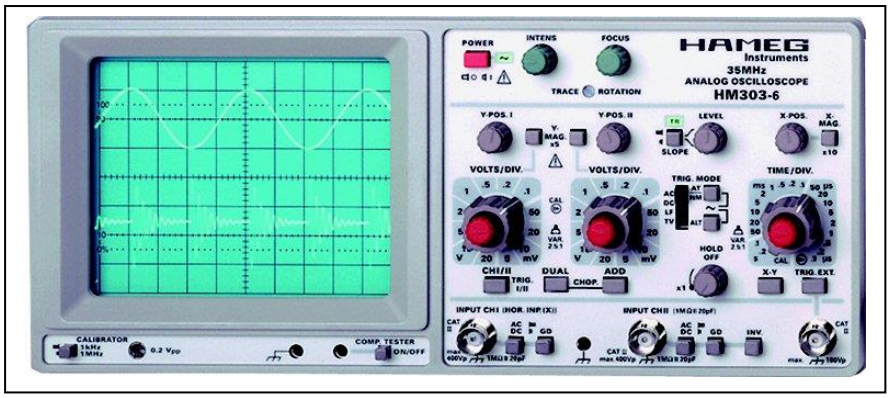
تأسست سنة 2003

رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية

سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة

اسم المهنة: صيانة الأجهزة المنزلية
اسم الوحدة: بناء دوائر الكترونية وكهربائية بديلة
الرقم الرمزي: 02-7245



إعداد: المهندس هيثم الزغير

رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية

قررت رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية تطبيق هذا البرنامج التدريبي بدءا من العام الدراسي 2012 /2011

لجنة إعداد التحليل المهني للبرنامج التدريبي و المنهاج للوحدة التدريبية:
م. خالد مراد م. مضر السويطي م. هيثم الزغير
التوجيه والإشراف على الإعداد والتأليف: أوبتموم للإستشارات والتدريب:
م. بسام صالح م. رندة هلال

ممثلي القطاع الخاص الذين شاركوا بورشة مراجعة التحليل المهني و بتعبئة الاستمارة

الرقم	الاسم	المكان	الشركة
1	انيس حميدات	رام الله	شركة حميدات
2	سالم ابو رحمة	رام الله	شركة أبو رحمة للأجهزة الكهربائية
3	عمرحمدان	رام الله	مركز تدريب قلنديا
4	يعقوب فريج	رام الله	شموط سنتر
5	امجد ابو زينة	الخليل	النور للصيانة
6	وسام التميمي	الخليل	بيت البشائر الهندسية
7	نور القواسمة	الخليل	القواسمي لصيانة الاجهزة المنزلية
8	باسم دويك	الخليل	المهندس للالكترونيات
9	امجد سياج	الخليل	سياج للالكترونيات
10	منتصر التميمي	الخليل	التميمي للالكترونيات
11	امجد الجعبري	الخليل	تالا للالكترونيات
12	رامي الجعبه	الخليل	اوميغا للالكترونيات

التحرير اللغوي: محمد الطل
الطبعة الأولى: آب 2011
جميع الحقوق محفوظة لرابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية
رام الله – فلسطين

مقدمة
من اجل ربط التعليم و التدريب المهني والتقني بمتطلبات المهنة وسوق العمل الحالية و المستقبلية، لتتمكن مؤسسات التعليم والتدريب المهني والتقني من أداء رسالتها التعليمية والتنموية، اتجهت رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية نحو استخدام الوحدات التدريبية المتكاملة في التدريب، وذلك لإكساب المتدربين المهارات العملية التي تواكب التطور و تلاؤم احتياجات سوق العمل واحتياجات التنمية، ولإكسابهم المعلومات النظرية و التكنولوجية اللازمة لها، مما يتيح الفرصة لموائمة احتياجات سوق العمل وللتكيف مع المتغيرات المهنية التي تطرأ على ميدان العمل المهني، كما يتيح الفرصة للمتدرب التعلم والتدرب الذاتي والتقدم فيه حسب قدراته .

وقد قام بإعداد التحليل للبرنامج التدريبي لجنة متخصصين مهنيين بإشراف خبراء أوبتموهم للاستشارات والتدريب وبدعم من مؤسسة إنقاذ الطفل وبتمويل من الوكالة الأمريكية للتنمية لصالح رابطة التعليم والتدريب المهني غير الحكومية. وقد شارك سوق العمل بمراجعة تحليل البرنامج التدريبي وطرح احتياجاته الحالية و المستقبلية للمهارات اللازمة للمهنيين المدربين في المهنة.

مخرجات التعلم:
تختص هذه الوحدة بمهمة " **بناء دوائر الكترونية وكهربائية بديلة** " بهدف إكساب المتدرب/ة المهارات الأدائية والنظرية والاتجاهية المتعلقة ببناء دوائر الكترونية وكهربائية بديلة.

أهداف التعلم:
بعد دراستك الوحدة التدريبية وتنفيذ بطاقات التمارين والأنشطة، من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

1- قياس الجهد الكهربائي DC
2- بناء دوائر مقاومات
3- قياس التيار الكهربائي DC
4- إجراء عمليات اللحام
5- بناء دوائر المكثفات
6- بناء دوائر الملفات
7- قياس التيار المتردد AC
8- توصيل المحولات
9- إجراء التمديدات الكهربائية
10- فحص وتركيب المرحلات
11- بناء دارت باستخدام الثنائي
12- بناء دارة تنظيم بسيطة
13- بناء دارة ترانزستور

بناء دوائر إلكترونية وكهربائية بديلة

1- الجهد والتيار الكهربائي

1-1 الموصلات والعوازل

تتم عملية نقل و-توزيع الطاقة الكهربائية بواسطة نواقل بأنواع ومقاسات مختلفة، وتتكون النواقل من قلب وغلاف ، فالقلب عبارة عن مادة موصلة للكهرباء ، أما الغلاف فهو عبارة عن مادة عازلة .

وتقسم المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أقسام:

أ- مواد موصلة

هي مواد تسمح للتيار الكهربائي للمرور من خلالها كالمعادن بمختلف أنواعها كالحديد والنحاس والألمنيوم والقصدير وغيرها.

ب- مواد عازلة

هي مواد لا تسمح للتيار الكهربائي بالمرور كالخشب والبلاستيك والمطاط والزجاج وغيرها

وللمواد العازلة أهمية كبيرة في عالم الكهرباء التطبيقية تتمثل في تغطية الأسلاك الكهربائية لحماية الإنسان من الصعقة الكهربائية.

ج- مواد شبه موصلة

وهي مواد تقع ما بين المواد الموصلة والمواد العازلة إذ أنها في حالتها النقية تكون عازلة ولكن تصبح موصلة عند إضافة بعض الشوائب عليها ومن الأمثلة عليها السيليكون والجرمانيوم.

1-2 التيار الكهربائي

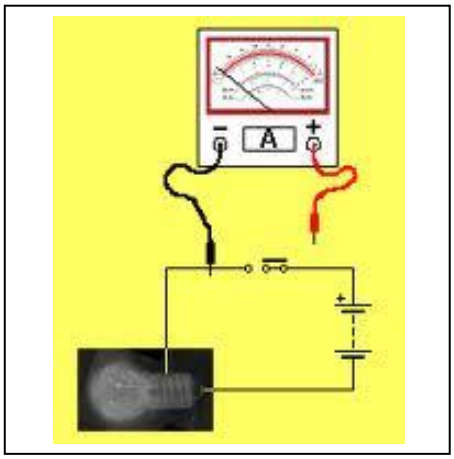
عبارة عن حركة الإلكترونات الحرة من نقطة إلى أخرى في موصل.وحتى تتحرك هذه الالكترونات عبر الموصل تحتاج إلى قوة خارجية للتأثير عليها ونحصل على هذه القوة من خلال مصدر الطاقة الكهربائية, على سبيل المثال لا الحصر البطارية العادية هي أحد مصادر الطاقة الكهربائية حيث تنتقل الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب كما هو واضح في الشكل (1).

شكل (1): انتقال الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب

تسمى الوحدة التي تقاس بها شدة التيار الكهربائي بالأمبير, الذي يمثل وحدة الشحنة مقسومة على الزمن وترجع تسميتها بالأمبير نسبة إلى العالم (أندري ماري أمبير).

أحيانا يكون الأمبير وحدة كبيرة جدا لذا تستخدم بعض الوحدات الأصغر مثل الميلي والمايكرو أمبير.

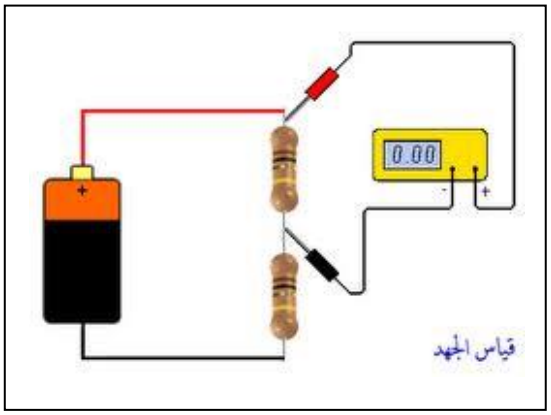
تقاس شدة التيار الكهربائي بجهاز يدعى (الأميتر) ويرمز له بدائرة بداخلها حرف **(A),** ومن الجدير بالذكر أن الأميتر يجب أن يوصل على التوالي مع الحمل في الدارة المراد قياس شدة التيار الكهربائي فيها، كما هو موضح بالشكل (2).



شكل (2): جهاز الأميتر وهو موصول على التوالي مع المصباح

3-1 الجهد لكهربائي

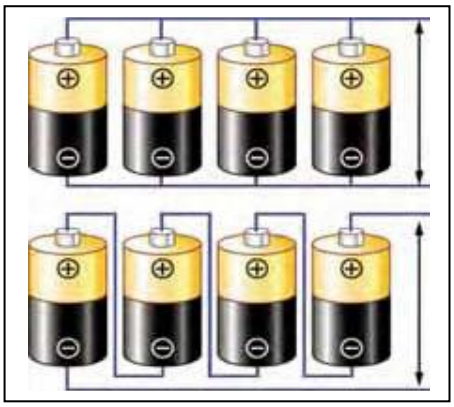
هو القوة التي تجبر الإلكترونات على التحرك باتجاه معين في الموصل أي تسبب سريان التيار الكهربائي, تسمى الوحدة التي يقاس فيها الجهد الكهربائي بالفولت، وإن 1 فولت عبارة عن فرق الجهد اللازم لتحريك تيار شدته 1 أمبير عبر موصل مقاومته 1 أوم أجزاء الفولت المستخدمة بالإلكترونيات هي الميلي فولت والمايكروفولت. ويقاس فرق الجهد في الدوائر الكهربائية بجهاز يدعى الفولتميتر ويرمز له بدائرة بداخلها الحرف (**V**) ومن الجدير بالذكر أن جهاز الفولتميتر يوصل على التوازي مع الحمل أو المصدر المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه كما في الشكل (3) .



شكل (3): جهاز الفولتميتر وهو موصول على التوازي مع المقاومة

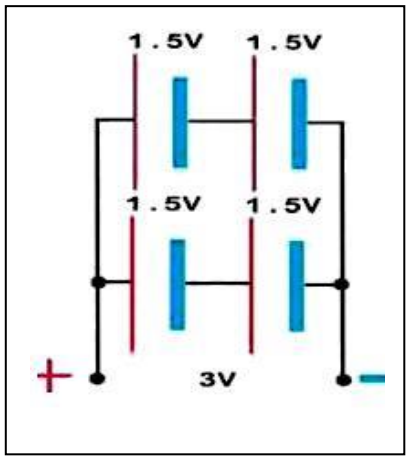
4-1 توصيل البطاريات

يمكن الحصول على جهد أعلى من القوة الدافعة الكهربائية للبطارية الواحدة من خلال وصل عدة بطاريات على التوالي , بحيث يصبح الجهد الكلي مساويا لمجموع الجهود للبطاريات المفردة. في الشكل (5) وصلنا 4 بطاريات على التوالي كل واحدة منها بجهد 1.5 فولت, وبذلك فإن الجهد الكلي أصبح 6 فولت .



شكل (4): بطاريات موصولة على التوالي والتوازي

عند وصل البطاريات على التوالي, يزداد الجهد الكلي أما التيار فيبقى ثابتاً لأن التيار الكلي للدارة الكهربائية واحد وبالتالي فإنه يمر متساويا في كل بطارية.
عند وصل البطاريات على التوازي يزداد التيار بينما يبقى الجهد نفسه, وللحصول على جهد وتيار أعلى توصل البطاريات على التوالي والتوازي بشكل مركب كما هو واضح بشكل (5) في هذا الشكل وصلنا بطاريتين على التوالي لنحصل على جهد 3 فولت, ثم وصلنا هذه المجموعة على التوازي مع مجموعة أخرى مماثلة بهدف مضاعفة التيار.



شكل (6): بطاريتين على التوالي ومن ثم توازي

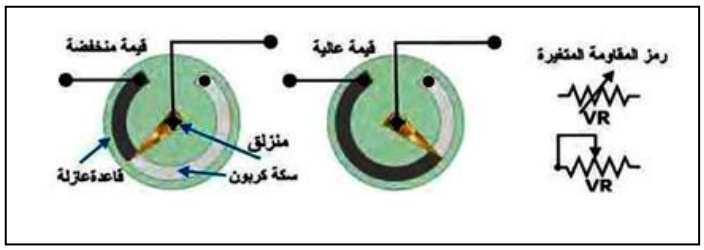
2- المقاومات الكهربائية
تعرف المقاومة الكهربائية بأنها مقدار إعاقة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها.فالمواد العازلة مثل الزجاج والمطاط لها مقدار كبير من المعارضة لمرور الإلكترونات عبرها لذا تكون مقاومتها عالية جدا وبذلك سميت بالمواد العازلة أما بالنسبة للمواد الموصلة مثل الحديد والنحاس فإنها تمتلك مقاومة ضعيفة جداً بحيث تسمح بمرور الإلكترونات بحرية وبالتالي سميت بمواد موصلة.
مما ذكر أعلاه يمكن الاستنتاج بأن المقاومة الكهربائية تعيق سير التيار الكهربائي داخل الموصلات ويرمز للمقاومة الكهربائية بحرف (**R**).

1-2 أنواع المقاومات الكهربائية

تقسم المقاومات الكهربائية إلى عدة أنواع وهي:

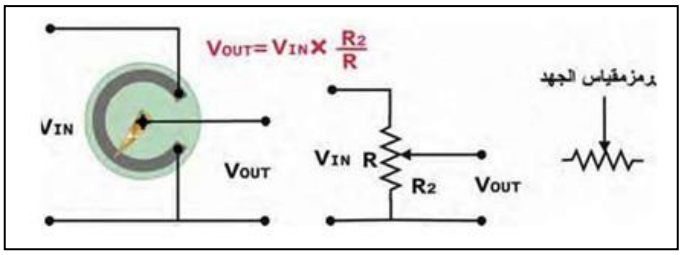
1- مقاومات ثابتة القيمة حيث أن لها قيمة ثابتة لا تتغير تعرف من الألوان التي عليها أو يتم قياسها باستخدام جهاز الملتيميتر، مثل مقاومات كربونية وسلكية وغشائية.
2- مقاومات متغيرة بحيث تتغير قيمة مقاومتها تبعاً لحركة المنزلق المركب عليها, فعندما نقول أن مقاومة متغيرة قيمتها 1000Ω فهذا يعني أنه يمكننا الحصول على مقاومة تتراوح قيمتها من صفر إلى 1000Ω.

للمقاومة المتغيرة ثلاثة أطراف, اثنان يمثلان نهاية المقاومة تحصل منهما على قيمة المقاومة الكلية والثالث مرتبط بجزء منزلق يتحرك فوق عنصر مقاوم تحصل بواسطته مع إحدى النهايتين على قيم مختلفة من المقاومة الكهربائية كما هو موضح بالشكل (7).



شكل (7): عمل المقاومة المتغيرة

يطلق أيضا على المقاومة المتغيرة اسم مقياس الجهد (Potentiometer) , مقياس الجهد هو مقسم حيث تتحدد قيمة جهد الخرج (Vout) بكل من قيمة جهد المدخل (Vin) وكذلك حركة المنزلق على الكربون, كما هو مبين بالشكل (8).



شكل (8): مقياس الجهد في المقاومة المتغيرة

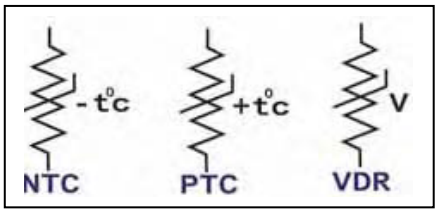
وهناك مقاومات خاصة تصنع من مواد خاصة لتلائم تطبيقات عملية معينة في الدوائر الكهربائية والإلكترونية ومن هذه المقاومات:

أ- مقاومة الثيرمستور

وهي المقاومة التي تتغير بشكل ملموس بارتفاع درجة الحرارة أو انخفاضها وتستخدم في دوائر الحماية من ارتفاع درجات الحرارة وتستخدم في أجهزة التكييف والتبريد ويوجد منها نوعان:

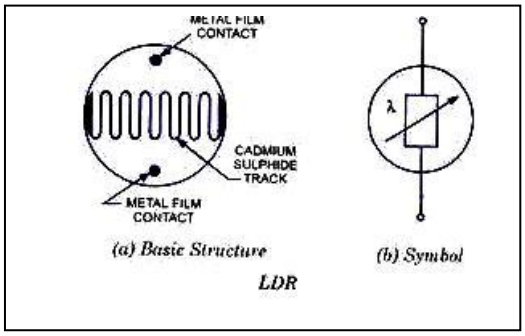
- مقاومة ذات معامل حراري سالب, حيث تقل قيمتها بارتفاع درجة الحرارة(NTC).
- مقاومة ذات معامل حراري موجب, حيث تزداد قيمتها بارتفاع درجة الحرارة(PTC).

ب- مقاومة الفايرستور التابعة للجهد
تقل قيمة هذه المقاومة بارتفاع الجهد بين طرفيها.تستخدم في وقاية المعدات الكهربائية من الارتفاع المفاجئ في الجهد الكهربائي. ويرمز لها (VDR).ويبين الشكل (9) مقاومتي الثيرمستور والفايرستور.



شكل (9): رموز المقاومات الخاصة

ج- مقاومة سلكية أو كربونية تعمل كمصهر (Fuse)
في حالة المقاومة السلكية هناك طرفان ملحومان معاً فعندما يتجاوز التيار حده المقرر تسخن هذه المقاومة إلى حد يصهر لحام الوصلة فتنفصل وينقطع التيار الكهربائي.
د- المقاومة المعتمدة على الضوء (LDR)
هي المقاومة التي تتناقص قيمتها بازدياد شدة الضوء الساقط عليها وللمقاومة المعتمدة على الضوء تطبيقات عديدة حيث تستعمل غالباً في أجهزة الإنذار والتحكم بالأبواب الآلية حيث يتطلب الأمر الإحساس بوجود الضوء أو غيابه. ويبين الشكل (10) المقاومة الضوئية ورمزها.



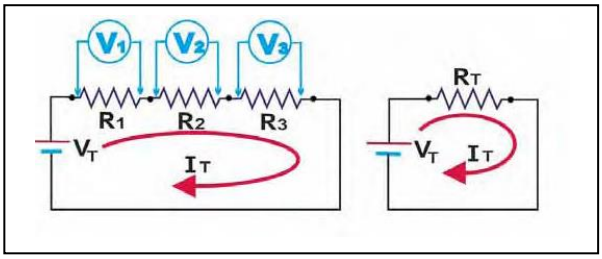
شكل (10): رمز المقاومة الضوئية

2-2 المواصفات الفنية للمقاومات

- المواصفات التي يجب أن تراعى عند استخدام أو استبدال أي مقاومة في دارة كهربائية:
- المقاومة **:** تعبر عن القيمة المطلوبة بالاوم أو الكيلو أوم أو الميجا أوم.
- القدرة : القدرة القصوى التي تبددها المقاومة.
- معامل درجة الحرارة : التغير في المقاومة عند تغير درجة الحرارة.
- الاستقرار: التقلب في قيمة المقاومة الذي يحصل تحت ظروف معينة وخلال فترة زمنية محددة.

