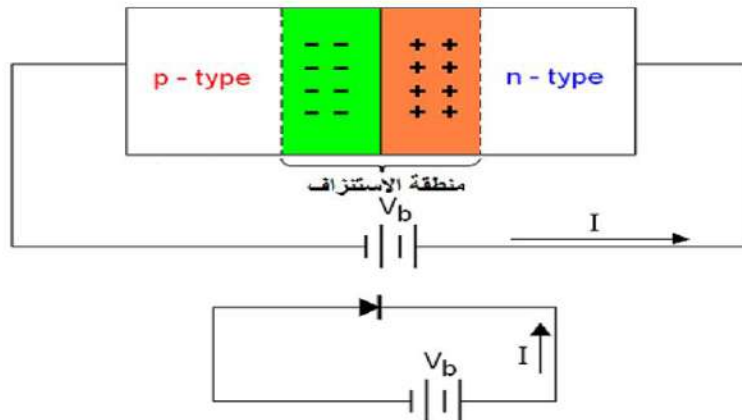
شكل (b-6-14) يوضح الخواص الامامية والعكسية للدايود



الشكل b-6-14 الخواص الامامية والعكسية للدايود

6-14 خواص الثنائي في الانحياز العكسي (Reverse Bias)

يكون الدايود منحازاً عكسياً إذا كان القطب الموجب للمصدر 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 الاستنزاف إتساعاً، ولا يمر سوى تيار ضئيل جداً يقاس بالمايكرو أمبير (يسمى تيار التسرب) والشكل (7-14) يوضح كيفية ربط الدايود في الإنحياز العكسي ونلاحظ إتساع سمك منطقة الاستنزاف.



الشكل 7-14 الإنحياز العكسي الثنائي

تمرين رقم (27)

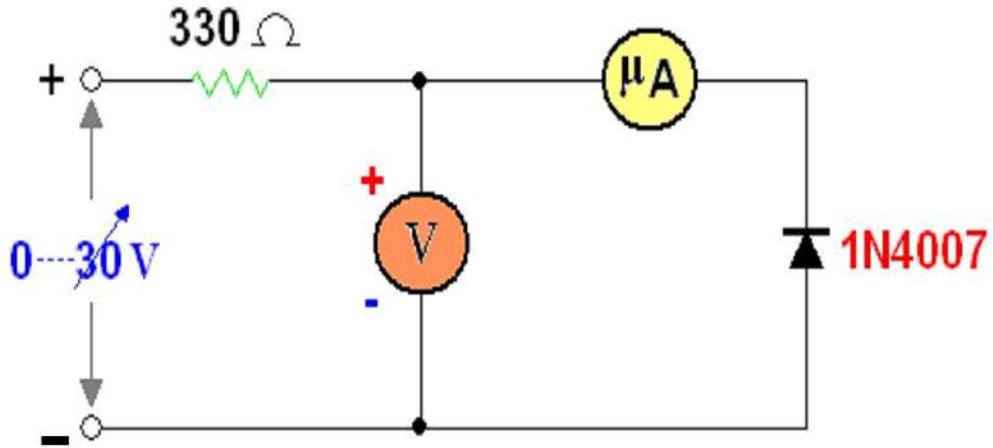
إسم التمرين: الإنحياز العكسي للثنائي (Reverse Bias).

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 (330Ω).
- 5- ثنائي سيليكون (1N4007).
- 6- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 8-14 يوضح دائرة الانحياز العكسي

خطوات العمل:

- 1- أبين الدائرة كما موضح بالشكل (8-14).
- 2- صل مجهز القدرة بالدائرة.
- 3- قم بتغيير الجهد (V_r) طبقاً للجدول أدناه وسجل قراءة التيار (I_r) لكل قيمة جهد (V_r) بالجدول باستخدام جهاز الأمبيرميتر.