3-2 توصيل المقاومات

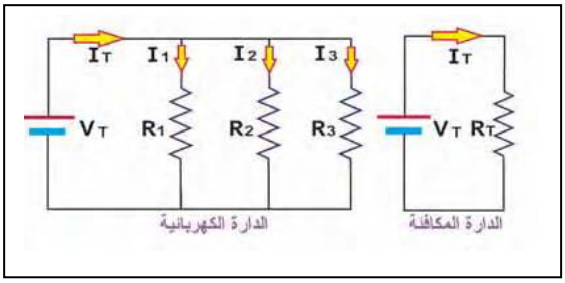
أ- التوصيل على التوالي
يبين الشكل (11) ثلاث مقاومات موصولة مع بعضها البعض على التوالي, بحيث أن أحد طرفي المقاومة الأولى موصول بطرف المقاومة الثانية, والطرف الثاني للمقاومة الثانية موصول مع طرف المقاومة الثالثة، ويلاحظ أن التيار الذي يمر بالمقاومات هو تيار واحد وأن أي انقطاع أو حرق بإحدى المقاومات ينفصل التيار كليا. وعند توصيل المقاومات على التوالي يكون جهد المصدر $V_T=V1+V2+V3$ ، والمقاومة المكافئة للمقاومات الثلاثة هي $R_T=R1+R2+R3$



شكل (11): توصيل المقاومات على التوالي

ب- التوصيل على التوازي

يبين الشكل (12) ثلاث مقاومات موصولة على التوازي بين طرفي مصدر رئيسي للطاقة الكهربائية وبالتالي كل مقاومة حصلت على نفس جهد المصدر أي أن $V_T= V1=V2=V3$ ، والمقاومة المكافئة للمقاومات الثلاثة هي $1/R_T=1/R1+1/R2+1/R3$

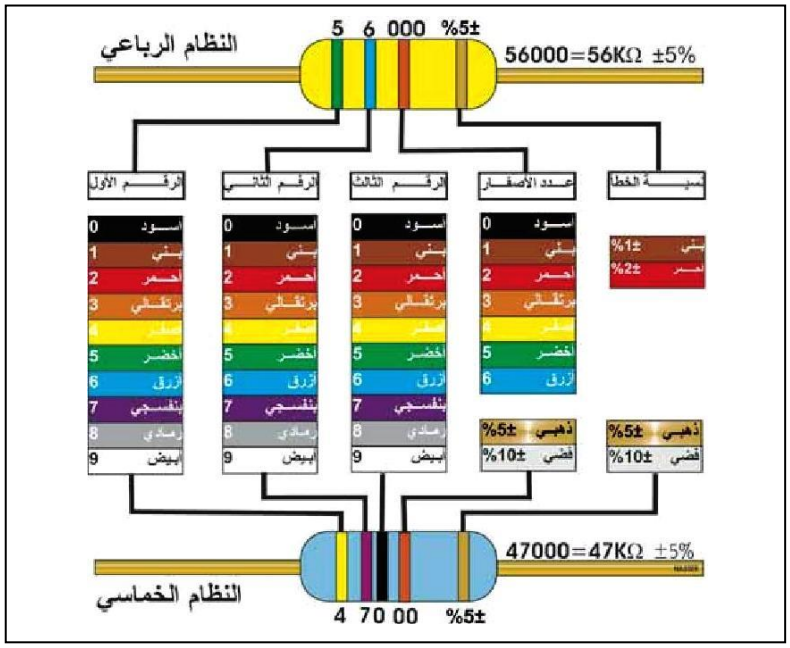


شكل (12): توصيل المقاومات على التوازي

4-2 نظم ترميز المقاومات

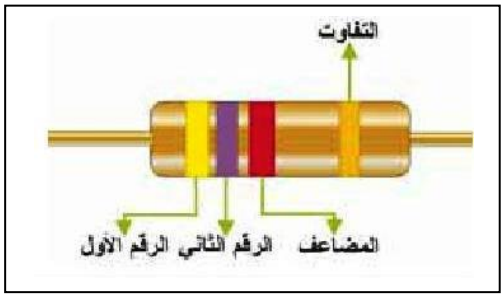
تكون المقاومات الكربونية معلمة برموز لونية تشير إلى قيمتها وتفاوتها (دقتها) ، وهناك نظامان معتمدان في الترميز اللوني هما :

أ- الترميز اللوني الرباعي، الترميز اللوني الخماسي كما هو موضح بالشكل (13).



شكل (13): نظام الترميز الرباعي والخماسي

ب- نظام الترميز الرباعي
تحدد الحلقة الأولى من جهة اليسار الرقم الأول للمقاومة, وتحدد الحلقة الثانية الرقم الثاني للمقاومة, وتحدد الحلقة الثالثة المضاعف العشري (عدد الاصفار), أما الحلقة الرابعة فتحدد نسبة التفاوت المسموح به في قيمة المقاومة النظرية.لاحظ الشكل (15).



شكل (15): نظام الترميز الرباعي

ج- نظام الترميز الخماسي
كما هو الحال في النظام الرباعي تحدد الحلقة الأولى من اليسار الرقم الأول في المقاومة, وتحدد الحلقة الثانية الرقم الثاني في المقاومة, وتحدد الحلقة الثالثة الرقم الثالث في المقاومة وتحدد الحلقة الرابعة المضاعف العشري , والحلقة الخامسة والأخيرة تحدد نسبة التفاوت المسموح به في المقاومة.
ويوضح الشكل(14) طريقة استخدام هذا النظام لتحديد قيمة المقاومات وتفاوتها.
في هذا النظام يتم تحديد مكان الفاصلة العشرية وكذلك قيمة المضاعف العشري بواسطة الحروف الأبجدية التالية الموضحة بالجدول (1).

جدول(1): الأحرف وما يرمز أليه من نسبة للتفاوت في قيمة المقاومة

التفاوت	الحرف
$\pm 1\%$	F
$\pm 2\%$	G
$\pm 5\%$	J
$\pm 10\%$	K
$\pm 20\%$	M

3- قانون كيرتشوف

وضع العالم جوستاف كيرتشوف قانونان مهمان لتحليل الدوائر الكهربائية المعقدة ، ويعرف القانون الأول باسم قانون كيرتشوف للتيار, بينما يسمى القانون الثاني قانون كيرتشوف للجهد وفيما يلي توضيح لكلا القانونان.

3-1 قانون كيرتشوف الأول (للتيار)

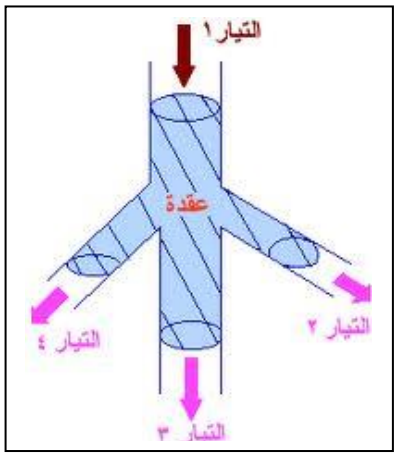
ينص القانون على أن المجموع الجبري للتيارات الكهربائية في أي عقدة أو نقطة توصيل في الدارة الكهربائية تساوي صفرا.

لفهم قانون كيرتشوف الأول أنظر الشكل (15), حيث أن هناك أربع تيارات في هذه الدارة الكهربائية. لاحظ أن التيار (1) يدخل إلى العقدة بينما التيارات الثلاثة الأخرى تخرج من العقدة ويمكن أن يترجم إلى ما يلي:

التيار1= التيار2 + التيار3 + التيار4

ويرمز للتيار في الدوائر الكهربائية بالحرف I بحيث أن $I1 = I2 + I3 + I4$

لاحظ أننا اعتبرنا التيار الداخل إلى العقدة موجب, والتيارات الخارجة اعتبرت سالبة.

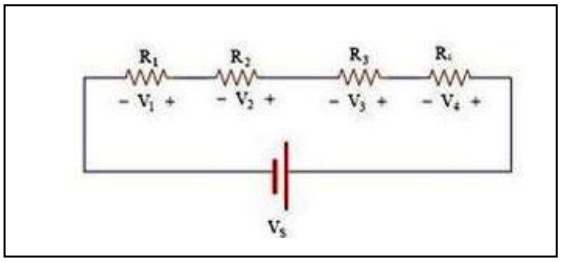


شكل (15): تفرع التيار الكهربائي في العقدة الكهربائية

3-2 قانون كيرتشوف الثاني (للجهد)

ينصص القانون على أن المجموع الجبري لجميع قيم الجهد الكهربائي في حلقة مغلقة في الدارة الكهربائية يساوي صفرا.

فإذا فرضنا أن اتجاه مع دوران عقارب الساعة موجب فإن أي قوة دافعة كهربائية وتيار كهربائي يكون اتجاههما مع عقارب الساعة تكون النتيجة القيمة الموجبة وكل ما خالف ذلك تكون إشارته سالبة كما هو مبين في الشكل (16) .



شكل (16): تطبيق قانون كيرتشوف الثاني في هذه الدارة

ويمكن إيجاد جيمع الجهود في الدارة من خلال تطبيق قانون كيرتشوف الثاني عليها حيث أن:

$$V_S = V1 + V2 + V3 + V4$$

4- التيار الثابت والمتغير

4-1 التيار الثابت أو المباشر واختصاره DC

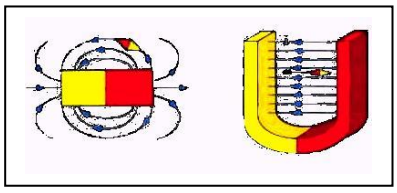
عبارة عن تيار كهربائي يسير في اتجاه واحد، وله جهد محدد لا يتغير. وأفضل مثال على ذالك هو التيار الكهربائي الموجود في البطاريات, حيث يسري هذا التيار- أي الإلكترونات- من الجانب السلبي إلى الإيجابي , والجهد معروف هو جهد البطارية 1.5 فولت أو 9 فولت حسب الأنواع.

4-2 التيار الكهربائي المتردد

يسمى بالتيار المتردد,لأنه يسير في اتجاهين ، وكذلك الجهد المتعلق به يتغير مع الوقت من صفر إلى أعلى قيمةٍ إيجابيةٍ ومن ثم إلى صفر مجدداً بعد ذلك من صفر إلى أعلى قيمةٍ سلبيةٍ ومن ثم إلى صفر مجددا ، ولكي نبسط الأمور ولتوضيحها أكثر، لا بد من الشرح المتكامل لكيفية توليد التيار المتردد ....ولكي يتسنى لنا ذلك سندخل بشرح بسيط عن المغناطيس.....وآخر عن الدائرة....وآخر عن الملف.....كتمهيد للدرس.

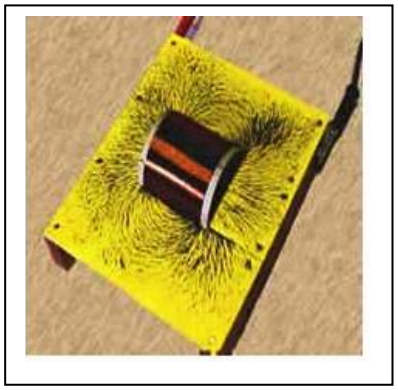
4-3 المغناطيس

إن المغناطيس أو أي لوحةٍ فولاذيةٍ ممغنطةٍ , لها قطبان في أطرافها, القطب الشمالي N والقطب الجنوبي S أنظر للشكل (17), لابد وأنك حاولت في وقت مضى أن تقرب مغناطيسان الواحد من الآخر, ولاحظت أنهما يتجاذبان ويتنافران, والمعادلةُ هي أن الأقطاب المتساوية تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب , وهو دليل على وجود قوةٍ مغناطيسيةٍ, وهو ما يعرف بالحقل المغناطيسي ، الموجود حول المغناطيس نفسه وشكل هذا الحقل يختلف باختلاف هذا الأخير.



شكل (17): المغناطيس

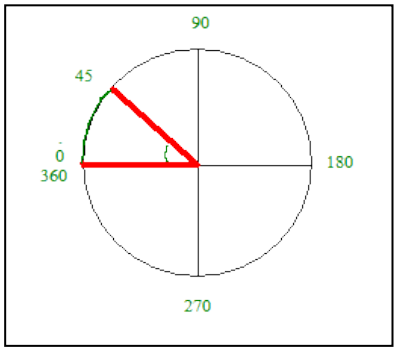
الحقل المغناطيسي للمغناطيس لا يمكن مشاهدته بالعين المجردة لذلك نستعمل بودرة الحديد , ونسقطها على ورقه ملاصقه للمغناطيس كما في الشكل (18) أدناه.



شكل (18): الحقل المغناطيسي للمغناطيس

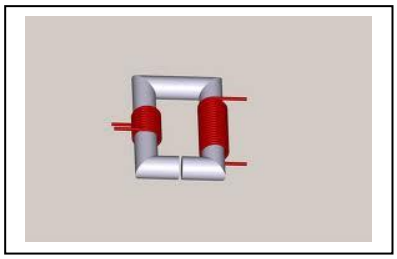
4-4 توليد التيار المتغير

لنتذكر قليلاً من الرياضيات, تنقسم الدائرةُ إلى 360 درجه,مثل شبيه لهذا التقسيم هو الذي تراه في ساعة اليد حيث تقسم الدقيقة إلى 60 ثانيه, ففي الشكل(19) سرنا على الخط الأخضر, نكون قد سرنا بزاويةٍ وقدرها 45 درجه,وإذا قام جسم بدورةٍ كاملةٍ حول نفسه فإنه تحرك 360 درجة, نصف دورة 180 وربعها 90 درجة.هذا كل ما نحتاجه من الرياضيات لشرح درسنا.



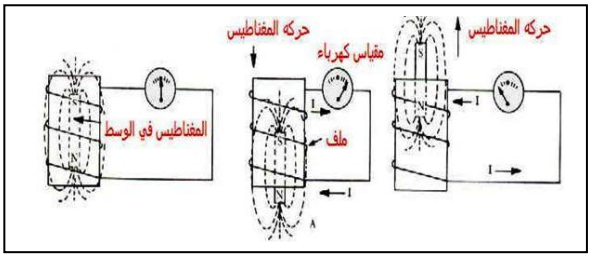
شكل (19): الدائرة وتقسيماتها

الملف عبارة عن سلك كهربائي, ملفوف بشكل دائري حول نفسه كما هو موضح بالشكل (20).



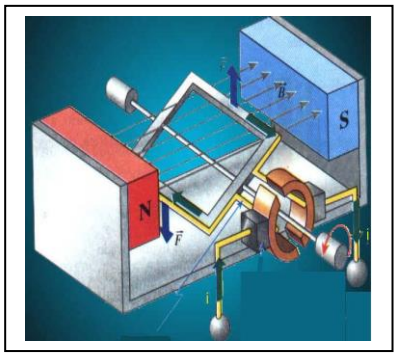
شكل (20): ملف كهربائي دائري

بعد أن قمنا باستعراض الملف والمغناطيس والدائرة سنشرح كيفية توليد التيار الكهربائي المتردد. يتولد التيار الكهربائي المتردد باختصار من خلال تحريك مغناطيس داخل ملف. ويبين الشكل (21) كيفية توليد تيار كهربائي متردد.



شكل (21): كيفية توليد تيار كهربائي متردد

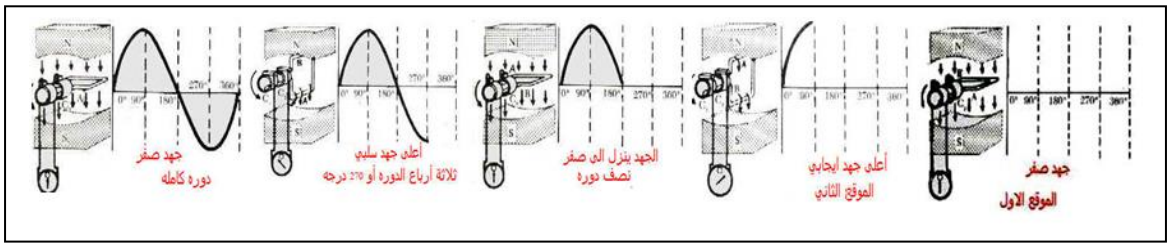
تلاحظ في الشكل أعلاه ,أنه عندما يكون المغناطيس في الوسط , لا يوجد تيار كهربائي , فتكون إبرة المقياس الكهربائي في موضع الصفر، وعندما نحرك المغناطيس إلى الأسفل ، فإن مرور الحقل المغناطيسي في الملف يولد تياراً كهربائياً ، ويجري في اتجاه معين ، كما يشير المقياس في الشكل ، وعندما نحرك المغناطيس إلى الأعلى ، نمر مجددا في نقطة الصفر ومن ثم يتولد تيار كهربائي في الاتجاه المعاكس. هذا الاكتشاف البسيط والرائع, أدى بالإنسان لاختراع محركات لتوليد الطاقة الكهربائية.
ويبين الشكل (22) تركيب بسيط لمولد كهربائي حيث يكون المغناطيس ثابت والملف يتحرك بداخله.



شكل (23): تركيب أحد المولدات الكهربائية للتيار المتردد

ويبين الشكل (24) آلية توليد التيار المتردد، ويتم ذلك كما يلي:

1- لاحظ موقع الملف في هذا الموقع حيث أن الجهد الكهربائي صفر ولا يوجد تيار كهربائي.
2- لاحظ أن الملف عندما يتحرك ربع دورة أي بمعنى 90 درجة على الدائرة فإن قيمة الجهد تصل لأعلى قيمةٍ موجبةٍ له.
3- عندما يدور الملف نصف دورة أي بمعنى 180 درجة على الدائرة فإن قيمة الجهد وصلت إلى صفر مجدداً.
4- عندما يدور الملف ثلاثة أرباع الدورة أو 270 درجة, يصل الجهد إلى أعلى قيمة.
5- عندما يدور الملف دورة واحدة(360درجة) يرجع الجهد إلى الصفر مجددا.



شكل (24): آلية توليد التيار المتردد

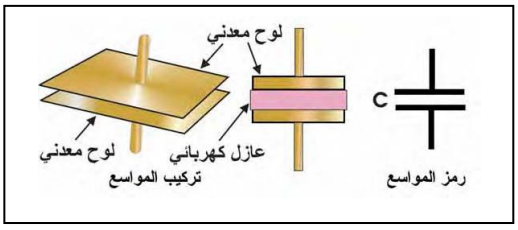
عندما ينطلق الجهد من نقطة الصفر, ويتغير ليعود إلى نقطة الصفر, تكون قد حدثت دورةً كاملةً. فالدورة هي المرور بتغيرات للعودة مجدداً إلى نقطة البداية. وهي مكونةٌ من نصفين , نصفٌ إيجابي والنصف الآخر سلبي.
والذبذبة عبارة عن عدد الدورات التي تحدث في الثانية ، وتقاس بالهيرتز, فمثلاً عندما يحدث عشرة دوراتٍ في الثانية. نقول ذبذبةٌ مقدارها عشرة هيرتز أو 10Hz أو بتردد وقدره 10 هيرتز.

5- المواسعات

درسنا في السابق المقاومة الكهربائية بوصفها إحدى عناصر الدارة الكهربائية والآن سنتعرف على عنصر آخر ألا وهو المواسع الكهربائي.فالمواسع هو عنصر كهربائي يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية في أثناء عملية الشحن على شكل مجال كهربائي, وإطلاقها في عملية التفريغ

1-5 تركيب المواسعات

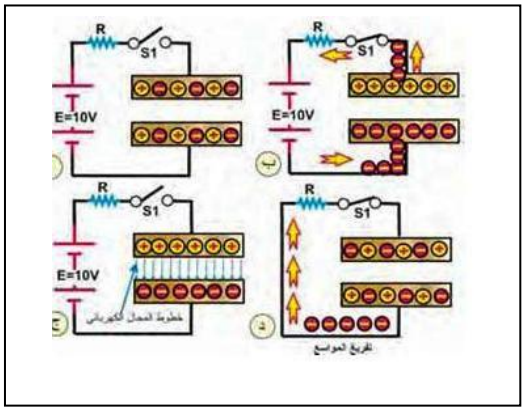
يتكون المواسع من لوحين معدنيين متوازيين, يفصل بينهما مادة عازلة (الهواء, الميكا, السيراميك, البلاستيك), ويوصل بكل لوح من لوحي المواسع طرف توصيل. ويبين الشكل (25) تركيب المواسع.



شكل (25): رمز وتركيبة المواسع

2-5 مبدأ عمل المواسعات

يبين الشكل (26) مبدأ عمل المواسع، حيث تلاحظ أن الجهد غير مطبق على المواسع, لذا يوجد عدد متماثل من الإلكترونات الحرة على كل لوح وبالتالي لا يوجد فرق جهد بين طرفي المواسع.عند إغلاق المفتاح (S) تقوم البطارية بسحب الإلكترونات الحرة الموجودة على اللوح العلوي للمواسع باتجاه قطبها الموجب, كما تقوم بدفع كمية متساوية من الإلكترونات من قطبها السالب إلى لوح المواسع السفلي وبذلك يمر تيار تتحدد قيمته من خلال المقاومة (R). وإن فقد اللوح العلوي للالكترونات يعطيه الشحنة الموجبة وزيادة الإلكترونات الحرة على اللوح السفلي يعطيه الإشارة السالبة يؤدي ذلك إلى توليد فرق جهد بين لوحي المواسع. وعندما يصبح جهد المواسع مساوياً لجهد البطارية يتوقف مرور التيار. وفي الوقت الذي يصبح فيه المواسع مشحوناً, يمكن فتح المفتاح وإزالة مصدر الجهد الكهربائي ليحل المواسع محل المصدر ويفرغ شحنته تلقائياً بالحمل إلى أن يرجع إلى وضعه الأصلي .