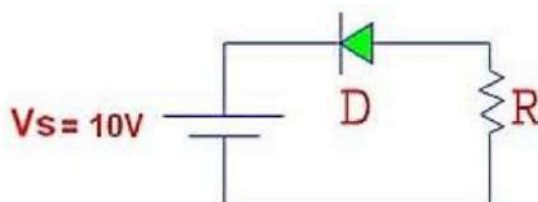
النتائج:

الجدول 2-14 النتائج المستحصلة في الانحياز العكسي

V _r	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	V
I _r											μA

أسئلة ومناقشة:

- 1- إرسم منحنى 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:

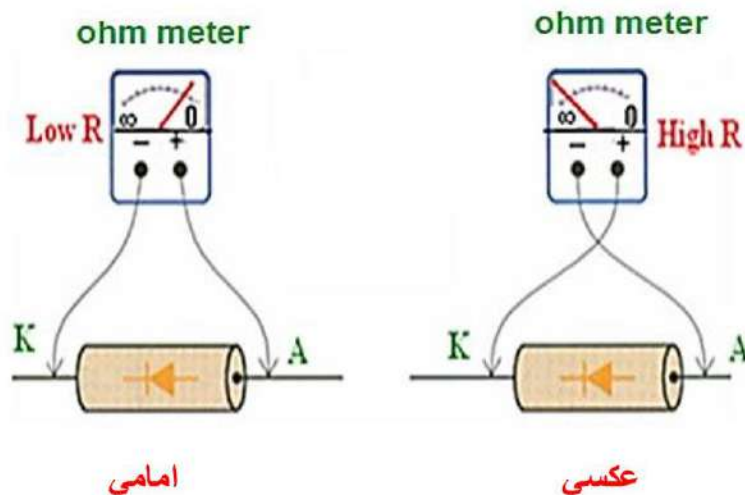
$$I_D = I_R = 0$$

$$V_D = 0$$

$$V_R = V_S = 10V$$

كيفية تحديد الطرف الموجب الأنود والطرف السالب الكاثود

4 - إفحص عدة ثنائيات مختلفة الانواع بواسطة جهاز الأوميتر وحدد طرف الأنود وطرف الكاثود، حيث تكون قراءة قياس المقاومة (Ω) صغيرة جداً 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؟



امامي

عكسي

الشكل 4-14 يوضح كيفية فحص الثنائي

الفصل الخامس عشر

ثنائي الزينر

محتويات الفصل الخامس عشر:

1-15 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:

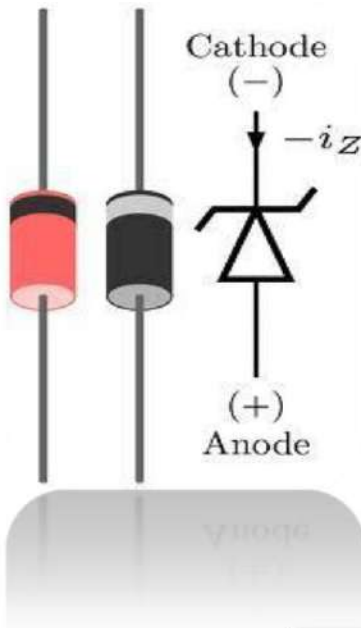
بعد الإنتهاء من هذا الفصل يكون الطالب قادرا على أن:

1. يفهم التركيب الداخلي لثنائي الزينر.

2. ينفذ دائرة خواص ثنائي الزينر.

3. يرسم منحنى خواص ثنائي الزينر في الإنحياز الأمامي وفي الإنحياز العكسي.

4. يتعرف على كيفية عمل دائرة ثنائي الزينر كمنظم جهد وينفذ الدائرة ويقوم بالقياسات والحسابات المطلوبة للتمرين ويرسم العلاقة بين الجهد والمقاومة.