شكل(26): آلية شحن وتفريغ المواسع الكهربائي

3-5 وحدات السعة الكهربائية

السعة : مقياس لمقدار الشحنة التي يستطيع تخزينها مواسع عند تطبيق جهد معين عليه, ويرمز له بالحرف (C) وتقاس بوحدة تسمى الفارد, نسبةً إلى العالم فارادي ، ويرمز بالفاراد بحرف (F) ، وتقدر سعة المواسع بالمعادلة التالية:

السعة (الفاراد) =الشحنة المخزونة (الكولوم) / فرق الجهد بين الألواح (الفولت)

4-5 المواصفات الفنية للمواسعات

للموسعات خصائص فنية معينة يجب أن تُؤخذْ بعين الاعتبار في الاستعمالات المختلفة, وأهم هذه الخصائص:

- السعة: هي القيمة الاسمية للمواسع المعبر عنها بالمايكروفاراد ، أو النانوفاراد أو البيكو فاراد وتكون مكتوبة على جسم المواسع.
- الفولتية التشغيلية المقررة: هي الفوليتية القصوى المسموح تشغيل المواسع بها.
- التفاوت: هو الانحراف الأقصى المسموح به عن القيمة الاسمية ويعبر عنه بالنسبة المئوية.
- معامل درجة الحرارة: هو تغير سعة المواسع مع ارتفاع في درجةِ حرارتهِ درجةٍ مئويةٍ واحدةٍ.
- التيار المتسرب: هو التيار المستمر في العازل الكهربائي عند تسليط الفولتية التشغيلية المقررة.
- مقاومة العزل: هي مقاومة العزل الكهربائي عند تسليط الفولتية التشغيلية المقررة .
- الاستقرار: هو تغير قيمة سعة المواسع (بالنسبة المئوية) الذي يحصل في ظروفٍ محددةٍ ، وخلال مدة محددة من الزمن .

5-5 توصيل المواسعات

أ- توصيل المواسعات على التوالي

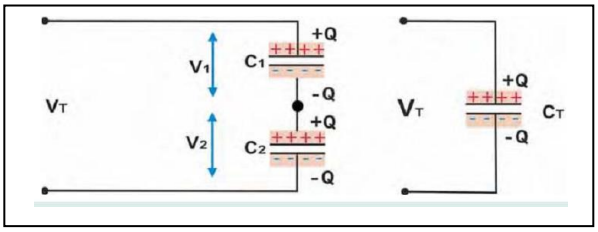
إذا تم وصل مواسعين على التوالي كما هو مبين في الشكل(27), تكون الشحنة الكهربائية على المواسعيين متساوية, أما فرق الجهد الكلي (Vt) فيساوي مجموع فروق الجهد بين لوحي المكثفين, أي:

$$VT = V1 + V2$$

$$Q/CT = Q/C1 + Q/V2$$

$$1/CT = 1/C2 + 1/C2$$

بمعنى آخر, في حالة التوصيل على التوالي لعدة مواسعات , فإن مقلوب السعة المكافئة الناتجة يساوي مقلوب كل من السعات المختلفة للمواسعات المنفردة. وتكون السعة المكافئة أقل من سعة أصغر مواسع في المجموعة.



شكل (27): توصيل المكثفات على التوالي

ب- توصيل المواسعات على التوازي

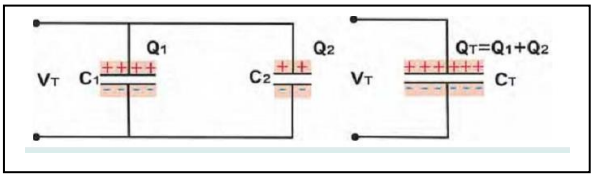
إذا تم وصل مواسعيين على التوازي كما هو مبين في الشكل (28), في هذه الحالة يكون فرق الجهد بين طرفي كل منهما مساويا لجهد المصدر V_T , أما الشحنة الكهربائية الكلية فتكون مساوية لمجموع شحنتي المواسعين أي:

$$Q_T = Q1 + Q2$$

$$V_TC_T = V1C1 + V2C2$$

$$C_T = C1 + C2$$

بمعنى آخر, في حالة التوصيل على التوالي لعدة مواسعات, فإن السعة المكافئة الناتجة تساوي المجموع الجبري لسعات الموسعات المنفردة ، وتكون السعة المكافئة أكبر من سعة أكبر مواسع في المجموعة.



شكل (28): توصيل المواسعات على التوازي

5-6 ترميز المواسعات

تطبع على جسم المواسع المواصفات الفنية له مثل: السعة ، وجهد التشغيل ، وقيمة السماح في دقته ودرجة حرارة التشغيل القصوى. ويتم إتباع عدة طرق لتوصيل هذه المعلومات منها ما هو رقمي والآخر لوني.

معظم المواسعات تكون معلوماته مطبوعة عليه كما ذكرنا سابقا, وتشمل هذه القيم :

- السعة: تكون السعة دائما بالمايكروفاراد, إلا إذا وجد الحرف n فإنه إشارةٌ على أن السعة بالنانوفاراد.
- جهد التشغيل : يعطى كرقم ويتبع الحرف V , وكثيرٌ من الأحيان لا يكتب الحرف V
- الدقة : يتم تحديد الدقة (التفاوت) في سعة المواسع بواسطة الحروف المبينة في الجدول.

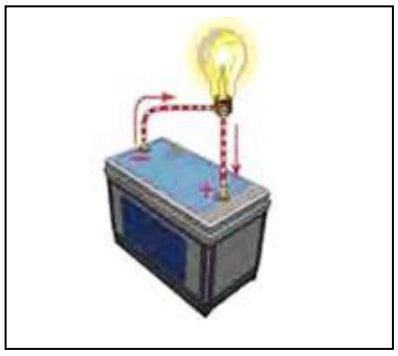
7-5 أعطال المواسعات

قد تتعرض المواسعات المستخدمة في الدوائر الإلكترونية والكهربائية إلى أحد أنماط الأعطال التالية:

1- دائرة القصر (التماس): ينتج هذا العطل من اتصال لوحي المواسع معاً نتيجةً لتلف المادةِ العازلةِ التي تفصل بينهما, وهذا العطل هو أكثر الأعطال شيوعاٍ لدى المواسعات, حيث يعطي المواسع عند قياس مقاومته مقاومةً منخفضةً جداً قد تصل إلى الصفر
2- المواسع يتصرف وكأنه مقاومةٌ: يعطي مقاومةً ثابتةً عند قياس مقاومته,وينتج هذا العطل عندما يفقد الوسط العازل لخصائصه ، فيتصرف وكأنه مقاومة.
3- دارة مفتوحة : وينتج هذا العطل عندما تنفصل إحدى ألواح المواسع بسبب انفجاره.
4- تغير السعة : يعطي المواسع في هذه الحالة سعةً أكبر من سعته المقررة وبشكل ملحوظ. ولابد في هذه اللحظة عزيزي الطالب من استخدام جهاز قياس السعة لقياس سعة المواسع, ومقارنة قراءة الجهاز بالقيمة المسجلة على جسم المواسع.

6- القدرة والطاقة الكهربائية

القدرة: مقدار الشغل المبذول خلال ثانية واحدة. ووحدة قياس القدرة " الواط" نسبة للعالم جيمس واط الذي اخترع الآلة البخارية ويرمز للواط بالرمز(W). وفي الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (29), يبذل مصدر الجهد شغلاً في تحريك الإلكترونات (التيار) عبر أجزاء الدارة, ويسمى معدل الطاقة الكهربائية المستهلكة في دفع التيار الكهربائي عبر أجزاء الدارة القدرة الكهربائية, ويرمز لها بالحرف (P).وتقاس بوحدة الواط.



شكل (29): استهلاك الطاقة الكهربائية عن طريق المصباح

وبما أن الجهد يمثل القوة والتيار يمثل الحركة فإن القدرة الكهربائية تساوي حاصل ضرب الجهد بالتيار على النحو التالي:
القدرة = التيار X الجهد (P= I X V)
وبما أن الواط وحدةٌ صغيرةٌ نسبيا فإنها لا تلائم التطبيقات العملية ، لذلك يستخدم الكيلوواط كوحدة عملية لقياس القدرة ، وهو يساوي 1000 واط ويرمز لها بالرمز (KW).
يسجل عادة على لوحة مواصفات الأجهزة الكهربائية, القدرة وجهد التشغيل المقرر لها, وقد يكون من المرغوب فيه معرفة قيمة التيار الذي يسحبه الجهاز ليتسنى تقدير مقاس أسلاك التوصيل وتيار المنصهر أو القاطع التلقائي لحماية الجهاز وبالتالي يمكن حساب قيمة التيار للأحمال الأومية من خلال قانون القدرة بحيث أن:
التيار = القدرة / الجهد
تعطى قدرة المحركات والمضخات الكهربائية بوحدة الحصان الميكانيكي, وهي تعادل (746 واط), ويرمز لها بالحرفين (HP) وهي تعادل أيضا ¾ كيلو واط.
تحسب الطاقة الكهربائية المستهلكة بمعرفة قدرة الأجهزة الكهربائية وزمن استخدامها، حيث أن:
الطاقة = القدرةXالزمن
حيث تقدر الطاقة بالكيلوواط | ساعة (KWh) ، والقدرة بالكيلوواط والزمن بالساعة.
وتحتوي لوحة التوزيع الرئيسية في المنازل والمصانع على عداد لقياس الطاقة الكهربائية المستهلكة والتي يدفع بناءاً عليها المستهلك ، والأجهزة الكهربائية الأكثر استهلاكا للطاقة الكهربائية هي الأجهزة ذات القدرة العالية مثل أجهزة التسخين والتدفئة وتكييف الهواء ، والجدول التالي يوضح قدرة بعض الأجهزة الشائعة الاستخدام في الحياة العملية.

جدول(3): القدرة الكهربائية للأجهزة المنزلية شائعة الاستخدام

الجهاز	القدرة
مصابيح الإضاءة	**10-100 واط**
المكاوي الكهربائية	**1000-2000 واط**
الثلاجة المنزلية	**300 واط**
المدفئة الكهربائية	**2200 واط**
الأفران الكهربائية	**3000 واط**
جهاز التلفاز	**80 واط**

7- أنواع الأسلاك وقياساتها
إن اختيار مساحة مقطع السلك المناسبة للحمل الكهربائي تعتبر من أهم قضايا الأمان في أعمال التمديدات الكهربائية. وعند استخدام الموصلات لتوصيل القدرة الكهربائية من مصدر جهد كهربائي إلى حمل معين يجب مراعاة ما يلي:
7-1 الأمان
يتوجب توصيل القدرة الكهربائية من المصدر إلى الحمل دون التعرض لأخطار حدوث حرائق في أسلاك التوصيل لأن هناك حرارة تنشأ في الأسلاك وذلك بفعل مرور تيار كهربائي أو وجود مقاومة في الأسلاك.
من الواضح جداً أنه لا يجب السماح بتوليد هذه الطاقة الحرارية بمعدل لا يستطيع سطح السلك تصريفه وهذا يعني أنه يجب أن يكون حد أعلى للتيار المسموح تمريره في موصل معين.
إن مساحة مقطع السلك تلعب دوراً مهماً في تحديد الحد الأعلى للتيار كما يلي:
- تقرر قيمة مقاومة الموصل: فكلما زادت مساحة مقطع السلك قلت المقاومة وقلت إمكانية تولد الحرارة في السلك.

- تزيد من مساحة سطح السلك فيصبح قادراً على تصريف طاقة حرارية أكبر عبر السطح دون تسخين زائد.

ويبين الجدول (3) قيمة التيار القصوى المقبولة لمساحات مقاطع أسلاكٍ متوفرةٍ تجارياً

جدول(3): سعة حمل التيار للكيبلات النحاسية

مساحة مقطع الموصل (مم2)	التيار(أمبير)
2.5	6
4.0	14-10
6	24
10	56-34

2-7 ألوان الأسلاك

بالنسبة للألوان تختلف من نظام إلى آخر فمثلاً النظام الأوروبي يستخدم ألوان تختلف عن النظام الأمريكي. وأيضا بعض ألوان الجهود الكبيرة تختلف عن ألوان الجهود الصغيرة.

وعادةً يُستخدم اللون الأخضر المخطط بالأصفر إلى خط التأريض في الجهود المنخفضة واللون الأبيض إلى خط التعادل.

لكن بشكل عام, بالنسبة للجهود المنخفضة 220 فولت أو 110 فولت الأحادية الطور(Single Phase) تستخدم فيها ألوان قياسية ومعروفة ، وكل لون يدل على وظيفة معينة.

فمثلاً في البيوت: الخط الأرضي دائما أخضر اللون، الأسود أو الأحمر أو البني دائماً خط حار، اللون الأبيض أو الأزرق عادة خط متعادل.

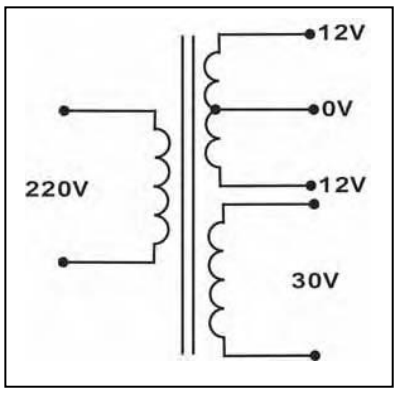
8- المحولات الكهربائية

يعد المحول من الأجهزة الكهربائية التي بواسطتها القدرة الكهربائية المتغيرة (AC) من دارةٍ إلى أخرى, عن طريق تأثير الكهرومغناطيسي المتبادل بين الملفين, مع إمكانية رفع أو خفض الجهد أو التيار في الدارة الثانية. ويعتمد عمل المحول على مبدأ التأثير المتبادل للملفات المتجاورة, وتختلف المحولات من حيث كمية القدرة الكهربائية التي يمكن نقلها بواسطتها من دارة إلى أخرى.

1-8 أنواع المحولات

أ- محول القدرة

يستخدم في مدخل وحدات التغذية في الأجهزة الإلكترونية, ويكون من النوع ذو القلب الحديدي, والهدف منه خفض الجهد العام (220 volt) إلى قيمة مناسبة وذلك حسب حاجة الجهاز الإلكتروني. ويمكن استخدام أكثر من ملف ثانوي بحيث تخرج من الطرف الثاني للمحول فولتيات مختلفة.لاحظ الشكل (30).



شكل (30): المحول متعدد الملفات

ب- محول التيار
يستخدم محول التيار مع أجهزة قياس التيار المتناوب بهدف خفض قيمة التيار المراد قياسه إلى قيمةٍ مناسبةٍ يسهلُ قياسها.

ج- محول العزل
يستخدم هذا النوع من المحولات في ورشات الصيانة لعزل بعض الأجهزة أو المعدات عن الشبكة الكهربائية العمومية, لتفادي الصدمات الكهربائية أثناء العمل, وتكون فولتية الملف الابتدائي مساوية لفولتية الملف الثانوي أي نسبة التحويل في الفولتية هي واحد لواحد.

د- محول التوفيق
يستعمل لربط دائرتين كهربائيتين معاً بحيث يعمل على التوفيق بين ممانعة (مقاومة) للدارة الأولى وممانعة الدخل بالنسبة للدارة الثانية لضمان نقل أقصى قدر من الطاقة.
هـ - المحولات النبضية
وهي محولات مصممة لتعمل على النبضات وعلى نطاق واسع من الترددات (1-100 كيلوهيرتز).

2-8 المواصفات الفنية للمحولات

يمكن تعريف المواصفات الفنية للمحول بأنها تلك الخواص التي تميزه عن أي محول آخر, وأهم هذه المواصفات:

1- فولتية الطرف الابتدائي: وهي الفولتية التي يمكن توصيلها بالملف الابتدائي دون أن يحدث ضرر لذلك الملف كتلف العازل أو الحرق.
2- فولتية الطرف الثانوي: وهي الفولتية التي تظهر على الطرف الثاني عند تغذية الطرف الابتدائي بالفولتية المقررة.
3- التيار الثانوي الأقصى: وهو أقصى تيار ممكن للحمل أن يسحبه من الملف الثانوي دون أن يتم إتلافه.
4- قدرة المحول: تعطى القدرة المقررة لمحولات القدرة بوحدة الفولت.أمبير(VA) وليس بالواط.

9- المفاتيح والمرحلات الكهربائية

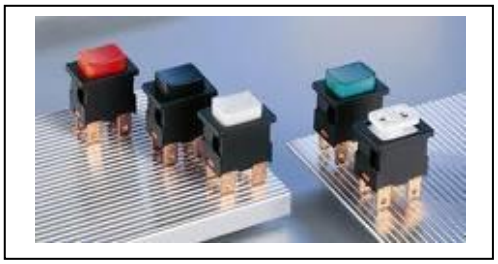
المفتاح الكهربائي أداة تستخدم لوصل وفصل التيار الكهربائي عن الأحمال الكهربائية, وتختلف طبيعته ونوعيته تبعاً لاختلاف الغرض من استخدامه. ويمكن تصنيف المفاتيح الكهربائية كما يلي:

1-9 المفاتيح اليدوية

وهي المفاتيح التي يتم تغيير وضعها من قبل الإنسان ومنها:

- مفاتيح الزر الإنضغاطية حيث تستخدم في الأجهزة الكهربائية المختلفة.
- مفاتيح الدوارة حيث تستخدم للتحكم في سرعة مراوح السقف.
- مفاتيح مفصلية حيث تستخدم في دوائر الإنارة أو تشغيل الأجهزة الكهربائية المختلفة.

ويبين الشكل (31) أشكال المفاتيح اليدوية



شكل (31): أشكال المفاتيح اليدوية

2-9 المفاتيح الآلية

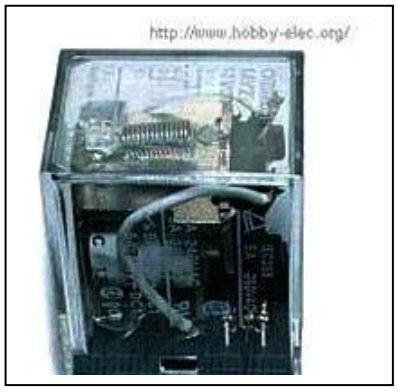
وهي التي يتم تغيير وضعها آليا نتيجة تحكم في وضع معين, ومن أنواعها:

- المرحلات حيث تُستخدم في وصل وفصل الأحمال ومن مميزاتها أن دائرة القدرة مفصولة عن دائرة التحكم.
- مفاتيح الحرارة حيث تُستخدم في وصل أو فصل الدارة الكهربائية بناءً على ارتفاع أو انخفاض في درجة الحرارة.
- مفاتيح نهاية الحركة (Limit Switch) حيث تستخدم في وصل أو فصل الدارة الكهربائية بناءً على انتهاء أو بدء أيةُ حركةٍ ميكانيكيةٍ في النظام.

3-9 المرحلات

عبارة عن عنصر كهربائي يتكون من مفتاح ميكانيكي يمكن التحكم فيه كهربائياً من خلال تطبيق جهد على الملف الموجود بداخلها. وينتشر كثيراً في التطبيقات الصناعية مثلاً في دوائر المنظمات الكهربائية وأجهزة (PLC) ودوائر المصاعد والأبواب الكهربائية والعديد من التطبيقات الأخرى.

بالإضافة إلى أنها تتوفر بتيارات متعددة, وهي أيضا تتوفر بجهود تحكم متعددة أيضا وهي جهود نظامية عالمية تتراوح بين 6- 220 فولت. ويبين الشكل (32) بعض أشكال المرحلات المستخدمة في التطبيقات الصناعية.



شكل (32): مرحل

هناك أنواع مختلفة من المُرَحِلات تصنف حسب نقاط التلامس وعدد حوامل التماسات, فعدد حوامل التماسات يحدد عدد ما يسمى بالأقطاب وعدد نقاط التلامس يحدد ما يسمى بالتحويلات, وأهم هذه الأنواع:

- المرحل ذو القطب الواحد والتحويلة الواحدة (SPST): في هذا المرحل تكون هناك ذراع واحدة (أي قطب واحد) وتكون لهذا الذراع نقطةُ واحدةُ للتلامس.
- المرحل ذو القطب الواحد والتحويلتين (SPDT): في هذا المرحل تكون هناك ذراع واحدة ولها نقطتين للتلامس تكون مرتبة بحيث عندما يتحرك الذراع تقوم إحدى النقاط بالتوصيل بينما تكون الأخرى في وضع الفصل.
- المرحل ذو القطبين والتحويلة الواحدة (DPST) : في هذا المرحل يوجد ذراعان تتحركان بنفس الوقت ولكل ذراع نقطة تلامس واحدة.
- المرحل ذو القطبان والتحويلتان (DPDT): في هذا المرحل يوجد ذراعان تتحركان بنفس الوقت ولكن لكل ذراع نقطتي تلامس.

10- الدوائر الالكترونية

تتكون الدائرة الالكترونية على اختلاف أنواعها من نوعين أساسين من العناصر هما:

- العناصر الخاملة:- هي عناصر لا تقوم بتكبير أو تضخيم القدرة في الدارة أو النظام كما أنها لا تقوم بعملية التحكم.ومن أشهر هذه العناصر المقاومات والمواسعات.
- العناصر الفعالة:- وهي عناصر صنعت بهدف التحكم بالتيار الكهربائي بصورة أو بأخرى, وهي قادرة على القيام بعمليات التبديل أو عملية التضخيم أو كلاهما. ومن أشهر هذه العناصر الترانزيستورات والثنائيات والثايروستارات والدوائر المتكاملة (IC).

وتصنع العناصر الفعالة من المواد شبه الموصلة مثل السيليكون والجرمانيوم, لذا يطلق عليها أشباه الموصلات.

10-1 الثنائيات

هو عنصر فعال ذو طرفان(مصعد, مهبط), يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد ويمنع التيار من المرور في الاتجاه المعاكس حيث يعمل الثنائي على توصيل التيار عند تشغيله على حالة الانحياز الأمامي بينما لا يسمح بمرور التيار في حالة الانحياز العكسي.

يتركب الثنائي من وصلة(P) تشكل على شريحة واحدة من مادة شبه موصلة ويسمى الطرف الموصول بالمادة نوع (P) بالأنود, ويرمز له بالحرف (A).يسمى الطرف الموصول بالمادة نوع (N) بالكاثود.بالنسبة للثنائيات كبيرة الحجم يطبع رمز الثنائي على جسم الثنائي ليوضح أي الأقطاب هو الأنود وأيها هو الكاثود. أما بالنسبة للثنائيات الأصغر حجما فهناك حلقة بيضاء حول إحدى نهايتي تبين الكاثود.

10-2 المواصفات الفنية للثنائي

من أهم المواصفات الفنية للثنائي التي يجب مراعاتها عند استبدال ثنائي تالف في دارة ما أو عند اختيار ثنائي لاستخدامه في دارة معينة كما يلي:

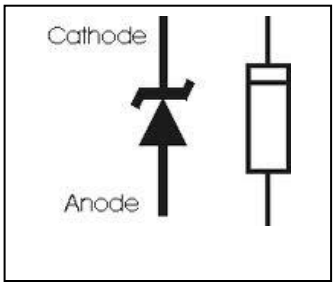
- التيار الأمامي: وهو أقصى تيار يمكن أن يمرره الثنائي في حالة الانحياز الأمامي دون أن يتلف
- الجهد العكسي الأقصى: هو أقصى جهد يمكن أن يتحمله الثنائي في حالة الانحياز العكسي قبل أن ينهار ويبدأ بتمرير التيار الذي يؤدي إلى تلفه.

10-3 الثنائيات الخاصة

هناك أنواعٌ عدةٌ من الثنائيات ذات الصفات المميزة, وكلها مهمة لوجود تطبيقاتٍ كثيرةٍ تستفيد من الخواص المميزة لهذه الثنائيات ومنها:

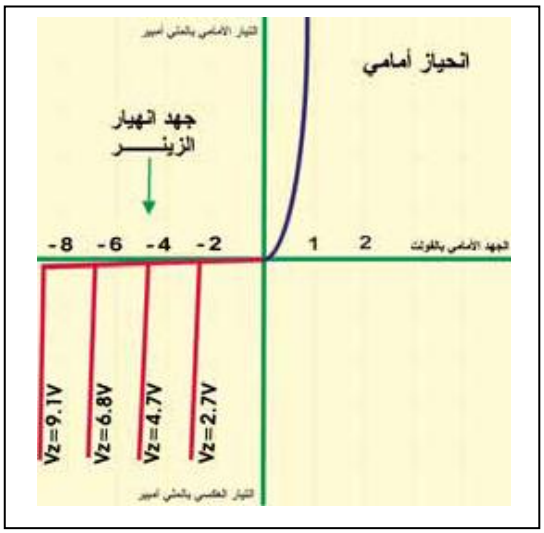
أ- ثنائي زينر(Zener diode)

هي ثنائيات سيليكونية تزيد شوائبها الممتزجة عن شوائب الثنائي الاعتيادي, بحيث يحدث الانهيار العكسي عند قيم محددة مسبقا وأقل نسبيا.وتتوافر ثنائيات زينر تجاريا بجهود انهيار عكسية (جهود زينر) المفضلة منها على سبيل المثال (2.7,4.7, 6.2,9.1 فولت) حيث يبين الشكل (33) رمز ثنائي الزينر وشكله الشائع.



شكل (33): شكل الثنائي زينر ورمزه الكهربائي

في حالة الانحياز الأمامي يتصرف ثنائي زينر مثل الثنائي الاعتيادي حيث يسمح للتيار بالتدفق من خلاله, ولكن في حالة الانحياز العكسي, فإنه لا يسمح بمرور التيار إلا إذا بلغت قيمة الجهد العكسي المسلط بين طرفيه قيمة جهد الزينر المصمم عنده, فعند هذه النقطة يمرر الثنائي التيار في الاتجاه العكسي.في الشكل(34) يبين منحنى المميز للثنائي زينر.



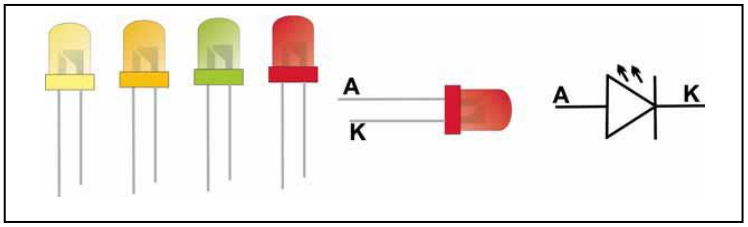
شكل (34): منحنى المميو لثنائي زينر

ب- الثنائي المشع للضوء

إن ما يميز الثنائي المشع للضوء هو إطلاقه للضوء عند مرور التيار الكهربائي به نتيجة وجوده في حالة الانحياز الأمامي.

تعتبر الثنائيات المشعة للضوء مفيدة للإشارة لحالةِ دارةٍ ما حيث تكون شدة إنارتها ملائمة عند تيارات أمامية تتراوح ما بين (5- 30 ميلي أمبير) .وتتوفر الثنائيات المشعة للضوء بعدد محدود من الألوان منها الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق.

في الشكل (35) يبين بعض أشكال ثنائيات المشعة للضوء.



شكل (35): الثنائيات المشعة للضوء

ج- الترانزستور

في عام 1948 حدث تطور كبير في عالم الصناعة الإلكترونية وتكنلوجيا التصنيع, حيث تمكن فريق من العلماء الأمريكيين من اختراع عنصر الكتروني جديد أطلقوا عليه اسم الترانزستور(Transistor) وهي اختصار لكلمتي (Transfer resistor) أي بمعنى تحويل المقاومة.

هناك عدة عوامل ساعدت على انتشاره بشكل سريع منها: صغر حجمه, قلة تكلفته, سهولة التصنيع, سهولة التعامل والصيانة, واستهلاكه للقليل من الطاقة. ويستخدم الترانزستور بشكل عام كمكبر إشارة أو كمفاتيح الكترونية.

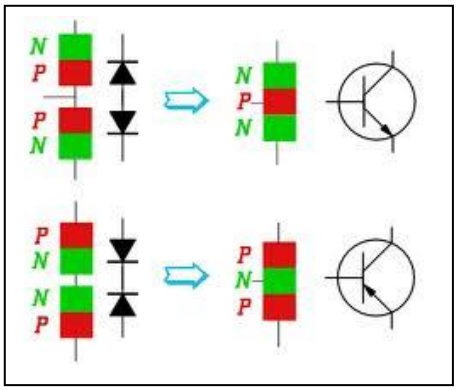
تصنف الترانزستورات إلى الأنواع التالية:

- ترانزستور ثنائي القطبية (BJT)
- ترانزستور تأثير المجال (FET)
- ترانزستور أحادي الوصلة (UJT)

د- ترانزستور ثنائي القطبية (Bipolar junction transistor)

يتكون هذا الترانزستور من وصلتي P-N متصلتين على التوالي, بحيث تشترك الوصلتان في المنطقة الوسطى وبذلك يصبح الترانزستور مكوناً من ثلاثةِ طبقاتٍ PNP أو NPN.

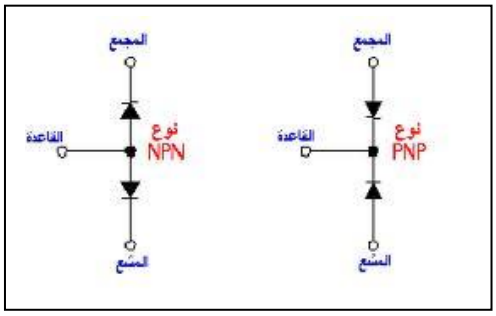
تسمى المنطقة الوسطى بالقاعدة (Base), أما المنطقتان الفرعيتان فتسمى إحداهما الباعث (Emitter) والأخرى بالمجمع (Collector).والشكل(36) يوضح مكونات هذا الترانزستور وكيفية تمثيله بالثنائيات.



شكل (36): الترانزستور ثنائي القطبية

حيث يتكون ترانزستور (NPN) من طبقة من نوع (P) القاعدة تتوسط طبقتين من نوع (N) الباعث والمجمع وبذلك تتكون وصلتان هما :- وصلة القاعدة-الباعث,وصلة القاعدة-المجمع.

ويمكن تمثيل الترانزستور بثنائيين الأول بين الباعث والقاعدة والثاني بين المجمع والقاعدة, ويكون اتجاه الثنائي معتمدا على تركيب الترانزستور كما هو موضح بالشكل(37).



شكل (37): تمثيل الترانزستورات بالثنائيات

يعد التيار المار في دائرة الباعث أكبر من ذلك المار في القاعدة(عدة أضعاف), ويتمثل الاتجاه التقليدي للتيار المار في مروره من الباعث إلى المجمع في حالة الترانزستور المكون من (PNP), بينما يسير من المجمع إلى الباعث في حالة الترانزستور المكون من (NPN).تكون العلاقة بين تيارات المارة في الترانزستور حسب العلاقة التالية:

$$I_E + I_B + I_C$$

حيث أن I_E : تيار الباعث, I_B : تيار القاعدة ، I_C: تيار المجمع

أي إن تيار الباعث يساوي مجموع تيار القاعدة والمجمع.حيث يعتبر تيار القاعدة صغيرٌ جداً بالمقارنة مع تيار المجمع حيث يتم التحكم بتيار المجمع بواسطة تيار القاعدة, فكلما ازداد تيار القاعدة زاد تيار المجمع

4-10 معامل كسب التيار

ويرمز له بالرمز β (Beta), إدارة الباعث المشترك حيث أنه يحدد العلاقة بين تيار المجمع I_C وتيار القاعدة I_B حسب العلاقة التالية:

$$\beta = I_C / I_B$$

وتتراوح قيمة β للترانزستور من (20-200) حيث يعتبر معامل الكسب أيضا النسبة بين تيار الخرج وتيار الدخل ويعبر عنه بكفاءة الترانزستور في عملية تضخيم الإشارة.أما في دائرة القاعدة المشترك فيرمز له بالرمز α ويحدد العلاقة بين تيار الباعث وتيار المجمع.

$$\alpha = I_C / I_E$$

لاحظ أن معامل التضخيم أقل من واحد في هذه الحالة.

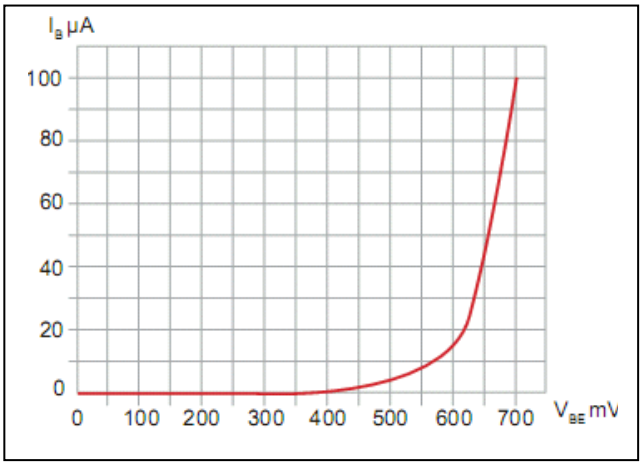
5-10 ممانعة الدخل وممانعة الخرج

من مواصفات دوائر التكبير هو أنْ تكون ممانعة الدخل عالية وومانعة الخرج منخفضة, حيث أنه في المكبرات تكون الإشارة القادمة للتكبير صغيرةً وذاتِ تيار قليل ولذلك يفضل أن تكون ممانعة الدخل كبيرة, وأيضا يفضل أن تكون إشارة الخرج كبيرة ويمكن أن تزود بتيارٍ عالٍ ولذلك يفضل أن تكون ممانعة الخرج قليلة.

6-10 منحنيات خواص الترانزستور

يتم استخدام منحنيات خواص الترانزستور في عمليات تحليل وتصميم الدوائر المختلفة.تختلف منحنيا خواص الترانزستور باختلاف طريقة توصيل الترانزستور حيث سنتناول عزيزي الطالب منحنيات خواص الترانزستور في حالة توصيلة الباعث المشترك.حيث تقسم المنحنيات إلى نوعين هما:

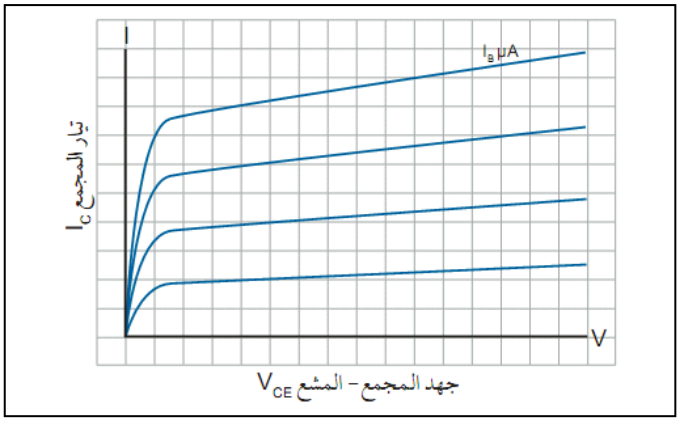
أ- منحنيات الدخل:- وهي العلاقة بين جهد الدخل V_{BE}وتيار الدخل I_B مع ثبوت جهد الخرج V_{CE} كما هو مبين في الشكل (38) فإن منحنيات الدخل تشبه منحنى خواص الثنائي.عند وصول جهد الدخل للترانزستور إلى 0.7 فولت تنحاز وصلة القاعدة-الباعث أماميا وينتقل الترانزستور إلى الوصلة.



شكل (38): منحنى الدخل للترانستور ثنائي القطبية

ب- منحنيات الخرج:- منحنيات الخرج هي العلاقة ما بين جهد الخرج V_{CE} وتيار الخرج I_C مع ثبوت تيار الدخل I_B . يوضح الشكل (39) منحنى الخرج للترانزستور في دارة الباعث المشترك. من الشكل يبين الخواص التالية:

- إن الزيادة في تيار القاعدة (الدخل) يؤدي إلى زيادة كبيرة في تيار المجمع.
- استمرار الزيادة في تيار الدخل يؤدي إلى انحياز وصلة القاعدة- الباعث أماميا ويصبح الجهد عليها 0.5 فولت ويصل تيار المجمع(الخرج) إلى قيمته القصوى وبالتالي يصل الترانزستور إلى مرحلة الإشباع.
- إذا استمرت الزيادة بعد ذلك في تيار الدخل لا يؤدي إلى زيادة ملحوظة في تيار الخرج.



شكل (39): منحنى الخرج للترانزستور ثنائي القطبية

7-10 التأثيرات الحرارية في الترانزستور

من عيوب الترانزستورات حساسيتها للحرارة وذلك بسبب مرور التيار الكهربائي في الترانسزتور فيولد حرارة, ويمكن معالجة ارتفاع درجات الحرارة بتصميم دائرة انحياز للترانزستور بحيث تراعي الاستقرار الحراري وتمنع تزايد تيار المجمع مع الحرارة, كما يساعد على تبديد الحرارة أنْ يُرَكب الترانزستور على مبرد حراري (Heat Sink) أو يركب على جسم الجهاز.

8-10 المواصفات الفنية للترانزستورات

عند استخدام ترانزستور في دارة ما, أو عند استبدال ترانزستور جديد مكان التالف, فيجب مراعاة المواصفات الفنية التالية:

- نوع الترانزستور وقطبيته MOSFET,FET,NPN,PNP.
- المادة المصنع منها الترانزستور السيليكون أم الجرمانيوم.
- القيم القصوى:
  - فولتية المجمع الباعث القصوى
  - فولتية المجمع القاعدة.
  - تيار المجمع الأقصى
  - القدرة المبددة القصوى
  - كسب التيار
  - تردد القطع للترانزستور
  - الشكل الخارجي حيث يتضمن الحجم وترتيب الأطراف
  - التطبيقات

9-10 ترانزستور تأثير المجال

ترانزستور تأثير المجال هو عنصر ذو ثلاثةِ أطرافٍ هي :
المنبع(Source), والمصرف(Drain), والبوابة (Gate), وهذه الأطرف تقابل الباعث والمجمع والقاعدة على الترتيب في الترانزستور العادي.
إن التيار المار بين المنبع والمصرف في ترانزستور تأثير المجال تتحكم فيه الفولتية المطبقة على البوابة, في حين يتحكم بالتيار بين الباعث والمجمع تيار القاعدة, أي أن ترانزستور (FET) يتحكم فيه الجهد بينما الترانزستور العادي يتحكم فيه التيار.
ملاحظة: يعرف ترانزستور تأثير المجال بالترانزستور أحادي القطبية تميزاً له عن الترانزستور ثنائي القطبية.

10-10 مميزات ترانزستور تأثير المجال

يمتاز ترانزستور تأثير المجال عن الترانسزتور العادي بما يلي:

- يبدي مقاومة مدخل عالية لأنه يعتمد على جهد المدخل بعكس ترانزستور ثنائي القطبية الذي يعتمد على تيار المدخل.
- تصنيعه أسهل ويحتلُ مكاناً أصغر في الدوائر الإلكترونية.
- مستوى الإزعاج منخفض مقارنة مع ترانزستور ثنائي القطبية.
- لا يتأثر بالحرارة مثل ترانزستور ثنائي القطبية.

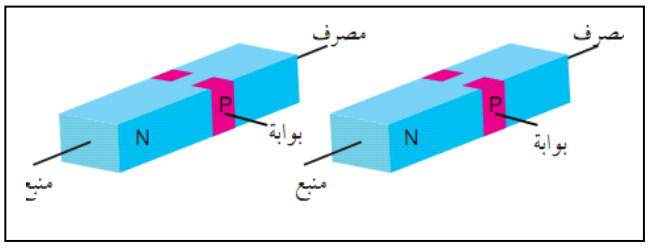
هناك صنفان رئيسيان من ترانزستورات تأثير المجال هما:-

- ترانزستور تأثير المجال ذو الوصلة (JFET).
- ترانزستور تأثير المجال نوع الأكسيد المعدني (MOSFET).

11-10 ترانسزتور تأثير المجال ذو الوصلة

يوجد صنفان رئيسيان لترانزستور تأثير المجال ذي الوصلة وذلك حسب تكوين الترانزستورات كما يوضح الشكل (40) وهما:

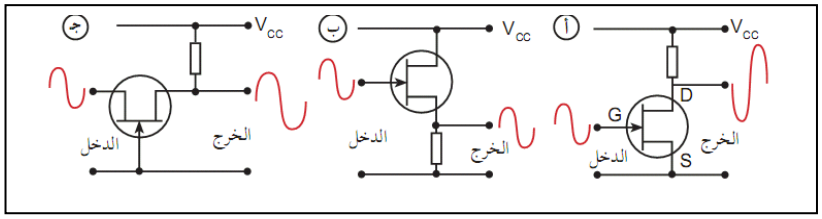
- ترانزستور (JFET) بالقناة السالبة (N).
- ترانزستور (JFET) بالقناة السالبة (P).



شكل (40): ترانزستور تأثير المجال ذو الوصلة

12-10 دوائر ترانزستورات تأثير المجال

تستعمل ترانزستورات تأثير المجال (FET), كما تستعمل الترانزستورات العادية, للحصول على التضخم بشكل أساسي, ويمكن أن توصل بثلاث دوائر مختلفة حيث تظهر في الشكل (41) وهي: دائرة المنبع المشترك والبوابة المشرك والمصرف المشترك.



شكل (41): ترانزستور تأثير المجال بشبكاته الثلاثة

ويبين الجدول 4 مواصفات الشبكات الثلاثة.