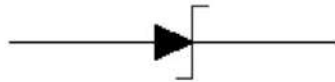


الفصل الخامس عشر

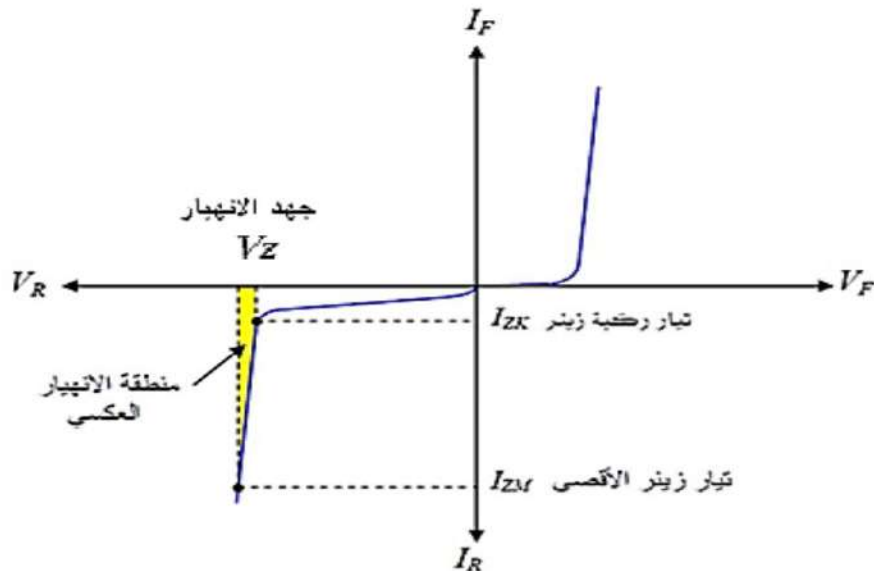
ثنائي الزينر

1-15 ثنائي الزينر (Zener Diode)

تظهر خواص الزينر في حالة الإنحياز العكسي، أما في الإنحياز الأمامي هو يعمل كثنائي اعتيادي ويستخدم في الدوائر الالكترونية وبالذات دوائر تنظيم الجهد. عند تسليط جهد الإنحياز على 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 ثابتاً مهما ازدادت الفولتية المسلطة عليه. يسمى جهد انهيار الزينر (V_Z) وتختلف فولتية انهيار الزينر بحسب كمية الشوائب المضافة اليه، ويتوجب وضع مقاومة بالتوالي مع الزينر لتحديد قيمة التيار المار خلاله وحتى لا يؤدي الى ارتفاع 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 ما هو إلا ثنائي يتم تحديد قيمة جهد الإنهيار عند قيمة معينة حسب الحاجة أثناء عملية التصنيع والشكل (1-15) يوضح خصائص الزينر بشكل منحنى خواص حيث (V_Z) تمثل جهد الانهيار.



الشكل 1-15 منحنى خواص (تيار- جهد) ثنائي الزينر

تمرين رقم (28)

اسم التمرين: خواص ثنائي الزينر.

الهدف من التمرين:

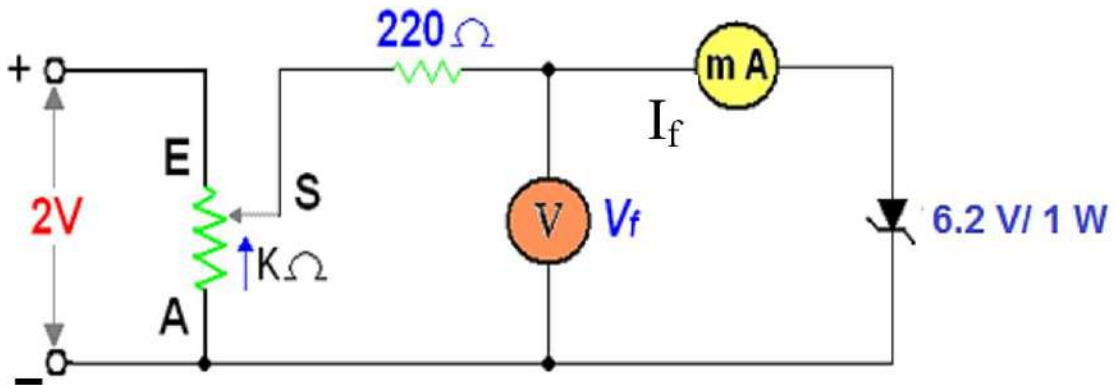
- 1- دراسة خواص ثنائي الزينر.
- 2- رسم منحنى خواص الزينر.

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 ($1\text{ k}\Omega$).
- 7- لوحة تمرين.