جدول (4): خصائص الوصلات الثلاث للترانزستور تأثير المجال

البارامتر	الدارة		
	المنبع المشترك	المصرف المشترك	البوابة المشتركة
كسب الفولتية	متوسطة (40)	واحد	**عال (250)**
كسب التيار	عالٍ جداً (200000)	عالٍ جداً(200000)	**واحد**
كسب القدرة	عالٍ جداً (800000)	عالٍ جداً (200000)	**عال (250)**
مقاومة الدخل	عاليةٍ جداً (1 ميغا اوم)	عاليةٍ جداً (1 ميغا اوم)	**منخفضة (500 اوم)**
مقاومة الخرج	متوسطة/عالية	منخفضة	**عالية**
إزاحة الطور	180درجة	180درجة	**صفر درجة**

بطاقة التمرين العملي رقم (1)

اسم التمرين: قياس الجهد والتيار الكهربائي بواسطة ساعة الفحص

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- قياس الجهد والتيار الكهربائي بواسطة ساعة الفحص

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- ساعة فحص جهاز ملتيميتر
- مقاومات كهربائية(10،5،1) كيلو أوم
- مصدر جهد ثابت 24 فولت
- أسلاك توصيل

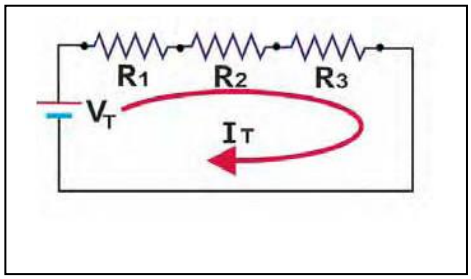
خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الدائرة الكهربائية كما هو موضح في الشكل (42), بحيث:

R1=1kΩ

R2=5kΩ

R3=10kΩ

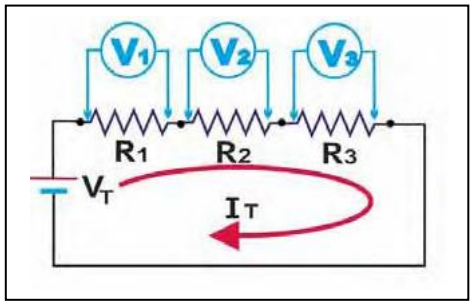


شكل (42): توصيل ثلاثة مقاومات على التوالي

2- معايرة جهاز الملتيميتر بحيث يكون المفتاح الدائري على الرمز V أي الجهد الثابت والتأكد من مداخل الأسلاك إلى الملتيميتر.

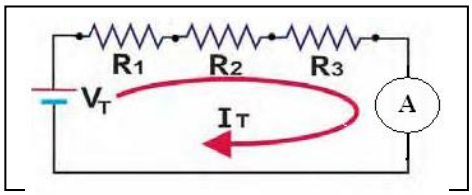
3- تشغيل مصدر الجهد من خلال مفتاحه الرئيسي.

4- توصيل جهاز الملتيميتر على التوازي مع مصدر الجهد, ومن ثم أيضا على التوازي على المقاومة الأولى, الثانية والثالثة كما هو موضح بالشكل (43) وملاحظة قراءة الملتيميتر التي تمثل فرق الجهد لكل عنصر من عناصر الدائرة.



شكل (43): قياس فرق الجهد بين أطراف المقاومات

5- فصل مصدر الجهد وإعادة معايرة جهاز الملتيميتر بحيث يكون المفتاح الدائري على I ليقيس التيار الكهربائي الثابت.
6- توصيل جهاز الملتيميتر على التوالي مع مصدر الجهد والمقاومات كما هو موضح بالشكل (44) وملاحظة قراءة جهاز الملتيميتر.



شكل (44): قياس التيار الكهربائي

بطاقة التمرين العملي رقم (2)

اسم التمرين: توصيل البطاريات والمقاومات بطريقتي التوازي والتوالي

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- توصيل البطاريات والمقاومات بطريقتي التوازي والتوالي

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

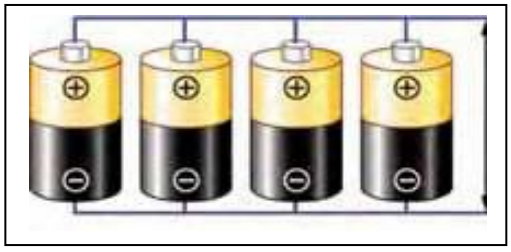
- مقاومات كهربائية (1،5،10) كيلو أوم
- 4 بطاريات كهربائية قلم(1.5 فولت)
- أسلاك توصيل
- جهاز الملتيميتر

خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل البطاريات على التوالي حيث يتم توصيل الطرف الموجب للبطارية الأولى مع الطرف السالب للبطارية الثانية وهكذا كما هو موضح بالشكل (45).

شكل (45): توصيل البطاريات على التوالي

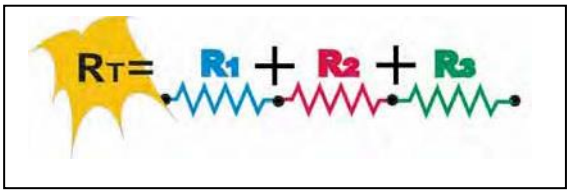
2- توصيل البطاريات على التوازي حيث يكون الطرف الموجب للبطارية الأولى مع الطرف الموجب للبطارية الثانية والطرف السالب للأولى مع الطرف السالب للثانية وهكذا كما هو موضح بالشكل (46).



شكل (46): توصيل البطاريات على التوازي

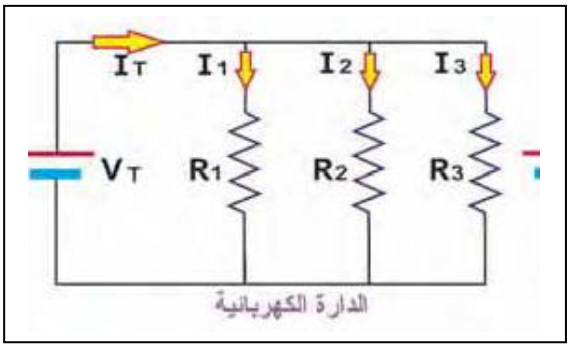
3- توصيل جهاز الملتيميتر لقياس الجهد المكافئ في كلتا الحالتين .

4- توصيل المقاومات على التوالي كما هو موضح بالشكل (47).



شكل (47): توصيل المقاومات على التوالي

5- توصيل المقاومات على التوازي كما هو موضح بالشكل (48).



شكل (48): توصيل المقاومات على التوازي

6- معايرة جهاز الملتيميتر بحيث يقيس المقاومة المكافئة في كلتا الحالتين.

بطاقة التمرين العملي رقم (3)

اسم التمرين: بناء دارة باستخدام المقاومة الحرارية (NTC,PTC)

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

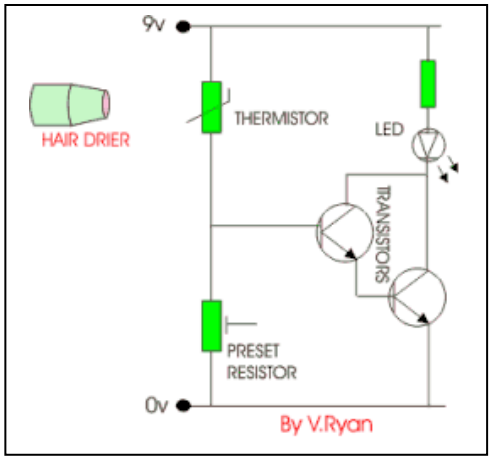
- بناء دارة باستخدام المقاومة الحرارية (NTC,PTC)

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- مقاومات كهربائية
- مقاومات حرارية من نوع (NTC,PTC)
- أسلاك توصيل
- مصدر جهد 9 فولت
- ترانزستورات ثنائية القطبية
- مسخن (سشوار, قداحة.....الخ)
- LED

خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الدائرة الموضحة بالشكل (49) واستعمال المقاومة الحرارية من نوع (NTC).



شكل (49): دائرة كهربائية تحوي المقاومة (NTC)

2- تشغيل مصدر الجهد 9 فولت
3- رفع درجة حرارة المقاومة الحرارية من خلال جهاز التسخين المستخدم وملاحظة وضعية (LED).
4- خفض درجة حرارة المقاومة الحرارية ولاحظ ماذا يحدث للضوء(LED).
5- استبدال المقاومة الحرارية من نوع (NTC) بنوع (PTC) وإعادة التجربة السابقة خطوة بخطوة.

بطاقة التمرين العملي رقم (4)

اسم التمرين: بناء دائرة الكترونية باستخدام المقاومة الضوئية (LDR)

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

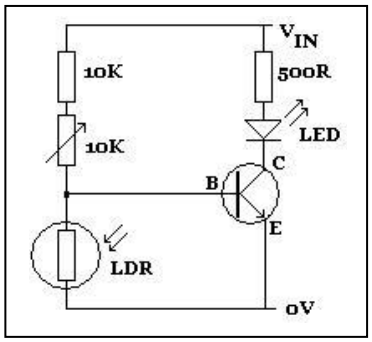
- بناء دائرة الكترونية باستخدام المقاومة الضوئية (LDR)

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- مقاومات كهربائية (0.5، 10) كيلو أوم
- ترانزستورات ثنائية القطبية
- أسلاك توصيل
- مقاومة متغيرة 10K
- مصدر جهد 9 فولت
- LED
- مصباح كهربائي

خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الدارة الالكترونية كما في الشكل (50).



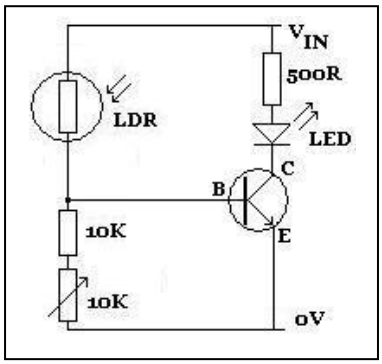
شكل (50): دائرة كهربائية تحوي المقاومة الضوئية (LDR)

2- تشغيل مصدر الجهد 9 فولت.

3- توجيه كمية من الضوء باستخدام مصباح أو إي مصدر للضوء على المقاومة الضوئية وملاحظة وضعية (LED).

4- خفض كمية الضوء لحين انطفاء (LED) واستعمل المقاومة المتغيرة لذلك.

5- توصيل الدائرة الموضحة في الشكل (51) والقيام بنفس الخطوات السابقة خطوة بخطوة.



شكل (51): دائرة كهربائية أخرى تحوي المقاومة الضوئية(LDR) ب

بطاقة التمرين العملي رقم (5)

اسم التمرين: تعرية الأسلاك الكهربائية

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

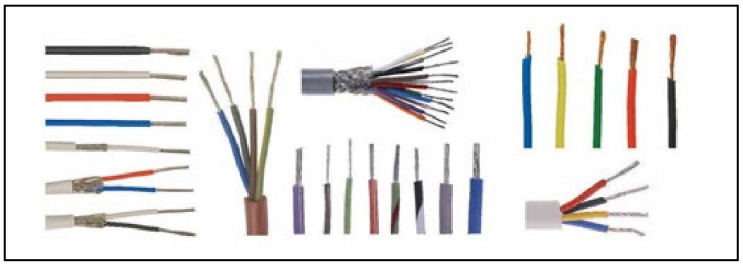
- تعرية الأسلاك الكهربائية

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- أسلاك كهربائية مختلفة الأنواع والقياسات (10 سم من كل نوع)
- عراية أسلاك
- قطاعة

خطوات تنفيذ التمرين

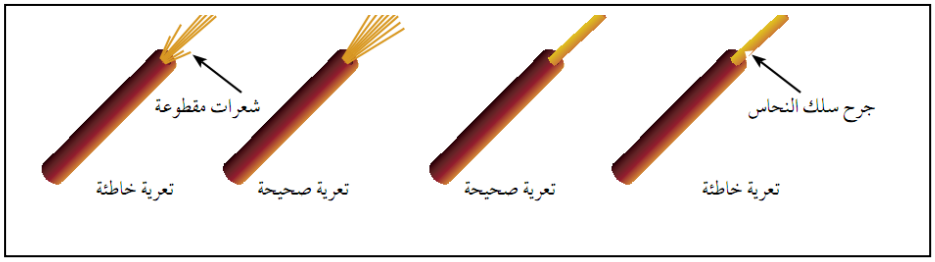
1- تصنيف الأسلاك من حيث نوعها (مصمت, شعرات, محوري....الخ) ومساحة مقطعها، كما هو موضح في الشكل (52).



شكل (52): أنواع من الأسلاك الكهربائية

2- ضبط فتحة العراية بالقياس المناسب للسلك.

3- تعرية الأسلاك باستخدام العراية بطول مناسب كما هو موضح في الشكل (53).



شكل (53): تعرية الأسلاك

4- قطع الرؤوس المعراة ثم إعادة عملية التعرية.

بطاقة التمرين العملي رقم (6)

اسم التمرين: فحص المكثفات والتعرف إلى خصائصها

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- فحص المكثفات والتعرف إلى خصائصها

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- 3 مكثفات مختلفة القيمة
- جهاز فحص (ملتيميتر)

خطوات تنفيذ التمرين:

1- تفريغ المكثف بشكل كامل بملامسة طرفيه بمفك.
2- فحص مقاومة المكثف بواسطة جهاز ملتيميتر، وفي هذه الحالة تكون المقاومة لا محدودة.
3- قلب قطبية التوصيل, ستكون قيمة المقاومة صغيرة لحظياً (الوقت يعتمد على سعة هذا المكثف) ثم ترتفع لتصل إلى قيمة لا محدودة.
4- ضبط جهاز الملتيميتر على قياس قيمة المواسعات وقياس سعة المكثف.
5- قراءة قيمة الجهد المقرر للمواسع على جسم المواسع قبل عملية استعماله.

بطاقة التمرين العملي رقم (7)

اسم التمرين: بناء دوائر شحن وتفريغ باستخدام المقاومات والمواسعات

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

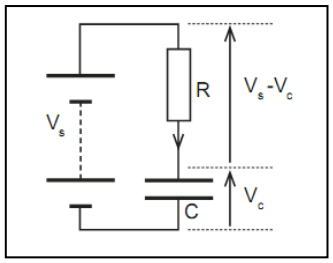
- بناء دوائر شحن وتفريغ باستخدام المقاومات والمواسعات

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- مقاومة كهربائية قيمتها(200 كيلو اوم)
- مكثف قيمته 2 ميكروفاراد
- أسلاك توصيل
- مصدر جهد

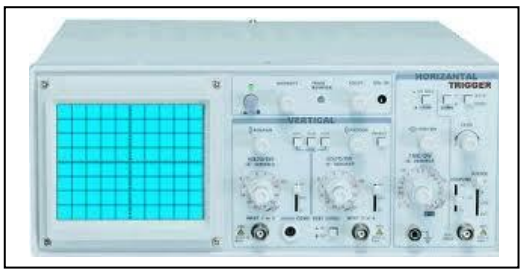
خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الدائرة الكهربائية كما في الشكل (54).



شكل (54): دائرة شحن المواسع

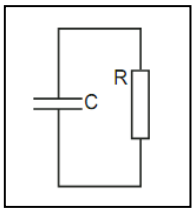
2- ضبط جهاز راسم الإشارة وتوصيله مع المواسع وملاحظة تغير فرق الجهد على طرفي المواسع، ويبين الشكل (55) جهاز راسم الإشارة.



شكل (55): جهاز راسم إشارة

3- إغلاق مفتاح المصدر الكهربائي ليسري تيار كهربائي في الدارة.

4- فصل الدارة الكهربائية عن طريق المفتاح الكهربائي وملاحظة منحنى التفريغ للمواسع الكهربائي، الشكل (56).



شكل (56): دائرة تفريغ المواسع

5- حساب قيمة الثابت الزمني لهذا المواسع في حالة الشحن وفي حالة التفريغ.

بطاقة التمرين العملي رقم (8)

اسم التمرين: استخدام جهاز راسم الإشارة لقياس الموجات المختلفة

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- استخدام جهاز راسم الإشارة لقياس الموجات المختلفة

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

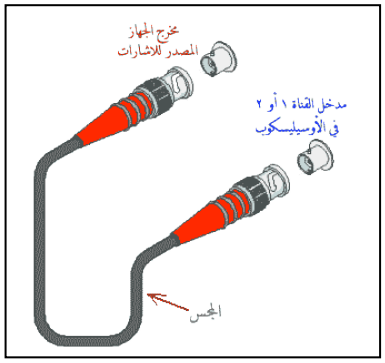
- جهاز راسم إشارة
- جهاز مولد الدالة
- أسلاك توصيل خصوصية (BNC)

خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل جهازي راسم الإشارة ومولد الدالة المبين في الشكل (57) بالشبكة الكهربائية، ثم إغلاق مفتاح كل منهما ليسري فيهما التيار الكهربائي.

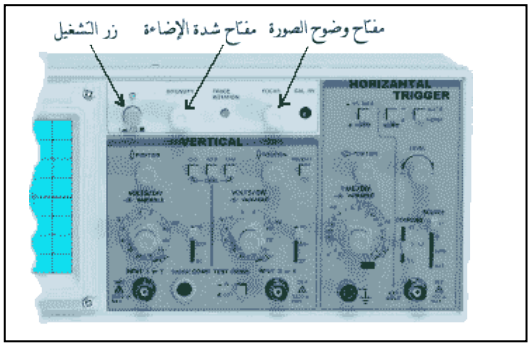
شكل (57): جهاز مولد إشارة(دالة)

2- توصيل جهاز مولد الدالة بجهاز راسم الإشارة عن طريق أسلاك (BNC) الموضحة في الشكل (58) على إحدى مداخل جهاز راسم الإشارة (Input channels).



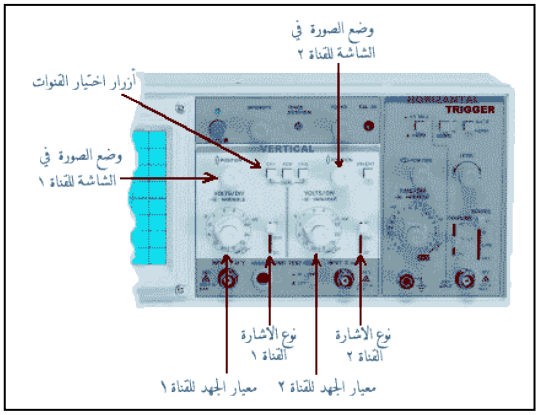
شكل (58): أسلاك (BNC)

3- معايرة جهاز مولد الدالة كما هو موضح في الشكل (59) بحيث يخرج موجة جيبية مقدارها (5Vp-p), وترددها يساوي (1KHz).



شكل (59): أزرار التعيير في جهاز راسم الإشارة

4- التعرف على أجزاء جهاز راسم الإشارة كما هو موضح في الشكل (60).

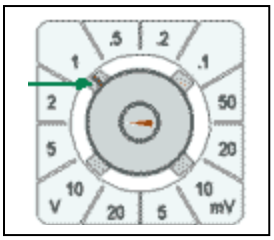


شكل (60): أزرار تعيير الموجة في جهاز راسم الإشارة

5- ملاحظة وجود شبكة على شاشة جهاز راسم الإشارة حيث يمثل المحور العامودي قياس الجهد ويمثل المحور الأفقي قياس الزمن.

6- معايرة الجهد من خلال قائمة (Vertical)

7- التحكم بمفتاح معايرة الجهد الذي يقوم بتقسيم المربعات إلى فولتيات متعددة حسب الطلب كما هو موضح بالشكل (61).



شكل (61): مفتاح تعيير الجهد

8- معايرة الزمن من القائمة (Horizontal) من خلال مفتاح معايرة الزمن لكي تصبح الصورة واضحة على الشاشة.

9- ضغط الزر (Measure) حيث سيقوم بعرض قيم الجهد والتردد وأي خصائص أخرى للموجة.

10- إعادة الخطوات من (3-8) لعرض موجات أخرى مثل الموجات (المثلثة, سن المنشار, المربعة ....الخ) للتعرف على خصائصها.

بطاقة التمرين العملي رقم (9)

اسم التمرين: فحص وبناء دوائر المرحلات

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- فحص وبناء دوائر المرحلات

التسهيلات التدريبية للتمرين(المواد والعدد والأجهزة):

- مرحل 5 أرجل (24 فولت)
- مصدر جهد (24V DC) ومصدر جهد متغير (220V AC)
- أسلاك توصيل
- محرك كهربائي أحادي الطور
- جهاز فحص (الملتيميتر).
- مفتاح كهربائي.

خطوات تنفيذ التمرين:

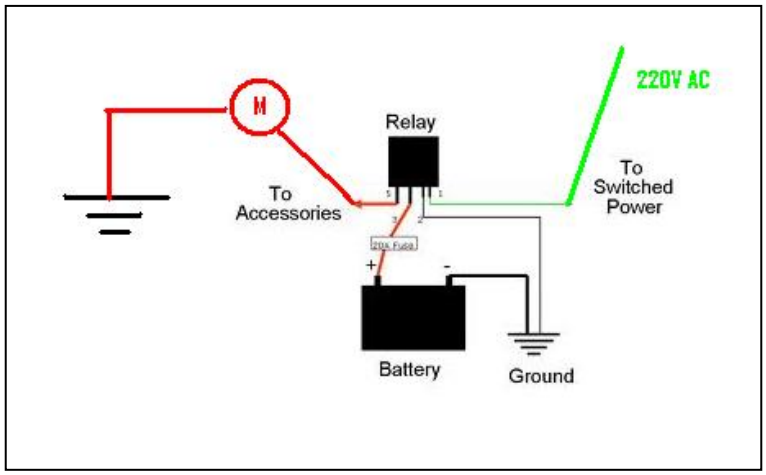
1- فحص المرحل من خلال معرفة الأرجل للمرحل بحيث يجب التمييز بين دائرة القدرة للمرحل ودائرة التحكم (الملف). حيث تكون هناك رجلين في طرف المرحل تمثل الملف والأرجل الأخرى تمثل المفتاحين، الشكل (62).

شكل (62): المرحلات

2- التأكد من جهد التشغيل للمرحل من خلال المعلومات الموجودة عليه (24 فولت).

3- التمييز بين مفتاحي المرحل بواسطة جهاز الفحص (الملتيميتر) ثم ضبط مفتاح جهاز الفحص على شكل السماعة، وتوصيل جهاز الفحص مع الرجلين اليمنى والوسطى من الجهة التي بها 3 أرجل فإن سمع صوتا من جهاز الفحص، يكون هذا المفتاح هو (Normally closed) والآخر هو (Normally open).

4- توصيل الدارة الكهربائية، الشكل (63)، حيث أن الأرجل (1،2) على مصدر الجهد 24 فولت طبعا مع مفتاح كهربائي على التوالي للتحكم بالجهد, وتوصيل مصدر الجهد المتغير(220V) على الرجل رقم (3) والرجل الوسطى المتعادلة مع طرف المحرك والطرف الآخر للمحرك مع الطرف السالب للمصدر الكهربائي المتغير.



شكل (63): دائرة التحكم بمحرك عن طريق مرحل كهربائي

بطاقة التمرين العملي رقم (10)

اسم التمرين: فك المحول الكهربائي وفحصه

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على

- فك المحول الكهربائي وفحصه

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- محول كهربائي
- مشرط
- مطرقة
- مفك عادي
- جهاز الفحص(الملتيميتر)

خطوات تنفيذ التمرين:

1- فحص الملفات المحول باستخدام جهاز الأوميتر من خلال قياس المقاومة لكل من الملف الابتدائي والثانوي والمقاومة بينهما الاثنين والمقاومة بينهما وبين جسم المحول كل على حدة.
2- التعرف على أجزاء المحول الكهربائي من خلال فك براغي تثبيت صفائح المحول.
3- فصل الشريحة الأولى عن الشريحة المجاورة باستعمال مشرط وبحذر شديد.
4- سحب هذه الشريحة باستخدام مطرقة ومفك عادي.
5- سحب جميع الصفائح من داخل قالب الملفات حتى يتم نزعها جميعاً.
6- رسم شكل الصفائح المستخدمة في تركيب المحول.
7- نزع الشريط العازل الذي يغطي ملفات المحول ومعاينة الملفين إن كانا منفصلين عن بعضهما أم لا.
8- إعادة تركيب الصفائح إلى داخل قالب الملفات وتركيب براغي تثبيت صفائح المحول.

بطاقة التمرين العملي رقم (11)

اسم التمرين: لحام الأسلاك الكهربائية باستخدام كاوي اللحام

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- لحام الأسلاك الكهربائية باستخدام كاوي اللحام

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- كاوي لحام قصدير
- سلك نحاسي مفرد
- سلك نحاسي متعدد الشعرات
- لحام قصدير
- عراية أسلاك
- قطاعة

خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الكاوي بمصدر اللحام ووضعه على القاعدة ليسخن كما هو موضح بالشكل (64).

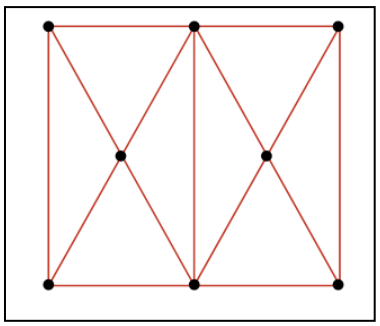
شكل (64): كاوي لحام

2- تجهيز الأسلاك المراد لحامها بالشكل الصحيح.
3- تجهيز سلك لحام القصدير، الشكل (65).

شكل (65): لحام قصدير

4- تجهيز قطعة من الإسفنج وترطيبها بالماء وذلك لتنظيف رأس الكاوي عند الحاجة.
5- إطالة طرف السلك بحيث يوضع رأس الكاوي الحار بحيث يلامس طرف السلك المعرى والانتظار قليلا حتى يسخن ثم يتم تقريب سلك اللحام من نقطة تلامس رأس الكاوي مع السلك.
6- إطالة طرف السلك الآخر.

7- تقريب طرفي السلكان (الطرفان المطولان) من بعضهما ثم وضع رأس الكاوي عليهما للحظة صغيرة حتى ينصهر اللحام ويتماسك السلكان ببعضهما.
8- تكرار العملية السابقة على عدة أنواع من الأسلاك وبأحجام مختلفة.
9- تكوين الأسلاك كما هو مبين في الشكل (66).



شكل (66): شبكة من الأسلاك الكهربائية الملحومة

بطاقة التمرين العملي رقم (12)

اسم التمرين: لحام القطع الالكترونية وفكها باستخدام كاوي اللحام

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- لحام القطع الالكترونية وفكها باستخدام كاوي اللحام.

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- كاوي لحام قصدير.
- لحام قصدير
- لوحة مطبوعة عليها قطع الكترونية
- شفاط - ساحب اللحام
- شريط إزالة اللحام
- قطاعة

خطوات تنفيذ التمرين:

1- تجهيز الكاوي والشفاط وذلك من خلال الضغط على المكبس كما هو موضح في الشكل (67).

شكل (67): الشفاط

2- صهر اللحام وذلك بوضع رأس الكاوي على سلك اللحام.
3- تقريب الشفاط من نقطة اللحام المنصهر والضغط على الزر الجانبي لشفط اللحام المنصهر.
4- الضغط على مكبس الشفاط لإفراغه من اللحام المنصهر.
5- تكرار هذه العملية حتى يتم تنظيف جميع اللحام عن طرف القطعة.
6- إعادة لحام القطع الالكترونية على اللوحة من خلال تجهيز الكاوي وسلك اللحام مع مراعاة عدم تسخين القطع الإلكترونية لدرجة حرارة عالية قد تؤدي إلى تلفها.

بطاقة التمرين العملي رقم (13)

اسم التمرين: تشغيل المحول الكهربائي

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

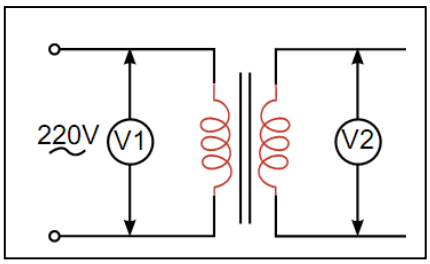
- تشغيل المحول الكهربائي

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- محول كهربائي
- مصدر تغذية متغير
- جهاز فحص(ملتيميتر) عدد 2
- مصابيح سيارة عدد 6
- أسلاك توصيل
- لوحة توصيل

خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الملف الابتدائي للمحول بمصدر جهد 220V وقياس جهد الملف الثانوي بدون أي حمل كهربائي، الشكل (68).



شكل (68): دائرة محول كهربائي

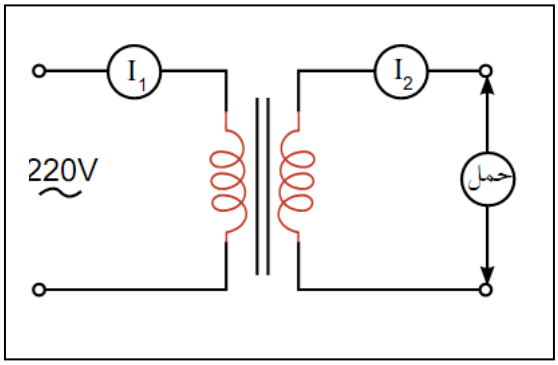
2- استبدال فرق الجهد الموصول مع الملف الابتدائي حسب الجدول (5) وقياس جهد الملف الثانوي في كل حالة.

جدول رقم (5): فرق الجهد المطبق على الملف

30	60	90	110	140	180	200	220	V1 (فولت)
								V2 (فولت)
								V1 / V2

3- قياس تيار الملفين الابتدائي والثانوي عند أحمال مختلفة.

4- توصيل المحول كما في الشكل (69).



شكل (69): دائرة محول مع وجود الحمل

5- توصيل مصدر فرق جهد 220V إلى الملف الابتدائي، وقياس كل من تيار الملف الابتدائي والثانوي من دون حمل.
6- توصيل أحمال مختلفة (مصابيح تعمل على 12 فولت)، قياس تيار الملف الابتدائي والثانوي وتعبئة النموذج كما في الجدول (6).

جدول رقم (6): أحمال مختلفة

الحمل (w)	بدون حمل	3w	5w	8w	10w	15w	18w	24w
I1 (أمبير)								
I2 (أمبير)								
I2 / I1								

بطاقة التمرين العملي رقم (14)

اسم التمرين: فحص الثنائيات باستخدام جهاز متعدد القياسات

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- فحص الثنائيات باستخدام جهاز متعدد القياسات

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- جهاز ملتيميتر(DMM)
- ثنائي عادي عدد 10
- لوحات لدوائر الكترونية مختلفة

خطوات تنفيذ التمرين:

1- فحص الثنائي باستخدام جهاز الفحص الملتيميتر حيث يوجد في الأجهزة الرقمية الحديثة مجال خاص لفحص الثنائي (يرسم عليه رمز الثنائي عادة).
2- توصيل المجس الأحمر (+) مع الأنود والمجس الأسود مع الكاثود عندها يعمل الثنائي في حالة الانحياز الأمامي وتشير قراءة الجهاز إلى قيمة معينة بالميلي فولت.
3- عند عكس التوصيلات في الحالة السابقة يصبح الثنائي في حالة الانحياز العكسي وبالتالي لا يقيس الجهاز أي قيمة.
4- فحص مجموعة من الثنائيات المركبة على لوحات مختلفة وتسجيل النتائج.

بطاقة التمرين العملي رقم (15)

اسم التمرين: توصيل ثنائي زينر كمثبت للجهد

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

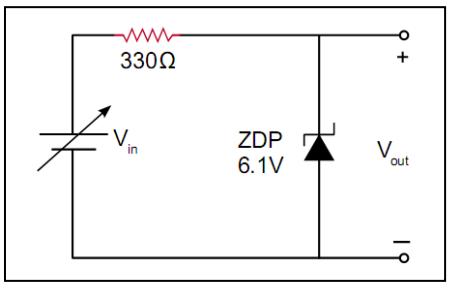
- توصيل ثنائي زينر كمثبت للجهد

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- ثنائي زينر(ZDP6.1V)
- ثنائي زينر(1N4732)
- مقاومة متغيرة(10KΩ)
- مواسع(47µF,50V)
- مقاومة ثابتة(330Ω,1KΩ)
- ثنائي(1N4007)
- جهاز فحص ملتيميتر
- مصدر جهد مستمر متغير

خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الدائرة كما هو موضح في الشكل (70), حيث يقوم الزينر كمثبت للجهد عند جهد دخل متغير.



شكل (70): دائرة زينر للتثبيت الجهد عند جهد دخل متغير

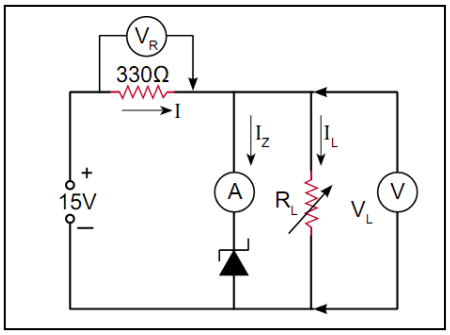
2- تغيير جهد الدخل كما في الجدول رقم (7) وتسجيل جهد الخرج (V_L).

جدول رقم (7): جهد الدخل

V_{in}	V_L
1	
2	
3	
-	
-	
12	

3- رسم منحنى يبين علاقة جهد الدخل بجهد الخرج اعتمادا على الجدول.

4- توصيل الدائرة كما في الشكل(71), حيث يقوم الزينر كمثبت للجهد مع تغيير للحمل.



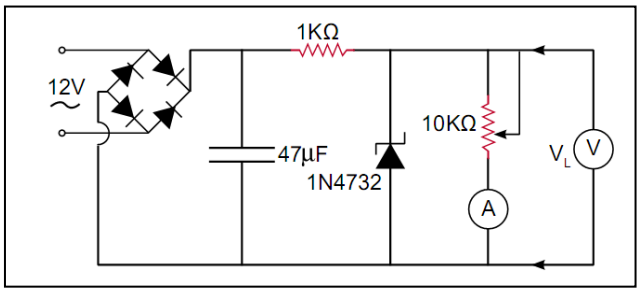
شكل (71): دائرة زينر للتثبيت الجهد مع تغيير الحمل

5- قياس جهد الحمل (V_L), والجهد حول المقاومة (V_R) عند أحمال مختلفة حسب الجدول رقم (8).

جدول رقم (8): نتائج قياس جهد الحمل (V_L), والجهد حول المقاومة (V_R) عند أحمال مختلفة

R_L	V_L	$I_L=V_L/R$	V_R	$I=V_R/R$	I_Z	I_Z+I_L
10Ω						
47Ω						
150Ω						
220Ω						
270Ω						
330Ω						
390Ω						
680Ω						
1KΩ						
2.2KΩ						
10KΩ						

6- توصيل الدائرة ، الشكل (72), حيث يعمل الزينر في دائرة تثبيت الجهد.



شكل (72): دائرة زينر لتثبيت الجهد

7- قياس جهد الخرج (V_L), مع تغيير قيمة مقاومة الحمل وتسجيل قيم جهد الخرج وتيار الحمل في جدول رقم (8).

بطاقة التمرين العملي رقم (16)

اسم التمرين: تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر باستخدام تقويم موجة كاملة

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

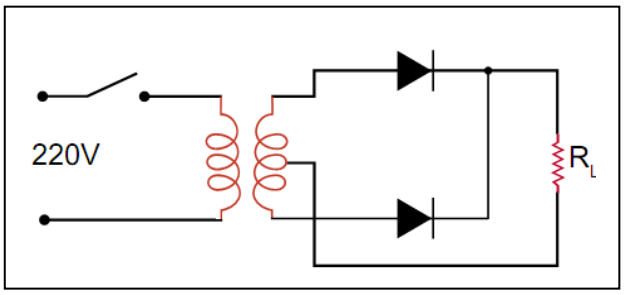
- تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر باستخدام تقويم موجة كاملة

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- جهاز مولد إشارة.
- جهاز راسم إشارة
- محول خافض للجهد.
- لوحة توصيل
- مقاومة كربونية (10KΩ)
- ثنائي عدد4 (1N4007)
- قنطرة
- أسلاك توصيل وقطاعة
- مواسع كيميائي(1µF,47µF,220µF,470µF)

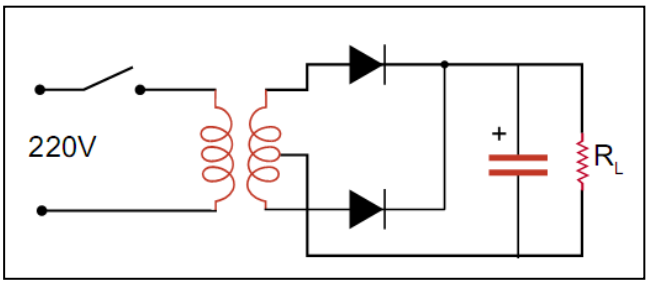
خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الدائرة كما هو موضح في الشكل (73), حيث أن هذه الدائرة تمثل دارة تقويم موجة كاملة باستخدام ثنائيين ومحول نقطة وسط.



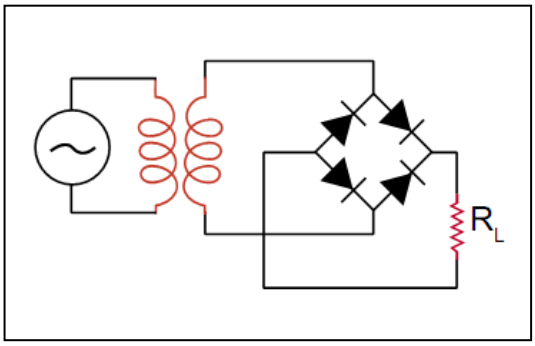
شكل (73): دارة تقويم موجة كاملة باستخدام ثنائيين ومحول نقطة وسط

2- قياس فرق الجهد على طرفي المحول (المخرج) باستخدام جهاز الفولتميتر.
3- إظهار شكل الموجة على الحمل باستخدام جهاز راسم الإشارة.
4- إظهار شكل الموجة على مخرج المحول باستخدام جهاز راسم الإشارة.
5- تركيب مكثف 1µF بالتوازي مع الحمل فتصبح الدارة كما في الشكل (74).



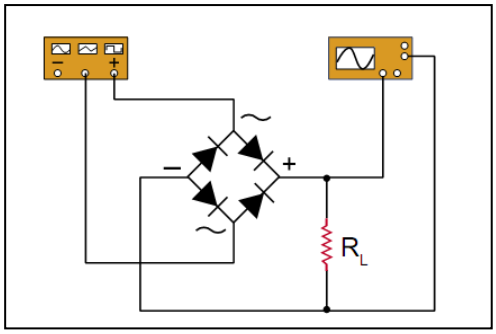
شكل (74): ربط مكثف مع الحمل على التوازي

6- رسم شكل الموجة على الحمل بواسطة جهاز راسم الإشارة، ثم استبدال المكثف بالقيم التالية (47، 220، 470) ورسم شكل الموجة على الحمل.
7- المقارنة بين أشكال الإشارات.
8- تكرار الخطوات السابقة ولكن مع تغيير مقاومة الحمل بحيث تستخدم مقاومة أخرى قيمتها 1KΩ.
9- توصيل الدارة المبينة في الشكل (75), حيث تبين هذه الدارة دارة تقويم موجة كاملة باستخدام أربع ثنائيات.



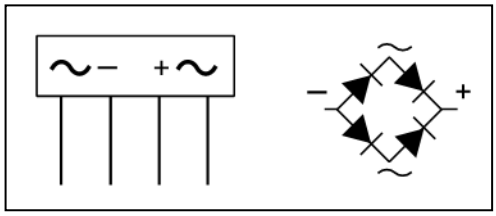
شكل (75): دارة تقويم موجة كاملة باستخدام أربع ثنائيات

10- يمكن استبدال مصدر الجهد 220V والمحول بجهاز مولد إشارة كما في الشكل (76).



شكل (76): استبدال مصدر الجهد 220V والمحول بجهاز مولد إشارة

11- ضبط مولد الإشارة على موجة جيبية ذات تردد 200Hz واتساع 5Vp.
12- رسم شكل الموجة على الحمل بواسطة جهاز راسم الإشارة، ومقارنة شكل الموجة الناتج مع الجزء الأول من التجربة.
13- فحص القنطرة الجسرية والتأكد من أطرافها باستخدام جهاز الملتيميتر.
14- استبدال الأربع ثنائيات في الدارة السابقة بقنطرة جاهزة كما هو موضح بالشكل (77).



شكل (77): قنطرة جاهزة

بطاقة التمرين العملي رقم (17)

اسم التمرين: بناء دوائر مضاعفات الجهد بواسطة الثنائيات والمواسعات

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

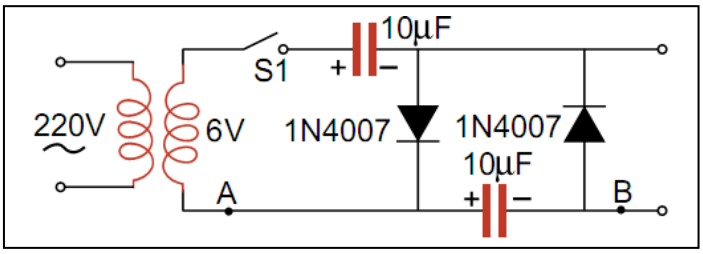
- بناء دوائر مضاعفات الجهد بواسطة الثنائيات والمواسعات

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- ثنائي عدد 4 (1N4007)
- مواسع عدد 4 (10µF,50V)
- محول (220/6).
- جهاز الفحص (DMM) ملتيميتر.
- مفتاح ثنائي القطب

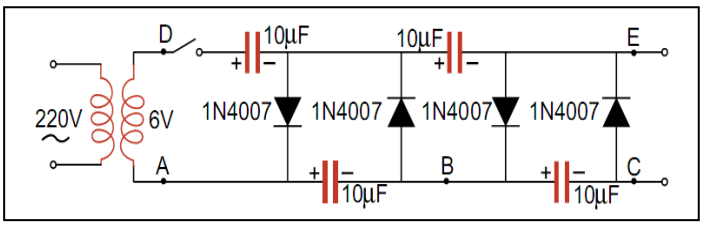
خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (78), وملاحظة قطبية الثنائيات والمواسعات عند التوصيل.