أ- الإنحياز الأمامي (Forward bias):

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 2-15 الإنحياز الأمامي لثنائي الزينر

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة كما موضح بالشكل أعلاه (2-15).
- 2- اضبط مجهز القدرة على (2V) ثم صله الى الدائرة وأحصل منه على قيم الفولتية (V_f) المسجلة في الجدول (1-15)، ثم سجل قراءة التيار (I_f) 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

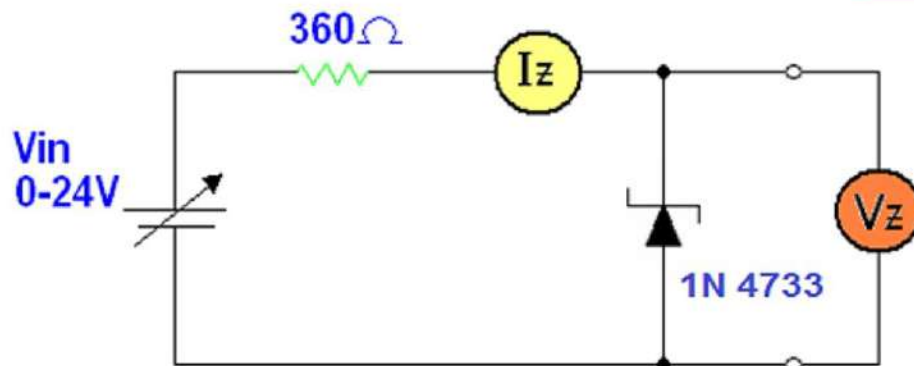
الجدول 1-15 النتائج المستحصلة في الانحياز الأمامي

ب- الانحياز العكسي (Reverse bias):

الأجهزة والمواد المستعملة:

- 1- مجهز قدرة مستمر.
- 2- جهاز قياس الفولتية (فولتميتر).
- 3- جهاز قياس التيار (أميتر).
- 4- زينر داوود (1N4733).
- 5- مقاومة 360Ω .

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 3-15 الانحياز العكسي لثنائي الزينر

خطوات العمل:

- 1- إربط الدائرة كما موضح بالشكل (3-15).
- 2- صل مجهز القدرة ثم أحصل منه على القيم المثبتة بالجدول أدناه وذلك باستخدام جهاز الفولتميتر.
- 3- قس التيار المار في الزينر (I_z) باستخدام جهاز الأميتر.
- 4- قس الجهد على طرفي الزينر (V_z) لكل القيم المسجلة بالجدول (2-15) وأكمل قراءات الجدول.
- 5- بالإعتماد على النتائج التي حصلت عليها أرسم علاقة بيانية توضح العلاقة بين (V_z و I_z).

الجدول 15-2 النتائج المستحصلة في الانحياز العكسي

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

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

الأسئلة والمناقشة

1. ما أهمية الزينر دايمود 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؟

15-2 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 لتحديد من قيمة التيار.

تمرين رقم (29)

اسم التمرين: ثنائي الزينر كمنظم للجهد.

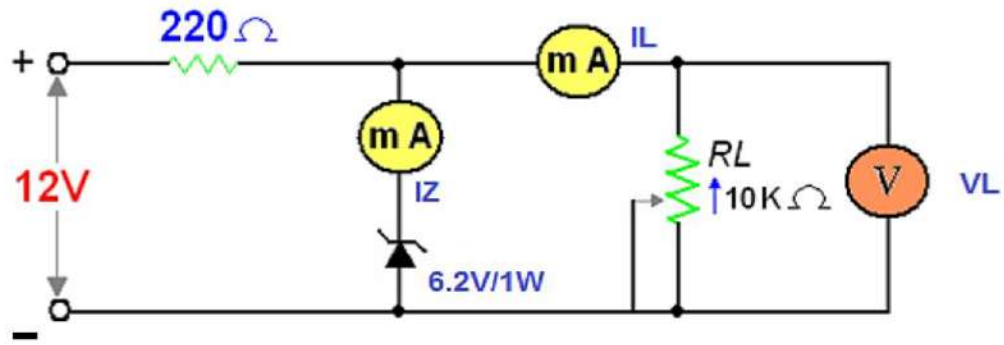
الهدف من التمرين:

- 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 (220Ω) .
- 5- مقاومة $(10 k\Omega)$.
- 6- ثنائي زينر $(6.2 V)$.
- 7- لوحة تمرين.

رسم الدائرة الكهربائية:



الشكل 15-4 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.

الجدول 15-3 النتائج المستحصلة لثنائي الزينر كمنظم

R_L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	k Ω
I_L											mA
I_Z											mA
V_L											V

الأسئلة والمناقشة

1. كيف يعمل ثنائي الزينر على تنظيم الجهد؟
2. في أية دوائر يستخدم ثنائي الزينر كمثبت للجهد؟
3. صمم دائرة إلكترونية 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