شكل (78): دائرة مضاعف جهد باستخدام ثنائيين

2- توصيل مصدر جهد متناوب كما في الشكل (1) وتشغيل مفتاح S1.
3- قياس الجهد على طرفي كل مواسع باستخدام جهاز الفولتميتر وملاحظة القطبية.
4- قياس الجهد بين نقطتي A و B ومقارنتها بالقيمة العظمى لجهد المصدر.
5- توصيل الدائرة الموضحة في الشكل (79).



شكل (79): دائرة مضاعف جهد باستخدام 4 ثنائيات

6- قياس الجهد بين النقاط التالية: (A و B) (A و C) (D و E) ومقارنتها مع القيمة العظمى لجهد المصدر.

بطاقة التمرين العملي رقم (18)

اسم التمرين: تشغيل الثنائي المشع للضوء في الدوائر الإلكترونية

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

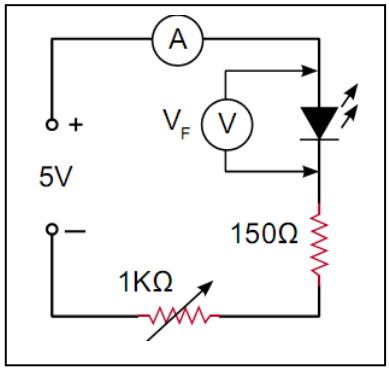
- تشغيل الثنائي المشع للضوء في الدوائر الإلكترونية

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- ثنائيات مشعة للضوء عدد 8
- ثنائي مشع للضوء ذو الألوان الثلاثة
- جهاز فحص (ملتيميتر)
- مقاومة ثابتة (2x150Ω, 7x390Ω)
- مقاومة ثابتة (1.2KΩ)
- مقاومة ثابتة (560Ω)
- مفتاح أحادي القطب أحادي الرمية
- وحدة الشرائح السبعة
- مقاومة متغيرة (1KΩ)

خطوات تنفيذ التمرين:

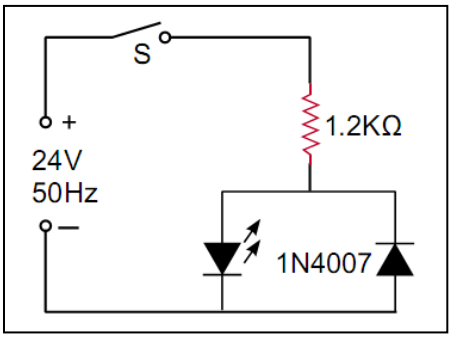
1- تركيب الدائرة المبينة في الشكل (80), حيث أن الثنائي المشع للضوء يعمل كمبين لإشارة الجهد المستمر.



شكل (80): دارة يعمل فيها الثنائي المشع للضوء كمبين لإشارة الجهد المستمر

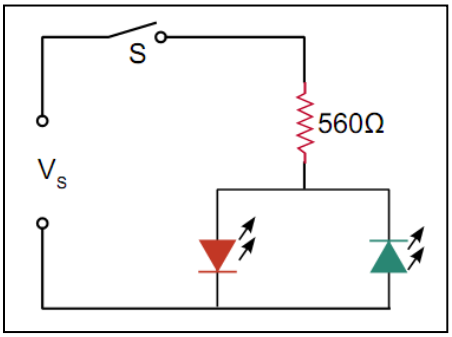
2- ضبط المقاومة المتغيرة إلى أقصى قيمة.
3- توصيل مصدر الجهد إلى طرفي الدائرة.
4- استبدال قيمة المقاومة المتغيرة وتسجيل قيمة الجهد وتيار الثنائي مع ملاحظة شدة إضاءة الثنائي وتدوين ذلك في جدول لعدة قيم من المقاومة المتغيرة.
5- عند مقاومة متغيرة تساوي صفر, يتم استبدال الثنائي بثنائيات ذات ألوان أخرى ويتم قياس قيمة V_F على طرفيه.

6- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (81), حيث يبين الثنائي المشع للضوء في دوائر التيار المتردد.



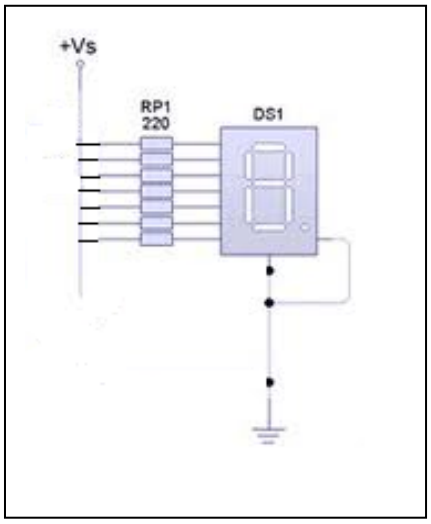
شكل (81): دارة يعمل فيها الثنائي المشع للضوء كَمُبَين لإشارة التيار المتردد

7- تشغيل المفتاح وملاحظة إضاءة الثنائي المشع للضوء.
8- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (82), بحيث تُبَين ثنائي مشع للضوء في دارة كاشف قطبية.



شكل (82): دارة يعمل فيها الثنائي المشع للضوء ككاشف للقطبية

9- توصيل مصدر تغذية 12 فولت بقطبيةٍ معينةٍ ثم عكس هذه القطبية وملاحظة عمل الثنائيات المشعة للضوء.
10- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (83), حيث تبين دائرة وحدة الشرائح السبعة.



شكل (83): دائرة وحدة الشرائح السبعة

11- فحص الوحدة باستخدام جهاز الملتيميتر وتحديد نوعها (مصعد مشترك أو مهبط مشترك).
12- تحديد طرف كل شريحة باستخدام جهاز الملتيميتر.
13- تشغيل كل شريحة على حدة باستخدام مصدر جهد 5V ومقاومة 390Ω بعد التأكد من قطبية كل الشريحة.
14- تشغيل أكثر من شريحة للحصول على إضاءة لأرقام متنوعة بعد استخدام مقاومات 390Ω بالعدد المطلوب.

بطاقة التمرين العملي رقم (19)

اسم التمرين: فحص الترانزستور وتحديد أطرافه

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- فحص الترانزستور وتحديد أطرافه

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- جهاز فحص (ملتيميترDMM)
- جهاز فحص ترانزستور (يحدد نوع وصلاحية الترانزستور وقياسβ)
- ترانزستورات متعددة الأشكال والأنواع

خطوات تنفيذ التمرين

1) ترقيم أطراف الترانزستور (1,2,3).
2) قياس المقاومة على أطراف الترانزستور باستخدام جهاز DMM على تدريج قياس ثنائي الجرس، وتعبئة الجدول رقم (9).

جدول رقم (9): قياس المقاومة على أطراف الترانزستور

الطرف 1	الطرف 2	الطرف 3	نتيجة الفحص
+	−		
−	+		
+		−	
−		+	
	+	−	
	−	+	

3) استنتاج طرف القاعدة ونوع الترانزستور من الجدول.
4) التأكد من الحل وذلك بالرجوع إلى كتب المكافئات.
5) تكرار عملية الفحص لأكثر من ترانزستور.

بطاقة التمرين العملي رقم (20)

اسم التمرين: بناء دائرة مضخم من مرحلة واحدة

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

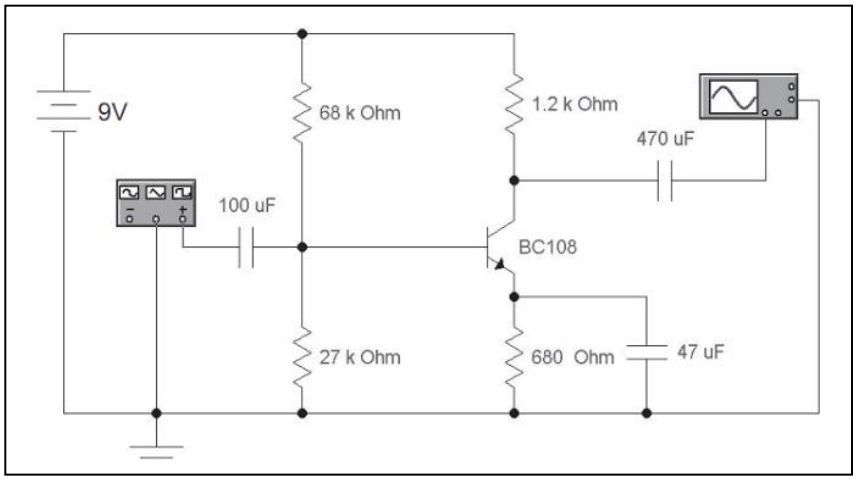
- بناء دائرة مضخم من مرحلة واحدة

التسهيلات التدريبية للتمرين(المواد والعدد والأجهزة):

- جهاز راسم إشارة.
- مصدر فولتية مستمرة (0-30V,1A)
- مولد إشارة
- مقاومات كربونية (22K,10K,2x15K,2x1K,680Ω,27K,1.2K,68K,4.7K,620Ω)
- مقاومة متغيرة (50KΩ)
- مواسعات كيميائية (3x10,2470x100) ميكروفاراد.
- ترانزستور (BC(108,161,140)
- لوحة توصيل

خطوات تنفيذ التمرين

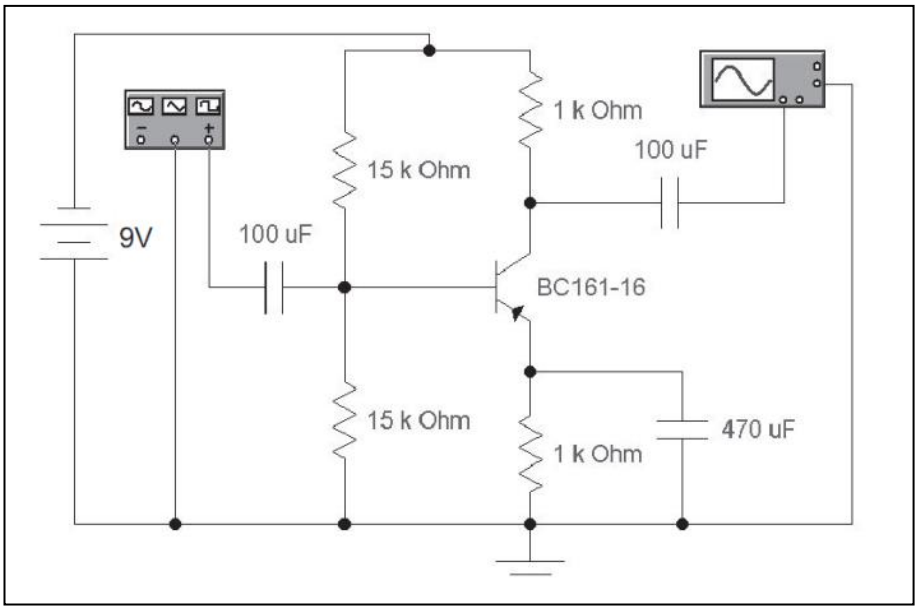
1- فحص الترانزستورات قبل البدء بالتمرين واستخراج مواصفاتها من كتب المكافئات.
2- تركيب الدائرة كما في الشكل (84), التي تبين دائرة مضخم الباعث المشترك.



شكل (84): دائرة مضخم الباعث المشترك

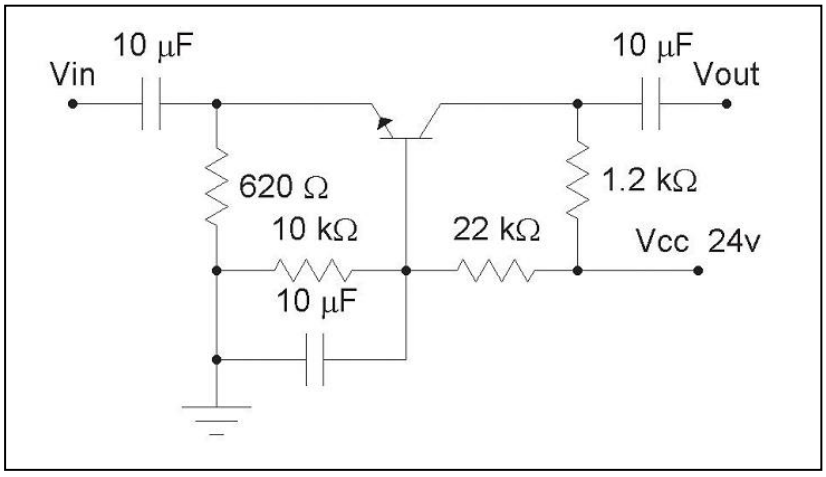
3- توصيل فولتية التغذية Vcc=9V.
4- ضبط مولد الإشارة على موجة جيبية اتساعها 10 ميلي فولت وترددها 1KHz وتوصيله على المدخل.
5- توصيل راسم الإشارة بحيث تكون القناة الأولى على المدخل والقناة الثانية على المخرج وضبطه بحيث تخرج الإشارة واضحة.
6- رسم الإشارة على القناتين وملاحظة الاختلاف بينهما.
7- حساب فولية الخرج ومعامل كسب الجهد Av.
8- حساب معامل كسب التيارAi.

9- تغيير التردد من 50Hz-10MHz
10- تغيير جهد التغذية Vcc إلى أربع فولتات.
11- تغيير قيمة الجهد إلى تسع فولتات
12- استبدال المقاومة R_{B2} التي قيمتها 27K بمقاومة متغيرة مقدارها 50K ثم تغيير المقاومة تصغيراً أو تكبيراً وملاحظة النتيجة.
13- تركيب مقاومة حمل (100-1K) وقياس تيار الدخل وتيار الخرج.
14- تركيب الدائرة المبينة في الشكل (85), حيث تستخدم هذه الدائرة ترانزستور PNP بدل من NPN وهي عبارة عن دائرة مضخم الباعث المشترك.



شكل (85): دائرة مضخم الباعث المشترك فيها ترانزستور PNP بدل من NPN

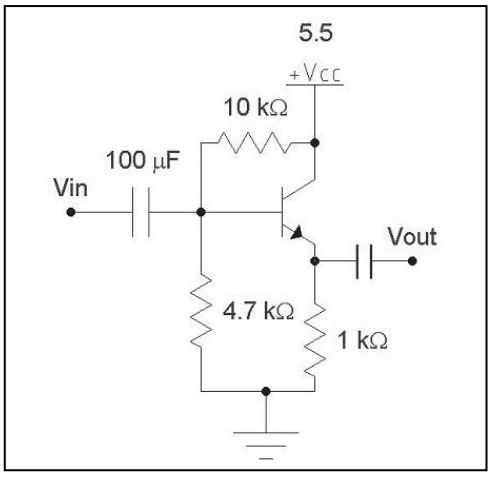
15- تركيب الدائرة المبينة في الشكل (86), حيث تبين دائرة مضخم القاعدة المشترك.



شكل (86): دائرة مضخم القاعدة المشترك

16- إدخال موجة جيبية (Vp=2V).
17- إظهار الموجة الداخلة والموجة الخارجة على جهاز راسم الإشارة.

18- توصيل مقاومة حمل على المخرج وقياس التيار على الحمل وعلى المخرج.
19- إيجاد (Av, Ai, Ap, Rin, Rout)
20- تركيب الدائرة كما في الشكل (87), حيث تبين دائرة مضخم المجمع المشترك.



شكل (87): دائرة مضخم المجمع المشترك

21- إدخال موجة جيبية (Vp=20mV).
22- إظهار الموجة الداخلة والموجة الخارجة على جهاز راسم الإشارة.
23- توصيل مقاومة حمل على المخرج وقياس التيار على الحمل وعلى المخرج.
24- إيجاد (Av, Ai, Ap, Rin, Rout)
25- المقارنة بين هذا المكبر والمكبرات التي سبقت.

بطاقة التمرين العملي رقم (21)

اسم التمرين: بناء دائرة دارلنجتون

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

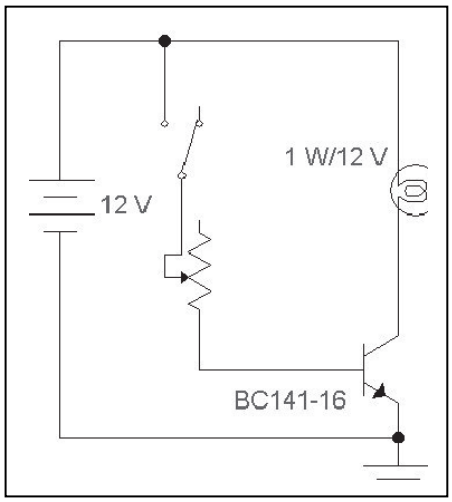
- بناء دائرة دارلنجتون

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- جهاز راسم إشارة.
- مصدر فولتية مستمرة (1A،0-30V)
- مولد إشارة
- جهاز فحص (ملتيميتر)
- مقاومات كربونية (220Ω،1K،15K،82K،680Ω،27K،1.2K،68K)
- مقاومة متغيرة (10KΩ)
- ترانزستورBC140،BD137،BY51
- لوحة توصيل
- مصباح 12V

خطوات تنفيذ التمرين:

1- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (88).



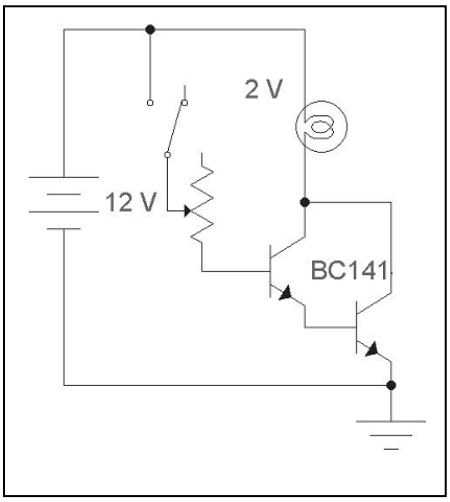
شكل (88): دائرة دارلنجتون

2- ضبط المقاومة على قيمة وسط 5K وملاحظة إضاءة المصباح

3- قياس قيمة التيار المار في I_B تيار القاعدة والجهد بين المجمع والقاعدة.

4- مضاعفة قيمة المقاومة وملاحظة إضاءة المصباح والتيار I_B والجهد بين المجمع والقاعدة.

5- تركيب ترانزستور آخر على شكل ترانزستور دارلنجتون فتصبح الدائرة كما في الشكل (89).



شكل (89): دائرة دارلنجتون

بطاقة التمرين العملي رقم (22)

اسم التمرين: بناء دوائر المفتاح الترانزستوري

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

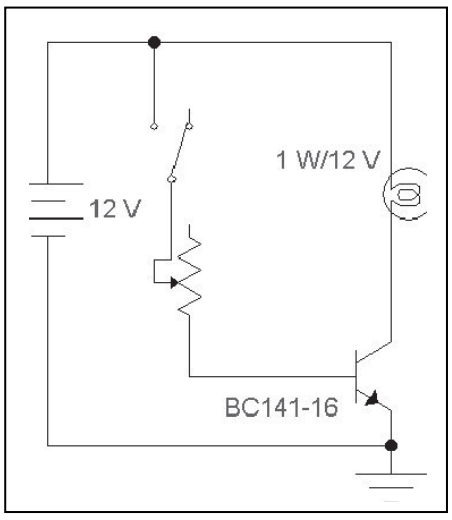
- بناء دوائر المفتاح الترانزستوري

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- جهاز راسم إشارة.
- مصدر فولتية مستمرة(0-30V,1A)
- مولد إشارة
- جهاز فحص(ملتيميتر)
- مقاومات كربونية (100K,6.8K,2.2K,330Ω)
- مقاومة متغيرة(10KΩ,100KΩ)
- مواسعات كيميائية (4.7x2,1x2,0.1x2) ميكروفاراد.
- ترانزستور(BC(107x2)
- لوح توصيل
- مصباح عدد 5
- مفتاح
- مرحل (DPST)
- ثنائي (1N4007)

خطوات تنفيذ التمرين

1- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (90), حيث تمثل هذه الدائرة التحكم في إضاءة وإطفاء مصباح.

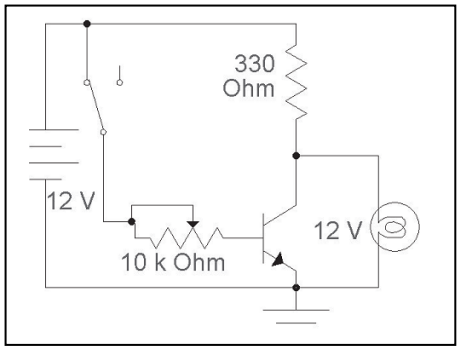


شكل (90): دارة تحكم في إضاءة وإطفاء مصباح

2- تغيير قيمة المقاومة المتغيرة وضبط قيمة جهد V_{CE} وهو عبارة عن الجهد بين الباعث والمجمع على أقل قيمة 0.2.

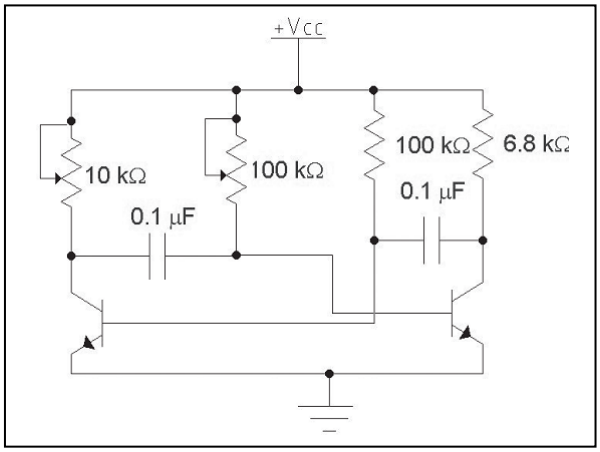
3- فتح المفتاح وإغلاقه وملاحظة ماذا يحدث.

4- استبدال مصدر الجهد على القاعدة بموجةٍ مربعةٍ ذات تردد منخفض (أقل من 10 هيرتز) وذات اتساع 5V, وملاحظة ماذا يحدث.
5- رفع التردد وملاحظة ماذا يحدث.
6- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (91), حيث أنها تمثل مثال على البوابات المنطقية.



شكل (91): بوابة منطقية

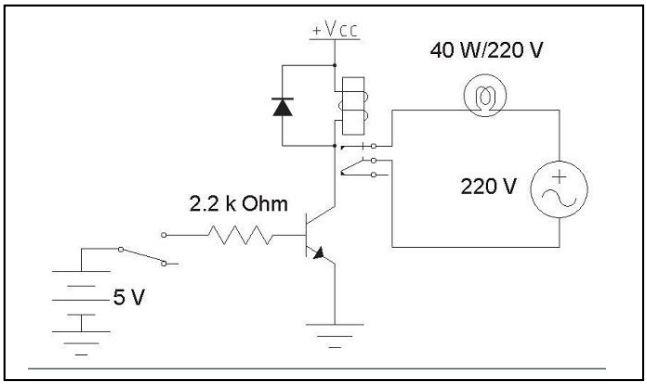
7- تغيير قيمة المقاومة المتغيرة وضبط قيمة جهد V_{CE} على اقل قيمة 0.2
8- فتح المفتاح وإغلاقه وملاحظة ماذا يحدث.
9- قياس التيار المار في المصباح والتيار المار في المقاومة المتغيرة, وملاحظة ماذا يحدث.
10- استبدال مصدر الجهد على القاعدة بموجة مربعة ذات تردد منخفض (أقل من 10 هيرتز) ذات أتساع 5V, وملاحظة ماذا يحدث.
11- تغيير تردد الموجة الداخلة من 50Hz-10MHz وملاحظة التأثير على Av.
12- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (92), حيث تبين هذه الدائرة المذبذب غير المستقر.



شكل (92): دارة مذبذب غير مستقر

13- إظهار شكل الموجة على قاعدة الترانزستور الأول بواسطة راسم الإشارة, وقاعدة الترتنزستور الثاني, ومجمع الأول ومجمع الثاني.
14- ضبط شكل الموجة المربعة بواسطة المقاومات المتغيرة.
15- حساب تردد الموجات التي ظهرت.
16- استبدال المكثف على الترانزستور الأول بمكثف آخر, وملاحظة شكل الإشارات.
17- استبدال المكثف على الترانزستور الثاني بمكثف آخر, وملاحظة شكل الإشارات.

18- حساب التردد بعد التغيير.
19- توصيل الدائرة المبينة في الشكل (93), حيث تبين إحدى دوائر الموائمة.



شكل (93): دارة موائمة

20- تركيب ثنائي عكسي مع المرحل لحماية الترانزستور من التيار الراجع، وملاحظة ماذا يحدث عند إغلاق المفتاح.
21- قياس التيار المار في المرحل والتيار المار في قاعدة الترانزستور, وملاحظة ماذا يحدث.
22- فصل الدائرة عن مصدر الكهرباء.
23- فصل مقاومة قاعدة الترانزستور من مصدر الجهد المستمر وتوصيله بمولد إشارة, ليزود بموجة مربعة ذات تردد منخفض.
24- توصيل الدائرة مع مصدر الكهرباء, وملاحظة ماذا يحدث.

بطاقة التمرين العملي رقم (23)

اسم التمرين: بناء دارة مضخم باستخدام ترانزستور(FET)

الأهداف التدريبية للتمرين:

بعد إنهاء التمرين من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

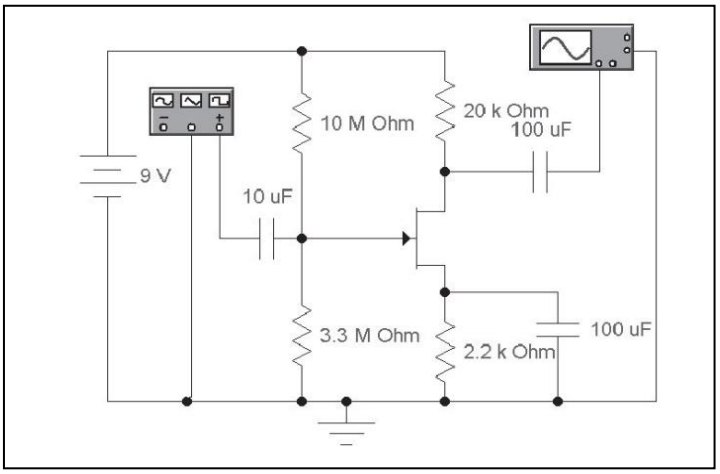
- بناء دارة مضخم باستخدام ترانزستور(FET)

التسهيلات التدريبية للتمرين (المواد والعدد والأجهزة):

- جهاز راسم إشارة.
- مصدر فولتية مستمرة(0-30V,1A)
- مولد إشارة
- جهاز فحص (ملتيميتر)
- مقاومات كربونية (20K,2.2K,3.3M,10M)
- مقاومة متغيرة (50KΩ)
- مواسعات كيميائية (3x10,2470x100) ميكروفاراد.
- ترانزستور (2N3819)
- لوحة توصيل

خطوات تنفيذ التمرين:

1- تركيب الدائرة المبينة في الشكل (94).



شكل (94): دارة مضخم باستخدام ترانزستور (FET).

2- إدخال موجة جيبية اتساعها 20 ميلي فولت وترددها 1KHz.
3- إظهار موجة الخرج على جهاز راسم الإشارة.
4- المقارنة بين موجة الدخل, والخرج من حيث فرق الطور والكسب.
5- استبدال المقاومة 20K بالمقاومة المتغيرة 50K.
6- تغيير المقاومة المتغيرة, وملاحظة ماذا يحدث في إشارة الخرج ومعامل الكسب.
7- تركيب مقاومة على الخرج.
8- قياس تيار الدخل وتيار الخرج.
9- حساب Av, Ai وممانعة الدخل وممانعة الخرج.

تمارين الممارسة العملية

أسماء تمارين الممارسة العملية:

1- قياس الجهد والتيار الكهربائي بواسطة ساعة الفحص
2- توصيل البطاريات والمقاومات بطريقتي التوازي والتوالي
3- بناء دارة باستخدام المقاومة الحرارية (NTC,PTC)
4- بناء دائرة الكترونية باستخدام المقاومة الضوئية (LDR)
5- تعرية الأسلاك الكهربائية
6- فحص المكثفات والتعرف إلى خصائصها
7- بناء دوائر شحن وتفريغ باستخدام المقاومات والمواسعات
8- استخدام جهاز راسم الإشارة لقياس الموجات المختلفة
9- فحص وبناء دوائر المرحلات
10- فك المحول الكهربائي وفحصه
11- لحام الأسلاك الكهربائية باستخدام كاوي اللحام
12- لحام القطع الالكترونية وفكها باستخدام كاوي اللحام
13- تشغيل المحول الكهربائي
14- فحص الثنائيات باستخدام جهاز متعدد القياسات
15- توصيل ثنائي زينر كمثبت للجهد
16- تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر باستخدام تقويم موجة كاملة
17- بناء دوائر مضاعفات الجهد بواسطة الثنائيات والمواسعات
18- تشغيل الثنائي المشع للضوء في الدوائر الإلكترونية
19- فحص الترانزستور وتحديد أطرافه
20- بناء دائرة مضخم من مرحلة واحدة
21- بناء دائرة دارلنجتون
22- بناء دوائر المفتاح الترانزستوري
23- بناء دارة مضخم باستخدام ترانزستور(FET)

الأهداف التدريبية لتمارين الممارسة العملية:

بعد إنهاء تمارين الممارسة العملية من المتوقع أن يكون لديك القدرة على:

- التمييز بين القطع الإلكترونية والكهربائية المختلفة
- استخدام الأجهزة والمعدات التي لها علاقة بفحص القطع الكهربائية والإلكترونية
- استخدام الأجهزة لقياس المتغيرات الكهربائية
- بناء الدوائر الكهربائية والإلكترونية

التسهيلات التدريبية لتمارين الممارسة (المواد والعدد والأجهزة):

- جهاز فحص ملتيميتر(DMM)
- جهاز راسم إشارة
- جهاز مولد دالة (إشارة)
- مقاومات بمختلف القيم
- مواسعات بمختلف القيم
- ثنائيات
- ثنائيات خاصة
- ألواح نحاسية
- أسلاك توصيل

- كاوي لحام
- ترانزستورات ثنائية القطبية
- مصدر جهد ثابت ومتغير
- مقاومات خاصة

الإجراء المطلوب من المتدرب/ة:

1- القيام بتوصيل مختلف الدوائر الكهربائية والإلكترونية بمختلف أحجامها
2- فحص وصيانة القطع الكهربائية والالكترونية
3- قياس المتغيرات المختلفة في الدوائر الكهربائية
4- بناء علاقات بين المتغيرات الكهربائية
5- تشخيص أعطال بعض القطع الكهربائية والإلكترونية

الاختبار النظري

السؤال الأول: المطلوب وضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (X) أمام العبارة الخاطئة فيما يلي:

1- ( ) عندما يتم توصيل البطاريات على التوالي يكون الجهد واحد والتيار مختلف لكل بطارية.
2- ( ) كلما زادت مساحة مقطع الموصل زادت مقاومته.
3- ( ) المقاومة عبارة عن عنصر مبدد للطاقة بدل من تخزينها.
4- ( ) قدرة جهاز التلفاز تتراوح بين (1000-2000) واط.
5- ( ) المواسع عبارة عن عنصر مخزن للطاقة.
6- ( ) يتم قياس التيار الكهربائي بواسطة جهاز أميتر موصول على التوازي.
7- ( ) تقاس الذبذبة بوحدة الهيرتز.
8- ( ) التيار الكهربائي الذي نستعمله في بيوتنا هو عبارة عن تيار كهربائي مستمر.
9- ( ) يقوم المحول الكهربائي على تغيير تردد الموجة الداخلة عليه.
10- ( ) المرحل هو عبارة عن مفتاح ميكانيكي يتم التحكم به كهربائيا.
11- ( ) الترانزستور يعد من العناصر الخاملة في الدوائر الإلكترونية.
12- ( ) الثنائي عبارة عن صمام كهربائي يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد فقط.
13- ( ) يتكون ترانزستور ثنائي القطبية من المنبع والمصرف والبوابة.
14- ( ) نظام ترميز الألوان في المقاومات يعتمد العد من اليسار لليمين في حساب قيمة المقاومة.
15- ( ) يقوم الثنائي المشع للضوء بإشعاع الضوء في حالة الانحياز العكسي للثنائي.

السؤال الثاني: المطلوب وضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في العبارات التالية

1- يرمز للأوم بالرمز
a) Ω
b) β
c) μ
d) ¥

2- يرمز اللون الذهبي في نظام ترميز المقاومات إلى
a) الرقم الأول في المقاومة
b) الرقم الثاني في المقاومة
c) الرقم الثالث في المقاومة
d) نسبة التفاوت في قيمة المقاومة

3- وحدة الشحنة الكهربائية هي
a) الأوم
b) الفولت
c) الأمبير
d) الكولوم

4- تقدر الطاقة الكهربائية المستهلكة ب
a) كيلو واط
b) جول
c) الحصان
d) كيلوواط.ساعة

5- يكون لون خط الأرضي(earth) في النظام العالمي
a) بني
b) أسود
c) أحمر
d) أخضر مع اصفر

6- يسمى المحول الذي يحول من 220 فولت إلى 12 فولت على سبيل المثال
a) محول رافع للجهد
b) محول خافض للجهد
c) محول رافع للتيار
d) محول خافض للتيار

7- واحد من الآتي تمثل مفتاحاً آلياً
a) المرحلات
b) مفاتيح الزر الإنضغاطية
c) مفاتيح دوارة
d) مفاتيح مفصلية

8- أمثلة على العناصر الفعالة
a) المقاومات
b) المواسعات
c) الملفات
d) الثنائيات

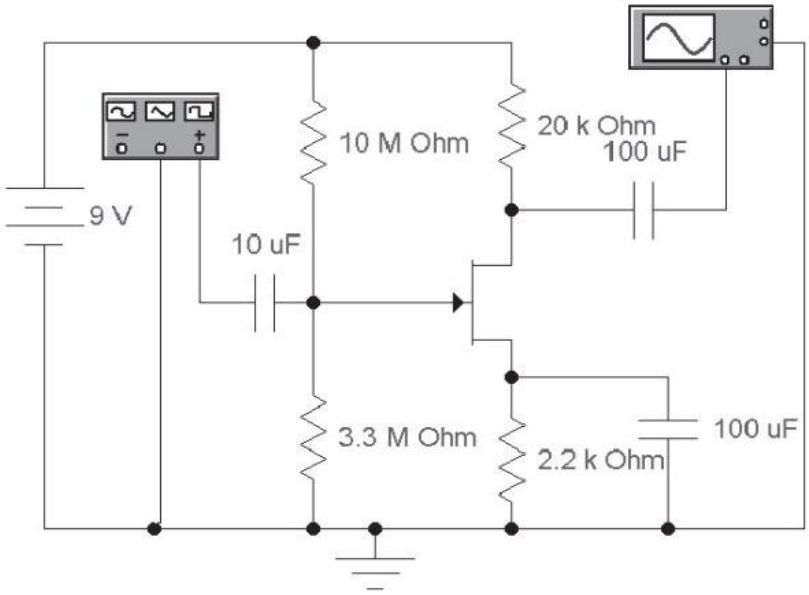
9- من أهم المواصفات الفنية للثنائي
a) التيار الأمامي
b) التيار العكسي
c) الجهد العكسي الأقصى
d) التيار الأمامي والجهد العكسي الأقصى

10- يمتاز ترانزستور تاثير المجال عن الترانزستور العادي ب
a) يبدي مقاومة مدخل عالية
b) تصنيعه أصعب
c) يحتل مكاناً أكبر في الدوائر الإلكترونية
d) مستوى الإزعاج مرتفع

السؤال الثالث: المطلوب التوفيق بين المعلومات في العمود الأول بمثيلاتها في العمود الثاني

العمود الأول	العمود الثاني
مفتاح آلي	التيار المستمر
القاعدة	جزء من ترانزستور ثنائي القطبية
الثنائي	أحد مواصفات المواسعات الفنية
المقاومة المعتمدة على الضوء (LDR)	البطارية الكهربائية
جهد ثابت مع الزمن	التيار المتردد
يستخدم المغناطيس	مقاومة ثابتة
الفولتية التشغيلية المقررة	مفتاح نهاية الحركة
مصدر جهد مستمر	في توليد التيار المتردد
	جزء من ترانزستور تأثير المجال
	صمام كهربائي
	مقاومة خاصة

الإختبار العملي

اسم التمرين: بناء دارة مضخم باستخدام ترانزستور (FET)
الزمن المخصص: ساعة واحدة
التسهيلات التدريبية اللازمة : (الأجهزة والمعدات والعدد والأدوات والمواد)
- جهاز راسم إشارة. - مصدر فولتية مستمرة(0-30V,1A) - مولد إشارة - جهاز فحص (ملتيميتر) - مقاومات كربونية (20K,2.2K,3.3M,10M) - مقاومة متغيرة (50KΩ) - مواسعات كيميائية (3x10,2470x100) ميكروفاراد. - ترانزستور (2N3819) - لوحة توصيل
الإجراء المطلوب من المتدرب/ة: 1- توصيل الدائرة المبينة في الشكل 2- إدخال موجة جيبية اتساعها 20 ميلي فولت وترددها 1KHz. 3- إظهار موجة الخرج على جهاز راسم الإشارة. 4- المقارنة بين موجة الدخل, والخرج من حيث فرق الطور والكسب. 5- استبدال المقاومة 20K بالمقاومة المتغيرة 50K. 6- تغيير المقاومة المتغيرة, ولاحظ ماذا يحدث في إشارة الخرج ومعامل الكسب. 7- تركيب مقاومة على الخرج. 8- قياس تيار الدخل وتيار الخرج. 9- حساب Av, Ai وممانعة الدخل وممانعة الخرج.


استمارة قائمة الفحص

اسم التمرين: بناء دارة مضخم باستخدام ترانزستور (FET)				
اسم المتدرب/ة:				
الرقم	الخطوات	نعم	لا	ملاحظات
1	توصيل الدائرة المبينة.			
2	إدخال موجة جيبية اتساعها 20 ميلي فولت وترددها 1KHz.			
3	إظهار موجة الخرج على جهاز راسم الإشارة.			
4	المقارنة بين موجة الدخل, والخرج من حيث فرق الطور والكسب.			
5	استبدال المقاومة 20K بالمقاومة المتغيرة 50K.			
6	تغيير المقاومة المتغيرة, ولاحظ ماذا يحدث في إشارة الخرج ومعامل الكسب.			
7	تركيب مقاومة على الخرج.			
8	قياس تيار الدخل وتيار الخرج.			
9	حساب Av, Ai وممانعة الدخل وممانعة الخرج.			
اسم الفاحص/ة: التوقيع: التاريخ:				

قائمة المراجع

المراجع العربية:

1- كهرباء استعمال , علم الصناعة, الجزء الأول للصف الأول الثانوي (الفرع الصناعي) في المنهاج الفلسطيني.
2- الكترونيات صناعية, علم الصناعة ,الجزء الثاني للصف الأول الثانوي (الفرع الصناعي) في المنهاج الفلسطيني.
3- الكترونيات صناعية, تدريبات عملية, الجزء الأول للصف الأول الثانوي (الفرع الصناعي) في المنهاج الفلسطيني.
4- الكترونيات صناعية, التدريب العملي, الجزء الثاني للصف الأول الثانوي (الفرع الصناعي) في المنهاج الفلسطيني.

المواقع الإلكترونية:

1- http://university.arabsbook.com
2- http://www.qalqilia.edu.ps

قائمة المصطلحات الفنية

Potentiometer	المقاومة المتغيرة
NTC	مقاومة ذات معامل حراري سالب
PTC	مقاومة ذات معامل حراري موجب
VDR	مقاومة الفايرستور التابعة للجهد
Fuse	مصهر كهربائي
LDR	المقاومة المعتمدة على الضوء
Horse power	القدرة بوحدة الحصان الميكانيكي
Single Phase	أحادي الطور
Ground	الخط الأرضي
Hot line	الخط الساخن
Neutral	الخط المتعادل
AC	التيار المتردد
DC	التيار الثابت
Limit switch	مفتاح نهاية الحركة
PLC	المتحكم المنطقي المبرمج
SPST	المرحل ذو القطب الواحد والتحويلة الواحدة
SPDT	المرحل ذو القطب الواحد والتحويلتين
DPST	المرحل ذو القطبين والتحويلة الواحدة
DPDT	المرحل ذو القطبين والتحويلتين
IC	الدوائر المتكاملة
Zener diode	ثنائي زينر
Anode	المصعد
Cathode	المهبط
Transfer resistor	تحويل المقاومة
Bipolar junction transistor	ترانزستور ثنائي القطبية
Base	القاعدة
Emitter	الباعث
Collector	المجمع
Heat Sink	مبرد حراري
FET	ترانزستور تأثير المجال
Source	المنبع
Gate	البوابة
Drain	المصرف
JFET	ترانزستور تأثير المجال ذو الوصلة
MOSFET	ترانزستور تأثير المجال نوع الأكسيد المعدني